



Marko Öblom

# Betonin pintakäsittelytavat ja niillä saavutetut edut

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

14.5.2024

# Tiivistelmä

Tekijä: Marko Öblom  
Otsikko: Betonin pintakäsittelytavat ja niillä saavutetut edut  
Sivumäärä: 43 sivua  
Aika: 14.5.2024

Tutkinto: Insinööri (AMK)  
Tutkinto-ohjelma: Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma  
Ammatillinen pääaine: Rakentamisen projektinhallinta  
Ohjaajat: Lehtori Riikka Jääskeläinen

---

Tässä opinnäytetyössä käydään läpi betonipintojen pinnoitusta ja pintakäsittelyä sekä sen käyttöä betonirakenteissa. Opinnäytetyön tarkoituksena oli kerätä tietoa betonin pintojen korjauksesta sekä suojaamisesta ja tarkastella niiden käyttötapoja käytännön tasolla. Opinnäytetyö palvelee uudis- ja korjausrakentajia sekä rakennesuunnittelijoita Suomessa.

Työn tarkoituksena on tarjota suunnittelijoille ja rakentajille tietoa pintakäsittelytapojen eroavaisuuksista, käyttötavoista ja mahdollisista haasteista. Opinnäytetyössä käytiin läpi betonin peruseriäotteita rakennusmateriaalina, rasisitustekijöitä ja niistä aiheutuvia vaurioita ja haittoja.

Työ keskittyi vain betonin korjaamiseen ja suojaamiseen erilaisten pintakäsittelytapojen avulla joten muut menetelmät, kuten SAP-polymeeri (Super Absorbent Polymer) jäivät työn ulkopuolelle. Tutkimusmateriaalina käytettiin betonialan kirjallisuutta, betonipintojen korjauksiin liittyviä tutkimusraportteja, tuotevalmistajien ohjeistuksia, verkkojulkaisuja, sekä vanhoja tutkimuksia betonista.

Loppuvaiheessa tarkasteltiin sekä rakentamisen, korjaamisen, että ylläpidon ja loppukäyttäjän taloudellisia näkökohtia. Betonissa voidaan käyttää pinnoitteita, jotka lisäävät materiaalin lujuutta ja käyttökestävyyttä, sekä suojaavat sitä muilta ulkoisilta rasitteilta, kuten sääilmiöiltä ja kosteusvaihteluilta, mikä taas parantaa betonirakenteiden kestävyttä ja lisää niiden käyttöikää.

Avainsanat: betoni, pintakäsittely, vanhan pinnan korjaus

---

## Abstract

Author: Marko Öblom  
Title: Concrete Surface Treatment Methods and its Achieved Advantages

Number of Pages: 43 pages  
Date: 14 May 2024

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Civil Engineering  
Professional Major: Project Management of Construction  
Supervisors: Riikka Jääskeläinen, Senior Lecturer

---

In this engineering thesis, coating and surface treatment of concrete surfaces and its use in concrete structures are reviewed. The purpose of the thesis was to collect information on the repair and protection of concrete surfaces and to examine their usage on a practical level. The thesis serves new and renovation builders and structural designers in Finland.

The purpose of the final year project is to provide designers and builders with information about the differences in surface treatment methods, usage methods and possible challenges. In the thesis, the basic principles of concrete as a building material, stress factors and the resulting damages and disadvantages were reviewed.

The study focused only on repairing and protecting the concrete with various surface treatment methods so other methods, such as SAP polymer (Super Absorbent Polymer), omitted from the work. Literature from the concrete industry, research reports related to the repair of concrete surfaces, product manufacturers' instructions, online publications, and old studies on concrete were used as study material.

In the final phase, the financial aspects of construction, repair, maintenance, and the end user were examined. Coatings can be used in concrete that increase the strength and durability of the material, as well as protect it from other external stresses, such as weather phenomena and humidity fluctuations, which in turn improves the durability of concrete structures and increases their service life.

Keywords: concrete, surface treatment, repair of old surface

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Tutkimuksen tausta ja tavoitteet	1
1.2	Tutkimuksen rajaukset	1
1.3	Tutkimusmenetelmät	2
1.4	Tutkimus	2
1.5	Havainnointi	2
2	Betoni	3
2.1	Sementti	3
2.2	Vesi	4
2.3	Runkoaineet	4
2.4	Lisäaineet	5
2.5	Betonin lujuus	6
2.6	Betonin rasitusluokat	7
2.6.1	X0: eivät ole alttiina korroosiolle tai syöpymiselle	7
2.6.2	XC: teräksen korroosio karbonatisoitumisen seurauksena	7
2.6.3	XD ja XS: teräksen syöpyminen kloridien vaikutuksesta	8
2.6.4	XF: jäätymis- ja sulamisrasitus	9
2.6.5	XA: kemiallinen rasitus	10
3	Betonipinnan ja rakenteen rasittuminen / vaurioituminen	12
3.1	Karbonatisoituminen	12
3.2	Pakkasrapautuma	13
3.3	Korroosio	15
3.4	Kloridit	16
3.5	Halkeamat	17
4	Pinnan valmistelu ja korjaus – betonilattiat	18
4.1	Betonilattian pintakäsittelyllä savutettavat edut	18
4.2	Betonilattioiden esikäsittelymenetelmät	19
4.2.1	Hionta	19
4.2.2	Jyrsintä	20
4.2.3	Sinkopuhallus	20

4.2.4	Suolahappopeitus	21
4.3	Betonilattioiden esikäsittelysuositukset	22
4.3.1	Uusi betonilattia	22
4.3.2	Vanha, käsittelemätön lattia	24
4.3.3	Vanha, ennestään pintakäsitelty betonilattia	24
4.4	Muut betonilattioiden esikäsittelyyn liittyvät työt	25
4.4.1	Paikkaukset ja tasaukset	26
4.4.2	Saumaukset	28
4.4.3	Massauksen lopetukset muihin materiaaleihin	29
4.4.4	Nurkkapyöritykset ja jalkalistat	30
5	Pinnan valmistelu ja korjaus – seinä- ja kattopinnat	32
5.1	Yleistä	32
5.2	Esikäsittelyt	32
5.2.1	Uudet, käsittelemättömät pinnat	32
5.2.2	Ennestään maalatut pinnat	32
6	Pinnan valmistelu ja korjaus, höyrynsulkumaalaukset	34
6.1	Yleistä	34
6.2	Höyrynsulkumaalien testaus	34
6.3	Maalattavien pintojen esikäsittely ja maalaustyö	35
7	Pinnan valmistelu ja korjaus – betonialtaat ja -säiliöt	37
7.1	Yleistä	37
7.2	Esikäsittelysuositukset	37
7.2.1	Uudet, käsittelemättömät betonipinnat	37
7.2.2	Vanhat, käsittelemättömät pinnat	37
7.2.3	Vanhat, ennestään käsitellyt pinnat	37
8	Pintakäsittelytapojen valinta	39
9	Tulokset	40
9.1	Visuaalisuus	40
9.2	Terveellisyys	40
9.3	Ylläpitokulut	40
9.4	Rakennustekniset asiat	40
10	Pohdinta, yhteenveto ja suositukset	41



## Käsitteet ja lyhenteet

Filleri:	Hienojakeinen täyteaines, jolla valmistettavan massan tilavuutta saadaan kasvatettua
Humus:	Orgaaninen maa-aines
Karbonatisoituminen:	Ilmiö, jossa sementtiä valmistaessa, kalkkikivestä vapautunut hiilidioksidi pyrkii sitoutumaan takaisin sementtikiveen. Ilmiö tapahtuu hitaasti, edeten betonin pinnalta syvemmälle betoniin. Kun karbonatisoitumisrintama on edennyt teräsbetonin sisällä oleviin harjateräksiin asti, betonin alkalisuuden suojaava vaikutus teräksiin lakkaa ja teräs alkaa ruostua
Kloridi:	Suolahapon (kloorivetyhapon) suolo, jota teollisuudessa käytetään kloorin ja muiden klooriyhdisteiden, sekä lipeän valmistukseen. Korroosiota edistävä vaikutus
Korroosio:	Ympäristön vaikutuksesta tapahtuva materiaalin muuttuminen käyttökeltvottomaan muotoon. Vahingoittuva materiaali liukenee tai muuten reagoi ympäristön aineiden kanssa. Korroosion taustalla on sähkökemiallinen ilmiö, mutta ympäristö voi vaikuttaa myös mekaanisesti korroosioilmiön syntymiseen ja nopeuteen
Luonnon kivi:	Luonnonsorasta seulomalla eroteltu luonnollinen kiviaines, joka on muodoltaan pyöreämpi kuin murske

Murske:	Murskaamalla suuremmasta kivistä tehty kiviaines, joka on luonnonkiveä merkittävästi terävämpi ja epä-säännöllisempi muodoltaan
SFS-EN 934-2	Eurooppalainen standardi, joka määrittelee betonissa käytettävien lisäaineiden määritelmät ja vaatimukset. Tämän standardin toiminnallisia vaatimuksia sovelletaan notkeudeltaan normaalissa betonissa käytettäville lisäaineille. Vaatimukset eivät välttämättä sovellu lisäaineille, jotka on tarkoitettu muun tyyppisille betoneille kuten jäykille ja maakosteille suhteutuksille

# 1 Johdanto

Betoni on maailmalla yleisimmin käytetty rakennusmateriaali monien eri ominaisuuksien vuoksi. Betoni omaa varsin suuren puristuslujuuden, sillä on suhteellisen alhaiset valmistuskustannukset ja se on erittäin monipuolinen erilaisissa rakennussovelluksissa. Betonia on myös käyttötärpeeseensa nähden suhteellisen helppo valmistaa.

Betoni on pinnaltaan kuitenkin varsin huokoinen ja sen takia altis monelle ulkoiselle tekijälle, jotka rasittavat, kuormittavat ja haurastuttavat sitä rakenteena joskus varsin voimakkaasti.

Tuota ulkoista huokoisuudesta johtuvaa vaurioitumista voidaan ehkäistä ja poistaa varsin tehokkaasti oikeanlaisella pinnoituksella tai pintakäsittelyllä, jolloin saadaan korjaus- ja huoltotarve minimoitua ja käyttöikää jatkettua merkittävästi, ilman suuria korjaustoimenpiteitä. Myös betonin fyysimekaaniset ominaisuudet pysyvät näin suunnitellun kaltaisina koko elinkaaren ajan.

## 1.1 Tutkimuksen tausta ja tavoitteet

Tässä tutkimuksessa selvitetään keinoja, joiden avulla betoni saadaan kestävämmän pintakäsittelyn tai pinnoituksen avulla mahdollisimman hyvin ja miten vanha jo rapautunut tai rapautumassa oleva betoni pitää korjata, ennen kuin se voidaan pinnoittaa tai pintakäsittellä käyttöikänsä pidentämiseksi. Tutkimuksessa selvitetään myös eri pintakäsittelyvaihtoehtoja käyttötarkoituksen mukaan

## 1.2 Tutkimuksen rajaukset

Tutkimus rajataan koskemaan betonin pintaan kohdistuvista rasitteista ja ilmiöistä tulleita vaurioita. Sen lisäksi tutkitaan muita rakennetta heikentäviä ilmiötä sekä miten niitä saadaan estettyä ja poistettua, jotta betonin elinkaari olisi tarkoituksen mukainen ja betoni toimisi alustana mahdollisimman helppohoitoisena käyttötarkoituksessaan.

### 1.3 Tutkimusmenetelmät

Tämän insinööriyön tutkimus on suoritettu laadullisena empiirisenä tutkimuksena, jossa tietoa on kerätty oikeista työkohteista, tuotevalmistajilta, sekä tehtyjen tilojen loppukäyttäjiltä. Aineisto koostuu sekä kirjallisuuslähteistä että haastatteluista, joita on tehty pinnoitusten parissa työskenteleville henkilöille. Kerätyn tiedon analysoinnin lisäksi, pyrittiin empiirisesti tuottamaan uutta hyödyllistä tietoa. Tutkimuksen empiirisyys ei vähennä sen teoreettisuutta, sillä empiirinen laadullinen tutkimus sidotaan teoreettiseen aineistoon.

### 1.4 Tutkimus

Käytännön kokemukset ovat yksi keino kerätä asiantunteva tietoa, alan kehitystyötä sekä uuden tiedon tuottamista varten, jokaisen haastateltavan erityistiedämystä hyödyntäen. Tuotetoimittajat ovat myös hyvä tiedonlähde, varsinkin vertaamalla eri tuotetoimittajien työ- ja tuoteselosteita keskenään, pystyy muodostamaan kattavan yleiskuvan asioista. Lisäksi on vakiintuneissa oloiloissa tehtyä valmista tutkimusta, missä vertailukohtat eri asioilla on keskenään vertailukelpoisia, muuttumattomien olosuhteiden ansiosta.

### 1.5 Havainnointi

Käytännön työn vertailussa pitää muistaa aina olosuhteiden vaihtelevuus ja sen vaikutus kokonaiskokemukseen toimenpiteestä. Sama koskee myös tuotevalmistajien kokemuksia, ellei pystytä näyttämään toteen vertailukohtien samanarvoisuutta kokeita tehdessä.

## 2 Betoni

Betoni on muodostunut yhdeksi maailman käytetyimmistä rakennusmateriaaleista, ja vuosittainen valmistusmäärä on noin 13 miljardia kuutiota. Betoni on laajasti käytetty rakennusmateriaali muun muassa talonrakentamisessa, infrarakentamisessa ja ympäristörakentamisessa. Betonin suosio perustuu sen monipuolisuuteen, joista esimerkkeinä hyvä kosteudenkestävyys, helppo valmistettavuus, sekä kilpailukykyinen hinta. Betoni on keinotekoisista kiveä, jonka pääraaka-aineena ovat sementti, vesi ja kivi. [1.]

Betoni valmistetaan sementistä, vedestä ja erikokoisesta kiviaineksesta. Sen lisäksi käytetään monia eri lisä- ja seosaineita, jotka helpottavat valettavan betonin työstettävyyttä, sekä jo käyttölujuuden saavuttaneen betonin tiheyttä, kestävyyttä ja säilyvyyttä. Betoni valmistetaan, lisäämällä runkoaineeseen vesi ja sementti, sekä muut valitut täyte- ja lisäaineet. Sementti sekoittuu veden kanssa, muodostaen sementtipastan, joka sitoo kiviainekset ja yhteen. Tätä sementtipastaa kutsutaan myös sementtiliimaksi. Sementtipastassa tapahtuu kemiallinen reaktio, joka aiheuttaa runko- ja seosaineiden kovettumisen sementtipastan sekoitettuna betoniksi. Hyvässä runkoaineessa tulisi olla erikoiskoista kiviainesta aina pienimmästä suurimpaan mahdolliseen. Tällöin betonissa tarvitaan mahdollisimman vähän sementtiä, mikä taas laskee betonin valmistuskuluja. [1.]

### 2.1 Sementti

Yleensä kun puhutaan sementistä, tarkoitetaan Portland-sementtiä, jota myös usein kutsutaan tavalliseksi sementiksi. Se on sekoitus hienoksi jauhettua Portland-klinkerä ja kipsiä. Kun taas klinkkerin raaka-aineisiin kuuluvat kalsiumkarbonaatti, ( $\text{CaCO}_3$ ), piidioksidi ( $\text{SiO}_2$ ), rautadioksidi ( $\text{FeO}_2$ ) ja alumiinitrioksidi ( $\text{AlO}_3$ ) [1.] Sementti reagoi herkästi veden kanssa, mikä johtaa liima-aineen muodostumiseen, mikä taas kovettuessaan pysyy kiinnittyneenä. Kovettuneen

osan nimi on sementtikivi. Sementtikivi yhdistää betonin eri ainesosat ja täyttää tyhjiöt materiaalin hiukkasten välillä. [1.]

## 2.2 Vesi

Veden, jota käytetään betonin valmistamiseen, tulisi olla mahdollisimman puhdasta ja ilman suurempia epäpuhtauksia tai haitallisia aineita, kuten kemikaaleja tai humusta. Veden ei myöskään tulisi maistua tai haista pahalta, eikä sisältää klorideja. Taulukossa 1 on näytetty veden suurimman kloridipitoisuuden määräytyminen standardinmukaisesti (SFS-EN-1008) [1.] Liialliset määrät epäpuhtauksia ja haitallisia aineita, vaikuttavat haitallisesti sementin sitoutumiseen ja heikentävät betonin kestävyyttä sekä lujuutta. Betonin valmistamiseen pitäisi käyttää aina puhdasta vettä, kuten vesijohtovettä, mutta oikealla tavalla kierrätettyä vettäkin voidaan käyttää, ei kuitenkaan pintavettä tai jätevettä. Jos ei ole varma veden sopivuudesta betonin valmistukseen, tulee se tutkituttaa asiaan kuuluvalla tavalla. Betonin valmistukseen käytettävän veden soveltuvuus tarkistetaan luotettavimmin kemiallisella analyysillä, joka auttaa määrittämään tarvittavan veden laadun betonin käyttökohteen mukaan. [1.]

Taulukko 1. Eri betonityyppien valmistuksessa käytettävän veden suurin mahdollinen kloridipitoisuus [1].

Betonin käyttökohte	Suurin kloridipitoisuus (mg/l)
Jännitetty betonirakenne tai injektointilaasti	500
Raudoitettu tai metalliosia sisältävä betonirakenne Raudoitettu tai metalliosia sisältävä betonirakenne	1000
Rakennus, joka on valmistettu betonista ilman raudoitusta tai metalliosia.	4500

## 2.3 Runkoaineet

Betonimassan suurin osa on runkoaines, se muodostaa 65–80 prosenttia tilavuudesta. Paras tapa valmistaa betonia olisi käyttää luonnollista kiviainesta, mutta saatavuuden takia runkoaines yleensä nykyisin muodostuu murskatusta kivistä ja kalliosta. Suomessa ei enää ole useinkaan tarjolla oikean kokoista

luonnonsoraa, joten betonin valmistukseen käytetään yleensä murskeesta seuloittua kiviainesta. Rakeisuus vaikuttaa betonin ominaisuuksiin merkittävästi. [1.]

Rakennusmateriaalina käytettävien runkoaineiden on oltava puhtaita, pestyjä ja rapautumattomia sekä kemikaalittomia. Ne eivät saa myöskään olla lumen tai jään kanssa sekoittuneita ja niiden kosteus tulisi saada mitattua mahdollisimman tarkasti. Kiviaines on luokiteltu eri rakeisuusluokkiin, minkä mukaan se seulotaan eri kasoihin. [1.] Taulukossa 2 esitetään kivien eri raekoot.

Taulukko 2. Kiviainetuotteiden luokittelu raekoon perusteella [1].

Kiviainestuotteiden jaottelu	Raekoot (mm)
Fillerikiviaineisto	< 0.063
Kova kivimateriaali	0/1, 0/2, 0/4
Luonnollinen järjestys. 0/8	0/8
Rakennuskiviaines (joko sora tai murskattu kallio)	0/5, 0/6, 0/8

## 2.4 Lisäaineet

Sekoitusvaiheessa betonimassaan lisätään erilaisia kemikaaleja käyttötarkoituksen mukaan. Kemikaaleja hyödynnetään esimerkiksi pakkasenkestävyyden lisäämiseksi, tai lujuusluokan nostamisessa. Lisäaineilla parannetaan betonin ominaisuuksia, kuten rakenteellista laatua, työstettävyyttä, kuljetuksen sietoa, kovettumisnopeutta ja samalla voidaan madaltaa valmistuskustannuksia. Nykypäivän rakennustavat ja kuljetukset vaativat erilaisten lisäaineiden käytön, vaikkakin niiden käyttöä pyritään pitämään niin pienenä kuin mahdollista. Lisäaineiden määrät betonissa kuitenkin ovat todella varsin vähäisiä suhteutettuna betonin muihin ainesosiin. On tärkeää, että lisäaineiden yhteismäärä ei ylitä valmistajan suosittamaa enimmäismäärää. Lisäaineita ei myöskään tulisi olla 50 g enempää sementtikiloa kohti, ellei olla tutkittu, miten suurempi määrä vaikuttaa betonin ominaisuuksiin ja kestävyys. Lisäaineiden vaikutus perustuu sekä fyysikaalisiin että kemiallisiin ominaisuuksiin, ja on tärkeää, että käytettävyys varmistetaan riittävillä ennakkokokeilla ennen niiden lisäämistä. Kun kahta

lisäainetta sekoitetaan keskenään, voivat ne mahdollisesti heikentää toistensa vaikutusta. Lisäaineet on järjestetty SFS-EN 934-2-standardin mukaisesti:

- notkistimet eli polykarboksylaatit, jotka ovat vesiliukoisia polymeerejä
- hidastimet tekijät hidastavat sitoutumista
- kiihdyttimet tekijät edistävät sitoutumista
- tehonotkistimet ja nesteyttimet
- huokostimet
- lisäaineet, jotka vähentävät veden erottumista
- lisäaineet, jotka estävät veden imeytymistä
- aineet, joilla säädellään viskositeettia. [1.]

## 2.5 Betonin lujuus

Betonin lujuus on suurimpia tekijöitä sen laadun ja ominaisuuden määrittelyssä. Betonin lujuuteen vaikuttavat tekijät ovat sen koostumus, kuten veden ja sementin suhde sekä valittu kiviaines. Useimmiten betonin puristuslujuus vaihtelee 30–80 megaPascalin (MPa) välillä. [1.]

Betoni kestää hyvin puristusta, mutta sen vetolujuudeltaan se on yleensä vain noin 10 prosenttia puristuslujuudestaan. Lujuusluokka määrytykset muodostuvat betonin käyttötarkoituksen perusteella. Tavallisesti betonin kestävyys mitataan megaPascaleina (MPa), joka vastaa 1 (MN/m<sup>2</sup>). Yleisin aika betonin kestävyden määrittämiseen on, kun betoni on saavuttanut 28 vuorokauden iän. Betonin lujuuteen vaikuttaa moni eri tekijät, kuten:

- vesipitoisuus ja sementin suhde / määrä
- sementin tyyppi
- kovettumisen aikainen lämpötila ja kosteusprosentti
- runkoaineen laatu ja sen raekoko
- jälkihoito
- kovettumisaika
- käytetyt lisäaineet ja seokset
- veden laatu ja kalkkipitoisuus

- betonimassan tiivistys, eli tärytys. [3.]

## 2.6 Betonin rasitusluokat

Eri rasitusluokilla kuvataan, millaisiin ympäristöihin eri betonirakennetta ollaan rakentamassa. Samaan rakennukseen voi kuulua samanaikaisesti eri rasitusluokkiin kuuluvia betonirakenteita. Esimerkiksi julkisivut luokitellaan säiden, eli jäätymisen ja sulamisen vaikutusten mukaan XF1-luokkaan, kun taas karbonatisoitumisilmiöstä johtuvan korroosion mahdollisuuden alaisina ne luokitellaan XC3- tai XC4-luokkiin. Tavallisesti julkisivut pyritään suunnittelemaan siten, että ne täyttävät sekä XC3- että XC4- vaatimukset. [4.]

Betonirakenteiden rasitusluokkia määrittäessä on tärkeää välttää liian kovaa luokitusta, koska tämä yleensä lisää rakentamiskustannuksia. Jos betonirakenteeseen valitaan turhan korkea rasitusluokka, voi se vaikuttaa negatiivisesti betonin muihin ominaisuuksiin ja siten huonontaa rakenteen laatua. [4.]

### 2.6.1 X0: eivät ole alttiina korroosiolle tai syöpymiselle

Raudoittamaton betoni, johon ei upoteta valettuja metalliosia, voidaan käyttää kaikissa ympäristöluokissa, mikäli betoni ei altistu jäätymis-, sulamis-, kulutus- tai kemialliselle rasitukselle. Tällaisissa tapauksissa ei yleensä käytetä raudoitusta tai raudoituksella on riittävä suojaetäisyys, rakenne on suojaisissa kuivissa olosuhteissa eikä altistu pakkasrasitukselle. [4.]

### 2.6.2 XC: teräksen korroosio karbonatisoitumisen seurauksena

Tämä luokka sisältää betonit, jotka ovat osittain tai kokonaan pitkiä aikoja veden kanssa kosketuksissa. Tämä altistaa betonin karbonatisoitumisilmiölle ja siten myös lisää betonin teräsosien korroosio riskiä. Betonin emäksisyys, (tavallisesti pH 13–14) toimii kemiallisena suojana teräsosille. [4.] Tämän pH-tason ansiosta raudoituksen pinnalle muodostuu sitä suojaava oksidikalvo. Hiilidioksidin vaikutuksesta betonin emäksisyys kuitenkin laskee. Taulukossa 3 on esitetty XC-rasitusluokkien määritelmät sekä niihin yleisimmin liittyvät rakenteet. [4.]

Taulukko 3. XC-rasitusluokkien määritelmät sekä niihin yleisimmin liittyvät rakenteet. [4]

Rasitusluokka, määritelmä		Tyypilliset rakenteet
XC1	Kuivaa tai aina kosteaa.	Sisätilat, joissa kosteus on vähäistä. Rakenteet, jotka ovat jatkuvasti veden alla. WC-tilat, portaat ja rakenteet, jotka ovat veden alla. Useampikerroksiset seinärakenteet sisäpinnalla. Osat sillasta vedenpinnan alapuolella.
XC2	Kostea, harvoin kuiva	Betoni sisätiloissa. Yleisimmät perustukset. Sillan perustukset ja liitoslaatat.
XC3	Osittain märkätilat	Betonipinnat sisätiloissa, joissa on keskimääräistä korkeampi ilmankosteus. Ulkorakenteet, jotka ovat joko osittain tai kokonaan suojattu sateelta. Sateenvarjoilla varustetut julkisivut ja muut ulkopinnat, jotka on suojattu sateelta. Parkkipaikkojen betonilaatat. Vesiliikuntakeskukset, saunat, suuret keittiötilat ja useat teollisuusrakennukset. Siltojen yläosien rakenteet, jotka ovat suojassa sateelta, kuten alapalkit ja pilarirakenteet sekä sadesuojatut tuki- ja pilarirakenteet.
XC4	Toistuva kostuminen ja kuivaus.	Betonipinta on vuorovaikutuksessa veden kanssa, mutta ei ole osa rasitusluokkaa XC2. Tämä koskee parvekkeiden betonilaattoja, julkisivuja, jotka altistuvat sateelle sekä perustuksia. Myös siltarakenteiden osat, kuten reunatuet, maatumien ulkopinnat, tukiseinät ja pilareiden osat voivat altistua sateelle.

### 2.6.3 XD ja XS: teräksen syöpyminen kloridien vaikutuksesta

Tavallisesti, kun betoni altistuu kloorille, hiilidioksidille, vedelle ja ilmalle, muodostuu optimaaliset olosuhteet betonissa olevien terästen ja metalliosien korroosiolle. Tämä ilmiö tunnetaan yleisesti nimellä karbonatisoitumisilmiö, tai hiilidioksidista johtuva korroosio.

Kloridit usein imeytyvät betonin huokosiin ja lyhentävät teräsbetonirakenteiden elinikää, ruostuttamalla teräsbetonin raudoituksia. Kun raudoitukset betonissa korroosioituvat, ne laajenevat ja rikkovat sitä kautta betonin pintaa poksauttamalla, sekä menettävät vetolujuuttaan ja heikkenevät. Tämä taas aiheuttaa koko rakenteen heikkenemisen. [4.]

Taulukko 4. XD ja XS. Rasitusluokkien määritelmät sekä niihin yleisimmin liittyvät rakenteet. [4]

Rasitusluokka, määritelmä		Tyypilliset rakenteet
XD1	Kohtalaisen kostea	Betonia kuormittavat, ilman mukana kulkeutuvat suolat. Meluseinät tien reunalla. Uimahallien sisätilat.
XD2	Usein märkä ja harvoin kuiva.	Teollisuusvedet, jotka sisältävät klorideja. Uima-altaat.
XD3	Jaksollinen kastumien ja kuivuminen	Rakenteet, jotka voivat altistua suolaisille roiskeille tai tulla suolattaviksi. Pysäköintitalot ja lämpimät autotallit. Sillan osat, jotka ovat herkkiä tiehiekalle, kuten reunapalkit, siirtymälevyt ja betoniset kaiteet, sekä suolasumulle alttiit siltapylväät ja tukirakenteet.
XS1	Altistuvat ilman tuomalle suolalle, mutta ilman suoraa kosketusta meriveden kanssa.	Avomerellä tai rannikolla sijaitsevat rakenteet.
XS2	Jatkuvasti veden alla	Merirakenteiden ja siltojen merivedenalaiset osat.
XS3	Vesirajan roiskeiden vaikutusalueella.	Merirakenteiden tai siltojen kaltaisten rakenteiden välituet, jotka altistuvat meriveden vaihtelulle ja roiskeille.

#### 2.6.4 XF: jäätymis- ja sulamisrasitus

Myös betonin huokosissa olevan veden jäätyminen aiheuttaa ongelmia betonille, erityisesti kun se tapahtuu useasti sulaen välillä. Kun suolapitoisuus lisääntyy rakenteessa, myös pakkasrasitus kasvaa. Tämän suolapitoisuuden takia, kosteus imeytyy betoniin myös matalammissa lämpötiloissa, jolloin suolat lisäävät painetta jäätyksen yhteydessä. Betonin kykyä kestää pakkasta voi parantaa tehokkaimmin betonin oikeanlaista huokoisuutta lisäämällä. Alla olevassa taulukossa 5 on esitetty XF-luokat. [3; 4.]

Taulukko 5. XF-luokka: jäätymis-sulamisasiiritys. [4]

Rasitusluokka, määritelmä		Typilliset rakenteet
XF1	Keskiverto veden imeytymisaste ilman jäänestoaineita.	Pystysuorat betonipinnat, jotka voivat altistua sateelle ja jäätymiselle. Nämä pinnat ovat yleensä nähtävissä, kuten kansilaatta, palkit sekä maa- ja välituet.
XF2	Kun vesi imeytyy maltillisesti yhdessä jäänsulatusaineiden kanssa.	Betonirakenteet, jotka ovat herkkiä vedelle ja jäätymiselle, voivat vaurioitua, kun ne jäätyvät tai altistuvat ilman mukana kulkeville jäänsulatusaineille. Meluseinät ja tien reunalla olevat perustukset. Komponentit suolatuilla teiden silloilla, kuten tukipalkit, päällystyslaatat sekä maatuet ja välitukirakenteet.
XF3	Suuri kyllästyminen veteen ilman jäänsulatusaineita	Betonipinnat, jotka ovat herkkiä vedelle ja jäätymiselle. Tällaisia pintoja voivat olla esimerkiksi terassit, siltapylväät sekä rakennelmat makean veden äärellä, kuten patoalueet ja uima-altaat. Myös suolattomilla teillä olevien siltojen osat, kuten laitapalkit, liitoslaatat, pilarimaiset tukirakenteet, ympyräsillan peruslevyt sekä suojaamattomat rakenteet vesistösilloissa voivat altistua veden korkeuden vaihteluille.
XF4	Korkea veden imeytymisaste yhdessä jäänsulattamisaineiden tai suolaisen meriveden kanssa.	Betonipinnat, jotka ovat herkkiä jäänsulatusaineroiskeille ja jäätymiselle, sekä teiden siltojen osat, jotka altistuvat jäänsulatusaineille. Parkkikerrokset, päällysmateriaalit ja lämpimät autotallit. Suolaa käyttävien teiden siltojen laitapalkit, liitoslaatat, betoniset kaiteet ja ympyräsillan perustukset. Tuet siltojen alla olevilla teillä, joilla käytetään suolaa. Suojaamattomat rakennelmat meressä sijaitsevilla silloilla tasosta NW-1 ylöspäin.

### 2.6.5 XA: kemiallinen rasitus

Ympäristöstä betoniin päätyvät aineet ovat Suomessa yleisin syy betonin kemialliselle vahingoittumiselle. Nämä aineet saattavat joko liuottaa sementtiä happamuudellaan ja heikentää sitä kautta sen ominaisuuksia, tai aiheuttaa sementtikiven turpoamista, mikä vaurioittaa rakennetta rapauttamalla. Kemiallisen korroosion tapahtuminen vaatii että betonissa on vettä ja haitallisia aineita.

Betonille erityisen haitallisia ovat erilaiset sulfaatit, hapot ja aggressiivinen hiili-dioksidi. Riittävän tiivis betoni estää merkittävästi haitallisten aineiden tunkeutumista ja parantaa sitä kautta kemiallista kestävyttä. SR-sementin käyttö sideaineena myös parantaa betonin sulfaatinkestävyyttä. Alla oleva taulukko 6, XA-luokka: kemialliset rasitukset. [3; 4.]

Taulukko 6. XA-luokka: rasisusluokkien määrittelyt, niiden selitykset ja yleiset rakenteet

Rasisusluokka, määritelmä		Tyypilliset rakenteet
XA1	Kemiallisesti lievästi hyökkäävä ympäristö.	Tietyt maatalouden rakenteet.
XA2	Kemiallisesti maltillisesti hyökkäävä ympäristö	Tietyt maatalouden rakenteet.
XA3	Kemiallisesti maltillisesti hyökkäävä ympäristö	Tietyt maatalouden rakenteet.

Taulukko 7. Raja-arvot kemiallisten rasisusten osalta, jotka johtuvat luonnon maaperästä ja pohjavedestä, on määritelty eri rasisusluokkiin. [3, 4.]

Kemialliset ominaisuudet	Testausmenetelmät	XA1	XA2	XA3
<b>Pohjavesi</b>				
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/l	SFS-EN 196-2	≥ 200 ja ≤ 600	>600 ja ≤ 3000	> 3000 ja ≤ 6000
PH	ISO 4316	≤ 6,5 ja ≥ 5,5	< 5,5 ja ≥ 4,5	< 4,5 ja ≥ 4,0
CO <sub>2</sub> mg/l aggressiivinen	SFS-EN 13577	≥ 15 ja ≤ 40	> 40 ja ≤ 100	>100 kyllästymiseen asti
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	ISO 7150-1	≥ 15 ja ≤ 30	> 30 ja ≤ 60	> 60 ja ≤ 100
Mg <sup>2+</sup> mg/l	EN ISO 7980	≥ 300 ja ≤ 1000	>1000 ja ≤ 3000	>3000 kyllästymiseen asti
<b>Maaperä</b>				
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/kg <sup>(a)</sup> kokonaismäärä	SFS-EN 196-2 <sup>(b)</sup>	≥ 2000 ja ≤ 3000 <sup>(c)</sup>	> 3000 <sup>(c)</sup> ja ≤ 1200	< 12000 ja ≤ 24000
Baumann-Gullyn happamuusmääritelmän mukaisesti ml/kg	prEN 16502	> 200	Ei ilmene käytännössä.	
<sup>(a)</sup> Savimaat, joiden läpäisykyky on alle 10–5 m/s, voidaan sijoittaa matalampaan luokkaan. <sup>(b)</sup> Testausmenetelmäperiaate on uusi SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -suolahapon käyttö. Toisena vaihtoehtona voidaan harkita vesiuuttoa, jos betonin käyttöpaikalla on aiempaa kokemusta sen käytöstä. <sup>(c)</sup> Mikäli betonissa on riski sulfaatti-ionien kertymiseen toistuvan kuivumisen, kastumisen tai kapillaarisen kosteuden takia, raja-arvo, joka on alun perin ollut 3000 mg/kg, vähennetään nyt 2000 mg/kg:aan.				

### 3 Betonipinnan ja rakenteen rasittuminen / vaurioituminen

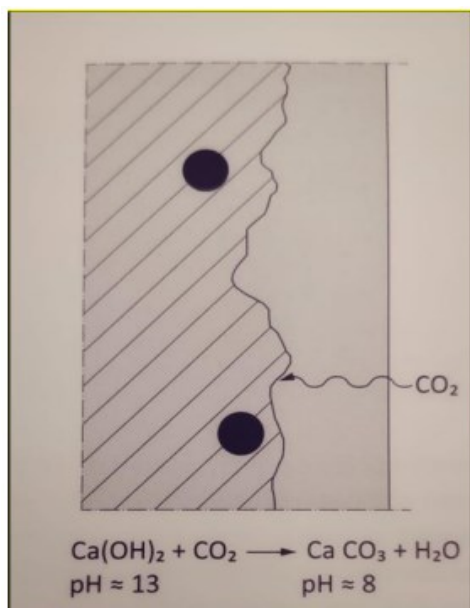
Tässä luvussa käsitellään yleisimpiä ilmaston aiheuttamia vaurioita betonille. Monet ulkopuoliset tekijät altistavat betonin erilaisille rasituksille ja sitä kautta voivat vaikuttaa betoninlaatuun. Tällaisia tekijöitä ovat esimerkiksi erilaiset säteilyt, aurinko mukaan lukien, lämmön vaihtelut, kosteuden muutokset, haitalliset aineet ja tuulen aiheuttama paine. Siksi asetetut vaatimukset betonirakenteille riippuvat siitä, millaisiin olosuhteisiin betonirakenteita ollaan rakentamassa.

Ilmastollisilla olosuhteilla ja niiden aiheuttamilla vaurioilla on betonirakenteissa suuri merkitys. Yleisimpiä näistä ovat betonin vahingoittuminen pakkasrapautumisen seurauksena sekä raudoitusten ja teräs osien ruostuminen, mikä johtuu betonin karbonatisoitumisesta, tai kloridien vaikutuksesta. Lisäksi rakenteet voivat kärsiä kosteusongelmista, pinnan vaurioitumisesta ja käsittelyjen heikentymisestä, halkeamista, muista muodonmuutoksista, sekä kiinnikkeiden ja tukirakenteiden ongelmista. [6.]

#### 3.1 Karbonatisoituminen

Betonin pH-taso laskee karbonatisoitumisen seurauksena. Karbonatisoitumisessa ilmassa oleva hiilidioksidi  $\text{CO}_2$  reagoi betonissa olevan kalsiumhydroksidin  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ja kalsiumsilikaattihydraattigeelin kanssa. Karbonatisoitumisreaktio voidaan esittää yksinkertaisella kaavalla, joka näkyy kuvassa 1. [1.]

Karbonatisoituminen tapahtuu betonipinnoilla, kun niihin pääsee tunkeutumaan ilmaa ja vettä, joka sekoittuu, ja se aiheuttaa betonin pinnan neutraalin alueen, jossa betonin alkalisuuden suojaava vaikutus teräksiin lakkaa. Jos tämä neutraali alue ulottuu lähelle terästä, se altistaa teräkset korroosiolle. Betonirakenteissa alkaa tapahtumaan kemiallisia reaktioita, kun hydroksidit liikkuvat rakenteen sisällä ja hiilidioksidi ulkopuolella. Tämä johtaa karbonatisoitumisen etene- miseen, mikä aiheuttaa betonin pH-arvon laskemisen noin 8,5:een. [1.]



Kuva 1. Betonin karbonatisointireaktion ilmiö [1].

Ympäristötekijät vaikuttavat huomattavan paljon betonirakenteiden kestävyys-  
teen. Kun rakenteet suojataan sateelta, karbonatisoituminen tapahtuu merkittä-  
västi hitaammin, kuin jos verrataan rakenteisiin, jotka eivät ole suojattu sateelta.  
Hiilidioksidi ei pääse tunkeutumaan kuin betonin ilmahuokosiin. Kun betonin  
huokokset ovat täyttyneet vedellä, heikkenee hiilidioksidin tunkeutumiskyky, joka  
esitetty alla olevassa taulukossa 8. Karbonatisoituminen etenee voimakkaimmin  
silloin, kun ilman suhteellinen kosteus on 50–60 prosenttia. [1.]

Taulukko 8. Olosuhteiden vaikutus betonin karbonatisoitumisnopeuteen

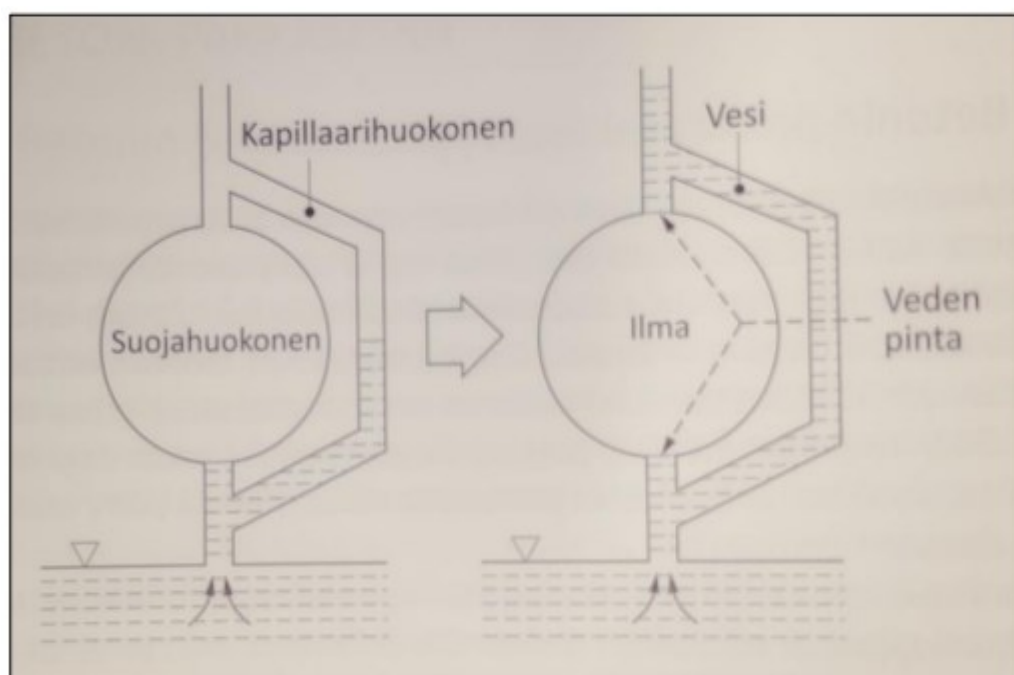
Betonin säilytysolosuhteet	Relatiivinen karbonatisoitumisnopeus.
Ulkona sateelta suojassa	1
Sateelle alttiina	0,25
Suhteellinen kosteus 70 %	1.60
Suhteellinen kosteus 45 %	1.80

### 3.2 Pakkasrapautuma

Pakkasrapautuminen on yksi betonin vaurioitumisen syy. Kun betonissa olevan  
veden lämpötila laskee alle jäätympisteen ja vesi jäätyy, veden tilavuus kas-  
vaa 9 prosentilla, jolloin jäätyvän veden laajentuminen aiheuttaa sisäistä

painetta huokosiin. Tämä lisää sisäistä painetta, ja ajan myötä betonirakenteet murtuvat sisältä päin.

Betonin pakkasrapautuminen on nopeampaa heikompilaatusissa betonissa, koska huokoisempi betoni altistuu enemmän kosteudelle, kun taas kostea betoni reagoi enemmän sulamis- ja jäätymissykleille. Kaksi eniten betonirakenteen pakkasenkestävyyteen vaikuttavaa tekijää ovat vesi-sementtisuhde ja suojarahukokset. Vesi-sementtisuhde on tärkeä tekijä betonin lujuuden määrittämisessä. Parempi suhde auttaa vähentämään kapillaarista huokoisuutta, ja asianmukainen jälkihoito varmistaa korkean hydrostaatioasteen. Jos vesi-sementtisuhde ylittää 0,60–0,65 raja-arvon, kapillaarihuokosverkostosta muodostuu yhtenäinen. Lisäämällä oikeita lisäaineita, sementtikiveen voidaan luoda pieniä huokosia, joita kutsutaan suojarahukosiksi. Nämä huokokset ovat halkaisijaltaan noin 0,01–0,5 millimetriä, eivätkä ne täyty vedellä kapillaari-ilmiön vaikutuksesta (kuva 2). [1.]



Kuva 3. Suojahuokosten toimintaperiaate [1].

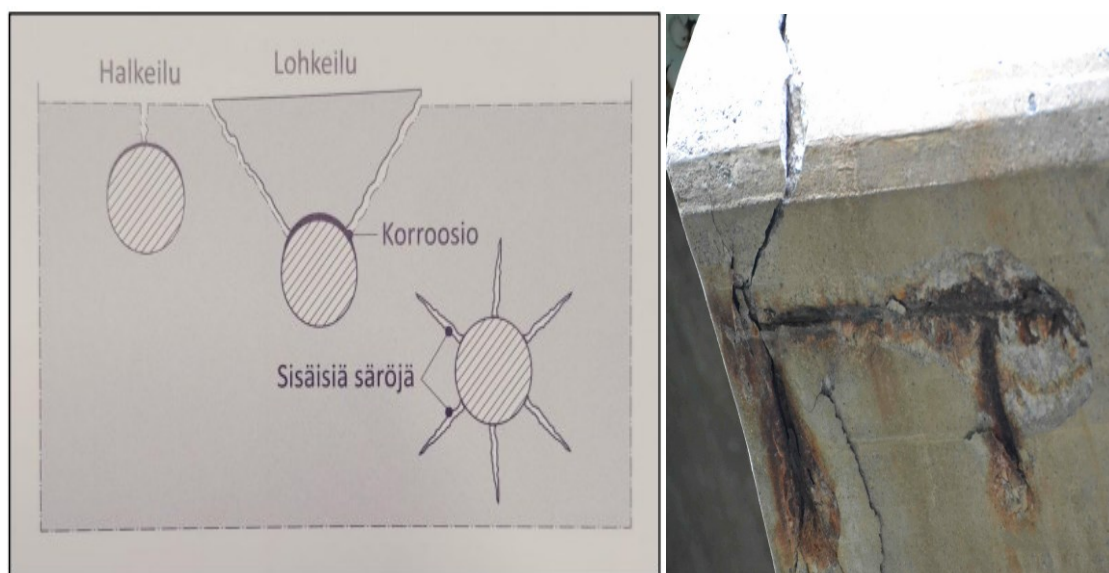
Betonin pinta, rakenteensa huokoisuuden ja haurauden vuoksi on erityisen herkkä kosteusvaurioiden aiheuttamalle rapautumiselle. Suomen talviset lämpötilavaihtelut johtavat usein kostean betonin rapautumisriskin kasvuun (kuva 3). [7.]



Kuva 3. Betonin pakkasrapautuminen julkisivussa. [7.]

### 3.3 Korroosio

Normaaleissa tavanomaisissa olosuhteissa teräsbetonirakenteen rauditus ei yleensä ruostu, koska betonin alkalisuuden suojaava vaikutus muodostaa ikään kuin suojakalvon terästen ympärille. Betonirakenteen raudituksen korroosio on sähkökemiallinen ilmiö. Ilmiössä rauta pyrkii palaamaan luonnolliseen muotoonsa. Korroosion vuoksi rauditteen pinnasta liukenee materiaalia, jonka johdosta raudituksen poikkipinta-ala pienenee, joka taas johtaa betonirakenteen kantavuuden heikkenemiseen. Lisäksi korroosio usein aiheuttaa teräsbetonirakenteen sisäistä halkeilua. [1.] Kun korroosio etenee betonissa, se aiheuttaa halkeamia, sisäisiä säröjä ja lohkeamia, mistä raudituksen betonipeite saattaa irrota lohkeamalla paineen vaikutuksesta kokonaan (kuva 4). [1.]



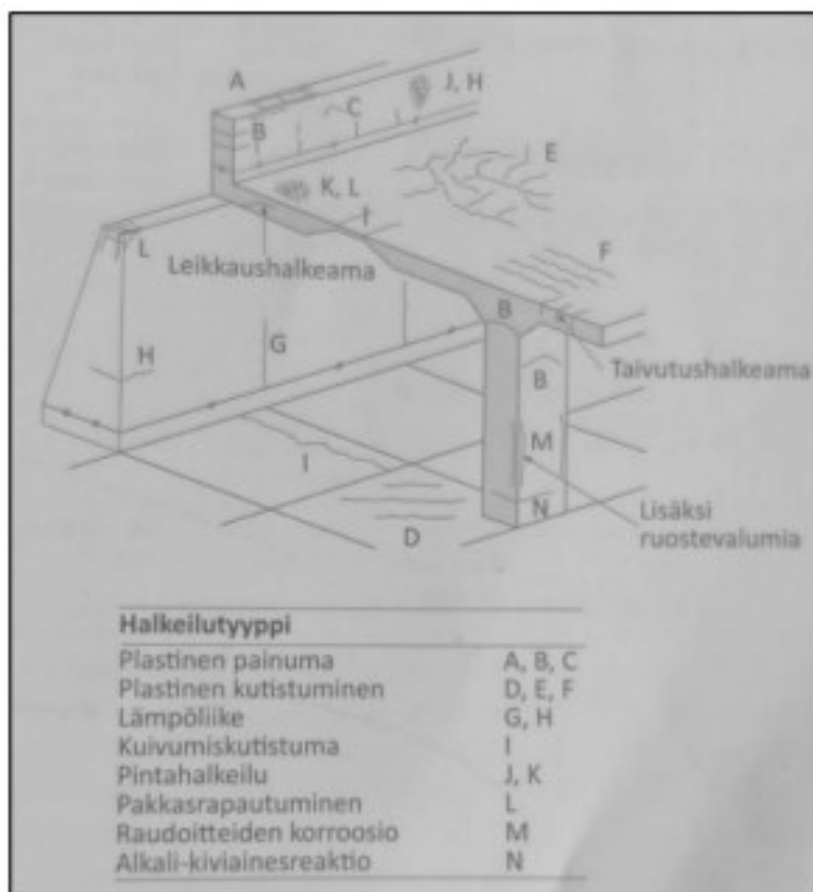
Kuva 4. Korroosion aiheuttamat vauriot teräbetonirakenteissa. [1.]

### 3.4 Kloridit

Kloridien vaikutus saattaa aiheuttaa raudituksen ruostumista myös betonirakenteissa, jotka eivät ole karbonatisoituneet. Suolauksen ja meriveden vuoksi betoniin tunkeutuu klorideja enemmän. Rakenteiden pinnalla, joihin suolainen vesi pääsee kosketuksiin, muodostuu kloridipitoisuuden lisääntymistä, missä kloridipitoisuus vähenee tasaisesti syvyyden lisääntyessä. Kloori-ionit (Cl) siirtyvät usein betoniin kosteuden vaikutuksesta, mikä taas usein aiheuttaa halkeamien syntymistä betonissa. Sen lisäksi betonin toistuva altistuminen jatkuvasti vaihteleville kosteusolosuhteille, nopeuttaa kloridipitoisuuden lisääntymistä betonissa. [1; 4.] Kloridien vaikutus Suomessa on merkittävä, erityisesti infraan liittyvissä rakenteissa, esim. siltojen reunapalkeissa, siltojen pilareissa, melues-teissä, parkkihallien infrastruktuurissa, pysäköintiin tarkoitettujen pihakansien rakenteissa, sekä meressä olevilla laitureilla ja muissa mereen tehdyissä rakennelmissä. Kloridien vaikutusta voidaan pienentää valmistamalla tiiviimpää ja vähempi huokoista betonimassaa, lisäämällä betoniin korroosionestoaineita, ja käyttämällä suoja-pinnoituksia. Sen lisäksi raudituksen oikea sijoittelu ja riittävä suojaetäisyys, eli betonipeite teräksillä, auttavat vähentämään kloridien pääsyä rauditukseen ja siten suojaavat sitä korroosiolta. [1.]

### 3.5 Halkeamat

Betonin halkeilu on betonille tyypillinen ominaisuus. Betonirakenteisiin vaikuttavat monet tekijät, jotka yrittävät heikentää betonin kestävyyttä ja aiheuttaa halkeilua. Halkeamat lisäävät merkittävästi betonin läpäisevyyttä, mikä taas heikentää betonin kestävyyttä ja lujuutta. [1.] Betonissa olevat halkeamat mahdollistavat haitallisten aineiden tunkeutumisen syvemmälle ja helpommin betoniin. Tämä puolestaan vähentää betonin fyysistä ja kemiallista suojaa, mikä taas altistaa raudoituksen korroosiolle. Betonin halkeilun välttämiseksi on tärkeää valita oikea betonin koostumus ja pintakäsittely sekä hoitaa betonia asianmukaisesti ja suunnitella rakenteet oikeanlaisesti. Betonirakenteiden halkeilu voi johtua monesta eri syystä. (kuva 5). [1.] Yleisiä tekijöitä ovat betonin vetolujuuden ylittyminen, kovettumassa olevan betonin kutistuminen ja painuminen, suuret lämpötilaerot kuten tulipalo, jäätymis- ja sulamissyklit, raudoituksen ruostuminen, sekä liian nopeasta kuivumisesta johtuva kutistuminen. [1.]



Kuva 5. Tyypilliset halkeamat betonirakenteissa. [1.]

## 4 Pinnan valmistelu ja korjaus – betonilattiat

Ulkoiset olosuhteet ja rasitukset vaikuttavat betonin ominaisuuksiin heikentävästi, esimerkiksi lämpötilan, kosteuden, mekaanisen kulumisen, ja muiden rasitustekijöiden myötä. Sama vaikutus on myös erilaisilla haitallisilla aineilla, kuten klorideilla ja ilman hiilidioksidilla. Betonipintojen kunnostuksessa ja suojauksessa on tärkeää valita oikea materiaali ja korjausmenetelmä. Korjauksessa tulee ottaa huomioon rakennuksen käyttötarkoitus, korjausyrityksen vaatimukset, rakenteen odotettu käyttöikä sekä korjaustarpeen syyn ymmärtäminen. [1; 9.]

Betonirakenteen korjaaminen on tärkeä toimenpide rakenteiden turvallisuuden varmistamiseksi. Tämän takia joudutaan eri tilanteissa käyttämään erilaisia tapoja. Valitun materiaalin tulisi kyetä palauttamaan rakenteen käytettävyyttä, joko vahvistamalla sitä, tai lisäämällä sen kestävyyttä, samalla estäen haitallisten aineiden tunkeutumisen rakenteen sisään. [1; 9.]

### 4.1 Betonilattian pintakäsittelyllä savutettavat edut

Betonilattian pintakäsittely sisältää monta eri työvaihetta – esikäsitteily, imeytys, maalaus, pinnoitus, ja massaus. Näillä saadaan parannettua lattian toimivuutta ja käytettävyyttä sekä pidennettyä sen ikää.

Betonilattian pintakäsittelyssä sen ominaisuuksiin ja laatuun vaikuttavat käyttötarpeen mukaan valittu betonilaatu, oikeanlainen esikäsitteily ja pintakäsittelyyhdistelmä. Pintakäsittelyn betonilattian etuja ovat:

- betonin pinnan lujuus kasvaa ja pölyäminen estyy
- kulutuskestävyys ja kemiallisten aineiden kestävyys paranee
- pistekuorman kestävyys lisääntyy
- puhtaanapito paranee
- lian ja rasvan imeytyminen estyy
- nestetiiviys paranee.
- Oikeanlaisella pintakäsittelyllä voidaan lisäksi vaikuttaa mm.
- sähköisiin ominaisuuksiin, kuten antistaattisuuteen

- karheus- ja liukkausominaisuuksiin
- viihtyvyyteen värisävyn, valonheijastusominaisuuksien ja ulkonäön kautta.

## 4.2 Betonilattioiden esikäsittelymenetelmät

Aluksi betonilattia puhdistetaan kalkkisuolasta, kaikesta liasta, öljystä ja rasvasta sekä maalitahroista. Tämän jälkeen pinnasta poistetaan sementtiliima. Sementtiliima on tuoreen betonin painuessa pintaan nouseva sementin, veden ja hienojakoisen täyteaineen, kuten fillerin muodostama kerros. Sementtiliima muodostaa kovettuessaan tiiviin mutta hauraan kerroksen. Sementtiliimakerros on poistettava, jotta betonilattian pintakäsittelyssä käytettävä pohjustusaine pääsee imeytymään riittävän hyvin betonin huokosiin ja saa tarvittavan tartunnan betonin pintaan. Sementtiliima poistetaan joko mekaanisesti tai kemiallisesti.

Pintakäsittelemätön betonilattia tulee suojata rakennusvaiheessa sen aikana tapahtuvien töiden aiheuttamilta rasitteilta. Näin vältetään turhilta öljyjen, rasvojen ja maali- sekä kittitahrojen poistoilta.

### 4.2.1 Hionta

Yleisin keino sementtiliimakerroksen ja muiden epäpuhtauksien poistoon on hionta, joko kivipohjaisella tai karkeapaperisella koneella. Standardi PSK2703 jaottelee hionnan kahteen luokkaan – pintahionta ja syvähionta.

Pintahionnan tarkoitus on poistaa lattiasta hieno sementtiliima tai muuten heikolujuuksinen kerros kauttaaltaan, siten että hieno runkoaines tulee näkyviin. (Lisätietoja: by 45 / BLY 7, kohta 3.4.7.1 – hionta, pintahionta). Teollisuuslattioiden esikäsittelymenetelmänä pintahiontaa pidetään vähimmäisvaatimuksena.

Syvähionnassa lattian pintakerros poistetaan kauttaaltaan siten, että karkea runkoaines tulee näkyviin. Karkean runkoaineen erottamisessa käytetään halkaisijana kolmannesta maksimi raekoosta. (Lisätietoja: by 45 / BLY 7, kohta 3.4.7.1 – hionta, pintahionta).

#### 4.2.2 Jyrsintä

Betonilattiapinta jyrsitään joko paineilma-, sähkö- tai polttomoottorikäyttöisellä jyrsimellä karheaksi, jolloin myös sementtiliimakerros samalla poistuu. Menetelmä on hyvä ja erittäin tehokas, varsinkin vanhoihin lattioihin imeytyneen öljyisen tai likaisenpinnan poistamiseen, sekä vanhojen hilseilevien maalien ja massojen poistamiseen. Oikeaoppisesti tehty jyrsintä tapahtuu kahteen eri suuntaan siten, että jyrsintäsuunnat ovat kohtisuorassa toisiaan vastaan.

Jyrsimen jättämä työstöjälki ja sen syvyys, riippuvat jyrsimessä käytetyistä lamellityypeistä (terästyypeistä) ja syvyyden säädöstä. Lamellityyppejä on saatavana erilaisia eri pintamateriaaleille ja tyypeille. Betonipinnoille yleisimmin käytetään kovametallikärkisiä lamelleja. Pölyhaittoja saadaan vähentää merkittävästi konetyypeillä, jotka ovat kytkettävissä teollisuusimureihin.

Karkea pinta sopii erinomaisesti suuremman tartuntapinta-alan ansioista massojen alustaksi, mutta ei pintaprofiilin suuresta karheudesta (0,5–1,5 mm) johtuen ohuille maalauksille tai lakkauksille. Jyrsintää, tai vaihtoehtoisesti sinkopuhdistusta suositellaan aina kaikkiin teollisuuslattioihin, jotka massataan 1 mm paksummilla massoilla. Näin varmistetaan massan riittävän hyvä tartunta alustaan.

Jyrsintää voidaan käyttää myös ohuempien pintakäsittelyiden esikäsittelymenetelmänä, mutta tällöin jyrsintäjälki on tasattava ennen pinnoitusta esimerkiksi liuotteettoman epoksilakan ja kuivan hienorakoisen hiekan seoksella tai hiomalla.

#### 4.2.3 Sinkopuhallus

Sinkopuhallus on yksi tehokkaimmista tavoista poistaa sementtiliima, lika ja heikko pintamateriaali. Siinä käytetään puhallusmateriaalina pieniä teräsrakeita, jotka iskeytyvät kovalla voimalla puhdistettavaan lattiapintaan. Teräsrakeen kokoa ja puhalluslaitteen kulkunopeutta muuttamalla saadaan säädettyä sinkouksen tehoa ja lattiaan syntyvää pintaprofiilia.

Puhallussinko toimii siten, että kaikki irtoava sementtiliima ja pöly sekä teräsraakeet kerätään talteen. Rakeet jäävät pyörimään suuremman painonsa ansiosta koneeseen, kunnes ne kuluvat ja muuttuvat pölyksi muun irtoavan tavaran sekaan ja muu irtoava tavara menee suoraan imuriin. Erillistä imurointia ei pölyn takia tarvitse sinkopuhalluksen jälkeen tehdä.

Sinkopuhallus on toimenpiteenä lähes pölytön ja soveltuu parhaiten tasaisten ja kovien teollisuuslattioiden pintojen puhdistukseen. Sinkopuhallus sopii myös teräs- ja asfalttipinnoille, joten pintamateriaalin vaihtelu puhdistettavalla alueella ei aiheuta ongelmia. Puhalluksen jättämä pintaprofiili voi olla liian karkea, jos pintakäsittelynä on vain ohut maalaus tai lakkaus.

#### 4.2.4 Suolahappopeittaus

Suolahappopeittauksessa sementtiliimakerros liuotetaan suolahappoon ja siitä muodostuu kalsiumkloridia, sekä filleriä ja piihappoa sisältävää lietettä. Syntynyt liete on koostumukseltaan lähes neutraalia.

Mahdollinen rasva, öljy ja muu lika on poistettava ennen happopeittausta emulgoivalla esipesulla.

Peittaus tehdään n. 5–10 %:lla suolahappoliuoksella (3–5 osaa vettä ja 1 osa väkevää teknillistä suolahappoa). Liuosta tehtäessä on suolahappo aina kaadettava veteen, eikä vesi suolahapon seoksen kuumenemisen ja roiskumisen estämiseksi, ja seos on tehtävä muovi- tai lasiastiaan. Metalliaasiat syöpyvät hapon vaikutuksesta usein pilalle. Happoseos muodostaa lämpöä, koska suolahapon liukeneminen vapauttaa lämpöä. Happopeittaus on helppo tehdä myös valmiilla emulgaattoria sisältävällä betoni-peittausliuoksella, joka poistaa sementtiliiman lisäksi lian, pintarasvan ja kalkkisuolat.

Ennen happopeittausta pitää lattia kastella siten, että kuluneet ja rosoiset alueet imevät vettä. Näin estetään hapon liiallinen syövyttävä vaikutus jo valmiiksi kuluneisiin alueisiin ja suolaliuoksen tarpeeton imeytyminen alustaan. Kastelun jälkeen betonipinnalle ei saa jäädä vesilätäköitä, vaan alustan on oltava tasaisen

kostea. Happoliuos on helppointa kaataa lattialle esim. muovisella sihdillä varustetulla kastelukannulla. Liuoksen tasaista leviämistä helotetaan pitkävartisella, jäykkäharjaksisella harjalla. Happoliuosta kuluu normaalisti sementtiliimakerroksen paksuudesta riippuen noin 0,5–1,0 litraa/m<sup>2</sup>. Suolahappoliuoksen vaikutuksesta sementtiliima liukenee voimakkaasti kuohuen. Kuohumista kestää noin 3–5 minuuttia, jonka jälkeen syntynyt neutraali liete ja suolaliuos huuhdellaan runsaalla puhtaalla vedellä lattiakaivoon. Mikäli lattiakaivoja, eikä viemärointiä ole, liete ja huuhteluvesi poistetaan esimerkiksi liete- tai lietteen kestäväällä vesi-imurilla.

Suolahappopeitto on varsin vähän käytetty tapa ja se soveltuu parhaiten pieniin kohteisiin, missä ei voida käyttää esim. hiontaa.

### 4.3 Betonilattioiden esikäsittelysuositukset

#### 4.3.1 Uusi betonilattia

Yleensä paras alusta pintakäsittelylle on uusi betonilattia. Uuden betonilattiapinnan on oltava kuitenkin ennen pinnoitusta vähintään neljä viikkoa vanha, tarpeeksi luja ja kovettunut niin, että betoniin jäänyt kosteus on sitoutunut ja pinta kuivunut riittävän kuivaksi. Maks. kosteus on noin 4 paino-% tai 97 % suhteellisena kosteutena mitattuna. Standardi PSK 2703, Betonilattioiden pintakäsittely. Prosessiteollisuudelle tehty käyttösuositus määrittelee betonin kosteudesta seuraavasti:

**Kostea betoni:** Uusi tai vanha betoni, jonka suhteellinen kosteus on suurempi kuin 97 %, ks. by 45 / BLY 7 taulukko 4.4. Pinnoitus on mahdollinen tavanomaisilla pinnoitemateriaaleilla, kun betonin puristuslujuus on  $\geq 80$  % sen suunnitellusta nimellislujuudesta.

**Kuiva betoni:** Uusi tai vanha, jonka suhteellinen kosteus on  $\leq 97$  %. Pinnoitus on mahdollinen, kun betonin puristuslujuus on  $\geq 80$  % sen suunnitellusta nimellislujuudesta. Lisätietoja betonin kosteuden mittauksesta on kirjassa ”Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi”.

## STANDARDIN PSK 2703 MUKAISET RASITUSLUOKAT

Rasitusluokka 1)	Kuvaus / Pinnan laatuiluokka	Kunnossapitoväli 2)
BC1 Hyvin lievä	Lievä mekaaninen tai kemiallinen rasitus, kuivat tuotannon sisältäät. Pinnan ulkonäköluokka Ks3 tai Ps3 (Maalaus RYL 2012).	10 vuotta
BC2 Lievä	Kevyt mekaaninen rasitus – esim. jalkenkulkuliikenne – kestää vesipesun ja tahranpoiston neutraaleilla pesuainella. Pinnan ulkonäköluokka Ps3 (Maalaus RYL 2012).	5 vuotta
BC3 Kohtalainen	Jatkuva kohtalainen mekaaninen rasitus – esim. jatkuva kevyt liikenne ja satunnainen trukkiliikenne – kestää vesipesun ja tahranpoiston neutraaleilla pesuainella. Pinnan ulkonäköluokka Ps2 (Maalaus RYL 2012).	5 vuotta
BC4 Ankara	Kova mekaaninen rasitus – esim. jatkuva haarakatrukkiliikenne ja pistekuormarasitus – kestää prosessikemikaalien roiskerasitusta < 30°C. Pinnan ulkonäköluokka Ps1 (Maalaus RYL 2012).	5 vuotta
BC5-Mec Hyvin ankara	Erittäin kova mekaaninen rasitus tai lämminviesirasitus – esim. jatkuva raskas trukkiliikenne ja suuri pistekuormarasitus – kestää prosessikemikaalien roiskerasitusta < 30°C. – lämminviesirasitus 20–60°C. Pinnan ulkonäköluokka Ps1 (Maalaus RYL 2012).	5 vuotta

1) Maalaus RYL 2001:n lähinnä vastaavat rasitusluokat: luokka 3 = BC1 ja BC2, luokka 4a = BC3, luokka 4b = BC4–BC6.  
2) Kunnossapitoväli on ohjeellinen eikä tarkoita pinnon kestäväisyyttä.

Kuva 6. Standardin PSK 2703 mukaiset betonilattioiden rasitusluokat

Teräshierretyltä betonilta sementtiliima poistetaan joko hiomalla, jyrsimällä tai sinkopuhalluksella.

Käsin hierretyiltä, haurailta, tai jauhomaisilta lattiapinnoilta pitää kova kiviaines-pitoinen betonikerros saada esille joko, mekaanisesti tai kemiallisesti. Hionnan tai muun mekaanisesti tapahtuvan huonon pinnan poiston jälkeen on lattia imu-roitava tai harjattava sementtipölyn poistamiseksi.

Jos betonin pinnalla on käytetty jälkihoitoaineita tai muita vastaavia keinoja, on ne ehdottomasti poistettava kokonaan ennen pintakäsittelyä esim. sinkopuhalluksella. Vaikka jälkihoitoaineet eivät yleensä imeydy syvälle betoniin, ne muodostavat pintakäsittelyaineiden imeytymistä estävän kalvon betonin pintaan.

Myös erilaisilla fluatointi- ja karkaisukäsittelyillä on tapana yleensä jättää betoni-pintaan tartuntaa estävän tai heikentävän kerroksen. Tällainen imeyttämällä käsitelty pinta tulee ennen pintakäsittelyä jyrsiä tai sinkopuhaltaa siten, että puhdas betoni tulee koko matkalta esiin.

### 4.3.2 Vanha, käsittelemätön lattia

Mikäli lattialla on vain pintalikkaa, pitää lattia ensin pestä esimerkiksi koneellisesti. Pesuainetyyppi valitaan lattiaan tarttuneen lian mukaan, esim. vesipesu synteettisellä pesuaineella tai liuotinpesu emulgoivalla pesuaineella. Pesun jälkeen tulee lattia huuhdella ja kuivata huolellisesti. Mikäli lattiaan on jäänyt sementtiliimaa, tulee se poistaa joko kemiallisesti tai mekaanisesti. Vaikka lattias-  
assa ei ole sementtiliimaa, on kuitenkin hyvä suorittaa esim. kevyt hionta pintakäsittelyaineen tartunnan varmistamiseksi.

Mikäli lika esimerkiksi öljy on imeytynyt betoniin, koneellinen pesu ei riitä, vaan likaantunut betoni poistetaan puhtaaseen betoniin saakka esim. jyrsimällä.

Mikäli lattiapinta on hauras ja rapautunut, on heikko pintakerros poistettava kokonaan aina ennen pintakäsittelyn alkua esimerkiksi koneellisesti hiomalla tai jyrsimällä. Mikäli koko pintakerros joudutaan poistamaan ja lattialle valetaan kokonaan uusi pintalaatta, valitaan lattian esikäsittelymenetelmäksi sama menetelmä kuin uudelle betonilattialle kohdasta.

### 4.3.3 Vanha, ennestään pintakäsitelty betonilattia

Jo aiemmin pintakäsittelyyn lattian uusintakäsittelyyn tullessa eteen, pitäisi vanhan käsittelyaineen tyyppi, sekä sen alla olevan betonipinnan laatu selvitettävä, ennen kuin käsittely uusi aloitetaan.

Mikäli lattiassa oleva vanha pinta on sideainetyypiltään hapettumalla kovettuva, esimerkiksi epoksiesteri tai uretaanialkydi, se ei kestä voimakkaita liuotteita. Silloin kun pintakäsittelään tällaista lattiaa liuotinhenteisillä epoksi- ja polyuretaanituotteilla, on koko vanha pinta poistettava täydellisesti. Muussa tapauksessa kyseessä olevin maalien liuottimet pehmentävät alle jäävän vanhan tuotteen ja tartunta betoniin jää joko huonoksi tai sitä ei tapahdu ollenkaan.

Jos vanhan pintakäsittelyaineen tyyppiä ei pystytä tunnistamaan, on viisainta ennen aloitusta kokeilla uuden ja vanhan tuotteen soveltuvuus keskenään pienellä koealueella.

Aiempi pintakäsittely on ensin puhdistettava kunnolla pesemällä tartuntaa estävät epäpuhtaudet kokonaan pois. Emulgoituvat liuotinpohjaiset puhdistus- ja pesuaineet ovat osoittautuneet tähän tarkoitukseen hyvin sopiviksi. Ennen uutta pintakäsittelyä, on vanha kiiltävä pinta hiottava himmeäksi.

Kaikki vanhat ja hilseilevät pintakäsittelyt on aina poistettava kokonaisuudessaan. Yleisimmin käytetään koneellista hiontaa tai jysintää, jotka samalla poistavat vanhan betonin pinnasta, siinä mahdollisesti olevan sementtiliiman sekä hauraat ja heikot huonon tartunnan omaavat pintakerrokset. Sinkopuhallus soveltuu tähänkin tarkoitukseen myös erinomaisesti. Kemiallisesti tehtävää, maalinpoistoaineilla tapahtuvaa maalin irrotusta suositellaan käytettäväksi vain silloin, jos mekaanisia esikäsittelymenetelmiä ei pystytä käyttämään. Kemiallisen maalinpoistotoimenpiteen jälkeen, on betonipinta huuhdeltava huolellisesti puhtaalla vedellä ja sen on annettava kuivua riittävän pitkä aika ennen uutta pintakäsittelyä.

Vanhojen ja käytettyjen betonilattioiden esikäsittelyssä joudutaan pesujen, puhdistusten ja sementtiliiman poiston jälkeen yleensä tekemään lisäksi muun muassa halkeamien korjausta ja kittausta sekä kolojen täyttöö ja tasoituksia.

#### 4.4 Muut betonilattioiden esikäsittelyyn liittyvät työt

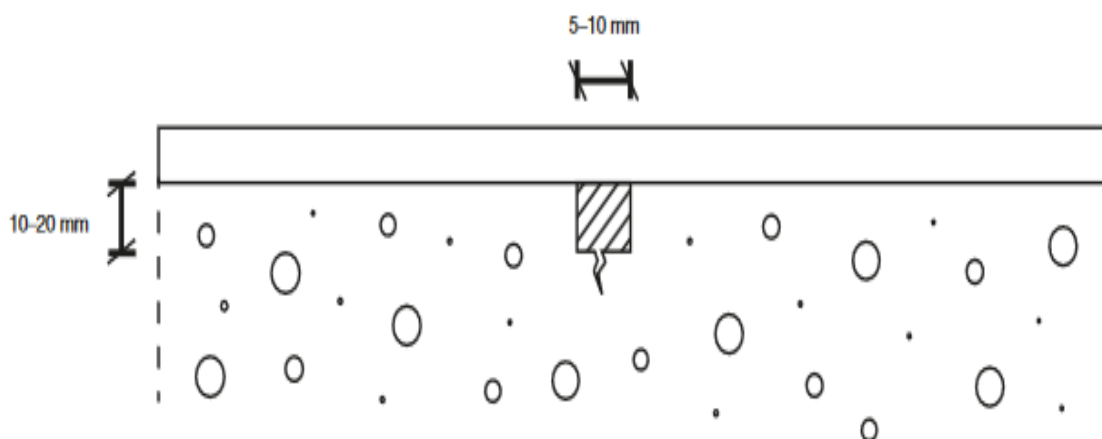
Lattian uuteen pintakäsittelyyn, sisältyy edellä mainittujen esikäsittelytyöiden lisäksi myös useita erilaisia muita esityöitä. Muut esityöt ovat yleensä kolojen paikkauksia, tasoituksia, saumauksia, nurkkapyörityksiä, kaatojen tekoa ja injektointia.

#### 4.4.1 Paikkaukset ja tasaukset

Vanhoissa betonilattioissa on tavallisesti halkeamia, pieniä murtumia ja koloja, jotka pitää paikata ennen uutta pintakäsittelyä.

Pienet hiushalkeamat ovat yleensä poikkeuksetta laatan kuivumisen aikana muodostuneita kutistumishalkeamia, jotka eivät enää kasva betonin täydellisen sitoutumisen jälkeen. Hiushalkeamien tunnusmerkki on se, että ne eivät mene lattian läpi, vaan muodostavat pintaan niin sanotun verkkomaisen rakenteen.

Suuret, koko lattiarakenteen läpi menevät halkeamat on aina avattava esimerkiksi kulmahiomakoneella ja paikattava. Halkeamat kannattaa ajaa auki riittävän leveäksi ja noin 1–2 cm syvyyteen, jotta korjaus tai paikkaus on helppo suorittaa. Halkeamat voidaan pinnoitteesta riippuen, paikata joko ennen pohjalakkausta tai heti sen jälkeen pinnoitusyhdistelmään sopivalla täytteellä, esimerkiksi liuotteettomalla epoksikitillä tai jäykällä kitillä. Kitin voi tehdä sekoittamalla riittävästi esimerkiksi raekooltaan 0,1–0,6 mm olevaa kuivaa hiekkaa ja ohentamatonta epoksilakkaa. Kuvassa 7 nähdään halkeama, joka on avattu riittävän leveäksi oikeaan syvyyteen ja täytetty kitillä.



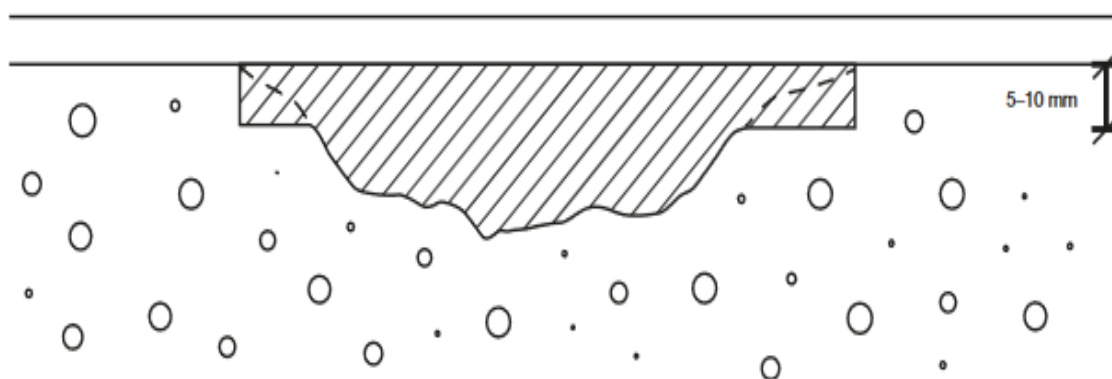
Kuva 7. Halkeamien avaaminen ja paikkaaminen

Suurten halkeamien kohdalla on muistettava, että ne ovat voineet syntyä esimerkiksi perustuksien liikkeestä tai liiallisesta ylikuormituksesta. Tällöin on suuri

todennäköisyys, että sama vaurio ilmestyy aika pian uudestaan paikatusalueen viereen, mikäli halkeamien syytä ei ole poistettu tai korjattu.

Kaikki kolot voidaan paikata jo ennen pohjalakkausta tai heti sen jälkeen. Pienemmät kolot paikataan samoin kuin pienet halkeamat, eli pinnoitusyhdistelmään sopivalla täytteellä, esim. liuotteettomalla epoksikitillä tai jäykällä kitillä, joka myös tehdään kuten suuremmissa halkeamissa, eli sekoittamalla riittävästi esim. raekooltaan 0,1–0,6 mm olevaa kuivaa hiekkaa liuotteettomaan epoksilakkaan.

Mikäli kolot ovat suuria pinta-alaltaan ja niiden syvyys on enemmän kuin 5 mm, on paikkaukseen hyvä käyttää liuotteetonta epoksilakkaa, johon on sekoitettu oikea määrä kuivia, raekooltaan erisuuruisia luonnonhiekkaseoksia. Paikkaus tehdään esimerkiksi kuvan 8 mukaan, jossa kolon reunat on syvennetty paikkausmassauksen takia.



Kuva 8. kolojen paikkaaminen

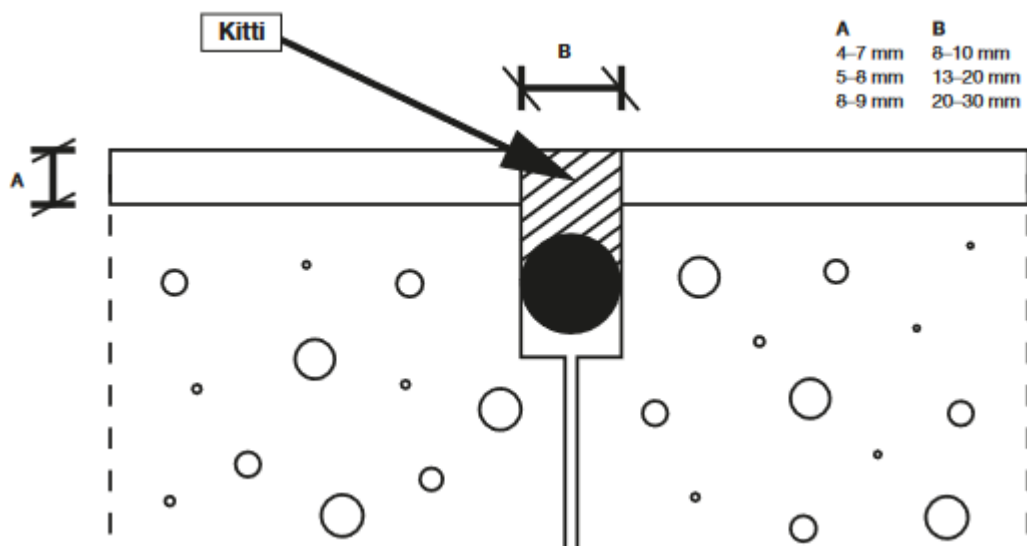
Mikäli lattiassa on suuri määrä pieniä koloja, halkeamia ja epätasaisuuksia, voidaan koko lattia yli tasoittaa liuotteettoman epoksilakan ja kuivan luonnonhiekan seoksella. Tässä tapauksessa hiekan raekoko voi olla esim. 0,1–0,6 mm ja sitä sekoitetaan lakkaan sen verran, että massasta saadaan sopivan juoksevaa, ja sillä voi täyttää kolot ja halkeamat hyvin.

#### 4.4.2 Saumatukset

Betonilattian saumaustyössä saumataan lattian työ- ja liikuntasauvoja. Kemi-kaalirasitusten alaisiksi joutuvien lattioiden työ- ja liikuntasauvojen tiiveyteen on kiinnitettävä erityistä suurta huomiota.

Betonilattioihin tehdyt työsaumat, luokitellaan yleisesti ottaen riittävän jäykiksi ja liikkumattomiksi. Saumaustyö alkaa avaamalla työsaumat noin viisi mm leveiksi ja 10 mm syviksi timanttilaikalla varustetulla sahalla tai kulmahiomakoneella. Avattu työsauma pohjustetaan ja saumataan esimerkiksi liuotteettoman epoksilakan ja kuivan luonnonhiekan seoksella. Sen jälkeen saumat voidaan esimerkiksi massata.

Betonilattioiden liikuntasaumat yleensä saumataan vasta massauksen jälkeen, joustavalla saumaussmassalla, esimerkiksi kuvan 9 mukaan. Näin tehtynä saumat avataan vasta esim. massauksen jälkeen. Tällöin pitää tietenkin saumakohta merkittävä seinään, jotta jälkepäin tapahtuva avaus voidaan suorittaa juuri oikeaan kohtaan.

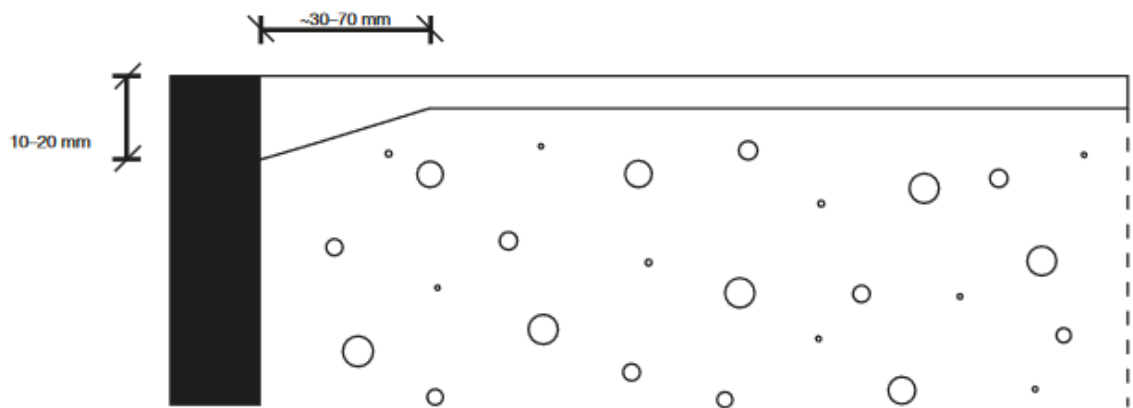


Kuva 9. Liikuntasauvojen tekeminen ja käsittely

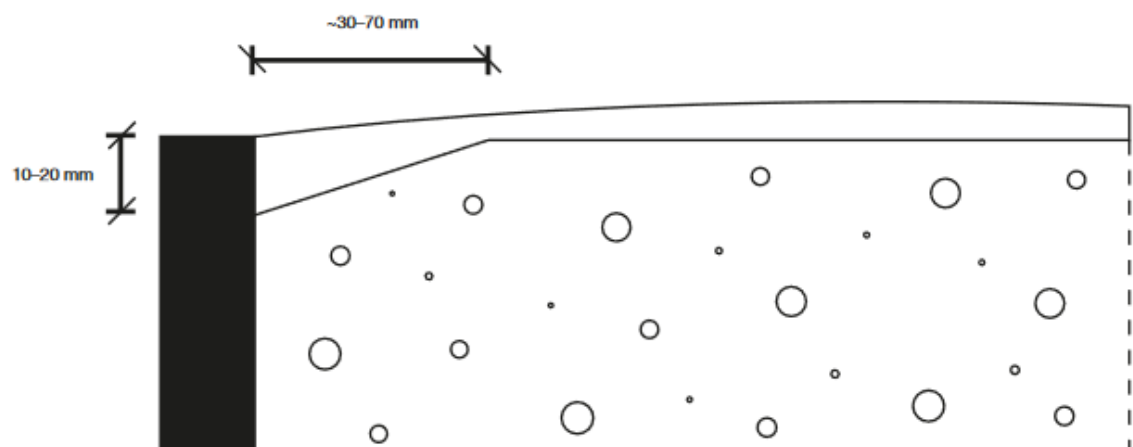
Liikuntasauvojen reunat vielä usein vahvistetaan kulmateräksin. Massauksen lopetustapa näissä tapauksissa selviää kuvista 10 ja 11 kohdassa 4.4.3.

#### 4.4.3 Massauksen lopetukset muihin materiaaleihin

Massauksen lopetus teräsrakenteisiin on hyvin yleistä lattiatöissä. Lattioissa on usein esim. lattiakaivoja tai liikuntasauvoja, jotka reunustetaan tai on reunustettu teräsvahvistein. Tällaisissa tapauksissa liittymät teräsrakenteisiin yleensä huomioidaan jo rakennusvaiheessa siten, että teräsosat asennetaan, tai on asennettu tulevan massakerroksen paksuuden verran ylemmäksi lattian muusta tasosta (ks. kuva 10).



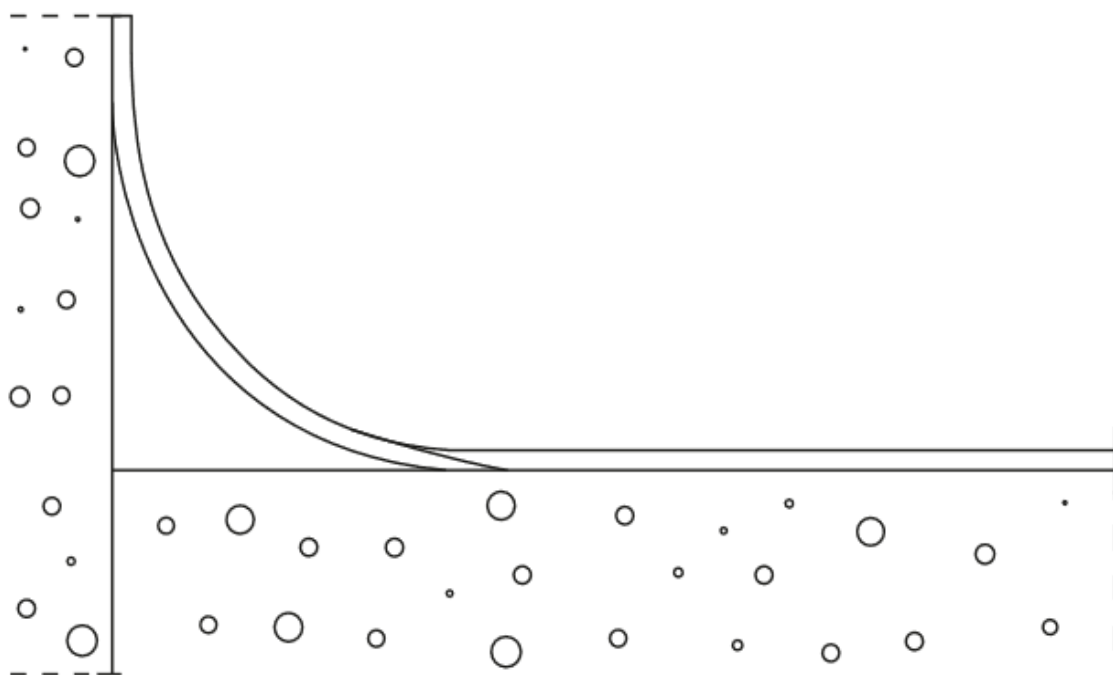
Kuva 10: Massauksen lopetus lattiatasoa ylempänä oleviin teräsrakenteisiin.



Kuva 11. Massauksen lopetus lattian tasossa oleviin teräsrakenteisiin

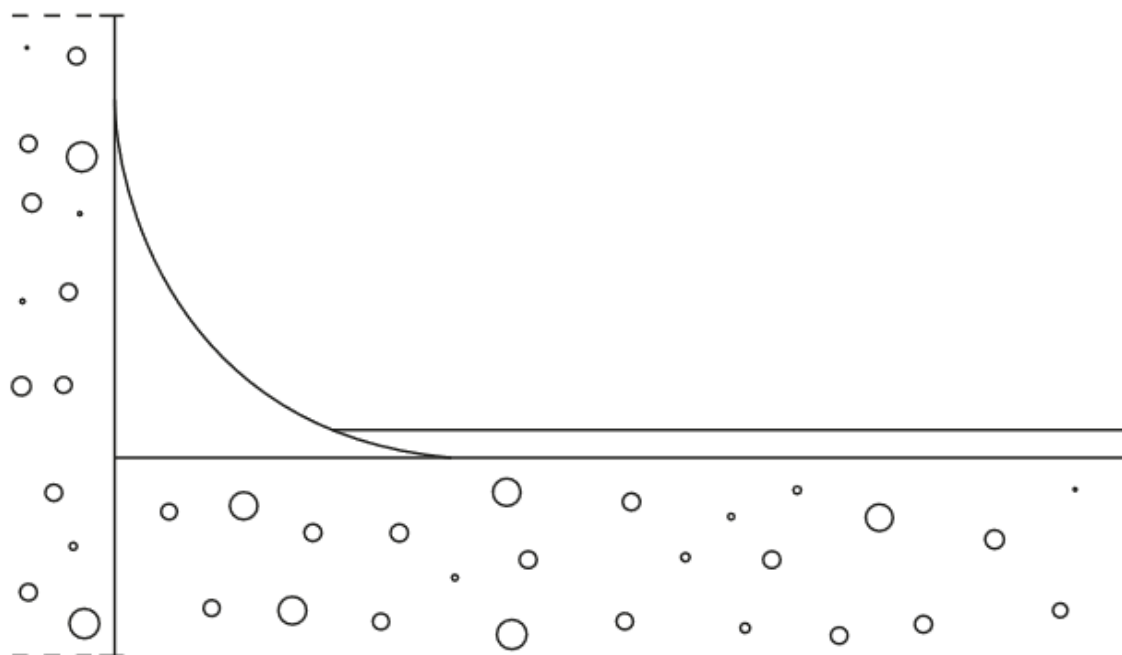
#### 4.4.4 Nurkkapyöritykset ja jalkalistat

Silloin kun on tarkoitus, että lattian ja seinän välisestä yhtymäkohdasta ei esimerkiksi pesuvesi pääse runkorakenteisiin tehdään niiden yhtymäkohtaan niin sanottu nurkkapyöritys. Yleisin tapa tehdä nurkkapyöritys on käyttää kuivan luonnonhiekan ja liuotteettoman epoksilakan seosta. Seoksen levitys tapahtuu esimerkiksi muurarin kauhalla ja pyöritys tasoitus pyöreällä muoviputkella tai pullolla, joiden halkaisija on noin 10 cm. Itsestään siliäviä lattiainmassoja käytettäessä pyöritys pitää tehdä ennen massan levitystä ja se maalataan ohuella pinnoitteella, kuten kuvassa 12 on esitetty.



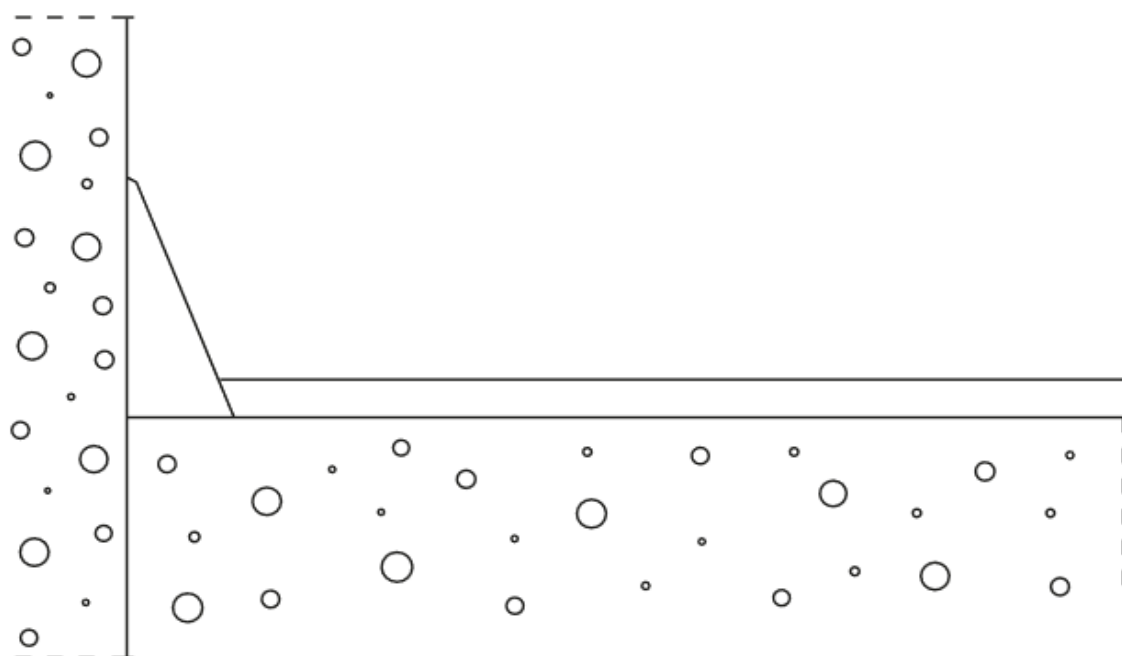
Kuva 12. Nurkkapyöritysten pinnoittaminen

Kun käytetään värihiekkamassoja, nurkkapyöritykset tehdään samasta hiekkaseoksesta kuin itse lattiakin. Näin toimiessa pyöritys voidaan tehdä joko ennen tai jälkeen massauksen. Havainnollistava esimerkki tästä nähdään kuvassa 13.



Kuva 13. Värihiekkamassalattian nurkkapyöritys

Jalkalistoja tehdessä, käytetään samaa periaatetta kuin nurkkapyörityksiäkin, mutta tällöin pyöritys vain jätetään pois. Tästä nähdään esimerkki kuvassa 14.



Kuva 14. Värihiekkamassalattian jalkalista.

## 5 Pinnan valmistelu ja korjaus – seinä- ja kattopinnat

### 5.1 Yleistä

Kuivissa ja lämpimissä tiloissa, missä pintoihin ei kohdistu minkäänlaisia mekaanisia eikä kemiallisia rasitteita ja betonin paksuus on riittävä, jotta se toimii höyrynsulkuna itsessään, pinnat käsitellään usein vain maalaamalla.

### 5.2 Esikäsittelyt

#### 5.2.1 Uudet, käsittelemättömät pinnat

On erittäin tärkeää huomioida pintojen esikäsittelyssä seuraavat asiat:

- Pintojen on käsiteltäessä oltava puhtaita. Pinnoilta pitää poistaa pöly, rasva, irtolika ja muu maalausta haittaava epäpuhtaus.
- Kolojen ja halkeamien kittaukseen käytetään maaliyhdistelmään sopivaa silotetta tai kittiä.
- Epätasaisuuksien tasoitus tehdään maaliyhdistelmään sopivalla silotteella.
- Maalattavilla pinnoilla näkyvillä olevat teräkset, käsitellään maaliyhdistelmään sopivalla ruosteenestomaalilla, kun ne on ensin puhdistettu.
- Tarvittaessa tehdään hionta sekä pölynpoisto, ennen seuraavaa maalaus- ja käsittelyä.

#### 5.2.2 Ennestään maalatut pinnat

Ennen uuden maalauksen aloittamista, on soveltuvuus vanhan jo olemassa olevan maalin kanssa varmistettava. Mm. dispersiomaaleilla aiemmin maalattujen pintojen uudelleen käsittelyyn, ei suositella käytettävän epoksimaaleja.

Huolto- tai uusintamaalauksessa on tärkeää huomioida seuraavat asiat:

- Kaikki hilseilevä ja huonosti kiinni oleva maali on poistettava kokonaan.
- Kaikki vanhat ennestään maalatut pinnat, pestään oikeanlaisella maalinpesuliuksella ja huuhdotaan huolellisesti runsaalla lämpimällä vedellä.

- Jos pinnoissa esiintyy hometta, on pinnat pestävä oikeanlaisella ho-  
meenpesuliuksella ja huuhdeltava huolellisesti runsaalla lämpimällä ve-  
dellä.
- Kovat tai kiiltävät pinnat on hiottava himmeiksi.
- Kolot ja halkeamat on kitattava maaliyhdistelmään sopivalla silotteella.
- Jos pinnoissa esiintyy reikiä tai halkeamia, joissa uudelleen aukeamisen  
riski katsotaan mahdolliseksi, on käytettävä vaurioiden korjaamiseen so-  
pivaa lasikuitunauhaa. Lasikuitunauha tasoitetaan ympäröivän pinnan  
kanssa samaan tasoon.
- Maalattavilla pinnoilla näkyvissä olevat teräkset, tulee käsitellä maaliyh-  
distelmään sopivalla ruosteenestomaalilla.
- Tarvittaessa pinnat on hiottava ja hiontapöly poistettava ennen seuraavaa  
maalauksenkäsittelyä.

## 6 Pinnan valmistelu ja korjaus, höyrynsulkumaalaukset

### 6.1 Yleistä

Betonista tehtyihin seinä- ja kattopintoihin tunkeutuva kosteus, saattaa aiheuttaa pahoja vaurioita rakenteissa. Useasti toistuvien jäätymis- ja sulamisjaksojen vaikutuksesta kiviaines rapautuu, rakenteen ulkopinta lohkeilee ja kantavien rakenteiden lujuus heikkenee. Jäätymisvaurioita esiintyy runsaimmin elementtisaumojen reunoissa ja ikkunoiden alapuolella.

Kosteuden mukana, tunkeutuu betoniin myös ilman happamia epäpuhtauksia, jotka alentavat betonin emäksisyyttä, eli pH-arvoa: betoni altistuu karbonatisoitumisilmiölle. Tuoreessa betonissa alkalisuus (pH 11-13) suojaa betoniraudoituksia korroosiolta. Kun pH, eli emäksisyys laskee, betonin passiivisuojaus heikkenee, mikä riittävässä kosteudessa aikaansaa sen, että teräkset ruostuvat. Eri-tyisesti kantavissa rakenteissa, on raudoitusten ja terästen ruostuminen tuhoisaa.

Seinäelementtien sisällä oleviin eristeisiin tiivistyvä kosteus synnyttää kylmäsiltoja ja madaltaa eristeiden tehoa. Kylmäsiltojen kohdalla tiivistyy kosteutta myös seinän sisäpinnoille, mikä taas aiheuttaa tahroja, valumisjälkiä ja usein myös seinäpinnoille homepisteitä. Seinän ulkopinnalle kosteuden mukana näkyviin tulevat kalkkisuolat aiheuttavat rakennusten julkisivulla ikävän näköistä likaantumista. Edellä mainittujen vaurioiden estämiseksi, tulisi seinä- ja kattopinnat maalata oikeanlaisilla höyrynsulkumaaleilla.

### 6.2 Höyrynsulkumaalien testaus

Maalien höyrynsulkuominaisuuksia pystytään arvioimaan laboratoriossa määrittämällä vesihöyryn kokonaisvastus, mistä käytetään nimitystä PAM-luku (Press against moisture). Sen yksikkönä on (m<sup>2</sup>h mmHg/g), joka kuitenkin on korvautumassa SI-järjestelmän mukaisella yksiköllä (m<sup>2</sup>s Pa/kg). Kokonaisvastusta ilmoitettaessa, ainekerroksen paksuus on jo otettu huomioon.

PAM-luvun suuruus, kertoo materiaalin kokonaisvastuksen suuruuden. Mitä suurempi PAM-luku on, sitä paremmin materiaali estää vesihöyryn kulun lävitseen. Esimerkiksi paperikonesaleissa on höyrönsulkumaalauksen PAM-lukuarvon miniminä pidetty lukua 200.

### **PAM-luvun määrittäminen**

Koekappaleena käytetään 10 mm paksua betonikiekkoa, joka maalataan toiselta puolelta tutkittavalla maaliyhdistelmällä. Maalattu kiekko, juotetaan kanneksi astiaan, jossa on kuivatusainetta, (esim. kidevedetön CaCl<sub>2</sub>). Astia pidetään vakiohuoneessa, jonka suhteellinen kosteus on esimerkiksi 95 % tai 70 %. Maalipinnan läpi kulkenut vesimäärä, mitataan punnitsemalla astia määräväliä joihin ja punnitustuloksista lasketaan pinnoitteen vesihöyryn vastus.

Vesihöyryn vastukseen vaikuttaa usea eri asia, kuten ilman suhteellinen kosteus, vesihöyryn paine-ero maalatun pinnan eri puolilla, lämpötila ja höyrönsulkumateriaalin ominaisuudet. Maalikalvon hydrofiilisyydellä (vesihakuisuudella), on vaikutusta vesihöyryn vastukseen, etenkin yli 95 %:n suhteellisessa kosteudessa, jolloin osa diffundoituvasta vesihöyrystä voi kondensoitua vedeksi.

### **6.3 Maalattavien pintojen esikäsittely ja maalaustyö**

Uudet betonipinnat on joko harjattava tai hiottava puhtaaksi irtonaisesta pölystä sekä kalkkisuoloista.

Vanhat maalipinnat sekä vanhat, likaiset betonipinnat pestään suurpainepepusella ja tarvittaessa kaavitaan vanha huonosti kiinnittynyt maalikerros pois. Märkähiekkapuhallus, on myös vanhojen maalikerrosten puhdistuksessa tehokas ja hyvä työmenetelmä.

Puhdistuksen jälkeen pitää elementtisaumojen ja ikkunakarmien tiivisteet tarkistaa ja tarvittaessa korjata, sillä mahdollinen kosteus tunkeutuu helpoimmin rakenteisiin ilmarakojen kautta. Tiivisteet saattavat puuttua usein kokonaan pystypilareiden ja seinän liitoskohdasta sekä elementtisaumoista pylväiden takana.

Ennen maalausta on tasoitettava halkeamat ja kolot, sekä alueet, joilla on runsaasti valusta jääneitä huokosia. Tasoitetyyppi on valittava maaliyhdistelmän mukaan. Epoksimaaliyhdistelmissä valitaan oikea epoksitasoite ja dispersiomaaliyhdistelmissä, voidaan käyttää epoksitasoitetta tai oikeanlaista märän tilan tasoitetta. Toisinaan on varsinkin teräsmuottia vasten valetuilla betonipinnoilla niin runsaasti pieniä valuhuokosia, että koko pinta on hyvä ylikitata tiiviin maalauksen varmistamiseksi.

Suurien pintojen ylikittaukseen epoksimaalausjärjestelmissä, soveltuu parhaiten kuivabetonin (raekoko enintään 0,6 mm) sekä vesiohenteisen epoksilakan seos, joka tarttuu hyvin betonipintaan ja soveltuu levitettäväksi tasoiteruiskulla. Tarkemmat seossuhteet ja käyttöohjeet löytyvät valmistajan tuoteselosteesta. Pinnan viimeistelyt tehdään leveällä teräslastalla.

Jos puhdistusvaiheessa tulee esille ruosteisia betoniraidoituksia tai teräksiä, puhdistetaan raudat ruosteesta ja maalataan sopivalla epoksipohjamaalilla.

## 7 Pinnan valmistelu ja korjaus – betonialtaat ja -säiliöt

### 7.1 Yleistä

Prosessi- ja, elintarviketeollisuudessa sekä yhdyskuntien vedenkäsittelylaitoksissa, on runsaasti betonista valmistettuja altaita, säiliöitä ja kanaaleja. Käyttämällä liuotteettomia epoksinnoitteita, voidaan parantaa tällaisten rakenteiden kemikaalinkestävyyttä, puhdistettavuutta ja tiivyyttä sekä käyttöikää. Pinnoitus tehdään yleensä ilmattomalla ruiskulla, jolloin betonin pinnalle saadaan tiivis ja saumaton suojakerros.

### 7.2 Esikäsittelysuositukset

#### 7.2.1 Uudet, käsittelemättömät betonipinnat

Sementtiliima sekä epäpuhtaudet poistetaan suihkupuhdistuksella. Suihkupuhdistuksessa on pyrittävä välttämään liian voimakasta käsittelyä, ettei raudoitusten päällä oleva suojabetonikerros ohene tarpeettomasti.

#### 7.2.2 Vanhat, käsittelemättömät pinnat

Vanha betonipinta on puhdistettava suihkupuhdistusta haittaavasta kaikesta ylimääräisestä liasta, kaapimalla tai suurpainepesulla. Mahdollinen sementtiliima ja huokosiin pinttynyt lika poistetaan suihkupuhdistuksen avulla. Kaikki paljaana olevat raudat on puhdistettava huolellisesti ruosteesta. Betoniin imeytynyt, raudoista irronnut ruoste, on myös poistettava esimerkiksi piikkaamalla. Paljastuneet ja puhdistetut raudat pohjamaalataan huolellisesti epoksipohjamaalilla tai altaan pinnoitukseen käytettävällä epoksinnoitteella.

#### 7.2.3 Vanhat, ennestään käsitellyt pinnat

Vanhan olemassa olevan pinnoitteen soveltuvuus uuden pinnoitteen alle, on aina varmistettava ennen pinnoitustyöhön ryhtymistä.

Vanhoista, aiemmin pinnoitetuista pinnoista, poistetaan kaikki huonosti alustaan tarttuva pinnoite, esim. suihkupuhdistuksen avulla. Luja, alustaan hyvin kiinnittynyt pinnoite täytyy karhentaa joko hiomalla tai suihkupuhdistuksella.

Hionnan ja/tai suihkupuhdistuksen jälkeen, on hiekka, pöly ja muut epäpuhtaudet poistettava imuroimalla.

Kittaukset sekä tasoitukset, tehdään pinnoiteyhdistelmään sopivalla epoksikittillä. Tarkemmat ohjeet löytyvät on hyvä katsoa ko. pinnoitejärjestelmästä.

## 8 Pintakäsittelytapojen valinta

Pintakäsittelytavan valinnassa on tärkeää ottaa huomioon käsiteltävän tilan tuleva tai oleva käyttötarkoitus, lämpötila, lämpötilan vaihtelevuus, kosteusvaihtelut, säille altistumiset. On myös tärkeää tutkia vanhoissa pinnoissa, pinnan ja rakenteen sen hetkinen kunto ja mahdollinen heikentyminen ja toimivuus jatkossa, pystytäänkö käsittelyllä vahvistamaan rakennetta riittävästi.

Pintakäsittelytapaa valittaessa tulee myös varmistaa, että käsittely pystytään tekemään kokonaisuudessaan sellaisena ja sillä tavalla kuin tuotteen valmistaja on suositellut ja ohjeistanut, jotta myöhemmiltä ongelmilta vältyttäisiin. Pitää muistaa dokumentoida tehdyt toimenpiteet riittävän hyvin mahdollisia myöhempiä muutoksia ja toimenpiteitä varten.

## 9 Tulokset

### 9.1 Visuaalisuus

Visuaalista ilmettä parantamalla tilojen viihtyisyys ja edustavuus, sekä haluttu vaikutelma käytöstä ja käyttötarkoituksesta paranee merkittävästi.

### 9.2 Terveellisyys

Oikeanlaisilla sulkupinnoitteilla saadaan estettyä vanhoista betonipinnoista irtoavien haitallisten aineiden joutuminen hengitysilmaan tilojen sisäpuolella, mikäli niitä ei saada kokonaisuudessaan poistettua pinnoilta.

### 9.3 Ylläpitokulut

Ylläpitokuluja voidaan pienentää kosteuden- ja höyrynsulkupinnoitteilla koska lämpöä ei enää karkaa haihtuvan kosteuden mukana, eikä kostea betoni johda kylmää samalla tavalla lämmitettäviin tiloihin. Myös lattiapintojen kuivuminen tapahtuu nopeammin kun vesi valuu paremmin kaivoihin tai on helpommin kuivatavissa, kuin että se imeytyisi ensin betoniin josta kuivuisi ajan kanssa.

### 9.4 Rakennustekniset asiat

Riittävän perusteellisella huonon rakenteen uusimisella saadaan palautettua betonirakenteita vastaamaan entisiä vaatimuksia ja kestävämpään tulevaa käyttöä paremmin. Joissain tapauksissa lujuutta voidaan myös kasvattaa. Myös esimerkiksi ajoluiskien käyttöikä voidaan pidentää merkittävästi pinnoittamalla ne siten että kun nykyinen pinnoite on kulunut liiaksi, voidaan se vaihtaa uuteen ilman että kantavaan rakenteeseen olisi päässyt imeytymään sitä heikentäviä aineita ja kemikaaleja, eikä rakenneteräkset pääse korroosoitumaan. Myös karbonatisoitumisilmiö voidaan pysäyttää oikeanlaisilla pinnoitusmenetelmillä

## 10 Pohdinta, yhteenveto ja suositukset

Opinnäytetyössä tutkitaan betonipinnan suojaamista ja korjaamista erilaisten pintakäsittelytapojen avulla. On olemassa muitakin erilaisia menetelmiä korjata ja huoltaa vanhaa betonipintaa, mutta tämän opinnäytetyön tarkoitus oli pidentää betonirakenteen käyttöikää, suojaamalla se ulkoisilta rasitteilta ja vahingoilta, kuten käyttörasitukset, lämpötilavaihtelut, kosteusrasitukset ja öljystä sekä rasvasta koituvista haitoista, mahdollisimman hyvin. Myös likaantumista ja töhertelyn vaikutuksia voidaan estää suojaavilla pinnoitteilla, impregnointiaineilla sekä anti-graffiti suoja-aineilla. Nämä eivät kuitenkaan vaikuta betonin rakenteellisiin ominaisuuksiin samalla tavalla.

Betonia pinnoittaessa maaliksi kutsutaan yleisesti tuotteita jotka kerrospaksuudeltaan ovat alle 0,4 mm ja pinnoitteeksi tuotteita joiden kerrospaksuus on suurempi kuin 0,4 mm. Pinnoitteissa paksuus voi olla useita millimetrejä.

Betoni on varsin huokoinen aine ja esimerkiksi vesi, öljyt, rasvat ja kemikaalit, imeytyvät varsin helposti betoniin, jolloin betonipinta muuttaa väriään usein melko voimakkaasti. Näistä asioista usein tulee kosmeettisten haittojen lisäksi, myös haju- ja terveyshaittoja, kun esim. kemikaaleja ei saada normaalilla pesulla poistettua pinnoilta kokonaan, vapautuu niistä usein terveydelle haitallisia kemikaaleja hengitysilmaan myöhemmin. Myös rapautuminen ja käyttöiän lyheneminen johtuu useimmiten betoniin liiaksi imeytyneestä kosteudesta, joka ei pääse haihtumaan riittävän nopeasti. Kosteudesta ja muista imeytyvistä aineista aiheutuvia tummuuseroja ja myös pinnan likaantumista voidaan ehkäistä pinnoittamalla betoni käyttötarkoituksen mukaan. Samalla saadaan pinta suojattua myös mekaanisilta rasitteilta, joten pölyn hallinta helpottuu, kun esimerkiksi lattiapinnasta ei enää irtoa kulutuksen takia samaa määrää pölyä mitä käsittelemättömästä betonipinnasta.

Pinnoitettuna betoni on helpompi pitää puhtaana, ja sitä kautta siihen ei pääse imeytymään terveydelle haitallisia aineita, jotka myöhemmin vapautuvat hengitysilmaan terveydelle haitallisina kaasuna. Myös betonipinnan kosteuden hallinta on näin helpompaa ja etenkin lattioissa, saadaan kulutuksenkestävyyttä

merkittävästi lisää, erilaisilla käyttötarkoituksenmukaisilla pinnoite menetelmillä. Myös myöhemmät visuaaliset asiat on helpompi muuttaa, kun pinta on jo valmiiksi tehty oikein toimivaksi ja helposti huollettavaksi.

Tämän takia betoni on kannattava suojata ja pinnoittaa jo uutena, niin se on helpompi huolto korjata määrääjoin. Tällöin välttyään ylimääräiseltä pinnan uusimiselta myöhemmässä vaiheessa. Myös huoltoväli pitenee merkittävästi paremman kulutuksenkestävyyden ansioista mikä taas näkyy kiinteistön ylläpidon taloudellisella puolella pienentyneinä ylläpitokuluina.

Samasta syystä kannattaa jo vaurioitunut pinta korjata kokonaan ja kunnolla, sekä pinnoittaa, jotta rakenteeseen saadaan palautettua parempi kestävyys ja suoja ulkoisia rasitteita vastaan.

## Lähteet

- 1 Suomen Betoniyhdistys ry. 2018. By 201 Betonitekniikan oppikirja 2018. Helsinki. Suomen Betonitieto Oy.
- 2 Rajczakowska, Magdalena. 2019. Self-Healing Concrete. Saatavilla: <<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1366001/FULLTEXT01.pdf/>>.
- 3 Betonin lujuus. FINNSEMENTTI. Verkkoaineisto. <<https://finnsementti.fi/palvelut/tietoa-betonista/tietoa-betonista-pienrakentajalle-ja-rauta-kauppiaille/betonin-lujuus/>>. Luettu
- 4 Suomen Betoniyhdistys ry. 2021. BY 65 Betonitermit oppikirja 2021. Helsinki: BY-Koulutus Oy.
- 5 Kastarinen, Henri. 2019. Betonin vaurioituminen. Opinnäytetyö. Theseus-tietokanta.
- 6 Suomen Betoniyhdistys ry. 2019. BY 42 Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019. Helsinki: BY-Koulutus Oy.
- 7 Suvanen, Santtu. Betonirakenteita kurittavat betoniteräskorroosio ja rapautuminen. Verkkoaineisto. <<https://raksystems.fi/ajankohtaista/betonirakenteita-kurittavat-betoniteraskorroosio-ja-rapautuminen-muista-kuntotutkimus-ajoissa>>. Luettu
- 8 Vaidehi, Aniket Dakwale. P.D.Pachpor. Shubham, Mahesh Deepanshu, Namdeo. Use of metakaolin with polymer modified concrete in repairing of structures. Verkkoaineisto. <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785322033399>>. Luettu
- 9 Suomen Betoniyhdistys ry. 2019. By 42 Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019. Helsinki. Suomen Betonitieto Oy
- 10 Suomen Betoniyhdistys ry. 2016. By 41 Betonirakenteiden korjausohjeet 2016. Helsinki. Suomen Betonitieto Oy.
- 11 Elkhatib, Lelian Aajdi. Elkordi, Adel. Khatib, Jamal M. Verkkoaineisto. Methods and surface materials repair for concrete structures -a review. <[10.54729/2706-784X.1099](https://doi.org/10.54729/2706-784X.1099)>. Luettu
- 12 Betonin pintakäsittelyn käsikirja. Teknos Oy. 2014. Verkkoaineisto. <[https://www.teknos.com/globalassets/teknos.com/industrial-coatings/special-applications/floor-coatings-for-concrete/betonin\\_pintakasittelyn\\_kasikirja\\_fi.pdf](https://www.teknos.com/globalassets/teknos.com/industrial-coatings/special-applications/floor-coatings-for-concrete/betonin_pintakasittelyn_kasikirja_fi.pdf)>. Luettu