

1 VAURIO



Kuva 1. Ejektoripaikkaukselle sopiva valuvika.

Useimmiten paikallisen vaurion syy on valuvirhe, jolloin rakenteessa on onkalon tai muita huonosti tiivistettyjä kohtia (rotanpesä). Lohkeamat johtuvat rakenteeseen päässeen veden jääytymisestä tai ajoneuvon törmäyksestä.

Raudoituksen korroosio käynnistyy, kun betoni karbonatoituu 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.

2 KORJAUSTARVE



Kuva 2. Valuvikoja paikataan ejektorilla.

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 selvitettävä ja korjaustoimiin on ryhdyttävä Liikenneviraston 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* /1/ taulukon 6 vaurioluokissa 1–3, mutta myös eräissä taulukoiden 2 ja 4 vauriotyypeissä.

3 OHJEEN SOVELTAMISALA

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 SILKO-ohjeiden 2.231 tai 2.232 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 SILKO-yleisohjetta 1.111 ja ympäristönsuojelu toteutetaan SILKO-yleisohjeen 1.112 mukaan.

Korvattu 1.4.2024 Väyläviraston ohjeella 55/2023.

4 LAATUVAATIMUKSET

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

Ejektorilaastina käytetään Liikenneviraston käyttöön hyväksymää valumatonta paikkauslaastia. Kiviaineksen pitää täyttää *SILKO-ohjeen 1.232 /2/* 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.

Liikennevirasto on hyväksynyt käyttöönsä polymeeripitoisia laasteja, joiden 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 raudoitettussa rakenteessa betonin painosta 0,07 % happoliukoisena mitattuna ja 0,05 % vesiliukoisena mitattuna. Jos kloridipitoisuus on suurempi, betoni on poikettava 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 mallipaikkaus, joita käytetään työn kuluessa vertailupintoina.

Ruiskutuskohdan lähellä olevat pinnat suojataan roiskeilta.

Jos paikan osalla ei ole raudoitusta, tartunta voidaan varmistaa ankkuroimalla 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 sääsuojaa.

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

Korjaustyön tekijöiden ammattitaito on osoitettava tilaajan hyväksymällä työnäytteellä tai ammattipassilla.

Korjaustyöstä on pidettävä pöytäkirjaa.

Pöytäkirjan malli on *SILKO-yleisohjeen 1.231 /3/* liitteenä.

5 TYÖVAIHEVAATIMUKSET

5.1 Työ- ja laatusuunnitelman laatiminen

Urakoitsija laatii työsuunnitelman ja laatusuunnitelman tai niiden yhdistelmän *SILKO-ohjeen 1.232 /2/* 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.

5.2 Valmistelevat työt

Vanhan betonirakenteen karbonatisoituminen, kloridipitoisuus ja raudoituksen betonipeitteen paksuus on aina selvitettävä *Sillantarkastusohjeen /4/* mukaan, Uudessa rakenteessa riittää betonipeitemittaus, jos rauditus ei ole näkyvässä.

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

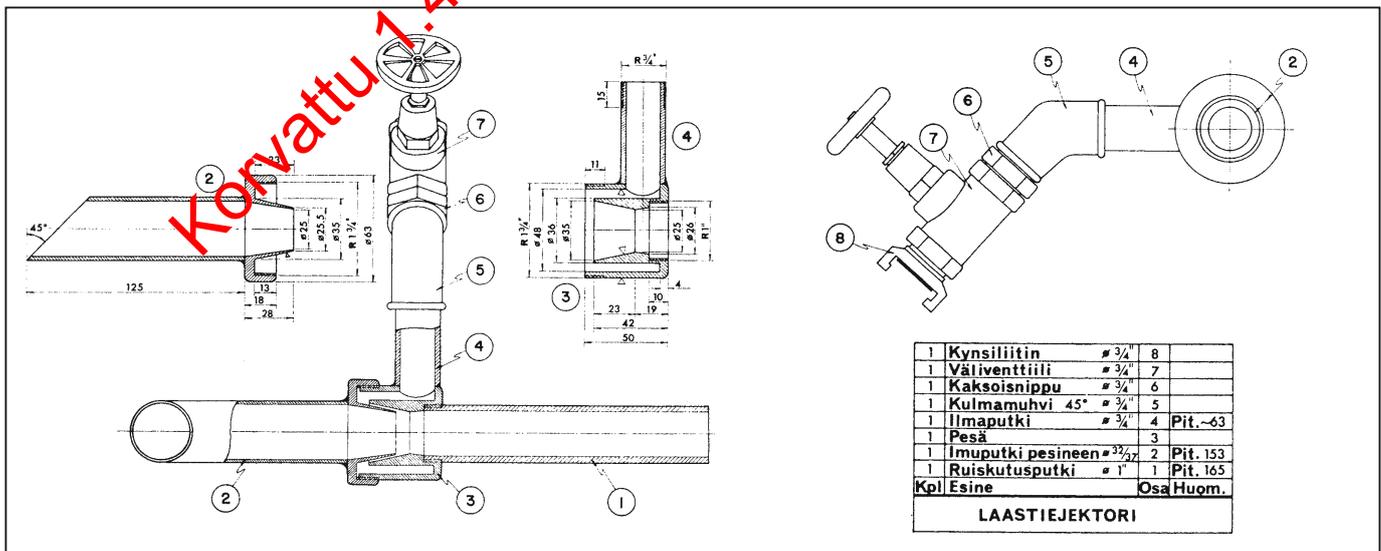
Piikkausrajan määrittämisperusteita on selostettu *Sillantarkastusohjeessa /4/* ja siihen liittyvissä erikoistarkastusohjeissa. Piikkausraja on määritettävä huolellisesti, koska käytäntö on osoittanut, että vauriot uusiutuvat nopeasti, jos liian kloridipitoista tai karbonatisoitunutta betonia jää raudituksen ympärille.

Ennen ruiskutustyötä tehdään liikenteen järjestelyä varten julkaisun /5/ mukainen liikenteenohjaussuunnitelma, joka esitellään tilaajan edustajalle ennen työn aloittamista. Esimerkkiratkaisuja siltatyömaiden liikennejärjestelyistä on julkaisussa /6/.

Siltakurki tai muu henkilönostin sopivat hyvin ejektorilla tehtävään ruiskutustyöhön. Teline-ratkaisuja tehtäessä on otettava huomioon myös muut mahdolliset suojarakenteet, koska ruiskutusta ei saa tehdä sateella, kovalla tuulella tai jos on jäätymisvaara.

Ejektori valmistetaan tarvittaessa kuvan 3 mukaisista osista.

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



Kuva 3. Ejektorin osat (RIL 149, 1983).

5.3 Rakenteiden purkaminen, pinnan esikäsitteily ja raudoitteiden korjaus

Purkamis- ja esikäsitteilymenetelmät työsuojeluohjeineen on esitetty *SILKO-yleisohjeessa 1.203 /7/*.

Piikattava osa rajataan yleensä suoraviivaiseksi timantti- tai katkaisulaikalla tehtävän uran avulla raudoitustankoja vaurioittamatta (kuva 4). Rajausta tehdään mieluummin rakenteen jonkin särmän kohdalle. Piikkaus tehdään aluksi koneellisesti, mutta paikalleen jäävän betonin rajakohtaa lähesyttävässä siirrytään käsipiikkaukseen tai konepiikkaus tehdään varovasti tartuntapinnaksi jäävää betonia vaurioittamatta (kuva 5).

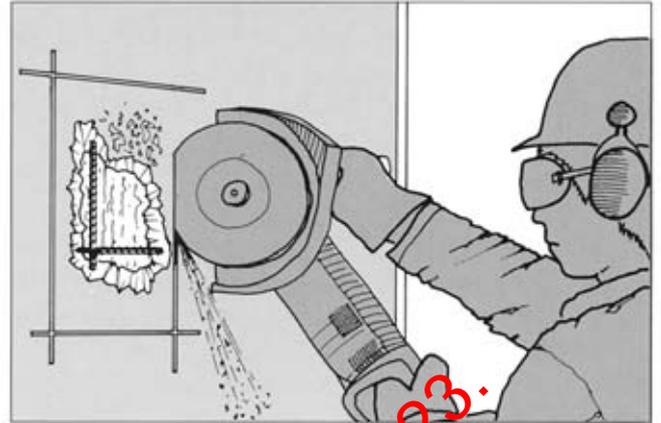
Jos betonia on poistettava niin, että vain osa raudoitustangon pinnasta paljastuu, raudoitustangon kiinnittyminen betoniin on selvitettävä vasaralla koputtelemalla. Jos raudoitustangon tartunta on kunnossa, sitä ei tarvitse paljastaa kokonaan, jos sen pinnasta on paljastunut korkeintaan neljäsosa. Muussa tapauksessa piikkausta on jatkettava, kunnes raudoitustangon ja vanhan betonin väliin jää vähintään raudoitustangon läpimitan suuruinen piikattu alue tai vähintään 20 mm (kuva 6).

Paikattava alue muotoillaan siten, että paikan alaja sivureunat tulevat mahdollisimman kohtisuoriksi rakenteen pintaa vastaan ja yläreuna laskee syvyyssuunnassa (kuva 7).

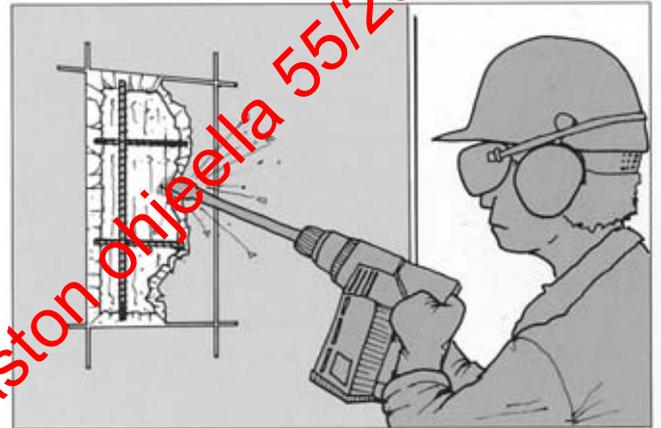
Piikatun tartuntapinnan pitää olla rosoinen ja karkea. Pinta puhdistetaan siten, että tartuntapintaan ei jää mitään irtainta ainesta tai epäpuhtauksia.

Pahoin ruostuneet ja purettuina vaurioituneet raudoitustangot korvataan uusilla *SILKO-ohjeen 2.262 /8/* mukaan. Uusien raudoitustankojen pitää olla halkaisijaltaan entisiä vastaavia tai lähinnä suurempia haraterästankoja. Tankoja ei saa jatkaa tai kiinnittää hitsaamalla, ellei vanhan rakenteen raudoitustankojen hitsattavuudesta ole varmuutta. Lisävimmin ruostuneet raudoitustangot puhdistetaan koneellisesti teräsharjalla, jos niitä ei suihkupuhdisteta ejetorilla.

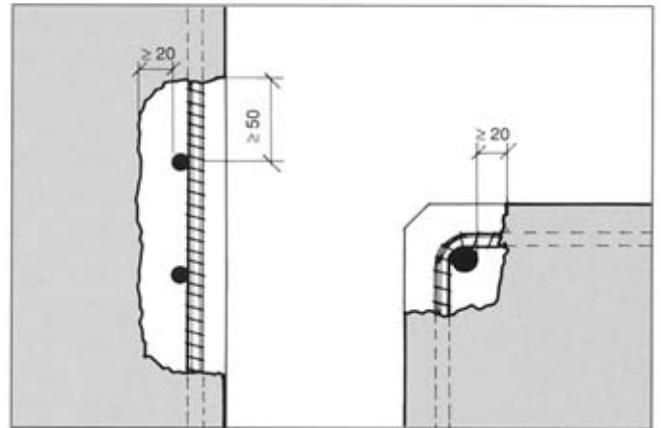
Jos raudoitustanko on pakko jättää 30 mm lähemmäksi pintaa, tanko suojataan korroosionestoaineella.



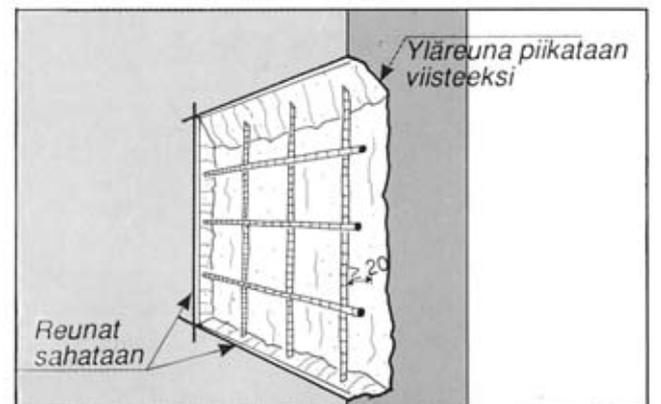
Kuva 4. Paikkauksen rajausta



Kuva 5. Piikkaus on tehtävä siten, ettei paikan tartuntapintaa vaurioiteta.



Kuva 6. Piikkaus ulotetaan riittävästi paljastuneen raudoitustangon taakse.



Kuva 7. Paikan muotoilu.

5.4 Paikkaus ejektorilla

Raudoitustangot ankkuroidaan tarvittaessa *SILKO-ohjeen 2.261 /9/* 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 8). Muotit on kiinnitettävä hyvin, jotta ne eivät liiku ruiskutuksen aikana.

Paikan tartuntapinta kastellaan hyvin vuorokausi ennen ejektointia. Pinta suojataan sateelta ja auringonpaisteelta. Pinnan pitää olla paikkausta 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.

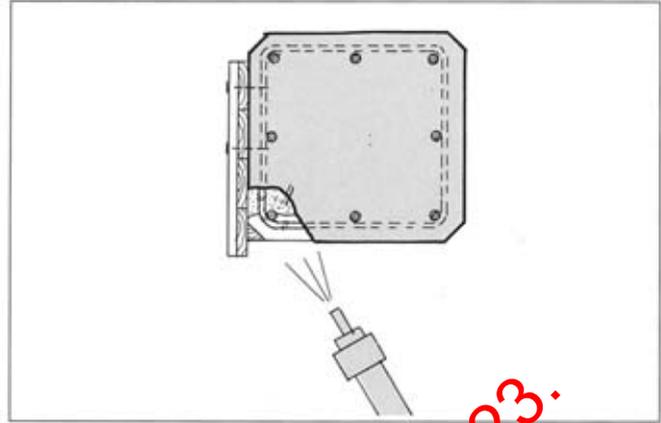
Laastia sekoitetaan, kunnes se on tasalaatuista ja notkeudeltaan sopivaa. Notkeus on sopiva, jos laastista voidaan kädessä puristaa koossapysyvä pallo ja vettä ei erotu. Jos laasti on liian kostea, se pyrkii ejektoitaessa siirtymään sivulle ja valumaan.

Massan annetaan seistä noin puoli tuntia ennen ruiskutusta.

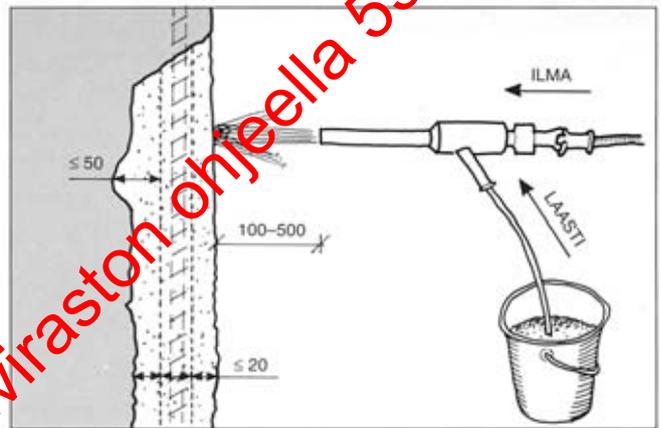
Ejektorin ruiskutusetäisyys on pientä kondetta paikattaessa 10–20 cm ja laajempaa pintaa paikattaessa 20–50 cm (kuva 9). Kerralla ruiskutettavan kerroksen paksuus on korkeintaan 20 mm, jotta betonikerros ei valu tai silmiin suihkun edessä. Vähäiset kuopat voidaan täyttää 50 mm:n syvyydeltä yhdellä ruiskutuskerroksella. Kerrosten välillä on pidettävä vähintään 10 minn tauko, jotta pohja kantaa seuraavan kerroksen. Pintaa on kostutettava, jos siihen ilmestyy tuona aikana vaaleita läiskiä. Hukkariskeet on harjattava pois.

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 10).

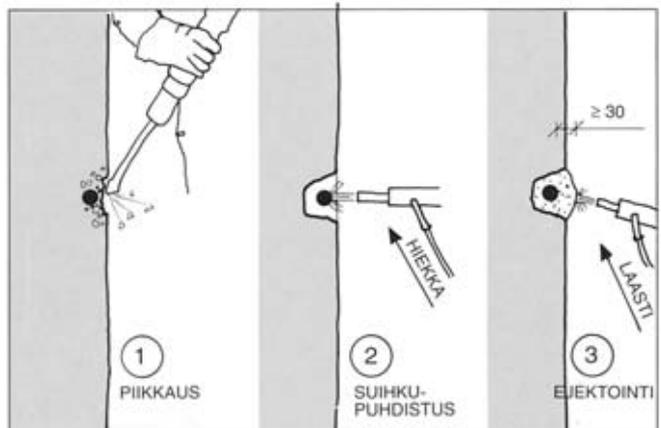
Ruiskutettu pinta suojataan työn ja jälkihoidon aikana sateelta ja auringonpaisteelta.



Kuva 8. Rakenteen muoto voidaan säilyttää muotin avulla.



Kuva 9. Ruiskutusetäisyys ja kerrospaksuudet.



Kuva 10. Raudoitustangon betonipeitteen paksuntaminen.

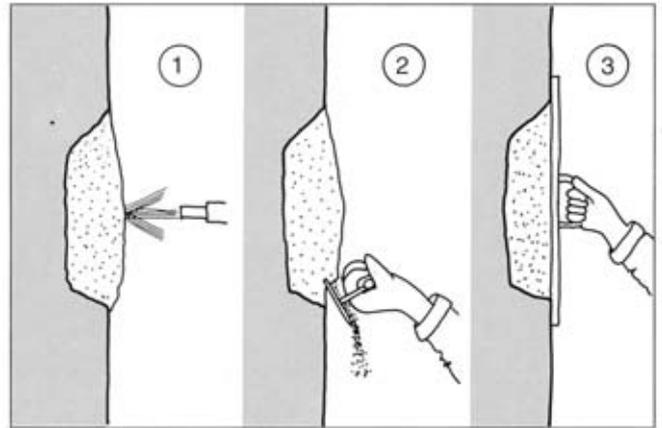
Ruiskutettua pintaa ei saa käsitellä tarpeettomasti, koska paikkaus saattaa vaurioitua ja tartunta vanhaan rakenteeseen kärsii. Jos pinnan käsittely ulkonäkösyistä on tarpeen (kuva 11),

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.

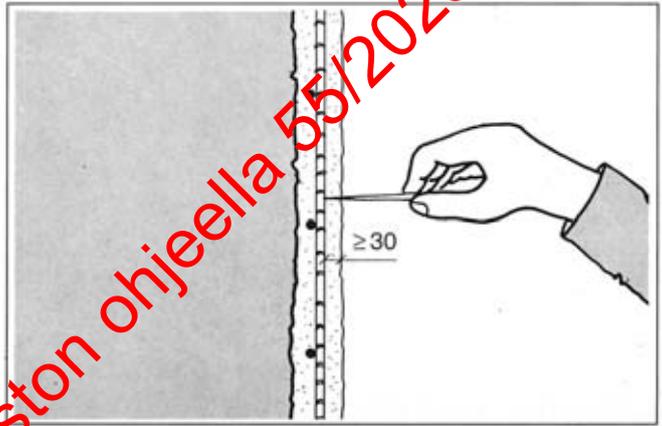
Betonipeitteen paksuus mitataan välittömästi ruiskutuksen jälkeen raudoitustangon kohdalta piikillä tai teräslangalla (kuva 12).

Paikkaus jälkihoidetaan 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.



Kuva 11. Paikkauksen ulkonäön parantaminen.



Kuva 12. Betonipeitteen paksuuden tarkistus.

Korvattu 1.4.2024 Väyläviraston ohjeella 55/2023.

6 LAADUNVARMISTUS JA KELPOISUUDEN OSOITTAMINEN

Olosuhdemittaukset tehdään työvuoron alussa ja lopussa ja kerran työvuoron aikana.

Vastaanottotarkastukseen mennessä tarkastetaan kohdan 4 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.

7 TÄYDENTÄVÄT OHJEET

/1/ Sillantarkastuskäsikirja. Helsinki: Tiehallinto, 2006. 100 s. ISBN 951-803-704-3 TIEH 2000020-v-06.

/2/ Betonirakenteet. Betonointi ruiskuttamalla. Helsinki: Tiehallinto, Siltatekniikka 2009. 32 s. + 1 liite. (SILKO 1.232) TIEH 2230095 -1.232

/3/ Betonirakenteet. Betonin paikkaus. Helsinki: Liikennevirasto, Sillanrakentamisyksikkö 2010. 32 s. + 2 liitettä (SILKO 1.233) TIEH 2230095 -1.231.

/4/ Sillantarkastusohje. Helsinki: Tiehallinto 2004. 100 s. ISBN 951-803-195-9. TIEH 2000008-04.

/5/ Liikenne tietyömaalla – kunnossapitotyöt. Liikennejärjestelyt ja työturvallisuus tien kunnossapitotyössä. Liikenneviraston ohjeita 3/2011. ISBN 978-952-255-740-7.

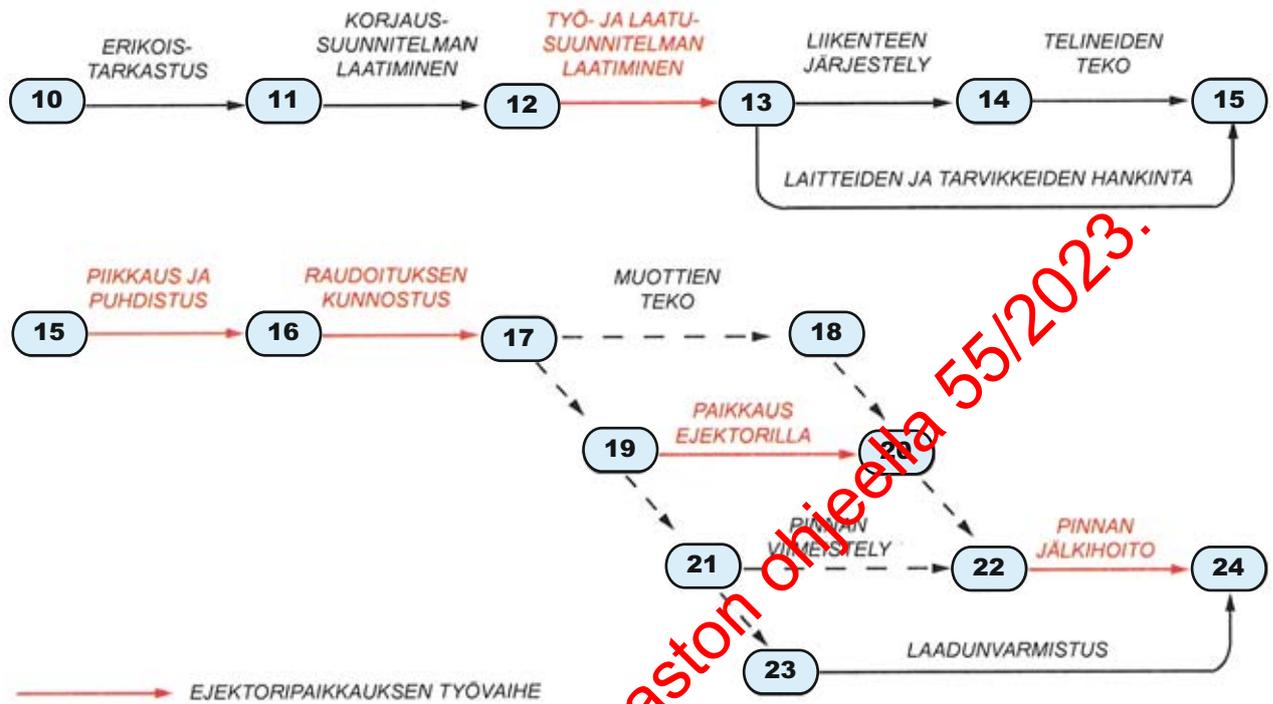
/6/ Liikenne tietyömaalla, Tienrakennustyömaat. Helsinki: Liikennevirasto 2009. TIEH 2200053-v-09. www.liikennevirasto.fi/thohje.

/7/ Betonirakenteet. Purkamis- ja esikäsitteilymenetelmät. Helsinki: Tiehallinto, Siltatekniikka, 2002. 30 s. TIEH 2230095-1.203.

/8/ Betonirakenteet. Raudoituksen uusiminen. Helsinki: Tiehallinto, Siltatekniikka 2009. 7 s. (SILKO 2.262) TIEH 2230096 - 2.262

/9/ Betonirakenteet. Tartuntateräksen ankkurointi. Helsinki: Tiehallinto, Siltayksikkö 1999. 7 s. (SILKO 2.261) TIEH 2230096 - 2.261

Korvottu 14.2.2024 Väyläviraston ohjeella 55/2023.

TYÖVAIHEET (merkitty punaisella SILKO-ohjeen 2.234 kaavioon)


Korvattu 1.4.2024 Väyläviraston ohjeella 55/2023.

TARVITTAVAT RESURSSIT

- TYÖVOIMA: – työnjohtaja (TJ), rakennusammattimies (RAM) ja rakennusmies (RM).
- TYÖVÄLINEET: – kompressori 5—10 m³/min., laastiejektori ja sanko
– sähköaggregaatti 5—9 kW, pakkosekoitin, piikkausvasara ja taltat sekä kulmahiomakone
– betonipeitemittari
– käsipiikkausvälineet.
- TYÖMAA-
JÄRJESTELYT JA
TYÖTURVALLISUUS: – piikattaessa silmien- ja kuulonsuojaimet
– ruiskutettaessa hengityksen- ja kasvojensuojain
– tarvittaessa telineet tai henkilönostin ja sää- ja roiskesuojat
– tarvittaessa liikenteenohjauslaitteet.
- TARVEAINEET: – kuivatuote (SILKO 3.231, valumaton paikkauslaasti)
– tarvittaessa raudituksen korroosionestoaine.
- LIKIMÄÄRÄISET
TYÖSAVUTUKSET: – piikkaus 2—5 m²/työvuoro
– ejektointi 5—10 m²/työvuoro.

Korvattu 1.4.2024 Väyläviraston ohjeella 55/2023.



Petri Paimilainen

Ejektointikalusto.

Petri Paimilainen

Laastin ruiskutusta sangosta käsin.

Korvattu 1.4.2024 Väyläviraston ohjeella 55/2023.

Teksti ja kuvat *): Insinööritoimisto Jorma Huura Oy
Sivujen valmistus: Kirjapaino Edita Prima Oy
Kirjapaino: Edita Prima Oy, Helsinki 2012

*) Ellei kuvan yhteydessä ole muuta mainittu.