



# **RINTAMAMIESTALON ULLAKON LAAJENNUS**

Elisa Reponen

Opinnäytetyö  
Marraskuu 2014  
Rakennustekniikka  
Talorakennustekniikka

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tampere University of Applied Sciences

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Talonrakennustekniikka

REPONEN, ELISA:  
Rintamamiestalon ullakon laajennus

Opinnäytetyö 80 sivua, joista liitteitä 34 sivua  
Marraskuu 2014

---

Tässä opinnäytetyössä tutustuttiin rintamamiestalojen historiaan ja suunniteltiin esimerkkikohteeseen ullakon laajennus voimassa olevien lakien ja säädösten mukaan. Suunnitelmat tehtiin yksityishenkilölle, joka hakee rakennuslupaa kantavien rakenteiden ja ullakkotilojen muutosta varten. Esimerkkikohde on rakennettu 1940-luvulla, ja se laajennettiin paritaloksi vuonna 1957. Vuosikymmenien aikana kohteessa on tehty paljon muutoksia, ja entinen puolitoista kerroksinen paritalo on nykyisin yhden perheen asunto. Myös kellaritilat on otettu käyttöön. Työn tilaaja ja kohde ovat opinnäytetyössä salaisia.

Opinnäytetyön tarkoitus oli toteuttaa tilaajalle rakennuslupakuvat sekä rakennesuunnitelmat. Kohteesta löytyi vain peruskorjaukseen haetut rakennuslupakuvat vuodelta 1977. Uusia rakennuslupakuvia varten kohteessa tehtiin tarkemmittaus, jotta pohjakuvat saatiin päivitettyä ajantasaisiksi, ja lisäksi ulkoseinän rakenne tarkastettiin videoendoskoopilla.

Työssä mitoitettiin ullakkotilan kantavat rakenteet Finnwood 2.3 SR1 -mitoitushjelmalla. Korjaussuunnitelmat toteutettiin pilari-palkkiratkaisulla. Palkiksi saatiin yksiaukkoinen 115x405 liimapuupalkki ja pilariksi 115x115 liimapuinen mastopilari. Kuormat siirrettiin välipohjan kautta kantavalle ulkoseinälle. Rakennuksen energiatehokkuutta parannettiin asentamalla lisälämmöneristys ulkoseinän sisäpuolelle ja yläpohjaan.

Korjauskohteen suunnittelussa olisi tärkeää saada mahdollisimman paljon tietoa rakennuksen historiasta ja tehdyistä korjauksista. Näitä varten entisten asukkaiden haastattelu olisi hyvä lisä. Rintamamiestalot ovat lähtökohtaisesti melko samankaltaisia, ja ne on rakennettu monesti samojen tyyppiirustusten pohjalta. Suunnittelijan tulee kuitenkin huomioida, että jokainen kohde on erilainen ja yllättäviä ongelmia voi ilmetä. Museovirasto ja kaavamääräykset voivat vaikuttaa vanhan rintamamiestalon korjaukseen.

---

Asiasanat: rintamamiestalot, korjausrakentaminen, kantavat rakenteet, muutostyöt, energiatehokkuus

## **ABSTRACT**

Tampere University of Applied Sciences  
Degree programme of Civil engineering  
Structural engineering

REPONEN, ELISA:

The extension of the attic in the type house in the post-war reconstruction period in Finland

Bachelor's thesis 80 pages, appendices 34 pages  
November 2014

---

The purpose of this study was to plan a renovation to a type house in the post-war reconstruction period in Finland. The house was built in 1940's and it was enlarged in 1957. The planning permission was applied for the enlargement of the attic. The change had impact on the primary structures. The history of the type house in general and the old plans of the previous planning permission were explored in the beginning of the planning process. The law and enactment of the day were perceived which had an effect on the insulation.

As a result of this study the new planning permission and structural plans of the enlargement were produced. The old primary structures were replaced with the laminated beam and columns. The energy efficiency was improved with the supplementary insulation in the exterior wall and the roof.

There is a lot of this kind of type houses in Finland which were built after the Second World War. Even though they are based on the same plans there can be large amount of variations of changes. While making a renovation in the type house an engineer must be prepared for the structural surprises.

---

Key words: type house in the post-war reconstruction period in Finland, renovation, primary structure, enlargement, energy efficiency

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	RINTAMAMIESTALOJEN HISTORIAA.....	7
2.1	Jälleenrakennusaika ja tyyppitalon synty.....	7
2.2	Rakentamisen standardisointi .....	10
2.3	Rintamamiestalo nykyään.....	11
3	SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT .....	13
3.1	Rintamamiestalon korjaaminen .....	13
3.1.1	Perinnerakentaminen.....	14
3.1.2	LVIS ja kosteus .....	15
3.2	Esimerkkikohde .....	16
3.2.1	Kohteen lähtötiedot .....	17
3.2.2	Vanhat rakenteet.....	17
3.3	Ullakon muutostyöt.....	20
3.3.1	Kantavien rakenteiden muutokset.....	21
3.3.2	Yläpohja .....	25
3.3.3	Ulkoseinä .....	27
3.3.4	Rakennusmateriaalit.....	29
3.3.5	Energiatehokkuus.....	30
3.3.6	Lähtötiedot mitoitukseen.....	34
3.4	Kohteen tarkemittaus .....	35
3.4.1	Tarkemittauksen tarve kohteessa .....	36
3.4.2	Työn suoritus ja suunnitelma .....	36
3.4.3	Mittaustulosten analysointi ja virhearviointi.....	37
3.4.4	Mittaustulosten käyttö.....	38
4	RAKENNESUUNNITELMAT.....	39
4.1	Vaihtoehdot työn toteutukseen .....	39
4.2	Kantavien rakenteiden mitoitus .....	39
4.2.1	Kuormitus.....	40
4.2.2	Palkin mitoitus .....	40
4.2.3	Pilarin mitoitus .....	42
4.2.4	Välipohjapalkin mitoitus.....	43
4.3	Rakennekuvat.....	43
5	POHDINTA.....	44
	LÄHTEET.....	46
	LIITTEET .....	47
	Liite 1. U-arvolaskelmat: vanha ja uusi yläpohja.....	47

Liite 2. Rakennuslupakuvat .....	49
Liite 3. Kantavien rakenteiden mitoitus Finnwood 2.3 SR1 -ohjelmalla.....	55
Liite 4. Rakennesuunnitelmat .....	75

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä tutustutaan suomalaiseen perinteiseen talotyyppiin, rintamamiestaloon, ja suunnitellaan esimerkkikohteeseen yläkerran ullakkotilojen laajennus. Työn tavoitteena on tutustua esimerkkikohteen avulla yleisesti rintamamiestalojen historiaan, perinnerakentamiseen sekä yleisimpiin korjausmahdollisuuksiin yläkerran muutoksen osalta.

Esimerkkinä käytettävä rintamamiestalokohde on rakennettu 1940-luvulla ja laajennettu vuonna 1957. Kohde on aiemmin ollut paritalo, mutta rakennus on muutettu yhden perheen omakotitaloksi. Kohteesta on säilynyt kirjallisina dokumentteina ainoastaan vuoden 1977 rakennuslupakuvat, jolloin kohteeseen haettiin rakennuslupaa peruskorjausta varten. Kunnan rakennusvalvonnalta saatujen rakennuslupakuvien lisäksi omistajaa haastateltiin kohteen taustatietoja varten.

Rintamamiestalon omistajat hakevat rakennuslupaa yläkerran makuuhuoneen ja ullakkotilojen muutokseen. Rakennuslupaa varten kohteesta tehdään päivitetyt rakennuslupakuvat, rakennesuunnitelmat ja mitoitetaan tarvittavat kantavat rakenneosat. Opinnäytetyötilaajan toiveesta kohdetta koskevat tiedot käsitellään nimettömästi.

Opinnäytetyössä käsitellään rintamamiestalon ullakon laajennusta esimerkkinä käyttäen rakennesuunnittelijalle oleellisia osaamisalueita. Historian ja vanhojen rakenteiden tietämyksen kautta pohditaan korjausratkaisuja kohteeseen, lasketaan korjattavan rakenteen U-arvo sekä ulkoseinä- että yläpohjarakenteelle ja mitoitetaan tarvittavat kantavat rakenneosat. Suunnitteluprosessissa tulee huomioida voimassa olevat lait rakentamisessa ja energiatehokkuudessa sekä rakennuslupakuvia ja rakennesuunnitelmia tehtäessä rakennusvalvonnan ja rakennustietokorttien (RT -korttien) mukaiset ohjeet.

## 2 RINTAMAMIESTALOJEN HISTORIAA

### 2.1 Jälleenrakennusaika ja tyyppitalon synty

Rintamamiestalo talotyyppinä kehittyi Suomessa toisen maailmansodan aikana ja sen jälkeen. Tätä aikakautta kutsutaan jälleenrakennusajaksi. Se koostuu kolmesta eri vaiheesta. Ensimmäinen vaihe oli talvisodan (v. 1939–1940) jälkeen, toinen jatkosodan (v. 1941–1944) alussa ja viimeinen, kolmas vaihe, jatkosodan jälkeen syksyllä 1944. (Rinne 2013, 16–17.)

Talvisodassa menetettiin yli 100 000 rakennusta pommitusten ja alueluovutusten takia. Karjala ja Hankoniemi luovutettiin Neuvostoliitolle ja yli 400 000 evakkoa oli vaille kotia. Ensimmäisessä jälleenrakennusvaiheessa oli kiireellistä tarjota suurelle evakkoväestölle asuntoja nopeasti. (Kummala 2004) Muutama kuukausi talvisodan päättymisen jälkeen säädettiin pika-asutuslaki, jonka turvin perustettiin yli 60 000 pientilaa maaseudulle, ja taajamiin perustettiin uusia, asemakaavallisia asuinalueita (Rinne 2013, 16). Ruotsin valtio lahjoitti syksyllä 1940 kaksituhatta omakotitaloa ensiapuna asuntopulaan. Näitä omakotitaloja kutsuttiin Ruotsin lahjataloiksi tai ruotsalaistaloiksi. (Kummala 2004.)



KUVA 1. Suomen valokuvataiteen museon arkistokuvassa rakentajat naulasivat nurkkalautoja 8.9.1940 (Uusia maatiloja pakolaisille: Uusi Suomi. 2008)

Toinen jälleenrakennusvaihe alkoi jatkosodan alussa. Luovutetut alueet Karjalassa ja Hankoniemessä vallattiin takaisin. Jälleenrakennuksen toisessa vaiheessa rakentaminen sallittiin Suomessa vain poikkeusluvalla ja silloin keskityttiin takaisinvallattujen alueiden paluumuuttajien asuttamiseen. Muu Suomi oli tällöin rakennuskiellossa. Sodan rauhallisina asemasota-aikoina myös rintamamiehet rakensivat rintaman läheisyydessä hirsirunkoisia asevelitaloja. Noin 15 000 asevelitaloa ehdittiin pystyttää Karjalaan ennen kuin oli lähdettävä jälleen evakkoon. (Kummala 2004.)

Kolmas jälleenrakennusvaihe alkoi jatkosodan päätyttyä syksyllä 1944. Tämä oli jälleenrakennusvaiheista kaikista suurin. Karjalan evakkoja oli noin 400 000 ja lisäksi vielä Porkkalasta evakuoituit. Asuntoja tarvittiin kipeästi myös lähes kokonaan tuhattuun Lappiin. Kaiken kaikkiaan noin 100 000 rintamamiestä oli vailla kotia, ja kaatuneiden omaisille tarvittiin asuntoja. Asunnottomia suomalaisia oli tuolloin yli 11 prosenttia. (Rinne 2013, 17.)

Vuonna 1945 säädettiin maanhankintalaki, jonka oli tarkoitus helpottaa siirtolaisten, rintamamiesten, sotainvalidien, -leskien ja -orpojen maanhankintaa. Sekä maanhankintalaki että vuoden 1940 pika-asutuslaki määräisivät kunnat asuttamaan lisäväestöä alueelleen. Lakien toimeenpaneva elin oli maatalousministeriön asutusasianosasto, jota johti Veikko Vennamo. Lait määrittelivät myös mm. pientalojen minimi- ja maksimipinta-alat, huoneluvun ja varustetason. (Kummala 2004.)



KUVA 2. Asutustila puoliksi raivattuine peltoineen Pohjois-Karjalassa tai Savossa syyskuussa 1947 (Suomen valokuvataiteen museo. Uuden Suomen tapaus -kuvaotteita)



1940-luvulla jälleenrakentamisen pääpaino pysyi maaseudulla. Maanhankintalain yhteydessä säädettiin suuri maareformi eli maaomaisuuden jako. Maaseutujen suuria kartanoita lohkottiin uutta asutusta varten, ja kartanot menettivät jopa 80 prosenttia maastaan. Maanhankintalain nojalla kaupunkien liepeille perustettiin asutustontteja, kuntien ja valtion omaa maata kaavoitettiin ja maita pakkolunastettiin. Rakentaminen oli tarkkaan ohjattua, ja vuosikymmenen lopulla pahin asuntopula alkoi helpottaa. Tämän jälkeen jälleenrakentaminen keskittyi kaupunkeihin. (Rinne 2013, 17, 21.)

Rintamamiestaloa kutsutaan jälleenrakennuskauden tyypitaloksi. Rintamamiestalonimitys tulee maanhankintalaista, koska rintamalta palaavat noin 100 000 miestä kuuluivat suureen asunnottomien ryhmään. Tyypitaloksi rintamamiestaloa voidaan kutsua sen takia, että sen rakentamista ohjasivat keskitetysti tehdyt suunnitelmat. (Rinne 2013, 16–17) Noin parikymmentä talomallia esiteltiin 1940-luvun alussa pika-asutustoimintaa varten. Jo ennen sotia oli kehitelty uudenaikaista talotyyppiä, jota yksinkertaistettiin ottaen huomioon pula-aika. (Rinne 2013, 22.)



KUVA 3. Rintamamiestaloja Tampereella

Sodan aikana vallitsi materiaalipula, jolloin teräs ja betoni menivät suurimmaksi osaksi sotateollisuuden tarpeisiin. Energiapulan takia tiilituotanto supistui huomattavasti, joten puu oli ainoa materiaali, jota oli tarjolla asuntopulan aikana. Lisäksi puuta pystyttiin käyttämään sarjatuotannossa. (Kummala 2004.)

Rintamamiestalot suunniteltiin siten, että ne olivat helposti rakennettavissa hartiapankilla eli omatoimisesti eikä kirvesmiestaitoa tarvittu oman talon rakentamisessa. Teollisuuden tuotanto oli sidottu sotakorvausten maksamiseen Neuvostoliitolle. (Kummala 2004) Tyyppiipiirustukset olivat yksinkertaisia, materiaalimenekit olivat valmiiksi laskehtuja ja lisäksi vaiheittain rakentaminen oli huomioitu joissakin talomalleissa (Rinne 2013, 22). Tyyppitalomallit yleistyivät, koska ne oli suunniteltu viranomaisten vaatimusten mukaisesti, mikä helpotti taas rakentajan ratkaisua valita tyyppitalo (Kummala 2004). Uusia rakennustuotteita kuten lasivillaa, vuorivanua, liimapuuta, HB- palkkeja, rakennuselementtejä ja erilaisia levytuotteita kehittyi jälleenrakennuskaudella, kun sotakorvausteollisuus edisti myös muun teollisuuden kehitystä. Rakennusteollisuus alkoi myös lisätä tuotteiden kotimaisuusastetta. (RIL 174-4 Korjausrakentaminen IV Runkorakenteet 1988, 24.)

Rintamamiestalo on rankarunkoinen ja noppamainen pientalo, jossa on jyrkkä harjakatto (Rinne 2013, 17). Tiilipulan vuoksi pientaloihin rakennettiin tyypillisesti vain yksi savupiippu ja se sijoitettiin keskelle rakennusta, jotta lämpö jakautui tasaisesti kaikkiin huoneisiin. Rakennuksen pohjasta muodostui neliömäinen ja huoneet sijoittuivat savupiipun ympärille. (Kummala 2004) Alakerta oli yleensä nelijakoinen niin, että siinä oli eteinen, keittiö ja kaksi huonetta. Sisääntulon kohdalle saatettiin myös rakentaa kevytrakenteinen ulkokuisti. Rintamamiestalot olivat usein puolitoista kerroksisia pientaloja, jolloin yläkertaan voitiin sijoittaa kaksi makuuhuonetta ja ullakkotilat. (Olenius, Koskenvesa & Penttilä 2006, 10–11) Lailla oli rajoitettu asuntopulan aikana myös asumisväljyyttä, jolloin sääntönä pidettiin yhtä henkilöä huonetta kohden. Monesti puolitoista-kerroksisen rintamamiestalon ullakkotiloja vuokrattiin vieraille ja tämä otettiin huomioon jo rakentamisvaiheessa. (Kummala 2004.)

## 2.2 Rakentamisen standardisointi

Jälleenrakentamisen laadusta haluttiin pitää kiinni ja välttää asuntopulan aikana rakennettujen talojen jäämistä vain väliaikaisiksi asunnoiksi. Suomen arkkitehtiliitossa (SAFA) huolestuttiin rakentamisen laadusta talvisodan jälkeen, joten siellä perustettiin vuonna 1941 jälleenrakennustoimikunta. Toimikuntaan kuului ajan suurimpia arkkitehtejä kuten Alvar Aalto ja Aulis Blomstedt. Vuonna 1942 jälleenrakennustoimikunnan alaisuuteen perustettiin jälleenrakennustoimisto, joka myöhemmin jakautui Standar-

doimislaitokseen, Asuntotutkimukseen, Suunnittelupalveluun ja Julkaisutoimintaan. Standardoimislaitoksen rooli oli keskeinen ja toiminnan laajenemisen myötä jälleenrakennustoimiston nimi muutettiin vuonna 1947 SAFA:n Standardoimislaitokseksi ja myöhemmin 1972 Rakennustietosäätiöksi. (Kummala 2004.)

Jälleenrakennuksen laadunvarmistuksella haluttiin välttää asuntopulan aikana rakennettujen asuntojen jäämistä vain väliaikaiseksi ratkaisuksi. Rakentamista haluttiin rationalisoida, jolloin tyyppitalon lisäksi jälleenrakennuskaudella syntyi Rakennustieto-kortisto, jossa julkaistiin tyyppitalojen piirustuksia sekä yksittäisiä rakennusstandardeja. Standardisoimalla rakentamista haluttiin kuitenkin säilyttää rakentaminen monimuotoisena. (Kummala 2004.)

Rakennustietokortistolla oli Kummalan (2004) mukaan useita tavoitteita. Sen tuli olla täydellinen eli kaikkien rakennusalan tarvikkeiden tuli sisältyä siihen. Lisäksi sen tuli olla ajankohtainen, joten kortistoa oli päivitettävä jatkuvasti. Vielä siltä edellytettiin loogisuutta, helppokäyttöisyyttä, arvovaltaisuutta sekä pätevyyttä, jotta kaikki rakennusalan ammattilaiset ja tuottajat luottavat siihen. (Kummala 2004) RT -kortistoa käytetään rakennusalalla edelleenkin ja se pidetään ajantasaisena. Se on vakiinnuttanut paikkansa suomalaisessa rakennuskulttuurissa. (Rinne 2013, 24.)

Standardisoinnilla pyrittiin yhtenäistämään rintamamiestalojen rakentamista. Rinne (2013, 24) kertoo, että jopa jalkalistoja varten oli tehty omat mallikuvat. Ensimmäisessä erässä vuonna 1943 ilmestyi 70 RT -korttia. Kortistossa oli ohjeita kattahuovan kiinnittämisestä keittiökaapin valintaperusteisiin. (Rinne 2013, 24.)

### **2.3 Rintamamiestalo nykyään**

Rintamamiestaloja rakennettiin noin 300 000 ympäri Suomea parinkymmenen vuoden aikana. Monille ne ovat tulleet tutuksi isovanhempien asuessa sellaisessa. Rinteen mukaan rintamamiestalot jakavat nykyään mielipiteitä. Osa mieltää ne ahtaiksi asua kun toisille taas ne edustavat viimeisiä oikeita taloja, jotka on itse rakennettu rakennuspai- kalla. (Rinne 2013, 8.)

Rintamamiestalot vaativat pientä kunnostamista jatkuvasti ja Rinne (2013, 13) kutsuu-kin niissä asumista elämäntavaksi. Osaan vanhoista rintamamiestaloista on tehty suuria peruskorjauksia, kun taas osaan taloista ei ole ollut tarvetta tehdä 60 vuoteen suuremmin mitään, koska talosta on huolehdittu jatkuvasti. (Rinne 2013, 8, 13.)

Vanhoja rintamamiestaloalueita on edelleen useita ympäri Suomea. Niitä pidetään arvostettuina ja ne ovat etenkin lapsiperheiden suosiossa (Olenius ym. 2006, 11). Rintamamiestalojen korjausta saattaa kuitenkin osittain säädellä myös Museovirasto. Se on luokitellut esim. Helsingin Pirkkolan kaupunginosan valtakunnallisesti merkittäväksi ympäristöksi. Alue on rakennettu jälleenrakennuskaudella ja se on merkittävä sekä kulttuurihistoriallisesti, rakennustaiteellisesti että maisemakulttuurillisesti. Rakennuksia ei saa purkaa, mutta toimenpiteet, jotka edistävät rakennusten ja niiden ympäristön säilymistä ja olennaisten piirteiden vahvistumista, ovat sallittuja. (Kummala 2004.)

Muulla Suomessa on yhtäläillä vastaavia asuinalueita. Esikaupunkialueiden tonttitehokkuutta on nostettu vuosikymmenien saatossa ja samalla vanhoja rintamamiestalo-tontteja on lohkottu ja alueet ovat entistä tiiviimmin asutettuja (Olenius ym. 2006, 11). Asemakaavalla saatetaan määritellä uudisrakennusten kattokulmia ja rakennuksen väri-tystä sekä koko alueen yhteistä yleisilmettä ja katukuvan säilyvyyttä samankaltaisena kuin aiemmin. (Kummala 2004.)



KUVA 4. Mutkakatu, Tampere. Tampereen Petsamo tunnetaan rintamamiestaloistaan

### 3 SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT

#### 3.1 Rintamamiestalon korjaaminen

Korjausrakentamisessa olennaista on, että ehjää toimivaa rakennetta ei kannata korjata. Tämä tulee ottaa huomioon suunnitelmia tehdessä. Vanhaa rakennusta korjattaessa tulee tarkastella rakennuksen historiaa, rakennusaikaisia rakenne- ja materiaaliratkaisuja ja korjausvaihtoehtoja. (Rinne 2013, 11–13) Korjausrakentamisessa tulee selvittää ennen suunnitelmien laatimista myös aiemmin tehdyt muutos- ja korjaustyöt. Ne ovat saattaneet vaikuttaa heikentävästi rakennuksen alkuperäisiin rakenteisiin. Muutoksia voidaan havainnoida silmänmääräisesti, etsiä vanhoja dokumentteja kohteesta tai haastatella vanhoja asukkaita. (RIL 174-4 Korjausrakentaminen IV Runkorakenteet 1988, 66.)

Korjauskohteen suunnittelun lähtökohtana voidaan pitää sitä, että suunnittelun ja toteutuksen tulisi tapahtua rakennuksen omilla ehdoilla. Tässä on huomioitava sekä nykyinen tilanne että rakentamisajankohdan suunnittelu- ja rakentamistapa. (RIL 174-4 Korjausrakentaminen IV Runkorakenteet 1988, 56.)

Vanhan rakennuksen korjaamisessa on huomioitava rakentamisajalle ominainen rakentamistapa, materiaalien käyttäytyminen ja vanheneminen sekä työmenetelmien ymmärtäminen. Korjaustoimenpiteet saatetaan toteuttaa turhan rajuotteisesti, mikäli rakenteen historian tuntemus on heikko ja tämä nostaa usein myös kustannuksia. (RIL 174-4 Korjausrakentaminen IV Runkorakenteet 1988, 56.)

Korjattavan kohteen rakenteet tulee tutkia ja puurakenteen korjaustarve on selvitettävä. Puurakenteen vaurioita on monia. Runsas kosteus maaperästä ja rakennuksen sisältä sekä sadevesien pääsy rakenteisiin voivat aiheuttaa vaurioita puussa ellei se pääse kuivumaan kunnolla. Laho, home, erilaiset sienet ja levä voivat vaikuttaa puuhun. Näistä rakenteellisesti kuitenkin ongelmallisin vaurio on puun lahoaminen, koska riittävän pitkälle lahotessaan puu menettää kantavuutensa. (Rinne 2013, 67–68) Lahon lisäksi merkittäviä vaurioita puussa voi olla halkeamat ja murtumat, jotka voivat aiheutua puurakenteen kuivumisesta käytön aikana, liian suurista ripustuskuormista tai leikkausrasituksista (RIL 174-4 Korjausrakentaminen IV Runkorakenteet 1988, 86).



KUVA 5. Rintamamiestalon ulkoseinärakenne puretun laudoituksen alla. Tervapaperi vinolaudoituksen pinnassa

### 3.1.1 Perinnerakentaminen

Rakennuksen korjaamisessa on pantava merkille vanha, rakennusajalle ominainen, rakentamistapa. (RIL 174-4 Korjausrakentaminen IV Runkorakenteet 1988, 56) Rakennusperinteen huomioon ottaminen korjaustyötä tehtäessä voi vaihdella laajasti. Nykyisin on mahdollista löytää jopa alkuperäisiä ovia ja valokytkimiä. (Rinne 2013, 194.)

Rintamamiestaloja on korjattu vuosikymmenien aikana ja monesti korjaukset on toteutettu sen ajan tyypillistä muotia seuraten. Rinteen mukaan (2013, 194) tämä saattaa luoda sekavan vaikutelman rakennuksesta. Joillakin paikkakunnilla jaetaan rakentamistapaohjeita asukkaille, jotta 1940- ja 1950-luvuille ominaista arkkitehtuuria saadaan vaalittua ja säilytettyä. (Rinne 2013, 194.)

Museovirasto voi omalta osaltaan vaikuttaa korjausrakentamiseen etenkin suunnitteluvaiheessa. Arkkitehtuurin lisäksi museovirasto voi ottaa kantaa myös erikoissuunnittelijoiden toimintaan. Rakennushistoriallisesta näkökulmasta korjauksen toteuttaminen perinteiden mukaan tarkoittaa sitä, että rakennus säilyttää historiallisen luonteensa. Uudistukset ja muutokset tulee sopeuttaa vanhaan kokonaisuuteen huolellisesti. (RIL 174-4 Korjausrakentaminen IV Runkorakenteet 1988, 48)



### 3.1.2 LVIS ja kosteus

Olosuhteiden muutoksilla voi olla vaikutusta rakenteiden kuntoon. Käyttöolosuhteiden vaihteluista aiheutuva kosteustilan ja lämpötilan muutokset, rakenteiden ylikuormitukset tai käyttötarkoituksen muuttuminen voivat heikentää rakenteita. (RIL 174-4 Korjausrakentaminen IV Runkorakenteet 1988, 66.)

Talotekniikka on muuttunut vuosikymmenien aikana merkittävästi. Talo rakennettiin yhden savupiipun ympärille ja näin kaikkiin huoneisiin saatiin lämpöä (Kummala 2004). Myöhemmin rintamamiestaloissa saattoi puulämmityksen lisäksi olla esim. öljylämmitys (Rinne 2013, 234–235). Aluksi vesi saatiin kaivosta ja jätevedet johdettiin viemäristä talon vieressä olevaan kuoppaan. Kunnallistekniikan myötä rintamamiestaloihin saatiin puhdasta vettä. Viemäriverkostot yleistyivät, mutta siitä huolimatta haja-asutusalueella ei välttämättä vieläkään ole kunnollista viemärointiä. Lain tiukentumisen myötä vuoden 2016 alusta kaikissa kiinteistöissä on oltava kunnollinen jätevesijärjestelmä. (Rinne 2013, 239–240.)

Kaikissa rintamamiestaloissa ei ollut sähköjä aluksi. Ne saatettiin myöhemmin asentaa pinta-asennuksina, mutta myös rakenteiden sisällä olevat putkitetut sähköjohtoasennukset olivat mahdollisia. Sähköjohdot eivät ole kaikissa rintamamiestaloissa maadoitettuja. Korjausta tehtäessä on tarpeen kiinnittää riittävää huomiota myös sähkötöihin, koska esim. samassa huoneessa ei saa olla maadoitettuja ja maadoittamattomia pistorasioita kohonneen sähköiskuvaaran vuoksi. Sähköjohtojen korvaamisessa tulee olla huolellinen, koska metallisten sähköjohtojen eristeaine on ajan myötä hapertunut ja se on herkä murenemaan. (Rinne 2013, 248.)

Ilmanvaihto rintamamiestaloissa on painovoimainen, jolloin ilma vaihtuu lämpötilaerojen ja tuulen vaikutuksesta. Lämmin ilma nousee itsestään ylöspäin ja tuuli aiheuttaa ilmanpaine-eron eri puolille rakennusta. Talvella sisä- ja ulkopuolen lämpötilaero on suuri ja ilma vaihtuu toisinaan liian tehokkaasti, joten tulo- ja poistoilmaräppänäitä on säädettävä vuodenaikojen mukaan. Ilma ohjataan sisään puhtaista tiloista ja ulos keittiön tai WC:n kautta. (Rinne 2013, 244–245.)

Rintamamiestalojen ulkovaipassa ei ole nykymääräyksien mukaista höyrynsulkua vaan rakenne hengittää. Rinteen (2013, 57) mukaan vanhat rintamamiestalot ovat paljon ter-

veellisempiä asua kun muovitetut talot. Kun kosteus liikkuu ilman mukana rakenteiden läpi, eivät mikrobit ym. jää elämään muovikalvon tai muun tiiviin rakenteen pintaan. Hengittävässä rakenteessa kastepisteessä tiivistynyt vesihöyry sitoutuu puuperäiseen rakennusmateriaaliin ja haihtuu pois. Nykyaikaisessa rakentamisessa tämä kaasumainen vesi tiivistyy höyrynsulkumuovin pinnalle. (Rinne 2013, 54–55) Materiaalivalintoja tehtäessä tulee kiinnittää huomiota rakennusmateriaalien kykyyn imeä ja haihduttaa vettä sekä siihen miten vesi vaikuttaa materiaalin toimivuuteen.

Rintamamiestalojen käyttötarkoitus on yleensä pysynyt samana kuin rakennusaikana, mutta huomioitavaa on elämäntapojen muutokset. Nykyisin kosteuskuorma rakennuksen sisällä on huomattavan paljon suurempi kuin rakennusaikana. Rakenteet oli suunniteltu siten, että elämisestä, hengittämisestä ym. aiheutuva kosteuskuorma siirtyy seinärakenteisiin ja sitä kautta ulos. Nykyisin on kuitenkin huomioitava se, että nykyisin vedenkulutus keskimäärin henkilöä kohti on noin 155 litraa vuorokaudessa. (Vedenkulutus: Motiva. 2014) Henkilökohtaisesta hygieniasta huolehtiminen, sisä-WC:t ja pyykinpesu aiheuttavat melko suuren kosteuskuorman.

Veden kulutuksen lisäksi on huomioitavaa nykyaikainen tekniikka. Rakennuksiin asennetaan ilmalämpöpumppuja ja ulkoseiniä lisälämmöneristetään, mitkä vaikuttavat rakennuksen sisätilojen lämpötilaan. (RIL 174-4 Korjausrakentaminen IV Runkorakenteet 1988, 67) Lämmitysjärjestelmän vaihto voi vaikuttaa rakennuksen sisäisiin kosteusolosuhteisiin. Lämmitetty, kuiva ilma saattaa aiheuttaa puurakenteiden kuivumista, halkeilua ja kieroutumista. Liiallinen kosteus taas aiheuttaa lahoa rakenteissa. (RIL 174-4 Korjausrakentaminen IV Runkorakenteet 1988, 67.)

### **3.2 Esimerkkikohde**

Opinnäytetyön esimerkkikohde sijaitsee Pirkanmaalla. Se on 1940-luvulla rakennettu ja myöhemmin laajennettu rintamamiestalo. Opinnäytetyössä tehdään rakennuslupakuvat ja rakennesuunnitelmat yksityishenkilölle, joka aikoo tehdä korjaus- ja muutostöitä omistamansa rintamamiestalon yläkerran tiloille.

Esimerkkikohteessa aiemmin tehtyjä muutoksia on tarkasteltu silmämääräisesti sekä vertaamalla rakennusvalvonnasta vuodelta 1977 löytyneitä lupakuvia nykyhetkeen.



Silmämääräisesti pystyttiin heti toteamaan, että rakennuksen vanhat lupakuvat eivät enää pidä paikkaansa, joten kohteesta tehtiin tarkemittaukset. Niiden avulla selvisi kuinka paljon muutoksia kohteessa oli tapahtunut vuosikymmenien aikana.

### **3.2.1 Kohteen lähtötiedot**

Vanhan korjauskohteen suunnittelussa huomioitiin kaikki kohteesta saatavat tiedot. Kohteesta löytyi kunnan rakennusvalvonnalta rakennuslupakuvat vuodelta 1977, kun kohteeseen haettiin lupaa peruskorjausta varten. Vanhempia suunnitelmia ei kohteesta ole säilynyt. Kohteen historiaa koskevat tiedot saatiin nykyiseltä omistajalta eikä kaikkia vanhoja omistajia ole tiedossa.

Kohde on 1940-luvulla rakennettu puolitoistakerroksinen rintamamiestalo, jonka kellari on otettu myöhemmin asumiskäyttöön. Talon historian pystyy lukemaan sen rakenteista. Rintamamiestalo koostuu kahdesta osasta; 1940-luvulla rakennetusta hirsiseinäisestä osasta ja vuonna 1957 rakennetusta osasta, jonka ulkoseinä rakenteena on pystyrunko. Pohjakuvien perusteella voidaan arvioida, että kohde on joskus ollut paritalo. Rakennukseen on aikoinaan ollut kaksi sisäänkäyntiä ja huoneet ovat keskittyneet kahden hormin ympärille. Näin ollen talo on voitu jakaa kahden eri perheen kesken. Vuosikymmenien saatossa talo on kuitenkin muuttanut muotoaan ja nykyisin koko rakennus on yhtä huoneistoa.

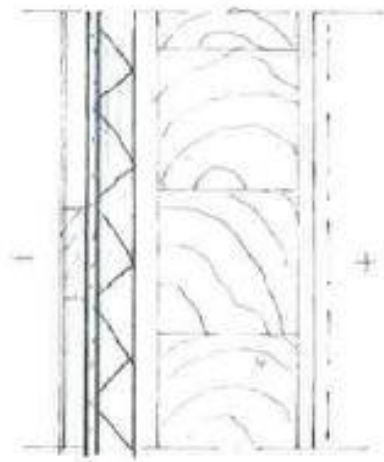
### **3.2.2 Vanhat rakenteet**

Vanhoissa rakennuslupakuvissa oli kolme rakennedetaljia, joista kaksi oli ulkoseinä rakenteesta ja yksi yläpohjasta. Alapohjarakenteesta ei ollut tietoja. Rakennukseen oli tehty muutoksia vuoden 1977 rakennuslupakuvien jälkeen, joten varmuutta detaljien ja rakennuslupapiirustusten paikkansapitävyydestä ei ollut. Rakenteet pyrittiin tutkimaan mahdollisimman tarkasti tätä työtä varten.

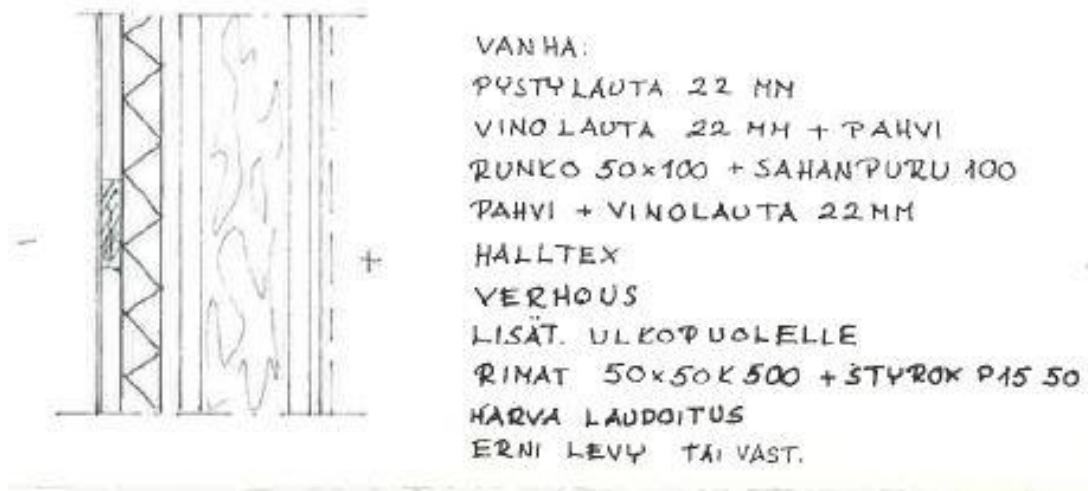
### Ulkoseinärakenne

Talon vanhemman 1940-luvulla rakennetun osan ulkoseinän rakenne on hirttä. Talon uudempi osa on rakennettu vuonna 1957. Sen ulkoseinärakenteena on pystyrunko ja eristeenä on käytetty sahanpurua. Rakennusta on ajan myötä luultavasti laajennettu useaan kertaan. Tästä kertoo se, että yläkerrasta pystyttiin havaitsemaan, että vanhan osan päällä yläkerran seinärakenne oli alakerrasta poiketen sahatavarasta tehty pystyrunko. Voidaan arvella, että aivan aluksi kohde on ollut yksikerroksinen hirsirunkoinen rakennus.

Kohteessa tarkastettiin pitääkö vanhojen rakennuslupasuunnitelmien mukaiset detaljit paikkaansa. Vuoden 1977 rakennuslupakuvien mukaan ulkoseinärakennetta oli muutettu siten, että vanhan ulkoseinäverhouksen päälle oli lisätty 50 mm polystyreeniä, harvalaudoitusta sekä verhoukseksi Erni-levy, joka on asbestisementtinen julkisivulevy. Kohteessa on nykyisin kuitenkin lomalaudoitus, joten ulkoseinän rakenne tarkastettiin rakennuslupakuvien mukaisesti.



KUVA 6. Vuonna 1977 korjattu rintamamiestalon ulkoseinä, runko hirttä (Vanhat rakennuslupakuvat 1977)



KUVA 7. Vuonna 1977 korjattu rintamamiestalon ulkoseinä, pystyrunko (Vanhat rakennuslupakuvat 1977)

Ulkoseinän rakenteen tutkimista varten porattiin noin 10 mm reikä ulkoverhoukseen. Tallentavan videoendoskoopin avulla päästiin varmistamaan, ettei polystyreeniä ole enää ulkoseinärakenteessa vaan nykyisen ulkoverhouksen takana on noin 10 mm tuuletusrako, 50 mm lasivillaa ja tämän takana laudoitus. Voidaan siis todeta, että ulkoseinän kantavarakenne on säilytetty entisellään ja näiden päälle, rakennuksen ulkopuolelle on asennettu lisälämmöneristys. Videoendoskooppia varten tehdyt reiät peitettiin massalla.

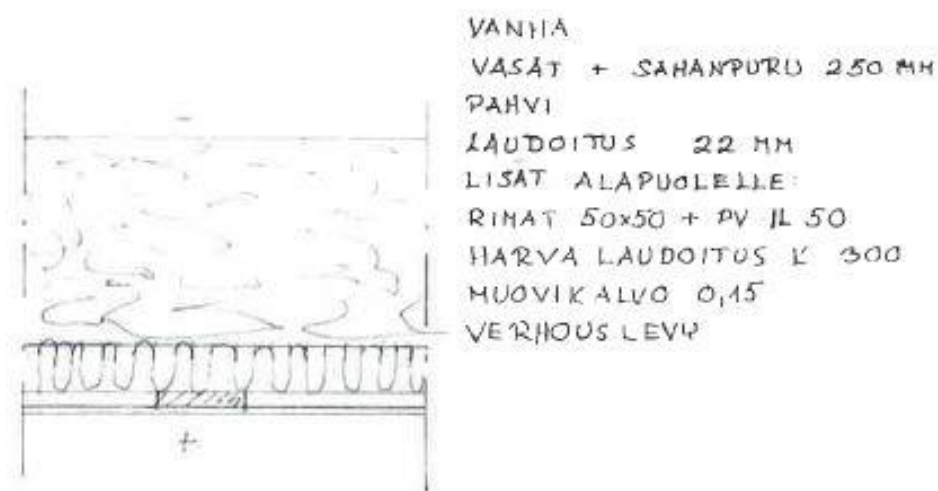


KUVA 8. Tallentava videoendoskooppi

### Vesikatto ja yläpohja

Kohteen kattorakenne oli nähtävillä kohteen sisäpuolelta hyvin. Työn tilaaja oli työn alkaessa purkanut sisätilan pintarakenteita siten, että ristikko ja seinän rakenne ullakolla oli helposti havaittavissa. Kohteen laajennus näkyy myös kattorakenteissa. Materiaalipulan vuoksi voidaan olettaa, että vanhat kattoristikot mahdollisesti poistettu vanhan yksikerroksisen rakennuksen päältä ja asennettu takaisin yläkerran laajentumisen myötä, koska kattoristikoista on nähtävissä rakennus- ja laajennusajalle tyypillisiä rakenteita.

Talon vanhemman osan ristikot ovat pyöreitä palkkeja. Ajalle tyypillisesti on käytetty saatavilla olevaa puutavaraa ja osittain ristikoita on jatkettu toisella puutavaralla. Talon uudempi osa on rakennettu vuonna 1957, jolloin käytettiin kattorakenteessa jyrkeviä ruotsalaisia kattotuoleja. Katemateriaalina on pelti ja sen alla umpilaudoitus, joka jäykistää ristikoiden nurjahduksen. Yläpohjan rakenteen voidaan olettaa olevan vanhojen rakennuslupakuvien kaltainen, koska yläpohjan purkamattomalla puolella havaittiin noin 200–300 mm sahanpurua eristeenä.



KUVA 9. Vuonna 1977 korjattu rintamiestalon yläpohja (Vanhat rakennuslupakuvat 1977)

### 3.3 Ullakon muutostyöt

Korjaustarpeen syitä voi olla esim. olosuhteiden muutokset tai rakenteelliset syyt. Muuttunut tilantarve, talotekniset LVIS -ratkaisut, kosteusolosuhteiden muutokset ja

rakenteelliset vauriot voivat olla syitä korjauksen välttämättömyydelle. Korjaustarve tulee tarkastella kohde- ja rakennekohtaisesti.

Kohteessa on tarkoitus muuttaa yläkerran idän puoleista makuuhuonetta. Rakennuslupaa haetaan vuoden 1940 puoleisen osan yläkerran muutoksiin. Vanha puolilämmin ullakkotila puretaan etelän puoleiselta pitkältä seinältä makuuhuoneen osuudelta. Näin ollen koko idän puoleinen päädy muuttuu lämpimäksi asuintilaksi. Ullakkotilan laajennuksen lisäksi kohteessa korjataan yläpohjarakenteet. Laajennuksessa otetaan huomioon nykyiset energiatehokkuusmääräykset.

Rakennuslupakuviin kuuluu rakennuksen asemapiirros, julkisivu-, pohja- ja leikkauspiirrokset. Nämä on tehty RT -korttien 15-10824 *Pääpiirustukset, erityissuunnitelmat ja selvitykset* ja 15-10784 *Asemapiirustuksen laatiminen* mukaan. Kunnan rakennusvalvontaan otettiin yhteys heti suunnittelun alkuvaiheessa. Uutta rakennuslupaa haettaessa lupakuvia verrataan edellisen rakennuslupahakemuksen suunnitelmiin. Jo puretut rakenteet tulee esittää rakennuslupakuvissa ja uudet rakenteet siten, että niiden rakenne selviää jo lupavaiheessa. Mikäli korjauskohteessa on tehty muutoksia edellisen rakennusluvun jälkeen kuitenkin ennen uutta muutosta, esitetään kyseiset jo olemassa olevat rakenteet uusina tai olemassa olevina vanhoina rakenteina. Tämä määräytyy kunnan rakennusvalvonnan ohjeiden mukaisesti. Tässä tapauksessa ne esitetään ikään kuin vanhoina rakenteina, joten seinärakennetta ei esitetä rakennuslupakuvissa. (Kohdekunnan rakennustarkastaja, 2014.)

Korjaussuunnitelmia laadittaessa tulee selvittää mahdollisimman tarkasti vanhat ja uudet rakenteet, ja ne esitetään korjaussuunnitelmissa. Mikäli jostakin kohdasta tai rakennosasta ei olla täysin varmoja, voidaan kirjoittaa tällaiseen kohtaan ”rakenne arvioitu” ja piirtää se oletetulla tavalla. Suunnitelmia täydennetään korjaustyön edetessä. (RIL 174-4 Korjausrakentaminen IV Runkorakenteet 1988, 48.)

### **3.3.1 Kantavien rakenteiden muutokset**

Etelänpuoleisen ullakkotilan ja makuuhuoneen välinen seinä on tarkoitus poistaa ja tila muuttaa kokonaisuudessaan makuuhuoneeksi. Muutoksen tavoitteena on saada lisää asuintilaa yläkertaan siitäkin huolimatta, että matalia ullakkotiloja ei pystytä käyttämään

muun huonetilan tavoin matalan korkeuden vuoksi. Muutos halutaan toteuttaa siten, että tilan jakavia esteitä on mahdollisimman vähän. Korjauksen tarve johtuu tilantarpeen muutoksesta.

### **Kantava väliseinä**

Kantavan väliseinän korvaaminen uudella rakenteella korjauskohteessa on akuuttia, sillä väliseinärakenteen rungon jäykistys oli purettu ennen suunnittelun aloitusta. Näin ollen kantava väliseinä ei toimi enää toivotulla tavalla, koska jäykistykset eivät tue runkoa. Rakenteellisia vaurioita ei ole havaittu väliseinässä.

Tilamuutoksen takia väliseinä tulee korvata muulla kantavalla rakenteella. Yleinen ratkaisu tähän on pilari-palkkisysteemi, jolloin palkki ottaa vesikatolta ja yläpohjalta tulevat kuormat ja siirtää ne pilarin kautta välipohjaan, josta edelleen ne siirretään välipohjaan upotetun palkin kautta kantaville seinille. Palkin pituus vaikuttaa mitoitukseen siten, että tarkastetaan vaatiiko rakenne useamman pilarin palkin tueksi vai voidaanko korjaus toteuttaa yksiaukkoisella palkilla.

Palkki tulee mitoittaa erityisesti taipumalle. Pilarin ja palkin liitoksen leimapaine on huomioitava, koska palkilta pilarille siirtyvät kuormat voivat olla suuria. Jännevälit ovat usein pitkiä vastaavanlaisissa korjauskohteissa, joten esim. liimapuu on hyvä materiaali sekä palkiksi että pilareiksi. Myös kertopuuta voidaan käyttää palkkina, jolloin rakenne kevenee liimapuuhun verrattuna. Sen kestävyyttä voidaan parantaa yhteen naulaamalla kaksi kertopuupalkkia yhteen. Materiaalivalintoja tehtäessä on kuitenkin hyvä valita yhteensopivat materiaalit ja koot, jolloin rakenteiden liittäminen yhteen onnistuu paremmin.



KUVA 10. Purettu kantava väliseinä

### **Kattoristikot**

Korjauskohteissa ristikot vaativat korjausta silloin, kun niiden kantavuus on kärsinyt tai rakenteissa ilmenee vaurioita. Jos tilamuutos vaikuttaa ristikoiden rakenteeseen, tulee ne mitoittaa täysin uudestaan. Ristikot voidaan korjata joko vahvistamalla niiden rakennetta tai uusimalla ne kokonaan vesikaton korjauksen yhteydessä. Yläpohja ja vesikatto voidaan uusia kokonaisuudessaan tai osittain. Korjausta suunniteltaessa selvitetään voidaanko korjaus toteuttaa vahvistustoimenpiteillä vai vaatiiko se mittavampia toimenpiteitä.

Vesikaton ja yläpohjan suunnittelussa tulee huomioida se, että vesikaton reuna-alueiden rakenteet saattavat toimia vaakavoimia sitovina elementteinä. Näiden purkaminen voi vaikuttaa vesikaton stabiiliteettiin. (RIL 174-4 Korjausrakentaminen IV Runkorakenteet 1988, 64–65) Korjausta suunniteltaessa tulee huomioida mahdolliset epäkeskisyydet sekä rakenteiden vinous. Vanha rakenne voi joissakin tapauksissa olla esim. painunut ja levinyt rakennuksen yläpäästä, ellei rakenteita ole jäykistetty riittävässä määrin tai ve-

sikatto- ja yläpohjarakenteen alapuolisia rakenteita on poistettu. Vanhan ristikkorakenteen osasauvojen kuormitusten selvittäminen saattaa olla mahdotonta, joten niiden kunto arvioidaan usein silmämääräisesti (RIL 174-4 Korjausrakentaminen IV Runkorakenteet 1988, 65–66).

Vesikaton uusimisessa tulee huomioida rakennusvalvontaviranomaisten määräykset rakennuksen ulkonäön suhteen. Jos kattoristikkoa joudutaan tilantarpeen tai huonon kunnan takia vahvistamaan lisäkuormien varalta, tulee rakennesuunnittelijan määrittää rakenteesta staattinen malli. Vahvistustoimenpiteellä ei välttämättä saada kuitenkaan samannäköistä rakennetta kuin alkuperäinen on ollut. (RIL 174-4 Korjausrakentaminen IV Runkorakenteet 1988, 65–66.)

Ristikot vahvistetaan siten, että ristikon kylkeen yhteen naulataan uutta puutavaraa. Valittavan materiaalin on hyvä olla korkeudeltaan suurempaa kuin alkuperäinen puutavara. Rakenteiden toimiminen yhteen on varmistettava (RIL 174-4 Korjausrakentaminen IV Runkorakenteet 1988, 80). Toinen vaihtoehto ristikoiden korjaamiseen on purkaa koko vesikatto ja asentaa sitten uudet ristikot. Tulee kuitenkin ottaa huomioon rakennuksen mahdollinen leviäminen ulkoseinän yläpäästä, jossa ristikot ovat kiinni. Liitoskohtaan on voinut syntyä vaakavoimia ja mikäli kattoristikot ja jäykistävä yläpohja puretaan kokonaan, voi syntyä ei-toivottuja muutoksia muihin rakenteisiin.

Esimerkkikohteen vanhat ristikot ovat alkuperäiset 1940-luvulta. Ne ovat pyöreitä palkkeja, jotka on jatkettu vaihtelevista paikoista. Rakennuksen toisessa päässä on käytetty ruotsalaisia kattotuoleja. Jo silmämääräisesti huomataan, että rakennuksen itäpäädyn harjalinja on hieman alaspäin viettävä ja oletettavasti tämä on vaikuttanut muihin rakenteisiin. Ulkoseinärakenteet ovat voineet levitä yläpäästä ulospäin. Ristikot tulee suoristaa tunkin avulla eli tunkkaamalla ja rakenne vahvistetaan tai korvataan uudella. Korjausratkaisua tehtäessä tulee varmistaa, ettei rakenne pääsee enää jatkossa liikkumaan.





KUVA 11. 1940-luvun kattoristikot

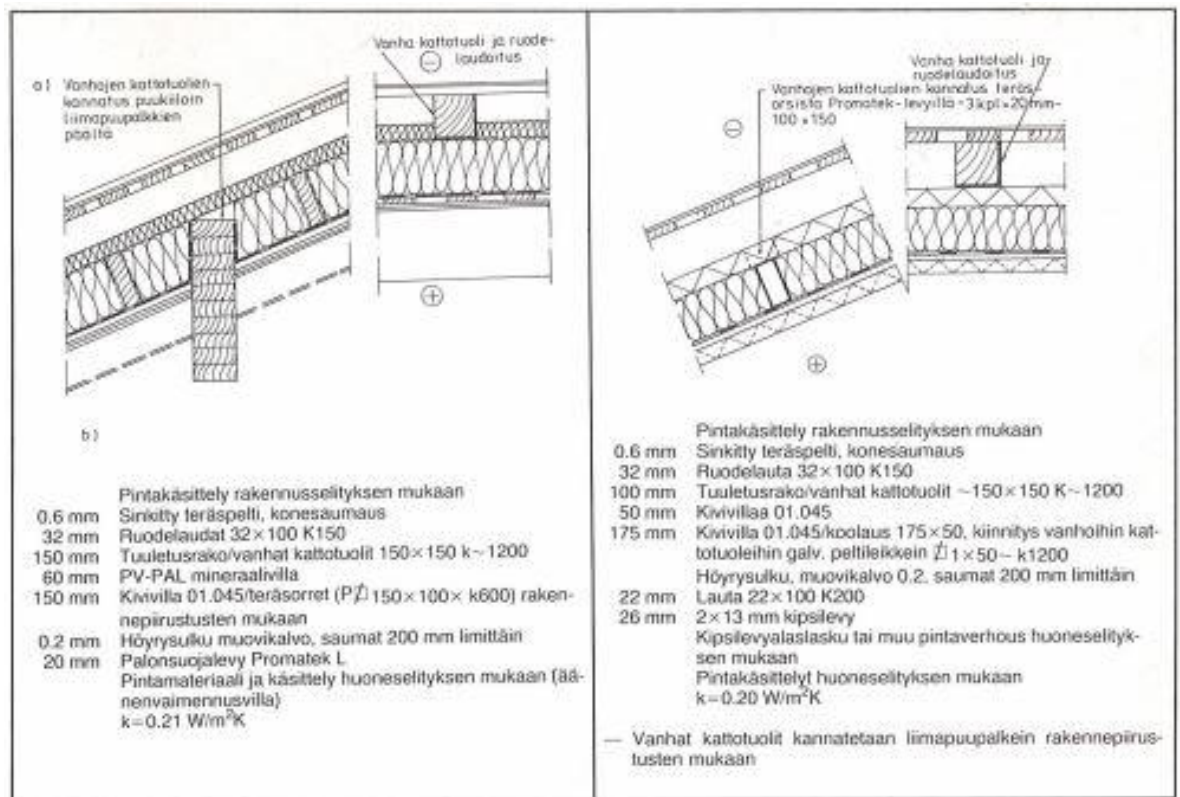
Työn tilaaja toivoi, että mikäli ei ole aivan pakkoa niin vesikattoa ei pureta, koska se on ehjä ja vesikattorakenne toimii. Vesikatto- ja ristikkorakenteissa ei ole havaittavia vaurioita. Vesikaton umpilaudoituksen alapuolella on osittain polystyreeniä, joka tulee purkaa ennen korjaustyötä. Vesikattorakenteen painumisen syy on oletettavasti kantavan väliseinän purkaminen. Rakenne saadaan tunkattua riittävästi ylös palkkia asennettaessa, joten muita vahvistusmenetelmiä ei yläpohjan kantaviin rakenteisiin tarvitse tehdä.

### 3.3.2 Yläpohja

Yläpohjan muutostyöt voivat tulla kysymykseen ullakon muutoksen sekä vesikaton ja yläpohjan korjauksen yhteydessä. Kantavien rakenteiden lisäksi tarvitsee kiinnittää huomiota nykyisiin energiatehokkuusmääräyksiin. Yläpohjaa korjattaessa tulee kasvattaa rakenteen eristepaksuutta. Vanhoissa rakenteissa ei välttämättä ole huomioitu yläpohjan tuuletusta vaan eristeet on voitu kiinnittää suoraan vesikattoon. Vapaa tila vesikattorakenteen ja eristeen välillä tulee olla vähintään 75mm, jolla saadaan varmistettua yläpohjan tuulettuminen (Olenius ym. 2006, 75).

Yläpohjan korjaamistapoja on useita. Se voi korjata ns. hengittävä rakenteena tai nyky-aikaisesti asentamalla höyrynsulku eristekerroksen lämpimälle eli asuintilan puolelle. Rintamamiestalojen yläpohjaeristeenä on perinteisesti käytetty sahanpurua. Rakenne voidaan korjata käyttämällä sahanpurua, mutta tulee huomioida se, että eristepaksuus tulee kasvamaan melko suureksi. Rakenteen lämmönläpäisykerroin eli U-arvo tulee laskea ja tarkastaa onko yläpohjan toteuttaminen niin suurella eristepaksuudella mahdollinen.

Yläpohjan korjaus suoritetaan alhaalta päin silloin, kun ei ole mahdollisuutta päästä eristämään sitä ylhäältä päin kuten esim. uudispientalo-kohteissa, joissa on käyttöullakko. Eriste ei saa olla liian lähellä vesikaton rakennetta, joten tuuletus myös vinon katon osilla voidaan varmistaa asentamalla yläpohjaan tuulensuojalevy. Eristepaksuus varmistetaan oikeilla koolauksilla. Puhallus- tai levyvilla asennetaan tähän. Mikäli halutaan hengittämätön rakenne, asennetaan höyrynsulku eristeiden alle. Se voidaan asentaa myös ennen puhallusvillan asentamista, mikä otetaan huomioon eristevalintoja tehtäessä.



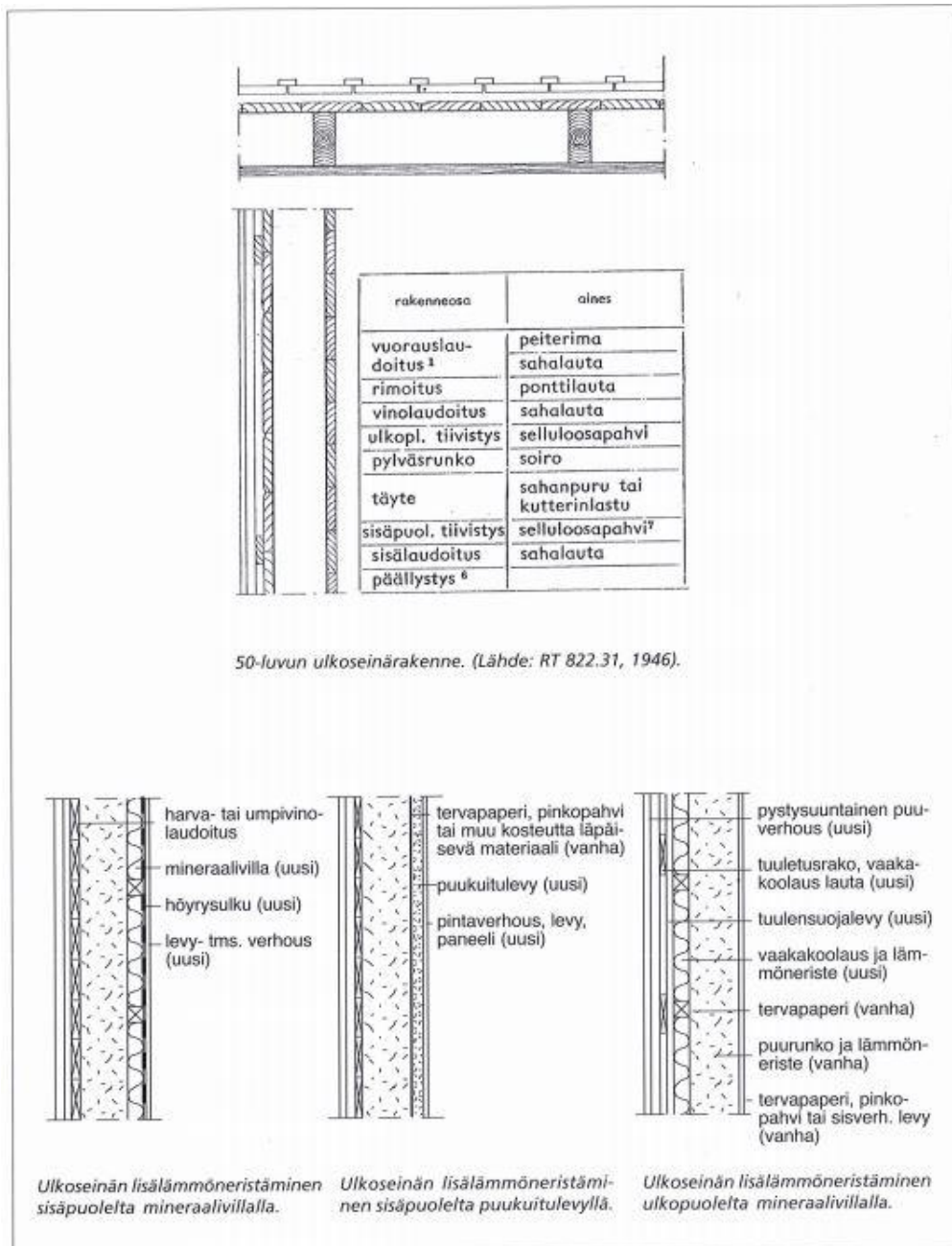
KUVA 12. Esimerkkityyppejä vanhan yläpohjan korjauksesta. Molemmissa vaihtoehdoissa yläpohjassa on höyrynsulku (RIL 174-4 Korjausrakentaminen IV Runkorakenteet 1988, 65)

Kohteen yläpohjan korjauksen tarve on ilmeinen, sillä sen rakenteet kantavia rakenneosia lukuun ottamatta on purettu. Yläpohjan vanhasta rakenteesta ei voida olla varmoja, joten uusia energiatehokkuutta parannettaessa verrataan uutta rakennetta vanhojen rakennuslupakuvien aikaiseen rakenteeseen. Tuulensuojalevy asennetaan ristikoiden väleihin siten, että sen ja yläpohjan väliin jää tuuletusrako. Rakenne toteutetaan hengittävänä rakenteena, koska kohteessa on painovoimainen ilmanvaihto. Eristeeksi valikoitui Knaufin Supafil Frame -lasimineraalivillalla, joka puhalletaan verkon läpi yläpohjaan tuulensuojalevyä vasten (Supafil Frame: Knauf Insulation. 2013). Eristeen alapuolelle asennetaan koolaus sähköjohtojen upotusta varten. Sisäpuolelle asennetaan sisäverhouspaneeli.

### 3.3.3 Ulkoseinä

Ulkoseinän korjausta suunniteltaessa tulee huomioida energiatehokkuusmääräykset aivan kuten yläpohjassakin. Ulkoseinärakenteen korjauksessa ei yleensä tarvitse koskea kantaviin rakenteisiin ellei rakenteessa havaita kantavuuteen vaikuttavia vaurioita kuten rungon lahoamista. Rintamiestalojen ulkoseinärakenne on perinteisesti ollut pystyrunko, jossa eristeenä on käytetty sahanpurua, joka on voinut painua kasaan esim. ikkunoiden alla (Rinne 2013, 61). Painuneen purun tilalle voidaan ottaa lisää purua esim. yläpohjasta, jonne eristettä voidaan lisätä myöhemmin.

Ulkoseinän lisäeristäminen voidaan hoitaa joko sisä- tai ulkopuolelta. Sisäpuolelle asennettava eriste voi olla joko hengittävää materiaalia kuten puukuitueriste. Toinen vaihtoehto on lisätä sisäpuolelle koolaus ja mineraalivilla, joka vaatii höyrynsulun sisäpuolelle. Asennettaessa eristys ulkopuolelle on ulkoverhous purettava. Mineraalivillan asennus ulkopuolelle ei vaadi höyrynsulkua. (Olenius ym. 2006, 63) Mineraalivillan lisäksi ulkopuolelle voidaan asentaa esim. tuulensuojalevy. Uudessa rakenteessa tulee huomioida tuuletusrako. Rinteen mukaan lahovauriot ulkoseinärakenteessa johtuvat väärästä maalivalinnasta eivätkä tuuletusraon puuttumisesta. (Rinne 2013, 203) Tuuletusraon poisjättämisessä on se riski, että ulkoverhous maalataan tulevaisuudessa hengittämättömällä maalilla, jolloin sisäpuolinen kosteus ei pääse tuulettumaan rakenteen läpi.



KUVA 13. Kolme lisälämmöneristämistapaa 1950-luvulla rakennetun talon ulkoseinärakenteeseen (Olenius ym. 2006,63)

Esimerkkikohteessa ulkoseinärakenteen korjauksen tarve ilmenee siten, että sisäpuolelta ulkoseinän rakennetta on purettu jo etukäteen. Ulkoseinä on korjattu aiemmin ja lisäeristetty ulkoa päin lasivillalla. Nykyiset rakennussäädökset vaativat kuitenkin, että korjaustyön yhteydessä on parannettava ulkoseinän lämmöneristävyyttä. Rakenne korjataan lisäämällä laudoituksen sisäpuolelle koolaus ja puhallettava lasimineraalivilla. Koolauksen etuna on sähköjohtojen upottaminen uuteen seinärakenteeseen. Eristeen sisäpuolelle asennetaan sisäverhouslevy esim. kipsilevy.

### 3.3.4 Rakennusmateriaalit

Vanhoja rintamamiestaloja korjattaessa tulee arvioida eri materiaalivalintoja. Perinnerakentamisessa käytetään vanhoja rakennusmateriaaleja, seinärakenne pidetään hengittävänä valitsemalla eristeeksi sahanpuru ja tarvittaessa lisälämmöneristys hoidetaan rakennuksen ulkopuolella verhouksen alle asennettavalla hengittävällä eristeellä. Liian voimakasta vesimolekyylien liikettä rakenteessa voidaan estää asentamalla rungon molemmin puolin tukeva rakennuspaperi tai tervapaperi. Näin ollen paperi-sahanpuru-paperi rakenne toimii hyvin eristävänä ja vettä imevänä että haihduttava rakenteena. (Rinne 2013, 66)

Mineraalivilla kestää huonosti kosteutta ja sen eristävät ominaisuudet heikentyvät kasutuessaan (Rinne 2013, 55). Talon ulkoverhouksessa tulee myös huomioida rakenteen hengittävyys. Hengittämätön lateksimaali luo tiiviin kalvon rakennuksen ulkopuolelle eikä sisäpuolinen kosteus pääse haihtumaan, ellei seinärakenteessa ole tuuletusrakoa. Pinnan alle tiivistynyt kosteus alkaa lahottaa puuta. Näin ollen myös esim. väärä eristevalinta voi johtaa puurungon lahoamiseen. (Rinne 2013, 66.)

Mineraalivilla voidaan asentaa lisäeristeeksi sisäpuolelle silloin, kun sen lisäksi rakenteeseen asennetaan höyrynsulkumuovi. Sen ominaisuudet eivät pääse esille täysin, ellei koko talo ole muovitettu tai sinne asenneta esim. lämmön talteenottojärjestelmää. Puhallettavan puukuitueriste on hengittävää materiaalia ja sen lämmönjohtavuuden suunnitteluarvo on lähes sama kuin puhallusvillalla. Se määrättyä kuitenkin valmistajan mukaan. Puukuitueristeen tiheys on mineraalivillaa suurempi, jolloin rakenteen omapaino kasvaa, mutta se painuu tyypillisesti enemmän kasaan kuin mineraalivilla (Suomen rakentamismääräyskokoelma C4 Lämmöneristys. Luonnos 2012, 17).

Kohteeseen valitaan Knaufin puhallettava lasimineraalivilla Supafil Frame, joka puhalletaan verkon läpi. Blown-in-Blanket -järjestelmä on patentoitu järjestelmä, jota Knauf käyttää kyseisen eristeen asennuksessa. (Supafil Frame: Knauf Insulation. 2013)

### 3.3.5 Energitehokkuus

Vuonna 2012 eduskunta hyväksyi lakimuutoksen maankäyttö- ja rakennuslakiin, joka tuli voimaan vuoden 2013 alusta. Sen mukaan energiatehokkuutta on parannettava rakennus- tai toimenpideluvan varaisen muutos- ja korjaustyön yhteydessä silloin, kun se on teknisesti, toiminnallisesti ja taloudellisesti toteutettavissa. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 2012.)

Rakennusosakohtaisesti energiatehokkuutta voidaan mitata lämmönläpäisykerroimen  $U$  ( $W/(m^2K)$ ) avulla.  $U$ -arvo kuvaa lämpövirran tiheyttä, joka ”jatkuvuustilassa läpäisee rakennusosan, kun lämpötilaero rakennusosan eri puolilla olevien ilmatilojen välillä on yksikön suuruinen” (Suomen rakentamismääräyskokoelma D3 Rakennusten energiatehokkuus 2012, 5). Ympäristöministeriön asetuksessa 4/13 (2012, 2) määritellään rakennusosakohtaiset vaatimukset energiatehokkuudelle. Rakennusosan energiatehokkuutta pyritään parantamaan seuraavasti:

- Ulkoseinän alkuperäinen  $U$ -arvo  $\times 0,5$ , enintään  $0,17 W/(m^2K)$
- Yläpohjan alkuperäinen  $U$ -arvo  $\times 0,5$ , enintään  $0,09 W/(m^2K)$

Rakennuksen vaipan lämmönläpäisykerroimen määrittäminen (Suomen rakentamismääräyskokoelma C4 Lämmöneristys 2003, 5):

Lämmönläpäisykerroin

$$U = \frac{1}{R_T} \quad (1)$$

$R_T$  = rakennusosan kokonaislämmönvastus ympäristöstä ympäristöön

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_m + R_g + R_{q1} + R_{q2} + \dots + R_{qn} + R_{se} \quad (2)$$

$R_{si}$  = sisäpuolinen pintavastus

$R_{se}$  = ulkopuolinen pintavastus

$R_g$  = rakennusosassa olevan ilmakerroksen lämmönvastus

$R_{qi}$  = ohuen ainekerroksen lämmönvastus

Rakennusosan lämmönvastus

$$R_i = \frac{d_i}{\lambda_{U,i}} \quad (3)$$

$d_i$  = ainekerroksen  $i$  paksuus (m)

$\lambda_{U,i}$  = ainekerroksen  $i$  lämmönjohtavuuden suunnitteluvarvo

Rakennusosan ollessa epätasa-aineinen, lasketaan lämmönvastus  $R_j$  seuraavalla tavalla:

$$\frac{1}{R_j} = \frac{f_a}{R_{aj}} + \frac{f_b}{R_{bj}} + \dots + \frac{f_n}{R_{nj}} \quad (4)$$

$f_i$  = epätasa-aineisessa ainekerroksessa  $j$  olevan epätasa-aineiden osa-alueen  $i$  suhteellinen osuus kokonaispinta-alasta

Ulkoseinän lämmönläpäisykertoimet laskettiin Microsoft Excel - taulukkolaskentaohjelmalla. Yläpohjan U-arvo määritettiin Dof Tech Lämpö 2.2 -ohjelmalla. Vertailun vuoksi laskettiin nykytilanteen mukainen ja korjauksen jälkeinen U-arvo. Yläpohjan vertailussa lämmönläpäisykerroin laskettiin vanhojen rakennuslupakuvien detaljien mukaisilla arvoilla.

Eristemateriaalina voidaan käyttää hengittävää puukuitueristettä tai mineraalivillaa. Lämmönjohtavuuden suunnitteluvarvo  $\lambda_U$  on molemmilla eristeillä sama. Näin voidaan todeta, että kyseiset materiaalit ovat eristävyydeltään yhtä hyviä. mutta erona tulee huomata puukuitueristeen suurempi tiheys.

## Ulkoseinä

Nykyisen rakenteen U-arvo on  $0,44 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Ympäristöministeriön asetuksen 4/13 pykälän 4 mukaisesti U-arvoa tulisi parantaa seuraavalla tavalla.

Ulkoseinän alkuperäinen U-arvo  $\times 0,5$

$$0,44 \frac{W}{(\text{m}^2\text{K})} \cdot 0,5 = 0,22 \frac{W}{(\text{m}^2\text{K})} \quad (5)$$

Ulkoseinän U-arvo saisi olla enintään  $0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Rakenne korjataan siten, että sisäpuolelle lisätään  $48 \times 48$  koolaus ja väliin puhallettava Knaufin lasimineraalivilla, jonka lämmönjohtavuus on  $0,033 \text{ W}/(\text{mK})$ . Tällöin U-arvoksi saadaan  $0,198 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Tällä arvolla saadaan korjattua riittävästi ulkoseinän lämmöneristävyyden vaatimuksia. Lisäksi sähköjen asentaminen koolauksen väliin on helpompaa kuin vanhaan runkoon loveamalla.

Jotta rakenne olisi saavuttanut energiatehokkuuden mukaisen arvon  $0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , siihen olisi päästy kasvattamalla rungon paksuutta  $100\text{mm}$ :stä  $200\text{mm}$ :iin. Näin oltaisi päästy U-arvoon  $0,165 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Korjaustoimenpide ei kuitenkaan ole kannattava, sillä korjausrakentamisen tarkoitus ei ole rakentaa ikään kuin uutta seinää vanhan seinän sisäpuolelle.

TAULUKKO 1. Vanhan ulkoseinän U-arvo

Rakenne	vahvuus (m)	lämmönjohtavuus $\lambda$	lämmönvastus
Ulkopinta			0,04
<b>Verhous</b>	0	0,12	0
<b>Lasivilla</b>	0,05	0,06	0,833333333
<b>Laudoitus</b>	0,022	0,12	0,183333333
<b>Sahanpuru+runko</b>	0,1	0,12	0,833333333
<b>Laudoitus</b>	0,022	0,12	0,183333333
<b>Kipsilevy</b>	0,013	0,21	0,061904762
Sisäpinta			0,13

$$R_t = 2,265238095$$

$$U = 0,441454698$$



TAULUKKO 2. Ulkoseinän korjattu U-arvo

Rakenne	vahvuus (m)	lämmönjohtavuus $\lambda$	lämmönvastus
Ulkopinta			0,04
<b>Lasivilla</b>	0,05	0,05	1
<b>Laudoitus</b>	0,022	0,12	0,1833333333
<b>Sahanpuru+runko</b>	0,1	0,05	2
<b>Laudoitus</b>	0,022	0,12	0,1833333333
<b>Lasimineraalivilla</b>	0,048	0,033	1,454545455
<b>Kipsilevy</b>	0,013	0,21	0,061904762
Sisäpinta			0,13

$$R_t = 5,053116883$$

$$U = 0,197897659$$



KUVA 14. Knaufin Supafil Frame -eristeen asennus (Supafil Frame: Knauf Insulation. 2013)

### Yläpohja

Yläpohjan rakenteen U-arvo on vanhojen rakennuslupakuvien detaljien mukaisilla tiedoilla  $0,298 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  (ks. Liite 1). Yläpohjan oletetaan olevan ennen korjausta detaljien mukainen, koska yläpohja oli purettu jo ennen toimeksiantoa eikä rakenteesta voida olla täysin varmoja. Ympäristöministeriön asetuksen 4/13 pykälän 4 mukaisesti U-arvoa tulisi parantaa seuraavalla tavalla.

Yläpohjan alkuperäinen U-arvo x 0,5

$$0,298 \frac{W}{(m^2K)} \cdot 0,5 = 0,149 \frac{W}{(m^2K)} \quad (6)$$

U-arvo yläpohjalle saisi olla enintään 0,09 W/(m<sup>2</sup>K). Yläpohjan uudeksi U-arvoksi saadaan 0,144 W/(m<sup>2</sup>K) (ks. Liite 1). Tässä tapauksessa kohteen energiatehokkuutta ei saada parannettua alle 0,09 W/(m<sup>2</sup>K), koska on huomioitava, että eristepaksuudesta tulisi vieläkin paksumpi. Paksummalla eristekerroksella alakaton rakenteet tulisivat sivuseinän ikkunan eteen. Valittu eristepaksuudella saadaan kuitenkin parannettua riittävästi energiatehokkuutta. Yläpohjan vaakasuorilla osilla eristepaksuutta voidaan nostaa harjan läheisyydessä maksimiin eli 500mm. Tällöin alitetaan tavoiteltu arvo 0,09 W/(m<sup>2</sup>K).

Yläpohjan paksuutta rajoittaa vesikaton ja yläpohjan väliin jätettävä vähintään 75mm ilmarako, jotta yläpohja pääsee tuulettumaan riittävän hyvin. Lisäksi paksuutta rajoittaa yläkerran pitkän sivun ikkuna. Valitulla eristepaksuudella eristepaksuus ei tule liian alas sivuseinällä ikkunan eteen. Eristepaksuudessa on huomioitava myös yläpohjan omasta painosta aiheutuva kuormitus kantaville rakenteille. Rakennusajankohtana laskenta-kuormat ovat olleet nykyistä pienemmät, joten liiallinen kuormien lisääminen aiheuttaisi myös muita korjaustoimenpiteitä talossa.

### 3.3.6 Lähtötiedot mitoitukseen

Opinnäytetyössä käytettävä esimerkkikohte sijaitsee Pirkanmaalla. Alueen lumikuorma on 2,5 kN/m<sup>2</sup> ja maastoluokka III. Kantavien rakenteiden mitoituksessa olennaista on vesikaton ja yläpohjan omapainot sekä lumikuorma. Rakenteiden omapainot lasketaan mitoituksen yhteydessä luvussa 4.

Vesikattojen korjausta suunniteltaessa tulee huomioida rakennusajankohdan laskenta-kuormat. Aiemmin vesikatot suunniteltiin pienemmälle lumikuormalle kuin nykyään, joka yleensä oli 1,0 kN/m<sup>2</sup>. Vaikka lumikuorma on nykyisin suurempi, ei vesikattoja tarvitse korjaustyön yhteydessä vahvistaa näille kuormille ellei niissä ole selkeitä yli-kuormituksesta aiheutuneita vaurioita. Vesikatto vahvistetaan nykyisiä lumikuormia vastaavaksi silloin, kun kuormitustila muuttuu olennaisesti, esim. uusia seinämiä tai

taitteita tehtäessä. Mikäli vesikatto uusitaan, tulee se mitoittaa nykyisillä lumikuormilla. Vesikaton alapuolisia rakenteita ei vahvisteta, ellei omapaino aiheuta paikallisesti suurempia kuormituksia eikä ylikuormituksesta aiheutuneista vaurioista ole merkkejä rakenteessa. (RIL 174-4 Korjausrakentaminen IV Runkorakenteet 1988, 82.)

Tässä kohteessa ei ole havaittavissa ylikuormituksesta aiheutuneita vaurioita eikä vesikattoa uusita. Kantavat rakenteet mitoitetaan nykyisillä lumikuormilla, mutta otetaan huomioon kattokulmasta aiheutuva lumikuorman pienennys katolla. Voidaan olettaa, että kattoristikoiden painuminen päädyistä johtuu kantavan väliseinän purkamisesta. Kuormat lasketaan Eurokoodi 5: Lyhennetyin suunnitteluohjeen mukaan.

Ominaislumikuorma katolla  $q_k$  (EC 5. Lyhennetty suunnitteluohje 2009, 11–12.)

$$q_k = \mu_i \cdot s_k \quad (7)$$

$\mu_i = \mu_1 \approx 0,6$  (interpoloitu)

$s_k$  = ominaislumikuorma maassa

$$q_k = 0,6 \cdot 2,5 \frac{kN}{m^2} = 1,5 \frac{kN}{m^2}$$

Laskelmissa käytettävä lumikuorman arvo  $q_k$  on  $1,5 \text{ kN/m}^2$ .

### 3.4 Kohteen tarkemittaus

Korjausrakentamiskohteen suunnittelussa tulee ottaa huomioon kaikki kohteesta saatavat tiedot. Rakennuksen pohjaratkaisu on muuttunut vuosien saatossa ja näin ollen vanhoja rakennuslupakuvia täydennetään ja suunnitelmia muokataan sen mukaan. Kohteessa suoritetaan tarkemittaukset, joiden pohjalta laaditaan tarkepiirustukset. Näissä esitetään miten kukin kohta on rakennuksessa tehty. (RIL 174-4 Korjausrakentaminen IV Runkorakenteet 1988, 51–52) Kohteesta saatavien tarkemittaustulosten perusteella laaditaan uudet rakennuslupakuvat rakennusvalvontaa varten.

### 3.4.1 Tarkemittauksen tarve kohteessa

Edelliset rakennuslupakuvat kohteesta olivat vuodelta 1977. Vaikka kohde oli rakennettu jo 1940- ja 1950-luvuilla, kuvat olivat ainoat mitä löytyi. Pohjakuvat olivat melko vanhat, ne oli piirretty käsin ja lisäksi huonejärjestys oli muuttunut, joten ne tuli päivittää rakennuslupaa ja ajantasaisia rakennesuunnitelmia varten.

### 3.4.2 Työn suoritus ja suunnitelma

Tarkemittauksessa käytettiin työvälineinä Leica Disto D3 -laseretäisyysmittaria sekä rullamittaa. Osa kohteen rakenteista esim. ikkunoiden ja ovien leveydet oli helppo mitata rullamittaa apuna käyttäen, koska työ tehtiin yhden ihmisen voimin. Mittaustulokset kirjattiin paperille. Tulosten kirjaaminen kannettavalle tietokoneelle olisi ollut toinen vaihtoehto, mutta rakennukset pohjakuvat olivat muuttuneet vanhoihin rakennuslupakuviin verrattuna niin radikaalisti, että mittauksen tulokset ja päivitetty pohjakuvat oli parempi aloittaa ns. puhtaalta pöydältä.



KUVA 15. Leica Disto D3 -laseretäisyysmittari ja rullamitta

Tarkemittausten tekemiseen kului yksi työpäivä. Tarkemittaus tehtiin 23.9.2014. Työ aloitettiin yläkerran ullakkotiloista, ja se eteni ensimmäisen kerroksen kautta kellarikerrokseen. Lopuksi mitattiin rakennuksen ulkomitat. Väliseinien paksuus tarkastettiin sieltä missä siihen oli mahdollisuus, mutta rakenteiden paksuuden määrittäminen korjausrakentamisessa piti tehdä arvioiden ja miettien mikä oli rakennusajalle ominaista kussakin rakenteessa.

Tilaaajalle olennaisin tieto rakennesuunnitelmien takia oli yläkerran jo puretun makuuhuoneen mitat. Makuuhuoneen ja ullakon välinen kantava väliseinä oli purettu runkoon asti. Ulkoseiniä oli osittain purettu runkoon asti ja paikoittain rakennuslevyt olivat vielä paikoillaan. Mittauksia tehdessä otettiin huomioon oliko mitta otettu runkoon vai sisälevyn sisäpintaan asti.

Tarkemittauksessa mitattiin tilan mitat useammasta eri kohdasta sekä ovien ja ikkunoiden leveydet ja paikat seinien suhteen. Kohteesta otettiin myös ristimitat silloin, kun se oli mahdollista huomioiden olemassa olevat esteet. Erityistä huomiota kiinnitettiin hormin paikkaan. Kohde oli asutettu mittauksia tehtäessä. Huoneet mitattiin yksi kerrallaan ja mittoja pyrittiin ottamaan sekä lyhyempiä pätkiä että pitempiä, läpi talon tai useamman huoneen osalta aina kun se oli mahdollista.

### **3.4.3 Mittaustulosten analysointi ja virhearviointi**

Huoneiden mittoja otettiin aina vähintään kolme kertaa eri kohdista huonetta tai rakennetta. Joissakin tapauksissa huomattiin niin suurta heittoa mitoissa, että mittaustuloksia saatettiin ottaa viisi tai enemmän tarkemman ja todellisemman mittaustuloksen vuoksi.

Mittaustuloksia arvioidessa tuli miettiä niiden virhemahdollisuudet. Mittausvirheiden minimoimiseksi otettiin useampi mitta, jotta tarkemmittauksen tekijän roolia mittaustuloksiin saatiin pienennettyä. Myös mittavälineistön mittausrvirheet tuli ottaa huomioon, mutta esim. alle 1 mm virhemarginaalit olivat epäolennaisia tässä kohteessa. Vanhan rakennuksen mittauksia tehtäessä on otettava huomioon mahdolliset rakennusvirheet, virhetoleranssit ym. kun verrataan nykyisiä ja vanhoja pohjakuvia. Etenkin tässä tapauksessa oli otettava huomioon talossa tapahtuneet muutokset vuosikymmenien saatossa.

Jo puretun makuuhuoneen päädyn mittaustuloksissa oli erityisesti huomioitava vesikattorakenteen ns. leviäminen yläpäästä. Tämä näkyi mittaustuloksissa siten, että sama mitta rungosta runkoon eri kohdissa huonetta saattoi vaihdella rajustikin riippuen siitä oliko mitta otettu lähempänä välipohjaa vai vesikattoa ja lähempänä ulkoseinää vai talon sisätiloja. Jo silmämääräisesti ennen mittauksia pystyi sanomaan, että vanhemman osan eli puretun yläkerran osuuden päästä harjalinja oli hieman kaareva alaspäin. Lumi-kuorma tai kantavien rakenteiden purkamisen ovat voineet vaikuttaa tähän. Välipohja on tukenut ulkoseinärakenteita eivätkä nämä ole päässeet liikkumaan yhtä paljon kuin vesikaton rakenteet. Kohteessa voidaan verrata talon eri päätyjen huoneista saatuja mittoja, koska talo on suorakaiteen mallinen ja mittojen tulisi täsmätä keskenään.

Mittoja otettaessa oli myös huomioitava se, että talo oli tarkemittausta tehtäessä asutettu, joten huonekaluja, kasveja, vaatteita ym. saattoi olla mittausten kannalta hankalissa paikoissa. Mitat otettiin siten, että irtaimiston sijoittelusta talossa olisi mahdollisimman vähän haittaa tarkemittauksen tekemisen kannalta. Mittauksia tehdessä sai olla tarkkana, että laseretäisyysmittari osui juuri seinään eikä matkalla olleeseen esim. kasvin lehteen tai huonekaluun. Mittaustuloksien perusteella tuli mittaustulosten perusteella arvioida pohjakuvissa käytettävä todellinen mitta. Lisäksi mittoja vertailtiin keskenään eri osissa taloa.

#### **3.4.4 Mittaustulosten käyttö**

Saatuja tarkemittauksen tuloksia käytettiin rakennuslupahakemusta varten päivitettyjen pohjakuvien tuottamiseen AutoCAD 2014 -suunnitteluohjelmalla. Pohjakuvia päivitettiin ja uusien rakennuslupakuvien perusteella pystyttiin toteamaan, että rakennus on muuttunut melko paljon lähes 40 vuoden aikana. Rakennuksen lupakuvat päivitettiin tarkemittaustulosten perusteella (ks. Liite 2).

## 4 RAKENNESUUNNITELMAT

### 4.1 Vaihtoehdot työn toteutukseen

Arvioidaan kahta eri tapaa, joilla voidaan toteuttaa kantavan väliseinän korvaaminen palkki-pilarisysteemillä. Tapauksessa 1 kantava seinä korvataan palkilla ja kuormat siirretään pilarin kautta välipohjan läpi edelleen perustuksille. Tässä tapauksessa lumi-kuorman kuormitusalue on suurempi kuin tapauksessa 2. Ristikkorakenteet voidaan tarvittaessa vahvistaa sisäkautta eikä vesikattoa tarvitse purkaa.

Tapauksessa 2 kantava väliseinä korvataan edelleen palkki-pilarisysteemillä edellisen tapauksen tavoin. Tapauksessa 2 kuitenkin vahvistetaan harjalinjaa harjapalkilla ja kuormat viedään siltä ulkoseinän ja väliseinän sisään asennettavien pilareiden kautta perustuksille. Näin ollen kuormitusleveys pienenee huomattavasti eikä yksittäisille rakennusosille synny niin suurta kuormaa. Tässä tapauksessa on kuitenkin otettava huomioon se, että päätyseinällä on ikkuna keskellä harjalinjaa. Näin ollen kuormat tulee siirtää ikkunan päältä pilareille, jotka asennetaan ikkunan molemmin puolin.

Tapaus 2 olisi helpoin toteuttaa siten, että koko vesikatto ja ristikot puretaan ja tilalle asennetaan harjapalkki sekä vaarnapalkit. Tässä on kuitenkin otettava huomioon lisäksi se, että ulkoseinien on todettu olevan lievästi ulospäin kallellaan yläpäästä. Näin ollen ulkoseinän yläpäähän on oletettavasti syntynyt vaakavoimia, jotka pitää ns. sitoa ennen purkuoperaatiota.

Mikäli korjaus onnistuu toteuttaa tavalla yksi, ei ole tarpeen tarkastella tapausta 2 tässä työssä. Jos kuitenkin palkki tai pilarit eivät kestä kuormaa tai niistä vaihtoehtoisesti tulee tarpeettoman suuria, tarkastellaan myös tapauksen 2 mahdollisuus. Mitä yksinkertaisemmalla korjauksella päästään, sitä edullisempi se on kaikille osapuolille.

### 4.2 Kantavien rakenteiden mitoitus

Esimerkkikohteessa vahvistetaan vesikattorakennetta talon vanhemman osan päädyistä. Lisäksi kantava väliseinä korvataan palkki-pilariratkaisulla, jonka avulla kuormat vie-

dään vesikatolta perustuksille. Rakenteet mitoitetaan Finnwood 2.3 SR1-mitoitusohjelmalla.

#### 4.2.1 Kuormitus

Rakenteiden mitoituksessa vaikuttavia kuormia ovat hyötykuorma ja omapaino. Hyötykuorma tässä tapauksessa on lumikuorma, joka on laskettu kohdassa 3.3.6 Lähtötiedot mitoitukseen. Rakenteen omapaino muuttuu mitoitettavan osan mukaan. Palkin mitoituksessa omapainoon kuuluu vesikaton ja yläpohjan omapainot. Pilaria mitoitettaessa tulee huomioida myös palkilta pilarille siirtyvä palkin omapaino. Välipohjapalkkiin edellisten lisäksi vaikuttaa myös pilarin omapaino.

Hyötykuorma:

lumikuorma  $q_k = 1,50 \text{ kN/m}^2$

Pysyvä kuorma, omapaino:

vesikatto  $g_{k,vk} = 0,30 \text{ kN/m}^2$

yläpohja  $g_{k,yp} = 0,22 \text{ kN/m}^2$

Liimapuupalkin ja -pilarin omapainot otetaan mitoituksessa huomioon.

Pistekuorma

$$F = f_k \cdot b \cdot l \quad (8)$$

$f_k$  = pysyvä tai hyötykuorman neliökuorma

$b$  = kuormitusleveys

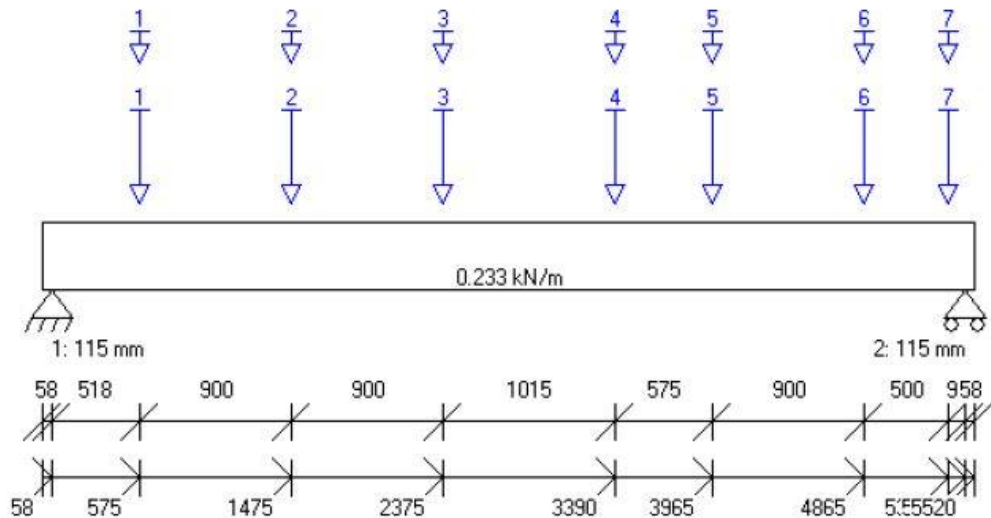
$l$  = kuormituspituus

#### 4.2.2 Palkin mitoitus

Palkki mitoitetaan Finnwood 2.3 SR1 -ohjelmalla (ks. Liite 3). Palkin mitoituksessa kuormia ovat vesikaton ja yläpohjan omapaino sekä lumikuorma. Mitoituksessa tarkas-



tellaan palkin kestävyyttä leikkaukselle, taivutukselle ja taipumalle. Mitoituksen alkuoletuksena on, että käytetään liimapuupalkkia GL32c sekä liimapuupilaria 115x115, joka on usein käytetty koko liimapuupilareissa. Erityistä huomiota on kiinnitettävä palkin ja pilarin väliseen tukipainekestävyyteen, ettei pilari leikkaannu palkin läpi. Ennen mitoitusohjelman käyttöä selvitetään pistekuormat palkille, niiden sijainnit ja kuormien kuormitusleveydet.



KUVA 16. Palkin kuormitus (Finnwood 2.3 SR1)

Ristikoitten jako on yleensä 600 mm, 900 mm tai 1200 mm. Tässä tapauksessa ristikoitten k-jako on 900 mm. Otetaan kuitenkin huomioon se, että hormin lähetyvillä suojaetäisyyden tulee olla vähintään 100 mm hormin molemmin puolin. Näin ollen ristikoitten maksimietäisyys on 1015 mm. Maksimikuormitusleveydeksi saadaan 958 mm. Kuormitusalueen pituus on noin 2950 mm, mutta käytetään 3000 mm mitoituksen kestävyuden varmistamiseksi. Pistekuormien paikat saadaan työpiirustuksista vesikattokuvasta.

Pistekuormat

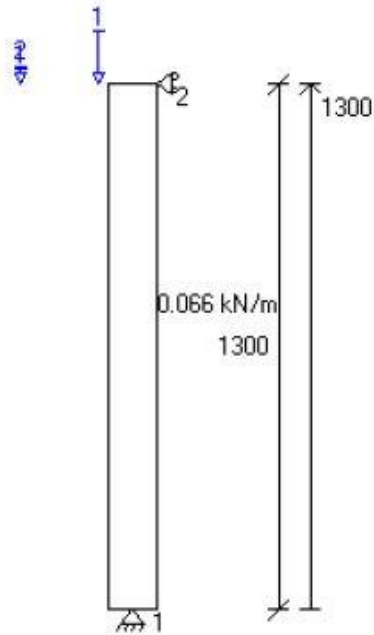
$$Q = 4,32 \text{ kN}$$

$$G = 1,50 \text{ kN}$$

Mitoituksen perusteella valitaan palkki 115x405 GL32c. Käyttöaste on 74,2 prosenttia. Tukipainekestävyys on riittävä, ja sen käyttöaste on 67,0 prosenttia.

### 4.2.3 Pilarin mitoitus

Pilari mitoitetaan mitoitusohjelmalla (ks. Liite 3). Palkilta siirtyvät sekä vesikaton että yläpohjan kuormat pilarille ja lisäksi palkin omapaino. Kuormitusleveys pilarin mitoituksessa on palkin pituuden puolikas eli 2760mm. Palkkia mitoittaessa oletettiin pilarin olevan 115x115 liimapuupilari. Tarkastetaan pilarin kestävyys.



KUVA 17. Pilarin kuormitus (Finnwood 2.3 SR1)

Pistekuormat pilarille

$$Q=12,30 \text{ kN}$$

$$G_{\text{palkki}} = 0,52 \text{ kN}$$

$$G_{\text{yp}} = 4,30 \text{ kN}$$

Pilari kestää palkilta sille siirtyvät voimat. Pilarin käyttöaste mitoituksen perusteella on 16,2 prosenttia, eli pilari kestää hyvin kuormitusta.

#### **4.2.4 Välipohjapalkin mitoitus**

Välipohjapalkin avulla saadaan aiemmin todetut kuormitukset siirrettyä kantaville ulko- ja väliseinille. Välipohjapalkin korkeutta rajoittaa välipohjan korkeus noin 300 mm. Oletetusti taipuma oli välipohjapalkin mitoituksessa määräävä mitoitus (ks. Liite 3). Välipohjapalkiksi valittiin molempien pilareiden alle kaksi 51x300 Kerto-S -palkkia. Toinen välipohjapalkki asettui ensimmäisen kerroksen keittiön ikkunan päälle. Pystyrungon kohdalla tämä olisi ongelma ja tarvittaisi ikkunan ylitykseen palkki. Tässä tapauksessa keittiön kohdalla runko on ensimmäisessä kerroksessa vielä hirttä, joten kuorma siirtoa palkilla ei huomioida.

#### **4.3 Rakennekuvat**

Kohteeseen mitoitettiin palkin ja pilarin lisäksi välipohjapalkki. Rakennesuunnitelmissa (ks. Liite 4) esitetään vesikattopiirustus ja ullakon muuttuvia rakenteita koskevat detailjit. Kuvien mitat ja korot on sidottu olemassa oleviin mittoihin ja ne tulee tarkastaa työmaalla.

## 5 POHDINTA

Opinnäytetyössä ullakon laajennus puolikylmästä yhtenäiseksi asuintilaksi suunniteltiin toteutettavaksi pilari-palkkiratkaisulla. Palkki ja pilari mitoitettiin Finnwood 2.3 SR1 -mitoitushjelmalla. Palkki on yksiaukkoinen 115x405 liimapuupalkki, joka on tuettu kahden liimapuupilarin varaan. Palkin mitoituksessa erityistä huomiota tuli kiinnittää taipumaan ja tukipinnan voimien aiheuttamaan leimapaineeseen. Pilarit sijoitetaan ulkoseinän ja väliseinän sisään, ja kuorma siirretään välipohjassa kantavalla ulkoseinälle. Kohteen energiatehokkuutta parannetaan lisälämmöneristyksellä.

Opinnäytetyön tuloksia voidaan pitää luotettavina. Laskelmat on tehty Eurokoodien mukaisesti mitoitushjelmalla, ja suunnittelun perustana käytetään voimassaolevia lakeja ja säädöksiä. Kirjallisina lähteinä edellä mainittujen lisäksi on käytetty useita eri lähteitä, jolloin on saatu mahdollisimman objektiivista tietoa rintamamiestaloista ja niiden historiasta vertailemalla lähteiden yhtenevyyttä. Rakennuslupakuvat ja rakennesuunnitelmat on toteutettu AutoCAD 2014 -ohjelmalla RT-korttien säännösten mukaisesti ja niitä voidaan käyttää suoraan rakennuslupaprosessissa.

Esimerkkikohteesta oli kirjallisina dokumentteina ainoastaan rakennusvalvonnalta saadut lähes 40 vuotta vanhat rakennuslupakuvat. Kohteessa tehtiin tarkemittaukset ja ulkoseinärakenne tutkittiin videoendoskooppia apuna käyttäen. Vastaavanlaisten kohteiden suunnittelussa onkin hyvä huomioida kirjallisten dokumenttien puute, joten vanhat rakenteet tulee tutkia mahdollisuuksien mukaan. Myös historiaan ja vanhoihin rakenteisiin perehtymisellä on merkittävä rooli korjaustyötä suunniteltaessa, koska etenkin rintamamiestalojen kohdalla vanha rakennusperinne on huomioitava silloin, kun korjaus toteutetaan perinteisin menetelmin rakennuksen historiaa kunnioittaen. Vanhoja asukkaita kannattaa haastatella mahdollisuuksien mukaan, jotta saadaan kattavasti tietoa rakennuksen historiasta ja sen eri vaiheista. Rakennusvalvontaan on suositeltavaa olla ajoissa yhteydessä, koska rakennuslupakuvien piirtotekniset seikat voivat vaihdella kuntakohtaisesti.

Rintamamiestalojen korjauksia suunniteltaessa on hyvä varata riittävästi aikaa ja varautua mahdollisiin yllätyksiin. Kirjallisten dokumenttien puuttuessa rakenneteknisesti suunnittelijan on hyvä varautua muuttamaan suunnitelmiaan korjaustyön edetessä, kun

saadaan varmuus rakennusosan todellisesta rakenteesta. Myös aiemmin tehdyt korjaukset korjauskohteessa tulee huomioida suunnitelmia tehtäessä, koska rakenteita on saatettu korjata nykymääräysten valossa väärin vaikka korjaushetkellä korjaustapa olisi ollut tavanomainen. Rakennustekniikan ja tutkimuksen kehittyessä vanha korjattu rakenne ei välttämättä toimi rakennusfysikaalisesti oikein aiemmasta tiedosta poiketen. Kantavien rakenteiden muutokset olisi hyvä ajoittaa keväälle tai kesälle, jolloin ei ole huolta lumen aiheuttamasta kuormituksesta.

Rintamamiestaloja on edelleen paljon ympäri Suomea ja niitä tullaan korjaamaan tulevaisuudessa varmasti useaan kertaan. Vaikka rakennukset itsessään eivät ole paljoa muuttuneet vuosikymmenien saatossa, on elämänmeno nykyään erilaista kuin rakennuksen alkuaikoina. Taloteknisistä muutoksista ja lisäeristyksestä aiheutuvat olosuhteiden muutokset voivat vaikuttaa rakenteiden rakennusfysikaaliseen toimivuuteen.

Olisi mielenkiintoista selvittää kuinka moni 1940–1950-luvuilla rakennetuista 300 000 rintamamiestalosta on edelleen asutettuna. Lisäksi tilastotietoja niiden korjaustarpeesta, tehdyistä korjauksista ja määristä olisi kiinnostava saada. Nykyisin rakennettavat pienet talot eroavat rakenteellisesti rintamamiestaloista. Rakennuttajien olisikin hyvä käyttää ammattitaitoisia suunnittelijoita muutoksia tehtäessä, jotta korjaukset voidaan tehdä kerralla oikein huomioiden rakennusfysikaaliset ja -tekniset seikat. Rintamamiestaloja ei aina tarvitse korjata radikaalisti vaan hyvällä huolenpidolla ja hoitamisella voidaan välttää suurempien korjausten tarve myöhemmin.

## LÄHTEET

4/13. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. 2013. Helsinki: Ympäristöministeriö.

Eurokoodi 5. Puurakenteiden suunnittelu. Lyhennetty suunnitteluohje. Kolmas painos. 2011.

Kohdekunnan rakennustarkastaja. 2014. Korjauskohteiden rakennuslupakuvat. Sähköpostiviesti. Luettu 10.10.2014.

Maankäyttö- ja rakennuslaki 21.12.2012/958.

Olenius, A., Koskenvesa, A. & Penttilä, H. 2006. Puutalon remontti. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RIL 174-4 Korjausrakentaminen IV Runkorakenteet. 1988. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Rinne, H. 2013. Perinnemestarin rintamamiestalo. Kunnostus ja ylläpito. Helsinki: WSOY

RT 15-10784 Asemapiirustuksen laatiminen mukaan. 2002. RT-kortisto. Rakennustieto Oy.

RT 15-10824 Pääpiirustukset, erityissuunnitelmat ja selvitykset. 2004. RT-kortisto. Rakennustieto Oy.

Suomen rakentamismääräyskokoelma. C4. Lämmöneristys. Ohjeet 2003. 2002. Helsinki: Ympäristöministeriö.

Suomen rakentamismääräyskokoelma. C4. Lämmöneristys. Ohjeet 2012. Luonnos. 2012. Helsinki: Ympäristöministeriö: Rakennetun ympäristön osasto.

Suomen rakentamismääräyskokoelma. D3. Rakennusten energiatehokkuus. Määräykset ja ohjeet 2012. 2012. Helsinki: Ympäristöministeriö. Rakennetun ympäristön osasto.

Supafil Frame. 2013. Knauf Insulation. Luettu 27.10.2014. [www.knaufinsulation.fi](http://www.knaufinsulation.fi)

Tuulileijona. Suomen tuulileijona Oy. Luettu 27.10.2014. [www.tuulileijona.fi](http://www.tuulileijona.fi)

Työn tilaaja. 2014. Haastattelu 28.8.2014. Haastattelija Reponen, E. Tampere.

Uuden Suomen tapaus -kuvaotteita. Suomen valokuvataiteen museo. Luettu 22.10.2014. [www.valokuvataiteenmuseumo.fi](http://www.valokuvataiteenmuseumo.fi)

Uusia maatiloja pakolaisille. 2008. Uusi Suomi. Luettu 22.10.2014. [www.uusisuomi.fi](http://www.uusisuomi.fi)

Vanhat rakennuslupakuvat. 1977. Kohdekunnan rakennusvalvonta.

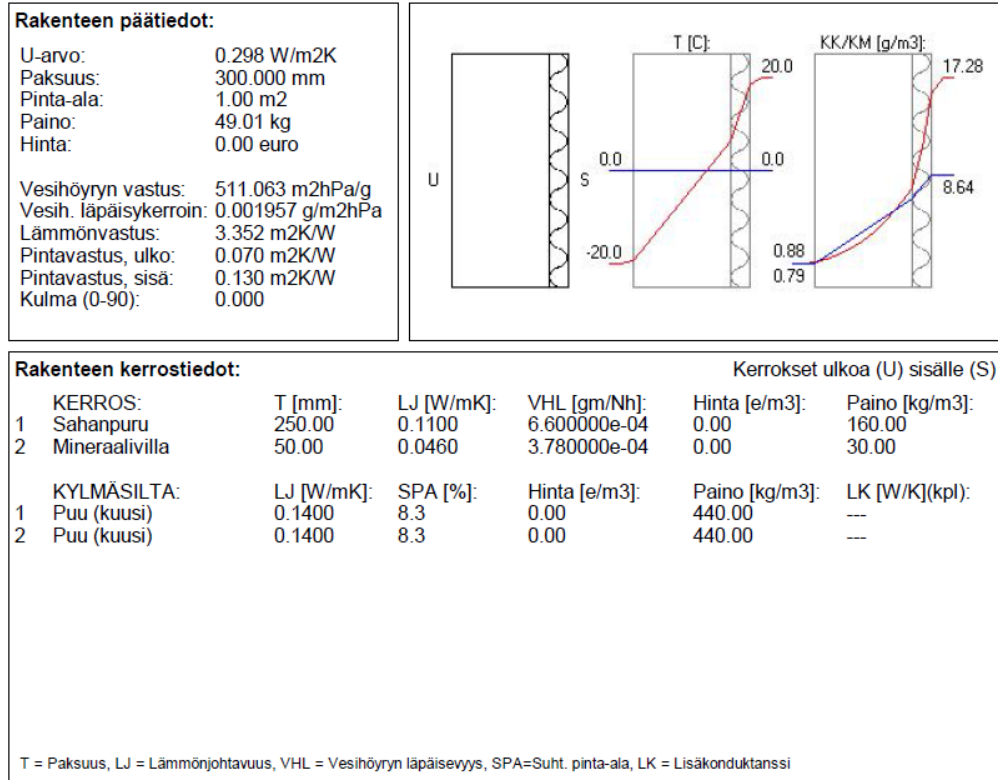
Vedenkulutus. 2014. Motiva. Luettu 28.10.2014. [www.motiva.fi](http://www.motiva.fi)

## LIITTEET

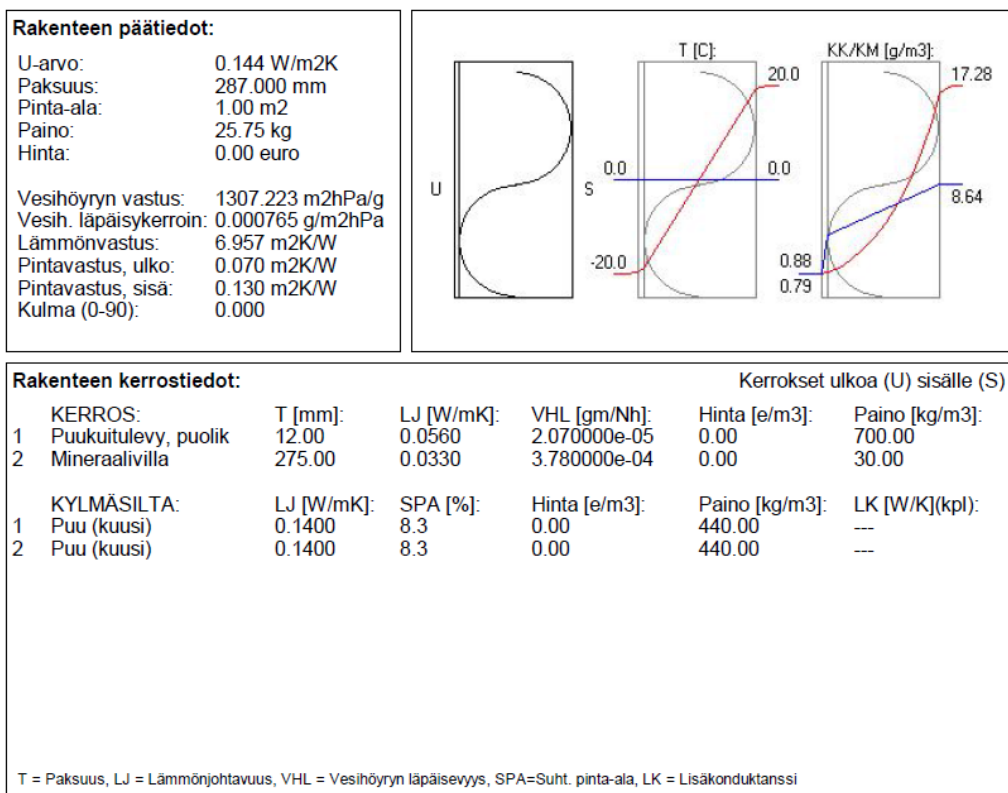
### Liite 1. U-arvolaskelmat: vanha ja uusi yläpohja

#### U-arvo, vanha yläpohja:

1(2)

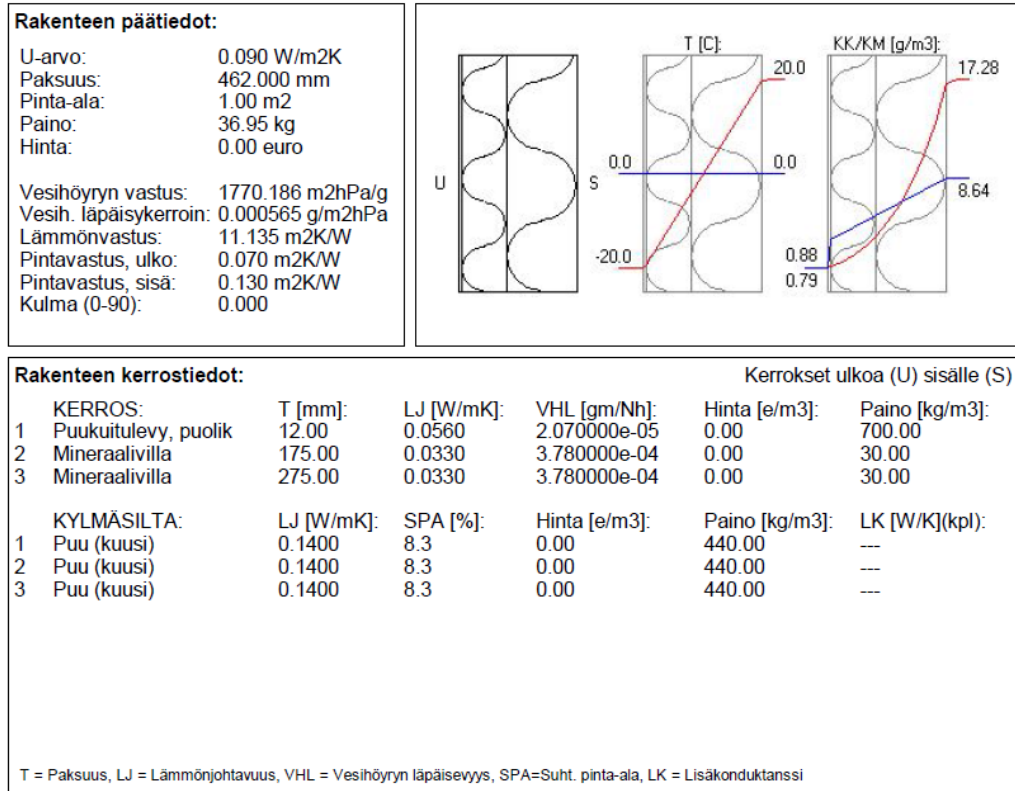


#### Korjattu U-arvo, yläpohja:



Korjattu U-arvo, yläpohja harjalla:

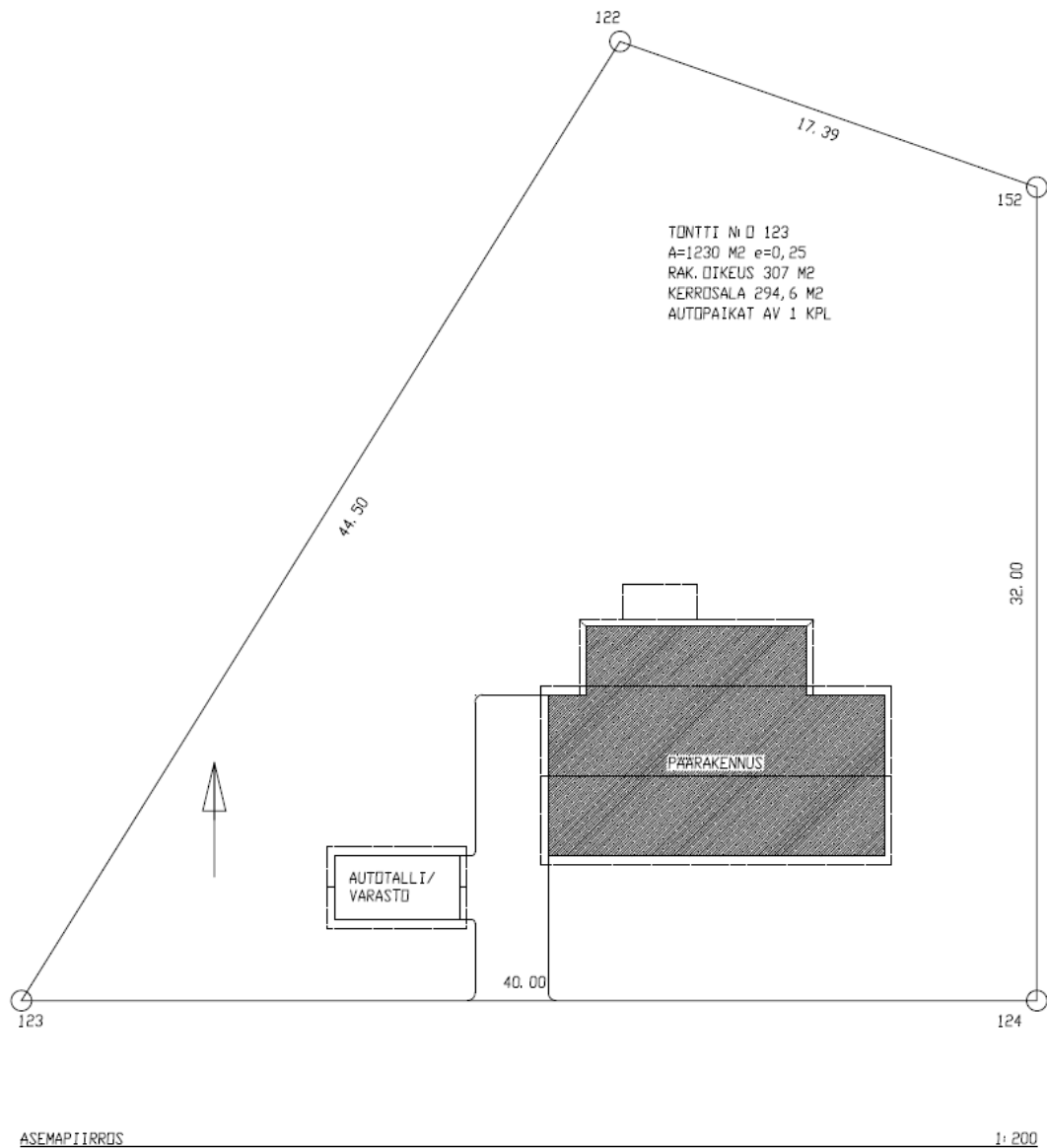
2(2)





## Liite 2. Rakennuslupakuvat

1(6)

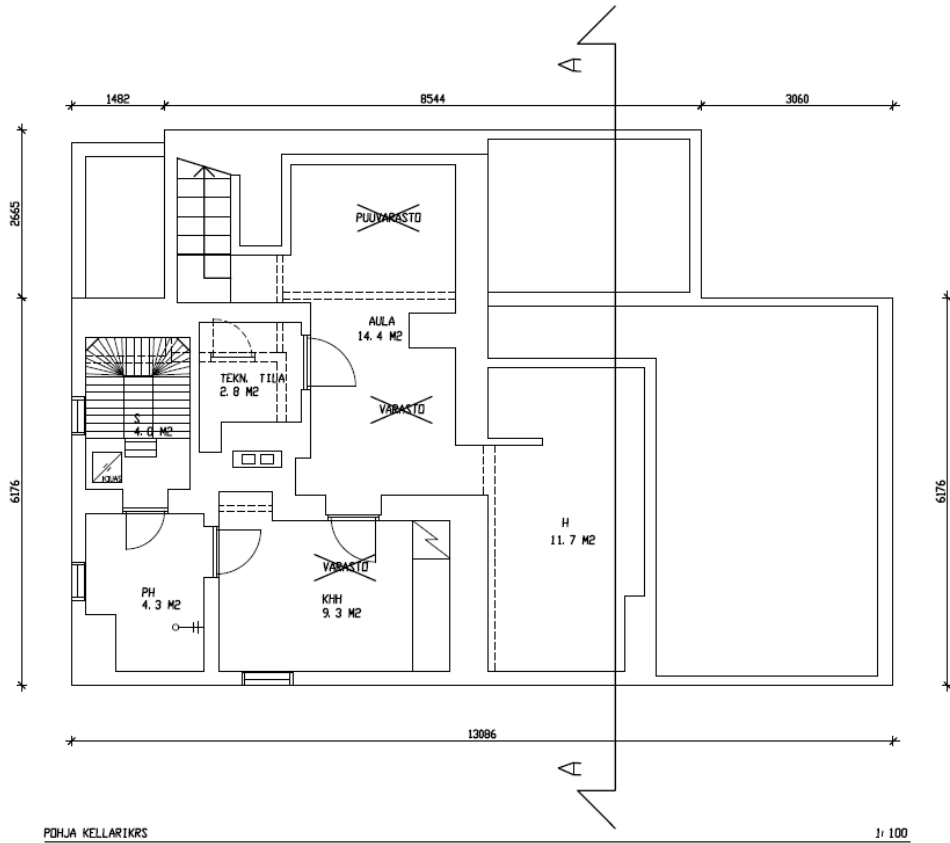


TONTIN PINTA-ALA	1230 M <sup>2</sup>
KERROSALA KÄYTETTY	158 M <sup>2</sup>
KERROSALAN LISÄYS	±0 M <sup>2</sup>
UUSI KERROSALA YHTEENSÄ	158 M <sup>2</sup>

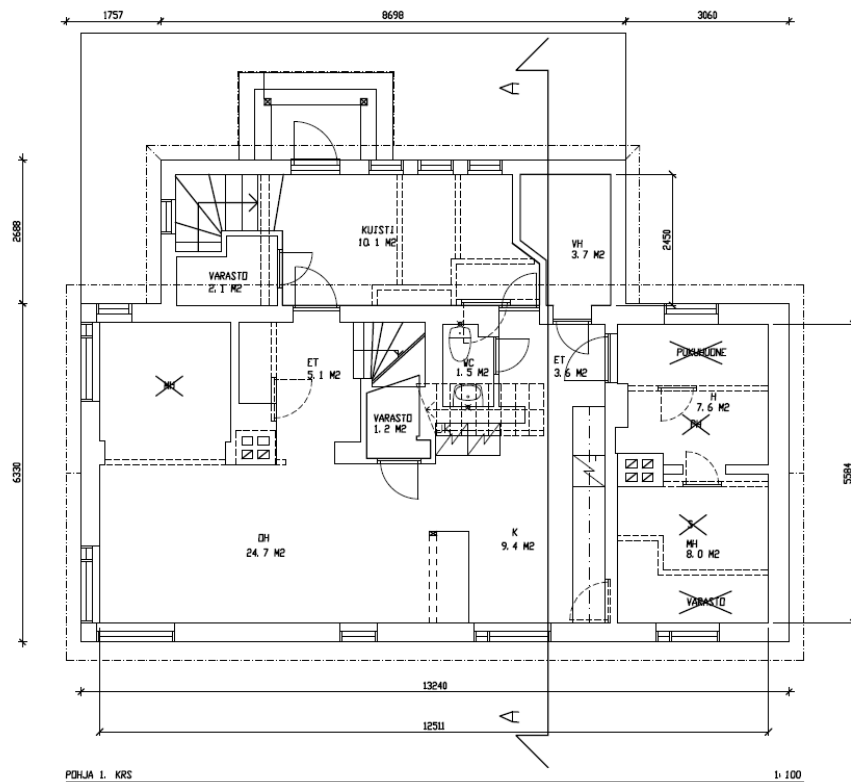
KOKONAISALA	225 M <sup>2</sup>
RAKENNUKSEN TILAVUUS	521 M <sup>3</sup>

KOROT JA MITAT SOVITETTAVA OLEMASSA  
 OLEVIIN RAKENTEISIIN.

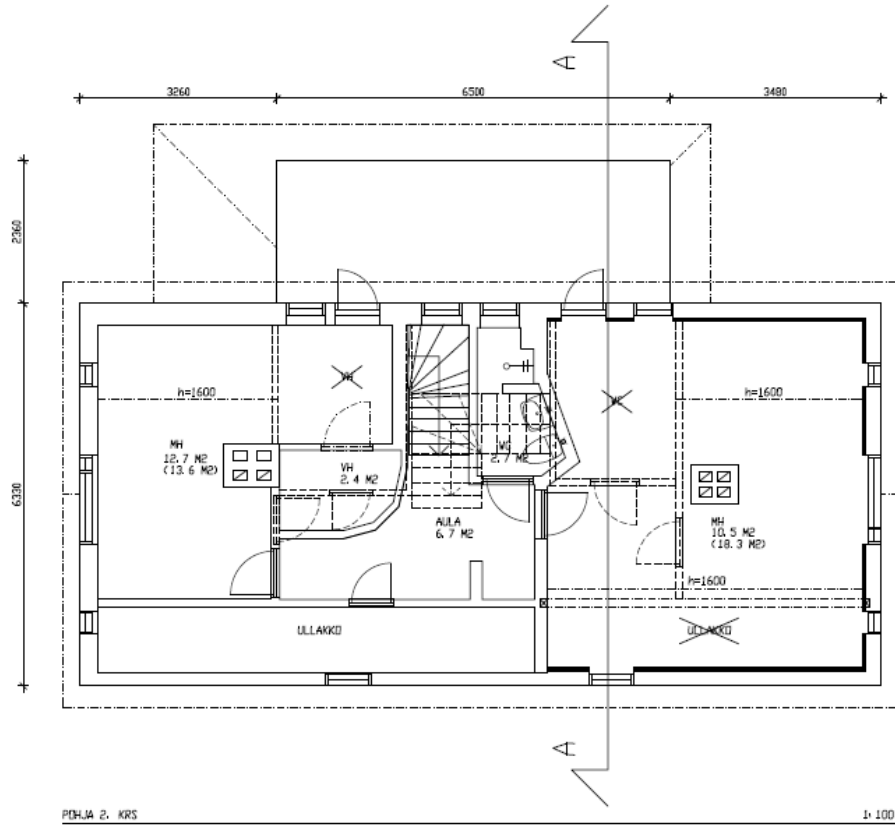
KUVA 1. Asemapiirros. Ei mittakaavassa



KUVA 2. Pohjapiirros kellarikerros. Ei mittakaavassa

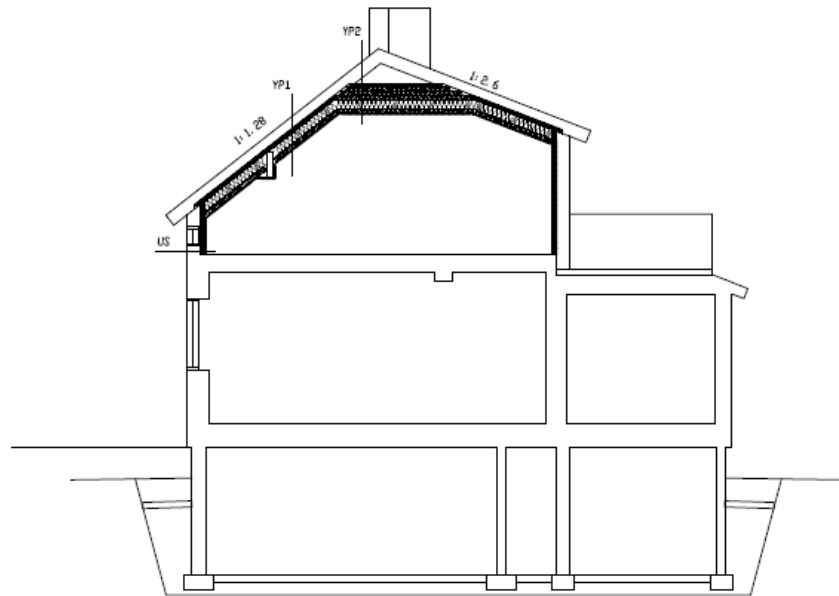


KUVA 3. Pohjapiirros 1. krs. Ei mittakaavassa



KOROT JA MITAT SOVITETTAVA OLEMASSA  
OLEVIIN RAKENTEISIIN.

KUVA 4. Pohjapiirros 2. krs. Ei mittakaavassa



LEIKKAUS A-A

1/100

KOROT JA MITAT SOVITETTAVA OLEMASSA  
OLEVIIN RAKENTEISIIN.

## YP 1

- PELTIKATE
- UMPILAUDDITUS
- KATTOKANNATAJAT JA TUULETUSVÄLI MIN. 75mm
- TUULENSUOJALEVY 12mm
- KODLAUS 50x150 + 50x75  
+ LASIMINERAALIVILLA 275mm
- PINTAKÄSITTELY HUONESELOSTUKSEN MUKAAN

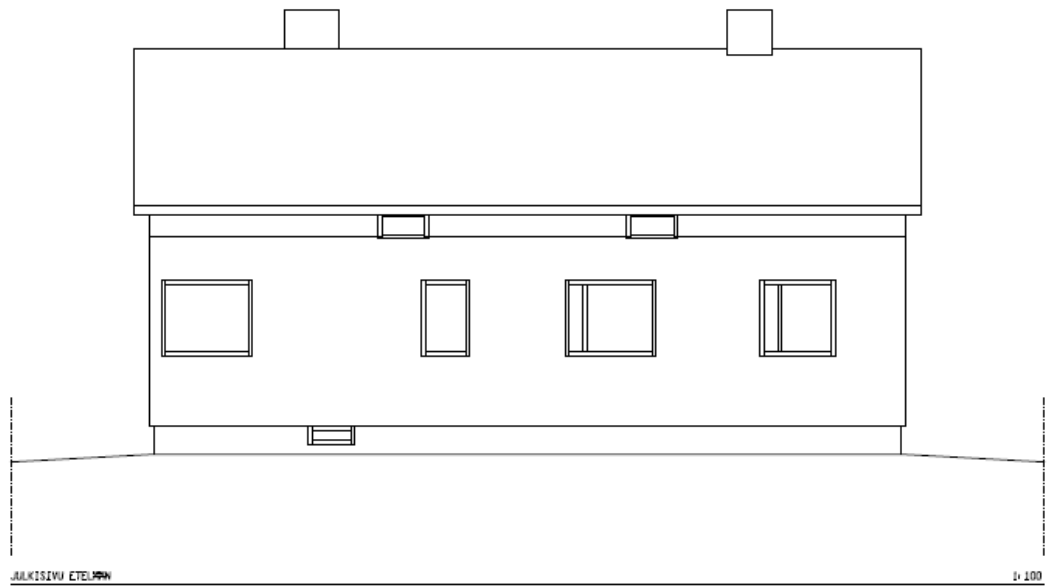
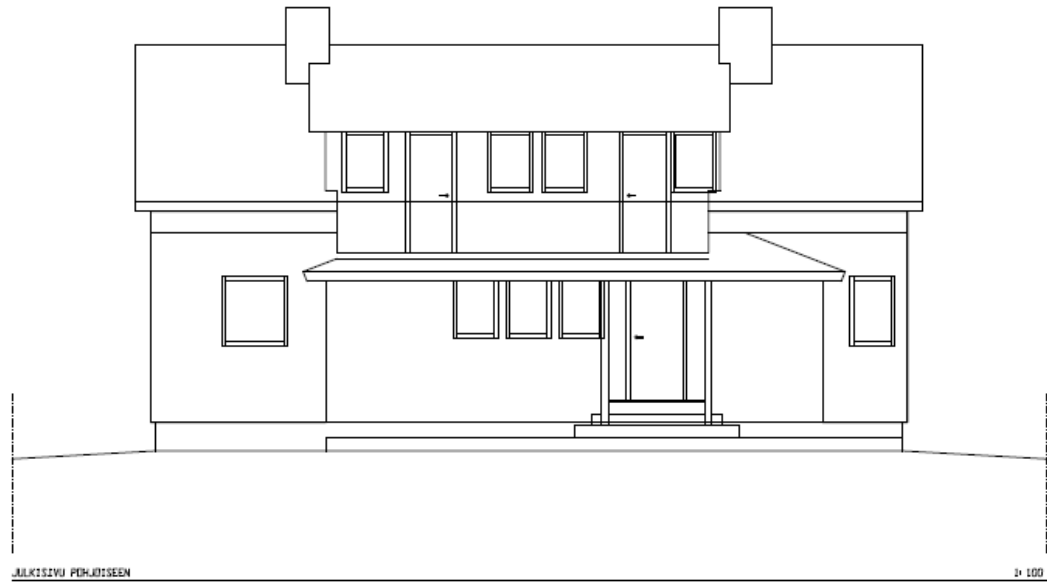
## YP 2

- PELTIKATE
- UMPILAUDDITUS
- KATTOKANNATAJAT JA TUULETUSVÄLI MIN. 75mm
- LASIMINERAALIVILLA 500mm
- KODLAUS 50x150 + 50x75
- PINTAKÄSITTELY HUONESELOSTUKSEN MUKAAN

## US

- LOMALAUDDITUS
- VAAKAKODLAUS
- KODLAUS + LASIVILLA 50mm
- VINDLAUDDITUS 22mm+PAHVI
- RUNKO 50x100mm + SAHANPURU
- LAUDDITUS 22mm+PAHVI
- KODLAUS 48x48 K600  
+ LASIMINERAALIVILLA
- KIPSILEVY
- PINTAKÄSITTELY HUONESELOSTUKSEN MUKAAN

KUVA 5. Leikkaus A-A. Ei mittakaavassa

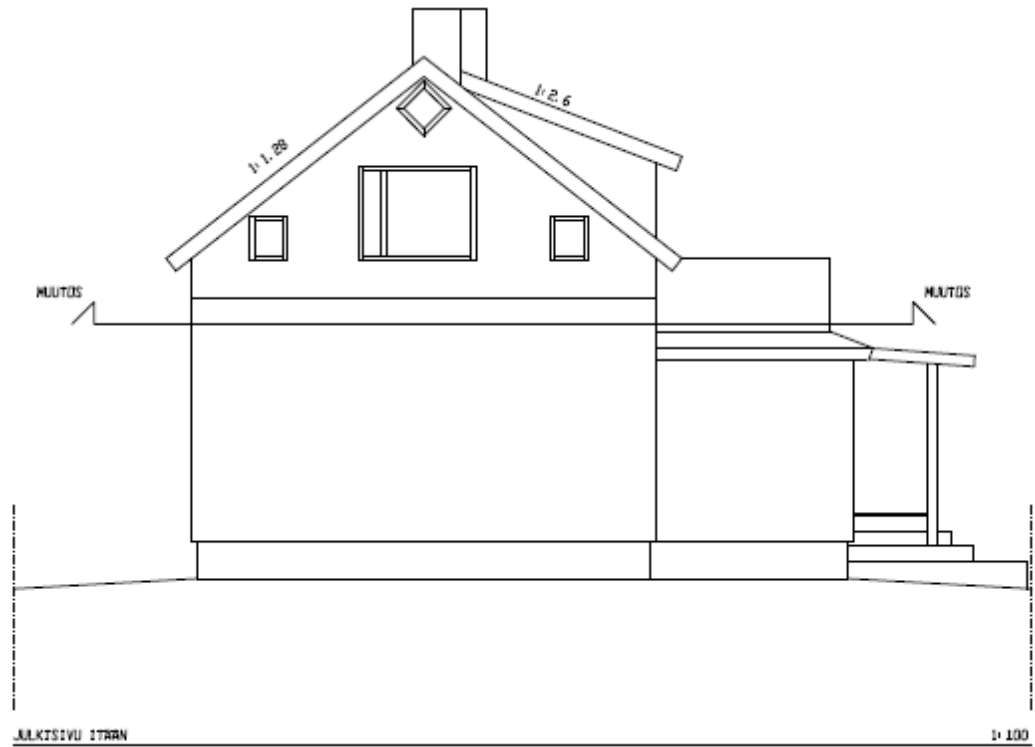


KOROT JA MITAT SOVITETTAVA OLEMASSA  
OLEVIIN RAKENTEISIIN.

JULKISIVUUN EI MUUTOKSIA

KUVA 6. Julkisivu pohjoiseen ja etelään. Ei mittakaavassa

6(6)



KUVA 7. Julkisivu itään ja länteen. Ei mittakaavassa

## Liite 3. Kantavien rakenteiden mitoitus Finnwood 2.3 SR1 -ohjelmalla

## Palkin mitoitus

1(20)

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Opinnäytetyö, Rintamamiestalon ullakon laajennus

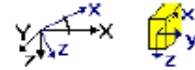
Elisa Reponen

30.10.2014

Laskelmat on tehty alla olevilla lähtöedoilla vain kyseiselle rakenneosalle. Laskelmissa esitetty rakenneosan pituus ei ole tilausmitta. Tilausmitassa on otettava huomioon esim. tuennan vaatima lisäpituus.

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

RIL 205-1-2009 SR1 (02.07.2012)



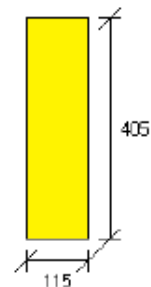
## PROJEKTIIDOT:

Suunnittelija: Elisa Reponen  
 Projekti: Opinnäytetyö  
 Nimi: Rintamamiestalon ullakon laajennus

U:\Opinnäytetyö\Laskelmat\palkki\_lumi1,5.s01

## RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Vapaa rakenne  
 Materiaali: GL32c  
 Poikkileikkaus: 115x405  
 (B=115 mm, H=405 mm, A=46575 mm<sup>2</sup>, I<sub>y</sub>=636622031 mm<sup>4</sup>, W<sub>y</sub>=3143812 mm<sup>3</sup>)  
 Käyttöluokka: 2  
 Seuraamusluokka: OC2 (KFI=1.0)  
 Jako/kuormituslev.: 958 mm (pintakuornille)



## Uloke-jänneväli

Ulokejännväli: Vaakamitta [mm]:  
 Vasen uloke: 57.5  
 Jänneväli 1: 5405.0  
 Oikea uloke: 57.5  
 Yhteensä: 5520.0

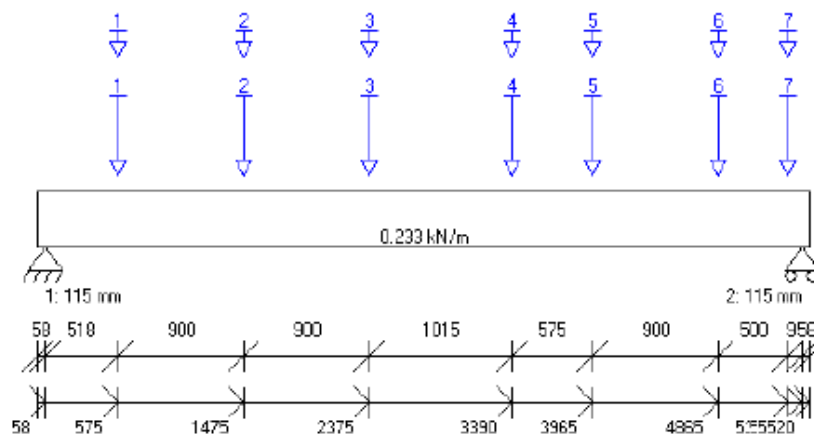
Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	58	115	Kiinteä niveltuki (X,Z)
2:	5462	115	Liukutuki (Z)

f<sub>m,k</sub> (M<sub>y</sub>): 33.28 N/mm<sup>2</sup>  
 f<sub>m,k</sub> (M<sub>z</sub>): 32.00 N/mm<sup>2</sup>  
 f<sub>c,0,k</sub>: 26.50 N/mm<sup>2</sup>  
 f<sub>c,90,k</sub>: 3.00 N/mm<sup>2</sup>  
 f<sub>t,0,k</sub>: 20.28 N/mm<sup>2</sup>  
 f<sub>v,k</sub> (V<sub>z</sub>): 3.20 N/mm<sup>2</sup>  
 f<sub>v,k</sub> (V<sub>y</sub>): 3.20 N/mm<sup>2</sup>  
 E<sub>mean</sub>: 13700 N/mm<sup>2</sup>  
 G<sub>mean</sub>: 780 N/mm<sup>2</sup>  
 E 0.05: 11100 N/mm<sup>2</sup>

G 0.05:	630 N/mm <sup>2</sup>
Tilavuuspaino:	5.00 kN/m <sup>3</sup> (omapainon laskentaa varten)

Osavamuusluku:	1.20
Aikaluokka:	kmod:
Pysyvä:	0.600
Pitkäaikainen:	0.700
Keskipitkä:	0.800
Lyhytaikainen:	0.900
Hetkellinen:	1.100

kdef:	0.800
-------	-------



#### KUORMITUSTIEDOT:

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Pistekuorma: 1:	FZ = 1.50 kN	x = 575.0 mm
Pistekuorma: 2:	FZ = 1.50 kN	x = 1475.0 mm
Pistekuorma: 3:	FZ = 1.50 kN	x = 2375.0 mm
Pistekuorma: 4:	FZ = 1.50 kN	x = 3390.0 mm
Pistekuorma: 5:	FZ = 1.50 kN	x = 3965.0 mm
Pistekuorma: 6:	FZ = 1.50 kN	x = 4865.0 mm
Pistekuorma: 7:	FZ = 1.50 kN	x = 5365.0 mm
Rakennesosan paino:	QZ = 0.233 kN/m	x = 0 - 5520 mm



Lumikuorma (Lumikuorma  $S_k < 2.75 \text{ kN/m}^2$ , Keskipitkä):

Pistekuorma: 1:	FZ = 4.32 kN	x = 575.0 mm
Pistekuorma: 2:	FZ = 4.32 kN	x = 1475.0 mm
Pistekuorma: 3:	FZ = 4.32 kN	x = 2375.0 mm
Pistekuorma: 4:	FZ = 4.32 kN	x = 3390.0 mm
Pistekuorma: 5:	FZ = 4.32 kN	x = 3965.0 mm
Pistekuorma: 6:	FZ = 4.32 kN	x = 4885.0 mm
Pistekuorma: 7:	FZ = 4.32 kN	x = 5385.0 mm

#### KUORMITUSYHDISTELMÄT:

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

1.00\*1.35\*Omapaino

Yhdistelmä 2 (MRT, Pysyvä)

1.00\*1.15\*Omapaino

Yhdistelmä 3 (MRT, Pysyvä)

0.90\*Omapaino

Yhdistelmä 4 (MRT, Keskipitkä)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*0.70\*Lumikuorma

Yhdistelmä 5 (MRT, Keskipitkä)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*Lumikuorma

Yhdistelmä 13 (KRT)

1.00\*Omapaino

Yhdistelmä 15 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*0.70\*Lumikuorma

Yhdistelmä 16 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*Lumikuorma

#### MITOITUS:

Mitoitusstandardi:

EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RIL 205-1:2009

Kokonaiskäyttöaste:

74.2 %

MITOITUSPARAMETRIT:

Taipumaraja  $W_{inst}$ : L/400

Taipumaraja  $W_{het,fin}$ : L/300

Korotuskertoimen, vasen uloke: 2.00

Korotuskertoimen, oikea uloke: 2.00

Nurjahdus z-suuntaan:  $L_c = 1.00 \cdot L$   
 Nurjahdus y-suuntaan:  $L_c = 1.00 \cdot L$   
 Kiepahdus taivutuksesta  $M_y$  (y-askelin suhteen):  
 Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella:  $L_{k1} = 300.00$  mm  
 Kiepahdustukiväli rakenteen alapuolella:  $L_{k2} =$  Päätukien välimatka  
 $L_{ef1} = L_{k1}$  ja  $L_{ef2} = L_{k2}$  (Esim. kuormitus neutraaliakselilla/kiepahdustukien kautta)  
 HUOM!  $L_{k1}$ :ta käytetään, kun  $M_y > 0$  ja  $L_{k2}$ :ta, kun  $M_y < 0$   
 Värähtelymitoitusta ei ole tehty

**MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:**

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste %:	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	33.52 kN	66.24 kN	50.6 %	5482 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
Taivutus ( $M_y$ ):	35.92 kNm	69.76 kNm	51.5 %	2898 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	35.92 kNm	69.76 kNm	51.5 %	2898 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
Tukipaine, tuki 1:	25.37 kN	50.02 kN	50.7 %	58 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.89					
Tukipaine, tuki 2:	33.54 kN	50.02 kN	67.0 %	5482 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.89					
Vasen uloke, Winst:	-0.3 mm	- mm	0.0 %	0 mm	Yhdistelmä 16/1
Vasen uloke, Wnet,fin:	-0.4 mm	- mm	0.0 %	0 mm	Yhdistelmä 16/1
jänneväli 1, Winst:	10.0 mm	13.5 mm	73.8 %	2780 mm	Yhdistelmä 16/1
jänneväli 1, Wnet,fin:	13.4 mm	18.0 mm	74.2 %	2780 mm	Yhdistelmä 16/1
Oikea uloke, Winst:	-0.3 mm	- mm	0.0 %	5520 mm	Yhdistelmä 16/1
Oikea uloke, Wnet,fin:	-0.4 mm	- mm	0.0 %	5520 mm	Yhdistelmä 16/1

**ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT**

Yhdistelmä 5/1 (Keskipitkä):

1.15°Omapaino + 1.50°Lumikuorma

Yhdistelmä 16/1 :

1.00°Omapaino + 1.00°Lumikuorma

**VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:**

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
$V_{z,max}$	33.52 kN	5482 mm
$M_{y,max}$	35.92 kNm	2898 mm

**TUKIREAKTIOT:**

Tuki:	MRTmax	MRTmin:	KRTmax	KRTmin:
1:	25.37 kN	4.63 kN	18.12 kN	5.15 kN
2:	33.54 kN	5.98 kN	23.91 kN	6.64 kN

-KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

**TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):**

Kuormitustapaus:	Omapaino

---

Tuki:	FZ [kN]:
1:	5.15
2:	6.64

---

Kuomitustapaus:	Lumikuorma
Tuki:	FZ [kN]:
1:	12.97
2:	17.27

---

**HUOMIOT:**

- EN 1995-1-1-standardin, sen täydennysosan A1:2008 ja Suomen kansallisten liitteiden sekä RIL 205-1-2009 -suunniteluohjeen mukainen laskenta
  - VTT on tehnyt kolmannen osapuolen tarkistuksen ohjelmalle (VTT-S-03937-12)
  - MRT = Murtorajatila, KRT = Käyttörajatila
  - \*) Yhteisvaikutustarkasteluissa %-luku tarkoittaa mitoitusarvon ja raja-arvon suhdetta, ei todellista käyttöastetta
  - Liittyvän alapuolisen rakenteen tukipainekestävyys tulee tarkistaa erikseen
  - Mitoituksessa ei huomioida ulokkeiden alle 20 mm taipumaa ylöspäin
  - Värähtely- ja taipumatarkastelua ei tehdä alle 200 mm pituisille ulokkeille
  - Leikkausmuodonmuutos on mukana käyttöraja-tilamitoituksessa
  - Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
  - Rakennesosan koon vaikutus lujuuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
  - Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetailihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin muodostu vesitaskuja
- 

Laskelmissa ei ole huomioitu rakennusaikaisia kuormia eikä kosteusolosuhteita. Mahdolliset rakennusaikaiset lisävuennat on mitoitettava erikseen. Rakennuksen kokonaisjäykkyistä ja siitä johtuvia vaakavoimia ei ole huomioitu. Rakennesosan (palkki, pilari, laatta) soveltuvuus kokonaisuuteen on pääarakennesuunnittelijan tarkistettava erikseen.

Finnwood-ohjelmistolla tehdyt laskelmat ja tulosteet ovat voimassa vain ohjelmistoon tallennettujen Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Woodin tuotteiden kanssa. Nämä tuotteet on tarvittaessa osoitettava rakennuspaikalla hankkeen osapuolille sekä viranomaisille. Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood tai sen tytäryhtiöt eivät vastaa käyttäjälle tai kolmannelle osapuolelle muiden valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä Finnwood-ohjelmistossa, ohjelmiston perusteella näin tehdyistä laskelmista ja tulosteista tai kolmansien valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä aiheutuneista virheistä, menetyksistä tai vahingoista. Näitä ehtoja ei saa poistaa tulosteesta.

---

## Pilarin mitoitus

6(20)

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Opinnäytetyö, Rintamamiestalon ullakon laajennus

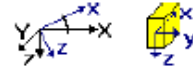
Elisa Reponen

30.10.2014

Laskelmat on tehty alla olevilla lähtötiedoilla vain kyseiselle rakenneosalle. Laskelmissa esitetty rakenneosan pituus ei ole tilausmitta. Tilausmitassa on otettava huomioon esim. tuennan vaatima lisäpituus.

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

RIL 205-1-2009 SR1 (02.07.2012)



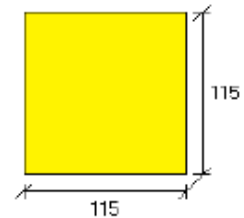
## PROJEKTIIDOT:

Suunnittelija:	Elisa Reponen
Projekti:	Opinnäytetyö
Nimi:	Rintamamiestalon ullakon laajennus

U:\Opinnäytetyö\Laskelmat\pilar\_i\_lumi1.5.s01

## RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi:	Vapaa rakenne
Materiaali:	Standardipilarit (Kuningaspalkki)
Poikkileikkaus:	115x115 (varastokoko)
(B=115 mm, H=115 mm, A=13225 mm <sup>2</sup> , I <sub>y</sub> =14575052 mm <sup>4</sup> , W <sub>y</sub> =253479 mm <sup>3</sup> )	
Käyttöluokka:	2
Seuraamusluokka:	CC2 (KFI=1.0)
Kulma:	90.0 astetta
Jako/kuomituslev.:	600 mm (pintakuomille)



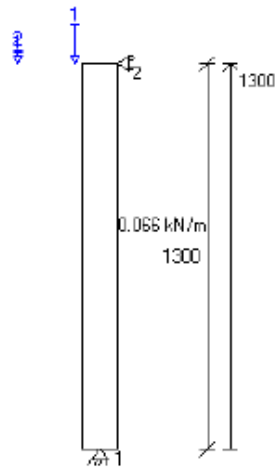
## Uloke-/jännevälipituudet:

Uloke/jänneväli:	Pystymitta [mm]:
Jänneväli 1	1300.0
Yhteensä:	1300.0

Tuki:	Sijainti x [mm]:	Tyyppi:
1:	0	Kiristä niveltuki (X,Z)
2:	1300	Liukutuki (X)

f <sub>m,k</sub> (M <sub>y</sub> ):	21.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>m,k</sub> (M <sub>z</sub> ):	21.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub> :	21.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub> :	2.30 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub> :	15.50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub> (V <sub>z</sub> ):	3.80 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub> (V <sub>y</sub> ):	3.80 N/mm <sup>2</sup>
E <sub>mean</sub> :	10700 N/mm <sup>2</sup>
G <sub>mean</sub> :	590 N/mm <sup>2</sup>
E 0.05:	7200 N/mm <sup>2</sup>
G 0.05:	390 N/mm <sup>2</sup>

Tilavuuspaino:	5.00 kN/m <sup>3</sup> (omapainon laskentaa varten)
Osavamuuslukur:	1.40
Aikaluokka:	k <sub>mod</sub> :
Pysyvä:	0.800
Pitkäaikainen:	0.700
Keskipitkä:	0.800
Lyhytaikainen:	0.900
Hetkellinen:	1.100
k <sub>def</sub> :	0.800

**KUORMITUSTIEDOT:**

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Pistekuorma: 1:	FZ = 0.52 kN	x = 1300.0 mm
Pistekuorma: 2:	FZ = 4.30 kN	x = 1300.0 mm
Rakenneseosan paino:	QZ = 0.088 kN/m	x = 0 - 1300 mm

Lumikuorma (Lumikuorma Sk < 2.75 kN/m<sup>2</sup>, Keskipitkä):

Pistekuorma: 1:	FZ = 12.30 kN	x = 1300.0 mm
-----------------	---------------	---------------

**KUORMITUSYHDISTELMÄT:**

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

0.90°Omapaino

Yhdistelmä 2 (MRT, Pysyvä)

1.00°1.35°Omapaino

Yhdistelmä 3 (MRT, Pysyvä)

1.00°1.15°Omapaino

Yhdistelmä 4 (MRT, Keskipitkä)

1.00°1.15°Omapaino + 1.00°1.50°0.70°Lumikuorma

Yhdistelmä 5 (MRT, Keskipitkä)

1.00°1.15°Omapaino + 1.00°1.50°Lumikuorma

Yhdistelmä 9 (KRT)

1.00°Omapaino

Yhdistelmä 10 (KRT)

1.00°Omapaino + 1.00°0.70°Lumikuorma

Yhdistelmä 11 (KRT)

1.00°Omapaino + 1.00°Lumikuorma

#### MITOITUS:

Mitoitusstandardi: EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RIL 205-1:2009

Kokonaiskäyttöaste: 16.2 %

#### MITOITUSPARAMETRIT:

Taipumaraja  $W_{het,fin}$ : L/300

Korotuskertoimen, vasen uloke: 2.00

Korotuskertoimen, oikea uloke: 2.00

Nurjahdus z-suuntaan:  $L_c = 1.00^*L$

Nurjahdus y-suuntaan:  $L_c = 1.00^*L$

Kiepahdus taivutuksesta  $M_y$  (y-askelin suhteen):

Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella:  $L_{k1}$  = Päätukien välimatka

Kiepahdustukiväli rakenteen alapuolella:  $L_{k2}$  = Päätukien välimatka

$L_{ef1} = L_{k1}$  ja  $L_{ef2} = L_{k2}$  (Esim. kuormitus neutraaliksi/kipahdustukien kautta)

HUOM!  $L_{k1}$  ta käytetään, kun  $M_y > 0$  ja  $L_{k2}$  ta, kun  $M_y < 0$

Värähtelymitoitusta ei ole tehty

#### MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste %:	Sijainti x:	
Puristus:	24.09 kN	149.02 kN	16.2 %	0 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
jänneväli 1, Winst:	-0.0 mm	-mm	0.0 %	32 mm	Yhdistelmä 9/1

jänneväli 1, Wnet,fin: -0.0 mm - mm 0.0 % 32 mm Yhdistelmä 9/1

#### ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 5/1 (Keskipitkä):

1.15\*Omapaino + 1.50\*Lumikuorma

Yhdistelmä 9/1 :

1.00\*Omapaino

#### VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
N <sub>c,max</sub>	24.09 kN	0 mm

#### TUKIREAKTIOT:

Tuki:	MRT <sub>max</sub>	MRT <sub>min</sub>	KRT <sub>max</sub>	KRT <sub>min</sub>
1:	24.09 kN	4.42 kN	17.21 kN	4.91 kN
2:	0.00 kN	0.00 kN	0.00 kN	0.00 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

#### TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

Kuormitustapaus:	Omapaino
Tuki:	FZ [kN]:
1:	4.91
2:	0.00

Kuormitustapaus:	Lumikuorma
Tuki:	FZ [kN]:
1:	12.30
2:	0.00

#### HUOMIOT:

- EN 1995-1-1-standardin, sen täydennysosan A1:2008 ja Suomen kansallisten liitteiden sekä RIL 205-1-2009 -suunnitteluohjeen mukainen laskenta
- VTT on tehnyt kolmannen osapuolen tarkistuksen ohjelmalle (VTT-S-03937-12)
- MRT = Murtorajatilä, KRT = Käyttöraajatilä
- \*) Yhteisvaikutustarkasteluissa %-luku tarkoittaa mitoitusarvon ja raja-arvon suhdetta, ei todellista käyttöastetta
- Liittyvän alapuolisen rakenteen tukipainekestävyys tulee tarkistaa erikseen
- Mitoituksessa ei huomioida ulokkeiden alle 20 mm taipumaa ylöspäin
- Värähtely- ja taipumatarkastelua ei tehdä alle 200 mm pituisille ulokkeille
- Leikkausmuodonmuutos on mukana käyttöraajatilämitoituksessa
- Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
- Rakenneosan koon vaikutus lujuuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
- Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetailihin ja varmistaa,

---

ettei rakenteisiin muodostu vesitaskuja

---

Laskelmissa ei ole huomioitu rakennusaikaisia kuormia eikä kosteusolosuhteita. Mahdolliset rakennusaikaiset lisätuennat on mitoitettava erikseen. Rakennuksen kokonaisjäykistystä ja siitä johtuvia vaakavoimia ei ole huomioitu. Rakenneosan (palkki, pilari, laatta) soveltuvuus kokonaisuuteen on päärakennesuunnittelijan tarkistettava erikseen.

Finnwood-ohjelmistolla tehdyt laskelmat ja tulosteet ovat voimassa vain ohjelmistoon tallennettujen Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Woodin tuotteiden kanssa. Nämä tuotteet on tarvittaessa osoitettava rakennuspaikalla hankkeen osapuolille sekä viranomaisille. Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood tai sen tytäryhtiöt eivät vastaa käyttäjälle tai kolmannelle osapuolelle muiden valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä Finnwood-ohjelmistossa, ohjelmiston perusteella näin tehdyistä laskelmista ja tulosteista tai kolmansien valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä aiheutuneista virheistä, menetyksistä tai vahingoista. Näitä ehtoja ei saa poistaa tulosteesta.

---



## Välipohjapalkin mitoitus

11(20)

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Opinnäytetyö, Rintamamiestalon ullakon laajennus

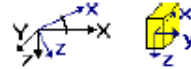
Elisa Reponen

30.10.2014

Laskelmat on tehty alla olevilla lähtötiedoilla vain kyseiselle rakenneosalle. Laskelmissa esitetty rakenneosan pituus ei ole tilausmitta. Tilausmitassa on otettava huomioon esim. tuennan vaatima lisäpituus.

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

RIL 205-1-2009 SR1 (02.07.2012)



## PROJEKTITIEDOT:

Suunnittelija: Elisa Reponen  
 Projekti: Opinnäytetyö

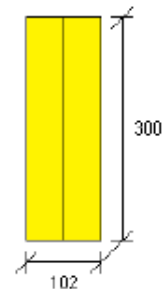
Välipohjapalkki ulkoseinätä väliseinälle

Nimi: Rintamamiestalon ullakon laajennus

U:\Opinnäytetyöt\Laskelmat\välipohjapalkki.s01

## RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Vapaa rakenne  
 Materiaali: KERTO-S syrjälään  
 Poikkileikkaus: 2x51x300 (varastokoko)  
 (B=102 mm, H=300 mm, A=30600 mm<sup>2</sup>, I<sub>y</sub>=229500000 mm<sup>4</sup>, W<sub>y</sub>=1530000 mm<sup>3</sup>)  
 Käyttöluokka: 2  
 Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)  
 Jako/kuormituslev.: 900 mm (pintakuomille)



## Uloke-jänneväli

Ulokejännenväli: Vaakamitta [mm]:  
 Vasen uloke: 50.0  
 Jännenväli 1: 4100.0  
 Oikea uloke: 50.0  
 Yhteensä: 4200.0

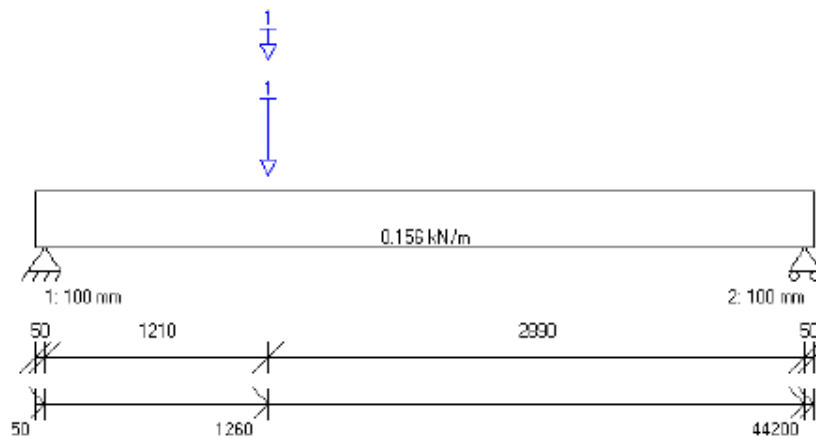
Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	50	100	Kierteä niveltuki (X,Z)
2:	4150	100	Liukutuki (Z)

f <sub>m,k</sub> (M <sub>y</sub> ):	44.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>m,k</sub> (M <sub>z</sub> ):	50.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub> :	35.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub> :	6.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub> :	34.30 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub> (V <sub>z</sub> ):	4.10 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub> (V <sub>y</sub> ):	2.30 N/mm <sup>2</sup>
E <sub>mean</sub> :	13800 N/mm <sup>2</sup>

G <sub>mean</sub> :	800 N/mm <sup>2</sup>
E 0.05:	11800 N/mm <sup>2</sup>
G 0.05:	400 N/mm <sup>2</sup>
Tilavuuspaino:	5.10 kN/m <sup>3</sup> (omapainon laskentaa varten)

Osavamuusluku:	1.20
Aikaluokka:	k <sub>mod</sub> :
Pysyvä:	0.800
Pitkäaikainen:	0.700
Keskipitkä:	0.800
Lyhytaikainen:	0.900
Hetkellinen:	1.100

k <sub>def</sub> :	0.800
--------------------	-------

**KUORMITUSTIEDOT:**

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Pistekuorma: 1: FZ = 4.90 kN x = 1260.0 mm

Rakennesosan paino: QZ = 0.156 kN/m x = 0 - 4200 mm

Lumikuorma (Lumikuorma Sk < 2.75 kN/m<sup>2</sup>, Keskipitkä):

Pistekuorma: 1: FZ = 12.30 kN x = 1260.0 mm

**KUORMITUSYHDISTELMÄT:**

---

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

1.00\*1.35\*Omapaino

---

Yhdistelmä 2 (MRT, Pysyvä)

1.00\*1.15\*Omapaino

---

Yhdistelmä 3 (MRT, Pysyvä)

0.60\*Omapaino

---

Yhdistelmä 4 (MRT, Keskipitkä)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*0.70\*Lumikuorma

---

Yhdistelmä 5 (MRT, Keskipitkä)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*Lumikuorma

---

Yhdistelmä 13 (KRT)

1.00\*Omapaino

---

Yhdistelmä 15 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*0.70\*Lumikuorma

---

Yhdistelmä 16 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*Lumikuorma

---

#### MITOITUS:

Mitoitusstandardi:

EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RIL 205-1-2009

Kokonaiskäyttöaste:

90,6 %

---

#### MITOITUSPARAMETRIT:

Taipumaraja Winst: L/400

Taipumaraja Wnet,fin: L/300

Korotuskerron, vasen uloke: 2.00

Korotuskerron, oikea uloke: 2.00

Nurjahdus z-suuntaan:  $L_c = 1.00 \cdot L$

Nurjahdus y-suuntaan:  $L_c = 1.00 \cdot L$

Kiepahdus taivutuksesta  $M_y$  (y-askelin suhteen):

Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella:  $L_{k1} = 300.00$  mm

Kiepahdustukiväli rakenteen alapuolella:  $L_{k2} =$  Päätukien välimatka

$L_{ef1} = L_{k1}$  ja  $L_{ef2} = L_{k2}$  (Esim. kuormitus neutraaliakselilla/kiepahdustukien kautta)

HUOM!  $L_{k1}$ :ta käytetään, kun  $M_y > 0$  ja  $L_{k2}$ :ta, kun  $M_y < 0$

---

#### VÄRÄHTELYN LASKENTA-ASETUKSET:

Huoneen suurin mitta L [m]: 6.0

Lattiarakenteen leveys B [m]: 5.0

Välipohjan tuentatapa:	2 reunaa tuettu
Ulokkeen lyhennys [mm]:	0.0
Poikittaisjäykisteet:	Ei jäykisteitä
Yläpuolinen lattialevy / rakenne:	Ei huomioida
Liittorakennevaikutus:	Ei liittoaikutusta
Kelluva rakenne / poikittaiskoolaus+levytys:	Ei kelluvaa rakennetta
Alapuoliset poikittaiskoolaukset:	Ei alapuolista poikittaiskoolausta
Pinta-alayksikön massa [kg/m <sup>2</sup> ]:	120

HUOM! "Ulokkeen lyhennys" tarkoittaa ulokkeen kävelyile altistumatonta aluetta

## MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste %:	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	17.34 kN	55.76 kN	31.1 %	50 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
Tarvutus (My):	20.86 kNm	44.88 kNm	46.5 %	1260 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	20.86 kNm	44.88 kNm	46.5 %	1260 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
Tukipaine, tuki 1:	17.35 kN	53.04 kN	32.7 %	50 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.30					
Tukipaine, tuki 2:	7.48 kN	53.04 kN	14.1 %	4150 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.30					
Vasen uloke, Winst:	-0.3 mm	-mm	0.0 %	0 mm	Yhdistelmä 16/1
Vasen uloke, Wnet,fin:	-0.4 mm	-mm	0.0 %	0 mm	Yhdistelmä 16/1
jänneväli 1, Winst:	7.1 mm	10.2 mm	69.7 %	1785 mm	Yhdistelmä 16/1
jänneväli 1, Wnet,fin:	9.7 mm	13.7 mm	70.8 %	1785 mm	Yhdistelmä 16/1
Oikea uloke, Winst:	-0.2 mm	-mm	0.0 %	4200 mm	Yhdistelmä 16/1
Oikea uloke, Wnet,fin:	-0.3 mm	-mm	0.0 %	4200 mm	Yhdistelmä 16/1
Taipuma U:	0.5 mm	0.5 mm	90.0%		(Värähtelytarkastelu)
Taajuus f1:	15.8 Hz	9.0 Hz	57.0%		(Värähtelytarkastelu)

## ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 5/1 (Keskipitkä):

1.15\*Omapaino + 1.50\*Lumikuorma

Yhdistelmä 16/1 :

1.00\*Omapaino + 1.00\*Lumikuorma

## VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
Vz,max	17.34 kN	50 mm
My,max	20.86 kNm	1260 mm

## TUKIREAKTIOT:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	17.35 kN	3.40 kN	12.45 kN	3.78 kN
2:	7.48 kN	1.60 kN	5.40 kN	1.77 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

---

**TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):**


---

Kuormitustapaus:	Omapaino
Tuki:	FZ [kN]:
1:	3.78
2:	1.77

---

Kuormitustapaus:	Lumikuorma
Tuki:	FZ [kN]:
1:	8.67
2:	3.63

---

**HUOMIOT:**

- 
- EN 1995-1-1-standardin, sen täydennysosan A1:2008 ja Suomen kansallisten liitteiden sekä RIL 205-1-2009 -suunniteluohjeen mukainen laskenta
  - VTT on tehnyt kolmannen osapuolen tarkistuksen ohjelmalle (VTT-S-03937-12)
  - MRT = Murtorajatila, KRT = Käyttörajatila
  - \*) Yhteisvaikutustarkasteluissa %-luku tarkoittaa mitoitusarvon ja raja-arvon suhdetta, ei todellista käyttöastetta
  - Liittyvän alapuolisen rakenteen tukipainekestävyys tulee tarkistaa erikseen
  - Mitoituksessa ei huomioida ulokkeiden alle 20 mm taipumaa ylöspäin
  - Värähtely- ja taipumatarkastelua ei tehdä alle 200 mm pituisille ulokkeille
  - Leikkausmuodonmuutos on mukana käyttöraja-tilamitoituksessa
  - Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
  - Rakennesan koon vaikutus lujuuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
  - Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetailihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin muodostu vesitaskuja
- 

Laskelmissa ei ole huomioitu rakennusaikaisia kuormia eikä kosteusolosuhteita. Mahdolliset rakennusaikaiset lisätuennat on mitoitettava erikseen. Rakennuksen kokonaisjäykistystä ja siitä johtuvia vaakavoimia ei ole huomioitu. Rakennesan (palkki, pila, laatta) soveltuvuus kokonaisuuteen on päärakennesuunnittelijan tarkistettava erikseen.

Finnwood-ohjelmistolla tehdyt laskelmat ja tulosteet ovat voimassa vain ohjelmistoon tallennettujen Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Woodin tuotteiden kanssa. Nämä tuotteet on tarvittaessa osoitettava rakennuspaikalla hankkeen osapuolille sekä viranomaisille. Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood tai sen tytäryhtiöt eivät vastaa käyttäjälle tai kolmannelle osapuolelle muiden valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä Finnwood-ohjelmistossa, ohjelmiston perusteella näin tehdyistä laskelmista ja tulosteista tai kolmansien valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä aiheutuneista virheistä, menetyksistä tai vahingoista. Näitä ehtoja ei saa poistaa tulosteesta.

---

## Välipohjapalkin mitoitus ulkoseinälle

16(20)

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Opinnäytetyö, Rintamamiestalon ullakon laajennus

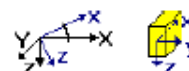
Elisa Reponen

30.10.2014

Laskelmat on tehty alla olevilla lähtötiedoilla vain kyseiselle rakenneosalle. Laskelmissa esitetty rakenneosan pituus ei ole tilausmitta. Tilausmitassa on otettava huomioon esim. tuennan vaatima lisäpituus.

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

RIL 205-1-2009 SR1 (02.07.2012)



## PROJEKTITIEDOT:

Suunnittelija: Elisa Reponen  
 Projekti: Opinnäytetyö

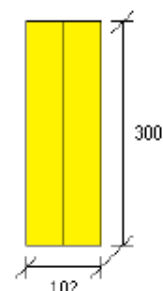
Välipohjapalkki ulkoseinällä

Nimi: Rintamamiestalon ullakon laajennus

U:\Opinnäytetyö\Laskelmat\välipohjapalkki\_us.s01

## RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Vapaa rakenne  
 Materiaali: KERTO-S syjälään  
 Poikkileikkaus: 2x51x300 (varastokoko)  
 (B=102 mm, H=300 mm, A=30600 mm<sup>2</sup>, I<sub>y</sub>=229500000 mm<sup>4</sup>, W<sub>y</sub>=1530000 mm<sup>3</sup>)  
 Käyttöluokka: 2  
 Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)  
 Jako/kuormituslev.: 900 mm (pintakuomille)



## Uloke-jänneväliptuudet:

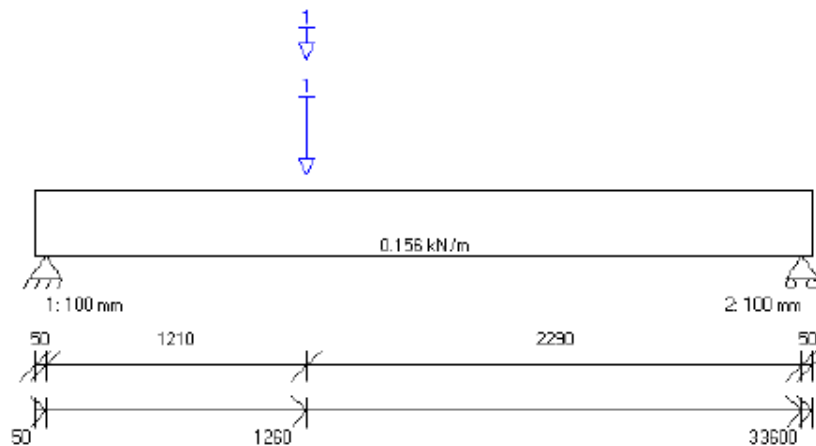
Ulokejännenväli: Vaakamitta [mm]:  
 Vasen uloke: 50.0  
 Jännenväli 1: 3500.0  
 Oikea uloke: 50.0  
 Yhteensä: 3600.0

Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	50	100	Kiinteä niveltuki (X,Z)
2:	3550	100	Liukutuki (Z)

f <sub>m,k</sub> (M <sub>y</sub> ):	44.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>m,k</sub> (M <sub>z</sub> ):	50.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub> :	35.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub> :	6.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub> :	34.62 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub> (V <sub>z</sub> ):	4.10 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub> (V <sub>y</sub> ):	2.30 N/mm <sup>2</sup>
E <sub>mean</sub> :	13800 N/mm <sup>2</sup>

$G_{mean}$ :	600 N/mm <sup>2</sup>
$E_{0.05}$ :	11600 N/mm <sup>2</sup>
$G_{0.05}$ :	400 N/mm <sup>2</sup>
Tilavuuspaino:	5.10 kN/m <sup>3</sup> (omapainon laskentaa varten)

Osavamuusluk:	1.20
Aikaluokka:	$k_{mod}$ :
Pysyvä:	0.800
Pitkäaikainen:	0.700
Keskipitkä:	0.800
Lyhytaikainen:	0.900
Hetkellinen:	1.100
$k_{def}$ :	0.800

**KUORMITUSTIEDOT:**

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Pistekuorma: 1: FZ = 4.90 kN x = 1280.0 mm

Rakennesosan paino: QZ = 0.156 kN/m x = 0 - 3600 mm

Lumikuorma (Lumikuorma  $S_k < 2.75$  kN/m<sup>2</sup>, Keskipitkä):

Pistekuorma: 1: FZ = 12.30 kN x = 1280.0 mm

**KUORMITUSYHDISTELMÄT:**

---

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

1.00\*1.35\*Omapaino

---

Yhdistelmä 2 (MRT, Pysyvä)

1.00\*1.15\*Omapaino

---

Yhdistelmä 3 (MRT, Pysyvä)

0.90\*Omapaino

---

Yhdistelmä 4 (MRT, Keskipitkä)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*0.70\*Lumikuorma

---

Yhdistelmä 5 (MRT, Keskipitkä)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*Lumikuorma

---

Yhdistelmä 13 (KRT)

1.00\*Omapaino

---

Yhdistelmä 15 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*0.70\*Lumikuorma

---

Yhdistelmä 16 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*Lumikuorma

---

#### MITOITUS:

Mitoitusstandardi:

EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RIL 205-1:2009

Kokonaiskäyttöaste:

59.5 %

#### MITOITUSPARAMETRIT:

Taipumaraja  $W_{inst}$ : L/400

Taipumaraja  $W_{het,fin}$ : L/300

Korotuskerrin, vasen uloke: 2.00

Korotuskerrin, oikea uloke: 2.00

Nurjahdus z-suuntaan:  $L_c = 1.00 \cdot L$

Nurjahdus y-suuntaan:  $L_c = 1.00 \cdot L$

Kiepahdus taivutuksesta  $M_y$  (y-askelin suhteen):

Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella:  $L_{k1} = 300.00$  mm

Kiepahdustukiväli rakenteen alapuolella:  $L_{k2} =$  Päätukien välimatka

$L_{ef1} = L_{k1}$  ja  $L_{ef2} = L_{k2}$  (Esim. kuormitus neutraaliakselilla/kiepahdustukien kautta)

HUOM!  $L_{k1}$ :ta käytetään, kun  $M_y > 0$  ja  $L_{k2}$ :ta, kun  $M_y < 0$

#### VÄRÄHTELYN LASKENTA-ASETUKSET:

Huoneen suurin mitta L [m]: 6.0

Lattiarakenteen leveys B [m]: 5.0



Välpohjan tuentatapa:	2 reunaa tuettu
Ulokkeen lyhennys [mm]:	0.0
Poikittaisjäykisteet:	Ei jäykisteitä
Yläpuolinen lattialaite / rakenne:	Ei huomioida
Liittorakennevaikutus:	Ei liitovaikutusta
Kelluva rakenne / poikittaiskoolaus+levytys:	Ei kelluvaa rakennetta
Alapuoiset poikittaiskoolaukset:	Ei alapuoista poikittaiskoolauksia
Pinta-alayksikön massa [kg/m <sup>2</sup> ]:	120

HUOM! "Ulokkeen lyhennys" tarkoittaa ulokkeen kävelyille altistumatonta aluetta

## MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste %:	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	16.07 kN	55.76 kN	28.8 %	50 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
Taivutus (My):	19.32 kNm	44.88 kNm	43.0 %	1260 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	19.32 kNm	44.88 kNm	43.0 %	1260 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
Tukipaine, tuki 1:	16.08 kN	53.04 kN	30.3 %	50 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
Tukipainekertoin = 1.30					
Tukipaine, tuki 2:	8.65 kN	53.04 kN	16.3 %	3550 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
Tukipainekertoin = 1.30					
Vasen uloke, Winst:	-0.2 mm	- mm	0.0 %	0 mm	Yhdistelmä 16/1
Vasen uloke, Wnet,fin:	-0.3 mm	- mm	0.0 %	0 mm	Yhdistelmä 16/1
jänneväli 1, Winst:	5.1 mm	8.8 mm	58.7 %	1530 mm	Yhdistelmä 16/1
jänneväli 1, Wnet,fin:	6.9 mm	11.7 mm	59.5 %	1530 mm	Yhdistelmä 16/1
Oikea uloke, Winst:	-0.2 mm	- mm	0.0 %	3600 mm	Yhdistelmä 16/1
Oikea uloke, Wnet,fin:	-0.2 mm	- mm	0.0 %	3600 mm	Yhdistelmä 16/1
Taipuma U:	0.3 mm	0.5 mm	56.4%		(Värähtelytarkastelu)
Taajuus f1:	21.7 Hz	9.0 Hz	41.5%		(Värähtelytarkastelu)

## ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 5/1 (Keskipitkä):

1.15\*Omapaino + 1.50\*Lumikuorma

Yhdistelmä 16/1 :

1.00\*Omapaino + 1.00\*Lumikuorma

## VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
Vz,max	16.07 kN	50 mm
My,max	19.32 kNm	1260 mm

## TUKIREAKTIOT:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	16.08 kN	3.14 kN	11.53 kN	3.49 kN
2:	8.65 kN	1.78 kN	6.23 kN	1.97 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

---

**TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):**

Kuormitustapaus:	Omapaino
Tuki:	FZ [kN]:
1:	3.49
2:	1.97

---

Kuormitustapaus:	Lumikuorma
Tuki:	FZ [kN]:
1:	8.05
2:	4.25

---

**HUOMIOT:**

- EN 1995-1-1-standardin, sen täydennysosan A1:2008 ja Suomen kansallisten liitteiden sekä RIL 205-1-2009 -suunniteluohjeen mukainen laskenta
- VTT on tehnyt kolmannen osapuolen tarkistuksen ohjelmalle (VTT-S-03937-12)
- MRT = Murtorajatila, KRT = Käyttörajatila
- \*) Yhteisvaikutustarkasteluissa %-luku tarkoittaa mitoitusarvon ja raja-arvon suhdetta, ei todellista käyttöastetta
- Liittyvän alapuolisen rakenteen tukipainekestävyys tulee tarkistaa erikseen
- Mitoituksessa ei huomioida ulokkeiden alle 20 mm taipumaa ylöspäin
- Värähtely- ja taipumatarkastelua ei tehdä alle 200 mm pituisille ulokkeille
- Leikkausmuodonmuutos on mukana käyttörajatilamitoituksessa
- Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
- Rakennesuunnitelman koon vaikutus lujuuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
- Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetaileihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin muodostu vesitaskuja

---

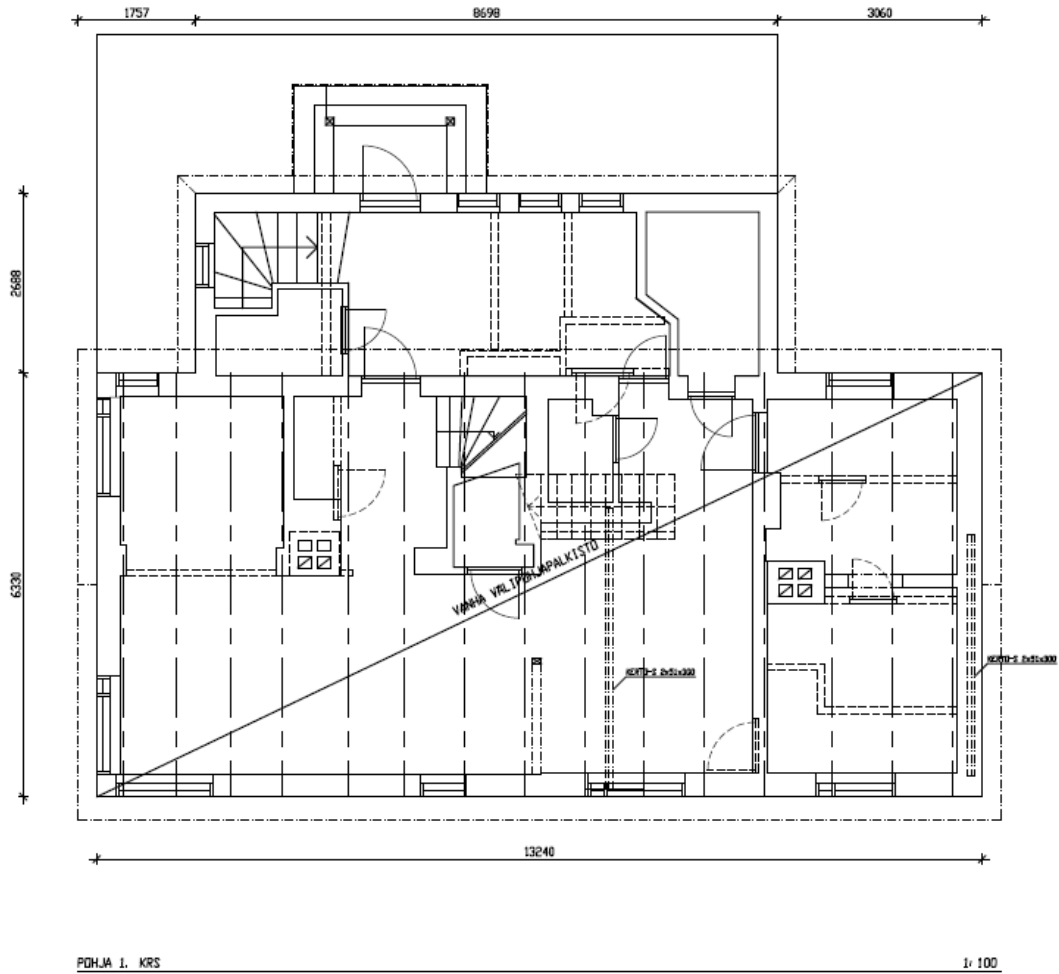
Laskelmissa ei ole huomioitu rakennusaikaisia kuormia eikä kosteusolosuhteita. Mahdolliset rakennusaikaiset lisätuennat on mitoitettava erikseen. Rakennuksen kokonaisjäykistystä ja siitä johtuvia vaakavoimia ei ole huomioitu. Rakennesuunnitelman (palkki, piliäri, laatta) soveltuvuus kokonaisuuteen on päärakennesuunnittelijan tarkistettava erikseen.

Finnwood-ohjelmistolla tehdyt laskelmat ja tulosteet ovat voimassa vain ohjelmistoon tallennettujen Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Woodin tuotteiden kanssa. Nämä tuotteet on tarvittaessa osoitettava rakennuspaikalla hankkeen osapuolille sekä viranomaisille. Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood tai sen tytäryhtiöt eivät vastaa käyttäjälle tai kolmannelle osapuolelle muiden valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä Finnwood-ohjelmistossa, ohjelmiston perusteella näin tehdyistä laskelmista ja tulosteista tai kolmansien valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä aiheutuneista virheistä, menetyksistä tai vahingoista. Näitä ehtoja ei saa poistaa tulosteesta.

---

## Liite 4. Rakennesuunnitelmat

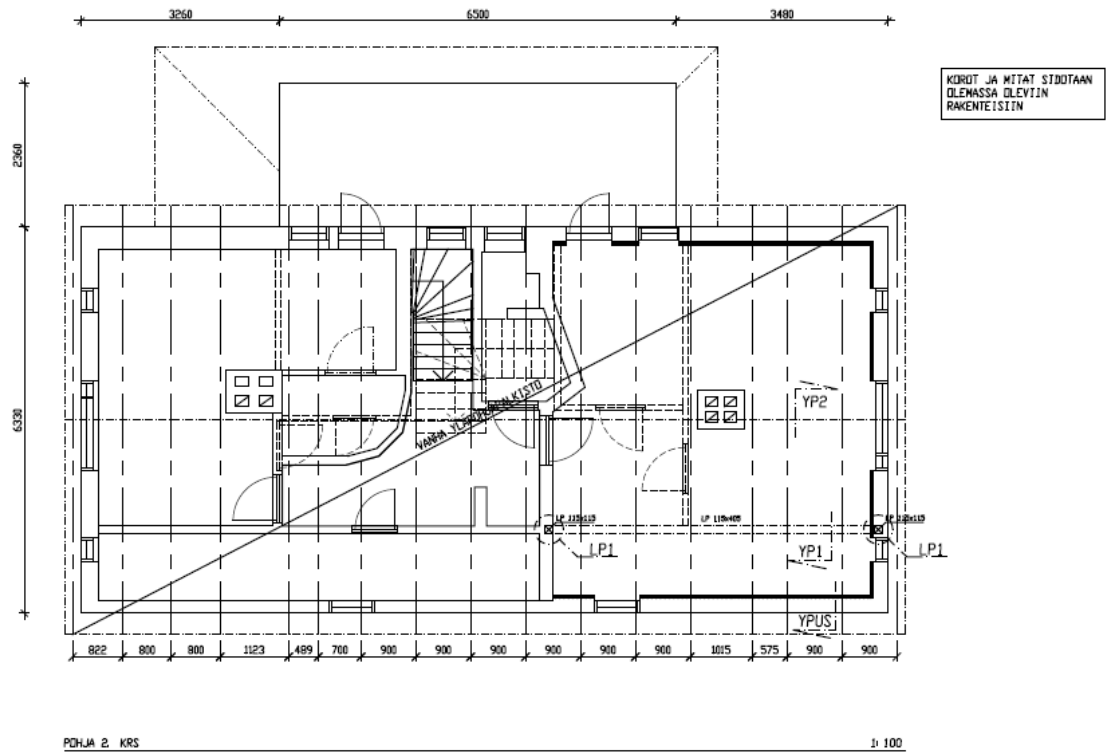
1(6)



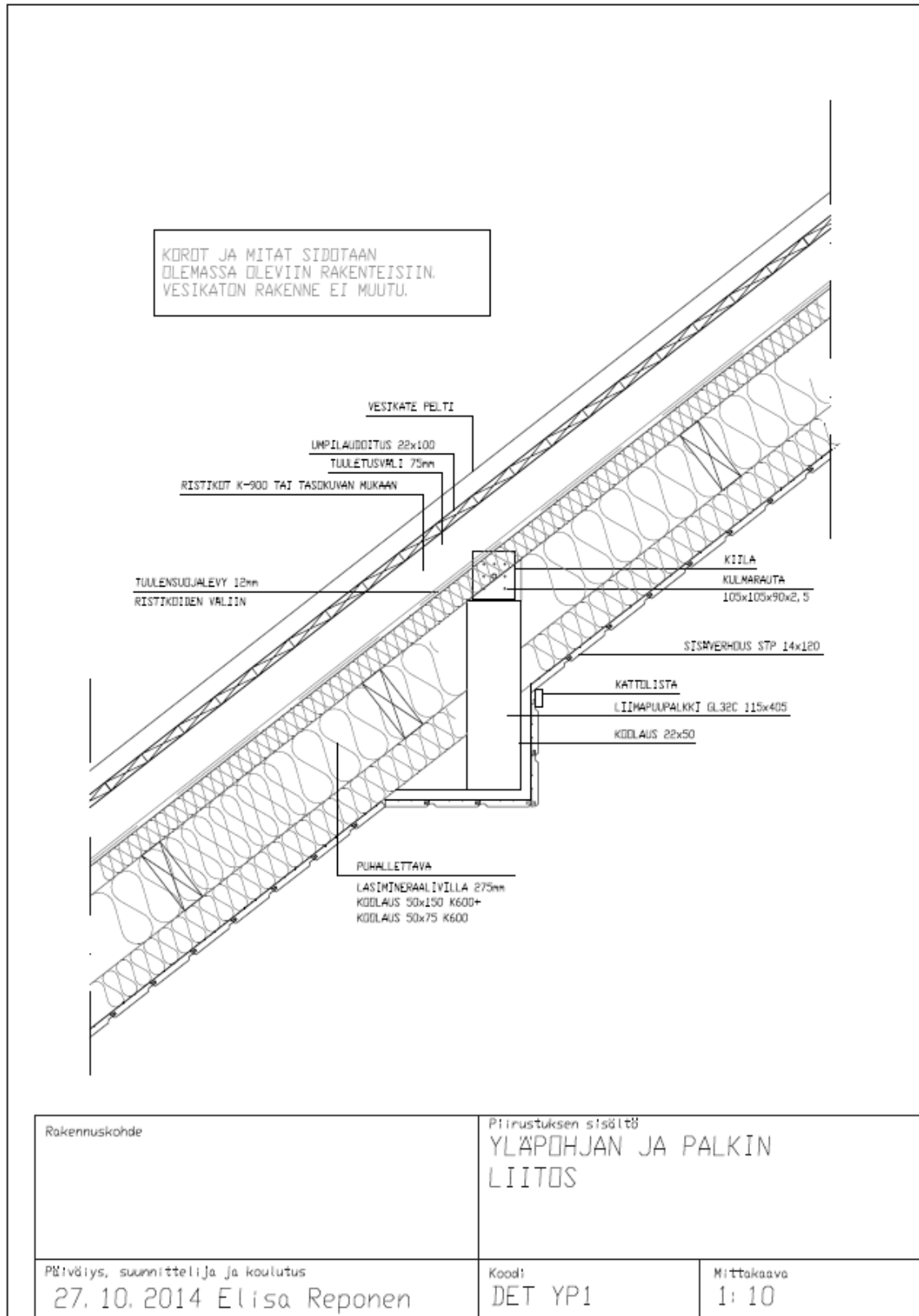
PUUTAVARA:  
 LIIMAPUUPALKKI GL32C 115x405 L=5520 1KPL  
 LIIMAPUUPILARI 115x115 L=1300 2KPL  
 KERTO-S 51X300 L=3600 2KPL  
 KERTO-S 51X300 L=4200 2KPL

MITAT SOVITETTAVA VANHAAN RAKENNUKSEEN JA  
 TARKASTETTAVA TYÖMAALLA.

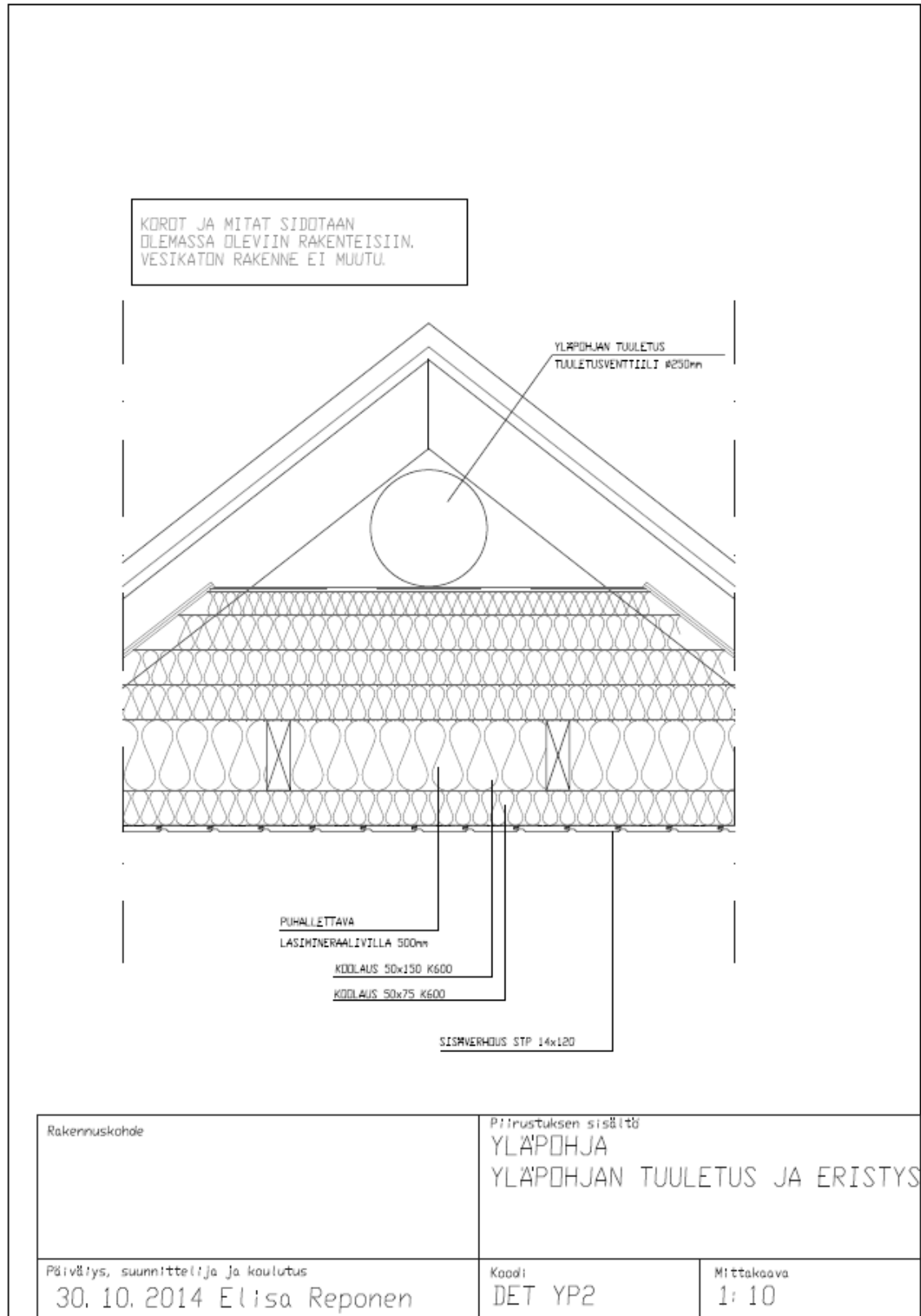
KUVA 1. Työpiirustus, runko ja vesikatto. 1 krs. Ei mittakaavassa



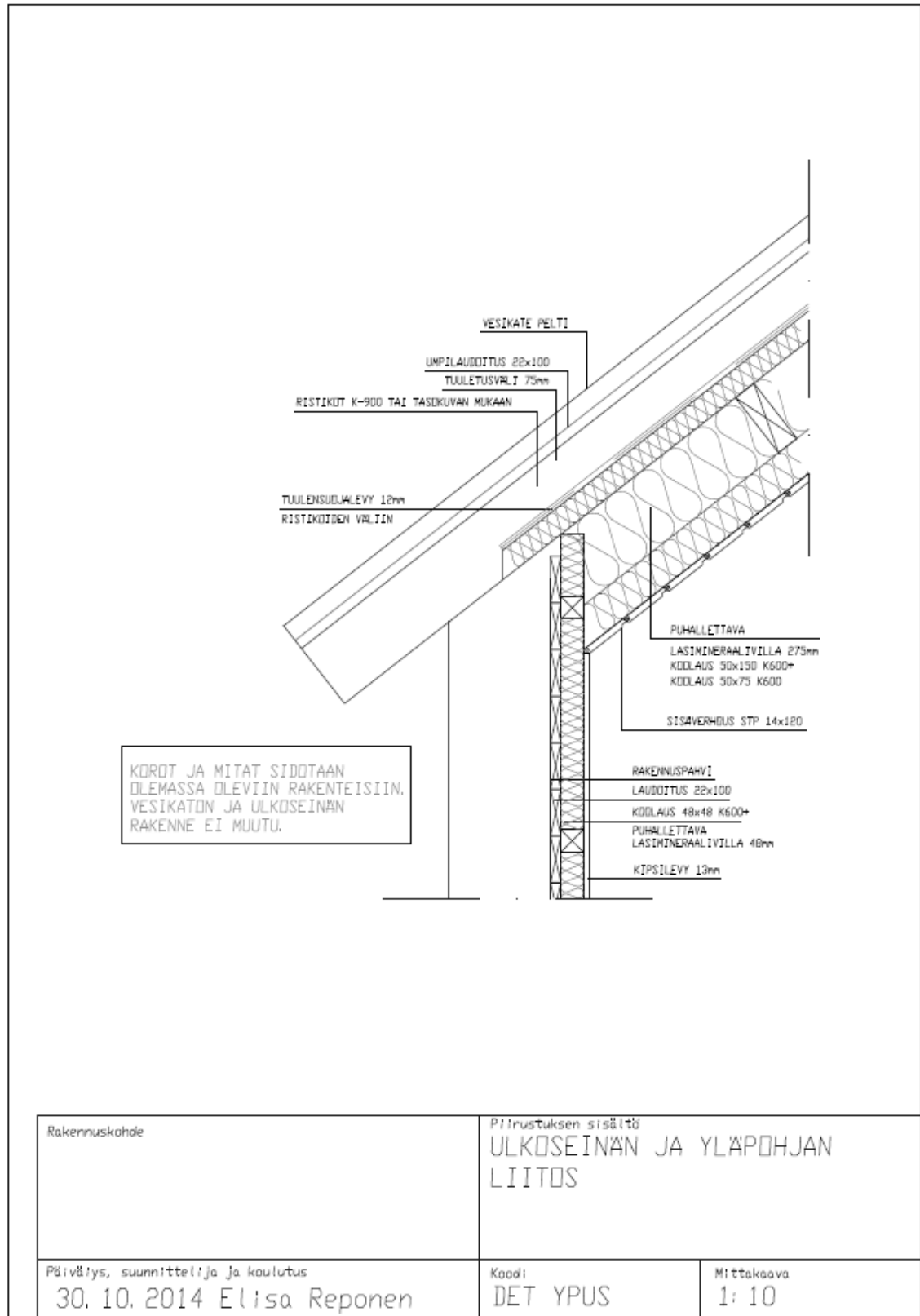
KUVA 2. Työpiirustus, runko ja vesikatto. 2. krs. Ei mittakaavassa



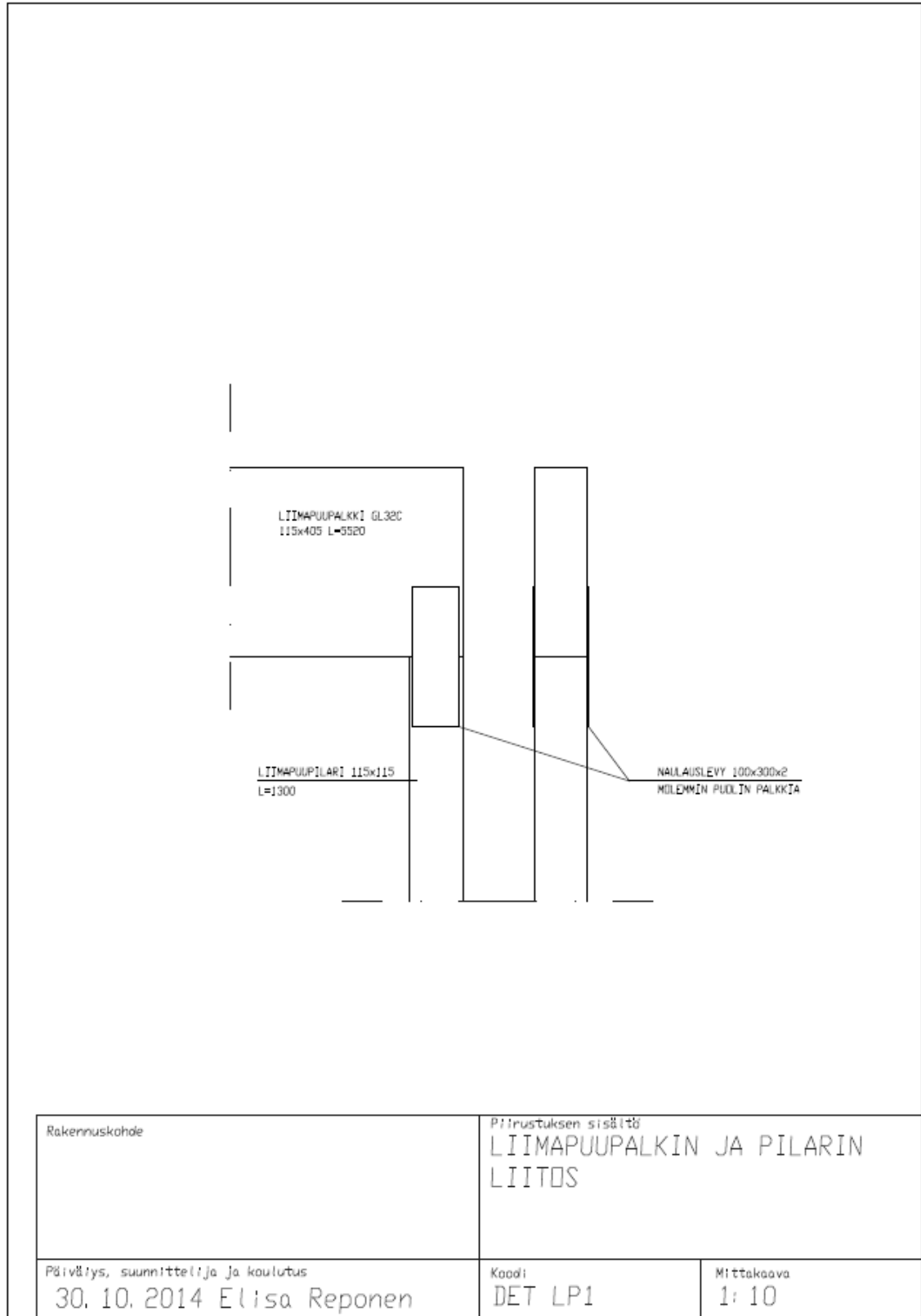
KUVA 3. Yläpohjan ja palkin liitos. Ei mittakaavassa



KUVA 4. Yläpohja harjalla. Ei mittakaavassa



KUVA 5. Ulkoseinän ja yläpohjan liitos. Ei mittakaavassa



KUVA 6. Liimapuupalkin ja pilarin liitos. Ei mittakaavassa