

Lauri Haimakainen

Vanhan hirsitalon kunnostussuunnitelma

Opinnäytetyö
Kevät 2021
SeAMK Tekniikka
Insinööri (AMK), Rakennustekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikka

Tutkinto-ohjelma: Insinööri (AMK), Rakennustekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka

Tekijä: Lauri Haimakainen

Työn nimi: Vanhan hirsitalon kunnostussuunnitelma

Ohjaaja: Marita Viljanmaa

Vuosi: 2021

Sivumäärä: 51

Liitteiden lukumäärä: 0

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä kunnostussuunnitelma vuonna 1916 valmistuneeseen omakotitaloon. Talon ensimmäinen kerros on hirsirunkoinen, kun taas yläkerta ja ulokkeet ovat puurunkoisia. Talossa on tehty eri aikakausina remontteja ja viimeisin niistä on 1980-luvulta. Kunnostussuunnitelma laadittiin kuntotarkastusraportin pohjalta. Kuntotarkastus suoritettiin rakenteita avaamalla, jotta saataisiin varmuus rakenteiden todellisesta kunnosta.

Uusien rakenteiden suunnittelussa kiinnitettiin erityisesti huomiota rakennusfysikaaliseen toimintaan ja pitkäikäisyyteen. Suunnittelussa otettiin myös huomioon rakenteiden ikä, kunto sekä uusien ja vanhojen rakennusmateriaalien ja -tapojen yhteensopivuus.

Suunnitelmassa ulkoseinän aikaisempi sisäpuolinen lisäeristys poistetaan ja rakennetaan uusi hirsiseinän ulkopuolelle. Eristemateriaaleina käytetään puupohjaisia eristemateriaaleja. Ala- ja yläpohja suunniteltiin rakennettavaksi kokonaan uudestaan. Märkätilat suunniteltiin rakennettavaksi rakennuksen yläkertaan ja alakerran puurunkoiseen osaan. Rakennuksen talotekniikka uusitaan myös kokonaan.

Opinnäytetyössä ei keskitytä eri rakenteiden tai ratkaisujen kustannuksiin. Tärkein ajatus työssä oli tehdä selkeät ja toimivat ratkaisut uusille rakenteille, jotta rakennus säilyisi myös seuraavat sata vuotta.

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Engineering

Specialisation: Production Technology

Author: Lauri Haimakainen

Title of thesis: Renovation plan for an old timber house

Supervisor: Marita Viljanmaa

Year: 2021

Number of pages: 51

Number of appendices: 0

The purpose of the thesis was to make a redevelopment plan for a detached house completed in 1916. The first floor of the house is log framed, while the upstairs and bump-outs are wood framed. The condition inspection was carried out by opening structures to provide certainty about the actual condition of the structures. The redevelopment plan was drawn up on the basis of the report.

In the design of new structures, particular attention was paid to structural physical function and longevity. The design also considered the age, the condition of the structures, and the compatibility of new and old building materials and customs.

In the plan, earlier internal insulation of the outer wall would be removed. Wood-based insulation materials would be used as insulation material. The roof and base floor were planned to be completely rebuilt. Wet spaces were planned to be built upstairs and to the bump-out of the building. The house technology of the building would also be completely renewed.

The thesis did not focus on the cost of different structures or solutions. The main idea in the thesis was to make clear and functional solutions for new structures so that the building would also be preserved for the next hundred years.

Keywords: Timber house, Redevelopment plan, Condition inspection, Wooden frame

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä	2
Thesis abstract	3
SISÄLTÖ	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	8
1 JOHDANTO	9
1.1 Tavoitteet	9
1.2 Kohteen esittely.....	10
2 HIRSIRAKENTAMINEN	12
2.1 Asumistottumukset ennen vanhaan.....	12
2.2 Hirsi rakennusmateriaalina	12
2.3 Märkätilojen toteutus	13
2.4 Talotekniikka hirsirakennuksessa	13
2.5 Energiatehokkuus ja lämmitysmuoto	14
3 KUNTOTARKASTUS JA NYKYISET RAKENTEET.....	15
3.1 Seinärakenteet.....	15
3.2 Alapohja	18
3.3 Perustukset	19
3.4 Hormit ja tulisijat.....	21
3.5 Välipohja	21
3.6 Toinen kerros ja yläpohja	22
3.7 Ikkunat	25
3.8 Vesi, viemäri ja sähköt	26
4 KORJAUSJÄRJESTYS	27
5 UUDET RAKENNERATKAISUT.....	30
5.1 Maa- ja pihatyöt.....	30

5.2	Perustukset ja ryömintätila	31
5.3	Alapohja	32
5.4	Hirsiseinärakenne	34
5.5	Yläkerran ja ulokkeiden seinärakenne	37
5.6	Välipohja	39
5.7	Yläpohja	39
5.8	Märkätilat	41
5.9	Ikkunat	46
5.10	Uudet pohjakuvat	47
6	YHTEENVETO	49
	LÄHTEET	50

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Julkisivu sisäpihalta elokuussa 2020.	9
Kuva 2. Vanha pohjakuva 1.krs.	11
Kuva 3. Vanha pohjakuva 2.krs.	11
Kuva 4. Kuntotarkastuksessa huomattu alimman hirren lahovaurio.	15
Kuva 5. Vanha ulkoseinädetalji.	16
Kuva 6. VTT:n homemalli.	18
Kuva 7. Sokkelin halkeama ulkoapäin kuvattuna.	20
Kuva 8. Sokkeli ulompana kuin alajuoksu.	20
Kuva 9. Välipohjapalkisto.	21
Kuva 10. Yläkerran kylmästä osasta.	22
Kuva 11. Kuva yläpohjasta.	23
Kuva 12. Yläkerran vaurioitunut runko.	24
Kuva 13. Toisen ulokkeen runko yläkerrassa.	24
Kuva 14. Vanha alakerran ikkuna, kuva keittiöstä.	25
Kuva 15. Vanha vesiputki ja mittari.	26
Kuva 16. Nykyisen ryömintätilan tuuletusluukut.	31
Kuva 17. Uusi alapohjarakenne.	33
Kuva 18. Uusi alakerran seinärakenne.	35
Kuva 19. Uusi yläkerran seinärakenne.	38

Kuva 20. Uusi yläpohjarakenne.	39
Kuva 21. Uuden yläpohjan tuuletus.	41
Kuva 22. Lattiakaivo puurakenteisessa välipohjassa.	42
Kuva 23. Suunniteltu märkätilaratkaisu.	43
Kuva 24. Suunniteltu märkätilaratkaisu ulkoseinällä.	45
Kuva 25. Ikkunamuutos itäpuolella.	46
Kuva 26. Uusi pohjapiirustus 1.krs.	47
Kuva 27. Uusi pohjapiirustus 2.krs.	48
Kuvio 1. Vanhan ulkoseinän kastepistetarkastelu.	17
Kuvio 2. Vanhan alapohjan kastepistetarkastelu.	19
Kuvio 3. Uuden alapohjan kastepistetarkastelu.	34
Kuvio 4. Uuden hirsiseinärakenteen kastepistetarkastelu.	36
Kuvio 5. Uuden yläkerran seinän kastepistetarkastelu.	38
Kuvio 6. Uuden yläpohjarakenteen kastepistetarkastelu.	40
Taulukko 1. Kipsivalun hyvät ja huonot puolet.	33

Käytetyt termit ja lyhenteet

Kurkihirsi	Kurkihirsi on katon harjansuuntainen ylin tukirakenne.
Hybridirakenne	Tässä yhteydessä tarkoittaa sitä, että hirsiseinän rakennusfysikaalista toimintaa on muutettu massiivirakenteesta hybridirakenteeksi eli siihen yhteyteen on lisätty mineraalivillaa eristeeksi.
Aluskate	Uusissa peltirakenteisissa katoissa katteen alle asennettava vedenpitävä kangas.
Lattiavasa	Lattiaa kannatteleva rungon osa.
Vaipparakenne	Talon uloimmat rakenteet, kuten katto ja ulkoseinät.
Proppaaminen	Mekaaninen kiinnitys kivirakenteeseen esimerkiksi betoniruuvilla.
Kattovasa	Katon kuormia kantava palkki, seinältä harjalle.
Massiivirakenne	Vain yhdestä materiaalista koostuva rakenne.

1 JOHDANTO

1.1 Tavoitteet

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tehdä kunnostussuunnitelma vanhaan 1916 vuonna valmistuneeseen hirsirunkoiseen omakotitaloon. (Kuva 1.) Opinnäytetyössä pyritään ottamaan huomioon rakennuksen ikä, kunto ja aikojen saatossa tehdyt remontit. Näiden tietojen pohjalta pyritään toteuttamaan mahdollisimman toimivat rakenteet ja käytännölliset tilaratkaisut. Tässä opinnäytetyössä ei oteta kantaa eri materiaalien tai rakenneratkaisujen kustannuksiin, vaan pyritään suunnittelemaan parhaiten sopivat ratkaisut juuri tähän kohteeseen.

Opinnäytetyön alkuosassa käydään läpi rakennuksen historiaa, siihen tehtyjä korjauksia ja nykykuntoa. Lopuksi tarkastellaan korjausjärjestystä, uusia rakenneratkaisuja ja niiden toimivuutta.



Kuva 1. Julkisivu sisäpihalta elokuussa 2020.

1.2 Kohteen esittely

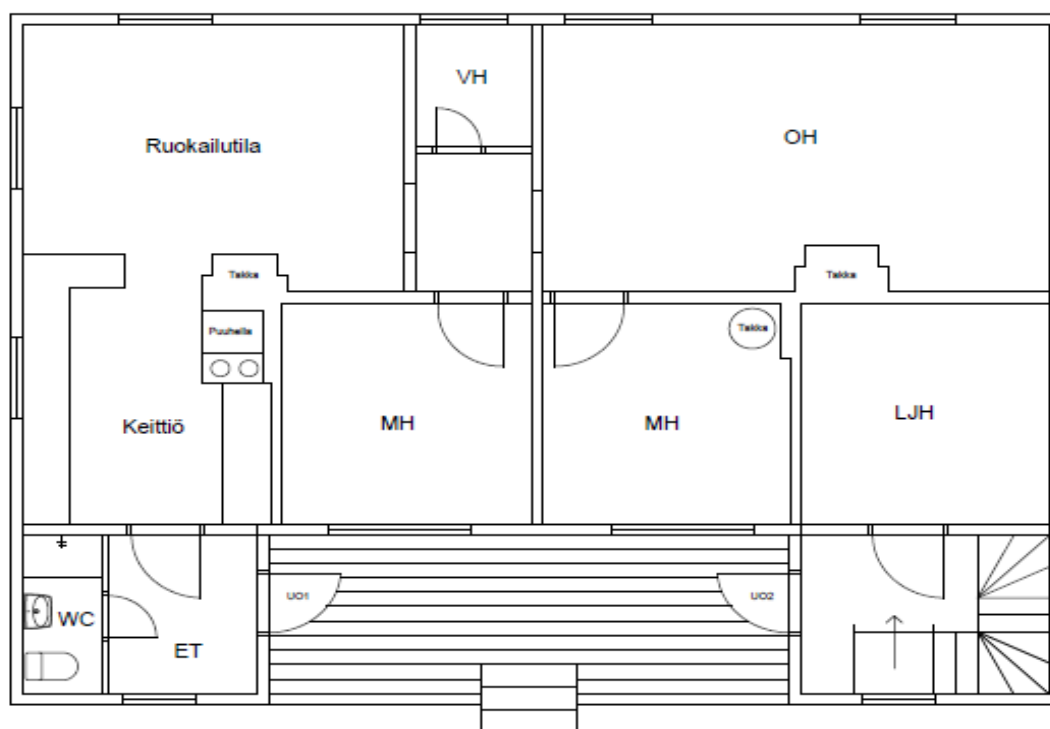
Kohde sijaitsee Kokkolassa Keski-Pohjanmaalla Mäntykankaan asuinalueella. Talon lisäksi tontilla on piharakennus, jossa on sauna ja autotalli. Tämän opinnäytetyön varsinaisen aiheen yhteydessä käydään myös hieman läpi uudelleen rakennettavaa piharakennusta.

Verohallinnon nettisivuilta löytyy kyseisen kiinteistötunnuksen alta talolle valmistumisvuosi 1916. Talo on vaakahirsirunkoinen tasakertaan asti, yläkerta ja talon molemmissa päissä olevat ulokkeet ovat puurunkoisia. Talo on vuorattu ulkoa vaakapaneelilla. Perustukset ovat betonia ja alapohja on ns. rossipohja eli tuulettuva alapohja. Puurakenteisen yläpohjan harjalla on kurkihirsi. Vesikate on konesaumapeltiä, mutta aluskatetta ei nykyisessä katossa ole. Talo lämpee suoralla sähkölämmityksellä pattereiden avulla. Talon kokonaispinta-ala on 180 m².

Alun perin talo oli jaettu hirsiväliseinällä kahteen osaan ja siinä asui kaksi eri perhettä. Yläkerrassa molemmissa päissä taloa on lämpimät huoneet ja keskellä on kylmä tila. (Kuva 3.) Talossa on molemmissa päissä hormit ja yhteensä neljä takkaa ja yksi puuhella, joita on aikoinaan käytetty talon lämmityslähteinä. (Kuva 2.)

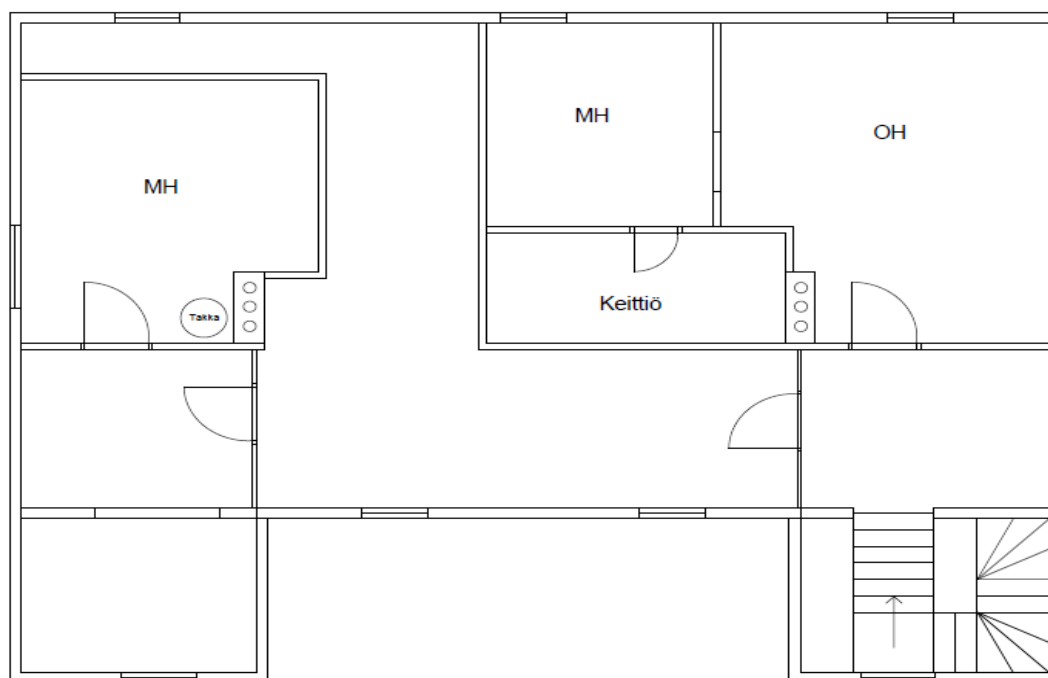
Talossa on vuosikymmenien aikana tehty monia remonteja ja joistain ratkaisuksista pystyy päättelemään kyseisen remontin ajankohdan. Talossa on aikojen alussa käytetty eristeenä purua ja sammalta, jotka ovat vieläkin seinissä sekä ala- ja välipohjassa. Alakerran ulkoseinien ja katon sisäpuolelle on 1980-luvulla tehty lisälämmöneristys mineraalivillasta. Lattia on tehty vanerilevystä, jonka päällä on muovimatto. Katto on konesaumapeltiä, jonka asennustapa kertoo kuntotarkastajan mukaan siitä, että katto olisi tehty 1940-luvulla.

VANHA POHJAPIIRUSTUS 1.KRS



Kuva 2. Vanha pohjakuva 1.krs.

VANHA POHJAPIIRUSTUS 2.KRS



Kuva 3. Vanha pohjakuva 2.krs.

2 HIRSIRAKENTAMINEN

2.1 Asumistottumukset ennen vanhaan

Vanhanaikaisessa asumisessa ei paljon talotekniikkaa tunnettu: veden nostaminen pihakaivosta saattoi olla päivän teknisin tapahtuma. Ennen vanhaan talojen sisällä ei ollut ollenkaan vesipistettä tai muita nykypäivänä itsestään selvyytenä pidettäviä toimintoja, kuten wc:tä tai suihkua. Kaikki märkätilat sijaitsivat erillisessä rakennuksessa talon pihapiirissä. Nykypäivänä taloissa tapahtuva kosteusrasitus on aivan toista luokkaa kuin ennen. Veden lämmitys kattilassa ja pyykkien kuivaus sisällä saattoivat olla ainoat kosteutta huoneilmaan tuottavat asiat tuohon aikaan.

Vesijohto tuli yleensä ensin keittiöön, mutta vauraimmissa kaupunkitaloissa oli jo 1800-luvun lopulla kylpyhuoneita. Vesijohdon tuominen vanhaan taloon saattoi tuntua ylellisyydeltä, mutta tämä uutuus toi mukanaan myös monia haasteita, kuten jäätyvät, hikoavat ja vuotavat vesijohdot sekä tukkeutuvat viemärit. Siihen asti, kun vesi kannettiin sisään ja ulos, käytettiin vettä vähemmän ja vahingot olivat tämän vuoksi pienempiä. (Hannu 2018.)

2.2 Hirsi rakennusmateriaalina

Hirret voidaan tehdä puusta rakennusmateriaaliksi joko höyläämällä, sorvaamalla tai veistämällä. Hirsituotteen valinnalla voidaan vaikuttaa merkittävästi rakenteen ominaisuuksiin, kuten painumiseen ja palonkestävyyteen. Hirsiä hyödynnetään pääsääntöisesti rakennusten seinärakenteena sekä joissain tapauksissa välipohjan ja kattorakenteiden kantavina osina. Yleisin hirren valmistusmateriaali on mänty, josta saadaan tehtyä hirsirakentamiseen sopivia suoria ja vähäoksisia runkoja. Myös kuusta voidaan käyttää hirsirakentamisessa. Kuusen lopullinen vaalea väri poikkeaa männyn tummemmin erottuvasta sydänpuun väristä. (Tiainen, Pihlajaniemi & Lakkala 2017, 18-20.)

Puulla on hygroskooppinen ominaisuus eli se pystyy sitomaan ja luovuttamaan kosteutta ympäröivän ilman kosteuspitoisuuden mukaan. Puun hygroskooppisuudella on sisäilman kosteusvaihtelujen tasapainottajana merkittävä vaikutus sisäilman laatuun ja terveellisyyteen. Hirsirakenne tasaa rakennuksessa olevaa kosteutta ja siksi puhutaan, että

hirsi on hengittävä rakenne. Puun kosteusvaihteluihin vaikuttavat ilman kosteuspitoisuuden lisäksi lämpötila, auringon säteily ja rakenteellinen suojaus ja tiiveys. (Tiainen ym. 2017, 18-20.)

Puun kuivuminen aiheuttaa hirren kutistumista ja rakenteen painumisen. Suurin osa painumisesta tapahtuu kuitenkin kahden ensimmäisen vuoden aikana. Kutistumisen takia puu saattaa haljeta. (Tiainen ym. 2017, 18-20.) Hidas kuivuminen vähentää puun halkeilua (Isopahkala, 2020). Halkeamisen ei tutkimusten mukaan ole todettu olevan haitallista hirren lämmönjohtamis- tai lujuusarvoihin nähden, vaan merkitys on yleensä esteettinen. Veden pääsy halkeamiin on kuitenkin estettävä, jos hirsi ei pääse välillä tuulettumaan. (Tiainen ym. 2017, 18-20.)

2.3 Märkätilojen toteutus

Märkätilojen rakentaminen vanhan talon sisälle on tekninen ja henkinen haaste. Jos märkätilat halutaan kuitenkin varsinaisen asuinrakennuksen sisälle, kannattaa niille etsiä turvallinen paikka kellarista, kuistilta tai yläkerrasta. Yksi vaihtoehto on myös rakentaa märkätiloille uusi uloke, joka noudattaa talon omaa muotokieltä. Tässä kohteessa märkätilat on suunniteltu sijoitettavaksi yläkertaan (Kuva 27.) ja vanhaan eteiseen ulokkeeseen. (Kuva 26.) Näin saadaan toteutettua turvallisempia ratkaisuja, kun märkätilaa ei tarvitse rakentaa aina hieman elävän hirsirungon sisälle. Jos näin kuitenkin jouduttaisiin tehdä, huone huoneen sisälle -ratkaisu olisi turvallisin vaihtoehto hirsi- tai ylipäättään missä vain puurunkoisessa rakennuksessa (Hannu 2018). Huone huoneen sisälle -ratkaisussa märkätilasta tehdään kokonaan oma laatikkomainen rakenne. Tässä toteutuksessa märkätilaan vaikuttaa vain alapuolisen rakenteen liikkeet. Saunaa eli löylyhuonetta ei ole tarkoitus rakentaa päärakennuksen sisälle ollenkaan, vaan sauna tehdään tontille tulevaan piharakennukseen. Tällä ratkaisulla saadaan hieman vähennettyä riskejä ja kosteusrasitusta talossa.

2.4 Talotekniikka hirsirakennuksessa

Talotekniikan päivitys vanhassa talossa tuo eteen paljon haasteita. Kuten aiemmin jo todettiin, ei taloissa ollut ennen juurikaan talotekniikkaa, joten eri ratkaisujen suunnittelulla

ja niiden toimivuuden ymmärtämisellä on erityisen suuri merkitys vanhoissa kohteissa. Jos rakennuksen runko toteutetaan painuvasta hirrestä tai epäillään rakenteen elämistä, tulee se huomioida kaikissa talotekniikkaan liittyvissä asennuksissa.

Jokaisessa nykyaikaisella talotekniikalla varustetussa talossa on oma tekninen tila, jossa sijaitsee talon lämmitykseen ja sähköön tarvittavat laitteet. Tässä kohteessa teknisen tilan sijainti on ajateltu olevan paras piharakennuksessa omana erillisenä huoneena. Näin ollen saadaan lisää tilaa asuinrakennukseen ja vähennettyä riskejä, joita teknisen tilan laitteista kiinteistölle voi vian sattuessa seurata. Ilmanvaihto toteutetaan molemmissa rakennuksissa omilla IV-laitteilla.

2.5 Energiatehokkuus ja lämmitysmuoto

Pientalon lämpöhäviöt voidaan kärjistetysti jakaa seuraavasti: ilmanvaihto 30–50 %, ikkunat 15–20 % ja ulkovaipan osat 30–40 %. Nämä prosenttimäärät ovat suuntaa antavia ja ovat jokaisessa talossa hieman erilaiset. Tähän vaikuttaa talon muoto, kerrosmäärä, rakennustyön laatu ja erilaiset rakenneratkaisut. (Hannu 2018.)

Rakennuksen eri rakenneosien tai teknisiin järjestelmiin kohdistuvien muutoksien välillä on kompensatiomahdollisuus. Jokin rakenne voidaan toteuttaa tietoisesti hieman vaatimusten mukainen taso alittaen, kun taas toinen rakenne tehdään vaatimuksia paremmaksi. Jos esimerkiksi jokin rakenne ei salli suurempaa rakennepaksuutta, voidaan sen laskennallinen lämmitysenergian menetys kompensoida jossain muussa rakenteessa. Tässä on kuitenkin hyvä ottaa huomioon rakennuksen lämpöhäviöiden jakautuminen talossa ja eri rakenteille tulevien korjausten laajuus, työmäärä ja kustannukset.

Asuinrakennuksen ja piharakennuksen lämmitysmuodoksi on suunniteltu vesikiertoinen lattialämmitys, jonka energia saadaan maalämmöstä. Lämmitysmuotona maalämpö on investoinniltaan melko suuri, mutta saavutetun energiansäästön ansiosta se maksaa itsensä jossain vaiheessa takaisin. Mitä isompi lämmitysala on kyseessä, sitä enemmän on säästettävää verrattuna esimerkiksi suoraan sähkölämmitykseen. (LämpöYkkönen 2017.)

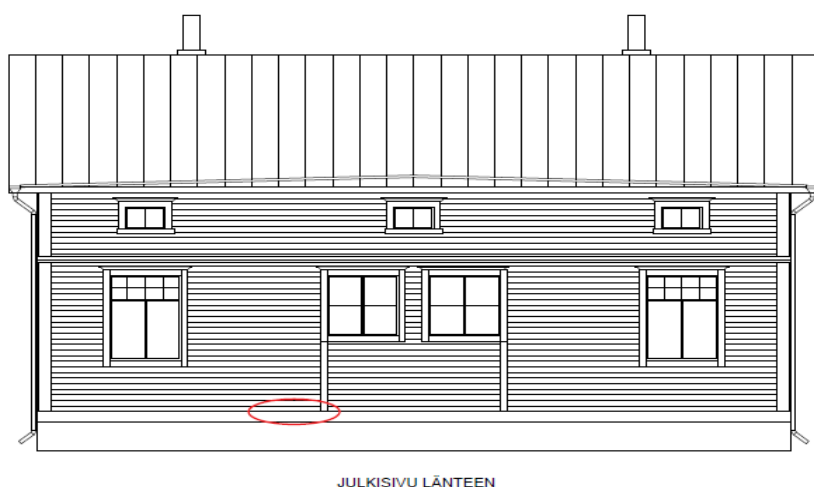
3 KUNTOTARKASTUS JA NYKYISET RAKENTEET

Kohteessa tehtiin kuntotarkastus syyskuussa 2020. Tarkastusajankohtana ulkolämpötila oli 15 °C ja ilmankosteus 83 %. Tarkastuksen tekivät paikallinen yrittäjä ja ostaja itse. Tarkastus toteutettiin rakenteita avaamalla. Kriittisimmät ja tarkastusta vaativat paikat tiedettiin jo etukäteen. Tämän takia vain näistä kohdista avattiin rakenteita.

3.1 Seinärakenteet

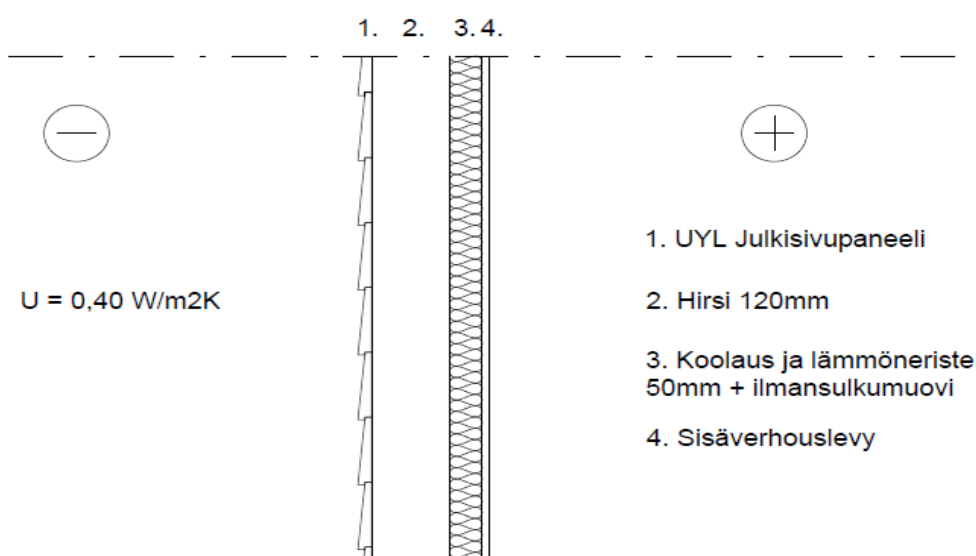
Ulkoverhous on osittain huonossa kunnossa ja vaatii vähintään uutta maalia. Kun ajatellaan rakenteen toimivuutta ja sen ikää, on ulkoverhous tulossa teknisen käyttöikänsä päähän. Seinärakenteen toimivuuden kannalta tärkeä tuuletusväli puuttuu hirren ja ulkoverhouksen välistä. Tällainen rakenne luokitellaan riskirakenteeksi, vaikka rakenteet olisivatkin pysyneet tähän asti kuivina. Tähän vaikuttaa suuresti se, millaista maalia seinässä on käytetty ja onko mahdollinen kosteus päässyt haihtumaan ulkoverhouksen läpi ulkoilmaan. Varmaksi tätä ei voi sanoa ennen kuin rakenteet saadaan avattua.

Hirsien kunto tarkastettiin poraamalla ulkovuorauksen läpi reikiä alimpiin hirsiin. Kaikki hirret olivat kuivia, paitsi vanhan sisäänkäynnin vieressä havaittiin lahovaurio alimassa hirressä. (Kuva 4.) Tämän vuoksi alakerran lattia on myös osaksi notkahtanut, joten ainakin tässä kohtaa rakennusta joudutaan hirsi tai hirsii vaihtamaan.



Kuva 4. Kuntotarkastuksessa huomattu alimman hirren lahovaurio.

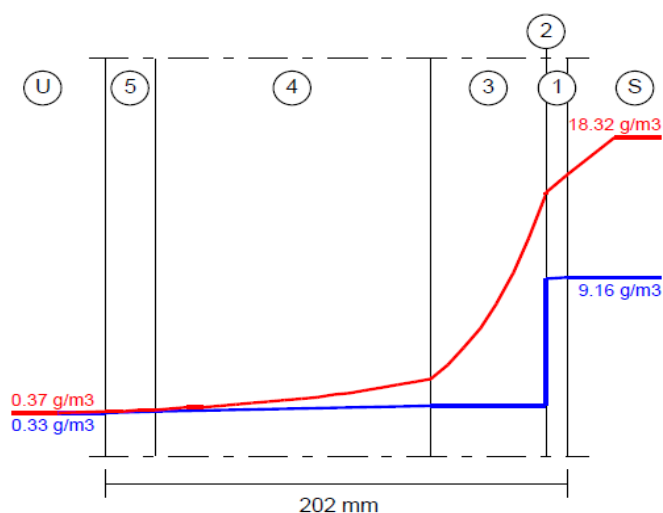
Ulkoseinien sisäpuolelle on aikoinaan tehty 50 mm:n lisäeristys mineraalivillalla ja ilmansulku on toteutettu muovia käyttäen. (Kuva 5.) Tämä ratkaisu on tehty entisten omistajien mukaan noin 1980-luvulla. Mineraalivilla oli suosiossa tuohon aikaan, samoin muovikelmut ja lastulevy. Hirsirakenteen lisäeristäminen muuttaa rakenteen rakennusfysikaalista toimintaa. Lisäeristetty hirsiseinä ei enää ole puinen massiivirakenne, vaan siitä tulee hybridirakenne. Sisäpuolella oleva pehmeä eriste on rakennusfysikaalisesti kaikkein ongelmallisin. Lisäeristettäessä hirttä sisäpuolelta, vanhan massiivirakenteena toimineen hirsiseinän lämpötila laskee ja kosteustekninen toiminta muuttuu. Esimerkiksi sisälämpötilan ollessa +20 °C ja ulkoilman -20 °C, voi villan ja hirren väliin muodostua kastepiste, jossa vesihöyry tiivistyy vedeksi. Jos rakenteet eivät pääsee kuivumaan niin kuin ennen, saattaa rakenteisiin muodostua ennen pitkää kosteus- ja homeongelmia. (Saatsi & Saatsi 2019.) Joidenkin lähteiden mukaan 50 mm:n lisäeriste hirren sisäpuolella on vielä turvallinen.



Kuva 5. Vanha ulkoseinädetalji.

Kastepistekuvioita tulkittaessa sininen viiva kuvaa rakenteessa olevaa kosteusmäärää ja punainen viiva kuvaa kyllästymiskosteusmäärää. (Kuvio 1.) Laskuissa on käytetty paikallista mitoitustilannetta. Kaikkien kastepistelaskujen tarkasteluhetkenä sisälämpötila on 21 °C ja ulkolämpötila -29 °C suhteellisen kosteuden RH ollessa sisällä 50 % ja ulkona 90 %. Mitä lähempänä viivat ovat toisiaan, sitä suurempi suhteellinen kosteus RH rakenteessa on. Viivat eivät kuitenkaan kerro kondensaation määrää g/m² rakenteessa.

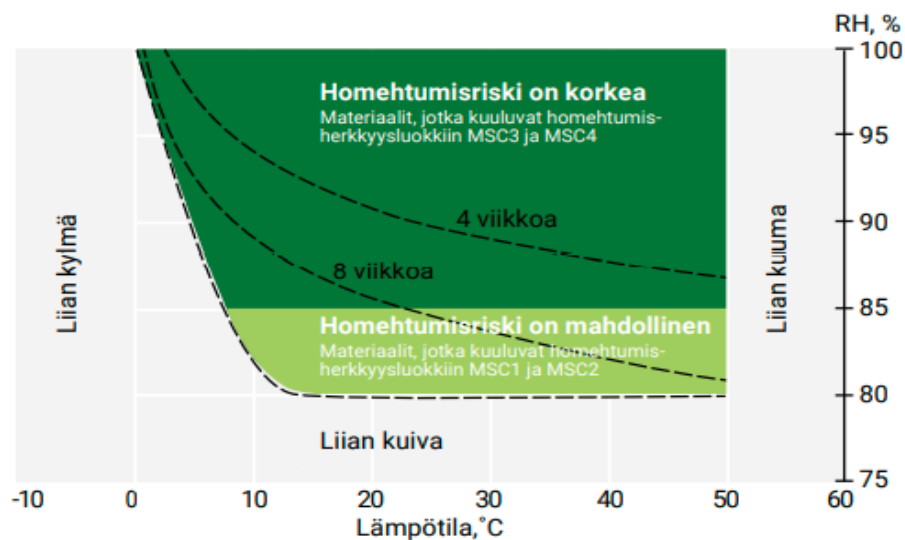
Tämä arvo osoittaa todellisen kosteuden tiivistymisen määrän rakenteiden rajapinnoilla. Täytyy kuitenkin muistaa aina, että nämä ovat laskennallisia arvoja ja voivat käytännössä muuttua hieman erinäisistä syistä, kuten ilmavuodoista.



Kuvio 1. Vanhan ulkoseinän kastepistetarkastelu.

Ylempänä olevassa kuviossa 1. rakenteessa ei synny laskennallista kondensaatoriskiä. Rakenteiden rajapinnalla 4–5 (hirren ulkopinta) laskennallinen RH on 75 %.

Pitkäaikainen yli 80 % RH arvo altistaa kuitenkin tietyt materiaalit homekasvustolle, vaikka laskennallinen kondensaation määrä olisikin nolla. (Kuva 6.) Näitä materiaaleja ovat esimerkiksi käsittelemätön puu, höylätty puu, puupohjaiset levyt ja paperipintaiset materiaalit. Olosuhteiden pitäisi kuitenkin olla jatkuvia ja pitkäaikaisia. (Kosteusopas 2019.)

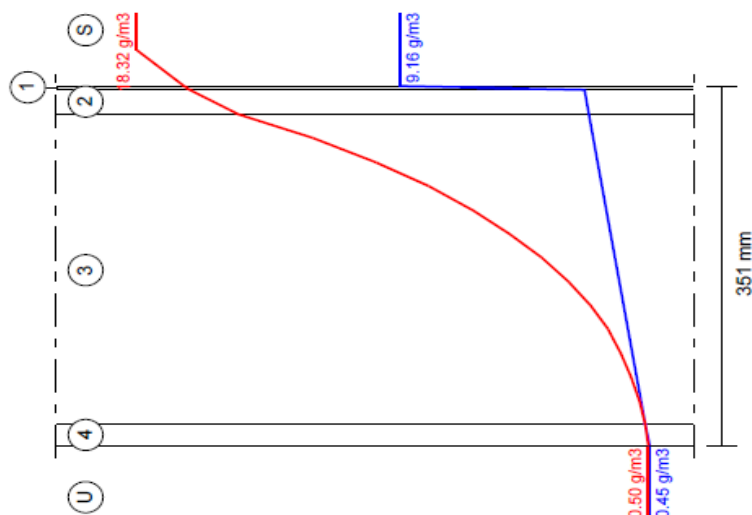


Kuva 6. VTT:n homemalli.

3.2 Alapohja

Tuulettuvan alapohjan tarkastus suoritettiin ryömimällä alapohjaan taskulampun kanssa. Ennen lattian alle menoa tiedettiin jo muutamien lattiavasojen notkahtaneen alakerran olohuoneen kohdalla. Tarkastuksessa syyksi selvisi lahovaurio alimmassa hirressä ulkoseinällä, jolloin lattiakannattimen tuenta oli pettänyt. Ryömintätilan maa-aines oli pääsääntöisesti kuivaa hiekkaa. Ryömintätilassa oli jonkin verran sinne kuulumatonta tavaraa ja kivilohkareita. Tila oli myös osittain liian ahdas ilmvirran vapaata liikkumista ajatellen.

Nykyinen lattiarakenne on ulkoa sisälle päin seuraavanlainen: lattiakannattimina toimivat hirret, eristemateriaali on purua noin 300 mm ja lattiamateriaalina vanerilevyn päälle levitetty muovimatto. U-arvo vanhalle alapohjalle on noin 0.22 W/m²K.



Kuvio 2. Vanhan alapohjan kastepistetarkastelu.

Kuviossa 2. eristeen alapintaan mitoitushetkellä muodostuu kondensoitumista 0.07 g/m^2 . Tämä arvo muodostuu olosuhteiden ollessa tällaiset 24 tunnin ajan. Mitoitushetkellä ulkolämpötila on $-29 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Käytännössä alapohjan lämpötila laskee tuollaisiin lukemiin todella harvoin. Vertailtaessa esimerkiksi helmikuussa tapahtuvaa kondensoitumista, helmikuun keskimääräinen lämpötila on $-4,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Mitoitukseen otetaan tällöin mukaan koko kuun aikana tapahtuva kondensoituminen yhteensä 672 tunnin ajan. Helmikuun aikana rakenteeseen muodostuva laskennallinen kondensoituminen on 0 g/m^2 . Kondensoitumisriskiä voidaan pienentää käyttämällä sellaisia eristeitä, joiden ominaisuus on luovuttaa kosteutta eteenpäin. Tällaisia eristeitä ovat kaikki luonnonkuitueristeet. Tuuletuksen avulla saadaan myös poistettua kosteutta rakenteesta.

3.3 Perustukset

Talon perustukset ovat betonia, mutta rakentamisajankohdasta tai betonin lujuudesta ei ole tietoa. Perustuksien päällä oleva rappaus on joistain kohdista haljennut. Tämä johtuu todennäköisesti veden pääsystä sokkelin ja rappauksen väliin. (Kuva 7.) Halkeamien syvyys on vielä kuitenkin tarkistettava. Minkäänlaista sokkelin painumista ei kuitenkaan ole havaittavissa. Talon läntisellä puolella on kaksi noin $15 \times 15 \text{ cm}$:n kokoista tuuletusaukkoa. Kuistin alla toisella puolella taloa on kaksi isoa aukkoa, joista ilma pääsee virtaamaan läpi ja joiden kautta kulku alapohjaan tapahtuu.



Kuva 7. Sokkelin halkeama ulkoapäin kuvattuna.

Sokkeli on jossain kohtaa taloa ulompana kuin alajuoksupu. (Kuva 8.) Tämän vuoksi vesi on päässyt alimpaan hirteen ja lahottanut sitä kautta rakenteita. Yksi ratkaisu ongelmaan voisi olla tippapelti, joka ohjaa sadevedet pois rungosta.



Kuva 8. Sokkeli ulompana kuin alajuoksu.

3.4 Hormit ja tulisijat

Talon hormit ja tulisijat on käynyt tarkastamassa nuohooja ja muurari. Takat ovat kaikki rakenteiltaan kunnossa. Kahdessa tulisijassa on kuitenkin hieman ulkonäköä haittaavia halkeamia. Hormit ovat sen sijaan täysin tukossa linnunpesistä, ja piippujen ylimmät tiilet ovat osittain irti. Pesien poistamiseen tarvitaan nuohoojan ammattitaitoa ja työvälineitä.

3.5 Välipohja

Välipohjassa pääsääntöisenä eristemateriaalina on noin 400 mm sahanpurua. Välipohjakannattimina on hirsiä noin 800 mm:n jaolla. (Kuva 9.)



Kuva 9. Välipohjapalkisto.

3.6 Toinen kerros ja yläpohja

Yläkertaan on aikojen alussa rakennettu lämpimät huoneet molempiin pätyihin ja ne on eristetty purulla niin kuin muuallakin. Yläkerta on muuten ollut kylmää tilaa ja siellä on ilma päässyt kulkemaan vapaasti (kuva 10). Kaikki eristemateriaali yläkerrassa on todettu kuivaksi. Peltikatosta on varmasti aikojen saatossa päässyt kosteutta eristemateriaaliin reikien tai kondenssiveden myötä, mutta riittävä tuuletus on pitänyt kuitenkin purut aina kuivina.



Kuva 10. Yläkerran kylmästä osasta.

Nykyisen peltikatteen alla ei ole ollenkaan aluskatetta. Laskennallisin perustein voidaan osoittaa, että nykyiset kattokannattimet k770 eivät täytä tämän päivän vaatimuksia ja ovat mitoitukseltaan liian heikkoja. (Kuva 11.)



Kuva 11. Kuva yläpohjasta.

Yläkerran ja ulokkeiden puurunko on muutamissa kohdissa hieman kärsinyt kosteudesta ja kuvasta 12. näkeekin ulkoverhouksessa olevia reikiä. Kooltaan ainakin ulokkeiden runko (48 x 98 k800) on liian heikkoa tavaraa ja vaatii vähintäänkin vahvistamista. (Kuva 13.) Ulkoa katsottaessa toinen ulokkeista on myös hieman vinossa ja tämä saattaa johtua juuri liian heikosta runkotavarasta tai huonosta tuennasta.



Kuva 12. Yläkerran vaurioitunut runko.



Kuva 13. Toisen ulokkeen runko yläkerrassa.

3.7 Ikkunat

Nykyiset alakerrassa olevat ikkunat ovat kaksilasisia. (Kuva 14.) Useimmat ikkunat ovat ulkoapäin melko huonossa kunnossa. Ikkunoiden kaikki raot on myös teipattu sisäpuolelta vanhojen asukkaiden toimesta, joten siitä voidaan myös päätellä tiivisteiden olevan huonossa kunnossa.

Yläkerran kaikki ikkunat ovat yksilasisia ja yhtä huonossa kunnossa kuin alakerran ikkunat.



Kuva 14. Vanha alakerran ikkuna, kuva keittiöstä.

3.8 Vesi, viemäri ja sähköt

Rakennukseen on aikoinaan remontin yhteydessä vedetty vesiputki. (Kuva 15.) Taloon ei kuitenkaan tällä hetkellä tule vettä. Vesi on katkaistu tieltä runkolinjalta asti. Vesiputki on aikoinaan vuotanut pihalla saunalle menevässä putkessa. Putki sijaitsee pihalla mitä luultavammin liian pinnassa ja on siksi päässyt joskus jäätymään ja haljennut. Ryömintätilassa kulkevien viemäreiden kiinnitykset ovat osaltaan heikkoja ja niitä on liian harvassa. Talon viemärikaivot sijaitsevat terassin alla. Ne täytyy laittaa uuteen paikkaan mahdollisten tarkastusten ja tyhjennysten helpottamiseksi. Viemärit tullaan joka tapauksessa uusimaan niiden iän takia, joten myös uusien kaivojen uudelleen sijoittaminen tontilla on järkevää.

Sähköjohtojen ja keskuksen kunnosta tulisi pyytää sähköalan ammattilaisen arvio. Mitä luultavammin kuitenkin kaikki johdot ja keskus tullaan uusimaan nykyaikaisiksi jo turvallisuuden takia.



Kuva 15. Vanha vesiputki ja mittari.

4 KORJAUSJÄRJESTYS

Vaikka tämä opinnäytetyö ei käsittele tontilla olevaa piharakennusta, jossa sijaitsee sauna ja autotalli, vaikuttaa sen rakentaminen ja valmistuminen päärakennukseen. Vanha piharakennus puretaan purkuluvan saamisen jälkeen, ja tilalle rakennetaan uusi hieman isompi ja nykyvaatimukset täyttävä autotalli ja sauna pienellä oleskelutilalla. Piharakennukseen sijoitettaisiin tekninen tila, johon tulisi sekä päärakennuksen että piharakennuksen maalämmön lämmitysjärjestelmä. Tällä sijoitteluratkaisulla saataisiin lisää tilaa päärakennukseen, koska lämmitys jouduttaisiin kuitenkin siirtämään putkia pitkin rakennusten välillä.

Korjausjärjestys on laadittu huomioiden vain päärakennuksessa tehtävät työt. Listassa ei ole erityisemmin otettu kantaa LVIS-töihin tai niiden ajankohtaan. Joitain töitä joudutaan mahdollisesti siirtämään tai aikaistamaan piharakennuksen takia. Pyritään kuitenkin toteuttamaan samoja työvaiheita samaan aikaan tontilla kustannussäästöjen vuoksi.

1) Vanhojen materiaalien purku ja rakenteiden kunnon tarkastaminen

Puretaan kaikki ei-kantavat vanhat rakenteet sisältä, myös lattiat ja niiden kannattimet. Imuauto käy imemässä vanhat eristeet ala- ja välipohjasta. Valmistellaan runko kengitystä varten, irrotetaan kaikki rakenteet hormeista ja hirsirungosta. Poistetaan kaikki ikkunat ja ovet tai varmistetaan, että ne pysyvät auki noston ajan. Tuetaan mahdollisesti kantavia osia. Ulkovuoraus puretaan vähintään vaihdettavalta alueelta, sekä irrotetaan puurunkoiset ulokkeet hirsirungosta.

2) Hirsirungon kengitys ja laihohirsien vaihto

Noston yhteydessä sokkelin ja alimman hirren väliin laitetaan huopakaista.

3) Alapohjan siistiminen

Kun kaikki puhdistus- ja maatyöt ryömintätilassa ovat valmiina, valetaan uudet pilarianturat. Tässä vaiheessa myös kaivetaan kaikki uudet viemärit ja muut tarvittavat putkivedot.

4) Pilareiden asennus ja alapohjan rakentaminen

Alapohjaa ei vielä eristetä, rakennetaan vain kantava palkisto ja runkoa tukevat rakenteet.

5) Yläkerran rakenteiden purku

Puretaan peltikate, ruoteet, kattokannattimet, kurkihirsi ja osittain yläkerran pystyrunko. Runko suoristetaan ja tehdään mahdollisesti korjaukset ja vahvistukset.

6) Ullokkeiden rungon rakentaminen

7) Välipohjan rakentaminen

8) Kantavan kattopalkin asennus ja tuenta

9) Vaarnapalkkien asennus ja katon muut rakenteet

10) Aluskatteen, rimojen ja ruodelautojen asennus sekä peltikaton asennus

11) Tuulensuojalevyjen asennus ja harvalaudoitus

Uudet ikkunat voidaan asentaa sitä mukaan, kun tuulensuojalevyt ovat paikallaan.

12) Ulkoverhouspaneelin asennus

13) Kaikki tarvittavat LVIS-työt tehdään ennen eristämistä

14) Ala- ja välipohjien teko ja eristäminen

15) Hirsiseinän sisäpuoliset työt

Tuulensuojapaperin ja koolauksen asennus.

16) Yläkerran ja ulokkeiden seinien eristys

- 17) Yläpohjan eristäminen
- 18) Lattioiden tekeminen
- 19) Aluspaperi, lattialämmityspotket ja lattiavalut
- 20) Väliseinien rakentaminen
- 21) Lopullisia LVIS-töitä
- 22) Märkätilojen rakentaminen
- 23) Pintojen tasoitus ja viimeistely
- 24) Kalusteasennukset
- 25) Käyttöönottotarkastukset

5 UUDET RAKENNERATKAISUT

5.1 Maa- ja pihatyöt

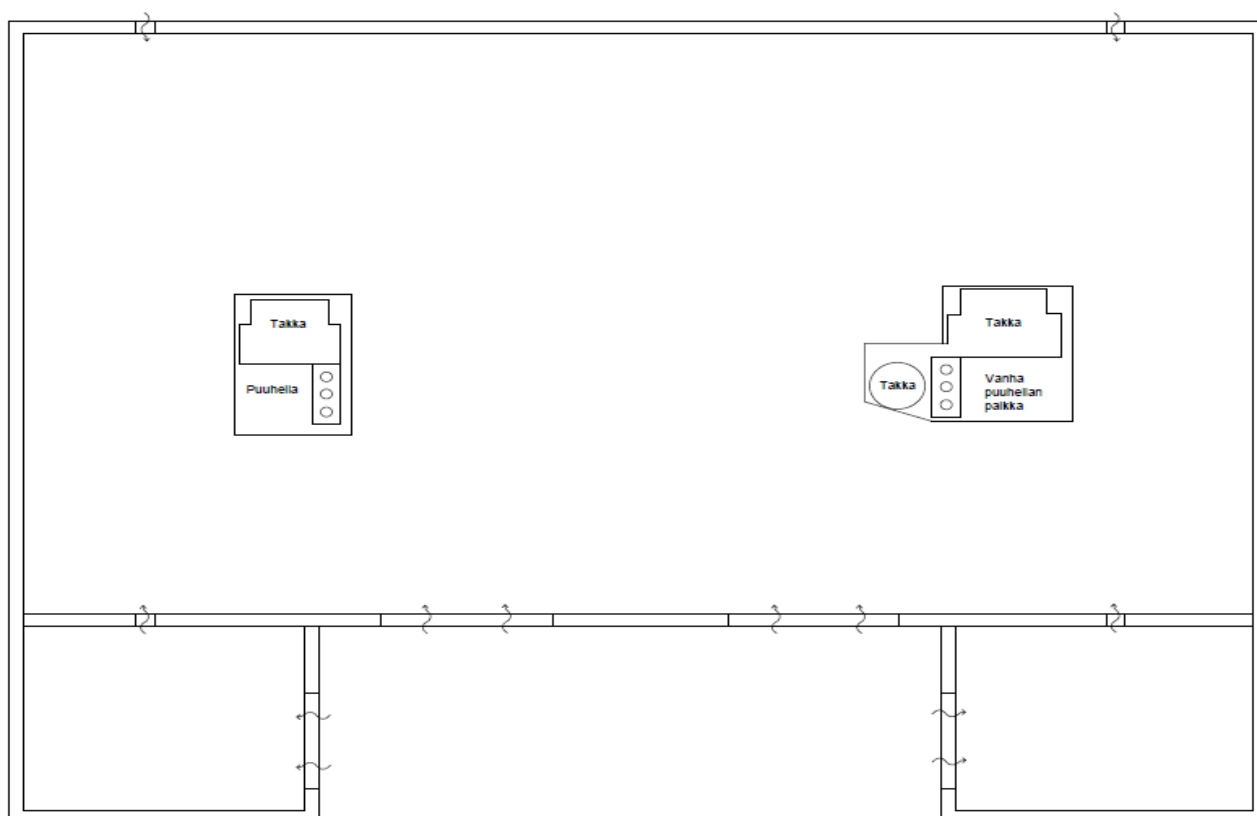
Sokkelin vierusta kaivetaan ulkopuolelta auki ja asennetaan sadevesiputket maan alle. Täyttö sokkelin vierustalle tehdään kapillaarikatkosoralla. Ennen pintamaata asennetaan EPS-routasuojauslevyt talon ympäri sokkelin molemmin puolin. Levyjen päälle asennetaan muovi tai jokin muu vastaava vettä läpäisemätön materiaali, jotta saadaan ohjattua pintavedet talosta pois päin. Pintamaahan tehdään myös riittävät kallistukset.

Pihalle kaivetaan uudet kaivojen paikat, ja niistä ohjataan putket asuinrakennukseen ja piharakennukseen. Putkien asennussyvyyteen vaikuttavat mm. maalajin routivuus, pohjaveden korkeus, putkistosta vapautuvan lämmön määrä ja paikkakunta. Jäätymissyvyys lumesta vapaalla alueella on Keski-Suomessa enimmillään 3–4 metriä maalajin mukaan, jos itse putket eivät vapauta ollenkaan lämpöä. Putkien jäätyminen on estettävissä käyttämällä putkielementtejä, joissa eriste on jo valmiina mukana tai putkien ympärille erikseen tehtävällä eristyksellä. Lämmityskaapeleilla saadaan myös pidettyä putket sulana. (Kytö 2010, 25.)

5.2 Perustukset ja ryömintätila

Perustuksien halkeamat korjataan esimerkiksi injektoimalla. Injektoinnin avulla rakenne pyritään tiivistämään ja estämään näin veden ja kosteuden pääsy rakenteeseen. Injektoinnin avulla saadaan myös vahvistettua rakennetta. Injektoinnin jälkeen poistetaan vanha osittain irronnut rappaus ja tehdään uusi pinta sokkeliin.

Ryömintätilasta poistetaan kaikki orgaaninen maa-aines. Kaikki kiven lohkat ja muu ylimääräinen sinne kuulumaton materiaali poistetaan. Ryömintätilan korkeutta pyritään lisäämään nykyisestä noin 500 mm:stä vähintään 800 mm:iin. Mahdolliset lisätyöt toteutetaan käyttäen kapillaarikatkosoraa.



Kuva 16. Nykyisen ryömintätilan tuuletusluukut.

Tuulettuvan ryömintätilan tuuletusaukkojen tulisi olla vähintään 1 ‰ verran alapohjan pinta-alasta. Tuulettuusta voidaan tehostaa rakennuksen keskivaiheille asennettavalla putkella, joka luo vetoa tilaan savupiippuilmion avulla. Tilan tuulettuusta ei kannata kuitenkaan

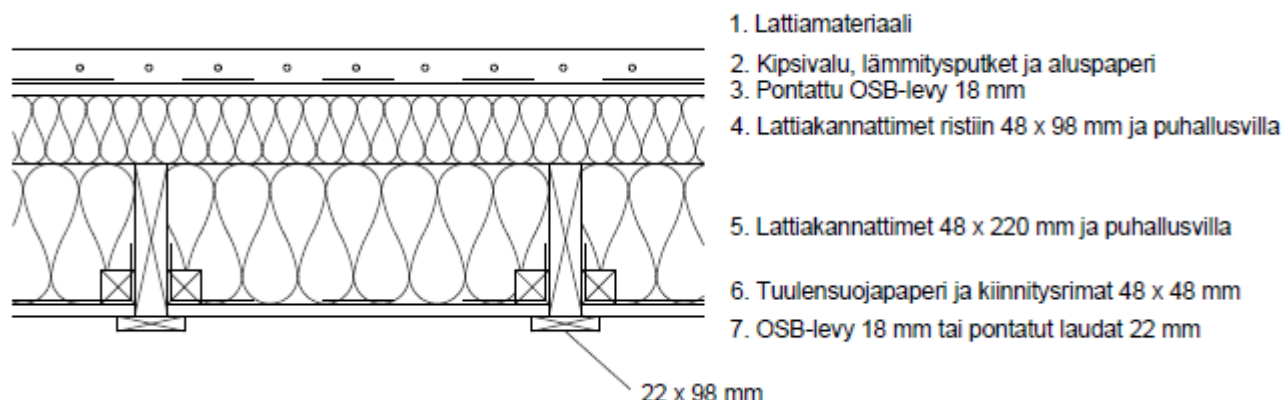
suunnitella liian suureksi, koska talvella liian suuri tuuletus viilentää turhaan ryömintätilaa. Lämpötilan laskiessa ilman suhteellinen kosteus nousee ja kosteuden tiivistymisriski ryömintätilassa kasvaa. (Kuva 16.) Lämpötilan lasku ja kova ilmavirta viilentävät myös lattiaa ja lisäävät routasuojauksen tarvetta ryömintätilassa. (Puuinfo 2020.)

5.3 Alapohja

Rossilattia eli tuulettuva alapohja oli 1900-luvun alkupuolella lähes ainoa käytetty ratkaisu ja on käytössä edelleen, vaikka valettu laatta onkin nykyään yleisin alapohjaratkaisu uusissa taloissa. Rossilattiaan tehtävät tarkastukset ja korjaukset on helpompi toteuttaa kuin valettuun lattiaan. Rossilattiaan voidaan myös sijoittaa sähköjohtoja sekä vesi- ja viemäriputkia turvallisesti.

Lattian kylmyys ei aina välttämättä johdu eristeen vähyydestä, vaan siitä, kun kylmä ilma pääsee virtaamaan lattian sisällä tai seinän ja lattian rajapinnasta huoneeseen. Rossilattioissa vetoa estää tuulensuojapaperi. (Hannu 2018.) Asennus kannattaa tehdä huolella ja etenkin seinän ja lattian kohdatessa limitys ja huolellinen teippaus tekevät rakenteesta tiiviimmän.

Tässä alapohjaratkaisussa päädyttiin kipsivalulattiaan. Taulukossa 1. on eriteltynä kipsivalun hyvät ja huonot ominaisuudet. Valun alla käytetään aluspaperia ja seinät yms. pystypinnat pidetään myös irti valusta. Paperin alle tulevat pontatut OSB-levyt jäykistävät lattiarakennetta kipsivalun tapaan. Eristemateriaaliksi on suunniteltu puhallusvilla. Ennen alimpaa levy/lautakerrosta tulee tuulensuojapaperi, joka kiinnitetään rimojen avulla tiiviisti kiinni lattiakannattimiin. (Kuva 17.) Tämä ratkaisu helpottaa siinä, jos joskus tulevaisuudessa alinta levy/lautakerrosta tarvitsee jostain syystä vaihtaa. Tällöin eristeet pysyvät vielä paikallaan. Tuulensuojapaperi tekee myös rakenteesta tiiviimmän.



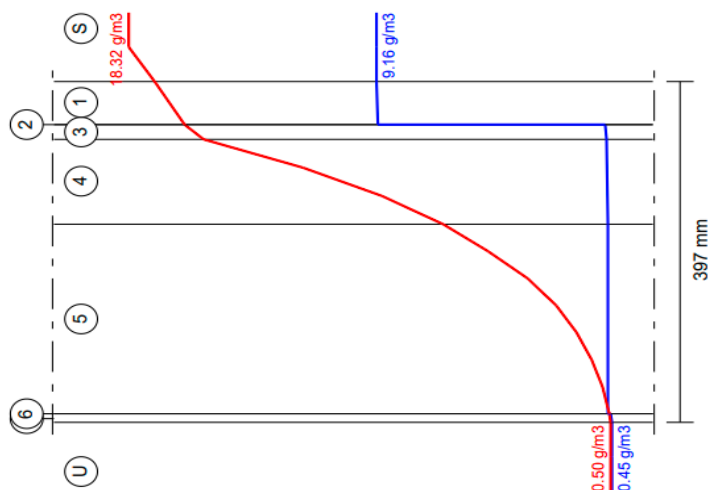
Kuva 17. Uusi alapohjarakenne.

Taulukko 1. Kipsivalun hyvät ja huonot puolet.

Kipsivalun hyvät ja huonot puolet	
Hyvät	Huonot
Rakenteen keveys	Työstöaika noin 1 h
Kutistuma 0.1 mm/m	Kuivuminen 1 cm/vko
Palamaton (A1)	Ei sovellu tilaan, jossa suihku
Kävelykelppoinen 24 h sisällä	Työstöolosuhteet oltava oikeat
Yhteensopiva lattialämmityksen kanssa	
Suoruus	
Ei tarvitse vahvikkeita kuten raudoitusta	
Jäykistää lattiarakennetta	
Askel eristävyys	

Tuulettuvan alapohjan U-arvon vertailuarvo on $0.17 \text{ W/m}^2\text{K}$, kun taas tämän kyseisen suunnitellun rakenteen U-arvo 320 mm:llä puhallusvillaa on $0.14 \text{ W/m}^2\text{K}$. Jos rakenteesta poistetaan 100 mm eristettä U-arvoksi saadaan $0.19 \text{ W/m}^2\text{K}$. Uudessa alapohjarakenteessa niin kuin vanhassakin, eristeen alapintaan muodostuu pienoinen kondensaatoriski 0.09 g/m^2 , joka on käytännössä mitättömän pieni. (Kuvio 3.) Vanhat purueristeet säilyivät täysin kuivina heikommin tuulettuvassa alapohjassa sata vuotta. Tämän vuoksi uskotaan myös

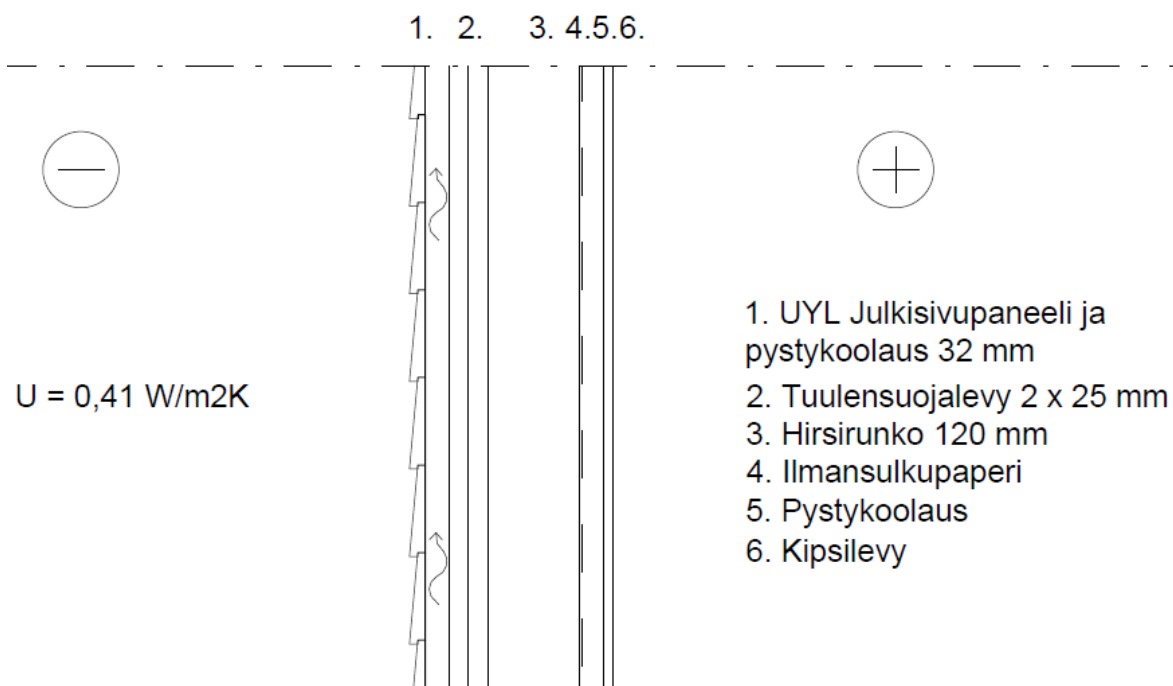
uuden tiiviimmän ja paremmin tuulettuvan alapohjan pysyvän kuivana. Mitoitustarkastelu on suoritettu samoilla olosuhteilla kuin vanhan rakenteenkin tarkastelu.



Kuvio 3. Uuden alapohjan kastepistetarkastelu.

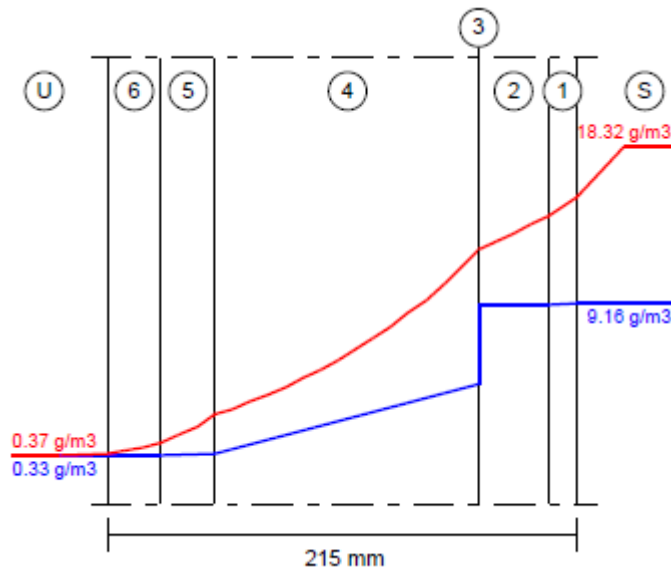
5.4 Hirsiseinärakenne

Hirsiseinän eristäminen ulkopuolelta on kosteusteknisesti parempi vaihtoehto kuin sisäpuolelta, sillä hirsi on rakenteen lämpimällä ja kuivalla puolella. Tällöin julkisivu on kuitenkin verhottava. On kuitenkin tärkeää jättää riittävä tuuletusrako ulkoverhouksen taakse, jotta kosteus pääsee kuivumaan eikä ulkopuolinen kosteus, kuten sade pääse rakenteeseen. Kun julkisivuun on suunniteltu vaakaverhous, suositeltavaa olisi käyttää vähintään 32 mm:n pystykoolausta tuuletusvälinä. (Siparila 2018.) Lisäeristeenä on suositeltavaa käyttää puupohjaisia luonnonkuitueristeitä, jotka soveltuvat höyrynsuluttomassa seinärakenteessa käytettäväksi (Tiainen ym. 2017, 36).



Kuva 18. Uusi alakerran seinärakenne.

Kun aletaan korjaamaan vanhan rakennuksen ulkoseinärakennetta, tärkein asia, johon pitää kiinnittää huomiota on ilmanpitävyys ja varsinkin seinien liitokset nurkissa, ala- ja yläpohjassa sekä ikkunoissa. Uusi ulkoseinärakenne on mahdollista eristää ulkopuolelta joko yhdellä tai kahdella tuulensuojalevyllä. Kun käytetään kahta tuulensuojalevyä, saadaan aikaan parempi laskennallinen U-arvo, mutta myös ilmanpitävyys parantuu, kun levyt saadaan limitettyä ja saumat teipattua. (Kuva 18.) Myös sisäpuolelle tuleva ilmansulkupaperi auttaa pitämään vedon tunteen poissa. Vaikka uudella ja vanhalla ulkoseinärakenteella on melkein samat U-arvot, tuntuu uusi seinärakenne varmasti paljon lämpimämmältä kuin vanha parantuneen ilmanpitävyyden ansiosta. Seinän kasvaessa ulospäin täytyy räystäitä myös pidentää samassa suhteessa, jotta julkisivun suoraa kosteusrasitusta saadaan pienennettyä. Räystäiden pidentämisellä pyritään myös pitämään rakennuksen ulkonäkö mahdollisimman ennallaan. Laskennallista riskiä kondensoitumisesta rakenteiden rajapinnoille ei muodostu. (Kuvio 4.) Rakenteiden rajapinnoilla 2–3 laskennallinen RH on 73 %, jota saadaan haluttaessa laskettua tekemällä tuuletus kuivaan huoneilmaan.



Kuvio 4. Uuden hirsiseinärakenteen kastepistetarkastelu.

Pohdittaessa rakennuksen energiatehokkuutta voidaan arvioida seinärakenteen osuuden olevan koko rakennuksen lämpöenergiähäviöstä noin 30 prosentin suuruusluokkaa, kun tarkastellaan vain rakenneosien lämpöhäviöitä. Nyt kun laskennallisesti on osoitettu rakenteen kosteustekninen toimivuus, voidaan miettiä, onko toinen tuulensuojalevykerros kustannusten kannalta järkevä toteuttaa. Rakenteen U-arvo kahdella tuulensuojalevyllä on 0,41 W/m²K ja yhdellä levyllä 0,51 W/m²K. Kun muutos rakenneosan U-arvoon tiedetään ja otetaan huomioon myös se, että toinen levykerros poistuu myös yläkerran seinärakenteesta, muutos energiahukkaan saadaan laskettua kaavan (1) avulla.

$$Q = \frac{U \cdot A \cdot \Delta T \cdot \Delta t}{1000} \quad (1)$$

- U on säästynyt U-arvo [W/m²K].
- A on seinän pinta-ala m²
- ΔT on lämmitystarveluku °C (noin-arvo välistä Vaasa-Oulu)
- Δt on ajanjakson pituus h

Sijoittamalla arvot kaavaan (1) voidaan laskea energiahukan muutos:

$$Q = \frac{0.11 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} * 229\text{m}^2 * 4800^\circ\text{C} * 24\text{h}}{1000}$$

= 2902 kWh

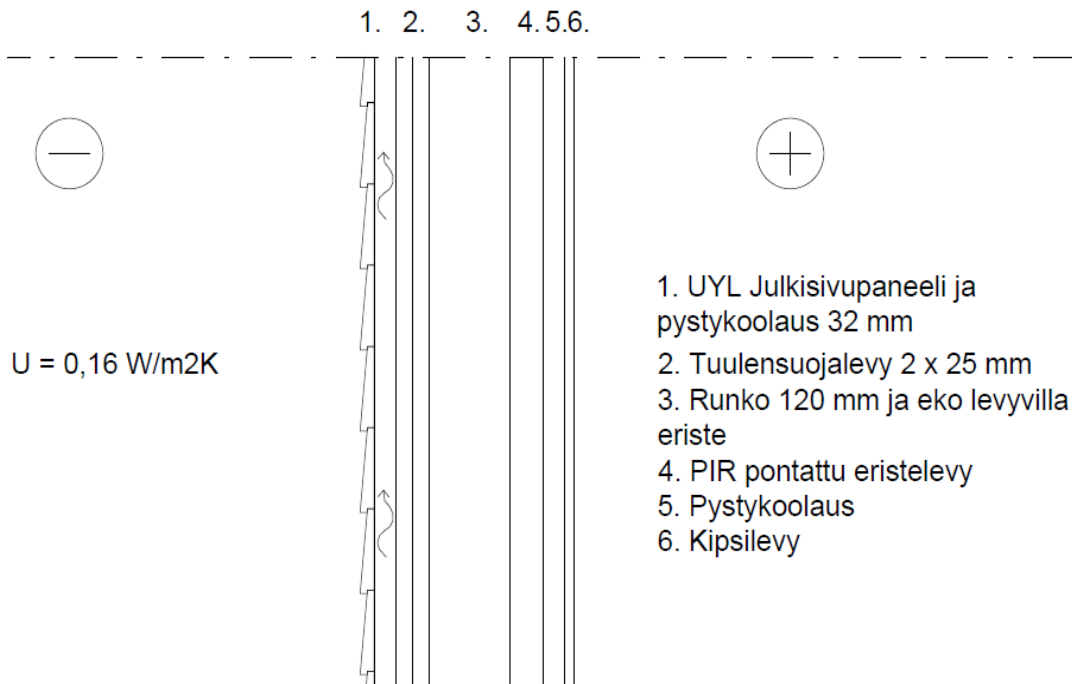
Rakennusosan laskennallinen U-arvo parani oletettaessa muiden rakenteiden saavuttavan niille lasketun arvon. Parannus U-arvoon tarkoittaa, että muutos energiahukassa on säästöä.

Lämmitysenergian hinnaksi kaukolämmössä arvioidaan 13 c/kWh, jolloin vuosittaiseksi säästöksi saadaan noin 377 €. Yhden tuulensuojalevykerroksen hinnaksi koko taloon tulee noin 2 200 € pelkkine materiaaleineen. Takaisinmaksuajaksi rakenteelle tulee noin 6 vuotta.

Lämmitysenergian hinnaksi maalämmölle arvioidaan 4 c/kWh. Hinta muodostuu maalämpöpumpun käyttämästä sähköstä. Tällä hinnalla vuosittaiseksi säästöksi saadaan 116 €. Takaisinmaksuajaksi rakenteelle tulee noin 19 vuotta, kun lämmitysjärjestelmänä on maalämpö.

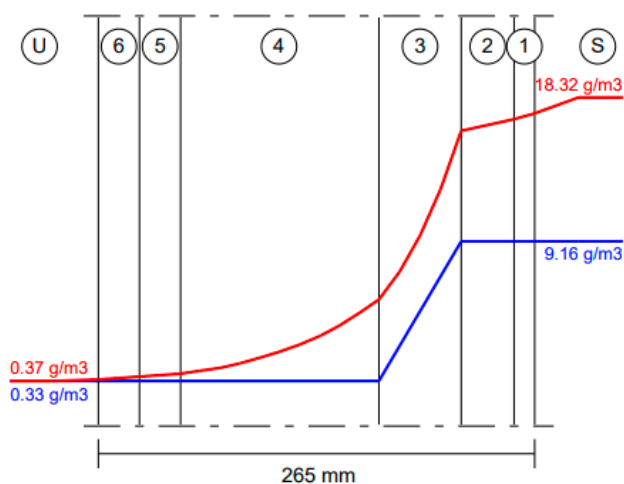
5.5 Yläkerran ja ulokkeiden seinärakenne

Yläkerran ja ulokkeiden seinät eroavat aiemmin esitetystä seinästä rungon osalta. (Kuva 19.) Nämä seinät ovat puurunkoisia. Rungon ulkopuolelle koko taloon on suunniteltu samalla tavalla kaksinkertainen tuulensuojalevytyys. Ulokkeisiin ja yläkertaan toiseksi eristekerrokseksi kantavan rungon kohdalle on suunniteltu samaa eristemateriaalia kuin mitä alapohjassa on käytetty (esimerkiksi Ekovilla). Eristettä on saatavilla puhallettuna tai levyinä. Viimeinen eristekerros ulkoapäin katsottuna on koko yläkerran seinissä ja katossa samanlainen eli höyrynsulullinen pontattu PIR-levyeriste. U-arvoltaan tämä rakenne täyttää uudisrakennuksen vertailuarvon 0.17 W/m²K.



Kuva 19. Uusi yläkerran seinärakenne.

Uuden rakenteen kosteustekninen tarkastelu osoittaa, että suurin laskennallinen RH arvo 59 % muodostuu rakenteiden 5–6 rajapinnoille. (Kuvio 5.) Minkäänlaista laskennallista kondensoitumisriskiä ei tässä rakenteessa ole, kunhan höyrynsulkukerros on täysin tiivis ja pitävä.



Kuvio 5. Uuden yläkerran seinän kastepistetarkastelu.

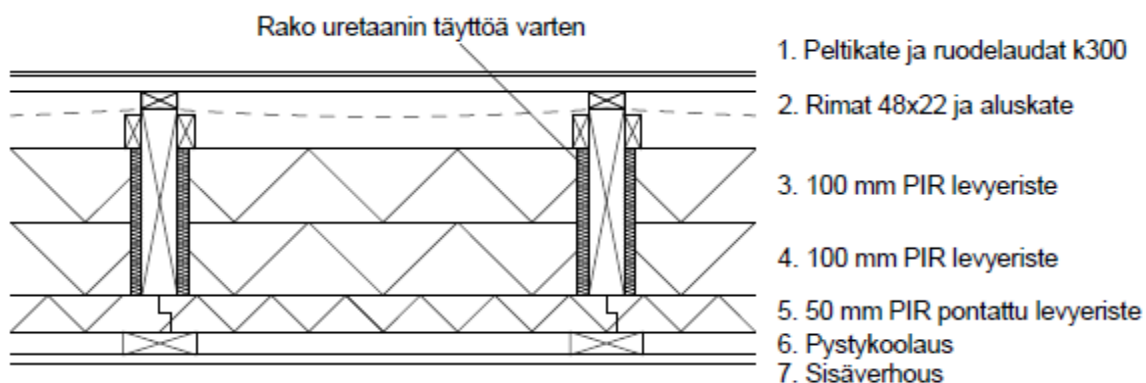
5.6 Välipohja

Välipohjan kantava palkisto ja palkkien jakoväli on mitoitettava aina tapauskohtaisesti. Tavallisesti kuitenkin jakoväli on enintään 600 mm. Välipohjapalkiston vaakasuuntainen jäykistys toteutetaan yleensä aluslattialevyillä. Palkisto ja levyt ulotetaan tavallisesti alapuolella olevan kantavan seinän päälle. Eristemateriaali ja paksuus määräytyy välipohjan pintamateriaalin mukaan. (RT 82-10693 2004.) Palkkirakenteisen puuvälipohjan värähtelymitoitus voidaan tehdä standardin SFS-EN 1995-1-1 mukaan.

5.7 Yläpohja

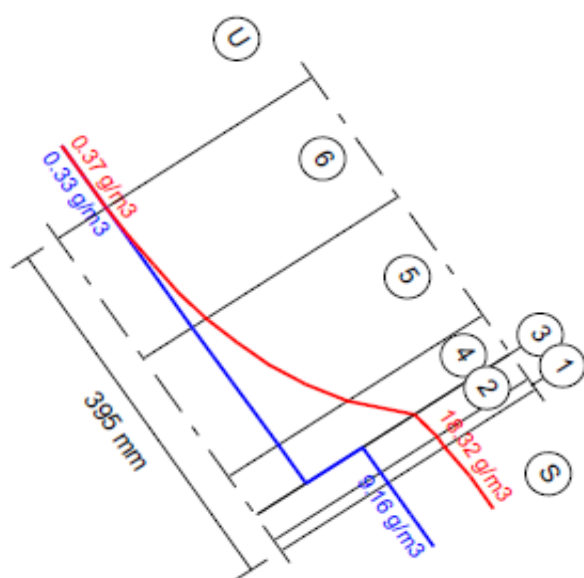
Iso osa (jopa 25–35 %) rakennuksen lämpöhäviöstä syntyy yläpohjan kautta (Hannu 2018).

Yläpohjan luotettavan lämpö- ja kosteusteknisen toiminnan varmistamiseksi tulee rakenteessa aina olla ilmatiivis höyrynsulku (RIL 255 2013). Tässä kohteessa yläpohjaan on suunniteltu käytettäväksi suulakepuristamalla polystyreenistä valmistettua lämmöneristelevyä PIR, jonka molemmilla puolilla on ohut alumiinilaminaattikerros, joka pienentää merkittävästi levyn vesihöyrynläpäisevyyttä. PIR-eristeiden solurakenteen ja alumiinikerroksen ansiosta levy on täysin tiivis ja umpinainen eli toimii sellaisenaan höyrynsulkuna.



Kuva 20. Uusi yläpohjarakenne.

Rakenteen U-arvo 250 mm:llä yhteensä PIR-eristettä on $0.11 \text{ W/m}^2\text{K}$ ja yläpohjan vertailuarvo uudiskohteelle on $0.09 \text{ W/m}^2\text{K}$. (Kuva 20.) Kyseessä ei ole uudiskohte, mutta tämä on kunnostustöiden laajuuden perusteella verrattavissa uudiskohteeseen. Kun kyseistä eristepaksuutta kasvatetaan 350 mm:iin saavutetaan U-arvo $0.08 \text{ W/m}^2\text{K}$. Rakenteen U-arvoa voidaan kuitenkin kompensoida jollain muulla rakenteella, mutta on kuitenkin hyvä muistaa, että yläpohjan kautta tapahtuva lämpöhäviö pientaloissa on talon vaipparakenteista huomattavin. Uuden yläpohjarakenteen rakennusfysikaalinen toiminta on laskennallisesti osoitettu täysin turvalliseksi. (Kuvio 6.) Suurin laskennallinen RH arvo 88 % on uloimman eristeen ulkopinnalla eli käytännössä tämä pinta tuulettuu koko ajan.

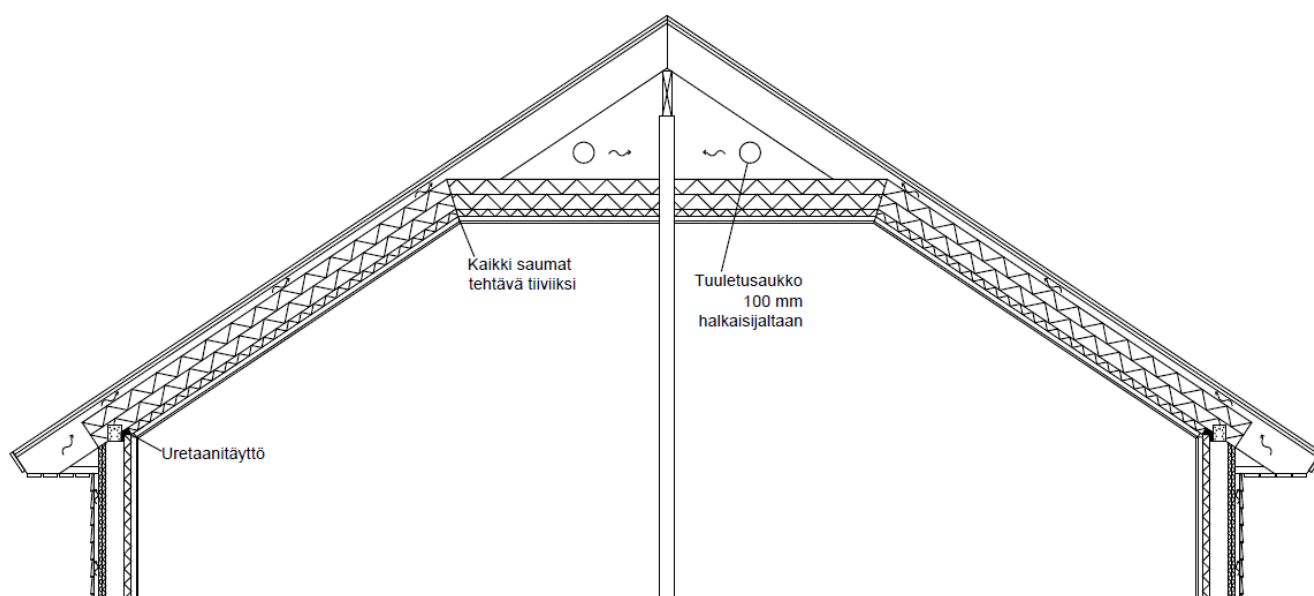


Kuvio 6. Uuden yläpohjarakenteen kastepistetarkastelu.

Kattovasat on suunniteltu 600 mm:n jaolla. Syynä tähän jakoon on se, että useimmat eristelevyt ovat 600 mm leveitä, jolloin hukkaprosenttia saadaan pienennettyä. Finnwood 2.4.3 -mitoitushjelmalla kattopalkkien kooksi saatiin sahatavaralla C24 48 mm x 220 mm. Kokonaiskäyttöaste oli tässä tapauksessa 74.8 %. Tarkastelussa ei otettu huomioon palo- ja onnettomuustilannetta. Kerto-S-liimapuupalkilla pienimmäksi sallituksi kooksi saatiin 33 mm x 225 mm. Tässä oli otettu palo- ja onnettomuustilanne huomioon.

Rakenteessa tulee myös olla riittävä tuuletusväli, joka tässä tapauksessa kattokaltevuudella 1:1,5 on 100 mm. Jos riittävää tuuletusväliä ei pystytä toteuttamaan voidaan ilmankiertoa lisätä tekemällä rakoja ruodelautojen alla oleviin rimoihin, jolloin saadaan aikaan myös

poikittain tapahtuvaa tuuletusta aluskatteen päällä. Tuuletus eristeen ja kattomateriaalin välissä on varmistettava riittävillä ilmanotto- ja poistoaukoilla, joiden koko kuuluisi olla vähintään 2 promillea katon pinta-alasta (RIL 255 2013).



Kuva 21. Uuden yläpohjan tuuletus.

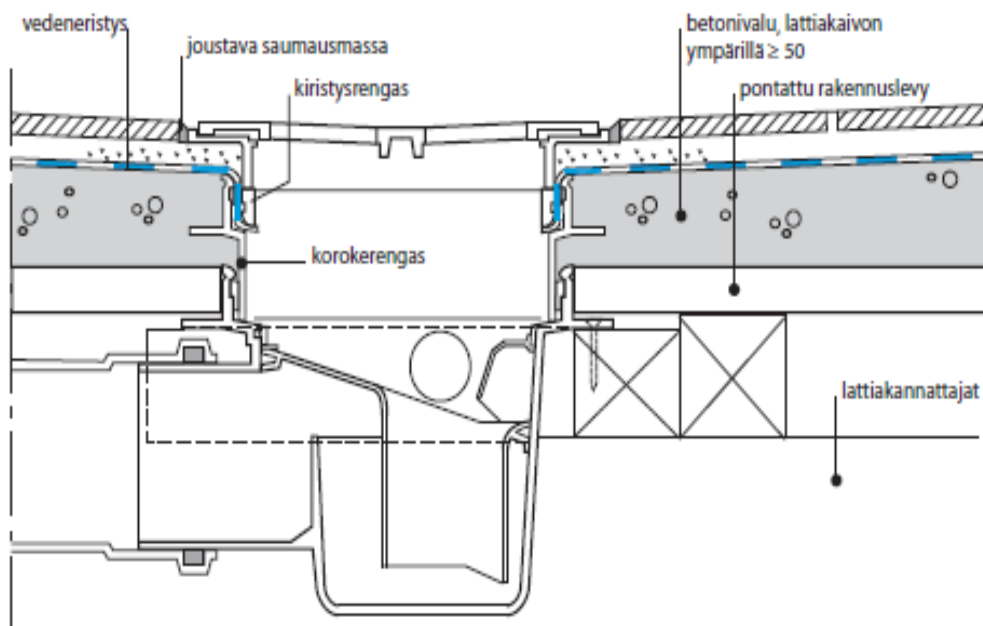
Yläpohjan tuuletus on varmistettu talon ja ulokkeiden päädyissä olevilla tuuletusritilöillä, sekä räystäillä olevilla raoilla. (Kuva 21.) Aukkojen yhteenlaskettu pinta-ala menee reilusti yli suositellun rajan.

5.8 Märkätilat

Märkätilojen suunnittelu ja rakentaminen on osoittautunut ehkä vaikeimmaksi osa-alueeksi vanhan hirsitalon korjaamisessa. Vaikka vesieristys olisi tehty kuinka huolella ei se itsessään riitä, jos alustassa on ongelmia. Vesieristeet vaativat aina lujan ja liikkumattoman alustan toimiakseen oikein. Suurimmat ongelmat ilmenevät yleensä nurkissa. Hirsitalon ja yleensäkin puurakenteisen talon keskeinen ominaisuus on lämpö- ja kosteusvaihteluiden aiheuttamat liikkeet rakenteissa. Museoviraston korjauskortissa KK25 kehoitetaan

märkätiloissa käytettäväksi kivrakenteita kevyiden puurakenteiden sijaan (Märkätila hirsitaloon 2016.)

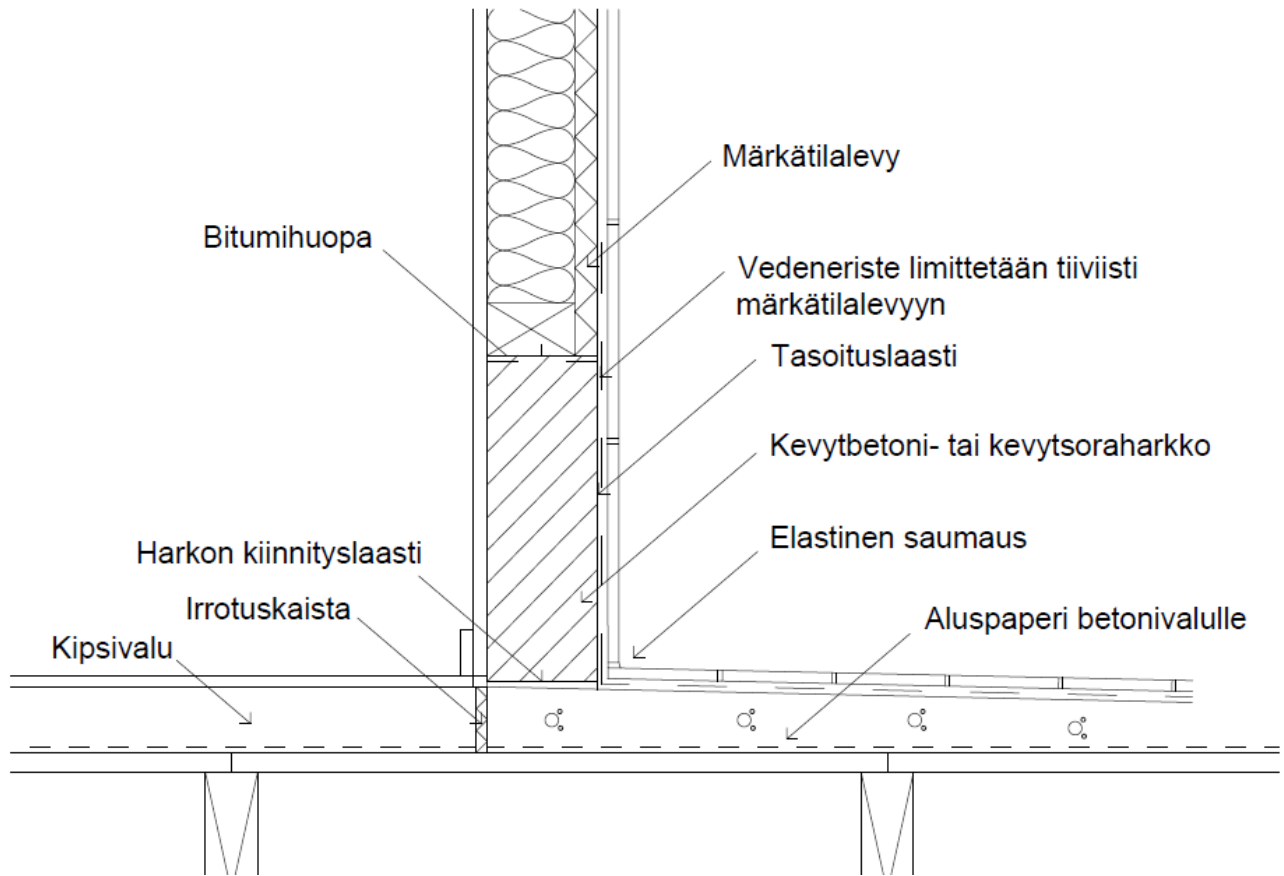
Märkätilan rakenteellisen toimivuuden ydin on vedeneristysten tiiveys. Vedeneristys on toteutettava sertifioidulla järjestelmällä, jolloin voidaan varmistua kaikkien materiaalien ja liitosten yhteensopivuudesta. Myös lattiakaivon ja muiden läpivientien täytyy olla yhteensopivia käytetyn järjestelmän kanssa. (Museovirasto 2011.) Vedeneristys tulee tehdä aina kallistetun rakenteen pintaan. (Kuva 22.) Valmiin lattian kaltevuudet tulee olla vähintään 1:100 ja suihkun läheisyydessä vähintään 1:50 noin 500 mm:n säteellä lattiakaivosta. Lattiakaivon sijoittamisessa tulee ottaa huomioon kaivon kohdistuva mekaaninen kuormitus eli sen tulee kestää liikkumattomana, vaikka sen päällä seistäisiinkin. (RT 84-11166 2014.)



Kuva 22. RT-84-11166 Lattiakaivo puurakenteisessa välipohjassa.

Kantavan puurakenteisen ala- tai välipohjan päälle tulevan märkätilan palkisto ja palkkien jakoväli on mitoitettava aina tapauskohtaisesti. Suunnittelussa on otettava huomioon myös ala- ja välipohjapalkiston lämmöneristys-, ääneneristys- ja palonkestovaatimukset. Jotta märkätilan ja muiden tilojen lattiat saataisiin likimain samaan korkoon, voidaan märkätiloissa tarvittaessa käyttää muuta palkistoa matalampia palkkeja. Palkkijakoa voidaan tällöin

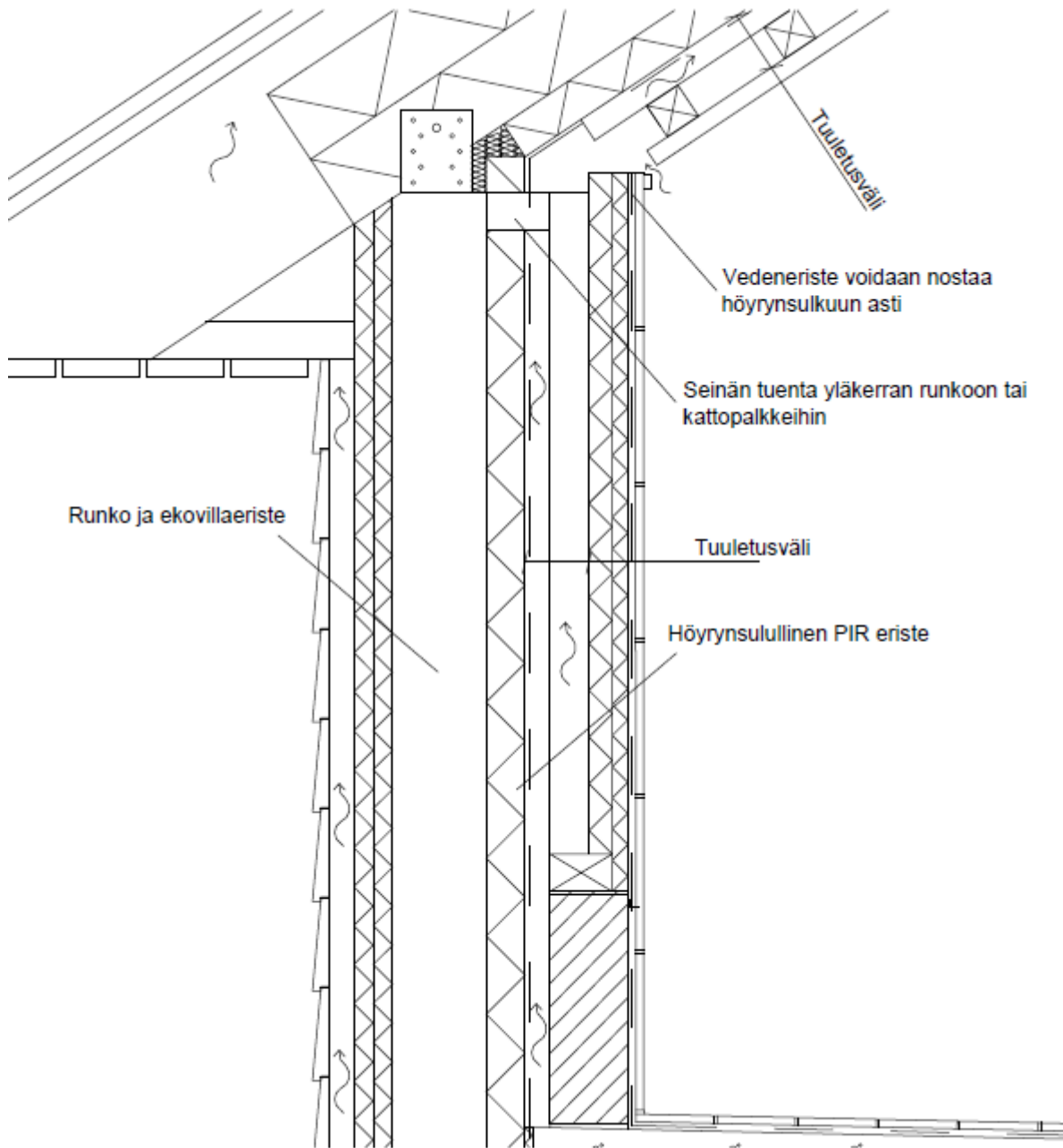
tihentää ja lisätä poikittaistukia, jolloin rakenteesta saadaan jäykempi, mitä oikeaoppinen märkätilan toteutus vaatii. (RT 84-10793 2003.)



Kuva 23. Suunniteltu märkätilaratkaisu.

Kuvassa 23. oleva ratkaisu sopii sekä ala- että välipohjan päälle tulevalle märkätilalle. Märkätilan lattiaksi on suunniteltu betonilaattaa, joka valetaan samalla tavalla kuin kipsivalu aluspaperin päälle. Betonilaatan etuja ovat vakaus ja kestävyys. Oikein tehtynä laatta kestää myös talon pieniä liikkeitä. (Museovirasto 2011.) Betonilaatta suojataan valun jälkeen muovein. Tällä estetään laatan liian nopea kuivuminen ja sitä kautta halkeilu. Lattialämmitystä ei saa myöskään kytkeä päälle liian aikaisin. Betonilaatan kuivuus on varmistettava ennen kuin sitä aletaan päällystämään vesieristeellä. Aluspaperin tehtävä on pitää rakenne irti alla olevista levyistä sekä estää kosteuden pääsy alla oleviin rakenteisiin. Kipsi- ja betonivalut on irrotettava toisistaan solumuovikaistalla tai joillain muulla vastaavalla ratkaisulla. Betonivalun sisälle sijoitetaan lattialämmityspotket. Lattialämmitys märkätilassa tehostaa tilan kuivumista kosteusrasituksen jälkeen.

Märkätilaan tulevat pystyrakenteet aloitetaan aina kevytbetoni- tai kevytsoraharkolla. Harkko muurataan laastilla kiinni betonilaattaan. Kiinnityksen varmistamiseksi laatasta voidaan nostaa tartuntarautoja harkon sisälle, joka muurauksen jälkeen täytetään betonilla. Kun harkko on täytetty kokonaan betonilla, on alajuoksupuu helppo kiinnittää siihen proppaamalla. Alajuoksun ja harkon väliin lisätään vielä bitumihuopa. Loput seinästä tehdään puurunkoisena, jotta rakenne pysyisi mahdollisimman kevyenä. Runkotolppien jako seinässä on myös aina tapauskohtainen ja tulee tarkistaa. Eristemateriaalina märkätilojen seinissä suositellaan käytettävän selluloosakuitu- ja pellavaeristeitä. Nämä eristeet ovat luonnonkuitueristeitä, jotka pystyvät sitomaan kosteutta itseensä (Korjauskortti n:o 25 2011). Puurunkoa vasten asennetaan märkätilalevy, jonka pinta on valmiiksi vesieristetty. Levyt kiinnitetään runkoon ruuveja ja liimaa käyttäen. Kaikki ruuvien paikat vesieristetään yli. Harkon pintaa voidaan tarvittaessa tasoittaa, jotta levyn ja harkon pinnat saadaan samalle tasolle. Harkon ja märkätilalevyn rajapinnan tiivistämisessä täytyy olla erityisen huolellinen. Vesieristettäessä kyseistä kohtaa tulee käyttää vahvikekangasta. Seinän ja lattian vedeneristeitä limitettäessä olisi hyvä nostaa lattian vesieristys reilusti tämän kohdan yläpuolelle. Lattialaatat asennetaan mieluiten aivan seinien viereen, jotta seinän alin laatta saadaan asennettua sen päälle. Laattojen väliin on jätettävä muutaman millin rako elastista saumamassaa varten.



Kuva 24. Suunniteltu märkätilaratkaisu ulkoseinällä.

Märkätilan seinän sijoituessa ulkoseinälle ei kahta vesihöyryä läpäisemätöntä rakennetta saa laittaa päällekkäin. (Kuva 24.) Jos näin kuitenkin tehdään, on rakenteiden väliin järjestettävä ilmarako, joka tuulettuu viereiseen kuivaan tilaan. Tässä kohtaa seinässä voidaan käyttää kapeampaa eristettä, koska seinä on vasten eristettyä ulkoseinää. Seinän vedeneriste voidaan nostaa katon höyrynsulkuun asti. Jos näin tehdään, on myös alas

lasketun katon tuulettuminen järjestettävä. Seinän ja katon tuuletusvälit voivat myös yhdessä muodostaa yhteisen tilan, joka tuuletetaan niin ikään kuivaan tilaan.

Höyrynsulkukerroksen jälkeen ulkoseinien koolaus märkätilojen kohdalla voidaan tehdä 48 x 48 mm rimasta. Näin saadaan parempi tuenta seinälle isomman ja järeämmän kiinnitysalan ansiosta, sekä suurempi tuuletusrako rakenteiden väliin.

Märkätilojen käytöllä on myös suuri merkitys sen toimivuudelle. Arkisilla toimintatavoilla voidaan pilata oikeinkin suunniteltu ja rakennettu märkätila (esimerkiksi holtiton veden käyttö ja ilmanvaihtumisen estäminen). Tilan kuntoa tulee seurata säännöllisesti, eikä sen korjauksia tai huoltotoimenpiteitä saa laiminlyödä (Korjauskortti n:o 25 2011).

5.9 Ikkunat

Kaikki ikkunat korvataan uusilla nykyaikaisilla kolmilasisilla ikkunoilla. Ikkunoiden ulkonäkö pidetään entisellään. Alakerrassa kaksi keskellä olevaa ikkunaa vaihdetaan samanlaisiksi kuin muut ikkunat. (Kuva 25.)



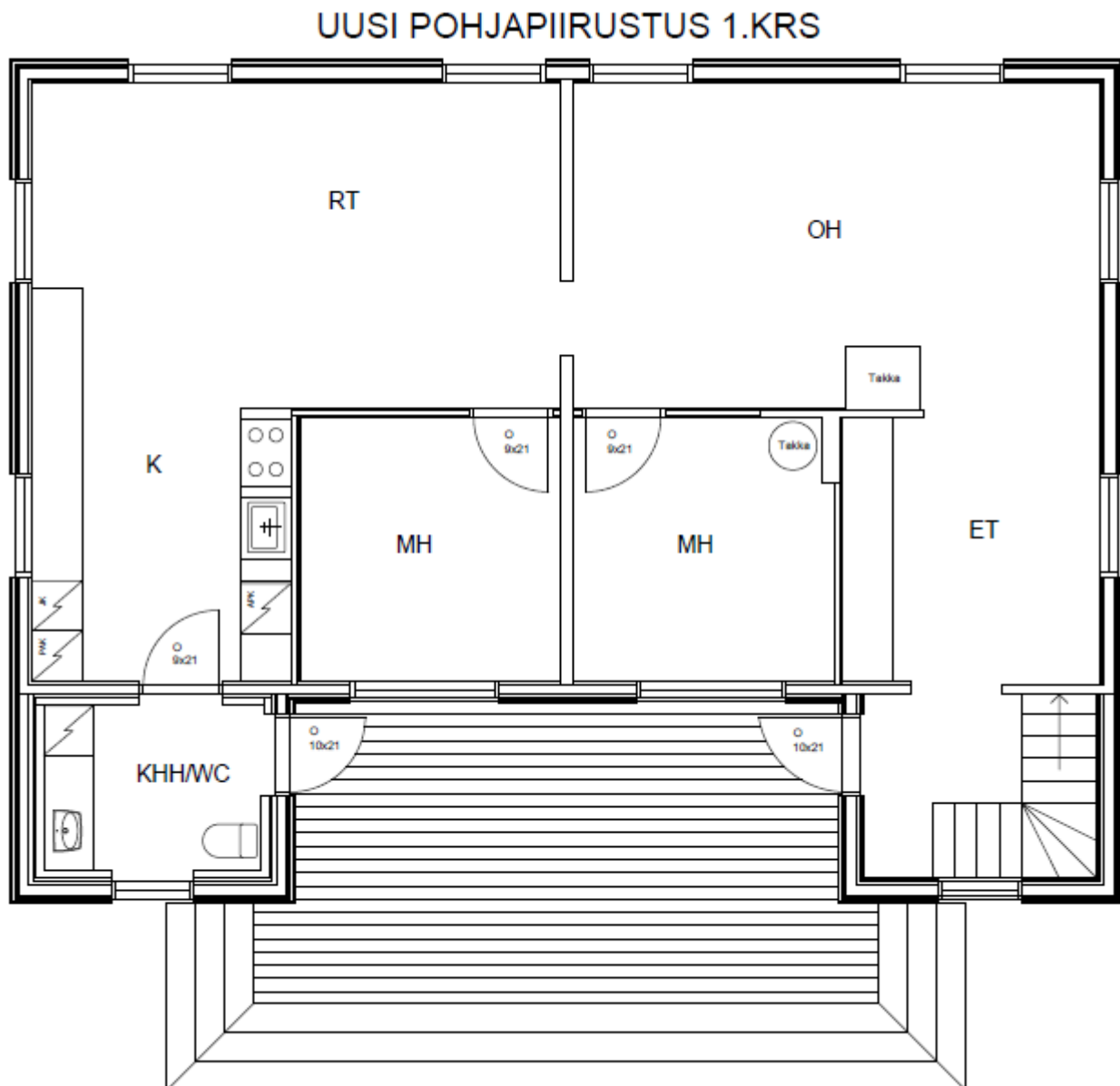
Kuva 25. Ikkunamuutos itäpuolella.

Ikkunoiden asemointi runkoon nähden riippuu ikkunoiden paksuudesta. Ihanepaksuus on 210 mm. Ikkunat sijoitetaan syvyysuunnassa samassa suhteessa kuin seinä kasvaa paksuutta ulospäin. Talon ulkonäkö ulospäin pyritään pitämään mahdollisimman ennallaan.

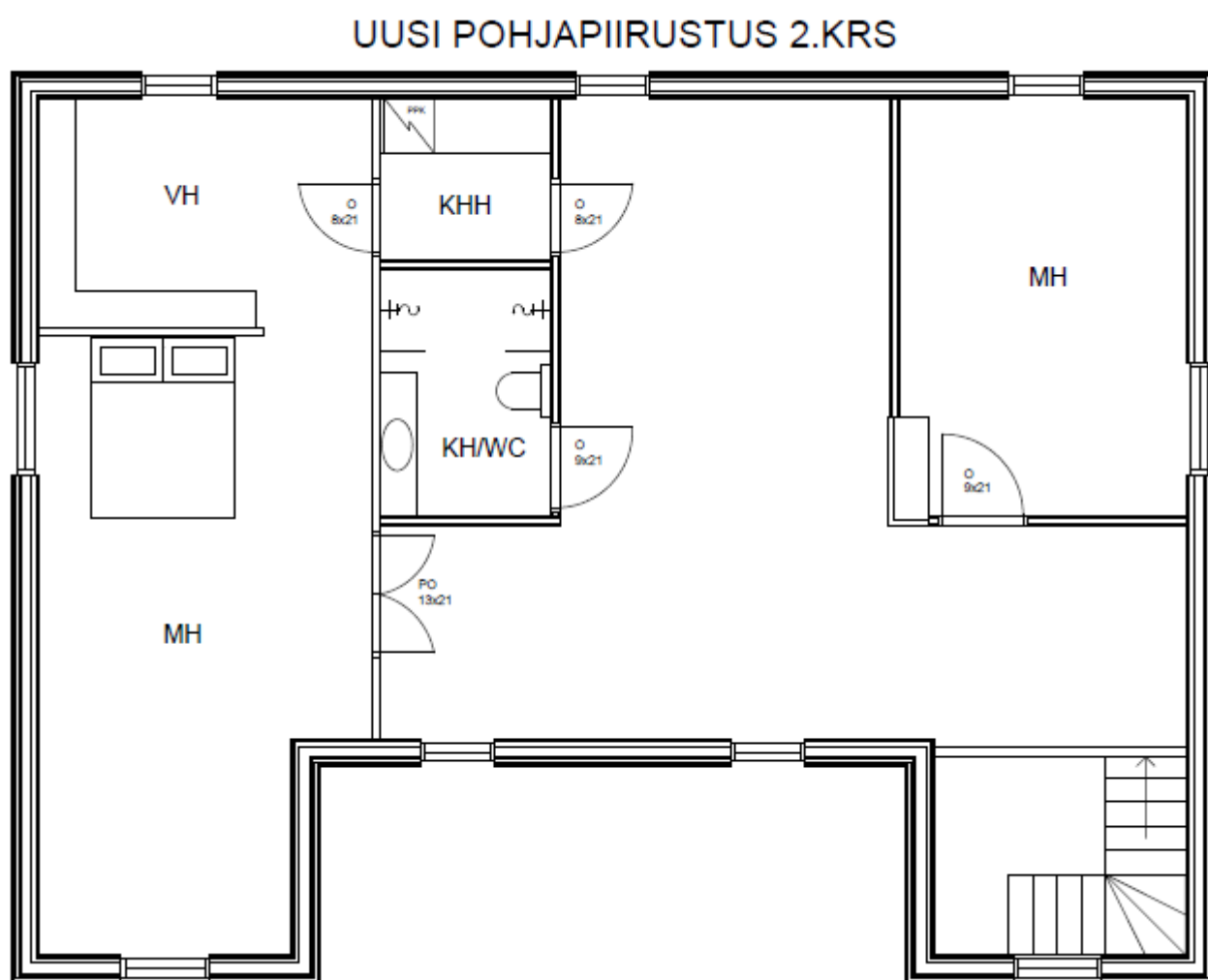
ikkuna asemoidaan suurimmalta osalta keskelle hirsi- tai puurunkoa, koska tämä on lämpöteknisesti paras vaihtoehto.

5.10 Uudet pohjapiirustukset

Kuvissa 26. ja 27. on esitetty rakennuksen uudet pohjapiirustukset.



Kuva 26. Uusi pohjapiirustus 1.krs.



Kuva 27. Uusi pohjapiirustus 2.krs.

6 YHTEENVETO

Yksi tämän opinnäytetyön tärkeimmistä tavoitteista oli löytää rakennusfysikaalisesti toimivat ratkaisut eri rakenteille. Aiheeseen perehtyminen opetti tämän työn tekijälle, ettei tällaisissa korjausprojekteissa ole vain yhtä oikeaa ratkaisua. Suunnittelussa pitää ottaa huomioon sekä uudet että vanhat rakennustavat ja materiaalit. Kun oppii ymmärtämään vanhojen jo kauan käytettyjen rakenneratkaisujen toimintaa ja uusien materiaalien ominaisuuksia, saadaan varmasti toimivin ja pitkäaikaisin lopputulos rakenteille.

Rakennuksen vaippaosien uusia rakenteita suunniteltaessa oli otettava huomioon se, että hirsirunko ulottuu vain tasakertaan asti. Talon yläkerta ja ulokkeet ovat puurunkoisia ja toimivat rakennusfysikaalisesti toisin kuin hirsi. Hirsiseinä on rakennettava hengittäväksi, kun taas puurunkoisessa yläkerrassa ja ulokkeissa ei ole puista massiivirakennetta, joten näihin on tehtävä höyrynsulkukerros. Nämä voitaisiin myös toteuttaa höyrynsuluttomana, mutta tällöin rakenteen paksuutta jouduttaisiin kasvattamaan suuresti halutun U-arvon saavuttamiseksi.

Kuivan talon lähtökohta on vedenpitävä katto. Vesikatto rakennetaan nykyaikaiseksi rakenteeksi, jossa on riittävä tuuletusväli sekä aluskate. Myös alapohjan toimivuus perustuu riittävään tuuletukseen ryömintätilassa. Yläpohjan ja alapohjan eristyksen kasvattamisella voidaan parhaiten kompensoida muiden rakenteiden lämpöhäviöitä.

Märkätiloja suunniteltaessa vaihtoehtoja on lukemattomia. Tärkeintä on varmistaa runkorakenteiden liikkumattomuus, kaikkien materiaalien yhteensopivuus ja vedeneristeen pitävyys.

Opinnäytetyö avasi tämän työn tekijän näkemystä hirsi- ja puutalorakentamisesta sekä korjaamisesta. Puurakenteiden toimivuuden pääperiaate voidaankin tiivistää seuraavasti: kun käytössä ovat oikeat materiaalit, ei ole niin suuri vahinko, jos rakenteet pääsevät kerran kastumaan, kunhan ne pääsevät aina tuulettumaan.

LÄHTEET

- Isopahkala, O. 2020. Hirsirakentaminen. Luentomateriaali. Seinäjoen Ammattikorkeakoulu. Tekniikka. Julkaisematon.
- Kyrö, K. 2010. Ohjekansio maarakennustyömaan johtajalle. [Verkkajulkaisu]. Kuopio: Savonia-ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan koulutusohjelma, Tekniikan yksikkö. Opinnäytetyö. [Viitattu 10.2.2021] Saatavana: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/13854/Kyto_Kimmo.pdf?sequence=1
- LämpöYkkönen, 12.6.2017. Fakta 18: Talon lämmitys – esittelyssä eri lämmitysjärjestelmät ja niiden hinnat 12.6.2017 [Verkkosivu] [Viitattu 15.2.2021] Saatavana: <https://lampoykkonen.fi/100faktaa/fakta-18-uudisrakentaja-tunnetko-taman-hetken-suosituimmat-lammitysmuodot/>
- Museovirasto. 2011. Museoviraston korjauskortti n:o 25 Märkätila vanhaan taloon. Helsinki. Art Print Oy. [Verkkajulkaisu] [Viitattu 11.3.2021] Saatavana: <https://www.museovirasto.fi/uploads/Arkisto-ja-kokoelmapalvelut/Julkaisut/korjauskortti-25.pdf>
- Owens Corning, Paroc. Kosteusopas, Paroc kivivilla. 2019. [Verkkajulkaisu] [Viitattu 24.3.2021] Saatavana: <https://www.paroc.fi/dokumentit-ja-tyokalut/esitteet>
- Puuinfo. 2020. Ulkoilmalla tuuletettu puualapohja. 15.6.2020. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 19.3.2021] Saatavana: <https://puuinfo.fi/suunnittelu/ohjeet/tekniset-tiedotteet/ulkoilmalla-tuuletettu-puualapohja/>
- Rinne, H. 2018. Alapohja. Perinnemestari. [Verkkosivu] [Viitattu 7.1.2021] Saatavana: <https://www.perinnemestari.fi/kunnostaminen/artikkelit/alapohja>
- Rinne, H. 2018. Kylpyhuone ja wc. Perinnemestari. [Verkkosivu] [Viitattu 14.1.2021] Saatavana: <https://www.perinnemestari.fi/kunnostaminen/artikkelit/kylpyhuone-ja-wc>
- Rinne, H. 2018. Vesi ja jätevesi. Perinnemestari. [Verkkosivu] [Viitattu 18.12.2020] Saatavana: <https://www.perinnemestari.fi/kunnostaminen/artikkelit/vesi-ja-j%C3%A4tevesi>
- RT 82-10693. 1999. Pientalon puurakenteet 2. Helsinki: Rakennustieto.
- RT 84-10793. 2003. Puutalon märkätilat. Helsinki: Rakennustieto.
- RT 84-11166. 2014. Märkätilojen rakenteet. Helsinki: Rakennustieto.

- Saatsi & Saatsi. 11.7.2019. [Blogikirjoitus]. [Viitattu 4.2.2021] Saatavana: [Hirsiseinien lisäeristäminen ei ole kestävä - Saatsi Arkkitehdit](#)
- Saatsi, P. 30.8.2016. Märkätila hirsitaloon – ratkaisuyritysten homeinen historiikki. [Blogikirjoitus] [Viitattu 11.3.2021] Saatavana: <https://www.saatsi.fi/blogi/markatila-hirsitaloon-ratkaisuyritysten-homeinen-historiikki/#/>
- Siparila. 8.5.2018. 5 vinkkiä kestävä julkisivun rakentamiseen. 8.5.2018 [Verkkosivu]. [Viitattu 11.12.2020] Saatavana: <https://www.siparila.fi/5-vinkkia-kestavan-julkisivun-rakentamiseen/>
- Tiainen, A., Pihlajaniemi, J. & Lakkala, M. 2017. Arkkitehdin hirsioapas. Oulun yliopisto. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 1.2.2021] Saatavana: <http://jultika.oulu.fi/files/isbn9789526217956.pdf>