

Mikko Björkman

Rakennedetaljikirjasto

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustuotantotekniikka

Insinöörityö

16.10.2014

Tekijä Otsikko	Mikko Björkman Rakennedetaljikirjasto
Sivumäärä Aika	41 sivua 16.10.2014
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Rakennustuotantotekniikka
Ohjaaja(t)	Anne Pietilä Hankekehityspäällikkö Stefan Forslund
<p>Tämän insinööriyön tavoitteena oli tutkia Lemminkäisen käyttämiä detaljeja ja koota nämä yhteen jatkokäyttöä helpottamaan. Tarkoituksena oli muodostaa detaljeista kirjasto, jonka avulla työmaalla ja toimistossa rakenneratkaisuiden tutkiminen olisi helpompaa.</p> <p>Insinööriyö toteutettiin perehtymällä ensin detaljeihin, joista valittiin neljä tutkittavaa rakennetta. Näiden valintojen pohjalta lähdettiin valitsemaan työhön käytettävät detaljit, joista tehtiin tarkemmat selvitykset tutkimalla alan kirjallisuutta, olemassa olevaa tietoa ja rakentamismääräyksiä. Tutkimuksessa tehtiin myös haastatteluja, joista saatiin tärkeää tietoa detaljien käytöstä työmaalla ja toimistossa.</p> <p>Jokaisessa rakennuskohteessa detaljeja on useita kymmeniä, joten riski kuvien puutteellisuuteen on olemassa. Työnjohdolle erittäin tärkeänä työvälineenä toimiva kirjasto helpottaa rakenneratkaisuiden toimivuuden tarkistamista ja epäkohtiin puuttumista.</p> <p>Insinööriyön tuloksena saatiin arvokasta tietoa käytetyistä detaljeista ja niiden hyvistä ja huonoista ratkaisuista.</p>	
Avainsanat	Detalji, Kirjasto, Kosteus, Vedeneristys

Author(s) Title	Mikko Björkman Structural Detail Library
Number of Pages Date	41 pages 16 October 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Construction and Site Management
Instructor(s)	Anne Pietilä Stefan Forslund, Project Development Chief
<p>Objective of this thesis was to study the details used by Lemminkäinen and compile them together to facilitate further use. The objective was to form a details library, which enables the analysis of structural solutions at the construction site and in the office.</p> <p>The study was carried out by first studying the details, of which four structures to be examined were chosen. Based on the chosen structures, details were selected which were then studied more closely by reading related literature, using existing knowledge and studying building regulations. During the study, interviews were also conducted which provided important information about the use of detail on site and in the office.</p> <p>In each construction target, there are several dozens of images so the risk of deficiency exists. For site management the library is a very important tool for analyzing the functionality of structural solutions and determining deficiencies.</p> <p>The thesis provides valuable information about the details used, and good and bad solutions based on them.</p>	
Keywords	Detail, Library, Humidity, Waterproofing

Sisällys

Sanastoa

1	Johdanto	1
1.1	Lemminkäinen	1
1.2	Työn kuvaus	1
1.3	Tutkimusmenetelmät ja työn rajaus	1
1.4	Työn tavoitteet	2
2	Rakentamismääräykset	3
2.1	Rakentamismääräyskokoelma C1	3
2.2	Rakentamismääräyskokoelma C2	3
2.3	Rakentamismääräyskokoelma D3	4
2.4	Rakentamismääräyskokoelma E1	4
2.5	Rakentamismääräyskokoelma C4	6
3	Rakennusfysiikka	7
3.1	Lämpö rakenteessa	7
3.2	Kosteus rakenteessa	8
3.3	Rakenteen eristäminen	9
4	Rakennedetaljien analysointi	12
4.1	Ikkuna- ja oviliittymät	12
4.2	Kansirakenteen vedeneristysdetaljit	14
4.2.1	Käännetty rakenne	15
4.2.2	Kylmä kansirakenne	16
4.2.3	Viherkatto	16
4.3	Märkätilan kynnykset ja saunan seinä- ja lattialiittymät	17
4.4	Vesikatto- ja räystäsdetaljit	21
4.4.1	Loivat katot	23
4.4.2	Jyrkät katot	26
5	Detaljikirjasto	28
5.1	Työvaiheet	28
5.2	Haastattelut	28
6	Tulosten analysointi	31

6.1	Hyödyt	31
6.2	Detaljien ongelmat	31
6.3	Tulokset	32
7	Rakennratkaisuja	33
7.1	Ikkuna- ja oviliittymät	33
7.2	Kansirakenteen vedeneristysdetaljit	35
7.3	Märkätilan kynnykset ja saunan seinä- ja lattialiittymät	37
7.4	Vesikatto- ja räystäsdetaljit	38
8	Yhteenveto	39
	Lähteet	40

Sanastoa

Aluskate

Vesikatteen alapuolinen kerros, joka estää vesikatteen läpi tulevan veden pääsyn yläpohjarakenteisiin.

Höyrynsulku

Ainekerros, joka estää vesihöyryn diffuusion rakenteeseen ja rakenteessa.

Kate

Rakenne, joka kallistettuna suojaa sen alapuoliset rakenteet veden ja lumen haitallisilta vaikutuksilta.

Märkätila

Huonetila, jonka seinä- ja lattiapinnat joutuvat veden ja tiivistyvän kosteuden rasittamiksi.

Rakennuskosteus

Tarkoittaa kosteutta, joka pääsee rakennusvaiheen aikana ja sitä ennen rakenteisiin.

Tuuletusaukko tai -rako

Tarkoittaa rakenteen ulkopuolelta rakenteeseen johtavaa tuuletusilmavirran sisäänmeno- tai poistumisaukkoa.

Tuuletusväli

Tarkoittaa rakenteessa olevaa yhtenäistä tuuletustilaa, jossa ilma pääsee vapaasti liikkumaan.

Vedeneristys

Ainekerros, joka kestää jatkuvaa kastumista ja estää veden tunkeutumisen rakenteeseen.

Vedenpaineeneristys

Ainekerros, joka kestää jatkuvaa vedenpainetta ja estää veden tunkeutumisen rakenteeseen.

Vesikatto

Katteen, aluskatteen ja näitä kannattavien rakenneosien muodostama rakenne.

1 Johdanto

1.1 Lemminkäinen

Tämä insinöörityö tehdään Lemminkäinen Talo Oy:lle. Lemminkäinen kuuluu Suomen kokeneimpien ja suurimpien rakennusyritysten joukkoon. Se toimii asuntorakentamisen, liike- ja toimistorakentamisen, teollisuus- ja logistiikkarakentamisen ja korjausrakentamisen aloilla. Lemminkäinen työllistää noin 5700 henkilöä 9 eri maassa. Tärkeimpinä asiakkaina toimivat niin asunnon ostajat, sijoittajat, rakennuttajat sekä toimitilojen vuokralaiset ja käyttäjät. [1.]

1.2 Työn kuvaus

Insinöörityön aiheena on koota Lemminkäinen Talo Oy:lle kattava kirjasto työmailla käytettävistä detaljeista ja etsiä niistä hyviä ja huonoja puolia. Kirjallisessa raportissa keskitytään työn suoritukseen, laatuun, toimintatapoihin, kosteusteknisiin ongelmiin, toimivuuteen ja kustannustehokkuuteen. Nykypäivän rakentaminen on kilpajuoksua kelloa ja sääolosuhteita vastaan mahdollisimman pienellä budjetilla. Tämän takia suunnitelmien laatuun ja toimivuuteen on kiinnitettävä entistä enemmän huomiota. Onkin ensiarvoisen tärkeää, jos työmaille ja toimistoihin saataisiin jokaiselta työmaalta säilytettyä hyviä ja huonoja detaljeja helposti saataville ja jatkokäsiteltäviksi.

1.3 Tutkimusmenetelmät ja työn rajaus

Detaljikirjaston luominen aloitetaan valitsemalla rakenteet, joiden detaljeita aletaan tutkia ja kerätä. Opinnäytetyö rajataan neljään eri rakenteeseen, joita ovat vesikatto- ja räystäsdetaljit, ikkuna- ja oviliittymät, kansirakenteen vedeneristys ja märkätilan ja saunan välinen seinä. Jokaisesta rakenteesta valitaan hyväksi havaittuja detaljeja, jotka kerätään kirjastoon. Kirjastoon kerättävistä detaljeista valitaan jokaisesta aihealueesta muutama joihin perehdytään tässä raportissa. Työn edetessä tutustutaan rakenteisiin liittyviin RT-kortteihin ja Suomen rakentamismääräyskokoelmaan. Työhön kootaan myös tiivis perehdytys rakennusfysiikkaan.

1.4 Työn tavoitteet

Insinööriyön tavoitteena on kerätä Lemminkäisen käyttämiä detaljeita yhteen ja laittaa nämä kaikkien työntekijöiden saataville. Raporttiin kootaan detaljien rakenteista, joita tämä työ käsittelee, otteita rakentamismääräyksistä ja yleisiä rakenteisiin liittyviä hyvän rakennustavan mukaisia ohjeita rakenteiden toteutustavoista. Raporttiin poimitaan muutamia esimerkki detaljeja, joista kirjoitetaan noin puolen sivun mittaiset yksilölliset ohjeistukset. Normaalilla nykypäivän työmaalla voi olla jopa 100 detaljia eri rakenteista, jotka vaihtelevat työmaittain suunnittelijan tottumusten ja määräysten mukaan. Detalji-kirjasto yhdistää työmailla käytettyjä tapoja ja näin saadaan hyödynnettyä toimivia ratkaisuja uusissa kohteissa.

2 Rakentamismääräykset

Rakentamismääräyskokoelmassa on annettu ohjeita ja määräyksiä rakenteiden laatuvaatimuksista. Seuraavassa kerrotaan lyhyesti oleellisempia ohjeita koskien opinnäytetyössä käytyjä rakenteita.

2.1 Rakentamismääräyskokoelma C1

Rakennus tulee suunnitella ja rakentaa siten, ettei melu aiheuta rakennuksen käyttäjille terveydellistä haittaa ja antaa mahdollisuuden nukkua rakennuksessa [2, s. 3].

2.2 Rakentamismääräyskokoelma C2

Rakennus on suunniteltava siten, ettei se aiheuta käyttäjille tai naapureille terveys- tai hygieniariskiä rakennuksen osiin tai sisäpinoille kertyvän kosteuden takia. Näiden ominaisuuksien tulee säilyä koko rakennuksen käyttöajan siihen laadittujen huolto- ja toimenpiteiden avulla. Rakennuksen vaipan ja sen yksityiskohtien tulee olla niin tiiviitä rakenteiden läpi kulkevien ilmapuotojen suhteen, että rakenteet estävät vesihöyryn haitallisen konvektion ja rakennus pysyy pääsääntöisesti alipaineisena. Rakennuksen ulkopinnan ja sen yksityiskohtien tulee estää lumen ja veden tunkeutuminen rakenteisiin. [3, s. 3.]

Veden haitallinen valuminen rakenteiden läpi on estettävä, ja rakenteiden, jotka voivat kastua on kestävä veden vaikutus. Vedenpaineen vaikutukselle joutuvat rakenteet tulee vedenpaine-eristää ja niiden tulee kestää jatkuvaa vedenpainetta. [3, s. 4.]

Ikkunat, ovet, ilmanvaihtolaitteet ja ulkoseinään liittyvät katto- ja parvekerakenteet tulee suunnitella siten, että sadevesi ja lumi eivät pääse tunkeutumaan eikä kosteus kerry rakenteisiin. Vesikaton tulee estää sadeveden, lumen ja sulamisveden tunkeutuminen kattorakenteisiin, seiniin ja sisätiloihin. Vesikaton rakenteet tulee suunnitella siten, että katteelle saadaan riittävä kaltevuus ja tiiviys veden poisjohtamiseksi. Kate tulee valita niin, että se kestää sille suunnitellun käyttöajan ajan ilmaston, lumen ja jään aiheuttamat rasitukset. [3, s. 8-9.]

Yläpohjan rakennekerrokset ja tuuletus on suunniteltava ja rakennettava siten, että kattorakenteisiin ei pääse kertymään haitallisissa määrin kosteutta vesihöyryn diffuusion ja ilmavirtausten vuoksi ja että rakenteisiin mahdollisesti kertyvä kosteus pääsee kuivumaan. Märkätilarakenteet ja niiden vedenpoisto on suunniteltava ja rakennettava niin, että vesi ei pääse siirtymään kapillaarisesti tai valumalla ympäröiviin rakenteisiin tai huonetiloihin. Märkätiloissa käytettävien lattiapäällysteiden ja seinäpitojen tulee toimia vedeneristeenä tai vaihtoehtoisesti näiden alle tulee asentaa erillinen vedeneristyskerros. [3, s. 10-11.]

2.3 Rakentamismääräyskokoelma D3

Rakennusvaipan ja tilojen välisten rakenteiden tulee olla niin ilmanpitäviä, ettei vuotokohdista läpi tapahtuva ilmavirtaus aiheuta merkittäviä haittoja rakennuksen käyttäjille, rakenteille tai energiatehokkuudelle. Erityistä huomiota on kiinnitettävä läpivientien ja rakenteiden liitosten tiiveyteen sekä rakennustyön huolellisuuteen. Rakennusvaipan ilmanvuotoluku q_{50} saa olla enintään $4 \text{ (m}^3\text{/(hm}^2\text{))}$ tämä voidaan ylittää silloin, kun rakennuksen käytön vaatimat ratkaisut huonontavat merkittävästi ilmanpitävyyttä. Ilmanpitävyys osoitetaan erillisellä mittauksella. [4, s. 5.]

2.4 Rakentamismääräyskokoelma E1

Rakentamismääräyskokoelman osan E1 mukaan määritellään rakennusten paloturvallisuus, tässä erityistä huomiota tulee kiinnittää osastoivien ikkunoiden ja ovien liitoksissa käytettävien tiivistysmateriaalien palonkestoon. [5, s. 8.]

Olennaisia palovaatimuksia ovat:

- Rakennuksen kantavien rakenteiden tulee kestää paloa niille luokitellun ajan.
- Palon ja savun kehitys rakennuksessa tulee rajoittaa.
- Palon leviäminen lähirakennuksiin tulee estää.
- Rakennuksessa palohetkellä olevien ihmisten on voitava poistua rakennuksesta tai heidät on pystyttävä pelastamaan muulla tavoin.
- Pelastushenkilöstön turvallisuus rakennuksessa on otettava huomioon. [5, s. 4.]

Paloturvallisuusvaatimukset katsotaan täyttyvän kun rakennus suunnitellaan ja rakennetaan täyttämään nämä vaatimukset. Rakenteissa tulee noudattaa määräysten ja ohjeiden ohjastamia paloluokkia ja lukuarvoja. [5, s. 4.]

Rakennukset luokitellaan kolmeen eri paloluokkaan, jotka ovat P1, P2 ja P3 [5, s. 5].

Taulukko 1. Rakennuksen kokoa koskevat määräykset paloluokittain. [5]

TAULUKKO 3.2.1 Rakennuksen ominaisuus	RAKENNUKSEN KOKOA KOSKEVAT RAJOITUKSET		
	Rakennuksen paloluokka		
	P1	P2	P3
KERROSLUKU			
- yleensä	ei rajoitusta	enintään 2	enintään 2
- asuinrakennus, työpaikkarakennus	ei rajoitusta	enintään 8	enintään 2
- tuotanto- tai varastorakennus, autosuoja	ei rajoitusta	enintään 2	enintään 1
KORKEUS			
- yleensä	ei rajoitusta	enintään 9 m	enintään 9 m
- asuinrakennus, työpaikkarakennus 3–4 krs.	ei rajoitusta	enintään 14 m	<i>ei sallittu</i>
- asuinrakennus, työpaikkarakennus 5–8 krs.	ei rajoitusta	enintään 26 m	<i>ei sallittu</i>
- yksikerroksinen tuotanto- tai varastorakennus	ei rajoitusta	ei rajoitusta	enintään 14 m
KERROSALA			
Kerrosala yleensä			
- yksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	enintään 2400 m ²
- kaksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	enintään 1600 m ²
- yli kaksikerroksinen	ei rajoitusta	enintään 12 000 m ²	<i>ei sallittu</i>
Kerrosala tuotanto- ja varastorakennuksissa sekä autosuojissa			
- yksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	ei rajoitusta
- kaksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	<i>ei sallittu</i>
<i>Selostus</i>	<i>Rakennuksen korkeus on julkisivupinnan ja vesikaton leikkausviivan korkeus maan pinnasta (MRA 58 §). Tarvittaessa lasketaan rakennuksen nurkkapisteen korkeuksien keskiarvo.</i>		

2.5 Rakentamismääräyskokoelma C4

Rakenteissa olevien rakennusosien lämmönläpäisykerroin (U) tulee laskea tarkoitukseen soveltuvalla laskukaavalla. Lämmönläpäisykerroin lasketaan käyttäen CE-merkittyjen rakennusaineiden EN-standardeissa määritellyjä lämmönjohtavuuden suunnitteluarvoja. Lämmöneristeet tulee suunnitella käyttötarkoituksen mukaisiksi, soveltaen hyvää rakennustapaa. Eristeiden tulee säilyä toimivina koko rakennuksen suunnitteluiän. Rakennusvaiheen ja rakennuksen käytön aikaiset rasitukset tulee ottaa huomioon suunniteltaessa lämmöneristysmateriaaleja. [6, s. 4.]

3 Rakennusfysiikka

3.1 Lämpö rakenteessa

Lämmöllä on kolme siirtymistapaa:

- säteilemällä
- johtumalla
- konvektiolla [7, s.12].

Säteilyssä lämpöenergia siirtyy säteilemällä aineesta toiseen. Aineen emissiivisyys kertoo, kuinka paljon aine emittoi eli lähettää lämpösäteilyä. Rakennusmateriaalien emissiiviteetti huonelämpötilassa asettuu välille 0,8 – 0,95, josta poikkeuksena alumiini jonka emissiiviteetti on 0,09. [7, s.12.]

Johtuminen tarkoittaa sitä, että lämpö siirtyy liike-energian avulla aineesta toiseen, tästä käytetään myös sanaa lämmön virtaaminen. Erilämpöiset aineet pyrkivät tasoittamaan lämpönsä ollessaan erilämpöistä kuin ilma tai kosketuksissa toisiinsa. Lämmön johtumista aineessa kuvataan lämmönvastukseksi, joka tarkoittaa, kuinka hyvin aine johtaa lämpöä ($W/m \cdot ^\circ C$). [7, s.12.]

Konvektiossa lämpö siirtyy kaasun tai nesteen liikkeen mukana. Rakenteissa esiintyy harvoin luonnollista konvektiota. Pakotettu konvektio tarkoittaa nesteen tai kaasun liikumista jonkun pakottavan voiman ansiosta. Pakotettua konvektiota esiintyy rakennuksissa useimmiten ilmanvaihdon yhteydessä tai vesikiertoisten patterien välityksellä. Konvektiota tapahtuu myös huonosti eristetyssä rakennuksen yläpohjassa, jolloin lämmin ilma virtaa tuulen mukana ulkoilmaan. [7, s.13.]

Rakenteessa kulkevaa ilmaa mitataan, jotta pystytään laskemaan rakenteen läpi kulkevaa lämmintä ilmaa ja pystytään mitoittamaan rakennuksen lämmityslaitteet. Lämpövirtaa mitataan kaavalla ($W/m^2 \cdot ^\circ C$) = U, jossa U = lämmönläpäisykerroin. U-arvo mitataan useimmiten laskennallisesti käyttäen materiaaleille laboratoriossa mitattuja lämmönjohtavuuksia. U-arvolla saadaan tieto huolellisesti rakennetun rakenteen kyvystä vastustaa lämmön kulkua rakenteessa. [7, s.14.]

Kylmäsilta tarkoittaa sellaista kohtaa rakenteessa, jonka kautta pääsee virtaamaan lämpöä ulkoilmaan enemmän kuin sen ympärillä olevasta rakenteesta. Lämpöhukan lisäksi rakenteen sisäpuolinen pintalämpötila on kylmäsilan kohdalta kylmempi kuin tätä ympäröivä rakenne. Useimmiten kylmäsilat ovat pieniä osia rakenteessa, mutta poikkeuksiakin on kuten esimerkiksi alapohjan läpikulkevat suuret betonipilarit. Joissain tapauksissa kylmäsilan kohdalla rakenteen pintalämpötila voi laskea niin alhaiseksi, että rakenteen pintaan tiivistyy kosteutta. Kylmäsiltoja tulisi välttää rakenteissa. [7, s.19-20.]

3.2 Kosteus rakenteessa

Ilman kosteudelle ovat alttiina kaikki vedenpinnan yläpuolella olevat rakenteet. Ilman-kosteutta esiintyy sisäilmassa, ulkoilmassa ja rakenteiden huokosissa. Ilmankosteus on erittäin tärkeä huomioon otettava asia suunniteltaessa kosteusteknisesti toimivaa rakennetta. Ilmankosteus syntyy kahden kaasun vesihöyryn ja kuivan ilman seoksena. Tietyissä lämpötilassa ilma sisältää enintään tietyn määrän kosteutta saavuttaessaan kastepisteen, jolloin kosteus alkaa tiivistyä rakenteen pinnalle. [7, s. 43.]

Sisäilman kosteus riippuu kolmesta seikasta:

- Ulkoilman kosteudesta
- Sisällä syntyvän kosteuden määrästä
- Ilmanvaihdon kapasiteetista [7, s. 48].

Maaperässä kosteutta esiintyy runsaasti. Kosteus voi olla pohjavettä, vajovettä, pintavettä tai maan huokosissa olevaa kosteutta. Rakennusteknisesti on erittäin tärkeää suojata rakenteet maaperän kosteudelta tarvittavilla toimenpiteillä. Maaperästä kosteus nousee useimmiten kapillaarisesti maanvastaisia rakenteita pitkin ylempiin rakenteisiin, aiheuttaen näin ongelmia. Kapillaarinen vedenouseminen tarkoittaa rakennusaineiden ja maaperän kykyä siirtää ja imeä vettä itseensä, kun ne ovat kosketuksissa veteen. Kapillaariveden nousu rakenteissa estetään käyttämällä kapillaarikatkoja rakenteiden välissä. [7, s. 49.]

Rakennekosteus on kosteutta, joka poistuu rakenteesta vähitellen, jonka jälkeen rakenne saavuttaa kosteustasapainon ympäröivän ilman kanssa. Rakennusaikana rakenteet ja rakennusmateriaalit pääsevät väistämättä kostumaan. Vesi pystyy sitoutumaan rakennusaineisiin kiinteästi, tätä ei oteta huomioon kosteusteknisissä laskelmissa. Kiinteästi sitoutuneella vedellä tarkoitetaan esimerkiksi kipsissä olevaa kidevettä. [7, s. 51.]

Kosteuden tiivistyminen rakenteen pinnalle tarkoittaa, että jos kostea ilma pääsee kosketuksiin rakenteen kanssa jonka lämpötila alittaa ilman kastepistelämpötilan tiivistyy rakenteen pinnalle kosteutta. Kosteuden tiivistymistä rakenteiden sisäpinnoille voidaan estää seuraavanlaisilla menetelmillä:

- Lisäämällä ilmanvaihtoa, joka alentaa sisäilman kosteutta
- Pintalämpötilan nostamisella esimerkiksi sijoittamalla lämmönlähde tälle kohtaa rakennetta
- Lisäeristämällä rakennetta jolloin pintalämpötila ei laske kastepistelämpötilaan [7, s. 64-66].

Kosteutta voi myös tiivistyä rakenteen sisään. Rakenteen sisäpuolista kosteutta estetään rakenteen tuulettamisella ja lämmöneristeiden oikeanlaisella sijoittamisella. [7, s. 66.]

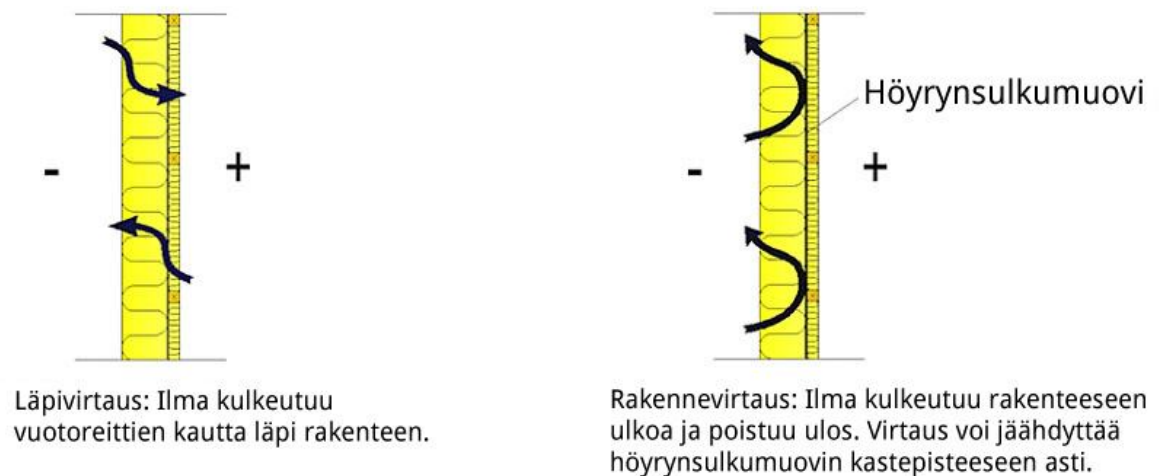
3.3 Rakenteen eristäminen

Lämmöneristys on erittäin tärkeä osa toimivaa rakennetta. Lämmöneristys tulee valita oikein ja käyttää oikealla tavalla saavuttaakseen rakenteelle mahdollisimman pitkän käyttöiän. Pienikin huolimattomuus eristämisessä aiheuttaa suuren lämpövuodon rakenteen läpi. Lämmöneristeiden korjaus on aina suuri kustannus, koska lämmöneristeet sijaitsevat useimmiten rakenteiden sisällä. [7, s. 35.]

Lämmöneristeiden suojaaminen kosteudelta on ensiarvoisen tärkeää, koska vähänkin kostea lämmöneriste menettää suurimman osan lämmöneristyskyvystään. Lämmöneristeitä löytyy useita erilaisia, toiset ovat erittäin herkkiä kosteudelle, näitä eristeitä tulee käyttää vain kuivissa rakenteissa. Solumuoviset lämmöneristeet ja kevytsora kestävät kosteutta hyvin, joten näitä käytetään myös kosteissa olosuhteissa. Kevytsoraa ja mineraalivillaa käytettäessä on pakko käyttää erillistä höyrynsulkurakennetta, sillä nämä läpäisevät vesihöyryä lähes vapaasti. [7, s. 35.]

Lämmöneristekerros on tärkeää suojata ilmavirtaukselta. Tämä ei koske kattorakenteita, joiden lämmöneristekerroksia tuuletetaan ilmanvirtausten avulla. Ilmavirtaukset heikentävät lämmöneristeen eristyskykyä ja voivat aiheuttaa kosteuden tiivistymistä rakenteeseen. Kuvassa yksi havainnollistetaan näiden virtausten toimintaperiaate.

- Rakennevirtaus, jolloin ilma kulkee rakenteen sisällä poistuen samaan tilaan josta tuli
- Läpivirtaus, jolloin ilma kulkee rakenteen läpi ulkoa sisälle tai päinvastoin [7, s. 35-36].



Kuva 1. Läpivirtaus ja rakennevirtaus rakenteessa. [18.]

Rakennevirtaus päästessään tunkeutumaan syväälle rakenteeseen aiheuttaa lämmöneristeen eristyskyvyn heikkenemistä, jolloin jokin rakenteen osan tai pinnan lämpötila voi laskea haitallisen alhaiseksi. Tyypillinen ja vakava esimerkki on ulkoseinä, jossa rakennevirtaus pääsee jäähdyttämään höyrynsulun, jolloin pahimmassa tapauksessa sisäilman kosteus alkaa tiivistymään rakenteeseen. [7, s. 36-37.]

Läpivirtauksen haittavaikutukset, kun ilma tulee rakenteen läpi ulkoa sisälle aiheuttaa vedon tuntua. Ilman kulkiessa sisältä ulos tuhlautuu lämpöenergiaa ja sisäilman kosteus voi alkaa tiivistymään rakenteisiin. Läpivirtaukset voidaan minimoida tiiviillä rakenteilla ja huolellisilla liitoksilla. [7, s. 36-37.]

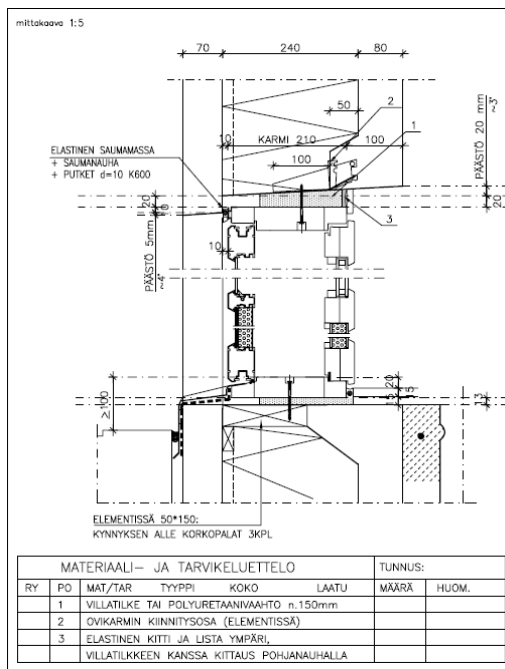
Lämmöneristyksen tärkein sääntö on sijoittaa lämmöneristys kiinni lämpimään pintaan. Jos lämmöneristeen ja sisäpinnan väliin jää ilmatila, johon pääsee kylmää ulkoilmaa, on eristys hyödytön. Lämmöneristyksessä tulisi käyttää mahdollisimman vähän saumoja läpivirtausten estämiseksi. [7, s. 37.]

4 Rakennedetaljien analysointi

4.1 Ikkuna- ja oviliittymät

Ikkuna- ja oviliittymät ovat yksi ulkoseinärakenteiden riskialttiimpia kohtia rakennusvirheille. Ulkoseinärakenteiden vauriot liittyvät usein niissä olevien erilaisten liitosten toimivuuteen, liitokset ovat erittäin herkkiä vesi- ja ilmavuodoille. [8.]

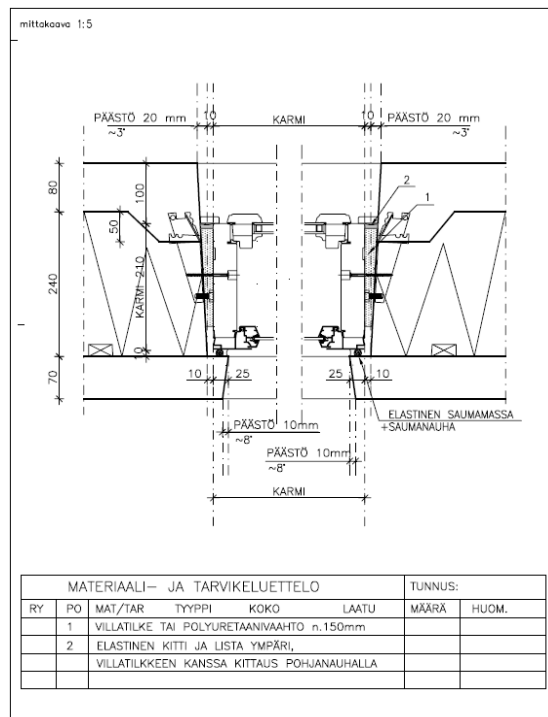
Ikkuna- ja oviliitoksissa olevia rakennusteknisiä puutteita ja vaurioita on vaikea huomata varsinkin, jos ikkunan ulkopuolinen tiivistys on hoidettu huonosti ja kosteus pääsee tätä kautta seinärakenteen sisälle. Seinärakenteen sisälle päässyt vesi ei välttämättä ilmoita itsestään ennen kuin rakenteessa on tarvetta suurille korjaustöille. Ikkunoiden huono/virheellinen asennus voi myös ilmetä rakennuksen sisällä tuntuvana vetona ja ilmanlaadun laskemisena. Talvisin kylmä ilma pyrkii sisään huonosti toteutetuista ikkuna- ja oviliitoksista. [8.]



Kuva 2. Parvekeoven liitos, pystyleikkaus. [19.]

Yleisimpiä riskejä joita ikkuna- ja oviliitoksissa ilmenee, ovat seinän ulkokuoren taakse pääsevä vesi. Riski suurenee jos ulkokuoren ja eristeen välisestä tuuleuksesta ei ole huolehdittu kunnolla. Kuvassa 2 ulkokuoren ja eristeen välinen tuuletus on otettu huomioon rakenteessa. Huonojen tiivistysten aiheuttamat mikrobivauriot liitosrakenteissa jotka vaikuttavat sisäilman laatuun. Sisäilmasta tulevan kosteuden tiivistyminen seinärakenteeseen liitoskohtien ilmapuotojen seurauksena. Liitoksista seinään pääsevän veden valuminen alempien ikkunoiden karmien päälle, jolloin vesi aiheuttaa näihin vaurioita. [8.]

Ikkuna- ja ovirakenteen liitos seinärakenteeseen on suunniteltava siten, että rakenteesta tulee sadevesi- ja ilmatiivis, kuten kuvassa 3. Karmi tulee liittää tiiviisti seinä höyrynsulkuun. Liitoksen ulkopintaan tulee asentaa vesitiivis kerros esimerkiksi metallilista tai kittaus, kuitenkin niin, että rakenne pääsee tämän jälkeen tuulettumaan. [8, s. 114.]



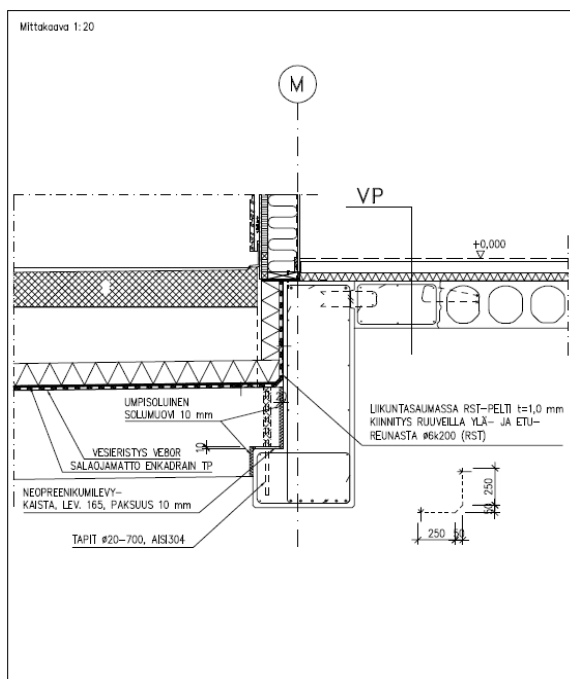
Kuva 3. Ikkunan liittyminen sandwich-elementtiin, pystyleikkaus. [19.]

Ikkunaa rasittaa sade- ja valumavedet ja näistä aiheutuvat roiskeet. Ikkunaa pitkin valuva vesi johdetaan pois rakenteesta vesipellityksellä, vesipellititys liitetään karmiin sekä seinään tiiviisti ottaen huomioon peltien lämpöliike ja ikkunan tyyppi. Pellin vähimmäiskaltevuus on 1:3 ja vesipellin nokka on otettava vähintään 30 mm irti seinärakenteesta, jotta vedet eivät valu ulkoverhouksen pinnalle. [9, s. 114.]

4.2 Kansirakenteen vedeneristysdetaljit

Kansirakenteet, jotka liittyvät kiinteästi rakennukseen vaativat erityistä osaamista suunnittelijoilta ja vedeneristystyön tekijöiltä. Kansirakenteita on lämmöneristettyjä rakenteita kylmiä rakenteita ja viherkattoja. Lämmöneristetyissä rakenteissa käytetään lähes poikkeuksetta käännettyä rakennetta. [10, s. 37.]

Kansirakenteiden vedeneristyksissä suurimmat ongelmat ovat siinä, ettei vedeneristeen takana ole tukea eristeelle. Tällöin eristeen päälle tuleva mekaaninen rasitus rikkoo vedeneristeen ja tästä syntyy ongelmia. Siksi vedeneristykseen tulisi kiinnittää erityistä huomiota. Lemminkäisellä on ratkaistu tämä ongelma niin, että sekä sisä- ja ulkokulmiin laitetaan kermin alle RST-lista suojaamaan kermiä, kuvan 4 esittämällä tavalla. Muutoin sisä- ja ulkokulman rakenteet jäävät niin teräviksi, ettei vedeneriste taivu rakenteen mukaan ja eriste jää silloin alustasta irti ja rikkoontuu. Bitumikermeillä tehtävissä vedeneristyksissä sekä sisä- ja ulkokulmat on mietittävä huolella. Toinen tärkeä asia kansirakenteiden vedeneristyksissä on vedeneristeen alustan tasaisuus. Kun alustassa on painanteita, niin on hyvin todennäköistä, että vedeneristys jää alustasta irti ja rikkoontuu ajan myötä. [16.]



Kuva 4. Vedeneristeen ylösnosto liikuntasaumassa parvekkeen kohdalla. [16.]

4.2.1 Käännetty rakenne

Käännetyssä rakenteessa vedeneristys on sijoitettu lämmönerityksen alapuolelle missä se on suojassa kansirakenteissa esiintyviltä mekaanisilta rasituksilta sekä lumelta ja jäältä. Samalla vedeneristys pysyy tasalämpöisenä ja toimii höyrynsulkuna. Käännetyn rakenteen alustana toimii useimmiten joko paikallavalettu betonirakenne tai elementtirakenne. Rakenteissa on huolehdittava riittävästä kallistuksesta ja pinnan pitää tasaisuudeltaan vastata ainakin puuhierrettyä pintaa, ettei vedeneristeelle tule ylimääräistä rasitusta. [10, s. 37.]

Kansien vedeneristeet mitoitetaan bitumikermikatteiden käyttöluokkataulukon mukaisesti kahteen luokkaan, jotka ovat VE80R ja VE80. Näistä valitaan paremmin käyttö-tarkoitukseen sopiva vedeneriste, joka kiinnitetään kauttaaltaan tiiviisti alustaansa. [10, s. 37.]

Lämmöneristeinä tulee käyttää eristeitä, joilla on alhainen vedenimukyky ja korkea puristuslujuus. Lämmöneristeen ja vedeneristeen väliin tulee tehdä toimiva salaojituskerros, jolla vähennetään rakenteeseen syntyviä padotustilanteita ja varmistetaan lämmöneristeen pysyminen mahdollisimman kuivana. [10, s. 37.]

Vedeneriste tulee nostaa seinälle vähintään 300 mm, ovien kohdalla voidaan tehdä matalampi ylösnosto. Ylösnostojen takana on hyvä käyttää RST-peltiä, jossa tulee samalla holkka noston kulmaan. Ylösnostot tulee aina kiinnittää yläpäästään mekaanisella ankkuroinnilla. Jos nostolle aiheutuu merkittävää mekaanista rasitusta, on hyvä käyttää pintamaan ja noston välissä irrotuskaistaa. Noston ulottuessa pintamaan yläpuolelle tulee se suojata mekaaniselta rasitukselta. [10, s. 38.]

Käännettyissä rakenteissa tulee käyttää vain niihin suunniteltuja erikoiskaivoja, jotka ovat niin sanottuja kaksoiskaivoja. Näissä kaivoissa pintavesi johdetaan erilliseen tilaan ja kaivon laippa liitetään lämmöneristeen alapuolella olevaan vedeneristeeseen, jolloin vedeneristeen päälle päässyt vesi poistuu kaivoon. [10, s. 38.]

4.2.2 Kylmä kansirakenne

Lämmöneristämätön kansirakenne, jota käytetään esimerkiksi pysäköintitasoilla ja pihakansilla. Rakenteessa vedeneristys asennetaan suoraan kantavan rakenteen päälle, jossa tulee olla kallistukset. Vedeneristys mitoitetaan samalla tavalla kuin käännettyssä kansirakenteessa. Kannen käyttötarkoituksesta ja rakenteesta riippuen pintarakenne voidaan asentaa suoraan vedeneristykseen kiinni tai erottaa siitä laakerointikerroksella. [10, s. 38.]

4.2.3 Viherkatto

Viherkattoja voidaan käyttää niin kylmissä kansirakenteissa kuin lämmöneristetyissä kansirakenteissakin joko normaalina tai käännettynä rakenteena. Viherkattoon kuuluu kolme kerrosta, jotka ovat kasvualusta, salaojakerros ja vedeneristys. Viherkattojen suunnittelussa täytyy ottaa tarkasti huomioon kasveille sopivat kosteusolosuhteet, vedeneristyksen toimivuus ja rakenteille tulevat lisäkuormitukset. Joissain tapauksissa vedeneristeen päälle voidaan asentaa kumimatto suojaamaan sitä mekaanisilta rasituksilta. [10, s. 37.]

Viherkaton toimivuudessa on erittäin tärkeää oikein mitoitettu salaojakerros ja oikealla tavalla järjestetty vedenpoisto. Viherkatoille on olemassa juuri niiden käyttötarkoitukseen suunniteltuja kattokaivoja. Viherkattojen räystääsalueilla tulee käyttää kiveystä eroosiosuojana. [10, s. 39.]

4.3 Märkätilan kynnykset ja saunan seinä- ja lattialiittymät

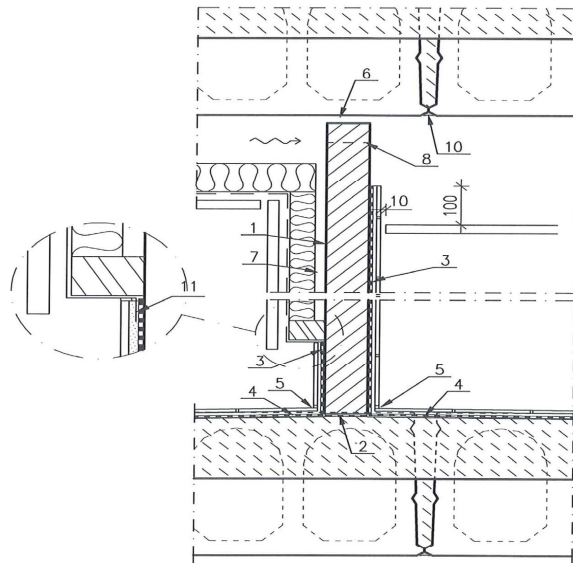
Märkätila on huonetila, jossa lattiapinta joutuu käyttötarkoituksensa takia vedelle alttiiksi ja seinäpinnoille voi roiskua ja tiivistyä vettä. Märkätilat tulee suunnitella siten, että vesi ei pääse tunkeutumaan sitä ympäröiviin rakenteisiin. Lattia- ja seinäpinnoissa tulee aina käyttää vedeneristystä. [9, s. 141.]

Märkätiloissa seinärakenteet voidaan tehdä kivirakenteisina tai levyrakenteisina. Levyrakenteisissa seinissä tulee käyttää siihen soveltuvaa levyä ja seinän alarankana toimiva puu tulee sijoittaa lattiapintaa korkeammalle esimerkiksi tiilivarvin päälle. Rakenteen jäykkyys tulee mitoittaa siten, ettei lämpö ja kosteusliikkeet vaurioita seinän vedeneristystä tai pintarakenteita. Levyrakenteissa tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että rankajako tihennetään tai asennetaan kaksi päällekkäistä levyä limitettynä. [9, s. 141.]

Vedeneristetyn rakennuslevyn taakse ei tule asentaa höyrynsulkua, koska silloin seinään tulee ns. pussirakenne. Saunan ja pesuhuoneen välisessä seinässä runkorakenne jää vedeneristykseen ja saunan höyrynsulun väliin, tällöin vedeneristetyn levyn taakse tulisi jättää yläosastaan alakattotilaan auki oleva ilmarako. [9, s. 142.]

Märkätiloissa käytettävien lattia ja seinämateriaalien tulee olla vettä läpäisemättömiä tai niiden taakse tulee asentaa vedeneristys. Vedeneristys tulee sijoittaa mahdollisimman lähelle rakenteen sisäpintaa. Rakenteiden läpivienneissä ja nurkkaliitoksissa tulee käyttää vedeneristeen kanssa vahvikekangasta. Vedeneristettävä tila tulisi eristää kerralla valmiiksi, niin välttyttäisiin vedeneristykseen tulevilta saumoilta. Jos saumoja on silti tehtävä, tulee ne limittää vähintään 30 mm. [9, s. 143.]

Laatoitus ei toimi vedeneristeenä, kiinnitykseen käytetty laasti ja laatan tausta voivat kastua laattasaumoista imeytyvän veden vaikutuksesta. Löylyhuoneiden seinissä ei tarvitse olla erillistä vedeneristettä paneelien takana, tähän tarkoitukseen riittää ilmaväli sekä höyrynsulkuna toimiva alumiinipaperi. Alumiinipaperi tulee liittää tiiviisti lattiarakenteessa olevan vedeneristysten kanssa, kuten kuvassa 5. [9, s. 143-144.]

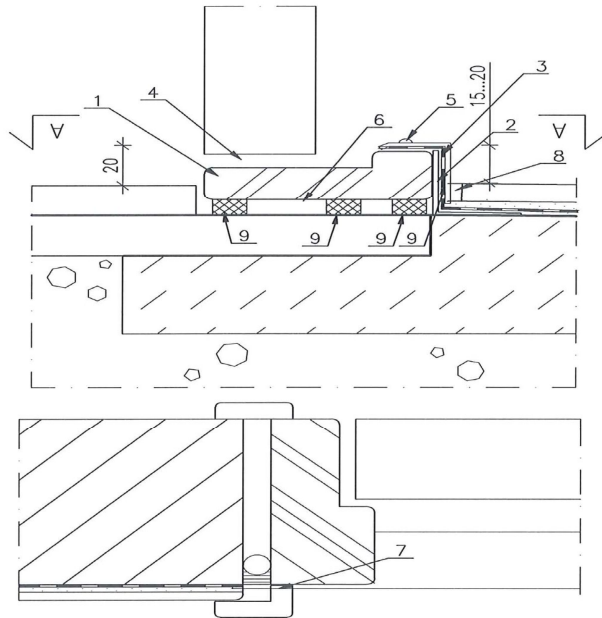


- 1 Kiviaineinen ei-kantava seinä
- 2 Tiiliseinän alle bitumikermi
- 3 Siveltävä sertifioitu vedeneristysjärjestelmä ja laatoitus; löylyhuoneen puolella nostetaan seinille 250 mm
- 4 Seinän ja lattian liitos tehdään sertifioidun vedeneristysjärjestelmän mukaisesti vahvistus- ja tiivistyskoistoin
- 5 Elastinen saumaus (homesuojattu saniteettisilikoni) lattia- ja seinälaatoituksen saumassa
- 6 Tiiliseinän ja katon väli voidaan jättää auki mikäli tiiliseinän pituus ≤ 3 m ja seinän molemmat päät on tuettu; muun kiviaineisen seinän liitos rakennesuunniteltejan ja väliseinäjärjestelmätoimittajan ohjeen mukaan
- 7 Ilmaväli 25 mm (höyrynpaineentasauskerros)
- 8 Jatkuva tuuletusrako 20 mm tai joka toinen tiili pois
- 9 Tuuletusväli, yhteys käytävä- ja eteistiloihin
- 10 Elementtien saumojen kittaus elastisella saumaussmassalla (homesuojattu) pesu- ja löylyhuoneen kohdalla
- 11 Alumiinipaperi ja vedeneristys limitetään 30 mm + tiivistyskittaus saniteettisilikonilla (homesuojattu)
 - pesu- ja löylyhuoneen lattia-, katto- ja seinärakenteet ks. rakennetyypit
 - muut vaatimukset katso "Rakennetyypien yleiset vaatimukset" -tekstiosaa

Kuva 5. Pesuhuoneen ja saunan seinän pystyleikkaus. [19.]

Märkätilat ja kaikki niissä sijaitsevat rakenteet tuottavat vuodesta toiseen päänvaivaa rakentajille aina suunnittelusta käyttöön asti. Märkätilan kynnyksissä erilaisia jonkun hyväksi toteamia rakenneratkaisuja on erittäin monia.

Pääsääntönä kynnyksissä voidaan pitää sitä, että kynnykseltä lattiakaivolle on riittävästi kaatoa. Vedeneriste tulee nostaa kynnykselle ja korvausilma märkätiloissa tulee useimmiten oven ja kynnyksen väliin jätettävän raon kautta. Kynnys ei kuitenkaan tule olla liian korkea, että rakenne täyttää liikuntaesteisen rakentamisen määräykset. [11.]



- 1 Jälkiasennettava kynnys, korkeus siten, että kynnyshkorkeusmääräys ≤ 20 mm täyttyy
- 2 Alumiininen kulmalista 30x30x2
- 3 Kynnyksen ja kylpyhuoneen lattian saumassa vedeneriste nostetaan kynnystä vasten ja kynnyksen päälle
- 4 Ovilevyn ja kynnyksen väliin jätetään riittävä rako kylpyhuoneen korvausilman saantia varten, ks. LVI-suunnitelmat
- 5 Ruostumaton kynnyskulmalista rakennuslityksen mukaan
- 6 Asennuspalat kynnyksen kiinnityskohdille
- 7 Kynnyksen kulmalistan pystylaippa ja vedeneriste ulotetaan ovikarmin ohi seinäläatoituksen alle
- 8 Lattilaatoituksen ja kulmalistan rako saumataan elastisella homesuojatulla saniteettimassalla
- 9 Tiivistysmassa

Kuva 6. Märkätilan ja huonetilan välinen kynnys [19.]

Märkätilan ja kuivan huonetilan välinen kynnys tulee tehdä siten, että vettä ei pääse kulkeutumaan viereisen huoneen puolelle. Kynnykseltä lattiakaivolle oleva kaato lattiassa tulee olla vähintään 1:100 ja kaivon ympärillä mielellään 1:50. Vedeneriste tulee nostaa kynnykselle vähintään 20 mm märkätilan puolella olevaa lattiapintaa ylemmäksi kuvan 6 esittämällä tavalla. Esteettömässä rakennustavassa nosto voidaan tehdä luiskaamalla ja käyttämällä kuperaa muovikynnykslistaa. [9, s. 144.]

Yleisimpiä virheitä märkätilojen kynnyksissä on riittämätön kaato kynnykseltä lattiakai-
volle, eikä kynnyksellä ole nostettu tarpeeksi ylös lattiapinnasta. Märkätilan korvausilma
suunniteltu tulemaan oviraosta, jota ei ole huomioitu riittävästi kynnyksen toteutukses-
sa ja vedeneristysten puutteellinen nosto kynnykselle. [11.]

mittakaava 1:10 SAUNAN JA KPH:N VÄLINEN SEINÄ, kevytrak.

PAKSUUS mm	KERROS	palotekn. luokat
–	Pintamateriaali; laatoitus ja sertifioitu vedeneristysjärjest.	
13..15	Sementti-, kivi- tai kipsipohjainen märkätilalevy	
95	Teräsranka k 450, paineentasaurako+mineraalivilla 50 mm laude- ym. kalustekiinnitykset vahvistusrangalla tai metalli- kannattimilla. Seinän alaosa kivisokkelin (h>200 mm) päältä. Elastinen tiivistysmassa levyjen ja seinälaatoituksen alareunassa.	
–	Kuumausta kestävä alumiinipintainen paperi, alumiinipinta saunan sisäpuolelle, saumat liimitetään >150 mm ja teipataan vastaavalla alumiiniteipillä pystyrangan kohdilla ja puristetaan rimalla 22x50 mm tiiviiksi.	
22	Vaakakoolaus 22x50 k600, mekaaninen kiinnitys	
22	Avoin tuuletusrako ja puurimoitus 22x50 k600, mekaaninen kiinnitys	
n. 20	Sisäverhous (vaakapaneeli) ja –käsittely rakennuslaseihin mukaan Asunnot sp.	D–s2,d2
Paksuus yht. n.175 mm	U–arvo: – W/m2K EI 15 R’w n.30 dB	

seinän alaosa, ks. märkätiladetailit

Kuva 7. Saunan ja kylpyhuoneen välinen kevytrakenteinen seinä pystyleikkaus.

Saunan seinä- ja lattialiittymissä erityistä huomiota tulee kiinnittää vedeneristeen ja saunan seinän alumiinipaperin liitokseen. Vedeneriste täytyy nostaa riittävästi seinälle ja laatoitus tulee ulottaa seinäpaneelien taakse. Paneelit tulee olla riittävän korkealla lattiasta ja paneelien takana on huolehdittava riittävästä tuuletuksesta, kuten kuvassa 7. [12.]

Yleisimpiä virheitä saunan seinä- ja lattialiittymissä ovat vedeneristeen puutteellinen liittyminen alumiinipaperiin, puutteellinen vedeneristys saunan lattiassa ja seinissä, laattojen nostaminen seinälle ja puurunkoisen seinärakenteen nostaminen irti lattiasta. [12.]

4.4 Vesikatto- ja räystäsdetaljit

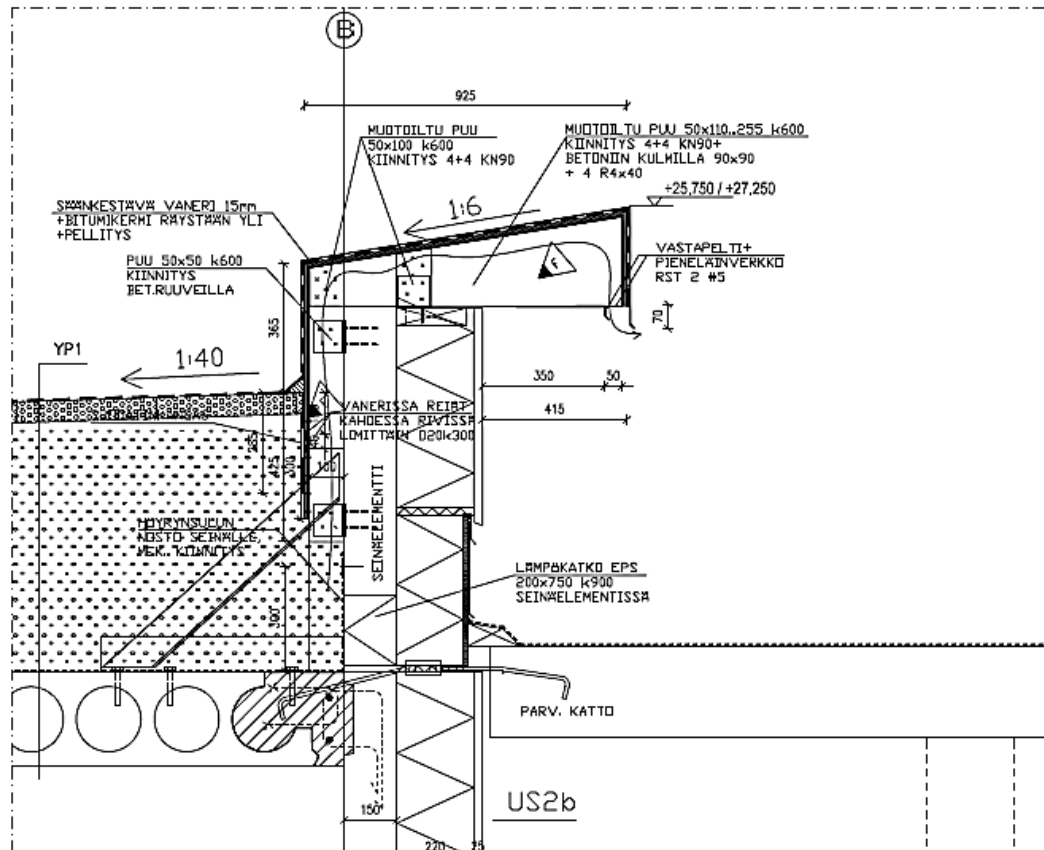
Vesikatot ja räystäät ovat kosteusteknisesti erittäin tärkeitä rakenteita toimivassa rakennuksessa. Vesikattorakenteissa on erittäin tärkeää katteen vedenpitävyys ja vesikattorakenteiden tuuletus näiden toimiessa vesikatossa ei ole ongelmia.

Yleisimpiä ongelmia vesikatoissa ja räystäällä on toimimaton tuuletus vesikattorakenteissa, jolloin kosteus pääsee tiivistymään rakenteisiin. Myös aluskatteen puuttuminen tai puutteellinen asennus aiheuttavat ongelmia vesikatolla. Katteen virheellinen asennus ja huonosti tehdyt saumat aiheuttavat myös ongelmia vesikatolla. Loivilla katoilla riittämättömät ja virheelliset kaadot, jolloin vesi pääsee lammikoitumaan katolle ja huonosti toteutetut läpiviennit, ovat riskipaikkoja. [13.]

Vesikattorakenteissa kulkevien ilmastointi- ja viemäriputkien puuttuva tai puutteellisesti tehty eristäminen aiheuttaa kosteuden tiivistymistä vesikattorakenteisiin. Putkien huonosti tehdyt läpiviennit ovat myös merkittävä riskipaikka. [13.]

Yläpohjarakenteet jaetaan kantavan rakenteen mukaan kahteen erityyppiseen rakenteeseen.

- Ristikkorakenteet, joissa höyrynsululla ei ole kiinteää alustaa
- Loivat rakenteet, joissa höyrynsulku asennetaan kiinteälle alustalle [10, s. 8].



Kuva 8. Papukatko räystäsrakenne, tuuletettu räystääs.

Ristikkorakenteet ovat joko puuristikoita tai teräsristikoita. Puurakenteissa höyrynsulku asennetaan ristikon alapuolelle alapintaan ns. roikkumaan ja lämmöneristeet asennetaan tämän yläpuolelle ristikon alapuiden väliin. Tämä rakenne aiheuttaa höyrynsululle suuren riskin vaurioitua asennusvaiheessa, koska asennustyö on hankalaa. Ristikon yläpuu on rakenteen kylmällä puolella ja riippuen katon jyrkkyydestä tuuletustila on useimmiten suuri. Teräsristikoissa yläpohjarakenne tehdään ns. yläpuun yläpuolelle niin, että teräsrakenteet eivät aiheuta rakenteeseen turhia kylmäsiltoja. Näin vähennetään rakenteen kosteusteknisiä riskejä. [10, s. 63.]

Betonirakenteet ovat joko paikallavalettuja tai elementtirakenteisia. Yleisin elementtirakenne on ontelolaatta. Betonirakenne itsessään on erittäin höyrytiivis, mutta esim. ontelolaattarakenteessa elementtien saumat ja läpiviennit eivät ole tiiviitä. Betonirakenne on hyvä alusta höyrynsululle ja läpivientien tiivistämiselle, kunhan siinä ei ole epätasaisuuksia jolloin höyrynsulku helposti vaurioituu sen päälle tulevasta rasituksesta. Myös betonipinnan epäpuhtaudet vaikeuttavat heikentävästi höyrynsulun kiinnitykseen. Yleisimmin höyrynsulkuna käytetään bitumikermiä joko ainoastaan ontelosaumojen päällä tai koko rakenteen päällä. [10, s. 8.]

Vesikatolla suojapellitykset ovat tärkeässä asemassa suojaamaan rakennusta sään vaikutuksilta. Kattojen läpivientien ylösnostot tulisi varustaa pelleillä. Räystäspellit tulee varustaa tippanokalla, joka taivutetaan puupohjaisesta räystäästä vähintään 20 mm irti ja kivirakenteisesta vähintään 50 mm irti. Tuulettuvassa räystäsrakenteessa tulee pelti tuoda vähintään 70 mm tuuletusraon alapuolelle, kuten kuvassa 8. Peltien jatkokset tulee limittää vähintään 150 mm ja tiivistää siihen tarkoitettulla tiivistysmassalla. [14, s. 3-9]

4.4.1 Loivat katot

Loivina kattoina pidetään kattoja, joiden kaltevuus on 1:10 tai vähemmän. Loivien kattojen suunnittelussa tulisi ottaa huomioon, että kallistukset tehdään jo kantaviin rakenteisiin. Loivempia kattoja kuin 1:80 ei tulisi tehdä, loivien kattojen katemateriaalin ja läpivientien tulee kestää jatkuvaa vedenpainetta. [10, s. 7.]

Loivia kattoja tehtäessä tulee olla tarkat ja yksityiskohtaiset suunnitelmat vedeneristyksestä, joissa määrätään mm. katteessa käytettävät materiaalit, niiden kiinnitystapa, liittyminen muihin rakenteisiin, vedenpoisto ja rakennuksen käyttöikätaavoite. [10, s. 8.]

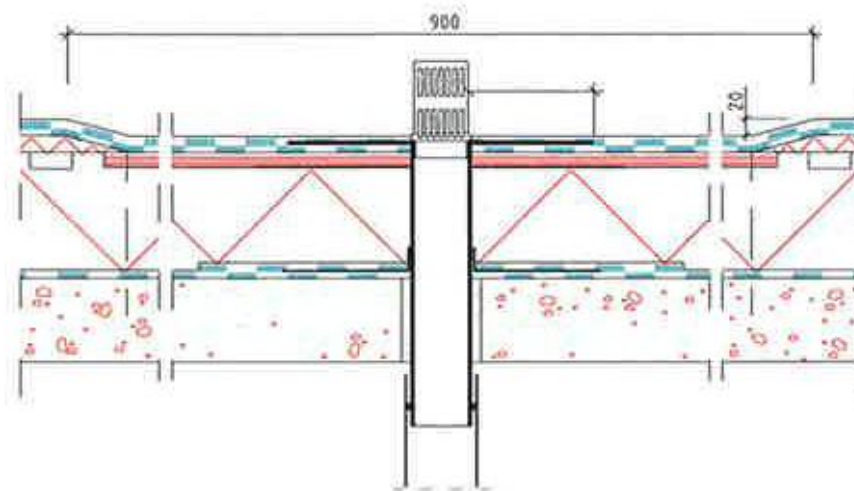
Yläpohjarakenteena pidetään kokonaisuutta, johon kuuluu kantava rakenne, höyrynsulku, lämmöneriste, vedeneriste ja rakenteiden tuuletus. Rakenteita suunniteltaessa tulee ottaa huomioon materiaalien vaikutukset käytettäviin rakenneratkaisuihin ja päinvastoin. [10, s. 8.]

Höyrynsulkua asennettaessa erityistä huomiota tulee kiinnittää läpivienteihin ja yläpohjan ja ulkoseinien liittymäkohtiin. Pyöreille läpivienneille on olemassa läpivientitiivisteitä, jotka pystytään saumaamaan höyrynsulkuun luotettavasti kiinni. Kaikki läpiviennit tulee suunnitella tapauskohtaisesti. Erityisesti pitkillä jänneväleillä olevissa elementtikatoissa tulee yläpohjan ja ulkoseinän liitoksissa ottaa huomioon kuormien ja lämpötilavaihteluiden aikaansaamat liikkeet. Liitokset tulee tehdä joustaviksi ja suunnitella aina tapauskohtaisesti. [10, s. 8.]

Vedeneristyksen alusrakenteena toimii useimmiten betoni, joka voi olla betonia, kevytbetonia tai kevytsorabetonia. Rakenne voidaan tehdä joko paikallavaluna tai elementteinä. Pinnan tulee kuitenkin olla tasainen, vähintään puuhierretty että bitumin kiinnitys onnistuu luotettavasti. Betonialusta voidaan jakaa tarvittaessa kutistumissaumoilla alueisiin, alueiden koot vaihtelevat 10-20 m välillä riippuen katon koosta ja muodosta. Betonin paksuus on yleensä alle 40 mm ja sementtimäärä alle 250 kg/m³, jolloin kutistumissaumoja ei välttämättä tarvita. Betonilaatta irrotetaan muista rakenteista esimerkiksi irrotuskaistan avulla. [10, s. 22-23.]

Loivien kattojen osalta puhutaan yleensä aina heikosti tuulettuvasta rakenteesta. Heikosti tuulettuva rakenne on yläpohja jossa kermieristys on suoraan lämmöneristeen päällä (mineraalivilla, muovieriste tai kevytsora). Tuuletusväliä tällaisessa rakenteessa ei ole ollenkaan, mutta tuuletus on yleensä toteutettu toisella tavalla. Useimmiten tuuletus on toteutettu räystäiden kautta huolellisesti toteutetulla räystäsrakenteella ja vesikatolle sijoitettavilla alipainetuulettimilla (1 tuuletin/100 katto-m²). Kun puhutaan muovieriste tai villakatoista tulee eristeessä olla urat kuvan 9 esittämällä tavalla, joiden kautta tuuletus tapahtuu. Kevytsorakatossa ilma taas pääsee vapaasti kulkemaan koska kevytsorassa ilmanvirtausvastus on hyvin pieni. [10, s. 13.]

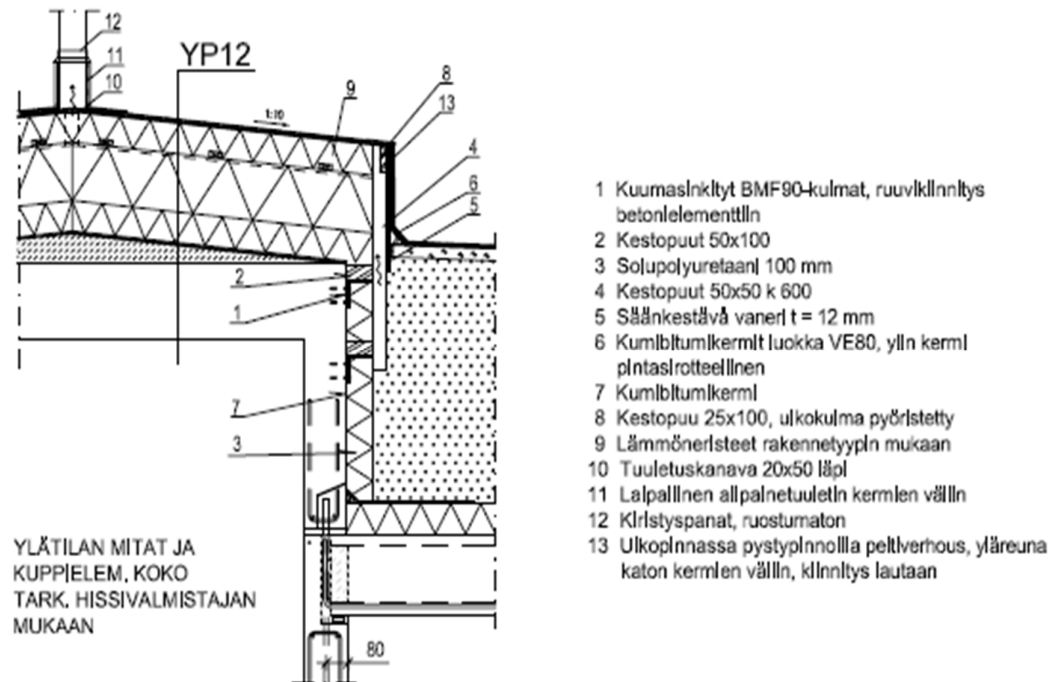
Loivilla katoilla kate tulee olla jatkuva eli katteen pitää kestää vedenpainetta. Yleisin materiaali tällaisilla katoilla on erilaiset kermikatteet. Järkevillä ja käytön mukaan tehdyillä katevalinnoilla voidaan hyvinkin saavuttaa 50 vuoden käyttöikä. Kaksikermikate on katteiden yleisin kermipinnoite, ensin asennetaan aluskermi ja tämän päälle pintakermi. Saumat limitetään vedenpaineen kestävyuden varmistamiseksi. Kermit joko liimataan tai hitsataan alustansa kiinni. [10, s. 27.]



Kuva 9. Tasakaton kattokaivo. [10]

Kermin liimaus tapahtuu käyttäen kuumaa (sulatettua) bitumia. Liimaukseen käytetään joko puhallettua bitumia tai kumibitumia erityisesti kumibitumia käytettäessä on varottava bitumin ylikuumentamista. Puhalletussa bitumissa työskentelylämpötila on huomattavasti suurempi kuin kumibitumilla. Aluskermit yleensä kiinnitetään alustaansa liimamalla. [10, s. 31.]

Kermiä hitsatessa tulee tuotteen olla suunniteltu hitsattavaksi ja sen alapinnassa on oltava riittävästi kiinnitysbitumia. Kermin hitsaus tapahtuu kuumentamalla kermin alapinnassa olevaa kiinnitysbitumia samalla kun kermiä rullataan auki katolle. Hitsauksessa on tärkeää, että kiinnitysbitumia kuumennetaan riittävästi. Sulaa massaa tulee kulkea koko rullan leveydellä eikä kermin alle saa jäädä ilmataskuja. Saumat hitsataan täysin kiinni niin, että saumasta pursuaa tasaisesti kiinnitysbitumia. Pintakermit kiinnitetään yleensä aluskermiin hitsaamalla. [10, s. 31.]



Kuva 10. Papukaton hissien yläkuppi.

Kermikatteelle tulee tehdä ylösnostot katteen läpivienteihin. Ylösnoston korkeus tulee olla vähintään 300 mm katteen pinnasta, kuten kuvassa 10. Tasakatoilla on tärkeää ottaa huomioon katon padotuskorkeus, jolloin kaivojen jostain syystä tukkeutuessa ylösnoston korkeus riittää suojaamaan läpiviennit. Ylösnostoissa tulee usein virheitä vesikatolla. Kermi pitäisi aina kiinnittää mekaanisesti ylösnoston yläpäästä ja suojapellitittää. Muutoin kermi lähtee ajan saatossa "valumaan" ja irtoaa yläreunastaan, jolloin syntyy vuotopaikka. [10, s. 32.]

4.4.2 Jyrkät katot

Jyrkiksi katoiksi luetaan pääsääntöisesti katot, joiden kaltevuus on 1:10 tai enemmän. Jyrkillä katoilla käytetään useasti katteita, jotka ovat ns. epäjatkuvia eli näiden katteiden kaikki saumat eivät kestä vedenpainetta. Katemateriaaleista yleisimpiä on erilaiset tiili-, pelti-, bitumilaatta- ja kolmiorimakatteet. Näiden katemateriaalien alla käytetään yleensä erillistä vedenpitävää aluskatetta, joka varmistaa rakenteen tiiveyden ja estää kondenssiveden pääsyn lämmöneristeisiin. [10, s. 61-62.]

Jyrkät katot luetaan useimmiten hyvin tuulettuihin rakenteisiin, jolloin lämmöneristeen ja katteen väliin jää minimissään 100 mm tuuletusväli. Jyrkkien kattojen rakenteissa on useimmiten kaksi erillistä tuuletustilaa katteen ja aluskatteen välissä ja aluskatteen ja lämmöneristeen välissä. Aluskatteen ja katteen väliin tulee asentaa tuuletusrimat, jolloin lämpötilojen vaikutuksesta syntynyt kondenssivesi ja katteen läpi päässyt sadevesi pääsee kuivumaan tuuletuksen ansiosta. Vesikate tulee jättää avonaiseksi räystäältä sekä harjalta, kuitenkin niin ettei sadevesi pääse tunkeutumaan tuuletusraoista katteen väärälle puolelle. Aluskatteen alapuolelle ns. vintille tulee järjestää riittävä tuuletus jolloin ilma poistetaan joko koneellisesti tai painovoimaisesti katon harjalta ja korvausilma otetaan räystäsrakenteista. [10, s. 63.]

5 Detaljikirjasto

Detaljikirjaston tarkoituksena on yhtenäistää Lemminkäinen Talo Oy:ssä käytettäviä toimintatapoja ja etsiä hyväksi havaittuja ja toimivia parannuksia olemassa oleviin detaljeihin ja luoda uusia. Näiden avulla on tarkoitus lähentää suunnittelu- ja tuotantotyötä ja helpottaa rakennuksilla tapahtuvaa jokapäiväistä ongelmanratkaisemista.

5.1 Työvaiheet

Opinnäytetyön alkuvaiheessa kerättiin kasaan kirjastoon tulevat detaljit, joista valittiin detaljeja jotka liitetään opinnäytetyössä syntyvään raporttiin. Detaljien keräämisen jälkeen aloitettiin varsinainen raportin tekeminen perehtymällä alan kirjallisuuteen ja internetistä löytyvään materiaaliin. Käytiin läpi rakenteita koskevat rakentamismääräykset ja RT-kortit. Jokaiselle rakenteelle koottiin selvitys yleisimmin ongelmia aiheuttavista tekijöistä ja ratkaisut näihin. Opinnäytetyöhön lisättiin esimerkki detaljeja tutkituista rakenteista ja jokaisesta näistä tehtiin lyhyt selvitys.

5.2 Haastattelut

Haastattelut suoritettiin detaljien keräämisen ja analysoinnin jälkeen, jolloin haastattelujen pohjana pystyttiin käyttämään jo tässä vaiheessa kerättyä tietoa. Haastattelut suoritettiin sähköpostin välityksellä pitkien välimatkojen ja rajallisen ajan takia. Haastatellut henkilöt ovat Lemminkäisen henkilökuntaa työmaalta ja toimistosta. Haastattelujen tavoitteena oli saada kommentteja eri osapuolilta detaljien käyttöön liittyvissä haasteissa.

Haastattelujen tuloksina saatiin arvokasta tietoa detaljien suurimmista ongelmista niin työmaan kuin toimiston näkökulmasta. Yleisimmin ongelmat liittyivät vesi- / kosteusongelmiin rakentamisen jälkeisenä aikana ja rakentamisen aikana suunniteltujen rakenteiden toteutuksellisiin ongelmiin, joihin myös liittyy vesi ja kosteus muuttuvien sääolosuhteiden johdosta. Näin saatiin myös tärkeätä tietoa detaljikirjaston käyttöön liittyvistä hyödyistä ja haitoista.

1. Minkä takia mielestäsi on tärkeätä, että Lemminkäiselle luodaan detaljikirjasto?
2. Kuinka usein työssäsi uskot olevasi tekemisissä nyt luotavan detaljikirjaston kanssa?
3. Detaljikirjaston hyödyt/haitat?
4. Kenen käyttöön mielestäsi detaljikirjasto on eniten suunniteltu?
5. Mitkä kohdat rakennedetaljeissasi aiheuttavat yleisimmin ongelmia? Selitä hieman ongelman aiheuttajasta.
6. Onko sinulla tiedossa näihin ongelmiin ratkaisua? Jos on, millainen.
7. Onko rakenteestasi olemassa riittävästi detaljeja, ajatellen rakennuskohteiden eroja?
8. Löytyykö ns. täydellistä detaljia?

VASTAUKSET:

1. Yhtenäistää yleisesti Lemminkäisellä käytettyjen detaljien teon luotettavalla tavalla vähentäen riskit [15].
2. Varmaan aina kun uusia projekteja käynnistetään ja ratkaisuja käydään läpi suunnittelijoiden kanssa [15].
3. Hyöty, tehdään sellaisia tyyppiratkaisuja joita on tutkittu ja todettu hyväksi. Haittana ehkä se, jos annetaan tyyppidetallit suunnittelijoille ja pyydetään ne suunnittelemaan niiden mukaan, niin otamme vastuun kyseisten ratkaisujen toimivuudesta. [15.]
4. Itse katsoisin että työmaa hyötyy siitä eniten, on paljon liitoskohtia työmaalla, joista ei välttämättä ole piirretty detaljeja, kirjastosta työmaahenkilökunta löytää ratkaisut, miten kyseinen kohta voidaan tutkitusti tehdä. [15.]
5. Kyllä se yleensä liittyy vesi- / kosteusongelmiin, joku paikka on tehty niin, että vesi pääsee paikkoihin mihin se ei kuulu, liitokset rakenteiden välillä on väärin tehty, tuuletus on puutteellinen, kondenssia pääsee syntymään. [15.]

6. Yleensä ongelma syntyy kun kaksi rakennetyyppiä liitetään väärin toisiinsa, esim. vaaka- / ja pystyrakenne. Pitäisi aina miettiä, mitä pahimmillaan voisi tapahtua ja suunnitella detaljit sen mukaan. [15.]

7. Kaikkia detaljeja on melkein mahdotonta kerätä yhtenäisiin kansioihin, niitä kun on niin valtava määrä, samassa rakenteessakin saattaa löytyä useampi. Nyt kerätyt detaljit ovat niitä yleisimpiä kyseisistä rakenteista. Jotkut nyt esitetyistä detaljeista voidaan myös soveltamalla käyttää samantyyppisissä rakenteissa. Detaljikirjastoa voidaan aina täydentää sitä mukaa kun uusia hyviä ratkaisuja tulee esille. [15.]

8. Detalji on niin täydellinen tai epätäydellinen kuin sen heikoin lenkki ja ratkaisuja voidaan aina kehittää. Markkinoille tulee koko ajan uusia tuotteita, joiden ominaisuudet poikkeavat sillä hetkellä käytetyistä. [15.]

1. Jokaiseen kohteeseen ei tarvitsisi suunnitella detaljeja erikseen, vaan käytetään hyväksi todettuja toimivia valmiita detaljeja. [16.]

3. Jotta meillä ei olisi samasta rakenteesta käytössä 20 eri detaljia vaan yksi tai kaksi, jotka tiedetään toimiviksi ja varmoiksi. Lisäksi jos noiden 1-2 käytössä olevan detaljin mukaan tehdyssä rakenteessa huomataan ongelma, niin on paljon helpompaa kehittää ja korjata niitä. Kehitystä detaljien toimivuuden suhteen ei muuten oikein tapahdu. [16.]

6 Tulosten analysointi

6.1 Hyödyt

Opinnäytetyön edetessä huomattiin, kuinka paljon ongelmia selkeän detaljikirjan puuttuminen yritykselle tuottaa. Detaljikirjasto yhtenäistää Lemminkäisen Suomessa käytämät detaljit ja tuo nämä kaikkien rakennushankkeeseen osallistuvien saataville. Detaljikirjasto helpottaa Lemminkäisen toimintaa aloitettaessa uutta hanketta, kun pystytään valitsemaan kirjastosta aiemmin hyväksi havaitut detaljit ja ehdottaa suunnittelijalle niiden käyttämistä.

Työmaan näkökulmasta detaljikirjaston hyödyt tulevat esille jokapäiväisessä työssä. Jokaisella työmaalla löytyy varmasti rakenteita, joista ei ole valmista detaljia juuri teko hetkellä saatavilla. Tällöin työnjohtaja katsoo detaljikirjastosta vastaavan rakenteen ja käyttää valmista detaljia mahdollisuuksien mukaan. Detaljikirjaston avulla saadaan yhtenäistettyä detaljien käyttöä niin, että jokaisesta rakenteesta ei tarvitse olla monta kymmentä erilaista ratkaisua.

6.2 Detaljien ongelmat

Useimmiten rakenteissa olevat ongelmat liittyvät siihen, miten saadaan suunnittelijan suunnittelemat ratkaisut toimiviksi käytännön olosuhteissa. Detaljikirjaston avulla voidaan yhdistää erilaisia rakenteellisia ratkaisuja, jolloin saamme varmasti ja testatusti toimivia rakenteita. Suurimmat ongelmat työmaan osalta tulee siinä, ettei työmaalta löydy juuri sillä hetkellä detaljia rakenteesta mikä olisi tarkoitus toteuttaa. Kun tietyn rakenteen detaljia aletaan metsästäämään suunnittelijalta, voi siinä vierähtää huonolla tuurilla useita päiviä.

Vedeneristyksissä olevia ongelmia ovat yleisimmin vedeneristettävän alueen pinnan tasaisuus ja vedeneristeen tarttuminen eristettävään pintaan. Esimerkkejä löytyy esimerkiksi kermivedeneristeen kiinnitys betonipinnalle. Betonipinnassa ei saa olla monttuja tai teräviä kohoumia, jotka rikkovat kermin kun sitä rasitetaan. Toinen esimerkki löytyy kermiylösnoston kiinnityksestä. Kermiylösnosto tulisi aina kiinnittää mekaanisesti yläpäästään eristettävään alustaan ja suojata kermin yläpää pellillä.

Työmaan kohdalta detaljeissa esiintyviä ongelmia voitaisiin myös pienentää detaljien ulkoasun yhtenäistämällä ja vain tiettyjen hyväksi havaittujen suunnittelijoiden käytöllä. Tämä kuitenkin sotii sitä tosiasiaa vastaan, että nykypäivänä rakentamisessa katsotaan niin paljon mitä mikäkin maksaa, ettei esimerkiksi omien suunnittelijoiden käyttäminen ole kustannustehokasta.

6.3 Tulokset

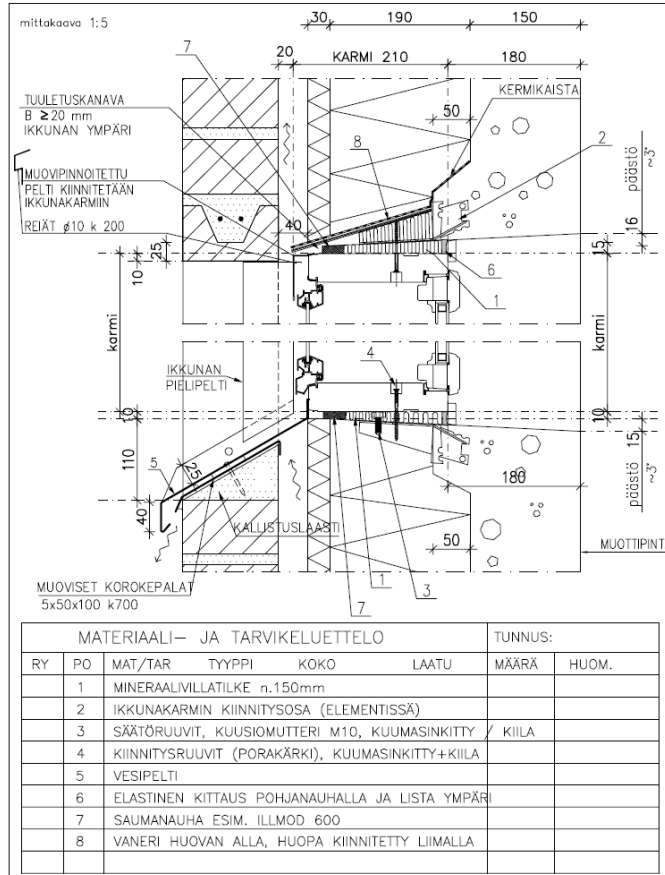
Tekijän kokemusten osalta ongelmat detaljeissa kohdistuvat useimmiten detaljien toteutuksen tulkitsemiseen ja työvaiheiden oikea-aikaisuuteen. Tämä korjaantuu varmasti kokemuksen myötä, mutta myös detaljien ulkoasulla on vaikutusta niiden tulkitsemiseen. Detaljikirjasto tulee kehittymään jatkuvasti uusien rakentamismääräysten ja kehittyvien tuotteiden ja menetelmien ansiosta. Tämän opinnäytetyön tekijänä olen siinä mielessä hyvässä asemassa, että näin uran alussa tietoa detaljeihin kohdistuvista ongelmista.

Tämän työn avulla saatiin jo tässä vaiheessa tietoon hyviä parannusehdotuksia tiettyihin rakenteisiin, joissa on ollut ongelmia. Jatkossa, kun detaljikirjasto otetaan kunnolla käyttöön, tulee siitä tärkeä osa jokapäiväistä arkea rakentamisessa. Varsinaisesti detaljikirjasto ei ole koskaan valmis, vaan sitä päivitetään aina kun löydetään hyviä ratkaisuja rakenteiden toteuttamiseen.

Opinnäytetyön avulla saatiin arvokasta tietoa eri toimipisteissä käytetyistä työmenetelmistä, jotka auttavat varmasti jatkossa kaikkia Lemminkäisen työntekijöitä uusien hankkeiden parissa. Suurimmat ja yleisimmät ongelmat rakenteissa ovat veden ja kosteuden aiheuttamia. Näihin saatiin muutama hyvän kehitysidean, joita kannattaa hyödyntää.

7 Rakeneratkaisuja

7.1 Ikkuna- ja oviliittymät



Kuva 11. Ikkunaliitos paikallamuurattuun elementtiseinäen, pystyleikkaus. [19.]

Kuvassa 11 ikkunaliitos elementtiseinäen, jossa on julkisivuna tiilimuuraus. Tämän rakenteen rakenneratkaisut toimivat niin rakennusfysiikan kuin käytännön osalta. Lämmöneristyksestä, tuuleuksesta ja kosteusteknisestä toiminnasta on huolehdittu. Ikkunarakenteessa oikeanlainen eristys on ensiarvoisen tärkeää pidentämään ikkunan käyttöikä. Rakenteessa kulkevat vääränlaiset ilmavirtaukset aiheuttavat merkittävää haittaa rakenteille kosteuden tiivistymistä, lämmöneristyskyvyn heikkenemisen ja vetoisuus.

Ikkunarakenne joutuu viistosateen rasittamaksi, jolloin ikkunan oikein tehty pellitys on ensiarvoisen tärkeää. Pellissä tulee olla riittävä kaato pois ikkunasta ja tippanokka joka on tarpeeksi kaukana ulkoseinärakenteesta. Pellin saumat tulee tiivistää siihen tarkoitettulla kitillä, kuitenkin niin, että suunniteltu tuuletus toimii. [14, s. 3-9.]

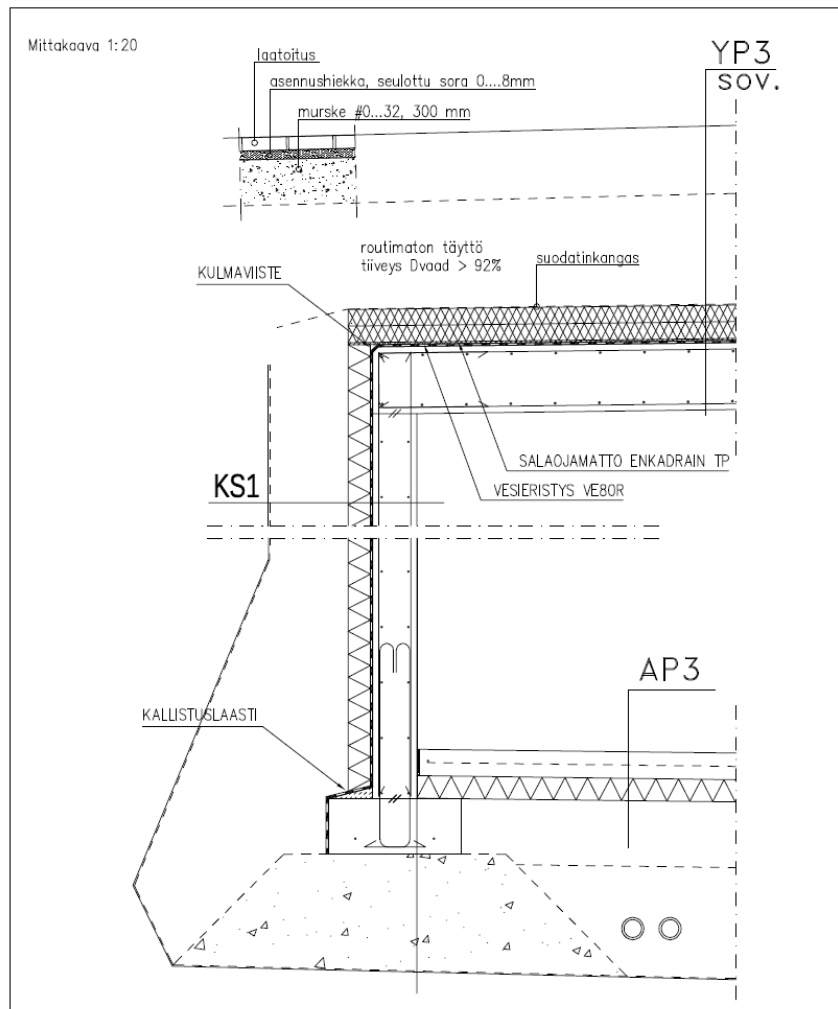
Ikkunoita asennettaessa on otettava huomioon ikkunoiden oikea säilytystapa työmaalla. Ikkunat on suojattava sateelta ja liialliselta kosteudelta ennen asennusta. Kosteiden ikkunoiden asennuksella voi olla suuria vaikutuksia ikkunaliitoksen toimivuuteen ikkunakarmin kuivuessa. [17, s. 15.]

Ikkunaa asennettaessa tulee ikkuna tukea riittävän tiheästi laitettujen asennuspalojen varaan niin, että ikkunan alareuna tulee vaakasuoraan. Pystykarmit säädetään tarkasti kohdalleen ja suoriksi asennuskiilojen avulla. Ikkunan karmi ja seinän välinen tilkevara tulee olla vähintään 10 mm. Ikkunan kiinnitys ruuveilla ja paloilla siirretään ikkunaan kohdistuvat kuormitukset rakennuksen runkoon. [17, s. 15.]

Ikkunan tulee liittyä seinärakenteeseen ilma- ja höyrytiivisti. Karmin ja seinän välinen rako tilkitään joko villatilkkeellä tai uretaanivaahdolla niin, että ilma- ja höyrytiivisyys voidaan saavuttaa. Ylimääräiset asennuskiilat tulee poistaa, jotta saumasta saadaan mahdollisimman tiivis. Eristettä tulee olla vähintään 2/3 karmin leveydestä, jos karmi on 100 mm tai alle leveä tulee eristettä olla koko karmin alalta. [17, s. 18.]

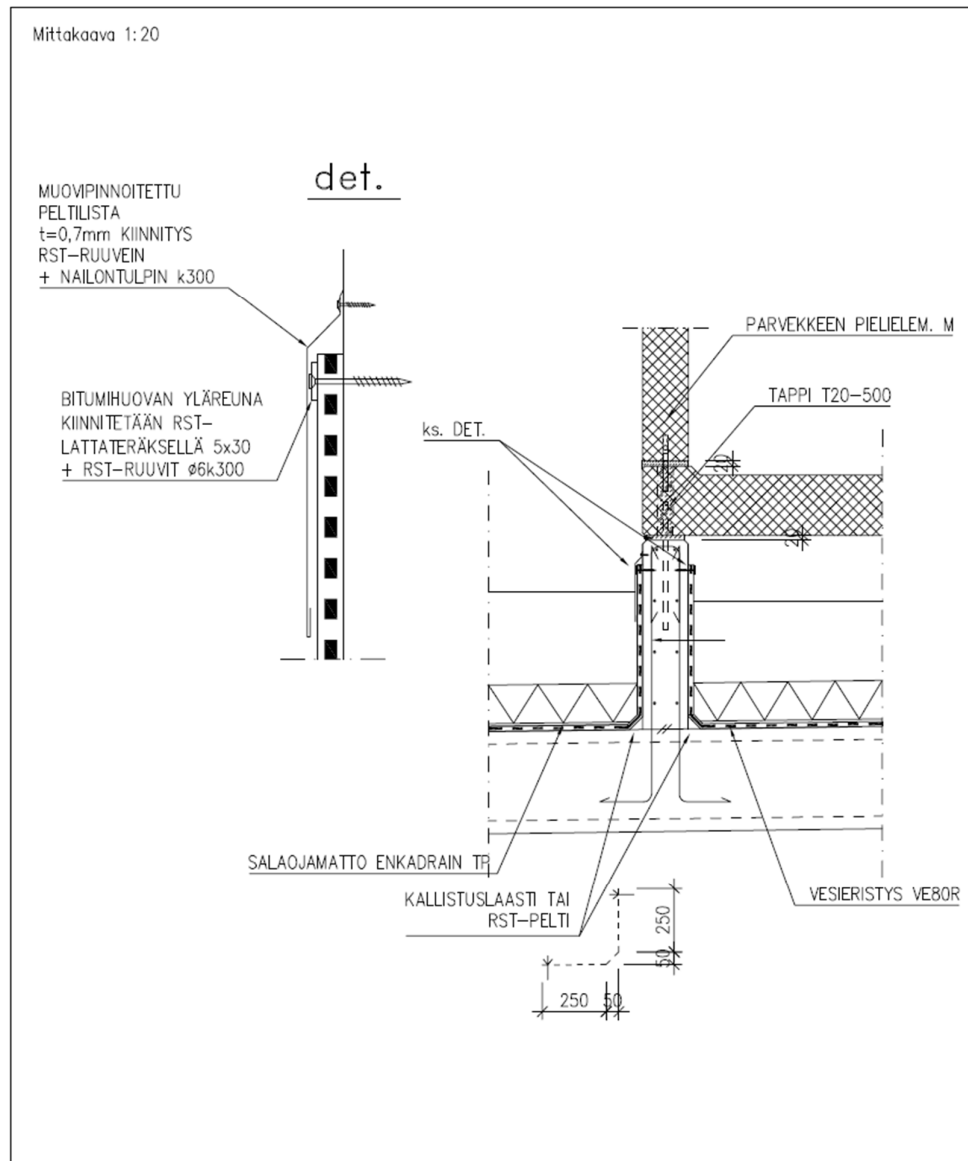
Ikkunankarmin ja rungon väli tulee eristyksen jälkeen listoittaa ulkoseinän puolelta vesi- tiivisti joko puu-, muovi-, tai pelti- tai tarkoitukseen soveltuvalla kittauksella. Kittausta käytettäessä tulee raon tuuletus varmistaa. Sisäpuolen listoitukseen käytetään samoja tarvikkeita kuitenkin niin, ettei rakenteen tarvitse olla vedenpitävä. [17, s. 18.]

7.2 Kansirakenteen vedeneristysdetaljit



Kuva 12. Vedeneristys perusmuurin kohdalla. [16.]

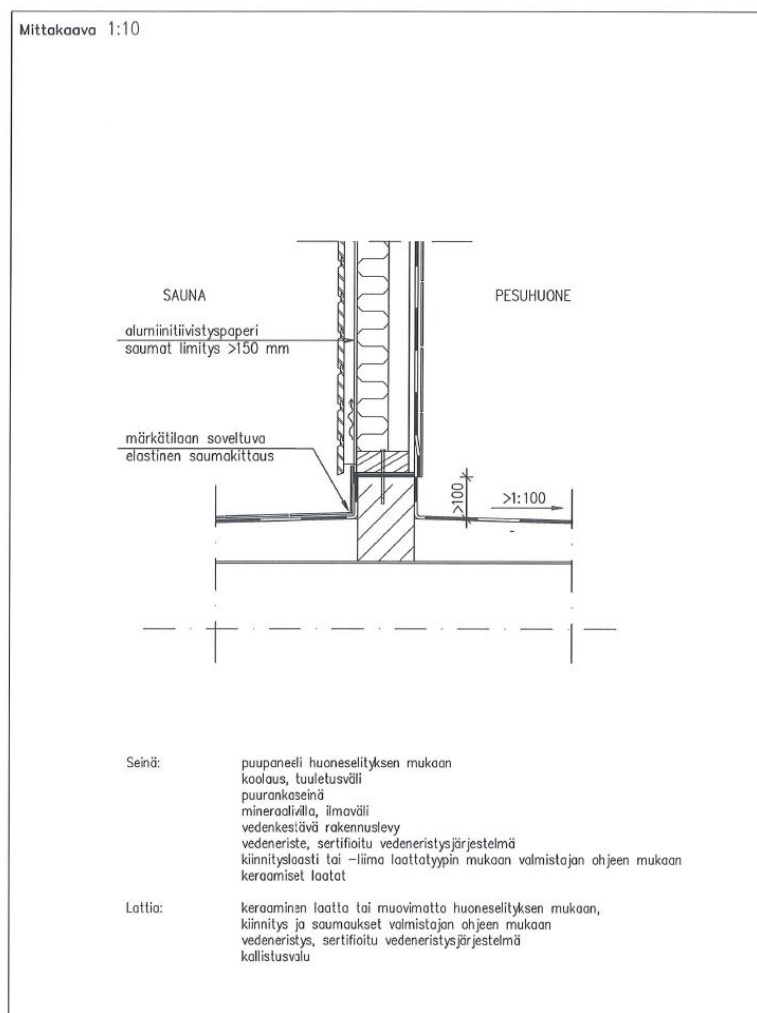
Kuvassa 12 perusmuurin vedeneristys rakenteessa, jossa on tiloja maanpinnan alapuolella. Vesieristeenä käytetty luokan VE80R vedeneristystä, jolloin katon vähimmäiskaltevuus tulee olla 1:80 ja vesieristeelle tulee suorittaa vetokoe. Vedeneristeen päälle on laitettu salaojamatto ja rasiukselta suojaava eristyskerros. Jiireissä ja kulmissa olisi hyvä käyttää ruostumatonta metallilistaa suojaamassa kermiä rasiukselta ja rikkoutumiselta.



Kuva 13. Vedeneristeen ylösnosto parvekkeen seinäkkeen kohdalla. [16.]

Kuvassa 13 on kuvattu parvekkeen seinäkkeelle nostettu vedeneriste, jonka käyttöluokka on VE80R. Sisäkulmassa eristeen taakse on laitettu oikeaoppisesti RST-pelti suojaamaan eristettä rikkoutumiselta. Noston yläpäästä on eriste kiinnitetty mekaanisesti ja suojattu pellillä.

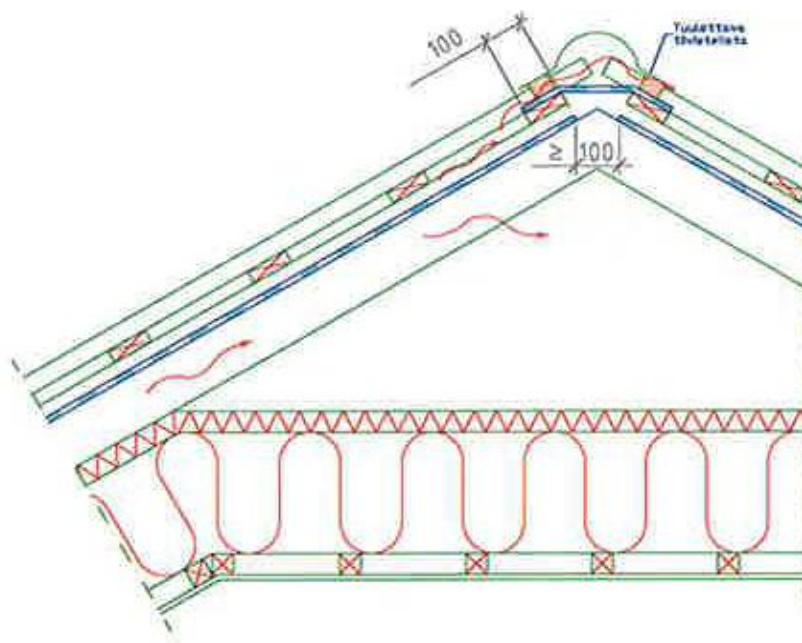
7.3 Märkätilan kynnykset ja saunan seinä- ja lattialiittymät



Kuva 14. Saunan ja pesuhuoneen välinen seinä. [19.]

Kuva 14 esittää saunan ja pesuhuoneen välistä kevytrakenteista seinää. Pesuhuoneen puolella levyn taakse jätetty ilmaväli, jotta seinän väliin ei pääse kosteus tiivistymään. Vesieristys tulee limittää yläpäästään höyrynsulkuun tai katon höyrynsulku tulee tehdä katkeamattomana seinien kohdalla. Saunan puolella eristeen päälle laitetaan alumiinipaperi, joka tiivistetään saumoistaan alumiiniteipillä. Alumiinipaperi tulee limittää saunan lattian vedeneristyksen päälle jotta sitä pitkin valua tiivistynyt kosteus ei pääse rakenteisiin. Paneeliverhouksen alareuna tulee olla lattiasta irti vähintään 100 mm.

7.4 Vesikatto- ja räystäsdetailit



Kuva 15. Jyrkän peltikatteen harja. [10.]

Detaljikuvassa 15 on käyttöullakolla varustetun jyrkän peltikatteen harjasta. Eristeen ja aluskatteen välissä on suuri tuuletustila ja aluskatteen ja pellin välissä tuuletusrako. Pellin ja aluskatteen välinen tuuletusrako on oikeaoppisesti auki harjalta, jolloin ilma kiertää vapaasti rakenteessa. Eristeen ja aluskatteen välinen tuuletus täytyy myös olla auki räystäältä ja harjalta.

8 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön aiheena oli tehdä detaljikirjasto Lemminkäinen Talo Oy:n käyttöön. Detaljikirjastosta hyötyy jokainen rakennushankkeeseen osallistuva niin rakennuttajasta aina loppukäyttäjään asti. Detaljikirjaston tavoitteena on selkeyttää ja yhdistää käytettyjä toimintatapoja työmaiden välillä ja näin helpottaa jokaisen rakennushankkeeseen osallistuvan työtä.

Detaljikirjaston luominen on erittäin suuri prosessi Lemminkäisen kokoiselle yritykselle, jossa detaljeja on käytössä päivittäin satoja. Kokonaisuudessaan detaljeja löytyy varmasti tuhansia, joista pitäisi valita parhaat ja toimivimmat ja jatkojalostaa näistä entistäkin parempia. Tämä opinnäytetyö käsittelee vain murto-osaa näistä detaljeista ja pureutuu niiden hyviin ja huonoihin puoliin. Detaljien kehittäminen on pitkäjänteinen prosessi, johon vaaditaan jokaisen asianosaisen panostusta. Selvillä ja valmiiksi testatuilla detaljeilla rakentaessa vältytään monilta rakentamisaikaisilta ongelmilta ja saadaan aikaiseksi loppukäyttäjälle huoleton ja toimiva rakennus. Tämä detaljikirjasto tulee täydentymään tarvittaessa, kun saadaan tuloksia hyviksi havaituista detaljeista.

Insinööriyön tekemisen aikana huomattiin miten monta erilaista ajattelutapaa työmaalla voi olla esimerkiksi suunnittelijoiden välillä. Detaljikirjaston kehittämisen perimmäinen syy lienee juurikin näiden erilaisten ajattelutapojen yhdistämisessä. Samalla saadaan selkeytettyä koko rakennusprosessin kulkua ja pystytään vaikuttamaan rakentamisen laatuun sekä tuotteiden pitkäikäisyyteen.

Detaljikirjasto ei tule olemaan koskaan täysin valmis, vaan jokapäiväisessä työssä kehittyvä alati muuttuva ja paraneva kokonaisuus. Tämä vaatii jokaisen kirjaston käyttäjän panostusta detaljien arviointiin ja kehittämiseen. Detaljikirjasto on työnä valtava ja siksi raporttiosuus rajattiin koskemaan vain muutamia rakenteita, joista poimittiin tärkeimmät tarkempaan analysointiin.

Tässä insinööriyössä kehitettiin pohja tulevalle detaljikirjastolle ja kirjaston tukena toimiva raportti osuus tiettyjen detaljien osalta. Työssä perehdyttiin kattavasti valittujen rakenteiden rakenteelliseen ja kosteustekniseen toimintaan. Rakenteiden toiminta edellyttää kaikkien osapuolten saumatonta yhteistyötä suunnittelusta valvontaan.

Lähteet

- 1 Lemminkäinen Oy. 2013. Liiketoiminta rakentaminen. Verkkodokumentti. <http://www.lemminkainen.fi/Lemminkainen/Yritys/Liiketoiminta/Talonrakentaminen/>. Luettu 15.7.2014.
- 2 Rakentamismääräyskokoelma C1. 1998. Helsinki. Matti J. Virtanen Ympäristöministeriö.
- 3 Rakentamismääräyskokoelma C2. 1998. Helsinki. Jouni J. Särkijärvi. Ympäristöministeriö.
- 4 Rakentamismääräyskokoelma D3. 2012. Helsinki. Pekka Kalliomäki. Ympäristöministeriö.
- 5 Rakentamismääräyskokoelma E1. 2011. Helsinki. Jorma Jantunen. Ympäristöministeriö.
- 6 Rakentamismääräyskokoelma C4. 2003. Helsinki. Raimo Ahokas. Ympäristöministeriö.
- 7 Björkholtz, Dick. 1997. Lämpö ja kosteus, rakennusfysiikka. Helsinki. Rakennustieto Oy
- 8 Sisäilmayhdistys. Helsingin, Espoon ja Vantaan terveelliset tilat. 2008 Verkkodokumentti. <http://www.sisailmayhdistys.fi/terveelliset-tilat-tietojarjestelma/kunnossapito-ja-korjaaminen/ulkoseinat/ikkuna-ja-oviliitokset>. Luettu 14.6.2014
- 9 Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry. 2007 Rakennuksen veden- ja kosteuden-eristysohjeet. Helsinki. Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry.
- 10 Kattoliitto ry. 2013. Toimivat katot 2013. Sastamala. Kattoliitto ry.
- 11 Sisäilmayhdistys. Helsingin, Espoon ja Vantaan terveelliset tilat. 2008 Verkkodokumentti. <http://www.sisailmayhdistys.fi/terveelliset-tilat-tietojarjestelma/kosteusvauriot/kosteusvaurioituminen/markatilat/>. Luettu 18.6.2014.
- 12 Sisäilmayhdistys. Helsingin, Espoon ja Vantaan terveelliset tilat. 2008 Verkkodokumentti. <http://www.sisailmayhdistys.fi/terveelliset-tilat-tietojarjestelma/kunnossapito-ja-korjaaminen/markatilat/>. Luettu 18.6.2014.
- 13 Sisäilmayhdistys. Helsingin, Espoon ja Vantaan terveelliset tilat. 2008 Verkkodokumentti. <http://www.sisailmayhdistys.fi/terveelliset-tilat-tietojarjestelma/kunnossapito-ja-korjaaminen/vesikatto-ja-ylapohja/loivat-katot/>. Luettu 10.7.2014

14 Rakennustieto Oy. 1997. RT 80-10632 Rakennusten suojaellitykset. Helsinki. Rakennustietosäätiö Oy.

15 Forslund, Stefan. 2014. Hankekehityspäällikkö. Lemminkäinen Talo Oy. Vaasa. Haastattelu.

16 Uusi-illikainen, Jari. 2014. Projektipäällikkö. Lemminkäinen Talo Oy. Oulu. Haastattelu.

17 Rakennustieto Oy. 2009. RT 41-10947 Puu- ja puualumiini-ikkunat sekä niiden asennus. Helsinki. Rakennustietosäätiö Oy.

18 Raklamit Oy. 2014. Läpivirtaus ja rakennevirtaus. Verkkodokumentti. http://raklamit.fi/?attachment_id=3681. Luettu 17.7.2014

19 Laine, Pertti. 2014. Projektipäällikkö. Lemminkäinen Talo Oy. Lappeenranta.