

1 VAURIO



Kuva 1. Vioja leikkaushalkeamia tukien lähellä ja pystysuoria taivutushalkeamia aukon keskellä.

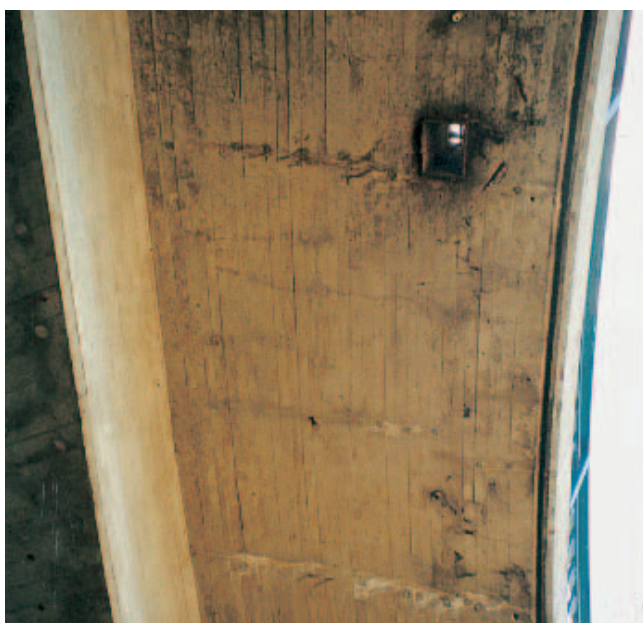
Betonirakenteisiin syntyy halkeamia, kun vetojännitys ylittää betonin vetolujuuden. Rakenteelliseen lujuuteen injektoimalla korjattavien halkeamien syitä voivat olla

- suunnitteluvirheet, kuten liian pitkät liikuntasaumavälit tai riittämätön rauditus
- väärin asennettu rauditus
- betonointivirheet
- puutteellinen jälkihoito ja suojaus
- ylikuormitus
- rakenteiden liikkuminen ja tärinä.

Kun uusi rakenne liitetään vanhaan, eikä uuden rakenteen kutistuminen pääse tapahtumaan vapaasti, uusi rakenne halkeilee. Halkeamia esiintyy runsaimmin eri tyyppisissä palkeissa ja hoikissa reuna- ja keskialueilla. Maatukien halkeamat johtuvat yleensä kutistumisesta ja rakenteiden liikkumisesta. Myös lämpötilaerot voivat aiheuttaa halkeilua.

Tässä ohjeessa ei käsitellä vedenalaisia injektioita.

2 KORJAUSTARVE



Kuva 2. Vesivuoto halkeaman kautta aiheuttaa seurausvaurioita.

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

Halkeaman syy on aina selvitettävä. Syitä on selostettu kohdassa 1. Esimerkiksi raudituksen korroosiosta johtuva halkeama korjataan piikkaamalla kohta auki ja paikkaamalla, koska injektointi ei poista syytä.

3 LAATUVAATIMUKSET

Voimia siirtävän halkeaman injektointi tehdään tilaajan hyväksymän injektointisuunnitelman mukaan.

Injektointisuunnitelman laatiminen ja sisältö on esitetty *SILKO-yleisohjeen 1.233 /1/* kohdassa 2.3. Injektointisuunnitelma sisältyy koko korjaushankkeen suunnitelmaan tai on erikseen toteutettava itsenäinen suunnitelma.

Injektointi- ja sulkuaineiden on oltava Tiehallinnon siltatekniikan hyväksymiä. Ulkorakenteissa injektointiaineen on tartuttava kosteaan pintaan. Yli vuoden vanhoja injektointiaineita ei saa käyttää.

Muoveista käytetään betonirakenteiden injektointiin useimmiten epoksia. Sillankorjaustöissä käytetään yleensä alhaisen viskositeetin omaavia epoksia. Jos halkeamaa ei voida sulkea molemmilta puolilta, kuten maatuessa, voidaan käyttää valumatonta eli tiksotrooppista epoksia.

Injektointityön tekijän ammattitaito on osoitettava tilaajan hyväksymällä työnäytteellä tai ammattipassilla.

Injektointilaitteessa on oltava suutinpainetta mittaava mittari.

Halkeaman sulkuaineen on kestävä injektointipaine ja halkeamaan mahdollisesti kohdistuvat liikkeet. Sulkuaine on voitava poistaa mahdollisimman helposti.

Sementtipohjainen sulkuaine on helppo poistaa, mutta huono tiiviys saattaa aiheuttaa ongelmia. Runsaasti täyteainetta sisältäviä muovipohjaisia sulkuaineita voidaan poistaa vasaralla koputteleamalla, pinta jää hieman karheaksi. Epoksipohjaisilla sulkuaineilla on paras tartunta.

Injektointityön onnistuminen on varmistettava työn alussa ennakkokokeella. Ennakkokokeessa määritetään

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

Injektoinnin onnistuminen tarkistetaan lieriöporalla otettavan näytteen avulla.

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

Näyttelieriön halkaisijan pitää olla vähintään 30 mm. Paikkausaineena voidaan käyttää myös sementtilaastia.

Halkeaman täyttöasteen on oltava vähintään 80 %.

Olosuhteiden on oltava valittujen aineiden vaatimusten mukaiset. Injektointimuovia ei saa käyttää, jos rakenteen lämpötila on alle +5 °C. Jos olosuhteet eivät ole vaatimusten mukaisia, käytetään sääsuojaa.

Muovituotteita käytettäessä on suositeltavaa, että injektointiaineen ja rakenteen lämpötila on vähintään +12 °C koko injektoinnin ajan.

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

4 TYÖVAIHEVAATIMUKSET

4.1 Valmistelevat työt

Urakoitsija laatii ennen injektointityön aloittamista yhdistetyn injektointityösuunnitelman (teknisen työsuunnitelman) 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
- lupien hankinta.

2. Työsuunnitelma

- injektointi-, sulk- ja muut aineet tuotenimin ja ominaistiedoin (viskositeetti, 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.

Ennen injektointityötä on tehtävä seuraavat toimet:

- Liikenteen järjestelyjä varten laaditaan tarvittaessa eri ohjeen /2/ mukaan liikenteenohjaussuunnitelma, jonka tiepiiri hyväksyy.

Tien sulkeminen liikenteeltä injektoinnin ajaksi saattaa joissain tapauksissa olla tarpeen. Joskus riittää raskaan liikenteen ohjaaminen siltapaikan ohi. Tärinän ei ole todettu haittaavan epöksin verkkoutumista, mutta liikenteen rajoittaminen on aina suositeltavaa. Tärinä saattaa vaikuttaa myös sulkuaineen valintaan. 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 suunnitteluvaiheessa havaittu.
- Kuivaksi oletetussa halkeamassa on vesivuoto.

Tilaaja hyväksyy muutokset injektointisuunnitelmaan ja lisätyöt.

4.2 Injektoinnin valmistelu

Telineet ja työtasot tehdään rakennustöiden turvallisuudesta annettujen määräysten /3/ ja ohjeiden /4/ mukaan. Ajoradan puolelle tehdään suoja-kaide ainakin silloin, kun ajokaistan reuna on alle metrin etäisyydellä työskentelyalueesta.

Ennakkokoe tehdään kohdan 3 mukaan. Injektointilaitteiden (kuva 3) kunto ja toiminta tarkistetaan ennakkokokeessa.

Käytännön kokemusten mukaan suositeltavissa injektointilaitteissa komponentit sekoittuvat vasta suuttimessa (kuva 4).

Injektoinnin onnistuminen selvitetään poranäytteen avulla (kuva 5).

Jos halkeamassa on kalkkia tai vesivuoto, halkeama avataan betonin pinnasta lohkaisemalla tai sahaamalla timanttiterällä 4 mm:n levyinen ura. Avausta ei uloteta raudoitukseen asti, ellei kalkkiutunut alue ulotu niin syvälle.

Injektointitulpat voidaan kiinnittää avauksen pohjalle. Menettelyä on selostettu vesivuototapauksessa tarkemmin *Sementti-injektointiohjeessa* /5/.

Mahdollinen 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.

Sulkuaine sekoitetaan huolellisesti tuotekohtaisten ohjeiden mukaan. Sulkuaine levitetään lastalla siten, ettei halkeaman päälle kiinnitettyjä injektointitulppia suljeta (kuva 6).



Kuva 3. Injektointilaite ja suutinpainemittari.



Kuva 4. Injektointilaitte, jossa komponentit sekoittuvat vasta suuttimessa.



Kuva 5. Ennakkokokeen tulos tarkistetaan rakenteesta porattavasta näytteestä.



Kuva 6. Sulkuaine levitetään lastalla.

4.3 Injektointitulppien kiinnitys

Halkeama injektoidaan injektointilaitteella aikaan saatavan paineen avulla. Injektointiaine pumpataan suoraan halkeamaan erikoissuuttimen (kuva 4) kautta tai käytetään injektointitulppaa, joka voi olla

- mansetilla kiinnitettävä injektointitulppa (kuva 7)
- metallista tai muovista valmistettu aluslevy, joka liimataan laipastaan halkeaman päälle (kuva 8) tai liimattava putki, johon on työstetty kierteet injektointinipan kiinnittämistä varten
- kanyyli eli injektointiholkki (kuva 9).

Käytettäessä erikoissuutinta, se painetaan halkeaman päälle, joten injektoinnissa ei tarvita rakenteeseen kiinnitettäviä injektointitulppia (kuva 4). Injektointikohdat teipataan sulkuaineen levittämisen ajaksi.

Mansetilla kiinnitettävää tulppaa varten porataan valmistajan ohjeen mukaan yleensä 8–20 mm:n reikä 100–400 mm:n syvyyteen. Reiät porataan viistoon halkeaman poikki ja vuorotellen halkeaman molemmilta puolilta. Laajeneva kumitiiviste eli mansetti (kuva 7) kiinnittää tulpan sitä kierretäessä.

Injektointitulppaa varten porattavan reiän halkaisija ei saa olla yhtä millimetriä tulppaa suurempi. Injektointinippa kiinnitetään injektointitulppaan (kuva 7) tai aluslevyyn, joka liimataan rakenteen pintaan (kuva 8).

Injektointikanyyli (holkki) liimataan laipastaan sulkuaineella tai muulla liimalla puhdistetun halkeaman päälle (kuva 9). Liima ei saa sulkea kanyylin reikää.

Injektointitulpan reikä puhdistetaan imurilla.

Jos injektoidaan usean injektointipisteen yli, on injektointikohtien välimatkan perusarvo halkeaman suunnassa 0,6 kertaa rakenteen paksuus, kun perusarvo on muulloin 1 (kuva 10).



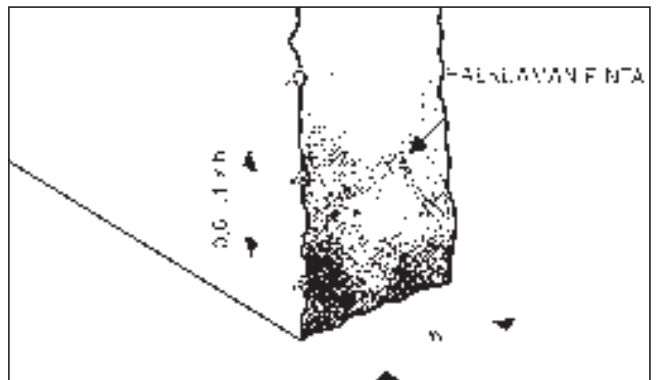
Kuva 7. Mansetilla kiinnitettäviä injektointitulppia.



Kuva 8. Aluslevyjä ja toiseen kiinnitetty injektointinippa.



Kuva 9. Injektointikanyyli eli holkki.



Kuva 10. Injektointikohtien väli määräytyy rakenteen paksuuden mukaan.

4.4 Halkeaman injektointi

Injektointiaineen tuotekohtaisia ohjeita on noudatettava ehdottoman tarkasti.

Yleensä komponentteja sekoitetaan ensin erikseen ja sitten seoksena porakoneen sekoitussivikolla. Epoksien käyttöaika on yleensä alle puoli tuntia ja lyhenee annoskoon ja lämpötilan kasvassa, joten aine on sekoitettava pieninä annoksina.

Työmaalla on oltava suomenkielinen käyttöohje ja käyttöturvallisuustiedote, jotka on saatettava työntekijöiden tietoon. Työturvallisuuteen on kiinnitettävä erityistä huomiota (kuva 11).

Injektointilaitteena käytetään käsikäyttöistä puristinta tai konekäyttöistä pumpputta.

Injektointiaine ei saa olla sitoutunutta (sementti-injektointiaineet) tai polymeroitunutta (muovi-injektointiaineet). Aineen kovettuminen ei saa alkaa niin, että se haittaa injektointia. Injektointilaitte puhdistetaan liuotteella välittömästi käytön päätyttyä. Erityisesti on varottava painemittaria.

Injektointityö aloitetaan alhaisella 0,1–0,2 MPa:n (1–2 kp/cm² tai bar) paineella. Paineita lisätään tasaisesti kunnes virtausta alkaa tapahtua, jolloin paine laskee. Yli 1,5 MPa:n (15 kp/cm² tai bar) paineita on syytä välttää sulkuaineen tartunnan vuoksi. Jos sulkuaine irtoaa tai injektointiainetta purkautuu sulkuaineen ulkopuolelta, injektointi on lopetettava. Työtä voidaan jatkaa seuraavana päivänä uusista injektointikohdista siten, että injektointitulpat kiinnitetään halkeaman poikki viistoon porattaviin reikiin.

Injektointi aloitetaan aina halkeaman alapäästä ja yläpäässä on huolehdittava, että ilma pääsee poistumaan halkeamasta.

Seinämäistä rakennetta injektoitaessa siirrytään seuraavaan ylempänä olevaan injektointikohtaan, kun injektointiainetta valuu kolmannesta reiästä (kuva 12).

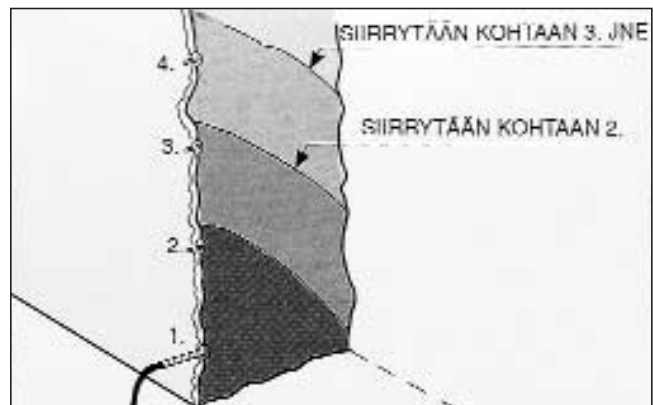
Yläpuolista laattaa injektoitaessa siirrytään seuraavaan injektointikohtaan, kun injektointiainetta valuu neljännessä reiästä (kuva 13).

Halkeaman päälle kiinnitetyt injektointitulpat, nipat ja kanyylit katkaistaan ja sulkuaine hiotaan tai poistetaan muulla tavalla (kuva 14).

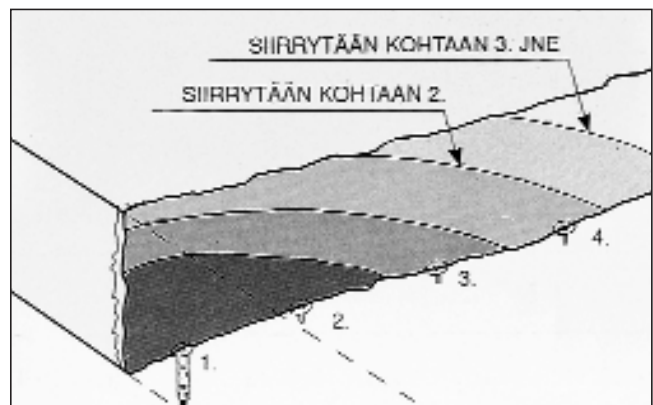
Sulkuainetta poistettaessa on otettava huomioon käyttöturvallisuustiedotteen ohjeet.



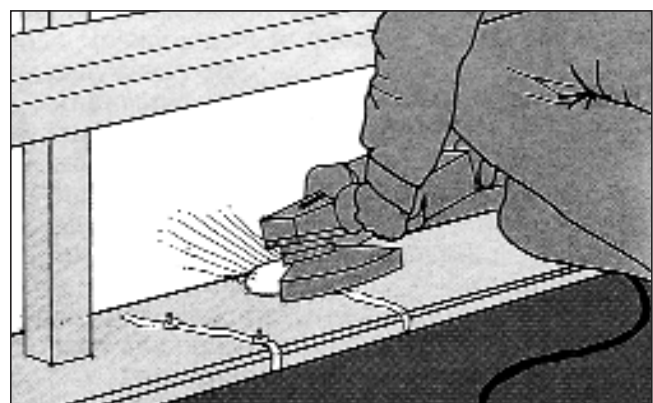
Kuva 11. Injektointityö on valmistettava huolellisesti.



Kuva 12. Seinän injektointiperiaate.



Kuva 13. Kansilaatan injektointiperiaate.



Kuva 14. Sulkuaine ja injektointinipat poistetaan kulmahiomakoneella.

5 LAADUNVARMISTUS

Olosuhdemittaukset tehdään työvuoron alussa ja lopussa ja kerran työvuoron aikana.

Mittaus tehdään ilman lämpötila- ja kosteusmittareilla.

Sääsuojan käyttö on suositeltavaa huonoille sääoloille alttiita rakenteita injektoidessa (kuva 15).



Kuva 15. Kansilaatan injektointia valmistellaan sääsuojassa.

Injektointityöstä on pidettävä pöytäkirjaa, jonka malli on *SILKO-yleisohjeen 1.233 /1/* liitteenä. Pöytäkirja liitetään laaturaporttiin.

Työn valmistuttua kerätään laaturaportiksi

- yhdistetty injektointityösuunnitelma ja laatusuunnitelma
- ainetodistukset
- injektointipöytäkirjat
- mahdolliset poikkeamaraportit
- kelpoisuuden yhteenvetoraportti.

Laaturaportti luovutetaan tilaajan edustajalle Siltarekisteriin syötettävässä muodossa.

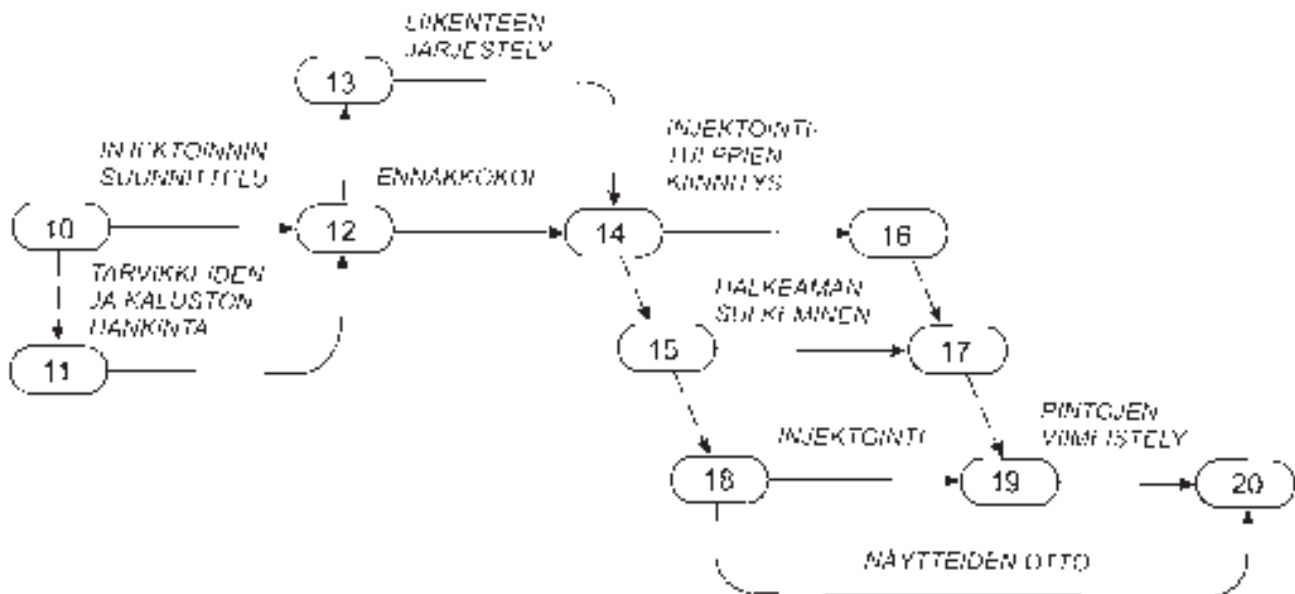
6 TÄYDENTÄVÄT OHJEET

- /1/ *Betonirakenteet. Halkeamien korjaaminen. Helsinki: Tiehallinto 2003. SILKO 1.233. TIEH 2230095-1.233*
- /2/ *Liikennejärjestelyt ja työturvallisuus tiellä tehtävässä työssä. Helsinki: Tiehallinto 2002. ISBN 951-726-872-6. TIEH 2200011-02. Sähköinen versio: www.tiehallinto.fi/thohje/*
- /3/ *Valtioneuvoston päätös (629/94) rakennustöiden turvallisuudesta. STM:n päätös 156/98 työtelineiden ja putoamista estävien suojarakenteiden käytöstä rakennustyössä.*
- /4/ *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.*
- /5/ *Betonirakenteet. Sementti-injektointi. Helsinki: Tie- ja vesirakennushallitus 1981. SILKO 2.237 (moniste).*

OPASTAVAT TIEDOT

LIITE

TYÖVAIHEET



RESURSSIT

TYÖVOIMA:

- injektointiin perehtynyt urakoitsija: työnjohtaja (TJ), rakennusammattimies (RAM) ja rakennusmies (RM).

TYÖVÄLINEET:

- aggregaatti (5–9 kW) ja kulmahiomakone sekä sähköporakone (noin 250 r/min.) ja sekoitusseivikkö
- vipuvarsipuristin, koneellinen injektointilaite, paineastia tai injektointiyksikkö (SILKO 4.232)
- timanttiteräinen lieriöpora
- rakennusmuri, jossa on reikäsuutin (SILKO 4.351)
- halkeaman mittaussiuskat tai asteikolla varustettu luppi.

TYÖMAA-
JÄRJESTELYT JA
TYÖTURVALLISUUS:

- porattaessa tai hiottaessa silmien- ja kuulonsuojaimet
- injektointi- ja sulkuaineita käsiteltäessä suomenkieliset käyttö-
turvallisuuksiedotteet
- injektointiainetta sekoitettaessa ja injektointiaessa silmien- ja hengityksen-
suojaimet ja suojakäsineet
- injektointiaineastioiden säilytysallas ja jäteastia
- tarvittaessa sääsuoja
- tarvittaessa siltakurki (SILKO 4.291) tai muu henkilönostin tai putkitelineet (SILKO 4.202).

TARVEAINEET:

- injektointiaine ja sulkuaine (SILKO 3.235)
- injektointitulpat
- injektointivälineiden puhdistusaineet
- valumaton paikkauslaasti (SILKO 3.231).

LIKIMÄÄRÄISET
TYÖSAAVUTUKSET:

- halkeaman injektointi
 - kapea halkeama, paksu rakenne 3–20 m/työvuoro
 - leveä halkeama, ohut rakenne 20–40 ”