

JUKO - OHJEISTOKANSIO JULKISIVUKORJAUSHANKKEEN LÄPIVIEMISEKSI

KORJAUSTAPAKUVAUKSET

Betonijulkisivut Pinnoitus- ja paikkauskorjaukset - suunnitteluohjeet päivitetty 11/2023

*DI Matti Haukijärvi
Tampereen teknillinen yliopisto,
Talonrakennustekniikka*

*Päivittäjä DI Niko Lindman
Tampereen yliopisto,
Rakennetekniikka*

JUKO-ohjeistokansio on tarkoitettu henkilöille, jotka pystyvät soveltamaan annettuja ohjeita, ymmärtämään niihin liittyvät rajoitukset sekä ottamaan vastuun niiden soveltamisesta omassa työssään. Aineiston laajuuden takia on mahdollista, että siinä esiintyy ristiriitaisuuksia, jopa suoranaisia virheitä. Vaikka valmistelutyöhön on osallistunut lukuisa joukko julkisivukorjaamisen osaajia, ei Julkisivuyhdistys, sen jäsenet tai valmistelutyöhön osallistuneet henkilöt, yritykset tai yhteisöt ota vastuuta annetuista ohjeista.

JUKO-ohjeistokansiossa havaituista virheistä ja puutteista pyydetään ilmoittamaan Julkisivuyhdistykselle (email. info@julkisivuyhdistys.fi).

JUKO – JULKISIVUKORJAUSTEN OHJEISTOKANSIO
Suunnitteluohjeet
Betonijulkisivut / Pinnoitus- ja paikkauskorjaukset

YHTEENVETO

Tässä luvussa käsitellään betonijulkisivun pinnoitus- ja paikkaustyyppisten korjausten suunnitteluohjeita.

Ohjeissa on käsitelty

- suunnittelun lähtökohdat
 - korjauksen valmistelevat työt
 - julkisivusaumojen uusinta
 - laastipaikkaus
 - pinnoittaminen
 - olosuhteiden hallinta
 - halkeamien korjaaminen
 - laadittavat suunnitelmat
-

JUKO OHJEISTOKANSIO

A RAKENNUKSEN YLLÄPITO	B KORJAUTARVE JA HANKE-SUUNNITTELU	C KORJAUS-SUUNNITTELU	D RAKENTAMIS-VAIHE	E KORJATUN RAKENTEEN YLLÄPITO
A1 Kiinteistöpidon strategiat	B1 Korjaushankkeen osapuolet	C1 Suunnittelun valmistelu	D1 Rakennusvaiheen organisaatio, urakamuodot ja toteutus	E1 Julkisivukorjauksen käyttö ja huolto-ohje
A2 Korjaushanke asunto-osakeyhtiössä	B2 Rakenteet ja korjausmahdollisuudet	C2 Suunnittelun ohjaus	D2 Korjausurakan vastaanotto	
A3 Rakennuksen kiinteistönpitokirja	B3 Korjaustarpeen selvittäminen ja kuntotutkimukset			
A4 Ilmastonmuutokseen varautuminen	B4 Korjaustavan valinta			
A5 Kestävä kehitys	B5 Rahoitustarkastelut			
	B6 Viranomaisohjaus julkisivukorjaushankkeessa			

KORJAUSTAPAKUVAUKSET
Yleiskuvaukset
Suunnitteluohjeet

Sisällysluettelo

1	SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT.....	5
1.1	RASITUSTEKIJÄT JA KUORMITUKSET.....	5
1.1.1	<i>Rasitukset.....</i>	5
1.1.2	<i>Kuormitukset.....</i>	6
1.2	KOSTEUSTEKNISEN TOIMIVUUDEN VARMISTAMINEN	6
1.3	PALOMÄÄRÄYSTEN HUOMIOON OTTAMINEN.....	6
1.4	TERVEYDELLE JA YMPÄRISTÖLLE VAARALLISET AINEET.....	6
2	KORJAUSTEN VALMISTELEVAT TYÖT	8
2.1	MALLITYÖT JA MÄÄRIEN MITTAUKSISTA SOPIMINEN	8
2.1.1	<i>Mallityöt.....</i>	8
2.1.2	<i>Määrien mittaaminen.....</i>	8
2.2	VAURIOITUNEIDEN KOHTIEN MÄÄRITTÄMINEN.....	9
2.2.1	<i>Yleistä.....</i>	9
2.2.2	<i>Rapautunut betoni.....</i>	9
2.2.3	<i>Korroosiovauriot</i>	11
	<i>Yleistä.....</i>	11
	<i>Korroosiovaurioiden paikkaustarve eri pinnoitus- ja paikkaustyypissä korjauksissa</i>	11
	<i>Menetelmät</i>	12
2.2.4	<i>Muut vauriot.....</i>	14
	<i>Saumakorjaukset</i>	14
3	SAUMOJEN UUSINTA	16
3.1	YLEISTÄ.....	16
3.2	VANHOJEN SAUMAUSMASSOJEN POISTAMINEN	16
3.3	SAUMAN TAUSTATILAN LÄMMÖNERITYS	16
3.4	SAUMAN LEVENTÄMINEN	17
3.5	POHJUSTEAINEN	17
3.6	POHJATÄYTENAUHA.....	18
3.7	SAUMAAMINEN MASSALLA.....	18
3.8	SAUMAAMINEN PAISUVALLA SAUMANAUHALLA JA SAUMAPROFIILILLA	19
3.9	ELEMENTTIEN TUULETUS	19
3.10	ELEMENTTIEN PINTATYYPIT JA SAUMADETALJIT	20
3.11	YHTEENVETO LAATUVAATIMUKSISTA	20
4	LAASTIPAikkaUKSET	21
4.1	YLEISTÄ.....	21
4.2	KÄSITTELY-YHDISTELMÄN VALINTA	22
4.3	BETONIN POISTAMINEN VAURIOKOHDISTA	22
4.3.1	<i>Korroosiovauriot</i>	22
4.3.2	<i>Pakkasrapautumavauriot</i>	23
4.3.3	<i>Betonin poistomenetelmät</i>	23
4.3.4	<i>Rakenteen kantavuus.....</i>	24
4.4	ALUSTAN ESIKÄSITTELY JA PUHDISTUS	24
4.4.1	<i>Alustan vaatimukset</i>	24
4.4.2	<i>Esikostutus.....</i>	25
4.4.3	<i>Puhdistusmenetelmät.....</i>	25
4.5	RAUDOITTEIDEN PUHDISTAMINEN	26
4.5.1	<i>Yleistä.....</i>	26
4.6	RAUDOITTEIDEN POISTAMINEN.....	26
4.7	RAUDOITTEIDEN SUOJAAMINEN.....	26

JUKO – JULKISIVUKORJAUSTEN OHJEISTOKANSIO

Suunnitteluohjeet

Betonijulkisivut / Pinnoitus- ja paikkauskorjaukset

4.7.1	<i>Yleistä</i>	26
4.7.2	<i>Korroosiosuojalaastin levitys</i>	27
4.8	TARTUNTALAASTIN LEVITYS.....	27
4.8.1	<i>Yleistä</i>	27
4.9	PAIKKAUSLAASTIN LEVITYS.....	28
4.9.1	<i>Jälkihoito</i>	28
4.10	TASOITUS.....	28
4.11	YHTEENVETO LAATUVAATIMUKSISTA.....	29
5	PINNOITUS	30
5.1	YLEISTÄ.....	30
5.2	PINNOITTEEN VALINTA.....	30
5.2.1	<i>Yleistä</i>	30
5.2.2	<i>Pinnoitteen valinta päällemaalauksessa</i>	30
5.2.3	<i>Pinnoitteen valinta, kun vanha pinnoite poistetaan</i>	31
5.2.4	<i>Pinnoitteen ulkonäkö</i>	33
5.3	ALUSTAN ESIKÄSITTELY JA PUHDISTUS.....	33
5.3.1	<i>Puhdistusmenetelmät</i>	34
5.4	TASOITUS JA POHJUSTEAINEKÄSITTELY.....	34
5.4.1	<i>Tasointus</i>	34
5.4.2	<i>Pohjusteainekäsittely</i>	35
5.5	PINNOITTEEN LEVITTÄMINEN.....	35
5.6	JÄLKIHOITO.....	35
5.7	YHTEENVETO LAATUVAATIMUKSISTA.....	36
6	OLOSUHTEIDEN HALLINTA	37
6.1	JÄLKIHOITO.....	37
6.2	OLOSUHTEET KORJAUSTYÖN AIKANA.....	38
7	HALKEAMIEN KORJAAMINEN	40
7.1	INJEKTOINTI.....	40
7.2	PINNOITUS.....	41
7.3	HALKEAMAN AVAAMINEN JA LAASTIPAIKKAAMINEN.....	41
7.4	HALKEAMAN MUUTTAMINEN LIIKUNTASAUMAKSI.....	42
8	KORJAUSTYÖN LAADUNOHJAUKSEN JA -VARMISTUKSEN ORGANISOINTI	43
8.1	YLEISTÄ.....	43
8.2	LAADUNVARMISTUSTOIMIEN MÄÄRITTELY.....	43
8.3	SUUNNITTELIJAN LAADUNVARMISTUKSEEN LIITTYVÄT TYÖMAATOIMINNAT.....	44
8.4	KORJAUSSUUNNITTELIJAN PÄTEVYYS.....	45
8.5	LAADUNVARMISTUSKOKEET.....	45

1 SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT

1.1 Rasitustekijät ja kuormitukset

1.1.1 Rasitukset

Ulkoseinässä merkittävimmät rasitukset ovat

- kosteus
- pakkasrasitus
- lämpötilojen vaihtelu
- UV-säteily
- erilaiset haitalliset aineet (esim. kloridit ja ilman hiilidioksidi).

Säärasitusten, erityisesti kosteusrasituksen sekä lämpötilan vaihtelujen vaikutusta voidaan pienentää oleellisesti oikealla detaljisuunnittelulla sekä materiaalivalinnoilla. Pinnoitus- ja paikkaustyyppisissä korjauksissa kosteusrasitukseen voidaan vaikuttaa erityisesti saumauksia uusimalla, huolehtimalla liitoskohtien toimivuudesta (mm. ikkuna- ja räystääliitokset) sekä pinnoitteen valinnalla.

Kosteus eri muodoissaan on useimpien rakenteiden pahin rasitustekijä ja se on osallisena lähes kaikissa merkittävässä turmeltumisilmiöissä. Tärkeimmät huomioon otettavat kosteuslähteet ovat viistosade, ulkoilman kosteus sekä pinnoille tiivistyvä kosteus. Muita mahdollisia kosteuslähteitä ovat sisäilman kosteus, maaperän kosteus eri muodoissaan, rakennuksessa käytettävä vesi sekä erilaiset vuotovedet. Se aiheuttaa mm. huokoisissa materiaaleissa pakkasrapautumista, metalleissa korroosiota sekä saattaa lisäksi vaikuttaa orgaanisiin materiaaleihin haitallisesti, esim. heikentäen saumausmassojen tartuntaominaisuuksia.

Pakkanen rasittaa erityisesti huokoisia materiaaleja, jotka ovat alttiina kosteusrasituksille. Jäätymässään vesi laajenee, mikä voi aiheuttaa rakenteen rapautumista. Pakkasrasitus on korkeimmillaan rannikolla, jossa rakenteet altistuvat voimakkaalle viistosaderasitukselle, ja jossa jäätymis-sulamissykliä on suuri.

Pakkasrasitus on otettava huomioon paikkauslaastien sekä pinnoitteiden ominaisuuksia määriteltäessä. Orgaanisiin tuotteisiin ei pakkasella ole yleensä suurta vaikutusta lukuun ottamatta materiaalien kovettumista alhaisissa lämpötiloissa.

Lämpötilan vaihtelut aiheuttavat rakenteeseen mekaanista rasitusta lämpöliikkeiden muodossa. Pinnoitus-paikkaustyyppisten korjausten osalta lämpötilojen vaihteluilla on suurin merkitys saumausten yhteydessä, kun lämpötilan vaihtelujen seurauksena elementtien ulkokuoret liikkuvat ja aiheuttavat muodonmuutoksia saumoihin.

UV-säteily heikentää erityisesti orgaanisten materiaalien ominaisuuksia. Vaikutukset ovat nähtävissä erityisesti pinnoitteissa, sillä UV-säteily aiheuttaa halkeilua ja värien haalistumista. Elastiset saumausmassat kovettuvat UV-säteilyn vaikutuksesta, mikä on nähtävissä saumojen halkeiluna.

Ilman hiilidioksidi aiheuttavaa mm. betonin ja paikkauslaastien karbonatisoitumista (hiilidioksidi) sekä sitä kautta raudoitteiden korroosiota.

Betonissa oleva riittävän korkea **kloridipitoisuus** voi käynnistää betoniraidoitteiden korroosion sellaisessakin betonissa, joka ei ole karbonatisoitunut. Julkisivurakenteissa on mahdollista, että betonin valmistuksessa on käytetty kiihdyttävänä lisäaineena kalsiumkloridia

(CaCl₂), jonka määrä on yleensä moninkertainen raudoitteiden korroosion kynnysarvoon verrattuna. Klorideja voi päästä betoniin myös ulkoisista rasituslähteistä, esimerkiksi jään-sulatussuoloista ja rannikkoseuduilla tuulen kuljettamasta merivedestä.

1.1.2 Kuormitukset

Rakennesuunnittelun yhteydessä on aina varmistettava rakenteen kantavuus ja tarpeen vaatiessa suunniteltava lisäkiinnitys. Pinnoitus-paikkaustyyppisissä korjauksissa betoniul-kokuoren kuormitus ei lisääny.

Lisäkiinnitystarvetta pohdittaessa on syytä ottaa huomioon vanhan rakenteen kiinnitystapa. Yleisimmin käytetyn ruostumattomalla teräksellä tehdyn ansaskiinnityksen varmuus on moninkertainen, eikä näissä tapauksissa lisäkiinnitys ole yleensä tarpeen. Jos ulkokuoren kiinnitys on tehty pistemäisesti käyttäen ruostuvaa teräslautaa (esim. ripustuskiinnitys tavallisella harjateräksellä tai pyörötangolla, teräskiskokiskokiinnitykset jne.), on kiinnitystarvetta tarkasteltava erikseen.

Betoniulkokuorien lisäkiinnityksestä on annettu tarkemmat ohjeet mm. levyverhouksia käsittelevissä JUKO-ohjeistokansion suunnitteluohjeissa.

1.2 Kosteusteknisen toimivuuden varmistaminen

Pinnoitus- ja paikkaustyyppisissä korjauksissa kosteusteknisen toimivuuden kannalta pinnoitteen ominaisuudet (mm. tiiviys sekä vesihöyryn läpäisevyysominaisuudet) sekä saumojen ja muiden liitoskohtien toimivuus on olennaista.

Pinnoite tulee valita olosuhteiden sekä pinnoitusalan mukaan niin, että rakenteesta saadaan kosteusteknisesti toimiva. Pinnoitteen valintaa on käsitelty jäljempänä luvussa 5.

Kosteusteknisen toimivuuden kannalta ulkoseinässä olevat liitos- ja saumakohtat tulee olla toteutettu niin, ettei niistä aiheudu vesivuotoja rakenteen sisään. Saumojen uusintaa on käsitelty luvussa 3.

Saumojen uusinnan yhteydessä on huolehdittava elementtien tuuletuksesta.

1.3 Palomääräysten huomioon ottaminen

Pinnoitus- ja paikkauskorjauksilla ei muuteta rakennuksen tai sen materiaalien palo-ominaisuuksia, eikä palomääräysten erillinen tarkastelu ole yleensä tarpeen.

Palomääräykset on kuitenkin tarkastettava, jos korjaukseen liittyy muita korjaustoimia, jotka vaikuttavat rakennuksen paloturvallisuuteen (esim. vesikatolle tehtävät muutokset kuten räystäsrakenteiden muuttaminen).

1.4 Terveydelle ja ympäristölle vaaralliset aineet

Tyypillisimmät betonijulkisivuissa olevat terveydelle ja ympäristölle vaaralliset aineet ovat pinnoitteiden asbesti sekä saumaussmassoissa ja EPS-eristeissä olevat POP-yhdisteet (PCB- ja SCCP-yhdisteet), PAH-yhdisteet sekä raskasmetallit (esim. lyijy-yhdisteet). Lisäksi lämmöneristeissä saattaa harvinaisissa tapauksissa esiintyä mikrobikasvustoa. **Ennen korjaussuunnittelun aloitusta kohteeseen on tehtävä korjattavan alueen kattava asbesti ja haitta-ainekartoitus, jotta korjaustavan ja korjausmenetelmien valinnassa osataan**

JUKO – JULKISIVUKORJAUSTEN OHJEISTOKANSIO

Suunnitteluohjeet

Betonijulkisivut / Pinnoitus- ja paikkauskorjaukset

ottaa ne huomioon. Haitta-aineet ja niiden voimassa olevat raja-arvot tarkistettava viranomaislähteistä.

Laajemmin terveydelle ja ympäristölle vaarallisista aineista on selostettu JUKO-ohjeistokansion osassa *B2 Rakenteen ja korjausmahdollisuudet*.

2 KORJAUSTEN VALMISTELEVAT TYÖT

2.1 Mallityöt ja määrien mittauksista sopiminen

2.1.1 Mallityöt

Kaikissa pinnoitus- ja paikkaustyyppisissä korjauksissa tehdään ennen varsinaisen työsuorituksen aloitusta mallityö, joka hyväksytetään tilaajalla.

Mallityössä varmistetaan käytettävien korjaustuotteiden ja työtekniikoiden soveltuvuus, urakoitsijan ammattitaito sekä määritellään korjauksen lopullinen ulkonäkö, mm. pinnan väri ja struktuuri. Lisäksi mallitöillä voidaan varmistaa se, että suunnittelijalla ja urakoitsijalla on yhteisymmärrys käytettävistä työtekniikoista ja -välineistä yms.

Mallitöitä voidaan teettää korjaustyön keskeisistä työvaiheista, jolloin voidaan todeta myös peittyvien työsuoritusten suunnitelmien mukainen toteutustapa. Tässä yhteydessä on syytä tehdä myös työsuoritukseen liittyvät laadunvarmistuskokeet (esim. alustan puhtauden ja vetolujuuden sekä kosteustilan toteaminen, tartuntalujuuden toteaminen, kalvonpaksuusmittaukset yms.)

Mallityön lopputulos hyväksytetään tilaajalla ja mallityötä käytetään referenssipintana, johon valmiita pintoja verrataan työn aikana ja työtä vastaanotettaessa. Kustakin mallikatselmuksesta tehdään pöytäkirja, jonka allekirjoittavat urakoitsija ja rakennuttajan edustaja.

2.1.2 Määrien mittaus

Pinnoitus- ja paikkauskorjauksissa on tyypillistä, että korjausten tarkka määrä ei ole tiedossa vielä suunnitteluvaiheessa, vaan tarkat määrät selviävät vasta korjaustyön aikana. Tällöin suoritelmät arvioidaan ja nämä arvioidut määrät muodostavat korjausurakan kiinteähintaisen osuuden. Urakoitsijalta pyydetään tarjouspyynnössä näiden työsuoritusten osalta myös yksikköhinnat, joiden perusteella määräytyy hyvitys/lisäveloitus siltä osin, kun toteutuvat määrät poikkeavat arvioiduista määristä. Tämä muodostaa korjausurakan yksikköhintaisen osuuden. Urakan lopullinen kokonaishinta määräytyy urakan kiinteähintaisen osuuden ja yksikköhintaisen osuuden summana.

Yksikköhintaisten töiden määrät kirjataan yksikköhintaisten töiden määräluetteloon. Mikäli urakka sisältää yksikköhintaisia suorituksia, yksikköhintaisten töiden mittauksen ja dokumentoinnin periaatteet esitetään urakka-asiakirjoissa. Tämä käsittää seuraavien seikkojen määrittämisen:

- miten ja milloin määrät mitataan
- kuka tai ketkä mittaamisen tekevät
- miten määrät todennetaan ja hyväksytään.

Toteutuneet määrät merkitään riittävän yksiselitteisesti mittauspöytäkirjoihin tai paikkakarttoihin, joista ne on voitava todentaa yksittäisen rakennusosan tarkkuudella. Mitattavien määrien tulee olla todellisia työsuoritteisiin perustuvia määriä.

Lähtötiedot määrien selvittämiseen saadaan kuntotutkimuksen perusteella, kuntotutkimusta voidaan kuitenkin joutua täydentämään suunnitteluvaiheessa lisätutkimuksin.

2.2 Vaurioituneiden kohtien määrittäminen

2.2.1 Yleistä

Suunnittelijan tulee esittää suunnitelmissa määrätiedot

- raudotteiden korroosioaurioiden paikkauksista
- betonin rapautumavaurioiden paikkauksista
- halkeamien korjauksista
- uusittavista saumoista sekä niiden leventämistarpeesta.

Määrät ilmoitetaan urakkatarjouspyyntöasiakirjoissa.

Koska korjausta edeltävä kuntotutkimus tai suunnittelu ei aina osoita yksittäisten vauriokohtien sijaintia, ne on paikallistettava esim. urakoitsijan toimesta toteutusvaiheessa. Tästä syystä on oleellista, että korjattavien, vaurioituneiden kohtien paikallistamisessa käytettävät menetelmät ja kriteerit yksilöidään korjaussuunnitelmassa.

2.2.2 Rapautunut betoni

Yleistä

Betonin korjattavuus pinnoitus-paikkaustekniikoin riippuu oleellisesti sen rapautumisasteesta. Rapautunut betoni on poistettava ennen pinnoitusta ja paikkausta.

Mikäli rapautumaa on julkisivulla laajasti, ei pinnoitus-paikkaustyyppiset korjaukset ole yleensä käyttökelpoisia. Paikkaustekniikoin korjattavissa olevat alueiden tulee olla pieniä, yksittäisiä kohtia.

Määrien ilmoittaminen

Kuntotutkimuksessa tai suunnitteluvaiheessa ei ole mahdollista paikallistaa jokaista yksittäistä paikattavaa kohtaa, vaan suunnitelmissa voidaan esittää ainoastaan määräarvio paikattavista kohdista.

Määrät ilmoitetaan yksittäisten paikkausten lukumääränä ja paikkausten pinta-alana (keskimääräinen paikan pinta-ala sekä kokonaispinta-ala).

Määriä voidaan arvioida vain, kun tunnetaan julkisivun vauriotilanne riittävän tarkasti. Arvio tehdään kuntotutkimuksen tulosten perusteella. Kuntotutkimusta voidaan joutua täydentämään suunnitteluvaiheessa etenkin, jos käytetään muuta kuin kuntotutkimuksessa esitettyä korjaustapaa. Rapautuneiden kohtien työnaikaiseen paikallistamiseen käytetään lähinnä silmä määräistä tarkastelua ja vasarointia. Piikkauskohdan työnaikainen rajaaminen tehdään yleensä piikkausvastukseen perustuen. Piikkausrajaa voidaan myös valvoa aika ajoin tehtävien vetolujuuskokeiden avulla. Näin on syytä toimia erityisesti tavoiteltaessa korjaustyöltä korkeaa laatua tai jos suuri tartuntalujuus on erityisen tärkeä edellytys korjauksen onnistumiselle. Vetolujuuskokeita voidaan käyttää myös esim. ehjän betonin rajakohdan löytämiseksi. Ohut- ja pintahietutkimukset eivät yleensä sovellu käytettäväksi toteutusvaiheessa, sillä laboratorioanalyysien valmistamiseen kuluu yleensä joitakin viikkoja.

Menetelmät

Rapautuneiden kohtien paikallistamiseksi on käytettäväksi eri menetelmiä. Menetelmien tarkkuus, niillä saavutettava tutkimuksen kattavuus sekä kustannukset vaihtelevat. Menetelmien soveltuvuus korjaushankkeen eri vaiheisiin riippuu erityisesti siitä, miten nopeasti tulokset ovat käytettävissä. (ks. Taulukko 1).

JUKO – JULKISIVUKORJAUSTEN OHJEISTOKANSIO

Suunnitteluohjeet

Betonijulkisivut / Pinnoitus- ja paikkauskorjaukset

Taulukko 1 Rapautumavaurioiden paikallistamiseen ja laajuuden määrittämiseen soveltuvia menetelmiä ja niiden soveltuvuus korjaushankkeen eri vaiheisiin.

	Menetelmän tarkkuus		Soveltuvuus eri vaiheissa			
	Rapautumisen aste	Kattavuus	Kuntotutkimus	Suunnittelu	Toteutusvaihe	Tulosten valmistuminen
Silmämääräinen arviointi	erittäin pitkälle edennyt	eritt. laaja	x	(x)	x	heti
Vasarointi	erittäin pitkälle edennyt	laaja	x	(x)	x	heti
Vetokokeet	pitkälle edennyt	pistemäinen	x	x	x	1–2 vrk
Ohuthie / Pintahie	alkava	pistemäinen	x	(x)	-	1–2 kk
Mek. piikkaus	Pitkälle edennyt	Pistemäinen	-	-	+	heti
Vesipiikkaus	Alkava	Laaja	-	-	+	heti

x = soveltuu käytettäväksi
(x) = ei yleensä käytetä
- = ei sovellu yleensä käytettäväksi

Betonin rapautumistilanne (pakkasenkestävyys sekä mahdollisen rapautumisen mekanismi ja laajuus) selvitetään kuntotutkimuksen yhteydessä.

Paikattavien kohtien määrittäminen betonin vetolujuuden avulla

Mikäli korjaustyön aikana rapautumisastetta arvioidaan betonin vetolujuuskokeilla, suunnitelmissa on määritettävä se vetolujuuden arvo, jota heikommat kohdat määritetään rapautuneeksi ja siten paikattavaksi.

Betonin vetolujuuden raja-arvoa määritettäessä on aina otettava huomioon betonin alkuperäinen lujuus sekä käytettävän korjaustavan asettamat vaatimukset. Betonin rapautumistilannetta tulee arvioida myös vetolujuuskokeen murtotavan perusteella (ks. Taulukko 2)

Taulukko 2 Vetolujuusarvojen tulkinta tavanomaisen julkisivubetonin tapauksessa.

	Vetolujuus	Murtotapa ja -kohta	Huom!
pitkälle edennyt rapautuminen	Luokkaa alle 0,5 MPa	- runkoainesrakeiden pintaa pitkin - murtopinnalla saattaa esiintyä suolamuodostumia (leveät halkeamat) - murtokohta usein lähellä pintaa	Tulkinta voi olla ongelmallista, jos - betonin vetolujuus on ollut alun perinkin heikko - runkoaineena käytetty pyöreää luonnonkiviainesta tai muutoin heikkolujuuksista kiviainesta
jonkinasteista rapautumaa	Luokkaa alle 1,0 MPa	- murto runkoainesrakeiden pintaa pitkin - murto usein lähellä pintaa	- rakenteessa on muita esim. kuivumisesta tai kuormituksesta aiheutuneita halkeamia
ei rapautumista	Luokkaa 1,5 MPa tai yli	- murto runkoainesrakeita rikkova - murto pinta suora ja tasainen	

On huomattava, että betonin alhainen vetolujuus voi johtua myös muusta syystä kuin betonin rapautumisesta. Syitä voivat olla mm. käytetyn kiviaineksen laatu, betonin alun perin alhaiseksi jäänyt lujuustaso tai betonissa olevat kuormituksesta, alkalikiviainesreaktiosta, kutistumisesta tai pakkovoimista johtuva halkeilu.

Alkalikiviainesreaktion yhteydessä on otettava huomioon, että vaurioituminen alkaa tyypillisesti betonirakenteen sisältä toisin kuin pakkasrapautumisen tapauksessa. Tästä syystä alkalikiviainesreaktion aiheuttama vaurio voi olla syvemmällä rakenteessa kuin pakkasrapautuma.

Kimmoasaraa ei voida luotettavasti käyttää vanhan betonin puristuslujuuden osoittamiseen. Vanha karbonatisoitunut betoni on pintakovaa, jolloin kimmotasaralla saadaan todellista korkeampia lujuustuloksia. Kimmotasaramittaus, silloin kun siitä katsotaan olevan hyötyä, voidaan tehdä soveltaen standardia SFS 7508. Testattavan pinnan on oltava suhteellisen uusi, hyvänlaatuinen ja kostutettu.

Yksittäiset paikattavat kohdat määritetään urakoitsijan toimesta. Käytettävistä menetelmistä ja paikattavien kohtien hyväksymisestä sovitaan urakkasopimuksesta. Paikattavat kohdat hyväksyy aina rakennustyön valvoja.

2.2.3 Korroosiovauriot

Yleistä

Pinnoitus- ja paikkauskorjauksen onnistuminen edellyttää, että korjauksella estetään raudotteiden korroosiovauriot.

Pinnoitus-paikkauskorjaukset soveltuvat käytettäväksi, mikäli korroosion syynä on betonin karbonatisoituminen. Mikäli korroosion syynä on betonissa olevat kloridit, on pinnoitus-paikkauskorjausten soveltuvuus huono.

Karbonatisoitumisesta aiheutuvan raudotteiden korroosion estämiseksi on käytettävissä kaksi korjausmenetelmää:

- paikkaamalla korroosiotilassa tai lähitulevaisuudessa siihen joutuvia raudotteita korroosiosuojalaastein
- vähentämällä ulkoseinän kosteusrasitusta pinnoittamalla rakenne uudelleen sekä huolehtimalla muutoin rakenteen kosteusteknisestä toimivuudesta (sauma- ja liitoskohtien toimivuus).

Jo näkyvien korroosiovaurioiden korjaamiseksi on käytettävä paikkaustekniikoita, sen sijaan vasta alkavan korroosion hidastamiseksi voidaan käyttää myös pelkkää pinnoitusta, varsinkin jos sallitaan satunnaisten uusien korroosiovauriokohtien syntyminen. Käytettävät menetelmät riippuvat valitusta korjaustavasta ja korjaukselta halutusta varmuudesta. Luotettavin lopputulos saadaan, kun käytetään kumpaakin menetelmää.

Korroosiovaurioiden paikkaustarve eri pinnoitus- ja paikkaustyyppisissä korjauksissa

Saumauskorjauksessa paikataan ainoastaan näkyvät korroosiovauriot siinä määrin, kuin ne vaikuttavat uusintasaumauksen suorittamiseen (elementtien reunaterästen korroosiovauriot).

Huoltomaalauksessa paikataan korroosiovauriot vain niiltä osin, mitä ne ovat näkyvissä vanhan maalipinnan läpi (maalipinta vaurioitunut/halkeillut).

JUKO – JULKISIVUKORJAUSTEN OHJEISTOKANSIO

Suunnitteluohjeet

Betonijulkisivut / Pinnoitus- ja paikkauskorjaukset

Suojaavassa pinnoituksessa paikataan korroosiovauriot niiltä osin, mitä vanhan maalipinnan poistaminen niitä paljastaa. On huomattavaa, että maalipinnan poistaminen hiekkapuhalluksella tai painepesulla voi lisätä korjattavaa määrää huomattavasti. Tällainen tilanne on tyypillistä tapauksissa, joissa korrosio on vasta alkavaa, eikä betonipinnan halkeilu ole vielä näkyvissä maalipinnan läpi. Korjauksen taloudellinen onnistuminen edellyttää tällaisissa tapauksissa perusteellista kuntotutkimusta, jonka perusteella voidaan arvioida raudotteiden korroosiotilannetta.

Perusteellisessa pinnoitus- ja paikkauskorjauksessa korjataan näkyvät korroosiovauriokohdat sekä myös sellaiset kohdat, joissa korrosio on vasta käynnistymässä tai sen tiedetään käynnistyvän lähitulevaisuudessa. Paikkauksia varten määritetään rajasyvyys, jota lähempänä pintaa olevat raudotteet paikataan. Rajasyvyyden määrittää rakennesuunnittelija kuntotutkimuksen tulosten perusteella. Tällä korjausmenetelmällä saavutetaan pinnoitus-paikkauskorjauksista suurin varmuus korroosiovaurioiden estämiseksi.

Menetelmät

Korjattavien kohtien määrittämiseksi käytetään

- silmämääräistä tarkastelua ja vaurioiden kartoitusta
- rakenneavaukset raudotteiden korrosioasteen määrittämiseksi
- karbonatisoitumissyvyyksien määrittämistä
- raudotteiden betonipeitepaksuuksien mittaamista

Paikkausten määrän arvioimiseksi on selvitettävä näkyvien korroosiovaurioiden määrä sekä niiden raudotteiden määrä, joissa korrosio tulee lähitulevaisuudessa aiheuttamaan vauriota.

Näkyvät korroosiovauriot voidaan paikantaa silmämääräisellä tarkastelulla. On kuitenkin huomattavaa, että pelkkä silmämääräinen tarkastelu ei ole koskaan yksistään riittävä, sillä vaurioita voi olla syntymässä lähitulevaisuudessa lisää. Lisäksi betonipintojen pesu tai hiekkapuhallus paljastaa tyypillisesti lisää korroosiovaurioita.

Korroosiotilassa olevien raudotteiden määrän selvittämiseksi on vertailtava raudotteiden peitepaksuuksia ja betonin karbonatisoitumissyvyksiä toisiinsa. Jotta laskelmat olisivat luotettavia, tulee näytteitä ja yksittäisiä peitepaksuusmittauksia olla riittävästi.

Taulukko 3 Esimerkki korroosiotilassa olevien raudotteiden määrän selvittämisestä. Kustakin syvyysvyöhykkeeltä määritetään korroosiotilassa olevat raudotteet erikseen. Esimerkki ei sovellu sellaisenaan käytettäväksi kloridikorroosiotapauksissa.

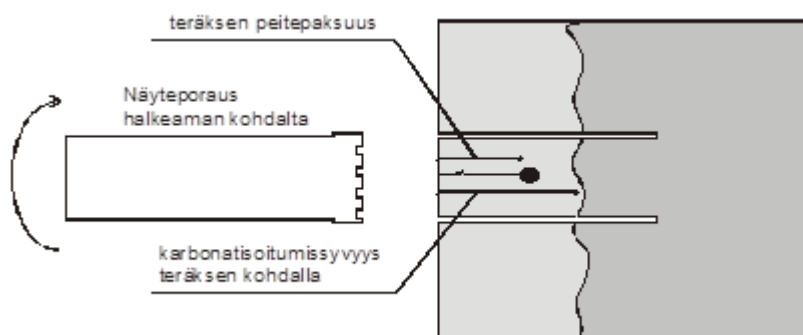
Syvyysalue [mm]	0...4	5...9	10...14	15...19	20...24	> 25
Osuus peitepaksuus-havainnoista [%]	3	7	11	18	25	36
Osuus karbonatisoitumis-syvyshavainnoista [%]	0	80	20	0	0	0

Laskentatapa:

Alle 5 mm syvyydellä on mittausten mukaan noin 3 % raudoituksesta. Kaikki mitatut karbonatisoitumissyvyydet ovat tätä suurempia, joten kaikki syvyydellä 0–4 mm sijaitsevat raudoitteet (3 % raudoitteista) ovat korroosiotilassa. Vastaavasti syvyydellä 5–9 mm sijaitsee 7 % raudoituksesta. Mitatuista karbonatisoitumissyvyyksistä 80 % osuu samalle syvyydysvyöhykkeelle. Tarkastelusyvydellä korroosiotilassa olevan raudoituksen osuus koko raudoituksesta on $0,07 \times 0,80 \times \frac{1}{2} + 0,07 \times 0,20 = 4,2 \%$. Laskenta tehdään kaikkien syvyydysvyöhykkeiden osalta, jolloin korroosiotilassa olevan raudoituksen osuudeksi saadaan noin 8 % kaikista raudoitteista.

Kaikkia korroosiotilassa olevia raudoitteita ei ole kuitenkaan tarpeen paikata, vaan paikkausten kokonaismäärän selvittämiseksi on syytä arvioida lisäksi näkyvien korroosiovaurioiden syntymiseen kuluvaa aikaa.

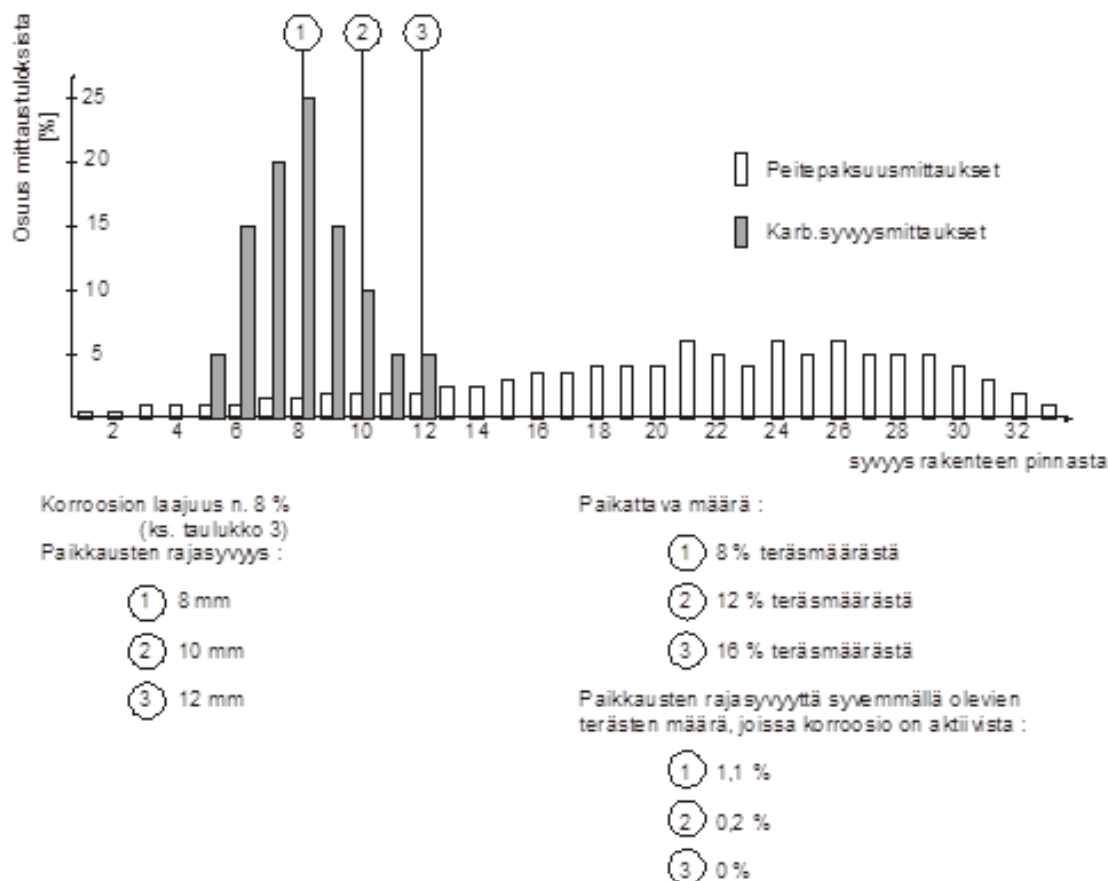
Näkyvän vaurion syntymiseen kuluvaa aikaa voidaan selvittää ottamalla näytteitä selkeiden vauriokohtien kohdalta, joissa betonipinnan on todettu vasta halkeilleen. Vertailemalla tässä kohdassa betonin karbonatisoitumissyvyyttä sekä raudoitteen peitepaksuutta voidaan laskea, kauanko korroosion alkamisesta on kulunut vaurion syntymiseen.



Kuva 1 Periaate aktiivisen korroosion kuluvan ajan arvioimiseksi. Rakenteen iän ja karbonatisoitumissyvyyden perusteella saadaan määritettyä karbonatisoitumiskerroin, ja sen avulla aika, joka on kestänyt karbonatisoitumisrintaman etenemiseen raudoitusten syvyydelle. Tätä aikaa vertaamalla rakenteen ikään saadaan laskettua aktiivisen korroosioon kulunut aika.

Paikkausten rajasyvyyden määrittäminen

Paikkausten rajasyvyys määritetään vertaamalla korroosiotilassa olevien raudoitteiden kokonaismäärää sekä näkyvien vaurioiden syntymiseen kulunutta aikaa. Vertailu voidaan tehdä arvioimalla riskiä, millä todennäköisyydellä rakenteeseen syntyy uusia korroosiovaurioita, jos paikkaukset tehdään tiettyyn syvyyteen asti. Paikkausten varmuutta voidaan kasvattaa lisäämällä paikkausten rajasyvyyttä.



Kuva 2 Esimerkki raudituksen paikkausten rajasyvyyden muuttamisen vaikutuksesta paikkausten ja paikkausten jälkeen mahdollisesti syntyvien korrosiovaurioiden määrään. Laskelmat tehdään samalla periaatteella kuin kokonaiskorrosiomäärän laskeminen. Laskennan perusteella 8 mm paikkaussyvydellä vielä aktiivisessa korrosiotilassa on n. 1 % raudotteista, kun taas 10 mm paikkaussyvydellä tällaisia raudotteita on enää n. 0,2 % ja 12 mm paikkaussyvydellä 0 %.

Käytännössä aina on sallittava yksittäisten korrosiovaurioiden syntyminen myös korjauksen jälkeen.

Määrien ilmoittaminen

Korrosiovauriopaikkausten määrä juoksumetreinä kirjataan yksikköhintaisten töiden määräluetteloon. Määrät eritellään tarvittaessa työn hinnoittelemista varten sekä kutakin erilaista raudoitetyyppiä kohti (verkkorauditus, pieliteräkset jne.) että sen mukaan, onko käsittely raudoitteen poistaminen vai puhdistus ja paikkaus. Lisäksi määrät on syytä eritellä betonin eri pintatyyppien mukaan, jos pintatyyppi vaikuttaa selvästi korjauskustannuksiin (esim. telettä ja maalattu / pesubetonipinta).

2.2.4 Muut vauriot

Saumakorjaukset

Yleensä elementtisaumat uusitaan kauttaaltaan. Mikäli saumat ovat vaurioituneet vain paikallisesti esim. työvirheestä tai saumaraon kapeudesta johtuen, saumat voidaan uusita myös osittain. Tällöin uusittavat osuudet yksilöidään suunnitelma-asiakirjoissa piirustuksiin merkittämällä tai muulla vastaavalla tavalla.

JUKO – JULKISIVUKORJAUSTEN OHJEISTOKANSIO

Suunnitteluohjeet

Betonijulkisivut / Pinnoitus- ja paikkauskorjaukset

Mikäli saumojen uusimiseen liittyy saumaraon leventämistä, suunnitelmiin kirjataan saumaraon vähimmäisleveys, johon kaikki tätä kapeammat saumat levennetään. Mikäli kohteessa on hyvin erikokoisia elementtejä, saumaraon minimileveys voidaan ilmoittaa liittyvien elementtien mittojen mukaan. Lisäksi suunnitelmissa ilmoitetaan arvio levennettävien saumojen kokonaismäärästä juoksumetreinä sekä arvio levennettävien saumojen keskimääräisestä leventämistarpeesta millimetreinä. Tarjouspyyntöasiakirjoihin on liitettävä lisäksi arvio korjaustyöhön sisältyvästä elementtien reunojen paikkauksista.

Halkeamat

Halkeamien korjaamisessa käytettävät menetelmät yksilöidään suunnitelma-asiakirjoissa halkeamaleveyden ja halkeamien sijainnin (eli syntyvän ja rasiustason) sekä korjauksen tavoitteiden (voimia siirtävä / siirtämätön korjaus) mukaan. Yksikköhintaisten töiden määräluetteloon kirjataan urakkaan kuuluva korjattavien halkeamien määrä korjausmenetelmittäin juoksumetreinä. Kapeiden halkeamien tapauksessa määrä voidaan ilmoittaa myös rakenteen pinnan alana, joka merkitään piirustuksiin.

Liitoskohdat ja pellitykset

Ulkoseinän liitoskohtien pellitysten, kuten räystäiden sekä ikkunapellitysten osalta on selvítettävä niiden korjaustarve. Määritys tehdään silmämääräisesti.

Korjausten määrät ilmoitetaan tapauskohtaisesti joko juoksumetreinä tai uusittavien kohtien lukumäärinä.

3 SAUMOJEN UUSINTA

3.1 Yleistä

Saumaaminen voidaan ajoittaa korjauskohteesta riippuen eri vaiheisiin, joten töiden keskinäinen järjestys voi vaihdella. Tästä syystä korjaustöiden työjärjestyksen suunnitteluun ja valvontaan on kiinnitettävä huomiota niin, että saumaustyöt voidaan tehdä puhtaille betonipinnoille.

Saumoja uusittaessa käytetään yleensä joko polyuretaanimassoja, silikonimassoja tai modifioituja silikonimassoja (ns. MS-massoja). Massat ovat yleensä yksikomponenttisiä.

Saumaustyössä käytettävillä massoilla tulee olla voimassa oleva CE-merkintä tai tyyppihyväksyntä. Erityisin perustein voidaan suunnittelijan harkinnan mukaan käyttää myös muita tuotteita.

Saumaukseen voidaan käyttää myös paisuvia saumanauhoja tai saumaprofiileja.

3.2 Vanhojen saumausmassojen poistaminen

Elastisten saumojen korjaaminen tulee tehdä aina poistamalla vanha saumausmassa ja pohjatäytenauha kokonaisuudessaan. Saumoja ei tule koskaan korjata ns. päällesaumamalla, eli tekemällä uusi sauma vanhan sauman päälle.

Vanha saumausmassa ja pohjatäytenauha poistetaan kokonaan ja saumattavat pinnat hiotaan esimerkiksi timanttilaikalla niin, että saumapintoihin ei jää yhtään vanhaa saumausmassaa. Hionnan jälkeen saumapinnat puhdistetaan pölystä ja muusta irtoavasta liasta öljyttömällä paineilmasuihkulla puhaltamalla tai harjaamalla.

Huom: PCB voi imeytyä saumasta betonirakenteeseen ja siitä takaisin uuteen saumamassaan. Tämän takia myös uusitut saumat on tarvittaessa tutkittava esimerkiksi kuntotutkimusten yhteydessä.

Mikäli vanha saumausmassa sisältää työ- ja ympäristöturvallisuuden kannalta haitallisia määriä PCB:tä tai lyijy-yhdisteitä (PCB yli 50 mg/kg, lyijy yli 1500 mg/kg), työssä on noudatettava erityismääräyksiä.

Mikäli vanha saumausmassa on aiheuttanut saumapintojen öljyyntymistä, öljyyntynyt betoni on pyrittävä mahdollisuuksien mukaan poistamaan ennen uuden sauman tekemistä ja varmistuttava uuden saumausmassan tartunnasta puhdistettuun tartuntapintaan. Tarvittaessa on käytettävä normaalista poikkeavaa saumausmassaa (esim. silikonia) tai paisuvaa saumanauhaa.

3.3 Sauman taustatilan lämmöneritys

Saumoja purettaessa on suositeltavaa tarkistaa ulkoseinän lämmöneristeen kunto saumaraon kohdalla. Mikäli lämmöneristys on puutteellinen, saumarakoon lisätään mineraalivillaa, kuitenkin niin, että pohjatäytenauhan taakse jää yhtenäinen tuuletustila. Vastaavasti villaa on poistettava, mikäli saumanauhan taakse ei jää tarvittavaa tuuletustilaa.

3.4 Sauman leventäminen

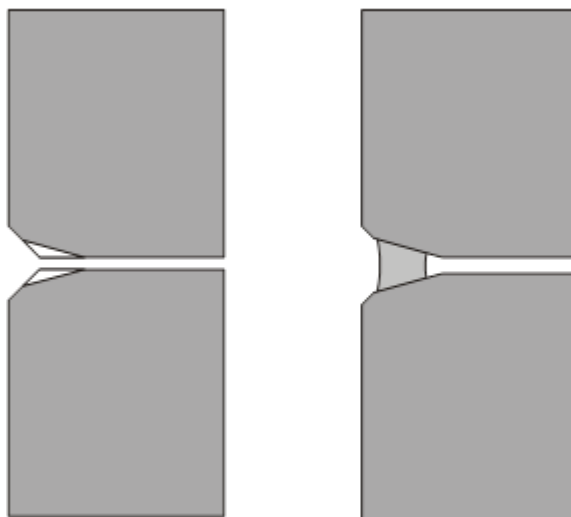
Liian kapeat saumat levennetään niin, että saumausmassa pystyy mukautumaan elementin liikkeisiin. Ohjeet sauman muodonmuutosten arvioimiseksi on annettu esimerkiksi RT-kortissa 82-10980 (2009). Tarvittava sauman leveys riippuu elementin leveydestä (ks. Taulukko 4).

Taulukko 4 Sauman minimileveydet korjausrakentamisessa

Elementin leveys	Sauman minimileveys
< 4 m	8 mm
6 m	12 mm
8 m	16 mm

Saumojen minimileveyden suhteen on huomattava, että korjausrakentamisessa voidaan hyväksyä uudisrakentamista pienempiä saumaleveyksiä, koska kertaluontoiset muodonmuutokset ovat yleensä pääosin jo tapahtuneet.

Leventämisessä on suositeltavaa käyttää ns. viistetekniikkaa, jolloin betonipintaa poistetaan ainoastaan elementin ulkoreunan kohdilta. Sauman leveys mitataan tällöin levennyksen keskeltä.



Kuva 3 Kapean sauman leventäminen ns. viistetekniikalla.

3.5 Pohjusteaine

Saumapinnoilla käytetään pohjustetta, mikäli saumamassan toimittajan ohje näin edellyttää.

Saumausaineita käytetään korjauskohteissa usein kohdissa, joissa kaksi eri materiaalia liittyy toisiinsa (metalli-betoni, puu-betoni jne). Eri tartuntapinnat saattavat vaatia eri pohjusteita tai puhdistuskäsittelyjä, joten näitä kohtia saumattaessa on käytettävä kullekin aineelle sopivia aineita ja käsittelyjä.

Pohjuste levitetään materiaalitoimittajan ohjeiden mukaan tasaisena kerroksena puhtaalle saumattavalle pinnalle.

Työolosuhteiden osalta noudatetaan materiaalitoimittajan antamia ohjeita.

Pohjustetta ei saa levittää näkyviin jääville tai puhdistamattomille pinnoille.

Saumaajankohdan suhteen on noudatettava pohjusteen ja saumaussmassan toimittajan antamia vähimmäis- ja enimmäiskuivumisaikoja.

3.6 Pohjatäytenauha

Pohjaltaan avoimeen saumarakoon asennetaan aina pohjatäytenauha. Pohjatäytenauhana käytetään poikkileikkaukseltaan pyöreää umpisoluista solumuovinauhaa, johon saumaussmassa ei tartu. Pohjatäytenauhan tulee olla paksuudeltaan sellaista, että se pysyy tukevasti paikallaan saumaustyön aikana. Pohjatäytenauha asennetaan yleensä ennen pohjustusta ja niin, että se ei vaurioidu asennettaessa.

Pohjatäytenauha asennetaan sellaiseen syvyyteen, että Taulukon 5 mukaiset sauman paksuudet voidaan saavuttaa.

Taulukko 5 Saumapaksuuden valinta julkisivuelementtien saumaleveyden mukaan.

Sauman leveys	Paksuus sauman keskellä
≥ 8 mm	4...7 mm
≥ 13 mm	5...8 mm
≥ 21 mm	6...9 mm
≥ 30 mm	9...12 mm

3.7 Saamaaminen massalla

Saamaaminen tehdään puhtaalle ja lujalle betonipinnalle. Sauman tartuntapinnoilla ei saa olla korjaustöissä käytettävien tasoitteiden, pinnoitteiden yms. aineiden jäämiä, jotka voisivat heikentää saumaussmassan tartuntaa tai joiden oma tartunta betoniin on puutteellinen.

Saumaussmassa pursotetaan saumarakoon ja muotoillaan haluttuun muotoon sekä tiivistetään saumapintoja vasten sopivalla työkalulla. Saumaussmassan tiivistymiseen kiinnitetään erityistä huomiota tuuletusputkien ja –koteloiden kohdilla.

Rakenteen pintakäsittelyn ulottaminen saumamassan päälle ei ole suositeltavaa. Usein käytännössä saumat päädytään kuitenkin pinnoittamaan kertaalleen yli, jotta saumat saadaan julkisivun väriin. Näin voidaan toimia, jos voidaan varmistua, että

- pinnoite tarttuu riittävän lujasti saumaussmassaan,
- pinnoite ei estä sauman liikkeitä ja
- pinnoite ja saumaussmassa eivät reagoi kemiallisesti keskenään.

Saumaussmassan ja pinnoitteen yhteensopivuus on testattava ennakkokokein tai sauman päälle maalaukseen on saatava saumamassatoimittajan ja pinnoitetoimittajan kirjallinen lupa. Saumamassan tulee pintakäsittelyä tehtäessä olla läpi asti kovettunut.

On myös mahdollista kirjata suunnitelmaan, että sauma pyyhitään maalista välittömästi pinnoitustyön jälkeen.

3.8 Saumaaminen paisuvalla saumanauhalla ja saumaprofiililla

Paisuvien saumanauhojen käyttö on perusteltua mm. kohteissa, joissa on tartuntapintoina betonia selvästi heikompia materiaaleja, esimerkiksi rappauslaastia tai erilaisia pinnoitteita tai materiaaleja, joihin saumausmassoilla ei saada hyvää tartuntaa.

Paisuva saumanauha on valittava tarkalleen saumaleveyteen sopivaksi valmistajan ohjeen mukaan, jotta nauha tulee sopivasti puristetuksi ja pysyy hyvin paikallaan. Saumaustemperatuurilla vaikuttaa elementtien välisen sauman leveyteen, joten tämä tulee ottaa huomioon saumanauhan leveyttä valittaessa.

Saumanauha asennetaan vähintään 2 mm:n syvyyteen rakenteen ulkopinnasta. Saumanauha jatketaan puskusaumoin. Nauha asennetaan kiristämättä ja mielellään löysäksi, koska nauhoilla on taipumus kutistua ajan myötä.

Risteyskohdissa asennetaan saumanauha ensin vaakasaumaan. Nauha katkaistaan pystysauman keskeltä ja tämän jälkeen asennetaan nauha pystysaumaan niin, että vaakasauman nauhat puristuvat pystysauman nauhan kylkiin.

3.9 Elementtien tuuletus

Betonielementtijulkisivuissa on suositeltavaa käyttää joko tuuletuskotelaita tai –putkia saumakohtien kuivumisen edistämiseksi. Tuuletuskotelot sijoitetaan yleensä elementtien keskikohdille joko pysty- tai vaakasaumoihin ja tuuletusputket saumojen risteyskohtiin tai korkeilla elementeillä noin kahden metrin välein. Tuuletusputkina käytetään sisähalkaisijaltaan vähintään 10 mm säänkestävää muoviputkea. Tuuletusputkien ja –koteloiden tulee olla UV-säteilyä ja pakkasta kestäviä. Lisäksi on varmistettava saumausmassan ja niiden välisestä tartunnasta.

Vaakaan asennettavat tuuletuskotelot ja –putket asennetaan ulottumaan pohjatäytenauhan taustatilaan ja viettämään seinästä ulospäin. Tuuletuselimet asennetaan ulkonemaan vähintään 10 mm julkisivupinnasta. Tuuletusputkien päät viistetään kuvan 5 mukaan.



Kuva 4 Saumojen tuuletusratkaisu (RT 82-10766).

Jos elementeissä on tuuletusurat, on myös koko rakenteen tuulettuminen varmistettava.

3.10 Elementtien pintatyypit ja saumadetaljit

Elementtisaumoista tulee esittää tarvittaessa tarkemmat saumadetaljit. Tarkemmat saumadetaljit ovat tarpeen varsinkin tiettyjen erikoisratkaisujen yhteydessä.

Jos elementissä on käytetty riittäviä tiililaattoja, on saumaussmassan ulotuttava tiililaatan taakse taustabetoniin. Muutoin reikiä pitkin valuva vesi voi kulkeutua eristetilaan.

Pinnoitettavissa elementeissä saumoja ei tule päällemaalata.

3.11 Yhteenvedo laatuvaatimuksista

Seuraavassa on esitetty yhteenvedo niistä saumojen uusimisen laatuun vaikuttavista tärkeimmistä tekijöistä, jotka suunnittelijan tulisi yksilöidä suunnitelma-asiakirjoissa (lihavoidulla on merkitty aina määriteltävät seikat):

- **saumojen uusimisen laajuus tai kriteerit vaurioituneeksi luokiteltavien kohtien määrittelemiseksi,**
- **saumojen leventämistarve ja käytettävät menetelmät,**
- **saumapintojen puhdistusmenetelmät ja puhtausasteen toteamistapa,**
- **vaatimukset saumapintojen kosteudelle,**
- **työjärjestyksen määrittelemine (saumauss/ muut korjaustyöt),**
- **työtapoja ja jätehuoltoa koskevat vaatimukset siinä tapauksessa, että vanha saumaussmassa sisältää PCB:tä tai lyijyä,**
- **käytettävät saumaustuotteet (pohjatäytenauha, pohjuste, muut tarvikkeet) ja niiden käsittely,**
- erikoissaumojen työtavat,
- **mahdollinen sauman päälle maalaaminen tai pinnoittaminen,**
- **vaatimukset työolosuhteille,**
- taustatilan tuuletuksen varmistaminen,
- **tuuletuskoteloiden tai –putkien asennusperiaatteet sekä**
- **sauman muoto ja paksuus (vaatimukset ja toteamistapa).**

4 LAASTIPAIKKAUKSET

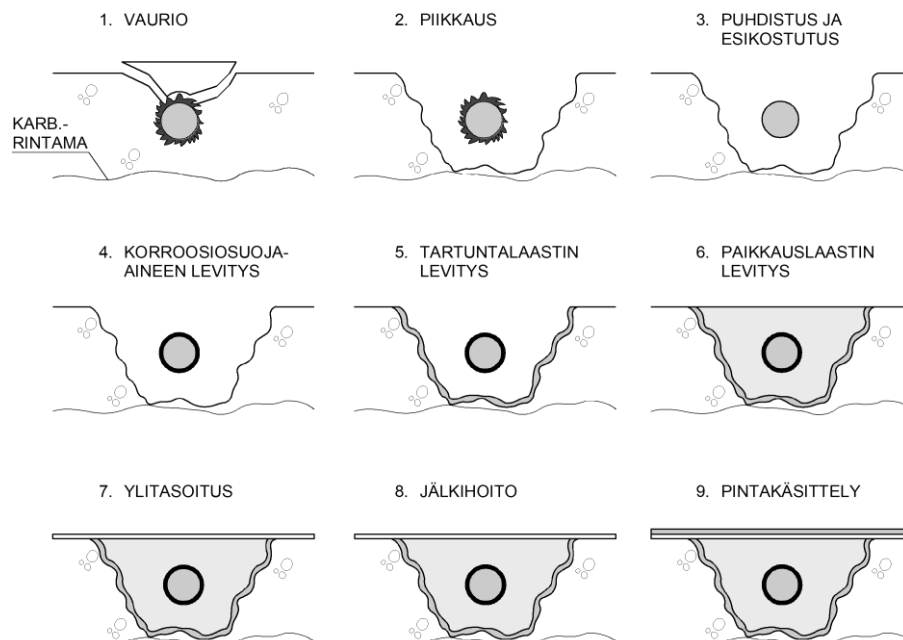
4.1 Yleistä

Laastipaikkauksessa vaurioitunut betoni poistetaan ja korroosiotilassa tai -vaarassa oleva rauditus paljastetaan riittävän laajasti. Piikkauskolot ja muut vauriokohdat täytetään paikkauslaastilla siten, että paikan pinta vastaa ympäröivää betonipintaa riittävällä tarkkuudella.

Laastipaikkauskorjaus soveltuu parhaiten kohteisiin, joissa on vain paikallisia raudotteiden korroosiosta tai betonin rapautumisesta johtuvia vaurioita tai kolhuja yms. ja joissa rakenteen pintatyyppi on sellainen, että paikan pinta saadaan kohtuullisella vaivalla työstettyä riittävän tarkoin paikkaa ympäröivän pinnan kaltaiseksi. Tässä suhteessa esimerkiksi voimakkaasti harjatut pinnat ja pesubetonipinnat ovat ongelmallisia. Mikäli vauriot ovat laajoja, laastipaikkauskorjausta voidaan käyttää vain erikoistapauksissa.

Laastipaikkauksen työvaiheita ovat

- vauriokohtien paikallistaminen
- betonin poistaminen vauriokohdista
- alustan esikäsitteleminen ja puhdistus
- raudotteiden puhdistus
- korroosiosuoja-aineen levitys
- tartuntalaastin levitys (tarvittaessa)
- varsinaisen paikkauslaastin levitys ja jälkihoito
- pinnan ylitasoitus (tarvittaessa)
- jälkihoito
- pinnoitus.



Kuva 5 Perusteellisen pinnoitus- ja paikkauskorjauksen vaiheita.

4.2 Käsittely-yhdistelmän valinta

Laastipaikkauksessa käytettävät korjaustuotteet valitaan korjattavan rakenteen ominaisuuksien ja rasiustason perusteella. Korjaustuotteiden valinnassa on kiinnitettävä huomiota tuotteiden käyttökohteeseen nähden sopivaan **lujuusluokkaan**, **pakkasenkestävyyteen**, tuotteiden **raekokoon** ja **työstettävyyteen** sekä **jälkihoidon tarpeeseen**.

Paikkauslaastin lujuusluokan tulee olla yleensä paikattavan betonin lujuutta alhaisempi ja raekoon paikkojen kokoon nähden mahdollisimman suuri. Mikäli paikat ovat laaja-alaisia ja rakenteen tulee kyetä kuivumaan korjattavan pinnan kautta, korjaustuotteiden vesihöyrynläpäisevyyden tulee olla vähintään samaa luokkaa korjattavan betonin kanssa.

Laastipaikka muodostuu useiden erilaisten aineiden yhdistelmästä (tartuntalaasti, korroosio suoja-aine, paikkauslaasti, mahdollinen tasoituslaasti, mahdollisesti myös pinnoite). Eri materiaalien yhteensopivuussyistä sekä vastuukysymyksistä johtuen on yleensä syytä käyttää tuotteita yhdestä ns. tuoteperheestä, eli yhden valmistajan suosittelemaa tuoteyhdistelmää.

Korjaustuotteilta tulee vaatia ensisijaisesti, että ne ovat CE-merkittyjä ja niissä on yksilöity tiedot tuotteen ominaisuuksista, käyttötavoista ja soveltuvuudesta eri käyttökohteisiin. Keskeisiä testattavia ominaisuuksia ovat mm. lujuus, kutistumistaipumus ja pakkasenkestävyys. Myös esimerkiksi Liikenneviraston Silko-hyväksyntä edellyttää yllä mainittuja vaatimuksia, ja sitä voidaan näin ollen käyttää myös näiden vaatimusten täyttymisen varmistamiseen.

Toissijaisesti voidaan käyttää tyyppihyväksyntöjä, varmennustodistuksia tai erityisissä tapauksissa (esim. arvokohteet) rakennustuotteen rakennuspaikkakohtaista varmentamista erikseen laaditun laadunvarmistusohjelman mukaisesti.

4.3 Betonin poistaminen vauriokohdista

4.3.1 Korroosioauriot

Raudoitusta paljastettaessa betonia poistetaan niin, että raudoitteen puhdistaminen ja suojaaminen korroosiosuojalaastilla on mahdollista myös raudoitteen taustapinnalta, ellei raudoitusta poisteta.

Jos korjauksella tavoitellaan pitkää käyttöikää, kaikki rajasyvyyttä lähempänä pintaa oleva raudoitus paljastetaan (ks. kohta 2.2 *Vaurioituneiden kohtien määrittäminen*) riippumatta siitä, onko se korroosiotilassa. Piikkauskolojen päissä raudoitusta paljastetaan aina niin, että vaurioitumatonta raudoitusta paljastuu vähintään 100 mm.

Mikäli ainoastaan näkyvät raudoitteiden korroosioauriot paikataan, rakenteeseen yleensä jää ruostumassa olevaa raudoitusta. Tämän seurauksena rakenteeseen syntyy uusia korroosioaurioita yleensä jo muutaman vuoden kuluttua korjaamisesta, ellei rakenteen kosteusrasitusta alenneta esim. pinnoittamalla tai rakenteellisin suojuksin.

Erikoistapauksissa voidaan käyttää potentiaalimittausta piikkaustyön rajaamisessa. Potentiaalimittausta tehtäessä betonin on oltava märkää raudoitteiden syvyydelle saakka.

Betonia poistetaan raudoitteen ympäriltä vähintään 1,5 kertaa raudoitteen halkaisijan verran, kuitenkin vähintään 15 mm. Yleissääntö on, että raudoitteen taakse tulee mahtua sormi.

Tällä tavoin mahdollistetaan raudoitteen puhdistuminen ruosteesta ja paikkauslaastin tunkeutuminen raudoitteen taakse.

4.3.2 Pakkasrapautumavauriot

Betonin rapautumisesta kärsivässä rakenteessa kaikki lujuudeltaan merkittävästi heikentynyt betoni poistetaan lujaan betoniin asti. Piikatun rakenteen kelpoisuus korjausalustaksi todetaan vetolujuuskokein kohdan 2.2.2 *Rapautunut betoni* mukaan.

Kelvollisena pidettävän betonin vetolujuuden määrittelee korjaussuunnittelija tapauskohtaisesti betonin alkuperäisen lujuusluokan, kuntotutkimustulosten ja käytettävien korjaustuotteiden lujuusluokan perusteella.

Betonin vetolujuuden suositeltavan minimiarvon tulee olla 5 % betonin alkuperäisestä puristuslujuudesta (kuutiolujuus) tai mikäli tämä ei ole tiedossa, 1 MPa. Mikäli korjaustyössä käytetään hyvin lujia korjaustuotteita, vetolujuuden minimiarvoa tulee kohottaa suunnittelijan harkinnan mukaan. Mikäli korjaustyö tehdään hyvin alhaisen lujuuden omaavilla korjaustuotteilla, vetolujuuden minimiarvona voidaan pitää 0,7 MPa. Mikäli sovelletaan alhaista vetolujuuden arvoa, on yleensä tarpeen varmistaa, että heikko vetolujuus ei aiheudu alustan rapautumisesta. Rapautunutta alustaa voidaan pitää kelvollisena pinnoitus- ja paikkauskorjauksissa.

4.3.3 Betonin poistomenetelmät

Korjaamiseen liittyvä oleellinen osana vaurioituneen betonin poistaminen. Kantavien rakenteiden raudoitusta suojaavaa betonipeitettä ei saa poistaa ilman suunnittelijan tekemää suunnitelmaa, jos betonin poistamisella on vaikutusta rakenteen toimintaan.

Seuraavassa on kuvattu lyhyesti keskeisimmät betonin poistamisessa käytettävät menetelmät.

Mekaaninen piikkaus. Mekaanisella piikkauksella tarkoitetaan betonin irrottamista käsi-, sähkö-, paineilma-, polttomoottori- tai hydraulikäyttöisillä piikkausvasaroilla käyttäen erilaisia piikki- tai talttamaisia työvälaineitä. Työ voidaan tehdä joko käsivaraisesti tai koneellisesti.

Mekaanisen piikkauksen seurauksena rakenteeseen jää yleensä halkeilua, joka saattaa mm. heikentää paikkausmateriaalien tartuntaa. Haitallinen halkeilu on sitä voimakkaampaa, mitä järeämpää piikkauskalustoa käytetään. Samoin paljastuva raudoitus yleensä vaurioituu etenkin, jos piikkauskalusto on järeää.

Tavoiteltaessa korkeaa tartuntalujuutta mekaanisesti piikattu pinta on syytä hiekkapuhaltaa ennen paikkaustyöhön ryhtymistä. Vähimmäisvaatimuksena on kuitenkin mekaanisesti piikatun pinnan puhdistaminen korkeapainepesulla. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää vesipiikkausta, jonka seurauksena alustaan ei jää haitallista halkeilua.

Vesipiikkaus. Vesipiikkauksella tarkoitetaan betonin irrottamista hyvin korkeapaineisella vesisuihkulla. Käytettävät vedenpaineet ovat tyyppillisesti luokkaa 40–300 MPa (400–3000 bar). Vesipiikkaamalla voidaan työstää koloja rakenteeseen ja karhentaa sekä puhdistaa rakenteiden pintaa. Työ voidaan tehdä joko koneellisesti tai käsityönä.

Vesipiikkaus perustuu vedenpaineen tunkeutumiseen betonin huokosiin ja halkeamiin. Tästä syystä vesipiikkauksen selektiivisyys on hyvä, eli halkeillut ja rapautunut betoni irtoaa ehjän

jäädessä vauriottomaksi. Vesipiikkaamalla voidaan tarvittaessa poistaa myös vaurioitumatonta betonia.

Vesipiikkaus soveltuu parhaiten suhteellisen massiivisten betonirakenteiden piikkaamiseen. Menetelmää ei voida käyttää ulkoseinissä, koska vettä tunkeutuu lämpöeristeisiin ja sisätiloihin.

Vesipiikkauksen etuna on, että raudoitus säilyy ehjänä ja puhdistuu samalla ruosteesta. Vesipiikkaus aiheuttaa vain vähän tai ei ollenkaan halkeilua betonialustaan, mikä edesauttaa hyvän tartunnan aikaansaamista korjausmateriaaleille.

Suihkutusmenetelmät. Suihkutusmenetelmillä, kuten hiekkapuhalluksella, vesihiekkape-sulla tai painepesulla saadaan poistettua vain betonin pintakerroksia. Niiden käyttö varsinaisissa paikkaustöissä on siksi rajoitettua ja niitä käytetäänkin lähinnä paikkauskohtien puhdistamiseen ja viimeistelyyn esim. piikkauksen jäljiltä (ks. kohta Alustan esikäsitteily ja puhdistus).

Hiominen. Hiomisella tarkoitetaan jyrsimistä hienovaraisempaa materiaalin poistamista betonin pinnasta. Työssä käytetään yleensä pyörivää timanttikuppilaikkaa. Menetelmä sopii esimerkiksi vanhan pinnoitteen poistamiseen pieniltä alueilta ja lattian jyrsinän yhteydessä seinien vierustojen ja nurkkien viimeistelyyn. Hionta tulee suorittaa mahdollisimman karkealla työkalulla siten, että betonin pinta ei muodostu liian sileäksi (kiiltäväksi), mikä voi heikentää pinnoitteiden tartuntaa. Kiillottunut pinta on karhennettava esimerkiksi hiekkapuhaltamalla.

4.3.4 Rakenteen kantavuus

Vauriokohtia paljastettaessa on huomioitava raudoituksen toiminta kuormia siirtävinä osina. Betonipeitettä ei voida poistaa raudoitteiden ankkurointialueilta (ankkuroinnin menetyks) sekä puristettujen raudoitteiden kohdilta (raudoitteiden nurjahdustuennan menetyks).

Sandwich-elementtejä korjattaessa raudoitteet ovat harvoin varsinaisesti kuormia siirtäviä osia. Poikkeuksen muodostavat ulkokuoren ripustusteräokset (pistemäisesti ripustetut ulkokuoret sekä kuorielementit).

Rakennesuunnittelijan tulee ilmoittaa, jos rakenteessa on raudoitteita, joiden betonipeitettä ei saa poistaa sekä yksilöidä nämä raudoitteet.

4.4 Alustan esikäsitteily ja puhdistus

4.4.1 Alustan vaatimukset

Betonirakenteiden paikkaaminen ja pinnoittaminen edellyttävät, että betonin pinta on puhdas. Tällä tarkoitetaan, että betonin pinnassa ei ole tartuntaa heikentäviä aineita kuten irtoaineksia, sementtiliimaa, pinnoitusaluslaksi soveltumatonta vanhaa pinnoitetta, rasvaa tms. Lähtökohteisesti betonin pinnan tulee olla karhea ja kiviaineksen näkyvässä.

Käsiteltävät betonipinnat on syytä puhdistaa aina ennen pinnoitus- tai korjaustuotteiden levittämistä. Samoin myös vanhat pinnoitteet on yleensä syytä poistaa, koska etenkin sementti-pohjaisia korjaustuotteita ei voida levittää edes osittain vanhojen pinnoitteiden päälle.

Käytettävä betonipinnan puhdistustapa riippuu pinnassa olevista epäpuhtauksista (laatu ja määrä) ja tavoitellusta puhdistetun pinnan laadusta sekä työteknisistä rajoituksista.

Suunnittelijan tulee määrittää betonipinnan puhtausaste, esim. julkaisun *by 41 Betonirakenteiden korjausohjeet 2016* mukaisina puhtausasteina 1, 2 tai 3.

Lujuus. Alustan tulee olla riittävän luja paikkaukselle ja siinä käytettävälle tuotteelle. Lujuuden määrittämisessä on otettava huomioon alustan alkuperäinen lujuus. Suunnittelija määrittää alustalle lujuusvaatimuksen kuntotutkimusten tulosten ja käytettävien tuotteiden perusteella. Alustan lujuusvaatimuksista on kerrottu luvussa 2.2.2.

4.4.2 Esikostutus

Sementtiin pohjautuvien korjaustuotteiden kovettuminen edellyttää aina veden läsnäoloa. Vain runsaasti tai yksinomaan polymeerejä sisältävät korjaustuotteet voivat kovettua ilman kosteuden läsnäoloa.

Korjausalustan esikostutuksen tarkoituksena on kohottaa alusbetonin kosteuspitoisuus sellaiseksi, että alusbetoni ei pysty imemään haitallisen suurta määrää kosteutta korjaustuotteesta siten, että korjaustuotteen lujuudenkehitys tartuntavyöhykkeellä loppuu ennenaikaisesti. Mikäli näin pääsee käymään, seurauksena on tartuntalujuuden jääminen tavanomaista alhaisemmaksi, paikan irtoaminen tai halkeaminen.

Esikostutukseen käytettävä vesimäärä riippuu alusrakenteen kosteustilasta, huokoisuudesta ja imukyvystä sekä ilman lämpötilasta, kosteudesta ja tuulisuudesta sekä esikostutuksen ajoituksesta. Tästä syystä esikostutuksen tarve, käytettävät menetelmät ja ajoitus on harkittava aina tapauskohtaisesti. Suunnittelija voi tarvittaessa täydentää korjaustuotteen käyttöohjeissa annettuja tietoja esikostutustarpeesta.

Yleensä on suositeltavaa esikostuttaa rakenne perusteellisesti viimeistään korjaustyötä edeltävänä päivänä tai päivinä ja täydentää kostutusta hienolla sumutuksella ennen korjaustyötä.

Korjaustyötä tehtäessä korjattavan betonin ulkopinta saa mielellään olla kuiva tai korkeintaan ns. mattakostea. Pinnalla ei saa missään tapauksessa esiintyä vapaata vettä, koska tällöin korjaustuotteen ja alustan välille ei synny tartunnan edellyttämää kontaktia.

Betonin sopiva kosteustila voidaan todeta esim. pintaan teipattavan muovikalvon tai pintakosteudenosoittimen avulla. Sopivasti kostutetun pinnan tulee tummua muovin alla. Mikäli käytetään pintakosteudenosoitinta, suunnittelijan tulee yksilöidä käytettävä laite ja minimikosteustilan kriteerinä pidettävä laitteen näyttämä.

4.4.3 Puhdistusmenetelmät

Hiekkapuhallus. Hiekkapuhalluksessa betonipinta puhdistetaan hiekkarakeiden ja paineilman (n. 0,6–0,8 MPa) avulla. Hiekkapuhalluksen vaikutus on n. 0–5 mm. Hiekkapuhalluksen jälkeen pinnat on vielä painepesävä, sillä puhalluksen jäljiltä rakenteisiin jää pölyä.

Vesihiekkapesu. Vesihiekkapesussa pinnat puhdistetaan veden ja hiekan seoksella, joka suihkutetaan n. 10–20 MPa:n paineella seinään. Vesihiekkapesun vaikutus on n. 0–2 mm. Vesihiekkapesussa syntyvä pöly ja pesuliete on puhdistettava välittömästi käsittelyn jälkeen painepesulla.

Painepesu. Painepesussa julkisivupinta pestään vesisuihkulla, jonka paine on 6–15 MPa. Painepesulla saadaan poistettua julkisivupinnalta irtonainen lika, pöly ja muu irtoaines, kuten irtonainen pinnoite. Painepesulla ei saada muutettua pinnan struktuuria merkittävästi.

Korkeapainepesu. Korkeapainepesussa julkisivupinta pestään vesisuihkulla, jonka paine on yli 400 MPa. Pesusyvyyttä voidaan säädellä painetta, vesimäärää, suuttimen etäisyyttä sekä suihkutuskulmaa säätelemällä. Korkeapainepesun pesusyvyyks on 0–5 mm.

Teräsharjaus. Teräsharjausta käytetään lähinnä paikallisesti täydentämään muita puhdistusmenetelmiä. Julkisivupinnalta poistetaan harjauksella irtonainen lika, pöly ja muu irtaines.

4.5 Raudoitteiden puhdistaminen

4.5.1 Yleistä

Raudoitteiden puhdistus ja puhdistusasteet on esitetty tarkemmin ohjeessa *by 41 Betonirakenteiden korjausohjeet 2016*.

Esiin piikattu ja rakenteisiin jäävä rauditus puhdistetaan kauttaaltaan ruosteesta puhtausasteeseen Sa 2. Vesipiikkauksessa paljastuneiden teräspintojen katsotaan täyttävän tämän puhtausasteen.

Jos kertaalleen puhdistetut raudoitteet ehtivät ruostua uudelleen korjaustyön aikana, ne on puhdistettava uudelleen ennen korroosiosuoja-aineen levitystä.

Merkitykseltään hyvin vähäisessä korjaustyössä tai jos rakenteen kosteuspitoisuus alennetaan sellaiselle tasolle, että korroosion jatkuminen ei ole mahdollista, raudoitteet voidaan puhdistaa teräsharjaamalla luokkaan St2. Tämä on mahdollista kuitenkin vain silloin, kun raudoitteiden korroosio ei ole kloridien käynnistämää.

4.6 Raudoitteiden poistaminen

Korroosiotilassa olevien raudoitteiden puhdistamisen ja suojaamisen sijasta ne on mahdollista myös poistaa rakenteesta kokonaan, jos ne eivät ole tarpeen rakenteen kantavuuden tai stabiiliteetin kannalta. Tällöin myös piikkaustyön määrä vähenee ja riski siitä, että korroosioaurio uusiutuu myöhemmin, poistuu kokonaan.

Periaatteessa sandwich-elementeistä voidaan poistaa turvallisesti vähäisessä määrin verkko- ja pieliteräksiä. Verkkoterästen kohdalla on oltava huolellinen, mikäli ulkokuori on kiinnitetty pistemäisesti ripustamalla. Myös betonipinnan poistaminen voi vaikuttaa kuormien siirtokykyyn (vrt. luku 4.3.4).

Raudoitteita poistettaessa on varmistuttava siitä, että raudoituksen poistaminen ei vaikuta haitallisesti rakenteen kantavuuteen tai vakavuuteen. Ohjeet poistettavasta raudoituksesta antaa korjaussuunnittelija. Nämä ohjeet kirjataan korjaussuunnitelmaan.

4.7 Raudoitteiden suojaaminen

4.7.1 Yleistä

Esiin piikatut ja korroosiotuotteista puhdistetut rakenteisiin jäävät raudoitteet käsitellään yleensä kauttaaltaan tätä tarkoitusta varten valmistetulla sementtipohjaisella korroosiosuoja-aineella materiaalitoimittajan ohjeiden mukaisesti. Puhtaasti orgaanisia pelkkää

polymeeriä sisältäviä korroosiosuoja-aineita voidaan käyttää erikoistapauksissa. Teräspinoille ilmastorasitukseen tarkoitettuja korroosiosuojamaaleja ei saa käyttää.

Korroosiosuoja-aineen tulee muodostaa yhtenäinen kerros tankojen pintaan, myös tankojen takapinnalle. Kerrospaksuuden tulee olla tasainen ja materiaalitoimittajan ohjeiden mukainen. Korroosiosuoja-aine tulee tarvittaessa levittää useassa kerroksessa. Eri kerrosten välisissä odotusajoissa tulee noudattaa materiaalitoimittajan ohjeita.

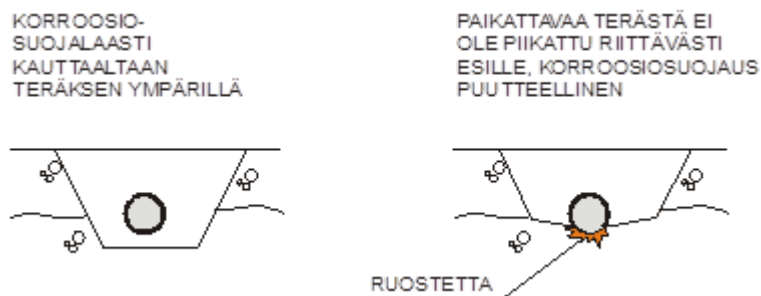
Erillisen korroosiosuoja-aineen käyttäminen ei ole tarpeen, mikäli on ilmeistä, että korrosio ei voi käynnistyä uudelleen

- betonin alhaisen kosteuspitoisuuden johdosta,
- paikkauslaastin hitaan karbonatisoitumisen / suuren peitepaksuuden johdosta,
- kloridien hitaan tunkeutumisen takia / suuren peitepaksuuden johdosta tai
- koska käytettävä korjauslaasti toimii korroosiosuojana ilman erillistä korroosiosuoja-ainekäsittelyä, jolloin paljastetut raudoitteet on kuitenkin puhdistettava joka tapauksessa luokkaan Sa 2.

4.7.2 Korroosiosuojalaastin levitys

Korroosiosuojalaasti levitetään puhdistettuihin raudoitteisiin. Suunnittelija määrittää vaatimuksen teräksen puhtausasteelle tuotevalmistajan ohjeiden perusteella.

Yleisin puhtausvaatimus on Sa 2 tai Sa 2 ½.



Kuva 6 Raudoitteiden puutteellinen korroosiosuojaus voi aiheuttaa korroosion jatkumista.

Korroosiosuojalaasti levitetään niin, että se peittää suojattavan raudoitteen kauttaaltaan myös teräksen taustapinnalta.

4.8 Tartuntalaastin levitys

4.8.1 Yleistä

Tartuntalaastin käytön tavoitteena on saada korjattavalle pinnalle aikaan hyvän tartunnan omaava kerros, johon varsinainen korjaustuote tarttuu hyvin.

Tartuntalaastit ovat yleensä voimakkaasti polymeerimodifioituja hienorakeisia notkeita sementtilaasteja, joille on ominaista hyvä tartuntalujuus alustaan. Tartuntalaastia käytetään, mikäli korjauksessa käytettävän tuoteyhdistelmän toimittaja sitä edellyttää. Tartuntalaastia voidaan käyttää erikoistapauksissa suunnittelijan harkinnan mukaan myös muissa tapauksissa.

Tartuntalaasti levitetään materiaalitoimittajan ohjeiden mukaan. Usein levitys on suositeltavinta tehdä harjaamalla notkea laasti ristikkäin voimakkaasti puhtaaseen ja sopivasti esikostutettuun betonipintaan niin, että laasti tunkeutuu alustan huokosiin. Tartuntalaasti voidaan myös ruiskuttaa.

Tartuntalaastin jälkihoidon ja kovettumisajan suhteen noudatetaan materiaalitoimittajan antamia ohjeita.

4.9 Paikkauslaastin levitys

Paikattavat kohdat täytetään paikkauslaastilla. Korroosiosuojalaastin tulee paikkauslaastia levitettäessä olla siinä määrin kovettunutta, että se ei vaurioidu paikkauslaastia levitettäessä. Korroosiosuojalaastin kovettumisajan vähimmäis- ja enimmäisaikojen suhteen noudatetaan materiaalitoimittajan ohjeita.

Matalat kolot voidaan täyttää kerralla ja syvemmat kerroksittain materiaalitoimittajan ohjeiden mukaan. Kutistumisen aiheuttaman paikan halkeilun ja pinnan kuopalle painumisen minimoimiseksi on yleensä suositeltavaa käyttää maksimipaksuutta ohuempia kertatäyttöjä.

Paikkaustyössä tulee pyrkiä käyttämään laastia, jonka maksimiraekoko on mahdollisimman suuri. Maksimiraekoko ei saa kuitenkaan ylittää kolmasosaa paikan paksuudesta.

Paikkaustyö tehdään yleensä suhteellisen jäykällä laastilla käsin sullomalla. Kolot on täytettävä huolellisesti niin, että paikkauslaastin ja alustan välille syntyy jatkuva kontakti ja että laastiin ei jää heikosti tiivistyneitä kohtia. Tarvittaessa on käytettävä erillistä tartuntalaastia.

Laajat piikkauskolot voidaan täyttää myös laastiruiskulla ruiskuttamalla, jolloin on käytettävä suhteellisen notkeaa laastia ja suhteellisen ohuita kertatäyttöjä.

Erityisesti pysty- ja alapinoilla ei ole syytä työstää täyttölaastin pintaa kovin voimakkaasti, jotta laastin tartunta ei häiriinny. Suositeltavaa on leikata paikan pinta ympäristön tasoon esim. terävällä linjarilla tai teräslastan reunalla, ja työstää paikan pinnan struktuuri halutuksi erillisellä pinta- tai tasoituslaastilla.

Suunnittelija määrittelee suunnitelma-asiakirjoissa paikkauslaastin tartuntalujuusvaatimuksen ja koestusiän. Yleensä voidaan käyttää 0,7 MPa vaatimusta 7 d iässä ja 1,0 MPa vaatimusta 28 d iässä.

4.9.1 Jälkihoito

Laastipaikkojen jälkihoidon suhteen noudatetaan kohtaa 6.1 *Jälkihoito*.

4.10 Tasoitus

Mikäli paikan ja/tai ympäröivän betonirakenteen puhdistettu pinta ei sellaisenaan täytä sille asetettuja vaatimuksia tasaisuuden, karkeuden tai huokoisuuden suhteen, pinta on ylitasoitettava joko kokonaan tai osittain tähän tarkoitettuun tasoituslaastilla.

Tasoituslaastia käytetään suhteellisen ohuina kerroksina niin, että sillä tasoitetaan betonipinnassa olevat pienet kolot ja muut vastaavat paikalliset epätasaisuudet säilyttäen kuitenkin pinnan muoto. Ylitasoituksen tavoitteena ei ole oikaista rakenteen pintaa esimerkiksi pystysuoraksi tai poistaa elementtien hammastuksia tai muita vastaavia tasoeroja. Tästä

käytetään nimitystä oikaisu, ja työssä käytetään yleensä suuremman maksimiraekoon tuotteita tarvittavan kerrospaksuuden mukaan.

Tyypillisesti ylitasoitusta käytetään, kun

- alusta on syöpyntynyt epätasaiseksi hiekkapuhallettaessa tai siihen on avautunut rakkuloita,
- rakenteissa on ympäristöstään haitallisesti erottuvia laastipaikkauksia,
- pinnan huokoisuus on niin epätasalaatuinen, että pinnoite jää todennäköisesti kirjavaksi tai
- pinta on alun perin niin karkea, että siihen ei saada riittävän yhtenäistä pinnoitekalvoa.

Tasointutyössä käytetään erityisesti tähän tarkoitukseen suunniteltuja tuotteita, jotka ovat joko voimakkaasti polymeerimodifioituja sementtilaasteja tai polymeerilaasteja.

Tasointutyö tehdään yleensä kauttaaltaan, mutta erikoistapauksissa voidaan käyttää osatasoitusta. Tasointutyö tehdään alustan karkeudesta ja valmiin pinnan halutusta tasaisuudesta riippuen yleensä 1–3 kertaan. Yli 5 mm syvät kolot tulee täyttää ennen ylitasoitusta tasointulaastilla. Yli 10 mm syvät kolot tulee täyttää ennen ylitasoitusta sopivalla paikkauslaastilla.

Tasointulaasti levitetään puhtaalle betonipinnalle joko ruiskuttamalla tai pienille aloille lastatyönä. Pinta oikaistaan joko teräväreunaisella linjarilla leikkaamalla tai pitkällä teräslastalla (sokalla) levittämällä.

Alusta tulee esikostuttaa materiaalityön ohjeiden mukaan.

Suunnittelija määrittelee suunnitelma-asiakirjoissa tasointukertojen lukumäärän ja tasointekerroksen keskimääräisen kokonaispaksuuden sekä tartuntalujuusvaatimuksen. Yleensä voidaan käyttää 0,7 MPa vaatimusta 7 d iässä ja 1,0 MPa vaatimusta 28 d iässä.

4.11 Yhteenvedo laatuvaatimuksista

Seuraavassa on esitetty yhteenvedo niistä laastipaikkausten laatuun vaikuttavista tärkeimmistä tekijöistä, jotka suunnittelijan tulisi yksilöidä suunnitelma-asiakirjoissa (lihavoidulla on merkitty aina määriteltävät seikat):

- **kriteerit vaurioituneiden kohtien määrittelemiseksi** (esim. alustan vetolujuusvaatimus ja toteamistapa, raudoituksen betonipeitteen minimiarvo),
- **käytettävät betonin poistomenetelmät**,
- **käytettävät pintojen puhdistusmenetelmät ja puhtausasteet** (sekä betoni- että teräspinnat),
- vaatimukset raudoitteiden poistamiselle,
- esikostutustarpeen määrittely ja kosteustilan toteamistapa,
- **käytettävät korjaustuotteet ja niiden käsittely** (sekoitus, käyttöaika, kerrospaksuudet, työstäminen, pinnan viimeistely jne.),
- **vaatimukset työolosuhteille**,
- vaatimukset mallitöistä (valmiista pinnasta ja tarvittavasta määrästä osasuorituksia),
- paikkausten tartuntalujuusvaatimus ja toteamistapa sekä
- **jälkihoitovaatimukset** (tapa ja kesto-aika).

5 PINNOITUS

5.1 Yleistä

Pinnoitukset voidaan tehdä korjaustavasta riippuen

- päällemaalauksena (huoltomaalauskorjaus) tai
- poistamalla vanha pinnoite kokonaan (suojaava pinnoitus sekä perusteellinen pinnoitus- ja paikkauskorjaus).

Tässä yhteydessä yleisnimeä pinnoite tarkoitetaan sekä maaleja (kerrospaksuus alle 0,4 mm) että paksumman kerroksen muodostavia pinnoitteita (kerrospaksuus yli 0,4 mm).

5.2 Pinnoitteen valinta

5.2.1 Yleistä

Julkisivujen korjaamisessa voidaan käyttää yleisesti betoniulkoseinien pinnoittamiseen käytettyjä pinnoitetyyppejä. Näitä ovat

- dispersiomaalit (akrylaattimaalit)
- silikoniemulsiomaalit
- alkydimaalit
- akryylimaalit
- yksikomponenttiset silikaattimaalit
- sementti- ja kalkkisementtimaalit.

Soveltuvan pinnoitteen valinta riippuu useista eri tekijöistä. Yksi keskeisimmistä tekijöistä on korjaustapa; korjaus voidaan tehdä joko vanhan pinnoituksen päälle tai poistamalla vanha pinnoite kokonaan. Päällemaalauksessa vanhaa pinnoitetta ei poisteta lukuun ottamatta alustastaan irronnutta pinnoitetta. Suojaavassa pinnoituksessa sekä perusteellisessa pinnoitus- ja paikkauskorjauksessa vanha pinnoite poistetaan kokonaan esim. vesihiekkapu-halluksella.

5.2.2 Pinnoitteen valinta päällemaalauksessa

Päällemaalauksessa pinnoitetyypin valinnassa on otettava huomioon

- päällemaalattavuus
 - o pinnoitteiden yhteensopivuus ja tarttuvuus
- kosteustekninen toimivuus
 - o pinnoiteyhdistelmän tiiviys ja kuivumisominaisuudet.

Lähtökohtana on, että päällemaalauksessa pyritään käyttämään samaa pinnoitetyppiä kuin vanha pinnoite on ollut.

Vanha pinnoitetyppi on selvítettävä ennen korjausten aloittamista joko tutkimuslaboratoriossa tai arvioimalla maalinäytteestä maalin sideainetyppiä. Tutkimuksissa tulee selvittää vähintään, onko maali ollut orgaanista tai epäorgaanista.

Kahden erityyppisen maalin tarttuvuus ja yhteensopivuus on tarvittaessa selvítettävä ennakkokokein, varsinkin jos uusi pinnoite on liuotinohteista. Lisäksi on varmistettava uuden pinnoitteen toimittajalta sen soveltuvuus päällemaalaukseen.

JUKO – JULKISIVUKORJAUSTEN OHJEISTOKANSIO

Suunnitteluohjeet

Betonijulkisivut / Pinnoitus- ja paikkauskorjaukset

Lisäksi sideaineen ja tarvittaessa myös kalvopakisuuden perusteella tulee arvioida pinnoitteen läpäisevyysominaisuuksia. Jos vanha pinnoite on ollut kosteutta hyvin läpäisevää, on uudenkin maalin oltava riittävän vesihöyryä läpäisevää. Jos taas vanha maali on ollut hyvin tiivistä, ei uuden maalin tiiviysominaisuuksilla ole suurta merkitystä.

Taulukko antaa suuntaviivoja eri pinnoitteiden yhteensopivuuteen päällemaalauksessa. Päällemaalauksen on aina kuitenkin varmistettava tapauskohtaisesti, erityisesti uuden pinnoitteen soveltuvuus päällemaalaukseen on varmistettava tuotekohtaisesti.

Taulukko 6 Pinnoitteen valinta päällemaalauksessa.

Pinnoitteiden soveltuvuus päällemaalaukseen							
uusi pinnoite vanha pinnoite	akrylaattimaali	silikoniemulsio- maali	alkydi- maali	akryyli- maali	silikaatti- maali	sementti- maali	kalkkise- mentti- maali
akrylaattimaali	++	+	-	-	+	-	-
silikoniemulsiomaali	-	++	-	-	-	-	-
alkydimaaali	+	+	++	+	+	-	-
akryylimaaali	-	+	-	++	+	-	-
silikaattimaali	-	+	-	-	++	-	-
sementtimaali	-	+	-	-	+	++	+
kalkkisementtimaali	-	+	-	-	+	-	++
++	ensisijainen vaihtoehto						
+	soveltuu yleensä						
0	soveltuvuus varmistettava ennakkokokein						
-	ei sovellu						
Taulukko antaa suuntaviivoja eri pinnoitteiden yhteensopivuuteen päällemaalauksessa. Päällemaalauksen on aina kuitenkin varmistettava tapauskohtaisesti, erityisesti uuden pinnoitteen soveltuvuus päällemaalaukseen on varmistettava tuotekohtaisesti.							

5.2.3 Pinnoitteen valinta, kun vanha pinnoite poistetaan

Kun vanha pinnoite poistetaan, voidaan uusi pinnoite valita vapaammin rasitusolosuhteiden ja halutun suojaus- ja/tai ulkonäkövaikutuksen perusteella.

Valinnassa tarkasteltavia tekijöitä ovat

- rakenteen rasiustaso ja suojaustarve
 - o kosteustekninen toimivuus
 - o muu suojaustarve
- ulkonäkövaatimukset
- kestävyys ja käyttöikä
- kunnossapitotarve ja – mahdollisuudet eri pinnoitetyypeillä
- työstettävyys ja pinnoitukseen liittyvät riskit
- kustannukset (pinnoitteen hinta)

Rakenteen rasiustaso ja suojaustarve

Pinnoitteen valinnassa tulee aina ottaa huomioon rakenteen rasiustaso sekä suojaustarve. Pinnoitteen valinnassa tulee pyrkiä siihen, että pinnoite pienetään alustan kosteusrasituksia mahdollisimman tehokkaasti pienentämällä imeytyvän sadeveden määrää sekä toisaalta mahdollistamalla kosteuden kuivumisen rakenteista. Taulukko toimii apuna tarkasteltaessa eri pinnoitteiden tiiviysominaisuuksia.

Rakenteet, jotka altistuvat korkealle kosteusrasitukselle, tulisi päällystää mahdollisimman vesihöyrynläpäisevillä pinnoitteilla, jotka ovat toisaalta mahdollisimman tiiviitä sadeveden imeytymistä vastaan. Sen sijaan rakenteet, joihin ei kohdistu korkeaa kosteusrasitusta, tulisi pinnoittaa mahdollisimman läpäisevillä pinnoitteilla.

Taulukko 7 Pinnoitteiden tiiviysominaisuuksia.

Pinnoitetyyppi	Vesihöyrynläpäisevyys	Vedenimunopeus	Huom!
akrylaattimaalit	II	I	vesihöyryn läpäisevyys riippuu kalvopaksuudesta
silikoniemulsiomaalit	I	I	Silikonihartsimaalien vesihöyrynläpäisevyys riippuu muiden orgaanisten sideaineiden määrästä. Runsaasti muita sideaineita sisältävät pinnoitteet voivat kuulua diffuusiovastukseltaan luokkaan II.
alkydimaalit	III	I	
akryylimaalit	II	II	
silikaattimaalit	I	II (III tai IV)	vedenimunopeus riippuu voimakkaasti siitä, sisältääkö pinnoite vettähylykiviä lisäaineita. Jos pinnoite ei niitä sisällä, se kuuluu luokkaan III tai IV.
sementti- ja kalkkisementtimaalit	I	IV	

	Diffuusiovastus S_d	Vedenimukerroin W
Jaottelu	luokka I $S_d < 0,1$	
	luokka II $S_d = 0,1 \dots 0,5$	luokka I $W < 0,1$
	luokka III $S_d = 0,5 \dots 2,0$	luokka II $W = 0,1 \dots 0,5$
	luokka IV $S_d > 2,0$	luokka III $W = 0,5 \dots 2,0$
		luokka IV $W > 2,0$

Vesihöyrynläpäisevyyteen sekä vedenimuneuteen vaikuttaa maalin perussideaineen lisäksi muut käytetyt sideaineet sekä erityisesti pinnoitekerroksen paksuus. **Ominaisuudet ovat aina tuotekohtaisia.** Tätä taulukkoa voidaan pitää suuntaa antava ohje maalityyppien ominaisuuksista.

5.2.4 Pinnoitteen ulkonäkö

Pinnoitteen ulkonäkö riippuu pinnoitetyypin ja sen perusominaisuuksien (mm. kiilto, raekoko ja värisävy) lisäksi pinnoitteen levitystavasta (ruiskutus tai telaus) sekä alustan ominaisuuksista.

Pinnoitteen perusulkonäkö (mm. kiilto, raekoko sekä värisävy) valitaan tuotevalinnan yhteydessä. Lisäksi ulkonäköön voidaan vaikuttaa erilaisilla työtekniikkaan liittyvillä tekijöillä.

Pinnoite voidaan levittää joko harjaamalla, sivelemällä, telaamalla tai ruikuttamalla. Ruiskuttamalla levitettäessä pinnoitekerroksesta muodostuu yleensä paksumpi kuin muilla tavoilla levitettäessä. Ruiskutettaessa myös pinnan reikäisyys on pienempi. Ruiskutettaessa pinnan tasaisuus riippuu pinnoitteen raekoosta.

Alustan ominaisuudet vaikuttavat erityisesti epäorgaanisten kalkkisementti- ja sementtimaalien ulkonäköön. Alustan epätasainen kosteus tai epätasaiset imuominaisuudet voivat aiheuttaa pinnoitteessa värvaihtelua. Jos alusta ei ole ominaisuuksiltaan homogeeninen, on se syytä tasoittaa ennen varsinaista pinnoitusta.

5.3 Alustan esikäsitteleminen ja puhdistus

Yleensä betonipinta on puhdistettava ennen pinnoitustyöhön ryhtymistä joko korkeapainepesulla, vesihiekkapesulla tai hiekkapuhaltamalla, jolla voidaan myös poistaa vanhat pinnoitteet. Puhdistuksen jälkeen käsiteltävän pinnan tulee olla luja ja puhdas. Lisäksi sen tulisi yleensä olla halkeilematon ja tasalaatuinen.

Pintakäsittely tulee aina pyrkiä tekemään vanhoista pintakäsittelyaineista puhdistetulle betonipinnalle, koska vanhojen kerrosten käyttäytyminen osana uutta pintakäsittelyä muodostaa aina riskin pintakäsittelyn onnistumiselle ja käyttöiälle. Mikäli pinnoitustyö halutaan tehdä vanhan pinnoitteen päälle, on varmistauduttava siitä, että olemassa oleva pinnoite soveltuu uuden pinnoitteen alustaksi. Lisäksi pinnoitusalue on puhdistettava huolellisesti epäpuhtauksista sekä heikosti tarttuneesta tai irtoavasta pinnoitteesta.

Mikäli vanha pinnoite sisältää asbestia, pinnoitteen poistaminen on tehtävä asbestityönä. Myös julkisivupinnoitteen poisto märkähiekkapuhalluksella kuuluu asbestilainsäädännön mukaan asbestipurkutyön menetelmiin.

Pinnoitusalustan tulee olla riittävän luja. Alustan lujuuden kriteerinä käytetään yleensä vetolujuutta. Alustalle asetettavan vetolujuusvaatimuksen määrittelee korjaussuunnittelija.

Uudisrakentamisessa yleisesti käytettävää 1,5 MPa vetolujuusvaatimus on tarpeen lähinnä käytettäessä paksukalvoisia ja lujia pintakäsittelyjä. Tavanomaisten pintakäsittelyjen tapauksessa 1,0 MPa:n vetolujuusvaatimus on yleensä riittävä. Heikkojen epäorgaanisten pintakäsittelyjen tapauksessa voidaan soveltaa jopa tätä pienempää vaatimusta. Vähimmäisarvona on kuitenkin pidettävä 0,7 MPa vetolujuutta.

Lujuusvaatimus määritetään tapauskohtaisesti kuntotutkimuksen tulosten perusteella sellaiseksi, että se on mahdollista saavuttaa. Mikäli sovelletaan hyvin alhaista vetolujuuden arvoa, on yleensä tarpeen varmistaa, että heikko vetolujuus ei aiheudu alustan rapautumisesta.

Käsiteltävän pinnan tulee olla pintakäsittelyn peittävyys ja sille asetettavat tekniset ja ulkonäkövaatimukset huomioon ottaen riittävän tasalaatuinen karheudeltaan, kosteustilaltaan ja huokoisuudeltaan. Pinnan tasalaatuisuus tarkastetaan silmämääräisesti sekä tarvittaessa pintakosteusilmaisimella. Vaatimusten suhteen noudatetaan materiaalityypin ohjeita tai korjaussuunnitelmaan kirjattuja arvoja, mikäli ne ovat edellisiä tiukempia.

Alustan kosteuspitoisuuden tulee olla käytettävälle pinnoitetyypille soveltuva. Orgaanisia pintakäsittelyaineita ja silikaattimaalia käytettäessä alustan tulee olla mahdollisimman kuiva. Muita epäorgaanisia tuotteita käytettäessä alusbetonin tulee yleensä olla kosteaa edullisten kovettumisolosuhteiden ylläpitämiseksi. Pinnoitushetkellä on eduksi, jos kostea betoni on kuitenkin pinnaltaan kuiva. Tarvittaessa alustaa on esikostutettava.

5.3.1 Puhdistusmenetelmät

Pinnoitettavan betonipinnan puhdistamiseen soveltuu hiekkapuhallus, vesihiekkapesu, painepesu sekä korkeapainepesu. Puhdistusmenetelmiä on käsitelty tarkemmin betonipaikkauksia käsittelevässä luvussa 4.4.3.

5.4 Tasoitus ja pohjusteainekäsittely

5.4.1 Tasoitus

Mikäli puhdistettu betonialusta ei sellaisenaan täytä sille asetettuja vaatimuksia tasaisuuden, karkeuden tai huokoisuuden suhteen, alusta on ylitasoitettava joko kokonaan tai osittain tähän tarkoitettuun tasoituslaastilla.

Tyypillisesti ylitasoitusta käytetään, kun:

- alusta on syöpyntynyt epätasaiseksi hiekkapuhallettaessa tai siihen on avautunut rakkuloita,
- rakenteissa on ympäristöstään haitallisesti erottuvia laastipaikkauksia,
- pinnan huokoisuus on niin epätasaista, että pinnoite jää todennäköisesti kirjavaksi tai
- pinta on alun perin niin karkea, että siihen ei saada riittävän yhtenäistä pinnoitekalvoa.

Tasoitustyö tehdään yleensä kauttaaltaan, mutta erikoistapauksissa voidaan käyttää osatsoitusta. Tasoitustyö tehdään alustan karkeudesta ja valmiin pinnan halutusta tasaisuudesta riippuen yleensä 1–3 kertaa.

Hiekkapuhalletulla alustalla pinta on suositeltavaa ylitasoittaa lähes aina, jotta puhalluksessa avautuneet huokokset saadaan umpeen.

Suunnittelija määrittelee suunnitelma-asiakirjoissa tasoituskertojen lukumäärän sekä tasoi-
tekerroksen keskimääräisen kokonaispaksuuden. Tasoitustyötä on käsitelty tarkemmin koh-
dassa 4.10.

5.4.2 Pohjusteainekäsittely

Varsinaisen pinnoitteen esikäsittelyä käytetään erillistä pohjustetta, mikäli pinnoitetoimitta-
jan antamissa työohjeissa näin edellytetään. Pohjusteen tarkoituksena on tasata pinnoitus-
alustan imua ja parantaa tartuntaa. Lisäksi pohjustus voi lisätä pintakäsittely-yhdistelmän
vedenhylykivyyttä. Pohjustetta käytetään valmistajan ohjeiden mukaan.

5.5 Pinnoitteen levittäminen

Pinnoitustyö tehdään pinnoitetoimittajan ohjeiden ja työkohteen mukaan käyttäen suunni-
telmissa esitettyjä välineitä, tapoja, kerrospaksuuksia ja levityskertoja. Tuotteet levite-
tään niin, että kerrospaksuus on tasainen. Työtavat ja työn eteneminen suunnitellaan niin,
että häiritseviä työrajoja ei synny.

Työolosuhteiden suhteen noudatetaan pinnoitetoimittajan antamia ohjeita mm. ilman läm-
pötilan ja -kosteuden sekä kastepisteen suhteen.

Siltä osin kuin lopputuloksen tekninen tai ulkonäöllinen laatu riippuu merkittäväällä tavalla
käytettävästä työtekniikasta, oikea työtekniikka haetaan kokeilemalla esimerkiksi mallityön
yhteydessä.

Kuplimiselle arat pintakäsittelytyöt tulee ajoittaa sellaiseen ajankohtaan, käytännössä
yleensä iltapäivään, jolloin rakenteen lämpötila ei merkittävästi kohoja muutamaan tuntiin
tuotteen levityksen jälkeen. Tällöin rakenteen lämmitessä tapahtuva pinnan huokosissa
olevan kosteuden poistuminen ei pääse aiheuttamaan pinnoitteen kuplimista.

Pintakäsittelytyön laatua seurataan yleensä vetokokein sekä pinnoitteen kalvonpaksuusmit-
tauksin. Pinnoitteen kalvonpaksuus on keskeinen pintakäsittelyn laatuominaisuus erityi-
sesti, jos pinnoitteelle on asetettu halkeamiensilloituskyky- tai hiilidioksiditiiviivsaatimuksia.
Pinnoitteelle asetettavat vaatimukset määritellään korjaussuunnitelmassa. Tartuntalujuu-
den osalta voidaan yleensä käyttää 0,7 MPa vaatimusta.

Pohjustus, tasoitus ja pinnoitustyön aikana vallitsevien olosuhteiden suhteen noudatetaan
materiaalitoimittajan ohjeita sekä kohtaa 6.2 *Olosuhteet korjaustyön aikana*.

5.6 Jälkihoito

Käytettäessä muita epäorgaanisia pinnoitteita kuin silikaattipohjaisia tuotteita pinnoite on
jälkihoitettava pinnoitetoimittajan ohjeiden mukaan. Muiden tuotteiden osalta riittää, että
käsitelty pinta suojataan sateelta ja tarvittaessa myös auringonpaisteelta pinnoitetoimittajan
antamien ohjeiden mukaan.

5.7 Yhteenveto laatuvaatimuksista

Seuraavassa on esitetty yhteenveto niistä pinnoitustöiden laatuun vaikuttavista tärkeimmistä tekijöistä, jotka suunnittelijan tulisi yksilöidä suunnitelma-asiakirjoissa (lihavoidulla on merkitty aina määriteltävät seikat):

- **vanhan pinnoitteen poistotapa ja alustan puhtausastevaatimus**
- **muut pinnoitus-alustan laatuvaatimukset (kosteus, tasaisuus jne.),**
- vaatimukset vauriokohtien korjaamiselle (ks. tämän julkaisun asianomaiset kohdat),
- **käytettävät pinnoitustuotteet ja niiden käsittely,**
- **levitystavat ja -kerrat,**
- **vaatimukset työolosuhteille,**
- vaatimukset kalvonpaksuuksille,
- tartuntalujuusvaatimukset ja toteamistapa sekä
- **jälkihoitovaatimukset** (tapa ja kestoaika).

6 OLOSUHTEIDEN HALLINTA

6.1 Jälkihoito

Useimpien sementtipohjaisten korjausmateriaalien kovettuminen perustuu merkittävältä osin kosteuden läsnäoloon. Tästä syystä materiaalien liiallisen nopea kuivuminen epäsuotuisten ympäristöolosuhteiden johdosta aiheuttaa sen, että korjaukselta tavoiteltavat tekniset ominaisuudet (lujuus, tiiviys) jäävät saavuttamatta.

Kovettumisolosuhteiden ylläpitämiseksi sementtipohjaisilla korjaustuotteilla tehtyjä paikkoja ja kerroksia on jälkihoidettava eli varmistettava eri keinoin, että materiaali pysyy kosteana riittävän pitkän ajan. Korjausten jälkihoito voidaan toteuttaa eri menetelmin. Yleisesti käytettyjä menetelmiä ovat

- toistuva kastelu sumuttamalla
- peittäminen muovilla tai kostealla kankaalla tai niiden yhdistelmällä
- jälkihoitoaineen levittäminen
- muottien purkamisen viivästyttäminen.

Käytettävien jälkihoitomenetelmien ja jälkihoidon keston suhteen noudatetaan lähtökohtaisesti vähintään materiaalitoimittajan antamia ohjeita. Taulukossa 8 on esitetty ohjeellisia jälkihoitoaikoja sementtipohjaisille korjaustuotteille. Lisäksi jälkihoidettavan rakenteen altistusta tuulelle tulee välttää esimerkiksi käyttämällä varhaisvaiheen jälkihoitoainetta tai muovikalvoa olosuhteissa, joissa valupinta voi altistua kovalle tuulelle.

Taulukko 8 Erityyppisten sementtipohjaisten korjaustuotteiden ohjeelliset jälkihoitoajat.

	Olosuhteet	
	Lämpötila 5...20 °C	Lämpötila yli 20 °C
Puhdas sementtilaasti tai betoni	7 vrk	14 vrk
Polymeerimodifioitu sementtilaasti	3 vrk	6 vrk

Jälkihoitotoimet tulee aloittaa mahdollisimman pian korjaustuotteen levittämisen jälkeen. Mikäli olosuhteet ovat epäedulliset (voimakas tuuli ja auringonpaiste sekä alhainen ilmankosteus), on syytä käyttää sellaisia jälkihoitotapoja, jotka ovat tehokkaita ja jotka voidaan aloittaa mahdollisimman varhain.

Olosuhteiden tulee pysyä tasaisina koko jälkihoidon ajan.

Yleensä suositeltavin jälkihoitotapa on peittäminen muovilla tai vastaavalla materiaalilla. Liian varhain aloitettu tai liiallinen kasteleminen voivat vahingoittaa rakennetta ja pidentää tarpeettomasti esim. kuivumisaikaa pinnoituskuntoon. Jos paikattu pinta altistuu tuulelle, kastelujälkihoitoa on syytä tehostaa muovilla peittämällä tai kastelun on oltava usein toistuvaa.

Jälkihoitoainetta käytettäessä tulee varmistua, että aine ei vaikuta haitallisesti päälle tehtävien kerrosten tartuntaan. Tarvittaessa jälkihoitoaine on poistettava ennen jatkokäsittelyä.

Jälkihoitoaineiden suojaustehoissa saattaa olla suuria tuotekohtaisia eroja. Tästä syystä käytettävien jälkihoitoaineiden tulee olla ominaisuuksiltaan testattuja esim. SILKO-koeohjelman mukaisesti (VTT-R-01254-14).

6.2 Olosuhteet korjaustyön aikana

Korjaustöitä ei saa tehdä sateella.

Tehtäessä korjaustöitä sementtipohjaisilla tai muilla pakkasaroilla tai muuten kylmiin olosuhteisiin huonosti soveltuvilla tuotteilla olosuhteiden tulee olla taulukon 9 mukaiset.

Taulukko 9 Vaatimukset työn aikana vallitseville olosuhteille käytettäessä sementtipohjaisia korjausmateriaaleja.

Olosuhteet	Ilma	Alusta
Lämpötila *)	+5...+25 °C	+5...+20 °C
Kosteus	RH 40...95 %	Pintakuiva tai korkeintaan mattakostea

*) Maksimilämpötilojen suhteen voidaan joustaa, mikäli esikostutusta ja jälkihoitotoimia tehostetaan. Matalammissa lämpötiloissa on käytettävä erityisesti talvikorjaamiseen tarkoitettuja tuotteita materiaalityöntekijän antamien ohjeiden mukaan.

Käsiteltävät pinnat tulee tarvittaessa suojata suoralta auringonpaisteelta työnsuorituksen ja jälkihoidon ajan. Tuulen nopeuden ollessa yli 2 m/s tulee jälkihoidettavat pinnat suojata tuulen vaikutusta vastaan koko jälkihoidon kestoajan. Tarvittaessa on käytettävä suojattuja telineitä. Suojaustarpeen määrittelee suunnittelija, ja se kirjataan korjaussuunnitelmaan.

Tavoiteltaessa laadukasta lopputulosta korjaustyö on yleensä suositeltavaa tehdä suojatuilta telineiltä. Tämä mahdollistaa työskentelyolosuhteiden hallinnan lähes säätilasta riippumatta.

Mikäli suojattujen telineiden käyttö ei ole mahdollista, työkierto on syytä suunnitella niin, että kriittiset työvaiheet tehdään ns. auringon perässä. Tällöin korjaustyöhön on myös syytä valita tuotteita, jotka sietävät normaalia paremmin epäedullisia olosuhteita.

Telineiden suojaamiseen käytettävät peitteet tulee kiinnittää niin, että ne pysyvät luotettavasti paikoillaan. Peitteiden tulee olla sellaisia, että ne suojaavat työkohdetta riittävästi myös tuulelta ja auringonpaisteelta.

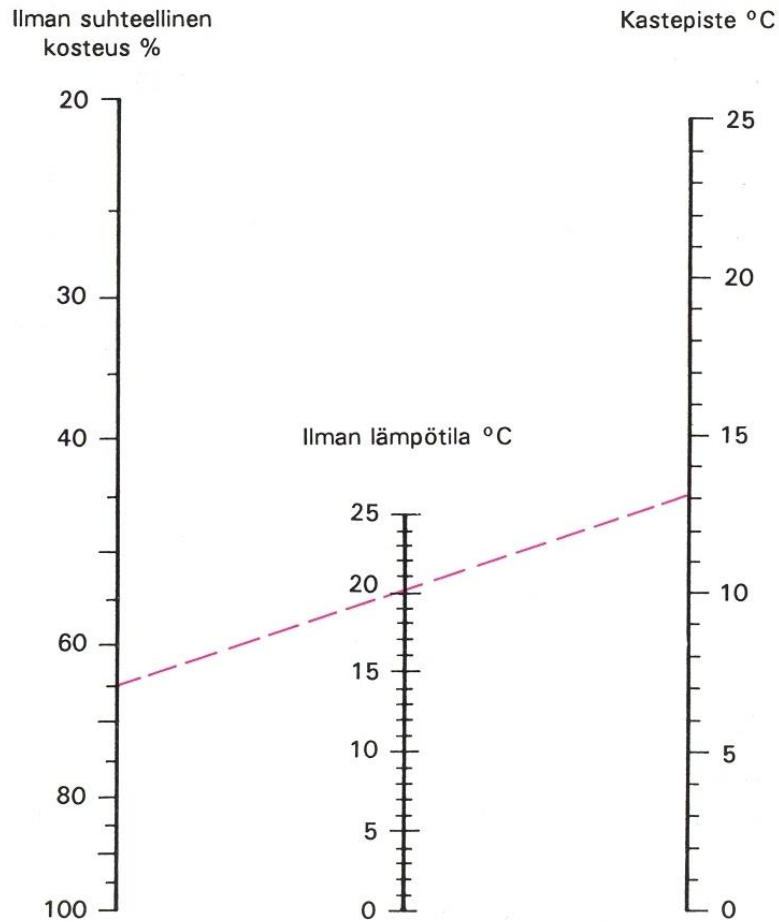
Talvityössä työkohteen lämmitys on järjestettävä niin, että lämpötilat pysyvät taulukon 9 mukaisina koko työalueella, myös jälkihoidon aikana. Ilman lämmittäminen aiheuttaa sen suhteellisen kosteuden merkittävän alenemisen, joten myös ilmakehän kosteuden arvoja tulee seurata jatkuvasti.

Talvityössä tavanomaisten telinepeitteiden sijasta käytetään kaksinkertaista tai eristeellä varustettuja peitteitä. Lisäksi peitteiden välit ja liittymät rakenteisiin on tiivistettävä. Olosuhteiden hallintakeinot talvityössä (lämmitys, suojaus, valvonta) kirjataan korjaussuunnitelmaan tai siitä tehdään erillinen laatu- tai työvaihesuunnitelma.

Ilmanvaihto tulee järjestää sellaiseksi, että ilman vaihtuvuus pysyy kohtuullisena, eikä ilman kosteus laske haitallisen alhaiseksi. Suojapeitteisiin tiivistyvälle vedelle on järjestettävä sellainen poistumisreitti, että valuva vesi ei vahingoita työkohdetta tai valmiita pintoja.

Polttoainekäyttöisten lämmittimien pakokaasut on johdettava telinehuppujen ulkopuolelle.

Työmaan paloturvallisuuteen on kiinnitettävä erityistä huomiota varsinkin silloin, kun työkohde ei ole tyhjillään.



Kuva 7 Kastepisteen määrittäminen.

Pölyn ja muiden vaarallisten aineiden haittojen estäminen

Kun korjaustyö tehdään huputetuilta telineiltä, on seurauksena korjaustyössä syntyvän pölyn ja muun haitallisten aineiden jääminen huputuksen sisälle. Tämä johtaa toisaalta haitta-aineiden pitoisuuksien kasvuun telineiden sisällä sekä toisaalta mahdollisesti pölyn leviämiseen rakennukseen sisälle.

Korjauksen aikana on huolehdittava siitä, että korjaustyössä syntyvät pölyt eivät leviä sisätiloihin. Käytännössä tämä tarkoittaa erilaisten epätiiviyiskohtien tiivistämistä (ovi- ja ikkunaliitokset, elementtien saumat). Pölyn kulkeutumisen estämiseksi voidaan lisäksi ilmanvaihto pysäyttää korjaustyön ajaksi, sillä ilmanvaihdon aikaansaama alipaine edesauttaa pölyn kulkeutumista sisätiloihin.

Telineet ja työtasot on siivottava päivittäin.

7 HALKEAMIEN KORJAAMINEN

Betonirakenteissa esiintyvä halkeilu voi heikentää rakenteen kantavuutta ja säilyvyyttä. Suuret halkeamat voivat alentaa esimerkiksi rakenteen taivutus- tai leikkauskestävyyttä. Betonijulkisivujen kannalta ongelmallista on varsinkin halkeamien kautta rakenteeseen tunkeutuva vesi ja hiilidioksidi sekä kloridit.

Betonirakenteen halkeilu voidaan jakaa kolmeen tyyppiin:

1. Rakenteellinen halkeilu, johon syynä voivat olla mm. puutteellinen kantavuus, ylikuormitus tai eri syistä aiheutuvat pakkovoimat. Halkeilu voi johtua myös rakenteen normaalista staattisesta toiminnasta.
2. Vaurioitumisesta johtuva halkeilu, johon syynä ovat yleensä joko raudoitteiden korrosio tai betonin rapautuminen.
3. Pinnan verkkohalkeilu, joka johtuu yleensä betonin kutistumisesta (plastisen vaiheen kutistuminen tai kuivumiskutistuminen).

Halkeamien haitallisuus ja sen myötä korjaustarve riippuvat useista tekijöistä, joita ovat mm.

- halkeamien sijainti, leveys, syvyys ja liikkuvuus,
- pinnan kosteus- ja kloridirasituksen voimakkuus,
- rakenteen tiiviysvaatimukset (esim. vedenpitävyys),
- raudoituksen tyyppi (normaali/ruostumaton),
- betonin pakkasenkestävyys,
- pintakäsittelyn tyyppi (avoin/tiivis) sekä
- pinnalle asetettavat ulkonäkövaatimukset.

Liikkuvien halkeamien korjaamisessa tulee noudattaa harkintaa, koska liikkuvat halkeamat toimivat eräänlaisina rakenteen liikuntasaumoina. Jos halkeaman korjaaminen poistaa tämän liikemahdollisuuden, rakenteeseen saattaa syntyä joko suuria pakkovoimia tai uusia halkeamia muualle. Nämä ongelmat voidaan yleensä välttää, jos on mahdollista muuttaa halkeama joustavaksi saumaksi.

Julkisivurakenteissa halkeamien tai halkeilleen pinnan korjausmenetelmiä ovat

- injektointi (ei pakkasrapautuma- tai korroosioauriotilanteissa),
- pinnoittaminen (ei pakkasrapautuma- tai korroosioauriotilanteissa),
- halkeaman avaaminen ja laastipaikkaaminen sekä
- halkeaman muuttaminen liikuntasaumaksi.

Halkeamien korjaamisen tavoitteena voi olla halkeamien sulkeminen tai halkeamien korjaaminen voimia välittäväksi. Halkeamien korjaaminen voimia välittäväksi voidaan toteuttaa ainoastaan injektioimalla, yleensä joko epoksilla tai sementillä. Julkisivurakenteissa olevia halkeamia voidaan sulkea myös pinnoittamalla tai muuttamalla halkeama liikuntasaumaksi (ura + elastinen kittaus).

Halkeamien korjaamisesta on annettu tarkempia ohjeita SILKO-ohjeissa *1.233 Halkeamien korjaaminen*.

7.1 Injektointi

Injektoinnilla tarkoitetaan nestemäisen kovettuvan aineen pumppaamista betonin halkeamiin niin, että aine täyttää halkeamassa olevan tyhjätilan ja kovettuu pysyväksi osaksi rakennetta.

Injektoinnilla voidaan korjata yli 0,2 mm leveitä halkeamia. Tätä kapeammat halkeamat käsitellään yleensä muilla menetelmillä (imeyttäminen, pinnoitus). Yli 10 mm:n halkeamissa käytetään erilaisten sementtiliimojen sijasta sementtilaastia.

Injektointiaineina voidaan käyttää joko kovettuvia muoveja (yleensä joko polyuretaania tai epoksia) tai hienoa sementtilaastia (sementti, hienosementti tai mikrosementti). Yleensä injektointi tehdään käyttäen muovia. Suuria halkeamia voidaan injektoida myös sementillä.

Ennen injektointia halkeaman pinta suljetaan injektointiaineen ulostunkeutumisen estämiseksi esim. muovipohjaisella nopeasti kovettuvalla kitillä. Injektointi tehdään ns. injektointinippojen kautta, jotka porataan halkeamaan joko ennen halkeaman sulkemista tai sulkeamisen jälkeen.

Injektoinnin käytännön toteutuksen ja työolosuhteiden osalta noudatetaan materiaalitoimitajan antamia ohjeita.

Injektointi ei ole soveltuva korjausmenetelmä, jos halkeilu johtuu rakenteen vaurioitumisesta esim. pakkasrapautumisen tai raudotteiden korroosion seurauksena.

Tarkempia ohjeita injektoinnista on annettu SILKO-ohjeissa 2.236 *Halkeaman injektointi voimia siirtäväksi* ja 2.237 *Sementti-injektointi*.

7.2 Pinnoitus

Betonirakenteiden pysty- ja alapinnoissa esiintyvän verkkohalkeilun ja muiden kapeiden (alle 0,2 mm) halkeamien haitallinen vaikutus voidaan yleensä eliminoida parhaiten pinnoittamalla rakenne.

Pinnoitustyö tehdään kohdan 5 *Pinnoitus* mukaan.

Jos halkeamat ovat liikkuvia, käytetään halkeamia silloittavaa pinnoitetta.

Pinnoitus ei ole soveltuva korjausmenetelmä, jos halkeilu johtuu rakenteen vaurioitumisesta esim. pakkasrapautumisen tai raudotteiden korroosion seurauksena.

7.3 Halkeaman avaaminen ja laastipaikkaaminen

Liikkumattomat halkeamat, joilla ei ole rakenteellista merkitystä ja jotka ovat syntyneet kertaaluontoisista syistä (törmäys, kuivumiskutistuminen jne), voidaan usein korjata avartamalla halkeamaa ja täyttämällä syntynyt ura sopivalla korjauslaastilla. Korjaus edellyttää yleensä rakenteen pinnoittamista ulkonäkösyistä.

Ura on suositeltavaa avartaa vähintään 15 mm:n levyiseksi. Uran leveys mitataan rakenteen pinnasta. Uran syvyyden tulee yleensä olla vähintään 1,5-kertainen uran leveyteen nähden.

Korjaussuunnitelmaan kirjataan avarrettavan uran leveys ja syvyys sekä käytettävä työmenetelmä, yleensä mekaaninen piikkaus.

Uran täyttämisen suhteen noudatetaan kohtaa 4 *Laastipaikkaukset*.

7.4 Halkeaman muuttaminen liikuntasaumaksi

Liikkuvat halkeamat toimivat tietynlaisina rakenteen liikuntasaumoina. Jos tällainen halkeama lukitaan esim. injektoimalla, liikemahdollisuus häviää ja rakenteeseen saattaa syntyä suuria pakkovoimia ja näiden seurauksena uusia halkeamia muualle. Tällaisen liikkuvan halkeaman lukitsemiseen liittyvät ongelmat voivat olla vältettävissä, jos on mahdollista muuttaa halkeama joustavaksi saumaksi. Rakenteen staattinen toiminta on kuitenkin otettava huomioon korjauksen toimivuutta arvioitaessa.

Halkeaman muuttaminen liikuntasaumaksi tarkoittaa, että halkeaman kohdalle työstetään esim. laikalla leikkaamalla ura, johon tehdään esim. elastinen kittisauma. Työstettävän uran leveyden tulee olla sellainen, että halkeaman liike voi tapahtua saumamassan vaurioitumatta. Yleensä saumamassoille sallitaan enintään noin 30 % venymä.

Saumauran syvyyden tulee olla vähintään sauman leveyden suuruinen. Saumakitin tarttuminen uran pohjaan estetään esim. teipillä tai muulla vastaavalla tavalla, jotta halkeaman avautuminen uran pohjaan ei halkaise saumamassaa.

Saumaustyö tehdään kohdan 3 *Saumojen uusinta* mukaan.

8 KORJAUSTYÖN LAADUNOHJAUKSEN JA -VARMISTUKSEN ORGANISOINTI

8.1 Yleistä

Korjaustyön laadunvarmistuksella ei tarkoiteta pelkästään korjauksen lopputuloksen laadunvalvontaa erilaisilla työmaalla tehtävillä seurantatoimilla (esim. katselmuksilla, tartuntalujuusmittauksilla jne.), vaan korjaustyön laadunvarmistuksella tarkoitetaan kaikkea sitä toimintaa, jonka tavoitteena on varmistaa korjaustyön lopputuloksen laadun toteutuminen halutun tasoisena.

Lähtökohdan laadunohjaukselle ja -varmistukselle muodostaa kiinteistönomistajan tekemä linjaus siitä, minkä tasoista laatua korjaustyöltä ja sen lopputulokselta tavoitellaan. Laatuvaatimuksia voidaan asettaa monille eri seikoille, kuten lopputuloksen esteettiselle laadulle, korjauksen käyttöiälle (tekniselle laadulle), korjaustyön nopeudelle tai sujuvuudelle tai asetetun kustannustason pitävyydelle jne.

Korjaustyön laadunvarmistuksen keskeisin osuus on korjausperiaatteen valinta ja sitä seuraava korjaussuunnittelu. Tällöin lyödään lukkoon sekä käytettävät korjaustuotteet ja -menetelmät että ne laadunvalvontatoimet, joilla varmistetaan eri työvaiheille ja esim. työolosuhteille asetettujen vaatimusten täytyminen joko suoraan tai epäsuorasti. Korjaustuloksen laadun kannalta on ensiarvoisen tärkeää, että valittu korjausperiaate on kohteen vauriotilanteeseen ja muihin reunaehtoihin soveltuva.

Asetettuja laatuvaatimuksia voidaan periaatteessa tavoitella kahdella lähtökohtaisesti erilaisella tavalla. Toinen vaihtoehto on valita sellaisia korjaustapoja (teknisiä ratkaisuja, työtapoja ja materiaaleja), joilla korjauksen toteuttamiseen sisältyy mahdollisimman vähän epäonnistumisriskejä (esimerkiksi liittyen korjattavan rakenteen vauriotilanteeseen, työtekniiseen toteutukseen, korjaustuotteen laadunvaihteluun, työolosuhteisiin jne.). Tällöin korjaustyön suunnittelu voi olla yleispiirteisempää ja urakka-asiakirjat kevyemmät. Myös erilaisia laadunvarmistustoimia tarvitaan usein vain suhteellisen vähän.

Toinen vaihtoehto on valita enemmän riskejä sisältävä (ja todennäköisesti esim. kustannuksiltaan alempi) korjaustapa, mutta varmistaa korjaustyön toteutuva laatu huolellisesti. Tämä tarkoittaa rakenteessa vallitsevan vauriotilanteen huolellista selvittämistä, yksityiskohtaista korjaussuunnittelua, keskeisten laatuun vaikuttavien seikkojen huolellista seuraamista ja valvontaa sekä korjaustuloksen laadun toteutusta siitä tehtävin mittauksin.

Korjaustyön laadunvarmistukseen sisältyy siis myös riittävien tietojen hankkiminen korjauskohteen ominaisuuksista, jotta korjaussuunnittelu voidaan perustaa oikeisiin lähtötietoihin. Tämä tarkoittaa käytännössä kunnollisen kuntotutkimuksen teettämistä.

8.2 Laadunvarmistustoimien määrittely

Korjaustyön laadunvarmistuksen menestyksellinen järjestäminen edellyttää, että korjaussuunnittelussa tunnistetaan keskeiset korjaustyön laatuun vaikuttavat tekijät. Tämän pohjalta korjaussuunnitelmaan kirjataan yksikäsitteiset vaatimukset kullekin laatuun vaikuttavalle tekijälle sekä ohjeistetaan se, miten kyseisen vaatimuksen toteutuminen käytännössä todetaan.

Korjaussuunnitelmaan on suositeltavaa kirjata ohjeet myös siitä, miten laadunvalvontatapaissa toimitaan.

Laatuun liittyviä vaatimuksia voidaan esittää myös muissa sopimusasiakirjoissa, mutta suositeltavaa on, että laatuvaatimukset ja niiden täyttymisen toteamistapa koottaisiin nimenomaan korjaussuunnitelmaan.

Esitettävät vaatimukset voivat olla joko suoria korjaustyön lopputulokseen liittyviä vaatimuksia (esim. ruiskubetonin tartuntalujuus, pinnoitteen kalvonpaksuus jne.) tai epäsuoria tekniiseen laatuun liittyviä vaatimuksia (esim. betonipinnan kosteustila korjattaessa, laastissa käytetty vesimäärä jne.) tai toiminnallisia vaatimuksia (esim. asioiden kirjaamiselle kuten olosuhteiden hallintatoimien toteuttaminen tai mallikatselmuksien suorittaminen), mitkä edesauttavat korjaustyön suunnitelmallista ja kurinalaista toteuttamista.

Korjatuille betonipinnoille asetettavat esteettiset laatuvaatimukset voidaan esittää julkaisun *by 40 Betonirakenteiden pinnat 2021* mukaisesti.

Laatuvaatimusten ja niiden toteamistavan määrittelyn yhteydessä tulee aina pohtia myös laadunalitystapauksissa sovellettavia korjaavia toimia. Esitettävien laatuvaatimusten ja toteamistapojen tulee olla sellaisia, että korjaavat toimet ovat järkeviä ja kohtuullisia. Tämä tarkoittaa muun muassa sitä, että laatua tulee voida seurata korjaustyön edetessä siten, että saatu lautupalaute saadaan mielekkäässä ajassa korjaavien toimien näkökulmasta. Ei ole järkevää esittää laatuvaatimuksia, joiden toteutumisesta saadaan tieto vasta pitkän ajan kuluttua työn tekemisestä. Tällöin palaute puutteellisesta laadusta saadaan todennäköisesti vasta, kun työ on jo ainakin suurelta osin valmis, eivätkä mielekkäät korjaavat toimet ole enää mahdollisia.

Mikäli palautteen saaminen laadun toteutumisesta kestää pitkään, laatuvaatimusten toteutuminen tulee todeta koekorjauksella, joka toteutetaan ennen varsinaiseen korjaustyöhön ryhtymistä.

8.3 Suunnittelijan laadunvarmistukseen liittyvät työmaatoiminnot

Työnaikaisen laadunvarmistuksen tarkoituksena on varmistaa, että korjaustyö tehdään suunnitelmien mukaisesti. Tämä käsittää pääpiirteittäin vauriokohtien paikallistamisen ja vaurioituneen materiaalin poistamisen, korjattavien pintojen puhdistamisen ja muun esikäsitteilyn sekä korjaustuotteiden suunnitelmien ja tuotevalmistajan ohjeiden mukaisen käytön tarvittavine jälkihoitokäsittelyineen.

Työnaikainen laadunvarmistus tapahtuu yhteistyössä urakoitsijan, materiaalityöntekijöiden, suunnittelijan ja rakennuttajan kesken.

Suunnittelijan korjaustyön laadunvarmistustehtävät liittyvät lähinnä siihen, että suunnittelija kirjaa tarvittavat laatuvaatimukset sekä niiden toteamistavat korjaussuunnitelmaan. Tämän lisäksi rakennuttaja tai urakoitsija voi sopia suunnittelijan kanssa myös muiden laadunvarmistukseen liittyvien tehtävien hoitamisesta.

Suunnittelijan tehtäviin laadunvarmistuksen suhteen kuuluvat mm.

- työnsuoritukseen, käytettäviin materiaaleihin ja olosuhteisiin liittyvien laatuvaatimusten määrittely ja kirjaaminen urakka-asiakirjoihin. Käytettävillä korjaustuotteilla tulee olla CE-merkintä tai kansallinen hyväksyntä siltä osin, kuin tuotteet ovat näiden piirissä. Erikoistapauksissa voidaan käyttää suunnittelijan harkinnan mukaan muita tuotteita.
- työsuoritusten seuranta ja ohjaus sopimusasiakirjojen mukaan,
- laadunvarmistuskokeiden tulosten asianmukaisuuden tarkistaminen sopimusasiakirjojen mukaan,
- suunnittelijalle sopimusasiakirjoissa osoitettujen laadunvalvontakokeiden järjestäminen, tulosten dokumentointi ja toimittaminen rakennuttajalle sekä
- laadunvalvontakokeissa havaittujen laadunvalvontatapausten aiheuttamien korjaavien toimien ohjeistaminen sopimusasiakirjojen mukaan.

8.4 Korjaussuunnittelijan pätevyys

Korjaustyöt ovat usein vaativia sekä rakennuttamisen että suunnittelun ja toteutuksen kannalta. Tämän takia korjaustyöissä tulee käyttää korkean ammattitaidon omaavia henkilöitä. Myös niissä korjaustyöissä, jotka eivät edellytä rakennuslupaa, tulee käyttää kohteen vaativuuden mukaista pätevää betonirakenteiden korjaussuunnittelijaa ja betonirakenteiden korjaustyönjohtajaa.

Korjaussuunnittelusta vastaavan suunnittelijan tulee olla ammattitaitoinen ja hänellä tulee olla kohteen laajuutta ja vaativuutta vastaava betonirakenteiden korjaussuunnittelijan pätevyys ja kokemus betonirakenteiden korjaustyöiden suunnittelusta. Ammattitaitoisen betonirakenteiden korjaussuunnittelijan tulee

- hallita hyvin betonirakenteiden turmeltumisilmiöt ja vaurioitumismekanismit,
- ymmärtää korjattavien rakenteiden rakenteellinen ja rakennusfysikaalinen toiminta,
- tuntee vaurioitumiseen liittyvät keskeiset rakennusfysikaaliset ilmiöt sekä
- tuntee eri korjaustavat myös työtekniikan kannalta sekä niillä saavutettavat erilaiset vaikutukset käyttöikä mukaan lukien.

Mikäli korjaustyössä puututaan rakenteen kantavuuteen tai stabiliteettiin, korjaussuunnittelussa tulee käyttää korjauskohteen vaativuuden mukaisen pätevyyden omaavaa rakennesuunnittelijaa.

8.5 Laadunvarmistuskokeet

Laadunvarmistuskokeiden tarkoituksena on varmentaa, että korjaustuloksen laatu täyttää sille sopimusasiakirjoissa asetetut vaatimukset.

Monien laadunvarmistuskokeiden suorittaminen ja tulosten tulkinta ovat teknisesti vaativia tehtäviä. Tästä syystä laadunvalvontamittauksia suorittavan henkilön tulee omata työssä tarvittava ammattitaito. Tämä tarkoittaa mm. taustatietoa niistä ilmiöistä, joita laadunvalvontakokeet mittaavat.

Laadunvalvontatapausten mittausten tulkinnan ja työsuorituksen uusimisesta päättämisen tekee korjaussuunnittelija tai vastaavan ammattitaidon omaava henkilö.

Laadunvalvontakokeissa käytettävien mittalaitteiden tulee olla kalibroituja, toimivia ja tarkkuudeltaan riittäviä.