

Märkätilojen seinärakenteet puuta- loissa ja rakenteiden vertailu

Lassi Ahonen

Opinnäytetyö

Tammikuu 2019

Tekniikan ja liikenteen ala

Insinööri (AMK), rakennustekniikan koulutusohjelma

Tekijä(t) Ahonen, Lassi	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä 24.04.2019
	Sivumäärä 41	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Märkätilojen seinärakenteet puutaloissa ja rakenteiden vertailu		
Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) Korpinen, Jussi; Haapamaa, Hannu		
Toimeksiantaja(t) K-S Laatat Oyj; Savonen, Joonas		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli vertailla eri materiaalien käyttöä märkätilojen seinärakenteissa niiden ominaisuuksien sekä hinnan mukaan. Pääkohteiksi vertailuun otettiin kolme eri levyrakennetta ja yksi kivirakenne.</p> <p>Työn alussa perehdyttiin märkätilojen erilaisiin rakenteisiin ja niiden kosteusteknisiin ratkaisuihin, jotta pystyttiin ymmärtämään kosteudenhallinta kokonaisuutena. Tämän jälkeen alettiin toteuttamaan itse toimeksiantoa, eli rakenteissa käytettävien materiaalien vertailua. Vertailuun valittiin tuotteita, joita tilaaja käyttää tai on käyttänyt rakennuskohteissaan.</p> <p>Materiaalien ominaisuudet ja asennustavat käytiin läpi, jotta saatiin pohja vertailtaville arvoille. Itse vertailussa kerättiin tietoja eri materiaalien kustannuksista ja niiden asentamiseen kuluva ajasta. Näiden tietojen pohjalta pystyttiin laskemaan neliöhinta ja työhön kuluva aika eri rakenneratkaisuille ja niissä käytettäville tuotteille.</p> <p>Tutkimuksen perusteella todettiin, että märkätilojen seinärakenteille on olemassa monta eri toimivaa vaihtoehtoa, joiden välillä on suuriakin kustannuksellisia ja aikataulullisia eroja. Lisäksi eroja löytyi myös materiaalien käsiteltävyydestä. Rakentajan tavoitteesta riippuen voidaan valita työmaalla käytettäväksi eri materiaaleja joko hinnan, aikataulun tai käsiteltävyyden mukaan.</p> <p>Vertailu olisi hyvä toteuttaa uudestaan tulevaisuudessa uusien tuotteiden ja materiaalien tullessa markkinoille, jotta saadaan päivitettyä tiedot nykyisten ja uusien materiaalien osalta.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Seinärakenteet, märkätila, vesieriste		
Muut tiedot		

Author(s) Ahonen, Lassi	Type of publication Bachelor's thesis	Date 04.24.2019 Language of publication: Finnish
	Number of pages 41	Permission for web publication: x
Title of publication Wall structures of wet rooms in wooden buildings and structural comparison		
Degree programme Construction and civil engineering		
Supervisor(s) Korpinen, Jussi; Haapamaa, Hannu		
Assigned by K-S Laatutalot Oy; Savonen, Joonas		
Abstract <p>The purpose of the thesis was to compare the usage of different materials in wet room wall structures based on their properties and price. Main targets of the comparison were three different sheet structures and one stone structure.</p> <p>Different structures in wet rooms and their moisture technical solutions were clarified at the beginning of the work so that understanding moisture control as a whole was possible. After this, it was time for the actual assignment, which was comparing different materials used in the structures. Materials, which was or were used by the client were chosen for the comparison.</p> <p>The properties and installing methods of the materials were processed to get a base for the values that were compared. In the comparison, data on different material costs and the time taken to install them were collected. Based on this information, it was possible to calculate the price per square meter and the time and the supplies that were used for the different structural solutions.</p> <p>Based on the study, the conclusion was that there are many different working solutions for wet room wall structures, which have great cost and time differences between them. Differences were also found in handling of the materials. Depending on the constructor's goals, different materials can be chosen based on price, schedule or handling.</p> <p>In the future as new products and materials are introduced to the market, it would be good to implement the comparison again to update the information on old and new materials.</p>		
Keywords/tags (subjects) Wall structures, wet room, waterproofing		
Miscellaneous		

Sisältö

Termit	1
1 Johdanto	1
1.1 Toimeksiantaja.....	1
1.2 Opinnäytetyön tavoitteet.....	1
1.3 Opinnäytetyön rajaus ja aineisto.....	2
2 Puurakenteinen pientalo	3
2.1 Märkätilarakenteet	3
2.2 Seinärakenteet.....	5
2.3 Lattiarakenteet	5
2.4 Kattorakenteet.....	6
2.5 Vedeneristys ja pintarakenteet	7
3 Veden eristämiseen käytettävät materiaalit	9
3.1 Pinnoitetut XPS-levyt	9
3.1.1 Asennus.....	11
3.2 Väliseinääharkko vesieristellä	13
3.2.1 Asennus.....	14
3.3 Kuitusementtilevy.....	15
3.3.1 Asennus.....	16
3.4 Kipsilevy.....	17
3.4.1 Asennus.....	17
4 Materiaalien vertailu	19
4.1 XPS-levyt.....	19
4.1.1 Ominaisuudet ja työstettävyys	20
4.2 Väliseinääharkko.....	22
4.2.1 Ominaisuudet ja työstettävyys	22
4.3 Kuitusementtilevy.....	24
4.3.1 Ominaisuudet ja työstettävyys	25

	2
4.4 Kipsilevy.....	25
4.4.1 Ominaisuudet ja työstettävyys	26
5 Rakennuskustannukset.....	27
5.1 Käsinelaskenta	27
5.2 Laskentaohjelma.....	29
6 Tulokset.....	31
7 Johtopäätökset ja pohdinta	33
Lähteet.....	35
Liitteet	38

Kuviot

Kuvio 1. Wedi-rakennuslevy (Tekninen tuotekortti. 2015.)	9
Kuvio 2. Tulppa-lattia ladontamallit ja leikkauskuva (Tulppa®-lattiajärjestelmä. n.d.)	10
Kuvio 3. Tulppa-levyseinän leikkauskuva (Rakennekuvat. N.d.)	11
Kuvio 5. Puurunkoinen ulkoseinärakenne märkätilassa (RT 84-11166. 2014.)	15
Kuvio 6. Märkätilalevyn kiinnitysohje (Cembrit kaakeliluja. 2018. 6.)	18
Kuvio 7. Suulakepuristetun polystyreenivaahdon (XPS) tekniset ominaisarvot (Sertifikaatti. 2008. 9.)	20
Kuvio 8. Tulppa-levyn tekniset ominaisarvot (Suoritustasoilmoitus. 2014. 2.)	21
Kuvio 9. HB priima-88 CE-merkintä (Suoritustasoilmoitus. 2016. 2.)	22
Kuvio 10. Siporex-rakenneosien normaaliset lämmönjohtavuudet (Suunnittelijan käsikirja. 2004. 15.)	23
Kuvio 11. Kaakelilujan ominaisuuksia (Cembrit Kaakeliluja. 2016. 3.)	24
Kuvio 12. Gyproc märkätilan kipsilevy GRI13 suoritustasoilmoitus (Suoritustasoilmoitus. 2016.)	26

Taulukot

Taulukko 1. Pinnoitetut XPS-levyt.....	28
--	----

Taulukko 2. Väliseinääharkko vedeneristeellä	28
Taulukko 3. Kuitusementtilevyn kustannukset	29
Taulukko 4. Märkätilan kipsilevy vedeneristeellä.....	29

Liitteet

Liite 1. Tuuletustilalliset rakennedetaljit kivi- ja levyrakenteilla	38
Liite 2. Rakennedetalji ilman tuuletustilaa levyrakenteella.....	39
Liite 3. Meps-laskelma 1.....	40
Liite 4. Meps-laskelma 2.....	41

Termit

Diffuusio	Ilmiö, jossa molekyylit pyrkivät tasoittamaan mahdolliset pitoisuuserot rakenteiden välillä.
Höyrynsulku	Ainekerros, joka estää haitallisen vesihöyryn diffuusioitumisen rakenteisiin.
Kapillaarivirtaus	Nesteen siirtyminen huokoisessa aineessa alipaineen paikallisista eroista johtuen.
Märkätila	Huonetila, jonka lattia on tilan käyttötarkoituksen vuoksi vedelle alttiina ja seinäpinnoille voi käyttötilanteessa roiskua ja tiivistyä vettä.
Ohjevähittäishinta	Valmistajan tai aikaisemman myyntiportaan suosittelema hinta tuotteelle. Käytetään lyhennettä ovh.
Tuuletusväli	Rakenteessa oleva yhtenäinen ilmväli, jonka kautta rakenteita tuulettava ilmavirtaus kulkee.
Tekninen käyttöikä	Aika, jonka rakenne tai rakennusosa pysyy teknisesti kestäväenä.
Vedeneristys	Ainekerros, joka kestää jatkuvaa kastumista, sekä estää veden tunkeutumisen rakenteisiin.

1 Johdanto

1.1 Toimeksiantaja

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Keski-Suomen alueella toimiva K-S Laatutalot Oy, joka on perustettu vuonna 2011. Yritys työllistää suoraan noin 10 henkilöä ja käyttää myös paljon aliurakoitsijoita työmaillaan. Opinnäytetyön tilannut K-S Laatutalot Oy rakentaa uudiskohteita asiakkailleen avaimet käteen -palveluna Keski-Suomen alueella. Tähän palveluun kuuluvat kaikki työvaiheet arkkitehdin suunnitelmista aina talon viimeistelyyn saakka.

1.2 Opinnäytetyön tavoitteet

Opinnäytetyö toteutetaan laadullisena, eli kvalitatiivisena tutkimuksena. Materiaalina käytetään maahantuojilta ja valmistajilta saatavia tietoja, kustannuslaskelmia, artikkeleita, sekä rakentamiseen liittyvää kirjallisuutta. Tutkimusstrategia on empiirinen tutkimus olemassa olevaan arkistoituu aineistoon.

Tämän opinnäytetyön tutkimuksen tarkoitus on selvittää eri rakennusmateriaalien käyttöä puurakenteisten pientalojen märkätilojen seinissä. Tutkimuksessa keskitytään neljään eri materiaaliin; pinnoitettuun XPS-levyyn, väliseinäharkkoon, kuitusementtilevyyn ja kipsilevyyn. Materiaalien käyttö- ja kosteusteknisiä ominaisuuksia analysoidaan ja vertaillaan käyttämällä valmistajien, sekä maahantuojien antamia tietoja. Lisäksi käytetään kustannuslaskentaohjelmaa vertailtaessa materiaalien käyttökustannuksia.

Opinnäytetyön konkreettinen tavoite on saada työn tilaajalle selkeä käsitys eri materiaalien käyttöominaisuuksista, sekä niiden käyttökustannuksista. Tuloksista tulisi käydä selkeästi ilmi kunkin materiaalin hyödyt ja käyttökustannukset, jotta ne voidaan esitellä asiakkaille.

Tutkimuksen toinen päätavoite on selvittää linjaus materiaalien käytöstä työmaalla. Tilaajalle tulisi selvittää miten eri materiaalien käyttäminen vaikuttaa takana oleviin rakennusratkaisuihin.

1.3 Opinnäytetyön rajaus ja aineisto

Päämääränä opinnäytetyössä on tarkastella eri rakennusmateriaalien vaikutusta märkätilojen seinärakenteisiin, joten työssä ei ole lähdetty syvemmin vertailemaan kyseisiä materiaaleja esimerkiksi katto- tai lattiamateriaaleina. Opinnäytetyön tilaaja keskittyy pääasiassa puurakenteisten talojen rakentamiseen, joten työssä keskitytään vain puurakenteisiin taloihin, jotta saadaan käsiteltyä materiaalit tarpeeksi laajasti ja laadukkaasti. Materiaalit on valittu yleisimpien uusissa märkätiloissa käytettävien materiaalien perusteella, jotta saadaan mahdollisimman laaja kuva kokonaisuudesta.

Tutkimusaineisto on laadullista tutkimusaineistoa, joka on koottu valmistajien, sekä maahantuojien ilmoittamista materiaalien ominaisuuksista, sekä asennusohjeista. Lisäksi käytetään rakennusalan eri teoksia, kuten RIL:n teokset ja RT-kortit, joissa käydään läpi kyseisten materiaalien ominaisuuksia sekä rakennusvaiheessa huomioon otettavia asioita. Kustannusarvion tekemiseen käytetään MEPS-laskentaohjelmaa, sekä rakennustöiden menekkien laskentaan tarkoitettua kirjallisuutta. Muita tutkimuksessa hyödynnettäviä aineistoja ovat alan asiantuntijoiden haastattelut, aikaisemmat tutkimukset aiheesta Suomessa ja ulkomailla, määräykset, ohjeet, verkkojulkaisut sekä artikkelit.

2 Puurakenteinen pientalo

Rakennukset ovat jatkuvasti alttiina erilaisille kosteuslähteille, jotka saattavat kerryttää kosteutta rakenteisiin. Näitä ovat ulkona esimerkiksi sadevesi, lumi, pintavesi, pohjavesi ja maaperäncosteus sekä ilmankosteus. Ulkoisten rasitteiden lisäksi on myös sisäpuolisia kosteudenlähteitä, kuten käyttövesi, sisäilman kosteus, mahdolliset putki- ja laitevuodot, sekä rakennekosteudet. Siksi onkin tärkeää, että rakenteiden suunnitteluvaiheessa panostetaan siihen, että nämä kaikki otetaan huomioon. Näin saadaan rakennettua mahdollisimman kestäviä ja terveitä taloja. (RIL 250-2011, 2011, 63.)

Asuinrakennukset eroavat muista rakennuksista siinä, että niissä on todella eritasoinen ja vaihteleva, käyttäjästä riippuvainen kosteusrasitus. Melkein kaikissa uusissa asuintaloissa on nykyään koneellinen ilmanvaihto, joka vaikuttaa ilmankosteuksien tiivistymisiin rakenteissa. Koneella tuotettu ylipaineellisuus onkin riskinä juuri kondensoinnin takia. Tämän takia tiiviit ja hyvin suunnitellut rakenteet ovat tärkeitä. Muita riskialttiita kohtia asuintaloissa ovat sadeveden poisto, salaojitus, läpiviennit, alapohja sekä märkätilat. (RIL 250-2011, 2011, 90.)

2.1 Märkätilarakenteet

Märkätilat ovat tiloja, joiden seinät sekä lattia ovat roiskeille ja tiivistyvälle vedelle alttiina. Asuintaloissa tällaisiin tiloihin kuuluvat pesu- ja kylpyhuoneet sekä saunatilat. Kodinhoitohuone, wc, keittiöt ym. vesipisteelliset tilat voidaan myös luokitella märkätiloiksi, jos ne täyttävät käyttötarkoituksensa puolesta edellä mainitut kriteerit. (RT 84-11166 2014, 1.)

Suunnitellessa märkätiloja on otettava huomioon mm. rakenteiden kosteustekninen toimivuus, korjattavuus, kantavuus ja kestävyys, materiaalien päästöluokitukset ja

yhteensopivuus, palo- ja ääneneristys, LVIS-asennukset, sekä työturvallisuus. (RT 84-11166 2014, 2.)

Vedenpoisto ja rakenteet märkätiloissa on suunniteltava ja rakennettava niin, että vesi ei pääse valumaan tai kapillaarivirtauksen avulla siirtymään niitä ympäröiviin rakenteisiin. (YMA 782/2017, 28 §.) Näiden tilojen lattia- ja seinäpinnoissa on aina käytettävä vedeneristystä. Tämä vedeneristys on kokonaisuus, joka on vesitiivis pinnalta, saumoista, läpivienneistä ja liittymistä. (RIL 107-2012, 2012, 167.)

Kosteusrasitukset asuntojen märkätiloissa ovat nykyään paljon aikaisempaa suurempia. Kylpyammeiden tilalle on tullut normaalit suihkut, saunoja rakennetaan huoneistokohtaisiksi lähes jokaiseen uuteen asuntoon, sekä pyykkien pesu ja kuivattaminen tapahtuu sisätiloissa, kun ennen kyseisille asioille oli taloissa erilliset, yhteiset talosaunat ja pesutuvat. Tämän takia märkätilojen kosteudenhallinnassa on otettava huomioon erityisesti erilaiset kosteusrasitukset, veden ja kosteuden erilaiset siirtymistavat, sekä ilmanvaihdon ja rakenteiden toiminta. (RIL 250-2011, 2011, 115.)

Virheet, jotka on tehty märkätilojen suunnittelun ja rakentamisen yhteydessä paljastuvat yleensä vasta siinä vaiheessa, kun rakenteet ovat vaurioituneet, tai pahimmassa tapauksessa, kun asukkaat ovat jo alkaneet oireilla erinäisten terveyshaittojen vaikutuksesta. Kosteusvaurioiden yhteydessä syntyy mikrobeja, kuten bakteereja, home- ja lahottajasieniä. Nämä mikrobit ja homeet ovat terveydelle haitallisia. Ne tarvitsevat elääkseen vettä, happea, ravinteita ja lämpöä. Oikealla vedeneristyksellä ja rakenteiden suunnittelulla voidaan siis välttyä terveyshaitoilta. (RIL 250-2011, 2011, 153.)

Tyypillisiä kosteusvaurioiden syitä levyrakenteisissa märkätiloissa ovat kosteudesta ja lämmöstä aiheutuvat liikkeet, jotka rikkovat vesieristeen, jolloin vettä pääsee rakenteisiin. Myös levyjen jättäminen kahden tiiviin pinnan väliin aiheuttaa kosteuden kertymistä rakenteisiin, sillä ne eivät pääse kuivumaan. Lattiasta irti nostamaton tai sen sisään jätetty puurunkoinen seinärakenne päästää veden tunkeutumaan aluspuun alle, jolloin se kastuu ja pysyy märkänä. (Sisäilmayhdistys ry. 2008)

Kivirakenteisissa märkätiloissa puolestaan rakenteet, joihin liittyy puurakenteita saat-
taa siirtää kosteuden niille. Myös molemmilta puolilta tiiviisti pinnoitetut seinät kui-
vuvat heikosti. (Sisäilmayhdistys ry. 2008)

2.2 Seinärakenteet

Seinärakenteet märkätiloissa voidaan toteuttaa kivirakenteisina tai levyrakenteisina.
(Liite 1.) Suihkun ja vesipisteiden roiskeveden alue suositellaan tekemään kiviraken-
teista aina, kun se on mahdollista, sillä ne kestävät kosteutta paremmin. Käytettäessä
levyrakenteita, tulisi seinän alaranka nostaa laatan yläpuolelle niin, että se ei jää be-
tonivalun sisään. Rakenteet valitaan ja tehdään niin, että lämmöstä ja kosteudesta
aiheutuva mahdollinen liike ei aiheuta vaurioita vedeneristykseen tai pintarakentei-
siin. Jäykistys tapahtuu tihentämällä normaalia (k600) rankajakoa tai laittamalla le-
vyjä päällekkäin niin, etteivät saumat ole päällekkäin. (RIL 107–2012, 2012, 167.)

Vedeneristetyn levyn taakse ei tule jättää erillistä höyrynsulkua, sillä se estää raken-
teiden kuivumisen ja kondensoi vettä rakenteiden sisään. Poikkeuksena puurunkoi-
nen seinärakenne, jossa kantavien rakenteiden sisäpuolelle on rakennettu kevyt levy-
rakenteinen tai muurattu seinä (LIITE 1). Tässä tapauksessa vedeneristeet ja pinnoit-
teet ovat asennettuna sisäpuolen seinään ja rakenteiden välissä on tuuletusväli, josta
ilma pääsee vapaasti tuulettumaan kuiviin huonetiloihin esimerkiksi alakaton yläpuo-
lelta. (RT 84-11166 2014, 6.) Tuulettumiseen vaadittavat tulo- ja poistoilmareitit tu-
lee tällöin merkitä rakennesuunnitelmiin. Saunan ja pesuhuoneen väliin jäävän sei-
nän tuuletus tulee ohjata alakattotilaan, sillä se jää vedeneristeen ja höyrynsulun vä-
liin. Märkätilan osissa, joissa ei ole vedeneristettä, kuten katto, tulee kiinnittää eri-
tyistä huomiota höyrynsulun tiiveyteen. (RIL 107–2012, 2012, 168.)

2.3 Lattiarakenteet

Lattian kaltevuuden märkätiloissa tulee olla sellainen, että vesi pääsee valumaan il-
man esteitä lattiakaivoon. Kaltevuuden on oltava märkätilassa vähintään 1:100 ja lat-

tiakaivon ympärillä 1:50 noin 0.5m säteellä siitä. Poikkeuksena wc-pönttö ja pyykinpesukoneen paikka, joissa tavoitteesta voidaan poiketa, mutta veden on sieltäkin päästävä valumaan kaivoon. Kaivon sijoitus ja märkätilan kynnyks on tehtävä niin, että vesi ei pääse valumaan muihin tiloihin. (RIL 107–2012, 2012, 168.)

Huoneissa, joissa kallistusta ei tehdä ohjeistuksen mukaisesti, tulee merkitä kallistukset pohjapiirustuksiin. Esimerkiksi erillinen kodinhoitohuone. Puurakenteisten välipohjien päälle rakentaessa suositellaan käytettäväksi teräsbetonilaattaa tai pinnoitettua XPS-levyä. Tällöin tulee varmistaa kosteuden kuivuminen rakenteista luotettavalla tavalla, etteivät alla olevat rakenteet kärsisi. Lisäksi rakenteissa otettava huomioon laatan aiheuttama ylimääräinen paino. (RIL 107–2012, 2012, 168.)

Mikäli halutaan kiinnittää vedeneriste suoraan levyrakenteen päälle, on kiinnitettävä erityisesti huomiota rakenteen liikkumattomuuteen, sekä valittava tarpeeksi elastinen ja kestävä vedeneriste. (RIL 107–2012, 2012, 169.)

Huomiota on kiinnitettävä myös puurakenteisissa väli- ja alapohjissa rakenteisiin, joissa seinän viereinen lattiakannattaja on sidottava seinärakenteisiin myös keskeltä päiden lisäksi, jotta vältetään mahdollisilta muodonmuutoksilta rakenteissa. Maanvaraisissa betonilaatoissa puolestaan tulee rakennesuunnittelussa ja rakentamisessa ottaa huomioon pintabetonilaattojen nurkkien käyristyminen, sekä laatan painuminen ja niistä vedeneristeelle aiheutuvat rasitukset. (RIL 107–2012, 2012, 168.)

2.4 Kattorakenteet

Kattomateriaalien tulee kestää kylpyhuoneissa tilan käytöstä aiheutuvia roiskevesiä, tilapäistä kosteuden tiivistymistä pinnalle, sekä huoneen satunnaista korkeaa suhteellista ilmakeuhetta. Puurakenteisen talon kylpyhuoneen katossa höyrinsulkuna toimii välipohjan tai yläpohjan alapintaan asennettu erillinen höyrinsulku, jolloin alas laskettuun kattoon ei tarvitse asentaa erillistä höyrinsulkukerrosta. (RIL 107–2012, 2012, 169.)

Alakattotilat eivät normaalisti tarvitse erillistä tuuletusta, sillä paneeli- ja levyverhoukset eivät muodosta ilma- tai diffuusiotiivistä kokonaisuutta. Levyverhous voi olla tiivistetty reunoilta, mutta siihen tehdyt reiät valaistukselle, sähkörasioille, sekä tarkastusluukuille rikkovat tiiveyden. Myös alakatossa olevat kylmävesiputket tulee lämmöneristää, jottei kondenssivedestä aiheutuisi vahinkoja. (RT 84-11166 2014, 7.)

Saunan alakattotila puolestaan jää yleensä kahden eri höyrynsulkumateriaalin väliin, jolloin se olisi hyvä saada jätettyä avoimeksi pesuhuoneen alakattotilaan, tuulettumisen varmistamiseksi. Jos tämä ei ole mahdollista, niin tuuletus on hoidettava toiseen, kuivaan sisätilaan. (RT 84-11166 2014, 7.)

Jos alakaton tuuletus hoidetaan koneellisella ilmanvaihdolla, tulee ottaa huomioon, että se saattaa toimia vain alakattoa kastelevana, jolloin saadaan aikaan home- ja kosteusvaurioita. Luotettavin tapa on puhaltaa tuloilma alakattotilaan, josta se virtaa puolestaan märkätilan puolelle poistoilmanvaihdon vaikutuksesta. Märkätilassa tulee olla ilmanvaihto, joka on tarpeeksi tehokas kuivattamaan kastuneet pinnat nopeasti, jotta kosteus ei muhi rakenteissa. (RIL 107–2012, 2012, 170.)

2.5 Vedeneristys ja pintarakenteet

Märkätiloissa lattia- ja seinäpäällysteiden tai niiden alla mahdollisimman lähellä sisäpintaa olevan erillisen vedeneristysten on toimittava vedeneristeenä, joka myös estää vesihöyryn haitallisen siirtymisen rakenteisiin (RIL 107–2012, 2012, 170.). Vedeneristystyöt ja valvonta märkätiloissa on RT-kortin 84-11166 (2014, 11.) mukaan suositeltavaa teettää VTT-henkilösertifikaatin omaavalla henkilöllä. Vedeneristeitä on paikalla asennettavia sekä tehtaalla suoraan tuotteeseen asennettuja, jolloin työmaalle jää saumakohtien tiivistys. Vedeneristysmateriaalien täytyy estää veden pääseminen ympäröiviin rakenteisiin sekä kestää jatkuvaa vesirasitusta. Saunassa ei erilliselle vedeneristeelle paneeliseinissä ole tarvetta, sillä sen takana oleva höyrynsulku

sekä tuulettuva ilmaväli on toimiva ratkaisu kosteusteknisesti. Ainoa poikkeus on lattiasta seinille vähintään 100mm korkeuteen nostettu vedeneristys. (RIL 107–2012, 2012, 170.)

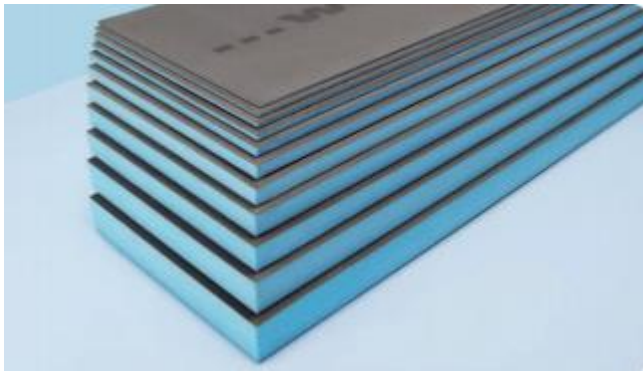
Materiaaleille, joita käytetään vedeneristämiseen, asetetaan mm. seuraavia ominaisuusvaatimuksia: vedenpitävyys, vesihöyrynvastus, vedenkestävyys, alkalinkestävyys, lujuus, tartuntalujuus, saumojen lujuus, joustavuus, halkeaman silloituskyky, kutistuvuus ja materiaalin yhteensopivuus rakenteiden muiden osien kanssa. (RIL 255-1-2014 2014, 174-175.)

Märkätilojen seinissä tulisi käyttää saman vedeneristysjärjestelmän tuotetta kuin lattiassa, jotta varmistetaan, että ne ovat yhteensopivia keskenään. Seinän ja lattian saumakohdassa tulee vedeneriste nostaa seinälle 100mm ja limittää seinän vedeneriste vähintään 30mm lattian vedeneristeen noston kanssa, jotta ne liittyvät vesitiiviisti yhteen. Tällä estetään seinää pitkin valuvan veden pääsy lattiaeristeen taakse. Läpivientejä seinissä tulee välttää kaikkein kriittisimmissä kohdissa, eli suihkuille tulevat vesijohdot olisi hyvä tehdä pinta-asennuksena yläkautta. Kiinnitysruuvit ja muut vedeneristeen lävistävät kiinnikkeet tulee tiivistää vedeneristeen kanssa toimivalla tiivistysmassalla. (RIL 107–2012, 2012, 172.)

Lattiassa saa olla vain sellaisia läpivientejä, jotka ovat viemäröinnin kannalta tarpeellisia. Tässä tilanteessa tulee läpiviennin reunan olla vähintään 40mm päässä seinästä, sekä putken ympärille vedeneriste tulee nostaa 15mm valmista lattiapintaa korkeammalle. Putken tiiveys voidaan varmistaa myös läpivientiholkilla. Ovi- ja ikkunaliittymät eristeisiin on tehtävä niin, ettei vettä pääse imeytymään tai valumaan rakenteisiin. (RIL 107–2012, 2012, 172-173.)

3 Veden eristämiseen käytettävät materiaalit

3.1 Pinnoitetut XPS-levyt

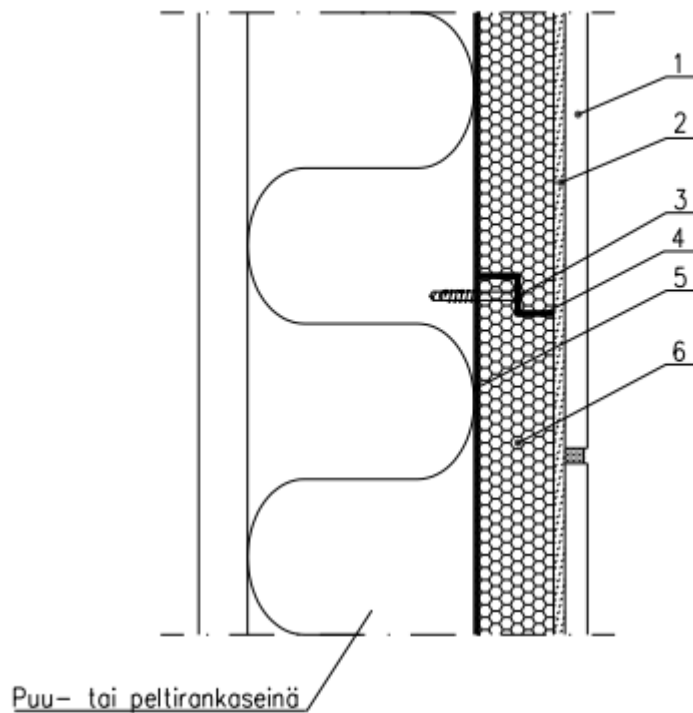


Kuvio 1. Wedi-rakennuslevy (Tekninen tuotekortti. 2015.)

XPS-levyt on valmistettu suulakepuristetusta polystyreenivaahdosta. Suulakepuristusmenetelmällä pystytään säätämään suljettujen kennojen kokoa, suuntaa ja eristeen vahvuutta. Levysten tilavuudesta noin 97% on ilmaa, joten ne toimivat myös lämmöneristeenä. (RIL 255-1-2014, 2014, 265.)

Kovan ydinmateriaalin molemmat pinnat on vahvistettu alkalia kestäväällä lasikuituverkolla, sekä pinnoitettu sementtilaastilla, joka on polymeerimodifioitu. Pinnoituksen ansiosta levyjen päälle voidaan laatoittaa suoraan. Levyt ovat myös vesitiiviitä sekä homehtumattomia. Tämän ansiosta levyt sopivat hyvin käytettäväksi normaaleissa sisätiloissa. Ne ovat kiinnitettävissä kaikkiin lujiin ja kantaviin alustoihin, jonka ansiosta ne soveltuvan materiaaleiksi uudis- ja korjausrakennuskohteisiin joko ainoaksi tai osaksi rakenneratkaisuja. (Tekninen tuotekortti. 2015. 1.)

Levyistä on olemassa myös lattialle soveltuvia versioita, joissa on kaadot valmiina. Näillä levyillä saadaan kylpyhuoneisiin välttämättömät kaadot tehtyä nopeasti ja helposti. Lattialevyt ovat myös kevyitä, jolloin puurakenteisissa taloissa ala- tai välipohjan päälle märkätilaa rakentaessa välttyään suuremmilta rakenteita rasittavilta lisäkuormilta. Lattian rakenne ja sen jäykkyys on aina toteutettava rakennesuunnittelijan



1. Keraamiset seinälaatat (ei kokorajoitusta)
2. Kiinnityslaasti, ARDEX X77-kiinnityslaasti
3. Tulppa Z-kiinnike + rst-ruuvi vaakasaumassa rangon kohdalla
4. Saumatiiviste, ARDEX CA 20P-liimamassa
5. Kiinnitys rankaan, ARDEX CA 20P-liimamassa
6. Finnfoam TULPPA-levy 20mm, rankajako \leq k600

Kuvio 3. Tulppa-levyseinän leikkauskuva (Rakennekuvat. N.d.)

3.1.1 Asennus

Levyjen asentaminen ja kiinnittäminen seiniin ja lattialle tapahtuu aina valmistajan ohjeiden mukaan.

Ennen levyttämistä tulee asentaa tarvittavat lisätuet tulevia kiinteitä- ja vesikalusteita varten. Tukien paikat on merkittävä muistiin rakennuskuviin ennen levyjen asennusta, jotta tieto niiden sijainnista olisi kaikilla käytettävissä koko urakan ajan. Seinissä XPS-rakennuslevyn paksuus määräytyy seinien runkojaon mukaan:

runkotolppajako k300: $\geq 12,5$ mm levy

runkotolppajako k600: ≥ 20 mm levy

Rakennuslevyt tulee kiinnittää puu- tai metallirankaan pystyyn tai vaakaan valmistajan asennusohjeiden mukaisilla kiinnikkeillä niin, että kaikki levyreunat ovat tuettuina, jotta ne eivät antaisi periksi. Tarvittavat läpiviennit esimerkiksi suihkusekoittajan rasioille työstetään levyihin siihen soveltuvilla työvälineillä ennen levyjen paikalleen kiinnittämistä. Läpivientireiät tulisi tehdä noin 10mm tarvittavaa suuremmaksi ja pintapuolelta kartion muotoon avarretuiksi, jotta läpiviennit saadaan tiivistettyä tehokkaasti liimamassalla kauluksen muotoon. (Wedi-seinäratkaisut märkätiloissa. 2016. 2.)

Puurankaan kiinnittäessä valitaan siihen sopiva puuruuvi ja metallirankaan kiinnittäessä itseporautuva ruuvi. Ruuvien paksuus on n. 4,5 mm ja pituus vähintään 2 kertaa kiinnitettävän levyn paksuus mutta kuitenkin niin, että levyt voidaan kiinnittää lujasti alustaan. Joissain levyissä käytetään myös liimamassaa vahvistamaan kiinnitystä seinärankaan sekä levyjen saumakohtia, jolloin ylipursuava massa levitetään tasaiseksi sauman päälle. Kiinnikkeiden riittävä määrä sekä yhteensopivat liimamassat on tarkistettava valmistajan ohjeista. (Wedi-seinäratkaisut märkätiloissa. 2016. 2.)

Seinien kulmiin ja nurkkiin sekä lattian rajaan jätetään n. 3 mm asennusrako kiilojen avulla, joka täytetään liimamassalla. käytettäessä XPS-levyä lattiassa tai vesieristessä suoraan kiviaineksen päälle, tulee liimamassan kuivuttua levyjen väliset saumat, nurkat ja lattianraja eristää vedeneristysmassan ja vahvikekankaan kanssa. (Wedi-seinäratkaisut märkätiloissa. 2016. 2.)

Läpivienneissä liimamassan päälle kiinnitetään vedeneristysmassalla saumanauhasta tehty kauluskappale, jonka päälle levitetään vedeneristysmassaa niin, että se tulee vähintään 20mm kauluksen reunojen yli. Myös kiinnikkeiden päälle tulee asentaa saumanauhasta leikattu n. 10x10cm pala ja vedeneristettä siten, että ne peittyvät täysin ja vedeneriste tulee vähintään 20mm joka puolelta nauhan yli. (Wedi-seinäratkaisut märkätiloissa. 2016. 6.)

Märkätilan tavanomainen kiviaineslattia vedeneristetään kauttaaltaan märkätilojen vedeneristys- ja pintarakennejärjestelmän ohjeiden mukaisesti. Lattian vedeneristysmassan tulee olla nostettu seinän puolella ylösnostona vähintään 10 cm. (Wedi-seinäratkaisut märkätiloissa. 2016. 7.)

Mikäli lattiassa käytetään kaadollista XPS-levyä, tulee varmistaa, ettei rakenteissa tapahdu muodonmuutoksia esimerkiksi kuivumisen tai kutistumisen takia. Levy kiinnitetään lattiaan kiinnityslaastilla, painaen ja hiertäen niin, ettei ilmarakoja jää levyn alle. Levyt pidetään paikallaan, kunnes laasti kuivuu esimerkiksi laattapaketeilla tai kiinnittämällä kiinnikkeillä suoraan lattiaan. Ala- tai välipohjan ollessa puurakenteinen, tulee levyt kiinnittää myös ruuveilla puuhun, joita on oltava vähintään 5kpl/neliömetri. Laastin kuivuttua saumakohtat lattiassa ja seinän rajassa vahvistetaan vahvikenauhoilla ja lattia vedeneristetään kauttaaltaan, nostaen eriste seinille vähintään 10cm. (Wedi-seinäratkaisut märkätiloissa. 2016. 7.)

3.2 Väliseinäharkko vesieristellä

Väliseinäharkot ovat erilaisia kivipohjaisia rakennusmateriaaleja, joka kestävät hyvin kosteutta. Ne eivät pala eivätkä lahoa, sillä niiden valmistuksessa on käytetty sementtiä, vettä ja harkkotyypistä riippuen kevytsoraa tai hiekkaa ja masuunikuonaa. (RIL 255-1-2014, 2014, 276.)

Harkkomuurausta voidaan käyttää vain silloin, kun alla oleva lattiamateriaali on betonia, sillä alla oleva puumateriaali olisi altis kosteusvauriolle, sekä muodonmuutoksille. Väliseinäharkot ovat useimmiten ympäriontattuja, sekä erittäin tarkkamittaisia, joten niillä rakentaminen on nopeaa ja helppoa. Harkkoja käytettäessä märkätilojen rakenteissa ohjeistusten mukaisesti, vältetään puurakenteille ominaisilta laho- ja homevaurioilta. (HB-priima väliseinälevy, 2014, 2.)

Väliseinissä käytetyt harkot eivät ole itsessään vedeneristeitä, joten pintaan on asennuksen yhteydessä siveltävä märkätilaan ja harkoille soveltuva vedeneriste valmistajan ohjeiden mukaisesti. (Liite 1.)

3.2.1 Asennus

Väliseinäharkot tulee varastoida työmaalla kuljetuspakkauksissaan sateelta suojaan. Noin viikkoa ennen asennusta harkot pitää siirtää ilman pakkausmuovejaan lämpimään ja hyvin tuuletettuun sisätilaan. Tämä vähentää seinien mahdollista halkeiluvaaraa. Harkkojen katkaisu oikeaan mittaan tapahtuu materiaalista riippuen harkkosahalla ja timantti- tai kivilaikalla. (HB-priima väliseinälevy, 2014, 9.)

Seiniä muuratessa tulisi työskentelylämpötilan olla vähintään +10 astetta ja tilassa hyvä tuuletus. Väliseinien paikkojen valinnan ja mittauksen jälkeen seinien muuraus tapahtuu harkon materiaaliin sopivalla laastilla tai kiviliimalla valmistajan ohjeista riippuen. Ensimmäisen harkkorivin alle tulee asentaa tarvittaessa seinän levyinen bitumihuopakaista, joka vähentää lattialämmityksen lämmön aiheuttaman muodonmuutoksen siirtymistä seinille, vähentäen puolestaan halkeiluriskiä. (HB-priima väliseinälevy, 2014, 9.)

Harkkorivit tulee asentaa puoli harkkoa limittäen, jotta pystysaumamat eivät jäisi samalle kohdalle. Ylipursunnut laasti on tasoitettava harkkojen päältä ennen kuin se kerkeää kuivumaan. Aukonylityksissä, esimerkiksi oven päällä on materiaalista riippuen eri ohjeistus, jota tulee noudattaa.

Harkkoseinän ja puisen yläpohjan väliin on jätettävä villakaistale eristeeksi, jotta yläpuolisilta rakenteilta ei tulisi kuormia väliseinälle.

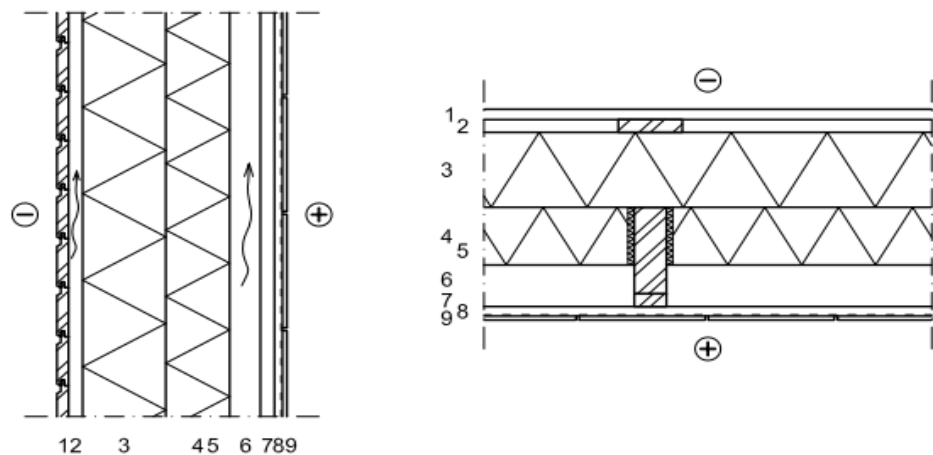
Harkkotyypistä riippuen vesiputket ja sähköjohdot voidaan vetää joko harkon sisällä tai urittaa harkon pintaan. Urittaessa on otettava huomioon valmistajan ehdot uran syvyydelle ja leveydelle. Halkeilun välttämiseksi pitkiin seiniin on tarvittaessa jätettävä liikuntasauvoja tai kutistumisraudoitukset rakennesuunnitelmien mukaan. Liikuntasaumaväliksi noin 4-6 metriä on sopiva. (HB-priima väliseinälevy, 2014, 12.)

Seinät on tasoitettava kertaalleen laastin kuivuttua märkätiloihin soveltuvalla tasoitteella, jonka jälkeen epätasaisuudet hierretään pois. Ennen laatoitusta tulee tehdä asianmukainen vesieristyskäsittely siveltävällä vesieristeellä. (kohta 2.5.)

3.3 Kuitusementtilevy

Kuitusementtilevyt ovat sementistä, täyteaineesta, kiilteestä ja selluloosasta valmistettuja rakennuslevyjä erityisesti märkätiloihin. (RIL 255-1-2014, 2014, 287.)

Levyt ovat jo tehtaalla vedeneristetty valmiiksi molemmin puolin, jolloin kuitusementtilevyn pintaan ei tarvitse asentaa erillistä vedeneristystä. Levy kestää hyvin kulutusta, hylkii mikrobeja ja hometta sementtipohjan alkalisuutensa ansiosta sekä toimii äänieristeenä. Levy ei myöskään pala tai haihduta ympäristöönsä haitallisia aineita, jonka ansiosta ne toimivat myös paloa osastoivissa rakenteissa. Kuitusementtilevyt ovat luonnonmateriaaleista valmistettuja sileitä levyjä, joten ne ovat myös ympäristöystävällisiä.



Rakenne (US 1.1.2)	1	Ulkoerohous
	2	Tuuletusväli, pystykoolaus 22x100 mm
	3	Kingspan Therma™ TW55 130 mm, saumat vaahdotetaan
	4	Kingspan Therma™ TW55 Runkolevy 100 mm, vaahdotus runkoon
	5	Runkotolpat rakennesuunnitelmien mukaan
	6	Tuuletusväli, tuuletus ympäröiviin kuiviin huoneisiin esimerkiksi yläpohjan alaslaskun kautta
	7	Tuuletusvälin korotuskoolaus, tarvittaessa*
	8	Sementtilevy tai vastaava
	9	Pinta vedeneristyskäsittely valmistajan tai suunnittelijan ohjeiden mukaan

Kuvio 5. Puurunkoinen ulkoseinärakenne märkätilassa (RT 84-11166. 2014.)

3.3.1 Asennus

Varastoidessa levyjä työmaalla, tulisi alustan olla tarpeeksi kantava ja tasainen, jotta levyt eivät taipuisi. Mikäli levyjä säilytetään ulkona, tulee ne suojata sateelta.

Seinään asennetaan tarvittavat tukirakenteet kiinteille kalusteille ennen niiden levytystä. Kuitusementtilevyille sopiva koolausväli on ≤ 400 mm, kuitenkin niin, että 1200, tai 900mm leveät levyt saadaan asennettua puskuun. Puurunkona käytetyn materiaalin koon on oltava vähintään 45x75, huonekorkeuden ollessa korkeintaan 2800m. Levyjen välinen suojamuovi on poistettava ennen asentamista. Kiinnitys aloitetaan seinän keskirangoilta alhaalta ylöspäin, jonka jälkeen reunat kiinnitetään. (kuvio 6.) Osassa levyistä pitkät sivut on tehtaalla esirei'itetty valmiiksi asennuksen helpottamiseksi. Työn edetessä varmistetaan, että levy on tiiviisti kiinni rangassa joka puolelta. (Cembrit kaakeliluja. 2018. 4.)

Levyjen katkaiseminen onnistuu tekemällä mattopuukolla viilto ja taivuttamalla tai sahaamalla. Sahaus käy sirkkelin timanttisella leikkuuterällä tai kovametallihampaisella pistosahalla. Poratessa läpivientireikiä käy teräksi esimerkiksi reikäsaha, jossa kovametallihampaat. (Cembrit kaakeliluja. 2018. 6.)

Kuitusementtilevyjen saumat, lattia- ja seinänurkat sekä levyissä olevat ruuvilinjat tulee tiivistää joko itseliimautuvalla tiivistenauhalla tai samalla valmistajan hyväksymällä vedeneristysmateriaalilla ja vahvikenauhalla, jolla lattiankin vedeneristys tehdään. (Cembrit kaakeliluja. 2018. 4.)

Läpiviennit sijoitetaan suunnitelmien mukaan mahdollisimman kauas valuvasta ja roiskuvasta vedestä. Läpivientien tiivistäminen tehdään läpivientikappaleilla, jos mahdollista. Muussa tapauksessa tiivistykseen on kiinnitettävä erityistä huomiota. Levyyn porataan noin 10 mm läpiviennin halkaisijaa suurempi reikä. Läpivienti asennetaan paikoilleen ja täytetään ympäröivä aukko silikonilla. Lisäksi se tiivistetään vielä käyttämällä samaa materiaalia kuin lattiankin vedeneristykseen. (Cembrit kaakeliluja. 2018. 5.)

Lattiaan tehdään asianmukainen vedeneristys ohjeistusten mukaan. (kohta 2.5)
Katossa oleva höyrynsulku on limitettävä 100-200mm levyn kanssa, niin ettei yhtenäinen höyrynsulku katkea.

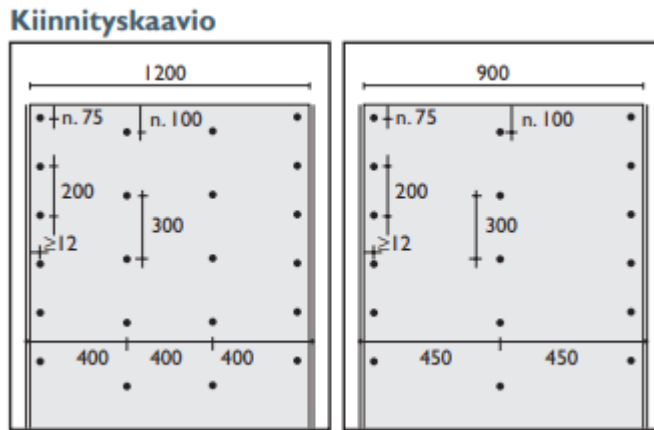
3.4 Kipsilevy

Kipsilevyissä levyn ydin on kipsiä ja levyn molemmat pinnat ovat kartonkia. Kipsi, jota levyissä käytetään, on luonnosta tai teollisuuden sivutuotteena saatava materiaali. Levy on halpaa ja sen työstäminen on helppoa, minkä ansiosta se on yleisesti käytetty rakennusmateriaali niin kuivien kuin märkätilojenkin rakenteissa. (RIL 255-1-2014, 2014, 286.)

Kipsilevy ei itsessään toimi vedeneristeenä, vaan sen pintaan sivellään märkätilan vedeneriste. Siveltävät vedeneristeet eivät ole vesihöyryntiiviitä, joten rakenteisiin pääsevä vesihöyryvirta on otettava huomioon käytettäessä kosteudelle arkoja runkomateriaaleja. Tämä onnistuu jättämällä levyseinän taakse tuuletusvälin, jonka kautta rakenteet pääsevät kuivumaan. Siveltäessä eristettä on myös oltava erityisen tarkkana, ettei rakenteisiin jää mahdollisia vuotokohtia. (RIL 255-1-2014, 2014, 170.)

3.4.1 Asennus

Varastoinnin, käsittelyn ja rakentamisen aikana tulee levyt suojata niille haitalliselta kastumiselta, pölyltä ja lialta. Levyt ruuvataan teräs- tai puurankaan, jonka koon on oltava vähintään 66 mm ja jako k300. Kiinnitys tapahtuu tiukasti toisiaan vasten kipsilevyruuveja käyttäen, kuvan jakoa noudattaen. (Yleiset asennusohjeet. 2011.)



Kuvio 6. Märkätilalevyn kiinnitysohje (Cembrit kaakeliluja. 2018. 6.)

Ennen levyttämistä kylpyhuoneen kiinteille kalusteille tulee asentaa tarvittavat tukirakenteet. Levyn leikkaus oikeaan mittaan onnistuu mattopuukolla tai sahaamalla ja tarvittavien reikien tekeminen normaalilla reikäsahalla.

Levyt pitää asentaa noin 10 mm lattiasta irti, jotta levyn ja lattiapinnan välinen rako voidaan tiivistää tiivistysmassalla ennen vedeneristystä. Läpivientejä varten porataan levyyn 10mm tarvittavaa halkaisijaa suuremmat reiät. Läpivientikohdan ylimääräinen rako täytetään elastisella tiivistysmassalla. Levyt pohjustetaan kauttaaltaan pohjustusaineella, jonka jälkeen kaikkiin saumakohtiin, lattian ja seinien liitoksiin ja läpivienteihin asennetaan vahvikekangas ja vedeneriste. (Yleiset asennusohjeet. 2011.)

Tämän jälkeen märkätilassa seinät vesieristetään kauttaaltaan vesitiiviiksi kahteen kertaan ennen laattojen kiinnittämistä. Lattian vedeneristys on suositeltavaa tehdä vasta seinämateriaalin asennuksen jälkeen. Näin vältetään mahdolliselta vedeneristeen rikkoontumiselta seinien pinnoitusvaiheessa. Asennettaessa vedeneristettä on ehdottomasti noudatettava eristeen valmistajan antamia ohjeita. (Yleiset asennusohjeet. 2011.)

4 Materiaalien vertailu

Materiaalien vertailussa keskitytään niihin materiaaleihin, joita tilaaja käyttää tai on käyttänyt rakentaessaan puurakenteisten talojen ulko- ja väliseiniä.

Vertailu keskittyy oleellisesti materiaalien ominaisuuksiin, työstettävyyteen työmaalla sekä kustannuksiin ottaen huomioon myös asennukseen kuluvat työtunnit. Materiaalikustannuksen ja ominaisuuksien tarkentamiseksi kaikissa levitettävää pohjustusta ja vesieristettä tarvitsevilla tilanteilla käytetään samaa weber MX pohjustetta sekä Weber WP vedeneristysmassaa. Myös kaikissa, paitsi harkkorakenteissa, seinärungot rakennetaan käyttäen kertopuuta.

4.1 XPS-levyt

Pinnoitettuja XPS-levyjä tarkasteltaessa käytetään esimerkkeinä tunnettuja tuotemerkkejä, kuten Wedi ja Tulppa. Levyt ovat tarkasteltavista materiaaleista kalleimpia neliöhinnaltaan, mutta nopeimpia ja helpoimpia asentaa.

4.1.1 Ominaisuudet ja työstettävyys

Puristuslujuus	DIN 53421 mukaan	0.25 N/mm²
Vesihöyrynvastus	DIN 52615 mukaan	100 μ
Lämpölaajenemiskerroin		0.07
Veden imeytyminen tilavuus-% (28 vrk vesiupotuksessa)	DIN 53428 mukaan	1.5
Paloluokitus / rakennusmateriaalin paloluokitus	DIN 4102	B.1
Leimahdusluokittelu SIA 183/2		V.1
Käyttölämpötila		-50°C...+75°C
Tiheys (vähimm.)	DIN 53420	28kg/m³
Suhteellinen kimmomoduli (paksuudesta riippuen)	DIN 53421	7-12 N/mm²
Lämmönjohtavuuden luokitus	DIN 4108 mukaan	0.035 W/mK
Lämmön johtavuus 10°C keskilämpötila 60 vrk	DIN 52612	0.033 W/mK
Lämmön johtavuus lisäaineistettuna	DIN 52612	0.038 W/mK
Lamellilujuus	DIN 53292	0.45 N/mm²
Leikkauslujuus	DIN 53427	0.2 N/mm²
Leikkausmoduli	DIN 53427	4.0 N/mm²
Kapillaarinen imu		nolla

Kuvio 7. Suulakepuristetun polystyreenivaahdon (XPS) tekniset ominaisarvot (Sertifikaatti. 2008. 9.)

Levykoko (mm)	600 x 2600
Levyksuudet (mm)	
	<i>Suorareunaiset</i> 12,5
	<i>Puolipontilliset</i> 20, 30, 50 ja 80
Puristuslujuus	250 kPa
Lämmönjohtavuus λ Declared 12,5 mm, 20mm ja 30 mm	0,033 W/mK
Lämmönjohtavuus λ Declared 50 mm	0,035 W/mK
Lämmönjohtavuus λ Declared 80 mm	0,037 W/mK
Veden imeytyminen (Finnfoam-ydin)	< 0,7 t%
Vesihöyryn läpäisevyys kg/(m s Pa)	<1,5 x 10 ⁻¹²
Kapilaarisuus	0
Paloluokka	F
Lämmönlajenemiskerroin	0,07
Käyttölämpötila	-50 ... +75 C°

Kuvio 8. Tulppa-levyn tekniset ominaisarvot (Suoritustasoilmoitus. 2014. 2.)

Molemmat tarkasteltavista tuotteista ovat vettä hylkiviä, homehtumattomia ja lämpöä eristäviä. Levyjen pintaan on tehtaalla asennettu lasikuituverkolla vahvistettu sementtipinnoite, jonka ansiosta laatoitus onnistuu suoraan levyjen pintaan.

XPS-levyjen matala lämmönjohtavuus (0.035W/mK) tekee niistä hyviä eristeitä, jolloin niitä käytettäessä saadaan myös lisälämmöneristystä. Niille ominaista on myös matala vesihöyryn läpäisevyys sekä veden imeytyvyys, jolloin ei tarvitse asentaa ylimääräistä kerrosta vesieristettä levyjen pintaan. Tämä puolestaan vähentää vesieristyksestä koituvia kustannuksia.

Runkomateriaaliksi XPS-levylle voidaan valita joko puu-, tai metalliranka. Pinnoitetut suulakepuristetut levyt ovat helppoja työstää, sillä levyjen leikkaaminen oikeaan kokoon, sekä läpivientien teko onnistuu mattoveitsellä, käsisahalla, pistosahalla tai sirkkelillä. Myös levyjen liikuttelu on helppoa, sillä ne ovat kevyitä suulakepuristetun sisustansa ansiosta. Vedeneristyksessä säästyy myös aikaa ja rahaa, sillä levyistä eristetään vain sauma-, kiinnike- ja läpivientikohdat. Tämä myös vähentää

mahdollisia virheitä eristäessä. Valmistajan ohjeiden mukaan saadaan valmista pintaa jopa 10-15m² tunnissa (TULPPA), joka on nopein tarkasteltavista materiaaleista. Vesieristeen kuivumisen odottelu voi aiheuttaa tauon työskentelyyn ennen laatoituksen aloittamista.

4.2 Väliseinäharkko

Väliseinäharkkojen osalta tarkastellaan yleisesti käytettäviä rakennusmateriaaleja, kuten HB-priima väliseinälevyjä sekä siporex-väliseinälaattaa. Harkkojen kiinnityksissä käytetään valmistajien hyväksymiä laasteja.

4.2.1 Ominaisuudet ja työstettävyys

EN 771-3	
Priima-88 Kategorian I betoniharkko; kevytrunkoaines	
Mittapoikkeamaluokka:	D1
Lappeiden tasaisuus:	≤ 1,0 mm
Lappeiden yhdensuuntaisuus:	≤ 1,0 mm
Kappaleen muoto:	Standardin EN 1996-1-1 aukkoryhmä-2
Puristuslujuus:	$f_m = 3,0 \text{ N/mm}^2$
Normalisoitu puristuslujuus:	$f_b = 4,0 \text{ N/mm}^2$
Mittojen pysyvyys:	kosteusmuodonmuutos ≤ 1,0 mm/m
Leikkaustartuntalujuus:	$f_{k0} \geq 0,31 \text{ N/mm}^2$
Taivutustartuntalujuus:	$f_{k1} \geq 0,48 \text{ N/mm}^2, f_{k2} \geq 0,45 \text{ N/mm}^2$
Kapilaarinen vedenimukerroin:	6 g/m ² s
Vesihöyryn läpäisevyyden diffuusiokerroin:	Taulukkoarvo (EN 1745) 5/15
Bruttokuivatiheys:	700...800 kg/m ³
Lämmönjohtavuus:	0,34 W/mK ($\lambda_{10, \text{dry, unit}}$)
Jäädytys-sulatuskestävyys:	SFS 7001, liite1, Jäädytys-sulatus-testin läpäisy, 50 sykliä
Vaaralliset aineet:	Vaarallisia aineita koskevat tiedot annetaan vain tarvittaessa.
Palokäyttäytyminen:	Euroluokka A1
Suoritustasoilmoituksen sijainti HB-Betonin kotisivuilla:	www.hb-betoni.fi/aineistot/ce-merkinta/harkot.html

Kuvio 9. HB priima-88 CE-merkintä (Suoritustasoilmoitus. 2016. 2.)

Siporex-harkkoseinät				
1	2	3	4	5
Rakenne, käyttötarkoitus	Kuivatiheys	Keskimääräinen lämmönjohtavuus	Vesipitoisuus	Normaalinen lämmönjohtavuus
	ρ	λ_{10}	W_n	λ_n
	Kg/m ³	W/(m x K)	% kuivapainosta	W/(m x K)
Ohut- tai liimasaumoin maanpinnan yläpuolella	400	0,10 *)	6	0,11 *)
	450	0,12	6	0,135
	500	0,13	6	0,15
Ohut- tai liimasaumoin sisätilassa ja pintaverhottuna ulkoseinässä	400	0,10 *)	4	0,11 *)
	450	0,12	4	0,13
	500	0,13	4	0,145
Ulkoseinässä maanpinnan alap.	500	0,13	10	0,17

Kuvio 10. Siporex-rakenneosien normaaliset lämmönjohtavuudet (Suunnittelijan käsikirja. 2004. 15.)

Tarkastellessa väliseinäharkkojen ominaisuuksia, voidaan todeta, että kiviaineksesta valmistetut harkot ovat kosteutta kestäviä rakennratkaisuja. Rakentaessa märkätilan seiniä harkoista, ei tarvitse tehdä puusta runkoa, kuten levyrakenteissa, jolloin välttyään yhdeltä työvaiheelta. Tällöin ei myöskään tarvitse miettiä rakenteiden lahoamista tai palamista. Kivirakenteet ovat myös lujia ja liikkumattomia, jolloin ylimääräisiä jäykistämisiä ei tarvita. Tasoitteen ja huokoisen pinnan ansiosta vesieristeille ja pinnoitteille saadaan hyvä tartuntapinta. Väliseinäharkkojen lämmönjohtavuus on matala 0,12-0,34W/mK, mutta ne eivät kuitenkaan yllä XPS-levyjien eristävyys-tasolle.

Harkkoseinän muurauksen avuksi on olemassa listoja, jotka helpottavat sen suorassa pitämistä. Tällöin myös hieman kokemattomampikin rakentaja onnistuu hommassa. Harkot voidaan katkaista harkkosahalla tai niille soveltuvalla laikalla. Sahatessa syntävä pöly voi olla ongelma sisätiloissa, joten se on suositeltavaa tehdä ulkona. Siporex harkkoa käytettäessä vesiputket täytyy urittaa harkon pintaan, mutta priima harkoissa on tyhjä tila keskellä, joita pitkin tarvittavat putket voidaan tuoda. Harkkolaastin käytössä on oltava tarkkana, sillä liian vähäinen määrä jättää seinän heikoksi. Myös laastin kuivumisessa kestää, jolloin ei päästä jatkamaan seuraavaan työvaiheeseen. Muurauksen jälkeisen tasoituksen ja vedeneristeiden täytyy myös antaa kui-

vua, joten työhön tulee seisahduksia. Harkko ei itsessään ole vedeneriste, joten ta-
soitteen pintaan levitetään vesieriste, joka mahdollistaa virheiden syntymisen koko
seinän alueella.

4.3 Kuitusementtilevy

Kuitusementtilevyksi tarkasteluun valittiin Cembritin kaakeliluja, jota käytetään usein
märkätilojen seinien rakentamisessa.

Lämpöominaisuudet

Lämmönjohtavuus	W/m °C	0,3
Lämpölaajenemiskerroin	°C ⁻¹ 10 ⁻⁶	7
Ominaislämpökapasiteetti	kJ/kg °C	0,9
Käyttölämpötila-alue	°C	max 75
Pakkaskestävyys	kierrosta	NA

Kosteuseläminen

Toimituskosteus	%	2 (1-3)
Vedenimukyky	%	0,2
Märkä-kuiva-märkä, maksimi	mm/m	1,6
30 -> 50% suht. kost.	mm/m	0,3
50 -> 90% suht. kost.	mm/m	0,6
Paksuusturpoama, 24 h vedessä	%	<0,01
Vesihöyrynläpäisevyys	ng/m ² sPa	25
Vesihöyrynläpäisyvastus	s/m	>37000
Höyryvastus	MNs/gm	5000
Pinnan pH-arvo	0-14	NA

Mekaaniset ominaisuudet

Ruuvinvetovoima	N	420
Ruuvinkannatusvoima	N	NA

Mittatoleranssit

Paksuudelle	mm	+0,8/-0,8
Pituus, märkäsahattu	mm	± 8
Leveys, märkäsahattu	mm	± 6
Pituus, mitallistettu	mm	± 5
Leveys, mitallistettu	mm	± 3

Kuvio 11. Kaakelilujan ominaisuuksia (Cembrit Kaakeliluja. 2016. 3.)

4.3.1 Ominaisuudet ja työstettävyys

Kuitusementtilevyt ovat kestäviä ja helposti huollettavia. Levyt on mahdollista kiinnittää puu- tai metallirankaan. Sementin korkea pH-arvo antaa levyille hyvän suojan homekasvustoja vastaan. Lisäksi levyt ovat täysin palamattomia, joka on etu tulipalotilanteessa. Valmiiksi tehtaalla vesieristetty levy takaa pinnalle hyvän vedensietokyvyn. Levyt voivat myös imeä ja vapauttaa kosteutta ilman, että niiden ominaisuudet heikenevät. Kuitusementtisillä levyillä ei juurikaan lämmöneristävää vaikutusta ole, joten se täytyy huomioida erikseen rakenteissa. Äänen eristämisessä levy puolestaan toimii hyvin.

Kuitusementtilevyt ovat raskaita (n. 35kg/kpl) ja kovia levyjä, joten niiden liikuttelu ja leikkaaminen työmaalla on haastavaa. Suoria leikkauksia voidaan tehdä tekemällä pintaan viilto mattoveitsellä ja painamalla levy poikki. Kulmien ja reikien sahaamiseen on puolestaan käytettävä sirkkeliä tai reikäsahaa, joissa on timanttiset tai kova-metallihampaiset terät. Sahatessa syntyy hienoa pölyä, joka siivoaminen pois on hankalaa. Levyissä on tehtaalla valmiiksi tehdyt ruuvinreiät, joka helpottaa asentamista. Lisäksi tehtaalla on asennettu levyn molemmin puolin vedeneriste, joka nopeuttaa työstämistä ja vähentää vedeneristyksen aikana tapahtuvia virheitä. Työmaalla ai-noat levyyn tehtävät vedeneristykset ovat levyjen saumat, ruuvien reiät ja läpiviennit. Levyä asentaessa ei tule ylimääräisiä kuivumistaukoja käytettäessä tiivistenauhaa, jolloin työnteko sujuu tauotta.

4.4 Kipsilevy

Tarkasteltavana kipsilevynä käytetään Gyproc GRI 13 märkätilalevyä, joka kiinnitetään Gyprocin puurankaruuveilla.

Olellaiset ominaisuudet	Suoritustaso tuotetyypeittäin												
	GSE 6	GTS 9	GN 13 GNE 13 GN 13 NW 4PRO	GEK 13 GEKE 13	GR 13 GR 13 W	GRI 13 GRIE 13	GH 13	GL 15	GF 15 GFE 15	GFL 15	GFL 18	GN-S 13	GKBi 13
CE tyyppi	D-6,5	EH2-9,5	A-12,5	DIR-12,5	DIR-12,5	DIRH2-12,5	A 12,5	DIR-15,5	DFI-15,4	DF-15,0	DF-18,0	A-12,5	AH2-12,5
Euroluokka	A2-s1,d0	A2-s1,d0	A2-s1,d0	A2-s1,d0	A2-s1,d0	A2-s1,d0	A2-s1,d0	B-s1,d0	A2-s1,d0	A2-s1,d0	A2-s1,d0	A2-s1,d0	A2-s1,d0
Leikkauslujuus per kiinnike	NPD	290 N	370 N	500 N	500 N	520 N	NPD	520 N	440 N	NPD	NPD	NPD	NPD
Vesihöyrynvastus	10	10*	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Lämmönjohtavuus	0,25 W/m•K	0,25 W/m•K	0,25 W/m•K	0,25 W/m•K	0,25 W/m•K	0,25 W/m•K	0,25 W/m•K	0,25 W/m•K	0,25 W/m•K	0,25 W/m•K	0,25 W/m•K	0,25 W/m•K	0,25 W/m•K
Iskunkestävyys	NPD	NPD	NPD	NPD	NPD	NPD	NPD	NPD	NPD	NPD	NPD	NPD	NPD

Kuvio 12. Gyproc märkätilan kipsilevy GRI13 suoritustasoilmoitus
(Suoritustasoilmoitus. 2016.)

4.4.1 Ominaisuudet ja työstettävyys

Märkätilan kipsilevy on materiaaleista halvin vaihtoehto. Normaalisti erikoiskovasta kipsilevystä poiketen märkätilalevyn ydin on kyllästetty, jotta mahdollinen veden imeytyminen saadaan minimoitua. Kipsilevy pehmenee kastuessaan, joten vedeneristyksessä on oltava tarkkana. Kastuessaan kipsilevy toimii myös kasvualustana erilaisille homeille ja sienille, joten rakenteiden tuulettuminen ja kuivaaminen on hoidettava myös seinän toisella puolella.

Kuitusementtilevyn tavoin kipsilevy on raskas levy, joten sen liikutteleminen työmaalla ei ole välttämättä helppoa. Sen työstäminen puolestaan on helppoa, sillä katkaisu oikeaan mittaan hoituu mattoveitsellä tekemällä viilto pintapahviin ja napsauttamalla poikki. Reikien ja muiden muotojen sahaamiseen käy normaali reikäsaaha, käsisaha tai sirkkeli. Kipsinen sisus tosin pölyää sahatessa, jonka siivoaminen on hienon koostumuksensa takia haastavaa. Seinään asentamisen jälkeen levyt vesieristetään kauttaaltaan, jonka asentamisessa voi aiheutua virheitä. Vedeneristeen kuivuminen aiheuttaa myös taukoja työskentelyyn.

5 Rakennuskustannukset

5.1 Käsinlaskenta

Seuraavaksi on laskettu erilaisten seinärakenteiden kustannukset märkätiloissa ottaen huomioon työt ja materiaalit. Materiaaleissa on otettu huomioon vain ne osat, jotka eroavat eri rakenteiden välillä. Esimerkiksi laattojen ja laatoituksen hintaa ei ole tässä huomioitu. Kustannukset rakenteille taulukoihin 1-4 on saatu hakemalla ohjevähittäishintoja materiaaleille. Työkustannukset neliötä kohden on laskettu käyttämällä 52€ tuntityölaskutusta. Hinnassa on otettu huomioon myös sosiaalikulut urakkahintaan, jotka yhdessä tuntipalkan kanssa muodostavat kokonaiskustannuksen, joka yritykselle aiheutuu. Sosiaalikustannukset ovat noin 70% palkasta, jolloin sosiaalikulut on laskettu kertomalla työehtosopimuksen mukainen urakkahinta 0,70. Materiaalikustannuksien selvittämiseksi on laskettu materiaalin menekki neliölle, jonka jälkeen siihen on lisätty Rakennustöiden menekit 2015 mukainen hukkaprocentti kyseisessä työvaiheessa. Kaikille materiaaleille on etsitty halvin myyntihinta nettikaupoista, jolla neliön alueelle menevä materiaalmäärä on kerrottu. Näin saatiin seinärakenteelle laskettua yhtä valmista neliömetrin kokoista aluetta vastaava hinta.

Esimerkiksi kipsilevyn rungon (k300) materiaalikustannukset neliometriä kohden:
 Väliseinätolppa: $4.13\text{m}/\text{m}^2 \times \text{väliseinätolppa LVL: } 2.08 \text{ €/m} \times \text{Materiaalihukka: } 4 \% = 8.92\text{€/m}^2$

Työkustannukset on laskettu Rakennustöiden menekit 2015 kirjan mukaan. Kirjasta saatiin neliömetrin kokoisen alueen työtuntimenekit eri työvaiheille, joka kerrottiin työntekijän tuntipalkalla. Tästä saatiin myös sosiaalikulut laskettua kertomalla palkkakustannukset 0,7, jolloin lopullinen työkustannus yritykselle saadaan lisäämällä ne toisiinsa.

Taulukossa 1 on esitetty neliöhinta kahdelle eri pinnoitetun XPS-levyn rakenteelle. Kyseisillä märkätilanjärjestelmillä toteutettujen rakenteiden neliöhintojen arvioksi

saatiin Wedi:llä 90,43€/m² ja Tulppa:lla 91,19€/m². Taulukossa 2 puolestaan on esitetty kahden ohutsaumamuuratun märkätilan seinän hinnat. Muurattujen seinien neliöhintojen arvioksi saatiin Priima:lla 116,47€/m² ja Siporex:lla 119,35€/m². Taulukossa 3 ja 4 on esitetty erilaisten levyseinärakenteiden neliöhinnat, joiden hinta-arvioksi muodostui Kaakelilujalla 85,96€/m² ja 87,32€/m² Gyproc:n märkätilalevyllä. Taulukoissa on myös mainittu, onko kustannukset lajia 1, eli työkustannusta, vai lajia 2, eli materiaalikustannusta.

Taulukko 1. Pinnoitetut XPS-levyt

	Kustannuslaji	WEDI-levy	TULPPA-levy
Väliseinätolpat LVL (k600)	KL 2	5,34€/m ²	5,34€/m ²
XPS-levy (20mm)	KL 2	36,32€/m ²	35,78€/m ²
Kiinnikkeet	KL 2	3,04€/m ²	1,89€/m ²
Liimamassa	KL 2	3,44€/m ²	7,21€/m ²
Runko(k600) + levytys	KL 1	15,84€/m ²	15,84€/m ²
Seinä (sos. kulut)	KL 1	11,07€/m ²	11,07€/m ²
Vahvikenauha	KL 2	1,52€/m ²	1,02€/m ²
Vedeneristysmassa	KL 2	2,56€/m ²	1,74€/m ²
Vahvikenauhan asennus	KL 1	6,64€/m ²	6,64€/m ²
Nauhan asennus (sos. kulut)	KL 1	4,66€/m ²	4,66€/m ²
YHTEENSÄ	KL 1 + 2	90,43€/m ²	91,19€/m ²
	KL 2	52,22€/m ²	52,98€/m ²

Taulukko 2. Väliseinääharkko vedeneristeellä

	Kustannuslaji	Priima 88	Siporex V475 90
Lähtölista	KL 2	3,36€/m ²	-
Saumalevyt	KL 2	-	0,56€/m ²
Väliseinääharkko	KL 2	29,58€/m ²	34,04€/m ²
Laasti	KL 2	1,69€/m ²	2,85€/m ²
Ohutsaumamuuraus	KL 1	19,76€/m ²	19,76€/m ²
Laastin valmistus	KL 1	8,32€/m ²	8,32€/m ²
Muuraus (sos. kulut)	KL 1	19,66€/m ²	19,66€/m ²
Tasoite	KL 2	5,54€/m ²	5,54€/m ²
Tasoitus	KL 1	2,08€/m ²	2,08€/m ²
Tasoitus (sos. kulut)	KL 1	1,44€/m ²	1,44€/m ²
Vahvikenauha	KL 2	1,02€/m ²	1,02€/m ²
Tartuntapohjuste	KL 2	2,55€/m ²	2,55€/m ²
Vesieriste	KL 2	6,93€/m ²	6,93€/m ²
Vedeneristystyöt	KL 1	8,59€/m ²	8,59€/m ²
Vedeneristystyöt (sos. kulut)	KL 1	6,01€/m ²	6,01€/m ²
YHTEENSÄ	KL 1 + 2	116,47€/m ²	119,35€/m ²
	KL 2	50,67€/m ²	53,49€/m ²

Taulukko 3. Kuitusementtilevyn kustannukset

	Kustannuslaji	Kaakeliluja
Väliseinätolpat LVL (k400)	KL 2	7,99€/m ²
Kaakeliluja	KL 2	26,88€/m ²
Kiinnikkeet	KL 2	0,80€/m ²
Tiivistenauha	KL 2	6,07€/m ²
Runko(k400) + levytys	KL 1	26,00€/m ²
Seinä (sos. kulut)	KL 1	18,22€/m ²
YHTEENSÄ	KL 1 + 2	85,96€/m ²
	KL 2	41,74€/m ²

Taulukko 4. Märkätilan kipsilevy vedeneristeellä

	Kustannuslaji	Gyproc GRI13
Väliseinätolpat LVL (k300)	KL 2	8,92€/m ²
Märkätilan kipsilevy	KL 2	9,72€/m ²
Kiinnikkeet	KL 2	0,20€/m ²
Runko(k300) + levytys	KL 1	22,38€/m ²
Seinä (sos. kulut)	KL 1	15,67€/m ²
Tartuntapohjuste	KL 2	2,55€/m ²
Vahvikenauha	KL 2	1,96€/m ²
Vedeneristysmassa	KL 2	6,93€/m ²
Vedeneristys	KL 1	11,17€/m ²
Vedeneristys (sos. kulut)	KL 1	7,82€/m ²
YHTEENSÄ	KL 1 + 2	87,32€/m ²
	KL 2	30,28€/m ²

5.2 Laskentaohjelma

Kustannukset laskettiin myös Meps-laskentaohjelmalla. Laskentaohjelma on CAB groupin kehittämä ammattilaiskäyttöön tarkoitettu sovellus. Sovellus ottaa huomioon materiaalien hinnat, materiaalien hävikin, sekä työhön kuluvaan ajan. Materiaalien hinnoittelu perustuu eri lähteistä kerättyyn dataan ja yritysten omiin sopimuksiin, mutta niille voidaan antaa myös omat arvot. Lisäksi se laskee mukaan tarvittaessa myös kustannukset matkakuluille. Laskelmista (Liite 3 ja 4) nähdään, että työvaiheet ovat melko karkeasti eroteltu. Tämä johtuu siitä, että ohjelma on suunniteltu nopeuttamaan laskentaa. Esimerkiksi kipsilevyn asennukseen tulee vain yksi rivi, vaikka työvaiheita ja materiaaleja on useita erilaisia. Levyn kuljetus, katkaisu ja asennus materiaaleineen kuuluu yhteen ja samaan riviin. Mepsillä töiden kustannuksia

laskettaessa saadaan kokonaiskustannus, josta voidaan laskea työn hinta neliötä kohden.

Laskentaohjelma ilmoittaa hinnat ilman arvonlisäveroa, joten niihin täytyy lisätä alv 24%, jotta tuloksia voidaan vertailla. Tämä tapahtuu kertomalla hinta 1.24. Esimerkiksi XPS-levytyksen materiaalihinnaksi tulee $1021,34\text{€} / 22,62\text{m}^2 \times 1.24 = 55.99\text{€/m}^2$

Jotta hinnoista saatiin vertailukelpoiset, käytettiin samoja hintoja ja materiaaleja, kuin käsin laskettaessa. Lisäksi työvaiheet pidettiin samoina ja matkakustannuksia ei otettu huomioon.

Laskelmista (Liite 3 ja 4) voidaan todeta, että neliöhinnat materiaaleille ovat hieman erilaiset, kuin käsin laskettaessa. Pinnoitettuja XPS-levyjä tarkasteltaessa laskentaohjelma antaa materiaaleille neliöhinnaksi $45,15\text{ €/m}^2$. Levyjen asentamisen työkustannukseksi puolestaan tulee $46,25\text{ €/m}^2$, jolloin kokonaishinnaksi muodostuu $91,40\text{€/m}^2$.

Kuitusementtilevyllä laskettaessa materiaalin osuus hinnasta on $40,62\text{ €/m}^2$ ja työ $55,82\text{€/m}^2$. Tämä antaa kokonaiskustannuksen $96,44\text{€/m}^2$.

Harkkoa käytettäessä materiaalikustannukseksi saadaan $49,75\text{€/m}^2$ ja siihen liittyville töille $43,28\text{€/m}^2$. Kokonaiskustannus on tällöin $93,03\text{€/m}^2$.

Kipsilevyllä materiaalin osuus on $32,32\text{€/m}^2$ ja niiden asennustyöt $60,77\text{€/m}^2$, jolloin kokonaiskustannus on $93,09\text{€/m}^2$.

Laskentaohjelmasta nähdään myös työhön kuluva aika, joka ilmoitetaan mWu:na, eli manual work unit. Tämä luku ilmoittaa montako työtuntia kyseiseen työsuoritteen menee. Työtuntien määrät nähdään laskelmasta. Nämä tunnit jaetaan työestetävällä pinta-alalla, jolloin saadaan neliön tekemiseen kuluva aika. XPS-levyillä asennusaika on 1.29h/m^2 , kuitusementtilevyllä 1.56h/m^2 , harkkoseinällä 1.21h/m^2 ja kipsilevyllä 1.70h/m^2 .

6 Tulokset

Opinnäytetyössä päällimmäisenä tutkimuskohteena oli märkätilojen toteutustapojen, sekä hintojen vertailu erilaisilla rakenneratkaisuilla. Vertailuvaiheessa saatiin selville, että rakenteiden toteuttaminen eri materiaaleilla vaikuttaa rakenteisiin syntyvien riskitekijöiden määrään, toteutusnopeuteen, sekä kustannuksiin. Kustannukset ja toteutusnopeudet eri rakenteille laskettiin Rakennustöiden menekit 2015 kirjan perusteella, joten ne ovat arvioita. Lisäksi levyrakenteiden hintaan sisällytettiin rungon rakentaminen tasapuolisuuden nimissä. Erot voivat siis olla suurempia kohteissa, joissa ulkoseinän rakenteet mahdollistavat levytyksen suoraan rungon pintaan.

Kosteusteknisesti kaikki vaihtoehdot ovat hyviä oikein asennettuna, mutta vähiten riskitekijöitä on rakenteessa, jossa vesi ei pääse rakenteiden sisään huolimattoman vedeneristyksen asennuksen takia. Vähiten työmaalla lisättävää vedeneristystä tulee pinnoitettuihin XPS-levyihin, sekä kuitusementtilevyyn. Harkkorakenteissa läpi päässyt vesi ei vaikuta harkkoihin, mutta takana oleva rakenne saattaa kärsiä ylimääräisen kosteuden joutumisesta rakenteisiin, varsinkin puurakenteisissa taloissa. XPS-, kipsilevy ja kuitusementtirakenteissa voidaan runkona käyttää myös metallia, jolloin rungolle aiheutuvat kosteushaitat minimoidaan. Jotta vältytään kosteuden keräytymiseltä rakenteisiin, tulisi ulkoseiniä vasten olevat rakenteet olla tuulettuvia.

Aikataulullisesti pinnoitetut XPS-levyt ovat paras vaihtoehto. Niitä käytettäessä ei tule pitkiä odotusaikoja materiaalien kuivumisen kanssa, sekä asennus on nopeaa. Kiirehtiä ei kuitenkaan kannata asentaessa märkätilajärjestelmiä, sillä se on helpoin tapa tehdä virheitä ja aiheuttaa kosteusvaurioita. Hitain vaihtoehdoista puolestaan on harkkorakenne. Sitä rakentaessa on monta eri työvaihetta, sekä niiden välillä taukoja odotellessa materiaalien kuivumista, mikäli työstettävä alue on pieni, eivätkä rakenteet kerkeä kuivumaan ennen seuraavaa työvaihetta.

Kustannusarvioita laskettaessa niin materiaalin hinnalla, kuin asennusajalla on suuri merkitys lopulliseen hintaan. Kipsilevy on halpaa verrattuna esimerkiksi Tulppa-levyyn, mutta sen asennus on hidasta. Kustannusarvioiltaan halvin materiaali oli kipsilevy laskettaessa rakennustöiden menekit -kirjan mukaan, kun taas laskettaessa laskentaohjelmalla halvin vaihtoehtoista on kuitusementtilevy. Molemmissa materiaalikustannukset ovat pienet, mutta asennustyö nostaa neliöhintaa. Kipsilevy tosin on materiaaleista herkin kosteuden aiheuttamille vaurioille, joten rakennusmateriaaleja valitessa se kannattaa pitää mielessä. Materiaalikustannuksiltaan XPS-levy ja harkkorakenteiset seinät ovat kärjessä. Niiden materiaalikustannukset ovat suurimmat, mutta XPS-levyn nopea asennus laskee lopullista hintaa. Tämän takia kokonaiskustannusarvioltaan kalleimmaksi tulee harkkorakenteet, kun otetaan huomioon materiaali- ja työkustannukset.

Materiaalien työstettävyydessä pinnoitettu XPS-levy vie voiton. Sitä on helppoin leikata, sekä muokata jopa tavallisella mattoveitsellä. Keveytensä ansiosta levyä on myös helppo yksin liikutella työmaalla. Lisäksi levyä sahatessa ei synny hienoa pölyä, joten työmaan putsaaminen sujuu vaivatta imuroimalla. Myös ominaisuuksiltaan pinnoitettu XPS-levy on monipuolisin. Se kestää hyvin kosteutta, tarjoaa valmiin laatoituspinnan, helppo asentaa, sekä toimii samalla lisälämmöneristeenä.

Eri materiaaleilla on hyviä ja huonoja puolia. Jokainen työmaa on erilainen, joten materiaalitkin valitaan yleensä sen mukaan, mikä kyseisellä työmaalla on prioriteettina. Halutaanko nopeasti valmista, halpaa rakennetta, helpoiten käytettävää vai vahvaa ja kestävä. Kaikki ratkaisusta on todettu toimiviksi ja niitä käytetään monella eri työmaalla.

	Käsinlaskenta Materiaalit	Käsinlaskenta Materiaalit + työ	MEPS-laskenta materiaalit	MEPS- laskenta Materiaalit + työ	mWu (MEPS)
Pinnoitettu XPS-levy	52,55€/m ²	90,43€/m ²	45,15€/m ²	91,42€/m ²	1,29h/m ²
Väliseinääharkko	50,67€/m ²	116,47€/m ²	49,75€/m ²	93,03€/m ²	1,21h/m ²
Kuitusementtilevy	41,74€/m ²	85,96€/m ²	40,63€/m ²	96,45€/m ²	1,56h/m ²
Kipsilevy	30,28€/m ²	87,32€/m ²	32,33€/m ²	93,10€/m ²	1,70h/m ²

7 Johtopäätökset ja pohdinta

Työssä lähdettiin vertailemaan erilaisia märkätilojen seinärakenteita. Materiaaleja ja tuotevalmistajia olisi varmasti ollut enemmänkin, mutta vertailuun päädyin valitsemaan tilaajan käyttämiä materiaaleja, sekä kipsilevyrakenteen. Mielestäni se oli hyvä ratkaisu, sillä se antoi kuvan halvemmasta ratkaisusta ja siitä, kuinka paljon märkätilojen materiaalit ovat kehittyneet tarpeiden mukaan. Yksi alkuperäisistä kysymyksistä työn alussa oli se, että milloin tulee märkätilan ulkoseinärakenteessa käyttää tuuletusrakoa. Tähän sai vastauksen jo rakenteita läpi käydessä, joten päätin tiputtaa sen pois itse työstä.

Tulokseksi saatiin vertailua eri märkätilarakenteiden materiaalien välillä niin käytännöllisessä, kuin rakenteellisessa ja kustannuksellisessa mielessä. Alusta asti oli selvää, ettei tuloksissa tule olemaan yhtä ainoa oikeaa materiaalia jokaiselle rakentajalle, sillä tarpeita on monia erilaisia ja eri materiaalit täyttävät eri tarpeita. Yllätyin sinänsä siitä, kuinka pinnoitetun XPS-levyn hinta oli täysin vertailukelpoinen muihin materiaaleihin nähden. Ennen työtä luulin sitä muita paljon kalliimmaksi materiaaliksi.

Mielestäni työssä onnistuttiin vastaamaan niihin kysymyksiin mitä aluksi lähdettiin avaamaan. Jos jotain tekisin toisin, yrittäisin saada jokaiselle materiaalille samanlaisen rakennuskohteen, jotta pääsisi tarkemmin vertailemaan materiaalien menekkiä ja kustannuksia. Lisäksi saisi tarkan tiedon siitä, kuinka kauan kullakin materiaalilla rakenteiden rakentamisessa menee. Työn kannalta olisi myös optimaalista, jos nämä kyseiset rakennuskohteet olisivat esimerkiksi vuoden samanlaisen rasituksen alla, jonka jälkeen voisi tarkastella rakenteiden kuntoa käytön jälkeen. Tälläkertaa tyydyttiin kirjallisuudesta, sekä valmistajilta saataviin tietoihin materiaaleista.

Opinnäytetyön tuloksista tilaaja, sekä muut samoja asioita pohtivat rakentajat saavat kuvan siitä, millainen vaikutus eri materiaaleilla on esimerkiksi hintaan. Tietoa

materiaalikustannuksista, asennusohjeista tai työn vaatimuksista ja aikataulusta etsivä henkilö saa perustellun näkemyksen asiaan, eikä tarvitse lähteettömien kommenttejen perusteella rakentaa. Parhaassa tapauksessa työn lukija välttyy vesivahingolta rakentaessaan tai remontoidessaan omaa märkätilaansa.

Käytetyt hinnat olivat jälleenmyyjien ilmoittamat neliöhinnat tuotteille ilman alennuksia, joten yksityishenkilön, tai yrityksen rakentaessa hinnat saattavat erota työssä ilmoitetuista.

Jatkokehityksen mahdollisuus työlle jää, jos valitsee tähän työhön kuulumattomia tai tulevaisuudessa käyttöön tulevia märkätilarakenteita ja materiaaleja. Lisäksi on mahdollista että nykyään jo olemassa olevia tuotteita päivitetään ja niiden asennus nopeutuu tai hidastuu esimerkiksi uusien työkalujen tai säännösten myötä.

Lähteet

Asennusohjeet Ardex-tuotteiden kanssa. 2013. Asennusohjeet Tulppa sivustolla. Viitattu 10.2.2019. <https://www.tulppa.fi/tulppa-jarjestelmat/tulppa-ardex-jarjestelma>

Cembrit kaakeliluja. 2016. Kaakelilujan datalehti Cembritin sivustolla. Viitattu 20.2.2019. https://www.cembrit.fi/media/6924/cembrit_datasheet_kaakeliluja.pdf

Cembrit kaakeliluja. 2018. Asennusohjeet kaakelilujalle Cembritin sivustolla. Viitattu 20.2.2019. <https://www.cembrit.fi/media/2037084/kaakelilujan-asennusohje-07-2018.pdf>

HB-priima-väliseinälevy. 2014. Suunnittelu ja työohje. Viitattu 24.2.2019. http://www.hb.fi/media/kuvat/aineistot-suunnittelukaytto-ohjeet-harkot/hb-priima_tyohje_2018_www.pdf

Kivimäki, C., Koistinen, L., Koskenvesa A, Lahtinen, M. & Wind, N. 2014. Rakennustöiden menekit 2015. Tampere: Rakennustieto Oy

Märkätilat. 2008. Helsingin, Espoon ja Vantaan Terveelliset tilat, Sisäilmayhdistys ry. Viitattu 13.4.2019 <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Kosteusvaurioituminen/Markatilat>

Nippala, E. & Vainio, T. Asuinrakennusten korjaustarve 2006-2035. VTT:n julkaisu asuinrakennusten korjaustarpeista. Viitattu 22.2.2019 <https://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2016/T274.pdf>

Rakennekuvat. N.d. Tulppa-levyn rakennekuvia. Viitattu 22.4.2019. <https://www.tulppa.fi/tulppa-levy/rakenne-kuvat/rakennekuvat-ardex-tuotteilla>

RIL 107-2012. 2012. Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL.

RIL 250-2011. 2011. Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL.

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

RT 82-10820. 2004. Pientalon puurakenteet. Avoin puurakennusjärjestelmä. RT-kortisto. Rakennustieto Oy.

RT 82-11006. 2010. Ulkoseinärakenteita. RT-kortisto. Rakennustieto Oy.

RT 84-11166. 2014. Märkätilojen rakenteet. RT-kortisto. Rakennustieto Oy.

Sertifikaatti. 2013. Sertifikaatti wedi + Mapegum WPD märkätilajärjestelmälle. Viitattu 12.2.2019 https://www.laattapiste.fi/globalassets/inriver/resources/sertifikaatti_wedimapegum_wps_markatilajarjestelma.pdf

Suoritustasoilmoitus. 2014. Tulppa-märkätilalevyn suoritustasoilmoitus. Viitattu 23.4.2019 https://www.tulppa.fi/files/dop/2014/Tulppa_2014_fi_Tulppa-50mm_096-CPR-2014-03-13.pdf

Suoritustasoilmoitus. 2016. Gyproc suoritustasoilmoitus. Viitattu 23.4.2019. https://www.gyproc.fi/sites/gypsum.nordic.master/files/gyproc-site/document-files/fi/Suoritustasoilmoitus_DoP_Nr- G520 - Gyproc Kipsilevyt.pdf

Suoritustasoilmoitus. 2016. HB priima-88:n suoritustasoilmoitus. Viitattu 23.4.2019. <http://www.hb.fi/media/kuvat/ce/harkot/priimat-jyvaskylan-tehtaat.pdf>

Suunnittelijan käsikirja. 2004. Käsikirja Siporex harkoilla suunnitteluun. Viitattu 21.3.2019. <http://www.hplush.fi/fi/suunnittelijan-kasikirja>

Thoden, K. 2013. Märkätilojen uudet vedeneristyslevyt. Viitattu 12.2.2019. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK130402.pdf>

Tulppa®-lattiajärjestelmä. n.d. Tulppa-lattiajärjestelmä märkätiloihin. Viitattu 15.4.2019 <https://www.tulppa.fi/tulppa-lattia/>

Tekninen tuotekortti. 2015. Tuotekortti wedi-rakennuslevylle laattapisteen sivustolla. Viitattu 12.2.2019 https://www.laattapiste.fi/globalassets/inriver/resources/tuotekortti_wedi_tekninen_tuotekortti.pdf

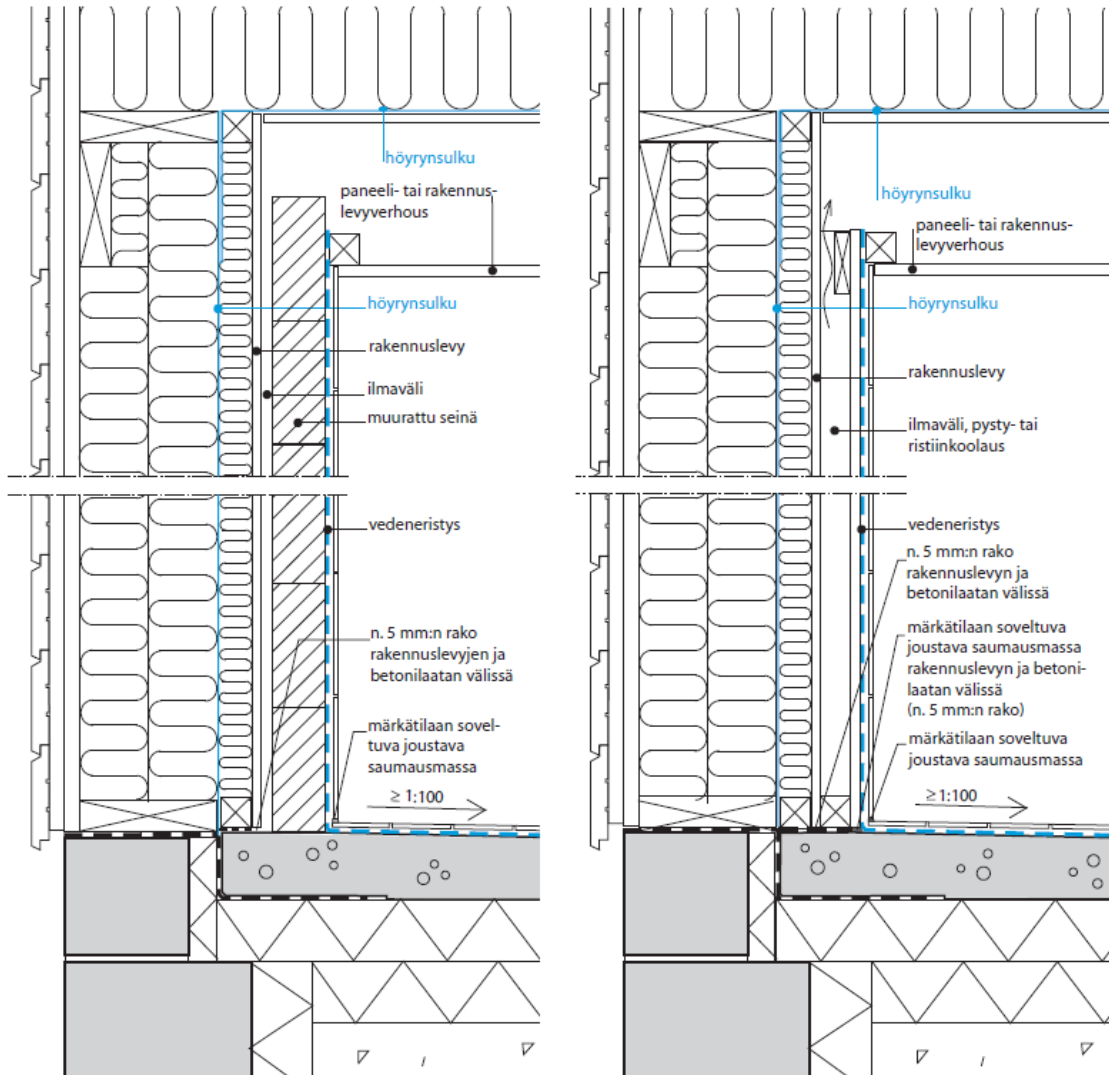
Yleiset asennusohjeet. 2011. Märkätilan asennusohjeet Gyprocin sivustolla. Viitattu 10.2.2019. <https://www.gyproc.fi/asentaminen/asennusohjeet/m%C3%A4rk%C3%A4tilan-rakentaminen/yleiset-asennusohjeet>

Wedi-seinäratkaisut märkätiloissa. 2016. Asennusopas laattapisteen sivuilla. Viitattu 27.4.2019. <https://www.laattapiste.fi/ratkaisut/wedi-seinaratkaisut-markatiloissa/#dokumentit>

YMA 728/2017. Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta. Viitattu 1.5.2019. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170782>

Liitteet

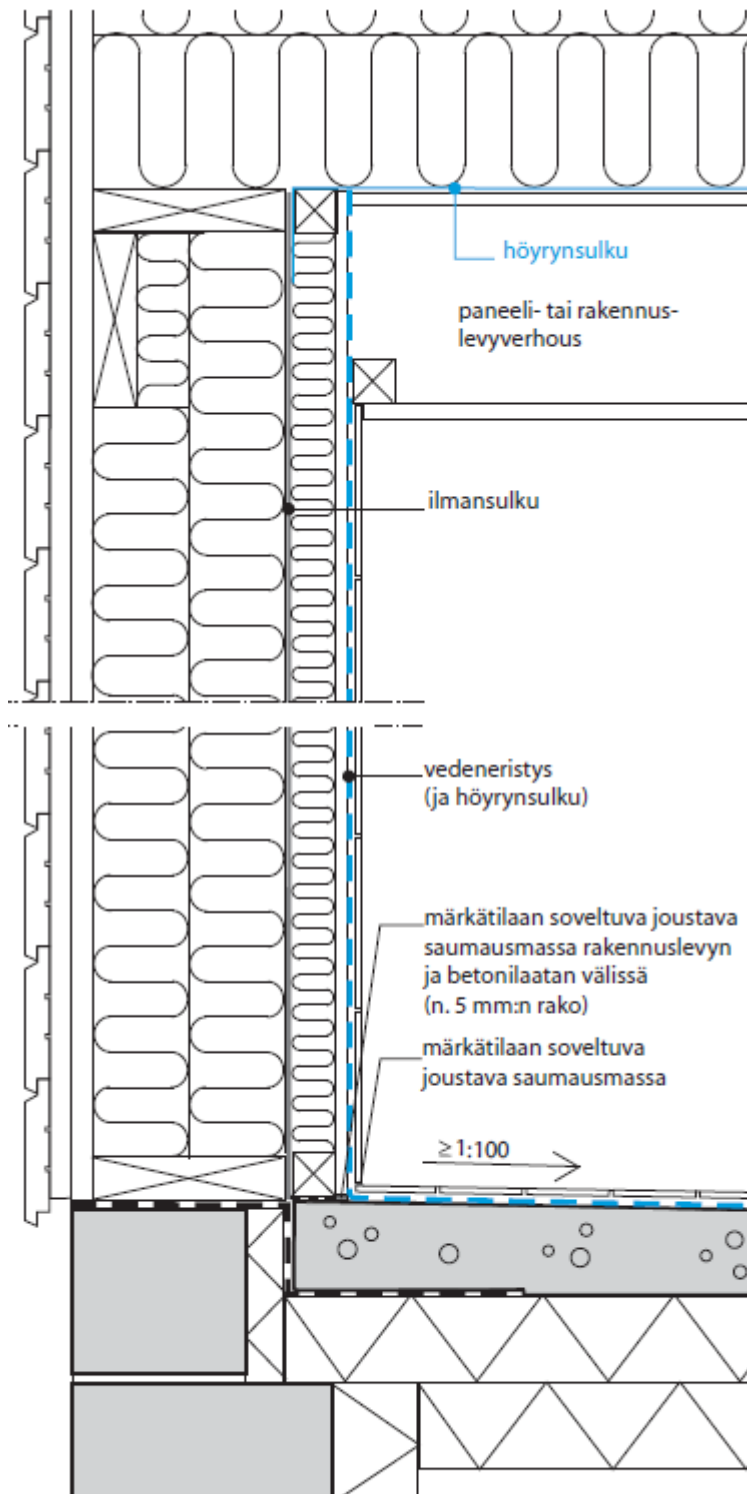
Liite 1. Tuulestilalliset rakennedetaljit kivi- ja levyrakenteilla (RT 84-11166. 2014. 7.)



Kuva 7. Puurakenteinen ulkoseinä, jossa on sisäpuolinen verho-
muuraus märkätilan kohdalla. Rakennuksen höyrynsulku jatkuu
katkeamattomana myös märkätilan kohdalla.

Kuva 8. Esimerkki puutalon märkätilan rajoittumisesta ulkoseinään
ja yläpohjaan. Ulkoseinän höyrynsulku voi olla jatkuvana myös
märkätilan kohdalla, kun laatoitusalustana olevan rakennuslevyn
takana on ilmaväli.

Liite 2. Rakennedetalji ilman tuuletustilaa levyrakenteella (RT 84-11166. 2014. 6.)



Kuva 5. Märkätilan ulkoseinässä ei saa olla höyrynsulkua vedeneristeen takana. Sen sijaan ilmansulku (ilmansulkupaperi tai -levytys) tulee olla.

Liite 3. Meps-laskelma 1. (meps laskentaohjelma)

Kylpyhuone - kipsilevyseinä + vesieriste*Pituus: 3 m, Leveys: 2,5 m, Korkeus: 2,4 m***Seinä***Nettopinta-ala: 22,62 m²*

Työvaihe	Suorittanut / Toimiala	Määrä	Työ	Materiaali	Yhteensä
UUSIMINEN 08.061.42 Puurangat		79,17 jm	7,08 mWu	188,96 EUR	442,53 EUR
UUSIMINEN 08.061.56 Alajuoksu		9,60 jm	3,90 mWu	51,26 EUR	190,79 EUR
UUSIMINEN 08.061.62 Yläjuokset, nykyinen katto		9,60 jm	7,20 mWu	24,89 EUR	282,65 EUR
UUSIMINEN 08.059.80 Kipsilevyt kova pinta ruuvattu		22,62 m ²	12,21 mWu	239,00 EUR	676,12 EUR
UUSIMINEN 08.058.45 Elastinen sauma ja teippi jm sauma		9,20 jm	0,47 mWu	29,48 EUR	46,23 EUR
UUSIMINEN 08.229.09 Eristekerros/kalvo telalla		22,62 m ²	7,54 mWu	197,71 EUR	467,50 EUR
Yhteensä			38,39 mWu	731,30 EUR	2 105,82 EUR

Kylpyhuone - Harkkoseinä + vesieriste*Pituus: 3 m, Leveys: 2,5 m, Korkeus: 2,4 m***Seinä***Nettopinta-ala: 22,62 m²*

Työvaihe	Suorittanut / Toimiala	Määrä	Työ	Materiaali	Yhteensä
UUSIMINEN 08.061.93 Kevytsoarakarkko pinta		22,62 m ²	13,62 mWu	697,94 EUR	1 185,51 EUR
UUSIMINEN 08.061.95 Kevytsoarakarkko roilo		4,00 jm	2,60 mWu	90,32 EUR	183,40 EUR
UUSIMINEN 08.228.98 Tasoite, märkä tila - pinta 1 krt		22,62 m ²	3,59 mWu	139,39 EUR	268,02 EUR
UUSIMINEN 08.229.09 Eristekerros/kalvo telalla		22,62 m ²	7,54 mWu	197,71 EUR	467,50 EUR
Yhteensä			27,35 mWu	1 125,36 EUR	2 104,43 EUR

Liite 4. Meps laskelma 2. (meps laskentaohjelma)

Kylpyhuone - XPS-levy*Pituus: 3 m, Leveys: 2,5 m, Korkeus: 2,4 m***Seinä***Nettopinta-ala: 22,62 m²*

Työvaihe	Suorittanut / Toimiala	Määrä	Työ	Materiaali	Yhteensä
UUSIMINEN 08.061.42 Puurangat		79,17 jm	7,08 mWu	188,96 EUR	442,53 EUR
UUSIMINEN 08.061.56 Alajuoksu		9,60 jm	3,90 mWu	51,26 EUR	190,79 EUR
UUSIMINEN 08.061.62 Yläjuoksut, nykyinen katto		9,60 jm	7,20 mWu	24,89 EUR	282,65 EUR
UUSIMINEN 08.080.43 Rak.levy solumuovi pinta ruuvattu		22,62 m ²	8,82 mWu	712,53 EUR	1 028,18 EUR
UUSIMINEN 08.228.09 Eristekerros/kalvo telalla		5,00 m ²	2,25 mWu	43,70 EUR	124,25 EUR
Yhteensä			29,25 mWu	1 021,34 EUR	2 068,40 EUR

Kylpyhuone - Kuitusementtilevy*Pituus: 3 m, Leveys: 2,5 m, Korkeus: 2,4 m***Seinä***Nettopinta-ala: 22,62 m²*

Työvaihe	Suorittanut / Toimiala	Määrä	Työ	Materiaali	Yhteensä
UUSIMINEN 08.228.09 Eristekerros/kalvo telalla		10,00 m ²	3,75 mWu	87,40 EUR	221,65 EUR
UUSIMINEN 08.061.42 Puurangat		79,17 jm	7,08 mWu	188,96 EUR	442,53 EUR
UUSIMINEN 08.061.56 Alajuoksu		9,60 jm	3,90 mWu	51,26 EUR	190,79 EUR
UUSIMINEN 08.061.62 Yläjuoksut, nykyinen katto		9,60 jm	7,20 mWu	24,89 EUR	282,65 EUR
UUSIMINEN 08.080.09 Sementtisidonnainen levy pinta		22,62 m ²	13,34 mWu	566,52 EUR	1 044,13 EUR
Yhteensä			35,27 mWu	919,03 EUR	2 181,75 EUR