



Väylävirasto
Trafikledsverket

Väyläviraston ohjeita
55/2023

SILKO 2.233

Paikkaus ejektorilla (sisältö vastaa
versiota 12/11)

siltojen
SILKO
korjaus

2



Väylävirasto
Trafikledsverket

Ohje

19.3.2024

VÄYLÄ/7872/06.04.01/2023

Vastaanottaja	Korvaa
-	SILKO 2.233 Paikkaus ejektorilla (12/11)
Säädösperusta	Voimassa
-	1.4.2024
Väylämuoto	Kohdistuvuus
Taitorakenteet	suunnittelu, rakentaminen, kunnossapito
Asiasanat	Käyttäjäryhmät
betoni	suunnittelijat, urakoitsijat, kunnossapitäjät

SILKO 2.233 Paikkaus ejektorilla (sisältö vastaa versiota 12/11)

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:

- Insinööritoimisto Jorma Huura Oy

Piirrokset:

- Kuva 2: RIL 149, 1983
- Kuvat 3–11: Insinööritoimisto Jorma Huura Oy

Valokuvat:

- Kuva 1: Insinööritoimisto Jorma Huura Oy

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.....	7
4.1	TYÖ- JA LAATUSUUNNITELMA.....	8
4.2	VALMISTELEVAT TYÖT.....	8
4.3	RAKENTEIDEN PURKAMINEN, PINNAN ESIKÄSITTELY JA RAUDOITTEIDEN KORJAUS.....	9
4.4	PAIKKAUS EJEKTORILLA.....	11
5	LAADUNVARMISTUS JA KELPOISUUDEN OSOITTAMINEN.....	14
6	TÄYDENTÄVÄT OHJEET.....	14

1 Vaurio ja korjaustarve

Vaurioiden syyt ja korjausajankohdat.

Useimmiten paikallisen vaurion syy on valuvirhe, jolloin rakenteessa on onkaloita tai muita huonosti tiivistettyjä kohtia (rotanpesiä). Lohkeamat johtuvat rakenteeseen päässeestä vedestä tai ajoneuvon törmäyksestä.

Raudoituksen korroosio käynnistyy, kun betoni karbonatisoituu ilman hiilidioksidin vaikutuksesta eli menettää raudoitusta suojaavan emäksisyytensä tai kloridit tunkeutuvat raudoitukseen asti. Joskus syy on betonin rapautuminen, joka johtuu siitä, että vesi pääsee betonin huokosiin ja irrottaa jäätyessään kerros kerrokselta betonin pintaa. Vaurio näkyy betonipinnassa aluksi verkkomaisena halkeiluna ja jatkuu pinnan rapautumisena.



Kuva 1. Ejektoripaikkaukselle sopiva valuvika

Rakennusvaiheessa syntyneet työvirheet, kuten valuviat, korjataan välittömästi.

Törmäysvauriot korjataan vuodenaika huomioon ottaen ensi tilassa. Syksyllä vaurioituneet rakenteet on syytä suojata väliaikaisesti talven ajaksi. Tämä koskee erityisesti jännitettyjä rakenteita. Vioittuneiden jänteiden vaikutus sillan kantavuuteen on selvítettävä ja korjaustoimiin on ryhdyttävä Väyläviraston asiantuntijan ohjeiden mukaan.

Raudoituksen korroosiosta johtuvat vauriot korjataan muiden korjaustöiden yhteydessä. Korjaustarve määritetään sillantarkastusaineiston avulla.

Paikkaus ejektorilla on betonirakenteiden korjausmenetelmä, jonka käyttö arvioidaan ensisijaisesti *Sillantarkastuskäsikirjan* taulukon 6 vaurioluokissa 1–3, mutta myös eräissä taulukoiden 2 ja 4 vauriotyypeissä.

2 Ohjeen soveltamisala

Työmenetelmää suositellaan käytettäväksi, kun paikataan pieniä paikallisia kohtia betonirakenteissa.

Ohjeen mukaisen korjaustyön tarkoitus on raudoituksen korroosion estäminen tai ulkonäkövikojen korjaaminen sekä korjaus- että uudisrakennuskohteissa. Korjaus tehdään yleensä laajemman hankkeen yhteydessä osana koko hankkeen työ- ja laatusuunnitelmaa, jolloin paikkaustyö ejektorilla tehdään tämän ohjeen mukaan.

Betonin ruiskuttaminen ejektorilla on suositeltava työmenetelmä, kun paikataan pieniä paikallisia kohtia. Ruiskubetonointilaitteiston kuljetus työkohteeseen ei tällöin ole yleensä taloudellisesti kannattavaa. Ejektoimalla korjattavia vaurioita ja vikoja ovat

- valuviat ja muut huonosti tiivistetyt kohdat
- paikalliset rapautumat tai lohkeamat
- yksittäisen raudoitustangon betonipeitteen paksuntaminen.

Vaihtoehtoisesti paikkaus voidaan tehdä ohjeiden *SILKO 2.231 Paikkaus ilman muotteja* tai *SILKO 2.232 Paikkaus muottien avulla* mukaan ilman muotteja valumattomalla paikkausaineella tai muottiin valamalla.

Paikkaus ejektorilla ei sovellu ilman erillistä pinnoitetta

- reunapalkkien korjaukseen
- pintoihin, jotka ovat ulkonäön kannalta tärkeillä pinnoilla tai vedenpinnan vaihtelualueella
- suolatuilla tieosuuksilla välitukien korjaukseen.

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

3 Laatuvaatimukset

Paikkaus ejektorilla -työmenetelmän yleiset laatuvaatimukset.

Urakoitsija laatii ejektorilla tehtävää paikkausta varten työ- ja laatusuunnitelman, joka liittyy koko hankkeen vastaavaan suunnitelmaan.

Ejektorilaastina käytetään Väyläviraston laatuvaatimukset täyttävää valumatonta paikkauslaastia. Kiviaineksen pitää täyttää ohjeen *SILKO 1.232 Betonointi ruiskuttamalla* kohdan 3.2 vaatimukset, jonka kuvan 14 mukaan suositeltava kiviaineksen rakeisuusalue on 0–4 mm.

Tehdasvalmisteisten kuivatuotteiden valmistajan antamia ohjeita on noudatettava tarkasti. Erityisesti on valvottava, että vettä lisätään ohjeiden mukaan. Kuivaseoksen esikostutus on yleensä tarpeellista.

Sillankorjaustöissä raudoitusta suojaavan betonipeitteen on oltava vähintään 30 mm.

Väyläviraston kohteissa käytettävien polymeeripohjaisten laastien tulee täyttää Väyläviraston laatuvaatimukset. Raudoituksen betonipeite määräytyy tuotekohtaisesti, mutta sen on oltava aina vähintään 15 mm.

Tartuntapinnan vetolujuuden ja paikkauksen tartuntalujuuden on oltava vähintään 1,5 N/mm². Kloridipitoisuus saa olla normaalisti raudoitetussa rakenteessa betonin painosta 0,07 % happoliukoisena mitattuna ja 0,05 % vesiliukoisena mitattuna. Jos kloridipitoisuus on suurempi, betoni on piikattava pois. Raudoitustankojen ympärille ei saa jäädä karbonatisoitunutta betonia tai betonia, jonka kloridipitoisuus happoliukoisena on yli 0,02 % betonin painosta.

Paikkauksen värisävy ei saa vaihdella eikä erottua häiritsevästi ympäröivästä betonipinnasta.

Jos paikan ulkonäkö on tärkeä tai paikattava pinta-ala on laaja, työmenetelmien ja oikean tummuusasteen löytämiseksi tehdään ennakkokoe. Ennakkokokeessa tehdään mallipiikkaus ja mallipiikkaus, joita käytetään työn kuluessa vertailupintoina.

Ruiskutuskohdan lähellä olevat pinnat suojataan roiskeilta.

Jos paikan osalla ei ole raudoitusta, tartunta voidaan varmistaa ankkuroidamalla tartuntapintaan raudoitustankoja, jotka eivät saa ulottua 30 mm lähemmäksi paikan pintaa.

Betonipeitteet mitataan betonipeitemittarilla.

Ilman lämpötila ei saa ruiskutuksen ja jälkihoidon aikana laskea alle +5 °C:een. Ruiskutettava pinta ei saa koskaan olla jäinen tai niin kylmä, että on jäätymisvaara. Myös korkeita lämpötiloja ja suoraa auringon säteilyä on syytä välttää, koska kutistumishalkeilun riski kasvaa. Tuulen nopeus saa olla korkeintaan 2 m/s. Jos ulkoilman olosuhteet eivät ole vaatimusten mukaisia, käytetään sääsuoja.

Suosittelava lämpötila työn aikana on +10...+20 °C. Kuivatuotteita pitää säilyttää valmistajan ohjeiden mukaisesti.

Korjaustyöntekijöiden ammattitaito on osoitettava tilaajan hyväksymällä työnäytteellä tai ammattipassilla.

Korjaustyöstä on pidettävä pöytäkirjaa.

Pöytäkirjan malli on ohjeen *SILKO 1.231 Betonin paikkaus* liitteenä.

4 Työvaihevaatimukset

4.1 Työ- ja laatusuunnitelma

Urakoitsija laatii työ- ja laatusuunnitelman ja toimittaa sen tilaajan edustajalle.

Urakoitsija laatii työsuunnitelman ja laatusuunnitelman tai niiden yhdistelmän SILKO-ohjeen 1.232 *Betonointi ruiskuttamalla* kohtaa 2.5 soveltaen. Työ- ja laatusuunnitelma toimitetaan tilaajan edustajalle vähintään viikkoa ennen työn aloitusta.

Työ- ja laatusuunnitelmassa pitää esittää ainakin

- InfraRYL:ssä ja standardeissa ohjeen tekstiin vaikuttavat muutokset
- täsmennetyt laatuvaatimukset
- työnaikaiset laatumittaukset
- kelpoisuuden osoittaminen
- työ- ja ympäristönsuojelutoimet.

4.2 Valmistelevat työt

Paikkaamista ennen tehtävät mittaukset, suunnitelmat ja järjestelyt.

Vanhan betonirakenteen karbonatisoituminen, kloridipitoisuus ja raudoituksen betonipeitteen paksuus on aina selvitettävä *Sillantarkastusohjeen* mukaan. Uudessa rakenteessa riittää betonipeitemittaus, jos raudoitus ei ole näkyvissä.

Ruostuneita raudoitustankoja piikataan esiin siten, että ruosteetonta raudoitustankoa paljastuu vähintään 10 cm, koska raudoituksen korroosio on yleensä käynnistynyt jo ruostuneen alueen ulkopuolella.

Piikkausrajan määrittämisperusteita on selostettu *Sillantarkastusohjeessa* ja siihen liittyvissä erikoistarkastusohjeissa. Piikkausraja on määritettävä huolellisesti, koska käytäntö on osoittanut, että vauriot uusiutuvat nopeasti, jos liian kloridipitoista tai karbonatisoitunutta betonia jää raudoituksen ympärille.

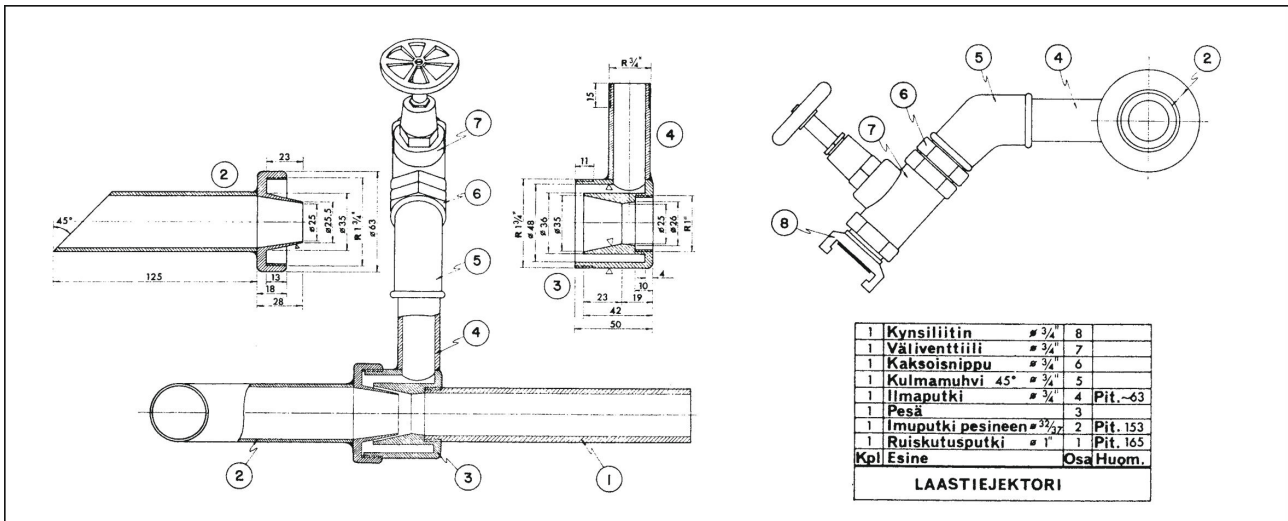
Ennen ruiskutustyötä tehdään liikenteen järjestelyä varten Väyläviraston ohjeen *Liikenne tietyömaalla – Kunnossapitotyöt* mukainen liikenteenohjaussuunnitelma, joka esitetään tilaajan edustajalle ennen työn aloittamista. Esimerkkiratkaisuja siltatyömaiden liikennejärjestelyistä on Väyläviraston ohjeessa *Liikenne tietyömaalla – Tienrakennustyömaat*.

Siltakurki tai muu henkilönostin sopivat hyvin ejektorilla tehtävään ruiskutustyöhön.

Telineratkaisuja tehtäessä on otettava huomioon myös muut mahdolliset suojarakenteet, koska ruiskutusta ei saa tehdä sateella, kovalla tuulella tai jos on jäätymisvaara.

Ejektori valmistetaan tarvittaessa kuvan 2 *Ejektorin osat (RIL 149, 1983)* mukaisista osista.

Kaluston toimintakunto on tarkistettava ennen työhön ryhtymistä. Paineilman puhtaus tarkistetaan puhaltamalla ilmaa puhtaan veden pinnalle, johon ei saa muodostua öljykalvoa.



Kuva 2. Ejektorin osat (RIL 149, 1983)

4.3 Rakenteiden purkaminen, pinnan esikäsitteleminen ja raudoitteiden korjaus

Paikattavan alueen rajaaminen, piikkaus, tartunnan varmistaminen ja kastelu.

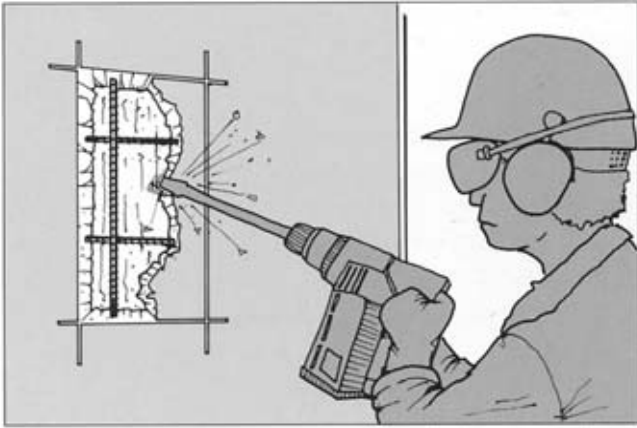
Purkamis- ja esikäsitteilymenetelmät työsuojeluohjeineen on esitetty ohjeessa *SILKO 1.203 Purkamis- ja esikäsitteilymenetelmät*.

Piikattava osa rajataan yleensä suoraviivaiseksi timantti- tai katkaisulaikalla tehtävän uran avulla raudoitustankoja vaurioittamatta (kuva 3 Paikkauksen rajaaminen). Rajausta tehdään mieluummin rakenteen jonkin särmän kohdalle.



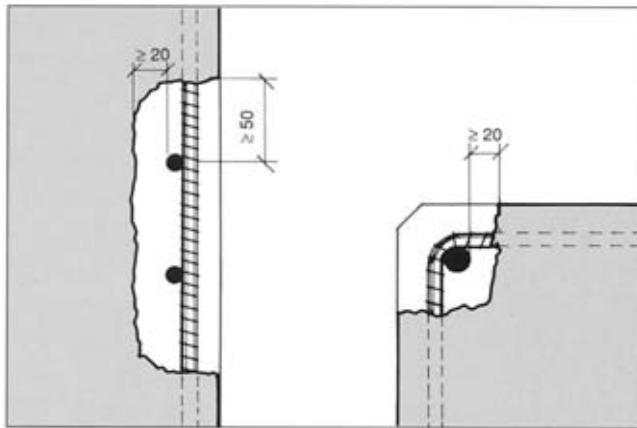
Kuva 3. Paikkauksen rajaaminen

Piikkaus tehdään aluksi koneellisesti, mutta paikalleen jäävän betonin rajakohtaa lähestyttäessä siirrytään käsiapiikkaukseen tai koneapiikkaus tehdään varovasti tartuntapinnaksi jäävää betonia vaurioittamatta (kuva 4 Piikkaus on tehtävä siten, ettei paikan tartuntapintaa vaurioiteta).



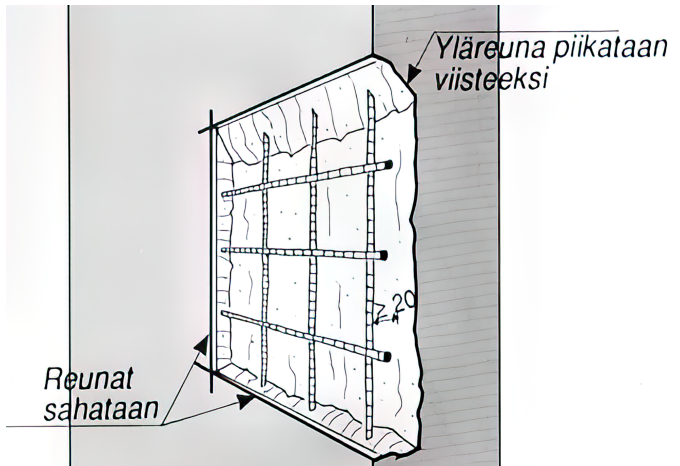
Kuva 4. Piikkaus on tehtävä siten, ettei paikan tartuntapintaa vaurioiteta

Jos betonia on poistettava niin, että vain osa raudoitustangon pinnasta paljastuu, raudoitustangon kiinnittyminen betoniin on selvittettävä vasaralla koputtelemalla. Jos raudoitustangon tartunta on kunnossa, sitä ei tarvitse paljastaa kokonaan, jos sen pinnasta on paljastunut korkeintaan neljäsosa. Muussa tapauksessa piikkausta on jatkettava, kunnes raudoitustangon ja vanhan betonin väliin jää vähintään raudoitustangon läpimitan suuruinen piikattu alue tai vähintään 20 mm (kuva 5 [Piikkaus ulotetaan riittävästi paljastuneen raudoitustangon taakse](#)).



Kuva 5. Piikkaus ulotetaan riittävästi paljastuneen raudoitustangon taakse

Paikattava alue muotoillaan siten, että paikan ala- ja sivureunat tulevat mahdollisimman kohtisuoriksi rakenteen pintaa vastaan ja yläreuna laskee syvyys suunnassa (kuva 6 [Paikan muotoilu](#)).



Kuva 6. Paikan muotoilu

Piikatun tartuntapinnan pitää olla rosoinen ja karkea. Pinta puhdistetaan siten, että tartuntapintaan ei jää mitään irtainta ainesta tai epäpuhtauksia.

Pahoin ruostuneet ja purettaessa vaurioituneet raudoitustangot korvataan uusilla ohjeen *SILKO 2.262 Raudoituksen uusiminen* mukaisesti. Uusien raudoitustankojen pitää olla halkaisijaltaan entisiä vastaavia tai lähinnä suurempia harjaterästankoja. Tankoja ei saa jatkaa tai kiinnittää hitsaamalla, ellei vanhan rakenteen raudoitustankojen hitsattavuudesta ole varmuutta. Lievemmin ruostuneet raudoitustangot puhdistetaan koneellisesti teräsharjalla, jos niitä ei suihkupuhdisteta ejektorilla.

Jos raudoitustanko on pakko jättää 30 mm lähemmäksi pintaa, tanko suojataan korroosionestoaineella.

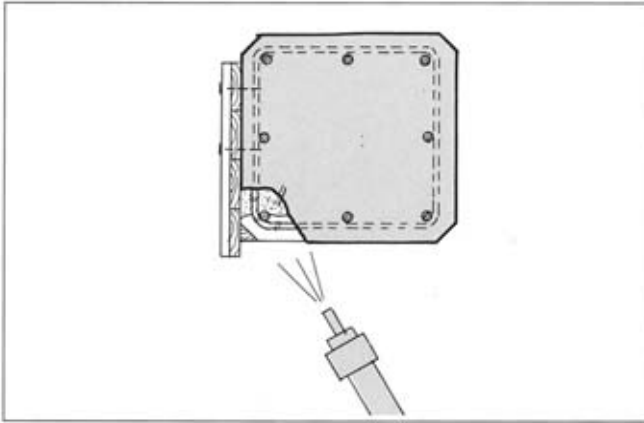
4.4 Paikkaus ejektorilla

Työvaiheet betonipinnan paikkaamiseen ejektorilla.

Raudoitustangot ankkuroidaan tarvittaessa ohjeen *SILKO 2.261 Tartuntatankojen ankkurointi* mukaan.

Yli kahden neliömetrin paikkauksissa voidaan käyttää kutistumishalkeamien välttämiseksi polymeerikuituja.

Palkkeja, pilareita tms. rakenteita ruiskutettaessa joudutaan rakenteen muodon säilyttämiseksi käyttämään muotteja, varsinkin rakenteiden kulmissa (kuva [7 Rakenteen muoto voidaan säilyttää muotin avulla](#)). Muotit on kiinnitettävä hyvin, jotta ne eivät liiku ruiskutuksen aikana.



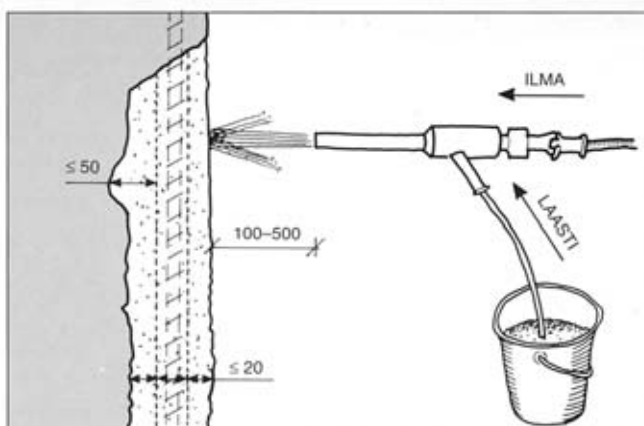
Kuva 7. Rakenteen muoto voidaan säilyttää muotin avulla

Paikan tartuntapinta kastellaan hyvin vuorokausi ennen ejektointia. Pinta suojataan sateelta ja auringonpaisteelta. Pinnan pitää olla paikasta aloitettaessa kostea, mutta se ei saa olla vesimärkä (kiiltävä). Ruiskutettava pinta ei saa koskaan olla jäinen tai niin kylmä, että on jäätymisvaara. Ejektorilaasti sekoitetaan valmistajan ohjeiden mukaan.

Laastia sekoitetaan, kunnes se on tasalaatuista ja notkeudeltaan sopivaa. Notkeus on sopiva, jos laastista voidaan kädessä puristaa koossa pysyvä pallo ja vettä ei erotu. Jos laasti on liian kosteaa, se pyrkii ejektoitaessa siirtymään sivulle ja valumaan.

Massan annetaan seistä noin puoli tuntia ennen ruiskutusta.

Ejektorin ruiskutusetäisyys on pientä kohdetta paikattaessa 10–20 cm ja laajempaa pintaa paikattaessa 20–50 cm (kuva 8 Ruiskutusetäisyys ja kerrospaksuudet). Kerralla ruiskutettavan kerroksen paksuus on korkeintaan 20 mm, jotta betonikerros ei valu tai siirry suihkun edessä. Vähäiset kuopat voidaan täyttää 50 mm:n syvyydeltä yhdellä ruiskutuskerralla. Kerrosten välillä on pidettävä vähintään tunnin tauko, jotta pohja kantaa seuraavan kerroksen. Pintaa on kostutettava, jos siihen ilmestyy tuona aikana vaaleita läiskiiä. Hukkaroiskeet on harjattava pois.

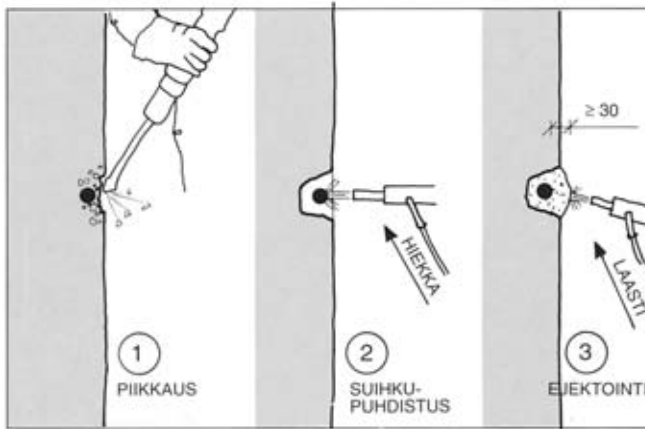


Kuva 8. Ruiskutusetäisyys ja kerrospaksuudet

Ruiskutus tehdään yleensä kohtisuoraan paikattavaa pintaa vasten. Raudoitustankojen taustat täytetään kuitenkin vinossa suunnassa tangon molemmilta puolilta. Ejektorimassa ruiskutetaan siten, että

raudoitustangolle tulee betonipeitettä vähintään 30 mm (kuva 9 [Raudoitustangon betonipeitteen paksuntaminen](#)).

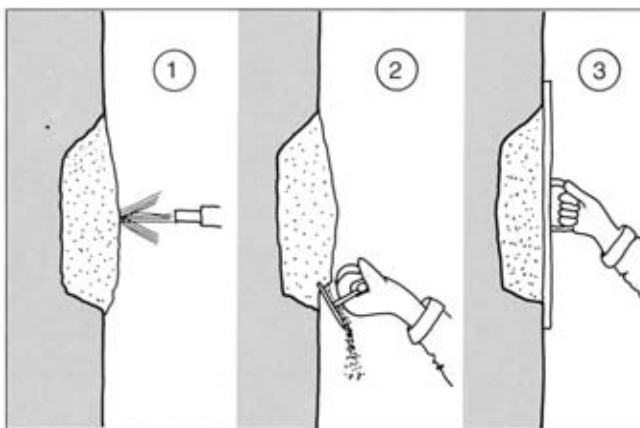
Ruiskutettu pinta suojataan työn ja jälkihoidon aikana sateelta ja auringonpaisteelta.



Kuva 9. Raudoitustangon betonipeitteen paksuntaminen

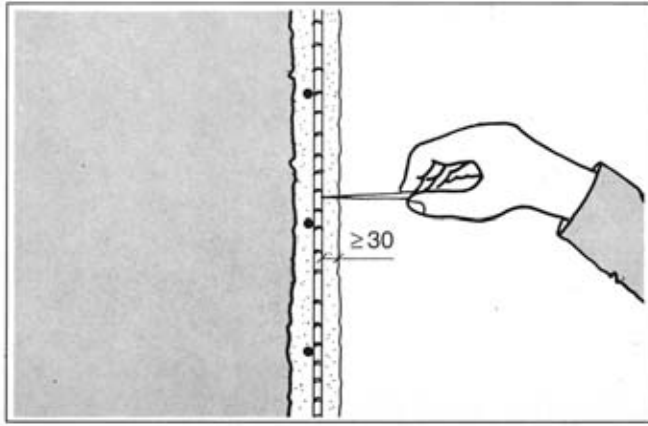
Ruiskutettua pintaa ei saa käsitellä tarpeettomasti, koska paikkaus saattaa vaurioitua ja tartunta vanhaan rakenteeseen kärsii. Jos pinnan käsittely ulkonäkösyistä on tarpeen (kuva 10 [Paikkauksen ulkonäön parantaminen](#)),

1. paikka ruiskutetaan hieman ylikorkeaksi
2. ylimääräinen laasti leikataan teräslastan reunalla tai pingoitettulla teräslangalla pinnan tasoon
3. pinta tasoitetaan hiertämistä välttämällä kostealla puu-, polyuretaani- tai solumuovipintaisella lastalla, jotka eivät nosta hienoainesta tai sementtiliimaa pintaan.



Kuva 10. Paikkauksen ulkonäön parantaminen

Betonipeitteen paksuus mitataan välittömästi ruiskutuksen jälkeen raudoitustangon kohdalta piikillä tai teräslangalla (kuva 11 [Betonipeitteen paksuuden tarkistus](#)).



Kuva 11. Betonipeitteen paksuuden tarkistus

Paikkaus jälkihoitetaan jälkihoitoaineella aineen ohjeiden mukaan, jolloin jälkihoidon pitää vastata kosteana pitoa. Jos käytetään vesikastelua ja peitteitä, jälkihoitoaika on vähintään yksi viikko.

Kovettuneen paikan tartunta tarkistetaan kevyesti vasaralla koputtelemalla. Jos paikka on irti, työ tehdään uudestaan.

5 Laadunvarmistus ja kelpoisuuden osoittaminen

Laadunvarmistustoimenpiteet työn aikana ja työn valmistumisen jälkeen.

Olosuhdemittaukset tehdään työvuoron alussa ja lopussa ja kerran työvuoron aikana.

Vastaanottotarkastukseen mennessä tarkastetaan kohdan [3 Laatuvaatimukset](#) mukaisesti, että

- paikkaukset ovat kiinni alustassaan
- paikkauksissa ei ole halkeamia
- betonipeitteet ovat riittävät
- paikkaukset eivät erotu häiritsevästi ympäröivästä betonipinnasta.

Pinnan kovettumisen jälkeen varmistetaan paikkauksen tartunta vähintään koputtelemalla. Tarvittaessa tehdään tartuntavetokoe.

Työn valmistuttua kerätään laaturaportiksi

- yhdistetty työ- ja laatusuunnitelma
- materiaalitodistukset
- paikkauspöytäkirjat
- mahdolliset poikkeamaraportit
- kelpoisuuden yhteenvetoraportti.

Laaturaportti luovutetaan tilaajan edustajalle viimeistään vastaanottotarkastuksessa.

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

- Liikenne tietyömaalla – Kunnossapitotyöt
- Liikenne tietyömaalla – Tienrakennustyömaat
- SILKO 1.203 Purkamis- ja esikäsittelymenetelmät
- SILKO 1.231 Betonin paikkaus
- SILKO 1.232 Betonointi ruiskuttamalla
- SILKO 2.262 Raudoituksen uusiminen
- SILKO 2.261 Tartuntatankojen ankkurointi
- Sillantarkastuskäsikirja
- Taitorakenteiden tarkastusohje



Väylävirasto
Trafikledsverket

