



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Joel Palmu

# PIENTALON KATTOMUODON MUUTOS

Tekniikka  
2016

## TIIVISTELMÄ

Tekijä	Joel Palmu
Opinnäytetyön nimi	Pientalon kattomuodon muutos
Vuosi	2016
Kieli	suomi
Sivumäärä	32 + 54 liitettä
Ohjaaja	Jari Lehtiö

---

Työn tarkoituksena on tutkia mahdollisuutta tehdä pientalon kattomuodonmuutos tasakatosta harjakatoksi käyttäen teräsristikoita. Perinteisesti Suomessa tehtävät pientalon kattomuodonmuutokset on tehty käyttäen puisia naulalevyristikoita. Työn tilaaja SS-Teracon on erikoistunut teräsrakennesuunnitteluun, joten työssä pyritään miettimään myös sitä, onko toteutusta mahdollista myydä myös muihin kohteisiin.

Työssä pohditaan mitä etuja voidaan saavuttaa käyttämällä terästä naulalevyristikoiden sijaan. Lisäksi työ sisältää karkeat kustannusarviot molemmista toteutuksista ja niiden vertailun. Työssä mitoitettiin teräsrunko, jonka avulla on tarkoitus korvata nykyinen tasakatto. Teräsrungon mitoitus tehdään Scia Engineer-ohjelmalla. Rungosta ja uudesta katosta laadittiin 3D-malli, sekä rakennekuvia.

Teräsristikkototeutus osoittautui ennakko-odotusten mukaisesti kalliimmaksi vaihtoehdoksi kuin puutoteutus. Terästoteutuksella voidaan kuitenkin saavuttaa muita etuja verrattuna puuristikototeutukseen. Teräsristikoita voidaan käyttää, mikäli työn kohteena olevassa rakennuksessa halutaan asua työn aikana.

## ABSTRACT

Author	Joel Palmu
Title	Roof Shape Alteration of a Detached House
Year	2016
Language	Finnish
Pages	32 + 54 Appendices
Name of Supervisor	Jari Lehtiö

---

The purpose of this thesis was to explore the possibility of using steel trusses to change the type of the roof from flat roof to a pitched roof. In Finland the roof shape alteration have been commonly done by using wooden roof trusses. This thesis was made for SS-Teracon which is a company that has specialized in steel construction design. That is why in this thesis there is also evaluation if the steel truss design can be sold to other roof alteration projects.

This thesis includes the assessment of the advantages that can be achieved by using steel trusses instead of wooden roof trusses. The thesis also contains a rough quotation from both methods. This thesis also includes structural calculations, 3D model and structural drawings made for the alteration of the roof shape by using steel trusses. The calculations were done by using the Scia Engineer –program.

As expected the steel truss design turned out to be the more expensive option out of the two, but by using steel trusses there are other advantages which can be achieved. If steel trusses are to be used then the house does not need to be uninhabited during the construction.

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	7
1.1	Tausta.....	7
1.2	Työn tavoite .....	8
1.3	Tutkimusmenetelmät.....	9
2	TERÄSRAKENTAMINEN .....	10
2.1	Teräksen ja teräsprofiilien valmistaminen .....	11
2.2	Teräsrakentamisen historiaa.....	12
2.3	Teräsrakentaminen pientalossa .....	13
3	MUUTOSKOHTTEEN TIETOJA .....	16
3.1	Nykyiset rakenteet .....	16
3.1.1	Yläpohja .....	17
3.1.2	Kantavat ulkoseinät.....	17
3.1.3	Kantavat väliseinät.....	18
4	MUUTOKSEN TOTEUTUS .....	19
4.1	Teräsrakentototeutus.....	19
4.1.1	Teräsrakenteiden edut .....	23
4.1.2	Teräsrakenteiden haasteet .....	23
4.1.3	Kustannusarvio.....	24
4.1.4	Onko teräsrakentototeutusta järkevää markkinoida? .....	25
4.2	Puurakentototeutus .....	25
4.2.1	Puurakentototeutuksen edut .....	26
4.2.2	Puurakentototeutuksen haasteet.....	26
4.2.3	Kustannusarvio.....	27
5	TOTEUTUSTEN VERTAILU.....	28
6	POHDINTAA.....	29
	LÄHTEET.....	31
	LIITTEET	

**KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO**

<b>Kuva 1.</b> Rakennuksen julkisivu. (Kuva: Google Street View)	7
<b>Kuva 2.</b> Painuma katolla kerää vettä. (Kuva: Ari-Matti Pyylampi 2015)	8
<b>Kuva 3.</b> Rei'itettyjä termorankoja.	14
<b>Kuva 4.</b> Rakennuksen kantavat seinät, sekä niiden materiaalit.	16
<b>Kuva 5.</b> Yläpohjarakenne.	17
<b>Kuva 6.</b> Ulkoseinien rakenne.	18
<b>Kuva 7.</b> Kantavien väliseinien rakenne.	18
<b>Kuva 8.</b> Teräsristikoiden sijoittelu.	19
<b>Kuva 9.</b> Puuristikoiden sijoittelu.	26
<b>Taulukko 1.</b> Teräsrakentamisen tyypillinen kustannusjakauma.	10
<b>Taulukko 2.</b> Terästoteutuksessa käytetyt profiilit ja niiden paino.	24
<b>Taulukko 3.</b> Ote terästoteutuksen kustannusarviosta.	25
<b>Taulukko 4.</b> Ote puuristikototeutuksen kustannusarviosta.	27

**LIITELUETTELO**

**LIITE 1.** Laskennassa käytetyt rakenteiden kuormat

**LIITE 2.** Laskennassa käytettyjen rakenteiden kuormien yhdistely

**LIITE 3.** Teräsrunko

**LIITE 4.** Terästoteutuksen rakenneleikkauksia

**LIITE 5.** Teräsrungon käyttöaste

**LIITE 6.** Ristikon nro. 2 käyttöasteet

**LIITE 7.** Ristikon nro. 4 käyttöasteet

**LIITE 8.** Ristikon nro. 7 käyttöasteet

**LIITE 9.** Terästoteutuksen paino ja hinta

**LIITE 10.** Terästoteutuksen kustannusarvio

**LIITE 11.** Katto-orsien mitoitus

**LIITE 12.** Puutoteutuksen kustannusarvio

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tausta

Työn kohde on Harjavallassa sijaitseva omakotitalo. Talo on rakennettu vuonna 1970. Talossa on tasakatto.



**Kuva 1.** Rakennuksen julkisivu. (Kuva: Google Street View)

Tasakatot yleistyivät Suomessa 1960-luvulla teollisen elementtituotannon myötä. Tasakatot soveltuvat kuitenkin huonosti Suomen ilmastoon ja niissä on ilmennyt vuotoja. 1960-luvulla rakennetut tasakatot alkavat tulla käyttöikänsä päähän, joten niiden korjaaminen alkaa olla ajankohtaista. Tasakatoista aiheutuu tyypillisesti monenlaisia ongelmia. Niihin tulee ajan kuluessa helposti erilaisia painumia, joihin vesi voi kerääntyä. Niistä vesi pääsee pois vain haihtumalla. Näin ollen pie-

netkin vuotokohdat vesikatteessa saattavat aiheuttaa sen, että vesi pääsee vuotamaan rakennuksen sisälle. Näitä vuotoja voi olla vaikea havaita ennen kuin ne aiheuttavat talon sisälle näkyvää vauriota. /17/



**Kuva 2.** Painuma katolla kerää vettä. (Kuva: Ari-Matti Pyylampi 2015)

Tasakatoille lunta saattaa kasaantua hyvinkin paksuja kerroksia. Lumen sulaessa vesi ei pääse poistumaan katolta. Veden jäätyessä uudelleen se laajenee ja repii katon katteen rikki. Tasakatoissa esiintyy usein myös niiden rakentamisajalle tyyppillisiä rakennusvirheitä. Yleisiä virheitä tasakattoisissa taloissa ovat aluskatteen puuttuminen, vesikatteen tuuletuksen ongelmat ja lämmöneristyksen ohuus. /17/

Opinnäytetyön kohteena olevassa rakennuksessa ei ole ilmennyt vesivahinkoja, mutta katossa on painumia, joihin vesi kerääntyy. Rakennuksessa on tehty kosteusmittaus vuonna 2002, mutta silloin ei ilmennyt mitään normaalista poikkeavaa. Nykytilanne voi kuitenkin olla jo toinen.

## 1.2 Työn tavoite

Työn tarkoituksena on suunnitella pientalon kattomuodon muutos tasakatosta harjakatoksi käyttäen teräsristikoita. Työssä mitoitetaan teräsrunko, jonka avulla uusi



katto on tarkoitus toteuttaa. Tarkoitus on myös vertailla työstä syntyviä kustannuksia perinteisempään puuristikkototeutuksen nähden. Työn tilaajana on teräsrakennesuunnitteluun erikoistunut yritys SS-Teracon Oy, joten työssä tulee miettiä myös sitä voidaanko teräsristikkototeutusta mahdollisesti myydä eteenpäin.

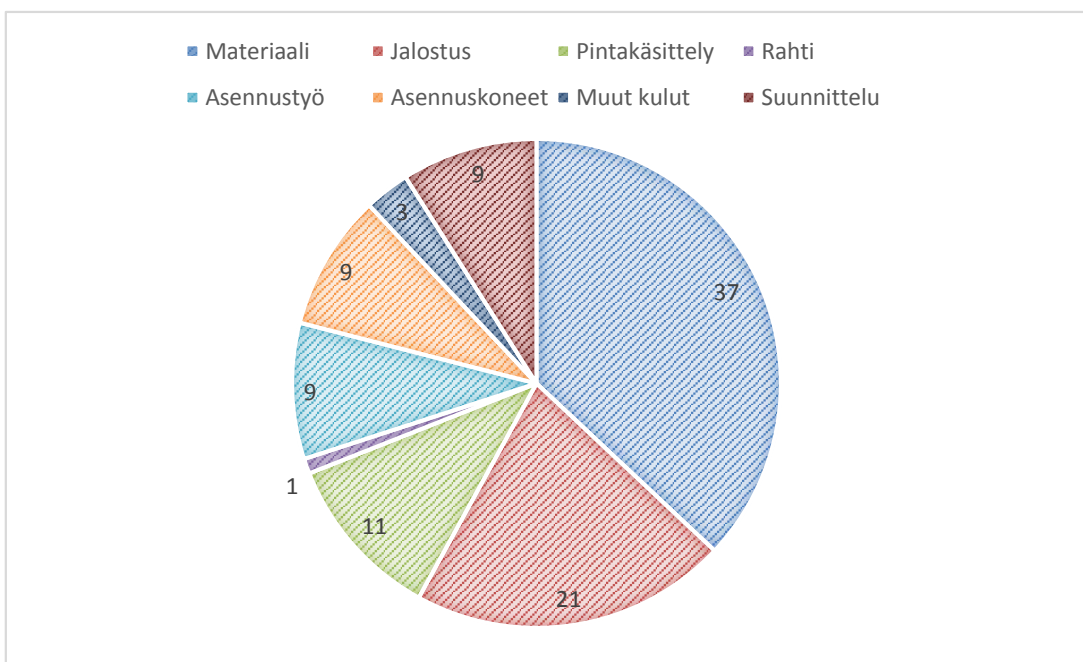
### **1.3 Tutkimusmenetelmät**

Työn tilaaja on antanut kattomuodolle ja käytettäville ristikoille alustavat reunaehdot, joiden mukaan työ toteutetaan. Kattomuodon muutoksen suunnittelu on tarkoitus toteuttaa käyttäen Scia Engineer -laskentaohjelmaa. Katosta laaditaan 3D-malli käyttäen Tekla Structures -ohjelmaa. 3D-mallista pystytään tulostamaan haluttuja piirustuksia. Työn kustannusarvio laaditaan Rakennustiedon Klara Net -kustannuslaskentaohjelmalla.

Työn teoreettisen taustan laatimista varten tutustuttiin aihetta käsittelevään kirjallisuuteen. Suoraa teräsrakentamista pientaloissa käsittelevää lähdeaineistoa on tarjolla niukasti, joten työssä tutustuttiin teräsrakentamiseen yleisesti ja tietoa sovellettiin pientalorakentamiseen.

## 2 TERÄSRAKENTAMINEN

Terästä käytetään rakentamiseen ympäri maailmaa. Teräksestä voidaan rakentaa periaatetasolla millaisia rakennuksia tahansa, mutta eniten sitä käytetään suuriin rakennelmiin. Teräksestä rakennetaan esimerkiksi halleja, kauppakeskuksia, sairaaloita ja teollisuusrakennuksia. Teräksestä voidaan rakentaa myös sellaisia rakennelmia, joissa suuria jännevälejä, kuten siltoja. Teräksen parhaat puolet tulevat esiin juuri suurissa rakennuksissa. Teräsrunkoiset talot ovat suhteellisen nopeita rakentaa, sillä osat valmistetaan konepajoilla valmiiksi ja runko ainoastaan kootaan työmaalla.



**Taulukko 1.** Teräsrakentamisen tyypillinen kustannusjakauma.

Teräsrakentamisen tyypillisessä kustannusjakaumassa suurin osa kustannuksista menee materiaaliin. Materiaalin osuus kustannuksista on noin 37 %. Suunnittelijalla on merkittävä rooli materiaalin valinnassa. Suunnittelussa on hyvä pyrkiä siihen, että rakenteesta tulee mahdollisimman kevyt. Rakenneputkien hinta mää-

räytyy lähes suoraan niiden painon mukaan. Toisaalta suunnittelussa on pyrittävä siihen, että käytetään mahdollisimman vähän eri profiilikokoja ja levypaksuuksia, sillä aina kun vaihdetaan profiilin kokoa se tietää lisää työtä konepajalla ja kasvat-  
taa materiaalin hukkaprosenttia. Konepaja tilaa tarvittavat materiaalit suunnitel-  
mien perusteella ja on yksinkertaisempaa ja kustannustehokkaampaa tilata paljon  
samoja profiileja. Näin ollen profiilien tarkalla optimoinnilla saavutettu säästö  
saattaa kuluja kohonneisiin asennus- ja valmistuskustannuksiin. Paras lopputulos  
saavutetaan, jos suunnittelija ymmärtää konepajan tarpeet. Siksi suunnittelijan ja  
konepajan vuorovaikutus on tärkeää. /12, s. 10/

## **2.1 Teräksen ja teräsprofiilien valmistaminen**

Teräs on metalliseos, jota valmistetaan rautamalmista kuumentamalla siten, että  
raudan hiilipitoisuus laskee alle 1,7 %. Kantavissa rakenteissa käytettyä terästä  
kutsutaan, joko hiiliteräkseksi tai rakenneteräkseksi. Rautamalmista voidaan val-  
mistaa myös muunlaisia teräksiä muokkaamalla seosaineiden osuuksia seoksessa  
tai muuttamalla valmistusprosessia. Esimerkiksi ruostumatonta terästä saadaan,  
jos seoksessa on enintään 1,2 % hiiltä ja vähintään 10,5 % kromia./12, s. 13/ Tällä  
hetkellä teräslajeja on olemassa jo useita tuhansia. Suurin osa niistä on kehitetty  
viimeisen 20 vuoden aikana. /14/

Teräksestä voidaan valmistaa erilaisia teräsprofiileja muiden muassa valssaamalla,  
kylmämuokkaamalla tai hitsaamalla. Kuumavalssaus on yleisin käytössä oleva  
teräksen valmistustapa. Valssauksessa metallikappale työntyy valssaimen rullien  
välistä, jolloin metallin rakenne muuttuu lujemmaksi. Valssaus voidaan tehdä  
kuumavalssauksella tai kylmävalssauksella. Kuumavalssauksessa teräs kuumen-  
netaan 800 – 1200 °C:n lämpötilaan. Näin korkeassa lämpötilassa teräs on helposti  
muokattavissa. Kuumavalssauksen aikana karkeassa valussa syntyneet epäedulli-  
set rakenteet hienontuvat ja metallin lujuus kasvaa. Kuumavalssauksella voidaan  
saada aikaan suuri plastinen muodonmuutos. /12, s. 15/

Kylmävalssaauksessa teräskappaletta kuormitetaan huoneen lämmössä niin kauan, että kappaleen myötöraja ylittyy, mutta kappale ei murre. Tämän jälkeen kappaleen annetaan palautua alkuperäiseen muotoonsa. Syntynyt muodonmuutos palautuu kimmokertoimen mukaisessa kaltevuudessa jännityksettömään tilaan. Teräkseen jää kuitenkin pysyvä muodonmuutos. Kylmämuokkauskäsittelyn jälkeen teräksen myötöraja ja -alue ovat hävinneet, kovuus on kasvanut ja sitkeys vähentynyt. Kylmävalssaauksella on mittatarkkaa ja sillä voidaan saavuttaa haluttu mittatoleranssi ja lujuus /12, s. 16/

Ennen kuumavalssausta oli paras keino valmistaa teräsprofiileja, mutta kehittynyt teknologia on mahdollistanut kilpailukykyisten teräsprofiilien valmistamisen myös hitsaamalla. Hitsaamalla poikkileikkausta voidaan muokata vapaammin, kuin valssaamalla. Esimerkiksi palkin korkeutta voidaan muuttaa pituussuunnassa. Hitsaamalla voidaan myös vähentää ainemenekkiä, sillä palkin uumat ja laipat on mahdollista optimoida vaaditulle kantokyvyille. Yleisimpiä hitsaamalla valmistettuja profiileja ovat optimoidut I-profiilit, sekä WQ-palkit. /12, s. 24/

## **2.2 Teräsrakentamisen historiaa**

Terästä osattiin valmistaa jo 200-luvulla, mutta teräs alkoi yleistyä rakennusmateriaalina vasta 1800-luvun puolella välissä. Syynä tähän olivat teräksen valmistustekniikan kehittyminen ja siitä seurannut teräksen hinnan lasku. Vuonna 1855 patentoidulla Bessemer-prosessilla pystyttiin valmistamaan yksi panos, eli konvertterista riippuen 8 – 30 tonnia terästä noin 20 minuutissa. 1900-luvun alussa teräs maksoi enää noin 15 prosenttia siitä, mitä se oli maksanut 1850-luvulla. /4/

Muototeräksset alkoivat kehittyä kaupalliseen käyttöön 1880 – luvulla. Samoihin aikoihin alkoivat kehittyä nykyäänkin käytössä olevat tyypit, kuten I-profiilit. /7 s.15/

Teräsrakentamisen yhtenä läpimurtorakennuksena pidetään Lontoon maailmannäyttelyyn 1851 rakennettua Kristallipalatsia. Vuoden 1889 maailmannäyttelyyn

rakennettu Pariisin Eiffel-torni edusti jo hyvin kehittyntä teräsrakentamistekniikkaa. /4, s. 18 – 25/

Teräs on rautaa lujempaa ja kevyempää, joten se mahdollisti entistä isompien rakennusten rakentamisen. 1800-luvun lopussa Yhdysvaltoihin kohdistui suuri muuttoaalto, jonka seurauksena tonttimaan hinta kasvoi. Suuriin kaupunkeihin tarvittiin entistä korkeampia rakennuksia. Maailman ensimmäisenä pilvenpiirtäjänä pidetty Home Insurance Building valmistui Chicagoon 1885 ja se valmistettiin teräksestä. /7, s.17/

1900-luvun alussa pilvenpiirtäjiä alkoi nousta ympäri Yhdysvaltoja, erityisesti New Yorkiin ja Chicagoon. 1930-luvulla pilvenpiirtäjiä rakennettiin Aasiaan ja Etelä-Amerikkaan ja 1950-luvulla Eurooppaankin alettiin rakentaa pilvenpiirtäjiä. Euroopan ensimmäinen pilvenpiirtäjä valmistui Varsovaan 1952.

Toisen maailmansodan jälkeen hitsaustekniikka oli kehittynyt jo niin pitkälle, että se alkoi osittain korvaamaan niittausmenetelmän. Varsinkin suurten levyjen niittaus oli usein hankalaa, joten hitsaus nopeutti työtä merkittävästi. Hitsausta hyödynnettiin erityisesti siltarakentamisessa. /7, s.16/

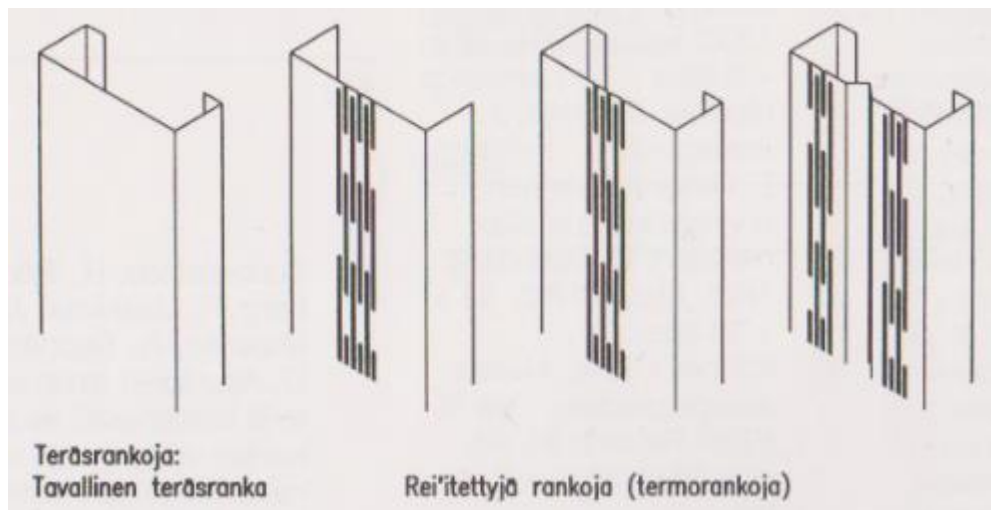
### **2.3 Teräsrakentaminen pientalossa**

Omakotitaloasuminen on Suomen yleisin asumismuoto. Vuonna 2013 47 % suomalaisista asui omakotitalossa /1/. Teräs mielletään helposti vain suurissa rakennushankkeissa käytettäväksi materiaaliksi, mutta soveltuu kuitenkin hyvin myös pientalorakentamiseen. Suomessa teräsrakenteiset pientalot ovat yleistyneet viime vuosina, mutta ne ovat edelleen harvinaisia. Tähän syynä on todennäköisesti puun helppo saatavuus ja alhainen hinta. Maailmalla, erityisesti Yhdysvalloissa ja Australiassa, teräsrakenteiset pientalot ovat yleisempiä.

Teräsrakenteisissa pientaloissa pilareina käytetään tyypillisesti putkipalkkeja tai kuumavalssattuja avoprofiileja. Leveälaippainen H-profiili sopii hyvin pilariksi, koska sillä on hyvä taivutus- ja puristuskestävyys ja niissä liitosten toteuttaminen on

helppoa. H-profiileissa kevein ja samalla taivutusvastukselta heikoin poikkileikkaus on HEA-profiili. Muita H-profiileja ovat HEB- ja HEM-profiilit. Vaikka profiilien nimelliskoko ilmoitetaan samalla tavalla, on profiilien korkeudessa ja laipan leveydessä eroja. Esimerkiksi HEA200:n korkeus on 190 millimetriä, kun taas HEB200:n korkeus on 200 millimetriä. Profiileja valittaessa on käytettävä erityistä tarkkuutta, jotta mahdollisilta virheilta vältyttyään. /5, s. 23/

Keveitä ja kantavia väliseiniä käytettäessä voidaan käyttää teräsohutlevystä valmistettuja rankoja. Ulkoseinissä tavallista teräsrankaa parempi vaihtoehto on termoranka. Termoranka on muodoltaan kuin tavallinen teräsranka, mutta sen selkään on tehty rei'itys, joka toimii katkona lämmönjohtumiselle. Termorankaa käytettäessä kylmäsillan vaikutus rakenteessa pienenee verrattuna rei'ittämättömään rankaan. Rei'itys parantaa rangan lämpöteknisiä ominaisuuksia jopa 90 %. Rei'itys heikentää rangan kantavuutta 10 %, joten vaikutus profiilin lujuuteen ei ole merkittävä. /5, s. 6/



**Kuva 3.** Rei'itettyjä termorankoja.

Kantava pystyrunko muodostuu perinteisen rankarungon tapaan ylä- ja alajuoksuista, sekä pystytolpista. Pystyrangat valmistetaan pääasiassa C-profiileista ja ylä- sekä alajuoksut U-profiileista. Rankojen liitokset tehdään poraruuveilla. Ran-

kojen enimmäispituus on 12 metriä. Rangat voidaan kuitenkin toimittaa työmaalle valmiiksi katkottuna halutun mittaisiksi osiksi.

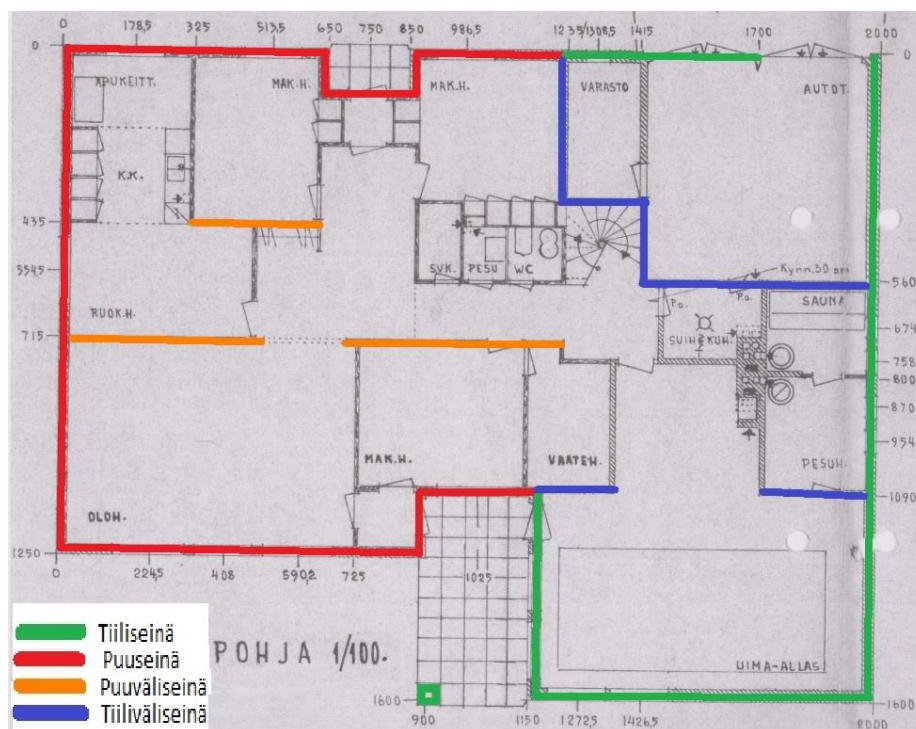
Teräsrunkoistenkin pientalojen yläpohjarakenteet on yleensä tehty tehdasvalmisilla puuristikoilla. Muitakin vaihtoehtoja on kuitenkin olemassa. Kattotuolit on mahdollista valmistaa ohutlevyprofiilirangoista, jolloin ne kootaan erilaisilla ruuvi- ja pulttikiinnikkeillä. Tällaisella ristikolla voidaan saavuttaa 20 metrin jänneväli. En kuitenkaan löytänyt Suomesta yhtään yritystä, joka ilmoittaisi valmistavansa ristikoita ohutlevyprofiilista. Maailmalla, erityisesti Yhdysvalloissa, se on kuitenkin yleistä. Ristikko on mahdollista valmistaa myös rakenneputkista. Suomessa rakenneputkien vakioteräslajina on Ruukki double grade S420MH/S355 J2H ja putket valmistetaan kylmämuovaamalla. Verrattuna muototeräksiin rakenneputkien etuna tavanomaisissa pilareissa ja ristikkorakenteissa on suuri vääntöjäykkyys ja taivutusjäykkyys kaikissa suunnissa. Rakenneputkia käytettäessä rakenteen lujuutta, painoa ja jäykkyyttä voidaan säädellä muuttamatta rakenteen ulkomittoja, vaihtamalla putken seinämän paksuutta. Putkipalkkiristikot valmistetaan tehtaalla hitsaamalla. Valmiit ristikot kuljetetaan työmaalle, jossa ne kiinnitetään pilareihin ja siteisiin pulttikiinnikkeillä /16/

Teräksen sulamispiste on 1480 °C ja jo yli 100 °C:n lämpötilassa teräksen kuorman kantokyky alkaa heikkenemään. Sen takia kantavat teräsrakenteet tulee palosuojata. Palosuojaukseen on olemassa monenlaisia eri menetelmiä, mutta yleisimmät voidaan jakaa kolmen eri periaatteen mukaan. Näitä ovat lämmöneristäminen, lämmönsitomiskyvyn parantaminen ja rakenteellinen palosuojaus. Lämmöneristäminen voidaan toteuttaa esimerkiksi eristelevyillä, kuten kipsilevyillä, tai palosuojamaaleilla. Lämmönsitomiskykyä voidaan parantaa täyttämällä profiili esimerkiksi betonilla. Rakenteellinen palosuojaus toteutetaan esimerkiksi sijoittamalla pilarit seinän sisään tai palotilan ulkopuolelle. /16, s. 368/

### 3 MUUTOSKOHTEEN TIETOJA

#### 3.1 Nykyiset rakenteet

Harjavallassa sijaitseva kohdetalo on 1970-luvulla rakennettu L-mallinen omakotitalo. Talon rakenteista ei ole olemassa tarkkoja rakennekuvia, mutta sen verran tiedetään, että talo jakautuu kahteen eri rakennetyyppiin. Toinen puoli talosta on puurunkoinen. Toinen puoli koostuu tiilirungosta. Takapihan terassin kohdalla talon katon nurkkaa kannattelee tiilipilari. Pilari on epäkeskisesti suhteessa talon toiseen seinään. Tästä saattaa seurata ongelmia erityisesti puuristikototeutuksessa, joka vaatii toteutuakseen palkin, jonka toinen tukipinta on seinällä ja toinen pilarilla. Rakennus on kauttaaltaan verhoiltu tiilellä. Eri seinät on esitetty kuvassa 4.



**Kuva 4.** Rakennuksen kantavat seinät, sekä niiden materiaalit.

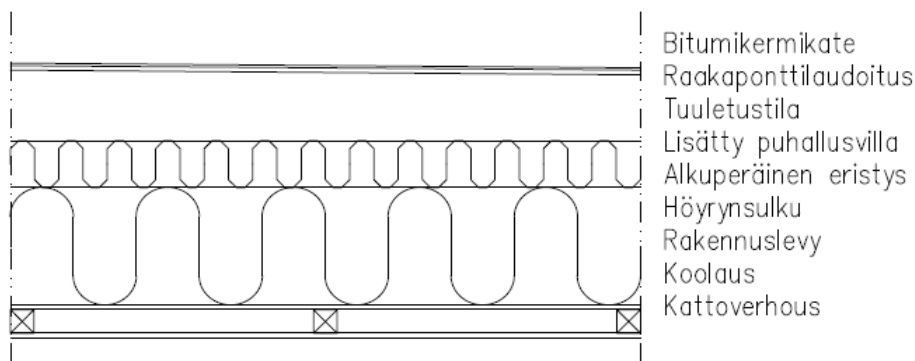
Rakennuksen maanvarainen lattiarakenne on samalla tasolla maanpinnan kanssa. Se on tyypillistä rakennusajankohdalle ja sitä kutsutaan valesokkeliksi. Valesok-



keleiden yhteydessä tyypillisesti havaittuja ongelmia ovat muiden muassa lahon-  
neet ja homehtuneet alaohjauspuut sekä runkotolpat.

### 3.1.1 Yläpohja

Rakennuksen nykyinen yläpohjarakenne on tyypillinen 1970-luvun tasakattoinen  
yläpohja. Bitumikermikatteen alla on tuuletustila, mutta sen riittävydestä ja toi-  
mivuudesta ei voi olla täysin varma. Lämmönkarkaaminen kasvattaa talon lämmi-  
tyslasku, sekä lisää, erityisesti talvella, vesivahinkoriskiä. Rakennuksen yläpoh-  
jaan on lisätty puhallusvillaa lämmöneristyksen parantamiseksi, mutta samalla  
katon tuuletus on saattanut heiketä. Yläpohjan kunto on hyvä tarkistaa samalla  
kun nykyinen bitumikermikate poistetaan. Yläpohjan lämmöneristystä voidaan  
parantaa kattomuodon muutoksen yhteydessä, jos se katsotaan tarpeelliseksi.

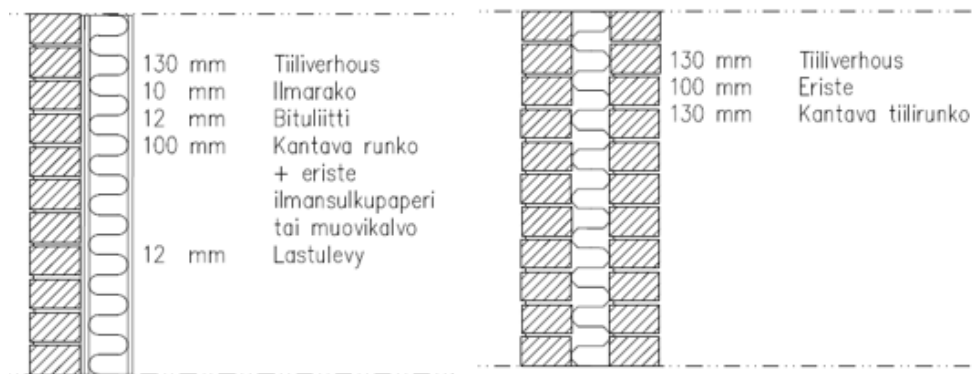


**Kuva 5.** Yläpohjarakenne.

### 3.1.2 Kantavat ulkoseinät

Rakennuksesta ei ole olemassa tarkkoja rakennepiirustuksia. Työn tilaajan anta-  
mien lähtötietojen pohjalta voidaan kuitenkin olettaa, että rakennuksen kantavat  
puuseinät on tehty 50\*100 sahatavaralla ja ne ovat 600 mm jaolla. Puurakenteisis-  
sa seinissä alajuoksun kunto voi olla heikko, sillä rakennuksen valesokkeli on  
saattanut aiheuttaa siinä kosteusrasitusta. Mikäli muutostyö suoritetaan puuraken-  
teilla, tulee varmistua siitä, että olemassa olevat rakenteet kestävät uuden kuormi-  
tuksen. Tiiliverhoilluilla seinillä on olemassa riski, että rakennusvaiheessa laasti-

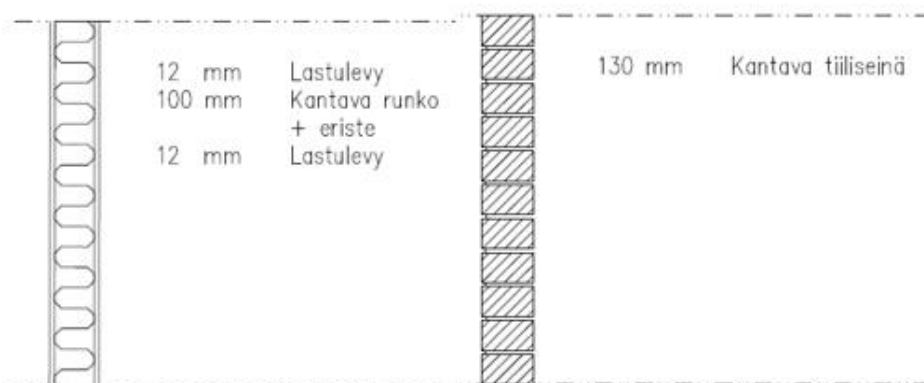
purse on täyttänyt seinän tuuletusraon. Silloin seinä ei pääse tuulettumaan ja se saattaa homehtua. Kantavien tiiliseinien toteutus on esitetty kuvassa 6.



**Kuva 6.** Ulkoseinien rakenne.

### 3.1.3 Kantavat väliseinät

Rakennuksen kantavat väliseinät on esitetty kuvassa 6. Kantavia väliseiniä voi tarvittaessa hyödyntää puuristikkototeutuksessa, mutta silloin niiden kunto on tarkastettava. Mikäli puuväliseinien alajuoksu on eristämättömän alalaatan päällä, on mahdollista, että maaperän kosteus on siirtynyt rakenteisiin diffuusiolla tai kapillaarisesti. Tästä voi seurata, että alajuoksu on homehtunut tai lahonnut. Vastaavaa ongelmaa ei esiinny tiiliväliseinissä, mutta jos niiden kuormitusta lisätään, tulee laskea, että ne kestävät lisääntyneen kuorman.

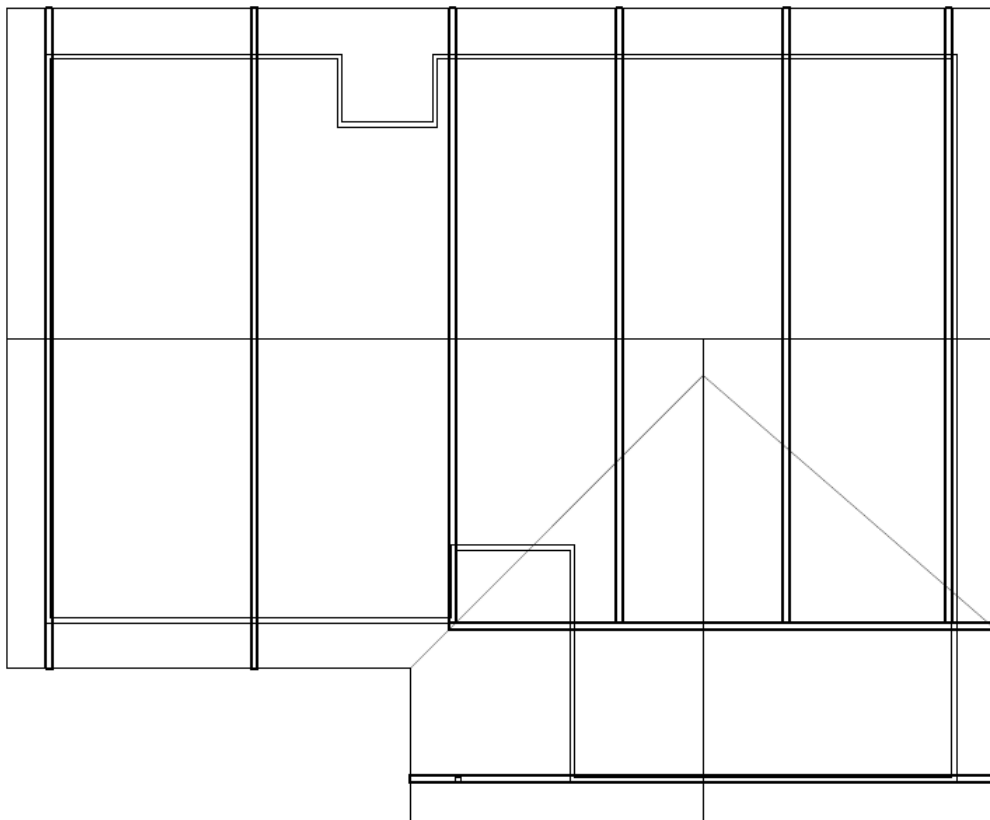


**Kuva 7.** Kantavien väliseinien rakenne.

## 4 MUUTOKSEN TOTEUTUS

### 4.1 Teräsristikkototeutus

Teräsristikkototeutuksessa on tarkoitus purkaa mahdollisimman vähän olevassa olevia rakenteita. Katon nykyinen bitumikermikate tulee poistaa, jotta talon katon tuuletus paranee. Katon lämmöneristystä on samalla mahdollista parantaa lisäämällä katon eristystä. Tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi puhallusvillalla. Teräsristikoiden kuormat tuodaan pilareita pitkin uusille anturoille, joita ei kuitenkaan tässä työssä suunnitella. Kustannusarviota laadittaessa on kuitenkin pyritty huomioimaan myös anturoista syntyvät kustannukset.



**Kuva 8.** Teräsristikoiden sijoittelu.

Uutta kattoa kannattelee kaksitoista HE140A-profiilin pilaria. Pilarit on alapäästä kiinnitetty jäykästi ja yläpäästä nivelellisesti. Kuormat tulevat pilareille keskeisesti. Osa pilariprofiileista voisi olla kuormituksen suhteen pienempiäkin, mutta kaikkien pilarien on hyvä olla samaa profiilia, sillä silloin kaikki perustukset voidaan toteuttaa samalla tavalla, mahdollinen verhoilu on helpompi tehdä ja mikäli pilarit jäävät näkyviin, samanlaiset pilarit näyttävät paremmalta. Pilarit on mahdollista jättää näkyviin, mikäli niistä ei katsota olevan ulkonäöllistä haittaa. Rakennus on myös mahdollista verhoilla niin, että ne eivät näy, mutta se on kalliimpi vaihtoehto. Varsinainen uusi katto muodostuu kolmesta erilaisesta ristikkotyypistä. Neljä ristikoista on jänneväliään 12,5 metriä leveitä ja 2 metriä korkeita. Kaksi ristikkoa on 11 metriä leveitä ja 1,6 metriä korkeita. Kaksi viimeistä on 12,5 metriä pitkiä ja 2 metriä korkeita, mutta ne eroavat muodoltaan muista ristikoista. Eri ristikoiden kuvat on esitetty liitteessä 3.

Ristikot toteutetaan K- ja KT-tyyppisillä rakenneputkiristikoilla. Ristikoiden paarteet ja uumasauvat ovat suorakaiderakenneputkia. Ne ovat ristikoiden valmistustekniikan kannalta paras ja yleisin vaihtoehto, sillä neliö- ja suorakaideputkissa liitosten valmistaminen on helppoa. Uumasauvat hitsataan kiinni paarteisiin käyttäen hitsattuja vapaa väli-liitoksia. Ideaalitulanteessa ristikoiden nurkkapisteet ja kaikkien liitokseen kuuluvien putkien keskiakselit leikkaavat toisiaan samassa pisteessä tai mahdollisimman lähellä sitä. Mikäli näin ei ole, tulee epäkeskisyyden huomioida laskennassa Eurokoodi 1993-1-8 kohdan 5.1 a ja b mukaisesti. Tässä toteutuksessa ei liitoksia ole mitoitettu, mutta on pyritty katsomaan, että epäkeskisyyttä ei joko synny, tai se on sallittujen poikkeamien sisällä. /16/

Putkiristikoita käytetään niiden kuormankantokyvyn ja hyvän ulkonäön vuoksi. Ulkonäöllä ei tosin ole tässä tapauksessa väliä, koska ristikot eivät jää näkyviin. Kaikki toteutuksessa käytetyt rakenneputket ovat Ruukin kylmämuokattuja rakenneputkia (CFRHS) ja niiden teräslajina on mitoituksessa käytetty S355. Putkiristikoita käytettäessä taipumat eivät yleensä ole kriittisiä, mutta ristikoille voidaan tehdä valmistusvaiheessa esikorotus. Esikorotuksen suuruus on hyvä olla

vähintään yhtä suuri, kun omasta painosta ja pysyvästä kuormasta syntyvä taipuma. Esikorotuksen avulla voidaan vähentää haitallisten taipumien syntymistä lopullisessa rakenteessa. Tässä tapauksessa rakenteiden taipumat ovat kuitenkin sen verran vähäisiä, että esikorotusta ei tarvita. Ristikot tilataan konepajalta ja ne toimitetaan valmiina työmaalle. /15/

Teräsrakenteisen rungon rakenneosat ovat usein hoikkia, joten rungon stabiiliuden varmistamiseksi on runko jäykistettävä. Runko tulee jäykistää niin, että sen rakenneosat eivät pääse kiepahtamaan, nurjahtamaan tai lommahtamaan. Rakenne ei saa myöskään päästä kiertymään tai siirtymään jäykkänä kappaleena. Jäykistystapaa valittaessa tulee valita sellainen jäykistysjärjestelmä, joka täyttää laadun, toiminnan ja taloudellisuuden suhteen suunnittelutavoitteessa asetetut vaatimukset. Tässä toteutuksessa teräsrungon jäykistys on ajateltu toteutettavaksi ristikkojäykistyksellä. Ristikkojäykistyksessä veto- ja puristussauvat jäykistävät rakenteen. Rakennuksen julkisivussa on paljon ikkunoita, joten se tuottaa ongelmia jäykistystä suunniteltaessa. Vinositeet pitää sijoittaa niin, että ne eivät tule ikkunoiden eteen. Tässä tapauksessa on ajateltu, että vinoside viedään rakennuksen vieressä maahan, jossa se kiinnitetään perustuksiin. Jäykistysristikot suositellaan sijoitettavaksi rakennuksen keskelle. Tällöin rungossa syntyvät lämpöliikkeet pääsevät tapahtumaan molempiin suuntiin vapaasti. Ikkunoiden takia tämän toteutuksen jäykistysristikot on kuitenkin ajateltu sijoitettavaksi ensimmäiseen kehäväliin. Rakennus on sen verran pieni, että rakennuksen lämpöliikkeet ovat verrattain pienet. Sijoittamalla jäykistysristikot ensimmäiseen kehäväliin saadaan runko jäykistettyä heti asennuksen alkuvaiheessa. Jäykistykseen käytetään 80x80x5 rakenneputkia. /8/

Talon vesikatto ajatellaan toteutettavaksi Ruukin Elite -muotokatteen asennusohjeen mukaisesti. Eliten ja muiden valmiiden kateratkaisujen etuna on se, että niiden mukana tulee tarkat asennusohjeet. Paketissa on myös tarvittavat materiaalit ja ohjeet sisäjiirin rakentamiseen. Katteena voisi käyttää myös muita vaihtoehtoja, kuten esimerkiksi jotain muuta valmista kattopakettia. Eri katetta käytettäessä täy-

tyy katon rakenne mieltä uudestaan. Katon vesikatteen suunnittelussa harkittiin vaihtoehtona myös kattoelementtejä. Kattoelementtejä valmistetaan myös eristämättöminä ja valmiit elementit nopeuttavat asennusta. Kattoelementtien valmistajilla ei kuitenkaan ollut tarjota valmista ratkaisua katon jiirin toteuttamiseen. Koska jiirin kohta on joka tapauksessa rakennettava paikalla, ei muun katon kokoaminen elementeistä välttämättä ole tarkoituksenmukaista.

Myös antikondenssipellin käyttöä harkittiin sen takia, että sen ajateltiin keventävän rakennetta. Antikondenssi-pinnoite on poimulevyn alapintaa ruiskutettava massa, jonka tehtävä on sitoa tiivistyvä kosteus itseensä. Kondensoitumisen loputtua, pinnoitteeseen imeytynyt kosteus haihtuu pois. Näin pinnoite estää pisaroinnin rakenteeseen. Mikäli aluskatteen olisi voinut jättää pois, olisi katemateriaalin voinut asentaa suoraan katto-orsien päälle. Osoittautui kuitenkin, että antikondenssipellin valmistajat suosittelevat aluskatteen käyttöä osana kattorakennetta, sillä mikäli antikondenssi-pinnoitteessa on vuotokohta, pääsee vesi pisaroimaan rakenteisiin. Antikondenssipellillä voidaan toteuttaa suorakulmaisia harjakattoja, mutta tässäkin tapauksessa katon jiiri olisi ollut riskialtis. /13/

Valitussa toteutustavassa teräsristikoiden päälle tulee mitallistetusta sahatavarasta tehdyt 48 x 172 katto-orret 600 millimetrin jaolla. Orsien päälle asennetaan 32 x 100 lauta, 900 millimetrin jaolla. Lautojen päälle tulee aluskate, jonka tarkoitus on estää vuoto kattorakenteeseen. Ruukin Elite -kate vaatii alleen 32 x 100 ruodelaudat 400 millimetrin jaolla.

Opinnäytetyön mitoituslaskenta on tehty käyttäen Scia Engineer -laskentaohjelmaa. Scia Engineer on niin sanottu FEM-laskentaohjelma, eli se suorittaa laskennan elementtimenetelmällä. FEM-analyysissä luodaan rakennelaskentamalli rakenteesta, joka halutaan laskea. Scia Engineer muuntaa tulokset graafiseen asuun, josta tuloksia on helppo analysoida. Scia Engineerista on mahdollista tulostaa paljon erilaista numeerista tietoa, joten kun laskennasta laaditaan koostetta, on hyvä mieltä mitä tuloksia tarvitsee esittää. Laskentamallissa paarteet on mallinnettu jatkuvina sauvoina ja uumasauvat ovat nivelpäisiä sauvoja. Pilarit

ovat yksiaukkoisia, alapäästä jäykästi ja yläpäästä nivelellisesti tuettuja pilareita. Laskennassa käytetyt kuormat ja niiden yhdistely on esitetty liitteissä 1 ja 2. Teräsrunko on esitetty liitteessä 3.

#### **4.1.1 Teräsrakenteiden edut**

Teräsrakenteita käytettäessä vältytään suurilta purkutöiltä, sillä ristikoita kannattelevat pilarit voidaan sijoittaa olemassa olevan rakenteen ulkopuolelle. Teräsrakenteissa olemassa olevien rakenteiden kuormitus vähenee, sillä lumikuorma siirtyy kokonaan uuden katon kannateltavaksi. Pilareita varten joudutaan valamaan anturarat, jolloin tontilla täytyy tehdä kaivuutöitä, jolloin rakennuksen routasuojaus ja salaojat joudutaan uusimaan, mutta samalla niiden toimivuutta voidaan parantaa. Teräsristikoita tarvitaan määrällisesti vähemmän kuin puuristikoita. Tässä kohteessa terästoteutukseen riittää kahdeksan ristikkoo, kun taas puutoteutuksessa niitä tarvitaan ainakin 26. /10/

Teräsristikoista ja pilareista tehty teräsrunko on helppo ja nopea pystyttää, sillä teräsrakenteisessa on korkea esivalmistusaste. Valmiit kokoonpanot tuodaan tehtaalta työmaalle, jossa ne ainoastaan asennetaan paikalleen. Liitoksissa tarvittavat levyt hitsataan osiin kiinni jo tehtaalla, joten työmaalla tarvitsee ainoastaan yhdistää osat toisiinsa pulttiliitoksin.

#### **4.1.2 Teräsrakenteiden haasteet**

Teräsristikoiden käyttö pientalorakentamisessa on harvinaista. Teräsristikot painavat enemmän kuin naulalevyristikot, joten työmaalla täytyy olla nostokalustoa niin kauan, että koko teräsrunko on pystytetty. Lisäksi teräsristikoista syntyvät kuormat vaativat oman anturan. Teräsristikoiden valmistaminen on kalliimpaa kuin puuristikoiden. Teräsristikoita käytettäessä tulee ongelma siinä, miten katon aluskate kiinnitetään niin, että se ei roiku. Teräsristikoiden etäisyys toisistaan on enimmillään 4,5 metriä, verrattuna puuristikoiden 0,9 metriin. Aluskatteen takia teräsristikoilla joudutaan lisäämään ylimääräiset katto-orret ristikoiden päälle.

### 4.1.3 Kustannusarvio

Teräsristikkototeutukseen terästä kuluu yhteensä noin 7200 kilogrammaa. Tästä noin 4500 kilogrammaa menee varsinaisten ristikkojen toteutukseen. Loput painosta koostuu muiden muassa pilareista ja jäykistysjärjestelmästä. Teräsristikkototeutuksen kustannuksia arvioitaessa olin yhteydessä useaan eri ristikkovalmistajaan. Lähetin heille suunnittelemini ristikoiden mitat ja tiedot ja pyysin heiltä tarjouksia. Sain vastaukseksi, että ristikoiden kustannusarvio voidaan laskea kertomalla ristikoiden paino 2,1 – 2,9 eurolla. Kustannusarviota tehdessäni käytin kerrointa 2,3. Näin laskettuna saadaan pelkästään ristikoiden hinnaksi 10 400 euroa. Muista teräsosista, kuten pilareista ja siteistä, tulee lisäksi vielä 6 000 euroa. Teräsosien kokonaissummaksi tulee siis noin 16 500 euroa.

**Taulukko 2.** Terästoteutuksessa käytetyt profiilit ja niiden paino.

Profiili	Paino (kg)	Profiili	Paino (kg)		
CFRHS 40x40x4	472,87	CFRHS100x100x5	1118,63		
CFRHS 50x50x4	57,37	CFRHS 120x120x5	1907,17	Yhteensä (kg)	7149,83
CFRHS 70x70x4	66,66	CFRHS 140x140x5	543,31	Hinta (€)	16444,61
CFRHS 80x80x5	1578,71	HEA140	969,96		
CFRHS 90x90x5	36,75	IPE180	398,4		

Toteutuksen muiden osien ja työn hinnaksi tulee ilman arvonlisäveroa noin 30 000 euroa. Koko hankkeen arvioitu hinta on siis 45 600 euroa. Toteutuksessa katon uusi pinta-ala on 360 m<sup>2</sup>. Toteutuksen neliöhinnaksi tulee siis 127 €/m<sup>2</sup>. Teräsristikkototeutuksen kustannusarvio on esitetty liitteessä 10.



**Taulukko 3.** Ote terästoteutuksen kustannusarviosta.

	Hinta (€)		Hinta (€/m <sup>2</sup> )
Materiaalit	32271	Kustannus/laajuus (ALV 0%)	127
Työ	13407	Kustannus/laajuus (ALV 24%)	157
Yhteensä (ALV 0%)	45678		
Yhteensä (ALV 24 %)	56641		

#### 4.1.4 Onko teräsristikkoratkaisua järkevää markkinoida?

Suomessa on paljon tasakattoisia pientaloja, joiden katot ovat korjauksen tarpeessa. Katot ovat kuitenkin erikokoisia ja -mallisia, joten sellaisenaan tätä teräsristikkoratkaisua ei pysty myymään eteenpäin. Työ antaa kuitenkin edellytykset pohtia, onko ratkaisu kehittämiskelpoinen. Erityisesti suorakulmaisiin omakotitaloihin, jonka rakenteille ei haluta lisää kuormaa, teräksestä rakennettu erillinen runko voisi toimia hyvin. Kohteena oli L:n muotoinen talo ja se toi hankkeeseen lisähaastetta. Vastaaviin taloihin voi olla vaikeampi kehittää eteenpäin myytävää ratkaisua, sillä jiirin pituus vaikuttaa paljon muihinkin osiin. Mielestäni teräsristikoiden käyttö on perusteltua joissain tapauksissa, mutta toteutustapaa kannattaa harkita tapauskohtaisesti. Puuristikoilla on niin suuri markkinaosuus Suomessa, että kattomuodonmuutosta suunniteltaessa ei tilaajilla välttämättä tule edes mieleen, että muitakin vaihtoehtoja on olemassa.

#### 4.2 Puuristikkototeutus

Puuristikkototeutus ajatellaan toteutettavaksi 26 naulalevyristikolla. Ristikoiden sijoittelu on esitetty kuvassa 8. L-mallisessa talossa olisi hyvä olla kantava väliseinä tai palkki toisen ulkoseinän jatkeena. Katto tehdään yleensä kahdesta erityyppisestä kattotuolista ja kahdesta neljään korotuskattotuolista. Tässä toteutuksessa kantavan väliseinän paikka on epäedullinen, sillä se ei ole samassa linjassa kantavan ulkoseinän kanssa, joten joudutaan käyttämään kolmea erilaista kattoristikkoa. /11/



**Kuva 9.** Puuristikoiden sijoittelu.

#### 4.2.1 Puuristikoiden edut

Puuristikoilla toteutettavia pientalojen kattomuodon muutoksia on tehty Suomessa paljon. Tämä toteutustapa on siis monelle urakoitsijalle jo ennestään tuttu tapa. Sopivien urakoitsijoiden löytäminen ja kilpailuttaminen saattaakin olla puuristikototeutuksella helpompaa, kuin teräsristikkototeutuksella. Puuristikoiden valmistaminen on suhteellisen edullista verrattuna teräsristikoihin. Ne maksavat vain noin sata euroa kappaleelta, riippuen ristikon koosta.

#### 4.2.2 Puuristikoiden haasteet

Puuristikototeutuksessa rakennuksen olemassa olevat rakenteet kuormittuvat lisää, sillä uudet kuormat, kuten uuden katon omapaino, tulevat olemassa olevia rakenteita pitkin anturoille. Sen vuoksi olemassa olevien rakenteiden kunto onkin selvitettävä ennen toteutusta. Vanhoja rakenteita joudutaan avaamaan ja tarvitta-

essa jopa vahvistamaan ennen kuin kattomuotoa voidaan muuttaa. Talon muoto pakottaa käyttämään ainakin kahta erikokoista ristikkotyyppeä.

Takapihan terassin kohdalle joudutaan lisäämään palkki, jotta ristikoille saadaan tuki. Lisäksi vaate- ja pesuhuoneen väliin tulee lisätä palkki. Palkit on lisättävä myös kaikkien ikkuna- sekä oviaukkojen päälle. Muitakin talon väliseiniä voidaan tarvittaessa hyödyntää ristikoiden tukemiseen, mutta se vaatii todennäköisesti seinien vahvistamista.

#### 4.2.3 Kustannusarvio

Puuristikkototeutuksen kustannusarvio on ilman arvonlisäveroa 31 055 euroa. Toteutuksen pinta-ala on 350 m<sup>2</sup>. Toteutuksen neliöhinnaksi tulee siis 89 €/m<sup>2</sup>. Materiaalin osuus koko hinnasta on 18 202 euroa, joka on 59 prosenttia koko hinnasta.

Kustannusarvio riippuu siitä, millaisiin ratkaisuihin toteutuksessa lopulta päädytään. Hinta nousee, jos väliseiniä päätetään kuormittaa. Hintaan voidaan vaikuttaa myös esimerkiksi vaihtamalla katemateriaali. Puuristikkototeutuksessa hinta on vaikea arvioida täsmällisesti, koska paljon riippuu siitä, mitä kuntotutkimuksessa löytyy. Kustannusarviossa on oletettu, että olemassa olevat rakenteet ovat kunnossa. Puuristikkototeutuksen kustannusarvio on esitetty liitteessä 12.

**Taulukko 4.** Ote puuristikkototeutuksen kustannusarviosta.

	Hinta (€)		Hinta (€/m <sup>2</sup> )
Materiaalit	18202	Kustannus/laajuus (ALV 0%)	89
Työ	12854	Kustannus/laajuus (ALV 24%)	110
Yhteensä (ALV 0%)	31056		
Yhteensä (ALV 24 %)	38509		

## 5 TOTEUTUSTEN VERTAILU

Puuristikkototeutuksessa ristikoiden hinnaksi tulee ristikovalmistajan mukaan noin 4100 euroa. Tähän ei ole huomioitu arvonlisäveroa. Terästoteutuksessa ristikoiden hinta on noin 10 400 euroa. Molemmissa toteutuksissa voidaan käyttää Ruukki Elite -katetta, mutta terästoteutuksessa katteen alle tarvitaan vielä ylimääräiset 48 x 172 katto-orret 600 millimetrin välein. Katto-orret maksavat kokonaisuutena noin 1900 euroa. Pelkkä kattorakenne maksaa siis teräsristikoilla noin 8200 euroa enemmän kuin puuristikoilla.

Ero ei kuitenkaan ole niin suuri, jos otetaan huomioon muutkin osat työstä, kuin pelkkä katto. Puuristikkototeutuksessa joudutaan avaamaan seinä ja lisäämään palkkeja talon sisälle.

Kustannusarvion mukaan teräsristikkototeutuksen kokonaishinta on 45 600 euroa ja puuristikkototeutuksen 31 055 euroa. Teräsristikkototeutus on siis 14 500 euroa kalliimpi.

Kun mietitään rakenneratkaisuja kahden eri rakennusmateriaalin välillä, ei tarjoushinta kuitenkaan aina kerro koko totutta. Tulee myös arvioida rakennusaikaa ja siitä syntyvää haittaa yhtenä kustannustekijänä. Teräsrakennetoteutuksessa talo säilyy asuttavana koko hankeen ajan, koska sisätiloihin ei tarvitse tehdä mitään muutoksia. Rakentamisen aikainen säältä suojaus on myös helpompaa, sillä vanha kate voidaan poistaa sen jälkeen, kun uusi katto on jo paikoillaan. Näin rakennusta ei tarvitse erikseen huputtaa työn ajaksi.

Puuristikkototeutus on halvempi ja helpommin toteutettavissa kuin teräsristikkototeutus. Teräsristikkototeutuksessa on kuitenkin paljon hyviä puolia, joten ideaa kehittämällä ja sen tunnettuutta kasvattamalla voidaan toteutukselle löytyä tilaajia.

## 6 POHDINTAA

Suomessa on tehty todella vähän pientalon kattomuodonmuutoksia teräsrakenteilla ja teräsrakenteiden käyttö pientaloissa on muutenkin vähäistä. Tästä johtuen osalähteistä alkaa olla jo vanhoja. Lähteiden ja vertailukohteiden vähäisyydestä johtuen olen käyttänyt ratkaisuja miettiessäni paljon tyypillisiä teräsrakentamisratkaisuja ja soveltanut niitä kohteeseen sopiviksi.

Teräksen käyttöä pientalorakentamisessa Suomessa jarruttaa puun alhainen hinta verrattuna teräkseen, sekä puun helppo saatavuus. Puu on myös monelle rakentajalle tutumpi materiaali. Teräksellä on kuitenkin paljon sellaisia ominaisuuksia, joista on hyötyä myös pientalorakentamisessa. Teräsristikototeutusta on mahdollista myydä eteenpäin, etenkin suorakulmaisille taloille. Tällöin ristikoiden ja pilarien avulla on jopa suhteellisen helppoa toteuttaa olemassa olevan talon päälle pystytettävä teräsrunko.

Kustannusarvion luotettavuudessa on otettava huomioon, että kyseessä on juuri arvio kustannuksista. Todelliset kustannukset voivat erota arviosta. Teräksen- ja työn hinta voi muuttua riippuen toteutushetken suhdanteista. Teräksen hinta on suhdanneherkkää ja sen hinta voi hetkestä riippuen vaihdella paljon. Puulla ei ole vastaavaa kustannusheittelyä. Muutosta toteutettaessa voi myös ilmetä joitain yllättäviä kustannuksia, joita ei arviossa ole pystytty ottamaan huomioon.

Työssä ei ole mitoitettu liitoksia, eikä anturoita. Mikäli työtä halutaan hyödyntää todellisuudessa, tulee nekin suunnitella tarkemmin. Työn tekeminen oli kuitenkin minulle kiinnostavaa ja kehittävää. Työn aihe oli haastava, mutta sen tekeminen on antanut minulle varmuutta työelämään siirtymisessä ja opettanut minulle lähdekritiikkiä. Työn aikana opin myös käyttämään Scia Engineer – laskentaohjelmaa. Olin työn takia yhteydessä moniin asiantuntijoihin ympäri Suomea, joilta kysyin neuvoa ja mielipiteitä. Oli mukava huomata, kuinka mielellään ihmiset olivat valmiita auttamaan.

Käytin työssä Scia Engineerin lisäksi myös monia muita ohjelmia, joita en ole aikaisemmin käyttänyt. Mitoitin puu-osat käyttäen Finnwoodin mitoitusohjelmaa ja tein kustannusarvion Rakennustiedon Klara Net -ohjelmalla. Lisäksi käytin työssä Tekla Strucuresia ja AutoCadia. Näillä ohjelmilla laadin työn 3D-mallin, sekä rakennekuvat.

## LÄHTEET

- /1/ Eurostat. Asumistilasto. 2015. Viitattu 24.3.2016.  
[http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Housing\\_statistics/fi](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Housing_statistics/fi)
- /2/ Mirvest. Kattomuodon muutos. 2013. Viitattu 3.4.2016.  
<http://www.mirvest.fi/kattoty%C3%B6t-kattomuodon-muutos>
- /3/ 1981. ”Terästeollisuus”, Otavan suuri ensyklopedia, 18. osa (Takominen–Turbiini). Otava.
- /4/Miettinen, E. & Saarni, R. 1999. Teräs pientalorakentamisessa. Hämeenlinna. Rakennustieto Oy
- /5/ Nieminen, J. 1997. New well insulated light gauge steel framed wall structure. Vilna. Proceeding of the 5<sup>th</sup> International Conference on Modern Building Materials, Structures and Technique
- /6/ Teräsrakenneyhdistys. Teräs Perustietoa arkkitehtiopiskelijalle. 2007. Viitattu 13.4.2016.  
[http://www.terasrakenneyhdistys.fi/document/1/40/66e53a5/Teras\\_web.pdf](http://www.terasrakenneyhdistys.fi/document/1/40/66e53a5/Teras_web.pdf)
- /7/ Suomen rakennusinsinööriliitto. 1977. Teräsrakenteet RIL 113. Helsinki
- /8/ Elementtisuunnittelu. Jäykistysjärjestelmät. 2010. Viitattu 14.4.2016.  
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/rakennejarjestelmat/rakennuksen-jaykistys/jaykistysjarjestelmat>
- /9/ Teräsrakenneyhdistys. Kuumasinkittyjen teräsrakenteiden käyttöikä. Viitattu 14.4.2016  
[http://www.terasrakenneyhdistys.fi/document/1/221/1ba5d4e/Kuumasinkittyjen\\_terasrakenteiden\\_kayttoika\\_2014\\_09.pdf](http://www.terasrakenneyhdistys.fi/document/1/221/1ba5d4e/Kuumasinkittyjen_terasrakenteiden_kayttoika_2014_09.pdf)
- /10/ Teräsrakenneyhdistys. Rakenteiden suunniteltu käyttöikä. Viitattu 14.4.2016.  
<http://www.terasrakenneyhdistys.fi/fin/toiminta/try-pintakasittelyjaosto/rakenteiden-suunniteltu-kayttoika/>
- /11/ Luotonen, S. & Meriluoto, E. & Poutanen, T. 1980. Kattotuoliopas. Jyväskylä. Rakennuskirja Oy
- /12/ Kaitila, O. 2010. Teräsrakenteiden suunnittelu ja mitoitus Eurocode 3-oppikirja. Helsinki. Teräsrakenneyhdistys ry
- /13/ Kattoliitto. 2013. Toimivat katot 2013. Sastamala. Vammalan Kirjapaino Oy

- /14/ Teräsrakenneyhdisty. Teräs materiaalina. Viitattu 21.4.2016  
<http://www.terasrakenneyhdistys.fi/fin/terasrakenneteollisuus/teras-materiaalina/>
- /15/ Heinisuo, M. & Tiainen, T. & Jokinen, T. Putkiristikon suunnittelu käyttäen teräslajeja S355 ja S420. 2013. Tampere. Tampereen teknillinen yliopisto
- /16/ Ruukki rakenneputket EN 1993 – käsikirja 2012. Keuruu. Rautaruukki Oyj
- /17/ Hometalkoot - Terveiden talojen puolesta. 1970-luvun omakotitalo. Viitattu 27.4.2016. <http://www.hometalkoot.fi/omakotitalo>



Liite 1. Laskennassa käytetyt rakenteiden kuormat

## Pystykuormat

Yläpohjan omapaino

Pääkannattimien omapaino

Lumikuorma

Rakennus sijaitsee Harjavallassa => lumikuorman ominaisarvo on

Omapaino muodostuu kattorakenteiden ja ristikon painosta

Kattorakenteiden paino  $g_{k1}$

Muotokate Ruukki Elite 5,98 kg/m<sup>2</sup>

$$g_1 := 0.058 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Katto-orret, mitallistettu sahatavara 48\*172 k600

$$g_2 := \frac{48\text{mm} \cdot 172\text{mm} \cdot 1\text{m} \cdot 5.39 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 2}{\text{m}^2} = 0.089 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Vesikattokoolaus 32\*100 k900

$$g_3 := \frac{32\text{mm} \cdot 100\text{mm} \cdot 1\text{m} \cdot 5.39 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}}{\text{m}^2} = 0.017 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Ruode, 32\*100 k400

$$g_4 := \frac{32\text{mm} \cdot 100\text{mm} \cdot 1\text{m} \cdot 5.39 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 3}{\text{m}^2} = 0.052 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Yhteensä: } g_{k1} := g_1 + g_2 + g_3 + g_4 = 0.216 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

## Lumikuorma:

Rakennus sijaitsee Harjavallassa =>

Maanpinnan lumikuorman ominaisarvo:  $s_k := 2.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Harjakaton muotokerroin => kattokaltevuus n. 15°  $\mu_1 := 0.8$

Katolla olevan lumikuorman ominaisarvo

$$q_k := s_k \cdot \mu_1 = 1.6 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Korkeampaa rakennusta vasten oleva katto

$$\alpha_1 := 12.31$$

$\mu_1 := 0.8$  koska kaltevuus 15°

$$\alpha_2 := 14.36$$

$$\mu_2 := 0.8 \cdot 0.8 \cdot \frac{\alpha_1}{30} = 0.263$$

$$\text{Kinostunut lumi } \mu_2 \cdot \frac{(\alpha_1 + \alpha_2)}{2} = 3.502$$

$$q_{kinos} := s_k \cdot 3.502 = 7.004 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

**Sivusiirtymien huomioiminen**

1993-1-1 5.7

$$H_{Ed} := 1.5 \cdot (3.13 + 1.82 + 5.84 + 5.55) \text{ kN} = 24.51 \cdot \text{kN}$$

$$V_{Ed} := 260.07 \text{ kN} \quad (\text{Scia Engineeristä})$$

$$V_{Ed} \cdot 0.15 = 39.011 \cdot \text{kN} > H_{Ed} = 24,51 \text{ kN} \quad \text{Sivusiirtymää ei voi jättää huomiotta}$$

Lisävaakavoima

$$V_{Ed\text{lisa}} := \frac{V_{Ed}}{150} = 1.734 \cdot \text{kN}$$

**Sivusiirtymä**

$$V_{Ed2} := V_{Ed} + 253.01 \text{ kN} = 513.08 \cdot \text{kN}$$

$$H_{Ed2} := 3.13 \text{ kN} + 1.73 \text{ kN} = 4.86 \cdot \text{kN}$$

$$h := 5000 \text{ mm}$$

$$\delta H_{Ed} := 4 \text{ mm} \quad (\text{Scia Engineeristä})$$

$$\text{Sivusiirtymä } \alpha_{cr} := \left( \frac{H_{Ed2}}{V_{Ed2}} \right) \cdot \left( \frac{h}{\delta H_{Ed}} \right) = 11.84 > 10 \text{ Rakenne on sivusiirtymätön}$$

Taulukko 5.1 Tuulikuormien määrittämiseen tarvittavat laskentavaiheet

Parametri	Aiheen käsittelykohta
<b>Puuskanopeuspaine <math>q_p</math></b>	
tuulennopeuden perusarvo $v_b$	4.2 (2)P
nopeuspainekorkeus $z_e$	Luku 7
maastoluokka	Taulukko 4.1
puuskanopeuspaineen ominisarvo $q_p$	4.5 (1)
tuulenpuuskien intensiteetti $I_v$	4.4
tuulennopeuden modifioitu perusarvo $v_m$	4.3.1
pinnanmuotokerroin $c_o(z)$	4.3.3
rosoisuuskerroin $c_r(z)$	4.3.2
<b>Esim. verhouksiin, kiinnikkeisiin ja rakenteen osiin vaikuttava tuulen</b>	
ulkopuolisen paineen kerroin $c_{pe}$	Luku 7
sisäpuolisen paineen kerroin $c_{pi}$	Luku 7
nettopaineen kerroin $c_{p,net}$	Luku 7
ulkopuolinen tuulenpaine: $w_e = q_p \cdot c_{pe}$	5.2 (1)
sisäpuolinen tuulenpaine: $w_i = q_p \cdot c_{pi}$	5.2 (2)
<b>Rakenteiden tuulikuormat, kuten tuulen kokonaisvaikutukset</b>	
rakennekerroin: $c_s c_d$	6
tuulikuorma $F_w$ voimakertoimista laskettuna	5.3 (2)
tuulikuorma $F_w$ painekertoimista laskettuna	5.3 (3)

## Tuulikuorma

### Puuskanopeuspaine $q_p$

Tuulennopeuden perusarvo  $v_b$

$$c_{dir} := 1$$

$$c_{season} := 1$$

$$v_{b0} := 21 \frac{m}{s}$$

$$v_b := c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b0} = 21 \frac{m}{s}$$

RIL 201-1-2011 osa 1.4

SFS EN1991-1-4 kohta 4.2

Nopeuspaine korkeus  $z_e$  (7.2.2)

$$\begin{aligned} h &:= 5\text{ m} \\ b &:= 20\text{ m} \end{aligned} \quad h < b \quad \text{joten nopeuspaine korkeus } z_e = h$$

$$z_e := h = 5\text{ m}$$

Maastoluokka

Alue on maastoluokkaa III

Puuskanopeuspaineen ominaisarvo  $q_p$

$$\gamma_d := 1.0 \quad \text{koska maaston kaltevuus on pieni } (\Phi < 0,05)$$

$$q_{p0}(z) := 0.35 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \text{RIL 201-1-2011 osa 1.4 Taul 4.2S}$$

$$q_p := \gamma_d \cdot q_{p0}(5) = 0.35 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Tuulenpuuskien intensiteetti  $I_v$

Tuulenpuuskien intensiteetti on huomioitu puuskanopeuspaineen arvoissa

Tuulennopeuden modifioitu perusarvo  $v_m$

$$z := 5\text{ m} \quad z_0 := 0.3\text{ m} \quad z_{\min} := 5\text{ m} \quad z_{0\text{II}} := 0.05\text{ m} \quad (\text{maastoluokka II, taul. 4.1})$$

$$k_f := 0.19 \cdot \left( \frac{z_0}{z_{0\text{II}}} \right)^{0.07} = 0.215$$

$$\ln_z := \ln \left( \frac{z}{z_0} \right) = 2.813$$

$$c_r(z) := k_f \cdot \ln_z$$

$$\text{Rosoisuuskerroin: } c_r(z) = 0.606$$

$$\text{Pinnan muotokerroin: } c_o := 1$$

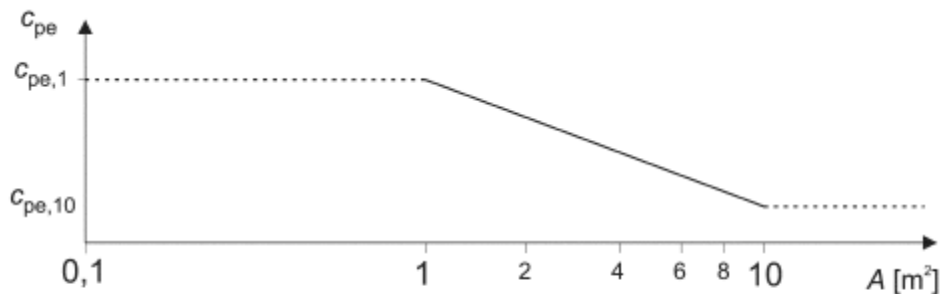
$$v_m := c_r(z) \cdot c_o \cdot v_b = 12.726 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Maastoluokka	$k_r$	$Z_0$ (m)	$Z_{\min}$ (m)
0 – Avomeri tai merelle avoin rannikko (kerroin $k_r$ NA:n mukaan)	0.18	0.003	1
I – Jarvet tai tasanko, jolla on enintään vähäistä kasvillisuutta eikä tuuliesteitä	0.17	0.01	1
II – Alueet, joilla on matalaa heinää tai siihen verrattavaa kasvillisuutta ja erillisiä esteitä (puita, rakennuksia), joiden etäisyys toisistaan on vähintään 20 kertaa esteen korkeus	0.19	0.05	2
III – Alueet, joilla on säännöllinen kasvipeite tai rakennuksia tai erillisiä tuuliesteitä, joiden keskinäinen etäisyys on enintään 20 kertaa esteen korkeus (kuten kylät, esikaupunkialueet, pysyvä metsä)	0.22	0.3	5
IV – Alueet, joiden pinta-alasta vähintään 15% on rakennusten peitossa ja niiden keskimääräinen korkeus ylittää 15 m	0.24	1.0	10

## Rakenteen osiin vaikuttava tuulenpaine

Esim. verhouksiin, kiinnikkeisiin ja rakenteen osiin vaikuttava tuulenpaine	
ulkopuolisen paineen kerroin $c_{pe}$	Luku 7
sisäpuolisen paineen kerroin $c_{pi}$	Luku 7
nettopaineen kerroin $c_{p,net}$	Luku 7
ulkopuolinen tuulenpaine: $w_e = q_p \cdot c_{pe}$	5.2 (1)
sisäpuolinen tuulenpaine: $w_i = q_p \cdot c_{pi}$	5.2 (2)

### Ulkopuolisen paineen kerroin $c_{pe}$



Kuvaaja perustuu seuraavaan logaritmiseen interpolaatioon:  
välillä  $1 \text{ m}^2 < A < 10 \text{ m}^2$   $c_{pe} = c_{pe,1} - (c_{pe,1} - c_{pe,10}) \log_{10} A$

**Kuva 7.2 Suositeltava menettelytapa ulkopuolisen paineen kertoimen  $c_{pe}$  arvon määrittämiseksi rakennuksille, joiden kuormitettu ala  $A$  on välillä  $1 \text{ m}^2$  ja  $10 \text{ m}^2$**

(7.1)

### Sisäpuolisen paineen kerroin $c_{pi}$

$$c_{pi} = 0.75 \cdot c_{pe}$$

### Nettopaineen kerroin $c_{p,net}$

Ulkoseinille ja vesikatoille, joissa on ilmanpitävä sisäpuolinen pintakerros ja ilmaa läpäisevä ulkopuolinen pintakerros, jossa on likimain tasaisesti jakautuneet aukot, voidaan ulkopuoliseen pintakerrokseen vaikuttava tuulikuorma laskea kaavasta  $c_{pe,net} = 2/3 \cdot c_{pe}$  ylipainetapauksissa ja kaavasta  $c_{p,net} = 1/3 \cdot c_{pe}$  alipainetapauksissa. Muissa tapauksissa  $c_{p,net} = c_{pe} - c_{pi}$

### Ulkopuolinen tuulenpaine $w_e$

$$w_e = q_p \cdot c_{pe}$$

### Sisäpuolinen tuulenpaine $w_i$

$$w_i = q_p \cdot c_{pi}$$

## Rakenteiden tuulikuormat, kuten tuulen kokonaisvastukset

Rakenteiden tuulikuormat, kuten tuulen kokonaisvaikutukset	
rakennekerroin: $c_s c_d$	6
tuulikuorma $F_w$ voimakertoimista laskettuna	5.3 (2)
tuulikuorma $F_w$ painekertoimista laskettuna	5.3 (3)

### Rakennekerroin $c_s c_d$ SFS-EN 1994-1-4 kappale 6

Rakennuksille, joiden korkeus on alle 15 m, rakennekertoimelle  $c_s c_d$  voidaan käyttää arvoa 1

Pitkän sivun voimakerroin  $c_{f1}$

$$d_1 := 16\text{m} \quad b_1 := 20\text{m} \quad \frac{d_1}{b_1} = 0.8$$

$$h := 5\text{m} \quad \lambda_1 := 2 \cdot \frac{h}{b_1} = 0.5$$

$$\text{RIL 201-1-2011 taul.5.2S} \Rightarrow c_{f1} := 1.44$$

Lyhyen sivun voimakerroin  $c_{f2}$

$$d_2 := 20\text{m} \quad b_2 := 16\text{m} \quad \frac{d_2}{b_2} = 1.25$$

$$h = 5\text{m} \quad \lambda_2 := 2 \cdot \frac{h}{b_2} = 0.625$$

$$c_{f2} := 1.28$$

### Tuulikuorma $F_w$ voimakertoimista laskettuna

RIL 9.2.1S

#### Pitkä sivu

Rakennuksen mitat: Leveys:  $b = 20\text{m}$   
 Korkeus:  $h = 5\text{m}$   
 Syvyys:  $d := 16\text{m}$

$$\text{Koska } h < 15\text{m} \quad c_{scd} := 1$$

$$\text{Rakenteen hoikkuus } \lambda := 2 \cdot \frac{h}{b} = 0.5$$

Taul. 5.1S

Voimakertoimen  $c_f$  arvo

Taul. 5.2S

$$\frac{d}{b} = 0.8 \quad c_f := 1.46$$

$$q_{p0} := 0.35 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Taul. 4.2S

$$\text{Tuulikuorman vaikutusalue } A_{\text{refs}} := b \cdot h = 100\text{m}^2$$

Perustukseen kohdistuvan vaakavoiman kokonaisarvo

kaava 5.3

$$F_w := c_{scd} \cdot c_f \cdot q_{p0} \cdot A_{\text{refs}} = 51.1 \cdot \text{kN}$$

## Pääty

Rakennuksen mitat: Leveys:  $b := 16\text{ m}$   
 Korkeus:  $h := 5\text{ m}$   
 Syvyys:  $d := 20\text{ m}$

Koska  $h < 15\text{ m}$   $c_{scd} = 1$

Rakenteen hoikkuus  $\lambda := 2 \cdot \frac{h}{b} = 0.625$

Taul. 5.1S

Voimakertoimen  $c_f$  arvo

Taul. 5.2S

$$\frac{d}{b} = 1.25 \quad c_f := 1.3$$

$$q_{p0} := 0.35 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

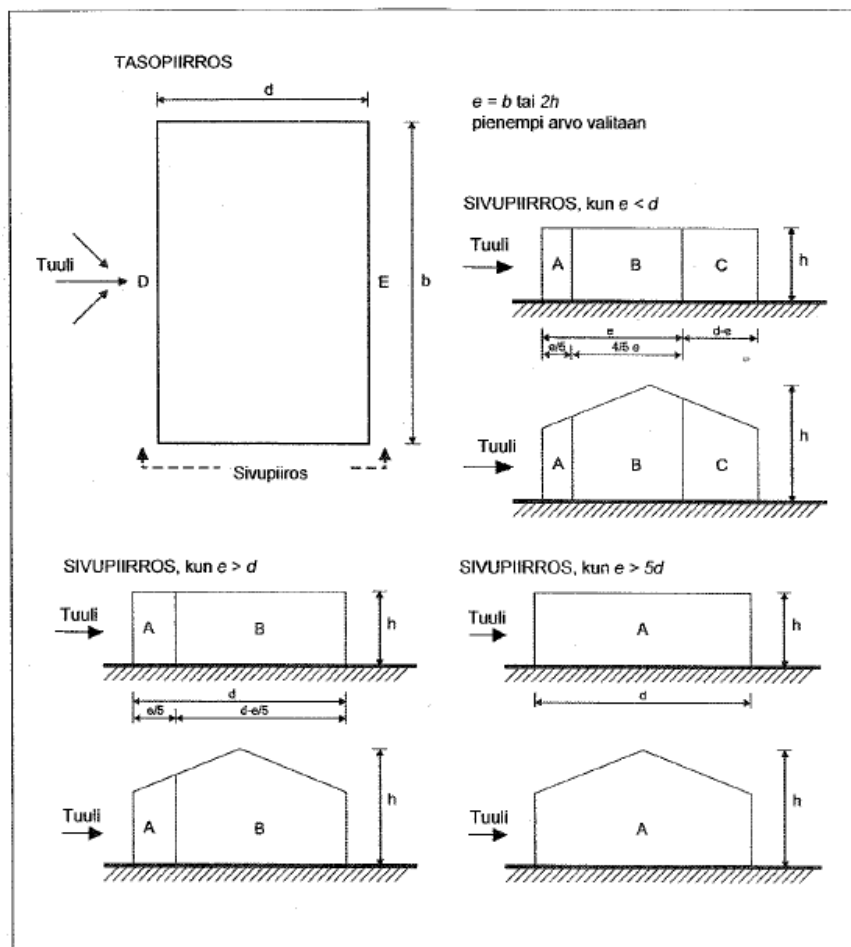
Taul. 4.2S

Tuulikuorman vaikutusalue  $A_{refp} := b \cdot h = 80\text{ m}^2$

Perustukseen kohdistuvan vaakavoiman kokonaisarvo

kaava 5.3

$$F_w := c_{scd} \cdot c_f \cdot q_{p0} \cdot A_{refp} = 36.4\text{ kN}$$



Kuva 7.5. Pystyseiniä koskeva vyöhykkaavio.

## Tuulikuorma $F_w$ painekertoimista laskettuna

### Rakennuksen pystyseinät

Rakennuksen mitat:    Leveys:     $b := 20\text{m}$   
    Korkeus:     $h = 5\text{ m}$   
    Syvyys:     $d := 16\text{m}$

$e = b$  tai  $2h$ , valitaan pienempi arvo

$$b_1 = 20\text{m} \quad 2 \cdot h = 10\text{m} \quad e := 10\text{m} \quad e < d \quad \frac{h}{d} = 0.313$$

$$\text{Nopeuspaine kerroin} \quad q_p = 0.35 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_p \cdot h = 1.75 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$C_{pe10A} := -1.2 \quad C_{pe1A} := -1.4$$

$$C_{pe10B} := -0.8 \quad C_{pe1B} := -1.1$$

$$C_{pe10C} := -0.5 \quad C_{pe1C} := -0.5$$

$$C_{pe10D} := 0.8 \quad C_{pe1D} := 1$$

$$C_{pe10E} := -0.5 \quad C_{pe1E} := -0.5$$

$$C_{pi1} := 0.75 \cdot 0.8 = 0.6$$

$$C_{pi2} := 0.75 \cdot -0.5 = -0.375$$

7.1

**Taulukko 7.1.** Ulkopuolisen paineen kertoimet pohjaltaan suorakulmaisten rakennusten pystysuorille seinille.

Vyöhyke	A		B		C		D		E	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
$\geq 5$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0		-0,7
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0		-0,5
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0		-0,3

$$A \quad C_{pe10A} \cdot q_p = -0.42 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$D \quad C_{pe10D} \cdot q_p = 0.28 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

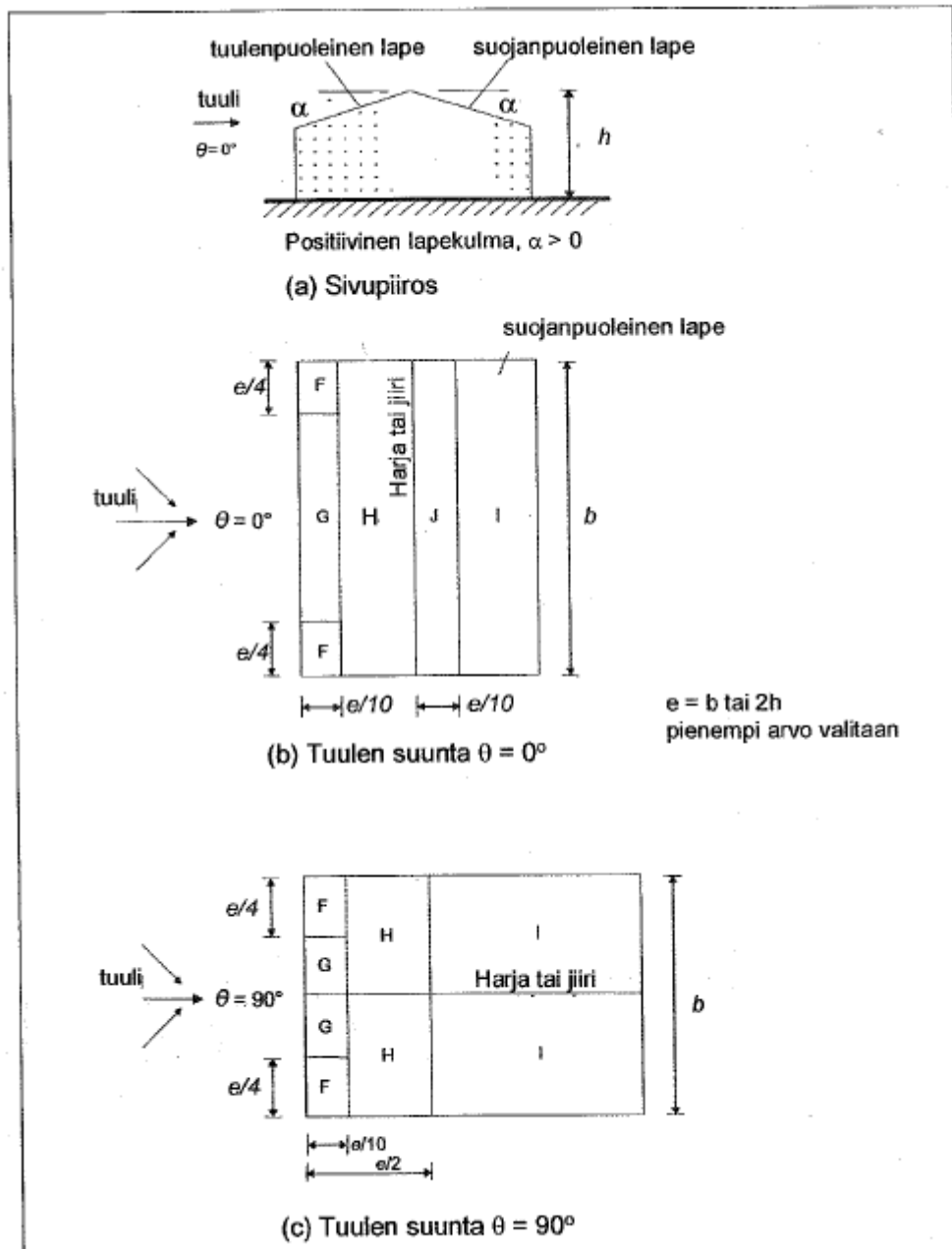
$$B \quad C_{pe10B} \cdot q_p = -0.28 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$E \quad C_{pe10E} \cdot q_p = -0.175 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$C \quad C_{pe10C} \cdot q_p = -0.175 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$I \quad C_{pi1} \cdot q_p = 0.21 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$





Kuva 7.8S. Selitys harjakatoille.

**Harjakatto Pitkä sivu**

$$\theta := 0 \quad \alpha := 15$$

e = b tai 2h, valitaan pienempi arvo

$$b_1 = 20 \text{ m} \quad 2 \cdot h = 10 \text{ m} \quad e := 10 \text{ m}$$

**Sektorit F**

$$A_f := \frac{10}{4} \cdot \frac{10}{10} = 2.5 \text{ m}^2$$

$$C_{pe10F1} := -0.9$$

$$W_{f1} := C_{pe10F1} \cdot q_p = -0.315 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$C_{pe10F2} := 0.2$$

$$W_{f2} := C_{pe10F2} \cdot q_p = 0.07 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$C_{pe1F1} := -2$$

$$W_{f3} := C_{pe1F1} \cdot q_p = -0.7 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$C_{pef1} := C_{pe1F1} - (C_{pe1F1} - C_{pe10F1}) \cdot \ln(A_f) = -0.992$$

$$C_{pef2} := C_{pe1F1} - (C_{pe1F1} - C_{pe10F2}) \cdot \ln(A_f) = 0.016$$

**Sektorit G**

$$A_g := \left(20 - 2 \cdot \frac{10}{4}\right) \cdot \frac{10}{10} = 15 \text{ m}^2$$

Yli 10 m<sup>2</sup> joten

$$C_{pe} = C_{pe10}$$

$$C_{pe10G1} := -0.8$$

$$W_{g1} := C_{pe10G1} \cdot q_p = -0.28 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$C_{pe10G2} := 0.2$$

$$W_{g2} := C_{pe10G2} \cdot q_p = 0.07 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$C_{pe1G1} := -1.5$$

$$W_{g3} := C_{pe1G1} \cdot q_p = -0.525 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

**Sektorit H**

$$A_h := 20 \cdot \left(8 - \frac{10}{10}\right) = 140 \text{ m}^2$$

Yli 10 m<sup>2</sup> joten

$$C_{pe} = C_{pe10}$$

$$C_{pe10H1} := -0.3$$

$$W_{h1} := C_{pe10H1} \cdot q_p = -0.105 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$C_{pe10H2} := 0.2$$

$$W_{h2} := C_{pe10H2} \cdot q_p = 0.07 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

**Sektor i I**

$$C_{pe10I} := -0.4$$

$$W_i := C_{pe10I} \cdot q_p = -0.14 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$A_i := 20 \cdot \left( 8 - \frac{10}{10} \right) = 140 \text{ m}^2 \quad \text{Yli } 10 \text{ m}^2 \text{ joten}$$

$$C_{pe} = C_{pe10}$$

**Sektor i J**

$$C_{pe10J} := -1$$

$$W_j := C_{pe10J} \cdot q_p = -0.35 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$A_j := 20 \cdot \left( \frac{10}{10} \right) = 20 \text{ m}^2 \quad \text{Yli } 10 \text{ m}^2 \text{ joten}$$

$$C_{pe} = C_{pe10}$$

**Harjakatto Pääty**

$$\theta := 90 \quad \alpha := 15$$

e = b tai 2h, valitaan pienempi arvo

$$b_2 = 16 \text{ m} \quad 2 \cdot h = 10 \text{ m}$$

**Sektor i F**

$$C_{pe10F3} := -1.3$$

$$W_{f4} := C_{pe10F3} \cdot q_p = -0.455 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$A_{f2} := \left( \frac{10}{4} \right) \cdot \left( \frac{10}{10} \right) = 2.5 \text{ m}^2$$

$$C_{pe1F2} := -2.0$$

$$W_{f5} := C_{pe1F2} \cdot q_p = -0.7 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$C_{pef3} := C_{pe1F2} - (C_{pe1F2} - C_{pe10F3}) \cdot \ln(A_{f2}) = -1.359$$

**Sektor i G**

$$C_{pe10G3} := -1.2$$

$$W_{g4} := C_{pe10G3} \cdot q_p = -0.42 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$A_{g2} := \left( 16 - 2 \cdot \frac{10}{4} \right) \cdot \left( \frac{10}{10} \right) = 11 \text{ m}^2 \quad \text{Yli } 10 \text{ m}^2 \text{ joten}$$

$$C_{pe} = C_{pe10}$$

**Sektor i H**

$$C_{pe10H3} := -0.8$$

$$W_{h3} := C_{pe10H3} \cdot q_p = -0.28 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$A_{h2} := 16 \cdot \left( \frac{10}{2} - \frac{10}{10} \right) = 64 \text{ m}^2 \quad \text{Yli } 10 \text{ m}^2 \text{ joten}$$

$$C_{pe} = C_{pe10}$$

**Sektor i I**

$$C_{pe10I2} := -0.8$$

$$W_{i2} := C_{pe10I2} \cdot q_p = -0.28 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$A_{i2} := \left( 20 - \frac{10}{2} \right) \cdot 16 = 240 \text{ m}^2 \quad \text{Yli } 10 \text{ m}^2 \text{ joten}$$

$$C_{pe} = C_{pe10}$$

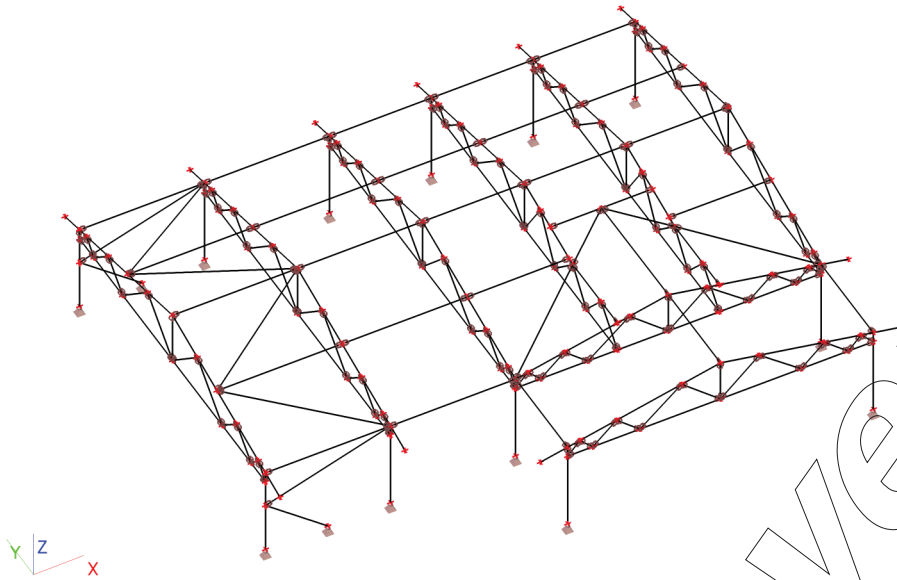


**Project**  
**Part**  
**Description**  
**Author**

Pientalon kattomuodon muutos  
Koko malli  
Laskennassa käytetyt kuormat ja niiden yhdistely  
Joel Palmu

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

1. Analysis model / Steel data



2. Load cases

Name	Description	Action type	LoadGroup	Load type	Spec	Direction	Duration	Master load case
LC1	Self weight	Permanent	LG1	Self weight		-Z		
LC2	Snow load	Variable	LG2	Static	Standard		Short	None
LC3	Wind load - pitkäsivu +y	Variable	LG3	Static	Standard		Short	None
LC4	Permanent	Permanent	LG1	Standard				
LC5	Wind load - pääty +x	Variable	LG3	Static	Standard		Short	None
LC6	Wind load - pitkäsivu -y	Variable	LG3	Static	Standard		Short	None
LC7	Wind load - pääty -x	Variable	LG3	Static	Standard		Short	None
LC8	Lisävaakavoima	Permanent	LG1	Standard				

3. Combinations

Name	Description	Type	Load cases	Coeff. [-]
CO1	ULS (Tuuli pitkäsivu +y)	EN-ULS (STR/GEO) Set B	LC1 - Self weight LC2 - Snow load LC3 - Wind load - pitkäsivu +y LC4 - Permanent LC8 - Lisävaakavoima	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
CO2	SLS (Tuuli pitkäsivu +y)	EN-SLS Characteristic	LC1 - Self weight LC2 - Snow load LC3 - Wind load - pitkäsivu +y LC4 - Permanent LC8 - Lisävaakavoima	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
CO3	ULS (Tuuli pääty -x)	EN-ULS	LC1 - Self weight LC2 - Snow load LC4 - Permanent LC5 - Wind load - pääty +x	1,00 1,00 1,00 1,00



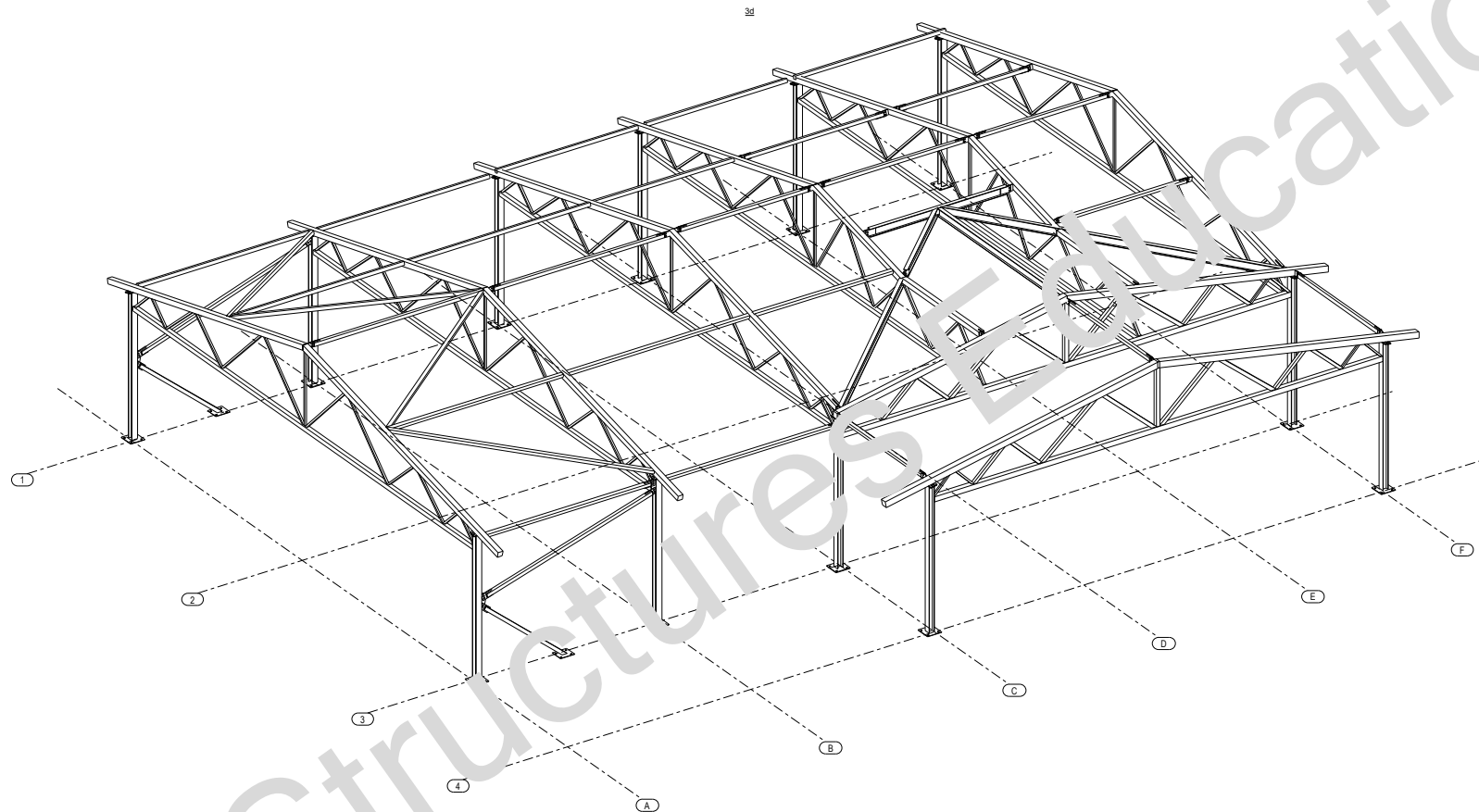
**Project**  
**Part**  
**Description**  
**Author**

Pientalon kattomuodon muutos  
Koko malli  
Laskennassa käytetyt kuormat ja niiden yhdistely  
Joel Palmu

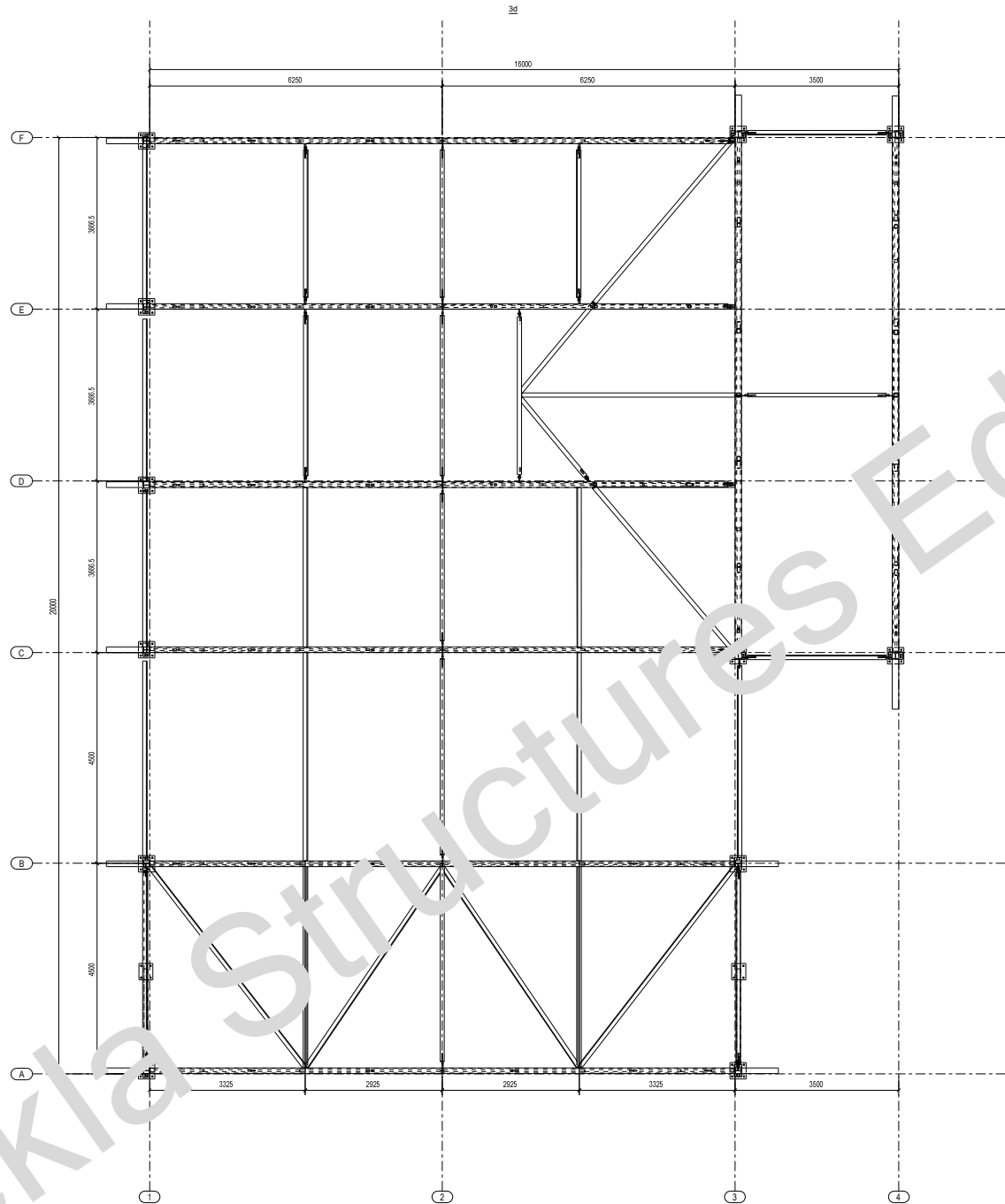
**VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU**  
**UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES**

Name	Description	Type	Load cases	Coeff. [-]
<i>*Student version* *Student version* *Student version* *Student version* *Student version* *Student version* *Student version* *Student version* *Student version*</i>				
CO3	ULS (Tuuli pääty +x)	EN-ULS (STR/GEO) Set B	LC8 - Lisävaakavoima	1,00
CO4	SLS (Tuuli pääty +x)	EN-SLS Characteristic	LC1 - Self weight LC2 - Snow load LC4 - Permanent LC5 - Wind load - pääty +x LC8 - Lisävaakavoima	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
CO5	Esikorotus	EN-SLS Characteristic	LC1 - Self weight LC4 - Permanent	1,00 1,00
CO6	ULS (Tuuli pitkäsivu -y)	EN-ULS (STR/GEO) Set B	LC1 - Self weight LC2 - Snow load LC4 - Permanent LC6 - Wind load - pitkäsivu -y LC8 - Lisävaakavoima	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
CO7	SLS (Tuuli pitkäsivu -y)	EN-SLS Characteristic	LC1 - Self weight LC2 - Snow load LC4 - Permanent LC6 - Wind load - pitkäsivu -y LC8 - Lisävaakavoima	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
CO8	ULS (Tuuli pääty -y)	EN-ULS (STR/GEO) Set B	LC1 - Self weight LC2 - Snow load LC4 - Permanent LC7 - Wind load - pääty -x LC8 - Lisävaakavoima	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
CO9	SLS (Tuuli pääty -y)	EN-SLS Characteristic	LC1 - Self weight LC2 - Snow load LC4 - Permanent LC7 - Wind load - pääty -x LC8 - Lisävaakavoima	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00

LIITE 3. Teräsrunko

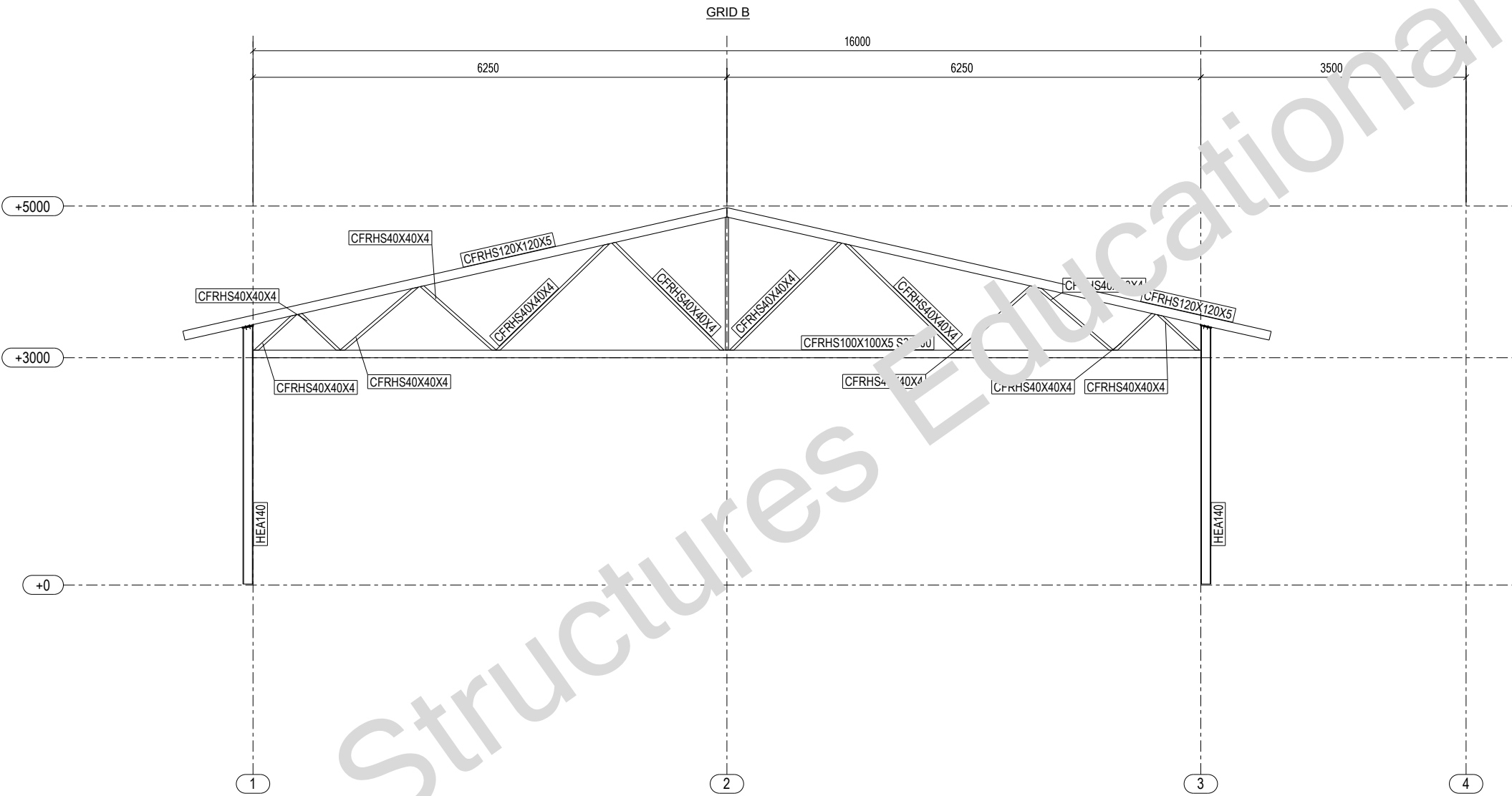



NO	REV. MARK	REVISION DESCRIPTION	CREATED	APPROVED	REV. DATE
		<b>Joel Palmu</b> Harjavalta			
DRAWING TITLE		YLEISNÄKYMÄ			
PROJECT NAME		Pientalon kattomuodon muutos			
DESIGNER		ISSUE DATE			
PROJECT No.		1		SCALE 1:50	
DRAWING No.		[2]		REVISION No. 0	



Tekla Structures Educational

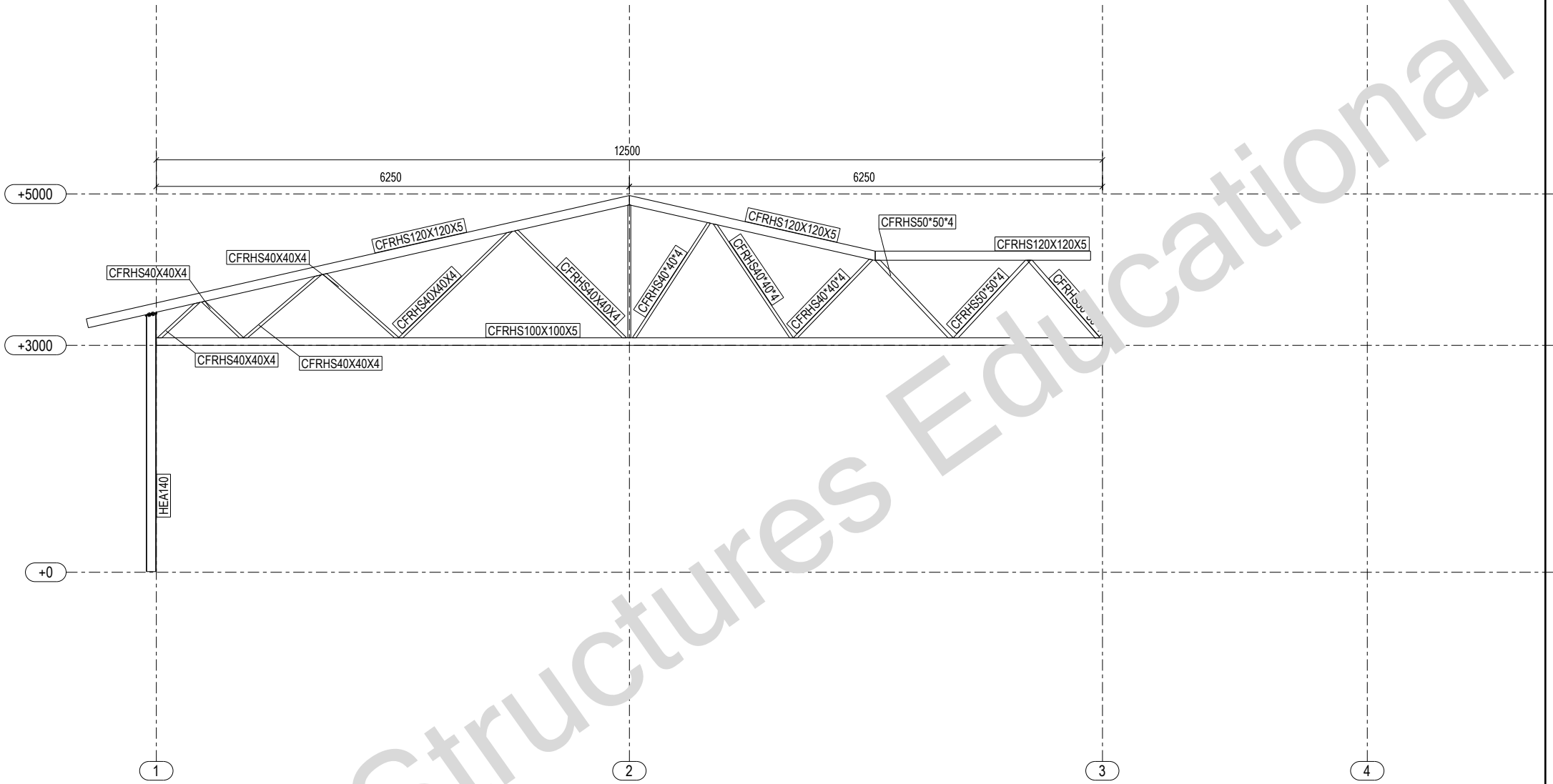
NO	REV. MARK	REVISION DESCRIPTION	CREATED	APPROVED	REV. DATE
<b>Joel Palmu</b> Harjavalta					
DRAWING TITLE		NÄKYMÄ YLHÄLTÄ			
PROJECT NAME		Pientalon kattomuodon muutos			
DESIGNER		PROJECT No.		ISSUE DATE	
DRAWING No.		[5]		SCALE 1:50	
				REVISION No. 0	




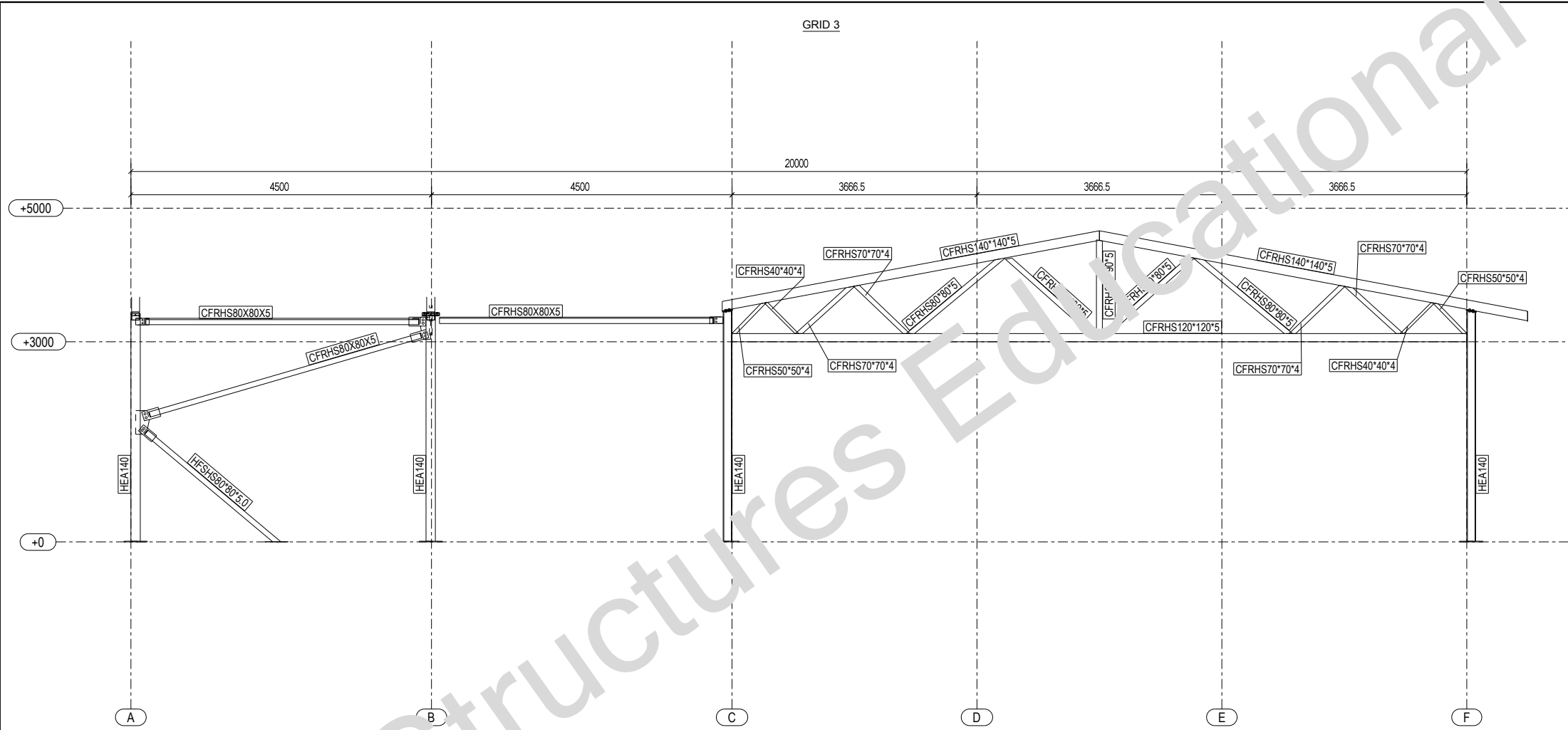
No	REV MARK	REVISION DESCRIPTION	CREATED	APPROVED	REV. DATE
<b>Joel Palmu</b> Harjavalta			POWERED BY  A TRIMBLE COMPANY		
DRAWING TITLE		GRID B			
PROJECT NAME		Pientalon kattomuodon muutos			
DESIGNER				ISSUE DATE	
PROJECT No.		1		SCALE 1:50	
DRAWING No.		[1]		REVISION No. 0	




GRID E

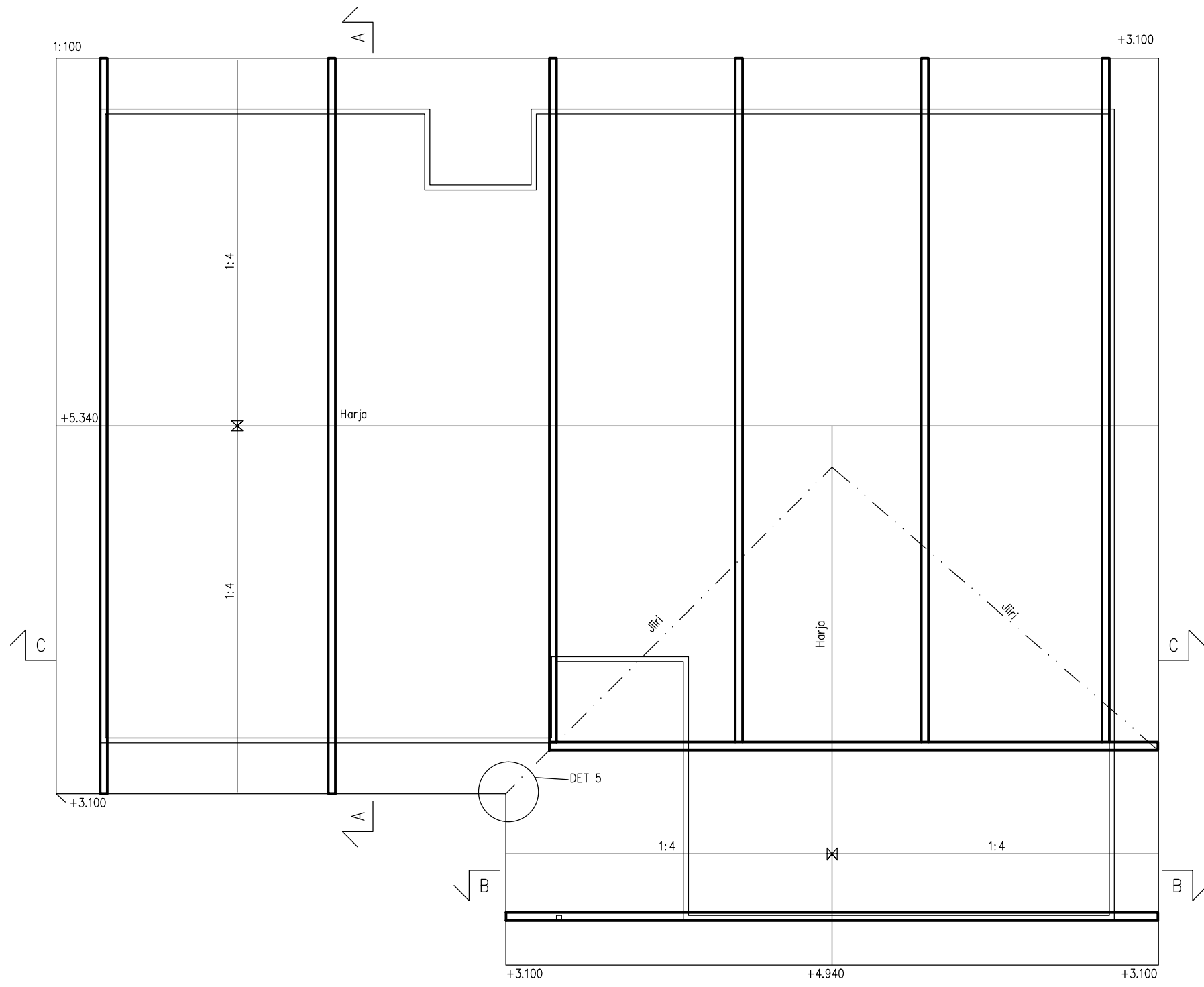


No	REV MARK	REVISION DESCRIPTION	CREATED	APPROVED	REV. DATE
<b>Joel Palmu</b> Harjavalta			POWERED BY  A TRIMBLE COMPANY		
DRAWING TITLE		GRID E			
PROJECT NAME		Pientalon kattomuodon muutos			
DESIGNER		ISSUE DATE			
PROJECT No.	1	SCALE		1:50	
DRAWING No.	[12]	REVISION No.		0	



No	REV MARK	REVISION DESCRIPTION	CREATED	APPROVED	REV. DATE
<b>Joel Palmu</b> Harjavalta			POWERED BY  A TRIMBLE COMPANY		
DRAWING TITLE		GRID 3			
PROJECT NAME		Pientalon kattomuodon muutos			
DESIGNER		PROJECT No.		ISSUE DATE	
DRAWING No.		1		SCALE 1:50	
DRAWING No.		[17]		REVISION No. 0	

LIITE 4. Terästoteutuksen rakenneleikkauksia

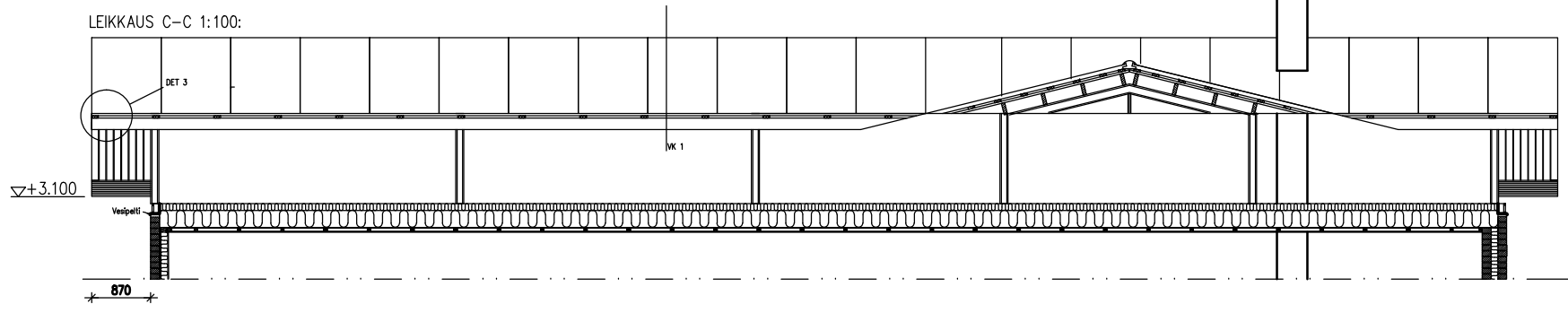


VK 1:  
 Muotokate  
 Ruodelauta 32 x 100 K400  
 Lauta 32 x 100 K900  
 Aluskate  
 Katto-orret 48 x 172 K600  
 Kattoristikot

YP 1:  
 Bitumikermikate  
 Raakaponttilaudoitus  
 Tuuletustila  
 Lisätty puhallusvilla  
 Alkuperäinen eristys  
 Höyrynsulku  
 Rakennuslevy  
 Koolaus  
 Kattoverhous

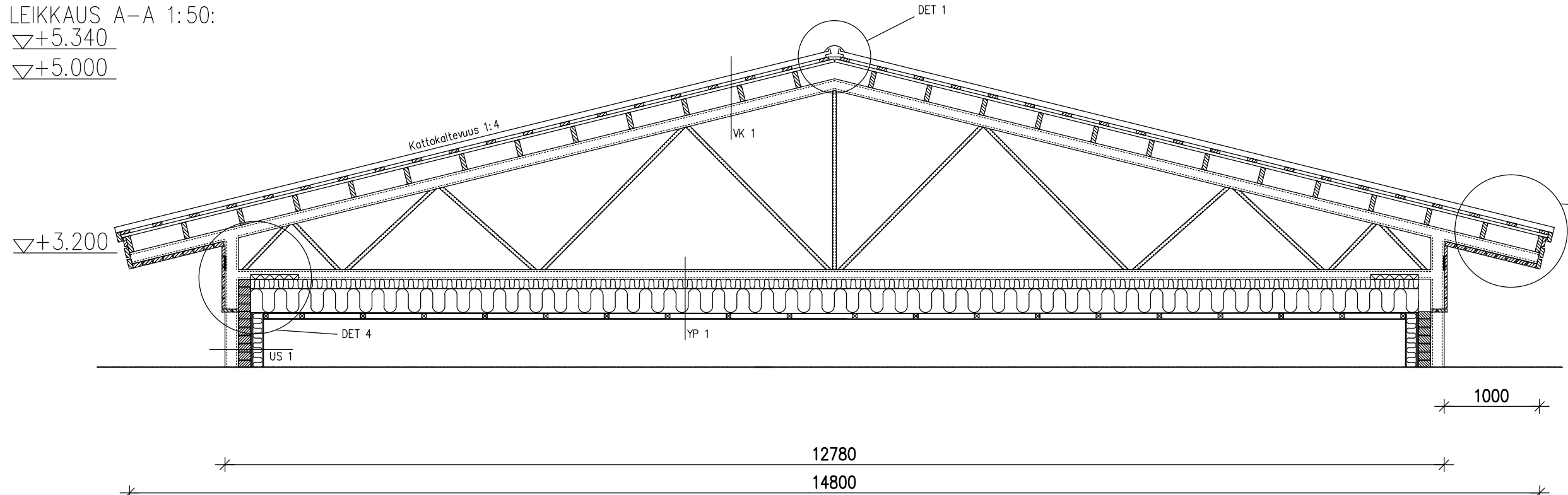
US 1:  
 Tiiliverhous  
 Ilmarako  
 Bituliitti  
 Kantava runko + eriste  
 Ilmansulkupaperi tai muovikalvo  
 Lastulevy

US 2:  
 Tiiliverhous  
 Eriste  
 Kantava tiilirunko



k.oso / stadsdel	korttel / kvarter	tomtti / tomt	arkistomer / arkivant
Kattomuodon muutos teräsrakolla		piirustustyy / ritinhastyp	lask. no / lisp. nr
Pientalon kattomuodon muutos		PAÄPIRUSTUS JA LEIKKAUSPIRUSTUS	001
kohteen nimi ja osoite / objektets namn och adress		sisältö / innehåll	koavat / skalar
Harjavalta		RISTIKODEN Sijoittelu	1:100
		LEIKKAUS C-C	1:100
VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU VASA YRKESHÖGSKOLA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES		suunn. / plan. nr	työ no / arb. nr
piirtäjä / rit	J. PALMU	suunn. / plan	J. PALMU
pvm / dat	14.5.2016	tark. / insp	
		yhdyshenkilö / kontaktp	JOEL PALMU

LEIKKAUS A-A 1:50:  
 ▽+5.340  
 ▽+5.000

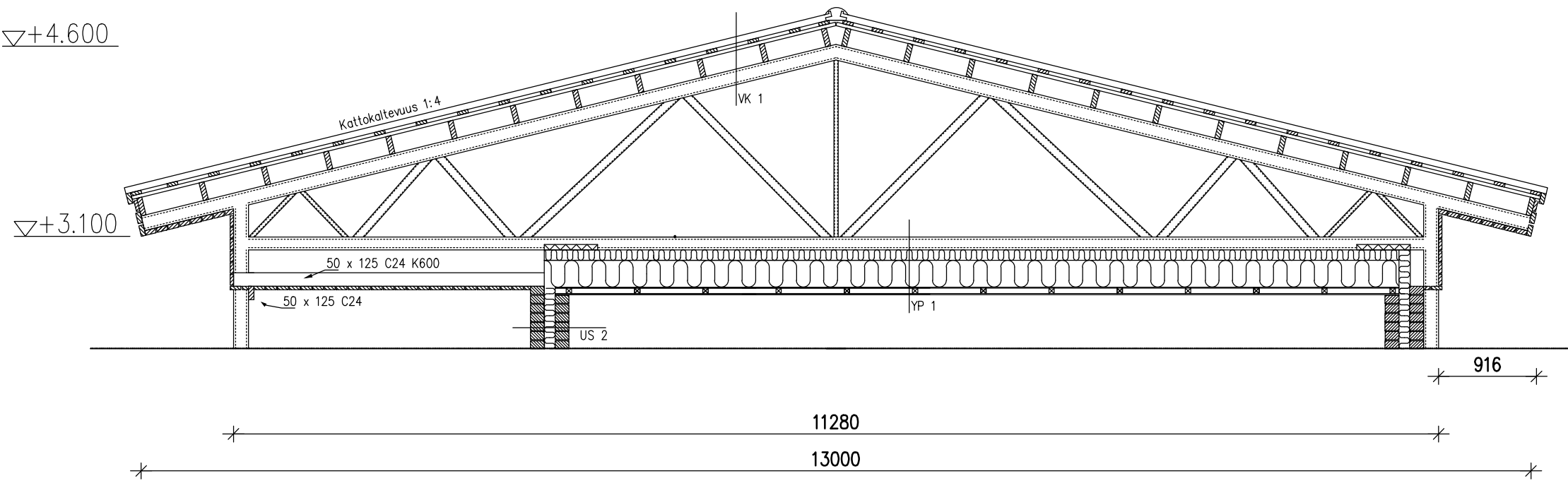


VK 1:  
 Muotokate  
 Ruodelauta 32 x 100 K400  
 Lauta 32 x 100 K900  
 Aluskate  
 Katto-orret 48 x 172 K600  
 Kattoristikot


YP 1:  
 Bitumikermikate  
 Raakaponttilaudoituus  
 Tuuletustila  
 Lisätty puhallusvilla  
 Alkuperäinen eristys  
 Höyrynsulku  
 Rakennuslevy  
 Koolaus  
 Kattoverhous

US 1:  
 Tiiliverhous  
 Ilmarako  
 Bituliitti  
 Kantava runko + eriste  
 Ilmansulkupaperi tai muovikalvo  
 Lastulevy

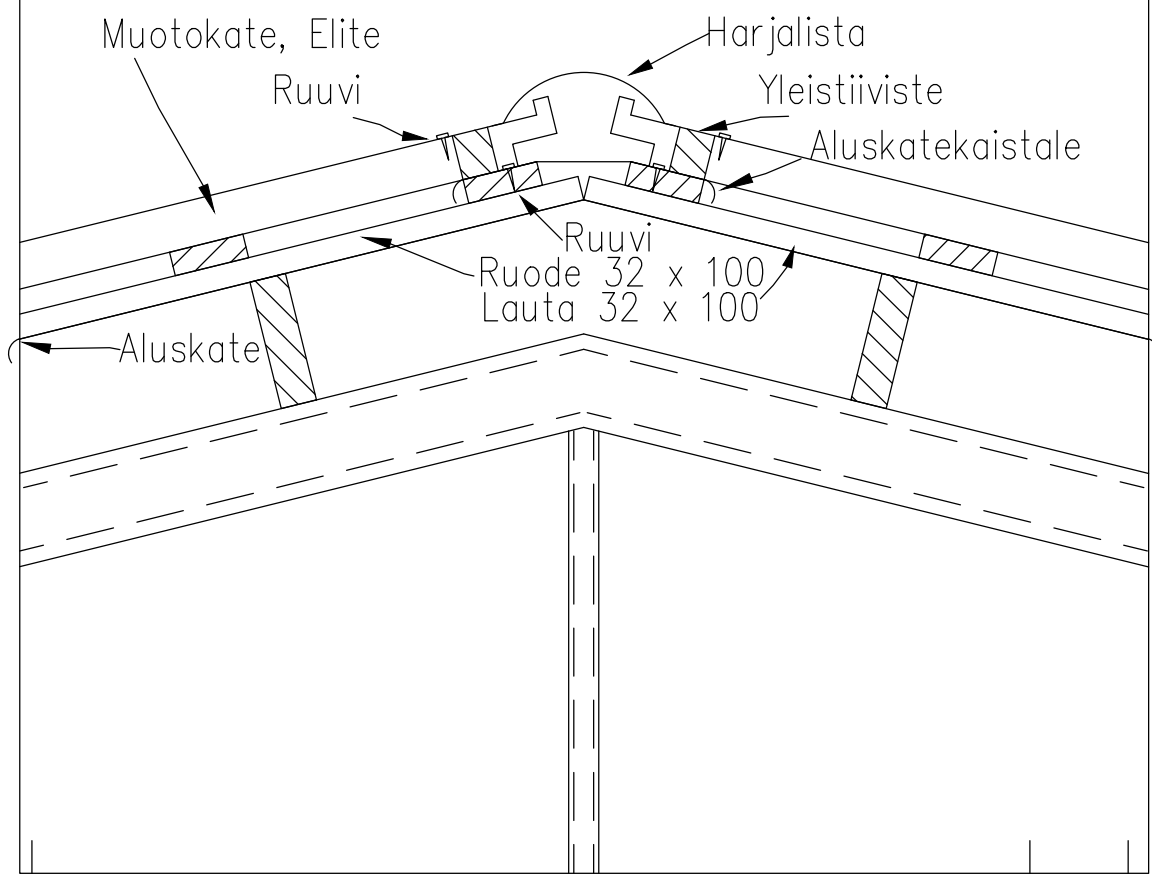
LEIKKAUS B-B 1:50:  
 ▽+4.600  
 ▽+3.100



US 2:  
 Tiiliverhous  
 Eriste  
 Kantava tiilirunko

k.osa / stadsdel	kortteli / kvarter	tomti / tomt	arkistomerk / arkivant
toimenpide / åtgärda <b>Kattomuodon muutos teräsrakenteella</b>		piirustustyyppi / ritningsstyp <b>LEIKKAUSPIIRUSTUS</b>	juoks. no / löp. nr <b>002</b>
kohteen nimi ja osoite / objektets namn och adress <b>Pientalon kattomuodon muutos</b> Harjovalta		aihe / ämne <b>LEIKKAUS A-A</b> <b>LEIKKAUS B-B</b>	kaavat / skala <b>1:50</b> <b>1:50</b>
 <b>VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU</b> <b>VASA YRKESHÖGSKOLA</b> <b>UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES</b>		suunn. dia / plan. nr. / arb. nr. / rit.no / rit.nr suunn. / rit. <b>J. PALMU</b>	muutos / änd. yhdenk. / kontakt <b>JOEL PALMU</b>
piirt. / rit. <b>J. PALMU</b>	suunn. / rit. <b>J. PALMU</b>	yhdenk. / kontakt <b>JOEL PALMU</b>	...
pvm / dat. <b>14.5.2016</b>	lark. / insp.		

## DET 1



k.osa / stadsdel	kortteli / kvarter	tontti / tomt	arkistomerk / arkivant
toimenpide / åtgärd <b>Kattomuodon muutos teräsristikoilla</b>		piirustuslaji / ritningstyp <b>RAKENNELEIKKAUSPIIRUSTUS</b>	juoks. no / löp. nr <b>003</b>

kohteen nimi ja osoite / objektets namn och adress <b>Pientalon kattomuodon muutos</b> Harjavalta		sisältö / innehåll <b>RAKENNELEIKKAUS 1</b>	kaavat / skalar <b>1:10</b>
---	--	--	--------------------------------



**VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU**  
**VASA YRKESHÖGSKOLA**  
**UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES**

piirt  
rit **J. PALMU**

suunn  
plan **J. PALMU**

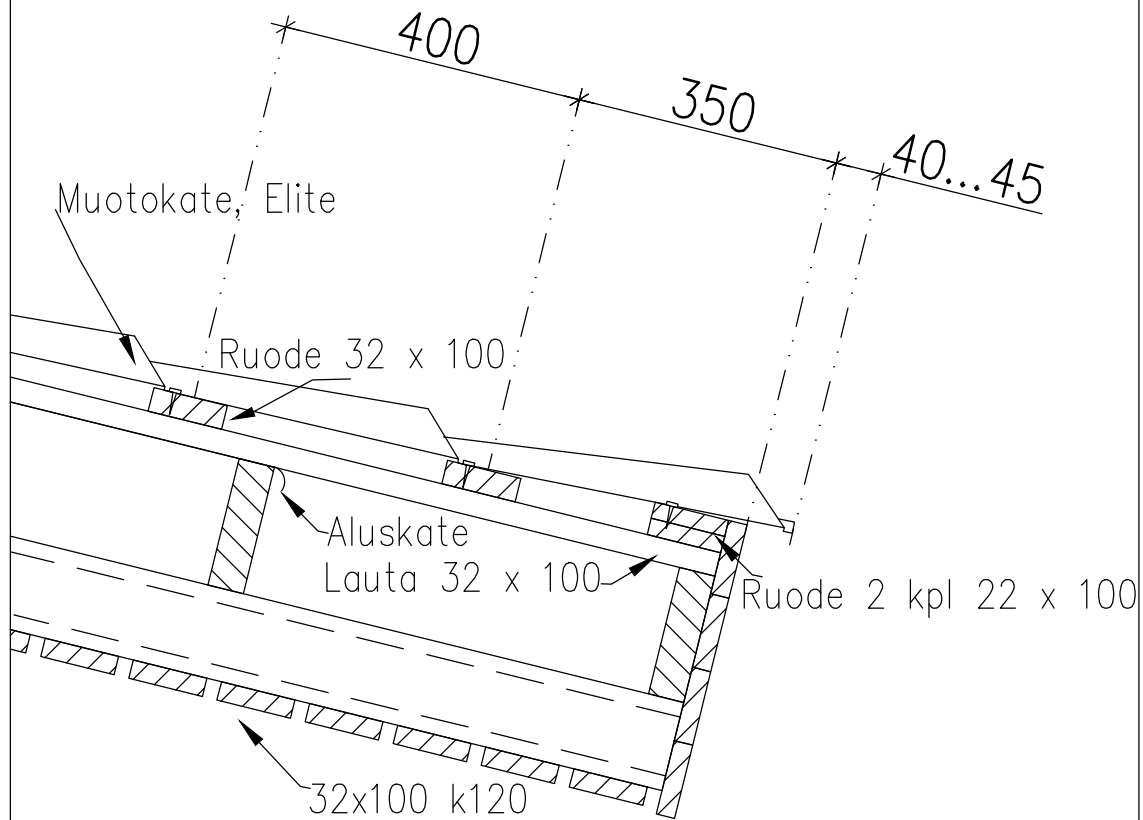
pvm  
dat **14.5.2016**

tark  
insp

yhthenk  
kontaktp **JOEL PALMU**

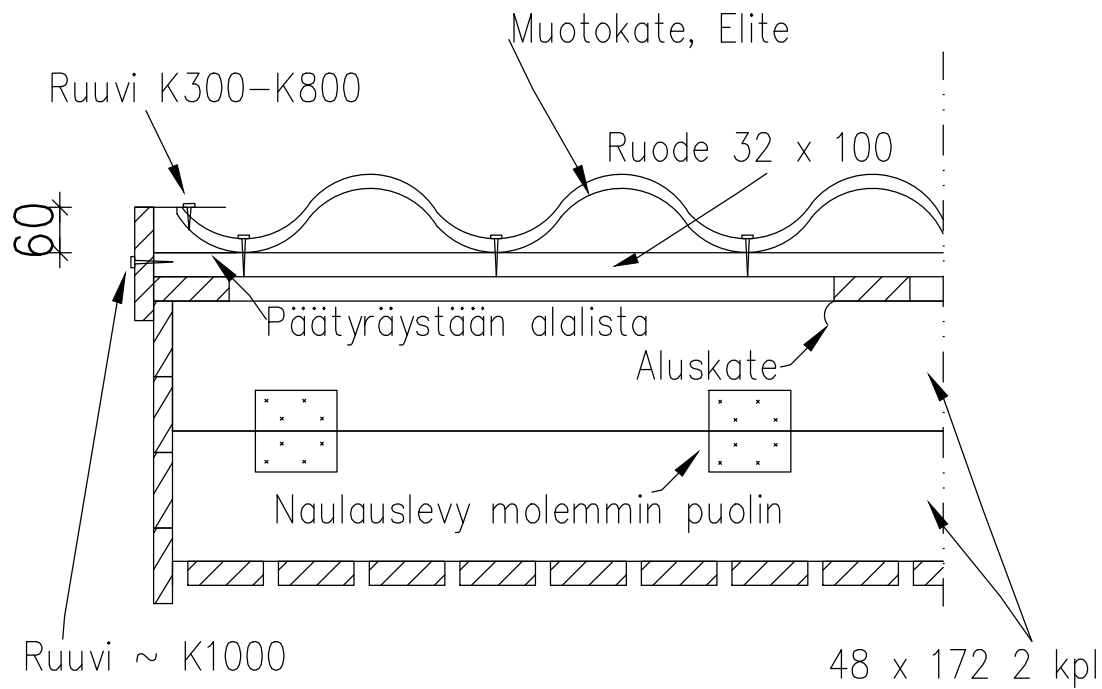
suunn.dla / plan.omr. työ no / arb. nr piir.no / ritn.nr muutos / ändr.

DET 2



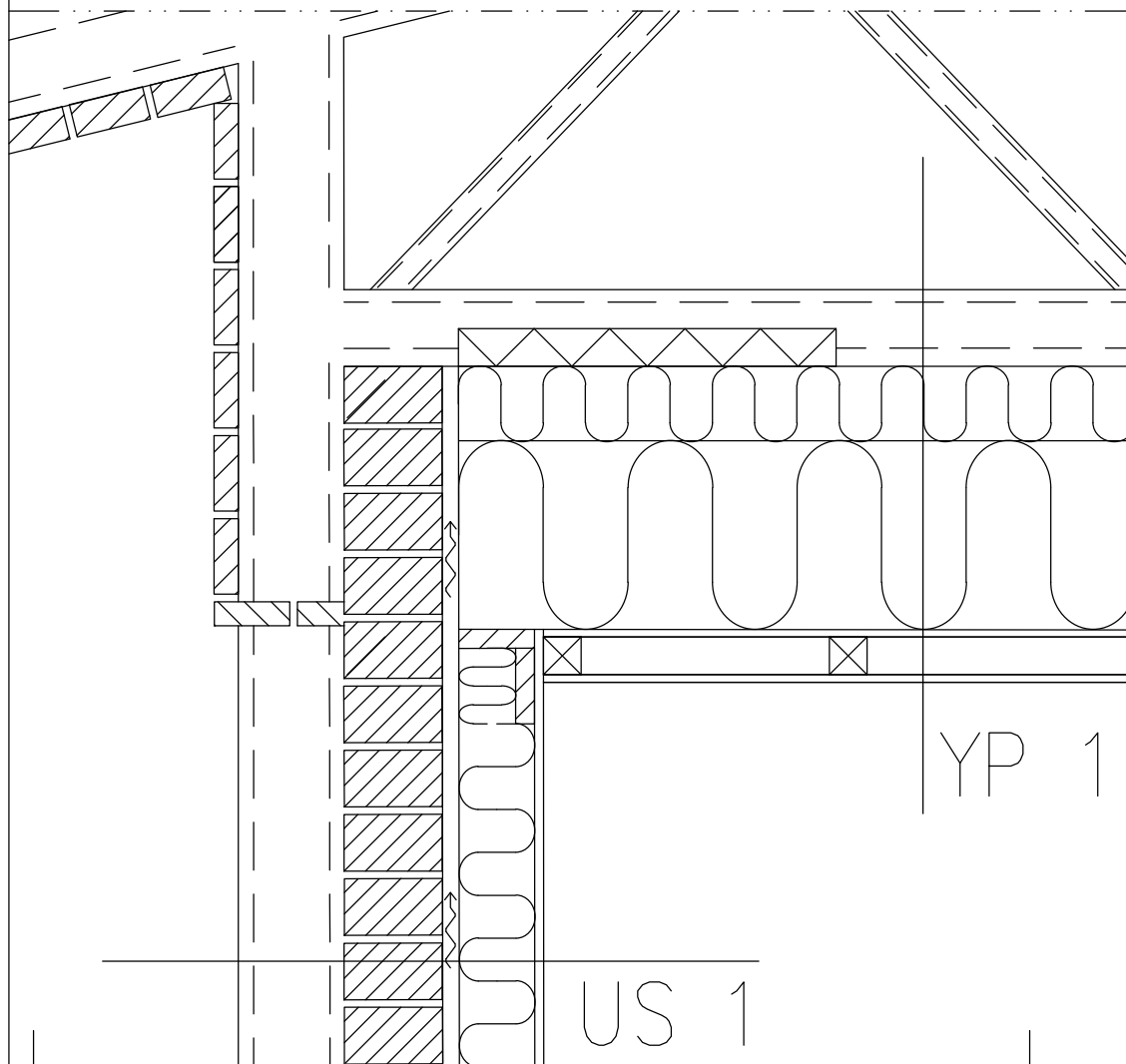
k.osa / stadsdel	kortteli / kvarter	tontti / tomt	arkistomerk / arkivant
toimenpide / åtgärd	Kattomuodon muutos teräsristikoilla		piirustuslaji / ritningstyp RAKENNELEIKKAUSPIIRUSTUS
			juoks. no / löp. nr 004
kohteen nimi ja osoite / objektets namn och adress	Pientalon kattomuodon muutos Harjavalta		sisältö / innehåll RAKENNELEIKKAUS 2
			kaavat / skalor 1:10
<p>VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU VASA YRKESHÖGSKOLA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES</p>			suunn.ala / plan.omr. työ no / arb. nr piir.no / ritn.nr
muutos / ändr.			
piirt rit	J. PALMU	suunn plan	J. PALMU
pvm dat	14.5.2016	tark insp	yhthenk kontaktp
			JOEL PALMU

## DET 3



k.osa / stadsdel	kortteli / kvarter	tontti / tomt	arkistomerk / arkivant
toimenpide / åtgärd <b>Kattomuodon muutos teräsristikoilla</b>		piirustuslaji / ritningstyp <b>RAKENNELEIKKAUSPIIRUSTUS</b>	juoks. no / löp. nr <b>005</b>
kohteen nimi ja osoite / objektets namn och adress <b>Pientalon kattomuodon muutos</b> Harjavalta		sisältö / innehåll <b>RAKENNELEIKKAUS 3</b>	kaavat / skalar <b>1:10</b>
<p><b>VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU</b> <b>VASA YRKESHÖGSKOLA</b> <b>UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES</b></p>		suunn.ala / plan.omr. työ no / arb. nr	piir.no / ritn.nr
piirt rit	<b>J. PALMU</b>	suunn plan	<b>J. PALMU</b>
pvm dat	<b>14.5.2016</b>	tark insp	
yhthenk kontakt		<b>JOEL PALMU</b>	

DET 4



k.osa / stadsdel	kortteli / kvarter	tontti / tomt	arkistomerk / arkivant
------------------	--------------------	---------------	------------------------

toimenpide / åtgärd	piirustuslaji / ritningstyp	juoks. no / löp. nr
Kattomuodon muutos teräsristikoilla	RAKENNELEIKKAUSPIIRUSTUS	006

kohteen nimi ja osoite / objektets namn och adress	sisältö / innehåll	kaavat / skalar
Pientalon kattomuodon muutos Harjavalta	RAKENNELEIKKAUS 3	1:10



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
VASA YRKESHÖGSKOLA  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

piirt rit	J. PALMU
--------------	----------

suunn plan	J. PALMU
---------------	----------

pvm dat	14.5.2016
------------	-----------

tark insp
--------------

suunn.ala / plan.omr. työ no / arb. nr	piir.no / ritn.nr	muutos / ändr.
--	-------------------	----------------

yhthenk kontakt	JOEL PALMU
--------------------	------------



DET 5

Jiirilaudat 32 x 100  
K 120

Taitettava  
räystäslista


Jiirilautojen väliin n.  
20 mm tuuletuvälit

Laudoitus ja ruoteet  
samassa tasossa

Jiiri

k.osa / stadsdel	kortteli / kvarter	tontti / tomt	arkistomerk / arkivant
toimenpide / åtgärd <b>Kattomuodon muutos teräsristikoilla</b>		piirustuslaji / ritningstyp <b>RAKENNELEIKKAUSPIIRUSTUS</b>	juoks. no / löp. nr <b>007</b>

kohteen nimi ja osoite / objektets namn och adress <b>Pientalon kattomuodon muutos</b> Harjavalta	sisältö / innehåll <b>RAKENNELEIKKAUS 5</b>	kaavat / skalor <b>1:10</b>
---	--	--------------------------------

 <b>VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU</b> <b>VASA YRKESHÖGSKOLA</b> <b>UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES</b>		suunn.ala / plan.omr. työ no / arb. nr	piir.no / ritn.nr	muutos / ändr.
piirt rit <b>J. PALMU</b>	suunn plan <b>J. PALMU</b>			
pvm dat <b>14.5.2016</b>	tark insp	yhtenäk kontakt <b>JOEL PALMU</b>		

## LIITE 5. Teräsrungon käyttöasteet



**Project**  
**Part**  
**Description**  
**Author**

Pientalon kattomuodon muutos  
Koko malli  
Käyttöasteet  
Joel Palmu

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## 1. Yläpaarteiden käyttöasteet

Linear calculation, Extreme : Member

Selection : B4, B20, B30, B41, B50, B51, B62, B63, B88, B89, B108, B109, B128, B150, B153, B166, B188

Combinations : CO3

Case	Member	css	mat	dx [m]	un.check [-]	sec.check [-]	stab.check [-]
<i>*Student version* *Student version* *Student version* *Student version* *Student version* *Student version* *Student version* *Student version* *Student version*</i>							
CO3/14	B4	CS5 - CFRHS140X140X5	S 355	1,800	0,82	0,43	0,82
CO3/14	B20	CS17 - CFRHS120X120X5	S 355	3,001	0,49	0,21	0,49
CO3/14	B30	CS17 - CFRHS120X120X5	S 355	0,000	0,50	0,19	0,50
CO3/14	B41	CS17 - CFRHS120X120X5	S 355	3,001	0,49	0,21	0,49
CO3/14	B50	CS17 - CFRHS120X120X5	S 355	2,973	0,48	0,25	0,48
CO3/14	B51	CS17 - CFRHS120X120X5	S 355	1,583	0,50	0,20	0,50
CO3/14	B62	CS17 - CFRHS120X120X5	S 355	3,000	0,42	0,17	0,42
CO3/14	B63	CS17 - CFRHS120X120X5	S 355	2,000	0,45	0,17	0,45
CO3/14	B88	CS17 - CFRHS120X120X5	S 355	3,000	0,42	0,17	0,42
CO3/14	B89	CS17 - CFRHS120X120X5	S 355	3,000	0,41	0,17	0,41
CO3/14	B108	CS17 - CFRHS120X120X5	S 355	3,000	0,40	0,16	0,40
CO3/14	B109	CS17 - CFRHS120X120X5	S 355	3,000	0,39	0,16	0,39
CO3/14	B128	CS17 - CFRHS120X120X5	S 355	3,000	0,40	0,17	0,40
CO3/14	B150	CS5 - CFRHS140X140X5	S 355	2,800	0,43	0,12	0,43
CO3/14	B153	CS9 - CFRHS80X80X5	S 355	0,000	0,04	0,04	0,04
CO3/14	B166	CS5 - CFRHS140X140X5	S 355	2,800	0,35	0,12	0,35
CO3/14	B188	CS5 - CFRHS140X140X5	S 355	2,800	0,83	0,43	0,83

## 2. Alapaarteiden käyttöasteet

Linear calculation, Extreme : Member

Selection : B40, B64, B90, B110, B129, B148

Combinations : CO3

Case	Member	css	mat	dx [m]	un.check [-]	sec.check [-]	stab.check [-]
<i>*Student version* *Student version* *Student version* *Student version* *Student version* *Student version* *Student version* *Student version* *Student version*</i>							
CO3/14	B40	CS20 - CFRHS100X100X5	S 355	2,100	0,33	0,33	0,30
CO3/14	B64	CS20 - CFRHS100X100X5	S 355	9,594	0,20	0,20	0,18
CO3/14	B90	CS20 - CFRHS100X100X5	S 355	6,250	0,20	0,20	0,19
CO3/14	B110	CS20 - CFRHS100X100X5	S 355	6,250	0,18	0,18	0,17
CO3/14	B129	CS20 - CFRHS100X100X5	S 355	9,594	0,19	0,19	0,17
CO3/14	B148	CS17 - CFRHS120X120X5	S 355	5,600	0,14	0,14	0,13

## 3. Pilarien käyttöasteet

Linear calculation, Extreme : Member

Selection : B1, B21, B42, B61, B87, B106, B107, B126, B127, B146, B147

Combinations : CO6

Case	Member	css	mat	dx [m]	un.check [-]	sec.check [-]	stab.check [-]
<i>*Student version* *Student version* *Student version* *Student version* *Student version* *Student version* *Student version* *Student version* *Student version*</i>							
CO6/19	B1	CS18 - HEA140	S 355	0,000	0,90	0,32	0,90
CO6/19	B21	CS18 - HEA140	S 355	0,000	0,29	0,08	0,29
CO6/19	B42	CS18 - HEA140	S 355	0,000	0,29	0,08	0,29
CO6/19	B61	CS18 - HEA140	S 355	0,000	0,27	0,16	0,27
CO6/19	B87	CS18 - HEA140	S 355	0,000	0,20	0,07	0,20
CO6/19	B106	CS18 - HEA140	S 355	0,000	0,28	0,17	0,28
CO6/19	B107	CS18 - HEA140	S 355	0,000	0,20	0,07	0,20
CO6/19	B126	CS18 - HEA140	S 355	0,000	0,29	0,17	0,29
CO6/19	B127	CS18 - HEA140	S 355	0,000	0,26	0,10	0,26
CO6/19	B146	CS18 - HEA140	S 355	0,000	0,25	0,08	0,25
CO6/19	B147	CS18 - HEA140	S 355	0,000	0,24	0,06	0,24

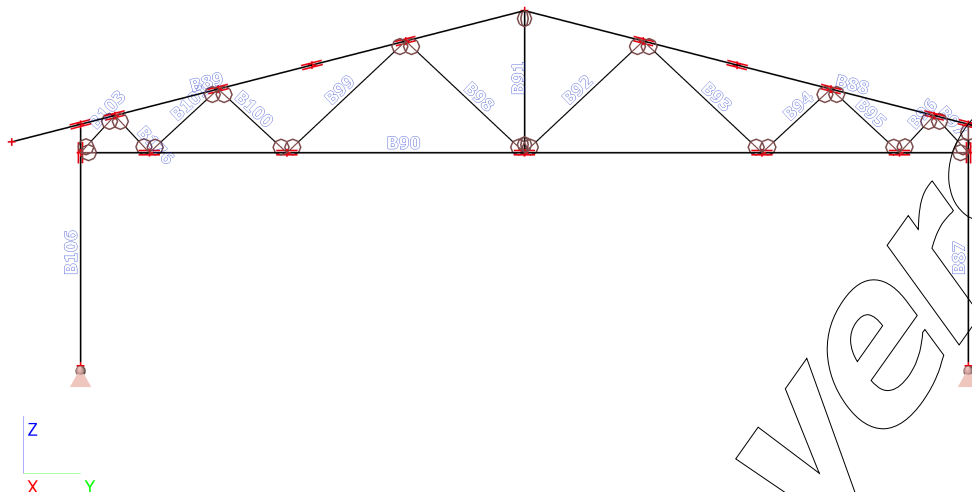


**Project**  
**Part**  
**Description**  
**Author**

Pientalon kattomuodon muutos  
Kehä linjalla B  
Kehän 2 käyttöasteet  
Joel Palmu

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

1. Analysis model / Steel data



2. ULS (Tuuli pitkäsivu +y)

Linear calculation, Extreme : Member

Selection : B87, B88, B89, B90, B91, B92, B93, B94, B95, B96, B97, B98, B99, B100, B101, B103, B176

Combinations : CO1

Case	Member	css	mat	dx (m)	un.check [✓]	sec.check [-]	stab.check [-]
CO1/8	B87	CS18 - HEA140	S 355	0,000	0,22	0,07	0,22
CO1/8	B88	CS17 - CFRHS120X120X5	S 355	3,000	0,41	0,17	0,41
CO1/8	B89	CS17 - CFRHS120X120X5	S 355	3,000	0,40	0,16	0,40
CO1/8	B90	CS20 - CFRHS100X100X5	S 355	6,250	0,19	0,19	0,18
CO1/8	B91	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	2,000	0,20	0,20	0,00
CO1/8	B92	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,80	0,14	0,80
CO1/10	B93	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,07	0,01	0,07
CO1/10	B94	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	1,319	0,01	0,01	0,00
CO1/8	B95	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,69	0,30	0,69
CO1/8	B96	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,714	0,28	0,28	0,00
CO1/8	B97	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,53	0,40	0,53
CO1/8	B98	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,75	0,13	0,75
CO1/8	B99	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,14	0,02	0,14
CO1/8	B100	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	1,319	0,03	0,03	0,00
CO1/8	B101	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,75	0,32	0,75
CO1/8	B103	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,58	0,44	0,58
CO1/8	B176	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,30	0,30	0,00



**Project**  
**Part**  
**Description**  
**Author**

Pientalon kattomuodon muutos  
Kehä linjalla B  
Kehän 2 käyttöasteet  
Joel Palmu

**VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU**  
**UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES**

### 3. ULS (Tuuli pääty +y)

Linear calculation, Extreme : Member

Selection : B87, B88, B89, B90, B91, B92, B93, B94, B95, B96, B97, B98, B99, B100, B101, B103, B176

Combinations : CO3

Case	Member	css	mat	dx [m]	un.check [-]	sec.check [-]	stab.check [-]
CO3/14	B87	CS18 - HEA140	S 355	0,000	0,22	0,08	0,22
CO3/14	B88	CS17 - CFRHS120X120X5	S 355	3,000	0,42	0,17	0,42
CO3/14	B89	CS17 - CFRHS120X120X5	S 355	3,000	0,41	0,17	0,41
CO3/14	B90	CS20 - CFRHS100X100X5	S 355	6,250	0,20	0,20	0,19
CO3/14	B91	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	2,000	0,20	0,20	0,00
CO3/14	B92	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,83	0,15	0,83
CO3/17	B93	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,07	0,01	0,07
CO3/17	B94	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	1,319	0,01	0,01	0,00
CO3/14	B95	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,72	0,31	0,72
CO3/14	B96	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,714	0,29	0,29	0,00
CO3/14	B97	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,55	0,42	0,55
CO3/14	B98	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,78	0,14	0,78
CO3/14	B99	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,14	0,02	0,14
CO3/14	B100	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	1,319	0,03	0,03	0,00
CO3/14	B101	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,78	0,33	0,78
CO3/14	B103	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,60	0,46	0,60
CO3/14	B176	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,31	0,31	0,00

### 4. ULS (Tuuli pitkäsivu -y)

Linear calculation, Extreme : Member

Selection : B87, B88, B89, B90, B91, B92, B93, B94, B95, B96, B97, B98, B99, B100, B101, B103, B176

Combinations : CO6

Case	Member	css	mat	dx [m]	un.check [-]	sec.check [-]	stab.check [-]
CO6/19	B87	CS18 - HEA140	S 355	0,000	0,20	0,07	0,20
CO6/19	B88	CS17 - CFRHS120X120X5	S 355	3,000	0,40	0,16	0,40
CO6/19	B89	CS17 - CFRHS120X120X5	S 355	3,000	0,39	0,16	0,39
CO6/19	B90	CS20 - CFRHS100X100X5	S 355	6,250	0,18	0,18	0,17
CO6/19	B91	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	2,000	0,19	0,19	0,00
CO6/19	B92	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,77	0,14	0,77
CO6/5	B93	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,06	0,01	0,06
CO6/5	B94	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	1,319	0,01	0,01	0,00
CO6/19	B95	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,67	0,29	0,67
CO6/19	B96	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,714	0,27	0,27	0,00
CO6/19	B97	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,50	0,38	0,50
CO6/19	B98	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,74	0,13	0,74
CO6/19	B99	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,16	0,03	0,16
CO6/19	B100	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	1,319	0,03	0,03	0,00
CO6/19	B101	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,75	0,32	0,75
CO6/19	B103	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,59	0,44	0,59
CO6/19	B176	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,30	0,30	0,00



**Project**  
**Part**  
**Description**  
**Author**

Pientalon kattomuodon muutos  
Kehä linjalla B  
Kehän 2 käyttöasteet  
Joel Palmu

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## 5. ULS (pääty -y)

Linear calculation, Extreme : Member

Selection : B89, B90, B91, B92, B93, B94, B95, B96, B97, B98, B99, B100, B101, B103, B176

Combinations : CO8

Case	Member	css	mat	dx [m]	un.check [-]	sec.check [-]	stab.check [-]
CO8/1	B89	CS17 - CFRHS120X120X5	S 355	3,000	0,41	0,17	0,41
CO8/1	B90	CS20 - CFRHS100X100X5	S 355	6,250	0,20	0,20	0,19
CO8/1	B91	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	2,000	0,20	0,20	0,00
CO8/1	B92	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,83	0,15	0,83
CO8/5	B93	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,06	0,01	0,06
CO8/5	B94	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	1,319	0,01	0,01	0,00
CO8/1	B95	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,72	0,31	0,72
CO8/1	B96	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,714	0,29	0,29	0,00
CO8/1	B97	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,55	0,41	0,55
CO8/1	B98	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,79	0,14	0,79
CO8/4	B99	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,14	0,02	0,14
CO8/4	B100	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	1,319	0,03	0,03	0,00
CO8/1	B101	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,78	0,33	0,78
CO8/1	B103	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,60	0,46	0,60
CO8/1	B176	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,31	0,31	0,00

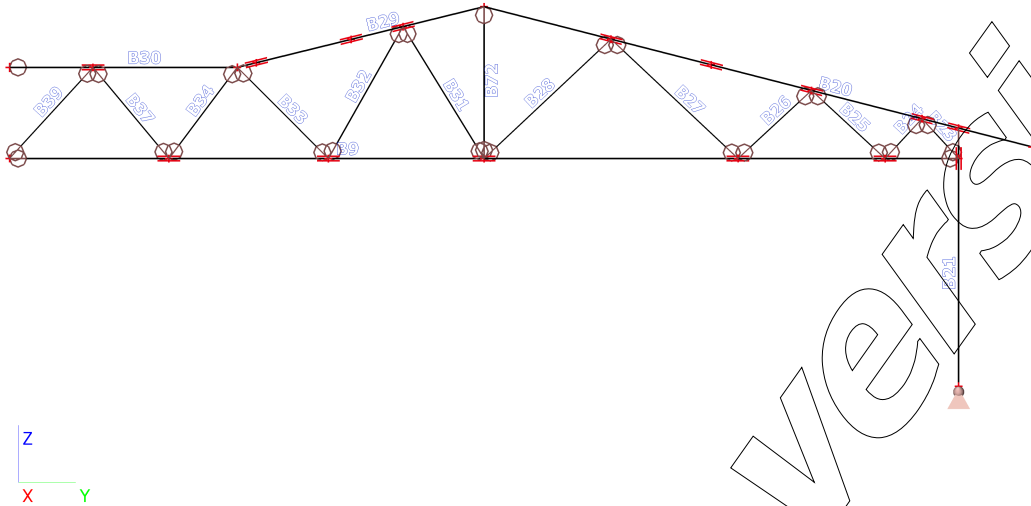


**Project**  
**Part**  
**Description**  
**Author**

Pientalon kattomuodon muutos  
Kehä linjalla D  
Kehän 4 käyttöaste  
Joel Palmu

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

1. Analysis model / Steel data



2. ULS (Tuuli pitkäsivu +y)

Linear calculation, Extreme : Member

Selection : B9, B20, B23, B24, B25, B26, B27, B28, B29, B30, B31, B32, B33, B34, B37, B39, B72

Combinations : CO1

Case	Member	css	mat	dx (m)	un.check [✓]	sec.check [-]	stab.check [-]
CO1/9	B9	CS20 - CFRHS100X100X5	S 355	11,531	0,38	0,02	0,38
CO1/8	B20	CS17 - CFRHS120X120X5	S 355	3,001	0,47	0,20	0,47
CO1/8	B23	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,74	0,56	0,74
CO1/8	B24	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,714	0,38	0,38	0,00
CO1/8	B25	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,94	0,40	0,94
CO1/10	B26	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	1,319	0,07	0,07	0,00
CO1/10	B27	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,41	0,07	0,41
CO1/8	B28	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,56	0,10	0,56
CO1/8	B29	CS17 - CFRHS120X120X5	S 355	3,088	0,52	0,25	0,52
CO1/8	B30	CS17 - CFRHS120X120X5	S 355	0,000	0,50	0,19	0,50
CO1/8	B31	CS11 - CFRHS50X50X4	S 355	0,000	0,66	0,22	0,66
CO1/8	B32	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	1,995	0,18	0,18	0,00
CO1/8	B33	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,75	0,22	0,75
CO1/8	B34	CS11 - CFRHS50X50X4	S 355	0,000	0,83	0,42	0,83
CO1/8	B37	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	1,562	0,56	0,56	0,00
CO1/8	B39	CS10 - CFRHS70X70X4	S 355	0,000	0,50	0,33	0,50
CO1/8	B72	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	2,000	0,32	0,32	0,00



**Project**  
**Part**  
**Description**  
**Author**

Pientalon kattomuodon muutos  
Kehä linjalla D  
Kehän 4 käyttöaste  
Joel Palmu

**VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU**  
**UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES**

### 3. ULS (Tuuli pääty +y)

Linear calculation, Extreme : Member

Selection : B9, B20, B23, B24, B25, B26, B27, B28, B29, B30, B31, B32, B33, B34, B37, B39, B72

Combinations : CO3

Case	Member	css	mat	dx [m]	un.check [-]	sec.check [-]	stab.check [-]
CO3/14	B9	CS20 - CFRHS100X100X5	S 355	2,100	0,33	0,33	0,30
CO3/14	B20	CS17 - CFRHS120X120X5	S 355	3,001	0,49	0,21	0,49
CO3/14	B23	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,70	0,53	0,70
CO3/14	B24	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,714	0,36	0,36	0,00
CO3/14	B25	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,90	0,39	0,90
CO3/5	B26	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	1,319	0,06	0,06	0,00
CO3/5	B27	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,33	0,06	0,33
CO3/14	B28	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,64	0,11	0,64
CO3/14	B29	CS17 - CFRHS120X120X5	S 355	3,088	0,51	0,25	0,51
CO3/14	B30	CS17 - CFRHS120X120X5	S 355	0,000	0,50	0,19	0,50
CO3/14	B31	CS11 - CFRHS50X50X4	S 355	0,000	0,65	0,21	0,65
CO3/14	B32	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	1,995	0,18	0,18	0,00
CO3/14	B33	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,74	0,22	0,74
CO3/14	B34	CS11 - CFRHS50X50X4	S 355	0,000	0,85	0,43	0,85
CO3/14	B37	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	1,562	0,58	0,58	0,00
CO3/14	B39	CS10 - CFRHS70X70X4	S 355	0,000	0,51	0,34	0,51
CO3/14	B72	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	2,000	0,32	0,32	0,00

### 4. ULS (Tuuli pitkäsivu -y)

Linear calculation, Extreme : Member

Selection : B9, B20, B23, B24, B25, B26, B27, B28, B29, B30, B31, B32, B33, B34, B37, B39, B72

Combinations : CO6

Case	Member	css	mat	dx [m]	un.check [-]	sec.check [-]	stab.check [-]
CO6/19	B9	CS20 - CFRHS100X100X5	S 355	2,100	0,32	0,32	0,29
CO6/19	B20	CS17 - CFRHS120X120X5	S 355	3,001	0,47	0,20	0,47
CO6/19	B23	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,67	0,51	0,67
CO6/19	B24	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,714	0,35	0,35	0,00
CO6/19	B25	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,87	0,38	0,87
CO6/20	B26	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	1,319	0,06	0,06	0,00
CO6/20	B27	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,33	0,06	0,33
CO6/19	B28	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,59	0,11	0,59
CO6/19	B29	CS17 - CFRHS120X120X5	S 355	3,088	0,50	0,25	0,50
CO6/19	B30	CS17 - CFRHS120X120X5	S 355	0,000	0,49	0,19	0,49
CO6/19	B31	CS11 - CFRHS50X50X4	S 355	0,000	0,65	0,21	0,65
CO6/19	B32	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	1,995	0,18	0,18	0,00
CO6/19	B33	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,73	0,22	0,73
CO6/19	B34	CS11 - CFRHS50X50X4	S 355	0,000	0,83	0,42	0,83
CO6/19	B37	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	1,562	0,57	0,57	0,00
CO6/19	B39	CS10 - CFRHS70X70X4	S 355	0,000	0,50	0,33	0,50
CO6/19	B72	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	2,000	0,32	0,32	0,00



**Project**  
**Part**  
**Description**  
**Author**

Pientalon kattomuodon muutos  
Kehä linjalla D  
Kehän 4 käyttöaste  
Joel Palmu

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## 5. ULS (pääty -y)

Linear calculation, Extreme : Member

Selection : B9, B20, B23, B24, B25, B26, B27, B28, B29, B30, B31, B32, B33, B34, B37, B39, B72

Combinations : CO8

Case	Member	css	mat	dx [m]	un.check [-]	sec.check [-]	stab.check [-]
CO8/1	B9	CS20 - CFRHS100X100X5	S 355	2,100	0,33	0,33	0,29
CO8/1	B20	CS17 - CFRHS120X120X5	S 355	3,001	0,49	0,21	0,49
CO8/1	B23	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,71	0,54	0,71
CO8/1	B24	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,714	0,36	0,36	0,00
CO8/1	B25	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,91	0,39	0,91
CO8/2	B26	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	1,319	0,06	0,06	0,00
CO8/2	B27	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,34	0,06	0,34
CO8/1	B28	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,63	0,11	0,63
CO8/1	B29	CS17 - CFRHS120X120X5	S 355	3,088	0,51	0,25	0,51
CO8/1	B30	CS17 - CFRHS120X120X5	S 355	0,000	0,50	0,19	0,50
CO8/1	B31	CS11 - CFRHS50X50X4	S 355	0,000	0,65	0,22	0,65
CO8/1	B32	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	1,995	0,18	0,18	0,00
CO8/1	B33	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,000	0,74	0,22	0,74
CO8/1	B34	CS11 - CFRHS50X50X4	S 355	0,000	0,85	0,42	0,85
CO8/1	B37	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	1,562	0,58	0,58	0,00
CO8/1	B39	CS10 - CFRHS70X70X4	S 355	0,000	0,51	0,34	0,51
CO8/1	B72	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	2,000	0,32	0,32	0,00



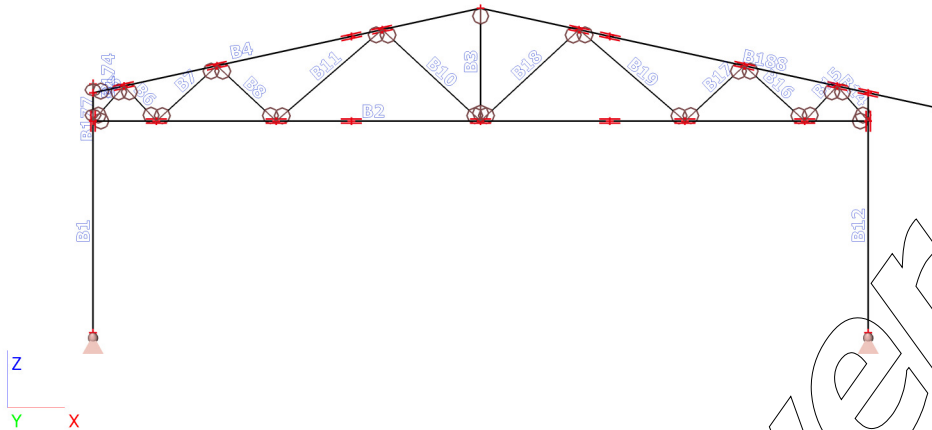


**Project**  
**Part**  
**Description**  
**Author**

Pientalon kattomuodon muutos  
Kehä linjalla 3  
Kehän 7 käyttöaste  
Joel Palmu

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

1. Analysis model / Steel data



2. ULS (Tuuli pitkäsivu +y)

Linear calculation, Extreme : Member  
Selection : B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B10, B11, B14, B15, B16, B17, B18, B19, B188  
Combinations : CO1

Case	Member	css	mat	dx [m]	un.check [-]	sez.check [-]	stab.check [-]
CO1/8	B2	CS19 - CFRHS140X140X8	S 355	7,334	0,56	0,56	0,29
CO1/8	B3	CS16 - CFRHS90X90X5	S 355	1,600	0,23	0,23	0,00
CO1/8	B4	CS5 - CFRHS140X140X5	S 355	1,800	0,81	0,43	0,81
CO1/8	B5	CS11 - CFRHS50X50X4	S 355	0,000	0,91	0,78	0,91
CO1/8	B6	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,677	0,67	0,67	0,00
CO1/8	B7	CS10 - CFRHS70X70X4	S 355	0,000	0,61	0,49	0,61
CO1/8	B8	CS10 - CFRHS70X70X4	S 355	1,150	0,23	0,23	0,00
CO1/8	B10	CS9 - CFRHS80X80X5	S 355	0,000	0,14	0,09	0,14
CO1/8	B11	CS9 - CFRHS80X80X5	S 355	1,984	0,04	0,04	0,00
CO1/8	B14	CS11 - CFRHS50X50X4	S 355	0,000	0,75	0,64	0,75
CO1/8	B15	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,677	0,69	0,69	0,00
CO1/8	B16	CS10 - CFRHS70X70X4	S 355	0,000	0,62	0,49	0,62
CO1/8	B17	CS10 - CFRHS70X70X4	S 355	1,150	0,23	0,23	0,00
CO1/8	B18	CS9 - CFRHS80X80X5	S 355	0,000	0,14	0,09	0,14
CO1/4	B19	CS9 - CFRHS80X80X5	S 355	1,984	0,03	0,03	0,00
CO1/8	B188	CS5 - CFRHS140X140X5	S 355	2,800	0,84	0,42	0,84



**Project**  
**Part**  
**Description**  
**Author**

Pientalon kattomuodon muutos  
Kehä linjalla 3  
Kehän 7 käyttöaste  
Joel Palmu

**VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU**  
**UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES**

### 3. ULS (Tuuli pääty +y)

Linear calculation, Extreme : Member

Selection : B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B10, B11, B14, B15, B16, B17, B18, B19, B188

Combinations : CO3

Case	Member	css	mat	dx [m]	un.check [-]	sec.check [-]	stab.check [-]
CO3/14	B2	CS19 - CFRHS140X140X8	S 355	7,334	0,57	0,57	0,31
CO3/14	B3	CS16 - CFRHS90X90X5	S 355	1,600	0,24	0,24	0,00
CO3/14	B4	CS5 - CFRHS140X140X5	S 355	1,800	0,82	0,43	0,82
CO3/14	B5	CS11 - CFRHS50X50X4	S 355	0,000	0,91	0,78	0,91
CO3/14	B6	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,677	0,67	0,67	0,00
CO3/14	B7	CS10 - CFRHS70X70X4	S 355	0,000	0,61	0,49	0,61
CO3/14	B8	CS10 - CFRHS70X70X4	S 355	1,150	0,23	0,23	0,00
CO3/14	B10	CS9 - CFRHS80X80X5	S 355	0,000	0,14	0,09	0,14
CO3/14	B11	CS9 - CFRHS80X80X5	S 355	1,984	0,04	0,04	0,00
CO3/14	B14	CS11 - CFRHS50X50X4	S 355	0,000	0,75	0,64	0,75
CO3/14	B15	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,677	0,68	0,68	0,00
CO3/14	B16	CS10 - CFRHS70X70X4	S 355	0,000	0,62	0,50	0,62
CO3/14	B17	CS10 - CFRHS70X70X4	S 355	1,150	0,24	0,24	0,00
CO3/14	B18	CS9 - CFRHS80X80X5	S 355	0,000	0,14	0,09	0,14
CO3/14	B19	CS9 - CFRHS80X80X5	S 355	1,984	0,04	0,04	0,00
CO3/14	B188	CS5 - CFRHS140X140X5	S 355	2,800	0,83	0,43	0,83

### 4. ULS (Tuuli pitkäsivu -y)

Linear calculation, Extreme : Member

Selection : B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B10, B11, B14, B15, B16, B17, B18, B19, B188

Combinations : CO6

Case	Member	css	mat	dx [m]	un.check [-]	sec.check [-]	stab.check [-]
CO6/19	B2	CS19 - CFRHS140X140X8	S 355	7,334	0,56	0,56	0,30
CO6/19	B3	CS16 - CFRHS90X90X5	S 355	1,600	0,23	0,23	0,00
CO6/19	B4	CS5 - CFRHS140X140X5	S 355	1,800	0,81	0,42	0,81
CO6/19	B5	CS11 - CFRHS50X50X4	S 355	0,000	0,91	0,78	0,91
CO6/19	B6	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,677	0,67	0,67	0,00
CO6/19	B7	CS10 - CFRHS70X70X4	S 355	0,000	0,61	0,49	0,61
CO6/19	B8	CS10 - CFRHS70X70X4	S 355	1,150	0,23	0,23	0,00
CO6/19	B10	CS9 - CFRHS80X80X5	S 355	0,000	0,14	0,09	0,14
CO6/4	B11	CS9 - CFRHS80X80X5	S 355	1,984	0,04	0,04	0,00
CO6/19	B14	CS11 - CFRHS50X50X4	S 355	0,000	0,74	0,64	0,74
CO6/19	B15	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,677	0,68	0,68	0,00
CO6/19	B16	CS10 - CFRHS70X70X4	S 355	0,000	0,61	0,49	0,61
CO6/19	B17	CS10 - CFRHS70X70X4	S 355	1,150	0,23	0,23	0,00
CO6/19	B18	CS9 - CFRHS80X80X5	S 355	0,000	0,14	0,09	0,14
CO6/4	B19	CS9 - CFRHS80X80X5	S 355	1,984	0,03	0,03	0,00
CO6/19	B188	CS5 - CFRHS140X140X5	S 355	2,800	0,81	0,42	0,81



**Project**  
**Part**  
**Description**  
**Author**

Pientalon kattomuodon muutos  
Kehä linjalla 3  
Kehän 7 käyttöaste  
Joel Palmu

**VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU**  
**UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES**

## 5. ULS (pääty -y)

Linear calculation, Extreme : Member

Selection : B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B10, B11, B14, B15, B16, B17, B18, B19, B188

Combinations : CO8

Case	Member	css	mat	dx [m]	un.check [-]	sec.check [-]	stab.check [-]
CO8/1	B2	CS19 - CFRHS140X140X8	S 355	7,334	0,57	0,57	0,31
CO8/1	B3	CS16 - CFRHS90X90X5	S 355	1,600	0,23	0,23	0,00
CO8/1	B4	CS5 - CFRHS140X140X5	S 355	1,800	0,81	0,42	0,81
CO8/1	B5	CS11 - CFRHS50X50X4	S 355	0,000	0,90	0,78	0,90
CO8/1	B6	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,677	0,67	0,67	0,00
CO8/1	B7	CS10 - CFRHS70X70X4	S 355	0,000	0,61	0,49	0,61
CO8/1	B8	CS10 - CFRHS70X70X4	S 355	1,150	0,23	0,23	0,00
CO8/1	B10	CS9 - CFRHS80X80X5	S 355	0,000	0,14	0,09	0,14
CO8/1	B11	CS9 - CFRHS80X80X5	S 355	1,984	0,04	0,04	0,00
CO8/1	B14	CS11 - CFRHS50X50X4	S 355	0,000	0,74	0,63	0,74
CO8/1	B15	CS12 - CFRHS40X40X4	S 355	0,677	0,68	0,68	0,00
CO8/1	B16	CS10 - CFRHS70X70X4	S 355	0,000	0,61	0,49	0,61
CO8/1	B17	CS10 - CFRHS70X70X4	S 355	1,150	0,23	0,23	0,00
CO8/1	B18	CS9 - CFRHS80X80X5	S 355	0,000	0,13	0,09	0,13
CO8/1	B19	CS9 - CFRHS80X80X5	S 355	1,984	0,04	0,04	0,00
CO8/1	B188	CS5 - CFRHS140X140X5	S 355	2,800	0,82	0,42	0,82

## LIITE 9. Terästoteutuksen paino ja hinta

TS-Material\_list(EXCEL)



Liite 9

Terästoteutuksen  
paino ja hinta

Project Number:	1
Project	Tekla Corporation
Date	25.04.2016 18:45:18

Profile	Grade	Qty	Length(mm)	Net Area(m <sup>2</sup> ) for one	Net Area(m <sup>2</sup> ) for all	Net Wiegth(kg) for one	Net Wiegth(kg) for all
CFRHS40*40*4	S355J0	1	605,22	0,09	0,09	2,52	2,52
CFRHS40*40*4	S355J0	1	609,61	0,09	0,09	2,54	2,54
CFRHS40*40*4	S355J0	1	636,91	0,10	0,10	2,73	2,73
CFRHS40*40*4	S355J0	1	640	0,10	0,10	2,74	2,74
CFRHS40*40*4	S355J0	1	685,57	0,11	0,11	2,95	2,95
CFRHS40*40*4	S355J0	1	689,89	0,11	0,11	2,97	2,97
CFRHS40*40*4	S355J0	1	1468,27	0,23	0,23	6,50	6,50
CFRHS40*40*4	S355J0	1	1503,84	0,24	0,24	6,74	6,74
CFRHS40*40*4	S355J0	1	1806,96	0,29	0,29	8,14	8,14
CFRHS40*40*4	S355J0	1	1816,75	0,29	0,29	8,06	8,06
CFRHS40*40*4	S355J0	1	1830,81	0,29	0,29	8,19	8,19
CFRHS40*40*4	S355J0	1	1840,85	0,29	0,29	8,17	8,17
	<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>14134</b>		<b>2,21</b>		<b>62,24</b>
CFRHS40X40X4	S355J0	6	729,18	0,11	0,64	3,14	18,85
CFRHS40X40X4	S355J0	2	729,88	0,11	0,21	3,14	6,29
CFRHS40X40X4	S355J0	2	731,88	0,11	0,21	3,05	6,11
CFRHS40X40X4	S355J0	6	731,99	0,11	0,64	3,05	18,33
CFRHS40X40X4	S355J0	1	752,15	0,11	0,11	3,30	3,30
CFRHS40X40X4	S355J0	1	757,32	0,11	0,11	3,27	3,27
CFRHS40X40X4	S355J0	1	757,43	0,11	0,11	3,27	3,27
CFRHS40X40X4	S355J0	1	777,32	0,11	0,11	3,26	3,26
CFRHS40X40X4	S355J0	2	1307,72	0,19	0,38	5,75	11,49
CFRHS40X40X4	S355J0	6	1307,77	0,19	1,15	5,75	34,48

## TS-Material\_list(EXCEL)

CFRHS40X40X4	S355J0	2	1327,2	0,19	0,39	5,72	11,45
CFRHS40X40X4	S355J0	6	1327,29	0,19	1,16	5,72	34,34
CFRHS40X40X4	S355J0	1	1327,85	0,19	0,19	5,84	5,84
CFRHS40X40X4	S355J0	1	1327,95	0,19	0,19	5,84	5,84
CFRHS40X40X4	S355J0	1	1362,19	0,20	0,20	5,88	5,88
CFRHS40X40X4	S355J0	1	1362,38	0,20	0,20	5,88	5,88
CFRHS40X40X4	S355J0	6	1756,3	0,26	1,54	7,94	47,65
CFRHS40X40X4	S355J0	2	2046,02	0,30	0,60	9,10	18,21
CFRHS40X40X4	S355J0	6	2046,04	0,30	1,79	9,10	54,62
CFRHS40X40X4	S355J0	1	2053,36	0,30	0,30	9,14	9,14
CFRHS40X40X4	S355J0	1	2053,47	0,30	0,30	9,14	9,14
CFRHS40X40X4	S355J0	1	2055,34	0,30	0,30	9,20	9,20
CFRHS40X40X4	S355J0	2	2056,58	0,30	0,60	9,06	18,12
CFRHS40X40X4	S355J0	6	2056,61	0,30	1,80	9,06	54,35
CFRHS40X40X4	S355J0	1	2068,76	0,30	0,30	9,11	9,11
	<b>Total</b>	<b>66</b>	<b>92785</b>		<b>13,55</b>		<b>407,38</b>
CFRHS50*50*4	S355J0	1	688,6	0,13	0,13	3,64	3,64
CFRHS50*50*4	S355J0	1	694,73	0,13	0,13	3,67	3,67
CFRHS50*50*4	S355J0	1	1404	0,27	0,27	7,86	7,86
CFRHS50*50*4	S355J0	1	1446,51	0,28	0,28	8,09	8,09
CFRHS50*50*4	S355J0	1	1453,57	0,28	0,28	8,13	8,13
CFRHS50*50*4	S355J0	1	1500,69	0,30	0,30	8,55	8,55
CFRHS50*50*4	S355J0	1	1522,15	0,30	0,30	8,66	8,66
CFRHS50*50*4	S355J0	1	1544,41	0,31	0,31	8,79	8,79
	<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>10254</b>		<b>1,99</b>		<b>57,37</b>
CFRHS70*70*4	S355J0	1	1045,11	0,28	0,28	8,15	8,15
CFRHS70*70*4	S355J0	1	1048,23	0,28	0,28	8,18	8,18
CFRHS70*70*4	S355J0	1	1054,91	0,27	0,27	7,96	7,96
CFRHS70*70*4	S355J0	1	1059,76	0,27	0,27	8,00	8,00
CFRHS70*70*4	S355J0	1	1094,46	0,29	0,29	8,56	8,56
CFRHS70*70*4	S355J0	1	1097,72	0,29	0,29	8,59	8,59
CFRHS70*70*4	S355J0	1	1131,43	0,29	0,29	8,59	8,59
CFRHS70*70*4	S355J0	1	1136,46	0,29	0,29	8,63	8,63

## TS-Material\_list(EXCEL)

	<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>8668</b>		<b>2,27</b>		<b>66,66</b>
CFRHS80*80*5	S355J0	1	1737,61	0,53	0,53	19,57	19,57
CFRHS80*80*5	S355J0	1	1764,44	0,54	0,54	19,88	19,88
CFRHS80*80*5	S355J0	1	1784,44	0,54	0,54	19,60	19,60
CFRHS80*80*5	S355J0	1	1788,33	0,55	0,55	20,17	20,17
CFRHS80*80*5	S355J0	1	1789,66	0,54	0,54	19,66	19,66
CFRHS80*80*5	S355J0	1	1866,86	0,56	0,56	20,57	20,57
CFRHS80*80*5	S355J0	1	1869,09	0,56	0,56	20,60	20,60
	<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>12600</b>		<b>3,82</b>		<b>140,06</b>
CFRHS80X80X5	S355J0	3	2950	0,89	2,68	34,41	103,22
CFRHS80X80X5	S355J0	3	3136,7	0,95	2,85	36,60	109,81
CFRHS80X80X5	S355J0	3	3146,6	0,95	2,86	36,72	110,16
CFRHS80X80X5	S355J0	1	3391,7	1,03	1,03	39,77	39,77
CFRHS80X80X5	S355J0	3	3416,7	1,03	3,10	39,90	119,71
CFRHS80X80X5	S355J0	1	3425,68	1,04	1,04	40,16	40,16
CFRHS80X80X5	S355J0	1	4030	1,22	1,22	47,12	47,12
CFRHS80X80X5	S355J0	1	4074,25	1,23	1,23	47,88	47,88
CFRHS80X80X5	S355J0	1	4095	1,24	1,24	48,05	48,05
CFRHS80X80X5	S355J0	1	4095,15	1,24	1,24	48,06	48,06
CFRHS80X80X5	S355J0	2	4135	1,25	2,50	48,52	97,05
CFRHS80X80X5	S355J0	3	4180	1,27	3,80	48,89	146,67
CFRHS80X80X5	S355J0	1	4200	1,27	1,27	49,46	49,46
CFRHS80X80X5	S355J0	1	4233,45	1,28	1,28	49,50	49,50
CFRHS80X80X5	S355J0	1	4248,37	1,29	1,29	49,72	49,72
CFRHS80X80X5	S355J0	1	5243,32	1,59	1,59	61,74	61,74
CFRHS80X80X5	S355J0	1	5244,04	1,59	1,59	61,75	61,75
CFRHS80X80X5	S355J0	1	5350,25	1,62	1,62	62,76	62,76
CFRHS80X80X5	S355J0	1	5566,77	1,69	1,69	65,55	65,55
	<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>11595</b>		<b>35,11</b>		<b>1358,14</b>
CFRHS90*90*5	S355J0	1	1364,86	0,49	0,49	18,10	18,10
CFRHS90*90*5	S355J0	1	1405,71	0,50	0,50	18,65	18,65
	<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>2770</b>		<b>0,99</b>		<b>36,75</b>

## TS-Material\_list(EXCEL)

CFRHS100X100X5	S355J0	6	12500	4,79	28,71	186,44	1118,63
	<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>75000</b>		<b>28,71</b>		<b>1118,63</b>
CFRHS120*120*5	S355J0	1	2845	1,36	1,36	51,20	51,20
CFRHS120*120*5	S355J0	2	11000	5,28	10,56	198,60	397,21
	<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>24844</b>		<b>11,93</b>		<b>448,41</b>
CFRHS120X120X5	S355J0	1	2845	1,32	1,32	51,20	51,20
CFRHS120X120X5	S355J0	2	3359,43	1,55	3,11	60,16	120,33
CFRHS120X120X5	S355J0	1	6291,6	2,91	2,91	113,17	113,17
CFRHS120X120X5	S355J0	1	6291,61	2,91	2,91	113,17	113,17
CFRHS120X120X5	S355J0	6	7357,84	3,41	20,43	132,60	795,60
CFRHS120X120X5	S355J0	2	7360,44	3,41	6,81	132,65	265,29
	<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>81015</b>		<b>37,49</b>		<b>1458,76</b>
CFRHS140*140*5	S355J0	1	5771,57	3,22	3,22	121,77	121,77
CFRHS140*140*5	S355J0	1	6548,75	3,66	3,66	138,24	138,24
CFRHS140*140*5	S355J0	1	6551,81	3,66	3,66	138,31	138,31
CFRHS140*140*5	S355J0	1	6853,71	3,83	3,83	144,99	144,99
	<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>25725</b>		<b>14,37</b>		<b>543,31</b>
HEA140	S355J0	6	3415,11	2,71	16,27	80,55	483,30
HEA140	S355J0	2	3419,15	2,71	5,43	80,65	161,29
HEA140	S355J0	1	3423,82	2,72	2,72	80,82	80,82
HEA140	S355J0	1	3426,43	2,72	2,72	80,88	80,88
HEA140	S355J0	1	3464,69	2,75	2,75	81,79	81,79
HEA140	S355J0	1	3468,65	2,75	2,75	81,88	81,88
	<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>41112</b>		<b>32,64</b>		<b>969,96</b>
CFRHS40X40X4	S355J0	1	719,06	0,11	0,11	3,25	3,25
	<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>719</b>		<b>0,11</b>		<b>3,25</b>
CFRHS80*80*5	S355J0	1	1740,82	0,54	0,54	19,61	19,61
CFRHS80*80*5	S355J0	1	2602,3	0,81	0,81	30,41	30,41

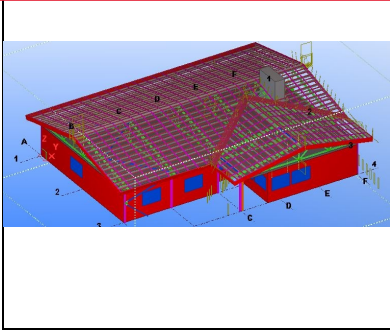
## TS-Material\_list(EXCEL)

CFRHS80*80*5	S355J0	1	2610,41	0,81	0,81	30,50	30,50
	<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>6953</b>		<b>2,16</b>		<b>80,51</b>
IPE180	S355J0	1	2211,06	1,54	1,54	39,10	39,10
IPE180	S355J0	1	2524,09	1,76	1,76	44,81	44,81
IPE180	S355J0	1	3366,7	2,35	2,35	61,45	61,45
IPE180	S355J0	1	4552,93	3,18	3,18	83,10	83,10
IPE180	S355J0	2	4655,11	3,25	6,50	84,97	169,94
	<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>21965</b>		<b>15,33</b>		<b>398,40</b>
<b>Total</b>					<b>202,69</b>		<b>7149,81</b>

CFRHS40X40X4	472,87
CFRHS50*50*4	57,37
CFRHS70*70*4	66,66
CFRHS80*80*5	1578,71
CFRHS90*90*5	36,75
CFRHS100X100X5	1118,63
CFRHS120*120*5	1907,17
CFRHS140*140*5	543,31
HEA140	969,96
IPE180	398,40
Yhteensä (kg)	7149,83
Hinta (€)	16444,6



**LIITE 10. Terästoteutuksen  
kustannusarvio**



Raporttityyppi: Laaja kustannuslaskelma  
 Hanke: **Teräsristikkototetus**  
 Laskelma: **Uusi laskelma 11.4.2016**  
 Rakennuslupa:  
 Osoite: Harjavalta  
 Osoite2:  
 Postinumero:  
 Postitmp:  
 Maa: Suomi

Tulostuspäivä: 27.04.2016  
 Muokkauspäivä: 27.04.2016  
 Laskelman laajuus: 350,00 m2  
 Hankepalvelukerroin: 0,00  
 Sotukerroin: 1,73  
 Aluekerroin: 1,00  
 Vaikeuskerroin: 1,20  
 ALV-%: 24%  
 Kustannus/laajuus. ALV 0%: 86 €/m2  
 Kustannus/laajuus. ALV 24%: 106 €/m2  
 Laskelma yht. ALV 0%: **29 932 €**  
 Laskelma yht. ALV 24%: **37 116 €**

Selite:

Jrno	TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0%)	Materiaalit (hintaa, ALV 0%)	Työ (ALV 0%)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0%)
Yhteensä:					<b>99 €</b>	<b>15 827 €</b>	<b>14 007 €</b>	<b>512</b>	<b>29 932 €</b>

**Rakenne**

<b>1</b>	<b>1263</b>	<b>Purku, katteen purku (yksinkertainen kermikate)</b>	<b>290,00</b>	<b>m2</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>1731,35</b>	<b>68,03</b>	<b>1731,35</b>
----------	-------------	--	---------------	-----------	-------------	-------------	----------------	--------------	----------------

**Paketti**

1	Purku, katteen purku (yksinkertainen kermikate)				0,00	0,00	5,97	0,23	5,97
<b>Panokset</b>									
1	purkutyöntekijä				0,23	tth	25,45		5,97

**Rakenne**

<b>2</b>	<b>121</b>	<b>Purku, vanhan laudoituksen purku</b>	<b>75,00</b>	<b>m2</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>684,81</b>	<b>26,91</b>	<b>684,81</b>
----------	------------	---	--------------	-----------	-------------	-------------	---------------	--------------	---------------

**Paketti**

1	Purku, vanhan muottilaudoituksen purku (perusmuuri)				0,00	0,00	9,13	0,36	9,13
<b>Panokset</b>									
1	purkutyöntekijä				0,36	tth	25,45		9,13

**Rakenne**

<b>3</b>	<b>1342</b>	<b>Hormi, tiilihormi, 2-reikäinen</b>	<b>5,30</b>	<b>jm</b>	<b>0,00</b>	<b>1112,02</b>	<b>955,39</b>	<b>31,77</b>	<b>2067,42</b>
----------	-------------	---------------------------------------	-------------	-----------	-------------	----------------	---------------	--------------	----------------

**Paketti**

1	Hormi, tiilihormi, 2-reikäinen (1/1 -kiven hormi)				0,00	209,82	180,26	5,99	390,08
<b>Panokset</b>									
1	laasti, muurauslaasti, saviuuni (25 kg säkit)	172,5	0	kg		0,29			50,58
2	tiili NRT 270 x 130 x 75 mm, poltettu tiili, punainen	115,0	0	kpl		0,71			81,49
3	hormin liitokset, savupelti, piippuhattu	0,25		kpl		311,00			77,75
4	muurari	3,00		tth			33,23		99,70
5	rakennusmies, aputyö	2,99		tth			26,90		80,56

**Rakenne**

<b>4</b>	<b>111</b>	<b>Pohjarakenteet, rakennuksen maankaivutyöt</b>	<b>10,00</b>	<b>m3</b>	<b>17,25</b>	<b>0,00</b>	<b>13,41</b>	<b>0,48</b>	<b>30,66</b>
----------	------------	--	--------------	-----------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------

Jrno	TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0%)	Materiaalit (hintaa, ALV 0%)	Työ (ALV 0%)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0%)
Yhteensä:					<b>99 €</b>	<b>15 827 €</b>	<b>14 007 €</b>	<b>512</b>	<b>29 932 €</b>

**Paketti**

1	Pohjarakenteet, maankaivu, normaali				1,73	0,00	1,34	0,05	3,07
<b>Panokset</b>									
1	kaivinkone, KKH 21 t (1 tunti, vuokra)	0,02	h		75,00				1,73
2	kaivinkoneen kuljettaja	0,03	tth				28,22		0,90
3	rakennusmies, aputyö	0,02	tth				26,90		0,45

**Rakenne**

<b>5</b>	<b>1211</b>	<b>Muottityö, lautamuotti, antura (muotti-m2, 1 käyttö-krt)</b>	<b>20,00</b>	<b>m2</b>	<b>0,00</b>	<b>281,49</b>	<b>429,79</b>	<b>13,68</b>	<b>711,28</b>
----------	-------------	---	--------------	-----------	-------------	---------------	---------------	--------------	---------------

**Paketti**

1	Muottityö, lautamuotti, antura (muotti-m2, 1 käyttö-krt)				0,00	14,07	21,49	0,68	35,56
<b>Panokset</b>									
1	sahattu lauta 22 x 100 mm, PL/VL, muottipuutavara	11,50	jm			0,44			5,06
2	soiro 50 x 100 mm, muottipuutavara, mänty C	6,90	jm			1,31			9,01
3	muottikirvesmies	0,48	tth				33,34		16,00
4	rakennusmies, aputyö	0,20	tth				26,90		5,49

**Rakenne**

<b>6</b>	<b>1211</b>	<b>Antura 600 x 200 mm, paikallavalettu ja routasuojaus</b>	<b>15,50</b>	<b>jm</b>	<b>81,38</b>	<b>1028,82</b>	<b>343,23</b>	<b>11,55</b>	<b>1453,42</b>
----------	-------------	---	--------------	-----------	--------------	----------------	---------------	--------------	----------------

**Paketti**

1	Antura 600 x 200 mm, betoni				0,00	26,42	11,38	0,36	37,81
<b>Panokset</b>									
1	sahattu lauta 22 x 100 mm, PL/VL, muottipuutavara	7,00	jm			0,44			3,08
2	soiro 50 x 100 mm, mänty C	1,73	jm			1,31			2,26
3	betoni C25/30 (K30), S2, # 16 mm, norm. kovettuva	0,13	m3			114,10			14,83
4	teräs 10 mm, A 500HW	5,00	kg			1,25			6,25
5	muottikirvesmies	0,27	tth				33,34		8,97
6	rakennusmies, aputyö	0,09	tth				26,90		2,41

**Paketti**

2	Routasuojaus 100 mm, 1 m:n leveydelle, kallistus 1:10				0,00	9,09	2,32	0,08	11,41
<b>Panokset</b>									
7	polystyreeni 100 mm, EPS 120 Routa	1,20	m2			7,60			9,09
8	rakennusammattimies	0,08	tth				28,06		2,32

**Paketti**

3	Salaoja 110 mm, muovia 1,0 m				0,00	2,56	3,87	0,14	6,43
<b>Panokset</b>									
9	putki, salaojaputki 110/95 mm x 6 m, PEH	1,00	jm			2,56			2,56
10	LVI-asentaja /sähköasentaja	0,14	tth				28,06		3,87

**Paketti**

4	Sepelitäyttö 1 m3/jm				5,25	28,31	4,56	0,17	38,12
<b>Panokset</b>									

Jrno	TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0%)	Materiaalit (hintaa, ALV 0%)	Työ (ALV 0%)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0%)
Yhteensä:					<b>99 €</b>	<b>15 827 €</b>	<b>14 007 €</b>	<b>512</b>	<b>29 932 €</b>

11	sepeli (m3rtr)		1,00	m3		28,31			28,31
12	kaivinkone, KKH 21 t (1 tunti, vuokra)		0,07	h	75,00				5,25
13	kaivinkoneen kuljettaja		0,08	tth			28,22		2,34
14	rakennusmies, aputyö		0,08	tth			26,90		2,23

#### Rakenne

<b>7</b>	<b>1234</b>	<b>Sahatavara 48 x 173 mm</b>	<b>264,00</b>	<b>jm</b>	<b>0,00</b>	<b>789,36</b>	<b>1672,23</b>	<b>61,93</b>	<b>2461,59</b>
----------	-------------	-------------------------------	---------------	-----------	-------------	---------------	----------------	--------------	----------------

#### Paketti

1	Palkki 48 x 173 mm, massiivipuu				0,00	2,99	6,33	0,23	9,32
<b>Panokset</b>									
1	soiro 48 x 173 mm, lujuusluokiteltu C -24	1,00	jm			2,99			2,99
2	mittakirvesmies	0,23	tth				27,00		6,33

#### Rakenne

<b>8</b>	<b>1234</b>	<b>Sahatavara 48 x 173 mm</b>	<b>264,00</b>	<b>jm</b>	<b>0,00</b>	<b>789,36</b>	<b>1672,23</b>	<b>61,93</b>	<b>2461,59</b>
----------	-------------	-------------------------------	---------------	-----------	-------------	---------------	----------------	--------------	----------------

#### Paketti

1	Palkki 48 x 173 mm, massiivipuu				0,00	2,99	6,33	0,23	9,32
<b>Panokset</b>									
1	soiro 48 x 173 mm, lujuusluokiteltu C -24	1,00	jm			2,99			2,99
2	mittakirvesmies	0,23	tth				27,00		6,33

#### Rakenne

<b>9</b>	<b>1234</b>	<b>Sahatavara 48 x 173 mm</b>	<b>99,00</b>	<b>jm</b>	<b>0,00</b>	<b>296,01</b>	<b>627,09</b>	<b>23,23</b>	<b>923,10</b>
----------	-------------	-------------------------------	--------------	-----------	-------------	---------------	---------------	--------------	---------------

#### Paketti

1	Palkki 48 x 173 mm, massiivipuu				0,00	2,99	6,33	0,23	9,32
<b>Panokset</b>									
1	soiro 48 x 173 mm, lujuusluokiteltu C -24	1,00	jm			2,99			2,99
2	mittakirvesmies	0,23	tth				27,00		6,33

#### Rakenne

<b>10</b>	<b>1263</b>	<b>Kate, Ruukki Elite, harvalaudoitus ja aluskate</b>	<b>350,00</b>	<b>m2</b>	<b>0,00</b>	<b>11529,58</b>	<b>5877,06</b>	<b>212,52</b>	<b>17406,64</b>
-----------	-------------	---	---------------	-----------	-------------	-----------------	----------------	---------------	-----------------

#### Paketti

1	Vesikate, Ruukki Elite, kaltevuus 1:4				0,00	26,09	9,64	0,35	35,73
<b>Panokset</b>									
1	ohutlevy, pystysaumakate 0,6 mm, teräs, matta	1,11	m2			19,40			21,53
2	ruuvi, kiinnikkeet	1,00	erä			4,56			4,56
3	kateasentaja, metalli	0,31	tth				28,06		8,71
4	rakennusmies, aputyö	0,03	tth				26,90		0,93

#### Paketti

2	Vesikatteen alusta, laudoitus 22 x 100 k 200 mm, vino YP				0,00	3,71	5,21	0,19	8,93
<b>Panokset</b>									
5	sahattu lauta 22 x 100 mm, kuusi B	5,20	jm			0,69			3,59

Jrno	TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0%)	Materiaalit (hint, ALV 0%)	Työ (ALV 0%)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0%)
Yhteensä:					<b>99 €</b>	<b>15 827 €</b>	<b>14 007 €</b>	<b>512</b>	<b>29 932 €</b>
			6	naula, lankanaula 2,8 x 75 mm, kuumasinkitty		2,49			0,12
			7	mittakirvesmies			27,00		4,69
			8	rakennusmies, aputyö			26,90		0,52
-----									
			<b>Paketti</b>						
			3	Aluskate, korokerima k 900	0,00	3,14	1,94	0,07	5,08
			<b>Panokset</b>						
			9	rima 21 x 45 mm, sahattu	1,20	0,78			0,94
			10	aluskate	1,30	1,60			2,08
			11	naula, lankanaula 2,8 x 75 mm, kuumasinkitty	0,05	2,49			0,12
			12	kateasentaja, bitumi	0,07		28,06		1,94

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

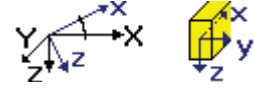
?

25.4.2016

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

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

RIL 205-1-2009 SR1 (02.07.2012)



PROJEKTITIEDOT:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

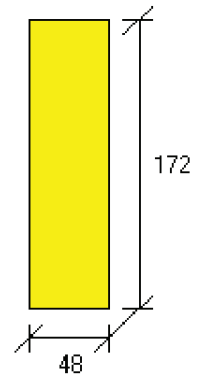
Nimi: ?

\_\_\_\_\_

G:\Openoffice\Koulu\Opinnäytetyö\Katto-orret.s01

RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Kattopalkki/laatta  
 Materiaali: C24  
 Poikkileikkaus: 48x172  
 (B=48 mm, H=220 mm, A=10560 mm<sup>2</sup>, I<sub>y</sub>=42592000 mm<sup>4</sup>, W<sub>y</sub>=387200 mm<sup>3</sup>)  
 Käyttöluokka: 2  
 Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)  
 Kulma: 14.0 astetta  
 Jako/kuormituslev.: 600 mm (pintakuormille)



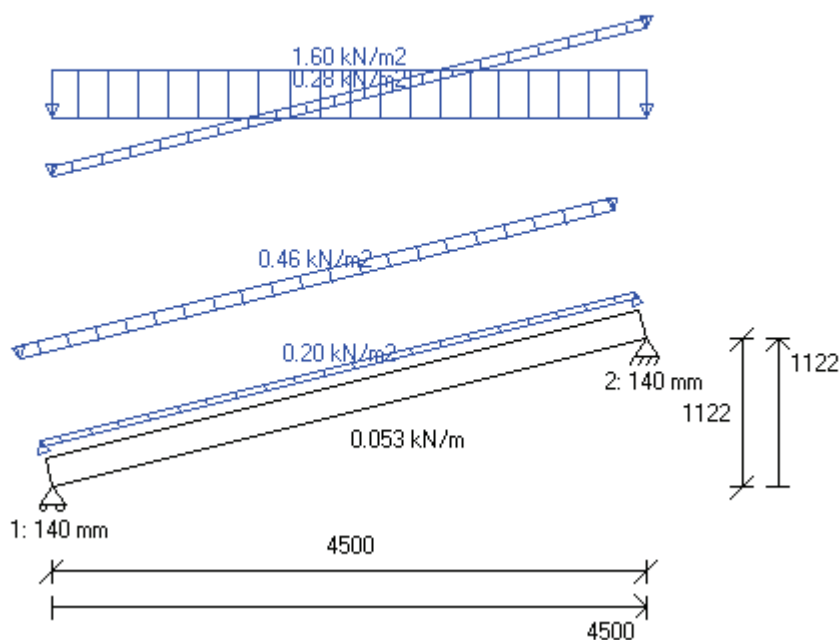
Uloke-/jännevälipituudet:

Uloke/jänneväli:	Vaakamitta [mm]:	Pystymitta [mm]:	Aksiaalinen [mm]:
Jänneväli 1	4500.0	1122.0	4637.8
Yhteensä:	4500.0	1122.0	4637.8

Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	0	140	Liukutuki (Z)
2:	4638	140	Kiinteä niveltuki (X,Z)

f <sub>m,k</sub> (M <sub>y</sub> ):	24.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>m,k</sub> (M <sub>z</sub> ):	30.14 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub> :	21.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub> :	2.50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub> :	14.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub> (V <sub>z</sub> ):	4.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub> (V <sub>y</sub> ):	4.00 N/mm <sup>2</sup>
E <sub>mean</sub> :	11000 N/mm <sup>2</sup>
G <sub>mean</sub> :	690 N/mm <sup>2</sup>
E 0.05:	7400 N/mm <sup>2</sup>
G 0.05:	460 N/mm <sup>2</sup>
Tilavuuspaino:	5.00 kN/m <sup>3</sup> (omapainon laskentaa varten)

Osavamuusluku:	1.40
Aikaluokka:	kmod:
Pysyvä:	0.600
Pitkäaikainen:	0.700
Keskipitkä:	0.800
Lyhytaikainen:	0.900
Hetkellinen:	1.100
<hr/>	
kdef:	0.800

**KUORMITUSTIEDOT:**

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Rakenneosan paino: QZ = 0.053 kN/m x = 0 - 4638 mm

Pintakuorma: 1: QZ = 0.280 kN/m<sup>2</sup> x = 0 - 4638 mmLumikuorma (Lumikuorma Sk<2.75 kN/m<sup>2</sup>, Keskipitkä):Pintakuorma: 1: QZ = 1.600 kN/m<sup>2</sup> x = 0 - 4638 mm

Tuulikuorma (alas) (Tuulikuorma, Hetkellinen):

Pintakuorma: 1: Qz = 0.460 kN/m<sup>2</sup> x = 0 - 4638 mm

Tuulikuorma (ylös) (Tuulikuorma, Hetkellinen):

Pintakuorma: 1: Qz = -0.200 kN/m<sup>2</sup> x = 0 - 4638 mm**KUORMITUSYHDISTELMÄT:**

---

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

1.00\*1.35\*Omapaino

---

Yhdistelmä 2 (MRT, Keskipitkä)

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

---

Yhdistelmä 3 (MRT, Hetkellinen)

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

---

Yhdistelmä 4 (MRT, Hetkellinen)

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

---

Yhdistelmä 5 (MRT, Hetkellinen)

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

---

Yhdistelmä 6 (MRT, Hetkellinen)

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

---

Yhdistelmä 7 (MRT, Hetkellinen)

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

---

Yhdistelmä 8 (MRT, Hetkellinen)

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

---

Yhdistelmä 9 (MRT, Hetkellinen)

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

---

Yhdistelmä 10 (MRT, Pysyvä)

1.00\*1.15\*Omapaino

---

Yhdistelmä 11 (MRT, Pysyvä)

0.90\*Omapaino

---

Yhdistelmä 12 (KRT)

1.00\*Omapaino

---

Yhdistelmä 13 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*Lumikuorma

---

Yhdistelmä 14 (KRT)

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

---

Yhdistelmä 15 (KRT)

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

---

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:

Mitoitusstandardi: EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RIL 205-1-2009  
Kokonaiskäyttöaste: 82.5 %

#### MITOITUSPARAMETRIT:

Kuoman jakoluku (ksys): 1.10  
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:  $L_c = 1.00*L$

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

Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella:  $L_{k1} = 900.00$  mm

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

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

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

#### MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	3.72 kN	17.70 kN	21.0 %	0 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Veto:	0.93 kN	92.93 kN	1.0 %	4638 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Puristus:	0.93 kN	4.18 kN	22.1 %	0 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Taivutus ( $M_y$ ):	4.31 kNm	5.84 kNm	73.7 %	2319 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	4.31 kNm	5.84 kNm	73.7 %	2319 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Taivutus+veto:	0.74	1.00	73.6 %	2435 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
( $M_y=4.30$ kNm, $M_z=0.00$ kNm, $N_x=0.05$ kN)					
Taivutus+puristus:	0.74	1.00	73.7 %	2319 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
( $M_y=4.31$ kNm, $M_z=0.00$ kNm, $N_x=0.00$ kN)					
Tukipaine, tuki 1:	3.72 kN	16.03 kN	23.2 %	0 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.52					
Tukipaine, tuki 2:	3.72 kN	16.03 kN	23.2 %	4638 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.52					
jänneväli 1, $W_{inst}$ :	14.9 mm	-mm	0.0 %	2319 mm	Yhdistelmä 15/1
jänneväli 1, $W_{net,fin}$ :	19.1 mm	23.2 mm	82.5 %	2319 mm	Yhdistelmä 15/1

#### ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 2/1 (Keskipitkä):

1.15\*Omapaino + 1.50\*Lumikuorma

Yhdistelmä 15/1 :



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

#### VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
$N_{x,max}$	1.07 kN	0 mm
$V_{z,max}$	4.29 kN	0 mm
$M_{y,max}$	4.98 kNm	2319 mm

#### TUKIREAKTIOT:

FX:				
Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	0.00 kN	0.00 kN	0.00 kN	0.00 kN
2:	0.20 kN	-0.46 kN	0.13 kN	-0.31 kN

FZ:				
Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	4.42 kN	0.03 kN	2.68 kN	0.23 kN
2:	4.35 kN	0.08 kN	2.67 kN	0.26 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

#### TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

Kuormitustapaus:	Omapaino
Tuki:	FZ [kN]:
1:	0.51
2:	0.51

Kuormitustapaus:	Lumikuorma
Tuki:	FZ [kN]:
1:	2.16
2:	2.16

Kuormitustapaus:	Tuulikuorma (alas)	
Tuki:	FX [kN]:	FZ [kN]:
1:	0.00	0.66
2:	-0.31	0.58

Kuormitustapaus:	Tuulikuorma (ylös)	
Tuki:	FX [kN]:	FZ [kN]:
1:	0.00	-0.29
2:	0.13	-0.25

Laskelmissa ei ole huomioitu rakennusaikaisia kuormia eikä kosteusolosuhteita. Mahdolliset rakennusaikaiset lisätuennat on mitoitettava erikseen. Rakennuksen kokonaisjäykistystä 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 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Woodin tuotteiden kanssa. Nämä tuotteet on tarvittaessa osoitettava rakennuspaikalla hankkeen osapuolille sekä viranomaisille. Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood tai sen tytäryhtiöt eivät vastaa käyttäjälle tai kolmannelle osapuolelle muiden valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä Finnwood-ohjelmistossa, ohjelmiston perusteella näin tehdyistä laskelmista ja tulosteista tai kolmansien valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä aiheutuneista virheistä, menetyksistä tai vahingoista. Näitä ehtoja ei saa poistaa tulosteesta.

---

## LIITE 12. Puutoteutuksen kustannusarvio

Raporttityyppi: Laaja kustannuslaskelma  
 Hanke: **Puuristikototeutus**  
 Laskelma: **Uusi laskelma 11.4.2016**  
 Rakennuslupa:  
 Osoite: Harjavalta  
 Osoite2:  
 Postinumero:  
 Postitmp:  
 Maa: Suomi

Tulostuspäivä: 27.04.2016  
 Muokkauspäivä: 11.04.2016  
 Laskelman laajuus: 350,00 m2  
 Hankepalvelukerroin: 0,00  
 Sotukerroin: 1,73  
 Aluekerroin: 1,00  
 Vaikeuskerroin: 1,20  
 ALV-%: 24%  
 Kustannus/laajuus. ALV 0%: 89 €/m2  
 Kustannus/laajuus. ALV 24%: 110 €/m2  
 Laskelma yht. ALV 0%: **31 055 €**  
 Laskelma yht. ALV 24%: **38 508 €**

Selite:

Jrno	TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0%)	Materiaalit (hintaa, ALV 0%)	Työ (ALV 0%)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0%)
Yhteensä:					<b>0 €</b>	<b>18 202 €</b>	<b>12 854 €</b>	<b>474</b>	<b>31 055 €</b>

### Rakenne

<b>1</b>	<b>1263</b>	<b>Purku, katteen purku (yksinkertainen kermikate)</b>	<b>290,00</b>	<b>m2</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>1731,35</b>	<b>68,03</b>	<b>1731,35</b>
----------	-------------	--	---------------	-----------	-------------	-------------	----------------	--------------	----------------

#### Paketti

1	Purku, katteen purku (yksinkertainen kermikate)				0,00	0,00	5,97	0,23	5,97
<b>Panokset</b>									
1	purkutyöntekijä				0,23	tth	25,45		5,97

### Rakenne

<b>2</b>	<b>1261</b>	<b>Kattotuoli, NR-kattotuoli k 900, jv 12500 mm</b>	<b>9,00</b>	<b>kpl</b>	<b>0,00</b>	<b>1305,00</b>	<b>160,17</b>	<b>5,93</b>	<b>1465,17</b>
----------	-------------	---	-------------	------------	-------------	----------------	---------------	-------------	----------------

#### Paketti

1	Harjakattotuoli k 900, jv 9600 mm				0,00	145,00	17,80	0,66	162,80
<b>Panokset</b>									
1	NR harjakattotuoli kiinnikkeineen k 900, jv 9600				1,00	kpl	145,00		145,00
2	mittakirvesmies				0,59	tth	27,00		16,02
3	rakennusmies, aputyö				0,07	tth	26,90		1,77

### Rakenne

<b>3</b>	<b>1261</b>	<b>Kattotuoli, NR-kattotuoli k 900, jv 10900 mm</b>	<b>12,00</b>	<b>kpl</b>	<b>0,00</b>	<b>1740,00</b>	<b>213,56</b>	<b>7,91</b>	<b>1953,56</b>
----------	-------------	---	--------------	------------	-------------	----------------	---------------	-------------	----------------

#### Paketti

1	Harjakattotuoli k 900, jv 9600 mm				0,00	145,00	17,80	0,66	162,80
<b>Panokset</b>									
1	NR harjakattotuoli kiinnikkeineen k 900, jv 9600				1,00	kpl	145,00		145,00
2	mittakirvesmies				0,59	tth	27,00		16,02
3	rakennusmies, aputyö				0,07	tth	26,90		1,77

### Rakenne

<b>4</b>	<b>1261</b>	<b>Kattotuoli, NR-kattotuoli k 900, jv 11000 mm</b>	<b>5,00</b>	<b>kpl</b>	<b>0,00</b>	<b>725,00</b>	<b>88,98</b>	<b>3,30</b>	<b>813,98</b>
----------	-------------	---	-------------	------------	-------------	---------------	--------------	-------------	---------------

Jrno	TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0%)	Materiaalit (hintaa, ALV 0%)	Työ (ALV 0%)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0%)
Yhteensä:					<b>0 €</b>	<b>18 202 €</b>	<b>12 854 €</b>	<b>474</b>	<b>31 055 €</b>

#### Paketti

1	Harjakattotuoli k 900, jv 9600 mm				0,00	145,00	17,80	0,66	162,80
<b>Panokset</b>									
1	NR harjakattotuoli kiinnikkeineen k 900, jv 9600	1,00		kpl		145,00			145,00
2	mittakirvesmies	0,59		tth			27,00		16,02
3	rakennusmies, aputyö	0,07		tth			26,90		1,77

#### Rakenne

<b>5</b>	<b>1262</b>	<b>Umpiräystä, NR-ristikko, lape</b>	<b>38,00</b>	<b>jm</b>	<b>0,00</b>	<b>724,61</b>	<b>707,94</b>	<b>26,22</b>	<b>1432,55</b>
----------	-------------	--------------------------------------	--------------	-----------	-------------	---------------	---------------	--------------	----------------

#### Paketti

1	Räystäät, umpiräystä, NR-ristikko, lape				0,00	19,07	18,63	0,69	37,70
<b>Panokset</b>									
1	tuulensuojalevy, kipsilevy 9 mm	0,80		m2		4,48			3,58
2	sahattu lauta 22 x 100 mm	15,00		jm		0,66			9,90
3	sahattu lauta 22 x 100 mm	2,10		jm		0,66			1,39
4	lintueste, muovi	1,00		jm		4,08			4,08
5	naula, lankanaula 1,7 x 45 mm, kuumasinkitty	0,05		kg		2,38			0,12
6	mittakirvesmies	0,69		tth			27,00		18,63

#### Rakenne

<b>6</b>	<b>1262</b>	<b>Umpiräystä, NR-ristikko, pääty</b>	<b>38,00</b>	<b>jm</b>	<b>0,00</b>	<b>523,36</b>	<b>707,94</b>	<b>26,22</b>	<b>1231,30</b>
----------	-------------	---------------------------------------	--------------	-----------	-------------	---------------	---------------	--------------	----------------

#### Paketti

1	Räystäät, umpiräystä, NR-ristikko, pääty				0,00	13,77	18,63	0,69	32,40
<b>Panokset</b>									
1	soiro 48 x 123 mm, lujuusluokiteltu MT-24, kannattaja	1,10		jm		2,13			2,34
2	naula, lankanaula 3,4 x 100 mm, kuumasinkitty	0,01		kg		2,49			0,02
3	sahattu lauta 22 x 100 mm	15,00		jm		0,66			9,90
4	sahattu lauta 22 x 100 mm	2,10		jm		0,66			1,39
5	naula, lankanaula 1,7 x 45 mm, kuumasinkitty	0,05		kg		2,38			0,12
6	mittakirvesmies	0,69		tth			27,00		18,63

#### Rakenne

<b>7</b>	<b>1342</b>	<b>Hormi, tiilihormi, 2-reikäinen</b>	<b>3,50</b>	<b>jm</b>	<b>0,00</b>	<b>734,36</b>	<b>630,92</b>	<b>20,98</b>	<b>1365,28</b>
----------	-------------	---------------------------------------	-------------	-----------	-------------	---------------	---------------	--------------	----------------

#### Paketti

1	Hormi, tiilihormi, 2-reikäinen (1/1 -kiven hormi)				0,00	209,82	180,26	5,99	390,08
<b>Panokset</b>									
1	laasti, muurauslaasti, saviuuni (25 kg säkit)	172,50		kg		0,29			50,58
2	tiili NRT 270 x 130 x 75 mm, poltettu tiili, punainen	115,00		kpl		0,71			81,49
3	hormin liitokset, savupelti, piippuhattu	0,25		kpl		311,00			77,75
4	muurari	3,00		tth			33,23		99,70
5	rakennusmies, aputyö	2,99		tth			26,90		80,56

#### Rakenne

Jrno	TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0%)	Materiaalit (hintaa, ALV 0%)	Työ (ALV 0%)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0%)
Yhteensä:					0 €	18 202 €	12 854 €	474	31 055 €

<b>8</b>	<b>1241</b>	<b>Ulkooverhouslaudoitus, pystylomalaudoitus 25 mm</b>	<b>72,00</b>	<b>m2</b>	<b>0,00</b>	<b>818,64</b>	<b>1823,56</b>	<b>67,56</b>	<b>2642,20</b>
----------	-------------	--	--------------	-----------	-------------	---------------	----------------	--------------	----------------

**Paketti**

1	Ulkooverhouslaudoitus				0,00	11,37	25,33	0,94	36,70
<b>Panokset</b>									
1	sahattu lauta 25 x 125 mm	10,70	jm			0,74			7,92
2	sahattu lauta 25 x 100 mm, kuusi B	3,57	jm			0,84			3,00
3	naula	0,10	kg			4,50			0,45
4	mittakirvesmies	0,84	tth				27,00		22,73
5	rakennusmies, aputyö	0,10	tth				26,90		2,60

**Rakenne**

<b>9</b>	<b>1234</b>	<b>Viilupuupalkki 51 x 300 mm</b>	<b>16,00</b>	<b>jm</b>	<b>0,00</b>	<b>212,96</b>	<b>102,50</b>	<b>3,80</b>	<b>315,46</b>
----------	-------------	-----------------------------------	--------------	-----------	-------------	---------------	---------------	-------------	---------------

**Paketti**

1	Palkki 51 x 300 mm, viilupuu				0,00	13,31	6,41	0,24	19,72
<b>Panokset</b>									
1	viilupuupalkki 51 x 300 mm	1,00	jm			13,31			13,31
2	mittakirvesmies	0,21	tth				27,00		5,78
3	rakennusmies, aputyö	0,02	tth				26,90		0,63

**Rakenne**

<b>10</b>	<b>1263</b>	<b>Kate, Ruukki Elite, harvalaudoitus ja aluskate</b>	<b>346,60</b>	<b>m2</b>	<b>0,00</b>	<b>11417,58</b>	<b>5819,97</b>	<b>210,46</b>	<b>17237,54</b>
-----------	-------------	---	---------------	-----------	-------------	-----------------	----------------	---------------	-----------------

**Paketti**

1	Vesikate, Ruukki Elite, kaltevuus 1:4				0,00	26,09	9,64	0,35	35,73
<b>Panokset</b>									
1	ohutlevy, pystysaumakate 0,6 mm, teräs, matta	1,11	m2			19,40			21,53
2	ruuvi, kiinnikkeet	1,00	erä			4,56			4,56
3	kateasentaja, metalli	0,31	tth				28,06		8,71
4	rakennusmies, aputyö	0,03	tth				26,90		0,93

**Paketti**

2	Vesikatteen alusta, laudoitus 22 x 100 k 200 mm, vino YP				0,00	3,71	5,21	0,19	8,93
<b>Panokset</b>									
5	sahattu lauta 22 x 100 mm, kuusi B	5,20	jm			0,69			3,59
6	naula, lankanaula 2,8 x 75 mm, kuumasinkitty	0,05	kg			2,49			0,12
7	mittakirvesmies	0,17	tth				27,00		4,69
8	rakennusmies, aputyö	0,02	tth				26,90		0,52

**Paketti**

3	Aluskate, korokerima k 900				0,00	3,14	1,94	0,07	5,08
<b>Panokset</b>									
9	rima 21 x 45 mm, sahattu	1,20	jm			0,78			0,94
10	aluskate	1,30	m2			1,60			2,08
11	naula, lankanaula 2,8 x 75 mm, kuumasinkitty	0,05	kg			2,49			0,12
12	kateasentaja, bitumi	0,07	tth				28,06		1,94

Jrno	TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0%)	Materiaalit (hintaa, ALV 0%)	Työ (ALV 0%)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0%)
Yhteensä:					0 €	18 202 €	12 854 €	474	31 055 €

**Rakenne**

<b>11</b>	<b>1263</b>	<b>Purku, katteen ja aluslaudoituksen purku (bitumikermikate)</b>	<b>80,00</b>	<b>m2</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>561,90</b>	<b>22,08</b>	<b>561,90</b>
-----------	-------------	---	--------------	-----------	-------------	-------------	---------------	--------------	---------------

**Paketti**

1	Purku, katteen ja aluslaudoituksen purku (bitumikermikate)				0,00	0,00	7,02	0,28	7,02
---	--	--	--	--	------	------	------	------	------

**Panokset**

1	purkutyöntekijä		0,28	tth			25,45		7,02
---	-----------------	--	------	-----	--	--	-------	--	------

**Rakenne**

<b>12</b>	<b>1262</b>	<b>Purku, räystään purku</b>	<b>40,00</b>	<b>jm</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>304,83</b>	<b>11,98</b>	<b>304,83</b>
-----------	-------------	------------------------------	--------------	-----------	-------------	-------------	---------------	--------------	---------------

**Paketti**

1	Purku, räystään purku				0,00	0,00	7,62	0,30	7,62
---	-----------------------	--	--	--	------	------	------	------	------

**Panokset**

1	purkutyöntekijä		0,30	tth			25,45		7,62
---	-----------------	--	------	-----	--	--	-------	--	------