



Mineraalisten julkisivujen rappausaineet

MINERAALISTEN JULKISIVUJEN RAAPPAUSAINOIDEN VAATIMUKSET

Tärkein vaatimus rappausaineille on se, että alusta ja yksittäiset kerrokset kiinnittyvät tehokkaasti. Aineen on sen lisäksi kuitenkin olla vedenpitävä ja joustava. Joustavuutta tarvitaan, jotta julkisivu ei repeile esimerkiksi koko raappauksen lievän liikehännän seurauksena. Vaatimusten noudattamiseksi on olemassa rajallinen määrä eri vaihtoehtoja. Aineen puristuslujuuden tulisi olla vähintään 2.5 N/mm^2 . Mikäli lujuus on heikompi (kuten esimerkiksi kalkkiseoksissa), ne eivät rakennefyysisten ominaisuuksiensa puolesta sovellu tähän tarkoitukseen (esimerkiksi säänkestäväksi ja vedenpitäväksi aineeksi). Liittimen seoksen tulee olla puristuslujuudeltaan vähintään 10 N/mm^2 . Muita tärkeitä rappausaineiden ominaisuuksia ovat vedenimukerroin "w" sekä vesihöyryä torjuva arvo "Sd".

Vedenimukertoimen mukaan rappausaineet voidaan jakaa kolmeen eri kategoriaan.

Rappausaineet ilman erityisvaatimuksia. Nämä aineet ovat pääosin rappausmateriaaleja, jotka valmistetaan laastista rakennustyömaallamme. Kestoltaan rappausaine on lyhytaikainen. Pidennämme sen vedenpitävyyttä maalikerroksella, mutta julkisivuteorian mukaisesti metodin avulla ei voi saavuttaa vedenpitävää julkisivua. Tämä johtuu siitä, että maalikerros ei ehkäise eikä suojaa rappausainetta vedeltä sataprosenttisella varmuudella.

Vedenpitävät ja vedeltä suojaavat rappausaineet. Vettä torjuvat rappausaineet imevät vettä $W < 2.0 \text{ kg/m}^2\text{h}^{0.5}$. Se tarkoittaa sitä, että tietyn ajan kuluessa aine imee vettä 2 kilogrammaan saakka per neliometri. Nämä järjestelmät kuuluvat luokkaan DIN 18550 (ks. taulukko 4).

Vedenpitävät rappausaineet. Vedenpitävien rappausainejärjestelmien imukyky on vähemmän kuin $W < 0.5 \text{ kg/m}^2\text{h}^{0.5}$. Lisäehtona on se, että vesihöyryn eston on oltava vähemmän kuin $Sd < 2,0\text{m}$.

Mineraaliaineiden kohdalla kyseinen höyryvaatimus täyttyy aina.

Vedenpitäviä rappausaineita käytettäessä on usein tarve myös lisäaineille, joita voi sekoittaa vain tarkasti mitattuna tehdasolosuhteissa.

Mikäli rappaus koostuu vain viimeistelystä, on suojaus tehtävä erikseen.

Suojaustoimenpiteitä ovat muun muassa:

1. Suojaus julkisivumaalilla tai kyllästyksellä. Huomioitava on se, maalista huolimatta viimeistelyyn käytettävässä rappausaineessa on oltava lisäaineita. Muutoin pinta ei ole vedenpitävä.
2. Ennen viimeistelyä on hyvä olla aluskerros, joka vähentää kapillaarivuotoja.

Vedenpitävyys riippuu myös halkeamista. Raappausta voidaan kutsua vedenpitäväksi vain, kun edellä mainittuja sääntöjä on noudatettu, eikä pinnassa kuivumisen jälkeen ole halkeamia.



Halkeamat vähentävät raappauksen vedenpitävyyttä. Mitä heikompi raappaus, sitä heikompi vedenpitävyys. Mitä vahvempi raappauksen vedenpitävyyserroin on, sitä nopeammin vesi raappauksen pinnalta kuivuu tai imeytyy.

LAASTIT

Laasti on sekoitus sideaineita (kalkki, sementti, jne.), hienosta hiekasta, vedestä sekä lisäaineista. Paras suhde eri ainesosien kesken on sellainen, jossa sideainetta on juuri ja juuri tarpeeksi ohuen kalvon muodostamista varten. Kalvo yhdistää partikkelit toisiinsa. Mikäli hiekassa on liikaa ilmaa, on kalvon peitettävä reiät, jolloin voi muodostua muun muassa halkeamia. Vaatimusten mukaan hiekan tulisikin siten sisältää 10-30% osuus hienoa hiekkaa (0-0.25 mm suuruinen rae). Laastin valmistukseen vaadittavat tilat riippuvat hiekan rakeisuudesta. Mikäli käytetään savea, jossa laastissa on hiekkaa, on laastin valmistaminen helppoa, mutta riski halkeamista raappauksessa kasvaa. Raappausaine on vahva ja kestää painoa kuivana, mutta kastuessaan vahvuus vähenee. Raappausaineen eri ominaisuudet eivät riipu pelkästään laastin kompositiosta, vaan myös muista tekijöistä, jotka vaikuttavat sen valmistukseen, käsittelyyn sekä kuivumiseen.

KALKKILAASTI

Kalkkilaastissa käytetään sidosaineena poltettua kalkkia tai kalsiumhydroksidia. Puhtaan kalkkilaastin painevahvuus on matala, mutta ne kestävät hyvin vesihöyryä. Kalkkilaastia käytetään usein esimerkiksi suojeltavien monumenttien käsittelyssä ja kyseisen raappausaineen valmistuksessa on käytetty kalkkia, joka on ollut luolassa kauan. Muurauksen ohella kalkkilaastin on pysyttävä suojassa ilmaston kemikaaleilta, jotka vahingoittavat kalkkia. Siitä syystä kalkkimaalit tai kalkkilaastit eivät ole riittävän kestäviä.

Kalkkia käytettiin jo muinaisina aikoina raappauksessa ja sen käyttö on yleistä yhä tänäkin päivänä johtuen siitä, että kalkin kivettyminen ei häiriintynyt aggressiivisista kemikaaleista. Paksuuden saavuttamiseksi muinaiset muuraajat joutuivat käyttämään vähintään viittä kerrosta ja kunkin kerroksen oli kuivuttava ennen seuraavaa. Kerralla laitettu liian paksu kalkki aiheuttaa säröjä raappauspinnassa. Kun kalsiumkarbonaatti (kalkkilaastin ja -maalin ainesosa) reagoi sadevedessä olevan rikkihapon kanssa, muodostuu kalsiumsulfaattia eli kipsiä. Kun kipsi sen sijaan reagoi veden kanssa, se turpoaa ja pinta hajoaa. Reaktion tärkein osa on vesi, joten raappausta on suojeltava juuri vedeltä. Kalkkimaali ei siihen riittävän hyvin kykene. Vedenpitävyyden parantamiseksi kalkkimaalin seassa voidaan käyttää läpinäkyvää silikonia. Huomioitavaa on se, että kalkkilaastissa on oltava tarpeeksi hiilidioksidia. Kalkkiseoksen karbonointi kestää melko kauan, joten se olisi hyvä maalata esimerkiksi silikonimaalilla puolen vuoden kuivumisen jälkeen. Kalkkiseosta ei voi päällystää polymeeriseoksella tai maalilla.

KALKKI-SEMENTTILAASTI

Jos muinaisiajan muuraajat olisivat kuulleet sementistä, he olisivat lisänneet sitä kalkkilaastiin. Sementin lisääminen julkisivuissa käytettävään laastiin on välttämätöntä, jotta se on vahvempaa ja kestää paremmin erilaisia sääolosuhteita. Tiiliseinä, kalkkikivi, sementtilaasti, kalkkisementtiraappausaine ynnä muut voidaan raapata kalkkisementtilla. Tätä sääntöä joskus myös rikotaan. Kultainen sääntö onkin



se, että julkisivun eri kerrokset on tehtävä siten, vahvimmat ovat sisimpänä ja heikoimmat uloimpana. Muussa tapauksessa koko kehikkoon tulee jännitteitä ja siitä seuraa puolestaan halkeamia. Kerroksia tulisi olla 2-4, joista kukin paksuudeltaan maksimissaan 2 senttimetriä. Kunkin kerroksen on kuivuttava ennen seuraavan kerroksen laittamista. Mikäli kyseessä on dispersiomaali, laastin on kuivuttava paksuudestaan vähintään 1mm päivässä. Poikkeuksena on tasoittavat maalit, joita voidaan laittaa myös tuoreen laastin päälle.

SEMENTTILAASTI

Sementtilaasti on joustamatonta ja se kestää hyvin kosteutta. Sementtilaastit, joissa on sopiva rakenne, ovat enimmäkseen vedenpitäviä. Siitä johtuen niitä käytetään pohjien sekä kellaritilojen rakentamisessa. Kalkkisementtilaastia ei tulisi käyttää kalkkisementin tai kalkkilaastin raappaamisessa niiden korkean vedenimukykyensä takia.

LAASTIN LISÄAINEET

Nykyajan julkisivulaastit sisältävät lukuisia lisäaineita, jotka parantavat sen ominaisuuksia. Laastia paksuntava aine estää huokosten muodostumisen ja siten pitkittää käyttöä. Lisäaineessa on myös hydrofobioituja ainesosia, jotka parantavat laastin vedenpitävyyttä samalla tavalla kuin silikoni. Huokokset sulkeutuvat lisäaineen vaikutuksesta niin, että veden kapillaarivuodot voidaan estää. Lisäainetta käytetään useimmiten viimeistelylaastissa. Viimeistelylaastin käytössä on tärkeää myös vedenpitävyys. Perulaastin hydrofobiaatio johtaa vakavampiin ongelmiin, sillä riittävän vahvuuden saavuttaminen on vaikeaa. Pienten ilmahuokosten avulla saavutamme paremman koostumuksen ja parannamme aineen käytettävyyttä. Myös yksikerroksiset laastimme ovat halkeamattomia. Huokosia lisäämällä parannamme myös laastin höyryn kestoa. Paksuntavilla ja tiivistävillä aineilla on mahdollista valmistaa vedenpitävä laasti. Muita lisäaineita ovat muun muassa kuivauksen keston pidentämiseen käytettävät aineet sekä kiinnityksen parantamiseen tarkoitetut aineet. Lisäaineet lisätään usein jo tehtaalla.

VALMIIT LAASTIIT – KUIVAT SEKOITUKSET

Kun laasteja valmistetaan rakennustyömaan yhteydessä, on erittäin vaikeaa saavuttaa seokselle asetettuja ominaisuuksia. Ongelmia voi tulla muun muassa seuraavista syistä:

- tilavuusannos ei ole riittävän tarkka; paino on huomattavasti parempi
- hiekkarae on usein hyvin erilaista
- hiekan kosteus vaihtelee ilmaston sekä louhimispaikan mukaan
- työmaan sekoituskoneet eivät ole tarpeeksi tehokkaita
- lisäaineiden määrä ei ole tarpeeksi tarkka tai niitä puuttuu

Valmiiden ja työmaalla sekoitettavien laastien käytössä on paljon hyviä ominaisuuksia: helppo valmistustapa, laastin alhainen jännite, lisäaineiden vaikutus, eri komponenttien oikeat suhteet, tehokas sekoitus sekä pysyvä laatu.



ALUSTA

Kiviaineslaastin kapillaarinen veden imukyky ei riipu pelkästään sidosaineen ja täyteaineen suhteesta, vaan suurelta osin myös alustan ja raappausaineen valmistuksen kosteusteknisistä seikoista. Alustan vedenimukyvyyn ei tulisi olla liian vähäinen eikä myöskään liian suuri. Alustan korkean vedenimukyvyyn johdosta raappaukseen voi muodostua ylimääräisiä kapillaareja, joka sen sijaan nostaa raappauksen vedenimukykyä. Seinämateriaalin alhaisen kapillaarikonduktion johdosta mineraalidoksen kovettuminen keskeytyy. On näin ollen erittäin tärkeää, että ennen ensimmäistä raappausainekerrosta suoritetaan perusteellinen pinnan esikäsittely alustan ominaisuuksien mukaisesti. Useimmat tehdasvalmisteiset raappausaineet sisältävät lisäaineita, jotka estävät nopean veden imeytymisen laastista alustaan. Näistä lisäaineista johtuen halkeamien muodostuminen vähenee. Siitäkin huolimatta alustan esikäsittely olisi tehtävä myös tehdasvalmisteisia raappausaineita käytettäessä etenkin lämpimissä, tuulisissa ja kuivissa olosuhteissa. Ihanteellinen alusta raappausaineen alla on kunnolla paloitettu tiiliseinä, mutta niitä on tänä päivänä yhä vähemmän. Muuraus on helpompaa tehdä isompina lohkoina, jotka kuitenkin ovat raappausta ajatellen alustana huonoja. Suurikokoisista muurausmateriaaleista on vaikea tehdä pienempiä lohkoja. Paksujen ja osittain tyhjien palojen yli on tehtävä raappausaineesta silta — tyhjän palan ylle muodostuvan halkeaman riski on suuri. Mitä kapillaarisuuteen tulee, tiilimuuraus on hyvä alusta. Raappauksen yhteydessä tietty osa vedestä imeytyy tiileen ja kuivausprosessin aikana sopiva määrä vettä imeytyy tiilestä takaisin raappausaineeseen. Uusien muurausmateriaalien johdosta seinämateriaalien koko on kasvanut, niiden lämmönvastustus on parantunut. Lisäksi niistä on tullut kevyempiä ja veden liikehdintä itse materiaalissa on muuttunut. Vaakatasaisten halkeamien määrä on lisääntynyt seuraavista syistä:

Muurausmateriaaleissa lämpöjännityksiä esiintyy helpommin sellaisten materiaalien välillä, joiden lämmönjohtokyky on erilainen. Samalla tasolla olevat kylmä ja lämmin materiaali johtaa vaakatasaisten halkeamien muodostumiseen. Esimerkiksi mikäli muurauksen kaasubetonilohkareen sekä liitoksen lämmönjohtokyky on erilainen, muodostuu lämpöjännitteitä. Suurikokoisemmat muurauskivet johtavat lämpöä epätasaisesti sekä vahvemmin pienempiin kiviin nähden. Jännitteet, jotka aiemmin jakautuivat tasaisemmin kautta muuratun alueen, tiivistyvät ja halkeamia ilmenee. Lisäksi usein muurauksessa käytetään liian vahvaa laastia, josta seuraa niin ikään halkeamia.

Kaasubetoni imee vettä raappauslaastista nopeasti, eikä käytännössä palautakaan mitään. Uudemmat tiilet on valmistettu aiempaa lämmönkestävämmiksi, mutta samalla tiilet saattavat imeä enemmän vettä. Ellei tätä seikkaa oteta huomioon, erivahvuiset raappauslaastit tulevat näkyviin ja pintaan syntyy ulkonäöllisiä haittoja.

ALUSTAN ESIKÄSITTELY

Alustan esikäsittely on välttämätöntä, jotta alustan ja raappausaineen välille voidaan muodostaa pysyvä, vahva liitos sekä siksi, että veden imeytyminen saadaan mahdollisimman tasaiseksi ja vähäiseksi. Käytettävä metodi riippuu ensisijaisesti pinnan rosoisuudesta sekä sen imukyvyystä. Mikäli imukyky on suuri, on alusta peitettävä kokonaan erillisellä kerroksella tai kiinnittimellä jotta imua saadaan tasapainotettua. Mikäli käytetään erilaisia muuraustapoja tilanne on hieman monimutkaisempi siksi,



että epätasapainoinen imukyvyyn ohella eri lämpötilat ja kosteudet saattavat aiheuttaa halkeamia. Seuraava taulukko (taulukko 6) esittää eri rakennusmateriaalien laajenemiskertoimia.

	Lämpölaajenemiskerroin mm/m lämpötilojen -20 ja +60 välillä	Kosteuslaajenemiskerroin mm/m kuivan ja kyllästetyn materiaalin välillä
Kalkkilaasti	0,65	0,40
Kalkkisementtilaasti	0,72	0,35
Sementtilaasti	0,80	0,20
Betoni	0,80	0,12 – 0,17
Kaasubetoni	0,80	0,50
Tiili	0,40	0,06 – 0,08
Kalkkihiekkakivi	0,48	0,10

Sideainelaastin on muodostettava silta alustan ja sitä seuraavan kerroksen välillä. Siitä syystä sen on oltava niin vahva kuin mahdollista. Hiekan tulee olla puhdasta ja raekoon 0-4 mm. Yleisesti ottaen sideainekerrosta ei pidetä raappausainekerroksen. Mikäli sideainekerros tehdään huokoiseen materiaaliin, on pidettävä vähintään neljän viikon tauko ennen varsinaisen raappausaineen levittämistä. Liian aikainen levitys aiheuttaa jännitettä laastin kovettumisaikana.

Väriällisen julkisivun (viimeistely) laastit

Kiviainesraappauksen värisävyjä voidaan aikaansaada siten, että laasti värjätään tai sen päälle levitetään maalia. On huomioitava, että väritys vaikuttaa koko raappaukseen. Värjätetyt kiviaineslaastit ovat erittäin herkkiä ja lopullinen väri voi usein poiketa suunnitellusta tai sävy on epätasainen. Maalinvalmistajat voivat asettaa maalin käytölle erilaisia standardeja, mutta kiviaineslaastin valmistajat eivät voi sitä tehdä värisävyille olosuhteiden muutoksista johtuen.

Sävyyn vaikuttavat myös raakamateriaalien erot. Eniten väriin vaikuttavat sen materiaalin käsittelytapa sekä sää. Olosuhteista (alustan imukyky, lämpötila ja rakenne sekä ilman lämpötila, kosteus, tuuli, sademäärä, ympäristö ja materiaaliin sekoittuvan veden määrä) riippuen värjätyn laastin väreissä saattaa esiintyä suuria eroja.

Käytännössä väriin vaikuttavat yleisimmin seuraavat seikat:

Lisätyn veden määrä: Yleisesti ottaen vesimäärän määrittelee valmistaja. Mutta lisättävän veden määrää on säädeltävä aiempien valmistukseen liittyvien kokemusten sekä sään mukaisesti. Laastin vesiansios voi olla epätasapainossa, joka puolestaan aiheuttaa pinnan eri värisävyt. Mitä enemmän vettä lisätään, sitä vaaleampi laastin väristä tulee.



Sekoitus. Manuaalinen tai koneella tapahtuva sekoitus on ratkaisevassa asemassa värin lopputuloksen suhteen. Vaihtelut sidosaineen ja lisäaineiden liukenemisessä vaikuttavat lisättävän veden määrään. Näin ollen myös laastin ilmapitoisuus vaihtelee, kuten myös sen prosessoitavuus sekä tietenkin lopputulos.

Alusta. Alusta on mineraalilaastien kohdalla usein sementtiä, kalkkisementtiä tai kalkkilaastia. Kullakin alustalla on omat vaatimuksensa sekä esikäsitteilytapansa. Kun alusta on imukyvyltään korkea tai imukyky vaihtelee, laastin eri kuivumisajat sekä kovettumisajat vaikuttavat lopulliseen väriin. Tilanteelta voi välttyä alustan perusteellisella esikäsitteilyllä, esimerkiksi alusmaalilla. Mitä pienempi alustan imukyky on, sitä kirkkaampi laastista tulee.

Sääolosuhteet. Erilaiset sääolosuhteet (lämpötila, kosteus, tuuli) laastin kuivumisaika vaihtelee. Tilanne on rakennusurakoitsijoille hyvin tuttu ja sääolosuhteet ovatkin syynä pinnan eroihin. Tilannetta voi korjata esimerkiksi muovisuojusten avulla. Mitä alhaisempi lämpötila ja mitä korkeampi kosteus, sitä kirkkaampi laastista tulee.

Sidosaineen leviäminen. Hyvin yleinen syy erivärisyyteen on laastin sidosaineen tunkeutuminen pintaan (HUOM! Ei sama asia kuin suolojen vuoto, joka aiheutuu viimeistelylaastin vesipakoisuudesta). Sidosaime voi tunkeutua pintaan esimerkiksi laastissa olevan ylimääräisen veden johdosta sekä pitkäaikaisen, raskaan käsittelyvaiheen johdosta. Mikäli sidosaime pääsee vuotamaan pintaan, sävystä tulee kirkkaampi.

Kaikkia edellä mainittuja asioita voi välttää julkisivun maalauksella.

Ohuiden seinäeristysten ollessa kyseessä kannattaa värilaastin osalta keskittyä pintakerrokseen. Mikäli julkisivuun paistaa aurinko ja kehikko on yhdistelmä muurausta ja laastia, päivittäinen lämpötilanvaihtelu on pienempi kuin silloin, jos kehikko on yhdistelmä muurausta, eristystä sekä pintakerroksen raappausta. Muissa tasapainoisissa olosuhteissa lämpötila voi eristetyssä raappausaineessa olla:

- valkoinen väri - max 20°K
- kirkkaat sävyt - 20-30°K
- keskikirkkaat sävyt - 30-40°K
- intensiiviset värit – 40-50°K
- musta - max 60°K

Kun eristysjärjestelmän kautta kulkevan lämmön määrä on mahdollisimman pieni (esimerkiksi kun rakennus kuumana kesäpäivänä pysyy viileänä), pintaraappausaine lämpenee liikaa. Kaikista vaarallisin on länsipuoli johtuen siitä, että auringon säteily osuu lähes kohtisuoraan pintaan nähden ja lämpötilaerot ovat suuria auringonlaskun jälkeen etenkin eteläpuolen julkisivuun nähden. Kaikista turvallisin osa on julkisivun pohjoispuoli. Päivittäiset lämpötilaerot voivat maaliskuussa olla maksimissaan 80°K. Suuret lämpötilavaihtelut voivat aiheuttaa halkeamia ohuissa julkisivuissa. Halkeamien kannalta vaarallisimpia ovat alueet, joissa vaalea ja tumma väri kohtaavat. Onkin tärkeää



valita värit tarkasti.

Väriin vaikuttaa myös laastin koostumus. Esimerkiksi rakeinen, kirkas laasti on tummempi kuin samanvärinen pehmeärakeisempi laasti. Huomioida tulisi myös se, että kovettamisen aikana väri muuttuu. Kosteina elokuun päivinä se saattaa kestää noin kolme viikkoa.