



Väylävirasto
Trafikledsverket

Väyläviraston ohjeita
54/2023

SILKO 2.231
Betonin paikkaus

siltojen
SILKO
korjaus

2



Väylävirasto
Trafikledsverket

Ohje

12.3.2024

VÄYLÄ/7871/06.04.01/2023

Vastaanottaja	Korvaa
-	<ul style="list-style-type: none">SILKO 2.231 Paikkaus ilman muotteja (06/05)SILKO 2.232 Paikkaus muottien avulla (12/05)
Säädösperusta	Voimassa
-	1.4.2024
Väylämuoto	Kohdistuvuus
taitorakenteet	suunnittelu, rakentaminen, kunnossapito
Asiasanat	Käyttäjryhmät
betoni, paikkaus, muotit	suunnittelijat, urakoitsijat, kunnossapitäjät

SILKO 2.231 Betonin paikkaus

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.

Väylävirasto, taitorakenneyksikkö 2023

Ohjetyöryhmä:

- Simo Nykänen / Jari Nikki, pj. Väylävirasto, taitorakenneyksikkö

- Silko betonityöryhmä

Konsultti:

- Juha Jalonen, Finnmap Infra Oy / Proxion Oy

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.....	10
3	LAATU- JA TYÖVAIHEVAATIMUKSET.....	11
3.1	PAIKKAUKSEN VALMISTELU.....	11
3.2	PAIKKAUS ILMAN MUOTTEJA.....	14
3.3	PAIKKAUS MUOTTIEN KANSSA.....	17
4	LAADUNVARMISTUS.....	19
5	TÄYDENTÄVÄT OHJEET.....	19

LIITTEET

- LIITE A: MUOTTIPINTA JA MUOTTIEN ASENNUS YLEISESTI
- LIITE B: MUOTTISITEILLÄ TUETTU LAUTAMUOTTI
- LIITE C: PÄÄLLYSRAKENTEEN ALAPINTAAN RIPUSTETTU MUOTTI
- LIITE D: VALUYHTEEN ASENNUS PAINEVALUMUOTTIIN
- LIITE E: KIILA-ANKKURIEN ASENNUS BETONIALUSTAAN

1 Vaurio ja korjaustarve

Betonirakenteeseen syntyy paikkausta vaativia vaurioita ikääntymisen ja olosuhteräsituksen takia. Yleisin vaurio on betonin rapautuminen, mikä johtuu veden jääytymisestä betonin huokosissa. Tiesuolan tai meriveden kloridirasitus sekä muut kemialliset rasitukset nopeuttavat vaurioiden etenemistä. Pitkälle edennyt vaurio saattaa laajentua ja johtaa rakenteen kantavuuden menettämiseen.

Vauriomekanismi on selvitettävä erikoistarkastuksella ennen laajempien korjaustöiden aloitusta. Vaurion korjaamisen lisäksi estetään vaurion uusiutuminen ja uusien vaurioiden syntyminen poistamalla vaurion aiheuttaja.

Paikkauksia voidaan tehdä joko ilman tai muottien avulla, riippuen paikattavan vaurion laajuudesta.

Tämän ohjeen mukaan korjattavia vaurioita ja niiden syitä ovat muun muassa:

- työvirheistä, veden jääytymisestä ja muista syistä aiheutuvat siltojen betonirakenteiden pienehköt vauriot ([1 Pieni törmäysvaurio, paikkaus ilman muotteja](#))
- erottuneet ja huonosti tiivistetyt kohdat (rotankolot) sekä rakenteisiin jääneiden muottien kolot
- rapautumavauriot ja raudoituksen korroosion aiheuttamat lohkeamat ([2 Laajaa rapautumaa alusrakenteessa, paikkaus muottien avulla](#), [3 Reunapalkin raudoituksen korroosio on aiheuttanut suuren lohkeaman, paikkaus muottien avulla](#))
- lohkeamat, jotka aiheutuvat esimerkiksi ajoneuvojen törmäyksestä tai veden jääytymisestä esimerkiksi kaidepylvään juureen ([4 Tyypillinen aurasikaluston aiheuttama törmäysvaurio reunapalkin päässä, paikkaus muottien avulla](#))
- irrotettujen varusteiden kiinnityskohtien sekä näyteporausten kolojen paikkaukset
- paikalliset vauriot esimerkiksi tukkeutuneen tippuputken tai vuotavan liikuntasauaman lähellä
- liian ohuiksi jääneet yksittäiset betonipeitteet ([5 Liian ohuesta betonipeitteestä johtuva raudoitusteräksen ruostevaurio, paikkaus peruskorjauksen yhteydessä](#))
- tulipalojen aiheuttamat paikalliset vauriot.



Kuva 1. Pieni törmäysvaurio, paikkaus ilman muotteja



Kuva 2. Laajaa rapautumaa alusrakenteessa, paikkaus muottien avulla



Kuva 3. Reunapalkin raudoituksen korrosio on aiheuttanut suuren lohkeaman, paikkaus muottien avulla



Kuva 4. Tyypillinen auraskaluston aiheuttama törmäysvaurio reunapalkin päässä, paikkaus muottien avulla



Kuva 5. Liian ohuesta betonipeitteestä johtuva raudoitusteräksen ruosteaurio, paikkaus peruskorjauksen yhteydessä

Paikkaustarvetta voidaan arvioida ohjeen *Sillantarkastuskäsikirja* taulukoiden avulla.

Jänneraudoitukseen ulottuvien törmäysvaurioiden ja muiden sillan kantavuutta tai liikenneturvallisuutta vaarantavien vaurioiden vakavuus ja korjaustarpeen kiireellisyys on arvioitava heti, ja ne korjataan mahdollisimman pian ([6 Laaja törmäysvaurio, korjattava ensi tilassa muotin kanssa](#)).



Kuva 6. Laaja törmäysvaurio, korjattava ensi tilassa muotin kanssa



Kuva 7. Korjaamaton vaurio etenee (kuvat otettu kolmen vuoden välein samasta vauriosta), paikkaus muottien avulla

Rakennusvaiheessa sattuneet työvirheet dokumentoidaan tarkkaan ja korjataan välittömästi. Erikoistarkastusten ja laadunvarmistuksen yhteydessä otettujen lieriöporanäytteiden reiät paikataan ilman muottia heti näytteen irrottamisen jälkeen. Poistettavien varusteiden ja laitteiden kiinnikkeet katkaistaan ja paikataan välittömästi korjaustyön yhteydessä.

Käytön aikana syntyneet vauriot korjataan yleensä ensisijaisesti sillalla tehtävien ylläpitokorjauksien yhteydessä tai vasta sillan peruskorjauksen yhteydessä ([8 Vesivuodon aiheuttama rapautumavaurio korjataan peruskorjauksen yhteydessä](#)).



Kuva 8. Vesivuodon aiheuttama rapautumavaurio korjataan peruskorjauksen yhteydessä

2 Ohjeen soveltamisala

Tätä ohjetta käytetään paikattaessa sillan betonirakenteissa esiintyviä vaurioita ottaen huomioon seuraavaa:

- Valinta paikkaamisesta ilman muotteja tai muottien kanssa tehdään vaurio- ja kohdekohtaisesti:
 - Paikkaaminen ilman muotteja soveltuu pienten yksittäisten vaurioiden korjaamiseen.
 - Muottien kanssa korjataan laajoja betonirakenteiden vaurioita, joihin paikkaus ilman muotteja ei sovellu.
 - Paikkaus tehdään muottien kanssa, jos yksittäisiä vaurioita on runsaasti pienellä alueella ja ne korjataan yhdellä kertaa.
 - Korjausmenetelmän valinta on ohjeistettu tarkemmin ohjeen *SILKO 1.231 Betonin paikkaus* luvussa *Betonin korjausperiaatteet ja -menetelmät*.
- Vaurion johtuessa alkalikiviainesreaktiosta on korjaus suunniteltava erikseen, sillä pelkkä pinnan korjaaminen ei poista vaurion aiheuttajaa.
- Betonia saa purkaa ilman suunnittelijan tekemää purkus suunnitelmaa vain ohjeen *Betonisiltojen korjaussuunnitteluohje – Betonisiltojen levennyksen ja suurempien valukorjausten mitoitus- ja suunnitteluohje 22.12.2011* liitteessä 1 esitetystä laajuudesta.
- Rakennesuunnittelijan tekemän kantavuuslaskelman tarpeellisuus määritetään korjattavan rakenneosan ja vaurion laajuuden perusteella.

Liitteissä [A. Muottipinta ja muottien asennus yleisesti](#), [B. Muottisiteillä tuettu lautamuotti](#), [C. Päälysrakenteen alapintaan ripustettu muotti](#), [D. Valuyhteen asennus painevalumuottiin](#) ja [E. Kiila-](#)

[ankkurien asennus betonialustaan](#) on esitetty periaateratkaisuja sillankorjaustöissä käytettävien muottien tekemiseen. Periaatteita ei voi suoraan kopioida, vaan muottirakenteet on aina suunniteltava ja mitoitettava kohdekohtaisesti.

Työturvallisuus-, liikenteenohjaus- ja ympäristönsuojeluasioissa noudatetaan voimassa olevaa lainsäädäntöä ja viranomaisohjeita.

3 Laatu- ja työvaihevaatimukset

Paikkauksien ja korjaustöiden olosuhteiden laatuvaatimukset on esitetty tämän ohjeen liitteenä olevassa taulukossa.

Paikkausaineiden on oltava Väyläviraston laatuvaatimukset täyttäviä tuotteita. Paikkausaineen valinta tehdään alustavasti korjaussuunnitelmaa laadittaessa ja lopullisesti työ- ja laatusuunnitelmaa laadittaessa.

Paikkausaineiden valinta perustuu standardiin SFS-EN 1504-3 sekä ohjeisiin *SILKO 1.201 Betoni sillankorjausmateriaalina* ja *SILKO 1.231 Betonin paikkaus*.

Paikkauksen betonipeitevaatimus määritetään ohjeen *SILKO 1.231 Betonin paikkaus* taulukon *Paikkauslaastien ja korjausbetonien betonipeitteen vähimmäispaksuus SILKO-kokeiden kriteeristön perusteella* mukaan.

3.1 Paikkauksen valmistelu

Urakoitsija laatii ennen paikkaustyön aloittamista työ- ja laatusuunnitelman, jossa on huomioitu myös työturvallisuuteen liittyvät asiat. Suunnitelmassa on esitettävä ohjeen *SILKO 1.231 Betonin paikkaus* mukaiset ja korjaustyökohteen työturvallisuuteen liittyvät asiat.

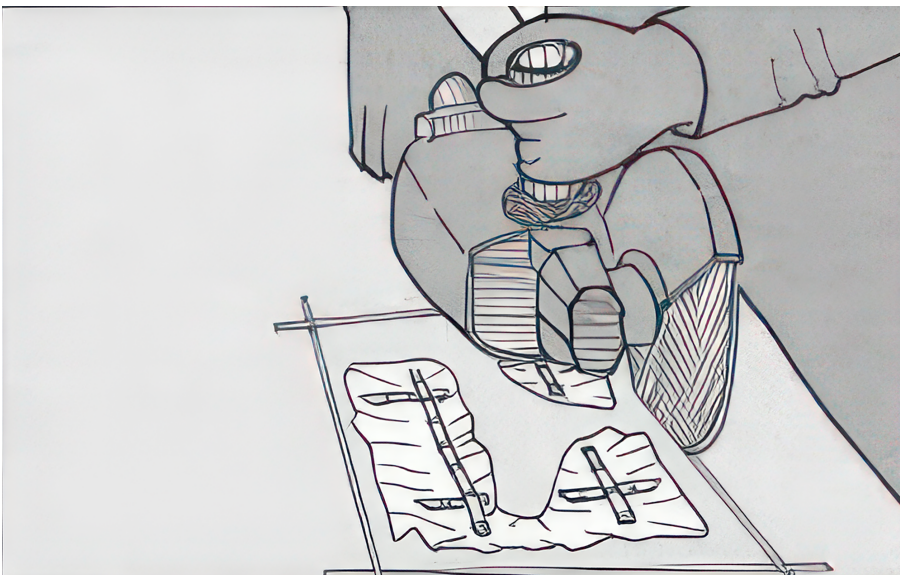
Raudoitustankojen paikat määritetään betonipeitemittarilla raudoituksen vaurioitumisen välttämiseksi ([9 Raudoitustankojen paikat määritetään betonipeitemittarilla](#)).



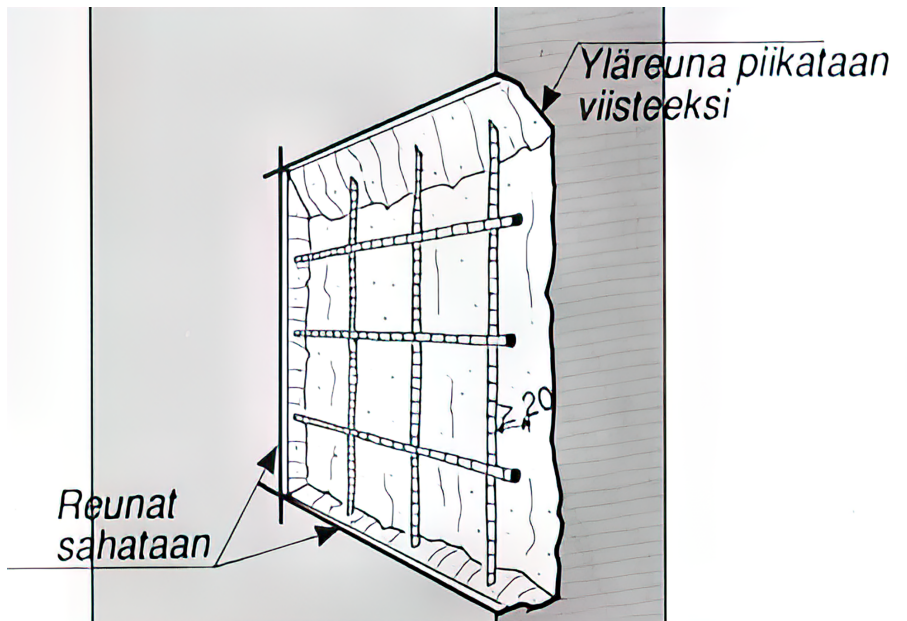
Kuva 9. Raudoitustankojen paikat määritetään betonipeitemittarilla

Jos korjattavaa rakenneosaa ei pinnoiteta, näkyvään pintaan tulevan paikkausaineen värisävy tarkistetaan mallityön yhteydessä, jotta paikkaus ei erotu häiritsevästi ympäröivästä betonipinnasta.

Paikattava alue rajataan aina ennen piikkausta. Kohtisuorat rajaukset tehdään kulmahiomakoneella tai timanttisahalla ([10 Paikattava kohta rajataan](#)). Rajaus ei saa ulottua raudoitukseen asti. Pystypinnan paikka muotoillaan siten, että ala- ja sivureunat tulevat kohtisuoriksi rakenteen pintaa vastaan ja yläreuna laskee syvyysuunnassa (kuva [11 Paikan muoto pystypinnassa](#)). Muissa pinnoissa paikan reunat tehdään kohtisuoriksi rakenteen pintaa vastaan.

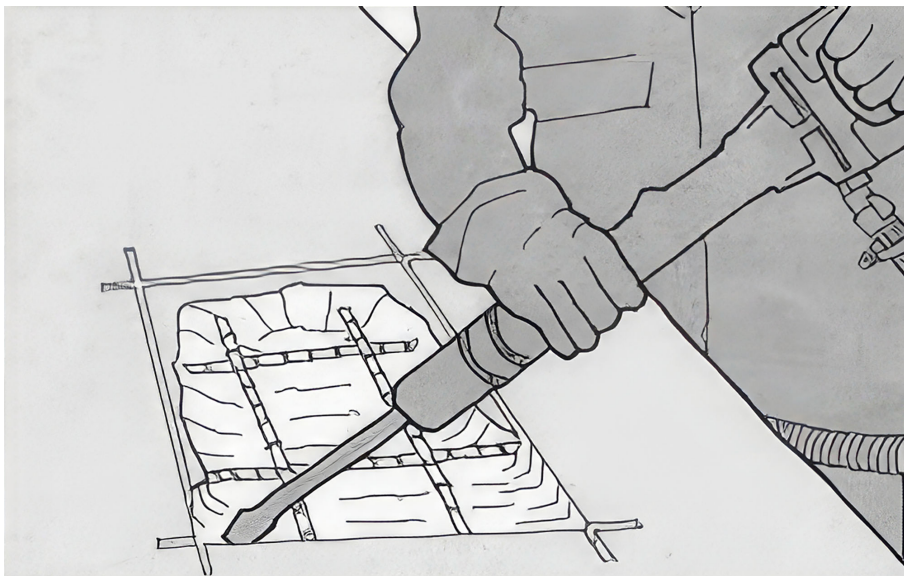


Kuva 10. Paikattava kohta rajataan



Kuva 11. Paikan muoto pystypinnassa

Pienissä korjauksissa purkutyö tehdään ensisijaisesti mekaanisella piikkauksella ja suurissa korjauksissa vesipiikkaamalla. Mekaaninen piikkaus tehdään kevyellä tai keskiraskaalla piikkausvasaralla (12 [Piikkausta kevyellä vasaralla](#)). Säätettävää betonipintaa lähestyttäessä käytetään aina kevyttä kalustoa, jotta tartuntapinnan mikrohalkeilu jää mahdollisimman vähäiseksi. Suunnittelija määrittää piikkaussyvyyden vauriotarkastelun/erikoistarkastuksen avulla. Vesipiikkaamalla saadaan paras tartuntapinta.



Kuva 12. Piikkausta kevyellä vasaralla

Piikatun pinnan pitää olla rosainen ja karkea. Säilytettävään pintaan ei saa jäädä epätasaisuuksia, joihin muodostuu valun aikana ilmataskuja. Tartuntapinta viimeistellään korkeapainepesulla, eikä siihen saa jäädä irtainta ainesta tai epäpuhtauksia.

Piikkaus raudoituksen taakse riippuu käytettävän paikkausaineen maksimiraeoosta.

Piikkaussyvyys raudoituksen taakse määritetään sen mukaan, mikä on seuraavista arvoista suurin:

- vähintään 20 mm
- raudoitustangon halkaisija
- maksimiraekoko x 2,5.

Raudoitustankoja ja jänteitä ei saa vaurioittaa. Jos pääraudoitusta paljastetaan laajalta alueelta, on purkutyöstä oltava suunnittelijan laatimiin laskelmiin perustuva suunnitelma.

Raudoituksen ruostunut alue piikataan esiin kokonaan, ja piikkaus ulotetaan joka suunnassa vähintään 100 mm ruostuneen raudoituksen ulkopuolelle (kuva [15 Paikkauksen periaatepiirustus, kun paikkaus ulotetaan raudoituksen taakse](#)). Jos raudoitustanko on ruostunut tai vahingoittunut piikattaessa niin, että sen poikkileikkausala on pienentynyt 25 % tai enemmän, tanko korvataan uudella ohjeen *SILKO 2.262 Raudoituksen uusiminen* mukaan. Teräksisen muottisiteen tai muun terästangon näkyviin jäänyt osa katkaistaan 50 mm:n syvyydeltä.

Raudoitustangot puhdistetaan ruosteesta teräsharjalla puhdistusasteeseen St 2. Jos käytetään vesipiikkausta tai paikan pohja suihkupuhdistetaan, puhdistetaan teräkset puhdistusasteeseen Sa2.

3.2 Paikkaus ilman muotteja

Paikkaustyössä noudatetaan paikkausaineen valmistajan työohjeita. Työmaalla on oltava suomenkielinen käyttöohje tai työselostus sekä käyttöturvallisuustiedote, jotka käydään läpi työnopastuksen yhteydessä.

Paikkaustyössä on erityisen tärkeää, että paikkausaineen sekoitusohjeita noudatetaan tarkkaan. Erityisesti on valvottava, että vettä ja lisäaineita käytetään ohjeen mukaan ja että sekoitusaika on ohjeen mukainen. Laastia tai massaa sekoitetaan kerralla vain työstettävyyssaijana käytettävä määrä. Avattu kuivatuotepakkaus on käytettävä valmistajan ilmoittaman säilyvyysajan puitteissa.

Korjausalusta kastellaan hyvin vuorokausi ennen paikkausta ja suojataan sateelta ja auringonpaisteelta. Olosuhteet voivat edellyttää pidempääkin esikasteluaikaa. Paikkauksen alkaessa betonipintojen pitää olla sementtipohjaista paikkausmassaa käytettäessä mattakosteita, jotta pinnasta tulee heikosti imevä. Korjausalusta ei saa kuitenkaan olla kiiltävän märkä, eikä vapaata vettä saa esiintyä. Liian kuivaksi jääneen pohjan takia paikkauksen valmiiseen pintaan syntyy herkästi ohuita halkeamia, joita ei välttämättä voi jälkihoidollakaan estää.

Sementtipohjaisissa massoissa vanhojen betonipintojen tulee olla paikkaustyötä aloitettaessa mattakosteita, kun taas polymeeripohjaisissa massoissa betonipintojen tulee olla paikkaustyötä aloitettaessa kuivia. Vaatimus on tarkastettava aina käytettävän paikkausaineen osalta erikseen.

Valmistajan ohjeistukseen on tutustuttava huolellisesti ajoissa ja ohjeistusta on noudatettava kaikilta osin tarkkaan.

Pysty- ja alapinnoissa sekä viisteiden teossa käytetään valumattomia paikkausaineita. Kohteissa, joissa paikkausaine ei pääse valumaan, voidaan käyttää notkeita juotoslaasteja. Paikkaustyön eri vaiheissa käytetään samaan järjestelmään kuuluvia tuotteita tai tuotteita, joiden yhteensopivuus on muilla tavoin varmistettu. Jos vaurion syvyys on yli 100 mm, on käytettävä tuotteita, joiden kanssa syvien paikkausten tekeminen on mahdollista. Paikkaus voidaan tehdä tuotekohtaisesti myös kerroksittain.

Paikkaustyö tehdään tuotevalmistajan ohjeen mukaisesti, pääpiirteissään alla olevien vaiheiden mukaisesti, kun paikkaus tehdään raudoitustankojen taakse. Työvaiheet sisältävä piirustusdetalji on esitetty kuvassa [15 Paikkauksen periaatepiirustus, kun paikkaus ulotetaan raudoituksen taakse](#). Korjausperiaate on sama pysty- ja vaakapinnoissa.

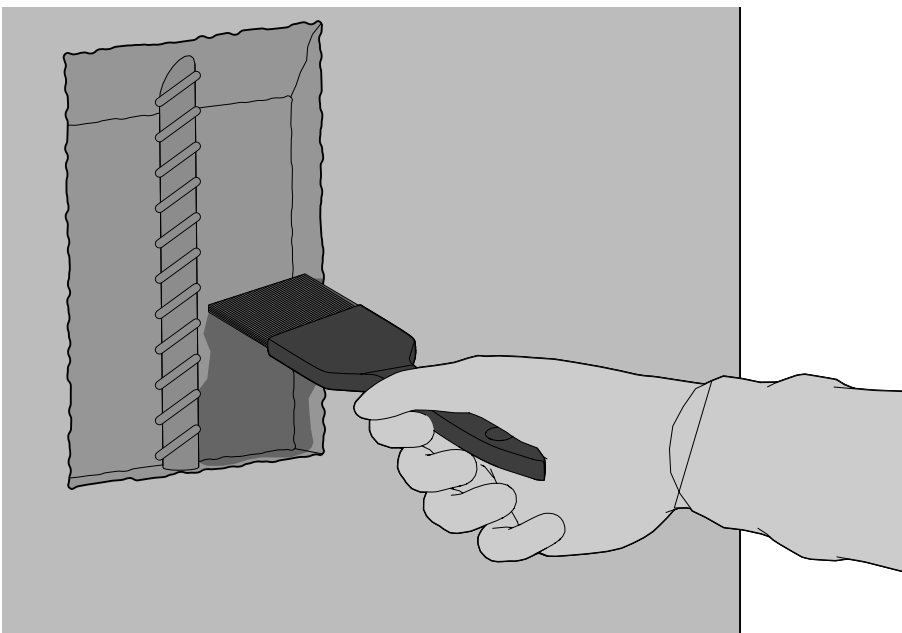
1. Tarvittaessa raudoitustangot suojataan korroosionestoaineella tai tartuntalaastilla tuotekohtaisten ohjeiden mukaisesti.
2. Tartuntapinta ja raudoitustangot käsitellään tartunta-aineella tai harjaamalla ensimmäinen laastikerros voimakkaasti alustaan (kuva [13 Tartunta-aineen levitystä](#)).
3. Paikkauslaasti ja -massa levitetään lastalla sulloen paikan alareunasta lähtien. Raudoituksen taakse ja kulmiin ei saa jäädä tyhjää tilaa (kuva [14 Paikkausta lastalla](#)).

Jos paikkausaine levitetään useammassa kerroksessa, alemman kerroksen pinta jätetään karheaksi ja uusi kerros levitetään ennen alemman kerroksen kuivumista (märkää märälle).

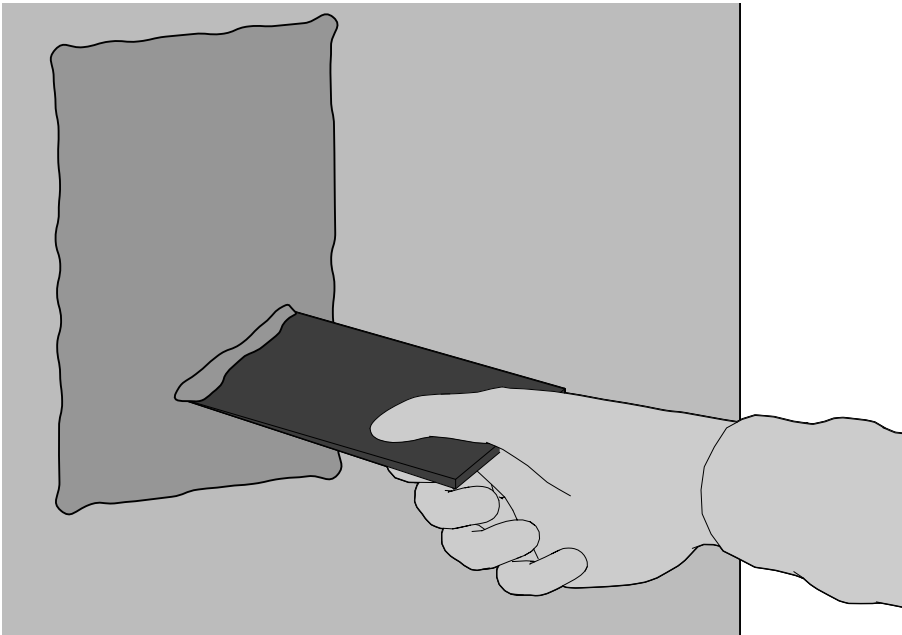
Vaakapinnoilla juotosaine levitetään kaatamalla paikattavaan kohtaan.

Pystypinnan paikka voidaan tehdä hieman ylikorkeaksi, ja ylimääräinen paikkausaine leikataan teräslastalla pois.

4. Paikan pinta viimeistellään hiertämällä, harjaamalla, lastalla, laudalla tai sienellä haluttuun struktuuriin. Jos halutaan vanhaa laudoitusta mukaileva kuvio, se tehdään painamalla kevyesti lautaa paikan päälle.
5. Paikkauksen jälkihoito aloitetaan heti. Jälkihoitona tehdään vesikastelu ja muovilla suojaus. Jos paikkausaineen valmistajan ohjeet poikkeavat tästä, toimitaan valmistajan ohjeiden mukaisesti.

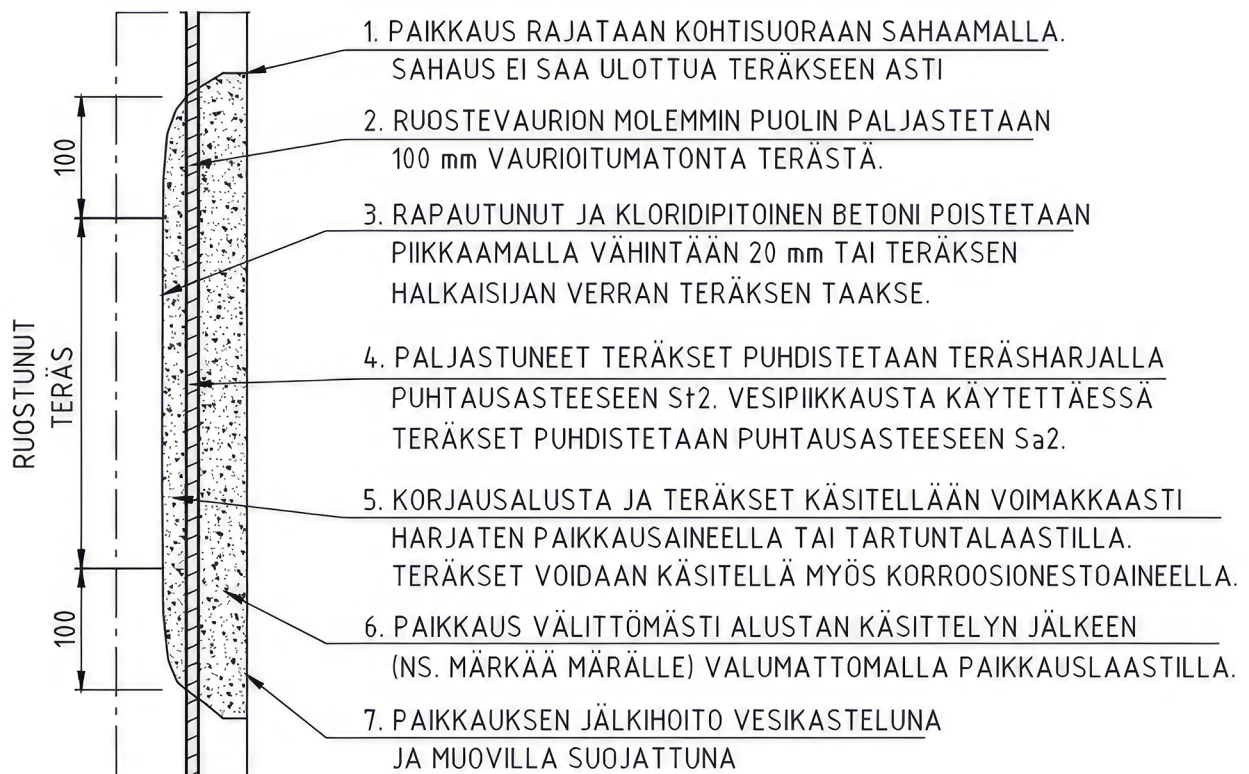


Kuva 13. Tartunta-aineen levitystä



Kuva 14. Paikkausta lastalla

BETONIPINTOJEN PAIKKAUS



Kuva 15. Paikkauksen periaatepiirustus, kun paikkaus ulotetaan raudoituksen taakse

3.3 Paikkaus muottien kanssa

Muottien mitoitus ja tiiviys on varmistettava ennen valua. Itsetiivistyvää betonia käytettäessä muotit on mitoitettava betonimassan aiheuttamalle hydrostaattiselle paineelle. Sillankorjaustöissä voidaan käyttää myös teräsmuotteja (16 [Törmäysvaurion korjauksessa käytetty teräsmuotti on jätetty paikalleen](#)) tai rakenneosia voidaan korjaamisen yhteydessä varustaa teräksisellä kolhaisusuojailla, jota voidaan käyttää myös muottina (17 [Teräksinen kolhaisusuoja, jota voidaan käyttää myös muottina](#)).



Kuva 16. Törmäysvaurion korjauksessa käytetty teräsmuotti on jätetty paikalleen



Kuva 17. Teräksinen kolhaisusuoja, jota voidaan käyttää myös muottina

Muotit ja korjausalusta kastellaan ennen betonointia ja suojataan sateelta ja auringonpaisteelta. Betonoinnin alkaessa betonipintojen pitää olla mattakosteita, jotta pinnasta tulee heikosti imevä. Korjausalusta ei saa kuitenkaan olla kiiltävän märkä, eikä vapaata vettä saa esiintyä.

Sementtipohjaisissa massoissa vanhojen betonipintojen tulee olla paikkaustyötä aloitettaessa mattakosteita, kun taas polymeeripohjaisissa massoissa betonipintojen tulee olla paikkaustyötä aloitettaessa kuivia. Vaatimus on tarkastettava aina käytettävän paikkausaineen osalta erikseen.

Paikkauksen kutistumahalkeilu vähenee, jos valun alussa korjausalustan lämpötila on massan lämpötilaa korkeampi.

Betonoinnissa voidaan käyttää Väyläviraston laatuvaatimukset täyttäviä korjausbetoneita, paikkausaineita tai itsetiivistyvää betonia. Infrabetonia voidaan käyttää aina vaakapinnoilla ja lisäksi pystypinnoilla, kun paikkauksen paksuus on yli 100 mm ja kun ollaan varmoja, että paikkauksen tiivistäminen onnistuu paikkauksen muoto ja raudoitus huomioiden.

Jos rakenteessa ei ole raudoitusta ja paikattava alue on yli neliömetrin laajuinen tai jos rakenteen ympärille valetaan betonikerros, paikattava kohta vahvennetaan tarvittaessa harjateräksestä B500B tehdyllä raudoitusverkolla 5–150. Jos betonipeitevaatimuksia ei saada täytettyä, käytetään ruostumatonta harjaterästä B600KX.

Kuivatuotteen valmistajan antamia ohjeita on noudatettava tarkasti, ja massan valmistus on dokumentoitava. Avattu kuivatuotepakkaus on käytettävä valmistajan ilmoittaman säilyvyysajan puitteissa.

Painevalua käytettäessä betonipumpulla muotin alimpaan kohtaan asennetaan valuyhde ja muotin korkeimpaan kohtaan tehdään ylivuotokanava muotin täyttymisen tarkkailua ja ilman poistumista varten. Käytettävää valupainetta sekä muottien muodonmuutoksia on tarkkailtava, sillä liian kovalla paineella tehty valu voi rikkoa muotin.

Jälkihoito tehdään ensisijaisesti vesikasteluna. Jos muottia ei voida pitää jälkihoitoaika, tehdään joku seuraavista toimenpiteistä:

- kaikille pinnoille ruiskutetaan jälkihoitoaine
- pinta peitetään tiiviisti kostealla eristeellä jälkihoitoajan loppuun saakka
- pinta kastellaan vesisumulla riittävän usein jälkihoitoajan loppuun saakka

Jälkihoitoaine poistetaan suihkupuhdistuksella ennen pinnan suojakäsittelyä tai pinnoitusta. Sähköistetyin radan ylittävillä silloilla ei voi käyttää vesikastelua radan läheisyydessä. Turvaetäisyys radan sähköistettyihin rakenteisiin on aina varmistettava ja merkittävä sekä korjauskohde on mahdollisuuksien mukaan suojattava esim. kiinteällä vaneriseinämällä.

Muotit voi purkaa, kun betonin lieriöpuristuslujuus (f_{ck}) on saavuttanut 5 MPa lujuuden. Muottien varhaisessa purkamisessa on noudatettava erityistä varovaisuutta, jotta rakenteen terävät kulmat eivät rikkoudu.

4 Laadunvarmistus

Laadunvarmistus perustuu korjaussuunnitelmien laatuvaatimuksiin sekä liitteinä oleviin laatuvaatimuksiin, urakoitsijan laatimaan ja tilaajalle esitettyyn työ- ja laatusuunnitelmaan sekä työvaiheiden ja laadunvarmistuskokeiden huolelliseen suorittamiseen ja dokumentointiin.

Työ- ja laatusuunnitelmassa on huomioitava tämän ohjeen kappaleessa [3 Laatu- ja työvaihevaatimukset](#) sekä ohjeen liitteenä olevassa laatuvaatimustaulukossa esitetyt laatuvaatimukset sekä muut ohjeet ja yleiset laatuvaatimukset.

Olosuhdemittaukset tehdään työvuoron alussa ja lopussa ja kerran työvuoron aikana tai jatkuvasti tallentavalla mittalaitteistolla.

Valmisbetonia tai itsetiivistyvää betonia käytettäessä laadunvarmistus tehdään *InfraRYL:n* kappaleen 42020.04 mukaisesti. Työmaalla sekoitettavan massan valmistus toteutetaan tuotteen käyttöohjeen mukaisesti.

Puretut rakenteet ja paikkauksen jokainen työvaihe on valokuvattava erityisesti piiloon jäävien rakenteiden osalta.

Paikkauksen laatupoikkeamista urakoitsija laatii poikkeamaraportin ja toimenpide-ehdotuksen.

5 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. Väyläviraston ohjeluetelo on nähtävissä Väyläviraston verkkosivuilla.

Väyläviraston ohjeet

- Sillantarkastuskäsikirja
- Betonisiltojen korjaussuunnitteluohje – Betonisiltojen levennyksen ja suurempien valukorjausten mitoitus- ja suunnitteluohje 22.12.2011
- Taitorakenteiden tarkastusohje
- Liikenne tietyömaalla – Kunnossapitotyöt
- Liikenne tietyömaalla – Tienrakennustyömaat
- Liikenne tietyömaalla – Sulku- ja varoituslaitteet
- Eurokoodin soveltamisohje – Betonirakenteiden suunnittelu – NCCI 2
- Infrabetonien valmistus

Muut ohjeet

- [InfraRYL](#)
- Valtioneuvoston asetus (205/09) rakennustyön turvallisuudesta.
- RIL 142-2010, Työtelineet ja putoamisen estävät suojarakenteet. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto ry. 241 s. ISBN 978-951-758-519-4
- RIL 147-2019, Tukitelineet ja muotit. Suomen rakennusinsinöörien liitto 2019. ISBN 978-051-758-649-8.
- SFS-EN 1504-3 Betonirakenteiden suojaus- ja korjausaineet ja niiden yhdistelmät. Määritelmät, vaatimukset, laadunvalvonta ja vaatimustenmukaisuuden arviointi. Osa 3: Rakenteellinen ja ei-rakenteellinen korjaus. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto 2006.
- VTT 2006. Korroosion ainetta rikkomattomat tutkimusmenetelmät. Tutkimusselostus Nro VTT-5-11654-06.

Liite A: Muottipinta ja muottien asennus yleisesti

Kuvissa [18 Kaksipuolinen lohkorakenteinen muotti valukourulla, valu yläpuolelta](#), [19 Kaksipuolinen painevalumuotti painekannella, valu alapuolelta](#), [20 Yksipuolinen muotti](#) ja [21 Ripustettu päällysrakenteen alapinnan muotti](#) on esitetty tyypilliset paikkaustyöissä käytetyt muottirakenteet. Kuvissa esitetyt rakenteita ja valutekniikoita voidaan myös yhdistellä. Kuvat ovat periaatteellisia ratkaisuja ja muotin rakenteellinen kestävyys sekä muodonmuutokset tulee aina varmistaa ennen muotin rakentamista.

Muotit voidaan valmistaa joko kierrätettävistä muottielementeistä tai sahatavarasta paikalla rakentaen. Muotin pintamateriaali valitaan niin, että paikkauksen valupinta sopeutuu vanhan rakenteen ulkonäköön. Yleensä muottilautana käytetään 20 mm:n sahattua laatuluokan V tai VI raakaponttilautaa tai karkeahöylättyä mitallistettua lauttaa, jonka pitää olla ulkokuivaa (kosteusaste keskimäärin 20 %). Sahattu pinta tulee betonia vasten.

Lautamuotin sijasta voidaan käyttää muottivaneria, jos siitä ei ole pinnan ulkonäölle haittaa tai jos valupinta jää lopullisessa rakenteessa piiloon. Teräsmuottia käytetään esimerkiksi törmäysvaurioita korjattaessa, kun muotti jää paikalleen suojaamaan rakennetta.

Puumuotit pidetään jatkuvasti kosteina. Kuivaa muottilautaa käytettäessä on huomioitava muottipinnan turpoaminen puuta kasteltaessa. Muottien tulee olla niin tiiviitä, ettei sementtiliima purkaudu muottien saumoista tai reunoista. Muotin reunat voidaan tiivistää kumi- tai muovitiivisteillä.

Muotit on kiinnitettävä paikattavaan rakenteeseen siten, että muotin siirtyminen on estetty kaikissa suunnissa. Muottipinta sidotaan valupainetta vastaan yksipuolisessa muotissa betonirakenteeseen ja kaksipuolisessa muotissa vastakkaiseen muottipintaan. Yleisesti käytetyt muottisiteet ovat:

- alumiinitanko \varnothing 10 mm, EN-AW 6082
- haponkestävä kierretanko \varnothing 8 mm, A4-70.

Liite B: Muottisiteillä tuettu lautamuotti

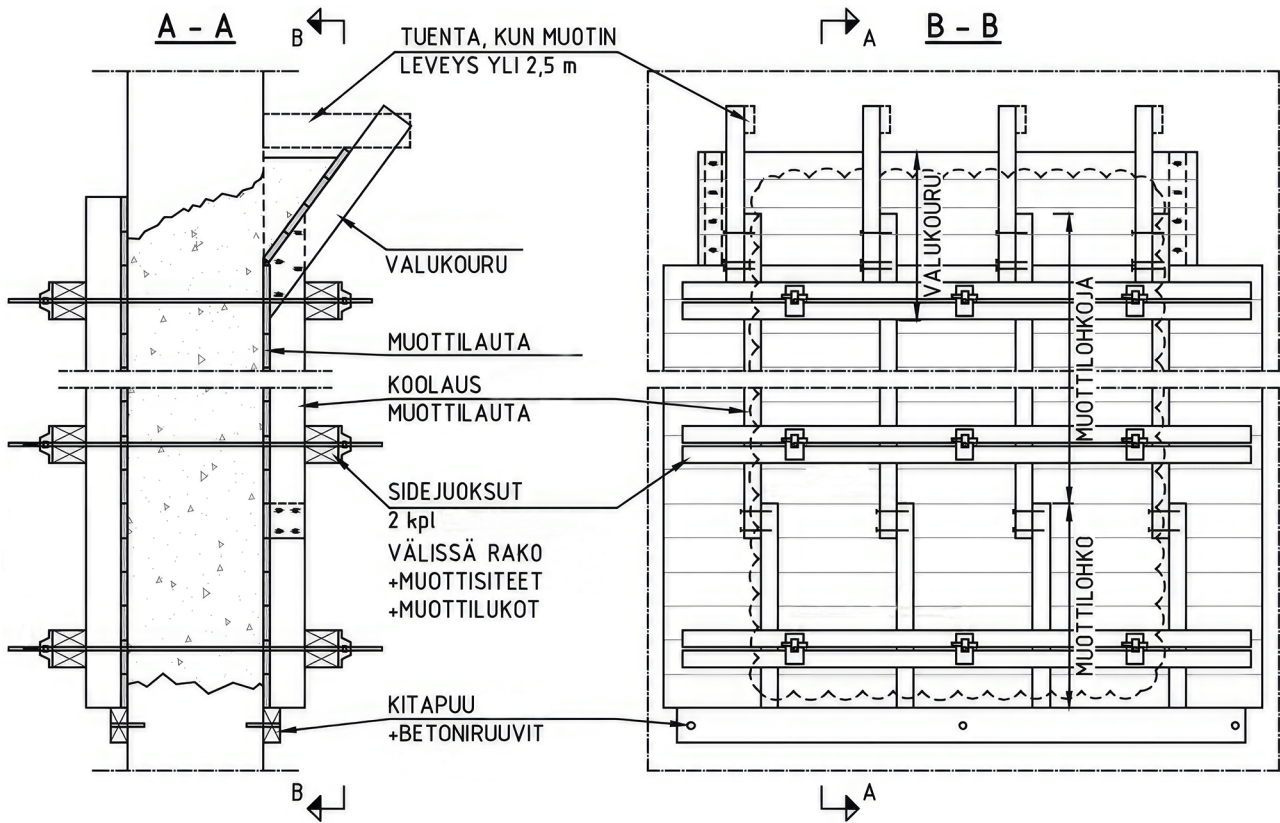
Kaksipuolinen muotti

Yli metrin korkuisissa paikkauksissa on kiinnitettävä huomiota betonin valupaineeseen, jota kasvattavat valun nousunopeus ($> 0,5$ m/h), matala sitoutumislämpötila ja betonimassan notkistimien käyttö. Itsetiivistyvää betonia käytettäessä valupaine vastaa betonimassan hydrostaattista painetta. Muottipaine voidaan määrittää ohjeen *RIL 147-2019 Tukitelineet ja muotit* mukaisesti. Umpinaiseen muottiin valettaessa valupainetta kasvattaa lisäksi betonipumpun paine. Ylipaine ja liiallinen vibraus rikkovat helposti muottirakenteet.

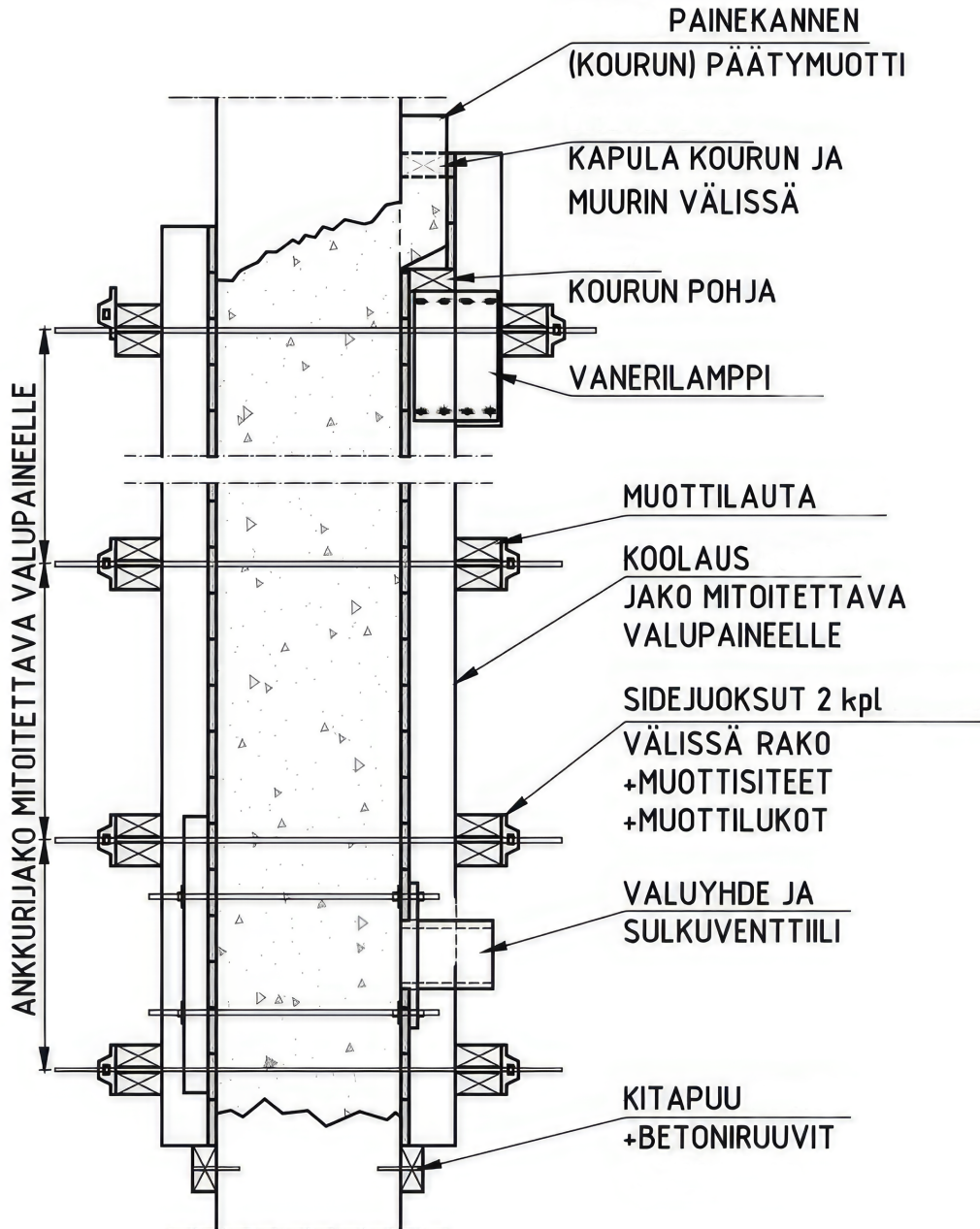
Seinän korjaamisessa käytetään kaksi- tai useampipuolista muottia. Jos muotin korkeus on yli 800 mm, valupuolen muotti voidaan jakaa korkeussuunnassa muottilohkoihin, jotta valu voidaan tehdä 250–300 mm:n kerroksissa. Valun aikana asennettavien muottien sovitukset on tarkistettava ennen valun aloittamista. Muotti voidaan rakentaa myös yhtenäisenä rakenteena, jolloin valu suoritetaan muottiin jätettävien valuaukkojen ja yläreunan valukourun kautta tai alakautta painevaluna valuyhteen avulla.

Muottisiteinä käytetään yleensä alumiinitankoja. Valu pyritään suorittamaan rakenteen piiloon jäävältä puolelta. Jos paikattavan alueen leveys on yli 2,5 m, muottisiteinä käytetään rajoittimella varustettuja vesitiiviitä muottisiteitä, jotka estävät muottipintojen siirtymisen sisäänpäin.

Kuvassa [18 Kaksipuolinen lohkorakenteinen muotti valukourulla, valu yläpuolelta](#) on esitetty kaksipuolinen valukourulla varustettu muotti ja kuvassa [19 Kaksipuolinen painevalumuotti painekannella, valu alapuolelta](#) valuyhteellä ja painekannella varustettu muottirakenne. Valukourulla ja painekannella varmistetaan, ettei paikan yläpintaan jää tyhjätillaa. Painekantta käytetään yleensä vain painevalun yhteydessä. Jos painekantta ei käytetä, paikan yläosaa on jälkitärytettävä ennen betonin sitoutumista.



Kuva 18. Kaksipuolinen lohkorakenteinen muotti valukourulla, valu yläpuolelta



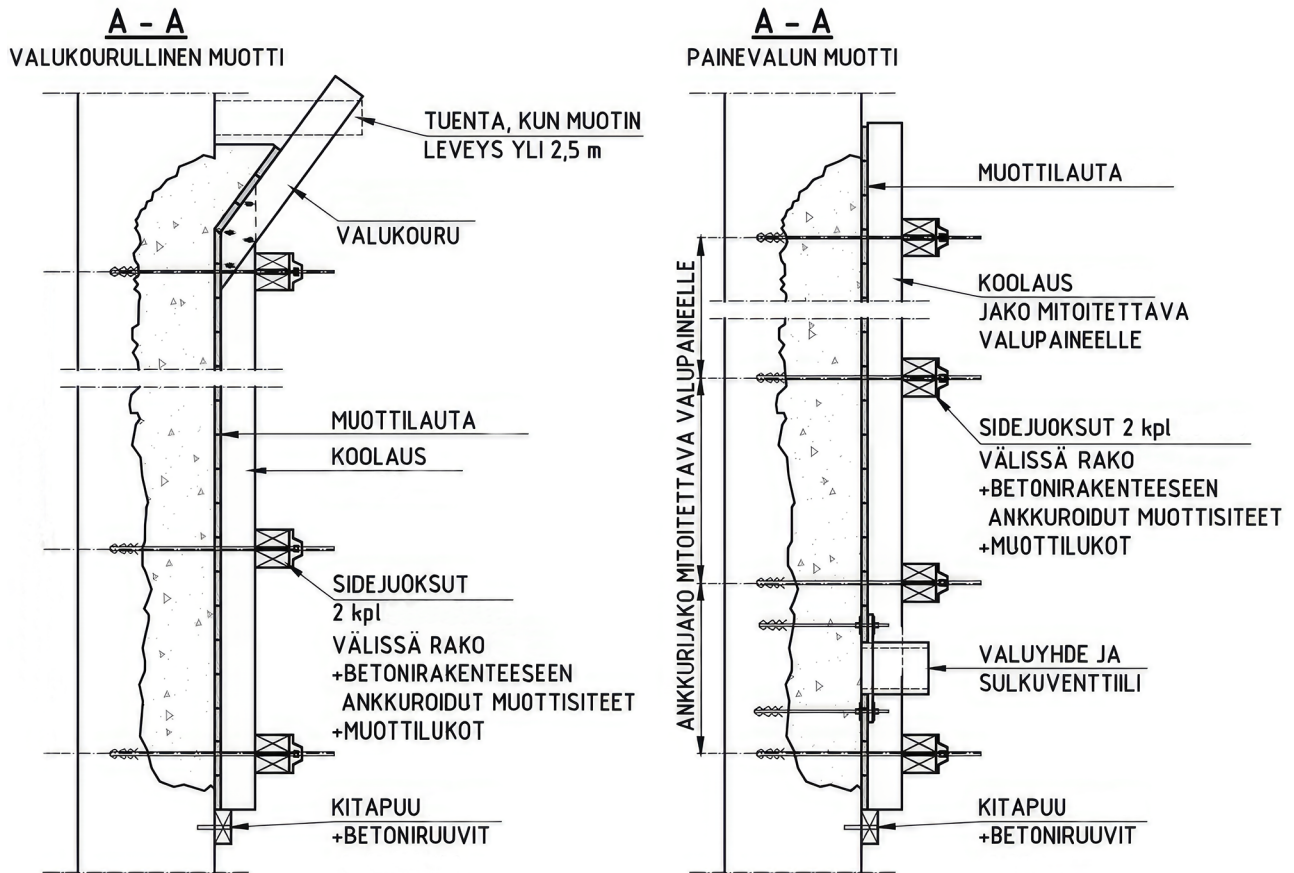
Kuva 19. Kaksipuolinen painevalumuotti painekannella, valu alapuolelta

Yksipuolinen muotti

Rakenteen pintaa korjattaessa käytetään yksipuolista muottia, joka ankkuroidaan rakenteeseen kuvan [20 Yksipuolinen muotti](#) mukaisesti. Muotti rakennetaan ja asennetaan paikoilleen samoin kuin kaksipuolinen muotti. Muottisiteinä käytetään haponkestävästä teräksestä valmistettuja kierretankoja, jotka ankkuroidaan piikatun kolon takaseinään lyöntiankkureilla tai kemiallisella ankkurointimassalla. Muottisiteiden ylikiristämistä tulee välttää, ja sidepuiden suoruus tarkastetaan oikolaudalla. Jos paikattavan alueen leveys on yli 2,5 m, muotin yläosa tuetaan betonirakenteeseen.

Paikan yläosa valetaan siten, että betonin yläpinta tulee 50–100 mm paikan reunan yläpuolelle. Valukanavaan jäänyt betoni piikataan pois mahdollisimman pian, yleensä seuraavana päivänä. Piikkaus

tehdään alhaalta ylöspäin. Pinta hiotaan tarvittaessa kulmahiomakoneella tai piikataan tasaiseksi ristipäättälällä.



Kuva 20. Yksipuolinen muotti

Liite C: Päälysrakenteen alapintaan ripustettu muotti

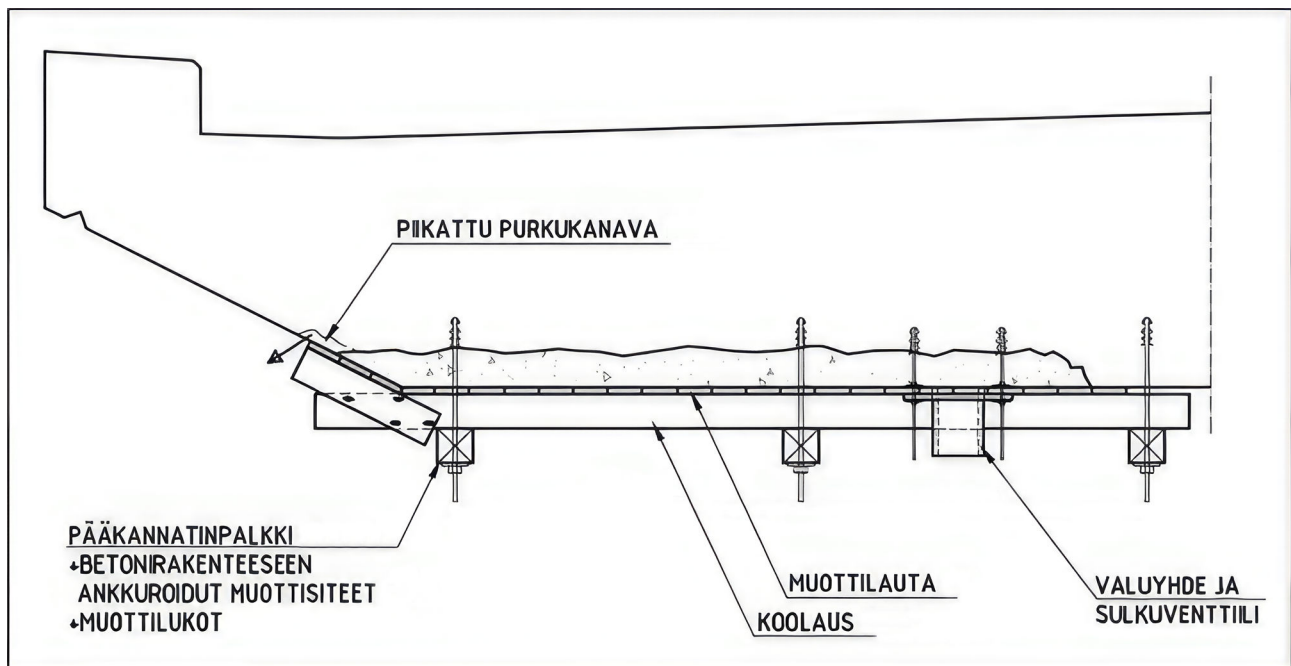
Päälysrakenteen alapintaan ripustettua muottia käytetään seuraavissa tilanteissa:

- kannen alapintaan on tullut esimerkiksi törmäyksestä laajahko lohkeama
- raudoituksen suojabetonipeite on uusittava
- raudoituksen suojabetonipeitettä on kasvatettava.

Korjausvalu muottien avulla soveltuu kohtalaisen pienille pinta-aloille, joilla ruiskubetonoinnin käyttö ei ole taloudellista. Paikkausvalu suoritetaan itsetiivistävällä betonilla painevaluna. Alle 1 m² paikkaukset voidaan tehdä valukourun kautta. Valupisteiden välinen etäisyys saa olla korkeintaan 2 metriä, jotta muotin tasaisesta täyttymisestä voidaan varmistua.

Kuvassa 21 Ripustettu päälysrakenteen alapinnan muotti on esitetty sillan päälysrakenteeseen ripustettu muotti. Ripustustankoina käytetään haponkestävää teräksestä valmistettuja kierretankoja, jotka ankkuroidaan betonirakenteeseen lyöntiankkureilla tai kemiallisella ankkurointimassalla. Kuvassa 21 Ripustettu päälysrakenteen alapinnan muotti ei ole esitetty millaiselle valupaineelle ko. muotti soveltuu, vaan ennen töihin ryhtymistä muotti on mitoitettava erikseen.

Painevalussa valuyhde pyritään sijoittamaan muotin alimpaan pisteeseen. Valukouru taas tulee sijoittaa muotin ylimpään kohtaan. Valupisteeseen nähden muotin vastakkaiselle puolelle jätetään ylivuotoreikä, jonka avulla tarkkaillaan betonin leviämistä.



Kuva 21. Ripustettu päälysrakenteen alapinnan muotti

Muottityön rakennusvaiheet ovat:

1. Ripustustangot ankkuroidaan betonirakenteeseen.
2. Valuyhteen ripustustangot ankkuroidaan.
3. Pääkannatinpalkit asennetaan ripustustankoihin.
4. Muottikoolaus asennetaan pääkannatinpalkkien varaan.
5. Muottipinta asennetaan.
6. Valukouru tai valuyhde asennetaan.
7. Muotti kiristetään päällysrakenteen alapintaa vasten.

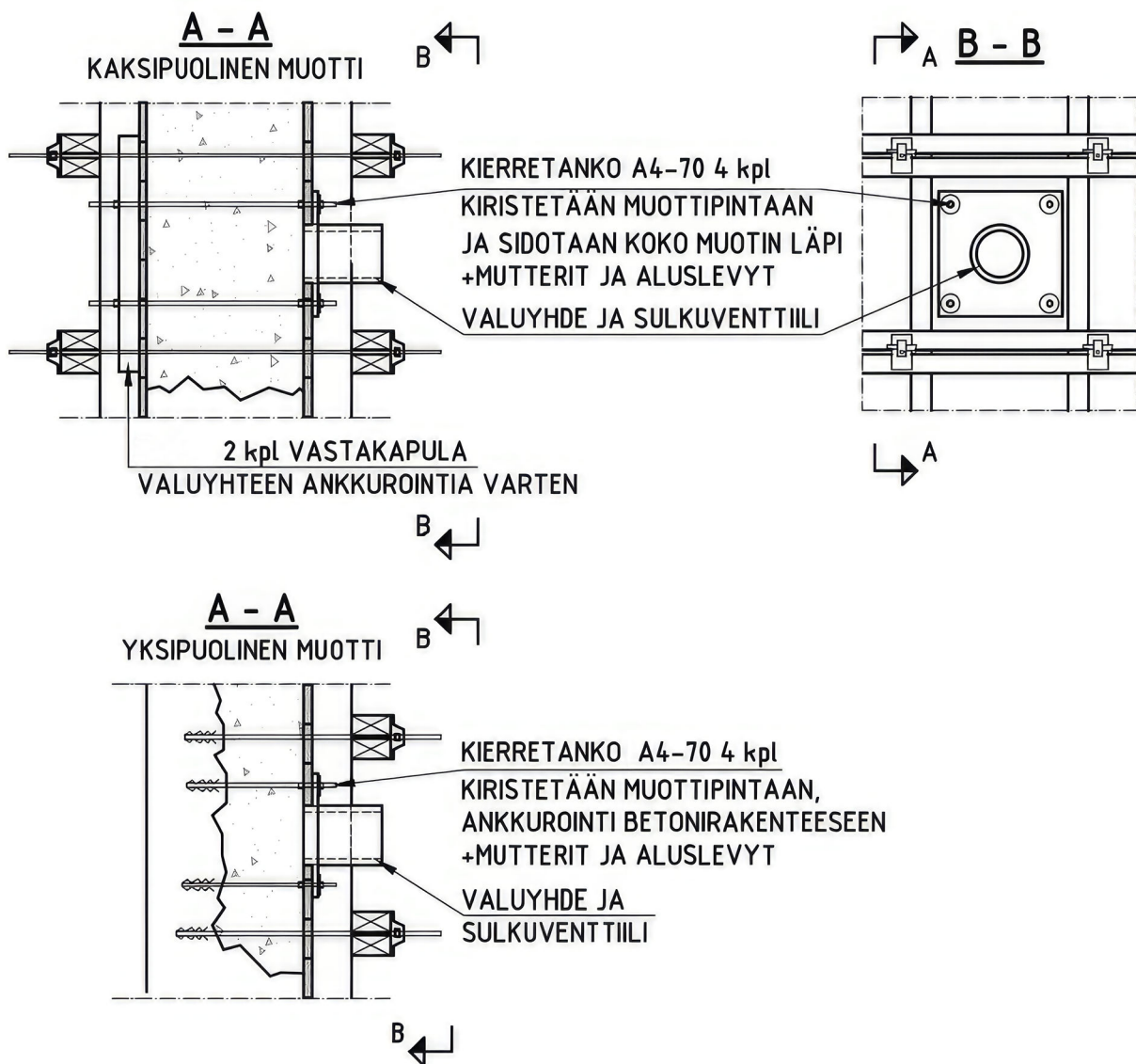
Liikakiristystä on vältettävä muotin keskiosissa. Reunoilla muottipinta on kiristettävä tiiviisti betonia vasten.

8. Suoritetaan betonointi.
9. Muotit puretaan paikkausvalun lujittumisen jälkeen.

Liite D: Valuyhteen asennus painevalumuottiin

Sulkuventtiilillä varustettu valuyhde kiristetään pulteilla tai kierretangoilla tiukasti muottipintaa vasten tarvittaessa tiivistettä käyttäen. Lisäksi valuyhde ankkuroidaan muotin vastakkaiselle puolelle tai betonialustaan. Mikäli valuyhteen ankkurointi jätetään tekemättä, on rei'itetyn muottipinnan kestävyys valuyhteen ympärillä varmistettava muulla tavoin, esimerkiksi ylimääräisillä koolauksilla.

Kuvassa 22 Valuyhteen asennus kaksi- ja yksipuoliseen muottiin on esitetty valuyhteen asennus kaksi- ja yksipuoliseen muottiin.



Kuva 22. Valuyhteen asennus kaksi- ja yksipuoliseen muottiin

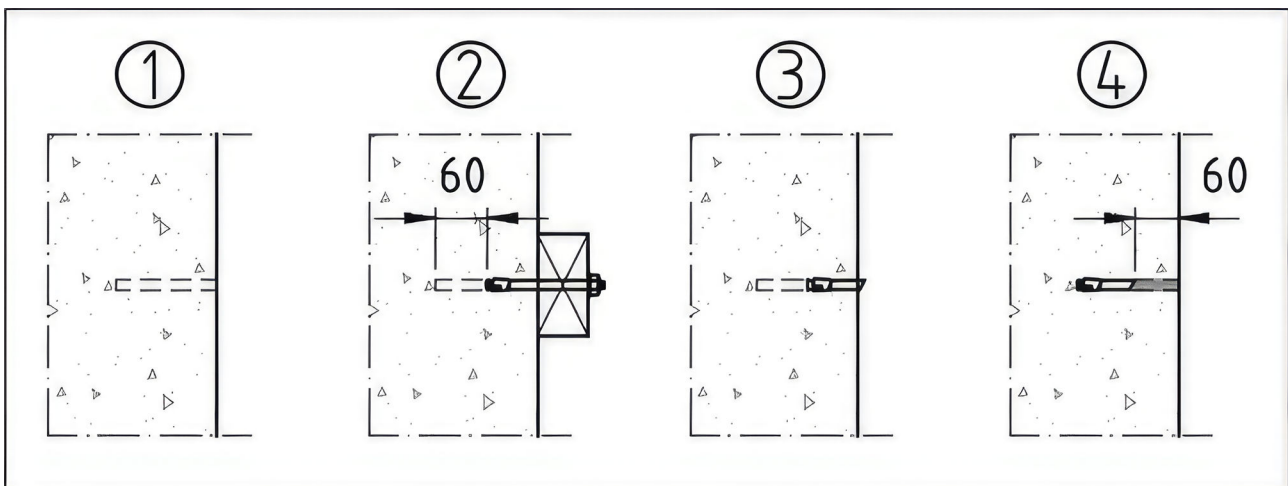
Liite E: Kiila-ankkurien asennus betonialustaan

Ankkuroinnit betonirakenteisiin voidaan tehdä kuumasinkittyjen kiila-ankkureiden avulla, kun ankkurien reiät paikataan muottityön jälkeen. Kiila-ankkurien reikien paikkaaminen voidaan minimoida seuraavilla työvaiheilla:

1. Ankkurin reikä porataan 60 mm ylisyvänä.
2. Ankkuri asennetaan määräsyvyyteen.
3. Tuettu rakenne puretaan ja ankkuri katkaistaan betonipinnan tasoon.
4. Ankkuri lyödään reiän pohjalle ja reikä paikataan.

Kuvassa [23 Kiila-ankkurin asennusvaiheet](#) on esitetty kuumasinkityn kiila-ankkurin asennus betonialustaan ja reiän paikkaus.

Haponkestäviä kiila-ankkureita käytettäessä ankkuri voidaan katkaista betonirakenteen pintaan ja jättää paikkaamatta.



Kuva 23. Kiila-ankkurin asennusvaiheet



Väylävirasto
Trafikledsverket

