



SAVONIA

■ VALITSE KOHDE. - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIKAN JA LIIKENTEEN ALA

1920-LUVUN TYYPITALON ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN KORJAUS- RAKENTAMISEN KEINAIN

TEKIJÄ: Eero-Matti Takkinen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Matti Takkinen	
Työn nimi 1924-luvun rintamamiestalon energiatehokkuuden parantaminen korjausrakentamisen keinoin	
Päiväys 10.05.2016	Sivumäärä/Liitteet 57
Ohjaaja(t) Antti Korpinen, lehtori, Harry Dunkel, lehtori	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Veijo Martikainen	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä Kuopion Itkonniemellä sijaitsevaan 1920-luvulla valmistuneeseen paritaloon korjausrakentamisen ratkaisu, jolla rakennuksen energiatehokkuutta saataisiin parannettua. Ratkaisu tuli suunnitella siten, että talo olisi hengittävä ja myös kosteusteknisesti toimiva. Rakenteita suunniteltaessa tuli ottaa huomioon materiaalien käyttäytyminen ja niiden hengittävyys. Opinnäytetyössäni otettiin huomioon myös mikä olisi taloudellisesti järkevintä toteuttaa. Työssä pohdittiin myös mahdollista energiamuodon muutamista paritaloon.</p> <p>Työ aloitettiin selvittämällä paritalon rakenteet lähinnä rakennuspiirustuksista ja kuvista, joita rakennusvalvonnasta löytyi. Tutkimukset toteutettiin tilaajan toiveen mukaan rakenteita avaamatta, jolloin rakenteita selvittäessä rakenteiden paksuuksia joutui myös mittaamaan. Rakenteiden kosteusteknistä toimintaa tutkittiin DOF-Lämpöohjelmalla, joka ilmoittaa myös rakenteiden U-arvon.</p> <p>Työn tuloksina saatiin selville paritalon rakenteet, sekä ehdotus siitä, kuinka rakennuksen energiatehokkuutta kannattaa parantaa. Työssä kerrottiin lisäksi millä materiaaleilla ja materiaalipaksuuksilla päästäisiin lähelle nykypäivän U-arvoja. Opinnäytetyössäni todettiin myös aikaisemmista korjauksista johtuvat virheet, jotka voivat vaurioittaa rakenteita. Myös energiamuodon muuttamista pohdittiin energiakustannusten kannalta.</p>	
Avainsanat Tyyppitalo, U-arvo, energiatehokkuus	
Julkinen	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme In Construction Engineering			
Author(s) Matti Takkinen			
Title of Thesis Improving energy efficient by using renovation solution of a 1924 's standardized house			
Date	10.5.2016	Pages/Appendices	57
Supervisor(s) Mr Antti Korpinen, Lecturer and Mr Harry Dunkel, Lecturer			
Client Organisation /Partners Veijo Martikainen			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this thesis was to design an energy saving renovation solution for a 1920's standardized house located in Itkonniemi, Kuopio. The solution was to be designed in a way which allowed for a breathable and moisture technically functional building. While planning the structural features, attention was to be paid to the behavior and breathability of the chosen materials. This thesis also considered the most economically viable options for implementation. The process of converting the energy format to a semi-detached house was also considered.</p> <p>The project began by examining the of the existing structural details using drawings and pictures acquired from the building supervision authority. The examination was done without opening or dismantling the existing structures according to the wishes of the customer. Due to this request, the structure thicknesses had to be measured. The moisture technical operation of the structures was examined using the Dof-heat analysis program. The program also reports the structures' U-value.</p> <p>As a result of this thesis, the semi-detached house's structures were investigated successfully and a plan to improve the building's energy efficiency was proposed. A recommendation for the appropriate materials and their thicknesses was also provided to aid in reaching modern U-values. Potentially harmful building errors from previous repairs were also noted in the thesis. The energy format conversion was discussed in terms of energy costs.</p>			
Keywords standardized house, U-value, energy efficient			
public			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
2	OPINNÄYTETYÖN KOHDETALO.....	6
2.1	Rakennushistoria	7
2.2	Eristäminen ja lämmitys	12
3	RAKENTAMINEN SUOMEN ITSENÄISTYMISEN JÄLKEEN.....	13
3.1	1920-luvun rakentaminen.....	13
3.2	Tyypitalojen ongelmat	16
4	RAKENTEELLINEN TOIMIVUUS JA U-ARVO	17
4.1	Mikä on U-arvo?.....	17
4.2	Nykypäivän U-arvot ja EU-direktiivit	17
4.3	Kosteuskäyttäytymisen tutkimusmenetelmät sekä U-arvo	18
5	KOHTEEN RAKENTEET	19
5.1.1	Nykyinen seinärakenne koillispuolella	21
5.1.2	Nykyinen seinärakenne lounaispuolella	23
5.1.3	Nykyisen lisäsiiven seinä ja yläpohjarakenne	27
5.1.4	Nykyinen alapohja.....	30
5.1.5	Nykyinen yläpohja.....	32
6	MAHDOLLISUUDET RAKENTEIDEN U-ARVON PARANTAMISEKSI KOHTEESSA.....	34
6.1	Uusi yläpohjarakenne	34
6.2	Ulkoseinät	38
6.2.1	Lounaspuolen uusi ulkoseinä.....	38
6.2.2	Koillisenpuolen ulkoseinä	40
6.3	Alapohja.....	41
6.4	Ikkunat	42
6.5	Lämmitysmuoto	43
6.5.1	Ilmalämpöpumppu	43
6.5.2	Maalämpöpumppu.....	44
7	YHTEENVETO JA POHDINTA	45
	LÄHTEET	47

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää 1920-luvulla valmistuneen tyyppitalon rakenteet, rakenteiden energiatehokkuus sekä suunnitella taloon korjausrakentamisen ratkaisu, jolla kohteen energiatehokkuutta saadaan parannettua. Korjausratkaisu energiatehokkuuden parantamiseksi tulisi kuitenkin toteuttaa siten, että se olisi rakennusfysikaalisesti toimiva, eikä se vaurioittaisi rakenteita ajan myötä. Tilaajan toiveesta rakenteita selvittäessä rakenteita ei tulisi avata vaan rakenteet tulee selvittää rakennekuvista sekä päättelämällä rakenteiden paksuuksista ja rakennusajankohdan rakennustavasta.

Tutkimuksessa otetaan huomioon rakenteiden käyttäytyminen eri materiaalien kanssa sekä niiden toimivuus rakennusfysikaalisten ilmiöiden takia. Rakenteiden kosteusteknistä toimintaa tutkitaan DOF-lämpöohjelmalla, joka ilmoittaa myös rakenteiden U-arvon. Tämä tukee DOF-Lämpöohjelmasta saatuja ilmanläpäisevyysarvoja. Opinnäytetyöhön on dokumentoitu DOF-Lämpöohjelmasta saadut tulokset, sekä selitetty ne auki siten, että maallikkokin osaa tulkita tuloksia.

Kohdetalon omistajat olivat minulle ennestään tuttuja ja olen ollut talon omistajan apuna remontoimassa kohdetaloa. Opinnäytetyön aiheen sain talon omistajalta, kun ilmoitin että voisin tehdä insinööri opinnäytetyön kyseisestä talosta. Talo oli jo remonttien vuoksi ennestään minulle tuttu, joten se helpotti rakenteiden selvittämistä.

Työni alussa kerron kohdetalosta, sen rakennushistoriasta ja tämänhetkisistä rakenteista. Sen jälkeen selvennän lukijalle, mikä on ollut tyypillistä rakentamista 1920-luvulla. Neljännessä osiossa käyn läpi tarkemmin talon rakenteita sekä tarkastelen niitä DOF-Lämpöohjelman tulosten pohjalta. Olen myös pohtinut muutamia eri korjausrakentamisen vaihtoehtoja energiatehokkuuden parantamiseksi. Lopun yhteenvedossa kerron mistä talon energiatehokkuutta kannattaisi lähteä parantamaan ja millä keinoin se olisi järkevin toteuttaa.

2 OPINNÄYTETYÖN KOHDE TALO

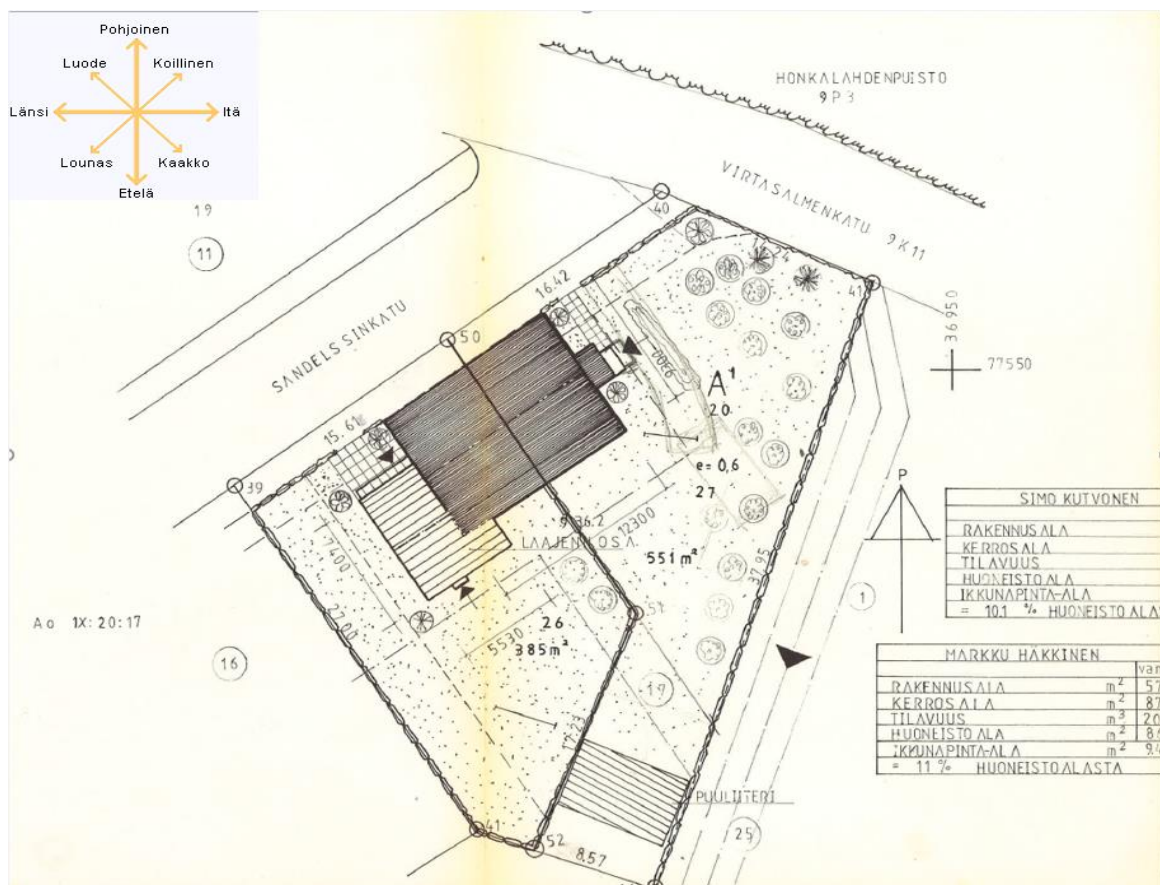
Asuinrakennus on Kuopion Itkonniemellä sijaitseva hirsirunkoinen 1920-luvulla rakennettu rossipohjainen tyyppitalo. Talotyyppi on paritalo, jonka työn tilaaja omistaa tällä hetkellä kokonaan. Talon koillispuoli on tällä hetkellä vuokralla. Taloon on 1980-luvulla tehty laaja peruskorjaus, jonka yhteydessä rakennukseen on rakennettu lisäsiipi, johon on sijoitettu saniteettitilat. Peruskorjauksessa taloa on myös lisäeristetty, sekä ulos asennettu salaojaputket.

Talon tarkkaa valmistusvuotta ei tiedetä, mutta vanhin dokumentti joka talosta löytyy on 1922-luvulla tehty tontin luovutuskirja. Tilaaja on kertonut löytäneensä remonttien yhteydessä rakenteiden välistä vuoden 1924 sanomalehtiä. Rakennus on malliltaan tyyppitalo, joka on siihen aikaan ollut yleinen talomuoto. Rakennus on alun perintoiminut neljän perheen asuntona. Talon yläkerrassa on asunut kaksi perhettä ja alhaalla kaksi. Vesi on haettu ulkoa kaivosta ja talon pihalla molemmissa päädyissä on ollut ulkokuussit. (Anita Jämsen 2002, 5.)

Talo on paritalo, mutta työn tilaaja omistaa molemmat puolet. Rakennuksen koillispuolen asunto on tällä hetkellä vuokralla. Talossa on asuinpinta-alaa yhteensä 178 m², josta lounaispuolen asunnossa 110 m² ja koillispuolen asunnossa 68 m². Osaa huonealasta ei voida lukea asuinpinta-alaan johtuen jyrkästä kattokulmasta. Asuinpinta-ala lasketaan vain se osa lattia-alasta, jossa huonekorkeutta on yli 1,6 m. Tontin pinta-ala on yhteensä 936 m², josta koillispuolen tontin ala on 551 m², ja lounaispuolen tontin ala on 385 m² (kuva 2, liite 9). Talon rakennepiirustukset sekä pohjakuvat on haettu Kuopion rakennusvalvontavirastosta ja pohjapiirustukset ovat 1:50 skaalassa. Rakennuksen leikkauskuvista ei selvinnyt, missä suhteessa ne on piirretty eivätkä ne vastanneet rakenteiden todellista suhdetta.



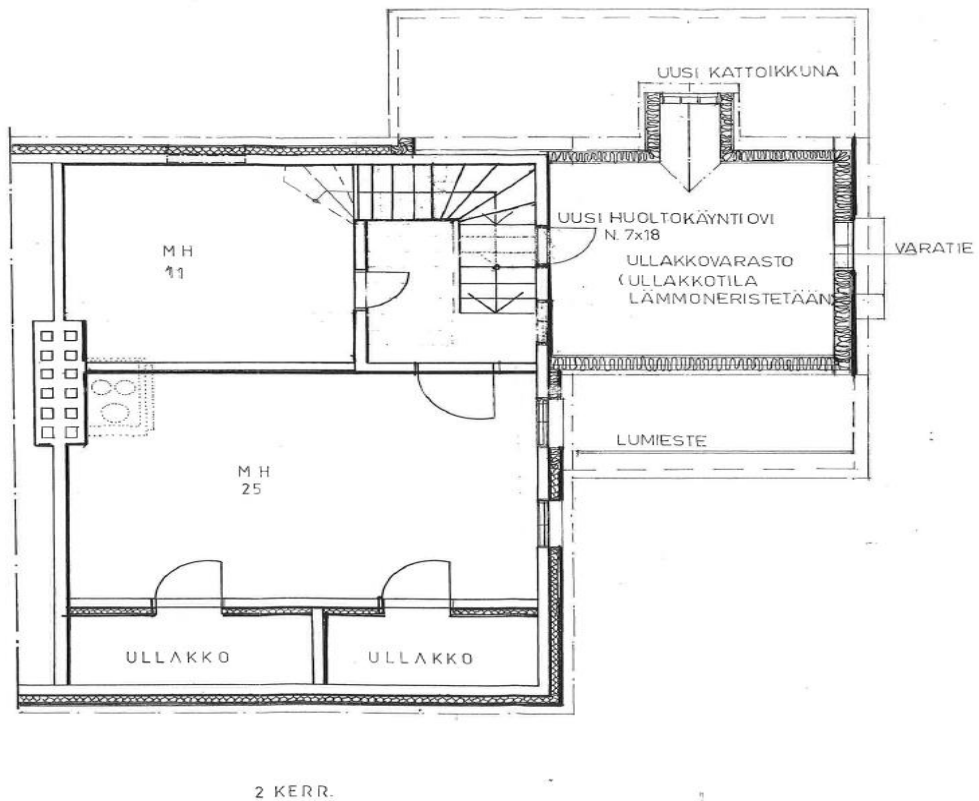
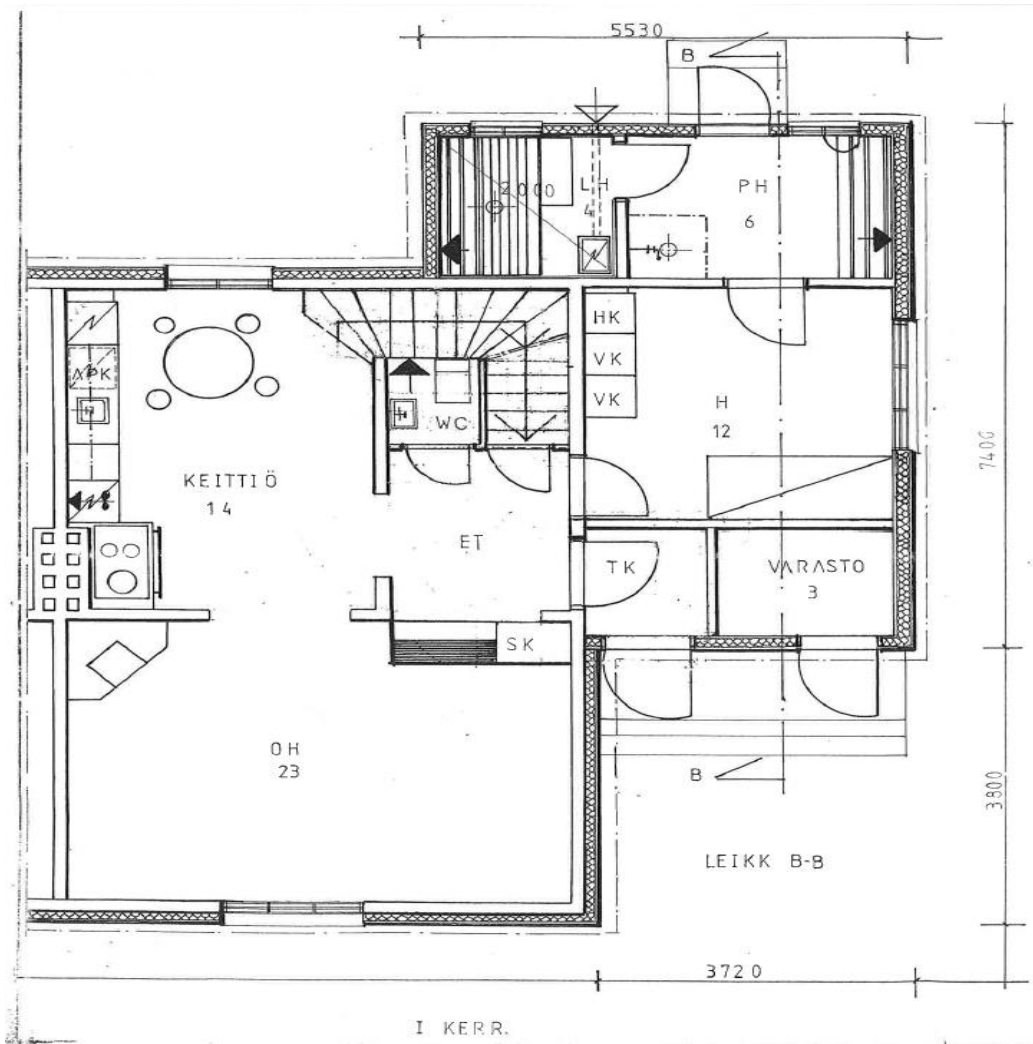
KUVA 1. Kohdetalon julkisivukuvat joista tarkempi kuva liitteissä



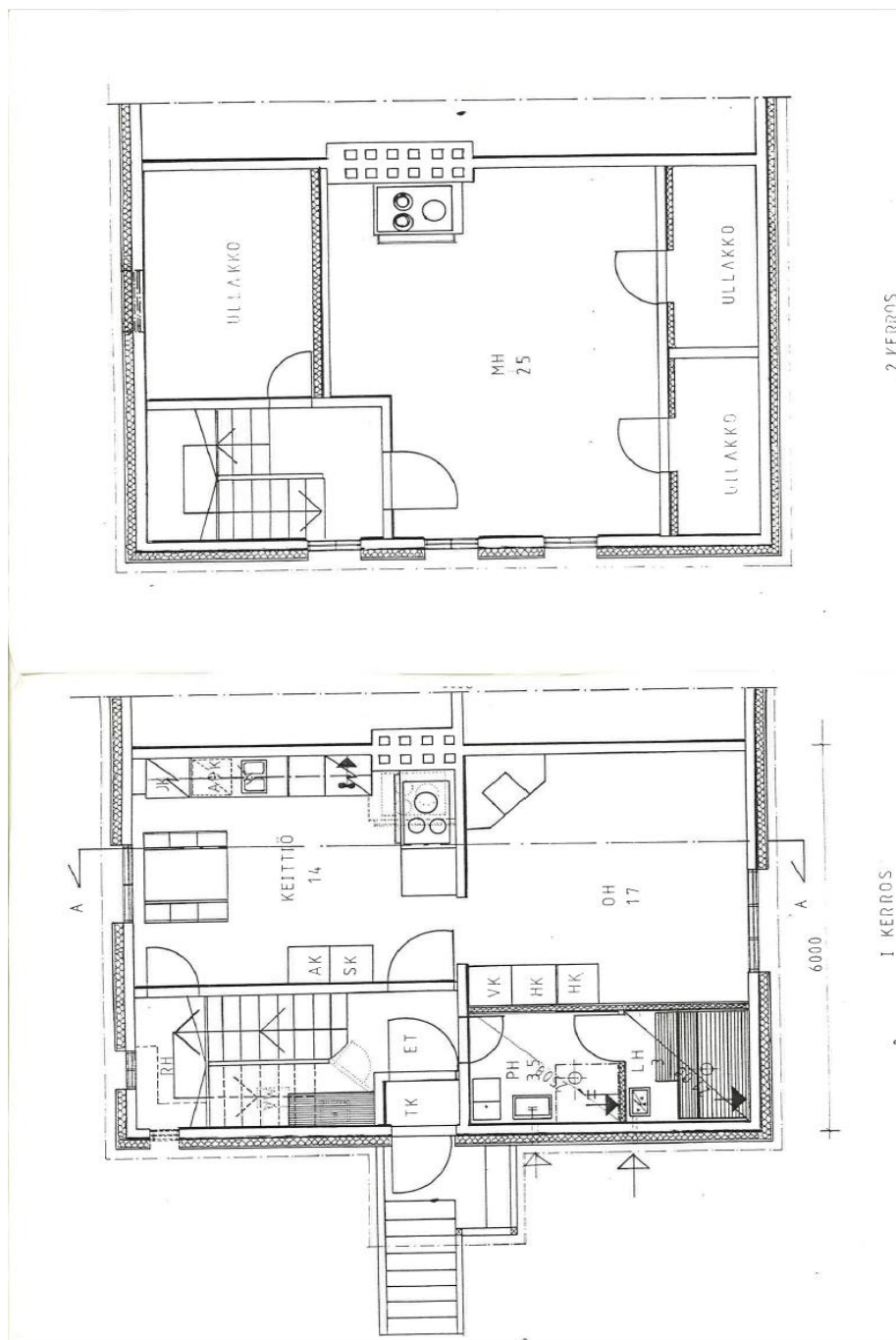
KUVA 2. Kohdetalon asemapiirustus, josta tarkempi kuva liitteissä

2.1 Rakennushistoria

Talon lounaispuolelle on 1980-luvulla tehty lisäsiipi, johon on sijoitettu kylpyhuone, sauna sekä kodinhoituhuone. Talon entinen omistaja on kertonut, että vasta 80-luvun laajennusremontissa pihahuussi on korvattu sisävessalla. Hänen mukaansa suihkukoppi oli sijainnut keittiön nurkassa (kuva 4). Remontin yhteydessä taloon on tehty putkitukset ja tuotu käyttövesi. Omistaja on kertonut, että tätä ennen käyttövesi on kannettu yleisestä kaivosta. Lisäsiipi on sen ajan rakennustavan mukaan tehty rankarunkoisena, johon on lisätty höyrynsulku sekä lasikuituvilla. Samalla rakennukseen on tehty ikkuna-, putki- ja sähköremontti, sekä asennettu salaojaputket. Lounaispuolen asunnossa ikkunat ovat 1980-luvulta ja koillispuolen asunnossa 1950-luvulta. Laajennuksen yhteydessä myös yläkertaan on tehty yksi eristetty lisähuone, joka toimii tällä hetkellä makuuhuoneena. 20-luvulla rakennetun osan alakerran seiniä on eristetty sisältä päin, sekä lisätty sen ajan rakennustavan mukaisesti höyrynsulkumuovi sisäpuolelle. Rakennuksen perustukset on tehty säästöbetonista ja ylä- ja välipohja on puuta. Runko on 120 mm paksua hirttä ja ulkovaorauksena on pystylauditus (liite 1, kuva 1). 1980-luvun laajassa remontissa julkisivun laudoitus on muutettu lomalaudoituksesta pystylaudoitukseksi, samassa yhteydessä ulkoseinät on lisäeristetty lasikuituvillalla. Talon ulkoseinät on maalattu hengittämättömällä lateksimaalilla. Kattotyyppi on harjakatto ja katteena on konesaumattu peltikate.



KUVA 3. Lounaispuolen pohjapiirros ylä- ja alakerrasta



KUVA 4. Koilispuolen asunnon pohjapiirros ylä- ja alakerrasta



KUVA 5. Keittiön nurkassa oleva suihkutila (Takkinen 2016-02-22)



KUVA 6. Koilispuolen talo, pohjapiirustus liitteessä 8 (Takkinen 2016-02-22)



KUVA 7. Rakennus edestä. Paritalon jakava seinä kulkee savupiipun kohdalta (Takkinen 2016-02-22).



KUVA 8. Lounaispuolen lisäsiipi edestä (Takkinen 2016-02-22)

Paritalon jakava seinä menee tikkaiden kohdalla. Kuvassa vasemmalla on lounaispuolen asunto ja tikkaista oikealla koillispuolen asunto. Matalampi osa vasemmalla puolella on 1980-luvulla rakennettu lisäsiipi, johon on sijoitettu kylpyhuone, sauna sekä kodinhoitohuone sekä yläkertaan yksi lisähuone (kuva 9, kuva 8, kuva 3). Koillispuolen asunnon alla rossipohjassa on varastointitilat.



KUVA 9. Kohdetalo takapihalta (Takkinen 2016-02-22)

2.2 Eristäminen ja lämmitys

Eristeenä alapohjassa on vuorivilla sekä sahanpuru, välipohjassa eristeenä on sahanpuru ja yläpohjassa sahanpuru ja villa. Tuulensuojalevyä yläpohjassa ei ole, vaikka se leikkauskuvaan on piirretty (liite 4). Talon koillispuolen seinäeristeenä on ulkopinnassa 100 mm paksu eristevilla sekä puukuitulevy (kuvio 1). Lounaan puolella vaipassa on eristeenä ulkopinnassa 100 mm mineraalivilla sekä sisäpinnassa 50 mm eristevilla (kuvio 2). Lisäsiipeen yläpohjan eristeeksi on laitettu 300 mm paksu mineraalivilla sekä alapohjaan styroksi, jonka paksuutta ei leikkauskuvaan ole laitettu. Arvioin styroksin paksuudeksi 100 mm. (liite 5.) Kohdetalossa lämmitys on hoidettu sähköpattereilla sekä kahdella varaavalla kakluunilla, jotka on sijoitettu alakertaan olohuoneisiin. Suihku- sauna- ja WC-tilojen lattiaan on asennettu lattialämmitys putkiremontin yhteydessä.

3 RAKENTAMINEN SUOMEN ITSENÄISTYMISEN JÄLKEEN

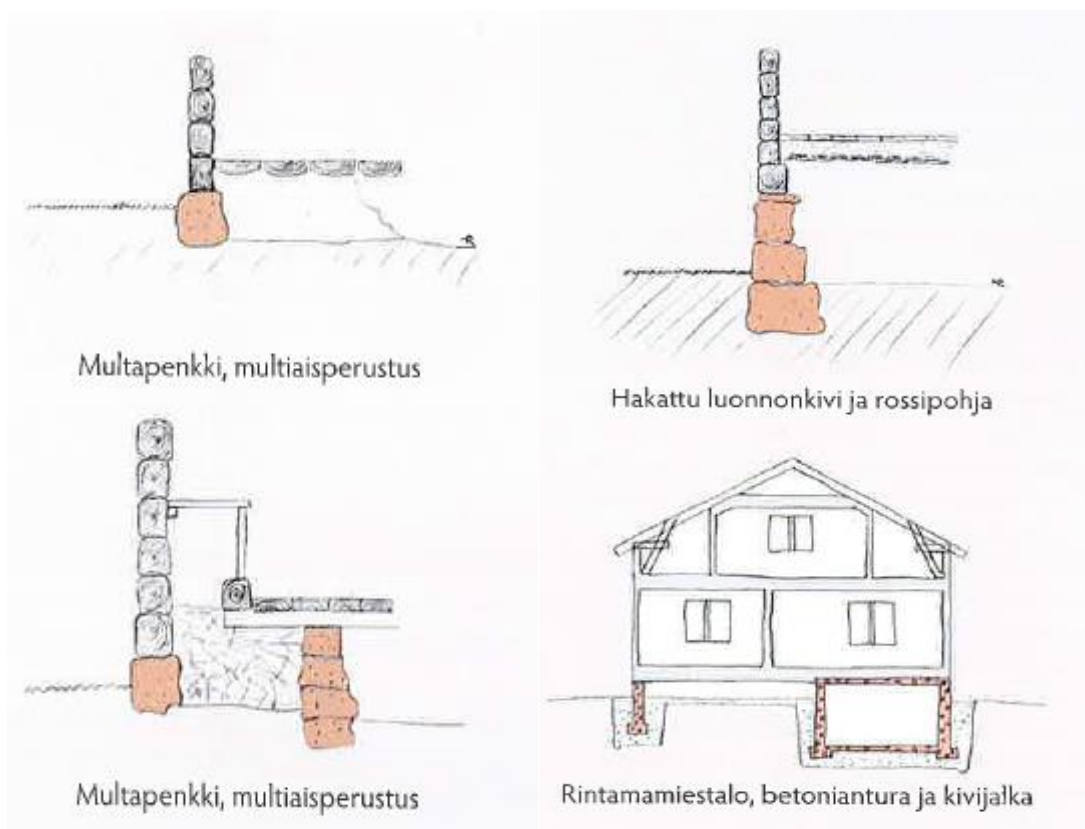
3.1 1920-luvun rakentaminen

Ensimmäisen maailmansodan jälkeen rakentaminen oli vähäistä pitkän aikaa huolimatta siitä, että Suomessa vallitsi ankara asunnottomuuden aikakausi. Tämä johtui pitkälti siitä, että ihmisillä ei ollut sodan jälkeen pääomaa aloittaa uudelleenrakentamista. Vuosina 1920–1925 valtio myönsi varoja yleishyödylliseen asuinrakennustoimintaan. Vuonna 1926 Suomessa alkoivat rakentamisen hullut vuodet. (Tommi Lindh, 2015.) Kaupunkirakentaminen vilkastui ja alettiin suunnitella ja rakentaa yksi- ja kaksikerroksisia ullakkohuoneellisia asuinrakennuksia, jotka olivat ennen 1920-lukua olleet kaupungeissa vuonna 1856 voimaan tuleiden paloturvallisuusmääräysten vuoksi kiellettyjä (Rakennustietosäätiö 1977, 30).

Tyypitalot olivat talomalleja, joista oli valmiit piirrustukset. Tarkoituksena oli, että jokainen pystyisi rakentamaan talon itse ilman ulkopuolista rakennusapua. Suunnitelmat sisälsivät piirrustusten lisäksi yksinkertaisen työselityksen sekä yhteenvedon tarvittavista rakennusmateriaaleista. Tyypitalojen kehitys alkoi jo 1920-luvulla, mutta varsinaisesti niiden rakentaminen yleistyi 1930-luvulla, jolloin aiemmin kallis omakotitalomuoto haluttiin tuoda yhdeksi ratkaisuksi asuntotarpeeseen (narc.fi). Tyypitalot ovat pohjaratkaisuiltaan hyvin samankaltaisia kuin rintamamiestalot. Pohjaratkaisut 1920-luvulla olivat yksinkertaisia ja toimivia. Talossa saattoi asua useita perheitä, osa pohjakerroksessa ja osa yläkerran hellahuoneissa, joten rakennukset suunniteltiin niiden tarpeiden mukaan.

Tulisijojen ympärille rakennettiin huoneet, joita useimmiten oli neljä ja lisähuoneita tehtiin pohjakerrokseen ja ullakoille tilan tarpeen lisääntyessä. Asunnoissa oli yleensä keittiö, eteinen sekä muutama huone, joissa usein asui vuokralaisia. Kuten rintamamiestalot niin myös tyypitalot olivat usein 1½ - 2 kerroksisia. Joissakin taloissa oli myös kellarikerrokset. (Rinne 2010, 18.) Yläkerrassa oli tyypillisesti kaksi huonetta, joita ympäröi vinttitiila. Saniteettitilat sijoitettiin erillisiin ulkorakennuksiin, ja ne tuotiin vasta myöhemmin sisätiloihin laajennusremonttien yhteydessä.

Vanhin perustamistapa oli koota kiviä maan pinnalle ja kasata hirret niiden päälle. Tätä kutsuttiin multapenkiksi. Perustamistapa sai nimensä siitä, että kiviä ja rungon alinta hirttä vasten kasattiin maata talon sisäpuolelle eristeeksi. (kuva 10.) Kokonaan betoniset kivijalat alkoivat ottaa sijaa 1920-luvulla. Viimeistään toisen maailmansodan jälkeen se oli yleisin perustamistapa Suomessa. (Rinne 2010, 48.) 1920-luvulla tyypitaloihin tehtiin ns. rossilattia, jota kutsutaan myös tuulettuvaksi alapohjaksi. Kellari ei 20-luvulla ollut asuinkäytössä, vaan se toimi lähinnä ruokakellarina ja säilytystiloina. Alapohjan eristeenä toimi sahanpuru. Alapohjan tuuletus järjestettiin jättämällä sokkeliin tuuletusaukot. Usein kuitenkin tuuletusaukkoja on liian vähän, varsinkin nurkissa, jolloin saattaa muodostua tuulettumattomia katvealueita, jotka ovat riskialttiita homeen muodostumiselle.

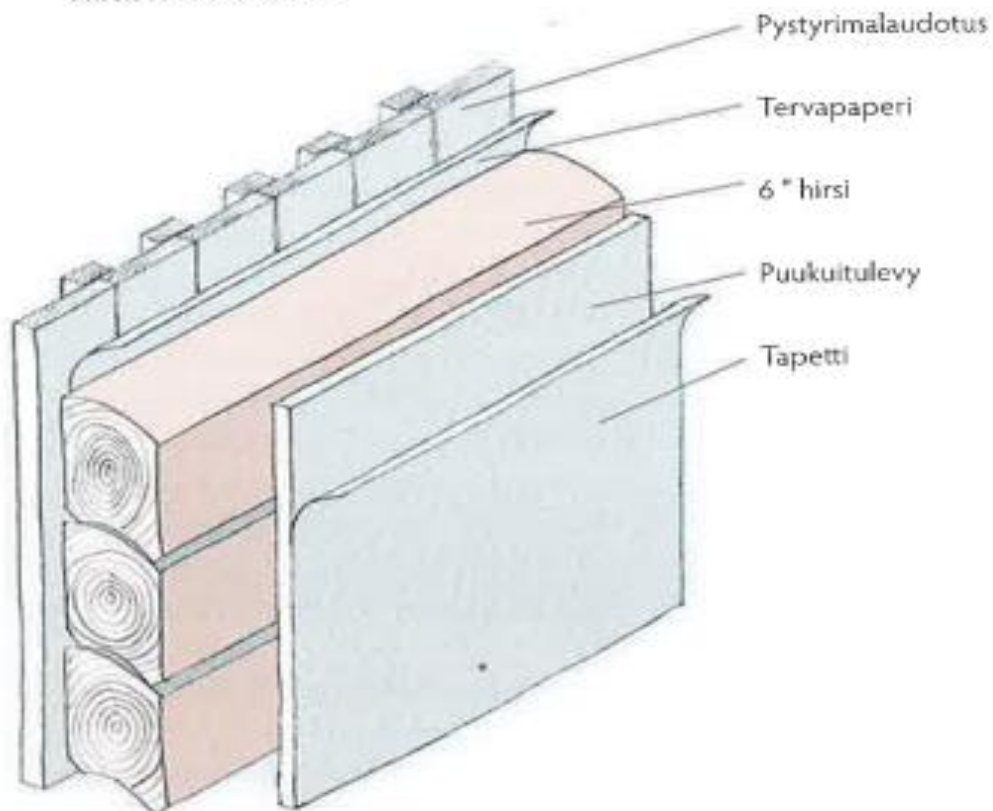


KUVA 10. Erilaisia perustustapoja 1900-luvun alkupuolelta (Rinne 2010, 49)

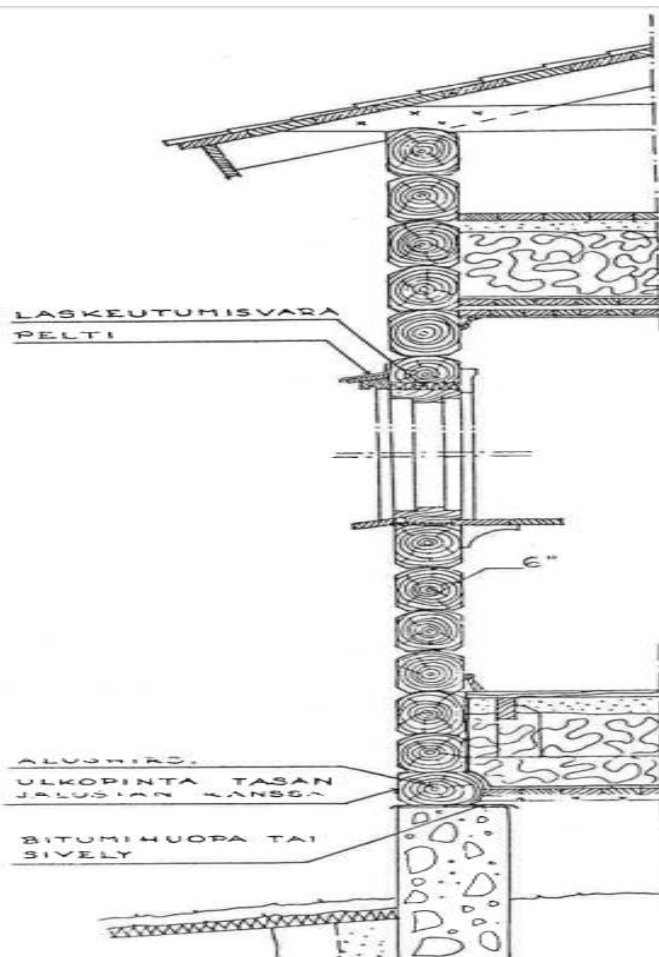
Suomen itsenäistymisen jälkeen pääomaa ei ollut kovinkaan paljoa käytettävissä, joten rakentaessa käytettiin niitä materiaaleja, joita halvimmalla saatiin. Myös rakennustarvikkeista oli pula, joten mitään ei heitetty pois vaan kaikki käyttökelpoiset rakennusmateriaalit ja tarvikkeet kierrätettiin. Sokkeleissa käytettiin ns. säästöbetonia, eli valun sekaan lisättiin kiviä, jotta kallista sementtiä ei tarvitsisi käyttää niin paljoa. (Rinne 2010, 52). Raudoituksina käytettiin kaikkea mahdollista kanahäkkiverkosta jäterautaan. Puu oli yleisin julkisivumateriaali.

Runkomateriaalina tyyppitaloissa toimi yleensä hirsi. Rakennusten rungot jäykistettiin tukihirsillä. 20-luvulla oli tyypillistä, että rakennuksen hirret saattoivat olla peräisin yhdestä tai useammasta vieläkin vanhemmasta talosta, jotka oli purettu ja materiaalit otettu uusiokäyttöön. Alin hirsi oli hieman paksumpi kuin muut. Hirret olivat suorakaiteen omaisia, joko käsin veistettyjä tai sahattuja. (kuva 12.) Hirsien välissä tilkkeenä käytettiin ensin savea ja sammalta, myöhemmin pellavaa. Ilmatiiviys rakenteisiin tehtiin erinäköisillä pahveilla ja tervapaperilla. Sisäseinässä saattoi olla puukuitulevy tai pinkopahvi ja sen päällä tapetti. Lattiat olivat useimmiten ponttilautaa. (Rinne 2010, 52.)

Hirsiseinän rakenne



KUVA 11. Hirsi- ja rankarunkoinen ulkoseinä (Rinne 2010, 49)



Hirsiseinärakenteet

- seinät veistetyistä hirsistä
- seinät sahatuista hirsistä
- seinät vanhoista hirsistä

Seinät salvotaan

- haka- eli hammasnurkkaisiksi
 - pyrstö- eli sinkkanurkkaisiksi
 - ristinurkkaisiksi
- Pystyhirsiseinää käytetään harvoin.

KUVA 12. Poikkileikkaus tyypillisestä hirsitalon ulkoseinästä (Särkinen 2005, 26)

20-luvulla talojen katot olivat usein jyrkkiä, jotta kapearunkoisiin asuinrakennuksiin saatiin rakennettua vintille tarpeeksi korkeat huoneet. Jyrkän kattorakenteen vuoksi pystyttiin käyttämään monenlaisia katemateriaaleja, joita oli esimerkiksi päre, huopa, sementtitiili, savitiili, galvanoitu pelti, musta pelti, asbestisementtilevy ja olki. Peltikatetteen suosio lisääntyi varallisuuden kasvaessa ja 1920-luvun kaupunkeihin rakennettujen talojen katteet olivat yleensä peltisiä. (Rinne 2013, 218.) Peltikatetteen alla käytettiin lähes aina umpilaudoitusta eikä aluskatetta ollut. Umpilaudoituksesta johtuen pellin alle päässyt vesi ei päässyt tuulettumaan ja kuivamaan, ja saattoi aiheuttaa kattoon kosteusvaurioita. Yläpohjan eristeenä toimi sahanpuru ja tuuletus yläpohjassa hoidettiin päädyissä olevilla tuuletusaukoilla. Tuuletusaukot olivat usein liian pienet nykymääräyksiin verrattuna tai puuttuivat kokonaan. Rakennuksen lämmitys hoitui useimmiten varaavien uunien avulla.

3.2 Tyypitalojen ongelmat

Tyypitalojen yleinen ongelma on rakennusten lämmöneristeiden riittämättömyys, sekä rakenteiden vetoisuus. Lämpöeristeiden, kuten sahanpurun eristyskyky on huono tai eristettä on laitettu liian vähän. Rakenteisiin on saattanut syntyä myös kylmäsiltoja johtuen eristeiden painumisesta. Painumisen myötä lattiarakenteisiin on muodostunut tyhjä tila, jossa kylmä ilma on päässyt kulkemaan vapaasti ulkoseinän ja lattian välissä ja lattiat tuntuvat sen vuoksi kylmiltä ja vetoisilta. Näitä virheitä on yritetty jälkikäteen korjata hengittämättömillä materiaaleilla, joka on tuonut omat ongelmansa. (Rinne 2010, 59.)

Seinien lämmöneristystä on jälkikäteen pyritty lisäämään sisältäpäin, jolloin sinne on remonttiajankohdan rakennustavan mukaan saatettu lisätä höyrynsulkumuovi. Pintamateriaalina on voitu käyttää hengittämätöntä tapettia, jolloin se on estänyt rakenteen hengittävyden. Ulko- ja sisälämpötilojen erosta johtuva kosteuden tiivistyminen seinärakenteeseen ei ole enää päässyt kuivamaan hengittämättömän rakenteen takia. Tämä on saattanut johtaa seinähirsien lahoamiseen tai eristeiden homeutumiseen. Myös julkisivuremontin yhteydessä on monesti käytetty hengittämätöntä lateksimaalia, joka on aiheuttanut julkisivun lahoamisen.

Saniteettitilat olivat 20-luvun rakennuksissa erillisissä piharakennuksissa. Peruskorjausten yhteydessä tyypitaloihin on rakennettu lisäsiipiä, joihin suihku- ja saunatilat on sijoitettu. Tämä on tuonut runsaasti ongelmia moninkertaisesti lisääntyneen ilmankosteuden vuoksi. Myös käyttövesiputkien läpivientien tiivistykset on voitu tehdä virheellisesti, jolloin putkien kautta kulkeutunut vesi on voinut aiheuttaa kosteusvaurion rakenteiden sisään.

Talvisin lämpimän sisäilman kosteus liikkuu sisältä rakenteiden läpi kuivaan ulkoilmaan, jolloin rakenteen hengittävyys nousee suureen asemaan. Korjausrakentamisen yhteydessä rakennusmateriaalit tulee valikoida siten, etteivät ne estä rakenteen hengittävyyttä. Rakenteen hengittävyys tarkoittaa sitä, että rakenne pystyy vastaanottamaan ja luovuttamaan kosteutta. (Rinne 2010, 59.)

4 RAKENTEELLINEN TOIMIVUUS JA U-ARVO

4.1 Mikä on U-arvo?

U-arvo on lämmön läpäisevyyttä kuvaava arvo. Rakentamisessa U-arvon tarkoitus on kuvata rakennusten eri osien lämmöneristyskykyä. Mitä pienempi U-arvo, niin sitä eristävämpi rakenne on. U-arvon yksikkö on W/m^2K eli se kuvaa kuinka paljon tarvitaan tehoa yhtä neliometriä kohden, jotta rakenteen sisä- ja ulkopuolelle saavutetaan tietty lämpötilaero. U-arvo kertoo lämpövirran tiheyden, joka kulkee rakennusosan läpi, kun rakenteen eri puolilla olevat lämpötilaerot ovat yksikön W/m^2K suuruiset. (Ympäristöministeriön asetus lämmöneristyksestä. Suomen RakMK C4 2003, 3.)

4.2 Nykypäivän U-arvot ja EU-direktiivit

Euroopan Unioni asetti vuonna 2007 tavoitteeksi vähentää vuosittaista energiankulutusta jäsenmaissa 20 prosentilla vuoteen 2020 mennessä. Tavoitteena on vähentää kasvihuonekaasupäästöjä, varmistaa kestävä energiahuolto ja lisätä unionin talouksien kilpailukykyä.

Rakentaminen tuottaa Suomen kasvihuonekaasuista yli kolmasosan. Energiatehokkuuden lisääminen onkin tehokas keino alentaa energiakustannuksia ja vähentää energiariippuvuutta. Rakennusten energiaterokkuudesta annetussa direktiivissä (2010/31/EU) tiukennettiin energiaterokkuusvaatimuksia, jotka koskevat rakennuksen osien kokonaisenergiaterokkuuden laskentamenetelmän yleistä muotoa. Tavoitteena on saada kaikista uudisrakennuksista lähes nollaenergiataloja 2020 mennessä, sekä saada energiasertifiointit rakennusosiin ja energiaterokkuustodistukset rakennuksiin. Uudisrakennusten energiaterokkuutta pyritään parantamaan sekä rakennusmateriaaleilla, että valitsemalla kestävä käyttöenergiamuoto. (Balázs Mellár, 2015.)

Nykyrakennuksissa vaippaan kuuluvan seinän, yläpohjan tai alapohjan lämmönläpäisykerroin saa olla enintään $0,60 W/m^2K$. Lämpimän tilan ikkunan lämmönläpäisykerroin saa olla enintään $1,8 W/m^2K$ ja puolilämpimän $2,8 W/m^2K$. Rakennuksen vaipan osien lämmönläpäisykerroimet lämpimän tilan rajoituksessa ulkoilmaan ovat (Rakennuksen energiaterokkuus 2012 – Suomen RakMK D3 2012, 13).

- seinä $0,17 W/m^2K$
- yläpohja $0,09 W/m^2K$
- ryömintätilaan rajoittuva alapohja (tuuletusaukkojen määrä enintään 8 promillea alapohjan pinta-alasta) $0,17 W/m^2K$
- ikkuna, ovi $1,0 W/m^2K$

4.3 Kosteuskäyttäytymisen tutkimusmenetelmät sekä U-arvo

Seinärakenteiden tai ala- ja yläpohjarakenteiden lämpö- ja kosteuskäyttäytymistä Suomen raaissa ilmasto-olosuhteissa voidaan tutkia mm. DOF-Tech:in DOF-Lämpöohjelmalla. DOF-Lämpöohjelma laskee lämmönläpäisykertoimen (U-arvon) rakenteiden materiaalien, paksuuksien sekä ulko- ja sisälämpötilojen mukaan. DOF-Lämpöohjelmaan on lisätty keskiarvo lämpötiloista jokaiselta kuukaudelta. Ohjelma kertoo rakenteen lämpöhäviön, ottaen huomioon kuukausien lämmönvaihtelut. Sisälämpötilaksi on asetettu +20 astetta. Ohjelmassa on myös mahdollisuus nähdä rakenteen toimivuus kuukauden pahimmissa mahdollisissa olosuhteissa. Tarkasteluhetki muodostuu kolmesta kylmimmästä päivästä, jolloin kosteuden tiivistymisriski on suurimmillaan. Ohjelma piirtää rakenteen päälle kaksi viivaa, joista punainen viiva kuvastaa kyllästyskosteuden määrää ja sininen viiva rakenteen sisällä olevaa kosteuden määrää. Kyllästyskosteudella tarkoitetaan ilman suurinta ominaiskosteuden arvoa ilman vesihöyryn tiivistymisen alkamista. Aina kun viivat leikkaavat toisensa, alkaa kosteutta muodostua leikkauskohtaan, mutta tämä ei kuitenkaan välttämättä kerro sitä, että rakenteesta tulisi ns. riskirakenne tai että rakenteeseen syntyisi kosteusvaurioita. Ohjelman analysointi tulee tehdä rakennekohtaisesti ja rakenteen materiaalit tulee tarkastellessa ottaa huomioon. Opinnäytetyössäni mittasin myös rakenteiden pintalämpötilat sekä huoneen lämpötilat laserlämpömittarilla ja pyrin laskemaan niistä U-arvot DOF-Lämpöohjelman tueksi, sekä vertailemaan antaako ohjelma samoja arvoja kun käsin lasketulla kaavalla.

5 KOHTEEN RAKENTEET

Opinnäytetyössä tutkitun kohteen rakenteiden selvittämisessä on käytetty apuna talosta tehtyjä rakennuspiirustuksia, jotka on haettu Kuopion kaupungin rakennusvalvonnasta. Rakennepiirustuksista ei kuitenkaan löytynyt tarkkoja leikkauskuvia, joista olisi nähnyt rakenteiden paksuuksia. Lisäksi ongelmana oli tilaajan toivomus, ettei rakenteita avattaisi. Tämän takia jouduin selvittämään rakenteita mittaamalla. 1980-luvulla tehdyn lisäsiiven yhteydessä portaiden alle on jätetty vaatekomero, josta pääsee kulkemaan lounaispuolen alapohjaan. Täältä sain mitattua hyvin rakenteiden paksuuksia vanhasta ulkohirsiseinästä, sekä alapohjasta. (kuva 13–14). Lisäsiiven seinän paksuus ei selvinnyt lisäsiiven leikkauskuvasta, mutta sain mittaamalla seinän paksuudeksi 310 mm (kuva 15).

Rakennusvalvonnasta löytyneet välipohjaleikkauskuvat eivät pitäneet täysin paikkaansa. Yläpohjan leikkauskuvasta ilmenee, että ylimpänä kerroksena on tuulensuojalevy. Työn tilaaja on yläpohjassa käydessään kuitenkin varmistanut, ettei sieltä tuulensuojalevyä löytynyt vaan ylimpänä kerroksena on sahanpuru. (kuva 16, DETT 1.)



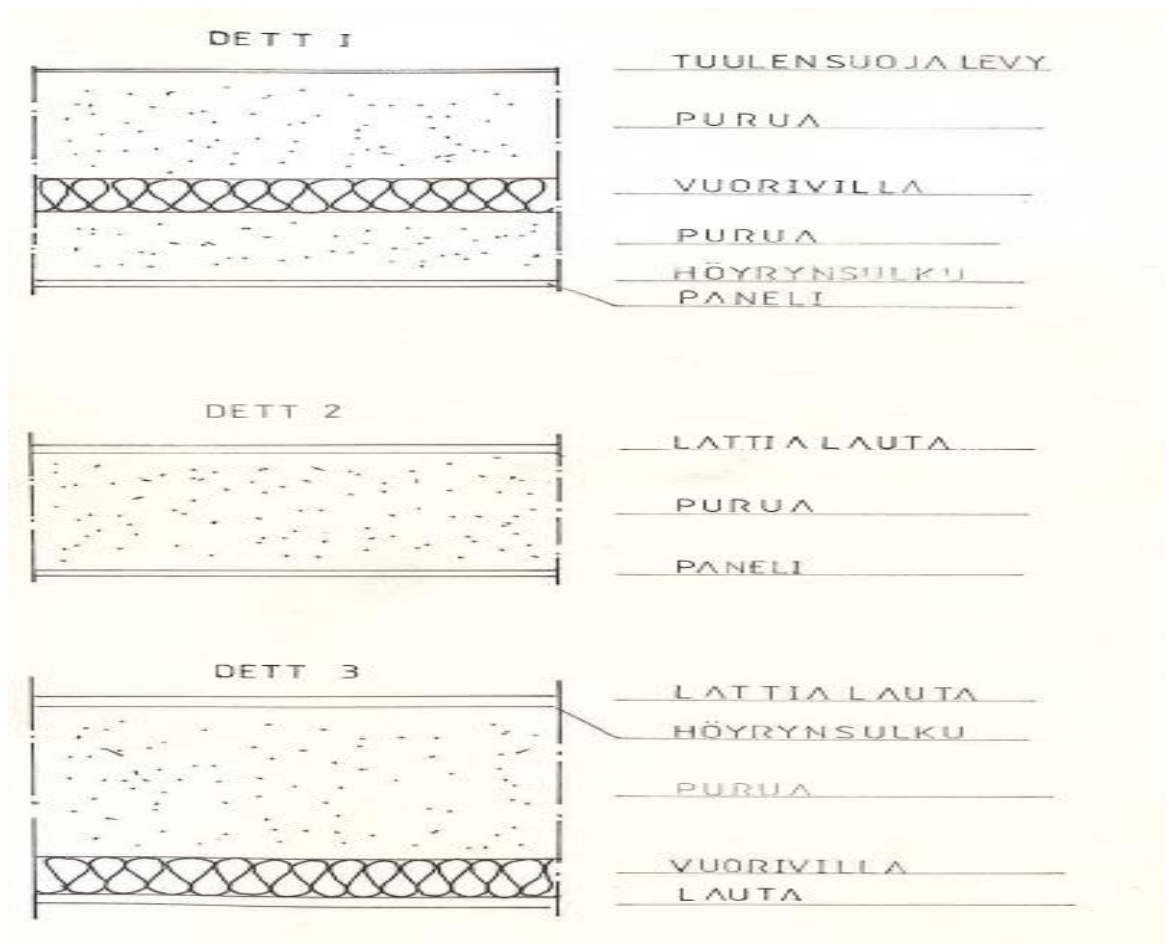
KUVA 13. Lounaispuolen portaiden alla oleva vaatekomero, josta mittaukset on tehty (Takkinen 2016-01-29).



KUVA 14. Runkohirren sekä alapohjan lattialankun paksuus (Takkinen 2016-01-29)



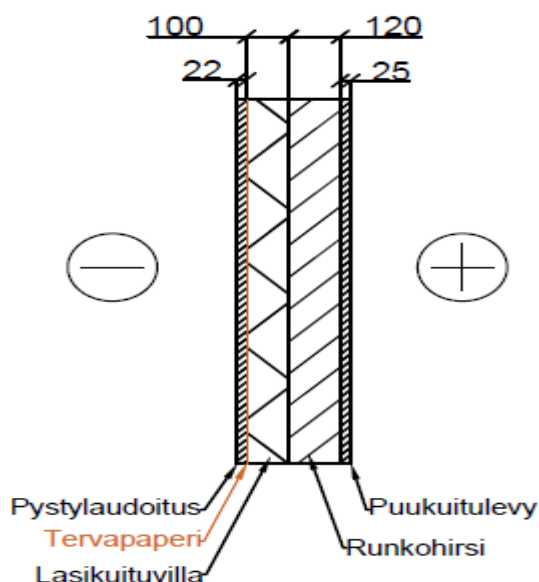
KUVA 15. Lisäsiiven seinän paksuus mitattuna (Takkinen 2016-02-11)



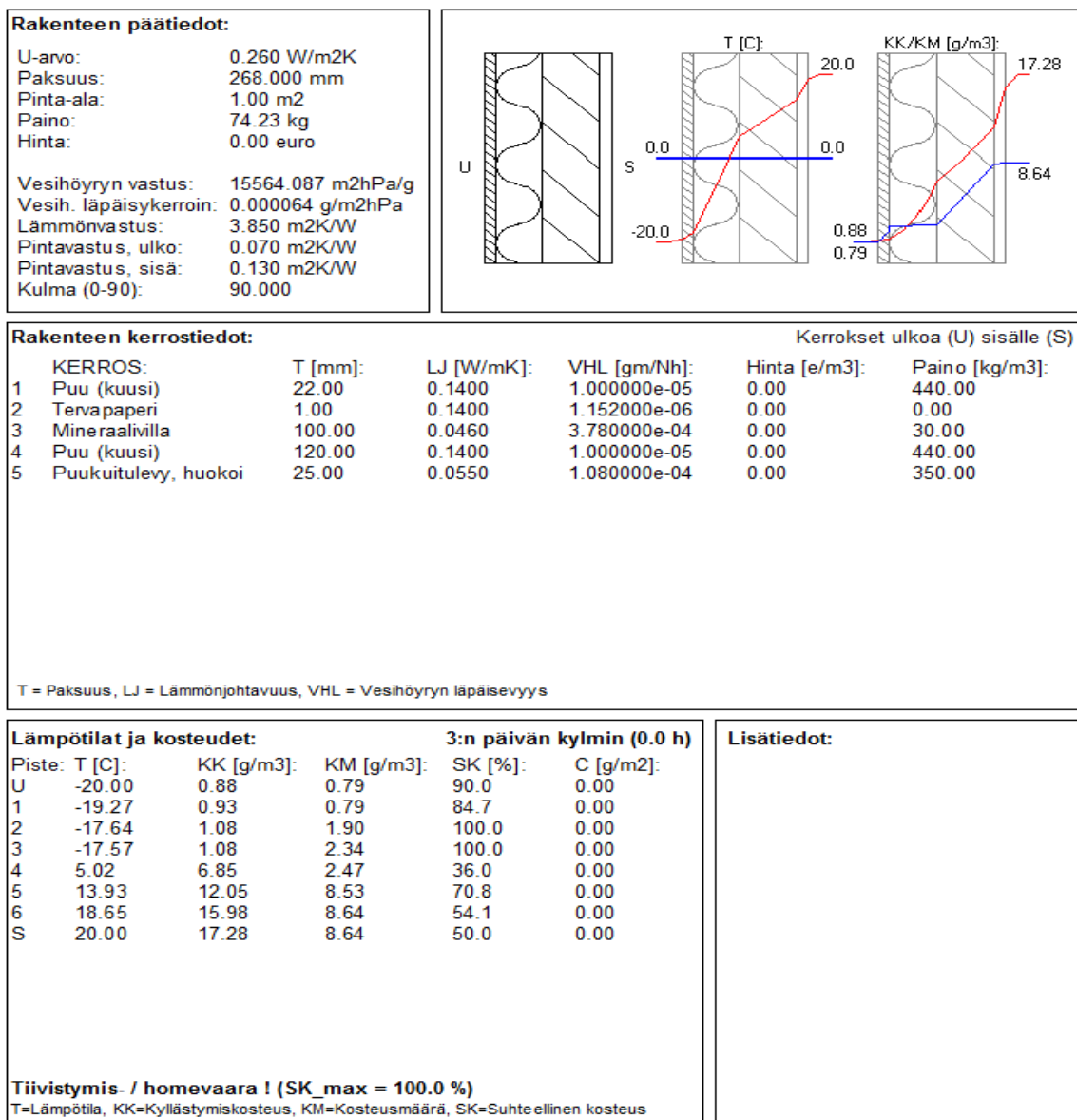
Kuva 16. Välipohjaleikkauksia

5.1.1 Nykyinen seinärakenne koillispuolella

DOF-Lämpöohjelman mukaan kohdeasunnon vaipparakenne toimii kosteusteknisesti hyvin. Ohjelman mukaan punainen ja sininen viiva leikkaavat toisensa tammi- ja helmikuussa julkisivun ja lasikuituvillan välissä. Tämä kertoo, että kosteutta tiivistyy leikkauskohtaan kahtena kuukautena, mutta tämä ei vaurioita rakennetta, koska rakenne ehtii kuivaa kesän aikana. Tämän vuoksi homeitiöitä ei ehdi muodostua rakenteeseen. Lisäksi kyseessä on niin sanottu hengittävä seinärakenne joka helpottaa kosteuden kuivamista rakenteessa. Koillispuolen asunnon vaipan U-arvoksi tuli $0,260 \text{ W/m}^2\text{K}$ joka on $0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$ enemmän mitä nykymääräykset sallivat. Rakennukseen ei kuitenkaan tarvitse tehdä perusparannusta, koska nykymääräykset eivät koske vanhoja rakennuksia (kuvio 1).



Kuva 17. Koillisen puolen seinärakenne CAD-kuva.



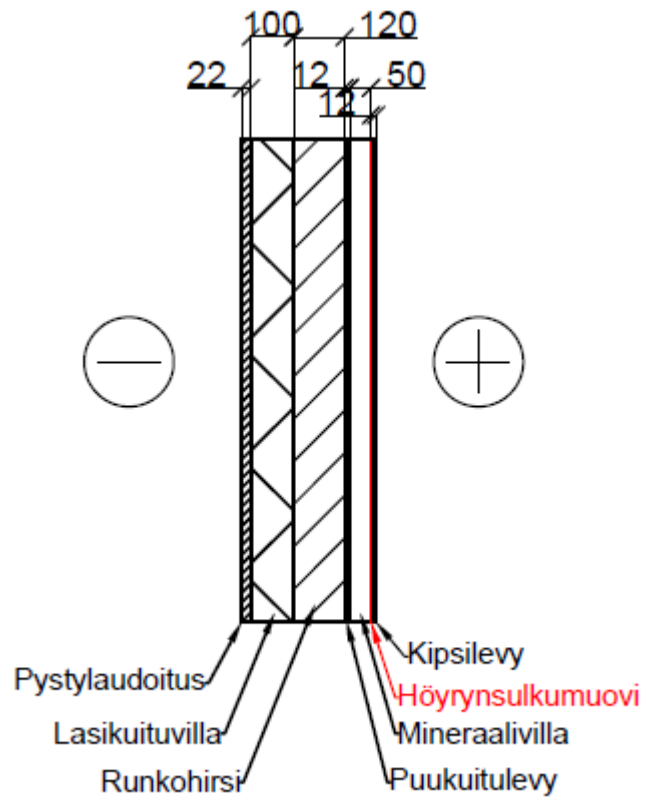
KUVIO 1. Koillisen puolen asunnon nykyisen seinärakenteen kerros- ja päätiedot sekä lämpö- ja kosteuskäyrät vuoden kolmena kylmimpänä päivänä.

5.1.2 Nykyinen seinärakenne lounaispuolella

Talon lounaisosaan on tehty 1980-luvun laajassa korjausremontissa lisäeristykset myös talon sisäseiniin. Seiniin on lisätty puukuitulevy, 50 mm lasikuituvilla sekä höyrynsulkumuovi. Höyrynsulkumuovin lisäämisellä on pyritty estämään sisäilman suhteellisen kosteuden siirtymistä seinärakenteen sisälle. Tämä estää kuitenkin perinteisen hengittävän rakenteen. Hengittävä rakenne edellyttää sitä, että seinän jokainen materiaali pystyy luovuttamaan kosteutta. Näitä materiaaleja ovat esimerkiksi puu, tervapaperi tai puukuitulevy.

DOF-Lämpöohjelman mukaan kosteus ei tiivisty rakenteeseen edes vuoden kolmen kylmimpänä päivän aikana. Tämä tarkoittaa sitä, että kosteus ei tiivisty missään vaiheessa vuoden aikana, joten seinärakenne toimii täydellisesti. Seinärakennetta ei kuitenkaan ole avattu, jolloin ei tiedetä kuinka höyrynsulkumuovi on rakenteeseen asennettu. Jos höyrynsulkumuoviin on tullut asennuksen aikana reikiä, tai muovikalvoa ei ole teipattu tiiviisti, alkaa sisäilman kosteus kulkeutua ilmapuotoa kohti jolloin tänne muodostuu kosteutta. Kosteuden synnyttyä kyseinen hengittämätön seinärakenne ei pääse kuivamaan, jolloin rakenteeseen syntyy ajan mittaan homeitiöitä. Lounaispuolen talon seinärakenteen U-arvoksi muodostui 0,211 W/m²K, joka on 0,041 W/m²K vähemmän mitä nykymääräykset uudiskohteelle sallivat.

Tarkastelin rakennetta myös nykyisillä rakenteilla ilman höyrynsulkumuovia. Höyrynsulkumuovin poisottamisen myötä kosteus alkaisi tiivistyä ulkopuolen lasikuituvillaan. (kuvio 3.) Lasikuituvilla on hyvin arka kosteudelle. Pienikin vesimäärä lasikuituvillassa alentaa sen lämmöneristyskykyä selvästi. Lasikuituvilla ja sen peittämät materiaalit kuivavat hitaasti. Tämä johtuu siitä, että villa ei kuljeta kosteutta paikkaan josta se pääsisi kuivamaan pois. (Rinne 2013, 55.) Esimerkiksi puun tai purun sisäpintaan kertyvä kosteus siirtyy pikkuhiljaa ulkoreunaan, josta se pääsee kuivamaan. DOF-Lämpöohjelman mukaan kosteutta tiivistyisi mineraalivillan ja ulkovuorauksen väliin tammi- ja helmikuussa.

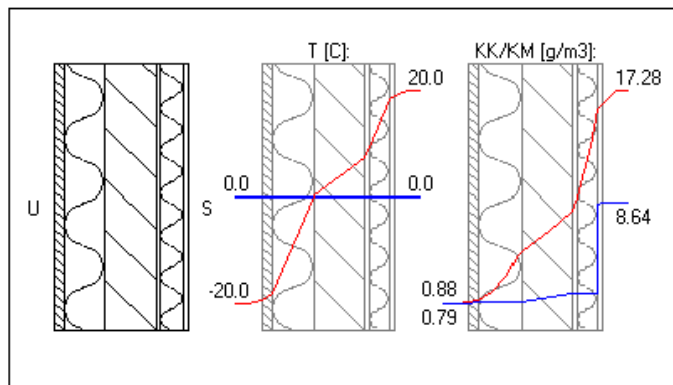


KUVA 18. Lounaispuolen seinärakenteen CAD-kuva

Rakenteen päätiedot:

U-arvo: 0.211 W/m²K
Paksuus: 316.200 mm
Pinta-ala: 1.00 m²
Paino: 85.76 kg
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 140448.677
Vesih. läpäisykerroin: 0.000007 g/m²hPa
Lämmönvastus: 4.744 m²K/W
Pintavastus, ulko: 0.070 m²K/W
Pintavastus, sisä: 0.130 m²K/W
Kulma (0-90): 90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:
1 Puu (kuusi)	22.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	440.00
2 Mineraalivilla	100.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
3 Puu (kuusi)	120.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	440.00
4 Puukuitulevy, huokoi	12.00	0.0550	1.080000e-04	0.00	350.00
5 Mineraalivilla	50.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
6 Muovikalvo 0.20 mm	0.20	0.3400	1.600000e-09	0.00	900.00
7 Kipsilevy	12.00	0.2400	1.620000e-05	0.00	1200.00

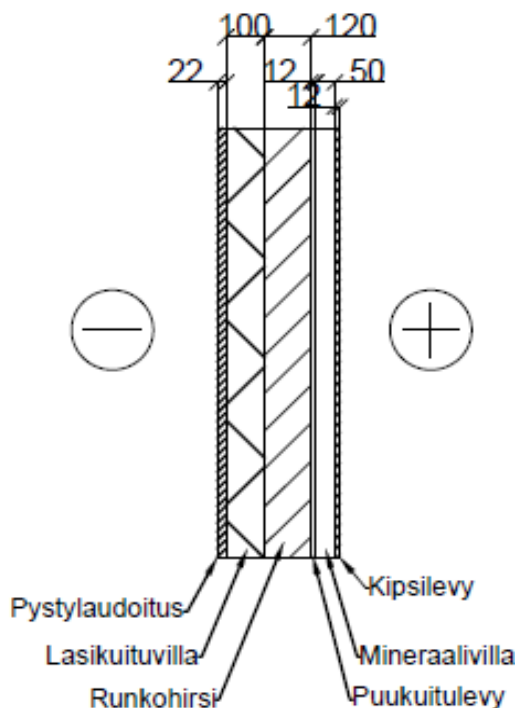
T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

Lämpötilat ja kosteudet:**3:n päivän kylmin (0.0 h)****Lisätiedot:**

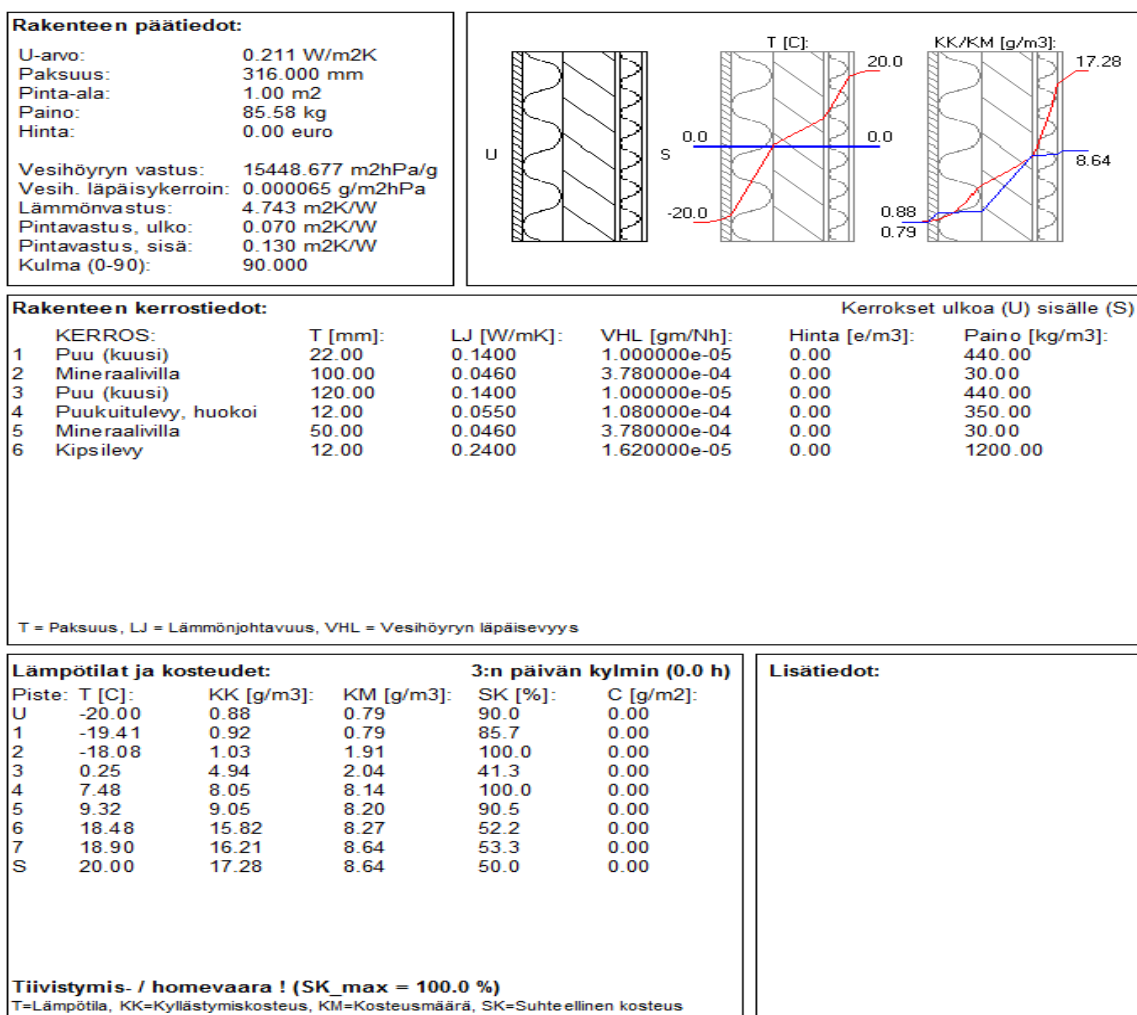
Piste:	T [C]:	KK [g/m ³]:	KM [g/m ³]:	SK [%]:	C [g/m ²]:
U	-20.00	0.88	0.79	90.0	0.00
1	-19.41	0.92	0.79	85.7	0.00
2	-18.08	1.03	0.91	88.4	0.00
3	0.25	4.94	0.93	18.8	0.00
4	7.47	8.05	1.60	19.8	0.00
5	9.31	9.05	1.60	17.7	0.00
6	18.48	15.82	1.61	10.2	0.00
7	18.48	15.82	8.60	54.4	0.00
8	18.90	16.21	8.64	53.3	0.00
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

KUVIO 2. Lounaspuolen asunnon nykyinen seinärakenne kolmena kylmimpänä päivänä



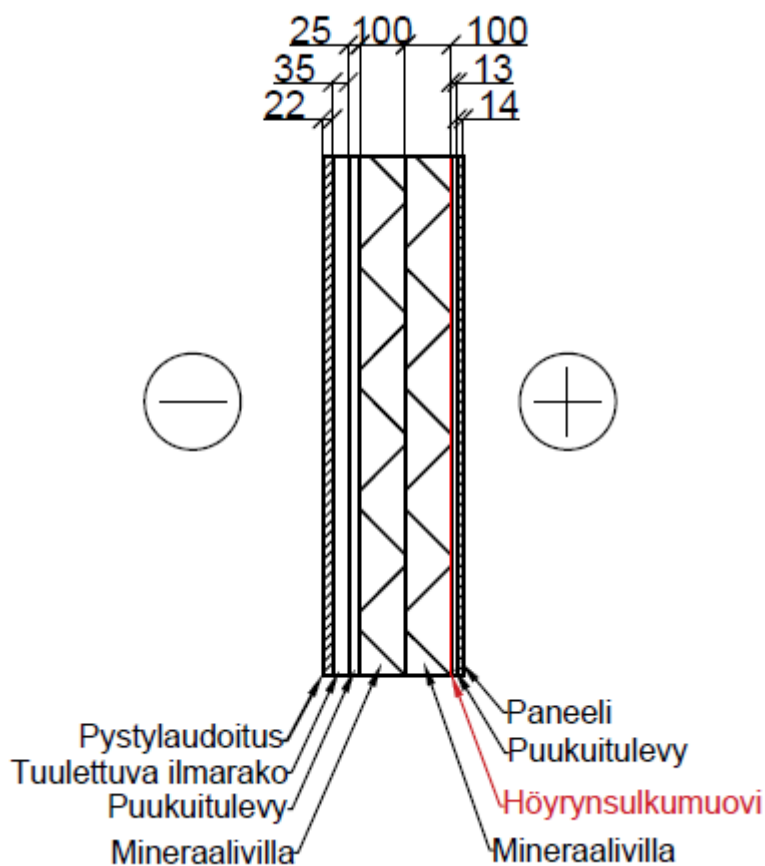
KUVA 19. Lounaispuolen seinärakenteen CAD-kuva ilman höyrynsulkua



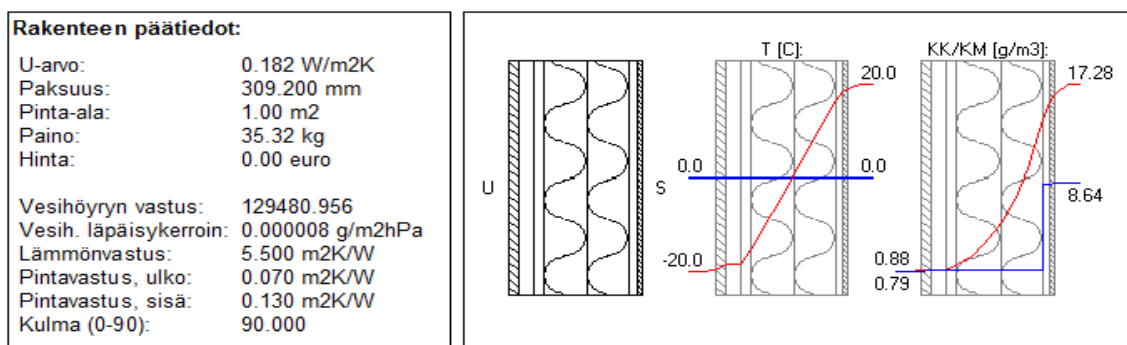
KUVIO 3. Lounaispuolen asunnon seinärakenne ilman höyrynsulkumuovia kolmena kylmimpänä päivänä.

5.1.3 Nykyisen lisäsiiven seinä ja yläpohjarakenne

Rakennuksen laajennusosan seinärakenne on tehty 1980-luvun rakennustavan mukaisesti rankarunkoisena. (liite 5.) Kuopion rakennusvalvontavirastosta löytyi yksi leikkauskuva, joka on hieman puutteellinen, eikä rakenteiden mittoja ole kuvassa tarpeeksi. Kuvasta kuitenkin selviää, että yläpohjan paksuus on 300 mm. Mittasin seinärakenteen paikan päällä ja sain rakenteen paksuudeksi 310 mm (kuva 15). DOF-Lämpöohjelmaan arvioin rakenteiden paksuudet niin, että niistä tuli seinän paksuudeksi mitattu paksuus. Seinärakenteen U-arvoksi DOF-Lämpöohjelma ilmoittaa $0,182 \text{ W/m}^2\text{K}$, joka on $0,012 \text{ W/m}^2\text{K}$ enemmän kuin nykyarvot sallivat uudiskohteilta. Ohjelman mukaan kosteutta tiivistyy rakenteeseen neljän kuukauden aikana, mutta kyseisessä seinärakenteessa on asianmukainen tuuletusrako, jolloin seinärakenne pääsee kuivamaan kesän aikana.



KUVA 20. Lisäsiiven seinärakenteen CAD-kuva



Rakenteen kerrostiedot:						Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)	
KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:		
1 Puu (kuusi)	22.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	440.00		
2 Tuulettuva ilmarako	35.00	10.0000	1.000000e+01	0.00	0.00		
3 Puukuitulevy, huokoi	25.00	0.0550	1.080000e-04	0.00	350.00		
4 Mineraalivilla	100.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00		
5 Mineraalivilla	100.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00		
6 Muovikalvo 0.20 mm	0.20	0.3400	1.600000e-09	0.00	900.00		
7 Puukuitulevy, huokoi	13.00	0.0550	1.080000e-04	0.00	350.00		
8 Puu (kuusi)	14.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	440.00		

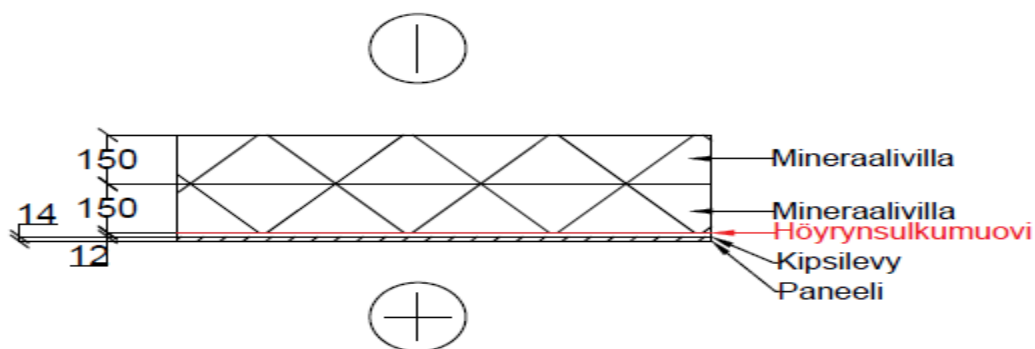
T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

Lämpötilat ja kosteudet:					3:n päivän kylmin (0.0 h)		Lisätiedot:	
Piste:	T [C]:	KK [g/m ³]:	KM [g/m ³]:	SK [%]:	C [g/m ²]:			
U	-20.00	0.88	0.79	90.0	0.00			
1	-19.49	0.91	0.79	86.2	0.00			
2	-18.35	1.01	0.92	91.4	0.00			
3	-18.32	1.01	0.92	91.2	0.00			
4	-15.02	1.38	0.94	67.9	0.00			
5	0.79	5.13	0.95	18.5	0.00			
6	16.60	14.16	0.97	6.8	0.00			
7	16.61	14.16	8.55	60.4	0.00			
8	18.33	15.68	8.56	54.6	0.00			
9	19.05	16.36	8.64	52.8	0.00			
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00			

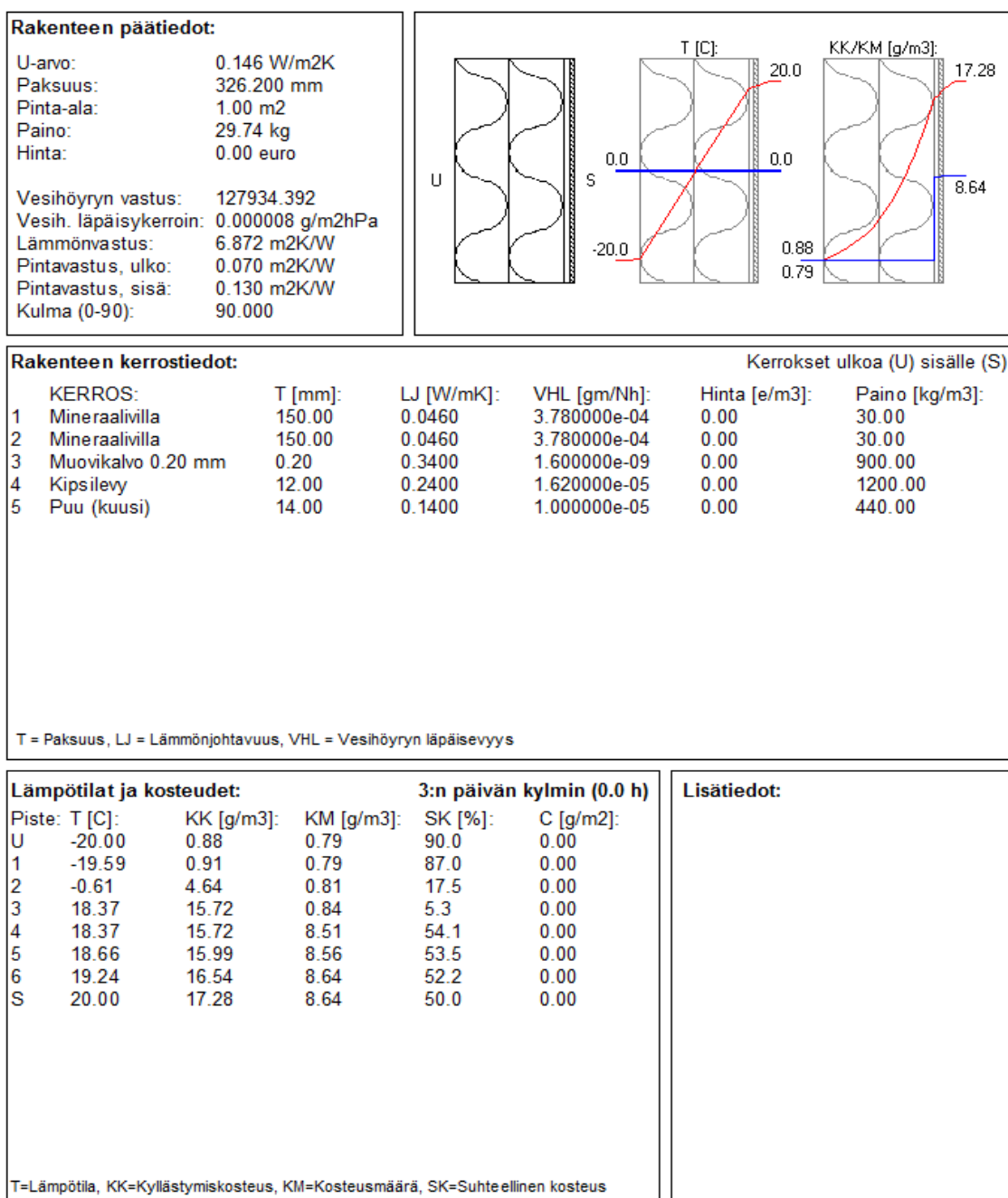
T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

KUVIO 4. Lisäsiiven seinärakenne kolmena kylmimpänä päivänä

Lisäsiiven yläpohjan U-arvoksi DOF-Lämpöohjelma ilmoittaa 0,148 W/m²K. Nykyvaatimukset vaativat uudiskohteen yläpohjan U-arvoksi 0,09 W/m²K, joten yläpohja on 0,058 W/m²K enemmän mitä uudiskohteilta vaaditaan. DOF-Lämpöohjelman mukaan yläpohjarakenne toimii erinomaisesti, eikä rakenteeseen kerry kosteutta missään vaiheessa vuoden aikana.



KUVA 21. Lisäsiiven yläpohjan CAD-kuva



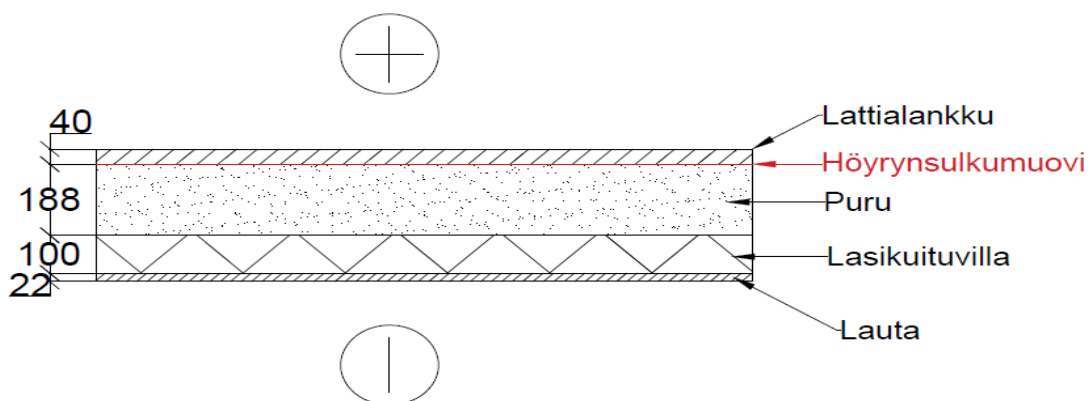
KUVIO 5. Lisäsiiven yläpohjarakenne kolmena kylmimpänä päivänä

5.1.4 Nykyinen alapohja

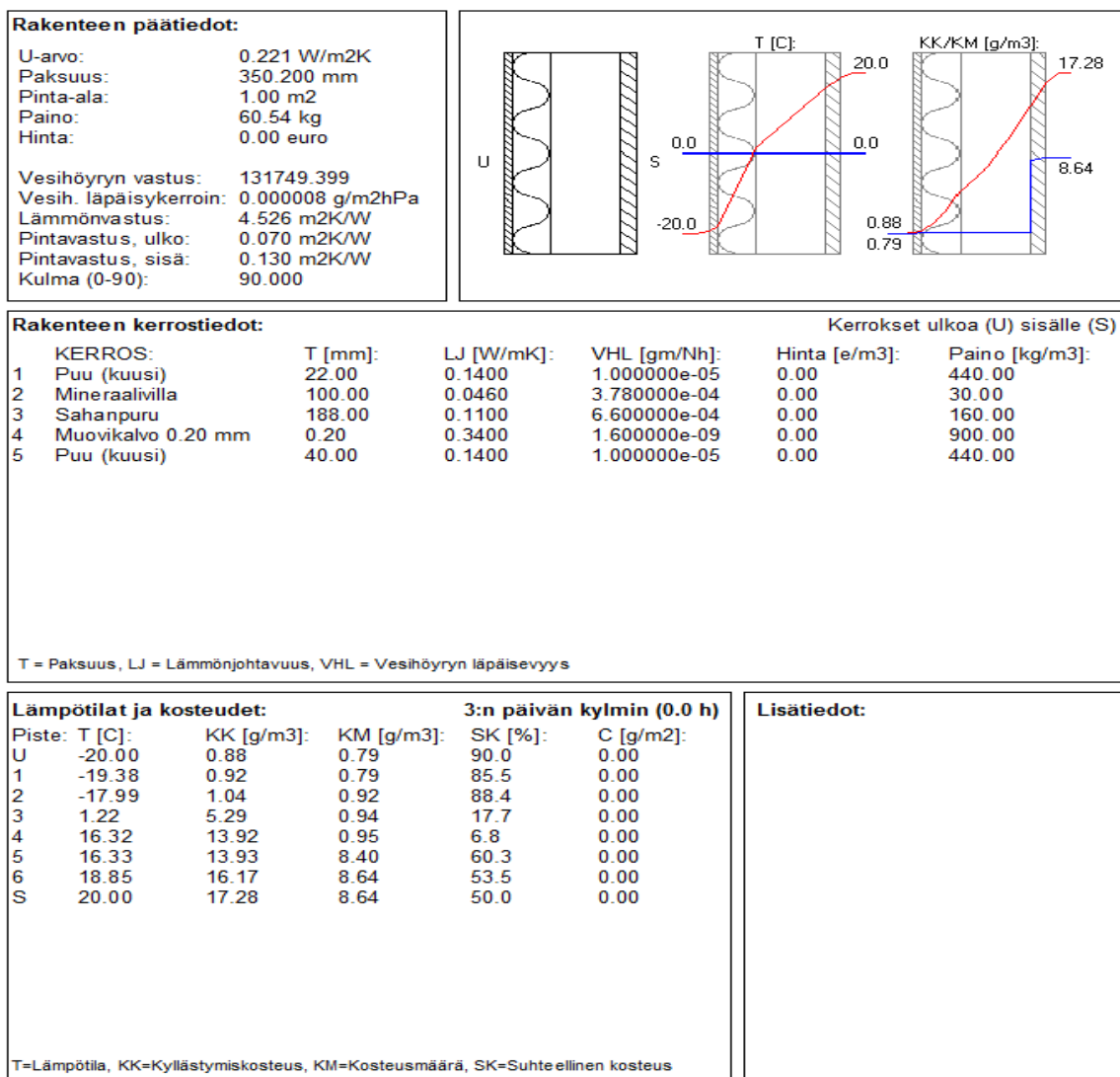
Liite 3:n mukaan alapohjarakenteiden paksuuksia ei tarkalleen tiedetä, mutta sain mitattua välipohjan kohdetalon välipohjaluukusta (kuva 13). Välipohjan paksuus on 350 mm.

DOF-Lämpöohjelma kertoo, että kosteutta ei tiivisty nykyisillä rakenneratkaisuilla missään vaiheessa vuodenajasta riippumatta, joten ohjelman mukaan alapohjarakenne toimii erittäin hyvin (kuvio 6). Rakennekuvan mukaan alapohjaan on asennettu höyrynsulkumuovi, joka rikkoo rakenteen hengittävyyden. Tämä ei kuitenkaan ole haittaksi, jos höyrynsulkumuovi on asennettu asianmukaisesti, eikä siihen ole asennusvaiheessa tullut reikiä.

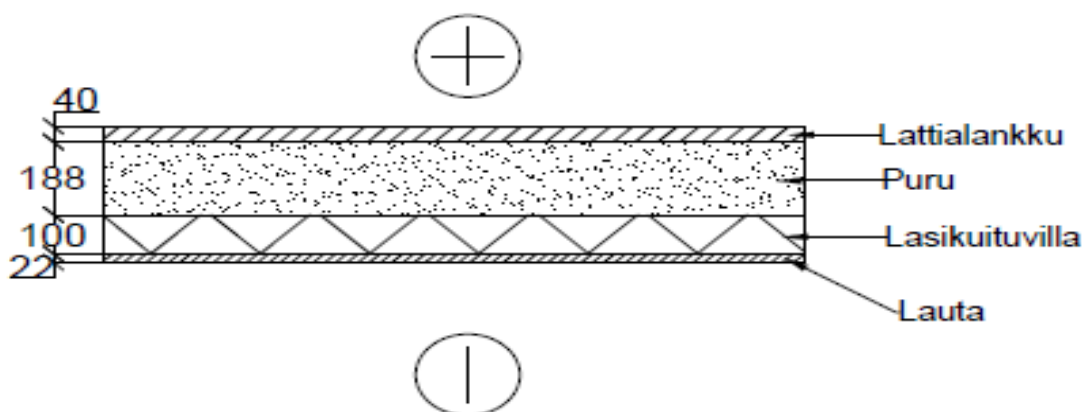
Alapohjan U-arvoksi ohjelma ilmoittaa lukeman $0,221 \text{ W/m}^2\text{K}$. Nykyarvoilla ryömintätilaan rajoittuva alapohjan u-arvoksi on määrätty $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$. Ohjelman mukaan alapohjan U-arvo on $0,051 \text{ W/m}^2\text{K}$ enemmän mitä nykymääräykset sallivat uudiskohteilta. Höyrynsulkumuovin pois ottamisen myötä kosteus tiivistyisi lasikuituvillaan. Ohjelman mukaan kosteus tiivistyisi villaan marraskuusta maaliskuuhun.



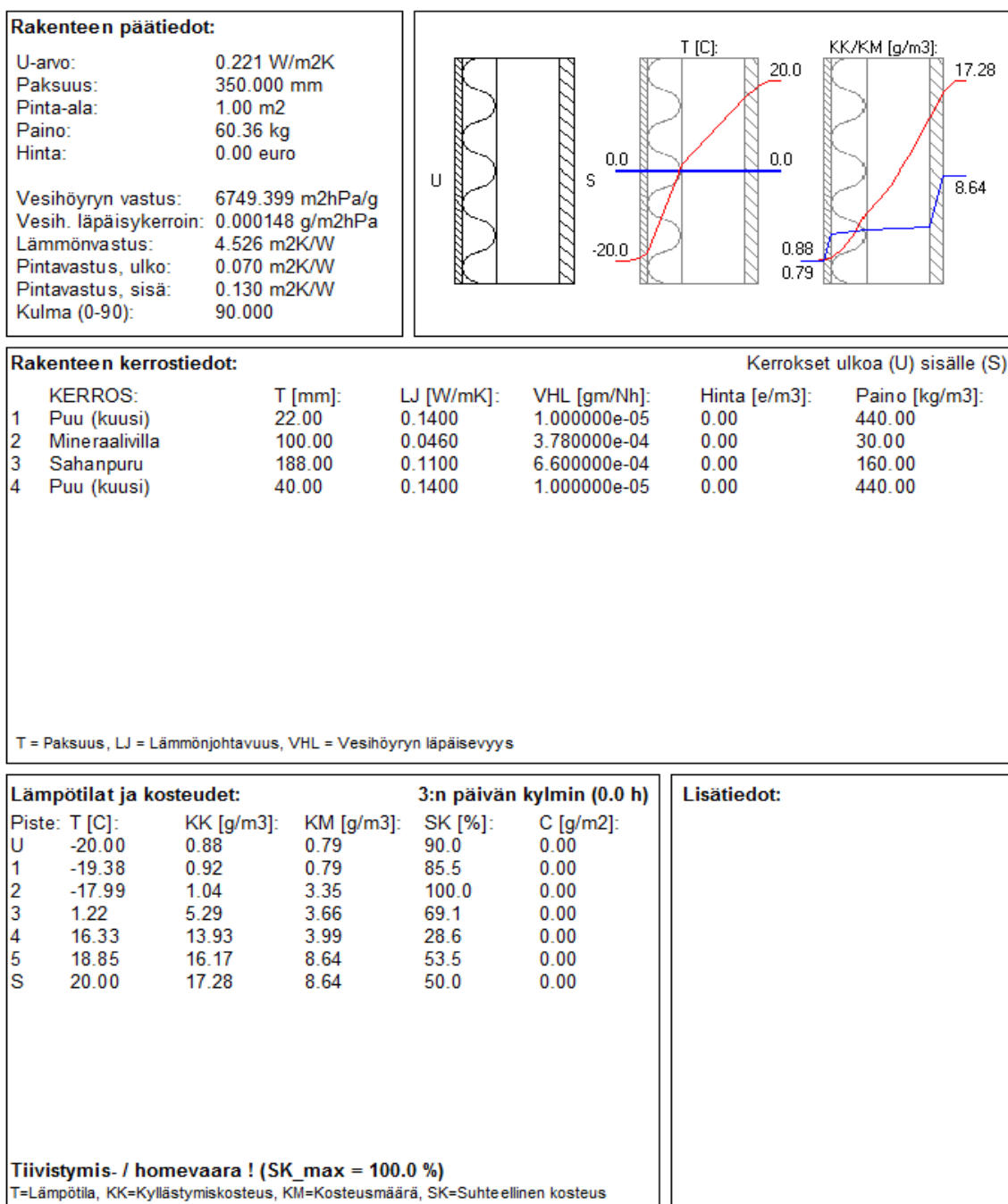
KUVA 22. Nykyisen alapohjan CAD-kuva



KUVIO 6. Nykyinen alapohjarakenne kolmena kylmimpänä päivänä



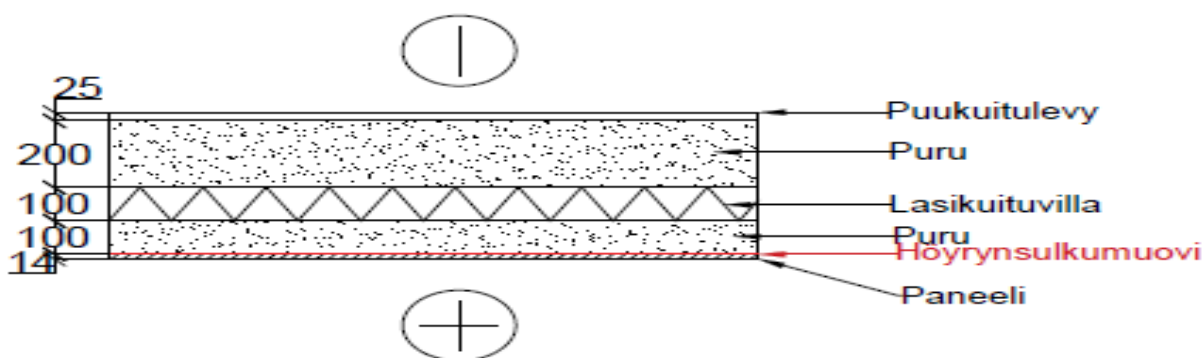
KUVA 23. Nykyinen alapohja ilman höyrynsulkua CAD-kuva



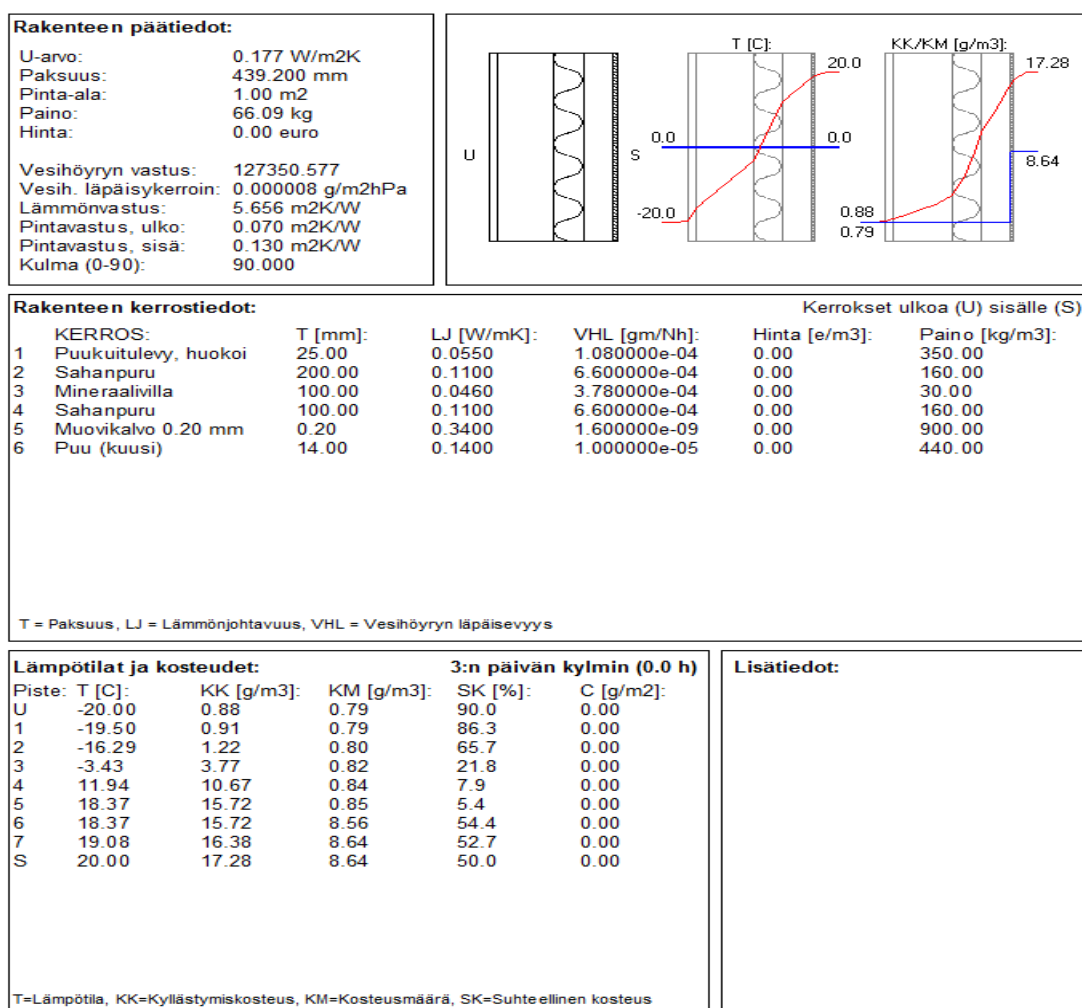
KUVIO 7. Nykyinen alapohjarakenne kolmena kylmimpänä päivänä ilman höyrynsulkumuovia

5.1.5 Nykyinen yläpohja

Talon 20-luvulla rakennetun osan yläpohjassa ei tapahdu nykyisellä rakenteella kosteuden tiivistymistä edes kolmen kylmimmän päivän aikana. Rakenne toimii kosteusteknisesti oikein, olettaen että höyrynsulkumuovi on asennettu oikein ja siihen ei ole päässyt tulemaan reikiä asennusvaiheessa. Lämmönläpäisykerroin yläpohjalle tuli 0,17 W/m²K kun uudisrakennusten U-arvon maksimiarvo on 0,09 W/m²K. (kuvio 8.)



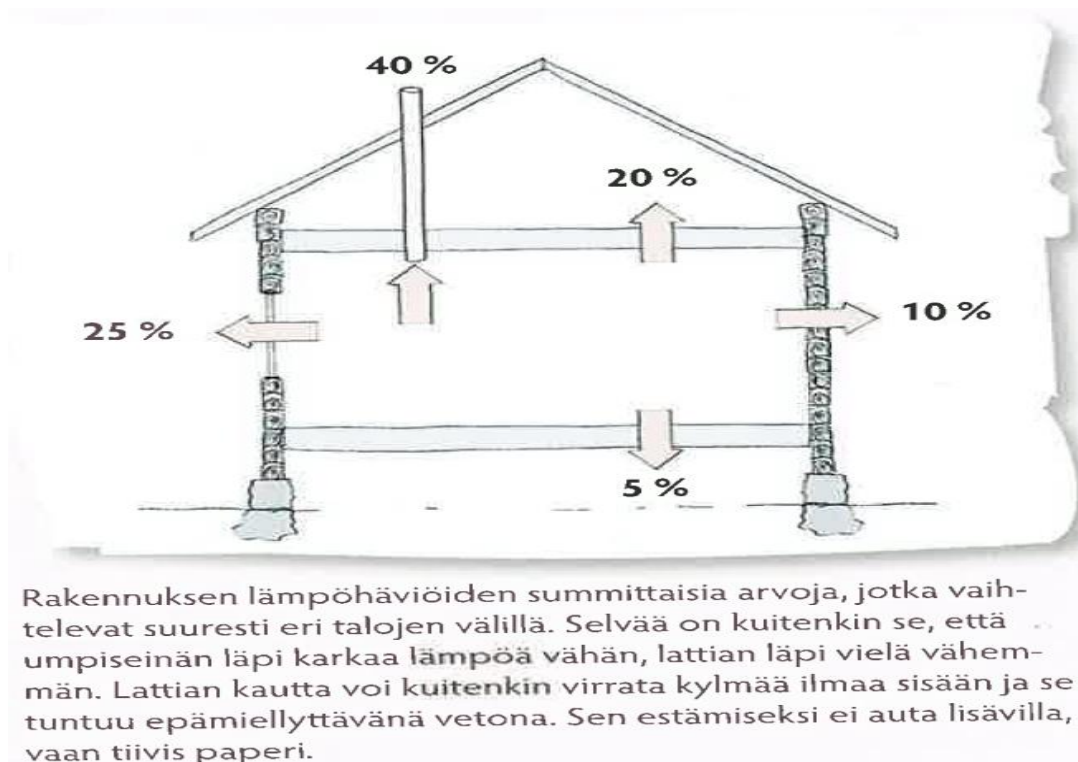
KUVA 24. Nykyisen yläpohjan CAD-kuva



KUVIO 8. Nykyisen yläpohjan rakenne kolmena kylmimpänä päivänä

6 MAHDOLLISUUDET RAKENTEIDEN U-ARVON PARANTAMISEKSI KOHTEESSA

Vanhojen rakennusten ongelmana on yleensä ollut vetoisuus. Kova tuuli voi pudottaa vetoisan rakenteen lämmöneristyskykyä jopa 40 prosenttia. Rakennuksen lämmön liike kulkee alhaalta ylös, koska lämmin ilma on kevyempää kuin kylmä. Lämmöneristämisen ideana on tämän liikkeen estäminen. Tämän takia lisäeristämiseen tulisi kiinnittää huomiota varsinkin yläpohjassa, jonne lämpö pyrkii nousemaan. Talon lisäeristäminen ei kuitenkaan hyödytä, ellei tuulensuojana toimivaa materiaalia ole asennettu oikein.



KUVA 25. Rakennuksen lämpöhäviöiden summittaisia arvoja (Rinne 2010, 70)

6.1 Uusi yläpohjarakenne

Energiätehokkuuden parantaminen olisi hyvä aloittaa yläpohjasta, koska lämpöhäviö on siellä suurinta (kuva 25). Yläpohjan eristäminen on myös helpompaa kuin muiden rakenteiden lisäeristys. Yläpohjan lisälämmöneristäminen on usein myös taloudellisesti järkevintä, sen takaisinmaksuaika voi olla jopa 2-3 vuotta.

Mikäli vanha yläpohjan purueriste on hyvässä kunnossa, yläpohjan eristävyyttä saisi paremmaksi lisäämällä uutta sahanpurua vanhan eristeen päälle. Ongelmana purueristeessä on se, että purun lämmöneristävyys ei ole niin hyvä kuin nykyaikaisilla materiaaleilla, joten purua pitäisi laittaa yläpohjaan todella paljon päästäkseen nykyvaatimusten mukaiseen U-arvoon. Puutuotteena puru on hengittävä ja kosteutta luovuttava eriste, joten sitä voidaan lisätä niin paljon kuin yläpohjassa on tilaa. Tämä edellyttäisi puukuitulevyn poistoa, koska puru olisi hyvä laittaa vanhan purun päälle (Rinne 2010, 68).

Puru on voinut ajan myötä painua ja tiivistyä yläpohjassa, jolloin se on tehnyt lisää tilaa yläpohjaan. Sahanpurun huolellinen tiivistäminen lisää purun eristävyttä. 1949-luvulla julkaistussa rakennusaineiden lämmönjohtolukujen taulukossa annettiin sahanpurulle lämmöneristävyysarvoksi löysänä 0,11 W/m²K ja huolellisesti tiivistettynä 0,083 W/m²K, joka täyttää nykyiset vaatimukset. (Kaila 2003, 511.) Puru olisi halpa ja helppo vaihtoehto yläpohjaan, jos tilaa on riittävästi. Purua voi ostaa sahalta tai puusepän verstaalta. Yleensä verstaalta ostettu puru on kuivempaa, koska puru tulee sisätiloista. Puruksi on hyvä valita kuohkea kutterilastu tai sahajauhosekoitus. Sahanpurun määrän mittaaminen tulisi tehdä tarkasti. Yhdellä kuorma-auton lavallisella saa 60 m² alalle paksuutta noin 150 mm. (Rinne 2010, 71.)

Toinen vaihtoehto yläpohjan eristämiseksi olisi puukuituvilla, joka nykyään tunnetaan myös ekovillana. Puukuituvilla on kosteutta sitova, hengittävä materiaali. Se sopisi myös taloihin, joiden rakenteet ovat hengittäviä. Villaa on saatavilla levyinä sekä puhallusvillana. Tyyppihyväksynnän mukaan puukuituvillan kosteus saa olla 12 %, eli mineraalivillan verrattuna 25-kertainen, mutta suurempikaan kosteus villassa (aina 20 % saakka) ei aiheuta ongelmia. Kohdetalon tapauksessa selluvillan pystyisi puhaltamaan yläpohjaan purueristeen päälle. Mineraalivilla ei sovellu kohdetaloon puhallettavaksi purueristeen päälle, koska ei ole hyvä sekoittaa kahta täysin erilaista lämmöneristysmateriaalia keskenään. Ekovillan lämmöneristävyysominaisuudet ovat parempia kuin purun, joten villaa tarvitsisi yläpohjaan vähemmän kuin purua. Ekovillan lämmönjohtavuus yläpohja-eristeenä on 0,039 W/m²K (Taloon.com).

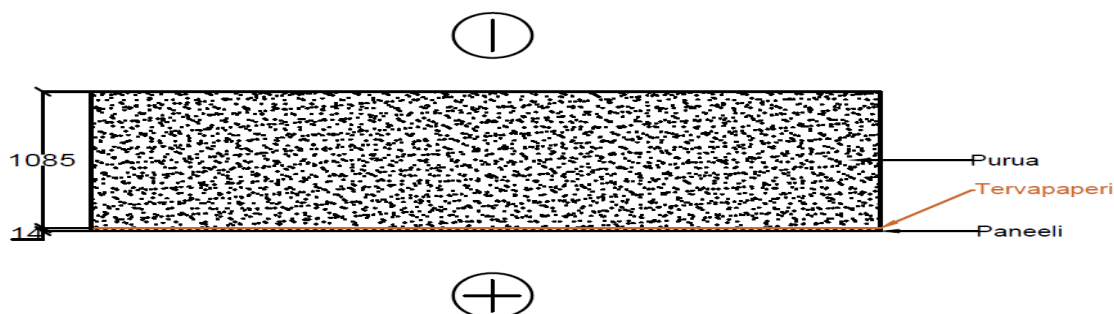
Yläpohjan lisäeristäminen purulla tulisi tehdä siten, että vanha tuulensuojalevy poistetaan ja tilataan imuauto imemään päällyspuru pois. (kuvio 10.) Vanha välissä oleva lasikuituvilla tulisi poistaa ja puhaltaa uusi puru vanhan alimman purukerroksen päälle (liite 4, kuvio 11). Vanha puru tulisi tarkistaa tarkoin homeen varalta. Jos puru on homeessa, se tulee poistaa. On myös tutkittava miksi puru on päässyt kostumaan ja korjata kyseisen vaurion aiheuttaja. Purun poistamisen yhteydessä muovikalvo tulee poistaa ja vaihtaa se tervapaperiin. Paperi tulee asentaa huolellisesti kattojuoksuihin. Savupiipun ympärillä olevat hiekkalaatikot tulee jättää tai korvata nykyääräysten mukaan sopivan paksulla palovillalla, joka nousee piippua pitkin eristeen yläpuolelle.

Purulla eristäminen olisi taloudellinen sekä ekologinen korjausrakentamisen ratkaisu joka tukisi vanhaa rakennustapaa. Jotta päästäisiin nykyvaatimusten mukaiseen eristävyteen (0,09 W/m²K) purua tulisi DOF-Lämpöohjelman mukaan laittaa yläpohjaan 1185 mm. Tämä määrä on jo painonsa vuoksi aivan liian suuri yläpohjaan ja epäilen ettei tämä määrä sinne edes mahtuisi jyrkän katto kaltevuuden vuoksi.

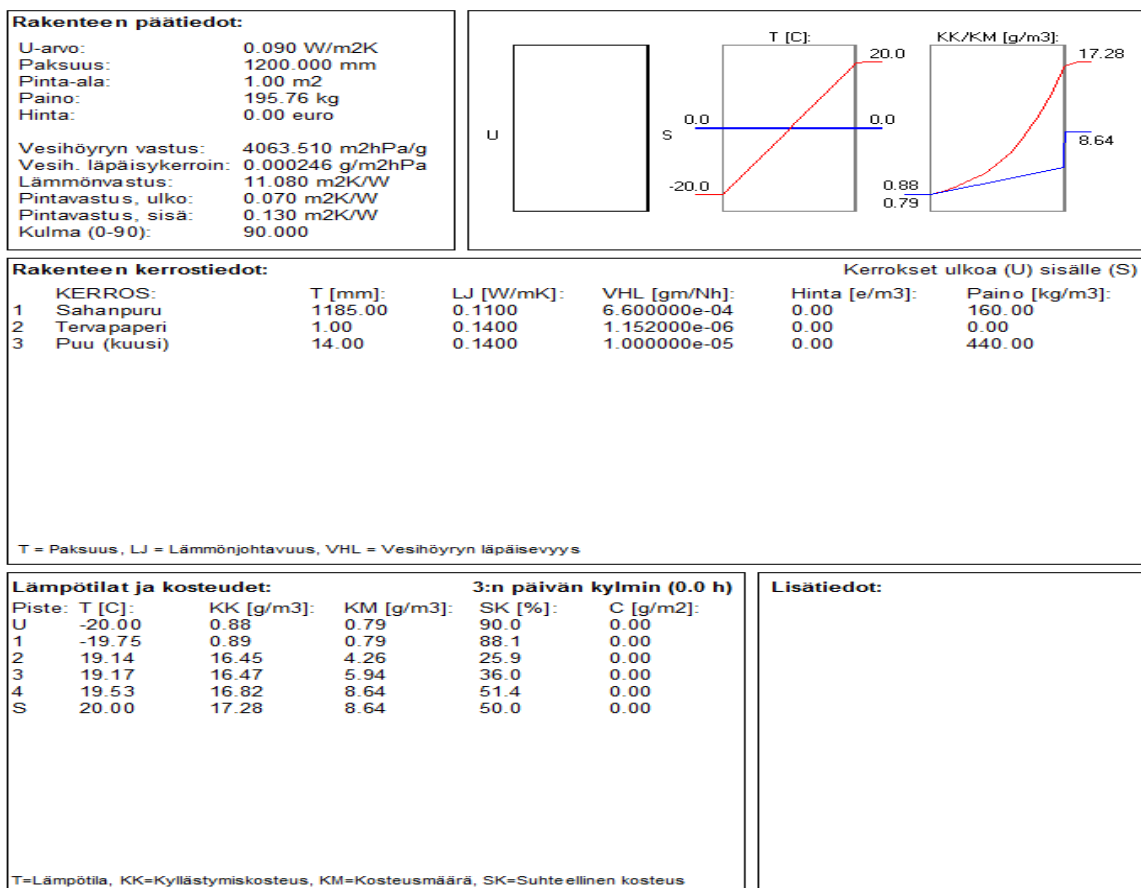
Mikäli yläpohjassa ei ole tarpeeksi tilaa purulle, on hyvä miettiä, olisiko järkevämpi poistaa puru kokonaan imuautolla ja korvata se ekovillalla, joka on lämmöneristyskyvyltään tehokkaampi kuin sahanpuru. Tämä olisi mielestäni järkevämpi ratkaisu kyseisessä kohdetalossa. Samalla myös höyrynsulkumuovi tulee poistaa ja korvata tervapaperilla rakenteen hengittävyden takaamiseksi. DOF-Lämpöohjelman mukaan rakenne toimisi silloin kosteusteknisesti loistavasti ja kosteutta ei pääsisi tiivistymään rakenteeseen minään vuodenaikana. Ekovillaa tulisi lisätä yläpohjaan 420 mm, jotta

päästäisiin nykyvaatimusten mukaiseen yläpohjan U-arvoon 0,09 W/m²K. Rakenteen paksuus olisi kokonaisuudessaan 435 mm, joten ekovillalla saataisiin sama lämmöneristävyys huomattavasti pienemmällä eristepaksuudella. Ekovillalla eristäminen tulee kuitenkin kalliimmaksi kuin sahanpurueristys. DOF-Lämpöohjelmassa ei ollut ekovillaa eristevaihtoehtona, joten kuvissa lukee mineraalivilla. Olen kuitenkin muuttanut mineraalivillan lämmönjohtavuusluvun ekovillaa vastaavaksi, jolloin DOF-Lämpötarkastelu on luotettava (kuvio 11).

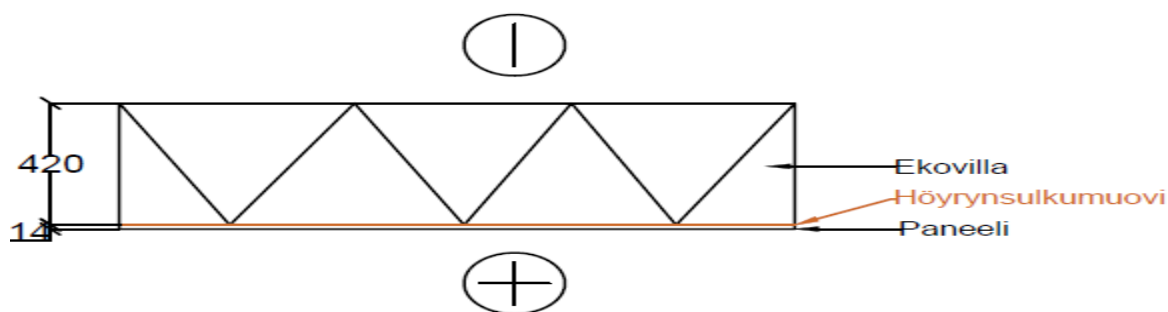
Eristettä lisättäessä on varmistettava, ettei uusi eriste tuki tuuletusaukkoja yläpohjassa. Lisäksi tuuletus tulee varmistaa esimerkiksi tuulenohjainten avulla. Tällä hetkellä talon päätykolmioissa olevat tuuletusaukot ovat liian pienet ja yläpohjan tuuletus on toden näköisesti riittämätön. Yläpohja kannattaisi tutkia tarkkaan, ettei homevaurioita ole päässyt syntymään. Ongelmana tutkimuksessani oli se, etten päässyt tarkastamaan yläpohjan tilaa, koska sinne vievät reitit ovat puutteellisia.



KUVA 26. Uusi yläpohjarakenne purulla CAD-kuva



KUVIO 10. Korjausratkaisu yläpohjan lämmöneristämiseksi purulla



KUVA 27. Uusi yläpohjarakenne ekovillalla CAD-kuva

Rakenteen päätiedot:		Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)						
U-arvo:	0.090 W/m2K	KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m3]:	Paino [kg/m3]:	
Paksuus:	435.000 mm	1	Mineraalivilla	420.00	0.0390	3.780000e-04	0.00	30.00
Pinta-ala:	1.00 m2	2	Tervapaperi	1.00	0.1400	1.152000e-06	0.00	0.00
Paino:	18.76 kg	3	Puu (kuusi)	14.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	440.00
Hinta:	0.00 euro							
Vesihöyryn vastus:	3379.167 m2hPa/g							
Vesih. läpäisykerroin:	0.000296 g/m2hPa							
Lämmönvastus:	11.076 m2K/W							
Pintavastus, ulko:	0.070 m2K/W							
Pintavastus, sisä:	0.130 m2K/W							
Kulma (0-90):	90.000							
		T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys						
Lämpötilat ja kosteudet:		3:n päivän kylmin (0.0 h)					Lisätiedot:	
Piste:	T [C]:	KK [g/m3]:	KM [g/m3]:	SK [%]:	C [g/m2]:			
U	-20.00	0.88	0.79	90.0	0.00			
1	-19.75	0.89	0.79	88.1	0.00			
2	19.14	16.44	3.37	20.5	0.00			
3	19.17	16.47	5.39	32.7	0.00			
4	19.53	16.82	8.64	51.4	0.00			
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00			
		T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus						

KUVIO 11. Yläpohjarakenne ekovillalla

6.2 Ulkoseinät

Julkisivu on maalattu tällä hetkellä lateksimaalilla, joka saattaa aiheuttaa lahoamista julkisivulaudoituksessa. Rakennusteknisesti tehokkain tapa ulkoseinien lisäeristämiseen olisi tehdä se rakennukseen ulkopuolelle julkisivuremontin yhteydessä. Seinärakenteen kautta karkaava lämpö on usein pieni osa koko rakennuksen energiahäviöstä, joten pelkän lisäeristämisen takia julkisivua ei kannata avata. (kuva 25.) Seinärakenteen lisäeristämisen myötä olisi myös ikkunankarmeja uusittava, sillä seinärakenteen paksuuden kasvaessa ikkunat jäävät ns. syvennykseen, ellei karmejakin kasvateta. Ikkunoiden uusiminen lisäisi huomattavasti talon energiatehokkuutta.

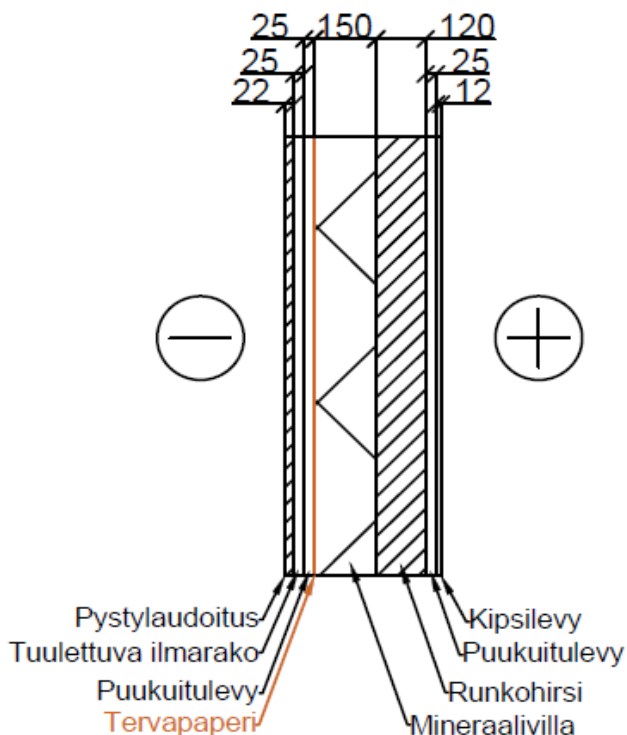
Lisäsiiven seinä- tai yläpohjarakennetta en tarkastele tässä tutkimuksessa, koska niitä ei mielestäni kannata mennä muuttamaan. Lisäsiiven U-arvot ja kosteustekninen toimivuus on tällä hetkellä hyvä nykyisillä rakenteilla.

6.2.1 Lounaspuolen uusi ulkoseinä

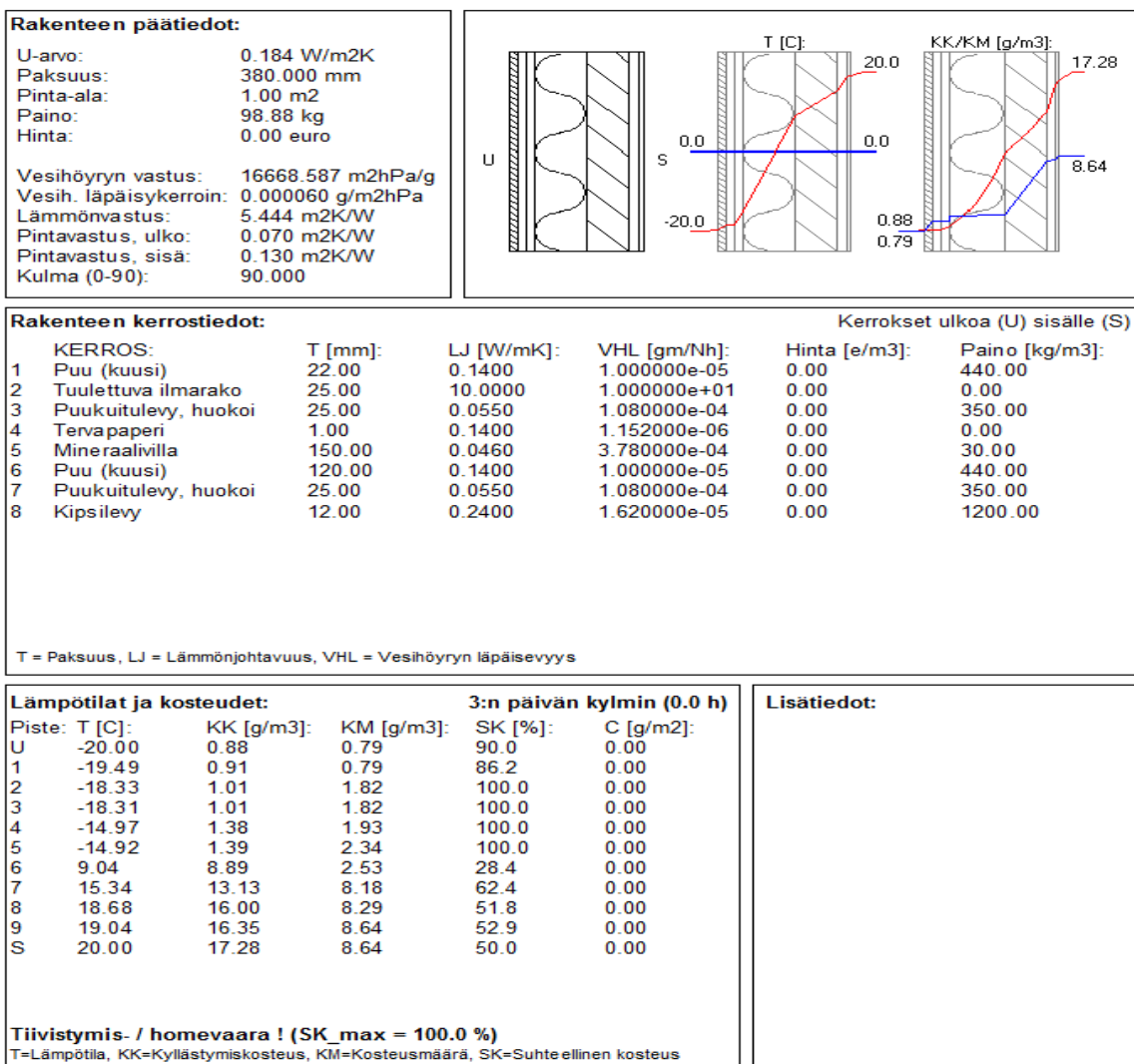
Nykyinen lounaspuolen ulkoseinän rakenne ei ole hengittävä. Jos rakenteen haluaisi muuttaa takaisin hengittäväksi, tulisi sisäpuolen höyrynsulkumuovi kokonaan poistaa. Samalla poistaisin sisäpuolen 50 mm lasikuituvillan ja korvaisin sen ekovillalevyllä.

Jos rakennukseen päätetään tehdä tulevaisuudessa julkisivuremontti, niin suosittelisin silloin seinien lisäeristämistä ulkoa päin. Lisäeristämisen yhteydessä seinään tulisi jättää riittävä ilmarako. Ilmaraon tulisi olla puurakenteisessa julkisivussa on vähintään 22–25 mm (Puufinno 2010, 2). Tuuletusrakoa ei saa tukkia missään kohdassa, vaan ilman pitää päästä kulkemaan esteettömästi verhouksen taakse ja sen tulee poistua sujuvasti yläreunasta. Tuuletusraon tehtävä on tuulettaa mahdollinen rakenteeseen kertynyt kosteus pois.

Uuden seinärakenteen olen suunnitellut siten, että rakenteen lämmönläpäisevyysarvo parantuu ja seinärakenteen paksuus pysyy kohtuullisena. Lisäksi rakenne tulisi toimimaan kosteusteknisesti hyvin. Seinään tulisi 25 mm:n tuulettuva ilmarako, joka parantaisi rakenteen kuivamista. Lisäksi seinään laitettaisiin 25 mm puukuitulevy esimerkiksi Runkoleijona, joka on suunniteltu höyrynsuluttomiin seinärakenteisiin. Vanhan lasivillan korvaisin ekovillalevyillä siten, että paksuudeksi tulee 150 mm. Sisäpuolelle seinään tulisi 25 mm:n tuulensuojalevy, kipsilevy ja pinnoite. Näillä toimenpiteillä rakenteen U-arvoksi saataisiin 0,184 W/m²K joka jää 0,014 W/m²K nykymääräysten arvosta (0,17 W/m²K). Tämä olisi jo todella hyvä lämmönläpäisevyysarvo. Rakenteen paksuus kasvaisi 316 mm:stä 380 mm:iin (+ 64 mm). Uudet seinärakenteet on suunniteltu siten, että DOF-Lämpöohjelman mukaan kosteutta tiivistyisi tammi- ja helmikuussa uloimpaan puukuitulevyyn. Tämä ei olisi rakenteelle haitallista, koska puukuitulevy on hengittävä materiaali ja ilmaraon ansiosta rakenne kuivaisi todella nopeasti (kuvio 12).



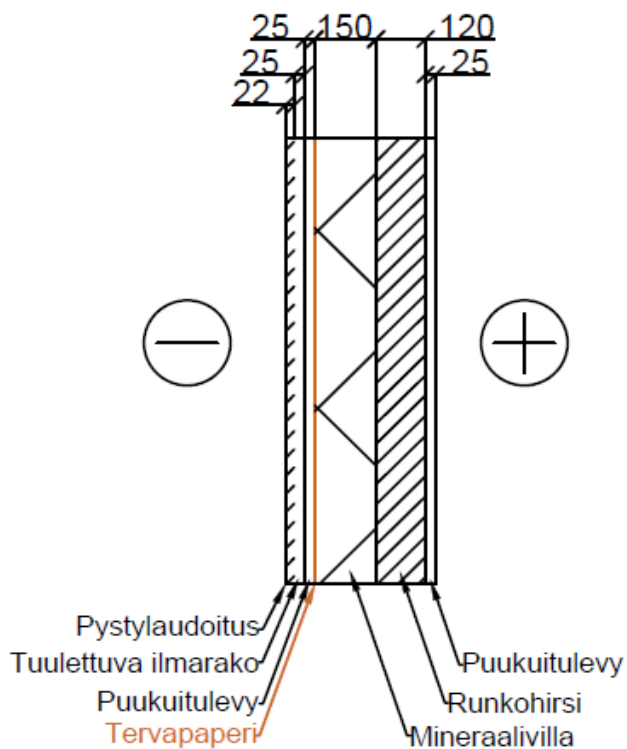
KUVA 28. Uusi lounaispuolen seinärakenne CAD-kuva



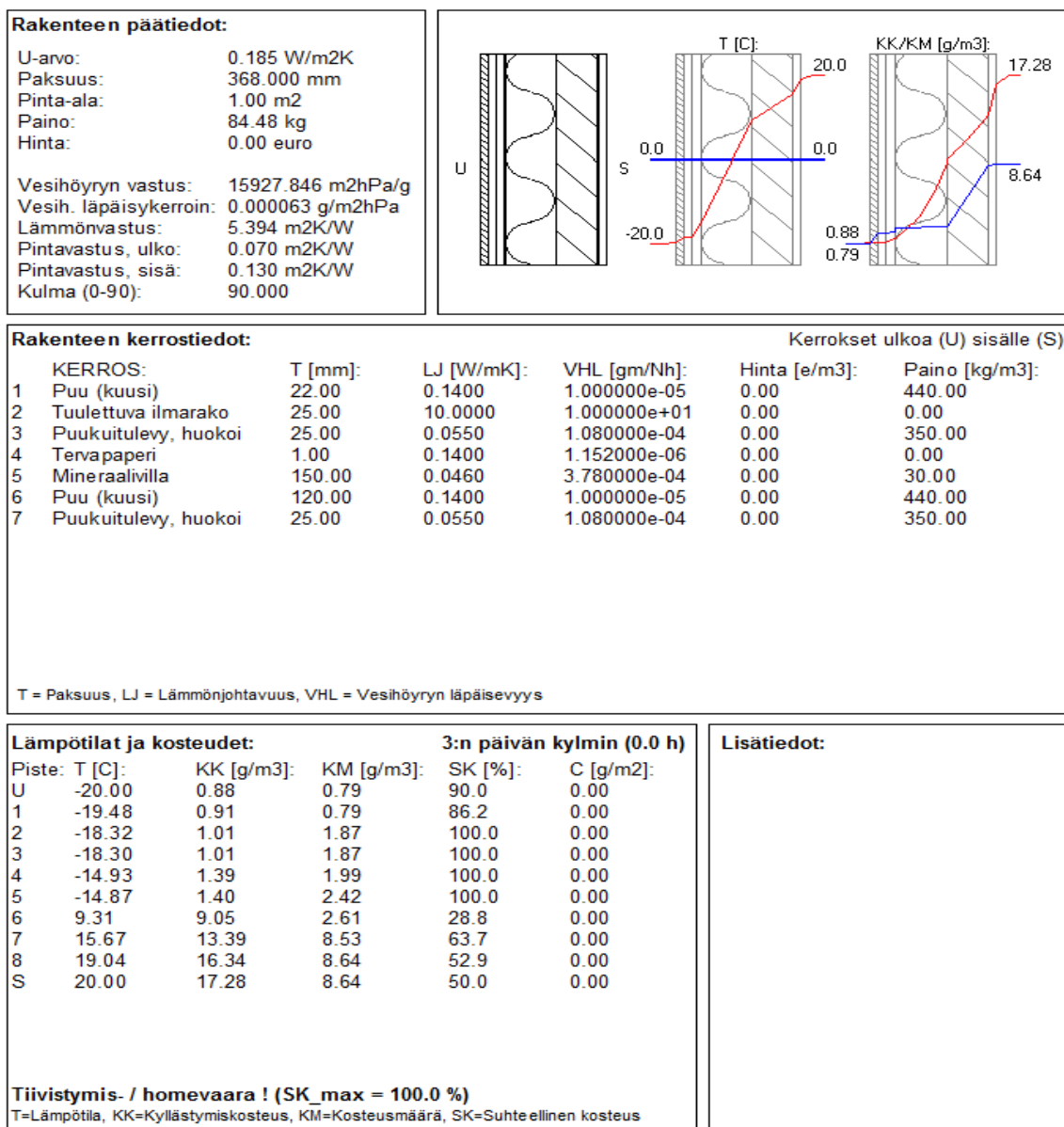
KUVIO 12. Lounaispuolen uusi seinärakenne kolmena kylmimpänä päivänä

6.2.2 Koillisenpuolen ulkoseinä

Koillisen puolen asuntoon ei ole 1980-luvulla tehty lisäeristämistä sisäpuolelle samalla tavoin kuin lounaispuolella. Julkisivuremontin yhteydessä rakenteen voisi tehdä täysin samanlaiseksi kuin lounaispuolella. U-arvoksi seinärakenteelle tulisi $0.185 \text{ W/m}^2\text{K}$. Paksuus kasvaisi 268 mm:stä 368 mm:iin, eli 100 mm. Rakenne olisi tällöin hengittävä ja toimisi kosteusteknisesti todella hyvin. Tuulettuva ilmarako parantaisi rakenteen kuivamista huomattavasti (kuvio 13).



KUVA 29. Koillispuolen uusi seinärakenne CAD-kuva



KUVIO 13. Koillisen puolen uusi ulkoseinärakenne kolmena kylmimpänä päivänä

6.3 Alapohja

Alapohjan kautta karkaava lämpö on usein vain pieni osa koko rakennuksen energiahäviöstä, joten lämmöneristäminen alapohjaan kannattaa tehdä vain, jos nykyinen alapohja aiheuttaa ongelmia ja sen korjaus on välttämätöntä. Rossipohja mielletään usein kylmäksi ja vetoisaksi rakenteeksi. Vetoisuus johtuu useimmiten siitä, että vanha kutterinpuru-lämmöneriste on painunut ja muodostanut lattiapinnan ja eristeen väliin ilmaraon. Ulkoseinältä johtuu tähän ilmarakoon kylmää ilmaa jäähtytään lattiarakenteen. Pienimuotoinen alapohjan tiivistys esim ilmansulkupaperilla voisi vähentää vetoisuutta, ja voisi olla järkevä korjausratkaisu kohteeseen. Usein pahimmat vuotokohtat ovat lattian ja seinän liitoskohdissa, joten voi olla riittävää, että tiivistystä ja eristystä parannetaan lattian reunalueilla. Seinän ja lattian kapean ilmaraon voisi tiivistää esimerkiksi liimatulla paperikaistaleella tai uretaanilla (energiakorjaus.info 2013, alapohjat, 1-3).

Vähän suurempi korjaus olisi avata lattiaa seinän vierestä noin metrin verran ulkoseinän viereltä ja lisätä eristettä reunakaistaleelle siten, että vanhan eristeen ja lattialautojen väli täyttyy. Myös läpimenokohtienn tiivistys olisi hyvä tarkastaa (energiakorjaus.info 2013, alapohjat, 3).

6.4 Ikkunat

Ikkunoiden vaihto voi olla joskus tarpeen energiatehokkuuden parantamiseksi. Usein kuitenkin jo pelkkä ikkunoiden tiivisteiden vaihto ja karmien tilkitseminen riittävät energiatehokkuuden parantamiseksi. Ikkunoita uusittaessa on hyvä valita ikkunat, jotka kunnioittavat talon alkuperäistä ilmettä. Kohdetalon ikkunat oli 80-luvulla vaihdettu, joten ne ovat sen ajan rakennustavan mukaisesti kolmi-osaisia. Vanhan kaksilasisen ikkunan tyypillinen U-arvo on noin $2,7 \text{ W/m}^2\text{K}$, kun vastaavasti nykyaikaisen ikkunan U-arvo on noin $1,0\text{-}0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ (energiakorjaus.info 2014, ikkunankorjaus, 2).

Ikkunoita valittaessa on hyvä ottaa huomioon myös E-arvo. E-arvo eli energiatehokkuusarvo on U-arvon kanssa tärkeä energiataloudellisuuden mittari. Ikkunat luokitellaan E-arvon avulla energialuokkiin A-G, joista A on vähiten- ja G eniten kuluttava luokka. E-arvo kertoo paljonko yksi neliömetri ikkunaa aiheuttaa lämmitystarvetta vuodessa. Esimerkiksi 170 kWh/m^2 kertoo, että yksi neliö ikkunaa kuluttaa vuodessa 150 kWh energiaa. Ikkunoihin on merkitty energialuokka, johon tietty ikkuna kuuluu (energiakorjaus.info 2014, ikkunankorjaus, 2).

Kyseisessä kohdetalossa ikkunatyypinä on MSK-ikkuna, joka on kolmilasinen sisään aukeava ikkuna. Ikkunoissa ei ole tuuletusventtiilejä, vaan korvausilman tulo on hoidettu poistamalla noin 200 mm tiivistettä. Ikkunat ovat yleisilmeeltään hyvässä kunnossa, joten suosittelisin pelkästään tiivistämistä. Ikkunoihin voisi myös asentaa tuuletusventtiilit. Tilaaaja on kertonut, että ulkomaanreissuilta tullessa sisällä on ummehtunut ilma. Kun taloon ei pääse riittävästi korvausilmaa ikkunan venttiileistä, niin talo alkaa imeä alipaineesta johtuen korvausilmaa rossipohjasta huonosti tiivistetyn kellarin luukun kautta. Tämä vaikuttaa sisäilman laadun heikkenemiseen ja tuo taloon ummehtuneen hajuun. Lisäksi ikkunoiden tiivisteet voisi uusida ja seinän ja ikkunan välit voisi tiivistää esimerkiksi uretaanivaahdolla, jolla ikkunan ja ulkoseinän välinen rako saataisiin tiiviiksi. Tiivistyksessä voisi käyttää elastista uretaania, joka kestää myös rakennuksen liikkeitä paremmin. Tiivisteiden vaihtoväli vaihtelee tiivistetyypin mukaan, mutta esimerkiksi itseliimautuvat tiivisteiden vaihtoväli on noin kaksi vuotta ja silikonitiivisteiden jopa 15 vuotta. Ikkunoiden tiivistäminen vähentää hallitsematonta ilma-vootoa, jolloin vedontunne talossa vähenee sekä samalla myös rakennuksen ääneneristys paranee. Tiivistyskorjauksella lämmitysenergian kulutus voi pienentyä jopa 15 % ja kyseessä on äärimmäisen edullinen korjaus. Kohdetalon ikkunoissa voisi käyttää esimerkiksi EPDM-massiivikumitiivistettä, joka kiinnitetään uraan nitomalla ja sen käyttöikä on noin 7-8 vuotta tai TPE-ikkunatiivistettä, jonka käyttöikä on parhaimmillaan jopa 10 vuotta. Tiivistyskorjauksessa voisi samalla tiivistää myös oven tiivisteet ja seinän ja oven välin, jos ne ovat menneet huonoon kuntoon (energiakorjaus.info 2014, 1-5).

6.5 Lämmitysmuoto

Tämän hetkinen lämmitys kohdetalossa on hoidettu sähköpattereilla sekä kakluunieilla, jotka ovat asuntojen olohuoneissa. Sähkölämmityksen osuus alkoi kasvaa 1980-luvulla pientaloissa ollessaan suurimmillaan noin 65-70 % (energiakorjaus.info 2013, lämpöpumput, 1). Nykyään sähkön hinta on noussut lähivuosina nopeimmin verrattuna muihin lämmitysmuotoihin. Vuonna 2014 noin 40 % pientaloista lämmitettiin sähköllä. Sähkölämmitteisen lämminvesi-, käyttövesivaraajan sekä sähköpattereiden käyttöikä on suhteellisen pitkä noin 20–30 vuotta. (energiakorjaus.info, 1.) Lounaispuolen asunnon sähköpatteri keittiöön on uusittu 6-vuotta sitten, mutta sähkönlämmitysjärjestelmän tullessa käyttöikänsä päähän on syytä harkita lämmönjakotavan muutosta.

6.5.1 Ilmalämpöpumppu

Ilmalämpöpumppu käyttää hyväkseen ulkoilman lämpöenergiaa ja muuttaa sen lämmöksi. Oikealla mitoituksella ilmanlämpöpumppu maksaa itsensä takaisin noin kolmen käyttövuoden kuluessa. Sähkö ja öljylämmitystaloissa lämmityskustannukset vähenevät ilmalämpöpumpun avulla jopa 30–50%. Myös kosteus ja homeriskit vähenevät sisäilman kosteuden laskiessa. Ilmalämpöpumppu suodattaa myös huone- ja siitepölyä sekä muita epäpuhtauksia. (lämpökarelia.fi.) Sähkölämmitystä ilmalämpöpumpun rinnalla tarvitaan vain kovimmilla pakkasilla, kun lämpötila laskee alle 20 pakkasasteen (energiakorjaus.info 2013, lämpöpumput, 1).

Ilmanlämpöpumpun sijoittamisella on suuri merkitys, jotta siitä saadaan paras hyöty irti. Ilmanlämpöpumppu tulisi sijoittaa paikkaan, jossa puhallusilma pystyy liikkumaan mahdollisimman esteettömästi. Useimmiten sisäyksikkö on taloissa sijoitettu eteiseen tai tuulikaappiin. Keittiöön sisäyksikköä ei kannata sijoittaa, sillä rasvaisessa ympäristössä suodattimet tukkeutuvat nopeasti ja laitteen teho jää vähäiseksi. Myös takka tai uuni on hyvä ottaa huomioon paikkaa etsiessä, sillä ilmavirta pystyy levittämään takan lämmön tehokkaasti koko asuintilaan, joka tuo lisäsäästöjä. Kohdetalossa ilmanlämpöpumpun sijoittamisesta tulisi keskustella ammattilaisen kanssa ja varmistaa saako kyseisessä talossa ilmalämpöpumpun hyötyä irti, johtuen talon sokkeloisesta pohjaratkaisusta. Asennus tulee jättää ammattilaiselle, sillä se vaatii erikoisosaamista. (hankintaturvaliike.fi, 2016.)

Ilmalämpöpumppu tulee huoltaa säännöllisesti, sillä sen suodattimet keräävät sisälleen epäpuhtauksia ja pölyä. Ilmalämpöpumpun omistaja kykenee itse pitämään huolen sisäyksikön suodattimista. Sopiva suodattimien huoltoväli on 2-4 viikkoa. Ulkoyksikkö tulee pitää puhtaana puista tippuvista lehdistä ja oksista, sekä talvisin lumesta. Suurimmasta osasta ulkoyksiköitä löytyy automaattinen sulatus, joka pitää laitteen lumesta puhtaana. Ilmalämpöpumpun asennuksen kustannusarvio on noin 1500-3000 euroa ja sen käyttöikäarvio 10-15 vuotta (energiakorjaus.info, lämpöpumput, 5). Ilmalämpöpumpun valitsemisessa kannattaa pitää mielessä se, että mitä uudempi ja teknisesti kehittyneempi ilmalämpöpumppu on, sitä varmemmat ovat sen tuomat säästöt. Ilmalämpöpumpun tuoma energiansäästö pientaloissa on keskimäärin 3 000 kWh/vuosi.

Ilmalämpöpumppu säästää itsensä	
Ilmalämpöpumpun säästö pientalossa (Keskimäärin 3000 kWh/vuosi energiansäästöllä)	
Säästötavoite	Tavoitteen toteutuminen (hinnalla 12 snt/kWh)
1 000 €	2 v 9 kk
1 500 €	4 v 2 kk
2 000 €	5 v 7 kk
2 500 €	6 v 11 kk
3 000 €	8 v 4 kk

Lähde: Suomen Rahatieto

KUVIO 14. Ilmalämpöpumpun säästö pientaloissa (Taloussanomat.fi.)

6.5.2 Maalämpöpumppu

Maalämpöpumppu käyttää hyväkseen maahan varastoitunutta auringon energiaa, joka kerätään talteen ja käytetään talon lämmitykseen. Maalämpö on ympäristöystävällinen vaihtoehto, joka pienentää lämmityskustannuksia tehokkaasti. Useimmat maalämpöpumput ovat huoltovapaita koko elinikänsä, mikä on vähintään 20-30 vuotta. (thermia.fi.)

Maalämmön etuna olisi vaivattomuus ja helppokäyttöisyys, sillä maalämpöpumppu vaatii hyvin vähän huoltotoimenpiteitä. Maalämpö on lähivuosina kasvattanut suosiotaan pientaloissa äärimmäisen paljon ja vuosina 2011 maalämpö valittiin lähes 50 prosenttiin uudispientaloista.

Maalämpöpumpun alkuinvestointi on todella suuri, mutta lämmitysmuodon käyttökulut ovat suhteellisen edulliset. Esimerkiksi lämmitysmuodon vaihtaminen vanhaan 150 m² omakotitaloon maksaa 15 000-20 000 euroa. Ennen maalämpöpumpun hankintapäätöstä kuluttajan on hyvä olla yhteydessä paikalliseen sähkönsiirrosta vastaavaan yritykseen ja kysyä tuoko maalämpöhankinta toimenpiteitä esimerkiksi talon sähköjärjestelmän sulakekokoihin. (motiva.fi.)

Kohdetaloon en maalämpöä tällä hetkellä kuitenkaan suosittele, koska kohdetaloon joutuisi asentamaan pintavetona myös vesiputket, joiden avulla maalämpö tuotettaisiin. Soitin Thermia maalämpöyritykseen, josta he kertoivat maalämpöpumpun asennuksen porauksineen ja talon putkituksineen maksavan lähemmäksi 30 000 euroa. Lämpöpumpun käyttöiän umpeuduttua uusinta tulisi maksamaan noin 10 000 euroa. Mielestäni kohdetalon energiantuottoa kannattaisi täydentää ilmalämpöpumpulla, joka tulisi huomattavasti halvemmaksi vaihtoehdoksi.

7 YHTEENVETO JA POHDINTA

Tavoitteena opinnäytetyössäni oli saada kustannuksiltaan ja materiaaleiltaan mahdollisimman järkevä korjausrakentamisen ratkaisu 1920-luvulla valmistuneeseen hirsirunkoiseen tyyppitaloon. Työn tarkoituksena oli parantaa rakenteiden lämmöneristävyyskykyä sekä tutkia vaihtoehtoisia lämmitys- muotoja kohdetaloon. Kohdetalon rakenteita selvittäessä ongelmana oli puutteelliset rakennepiirrustukset. Kuopion rakennevalvontavirastosta löytyi talon piirrustuksia, mutta lähtiessäni mittaamaan rakenteiden paksuuksia huomasin, että piirrustuskuvat eivät täsmänneet. Tämä johtuu osin siitä, että vuosien aikana taloa on remontoitu useaan kertaan eikä niistä piirrustuksia juurikaan ole. 1980-luvulla tehdystä laajan remontin piirrustuksetkin olivat hieman puutteellisia eikä niissä ollut ilmoitettu esimerkiksi rakenteiden paksuuksia.

Seinärakenteiden lämpötilamittaukset eivät antaneet luotettavia tuloksia pintojen lämpötiloista, joten en pystynyt ottamaan käsin laskettuja U-arvoja DOF-Lämpöohjelman tueksi. Tämä saattoi johtua siitä, että laser lämpömittarin asetukset eivät olleet kohdillaan. Lisäksi lämpötilojen mittaaminen U-arvon laskemiseen pitäisi tehdä kovimmilla pakkasilla, jolloin lämpötilaerot sisällä ja ulkona ovat suurimmillaan. Omalla mittausajankohtana ulkonailman lämpötila oli vain -4 celsiusastetta ja sisällä +19,5 celsiusta, jolloin lasketut U-arvot eivät olisi antanut tarkinta tulostaan.

Kohdetalon energiatehokkuuden parantaminen olisi järkevintä aloittaa yläpohjasta. Yläpohjan tuuletuvuus tulee korjata talojen päätykolmioita suurentamalla. Tämä helpottaisi myös purujen imemisen ja ekovillan puhaltamistyötä, koska toimenpiteen voisi suorittaa talon päädyistä. Entiset purut tulee imeä pois imuautolla, sekä poistaa purujen alla oleva mineraalivilla pois. Lisäksi mahdoillinen höyrynsulkumuovi on poistettava ja korvata se ilmansulkupaperilla, joka asennetaan tiiviisti kattohirsiin. Yläpohjaan tulee puhaltaa 420 mm ekovillaa, jolloin päästäisi nykypäivän uudisrakennusten U-arvoihin. Yläpohjan lisäeristämisen yhteydessä on hyvä tutkia myös yläpohjan ja katon kunto sisältäpäin mahdollisten kosteus- home- ja lahovaurioiden varalta ja korjata mahdolliset vauriot ja niiden aiheuttajat.

Rakennuksen energiatehokkuuden parantamiseksi järkevintä olisi seuraavaksi tehdä ikkunaremontti. Nykyään löytyy myös nykyaikaisia ikkunoita, jotka ovat yleisilmeeltään vanhan talon tyyliä. Ikkunoita valittaessa on hyvä valita energialuokan A- tai B-luokkaan kuuluvat ikkunat, jotka ovat vähiten energiaa kuluttava luokka.

Jos kohdetalon vanhoista ikkunoista ei halua luopua niin niihin voi tehdä myös tiivistyskorjauksen, joka olisi halpa korjausratkaisu ja riittäisi energiatehokkuuden parantamiseksi. Talon ikkunoihin tulisi lisätä tuuletusräppänät, joita niissä ei tällä hetkellä ole. Tuuletusräppänät vaikuttaisi talon sisäilman laatuun, eikä ikkunatiivisteissä tarvitsisi olla korvausilmalle rakoja. Tiivisteet olisi hyvä uusida myös oveen ja ikkunoiden ja seinän välinen rako tulisi uudestaan villoittaa ekovillalla tai elastisella uretaanivaahdolla joka kestää rakennuksen liikkeitä paremmin. Tällä hetkellä ikkunoiden yleisilme on sen verran siisti eivätkä ikkunat ole huonokuntoiset, joten suosittelisin työn tilaajalle tiivistyskorjauksen tekemistä.

Rakennuksen alapohjalle sekä ulkoseinärakenteille en tekisi tällä hetkellä mitään. Alapohjasta sekä ulkoseinistä karkaava lämpö on niin vähäistä, etten näe lisäeristämistä tällä hetkellä kannattavaksi. Lisäksi ulkoseinän lisäeristäminen ei ole taloudellisesti kannattavaa pelkän eristämisen vuoksi, koska lisäeristämisestä tullut rahallinen hyöty on vähäisempää kuin mitä seinän eristysremontti tulee maksamaan. Rakennuksen ulkoseinien lisäeristäminen on kannattavampaa tehdä tulevaisuudessa rakennuksen julkisivuremontin yhteydessä. Tällä hetkellä talon julkisivulaudoitus on hyvässä kunnossa. Lounaispuolen talon sisäseinä olisi kuitenkin hyvä avata ja poistaa höyrynsulkumuovi. Höyrynsulkumuovi rikkoo rakenteen hengittävyuden ja saattaa aiheuttaa seinään kosteusvaurioita. Seinän avaamisen yhteydessä seinässä oleva villa tulee vaihtaa ekovillaan.

Kohdetalon lämmitysmuodon vaihtoehtoista järkevimmäksi näkisin ilmalämpöpumpun asentamisen. Tämä olisi edullinen ja järkevin ratkaisu sähkölämmityksen ja kakluuniuunin lisäksi. Ennen ilmalämpöpumpun ostamista tulee keskustella ammattilaisen kanssa lämpöpumpun soveltuvuudesta kohdetaloon. Ongelmana voi olla talon pohjaratkaisun sokkeloisuus, joka estää lämmön kulkeutumisen talon joka huoneeseen.

Mielestäni onnistuin saamaan kokonaisuudessaan järkevän ja edullisen korjausrakentamisen ratkaisun energiatehokkuuden parantamiseksi kohdetaloon. Tutkimukseni olisi viimeistellyt talon E-luvun laskeminen, mutta ajan puutteen vuoksi en ryhtynyt perehtymään sen laskemiseen. Opinnäytetyö tulee olemaan hyödyllinen tulevia energiakorjausta ajatellen. Työni tulee myös selkeyttämään työn tilaajalle tai remonttiin ryhtyvälle kuinka vanhaa rakennusta tulee remontoida siten että rakenteet pysyvät kunnossa. Vanhaa rakennusta on vaikea muuttaa nykyaikaiseksi ja remonteja tehdessä olisi hyvä käyttää hengittäviä materiaaleja taatakseen rakennuksen kosteusteknisen toimivuuden. Opinnäytetyössä mainittujen remonttien myötä talon asumismukavuus tulee parantumaan sekä sähkölas- kut pieneneväksi. Lisäksi opinnäytetyöni antaa työn tilaajalle hyvän kuvan talon tämän hetkistä rakenteista.

LÄHTEET

Anita Jämsen, Tarinoita itkonniemeltä vuosilta 1927-1953. Kuopio: Kuopion kaupungin painatuskeskus.

Energiakorjaus.info, Alapohjan lisälämmöneristys, Tekninen kortti 8, [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-02-16]. Saatavissa: http://www.energiakorjaus.info/wp-content/uploads/2013/08/Pientalo_8_Alapohja_2013_02_01.pdf

Energiakorjaus.info, Ikkunankorjaus, Tekninen kortti 4, [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-02-16]. Saatavissa: http://www.energiakorjaus.info/wp-content/uploads/2014/10/Pientalo_4_Ikkunakorjaus_2014_10_14.pdf

Energiakorjaus.info, Lämpöpumput, Tekninen kortti 16, [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-02-17]. Saatavissa: http://www.energiakorjaus.info/wp-content/uploads/2013/08/Pientalo_16_Lampopumput_2013_02_01.pdf

Europarl.europa.eu, Balázs Mellár, Energiategohokkuus [verkkajulkaisu]. [viitattu 2016-19-1] Saatavissa: http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/fi/displayFtu.html?ftuId=FTU_5.7.3.html

hankintaturvaliike.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-02-17] Saatavissa: <http://www.hankintaturvaliike.fi/ilmalampopumpun-asennus>

Kaila, Panu. 2003 Talotohtori rakentajan pikkujättiläinen. Porvoo: WS Bookwell Oy.

Lämmöneristys. Suomen Rakentamismääräyskokoelma C4. 2003. Määräykset 2002. Helsinki: Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto. [Viitattu: 2016-02-12]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/1931-C4s.pdf>

Lämpökarelia.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-02-16] Saatavissa: <http://www.lampokarelia.fi/palvelut/lampopumppuratkaisut/ilmalampopumppu/>

Motiva.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-04-02] Saatavissa: http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/lammitysmuodot/maalampopumppu_mlp

Motiva.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-04-02] Saatavissa: <http://www.thermia.fi/tuotteet/maalampopumput.asp>

Motiva.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-04-02] Saatavissa: http://www.energiakorjaus.info/wp-content/uploads/2013/08/Pientalo_16_Lampopumput_2013_02_01.pdf

narc.fi, Arkistojen portti, Maa- ja metsätalousministeriön tyyppitalopiirrustukset [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2016-23-02] Saatavissa: http://wiki.narc.fi/portti/index.php/Maa-_ja_mets%C3%A4talousministeri%C3%B6n_tyyppitalopiirrustukset

Puuinfo.fi, Puurakenteen U-arvon määrittäminen [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2016-01-03] Saatavissa: <http://www.puuinfo.fi/mitoitusohjelmat/puurakenteen-u-arvon-m%C3%A4%C3%A4ritt%C3%A4minen>

rakennapuusta.fi, Puuinfo, Puu-ulkoverhous Tee se itse puusta. [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2016-10-02] Saatavissa: http://www.rakennapuusta.fi/files/4109/Puuinfo_puu_ulkoverhous_web.pdf

Rakennusten energiatehokkuus. Suomen rakentamismääräyskokoelma D3. 2012. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. [Viitattu: 2015-01-19]. Saatavissa: http://www.finlex.fi/data/normit/37188-D3-2012_Suomi.pdf

Rakennusperintö.fi, Tommi Lindh, Pohjoismaisesta klassismista funktionalismiin 1920-1940 [verkkoaineisto]. [viitattu 2015-23-12] Saatavissa: http://www.rakennusperinto.fi/kulttuuriymparisto/artikkelit/fi_FI/asuinkerrostalot2/

Rakennustietosäätiö. 1977. Puurakennukset historia, tutkimus ja suojelu. Helsinki: Rakennuskirja Oy

Rinne, Hannu. 2010 Perinnemestarin remonttikirja. Porvoo: WSOY.

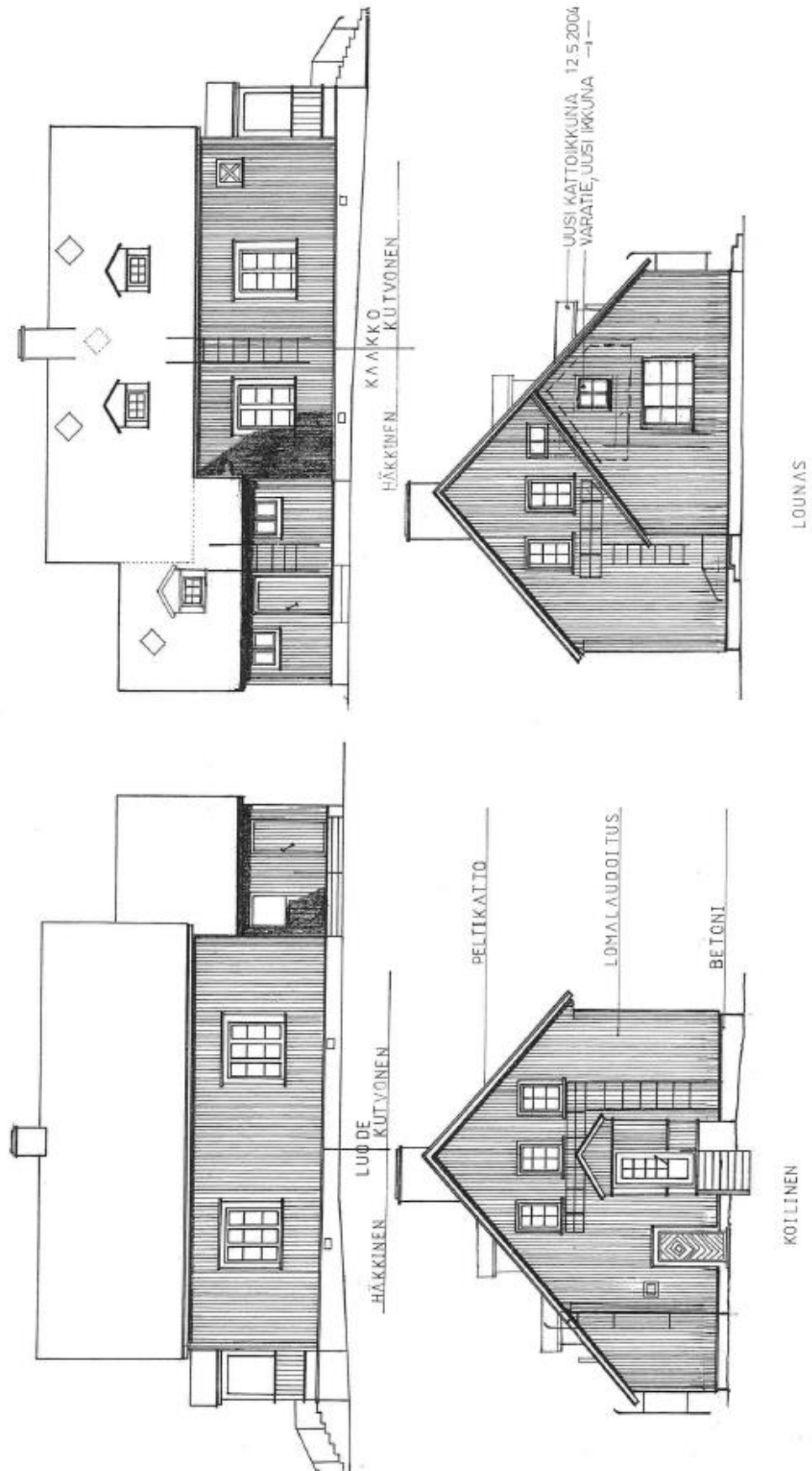
Rinne, Hannu. 2013 Rintamamiestalo kunnostus ja ylläpito. Porvoo: WSOY.

Särkinen, Åke W. 2005. Jälleenrakennusajan pientalo. Helsinki: Rakennustieto Oy.

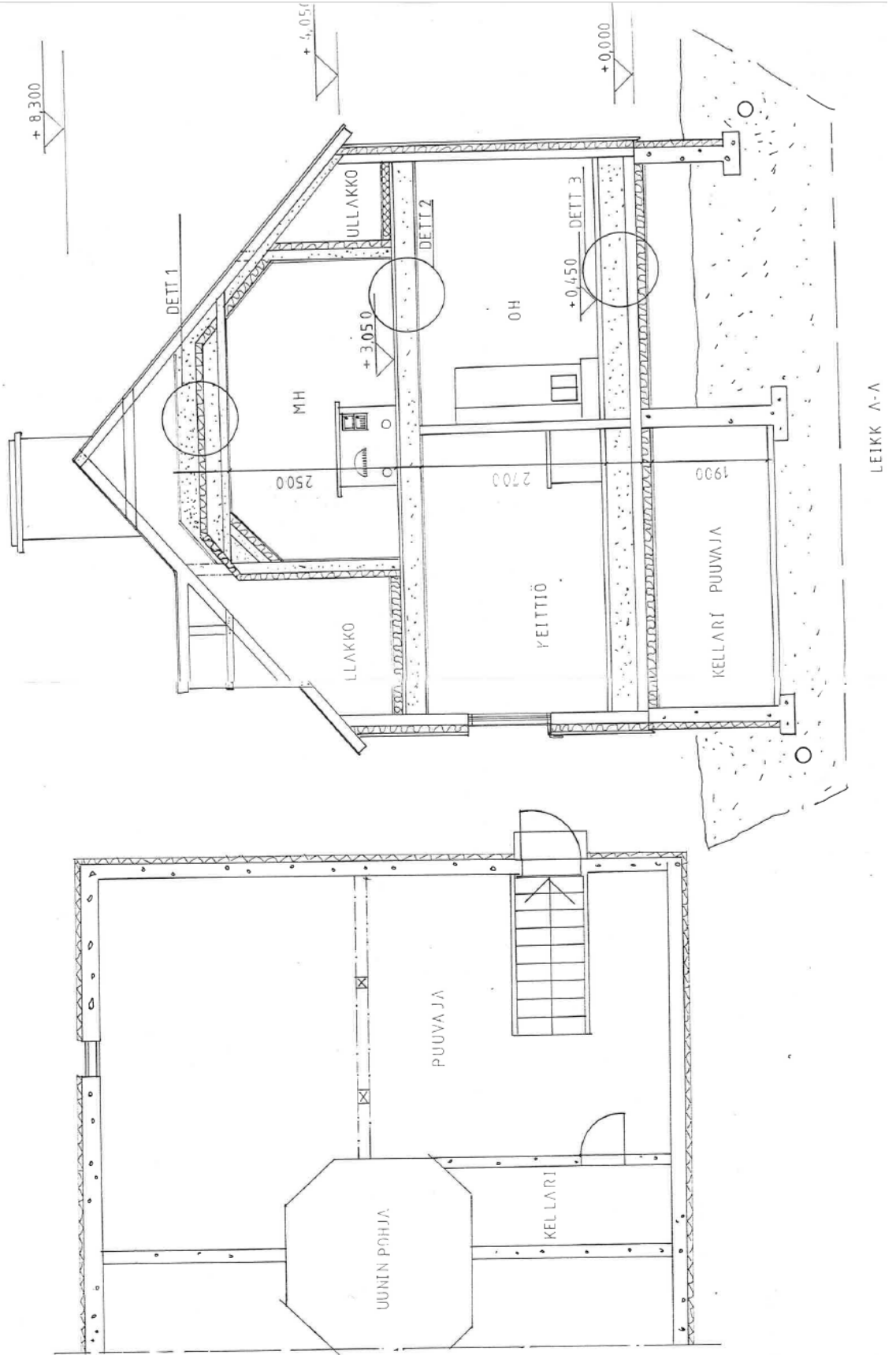
Taloon.com [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-02-17] Saatavissa: <http://www.taloon.com/puhallusvilla-13-kg-sakki-ekovilla/JJ-A201340/dp?openGroup=3586>

Taloussanommat.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-04-02] Saatavissa: <http://www.taloussanommat.fi/asuminen/2013/06/22/ilmalampopumppu-tassa-ajassa-saat-rahastakaisin/20138528/310>

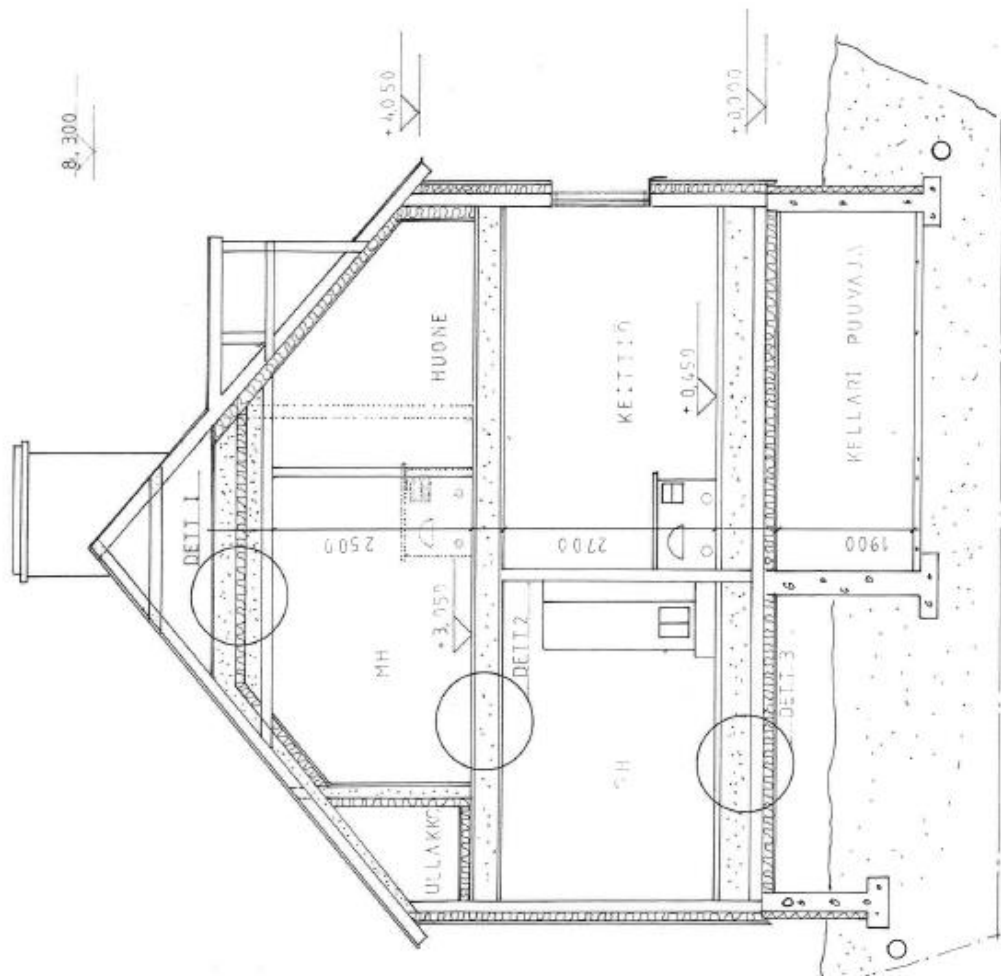
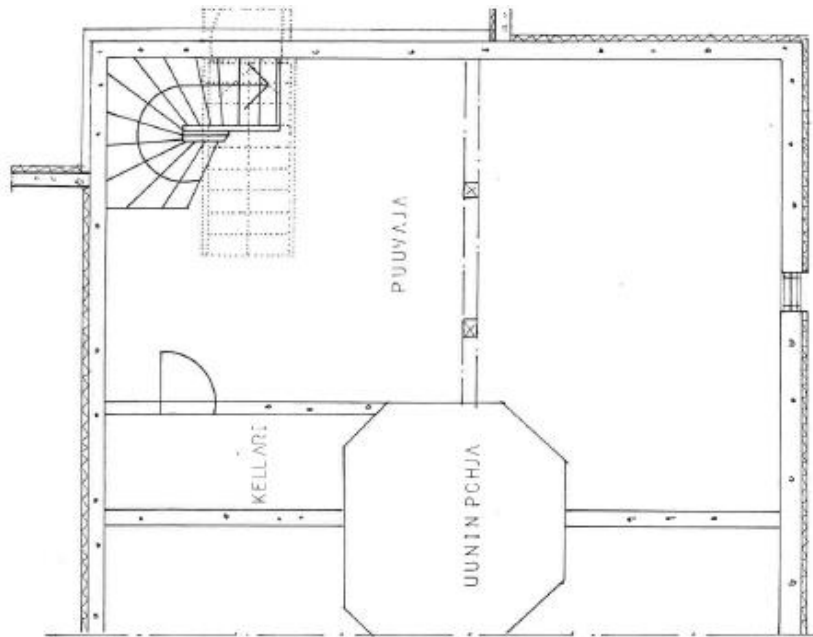
LIITE 1. JULKISIVUKUVAT



LIITE 2. LEIKKAUSKUVA A - A

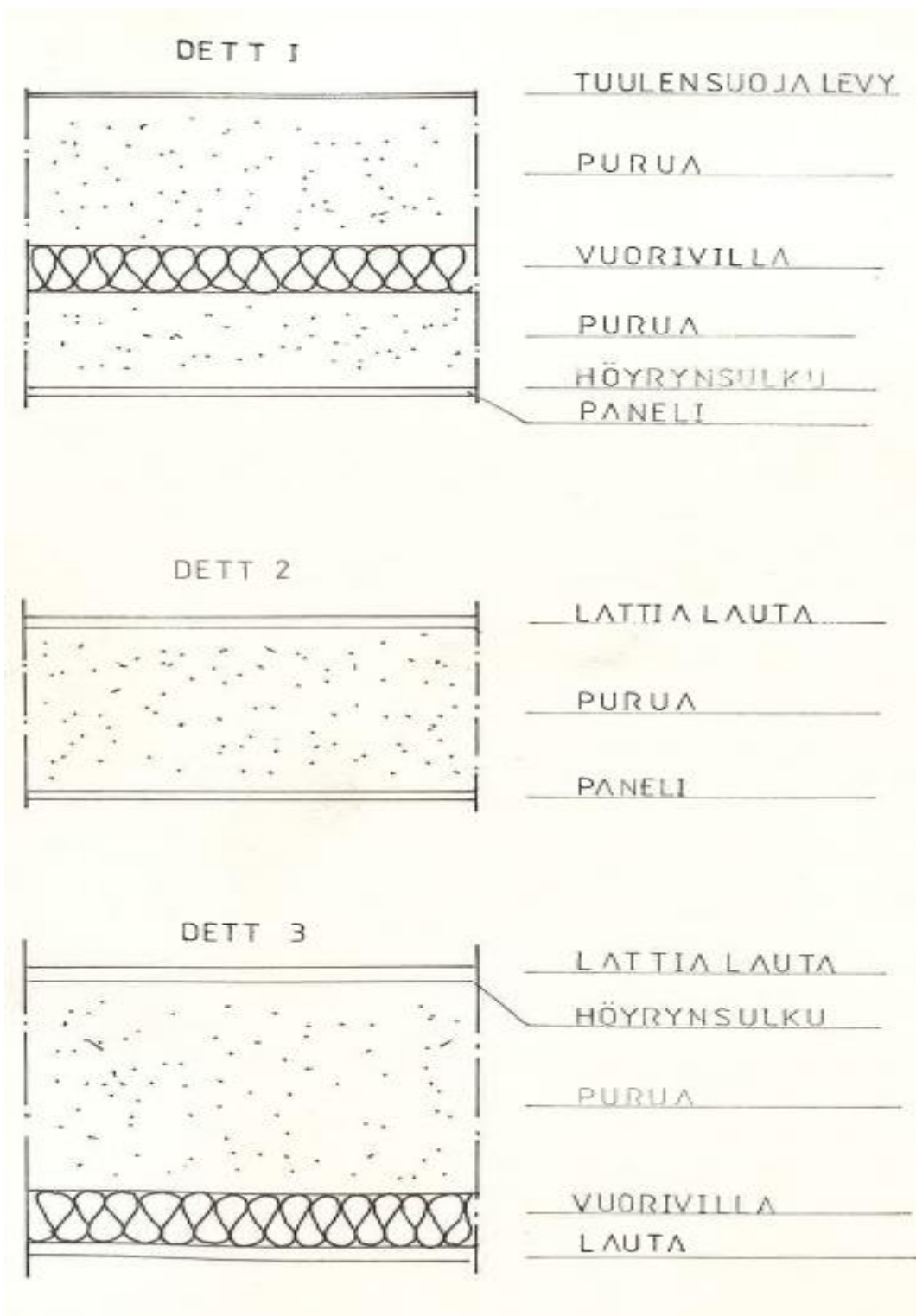


LIITE 3. LEIKKAUSKUVA C-C

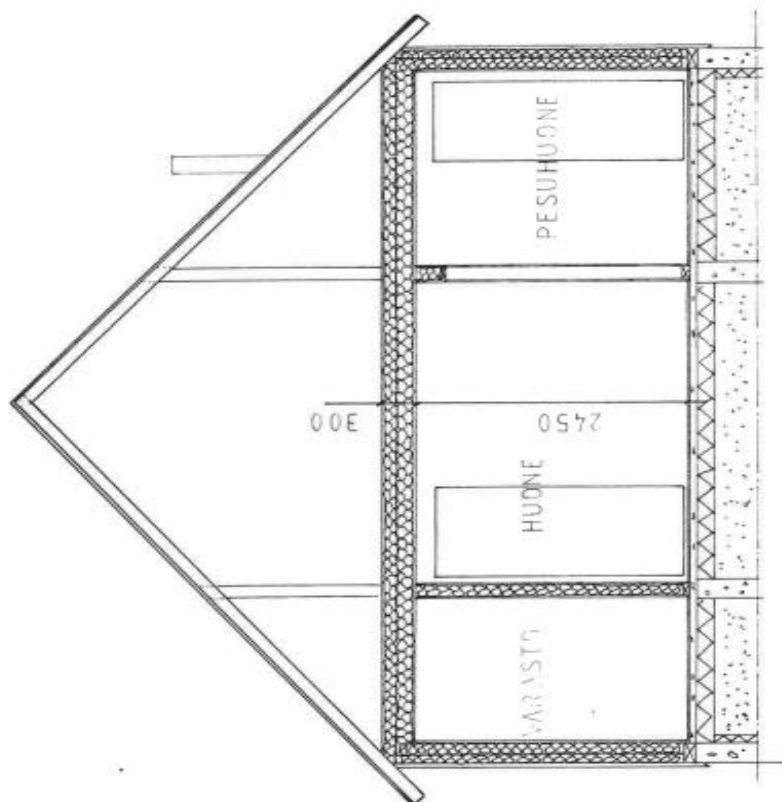
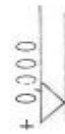
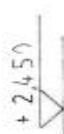
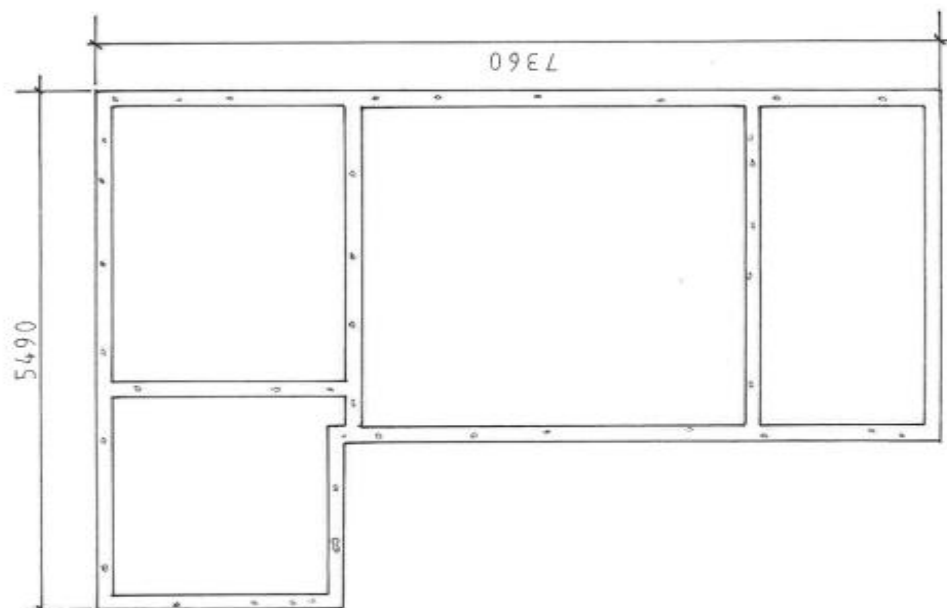


LEIKK: C-C

LIITE 4. ALA-, VÄLI- ja YLÄPOHJADETALJIT

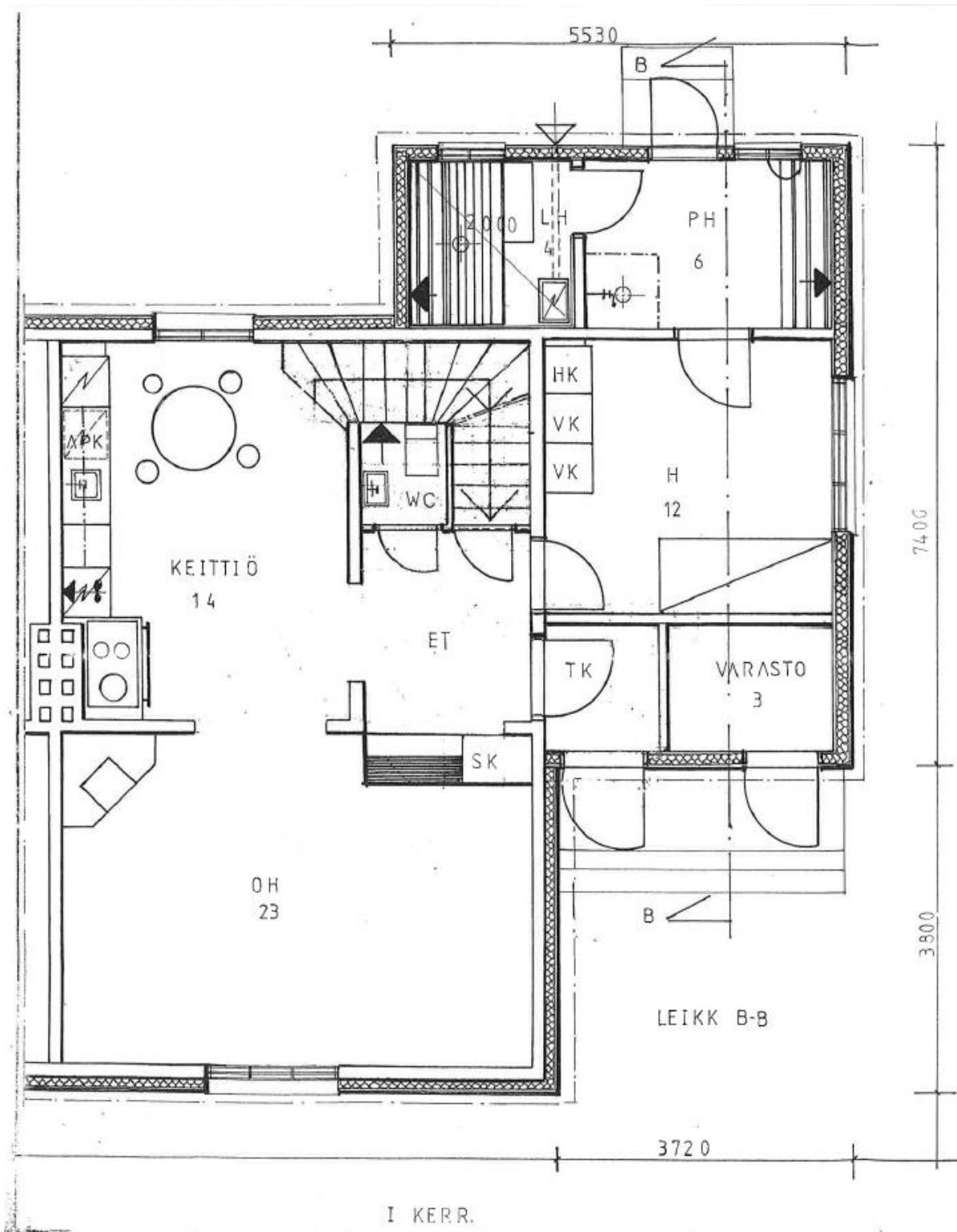


LIITE 5. LISÄSIIVEN LEIKKAUSKUVA

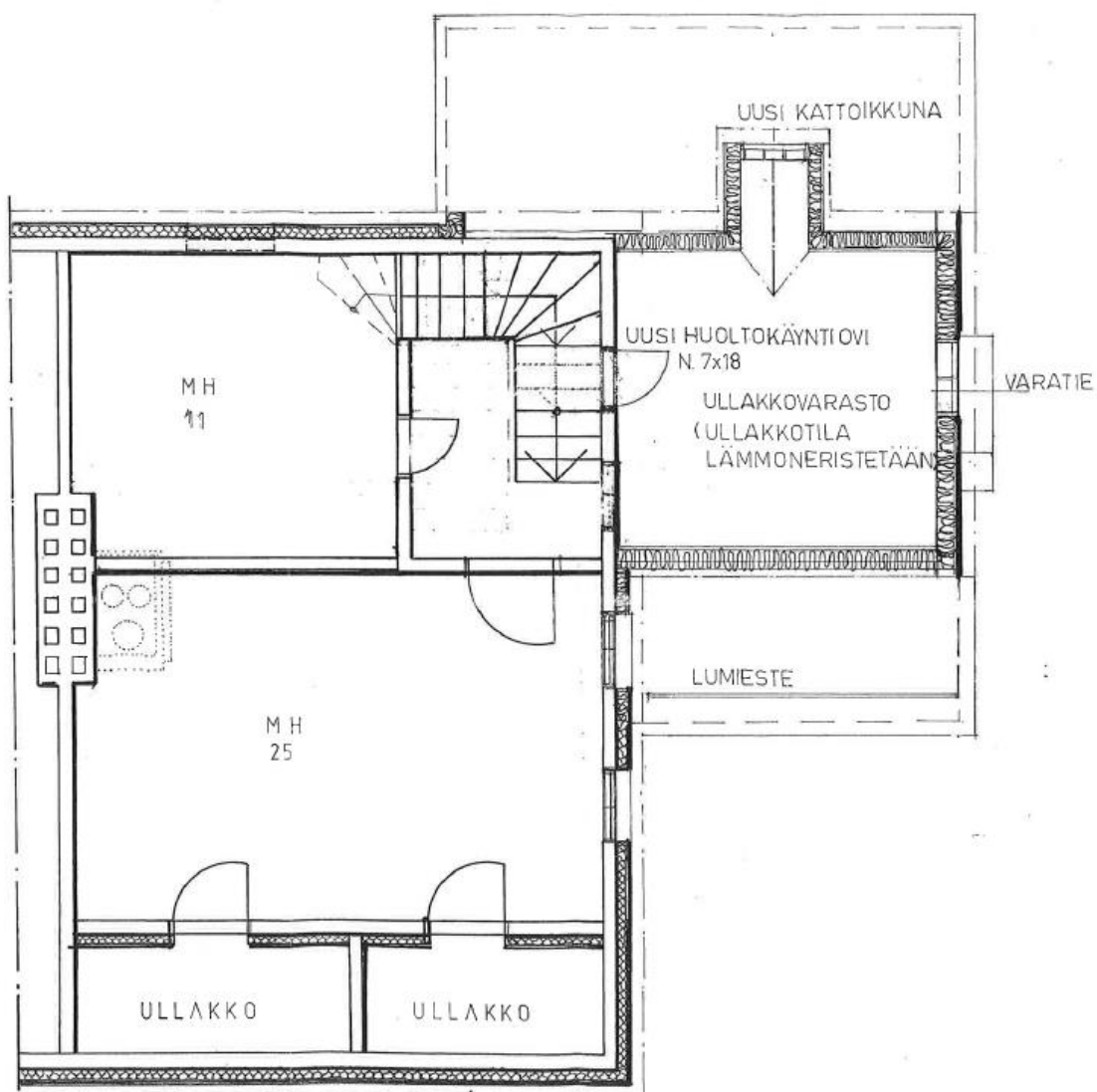


LEIKK B-B

LIITE 6. LOUNASPUOLEN POHJAPIIRRUSTUS 1. KERROS

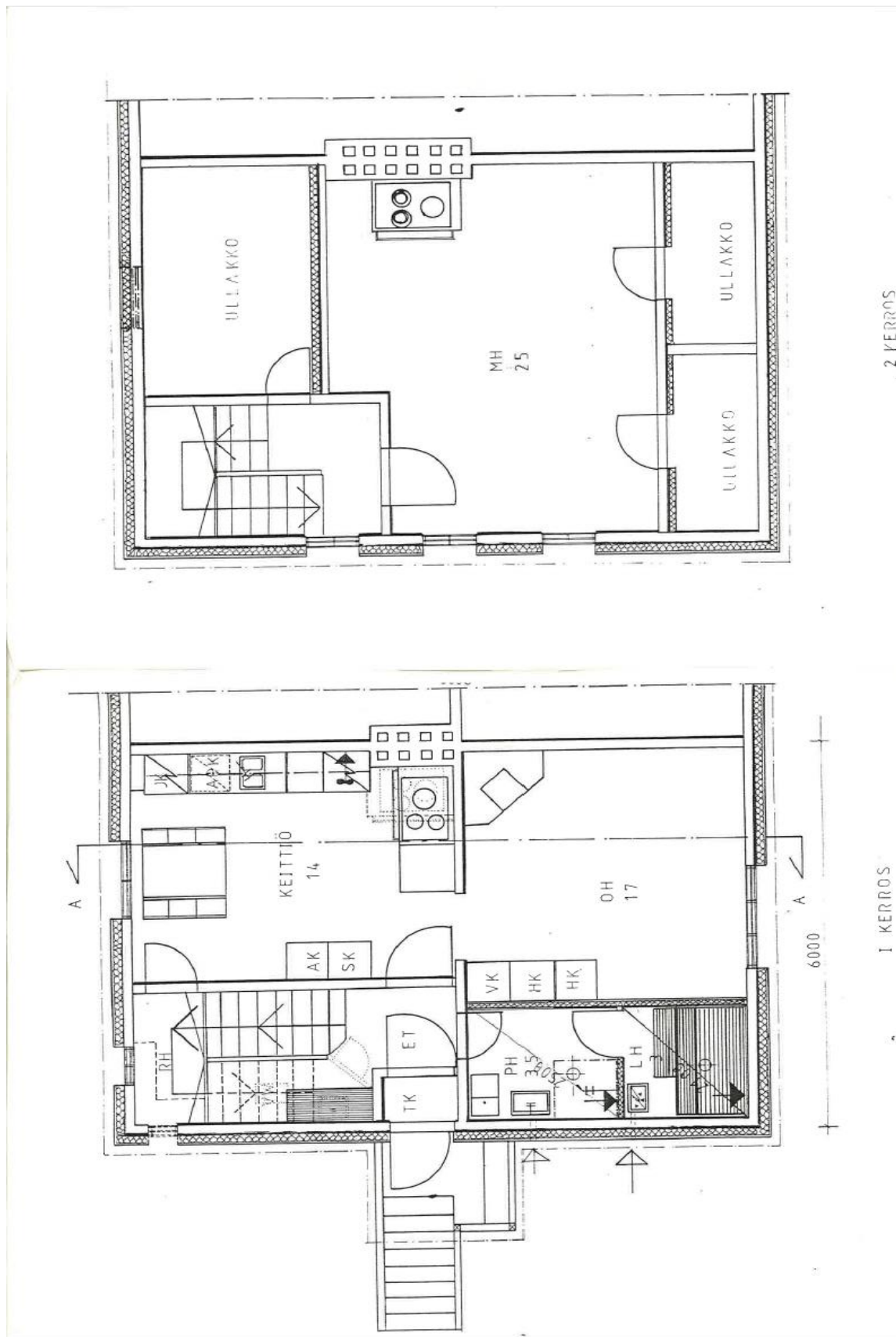


LIITE 7. LOUNASPUOLEN POHJAPIIRRUSTUS 2. KERROS



2 KERR.

LIITE 8. KOILLISPUOLEN POHJAPIIRRUSTUS YLÄ- JA ALAKERTA



LIITE 9. ASEMPIIRRUSTUS

