

Heidi Välikallio

OMAKOTITALON LAAJENNUS YLÄKERTAAN

Rakennustekniikan koulutusohjelma

2012

OMAKOTITALON LAAJENNUS YLÄKERTAAN

Välikallio, Heidi
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Huhtikuu 2012
Ohjaaja: Sandberg, Rauno
Sivumäärä: 31
Liitteitä: 15

Asiasanat: laajennus, yläkerta, rakenteet, suunnittelu

Opinnäytetyön aiheena oli suunnitella Porin Vähäraumalla sijaitsevaan 1930-luvulla rakennettuun omakotitaloon laajennus yläkertaan.

Opinnäytetyö aloitettiin keskustelemalla käyttäjien kanssa, millaisia vaatimuksia ja tarpeita heillä on tilan suhteen. Keskustelujen perusteella päädyimme kahteen makuuhuoneeseen, wc:hen, joka on varustettu suihkulla, sekä aula-tilaan.

Rakenteet suunniteltiin tämän päivän vaatimukset täyttäväksi eurokoodien mukaan.

Suunnitelmista piirrettiin yläkertaan pääpiirustukset ja rakennekuvat, joilla voidaan hakea rakennuslupaa laajennukselle.

EXPANSION OF DETACHED HOUSE TO THE UPSTAIRS

Välikallio, Heidi

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Construction Engineering

April 2012

Supervisor: Sandberg, Rauno

Number of pages: 31

Appendices: 15

Keywords: expansion, the upstairs, structures, planning

The purpose of this thesis was to plan an expansion to detached house's upstairs. The house is built in 1930s.

The thesis was started to by discussions with the users of the house to find out what kind of requirements and needs they have. After the discussions we decided to make upstairs two bedrooms, toilet with shower and living space.

The structures planned with eurocode to qualify of today's orders.

General drawings and construction drawings were drawn with the help of the plans. General drawings will be needed when a building license is applied for.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	YLEISTÄ VANHAN RAKENNUKSEN REMONTOINNISTA JA LAAJENNUKSESTA	7
3	PERUSPARANNUKSEN SUUNNITTELUN 7 VAIHETTA.....	8
3.1	Perusparannuksen tarve.....	8
3.2	Rakennuksen arviointi.....	9
3.3	Hankesuunnittelu.....	10
3.4	Esisuunnittelu	10
3.5	Rakennussuunnittelu	10
3.6	Valmistelu rakentamiseen	11
3.7	Perusparannuksen toteutus	11
4	SUUNNITTELUKOHTTEEN NYKYHETKI.....	11
4.1	Rakenteet	12
4.2	Katto	12
4.3	Materiaalit	13
5	TAVOITTEET	14
5.1	Yleiset tavoitteet	14
5.2	Tilojen suunnittelutavoitteet	14
6	SUUNNITTELU	14
6.1	Makuuhuoneet.....	14
6.2	WC	15
6.3	Aulatila	16
7	RAKENTEIDEN SUUNNITTELU.....	17
7.1	Välipohjarakenteet	17
7.2	Seinät	19
7.2.1	Ulkoseinät	19
7.2.2	Kylmään tilaan rajoittuva seinä.....	20
7.2.3	Väliseinät.....	20
7.3	Yläpohjapalkisto	21

7.4 Harjan palkit	22
7.5 Pilarit	22
8 LASKELMAT	23
8.1 Laskujen teoria	23
8.1.1 Palkkien laskenta.....	23
8.1.2 Pilarien laskenta	24
8.2 Välipohjan palkit.....	25
8.2.1 Tasainenkuormitus	25
8.2.2 Pistekuormitus.....	26
8.3 Harjan palkit.....	26
8.4 Pilarit	27
8.5 Kattoniskat	27
9 YHTEENVETO	29
LÄHTEET	31
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön kohteena oli suunnitella Porin Vähäraumalla sijaitsevaan 1930-luvulla rakennettuun omakotitaloon laajennus yläkertaan. Yläkerta on joskus aikoinaan ollut jo asuinkäytössä, mutta nyt ollut monen vuoden ajan remontin alla. Uusien asukkaiden saatua talon alakerta kuntoon, on aika laittaa myös yläkerta valmiiksi, koska lisätilalle on tarvetta.

Tässä opinnäytetyössä käydään lävitse myös yleistietoa vanhan rakennuksen remontoinnista ja laajennuksesta, sekä käydään vaiheittain lävitse perusrakennuksen suunnittelun seitsemän vaihetta.

Opinnäytetyön teossa apuna käytettiin vanhojen rakennusten korjausta käsitteleviä kirjoja sekä eri rakennusmääräyksiä rakenteiden suunnittelusta ja paloturvallisuudesta. Rakenteiden kestävyyksien laskuissa käytettiin Eurokoodin suunnitteluohjeita ja kurssimateriaaleja puurakenteiden suunnittelua käsitteleviltä kursseilta.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella yläkertaan haluttavat toiminnot ja piirtää niistä piirustukset, joilla on mahdollista hakea hankkeelle rakennuslupa.

2 YLEISTÄ VANHAN RAKENNUKSEN REMONTOINNISTA JA LAAJENNUKSESTA

Lähdettäessä remontoimaan vanhaa rakennusta, on hyvä muistaa muutama yksinkertainen asia. Vanhaa rakennusta tulee kunnioittaa, eikä sitä kannata ruveta muuttamaan erilaiseksi, kuin miksi se on suunniteltu, ja jokaisessa remontoitavassa ja laajennettavassa rakennuksessa tulisi käyttää rakennusmateriaalina samaa materiaalia, josta se alun perinkin on rakennettu. Kuten esimerkiksi puusta rakennettu talo laajennetaan puulla, ei betonilla, harkoilla tai muulla materiaalilla. Vanhan rakennuksen remontointi voi viedä paljonkin aikaa, ennen kuin sen saa valmiiksi. Remontoitaessa on hyvä myös muistaa se, ettei vanhasta rakennuksesta voi koskaan saada uutta vastaavaa rakennusta. Vanhan rakennuksen remontointi voi joskus tulla jopa kalliimmaksi, kuin kokonaan uuden rakennuksen rakentaminen. (Olenius, Koskenvesa & Penttilä 2006, 9,10,20) Vanhassa rakennuksessa on myös aina vuosien varrella pieniä korjauksia ja huoltotöitä, joita ei välttämättä uudessa rakennuksessa heti tule vastaan, vaikka kerralla rakennukseen tekisikin laajemman remontin.

Vanhan rakennuksen remontin suunnittelussa on heti alussa päätettävä, kuinka isosta hankkeesta on kysymys. Aiotaanko vain vaihtaa pintamateriaaleja ja sisustuksella saattaa rakennukselle uusi ilme, vai onko kyseessä laajempi, rakenteisiin kohdistuva muutosremontti. Pintoihin kohdistuva remontti on hyvä silloin, kun tiedetään varmuudella, että rakenteet ovat kunnossa, eikä niille tarvitse tehdä mitään. Laajempaa remonttia suunnitellessa on huolellisesti selvitettävä rakenteiden kunto ja voidaanko vanhoja rakenteita myös jatkossa käyttää. Vaikka rakenteet olisivat kunnossa ja olisivat joskus aiemmin kestäneet kuormituksia, tulee varmistaa, täyttävätkö vanhat rakenteet nykypäivän vaatimukset, jotka rakenteiden kestävyydelle on määritelty. Kun rakenteet on kunnolla tutkittu ennen suunnitelmien aloittamista, on suunnitelmien ja remontin laajuus paremmin rajattavissa, eikä remontin toteutusvaiheessa tule vastaan suuria odottamattomia tilanteita, jotka voivat vaikuttaa aikatauluun sekä kustannuksiin negatiivisesti. (Niskala 1996, 8) Rakenteita muutettaessa on hyvä muistaa varmistaa, ovatko rakenteet kantavia vai ei-kantavia. Kantavat rakenteet tarkoittavat sitä, että ne kannattavat rakenteet ja niiden painon sekä muista kuormituksista aiheutuvat painot, kuten lumen, tuulen ja ihmisten aiheuttamat kuormitukset. Ei-kantavat rakenteet tarkoittavat taas sitä, että ne pitävät pystyssä vain itsensä, ei muita kuormi-

tuksia. (Olenius, Koskenvesa & Penttilä 2006, 56) Kantavia rakenteita ei tule poistaa rakennuksesta ilman, että ne korvataan toisella, vastaavan tehtävän hoitavalla rakenteella, joka siirtää vaaka- tai pystykuormia. Rakenteiden muutokset ovat myös vaativia töitä suunnittelun ja toteutuksen kannalta, jolloin niissä tarvitsee olla apuna ammatti-ihmiset, jotka osaavat suunnitella oikeanlaiset rakenteiden muutokset sekä hoitaa niiden toteutuksen. Rakenteiden muutoksissa on hyvä myös olla yhteydessä oman kunnan rakennusviranomaiseen, koska rakenteisiin liittyvät muutostyöt ovat yleisesti luvanvaraisia töitä. (Niskala 1996, 91)

3 PERUSPARANNUKSEN SUUNNITTELUN 7 VAIHETTA

Rakennuksen perusparannuksen suunnittelussa on yleisesti seitsemän vaihetta, joiden mukaisesti suunnittelu kulkee. Ne ovat perusparannuksen tarve, rakennuksen arviointi, hankesuunnittelu, esisuunnittelu, rakennussuunnittelu, valmistelu rakentamiseen ja perusparannuksen toteutus. (Niskala 1996, 9)

3.1 Perusparannuksen tarve

Syitä rakennuksen perusparannukselle on yleisesti muutamia. Ensimmäisenä on, että asumisen tarpeet muuttuvat. Perheen koko kasvaa, jolloin tarvitaan lisäneliöitä asumiselle, tai elinolot muuttuvat huomattavasti, kuten vammautuminen, jolloin tarvitaan esteettömämpiä kulkuteitä rakennukseen ja sen sisällä. Vaihtoehtona voi myös olla, että perheestä muuttaa ihmisiä pois ja tyhjillään olevat huoneet halutaan yhdistää isommiksi huoneiksi, tai vanhoissa rakennuksissa kylmillään olevat ullakot ja ullakon sivut halutaan eristää lämpimiksi asuinkäyttöä varten.

Toinen yleinen syy perusparannukselle on rakennuksen asettamat vaatimukset. Rakennus vanhenee, jolloin sitä tarvitsee saattaa nykypäivän tasolle, tai vaihtoehtoisesti saattaa tapahtua esimerkiksi vesivahinko tai muu onnettomuus, joka johtaa korjaustarpeisiin.

Eräs syy perusparannukselle saattaa olla se, että rakennus halutaan palauttaa sellaiseksi, kuin se aikoinaan rakennettaessa on ollut. Tämä ei välttämättä liity rakennuksen tai ihmisten tarpeisiin, vaan pelkästään ihmisten omiin haluihin. Joissain tapauksissa rakennuksen vaatimusten tai asumistarpeiden muutoksista johtuva perusparannus halutaan laajentaa myös rakennuksen entisöintiin, jolloin kaksi toimenpidettä tulee tehtyä samalla kertaa.

3.2 Rakennuksen arviointi

Ennen perusparannuksen kunnollista suunnittelua on rakennuksen kunto ja käyttömahdollisuudet hyvä arvioida perusteellisesti, jotta tiedetään paremmin suunnitelmiensa laajuus. Arvioinnissa on hyvä käyttää apuna rakennuspaikalle laadittuja kaavamääräyksiä, joista voidaan esimerkiksi selvittää, kuinka paljon tontilla on rakennusoikeutta, ja onko sitä vielä jäljellä mahdollista laajennusta ajatellen. Koska jos laajennusta ei ole mahdollista tehdä, kannattaa miettiä lähdetäänkö hankkeeseen paneutumaan paremmin, vai haetaanko laajennukselle poikkeuslupaa, joka saattaa antaa mahdollisuuden laajennukselle. Suunnitelmissa kannattaa huomioida sekin, jos rakennus on kulttuurihistoriallinen kohde tai esimerkiksi sen julkisivu on suojeltu. Silloinkaan laajentaminen tai julkisivun muuttaminen muilla tavoin ei ehkä ole mahdollista.

Hyvänä apuna arvioinnille on rakennuksen vanhat piirustukset ja suunnitelmat, jos sellaiset ovat käytettävissä. Niistä voidaan selvittää rakenteiden paikkoja sekä vesien, viemäreiden ja sähköjen kulkua.

Parhaimman tuloksen arvioinnille saa, kun itse menee paikan päälle katsomaan kohdetta. Paljon rakenteiden kunnosta ja toimivuudesta pystyy päättelemään silmämääräisesti, mutta jos on mahdollista käyttää koneita ja laitteita apuna, aina varmemman tuloksen saa. Rakenteiden kunto ja käytettävyys määräävät useimmiten sen, kuinka isosta hankkeesta on kyse. Nykypäivänä on hyvä kiinnittää huomiota myös ääneneristävyyteen ja energiataloudellisuuteen. Kun rakennuksessa ei kuulu puhe ylhäältä alas tai seinät ja lattiat eivät säteile kylmyyttään, on rakennuksessa paljon mukavampi asua. Tärkeää on kiinnittää huomiota paloturvallisuuteen. Toimivatko tulisi-

jat ja hormit kunnolla, ja onko niiden palosuojaetäisyydet muihin rakennusmateriaaleihin riittävän suuret, jotta ei synny tulipalovaaraa niiden takia.

3.3 Hankesuunnittelu

Hankkeen suunnitteluvaiheessa tehdään alustava toimenpideluettelo siitä, mitä tullaan tekemään, sekä kustannusarvio, mitä hanke tulisi maksamaan. Toimenpideluetteloon huomioidaan tässä vaiheessa mitä tiloja halutaan ja tarvitaan, tai mitkä ehkä halutaan vaihtoehtoisesti poistaa taikka siirtää. Hyvä olisi myös olla selvillä miten hanke tullaan rahoittamaan. Onko säästössä tarpeeksi varaa tai haetaanko hankkeelle lainaa pankista. Muistaen tietenkin, että saattaa tulla odottamattomia menoja, jotka voivat nostaa kustannuksia korkeammaksi.

3.4 Esisuunnittelu

Kun hankkeelle on selvillä tarkka budjetti, voidaan rajata hanke lopulliseen laajuuteensa. Päätetään mitä varmasti tullaan tekemään ja mitä tehdään, jos rahaa jää jostain syystä yli suunnitelmien. Päätetään myös, mitä tehdään itse, jos pystytään, sekä mihin palkataan ulkopuoliset ammatti-ihmiset ja millä hinnoittelulla. Tulevatko he urakkahinnoittelulla vai tuntityöllä tekemään työt. Esisuunnitteluvaiheessa on hyvä tarkentaa kustannusarviota, jotta osataan pysyä oikeassa budjetissa.

3.5 Rakennussuunnittelu

Rakennussuunnitteluvaiheessa hankkeesta tehdään ensin luonnospiirustukset, jotka hyväksytetään hankkeen tilaajalla, jotta pystytään suunnittelemaan, millainen hanke tulisi. Kun luonnospiirustukset on hyväksytty ja tarvittavat muutokset on tehty, voidaan piirtää hankkeesta pääpiirustukset, joilla haetaan myös rakennuslupaa. Hankkeesta piirretään lisäksi työpiirustukset, joilla pyydetään mahdolliset urakkatarjoukset, sekä rakenne-, LVI- ja sähköpiirustukset, joita rakennusviranomaisen tarvitsee, jotta hän näkee mitä tehdään ja onko suunnitelmat määräysten mukaiset. Näitä piirustuksia tarvitaan myös rakennusvaiheessa, jotta osataan rakentaa oikein suunnitel-

lulla tavalla. Lopullinen kustannusarvio määräytyy rakennussuunnitteluvaiheessa, kun tiedetään tarkkaan mitä tullaan tekemään.

3.6 Valmistelu rakentamiseen

Rakentamiseen valmistavia vaiheita ovat rakennusluvan hakeminen hankkeelle, jotta hanke voidaan toteuttaa, sekä muiden tarvittavien viranomaislupien ja lausuntojen hankkiminen, kuten vesi- ja sähkölaitokselle muutoksista tiedottaminen, jos sellaisia tehdään hankkeessa. Kun lopullinen kustannusarvio on saatu selville, sen avulla pystytään hakemaan rahoitusta hankkeelle, jos sitä tarvitaan. Ennen hankkeen aloittamista tarvitsee myös kirjoittaa urakka- ja työsopimukset, jos kaikkia töitä ei tehdä itse.

3.7 Perusparannuksen toteutus

Kun tarvittavat luvat ja sopimukset on saatu hoidettua, on aika perusparannukselle. Työvaiheessa on hyvä kuitenkin muistaa, että eteen saattaa tulla yllättäviä muutoksia suunnitelmiin, koska rakenteiden arvioinnin vaiheessa ei välttämättä ole nähty kaikkia rakenteiden vaurioita ja ongelmia. Yleisesti tällaisessa tilanteessa kustannukset nousevat laskettua korkeammiksi ja hankkeen aikataulu pitkittyy oletetusta ajasta.

4 SUUNNITTELUKOHTEN NYKYHETKI

Kyseessä olevan rakennuksen tarkkaa rakennusvuotta ei ole tiedossa, mutta perustuksista löytyneiden vanhojen lehtien perusteella se on 1930- tai 1940-luvulla. Rakennus on runkorakenteiltaan hirttä ja se on 1,5 kerroksinen rakennus. Se on suorakaiteen muotoinen rakennus, jonka molemmissa päissä on tulisijat. Rakennuksen perustiedoista ei paljon ole selvillä, koska rakennukselle ei ole löytynyt aikaisempia piirustuksia tai korjaushistoriaa.

4.1 Rakenteet

Rakennus on hirsirunkoinen välipohjaan asti, ja yläkerran seinät ja katto on rakennettu sahatavarasta. Välipohjassa on 1 metrin välein hirsipalkkisto, joka on tuettu keskellä 180mm leveään, kantavaan hirsiseinään ja reunoilla se on tuettu 120mm leveään hirsiseinään. Rakennuksen kahden tulisijan hormit kulkevat molemmissa päissä keskellä rakennusta ja nousevat harjalta ylös. Portaikon ympärille on yläkerrassa rakennettu eristetyt, kattoa tukevat seinät, jottei yläkerrassa oleva kylmä ilma pääse alas, koska yläkerrassa ei ole lainkaan eristyksiä seinissä tai katossa. Välipohja on eristetty purulla ja paikoin villalla. Portaikko on rakennettu alakerran kantavien hirsiseinien väliin, jolloin ne tukevat portaikkoa.

4.2 Katto

Alun perin rakennus on ollut taite- eli mansardikattoinen. Se on kuitenkin jossain vaiheessa muutettu harjakattoiseksi, mutta muutosvuodesta ei ole tarkempaa tietoa. Katto on tuettu keskeltä taloa harjansuuntaisesti seinärakenteella, joka tällä hetkelle muodostaa portaikon ympärillä olevat seinät, sekä pitkiltä sivuilta noin 1,8 metrin päästä reunoista on pilari-palkki rakenne, joka kannattaa kattoa niiltä kohdin. Kattoniskat ovat 50x100mm kokoista sahatavaraa, ja ne ovat noin metrin väleillä, samoilla kohdin kuin 1,8 metrin päässä reunoista olevan pilari-palkki rakenteen pilarit ovat jaoteltu.



Kuva 1. Rakennus alkuperäisessä kunnossa ennen mitään muutostöitä.

4.3 Materiaalit

Kantavissa rakenteissa rakennusmateriaalina on käytetty alakerran rakenteissa sekä välipohjapalkistossa hirttä, ja yläkerran seinissä ja katon rakenteissa on käytetty sahatavaraa. Ulkovuorilauditus on valmiiksi uusittu alakerran remontin yhteydessä, ja se on yläkerran kohdalla pystypaneelia. Katto on peltiä, kuten myös piippujen suojat sekä muut katolle tulevat läpiviennit.



Kuva 2. Rakennus ulkoapäin nykyhetkellä.

5 TAVOITTEET

5.1 Yleiset tavoitteet

Laajennuksen tavoitteena on saada lisää asuintilaa kasvaviin tarpeisiin. Ja koska rakennuksessa on kylmillään oleva, käytöstä tällä hetkellä poissa oleva yläkerta, oli se paras vaihtoehto laajennuksen suunnalle.

5.2 Tilojen suunnittelutavoitteet

Laajennuksessa olisi tarkoitus yläkertaan saada seuraavat tilat: 2 makuuhuonetta molempiin päihin rakennusta, wc, jossa on myös suihku sekä aulatila. Makuuhuoneista haluttaisiin niin tilavat, että kumpaan vain olisi mahdollisuus sijoittaa parisänky sekä säilytystilaa irtokalusteilla. WC:n paikka sijoittuisi lähes keskelle rakennusta, koska alakerrasta tulevaa viemärin tuuletusputkea olisi silloin helppo hyödyntää. Toiveena on myös suihkukaappi wc:hen helpottamaan arkea. Ja koska wc:hen tulee suurimaksi osaksi vino katto, halutaan sinne kattoikkuna. Aulan halutaan olevan tarpeeksi iso, jotta sinne voidaan sijoittaa televisio sekä mahdollisesti säilytystilaa irtokalustein. Toiveena on myös saada lisätilaa ainakin toiseen lappeen alta katon ja seinän leikkauskohtaan asti, jolloin lattiapinta jatkuu pitkältä sivulta ulkoseinälle asti.

6 SUUNNITTELU

6.1 Makuuhuoneet

Makuuhuoneet sijoitetaan rakennuksen molempiin päihin niin, että tulisijojen hormit rajaavat tulevien seinien paikat. Molemmissa huoneissa toiselta sivulta 1,8 metrin päässä reunasta oleva katon tukena oleva pilari-palkki rakenne jätetään paikoilleen ja sitä vain vahvennetaan, jotta saadaan tarpeeksi eristettä seinään. Ja toisella reunalla oleva pilari-palkki rakenne poistetaan ja lattiapinta jatketaan ulkoseinälle asti.

Ovet tulevat molemmissa päissä hormin vierelle, jossa yläkerran korkeus on korkein mahdollinen. Kuitenkaan tilaan ei voi laittaa normaalikokoisia ovia, koska välipohjan rakenteen paksuuden takia yläkerran korkeus jää alle 2 metriseksi. Ratkaisuksi ovet voidaan toteuttaa matalimmilla liukuovilla tai taiteovilla, riippuen kummat käyttäjä haluaa tilaan asentaa. Myös normaalit ovet voidaan laittaa, mutta siinä tapauksessa niitä joudutaan lyhentämään korkeudesta.

Makuuhuoneissa on yläkerran ainoat ikkunat, jotka sijaitsevat rakennuksen molemmissa päissä. Ne ovat jo aiemmin vaihdettu, joten niitä ei tulla vaihtamaan remontoinnin yhteydessä.

Säilytys molemmissa makuuhuoneissa tapahtuu irtokalusteiden avulla, jolloin ne eivät rajoita rakenteiden paikkaa.

6.2 WC

WC:n paikka määräytyy alakerrasta tulevan viemärin tuuletusputken paikan mukaan, joka on pituussuunnassa keskellä rakennusta, alakerran kantavan hirsiseinän toisella sivulla. Järkevintä wc on sijoittaa tuuletusputken lähelle ja niin, että putki jää seinän sisälle, jolloin se vie vähiten tilaa muualta. WC sijoittuu harjalta toiselle lappeelle päin, toisen piipun ja makuuhuoneen vierelle.

Paras sijoittelu kalusteille on, että haluttu suihkukaappi tulee piipun vierelle, ja harjansuuntaisesti siitä seuraavaksi tulee wc-istuin ennen ovea, joka aukeaa portaikkoon päin. Kuten makuuhuoneissakaan, ei wc:hen voida laittaa täysikorkeaa ovea, koska tilan ovi tulee sijaitsemaan harjan vinolla osuudella. Käsienspesuallas sijoittuu suihkukaapista lappeen suuntaisesti reunalle päin.

Tilaan tulevan suihkukaapin johdosta lattioihin ei tule kaatoja viemärielle. Kuitenkin lattiaan ja seiniin tulee vedeneristeet, jos joskus sattuu niin, että vettä pääsee jostain syystä suihkukaapin ulkopuolelle.

WC:n lattiaan asennetaan lattialämmitysmatto, jotta tilaan saadaan mukavuutta ja lämpöä, sekä lattialämmitysmatto auttaa myös wc:n kuivumisessa suihkun jälkeen. Tilaan halutaan kattoikkuna, mutta ajankohtaa sen rakentamiselle ei ole määritelty tehdäänkö se samalla kuin muukin remontti. Joten sille tehdään vain varaus käsienspesualtaan yläpuolelle ja se asennetaan valmistajan ohjeiden mukaisesti katonisko-
jen väliin. Tällöin siinä kohtaa saadaan korkeutta hieman lisättyä ja enemmän tilaa työskentelylle käsienspesualtaan luona. Kattoikkuna tuo wc:hen myös luonnonvaloa, jota muuten sinne ei mistään tulisi.

WC:n kattoikkuna on määräysten mukaisesti aukeava ja toimii samalla varatienä, koska omakotitaloissa tulee määräysten mukaan olla vähintään yksi uloskäytävä sekä yksi varatie (Suomen RakMK E1 2011, 29), josta poistuminen rakennuksesta ulos maanpinnalle tapahtuu omatoimisesti tai pelastuslaitoksen avulla. Kattoikkuna tulee sijaitsemaan kiinteiden talotikkaiden vierellä, joiden avulla poistuminen rakennuksesta on helppoa.

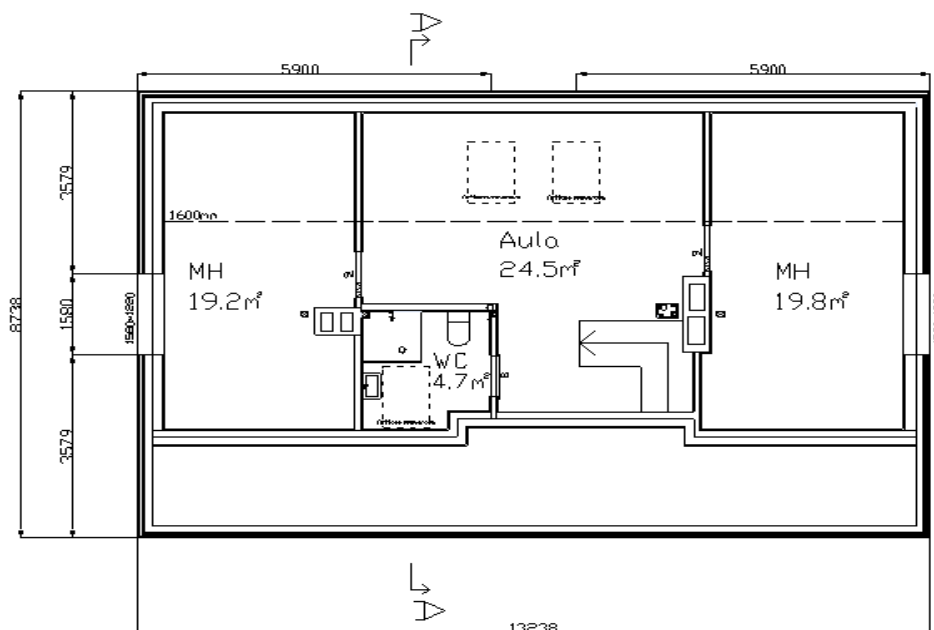
6.3 Aulatila

Aulatila toivotaan mahdollisimman suureksi, jotta sinne voidaan sijoittaa televisio niin, että sitä pystyy vielä helposti ja tilavasti katsomaan. Tämä toteutetaan samoin kuin makuuhuoneissa, eli samalta reunalta kuin makuuhuoneissakin, poistetaan aulatilasta 1,8 metrin päässä reunasta oleva pilari-palkki rakenne ja jatketaan lattiatilaa reunalle asti. Tällöin tilaan saadaan lisää lattiapinta-alaa, vaikkei se olekaan kovin korkeaa. Näin tilaan voidaan sijoittaa myös tarvittavaa säilytystilaa irtokalusteilla. Portaikon paikka on valmiina toisen piipun vierellä ja ne nousevat vastapäätä wc:n ovea. Tämän hetkinen seinärakenne poistetaan portaiden ympäriltä, jolloin tilasta saadaan entistä avarampi.

Aulatilaan tulee varaukset kahdelle kattoikkunalle, jotka sijoittuvat symmetrisesti keskelle rakennusta ulkoapäin katsottaessa. Ikkunoiden paikat tulevat olemaan vastakkaisella puolella rakennusta, kuin mihin wc:n kattoikkunan varaus tehdään. Kattoikkunoiden avulla aulatilaan saadaan lisää luonnonvaloa sekä avaruutta, jota sinne

muualta ei tulisi. Ikkunat asennetaan valmistajan ohjeiden mukaisesti kattoniskojen väliin.

Kuva 3 sekä liite 1 selventävät yläkerran toimintojen sijoittumisen käytettävään tilaan.



Kuva 3 Yläkerran pohjapiirros

7 RAKENTEIDEN SUUNNITTELU

7.1 Välipohjarakenteet

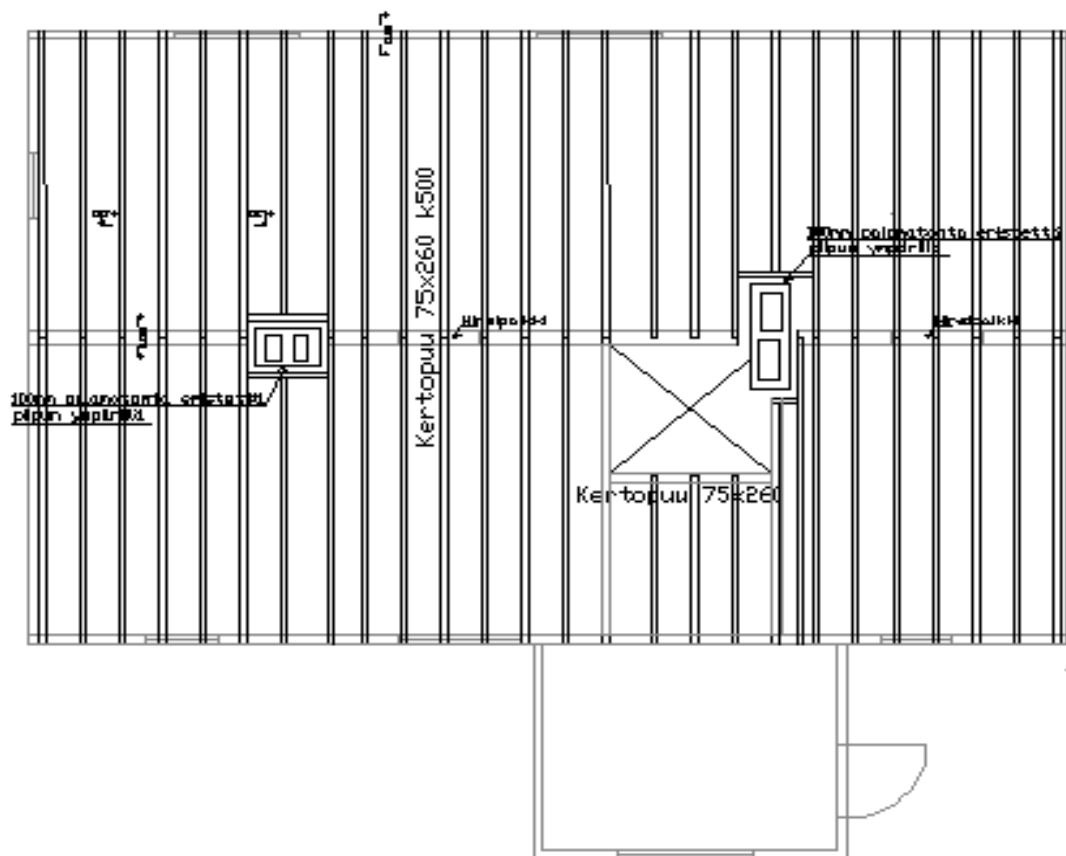
Välipohjan rakenteena on hirsiset, 120mm x 150mm kokoiset palkit, jotka on tuettu keskeltä rakennusta alakerran 180mm leveään kantavaan hirsiseinään, ja reunoilta 120mm leveään hirsiseinään. Tämän päivän standardien mukaan laskettuna niiden kantavuus on liian pieni, joten ne joudutaan vahventamaan tai vaihtamaan kokonaan uusiin. Ja koska alakerran katto on jo valmiiksi tehty aiemmassa remontissa kiinni nykyisiin hirsipalkkeihin, päätettiin vanhat palkit jättää paikoilleen.

Ensin oli tarkoitus laittaa vanhojen palkkien rinnalle 75mm x 200mm kokoiset kertopuupalkit sekä vanhojen palkkien päälle korotukseksi 50mm x 100mm kokoiset sahatavarapalkit, jolloin palkkien keskeltä keskelle väli olisi pysynyt noin 1 metrissä. Mutta laskelmien mukaan vaaditut kantavuudet eivät täytyisi tällä rakenteella, joten sitä ei voisi käyttää.

Niinpä välipohjarakenteeksi päätettiin, että vanhoja hirsipalkkeja ei huomioida rakenteellisissa laskelmissa vaan välipohja lasketaan aivan uusien palkkien mukaan. Uudeksi välipohjarakenteeksi tulee 75mm x 260mm kokoisista kertopuusta oleva palkisto, jonka keskeltä keskelle väliksi tulee 500mm. Kertopuupalkit sijoitetaan vanhojen hirsipalkkien rinnalle sekä niiden väliin. Palkit tuetaan samoin kuin vanhatkin hirsipalkit, keskeltä sekä reunoilta alakerran hirsiseiniin. Liite 2 selventää palkkien sijoittelun.

Tulisijojen hormien ympärillä välipohjanpalkisto asennetaan 100mm irti hormeista. Hormien ja kertopuupalkkien väliin laitetaan palovilla säädösten mukaisesti (Suomen RakMK E3 2007, 11).

Kertopuupalkkien väliin asennetaan 100mm eristettä askeläänien minimoimiseksi. Lisäksi välipohjan päälle, 1,8 metrin matkalle toiselta pitkältä sivulta jäävään kylmään tilaan tulee noin 550mm puhallusvillaa lämmöneristeeksi. Palkkien päälle tulee 25mm paksu vaneri levy, ja sen päälle tulee pintamateriaaliksi laminaatti makuuhuoneisiin sekä aulatilaan. WC:n kohdalla vanerin päälle tulee lattialämmitysmatto sekä laatoitus. Välipohjan rakenneleikkauksen havainnollistaa parhaiten leikkauspiirroksista, joka on kuvassa 4 sekä liitteenä 3.



Kuva 4 Välipohjapalkiston arvioitu sijoittelu

7.2 Seinät

7.2.1 Ulkoseinät

Ulkoseinien runkona on tällä hetkellä 100mm x 120mm kokoinen sahatavarasta tehty runko, jonka keskeltä keskelle väli on noin 1 metrin. Vanha runko jätetään paikoilleen ja sen paksuutta vain lisätään 50mm x 175mm kokoisella sahatavara rungolla, jonka keskeltä keskelle väliksi tulee 600mm, jotta rungon päälle asennettava kaksinkertainen kipsilevytyks saadaan parhaiten asennettua.

Rakennuksessa on jo valmiiksi tehty uusi ulkovuorilaudoitus, joten sen uusimista ei tässä yhteydessä tarvitse miettiä. Ulkoseinän rakenteeksi tulee ulkoa päin katsottuna ulkopanelointi 28mm, ristikoolaus 2x22mm, runkoleijona-tuulensuojalevy 25mm,

umpilaudoitus 22mm, eriste 120mm sekä runko 100mm x 120mm k1000, eriste 175mm sekä runko 50mm x 175mm k600, höyrynsulkupaperi ja kipsilevy 2x13mm.

Laskelmissa seinän U-arvoksi, eli lämmönläpäisykertoimeksi tuli 0,17 W/m²K. Raja-arvo, joka seinän U-arvo saa korkeintaan olla, on sama kuin saatu arvo, eli 0,17 W/m²K (Suomen RakMK D3 2012, 13). Paremman lämmönläpäisykertoimen seinälle olisi saanut kasvattamalla eristevahvuutta, mutta silloin seinärakenteen paksuus olisi kasvanut entistä paksummaksi. Ja koska U-arvomääräykset täyttyvät tälläkin eristepaksuudella, ei eristettä lisätä enempää.

7.2.2 Kylmään tilaan rajoittuva seinä

Toisella pitkällä sivulla oleva, 1,8 metrin päässä ulkoseinästä oleva seinä tehdään ulkoseinän rakennetta vastaavaksi. Nykyhetkellä runkona on 100mm x 150mm kokoinen sahatavarasta tehty runko, jonka keskeltä keskelle väli on noin 1 metri, mutta sitä tarvitsee vahventaa, jotta seinän eristepaksuus tulisi riittäväksi. Jotta U-arvovaatimukset täyttyisivät, lisätään nykyisen 150mm paksun rungon vierelle 50mm x 125mm kokoinen sahatavararunko, jonka keskeltä keskelle väli tulee olemaa 600mm kipsilevyn asentamisen helpottamiseksi. Uuden rungon sekä eristeen yhteenlaskettu paksuus on nyt 275mm. Uusi runko sijoitetaan vanhasta rungosta katsottuna rakennuksen sisäpuolelle. Rungon ulkopuolelle asennetaan 25mm vahva tuulensuojalevytys, ja sisäpuolelle kaksinkertainen 13mm vahva kipsilevytys.

7.2.3 Väliseinät

Yläkerran seinät tehdään kaikkialle muualle 50mm x 100mm kokoisesta sahatavarasta jolloin seinän paksuudeksi tulee 100mm, paitsi yksi wc:n seinistä tulee 50mm x 120mm kokoisesta sahatavarasta, koska seinän sisällä kulkee halkaisijaltaan 110mm viemärin ilmanvaihtoputki katolle. Seinien sisälle asennetaan villa äänieristeeksi ja seiiniin laitetaan 13mm vahva kipsilevytys. WC tiloissa levytyksen päälle tulee vielä lisäksi vedeneristys ja laatoitus.

7.3 Yläpohjapalkisto

Rakennuksessa on aikoinaan ollut mansardikatto (kuva 1), mutta sen on muutettu jossain kohtaa harjakattoiseksi. Vanhat kattoniskat on jatkettu limittämällä uudet jatkokset vanhojen kanssa noin 2 metrin matkalla. Limitysten keskikohta on molemmilla lappeilla noin 1,8 metrin etäisyydellä reunasta, samassa kohtaa, jossa on pilari-palkkirakenne katon tukena. Toiselle lappeelle jätetään vanhat kattoniskat paikoilleen, koska kattoa tukevaa pilari-palkkirakennetta ei poisteta. Katon rakenne myös kestää tämän päivän määräykset ja kuormitukset, joten senkään takia toiselta lappeelta vanhoja kattoniskoja ei vaihdeta. Toiselle lappeelle laitetaan koko harjan pituudelle uudet kattoniskat, koska toisen puolen pilari-palkkirakenne puretaan pois, jotta saadaan lisää lattiapinta-alaa käyttöön. Liitteestä 4 selviää yläpohjapalkiston viitteellinen sijoittuminen paikoilleen.

Uudet kattoniskat ovat kertopuuta, joiden kooksi tulee 75mm x 200mm. Uudet kattoniskat asennetaan vanhojen niskojen rinnalle, joiden keskeltä keskelle väli on noin 1 metri. Tällöin vanhat niskat saadaan tuettua uusiin kattoniskoisiin. Lisäksi laitetaan uusien niskojen väliin yhden lisätuet, jolloin uusien kattoniskoisten keskeltä keskelle väliksi tulee 500mm. Kattoniskat tuetaan harjalta uuteen, 115mm x 315mm kokoiseen liimapuupalkkiin, ja reunoilta seinän runkorakenteisiin. Uudet kattoniskat loppuvat seinän ja katon rajakohtaan, ja räystäas muodostuu vanhoista kattoniskoista, koska räystäas kestää siihen kohdistuvat kuormitukset vanhoilla rakenteilla. Niskoisten sijoittuminen seinän leikkauskohtaan selviää liitteestä 5, jossa on myös muut tarkentavat kuvat rakenteista.

Eristykseksi yläpohjaan tulee SPU- uretaanieristelevyt, koska kohteessa on valmiiksi varattuna eristelevyjä aiemmista remonteista. Levyjen paksuus on 70mm. Uretaanieristeellä on myös parempi lämmönjohtavuusarvo (0,023 W/mK), (SPU- Eristeet, SPU- Eristeiden tekniset ominaisuudet, viitattu 5.3.2012), jolloin sitä ei tarvita niin paksua kerrosta, kuin jos eristeeksi laitettaisiin niin sanottua normaalia, pehmeää villaa, jonka lämmönjohtavuusarvo on huonompi (0,055 W/mK; ohjeellinen arvo, jos ei tiedossa ole eristeelle annettua lämmönjohtavuutta), (Suomen RakMK C4 2003, 10).

Levyjä laitetaan kolme kappaletta päällekkäin rakenteeseen. Kaksi ylimmäistä levyä tulevat kattoniskojen väliin niin, että eristeen yläpuolelle jää 110mm paksu tuuletusväli. Kolmas, ja sisin eristelevykerros tulee kattoniskoja alle toiseen suuntaan asennettuna, kuin mitä kattoniskat ja ylemmät eristelevyt ovat. Levyjen saumat ja reunakohdat tiivistetään uretaanieristevaahdolla, jolloin rakenteesta tulee tiivis. Eristelevyt myös kiinnittyvät vaahdon avulla rakenteisiin ja toisiinsa.

Katon rakenne ulkoa sisälle päin on seuraavanlainen: peltikate, ruoteet 2 x 22mm ristiin, huopa, umpilaudoitus, kattoniskat 75mm x 200mm + uretaanieristeeriste 140mm, uretaanieriste 70mm, koolaus 22mm keskeltä keskelle välillä 150mm ja kattopanelointi 22mm.

7.4 Harjan palkit

Tällä hetkellä harjalla oleva vanha hirsipalkki ei kestä tämän päivän määräyksiä, joten se vaihdetaan uuteen. Tilalle tulee 115mm x 315mm kokoiset liimapuusta valmistetut palkit, joista pisimmän mitta on 3,5 metriä. Palkit sijoittuvat molemmissa päissä ulkoseinän ja hormin väliin, sekä keskellä hormien välille, johon tulee kaksi palkkia. Palkit jäävät harjan alle tulevaan tuuletusväliin, eivätkä sieltä näy alas huonetilaan. Vaikka tilaan pääseeikin kosteutta, koska se on tuulettuva, niin liimapuupalkit kestävät sille kohdistuvan kosteuden. Palkit tuetaan uusien pilarien varaan, jotka on mitoitettu kestävämmään palkkien ja katon niille aiheuttamat kuormat.

7.5 Pilarit

Yläkertaan sijoitetaan uudet pilarit tukemaan harjan alla olevia liimapuupalkkeja, jotka myös uusitaan laajennuksen yhteydessä. Rakenteiden sisälle jäävät pilarit ovat 100mm x 100mm kokoiset sahatavarapilarit, ja näkyviin jäävät pilarit ovat 115mm x 115mm kokoiset liimapuupilarit. Pilareita tulee yhteensä 7 kappaletta, joista 2 jää näkyville. Pilareiden kantavuus on mitoitettu 2,5 metrin mukaan, mutta ikkunoiden päälle tulevat pilarit jäävät paljon lyhyemmiksi. Ikkunan päällä pilarit tuetaan 75mm x 200mm kokosiin kertopuupalkkeihin, jotka on kiinnitetty seinien runkotolppiin,

jolloin ikkunaan ei kohdistu kuormia yläpuolelta. Ikkunoiden ja kertopuupalkkien välille jää tilaa noin 300mm.

8 LASKELMAT

8.1 Laskujen teoria

Kaikki laskelmat on laskettu apuna käyttäen Puurakenteiden suunnittelun lyhennettyä suunnitteluohjetta, Eurokoodi 5 mukaan tehtyä ohjetta, joka on saatu puuinfo.fi sivuilta. Lisäksi laskuissa käytettiin apuna Rakentajain kalenteria, joka on vuodelta 2004.

Välipohjapalkit, harjanpalkit sekä kattoniskat lasketaan kaikki samalla menetelmällä, ja pilarit lasketaan omalla menetelmällä.

8.1.1 Palkkien laskenta

Palkkien laskenta on kaksivaiheinen. Ensin lasketaan palkeille kohdistuvat kuormitukset, jotka muodostuvat rakenteiden omasta painosta sekä lumikuormasta. Kuormien avulla saadaan laskettua palkille kohdistuva momentti, M_d . Momentin laskennan jälkeen rakenteen materiaalin perusteella saadaan selvitettyä materiaalin taivutuslujuuden ominaisarvo, f_{mk} sekä materiaalin osavarmuusluku, γ_M . Selvitetään myös rakenteen aikaluokka sekä käyttöluokka, joiden avulla saadaan selville muunnoskerroin k_{mod} . Muunnoskerroimen avulla kuorman kesto ja kosteuspitoisuus otetaan huomioon. Taivutuslujuuden ominaisarvon, materiaalin osavarmuusluvun sekä muunnoskerroimen avulla voidaan laskea lujuusominaisuuden mitoitusarvo f_{md} , joka määrää sen, kuinka paljon rakenne enimmillään tulee kestämään. Tämän arvon tulee olla isompi, kuin taivutusjännityksen, δ , joka saadaan laskettua jakamalla ra-

kenteen kuormista aiheutuva momentti rakenteen taipumalla, koska silloin rakenne kestää sille aiheutuvat kuormitukset.

Toisessa vaiheessa palkkien laskennassa lasketaan rakenteen taipuma. Ensin lasketaan rakenteen jäyhyysmomentti I sekä selvitetään taulukoista rakenteen materiaalin kimmokerroin. Näiden kahden sekä kuormien avulla saadaan laskettua rakenteelle hetkellinen taipuma w_{inst} , joka määritetään erikseen sekä rakenteista aiheutuville kuormille, että lumikuormalle. Rakenteen materiaalin perustelleella katsotaan taulukoista materiaalin virumaluku k_{def} . Hetkellisten taipumien sekä virumaluvun avulla saadaan laskettua rakenteen lopullinen taipuma w_{fin} . Rakenteen tyypistä riippuen rakenteelle lasketaan sallittu taipuma, jonka rakenne saa taipua. Sallitun taipuman tulee olla suurempi, kuin rakenteelle saatu lopullinen taipuma. Jos sallittu taipuma on pienempi, kuin lopullinen rakenteen taipuma, tulee rakenteiden kokoa kasvattaa.

8.1.2 Pilarien laskenta

Pilarien laskenta on hieman lyhyempi laskutoimitus. Pilarille tulevat kuormitukset, N_{Ed} , määräytyvät sen yläpuolisista rakenteista ja niiden aiheuttamista kuormista. Tässä tapauksessa pilarille tulevat kuormat laskettiin harjan palkin leikkausvoimasta V_d . Laskenta aloitetaan selvittämällä rakenteen materiaalin perusteella materiaalin puristuksen ominaisarvo f_{c0k} sekä materiaalin osavarmuusluku γ_M . Näiden lisäksi määritetään rakenteen aikaluokka ja käyttöluokka, joiden avulla saadaan selville muunnoskerroin k_{mod} , jonka avulla kuorman kesto ja kosteuspitoisuus otetaan huomioon. Näiden kolmen edellä mainitun tekijän avulla saadaan laskettua f_{c0d} , joka on pilarin puristuslujuuden mitoitusarvo. Kun tämä kohta on laskettu, lasketaan suora puristusjännitys pinnalle δ_{c0d} . Tämän laskemiseen tarvitaan pilarille tuleva kuormitus N_{Ed} sekä pilarin halkaisijan pinta-ala. Seuraavana lasketaan hoikkuusluku λ_y , joka vastaa taivutusta y-akselin suuntaa. Sen laskemiseen tarvitaan pilarille tuleva nurjahduspituus L_c ja jäyhyysäde i . Hoikkuusluvun tarvitsee olla pienempi kuin 200, jotta rakenne kestää. Lopuksi lasketaan mitoitusehto pilarin kestävyydelle. Tämä saadaan ratkaistua jakamalla pinnalle tulevan suoran jännityksen epälineaarisuuskertoimen ja puristuslujuuden mitoitusarvon tulolla. Epälineaarisuuskertoimen k_{cy} saadaan selville normien kaavioista, eli sitä ei tarvitse laskemalla ratkaista. Pila-

rille lasketun mitoitus ehdon tulee olla pienempi kuin 1, jotta pilari kestää kuormitukset ja muut rasitukset, jotka siihen kohdistuvat.

8.2 Välipohjan palkit

Välipohjan palkit laskettiin kahdessa osassa, koska toiselle puolelle välipohjapalkkien päälle kuormitukseksi tulee tasainen kuormitus, ja toiselle puolelle tulee tasaista kuormitusta ja pistekuormitus. Välipohjapalkkisto muodostuu kahdesta palkkirivistöstä, jotka tuetaan keskellä rakennusta alakerran kantavaan hirsiseinään ja reunoilla hirsiseiniin.

8.2.1 Tasainen kuormitus

Toisella puolella kuormitus laskettiin tasaiselle kuormitukselle, koska välipohjapalkkistoon ei kohdistu muuta kuormitusta. Kuormissa huomioitiin rakenteista aiheutuvat kuormat, jotka ovat välipohjapalkiston yläpuolelle, sekä ylhäältä tuleva lumikuormitus.

Tasaisen kuormituksen ensimmäisessä laskusuudessa selvitetty rakenteen lujuusominaisuuden mitoitusarvoksi (f_{md}), saatiin 28.18 N/mm^2 ja kuormitusten perusteella taivutusjännitykseksi (δ), saatiin 3.97 N/mm^2 , eli taivutusjännitys on pienempi, kuin lujuusominaisuuden mitoitusarvo, jolloin rakenne kestää sille aiheutuvat kuormitukset. Toisessa osassa laskettu rakenteiden aiheuttamaksi hetkelliseksi taipumaksi ($w_{inst,G}$) saatiin 0.7 mm ja lumen aiheuttamaksi hetkelliseksi taipumaksi ($w_{inst,lumi}$) saatiin 2.24 mm . Näiden avulla laskettiin rakenteelle lopullinen taipuma w_{fin} , jonka arvoksi saatiin 5.15 mm . Tätä verrattiin rakenteen sallittuun taipumaan, joka on $14,17 \text{ mm}$, eli lopullinen taipuma jäi pienemmäksi, kuin sallittu taipuma, jolloin rakenne kestää taipuman, joka kuormituksista aiheutuu.

8.2.2 Pistekuormitus

Välipohjapalkiston toisella puolella palkistoon kohdistuu tasaisen kuormituksen lisäksi pistekuormitus, joka aiheutuu 1,8 metrin päässä reunasta olevasta pilari-palkkirakenteesta. Tasaisessa kuormituksessa kuormat muodostuvat rakenteiden kuormista sekä lumikuormasta. Pistekuormituksessa kuormat muodostuvat katon rakenteiden kuormista sekä lumikuormasta.

Tämän laskennan ensimmäisessä vaiheessa rakenteen lujuusominaisuuden mitoitusarvoksi saatiin 28.18 N/mm^2 , joka on sama kuin tasaiselle kuormitukselle saatu arvo. Kuormien perusteella taivutusjännitykseksi saatiin 4.9 N/mm^2 . Vertailussa taivutusjännitys jää lujuusominaisuuden mitoitusarvoa pienemmäksi, jolloin siis rakenne kestää siihen aiheutuvat kuormitukset. Laskutoimituksen toisessa osassa taipumaa laskettaessa rakenteiden aiheuttamaksi hetkelliseksi taipumaksi saatiin 2.56 mm ja lumen aiheuttamaksi hetkelliseksi taipumaksi saatiin 4.15 mm . Lopulliseksi taipumaksi saatiin 11.57 mm , joka jää myös tällä puolella alle sallitun taipuman, 14.17 mm , eli rakenne kestää kuormista aiheutuvan taipuman.

Laskut kokonaisuudessaan rakennuslupaa varten tarvittavassa muodossa ja selityksiin löytyvät liitteistä 6, välipohjan palkki.

8.3 Harjan palkit

Harjan palkeille kuormat muodostuivat omapainosta sekä lumikuormasta. Palkit mitoitettiin pisimmän palkin mukaan, joka harjan alle asennetaan. Tällä tavalla laskettaessa myös lyhyemmät palkit kestävät kuormitukset, jotka niille kohdistuvat, koska lyhyemmät palkit kestävät paremmin rasituksia kuin pitkät. Tämä johtuu siitä, että lyhyemmällä palkilla on parempi nurjahdus- ja kiepahduskestävyys, kuin pitkällä silloin, kun palkin korkeus- ja leveysmitat pysyvät samana.

Harjan palkkien laskennan ensimmäisessä vaiheessa rakenteen lujuusominaisuuden mitoitusarvoksi (f,md) saatiin 21.3 N/mm^2 , ja kuormitusten perusteella taivutusjännitykseksi (δ) saatiin 7.7 N/mm^2 . Näiden vertailussa rakenne kestää sille aiheutuvat

kuormitukset, koska taivutusjännitys jää pienemmäksi, kuin lujuusominaisuuden mitoitusarvo. Ensimmäisen vaiheen perään laskettiin vielä ennen toista vaihetta palkkien leikkausvoima (V,d), jonka avulla saatiin pilareille kohdistuvat kuormitukset määritetyksi.

Toisessa vaiheessa rakenteiden kuormista aiheutunut hetkellinen taipuma ($w_{inst,G}$) oli 0.64mm ja lumen aiheuttama hetkellinen taipuma ($w_{inst, lumi}$) oli 2.55mm. Näiden avulla lopulliseksi taipumaksi (w_{fin}) saatiin 6.25mm, joka jäi pienemmäksi, kuin sallittu taipuma, joka oli 11.76mm, eli rakenne kestää taivutuksen, joka kuormista aiheutuu.

Harjan palkkien yksityiskohtaiset laskutoimitukset löytyvät liitteestä 11, harjan palkki.

8.4 Pilarit

Pilareille kohdistuvat kuormitukset muodostuvat harjan palkkien kuormista, koska pilarien päälle ei tule muita rakenteita kuin palkit. Tällöin myös palkkien kuormitukset kohdistuvat pilareille. Kuormat muodostuvat rakenteiden kuormista sekä lumi-kuormasta.

Pilarien laskennassa rakenteen materiaalin ja ominaisuuksien avulla saatiin laskettua pilarin hoikkuusluku ($\lambda.y$), joksi saatiin 87.18. Tämän arvon piti olla pienempi, kuin 200, jonka se myös oli, eli rakenne on sopivan kokoinen. Pilarille määritellystä mitoitusehdosta tuli laskettaessa 0.32, joka jäi hyvin alle vaaditun yhden, eli rakenne kestää sille kohdistuvat kuormitukset ja rasitukset.

Pilarien kestävyys osoittavat laskut rakennuslupaa varten löytyvät liitteestä 13, pilarit.

8.5 Kattoniskat

Kattoniskoille kohdistuvat kuormat muodostuvat katon rakenteista sekä lumikuormasta. Kattoniskat tuetaan keskellä rakennusta harjalle tulevaan uuteen palkkiin ja reunoilla rakennusta seiniin.

Kattoniskojen laskennassa palkkien lujuusominaisuuden mitoitusarvoksi (f_{md}) saatiin 28.16 N/mm^2 ja taivutusjännitykseksi (δ) saatiin 6.46 N/mm^2 . Vertailun perusteella taivutusjännitys jäi pienemmäksi, kuin lujuusominaisuuden mitoitusarvo, eli rakenne kestää kuormitukset. Toisessa vaiheessa taipumaa laskettaessa kuormista aiheutuvaksi hetkelliseksi taipumaksi ($w_{inst,G}$) saatiin 1.25 mm ja lumen aiheuttamaksi hetkelliseksi taipumaksi ($w_{inst,lumi}$) saatiin 4.9 mm . Näiden mukaan lasketuna lopulliseksi taipumaksi (w_{fin}) saatiin 12.01 mm , joka jäi pienemmäksi, kuin sallittu taipuma 14.17 mm . Eli laskujen perusteella rakenne kestää sille kuormista aiheutuvan taipuman.

Kattoniskojen tarkemmat laskutoimitukset rakennuslupaa varten tehdyssä muodossa löytyvät liitteestä 14, kattoniskat.

9 YHTEENVETO

Opinnäytetyöni aihe oli minulle hyvin mieluisa. Se käsitteli minua kiinnostavaa ai-
hetta, koska todennäköisesti tulevaisuudessa itse, tai ainakin joku lähipiiristäni tulee
samanlaisen hankkeen eteen. Vanhat rakennukset ovat myös aina kiehtoneet minua,
ja oli hienoa päästä tutkimaan vanhoja rakenteita ja toteutustapoja. Aihe oli myös
sellainen, ettei koulussa olla opetettu täysin tällaisia toteutuksia, ja oli mukava
päästä selvittämään, mitä vanhan rakennuksen remontointi vaatii ja mitä kaikkea sii-
nä tulee huomioida.

Suunnittelun alkuvaiheessa oli hienoa päästä keskustelemaan rakennuksen omistajien
kanssa siitä, mitä he tarvitsevat ja haluavat laajennukselta. Sain myös kuulla hieman
rakennuksen historiasta, joka auttoi myös minua suunnitelmien aloittamisessa. Kes-
kustelujen jälkeen pääsin aloittamaan luonnosten piirtämisen yläkerrasta. Kun luon-
noston perusteella oli päästy selville millainen yläkerrasta tulisi, alkoi rakenteiden
kestävyyksien laskeminen. Ensin tarvitsi selvittää kestävätkö vanhat rakenteet vai
tarvitseeko niitä vahventaa tai uusia kokonaan. Välipohjassa ja yläpohjassa vanhat
rakenteet jätettiin paikoilleen, mutta niiden rinnalle suunniteltiin uudet rakenteet.
Kattoa kannattava pilari-palkki rakenne halutaan poistaa tulevassa rakennusprojektis-
sa, joten toiselle lappeelle laskettiin uudet katoniskat, jotta katto kestää sille aiheutu-
vat kuormitukset.

Haastavinta ehkä opinnäytetyön tekemisessä oli tilaajan moneen kertaan muuttuneet
toiveet, sekä se, että joutui useamman kerran selittämään tilaajalle, miksi rakenteita
joudutaan vahventamaan tai eristettä laittamaan niin paljon seiniin tai kattoon. Näis-
täkin tilanteista selvittiin hyvin selittämällä rauhallisesti, että vaatimukset ovat tänä
päivänä tiukemmat, kuin silloin, kun rakennus on aikoinaan suunniteltu ja rakennet-
tu.

Laskelmat ja piirustukset tehtiin niin, että niiden avulla voidaan hakea rakennuslupaa
hankkeen toteuttamiselle.

Laajennuksen toteuttaminen jää työn tilaajan vastuulle, eikä sen ajankohdasta ole täysin varmuutta. Alustavasti on kuulemma tarkoitus aloittaa remontointi kesällä 2012 ja saada yläkerta eristettyä ennen talvea 2013.

Jos samaan projektiin lähtisin nyt uudestaan ja täytyisi miettiä mitä ehkä tekisin toisin, niin muutama asia tulee aika nopeasti mieleeni. Jos kyseessä olisi ulkopuolinen tilaaja, joka ei tiedä rakentamisesta juuri mitään, varmistaisin kunnolla, että tietääkö hän varmasti millaiseen projektiin hän on ryhtymässä. Pyytäisin häntä miettimään kunnolla omat toiveet sekä tarpeet, jotka hän haluaa, että suunnitellaan ja tullaan toteuttamaan. Ja miettimään tietenkin myös kuinka paljon rahaa hankkeelle on käytettävissä, jotta alusta alkaen on helpompi suunnitella hankkeen laajuus sekä toteutustavat.

LÄHTEET

Niskala, E. 1996. Puutalon korjaus. Tampere: Tammer- Paino Oy.

Olenius, A., Koskenvesa, A., Penttilä, H. 2006. Puutalon remontti. Tampere: Tammer- Paino Oy.

RIL 205-1-2007. Liite B. 2007. Puurakenteiden suunnittelu. Lyhennetty suunnitteluohje. Eurokoodi 5. Viitattu 5.3.2012.

<http://www.puuinfo.fi/rakentaminen/eurokoodit/eurokoodi-5-lyhennetty-ohje-puurakenteiden-suunnittelu>

Rakennusmestarit ja – insinöörit AMK RKL ry, Rakennustieto Oy. 2003. Rakentajan kalenteri 2004. Hämeenlinna: Karisto Oy.

Suomen RakMK C4. 2003. Lämmöneristys. Ohjeet 2003. Helsinki: Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto.

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

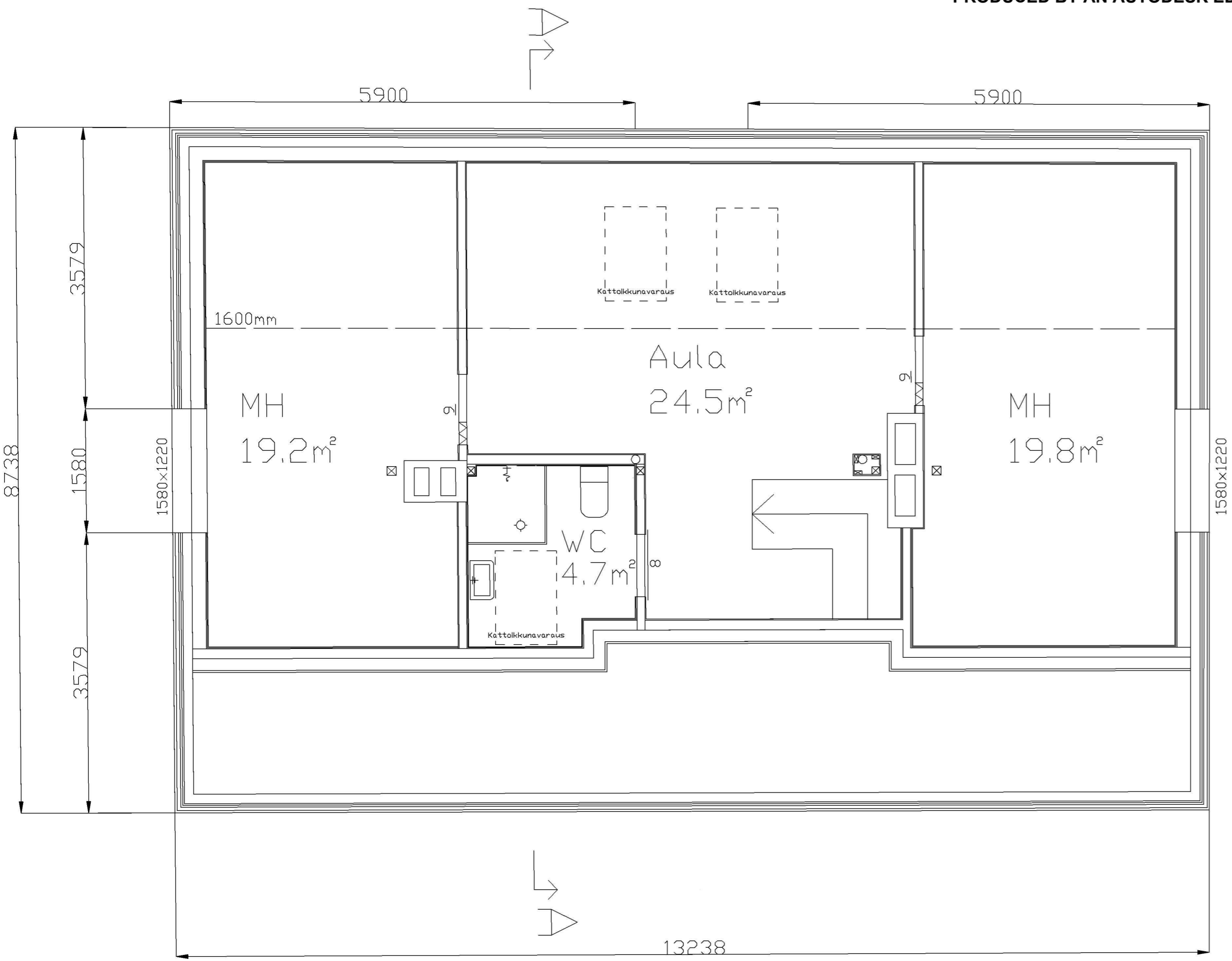
Suomen RakMK E1. 2011. Rakennusten paloturvallisuus. Määräykset ja ohjeet 2011. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto.

Suomen RakMK E3. 2007. Pienten savupiippujen rakenteet ja paloturvallisuus. Määräykset ja ohjeet 2007. Helsinki: Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto.

SPU- Eristeet. SPU- Eristeiden tekniset ominaisuudet. Viitattu 5.3.2012.

http://www.spu.fi/eristeet_tutkitusti_turvallinen

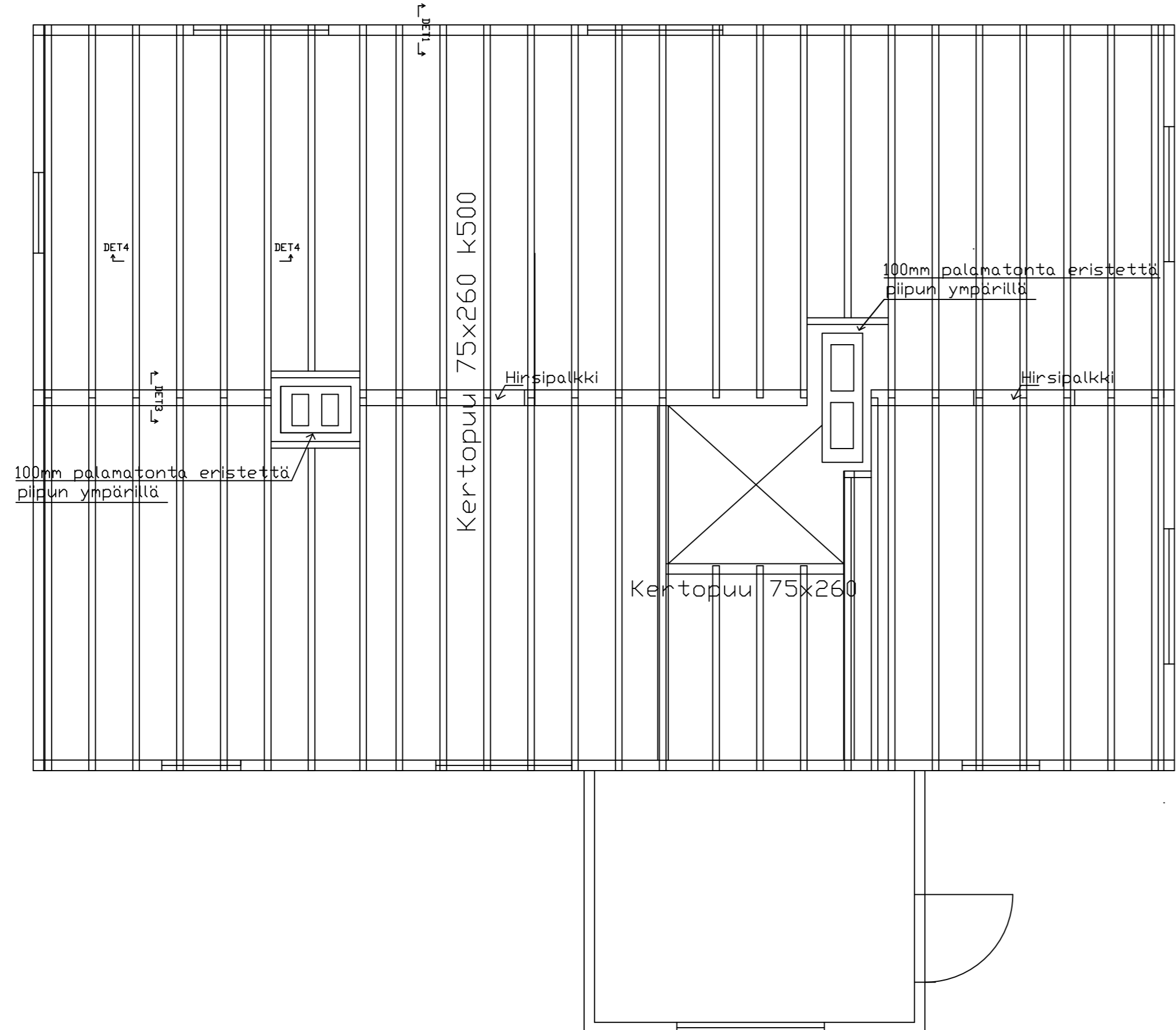
Sandberg, R. 2011–2012. Puurakenteet 1 ja 2, luento Samk, Rakennetekniikka.



Huoneistoala 47,6m²
 Kerrosala 113,2m²
 Tilavuus 269,4m³

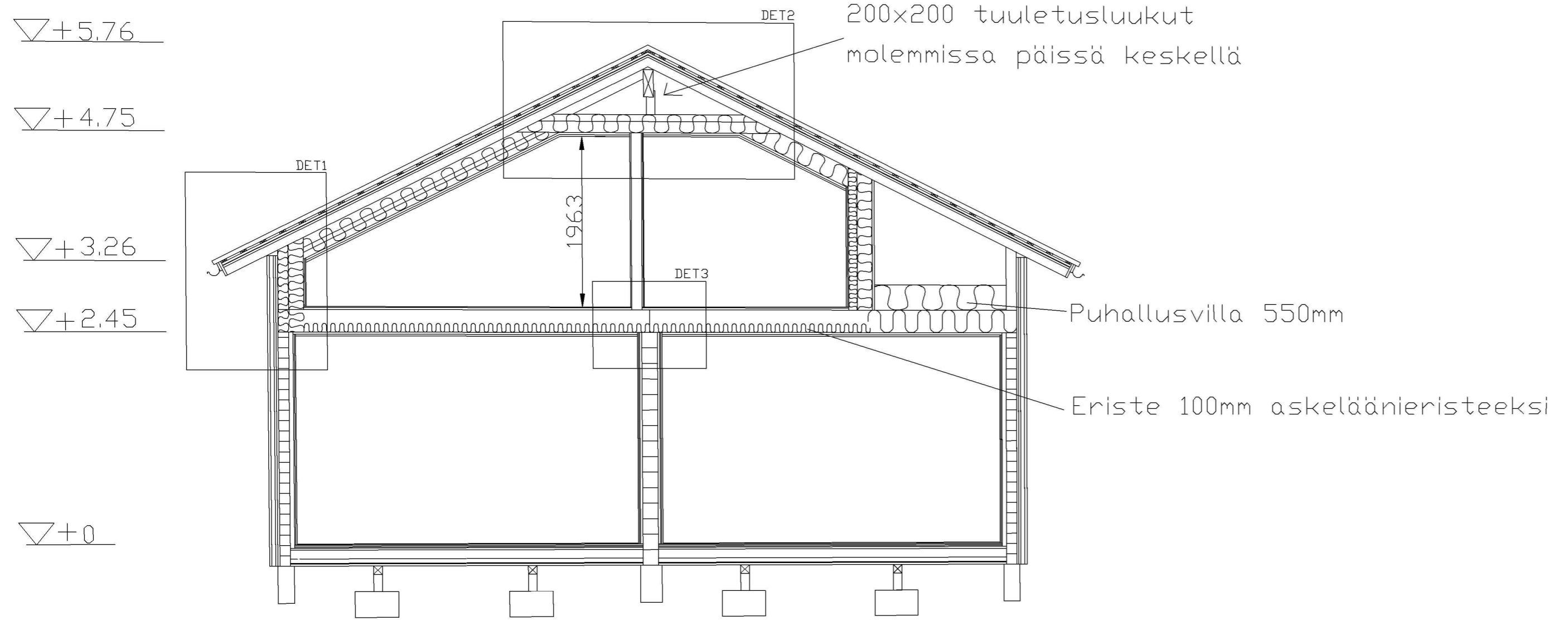
Kattoikkunoiden asennus valmistajan ohjeiden mukaisesti
 WC:n kattoikkuna aukeava; toimii varatienä, katolta maahan kiinteät talotikkaat

K.Osa 1	Kortteli/Tila 1	Tontti/Rno 1	Rakennusluvan tunnus	
Rakennustoimenpide LAAJENNUS			Piirustuslaji PÄÄPIIRUSTUS	Juoks.No 1
Rakennuskohteen nimi ja osoite TALO MARKOMÄKI LIIKASTENTIE 38 28610 PORI			Piirustuksen sisältö POHJAKUVA YLÄKERTA	Mittakaavat 1:50
			Suun.ala	Työ No
			ARK	
			Päiväys 26.02.2012	Yht.henk. Heidi Välikallio



Porraskäytävän rakenteet tuettu alakerran kantaviin hirsiseiniin

K.OSA 1	KORTTELI/TILA 1	TONTTI/RNo 1	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSOIMENPIDE LAAJENNUS			PIIRUSTUSLAJI RAKENNEPIIRUSTUS	JUOKS.No 1
RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE TALO MARKOMÄKI LIIKASTENTIE 38 28610 PORI			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ VÄLIPOHJAPALKKIKO	MITTAKAAVAT 1:50
			SUUN.ALA RAK	TYÖ No PIIR.No MUUTOS
			PÄIVÄYS 26.02.2012	YHT.HENK. Heidi Välikallio



200x200 tuuletusluukut
molemmissa päissä keskellä

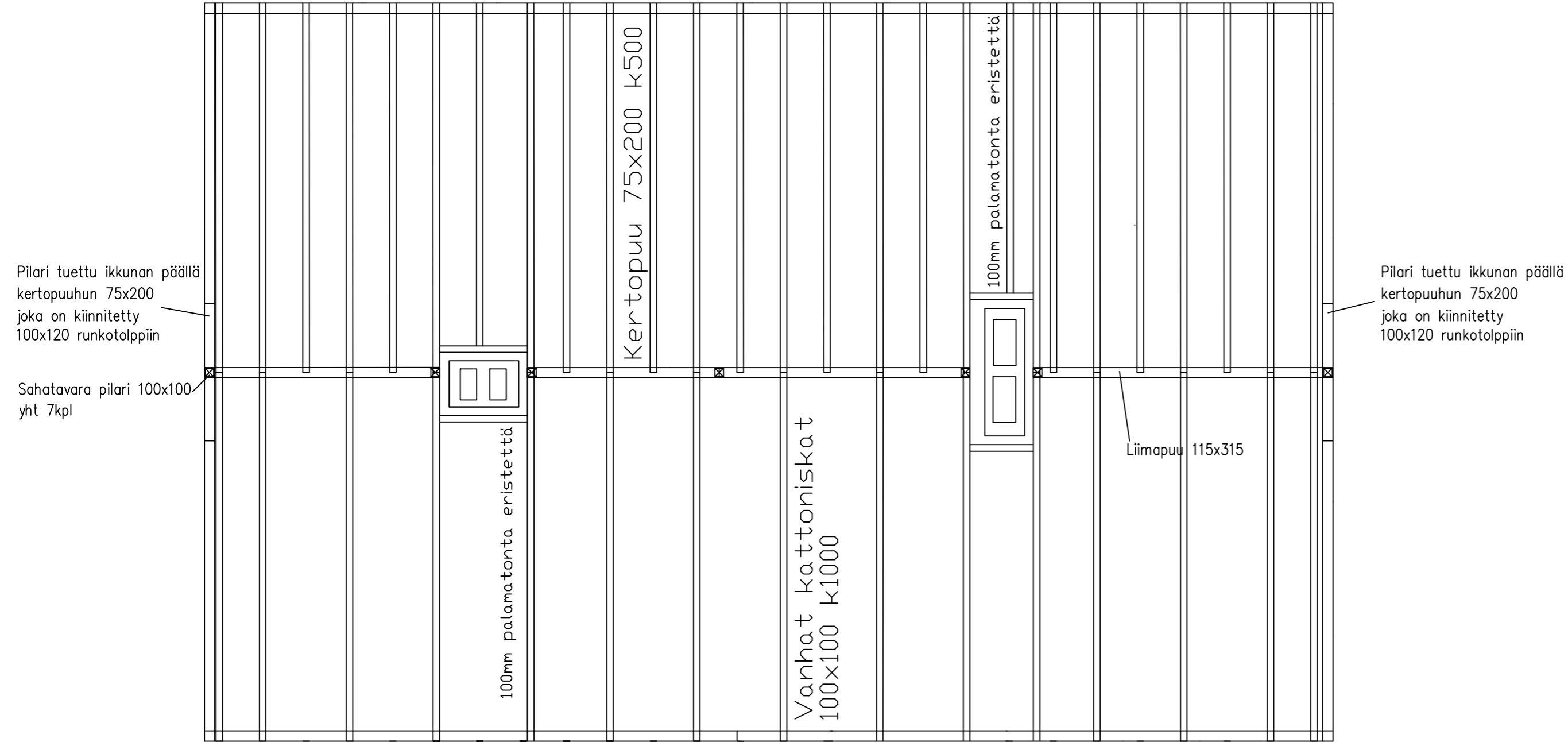
Puhallusvilla 550mm

Eriste 100mm askeläänieristeeksi

US (U=0.17W/m²K)
Lautaverhous 28mm
koolaus 2x22m
tuulensuojalevy 25mm
umpilaudoitus 22mm
mineraalivilla 120mm ja kantava runko 120x100
mineraalivilla 175mm ja runko 50x175
höyrynsulkupaperi 0.2mm
kipsilevy 2x13mm

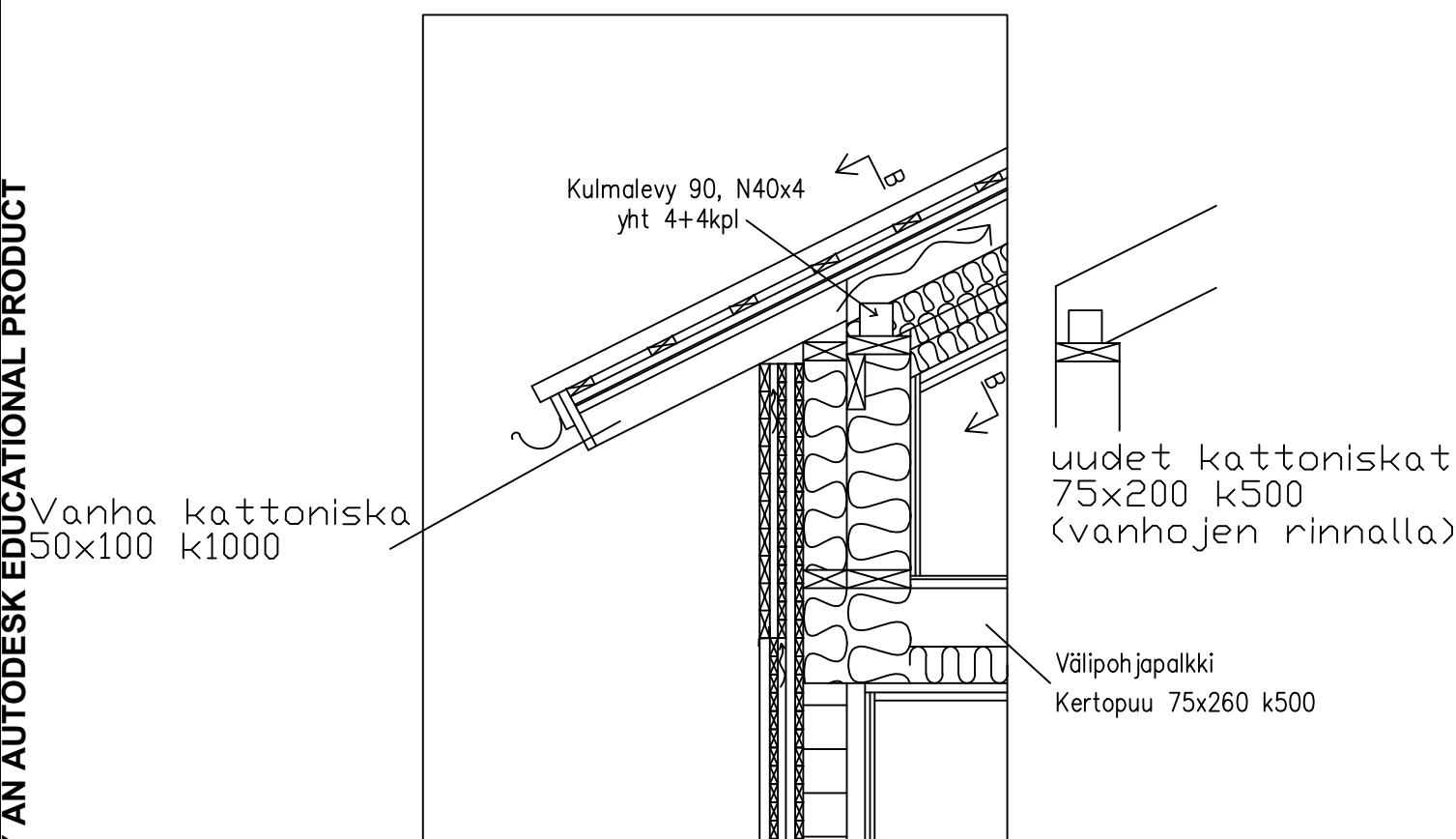
YP (U=0.13W/m²K)
peltikate
vaakakoolaus 22x100
tuuletusrima
huopa
umpilaudoitus
ilmaväli 110mm
uretaanieriste 140mm ja kattoniskat 75x200 k500
+ koolaus 50x50 k500
uretaanieriste 70mm
koolaus 22x75 k150
panelointi 22x100

K.OSA 1	KORTTELI/TILA 1	TONTTI/RNo 1	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSOIMENPIDE LAAJENNUS		PIIRUSTUSLAJI RAKENNEPIIRUSTUS	JUOKS.No 1	
RAKENNUSKOHTeen NIMI JA OSOITE TALO MARKOMÄKI LIIKASTENTIE 38 28610 PORI		PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ LEIKKAUS A-A	MITTAKAAVAT 1:50	
SUUN.ALA	TYÖ No	PIIR.No	MUUTOS	
		RAK		
PÄIVÄYS 26.02.2012	YHT.HENK. Heidi Välikallio			

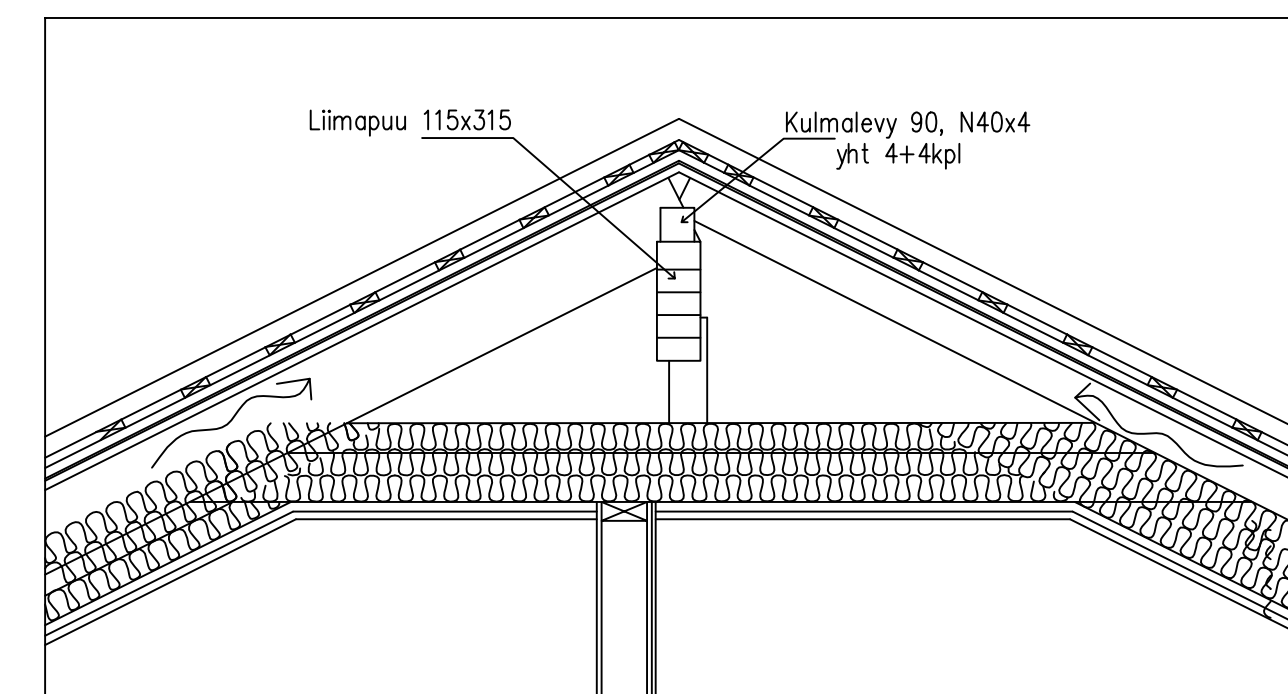


K.OSA 1	KORTTELI/TILA 1	TONTTI/RNo 1	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSOIMENPIDE LAAJENNUS			PIIRUSTUSLAJI RAKENNEPIIRUSTUS	JUOKS.No 1
RAKENNUSKOHTEN NIMI JA OSOITE TALO MARKOMÄKI LIIKASTENTIE 38 28610 PORI			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ YLÄPOHJAPALKISTO	MITTAKAAVAT 1:50
			SUUN.ALA RAK	TYÖ No PIIR.No MUUTOS
			PÄIVÄYS 26.02.2012	YHT.HENK. Heidi Välikallio

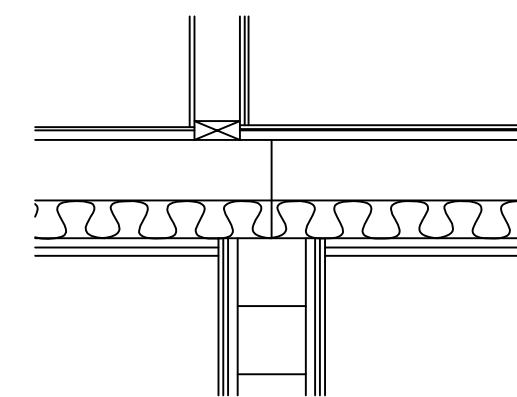
DET1



DET2

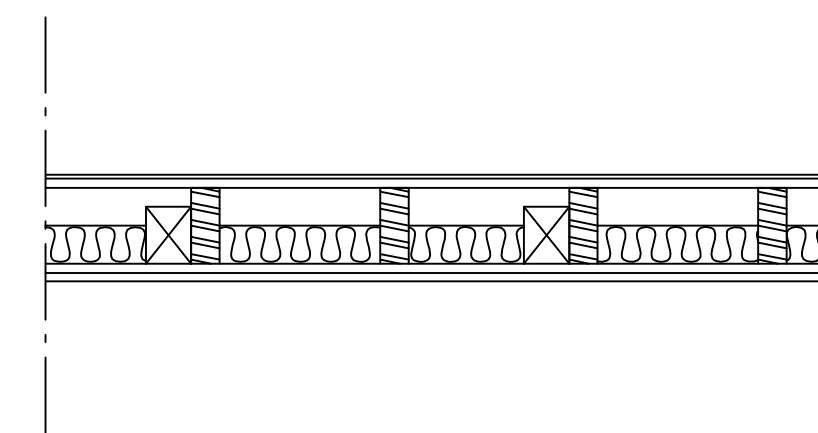


DET3

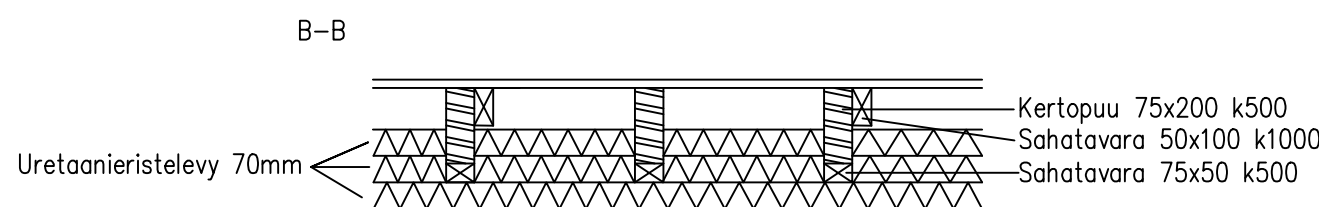


LATTIA
 Laatoitus 10mm
 Kiinnityslaasti
 Lattialämmitysmatto 10mm
 Vedeneriste
 Kosteutta kestävä Rakennuslevy 25mm
 Välipohjapalkkisto 75x260 k500
 Lattiaan ei tule kaatoja suihkukaapin takia

DET4



Laminaatti 10mm
 Lastulevy 25mm
 Välipohjapalkkisto Kerto-S 75x260 k500
 Vanhat välipohjahinret 120x150 k1000
 Laudoitus 22mm
 Panelointi 22mm

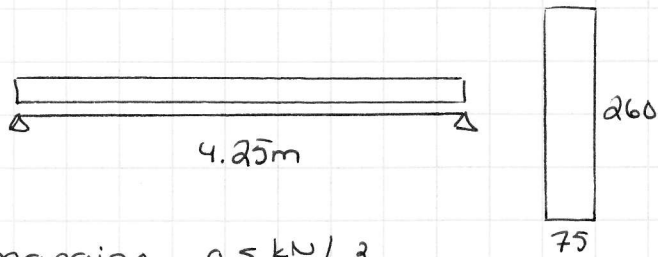


SEINÄT
 Laatoitus 10mm
 Vedeneriste
 Kipsilevy 13mm
 Runko 50x120 k600

K.OSA 1	KORTTELI/TILA 1	TONTTI/Rno 1	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSLOMENPIDE LAAJENNUS			PIIRUSTUSLAJI RAKENNEPIIRUSTUS	JUOKS.No 1
RAKENNUSKOHTeen NIMI JA OSOITE TALO MARKOMÄKI LIIKASTENTIE 38 28610 PORI			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ DETALJIT	MITTAKAAVAT 1:20
			SUUN.ALAI	TYÖ No PIIR.No MUUTOS
			RAK	
			PÄIVÄYS 26.02.2012	YHT.HENK. Heidi Väikallio

VÄLIPOHJAN PALKKI

1



Kertopuu Kerto-S

palkkien $kk = 0.5m$ omapaino 0.5 kN/m^2 lumikuorma 1.6 kN/m^2

kuormat

$$\begin{aligned}g &= kk \times op \\ &= 0.5m \times 0.5 \text{ kN/m}^2 \\ &= 0.25 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}q &= kk \times lumi \\ &= 0.5m \times 1.6 \text{ kN/m}^2 \\ &= 0.8 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

$$pd = 1.15 \times g + 1.5 \times q = 1.15 \times 0.25 \text{ kN/m} + 1.5 \times 0.8 \text{ kN/m} = 1.49 \text{ kN/m}$$

$$Md = \frac{pd \times L^2}{8} = \frac{1.49 \text{ kN/m} \times (4.25m)^2}{8} = 3.36 \text{ kNm}$$

kertopuu Kerto-S

$$f_{mk} = 44 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_M = 1.25$$

Aikalokka keskipitkä

Käyttöluokka 1

$$k_{mod} = 0.8$$

$$f_{md} = k_{mod} \times \frac{f_{mk}}{\gamma_M} = 0.8 \times \frac{44 \text{ N/mm}^2}{1.25} = 28.16 \text{ N/mm}^2$$

Puu $75 \times 260 \text{ mm}^2$

$$W = \frac{b \times h^2}{6} = \frac{75 \text{ mm} \times (260 \text{ mm})^2}{6} = 845 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\sigma = \frac{Md}{W} = \frac{3.36 \times 10^6 \text{ Nmm}}{845 \times 10^3 \text{ mm}^3} = 3.97 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma \leq f_{md} \quad \text{OK!}$$

3.97 28.16

Taipuma

2.

$$I = \frac{b \times h^3}{12} = \frac{75 \text{ mm} \times (260 \text{ mm})^3}{12} = 109.85 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$E_{\text{mean}} = 13800 \text{ N/mm}^2$$

$$p_{kG} = k_k \times o_p = 0.5 \text{ m} \times 0.5 \text{ kN/m}^2 = 0.25 \text{ kN/m}$$

$$p_{k\text{lumi}} = k_k \times \text{lumi} = 0.5 \text{ m} \times 1.6 \text{ kN/m}^2 = 0.8 \text{ kN/m}$$

$$W_{\text{inst},G} = \frac{5}{384} \times \frac{p_{kG} \times L^4}{EI} = \frac{5}{384} \times \frac{0.25 \text{ N/mm} \times (4250 \text{ mm})^4}{13800 \text{ N/mm}^2 \times 109.85 \times 10^6 \text{ mm}^4} = 0.7 \text{ mm}$$

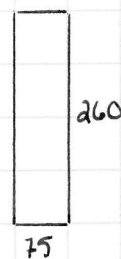
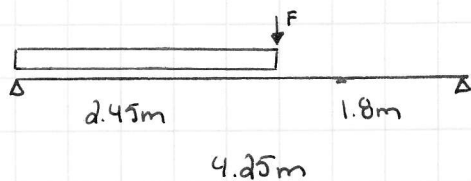
$$W_{\text{inst},\text{lumi}} = \frac{5}{384} \times \frac{p_{k\text{lumi}} \times L^4}{EI} = \frac{5}{384} \times \frac{0.8 \text{ N/mm} \times (4250 \text{ mm})^4}{13800 \text{ N/mm}^2 \times 109.85 \times 10^6 \text{ mm}^4} = 2.24 \text{ mm}$$

$$k_{\text{def}} = 0.6$$

$$\begin{aligned} W_{\text{fin}} &= (1 + k_{\text{def}}) \times W_{\text{inst},G} + (1 + 0.2 + k_{\text{def}}) \times W_{\text{inst},\text{lumi}} \\ &= (1 + 0.6) \times 0.7 \text{ mm} + (1 + 0.2 + 0.6) \times 2.24 \text{ mm} \\ &= 5.15 \text{ mm} \end{aligned}$$

Sallittu taipuma

$$\frac{L}{300} = \frac{4250 \text{ mm}}{300} = 14.17 \text{ mm} > \begin{matrix} W_{\text{fin}} \\ 5.15 \text{ mm} \end{matrix} \quad \text{OK!}$$



Kertopuu Kerto-S

palkkien $k_k = 0.5 \text{ m}$

omapaino 0.5 kN/m^2

lumikuorma 1.6 kN/m^2

kuormat

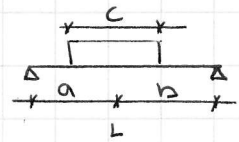
$$\begin{aligned} g &= k_k \times o_p \\ &= 0.5 \text{ m} \times 0.5 \text{ kN/m}^2 \\ &= 0.25 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q &= k_k \times \text{lumi} \\ &= 0.5 \text{ m} \times 1.6 \text{ kN/m}^2 \\ &= 0.8 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$pd = 1.15q_g + 1.5q_f = 1.15 \times 0.25 \text{ kN/m} + 1.5 \times 0.8 \text{ kN/m} = 1.49 \text{ kN/m} \quad 3.$$

$$M_d = \frac{pd \cdot a \cdot b \cdot c}{2 \cdot L^2} \times (2L - c) = \frac{1.49 \text{ kN/m} \times 1.225 \text{ m} \times 3.025 \text{ m} \times 2.45 \text{ m}}{2 \times (4.25 \text{ m})^2} \times (2 \times 4.25 \text{ m} - 2.45 \text{ m})$$

$$= 2.27 \text{ kNm}$$

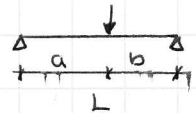


$$F = (lumi \times kuormitusmatka \times kk) + (op \times kuormitusmatka \times kk)$$

$$= (1.6 \text{ kN/m}^2 \times 1.82 \text{ m} \times 0.5 \text{ m}) + (0.4 \text{ kN/m}^2 \times 1.82 \text{ m} \times 0.5 \text{ m})$$

$$= 1.82 \text{ kN}$$

$$M_f = \frac{F \cdot a \cdot b}{L} = \frac{1.82 \text{ kN} \times 2.45 \text{ m} \times 1.8 \text{ m}}{4.25 \text{ m}} = 1.89 \text{ kNm}$$



$$M_{ok} = M_d + M_f = 2.27 \text{ kNm} + 1.89 \text{ kNm} = 4.16 \text{ kNm}$$

Kertopuu Kerto-S

$$f_{mk} = 44 \text{ N/mm}^2$$

$$y_M = 1.25$$

Aikaluokka keskipitkä

Käyttöluokka I

$$k_{mod} = 0.8$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \times \frac{f_{mk}}{y_M} = 0.8 \times \frac{44 \text{ N/mm}^2}{1.25} = 28.16 \text{ N/mm}^2$$

Puu $75 \times 260 \text{ mm}^2$

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{75 \text{ mm} \times (260 \text{ mm})^2}{6} = 845 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\sigma = \frac{M_{ok}}{W} = \frac{4.16 \times 10^6 \text{ Nmm}}{845 \times 10^3 \text{ mm}^3} = 4.9 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma \leq f_{m,d} \quad \text{OK!}$$

$$4.9 \leq 28.16$$

Taipuma

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{75 \text{ mm} \times (260 \text{ mm})^3}{12} = 109.85 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$E_{\text{mean}} = 13800 \text{ N/mm}^2$$

4

$$\begin{aligned} W_{\text{inst},G} &= \frac{1}{384} \times \frac{q_p \times c}{L E I} \times (L c^3 - 16 a b c^2 + 128 a^2 b^2) + \frac{F a^2 b^2}{3 E I L} \\ &= \frac{1}{384} \times \frac{0.5 \text{ N/mm} \times 2450 \text{ mm}}{4250 \text{ mm} \times 13800 \text{ N/mm}^2 \times 109.85 \times 10^6 \text{ mm}^4} \times (4250 \text{ mm} \times (2450 \text{ mm})^3 \\ &\quad - 16 \times 1225 \text{ mm} \times 3025 \text{ mm} \times (2450 \text{ mm})^2 + 128 \times (1225 \text{ mm})^2 \times (3025 \text{ mm})^2) \\ &\quad + \frac{1820 \text{ N} \times (2450 \text{ mm})^2 \times (1800 \text{ mm})^2}{3 \times 13800 \text{ N/mm}^2 \times 109.85 \times 10^6 \text{ mm}^4 \times 4250 \text{ mm}} \end{aligned}$$

$$W_{\text{inst},G} = 2.56 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{inst},L_{\text{umi}}} &= \frac{1}{384} \times \frac{L_{\text{umi}} \times c}{L E I} \times (L c^3 - 16 a b c^2 + 128 a^2 b^2) + \frac{F a^2 b^2}{3 E I L} \\ &= \frac{1}{384} \times \frac{1.6 \text{ N/mm} \times 2450 \text{ mm}}{4250 \text{ mm} \times 13800 \text{ N/mm}^2 \times 109.85 \times 10^6 \text{ mm}^4} \times (4250 \text{ mm} \times (2450 \text{ mm})^3 \\ &\quad - 16 \times 1225 \text{ mm} \times 3025 \text{ mm} \times (2450 \text{ mm})^2 + 128 \times (1225 \text{ mm})^2 \times (3025 \text{ mm})^2) \\ &\quad + \frac{1820 \text{ N} \times (2450 \text{ mm})^2 \times (1800 \text{ mm})^2}{3 \times 13800 \text{ N/mm}^2 \times 109.85 \times 10^6 \text{ mm}^4 \times 4250 \text{ mm}} \end{aligned}$$

$$W_{\text{inst},L_{\text{umi}}} = 4.15 \text{ mm}$$

$$k_{\text{def}} = 0.6$$

$$\begin{aligned} W_{\text{fin}} &= (1 + k_{\text{def}}) \times W_{\text{inst},G} + (1 + 0.2 + k_{\text{def}}) \times W_{\text{inst},L_{\text{umi}}} \\ &= (1 + 0.6) \times 2.56 \text{ mm} + (1 + 0.2 + 0.6) \times 4.15 \text{ mm} \\ &= 11.57 \text{ mm} \end{aligned}$$

Sallittu taipuma

$$\frac{L}{300} = \frac{4250 \text{ mm}}{300} = 14.17 \text{ mm}$$

$$> W_{\text{fin}} = 11.57 \text{ mm}$$

OK!

Välipohjan palkit tuetaan keskellä rakennusta ensimmäisessä kerroksessa sijaitsevan 180mm leveän, kantavan hirsiseinän päälle ja reunoilta palkit tuetaan ulkohirsiseinien päälle. Välipohjan palkit sijoitetaan vanhojen välipohjahirsien rinnalle sekä lisäksi väliin, jolloin palkkien keskeltä keskelle väliksi muodostuu 500mm.

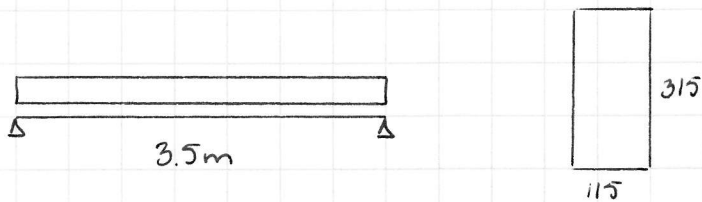
5.

Kaikissa laskuissa apuna käytetty

- Puurakenteiden suunnittelu
Lyhennetty suunnitteluohje
Eurokoodi 5
Lähde: RIL 205-1-2007 liite B
(Puuinfo)
- Rakentajan kalenteri

HARJAN PALKKI

6



Liimapuu GL32c

palkkien kk 3.35m

omapaino 0.4 kN/m^2
 lumikuorma 1.6 kN/m^2

kuormat

$$\begin{aligned} g &= kk \times op \\ &= 3.35\text{m} \times 0.4 \text{ kN/m}^2 \\ &= 1.34 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q &= kk \times lumi \\ &= 3.35\text{m} \times 1.6 \text{ kN/m}^2 \\ &= 5.36 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$pd = 1.15g + 1.5q = 1.15 \times 1.34 \text{ kN/m} + 1.5 \times 5.36 \text{ kN/m} = 9.58 \text{ kN/m}$$

$$M_d = \frac{pd \times L^2}{8} = \frac{9.58 \text{ kN/m} \times (3.5\text{m})^2}{8} = 14.67 \text{ kNm}$$

Liimapuu GL32c
 $f_{mk} = 32 \text{ N/mm}^2$
 $\gamma_{M} = 1.2$

Aikaluokka kestopitkä
 Käyttöluokka 2
 $k_{mod} = 0.8$

$$f_{md} = k_{mod} \times \frac{f_{mk}}{\gamma_M} = 0.8 \times \frac{32 \text{ N/mm}^2}{1.2} = 21.3 \text{ N/mm}^2$$

Puu $115 \times 315 \text{ mm}^2$

$$W = \frac{b \times h^2}{6} = \frac{115\text{mm} \times (315\text{mm})^2}{6} = 190 \times 10^4 \text{ mm}^3$$

$$\sigma = \frac{M_d}{W} = \frac{14.67 \times 10^6 \text{ Nmm}}{190 \times 10^4 \text{ mm}^3} = 7.7 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma \leq f_{md} \quad \text{OK!}$$

7.7 21.3

$$V_d = \frac{pd \times L}{2} = \frac{9.58 \text{ kN/m} \times 3.5\text{m}}{2} = 16.77 \text{ kN}$$

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{115 \text{ mm} \cdot (315 \text{ mm})^3}{12} = 299.5 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$E_{\text{mean}} = 13700 \text{ N/mm}^2$$

$$P_{kG} = k_k \times o_p = 3.35 \text{ m} \times 0.4 \text{ kN/m}^2 = 1.34 \text{ kN/m}$$

$$P_{k\text{lumi}} = k_k \times l_{\text{lumi}} = 3.35 \text{ m} \times 1.6 \text{ kN/m}^2 = 5.36 \text{ kN/m}$$

$$W_{\text{inst,G}} = \frac{5}{384} \times \frac{P_{kG} \cdot L^4}{EI} = \frac{5}{384} \times \frac{1.34 \text{ N/m} \cdot (3500 \text{ mm})^4}{13700 \text{ N/mm}^2 \cdot 299.5 \times 10^6 \text{ mm}^4} = 0.64 \text{ mm}$$

$$W_{\text{inst,lumi}} = \frac{5}{384} \times \frac{P_{k\text{lumi}} \cdot L^4}{EI} = \frac{5}{384} \times \frac{5.36 \text{ N/m} \cdot (3500 \text{ mm})^4}{13700 \text{ N/mm}^2 \cdot 299.5 \times 10^6 \text{ mm}^4} = 2.55 \text{ mm}$$

$$k_{\text{def}} = 0.8$$

$$\begin{aligned} W_{\text{fin}} &= (1 + k_{\text{def}}) \cdot W_{\text{inst,G}} + (1 + 0.2 + k_{\text{def}}) \cdot W_{\text{inst,lumi}} \\ &= (1 + 0.8) \cdot 0.64 \text{ mm} + (1 + 0.2 + 0.8) \cdot 2.55 \text{ mm} \\ &= 6.25 \text{ mm} \end{aligned}$$

Sallittu taipuma

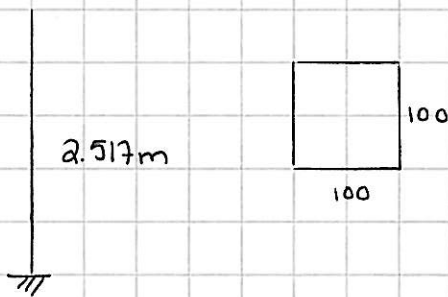
$$\frac{L}{300} = \frac{3500 \text{ mm}}{300} = 11.67 \text{ mm} > W_{\text{fin}} \quad \text{OK!}$$

6.25 mm

Harjan palkki sijoitetaan harjalle tukemaan katon rakennetta sekä toisen lappeen uusia kattoriskoja.

Palkki tuetaan sen alle tuleviin pilareihin, jotka ovat joko $100 \times 100 \text{ mm}^2$ sahatavara pilarit jos ne jäävät rakenteisiin, tai $115 \times 115 \text{ mm}^2$ liimapuu pilarit, jos ne jäävät räkyviin.

Palkkeja tulee yhteensä 4 kappaletta, koska rakennuksen 2 savupiippua menevät harjan kohdalta ylös.



Sahataavara C24

Pilarille tuleva kuorma

$$N_{ed} = \text{harjan palkin } N_d = 16.77 \text{ kN}$$

Aikaluokka keskipitkä

Käyttöluokka I

$$k_{mod} = 0.8$$

Sahataavara C24

$$f_{c,0,k} = 21 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_M = 1.2$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_M} = 0.8 \cdot \frac{21 \text{ N/mm}^2}{1.2} = 14 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{ed}}{A} = \frac{16.77 \times 10^3 \text{ N}}{100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}} = 1.68 \text{ N/mm}^2$$

$$L_{c,2} = 1.0 L = 1.0 \times 2517 \text{ mm} = 2517 \text{ mm}$$

$$i_y = \frac{h}{\sqrt{12}} = \frac{100 \text{ mm}}{\sqrt{12}} = 28.87 \text{ mm}$$

$$\lambda_y = \frac{L_{c,2}}{i_y} = \frac{2517 \text{ mm}}{28.87 \text{ mm}} = 87.18 \leq 200 \quad \text{OK!}$$

$$k_{c,y} = 0.375$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} = \frac{1.68 \text{ N/mm}^2}{0.375 \times 14 \text{ N/mm}^2} = 0.32 \leq 1 \quad \text{OK!}$$

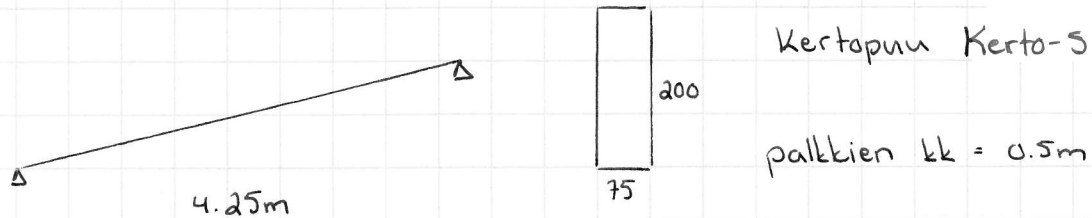
Pilarit sijoitetaan rakennuksen keskilinjalle, 1:ssä kerroksessa sijaitsevan 180mm leveän, kantavan hirsiseinän päälle.

Rakenteiden sisään jäävät pilarit tehdään kahdesta $50 \times 104 \text{ mm}^2$ kokoisesta sahataavarasta ja näkyville jäävät pilarit ovat $115 \times 115 \text{ mm}^2$ kokoiset liimapuu pilarit.

Yläpäästään pilarit kiinnitetään niiden päälle tuleviin palkkeihin.

KATTONISKAT

9



omapaino 0.4 kN/m^2
 lumikuorma 1.6 kN/m^2

kuormat

$$g = lk \times op$$

$$= 0.5 \text{ m} \times 0.4 \text{ kN/m}^2$$

$$= 0.2 \text{ kN/m}$$

$$q = lk \times lumi$$

$$= 0.5 \text{ m} \times 1.6 \text{ kN/m}^2$$

$$= 0.8 \text{ kN/m}$$

$$pd = 1.15g + 1.5q = 1.15 \times 0.2 \text{ kN/m} + 1.5 \times 0.8 \text{ kN/m} = 1.43 \text{ kN/m}$$

$$M_d = \frac{pd \times L^2}{8} = \frac{1.43 \text{ kN/m} \times (4.25 \text{ m})^2}{8} = 3.23 \text{ kNm}$$

Kertopuu Kerto-S

$$f_{mk} = 44 \text{ N/mm}^2$$

$$g_M = 1.25$$

Aikaluokka keskipitkä

Käyttöluokka

$$k_{mod} = 0.8$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \times \frac{f_{mk}}{g_M} = 0.8 \times \frac{44 \text{ N/mm}^2}{1.25} = 28.16 \text{ N/mm}^2$$

Puu $75 \times 200 \text{ mm}^2$

$$W = \frac{b \times h^2}{6} = \frac{75 \text{ mm} \times (200 \text{ mm})^2}{6} = 500 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\sigma = \frac{M_d}{W} = \frac{3.23 \times 10^6 \text{ Nmm}}{500 \times 10^3 \text{ mm}^3} = 6.46 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma \leq f_{m,d} \quad \text{OK!}$$

$$6.46 \leq 28.16$$

$$I = \frac{b \times h^3}{12} = \frac{75 \text{ mm} \times (200 \text{ mm})^3}{12} = 50 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$E_{\text{meun}} = 13800 \text{ N/mm}^2$$

$$P_{kG} = k_k \times o_p = 0.5 \text{ m} \times 0.4 \text{ kN/m}^2 = 0.2 \text{ kN/m}$$

$$P_{kLumi} = k_k \times lumi = 0.5 \text{ m} \times 1.6 \text{ kN/m}^2 = 0.8 \text{ kN/m}$$

$$W_{\text{inst.G}} = \frac{5}{384} \times \frac{P_{kG} \times L^4}{EI} = \frac{5}{384} \times \frac{0.2 \text{ N/mm} \times (4250 \text{ mm})^4}{13800 \text{ N/mm}^2 \times 50 \times 10^6 \text{ mm}^4} = 1.25 \text{ mm}$$

$$W_{\text{inst.Lumi}} = \frac{5}{384} \times \frac{P_{kLumi} \times L^4}{EI} = \frac{5}{384} \times \frac{0.8 \text{ N/mm} \times (4250 \text{ mm})^4}{13800 \text{ N/mm}^2 \times 50 \times 10^6 \text{ mm}^4} = 4.9 \text{ mm}$$

$$k_{\text{def}} = 0.8$$

$$\begin{aligned} W_{\text{fin}} &= (1 + k_{\text{def}}) \times W_{\text{inst.G}} + (1 + 0.2 + k_{\text{def}}) \times W_{\text{inst.Lumi}} \\ &= (1 + 0.8) \times 1.25 \text{ mm} + (1 + 0.2 + 0.8) \times 4.9 \text{ mm} \\ &= 12.01 \text{ mm} \end{aligned}$$

Sallittu taipuma

$$\frac{L}{300} = \frac{4250 \text{ mm}}{300} = 14.17 \text{ mm} > W_{\text{fin}} \quad \text{OK!}$$

12.01 mm

Kattoniskat tuetaan keskeltä $115 \times 315 \text{ mm}^2$ kokoiseen liimapuu-palkkiin ja reunoilta vanhoihin runkotolppiin. Niskat tuetaan vanhojen niskojen rinnalle sekä lisäksi väliin, jolloin niskojen keskeltä keskelle väliksi muodostuu 500mm.

Niskat vaihdetaan vain rakennuksen toiselle lappeelle, jonka puolelta asuintilat halutaan käyttöön aivan ulkoseinään asti.