



VANHAN HIRSIRUNGON HYÖDYNTÄMINEN OSANA UUDISRAKENNUSTA

TE -
KIJÄ:

Atte Pasanen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Atte Pasanen	
Työn nimi Vanhan hirsirungon hyödyntäminen osana uudisrakennusta	
Päiväys	1.6.2016
Sivumäärä/Liitteet	42/40
Ohjaaja(t) Harry Dunkel, lehtori, Savonia-ammattikorkeakoulu Janne Repo, yliopettaja, Savonia-ammattikorkeakoulu	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Lauri Pehkonen	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia, kuinka vanhan purettavan hirsirakennuksen runkoa pystyttäisiin hyödyntämään osana uudisrakennusta. Työssä suunniteltiin ehdotelma uudisrakennuksen kantavista rakenteista sekä tutkittiin uudisrakennuksen energiatehokkuutta. Työn tarkoituksena oli tuottaa materiaalia ohjaaman ja selvittämään varsinaista rakennuslupa- ja johtavaa suunnittelua. Aineiston pohjalta tilaajan on helppo jatkaa rakennusprojektin suunnittelua. Työn kohteena oleva purettava vanha rakennus sijaitsee Kuopion Vehmersalmella osoitteessa Kangasjärventie 48. Vanha rakennus on rakennettu 1930-luvulla. Rakennuksesta ei ollut saatavilla alkuperäisiä piirustuksia, joten rakennuksen rakenteiden selvittäminen ja sen rungon mittaaminen kuului osana opinnäytetyötä. Uudisrakennus tulee sijaitsemaan samalla tontilla, mutta lähempänä järveä. Uudisrakennus oli tarkoitus suunnitella niin, että se kunnioittaisi vanhan rakennuksen tunnelmaa.</p> <p>Uudisrakennukseen tulevat rakenteet suunniteltiin niin, että ne täyttäisivät nykyiset ympärivuotisessa käytössä olevalle asuintilalle asetetut määräykset. Uudisrakennukselle laskettiin kokonaisenergiankulutus, eli sen E-luku. E-luvun laskennassa käytettiin tilaajalta saatuja tietoja rakennuksen LVI-järjestelmästä. Lisäksi E-lukua laskettaessa vertailtiin tontille suunnitellun aurinkoenergiajärjestelmän vaikutusta rakennuksen kokonaisenergiankulutukseen.</p> <p>Opinnäytetyöstä saatiin tulokseksi ehdotelma uudisrakennuksen kantavista rakenteista. Suurimmaksi osaksi maan alla sijaitseva kellarikerros toteutettiin kivirakenteisena ja loput rakenteet puurakenteisina. Vanhaa hirsirunkoa päädyttiin käyttämään kantavana rakenteena ensimmäisessä kerroksessa. Toisen kerroksen rakenteissa suunniteltiin käytettävien kehäristikoiden ja kantavien palkistojen. Rakennuksen rakenteiden mitoittamiseen käytettiin Finnwood 2.3 SR1-mitoitusohjelmaa, Excel-pohjaisia taulukoita sekä materiaalivalmistajien tarjoamia mitoitus- ja taulukoita.</p>	
Avainsanat Hirsi, energiatehokkuus, uudisrakennus, omakotitalo, E-luku, U-arvo	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme In Construction Engineering			
Author(s) Atte Pasanen			
Title of Thesis Using an Old Timber Frame as a Part of a New Detached House			
Date	1 June 2016	Pages/Appendices	42/40
Supervisor(s) Mr Harry Dunkel, Lecturer, Savonia University of Applied Sciences Mr Janne Repo, Principal Lecturer, Savonia University of Applied Sciences			
Client Organisation /Partners Lauri Pehkonen			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this thesis was to examine how to use an old timber frame as a part of a new detached house. The thesis included planning a proposition of the bearing structures for the new detached house. It also included researching the energy efficiency of the new building. There were no drawings of the old detached house available so measuring the old building was a part of the thesis. The goal was to produce material to guide and clarify the actual planning process that eventually leads to applying for the building permit. The target building, which will be deconstructed, is located in Kuopio and it was built in the 1930s.</p> <p>The structures for the new detached house were designed so that they will fulfill the demands for a building that is in all year use. The whole energy consumption of the building was also calculated. That energy consumption is also called an E-count or the energy efficiency indicator of the building. The effect of the solar power system on the E-count was also examined in this thesis. The dimensioning of the wooden structures was made with Excel based tables and with the Finnwood 2.3 SR1 program. The dimensioning of the ground floor structures was made with tables offered by material manufacturers.</p> <p>As a result of this thesis a proposition of bearing structures for the new building was created. The basement was made of lightweight concrete blocks. Other floors were planned to be wood structured. The old timber frame was used as a part of bearing structures in the first floor. The second floor was made with frame trusses and with a bearing floor and roof beams.</p>			
Keywords Timber frame, energy efficiency, detached house, e-count, u-value			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	TILAAJAN TOIVEET JA TAVOITTEET	7
2.1	Toiveet ja tavoitteet	7
2.2	Muutokset	8
3	KOHTEEN TIEDOT	10
3.1	Vanha rakennus	10
3.2	Uudisrakennus	13
3.3	Rakennuksen sijainti tontilla	15
4	RAKENNETEKNISET RATKAISUT	16
4.1	Paloturvallisuus	16
4.2	Kellarikerroksen rakenteet	16
4.3	Ensimmäisen kerroksen rakenteet vanhassa osassa	18
4.4	Ensimmäisen kerroksen rakenteet laajennuksissa	19
4.5	Toisen kerroksen rakenteet	20
4.5.1	Lämpimän tilan päällä oleva parveke	23
4.6	Rakenteiden mitoittaminen	24
4.6.1	Kellarin rakenteiden mitoittaminen	25
4.6.2	Puurakenteiden mitoittaminen	27
5	HIRSIRAKENTAMINEN	29
5.1	Hirsirakentaminen Suomessa	29
5.2	Hirsirakenteen painuman huomioiminen	29
5.3	Hirsirakennusten siirto	32
6	ENERGIATEHOKKUUS	34
6.1	Energiatehokkuus ja LVI-järjestelmät	34
6.2	U-arvot	34
6.3	E-luku	37
7	POHDINTA	40
	LÄHDELUETTELO	41
	LIITE: 1. UUDISRAKENNUKSEN POHJAPIIRUSTUKSET	43

LIITE: 2. LUONNOKSET UUDISRAKENNUKSEN ULKONÄÖSTÄ.....	46
LIITE: 3. UUDISRAKENNUKSEN LEIKKAUSPIIRUSTUKSET	49
LIITE: 4. RAKENNUSTEN SIJOITTUMINEN TONTILLA	53
LIITE: 5. UUDISRAKENNUKSEN RAKENNETYYPIT	54
LIITE: 6. RAKENTEIDEN LIITOSTEN DETALJITPIIRUSTUKSET	56
LIITE: 7. TOISEN KERROKSEN KANTAVAT RAKENTEET	58
LIITE: 8. PARVEKKEEN RAKENTEIDEN DETALJIPUIRUSTUKSET	60
LIITE: 9. HORMIN LÄPIVIENNIT	62
LIITE: 10. LIITTOLAATAN JA HARKKOSEINÄN MITOITUS	63
LIITE: 11. KAKSIAUKKOISEN PALKIN TUKIREAKTIOT	64
LIITE: 12. VÄLIPOHJAPALKIN MITOITUS.....	66
LIITE: 13. YLÄPOHJAPALKIN MITOITUS	68
LIITE: 14. TERASSIN PALKISTON MITOITUS	70
LIITE: 15. U-ARVOLASKUT	72
LIITE: 16. E-LUKULASKENNAN LÄHTÖTIEDOT	76
LIITE: 17. E-LUKULASKELMA.....	79
LIITE: 18. E-LUKULASKELMA OMAVARAISENERGIA HUOMIOITUNA.....	81

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö käsittelee vanhan hirsirungon hyödyntämistä osana uudisrakennusta. Opinnäytetyössä tutkitaan, kuinka 1930-luvulla rakennetun hirsirakenteisen talon hirsirunkoa olisi mahdollista hyödyntää osana uudisrakennusta. Tontilla oleva vanha hirsitalo puretaan ja sen hirsikehikko hyödynnetään osana tontille rakennettavaa uudisrakennusta. Hirsitalo soveltuu rakenteensa vuoksi hyvin siirrettäväksi. Rakennuksia on ennen vanhaan siirretty sekä omassa pihapiirissä että omasta pihapiiristä uusiin asuinpaikkoihin. Tämän perinteisen tavan jatkamisen lisäksi tilaaja haluaa myös säilyttää vanhan tunnelman uudisrakennuksessa. Vanha hirsirunkoinen osa uudisrakennuksessa sopii erinomaisesti tähän tarkoitukseen. Näiden seikkojen ja ajatusten pohjalta ideaa rakennusprojektista ja sen suunnittelusta opinnäytetyön muodossa alettiin kehittää.

Tilaaajalta saatiin luonnokset opinnäytetyössä suunniteltavan rakennuksen tilojen sijoittelusta sekä sen ulkonäöstä. Näiden luonnosten pohjalta ja tilaajan toiveiden sekä tavoitteiden opinnäytetyön sisältöä ja tavoitteita täsmennettiin. Opinnäytetyössä keskitytään rakennuksen rakenteiden ja niiden liitosten sekä energiatehokkuuden tarkasteluun. Opinnäytetyössä on tarkoituksena suunnitella ehdotelmalla uudisrakennuksen kantavista rakenteista sekä tarkastella uudisrakennuksen energiatehokkuutta. Lisäksi opinnäytetyössä tarkastellaan tilaajan suunnitteleman aurinkoenergiajärjestelmän vaikutusta uudisrakennuksen energiatehokkuuteen. Rakennus suunnitellaan nykyaikaisten määräysten mukaiseksi ja rakennusfysikaalisesti sekä muilta osin toimivaksi. Suunnittelussa erityisesti huomiota otettavia asioita ovat vanhan ja uuden rakennusosan yhdistäminen, käytettävät materiaalit, rakenteen kosteustekninen toiminta ja paloturvallisuus. Hirsirakenteiden ja uuden puurunkoisen laajennusosan yhdistämisessä on otettava erityisesti huomioon hirsirakenteen painuminen, joka on mahdollisesti suurempi kuin muiden rakennusosien.

Opinnäytetyöstä saatavia tuloksia käytetään suunnittelua ohjaavana ja selventävänä aineistona lopullisia rakennuslupaan johtavia suunnitelmia tehtäessä. Aineiston pohjalta tilaajan on helppo jatkaa rakennuslupaan johtavaa suunnittelua.

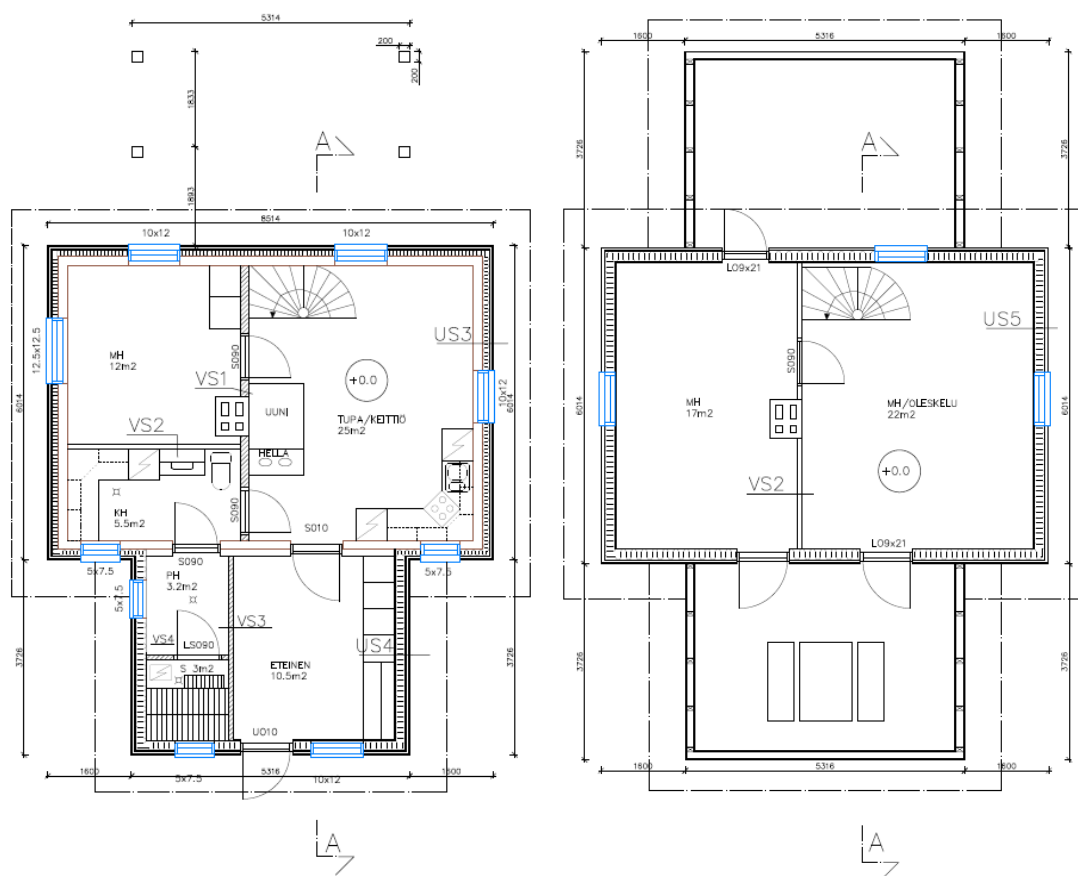
2 TILAAJAN TOIVEET JA TAVOITTEET

2.1 Toiveet ja tavoitteet

Opinnäytetyön tilaajana toimi Lauri Pehkonen. Tilaaja esitteli minulle suunnittelemaansa rakennusprojektia alkutalvesta 2015 ja aloimme yhdessä miettiä, voisiko rakennusprojektin toteuttamista tutkia opinnäytetyön muodossa. Vanhan hirsirakennuksen hyödyntämisessä uudisrakennuksen osana tulee ottaa huomioon useita asioita, ja tilaaja halusi neuvoja erityisesti uudisrakennuksen rakenneteknisestä toteuttamisesta.

Tilaajalla oli uudisrakennuksesta käsintehdyt luonnokset rakennuksen tilojen sijoittelusta sekä sen ulkonäöstä, joten opinnäytetyössä keskityttiin uudisrakennuksen rakenneteknisiin ratkaisuihin sekä energiatehokkuuden tarkasteluun. Tilaajan toiveena oli, että uudisrakennus suunniteltaisiin vanhan rakennuksen tyyliä kunnioittaen. Tyyli tulisi ottaa huomioon rakennuksen ulkonäössä niin ulko- kuin sisäpuolellakin. Esimerkiksi lämmitysjärjestelmän tueksi suunniteltu ilmalämpöpumppu päätettiin jättää pois rakennuksesta, koska se ei olisi sopinut rakennuksen haluttuun ulkonäköön.

Työ aloitettiin tutustumalla yhdessä tilaajan kanssa hänen suunnittelemiinsa luonnoksiin rakennuksesta. Aluksi tein käsin piirretyistä luonnoksista dwg- muotoiset kuvat AutoCAD-ohjelmalla. Näin kuvat saatiin oikeaan mittakaavaan ja myös tilojen koon hahmottaminen muutoksia varten oli helpompaa. Kokonaisuuden hahmotuttua aloimme miettiä mahdollisia muutoksia uudisrakennukseen. Muutoksia on käsitelty tarkemmin luvussa 2.2. Kuvassa 1 on esitetty alkuperäinen tilaajan suunnittelema uudisrakennuksen pohjaratkaisu puhtaaksi piirrettynä AutoCAD-ohjelmalla.



Kuva 1. Tilaajalta saatujen luonnosten pohjalta piirretyt kuvat rakennuksen pohjaratkaisusta

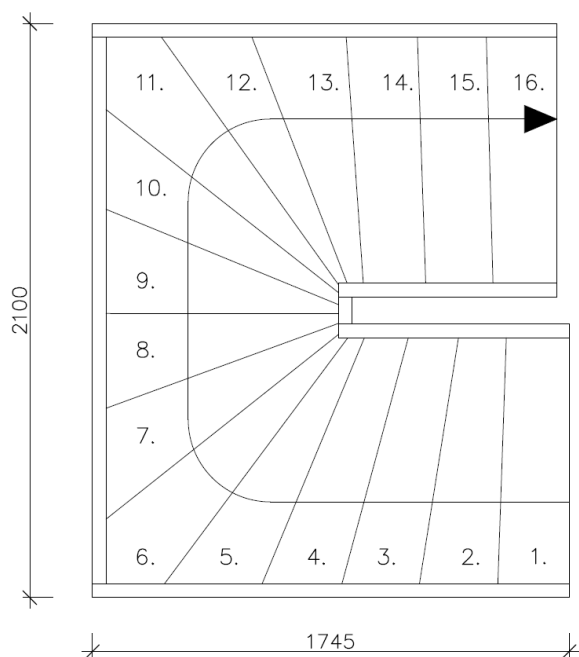
2.2 Muutokset

Muutoksia alkuperäisiin pohjaratkaisuihin tuli jonkin verran. Muutokset koskivat suurimmaksi osaksi uudisrakennuksen pohjaratkaisua. Suurimpia muutoksia pohjaratkaisuihin olivat toisen laajennuksen lisääminen rakennuksen järvenpuoleiselle sivulle. Alun perin järvenpuoleiselle sivulle oli tarkoitus rakentaa ensimmäiseen kerrokseen terassi ja sen päälle pilareiden varaan toteutettu avoin parveke toiseen kerrokseen. Uuden suunnitelman mukaan terassin paikalle tuli lämmintä asuintilaa ja laajennuksen päälle päätettiin rakentaa katettu terassi. Lisäksi julkisivun puolelle toiseen kerrokseen suunniteltu katettu terassi muuttui lämpimäksi asuintilaksi.

Toisen kerroksen lämpimien tilojen koko muuttui pienemmäksi tilaajan alun perin luonnostelemasta käytettävien rakenneratkaisujen vuoksi. Toisen kerroksen toteuttamisessa käytettiin kehäristikoita, jotka kavensivat rakenteensa vuoksi toisen kerroksen leveyttä.

Laajennusten lisäksi uudisrakennuksen ikkunoiden määrää lisättiin olemassa olevien rakennusmääräysten mukaiseksi. RakMK osan G1 mukaan asuinhuoneessa tulee olla ikkuna, jonka valoaukko on vähinään 1/10 huonealasta. Ikkunan sijoituksen ja muun järjestelyn tulee olla valoisuuden ja viihtyisyyden kannalta tarkoituksenmukainen. Huoneen ikkunan tai osan siitä tulee olla avattavissa. (Asun- tosuunnittelu. Suomen RakMK G1 2005, 5.)

Viimeinen suurempi muutos oli porrasaukon paikan siirtäminen vanhan osan puolelta julkisivun puoleiseen laajennukseen. Samalla myös porrastyyppi vaihdettiin tilaajan alun perin suunnittelemasta kierreportaasta U-mallissa kiertävään portaaseen. Tämän mallisesta portaasta tulee hieman suurempi, mutta porrasmallin vaihdolla saatiin lisää kulkutilaa portaisiin. Portaat siirrettiin niiden vaatiman tilantarpeen vuoksi ja lisäksi tällä tavalla vanhassa osassa olevasta tuvasta saatiin avarampi. Loput muutokset koskivat lähinnä huoneiden ja kiinteiden kalusteiden sijoitusta sekä käyttötarkoitusta. Alapuolisessa kuvassa (kuva 2) on uudisrakennukseen tulevan portaatan kuva.



Kuva 2. Uudisrakennuksen portaat

3 KOHTEEN TIEDOT

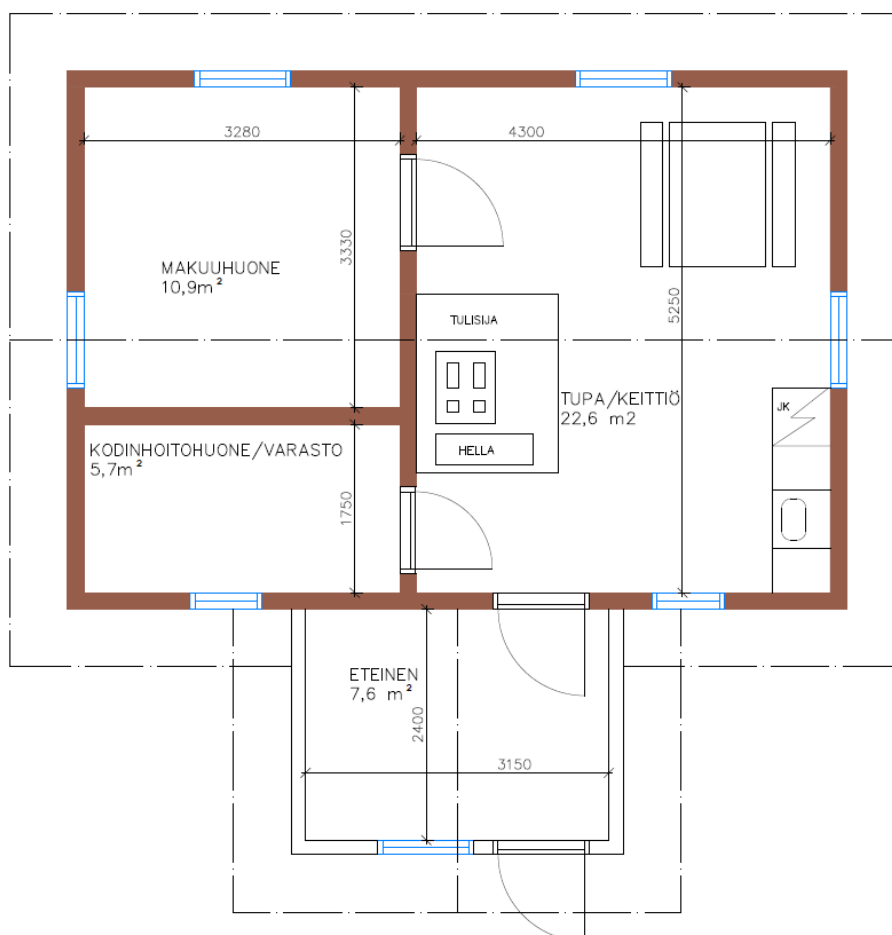
3.1 Vanha rakennus

Tontilla oleva vanha rakennus, jonka hirsirunkoa opinnäytetyössä suunniteltavassa rakennuksessa aiotaan hyödyntää, on rakennettu 1930-luvulla. Rakennus sijaitsee Kuopiossa Vehmersalmella, osoitteessa Kangasjärventie 48. Rakennuksen huonetilat ovat yhdessä kerroksessa. Kerrosalaa rakennuksessa on 48,8 m². Lisäksi rakennuksessa on kylmä ullakotila, jota on käytetty varastotilana. Alla olevassa kuvassa (kuva 2) on vanha rakennus julkisivun puolelta kuvattuna helmikuussa 2016.



Kuva 3. Vanhan rakennuksen julkisivu kuvattuna helmikuussa (Pasanen 2016)

Vanhasta rakennuksesta ei ollut saatavilla alkuperäisiä rakennuspiirustuksia. Tästä syystä piirustukset rakennuksen pohjaratkaisusta ja kantavista rakenteista on piirretty paikalla tehtyjen mittausten perusteella. Rakennuksen hirsikehikosta otettiin mitat talon sisäpuolelta. Myös vanhan rakennuksen rakenteet on selvitetty paikanpäällä tehtyjen havaintojen ja tutkimusten perusteella. Hirsirungon kuntoa tutkittiin silmämääräisesti rakennuksen sisäpuolella ja ullakolla. Kuvassa 4 on esitetty vanhan rakennuksen pohjapiirustus ja rakennuksen harjojen suunnat.

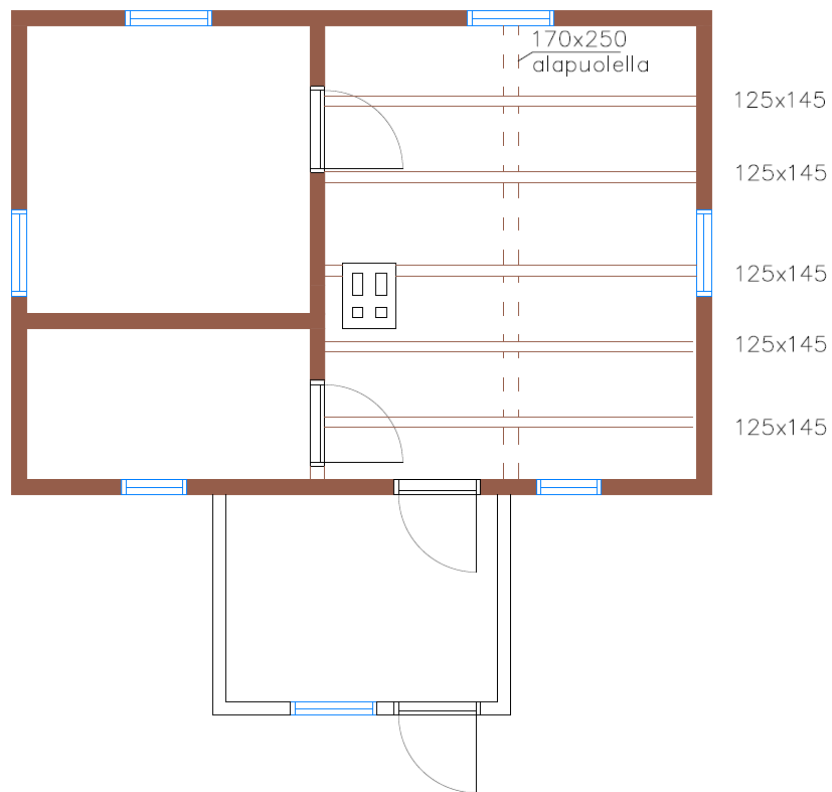


Kuva 4. Vanhan rakennuksen pohjaratkaisu

Vanha hirsirakenteinen osa käsittää tupakeittiön, makuuhuoneen sekä kodinhoitohuoneen. Eteinen on rakennettu puurunkoisena lisäosana rakennukseen. Rakennuksen kattojen harjasuunnat on esitetty kuvassa pistekatkoviivalla. Tuvan keskellä rakennukseen lämpöä antamassa on iso tulisija, jossa on lisäksi puuhella. Tämän lisäksi rakennusta on lämmitetty jälkeinpäin taloon asennetuilla sähköpatte-reilla ja lämmittimillä. Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmänä toimii painovoimainen ilmanvaihto.

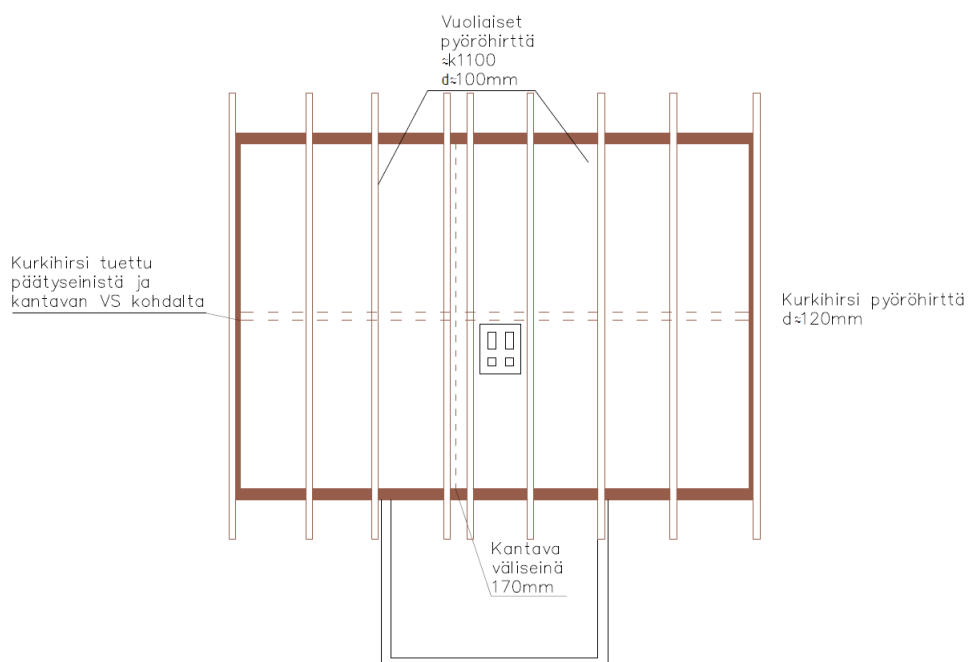
Rakennus on perustettu käsin tehdylle kiviperustukselle, jonka rakenteiden tarkempi tarkastelu oli lumen määrän vuoksi haasteellista. On mahdollista että alimmat hirsikerrokset ovat joutuneet kosteudelle alttiiksi ja vaurioituneet, jolloin ne on vaihdettava uusiin hirsiiin kasausvaiheessa. Hirsirun- gon lopullinen kunto selviää täydellisesti vasta rakennuksen purkuvaiheessa.

Vanhan rakennuksen kantavana rakenteena ulko- ja väliseinissä on 170 mm:n vahvuinen käsin veis- tetty mäntyhirsi. Hirsien korkeus vaihtelee, mutta se on keskimäärin 200 mm:ä. Vanhan rakennuk- sen yläpohja on tuettu makuuhuoneen ja kodinhoitohuoneen väliseen kantavaan seinään. Tupakeit- tiön kohdalla yläpohja on tuettu alla olevassa kuvassa (kuva 5) esitettyihin hirsipalkkeihin. Eristema- teriaalina yläpohjassa oli päällimmäisenä kerroksena sahanpurua. Rakenteeseen tehtiin silmämääräi- nen tarkastelu, joten tarkkaa eristepaksuutta ja mahdollisia sahanpurun alapuolisia kerroksia ei ole tiedossa. Alla on esitetty periaatekuva (kuva 5) yläpohjan kantavista rakenteista.



Kuva 5. Vanhan rakennuksen yläpohjan kantavat rakenteet

Rakennuksen katto on kannatettu vuoliaisilla eli harjansuuntaisilla vesikaton aluspuilla, jotka on tuettu ulkoseiniin sekä talon harjan keskellä olevaan kurkihirtteen. Alla esitetyssä kuvassa (kuva 6) näkyvät vanhan rakennuksen kattorakenteet. Kuva on piirretty rakennuksesta tehtyjen mittausten perusteella. Mittaukset tehtiin helmikuussa 2016, jolloin vierailin rakennuksella.

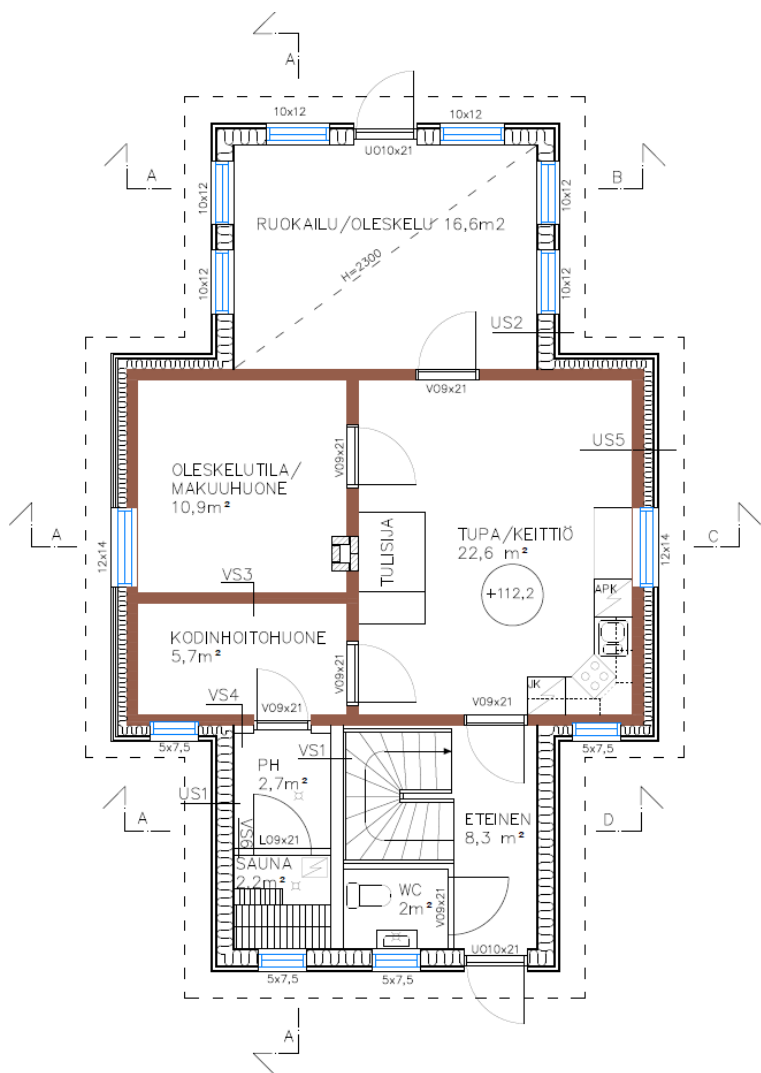


Kuva 6. Vanhan rakennuksen vesikattorakenteet

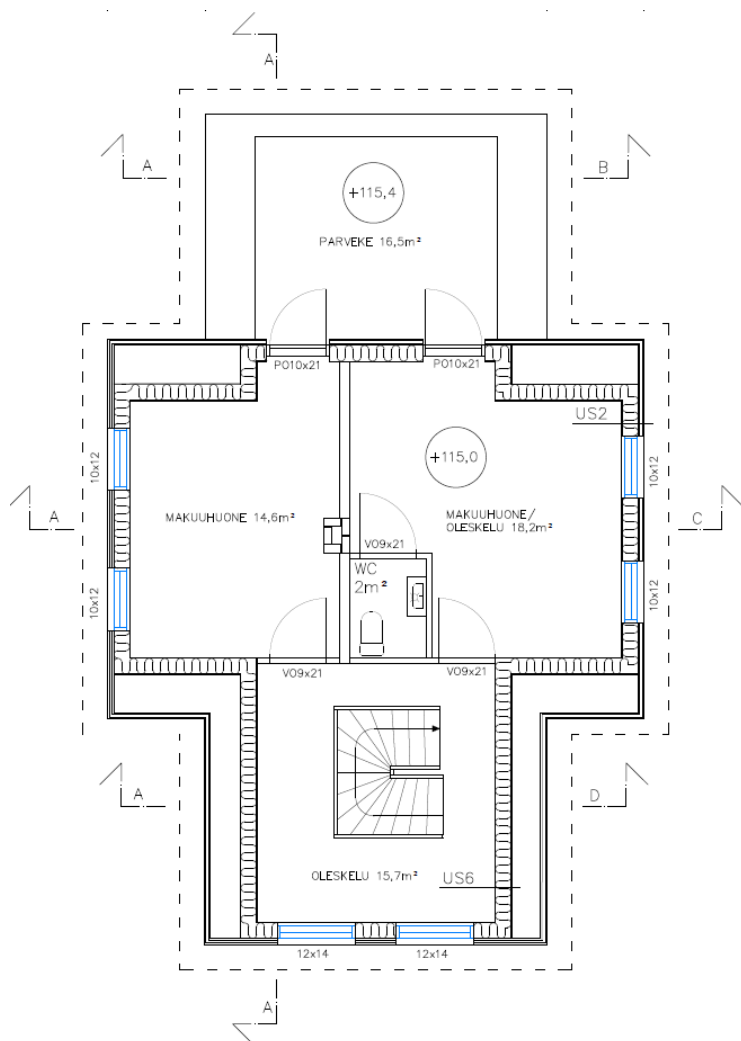
Pintamateriaalina rakennuksessa on ulkopuolella pystyyn tehty lomalaudoitus. Sisäpuolella pintarakenteina on hirsipintaa sekä tapetoituja seiniä. Tapetti on asennettu hirren päälle kiinnitettyyn pinnokpahviin. Puretuissa kohdissa löytyi muutamia päällekkäisiä tapettikerroksia. Lattiamateriaalina talossa on lankkulattia. Tarkempia alapohjarakenteita ei tutkittu, koska rakenteita ei päästy vielä avaamaan.

3.2 Uudisrakennus

Uudisrakennuksen suunnittelu aloitettiin tilaajalta saatujen luonnosten pohjalta. Luonnoksissa oli suunniteltu alustavasti rakennuksen tilojen sijoittelua ja sen ulkonäköä. Rakennuksen pohjaratkaisu muuttui hieman tilaajan alun perin suunnittelemaasta. Alla on uudisrakennuksen lopulliset pohjapiirustukset. Vanha pohjaratkaisu on esitetty luvussa 2.1. Tilaratkaisuihin tehtyjä muutoksia käydään tarkemmin läpi luvussa 2.2. Alla olevassa kuvassa (kuva 7) on uudisrakennuksen ensimmäisen kerroksen pohjaratkaisu. Kuvista 7 ja 8 selviää uusi portaiden paikka sekä toinen järven puolelle rakennettava laajennus, jotka olivat suurimpia muutoksia. Kuvissa pohjoinen on rakennuksen oikealla puolella.



Kuva 7. Uudisrakennuksen ensimmäisen kerroksen lopullinen pohjaratkaisu



Kuva 8. Uudisrakennuksen toisen kerroksen lopullinen pohjaratkaisu

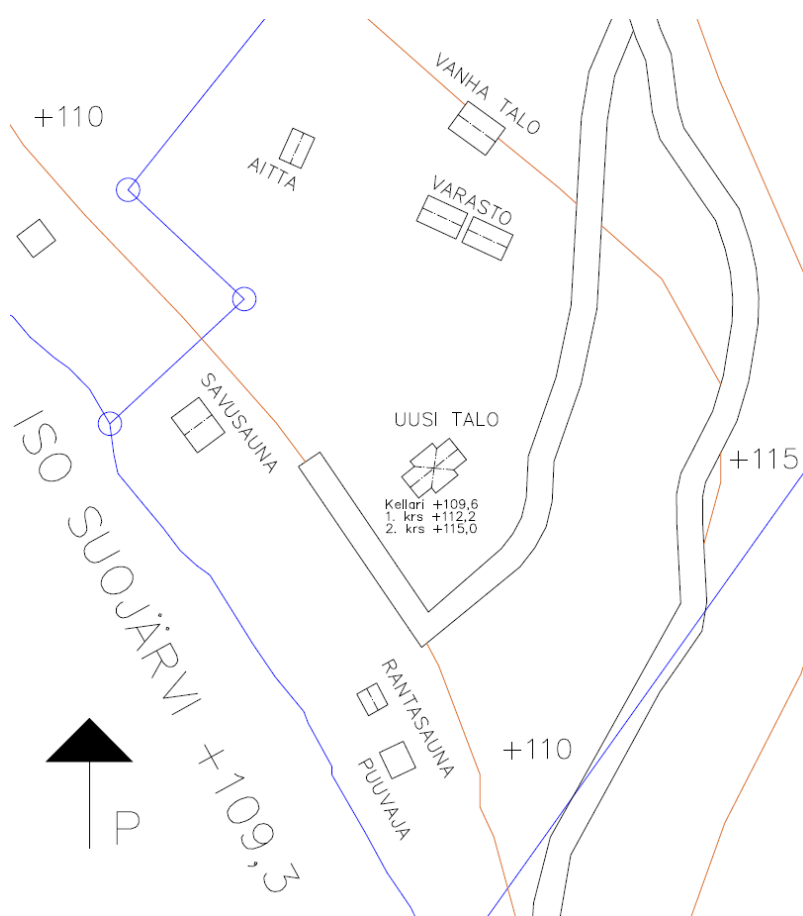
Uudisrakennuksen tilat sijaitsevat kolmessa kerroksessa. Huonetiloja on maanalaisessa kellarikerroksessa sekä kahdessa maanpäällisessä kerroksessa. Kellarikerroksessa sijaitsee lähinnä varasto- ja harrastetiloja. Ensimmäisessä kerroksessa on tupakeittiö, pesutilat, kodinhoituhuone ja oleskelutiloja. Rakennuksen toinen kerros toteutettiin kehäristikkorakenteisena käyttöullakotilana. Toisessa kerroksessa on oleskelu- ja makuutiloja sekä parveke. Huonealaa uuteen rakennukseen tuli muutosten jälkeen 200 m²:ä. Uudisrakennuksen lopulliset pohjapiirustukset, leikkauspiirustukset sekä luonnokset rakennuksen ulkonäöstä ovat liitteenä opinnäytetyön lopussa. (LIITTEET 1 - 3.)

Tilaa halusi rakennuksen kattomalliksi mansardikaton. Katemateriaaliksi opinnäytetyössä suunnittelussa rakennuksessa valikoitui sama materiaali kuin vanhassa rakennuksessa eli bitumihuopakermi. Rakennuksen harjat kulkevat erisuuntaisesti vanhassa osassa ja laajennuksissa. Tästä syystä rakennuksen keskelle tulee poikkiharja, jonka rakenneteknistä toteutusta on käsitelty opinnäytetyössä myöhemmin (luku 4.5). Myös uudisrakennuksen lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmiä käsitellään myöhemmin opinnäytetyössä (luku 6.2).

3.3 Rakennuksen sijainti tontilla

Purettava vanha hirsirakennus sijaitsee Kuopion Vehmersalmella, osoitteessa Kangasjärventie 48. Opinnäytetyössä suunniteltu uudisrakennus tulee sijaitsemaan samalla tontilla. Tontin koko on 3,3 hehtaaria. Tontin numero on 48 ja kiinteistötunnus 297-428-19-30.

Alla olevassa kuvassa on esitetty tontilla jo olemassa olevat rakennukset sekä uudisrakennuksen sijainti tontilla. Kuva on laadittu hyödyntämällä paikkatietoikkuna.fi sivustolta saatua karttapohjaa, jossa näkyvät kiinteistötunnukset- ja jaotus sekä taustakarttasarja (Paikkatietoikkuna.fi). Sivustolta saatavat tiedot ovat maanmittauslaitoksen tarjoamia. Kuva skaalattiin AutoCAD-ohjelmaan pohjaksi oikeaan mittakaavaan ja alla esitetty kuva (kuva 9) piirrettiin sen päälle.



Kuva 9. Vanhojen rakennusten ja uudisrakennuksen sijoittuminen tontilla

Tontilla vanhan rakennuksen lisäksi olevia rakennuksia ovat varastot, aitta, rantasauna, puuvaja sekä tällä hetkellä rakenteilla oleva hirsirakenteinen savusauna. Uudisrakennus tulee sijaitsemaan hieman alempana tontilla, lähempänä järveä. Kuten kuvasta yhdeksän näkyy, tontin maanpinta laskee järvelle päin. Järvinäkymä oli yksi suurimmista uudisrakennuksen sijoittamiseen vaikuttaneista tekijöistä. Lisäksi tontin maaston muodot vaikuttivat rakennuspaikkaan. Tontilla on uuden rakennuksen kohdalla mäki, jota ei olemassa olevien karttojen korkeuskäyristä huomaa. Rakennuksen perustamista varten tehtävät kaivutyöt ovat näin helpommin ja vähemmällä työllä toteutettavissa. Käytännön syiden lisäksi rakennukselle valittu paikka sopii tontin hyvin tontin yleisilmeeseen. Kuva koko tontista löytyy liitteenä lopusta (LIITE 4).

4 RAKENNETEKNISET RATKAISUT

4.1 Paloturvallisuus

Opinnäytetyössä suunnitellussa rakennuksessa paloturvallisuuden osalta oli otettava erityisesti huomioon ensimmäisessä kerroksessa olevan tulisijan erottaminen puisista rakenteista. Rakennerratkaisut oli suunniteltava nykyisten palomääräysten määräysten mukaisesti. Lisäksi oli otettava huomioon hormin läpiviennit väli- ja yläpohjasta. Paloturvallisuuden lisäksi läpiviennit oli suunniteltava niin, että hirsirunko pääsee painumaan vapaasti. Läpivienneissä oli huomioita myös niiden riittävä tiiveys. Detaljipiirustukset hormin läpiviennistä väli- ja yläpohjan läpi ovat liitteenä (LIITE 9).

Paloluokka riippuu rakennuksen koosta, käyttötavasta ja henkilömäärästä. Rakennuksen paloluokan määrittämisessä käytettiin apuna RT-kortistoa. Suunniteltu rakennus sijoittuu paloluokkaan P3. (RT 08-11139 Rakennusten paloluokat ja paloluokan määrittäminen. RT 08-11139, 1 - 4.)

P3-luokan rakennuksia on rajoitettu kooltaan, käyttötavaltaan ja henkilömäärältään. Asuinkäytössä olevan P3-luokan rakennuksen enimmäiskerrosala on 2-kerroksisena 1 600 m²:ä, joka alittuu suunniteltavassa rakennuksessa. Kantaville rakenteille ei yleensä ole asetettu palonkestovaatimuksia, koska henkilöt pääsevät tavallisesti poistumaan helposti ja nopeasti rakennuksesta. P3-luokan rakennuksissa varsinaisia kerroksia saa olla enintään kaksi, joiden lisäksi rakennuksessa saa olla kellarikerroksia ja ullakko. (RT 08-11139 Rakennusten paloluokat ja paloluokan määrittäminen. RT 08-11139, 1 - 4.)

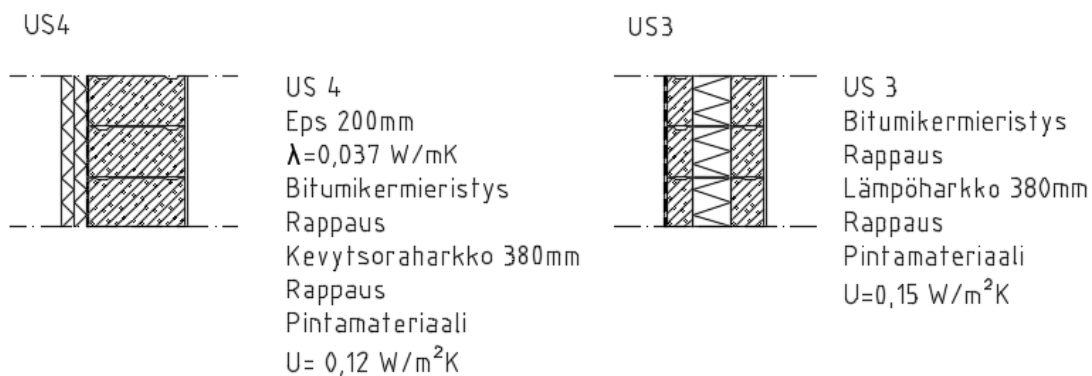
4.2 Kellarikerroksen rakenteet

Tontin mäkisestä järvelle päin laskeutuvasta muodosta johtuen kellarikerros sijaitsee suurimmaksi osaksi maan alla. Tämän vuoksi kellarikerros päätettiin toteuttaa kivirakenteisena. Tontin maanpinta laskee järvelle päin, joten järvenpuoleisella sivulla kellarikerroksen seinää on enemmän maanpinnan yläpuolella. Tilaajan toiveena oli, että kellarikerros rakennettaisiin muurattavista harkoista helpomman toteutuksen vuoksi. Näin ollen betonista paikallavalettuja seiniä ei otettu vertailuun kellarin seinärakennetta mietittäessä. Vaihtoehtoina muurattaviksi harkoiksi olivat kevytsoraharkot ja betoniset valuharkot.

Kellarikerroksen mitoitus on vanhan osan kohdalla sidottu hirsirungon mittoihin. Käytettäväksi materiaaliksi valikoituivat kevytsoraharkot niiden helpomman työstettävyyden vuoksi. Harkot ovat helppoja työstää ja katkaista, joten rakennusten suunnittelu onnistuu ilman moduulimitoituksen rajoituksia. Puolen kiven limitystä ei myöskään ole pakollista käyttää. Rakenteellisista syistä päällekkäisten harkkokerrosten limityksen tulee olla vähintään 100 mm:ä (Leca-harkkorakenteet, 5).

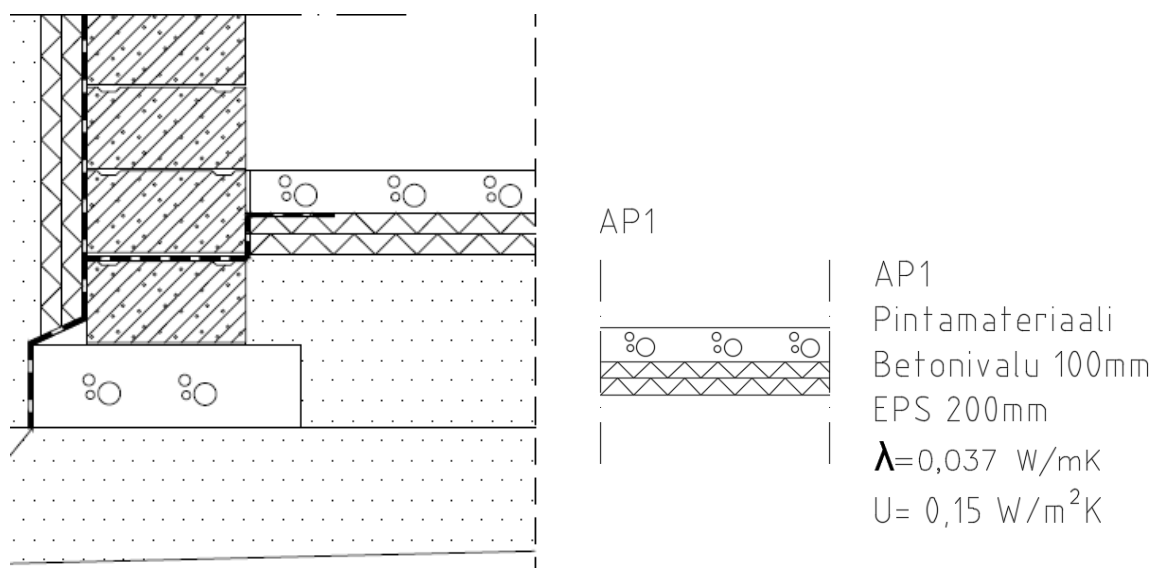
Kellarin seinässä päätettiin käyttää RUH-380 kevytsoraharkkoa ja ylimmissä harkkokerroissa on käytetty LTH-380 kevytsoraeristeharkkoa. Aukkojen ylitykset toteutaan Leca-työ- ja suunnitteluohjeen mukaisilla palkkiharkkoratkaisuilla. Seinän raudoituksissa noudatetaan myös valmistajan tarjoamaa ohjetta. (Leca-harkkorakenteet, 5 - 9). Seinät on vedeneristetty bitumikermillä ja lämmöneristetty

200 mm:n vahvuisella EPS-eristellä. Bitumikerminä käytetään TL2-luokan kermiä ja tartunnan varmistamiseksi tulee tartuntakäsitellä bitumiliuksella K-80 (Katepal.fi). Kellarin seinän vierus täytetään routimattomalla karkealla soralla, joka läpäisee hyvin vettä. U-arvoksi tällä rakenteella saatiin maan alla sijaitsevilla seinillä $0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$. RUH-380 eristeharkolla toteutetulla seinäosalla U-arvo on $0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Leca-harkkorakenteet, 5). Alla on esitetty opinnäytetyössä suunnitellun kellarin seinien rakennetyypit (kuva 10).



Kuva 10. Kellarin seinien rakennetyypit

Alapohjana rakennuksessa on paikallavalettu 100 mm:n vahvuinen betonilaatta. Alapohjan eristeenä on 200 mm:ä EPS-levy, jonka alla on 300 mm:n kapillaarisorakerros. Betonilaatan ja seinän välinen liittymä on tiivistetty bitumihuopakaistalla mahdollisen radonin nousun estämiseksi. Alla on esitetty alapohjan rakennetyyppi ja liitosdetalji (kuva 11). Rakenteiden mitoittamista on käsitelty tarkemmin myöhemmin luvussa 4.6.1.



Kuva 11. Alapohjan liitosdetalji ja rakennetyyppi

Ensimmäisen kerroksen välipohja on toteutettu 140 mm:n vahvuisena liittolaattarakenteena. Liittolaattarakenne helpottaa asennusta, koska erillisiä muotteja välipohjan valua varten ei tarvitse rakentaa. Kellarin käyttötarkoitus on myös sellainen, että liittolaattaan teräslevy sopii samalla kellarin sisä-

kattomateriaaliksi. Liittolaatta asennetaan kellarin seinän ylimpänä harkkokerroksena olevan palkkiharkon päälle. Liittolaatta on vanhassa osassa ja järvenpuoleisessa laajennuksessa asennettu 60 mm:n korotusvalun päälle. Julkisivun puoleisessa laajennuksessa se on asennettu suoraan palkkiharkon päälle, jotta märkätilojen kallistusvaluille saatiin tilaa. Kellarikerrokseen suunnitellut rakennetyypit ja liitosten detaljipiirustukset ovat liitteenä opinnäytetyön lopussa (LIITTEET 5 - 6).

4.3 Ensimmäisen kerroksen rakenteet vanhassa osassa

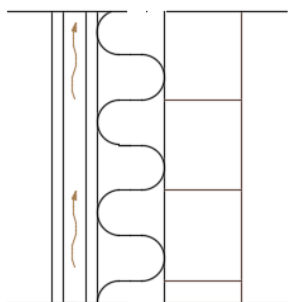
Uudisrakennuksen vanhalla osalla tarkoitetaan opinnäytetyössä sitä osaa, jossa vanhaa hirsirunkoa hyödynnetään. Vanhan osan rakenteiden toteuttamiseen oli opinnäytetyössä kaksi vaihtoehtoa. Ensimmäinen vaihtoehto oli se että, toisen kerroksen rakenteet kannatettaisiin vanhan hirsirungon päältä. Toisena vaihtoehtona oli se, että yläpuoliset rakenteet kannatettaisiin hirsirungon ulkopuolelle rakennettavan erillisen puurungon avulla.

Päädyin ensimmäiseen vaihtoehtoon, jossa hirsirunko toimii kantavana rakenneosana. Valitsin vaihtoehdon, koska hirsirunko oli paikalla tehtyjen havaintojen mukaan hyvässä kunnossa. Hirsirunko on 170 mm:n vahvuista, joten sillä on myös hyvä kantavuus. Hirsirungon ulkopuolelle päätettiin rakentaa tämän lisäksi ulkopuolinen puurunko lisäeristämisen toteuttamista varten. Rungon ja lisäeristeen paksuudeksi valittiin 150 mm:ä. Lisäeristeen kanssa seinän U-arvoksi saatiin 0,18 W/m²K.

Hirsitalon suunnittelu kirjan mukaan kosteusteknisiä ongelmia ei yleensä synny, kun hirsiseinässä käytetään ulkopuolista lämmöneristettä. Opinnäytetyössä suunnitellussa rakennuksessa hirsi on rakenteen lämpimällä eli kuivemmalla puolella. Tällaisessa rakenteessa on huolehdittava lämmöneristeen ja ulkoverhouksen väliin jätettävästä riittävästä ilmaraosta. Riittävän tuuletuksen mukana eristeeseen mahdollisesti kertynyt kosteus pääsee kuivumaan, eikä verhouksen läpi päässyt ulkopuolinen kosteus pääse lämmöneristeeseen (Rakennustutkimus RTS Oy 2001, 32). Suunnitellussa rakennuksessa ilmaraon paksuus on 50 mm:ä, joka toteutetaan koolaamalla ristiin kaksi 25 mm:n vahvuista lautaa.

Käytettävien materiaalien on sovelluttava hirsirakennukseen, joten on suositeltavaa käyttää luonnonmateriaaleja tai niiden jalosteita, kuten puuta, puukuitulevyä, eristyspapereita ja sellukuitueristettä. Synteettisten aineiden, kuten muovikalvon ja muoviaineisten eristyslevyjen, kiviaineisten eristysmateriaalien ja saumausvaahdon käyttöä on vältettävä. (Museovirasto korjauskortisto, 7.) Hirsirakenne ei tarvitse höyrynsulkua eli sisäpuolista muovikalvoa, koska ilmankosteus siirtyy hitaasti hirsiseinän läpi esteettä molempiin suuntiin aiheuttamatta kosteuden tiivistymistä rakenteisiin. Tätä toimintaperiaatetta ei ole syytä muuttaa lisäeristystä tehdessä. Lisäksi käytettävissä maaleissa on, varsinkin sisäpinnassa huomioitava, että ne ovat diffuusiota läpäiseviä. Näistä syistä opinnäytetyössä suunniteltuun rakennuksen eristemateriaaliksi valikoitui puukuitueriste. Ensimmäisen kerroksen hirsirakenteisen osan seinän rakennetyypikuva (kuva 12) on esitetty alapuolella. Ensimmäisen kerroksen rakennetyypit ja liitosten detaljipiirustukset ovat liitteenä (LIITTEET 5 - 6).

US5



US5

Ulkovuoraus 23mm

Tuuletusväli 50mm

Huokoinen tuulensuojalevy 25mm

Puurunko + puukuitueriste 150mm

 $\lambda=0,039\text{W/mK}$

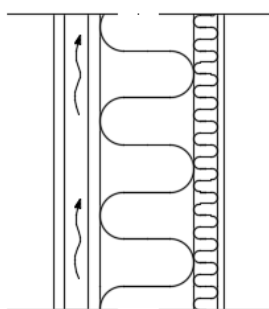
Hirsi 170mm

 $U=0,18\text{ W/m}^2\text{K}$

Kuva 12. Ensimmäisen kerroksen hirsirakenteisen osan seinän rakennetyyppi

4.4 Ensimmäisen kerroksen rakenteet laajennuksissa

Laajennuksissa kantavana rakenteena toimi 200 mm:n vahvuinen sahatavarasta tehty puurunko ja eristemateriaalina päätettiin käyttää puukuitueristettä samoin kuin hirsirakenteen lisäeristämässä. Laajennusten rakenteiden suunnittelussa hyödynnettiin puukuitueristevalmistaja Ekovillan rakenneopasta ja sen tarjoamia rakenneratkaisuja. Laajennuksen seinän ovat Ekovillan tarjoamien rakennetyyppien mukaisia. Samoin seinien u-arvoja suunniteltaessa on hyödynnetty Ekovillan rakenneopasta. (Ekovilla rakenneopas, 18.) Alapuolella on esitetty laajennuksen ulkoseinän rakennetyyppi (kuva 13).



US 2

Ulkovuoraus 23mm

Tuuletusväli, ristikoolaus 2x25mm

Huokoinen tuulensuojalevy 25mm

Puurunko + puukuitueriste 200mm

Koolaus + puukuitueriste 50mm

 $\lambda=0,039\text{W/mK}$

Ilmansulku

Kipsilevy 13mm

Pintamateriaali

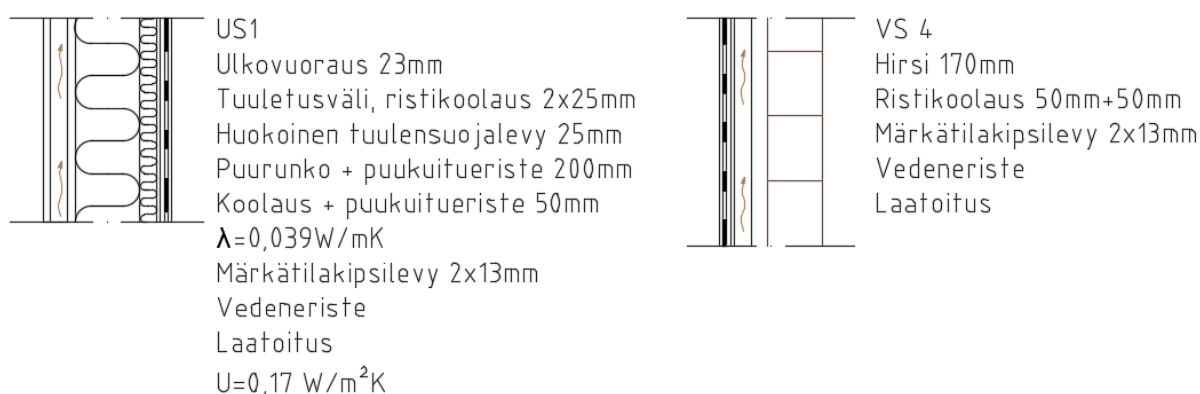
Kuva 13. Laajennuksen ulkoseinän rakennetyyppi

Märkätilojen kohdalla puurunkoisten osien toteuttamisessa käytettiin apuna Gyproc-pienrakentajan käsikirjaa. Sauna- ja pesutilojen ulko- ja väliseinät ovat puurakenteisia ja kipsilevyypintaisia (kuva

14). Saunan ja kylpyhuoneen välinen seinä on Kahi-väliseinäponttia. Puurakenteisissa seinissä päätettiin käyttää kaksinkertaista levytystä erikoiskovalla kipsilevyllä. Kaksinkertaiseen levytykseen päädyttiin, koska runkojako oli k600, jolloin ohjeessa suositeltiin kaksinkertaista levytystä käytettäessä GEK 13 erikoiskovaa kipsilevyä. Levyjen asennuksessa noudatetaan Gyproc-pienrakentajan käsikirjan mukaisia asennusohjeita. (Gyproc-pienrakentajan käsikirja, 22.)

Märkätiloissa kipsilevyseinä käsitellään vedeneristeellä, joka on höyrytiivis pinta. Tästä syystä ulkoseinään ei asenneta erillistä höyrinsulkua. Kaksi höyrytiivistä pintaa lähekkäin samassa rakenteessa on rakennusfysiikan vastainen ratkaisu ja kosteustekninen riskirakenne (Gyproc-pienrakentajan käsikirja, 22 - 24). Edellä mainittujen seikkojen lisäksi oli huolehdittava riittävästä ilmanvaihdosta märkätiloissa. Ylimääräisen kosteuden tulisi poistua märkätiloista hallitusti ja kastuneiden pintojen tulisi kuivua nopeasti ja kattavasti. Kosteuden poistumisen varmistamiseksi märkätilakipsilevyjen ja seinäeristeen väliin jätettiin 50 mm:n tuuletusrako. Myös riittävästä korvausilman saannista märkätiloihin tulee huolehtia.

Julkisivun puoleisessa laajennuksessa ensimmäisen kerroksen välipohjana toimiva liittolaatta asennetaan suoraan kellarin seinien yläpäänä kerroksena olevan palkkiharkon päälle. Näin märkätilojen lattioiden kallistusvaluille saatiin tilaa 60 mm:ä. Pesutilojen seinät ja lattiat vedeneristetään käytettävän vedeneristeen valmistajan ohjeen ja Gyproc-pienrakentajan käsikirjan mukaisesti ja laatoitetaan. (Gyproc-pienrakentajan käsikirja.) Ensimmäisen kerroksen rakennetyypit ja liitosten detailjipiirustukset ovat liitteenä (LIITTEET 5 - 6). Kuvassa 14 on esitetty ensimmäisessä kerroksessa olevien puurakenteisten märkätilan seinien rakennetyypit.

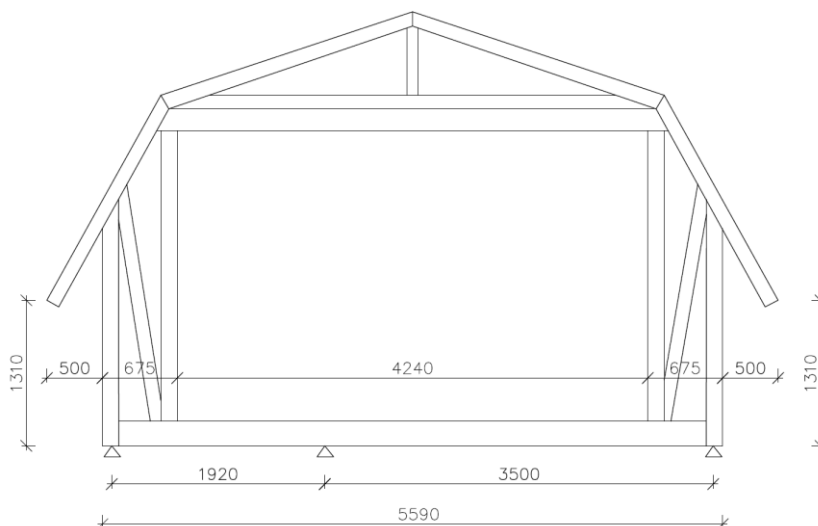


Kuva 14. Laajennuksen rakennetyypit märkätilojen kohdalla. Vasemmalla puolella on ulkoseinän rakennetyypit ja oikealla hirsiseinän ja märkätilan välinen rakennetyypit.

4.5 Toisen kerroksen rakenteet

Toisen kerroksen rakenteiden suunnittelun lähtökohtana oli katon muoto, jonka tilaaja halusi toteuttaa mansardi mallisena kattona. Toinen suunnitteluun vaikuttava tekijä oli tilaajan toive, että katto-rakenteet toteutettaisiin kehäristikoidella mahdollisuuksien mukaan. Mansardikehäristikoida käytettiin

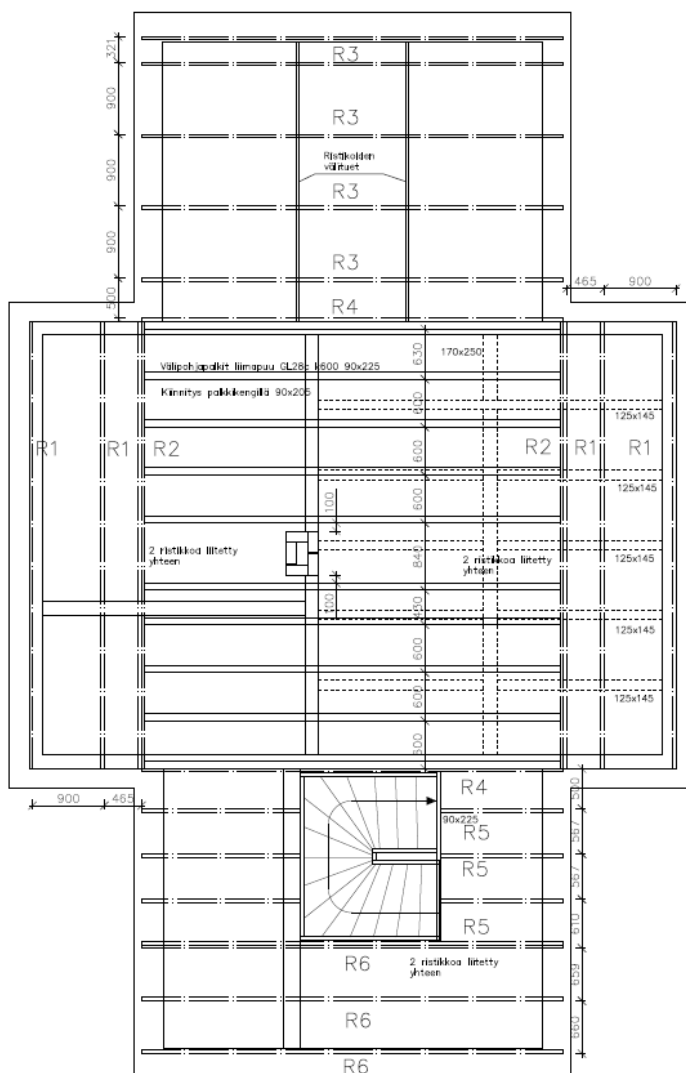
molemmissa laajennuksissa sekä vanhassa osassa laajennusten ulkopuolisella osalla. Opinnäytetyössä käytettiin Sepa Oy:n valmistamaa mansardikehäristikkomallia. Ristikoiden suunnittelun pyydettiin myös neuvoja kyseiseltä yritykseltä. Alla on esitetty Sepalta saadun mallipiirustuksen mukaan vanhan osan mitoilla piirretty mansardikehäristikko (kuva 15). Tarkemmat piirustukset ja laskelmat kehäristikkoista tilataan ristikkotoimittajalta.



Kuva 15. Vanhaan osaan tulevan mansardikehäristikön alustava piirros

Kehäristikön rakenteen vuoksi käyttöullakkotilan leveys on pienempi kuin alakerran, kuten kuvasta 15 voidaan huomata. Sisätilan ulkopuolinen tila on kylmää tilaa. Lämmöneristeet asennetaan yläpohjaan ja ristikon pystyosaan. Toisen kerroksen rakenteiden lämmöneristyksen suunnittelussa käytettiin apuna Ekovillan rakenneoppasta. Rakenneoppaassa esitetyt ratkaisut soveltuivat pienellä muokkauksella opinnäytetyössä suunniteltuun rakennukseen. Kyseistä oppaasta otettiin myös mallia ilmatiiveysratkaisuihin, joita rakennuksessa käytetään. Oppaassa on esitetty myös lämmöneristeiden asennuksessa ja asennusjärjestyksessä huomioitavia seikkoja. (Ekovilla rakenneopas, 11.) Yksi tärkeä huomioitava asia tiivistyksessä on painumavaran huomiointi tehtäessä liitoksia hirsirakenteisiin.

Kehäristiköiden välille joudutaan todennäköisesti lisäämään välipalkkeja, jotta välipohjan lattian värähtelyvaatimus täytyisi. Tarkemmat tiedot ja laskelmat tästä täytyy varmistaa ristikkotoimittajalta. Lisäksi yhteen liitettävien ristiköiden määrää kohdissa, joissa väli- ja yläpohjapalkisto tuetaan ristikoihin, täytyy varmistaa ristikkotoimittajalta. Opinnäytetyössä laskettiin ristikoille tulevat palkkien kannatuksesta aiheutuvat voimasuureet. Alla olevassa kuvassa (kuva 16) on esitetty ehdotus ristiköiden ja välipohjapalkiston toteuttamisesta.



Kuva 16. Kehäristikoiden ja välipohjapalkiston sijoitus

Ristikoiden välitukena käytettiin julkisivun puoleisessa laajennuksessa kantavaa seinää ja järven puoleisessa laajennuksessa ristikot tuettiin palkeilla. Palkit ripustettiin toisesta päästä 90x205 mm:n palkkikengillä hirsiseinään ja tuettiin toisesta päästä pilareiden varaan. Palkin ja pilareiden välissä käytettiin säädettäviä kierrejalkoja hirsirungon painuman huomioimiseksi. Vanhassa osassa välitukena käytettiin vasemmalla puolella kantava väliseinä ja oikealla puolella välitukena olivat hirsikehikon yläpohjan kantavana rakenteena olleet hirsipalkit. Vanha hirsipalkisto on kuvattu yläpuolella olevassa kuvassa katkoviivalla (kuva 16).

Poikkiharjan kohdalla kehäristikoiita ei ole mahdollista käyttää, joten kantavat rakenteet toteutettiin väli- ja yläpohjapalkiston avulla. Väli- ja yläpohjapalkit on tuettu päistään 90x205 mm:n palkkikengillä ristikkoihin ja välistä kantavien seinien päälle. Ensimmäisessä kerroksessa palkkien välitukena on käytetty hirsiseinää ja toisessa kerroksessa samassa kohdassa sijaitsevaa kantavaa väliseinää. Palkkien materiaalina oli liimapuu GL28c ja kokona 90x225 mm:ä. Välipohjassa palkkien jako oli k600 ja yläpohjassa k1200. Poikkiharjan kohdalla loput vesikattorakenteet rakennetaan kevytrakenteisena puurakenteena kantavan palkiston päältä. Rakenteista laaditut piirustukset ovat liitteenä (LIITE 7).

4.5.1 Lämpimän tilan päällä oleva parveke

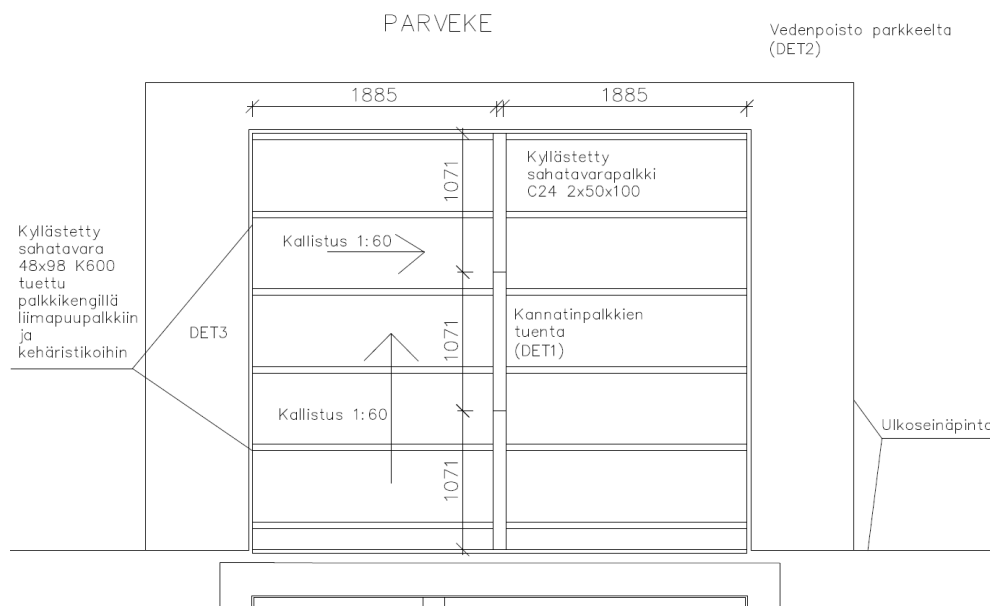
Opinnäytetyön edetessä suunnitelmat muuttuivat ja alun perin pilareiden varassa oleva toisen kerroksen parveke muuttui lämpimän tilan päällä olevaksi parvekkeeksi. Tämä johtui toisen laajennuksen lisäämisestä suunnitelmiin. Muutos toi mukanaan lisää työtä parvekkeen toteutuksen suunnitteluun. Haasteita rakenteiden suunnitteluun aiheutti yläpohjan lämmöneristeen vaatima tila sekä parvekkeen vedeneristys ja vedenpoisto.

U-arvovaatimusten täyttämiseksi yläpohjan eristepaksuutena käytettiin 450 mm:ä. Eristemateriaalina käytettiin puukuitueristettä ja rakenteessa käytettiin höyrynsulkumuovin sijasta ilmansulkua, kuten muissakin rakenteissa. Yläpohjalle saatiin u-arvoksi $0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$, joka on taulukko 3 olevan yläpohjien vertailuarvon mukainen.

Parvekkeen vedeneristys toteutettiin kaksinkertaisella bitumikermieristyksellä. Katepal pientalon parvekkeiden vedeneristysohjeen mukaan lattian alusrakenteen suositeltava minimikaltevuus lämpimän tilan päälle rakennettaville parvekkeille on 1:60. Käytettäessä tätä kaltevuutta parvekkeen vedeneristysluokkana oli VE80. VE80-vedeneristysluokassa käytetään kermiyhdistelmää K-MS + K-PS. Bitumikermi nostetaan terassin seinille vähintään 300 mm:ä. Vedeneristyksen saumat ja liittymät tulee tehdä erityisen huolellisesti, koska mahdolliset vuodot tulisivat suoraan asuintiloihin. Kriittisiä paikkoja ovat ylösnostot seinille, oven liitos sekä tippapellin ja läpivientien liitokset. Alapuolisen rakenteen tuuletukseen tulee myös kiinnittää erityistä huomiota. Puutteellinen tuuletus saattaa aiheuttaa veden kondensoitumista vedeneristeenä toimivan bitumikerman alapintaan. Tuuletustilan tulisi olla vähintään 100 mm:ä ja sen on syytä olla yhteydessä seinärakenteen tuuletusrakoon. Kun tuuletusraot ovat yhteydessä seinärakenteen tuuletusrakoon, ilma kiertää myös parvekkeen alapuolella. (Katepal pientalon parvekkeen vedeneristystykset 2007, 7.)

Vedenpoisto oli suunniteltava niin, ettei vesi seiso parvekkeella eikä missään olosuhteissa pääse rakenteisiin. Vaihtoehtoina vedenpoistolle olivat ulko- tai sisäpuolinen vedenpoisto. Opinnäytetyössä suunnitellussa rakennuksessa käytettiin sisäpuolista vedenpoistoa. Vesi johdettiin kattokaivon ja poistoputken avulla pois rakennuksen ulkopuolelle. Kaivo sijoitettiin parvekkeen oikeaan nurkkaan, jonne parveke on kallistettu. Käytettäessä sisäpuolista vedenpoistoa on myös varmistettava, ettei poistoputki pääse tukkeutumaan roskien tai jäätymisen takia. Poistoputki päätettiin varustaa suosituksen mukaan lämmityskaapelilla jäätymisen estämiseksi. (Katepal pientalon parvekkeen vedeneristystykset, 1.)

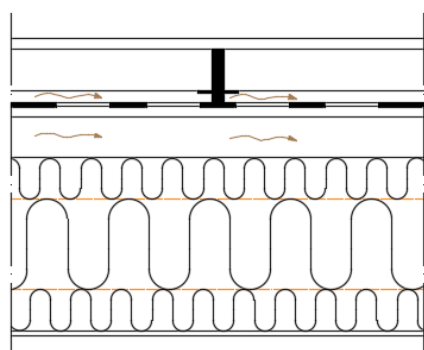
Parvekkeen pintarakenteet päätettiin toteuttaa bitumikermistä erilliseksi katon toiminnan varmistamiseksi ja bitumikerman suojaamisen vuoksi. Pintarakenteille tehtiin erillinen kantava palkisto kyllästetystä sahatavarasta, jonka päälle parvekelauditus rakennettiin. Näin bitumikermi ei ole fyysiselle rasitukselle alttiina. Palkiston ja bitumikerman väliin jätettiin vielä 30 mm:n tuuletusrako. Alla on esitetty piirustus (kuva 17) parvekkeen kantavasta palkistosta



Kuva 17. Parvekkeen pintarakenteiden kantava palkisto ja kattorakenteen kallistus

Palkiston keskimäinen kannatuspalkki tuettiin keskeltä bitumikermin läpi tuoduilla teräsosilla ja päistä seinistä. Yläpuolella olevassa kuvassa on merkitty tukien sijainti ja palkkien jako (kuva 17). Loput palkit kannatettiin keskimmäisestä tukipalkista palkkikengillä ja toisesta päästä seinästä. Keskipalkin vahvuutena käytettiin 2x50x100 mm:n sahatavaraa ja loput palkit olivat 50x100 mm:n vahvuisia. Alla olevassa kuvassa (kuva 18) on esitetty keskipalkin tuenta. Parvekkeen toteutuksesta laaditut detaljipiirustukset ovat liitteenä (LIITE 8).

Teräsosan läpivienti
bitumikermitistä



YP 2
 Terassilauta 28mm
 Kyllästetty sahatavara-palkki 100mm
 Tuuletusväli 30mm
 Bitumikermitieristys aluskermi K-MS
 pintakermi K-PS
 Ponttilaudoitus 25mm
 Tuuletusväli 100mm
 Koolaus + puukuitueriste 100mm
 Kehäristikko + puukuitueriste 222mm
 Koolaus + puukuitueriste 150mm
 $\lambda=0,039\text{W/mK}$
 Ilmansulku
 Kipsilevy 13mm
 $U=0,09\text{ W/m}^2\text{K}$

Kuva 18. Parvekkeen kannatuspalkin tuenta ja parvekkeen yläpohjan rakenteet

4.6 Rakenteiden mitoittaminen

Opinnäytetyössä oli tavoitteena suunnitella ehdotelma uudisrakennuksen kantavista rakenteista ja tähän sisältyi myös rakenteiden mitoittamista. Opinnäytetyön aiheena oli tutkia vanhan hirsirungon

hyödyntämistä osana uudisrakennusta, joten rakenteiden mitoittamisessa keskityttiin erityisesti puis-ten rakenteiden mitoittamiseen. Kellarikerrosten kivirakenteiden mitoittamiseen käytettiin valmistajien tarjoamia alustavaan mitoitukseen tarkoitettuja mitoitustaulukoita.

4.6.1 Kellarin rakenteiden mitoittaminen

Kellarin maanpainesienien ja välipohjan liittolaatan alustavaan mitoittamiseen käytettiin valmistajien tarjoamia mitoitustaulukoita. Kivirakenteiden mitoitus on opinnäytetyössä tehty vain alustavasti. Las-keimat löytyvät liitteenä (LIITE 10). Lopullinen kellarin rakenteiden mitoitus on tehtävä tarkemmin Eurokoodien laskentaohjeiden mukaisesti. Taulukossa 1 on esitetty Weckman steel Oy:n tarjoama, liittolaatan mitoituksessa käytetty taulukko (Weckman asennusohje liittolevy HC-45, 3).

Taulukko 1. Liittolaatan mitoitustaulukko (Weckman asennusohje liittolevy HC-45, 3)

HC-45 liittolaatan enimmäisjännemitat (L_{ca}/L_{cm} , rakenneluokassa 2), Taulukko 1.

Taulukossa 1:

L_{ca} = Sallitun taipuman perusteella laskettu enimmäisjännemitta (m)

L_{cm} = Kantokyvyn perusteella laskettu enimmäisjännemitta (m)

h = Valmiin betonilaatan paksuus (mm)

d = Tehollinen korkeus betonimenekin laskentaa varten (mm)

t = Liittolevyn nimellispaksuus (0,7 mm tai 0,9 mm)

K20 tai K30 = Betonin nimellislujuus (MN/m²)

Taulukko 1. Liittolaatan enimmäisjännemitat

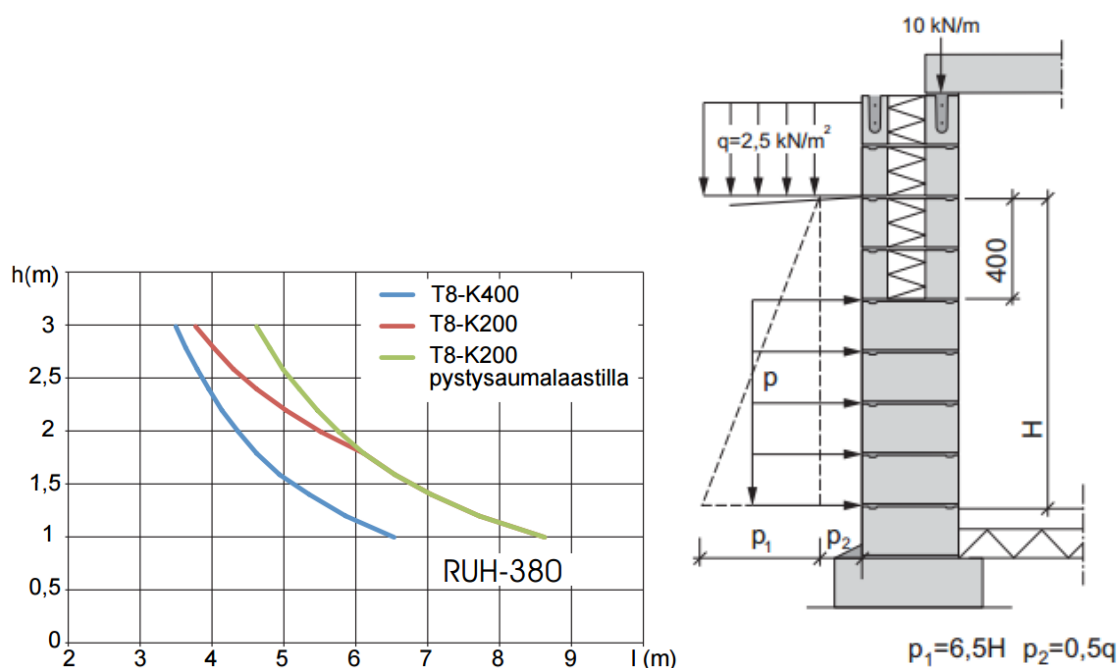
HC-45			Hyötykuorma q = 2,0 kN/m ²		Hyötykuorma q = 3,0 kN/m ²	
			K20	K30	K20	K30
h (mm)	d (mm)	t (mm)	L_{ca}/L_{cm}	L_{ca}/L_{cm}	L_{ca}/L_{cm}	L_{ca}/L_{cm}
120	100	0,7	3,9 / 5,4	4,3 / 5,5	3,7 / 4,8	4,0 / 5,0
		0,9	3,9 / 6,0	4,3 / 6,3	3,7 / 5,4	4,1 / 5,6
140	120	0,7	4,5 / 5,7	4,9 / 5,9	4,3 / 5,2	4,6 / 5,3
		0,9	4,5 / 6,5	4,9 / 6,6	4,3 / 5,8	4,7 / 6,0
160	140	0,7	5,1 / 6,0	5,5 / 6,1	4,8 / 5,4	5,2 / 5,5
		0,9	5,1 / 6,8	5,6 / 6,9	4,8 / 6,1	5,3 / 6,3
180	160	0,7	5,6 / 6,2	6,1 / 6,3	5,4 / 5,7	5,8 / 5,8
		0,9	5,7 / 7,0	6,2 / 7,2	5,4 / 6,4	5,9 / 6,6
200	180	0,7	6,2 / 6,4	6,6 / 6,5	5,9 / 5,9	6,3 / 6,0
		0,9	6,2 / 7,2	6,7 / 7,4	6,0 / 6,7	6,4 / 6,8
220	200	0,7	6,7 / 6,6	7,2 / 6,6	6,4 / 6,1	6,9 / 6,1
		0,9	6,7 / 7,4	7,3 / 7,7	6,5 / 6,9	7,0 / 7,0
240	220	0,7	7,2 / 6,7	7,7 / 6,8	6,9 / 6,2	7,4 / 6,3
		0,9	7,3 / 7,6	7,8 / 7,7	7,0 / 7,0	7,5 / 7,2

Pitkäaikaisen kuorman osuus 30 % ja betonin virumaluku on 3.

Sallittu taipuma on L/250, joka on useimmissa tapauksissa mitoittava.

Liittolaatan taulukkomitoituksessa käytettiin liittolaatan maksimijännevälinä 4,7 metriä. Liittolevyn paksuudeksi valittiin 9 mm:ä ja koko liittolaatan paksuudeksi 140 mm:ä. Käytettäessä liittolaatan betonin lujuutena K30, valittu laatta täyttää sallitun taipuman perusteella lasketun enimmäisjännemitan arvon myös hyötykuorman arvolla 3 kN/m². Ensimmäisessä kerroksessa olevan tulisijan kohdalla on mahdollista käyttää 160 mm:n vahvuista liittolaattaa, jolla on suurempi kantavuus.

Kellarin maanpaineseinien mitoitukseen käytettiin Leca-harkkorakenteiden suunnitteluohjeesta saatavia Eurocode 6:n mukaisia mitoitustaulukoita. Kellarin seinissä käytettiin vaakaraudoitusta, jolloin maanpaine siirtyy pystytukina toimiville poikittaisille väli- ja ulkoseinille. Raudoituksena käytettiin kahta halkaisijaltaan 8 mm:n paksuista harjaterästä jokaisessa tai joka toisessa saumassa. Korkeissa maanpaineseinissä tukiväliä voidaan pienentää käyttämällä laastia myös pystysaumoissa. Leca-perus- ja eristeharkkojen kapasiteetin ylittyessä on maanpaineseinissä mahdollista käyttää valueristeharkkoja. Niissä kantavana rakenteena toimii kaksi harkkorakenteen sisään valettavaa pystyraudoitettua betonipilaria. Valueristeharkkoja voidaan käyttää yhdessä samankokoisten harkkojen kanssa. (Leca-harkkorakenteet suunnitteluohje, 9.) Valueristeharkot ovat siis samankokoisia, kuten kevytsora- ja kevytsoraeristeharkot, joten opinnäytetyössä ehdotettujen rakenteiden muuttaminen valueristeharkoiksi on kevytsoraharkkojen kapasiteetin ylittyessä mahdollista. Harkkomallin muutoksen lisäksi kellarin seinän lämmöneristeeseen tulisi muutoksia. Käytettäessä valueristeharkkoja ei seinän ulkopuolelle tarvita erillistä lisälämmöneristettä. Valueristeharkkoseinän u-arvoksi tulisi $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$. (Leca-valueristeharkkorakenteet suunnitteluohje 2015, 4.) Vedeneristys toteutetaan myös valueristeharkkoseiniin bitumikermieristyksenä. Alla olevassa kuvassa (kuva 18) on esitetty seinien tuentatarpeen mitoitustaulukko ja mitoitustaulukossa käytetyt laskentaoletukset RUH-380 kevytsoraharkolle.

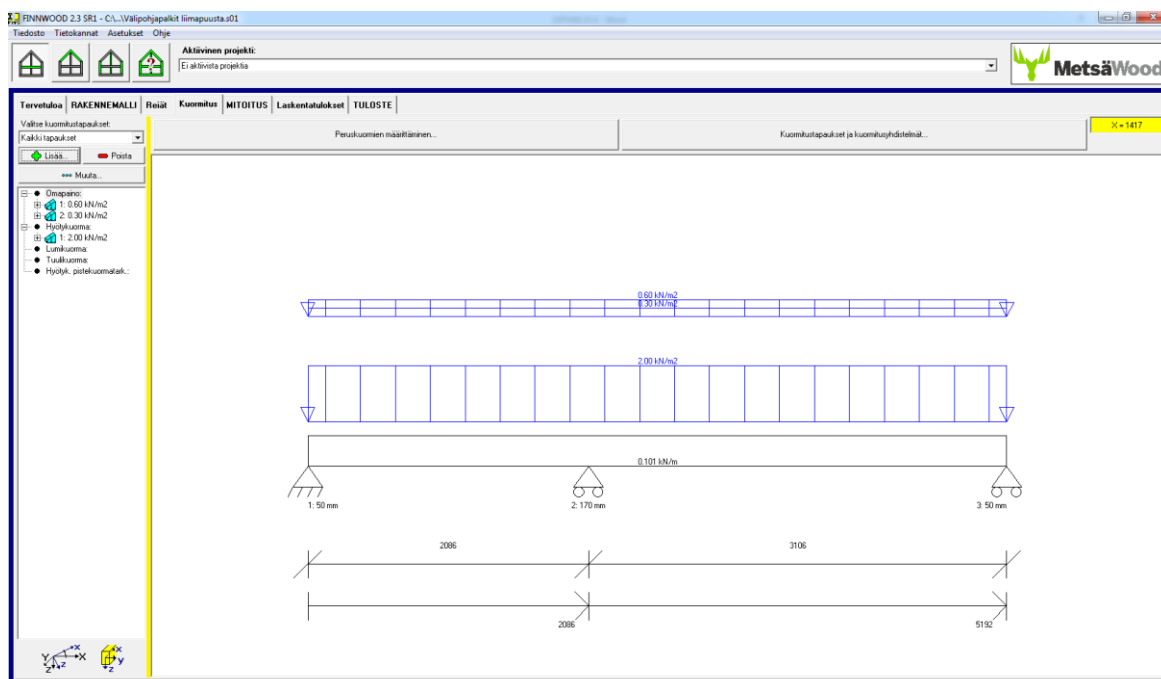


Kuva 18. RUH-380 seinien tuentatarpeen mitoitustaulukko ja kuormitus (Leca-harkkorakenteet suunnitteluohje, 9).

Taulukossa pystysuunnassa kuvataan h -arvoa, joka on maanpinnan etäisyys rakennuksen lattiapinnasta. Tämä arvo oli mitoituksessa 2,2 m:ä. Taulukossa vaakasuunnassa kuvataan l -arvoa, joka on maanpaineseinän suurin tukiväli tuen keskeltä keskelle. Taulukkomitoituksen perusteella seinän raudoituksena käytetään 8 mm:n paksuista harjaterästä jokaisessa harkkosaumassa. Lisäksi harkkojen muurauksessa on käytettävä laastia myös pystysaumoissa.

4.6.2 Puurakenteiden mitoittaminen

Opinnäytetyössä mitoitettuja puisia rakenteita olivat poikkiharjan kohdalla olevat väli- ja yläpohjapalkit sekä terassin palkistot. Lisäksi opinnäytetyössä mitoitettiin väli- ja yläpohjapalkkien tuennasta aiheutuvat kehäristikoita rasittavat voimat. Porraskoukon kohdalla olevien ristikoiden katkaistun alapaarten tukipalkin mitoitus jätettiin pois opinnäytetyöstä. Mitoitukseen olisi tarvittu palkkiin vaikuttavat vaakasuuntaiset voimat ristikkotoimittajalta. Väli- ja yläpohjapalkit mitoitettiin kaksiaukkoisena palkkina. Tämä tarkoittaa sitä, että palkissa on välituki. Uudisrakennusten puisten rakenteiden mitoittamiseen käytettiin MetsäWood:n tarjoamaa Finnwood 2.3 SR1 ohjelmaa ja tekemiäni Excel-pohjaisia mitoituslaskentataulukoita. Alla olevassa kuvassa (kuva 19) on esitelty laskentaohjelman käyttöä.



Kuva 19. Väli-pohjapalkin mitoitus Finnwood ohjelmalla.

Kehäristikoita rasittavat voimat laskettiin käsin Excel-pohjaisella taulukolla sekä Finnwood-mitoitusohjelmalla. Laskin voimat molemmilla tavoin varmistaakseni, että Finnwood-ohjelman tulokset ovat oikeaa suuruusluokkaa. Laskennan tulokset on esitetty taulukossa 2. Tulokset poikkeavat hieman toisistaan, sillä käsilaskennassa käytettiin vain yhtä kuormitusyhdistelmää. Kuormitusyhdistelmänä käsilaskennassa oli $1,15 \cdot \text{omapaino} + 1,5 \cdot \text{hyötykuorma}$. Ohjelmalla tehtyjen laskujen mukaan suurimmat rasitukset ristikoille tulivat kuormitusyhdistelmästä, jossa huomioitiin rakenteen omapaino ja täysi hyötykuorma toisella puolella kaksiaukkoista palkkia.

Taulukko 2. Väli-pohjapalkin maksimimomentti ja tukireaktiot

Mitoitus	Tuki 1 (kN)	Tuki 2 (kN)	Tuki 3 (kN)	Maksimimomentti (kNm)
Käsinlasku	2,08	11,74	4,38	3,295
Finnwood 2.3 SR1	2,95	11,74	4,56	3,295

Väli- ja yläpohjapalkeissa käytettiin GL28 lujuusluokan liimapuupalkkeja joiden koko oli 90x225 mm:ä. Väli- ja yläpohjapalkkien sijoitettiin 600 mm:n välein ja yläpohjapalkit 1200 mm:n välein. Liimapuuhun päädyttiin, koska palkeista saatiin samankorkuisia, kuin kehäristikoiden alapaarteissa käytetty puutavara. Lisäksi värähtelyvaatimukset täyttyivät helpommin k600 jaolla liimapuisilla palkeilla. Laskelmat löytyvät liitteenä (LIITTEET 11 - 14).

5 HIRSIRAKENTAMINEN

5.1 Hirsirakentaminen Suomessa

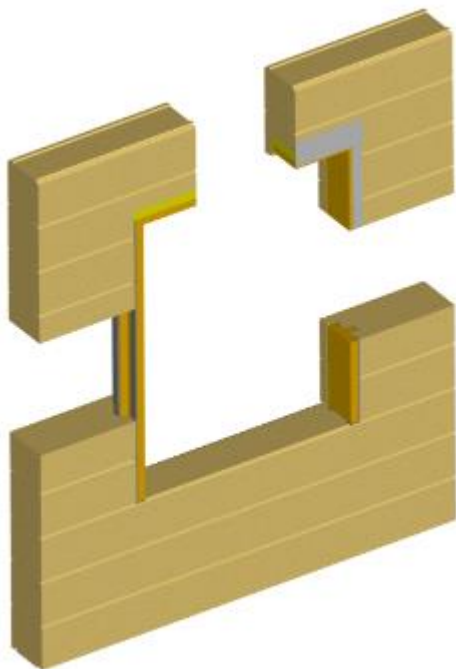
Hirsi oli tärkeä materiaali suomalaisessa pientalorakentamisessa aina 1950-luvulle saakka. Siihen asti hirttä käytettiin runsaasti koska puuta oli helposti saatavilla. Hirren käyttö väheni sotavuosien jälkeen, koska tarvittiin nopeampia rakennusmenetelmiä. Tämän myötä puiset rankarakenteet yleistyivät. (Hirsirakentamisen perusteet, 9.)

Suomalaisessa lomarakentamisessa hirsi on ollut kautta aikojen valtamateriaali ja on sitä edelleenkin, noin 70 prosenttia uusista loma-asunnoista on hirsirakenteisia. Teollinen hirrenvalmistus yleistyi Suomessa 1950-luvulla. Hirsitalo kehittyi tuotteena voimakkaasti 1980- ja 1990- luvulla, jolloin haettiin ratkaisuja tiiveyteen, lämmöneristykseen ja kutistumiseen liittyviin ongelmiin. (Rakennustutkimus RTS Oy 2001, 6.) Tämä suomalaisen hirsitalon kehitys jatkuu edelleen ja hirrestä rakennetaan nykypäivänä yhä enemmän. Viimevuosina hirrestä on valmistettu yhä enemmän ympärivuotiseen käyttöön rakennettuja omakotitaloja sekä suuria päiväkoteja, kouluja ja hotelleja. (Hirsirakentamisen perusteet, 9.)

5.2 Hirsirakenteen painuman huomioiminen

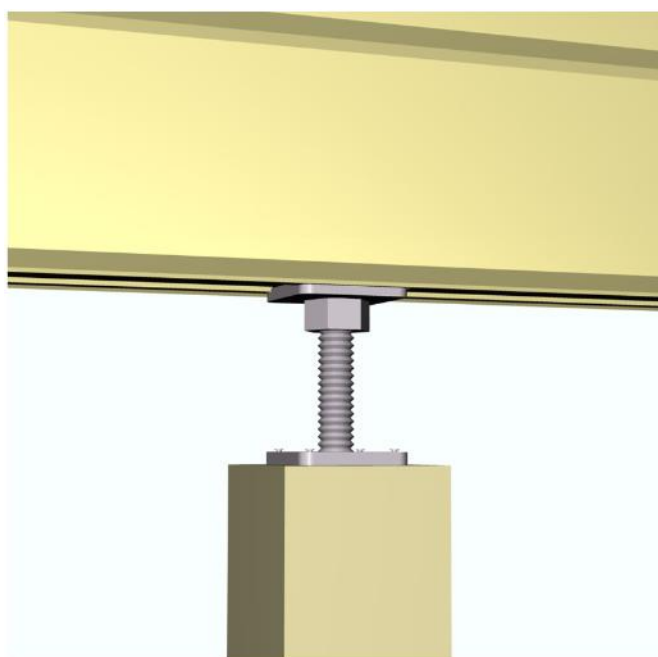
Hirsirakennuksille on ominaista hirsiseinien painuminen. Hirsiseinissä painuminen johtuu hirren kutistumisesta sen kuivuessa. Painumista aiheuttaa myös seinään kohdistuva kuormitus, jolloin hirsiseinä tiivistyy. Hyvä kuivatus, hirsien huolellinen työstäminen ja tarkka asennus pienentävät hirsiseinän painuman noin 10 mm:ä seinän korkeusmetriä kohden. Hirsirakennuksen sisällä sijaitsevat hirsiset väliseinät painuvat enemmän, koska niiden kosteuspitoisuus asettuu kuivuessa alemmas kuin ulkoseinien. Tämä on otettava huomioon suunnittelussa, jos väliseinien päältä tuetaan kantavia ylä- tai välipohjarakenteita. (Hirsirakentamisen perusteet, 17.) Opinnäytetyössä suunnitellussa rakennuksessa käytettävät hirret ovat olleet pitkään käytössä, joten painuma aiheutuu lähinnä rakenteiden uusien saumojen tiivistymisestä.

Rakenteiden painuma on hirren ominaisuus ja se kuuluu luonnollisena osana hirsirakentamiseen. Siitä ei ole haittaa, kunhan se otetaan huomioon suunnittelussa. Painumattomat rakenteet, kuten ikkunat, ovet, pystykoolaukset ja muuratut rakenteet on liitettävä hirsiseinään siten, että ne mahdollistavat seinän normaalin painumisen. (Rakennustutkimus RTS Oy 2001, 14.) Alla olevassa kuvassa (kuva 20) on esitetty hirsirakenteissa käytetty ikkunan liitos. Samaa periaatetta sovelletaan ovien liitoksissa. Liitoksia tehtäessä on huolehdittava painuman lisäksi liitoksen riittävästä tiiveydestä, kuten asuinrakentamisessa yleensäkin.



Kuva 20. Painuman salliva ikkunan liitos hirsirakenteessa (Puuinfo.fi b)

Hormien läpiviennissä sekä vesikatossa on huomioitava, että riittävät suojaetäisyydet hormiin pysyvät painumisen jälkeenkin ja että rakenteet pääsevät painumaan esteettä. Tuettaessa hirsirakenteita painumattomiin tai eritavalla painuviin rakenteisiin, on liitos tehtävä siten, että painumaa voidaan myöhemmin tasoittaa. (Rakennustutkimus RTS Oy 2001, 14.) Alla on esitetty hirsirakenteen ja painumattoman rakenteen välinen liitos (kuva 21), jossa on käytetty säädettävää kierrejalkaa. Kierrejalkaa saadaan säädettyä tarpeen vaatiessa hirsirakenteen liikkeiden mukaan.

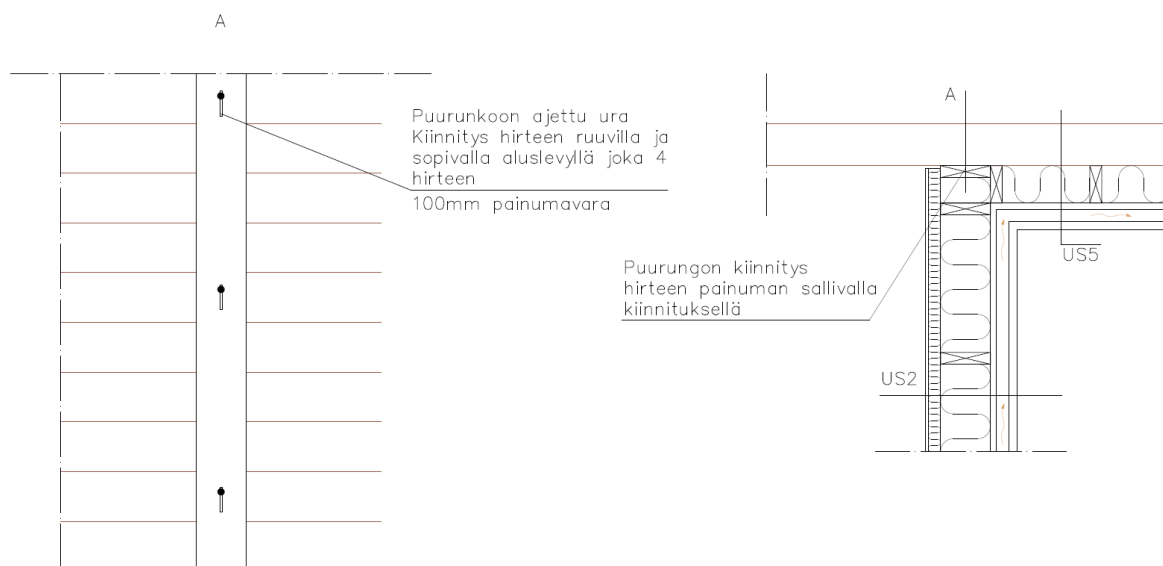


Kuva 21. Hirsipalkin ja pilarin liitos (Puuinfo.fi b)

Yllä esitettyä liitosperiaatetta (kuva 21) käytettiin opinnäytetyössä suunnitellussa rakennuksessa hirsirakenteiden ja painumattomien rakenteiden liitoksissa. Säästövaran huomioiminen on tärkeää rakenteiden vaurioiden välttämiseksi.

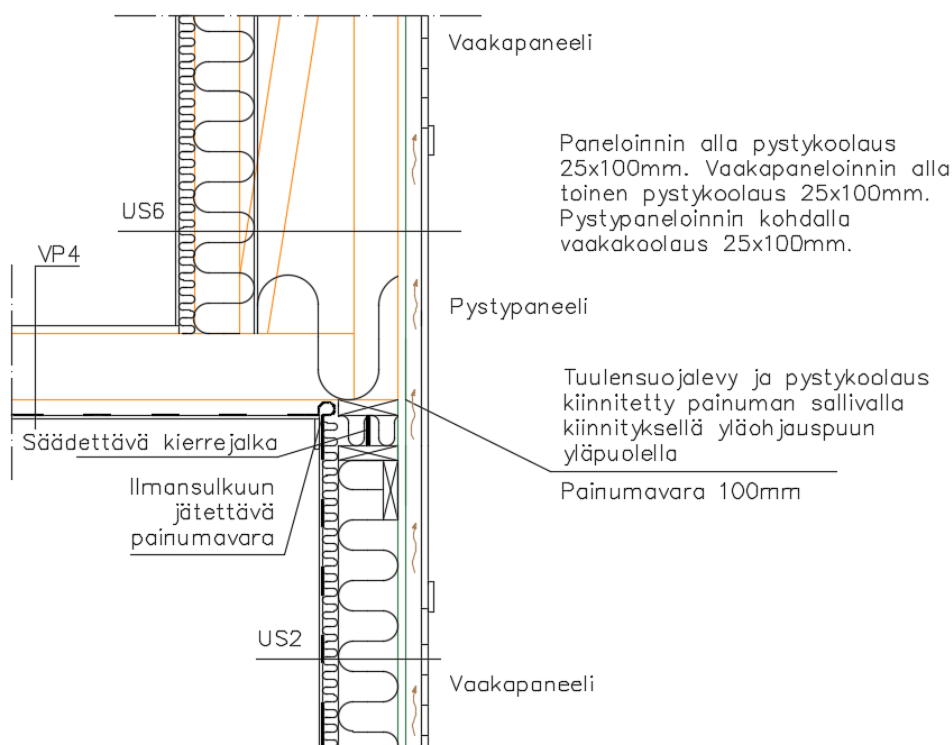
Uudisrakennukseen tulevien puurunkoisten laajennusosien painuma on todennäköisesti pienempää kuin vanhan hirsirunkoisen osan. Painuma oli otettava huomioon suunnittelussa, koska toisen kerroksen tiloja on sekä vanhassa osassa että laajennuksissa. Lisäksi vesikattorakenteet ovat yhtenäisiä, joten erisuuruiset painumat aiheuttavat ongelmia mahdollisia ja vaurioita vesikattorakenteisiin.

Puurungot kiinnitettiin hirsirunkoon painuman sallivalla liuku kiinnityksellä. Kiinnitys toteutettiin niin, että hirsiseinää vasten olevaan runkotolppaan ajettiin ura, josta runkotolppa kiinnitettiin hirteen ruuvaamalla sopivan aluslevyn kanssa (kuva 22). Näin hirsirungon painuma pääsee tapahtumaan laajennusten ja hirsirungon kiinnityskohdissa.



Kuva 22. Vanhan osan ja laajennusosan liitos

Katto- ja yläpohjarakenteissa painuma päätettiin huomioida rakentamalla laajennukset niin, että laajennuksen rakenteisiin jätettiin hirsirungon liikkeitä huomioiva painumavara. Painumavara toteutettiin asentamalla laajennusten puurungon yläohjauspuun päälle kierrejalat, joiden päälle asennettiin toinen yläohjauspuu. Toisen kerroksen kehäristikot asennettiin ylemmän yläohjauspuun päälle. Kierrejalat pystytään säätämään hirsirungon liikkeiden mukaan, jolloin yläkerran rakenteet pysyvät samassa tasossa, eikä vesikattorakenteille aiheudu vaurioita. Rakenteiden säätö tapahtuu rakennusaihana sisäpuolelta ja sisäpuolisten rakenteiden asentamisen jälkeen säätö järjestetään ulkopuolelta. Suunnittelussa varauduttiin hirsirakenteen 100 mm:ä suurempaan painumaan. Alla olevassa kuvassa (kuva 23) on esitetty ensimmäisen ja toisen kerroksen painuman salliva liitos.



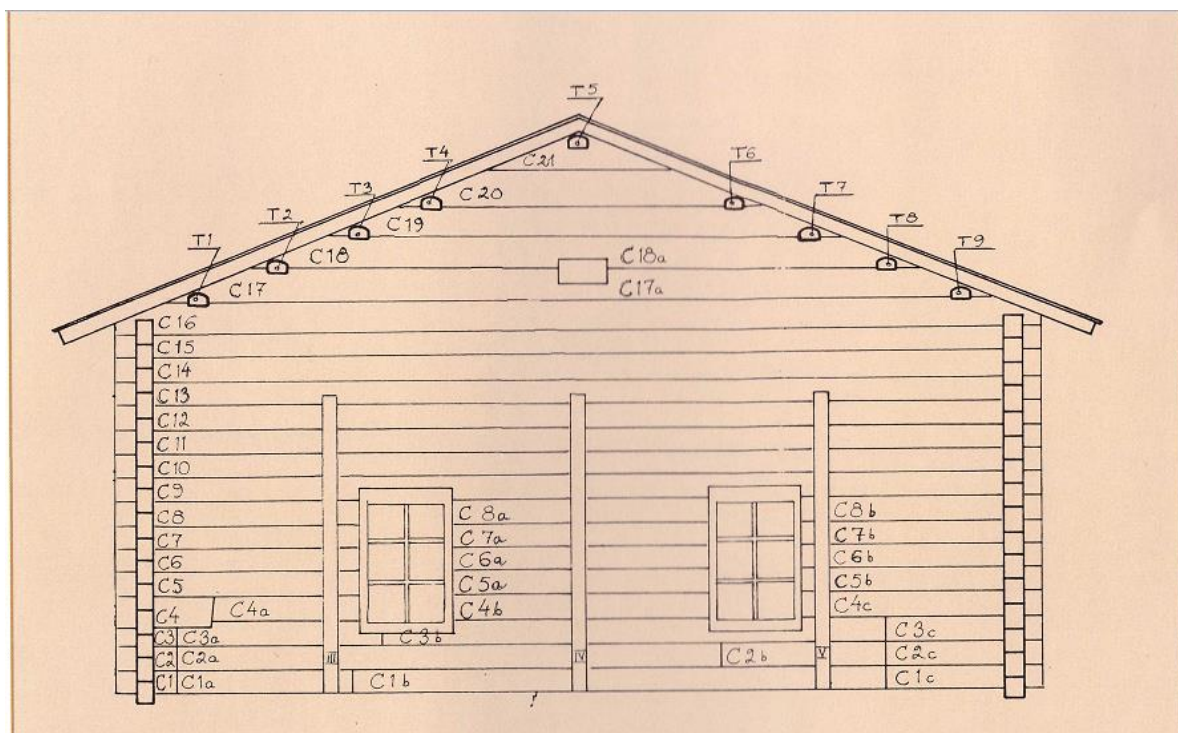
Kuva 23. Ensimmäisen ja toisen kerroksen liitos

5.3 Hirsirakennusten siirto

Hirsirakennusten siirtäminen on vanha perinne. Hirsirakennukset soveltuvat hyvin siirrettäväksi rakenteensa vuoksi. Hirsirakenteiden liitoksissa käytetään useasti esimerkiksi nurkkien loveuksia, hirsien sovitusta toisiinsa ja puisia tapituksia. Rakennuksia on siirretty pihapiirissä ja uusia asuinpaikkoja on perustettu siirtämällä sinne rakennuksia vanhasta kotipiiristä. Morsiusaittoja on siirretty jopa maanosista toiseen. (Vuolle-Apiala 2006, 171.)

Hirsirakennusten siirrot eivät kuitenkaan ole aina yksinkertaisia tapahtumia ja osa niistä epäonnistuu. Vanha hirsirakennus on epäsäännöllinen kokonaisuus, jossa pitkien aikojen kuluessa syntyneet painumat ja muutokset tuovat haasteita rakennuksen siirroille. Myös käsityönä tehdyt hirsien sovitukset ovat joka paikassa yksilöllisiä, mikä lisää siirron haasteellisuutta. Pääsääntöisesti voidaan olettaa, että hirsirakennuksen merkitysajat, purkajat, kuljettajat ja kokoajat ovat eri henkilöitä. Tämä työskentelytapa aiheuttaa sen, että tiedot alkuperäisestä rakennuksesta eivät välity helposti kokoamistyo-maalle. Siirrossa on myös huomioitava, että rakennuksen kokoaminen saattaa viivästyä. Huomattava osa siirrettävistä rakennuksista jää pystyttämättä tai ne pystytetään aivan eri tavalla kuin alun perin suunniteltiin. (Vuolle-Apiala 2006, 171 - 172.)

Rakennuksen siirtoa varten on syytä laatia tarkat mittapiirustukset. Pääsääntönä on, että jokainen rakenneosaa tulee näyttää kuvissa ja lisäksi piirustuksissa tulee olla sama siirtonumero kuin itse rakennusosaan on kiinnitetty (kuva 24). Merkintöjen tulee olla sellaisia että niistä saa selvää ja että ne säilyvät, vaikka pystytystyö viivästyisi. Luotettava merkintä syntyy esimerkiksi painamalla merkinnät ohueen alumiinipeltiin kuulakärkikynällä. (Vuolle-Apiala 2006, 172.)



Kuva 24. Esimerkkikuva julkisivun numerointiperiaatteesta (Vuolle-Apiala 2006, 173)

Hirsitalon katto tulisi säilyttää mahdollisimman pitkään purkutyön suojana. Ikkunat, ovet ja uunit puretaan ensin. Sitten poistetaan yläpohjan eristeet, jotta ne eivät kastuisi ja vaurioitaisi alla olevia rakenteita poistettaessa. Seuraavaksi puretaan lattiat ja laipiorakenteet. Vasta tämän jälkeen puretaan katto ja sen kannatusrakenteet. Tässä vaiheessa paljastuneet hirsiseinät on hyvä valokuvata tarkasti. Kuvaamalla varmistetaan, että kasausvaiheessa hirsikehikosta on varmasti olemassa tarpeeksi tietoa. (Vuolle-Apiala 2006, 172.)

Lopuksi jäljellä on enää paljas hirsikehikko, jonka purkaminen edellyttää huolellisuutta. Hirret ja niiden nurkat ovat mahdollisesti joiltain osin huonossa kunnossa. Lovetut hirrenpäät saattavat helposti lohjeta irrottaessa tai siirrettäessä. Niitä voidaan tarvittaessa vahvistaa naulaamalla laudanpätkiä tueksi molemmille puolille. Tapitukset irtoavat yleensä helposti, jos hirsii nostetaan suoraan ylöspäin vääntämättä. Purkutyössä täytyy olla varovainen, etteivät hirret vahingoitu. Irrotus tulee tehdä siten, että varsinkaan sisäpuolen pintoihin ei jää koneita käytettäessä nostolaitteista jälkiä. Purkamisen aikana selviää myös hirsikehikon lopullinen kunto. (Vuolle-Apiala 2006, 172 - 173.)

6 ENERGIATEHOKKUUS

6.1 Energiatehokkuus ja LVI-järjestelmät

Rakennuksissa energiaa tarvitaan pääasiassa rakennuksen käyttäjien tarpeisiin. Näitä tarpeita rakennusten energiatehokkuustarkasteluissa ovat lämpöolosuhteet, sisäilman laatu, lämmin käyttövesi, valaistus sekä käyttäjien laitteet. Energiatehokkuus muodostuu siis tasapainoilusta teknisten ominaisuuksien, kustannusten, sisäilmaston ja lämpöviihtyvyyden välillä. Asuinrakennuksen energiatehokkuutta tarkastellaan normaalisti koko rakennuksen osalta. Rakentaminen aiheuttaa myös epäsuoraa energian käyttöä. Energiaa kuluu rakennusmateriaalien valmistuksessa ja kuljetuksessa sekä rakentamisessa työmaalla. (Rakennusfysiikka 1: RIL 255-1-2014, 193 - 194.) Tätä epäsuoraa energiankulutusta ei ole tarkasteltu tässä opinnäytetyössä.

Tiedot rakennukseen suunnitelluista lämmitys- ja ilmastointijärjestelmistä on saatu tilaajalta. Tietoja LVI-järjestelmistä tarvittiin E-luvun laskennassa, joten järjestelmät on esitelty opinnäytetyössä lyhyesti. Järjestelmien laajempi käsittely on jätetty pois opinnäytetyöstä.

Uudisrakennuksen päälämmitysmuotona oli tarkoituksena käyttää suoraa sähkölämmitystä. Lämmitys on tarkoitus toteuttaa lattialämmityksenä ja sen lisäksi osittain kattolämmityksenä. Tämän lisäksi rakennukseen tulee yksi varaava tulisija, joka sijoitetaan vanhan osan tupaan. Tulisija on sijoitettu keskeisesti rakennukseen, joten se luovuttaa lämpöä tasaisesti eri tiloihin. Ilmastointijärjestelmäksi rakennukseen tulee koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto, jossa on lämmöntalteenotto. Myös ilmalämpöpumpua mietittiin vaihtoehdoksi, mutta siitä luovuttiin, koska ei sovi vanhan rakennuksen tyyliin ja rakennukselle suunniteltuun ulkonäköön. Rakennuksen lämmin käyttövesi lämmitetään sähkölämmitteisellä lämminvesivaraajalla. Varaajan koko on joko 150- tai 300-litraa.

Tilaaja suunnittelee tontille lisäksi aurinkoenergiajärjestelmää, jotta sähkölämmityksestä saataisiin taloudellisempi ja energiatehokkuuden kannalta parempi ratkaisu. E-lukua laskiessa opinnäytetyössä vertailtiin aurinkoenergian vaikutusta E-lukuun.

6.2 U-arvot

Lämmönläpäisykertoimella, U [$W/(m^2K)$] tarkoitetaan lämpövirran tiheyttä, joka jatkuvuustilassa läpäisee rakennusosan, kun lämpötilaero rakennusosan eri puolilla olevien ympäristöjen välillä on yksikön suuruinen. Korjattu lämmönläpäisykerroin U_c on rakennusosan lopullinen lämmönläpäisykerroin, jota käytetään rakennusten määräystenmukaisuutta osoittaessa sekä rakennuksen energiankulutuslaskelmissa. Tämä termi sisältää tarvittaessa lämmönläpäisykertoimen korjaustermin ΔU [$W/(m^2K)$], joka ottaa huomioon lämmöneristeen ilmarakojen korjaustekijän, mekaanisten kiinnikkeiden ja muiden säännöllisten kylmäsiltojen korjaustekijän sekä käännettyjen kattojen korjaustekijän. Rakennuksen vaippaan tehtäviä yksittäisiä kylmäsiltoja ei tarvitse ottaa huomioon rakennusosan lämmönläpäisykerrointa laskettaessa. (Siikanen 2014, 50.)

Lämmönläpäisykerroin U lasketaan kaavalla (1).

$$U = 1/R_T \quad (1)$$

jossa

U	rakennusosan lämmönläpäisykerroin	$W/(m^2K)$
R_T	rakennusosan kokonaislämmönvastus	m^2K/W

Rakennusosan kokonaislämmönvastus sisältää rakennusosien lämmönvastukset ja rakennuksen ja rakennusosan molempien puolien pintavastukset. Rakennusosan kerrokset voivat poiketa paksuudeltaan ja lämmönjohtavuudeltaan toisistaan. Yksittäisen ainekerroksen lämmönvastus lasketaan alla olevalla kaavalla (2).

$$R = d/\lambda_U \quad (2)$$

jossa

R	ainekerroksen lämmönvastus	m^2K/W
d	ainekerroksen paksuus	m
λ_U	ainekerroksen lämmönjohtavuuden suunnitteluarvo	$W/(m K)$

Lämpövirran suuntaan nähden peräkkäisistä ainekerroksista muodostuvan rakennusosan kokonaislämmönvastus R_T lasketaan kaavalla (3).

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + R_n + R_{se} \quad (3)$$

jossa

R_T	rakennusosan kokonaislämmönvastus	m^2K/W
R_{si}	sisäpuolen pintavastus	m^2K/W
R_1, R_2, \dots, R_n	rakennusosan ainekerrosten 1,2,...,n lämmönvastukset	m^2K/W
R_{se}	ulkopuolen pintavastus	m^2K/W

Kunkin yksittäisen peräkkäisten ainekerrosten lämmönvastus (R_1, R_2, \dots, R_n) lasketaan käyttäen kaavaa 2 ja sijoitetaan kaavaan 3. (Siikanen 2014, 51.)

Taulukossa kolme on esitetty Suomen rakennusmääräyskokoelman osan C3 mukaiset lämmönläpäisykertoimien vertailuarvot lämpimille tiloille (Rakennusten lämmöneristysmääräykset. Suomen RakMk C3 2010, 5).

Taulukko 3. Lämpimän tilan lämmönläpäisykertoimien vertailuarvot (Rakennusten lämmöneristysmääräykset. Suomen RakMk C3 2010, 5)

Lämpimän tilan lämmönläpäisykertoimien vertailuarvot		
Rakenne	Vertailuarvo	Enimmäisarvo
Seinä	0,17 W/(m ² K)	0,6 W/(m ² K)
Yläpohja	0,09W/(m ² K)	0,6 W/(m ² K)
Maata vasten oleva rakennusosa	0,16 W/(m ² K)	0,6 W/(m ² K)
Ikkuna ja ovi	1,0 W/(m ² K)	1,8 W/(m ² K)

Tässä opinnäytetyössä eri rakenteiden U-arvojen tarkasteluun käytettiin Puuinfon sivuilta saatavaa U-arvolaskuria. Sivuilta on saatavana erilliset Excel-pohjaiset laskurit puisille seinä- ja yläpohjarakenteille sekä betonisille alapohjarakenteille. Laskurilla oli mahdollista laskea myös hirsirakenteita. (Puuinfo.fi c.) Lisäksi kellarin maanpaineseinien u-arvon määrittämiseen käytettiin laskentapalvelut.fi sivuilta löytyvää D.O.F. tech Oy:n ja Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy:n tarjoamaa u-arvolaskuria (Laskentapalvelut.fi b).

Puuinfon ohjelma käyttää u-arvon laskennassa standardin SFS EN ISO 6946 mukaista laskentamenetelmää. Ohjelma laskee rakenteelle kokonaislämmönvastuksen ala- ja yläikiarvon, joiden perusteella u-arvo lasketaan. Kellarin alapohjan U-arvon laskennassa ohjelma huomioi myös kellarin maanvastaisen seinien vaikutuksen alapohjan U-arvoon. (Puuinfo.fi a.) Lopulliset ohjelmalla määritetyt U-arvot löytyvät lopusta liitteinä (LIITE 15). Alla olevaan taulukkoon (taulukko 4) on kerätty opinnäytetyössä suunnitelluille rakenteille lasketut U-arvot ja niiden vertailuarvot.

Taulukko 4. Rakenteiden U-arvot koottuna ja niiden vertailuarvot

Rakenne (lämpimästä kylmään päin)	U-arvo (W/m ² K)	Vertailuarvo (Ympärivuotinen asunto) RakMK C3 2010 (W/m ² K)	Rakennusosa
Hirsi 170mm + puurunko ja puukuitueriste (ekovilla) 150mm + huokoinen tuulensuojalevy 25mm + tuuletusväli 50mm + ulkovoorauspaneeli 23mm	0,18	0,17	Seinä
Kipsilevy 13mm + ilmansulku + koolaus ja lämmöneriste (ekovilla) 50mm + puurunko ja lämmöneriste (ekovilla) 200mm + huokoinen tuulensuojalevy 25mm + tuuletusväli 50mm + ulkovoorauspaneeli 23mm	0,16	0,17	Seinä
Kellarin seinät: LTH-380 harkkoseinä, vaakasaumoissa polyuretaani	0,15	0,16	Maata vasten oleva rakennusosa
Kellarin seinät: RUH-380 (rakosaumat) + 200mm EPS	0,12	0,16	Maata vasten oleva rakennusosa
Alapohja: Betoni 100mm + 200mm EPS	0,15	0,16	Maata vasten oleva rakennusosa
Yläpohja: Kipsilevy 13mm + koolaus ja lämmöneriste 50mm (ekovilla) + ilmansulku + puhallusvilla 400mm (ekovilla)	0,09	0,09	Yläpohja

6.3 E-luku

Rakennukselle on laskettava kokonaisenergiankulutus eli sen E-luku. E-luku on energiamuotojen kertoimilla painotettu rakennuksen vuotuinen ostoenergiankulutus rakennustyyppin standardikäytöllä lämmitettyä nettoalaa kohti. (Siikanen 2014, 60.)

Rakennuksen energiankulutuksella tarkoitetaan sen vuotuista lämmitykseen, sähkölaitteisiin ja jäädytyksiin kuluva energiamäärä, johon ei sisälly eri energiamuotojen kiinteistökohtaisen eikä kiinteistön ulkopuolisen energiatuotannon häviöitä. Rakennukseen vuosittain tuotavaa energiamäärää kutsutaan ostoenergiankulutukseksi. Ostenergia voidaan tuoda rakennukseen sähkönä, kaukolämpönä- tai kylmänä tai polttoaineina. (Siikanen 2014, 59 - 60.)

Rakennuksen vertailulämpöhäviö tarkoittaa näiden lämpöhäviöiden yhteenlaskettua arvoa, joka on laskettu määräysten mukaisilla kaavoilla ja vertailuarvoilla. Vertailuarvolla tarkoitetaan tässä yhteydessä esimerkiksi lämmönläpäisykertoimen arvoa, yhteenlasketun ikkunapinta-alan määrää, poistoilman lämmön talteenoton vuosihyötysuhdetta tai vuotoilmakerrointa. (Siikanen 2014, 60.)

E-luku saadaan, kun lasketaan yhteen ostoenergian ja energiamuotojen kertoimien tulot energiamuodoittain. Energiamuotojen kertoimia käytetään ainoastaan ostoenergialle. Alla olevassa taulukossa (taulukko 5) on esitetty kyseiset energiamuotojen kertoimet. (Siikanen 2014, 61.) Kuten taulukosta näkee, sähköllä on suhteellisen suuri energiamuodon kerroin. Suunnitellussa rakennuksessa pääasiallisena lämmitysmuotona on sähkölämmitys. Sähkölämmityksen käyttäminen siis huonontaa energiatehokkuutta eli nostaa rakennuksen E-lukua.

Taulukko 5. Ostoenergiamuotojen kertoimet (Siikanen 2014, 61)

Energiamuotojen kertoimet	
sähkö	1,7
kaukolämpö	0,7
kaukojäähdytys	0,4
fossiiliset polttoaineet	1,0
käytettävät uusiutuvat polttoaineet	0,5

E-lukua laskettaessa omavaraista uusiutuvaa energiaa ei lasketa ostoenergiaksi, vaan se päinvastoin vähentää sen kulutusta. Uudisrakennuksissa E-luku ei saa ylittää alla olevassa taulukossa (taulukko 6) esitettyjä arvoja. (Siikanen 2014, 60 - 61.)

Taulukko 6. Uuden pientalon suurimmat sallitut E-luvun arvot (Siikanen 2014, 61)

Uuden pientalon suurimmat sallitut E-luvun arvot	
A_{netto}	kWh/m ₂ vuodessa
120 m ²	204
$120 \text{ m}^2 \leq A_{\text{netto}} \leq 150 \text{ m}^2$	$372 - 1,4 * A_{\text{netto}}$

Energialaskennan lähtötiedot käsittävät tiedot sääoloista, sisäilmastosta, rakennuksen standardikäytöstä ja sisäisistä lämpökuormista. Lähtötietoihin kuuluvat myös tiedot lämpimästä käyttövedestä sekä rakennuksen ilmanpitävyydestä. Energialaskennan laskusäännöt koskevat rakennuksen lämmitysenergian nettotarvetta ja sen vaipan lämpöhäviöitä. Tämän lisäksi ne koskevat lämmitys-, jäähdytys- ja ilmanvaihtojärjestelmää sekä valaistuksen ja kuluttajalaitteiden sähkönkäyttöä. (Siikanen 2014, 62.) Opinnäytetyössä käytetyt E-luvun laskennan lähtötiedot löytyvät liitteinä opinnäytetyön lopusta (LIITE 16 - 17).

Opinnäytetyössä oli tarkoituksena vertailla energiatehokkuuden osalta kahta eri tapausta. Ensimmäisessä tapauksessa E-luku lasketaan suunniteluilla rakenteilla ja LVI-järjestelmillä. Toisessa vaihtoehdossa E-luvun laskentassa otetaan huomioon tilaajan tontille suunnittelema aurinkoenergiajärjestelmä. E-lukulaskelmat kummastakin tapauksesta löytyvät liitteenä opinnäytetyön lopusta (LIITE 17). E-lukulaskennassa käytettiin laskentapalvelut.fi sivustolta saatavissa olevaa laskentatyökalua (Laskentapalvelut.fi a).

Tiedot aurinkoenergiajärjestelmästä ja sen tuottamasta sähkön määrästä on saatu tilaajalta. Tilaajan mukaan järjestelmä on mitoitettu niin, että se kattaisi omakotitalossa tarvittavan sähköenergian suurimman osaa vuotta. Talvikuukausina, jolloin aurinkokennoilla tuotettua sähköä tulee vähemmän, on tarkoituksena käyttää ostettua sähköenergiaa. Omavarais sähköenergia ilmoitetaan käytetyssä laskurissa yksikössä kWh/vuosi. Tässä yksikössä ilmoitettuna aurinkoenergiajärjestelmän tehona opinnäytetyön E-luku laskelmassa käytettiin arvoa 16 000 kWh/vuosi.

E-luvun raja-arvona opinnäytetyössä suunniteltavassa rakennuksessa on laskelmien mukaan 159. Käytettäessä lämmitykseen ja muihin energiaa kuluttaviin toimintoihin pelkästään ostettua sähköenergiaa rakennuksen E-luvuksi saatiin 208, joka ylittää sallitun raja-arvon. Huomioitaessa omavarais sähköenergia laskelmassa saadaan arvoksi 157, jolloin rakennus sijoittuu energialuokkaan C. Omavaraisenergia vähentää rakennuksessa tarvittavana ostoenergian tarvetta, joten se myös parantaa rakennuksen energiatehokkuutta ja E-lukua. Alla olevassa taulukossa (taulukko 7) on esitetty omavaraisenergian vaikutus E-lukuun käytettäessä rakennuksen lämmitysmuotona suoraa sähkölämmitystä.

Taulukko 7. Omavaraisenergian vaikutus E-lukuun

Ostoenergian määrä	E-luku
Pelkästään ostoenergia	208
Omavaraissähköenergia huomioituna laskelmissa	157

7 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia, kuinka vanhaa hirsirunkoa voitaisiin hyödyntää osana uudisrakennusta. Tarkoituksena oli laatia ehdotelma uudisrakennuksen kantavista rakenteista ja lisäksi tutkia uudisrakennuksen energiatehokkuutta. Opinnäytetyön aihe oli mielenkiintoinen ja oman oppimisen kannalta hyödyllinen. On hyvä, että normaalista uudisrakennuksesta poikkeavia rakennusprojekteja toteutetaan. Tilaajan esitellessä projektia minulle ensimmäisen kerran, olin sitä mieltä, että uudisrakennuksen toteuttamiseen olisi helpompia ja halvempia ratkaisuita. Vaikka opinnäytetyössä käsitellyllä tavalla rakennettu rakennus ei ole varmasti nopein eikä kustannustehokkain tapa rakentaa taloa, minusta on mukavaa, että vanha rakennus tai sen osa pääsee jatkamaan elinkaartaan osana uutta. Opinnäytetyön työstäminen opetti minua tutkimaan asioita eri näkökulmista. Pääsin myös monipuolisesti hyödyntämään koulussa opeteltuja taitoja ja soveltamaan niitä.

Muutosta alkuperäiseen suunnitelmaan tuli jonkun verran, koska alussa suunniteltu rakenteiden rakennusfysikaalinen tarkastelu WUFI-ohjelmalla jätettiin opinnäytetyön ulkopuolelle. Rakennusfysikaalisesta tarkastelusta luovuttiin, koska rakenneratkaisut ja hirsirakenteen kanssa käytetty lisäeristysratkaisu olivat yleisesti käytössä olevia ja niiden rakennusfysikaalista toimintaa on tutkittu aiemmin useiden eri tekijöiden toimesta.

Mielestäni opinnäytetyössä päästiin melko hyvin alussa aseteltuihin tavoitteisiin. Rakenteiden toteutusta miettiessä rakennuksen pohjaratkaisuun tuli muutoksia ja tiloja lisää. Muutosten toteuttaminen oli helpompaa ja lisäksi halvempaa, kun suunnittelua tehtiin opinnäytetyön muodossa. Muutosten tekemisestä olisi muuten voinut koitua yllättäviä lisäkustannuksia tilaajalle. Saadusta ehdotelmasta kantavista rakenteista sekä tuotetuista piirustuksista tilaajan on hyvä jatkaa rakennuksen suunnittelua varsinaiseen rakennuslupavaiheeseen. Tiedot rakennuksen energiatehokkuudesta ja laskettu E-luku opinnäytetyössä ehdotetuilla rakennetyypeillä ovat varmasti myös hyödyksi tilaajalle rakennusprojektin edetessä.

Parannettavaa opinnäytetyöprosessissa olisi ollut oman ajankäytön suunnittelu. Ajankäyttöä oli vaikea suunnitella, koska suunnitelmiin tuli muutoksia ja niiden viemän ajan arvioiminen oli haasteellista.

LÄHDELUETTELO

ASUNTOSUUNNITTELU. Suomen rakentamismääräyskokoelma G1. 2005. Määräykset ja ohjeet 2005. Helsinki. Ympäristöministeriö, asunto- ja rakennusosasto. [Viitattu 2016-05-05]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/28204-G1su2005.pdf>

EKOVILLA OY. Ekovilla rakenneopas. [verkkoaineisto] [viitattu 2016-05-07] Saatavissa: http://www.ekovilla.com/fileadmin/user_upload/dokumentit/Ekov_Rakopas0214_N_15.5.pdf

GYPROC OY. Gyproc-pienrakentajan käsikirja [verkkoaineisto]. 2011. [viitattu 2016-05-07]. Saatavissa: <http://www.gyproc.fi/tilaa-ja-lataa/pienrakentajan-kasikirja>

HIRSIKOTI. Hirsirakentamisen perusteet [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-02-02]. Saatavissa: http://www.hirsikoti.fi/assets/images/Koulutusmateriaali/Hirsirakentamisen_perusteet.pdf

Katepal.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-05-15] Saatavissa: <http://www.katepal.fi/>
Polku: Katepal.fi. Tietoa rakentajalle. Sokkelin vedeneristys.

KATEPAL OY. Pientalon parvekkeen vedeneristys. [verkkoaineisto]. 2007. [viitattu 2016-05-05]. Saatavissa: http://www.katepal.fi/fileadmin/user_upload/pdf/Tietoa_rakentajalle/ParvekevpV1.pdf

Laskentapalvelut.fi a. [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-05-06] Saatavissa: <http://www.laskentapalvelut.fi/index.php>

Polku: Laskentapalvelut.fi. Palveluvalikko. Energialaskenta. Uudiskohteen energiaselvitys RakMk D3 ja D5 mukaisesti.

Laskentapalvelut.fi b. [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-05-06] Saatavissa: <http://www.laskentapalvelut.fi/index.php>

Polku: Laskentapalvelut.fi Palveluvalikko. U-arvojen laskenta. Maanvastaiset rakenteet.

MUSEOVIRASTO. Korjauskortisto. Lämmöneristyksen parantaminen [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-05-07]. Saatavissa: <http://www.nba.fi/fi/File/2111/korjauskortti-2.pdf>

PASANEN, Atte 2016. Kuva vanhasta rakennuksesta [valokuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat 2016.

Paikkatietoikkuna.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-05-05]. Saatavissa: http://www.paikkatietoikkuna.fi/web/fi/kartta?ver=1.17&zoomLevel=12&coord=551097.469_6969148.626&mapLayers=base_35+100+default,90+100+default,99+100+default&showMarker=true

Polku: paikkatietoikkuna.fi. karttaikkuna.

Puuinfo.fi a. [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-05-06] Saatavissa: <http://www.puuinfo.fi/>

Polku: Puuinfo. Mitoitusohjelmat. Alapohjarakenteen u-arvon määrittäminen

Puuinfo.fi b. [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-05-06] Saatavissa: <http://www.puuinfo.fi/>

Polku: Puuinfo. Puutieto. Hirsirakentamisen rakenteellisia yksityiskohtia.

Puuinfo.fi c. [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-05-06] Saatavissa: <http://www.puuinfo.fi/>

Polku: Mitoitusohjelmat. Puurakenteen u-arvon määrittäminen

RAKENNUSFYSIKKA 1. RIL 255-1-2014. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry.

RAKENNUSTEN LÄMMÖNERISTYSMÄÄRÄYKSET. Suomen Rakentamismääräyskokoelma C3. 2010. Määräykset ja ohjeet 2010. Helsinki: Ympäristöministeriö, Asunto ja rakennusosasto. [Viitattu: 2016-05-05]. Saatavissa: http://www.finlex.fi/data/normit/29517-C3_2007.pdf

RAKENNUSTEN PALOLUOKAT JA PALOLUOKAN MÄÄRITTÄMINEN. RT 08-11139. Helsinki: Rakennustieto Oy. 2014. Saatavissa: <https://www-rakennustieto-fi.ezproxy.savonia.fi/kortistot/rt/fi/index/ohjeet/listaus/10110000/10110900/111020.html.stx>

RAKENNUSTUTKIMUS RTS OY. Hirsitalon suunnittelu 2001. Jyväskylä: Gummerus Oy.

SIIKANEN, Unto. 2014. Rakennusfysiikka: Perusteet ja sovelluksia. Tampere: Tammerprint Oy

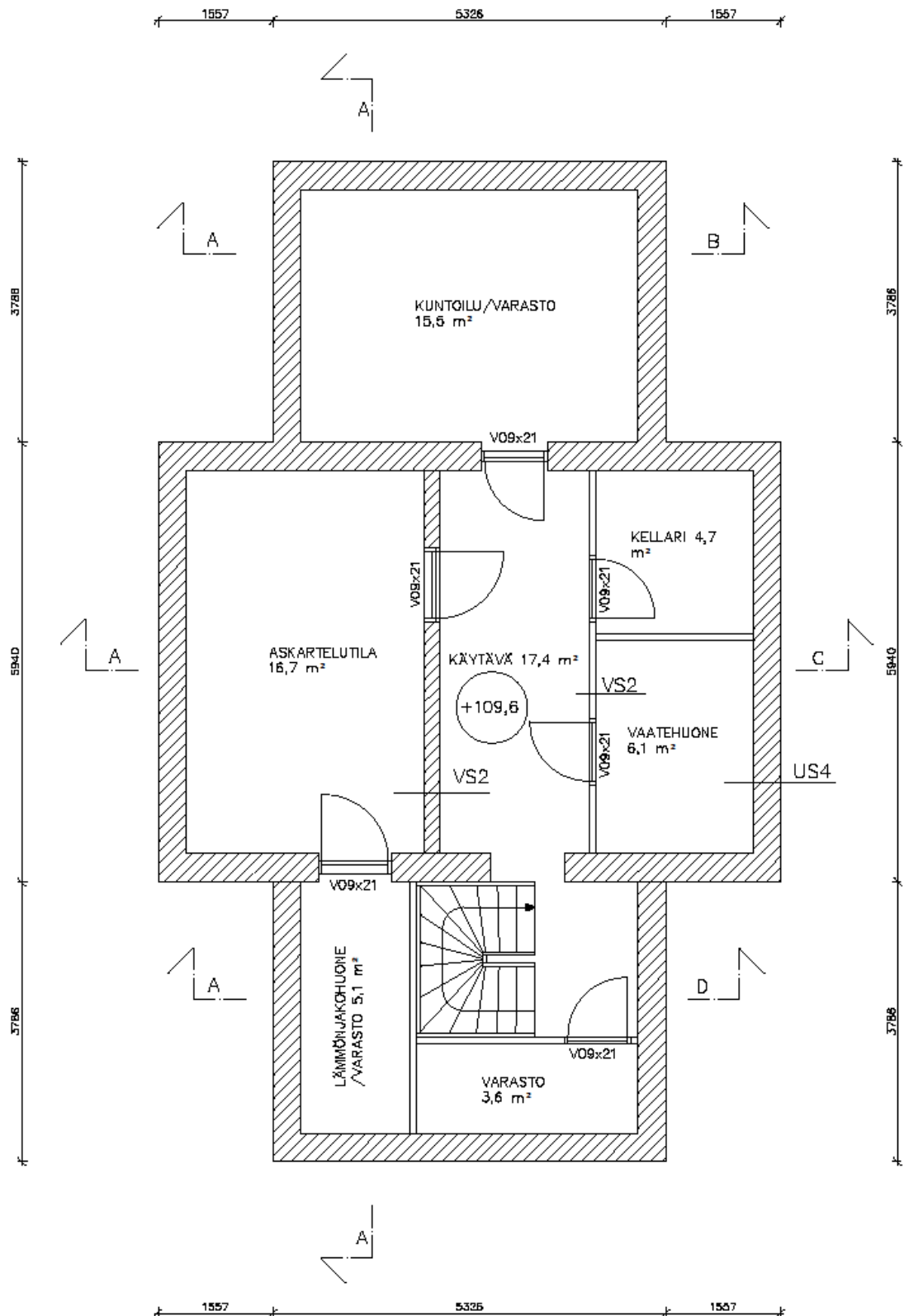
VUOLLE-APIALA, Risto. 2006. Hirsitalon kunnostaminen. 1. painos. Jyväskylä: Gummerus Oy.

WEBER OY. Leca-harkkorakenteet suunnitteluohje, Eurocode 6 mukainen. 2015. [viitattu 2016-05-07]. Saatavissa: <http://shop.e-weber.fi/kronodocs/46881.pdf>

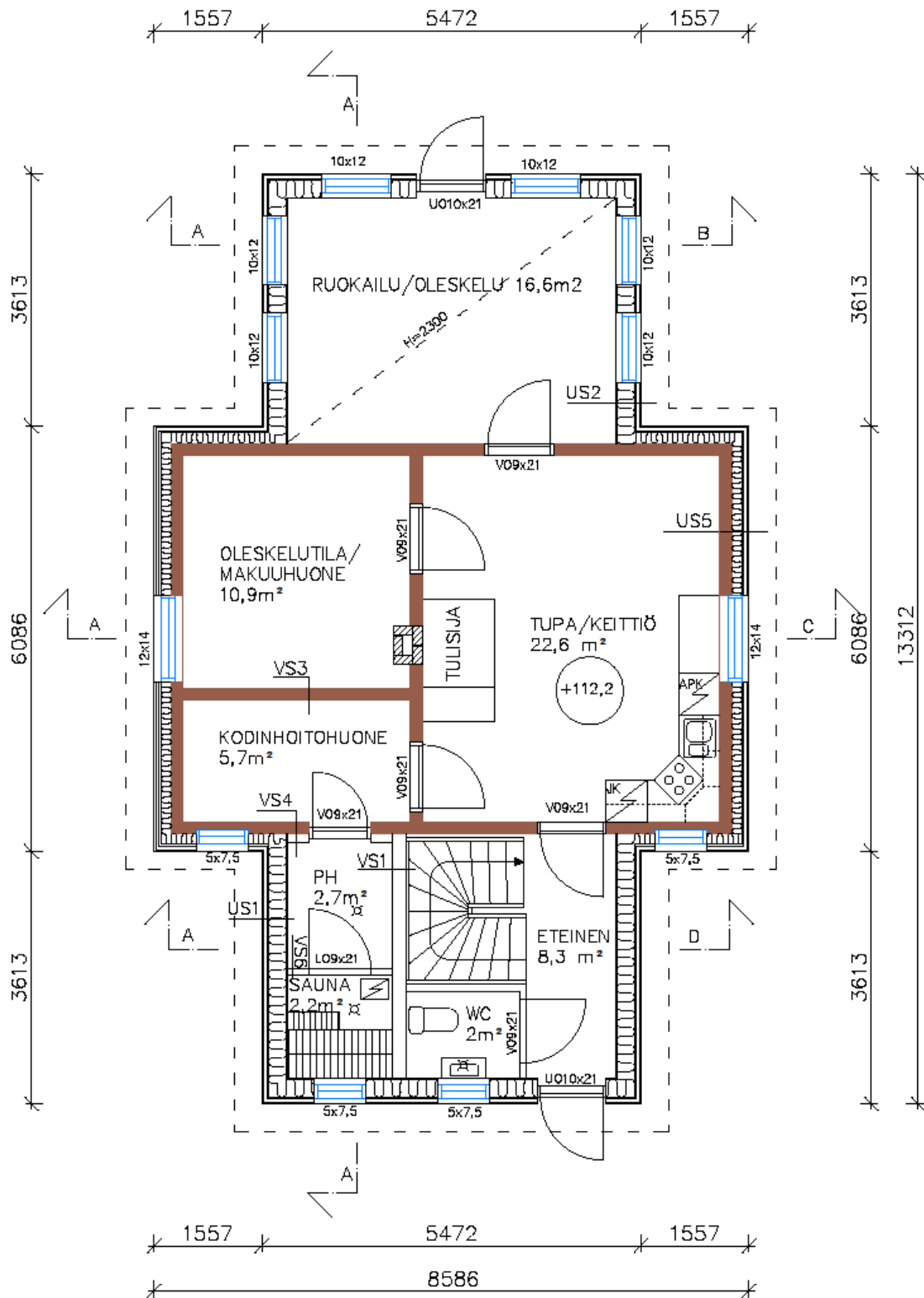
WEBER OY. Leca-valuharkkorakenteet suunnitteluohje ja työohje2015. [viitattu 2016-05-07]. Saatavissa: <http://shop.e-weber.fi/kronodocs/46882.pdf>

WECKAMANN STEEL OY. HC-45 liittolevyn asennusohje. [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-05-05]. Saatavissa: http://www.weckmansteel.fi/files/1913/9582/3654/liittolevy_hc-45_asennusohje.pdf

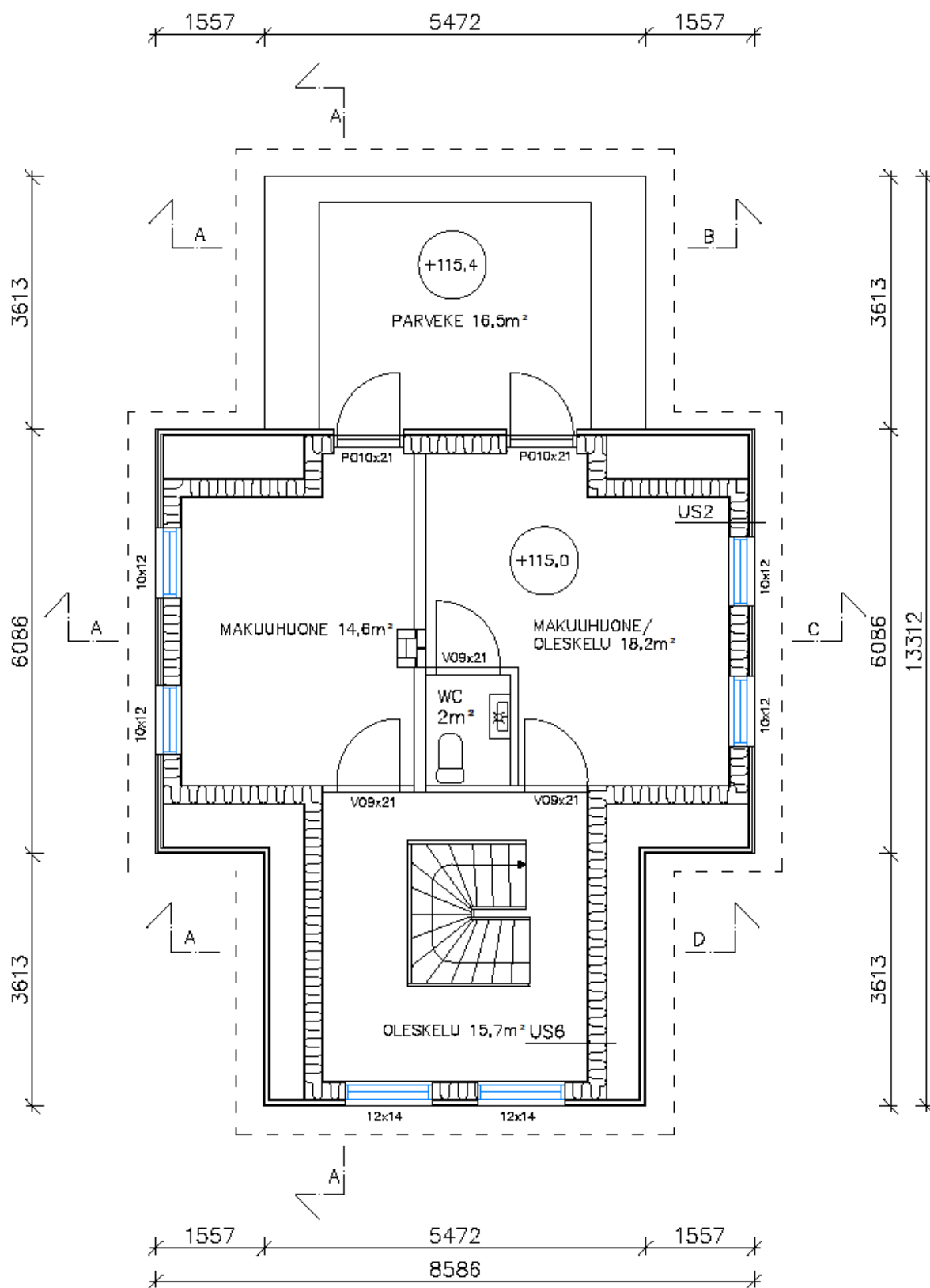
LIITE: 1. UUDISRAKENNUKSEN POHJAPIIRUSTUKSET



1. KRS POHJAPIIRUSTUS

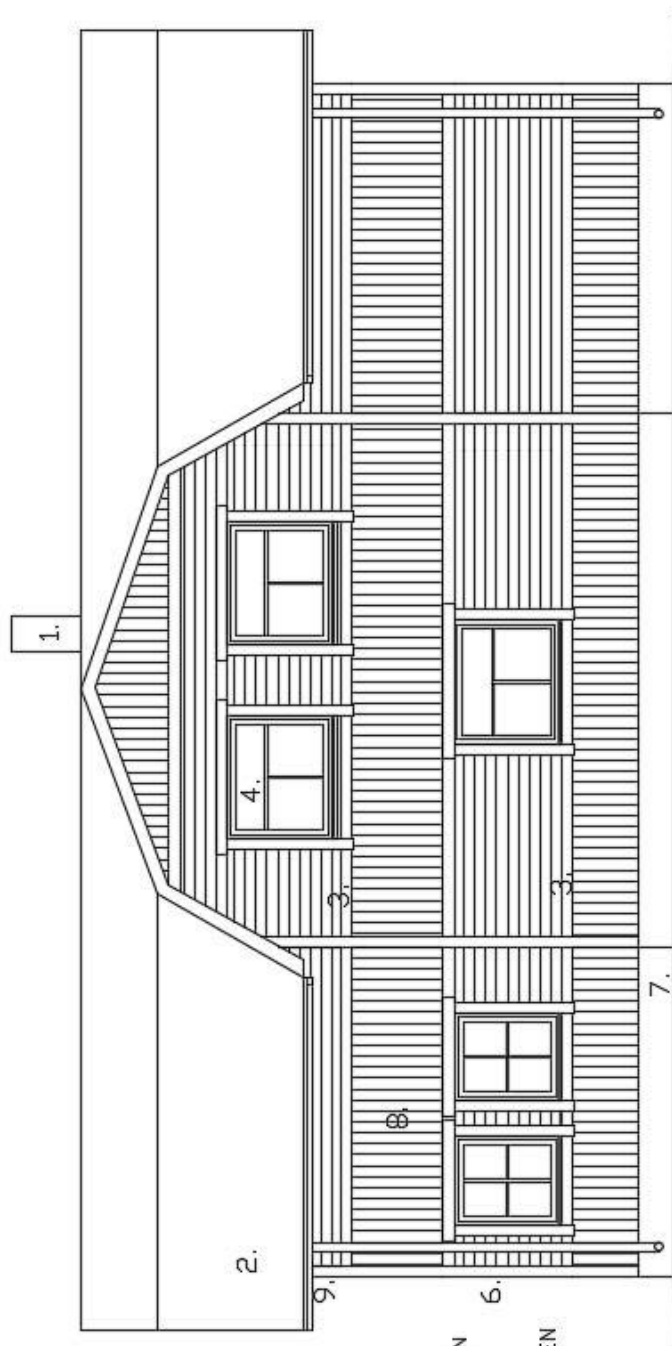


2. KRS POHJAPIIRUSTUS



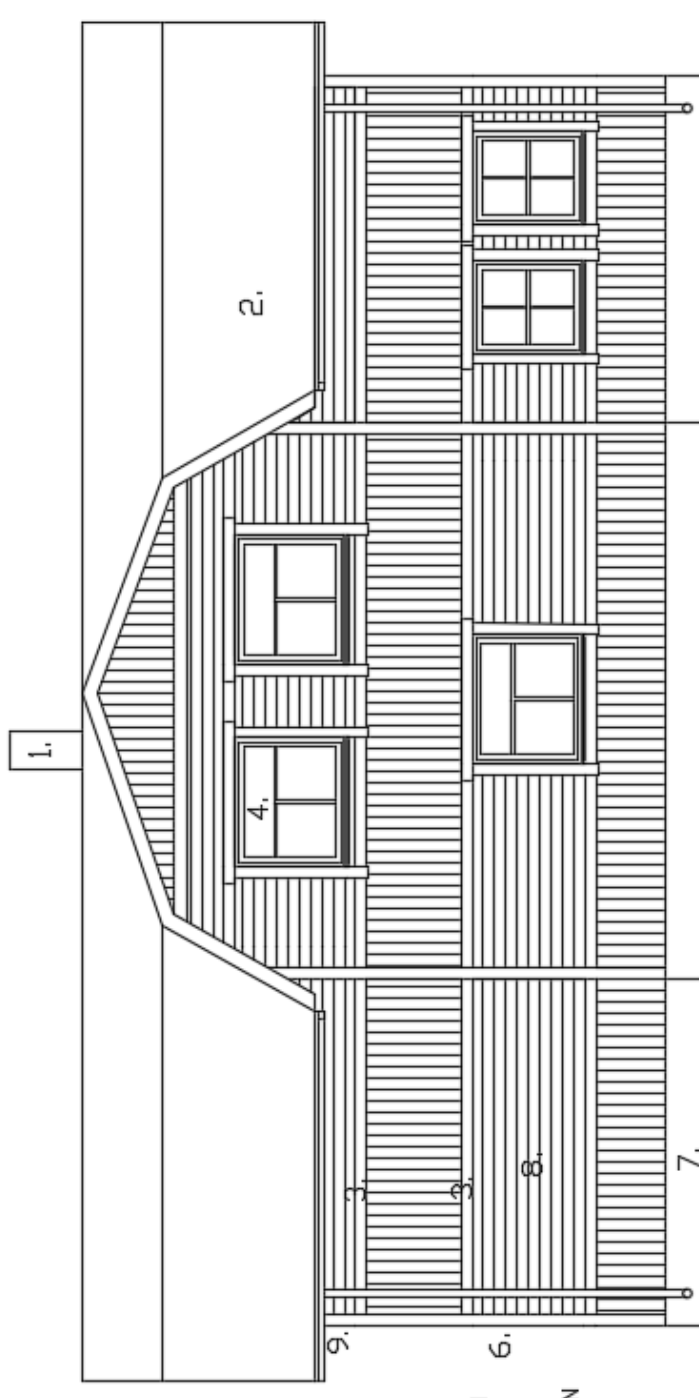
LIITE: 2. LUONNOKSET UUDISRAKENNUKSEN ULKONÄÖSTÄ

Etelään



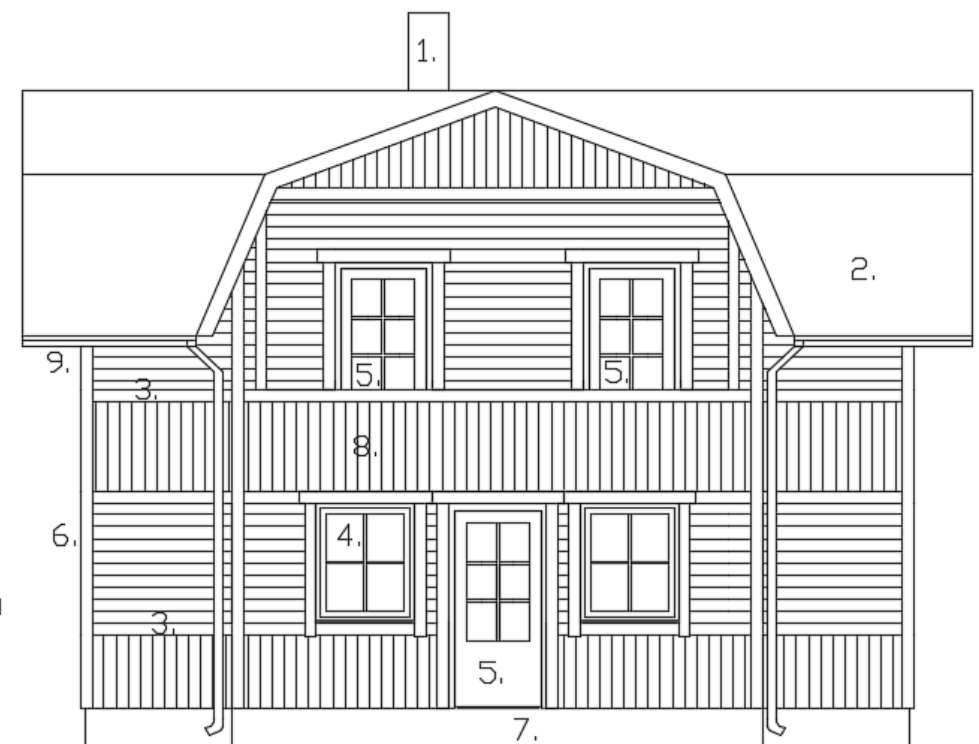
1. SAVUPIIPPU, PUNAINEN TIILI
2. KATTOHUOPA, MUSTA
3. KORISTERIMAT, VALKOINEN
4. IKKUNA + PUITTEET, VALKOINEN
5. OVET + PUITTEET, VALKOINEN
6. NURKKALAUDAT, VALKOINEN
7. SOKKELI, RAPPAUS, HARMAA
8. PANELOINTI, VAALEAN KELTAINEN
9. VESIKOURUT + SYÖKSYT, VALKOINEN

Pohjoiseen



1. SAVUPIIPPU, PUNAINEN TIILI
2. KATTOHUOPA, MUSTA
3. KORISTERIMAT, VALKOINEN
4. IKKUNA + PUITTEET, VALKOINEN
5. OVET + PUITTEET, VALKOINEN
6. NURKKALAUDAT, VALKOINEN
7. SOKKELI, RAPPAAUS, HARMAA
8. PANELOINTI, VAALEAN KELTAINEN
9. VESIKOURUT + SYÖKSYT, VALKOINEN

Itään



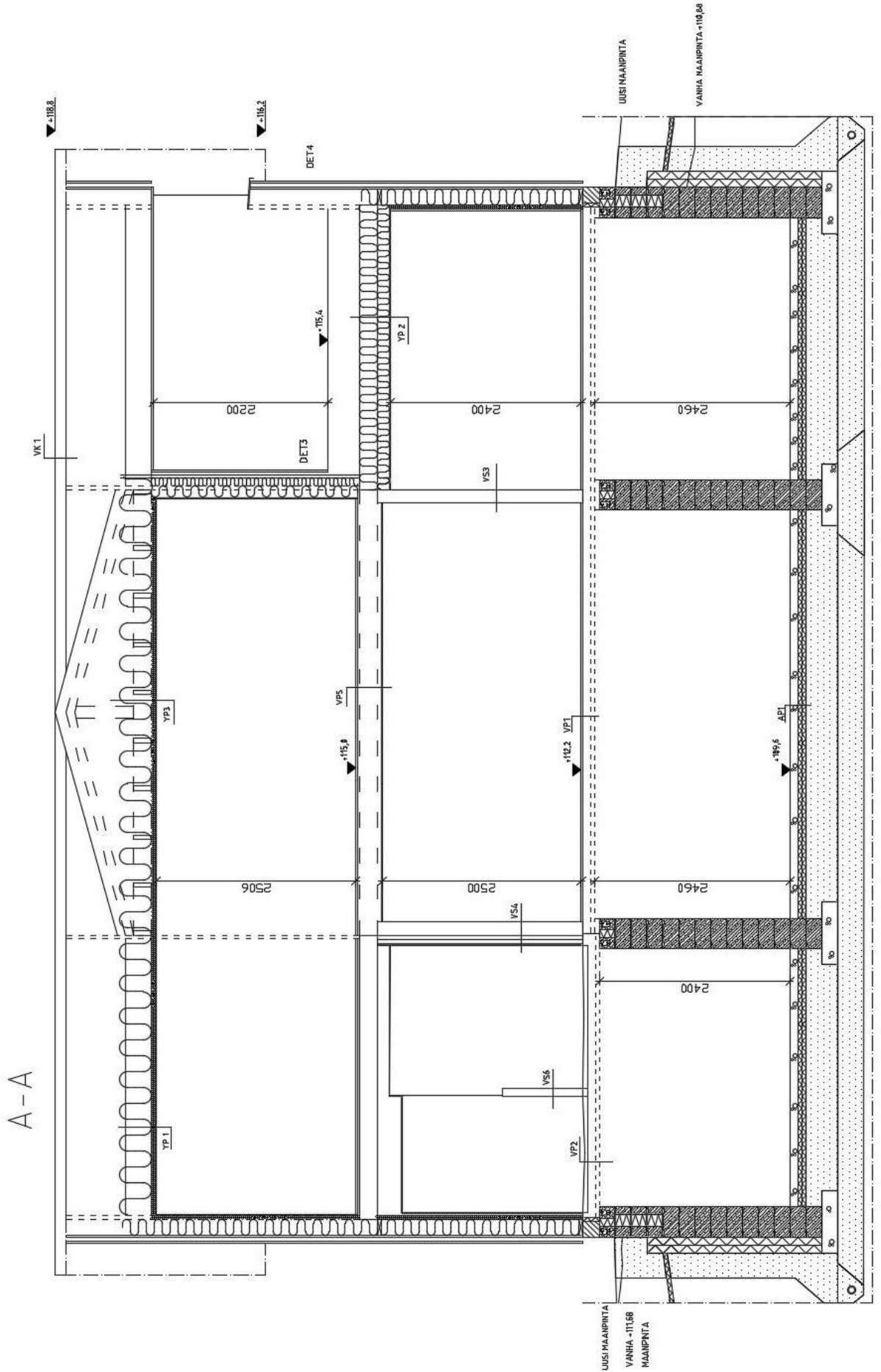
1. SAVUPIIPPU, PUNAINEN TIILI
2. KATTOHUOPA, MUSTA
3. KORISTERIMAT, VALKOINEN
4. IKKUNA + PUITTEET, VALKOINEN
5. OVET + PUITTEET, VALKOINEN
6. NURKKALAUDAT, VALKOINEN
7. SOKKELI, RAPPAUS, HARMAA
8. PANELOINTI, VAALEAN KELTAINEN
9. VESIKOURUT + SYÖKSYT, VALKOINEN

Länteen

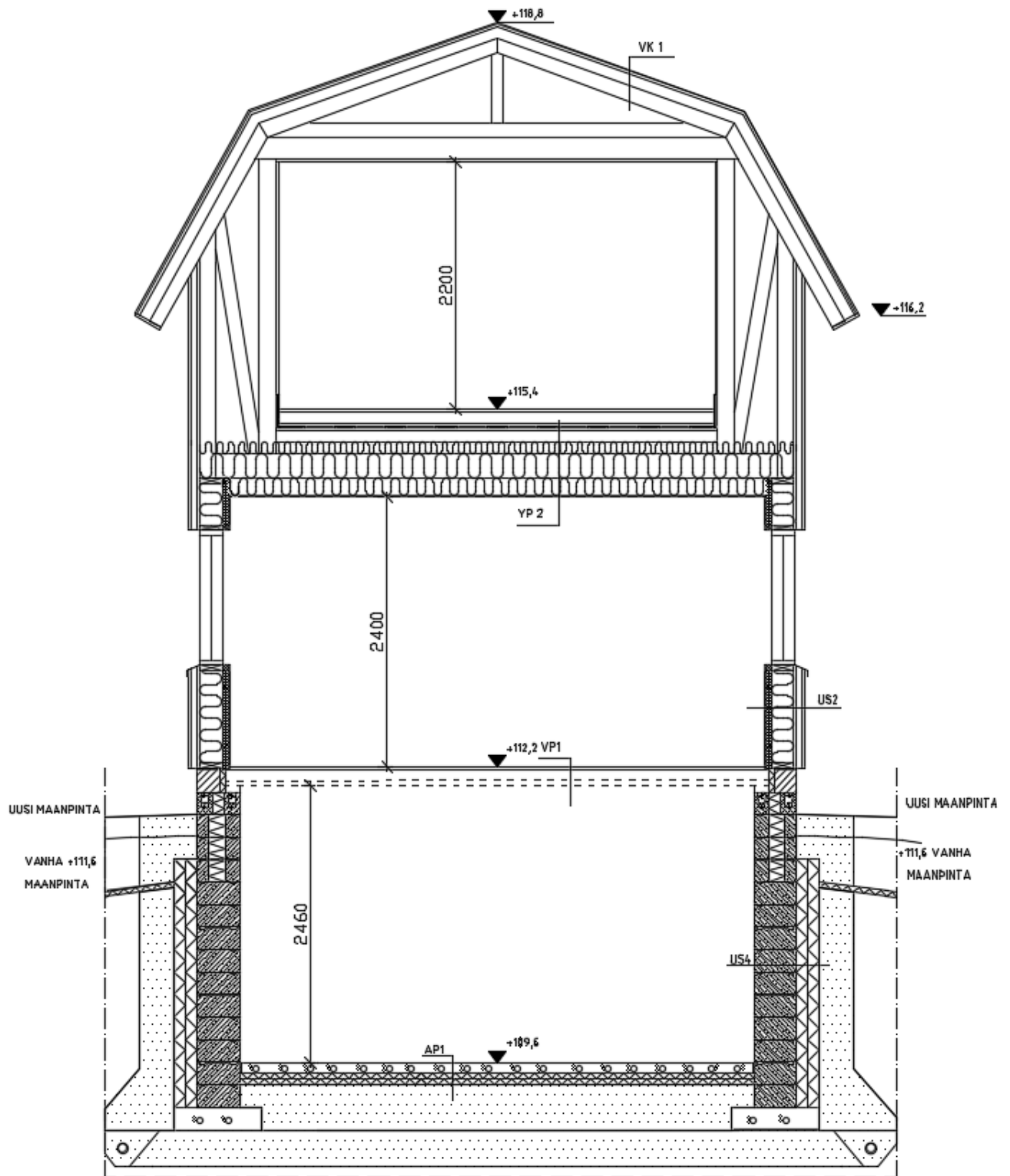


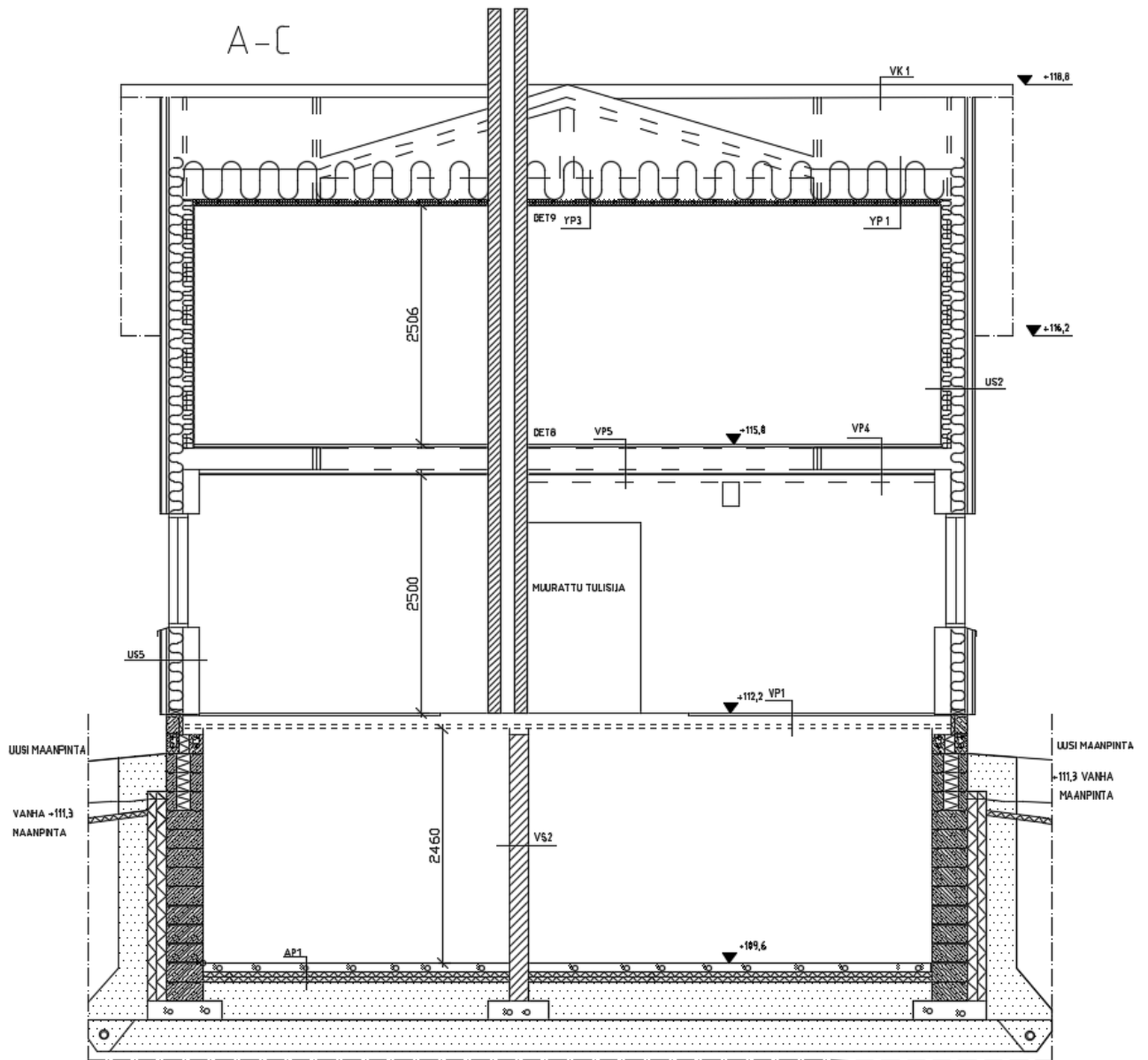
1. SAVUPIIPPU, PUNAINEN TIILI
2. KATTOHUOPA, MUSTA
3. KORISTERIMAT, VALKOINEN
4. IKKUNA + PUITTEET, VALKOINEN
5. OVET + PUITTEET, VALKOINEN
6. NURKKALAUDAT, VALKOINEN
7. SOKKELI, RAPPAUS, HARMAA
8. PANELOINTI, VAALEAN KELTAINEN
9. VESIKOURUT + SYÖKSYT, VALKOINEN

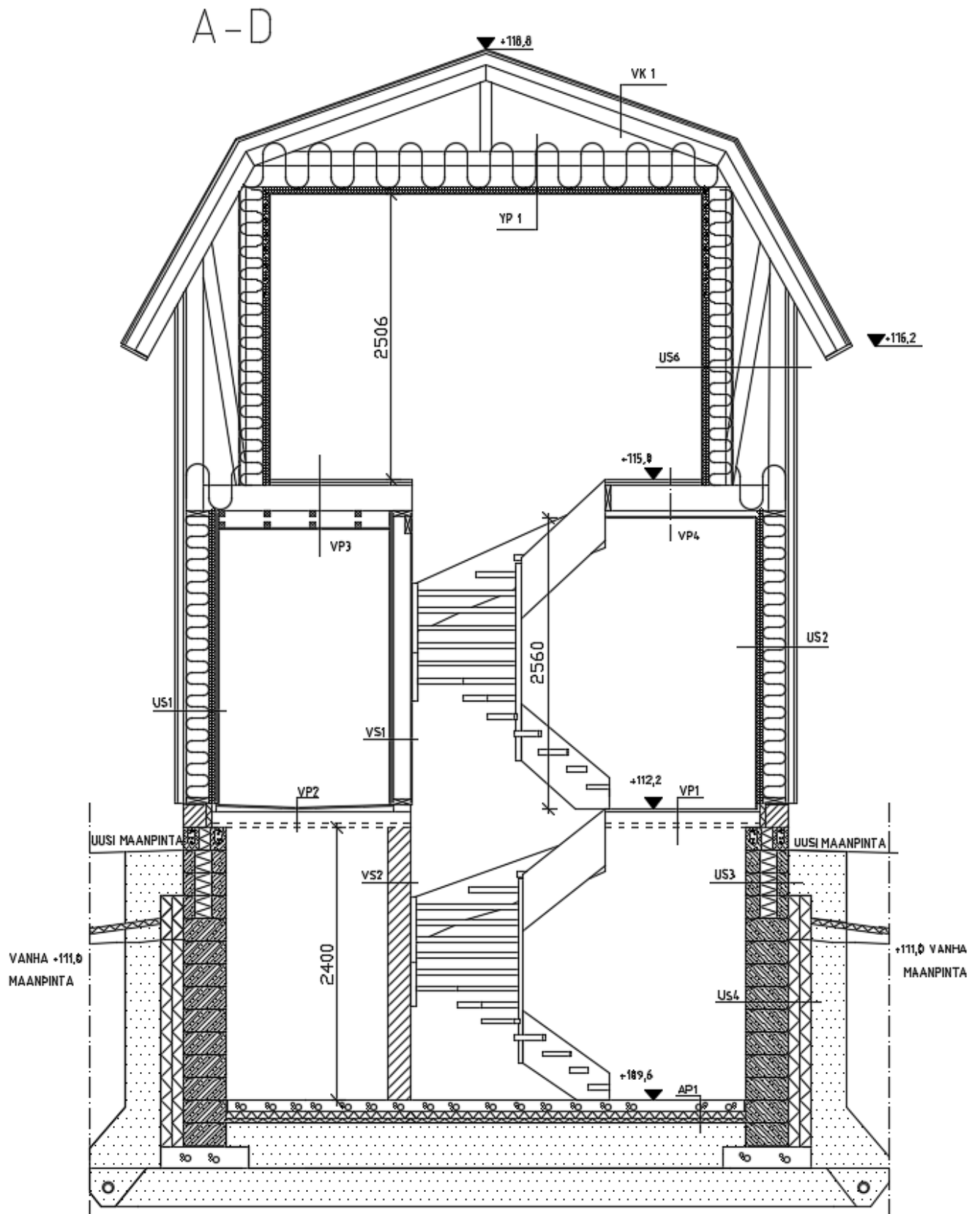
LIITE: 3. UUDISRAKENNUKSEN LEIKKAUSPIIRUSTUKSET



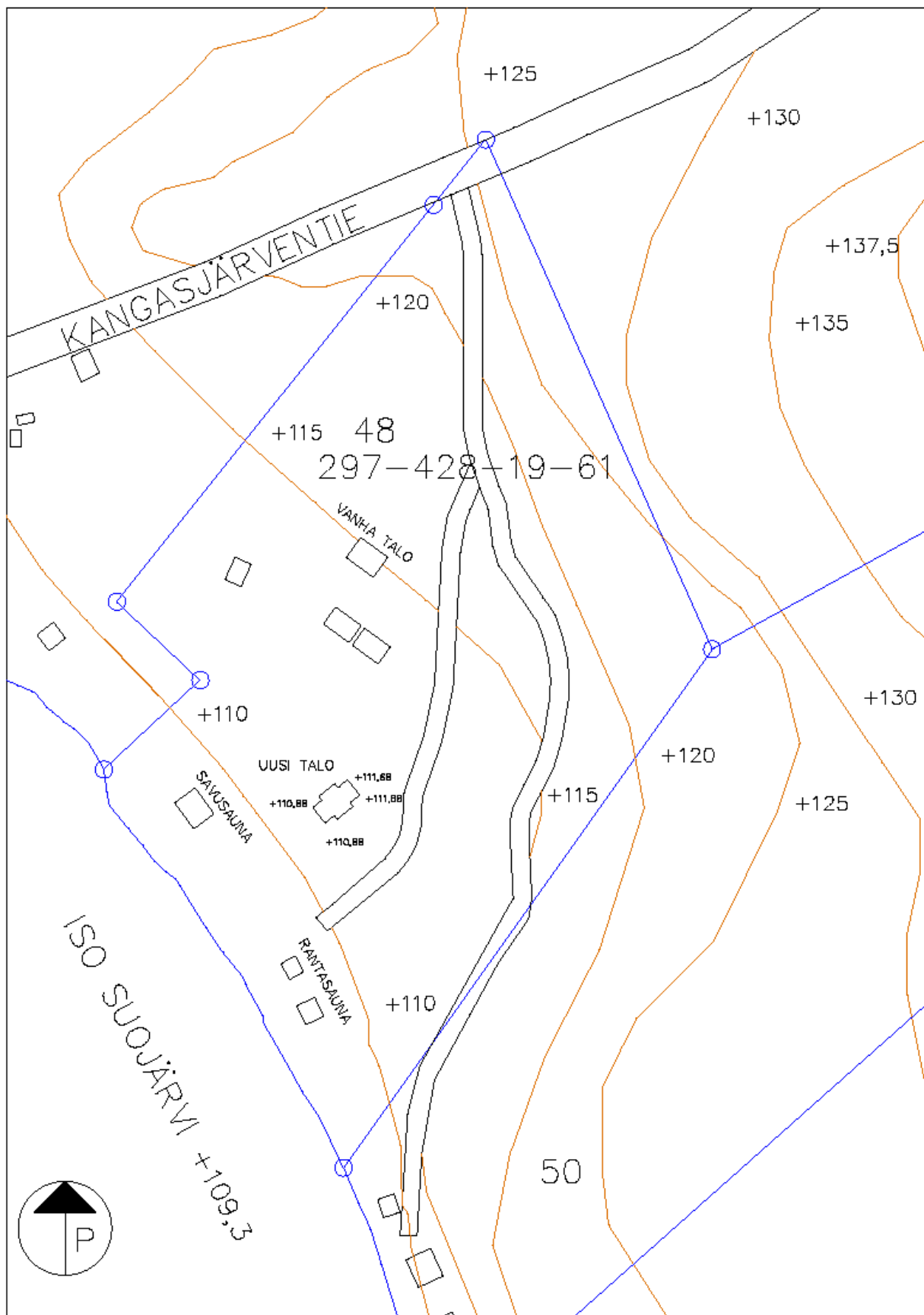
A-B



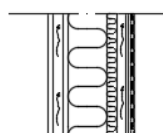




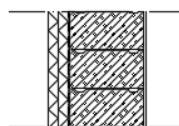
LIITE: 4. RAKENNUSTEN SJOITTUMINEN TONTILLA



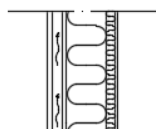
LIITE: 5. UUDISRAKENUKSEN RAKENNETYYYPIT



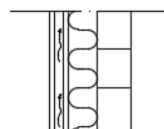
US1
 Ulkovooraus 23mm
 Tuuletusväli 50mm
 Huokoinen tuulensuojalevy 25mm
 Puurunko + puukuitueriste 200mm
 Koolaus + puukuitueriste 50mm
 $\lambda=0,039$ W/mK
 Tuuletusrako 50mm
 Märkätilakipsilevy 2x13mm
 Vedeneriste
 Laatoitus
 $U=0,16$ W/m²K



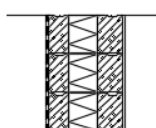
US 4
 Eps 200mm
 $\lambda=0,037$ W/mK
 Bitumikermieristys
 Rappaus
 Kevytsoraharkko 380mm
 Rappaus
 Pintamateriaali
 $U=0,12$ W/m²K



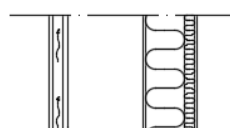
US 2
 Ulkovooraus 23mm
 Tuuletusväli, ristikoolaus 2x25mm
 Huokoinen tuulensuojalevy 25mm
 Puurunko + puukuitueriste 200mm
 Koolaus + puukuitueriste 50mm
 $\lambda=0,039$ W/mK
 Ilmansulku
 Kipsilevy 13mm
 Pintamateriaali
 $U=0,16$ W/m²K



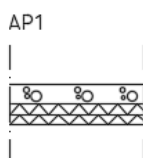
US5
 Ulkovooraus 23mm
 Tuuletusväli 50mm
 Huokoinen tuulensuojalevy 25mm
 Puurunko + puukuitueriste 150mm
 $\lambda=0,039$ W/mK
 Hirsi 170mm
 $U=0,18$ W/m²K



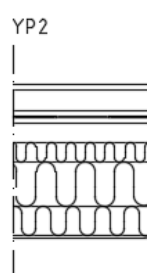
US 3
 Bitumikermieristys
 Rappaus
 Lämpöharkko 380mm
 Rappaus
 Pintamateriaali
 $U=0,15$ W/m²K



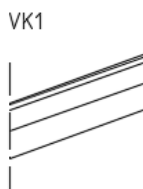
US 6
 Ulkovooraus 23mm
 Tuuletusrako, ristikoolaus 2x25mm
 Huokoinen tuulensuojalevy 25mm
 Ristikon paarteiden väli 675mm
 Huokoinen tuulensuojalevy 12mm
 Puurunko + puukuitueriste 200mm
 Koolaus + puukuitueriste 50mm
 $\lambda=0,039$ W/mK
 Ilmansulku
 Kipsilevy 13mm
 Pintamateriaali
 $U=0,16$ W/m²K



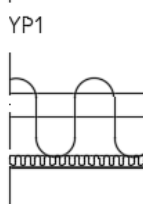
AP1
 Pintamateriaali
 Betonivalu 100mm
 EPS 200mm
 $\lambda=0,037$ W/mK
 $U=0,15$ W/m²K



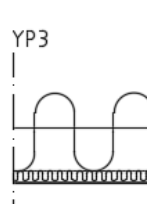
YP2
 Terassilauta 28mm
 Kyllästetty sahatavarpalkki 100mm
 Tuuletusväli 30mm
 Bitumikermieristys aslusermi K-MS, pintakermi K-PS
 Ponttilaudoitus 25mm
 Tuuletusväli 100mm
 Koolaus+ puukuitueriste 100mm
 Kehäristikko + puukuitueriste 222mm
 Koolaus + puukuitueriste 150mm
 $\lambda=0,039$ W/mK
 Ilmansulku
 Kipsilevy 13mm
 $U=0,09$ W/m²K



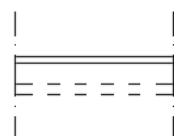

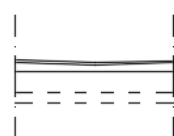

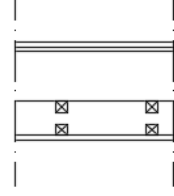
VK1
 Bitumihuopakate
 Ponttilaudoitus 25mm
 Tuuletusväli 100mm
 Tuulensuojalevy 12mm
 Kattoristikko

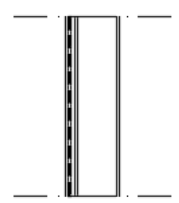
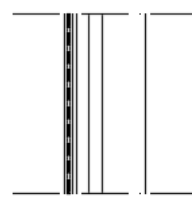
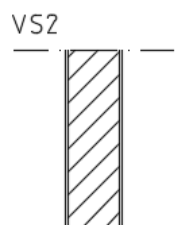
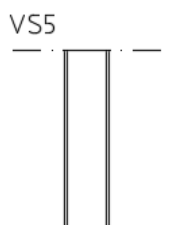
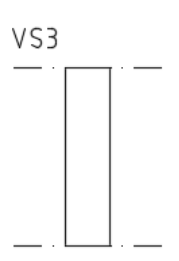
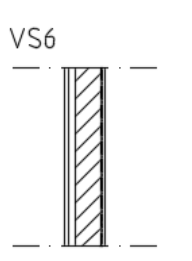


YP1
 Kattoristikko + 400mm
 puukuituinen puhallusvilla
 Koolaus + puukuitueriste 50mm
 $\lambda=0,039$ W/mK
 Ilmansulku
 Kipsilevy 13mm
 $U=0,09$ W/m²K



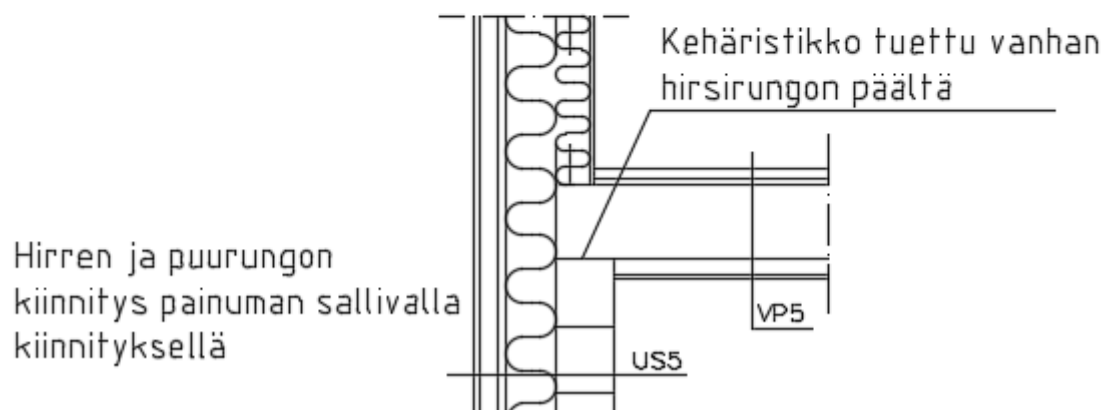
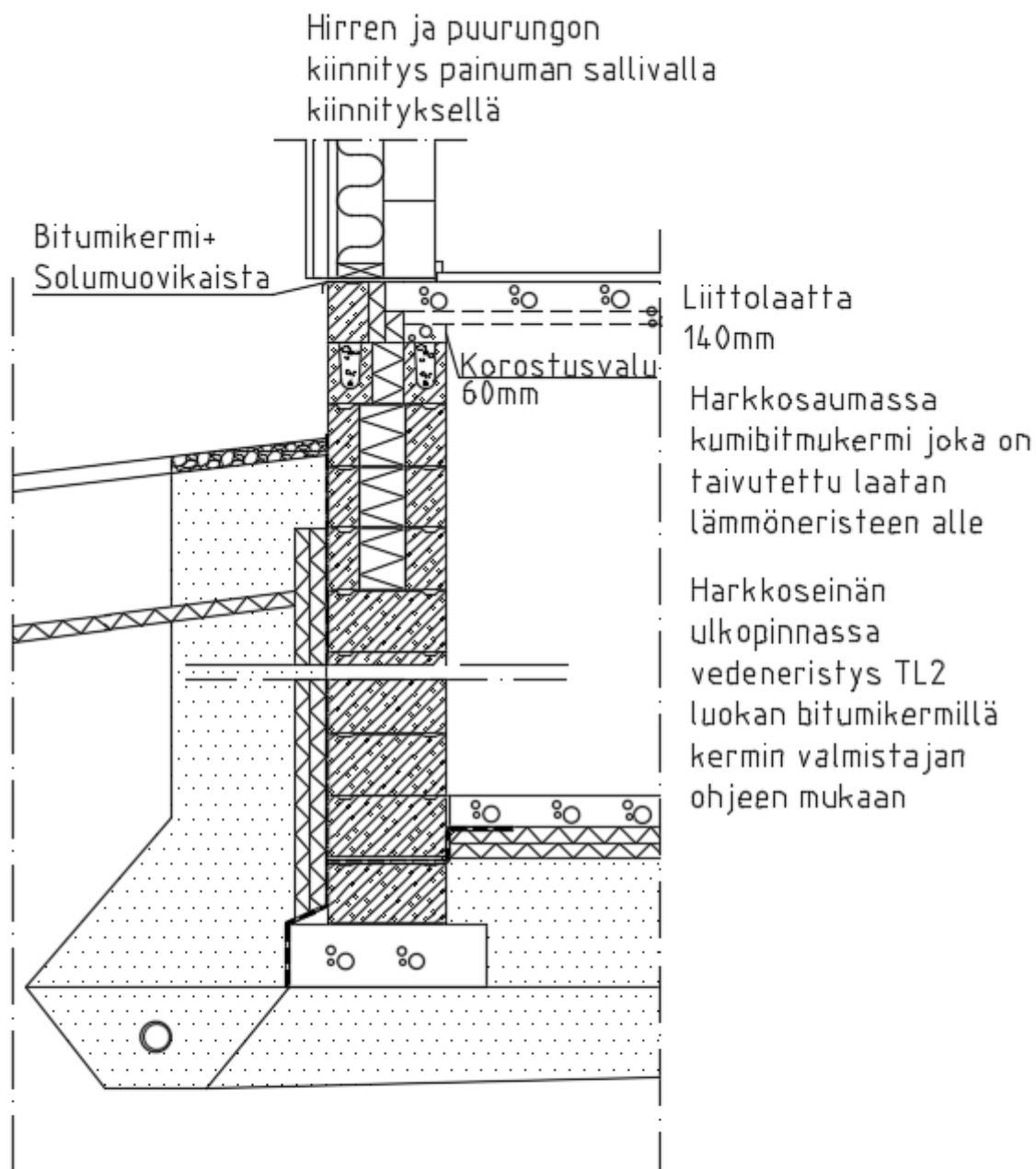
YP3
 Liimapuupalkkisto 90x225 + 400mm
 puukuituinen puhallusvilla
 Koolaus + puukuitueriste 50mm
 $\lambda=0,039$ W/mK
 Ilmansulku
 Kipsilevy 13mm
 $U=0,09$ W/m²K

<p>VP1</p> 	<p>VP 1 Massiivipuulattia 20mm Askeläänieriste 6mm Liittolaatta + betonivalu 140mm</p>	<p>VP4</p> 	<p>VP 4 Massiivipuulattia 20mm Askeläänieriste 6mm Ympäripontattu vaneri 18mm Liimapuupalkisto 225mm Koolaus 50mm Kipsilevy 13mm</p>
<p>VP2</p> 	<p>VP 2 Laatoitus Vedeneriste Kallistusvalu 60mm Liittolaatta + betonivalu 140mm</p>	<p>VP5</p> 	<p>VP 5 Massiivipuulattia 20mm Askeläänieriste 6mm Ympäripontattu vaneri 18mm Kehäristikko 222mm Koolaus 50mm Kipsilevy 13mm</p>
<p>VP3</p> 	<p>VP 3 Massiivipuulattia 20mm Askeläänieriste 6mm Ympäripontattu vaneri 18mm Kehäristikko 222mm Alaslasku 150mm Kattopaneeli 23mm</p>		

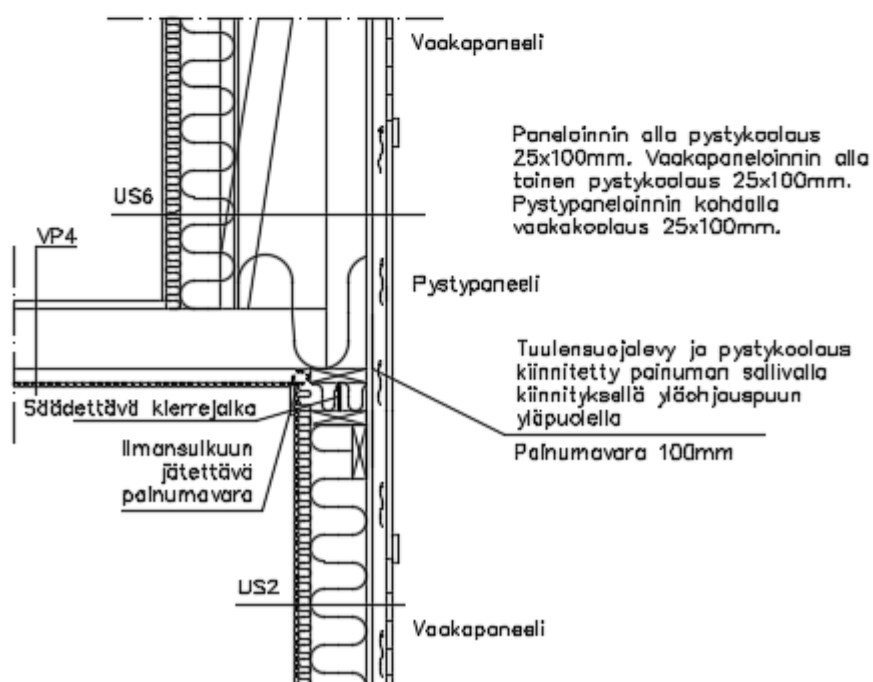
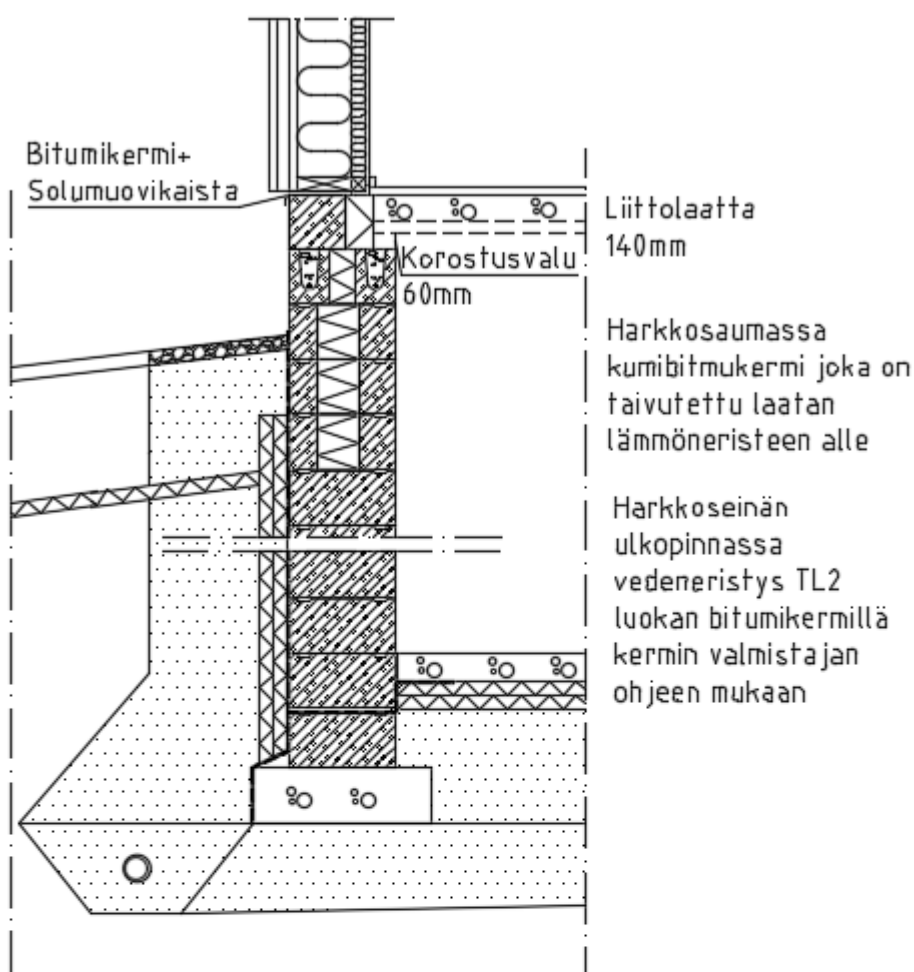
<p>VS1</p> 	<p>VS 1 Laatoitus Vedeneristys Märkätilakipsilevy 2x13mm Puurunko 150mm Kipsilevy 13mm</p>	<p>VS4</p> 	<p>VS 4 Hirsi 170mm Ristikoolaus 50mm+50mm Märkätilakipsilevy 2x13mm Vedeneriste Laatoitus</p>
<p>VS2</p> 	<p>VS 2 Rappaus Kevytsojarahkko 200mm Rappaus</p>	<p>VS5</p> 	<p>VS 5 Pintamateriaali Kipsilevy 13mm Puurunko 150mm Kipsilevy 13mm Pintamateriaali</p>
<p>VS3</p> 	<p>VS 3 Hirsi 170mm</p>	<p>VS6</p> 	<p>VS 6 Laatoitus Vedeneristys Kahi-väliseinäpöntti 85mm Koolaus 25mm Paneeli 15mm</p>

LIITE: 6. RAKENTEIDEN LIITOSTEN DETALJIPIIRUSTUKSET

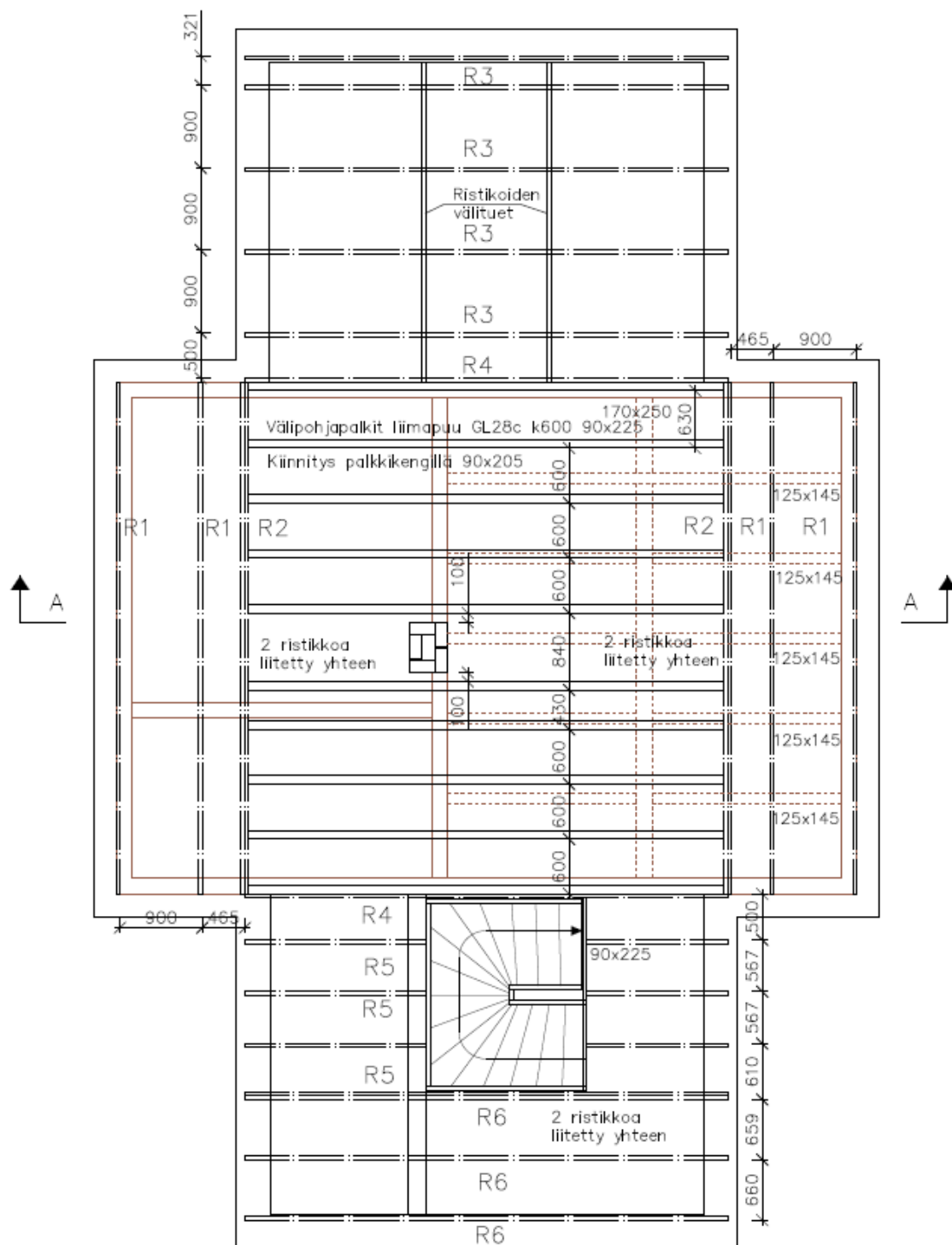
VANHAN OSAN LIITOKSET



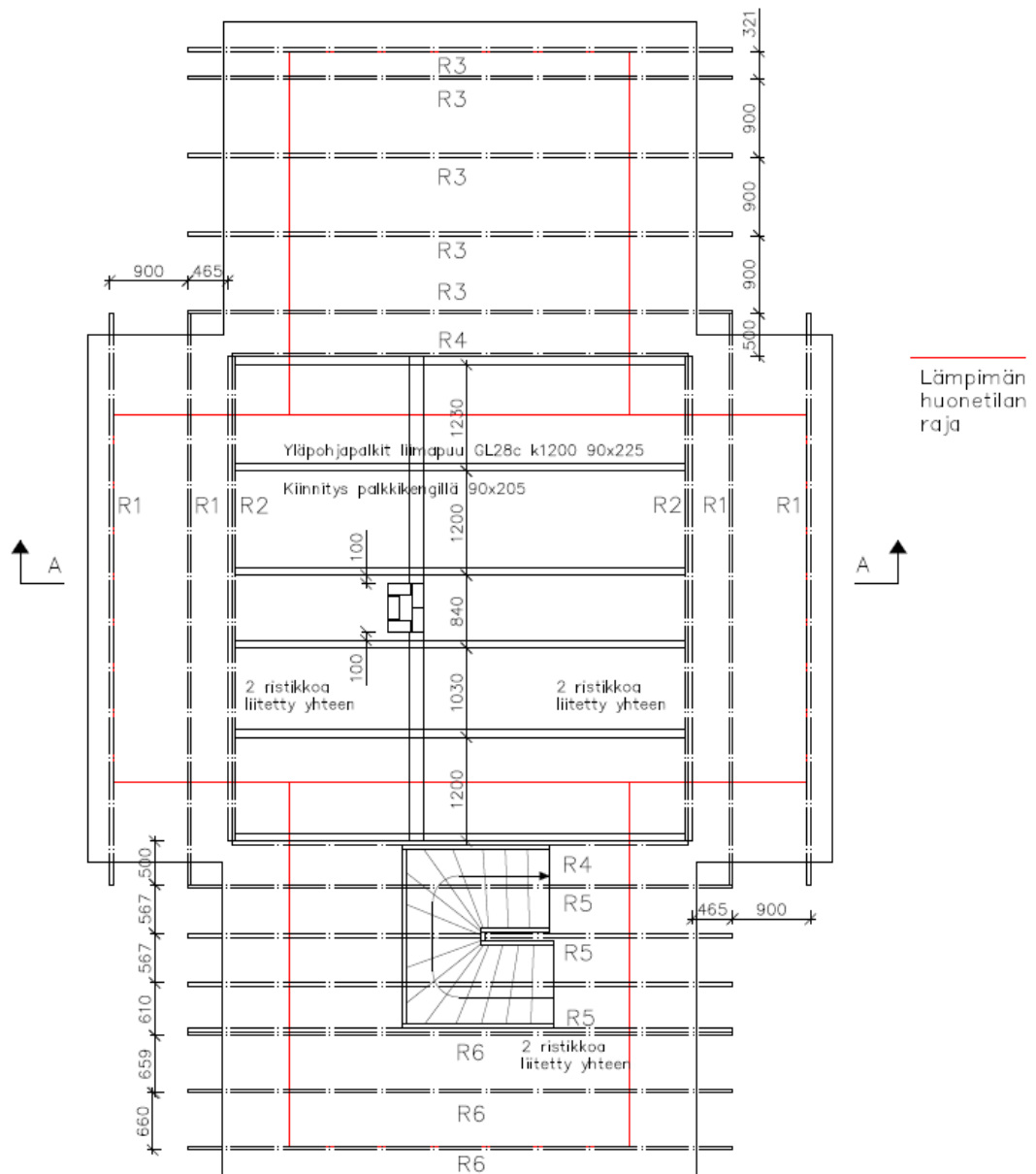
LAAJENNUSOSIEN LIITOKSET



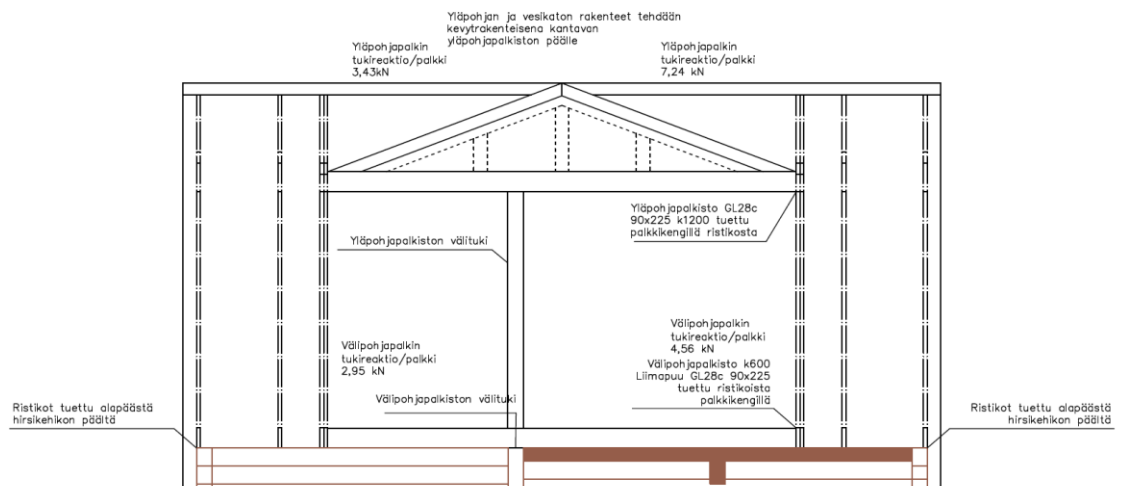
LIITE: 7. TOISEN KERROKSEN KANTAVAT RAKENTEET

Ristikkokaavio ja
välipohjapalkisto

Ristikkokaavio ja yläpohjapalkkisto



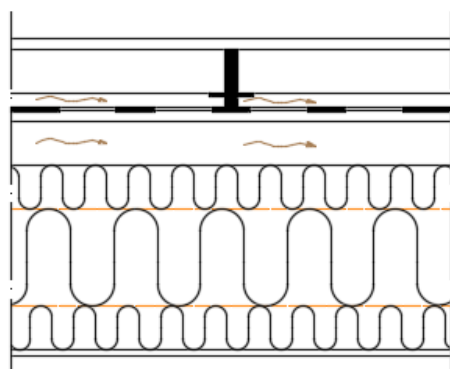
LEIKKAUS A-A



LIITE: 8. PARVEKKEEN RAKENTEIDEN DETALJIPIIRUSTUKSET

DET1

Teräsosan läpivienti
bitumikermistä



YP 2

Terassilauta 28mm

Kyllästetty sahatavara-palkki 100mm

Tuuletusväli 30mm

Bitumikermieristys aluskermi K-MS

pintakermi K-PS

Ponttilaidoitus 25mm

Tuuletusväli 100mm

Koolaus + puukuitueriste 100mm

Kehäristikko + puukuitueriste 222mm

Koolaus + puukuitueriste 150mm

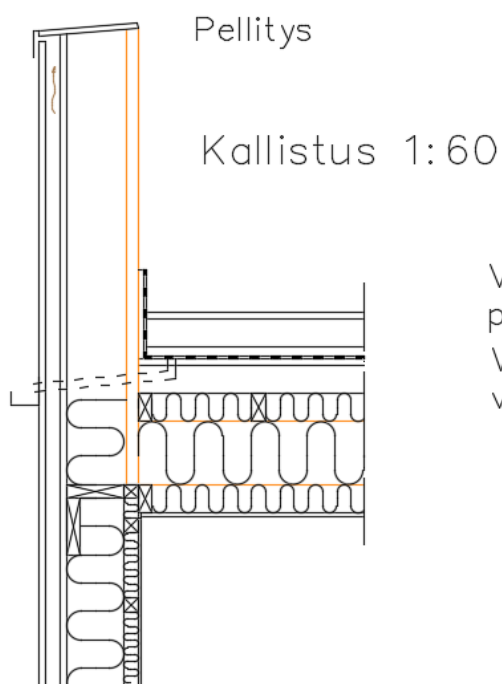
$\lambda=0,039\text{W/mK}$

Ilmansulku

Kipsilevy 13mm

$U=0,09\text{ W/m}^2\text{K}$

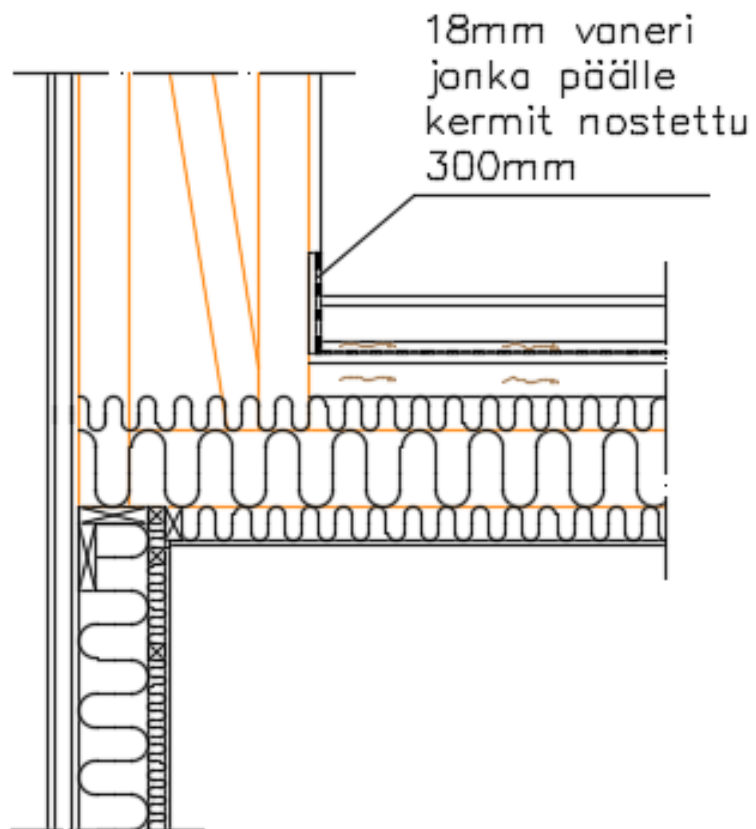
DET2



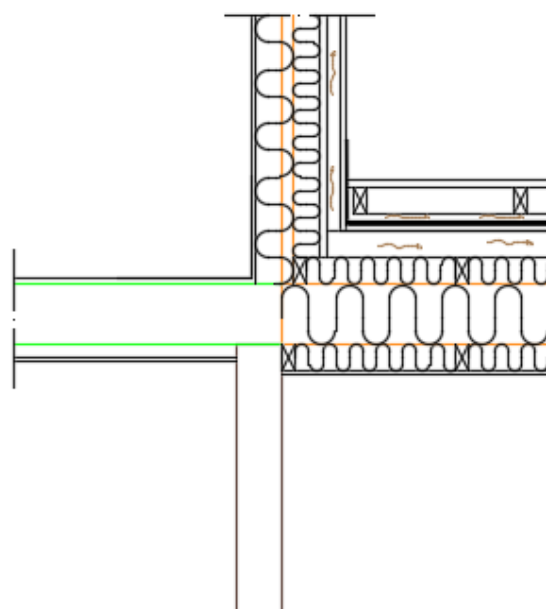
Vedenpoistoputki limitetty alus- ja
pintakermin väliin

Vedenpoistoputkessa lämmityskaapeli
vedenpoiston varmistamiseksi

DET3



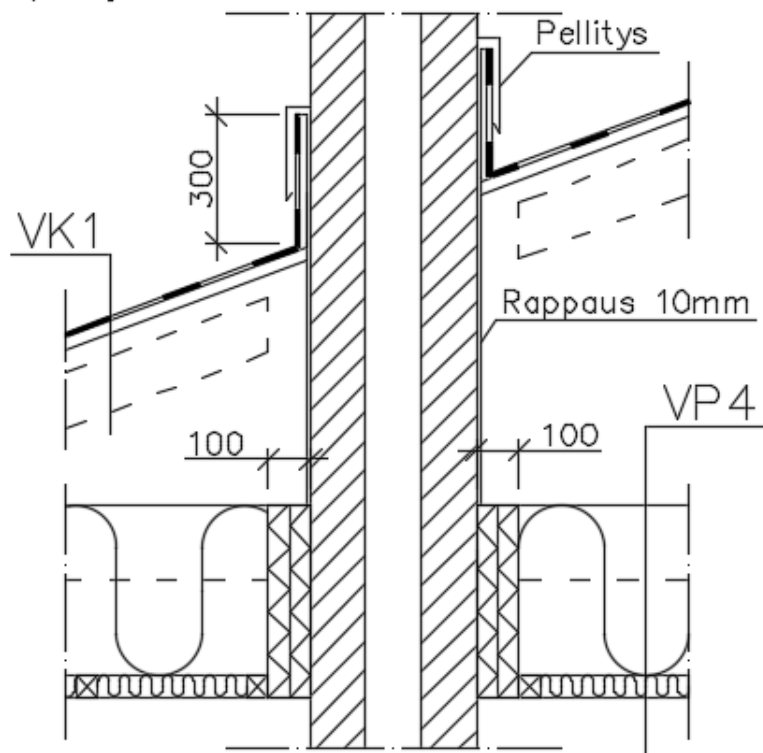
DET4



US
Kipsilevy 13mm
Koolaus + eriste 150mm
Koolaus + eriste 100mm
Tuulensuojalevy 25mm
Tuuletusväli 50mm
Ulkovuorauspaneeli 23mm

LIITE: 9. HORMIN LÄPIVIENNIT

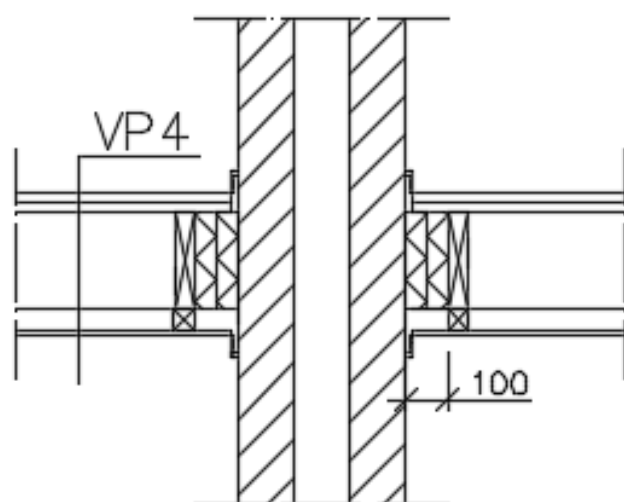
Veden valuminen rakenteisiin estetään pellityksellä



Hormin ja välipohjarakenteiden välissä 100mm palamatonta eristettä

Hormin ympärille rakennetaan siitä irti oleva kehikko, johon bitumikermi kiinnitetään.

Kermiä ei kiinnitetä suoraan hormiin, jotta hirsirungon painuma pääsee tapahtumaan. Kermi nostetaan ylös vähintään 300mm



Hormin ja välipohjarakenteiden välissä 100mm palamatonta eristettä

LIITE: 10. LIITTOLAATAN JA HARKKOSEINÄN MITOITUS

Liittolaatan mitoitus

Liittolaatan suurimmat jännevälit

Laajennus 4,696 m

Vanha osa 4,39 m

Taulukko 1. Liittolaatan enimmäisjännemitat

HC-45			Hyötykuorma $q = 2,0 \text{ kN/m}^2$		Hyötykuorma $q = 3,0 \text{ kN/m}^2$	
			K20	K30	K20	K30
h (mm)	d (mm)	t (mm)	L_{ca}/L_{ca}	L_{ca}/L_{ca}	L_{ca}/L_{ca}	L_{ca}/L_{ca}
120	100	0,7	3,9 / 5,4	4,3 / 5,5	3,7 / 4,8	4,0 / 5,0
		0,9	3,9 / 6,0	4,3 / 6,3	3,7 / 5,4	4,1 / 5,6
140	120	0,7	4,6 / 5,7	4,9 / 5,9	4,3 / 5,2	4,6 / 5,3
		0,9	4,6 / 6,5	4,9 / 6,6	4,3 / 5,8	4,7 / 6,0
160	140	0,7	5,1 / 6,0	5,5 / 6,1	4,8 / 5,4	5,2 / 5,5
		0,9	5,1 / 6,8	5,6 / 6,9	4,8 / 6,1	5,3 / 6,3
180	160	0,7	5,6 / 6,2	6,1 / 6,3	5,4 / 5,7	5,8 / 5,8
		0,9	5,7 / 7,0	6,2 / 7,2	5,4 / 6,4	5,9 / 6,6
200	180	0,7	6,2 / 6,4	6,6 / 6,5	5,9 / 5,9	6,3 / 6,0
		0,9	6,2 / 7,2	6,7 / 7,4	6,0 / 6,7	6,4 / 6,8
220	200	0,7	6,7 / 6,6	7,2 / 6,6	6,4 / 6,1	6,9 / 6,1
		0,9	6,7 / 7,4	7,3 / 7,7	6,5 / 6,9	7,0 / 7,0
240	220	0,7	7,2 / 6,7	7,7 / 6,8	6,9 / 6,2	7,4 / 6,3
		0,9	7,3 / 7,6	7,8 / 7,7	7,0 / 7,0	7,5 / 7,2

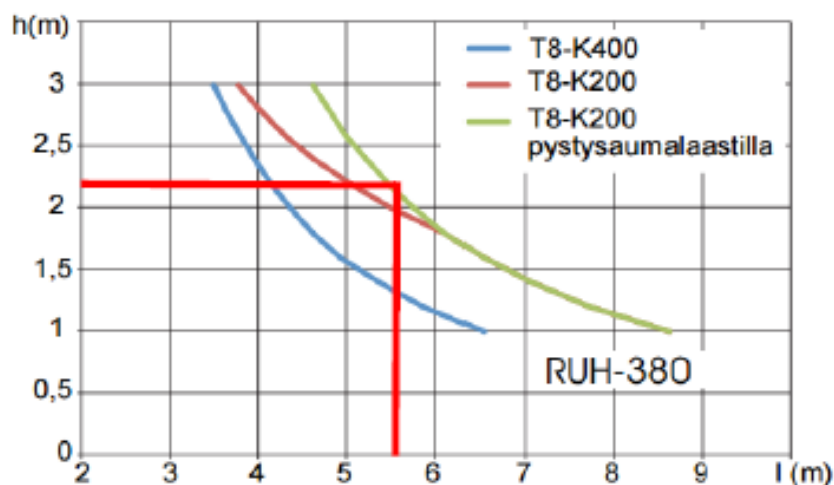
Pitkäaikaisen kuorman osuus 30 % ja betonin virumaluku on 3.

Sallittu taipuma on $L/250$, joka on useimmissa tapauksissa mitoittava.HC-45 liittolaatan enimmäisjännemitat (L_{ca}/L_{ca} , rakenneluokassa 2), Taulukko 1.

Taulukossa 1:

 L_{ca} = Sallitun taipuman perusteella laskettu enimmäisjännemitta (m) L_{ca} = Kantokyvyn perusteella laskettu enimmäisjännemitta (m) h = Valmiin betonilaatan paksuus (mm) d = Tehollinen korkeus betonimenekin laskentaa varten (mm) t = Liittolevyn nimellispaksuus (0,7 mm tai 0,9 mm)K20 tai K30 = Betonin nimellislujuus (MN/m²)

Kevytsojarahkkoseinän mitoitus



Kuva 10. Seinän paksuus 380 mm.

Maanpinnan korkeus lattiapinnasta maanpintaan (h)

2,2 m

Maanpineseinän maksimitukiväli tuen keskeltä keskelle (l)

5,56 m

LIITE: 11. KAKSIAUKKOISEN PALKIN TUKIREAKTIOT

Rakenteiden omapaino			
Välipohja yleensä			0,6 kN/m ²
Väliseinäkuorma			0,3 kN/m ²
Yhteensä			0,9 kN/m ²
Hyötykuorma			2 kN/m ²
Palkin mitat			
h	=		90 mm
b	=		225 mm
A	=		20250 mm ²
tiheys	=		
paino			0,101 kN/m
Suurin palkkien väli	=		0,84 m
Murtorajatilan kuorma			
Murtorajatilan kertoimet			
			1,15 omapaino
			1,5 hyötykuorma
KY 1			
1,15* omapaino + 1,5*hyöty			
q=		3,50555	
Tukireaktiot			
M_{max}	=	$-\frac{ql_2^3+ql_1^3}{8(l_1+l_2)}$	= -3,295 kNm
q	=		3,50555 kN/m
l1	=		2,086 m
l2	=		3,106 m
R1	=	$\frac{M_{max}}{l_1} + \frac{ql_1}{2}$	= 2,07671 kN
R2	=	$ql_1 + ql_2 - R_1 - R_3$	= 11,7408 kN
R3	=	$\frac{M_{max}}{l_1} + \frac{ql_2}{2}$	= 4,38327 kN

VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
V _{z,max}	6.51 kN	2086 mm
M _{y,max}	3.30 kNm	2086 mm

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	2.95 kN	-0.41 kN	2.08 kN	-0.07 kN
2:	11.74 kN	2.58 kN	8.50 kN	2.87 kN
3:	4.56 kN	0.79 kN	3.29 kN	0.95 kN

- Tukipisteisiin syntyy nostetta, varmista ankkurointi

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

Kuormitustapaus:	Omapaino
Tuki:	FZ [kN]:
1:	0.51
2:	2.87
3:	1.07

Kuormitustapaus:	Hyötykuorma, jänneväli 1
Tuki:	FZ [kN]:
1:	1.58
2:	2.05
3:	-0.12

Kuormitustapaus:	Hyötykuorma, jänneväli 2
Tuki:	FZ [kN]:
1:	-0.58
2:	3.58
3:	2.22

LIITE: 12. VÄLIPOHJAPALKIN MITOITUS

Tiedosto Tietokannat Asetukset Ohje

Aktiivinen projekti: Ei aktiivista projektia

MetsäWood

Tervetuloa RAKENNEMALLI Reiät Kuormitus MITOITUS Lasketatulokset TULOSTE

Valitse kuormitustapaukset: Kaikki tapaukset

Lisää... Poista

Muuta...

- Omapaino:
 - 1: 0.60 kN/m²
 - 2: 0.30 kN/m²
- Hyötykuorma:
 - 1: 2.00 kN/m²
- Lumikuorma:
- Tuulikuorma:
- Hyötyk. pistekuomatakark.

Peruskuormien määrittäminen... Kuormitustapaukset ja kuormitusyhdistelmät... X = 4530

1: 50 mm 2: 170 mm 3: 50 mm

2086 3106 5192

0.60 kN/m² 0.30 kN/m² 2.00 kN/m² 0.101 kN/m

Y Z X X Y Z

Finnwood-salasana (voimassa 12 kk) vanhenee: 1.3.2017

Lattiapalkki/laatta GL28c 90x225 (k840, L=5192)

POIKKILEIKKAUS

Poikkileikkaustyyppi: Suorakaide

Materiaali: GL28c

Poikkileikkauksista: k/k [mm]: 90x225 840

MATERIAALI: GL28c

MUOTO: Suorakaide

LEVEYS B: 90 mm

KORKEUS H: 225 mm

A: 20250 mm²

I_y: 65429658 mm⁴

W_y: 759375 mm³

KÄÄNTÖKÄYTTÖM. LEV.: 840 mm

PAINO: 10.1 kg/m

PITUUS: 5192 mm

MITOITUSASETUKSET

Käyttöluokka: 1

Seuraamustaluokka: CC2 (KFI=1.0)

RAKENNEMITOITUS

MURTORAJATILA (MRT)

Nujahdustarkastelu

Kiepahdustarkastelu

KÄYTTÖRAJATILA (KRT)

Taipumataarkastelu

Värehtelytarkastelu

HUOMI! Tarkista rakenneosan laskenta-asetukset (MRT ja KRT) ennen kuin mitoitat poikkileikkauksen.

MITOITUSTULOS

KOKONAISKÄYTTÖASTE = 84.6 %



RAKENNEMITOITUS (85 %)

MATERIAALIARVOT (Ominaisarvot):

- fm,k (My) = 30.80 N/mm²
- fm,k (Mz) = 28.00 N/mm²
- fc,0,k = 24.00 N/mm²
- fc,90,k = 2.70 N/mm²
- ft,0,k = 18.15 N/mm²
- fv,k (Vz) = 2.70 N/mm²
- fv,k (Vy) = 2.70 N/mm²
- E_{mean} = 12600 N/mm²
- G_{mean} = 720 N/mm²
- E 0.05 = 10200 N/mm²
- G 0.05 = 580 N/mm²
- Tilavuuspaino = 5.00 kN/m³ (omapainon laskentaa varten)

MURTORAJATILA (MRT): (40 %)

- Leikkaus (Vz): 6.51 kN, (40 %), x = 2086 mm
- Taivutus (My): 3.30 kNm, (21 %), x = 2086 mm (Lef=2086 mm)
- (ilman kiepahdusta): 3.30 kNm, (21 %), x = 2086 mm
- Tukipaine, tuki 1: (15 %), tukipainekerroin = 2.40
- Tukipaine, tuki 2: (21 %), tukipainekerroin = 2.03
- Tukipaine, tuki 3: (23 %), tukipainekerroin = 2.40
- Vz_{max} = 6.51 kN, x = 2086 mm
- My_{max} = 3.30 kNm, x = 2086 mm

Maksimitukireaktiot:

- Tuki 1: FZ=2.95 kN
- Tuki 2: FZ=11.74 kN
- Tuki 3: FZ=4.56 kN

Minitukireaktiot:

- Tuki 1: FZ=-0.41 kN
- Tuki 2: FZ=2.58 kN
- Tuki 3: FZ=0.79 kN

KÄYTTÖRAJATILA (KRT): (85 %)

Taipumamitoitus: (26%)

- jänneväli 1 (8%)
 - W_{inst} = 0.4 mm (8%), x = 909 mm
 - W_{net,fin} = 0.5 mm (7%), x = 909 mm
- jänneväli 2 (26%)
 - W_{inst} = 2.0 mm (26%), x = 3764 mm
 - W_{net,fin} = 2.7 mm (26%), x = 3764 mm

Värähtelymitoitus: (85 %)

- jänneväli 1 (26%)
 - Taipuma U = 0.1 mm, raja = 0.5 mm (26%)
 - Taajuus f1 = 35.6 Hz, raja = 9.0 Hz (25%)
- jänneväli 2 (85%)
 - Taipuma U = 0.4 mm, raja = 0.5 mm (85%)
 - Taajuus f1 = 16.0 Hz, raja = 9.0 Hz (56%)

LIITE: 13. YLÄPOHJAPALKIN MITOITUS

Tiedosto Tietokannat Asetukset Ohje

Aktiivinen projekti:
Ei aktiivista projektia

MetsäWood

Tervetuloa **RAKENEMALLI** Reiät **Kuormitus** **MITOITUS** Laskentatulokset **TULOSTE**

Valitse kuormitustapaukset:
Kaikki tapaukset

+ Lisää... - Poista

... Muuta...

Omapaino:
 1: 0.50 kN/m²
 2: Yläpohjarakenteet 1 kN/m²
 Lumikuorma:
 1: 2.00 kN/m²
 Tuulikuorma (alas):
 Tuulikuorma (ylös):
 Huoltokuorma:

Peruskuormien määrittäminen... Kuormitustapaukset ja kuormitusyhdistelmät... **X = 978**

Yläpohjarakenteet 1
0.50 kN/m²

2.00 kN/m²

0.101 kN/m

1: 75 mm 2: 150 mm 3: 75 mm

2086 3106 5192

Finnwood-salasana (voimassa 12 kk) vanhenee: 1.3.2017

Kattopalkki/laatta GL28c 90x225 (k1200, L=5192)

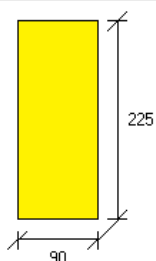
POIKKILEIKKAUS

Poikkileikkaustyyppi:
Suorakaide

Materiaali:
GL28c

Poikkileikkauksista: k/k [mm]:
90x225 1200

MATERIAALI: GL28c
MUOTO: Suorakaide
LEVEYS B: 90 mm
KORKEUS H: 225 mm
A: 20250 mm²
I_y: 85429688 mm⁴
W_y: 759375 mm³
K-JAKO/KUORM.LEV.: 1200 mm
PAINO: 10.1 kg/m
PITUUS: 5192 mm

**MITOITUSASETUKSET**

Käyttöluokka: 1

Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)

RAKENEMITOITUS

MURTORAJATILA (MRT)

Nurjhdustarkastelu

Kiepahdustarkastelu

KÄYTTÖRAJATILA (KRT)

Taipumatarkastelu

HUOM! Tarkista rakenneosan laskenta-asetukset (MRT ja KRT) ennen kuin mitoitat poikkileikkauksen.

MITOITUSTULOS

KOKONAISKÄYTTÖASTE = 66.0 %



- [-] **RAKENEMITOITUS (66 %)**
 - [-] **MATERIAALIARVOT (Ominaisarvot):**
 - fm,k (My) = 30.80 N/mm²
 - fm,k (Mz) = 28.00 N/mm²
 - fc,0,k = 24.00 N/mm²
 - fc,90,k = 2.70 N/mm²
 - ft,0,k = 18.15 N/mm²
 - fv,k (Vz) = 2.70 N/mm²
 - fv,k (Vy) = 2.70 N/mm²
 - E_{mean} = 12600 N/mm²
 - G_{mean} = 720 N/mm²
 - E 0.05 = 10200 N/mm²
 - G 0.05 = 580 N/mm²
 - Tilavuuspaino = 5.00 kN/m³ (omapainon laskentaa varten)
 - [-] **MURTORAJATILA (MRT): (66 %)**
 - Leikkaus (Vz): 10.74 kN, (66 %), x = 2086 mm
 - Taivutus (My): 5.44 kNm, (35 %), x = 2086 mm (Lef=2086 mm)
 - (ilman kiepahdusta): 5.44 kNm, (35 %), x = 2086 mm
 - Tukipaine, tuki 1: (13 %), tukipainekerroin = 2.10
 - Tukipaine, tuki 2: (38 %), tukipainekerroin = 2.10
 - Tukipaine, tuki 3: (28 %), tukipainekerroin = 2.10
 - Vz_{max} = 10.74 kN, x = 2086 mm
 - My_{max} = 5.44 kNm, x = 2086 mm
 - [-] **Maksimitukireaktiot:**
 - Tuki 1: FZ=3.43 kN
 - Tuki 2: FZ=19.38 kN
 - Tuki 3: FZ=7.24 kN
 - [-] **Minimitukireaktiot:**
 - Tuki 1: FZ=1.01 kN
 - Tuki 2: FZ=5.73 kN
 - Tuki 3: FZ=2.14 kN
 - [-] **KÄYTTÖRAJATILA (KRT): (40 %)**
 - [-] **Taipumamitoitus: (40%)**
 - [-] **jänneväli 1 (5%)**
 - W_{fin} = 0.3 mm (0%), x = 649 mm
 - W_{net,fin} = 0.3 mm (5%), x = 649 mm
 - [-] **jänneväli 2 (40%)**
 - W_{fin} = 4.2 mm (0%), x = 3764 mm
 - W_{net,fin} = 4.2 mm (40%), x = 3764 mm

LIITE: 14. TERASSIN PALKISTON MITOITUS

FINNWOOD 2.3 SR1 - C:\...Terassipalkkien kannatuspalkki.s01

Tiedosto Tietokannat Asetukset Ohje

Aktiivinen projekti:
Ei aktiivista projektia

MetsäWood

Tervetuloa RAKENNEMALLI Reiät Kuormitus MITOITUS Laskentatulokset TULOSTE

Valitse kuormitustapaukset:
Kaikki tapaukset

Lisää... Poista

Muuta...

- Dmapaino:
- 1: 0.02 kN/m²
- Hyötykuorma:
- 1: 2.00 kN/m²
- Lumikuorma:
- Tuulikuorma:
- Hyötyk. pistekuormatark.:

Peruskuormien määrittäminen... Kuormitustapaukset ja kuormitusyhdistelmät... X = -74

0.02 kN/m²

2.00 kN/m²

0.050 kN/m

1: 45 mm

2: 45 mm

1071

1071

POIKKILEIKKAUS

Poikkileikkaustyyppi:

Suorakaide

Materiaali:

C24

Poikkileikkauksista: k/k [mm]:

100x100 1885

MATERIAALI: C24
MUOTO: Suorakaide
LEVEYS B: 100 mm
KORKEUS H: 100 mm
A: 10000 mm²
I_y: 8333333 mm⁴
W_y: 166667 mm³
K-JÄKO/KUORM.LEV.: 1885 mm
PAINO: 5.0 kg/m
PITUUS: 1071 mm

MITOITUSASETUKSET

Käyttöluokka: 2

Seuraamustaluokka: CC2 (KFI=1.0)

RAKENNEMITOITUS

MURTORAJATILA (MRT) -----

Nurjhdustarkastelu -----

Kiepahdustarkastelu -----

KÄYTTÖRAJATILA (KRT)

Taipumatarkastelu -----

Värähtelytarkastelu -----

HUOM! Tarkista rakenneosan laskenta-asetukset (MRT ja KRT) ennen kuin mitoitat poikkileikkauksen.

100

100

MITOITUSTULOS

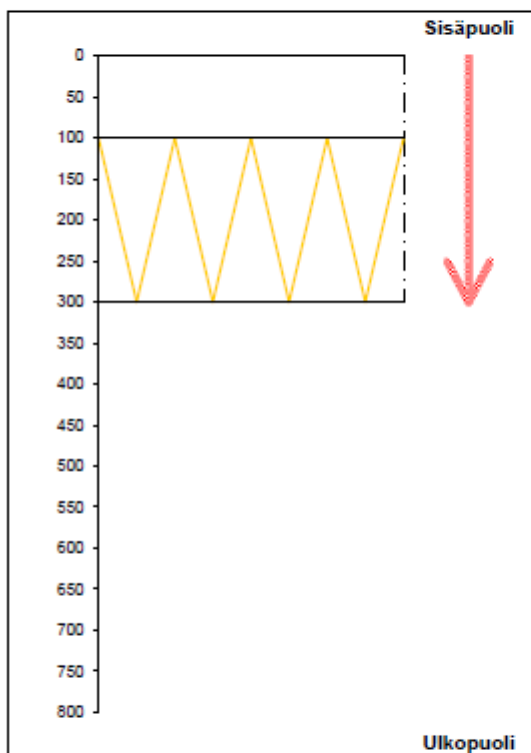
KOKONAISKÄYTTÖASTE = 33.3 %



- ☐ **RAKENNEMITOITUS (33 %)**
 - ☐ **MATERIAALIARVOT (Ominaisarvot):**
 - fm,k (My) = 26.03 N/mm²
 - fm,k (Mz) = 26.03 N/mm²
 - fc,0,k = 21.00 N/mm²
 - fc,90,k = 2.50 N/mm²
 - ft,0,k = 15.18 N/mm²
 - fv,k (Vz) = 4.00 N/mm²
 - fv,k (Vy) = 4.00 N/mm²
 - E_{mean} = 11000 N/mm²
 - G_{mean} = 690 N/mm²
 - E 0.05 = 7400 N/mm²
 - G 0.05 = 460 N/mm²
 - Tilavuuspaino = 5.00 kN/m³ (omapainon laskentaa varten)
 - ☐ **MURTORAJATILA (MRT): (33 %)**
 - Leikkaus (Vz): 3.08 kN, (20 %), x = 0 mm
 - Taivutus (My): 0.83 kNm, (33 %), x = 536 mm (Lef=300 mm)
 - (ilman kiepahdusta): 0.83 kNm, (33 %), x = 536 mm
 - Tukipaine, tuki 1: (23 %), tukipainekerroin = 2.08
 - Tukipaine, tuki 2: (23 %), tukipainekerroin = 2.08
 - Vz_{max} = 3.08 kN, x = 0 mm
 - My_{max} = 0.83 kNm, x = 536 mm
 - ☐ **Maksimitukireaktiot:**
 - Tuki 1: FZ=3.08 kN
 - Tuki 2: FZ=3.08 kN
 - ☐ **Minimitukireaktiot:**
 - Tuki 1: FZ=0.04 kN
 - Tuki 2: FZ=0.04 kN
 - ☐ **KÄYTTÖRAJATILA (KRT): (31 %)**
 - ☐ **Taipumamitoitus: (31%)**
 - ☐ **jänneväli 1 (31%)**
 - W_{inst} = 0.8 mm (31%), x = 536 mm
 - W_{net,fin} = 1.0 mm (29%), x = 536 mm

LIITE: 15. U-ARVOLASKUT

ALAPOHJA	d [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
Sisäpinta			0,17
1 Betonilaatta	100	2,500	0,04
2 Polystyreeni (EPS)	200	0,037	5,41
Ulkopinta			0,04



SUHTEELLINEN LATTIAMITTA

A	74,4	m ²
P	40,5	m
B'	3,674	m

LATTIAN EKVIVALENTTI PAKSUUS

w	0,380	m
d _t	11,691	m
$\lambda_{\text{perusmaa}}$	2,000	W/mK
R _{si}	0,170	m ² K/W
R _{se}	0,040	m ² K/W
R _f	5,445	m ² K/W
R _g	0,839	m ² K/W

SEINÄN EKVIVALENTTI PAKSUUS

z	1,800	m
d _w	11,084	m
R _w	5,372	m ² K/W

U-ARVO

Ψ_{ge}	-	
U ₀	-	W/m ² K
U _{br}	0,14	W/m ² K
U _{bw}	0,15	W/m ² K

ALAPOHJAN U-ARVO

$$U_c = 0,1461 \text{ W/m}^2\text{K}$$

VIRHEILMOITUKSET

-
-

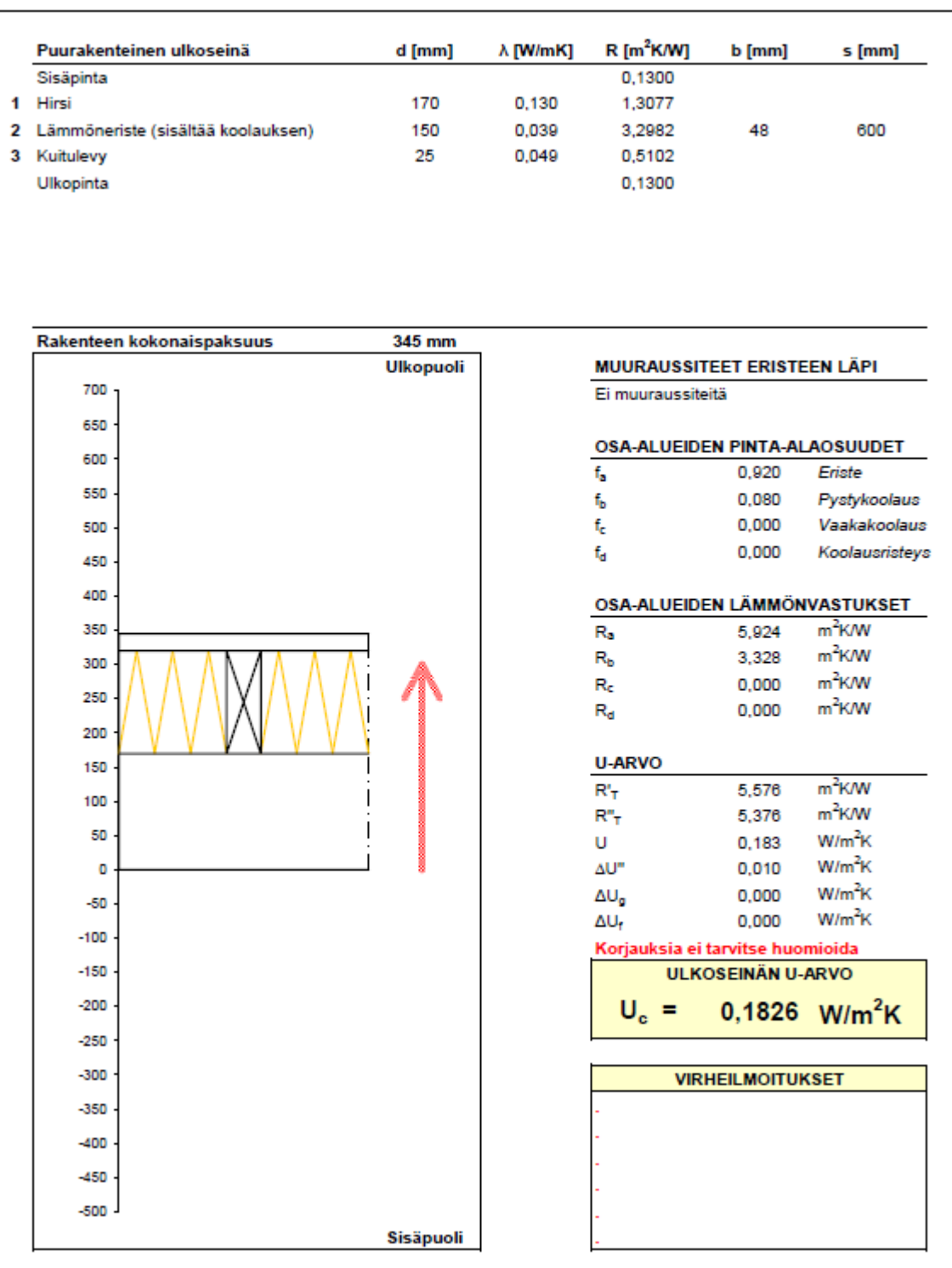
Maanvastaisen kellariseinän U-arvon määrittäminen

Laskennan lähtötiedot:

Lattiarakenteen pinta-ala, A	74,36	m ²
Lattiarakenteen piiri, P	40,68	m
Seinän paksuus, W	0,58	m
Maan lämmönjohtavuus	2,0	W/(m K)
Lattiarakenteen sisäpuolen pintavastus, R _{sif}	0,17	m ² K/W
Lattiarakenteen lämmönvastus, R _f	5,45	m ² K/W
Lattiarakenteen ulkopuolen pintavastus, R _{sef}	0,04	m ² K/W
seinarakenteen sisäpuolen pintavastus, R _{siw}	0,17	m ² K/W
Seinarakenteen lämmönvastus, R _w	7,13	m ² K/W
Seinarakenteen ulkopuolen pintavastus, R _{sew}	0,04	m ² K/W
Seinarakenteen korkeus maanpinnan alapuolella, z _w	2,2	m

Laskennan tulokset:

Maanvastaisen alapohjan ekvivalentti paksuus, d _t	10.420	m
Suhteellinen lattiamitta, B'	3.700	m
Maanvastaisen seinarakenteen ekvivalentti paksuus, d _w	14.000	m
Maanvastaisen alapohjan lämmönläpäisykerroin U _{bw} (U-arvo ilman maan lämmön vastuksia pelkät rakennekerrokset ja ilman pintavastukset huomioiden)		m ² K/W
Maanvastaisen alapohjan lämmönläpäisykerroin U _{bw} (=0.9 * U-arvo ilman maan lämmönvastuksia)	0.129	m ² K/W
Maanvastaisen alapohjan lämmönläpäisykerroin U _{bw} (U-arvo jossa huomioituna maan lämmönvastukset ja rakenteen geometria)	0.121	m ² K/W



LIITE: 16. E-LUKULASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

E-luvun laskennan lähtötiedot				
Yläpohja	m ²	U-arvo (W/m ² K)		
Parveke	16,625	0,09		
Muut	58,9	0,09		
Yhteensä	75,5	0,09		
Yläpohjan pinta-ala lasketaan ulkoseinien sisämittojen mukaisesti kattoikkunoiden aukkojen pinta-alat vähentäen. Yläpohjan läpivientien, kuten kanavien, hormien ja tuuletusputkien läpiviennit, pinta-alaa ei vähennetä				
Alapohja	m ²	U-arvo (W/m ² K)		
Kellari	74,36			
Alapohjan pinta-ala lasketaan sisämittojen mukaan aukkojen ja rakenteiden aloja vähentämättä. Alapohjan läpivientien, kuten kanavien, pilarien, viemärien ja vesijohtojen läpiviennit, pinta-alaa ei vähennetä alapohjan pinta-alasta.				
Ulkoseinät	Seinäosan pituus (m)	Seinän korkeus (m)	Pinta-ala (m ²)	U-arvo (W/m ² K)
Vanha osa	16,5	2,56	42,2	0,18
Laajennus	23,5	2,56	60,2	0,16
Yläkerran seinä	25,5	2,6	66,2	0,16
Yläkerran päädyt	8,2	2,6	21,4	0,16
Kellarin seinät	40,5	2,6	105,2	0,12
Maanpäälliset osat yhteensä			147,7 m ²	
Ulkoseinät yhteensä			295,2 m ²	
Ulkoseinien pinta-ala lasketaan sisämittojen mukaisesti alapohjan lattiapinnasta ylä- pohjan alapintaan ikkunoiden ja ovien aukkojen pinta-alat vähentäen.				
Ulko-ovet	Pinta-ala (m ²)	Kappalemäärä	Yhteensä	
Ulko-ovi	2,1	2	4,2 m ²	
Parvekkeen ovi	2,1	2	4,2 m ²	
Yhteensä			8,4 m ²	

Ikkunat					
Pohjoiseen					
1*1,2	1,2	4	4,8 m ²		
1,2*1,4	1,68	1	1,68 m ²		
yhteensä			6,48 m²		
Itään					
1*1,2	1,2	2	2,4 m ²		
yhteensä			2,4 m²		
Etelään					
1*1,2	1,2	2	2,4 m ²		
1,2*1,4	1,68	1	1,68 m ²		
yhteensä			4,08 m²		
Länteen					
0,75*0,5	0,375	4	1,5 m ²		
1,2*1,4	1,68	2	3,36 m ²		
yhteensä			4,86 m²		
Ikkunat yhteensä			47,58 m²		
Ikkunoiden ja ovien pinta-alat lasketaan kehän ulkomittojen (karmirakenteen ulkomittojen) mukaan. Julkisivun tai katon muodosta merkittävästi poikkeavan ikkunaratkaisun, kupumaisen kattoikkunan ja valoaukollisen savunpoistoluukun pinta-ala lasketaan tapauskohtaisesti yleisohjetta soveltaen.					
Lämmitetty nettopintala					
Kerros	Pinta-ala				
Kellari	74,4 m ²				
1. krs	75,5 m ²				
2. krs	50,8 m ²				
Maanpäällisten osien pinta-ala	126,3 m ²				
Nettopinta-ala yhteensä	200,7 m ²				
Lämmitetty nettoala on lämmitettyjen kerrostasojen summa kerrostasoja ympäröivien ulkoseinien sisäpintojen mukaan laskettuna. Vaihtoehtoisesti lämmitetty nettoala voidaan laskea lämmitetystä bruttoalasta, josta on vähennetty ulkoseinien rakennusosa-ala.					

Rakennuksen tilavuus					
Rakennustilavuus	Pinta-ala (m ²)	Korkeus (m)	Tilavuus (m ³)		
Kellarikerros	90,5				
1. krs	91,8				
2. krs	70,1				
Yhteensä	252,3	8,6	2176		

Rakennustilavuus, Vrak [rak-m³] Rakennuksen tilavuudella tarkoitetaan tilaa, jota rajoittavat ulkoseinien ulkopinnat, alapohjan alapinta ja yläpohjan yläpinta.

Rakennuksen ilmatilavuus					
Rakennuksen ilmatilavuus	Pinta-ala (m ²)	Korkeus (m)	Tilavuus (m ³)		
Kellarikerros	74,4	2,5			
1. krs	75,5	2,5			
2. krs	50,8	2,5			
Yhteensä	200,7	7,5	1497		

Ilmatilavuus, V [m³] Rakennuksen ilmatilavuus on huonekorkeuden ja kokonaissisämittojen mukaan lasketun pinta-alan tulo. Välipohjia ei lasketa ilmatilavuuteen.

Kylmäsiilat

Kylmäsiilan sijainti					
Kylmäsiilan sijainti	Pituus				
Ulkoseinä-Yläpohja	40,675	m			
Ulkoseinä-Alapohja	40,675	m			
Ulkoseinä-Välipohja	74,537	m			
Ulkoseinän ulkonurkka	96	m			
Ulkoseinän sisänurkka	89,52	m			
Ulkoseinä-Ikkuna	66	m			
Ulkoseinä-Ovi	14,4				

Ikkunan koko					
Ikkunan koko	Piiri (m)	Yhteensä (m)			
1x1,2	4,4	35,2			
1,2x1,4	5,2	20,8			
0,75*0,5	2,5	10			
		66			

Oven koko					
Oven koko	Piiri (m)	Yhteensä (m)			
1*2,1	6,2	14,4			

LIITE: 17. E-LUKULASKELMA

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Pientalo (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	Lämmitetty nettoala	200.7	m ²	
Rakennusvaippa				
Ilmanvuotoluku q50	4	m ³ /(h m ²)		
	A m ²	U W/(m ² K)	UxA W/K	Osuus lämpöhäviöstä %
Ulkoseinät	295.10	0.15	43.85	43.41
Yläpohja	75.50	0.09	6.80	6.73
Alapohja	74.36	0.15	10.86	10.75
Ikkunat	17.82	1.00	17.82	17.64
Ulko-ovet	8.40	1.00	8.40	8.31
Kylmäsiilat	-	-	13.30	13.17
Ikkunat ilmansuunnittain				
	A m ²	U W/(m ² K)	g kohtisuora -arvo	
Pohjoinen	6.48	1.00	0.56	
Itä	2.40	1.00	0.56	
Etelä	4.08	1.00	0.56	
Länsi	4.88	1.00	0.56	
Koillinen	-	-	-	
Kaakko	-	-	-	
Lounas				
Luode				
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Sunair RW 130 EC-LT (39-128 L/s)			
	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s) / (m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde	Jäätymisenesto
Pääilmanvaihtokoneet	0.080 / 0.080	2.0	-	-5.00
Erillispoistot			-	
Ilmanvaihtojärjestelmä	0.080 / 0.080	2.0	-	
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:		78.7 %		
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	Sähkölämmitys + varaava tulisija / Lämminvesivaraaja sähkövastuksilla			
	Tuoton hyötysuhde	Jaon ja luovutuksen hyötysuhde	Lämpökerroin (1)	Apulaitteiden sähkönkäyttö (2) kWh/(m ² vuosi)
Tilojen ja iv:n lämmitys	1.00	80 %		2.50
LKV:n valmistus	1.00	85 %		0.00
(1) vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle				
(2) lämpöpumpputähtöjärjestelmissä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökerroimeen				
	Määrä kpl	Tuotto kWh		
Varaava tulisija	1	2000.00		
Ilmalämpöpumppu				
Jäähdytysjärjestelmä				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
Jäähdytysjärjestelmä	-			
Lämmin käyttövesi				
	Ominaiskulutus dm ³ /(m ² vuosi)	Lämmitysenergian nettotarve kWh/(m ² vuosi)		
Lämmin käyttövesi	361.00	21		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	Käyttöaste	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Valaistus W/m ²
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	-	2.00	3.00	
Valaistus	60 % 10 %			8.00

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Pientalo (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	200.7			
Lämmitetty nettoala, m ²	200.7			
E-luku, kWh/(m ² vuosi)	208 (> raja=159)			
E-luvun erittely				
Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
			kWhE/vuosi	kWhE/(m ² vuosi)
Sähkö	23492	1.70	39936	199.0
Uusiutuva polttoaine (Puu)	3334	0.50	1667	8.3
YHTEENSÄ	26826		41603	207.3
Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus				
		Sähkö kWh/(m ² vuosi)	Lämpö kWh/(m ² vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² vuosi)
Lämmitysjärjestelmä				
Tilojen lämmitys (1)		2.5	54.3	
Tuloilman lämmitys		3.7		
Lämpimän käyttöveden valmistus			28.7	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus		7.0		
Jäähdytysjärjestelmä				
Kuluttajalaitteet ja valaistus		22.8		
YHTEENSÄ		36.0	81.0	0
<small>(1) Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen</small>				
Energian nettotarve				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Tilojen lämmitys (2)		10721	53	
Ilmanvaihdon lämmitys (3)		749	4	
Lämpimän käyttöveden valmistus		4200	21	
Jäähdytys		0	0	
<small>(2) sisältää vuotilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa</small>				
<small>(3) laskettu lämmöntalteenoton kanssa</small>				
Lämpökuormat				
		kWh/a	kWh/(m ² a)	
Aurinko		3498	17.43	
Ihmiset		2110	10.51	
Kuluttajalaitteet		3165	15.77	
Valaistus		1407	7.01	
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä		210	1.05	
Laskentatyökalun nimi ja versionumero				
Laskentatyökalun nimi ja versionumero		www.laskentapalvelut.fi, versio 1.4 (18.05.2015)		

LIITE: 18. E-LUKULASKELMA OMAVARAISENERGIA HUOMIOITUNA

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Pientalo (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi		Lämmitetty nettoala	200.7	m ²
Rakennusvaippa				
Ilmanvuotoluku q50	4	m ³ /(h m ²)		
	A	U	UxA	Osuus lämpöhäviöstä
	m ²	W/(m ² K)	W/K	%
Ulkoseinät	295.10	0.15	43.85	43.41
Yläpohja	75.50	0.09	6.80	6.73
Alapohja	74.36	0.15	10.86	10.75
Ikkunat	17.82	1.00	17.82	17.64
Ulko-ovet	8.40	1.00	8.40	8.31
Kylmäsiilat	-	-	13.30	13.17
Ikkunat ilmansuunnittain				
	A	U	g _{kohtisuora} -arvo	
	m ²	W/(m ² K)	-	
Pohjoinen	6.48	1.00	0.56	
Itä	2.40	1.00	0.56	
Etelä	4.08	1.00	0.56	
Länsi	4.88	1.00	0.56	
Koillinen	-	-	-	
Kaakko	-	-	-	
Lounas				
Luode				
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Sunair RW 130 EC-LT (39-128 L/s)			
	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s) / (m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde	Jäätymisenesto
Pääilmanvaihtokoneet	0.080 / 0.080	2.0	>78.7	C
Erillispoistot			-	-5.00
Ilmanvaihtojärjestelmä	0.080 / 0.080	2.0	-	
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:		78.7 %		
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	Sähkölämmitys + varaava tulisija / Lämminvesivaraaja sähkövastuksilla			
	Tuoton hyötysuhde	Jaon ja luovutuk- sen hyötysuhde	Lämpö- kerroin (1)	Apulaitteiden sähkönkäyttö (2) kWh/(m ² vuosi)
	-	-		
Tilojen ja iv:n lämmitys	1.00	80 %		2.50
LKV:n valmistus	1.00	85 %		0.00
(1) vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle				
(2) lämpöpumppujärjestelmissä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökerrotimeen				
	Määrä kpl	Tuotto kWh		
Varaava tulisija	1	2000.00		
Ilmalämpöpumppu				
Jäähdytysjärjestelmä				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
Jäähdytysjärjestelmä	-			
Lämmin käyttövesi				
	Ominaiskulutus dm ³ /(m ² vuosi)	Lämmitysenergian nettotarve kWh/(m ² vuosi)		
Lämmin käyttövesi	361.00	21		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	Käyttöaste	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Valaistus W/m ²
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	60 %	2.00	3.00	
Valaistus	10 %			8.00

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Pientalo (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	200.7			
Lämmitetty nettoala, m ²	200.7			
E-luku, kWhE/(m ² vuosi)	157 (< raja=159)			
E-luvun erittely				
Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWhE/vuosi kWhE/(m ² vuosi)	
Sähkö	17513	1.70	29772	148.3
Uusiutuva polttoaine (Puu)	3334	0.50	1667	8.3
YHTEENSÄ	20847		31439	156.6
Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Aurinkokennot/tuulivoima		16000	79.72	
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus				
		Sähkö kWh/(m ² vuosi)	Lämpö kWh/(m ² vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² vuosi)
Lämmitysjärjestelmä				
Tilojen lämmitys (1)		2.5	54.3	
Tuloilman lämmitys		3.7		
Lämpimän käyttöveden valmistus			26.7	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus		7.0		
Jäähdytysjärjestelmä				
Kuluttajalaitteet ja valaistus		22.8		
YHTEENSÄ		36.0	81.0	0
<small>(1) Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen</small>				
Energian nettotarve				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Tilojen lämmitys (2)		10721	53	
Ilmanvaihdon lämmitys (3)		749	4	
Lämpimän käyttöveden valmistus		4200	21	
Jäähdytys		0	0	
<small>(2) sisältää vuotolman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa</small>				
<small>(3) laskettu lämmöntalteenoton kanssa</small>				
Lämpökuormat				
		kWh/a	kWh/(m ² a)	
Aurinko		3498	17.43	
Ihmiset		2110	10.51	
Kuluttajalaitteet		3166	15.77	
Valaistus		1407	7.01	
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä		210	1.05	
Laskentatyökalun nimi ja versionumero				
Laskentatyökalun nimi ja versionumero	www.laskentapalvelut.fi , versio 1.4 (18.05.2015)			