

## 1 VAURIO



Kuva 1. Liian suuren maanpaineen aiheuttamia halkeamia.

Betonirakenteisiin syntyy halkeamia, kun vetojännitys ylittää betonin vetolujuuden. Syy on yleensä betonin kutistuminen, johon vaikuttavat betonin koostumus, lämpötilaerot, huono jälkihoito ja betonimassan riittämätön tiivistys. Leveä halkeama syntyy yleensä rakenteen murtumisen seurauksena, jonka syy voi olla

- liian suuri maanpaine tai riittämätön raudoitus (suunnitteluvirhe tai ylikuormitus)
- rakenteen muodonmuutos (törmäys tai ylikuormitus)
- perustuksen epätasainen painuminen (suunnittelu- tai työvirhe).

Betonirakenteissa on myös onkaloita ja muita tyhjiä tiloja. Niiden syitä ovat

- huonolaatuinen betoni
- virheellinen muottirakenne
- riittämätön tiivistys
- veden virtaus valun läpi.

## 2 KORJAUSTARVE



Kuva 2. Poranäytteen paljastama tyhjä tila kansilaatassa.

Betonirakenteen halkeama on korjattava aina, jos sen kautta on vesivuoto. Laatuvaatimuksissa sallittua suuremmat rakenteelliset halkeamat injektoidaan yleensä sillan peruskorjauksen yhteydessä *SILKO*-yleisohjeen 1.233 /1/ kohdan 2.1 mukaan.

Halkeaman syy on aina selvitettävä *Sillantarkastusohjeen* /2/ mukaan. Syitä on selostettu kohdassa 1. Esimerkiksi raudoituksen korroosiosta johtuva halkeama korjataan piikkaamalla kohta auki ja paikkaamalla, koska injektointi ei poista syytä.

### 3 OHJEEN SOVELTAMISALA

---

Ohjeessa käsitellään pääasiassa peruslaattojen, etumuurien ja välitukien halkeamien injektointia sementillä. Ohjetta sovelletaan myös päällysrakenteen halkeamien injektointiin, jos halkeamien leveys on sopiva sementti-injektointille ja halutaan varmistaa potentiaalimittausten mahdollisuus. Halkeamaan ei saa kohdistua sellaisia muodonmuutoksia, että korjattuun halkeamaan tai sen viereen syntyy uusia halkeamia, ellei rakennetta vahvenneta ennen halkeaman injektointia.

Sementti-injektointi sopii erityisesti kosteiden halkeamien korjaamiseen.

Tätä ohjetta käytetään laadittaessa injektointisuunnitelmaa sekä injektointityö- ja laatusuunnitelmaa. Injektointisuunnitelman ja laatuvaatimusten laatimisesta vastaa yleensä tilaaja. Injektointityö- ja laatusuunnitelman tekee urakoitsija.

Injektointisuunnitelma laaditaan *SILKO-yleisohjeen 1.233 /1/* kohdan 2.3 mukaan. Suunnitelmassa esitetään periaateratkaisu, laatuvaatimukset ja injektointimenetelmä. Injektointisuunnitelma sisältyy koko korjaushankkeen suunnitelmaan tai on erikseen toteutettava itsenäinen suunnitelma.

Injektointityösuunnitelmalla tarkoitetaan urakoitsijan laatimaa teknistä työsuunnitelmaa.

Tässä ohjeessa ei käsitellä vedenalaisia injektointeja.

## 4 LAATUVAATIMUKSET

Halkeaman injektointi sementillä tehdään tilaajan hyväksymän injektointisuunnitelman mukaan.

Olosuhteiden on oltava valittujen aineiden vaatimusten mukaiset. Injektointityön aikana rakenteen lämpötilan pitää olla kauttaaltaan vähintään +5 °C. Jos ulkoilman olosuhteet eivät ole vaatimusten mukaisia, käytetään sääsuojaa.

Injektointiaineen on oltava Tiehallinnon siltatekniikan käyttöönsä hyväksymä. Sementtilaastin on oltava pakkasenkestävää. Halkeaman sulkuaineen on kestettävä injektointipaine ja halkeamaan mahdollisesti kohdistuvat liikkeet. Sulkuaine on voitava poistaa mahdollisimman helposti näkyviin jäävästä pinnasta.

Injektointiaineiden valinta perustuu eurooppalaiseen standardiin *EN 1504-5* ja *SILKO-yleisohjeeseen 1.233 /1/*. Valinta tehdään injektointisuunnitelmaa tehtäessä ja tarkistetaan injektointityösuunnitelmaa laadittaessa.

Sulkuaineena voidaan käyttää Tiehallinnon käyttöönsä hyväksymiä valumattomia paikkausaineita. Sementtipohjainen sulkuaine on helppo poistaa, mutta huono tiiviys saattaa aiheuttaa ongelmia. Runsaasti täyteainetta sisältävät muovipohjaiset sulkuaineet voidaan poistaa vasaralla koputtelemalla. Epoksipohjaisilla sulkuaineilla on paras tartunta.

Sementtilaastissa käytettävän hienon kiviaineksen vaatimuksenmukaisuus osoitetaan ohjeen *Betonin kiviainekset /3/* mukaan. Kiviainekselta edellytetään pakkasenkestävyyttä. Ohjeesta poiketen sementtilaastien raekokojen 0/2 ja 0/4 seulojen läpäisyprosentti on 100 (massaprosenttia).

Käytännössä on saatu hyviä tuloksia, kun on käytetty murskaamatonta kiviainesta.

Injektointityön tekijän ammattitaito on osoitettava tilaajan hyväksymällä työnäytteellä tai ammattipassilla.

Injektointilaitteessa on oltava suutinpainetta mittaava mittari, jonka toiminta on varmistettu.

Injektointityön onnistuminen on varmistettava työn alussa ennakkokokeella. Ennakkokokeessa määritetään

- vesisideainesuhde
- injektointivälineet, kuten injektointilaitte painemittareineen ja mahdollinen injektointitulppa
- sulkuaine ja injektointiaine
- injektointipaine
- injektointikohtien etäisyys.

Injektoinnin onnistuminen tarkistetaan lieriöporalla otettavan näytteen avulla.

Sementtiliiman (sementin, veden ja mahdollisten lisäaineiden seos) juoksevuus on määritettävä Marsh-kartiolla. Injektointilaastin kiviaineksen rakeisuus ja massan notkeus leviämänä on selvitettävä ennakkokokeessa kohdan 5.5 mukaan. Ennakkokokeesta ja lisäaineiden laadunvalvonnasta on annettava ohjeet injektointisuunnitelmassa. Hyväksytyssä ennakkokokeessa saatuja arvoja käytetään laadunvalvonnassa vertailuarvoina.

Jokaista kahtakymmentä injektoitua halkeametriä kohden porataan lieriöporalla yksi näyte. Näytteitä pitää kuitenkin olla vähintään kolme. Lieriöt porataan siten, ettei raudoitusta vahingoiteta. Näytteriät paikataan Tiehallinnon käyttöönsä hyväksymällä valumattomalla paikkausaineella siten, että näytteriä on täysi.

Näyteliön halkaisijan pitää olla vähintään 30 mm.

Halkeaman täyttöasteen on oltava vähintään 80 %. Halkeaman pintaosan pitää olla täysi.

Injektointityöstä on pidettävä pöytäkirjaa. Pöytäkirjan malli on *SILKO-yleisohjeen 1.233 /1/* liitteenä.

## 5 TYÖVAIHEVAATIMUKSET

### 5.1 Valmistelevat työt

Urakoitsija laatii ennen injektointityön aloittamista yhdistetyn injektointityösuunnitelman (tekninen työsuunnitelma) ja laatusuunnitelman *SILKO-ohjeen 1.233 /1/* kohdan 5.1 mukaan. Yhdistetyssä suunnitelmassa esitetään seuraavat asiat alla olevan jaottelun mukaan:

1. Yleiset tiedot
  - hankkeen työ- ja laadunvalvontaorganisaatio: henkilöt, vastuu, toimivalta ja tehtävät
  - ennakkokokoonjärjestelyt
  - työmäärien tarkistus
  - laaduntarkastuksissa käytettävä kalusto
  - työturvallisuus- ja ympäristönsuojelutoimet
  - työhön vaikuttavat paikalliset olot kuten rautatien sähköistys ja työskentely rautatien läheisyydessä (neuvoteltava rautatieviran omaisten kanssa), työnaikainen liikenne, vesistön käyttö jne.
  - lupien hankinta.
2. Työsuunnitelma
  - injektointi-, sulku- ja muut aineet tuotenimien ja ominaistiedoin (injektoitavuus, halkaisulujuus ja alin kovettumislämpötila)
  - kuinka työ tehdään: työntekijät, työjärjestys, työkapasiteetit ja aikataulu
  - työalueen suojaaminen
  - henkilönostimen ja telineiden käyttö
  - sulkuaineen poisto betonin pinnasta ja mahdollisen kalkin poisto halkeamasta.
3. Työnaikaiset tarkastukset ja mittaukset
  - halkeamien injektoitavuuden toteaminen
  - olosuhdemittaukset
  - halkeamien täyttymisen tarkastus
  - ainemenekkien seuranta
  - kaluston kunto ja varakalusto
  - mittaus- ja tarkastusvälineiden säätö käytön aikana
  - laadunohjaus yllä mainittujen toimien perusteella.
4. Kelpoisuuden osoittaminen
  - injektointipöytäkirjat
  - poikkeamaraportit
  - korjaustoimenpiteet
  - uusintatarkastus.

Urakoitsija esittää muutokset injektointisuunnitelmaan ennakkokokoonjärjestelyjen perusteella.

Korjaustyötä suunniteltaessa on kiinnitettävä erityistä huomiota injektointiaineen koostumukseen ja työtapaan. Injektointityön ajankohta on valittava niin, että rakenteiden lämpöliikkeet aiheuttavat mahdollisimman vähän rasituksia injektoituun halkeamaan.

Ennen injektointityötä on tehtävä seuraavat toimet:

- Liikenteen järjestelyjä varten laaditaan tarvittaessa eri ohjeen /4/ mukaan liikenteenohjaussuunnitelma, jonka tiepiiri hyväksyy.

Liikenteen aiheuttama ääni saattaa haitata laastin sitoutumista, joten tien sulkeminen liikenteeltä injektointin ja laastin kovettumisen ajaksi saattaa joissain tapauksissa olla tarpeen. Joskus riittää raskaan liikenteen ohjaaminen silta- tai tien ohi. Ääni saattaa vaikuttaa myös sulkuaineen valintaan. Tarvittavat ohjeet annetaan injektointisuunnitelmassa. Jos liikenne sallitaan, tielle asetetaan nopeusrajoitus 30 km/h, johon tarvitaan tiepiirin päätös.

- Työntekijöiden perehdyttämiseksi annetaan työn edellyttämä määrä työnopastusta.

Lisätöitä aiheuttavista, injektointisuunnitelmasta poikkeavista asioista, on ilmoitettava kirjallisesti tilaajalle. Tällaisia asioita ovat esimerkiksi:

- Injektoitavien halkeamien määrä ylittää määräluettelossa ilmoitetun.
- Halkeamissa havaitaan suurempia liikkeitä kuin mitä suunnitelmaa laadittaessa on otaksuttu.
- Halkeamissa on kalkkia, jota ei ole suunniteluvaiheessa havaittu.
- Kuivaksi oletetussa halkeamassa on vesivuoto.

Tilaaja hyväksyy muutokset injektointisuunnitelmaan ja lisätyöt.

## 5.2 Injektioinnin valmistelu

Telineet ja työtasot tehdään rakennustöiden turvallisuudesta annettujen määräysten /5/ ja ohjeiden /6/ mukaan. Ajoradan puolelle tehdään suojakaide ainakin silloin, kun ajokaistan reuna on alle metrin etäisyydellä työskentelyalueesta.

Telineiden sijasta injektointityö voidaan tehdä siltakurjesta tai muusta henkilönostimesta käsin.

Ennakkokoe tehdään kohdan 4 mukaan (kuva 3). Injektointilaitteiden kunto ja toiminta tarkistetaan ennakkokokeessa. Injektioinnin onnistuminen selvitetään poranäytteen avulla (kuva 4).

Ulkonäöllisesti haitallinen kalkki ja epäpuhtaudet hiotaan pois halkeaman kohdalta rakenteen pinnasta. Sementtipohjaista sulkuainetta käytettäessä puhdistetaan injektointimenetelmästä riippuen 30–100 mm:n levyinen kaista halkeaman molemmin puolin koneellisella teräsharjalla. Kaikki irtomainen aines poistetaan rakennusimurilla. Jos betoni halkeaman läheisyydessä on harvaa, pinta puhdistetaan ja suljetaan niin laajalta alueelta, ettei injektointiaine purkaudu ulos halkeaman ympäristöstä injektointipaineen vaikutuksesta. Vaihtoehtoisesti halkeaman pinta piikataan auki ja paikataan valumattomalla paikkauslaastilla.

Mikrosementillä injektoitaessa käytetään sementin valmistajan suosittelemaa pumppua.

Valitun työmenetelmän vaatimien injektointivälineiden saanti on syytä varmistaa hyvissä ajoin.



Kuva 3. Marsh-kartio.



Kuva 4. Ennakkokokeen tulos tarkistetaan rakenteesta porattavasta näytteestä.

### 5.3 Vesivuodon ohjaaminen ja halkeaman pinnan sulkeminen

Jos halkeamassa on vesivuoto, sen syy on selvittävä ja poistettava mahdollisuuksien mukaan. Sementti-injektointi ei onnistu, jos vesivuoto on voimakas. Vesivuoto on ohjattava vedenpoistoputkilla sopiviin kohtiin, jolloin korjaustyö aloitetaan seuraavasti:

1. Halkeama avarretaan piikkaamalla (kuva 5) tai sahaamalla timanttiterällä 4 mm:n levyinen ura. Avausta ei uloteta raudoitukseen asti, ellei kalkkiutunut alue ulotu niin syväälle.
2. Vuotokohtaan kiinnitetään nopeasti sitoutuvala *paikkauslaastilla* halkaisijaltaan 10 mm:n ja pituudeltaan 100 mm:n muovi- tai alumiiniputki (kuva 6).

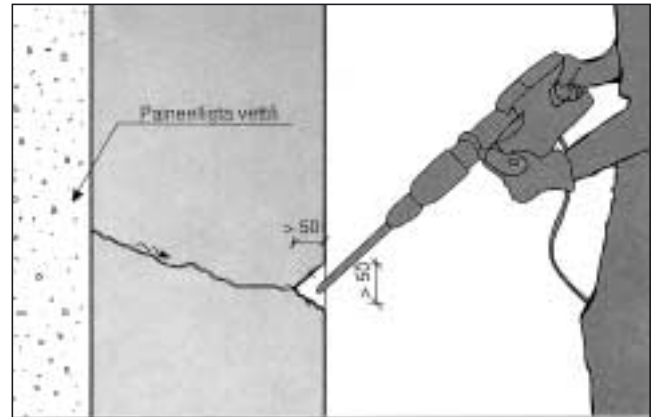
Vedenpoistoputken koko ja materiaali valitaan niin, että putki voi jäädä pysyvästi rakenteeseen. Vesi on ohjattava siten, ettei siitä ole haittaa muille rakenteille.

Kuiva halkeama, jonka leveys on alle 10 mm, suljetaan valumattomalla paikkauslaastilla tai -massalla. Sulkuaine sekoitetaan huolellisesti tuotekohtaisten ohjeiden mukaan ja levitetään halkeaman päälle lastalla. Leveämpi halkeama avarretaan piikkaamalla (kuva 5). Piikattu ura täytetään joko ejektorilla ruiskuttamalla /7/ tai levittämällä valumatonta *paikkauslaastia* lastalla /8/.

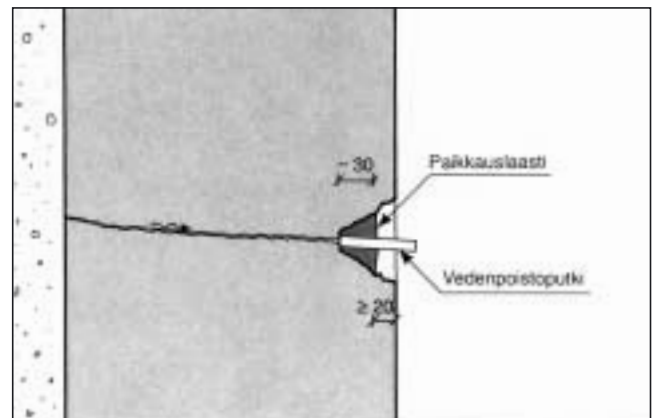
Jos korjataan rakenteessa olevaa onkaloa tai muuta tyhjää tilaa, pinta paikataan ensin ruiskuttamalla paikkauslaasti ejektorilla /7/ tai paikkaamalla avattu kohta valumattomalla *paikkauslaastilla* /8/.

Betonielementtien välinen sauma suljetaan puumuotilla, johon injektointireiät tehdään sopivin välein.

Kun pintapaikkaus on kovettunut, injektointirakenne puhdistetaan injektointireikien kautta vesihuuhTELulla.



Kuva 5. Halkeama avarretaan piikkaamalla.



Kuva 6. Vedenpoistoputki kiinnitetään halkeamaan.

## 5.4 Injektointitulppien asennus

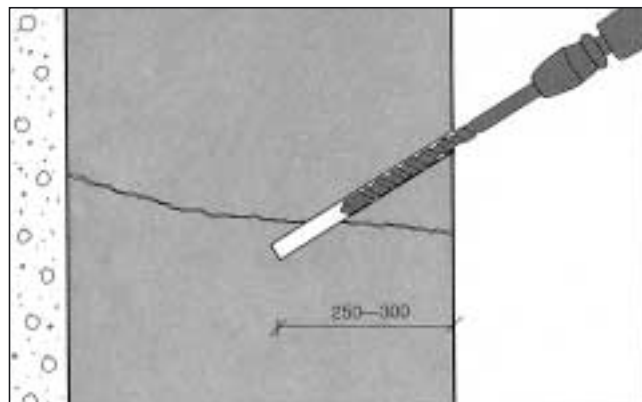
Injektointitulppia tai -putkia varten porataan reiät halkeaman pinnan sulkemisen jälkeen.

Reiät porataan mieluummin vinosti halkeaman poikki (kuva 7). Reiät porataan poravasaralla, jonka terä valitaan käytettävän injektointitulpan tai -putken mukaan. Suositeltava reiän halkaisija on paineilmakäyttöistä poravasaraa käytettäessä (sulkeissa vastaavat mitat sähkökäyttöistä poravasaraa käytettäessä) 38 mm (26–28 mm), jolloin injektointitulpan ulkoputken halkaisija voi olla 33 mm (25 mm) ja letkuvarustuksena voidaan käyttää sisähalkaisijaltaan 20–25 mm:n paineilmaletkua.

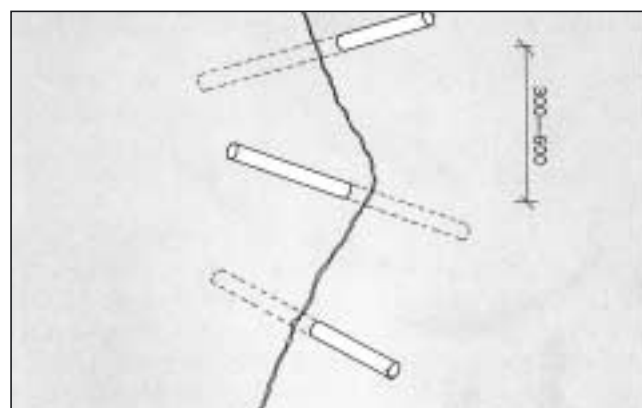
Reikiä porataan vähintään kaksi, jotta ilma ja vesi pääsevät poistumaan halkeamasta. Reiät porataan halkeaman suunnassa 300–600 mm:n välein (kuva 8).

Injektointitulppa kierretään paikalleen (kuva 9). Muovista tai alumiinista valmistettu injektointiputki liimataan paikalleen.

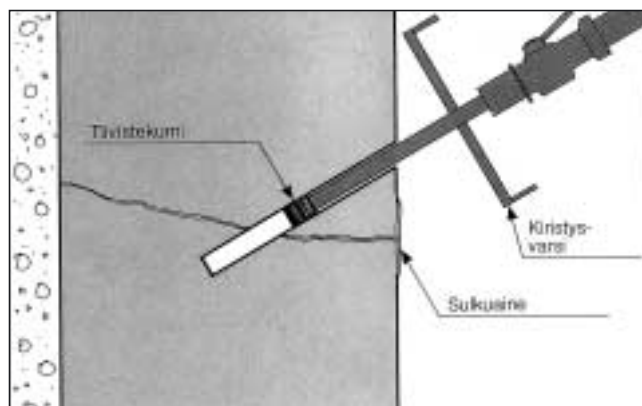
Rakenteessa oleva onkalo tai muu tyhjä tila injektoidaan täyteen pintapaikkauksen läpi porattujen reikien kautta (kuva 10). Reiät porataan riittävän syvälle ja sijoitetaan niin, että injektointiaine täyttää tyhjät tilat.



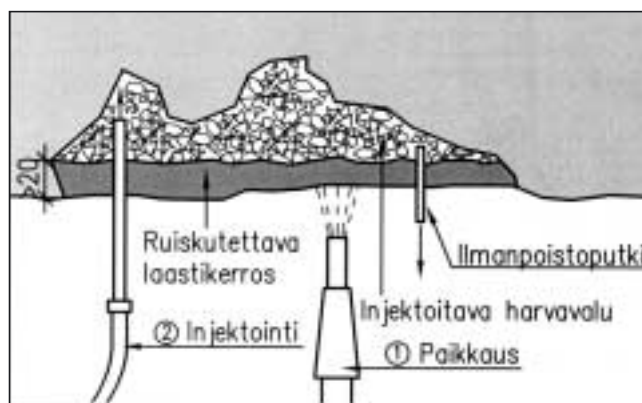
Kuva 7. Reiät porataan siten, että ne leikkaavat halkeaman.



Kuva 8. Reiät porataan vuorotellen halkeaman molemmilta puolilta.



Kuva 9. Injektointitulpan kiinnitys injektointireikään.



Kuva 10. Onkalon injektointi.

## 5.5 Sementti-injektointi

Halkeaman leveys määrää injektointimassan koostumuksen suuntaa antavasti siten, että

- 0,5–3 mm:n halkeamassa käytetään *mikrosementti- tai hienosementtiliimaa*
- 3–10 mm:n halkeamassa käytetään *rakennus-sementtiliimaa*
- yli 10 mm:n halkeamassa käytetään sementti-laastia.

*Mikro- tai hienosementtiliima* valmistetaan tuotteen valmistajan ohjeiden mukaan.

*Rakennus-sementtiliima* valmistetaan sekoittamalla 3–5 g alumiinipulveria 50 kg:aan rakennus-sementtiä.

*Sementtiliiman* juoksevuus (injektoitavuus) määritetään Marsh-kartiolla (yksi litra vettä läpäisee Marsh-kartion 27 sekunnissa). Juoksevuutta arvioidaan vertaamalla sitä eri vesisementtisuhteilla määritettyihin arvoihin, jotka saadaan sementin valmistajalta.

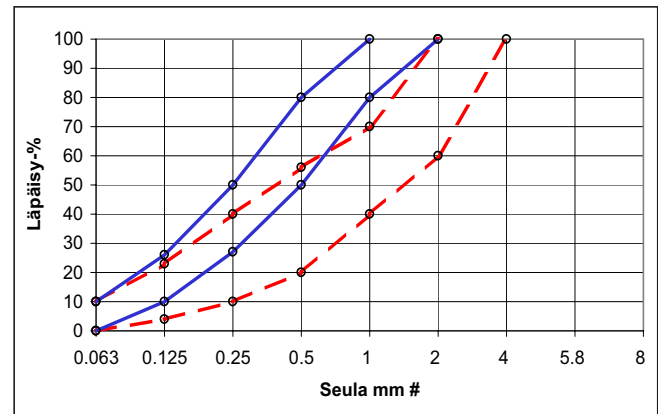
*Sementtilaastin* kiviaineksen suurin raekoko on yleensä 2 mm (mäntäpumppu). Elementtien saumoja ja suuria onkaloita injektointiaessa voidaan käyttää 4 mm:n raekokoa (ruuvipumppu). Ra-keisuuskäyrän pitää olla kuvan 11 ohjealueella.

Sementtilaastin ilmapitoisuus mitataan injektointityön alussa ja vähintään kerran työvuoron aikana. Vesisideainesuhteen pitää olla noin 0,50. Sopiva notkeus leviämänä määritettynä on 80–120 mm. Leviämä määritetään kuivan lasilevyn päällä kupari- tai messinkilieriön avulla, jonka sisähalkaisija on 39 mm ja korkeus 50 mm. Lieriö täytetään laastilla ja sitä nostetaan tasaisesti nostonopeudella 50 mm/s. Leviämäkuvion pitää olla niin säännöllinen, että sen pienin halkaisija on vähintään 90 % suurimmasta halkaisijasta. Suurimman ja pienimmän halkaisijan keskiarvo millimetreinä on kokeen antama tulos /9/.

Hyvin koossapysyvän, paisuvan tai helposti pumpattavan injektointimassan aikaan saamiseksi tarvitaan yleensä lisäaineita. Lisäaineiden käytöstä annetaan ohjeet työselityksessä ja noudatetaan lisäaineohjetta /9/. Pumpattavuutta ei saa parantaa lisäämällä vettä vaan bentoniitillä, jonka annostus on 0,5–1 % sementin painosta. Yliannostus aiheuttaa lujuskadon.

Sementtiliima tai -laasti sekoitetaan koneellisesti sementin valmistajan ohjeiden mukaan. Sementti-injektointiaineet vaativat yleensä välihämmennyksen. Injektointiainetta on hämmennettävä jatkuvasti ennen injektointia ja myös pitkään jatkuvan injektoinnin aikana.

Mikro- tai hienosementti, lisäaineet ja vesi sekoitetaan sementin valmistajan suosittelemalla tavalla kolloidisekoittimella (kuva 12), jonka kierrosnopeus on 1500–2000 r/min.



Kuva 11. Sementti-injektointilaastin kiviaineksen rakeisuuden ohjealueet.



Kuva 12. Kolloidisekoitin.



Rakennussementtiliima ja -laasti valmistetaan yleensä käyttämällä porakoneeseen kiinnitettyä siivikkoa (kuva 13), jonka kierrosnopeus on 200–300 r/min. Injektointiaineen sekoitusaika on vähintään neljä minuuttia. Jos laastia tarvitaan paljon, sekoitus tehdään erityisellä laastinsekoittimella tai pumppausyksikköön kuuluvalla sekoittimella.

Sementtiliima pumpataan yleensä käsipumpulla (kuva 14), mutta iso määrä sementtiliimaa ja sementtिलाasti pumpataan yleensä konepumpulla (kuva 15).

Pumppauspaine on 0,1–0,5 MPa (1–5 bar). Paine säädetään ohitusletkun hanalla ja sitä tarkkaillaan painemittarilla. Painemittarin pitää olla rakenteeltaan sellainen, että sementin pääsy mittarin sisään on estetty. Mitä syvemmillä kohde on rakenteessa, sitä suurempaa painetta voidaan käyttää. Liian suuri paine saattaa vaurioittaa pintapaikkausta ja aiheuttaa veden erottumisen. Kokemus on osoittanut, että tarvitaan noin yhden baarin paine rakenteen paksuusmetriä kohden.

Halkeama huuhdellaan aluksi puhtaalla vedellä. Sementtिलाastia käytettäessä, ja tarvittaessa muulloinkin, injektointi aloitetaan notkeammalla laastilla, jonka tarkoitus on halkeaman injektointivuuden selvittäminen. Laastin notkeus on kokeiltava ja sitä sakeutetaan niin paljon kuin mahdollista. Varsinainen injektointi aloitetaan alimmasta reiästä. Kun ylempänä olevasta reiästä pursuaa täysivahvuista injektointiainetta, siirrytään injektointiin tämän reiän kautta. Ylintä osaa injektointiaessa pumppausta hidastetaan niin, että ilma ja vesi varmasti poistuvat ennen reiän sulkemista. Reikä suljetaan, kun siitä valuu täysivahvuista injektointiainetta. Injektointikohtaan jätetään noin 0,1 MPa:n ylipaine.

Jos injektointikohdassa ei ole painetta, injektointitulppa poistetaan välittömästi ja reikä suljetaan tarvittaessa hanalla tai puutapilla. Muussa tapauksessa odotetaan kunnes injektointimassa on sitoutunut. Injektointiputki katkaistaan betonin pinnan tasosta.

Reiät ja kolot täytetään valumattomalla *paikkauslaastilla*.

Injektointivälineet on puhdistettava huolellisesti vedellä aina työn keskeytyessä pitemmäksi ajaksi. Huuhteluvädet eivät saa aiheuttaa ympäristöhaittoja.



Kuva 13. Hyvä laastin sekoitussiivikko.



Kuva 14. Käsitöiminen injektointipumppu.



Kuva 15. Konepumppu ja injektointitulppa.

## 6 LAADUNVARMISTUS

Olosuhdemittaukset tehdään työvuoron alussa ja lopussa ja kerran työvuoron aikana.

Mittaus tehdään ilman lämpötila- ja kosteusmittareilla.

Injektioinnin onnistuminen tarkistetaan poraamalla rakenteesta kohdan 4 mukaan näytteitä lieriöporalla (kuva 4). Näytteriät on paikattava eri ohjeen /8/ mukaan.

Työn valmistuttua kerätään laaturaportiksi

- injektointisuunnitelma
- yhdistetty injektointityösuunnitelma ja laatusuunnitelma
- ainestodistukset
- injektointipöytäkirjat
- valokuvat poratuista lieriöistä
- mahdolliset poikkeamaraportit
- vaatimustenmukaisuuden yhteenvetoraportti.

Laaturaportti luovutetaan tilaajan edustajalle viimeistään vastaanottotarkastuksessa.

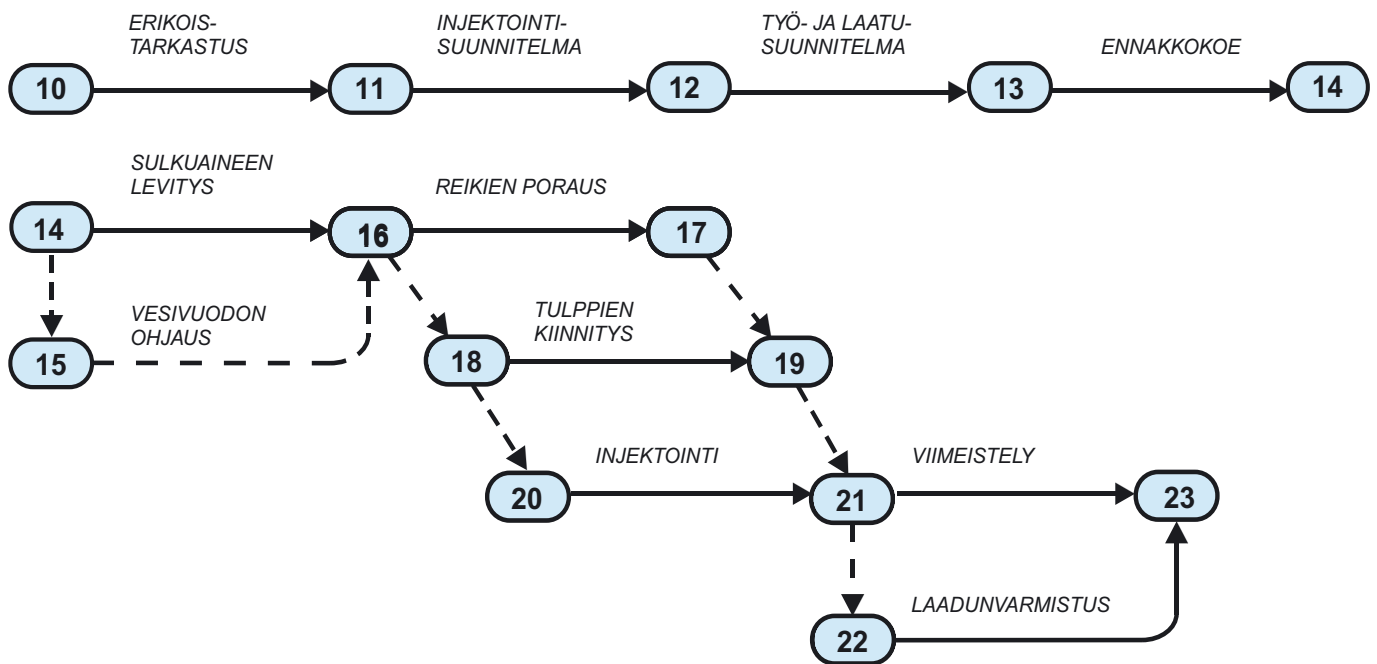
## 7 TÄYDENTÄVÄT OHJEET

- /1/ *Betonirakenteet. Halkeamien korjaaminen. Helsinki: Tiehallinto 2002. SILKO 1.233. TIEH 2230095-1.233.*
- /2/ *Sillantarkastusohje. Helsinki: Tiehallinto 2004. 100 s. ISBN 951-803-195-9. TIEH 2000008-04.*
- /3/ *Betonin kiviainekset 2001. by 43. Suomen Betoniyhdistys r.y. 2001. 64 s. ISBN 952-5075-39-7.*
- /4/ *Liikennejärjestelyt ja työturvallisuus tiellä tehtävässä työssä. Helsinki: Tiehallinto 2002. ISBN 951-726-872-6. TIEH 2200011-02.*
- /5/ *Valtioneuvoston päätös (629/94) rakennustöiden turvallisuudesta. STM:n päätös 156/98 työtelineiden ja putoamista estävien suojarakenteiden käytöstä rakennustyössä.*
- /6/ *Työtelineet ja suojarakenteet RIL 142-1999. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto ry. Tukitelineet RIL 147-1993. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto ry. ISBN 951-758-307-9*
- /7/ *Betonirakenteet. Paikkaus ejektorilla. Helsinki: Tie- ja vesirakennushallitus, 1981. 5 s. SILKO 2.237 (moniste).*
- /8/ *Betonirakenteet. Paikkaus ilman muotteja. Helsinki: Tie- ja vesirakennushallitus, 1992. 5 s. (SILKO 2.231) TIEL 2230096-2.231.*
- /9/ *Betoninormien edellyttämiä käyttöselosteita koskevat ohjeet. Suomen Betoniyhdistys r.y. by 22. Helsinki 1985. 86 s. ISBN 951-9365-22-2.*
- /10/ *Betonirakenteet. Halkeaman injektointi voimia siirtäväksi. Helsinki: Tiehallinto, 2003. 8 s. (SILKO 2.236) TIEH 2230096-2.236*

## OPASTAVAT TIEDOT

## LIITE

## TYÖVAIHEET



## TARVITTAVAT RESURSSIT

- TYÖVOIMA**
- injektointiin perehtynyt urakoitsija: työnjohtaja (TJ), rakennusammattimies (RAM) ja kaksi rakennusmiestä(RM).
- TYÖVÄLINEET**
- sähköaggregaatti 5–9 kW
  - poravasara ja kulmahiomakone terineen
  - rakennusimuri, jossa on reikäsuutin (SILKO 4.351)
  - hämmentimellä varustettu sähköpora(200–300 r/min) ja sekoitussiivikko;
  - injektointipumppu ja -tulpat, painemittari, paineilmaletku liittimiseen ja sulkuhanoja
  - tarvittaessa kolloidisekoitin 1500–2000 r/min (mikrosementin toimittajan suosituksen mukaan)
  - tarvittaessa kevyt piikkausvasara ja taltat.
- TYÖMAA-JÄRJESTELYT JA TYÖTURVALLISUUS**
- porattaessa tai hiottaessa silmien- ja kuulonsuojaimet
  - injektointiainetta sekoitettaessa ja injektoitaessa silmiensuojaimet, hengityksensuojain ja suojakäsineet
  - tarvittaessa sääsuoja
  - tarvittaessa siltakurki (SILKO 4.291) tai muu henkilönostin taikka putkitelineet (SILKO 4.202).
- TARVEAINEET**
- mikrosementti, hienosementti tai rakennussementti
  - sementti-injektointilaastin kiviaines
  - tarvittaessa lisäaineet; muun muassa mikrosementti vaatii notkistavan ja injektoitavuutta lisäävän lisäaineen
  - valumaton paikkauslaasti tai -massa (SILKO 3.231) tai injektointilaasti
  - tarvittaessa nopeasti sitoutuva paikkauslaasti.
- LIKIMÄÄRÄISET TYÖSAAVUTUKSET:**
- halkeaman injektointi 5–15 m/työvuoro.

