



MAANVARAISEN BETONILAATAN PINNOITTEIDEN OMINAISUUDET

Joni Jokinen

OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2021

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Talonstrakennustekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Talonrakennustekniikka

JOKINEN, JONI:

Maanvastaisen betonilaatan pinnoitteiden ominaisuudet

Opinnäytetyö 45 sivua

Huhtikuu 2021

Opinnäytetyössä selvitettiin maanvaraisen betonilaatan pinnoitteiden ominaisuuksia ja tuottaa niistä dokumentti A-Insinöörit Suunnittelu Oy:lle suunnittelun tueksi. Opinnäytetyössä selvitetään ja vertaillaan markkinoilta löytyvien jo tutkittujen maanvastaisessa alapohjarakenteessa käytettävien pinnoitteiden vesihöyrynläpäisevyyttä. Tutkimuksessa keskityttiin julkisissa tiloissa esimerkiksi kouluissa käytettäviin kuivien tilojen lattiapinnoitteisiin.

Pinnoitemateriaalit ja niiden vertailtavat ominaisuudet kartoitettiin opinnäytetyöprosessin alussa haastattelemalla A-Insinöörien korjaussuunnittelijoita. Sen jälkeen tehtiin markkinatutkimus/kirjallisuustutkimus, jota käytettiin pohjatietona pinnoitemateriaalien ominaisuuksista. Tietoa saatiin materiaalivalmistajien verkkosivuilta ja ottamalla yhteyttä tuotetoimittajien teknisiin neuvontakanaviin.

Opinnäytetyössä valmistui kolme dokumenttia, joista yhdessä on mallinnettu keraamisen laatan koon ja ominaisuuksien vaikutusta koko pinnoitteen suhteellisen diffuusiovastukseen. Kahdessa dokumentissa on taulukoitu muiden pinnoitteiden ominaisuuksia pinnoitetyypin ja tuotetoimittajan mukaan. Jatkossa dokumentteja voidaan päivittää, keräämällä lisää tietoa muista markkinoilla olevista ja markkinoille tulevista pinnoitteista.

Suunnittelun tueksi tuotettujen dokumenttien tekijänoikeudet jäivät A-Insinöörit Suunnittelu Oy:lle ja niistä julkaistiin vain yksi ote tässä raportissa.

Asiasanat: maanvarainen, betonilaatta, pinnoite

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Engineering
Building Construction

JOKINEN; JONI:
Properties of Coverings on Concrete Slab on Ground

Bachelor's thesis 45 pages
April 2021

The purpose of the thesis was to find out the properties of concrete ground slab coverings and to produce a document on them to A-Insinöörit Suunnittelu Oy to support the design. The thesis investigated and compared the water vapor permeability of previously studied coverings used in the ground slab subsoil available on the market. The study focused on floor coverings for dry spaces used in public spaces, such as schools.

In order to study the covering materials and comparable properties, the thesis process started by interviewing the repair engineers of A-Insinöörit. A market study / literature study was then conducted which was used as a basis for information on the properties of the covering materials. Information was searched on the material manufacturers' websites, and by contacting the technical advice channels of the product suppliers.

The output of the thesis process was three documents, one of which has modeled the effect of the size and properties of the ceramic slab on the relative diffusion resistance of the entire covering. Two documents have tabulated the properties of other coverings according to the type of covering and the product supplier.

The copyrights of the documents produced in support of the design remained with A-Insinöörit Suunnittelu Oy and only one extract was published in this report.

Key words: ground slab, covering materials

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	TUTKIMUSTAVAT	8
3	MAANVARAINEN ALAPOHJA	9
	3.1 Rakenteen kuvaus	9
	3.2 Rakennusfysikaalinen toiminta.....	10
	3.2.1 Maanvastaisten rakenteiden kosteus- ja lämpötilaolot	10
	3.2.2 Maanvaraisen alapohjan olosuhteet	11
	3.2.3 Kosteuden olomuodot ja siirtymistavat	12
4	RAKENTEEN VAURIOITUMINEN JA KORJAUSMENETELMÄT.....	13
5	LATTIAPINNOITTEET	15
	5.1 Kelluvat pinnoitteet.....	15
	5.1.1 Ohuet puulattiat	15
	5.1.2 Laminaatit.....	15
	5.1.3 Parketit	16
	5.1.4 Vinyylilankut	16
	5.2 Liimattavat pinnoitteet	16
	5.2.1 Tekstiilimatot.....	16
	5.2.2 Muovimatot.....	17
	5.2.3 Muovilaatat	18
	5.2.4 Linoleumit	18
	5.3 Keraamiset laatat	18
6	VESIHÖYRYNLÄPÄISEVYYS.....	19
	6.1 Laskentaesimerkki 1 lämmöneristämätön rakenne	21
	6.1.1 Materiaaliominaisuudet.....	21
	6.1.2 Lämmönvastuksen laskenta	22
	6.1.3 Lämpötilakuvaajan määrittely	23
	6.1.4 Kyllästyskosteuskuvaajan määrittely	24
	6.1.5 Vesihöyrypitoisuuskuvaajan määrittely.....	25
	6.1.6 Mitoitusehdot	26
	6.1.7 Vesihöyrynvastuksen (Z_v) muuttaminen suhteelliseksi diffuusiovastukseksi (S_d):.....	28
	6.2 Laskentaesimerkki 2 alapuolelta lämmöneristetty rakenne	29
	6.2.1 Materiaaliominaisuudet.....	29
	6.2.2 Kuvaajat	30
	6.2.3 Laskennan tulokset.....	31

7	PINNOITTEIDEN VESIHÖYRYNLÄPÄISEVYYSSOMINAISUUKSIEN KERÄYS	32
7.1	Haastattelututkimus.....	32
7.2	Lähtötietoanalyysit	33
7.2.1	Forbo Flooring Finland Oy.....	33
7.2.2	Nanten Oy	33
7.2.3	Saint-Gobain Finland Oy, Weber.....	34
7.2.4	Tarkett Oy.....	35
7.2.5	Tikkurila Oyj.....	36
7.2.6	TKR-Marketing Oy.....	36
7.2.7	Travico Oy	37
7.3	Keraamiset laatat	38
7.3.1	Keraamisen laatan diffuusiovastuskerroin	38
7.3.2	Sauman määrän ja koon vaikutus keraamisen laatan S_d arvoon.....	40
	Taulukko 10. Sauman määrän ja koon vaikutus keraamisen laatan S_d arvoon.....	40
8	OPINNÄYTETYÖN TUOTOS	42
9	POHDINTA	43
	LÄHTEET.....	44

LYHENTEET JA TERMIT

S_d	suhteellinen diffuusiovastus [m]
μ	diffuusiovastuskerroin [-]
λ	lämmönvastus [W/mK]
t	lämpötila [°C]
M_w	veden molekyylimassa, 18,02 kg/kmol
R	yleinen kaasuvakio, 8314,5 J/(kmolK)
Z_v	vesihöyrynvastus [s/m]
v	vesihöyrypitoisuus [g/m ³]
δ_p	vesihöyrynläpäisevyys vesihöyryn osapaineen suhteen [kg/msPa]
$\delta_{p,a}$	paikoillaan olevan ilman vesihöyrynläpäisevyys vesihöyryn osapaineen suhteen $195 \cdot 10^{-12}$ kg/msPa
δ_v	vesihöyrynläpäisevyys vesihöyrynpitoisuuseron suhteen [m ² /s]
$\delta_{v,a}$	paikoillaan olevan ilman vesihöyrynläpäisevyys vesihöyrynpitoisuuseron suhteen $2,305 \cdot 10^{-5}$ m ² /s

1 JOHDANTO

Rakennesuunnittelijalle tulevista toimeksiannoista korjausrakentamisessa iso osa liittyy kosteusvaurioituneeseen maanvaraiseen alapohjarakenteeseen. Maanvaraista alapohjarakennetta korjattaessa rakenteen pinnoitemateriaalin vesihöyrynläpäisevyysominaisuuksien merkitys korostuu. Maanvaraisen alapohjarakenteen pinnoitteena suositellaan käyttämään alapuolisia rakenteita vesihöyryä läpäisevämpää materiaalia (Ympäristöministeriö 2019). Markkinoilla on useita eri pinnoitteita, joiden ilmoitetaan olevan vesihöyryn läpäiseviä. Tuotteiden vesihöyrynläpäisevyys voidaan esittää monella eri tavalla, esimerkiksi sd-arvolla. Kaikista tuotteista ei ole saatavissa tietoa internetistä, joten niiden vertailu ei ole helposti tehtävissä varsinkaan, jos pinnoite halutaan muuttaa työmaavaiheessa suunnitelmien valmistuttua. Tuotetoimittajan ilmoittama vesihöyrynläpäisevyys on voitu tutkia joko tuotetoimittajan itsensä toimesta tai jonkun kolmannen osapuolen sertifioidulla tavalla, näin ollen suunnittelijan on haastavaa vertailla pinnoitteiden vesihöyrynläpäisevyysominaisuuksia keskenään ja arvioida tulosten luotettavuutta.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa suunnittelun tueksi dokumentti, jonka avulla on helppo vertailla eri pinnoitteiden ominaisuuksia. Tämä opinnäytetyö toteutettiin yhteistyössä A-Insinöörit Suunnittelu Oy:n kanssa. Opinnäytetyössä selvitetään ja vertaillaan markkinoilta löytyvien jo tutkittujen maanvastaisessa alapohjarakenteessa käytettävien pinnoitteiden vesihöyrynläpäisevyyttä. Tutkimuksessa keskitytään julkisissa tiloissa esim. kouluissa käytettäviin kuivien tilojen lattiapinnoitteisiin. Alustavasti tutkimukseen mukaan otettavia pinnoitetyyppejä olivat:

- keraamiset laatat (kolme eri kokoa)
- mosaiikkibetonilaatat
- massapinnoitteet
- muovimatot
- linoleumit
- tekstiilimatot
- maalit ja lakat
- vinyylilankut.

2 TUTKIMUSTAVAT

Opinnäytetyöprosessin alkuvaiheessa tehtiin haastattelututkimus A-Insinöörien korjaussuunnittelijoille tutkittavien pinnoitemateriaalien ja vertailtavien ominaisuuksien kartoittamiseksi.

Sen jälkeen tehtiin markkinatutkimus/kirjallisuustutkimus, jota käytettiin pohjatietona pinnoitemateriaalien ominaisuuksista. Tietoa etsittiin materiaalivalmistajien verkkosivuilta ja ottamalla yhteyttä materiaalivalmistajien teknisiin neuvontakanaviin.

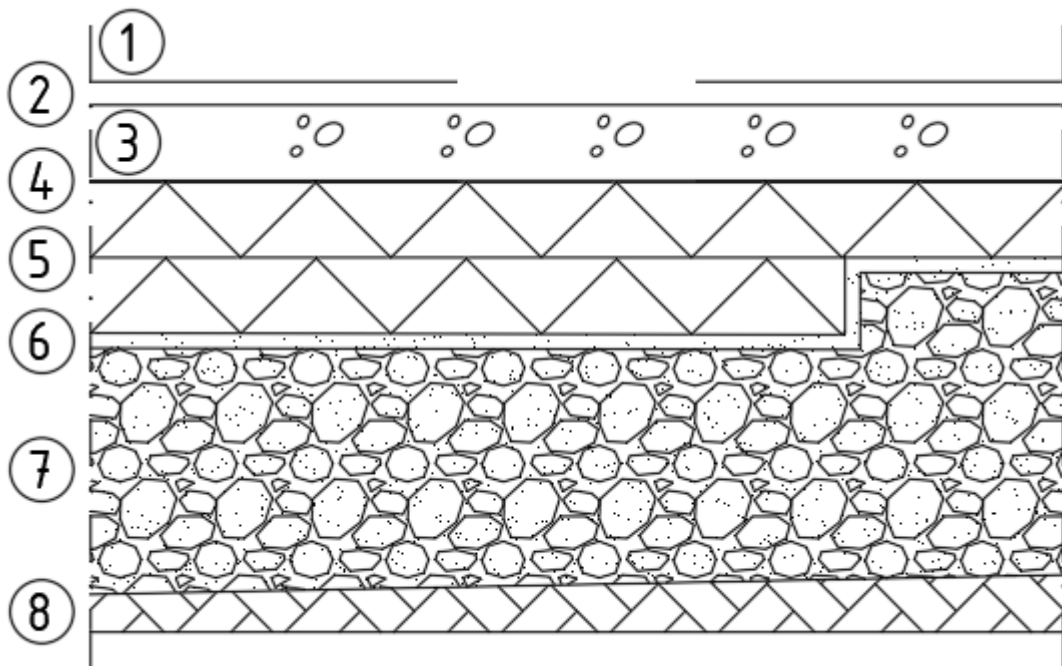
Materiaalivalmistajien ilmoittamat arvot muutettiin keskenään vertailukelpoiksi S_d arvoiksi. Suhteellisen diffuusiovastuksen lisäksi esitetään huomioita mm. alustan olosuhteista ja tuotteen käyttöiästä.

Vertailujen tuloksista kootaan dokumentti pinnoitteiden ominaisuuksista korjaussuunnittelun tueksi.

3 MAANVARAINEN ALAPOHJA

3.1 Rakenteen kuvaus

Nykypäivän ohjeiden mukaan rakennettu maanvarainen alapohjarakenne on kuvattu alla kuvassa 1.



KUVA 1. Alapohjarakenne

Kuvan 1. rakennekerrokset

1. Lattian pintakäsittely ja pinnoite
Suositellaan käyttämään vesihöyryvapaata pinnoitetta, jotta rakenteen kosteus pääsee tasapainottumaan yläpuolisen tilan kanssa. Yläpuolisen tilan liiallinen kosteus kuivataan oikein mitoitetulla ilmanvaihdolla.
2. Tasoite
Käyttämällä matala-alkalista tasoitetta voidaan välttää ainakin osa korjauksiin johtavista kosteus- ja sisäilmaongelmista.
3. Kantava betonilaatta
Minimi paksuus 80 mm. Kantavan betonilaatan rakennesuunnitelmat tehdään käyttötarkoituksen mukaan.
4. Suodatinkangas
Suodatinkankaan saumat limitettyinä ja teipattuina.

5. Lämmöneriste 100 mm
Pontatut tai kaksinkertaiset polystyreenilevyt levyt, 1 m:n reuna-alueilla paksuus 200 mm, lämmönjohtavuuden suunnitteluarvona käytetään 0,036 W/(mK) (RT83-11009 2010, 20).
6. Tasaushiekka ja suodatinkangas
Tasaushiekka mahdollistaa lämmöneristeen asentamisen tiiviisti.
7. Salaojituserros min. 300 mm.
Salaojituserros toimii kapillaarikatkona.
8. Perusmaa
Perusmaa kallistetaan min 1:50 salaojiin päin.

3.2 Rakennusfysikaalinen toiminta

3.2.1 Maanvastaisten rakenteiden kosteus- ja lämpötilaolot

Maanvastaisen alapohjarakenteen alapuolinen maa muodostaa rasisympäristön, jolle on tyypillistä

- hitaammat olosuhdemuutokset verrattuna ilmaan rajoittuvaan rakenteeseen
- kosteus- ja lämpötilaolotvaihtelevat vuodenajan ja sääolojen mukaan
- maan huokosilman suhteellisen kosteuden oletetaan olevan 100 %
- vapaa vesi; vajovesi, kapillaarivesi tai pohjavesi rasittaa ainakin ajoittain rakenteen maanvastaista pintaa
- suunnittelussa on huomioitava veden hydrostaattinen paine rakennettaessa pohjaveden pinnan alle
- maan lämpötilat muuttuvat hitaasti vuodenaikojen mukaan, sitä hitaammin mitä pitempi matka on ulkoilmaan, esim. suurten rakennusten keskialueella.
(RIL 255 s. 151)

Sisäpuolen kosteusoloihin vaikuttaa ulkoilman kosteus tarkasteluaikana, sisäilman kosteuslisä, käyttövesi ja rakennusvaiheen jälkeinen rakennekosteus. Lämmöneristykseen lämmönvastuksella, vesihöyrynvastuksella ja sijoituskohdalla rakenteessa voidaan vaikuttaa maanvastaisen alapohjarakenteen eri kerrosten kosteustilaan ja lämpöoloihin. Yleensä lämmöneristys kannattaa sijoittaa rakenteen alapintaan, jolloin yläpuoliset rakenteet ovat lämpimiä ja niiden suhteellinen kosteus jää alhaiseksi. (RIL 255 2014, 151.)

Rakennusfysikaaliset olosuhteet ovat erilaiset maanvastaisissa rakenteissa ja maapohjassa, tarkasteltaessa vanhaa rakennetta ja uutta rakennusta, jonka alapuolinen maa ei ole ehtinyt vielä lämmetä. Tyypillisesti reuna-alueiden olosuhteet ovat erilaiset keskialueisiin nähden. Reuna-alueilla talvikausina maapohja jäähtyy, jolloin olosuhteet koko rakenteessa muuttuvat kesäoloihin nähden. Keskialueilla tilanne voi olla hyvin staattinen. (RIL 255 2014, 151.)

Lämmitetyssä rakennuksessa on tyypillistä, että maan lämpötila nousee vajaan vuoden käytön jälkeen lähelle sisäilman lämpötilaa maanvaraisen alapohjarakenteen keskialueella, jolloin on otettava huomioon sisäänpäin suuntautuva vesihöyryn diffuusio. Sisäpinnan lattiapinnoitteen vesihöyrynvastuksen on oltava riittävän pieni suhteessa alapuolisten rakenteiden vesihöyryn vastuksiin, ettei lattiapinnoite tai sen liimaus vaurioidu. (RIL 255 2014, 151.)

Olosuhteisiin vaikuttavat myös pohjaveden korkeus, maaperän ja täyttökerrosten laatu ja rakennusalueen pinnanmuodostus. Maanvastaisten rakenteiden lämpö- ja kosteusoloihin vaikuttavat myös vuosittaiset erot talven kylmyydessä ja sademäärissä ym. (RIL 255 2014, 151.)

Maapohja voi lämmetä tavallista enemmän, jopa selvästi yli sisäilman lämpötilan, lämpöputkien ja lattialämmityksen vaikutuksesta. Tällöin on otettava huomioon voimakas sisäänpäin suuntautuva kosteusgradientti, koska maaperän huokosilman vesihöyrypitoisuus on suuri. (RIL 255 2014, 151.)

3.2.2 Maanvaraisen alapohjan olosuhteet

Rakennemateriaalit ovat normaaleissa käyttöolosuhteissa hygroskooppisella alueella ja materiaalin kosteuspitoisuus riippuu lähinnä ympäristön suhteellisesta kosteudesta. Materiaaleihin jäänyt rakennusaikainen kosteus ja kosteusvauriot voivat nostaa kosteuden huomattavasti hygroskooppisen tasapainokosteutta korkeammaksi. Maanvaraisen alapohjan täyttö- ja salaojituserkerros on huokosverkostonsa kautta pohjaveden kanssa, joten kapillaarinen kosteuden nousu rakenteeseen on mahdollista, mikäli sitä ei ole

estetty. Nykyisin voimassa olevien määräysten mukaan rakenteeseen tulee suunnitella kapillaarisen nousun katkaiseva kerros. (Leivo & Rantala 2002, 8.)

3.2.3 Kosteuden olomuodot ja siirtymistavat

Suomessa maaperässä vettä esiintyy kaikissa kolmessa olomuodossa: kaasuna eli vesihöyrynä, nesteinä eli vetenä ja kiinteässä olomuodossa eli jäänä. Maaperä pysyy aina kosteana roudasta, pohjavedestä, lumen sulamisvesistä ja sateista johtuen. (Leivo & Rantala 2002, 6.) Kosteuden siirtymistapoja maanvastaisessa alapohjarakenteessa ovat diffuusio ja kapillaarinen.

”**Kapillaarisuus** tarkoittaa materiaalin kykyä siirtää vettä ohuissa materiaalihuokosputkissa vaikuttavien kapillaarivoimien (adheesio ja koheesio) vaikutuksesta huokosputkien täyttyessä kokonaan vedellä. Kapillaarivoimat synnyttävät huokosputken vesipintaan kapillaari-imupaineen (huokosalipaineen), jonka ansiosta vesi siirtyy huokosputkessa eteenpäin. Ylöspäin mentäessä kapillaarinen kosteuden siirtyminen loppuu, kun huokosputkessa olevan veden synnyttämä painovoima alaspäin kumoaa kapillaari-imuvoiman vaikutuksen.” (RIL 255 2014, 390.)

”**Diffuusio** on kaasumolekyylien liikettä, joka pyrkii tasoittamaan kaasuseoksessa olevia yksittäisen kaasun pitoisuuseroja (tai osa-paine-eroja). Diffuusiossa kaasu siirtyy korkeammasta pitoisuudesta alemmaa pitoisuutta kohden.” (RIL 255 2014, 389).

Tässä opinnäytetyössä oletetaan, että alapohjarakenteen alapuolella on kapillaarikatkokerros ja näin ollen kosteuden siirtyminen kapillaarisesti jätetään laskennassa huomioimatta.

4 RAKENTEEN VAURIOITUMINEN JA KORJAUSMENETELMÄT

Alapohjarakenteiden kosteusvaurio johtuu yleensä suunnitteluun, rakentamiseen, korjaamiseen, kunnossapitoon tai olosuhteisiin liittyvistä syistä. Yksi yleisimmistä rakenteellisista syistä on lämmöneristeen puuttuminen. Puuttuva tai puutteellinen lämmöneriste aiheuttaa rakenteen alapuolisen pohjamaan voimakasta lämpenemistä, jolloin diffuusiovista ylöspäin kasvaa ja riskinä on kosteuden tiivistyminen jonkin rakenneosan kriittisen kosteuspitoisuuden ylittyminen. Yleensä kriittinen kosteuspitoisuus ylittyy lattiapinnoitteen alapinnassa.

(Leivo ja Rantala 2002, 23.)

Alapohjarakenteen suuri kosteuspitoisuus aiheuttaa erilaisia pinnoitevauriota mm. pinnoitemateriaalien värjäytymistä, irtoamista, mikrobikasvustoa sekä kemiallisia hajoamisreaktioita, joiden seurauksena sisäilmaan emittoituu terveydelle haitallisia yhdisteitä (Suomen Betonitieto Oy 2007a, 32).

Vaurioituneen maanvaraisen alapohjarakenteen korjauksella muutetaan rakenteen yläpinnan vesihöyrynläpäisevyyttä siten, että kosteus pystyy haihtumaan rakenteesta. Korjausvaihtoehtoja on neljä:

1. Alapohjarakenteen pinnoitteet vaihdetaan hyvin vesihöyryä läpäiseviksi, jotta maasta ja alapohjarakenteesta nouseva kosteus pääsee haihtumaan pinnoitteiden läpi.
2. Alapohjarakenteen päälle rakennetaan uusi lattiarakenne ja väliin jätetään ilmarako. Maasta ja alapohjarakenteesta nouseva kosteus haihtuu ilmaraossa.
3. Lämmenneen pohjamaan jäädyttäminen. Teoreettisesti mahdollinen korjaustapa tilanteessa, jossa pohjamaa on lämmennyt ja alapohjarakenteen alla on valmiiksi putkisto, esimerkiksi radonin poistoa varten.
4. Koko alapohjarakenteen uusiminen. (Leivo ja Rantala 2002, 28.)

Korjausmenetelmän valintaan vaikuttaa alapohjan rakenne, vaurioiden syyt, tilan käyttötarkoitus ja kosteuden siirtymistapa, kapillaarinen vai diffuusio. Korjausmenetelmä valitaan tapauskohtaisesti. (Leivo ja Rantala 2002, 28.)

Vauriotapauksissa, joissa maanvaraisen alapohjarakenteen alapuolinen pohjamaa on lämmennyt, pinnoitteiden uusiminen on käyttökelpoinen korjaustapa. Pinnoitteen ollessa liian tiivis pohjamaan lämpenemisestä johtuva

diffuusiovirta ylös aiheuttaa liian korkeansuhteellisen kosteuden pinnoitteen alapintaan. Kun pinnoite vaihdetaan paremmin vesihöyryä läpäiseväksi, pinnoitteen alapinnan suhteellinen kosteus laskee. Pinnoitteen vaihtamisen ongelmaksi muodostuu usein, löytää kohteeseen muuten soveltuva pinnoite, jonka vesihöyrynläpäisevyysominaisuudet ovat tiedossa. (Leivo ja Rantala 2002, 28.)

5 LATTIAPINNOITTEET

Lattiapinnoitteen valinta riippuu tilan käyttötarkoituksesta. Yleisimmin käytettyjä pinnoitteita ovat

- puiset tai puupohjaiset materiaalit, kuten parketit ja lattialankut
- keraamiset-, kivi-, korkki, muovi- ja linoleumilaatoitukset
- muovi-, linoleumi- ja tekstiilimatot
- laminaatti.
(RIL 255 2014, 292.)

Lattiapinnoitteesta riippuen se voidaan jättää alusmateriaalin päälle ns. kelluvaksi tai se voidaan kiinnittää esimerkiksi liimaamalla (RIL 255 2014, 292).

5.1 Kelluvat pinnoitteet

Kelluvien pinnoitteiden esim. parketit, laminaatit ja ohuet puulattiat, ominaisuudet eivät yleensä ole merkityksellisiä koko pintarakenteen vesihöyrynläpäisevyyden kannalta, koska alusmateriaalit ovat yleensä pinnoitteita vesihöyrytiivimpiä. (RIL 255 2014, 294.)

5.1.1 Ohuet puulattiat

Ohuet puulattiat tehdään 1–3 sauvaisista pontatuista 8–15 mm vahvaisista massiivipuu lankuista. Betonin päälle asennettaessa ohuen puulattian alla on käytettävä kosteudensulkukerrosta esim. muovikalvoa ja sen päälle asennettavaa tasaavaa alusmateriaalia. (RIL 255 2014, 294.)

5.1.2 Laminaatit

Laminaattien runkolevynä voidaan käyttää lastu-, HDF-, MDF- tai kovalevyä. Runkolevyn päälle puristetaan yksi tai useampia kulutuskerroksia.

Kulutuskerros ohut kuumakäsitellyllä aminomuovihartsilla kyllästetty kuitumateriaalikerros.

Kulutuskerrokset voidaan puristaa runkolevylle yhdellä kertaa, jolloin laminaatin paksuus on tavallisesti 0,2 mm tai kerroksittain, jolloin laminaatin paksuus on tavallisesti 0,6 mm. Hyvänlaatuisella laminaatilla on hyvä kulutuksen kestävyys. (RIL 255 2014, 294.)

5.1.3 Parketit

Parketti koostuu päistään ja sivuista pontatuista parkettilaudoista, joissa on yleensä 3 kerrosta, pinta-, väli- ja pohjakerros. Pintakerroksena on tehtaalla pintakäsiteltyä 3–5 mm paksu puuta. Välikerroksena käytetään ilmankosteuden vaihtelun aiheuttaman parkettilaudan elämisen vähentämiseksi poikittaissuuntaista rimarakennetta. Pohjakerroksen käytetään pintakerroksen kanssa samansuuntaista puuta. Lautaparketin alla tulee käyttää alusmateriaalia. (RIL 255 2014, 294.)

5.1.4 Vinyylilankut

Vinyylilankut ovat rakenteeltaan laminaatin kaltaisia, mutta runkolevynä käytetään komposiittia ja kulutuskerroksena polyuretaania. Vinyylilankut kestävät hyvin kulutusta ja niistä voidaan valmistaa lähes vesitiivis pintarakenne.

5.2 Liimattavat pinnoitteet

5.2.1 Tekstiilimatot

Yleisimpiä tekstiilimattoja ovat kokolattiamatot, jotka peittävät koko tilan lattiapinta-alan. Kokolattiamatot koostuvat useasta kerroksesta, joiden rakenne vaihtelee eri valmistustekniikoiden välillä. Pohjarakenteena voi olla alusvaahto,

loimilanka tai pohjakangas ja pintarakenteena on varsinainen tekstiili, usein nukkalanka. Lisäksi matossa voi olla välikerros, joka muodostuu nukan kiinnitykseen käytetystä lateksiliimasta ja pohjakankaasta. (RIL 255 2014, 292.)

5.2.2 Muovimatot

Muovimatton tyypistä riippuen mattojen rakenne vaihtelee. Muovimattojen tärkein raaka-aine on polyvinyylidikloridi eli PVC-muovi. Sellaisenaan PVC on väritön, kova ja hauras raaka-aine, joten siihen lisätään sopivia pehmittimiä notkean ja taipuisan tuotteen saamiseksi. Muovimattojen valmistusmenetelmiä ovat kalanterointimenetelmä, sivelymenetelmä ja näiden yhdistelmä. (RIL 255 2014, 292.)

Muovimatot ryhmitellään kolmeen ryhmään rakenteensa ja koostumuksensa mukaan seuraaviin:

- yksiaineiset eli homogeeniset muovimatot
 - kerrokselliset muovimatot
 - eriaineiset eli heterogeeniset muovimatot.
- (RIL 255 2014, 293).

Homogeeniset muovimatot ovat 1,5–4 mm:n paksuisia, ja ne koostuvat vain yhdestä ainesosasta. Homogeeniset muovimatot kestävät muita muovimattoja paremmin kulutusta, joten niitä käytetään julkisten tilojen lattioissa. (RIL 255 2014, 293.)

Eriaisista muovikerroksista koostuvien kerroksellisten muovimattojen kulutuskerroksen on kirkas PVC-kalvo, jossa ei ole täyteaineita. Kulutuskerroksen paksuus on yleensä 0,2–0,8 mm ja muovimatton kokonaispaksuus samaa luokkaa homogeenisten muovimattojen kanssa. Rakenteestaan johtuen kerrokselliset muovimatot läpäisevät homogeenisia muovimattoja paremmin vesihöyryä. (RIL 255 2014, 293.)

Eriaineiset muovimatot ovat pääasiassa joustovinyylejä, joissa on kulutuskerroksena kirkas tai polyuretaanilla vahvistettu PVC-muovi. Aiemmin pohjan raaka-aineena on käytetty juutti- ja polyesterihuopaa. (RIL 255 2014, 293.)

5.2.3 Muovilaatat

Muovilaattoja valmistetaan PVC-muovista ja kvartsivinyylistä. PVC-laatat ovat yleensä muovimattoja kovempia, mutta koostumukseltaan samanlaisia. Kvartsivinyylilaattoja valmistetaan samoista raaka-aineista, kuin muovimattoja, mutta täyteaineiden osuus on huomattavasti suurempi. Kvartsihiekkä on tärkeä täyteaine ja se tekee laatasta kovan ja erittäin hyvin kulutusta kestävän. Kvartsivinyylilaatta on yleisesti sisätiloissa käytetty laatta ja niillä pinnoitetun lattian vesihöyrynläpäisevyys riippuu paljon siitä, onko laatat asennettu saumattomasti vai saumalla. Ilman saumoja asennettuun lattiaan verrattuna saumallisen lattian vesihöyrynläpäisevyys on noin kaksinkertainen. (RIL 255 2014, 293.)

5.2.4 Linoleumit

Linoleumi on homogeeninen materiaali ja sen valmistus on peräisin 1800-luvulta. Linoleumi valmistetaan hapetettua pellavaöljyä sideaineena käyttäen kalkkikivi, kuusipuu- ja korkkijauheesta. Linoleumin paksuus vaihtelee 2–6 mm välillä ja sen vedensietokyky on heikko. Linoleumin vesihöyrynläpäisevyys on samaa luokkaa kerroksellisten muovimattojen kanssa. (RIL 255 2014, 293.)

5.3 Keraamiset laatat

Keraamisista laatoista lattiapinnoitteeksi sopivat tiililaatat ja klinkkerilaatat. Kohteissa, joissa vaaditaan hyvää kestävyyttä, käytetään klinkkerilaattaa. Keraamisen laatan pinta voi olla tiivis, huokoinen tai lasitettu. Pinnan käsittely vaikuttaa oleellisesti keraamisen laatan vesihöyrynläpäisevyyteen. (RIL 255 2014, 293.)

Keraamisten laattojen vesihöyrynläpäisevyysominaisuuksiin vaikuttaa myös tasoitteen vesihöyrynläpäisevyys, laattojen koko ja saumauksen määrä.

6 VESIHÖYRYNLÄPÄISEVYYS

Rakennusmateriaalien vesihöyrynläpäisevyysominaisuus voidaan ilmoittaa mm. vesihöyrynpitoisuuseron (δ_v) tai vesihöyryn osapaineen (δ_p) suhteen, jotka kuvaavat materiaalin vesihöyrynläpäisevyyttä. Lisäksi jotkut materiaalitoimittajat ilmoittavat vesihöyrynläpäisevyysominaisuuden suhteellisen diffuusiovastuksen (S_d) avulla, mikä kuvaa kuinka korkean ilmakerroksen läpi vesihöyryn tulee kulkea. Tässä opinnäytetyössä suunnittelun tueksi tuotettavaan dokumenttiin pyritään keräämään materiaalien suhteelliset diffuusiovastukset.

$$\delta_v = \delta_p \cdot (R/M_w) \cdot (273,15 + t) \quad (1)$$

$$\delta_p = \frac{\delta_v}{(R/M_w) \cdot (273,15 + t)} \quad (2)$$

$$S_d = \mu \cdot d \quad (3)$$

Kaavoissa (1)-(3) esiintyvät suureet

- d, rakenneosan paksuus [m]
- λ , rakenneosan lämmönjohtavuus [W/mK]
- R, yleinen kaasuvakio 8314,5 J/(kmolK) (RIL 255 2014, 385).
- M_w , veden molekyyli massa = 18,02 kg/kmol (RIL 255 2014, 385).
- μ , diffuusiovastuskerroin [-] (RIL 255 2014, 393).

$$\mu = \frac{\delta_{v,a}}{\delta_v} = \frac{\delta_{p,a}}{\delta_p} \quad (4)$$

Diffuusiovastuskertoimen arvoa määriteltäessä paikallaan olevan ilman vesihöyrynläpäisevyytenä ($\delta_{p,a}$) voidaan käyttää arvoa $195 \cdot 10^{-12}$ kg/msPa (RIL 255 2014, 389). Paikallaan olevan ilman vesihöyrynläpäisevyys ($\delta_{v,a}$) on $2,305 \cdot 10^{-5}$ m²/s (RIL 255 2014, 479).

Materiaalit jaetaan kolmeen luokkaan suhteellisen diffuusiovastuksen (S_d) mukaan. Luokkaan yksi kuuluvat vesihöyryä läpäisevät materiaalit, joiden $S_d < 5$ m.

Luokan kaksi materiaalit eivät ole vesihöyrytiivitä eivätkä vesihöyryä läpäiseviä ja niiden S_d arvot ovat välillä $5m \leq S_d \leq 50m$. Luokkaan kolme kuuluvat vesihöyrytiivit materiaalit, joiden $S_d > 50m$. (SFS EN 1504-2 2005, 16.)

6.1 Laskentaesimerkki 1 lämmöneristämätön rakenne

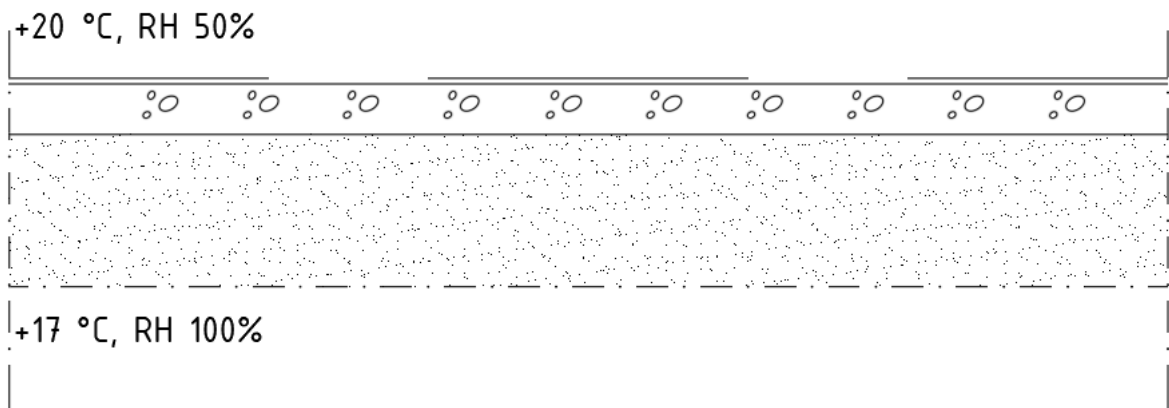
Nykypäivän ohjeiden mukaan maanvaraisen alapohjarakenne tulee lämmöneristää. Tässä laskentaesimerkissä on kuvattu vanhempi rakenne ja lämmöneriste on jätetty pois, jotta pystytään kuvaamaan tilannetta korjaussuunnittelun kannalta.

Tarkasteltava rakenne:

- Tiivis muovimatto 6mm
- Betonilaatta 100 mm
- pohjamaa

Sisätilan lämpötila +20°C, RH 50%

Pohjamaan lämpötila +17°C, RH 100%



KUVA 2. Tutkittava rakenne, laskentaesimerkki 1

6.1.1 Materiaaliominaisuudet

Muovimatto

- | | |
|--------------------|--|
| - paksuus | $d = 0,006\text{m}$ |
| - lämmönjohtavuus | $\lambda = 0,25 \text{ W}/(\text{mK})$ |
| - vesihöyrynvastus | $Z_v = 1200 \cdot 10^3 \text{ s}/\text{m}$ |

Betoni

- | | |
|-------------------------|---|
| - paksuus | $d = 0,1\text{m}$ |
| - lämmönjohtavuus | $\lambda = 1,5 \text{ W}/(\text{mK})$ |
| - vesihöyrynläpäisevyys | $\delta_v = 0,3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ |

6.1.2 Lämmönvastuksen laskenta

(C4 2012, 7).

Lämmönvastus (R):

$$R_i = d_i / \lambda_i \quad (5)$$

d_i on rakennekerroksen vahvuus metreinä

λ_i on rakennekerroksen lämmönjohtavuus

Kokonaislämmönvastus (R_T):

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 \dots + R_n + R_{se} \quad (6)$$

$R_{si} + R_{se}$ on sisä- ja ulkopuolisen pintavastuksen summa, alapohjarakenteissa $R_{si} = 0,17$ ja $R_{se} = 0$

$R_1 + R_2 \dots + R_n$ on rakennekerrosten 1,2,...n lämmönvastus laskettuna kaavalla (5)

TAULUKKO 1. Laskentaesimerkki vaihe 1.

Rakenne	Paksuus, d	Lämmönjohtavuus, λ	Lämmönvastus, R
	[m]	[W/(mK)]	[(m ² K)/W]
Sisätila			
Sisäpinta			0,17
Muovimatto	0,006	0,25	0,024
Betoni	0,1	1,5	0,067
		R_T	0,261

6.1.3 Lämpötilakuvaajan määrittely

(Leivo ja Rantala 2002, Liite 1).

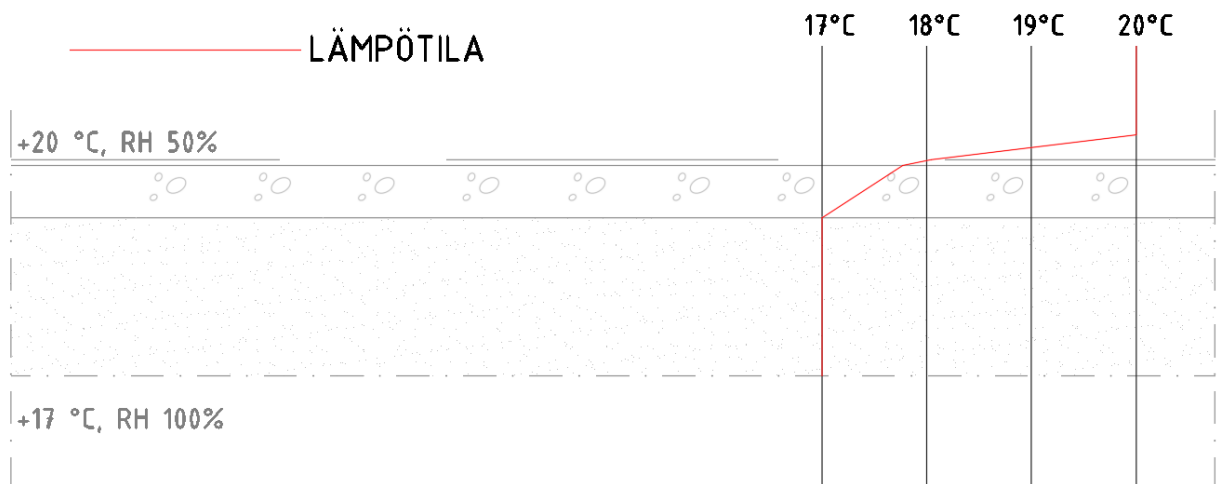
Lämpötilan muutos Δt_x yhdessä ainekerroksessa:

$$\Delta t_x = \frac{R_x}{R_T} \cdot (t_s - t_u) \quad (7)$$

t_s ja t_u ovat rakenteen eripuolilla olevat lämpötilat

TAULUKKO 2. Laskentaesimerkki vaihe 2.

Rakenne	Paksuus, d	Lämmönjohtavuus, λ	Lämmönvastus, R	Lämpötilan muutos, Δt	Lämpötila, t
	[m]	[W/(mK)]	[(m ² K)/W]	[°C]	[°C]
Sisätila					20
Sisäpinta			0,17	1,96	18,04
Muovimatto	0,006	0,25	0,024	0,28	17,77
Betoni	0,1	1,5	0,067	0,77	17,0
			R_T		
			0,261		



KUVA 3. Lämpötilakuvaaja, laskentaesimerkki 1

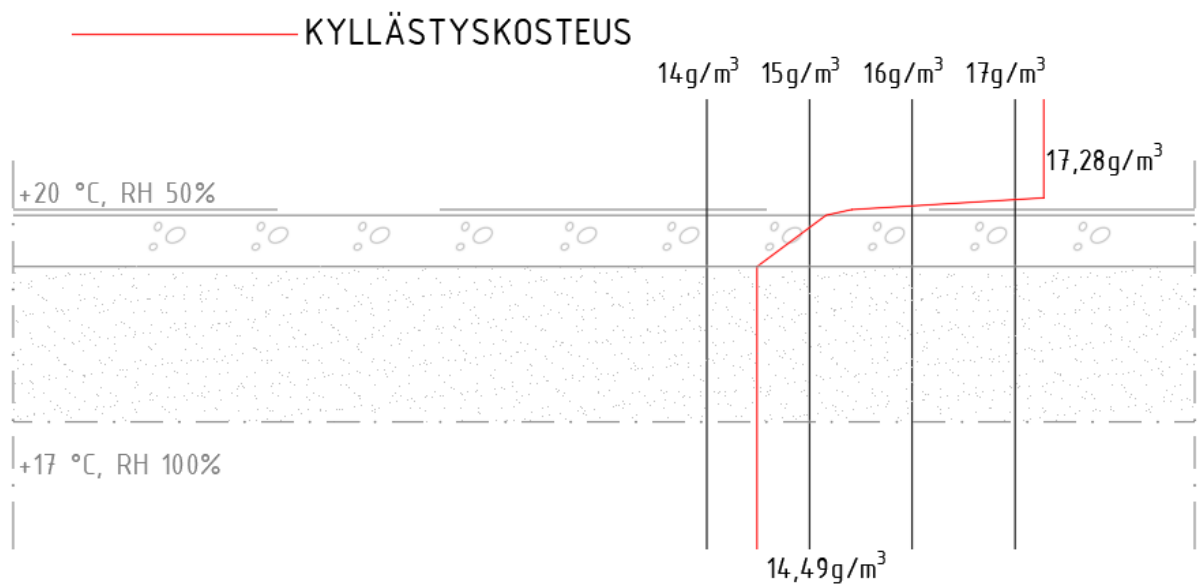
6.1.4 Kyllästyskosteuskuvaajan määrittely

Kuinka paljon ilmassa voi olla tiivistynyttä kosteutta [g/m³] lämpötilassa t:(Björkholtz 2005, 43).

$$v_k = \left[4,85 + 3,47 \cdot \left(\frac{t}{10} \right) + 0,945 \cdot \left(\frac{t}{10} \right)^2 + 0,158 \cdot \left(\frac{t}{10} \right)^3 + 0,0281 \cdot \left(\frac{t}{10} \right)^4 \right] (8)$$

TAULUKKO 3. Laskentaesimerkki vaihe 3.

Rakenne	Paksuus, <i>d</i>	Lämmönjohtavuus, <i>λ</i>	Lämmönvastus, <i>R</i>	Lämpötilan muutos, Δ <i>t</i>	Lämpötila, <i>t</i>	Kyllästyskosteus, <i>v_k</i>
	[m]	[W/(mK)]	[(m ² K)/W]	[°C]	[°C]	[g/m ³]
Sisätila					20	17,28
Sisäpinta			0,17	1,96	18,04	15,41
Muovimatto	0,006	0,25	0,024	0,28	17,77	15,16
Betoni	0,1	1,5	0,067	0,77	17,0	14,49
		<i>R_T</i>	0,261			



KUVA 4. Kyllästyskosteuskuvaaja, laskentaesimerkki 1

6.1.5 Vesihöyrypitoisuuskuvaajan määrittely

(Leivo ja Rantala 2002, Liite 1).

Vesihöyrynvastus Z_v :

$$Z_v = \frac{d}{\delta_v} \quad (9)$$

d on rakennekerroksen vahvuus metreinä

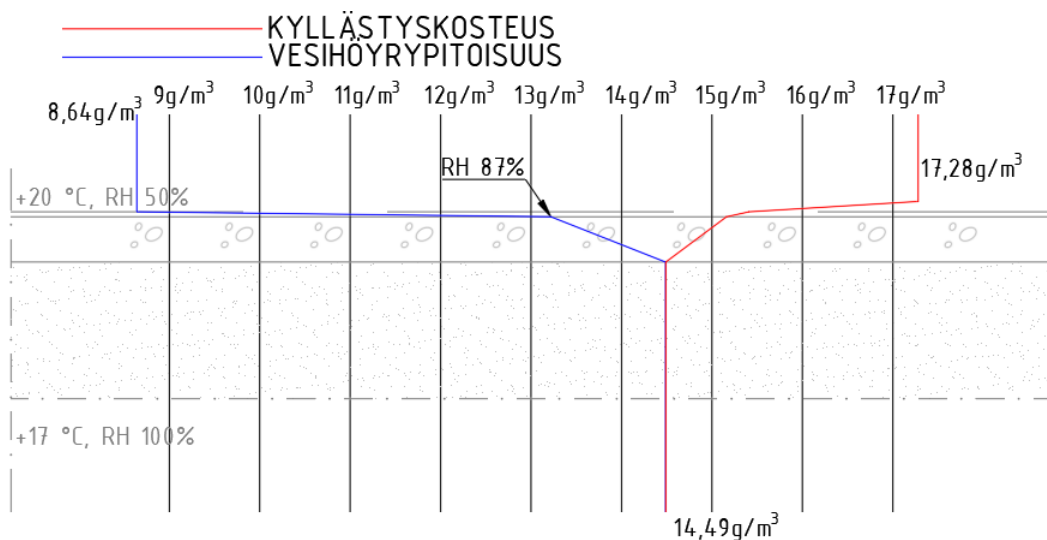
δ_v on rakennekerroksen vesihöyrynläpäisevyys

Vesihöyrypitoisuuden muutos Δv yhdessä ainekerroksessa:

$$\Delta v = \frac{Z_v}{\Sigma Z_v} \cdot (v_s - v_u) \quad (10)$$

TAULUKKO 4. Laskentaesimerkki 1 vaihe 4.

Rakenne	Paksuus d	Lämmönjohtavuus λ	Lämmönvastus R	Lämpötilan muutos Δt	Lämpötila t	Kyllästyskosteus v_k	Vesihöyrynläpäisevyys δ_v	Vesihöyrynvastus Z_v	Vesihöyrypitoisuuden muutos Δv	Vesihöyrypitoisuus v	RH
	[m]	[W/(mK)]	[(m ² K)/W]	[°C]	[°C]	[g/m ³]	[m ² /s]	[s/m]	[g/m ³]	[g/m ³]	[%]
Sisätila					20	17,28				8,64	50
Sisäpinta			0,17	1,96	18,04	15,41		0,17	0	8,64	56
Muovimatto	0,006	0,25	0,024	0,28	17,77	15,16		1200·10 ³	-4,58	13,22	87
Betoni	0,1	1,5	0,067	0,77	17,0	14,49	0,3·10 ⁻⁶	333·10 ³	-1,27	14,49	100
		R_T	0,261				ΣZ_v	1533·10 ³			



KUVA 5. Kyllästyskosteus- ja vesihöyrypitoisuuskuvaajat, laskentaesimerkki

6.1.6 Mitoitusehdot

(Leivo ja Rantala 2002, Liite 1).

$$v < v_k \quad (11)$$

$$RH < RH_{krit} \quad (12)$$

Mattoliimojen kriittisenä suhteellisen kosteuden RH_{krit} yleisenä arvona voidaan pitää 85% (Suomen Betonitieto Oy 2007b, 31).

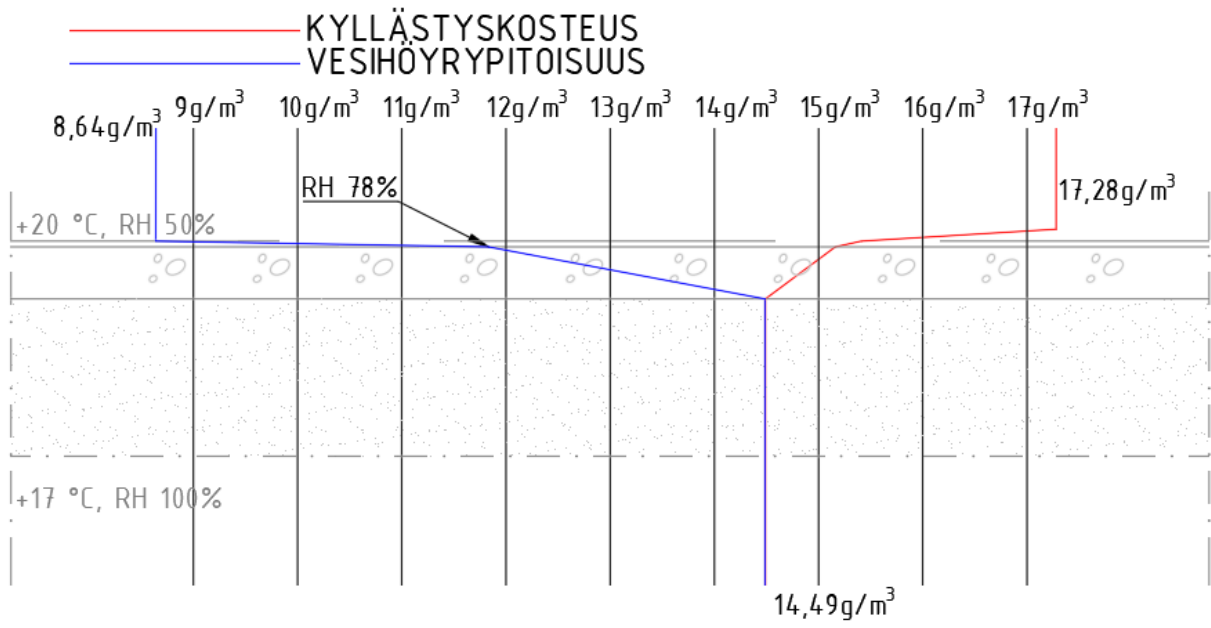
Kaavan (11) mukainen mitoitusehto toteutuu, mutta laskennasta selviää, että muovimaton alapinnan suhteellinen kosteus on 87%, joten kaavan (12) mukainen mitoitusehto ei toteudu.

Vaihdetaan muovimatto sellaiseksi, jonka vesihöyrynvastus (Z_v) on 1/3 vanhan maton vesihöyrynvastuksesta.

TAULUKKO 5. Laskentaesimerkki 1 korjatun rakenteen lasketut arvot.

Rakenne	Paksuus d	Lämmönjohtavuus λ	Lämmönvastus R	Lämpötilan muutos Δt	Lämpötila t	Kyllästyskosteus v_k	Vesihöyrynläpäisevyys δ_v	Vesihöyrynvastus Z_v	Vesihöyrynpitoisuuden muutos Δv	Vesihöyrynpitoisuus v	RH
	[m]	[W/(mK)]	[(m ² K)/W]	[°C]	[°C]	[g/m ³]	[m ² /s]	[s/m]	[g/m ³]	[g/m ³]	[%]
Sisättila					20	17,28				8,64	50
Sisäpinta			0,17	1,96	18,04	15,41		0,17	0	8,64	56
Muovimatto	0,006	0,25	0,024	0,28	17,77	15,16		400·10 ³	-3,19	11,83	78
Betoni	0,1	1,5	0,067	0,77	17,0	14,49	0,3·10 ⁻⁶	333·10 ³	-2,66	14,49	100
		R_T	0,261				ΣZ_v	733·10 ³			

Muovimaton alapinnan suhteellinen kosteus (RH) laskee 78%:iin ja kaavojen (11) ja (12) mitoitus ehdot täyttyvät.



KUVA 6. Korjatun rakenteen kyllästyskosteus- ja vesihöyrypitoisuuskuvaajat, laskentaesimerkki 1

6.1.7 Vesihöyrynvastuksen (Z_v) muuttaminen suhteelliseksi diffuusiovastukseksi (S_d):

Muutetaan korjatun rakenteen muovimaton vesihöyrynvastus (Z_v) suhteelliseksi diffuusiovastukseksi (S_d):

Vesihöyrynläpäisevyys saadaan muuttamalla kaavasta (9)

$$Z_v = \frac{d}{\delta_v} \Rightarrow \delta_v = \frac{d}{Z_v}$$

- Diffuusiovastus $Z_v = 400 \cdot 10^3 \text{ s/m}$
- Muovimaton paksuus $d = 0,006 \text{ m}$

$$\delta_v = \frac{0,006 \text{ m}}{400 \cdot 10^3 \text{ s/m}} = 15 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$$

Diffuusiovastuskerroin saadaan kaavasta (4)

$$\mu = \frac{\delta_{v,a}}{\delta_v}$$

- Paikallaan olevan ilman vesihöyrynläpäisevyys $\delta_{v,a} = 2,0305 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$

$$\mu = \frac{2,0305 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}}{15 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}} = 1536,67$$

Diffuusiovastus saadaan kaavasta (3)

$$S_d = \mu \cdot d = 1536,67 \cdot 0,006 \text{ m} = 9,22 \text{ m}$$

6.2 Laskentaesimerkki 2 alapuolelta lämmöneristetty rakenne

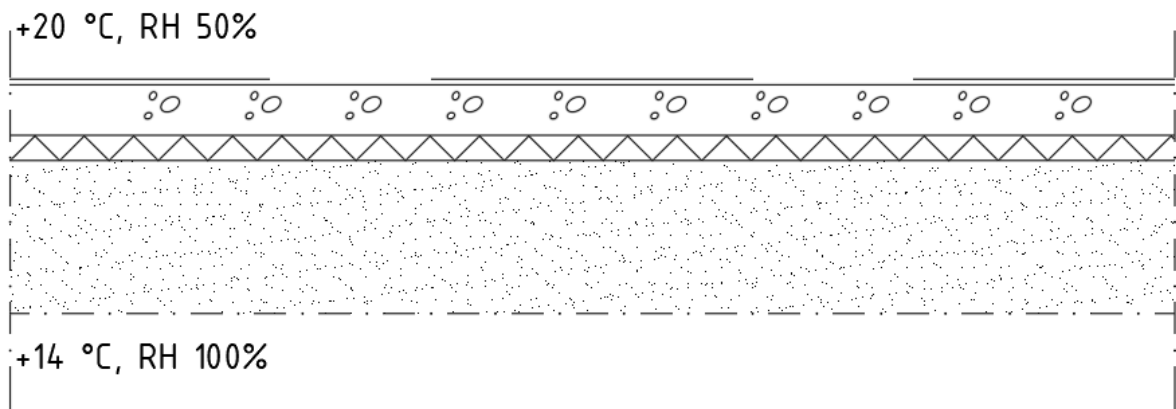
Nykypäivän ohjeiden ja määräysten mukaan maanvaraisen alapohjarakenne tulee lämmöneristää. Tässä laskentaesimerkissä on kuvattu vanhempi rakenne ja lämmöneristeen määrä on vähennetty puoleen, jotta pystytään kuvaamaan tilannetta korjaussuunnittelun kannalta.

Tarkasteltava rakenne:

- Tiivis muovimatto 6mm
- Betonilaatta 100 mm
- EPS eriste 50 mm
- pohjamaa

Sisätilan lämpötila +20°C, RH 50%

Pohjamaan lämpötila +14°C, RH 100%



KUVA 7. Tutkittava rakenne, laskentaesimerkki 2

6.2.1 Materiaaliominaisuudet

Muovimatto

- | | |
|--------------------|--|
| - paksuus | $d = 0,006\text{m}$ |
| - lämmönjohtavuus | $\lambda = 0,25 \text{ W}/(\text{mK})$ |
| - vesihöyrynvastus | $Z_v = 1200 \cdot 10^3 \text{ s}/\text{m}$ |

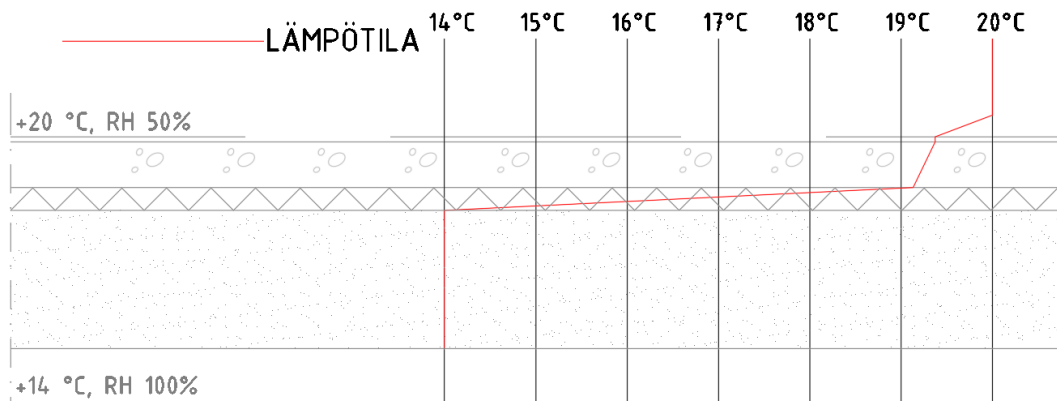
Betoni

- | | |
|-------------------------|---|
| - paksuus | $d = 0,1\text{m}$ |
| - lämmönjohtavuus | $\lambda = 1,5 \text{ W}/(\text{mK})$ |
| - vesihöyrynläpäisevyys | $\delta_v = 0,3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ |

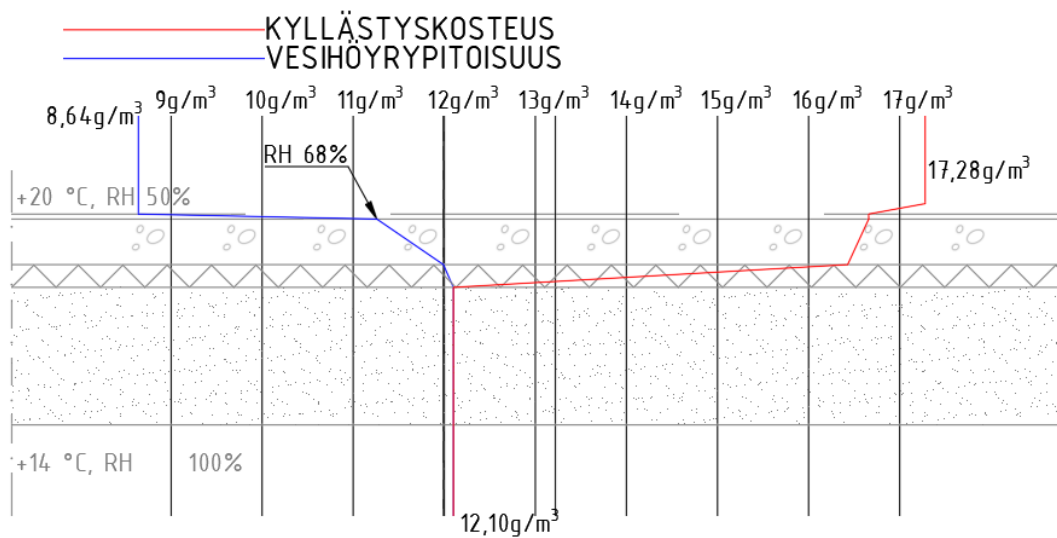
EPS eriste

- paksuus $d = 0,05\text{m}$
- lämmönjohtavuus $\lambda = 0,036\text{ W/(mK)}$
- vesihöyrynläpäisevyys $\delta_v = 0,96 \cdot 10^{-6}\text{ m}^2/\text{s}$

6.2.2 Kuvaajat



KUVA 8. Lämpötilakuvaaja, laskentaesimerkki 2



KUVA 9. Kyllästyskosteus- ja vesihöyrypitoisuuskuvaajat, laskentaesimerkki

6.2.3 Laskennan tulokset

TAULUKKO 6. Laskentaesimerkki 2 lasketut arvot.

Rakenne	Paksuus d	Lämmönjohtavuus λ	Lämmönvastus R	Lämpötilan muutos Δt	Lämpötila t	Kyllästyskos- teus v_k	Vesihöyrynläpäisevyys δ_v	Vesihöyrynvastus Z_v	Vesihöyrypitoisuuden muutos Δv	Vesihöyrypitoisuus v	RH
	[m]	[W/(mK)]	[(m ² K)/W]	[°C]	[°C]	[g/m ³]	[m ² /s]	[s/m]	[g/m ³]	[g/m ³]	[%]
Sisätila					20	17,28				8,64	50
Sisäpinta			0,17	0,63	19,37	16,66		0,17	0	8,64	52
Muovimatto	0,006	0,25	0,024	0,0	19,37	16,66		1200·10 ³	-2,62	11,26	68
Betoni	0,1	1,5	0,067	0,25	19,13	16,43	0,3·10 ⁻⁶	333·10 ³	-0,73	11,99	73
EPS eriste	0,05	0,036	1,389	5,13	14,0	12,10	0,96·10 ⁻⁶	52,1·10 ³	-0,11	12,10	100
		R_T	0,261				ΣZ_v	733·10 ³			

Laskennan tuloksista nähdään, että jo 50 mm EPS-eriste laatan alapuolella poistaa diffuusiosta aiheutuvan kosteuden tiivistymisen lattiapinnoitteen alapintaan. Tämänkaltaisen rakenteen pinnoitteen vaurioituminen johtuu tavallisesti vesivahingosta tai rakenteen rakennusaikaisesta kosteudesta. Lämmöneristettyä alapohjarakennetta korjattaessa pinnoitteen vesihöyrynläpäisevyydellä on iso merkitys kuivatusastetta ja pinnoitettavuutta suunniteltaessa.

7 PINNOITTEIDEN VESIHÖYRYNLÄPÄISEVYYSSOMINAISUUKSIEN KERÄYS

7.1 Haastattelututkimus

Pinnoitteiden materiaaliominaisuudet on kerätty puhelinhaastatteluilla tuotetoimittajien neuvontakanavista. Haastatteluista on tarpeen vaatiessa täydennetty sähköposteilla.

Materiaalivalmistajille esitetyt kysymykset

- Löytyykö teiltä vesihöyryn läpäiseviä pinnoitteita?
Jos löytyy, niin minkä nimisiä?
- Mitkä ovat ko. pinnoitteiden vesihöyrynläpäisevyys arvot?
- Miten vesihöyrynläpäisevyysarvot on tutkittu?
Tutkimustaho ja tutkimusmenetelmä?
- Mikä ko. pinnoitteiden alustan asennuskosteus?
- Mikä ko. pinnoitteiden arvioitu käyttöikä?
- Onko ko. pinnoitteilla yhteensopivuusongelmia joidenkin rakenteiden/materiaalien kanssa?
- Muuta huomioitavaa ko. pinnoitteiden käytössä?
- Saako nämä tiedot julkaista opinnäytetyöni raportissa vai vain A-Insinöörit Oy:n käyttöön tulevassa dokumentissa?

Haastattelututkimukseen osallistui 7 materiaalivalmistajaa ja haastatteluiden pohjalta saatiin koottua yhteensä 38 pinnoitteen materiaaliominaisuudet.

1. Forbo Flooring Finland Oy
2. Nanten Oy
3. Saint-Gobain Finland Oy, Weber
4. Tarkett Oy
5. Tikkurila Oyj
6. TKR-Marketing Oy
7. Travico Oy

7.2 Lähtötietoanalyysit

7.2.1 Forbo Flooring Finland Oy

Forbo Flooring Finland Oy:n pinnoitteista mukaan vertailuun saatiin seitsemän tuotetta. Materiaalivalmistajan pyynnöstä tuotteiden tietoja ei julkaista tässä raportissa.

7.2.2 Nanten Oy

Nanten Oy:n pinnoitteista mukaan vertailuun saatiin neljä tuotetta. Materiaalivalmistajan pyynnöstä suhteellisen diffuusiovastuksen tarkkoja lukuarvoja ei julkaista tässä raportissa.

1. Nanten EP W2 betonimaali ja -lakka

Hengittävä 2- komponenttinen vesiohenteinen epoksimaali, kevyemmän kulutuksen alaisiin tiloihin, kuten varasto- ja kellaritilat, lämmönjakohuoneet, autotallit. Voidaan käyttää maanvaraisten lattioiden pinnoittamiseen. Soveltuu lisäksi seinäpintojen maalaamiseen sekä sisä- että ulkotiloissa. (Nanten Oy 2021a.)

2. Nanten PU W1 polyuretaanimaali ja -lakka

Hengittävä 1- komponenttinen vesiohenteinen polyuretaanimaali/lakka, kevyemmän kulutuksen alaisiin tiloihin, kuten kellaritilat, lämmönjakohuoneet ja autotallit. Voidaan käyttää maanvaraisiin betonirakenteisiin sekä tiloihin, joihin kohdistuu kapillaarisesti nousevan kosteuden rasitus. Soveltuu myös polyuretaani- ja epoksinpinnoitteiden UV-suojaukseen. (Nanten Oy 2021b.)

3. Nanten SL W epoksinpinnoite:

Hengittävää pinnoitetta vaativien kevyen ja keskiraskaan kulutuksen alaisissa tiloissa käytettävä 2- komponenttinen epoksinpinnoite. Sopii hyvin myös maanvaraisten betonilattioiden pinnoittamiseen. (Nanten Oy 2021c.)

4. Nanten HM W epoksihiertopinnoite

Hengittävää pinnoitetta vaativien keskiraskaan kulutuksen alaisissa tiloissa käytettävä 2- komponenttinen epoksihartsin hiertopinnoite. Sopii hyvin myös maanvaraisten ja/tai kosteiden betonilattioiden pinnoittamiseen. (Nanten Oy 2021d.)

Kaikkien yllä olevien pinnoitteiden suhteellisen diffuusiovastuksen (S_d) arvot kuuluvat suhteelliseen luokkaan 1, $S_d < 5m$. Pinnoitteiden 1. ja 2. suhteelliset diffuusiovastukset on tutkittu VTT Expert Services (nyk. Eurofins) toimesta, standardien EN ISO 7783-1 ja 7783-2 mukaisesti. Pinnoitteiden 3. ja 4. suhteelliset diffuusiovastukset on tutkittu Nanten Oy:n omasta toimesta standardin EN ISO 7783:2018 mukaisesti. Kaikki yllä olevat pinnoitteet ovat oikein huollettuina pitkäikäisiä.

7.2.3 Saint-Gobain Finland Oy, Weber

Saint-Gobain Finland Oy, Weber:n pinnoitteista mukaan vertailuun saatiin 4 tuotetta. Tuotteiden suhteelliset diffuusiovastukset on esitetty taulukossa 7.

1. Weberfloor 4712 tiivistysepoksi

Kulutusta kestävä liuotinaineeton, 2-komponenttinen väritön tiivistysepoksi, minkä etuja ovat mm. alhaiset emissiopäästöt, nopea kuivuminen ja kosteuden kestävyys. Tuotteen käyttökohteita ovat betonilattioiden ja tasoitepintojen pohjustaminen sekä kosteussulkuna ennen lattian tasoitusta. Haitta-aineiden kapselointi sisäilmakorjauksissa. (Weber 2021a.)

2. Webervetonit 4650 Design Plaano

Matala-alkalinen värillinen tasoite kuivien tilojen, kuten liiketilojen, toimistojen, koulujen, hotellien, ja asuinhuoneistojen lopulliseksi lattiapinnaksi (Weber 2021b). Tuotteen käyttöikä on verrattavissa betonin käyttöikään. Tuoteelle suositellaan pintakäsittelyä, joten todelliseen käyttöikään vaikuttaa pintakäsittelyn käyttöikä, joka riippuu pitkälti käyttökohteesta.

3. Weberfloor Top Primer pintakäsittelyaineen pohjuste ja Weberfloor Top Matt pintakäsittelyaine

Pintakäsittely Webervetonit 4650 Design Plaanolle ja muille värjätyille mineraalipohjaisille lattiatasoiteille. Weberfloor Top

Matt on 1-komponenttinen, mattapintainen, akryylipohjainen. (Weber 2021c). Pintakäsittelyn käyttöikä riippuu käyttökohteesta, asuintiloissa se voi kestää jopa 10vuotta ja esimerkiksi hotellin vastaanottoaulassa n. 2v.

Taulukko 7. Weberin tuotteet

Tuote	S _d [m]	paksuus/menekki
Weberfloor 4712 tiivistysepoksi	0,82	0,6kg/m ²
Webervetonit 4650 Design Plaano	0,35	9 mm
Weberfloor Top Primer ja Weberfloor Top Matt	0,11	pohjuste 67,6g/m ² pintakäsittely 2x67,6g/m ²

Yllä mainittujen pinnoitteiden suhteelliset diffuusiovastukset on tutkittu tuotetoimittajan omassa laboratoriossa. Weberfloor 4712 tiivistysepoksi ja Webervetonit 4650 Design Plaano on tutkittu standardien EN ISO 7783-1 ja 7783-2 mukaisesti. Weberfloor Top Primer ja Weberfloor Top Matt yhdistelmä on tutkittu standardin EN ISO 1015-19 mukaisesti.

7.2.4 Tarkett Oy

Tarkett Oy:n pinnoitteista mukaan vertailuun saatiin kaksitoista tuotetta. Materiaalivalmistajan pyynnöstä tuotteiden tietoja ei julkaista tässä raportissa.

7.2.5 Tikkurila Oyj

Tikkurila Oyj:n pinnoitteista mukaan vertailuun saatiin kuusi tuotetta. Materiaalivalmistajan pyynnöstä tuotenimiä ei julkaista tässä raportissa. Tuotteiden suhteelliset diffuusiovastukset on esitetty taulukossa 8.

Taulukko 8. Tikkurila Oyj:n tuotteet

Tuote	S_d [m]	t [mm]
Tikkurila maali 1	2,51	0,11
Tikkurila maali 2	1,8	0,11
Tikkurila maali 3	0,43	0,06
Tikkurila maali 4	0,44	0,06
Tikkurila maali 5	0,97	0,06
Tikkurila maali 6	2,8	2,8

Kaikki taulukon 8. tuotteet on tutkittu Tikkurila Oyj:n RDI osastolla standardien EN ISO 7783-1 ja 7783-2 mukaisesti.

7.2.6 TKR-Marketing Oy

Tuotetoimittajan mukaan TKR- pinnoite on elastinen ja antistaattinen tuote, pinnoituksiin, vedeneristykseen, tiivistyskorjauksiin, haitta-aineiden hallintaan ja viemärisaneerauksiin. TKR tuoteperheen kuuluu kolme tuotetta, peruspinnote sekä hyytelöt 2 ja 4. Tuotteet eroavat toisistaan viskositeetiltään.

Peruspinnotetta käytetään yleensä ensimmäisenä kerroksena, pohjusteen tapaan, kaikissa pinnoituksissa juoksevuutensa ja tartuntakykynsä ansiosta. TKR peruspinnote on hyvin juokseva ja tarttuu tehokkaasti pohjamateriaaliin ja antaa lujan pinnanjatko käsittelyille. TKR hyytelöt omaavat korkeamman viskositeetin kuin peruspinnote ja niillä lisätään kalvopaksumutta sekä pinnoitetaan pystypintoja. TKR pinnoitteet voidaan asentaa pensselillä, lastalla, telalla tai injektioruiskulla. Pinnoitetta voidaan karhentaa kumirouheella tai kvartsihiekalla. TKR-pinnoite valmistetaan kasvipohjaisista aineista.

(RT 103305 2020.)

TKR- pinnoitteen diffuusiovastukset on tutkittu VTT Expert Services (nyk. Eurofins) toimesta, standardien EN ISO 7783-1 ja 7783-2 mukaisesti. Suhteellisen diffuusiovastuksen luokkaan 1, $S_d < 5m$ päästään jos kalvopaksuus $d \leq 0,2mm$, kun $d=0,2mm$ $S_d=4,5m$.

7.2.7 Travico Oy

Travico Oy:n pinnoitteista mukaan vertailuun saatiin 4 tuotetta. Tuotteiden suhteelliset diffuusiovastukset on esitetty taulukossa 9. Vorwerk tuotteiden Ominaisuudet on tutkittu kiinnitysaineen kanssa.

Taulukko 9. Travico Oy:n tuotteet

Tuote	S_d [m]	t [mm]
Flokattu Flotex matto	3,08	4,5
Vorwerk Sonic SL + Kiilto Pro Grip	0,9	6,3
Vorwerk tuftatut matot + Kiilto Floor Plus	0,7	4,5
Vorwerk kudotut wilton matot + Kiilto Floor Plus	1	5

Kaikki taulukon 9. tuotteet on tutkittu standardin EN ISO 12572:2016 mukaisesti. Flokatun Flotex maton ominaisuudet on tutkittu Eurofins Expert Services Oy:n toimesta. Vorwerk tuotteiden ominaisuudet on tutkittu Kiilto Oy:n toimesta.

7.3 Keraamiset laatat

Haastattelu tutkimusta tehdessä ei löytynyt yhtään keraamisten laattojen valmistajaa tai toimittajaa, jonka laattojen vesihöyrynläpäisevyysominaisuuksia olisi tutkittu. Keraamisen laatan ominaisuuksiin vaikuttaa myös käytetyn saumasaineen ominaisuudet sekä sauman koko suhteessa laatan kokoon. Seuraavaksi koitetaan laskemalla mallintaa sauman koon vaikutusta sekä laatan ja sauman diffuusiovastuskertoimen (μ) muutoksen vaikutusta kokonaisuuden suhteellisen diffuusiovastuksen (S_d) arvoon. Laskenta on suoritettu pelkistetysti ajatellen, että kosteus laatan ja sauman alla jakautuu tasaisesti. Laskenta on suoritettu yhden laatan ja sauman alueella huomioiden suhteellisen diffuusiovastuksen jakautuminen pinta-alan suhteen.

7.3.1 Keraamisen laatan diffuusiovastuskerroin

Lähtötiedot:

150x150x6mm kokoisen keraamisen laatan diffuusiovastuskerroin saumattuna $\mu_{\text{kok.}}=310$ (RIL 255 2014, 442).

Saumasaineen diffuusiovastuskerroin $\mu_{\text{sauma}}=33,33$ (DOF Lämpö).

Lasketaan laatan diffuusiovastuskerroin pinta-alan suhteen. Selkeyden vuoksi jatkossa tässä laskelmassa suhteellista diffuusiovastusta pinta-alan suhteen S_d/A merkitään R .

Suhteellinen diffuusiovastus pinta-alan suhteen saadaan kaavasta:

$$R_i = \frac{\mu_i \cdot d_i}{A_i} \quad (13)$$

Kaavasta (13) voidaan ratkaista diffuusiovastuskerroin:

$$\mu_i = \frac{R_i \cdot A_i}{d_i} \quad (14)$$

$R_{\text{kok.}}$ kaavasta voidaan ratkaista R_{laatta} :

$$R_{kok.} = \frac{1}{\left(\frac{1}{R_{laatta}} + \frac{1}{R_{sauma}}\right)} \Rightarrow R_{laatta} = \frac{1}{\left(\frac{1}{R_{kok.}} - \frac{1}{R_{sauma}}\right)} \quad (15)$$

Laatan ja sauman koko:

$$a_{laatta} = b_{laatta} = 150 \text{ mm}$$

$$a_{sauma} = 5 \text{ mm}$$

$$d_{laatta} = d_{sauma} = 6 \text{ mm}$$

Pinta-alat:

$$\begin{aligned} A_{kok.} &= (a_{laatta} + a_{sauma}) \cdot (b_{laatta} + a_{sauma}) \\ &= (150 \text{ mm} + 5 \text{ mm}) \cdot (150 \text{ mm} + 5 \text{ mm}) = 0,024 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$A_{laatta} = a_{laatta} \cdot b_{laatta} = 150 \text{ mm} \cdot 150 \text{ mm} = 0,0225 \text{ m}^2$$

$$A_{sauma} = A_{kok.} - A_{laatta} = 0,024 \text{ m}^2 - 0,0225 \text{ m}^2 = 0,001525 \text{ m}^2$$

Suhteelliset diffuusiovastukset pinta-alan suhteen:

$$R_{kok.} = \frac{\mu_{kok.} \cdot d_{laatta}}{A_{kok.}} = \frac{310 \cdot 6 \text{ mm}}{0,024 \text{ m}^2} = 77,419 \frac{\text{m}}{\text{m}^2}$$

$$R_{sauma} = \frac{\mu_{sauma} \cdot d_{sauma}}{A_{sauma}} = \frac{33,33 \cdot 6 \text{ mm}}{0,001525 \text{ m}^2} = 131,134 \frac{\text{m}}{\text{m}^2}$$

$$R_{laatta} = \frac{1}{\left(\frac{1}{R_{kok.}} - \frac{1}{R_{sauma}}\right)} = \frac{1}{\left(\frac{1}{77,419 \frac{\text{m}}{\text{m}^2}} - \frac{1}{131,134 \frac{\text{m}}{\text{m}^2}}\right)} = 189,004 \frac{\text{m}}{\text{m}^2}$$

Laatan diffuusiovastuskerroin:

$$\mu_{laatta} = \frac{R_{laatta} \cdot A_{laatta}}{d_{laatta}} = \frac{189,004 \frac{\text{m}}{\text{m}^2} \cdot 0,0225 \text{ m}^2}{6 \text{ mm}} = 708,764$$

7.3.2 Sauman määrän ja koon vaikutus keraamisen laatan S_d arvoon

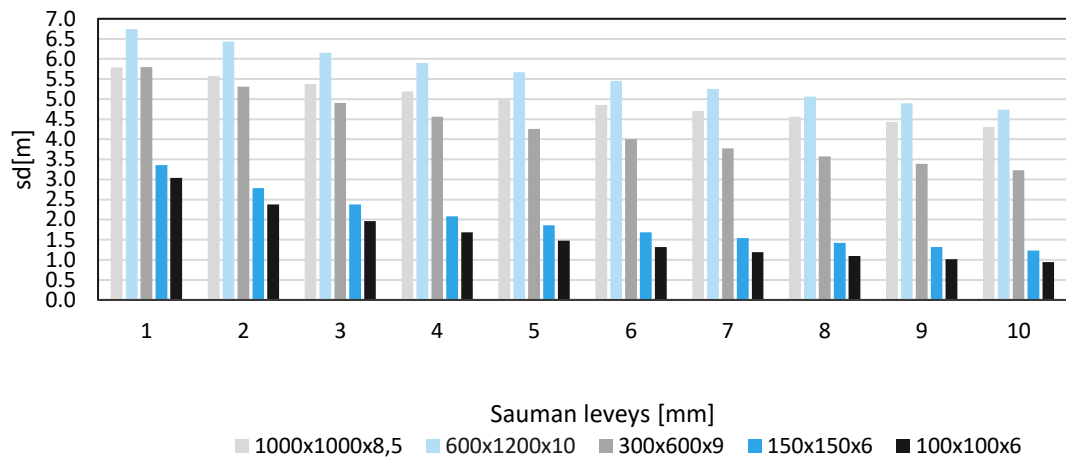
Taulukossa 10 ja kaaviossa 1 on laskettu 5 erikokoisen keraamisen laatan ja sauman kokonaisuuden diffuusiovastuskertoimet ja suhteelliset diffuusiovastukset, kun sauman leveys muuttuu 1mm-10mm, käyttäen kappaleessa 7.3.1. laskettua laatan diffuusiovastuskerrointa $\mu_{laatta}=708,764$ sekä DOF Lämpö ohjelmasta saatua saumausaineen diffuusiovastuskerrointa $\mu_{sauma}=33,33$.

Laskenta on todella herkkä lähtötietojen muutokselle, koska tiedossa ei ole millä saumausaineella on alun perin laskettu 150x150x6mm kokoisen keraamisen laatan diffuusiovastuskerroin saumattuna $\mu_{kok.}=310$, joten taulukossa 11 ja kaaviossa 2 on pyritty mallintaman laatan ja sauman diffuusiovastuskertoimien muutoksen vaikutusta 50x150x6mm kokoisen saumatun keraamisen laatan kokonaisuuden diffuusiovastuskertoimeen sekä suhteellisen diffuusiovastukseen.

Taulukko 10. Sauman määrän ja koon vaikutus keraamisen laatan S_d arvoon

Laatan mitat [mm]	Sauman leveys [mm]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
100x100x6	μ	507	397	328	280	246	219	199	182	168	187
	S_d [m]	3,04	2,38	1,97	1,68	1,47	1,32	1,19	1,09	1,01	0,94
150x150x6	μ	559	463	397	348	310	280	256	236	219	205
	S_d [m]	3,36	2,78	2,38	2,09	1,86	1,68	1,54	1,42	1,32	1,23
300x600x9	μ	644	590	545	507	473	445	419	397	377	359
	S_d [m]	5,79	5,31	4,91	4,56	4,26	4,00	3,77	3,57	3,39	3,23
600x1200x10	μ	675	644	616	590	567	545	525	507	489	473
	S_d [m]	6,75	6,44	6,16	5,90	5,67	5,45	5,25	5,07	4,89	4,73
1000x1000x8,5	μ	681	656	632	610	590	571	553	537	521	507
	S_d [m]	5,79	5,57	5,37	5,19	5,02	4,85	4,70	4,56	4,43	4,31

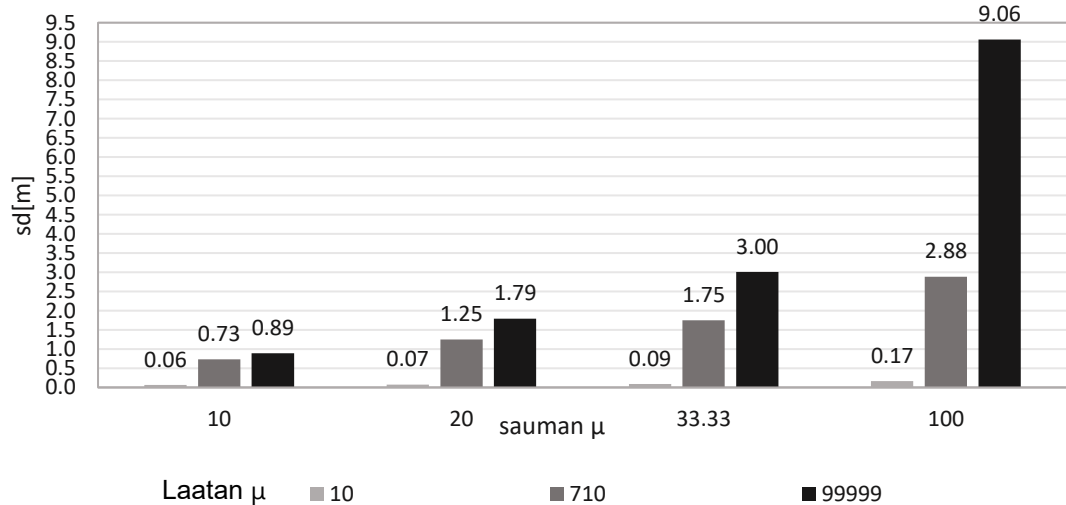
Kaavio 1. Sauman määrän ja koon vaikutus keraamisen laatan S_d arvoon



Taulukko 11. μ arvojen vaikutus kokonaisuuden S_d arvoon

Laatan μ	sauman μ	10	20	33,33	100
10	μ	11	12	15	28
	S_d [m]	0,06	0,07	0,09	0,17
710	μ	122	209	291	480
	S_d [m]	0,73	1,25	1,75	2,88
99999	μ	149	299	501	1510
	S_d [m]	0,89	1,79	3,00	9,06

Kaavio 2. μ arvojen vaikutus kokonaisuuden S_d arvoon



8 OPINNÄYTETYÖN TUOTOS

Opinnäytetyöprosessin tuotoksena syntyi 3 dokumenttia. Yhdessä dokumentissa on mallinnettu laskemalla keraamisen laatoituksen sauman koon sekä laatan ja sauman diffuusiovastuskertoimen (μ) muutoksen vaikutusta kokonaisuuden suhteellisen diffuusiovastuksen (S_d) arvoon. Toisessa dokumentissa on taulukoitu pinnoitteiden ominaisuuksia pinnoitetyypin mukaan ja kolmannessa dokumentissa tuotetoimittajan/valmistajan mukaan.

Dokumenttien tekijänoikeudet jäävät A-Insinöörit Suunnittelu Oy:lle, eikä niitä julkaista. Kuvassa 10. on esitetty ote dokumentista, jossa pinnoitteiden ominaisuudet on taulukoitu tuotetoimittajan/valmistajan mukaan.

A-INSINÖÖRIT

Maanvaraisen betonilaatan pinnoitteet, valmistajan mukaan

7 (17)
12.4.2021

Pinnoitemateriaali	S_d [m]	t[mm]	Alustan vaatimukset ja pinnoitusolosuhteet	Käyttöikä	Huollettavuus	Käyttökohteet
Saint-Gobain Finland Oy, Weber						
Weberfloor 4712 Tiivistysepoksi	0,82 ⁴⁾	0,6kg/m ²	Pinnan vetolujuuden tulee olla vähintään 1,5 N/mm ² ja puristuslujuuden 25 N/mm ² . Betonialustan absoluuttinen kosteus saa olla korkeintaan 5 % . Mikäli epoksia käytetään vanhan tasoitteen lujittamiseen, pinnan vetolujuuden tulee olla vähintään 0,5 N/mm ² .			Betonilattioiden ja tasoitteiden pohjustaminen sekä kosteussulkuna ennen lattian tasoitusta. Haitta-aineiden kapselointi sisäilmakorjauksissa. Suoritustapaillmoitus Haitta-aineiden läpäisevyys
Weberfloor Top Primer	0,11 ⁶⁾	67,3g/m ²	Lattian annetaan kuivua noin vuorokauden ajan normaaliolosuhteissa ennen pohjustusta. Lattiapinnan tulee olla puhdas pölystä, rasvasta, vahasta ja muista tartuntaa heikentävistä aineista ennen pohjusteen levitystä. Lattian päällä ei saa kävellä ilman kenkäsuoja ennen lattian pintakäsittelyä. Lattian ja ilman lämpötilan tulee olla työn aikana +15...25 °C. Pohjusteen pitää kuivua n. 2 tuntia ennen pintakäsittelyaineen levittämistä.	Pintakäsittelyn käyttöikä riippuu käyttökohteesta. Asuintiloissa jopa 10v, hotellin vastaanottoaulassa n. 2v.		Pintakäsittelyaineen pohjuste värjätyle mineraalipohjaisille lattiatasoitteille, kuten webervetonit 4650 Design Plaano.
Weberfloor Top Matt		2x 67,3g/m ²	Lattian tulee olla pohjustettu weberfloor Top Primer pohjusteella ennen weberfloor Top Matt pintakäsittelyaineen levitystä. Lattiapinnan tulee olla puhdas pölystä ja pintakuiva. Lattian päällä ei saa kävellä ilman ennen lattian pintakäsittelyä. Lattian ja ilman lämpötilan tulee olla työn aikana +15...25 °C.			Pintakäsittelyaine värjätyle mineraalipohjaisille lattiatasoitteille, kuten webervetonit 4650 Design Plaano. Top Matt pintakäsittelyainetta tulee käyttää ainoastaan kuivissa tiloissa (ei WC- tai kylpyhuoneita vastaavat tilat).

Kuva 10. Ote opinnäytetyön tuotoksesta

9 POHDINTA

Opinnäytetyöprosessin aikana opin paljon opinnäytetyön aiheesta ja siihen liittyvästä teorian tiedosta. Alkuvaiheessa opinnäytetyö ei edennyt alkuperäisessä aikataulussa. Teorian tiedon keräämiseen ja käsittelyyn kului odotettua enemmän aikaa. Olen teoriaosuudessa käyttänyt lähteenä paljon RIL 255-1-2014 Rakennusfysiikka 1 kirjaa. Kävin läpi lukuisia muita lähde teoksia, mutta niissä viitattiin usein RIL 255-1-2014 kirjaan, joten pidin järkevänä käyttää näissä tilanteissa vain yhtä lähdetä Teoriaosuudessa on myös käytetty vanhempia lähteitä, joista poimitut asiat saattaisivat löytyä tuoreemmistakin lähteistä, mutta en niitä löytänyt. Vanhemmista lähteistä poimitut asiat eivät käsittääkseni ole muuttuneet ja lähdetä voidaan pitää ajantasaisena.

Haastattelututkimus sujui hyvin ja sain odotettua enemmän tietoja materiaalivalmistajilta. Muutama materiaalivalmistaja myös kieltäytyi osallistumasta vedoten yrityssalisuuteen. Osa haastattelututkimukseen osallistuneista kielsi tietojen julkaisemisen tässä raportissa. Haastattelujen perusteella sain kasattua mielestäni toimivan dokumentin A-Insinöörit Suunnittelu Oy:n käyttöön.

Dokumenttia tehdessäni pyysin ja sain palautetta dokumentin toimivuudesta ja informatiivisuudesta. Dokumentissa ilmenee tuotteen suhteellinen diffuusio vastus, ominaisuudet tutkinut taho ja tutkimustapa. Jatkossa dokumenttia voidaan päivittää, keräämällä lisää tietoa muista markkinoilla olevista ja markkinoille tulevista pinnoitteista.

LÄHTEET

Björkholtz, Dick. 2005. Lämpö ja kosteus. Rakennusfysiikka. Rakennustieto Oy.

C4 Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2012. Lämmöneristys ohjeet 2012, luonnos. Ympäristöministeriö.

DOF Lämpö

Leivo, V. ja Rantala, J. 2002. Maanvastaiset alapohjarakenteet-kosteustekninen mitoittaminen ja korjaaminen. Tutkimusjulkaisu 121. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto, Talonrakennustekniikka.

Nanten Oy. 2021a. Dokumentit/Tuoteselosteet/Nanten EP W2 epoksimaali tuoteseloste. Viitattu 1.4.2021. Luettavissa: <https://nanten.fi/wp-content/uploads/2021/02/Nanten-EP-W2-Betonimaali-lakka.pdf>

Nanten Oy. 2021b. Dokumentit/Tuoteselosteet/Nanten PU W1 polyuretaanimaali ja -lakka tuoteseloste. Viitattu 1.4.2021. Luettavissa: <https://nanten.fi/wp-content/uploads/2021/02/Nanten-PU-W1-maali-lakka.pdf>

Nanten Oy. 2021c. Dokumentit/Tuoteselosteet/Nanten SL W epoksinnoite tuoteseloste. Viitattu 1.4.2021. Luettavissa: <https://nanten.fi/wp-content/uploads/2021/02/Nanten-SL-W-pinnoite.pdf>

Nanten Oy. 2021d. Dokumentit/Tuoteselosteet/Nanten HM W epoksihiertopinnoite tuoteseloste. Viitattu 1.4.2021. Luettavissa: <https://nanten.fi/wp-content/uploads/2021/02/Nanten-HM-W-pinnoite.pdf>

RIL 255-1-2014. 2014. Rakennusfysiikka 1. Rakennusfysikaalinen suunnittelu ja tutkimukset. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry.

RT 83-11009. 2010. Alapohjarakenteita.

RT 103305. 2020. TKR-Pinnoittaminen. TKR-Marketing Oy

SFS EN 1504-2. 2005. Betonirakenteiden suojaus- ja korjausaineet ja yhdistelmät. Määritelmät, vaatimukset, laadunvalvonta ja vaatimustenmukaisuuden arviointi. Osa:2 Betonipinnan suojaus.

Suomen Betonitieto Oy. 2007a. Betonirakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy.

Suomen Betonitieto Oy. 2007b. Betonirakenteiden päällystämisen ohjeet. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy.

Weber. 2021a. Dokumentit/Dokumenttipalvelu/Weberfloor 4712 Tiivistysepoksi tuotekortti. Viitattu 2.4.2021. Luettavissa: <https://www.fi.weber/files/fi/2019-04/weberfloor-4712-Tiivistysepoksi-Tuotekortti.pdf>

Weber. 2021b. Dokumentit/Dokumenttipalvelu/Webervetonit 4650 Design
Plaano tuotekortti. Viitattu 2.4.2021. Luettavissa:
[https://www.fi.weber/files/fi/2019-04/webervetonit-4650-Design-Plaano-
Tuotekortti.pdf](https://www.fi.weber/files/fi/2019-04/webervetonit-4650-Design-Plaano-Tuotekortti.pdf)

Weber. 2021c. Dokumentit/Dokumenttipalvelu/Weberfloor Top Matt
Pintakäsittelyaine tuotekortti. Viitattu 2.4.2021. Luettavissa:
[https://www.fi.weber/files/fi/2019-04/weberfloor-Top-Matt-Pintakasittelyaine-
Tuotekortti.pdf](https://www.fi.weber/files/fi/2019-04/weberfloor-Top-Matt-Pintakasittelyaine-Tuotekortti.pdf)

Ympäristöministeriö. 2019. Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakennusten
korjaus. Rakennustieto Oy.