

HIRSIRAKENTEISEN OMAKOTITALON  
SUUNNITTELU JA KATTOVERTAILU

Samuel Sassi  
30.3.2011  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

HIRSIRAKENTEISEN OMAKOTITALON  
SUUNNITTELU JA KATTOVERTAILU

Samuel Sassi  
30.3.2011  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

Koulutusohjelma	Opinnäytetyö	Sivuja	+	Liitteitä
<b>Rakennustekniikka</b>	<b>Insinööri</b>	27	+	42
Suuntautumisvaihtoehto	Aika			
<b>Rakennusinsinööri</b>	<b>30.4.2011</b>			
Työn tilaaja	Työn tekijä			
<b>Aarno Sassi</b>	<b>Samuel Sassi</b>			
Työn nimi				
<b>Hirsirakenteisen omakotitalon suunnittelu ja kattoverailu</b>				
Avainsanat				
<b>Talonrakennus, rakennussuunnittelu, puurakenteet</b>				

Opinnäytetyön aiheena oli suunnitella hirsirakenteinen omakotitalo ja tehdä siitä tarvittavat rakennemitoitukset ja rakennussuunnittelu. Tavoitteena oli löytää kahta eri kattorakennetta vertailemalla näkökulmia, jotka voivat auttaa sopivan kattorakenteen valinnassa. Kattorakenteen valinnalla voidaan vaikuttaa rakenteen suunnitteluun ja lopputulokseen.

Työssä vertailtiin ristikkorakenteista ja lapepalkkirakenteista kattorakennetta keskenään ja mietittiin rakenneratkaisujen vaikutuksia muiden rakenteiden suunnitteluun. Rakennelaskelmat tehtiin Finnwood 2.3 -tietokoneohjelmalla. Piirustukset tehtiin Autocad-tietokoneohjelmalla. Työssä käytettiin ympäristöministeriön rakentamismääräyskokoelman voimassa olevia määräyksiä sekä RT-kortistosta löytyviä esimerkkiratkaisuja.

Tässä työssä paremmaksi vaihtoehdoksi saatiin ristikkorakenteinen katto, jolla saadaan yksinkertaistettua suunnitelmia. Ristikkorakenteinen katto toimii eri tavalla kuin palkkirakenteinen katto. Vertailussa suurin painopiste oli painumatarkastelussa, jossa ristikkorakenteinen katto havaittiin paremmaksi sen tasaisemman painuman vuoksi. Ristikkorakenteisella katolla saadaan myös hyvä ilmanvaihto järjestettyä yläpohjaan.

Degree programme	Thesis	Number of pages	+	Appendices
Civil Engineering	B.Sc	27	+	42
Line	Date			
Engineer	30.4.2011			
Committed by	Author			
Aarno Sassi	Samuel Sassi			
Thesis title				
Log home desing and roof comparison				
Keywords				
House building, building desing, timber construction				

My thesis project was to design a house built of logs and make it necessary structural calculations and building design. The aim was to find two different perspectives on the roof structure comparison that may help the selection of a suitable roof structure. The choice of roof can affect the structure of the design and outcome.

Were compared in the truss and beam structures of the roof structure with each other and thought about the effects of other structural solutions to structural design. Structural calculations were made Finnwood 2.3 computer program. Drawings were made using Autocad computer program. Were used as the Ministry of Environment Building Code provisions in force in both the RT card index can be found in an example of solutions.

In this project, a better alternative was a roof truss, which can be simplified plans. roof truss roof is structured differently than the bar on the roof. Comparison, the biggest priority was to review the structure of deflection, where the roof truss was found preferable to a more stable due to deflection. Lattice on the roof may also be organized and well-ventilated ceiling structure.

# SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ.....	3
ABSTRACT.....	4
SISÄLTÖ.....	5
1 JOHDANTO .....	6
2 KOHTEEN ESITTELY.....	7
3 RAKENNUKSEN SUUNNITTELUPROSESSI .....	8
3.1 Osapuolet.....	8
3.2 Aikataulu.....	8
4 HIRSIRAKENTEEN SUUNNITTELU.....	9
5 KATTORAKENTEIDEN VERTAILU .....	10
5.1 Kattoristikko.....	10
5.1.1 Suunnittelu .....	11
5.1.2 Mitoitus.....	12
5.1.3 Eristämisvaihtoehdot.....	12
5.1.4 Painuminen .....	13
5.2 Lapepalkkikatto .....	13
5.2.1 Suunnittelu .....	13
5.2.2 Mitoitus.....	13
5.2.3 Eristämisvaihtoehdot.....	15
5.2.4 Painuminen .....	15
5.3 Vertailu .....	16
6 KOHTEEN SUUNNITTELU.....	18
6.1 Rakennussuunnittelu.....	18
6.2 Rakennesuunnittelu.....	19
6.2.1 Rakenteiden laskenta.....	19
6.2.2 Rakennusfysiikka .....	20
7 YHTEENVETO.....	24
LÄHTEET .....	25
LIITTEET .....	27

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyöni toimeksiantaja on yksityinen henkilö. Tilaaja on kirvesmies, joka on rakentanut kaksi taloa aikaisemmin. Tilaajan tarkoituksena on rakentaa vielä hirsitalo.

Opinnäytteeni aiheena on suunnitella hirsirakenteinen omakotitalo, joka täyttää voimassaolevat energiamääräykset. Rakennus on ympärivuotisessa käytössä. Seinärakenteet suunnitellaan lamellihirrestä ja kattorakenne suunnitellaan ristikkorakenteisena.

Tavoitteena on suunnitella hirsitalo, jossa yhdistyy perinteinen hirsirakentaminen sekä nykyaikainen kattorakentaminen. Lisäksi perustellaan käytettyjä rakenteita. Opinnäytetyössä hirsitalosta piirretään tarvittavat kuvat ja tehdään tarvittavat rakennemitoitukset.

Opinnäytetyössä tutkitaan kattorakenteen suunnittelemista ristikkorakenteisena ja laperakenteisena. Tarkoituksena on verrata rakenteita keskenään sekä tutkia niiden vaikutuksia muiden rakenteiden suunnitteluun.

## 2 KOHTEEN ESITTELY

Kohdetta suunniteltaessa käytettiin apuna hirsivalmistajien mallitaloja. Tarkoitus oli suunnitella pohjaratkaisultaan järkevä ja toimiva talo, jossa on kolme makuuhuonetta ja työhuone. Saunasta piti olla kulkuyhteys ulos ja olohuoneesta pääsy terassille. Talon tuli näyttää selkeälinjaiselta.

Opinnäytetyössä aiheena oli hirsitalon suunnittelu. Seinärakenteeksi valittiin lamellihirsi, koska kyselyjen perusteella se on yleisemmin käytetty hirsityyppi. Massiivihirren haittoja olisi ollut vaikea saatavuus sekä kuivumisesta ja puun elämisestä johtuva halkeilu. Halkeilu ei huononna hirren lämmöneristyskykyä, mutta kysymyksessä on yleensä näköhaitta. Lamellihirrellä voidaan tehdä riittävän paksu rakenne, joka täyttää energiasäädökset. Lisäksi puun eläminen lamellihirrellä on pienempää kuin massiivihirrellä. Talon nurkat suunniteltiin Citynurkka-malliseksi, mikä mahdollistaa hirsitalon käyttämisen myös kaava-alueella. Nurkat tehtiin lohenpyrstö-periaatteella, jolla saadaan tiivis nurkkaliitos. Lisäksi nurkkaan laitettiin nurkkalaudat. City-nurkkaisessa hirsitalossa hirret kulkevat samassa tasossa kaikilla seinillä. Kun käytetään paksuja lamellihirsiiä, muuta eristystä seinärakenteessa ei tarvita. (Honkatalot/nurkkaratkaisut)

Talon yläpohja suunniteltiin ristikkorakenteisena ja lapepalkkirakenteisena, joita vertailtiin keskenään. Lopulliseen suunnitelmaan valittiin ristikkorakenne, joka mahdollistaa paremman eristävyuden sekä tuulettuvuuden. Katemateriaaliksi valittiin huopa. Alapohja on maanvarainen laatta.

## **3 RAKENNUKSEN SUUNNITTELUPROSESSI**

Suunnitteluprosessi aloitettiin hankesuunnittelulla, jossa kartoitettiin tilaajan kanssa talomalli. Talomallin valinnassa hyödynnettiin hirsitaloyritysten valmiita talomalleja, joista saatiin hyviä ideoita rakennussuunnitteluun. Suunnittelijan tehtävä tässä projektissa oli etsiä sellaiset rakenteet, jotka täyttävät lainsäädännön vaatimat arvot, ja suunnitella hirsirakenteinen omakotitalo. Tilaajan kanssa keskusteltiin tarpeista ja sen pohjalta tehtiin pohjaratkaisut. Tilaajan kanssa oltiin yhteistyössä koko suunnitteluprojektin ajan, joten tarvittavat muutokset suunnitelmiin saatiin tehtyä hyvissä ajoin. Rakennuksesta piirrettiin kuvat ja valittiin käytettävät materiaalit. Rakennus on muodoltaan ja rakenteeltaan yksinkertainen, joten rakennesuunnittelua ei paljon tullut. LVI-suunnittelijan kanssa suunnitellaan tarvittavat rakennemuutokset. Työssä käytettävät määräykset löytyvät ympäristöministeriön Internet-sivuilta (Ympäristöministeriö rakentamismääräyskokoelma C3 2010).

### **3.1 Osapuolet**

Projektissa oli mukana tilaaja, jonka kanssa mietittiin isot linjaukset siitä, minkälainen talon pitäisi olla. Suunnittelijana toimi allekirjoittanut, tehtävänään tehdä rakennussuunnittelu ja perehtyä saataviin materiaaleihin, jotka käyvät omakotitalorakentamiseen. Hirsitaloyrityksiltä saatiin tietoa käytettävissä olevista materiaaleista.

### **3.2 Aikataulu**

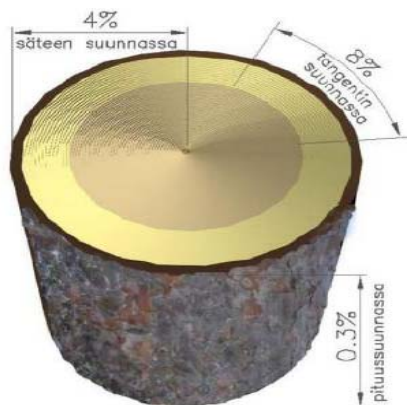
Suunnittelu alkoi loppusyksystä 2010. Työstä piirrettiin ensin pohjakuva. Lupakuvat piirrettiin sen jälkeen, kun oli valittu käytettävät materiaalit. Tarkemmat detaljit piirrettiin työn edetessä. Maaliskuussa 2011 oli kuvat piirretty ja huhtikuussa 2011 aloitettiin kirjallinen työ.



## 4 HIRSIRAKENTEEN SUUNNITTELU

Hirsirakenteen materiaalina käytetään havupuuta ja hirsirakenteen suunnittelussa täytyy ottaa huomioon puun kosteuskäyttäytyminen ja painuminen (kuva 1). Hirsirakenteen painuminen johtuu puun luonnollisesta kuivumisesta, hirsiseinän saumojen tiivistymisestä ja kuormituksesta. Painumat ovat hirsityypistä riippuen noin 10–50 mm/korkeusmetri, mistä suurin osa on kuivumisesta johtuvaa. Sisällä olevat hirsiväliseinät painuvat pienemmän kosteuspi-toisuuden vuoksi hieman enemmän kuin ulkoseinät. (Hirsiteollisuus HTT RY 3/2010.)

Pilareiden liittämisessä hirsirakenteeseen, hirsirakenteen painuminen otetaan huomioon kierrejaloilla. Kevyen väliseinän liittymisessä ulkoseinään otetaan hirren painuminen huomioon painumisen mahdollistavalla kiinnityksellä. Ikkuna- ja oviaukoissa painuminen otetaan huomioon laskeutumisen sallivilla karapuilla. Jyrkillä katoilla, kun kattokannattajien ylä- ja alapäät on tuettu hirsiseinän varaan ja päätykolmiot ovat hirsirakenteiset, aiheuttaa tukipisteiden korkeuserosta johtuva painumaero kattokannattajien työntymisen ulospäin. Tästä seuraa ulkoseiniä pyrkimys pullistua ulospäin, ellei kattotuolien kiinnitys ole varustettu kyseisen liikkeen sallivilla kiinnikkeillä. (Hirsiteollisuus HTT RY 3/2010.)



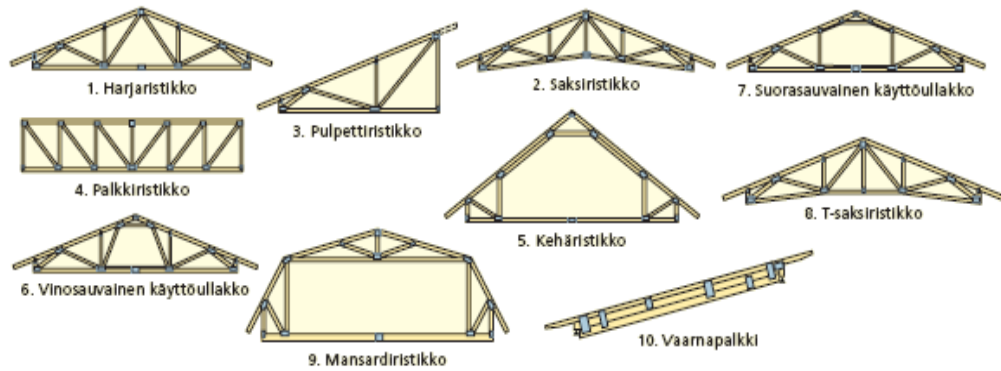
KUVA 1. Puun kutistuminen eri suunnissa (Hirsiteollisuus HTT RY 3/2010)

## 5 KATTORAKENTEIDEN VERTAILU

Hirsitalossa kattorakenne voidaan tehdä ristikkorakenteisena tai lapepalkkirakenteisena. Tässä työssä on suunniteltu molemmat vaihtoehdot siten, että vaihtoehdot täyttävät vuoden 2010 U-arvovaatimukset. Lisäksi rakenteita on vertailtu keskenään. Vertailussa on pyritty etsimään eri näkökulmia rakennevaihtoehdoista. Tarkastelussa on huomioitu rakenteen suunnittelu, painuminen ja eristämisvaihtoehtoja.

### 5.1 Kattoristikko

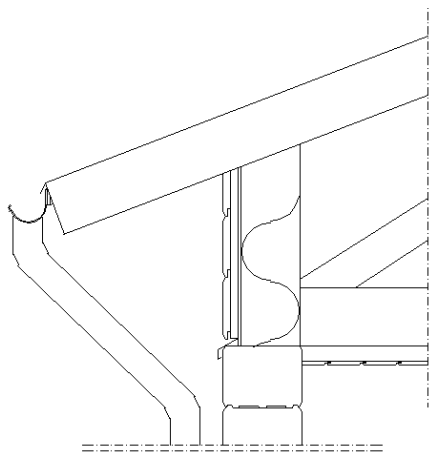
Kattoristikko on yleisimmin käytetty kattorakenne omakatotalorakentamisessa. Ristikkovaihtoehtoja on useita, kuten myös ristikkovalmistajia. Yleisin ristikkotyyppejä on normaali harjaristikko, jossa ristikko muodostaa rakennuksen yläpohjan ja sisäkaton. Kaksikerroksisissa taloissa käytetään useasti kehäristikkoa, jossa ristikko muodostaa yläpohjan ja välipohjan. Tähän kohteeseen vaihtoehtoina oli suunnitella olohuoneen ja keittiön kohdalle saksiristikko tai normaali harjaristikko. Suunnittelussa päädyttiin kuitenkin normaaliin harjaristikoon, koska saksiristikko pyrkii kuormittamaan työntämään seinärakennetta ulospäin. Tämä olisi vaikeuttanut suunnittelua, koska seinärakenne olisi pitänyt tukea siten, ettei työntymistä tapahdu. Saksiristikon etuna olisi ollut suurempi sisätilavuus, koska saksiristikko muodostaa kaltevan sisäkaton. SEPA-kattoristikkovalmistaja valmistaa yhdeksää erilaista perustyyppiä (kuva 2). Ristikot suunnitellaan ja valmistetaan yksilöllisesti asiakkaan, mieluiten kohteen rakennesuunnittelijan piirtämän ristikkokaavion perusteella (SEPA-kattoristikot/ kattoristikkoesite 2011).



KUVA 2. Kattoristikkovaihtoehtoja Sepan mallistosta (Sepa Oy –Kattoristikot)

### 5.1.1 Suunnittelu

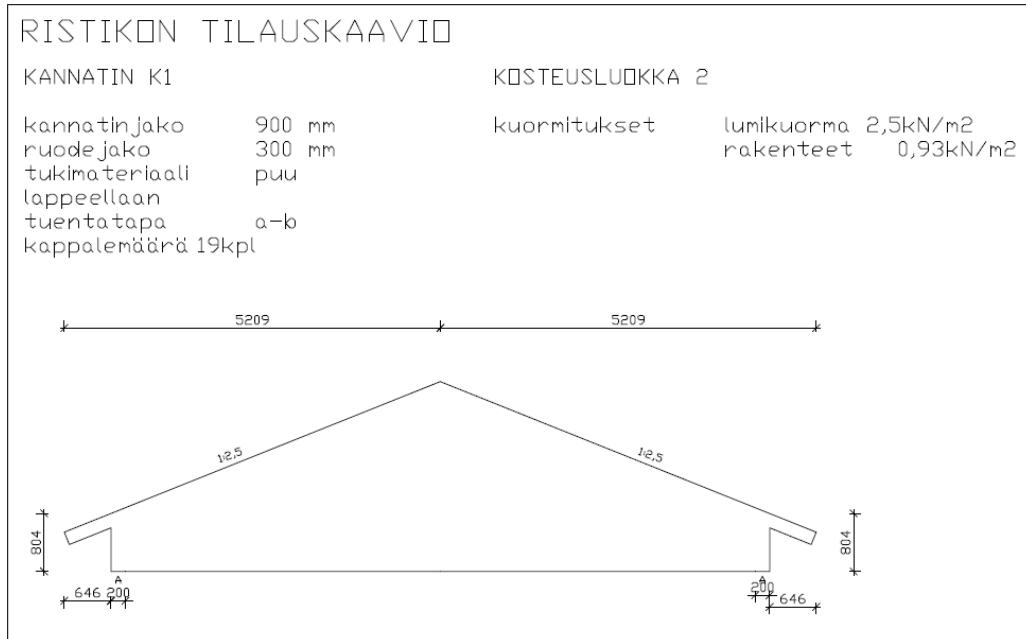
Kattoristikoiden suunnittelu aloitettiin ristikoiden sijoittamisella. Tarkoituksena oli, että verhoiltaessa ristikko hirsipaneelilla hirsipaneelin pinta tulee samalle tasalle kuin hirsiseinä (kuva 3). Ristikkojako oli 900 mm. Terrassien kohdalle ristikot sijoitettiin siten, että terrassien päälle tulevat lapejatkokset on mahdollista tehdä. Ristikkoa suunnitellessa rakennesuunnittelija piirtää ristikkokaavion ja kattoristikkovalmistaja mitoittaa annettujen tietojen perusteella kattoristikon (RT 85- 10495 S.10).



KUVA 3. Ristikon liittyminen hirsikehikkoon

## 5.1.2 Mitoitus

Kattoristikon mitoittaa yleensä ristikon valmistaja. Suunnittelija piirtää ristikosta ristikon tilauskaavion (kuva 4), jossa ilmenee tarvittavat tiedot.



KUVA 4. Ristikön tilauskaaviossa näytettävät asiat

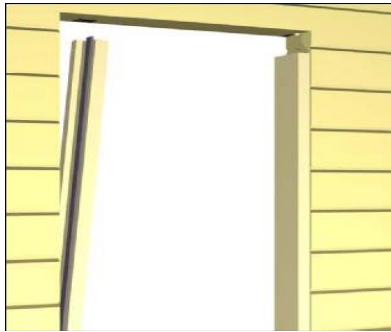
## 5.1.3 Eristämisvaihtoehdot

Eristämisvaihtoehtoja on useita. Tässä työssä eristämisvaihtoehdoksi valittiin 350 mm puhallusvillaa ja 100 mm mineraalivillaa. Alapaarteen alapintaan tulee höyrynsulkumuovi, 22mm:n harvalaudoitus ja kipsilevy. Tällä rakenteella päästään U-arvoon 0.09W/m<sup>2</sup>K, mikä täyttää voimassa olevat määräykset (ISOVER rakenteet 1.11.2010).

Rakenteeseen on mahdollista lisätä eristettä jälkeinpäin, koska ristikkorakenteessa eristeen yläpuolelle jää yleensä paljon tyhjää tilaa. Rakenteeseen saadaan helposti hyvä ilmanvaihto.

### 5.1.4 Painuminen

Käytettäessä kattoristikkorakennetta hirsitalossa painumisessa ei tarvitse ottaa huomioon kattolappeiden liukumista. Katto toimii kiinteänä kokonaisuutena ja painuu saman verran joka paikassa. Painuminen pitää ottaa huomioon ikkuna- ja oviaukoissa (kuva 5) sekä terassipalkkien suunnittelussa. Terassipilareissa painuminen otetaan huomioon säädettävillä kierrejaljoilla (Hirsiteollisuus HTT RY 3/2010).



*KUVA 5. Karapuiden käyttö oviaukoissa (Hirsiteollisuus HTT RY 3/2010)*

## 5.2 Lapepalkkikatto

Lapepalkkikatto on yleisesti käytetty yläpohjarakenne hirsitalossa. Yläpohja muodostuu lapepalkeista ja kurkihirrestä, joka tukee lapepalkkeja harjalla. Palkit tuketuvat hirsikehikon päälle liukurautoilla ja jatkuvat räystäälle asti (kuva 7). Toinen pää tukeutuu kurkipalkin päälle ja palkit kiinnitetään toisiinsa pulteilla.

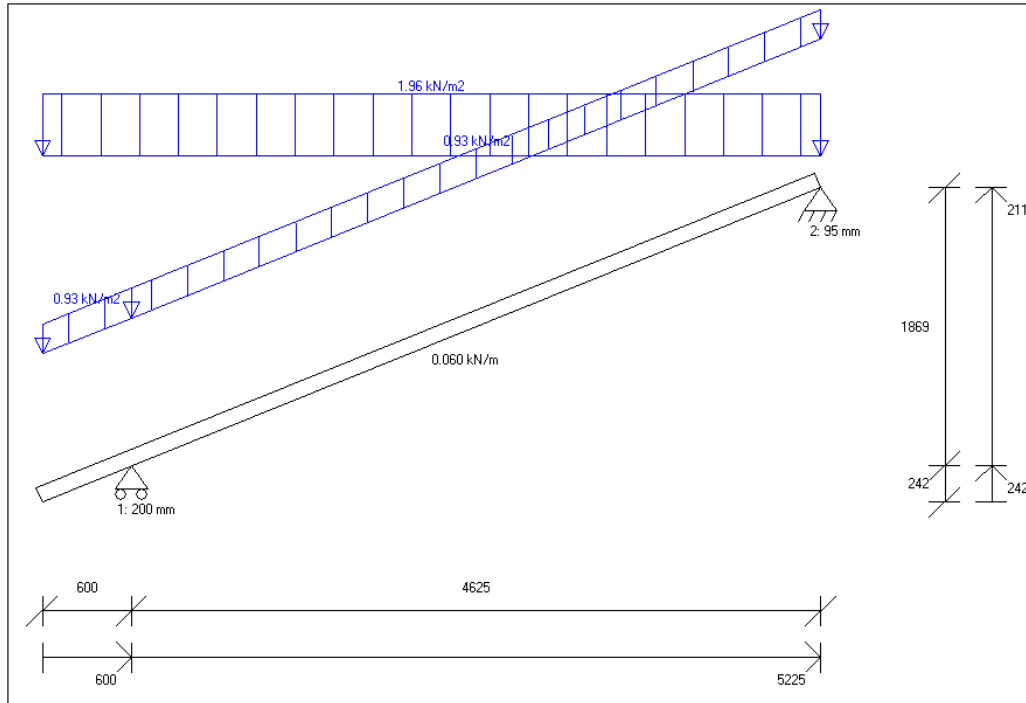
### 5.2.1 Suunnittelu

Suunnittelu aloitettiin miettimällä palkkijakoa. Maksimissaan 900 mm:n välein tulevat palkit asetetaan siten, että terassijatkokset on mahdollista tehdä.

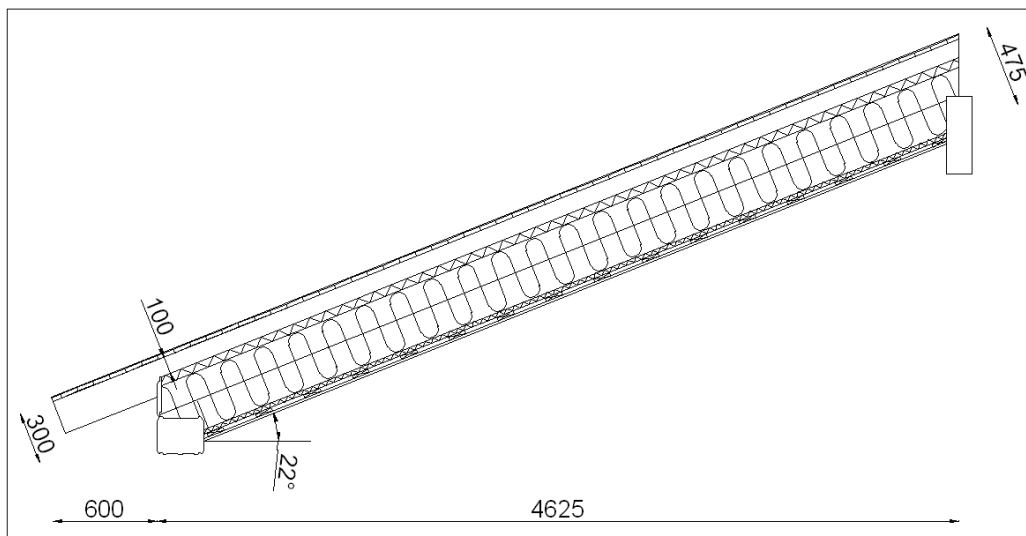
### 5.2.2 Mitoitus

Palkkien mitoitukseen käytettiin siihen soveltuvaa ohjelmaa (kuva 6). Palkin suunnittelussa on huomioitu vaadittava eristepaksuus (kuva 7). Palkkien ma-

teriali on kertopuuta ja koko 39\*300 mm. Tällä saadaan kokonaiskäyttöasteeksi 90,3 %, joka määräytyy lopullisen taipuman mukaan. Tässä tapauksessa lopullinen taipuma on 22,5 mm ja raja-arvo on 24,9 mm. (Liite 11)



KUVA 6. Laskentamallikuva Finnwood-ohjelmalla



KUVA 7. Eristeiden sijoittaminen kattopalkkiin

Kurkipalkin mitoiksi saatiin laskelmissa 150 mm \* 450 mm materiaalin ollessa kertopuuta. Kokonaiskäyttöaste 96,6 %, joka määräytyy tukipainemitoituksesta keskituella. Tukipaine tuella on 86,97 kN, raja arvon ollessa 90 kN. Taipumamitoituksessa käyttöaste on 85 %, joka määräytyy pidemmän jännevälän lopullisesta taipumasta. Lopullinen taipuma pidemmällä jännevälillä on 23,4 mm ja raja arvo on 27,6 mm (liite 12).

Kurkipalkin jänneväliä pienentämään mitoitettiin liimapuupilari. Palkille mitaksi saatiin 115 mm \* 180 mm ja materiaaliksi GL24h. Kokonaiskäyttöasteeksi saatiin 85,1 %, joka määräytyy puristusmitoituksesta. Mitoitusarvo on 135,37 kN ja raja-arvo on 155,58 kN (liite 13).

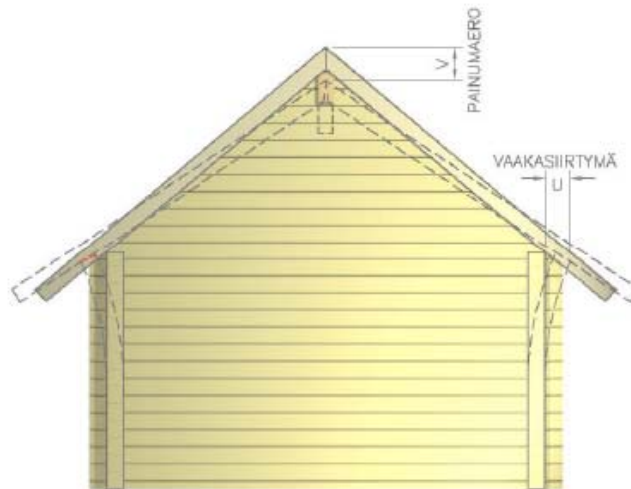
### **5.2.3 Eristämisvaihtoehdot**

Eristämisvaihtoehtoja on useita. Isoverin mineraalivillaeristyksellä eristettä tulee 50 mm:n tuulensuoja ja lämmöneriste (ISOVER RKL-50), 325 mm:n lämmöneriste (ISOVER KL 33) sekä 25 mm:n lämmöneriste ja höyrynsulku (ISOVER REK). Tuulettuvaa ilmatilaa täytyy jättää 100 mm, eli rakenteen kokonaispaksuus on 475 mm. Alapuolinen lämmöneriste ja höyrynsulku asennetaan kattopalkkien alapuolelle yhteneväisesti. (ISOVER rakenteet 1.11.2010.)

Lapekattoisessa rakenteessa saadaan riittävä tuuletustila, kun jätetään 100 mm tyhjää tilaa eristeen ja pintamateriaalin väliin. Rakenteen eristepaksuutta ei voida lisätä jälkeempään ilman suuria rakenteellisia muutoksia.

### **5.2.4 Painuminen**

Palkkikatkoisen yläpohjan suunnittelussa täytyy ottaa huomioon rakenteen epätasainen painuminen. Kurkipalkin alapuolella on enemmän hirsikerroksia kuin kattolappeiden alapäässä, jolloin painuminen on isompaa keskellä kuin reunoilla (kuva 8). Kattopalkit suunniteltiin liukukiinnikkeillä hirsikehikkoon ja tukipilarit varustettiin säädettävillä kierrejaloilla. (Hirsiteollisuus HTT RY 3/2010.)



KUVA 8. Havainnekuva hirsitalon painumisesta (Hirsiteollisuus HTT RY 3/2010)

### 5.3 Vertailu

Molemmissa rakenteissa on hyviä puolia. Lapekattorakenteella saadaan tilava sisäkatto ja yhtenäinen hirsirakenne seiniin. Suunnittelu on lapekatolle vaikeampaa, koska rakenteen painuminen pitää ottaa huomioon lapeliitoksissa, tukipilarilla ja sisäseinissä. Lapekattoon ei saada yhtä hyvää tuulettuvuutta kuin ristikkorakenteelle. Lapekaton minimituulettuvuusväli on 10 mm (ISOVER rakenteet 1.11.2010).

Eristävyys saadaan riittäväksi kummassakin ratkaisussa. Isoverin suunniteluohjeen mukaan vinolle katolle tarvitaan mineraalivillaeristettä noin 400 mm. Koska mitoitettun palkin korkeus on 300 mm, täytyy lisäeristeelle rakentaa erillinen tila. Ristikkorakenteiselle katolle yleisin käytetty eriste on puhallusvilla. Puhallusvillaa ristikkorakenteelle tulee 450 mm (ISOVER rakenteet 1.11.2010). Molemmissa rakenteissa tulee käyttää höyrinsulkua. Tässä työssä kattorakenteen valinta ei vaikuttanut käytettäviin seinä- ja ikkunarakenteisiin, koska kaikki rakenteen suunniteltiin täyttämään U-arvojen hirsirakennenormit.



Ratkaisut vaikuttavat muihin suunnitelmiin siten, että lapepalkkikattoa käytettäessä pitää ottaa huomioon rakenteen painuminen. Tässä tapauksessa rakennuksen sisälle pitää suunnitella pilari, joka ottaa kuormaa kurkipalkilta. Kattolapteen ja seinän liitos pitää suunnitella niin, että kattolapheet pääsevät liukumaan painumisen seurauksena. Terassirakenteessa pitää myös huomioida kattolapteen liukuminen. Ristikkorakennetta käytettäessä on ainoa huomioon otettava painumasuunta alaspäin. Ristikkorakenteella painumamitoitus on yksinkertaisempaa. Ristikkorakennetta käytettäessä ei tässä työssä tarvitse suunnitella rakennuksen sisälle kantavia rakenteita, koska ristikko tukeutuu pelkästään hirsikehikkoon.

Tässä opinnäytetyössä kattorakenteeksi valittiin ristikkokatto. Kattoristikolla suunnittelu on yksinkertaisempaa ja rakenteen toimivuus on varmempaa. Ajatuksena oli myös se, että myöhemmin mahdollisesti tulevat kosteusvauriot on helpompi korjata. Mahdollinen lisäeristäminen on myös helpompi tehdä kattoristikon sisälle kuin lapepalkkien väliin.

## 6 KOHTEEN SUUNNITTELU

Kohteen suunnittelussa käytettiin rakennelaskelmissa Finnwood - laskentaohjelmaa, millä mitoitettiin kattolappeet, kurkihirsi, lapejatkokset, terrassipalkit ja terrassipilarit. Piirto-ohjelmana käytettiin Autocad 2010 - ohjelmaa. U-arvojen mitoituksessa käytettiin Excel - taulukkolaskentaohjelmaa sekä valmiita Isoverin eristeratkaisuja.

### 6.1 Rakennussuunnittelu

Pohjan suunnittelussa otettiin huomioon käyttömukavuus ja toimivuus. Kodinhoitohuoneesta on käynti ulos, mikä helpottaa esimerkiksi pyykkien kuivattusta ulkona. Sauna sijaitsee kodinhoitohuoneen vieressä, joten saunasta on lyhyt matkan vilvoittelemaan. LVI-töitä helpottaa saunan, kodinhoitohuoneen ja keittiön läheisyys.

Olohuone suunniteltiin tilavaksi oleskelutilaksi, josta on suora kulkuyhteys terrassille. Keittiö ja olohuone suunniteltiin lähekkäin ja terrassilla on mahdollisuus ruokailla kesäisin.

Makuuhuoneita on kolme, joista yksi isompi on olohuoneen vieressä ja kaksi pienempää toisessa päässä taloa vierekkäin. Lisäksi työhuone sijoitettiin samaan pätyyn pienempien makuuhuoneiden kanssa. Työhuone voidaan muuttaa tarvittaessa makuuhuoneeksi.

Wc-istuimia on talossa kaksi, talon molemmissa päissä, toinen saunassa ja toinen omassa tilassaan.

Talon kattotyypiksi valittiin perinteinen harjakatto, tosin terrassin päälle jatkuva lape antaa hieman nykyaikaisemman ilmeen. Olohuoneeseen päätettiin laittaa isommat ikkunat kuin muuhun taloon, mutta ei kuitenkaan lattiaan asti ulottuvat. Julkisivussa käytetään pelkästään hirttä ja katon osalla hirsipaneelia, joilla saadaan yleisilme näyttämään hirsitalolta. Tarkoituksena oli, että ai-

noastaan vedenohjauspelti seinän ja kattorakenteen välissä paljastaa käytetyn rakenneratkaisun.

Harjakorkeudeksi talossa tuli 5400 mm ja huonekorkeudeksi 2650 mm. Huonekorkeus valittiin suureksi, koska taloon tuli tasakatto sisäpuolelle ja tilasta haluttiin tehdä avara. Hirsikerroksia seinälle tuli 13kpl. Hirren korkeus on 218 mm ja leveys 270 mm. Ikkunoiden yläkorkeus on 2100 mm, joka on sama kuin oviaukoissa. Kattokaltevuus on 1:2.5 eli 22 astetta.

## **6.2 Rakennesuunnittelu**

Rakennesuunnittelussa on tarkasteltu rakenteiden mitoittamista ja rakennusfysiikkaa. Rakennekuvat piirrettiin Autocad 2010 -ohjelmalla sen jälkeen, kun U-arvolaskelmat ja rakennemitoitukset oli tehty. Rakennekuvissa käytettiin apuna RT- kortiston Autocad -kuvia.

Ulkoseinien rakenteista on piirretty ikkuna- ja oviaukkojen detaljit missä näkyy painumavara aukon yläreunassa (liite 4).

Kattotuolirakenteen ja seinärakenteen liitoksesta on piirretty tarkempi detalji, jossa havainnollistetaan rakenteen sijoittaminen hirsikehikon suhteen (liite 4).

Perustusratkaisusta on piirretty detaljit, missä ilmenee käytetty rakenne ja seinärakenteen sijoittuminen perustuksille (liite 4).

### **6.2.1 Rakenteiden laskenta**

Terassien pilarit tehdään liimapuusta (GL32c) ja terassin päälle tulevat kattolapejatkokset sahatavarasta (C24). Niiden alle laitetaan tueksi vaakasuuntainen lamellihirsi. Terassin lattiapalkit tehdään painekyllästetystä sahatavarasta. Rakennemitoitukset tehtiin sopivalla rakennesuunnitteluohjelmalla.

Terassien pilareiden päälle tuleva palkki tehdään lamellihirrestä 270 mm \* 218 mm (C24), joka on sama mitä seinärakenteessa käytetään. Palkin kes-

tävyys tarkistettiin Finnwood -ohjelmalla. Käyttöasteeksi saatiin 21,2 %, eli lamellihirsi kestää. Taipumamitoituksessa käyttöaste oli 6,1 %, eli palkki kestää hyvin taipumamitoituksessa (liite15).

Terassien päälle tulevat lapejatkokset mitoitettiin Finnwood -ohjelmalla. Materiaali oli C24 ja poikkileikkaus 38 mm \* 100 mm. Kokonaiskäyttöaste 85 %, joka määräytyi taivutus + puristus -yhdistelmästä, jossa mitoitus arvo oli 0,85 ja raja arvo 1,0. Lopullinen taipuma palkilla oli 4,3 mm ja raja arvo 8,6 mm. Taipuman käyttöaste on 49,8 % (liite 14).

Terassipilarit haluttiin tehdä massiivisesta suorakaidepalkista. Mitoiksi haluttiin 140 \* 140 mm:n palkki. Rakennelaskelmat tarkastettiin Finnwood-ohjelmalla. Kokonaiskäyttöasteeksi saatiin 67,9 %, joka määräytyi taivutus + puristus yhdistelmästä, jossa mitoitusarvo oli 0,68 ja raja arvo 1 (liite 16).

## 6.2.2 Rakennusfysiikka

Hirsitalon suunnittelun suuri haaste on täyttää kiristyneet lämmönläpäisykertoimien määräykset. Vuonna 2010 voimaantulleet määräykset asettavat selviä rajoitteita hirsitalosuunnittelulle. 2012 määräykset tiukkenevat entisestään. Opinnäytetyö suunniteltiin rakentamismääräyskokoelman C4 vuoden 2010 lämmönläpäisykertoimien vaatimusten mukaan (Ympäristöministeriö C4 Rakennuksen lämmöneristys, määräykset 2010).

2010 määräysten mukaan hirsirakenteisen ulkoseinän U-arvon vertailuarvo lämpimässä tilassa on 0,40W/m<sup>2</sup>K (taulukko 1). Hirsiseinän U-arvo saa maksimissaan olla 0,60W/m<sup>2</sup>K. Tässä työssä on kahta eri ulkoseinätyyppiä, toisen U-arvo on 0,413 W/m<sup>2</sup>K ja toisen 0,271 W/m<sup>2</sup>K. Seinärakenteen kompensoinnilla saadaan yhteiseksi U-arvoksi 0,397 W/m<sup>2</sup>K. (Ympäristöministeriö C3 Rakennuksen lämmöneristys, määräykset 2010) (liite 16).

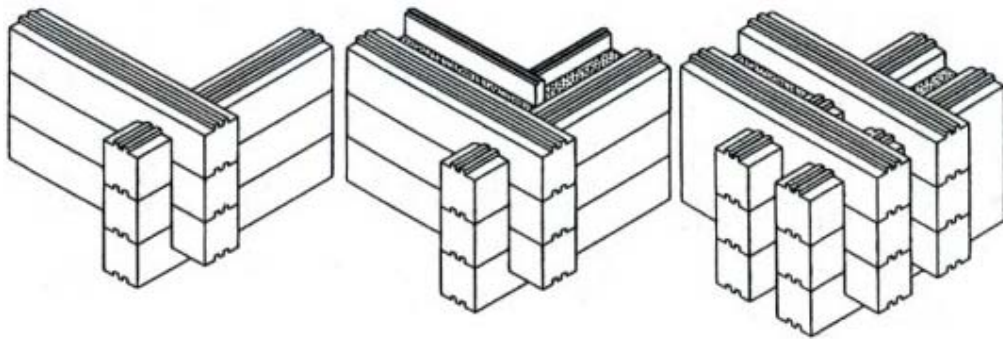
TAULUKKO 1. Lämpimän tilan U-arvovaatimukset ( $W/m^2K$ ) (Suomen rakentamismääräyskokoelma C3 vuoden 2010 määräykset)

seinä	0,17 $W/m^2K$
hirsiseinä (hirsirakenteen keskimääräinen paksuus vähintään 180mm)	0,40 $W/m^2K$
yläpohja ja ulkoilmaan rajoittuva alapohja	0,09 $W/m^2K$
ryömintätilaan rajoittuva alapohja (tuuletusaukkojen määrä enintään 8 promillea alapohjan pinta-alasta)	0,17 $W/m^2K$
maata vastaan oleva rakennusosa	0,16 $W/m^2K$
ikkuna, kattoikkuna, ovi	1,0 $W/m^2K$

Rakenteiden lambda-arvoina käytettiin Suomen rakentamismääräyskokoelmasta C4 lämmöneristysohjeet 2003 löytyviä arvoja. Rakenteiden U-arvon laskennassa käytettiin Excel-tilukkolaskentaohjelmaa sekä Isoverin suunnitteluohjetta.

Opinnäytetyön hirsitalon rakenteiden tuli olla energiatehokkuudeltaan riittäviä. Rakenteiden valintaan vaikutti paitsi energiatehokkuus, myös kosteustekninen toimivuus. Hirsirakenteen kosteustekninen toiminta monimutkaistuu, jos seinää eristetään sisäpuolelta. Tässä työssä seinässä on käytetty pelkästään hirsirakennetta ja yhdessä makuuhuoneessa 50 mm mineraalivilla lisäeristettä. Hirsiteollisuuden suunnitteluperusteiden mukaan sisäpuolinen lämmöneristys voidaan toteuttaa ilman höyrynsulkua vain, jos lämmöneristeen paksuus on enintään 50 mm (Hirsiteollisuus HTT RY 3/2010.) Käytettäessä 50 mm:n lisäeristettä, pitää rakenteessa olla sisäpuolella ilmansulkuna esimerkiksi bitumipaperi, jota tässä työssä on käytetty.

Seinärakennetta valittaessa tutustuttiin useiden eri hirsitaloalvalmistajien vaihtoehtoihin. Tarjontaa oli runsaasti. Esimerkkinä vaihtoehtoista on kaksoishirsirakenne, jossa hirsiseinä tehdään kahdesta ohuemmasta hirrestä ja väliin tulee puhallusvillaeriste. Kyseisellä rakenteella päästään myös passiivitalolta vaadittaviin U-arvoihin. Toinen esimerkki on hirsiseinä, jossa on sisä- tai ulkopuolinen lisäeristys ja hirsipaneeli (kuva 9). Vaihtoehto, jota tässä työssä haluttiin käyttää, on riittävän paksu hirsirakenne lamellihirrestä. Seinän paksuudeksi päätettiin 270 mm, millä U-arvoksi saadaan 0,41 W/m<sup>2</sup>K. U-arvon ylitys otetaan huomioon kompensatiolaskelmalla, missä yhteen huoneeseen suunnitellaan 50 mm mineraalivillaeristys. Tällä seinän yhteenlaskettu U-arvo on 0,397 W/m<sup>2</sup>K. (liite 14)

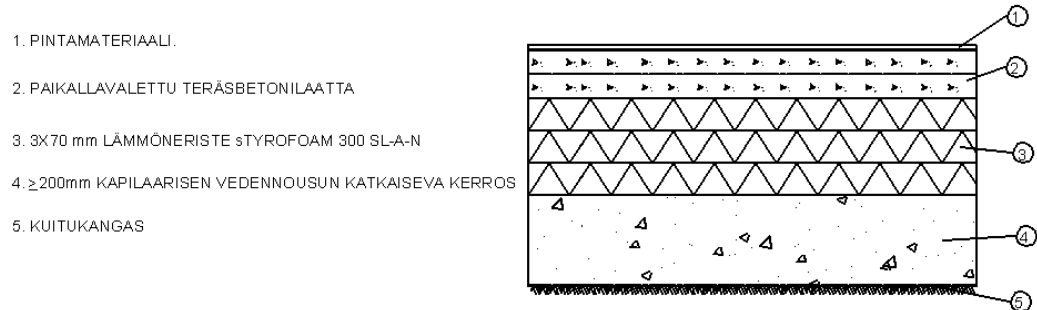


*KUVA 9. Hirsitaloalvalmistajan seinärakennevaihtoehtoja (TIMBER-HIRSI Oy)*

Taloon rakennetaan kattorakenne kattoristikkoilla. Suunnitteluvaiheessa yksi vaihtoehto oli laittaa olohuoneen ja keittiön kohdalle saksiristikko, joka tekee sisäkatosta kaltevan ja lisää avaruutta tilaan. Lopullinen valinta oli kuitenkin normaali kattoristikko helpomman suunnittelun takia. Saksiristikon haasteena olisi ollut seinien tukeminen siten, että ristikko ei työnnä niitä erilleen. Suunnittelun perusta oli, että yläpohja täyttää vuoden 2010 U-arvovaatimukset (0,09 W/m<sup>2</sup>K) (Ympäristöministeriö C3 Rakennuksen lämmöneristys, määräykset 2010.)

Alapohjarakenne toteutettiin maanvaraisena laattana ja harkkoperustuksena. Teräsbetonilaatan päälle tulevat solumuovi ja lattiaparketti. Laatan alle suunniteltiin SPU P -routaeristelevy. Veden kapilaarinen nousu estetään sala-  
ojasoralla. Suunnittelun lähtökohta oli että lattia täyttää vuoden 2010 U-

arvovaatimukset (0,16 W/m<sup>2</sup>K) (Ympäristöministeriö C3 Rakennuksen lämmöneristys, määräykset 2010.) Vaihtoehtona olisi ollut myös isoverin suunnitteluohjeen mukainen eristäminen (kuva 10) (ISOVER rakenteet 1.11.2010)



*KUVA 10. Maanvarainen alapohja ISOVER -suunnitteluohjeen mukaan.*

## 7 YHTEENVETO

Opinnäytetyöni aiheena oli hirsirakenteisen omakotitalon suunnittelu ja kahden kattorakenteen vertailu. Tavoitteena oli tutustua hirsirakentamisen suunnitteluun ja suunnitella käytännöllinen omakotitalo.

Opinnäytteen kattovertailun tuloksena ja yhteenvetona saatiin paremmaksi vaihtoehdoksi ristikkorakenteinen katto, joka on helpompi suunnitella ja jonka painuminen on hillitympää kuin lapekattoisella rakenteella. Kattorakenteita tarkastellessa painopiste oli rakenteen painumisessa, eristämisessä ja suunnittelussa. Rakenteiden suunnitelmia vertailtaessa saatiin selville, että lapepalkkikatto vaatii enemmän suunnittelua ja sen mahdollinen lisäeristäminen on haastavampaa. Lapekattoisen rakenteen painumisessa olisi pitänyt huomioida kattolappeiden liukuminen, kurkihirren- ja terassipalkkien painuminen. Painuminen olisi pitänyt huomioida rakennuksen sisälle asennettavassa tukipilarissa, terassipilareissa ja kattolappeiden kiinnityksissä hirsikehikkoon. Ristikkokatto toimii kiinteänä kokonaisuutena, ja näin ollen painuminen tapahtuu samansuuruisena joka puolella rakennetta. Ristikkorakenteessa kattokulma ei muutu painumisen seurauksena, ja tästä johtuen painumatarkastelussa huomioon otettava painumasuunta on vain alaspäin.

Työssä tuli tutuksi hirsirakentamisen normisto, ympäristöministeriön rakentamismääräyskokoelma ja RT-kortisto. Parantamisen varaa työssä olisi ollut ainakin kattorakennevertailun tarkastelussa. Vertailu olisi voinut olla kattavampi, ja siinä olisi voinut ottaa huomioon esimerkiksi kustannusvertailun, ympäristöystävällisyyden ja asentamisen helppouden.



## LÄHTEET

Hirsitaloteollisuus HTT RY 3/2010 Hirsitalon suunnitteluperusteet.

Honkatalot/ nurkkaratkaisut. Saatavissa

<http://www.honkatalot.fi/nurkkaratkaisut.html>. Hakupäivä 13.3.2011

ISOVER rakenteet 1.11.2010. Saatavissa <http://www.isover.fi/tuotteet>. Hakupäivä 14.3.2011

Mammutihirsi hirsiprofiilit. Saatavissa

<http://www.mammutihirsi.fi/DowebEasyCMS/Sivusto/Kuvat/hirsiprofiilit.gif>.

Hakupäivä 5.2.2011.

Nurkaton Citynurkka. Saatavissa:

<http://www.honkatalot.fi/nurkkaratkaisut.html> Hakupäivä 10.3.2011.

RT-kortisto RT 85- 10495 S.10.

SEPA- kattoristikot/ kattoristikkoesite 2011 Saatavissa:

<http://www.sepa.fi/media/esitteet/kattoristikkoesite.pdf> Hakupäivä 12.2.2011.

Ympäristöministeriö rakentamismääräyskokoelma C3 2010 Saatavissa:

[http://www.finlex.fi/data/normit/34163-C3-2010\\_suomi\\_221208.pdf](http://www.finlex.fi/data/normit/34163-C3-2010_suomi_221208.pdf). Hakupäivä 20.3.2011

Ympäristöministeriö rakentamismääräyskokoelma C2 1998 Kosteus, määräykset ja ohjeet. Valmistelija Katja Outinen Saatavissa:

<http://www.finlex.fi/data/normit/1918-c2.pdf> Hakupäivä 15.2.2011.

Ympäristöministeriö rakentamismääräyskokoelma. Lämmöneristysohjeet.

Valmistelija Pekka Kallionmäki Saatavissa:

<http://www.finlex.fi/data/normit/1931-C4s.pdf>.

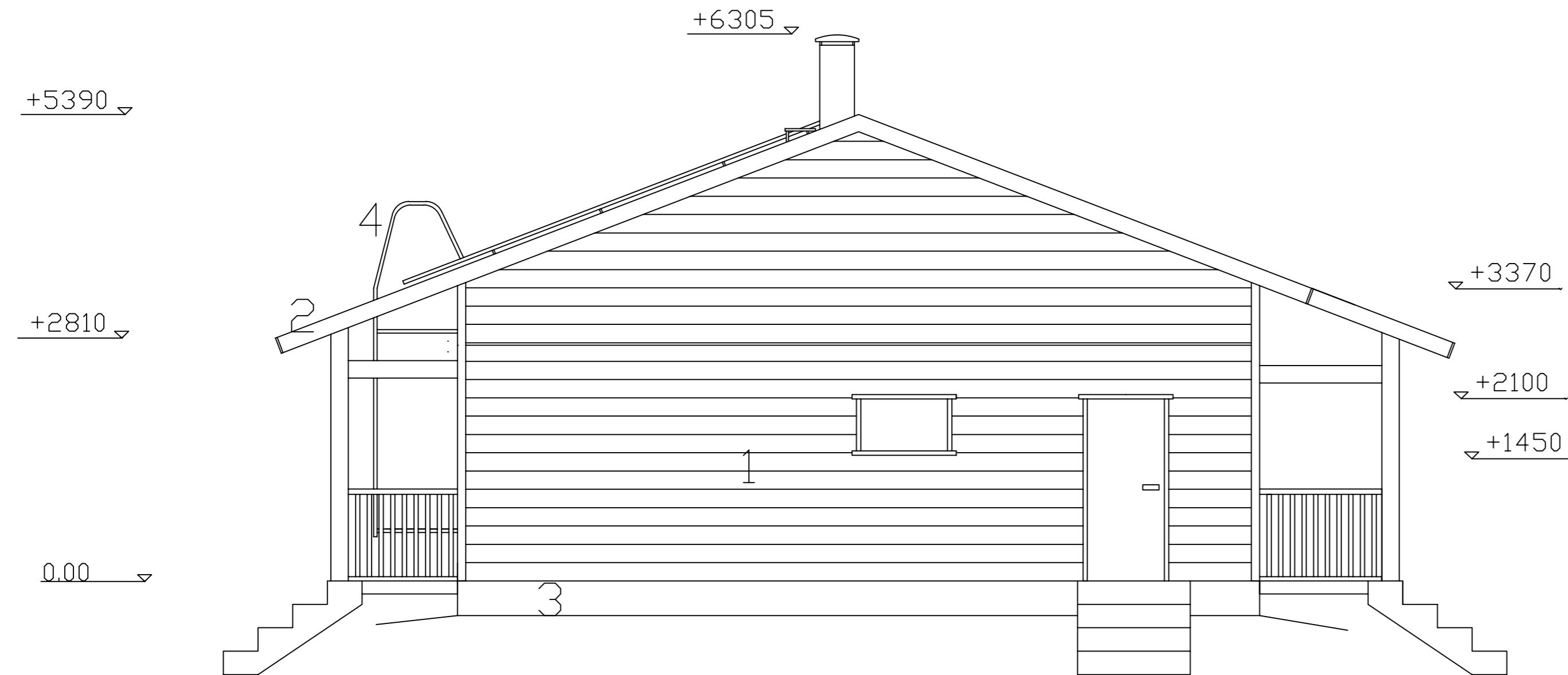
Hakupäivä 20.3.2011

## **LIITTEET**

- Liite 1. Julkisivut
- Liite 2. Pohjapiirros
- Liite 3. Leikkauspiirroset
- Liite 4. Detaljit
- Liite 5. Ristikkojako
- Liite 6. Hormipiirros
- Liite 7. Vaarnatapit
- Liite 8. Nurkkaliitos
- Liite 9. Terassipalkit
- Liite 10. Ristikon tilauskaavio
- Liite 11. Lapepalkin mitoitus
- Liite 12. Kurkipalkin mitoitus
- Liite 13. Tukipilarin mitoitus
- Liite 14. Lapejatkosten mitoitus
- Liite 15. Terassipalkkien mitoitus
- Liite 16. Terassipilareiden mitoitus
- Liite 17. Kompensaatiolaskelma

## JULKISIVUT

- 1.Hirsiseinä, puuta suojaava öljykäsittely
- 2.Muut puuosat, puhdas öljykäsittely
- 3.Rapattu sokkeli
- 4.Palotikkaat

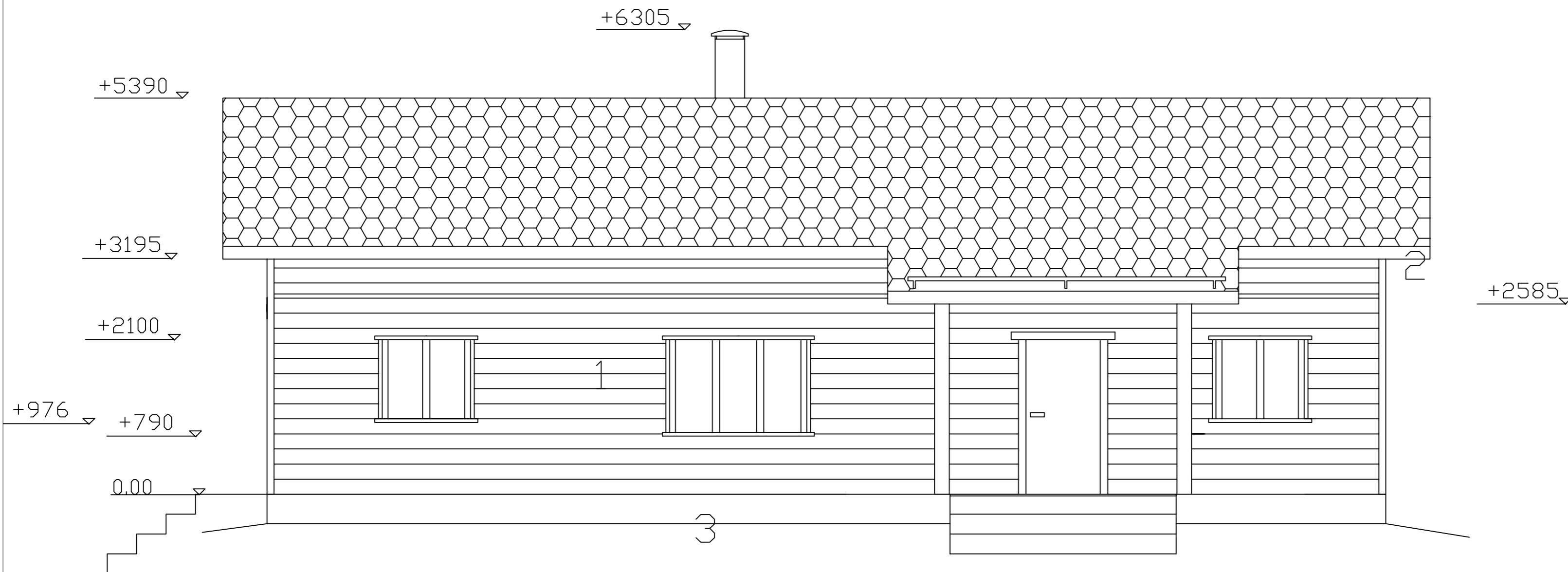


K.OSA	KORTTELI/TILA	TONTTI/RNo	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSOIMENPIDE UUDISRAKENNUS			PIIRUSTUSLAJI PÄÄPIIRUSTUS	JUOKS.No 1
RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE Hirsitalo Oulu			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ JULKISIVU LÄNSI	MITTAKAAVAT 1:50
			SUUN.ALA ARK	TYÖ No PIIR.No MUUTOS
			PÄIVÄYS	YHT.HENK. Samuel Sassi

## JULKISIVUT

LIITE 1/2

- 1.Hirsiseinä, puuta suojaava öljykäsittely
- 2.Muut puuosat, puhdas öljykäsittely
- 3.Rapattu sokkeli
- 4.Palotikkaat



K.OSA	KORTTELI/TILA	TONTTI/RNo	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSLOMENPIDE			PIIRUSTUSLAJI	JUOKS.No
UUDISRAKENNUS			PÄÄPIIRUSTUS	1
RAKENNUSKOHTeen NIMI JA OSOITE			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	MITTAKAAVAT
Hirsitalo Oulu			JULKISIVU ETELÄ	1:50
			SUUN.ALA	TYÖ No
			PIIR.No	MUUTOS
			ARK	
			PÄIVÄYS	YHT.HENK.
				Samuel Sassi

# JULKISIVUT

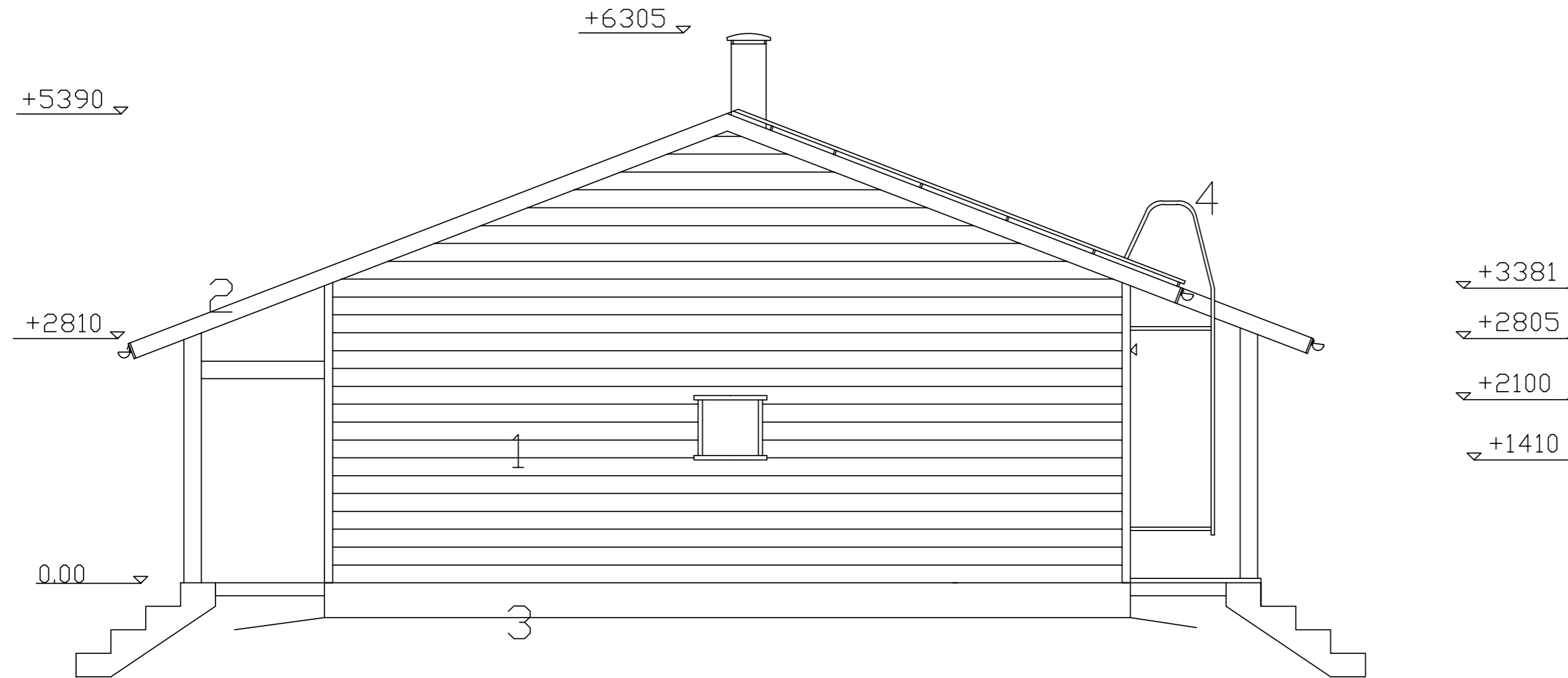
- 1.Hirsiseinä, puuta suojaava öljykäsittely
- 2.Muut puuosat, puhdas öljykäsittely
- 3.Rapattu sokkeli
- 4.Palotikkaat



K.OSA	KORTTELI/TILA	TONTTI/RNo	RAKENNUSLUVAN TUNNUS
RAKENNUSOIMENPIDE			PIIRUSTUSLAJI
UUDISRAKENNUS			PÄÄPIIRUSTUS
RAKENNUSKOHTEN NIMI JA OSOITE			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ
Hirsitalo Oulu			JULKISIVU POHJOINEN
			JUOKS.No
			1
			MITTAKAAVAT
			1:50
			SUUN.ALA
			TYÖ No
			PIIR.No
			MUUTOS
			ARK
			PÄIVÄYS
			YHT.HENK.
			Samuel Sassi

## JULKISIVUT

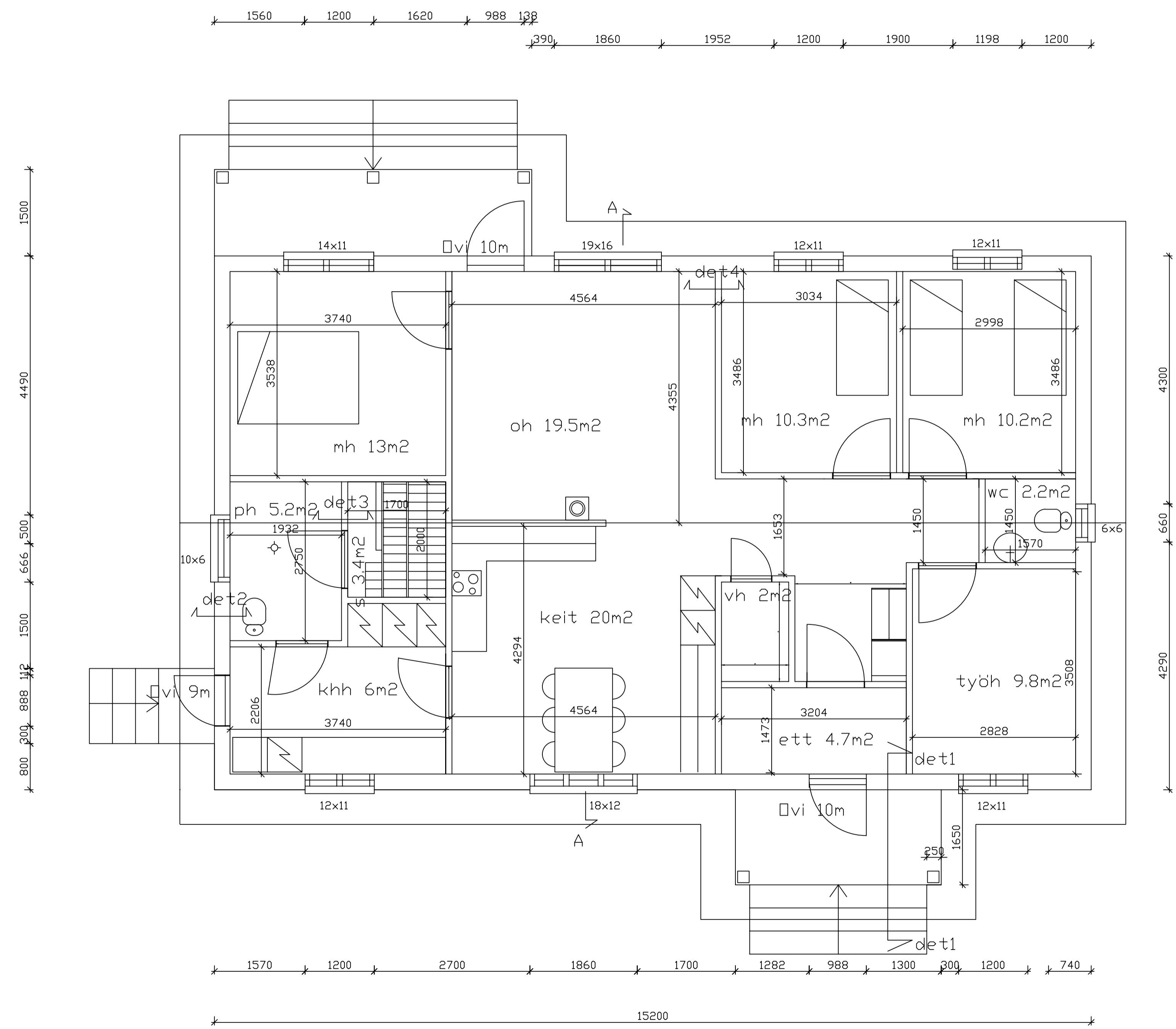
- 1.Hirsiseinä, puuta suojaava öljykäsittely
- 2.Muut puuosat, puhdas öljykäsittely
- 3.Rapattu sokkeli
- 4.Palotikkaat



K.OSA	KORTTELI/TILA	TONTTI/RNo	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSOIMENPIDE UUDISRAKENNUS			PIIRUSTUSLAJI PÄÄPIIRUSTUS	JUOKS.No 1
RAKENNUSKOHTeen NIMI JA OSOITE Hirsitalo Oulu			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ JULKISIVU ITÄ	MITTAKAAVAT 1:50
	SUUN.ALA ARK	TYÖ No	PIIR.No	MUUTOS
	PÄIVÄYS	YHT.HENK. Samuel Sassi		

# POHJAPIIRROS

# LIITE 2



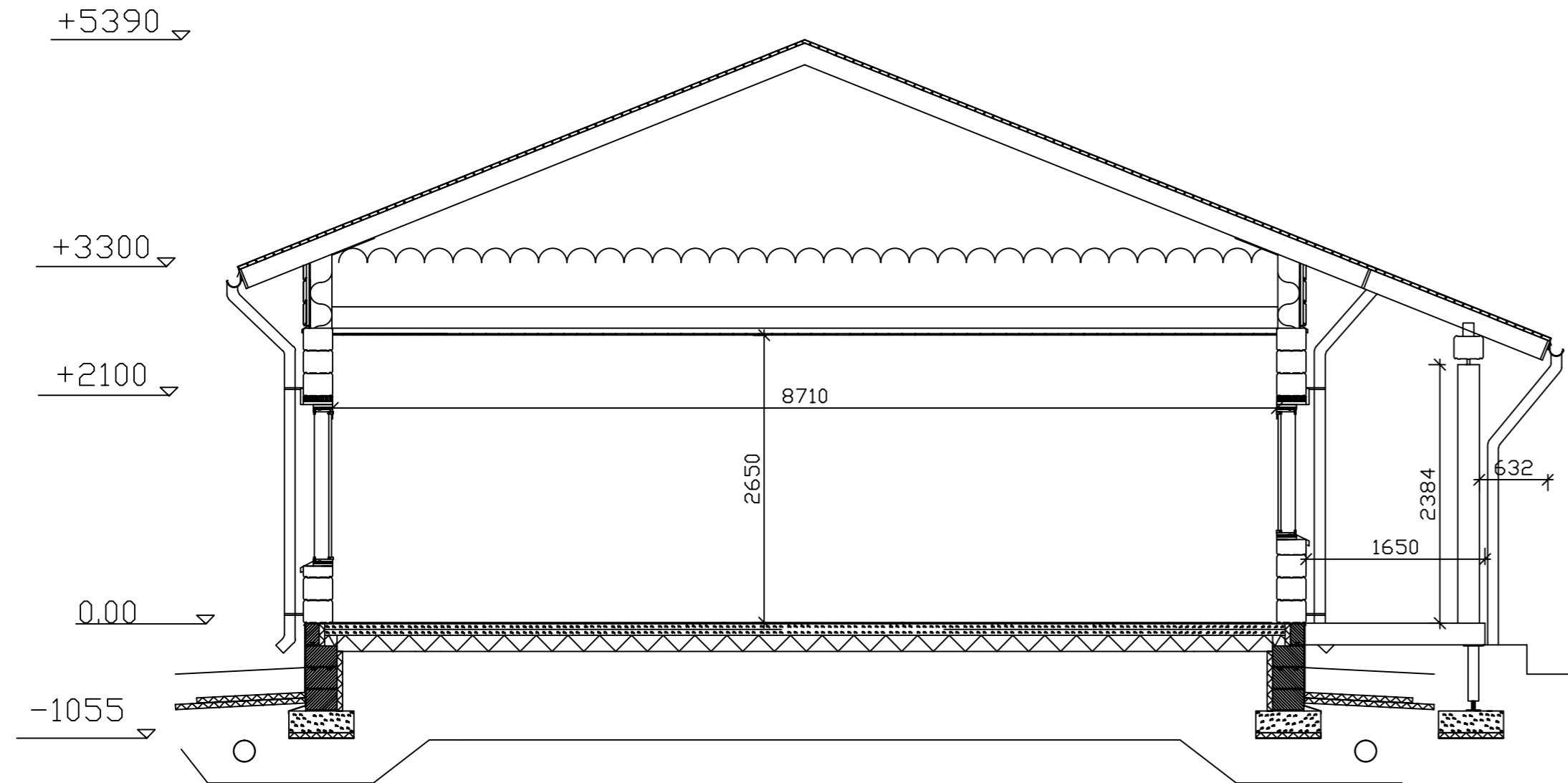
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

K.Osa	Kortteli/Tila	Tontti/Rno	Rakennusluvan tunnus
Rakennusvaihe	Uudisrakennus	Piirustuslaji	Pääpiirustus
Rakennuskohteen nimi ja osoite	Hirsitalo Oulu	Piirustuksen sisältö	Pohjapiirros
		Mittakaavat	1:50
		Suunn.ala	Työ No
		PIR.No	Muutos
		ARK	
		Päiväys	Yht. Henk. Samuel Sassi

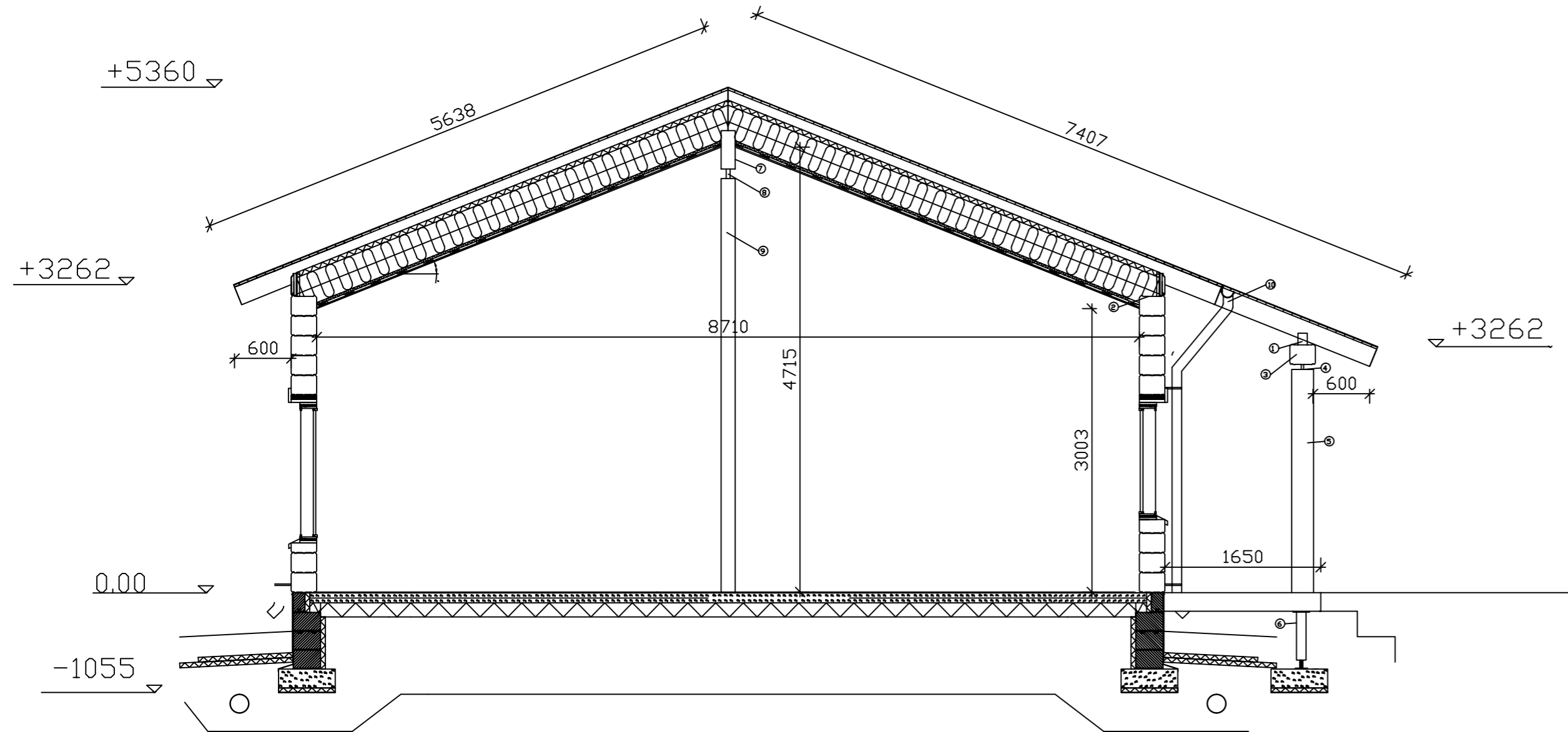


A-A kattoristikko



K.OSA	KORTTELI/TILA	TONTTI/RNo	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSOIMENPIDE UUDISRAKENNUS			PIIRUSTUSLAJI PÄÄPIIRUSTUS	JUOKS.No 1
RAKENNUSKOHTEN NIMI JA OSOITE Hirsitalo Oulu			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ A-A leikkaus kattotuoli	MITTAKAAVAT 1:50
			SUUN.ALA ARK	TYÖ No PIIR.No MUUTOS
			PÄIVÄYS	YHT.HENK. Samuel Sassi

# A-A lapepalkki

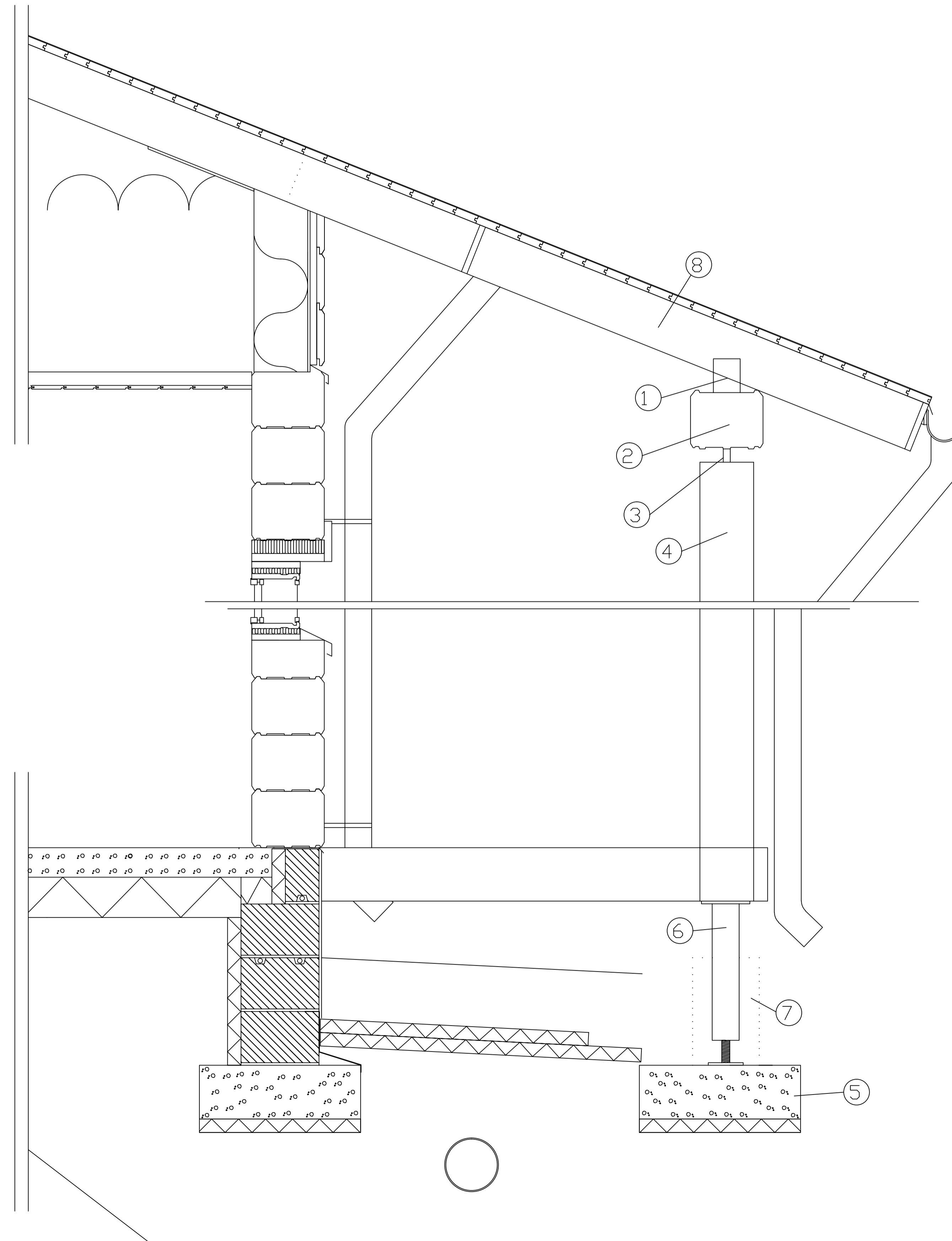


1. Kulmarauta
2. Liukukiinnike
3. Hirsipalkki 270x218
4. Säätöjalka
5. Terassipilari 140x140
6. Esisäädettävä pilarijalka
7. Kurkipalkki 150x450 kerto-s
8. Säätöjalka
9. Tukipilari
10. Vesikouru

K.OSA	KORTTELI/TILA	TONTTI/RNo	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSOIMENPIDE			PIIRUSTUSLAJI	JUOKS.No
UUDISRAKENNUS			PÄÄPIIRUSTUS	1
RAKENNUSKOHTEN NIMI JA OSOITE			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	MITTAKAAVAT
Hirsitalo Oulu			A-A Leikkaus lapepalkki	1:50
			SUUN.ALA	TYÖ No
			PIIR.No	MUUTOS
			ARK	
			PÄIVÄYS	YHT.HENK.
				Samuel Sassi

# DETALJIT

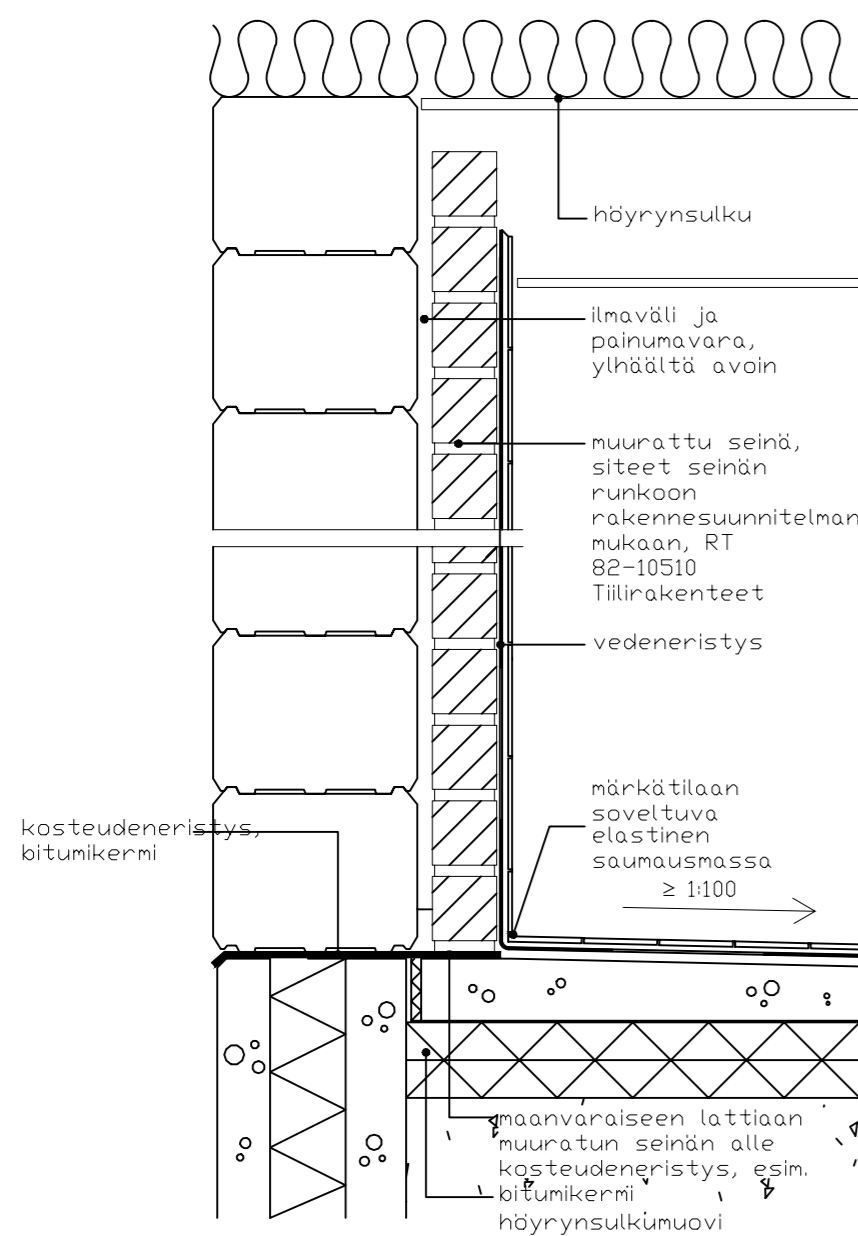
1. Kulmarauta
2. Kannatinpalkki
3. Säätöjalka
4. Pilari
5. Pilariantura
6. Esisäädettävä pilarijalka
7. Betonitäyttö
8. Lape jatkos



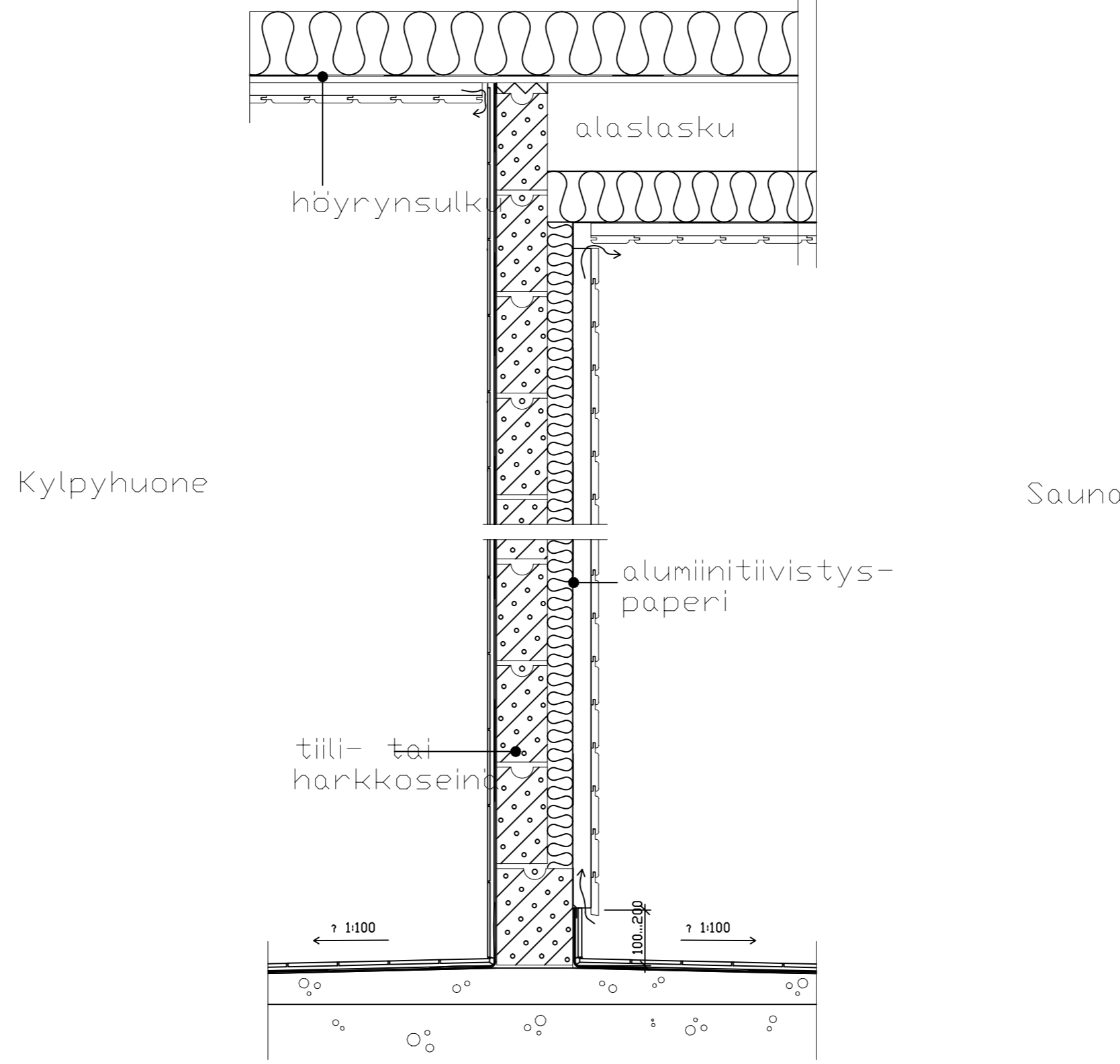
K.O.SA	KORTTELI/TILA	TONTTI/RNo	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSLOMAKKE	UUDISRAKENNUS		PIRUSTUSLAIJI PÄÄPIIRUSTUS	JUOKS.No 1
RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSOITE	Hirsitalo Oulu		PIRUSTUKSEN SISÄLTÖ Detalji 1 Ulkoterrassin rakenteet	MITTAKAAVAT 1:50
	SUUNNALLA	TYÖ No	PIR.No	MUUTOS
	ARK			
	PÄIVÄYS	YHT.HENK.	Samuel Sassi	

# DETALJIT

## ulkoseinä

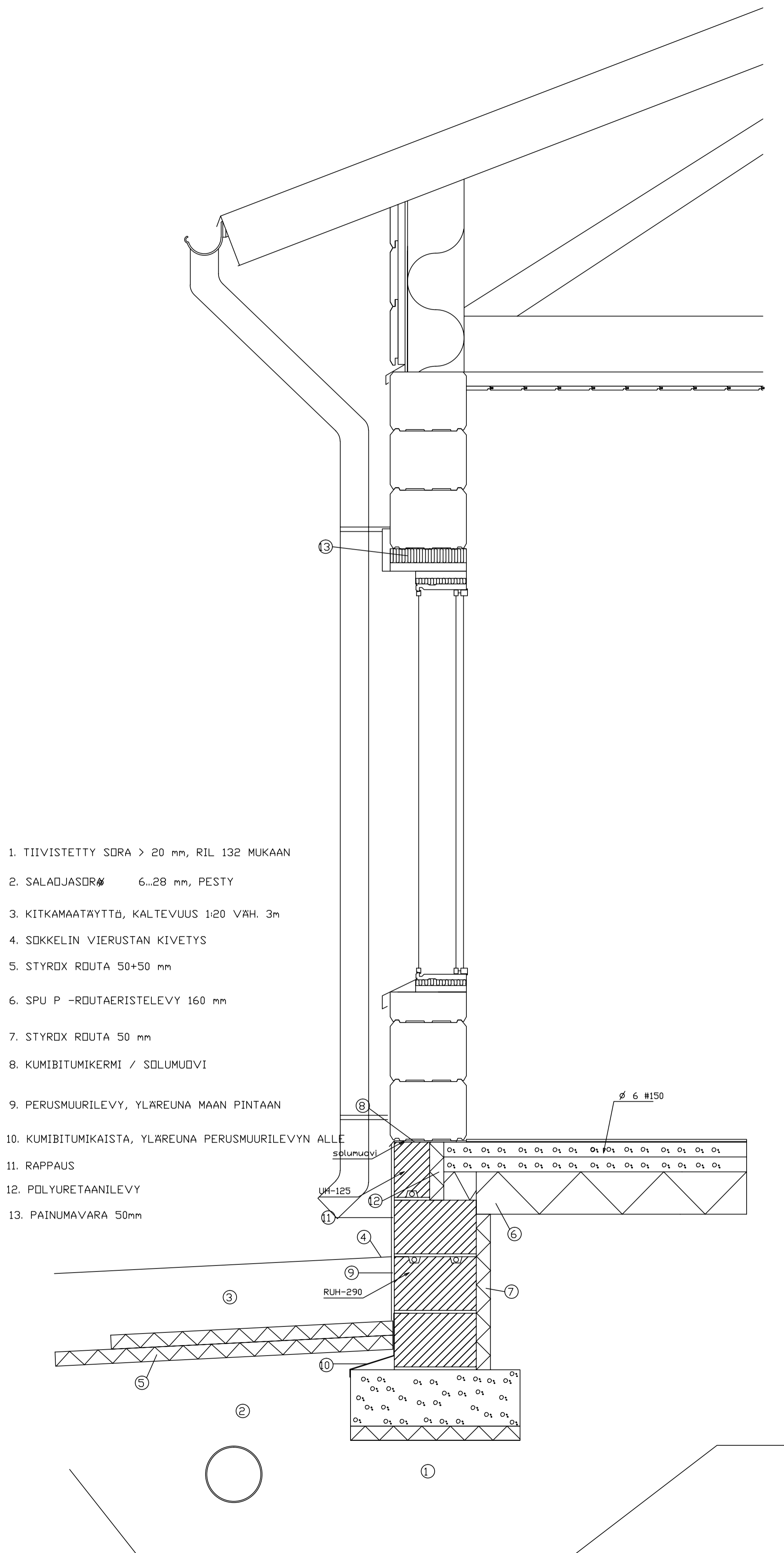


## väliseinä



K.OSA	KORTTELI/TILA	TONTTI/RNo	RAKENNUSLUVAN TUNNUS
RAKENNUSOIMENPIDE UUDISRAKENNUS			PIIRUSTUSLAJI PÄÄPIIRUSTUS JUOKS.No 1
RAKENNUSKOHTEN NIMI JA OSOITE Hirsitalo Oulu			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ Kylpyhuone detaljit MITTAKAAVAT 1:10
SUUN.ALA	TYÖ No	PIIR.No	MUUTOS
ARK			
PÄIVÄYS	YHT.HENK. Samuel Sassi		

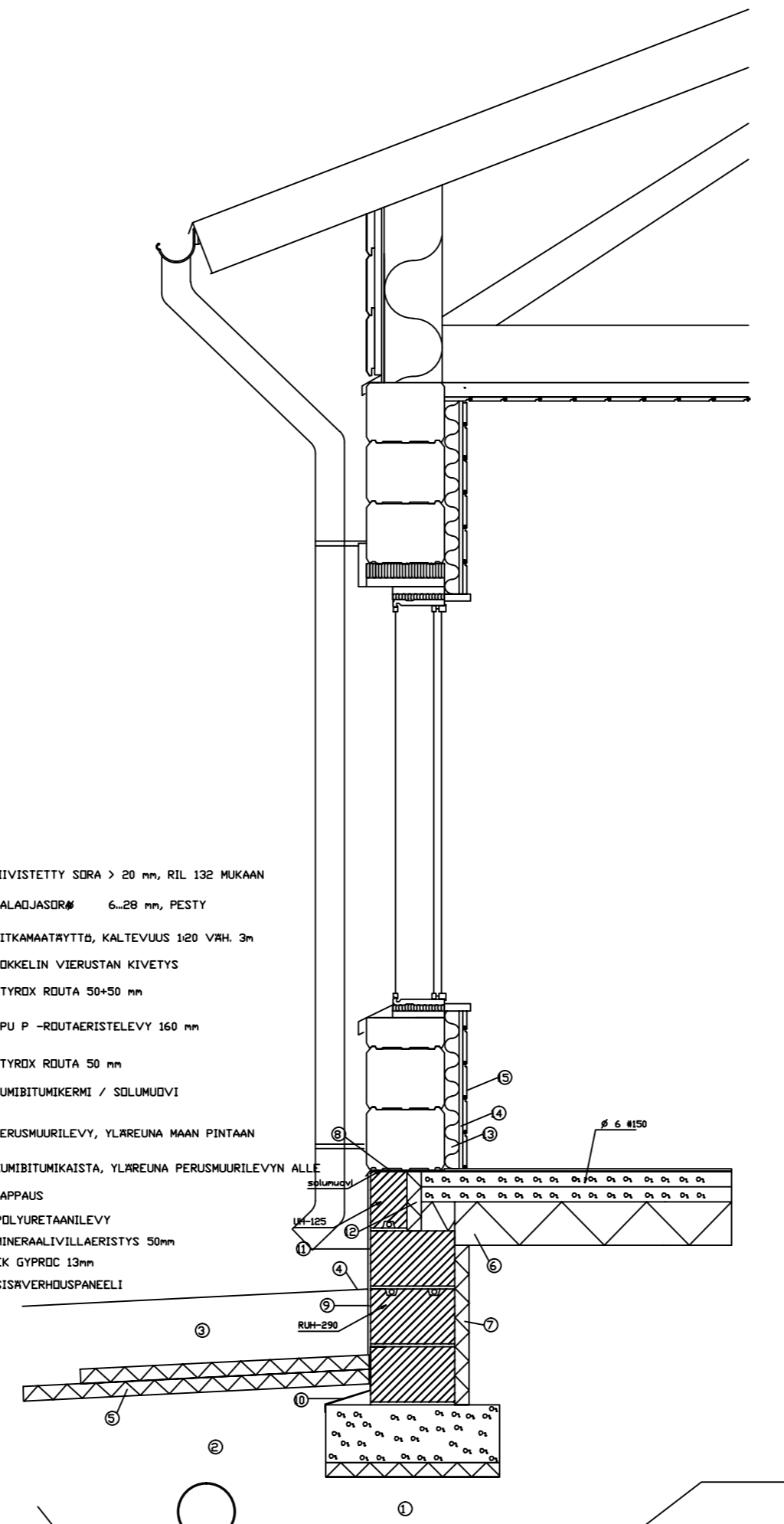
# DETALJIT



1. TIIVISTETTY SORA > 20 mm, RIL 132 MUKAAN
2. SALAJASOR# 6...28 mm, PESTY
3. KITKAMAATAYTTÄ, KALTEVUUS 1:20 VÄH. 3m
4. SOKKELIN VIERUSTAN KIVETYS
5. STYRDX ROUTA 50+50 mm
6. SPU P -ROUTAERISTELEVY 160 mm
7. STYRDX ROUTA 50 mm
8. KUMIBITUMIKERMI / SOLUMUOVI
9. PERUSMUURILEVY, YLÄREUNA MAAN PINTAAN
10. KUMIBITUMIKAISTA, YLÄREUNA PERUSMUURILEVYN ALLE
11. RAPPAUS
12. POLYURETAANILEVY
13. PAINUMAVARA 50mm

K.O.SA	KORTTELI/TILA	TONTTI/Rno	RAKENUSLUVAN TUNNUS
RAKENUSTOMENPIDE	UUDISRAKENNUS	PIIRUSTUSLAI	PÄÄPIIRUSTUS
		JUOKS.No	1
RAKENUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE	Hirsitalo Oulu	PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	MITTAKAAVAT
		DET 3 Ulkoseinä ja perustus	1:10
SAUNALA	TYÖ No	PIR.No	MUUTOS
ARK			
PAIVÄYS	YHT.HENK.		
	Samuel Sassi		

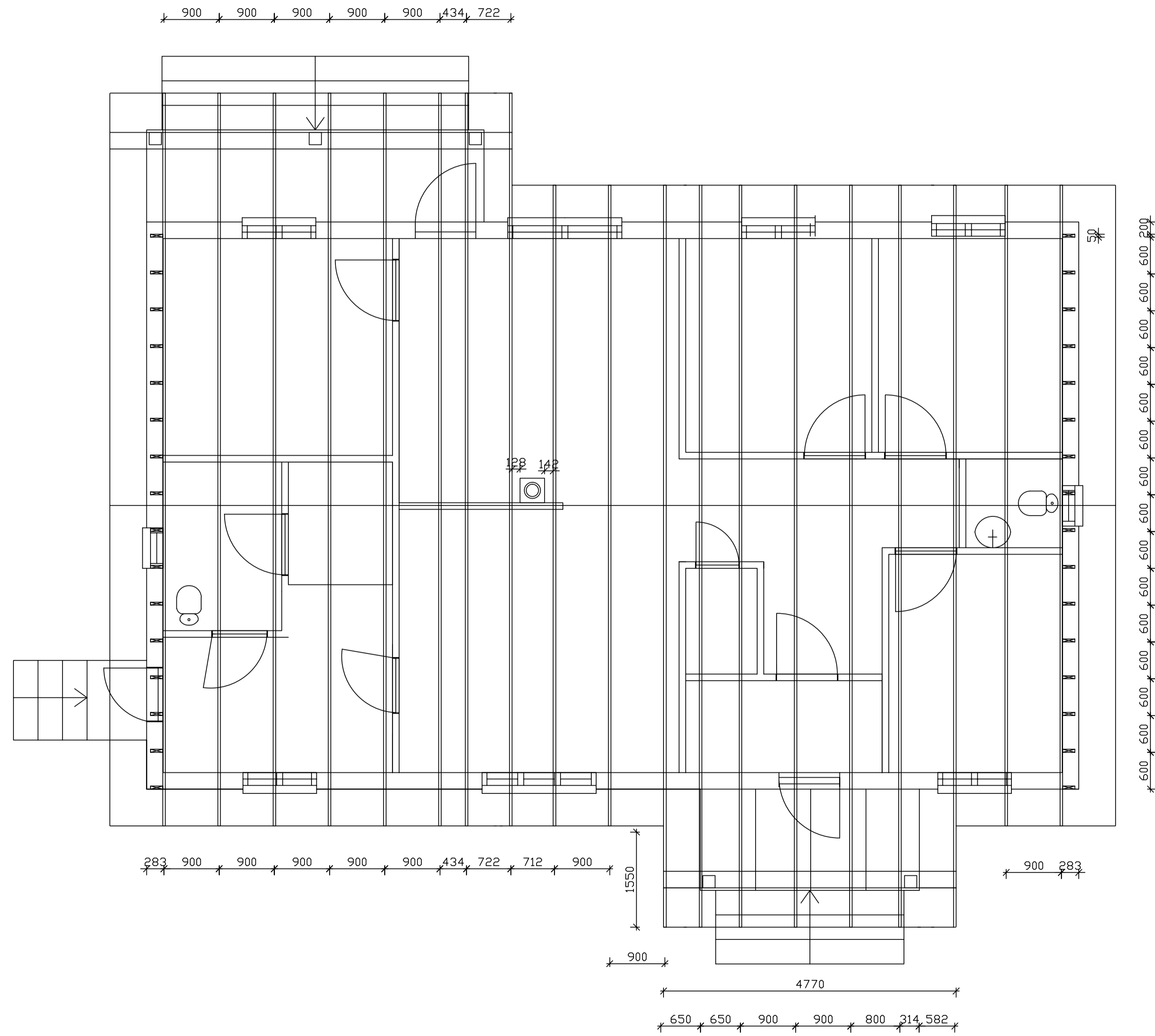
# DETALJIT



1. TIIVISTETTY SORA > 20 mm, RIL 132 MUKAAN
2. SALAJASOR# 6...28 mm, PESTY
3. KITKAMAATYTTÖ, KALTEVUUS 1:20 VRH. 3m
4. SOKKELIN VIERUSTAN KIVETYS
5. STYROX ROUTA 50+50 mm
6. SPU P -ROUTAERISTELEVY 160 mm
7. STYROX ROUTA 50 mm
8. KUMBITUMIKERMI / SOLUMUDVI
9. PERUSMUURILEVY, YLÄREUNA MAAN PINTAAN
10. KUMBITUMIKAISTA, YLÄREUNA PERUSMUURILEVYN ALLE
11. RAPPAUS
12. POLYURETAANILEVY
13. MINERAALIVILLAERISTYS 50mm
14. EK GYPRDC 13mm
15. SISÄVERHOUSPANEELI

K.OSA	KORTTELI/TILA	TONTTI/RNo	RAKENNUSLUVAN TUNNUS
RAKENNUSOIMENPIDE UUDISRAKENNUS			PIIRUSTUSLAJI PÄÄPIIRUSTUS JUOKS.No 1
RAKENNUSKOHTEN NIMI JA OSOITE Hirsitalo Oulu			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ Makuuhuone lisäeristys DET MITTAKAAVAT 1:20
			SUUN.ALA ARK PÄIVÄYS
			TYÖ No PIIR.No MUUTOS YHT.HENK. Samuel Sassi

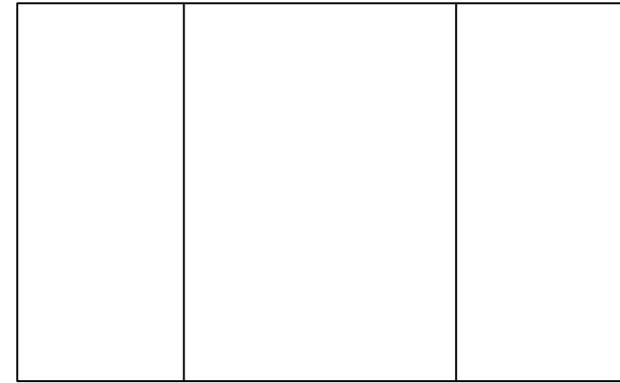
# Ristikkojako



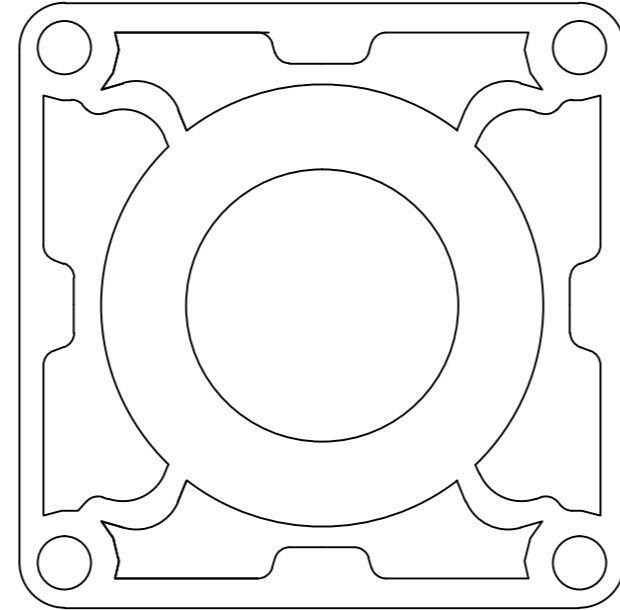
K.OSA	KORTTELI/TILA	TONTTI/RNo	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSLOMAKUNNAN UUDISRAKENNUS	PIIRUSTUSLAJI PÄÄPIIRUSTUS	JUKS.No 1		
RAKENNUSKOHTAAN NIMI JA Osoite Hirsitalo Oulu	PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ Ristikkojako	MITTAKAAVAT 1:50		
SUUNNITTELIJA ARK	TYÖ No	PIIR.No	MUUTOS	
PÄIVÄYS	YHTIENK.	Samuel Sassi		

# Hormipiirros

LIITE 6



180



400

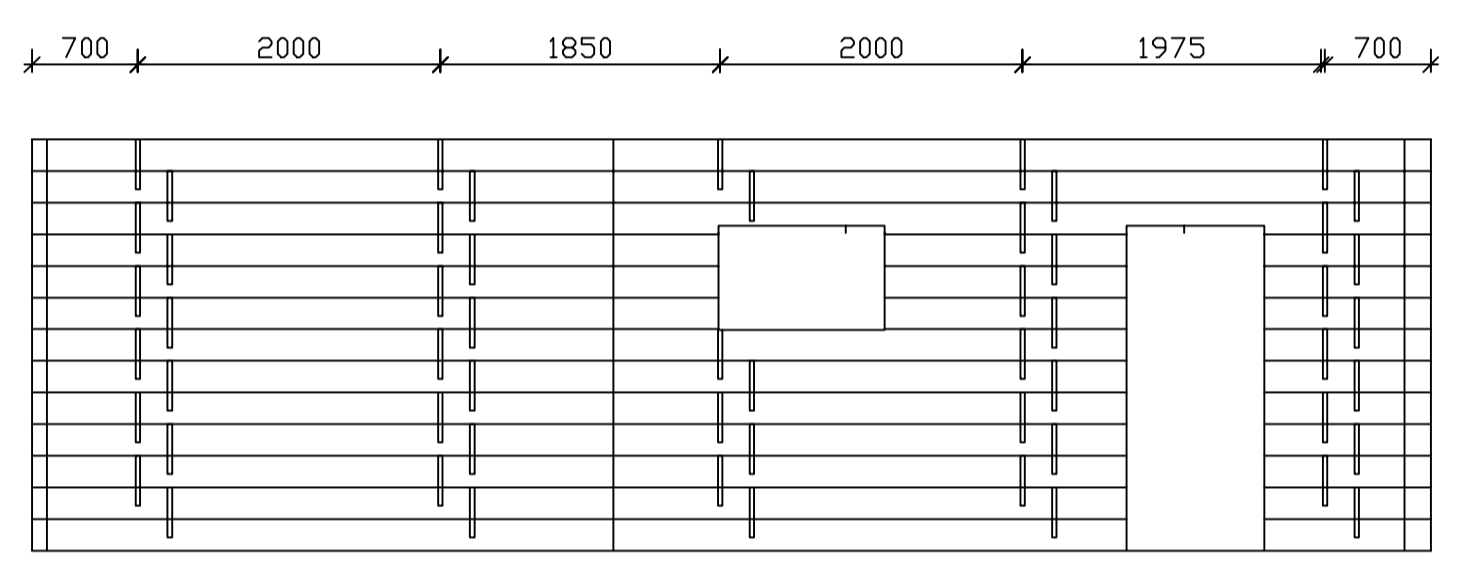
400

K.OSA	KORTTELI/TILA	TONTTI/RNo	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSOIMENPIDE UUDISRAKENNUS			PIIRUSTUSLAJI PÄÄPIIRUSTUS	JUOKS.No 1
RAKENNUSKOHTeen NIMI JA OSOITE Hirsitalo Oulu			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ hormipiirros	MITTAKAAVAT 1:5
	SUUN.ALA ARK	TYÖ No	PIIR.No	MUUTOS
	PÄIVÄYS	YHT.HENK. Samuel Sassi		

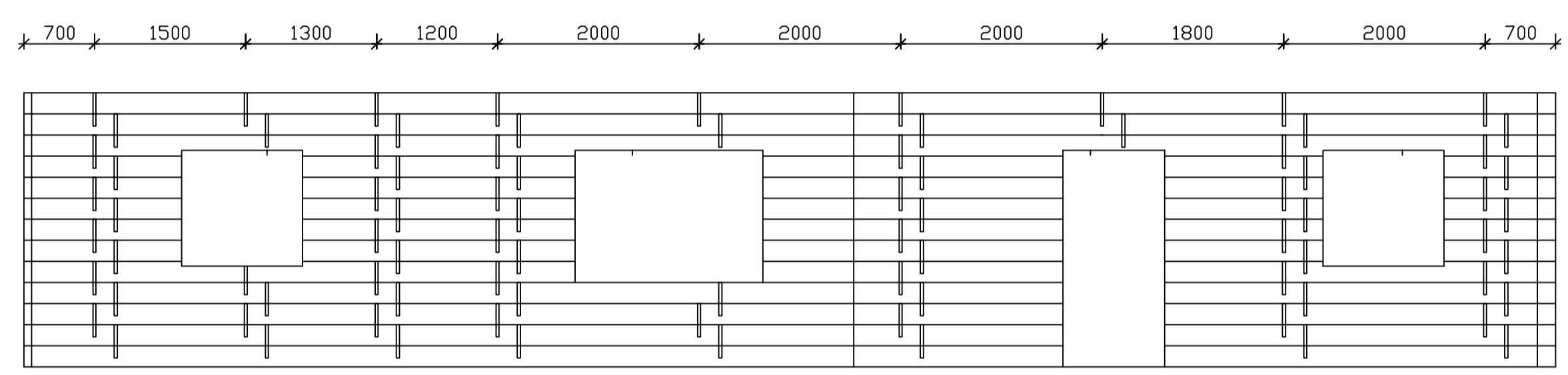


VAARNATAPIT

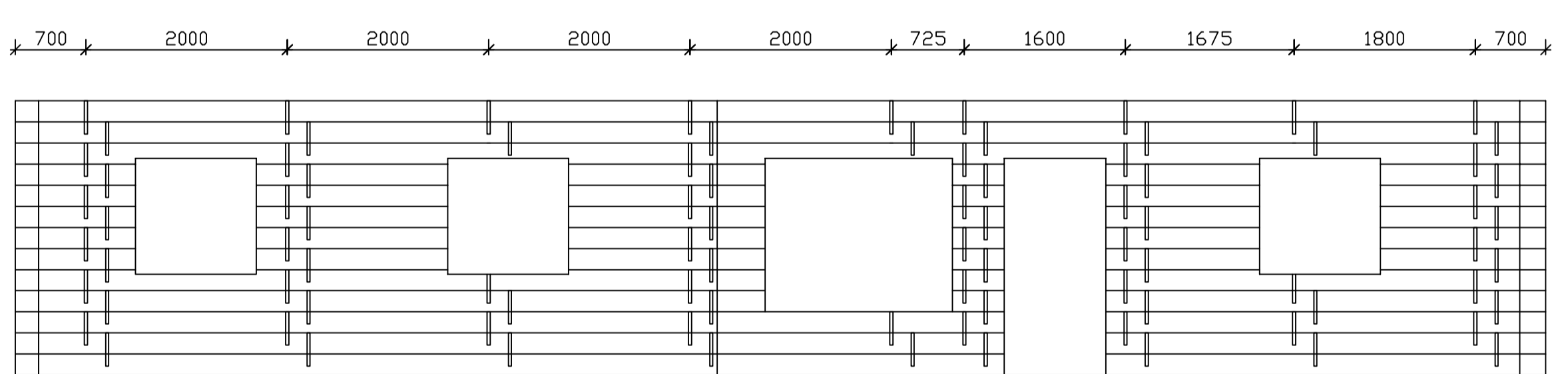
JULKISIVU LÄNSI



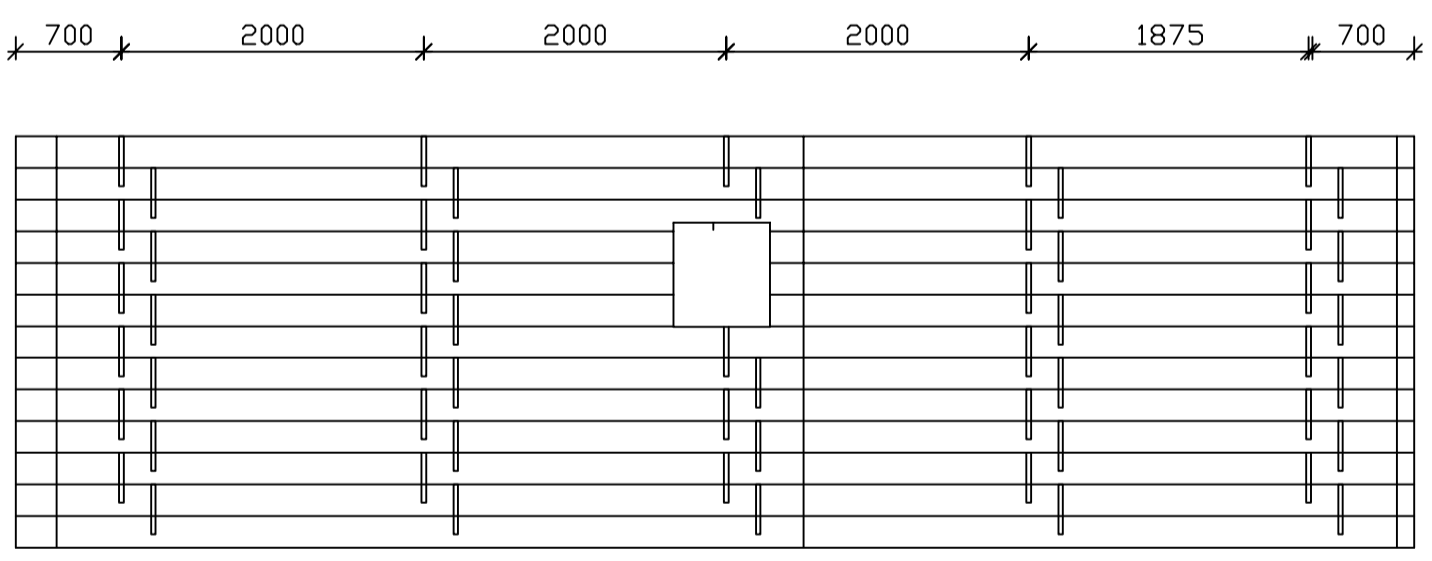
JULKISIVU ETELÄ



JULKISIVU POHJOINEN



JULKISIVU ITÄ

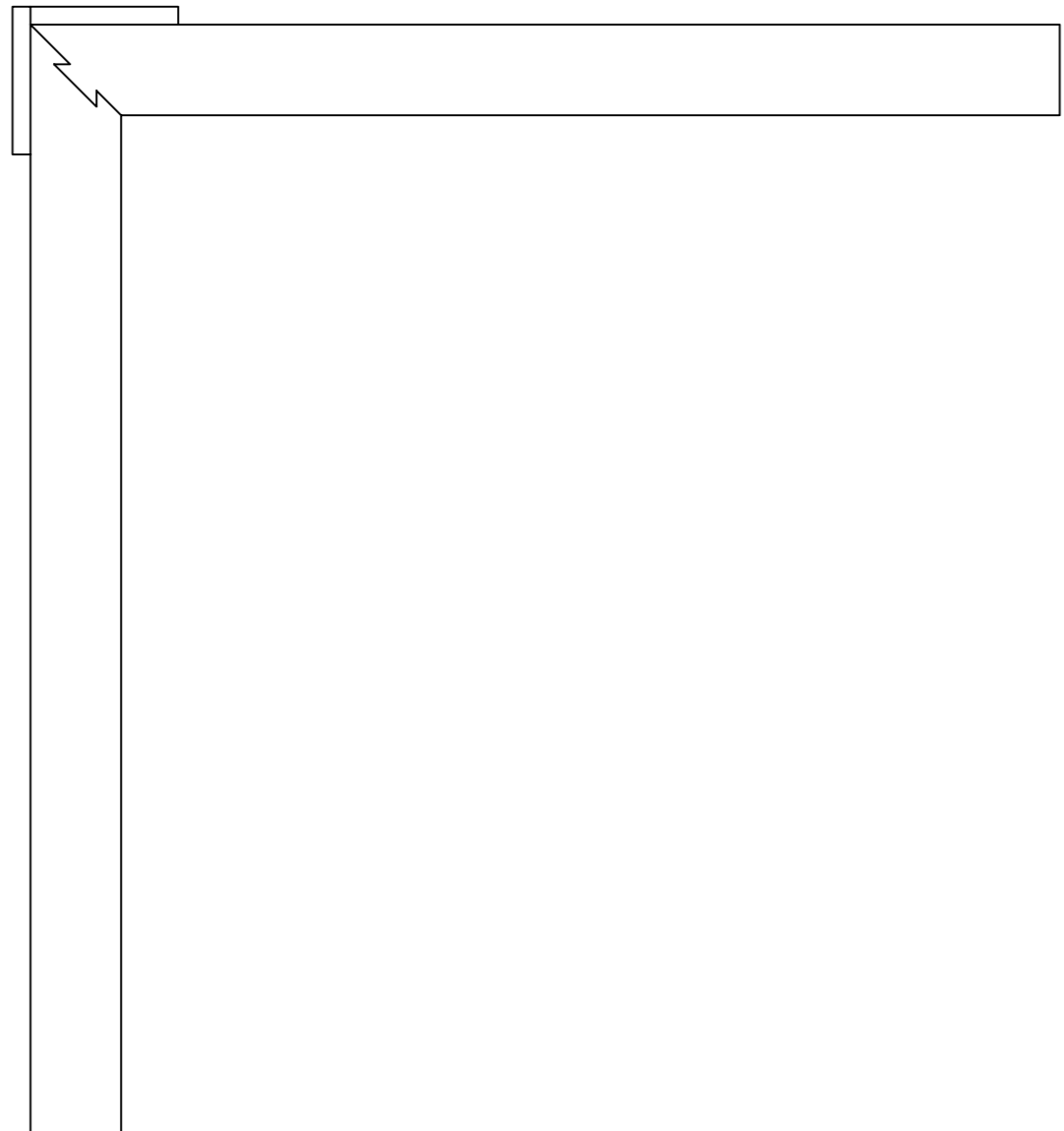


PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

K.Osa	Korttel/tila	Tontti/Rno	Rakennusluvun tunnus	
Rakennusvaihe	Uudisrakennus		Piirustuslaji	Juoks.No
			Pääpiirustus	1
Rakennuskohteen nimi ja osoite	Hirsitalo Oulu		Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
			Vaarnatopit	1:50
			Suunnala	Työ No
			ARK	PIR.No
			Päiväys	Muutos
			Yht.Henkilö	
			Samuel Sassi	

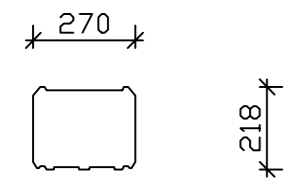
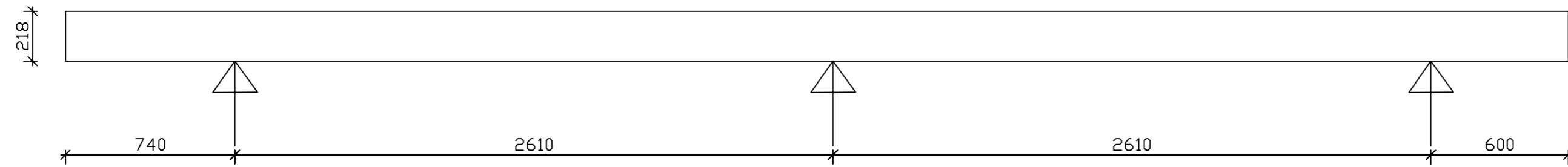
## Hirsinurkka (lohenpystö)



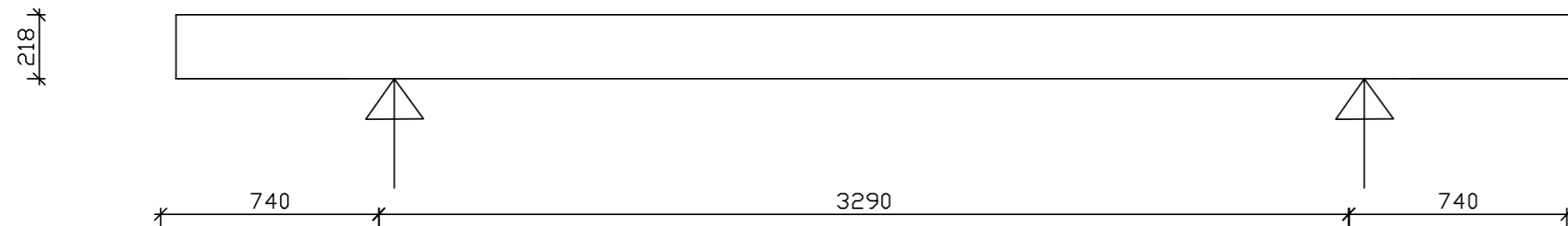
K.OSA	KORTTELI/TILA	TONTTI/RNo	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSLOMAKUNNAN UUDISRAKENNUS			PIIRUSTUSLAJI PÄÄPIIRUSTUS	JUOKS.No 1
RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSOITE Hirsitalo Oulu			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ Nurkkaratkaisu	MITTAKAAVAT 1:20
	SUUN.ALA ARK	TYÖ No	PIIR.No	MUUTOS
	PÄIVÄYS	YHT.HENK. Samuel Sassi		

# TERASSIPALKIT

takaterassi



etuterassi



K.OSA	KORTTELI/TILA	TONTTI/RNo	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSOIMENPIDE UUDISRAKENNUS			PIIRUSTUSLAJI PÄÄPIIRUSTUS	JUOKS.No 1
RAKENNUSKOHTeen NIMI JA OSOITE Hirsitalo Oulu			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ TERASSIPALKIT	MITTAKAAVAT 1:20
			SUUN.ALA ARK	TYÖ No PIIR.No MUUTOS
			PÄIVÄYS	YHT.HENK. Samuel Sassi

## RISTIKON TILAUSKAAVIO

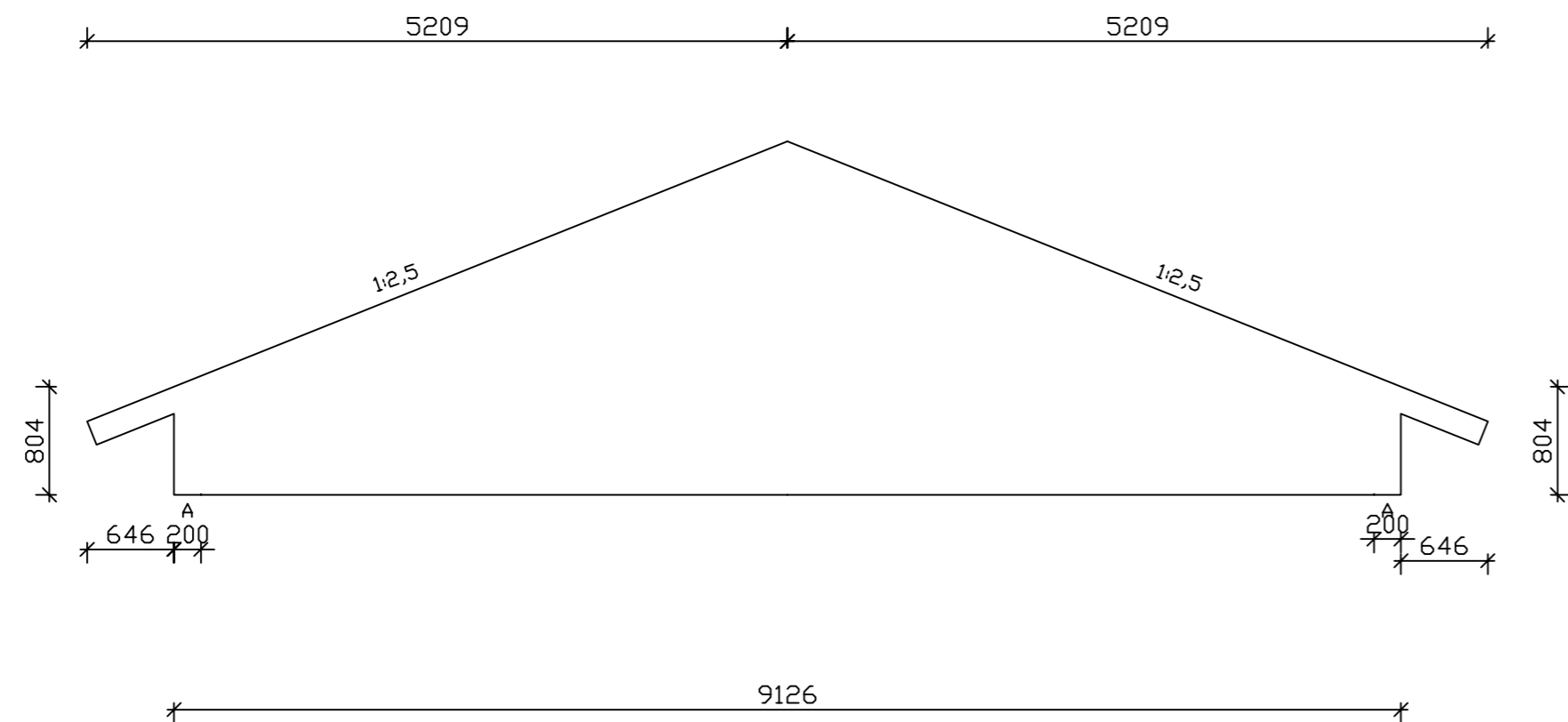
LIITE 10

## KANNATIN K1

kannatinjako 900 mm  
 ruodejako 300 mm  
 tukimateriaali puu  
 lappeellaan  
 tuentatapa a-b  
 kappalemäärä 19kpl

## KOSTEUSLUOKKA 2

kuormitukset lumikuorma 2,5kN/m<sup>2</sup>  
 rakenteet 0,93kN/m<sup>2</sup>



K.OSA	KORTTELI/TILA	TONTTI/RNo	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSOIMENPIDE UUDISRAKENNUS			PIIRUSTUSLAJI PÄÄPIIRUSTUS	JUOKS.No 1
RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSOITE Hirsitalo Oulu			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ Ristikon tilauskaavio	MITTAKAAVAT 1:50
			SUUN.ALA ARK	TYÖ No PIIR.No MUUTOS
			PÄIVÄYS	YHT.HENK. Samuel Sassi

# Lapepalkin mitoitus:

Liite 11/1

===== 19.4.2011 =====  
Finnwood 2.3 ( 2.3.027)

===== 19.4.2011 =====

## PROJEKTITIEDOT:

Nimi: ?

Z:\...\lapepalkki.s01

===== 19.4.2011 =====

## RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Kattopalkki/laatta  
Materiaali: KERTO-S syrjällään  
Poikkileikkaus: 39x300 (B=39 mm, H=300 mm)  
Käyttöluokka: 2  
Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)  
Kulma: 22.0 astetta  
Jako/kuormituslev.: 900 mm (pintakuormille)

### Uloke-/jännevälipituudet:

Uloke/jänneväli:	Vaakamitta [mm]:	Pystymitta [mm]:	Aksiaalinen [mm]:
Vasen uloke	600.0	242.4	647.1
Jänneväli 1	4625.0	1868.6	4988.2
Yhteensä:	5225.0	2111.0	5635.3

Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	647	200	Liukutuki (Z)
2:	5635	95	Kiinteä niveltuki (X,Z)

fm,k (My): 44.00 N/mm2  
fm,k (Mz): 50.00 N/mm2  
fc,0,k: 35.00 N/mm2  
fc,90,k: 6.00 N/mm2  
ft,0,k: 33.70 N/mm2  
fv,k (Vz): 4.10 N/mm2  
fv,k (Vy): 2.30 N/mm2  
E,mean: 13800 N/mm2  
G,mean: 600 N/mm2  
E 0.05: 11600 N/mm2  
G 0.05: 400 N/mm2

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

kdef: 0.800

===== 19.4.2011 =====

## KUORMITUSTIEDOT:

### Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Rakenneosan paino:	QZ = 0.060 kN/m	x = 0 - 5635 mm
Pintakuorma: 1:	QZ = 0.930 kN/m2	x = 0 - 647 mm
Pintakuorma: 2:	QZ = 0.930 kN/m2	x = 647 - 5635 mm

### Lumikuorma (Lumikuorma Sk<2.75 kN/m2, Keskipitkä):

Pintakuorma: 1:	QZ = 1.960 kN/m2	x = 0 - 5635 mm
-----------------	------------------	-----------------

===== 19.4.2011 =====

## KUORMITUSYHDISTELMÄT:

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)  
1.00\*1.35\*Omapaino

# Lapepalkin mitoitus:

Liite 11/2

-----  
 Yhdistelmä 2 (MRT, Keskipitkä)  
 1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*Lumikuorma

-----  
 Yhdistelmä 4 (MRT, Hetkellinen)  
 1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*0.70\*Lumikuorma

-----  
 Yhdistelmä 7 (MRT, Hetkellinen)  
 1.00\*1.15\*Omapaino

-----  
 Yhdistelmä 9 (MRT, Hetkellinen)  
 0.90\*Omapaino

-----  
 Yhdistelmä 12 (KRT)  
 1.00\*Omapaino

-----  
 Yhdistelmä 13 (KRT)  
 1.00\*Omapaino + 1.00\*Lumikuorma

-----  
 Yhdistelmä 15 (KRT)  
 1.00\*Omapaino + 1.00\*0.70\*Lumikuorma

===== 19.4.2011 =====

## MITOITUS:

-----  
 Mitoitusstandardi: EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RIL 205-1-2009  
 Kokonaiskäyttöaste: 90.3 %

## MITOITUSPARAMETRIT:

-----  
 Taipumaraja  $W_{net,fin}$ : L/200  
 Korotuskerroin, vasen uloke: 2.00  
 Korotuskerroin, oikea uloke: 2.00  
 Nurjahdus z-suuntaan:  $L_c = 1.00 \cdot L$   
 Nurjahdus y-suuntaan:  $L_c = 400.00$  mm  
 Kiepahdus taivutuksesta  $M_y$  (y-askelin suhteen):  
 Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella:  $L_{k1} = 400.00$  mm  
 Kiepahdustukiväli rakenteen alapuolella:  $L_{k2} = 600.00$  mm  
 Kuormitus vaikuttaa rakenteen yläpintaan ( $L_{ef1} = L_{k1} + 2x_H$  ja  $L_{ef2} = L_{k2}$ )  
 HUOM!  $L_{k1}$ :ta käytetään, kun  $M_y > 0$  ja  $L_{k2}$ :ta, kun  $M_y < 0$

## MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z): Keskipitkä	8.19 kN	21.32 kN	38.4 %	647 mm	Yhdistelmä 2/1,
Veto: Keskipitkä	3.20 kN	262.87 kN	1.2 %	5635 mm	Yhdistelmä 2/1,
Puristus: Keskipitkä	3.31 kN	208.12 kN	1.6 %	647 mm	Yhdistelmä 2/1,
Taivutus ( $M_y$ ): Keskipitkä	9.71 kNm	12.19 kNm	79.6 %	3240 mm	Yhdistelmä 2/1,
(ilman kiepahdusta): Keskipitkä	9.71 kNm	17.16 kNm	56.6 %	3240 mm	Yhdistelmä 2/1,
Taivutus+veto: Keskipitkä	0.57	1.00	56.6 %	3240 mm	Yhdistelmä 2/1,
( $M_y=9.71$ kNm, $M_z=0.00$ kNm, $N_x=0.07$ kN) Taivutus+puristus: Keskipitkä	0.63	1.00	63.3 %	3099 mm	Yhdistelmä 2/1,
( $M_y=9.70$ kNm, $M_z=0.00$ kNm, $N_x=0.11$ kN) Tukipaine, tuki 1: Keskipitkä	10.28 kN	40.56 kN	25.4 %	647 mm	Yhdistelmä 2/1,
Tukipaine, tuki 2: Keskipitkä	7.92 kN	19.50 kN	40.6 %	5635 mm	Yhdistelmä 2/1,
Tukipaine, tuki 3: Keskipitkä	7.92 kN	19.50 kN	40.6 %	5635 mm	Yhdistelmä 2/1,
Tukipaine, tuki 4: Keskipitkä	7.92 kN	19.50 kN	40.6 %	5635 mm	Yhdistelmä 2/1,
Tukipaine, tuki 5: Keskipitkä	7.92 kN	19.50 kN	40.6 %	5635 mm	Yhdistelmä 2/1,
Vasen uloke, Winst: Vasen uloke, $W_{net,fin}$ :	-5.9 mm -8.2 mm	-- mm -- mm	0.0 % 0.0 %	0 mm 0 mm	Yhdistelmä 13/1 Yhdistelmä 13/1
jänneväli 1, Winst:	16.2 mm	-- mm	0.0 %	3099 mm	Yhdistelmä 13/1

# Lapepalkin mitoitus:

Liite 11/3

jänneväli 1, Wnet,fin: 22.5 mm 24.9 mm 90.3 % 3099 mm Yhdistelmä 13/1

## ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 2/1 (Keskipitkä):

1.15\*Omapaino + 1.50\*Lumikuorma

Yhdistelmä 13/1 :

1.00\*Omapaino + 1.00\*Lumikuorma

## VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
Nx,max	3.31 kN	647 mm
Vz,max	8.19 kN	647 mm
My,max	9.71 kNm	3240 mm

===== 19.4.2011 =====

## TUKIREAKTIOT:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	11.09 kN	2.57 kN	8.06 kN	2.85 kN
2:	8.54 kN	1.98 kN	6.21 kN	2.20 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

===== 19.4.2011 =====

## TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

Kuormitustapaus:	Omapaino
Tuki:	FZ [kN]:
1:	2.85
2:	2.20

Kuormitustapaus:	Lumikuorma
Tuki:	FZ [kN]:
1:	5.21
2:	4.01

===== 19.4.2011 =====

## 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-00482-10)
- 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
- Rakennesuunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetaljeihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin muodostu vesitaskuja

===== 19.4.2011 =====

Tiedosto Tietokannat Asetukset Ohje

Aktiivinen projekti:  
Ei aktiivista projektia

RAKENNEMALLI Reiät Kuormitus MITOITUS Laskentatulokset TULOSTE

Poikkileikkaustyyppi:  
Suorakaide

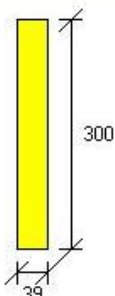
Materiaali:  
KERTO-S syrjällään

Käyttöluokka:  
2

Seuraamusluokka:  
CC2 (KFI=1.0)

Poikkileikkauslista:  
39x300

MATERIAALI: KERTO-S syrjällään  
MUOTO: Suorakaide  
LEVEYS B: 39 mm  
KORKEUS H: 300 mm  
K-JAKO/KUORM.LEV.: 900 mm  
PITUUS: 5635 mm



Etsi ensimmäinen sopiva (listan alusta)

Etsi seuraava sopiva (valitusta eteenpäin)

Edellinen Seuraava

Etsi vaadittava k-jako

KOKONAISKÄYTTÖASTE = 90.3 %

Kattopalkki/laatta KERTO-S syrjällään 39x300 (k900, L=5635)

**HUOM! Tarkista rakenteen laskenta-asetukset ennen kuin teet poikk**

Murtorajatilatarkastelut (MRT) ----- Asetukset...

Nujahdustarkastelu ----- Asetukset...

Kiepahdustarkastelu ----- Asetukset...

Käyttöraajatilatarkastelut (KRT)

Taipumatarkastelu ----- Asetukset...

MURTORAJATILAMITOITUS (MRT): (80 %)

- Leikkaus (Vz): 8.19 kN, (38 %), x = 647 mm
- Veto: 3.20 kN, (1 %), x = 5635 mm
- Puristus: 3.31 kN, (2 %), x = 647 mm
- Taivutus (My): 9.71 kNm, (80 %), x = 3240 mm (Lef=1000 mm)
- (ilman kiepahdusta): 9.71 kNm, (57 %), x = 3240 mm
- Taivutus+veto: 0.57, (57 %), x = 3240 mm (Lef=1000 mm)
- Taivutus+puristus: 0.63, (63 %), x = 3099 mm (Lef=1000 mm)
- Tukipaine, tuki 1: (25 %), tukipainekerroin = 1.30
- Tukipaine, tuki 2: (41 %), tukipainekerroin = 1.32

KÄYTTÖRAJATILAMITOITUS (KRT): (90 %)

- Taipumamitoitus: (90%)
  - vasen uloke (0%)
    - Winst = -5.9 mm (0%), x = 0 mm
    - Wnet,fin = -8.2 mm (0%), x = 0 mm
  - jänneväli 1 (90%)
    - Winst = 16.2 mm (0%), x = 3099 mm
    - Wnet,fin = 22.5 mm (90%), x = 3099 mm



# Kurkipalkin mitoitus:

Liite 12/1

===== 19.4.2011 =====  
Finnwood 2.3 ( 2.3.027)

===== 19.4.2011 =====  
PROJEKTITIEDOT:

Nimi: ?

Z:\...\kurkipalkki.s01

===== 19.4.2011 =====  
RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Lattiapalkki/laatta  
Materiaali: KERTO-S syrjällään  
Poikkileikkaus: 2x75x450 (B=150 mm, H=450 mm)  
Käyttöluokka: 1  
Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)  
Jako/kuormituslev.: 4856 mm (pintakuormille)

Uloke-/jännevälipituudet:  
Uloke/jänneväli: Vaakamitta [mm]:  
Vasen uloke 730.0  
Jänneväli 1 6653.0  
Jänneväli 2 8277.0  
Oikea uloke 730.0  
Yhteensä: 16390.0

Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	730	270	Kiinteä niveltuki (X,Z)
2:	7383	90	Liukutuki (Z)
3:	15660	270	Liukutuki (Z)

fm,k (My): 41.91 N/mm<sup>2</sup>  
fm,k (Mz): 50.00 N/mm<sup>2</sup>  
fc,0,k: 35.00 N/mm<sup>2</sup>  
fc,90,k: 6.00 N/mm<sup>2</sup>  
ft,0,k: 31.61 N/mm<sup>2</sup>  
fv,k (Vz): 4.10 N/mm<sup>2</sup>  
fv,k (Vy): 2.30 N/mm<sup>2</sup>  
E,mean: 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>

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

kdef: 0.600

===== 19.4.2011 =====  
KUORMITUSTIEDOT:

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):  
Rakenneosan paino: QZ = 0.344 kN/m x = 0 - 16390 mm  
Pintakuorma: 1: QZ = 0.930 kN/m<sup>2</sup> x = 0 - 16390 mm

Lumikuorma (Lumikuorma Sk<2.75 kN/m<sup>2</sup>, Keskipitkä):  
viivakuorma: 1: QZ = 2.500 kN/m x = 0 - 16390 mm (lumikuorma)

===== 19.4.2011 =====  
KUORMITUSYHDISTELMÄT:

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)  
1.00\*1.35\*Omapaino

# Kurkipalkin mitoitus:

Liite 12/2

-----  
 Yhdistelmä 2 (MRT, Keskipitkä)  
 1.00\*1.15\*Omapaino

-----  
 Yhdistelmä 3 (MRT, Keskipitkä)  
 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

===== 19.4.2011 =====  
**MITOITUS:**

-----  
 Mitoitusstandardi: EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RIL 205-1-2009  
 Kokonaiskäyttöaste: 96.6 %

-----  
**MITOITUSPARAMETRIT:**

Taipumaraja Winst: L/400  
 Taipumaraja Wnet,fin: L/300  
 Korotuskerroin, vasen uloke: 2.00  
 Korotuskerroin, oikea uloke: 2.00  
 Nurjahdus on estetty molempiin suuntiin (y ja z)  
 Kiepahdus taivutuksesta My (y-askelin suhteen):  
 Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella: Lk1 = 300.00 mm  
 Kiepahdustukiväli rakenteen alapuolella: Lk2 = Päätukien välimatka  
 Kuormitus vaikuttaa rakenteen yläpintaan (Lef1 = Lk1+2xH ja Lef2 = Lk2)  
 HUOM! Lk1:ta käytetään, kun My>0 ja Lk2:ta, kun My<0

-----  
**MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:**

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z): Keskipitkä	46.34 kN	123.00 kN	37.7 %	7383 mm	Yhdistelmä 5/1,
Taivutus (My): Keskipitkä (ilman kiepahdusta):	66.12 kNm	68.98 kNm	95.9 %	7383 mm	Yhdistelmä 5/1,
Keskipitkä	66.12 kNm	141.45 kNm	46.7 %	7383 mm	Yhdistelmä 5/1,
Tukipaine, tuki 1: Keskipitkä	28.32 kN	198.00 kN	14.3 %	730 mm	Yhdistelmä 5/1,
Tukipaine kerroin = 1.22					
Tukipaine, tuki 2: Keskipitkä	86.97 kN	90.00 kN	96.6 %	7383 mm	Yhdistelmä 5/1,
Tukipaine kerroin = 1.67					
Tukipaine, tuki 3: Keskipitkä	37.78 kN	198.00 kN	19.1 %	15660 mm	Yhdistelmä 5/1,
Tukipaine kerroin = 1.22					
Vasen uloke, Winst:	-1.5 mm	-- mm	0.0 %	0 mm	Yhdistelmä 16/1
Vasen uloke, Wnet,fin:	-2.1 mm	-- mm	0.0 %	0 mm	Yhdistelmä 16/1
jänneväli 1, Winst:	4.2 mm	16.6 mm	25.0 %	3278 mm	Yhdistelmä 16/1
jänneväli 1, Wnet,fin:	6.0 mm	22.2 mm	26.9 %	3278 mm	Yhdistelmä 16/1
jänneväli 2, Winst:	16.3 mm	20.7 mm	78.8 %	11883 mm	Yhdistelmä 16/1
jänneväli 2, Wnet,fin:	23.4 mm	27.6 mm	85.0 %	11883 mm	Yhdistelmä 16/1
Oikea uloke, Winst:	-4.6 mm	-- mm	0.0 %	16390 mm	Yhdistelmä 16/1
Oikea uloke, Wnet,fin:	-6.6 mm	-- mm	0.0 %	16390 mm	Yhdistelmä 16/1

-----  
**ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT**

# Kurkipalkin mitoitus:

Liite 12/3

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	46.34 kN	7383 mm
My,max	66.12 kNm	7383 mm

===== 19.4.2011 =====

## TUKIREAKTIOT:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	28.32 kN	13.26 kN	22.32 kN	14.74 kN
2:	86.97 kN	40.73 kN	68.54 kN	45.26 kN
3:	37.78 kN	17.70 kN	29.77 kN	19.66 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

===== 19.4.2011 =====

## TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

Kuormitustapaus: Omapaino

Tuki:	FZ [kN]:
1:	14.74
2:	45.26
3:	19.66

Kuormitustapaus: Lumikuorma

Tuki:	FZ [kN]:
1:	7.58
2:	23.28
3:	10.11

===== 19.4.2011 =====

## 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-00482-10)
- 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
- Rakenneseosan koon vaikutus lujuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
- Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetaljeihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin muodostu vesitaskuja

===== 19.4.2011 =====

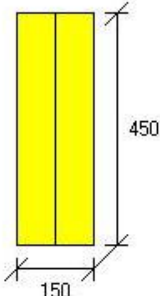
Tiedosto Tietokannat Asetukset Ohje

Aktiivinen projekti:  
Ei aktiivista projektia

RAKENNEMALLI Reiät Kuormitus MITOITUS Laskentatulokset TULOSTE

Poikkileikkaustyyppi:  
Suorakaide  
Materiaali:  
KERTO-S syrjällään  
Käyttöluokka:  
1  
Seuraamusluokka:  
CC2 (KFI=1.0)  
Poikkileikkauslista:  
2x75x450

MATERIAALI: KERTO-S syrjällään  
MUOTO: Suorakaide  
LEVEYS B: 150 mm  
KORKEUS H: 450 mm  
K-JAKO/KUORM.LEV.: 4856 mm  
PITUUS: 16390 mm



Murtorajatilatarkastelu (MRT) ..... Asetukset...  
 Nurjahdustarkastelu ..... Asetukset...  
 Kiepahdustarkastelu ..... Asetukset...  
 Käyttöraajatilatarkastelu (KRT)  
 Taipumataarkastelu ..... Asetukset...  
 Värähtelytarkastelu ..... Asetukset...

**HUOM! Tarkista rakenteen laskenta-asetukset ennen kuin teet poi**

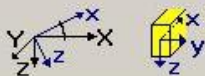
- MURTORAJATILAMITOITUS (MRT): (97 %)
  - Leikkaus (Vz): 46.34 kN, (38 %), x = 7383 mm
  - Taivutus (My): 66.12 kNm, (96 %), x = 7383 mm (Lef=8277 mm)
  - (ilman kiepahdusta): 66.12 kNm, (47 %), x = 7383 mm
  - Tukipaine, tuki 1: (14 %), tukipainekerroin = 1.22
  - Tukipaine, tuki 2: (97 %), tukipainekerroin = 1.67
  - Tukipaine, tuki 3: (19 %), tukipainekerroin = 1.22
- KÄYTTÖRAJATILAMITOITUS (KRT): (85 %)
  - Taipumamitoitus: (85%)
    - vasen uloke (0%)
    - jänneväli 1 (27%)
    - jänneväli 2 (85%)
    - oikea uloke (0%)

Etsi ensimmäinen sopiva (listan alusta)

Etsi seuraava sopiva (valitusta eteenpäin)

Edellinen Seuraava

Etsi vaadittava k-jako



**KOKONAISKÄYTTÖASTE = 96.6 %**

Lattiapalkki/laatta KERTO-S syrjällään 2x75x450 (k4856, L=16390)

# Tukipilarin mitoitus:

Liite 13/1

===== 19.4.2011 =====  
Finnwood 2.3 ( 2.3.027)

===== 19.4.2011 =====

## PROJEKTITIEDOT:

-----  
-----

Nimi: ?

Z:\...\keskitolppa.s01

===== 19.4.2011 =====

## RAKENNETIEDOT:

-----

Rakennetyyppi: Pileri  
Materiaali: GL24h  
Poikkileikkaus: 115x180 (B=115 mm, H=180 mm)  
Käyttöluokka: 1  
Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)  
Kulma: 90.0 astetta  
Jako/kuormituslev.: 600 mm (pintakuormille)

### Uloke-/jännevälipituudet:

Uloke/jänneväli: Pystymitta [mm]:  
Jänneväli 1: 4481.0  
Yhteensä: 4481.0

Tuki: Sijainti x [mm]: Tyyppe:  
1: 0 Jäykkä tuki  
2: 4481 Liikutuki (X)

-----  
fm,k (My): 26.40 N/mm2  
fm,k (Mz): 24.00 N/mm2  
fc,0,k: 24.00 N/mm2  
fc,90,k: 2.70 N/mm2  
ft,0,k: 18.15 N/mm2  
fv,k (Vz): 2.70 N/mm2  
fv,k (Vy): 2.70 N/mm2  
E,mean: 11600 N/mm2  
G,mean: 720 N/mm2  
E 0.05: 9400 N/mm2  
G 0.05: 580 N/mm2

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

-----  
kdef: 0.600

===== 19.4.2011 =====

## KUORMITUSTIEDOT:

-----

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):  
Pistekuorma: 1: FZ = 1.20 kN x = 4481.0 mm  
Rakenneosan paino: QZ = 0.103 kN/m x = 0 - 4481 mm

-----  
Hyötykuorma (Hyötykuorma A, Keskipitkä, MRT/KRT-liikkuvuus = 100.0 %):  
Pistekuorma: 1: FZ = 86.97 kN x = 4481.0 mm

===== 19.4.2011 =====

## KUORMITUSYHDISTELMÄT:

-----

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)  
0.90\*Omapaino

-----

# Tukipilarin mitoitus:

Liite 13/2

Yhdistelmä 2 (MRT, Pysyvä)  
1.00\*1.35\*Omapaino

Yhdistelmä 3 (MRT, Keskipitkä)  
1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*Hyötykuorma

Yhdistelmä 5 (MRT, Keskipitkä)  
1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*0.70\*Hyötykuorma

Yhdistelmä 9 (KRT)  
1.00\*Omapaino

Yhdistelmä 10 (KRT)  
1.00\*Omapaino + 1.00\*Hyötykuorma

Yhdistelmä 11 (KRT)  
1.00\*Omapaino + 1.00\*0.70\*Hyötykuorma

===== 19.4.2011 =====

## MITOITUS:

Mitoitusstandardi: EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RIL 205-1-2009  
Kokonaiskäyttöaste: 85.1 %

## MITOITUSPARAMETRIT:

Taipumaraja  $W_{net,fin}$ : L/300  
Korotuskerroin, vasen uloke: 2.00  
Korotuskerroin, oikea uloke: 2.00  
Nurjahdus z-suuntaan:  $L_c = 1.00 \cdot L$

Nurjahdus on estetty y-suuntaan

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

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

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

Kuormitus vaikuttaa rakenteen yläpintaan ( $L_{ef1} = L_{k1} + 2xH$  ja  $L_{ef2} = L_{k2}$ )

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

## MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Puristus:	132.37 kN	155.58 kN	85.1 %	0 mm	Yhdistelmä 3/1,
Keskipitkä jänneväli 1, Winst:	-0.0 mm	-- mm	0.0 %	112 mm	Yhdistelmä 10/1
jänneväli 1, $W_{net,fin}$ :	-0.0 mm	14.9 mm	0.0 %	112 mm	Yhdistelmä 10/1

## ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 3/1 (Keskipitkä):

1.15\*Omapaino + 1.50\*Hyötykuorma

Yhdistelmä 10/1 :

1.00\*Omapaino + 1.00\*Hyötykuorma

## VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
$N_{x,max}$	132.37 kN	0 mm
$V_{z,max}$	0.00 kN	0 mm
$M_{y,max}$	0.00 kNm	0 mm

===== 19.4.2011 =====

## TUKIREAKTIOT:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	132.37 kN	1.50 kN	88.63 kN	1.66 kN
2:	0.00 kN	0.00 kN	0.00 kN	0.00 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

===== 19.4.2011 =====

## TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

Kuormitustapaus:	Omapaino
Tuki:	FZ [kN]:
1:	1.66

## Tukipilarin mitoitus:

Liite 13/3

2: 0.00

-----  
Kuormitustapaus: Hyötykuorma

Tuki: FZ [kN]:

1: 86.97

2: 0.00

===== 19.4.2011 =====

### 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-00482-10)
  - 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
  - Rakenneosan koon vaikutus lujuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
  - Rakenneosan mahdollinen halkeilu käyttöluokassa 1 on huomioitu kertoimella kcr, joka on mukana leikkauslujuuden mitoitusarvossa fv,d
  - Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetaljeihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin muodostu vesitaskuja

===== 19.4.2011 =====

# Tukipilarin mitoitus:

Liite 13/4

Tiedosto Tietokannat Asetukset Ohje

 Aktiivinen projekti:  
Ei aktiivista projektia

RAKENNEMALLI | Reiät | Kuormitus | MITOITUS | Laskentatulokset | TULOSTE

Poikkileikkaustyyppi:  
Suorakaide

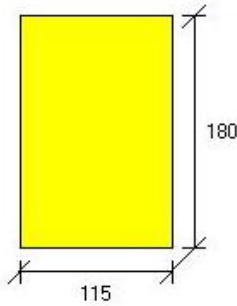
Materiaali:  
GL24h

Käyttöluokka:  
1

Seuraamusluokka:  
CC2 (KFI=1.0)

Poikkileikkauslista:  
115x180

MATERIAALI: GL24h  
MUOTO: Suorakaide  
LEVEYS B: 115 mm  
KORKEUS H: 180 mm  
K-JAKO/KUORM.LEV.: 600 mm  
PITUUS: 4481 mm



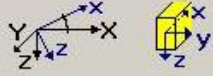
Etsi ensimmäinen sopiva (listan alusta)

Etsi seuraava sopiva (valitusta eteenpäin)

Edellinen Seuraava

Etsi vaadittava k-jako

Etsi maksimijänneväli



Murtorajatilatarkastelu (MRT) ----- Asetukset...

Nurjahdustarkastelu ----- Asetukset...

Kiepahdustarkastelu ----- Asetukset...

Käyttöraajatilatarkastelu (KRT)

Taipumatarkastelu ----- Asetukset...

**HUOM! Tarkista rakenteen laskenta-asetukset ennen kuin teet poikl**

- MURTORAJATILAMITOITUS (MRT): (85 %)
  - Puristus: 132.37 kN, (85 %), x = 0 mm
- KÄYTTÖRAJATILAMITOITUS (KRT): (0 %)
  - Taipumamitoitus: (0%)
    - jänneväli 1 (0%)
      - Winst = -0.0 mm (0%), x = 112 mm
      - Wnet,fin = -0.0 mm (0%), x = 112 mm

**KOKONAISKÄYTTÖASTE = 85.1 %**

Pilari GL24h 115x180 (k600, L=4481)



# Lapejatkosten mitoitus (C24) 38\*100

Liite 14/1

===== 19.4.2011 =====  
 Finnwood 2.3 ( 2.3.027)

===== 19.4.2011 =====

PROJEKTITIEDOT:

-----

Nimi: ?

Z:\...terassipalkki.s01

===== 19.4.2011 =====

RAKENNETIEDOT:

-----

Rakennetyyppi: Kattopalkki/laatta  
 Materiaali: C24  
 Poikkileikkaus: 38x100 (B=38 mm, H=100 mm)  
 Käyttöluokka: 2  
 Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)  
 Kulma: 22.0 astetta  
 Jako/kuormituslev.: 900 mm (pintakuormille)

Uloke-/jännevälipituudet:

Uloke/jänneväli:	Vaakamitta [mm]:	Pystymitta [mm]:	Aksiaalinen [mm]:
Vasen uloke	710.0	286.9	765.8
Jänneväli 1	1592.0	643.2	1717.0
Yhteensä:	2302.0	930.1	2482.8

Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	766	95	Liukutuki (Z)
2:	2483	95	Kiinteä niveltuki (X,Z)

fm,k (My): 26.03 N/mm2  
 fm,k (Mz): 31.20 N/mm2  
 fc,0,k: 21.00 N/mm2  
 fc,90,k: 2.50 N/mm2  
 ft,0,k: 15.18 N/mm2  
 fv,k (Vz): 2.50 N/mm2  
 fv,k (Vy): 2.50 N/mm2  
 E,mean: 11000 N/mm2  
 G,mean: 690 N/mm2  
 E 0.05: 7400 N/mm2  
 G 0.05: 460 N/mm2

Osavarmuusluku: 1.40  
 Aikaluokka: kmod:  
 Pysyvä: 0.600  
 Pitkäaikainen: 0.700  
 Keskipitkä: 0.800  
 Lyhytaikainen: 0.900  
 Hetkellinen: 1.100

kdef: 0.800

===== 19.4.2011 =====

KUORMITUSTIEDOT:

-----

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):  
 Rakenneosan paino: QZ = 0.019 kN/m x = 0 - 2483 mm  
 Pintakuorma: 1: QZ = 0.290 kN/m2 x = 0 - 766 mm  
 Pintakuorma: 2: QZ = 0.290 kN/m2 x = 766 - 2483 mm

Lumikuorma (Lumikuorma Sk<2.75 kN/m2, Keskipitkä):  
 Pintakuorma: 1: QZ = 2.000 kN/m2 x = 0 - 2483 mm

===== 19.4.2011 =====

KUORMITUSYHDISTELMÄT:

-----

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

# Lapejatkosten mitoitus (C24) 38\*100

Liite 14/2

1.00\*1.35\*Omapaino

Yhdistelmä 2 (MRT, Keskipitkä)  
1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*Lumikuorma

Yhdistelmä 4 (MRT, Hetkellinen)  
1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*0.70\*Lumikuorma

Yhdistelmä 7 (MRT, Hetkellinen)  
1.00\*1.15\*Omapaino

Yhdistelmä 9 (MRT, Hetkellinen)  
0.90\*Omapaino

Yhdistelmä 12 (KRT)  
1.00\*Omapaino

Yhdistelmä 13 (KRT)  
1.00\*Omapaino + 1.00\*Lumikuorma

Yhdistelmä 15 (KRT)  
1.00\*Omapaino + 1.00\*0.70\*Lumikuorma

===== 19.4.2011 =====

## MITOITUS:

Mitoitusstandardi: EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RIL 205-1-2009  
Kokonaiskäyttöaste: 85.0 %

## MITOITUSPARAMETRIT:

Taipumaraja  $W_{net,fin}$ : L/200  
Korotuskerroin, vasen uloke: 2.00  
Korotuskerroin, oikea uloke: 2.00  
Nurjahdus z-suuntaan:  $L_c = 1.00*L$   
Nurjahdus y-suuntaan:  $L_c = 400.00$  mm  
Kiepahdus taivutuksesta  $M_y$  (y-askelin suhteen):  
Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella:  $L_{k1} = 400.00$  mm  
Kiepahdustukiväli rakenteen alapuolella:  $L_{k2} = 600.00$  mm  
Kuormitus vaikuttaa rakenteen yläpintaan ( $L_{ef1} = L_{k1} + 2xH$  ja  $L_{ef2} = L_{k2}$ )  
HUOM!  $L_{k1}$ :ta käytetään, kun  $M_y > 0$  ja  $L_{k2}$ :ta, kun  $M_y < 0$

## MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z): Keskipitkä	2.70 kN	3.62 kN	74.5 %	766 mm	Yhdistelmä 2/1,
Veto: Keskipitkä	0.81 kN	32.97 kN	2.5 %	766 mm	Yhdistelmä 2/1,
Puristus: Keskipitkä	1.09 kN	31.14 kN	3.5 %	766 mm	Yhdistelmä 2/1,
Taivutus ( $M_y$ ): Keskipitkä	0.77 kNm	0.94 kNm	81.5 %	766 mm	Yhdistelmä 2/1,
(ilman kiepahdusta): Keskipitkä	0.77 kNm	0.94 kNm	81.5 %	766 mm	Yhdistelmä 2/1,
Taivutus+veto: Keskipitkä	0.84	1.00	84.0 %	766 mm	Yhdistelmä 2/1,
( $M_y=0.77$ kNm, $M_z=0.00$ kNm, $N_x=0.81$ kN) Taivutus+puristus: Keskipitkä	0.85	1.00	85.0 %	766 mm	Yhdistelmä 2/1,
( $M_y=0.77$ kNm, $M_z=0.00$ kNm, $N_x=1.09$ kN) Tukipaine, tuki 1: Keskipitkä	4.70 kN	10.52 kN	44.7 %	766 mm	Yhdistelmä 2/1,
Tukipaine kerroin = 2.04 Tukipaine, tuki 2: Keskipitkä	1.80 kN	8.48 kN	21.2 %	2483 mm	Yhdistelmä 2/1,
Tukipaine kerroin = 1.64 Vasen uloke, Winst: Vasen uloke, Wnet,fin: jänneväli 1, Winst: jänneväli 1, Wnet,fin:	0.9 mm 1.1 mm 3.4 mm 4.3 mm	-- mm 7.7 mm -- mm 8.6 mm	0.0 % 14.2 % 0.0 % 49.8 %	0 mm 0 mm 1738 mm 1738 mm	Yhdistelmä 13/1 Yhdistelmä 13/1 Yhdistelmä 13/1 Yhdistelmä 13/1

# Lapejatkosten mitoitus (C24) 38\*100

Liite 14/3

## ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 2/1 (Keskipitkä):

1.15\*Omapaino + 1.50\*Lumikuorma

Yhdistelmä 13/1 :

1.00\*Omapaino + 1.00\*Lumikuorma

## VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
Nx,max	1.09 kN	766 mm
Vz,max	2.70 kN	766 mm
My,max	0.77 kNm	766 mm
===== 19.4.2011 =====		

## TUKIREAKTIOT:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	5.07 kN	0.45 kN	3.50 kN	0.50 kN
2:	1.94 kN	0.17 kN	1.34 kN	0.19 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

===== 19.4.2011 =====

## TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

Kuormitustapaus: Omapaino

Tuki: FZ [kN]:

1: 0.50

2: 0.19

Kuormitustapaus: Lumikuorma

Tuki: FZ [kN]:

1: 3.00

2: 1.15

===== 19.4.2011 =====

## 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-00482-10)
  - 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
  - Rakenneosan koon vaikutus lujuuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
  - Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetaljeihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin muodostu vesitaskuja
- ===== 19.4.2011 =====

# Lapejatkosten mitoitus (C24) 38\*100

Liite 14/4

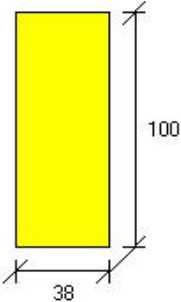
Tiedosto Tietokannat Asetukset Ohje

Aktiivinen projekti: Ei aktiivista projektia

RAKENNEMALLI Reiät Kuormitus MITOITUS Laskentatulokset TULOSTE

Poikkileikkaustyyppi: Suorakaide  
 Materiaali: C24  
 Käyttöluokka: 2  
 Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)  
 Poikkileikkauslista: 38x100

MATERIAALI: C24  
 MUOTO: Suorakaide  
 LEVEYS B: 38 mm  
 KORKEUS H: 100 mm  
 K-JAKO/KUORM.LEV.: 900 mm  
 PITUUS: 2483 mm

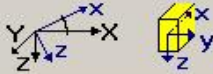


Murtorajatilatarkastelu (MRT) ----- Asetukset...  
 Nurjahdustarkastelu ----- Asetukset...  
 Kiepahdustarkastelu ----- Asetukset...  
 Käyttöraajatarkastelu (KRT) ----- Asetukset...  
 Taipumatarckastelu ----- Asetukset...

**HUOM! Tarkista rakenteen laskenta-asetukset ennen kuin teet**

- MURTORAJATILAMITOITUS (MRT): (85 %)
  - Leikkaus (Vz): 2.70 kN, (75 %), x = 766 mm
  - Veto: 0.81 kN, (2 %), x = 766 mm
  - Puristus: 1.09 kN, (3 %), x = 766 mm
  - Taivutus (My): 0.77 kNm, (82 %), x = 766 mm (Lef=600 mm)
  - (ilman kiepahdusta): 0.77 kNm, (82 %), x = 766 mm
  - Taivutus+veto: 0.84, (84 %), x = 766 mm (Lef=600 mm)
  - Taivutus+puristus: 0.85, (85 %), x = 766 mm (Lef=600 mm)
  - Tukipaine, tuki 1: (45 %), tukipainekerroin = 2.04
  - Tukipaine, tuki 2: (21 %), tukipainekerroin = 1.64
- KÄYTTÖRAJATILAMITOITUS (KRT): (50 %)
  - Taipumamitoitus: (50%)
    - vasen uloke (14%)
      - Winst = 0.9 mm (0%), x = 0 mm
      - Wnet,fin = 1.1 mm (14%), x = 0 mm
    - jänneväli 1 (50%)
      - Winst = 3.4 mm (0%), x = 1738 mm
      - Wnet,fin = 4.3 mm (50%), x = 1738 mm

Etsi ensimmäinen sopiva (listan alusta)  
 Etsi seuraava sopiva (valitusta eteenpäin)  
 Edellinen Seuraava  
 Etsi vaadittava k-jako



**KOKONAISKÄYTTÖASTE = 85.0 %**

Kattopalkki/laatta C24 38x100 (k900, L=2483)

# Terassipalkin mitoitus:

Liite 15/1

===== 27.4.2011 =====  
Finnwood 2.3 ( 2.3.027)

===== 27.4.2011 =====

## PROJEKTITIEDOT:

Nimi: ?

Z:\...\terassipalkki.s01

===== 27.4.2011 =====

## RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Kattopalkki/laatta  
Materiaali: C24  
Poikkileikkaus: 270x218 (B=270 mm, H=218 mm)  
Käyttöluokka: 2  
Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)  
Jako/kuormituslev.: 1480 mm (pintakuormille)

## Uloke-/jännevälipituudet:

Uloke/jänneväli: Vaakamitta [mm]:  
Vasen uloke 740.0  
Jänneväli 1 3290.0  
Oikea uloke 740.0  
Yhteensä: 4770.0

Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	740	95	Liukutuki (Z)
2:	4030	95	Kiinteä niveltuki (X,Z)

fm,k (My): 24.00 N/mm<sup>2</sup>  
fm,k (Mz): 24.00 N/mm<sup>2</sup>  
fc,0,k: 21.00 N/mm<sup>2</sup>  
fc,90,k: 2.50 N/mm<sup>2</sup>  
ft,0,k: 14.00 N/mm<sup>2</sup>  
fv,k (Vz): 2.50 N/mm<sup>2</sup>  
fv,k (Vy): 2.50 N/mm<sup>2</sup>  
E,mean: 11000 N/mm<sup>2</sup>  
G,mean: 690 N/mm<sup>2</sup>  
E 0.05: 7400 N/mm<sup>2</sup>  
G 0.05: 460 N/mm<sup>2</sup>

Osavarmuusluku: 1.40  
Aikaluokka: kmod:  
Pysyvä: 0.600  
Pitkäaikainen: 0.700  
Keskipitkä: 0.800  
Lyhytaikainen: 0.900  
Hetkellinen: 1.100

kdef: 0.800

===== 27.4.2011 =====

## KUORMITUSTIEDOT:

### Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Rakenneosan paino:	QZ = 0.294 kN/m	x = 0 - 4770 mm
Pintakuorma: 1:	QZ = 0.290 kN/m <sup>2</sup>	x = 0 - 740 mm
Pintakuorma: 2:	QZ = 0.290 kN/m <sup>2</sup>	x = 740 - 4030 mm
Pintakuorma: 3:	QZ = 0.290 kN/m <sup>2</sup>	x = 4030 - 4770 mm

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

Pintakuorma: 1:	QZ = 2.000 kN/m <sup>2</sup>	x = 0 - 4770 mm
-----------------	------------------------------	-----------------

===== 27.4.2011 =====

## KUORMITUSYHDISTELMÄT:

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

# Terassipalkin mitoitus:

Liite 15/2

1.00\*1.35\*Omapaino

Yhdistelmä 2 (MRT, Keskipitkä)  
1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*Lumikuorma

Yhdistelmä 4 (MRT, Hetkellinen)  
1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*0.70\*Lumikuorma

Yhdistelmä 7 (MRT, Hetkellinen)  
1.00\*1.15\*Omapaino

Yhdistelmä 9 (MRT, Hetkellinen)  
0.90\*Omapaino

Yhdistelmä 12 (KRT)  
1.00\*Omapaino

Yhdistelmä 13 (KRT)  
1.00\*Omapaino + 1.00\*Lumikuorma

Yhdistelmä 15 (KRT)  
1.00\*Omapaino + 1.00\*0.70\*Lumikuorma

===== 27.4.2011 =====

## MITOITUS:

Mitoitusstandardi: EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RIL 205-1-2009  
Kokonaiskäyttöaste: 21.2 %

## MITOITUSPARAMETRIT:

Taipumaraja Wnet,fin: L/300  
Korotuskerroin, vasen uloke: 2.00  
Korotuskerroin, oikea uloke: 2.00  
Nurjahdus on estetty molempiin suuntiin (y ja z)  
Kiepahdus taivutuksesta My (y-askelin suhteen):  
Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella: Lk1 = 600.00 mm  
Kiepahdustukiväli rakenteen alapuolella: Lk2 = Päätukien välimatka  
Kuormitus vaikuttaa rakenteen yläpintaan (Lef1 = Lk1+2xH ja Lef2 = Lk2)  
HUOM! Lk1:ta käytetään, kun My>0 ja Lk2:ta, kun My<0

## MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z): Keskipitkä	8.67 kN	56.06 kN	15.5 %	740 mm	Yhdistelmä 2/1,
Taivutus (My): Keskipitkä	5.69 kNm	29.33 kNm	19.4 %	2385 mm	Yhdistelmä 2/1,
(ilman kiepahdusta): Keskipitkä	5.69 kNm	29.33 kNm	19.4 %	2385 mm	Yhdistelmä 2/1,
Tukipaine, tuki 1: Keskipitkä	12.57 kN	74.73 kN	16.8 %	740 mm	Yhdistelmä 2/1,
Tukipainekerroin = 2.04 Keskipitkä	12.57 kN	74.73 kN	16.8 %	4030 mm	Yhdistelmä 2/1,
Tukipainekerroin = 2.04 Vasen uloke, Wfin:	-1.3 mm	-- mm	0.0 %	0 mm	Yhdistelmä 13/1
Vasen uloke, Wnet,fin:	-1.3 mm	-- mm	0.0 %	0 mm	Yhdistelmä 13/1
jänneväli 1, Wfin:	2.3 mm	-- mm	0.0 %	2385 mm	Yhdistelmä 13/1
jänneväli 1, Wnet,fin:	2.3 mm	11.0 mm	21.2 %	2385 mm	Yhdistelmä 13/1
Oikea uloke, Wfin:	-1.3 mm	-- mm	0.0 %	4770 mm	Yhdistelmä 13/1
Oikea uloke, Wnet,fin:	-1.3 mm	-- mm	0.0 %	4770 mm	Yhdistelmä 13/1

## ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 2/1 (Keskipitkä):  
1.15\*Omapaino + 1.50\*Lumikuorma  
Yhdistelmä 13/1 :  
1.00\*Omapaino + 1.00\*Lumikuorma

## VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

# Terassipalkin mitoitus:

Liite 15/3

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
Vz,max	8.67 kN	740 mm
My,max	5.69 kNm	2385 mm
===== 27.4.2011 =====		

## TUKIREAKTIOT:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	12.57 kN	1.55 kN	8.79 kN	1.73 kN
2:	12.57 kN	1.55 kN	8.79 kN	1.73 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

===== 27.4.2011 =====

## TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

Kuormitustapaus:	Omapaino
Tuki:	FZ [kN]:
1:	1.73
2:	1.73

Kuormitustapaus:	Lumikuorma
Tuki:	FZ [kN]:
1:	7.06
2:	7.06

===== 27.4.2011 =====

## 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-00482-10)
- 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
- Rakenneseosan koon vaikutus lujuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
- Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetaljeihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin muodostu vesitaskuja

===== 27.4.2011 =====

Tiedosto Tietokannat Asetukset Ohje

Aktiivinen projekti:  
Ei aktiivista projektia

RAKENNEMALLI Reiät Kuormitus MITOITUS Laskentatulokset TULOSTE

Poikkileikkaustyyppi:  
Suorakaide

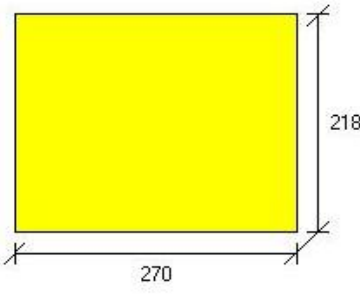
Materiaali:  
C24

Käyttöluokka:  
2

Seuraamusluokka:  
CC2 (KFI=1.0)

Poikkileikkauslista:  
270x218

MATERIAALI: C24  
MUOTO: Suorakaide  
LEVEYS B: 270 mm  
KORKEUS H: 218 mm  
K-JAKO/KUORM.LEV.: 1480 mm  
PITUUS: 6560 mm



Murtorajatilatarkastelut (MRT) ..... Asetukset...  
 Nurjahdustarkastelu ..... Asetukset...  
 Kiepahdustarkastelu ..... Asetukset...  
 Käyttöraajatilatarkastelut (KRT)  
 Taipumataarkastelu ..... Asetukset...

**HUOM! Tarkista rakenteen laskenta-asetukset ennen kuin teet po**


- MURTORAJATILAMITOITUS (MRT): (21 %)
  - Leikkaus ( $V_z$ ): 8.01 kN, (14 %),  $x = 3350$  mm
  - Taivutus ( $M_y$ ): 3.89 kNm, (13 %),  $x = 3350$  mm (Lef=2610 mm)
  - (ilman kiepahdusta): 3.89 kNm, (13 %),  $x = 3350$  mm
  - Tukipaine, tuki 1: (13 %), tukipainekerroin = 2.04
  - Tukipaine, tuki 2: (21 %), tukipainekerroin = 2.04
  - Tukipaine, tuki 3: (12 %), tukipainekerroin = 2.04
- KÄYTTÖRAJATILAMITOITUS (KRT): (6 %)
  - Taipumamitoitus: (6%)
    - vasen uloke (0%)
    - jänneväli 1 (5%)
    - jänneväli 2 (6%)
    - oikea uloke (0%)

Etsi ensimmäinen sopiva (listan alusta)

Etsi seuraava sopiva (valltusta eteenpäin)

Edellinen Seuraava

Etsi vaadittava k-jako



KOKONAISKÄYTTÖASTE = 21.2 %

Kattopalkki/laatta C24 270x218 (k1480, L=6560)



# Terassipilarin mitoitus:

Liite 16/1

===== 28.4.2011 =====  
Finnwood 2.3 ( 2.3.027)

===== 28.4.2011 =====  
PROJEKTITIEDOT:

Nimi: ?

Z:\...\terassipilari.s01

===== 28.4.2011 =====  
RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Pileri  
Materiaali: Puuvalmiit tolpat (Kuningaspalkki)  
Poikkileikkaus: 140x140 (varastokoko) (B=140 mm, H=140 mm)  
Käyttöluokka: 2  
Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)  
Kulma: 90.0 astetta  
Jako/kuormituslev.: 600 mm (pintakuormille)

Uloke-/jännevälipituudet:  
Uloke/jänneväli: Pystymitta [mm]:  
Jänneväli 1: 2583.0  
Yhteensä: 2583.0

Tuki: Sijainti x [mm]: Tyyppe:  
1: 0 Kiinteä niveltuki (X,Z)  
2: 2583 Liukutuki (X)

fm,k (My): 19.50 N/mm2  
fm,k (Mz): 19.50 N/mm2  
fc,0,k: 20.50 N/mm2  
fc,90,k: 2.30 N/mm2  
ft,0,k: 14.50 N/mm2  
fv,k (Vz): 2.20 N/mm2  
fv,k (Vy): 2.20 N/mm2  
E,mean: 10400 N/mm2  
G,mean: 590 N/mm2  
E 0.05: 7000 N/mm2  
G 0.05: 390 N/mm2

Osavarmuusluku: 1.40  
Aikaluokka: kmod:  
Pysyvä: 0.600  
Pitkäaikainen: 0.700  
Keskipitkä: 0.800  
Lyhytaikainen: 0.900  
Hetkellinen: 1.100

kdef: 0.800

===== 28.4.2011 =====  
KUORMITUSTIEDOT:

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):  
Pistekuorma: 1: FZ = 15.83 kN x = 2583.0 mm  
Pistekuorma: 2: My = -0.791 kNm x = 2583.0 mm  
Rakenneosan paino: QZ = 0.098 kN/m x = 0 - 2583 mm

Lumikuorma (Lumikuorma Sk<2.75 kN/m2, Keskipitkä):  
Pistekuorma: 1: FZ = 15.83 kN x = 2583.0 mm  
Pistekuorma: 2: My = -0.791 kNm x = 2583.0 mm

===== 28.4.2011 =====  
KUORMITUSYHDISTELMÄT:

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)  
0.90\*Omapaino

# Terassipilarin mitoitus:

Liite 16/2

Yhdistelmä 2 (MRT, Pysyvä)  
1.00\*1.35\*Omapaino

Yhdistelmä 3 (MRT, Keskipitkä)  
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

===== 28.4.2011 =====

## MITOITUS:

Mitoitusstandardi: EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RIL 205-1-2009  
Kokonaiskäyttöaste: 67.9 %

## MITOITUSPARAMETRIT:

Taipumaraja  $W_{net,fin}$ : L/300  
Korotuskerroin, vasen uloke: 2.00  
Korotuskerroin, oikea uloke: 2.00  
Nurjahdus z-suuntaan:  $L_c = 1.00*L$   
Nurjahdus y-suuntaan:  $L_c = 1.00*L$   
Kiepahdus on estetty

## MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z): Keskipitkä	0.81 kN	16.43 kN	4.9 %	2389 mm	Yhdistelmä 5/1,
Puristus: Keskipitkä	42.24 kN	156.77 kN	26.9 %	0 mm	Yhdistelmä 5/1,
Taivutus (My): Keskipitkä	2.10 kNm	5.10 kNm	41.2 %	2583 mm	Yhdistelmä 5/1,
Taivutus+puristus: Keskipitkä ( $M_y=2.10$ kNm, $M_z=0.00$ kNm, $N_x=41.95$ kN)	0.68	1.00	67.9 %	2583 mm	Yhdistelmä 5/1,
jänneväli 1, Winst:	-2.0 mm	-- mm	0.0 %	1485 mm	Yhdistelmä 11/1
jänneväli 1, $W_{net,fin}$ :	-3.0 mm	8.6 mm	35.0 %	1485 mm	Yhdistelmä 11/1

## ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 5/1 (Keskipitkä):  
1.15\*Omapaino + 1.50\*Lumikuorma  
Yhdistelmä 11/1 :  
1.00\*Omapaino + 1.00\*Lumikuorma

## VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
$N_{x,max}$	42.24 kN	0 mm
$V_{z,max}$	0.81 kN	2389 mm
$M_{y,max}$	2.10 kNm	2583 mm

===== 28.4.2011 =====

## TUKIREAKTIOT:

FX:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
Tuki:				
1:	0.81 kN	0.28 kN	0.61 kN	0.31 kN
2:	-0.28 kN	-0.81 kN	-0.31 kN	-0.61 kN

# Terassipilarin mitoitus:

Liite 16/3

-----  
FZ:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	42.24 kN	14.47 kN	31.91 kN	16.08 kN
2:	0.00 kN	0.00 kN	0.00 kN	0.00 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

===== 28.4.2011 =====

TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

-----  
Kuormitustapaus: Omapaino  
Tuki: FX [kN]: FZ [kN]:  
1: 0.31 16.08  
2: -0.31 0.00  
-----

Kuormitustapaus: Lumikuorma  
Tuki: FX [kN]: FZ [kN]:  
1: 0.31 15.83  
2: -0.31 0.00  
===== 28.4.2011 =====

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-00482-10)
  - 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 käyttörajalimitoituksessa
  - Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
  - Rakennesosan koon vaikutus lujuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
  - Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetaljeihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin muodostu vesitaskuja

===== 28.4.2011 =====

Tiedosto Tietokannat Asetukset Ohje

Aktiivinen projekti: Ei aktiivista projektia

RAKENNEMALLI Reiät Kuormitus MITOITUS Laskentatulokset TULOSTE

Poikkileikkaustyyppi: Suorakaide

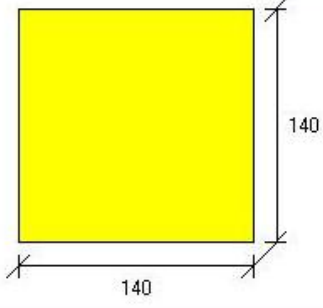
Materiaali: Puuvalmiit tolpat (Kuningaspalkki)

Käyttöluokka: 2

Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)

Poikkileikkauslista: 40x140 (varastokoko)

MATERIAALI: Puuvalmiit tolpat (Kuningaspalkki)  
 MUOTO: Suorakaide  
 LEVEYS B: 140 mm  
 KORKEUS H: 140 mm  
 K-JAKO/KUORM.LEV.: 600 mm  
 PITUUS: 2583 mm



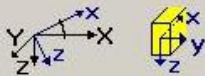
Etsi ensimmäinen sopiva (listan alusta)

Etsi seuraava sopiva (valitusta eteenpäin)

Edellinen Seuraava

Etsi vaadittava k-jako

Etsi maksimijänneväli



Murtorajatilatarkastelu (MRT) Asetukset...

Nurjadhustarkastelu Asetukset...

Kiepahdustarkastelu Asetukset...

Käyttöraajatilatarkastelu (KRT) Asetukset...

Taipumatarkastelu Asetukset...

**HUOM! Tarkista rakenteen laskenta-asetukset ennen kuin teet poikkil**

- MURTORAJATILAMITOITUS (MRT): (68 %)
  - Leikkaus (Vz): 0.81 kN, (5 %), x = 2389 mm
  - Puristus: 42.24 kN, (27 %), x = 0 mm
  - Taivutus (My): 2.10 kNm, (41 %), x = 2583 mm
  - Taivutus+puristus: 0.68, (68 %), x = 2583 mm
- KÄYTTÖRAJATILAMITOITUS (KRT): (35 %)
  - Taipumamitoitus: (35%)
    - jänneväli 1 (35%)
      - Winst = -2.0 mm (0%), x = 1485 mm
      - Wnet,fin = -3.0 mm (35%), x = 1485 mm

**KOKONAISKÄYTTÖASTE = 67.9 %**

Pilari Puuvalmiit tolpat (Kuningaspalkki) 140x140 (varastokoko) (k600, L=2583)

# Kompensaatiolaskelma

Liite 17

KOMPENSAATIOLASKU			
	Pinta-ala (m2)	U-arvo (W/m2K)	W/K
US-Vaatimus	114	0,4	45,6
US-Tyyppi	Pinta-ala (m2)	U-arvo (W/m2K)	W/K
US1	101	0,413	41,713
US2	13	0,271	3,523
Yhteensä	114	Yhteensä.	45,236
Kompensoitu Uarvo =			0,396807

Yhdessä makuuhuoneessa käytetään 50mm lisäeristystä,  
niin saadaan kompensoitua U-arvot alle 0,4 W/m<sup>2</sup>K