

Tero Valkama

## **Kattolyhdyt pientaloissa**

Opinnäytetyö

Kevät 2010

Tekniikan yksikkö

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Talonrakennustekniikka



## SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

### Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Rakennustekniikan koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka

Tekijä: Tero Valkama

Työn nimi: Kattolyhdyt pientaloissa

Ohjaaja: Heikki Ylihärsilä

Vuosi: 2010

Sivumäärä: 20

Liitteiden lukumäärä: 4

---

Tässä opinnäytetyössä käsitellään pientalojen kattolyhtyjä yleisellä tasolla sekä laaditaan suunnitelmat ja lasketaan kustannukset esimerkkitalon kattolyhtyyn. Opinnäytetyöhön kuuluu myös esimerkkitalon kattolyhdyn toteutus kantavien rakenteiden ja vesikaton osalta.

Kattolyhty tuo taloon ilmettä ja näköä. Sen avulla saadaan rakennuksen ylimpään kerrokseen lisää korkeaa tilaa ja valoa. Kattolyhty on hyvä vaihtoehto kattoikkunalle mutta tulee usein myös kalliimmaksi. Kattolyhdyn voi rakentaa paikalla tai tilata elementtinä. Kantavat rakenteet vaativat rakennesuunnittelijan laskelmia. Suunnittelussa voidaan käyttää myös arkkitehtia.

Avainsanat: Katot, kustannukset, rakenteet

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## Thesis abstract

Faculty: School of Technology  
Degree programme: Construction Engineering  
Specialisation: Building Construction

Author: Tero Valkama

Title of thesis: Dormers of houses

Supervisor: Heikki Ylihärsilä

Year: 2010

Number of pages: 20

Number of appendices: 4

---

The thesis considers dormers on a general level and it includes structures and cost estimates to the dormer of the example building. The thesis also includes realization of the framework and roof covering of the example building.

A dormer gives a good look and appearance to a building. It creates more high space and light to the upper floor of a building. A dormer is a good alternative to skylight but compared with skylight it is also more expensive. A dormer could be built in situ or it could be ordered as a prefabricated unit. Framework structures and strength calculations need to be made by a structural engineer. An architect's assistance in designing can also be used.

Keywords: Roof, costs, structures

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract .....	3
SISÄLTÖ .....	4
Kuvio- ja taulukkoluetelo.....	5
1 JOHDANTO .....	6
1.1 Työn tausta .....	6
1.2 Työn tavoite .....	6
1.3 Työn rakenne .....	6
2 KATTOLYHDYT YLEISESTI.....	7
2.1 Kattolyhdyn suunnittelu .....	7
2.2 Erilaisia kattolyhtymalleja .....	7
2.3 Vertailu eduista ja haitoista .....	8
2.4 Kattolyhdyn rakentaminen olemassa olevaan taloon .....	9
3 ESIMERKKITALON KATTOLYHTY .....	10
3.1 Lyhyt kuvaus esimerkkitalosta .....	10
3.2 Esimerkkitalon rakenteet.....	10
3.3 Vesikattorakenteet .....	15
3.4 Esimerkkitalon kattolyhdyn materiaalien menekit ja kustannukset.....	16
3.5 Esimerkkitalon kattolyhdyn toteutus .....	17
4 YHTEENVETO.....	18
LÄHTEET .....	19
LIITTEET .....	20

## Kuvio- ja taulukkoluetelo

KUVIO 1. Erilaisia kattolyhtymalleja.....	9
KUVIO 2. Kattolyhdyn runkorakenteet ylhäältä päin. ....	12
KUVIO 3. Kattolyhdyn runkorakenteet talon pitkältä sivulta päin. ....	13
KUVIO 4. Leikkauskuva kattolyhdyn runkorakenteista.....	14
KUVIO 5. 3D -kuva suunnitellusta rakenteesta.....	15
KUVIO 6. Esimerkkitalon kattolyhty. ....	16
KUVIO 7 Sisäjiirin vesikaterakenne.. ....	18

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn tausta

Kattolyhtyjä näkee nykyisin monissa taloissa. Kattolyhty tuo taloon näyttävyyttä. Se on iso osa talon yleisilmettä. Sen avulla saadaan talon ylempään kerrokseen lisää valoa, tilaa ja monimuotoisuutta. Kattolyhty on varteenotettava vaihtoehto kattoikkunalle. Kattolyhty rakennetaan useimmiten paikalla, mutta nykyään kattolyhtyjä rakennetaan myös valmiina elementteinä talotehtaissa.

## 1.2 Työn tavoite

Tässä työssä esitellään yleisiä kattolyhtyjien suunnittelussa ja rakentamisessa huomioitavia seikkoja. Lisäksi työssä selvitetään esimerkkitalauksen kautta kattolyhdyn suunnittelua ja siitä aiheutuvia kustannuksia.

## 1.3 Työn rakenne

Työ jakautuu kahteen eri alueeseen. Ensimmäisessä osassa perehdytään kattolyhtyihin ja niiden suunnitteluun yleisellä tasolla. Jälkimmäisessä osassa laaditaan esimerkkitalon kattolyhtyyn suunnitelmat ja kustannuslaskelmat sekä kerrotaan esimerkkitalon kattolyhdyn toteutuksesta.

## 2 KATTOLYHDYT YLEISESTI

### 2.1 Kattolyhdyn suunnittelu

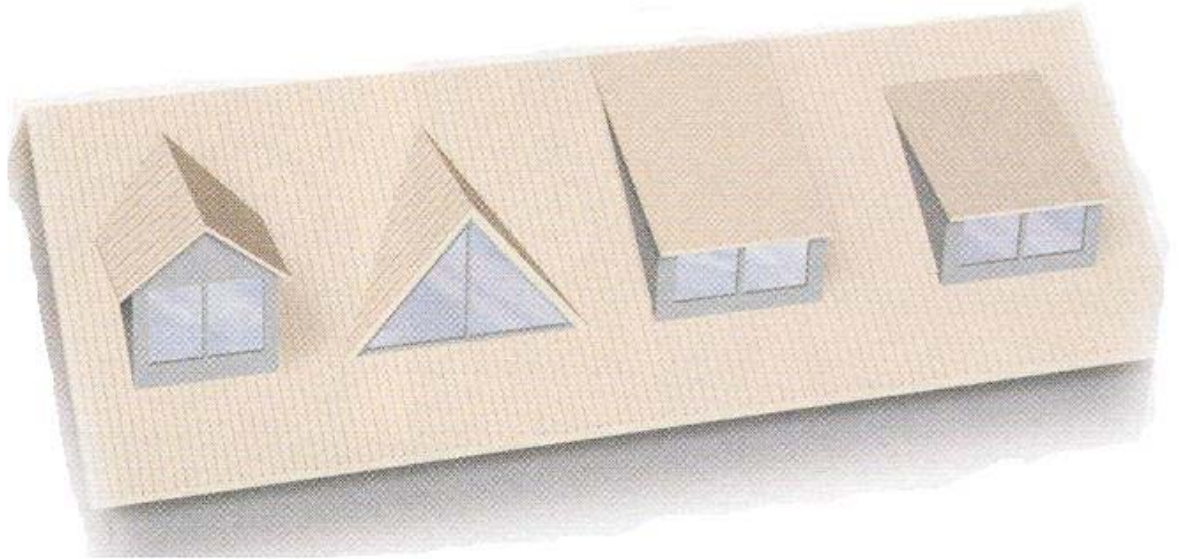
Kattolyhtyä suunniteltaessa tulee ottaa huomioon alueen mahdolliset kaavamääräykset. Kattolyhdyt tehdään usein paikalla valmiiksi, mutta niitä tehdään myös valmiina sarjoina talotehtailla. Kattolyhty voi olla iso tai pieni mutta mittasuhteiden tulee olla sopusoinnussa rakennuksen mittasuhteiden kanssa. Kattolyhtyä suunniteltaessa tulee ensisijaisesti ottaa huomioon asukkaiden tarpeet ja mielipiteet rakennuksen ulkonäöstä. Talon sisältä päin katsottuna paras sijoituspaikka saattaa tehdä ulkopuolesta epäsymmetrisen. Tämä ei välttämättä haittaa, jos lyhty suunnitellaan muuten sopivaksi taloon. Kattolyhdyn suunnittelemiseen voi myös käyttää arkkitehdin apua. Suunnittelussa kannattaa myös ottaa huomioon ilmansuunnat ja rakennuksen ympäristö. Kattolyhdyn rakentamiseen käytetty aika riippuu lyhdyn koosta ja rakenteista. Rakenteiden suunnittelussa tulee käyttää Eurokoodi 5 suunnittelustandardeja ja niiden Suomen kansallisia liitteitä. (Puurakenteiden suunnitteluohje Eurokoodi EN 1995-1-1.)

Kattolyhdyn rakenteet voidaan suunnitella monilla eri tavoilla riippuen lyhdyn mallista ja koosta. Kattolyhty kerää yleensä hieman enemmän lumikuormaa sekä kasvattaa katon omapainoa ja tämä kuorma on siirrettävä rakennuksen perustuksille saakka. Lyhdyn aiheuttama lisäkuorma on huomioitava kantavien ulkoseiniä ja väliseiniä rakenteita laskettaessa. Tavallisesti rakennukseen joudutaan kattolyhdyn vuoksi rakentamaan kantavia väliseiniä tai pilareja, ellei niitä muuten talossa ole. Nämä pilarit tulee sijoittaa siten, että ne sopivat suunniteltuun huonejärjestykseen. (Nielsen ym. 2005. 48.)

### 2.2 Erilaisia kattolyhtymalleja

Kattolyhdyt voidaan jakaa kahteen eri luokkaan. Toisessa mallissa on yksi lape joka kaataa samaan suuntaan kuin muu osa katon lapetta mutta loivemmassa

kulmassa. Toisessa mallissa on kaksi eri lapetta, jotka kaatavat vastakkaisiin suuntiin ja harja on poikittain talon pituussuuntaan nähden. Jälkimmäinen on hankalampi toteuttaa. Molemmat mallit saattavat jatkua rakennuksen ulkoseinälle asti. Kattolyhtyyn saattaa tulla mallista riippuen lappeelle päättyviä sisäjiirejä.



KUVIO 1. Erilaisia kattolyhtymalleja. (Nielsen ym. 2005. 51.)

### 2.3 Vertailu eduista ja haitoista

Kattolyhty luo pientaloon ilmettä ja mallista riippuen usein muutaman neliön lisää tilaa. Kattolyhdyllä saadaan yläkerran huoneista täyskorkeita. Talon yläkerran keskimmäiseen huoneeseen ei välttämättä tarvitse tehdä kattoikkunoita mikäli taloon tulee kattolyhty. Kattolyhtyyn voidaan tehdä normaaleja ikkunoita. Valmiin kattolyhty-elementin asentaminen vaatii tarkkuutta, jotta siitä tulisi tiivis. Loivalla katolla kattoikkuna on usein parempi vaihtoehto, sillä kattolyhty voi näyttää liian hallitse-



valta. Asukkaiden ollessa poissa kattoikkunan on oltava kiinni, sillä sen kautta voi sataa sisään. Toisaalta kattoikkunan kautta tuulettaminen on tehokkaampaa. Kattolyhdyn ikkunat on helpompi saada tiiviiksi kuin kattoikkunan. Toisaalta kattoikkunasta tulee 15 % enemmän valoa sisään kuin samankokoisesta pystyikkunasta. Pitkät räystäät voivat myös vähentää pystyikkunan valotehoa. Kattoikkuna voidaan sijoittaa mihin kohtaan kattoa tahansa. Se ei yleensä haittaa katon ulkonäköä. Kattolyhty on loppujen lopuksi kattoikkunaa kalliimpi. Kattolyhdyn hinnalla saadaan useita kattoikkunoita. (Nielsen ym. 2005, 48.) Kattolyhtyyn voidaan myös rakentaa parveke, kuten esimerkkitalossa.

## **2.4 Kattolyhdyn rakentaminen olemassa olevaan taloon**

Monesti ullakkohuoneita otettaessa käyttöön tarvitaan lisää päivänvaloa ja korkeaa tilaa. Kattolyhty kannattaa rakentaa siten, että se sijoittuu kattotuolien väliin. Jos lyhdystä tulee leveämpi, sen leveys kannattaa valita siten, että se on jaollinen kattotuolien k-välillä. Näin säästytään purkamasta turhaan talon kantavia rakenteita. Jos kantavia rakenteita joudutaan purkamaan, apuna täytyy käyttää rakennesuunnittelijaa, joka laskee, miten kuormat jatkossa siirretään perustuksille. Tavallisesti kantavia rakenteita joudutaan purkamaan. Silloin pitää miettiä, miten kuormat jatkossa siirretään perustuksille. Huonosti suunniteltu kattolyhty saattaa rumentaa taloa. Ikkunoiden tulee olla sopusoinnussa rakennuksen muiden ikkunoiden kanssa. Olemassa olevaan rakennukseen on myös saatavilla valmiita tehdastekoisia kattolyhtyelementtejä. Kattolyhdyn rakentamista varten pitää kunnan rakennusvalvonnasta hakea lupa. (Hemgren & Wannfors 2003, 152.)

## 3 ESIMERKKITALON KATTOLYHTY

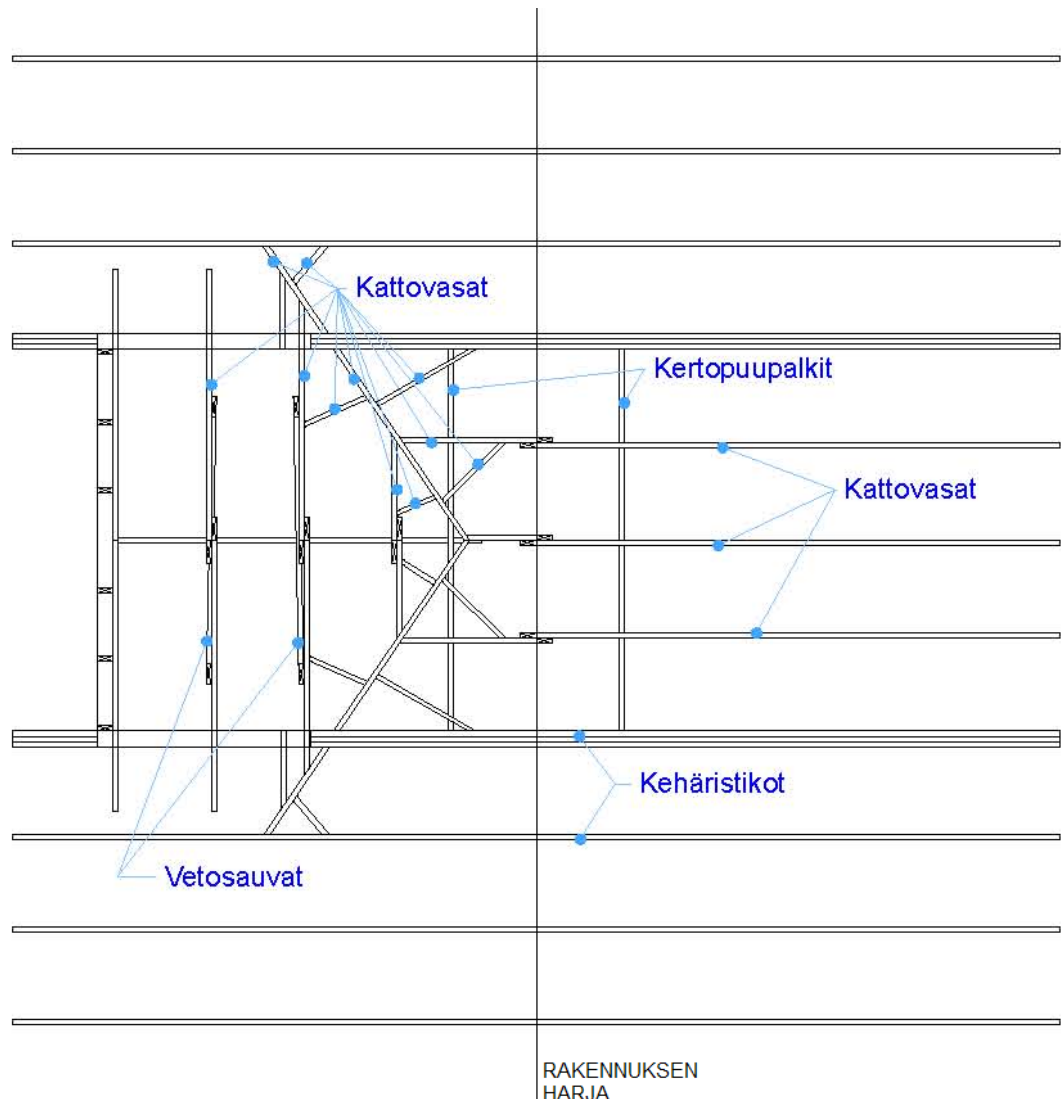
### 3.1 Lyhyt kuvaus esimerkkitalosta

Esimerkkitalo on puolitoistakerroksinen. Talon alakerta on 8,5 metriä leveä ja yläkerran runkorakenne on suunniteltu niin, että sinne on mahdollista tehdä kuusi metriä leveät huoneet. Talo rakennetaan paikalla. Yläkertaan tulee kolme huonetta. Keskimmäisen huoneen kohdalle rakennetaan koko huoneen levyinen kattolyhty. Ilman kattolyhtyä huoneeseen olisi pitänyt tehdä kattoikkuna. Kattolyhty tuo huoneeseen valoa ja lisää tilaa. Lyhdyssä on ovi, josta pääsee talon parvekkeelle. Talon takapuolen katon lape on suora.

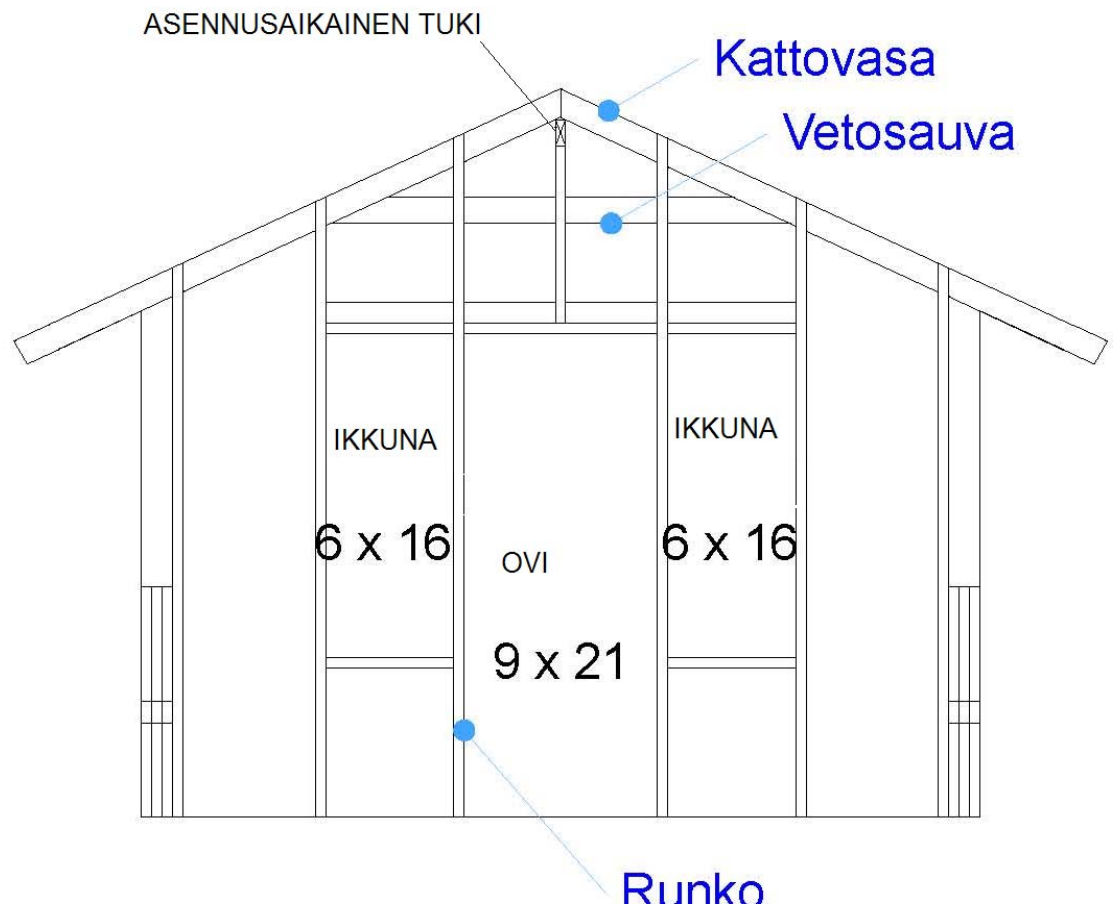
### 3.2 Esimerkkitalon rakenteet

Esimerkkitalon kattolyhty on neljä metriä leveä eli kolmasosa koko talon pituudesta. Kattolyhty sijaitsee pituussuunnassa täysin keskellä taloa. Taloon tuli yksi kantava väliseinä. Talon kattorakenteet tehtiin kehäristikoista. Keskelle kattolyhdyn kohtaan ei tullut kattokehiä, vaan kantava rakenne tehtiin paikalla pitkästä tavarasta. Voimien siirtämiseksi perustuksille naulattiin molemmille puolille kattolyhtyä kolme kattokehää kiinni toisiinsa. Kattolyhdyn kohdan kuormat siirrettiin kattokehille kertopuisten palkkien avulla. Palkkien päiden alle kattokehien kohtaan suunniteltiin pilarit vahvistamaan kattokehärakennetta. Tämä ei haittaa, sillä kattokehien kohtaan olisi muutenkin tullut väliseinä. Pilarit siirtävät kuormat kattokehien alapaarteiden kautta kantaville ulko- ja väliseinille ja sitä kautta perustuksille. Tämä aiheutti lisätyötä kuormien laskemisessa, mutta tällainen rakenne on välttämätön vaadittavan lopputuloksen aikaansaamiseksi. Kattolyhdyn sisäjiirin kohtaan laitettiin lyhyitä palkkeja sisäjiiripeltiä varten. Kattolyhdyn kattokannattajat pysyvät koossa vetosauvojen avulla eli rakenne on tavallaan ristikko. Kattolyhdyn harjalle laitettiin kuitenkin palkki asennusaikaista työtä varten. Tämä palkki parantaa rakenteen lujuutta, mutta sitä ei ole huomioitu laskelmissa. Kattolyhdyn seinät tehtiin 50 mm x 150 mm puutavarasta eli samasta kuin koko muun rakennuksen kantavat

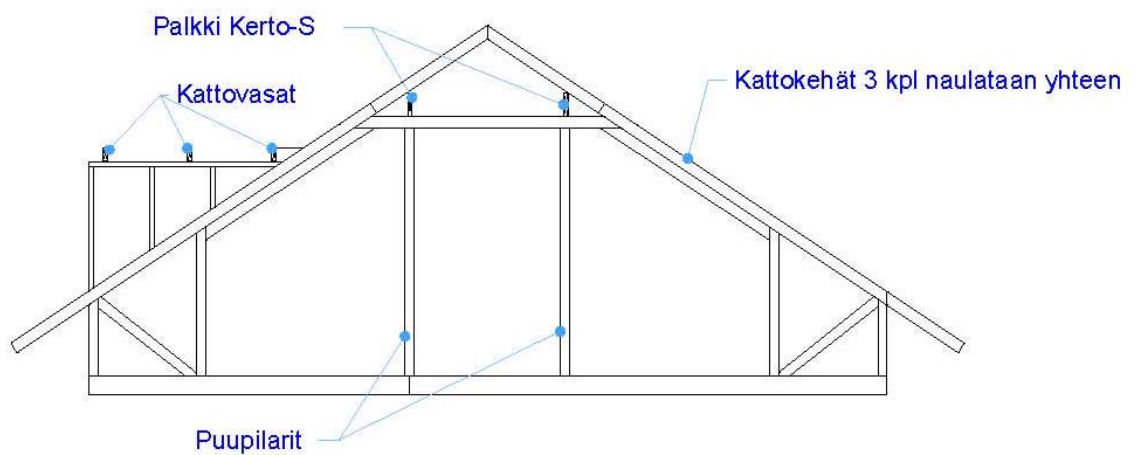
ulkoseinät. Seiniin tulee sisäpuolelle vielä 50 mm x 50 mm koolaus. Näin saavutetaan tarvittava 200 mm:n lämmöneristekerros. Kattolyhdyn etuseinään tulee parvekkeelle johtava ovi sekä kaksi ikkunaa molemmin puolin ovea. Kattolyhdyn sivuseinät tehtiin suoraan yhteen naulattujen kattokehien päälle. Kuvioissa 2–4 on esitetty esimerkkitalon kattolyhdyn rakenteita. Kuvio 5 on 3D –kuva suunnitellusta rakenteesta. Kuviossa 6 näkyy vesikaton ja rungon osalta valmis kattolyhty. Yläpohjan lämmöneristeitä varten kattotuoleihin naulataan tarvittava koolaus kaksituumaisesta puutavarasta. Esimerkkitalon yläpohjaan tulee yhteensä 350 mm kivi-villalevyä. Lisäksi aluskatteen ja lämmöneristeen väliin tulee tuulensuojalevy ja 100 mm:n tuuletusväli. Erityisesti tulee huolehtia, että rakenne tuulettuu myös sisäjiirin kohdalla. Kattolyhdyn runkorakenteisiin käytetty puutavara oli lujuusluokkaa C24 tai C30. Lisäksi käytettiin kertopuuta. Kattokehät olivat ristikkotehtaan suunnittelempia ja valmistamia. Talon kattokaltevuus on 1:1,5, mutta kattolyhdyn kattokaltevuus on 1:2,3. Rakenteille kohdistuneet kuormat laskettiin käsin, mutta mitoituksessa käytettiin Finnwood 2.2 -laskentaohjelmaa. Laskelmaohjelman tulosteet on esitetty liitteessä 2. Esimerkkitalon yläpohjassa on kolmea erilaista rakennetta, joille kullekin laskettiin omapaino erikseen. Lämmin yläpohja antoi suurimman omapainon arvon. Erilaisia omapainon arvoja ei hyödynnetty mitoituksessa, vaan koko yläpohjan omapaino laskettiin käyttämällä suurinta omapainon arvoa 0,38 kN/m<sup>2</sup>. Omapainot on laskettu liitteessä 3.



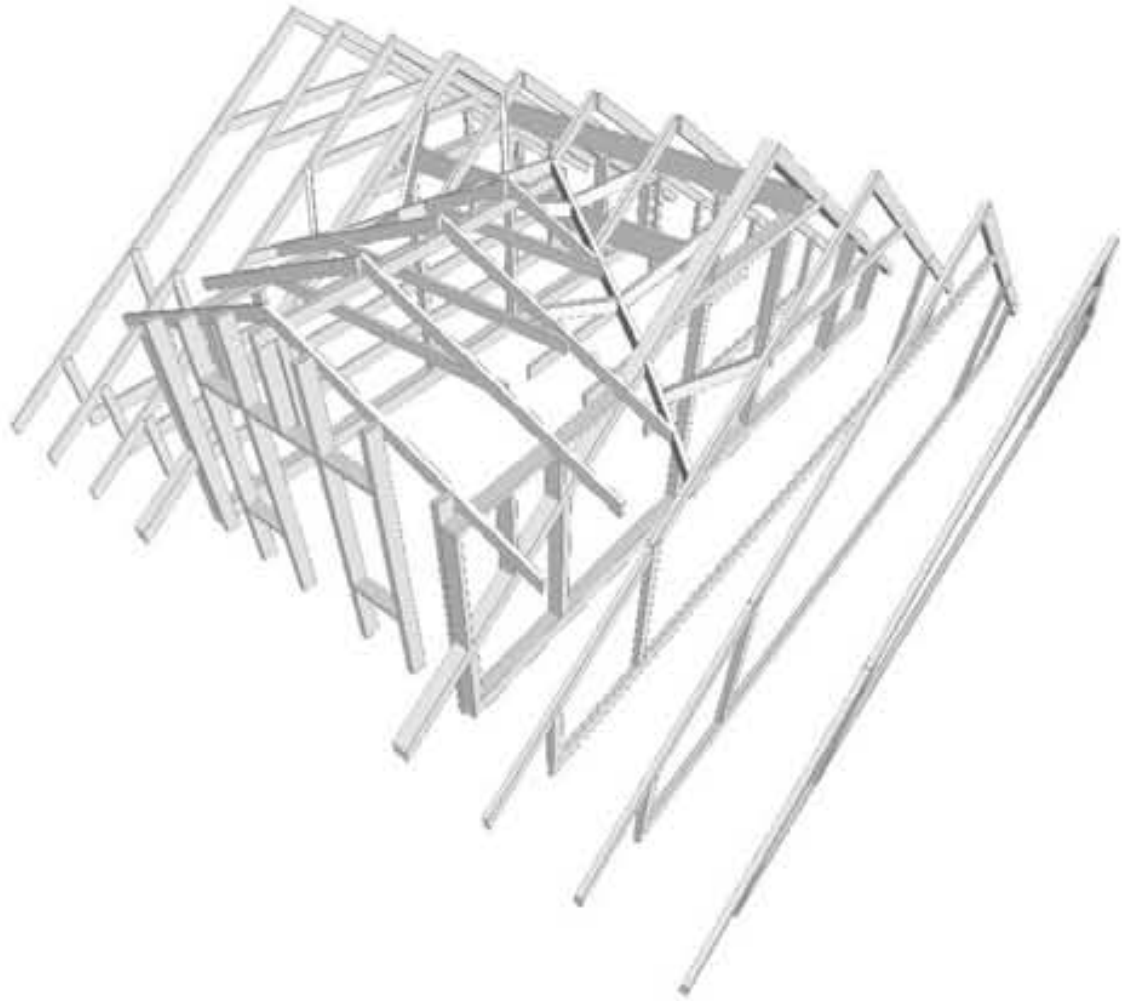
KUVIO 2. Kattolyhdyn runkorakenteet ylhäältä päin.



KUVIO 3. Kattolyhdyn runkorakenteet talon pitkältä sivulta päin.



KUVIO 4. Leikkauskuva kattolyhdyn runkorakenteista.



KUVIO 5. 3D -kuva suunnitellusta rakenteesta.

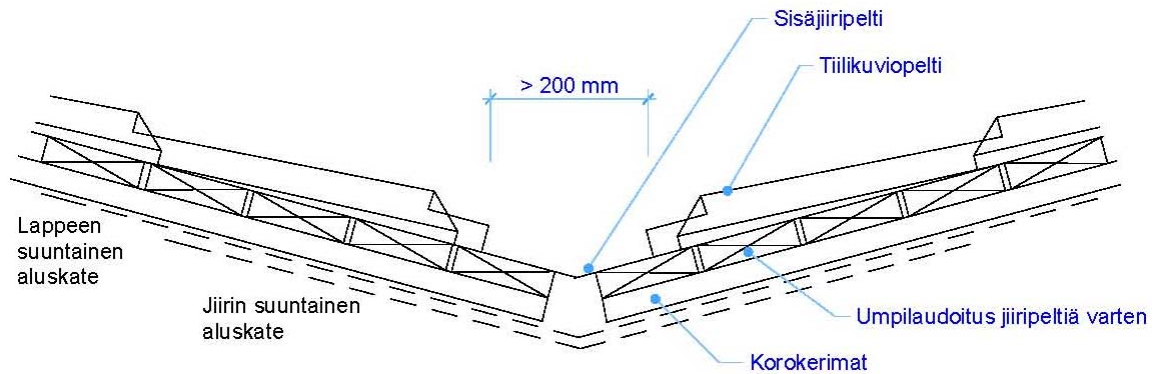


KUVIO 6. Esimerkkitalon kattolyhty.

### 3.3 Vesikattorakenteet

Sisäjiirien aluskatetta asennettaessa tulee noudattaa erityistä huolellisuutta. Aluskatetta pitkin valuvan veden pitää aina laskeutua alemman aluskatteen päälle. Sisäjiirien korokerimoja asennettaessa tulee huolehtia, ettei aluskatetta pitkin valuva vesi jää panttaamaan korokerimoihin. Esimerkkitalossa korokerimojen päälle asennettiin 3 kappaletta 32 mm:n naulausrimaa jiirin syvimmän kohdan molemmin puolin jiirin suuntaisesti. Naulausrimat tulivat täten samaan tasoon ruoteiden kanssa. Näiden naulausrimojen päälle asennettiin 1200 mm leveä sisäjiiripelti. Sisäjiiripellin pökkaukset estävät sen, ettei peltiä pitkin valuva vesi pääse kapillaarisesti sisäjiiripelliltä ulos. Muotokate tulee leikata sisäjiirin suuntaisesti siten, että jiirin taitteen ja katteen alareunan väliin jää yli 100 mm:n rako. Näin puiden lehdet ja muut roskat pääsevät valumaan esteittä jiiripeltiä pitkin alas. Sisäjiirin rakenne näkyy kuviossa 7. Esimerkkitalon kattolyhtyyn tuli kaksi samanlaista lappeelle päättyvää sisäjiiriä. Tämä tarkoittaa sitä, että sisäjiiripellin tulee laskea vesi talon jyrkemmän lappeen päälle. Tämä voidaan toteuttaa siten, että jyrkemmän katon katopelti tehdään kahdesta osasta ja limitetään siten, että sisäjiiripelti jää väliin. Tä-

mä täytyy huomioida jo kattopeltejä tilattaessa. Esimerkkitalon tuli tiilikuvioinen peltikate, joka asetti omat haasteensa peltien leikkaamisessa ja asentamisessa jireissä. (Rautaruukki 2008.)



KUVIO 7. Sisäjiirin vesikaterakenne.

Sisäjiiri voidaan myös toteuttaa toisella tapaa siten, että jiirin aluslaudoitus ei tule ruoteiden kanssa samaan tasoon, vaan se tulee jo aluskatteen alle. Tällöin jiiripelissä on oltava syvennys taitteen kohdalla. Tällainen rakenne estää veden nousun jiiripeltiä pitkin muotokatteen alle.

### 3.4 Esimerkkitalon kattolyhdyn materiaalien menekit ja kustannukset

Esimerkkitalon kattolyhdyn menekit laskettiin suunnitelmien perusteella. Laskelmissa huomioitiin 5–10 hukkaprosentti. Materiaalien kustannuksien laskemiseen käytettiin rautakauppa Taloon.com -nettisivuja (Taloon.com 2010). Esimerkkitalon kattolyhdyn materiaalikustannuksiksi laskettiin 1792 €. Laskelmissa ei ole huomioitu ikkunoita ja ovia. Ikkunat ja ovet muodostavat kuitenkin ison osan materiaalikustannuksia. Laskelmissa näitä ei ole huomioitu, sillä ilman kattolyhtyä parveke olisi tullut talon pätyyn ja menekit näin olleet kutakuinkin samat. Esimerkkitalon menekit ja kustannukset on esitetty tarkemmin liitteessä 4.



### 3.5 Esimerkkitalon kattolyhdyn toteutus

Esimerkkitalon kattolyhdyn kantavat rakenteet ja vesikatto toteutettiin syksyllä 2009. Rakentamista hankaloitti korkeus. Rakentamisessa tulee aina käyttää kunnollisia telineitä. Niiden ansiosta rakentaminen on joutuisaa ja ennen kaikkea turvallista. Sisäjiirien runkorakenteiden tekemistä hidasti lyhyiden tukipalkkien mitaaminen ja sahaaminen. Palkkien päät piti usein sahata jiiriin kahteen eri suuntaan. Lyhyet palkit naulattiin pitkillä sinkityillä nauloilla päistään kiinni. Jokaiseen palkkiin käytettiin useita nauloja. Sisäjiirin teossa kaikkea ei voitu tehdä millin tarkasti suunnitelmien perusteella, vaan toisinaan täytyi soveltaa tilanteen mukaan. Aluskate asennettiin samaan aikaan ruoteiden kanssa. Korokerimat täytyi tehdä lyhyistä pätkestä, jotta seuraava aluskatevuota olisi ollut mahdollista levittää. Aluskate limitettiin reilusti saumoistaan. Ruoteet asennettiin tarkasti 350 mm:n jaolla, jotta tiilikuviopelti sopi ruoteiden päälle ilman ongelmia. Jiirin kohtaan tulevat peltikatelevyt sahattiin mittojen mukaan määrämittäisiksi maassa ja nostettiin paikoilleen. Tiilikuviopellin kanssa erityistä huomiota täytyi kiinnittää siihen, että isommalta lappeella ”tiilirivit” pysyvät suorina ja harjan suuntaisina koko ajan edettäessä kattolyhdyn yli. Mikäli tiilikuvio lähtee menemään vinoon, räystäällä peltikatteen naamalaudan ylimenevä osuus on erisuuruinen kattolyhdyn molemmin puolin. Tällainen vika on helposti silmiinpistävä. Tiilikuviopellillä tätä vikaa ei voi korjata lyhentämällä peltikatetta sahaamalla, vaan katelevyt on ruuvattava irti ja sovitettava paikoilleen uudestaan. Esimerkkitalon kattolyhdyn runkorakenteiden toteuttamiseen meni yhdeltä ihmiseltä 32 tuntia. Ilman kattolyhtyä koko katon runkorakenteet olisi toteutettu kehäristikoilla, joten tätä työtä ei olisi ollut lainkaan. Kahden ihmisen työporukalla työ olisi sujunut huomattavasti joutuisammin, sillä oltaisiin välttytty jatkuvalla kiipeämiseltä katolle ja alas. Esimerkiksi puutavaraa olisi ollut helpompi nostella. Esimerkkitalon kattolyhdyn puoleisen lappeen vesikaton toteuttamiseen meni yhdeltä ihmiseltä 32 tuntia. Talon vastakkaisen lappeen eli suoran lappeen vesikattoon käytettiin aikaa 8 tuntia. Täten kattolyhdyn aiheuttama työmäärä vesikaton osalta oli 24 tuntia.

## 4 YHTEENVETO

Esimerkkitalon kattolyhty tulee materiaalien osalta maksamaan vajaat 2000 euroa suoraa lapetta enemmän. Aikaa yhdeltä ihmiseltä meni vesikaton ja rungon tekemiseen 56 tuntia. Kahden ihmisen työporukalta työ olisi todennäköisesti sujunut yli puolet nopeammin. Kattolyhty aiheuttaa vielä lisää töitä rakennuksen sisällä. Täten työmäärän osuus lyhdyn kokonaiskustannuksista nousee suureksi riippuen siitä, millaisen hinnan työlle laskee. Kattolyhdyn kustannuksiin täytyy myös laskea erilaiset rakennesuunnitelmat. Kattolyhdyllä saatiin taloon viisi kerrosneliötä lisää ja lisäksi enemmän korkeaa tilaa. Vaadittavat pilarit ja muut kantavat rakenteet saatiin sopivasti piiloon rakennuksen sisäseiniin. Talon yläkerran keskimmäisestä huoneesta saatiin avara ja lisäksi siitä on hyvät näkymät talon etupihalle. Lisäksi se parantaa talon ulkonäköä. Voidaan ajatella, että ilman kattolyhtyä taloon olisi täytynyt jo pelkästään ulkonäön vuoksi tehdä jonkinlainen erkkeri tai vastaava joita esimerkkitaloon ei tullut. Yksilappeinen kattolyhty olisi tullut halvemmaksi materiaalien ja varsinkin työn osalta. Voidaan todeta, että erilaisia kattolyhtymalleja on paljon. Lyhtyjä voidaan rakentaa uuteen taloon useitakin. Kaikki riippuu lähes kokonaan rakennuksen omistajasta. Hankalat rakenneratkaisut saattavat joissakin tapauksissa muodostua esteeksi, kuten myös mahdolliset kaavamääräykset. Vanhaan taloon lyhty on hieman hankalampi toteuttaa, mutta ei mahdoton. Esimerkiksi vesikattoremonttia suunnitellessa kannattaa lyhdynkin tekemistä harkita.

## LÄHTEET

Hemgren, P & Wannfors, H. 2003. Pientalon käsikirja. 4. painos. Suomentanut Leena Kivivalli. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Taloon.com. 2010. [www-dokumentti]. Taloon Yhtiöt Oy. [Viitattu 12.1.2010]. Saatavissa: <http://kauppa.taloon.com/PublishedService?pageID=3&action=view&groupID=&OpenGroups=>

Nielsen, J., Stensgård, S., Wagner, J., Svendsen, P., Krogh, K., Hansen, L., Raun, C. & Jorgensen, P. ym. 2005. Suuri suomalainen tee itse –käsikirja vesikatto. 1. painos. Bonnier Publications A/S.

Rautaruukki. 2008. Vesikatot asennusohje Mallit Tiilikainen ja Elite. [www-dokumentti]. Rautaruukki Oyj. [Viitattu 12.1.2010]. Saatavissa: [http://www.ruukki.com/www/materials.nsf/materials/C27F3EF53AD4080DC22573C30030615C/\\$File/Muotokate\\_asennusohje\\_FI\\_150dpi\\_01012008.pdf?openElement](http://www.ruukki.com/www/materials.nsf/materials/C27F3EF53AD4080DC22573C30030615C/$File/Muotokate_asennusohje_FI_150dpi_01012008.pdf?openElement)

Puurakenteiden suunnitteluohje Eurokoodi EN 1995-1-1. 2007. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

## **LIITTEET**

**Liite 1. Esimerkkitalon kattolyhdyn rakennekuvat ja lujuuslaskelmat**

**Liite 2. Esimerkkitalon kattolyhdyn rakenteiden mitoitustulosteet**

**Liite 3. Esimerkkitalon yläpohjarakenteiden omapainot**

**Liite 4. Esimerkkitalon kattolyhdyn materiaalien menekit ja kustannukset**

## LIITE .1

### Kattolyhdyn rakennekuvat ja lujuuslaskelmat

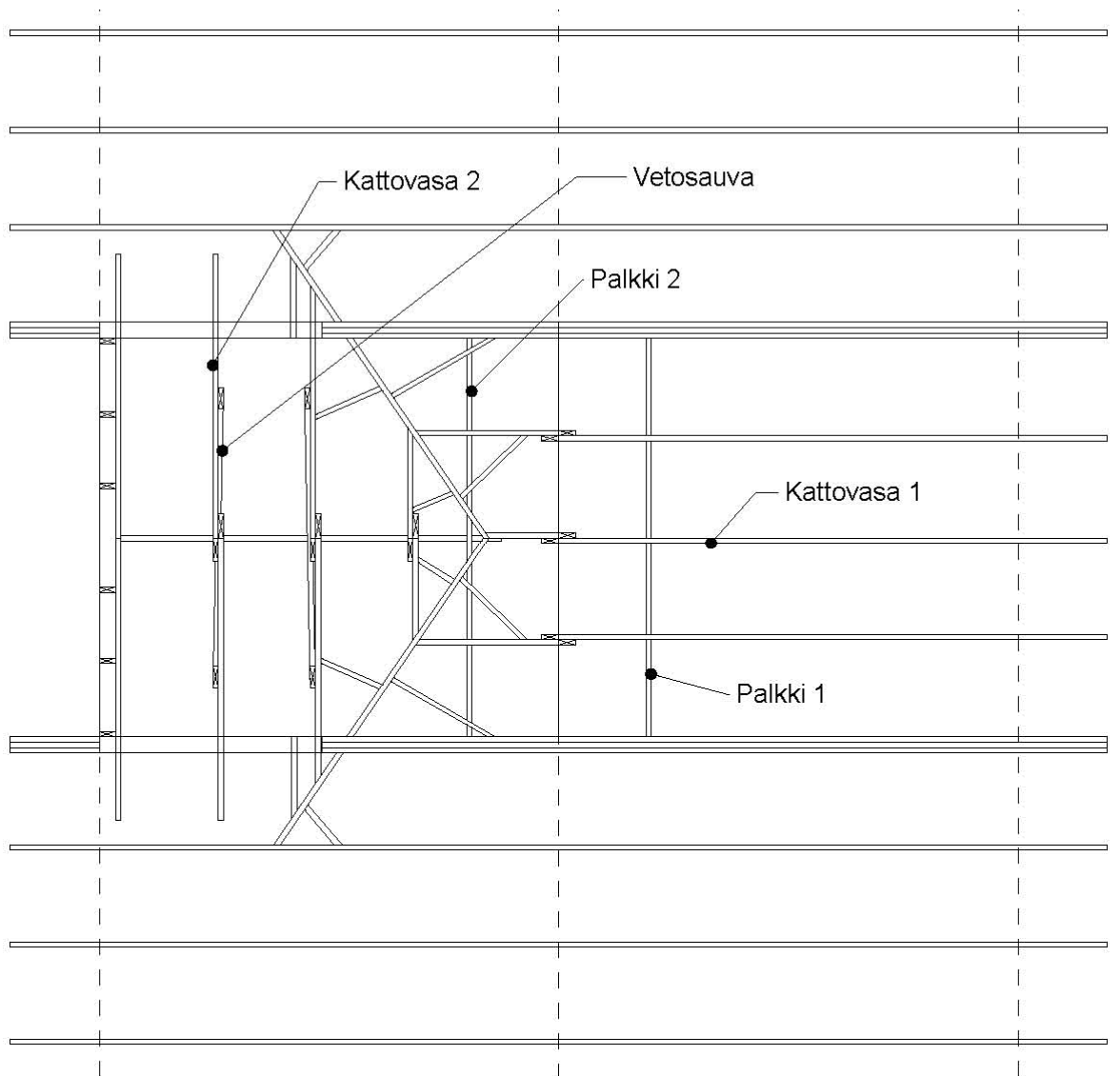
-Laskelmissa käytetään yläpohjalle omapainon arvoa 0,38 kN/m<sup>2</sup>. Tämä on lämpimän osan omapaino joka on laskettu liitteessä 3. Kylmät osat siis lasketaan myös arvolla 0,38 kN/m<sup>2</sup>. Tämä on varmemmalla puolen ja mahdollistaa kylmien osien laajentamisen lämpimäksi myöhemmin tulevaisuudessa. Joka tapauksessa osien erittelyn merkitys olisi laskelmissa hyvin pieni.

-Lumikuorman maanpinnan ominaisarvo (sk) on paikkakunnasta riippuvainen. Tässä tapauksessa se on 2,5 kN/m<sup>2</sup>.

-Tuulikuormaa tarvitaan, kun rakenteita mitoitetaan hetkellisessä aikaluokassa. Kuitenkin hetkellinen aikaluokka ei anna suurinta mahdollista mitoitusarvoa esimerkiksi lumi- ja tuulikuorman rasittamassa kattorakenteessa. Täten tuulikuorma voidaan jättää siltä osin huomioimatta. Kuitenkin kattorakenteen kiinnitykset tuulen imulle tulee tarkistaa käyttäen tuulenpaineen osapintojen paikallisia arvoja.

-Laskelmissa on mitoitettu seuraavat rakenneosat:

1. Kattovasa 1
2. Kattovasa 2
3. Vetosauva
4. Palkki 1
5. Palkki 2



-Laskelmissa käytetyt kertoimet perustuvat eurokoodi EN 1995 suunnitteluohjeisiin. Laskelmissa on käytetty seuraavia kertoimia:

Rakennuksen seuraamusluokka CC2  $K_{FI} = 1,0$

Kuorman keston ja kosteusvaikutuksen muunnoskerroimen  $k_{mod}$  arvot

Aikaluokka pysyvä, käyttöluokat 1 ja 2  $k_{mod} = 0,6$

Aikaluokka keskipitkä, käyttöluokat 1 ja 2  $k_{mod} = 0,8$

Aikaluokka hetkellinen, käyttöluokat 1 ja 2  $k_{mod} = 1,1$

Maanpinnan lumikuorman ominaisarvo  $s_k = 2,5 \text{ kN/m}^2$

Lumikuorman muotokerroin  $\mu$  kattokaltevuudelle  $33,69^\circ = 0,7$

Lumikuorman muotokerroin  $\mu$  kattokaltevuudelle  $23,5^\circ = 0,8$

Materiaalin jäykkyys- ja kestävyysominaisuuksien osavarmuusluvut  $\gamma_m$

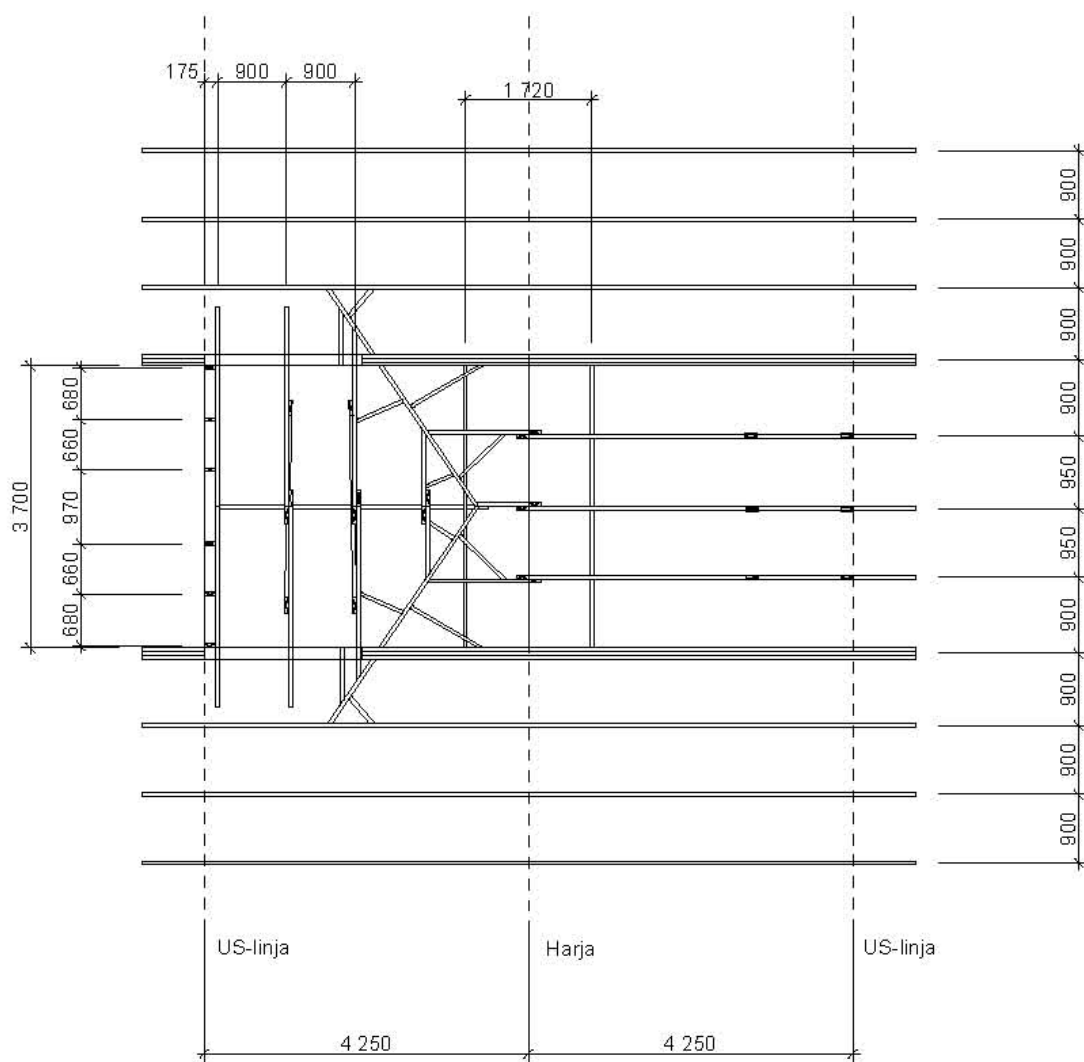
sahatavara = 1,4

Kertopuu = 1,2

Virumaluvun  $k_{def}$  arvot

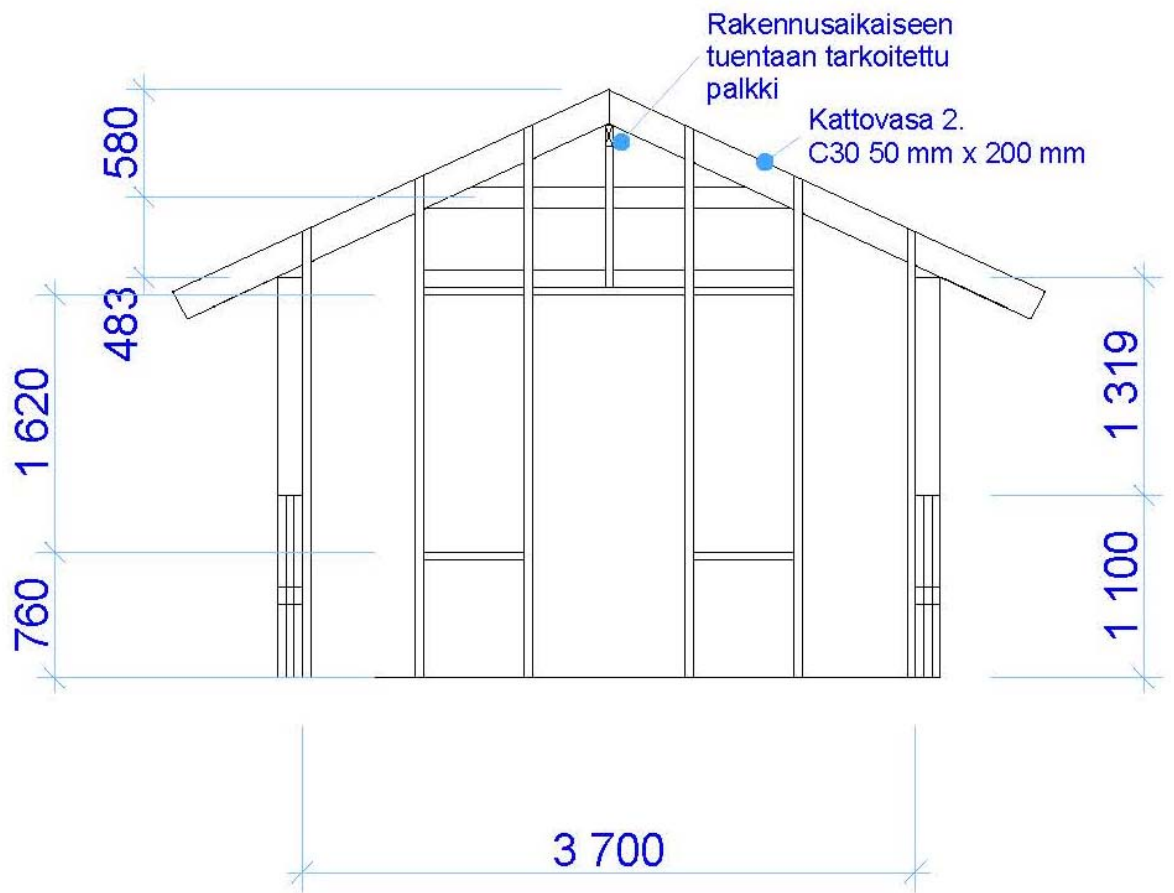
Käyttöluokka 1  $k_{def} = 0,6$

Käyttöluokka 2  $k_{def} = 0,8$

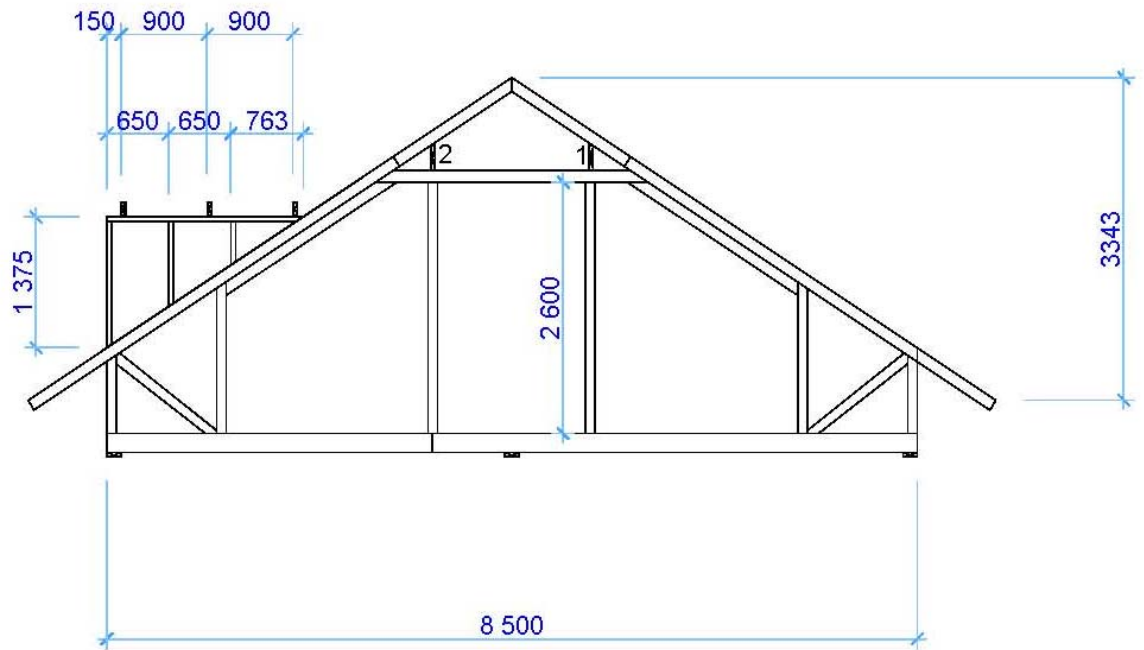


Rakennekuva ylhäältä päin



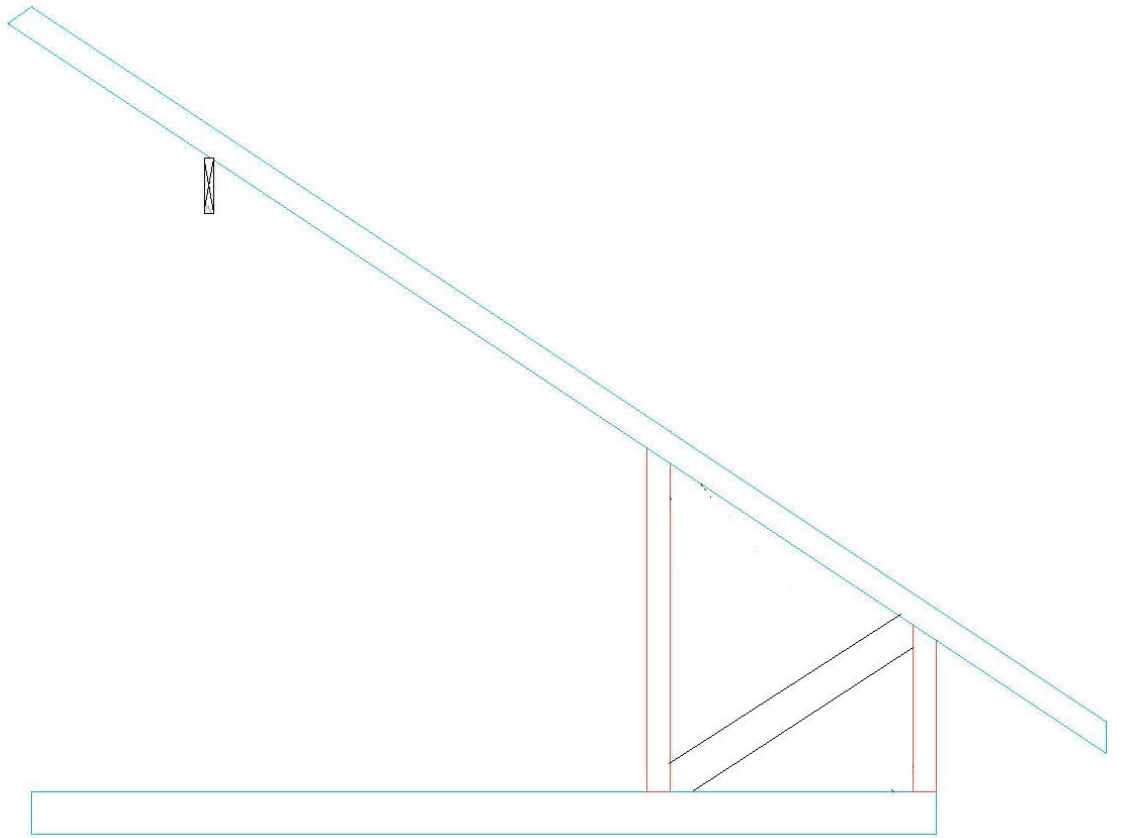


Kattolyhdyn päädyn rakennekuva



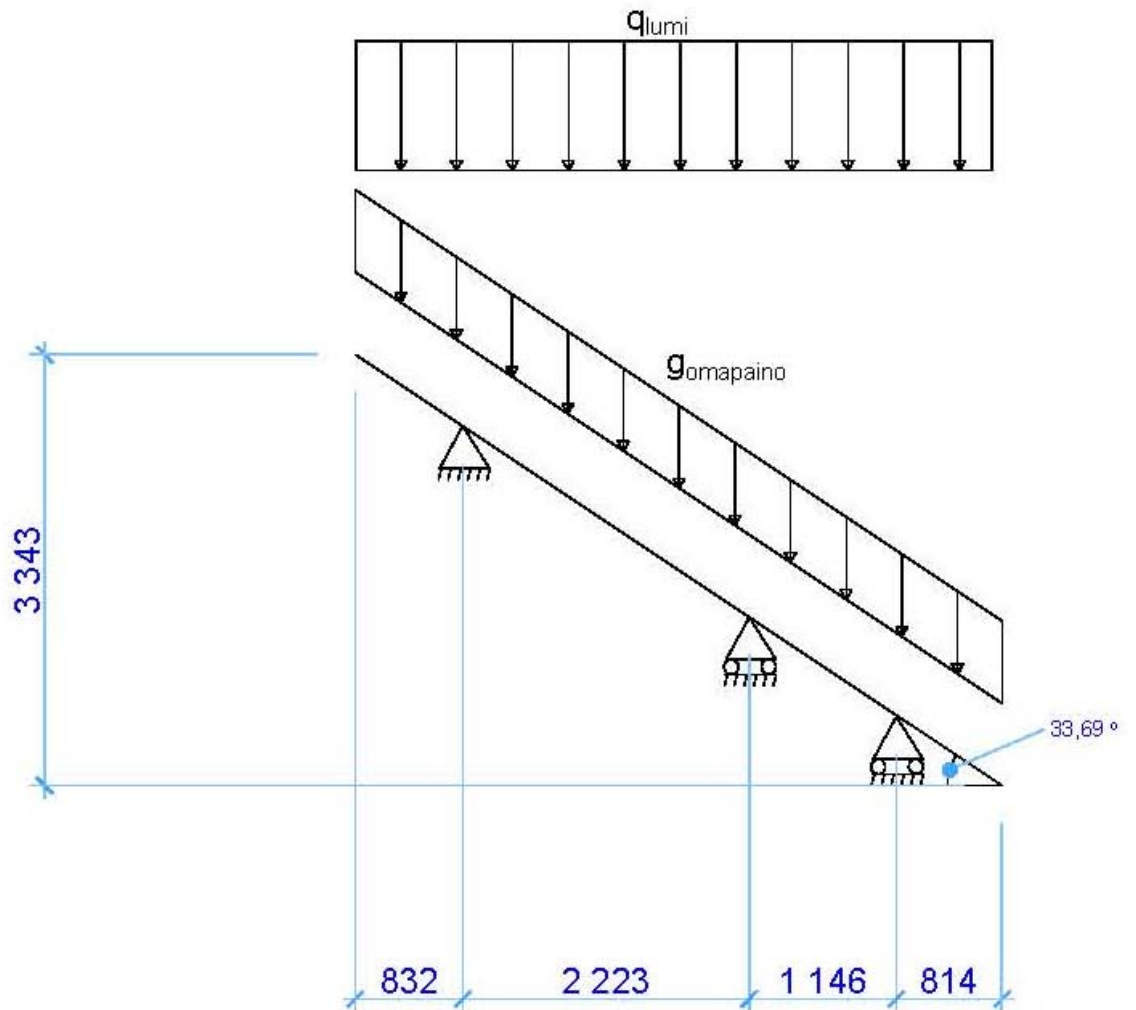
## Leikkaus

Leikkauskuvassa näkyy kattokehät, joita on 3 kpl molemmin puolin kattolyhtyä. Nämä kattokehät naulataan yhteen ja niiden tarkoitus välittää kuormat kattolyhdyn kohdalta kantaville seinille. Kattokehät on suunniteltu ristikkotehtaalla 900 mm k-jaolle. Kattolyhdyn kohdan aukko on 3700mm. Tämän aukon kuormien siirtämiseen tarvitaan siis 4 kpl kattokehiä ja symmetrisyyden vuoksi niitä sijoitetaan kaksi molemmin puolin. Keskiosan kuormat siirretään kattokehille palkkien avulla eli ne aiheuttavat kattokehille pistekuormia. Kattokehät ovat suunniteltu tasaiselle kuormalle. Vaikka kattokehillä on periaatteessa reilusti kapasiteettia kantaa keskiosan kuormat, niin niihin täytyy kuormien luonteen vuoksi tehdä vahvistuksia. Kattokehien sisäpuolelle laitetaan leikkauskuvan mukaisesti pilarit palkkien 1 ja 2 alle vahvistamaan kehärakennetta. Tästä ei ole haittaa, sillä pilarien kohtaan on muutenkin suunniteltu väliseinät. Pilarit haittaavat ainoastaan väliovien sijoittelua. Palkkien 1 ja 2 väliin tulee asentaa 50 mm x200 mm palkit kattovasojen kohtaan estämään vaakasuuntaiset liikkeet. Tämä palkkirakenne tulee myös vinoreivata.



Kattovasa 1.

## Kattovasa 1.laskenta



$$q_{\text{lumi}} = 0,7 * 2,5 \text{ kN/m}^2 = 1,75 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{k-jako } 950 \text{ mm joten kattovasalle kohdistuva lumen ominaisarvo} = 0,95 \text{ m} * 1,75 \text{ kN/m}^2 = 1,66 \text{ kN/m}$$

$$g_{\text{omapaino}} = 0,38 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{kattovasalle kohdistuva omapainon ominaiskuorma} = 0,95 \text{ m} * 0,38 \text{ kN/m}^2 = 0,36 \text{ kN/m}$$

Finnwood 2.2 -ohjelmalla saatu tulos kattovasa 1:n kooksi on vähintään C24 50 mm x 150 mm.

### Kattovasa 1. kiinnitykseen käytettävän kulmalevyn laskeminen

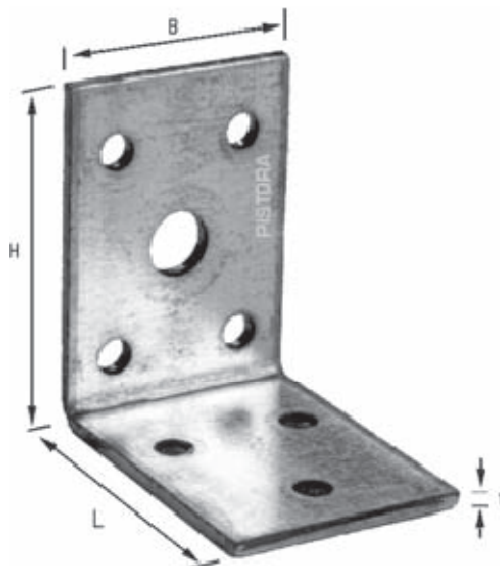
Alimmalle tuelle tuulen imusta kohdistuva suurin voima on -3,08 kN. Tämä näkyy Finnwood- ohjelman tulosteessa. Kattovasan liitin mitoitetaan tätä voimaa vastaan. Liittimenä käytetään tasakylkistä kulmalevyä jossa on 8 kpl halkaisijaltaan 5 mm reikää molemmilla sivuilla. Kulmalevyn koot:

$$B = 55 \text{ mm}$$

$$H = 65 \text{ mm}$$

$$L = 65 \text{ mm}$$

$$t = 3 \text{ mm}$$



Nauloina käytetään ankkurikampanauloja, joidenka halkaisija = 4 mm ja pituus = 40 mm.

Tarkastetaan naulojen ulosvetokestävyys: Ulosvetokestävyysmitoitussarvo  $R_d = 422 \text{ N}$  (RIL, sivu 109, taulukko 8.2b).

Ulosvetokestävyys =  $8 * 422 \text{ N} = 3376 \text{ N}$ . Kestää mitoittavan voiman

Tarkastetaan naulojen leikkauskestävyys.

$$R_d = \frac{k_{mod}}{y_m} * k_s * R_k = \frac{1,1}{1,4} * 1,346 * 1266 \text{ N} = 1339 \text{ N}$$

$$R_k = 120 * d^{1,7} = 120 * 4^{1,7} = 1266 \text{ N}$$

$$k_{mod} = 1,1$$

$$y_m = 1,4$$

$$d = 4,0$$

$$k_s = \left(0,6 + 0,9 * \frac{t_2}{12d}\right) * k_p = \left(0,6 + 0,9 * \frac{37 \text{ mm}}{48 \text{ mm}}\right) * 1,04 = 1,346$$

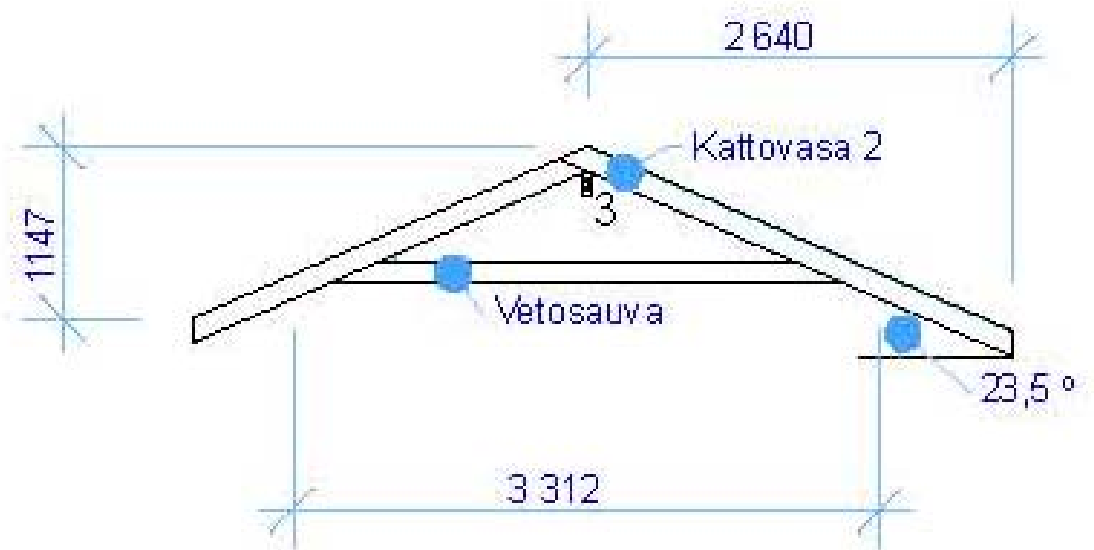
$$t_2 = 37 \text{ mm}$$

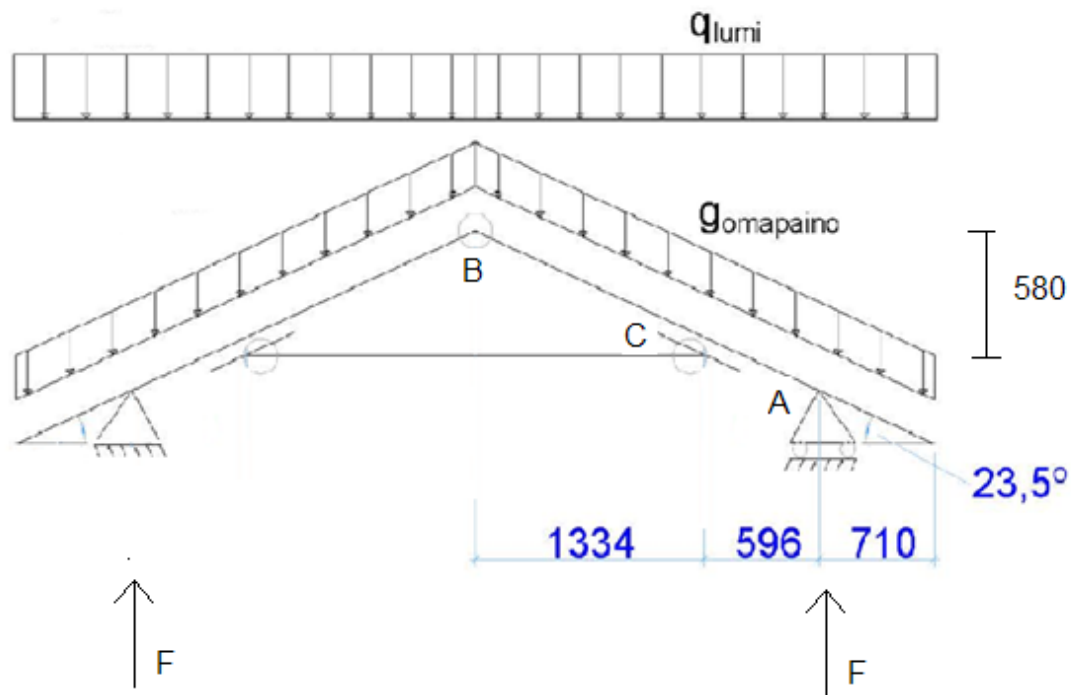
$$k_p = \sqrt{\frac{p_k}{350}} = \sqrt{\frac{380}{350}} = 1,04$$

$$p_k = 380$$

Liitoksessa on 8 naulaa. Liitoksen kestävyys =  $8 * 1339 \text{ N} = 10,7 \text{ kN}$ . Liitos kestäää mitoittavan voiman.

## Kattovasa 2 ja vetosauva





$$q_{\text{lumi}} = 0,8 * 2,5 \text{ kN/m}^2 = 2,0 \text{ kN/m}^2$$

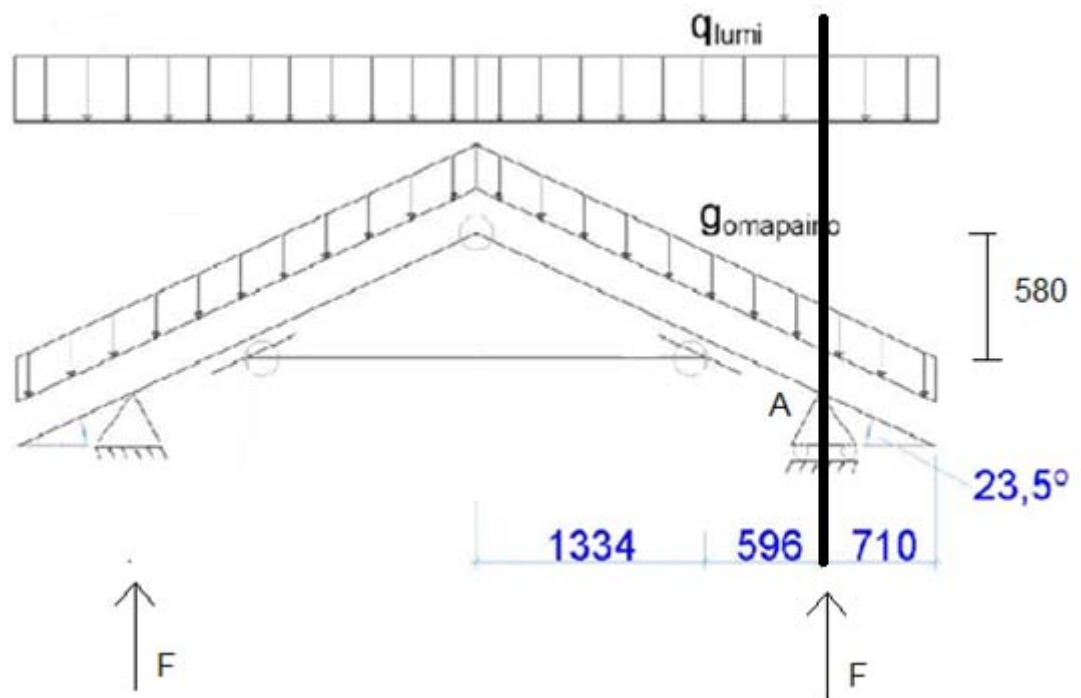
k-jako 900 mm joten kattovasalle kohdistuva lumen ominaisarvo =  $0,9 \text{ m} * 2,0 \text{ kN/m}^2 = 1,8 \text{ kN/m}$

$$g_{\text{omapaino}} = 0,38 \text{ kN/m}^2 * 0,9 \text{ m} = 0,342 \text{ kN/m}$$

**Vetosauvalle omapainosta kohdistuva voima  $P_{\text{omapaino}}$ :**

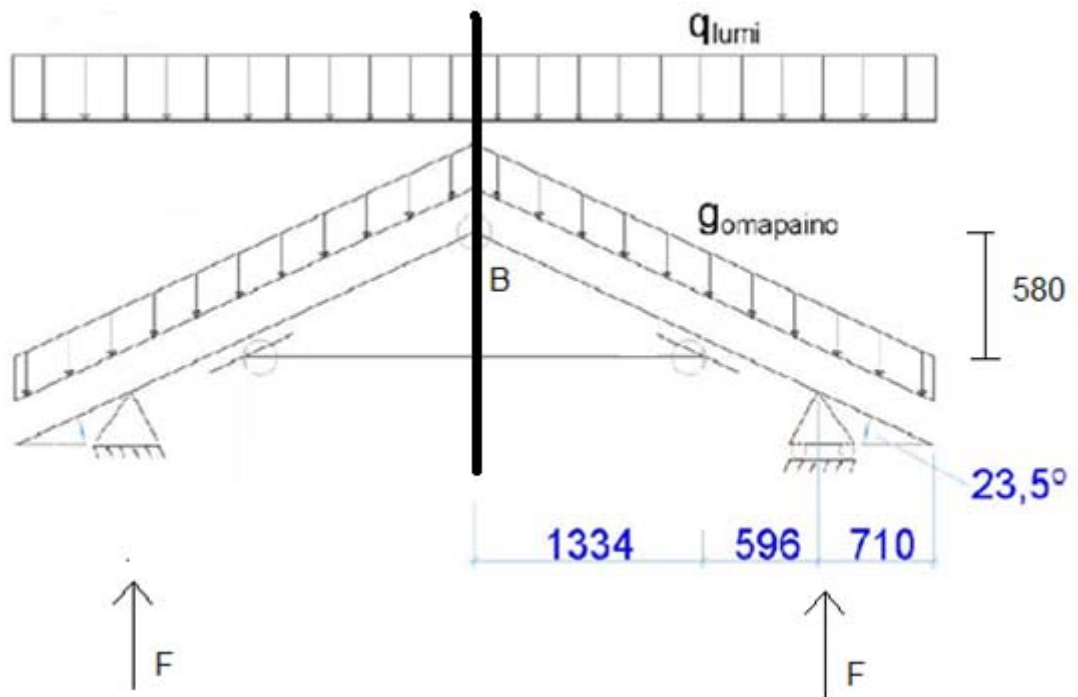
Lasketaan tukireaktio  $F_{\text{omapaino}}$





$$M_a = (596 \text{ mm} + 1334 \text{ mm} + 1334 \text{ mm} + 596 \text{ mm} + 710 \text{ mm}) * (596 \text{ mm} + 1334 \text{ mm} + 1334 \text{ mm} + 596 \text{ mm} + 710 \text{ mm})/2 * 0,342 \text{ kN/m} - 710 \text{ mm} * 710 \text{ mm} / 2 * 0,342 \text{ kN/m} - F_{omapaino} * (1334 \text{ mm} + 1334 \text{ mm} + 596 \text{ mm} + 596 \text{ mm}) = 0$$

$$F_{omapaino} = 0,903 \text{ kN}$$



Momenttitasapaino kohdassa B

$$M_b = 0,903 \text{ kN} * (1334 \text{ mm} + 596 \text{ mm}) - 0,342 \text{ kN/m} * (1334 \text{ mm} + 596 \text{ mm} + 710 \text{ mm}) * (1334 \text{ mm} + 596 \text{ mm} + 710 \text{ mm}) / 2 - 580 \text{ mm} * P_{omapaino} = 0$$

$$P_{omapaino} = 0,95 \text{ kN}$$

**Vetosauvalle lumikuormasta kohdistuva voima  $P_{lumi}$ :**

Lasketaan tukireaktio  $F_{lumi}$

$$M_a = (596 \text{ mm} + 1334 \text{ mm} + 1334 \text{ mm} + 596 \text{ mm} + 710 \text{ mm}) * (596 \text{ mm} + 1334 \text{ mm} + 1334 \text{ mm} + 596 \text{ mm} + 710 \text{ mm}) / 2 * 1,8 \text{ kN/m} - 710 \text{ mm} * 710 \text{ mm} / 2 * 1,8 \text{ kN/m} - F_{lumi} * (1334 \text{ mm} + 1334 \text{ mm} + 596 \text{ mm} + 596 \text{ mm}) = 0$$

$$F_{lumi} = 4,752 \text{ kN}$$

Momenttitasapaino kohdassa B

$$M_b = 4,752 \text{ kN} * (1334 \text{ mm} + 596 \text{ mm}) - 1,8 \text{ kN/m} * (1334 \text{ mm} + 596 \text{ mm} + 710 \text{ mm}) * (1334 \text{ mm} + 596 \text{ mm} + 710 \text{ mm}) / 2 - 580 \text{ mm} * P_{lumi} = 0$$

$$P_{lumi} = 5,0 \text{ kN}$$

Kattovasa 2. on laskettu Finnwood 2.2 -ohjelmalla. Palkin kooksi saatiin C24 50 mm x 150 mm. Kattovasan laskemisessa ei ole huomioitu lämmöneristeen vuoksi tehtävää kattovasojen suuntaista koolausta. Hyvin toteutettuna tämä koolaus lisää rakenteen lujuutta ja vähentää taipumaa kattovasan keskellä. Rakenne kuitenkin kestää ja taipuma on riittävän pieni ilman koolaustakin.

Vetosauvaan kohdistuu siten 8,6 kN voima (aikaluokka keskipitkä).

Kokeillaan sauvaksi 50 mm x 125 mm C24.

$$k_{mod} = 0,8$$

$$f_{t,0,k} = 14 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_M = 1,4$$

$$f_{t,0,d} = \frac{k_{mod} * f_{t,0,k}}{\gamma_M} = \frac{0,8 * 14 \text{ N/mm}^2}{1,4} = 8 \text{ N/mm}^2$$

$$A = 50 \text{ mm} * 125 \text{ mm} = 6250 \text{ mm}^2$$

$$A * f_{t,0,d} = 6250 \text{ mm}^2 * 8 \text{ N/mm}^2 = 50 \text{ kN}$$

Vetosauva 50 mm x 125 mm C24 kestää rasiituksen

### **Naulaliitoksen laskeminen**

-Naula kuumasinkitty lankanaula 3,4 mm \* 100 mm

-Naulaliitoksen laskentakaava

$$F_{v,d} = m * \frac{k_{mod}}{y_m} * k_p * \begin{cases} k_t \\ k_e \end{cases} * 120 * d^{1,7}$$

$F_{v,d}$  = yhden naulan kapasiteetti

$$m = 1$$

$$k_{mod} = 0,8$$

$$y_m = 1,4$$

$$k_p = 1,0$$

tunteuma  $t_1 > 8d$  joten käytetään kerrointa  $k_t$

$$k_t = \max 1 + 0,3 * ((t_1 - 8d) / 8d), 1 + 0,3 * ((t_2 - 12d) / 6d)$$

$$t_1 = 50 \text{ mm} \quad t_2 = 50 \text{ mm} \quad k_t = 1,251$$

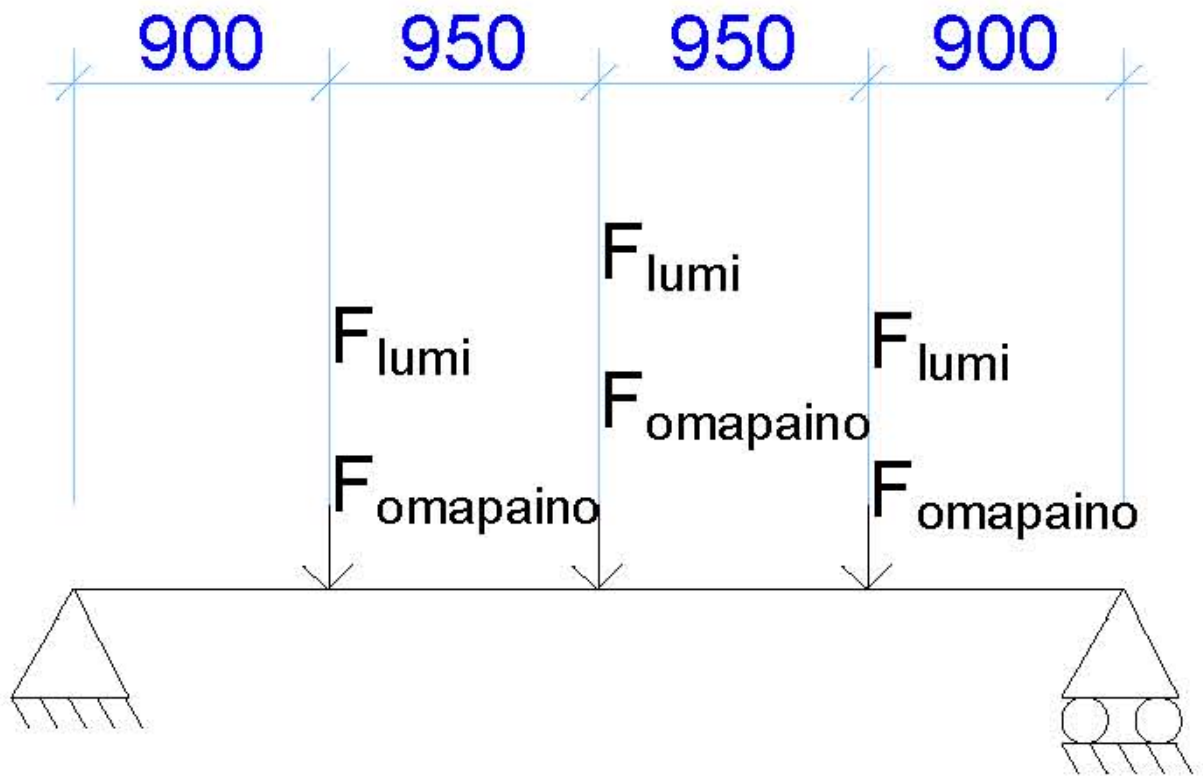
$$F_{v,d} = 687 \text{ N}$$

$$F < n * F_{v,d}$$

$$n > F / F_{v,d} = 8,6 \text{ kN} / 0,687 \text{ kN} = 12,5$$

$n = 13$  kpl nauloja

## Palkin 1 laskeminen



Palkkiin 1. kohdistuvat voimat saadaan suoraan kattovasa 1. suurimmista tälle tuelle kohdistuvasta tukireaktioista. Tuen max tukireaktio on 5,99 kN. Tällöin aika-luokka on keskipitkä. Palkiksi valitaan Kerto-S 51 mm x 300 mm.

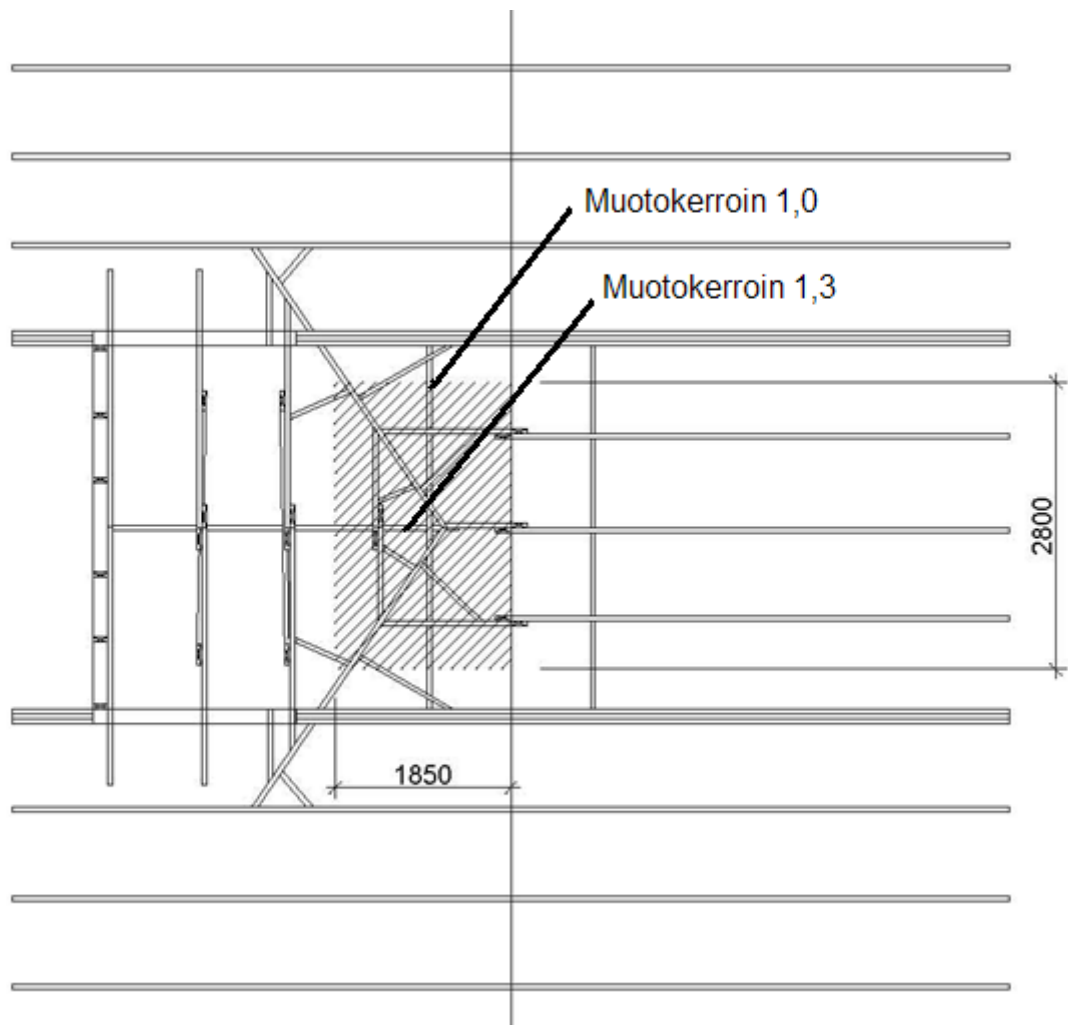
## Palkki 2. laskeminen

Palkin kuormitusalue on 1850 mm leveä ja 2800 mm pitkä. Kattolyhdyn sisäjiiristä johtuva kinostuminen pitää ottaa huomioon lumikuormaa laskettaessa. Jiirin kohdalla käytetään Eurokoodi 5 mukaisesti lumelle muotokerrointa  $\mu_2$ . Kinostuman oletetaan pienenevän tasaisesti sitä mukaa mitä kauemmas jiiristä mennään. Katon muotokerrointa  $\mu_1$  voidaan alkaa käyttää kahden metrin päässä jiirin alanurkasta katon päätyräystästä kohti, samoin 2 metrin päässä jiirin ylänurkasta ylöspäin kohti harjaa. Näille väleille katon muotokerroin lasketaan interpoloimalla muotokerrointen  $\mu_1$  ja  $\mu_2$  väliltä. Mikäli katon harja on lähempänä, kuin kahden metrin päässä sisäjiirin yläpäästä, interpolointi ulotetaan vain harjalle asti. Jiirin lyhyet palkit tehdään saman kokoisesta ja saman lujuisesta puutavarasta kuin kattovasa 2. Jiirin lumikuormat kohdistuvat suurelta osin palkki 2:lle. Jiirien alapäässä kasvaneen lumikuorman kantaa yhteen naulatut kattokehät.

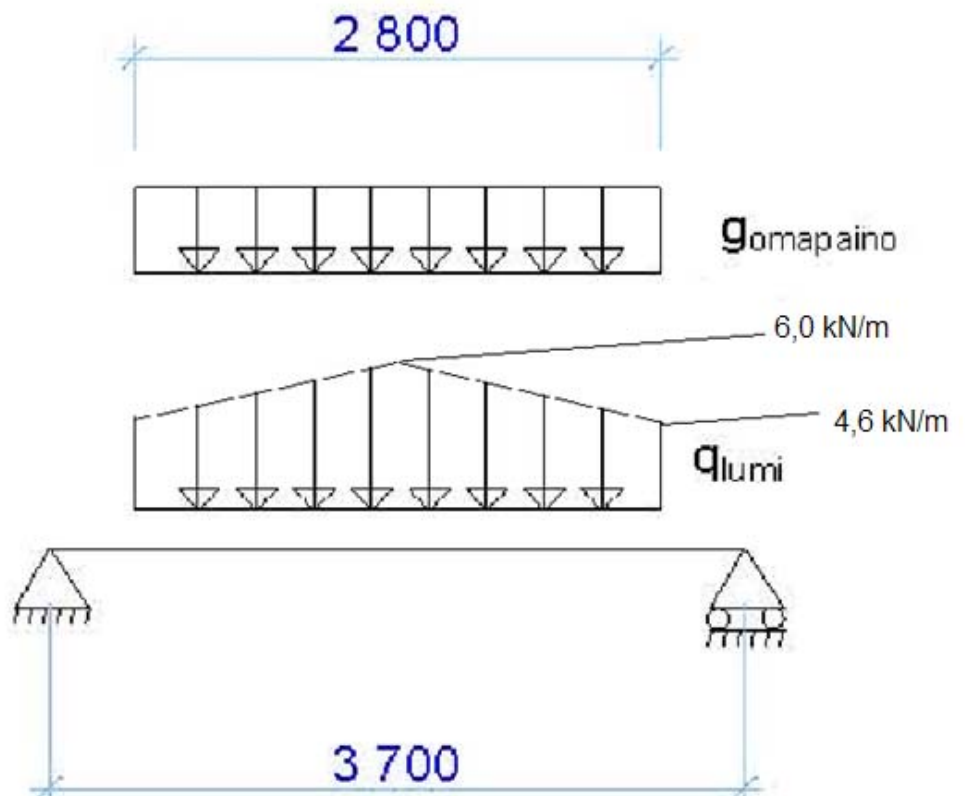
$$\mu_1 = 0,7$$

$$\alpha_{1,2} = 0,37 * (\alpha_1 + \alpha_2) = 0,37 * (23,5 + 33,7) = 21,1$$

$$\mu_2(\alpha_{1,2}) = 1,35$$

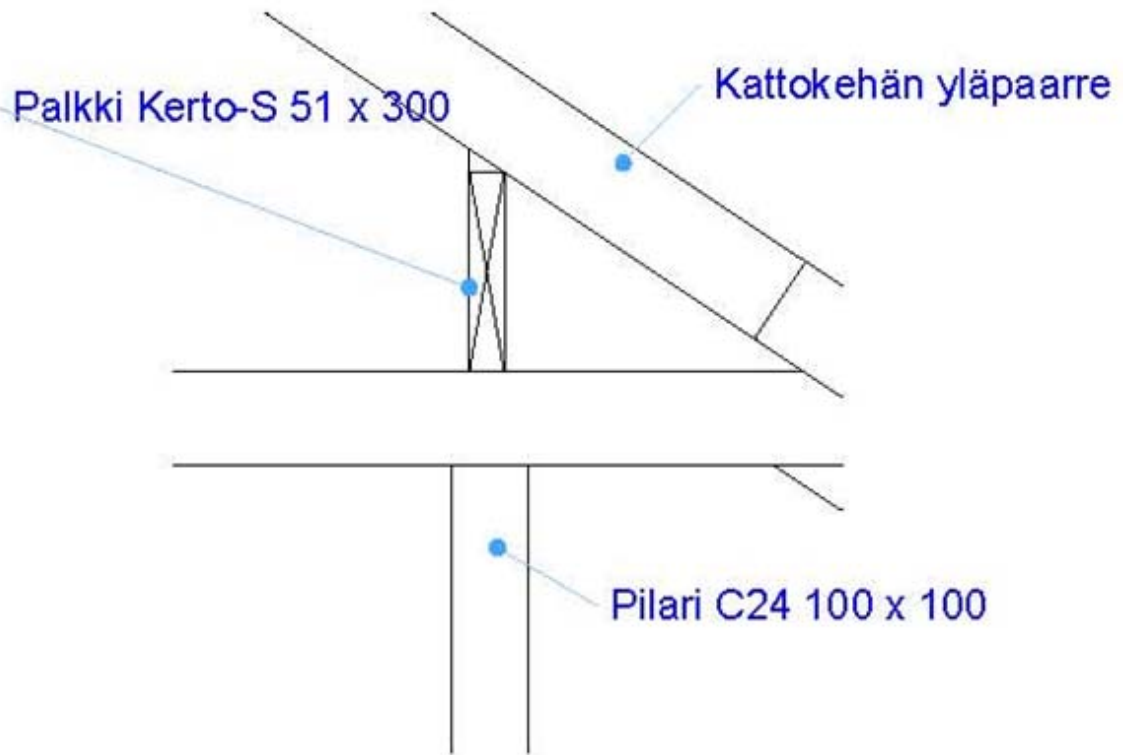


Palkin kuormitusalueen reunoilla muotokertoimeksi muodostuu interpoloimalla 1,0. Tällöin kuormitusalueen reunalla palkille kohdistuneen lumikuorman ominaisarvo on  $1,85\text{ m} * 1,0 * 2,5\text{ kN/m}^2 = 4,6\text{ kN/m}$ . Palkin kuormitusalueen keskellä käytetään muotokerrointa 1,3. Tällöin palkille kohdistunut lumikuorma on  $1,85\text{ m} * 1,3 * 2,5\text{ kN/m}^2 = 6,0\text{ kN/m}$ . Kattorakenteen omapainon arvona käytetään  $0,38\text{ kN/m}^2$ .



Finnwood -ohjelmalla laskemalla palkiksi saadaan Kerto-S 51 mm x 300 mm.

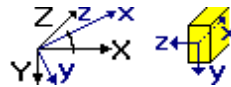




**LIITE 2.**

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

Finnwood 2.2 ( 2.2.0.30)



## PROJEKTITIEDOT:

Nimi: ?

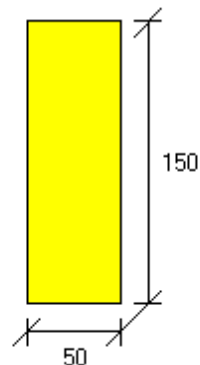
G:\ONT\takaosan kattotuol.s01

## RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Vapaa rakenne  
 Materiaali: C24  
 Polkkileikkaus: 50x150 (B=50 mm, H=150 mm)  
 Käyttöluokka: 2  
 Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)  
 Kulma: 33.7 astetta  
 Jako/kuormituslev.: 950 mm (pintakuormille)

## Uloke-/jännevälpituudet:

Uloke/jänneväli:	Vaakamitta [mm]:	Pystymitta [mm]:	Aksiaalinen [mm]:
Vasen uloke	814.0	542.9	978.4
Jänneväli 1	1146.0	764.3	1377.5
Jänneväli 2	2223.0	1482.6	2672.0
Oikea uloke	832.0	554.9	1000.1
Yhteensä:	5015.0	3344.6	6028.0

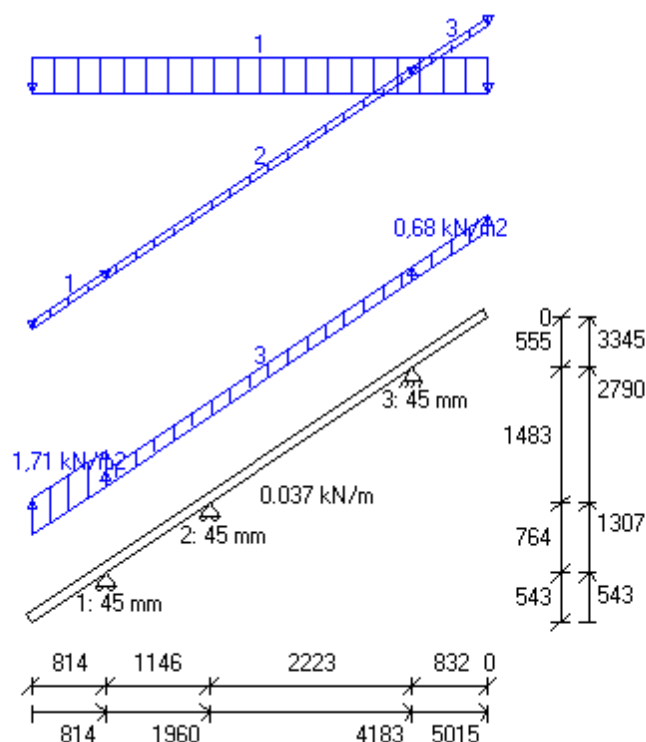


Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	978	45	Liukutuki (Y)
2:	2356	45	Liukutuki (Y)
3:	5028	45	Kilinteä niveltuki (X,Y)

$f_{m,k}$ ( $M_z$ ):	24.00 N/mm <sup>2</sup>
$f_{m,k}$ ( $M_y$ ):	29.90 N/mm <sup>2</sup>
$f_{c,0,k}$ :	21.00 N/mm <sup>2</sup>
$f_{c,90,k}$ :	2.50 N/mm <sup>2</sup>
$f_{t,0,k}$ :	14.00 N/mm <sup>2</sup>
$f_{v,k}$ ( $V_y$ ):	2.50 N/mm <sup>2</sup>
$f_{v,k}$ ( $V_z$ ):	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
Alkaluokka:	kmod:
Pysyvä:	0.600
Pitkäaikainen:	0.700
Keskipitkä:	0.800
Lyhytaikainen:	0.900
Hetkellinen:	1.100

kdef: 0.800

**KUORMITUSTIEDOT:****Omapaino (Omapaino, Pysyvä):**

Rakennesosan paino:	QY = 0.037 kN/m	x = 0 - 6028 mm
Pintakuorma: 1:	QY = 0.380 kN/m <sup>2</sup>	x = 0 - 978 mm
Pintakuorma: 2:	QY = 0.380 kN/m <sup>2</sup>	x = 978 - 5028 mm
Pintakuorma: 3:	QY = 0.380 kN/m <sup>2</sup>	x = 5028 - 6028 mm

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

Pintakuorma: 1:	QY = 1.750 kN/m <sup>2</sup>	x = 0 - 6028 mm
-----------------	------------------------------	-----------------

**Tuulikuorma (ylös) (Tuulikuorma, Hetkellinen):**

Pintakuorma: 1:	QY = -1.710 kN/m <sup>2</sup>	x = 0 - 978 mm	(1,71 kN/m <sup>2</sup> )
Pintakuorma: 2:	QY = -0.680 kN/m <sup>2</sup>	x = 5028 - 6028 mm	(0,68 kN/m <sup>2</sup> )
Pintakuorma: 3:	QY = -0.680 kN/m <sup>2</sup>	x = 978 - 5028 mm	

**KUORMITUSYHDISTELMÄT:****Yhdistelmä 1 (MRT)**

1.00\*1.35\*Omapaino

**Yhdistelmä 2 (MRT)**

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

**Yhdistelmä 4 (MRT)**

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

**Yhdistelmä 5 (MRT)**

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*Lumikuorma + 1.00\*1.50\*0.60\*Tuulikuorma (ylös)

**Yhdistelmä 6 (MRT)**

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*0.70\*Lumikuorma + 1.00\*1.50\*Tuulikuorma (ylös)

**Yhdistelmä 7 (MRT)**

1.00\*1.15\*Omapaino

**Yhdistelmä 8 (MRT)**

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*Tuulikuorma (ylös)

**Yhdistelmä 9 (MRT)**

0.90\*Omapaino + 1.00\*1.50\*Tuulikuorma (ylös)

**Yhdistelmä 11 (MRT)**

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

**Yhdistelmä 16 (KRT)**

1.00\*Omapaino + 1.00\*Tuulikuorma (ylös)

**Yhdistelmä 17 (KRT)**

1.00\*Omapaino + 1.00\*0.70\*Lumikuorma + 1.00\*Tuulikuorma (ylös)

**MITOITUS:****Normi/Standardi:** EN 1995-1-1 (RIL 205-1-2007)**Kokonaiskäyttöaste:** 64.5 %**MITOITUSPARAMETRIT:****Talpumaraja  $W_{net,fin}$ :** L/300**Korotuskerroin, vasen uloke:** 2.00**Korotuskerroin, oikea uloke:** 2.00

Nurjahdus on estetty molempiin suuntiin (y ja z)

Klepahdus (Lk1:ta käytetään kun  $M_z > 0$  ja Lk2:ta kun  $M_z < 0$ ):

Klepahdustukivälillä rakenteen yläpuolella: Lk1 = 375.00 mm (Lef = Lk1+2\*h)

Klepahdustukivälillä rakenteen alapuolella: Lk2 = 300.00 mm (Lef = Lk2+2\*h)

**MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:**

Tarkastelu:	Mitotusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (y):	2.88 kN	7.14 kN	40.3 %	5028 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Veto:	1.92 kN	60.00 kN	3.2 %	5028 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Puristus:	1.84 kN	90.00 kN	2.0 %	2356 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Talvutus (Mz):	1.05 kNm	2.57 kNm	41.0 %	5028 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
(Ilman klepahdusta):	1.05 kNm	2.57 kNm	41.0 %	5028 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Talvutus+veto:	0.44	1.00	44.2 %	5028 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
(Mz=1.05 kNm, My=0.00 kNm, Nx=1.92 kN)					
Talvutus+puristus:	0.41	1.00	41.0 %	5028 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
(Mz=1.05 kNm, My=0.00 kNm, Nx=1.41 kN)					
Tukipaine, tukl 1:	3.60 kN	10.35 kN	34.8 %	978 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipaine, tukl 2:	4.12 kN	10.35 kN	39.8 %	2356 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipaine, tukl 3:	4.98 kN	10.35 kN	48.2 %	5028 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Vasen uloke, $W_{net,fin}$ :	4.21 mm	6.52 mm	64.5 %	0 mm	Yhdistelmä 13/1
Vasen uloke, $W_{inst}$ :	3.23 mm	- mm	0.0 %	0 mm	Yhdistelmä 13/1
Jänneväl 1, $W_{net,fin}$ :	-0.65 mm	4.59 mm	14.1 %	1658 mm	Yhdistelmä 13/1
Jänneväl 1, $W_{inst}$ :	-0.50 mm	- mm	0.0 %	1658 mm	Yhdistelmä 13/1
Jänneväl 2, $W_{net,fin}$ :	3.52 mm	8.91 mm	39.5 %	3617 mm	Yhdistelmä 13/1
Jänneväl 2, $W_{inst}$ :	2.70 mm	- mm	0.0 %	3617 mm	Yhdistelmä 13/1
Oikea uloke, $W_{net,fin}$ :	0.13 mm	6.67 mm	1.9 %	5877 mm	Yhdistelmä 16/1
Oikea uloke, $W_{inst}$ :	-0.21 mm	- mm	0.0 %	5425 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  
 Yhdistelmä 16/1 :  
 1.00\*Omapaino + 1.00\*Tuulikuorma (ylös)

---

**VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:**

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
Nx,max	1.92 kN	5028 mm
Vy,max	2.88 kN	5028 mm
Mz,max	1.05 kNm	5028 mm

---

**TUKIREAKTIOT:**

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	4.32 kN	-3.08 kN	3.04 kN	-1.78 kN
2:	4.95 kN	-0.55 kN	3.48 kN	-0.06 kN
3:	5.99 kN	-1.49 kN	4.21 kN	-0.62 kN

- Tukipisteisiin syntyy nostetta, varmista ankkurointi
- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

---

**HUOMIOT:**

- EN 1995-1-1 ja Suomen kansallisen liitteen sekä RIL 205-1-2007-suunnitteluohjeen mukainen laskenta
- VTT on tehnyt kolmannen osapuolen tarkistuksen ohjelmalle (VTT-S-01815-08)
- MRT = Murtorajatilla, KRT = Käyttörajatilla
- \*) Yhteisvaikutustarkasteluissa %-luku tarkoittaa mitoitusarvon ja raja-arvon suhdetta, ei todellista käyttöastetta
- Liittyvän alapuolisen rakenteen tukipainekestävyys tulee tarkistaa erikseen
- Mitoituksessa ei huomioida ulokkelden alle 10 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
- Kertopuu-, liimapuu- tai muita puutuotteita ei saa käyttää Käyttöluokassa 3 ilman lisäsuojakäsittelyä
- Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetailjeihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin pääse muodostumaan vesitaskuja

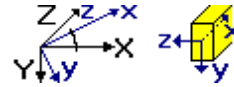
---

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

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

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

Finnwood 2.2 ( 2.2.0.30)



## PROJEKTITIEDOT:

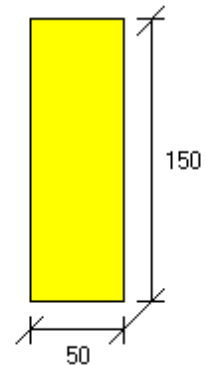
Nimi: Kattovasa 2

## RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Kattopalkki/laatta  
 Materiaali: C24  
 Poikkileikkaus: 50x150 (B=50 mm, H=150 mm)  
 Käyttöluokka: 1  
 Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)  
 Kulma: 23.5 astetta  
 Jako/kuormituslev.: 900 mm (pintakuormille)

## Uloke-/jännevälpituudet:

Uloke/jänneväli:	Vaakamitta [mm]:	Pystymitta [mm]:	Aksiaalinen [mm]:
Vasen uloke	710.0	308.7	774.2
Jänneväli 1	1930.0	839.2	2104.6
Yhteensä:	2640.0	1147.9	2878.8

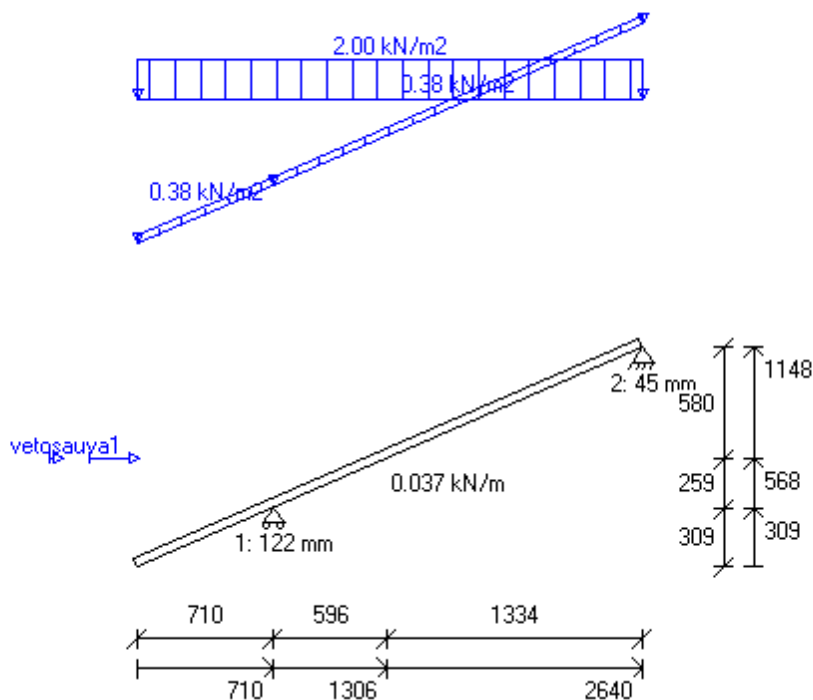


Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	774	122	Liukutuki (Y)
2:	2879	45	Kilteä niveltuki (X,Y)

$f_{m,k}$ ( $M_z$ ):	24.00 N/mm <sup>2</sup>
$f_{m,k}$ ( $M_y$ ):	29.90 N/mm <sup>2</sup>
$f_{c,0,k}$ :	21.00 N/mm <sup>2</sup>
$f_{c,90,k}$ :	2.50 N/mm <sup>2</sup>
$f_{t,0,k}$ :	14.00 N/mm <sup>2</sup>
$f_{v,k}$ ( $V_y$ ):	2.50 N/mm <sup>2</sup>
$f_{v,k}$ ( $V_z$ ):	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
Alkaluokka:	$k_{mod}$ :
Pysyvä:	0.600
Pitkäaikainen:	0.700
Keskipitkä:	0.800
Lyhytaikainen:	0.900
Hetkellinen:	1.100

kdef: 0.600

**KUORMITUSTIEDOT:****Omapaino (Omapaino, Pysyvä):**

Pistekuorma: 1: FX = 0.95 kN x = 1424.1 mm (vetosauva)

Rakenneosan paino: QY = 0.037 kN/m x = 0 - 2879 mm

Pintakuorma: 1: QY = 0.380 kN/m² x = 0 - 774 mm

Pintakuorma: 2: QY = 0.380 kN/m² x = 774 - 2879 mm

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

Pistekuorma: 1: FX = 5.00 kN x = 1424.1 mm

Pintakuorma: 1: QY = 2.000 kN/m² x = 0 - 2879 mm

**KUORMITUSYHDISTELMÄT:****Yhdistelmä 1 (MRT)**

1.00\*1.35\*Omapaino

**Yhdistelmä 2 (MRT)**

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

**Yhdistelmä 4 (MRT)**

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

**Yhdistelmä 7 (MRT)**

1.00\*1.15\*Omapaino

**Yhdistelmä 9 (MRT)**

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

**MITOITUS:**

Normi/Standardi: EN 1995-1-1 (RIL 205-1-2007)  
 Kokonaiskäyttöaste: 89.6 %

**MITOITUSPARAMETRI:**

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

Korotuskerroin, vasen uloke: 2.00

Korotuskerroin, oikea uloke: 2.00

Nurjahdus on estetty molempiin suuntiin (y ja z)

Klepahdus (Lk1:ta käytetään kun  $Mz > 0$  ja Lk2:ta kun  $Mz < 0$ ):

Klepahdustukivälillä rakenteen yläpuolella:  $Lk1 = 375.00$  mm ( $L_{ef} = Lk1 + 2 \cdot h$ )

Klepahdustukivälillä rakenteen alapuolella:  $Lk2 = 300.00$  mm ( $L_{ef} = Lk2 + 2 \cdot h$ )

**MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:**

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Lelkkaus (y):	5.56 kN	7.14 kN	77.8 %	774 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Veto:	0.90 kN	60.00 kN	1.5 %	774 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Puristus:	9.54 kN	90.00 kN	10.6 %	1424 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Taivutus (Mz):	2.28 kNm	2.57 kNm	88.6 %	1583 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
(ilman klepahdusta):	2.28 kNm	2.57 kNm	88.6 %	1583 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Taivutus+veto:	0.33	1.00	32.6 %	774 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
( $Mz=0.80$ kNm, $M_y=0.00$ kNm, $N_x=0.90$ kN)					
Taivutus+puristus:	0.90	1.00	89.6 %	1583 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
( $Mz=2.28$ kNm, $M_y=0.00$ kNm, $N_x=9.36$ kN)					
Tukipaine, tuki 1:	7.63 kN	19.30 kN	39.5 %	774 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipaine, tuki 2:	3.49 kN	8.71 kN	40.0 %	2879 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Vasen uloke, $W_{net,fin}$ :	-4.84 mm	- mm	0.0 %	0 mm	Yhdistelmä 13/1
Vasen uloke, $W_{inst}$ :	-4.04 mm	- mm	0.0 %	0 mm	Yhdistelmä 13/1
Jänneväl 1, $W_{net,fin}$ :	5.93 mm	7.02 mm	84.6 %	1799 mm	Yhdistelmä 13/1
Jänneväl 1, $W_{inst}$ :	4.93 mm	- mm	0.0 %	1799 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:
$N_{x,max}$	9.54 kN	1424 mm
$V_{y,max}$	5.56 kN	774 mm
$M_{z,max}$	2.28 kNm	1583 mm

**TUKIREAKTIOT:**

FX:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
Tuki:				
1:	0.00 kN	0.00 kN	0.00 kN	0.00 kN
2:	-0.86 kN	-8.59 kN	-0.95 kN	-5.95 kN

FY:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
Tuki:				
1:	8.32 kN	0.93 kN	5.78 kN	1.03 kN
2:	0.08 kN	0.05 kN	0.06 kN	0.06 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

**HUOMIOT:**

- EN 1995-1-1 ja Suomen kansallisen liitteen sekä RIL 205-1-2007-suunnitteluohjeen mukainen laskenta
- VTT on tehnyt kolmannen osapuolen tarkistuksen ohjelmalle (VTT-S-01815-08)
- 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 10 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
  - Kertopuu-, liimapuu- tai muita puutuotteita ei saa käyttää Käyttöluokassa 3 ilman lisäsuojakäsittelyä
  - Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetaljeihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin pääse muodostumaan vesitaskuja

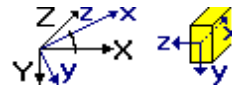
---

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

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

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

Finnwood 2.2 ( 2.2.0.30)



PROJEKTITIEDOT:

Nimi: Palkki 1

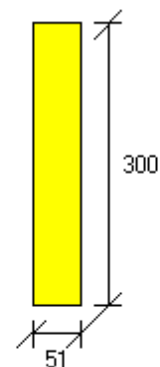
RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Vapaa rakenne  
 Materiaali: KERTO-S syrjällään  
 Poikkileikkaus: 51x300 (varastokoko) (B=51 mm, H=300 mm)  
 Käyttöluokka: 1  
 Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)  
 Jako/kuormituslev.: 1000 mm (pintakuormille)

Uloke-/jännevälpituudet:

Uloke/jänneväli: Vaakamitta [mm]:  
 Jänneväli 1: 3700.0  
 Yhteensä: 3700.0

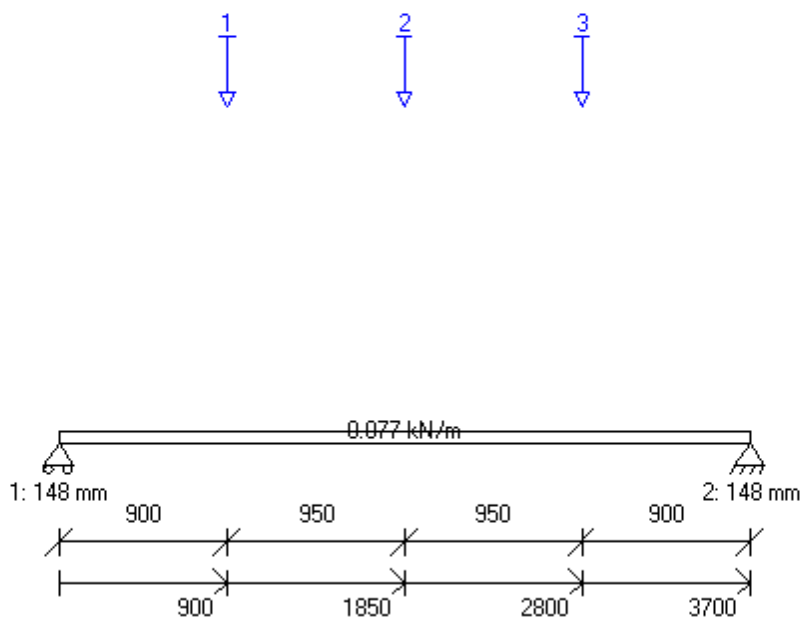
Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	0	148	Liukutuki (Y)
2:	3700	148	Klinterä niveltuki (X,Y)



$f_{m,k}$ ( $M_z$ ):	44.00 N/mm <sup>2</sup>
$f_{m,k}$ ( $M_y$ ):	50.00 N/mm <sup>2</sup>
$f_{c,0,k}$ :	35.00 N/mm <sup>2</sup>
$f_{c,90,k}$ :	6.00 N/mm <sup>2</sup>
$f_{t,0,k}$ :	34.56 N/mm <sup>2</sup>
$f_{v,k}$ ( $V_y$ ):	4.10 N/mm <sup>2</sup>
$f_{v,k}$ ( $V_z$ ):	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:	$k_{mod}$ :
Pysyvä:	0.600
Pitkäaikainen:	0.700
Keskipitkä:	0.800
Lyhytaikainen:	0.900
Hetkellinen:	1.100

$k_{def}$ :	0.600
-------------	-------

**KUORMITUSTIEDOT:**

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Rakennesosan paino:  $QY = 0.077 \text{ kN/m}$   $x = 0 - 3700 \text{ mm}$ Lumikuorma (Lumikuorma  $Sk < 2.75 \text{ kN/m}^2$ , Keskipitkä):Pistekuorma: 1:  $FY = 5.99 \text{ kN}$   $x = 900.0 \text{ mm}$ Pistekuorma: 2:  $FY = 5.99 \text{ kN}$   $x = 1850.0 \text{ mm}$ Pistekuorma: 3:  $FY = 5.99 \text{ kN}$   $x = 2800.0 \text{ mm}$ **KUORMITUSYHDISTELMÄT:**

Yhdistelmä 1 (MRT)

1.00\*1.00\*Omapaino

Yhdistelmä 2 (MRT)

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

Yhdistelmä 3 (KRT)

1.00\*Omapaino

Yhdistelmä 4 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*Lumikuorma

**MITOITUS:**

Normi/Standardi: EN 1995-1-1 (RIL 205-1-2007)

Kokonaiskäyttöaste: 99.7 %

**MITOITUSPARAMETRIT:**Taipumaraja  $W_{net,fin}$ : L/300

Korotuskerroin, vasen uloke: 2.00

Korotuskerroin, oikea uloke: 2.00

Nurjahdus on estetty molempiin suuntiin (y ja z)

Kiepahdus (Lk1:ta käytetään kun  $M_z > 0$  ja Lk2:ta kun  $M_z < 0$ ):

Klepahtustukiväl rakenteen yläpuolella: Lk1 = 375.00 mm (Lef = Lk1+2\*h)  
 Klepahtustukiväl rakenteen alapuolella: Lk2 = 300.00 mm (Lef = Lk2+2\*h)

**MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:**

Tarkastelu:	Mitotusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (y):	9.13 kN	27.88 kN	32.7 %	0 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Taivutus (Mz):	11.06 kNm	20.61 kNm	53.7 %	1850 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
(Ilman klepahtusta):	11.06 kNm	22.44 kNm	49.3 %	1850 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipaine, tukl 1:	9.13 kN	57.86 kN	15.8 %	0 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipaine, tukl 2:	9.13 kN	57.86 kN	15.8 %	3700 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Jänneväl 1, Wnet,fln:	12.30 mm	12.33 mm	99.7 %	1850 mm	Yhdistelmä 4/1
Jänneväl 1, Winst:	10.92 mm	- mm	0.0 %	1850 mm	Yhdistelmä 4/1

**ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT**

Yhdistelmä 2/1 (Keskipitkä):

1.00\*Omapaino + 1.00\*Lumikuorma

Yhdistelmä 4/1 :

1.00\*Omapaino + 1.00\*Lumikuorma

**VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:**

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
Vy,max	9.13 kN	0 mm
Mz,max	11.06 kNm	1850 mm

**TUKIREAKTIOT:**

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	9.13 kN	0.14 kN	9.13 kN	0.14 kN
2:	9.13 kN	0.14 kN	9.13 kN	0.14 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

**HUOMIOT:**

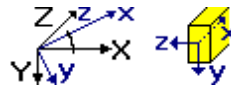
- EN 1995-1-1 ja Suomen kansallisen liitteen sekä RIL 205-1-2007-suunnitteluohjeen mukainen laskenta
- VTT on tehnyt kolmannen osapuolen tarkistuksen ohjelmalle (VTT-S-01815-08)
- MRT = Murtorajalla, KRT = Käyttörajalalla
- \*) Yhteisvaikutustarkasteluissa %-luku tarkoittaa mitoitusarvon ja raja-arvon suhdetta, ei todellista käyttöastetta
- Liittyvän alapuolisen rakenteen tukipainekestävyys tulee tarkistaa erikseen
- Mitoituksessa ei huomioida ulokkeiden alle 10 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
- Kertopuu-, liimapuu- tai muita puutuotteita ei saa käyttää Käyttöluokassa 3 ilman lisäsuojakäsittelyä
- Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetaileihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin pääse muodostumaan vesitaskuja

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

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

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

Finnwood 2.2 ( 2.2.0.30)



PROJEKTITIEDOT:

Nimi: ?

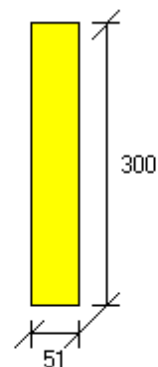
RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Vapaa rakenne  
 Materiaali: KERTO-S syrjällään  
 Poikkileikkaus: 51x300 (varastokoko) (B=51 mm, H=300 mm)  
 Käyttöluokka: 1  
 Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)  
 Jako/kuormituslev.: 1850 mm (pintakuormille)

Uloke-/jännevälpituudet:

Uloke/jänneväli: Vaakamitta [mm]:  
 Jänneväli 1: 3700.0  
 Yhteensä: 3700.0

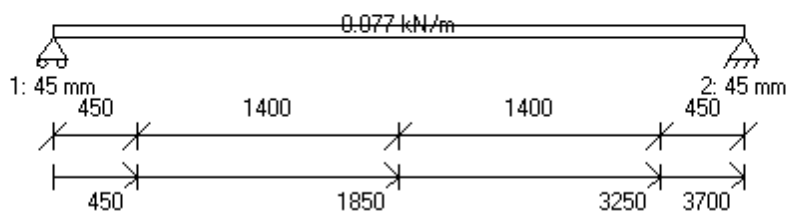
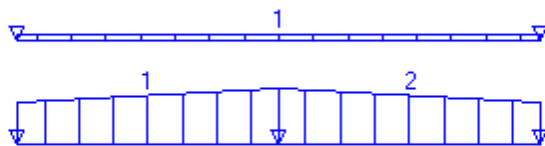
Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	0	45	Liukutuki (Y)
2:	3700	45	Klinterä niveltuki (X,Y)



$f_{m,k}$  ( $M_z$ ): 44.00 N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{m,k}$  ( $M_y$ ): 50.00 N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{c,0,k}$ : 35.00 N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{c,90,k}$ : 6.00 N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{t,0,k}$ : 34.56 N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{v,k}$  ( $V_y$ ): 4.10 N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{v,k}$  ( $V_z$ ): 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

**KUORMITUSTIEDOT:**

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Rakenneosan paino: QY = 0.077 kN/m x = 0 - 3700 mm

Pintakuorma: 1: QY = 0.380 kN/m<sup>2</sup> x = 450 - 3250 mmLumikuorma (Lumikuorma Sk<2.75 kN/m<sup>2</sup>, Keskipitkä):Pintakuorma: 1: QY = 2.500 - 3.250 kN/m<sup>2</sup> x = 450 - 1850 mmPintakuorma: 2: QY = 3.250 - 2.500 kN/m<sup>2</sup> x = 1850 - 3250 mm**KUORMITUSYHDISTELMÄT:**

Yhdistelmä 1 (MRT)

1.00\*1.35\*Omapaino

Yhdistelmä 2 (MRT)

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

Yhdistelmä 4 (MRT)

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

Yhdistelmä 7 (MRT)

1.00\*1.15\*Omapaino

Yhdistelmä 9 (MRT)

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

**MITOITUS:**

Normi/Standardi: EN 1995-1-1 (RIL 205-1-2007)  
Kokonaiskäyttöaste: 97.7 %

**MITOITUSPARAMETRI:**

Talpumaraja  $W_{net,fin}$ : L/300

Korotuskerroin, vasen uloke: 2.00

Korotuskerroin, oikea uloke: 2.00

Nurjahdus on estetty molempiin suuntiin (y ja z)

Klepahdus (Lk1:ta käytetään kun  $M_z > 0$  ja Lk2:ta kun  $M_z < 0$ ):

Klepahdustukiväl rakenteen yläpuolella:  $Lk1 = 375.00 \text{ mm}$  ( $L_{ef} = Lk1 + 2 \cdot h$ )

Klepahdustukiväl rakenteen alapuolella:  $Lk2 = 300.00 \text{ mm}$  ( $L_{ef} = Lk2 + 2 \cdot h$ )

**MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:**

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (y):	12.46 kN	27.88 kN	44.7 %	3700 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Talvutus ( $M_z$ ):	14.64 kNm	20.61 kNm	71.0 %	1850 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
(ilman klepahdusta):	14.64 kNm	22.44 kNm	65.2 %	1850 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipaine, tukki 1:	12.46 kN	24.96 kN	49.9 %	0 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipaine, tukki 2:	12.46 kN	24.96 kN	49.9 %	3700 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
jänneväl 1, $W_{net,fin}$ :	12.05 mm	12.33 mm	97.7 %	1850 mm	Yhdistelmä 13/1
jänneväl 1, $W_{inst}$ :	10.20 mm	- mm	0.0 %	1850 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:
$V_{y,max}$	12.46 kN	3700 mm
$M_{z,max}$	14.64 kNm	1850 mm

**TUKIREAKTIOT:**

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	12.46 kN	1.01 kN	8.57 kN	1.13 kN
2:	12.46 kN	1.01 kN	8.57 kN	1.13 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

**HUOMIOT:**

- EN 1995-1-1 ja Suomen kansallisen liitteen sekä RIL 205-1-2007-suunnitteluohjeen mukainen laskenta
- VTT on tehnyt kolmannen osapuolen tarkistuksen ohjelmalle (VTT-S-01815-08)
- MRT = Murtorajatila, KRT = Käyttöraja-tila
- \*) Yhteisvaikutustarkasteluissa %-luku tarkoittaa mitoitusarvon ja raja-arvon suhdetta, ei todellista käyttöastetta
- Liittyvän alapuolisen rakenteen tukipainekestävyys tulee tarkistaa erikseen
- Mitoituksessa ei huomioida ulokkeiden alle 10 mm taipumaa ylöspäin
- Värähtely- ja taipumatarkastelua ei tehdä alle 200 mm pituisille ulokkeille
- Leikkausmuodonmuutos on mukana käyttöraja-tilamitoituksessa
- Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
- Rakenneseosan koon vaikutus lujuuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
- Kertopuu-, liimapuu- tai muita puutuotteita ei saa käyttää Käyttöluokassa 3 ilman lisäsuojakäsittelyä
- Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetaileihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin pääse muodostumaan vesitaskuja

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

Finnwood-ohjelmistolla tehdyt laskelmat ja tulosteet ovat voimassa vain ohjelmistoon tallennettujen Metsäliiton Puutuoteteollisuuden tuotteiden kanssa.



Nämä tuotteet on tarvittaessa osoitettava rakennuspaikalla hankkeen osapuolille sekä viranomaisille. Metsäliiton Puutuoteteollisuus tai sen tytäryhtiöt eivät vastaa käyttäjälle tai kolmannelle osapuolelle muiden valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä Finnwood-ohjelmistossa, ohjelmiston perusteella näin tehdyistä laskelmista ja tulosteista tai kolmansien valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä aiheutuneista virheistä, menetyksistä tai vahingoista. Näitä ehtoja ei saa poistaa tulosteesta.

### LIITE 3.

Esimerkkitalon yläpohjan omapainon laskeminen

Laskelmissa on räystään osuudelle laskettu omapaino erikseen.

Lämpimän yläpohjan omapaino

Nimike	paksuus mm	leveys mm	jako mm	tilavuuspaino kN/m <sup>3</sup>	Paino N/m <sup>2</sup>
Kipsilevy					
Ristiinkoolaus	22	100	400	5	28
Höyrynsulkumuovi					0
Villalevy	300	1000	1000	0,3	90
Runko + koolaus	400	50	900	5	111
Tuulensuojalevy	13	1000	1000	3	39
Tuulensujalevyn naulausrima	50	50	450	5	28
Aluskate					0
Korokerimat	22	50	900	5	6
Ruoteet	32	100	350	5	46
Tiilikuviopelti	0,5	1000	1000	78	39
Paino yhteensä					380

Omapaino rakenteelle, jossa kattotuolit eivät kannattele eristettä ja sisäpuolen rakennetta

Nimike	paksuus mm	leveys mm	jako mm	tilavuuspaino kN/m <sup>3</sup>	Paino N/m <sup>2</sup>
Runko	125	50	900	5	28
Korokerimat	22	50	900	5	6
Ruoteet	32	100	350	5	46
Tiilikuviopelti	0,5	1000	1000	78	39
Paino yhteensä					119

Räystään omapaino

Nimike	paksuus mm	leveys mm	jako mm	tilavuuspaino kN/m <sup>3</sup>	Paino N/m <sup>2</sup>
Räystään alus- lauta	22	100	110	5	100
Runko	125	50	900	5	28
Korokerimat	22	50	900	5	6
Ruoteet	32	100	350	5	46
Tiilikuviopelti	0,5	1000	1000	78	39
Paino yhteensä					219

#### LIITE 4.

Esimerkkitalon kattolyhdyn todellinen materiaalimenekki verrattuna suoraan lappeeseen

Laskelmissa on huomioitu hukkaa 5 – 10 %

Esimerkkitalo kattolyhdyllä

Suora lape ilman kattolyhtyä

Kattokehät                      12 kpl

12 kpl

Muu runkopuutavara

C24            2'x 5'            15 m

-

C24            2'x 6'            72 m

-

C24            4'x 4'            12 m

-

C30            2' x 8'            66 m

Kerto-S        51 x 300        8 m

-

Ruoteet        32 x 100        562 m

484 m

## Vesikate

Tiilikuviopelti	178 m <sup>2</sup>	162 m <sup>2</sup>
Sisäjiiripelti	8 m	-
Päätylista	30 m	26 m
Harjapelti	18 m	14 m
Räystäänaluslauta	+55 m	
Naamalauta	130 m	110 m
Aluskate	170 m <sup>2</sup>	150 m <sup>2</sup>
Tuulensuojalevy	+ 12m <sup>2</sup>	
Ulkoerhouslauta	+ 6m <sup>2</sup>	
Ikkunat	+2 kpl 590mm * 1590mm	+kattoikkuna
Ovet	+890mm * 2090mm	
Kivivillalevy 150 mm	+ 16 m <sup>2</sup>	
Kivivillalevy 50 mm	+ 9 m <sup>2</sup>	
Kivivillalevy 100 mm	+ 5 m <sup>2</sup>	

Puhallusvilla

+2 m3

Sisäverhouslevy + 17 m2

Sisälattiapintarakenne +5 m2

Esimerkkitalon kattolyhdyn materiaalien todelliset kustannukset verrattuna suoraan lappeeseen

Hinnat poimittu [www.taloon.com](http://www.taloon.com) –Internet sivulta 12.1.2010. Hinnat eivät sisällä rahtia.

Materiaali	Menekki verrattuna suoraan lappeeseen	Yksikköhinta	Kustannukset
------------	---------------------------------------	--------------	--------------

#### Runkotavara

C24	2'x 5'	+15 m	2,11 e/m	31,65 e
C24	2'x 6'	+72 m	2,54 e/m	182,88 e
C24	4'x 4'	+12 m	3,73 e/m	44,76 e
C30	2' x 8'	66 m	3,40 e/m (C24)	224,40 e
Kerto-S	51 x 300	+8 m	18,23 e/m	145,84 e
Ruoteet	32 x 100	+78 m	0,88 e/m	68,64 e

#### Vesikate

Tiilikuviopelti	+16 m <sup>2</sup>	11,54 e/m <sup>2</sup>	184,64 e
Sisäjiiripelti	+8 m	33,10 e/m	264,80 e
Päätylista	+6 m	19,39 e/m	116,34 e
Harjapelti	+4 m	22,72 e/m	90,88 e
Räystäänaluslauta	+55 m	1,04 e/m	57,20 e
Naamalauta	+20 m	1,30 e/m	26,00 e
Aluskate	+20 m <sup>2</sup>	1,36 e/m <sup>2</sup>	27,20 e
Tuulensuojalevy	+ 12m <sup>2</sup>	2,00 e/m <sup>2</sup>	24,00 e
Ulkooverhouslauta	+ 6m <sup>2</sup>	10,83 e/m <sup>2</sup>	64,98 e
Ikkunat	+2 kpl 590mm * 1590mm		
Kattoikkuna	- 1 kpl	-	
Ovet	+890mm * 2090mm		
Kivivillalevy 150 mm	+ 16 m <sup>2</sup>	6,31 e/m <sup>2</sup>	100,96 e
Kivivillalevy 50 mm	+ 9 m <sup>2</sup>	2,67 e/m <sup>2</sup>	24,03 e
Kivivillalevy 100 mm	+ 5 m <sup>2</sup>	4,26 e/m <sup>2</sup>	21,30 e

Puhallusvilla	- 2 m <sup>3</sup>	30,85 e/m <sup>3</sup>	-61,70 e
Sisäverhouslevy	+ 17 m <sup>2</sup>	3,12 e/m <sup>2</sup>	53,04 e
Sisälattiapintarakenne	+ 5 m <sup>2</sup>	20,00 e/m <sup>3</sup>	100 e
YHT.			1792 e