

Rakennusalan täyden palvelun tietotalo

Rakennustieto Oy edistää hyvää rakennustapaa ja tuottaa rakentamisesta luotettavaa tietoa. Puolueettoman ja asiakaslähtöisen Rakennustieto Oy:n tuotteet kattavat rakentamisen koko elinkaaren suunnittelusta ylläpitoon. Yhtiön omistaa Rakennustietosäätiö RTS.

Tutustu palveluihimme

> rakennustieto.fi/rk/palvelut

Rakentajain kalenterin artikkelit

Tämä artikkeli on julkaistu alun perin Rakentajain kalenterissa, jota ovat julkaisseet Rakennustietosäätiö RTS sr ja Rakennusmestarit ja -insinöörit AMK RKL ry.

Julkaisu oli rakennusalan ammattilaisten ja opiskelijoiden käsikirja, joka yhdisteli teoriaa ja käytäntöä sekä kannusti hyvään rakentamiseen. Artikkelin vasemmassa reunassa olevasta vesileimasta näkee ko. Rakentajain kalenterin vuosikerran.

> [Artikkeliarkisto, kokoelma vuosien 1997–2018 Rakentajain kalenterissa julkaistuista artikkeleista](#)

Kiviainespintojen maalaus käsittelyt

Kimmo Sandberg, insinööri
Tuoteryhmäpäällikkö, Tikkurila Paints Oy
kimmo.sandberg@tikkurila.fi

2

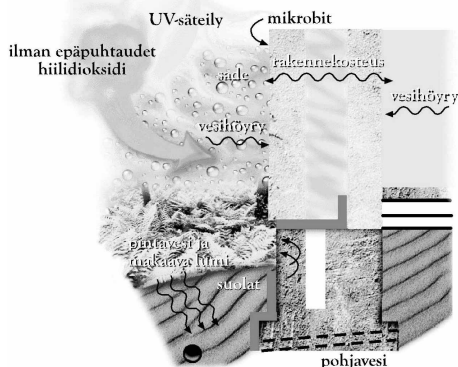
1 Yleistä

1.1 Maali suojaa kiviainespintoja

Seinärakenne ja siihen tuleva pinnoite muodostavat kokonaisuuden, jonka on kestävä käyttökohteen rasituksia. Rasitukset määräävät alustalta, pintakäsittelyltä seinältä ja itse pintakäsittelyaineelta vaadittavat ominaisuudet.

Kiviainespintoja korjataan ja maalataan sekä suojaamis- että väritarkoituksessa. Koska kyseessä on yleensä suuri investointi, korjaustyö on suunniteltava ja toteutettava huolellisesti. Yleisimpiä epäonnistumisen syitä ovat virheelliset työtavat, rakennustekniset virheet, puutteellinen tai väärentyyppinen esikäsittely tai kohteeseen sopimattomat tuotteet. Myös puutteellinen korjaustöiden jälkihoito tai liian tuoreelle alustalle tehty maalaus voi aiheuttaa ongelmia.

SEINÄ- JA SOKKELIRAKENTEISIIN KOHDISTUVAT TYYPILLISIMMÄT RASITTEET



Kuva 1. Seinä- ja sokkelirakenteisiin kohdistuvat tyypillisimmät rasitteet

Maalatus julkisivun, olipa sitten kyseessä kiviainespintainen tai puujulkisivu, pitää muodostaa alustansa kanssa toimiva kokonaisuus ja ulkoseinän (esimerkiksi alusta, rappaus ja maalaus) on kestävä käyttökohteen rasitukset, joita ovat mm.

- sade, veden jäätyminen ja sulaminen, auringon uv-säteily
- ilman epäpuhtaudet (SO_2)
- mekaaniset rasitukset.

Rappaus ja betoni ovat aina huokoista ainetta, ja ne läpäisevät siten vettä, hiilidioksidia ja hapetta. Pinnoitustyötä suunniteltaessa on kiinnitettävä huomiota seuraaviin tekijöihin:

- kosteuden vaihtelut ja kertyminen, kosteuden kulku vetenä ja vesihöyrynä, rakenteen kastuminen ja kuivuminen sekä pakkasenkestävyys
- alustan ja pinnoitteen muodonmuutokset
- alustan ja pinnoitteen välinen tartunta
- värin kestävyys
- kemiallinen kestävyys ilman epäpuhtauksia vastaan
- huollettavuus; likaantuvuus, puhdistettavuus, kulutuksen- ja iskunkestävyys, maalin poistettavuus ja uudelleenmaalattavuus.

Pinnoitteen vaurioituminen johtuu lähes poikkeuksetta kosteuden tunkeutumisesta rakenteeseen. Vesi tunkeutuu rakenteeseen ja rakenteessa jäätynä vesi vaurioittaa alustaa. Veden poisjohtaminen tai rakenteen kuivuminen on hoidettu huonosti tai estetty. Rakenteessa kosteuden kuljettamat suolat aiheuttavat myös pinnoitteen hilseilyä. Veden tunkeutuminen rakenteeseen voidaan estää valitsemalla tähän tarkoitukseen soveltuva kosteutta hylkivä maalityyppi. Joissakin tapauksissa, esimerkiksi rapatuille pinnoille, voi olla järkevää valita maalityyppi, joka mahdollistaa kosteuden tunkeutumisen alustaan ja joka myös sallii alustan nopean kuivumisen.

1.2 Kosteus lyhentää rakenteen käyttöikää

Huokoisissa materiaaleissa kosteus sitoutuu ja liikkuu materiaalin huokoskoon ja huokosrakenteen mukaan. Kosteus siirtyy materiaallisista joko vetenä ja/tai vesihöyrynä riippuen mate-



Vesihöyry liikkuu siihen suuntaan, missä vesihöyryn osapaine on alhaisin. Kun ulkoilman absoluuttinen kosteus on alhaisempi kuin sisäti-

Maalien ja pinnoitteiden vesihöyryn läpäisevyyttä arvioidaan ns. Sd-lukuna, joka tarkoittaa sen ilmakeroksen paksuutta metreinä, jolla on sama vesihöyryn vastus kuin tutkittavalla maalilla tai pinnoitteella. Yleensä maalin tai pinnoitteen vesihöyryn läpäisyä pidetään riittävänä, kun diffuusiovastus on pienempi kuin 4 m.

Seinärakenne on kokonaisuus, johon kosteutta pääsee aina. Pinnoitteen kunnolla on suuri merkitys kosteuden tunkeutumisen estäjänä. Rakenteeseen tunkeutuva ja jäätyvä vesi laajenee noin 9 % ja asettaa materiaalin lujituksen koetukselle. Kosteuden ja sulamis- ja jäätymis-

Taulukko1. Maalien jako vesihöyrynläpäisevyyden mukaan [8].

Maalikalvon ominaisuus	Diffuusiovastus Sd = $\mu\text{s}[\text{m}]$	Luokka	Suuntaa-antava esimerkki maalityypistä
Mikrohuokoinen ja hyvin vesihöyryä läpäisevä	Sd < 0,1	I	Silikonihartsimaali, kalkki- ja sementtimaalit, dispersiosilikaattimaali
Vesihöyrynläpäisevä	Sd = 0,1-0,5	II	Täyshimmeä dispersiomaali
Vesihöyryn läpäisyä rajoittava	Sd = 0,5-2,0	III	Alkydipinnoite
Vesihöyrytiivis	Sd > 2,0	IV	Polyuretaanimaali

kertojen määrä yhdessä seinämateriaalin huokosrakenteen kanssa vaikuttavat seinän turmelumiseen nopeuteen. Epäorgaanisten pintakerrosten raaka-aineet ja ominaisuudet ovat mineraalisten alustojen kaltaiset. Epäorgaaniset pinnoitteet sallivat alustan kastua, mutta samalla ne mahdollistavat myös alustan nopean kuivumisen. Näistä tuotteista hyviä esimerkkejä ovat kalkki- ja kalkkisementtimaalit.

Orgaanisten pinnoitteiden ominaisuudet riippuvat pitkälle sideaineen ja väri- ja täyteaineen määrien suhteesta. Näiden suhteella, ns. pigmenttivolyymikonsentraatiolla eli PVK:lla on suuri vaikutus maalikalvon tiheyteen ja siten koko maalin ominaisuuksille. PVK vaikuttaa pinnoitteen huokosrakenteeseen ja vesihöyrynläpäisevyyteen. Eri tuotteiden välillä on suuria eroja kosteudensiirto-ominaisuuksissa, koska sideaineen laatu ja määrä vaihtelevat. Esimerkiksi silikoniemulsiomaalit hylkivät erinomaisesti kosteutta, kun taas huokoiset dispersiomaalit voivat olla hyvinkin kosteutta läpäiseviä.

Pintakerroksen paksuuntuminen pienentää pintakerroksen kosteudenläpäisevyyttä ja tiivistää alustan halkeamia. Vastaavasti pintakerroksen paksuuntuminen heikentää vesihöyrynläpäisevyyttä. Avoimet halkeamat puolestaan lisäävät rakenteeseen imeytyvän sadeveden määrää, mutta eivät nopeuta rakenteen kuivumista. Myös alusta vaikuttaa pinnoitteen kosteudenläpäisevyyteen. Esimerkiksi runsaasti sementtiä sisältävä rappausalusta imee heikosti kosteutta samoin kuin nykyiset uudet betonipinnat.

Rakennusaineiden vedenimua kuvataan vedenimunopeudella w ($\text{kg/m}^2\text{h}^{0.5}$) (DIN 52617). Se kuvaa sitä vesimäärää, jonka kappale veteen upotettaessa imee itseensä aikayksikköä kohti.

$$\begin{aligned} W (\text{kg/m}^2) &= w (t(h))^{0.5} \\ \text{missä} \\ W (\text{kg/m}^2) &= \text{materiaalin vedenimukyky} \\ t (h) &= \text{aika} \\ w (\text{kg/m}^2\text{h}^{0.5}) &= \text{vedenimunopeus} \end{aligned}$$

Määritelmänä vesihöyrynläpäisevyys ilmaisee aikayksikössä aineen läpi menneen kosteusmäärän, kun siirtävänä voimana on aineen eri puolilla vallitseva vesihöyryn paine-ero.

2 Rappaus

Rapattu julkisivu on ollut merkittävän, vanhan kaupunkitalon tunnusomaisin piirre 1700-luvun lopulta 1950-luvulle saakka. Massiivitiiliuuriin kerrostalon pintamateriaalina kalkkirappaus, kalkkisementtirappaus ja kalkkimaalaus sekä silikaattimaali toimivat erinomaisesti. Huokoisena materiaalina rappaus antaa kosteuden liikkua vaivattomasti seinissä sekä ulospäin että sisälle.

Alkuperäisiä rappauspintoja on jäljellä vain vähän. Sota, uudisrakentaminen ja julkisivujen saneeraus ovat hävittäneet tehokkaasti vanhat kalkkirappaukset. Rappausmateriaalit ja työmenetelmät ovat aikojen saatossa muuttuneet hyvin vähän. Edelleen kunnostettavan vanhan rappauksen pääkomponentit ovat kalkki, hiekka, sementti ja vesi. Rappauspinnan maaliiksi soveltuu parhaiten halpa ja teknisesti toimiva kalkkimaali. Käsityö ja työkalut ovat säilyneet melkein samoina jo vuosisatoja.

Puhdas kalkkirappaus ja kalkkimaali olivat pitkään ainoat rapatun julkisivun materiaalit ennen sementin keksimistä ja ennen tehdasvalmisteisia laasteja. Vasta 1900-luvun alkupuolella, 1930-luvulta eteenpäin, alkoi sementin käyttö yleistyä julkisivun rappauslaasteissa. Ennen valmislajeista kalkki samentettiin yleensä rakennuspaikalla. Laastit ja maalit valmistettiin yksilöllisesti rappareiden ja maalareiden omien ohjeiden ja kokemusten pohjalta. Seossuhteet saattoivat vaihdella suurestikin saatavilla olevista materiaaleista ja tekijöiden ammattitaidosta riippuen. Siksi kuntokartoitettavan julkisivun rappauksen koostumus saattaa vaihdella myös julkisivun eri kohdista analysoituna.

Rappaustyyppiä valittaessa tulee ulkonäkövaatimusten lisäksi ottaa huomioon rappausalustan rakenne ja ominaisuudet, työmenetelmät ja ulkoiset olosuhteet sekä pinnalle suunnitellun maalauksen tyyppi.

2.1 Rapatun julkisivun maalaus

Turvallisimpia maaliaineita rappauspinnan maalaukseen ovat epäorgaaniset maalit, jotka ovat koostumukseltaan rappauksen kanssa saman-

Taulukko 2. Maalien jako vedenimunopeuden mukaan [8].

Maalikalvon ominaisuus	Vedenimukerroin $W = \text{kg/m}^2\text{h}^{0.5}$	Luokka	Suuntaa-antava esimerkki maalityypistä
Vettä läpäisemätön	$W < 0,1$	I	Silikonihartsimaali
Vettä erittäin vähän läpäisevä	$W = 0,1-0,5$	II	Dispersiomaali
Vettä vähän läpäisevä	$W = 0,5-2,0$	III	Dispersiosilikaattimaali
Vettä läpäisevä	$W > 2,0$	IV	Kalkki- ja sementtimaalit

kaltaisia. Epäorgaanisia maaleja ovat kalkki-, kalkkisementti- ja sementtimaalit sekä silikaattimaali. Kalkkimaali soveltuu parhaiten kalkkirappauspinnoille tai vähän sementtiä sisältäville kalkkisementtirappauspinnoille.

Rasittavissa ilmasto-olosuhteissa tai lujempia kalkkisementti- tai sementtilaasteja käytettäessä rappauspinnan maalaamiseen suositellaan kalkkisementti-, sementti- tai silikaattimaalia. Silikaattimaalin sideaine on vesilasi-pohjainen, joka kovettuu ilman vaikutuksesta ja sitoutuu myös kemiallisesti rappaukseen. Silikaattimaali soveltuu rappauspinoille, jotka sijaitsevat ympäristössä, jonka ilma sisältää runsaasti savukaasujen rikkioksideja. Tehdasvalmisteiset epäorgaaniset maalit saattavat sisältää lisäaineita (orgaanisia) tai pohjustukseen käytetään pintamaaliin verrattuna erityyppistä maalia. Lisäaineet voivat vaikuttaa maalin kosteudenläpäisyyden ja heikentää uusintamaalauksen yhteydessä uuden epäorgaanisen maalin tartuntaa.

Kun rapattu julkisivu maalataan uudelleen tai maalattua pintaa korjataan, on erityistä huomiota kiinnitettävä maalityypin valintaan. Ongelmia ei yleensä synny, kun uusintamaalauksessa käytetään samaa maalityyppiä kuin aikaisemmin. Jos maalityyppiä halutaan vaihtaa, on muistettava, että epäorgaanisen maalin (K-, KS- ja silikaattimaali) tartunta voi jäädä heikoksi pinnassa, jossa on vettä hylkivää ainetta tai jotain muuta orgaanista lisäainetta. Maalityypin vaihtaminen kosteudenläpäisevyydeltään tiiviimmäksi voi myös muuttaa rappauksen kosteuskäyttäytymistä. Lisäksi on muistettava, että kalkkimaali ei sovellu kalkkisementti- tai silikaattimaalin päälle. Orgaanisia maaleja tulisi käyttää vain, jos julkisivurappaus on aikaisemmin maalattu orgaanisella maalilla ja julkisivun kestoikää halutaan jatkaa ennen suurempaa julkisivukorjausta. Orgaanisella maalilla tehdyn huoltokorjauksen kesto saattaa jäädä lyhyeksi.

2.2 Rappauspinnoille soveltuvat maalit ja pinnoitteet

Rappauskorjausten on annettava aina kovettua ennen maalausta. Kalkkisementtilaastit kovettuvat riittävästi 1-2 kuukauden aikana. Kalkkirappauspinnat kovettuvat ilman hiilidioksidin vaikutuksesta ja niiden lujuus kasvaa hitaasti pinnalta alkaen. Kalkkirappauspinnat voidaan maalata hiilidioksidia läpäisevillä epäorgaanisilla maaleilla jo 1-2 kuukauden kovettumisen jälkeen. Sen sijaan orgaanisilla maaleilla pintakäsittely tulisi tehdä vasta seuraavana vuonna, koska ne hidastavat hiilidioksidin kulkua ja estävät kalkkirappauksen kovettumisen.

Kalkkimaali

Kalkkimaali valmistetaan sammutetusta kalkista, alkalinkestävästä pigmentistä ja vedestä. Miilupoltto ja sammutus haudassa ovat vanhoja perinnäisiä tapoja. Varhaisimmat havainnot Skandinaviassa kalkin miilupoltosta ovat 1200-luvulta. Näin valmistetun kalkkimaalin ominaisuuksiin vaikuttaa oleellisesti käytettävien pigmenttien määrä. Jos pigmentin määrä on liian suuri (yli 8 %) verrattuna kalkin määrään, on olemassa vaara, että pinnoite liituu. Kalkkimaaleissa suositeltiin aikaisemmin käytettäväksi pigmentteinä vain maavärejä, joita on nykyään vaikea saada. Kalkkimaalin pigmentointiin on kuitenkin aina käytettävä epäorgaanisia pigmenttejä.

Hautakalkki varastoidaan ennen käyttöä vähintään yhdeksi vuodeksi kalkkihautaan. Varastoinnin aikana kalkista muodostuu erittäin hienojakoinen tahna, mikä antaa siitä valmistetulle kalkkimaalille hyvän maalattavuuden ja peitto-kyvyn. Suomessa myytävät hautakalkit ovat peräisin Saarenmaalta, Gotlannista ja Saksasta.

Nykyään käytetään usein myös teollisesti sammutettua kalkkia, joka lietetään vedellä kalkkimaidoksi ja säilytetään valmiiksi joko tehtaalla tai värikaupassa. Teollisesti sammutetun kalkin käyttö edellyttää lisäaineiden käyttöä haluttujen ominaisuuksien, kuten pigmenttien erottumisen estämiseksi.

Kalkkimaali kovettuu (karbonatisoituu) ilman hiilidioksidin kanssa reagoidessaan ja



Kuva 3. Kalkkimaalaus tehdään aina luonnonjousisella kalkkihakkurilla pyörittävin liikkein.

muodostaa kalkkia sisältävän alustan kanssa teknisesti toimivan kokonaisuuden.

Ominaisuudet

Kalkkimaalin ominaisuuksiin vaikuttavat mm. kalkkikiven koostumus (puhtaus), polttolämpötila ja kalkin sammutus. Sammutustapa vaikuttaa mm. sammutetun kalkin sisäisiin ominaisuuksiin kuten ominaispinta-alaan, reaktiivisuuteen ja plastisuuteen. Kalkkimaali läpäisee vettä ja vesihöyryä paljon eikä siten hidasta alustan kuivumista. Kalkkimaalille on tyypillistä huokoisuus, mutta myös likaantuvuus ja kulumisen aiheuttama pinnan oheneminen. Alusta saattaa paljastua tai kuultaa vanhentuneen maalin läpi. Uusintamaalaus tulisiikin tehdä samalla värisävyllä, jolla pinta on aiemmin maalattu. Nykyään varsin yleinen tapa on tehdä alustan pintarappaus saman väriseksi kuin päälle tuleva kalkkimaalaus.

Jos maaliokerrokset ovat liian paksuja tai vanhan kalkkimaalin koostumus poikkeaa uuden maalin koostumuksesta, voi kalkkimaali hilseillä. Tyypillinen huoltomaalauksen irtoamisen syy onkin vanhojen huonokuntoisten kalkkikerrosten irtoaminen. Vanhan kalkkimaalutun pinnan esikäsitteily vaatii asiantuntemusta ja suurta huolellisuutta. Ilman rikkiyhdisteet voivat myös turmella kalkkipitoisia pinnoitteita. Rappauksesta ja alustasta liukenevat suolat voivat kulkeutua kalkkimaalikäsittelyn läpi ja kiteytyä seinän ulkopinnalle, mistä ne voidaan harjata pois. Yleensä sadevesi huuhtelee suolat pois. Niiden suositeltavin poistotapa on kuivaharjaus.

Jos maalin sideaineena käytetään muutakin kuin sammutettua kalkkia $\text{Ca}(\text{OH})_2$, ei kyseessä ole enää puhdas kalkkimaali. Maaleihin lisätään usein täyteaineeksi kalkkikivi- tai dolomiittijauhetta ja paksuntajaksi selluloosayhdisteitä. Persolisäysten tärkein tehtävä on kuitenkin stabiloida tehtaalla suoritettava kalkkimaalin sävytys. Dispersion määrä on tavallisesti erittäin pieni, vain noin yksi prosentti valmiissa kalkin ja veden seoksessa. Pitkät käyttökokemukset ovat osoittaneet, että perinteisten kalkkimaalien ja ns. valmiiksi sävytettyjen kalkkimaalien kestossa ja uudelleen maalattavuudessa ei ole suuria eroja.

Kalkkimaalauksen työtavat

Kalkkimaalaus tehdään puhdistetulle, kalkkivedellä pohjustetulle rappausalustalle. Kalkkivesi valmistetaan sekoittamalla kalkkitahnaa veteen. Seoksen laskeuduttua erotetaan kirkas kalkkivesi. Kalkkimaali valmistetaan kalkkivedestä ja kalkkitahnasta sekä epäorgaanisista pigmentteistä.

Käytetyn kalkkimaalin vahvuuteen vaikuttavat ilman suhteellinen kosteus ja alustan imukyky. Sivelykertojen määrä riippuu rappauksen imukyvystä. Suomessa kalkkimaalaus käsittää

tavallisimmin kalkkivesipohjustuksen ja kaksi kalkkimaalaukskerrosta; esimerkiksi Ruotsissa kalkkimaalaus tehdään 6–7-kerroksisena. Maali sivellään yhtäjaksoisesti ylhäältä alas, jottei seinään muodostu häiritseviä työrajoja. Kalkkimaalaukselle soveliaimpia alustoja ovat kalkkirappaukset ja kalkkisementtirappaukset, joissa sementin määrä on vähäinen, sekä aiemmin kalkkimaalilla maalatut pinnat. Mitä enemmän rappauksessa on käytetty sementtiä, sitä heikompi on kalkkimaalin tartunta rappaukseen. Kalkkimaali ei sovellu betonin, kevytbetonin, tiilen eikä kalkkiihiekkakivipinnan maalaukseen. Näiltä pinnoilta kalkkimaalaus peseytyy jo muutamassa vuodessa pois.

Valmiskalkkimaali voidaan sävyttää kauppa-liikkeessä tietokoneohjatulla sävytyskoneella asiakkaan tilaamaan sävyn, jolloin varmistetaan sävytyksen väritarkkuus. Työmaalla näin saatua kalkkipastaan lisätään vain vettä ennen maalausta. Maalaus tehdään luonnonjohuisella kalkkiharjalla 2–3 kertaa, pyörittävin kädenliikkein. Maalattaessa on kiinnitettävä erityistä huolellisuutta esi-, väli- ja jälkikasteluun. Valmiskalkkimaali soveltuu kiinteille, kalkkia sisältäville rappauspinnoille kuten kalkkirappaus-, kalkkisementtirappaus- ja aikaisemmin kalkkimaalilla maalatut pinnat.

Aito ns. miilupoltettu *hautakalkkimaali* ei sisällä orgaanisia lisäaineita. Sideaineena on sammutettu kalkki, joka kovettuu reagoiessaan ilman hiilidioksidin kanssa. Hautakalkki toimintaan sävyttämättömänä kalkkitahnana, johon pigmentit lisätään työmaalla. Kalkkimaalauksen lopputulos on sitä parempi, mitä useampana ja ohuempina kerroksena maali levitetään. Käsittely on tehtävä vähintään kolmeen kertaan. Levitystä varten kalkkitahna ohennetaan kalkkivedellä, joka valmistetaan työmaalla. Kalkkivettä käytetään myös alustan pohjustukseen.

Hautakalkki soveltuu uusille kalkki- ja kalkkisementtirappauspinnoille sekä kalkkimaalilla maalatuille vanhoille kalkkirappauspinnoille. Kovat kalkkisementtirappausalustat soveltuvat huonosti kalkkimaalaukseen, koska kalkki kuluu näiltä pinnoilta nopeasti pois. Rikkipitoinen kaupunki- tai tehdasympäristö syövyttää kalkkimaalia. Kalkkimaalin käyttöä rajoittaa jonkin verran se, ettei siitä saada tummia sävyjä.

Kalkkisementti- ja sementtimaali

Kalkkisementtimaali on kalkista ja sementistä valmistettu maali, joka voi sisältää synteettisiä, epäorgaanisia pigmenttejä, dolomiittijauhoa ja paksuntajia.

Sementtimaali on portlandsementin, täyteaineiden, pigmenttien ja lisäaineiden kuivaseos, johon työmaalla sekoitetaan vain vesi. Sementtijauhe ja vesi sekoitetaan työmaalla esimerkiksi porakonevispilällä. Tavallisia täyteaineita ovat

marmorin ja kalkkikivijauhe. Mahdolliset lisäaineet lisäävät pinnoitteen viskositeettia ja hidastavat tuoreen maalin kuivumista.

Ominaisuudet

Kalkkisementti- ja sementtimaalit eivät merkittävästi vaikuta alustan kosteudenläpäisevyyteen, joskin niiden vesihöyrynläpäisykyky on pienempi kuin kalkkimaalin. Sementtimaalit tarvitsevat runsaasti kosteutta sementin sitoutumista varten. Niiden kutistuminen kovettuessa aiheuttaa jännityksiä alustan ja pinnoitteen rajapintaan. Pinnoite voi jännityksistä johtuen irrota, halkeilla tai pahimmassa tapauksessa murtaa heikon alustan. Alustan epätasainen imukyky aiheuttaa herkästi läikikkyyttä pigmentoituihin KS- ja S-maalipintoihin. Maalin sideaineista tai rappaustaasta kulkeutuu maalipintaan suolajia, jotka näkyvät varsinkin tummissa maalipinnoissa vaaleana suolahärmeenä.

Soveltuvuus eri alustoille

Kalkkisementti- ja sementtimaalit tarvitsevat kovettuakseen esikastellun alustan. Sementtimaali vaatii kovettuakseen enemmän kosteutta kuin kalkkisementtimaali. Kalkkisementtimaalit soveltuvat parhaiten kalkkisementtirappausten ja aiemmin kalkkisementtimaalilla maalattujen pintojen maalaamiseen. Kalkkisementti- ja sementtimaaleja käytetään myös kevytbetoni- ja kevytsorabetoni-, tiili-, kalkkihiiekkakivi- ja betonialustoille. Sementtimaali on koostumukseltaan sopiva maali erityisesti betonille.

Tyypillinen *sementtimaali* on epäorgaaninen sementtisiideaineinen maali, joka muodostaa kosteutta hyvin läpäisevän pinnan. Se soveltuu betoni- ja tiilipinnoille sekä rakenteisiin, joissa maalilta vaaditaan hyvää kosteuden kestäkykyä kuten julkisivut, parvekkeiden etulevyt ja pieliementit. Sementtimaali levitetään käsiteltävälle alustalle siveltimellä tai telalla kahteen kertaan riittävän peittävyuden saavuttamiseksi. Ennen maalausta, maalauskertojen välillä ja maalauksen jälkeen on huolehdittava alustan huolellisesta kastelusta vedellä.

Silikaattimaali

Perinteinen silikaattimaali on kaksikomponenttinen maali, jossa pigmentti ja täyteaine sekoitetaan sideaineen kanssa. Silikaattimaalien sideaine on kalivesilasi (K_2O n SiO_2). Silikaattimaali ei sisällä orgaanisia aineksia.

Silikaattimaali kovettuu kolmessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa maalin vedestä 90 % haihtuu ja tämän jälkeen alkaa kemiallinen kovettuminen. Kalivesilasi muodostaa ilman hiilidioksidin kanssa pihappogeelejä ja kaliumkarbonaattia. Kaliumkarbonaatti liukenee veteen ja huuhtoutuu sateella pois. Kolmannessa vaiheessa silikaatit reagoivat maalin aktiivisten pig-

menttien sekä alustan mineraaliaineksen kanssa muodostaen silikaattiyhdisteitä.

Silikaattimaalin kemiallinen kovettuminen:



Ominaisuudet

Kaksikomponenttien silikaattimaalien sekoittaminen työmaalla vaatii huolellista työsuoritusta. Kaliumvesilasin yliannostus aiheuttaa täplikkäitä maalipintoja.

Silikaattimaalilla on hyvä vesihöyrynläpäisevyky. Alustan on oltava kuiva silikaattimaalilla maalattaessa; märälle alustalle maalattu pinta hilseilee. Silikaattimaalin sään-, valon- ja kulutuksenkestävyys on parempi kuin kalkkimaalin. Silikaattimaalin uudelleenmaalaus onnistuu maalaamalla pinta uudelleen silikaattimaalilla. Vanhettuaan silikaattimaali hilseilee maalattulta pinnalta pieninä paloina, ”jauhomaisesti”. Tällaisissa kohdissa yksittäisten vaurioiden korjaus on helppo: hilseilevä, jauhomainen maali harjataan pois, alue pohjustetaan silikaattipohjusteella ja maalataan tämän jälkeen normaalisti silikaattimaalilla.

Käyttökohteet

Perinteisen silikaattimaalin pigmenttiseos ja kalivesilasi(sideaine) sekoitetaan työmaalla. Silikaattimaali harjataan kuivaan alustaan kalkkimaalin tapaan. Maali vaatii yleensä kaksi käsittelykertaa ja maalaus tulee tehdä poutaisella säällä. Maali levitetään yhtäjaksoisesti ylhäältä alas, jotta vältetään työrajojen muodostuminen. Silikaattimaalit soveltuvat parhaiten kalkkisementti- ja sementtirappausten ja betonin maalaukseen.

Dispersiosilikaattimaali

Dispersiosilikaattimaalin sideaineet ovat epäorgaaninen kalivesilasi ja orgaaninen dispersio. Dispersiosilikaattimaali on yksikomponenttinen maali. Pigmentoitu kaliumvesilasi on stabiiloitu orgaanisen dispersiolisäyksen avulla. Dispersiosilikaattimaali saa sisältää alle 5 painoprosenttia dispersiota maaliaineen kokonaismäärästä (DIN 18363,2.4.6).

Dispersiosilikaattimaalit ovat nykyään yleisimmin käytettyjä kuin edellä kuvatut perinteiset silikaattimaalit, jotka eivät sisällä dispersiota. Dispersio käyttö silikaattimaalissa mahdollistaa sen, että silikaattimaali voidaan varastoida vähintään yhdeksi vuodeksi. Vastaavasti perinteinen silikaattimaali on käyttökelpoinen vain muutamia vuorokausia sekoittamaisesta.

Dispersiosilikaattimaalit valmistetaan aina tehtaalla, jolloin välttyään työmaolosuhteissa varsin tavallisilta sekoitusvirheiltä. Vähäisestä dispersiolisäyksestä huolimatta yksikomp-

nettisilikaattimaalien tekniset ominaisuudet, kuten vesihöyrynläpäisevyys, ovat lähes vastavat kuin perinteisillä silikaattimaaleilla.

Ominaisuudet

Työskentely dispersiosilikaattimaaleilla on helpompaa kuin perinteisillä silikaattimaaleilla, koska alkusekoittaminen jää pois. Samoin työmaalla tapahtuvat sekoitus- ja sävytysvirheet jäävät pois. Dispersiosilikaattimaali ei ole yhtä herkkä maalausvaiheen sääolosuhteille, taipumus läikkien muodostumiseen on pienempi ja sillä on helppo saada tasainen, peittävä pinta.

Työstettävyyden helpottuu, koska maali voidaan sivellä, telata tai suurissa kohteissa ruiskuttaa. Modernit silikaattimaalit voidaan nykyään sävyttää maalikaupassa sävytyskoneella haluttuun värikartan väriin. Dispersiosilikaattimaalit soveltuvat parhaiten kalkkisementti- ja sementtirappauksille ja betonipinnoille.

Nykyaikainen silikaattimaali on dispersiosilikaattimaali, joka sisältää alle 5 % orgaanista materiaalia, lähinnä dispersiota. Organiolisäyksen vuoksi silikaattimaali voidaan valmistaa varastointikestävänä 1-komponenttisena tuotteena.

Yksikomponenttinen silikaattimaali kiinnittyy kaksivaiheisen kemiallisen reaktion avulla kiviainesalustaan. Pohjustuksessa käytetään kalivesilasias sisältävää silikaattipohjustetta alustan imukyvyyn tasaamiseksi.

Yksikomponenttinen silikaattimaali soveltuu maalaamattomille rappausalustoille tai aikaisemmin epäorgaanisella maalilla (esimerkiksi kalkki-, silikaatti-, sementti- tai kalkkisementtimaalilla) käsitellyille pinnoille. Lisäksi sitä suositellaan myös lujille alustoille, esimerkiksi betonipinnoille, joiden kosteus on jatkuvasti normaalia korkeampi. Tällaisia erikoiskohteita ovat mm. alikulkusillat, vesitornit, pilarit, väestösuojat, parkkihallit tai alustat, joissa sisäpuolelta tuleva kosteusrasitus on erityisen suuri, kuten pesulat ja meijerit.

Silikaattipohjuste on epäorgaaninen kalivesilasipohjainen 1-komponenttinen pohjuste julkisivujen esikäsitelyyn ennen maalausta silikaattimaalilla. Pohjustus tasaa alustan imuominaisuuksia, lujittaa heikkoa alustaa ja varmistaa maalipinnan tasaisen lopputuloksen.

Epäorgaaniset ohutrappaukset

Ohutrappaus on tarkoitukseen sopivalla laastilla suoraan alustalle tehtävä pintarappaus, joka jättää näkyviin alustan pintastruktuurin. Muuratun rakenteen ohutrappaamista eli slammausta käytetään, kun seinän pintastruktuuri halutaan jättää näkyviin. Laasti harjataan tai ruiskutetaan tasaiseksi kerrokseksi käsiteltävälle pinnalle. Peittävä pintakäsittely edellyttää tavallisesti kahta käsittelykertaa.

Erilaiset käsittely-yhdistelmät, esimerkiksi harjaus + ruiskutus tai harjaus + harjaus, määräävät lopullisen pinnan ulkonäön. Ohutrappauskerroksen vahvuuden tulisi olla 1–3 mm. Seinää on kasteltava vedellä huolellisesti ennen työn aloitusta ja työkertojen välillä. Myös valmista pintaa tulisi jälkihoitaa vedellä vähintään 2 vuorokautta. Sementtiseidaineinen ohutrappaus (S-pinnoite) soveltuu betoni- ja tiilipinnalle. Kalkkia sisältävä ohutrappauslaasti (KS-pinnoite) soveltuu myös lujien kalkkisementtirappauspinten pintalaastiksi ja betonipinnoille sekä tiilipinnoille. Epäorgaanista ohutrappausta ei voi tehdä orgaanisella maalilla tai pinnoitteella käsitellylle pinnalle aiempia pinnoitteita poistamatta.

Sementtipinnoite on kuivaseos, joka sisältää valkosementtiä ja kiviainesta. Ennen käyttöä seokseen lisätään vettä ja joissakin tuotteissa tartuntaa sekä työstettävyyttä parantavia lisäaineita. Sementtipinnoite muodostaa vettä läpäisevän ja erittäin lujan pakkasrasituskestävän pinnan. Sillä voidaan käsitellä betoni- ja tiilipinnat, sokkelit, parvekelaattojen alapinnat, kylmät tukimuurit ja muut vastaavat kovat alustat. Se soveltuu erityisen hyvin rakenteisiin, joissa kosteusrasitus on suuri ja joissa muut maalit ja pinnoitteet eivät kestä.

Sementtipinnoite levitetään harjaamalla, telalla tai ruiskuttamalla tavallisesti kahteen kertaan riittävän pinnoitevahvuuden saavuttamiseksi.

Kalkkisementtipinnoite on tavallisesti valmiiksi pigmentoitu, epäorgaaninen kuivaseos tai valmiiksi sävytetty, kaksikomponenttinen seos (sementtiosa/kalkkiosa). Oikean sekoitus-suhteen varmistamiseksi tuote toimitetaan erillisinä märkä- ja kuivakomponentteina, jotka sekoitetaan työmaalla ennen pinnoitusta. Kalkkisementtipinnoite muodostaa vettä läpäisevän ja rasituksia hyvin kestävä pinnan. Se soveltuu rappauksen lisäksi tiili-, kalkkiihiekkatiili-, betoni-, kevytsoraharkko- ja Siporex-alustojen pinnoittamiseen.

Kalkkisementtipinnoite levitetään käsiteltävälle alustalle harjaamalla tai ruiskuttamalla. Ruiskutuspinnan karkeutta voidaan säätää muuttamalla ruiskutusetäisyyttä ja ruiskutuksessa käytettävän ilman määrää. Kalkkisementtipinnoitteen yhteydessä on alusta esi- ja jälkikasteltava aina huolellisesti. Kaksikomponenttinen kalkkisementtipinnoite voidaan myös sävyttää maalikaupassa sävytyskoneella haluttuun värikartan väriin.

Värilliset pintalaastit

Valmiiksi pigmentoitua kalkkisementtilaastia (KS-laastia, jalolaastia) voidaan käyttää rappauksen pintalaastina. Tavallisiin pigmentoidun pintalaastin käyttötapaa on ruiskuttaminen, jol-

lolin saadaan joko hieno- tai karkearoiske pintaa halutun värisenä. Pintastruktuuriin vaikuttavat ruiskutusetäisyys, laastin vesipitoisuus ja ruiskutuksessa käytettävän ilman määrä. Pintakerroksen paksuus vaihtelee 3-8 mm riippuen maksimirakeen koosta. Käytettävät pigmentit ovat alkalini- ja UV-säteilylnkestäviä, epäorgaanisia pigmenttejä.

Väriallinen pintalaasti soveltuu hyvin kolmi-kerrosrappauksen pinta-rappaukseksi. Tällöin saadaan alustansa hyvin sopiva pinta, jonka veden- ja vesihöyrynläpäisevyys on hyvä. Pinnan kastuminen ja kuivuminen aiheuttaa värilliseen laastipintaan pientä väri vaihtelua. Pinnan likaantuvuuteen vaikuttavat mm. rakennuksen sijainti, ilman epäpuhtaudet, pinnan struktuuri sekä pellitys- ym. rakennetyiskohtien kunto. Läpivärjätys pinta-rappauksessa eivät pienet pintavauriot eikä pinnan kuluminen erotu niin helposti, koska värillistä pintaa on myös syvemmällä. Väri-laastilla pinnoitettua rappaus-pintaa voidaan myös maalata ja sitä suositellaankin samanvärisen kalkkimaalin alustaksi.

Orgaaniset pinnoitteet

Orgaanisten pinnoitteiden raaka-aineet ovat sideaine, pigmentti, täyteaine, pehmitte, liuote ja lisäaineet. Pinnoitteet sitoutuvat siten, että liuote poistuu haihtumalla ja imeytymällä alustaan ja polymeeriosat sulautuvat yhteen muodostaen kalvon. Vesiohenteisia dispersiomaaleja on käytetty julkisivuissa 1950-luvulta lähtien. Liuotinohenteinen Kenitex -julkisivupinnoite tuli Suomen markkinoille jo vuonna 1963.

Orgaanisille pinnoitteille on tyypillistä:

- väri valikoima on laaja ja lopputulos on tasavärinen
- pinta on tiiviimpi kuin epäorgaanisia tuotteita käytettäessä
- helppo työstettävyyden huollattavuus
- erilaisia pintakarkeuksia
- pinnoitteet ovat vaikeasti uusittavia ja edellyttävät tavallisesti vanhan pinnoitteen poistoa märkähiekkapuhaltamalla.

Liuoteohenteiset maalit

Liuoteohenteisten ulkoseinämaalien sideaineina käytetään yleensä erityyppisiä akrylaatteja ja alkydejä. Liuotteena käytetään esimerkiksi lakabensiiniä. Maalit sisältävät myös täyteaineita, pigmenttejä ja lisäaineita. Maalit ovat yksikomponenttisia ja sellaisenaan käyttövalmiita.

Ominaisuudet

Liuoteohenteisten orgaanisten maalien höyrynläpäisevyys on pienempi kuin epäorgaanisten maalien. Liuoteohenteiset maalit ovat tiiviitä sadevettä vastaan. Seinän vauriokohdista alustaan

johtuva vesi voi aiheuttaa kosteus- ja pakkasvaurioita. Tiivis maalikerroksen ei läpäise riittävästi alustan suoloja, vaan alustasta mahdollisesti liuennetut suolat kiteytyvät pinnoitteen alle, jolloin maali irtoaa ja halkeilee. Liuoteohenteisten maalien tartunta alustaan on tavallisesti parempi kuin dispersiomaalien tartunta. Tämä johtuu liuotinohenteisten maalien sideainen pienemmästä molekyylikoosta, jonka seurauksena ne tunkeutuvat helpommin esimerkiksi epäpuhtaisiin ja pölyisiin alustoihin.

Soveltuvuus eri alustoille

Uudet kiviainespinnaat puhdistetaan liasta ja pölystä. Aiemmin maalatut pinnaat puhdistetaan teräsharjauksella, laikkahionnalla, märkähiekkapuhalluksella tai kemiallisesti niin, ettei pinnassa ole irtoainesta. Maalattavan pinnan tulee olla kuiva ja puhdas. Maalaus voidaan tehdä telalla, ruiskulla tai harjaamalla. Maalaustyötä ei saa tehdä sateella. Maali on helppo työstää ja vaatii kaksi käsittelykertaa. Liuoteohenteiset orgaaniset maalit soveltuvat parhaiten lujille betonipinnoille, joista sementtiliimakkeros, muottiöljyt, irtonainen aines, lika ja suolat on poistettu. Ne soveltuvat myös vastaavilla maaleilla aikaisemmin maalattujen pintojen huoltomaalaukseen, mikäli vanha maali on lujasti alustassaan kiinni.

Silikonihartsimaalit

Silikonihartsimaalit soveltuvat varsinkin aikaisemmin lateksimaaleilla maalattujen pintojen huoltomaalaukseen.

Silikonihartsimaalit soveltuvat lähes kaikille kiviainesalustoille. Ne tarttuvat hyvin myös orgaaniseen maalipintaan edellyttäen, että puhdistuksen jälkeen pinnalle jäävä maali pysyy hyvin alustassaan kiinni. Tuote onkin erinomainen huoltomaali mm. sellaisille aikaisemmin orgaanisella maalilla käsitellyille rappauspinnoille, joille halutaan kohtuullisin esikäsitteilykustannuksin saada vesihöyryä hyvin läpäisevä, kestävä ja alustaa suojaava maalipinta.

3 Betonirakenteen suojaaminen pinnoittamalla

Betonirakenne voidaan suojata erilaisilta vaurioitumisilmiöiltä pinnoittamalla. Oikein valituilla ja hyvin tehdyillä pinnoitteilla voidaan hidastaa betonin karbonatisoitumista sekä raudituksen korroosionopeutta ja ehkäistä pakkasra-pautumien syntymistä. Pinnoittamalla saadaan rakenteelle myös haluttu väri. Orgaanisia pinnoitteita on käytetty Suomessa jo yli 30 vuotta. Betonirakenteiden suojaaminen pinnoitteilla on suhteellisen uutta tekniikkaa ja käytännön koke-

mukset ovatkin karttuneet pääosin viimeisten 10 vuoden aikana.

3.1 Pinnoitetyypit ja niiden ominaisuudet

Betonirakenteiden pinnoittamiseen on käytettävissä lukuisia ominaisuuksiltaan, koostumukseltaan ja sitoutumistavaltaan erilaisia pinnoitteita. Pinnoitteet ovat yleensä nestemäisinä levitettäviä tuotteita, jotka koostuvat pääasiassa si-deaineesta, liuotteesta tai ohenteesta, pigmentteistä ja täyteaineista sekä apu- eli lisäaineista.

Pinnoitteet voidaan luokitella niiden ominaisuuksien mukaan:

- 1 Impregnointi
- 2 Tiivistävät pinnoitteet
- 3 Suojapinnoitteet
- 4 Halkeamia silloittavat pinnoitteet

Pinnoite voi suojata betonirakenteita seuraavien ominaisuuksien avulla:

- pinnoite rajoittaa hiiliidioksidin ja hapen tunkeutumista betoniin
- pinnoite rajoittaa sade- ja kondenssivesien sekä hapen tunkeutumista betoniin ja hidastaa näin raudituksen korroosiota
- pinnoite läpäisee vesihöyryä riittävästi
- pinnoite kestää alustaan syntyvät halkeamat rikkoonantumatta (halkeamien silloituskyky)
- pinnoitteen ja alustan välinen tartunta on riittävä.

Pinnoitteen tulee käyttöaikanaan olla sään- ja ultraviolettisäteilyn kestävä. Muita vaadittavia ominaisuuksia voivat olla puhdistettavuus, uusittavuus ja muut vastaavat ominaisuudet. Pinnoite voi rajoittaa myös rakenteeseen kohdistuvia kemiallisia rasituksia. Pinnoitteelta vaadittavat ominaisuudet on määritettävä kohdekohtaisesti [3].

Pinnoitteen hiiliidioksidivastus

Betoni karbonatoituu ilmassa olevan hiiliidioksidin tunkeutuessa betoniin ja reagoiessa betonin alkaliyhdisteiden kanssa. Tällöin betonin pH-arvo laskee ja rakenneterästä suojaava oksidikerros tuhoutuu. Karbonatoitumista voidaan hidastaa pinnoitteilla, joilla on riittävä hiiliidioksidin diffuusiovastus. Yleensä diffuusiovastuksen arvot vaihtelevat pinnoitteilla välillä 1 – 1000 m. Käytännössä riittävä karbonatoitumista hidastava vaikutus saadaan, kun diffuusiovastus on:

$$R_{CO_2} \geq 50 \text{ m}$$

Pinnoitteen on siis suojattava alustaa hiiliidioksidin tunkeutumiselta vähintään yhtä hyvin kuin 50 metrin paksuinen paikallaan oleva ilmakerros.

Tavallisesti huokosrakenteeltaan tiiviit akryylidispersiot ja -hartsit ovat vastukseltaan korkeampia kuin epäorgaaniset pinnoitteet, kuten silikaatti- tai sementtimaalit. Vastukseltaan parhaita pinnoitteita ovat kemiallisesti sitoutuvat, yleensä epoksi- tai polyuretaanipohaiset, tuotteet.

Veden tunkeutuminen

Pinnoitteilla voidaan estää sade-, roiske- ja kondenssivesien imeytyminen betoniin ja näin hidastaa raudituksen korroosiota, betonin pakkasrapautumista ja muuta vaurioitumista.

Vesihöyryn läpäisy

Pinnoitteen vesihöyryn läpäisevyyttä arvioidaan diffuusiovastuksen R_{H_2O} avulla. R_{H_2O} ilmoittaa pinnoitteen vesihöyryn diffuusiovastuksen verrattuna paikallaan olevan yhden metrin paksuisen ilmapatsaan vastukseen. Yleensä pinnoitteen vesihöyryn läpäisyä pidetään riittävänä, jos diffuusiovastus on pienempi kuin 4 m.

Halkeamien silloituskyky

Betonin lämpö- ja kosteusliikkeiden seurauksena alustaan saattaa syntyä halkeamia. Jotta pinnoite säilyttäisi suojavaikutuksensa, on sen säilyttävä rikkoutumattomana myös halkeaman kohdalla. Tätä ominaisuutta kuvaa halkeamien silloituskyky. Halkeamien silloituskyky riippuu käytettävän pinnoitteen paksuudesta ja pinnoitteen elastisuudesta.

Lasittumispiste

Orgaanisilla pinnoitteilla on yleensä sideainekohtainen lämpötila, jonka alapuolella pinnoite muuttuu lasimaisen hauraaksi ja menettää kimmoiset ominaisuutensa. Tätä lämpötilaa kutsutaan lasittumislämpötilaksi.

3.2 Uusien betonipintojen maalaus

Maalattu tai pinnoitettu betonijulkisivu on taloudellinen ja kestävä vaihtoehto, joka tarjoaa arkkitehtoniselle suunnittelulle lähes rajattomat mahdollisuudet. Betoni ei koskaan ole ollut helppo maalausalusta, mutta erityisesti viime vuosina käytettyjen lujien elementtipintojen maalaus on ollut ongelmallista.

Vuodesta 1990 lähtien on ryhdytty käyttämään entistä lujempia betonilaatuja. Suomen Betoniyhdistyksen julkaisemiin betonin säilyvyysohjeisiin By 32 tehtiin vuonna 1992 julkisivun kestoajan pidentämiseksi tuntuja muutoksia. Tällöin muun muassa nostettiin ympäristöluokan E2b lujuusluokan vähimmäisarvoksi K45. Tällaisten betonien pinta on erittäin tiivis ja sileä, mikäli ne valmistetaan teräsmuottia vasten valamalla.

Suuri lujuus edellyttää, että elementtien valmistuksessa käytetään runsaasti sementtiä. Tä-

mä puolestaan tiivistää betonielementin pintaa ja heikentää sen imukykyä. Pinnan matala profiili ja heikko imukyky huonontavat maalien ja pinnoitteiden tartuntaa alustaan. Seurauksena on ollut tavallisesti melko pian maalien irtoaminen. Tartunnan pettämisiä on tapahtunut kaikilla pinnoite- ja maalityypeillä, olivatpa tuotteet sitten orgaanisia tai epäorgaanisia. Lisäksi on todettu, että vaurioiden korjaus on vaikeaa ja että korjatut pinnoitteet vaurioituvat varsin nopeasti uudelleen.

3.3 Uusien betonielementtien pintakäsittely

Rakennustuoteteollisuus RTT ry kokosi pinnoitevalmistajat, urakoitsijat ja elementtien valmistajat yhteen, ja tämän tuloksena betonielementtien maalauskelppoisuudesta laadittiin huhtikuussa 1993 väliaikaisohje. Ohje julkaistiin korjattuna vuonna 1994 ilmestyneessä julkaisussa By 40, Betonipinnat [2].

Tutkimus vahvisti käsitykset maalattavuudesta

Tehdyssä tutkimuksessa selvitettiin eri betonilaatujen kosteuskäyttäytymistä ja tiivistä sekä betonipintojen esikäsitteilyn merkitystä maalien tartunnalle. Betonien lujuudet vaihtelivat välillä 15–60 Mpa ja vesisementtisuhde välillä 1,0–0,3.

Tutkimuksessa olivat edustettuina lähes kaikki Suomessa myytävät maalityypit. Useat koeksessa käytetyt työtavat ja testit eivät vastanneet

käytännön olosuhteita, mutta auttoivat tutkijoita ymmärtämään betonin maalaukseen liittyviä ongelmia.

Tuloksista ilmeni, että sementtimäärän nostaminen lisää lujuutta ja pienentää samalla pinnan kykyä imeä kosteutta (myös pohjustusaineita ja pohjamaaleja). Tiivis pinta kuivuu hitaasti ja estää rakennuskosteuden haihtumista. Myös liukoisten suolojen määrä kasvaa. Suolat muodostavat ongelman, kun betoni kuivuu. Ne kulkeutuvat betonin ja maalin rajapintaan, ja seurauksena voi olla maalin hilseileminen irti alustasta.

Tutkimuksessa testattiin myös maalien tartuntaa betoniin. Kaikkien kokeissa olleiden maalien tartunta oli riittävä. Eräiden tuotteiden kohdalla saavutetut suuret tartuntalujuudet saattavat olla jopa riskitekijä – ainakin ne asettavat maalausalan eli betonin lujuudelle erittäin suuret vaatimukset.

Rasituskokeissa havaittiin, että suurimmat ongelmat maalien ja pinnoitteiden tartunnoissa esiintyivät pinnoilla, joiden lujuudet olivat K40 tai suurempia. Ongelmia oli myös tartunnoissa heikkoon K15-lujuusluokan betoniin.

3.4 Maalattavan betonin ominaisuudet

Maalattavan betonipinnan on oltava puhdas, ehjä, tasalaatuinen (myös väriltään) ja riittävän luja. Maalattavien pintojen tulee olla kuivat – poikkeuksen tästä muodostavat sementtipohjaisilla maaleilla käsiteltävät pinnat. Riippumatta

Taulukko 3. Betonipinnan pinnoitettavuutta kuvaavat ominaisuudet ja niiden testaukseen sopivat menetelmät By 40:n mukaan.

Testattava ominaisuus	Testausmenetelmä	Vaatus
Betonin pinnan lujuus	Tartuntavetokoe	Lujuuden oltava vetokokeessa $\geq 1,5$ Mpa.
Pinnan imukyky	Vedenimukyvyn mittauss, esim. Karstenin putkikoe	Vedenimun oltava > 20 ml/m ² minuutissa.
Pinnan lämpötila	Ilman suhteellisen kosteuden ja lämpötilan mittauss Pinnan lämpötilan mittauss	Maalattaessa pinnan lämpötilan oltava väh. 5 °C ilman kastepisteen yläpuolella.
Kosteus	Kosteusmittaus ja kuivumisajan arviointi (suhteellinen kosteus) Pintaan teipattava muovikalvo	Betonin suhteellisen kosteuden oltava alle pinnoitteen valmistajan suosituksen. Kalvon alle ei saa tiivistyä vettä 1 vr:n aikana.
	Visuaalinen tarkastelu	Pinnan oltava tasavärinen ja kuivan näköinen.
Tasalaatuisuus	Kostutus Visuaalinen tarkastelu	Pinnan on kuivuttava tasaisesti.
Sementtipöly, kalkki- tai suolahärme	Teippauskoe mustalla teipillä	Teippiin ei saa jäädä merkittävästi vaaleaa sementtipölyä tai kalkkia.
	Raaputus metalliesineellä Hieronta mustalla kankaalla	Pinnasta ei saa irrota sementtikiveä. Kankaaseen ei saa jäädä vaaleita merkkejä.
Muottijäljen läsnäolo	Kostutus Polltaminen	Veden imeydyttävä betoniin ilman pisarointia. Pintaa kuumennettaessa ei saa ilmetä pärskymistä ja savua.



Kuva 4. Liian sileään uuteen betonipintaan maalit eivät tartu.

käytettävästä maalityypistä on syytä kuitenkin varmistaa, ettei elementtirakenteissa ole ylimääräistä, rakennusaikaista kosteutta, joka edesauttaa suolojen muodostumista elementin ja maalin rajapintaan.

Vaakatasossa valmistettujen elementtien pintaan tuotantovaiheessa otettava sementtiliima-kerros on aina poistettava ennen maalausta. Myös muu irtonainen lika poistetaan esimerkiksi harjaamalla tai painepesulla.

Maalaukelpoisia ovat kaikki elementtipinnat, jotka on karhennettu esikäsittelyn avulla. Tällaisia ovat esimerkiksi

- harjatut pinnat
- sieni- ja puuhierretty pinnat
- hienopestyt pesubetonipinnat
- happopestyt pinnat (varauksin)
- töpötetyt pinnat
- hiekkapuhalletut pinnat.

Nykyään kaikki edellä mainitut pinnat on mahdollista saada elementtitehtaalta valmiina maalausalustana, jolloin vältetään työmaalla tehtävältä esikäsittelyltä. Sopivia esikäsittelymenetelmiä ovat esimerkiksi vesihiekkapuhallus ja hienopesu (hidastin + pesu).

Esikäsittelymenetelmistä tehokkain on vesihiekkapuhallus, se on myös ainoa työmaaolosuhteisiin soveltuva menetelmä. Sen haittoja ovat melu, runsas puhallusliete ja puhallettavan kohteen suojaustarve. Se merkitsee lisäkustannuksia maalaustyöhön noin 30 – 40 mk/m². Ve-

sihiekkapuhalluksella poistetaan tehokkaasti mahdollinen pinnalla oleva muottijäljy, irtonainen kalkki, sementtiliima ja lika. Samalla saadaan riittävän karkea pintaprofiili maalien tartunnalle.

Hyviä kokemuksia pintojen karhennuksesta on saatu myös timanttihiomalla ja korkeapainepesemällä pinnat (paine > 600 bar).

Alustan tarkastus ja maalausolosuhteet

Pintakäsitteltävä alusta on tarkastettava aina hyvissä ajoin ennen maalaustyön aloittamista, jotta tarvittavat esikäsittelyt voidaan tehdä riittävän ajoissa ja huolellisesti. Tarkastusten yhteydessä seurataan myös elementtien kuivumista. Lähtökohtana on aina pidettävä sitä, että maalattaviksi aiottu elementti on jo tehtaalla valmistettu siten, että työmaalla ei jouduta suorittamaan hankalia esikäsittelytoimenpiteitä.

Tarkastuksessa tulisi olla mukana rakennuttajan, pääurakoitsijan ja maalausurakoitsijan edustajat sekä tarvittaessa pinnoitevalmistajan ja elementtitoimittajan edustajat. Käsitteltävien alustojen maalaukelpoisuutta verrataan työselityksessä määrättyjen käsittely-yhdistelmien vaatimuksiin ja tarvittaessa tehdään alustan edellyttämät muutokset maalaustyöselitykseen.

Työn suorituksessa on otettava huomioon sää, ilman lämpötila ja kosteus, edeltävien töiden valmiusaste ja onnistuminen sekä maalaustöiden suoritusjärjestys. Alustan tarkastuksen yhteydessä tehtyjen mittausten ja maalaustyön välisen ajan tulee olla mahdollisimman lyhyt.

Tarkastuksen yhteydessä on kiinnitettävä erityistä huomiota elementtien pidentyneisiin kuivumisaikoihin. Yksi lämmityskausi ei vielä takaa, että elementit ovat kuivia. Myöskään alkukesästä tehty elementtien kosteusmittaus ei varmista sitä, että elementit ovat pinnoituskelpoiset töiden alkaessa loppukesällä.

Maalausolosuhteita koskevat vaatimukset saadaan selville valmistajien tuoteselosteista. Maalausurakoitsija on velvollinen pitämään maalaustyön aikana työmaapöytäkirjaa, josta ilmenevät mm. maalausolosuhteet. Tällä tavalla vältetään monet ikävät epäselvyydet ja niiden jälkiselvittelyt

3.5 Betonipinnoille soveltuvat maalit

Vesiohenteiset dispersiomaalit

Dispersiomaalien sideaine on pääasiassa veteen dispergoitunut polymeeri, esimerkiksi polyakrylaatti, styreeni, polyvinyyliasetaatti tai näiden sekapolymeeri.

Ominaisuudet

Vesiohenteiset dispersiomaalit muodostavat kalvon, joka läpäisee vesihöyryä ja vettä huomattavasti hitaammin kuin epäorgaaniset maalit. Jos rapattuun seinään pääsee runsaasti vettä esimerkiksi halkeamien kautta, vesi jää maalikalvon alle aiheuttaen mahdollisesti pakkas- ja kosteusvaurioita.

Kosteudenläpäisevyyttä voidaan säätää lisäämällä tai vähentämällä pinnoitteen pigmentti- ja täyteainemäärää. Paljon pigmenttejä ja täyteaineita sisältävä maali muodostaa huokoisemman kalvon, mutta toisaalta pigmentti ja täyteaine ovat heikommin sitoutuneita sideaineeseen.

Soveltuvuus eri alustoille

Vesiohenteiset dispersiomaalit soveltuvat betonipinnoille, joista on poistettu sementtiliima-kerros, irtonainen aines, lika, muottiöljyt ja suolat. Se soveltuu myös aikaisemmin vastaavan tyyppisellä maalilla maalattujen pintojen huoltomaalaukseen, mikäli vanha maali on hyvin alustassaan kiinni.

Impregnointiaineet

Impregnointiaineet estävät veden kapillaarisen tunkeutumisen impregnoidun pintakerroksen läpi. Impregnointikäsittely on läpikuultava eikä juuri muuta alustan ulkonäköä. Impregnoinnissa huokoiseen pintaan imeytetään pienen pintajännityksen omaavaa ainetta, tavallisesti silikonia tai siloksaania. Impregnointiaine tunkeutuu alustan huokosrakenteeseen ja muodostaa vettä hylkivän kerroksen huokosrakenteen seinämil-le. Impregnointikäsittely ei muodosta yhtenäistä kalvoa eikä siten juuri heikennä pinnan vesihöyrynläpäisyyttä.

Impregnointikäsittelyn tunkeutumisvyvyys ja materiaalimenekki riippuu pääasiassa alustan imukykyvistä ja impregnointiaineen tunkeutumiskykyvistä. Vaikutussyvyys vaihtelee tavallisilla silikoneilla 2 – 4 mm välillä, mutta ns. syväimpregnointiaineet voivat tunkeutua jopa 10 – 20 mm:n syvyyteen. Syvälle tunkeutuvien impregnointiaineiden suojavaikutus on pidempi kuin pintaan jäävien suoja-aineiden, jotka tuhoutuvat varsin nopeasti auringon uv-säteilyssä. Impregnointiaineiden kestävyys vaikuttaa eniten juuri käytettävän impregnointiaineen tyyppi. Markkinoilla on hyvinkin kestäviä impregnointiaineita.

Alkydit

Alkydimaalain sideaine alkydi koostuu kovasta hartiosasta ja pehmeästä kuivuvasta öljystä, jotka keskenään muodostavat esterin. Käytettävästä öljystä, sideainemäärästä, täyteaineesta, liuottimesta tai lisäaineista riippuen alkydista voidaan valmistaa esimerkiksi julkisivumaalia

puu- tai kivipinnoille, huonekalumaalia, korroosionestomaalia ja monia eri tyyppisiä maaleja riippuen maalin käyttötarkoituksesta. Kiviainespinnojen maalaukseen tarkoitettu alkydisideaineinen Kenitex-julkisivupinnoite on vanhimpia kiviainespinnojen julkisivumaaleja. Se on ollut Suomen markkinoilla jo vuodesta 1963 lähtien.

Alkydisideaineisen maalin käytön yhteydessä on aina muistettava käyttää erillistä silikonipohjustetta, jolla mineraalialusta on pohjustettava ennen varsinaista maalausta. Näin suoritettu alustan neutralointi estää alkalisen alustan saippuointamasta alkydiä. Samalla alustasta tulee vettä ja kosteutta hylkivä.

Alkydien hyviä ominaisuuksia ovat:

- kulutuksen kesto
- työstettävyyys
- kimmoisuus (uutena)
- hyvä sääkesto
- hyvä tarttuvuus.

Vastaavasti heikkouksia ovat:

- maalikalvon kovettuminen vanhenemisen seurauksena
- vaikea uusittavuus.

Alkydihartsisideaineiset julkisivupinnoitteet levitetään siveltimellä, telalla tai ruiskulla. Kestokokeukset tähän ryhmään kuuluvista tuotteista viimeisen 30 vuoden ajalta ovat hyvät.

Selvänä heikkoutena, kuten kaikilla orgaanisilla ns. paksukalvopinnoitteilla, on tuotteen uusittavuus, joka edellyttää aina jossain vaiheessa pinnan märkähiekkapuhaltamista.

Silikonihartsimaalit

Silikonihartsimaalin sideaine on silikonihartsisiumulsio, jota on vahvistettu dispersiolla. Silikonihartsit valmistetaan kalliin tuotantoprosessin kautta epäorgaanisista ja orgaanisista komponenteista.

Silikonihartsimaalit eli silikoniemulsiomaalit ovat tulleet Suomen markkinoille vuonna 1991. Silikoniemulsiomaali ja aikaisemmin mainittu silikaattimaali ovat tyyppiltään kaksi täysin erilaista maalityyppiä. Silikaattimaalin tartunta alustaan perustuu kemialliseen reaktioon ja valmispinta läpäisee hyvin kosteutta. Silikonihartsit tarttuu alustaan fyysikaalisesti ja maalin pinta on vettä hylkivä.

Silikaattimaalin käyttöalue rajoittuu puhtaisiin, aikaisemmin maalaamattomiin mineraalipintoihin. Silikoniemulsiomaalilla voidaan maalata myös aikaisemmin dispersiomaalilla maalattu alusta. Tämän ominaisuuden ansiosta silikonihartsimaali soveltuu hyvin betoni- ja rappauspintojen huoltomaalaukseen.

Silikoniemulsiomaali ei muodosta kalvoa eikä näin vanhan maalin pintaan muodostu hai-

tallisia pintajännityksiä. Myös niiden vesi-höyrynläpäisykyky on erittäin hyvä. Betonipintojen maalauksen kannalta silikoniemulsiomaalien heikkous on, että ne eivät hidasta betonin karbonatisoitumista.

Suojapinnoitteet

Suojapinnoitteet ovat kalvon muodostavia pinnoitteita, jotka hidastavat karbonatisoitumista ja estävät veden ja veteen liuenneiden aineiden tunkeutumista alustaan. Suojapinnoitteilla voidaan ennaltaehkäistä raudoituksen korroosioaurioiden syntyä ja toisaalta hidastaa jo etenevää vaurioitumista alustassa.

Suojapinnoite

- hidastaa betonin karbonatisoitumista
- hidastaa veden kapillaarista imeytymistä betoniin
- hidastaa veteen liuenneiden haitallisten aineiden, kuten kloridien imeytymistä betoniin
- ei vaikuta merkittävästi vesi-höyrynläpäisyyseen
- ei estä paineellisen veden tunkeutumista rakenteeseen.

Suojapinnoitteita käytetään betonirakenteiden suojaukseen pysty- ja alapinnoissa säärasitusten kuormittamissa rakenteissa, joissa ei esiinny pinnoitteen kestävyyskannalta ja rakenteen kannalta haitallista halkeilua. Pinnoittamista voidaan harkita erityisesti silloin, kun karbonatisoituminen ei ole saavuttanut raudoitusta, jolloin rakenteen käyttöikä voidaan pidentää. Jos alustassa esiintyy paikkausjälkiä, suuria huokosia, koloja tai muita epätasaisuuksia, tulee betonialusta tasoitaa ennen pinnoitusta. Pinnoitteen toimiminen suunnitellusti edellyttää virheetöntä ja riittävän paksua kalvoa. [3]

Normaalisti uuden betonin sisältämä kalsiumhydroksidi muodostaa betoniraketta suojaavan emäksisen ympäristön. Betoni menettää kuitenkin vuosien saatossa tämän rakenneteräksistä suojaavan passiivisuojan, kun ilman hiilidioksidin reagoi betonin kalsiumhydroksidin kanssa neutraloimalla betonia. Ilmiötä kutsutaan karbonatisoitumiseksi. Karbonatisoituneessa betonissa voi suotuisissa olosuhteissa käynnistyä rakenneterästen korroosio. Tällaiset olosuhteet vallitsevat esimerkiksi silloin, kun rakenne on kostea ja siihen pääsee happea.

Suojamaali pidentää rakenteen käyttöikä

Terästen suojaaminen ruostumiselta perustuu riittävän suureen suojabetonikerroksen paksuuteen sekä rakenteen suojaamiseen kosteudelta. Hiilidioksidin tunkeutuminen rakenteeseen voidaan hidastaa myös valitsemalla pinnoitteeksi akryylisuojaamaali. Menetelmä soveltuu erityisesti niihin betonirakenteisiin, joissa betonin karbonatisoituminen ei ole saavuttanut teräksiä. Esimerkiksi tiivistämällä hiekkapuhalletun be-

tonin huokokset ja halkeamat polymeerimodifioidulla pinnoituslaastilla hidastetaan huomattavasti hiilidioksidin tunkeutumista rakenteeseen. Jos näin käsitelty pinta vielä maalataan suojaamaalilla, voidaan olla lähes varmoja rakenteen käyttöiän pitenemisestä ainakin teräskorroosion suhteen.

Suojaamaalin hiilidioksidin diffuusiovastus $S_{d,co2}$ voi olla jopa > 200 m, kun maaliokerroksen kuivakalvopaksuus on $150 \mu m$ (testaus Engelfriedin menetelmällä). Näin suuri diffuusiovastus ylittää selvästi Betonirakenteiden korjausohjeissa By 41:ssä asetetun vaatimuksen $S_{d,co2} > 50$ m [3]. Tiiviydestään huolimatta suoja-maalit ovat riittävästi vesi-höyryä läpäiseviä. Betonipintojen suojaamaali soveltuvat erityisesti betonisten parvekkeen pieliementtien ja etulevyjen yms. kylmien ulkobetonirakenteiden suojapinnoitukseen. Rappauspinnoille ne ovat liian tiiviitä.

Kaikki aikaisemmin mainitut epäorgaaniset maalit ja pinnoitteet, kalkkia lukuun ottamatta, soveltuvat myös betonipinnoille.

4 Pinnoitustyön laadun-ohjaus ja -varmistus

Laadunohjauksen ja -varmistuksen tarkoituksena on ohjata korjaustyötä ja varmistaa, että saatettava laatu vastaa asetettuja laatuvaatimuksia. Tavoitteena on ennakoitua ja ennaltaehkäistä virheet ja puutteet mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Havaitut laatupoikkeamat ja niiden syyt selvitetään ja poistetaan. Laadunohjauksen tuloksena virheiden korjaamisesta aiheutuvat ylimääräiset kustannukset vähenevät.

Laadunvarmistus edellyttää, että suunnitteluasiakirjoissa on määritetty tekniset ja esteettiset laatuvaatimukset kaikille korjauksen onnistumisen kannalta oleellisille tekijöille. Laatuvaatimukset määritetään sellaisina lukuarvoina, joiden toteutumista voidaan mitata työmaalla laadunvarmistuskokeilla. Teknisistä laatuvaatimuksista asetetaan kerrospaksuuden, tartuntalujuuden, vesisementtisuhteen (tai vesimäärän), pinnoissa esiintyvän halkeilun ja mahdollisesti muiden tekijöiden suhteen. Esteettisiä laatuvaatimuksia voivat olla suunnitteluasiakirjoissa asetetut vaatimukset pinnan tasaisuudelle tai muille pinnan ominaisuuksille. Esteettiset laatuvaatimukset voidaan esittää julkaisun By 40, Betonipinnat, mukaisesti. [2], [3]

4.1 Laatuja ja tuottavuutta julkisivukorjauksiin

Betonisten julkisivujen korjaaminen ja pinnoittaminen on teknisesti erittäin vaikeaa ja vaatii lähes poikkeuksetta alan erikoisosaamista. Kor-

jausurakoiden laajuus on kasvanut, ja nykyään urakkasopimus ei sisällä pelkästään maalaus- ja pinnoitustöitä, vaan mukaan ovat tulleet betonointityöt, parvekkeiden sekä ikkunoiden ja ovien vaihdot, vesieristys ja monet muut perinteisesti rakennusliikkeille kuuluneet työt. Vastaavasti monet suuret rakennusliikkeet ovat suuntautuneet uusille alueille, joilla ne kilpailevat usein samoista urakoista maalausliikkeiden kanssa.

Osittain markkinoiden muuttumisesta johtuen julkisivujen korjausrakentaminen on pirstoutunut pieniin aliorakoihin, jotka teetetään pienillä alalle erikoistuneilla urakoitsijoilla. Samaan tahtiin kuin alalle on ilmaantunut uusia yrittäjiä, ovat lisääntyneet myös laatuongelmat, ja urakoiden kokonaistuottavuus on heikentynyt.

Syitä epäonnistumisiin löytyy useita: prosessien kasvanut työmäärä, teknisesti vaikeat tuotteet, työntekijöiden osaamattomuus, työmaolosuhteiden hallitsemattomuus jne. Mutta voidaanko laatua parantaa, ja jos voidaan niin miten? Onko mahdollista luoda työmaolosuhteissa edellytykset oikeanlaisen laatuksittuun syntymiselle ja mikä on materiaalinvalmistajan osuus tässä?

4.2 Luotava perusedellytykset laadulle

Betonirakenteita korjaamalla pyritään lisäämään rakenteen elinkaaren pituutta. Rakenteen elinkaarella tarkoitetaan aikaa, jonka rakenne on käyttötarkoituksensa mukaisessa käytössä kuten parvekkeena, julkisivuelementtinä jne. Elinkaari päättyy, kun rakenne ei ole teknisesti tai taloudellisesti kunnostettavissa tai se esimerkiksi puretaan. Perustavoite korjaukselle on siis selvä.

Karkeasti yksinkertaistaen voidaan sanoa, että perusteellinen ja usein myös kallis korjaustyö pidentää rakenteen elinkaarta ja nostaa yksittäisen rakenteen laatuasoa, usein jopa alkuperäiselle tasolle. Suurimmaksi ongelmaksi muodostuukin se, miten hyvästä lähtöasemasta päästään valmiiseen urakasuoritukseen siten, että alkuperäisessä työtapohjeessa määritetty laatuaso saavutetaan.

Tämä edellyttää työmaa-aikaista laadunvarmistusta, jonka lisäksi koko työn onnistumisen perusedellytyksinä ovat hyvät, selkeät ja yksiselitteiset työselitykset (korjaus- ja pinnoitus-työt), oikeat materiaalinvalinnat, laadukkaita materiaaleja, huolelliset työsuoritukset, realistiset aikataulut ja hyvä tiedonkulkua hankkeeseen osallistuvien osapuolten välillä.

Laatukulttuuria ja sitoutumista

Korjaushankkeen osapuolet – rakennuttaja, suunnittelija, työn valvoja, urakoitsija ja erityi-

sesti työntekijä – vaikuttavat merkittävästi lopullisen työn laatuun ja onnistumiseen. Useissa tapauksissa näyttää valitettavasti siltä, että unohtamme työntekijöiden vaikutuksen valmiin työn lopulliseen laatuun. Työmaan laatuksittuuri on sitä, että kaikki prosessiin osallistuvat tietävät korjauksen tavoitteet ja omat tehtävät sekä niiden vaikutuksen lopputulokseen. Tämä edellyttää kaikkien osapuolten sitoutumista hankkeeseen.

Tuotteissa on eroja

Korjausmateriaaleille, niin laasteille kuin pinnoitteillekin, on asetettu nykyään tarkat tekniset vaatimukset. Materiaalinvalmistajat joutuvat testaamaan korjaustuotensa, ja tuotekohtaiset ominaisuudet ilmenevät varmennetuista käyttöselosteista, joista Suomen Betoniyhdistys ry. ylläpitää luetteloa.

Nämä käyttöselosteet (kaavake; Betonirakenteiden korjausmateriaalin käyttöseloste by 9 B) ovat kaikkien tilattavissa. Tuotteiden testaukset, joissa tutkitaan tiettyjä teknisiä ominaisuuksia, tekee ulkopuolinen, hyväksytty aineen-koetuslaitos. Tämä varsin tarkalta tuntuva testauskäytäntö ei kuitenkaan takaa sitä, etteikö tuotteissa olisi suuriakin eroja, esimerkiksi työstettävyydessä.

Kun suunnittelija tekee materiaalinvalintoja, on otettava huomioon myös aikaisemmista korjaustöistä saadut hyvät käyttökokemukset. Näissä mittarina voidaan käyttää työsuorituksen onnistumista vaihtelevissa työmaolosuhteissa ja takuuaajan jälkeisten vuosikorjaustöiden määrää. Oikeilla, urakoitsijan työntekijöille tutuilla materiaalinvalinnoilla on ratkaiseva merkitys työn teknisen toteuttamisen kannalta, ja sillä on siten välillinen vaikutus myös työn tuottavuuteen.

Takuu on osoitus laatutyöstä

Takuu on yhä edelleen suomalaisessa rakentamisessa vain yksi kohta tarjouspyynnössä. Materiaalinvalmistajan ilmoitus kohteeseen myönnettävästä materiaalitakuusta yleensä riittää hankkeen kaikille osapuolille. Kuitenkin oikea lähestymistapa on se, että aina ensin tehdään työ pyrkien samalla mahdollisimman korkeaan laatuasteeseen työmaalla. Laadukkaan työsuorituksen ja onnistuneiden materiaalinvalintojen pohjalta urakoitsija sitten antaisi takuun työlleen ja materiaalinvalmistaja tuotteelleen. Takuu ei näin ole itsestäänselvyys, vaan se toteutuu vain laadukkaan työn seurauksena.

Takuukäytäntö edellyttää, että rakennuttaja tai urakoitsija erikseen pyytää kohteelle takuuta. Tämän jälkeen kohteen korjattavat ja pinnoitettavat rakenteet esitarkastetaan ja verrataan tarkastuksessa tehtyjä havaintoja työselityksessä mainittuihin materiaalinvalintoihin. Jos tehty suunnitelmat ja suoritettavat laadunvalvontamit-

taukset vastaavat materiaalinvalmistajan tuote-kohtaisia käyttösuosituksia, voidaan kohteessa käytetyille tuotteille myöntää materiaalitakuu.

Takuu edellyttää myös, että työmaalla tehdään laadunvarmistuskokeita ja korjaustyöstä pidetään esimerkiksi By 405 -kaavakkeen mukaista betoninkorjaustyön pöytäkirjaa. Laatuvaatimukset täyttävälle kohteelle myönnetään kirjallinen materiaalitakuutodistus.

4.3 Elinkaaren hallinta edellyttää verkottumista

Korjauskohteissa vaadittavaa suurta tietomäärää voidaan tulevaisuudessa siirtää internetissä. Käytännössä tämä merkitsee korjauskohteen elinkaaren hallintaan liittyvän tiedon käsittelyä sähköisesti. Hankkeeseen osallistuvat osapuolet rakentavat tiedonsiirtoverkon.

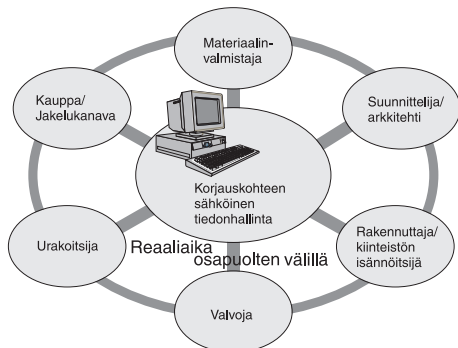
Verkottumisen seurauksena voidaan fyysisistä etäisyyksistä huolimatta esimerkiksi työmaalla olevan parvekekorjauksen rakenneyksityiskohtia saattaa digitaaliseen muotoon ja siirtää ne samanaikaisesti suunnittelijalle ja materiaalinvalmistajalle oikean rakenneteknisen sekä tuoteteknisen ratkaisun löytämiseksi. Reaaliaikaisuus nopeuttaa projektin toteuttamista ja merkitsee siis tuntuja säästöjä. Työmaalla ei jouduta odottamaan pitkään yksittäistä suunnitelman muutosta. Suunnittelutyötä voidaan tehdä myös samanaikaisesti, kun korjaustyöt ovat jo käynnissä.

Tietotekniikan hyödyntäminen korjaushankkeessa mahdollistaa reaaliaikaisen tiedonsiirron ja samalla kaiken tarvittavan tiedon dokumentoinnin. Kerätty tieto helpottaa tulevaisuudessa elinkaarianalyysien tekoa ja tuotteiden kesto-ominaisuuksien seuranta. Takuukortistot voi-

daan tehdä sähköiseen muotoon, ja ne sisältävät mm. digitaalisessa muodossa olevaa kuva-aineistoa eri työvaiheista. Näin esimerkiksi myöhemmin ilmeneviin työvirheisiin päästään käsiksi vuosienkin kuluttua.

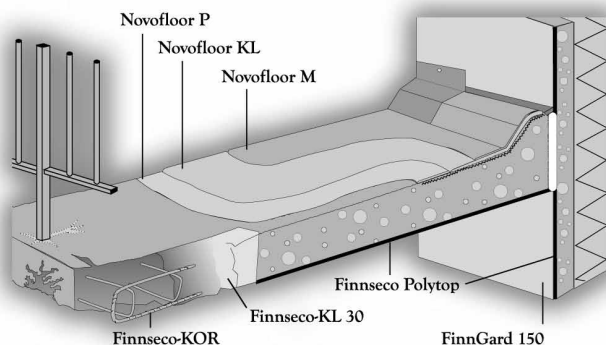
LÄHDEKIRJALLISUUS

- [1] Betonijulkisivujen materiaali- ja valmistustekniikka. Suomen Betonitieto Oy, Helsinki 1998
- [2] By 40 Betonipinnat. Suomen Betoniyhdistys r.y., Helsinki, 1994
- [3] By 41 Betonirakenteiden korjausohjeet. Suomen Betoniyhdistys r.y., Helsinki, 1996
- [4] By 42 Betonijulkisivujen kuntotutkimus. Suomen Betoniyhdistys r.y., Helsinki, 1997
- [5] By 44 Rapatun julkisivun kuntotutkimus. Suomen Betoniyhdistys r.y., Helsinki, 1997
- [6] By 46 Rappauskirja. Suomen Betoniyhdistys r.y., Helsinki, 1999
- [7] Immonen, K., Råman, T., Maalatus julkisivun kesto. SITRA, Suomen Itsenäisyyden juhluvuoden 1967 rahasto, Helsinki, 1990
- [8] Kivitasku, Tikkurila Paints Oy, Vantaa, 1999
- [9] Kiviainespintojen käsittelyopas, Tikkurila Paints Oy, Vantaa, 1999
- [10] Lahti, M. J., Kuinka Helsinkiä on rakennettu. Rakennustoimintaa ja työmenetelmiä viime vuosisadan loppupuolelta II maailmansotaan asti, 1960
- [11] Rappauskirja. Oy Partek Ab, Helsinki, 1988
- [12] RT 82-110612 Rapatut julkisivut, Korjausrakentaminen, 1996



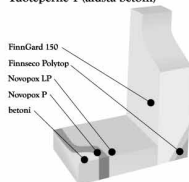
Kuva 5. Korjaushankkeen osapuolet voivat tulevaisuudessa käyttää sähköistä tiedonsiirtoverkkoa reaaliaikaisten työmaatietojen siirtoon.

Tikkurilan yhteensopivista tuoteperheistä ratkaisu joka kohteeseen

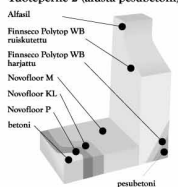


Tikkurila tarjoaa kaikille kiviainesjulkisivuille
tutkitut ja toimivat tuoteperheet.

Tuoteperhe 1 (alusta betoni)



Tuoteperhe 2 (alusta pesubetoni)



Tikkurilan kiviainesjulkisivujen tuotevalikoima sisältää kaiken mitä tarvitset esimerkiksi ulkobetonirakenteiden korjaukseen, maalaukseen ja pinnoitukseen. Kotimaisina tuotteina ne on suunniteltu suomalaisen ilmaston, tavoitteena mahdollisimman kestävä pinta ja pitkät huoltovälit.

Kaikki korjauslaastimme ovat käyttöselosteella varmennettuja tuotteita.

Lisätietoa: Myyntipäällikkö **Kimmo Sandberg**, Tuotepäällikkö **Pekka Joukanen** (Etelä-Suomi), Tekninen neuvoja **Mikko Auer** (Länsi-Suomi), Tekninen neuvoja **Keijo Koponen** (Itä- ja Pohjois-Suomi)



Tikkurila Paints Oy, PL 53, 01301 Vantaa, Puh. 09-857 731, Telefax 09-8577 6902, www.tikkurila.fi