



PIENTALON KATTOMUODON MUUTOS

Vertailu toteutuksesta puu- ja
teräsristikoiden välillä

Ari-Matti Pyylampi

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2015
Rakennustekniikan ko.
Talorakennustekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Talonrakennustekniikka

PYYLAMPI, ARI-MATTI:

Pientalon kattomuodon muutos

Vertailu toteutuksesta puu- ja teräsristikoiden välillä

Opinnäytetyö 124 sivua, joista liitteitä 92 sivua

Huhtikuu 2015

Tämän työn tarkoituksena oli tuottaa rakennekuvat vuonna 1970 rakennetun tasakattoisen pientalon kattomuodon muutokseen. Työn toimeksiantajana on teräsrakennesuunnitteluun erikoistunut SS-Teracon Oy, joten rakennekuvat ja rakennelaskelmat tuotettiin perinteisen naulalevyristikkototeutuksen lisäksi teräsristikoilla toteutettuun kattomuodon muutokseen. Teräsristikoilla toteutettaessa teräsristikot kulkevat rakennuksen pitkästä suunnasta vieden suurimman osan kuormista teräspilarien kautta uusille anturoille. Rakennekuvat, kustannusarviot ja kaikki tarvittavat rakennelaskelmat on esitetty tämän työn liitteinä.

Työssä vertaillaan kahden eri toteutustavan hyviä ja huonoja puolia sekä laaditaan kustannusarviot molemmista toteutuksista. Teräsristikkototeutus on luonnollisesti kalliimpi kuin naulalevyristikoilla toteutettu versio, mutta hintoja ei voi suoraan verrata keskenään terästoteutuksella saavutettujen muiden hyötyjen vuoksi. Naulalevyristikkototeutuksella kattomuodon muutos on suunniteltu arkkitehdilta saatujen luonnoskuvien mukaan. Teräsristikkototeutuksella haetaan hieman näyttävyyttä rakennuksen ulkopuolelle jäävien ristikkopilarien kautta, ja samalla rakennuksen asuintilaa lisätään teräsristikoiden väliin. Lisäksi työssä pohditaan mahdollisuuksia myydä kattomuodon muutosta teräsristikoilla eteenpäin myös muihin kuin tämän näyttötyön kohteisiin.

Asiasanat: kattomuodon muutos, teräsristikko, kustannusarvio

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Civil Engineering
Option of Building Construction

PYYLAMPI, ARI-MATTI:
Roof Shape Alteration of a Detached House
Comparison between wood and steel trusses

Bachelor's thesis 124 pages, appendices 92 pages
April 2015

The main purpose of this thesis is to produce structural drawings for roof shape alteration of a residential building built in 1970. The building currently has a flat roof. This thesis is made for SS-Teracon which is specialized in steel structures. In addition to common roof shape alteration with wooden roof trusses, this thesis contains structural drawings and calculations made for roof shape alteration using steel trusses and external columns. Using steel trusses most of the load goes straight to new footings.

This thesis compares the advantages and disadvantages of both implementations and also includes cost estimations. Costs of roof shape alteration using steel trusses were higher as expected. However the costs of both implementations were difficult to compare, since the steel truss version has other advantages. The wooden truss version is made according to drafts from an architect. The steel truss version uses truss columns for aesthetic reasons and also adds living space between the trusses. This thesis also considers possibilities of turning the steel truss version into a salable product.

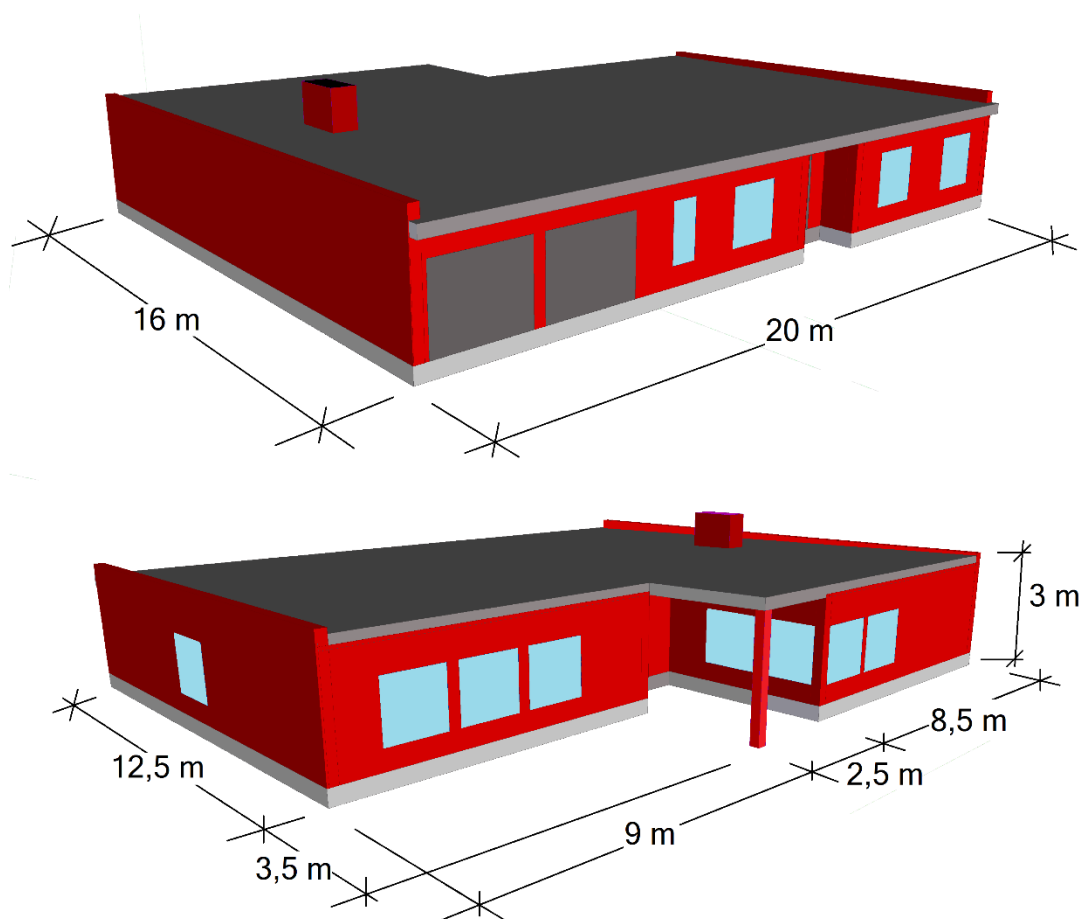
Key words: roof shape alteration, steel truss, cost estimation

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	Teräsristikoiden käyttö pienrakennuksissa.....	7
2.1	Ongelmat teräsristikoiden käytössä	8
2.2	Teräsohutellevyristikot	9
3	Katon korotustarpeen arviointi	11
3.1	Nykyiset rakenteet	13
3.1.1	Kantavat ulkoseinät.....	14
3.1.2	Kantavat väliseinät	15
3.1.3	Yläpohja	16
4	Tutkittavat toteutustavat	17
4.1	Kattomuodon muutos puuristikoilla	17
4.1.1	Puuristikkototeutuksen edut ja haasteet	20
4.1.2	Puuristikkototeutuksen kustannusarvio.....	21
4.2	Kattomuodon muutos teräsristikoilla.....	21
4.2.1	Terästoteutuksen edut ja haasteet.....	25
4.2.2	Terästoteutuksen kustannusarvio	26
4.3	Kattomuodon muutosta ei tehdä	26
5	Toteutuksen vertailu puuristikoiden ja teräsristikoiden välillä	28
6	Kannattaako kattomuodon muutosta teräsristikoilla myydä eteenpäin?	29
7	POHDINTA.....	31
	LÄHTEET.....	32
	LIITTEET	33
	Liite 1. Laskennassa käytetyt rakenteiden painot ja kuormat.....	33
	Liite 2. Rakennekuvat puutoteutuksella	37
	Liite 3. Puurakenteiden laskennat	39
	Liite 4. Kustannusarvio puuristikkototeutuksella.....	43
	Liite 5. Rakennekuvat teräsristikototeutuksella	47
	Liite 6. Teräsrungon mitat	52
	Liite 7. Laskenta ristikosta R1	56
	Liite 8. Laskenta ristikosta R2.....	67
	Liite 9. Laskenta ristikosta R3.....	82
	Liite 10. Terästoteutuksen puurakenteiden mitoitus	93
	Liite 11. Teräsristikkorakenteen jäykistysmitoitus.....	108
	Liite 12. Välipohjapalkkien mitoitus.....	115
	Liite 13. Teräsristikototeutuksen kustannusarvio.....	118
	Liite 14. Terästoteutuksen kilomäärä ja käytetyt teräsprofiilit.....	124

1 JOHDANTO

Tämän työn tarkoituksena on tuottaa rakennekuvat Harjavallassa sijaitsevaan vuonna 1970 rakennetun omakotitalon kattomuodon muutokseen. Nykyinen katto on erittäin loivasti kallistettu pulpettikatto, joka on naamioitu näyttämään tasakatolta. Katto ei vielä vuoda, mutta hormin vieressä olevan vettä keräävän painuman vuoksi korjaus on hyvä tehdä lähiaikoina. Alla olevassa havainnollistavassa kuvassa 1 on esitetty kohteen nykyinen geometria ja päämitat. Seuraavalla sivulla kuvassa 2 on kohde kadulta päin kuvattuna. Nykyinen katto ohjaa vedet kadun puolelle.



Kuva 1 Kohteen muoto ja päämitat

Työn toimeksiantajana on teräsuunnitteluun erikoistunut SS-Teracon Oy, joten perinteisten puisten kattotuolien käytön lisäksi työssä tutkitaan teräsristikoiden ja teräspilarien käyttömahdollisuutta kattomuodon muutoksessa. Työ sisältää rakennekuvat

sekä puu- että teräsristikoilla toteutettuna, tarvittavat rakennelaskelmat, sekä kustannusarviot molemmista toteutuksista.

Teräsristikkototeutuksella ristikot kulkevat puuristikoista poiketen rakennuksen pitkittäissuunnassa, ja ristikot kannatellaan teräspilareilla. Teräsristikoita käytettäessä rakennukseen lisätään ullakkotilaa ristikoiden väliin. Lisääntynyt kuorma viedään lähes kokonaan teräspilarien kautta uusille anturoille. Puuristikoita käytettäessä asuintilaa ei lisätä.

Opinnäytetyössä vertaillaan teräsristikoilla ja puuristikoilla toteutetun kattomuodon muutoksen etuja ja haittoja, sekä pohditaan voiko teräsrakenteilla kannateltua kattomuodon muutosta myydä eteenpäin.



Kuva 2 Kohde kadulta kuvattuna (Lähde: Google Street View)

2 Teräsristikoiden käyttö pienrakennuksissa

Pienrakennuksien yläpohjissa käytetään yleensä perinteisiä puisia naulalevyristikoita. Teräsristikoita käytetään paljon toimisto- ja hallirakennuksissa, mutta pienrakennuksissa niitä ei Suomessa yleisesti käytetä. Teräsrankarakenteita sen sijaan käytetään myös pientalorakenteissa, ja myös teräsrankaristikot ovat käytössä maailmalla. Teräsrankarakenteilla ei kuitenkaan pysty toteuttamaan koko kattoa kannattelevaa ristikköä.

Puisten kattoristikoiden hinta on noin 100–150€/kpl, joten hinnallaan teräsristikot eivät voi kilpailla naulalevyristikoiden kanssa. Teräsristikoilla täytyykin siis hakea muita etuja puuristikoihin nähden. Tässä työssä suunnitellaan katon korotus käyttäen rakennuksen pitkittäissuuntaisia teräsristikoita. Ristikön pituudeksi tulee yli 20 metriä, joten tavallisia naulalevyristikoita ei kannata edes harkita.

Erillinen teräsrunko tarjoaa monia vaihtoehtoja tila- ja julkisivusuunnitteluun verrattuna kevyiden kantavien seinien käyttämiseen. Erillistä teräsrunkoa käytetään yleensä kaksitai useampikerroksisissa taloissa. (Miettinen, E. Teräs pientalorakentamisessa, 1999, s. 56) Pitkittäissuuntaisten teräsristikoiden väliin asuin- tai varastotilan lisääminen on helppoa. Asuintilan lisääminen puisilla naulalevyristikoilla ei ole ristikon kannalta mikään ongelma, mutta lisääntyneen kuorman siirtäminen vanhoille rakenteille voi olla.

Kattomuotoa muutettaessa rakennuksen ulkonäkö muuttuu merkittävästi. Ulkonäöstä on jokaisella oma mielipiteensä, mutta teräsristikoita ja pilareita käyttämällä rakennuksesta voidaan saada kiinnostavamman näköinen pilarien tuodessa lisää muotoa rakennuksen julkisivuun. Pilarien sijainti saattaa tosin olla melko rajoitettu esimerkiksi rakennuksen ikkunoiden, portaiden tai savupiipun takia.

Mikäli vanhojen rakenteiden kantavuudesta tai kunnosta ei ole tietoa, on niiden lisäkuormitus riskialtista. Teräsristikoilla lisääntynyt kuorma saadaan vietyä maapohjaan suoraan uusien pilarien ja anturoiden kautta. Vanhojen seinärakenteiden kuormitus pienenee suurimman osan lumikuormasta siirtyessä uusille rakenteille. Kattomuodon muutos teräsristikoilla on hyvä myös, mikäli vanhoja rakenteita ei haluta purkaa.

2.1 Ongelmat teräsristikoiden käytössä

Teräsristikoita ei pientaloissa yleisesti käytetä. Syitä tähän on monia. Suurimpana syynä voidaan pitää teräsrakenteen hintaa naulalevyristikoihin verrattuna, vaikkei puu- ja teräsrakenteiden hintoja voikaan suoraan vertailla keskenään teräksellä saatujen muiden etujen takia. Toinen syy on suunnittelun ja toteutuksen vaativuus verrattuna puuristikoihin. Tavallisessa kattomuodon muutoksessa rakennesuunnittelijan tarvitsee vain täyttää naulalevyristikon tilauskaavio ristikkosuunnittelijalle. Teräsrakennesuunnittelutoimistolla ei välttämättä ole resursseja käytettävissä parin ristikon suunnitteluun. Pienen ja monimutkaisen teräsristikkorakenteen kilohinnasta saattaa lisäksi tulla yllättävän suuri, sekä tavallisia naulalevyristikoita tarvitaan myös teräsristikoita käytettäessä.

Ongelmia tuottaa myös teräsrakenteiden paino ristikoiden ja pilarien asennuksessa. Teräsrakenteet vaativat aina nostokaluston työmaalle. Varsinkin pientalon korjausrakentamisessa raskaat teräsrakenteet vaativat lisäksi omat anturat, joista aiheutuu taas uusia työvaiheita puuristikoihin verrattuna. Monella pientalorakentajalla teräksen käyttö ei välttämättä ole niin hyvin hallussa kuin puurakenteet. On myös huomioitava, että teräsrakenteille sallitut toleranssit ovat paljon pienemmät kuin puurakenteille, joten asennustyön on oltava tarkempaa. Työmaahitsejä ei kannata käyttää, mikäli halutaan välttää tulityöt.

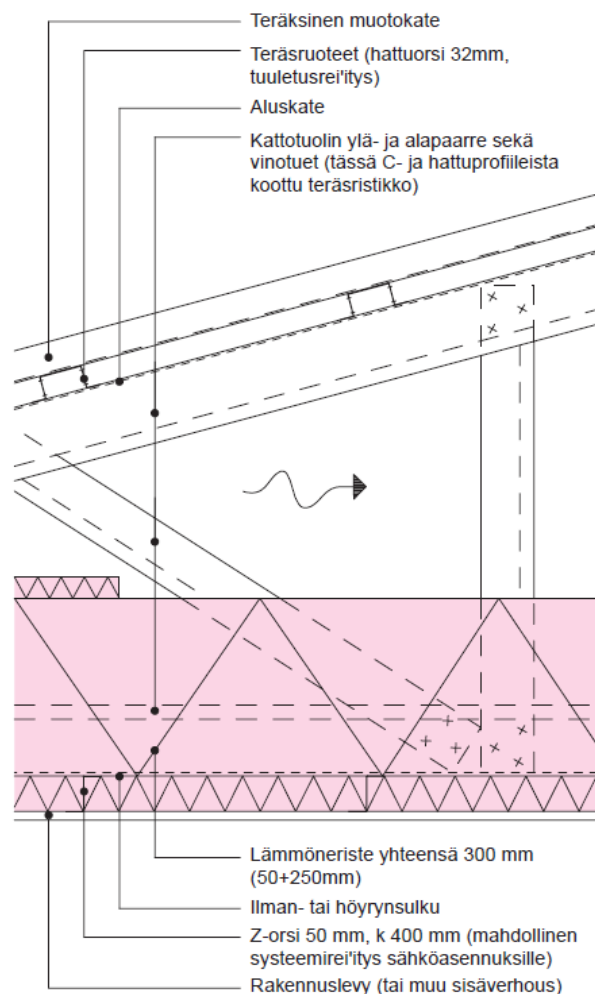
Teräksen ongelmana rakenteissa on aina ollut kylmäsilat. Teräsrakenteissa tämä on hoidettu termorankoja käyttämällä, mutta massiivisemmissä ristikkorakenteissa se ei onnistu. Pilarien ollessa rakennuksen ulkopuolella, voi olla hankala välttää teräksen kylmäsiltaavaikutusta. Tämän työn toteutuksessa ristikot sai kuitenkin vietyä kokonaan lämmöneristekerroksen ulkopuolelle, joten kylmäsiltaavaikutus aiheutuu lähinnä rakenteen jäykistykseen tarittavista teräksistä.

Terästä käytettäessä täytyy muistaa myös, että teräkseen saattaa kondensoitua vettä teräksen lämpötilan ollessa ympäröivän ilman kastepistettä alhaisempi. Tämä on huomioitava esimerkiksi liitoksissa, joissa kylmä teräs tulee eristekerroksen läpi lämpimään sisätilaan. Varsinkin tässä työssä kondensoituminen on otettava huomioon, sillä ullakkotila suunnitellaan aluksi kylmäksi, mutta voidaan myöhemmin eristää asumiskäyttöön soveltuvaksi. Kylmänä vuodenaikana ilman vuotaminen sisältä katon

tuuletustilaan aiheuttaa kosteuden tiivistymistä katon rakenteisiin, eli pakkasella kosteus tiivistyy huurteena, jonka sulaminen voi tiivistymispinnan kastumisen lisäksi aiheuttaa vesivuotoja yläpohjaan, sisätiloihin ja seinärakenteisiin (Sisäilmäyhdistys). Vanhan rakennuksen höyrynsulun kunnosta ei ole tietoa, joten kylmään teräsrakenteeseen tiivistyvät ilmavuodot voivat olla mahdollisia.

2.2 Teräsohutlevyristikot

Puisten naulalevyristikoiden sijaan rakennuksessa voidaan käyttää teräsohutlevyristikoita. Rangoista valmistettuja ristikoita on käytetty lähinnä pientaloissa, asuinkerrostaloissa sekä uudisrakennuksissa että kattomuodonmuutoksissa. Kuvassa 3 on esitetty rakennekuva yläpohjasta, jossa käytetään teräsorsista koottua kattoristikkoa. Kuvan 3 mukaisen ristikon lämmöneristekerrokseen uppoavilla pystytuilla ei ole todettu olevan kylmäsilta vaikutusta. (RT 82-10659)



KUVA 3 Yläpohjarakenne teräsohutlevyrakenteisilla ristikoilla (RT 82-10659)

Teräsohutlevyristikot ovat yleistyneet esimerkiksi Yhdysvalloissa. Teräsrakenteiset kattotuolit tehdään ohutlevyprofiilirangoista, jotka kasataan erilaisilla ruuvi- ja pulttikiinnikkeillä. Teräsohutlevyprofiilirankaristikko on esitettyä kuvassa 4. Näillä ristikoilla voidaan saavuttaa 20 metrin jänneväli. (Miettinen, E. Teräspientalorakentamisessa, 1999, s. 59)



KUVA 4 Ohutlevyprofiilirankaristikko (Miettinen, E. s. 59)

Teräksiset runkorakenteet aiheuttavat lämmöneristekerrokseen kylmäsiltoja. Ohutlevyrakenteilla kylmäsilta vaikutusta pienennetään usein rankoja rei'ittämällä. Yläpohjissa termorankojen käyttö on kuitenkin usein mahdotonta pitkien jänneväliden takia. Tämän takia yläpohjissa käytetään usein rakenteen ulkopuolista eristettä. (Hirviniemi, J. 2001, s. 583)

Maailmalla teräsohutlevyristikot vaikuttavat olevan käytössä, mutta Suomesta en löytänyt yhtään teräsohutlevyristikoiden toimittajaa tai suunnitteluohjetta. Hyvä huomioida myös, että kaikki löytämäni näitä ristikoita koskevat artikkelit ovat yli kymmenen vuotta vanhoja.

3 Katon korotustarpeen arviointi

Yleisin syy pientalon katon korotukseen on halu kohentaa rakennuksen julkisivua. Julkisivuun liittyvät muutokset ovat ajankohtaisia etenkin jos kiinteistö on tarkoitus laittaa myyntiin muutaman vuoden sisällä. Nykyään moni ostajaehdokka tinkii ostohinnasta tasakattoisten rakennusten kohdalla vedoten tulevaan katon korotukseen. Toinen syy katon korotukseen on huoli veden poistumisesta katolta. (Omakotitalon katon korottaminen)

Tämän kohteen katon korotustarpeen syynä ovat sekä ajatus kiinteistön myymisestä, että huoli veden poistumisesta katolta. Katon kallistus on leikkauskuvasta mittaamalla vain 1/64 eli noin 1°, ja katolla on kuvan 5 mukaisesti pieni vettä keräävä painuma hormin vieressä. Tasakattelille ilmestyneet painaumamat voivat kertoa katon huonosta suunnittelusta tai toteutuksesta, mutta katossa olevia rakenteellisia vikoja on usein hankala nähdä päällepäin (Harjakatto – koska tasakatto kannattaa vaihtaa harjakatoksi?). Loivissa katoissa pienikin painuma on vesivuotoriski, sillä vesi voi päästä seisomaan katolla pitkiä aikoja. Paikalleen jäänyt vesi jäätyy talvella ja repii kattuhuovan saumoja.



KUVA 5 Vettä keräävä painuma hormin vieressä

Yläpohjan eristystä on parannettu lisäämällä puhallusvilla, eikä katon nykyisen tuuletuksen toiminnasta ole varmuutta. Katon korotuksen yhteydessä tuuletus on helposti parannettavissa, ja samalla nähdään vanhojen kattoristikoiden kunto. Kattomuotoa muutettaessa täytyy paloturvallisuussyistä vanha kermikate sekä bitumiset laudoitukset poistaa erityisesti loivilta katoilta (RT 85-10738). RT-kortin ohjetta noudattamalla varmistutaan vanhan yläpohjan tuuletuksen paranemisesta, mutta otetaan samalla vanhojen kattoristikoiden yläpaarteiden nurjahdustuet pois. Vanhojen kattoristikoiden kuorma tosin pienenee reilusti lumikuorman siirtyessä uusille kattoristikoille, mutta tarvittavasta tuennasta täytyy joka tapauksessa varmistua.

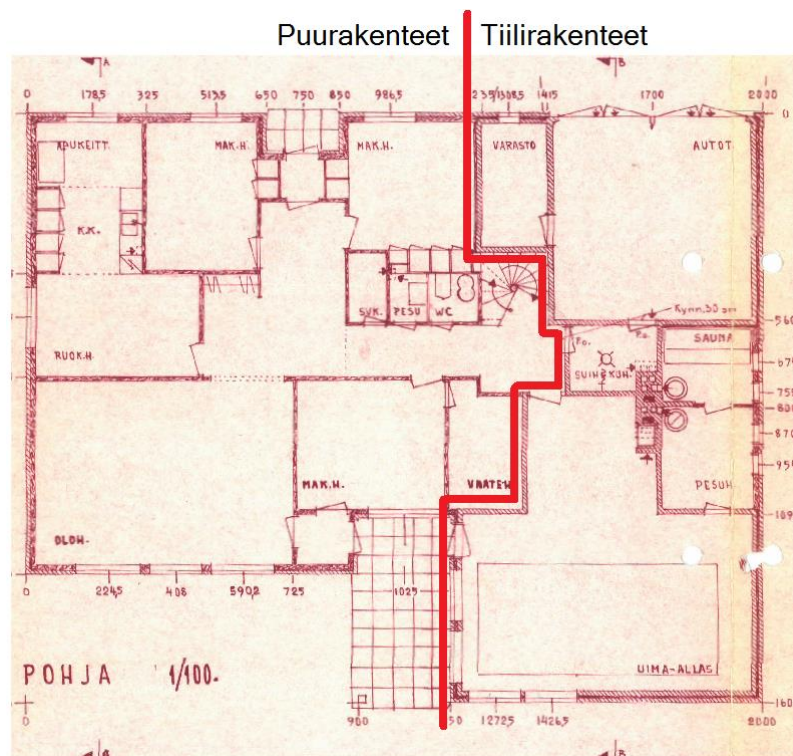
Tilanne jossa tasakatto on muutettu harjakatoksi ja vanha kattuhuopa on jätetty paikoilleen on hankala, sillä se pidättää alapuolisiin rakenteisiin kosteutta ja estää tuulettumisen (Lukander, M). Jos huopakate jätetään paikoilleen, voi aiheutua entistä pahempi homeongelma, koska homeinen rakenne muuttuu lämpimämmäksi ja vanhan katon alustan vähäinen tuuletus häiriintyy (Pirinen, J).

Kattomuotoa muutettaessa mietitään usein myös asuintilan lisäämistä. Paras tapa hyötyä tasakaton vaihtamisesta harjakattoon on rakentaa ylös lisätilaa, sillä etenkin pääkaupunkiseudulla on syntyvien asuineliöiden kustannukset alemmat mitä asuineliöiden arvo on. On myös olennaista tietää onko tontilla rakennusoikeutta vai ei. Rakennuksen olemassa olevat rakenteet ratkaisevat suurelta osin mitä katolle on mahdollista tehdä. Täytyy myös miettiä millaisia portaita pitkin ullakolle tullaan menemään. Usein porrasmalli valikoituu alakerrassa käytettävissä olevan tilan mukaan. (Rytmi Rakennus Oy)

Tämän työn kohde sijaitsee Harjavallassa, joten syntyvien asuineliöiden arvo ei ole samaa luokkaa kuin pääkaupunkiseudulla. Käytettävissä oleva tontti on myös iso, joten asuin- tai varastotilaa on mahdollista lisätä muuallekin kuin ullakolle. Tontille mahtuisi hyvin erillinen autotalli, joten kannattaa harkita myös nykyisen autotallin muuttamista asuintilaksi. Ongelmia aiheuttavat myös portaat, sillä alakerrassa ei näille ole paljoa tilaa. Asuin- tai varastotilaa lisätessä ullakolle täytyisi vanhat kierreportaat luultavasti purkaa, ja hankkia tilalle uudet. Juuri tähän kohteeseen sopivia portaita tuskin löytyy valmiina, joten ne täytyy teettää kohteeseen erikseen.

3.1 Nykyiset rakenteet

Työn kohde on perinteinen L-mallinen 70-luvun omakotitalo. Rakennuksen muoto on esitetty kuvassa 1. Toinen puoli rakennuksesta on tiilirakenteinen ja toinen tolpparunkoinen, osat jakautuvat kuvan 6 mukaan. Terrassin kohdalla katon nurkka on kannatettu tiilipilarilla. Ulkoverhouksena on tiilimuuraus joka seinällä. Rakennuksesta ei ole saatavilla kunnollisia rakennekuvia. Rakennuksen toisessa päädyssä on hormi, jota on jatkettava katon korotuksen yhteydessä.



KUVA 6 Rakennuksen tiili- ja puurakenteiden jaottelu.

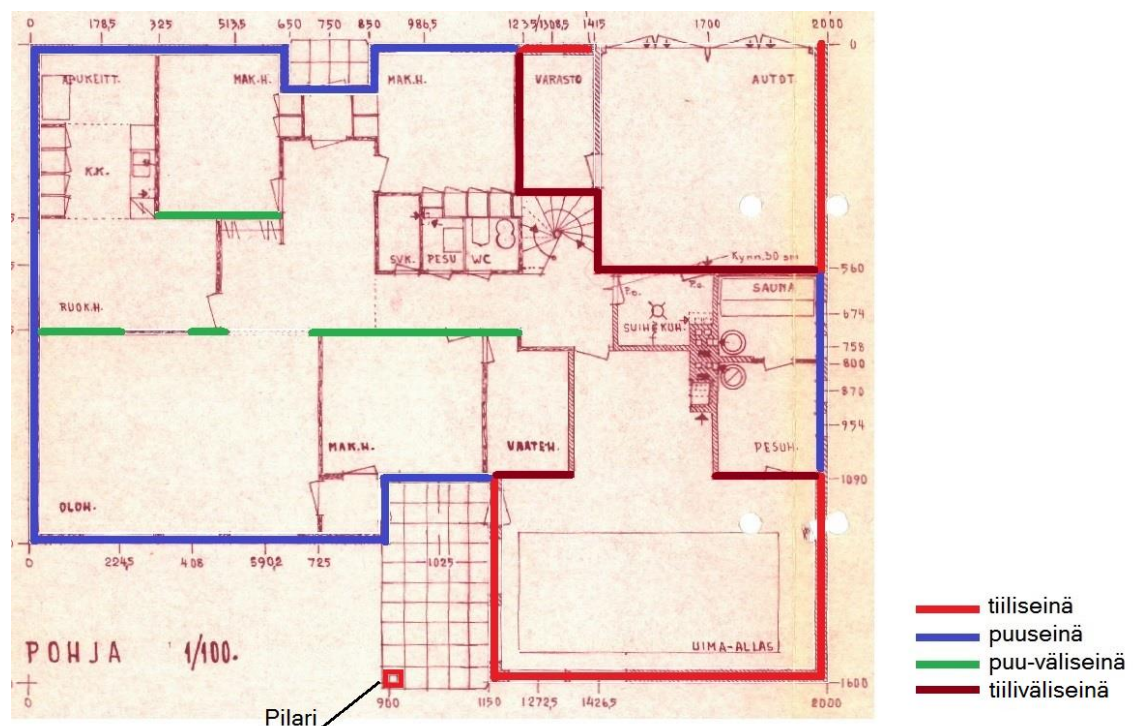
Vanhoja rakenteita ei tämän opinnäytetyön tekemisen aikana pureta, mutta vanhojen puurakenteiden kunnosta on varmistuttava varsinkin, mikäli katon korotus tehdään uusia puuristikoida käyttäen. Aikakauden suunnitteluihanteesta johtuen maanvarainen lattiarakenne on tehty maanpinnan tasoon ja tästä johtuen seinärakenteiden alaosat ovat maanpinnan tasossa (Moilanen, T.).

70-luvun pienrakennuksissa valesokkelin käyttö oli yleistä. Suurin osa tuon ajan valesokkeleista on kunnossa, mutta myös vaurioita esiintyy paljon. Valesokkelirakenteissa ulkoseinän puurunko on lähellä ympäröivän maanpinnan tasoa, joten riskinä on puurakenteiden kosteusvaurioituminen (Koramo, J). Valesokkelin

tunnistaa siitä, että ulko-oven alareuna on 20-40 senttimetriä alempana kuin sokkelin yläpinta (Pirinen, J.). Vaikka suurin osa tuon ajan sokkelirakenteista on kunnossa, on myös tolpparungon alaosan ja alasidepuun kunto tarkastettava varsinkin kuormitetuimmilta alueilta aukkojen vieressä. Vaikka riskirakenteita kohteesta löytyykin, on Munters Oy tehnyt rakennuksessa kosteusmittauksia vuonna 2002, eikä silloin havaittu mitään normaalista poikkeavaa.

3.1.1 Kantavat ulkoseinät

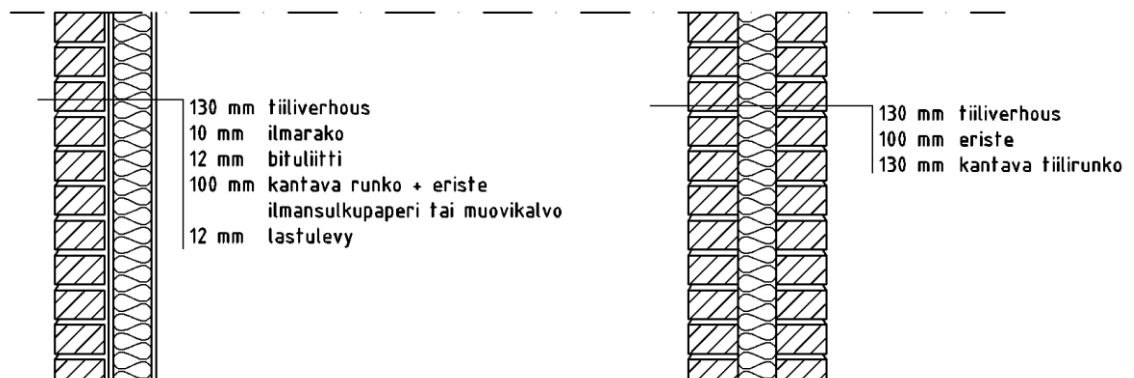
Osa rakennuksen kantavista seinistä on tiilirakenteisia ja osa puurakenteisia. Kantavat seinät on esitetty kantavan materiaalin mukaan kuvassa 7. Huomioitavaa että myös pesuhuoneen ja saunan kohdalla kantava ulkoseinä on puurakenteinen. Kantava runko on puuseinän ja tiiliseinän kohdalla luultavasti hieman eri linjassa. Uuden ulkoverhouksen pinta täytyy saada tällä kohdalla koolauksella oikeaan tasoon, mikäli tolpparunkoa ei saa samaan linjaan koko matkalla.



KUVA 7 Rakennuksen kantavat seinät ja seinien materiaali.

Rakenteita avaamatta ei kantavien seinien rakenteista voi olla täysin varma, mutta hyvin todennäköisesti runkotolppana on 50x100 sahatavara 600 mm:n jaolla.

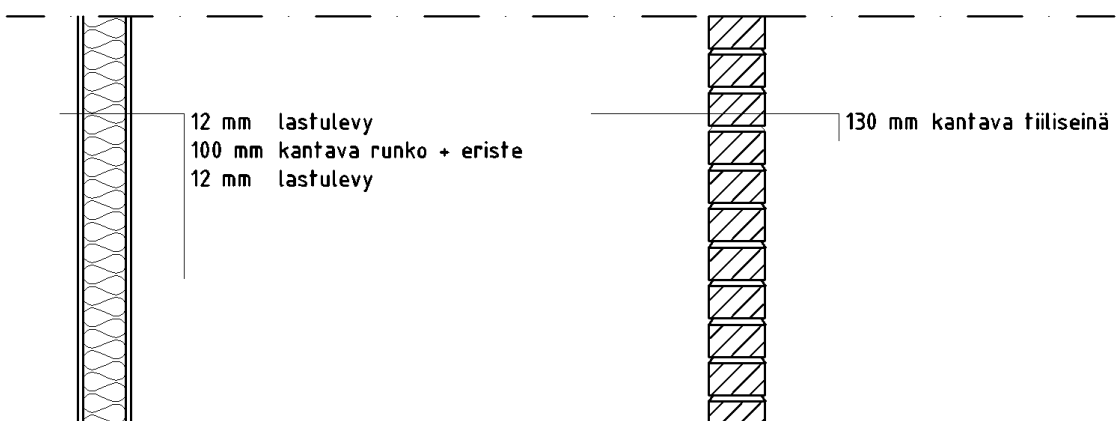
Valesokkelirakenteesta johtuen puurungon alaosan kunto on tarkastettava ennen rakenteen lisäkuormitusta. Kantavat tiili- ja puurakenteiset ulkoseinärakenteet on esitetty kuvassa 8.



KUVA 8 Kantavat ulkoseinärakenteet

3.1.2 Kantavat väliseinät

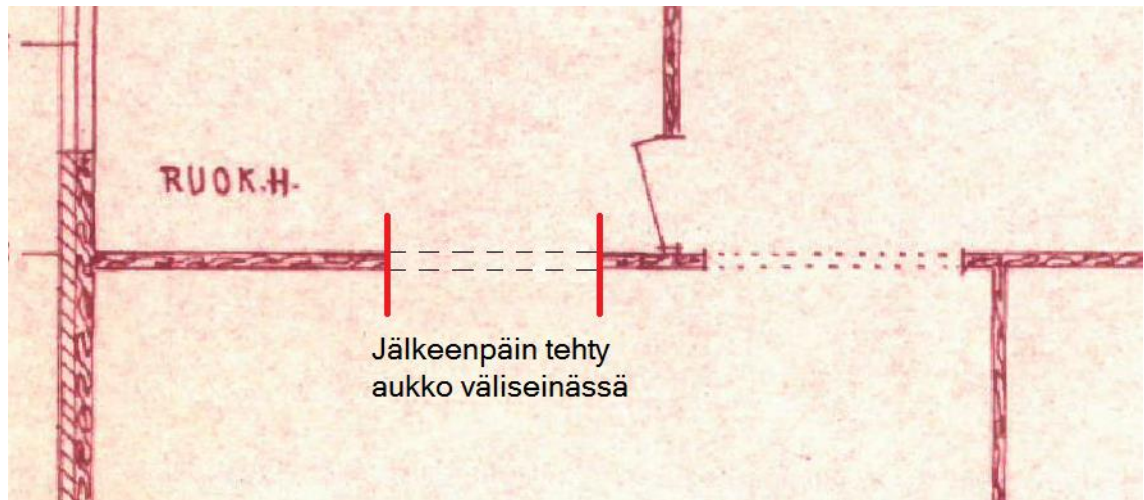
Kantavien puu- ja tiiliväliseinien sijainti on esitetty kuvassa 7, ja väliseinien rakenne kuvassa 9. Kuten ulkoseinien valesokkelirakenteessa, on myös kantavien puuväliseinien alaosassa riski kosteuden pääsystä puuhun maan kautta. Myös kantavien puuväliseinien tolpparungon sekä alasidepuun kunto varsinkin aukkojen kohdalta on tarkastettava ennen kuormitusta.



KUVA 9 Kantava puurunkoinen väliseinä sekä kantava tiilirunkoinen väliseinä

Alkuperäisistä pohjakuvista poiketen kantavaan puuväliseinään on tehty kuvassa 10 esitetty aukko olohuoneen ja ruokailuhuoneen välille. Kantavaa väliseinää hyödynnetään

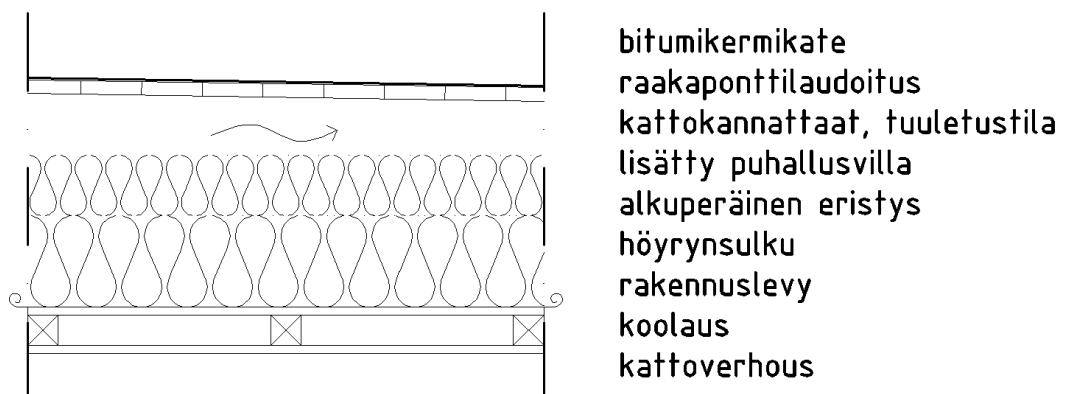
puuristikkototeutuksessa, joten kahden aukon väliseen pätkään tulee melko iso kuormitus. Väliseinää on tältä kohdalta luultavasti vahvistettava. Valittu vahvistustapa esitetään rakennekuvissa.



KUVA 10 Aukko kantavassa väliseinässä

3.1.3 Yläpohja

Yläpohjan tuuletus on puutteellinen 60-luvulla 40 %:ssa ja 70-luvulla 15-20 %:ssa pientaloista (Koramo, J). Tämän lisäksi yläpohjaan on lisätty puhallusvillaa, joten tuuletuksen puutteellisuus on melko todennäköistä. 1:40 tai loivempi katto vaatii minimissään 300 mm tuuletustilan (RIL 107-2012, 103). Nykyinen yläpohja on kuvan 11 mukainen, mutta tuuletustilan korkeudesta ei ole tietoa.



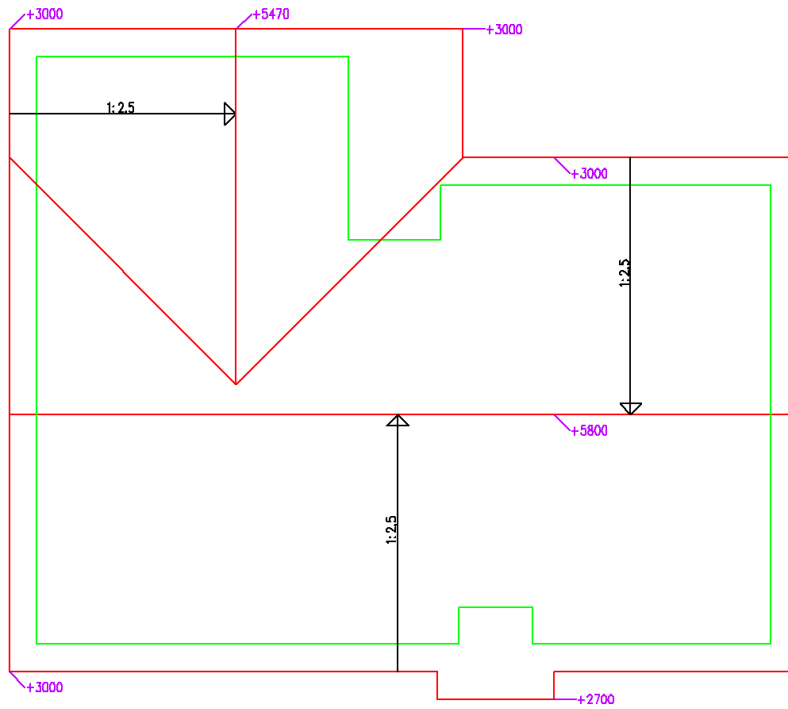
KUVA 11 Nykyinen yläpohjarakenne

4 Tutkittavat toteutustavat

Katon korjaus hoidetaan tämän työn osalta kattomuodon muutoksella, sillä tasakatosta halutaan eroon. Tässä työssä kattomuodon muutos toteutetaan asuintilaa lisäämällä rakennuksen pitkittäissuuntaisilla teräsristikoilla, sekä arkkitehdilta saatujen kuvien mukaan puuristikoilla ilman asuintilan lisäystä. Lisäksi mietitään vaihtoehtoja, mikäli kattomuodon muutosta ei tehdä. Sekä puu- että teräsristikkototeutuksesta on laadittu kustannusarvio, rakennekuvat sekä rakennelaskelmat. Kaikki nämä ovat tämän työn liitteenä. Molempien toteutusten laskennassa käytetyt kuormat ovat liitteessä 1. Rakennekuvat sekä puu- että teräsristikkototeutukselle on tehty alkuperäisten pohja- ja leikkauskuvien mittojen mukaan, joten todelliset mitat täytyy molemmille toteutuksille tarkistaa ennen kuin kuvia voi hyödyntää.

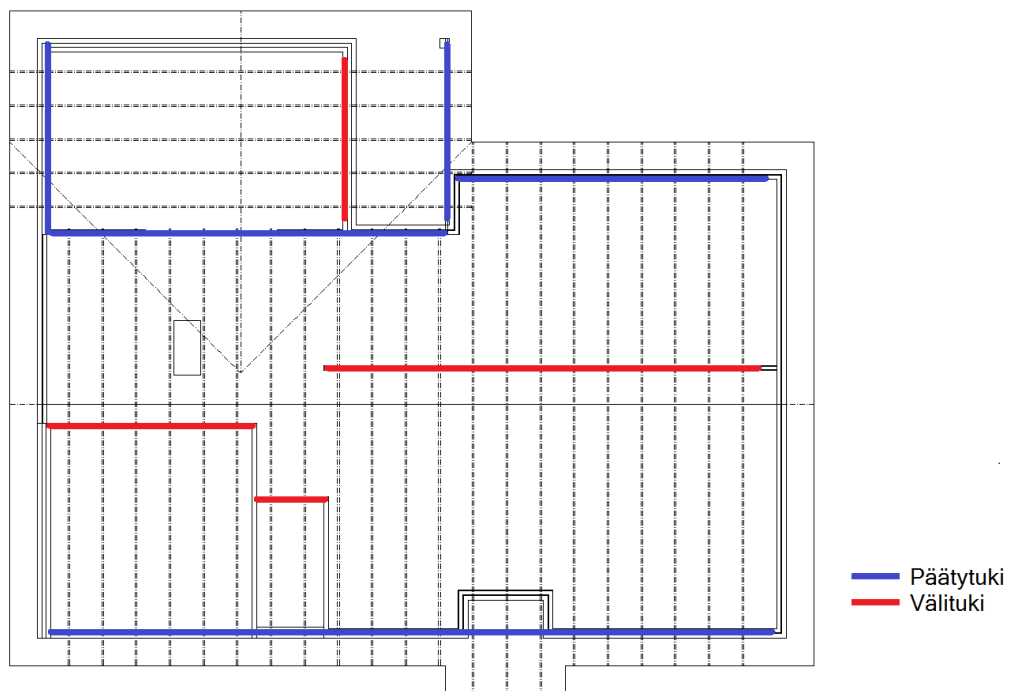
4.1 Kattomuodon muutos puuristikoilla

Puuristikkototeutukseen sain kattomuodon ja korot arkkitehdilta. Arkkitehdin määrittämä luonnos kattomuodosta on esitetty kuvassa 12. Luonnoksessa näkyvät korot eivät kuitenkaan luultavasti onnistu. Määritinkin liitteenä 2 oleviin rakennekuviin korkeusaseman kattoristikoiden alapinnan tason mukaan. Alkuperäisellä korkotasolla osa uuden katon tukirakenteista menisi luultavasti osittain päällekkäin vanhojen kattoristikoiden kanssa. Liitteenä olevat rakennekuvat on tehty arkkitehdin luonnoksen mukaan, joten mikäli tämä toteutus päätetään tehdä, on arkkitehtiin otettava uudelleen yhteyttä, ja sovittava katon korkeusasema ja seinien verhoilu lopullisten kuvien mukaan.



KUVA 12 Arkkitehdin määrittämä kattomuoto

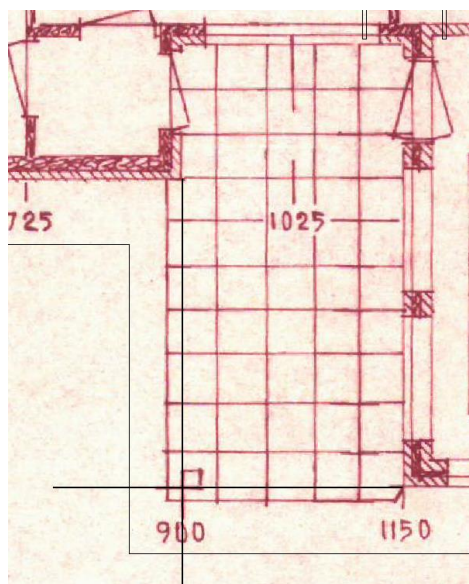
Uudet kattoristikot asennetaan kuvan 13 mukaisesti siten, että takkahuoneen kattoristikot menevät eri suuntaan rakennuksen muihin kattoristikoihin nähden. Vanhat kattoristikot menevät koko rakennuksen alueella samaan suuntaan. Kuvassa 13 näkyvät tuet täytyy huomioida kattoristikoita tilatessa.



KUVA 13 Kattoristikot ja niiden laskennassa huomioidut tuet

Toteutuksen suunnittelussa ei ole ollut varmuutta vanhoista rakenteista, joten pohjakuvaan on kirjoitettu vahvistettaville kohdille vaadittu runkotolppamäärä. Runkotolppien määrä kuormitetuilla kohdilla on tarkastettava ennen kuormitusta, ja samalla tarkastetaan tolppien kunto. Runkotolpan kestävyys on laskettu C18 lujuusluokan 50x100 sahatavaraalle, 2800 mm korkeana ja heikompaan suuntaan nurjahdustuettuna. Laskenta-arvoksi Yhden runkotolpan kestävyydelle sain SKLO-laskentaohjelmalla 15,7 kN käyttöluokassa kaksi keskipitkällä aikaluokalla. Tällä toteutuksella hyödynnettävän kantavan väliseinän alasidepuun leimapaine tuli kuitenkin määräävämmäksi kuin itse runkotolpan kestävyys. Aukkopalkkeina käytin Finnwood-ohjelmalla mitoitettuja kertopuupalkkeja. Puurakenteiden laskennat on esitetty liitteissä 3.

Katoksen kohdalle tulevan 400 mm korkean kertopuupalkin alapinta täytyy asentaa nykyistä vesikattoa alemmas vanhan kattoristikon viereen, ettei katon korkeus kasva liikaa. Palkin toinen pää tuetaan tiilipilarin päälle. Palkin toista päätä ei pysty tukemaan lähimmälle seinälle kuvassa 14 näkyvän tiilipilarin sijainnin vuoksi. Palkkia madaltamalla asennus onnistuisi kokonaan vanhan vesikaton päälle, mutta tällä jännevälillä palkin taipuma kasvaa liian korkeaksi. Suurta kuormaahan palkille ei tule, sillä viereistä ulkoseinälinjaa hyödynnetään kattoristikoiden tukena. Tätä työtä tehdessä en päässyt varmistamaan, onko kuvassa 14 näkyvä takkahuoneen ikkunoiden välinen seinäpätkä puurakenteinen, vai tiilirakenteinen kuten vanhoissa kuvissa näkyy. Mikäli kohta onkin puurakenteinen, täytyy sen kohdalla olla kaksi runkotolppaa.



KUVA 14 Tiilipilarin sijainti ei ole linjassa lähimmän kantavan seinän kanssa

Takkahuoneen aukkopalkki määrittelee tukirakenteiden korkeustason. Tukirakenteiden ylin piste on rakennekuvien nollassa, sillä katon todellinen korkeus ei ole tiedossa. Katon jiirialueen kattomuoto rakennetaan paikalla naulalevyristikoiden päälle. Jiirialueen kuormitus täytyy huomioida kattoristikoiden tilatessa, ja jiirialueen lisälumikuormasta mainittava. Ennen uusien kattoristikoiden asennusta korotetaan savupiippu oikeaan korkoon. Kattoristikot asennetaan seinälinjoilla uuden tolpparungon päälle, ja kantavien väliseinien ja katoksen kohdalla kertopuupalkkien päälle. Vanha bitumikermi poistetaan ja aluslaudoitusta poistetaan sen verran, että tuuletus toimii.

4.1.1 Puuristikkototeutuksen edut ja haasteet

Puuristikoilla toteutettuja kattomuodon muutoksia on tehty paljon, joten tämä on urakoitsijoille ennestään tuttu tapa. Tästä on hyötyä urakoitsijaa etsiessä. Lisäksi katon räystäskorkeus pystytään puuristikkototeutuksella pitämään melko matalana, joten katto ei näytä liian paksulta. Rakennuksen ulkonäkö kuitenkin muuttuu, joten toimenpide on luvanvaraista.

Puuristikkototeutuksella on tiedettävä nykyisten rakenteiden kunto. Vanhoja rakenteita joudutaan siis avaamaan sisäkautta varsinkin jokaisen aukon kohdalta. Kaikki uudet kuormat kulkevat vanhojen rakenteiden kautta anturoille. Kattomuodon muutoksen mahdollistama asuin- tai varastotila jätetään tässä tapauksessa käyttämättä. Asuintilan lisääminen kuormittaisi vanhoja rakenteita ennestään, joten myös seinälinjoja saatettaisiin joutua vahvistamaan. Asuintilan lisääminen tällä toteutuksella saattaisi olla myös ristikkosuunnittelijalle haastavaa, sillä jänneväli on yli 12 metriä, ja portaiden kohdalta osa alapaarteista jouduttaisiin katkaisemaan. Asuintilaa lisätessä jouduttaisiin tilaamaan useita erilaisia kattoristikoiden. On myös huomioitava, että mikäli toteutus tehdään tämän suunnitelman mukaan, täytyy aukkopalkkeille ja runkotolpille kattoristikoilta tuleva todellinen tukireaktio varmistaa naulalevyristikkosuunnitelmasta.

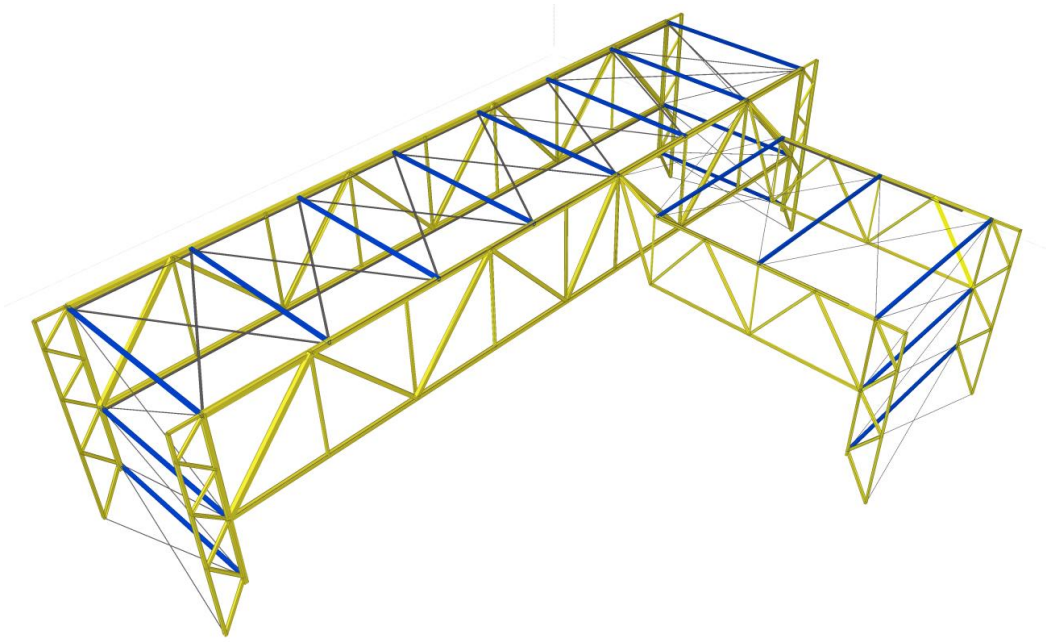
4.1.2 Puuristikototeutuksen kustannusarvio

Kattoristikot ovat halpoja, mutta kattomuodon ja välitukien vuoksi tässä joudutaan tilaamaan kolmea tai neljää erilaista kattoristikkoa. Kustannusarvio puuristikoilla toteutettuna on esitetty liitteessä 4. Kustannusarvio ilman arvonlisäveroa on 34,6 tuhatta euroa. Kustannuksissa on kuitenkin hyvä varautua yllätyksiin, mikäli esimerkiksi seinissä tai vanhassa yläpohjassa havaitaankin kosteutta tai muita ongelmia.

Suurin yksittäinen kustannustekijä on konesaumattu peltikate, joka muodostaa asennettuna noin puolet kustannuksista. Sama katemateriaali on käytössä myös teräsristikkototeutuksessa. Kattomateriaalin vaihtamalla huopalaattakatteeksi saadaan kustannuksista noin 3500 euroa pois. Uusi kattopinta-ala on kuitenkin lähes 350 m², joten katemateriaalin ja katteen asennuksen kustannukset ovat joka tapauksessa korkeat. Kun katon pinta-alana laskennassa käytetään alkuperäisen katon 290 m² pinta-alaa, saadaan yhdelle neliömetrille tällä toteutuksella arvoksi 119,31 euroa.

4.2 Kattomuodon muutos teräsristikoilla

Työn toimeksiantajana on teräsrakennesuunnitteluun painottuneen yrityksen toimitusjohtaja, joten on luonnollista että teräsrakenteiden käyttömahdollisuutta harkitaan myös tässä työssä. Kattomuodon muutos teräsristikoilla pyrkii vanhojen rakenteiden kuormituksen minimoimisen lisäksi näyttävyyteen. Teräsrakenteinen runko on esitetty kuvassa 15. Rakenteessa pidempien ristikoiden väli on tarkoitus käyttää asuintilana. Takkahuoneen päälle tulevat matalammat ristikot kannattelevat vain vesikattorakenteita. Puuristikototeutukseen arkkitehdiltä saatu luonnos kattomuodosta ja katon korkeudesta ei riittänyt tähän toteutukseen. Samaa kuvassa 10 näkyvää kattomuotoa on kuitenkin sovellettu tähän toteutukseen eri korolla ja kaltevuudella. Tällä toteutuksella saatu asuintila on tarkoitus voida jättää aluksi kylmäksi varastotilaksi, mutta sen eristäminen asuinkäyttöön myöhemmin on oltava mahdollista. Rakennekuvat on tehty tuleva lämmin asuintila huomioiden.



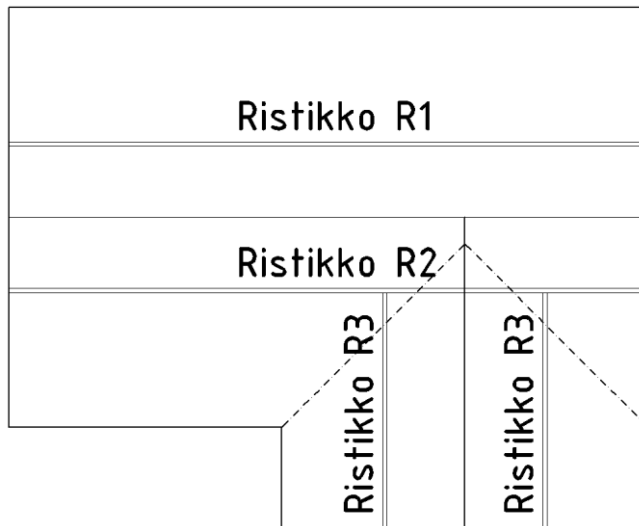
KUVA 15 Teräsrunko

Rakenne pystytetään nykyisen rakennuksen päälle omien pilareiden ja uusien anutroiden varaan. Toteutustavalla on tarkoitus purkaa tai kuormittaa mahdollisimman vähän vanhoja rakenteita. Purettavaksi tällä toteutustavalla jää lähinnä vanhan bitumikermin poistaminen. Bitumikermin poistolla huolehditaan myös tuuletuksen parantamisesta. Rakennuksen nykyiset pienet kuvassa 16 esitetyt räystäät voidaan jättää purkamatta, kunhan huolehditaan, ettei sadevesi pääse vanhalle katolle. Rakenteet näkyvät tarkemmin rakennekuvista liitteessä 5. Teräsrakenteiden asennuskuvat ovat liitteessä 6, mutta nämä ovat tässä vaiheessa melko hyödyttömät, sillä liitoksia ei ole mallinnettu eikä osia numeroitu. Teräsrungon päämitat kuvissa on selvillä, mutta osien paikka saattaa muuttua hieman liitosten mallinnuksen jälkeen.



Kuva 16 Rakennuksen nykyiset räystäät

Teräsristikoiden laskenta on jaettu liitteissä kolmeen osaan kuvan 17 mukaan. Laskenta ristikosta R1 on liitteessä 7. Liitteessä 8 on laskenta ristikosta R2, ja liitteessä 9 on laskettu takkaristikon päälle tulevat ristikot R3. Ristikoiden kuormitukseen on käytetty liitteessä 1 esitettyjä kuormia. Ristikoiden laskenta on tehty FEM-Design –mitoitushjelmalla. Ristikoiden kuorma on sen verran pieni, että joissakin tilanteissa ristikoiden alapaarteisiin saattaa tulla puristusta. Tällaisissa tilanteissa nurjahduspituutena on useimmiten koko alapaarteen pituus (Witting, K).



Kuva 17 Ristikoiden laskenta

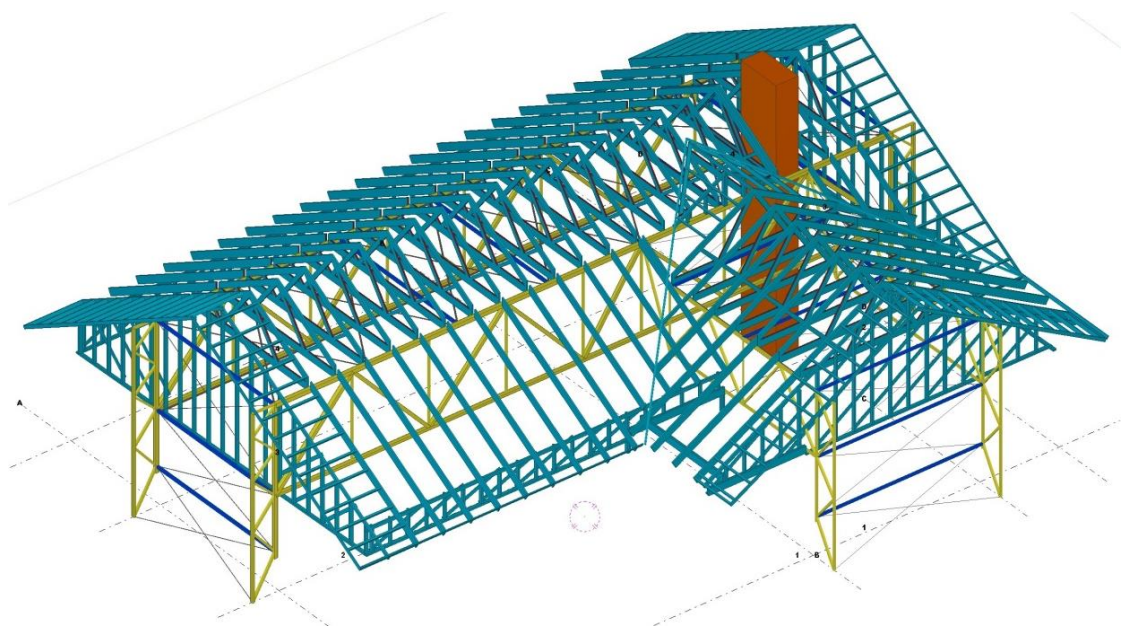
Vanhojen rakenteiden kuormitus pienenee lumikuorman siirtyessä lähes kokonaan teräsrakenteille. Liitteenä 5 olevassa pohjakuvassa näkyy vahvistusta vaativat rakenteet tällä toteutuksella. Puutoteutuksessa hyödynnettyä kantavaa väliseinää ei tällä toteutuksella tarvita. Takkahuoneen viereisen katoksen alueella kuormia ei saada teräsristikoille, joten kuormat viedään kertopuupalkkien kautta vanhoille rakenteille. Kertopuupalkkia tarvitaan myös sisäänkäyntiaukon kohdalla. Teräsristikkototeutuksen kertopuupalkkien laskenta on esitetty liitteissä 10. Vanhat kattoristikot on portaiden kohdalta katkaistava, joten tältä kohdalta vanhat kattoristikot täytyy tukea.

Näyttävyyden vuoksi tavallisten HEA-pilareiden sijaan rakenteessa käytetään putkiprofiilista rakennettavia ristikkopilareita. Kattoristikot eivät puurakenteiden alta jää näkyviin. Pilarit ovat alapäästään nivelellisiä, ja jäykästi kiinni kattoristikossa. Takkahuoneen päällä olevat ristikot ovat toisesta päästä nivelellisesti kiinni kattoristikon yläpaarteessa. Ristikkopilarit toimisivat paremmin, mikäli alaosan viiste olisi toisin päin. Tässä kuitenkin suunta kuvan 14 mukainen, koska pilarit halutaan mieluiten kokonaan

uusien räystäiden alle, ja näin tulevat anturat saadaan kauemmas vanhoista rakenteista. Pilareiden laskennat ovat ristikoiden laskentojen kanssa samoissa liitteissä 7, 8 ja 9.

Rakenteiden jäykistys on hoidettu teräsrakenteilla. Jäykistysmitoitus löytyy liitteestä 11. Jäykistys toimii puristetuilla putkiprofiileilla, sekä vedetyillä terästangoilla ja lattateräksillä. Lattateräksiä käytetään katon jäykistykseen puisten kattoristikoiden ja kattoverhoilun välissä. Putkiprofiilit sijaitsevat asuintilan kohdalla eristetilassa. Kylmäsilta vaikutusten vähentämiseksi yritin hoitaa asuintilan jäykistykseen levytyksellä, mutta kiinnikkeille kohdistui liian suuri leikkausrasitus levytyksen ollessa vain viisi metriä leveä. Yläpohjan U-arvoa en laittanut liitteeksi, mutta U-arvoksi tulee 450 mm puhallusvillalla ja 45 mm Isover REK-31 eristelevyllä 0,0885 W/m²K. U-arvon laskennassa ei kuitenkaan ole huomioitu kylmäsilta vaikutuksia. Vaatimus on 0,09 W/m²K, joten pienille kylmäsilta vaikutuksille on varattu hieman tilaa.

Ilman puurakenteita ei tätäkään toteutusta voi tehdä. Teräsristikoiden väleihin tarvitaan noin viiden metrin naulalevyristikot. Ristikoiden ulkopuolelle jäävä katto kannatellaan kertopuupalkeilla. Rakenne kantavien puurakenteiden kanssa näkyy kuvassa 18. Välipohjapalkkeina on käytössä 300 mm korkeat kertopuupalkit. Lattiapalkkien mitoitus on liitteessä 12. Lattiapalkkien värähtelymitoitus vaatii lisäksi jäykistelinjan palkkien keskelle. Värähtelyn oleellisuutta voi kuitenkin tässä työssä miettiä teräsristikoiden päällä olevan lattian värähdellessä joka tapauksessa.



KUVA 18 Kantavat rakenteet teräsristikototeutuksessa

Kaikki rakenteen vaatimat laskelmat ovat tämän työn liitteenä. Puurakenteiden osalta laskentaan on käytetty Finnwood-mitoitusohjelmistoa. Teräsrakenteiden mitoitus on tehty Strusoftin FEM-Design-laskentaohjelmalla. FEM-Designilla on laskettu ristikoiden profiilien käyttöasteet, sekä tuotettu laskelmat ristikoiden ja pilareiden paarteista eurokoodin mukaisesti. Rakenteiden alustava mitoitus on liitteenä, ja putkiprofiilien alustavaan mitoitukseen käytin Ruukin rakenneputket kirjaa. Liitteenä olevat asennuskuvat on piirretty Autodeskin AutoCad-ohjelmalla, ja rakenteiden 3D-mallinnus on tehty Tekla Structures –mallinnusohjelmalla. Teklan kautta on myös tuotettu alustavat asennuskuvat teräsrakenteisiin, mutta nämä saadaan valmiiksi vasta liitosten mallinnusten jälkeen.

4.2.1 Terästoteutuksen edut ja haasteet

Rakennuksen muoto, katos sekä savupiipun ja portaiden sijainti toivat oman haasteensa toteutuksen suunnitteluun. Savupiippu, portaiden sijainti ja kattomuoto määräsivät pidempien ristikoiden sijainnin. Takkahuoneen yläpuolelle tulevien teräsristikoiden päällä olisin käyttänyt samoja naulalevyristikoita kuin pidemmälläkin ristikoilla, mutta pilari ei mielestäni voi sijaita suoraan ikkunan edessä. Tästä syystä takkahuoneen ristikot ovat hieman etäämmällä toisistaan kuin pidemmät ristikot. Rakennuksen muoto määritteleeikin pitkälti millainen teräsrunko sen päälle voidaan tehdä.

Selkeimmät hyödyt kattomuodon muutoksesta teräsristikoilla on helppo asuintilan lisäysmahdollisuus, sekä vanhojen rakenteiden kuormituksen vähentäminen. Asuintilan lisäys onnistuu myös puuristikoilla, mutta silloin vanhojen rakenteiden kuormitus kasvaa reilusti. Hyötynä teräsristikkototeutuksessa on myös se, että vanhoja rakenteita ei tarvitsisi vahvistaa, tosin tässä kohteessa katosalue on vahvistettava kummassakin tapauksessa.

Haasteena teräsrakenteissa on myös teräksen kylmäsiltaavaikutus. Tässä toteutuksessa teräsrakenteet pystyi kuitenkin viemään lähes täysin lämmöneristeiden ulkopuolelle. Jäykistyksestä aiheutuu pieniä kylmäsiltoja yläpohjassa. Puristetut putkiprofiilit kulkevat lämmöneristeen alapinnassa kylmien teräsristikoiden yläpaarteiden välissä. Kylmäsiltaavaikutusta pienentää kuitenkin liitoslevy ristikon yläpaarten ja jäykistyksen

puristussauvan välissä. Pieniä kylmäsilta vaikutuksia aiheutuu myös eristeen alapuolella kulkevista vedetyistä lattateräksistä. Mikään teräsrakenteista ei kuitenkaan jää näkyviin asuintilan sisäpuolelle.

Suunnittelun kannalta teräsristikototeutus on huomattavasti työläämpi kuin puuristikototeutus. Tosin suunnittelun kustannukset ovat melko pieni osa koko hankkeen kustannuksista. Suunnittelun ongelmia tämän työn osalta lisäsi myös tiedon puute rakennuksen todellisista mitoista, joten rakennuksen todelliset mitat täytyykin selvittää ennen kuin rakennekuvia ja teräsristikon mittoja voi hyödyntää. Lisäksi kohteen katon pinta-ala on suuri, joten toteutuksesta tulee joka tapauksessa kallis. Pahin ongelma tässä toteutuksessa onkin kuitenkin hinta, josta kerron lisää seuraavassa kappaleessa.

4.2.2 Terästoteutuksen kustannusarvio

Kustannukset teräsristikototeutuksella ovat huomattavasti suuremmat kuin puuristikoilla. Tosin kustannuksia ei suoraan voi keskenään vertailla, sillä terästoteutuksella saavutetaan muita hyötyjä. Materiaaleja kuitenkin kuluu tällä toteutuksella melko paljon, ja työvaiheita on useita puuristikototeutukseen verrattuna.

Kustannuslaskelma teräsristikototeutuksesta on esitetty liitteessä 13. Kustannusarvio ilman teräsrakenteita on arvonlisäverottomana noin 57 tuhatta euroa. Terästä työssä on käytössä noin 5750 kiloa, käytössä olevat profiilit kilomäärineen löytyy liitteestä

14. Jos teräkselle ajatellaan hinnaksi esimerkiksi kolme euroa kiloa kohden, tulee kokonaiskustannuksista yhteensä 74 tuhatta euroa. Jos katon neliömääränä käytetään laskennassa alkuperäisen katon 290 m² pinta-alaa, tulee terästoteutukselle kaikkineen yhden neliön arvoksi 255,17 euroa.

4.3 Kattomuodon muutosta ei tehdä

1960-70-luvuilla rakennettiin isot neliömäärät yhteen kerrokseen. Jos niiden päälle vedetään harjakatto, kattorakenteesta tulee helposti kookas ja kallis (Ravea, H.) Katon läheistyessä elinkaarensa päätä, on peruskorjaus kuitenkin toteutettava ennen kuin kattovuodot alkavat aiheuttaa vahinkoja muille rakenteille (Kattoliitto). Tasakattoisen

yläpohjarakenteen korjaaminen toimivaksi ei kuitenkaan ole taloudellisesti järkevää, joten vesikattorakenteet muutetaan usein harja- tai aumakatoiksi (Moilanen, T.). Kattomuodon muutosta puoltaa myös lisälämmöneristetyin yläpohjan tuuletuksen paraneminen, ellei nykyisen tuuletuksen toiminnasta saada varmuutta.

Nykyisen katon kaltevuus on niin loiva, että mikäli kattomuodon muutosta ei tehdä, täytyy katon kallistus korjata vähintään painuman kohdalta. Nykyisellä kallistuksella vesi lammikoituu helposti, ja jäätyessään hiljalleen avaa bitumikermin saumoja. Kuvassa 19 näkyy veden lammikoituminen muuallekin kuin hormin viereiseen painumaan. Kattoliitto suosittelee kaltevuuskorjauksia aina kun katolla esiintyy lätäköitymistä tai katto on alun perin tehty loivemmaksi kuin 1:80 (Kattoliitto). Ennen korjaustoimenpiteitä on kuitenkin katossa hormin vieressä olevan painuman syy selvitettävä, ettei ongelma tule uudestaan esille korjauksen jälkeen. Valmiillekin vesikatolle voi kuitenkin jäädä paikallisesti vähäisessä määrin vettä lähinnä vedeneristyksen saumoista johtuen, ei kuitenkaan yli 15 mm (Kattoliitto).



KUVA 19 Vettä kerääviä lammikoita katolla

5 Toteutuksen vertailu puuristikoiden ja teräsristikoiden välillä

Vaikka sekä teräs- että puutoteutuksella lopputuloksena on kattomuodon muutos loivasta pulpettikatosta harjakatoksi, on vaihtoehtoja melko hankala verrata keskenään. Yleensä kattomuodon muutoksesta katon korjauksen yhteydessä hyödytään eniten asuintilan lisäyksellä, joka tässä tapauksessa jätetään puuristikototeutuksessa käyttämättä. Asuintilan lisääminen saadaan onnistumaan myös puuristikototeutuksella, mutta tämä olisi vaatinut vielä järeämpää vanhojen rakenteiden tuentaa, ja tarkempaa tutkimista myös ulkoseinien kestävydestä.

Suunnittelun laajuudessa terästoteutus on selkeästi suuritöisempi. Tosin terästoteutuksella vanhojen rakenteiden kuormitus suurimmaksi osaksi pienenee, joten kohteen rakenteiden ja niiden kunnan selvittäminen ei ole yhtä olennaista kuin puuristikototeutuksessa. Suurin osa lumikuormasta siirtyy teräsrakenteiden kautta uusille anturoille. Uudet anturat taasen ovat yksi monista terästoteutuksen hintaan vaikuttavista lisätyövaiheista puutoteutukseen verrattuna.

Kustannuksiltaan puuristikototeutus on vain noin puolet teräsristikototeutuksen hinnasta. Hintoja vertaillaessa täytyy kuitenkin ottaa huomioon teräsristikototeutuksella saatujen lisäneliöiden arvo. Lisäneliöiden arvoa miettiessä on huomioitava asuinneliöiden arvo kohteen paikkakunnalla. Laajan kattopinta-alan vuoksi kattomuodon muutoksesta tulee joka tapauksessa kallis.

Toteutuksia vertaillaessa on arvioitava myös toteutusten ulkonäköä. Puuristikototeutuksessa kattomuodon muutos on selkeästi hillitympi. Terästoteutus on korkeampi, ja hakee näyttävyyttä ristikkopilareiden avulla. Terästoteutus purkaa mahdollisimman vähän vanhoja rakenteita, joten nykyiset pienet räystäät on tässä toteutuksessa jätetty uusien räystäiden alle. Vanhat räystäät ovat kuitenkin helposti purettavissa myöhemmin, mikäli uusi katto räystäään yläpuolella näyttää liikaa jälkeensä lisätyltä. On hyvä huomioida myös teräsrakennesuunnitteluyrityksen johtajan imagosyyt kattomuodon muutoksen hoitamisesta teräsrakenteisena.

6 Kannattaako kattomuodon muutosta teräsristikoilla myydä eteenpäin?

Katon korottamisessa ei ole olemassa mitään pakettiratkaisuja, jotka sopisivat käytettäväksi jokaisessa kiinteistössä, vaan katon korotuksen mahdollisuus tulee tutkia aina tapauskohtaisesti. (Harjakatto – koska tasakatto kannattaa vaihtaa harjakatoksi) Pienellä lisäkehityksellä teräsristikkototeutuksesta voisi saada juurikin tällaisen lähes joka kohteeseen sopivan ja helposti hinnoiteltavan vanhan rakennuksen päälle asennettavan pakettiratkaisun. Myös suunnitteluosuus nopeutuisi muutaman kohteen jälkeen.

Tämä kohde oli haastavuutensa vuoksi erinomainen teräsristikkototeutuksen kannattavuuden arvioinnissa. Työn kohde on L-mallinen, joten teräsristikoita tarvitaan kaksi kappaletta enemmän suorakulmaiseen rakennukseen verrattuna. Tämä tekee kohteesta kalliimman nostamalla teräksen kilomäärää ja vaatimalla ylimääräiset pilarit, anturat, naulalevyristikot ja kertopuupalkit. Ylimääräiset kuormat takkahuoneen päälle tulevilta ristikoilta täytyy ottaa huomioon myös rakenteen jäykistyksessä.

Myös savupiipun ja portaiden sijainti voi joissakin kohteissa tulla ongelmaksi. Tässä kohteessa savupiipun ja portaiden paikka määräsi ristikoiden ja pilarien sijainnin. Ristikoiden vieminen vielä kauemmas toisistaan olisi tehnyt katon kaltevuudesta erittäin jyrkän, sekä vaatinut huomattavasti järeämmän välipohjapalkiston. Ristikoiden vieminen lähemmäs toisiaan olisi vienyt ristikot savupiipun ja portaiden päältä, pienentänyt saadun asuutilan määrää, sekä vienyt suuremman osan uudesta kuormasta vanhoille rakenteille.

Tavallisen nelikulmaisen rakennuksen kattomuodon muutosta teräsristikoilla olisi varmasti helpompi myydä eteenpäin, sillä joka kohteeseen sopiva pakettiratkaisu olisi helpompi. Teräksen osalta suorakaiteen muotoinen rakennus vaatisi vain kaksi identtistä teräskehää, joiden päälle asennetaan puurakenteet teräsosiin valmiiksi tehtyihin liitoskohtiin. Myyntivaltteja tuotteelle olisivat mahdollisimman vähäinen koskeminen vanhoihin rakenteisiin, vanhojen rakenteiden kuormituksen väheneminen, sekä asuutilan lisääminen. Suunnittelukin olisi helpompaa yksinkertaisemmalla kattomuodolla. Vanha kattohuopa voisi olla suurimmaksi osaksi mahdollista purkaa vasta uuden vesikatteen valmistuttua.

Tuotteen myyntimahdollisuuksia miettiessä on huomioitava kysyntä kattomuodon muutoksille, sekä saatujen asuinneliöiden arvo kohteen paikkakunnalla. Varsinkin pääkaupunkiseudulla toteutuksella saatavat asuinneliöt ovat arvokkaita.

7 POHDINTA

Tämän työn tekeminen oli mielenkiintoinen mahdollisuus kokeilla teräsrakenteiden käyttämistä asuinrakennuksen kattomuodon muutoksessa. Rakennekuvien ja rakennelaskelmien osalta sekä naulalevyristikko- että teräsristikkototeutuksessa työssä oli omat ongelmansa, mutta tavoitteisiin päästiin hyvin. On kuitenkin hyvin vaikea sanoa, pystyykö kattomuodon muutosta teräsristikoilla myymään eteenpäin. Myyntimahdollisuuksiin vaikuttaa lähinnä asuineliöiden arvo kohteen paikkakunnalla, rakennuksen muoto, sekä tarve kattomuodon muutokselle. Kovin suurta kysyntää tuotteella ei olisi, mutta on hyvä huomioida myös tällainen toteutusvaihtoehto kattomuodon muutokselle. Varsinkin mikäli vanhoja rakenteita ei jostain syystä pystytä kuormittamaan, on kattomuodon muutos teräsristikoilla loistava vaihtoehto.

Teräsristikkototeutuksella voisi olla myös mahdollista korottaa rakennukseen kokonaan uusi kerros viemällä teräsristikot näyttävästi rakennuksen ulkoseinien ulkopuolelle. Rakennuksen ulkonäkö muuttuisi reilusti, mutta kaikki uudet kuormat saisi vietyä suoraan uusille anturoille. Ongelmaksi tulisi kuitenkin välipohjapalkiston jänneväli, ellei käytetä kolmatta teräsristikkoa, tai mikäli palkkeja ei saada tuettua myös vanhan kantavan väliseinän päälle. Teräsrakenteet avaavat monia mahdollisuuksia myös pienrakennuksilla, mutta vanhat rakenteet määrittävät pitkälti mihin teräsrakenteet on mahdollista sijoittaa.

Työn tekijälle työ oli erittäin opettavainen. Työn aikana opin rakennekuvien piirtämisen ohella paljon FEM-ohjelmien käyttämisestä. Laskentaohjelmiahan on paljon erilaisia, mutta perustoiminnaltaan idea on kaikissa sama. Työn ohella opin paljon myös 70-luvun rakenteista, sekä kustannusarvioiden laadinnasta.

LÄHTEET

Harjakatto – koska tasakatto kannattaa vaihtaa harjakatoksi. Luettu 26.1.2015.
<http://www.kattoremontti.org/tasakaton-muuttaminen-harjakatto>

Hirviniemi, J. 2001 Kevyet teräsrankarakenteet talonrakennuksessa. Teoksessa Rakentajain kalenteri 2001. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Kattoliitto. Toimivat katot 2013. Luettu 12. 2.2015.
http://www.kattoliitto.fi/files/504/Toimivat_Katot_2013_reduced_size_.pdf

Koramo, J. 2013. Yleisimpien riskirakenteiden yleisyys ja kunto eri vuosikymmenien pientaloissa. Luettu 31.1.2015.
<http://www.uef.fi/documents/976466/1799771/KoramoJanne.pdf/323eaa95-1da1-4042-aeca-7a5f49ed38a9>

Lukander, M. Pientalojen rakenteet 1940-1970. Luettu 20.1.2015
http://www.rakennusperinto.fi/Hoito/Korjaus_artikkelit/fi_FI/Pientalojen_rakenteet_1940-1970/

Miettinen, E. Saarni, R. 1999. Teräs pientalorakentamisessa. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Moilanen, T. 2011. 70-luvun pientalon korjausopas. Luettu 12.12.2014.
http://epublications.uef.fi/pub/urn_isbn_978-952-61-0338-9/urn_isbn_978-952-61-0338-9.pdf

Omakotitalon katon korottaminen. Luettu 26.1.2015.
<http://www.kattoremontti.org/katonkorotus-katon-korottaminen>

Pirinen, J. 2013. Korjaa oikein osa 4:1970-luvun talot. Luettu 20.1.2015
<http://www.meidantalo.fi/jutut/korjaa-oikein-osa-41970-luvun-talot>

Ravea, H. 2003. Tasakatto – kirosana 60-luvulta. Luettu 9.4.2015.
<http://yle.fi/vintti/yle.fi/kodinkaantopiiri/tasakatto.htm>

RIL 107-2012 s. 103. Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

RT 85-10738. RT kortisto.
 Luettu 15.12.2014

Rytmi Rakennus Oy kotisivut. luettu 28.1.2015
<http://www.rytmirakennus.fi/>

Sisäilmayhdistys. Vesikatto ja yläpohja. luettu 19.1.2015.
<http://www.sisailmayhdistys.fi/terveelliset-tilat-tietojarjestelma/kunnossapito-ja-korjaaminen/vesikatto-ja-ylapohja/>

Witting, K. Putkipalkkiristikoiden mitoitus. Luettu 13.2.2015.
<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK010308.pdf>

LIITTEET

Liite 1. Laskennassa käytetyt rakenteiden painot ja kuormat

Puuristikkototeutus:

1(4)

Vanhan yläpohjan omapaino:

1.	Bitumikermi, kaksi kerrosta	10 kg/m^2	=	10 kg/m^2
2.	Laudoitus 22 mm			
		$0,022 \text{ m} \cdot 500 \text{ kg/m}^3 = 11 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$	=	11 kg/m^2
3.	Kattoristikot			
		$1,111 \frac{\text{kpl}}{\text{m}} \cdot 10 \frac{\text{kg}}{\text{m}} = 11,11 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$	=	$11,11 \text{ kg/m}^2$
4.	Puhallusvilla			
		$40 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,1 \text{ m} = 4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$	=	4 kg/m^2
5.	Mineraalivilla			
		$30 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,15 \text{ m} = 4,5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$	=	$4,5 \text{ kg/m}^2$
6.	Rakennuslevy	10 kg/m^2	=	10 kg/m^2
7.	koolaus			
		$3,33 \frac{\text{kpl}}{\text{m}} \cdot \left(\frac{500 \text{ kg}}{\text{m}^3} \cdot (0,05 \text{ m})^2 \right) = 4,2 \text{ kg/m}^2$	=	$4,2 \text{ kg/m}^2$
8.	Rakennuslevy	10 kg/m^2	=	10 kg/m^2
			yht.	65 kg/m^2

(Vanha paino lumikuorman kanssa yht. 225 kg/m²)

Uuden yläpohjan omapaino (puiset kattoristikot + vanha katto):

1.	Peltikate	6 kg/m^2	=	6 kg/m^2
2.	laudoitus			
		$0,8 \cdot 0,022 \text{ m} \cdot 500 \text{ kg/m}^3 = 8,8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$	=	$8,8 \text{ kg/m}^2$
3.	Kattoristikot			
		$1,111 \frac{\text{kpl}}{\text{m}} \cdot 10 \frac{\text{kg}}{\text{m}} = 11,11 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$	=	$11,11 \text{ kg/m}^2$
4.	Laudoitus 22 mm			
		$0,022 \text{ m} \cdot 500 \text{ kg/m}^3 = 10 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$	=	11 kg/m^2
5.	Kattoristikot			
		$1,111 \frac{\text{kpl}}{\text{m}} \cdot 10 \frac{\text{kg}}{\text{m}} = 11,11 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$	=	$11,11 \text{ kg/m}^2$
6.	Puhallusvilla			
		$40 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,1 \text{ m} = 4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$	=	4 kg/m^2
7.	Mineraalivilla			
		$30 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,15 \text{ m} = 4,5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$	=	$4,5 \text{ kg/m}^2$
8.	Rakennuslevy	10 kg/m^2	=	10 kg/m^2
9.	koolaus			
		$3,33 \frac{\text{kpl}}{\text{m}} \cdot \left(\frac{500 \text{ kg}}{\text{m}^3} \cdot (0,05 \text{ m})^2 \right) = 4,2 \text{ kg/m}^2$	=	$4,2 \text{ kg/m}^2$
10.	Rakennuslevy	10 kg/m^2	=	10 kg/m^2
			yht.	72 kg/m^2

(paino lumikuorman kanssa yht. 232 kg/m²)

Uuden yläpohjan omapaino (ei vanhoja rakenteita):

1.	Peltikate	6 kg/m^2	=	6 kg/m^2
2.	laudoitus			
		$0,8 \cdot 0,022 \text{ m} \cdot 500 \text{ kg/m}^3 = 8,8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$	=	$8,8 \text{ kg/m}^2$
3.	Kattoristikot			
		$1,111 \frac{\text{kpl}}{\text{m}} \cdot 10 \frac{\text{kg}}{\text{m}} = 11,11 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$	=	$11,11 \text{ kg/m}^2$
			yht.	30 kg/m^2

Lumikuorma:

$$q_k = \mu_i S_k$$

$$S_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$$

$$\mu_i = 0,8$$

$$q_k = 0,8 \cdot \frac{2,0 \text{ kN}}{\text{m}^2} = 1,6 \text{ kN/m}^2$$

Tuulikuorma katolle, puuristikkototeutus:

Maastoluokka III

Puuskanopeuspaine $q_{p0}(5.8) = 0,35 \text{ kN/m}^2$

$e = 12 \text{ m}$

$\theta = 0, \alpha = 22$

F

$$c_{pe,10} = -0,9$$

$$W = 0,35 \text{ kN/m}^2 \cdot -0,9 = -0,32 \text{ kN/m}^2$$

$$c_{pe,10} = +0,4$$

$$W = 0,35 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,4 = 0,14 \text{ kN/m}^2$$

G

$$c_{pe,10} = -0,8$$

$$W = 0,35 \text{ kN/m}^2 \cdot -0,8 = -0,28 \text{ kN/m}^2$$

$$c_{pe,10} = +0,4$$

$$W = 0,35 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,4 = 0,14 \text{ kN/m}^2$$

H

$$c_{pe,10} = -0,3$$

$$W = 0,35 \text{ kN/m}^2 \cdot -0,3 = -0,1 \text{ kN/m}^2$$

$$c_{pe,10} = +0,3$$

$$W = 0,35 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,3 = 0,1 \text{ kN/m}^2$$

I

$$c_{pe,10} = -0,4$$

$$W = 0,35 \text{ kN/m}^2 \cdot -0,4 = -0,14 \text{ kN/m}^2$$

J

$$c_{pe,10} = -1,0$$

$$W = 0,35 \text{ kN/m}^2 \cdot -1 = -0,35 \text{ kN/m}^2$$

$\theta = 90, \alpha = 22$

F

$$c_{pe,10} = -1,9$$

$$W = 0,35 \text{ kN/m}^2 \cdot -1,9 = -0,67 \text{ kN/m}^2$$

G

$$c_{pe,10} = -1,2$$

$$W = 0,35 \text{ kN/m}^2 \cdot -1,2 = -0,42 \text{ kN/m}^2$$

H

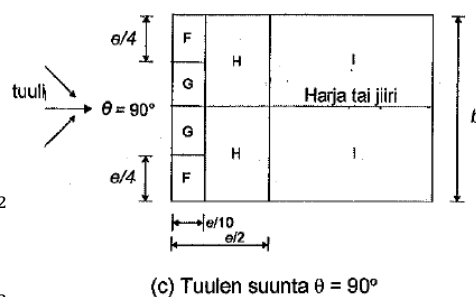
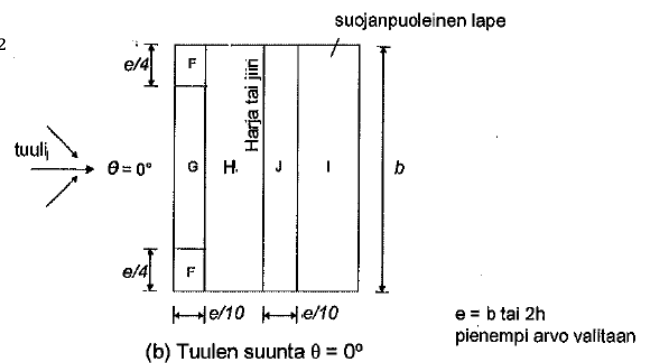
$$c_{pe,10} = -0,8$$

$$W = 0,35 \text{ kN/m}^2 \cdot -0,8 = -0,28 \text{ kN/m}^2$$

I

$$c_{pe,10} = -0,8$$

$$W = 0,35 \text{ kN/m}^2 \cdot -0,8 = -0,28 \text{ kN/m}^2$$



Teräsristikototeutus:

3(4)

Ristikoiden kuormitus:**Kattorakenteet eristämättömällä kohdalla:**

1. Peltikate	6 kg/m^2	=	6 kg/m^2
2. laudoitus	$0,8 \cdot 0,022 \text{ m} \cdot 500 \text{ kg/m}^3 = 8,8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$	=	$8,8 \text{ kg/m}^2$
3. korokerima	$1,11 \cdot \frac{\text{kpl}}{\text{m}} \cdot 1 \frac{\text{kg}}{\text{m}} = 1,4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$	=	$1,4 \text{ kg/m}^2$
4. Kattopalkki, (laskennassa kerto S300 k900)	$1,11 \cdot \frac{\text{kpl}}{\text{m}} \cdot 8,4 \frac{\text{kg}}{\text{m}} = 10 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$	=	10 kg/m^2
		yht.	30 kg/m^2

Kattorakenteet asuintilan kohdalla:

1. Peltikate	6 kg/m^2	=	6 kg/m^2
2. laudoitus	$0,8 \cdot 0,022 \text{ m} \cdot 500 \text{ kg/m}^3 = 8,8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$	=	$8,8 \text{ kg/m}^2$
3. korokerima	$1,11 \cdot \frac{\text{kpl}}{\text{m}} \cdot 1 \frac{\text{kg}}{\text{m}} = 1,4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$	=	$1,4 \text{ kg/m}^2$
4. kattoristikot	$10 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$	=	10 kg/m^2
5. eristeet	$0,3 \text{ m} \cdot 40 \text{ kg/m}^3 = 12 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$	=	12 kg/m^2
6. lauta k400 x 2	$\frac{1000}{400} \cdot 1,1 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$	=	$5,5 \text{ kg/m}^2$
7. kipsilevy	$10 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$	=	10 kg/m^2
		yht.	60 kg/m^2

Seinät:

1. puurakenteet	$10 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$	=	10 kg/m^2
2. eristeet	$0,25 \text{ m} \cdot 40 \text{ kg/m}^3 = 12 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$	=	10 kg/m^2
3. kipsilevy	$10 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$	=	10 kg/m^2
		yht.	40 kg/m^2

Lattiat:

1. Palkit (laskennassa Kerto-S300 k400)	$\frac{1000}{400} \cdot 8,4 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$	=	21 kg/m^2
2. Lastulevy	$16 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$	=	16 kg/m^2
		yht.	40 kg/m^2

4(4)

Tuulikuorma katolle, teräsristikkototeutus:

Maastoluokka III

Puuskanopeuspaine $q_{p0}(8) = 0,45 \text{ kN/m}^2$

$e = 15,6 \text{ m}$

$\theta=0, \alpha=30$

F

$$c_{pe,10} = -0,5$$

$$W = 0,45 \text{ kN/m}^2 \cdot -0,5 = -0,225 \text{ kN/m}^2$$

$$c_{pe,10} = +0,7$$

$$W = 0,45 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,7 = 0,315 \text{ kN/m}^2$$

G

$$c_{pe,10} = -0,5$$

$$W = 0,45 \text{ kN/m}^2 \cdot -0,5 = -0,225 \text{ kN/m}^2$$

$$c_{pe,10} = +0,7$$

$$W = 0,45 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,7 = 0,315 \text{ kN/m}^2$$

H

$$c_{pe,10} = -0,2$$

$$W = 0,45 \text{ kN/m}^2 \cdot -0,2 = -0,1 \text{ kN/m}^2$$

$$c_{pe,10} = +0,5$$

$$W = 0,45 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,5 = 0,225 \text{ kN/m}^2$$

I

$$c_{pe,10} = -0,4$$

$$W = 0,45 \text{ kN/m}^2 \cdot -0,4 = -0,18 \text{ kN/m}^2$$

J

$$c_{pe,10} = -0,5$$

$$W = 0,45 \text{ kN/m}^2 \cdot -0,5 = -0,225 \text{ kN/m}^2$$

$\theta=90, \alpha=30$

F

$$c_{pe,10} = -1,1$$

$$W = 0,45 \text{ kN/m}^2 \cdot -1,1 = -0,5 \text{ kN/m}^2$$

G

$$c_{pe,10} = -1,4$$

$$W = 0,45 \text{ kN/m}^2 \cdot -1,4 = -0,63 \text{ kN/m}^2$$

H

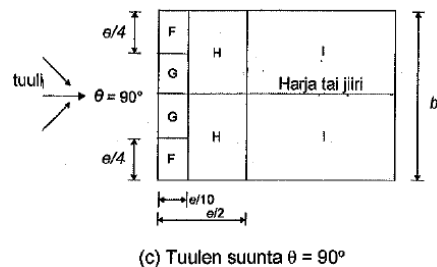
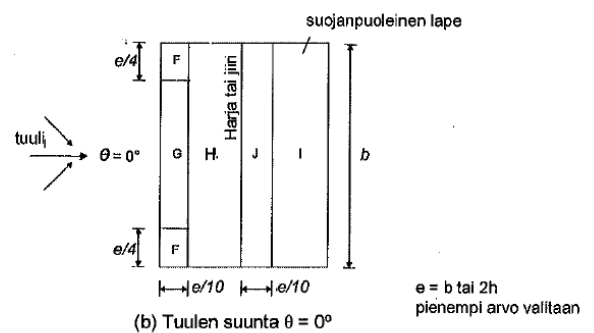
$$c_{pe,10} = -0,8$$

$$W = 0,45 \text{ kN/m}^2 \cdot -0,8 = -0,36 \text{ kN/m}^2$$

I

$$c_{pe,10} = -0,5$$

$$W = 0,45 \text{ kN/m}^2 \cdot -0,5 = -0,225 \text{ kN/m}^2$$



Seinään kohdistuva tuulivoima:

Seinä johon tuulee: $1,0 \cdot q_{p0}(8) = 0,45 \text{ kN/m}^2$

takaseinän imu: $-0,5 \cdot q_{p0}(8) = -0,225 \text{ kN/m}^2$

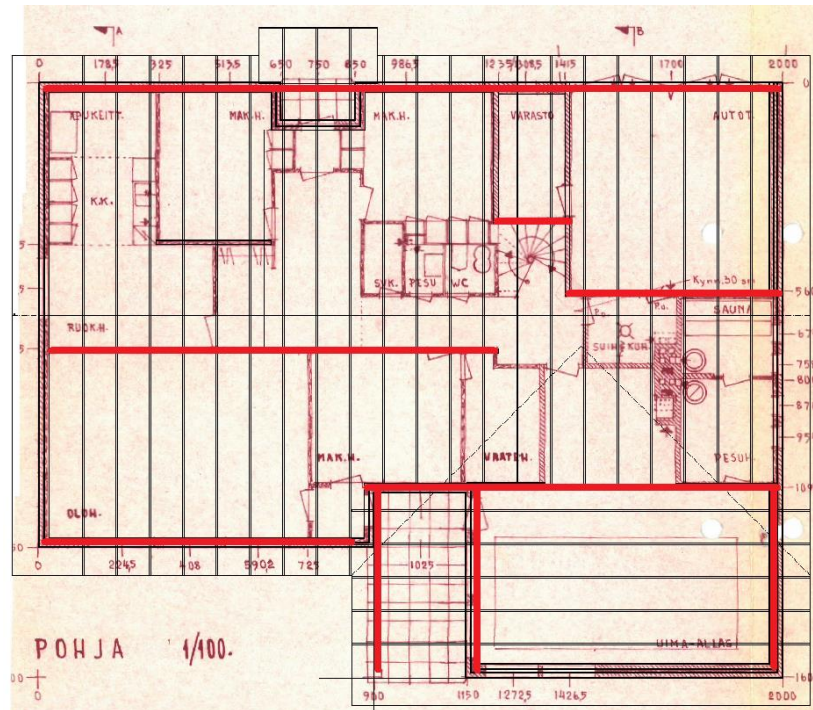
Liite 3. Puurakenteiden laskennat

1(4)

Kaikki tässä liitteessä lasketut palkit on laskettu Finnwood-mitoitusohjelmalla. Tilan säästämiseksi palkkien laskentadokumentit eivät ole liitteenä.

Kattoristikot:

Ristikoiden tuet:



Ristikoiden välituet huomioitava kattoristikoita tilattaessa.

Kattoristikoilta vaadittava tukikorkeus:

$$h_2 \leq \frac{L}{30} \cdot \text{kannatinjako} = \frac{12,2}{30} \cdot 0,9 = 366 \text{ mm (kaava RT - netistä)}$$

Arkkitehdiltä saatu alkuperäinen korkeus ei luultavasti riitä. Tukikorkeutena 400 mm, muut korot tämän mukaan.

Sisäänkäyntikatoksen aukkopalkki:

Pituus: 2,4 m

Kuorma:

$$G_{k,op} = 0,3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 5,7 \text{ m} = 1,71 \text{ kN/m}$$

$$Q_{k,lumi} = 1,6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 5,7 \text{ m} = 9,12 \text{ kN/m}$$

$$Q_{k,tuuli} = 0,14 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 5,7 \text{ m} = 0,8 \text{ kN/m}$$

Käytettävä palkki: **Kerto-S 51x300**

Tukireaktio: 19,75 kN

Sisäänkäyntiaukon kulmassa oltava vierekkäin kaksi 50x100 runkotolppaa.

2(4)

Väliseinän aukkopalkki:

Pituus: 2,4 m (x2)

Pistekuorma ristikolta pinta-alan mukaan, ristikot k900, tukivoimat tarkastettava ristikkosuunnittelijalta:

$$G_{k,op} = 0,3 \frac{kN}{m^2} \cdot 6 m \cdot 0,9 m = 1,62 kN$$

$$Q_{k,lumi} = 1,6 \frac{kN}{m^2} \cdot 6 m \cdot 0,9 m = 8,64 kN$$

$$Q_{k,tuuli} = 0,14 \frac{kN}{m^2} \cdot 6 m \cdot 0,9 m = 0,76 kN$$

Tukireaktio:

$$F_d = 23,4 kN$$

Kuorma vanhalta katolta tolpile:

$$F_{d,vanhat} = 1,15 \cdot 0,6 \frac{kN}{m^2} \cdot 6 m \cdot 1,5 m = 6,21 kN$$

Yksi 50x100 runkotolppa kestää 15,7 kN (C18 L=2800), Aukon reunoilla oltava vähintään kaksi hyväkuntoista runkotolppaa. Tarkastettava myös tolppien alapään kunto kosteusongelmien varalta.

Sallittu leimapaine ylittyy, kasvatetaan runkotolppien pinta-alaa. Käyttöaste muutenkin korkea, joten vanhan runkotolpan kylkeen asennetaan kaksi uutta 50x100 C24 puuta.

Käytettävä palkki: **Kerto-S 51x300**

Pilarit **1+2 50x100** runkotolppaa.

Takkahuoneen aukkopalkki:

Pituus: 4 m.

Kuorma:

$$G_{k,op} = 0,3 \frac{kN}{m^2} \cdot 3 m = 0,9 kN/m$$

$$Q_{k,lumi} = 1,6 \frac{kN}{m^2} \cdot 3 m = 4,8 kN/m$$

$$Q_{k,tuuli} = 0,14 \frac{kN}{m^2} \cdot 3 m = 0,42 kN/m$$

Käytettävä palkki: **Kerto-S 75x300**

Tukireaktio:

$$F_d = 17,5 kN$$

Palkki tuetaan tiiliseinän päälle.

Katoksen palkki:

Katoksen pilari ei ole kuvien mukaan linjassa lähimmän kantavan seinän kanssa.

Pituus: 5,2 m

Kuorma:

$$G_{k,op} = 0,3 \frac{kN}{m^2} \cdot 2 m = 0,6 kN/m$$

$$Q_{k,lumi} = 1,6 \frac{kN}{m^2} \cdot 2 m = 3,2 kN/m$$

$$Q_{k,tuuli} = 0,14 \frac{kN}{m^2} \cdot 2 m = 0,3 kN/m$$

Todelliset kuormat tarkastettava ristikkosuunnitelmasta.

Käytettävä palkki: **Kerto-S 51x400**

Tukireaktio:

$$F_d = 15,3 kN$$

$$F_{d,vanhat} = 1,15 \cdot 0,6 \frac{kN}{m^2} \cdot 4,5 m \cdot 0,9 m = 2,8 kN$$

Palkin alla oltava kaksi runkotolppaa.

Aukkopalkki ikkunoiden kohdalla:

Pituus: 1,8 m

Pistekuorma ristikolta:

$$G_{k,op} = 0,3 \frac{kN}{m^2} \cdot 3,5 m \cdot 0,9 m = 0,95 kN$$

$$Q_{k,lumi} = 1,6 \frac{kN}{m^2} \cdot 3,5 m \cdot 0,9 m = 5,04 kN$$

$$Q_{k,tuuli} = 0,14 \frac{kN}{m^2} \cdot 3,5 m \cdot 0,9 m = 0,441 kN$$

Todelliset kuormat tarkastettava ristikkosuunnitelmasta.

Käytettävä palkki: **C24 50x200**

Tukireaktio:

$$F_d = 13,7 kN + vanhat rakenteet$$

Aukkojen alla oltava kaksi 50x100 runkotolppaa

Aukkopalkki takkahuoneen ikkunoiden kohdalla:

Pituus: 1,4 m

Pistekuorma ristikolta:

$$G_{k,op} = 0,3 \frac{kN}{m^2} \cdot 5,4 m \cdot 0,9 m = 1,46 kN$$

$$Q_{k,lumi} = 1,6 \frac{kN}{m^2} \cdot 5,4 m \cdot 0,9 m = 7,78 kN$$

$$Q_{k,tuuli} = 0,14 \frac{kN}{m^2} \cdot 5,4 m \cdot 0,9 m = 0,6 kN$$

Todelliset kuormat tarkastettava ristikkosuunnitelmasta.

Käytettävä palkki: **C24 48x220**

Tukireaktio:

$$F_d = 14,02 kN \text{ (kuorma runkotolpille kahdelta kattoristikolta)}$$

Aukkojen alla oltava kaksi 50x100 runkotolppaa

Valitut palkit:

Osa:	profiili	Tuki:	Käyttöaste:
Väliseinän aukkopalkit:	Kerto-S 51x300	3 kpl 50x100	87,6 %
Sisäänkäyntikatoksen palkit:	Kerto-S 51x300	2 kpl 50x100	89,6 %
Takkahuoneen aukkopalkki:	Kerto-S 75x300	Tiiliseinä	89,2 %
Katoksen aukkopalkki:	Kerto-S 51x400	2 kpl 50x100	95,3 %
Ikkunoiden aukkopalkki:	C24 48x220	2 kpl 50x100	88,3 %

Liite 4. Kustannusarvio puuristikkototeutuksella

1(4)

	Raporttityyppi:	Laaja kustannuslaskelma	Tulostuspäivä:	07.04.2015
	Hanke:	Katon korotus, puuristikkototeutus	Muokauspäivä:	07.04.2015
	Laskelma:	Uusi laskelma 26.11.2014	Laskelman laajuus:	341,00 m2
	Rakennuslupa:		Hankepalvelukerroin:	0,00
	Osoite:		Sotukerroin:	1,73
	Osoite2:	Harjavalta	Aluekerroin:	1,00
	Postinumero:		Vaikeuskerroin:	1,20
	Postitmp:		ALV-%:	24%
	Maa:	Suomi	Kustannus/laajuus. ALV 0%:	100 €/m2
			Kustannus/laajuus. ALV 24%:	124 €/m2
		Laskelma yht. ALV 0%:	34 634 €	
		Laskelma yht. ALV 24%:	42 946 €	

Selite:

Jrno	TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0%)	Materiaalit (hintaa, ALV 0%)	Työ (ALV 0%)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0%)
Yhteensä:					0 €	19 491 €	15 143 €	502	34 634 €

Rakenne

1	1263	Purku, bitumikermikate	288,50	m2	0,00	0,00	2380,26	94,89	2380,26
----------	-------------	-----------------------------------	---------------	-----------	-------------	-------------	----------------	--------------	----------------

Paketti

1	Purku, katteen purku (kolminkertainen kermi)				0,00	0,00	8,25	0,33	8,25
Panokset									
1	purkutyöntekijä		0,33	tth			25,09		8,25

Rakenne

2	1232	Seinän korotus	140,00	m2	0,00	527,40	1163,15	35,42	1690,55
----------	-------------	-----------------------	---------------	-----------	-------------	---------------	----------------	--------------	----------------

Paketti

1	Puurunko 97 mm k 600, kantava väliseinä				0,00	3,77	8,31	0,25	12,08
Panokset									
1	soiro 48 x 97 mm, mitallistettu		2,58	jm		1,28			3,31
2	naula, lankanauha 3,4 x 100 mm, kuumasinkitty		0,05	kg		2,49			0,12
3	bitumikermikaista 200 mm, sokkeli		0,40	jm		0,84			0,34
4	mittakirvesmies		0,23	tth			33,53		7,63
5	rakennusmies, aputyö		0,03	tth			26,64		0,67

Rakenne

3	1261	Kattotuoli, NR- kattotuoli k 900, jv 14000 mm	25,00	kpl	0,00	4000,00	496,20	15,11	4496,20
----------	-------------	--	--------------	------------	-------------	----------------	---------------	--------------	----------------

Paketti

1	Harjakattotuoli k 900, jv 14000 mm				0,00	160,00	19,85	0,60	179,85
Panokset									
1	NR harjakattotuoli kiinnikkeineen k 900, jv 9600		1,00	kpl		*)160,00			160,00
2	mittakirvesmies		0,54	tth			33,53		18,24
3	rakennusmies, aputyö		0,06	tth			26,64		1,61

Rakenne

4	1262	Umpiräystä, NR- ristikko, lape	38,00	jm	0,00	594,52	805,83	24,04	1400,35
----------	-------------	---	--------------	-----------	-------------	---------------	---------------	--------------	----------------

Paketti

*) Käyttäjän muuttama hinta

Jrno	TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0%)	Materiaalit (hintaa, ALV 0%)	Työ (ALV 0%)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0%)
Yhteensä:					0 €	19 491 €	15 143 €	502	34 634 €
1 Rästää, umpirästäs, NR-ristikko, lape					0,00	15,65	21,21	0,63	36,85
Panokset									
1 tuulensuojalevy, kipsilevy 9 mm					0,80	m2	4,31		3,45
2 sahattu lauta 22 x 100 mm					15,00	jm	0,47		7,02
3 sahattu lauta 22 x 100 mm					2,10	jm	0,47		0,98
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					0,63	tth		33,53	21,21
Rakenne									
5	1262	Umpirästäs, NR-ristikko, pääty	38,00	jm	0,00	376,15	805,83	24,04	1181,98
Paketti									
1 Rästää, umpirästäs, NR-ristikko, pääty					0,00	9,90	21,21	0,63	31,10
Panokset									
1 soiro 48 x 123 mm, lujuusluokiteltu MT-24, kannattaja					1,10	jm	1,60		1,76
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	0,47		7,02
4 sahattu lauta 22 x 100 mm					2,10	jm	0,47		0,98
5 naula, lankanaula 1,7 x 45 mm, kuumasinkitty					0,05	kg	2,38		0,12
6 mittakirvesmies					0,63	tth		33,53	21,21
Rakenne									
6	1342	Hormi, tiilihormi, 2-reikäinen	3,50	jm	0,00	708,98	589,51	19,23	1298,49
Paketti									
1 Hormi, tiilihormi, 2-reikäinen (1/1 -kiven hormi)					0,00	202,57	168,43	5,50	371,00
Panokset									
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	282,00		70,50
4 muurari					2,75	tth		34,65	95,30
5 rakennusmies, aputyö					2,75	tth		26,64	73,13
Rakenne									
7	1241	Panelointi + koolaus	72,00	m2	0,00	1081,93	2331,70	71,04	3413,63
Paketti									
1 Ulkoverhouslaudoitus, pystylomalaudoitus 25 mm					0,00	11,37	28,23	0,86	39,60
Panokset									
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					0,77	tth		33,53	25,87
5 rakennusmies, aputyö					0,09	tth		26,64	2,36
Paketti									
2 Vaakakoolaus 50 x 50 mm k 300					0,00	3,66	4,15	0,13	7,81
Panokset									

Jrno	TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0%)	Materiaalit (hintaa, ALV 0%)	Työ (ALV 0%)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0%)
Yhteensä:					0 €	19 491 €	15 143 €	502	34 634 €
		6 soiro 50 x 50 mm, kuusi B	3,56	jm		0,90			3,21
		7 naula	0,10	kg		4,50			0,45
		8 mittakirvesmies	0,11	tth			33,53		3,82
		9 rakennusmies, aputyö	0,01	tth			26,64		0,34
Rakenne									
8	1234	Viilupuupalkki 51 x 300 mm	16,00	jm	0,00	202,97	114,35	3,48	317,32
Paketti									
1		Palkki 51 x 300 mm, viilupuupalkki			0,00	12,69	7,15	0,22	19,83
Panokset									
1		viilupuupalkki 51 x 300 mm	1,00	jm		12,69			12,69
2		mittakirvesmies	0,20	tth			33,53		6,57
3		rakennusmies, aputyö	0,02	tth			26,64		0,57
Rakenne									
9	1263	Kate, konesaumattu ohutlevykate, harvalaudoitus ja aluskate	346,60	m2	0,00	11998,67	5807,95	192,91	17806,61
Paketti									
1		Vesikate, konesaumattu ohutlevykate, kaltevuus 1:3			0,00	22,65	9,11	0,32	31,76
Panokset									
1		ohutlevy, pystysaumakate 0,6 mm, teräs, malla	1,11	m2		16,30			18,09
2		ruuvi, kiinnikkeet	1,00	erä		4,56			4,56
3		kateasentaja, metalli	0,28	tth			29,03		8,26
4		rakennusmies, aputyö	0,03	tth			26,64		0,84
Paketti									
2		Vesikatteen alusta, laudoitus 32 x 100 k 150 mm, vino YP			0,00	8,82	5,82	0,18	14,64
Panokset									
5		naula, lankanaula 2,8 x 75 mm, kuumasinkitty	0,05	kg		2,49			0,12
6		mittakirvesmies	0,16	tth			33,53		5,34
7		rakennusmies, aputyö	0,02	tth			26,64		0,47
8		sahattu lauta 32 x 100 mm, kuusi B	7,50	jm		*)1,16			8,70
Paketti									
3		Aluskate, korokerima k 900			0,00	3,14	1,84	0,06	4,98
Panokset									
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	0,06	tth			29,03		1,84
Rakenne									
10	1263	Purku, katteen ja aluslaudoituksen purku (bitumikermikate)	80,00	m2	0,00	0,00	373,23	11,13	373,23
Paketti									
1		Purku, aluslaudoituksen purku (vesikatto)			0,00	0,00	4,67	0,14	4,67

*) Käyttäjän muuttama hinta

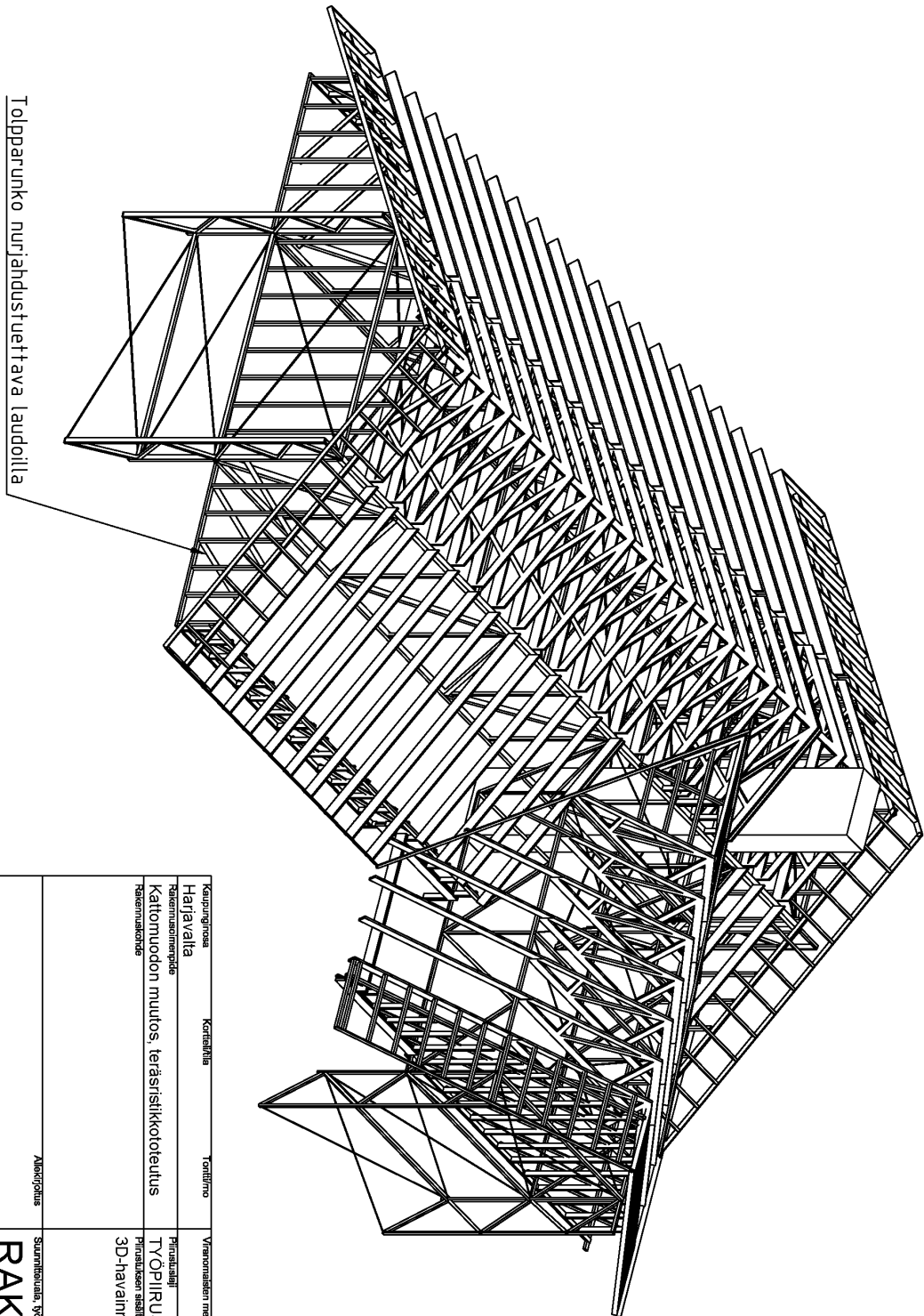
07.04.2015 22:38

Sivu 3/4

Jrno	TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0%)	Materiaalit (hint, ALV 0%)	Työ (ALV 0%)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0%)
Yhteensä:					0 €	19 491 €	15 143 €	502	34 634 €
Panokset									
	1	mittakirvesmies	0,14	tth			33,53		4,67
Rakenne									
11	1262	Purku, räystään purku	40,00	jm	0,00	0,00	275,44	10,98	275,44
Paketti									
	1	Purku, räystään purku			0,00	0,00	6,89	0,27	6,89
Panokset									
	1	purkutyöntekijä	0,27	tth			25,09		6,89

Liite 5. Rakennekuvat teräsristikkototeutuksella

1(5)

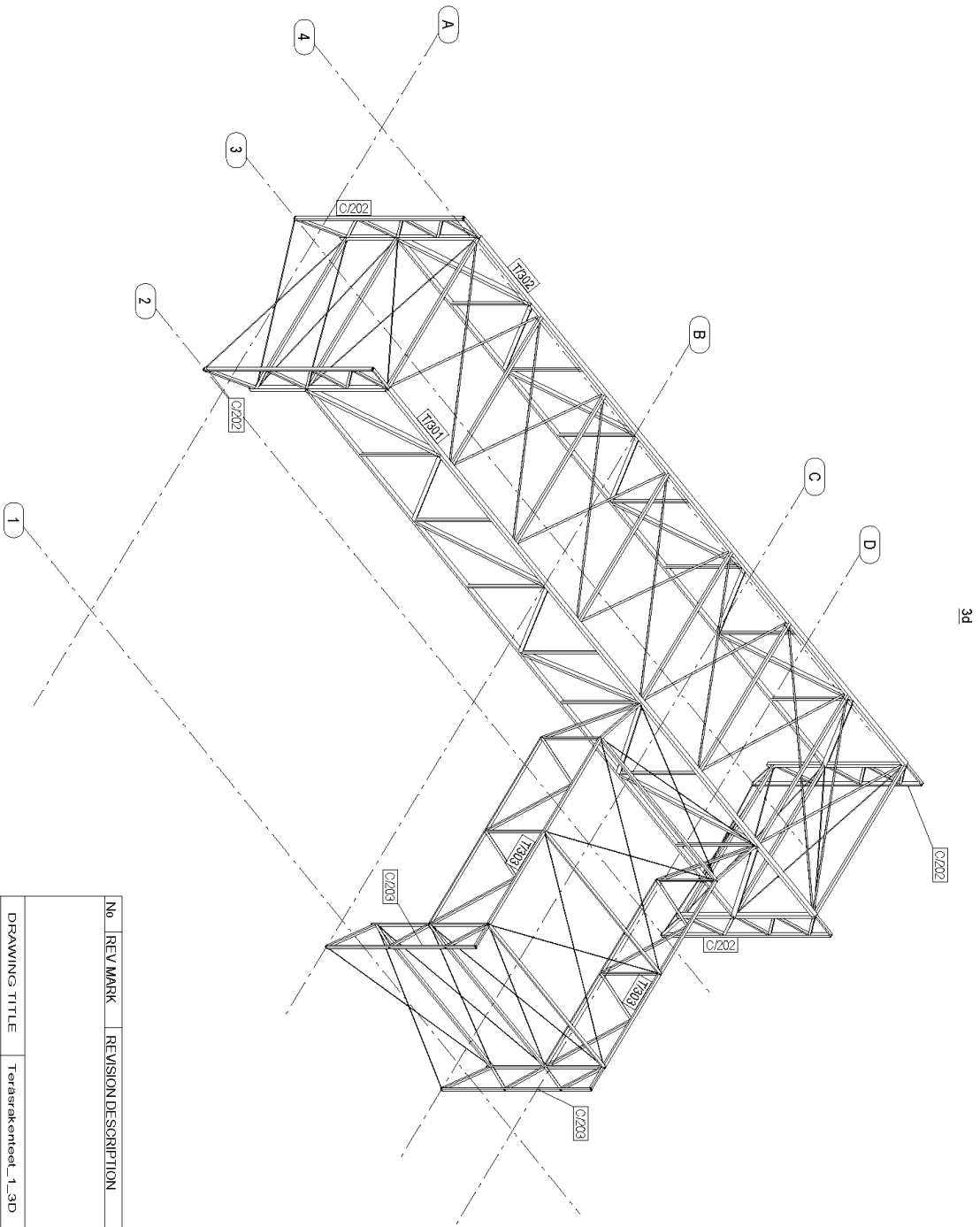


Kaupunginosa Härjälä	Korttelin Härjälä	Tontin Härjälä	Viranomaisen merkintä
Rakennusluvan kattomuodon muutos, teräsristikkototeutus	Rakennuskohde	Projektilaji TYÖPIIRUSTUS	Järjestö 1
		Projektiin sisältyvä 3D-havainnekuva	Mittakaava
	Aihepiirustus	Suunnitelman, työnimen ja piirustuksen RAK	Muutos
Pöytäkirja, suunnitelma, tilarien selvitys ja koulutus 31.3.2015 Ari-Matti Pyyjärvi		Yhteyshenkilö	Todiste

Liite 6. Teräsrungon mitat

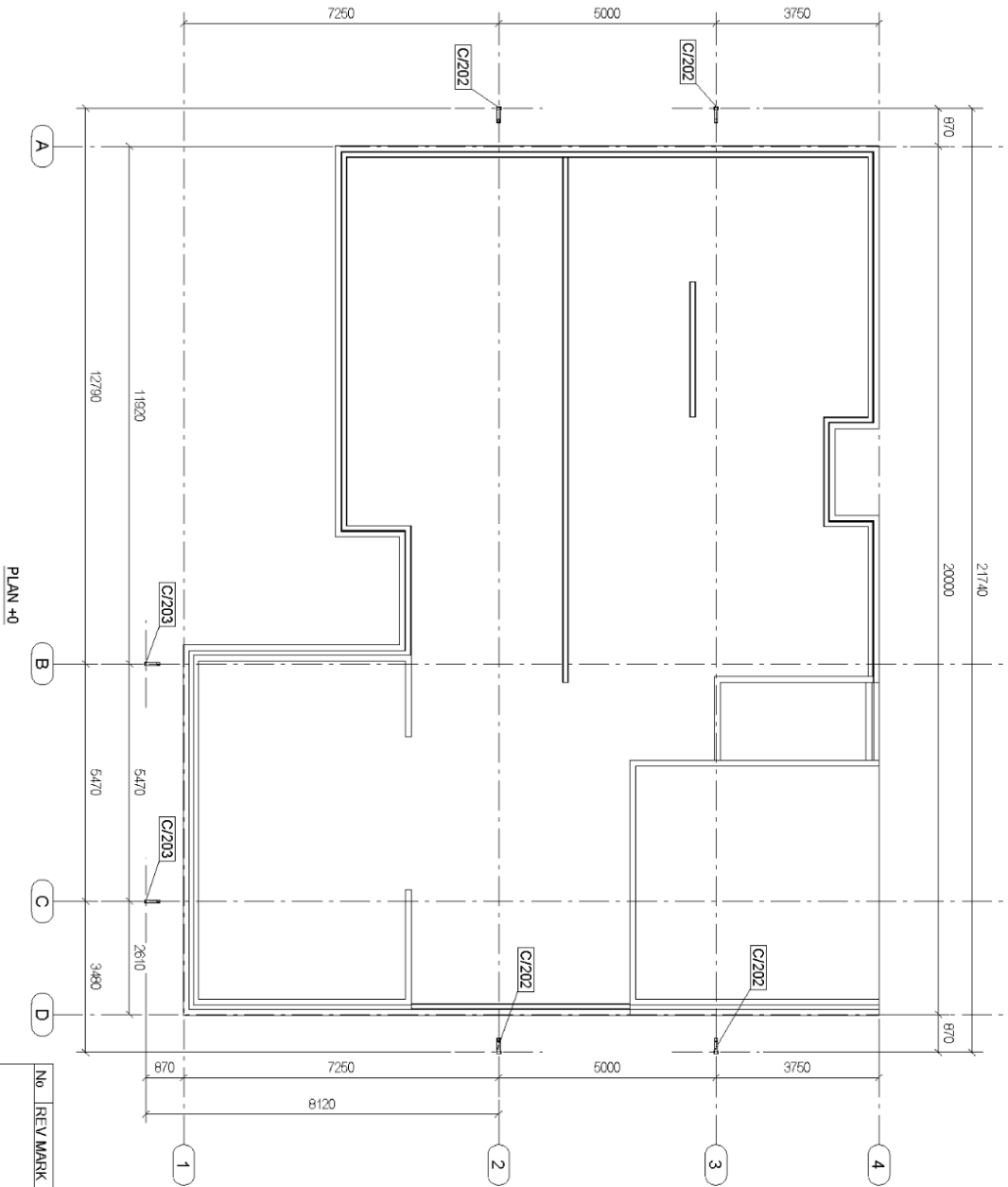
Tekla structures

1(4)



No.	REV. MARK	REVISION DESCRIPTION	REV. DATE
<p>POWERED BY TEKLA A TRIBBLE COMPANY</p>			
DRAWING TITLE		Teräsrakenteen_1_3D	
CONTRACT		Tekla Corporation	
MODELLED BY			
CONTRACT NO.		1	
DRAWING No.		[2]	
ISSUE DATE			
SCALE		1:100	
REVISION No.		0	

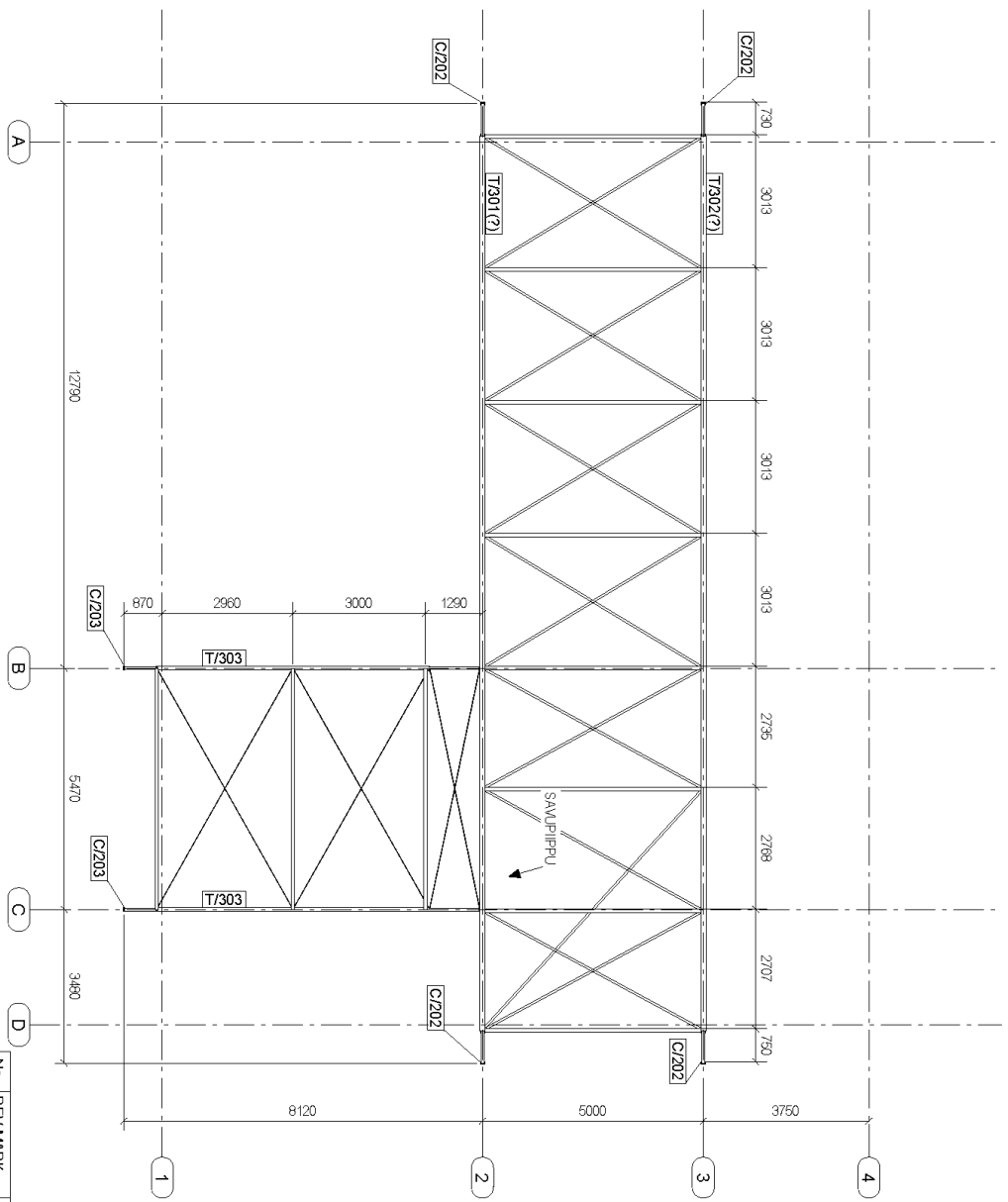
Tekla structures



No	REV MARK	REVISION DESCRIPTION	REV DATE
DRAWING TITLE		Teratrakenteel_2_Pilarien_silainnit	
CONTRACT		Tekla Corporation	
MODELLED BY			
CONTRACT NO		1	
DRAWING No		[3]	
		ISSUE DATE	
		SCALE 1:100	
		REVISION No. 0	

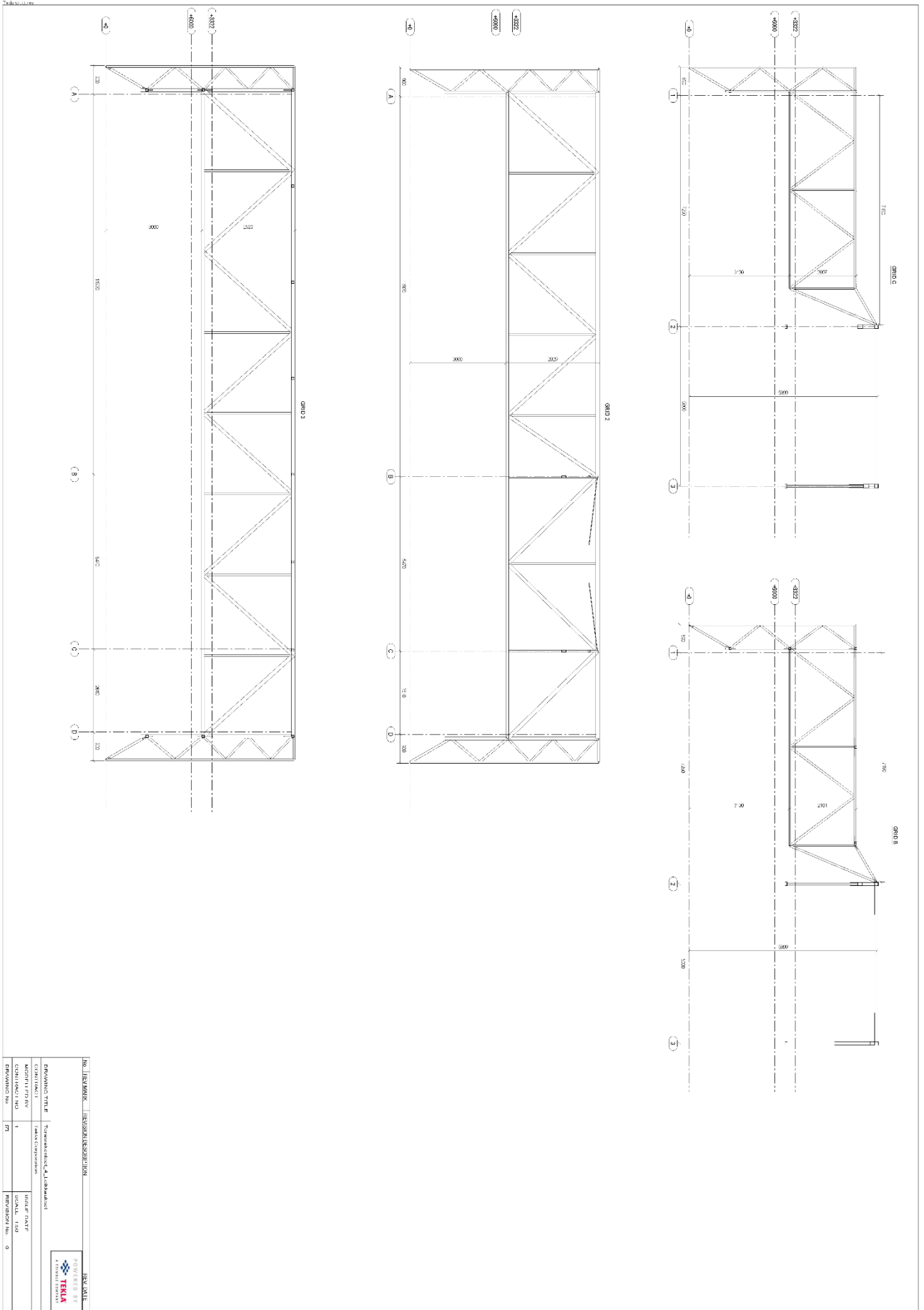


Tekla structures



No	REMARK	REVISION DESCRIPTION	REV. DATE
DRAWING TITLE: Terasrakteel_3_TASO			
CONTRACT: Tekla Corporation		ISSUE DATE	
MODELLED BY		SCALE: 1:100	
CONTRACT NO: 1		REVISION No.: 0	
DRAWING No: [4]			





No. 11240000 - INSURANCE/REPAIR		ISSUED BY	
DRAWING TITLE		POWERED BY	
CONTRACT NO.		TEMA	
APPROVED BY		APPROVAL	
DRAWING NO.		REVISION NO.	
1		3	

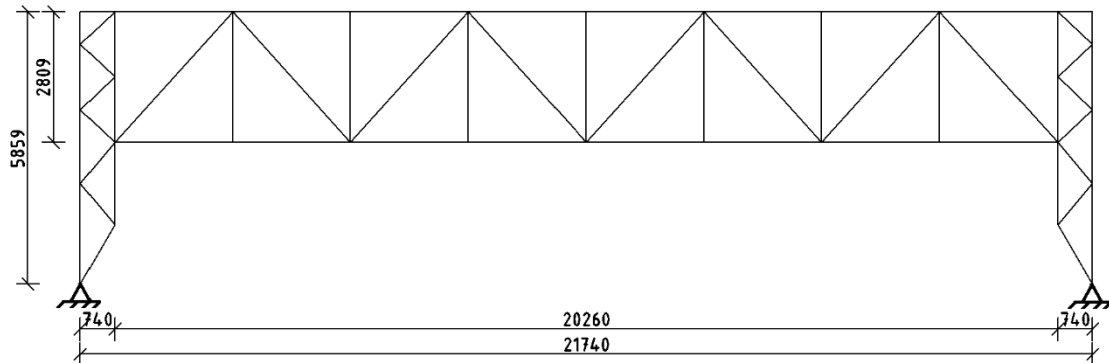
Liite 7. Laskenta ristikosta R1

1(11)

Ristikko_R1

TERÄS S355J2G3

Mitoitettava rakenne:



Laskennassa ristikon yläpaarre oletettu nurjahdustuetuksi sivuttaissuunnassa jäykistyksen tukien mukaan.

Ristikon kuormitus

Kuormat laskettu liitteessä kuormat.

Alapaarteen kuormat:

$$g_{k,op,lattia} = 0,4 \frac{kN}{m^2} \cdot 2,5m = 1,0 kN/m$$

$$q_{k,hyöty} = 4,0 m \cdot 2,0 \frac{kN}{m^2} = 8 kN/m$$

Yläpaarteen kuormat:

$$g_{k,op,vesikatto} = 0,3 \frac{kN}{m^2} \cdot 2,5m + 0,6 \frac{kN}{m^2} \cdot 2,5 m = 2,25kN/m$$

$$q_{k,lumi} = 3,1 m \cdot 2 \frac{kN}{m^2} = 6,2 kN/m$$

Tuuli päätyyn:

Tuuli pistekuormana ristikon yläpäähän. Päätyseinän alaosasta tuulikuorma vanhoille rakenteille.

$$\text{puhallus: } 9,1m^2 \cdot 0,45 kN/m^2 = 4,1kN$$

$$\text{imu: } 9,1m^2 \cdot (-0,225) kN/m^2 = -2,05 kN$$

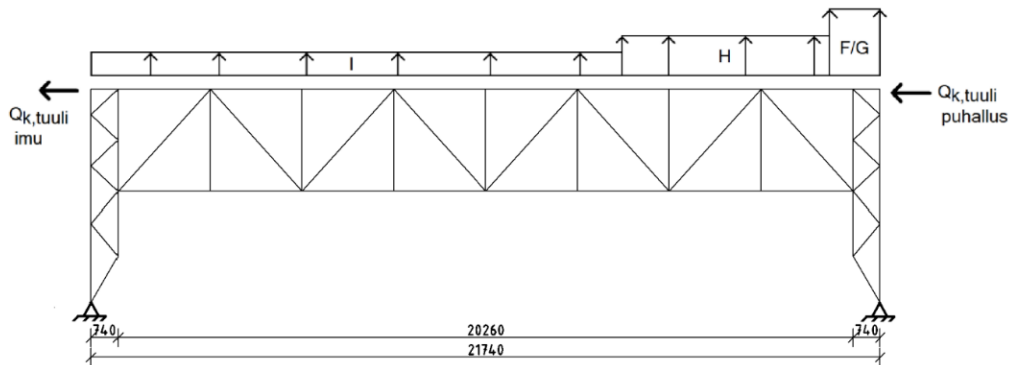
Tuulen noste:

$$\text{noste alue F/G: } 5,3\text{m} \cdot \left(-0,63 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}\right) = 3,33\text{kN/m}$$

$$\text{noste alue H: } 5,3\text{m} \cdot \left(-0,36 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}\right) = 1,9\text{kN/m}$$

$$\text{noste alue I: } 5,3\text{m} \cdot \left(-0,225 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}\right) = 1,2\text{kN/m}$$

Tuuli puhaltaa päätyyn kuva:



Tuulen paine kun tuuli puhaltaa 90 asteen kulmassa harjaan nähden:

$$5,3\text{ m} \cdot 0,225 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 1,2\text{kN/m}$$

Profiilikoot alustavasti:

Alustavassa arvioissa huomioitu aiemmin lasketun ristikon R2 todelliset kuormat.

Taivutusmomentti:

$$q_d = 1,15 \cdot 3,25\text{kN/m} + 1,5 \cdot 8\text{kN/m} + 1,05 \cdot 6,2\text{kN} = 22,25\text{ kN/m}$$

$$M_d = \frac{22,25\text{ kN/m} \cdot (20,26\text{m})^2}{8} = 1141,5\text{ kNm}$$

Paarteissa vaikuttava voima N_{Ed} :

$$N_{Ed} \cdot H - M_d = 0 \rightarrow N_d = \frac{M_d}{H} = \frac{1141,5\text{ kNm}}{2,81\text{ m}} = 406,2\text{ kN}$$

Leikkausvoima päädyssä:

$$V_{Ed} = q_d \cdot \frac{l}{2} = 22,25\text{ kN/m} \cdot \frac{20,26\text{m}}{2} = 225,4\text{ kN}$$

$$\text{Ensimmäinen puristussauva} = \sqrt{2} \cdot V_d = 318,7\text{ kN, nurjahduspituus } 3780\text{ mm.}$$

Alapaarre:

Vaadittava pinta-ala alapaarteelle:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$N_{t,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{Mo}} \rightarrow A = \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{Mo}}{f_y}$$

$$A = \frac{406222 \text{ N} \cdot 1}{355 \text{ N/mm}^2} = 1144 \text{ mm}^2$$

Alapaarteen vedolle 406,2 kN:

CFRHS 120 x 80 x 5 = 1836 mm², 651,6 kN → OK!

Paarteessa tässä vaiheessa varmuutta, sillä siihen tulee vielä taivutusmomentti.

Poikkileikkausluokka 1

Yläpaarre:

Puristus 406,2 kN, sauvojen väli 2500 mm → 120x120x5 kestää 574,1 kN (2,5 m)

Paarteessa tässä vaiheessa varmuutta, sillä siihen tulee vielä taivutusmomentti.

Poikkileikkausluokka 1

Ulkopilari:

Puristus, arviona $\frac{225,4 \text{ kN}}{2} = 112,7 \text{ kN}$, sauvojen väli heikommassa suunnassa 2,2 m

→ 120x60x4 kestää 179,1 kN (2,5 m)

vahvempaan suuntaan nurjahduspituus 4,45 m

→ kestää 167,8 kN (4,5 m)

Poikkileikkausluokka 1

Sisäpilari:

Puristus 112,7 kN, sauvojen väli heikommassa suunnassa 1,7 m

→ 150x100x5 kestää 628,6 kN (2,0 m)

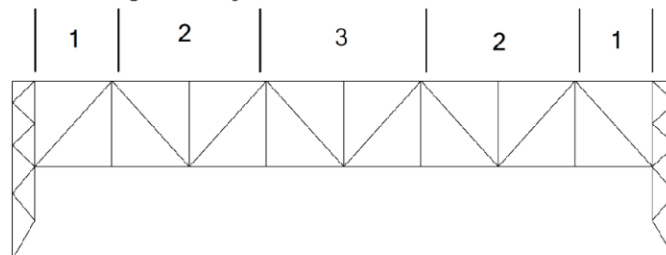
Puristus 41,0 kN, vahvempaan suuntaan nurjahduspituus 4,45 m (sama kuin ulkopilarilla)

→ 150x100x5 kestää 418,9 kN (4,5 m)

Poikkileikkausluokka 1

Ristikopilareiden profiileissa jo tässä vaiheessa reilusti varmuutta, sillä R2-ristikossa niihin tuli huomattavasti suurempi voima kuin yksinkertaistetulla laskulla.

Alustava arvio diagonaalien profiilikoosta



Ristikon alueet 1 (päädyt):

CFRHS 120 x 120 x 4 = 307,9 kN (4 m), Poikkileikkausluokka 1

Ristikon alue 2 ja 3:

CFRHS 100 x 100 x 3 = 107,2 kN (4 m), Poikkileikkausluokka 1

Ristikon vertikaalit:

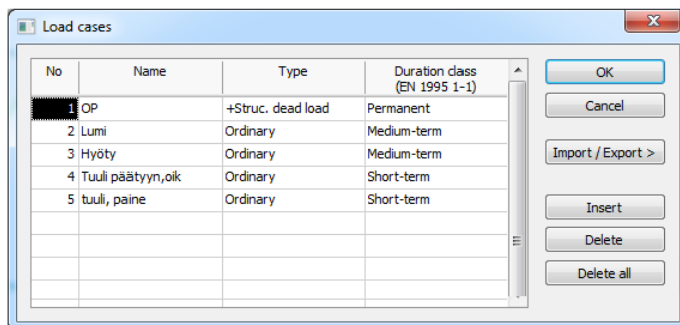
CFRHS 60 x 60 x 3 = 60,3 kN (4 m), Poikkileikkausluokka 1

Pilarin diagonaalit (ristikon alapaarteen yläpuolella)

CFRHS 100 x 60 x 3 = 251,4 kN (1,5 m)

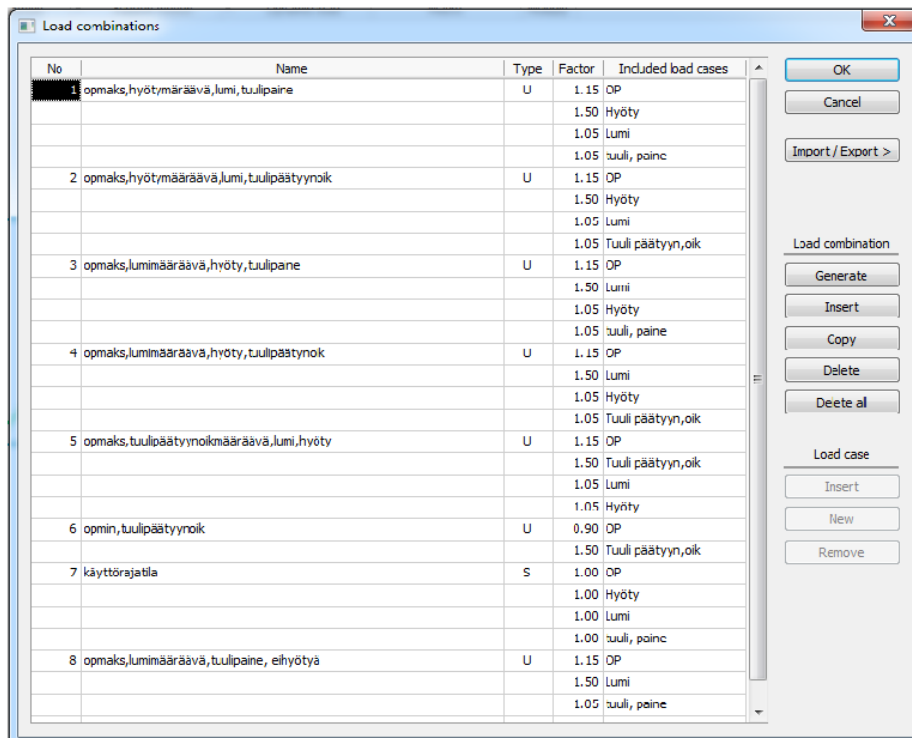
Rasitukset FEM:stä

Kuormitustapaukset:



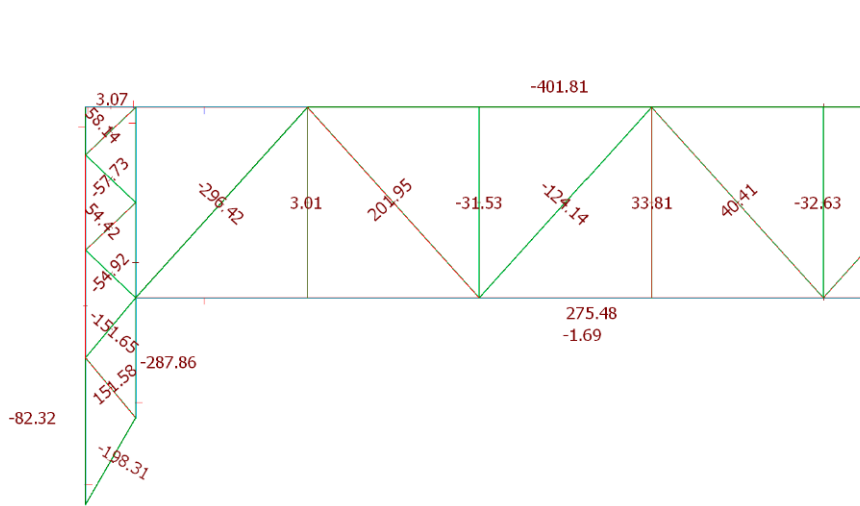
No	Name	Type	Duration class (EN 1995 1-1)
1	OP	+Struc. dead load	Permanent
2	Lumi	Ordinary	Medium-term
3	Hyöty	Ordinary	Medium-term
4	Tuuli päätyyn,oik	Ordinary	Short-term
5	tuuli, paine	Ordinary	Short-term

Kuormitusyhdistelmät:

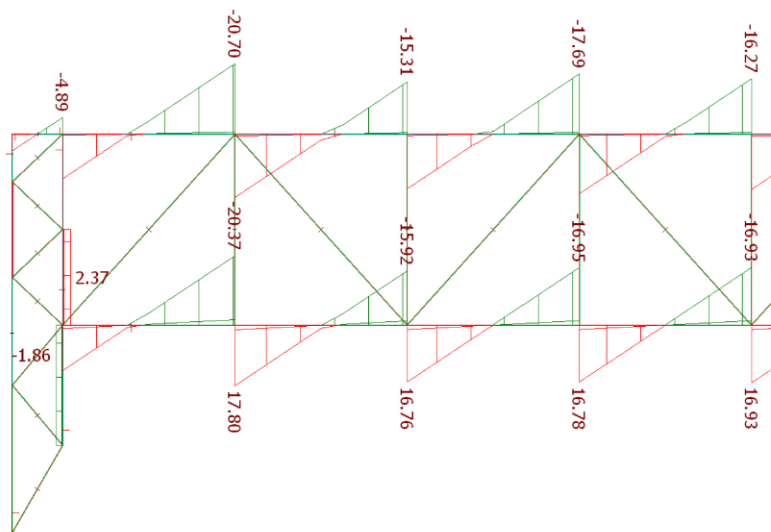


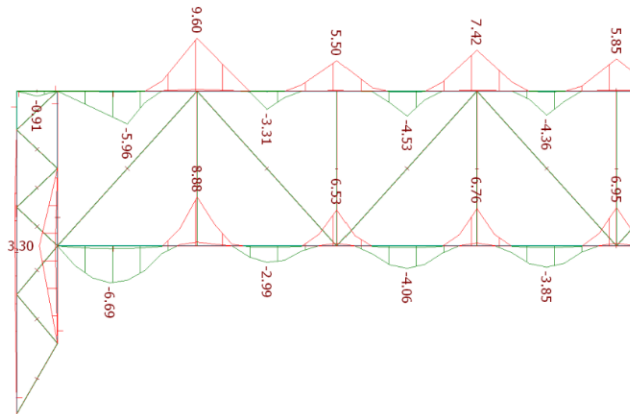
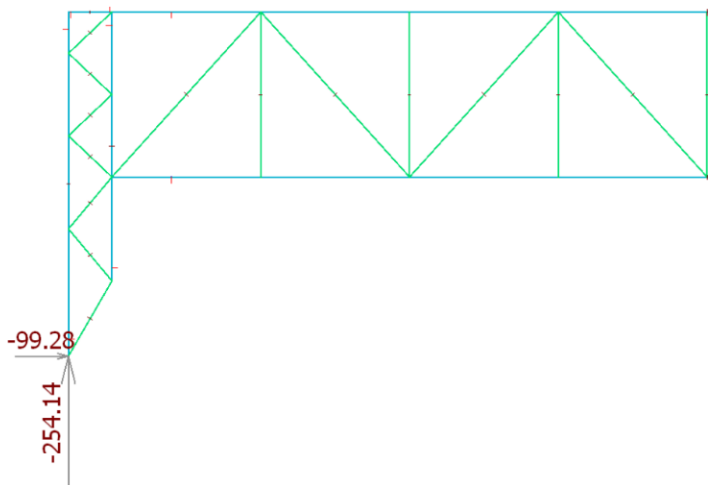
No	Name	Type	Factor	Included load cases
1	opmaks,hyöt,määrävä,lumi,tuulipaine	U	1.15	OP
			1.50	Hyöty
			1.05	Lumi
			1.05	tuuli, paine
2	opmaks,hyöt,määrävä,lumi,tuulipäätyyn,oik	U	1.15	OP
			1.50	Hyöty
			1.05	Lumi
			1.05	Tuuli päätyyn,oik
3	opmaks,lumimäärävä,hyöty,tuulipaine	U	1.15	OP
			1.50	Lumi
			1.05	Hyöty
			1.05	tuuli, paine
4	opmaks,lumimäärävä,hyöty,tuulipäätyyn,oik	U	1.15	OP
			1.50	Lumi
			1.05	Hyöty
			1.05	Tuuli päätyyn,oik
5	opmaks,tuulipäätyyn,oik,määrävä,lumi,hyöty	U	1.15	OP
			1.50	Tuuli päätyyn,oik
			1.05	Lumi
			1.05	Hyöty
6	opmin,tuulipäätyyn,oik	U	0.90	OP
			1.50	Tuuli päätyyn,oik
7	käyttöraja	S	1.00	OP
			1.00	Hyöty
			1.00	Lumi
			1.00	tuuli, paine
8	opmaks,lumimäärävä,tuulipaine, eihyötyä	U	1.15	OP
			1.50	Lumi
			1.05	tuuli, paine

Normaalivoima:



Leikkausvoima:



Momenti:**Tukireaktiot:****Profiilien mitoitus:****Yläparre:**

CFRHS120x120x6

Mitoitus puristukselle, taivutukselle ja leikkaukselle. Mitoitus liitteessä R1_ristikko_yläparre.

Käyttöaste 77%

Alapaarre:

CFRHS120x80x5

Alapaarteessa vetoa + momentti. Alapaarteeseen saattaa tulla maksimissaan 1,7 kN puristusta.

Nurjahduspituutena puristukselle sivusuunnassa alapaarteiden koko pituus. Alapaarre mitoitettu FEM-Designilla, mitoitustulos liitteessä R1_ristikko_alapaarre.

Käyttöaste 70%

Ristikkopilarit:

Ulkoputki:

CFRHS 100 x 60 x 4:

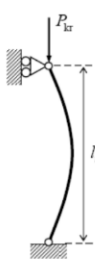
Puristus 82,32 kN, sauvojen väli heikommassa suunnassa 2,2 m

→ kestää 153,1 kN (2,5 m)

vahvempaan suuntaan nurjahduspituus viereisen kuvan mukaan $1,0l$, l ajateltu ristikon ylä ja alapaarteiden väliin, $l_{cr} = 1,0 \cdot 4,445$ mm kuormitus jakautunut oheisen kuvan mukaan, suurin puristus vain pilarin alapäässä.

→ kestää 114,6 kN (4,5 m), Poikkileikkausluokka 1

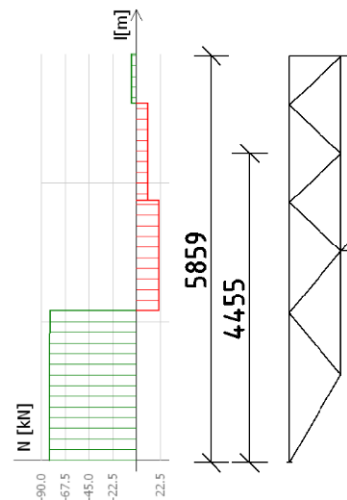
Putken keskialueella maksimi veto 151 kN, puristus mitoitaa.



FEM-Design mitoitus:

CFRHS 100x60x4 käyttöaste 83%, laskenta liitteessä

R1_pilari_ulkoputki



Sisäputki:

CFRHS 100 x 100 x 4:

Puristus 288 kN, sauvojen väli heikommassa suunnassa 1,8 m

→ kestää 777,3 kN (1 m)

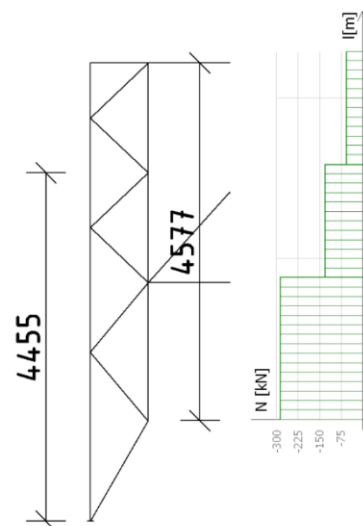
nurjahduspituus vahvempaan suuntaan nurjahdustukien väli.

→ kestää 418,9 kN (4,5 m)

FEM-Design mitoitus:

CFRHS100x100x4 käyttöaste 78%, laskenta liitteessä

R1_pilari_sisäputki



Pilarien profiilit muutettu laskennan jälkeen samaksi kuin ristikon R2 pilarien profiilit sekaannusten välttämiseksi työmaalla. Tämän ristikon pilareista olisi tullut ulkonäöltä samanlaiset mutta ohuemmalla seinämäpaksuudella. (uusi ulkoputki 100x60x6 ja sisäputki 100x100x5)

Diagonaalit:

Kattoristikko

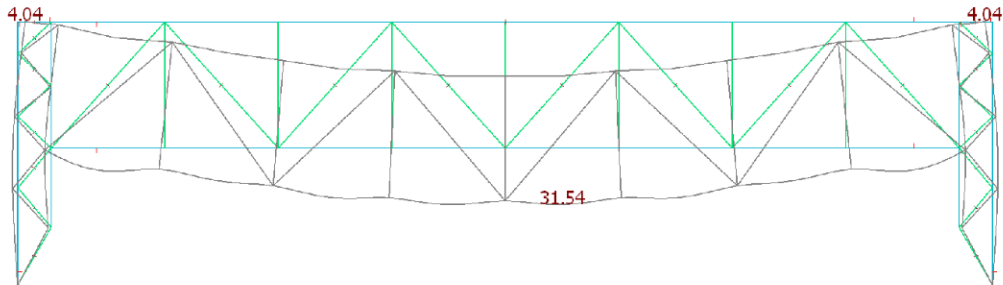
Alue	Voima	Nurjahduspituus	profiili	N_{Rd}	PL
Päätydiagonaalit	-295 kN	3,78 m	CFRHS120x120x6	437,2 (4,0m)	1
Muut diagonaalit	-124 kN	3,78 m	CFRHS100x100x3	152,6 kN (4,0m)	2
Vertikaalit	-34kN	2,81 m	CFRHS60x60x3	60,3 kN	1

Ristikkopilari

Alue	Voima	Nurjahduspituus	profiili	N_{Rd}	PL
3 alinta sauvaa	-198 kN	1,48 m	CFRHS70x70x4	252 (1,5m)	1
muut sauvat	-55 kN	1,2 m	CFRHS60x60x3	147,8 kN (1,5m)	1

Ristikön siirtymät:

Siirtymät käyttörajatilassa lopullisilla profileilla.



Nurkan siirtymän raja arvo 1-2 kerroksisilla rakennuksilla:

$$\frac{h}{150} = \frac{5860 \text{ mm}}{150 \text{ mm}} = 39 \text{ mm} > 4 \text{ mm} \rightarrow \text{OK}$$

Sallittu painuma:

$$w_{\max, \text{sall}} = \frac{l}{300} = \frac{20260 \text{ mm}}{300} = 67,5 \text{ mm} > 32 \text{ mm} \rightarrow \text{OK}$$

Sivusiirtymien huomioiminen:

Rakennusten kehille sivusiirtymiin liittyvät epätarkkuudet voidaan jättää huomioimatta kun:

$$H_{Ed} \geq 0,15V_{Ed}$$

$$H_{Ed} = 1,5 \cdot (4,1 + 5,67 + 4,22 + 2,05) \text{ kN} = 24,06 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 306,21 \text{ kN (FEM:stä)}$$

$$24,06 \text{ kN} < 45,9 \text{ kN} \rightarrow \text{Ei voi jättää huomioimatta}$$

Lisävaakavoima:

$$V_{Ed, \text{lisä}} = \frac{306,21 \text{ kN}}{150} = 2 \text{ kN}$$

Onko rakenne sivusiirtävä:

$$\alpha_{cr} = \left(\frac{H_{Ed}}{V_{Ed}} \right) \left(\frac{h}{\delta_{H,Ed}} \right) \geq 10$$

H_{Ed} kerroksessa pilarien yläpäihin vaakasuuntaisista kuormista ja fiktiivisistä vaakakuormista syntyvän vaakasuuntaisen kokonaisleikkausvoiman mitoitusarvo, (tarkoittaa ko. kuormien summaa);

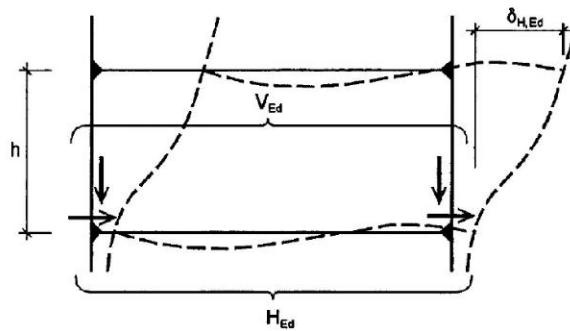
V_{Ed} kerroksessa pilarien alapäihin vaikuttavien kaikkien pystysuuntaisten kuormien mitoitusarvo, (tarkoittaa ko. kuormien summaa);

$\delta_{H,Ed}$ kerroksessa pilarin ylä- ja alapään nurkkien vaakasiirtymien ero;

h kerroskorkeus;

$$V_{Ed} = 254,14 \text{ kN} + 254,14 = 508,3 \text{ kN}$$

$$H_{Ed} = 4,1 \text{ kN} + 2 \text{ kN} = 6,1 \text{ kN}$$



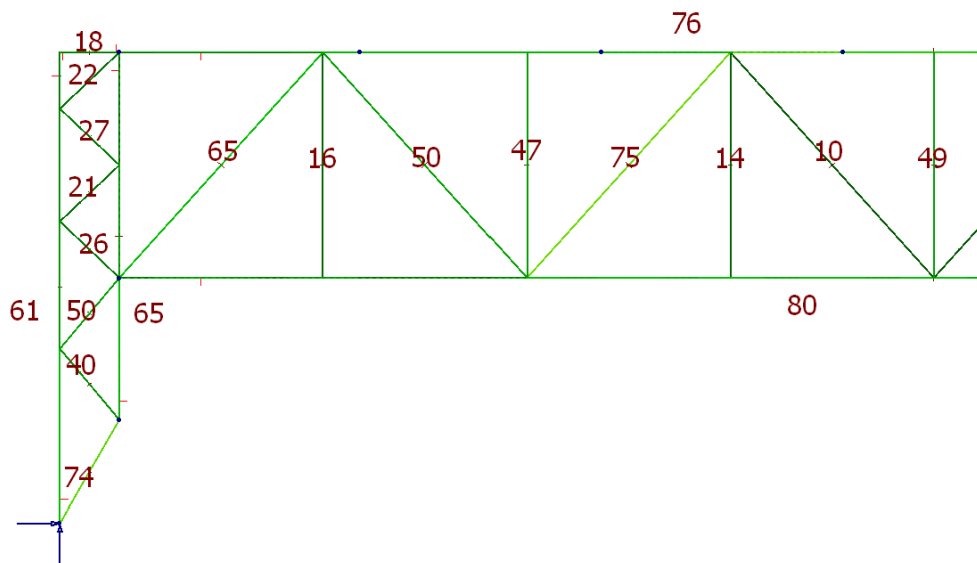
$$\delta_{H,Ed} = 4,8 \text{ mm (haettu FEM:stä)}$$

$$\alpha_{cr} = \left(\frac{6,1 \text{ kN}}{508,3 \text{ kN}} \right) \left(\frac{5860 \text{ mm}}{4,04 \text{ mm}} \right) = 17,3 \geq 10 \rightarrow \text{Sivusiirtymätön}$$

Valitut profiilit ja käyttöasteet:

Osa:	Profiili:	Suurin käyttöaste:
Ristikon yläpaarre	CFRHS120x120x6	76%
Ristikon alapaarre	CFRHS120x80x5	80%
Päätydiagonaalit	CFRHS120x120x6	65%
Muut diagonaalit	CFRHS100x100x3	76%
Vertikaalit	CFRHS60x60x3	49%
Ristikkopilarin ulkoputki	CFRHS100x60x6	64%
Ristikkopilarin sisäputki	CFRHS100x100x5	63%
Ristikkopilarin 3 alinta sauvaa	CFRHS70x70x4	72%
Ristikkopilarin muut sauvat	CFRHS60x60x3	25%

Käyttöasteet FEM-Designista



Jäykistyksestä aiheutuvaa yläpaarteen puristusta ei ole laskettu tähän liitteeseen. Yläpaarteen käyttöaste 85% puristusvoima huomioiden FEM-designin mitoituksella. Tulos varmallalla puolella, sillä laskentaohjelmaan on tuulen paine kuormituskohtaan lisätty jäykistysvoiman laskenta-arvo.

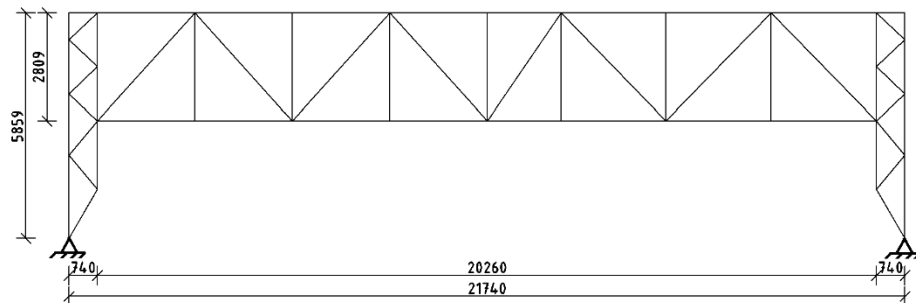
Liite 8. Laskenta ristikosta R2

1 (15)

Ristikko_R2

TERÄS S355J2G3

Mitoitettava rakenne:



Laskennassa ristikon yläpaarre oletettu nurjahdustuetuksi sivuttaissuunnassa jäykistystukien kohdalta. Ristikon yläpaarteeseen liittyy takkahuoneen päällä olevat ristikot (Ristikko_3).

Ristikon kuormitus

Kuormat laskettu liitteessä kuormat.

Alapaarteen kuormat:

$$g_{k,op,lattia} = 0,4 \frac{kN}{m^2} \cdot 2,5m = 1,0 kN/m$$

$$q_{k,hyöty} = 4,0 m \cdot 2,0 \frac{kN}{m^2} = 8 kN/m$$

Yläpaarteen kuormat:

$$g_{k,op,vesikatto} = 0,3 \frac{kN}{m^2} \cdot 2,5m + 0,6 \frac{kN}{m^2} \cdot 2,5 m = 2,25 kN/m$$

$$q_{k,lumi} = 3,1 m \cdot 2 \frac{kN}{m^2} = 6,2 kN/m$$

Tuuli päätyyn:

Tuuli pistekuormana ristikon yläpäähän. Päätyseinän alaosa tuulikuorma vanhoille rakenteille.

$$\text{puhallus: } 9,1m^2 \cdot 0,45 kN/m^2 = 4,1kN$$

$$\text{imu: } 9,1m^2 \cdot (-0,225) kN/m^2 = -2,05 kN$$

Tuulen noste:

$$\text{noste alue F/G: } 5,3\text{m} \cdot \left(-0,63 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}\right) = 3,33\text{kN/m}$$

$$\text{noste alue H: } 5,3\text{m} \cdot \left(-0,36 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}\right) = 1,9\text{kN/m}$$

$$\text{noste alue I: } 5,3\text{m} \cdot \left(-0,225 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}\right) = 1,2\text{kN/m}$$

Tuulikuorma takkahuoneen päällä olevilta ristikoilta

$$\text{puhalluspuoli: } (7,2 \cdot 5)\text{m}^2 \cdot 0,315 \text{ kN/m}^2 = 11,34\text{kN}$$

$$11,34\text{kN} \cdot \sin(30) = 5,67 \text{ kN ristikon suuntaan}$$

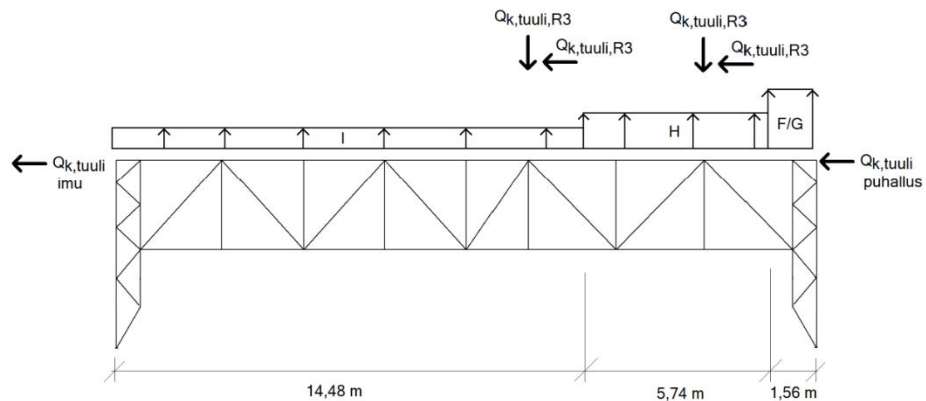
$$11,34\text{kN} \cdot \cos(30) = 9,8 \text{ kN alaspäin}$$

$$\text{imupuoli: } (7,2 \cdot 5)\text{m}^2 \cdot 0,225 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 8,44\text{kN}$$

$$8,44 \text{ kN} \cdot \sin(30) = 4,22 \text{ kN (samaa suuntaan kuin puhallus)}$$

$$11,34\text{kN} \cdot \cos(30) = 7,3 \text{ kN ylöspäin}$$

Tuuli puhaltaa päättyyn kuva:

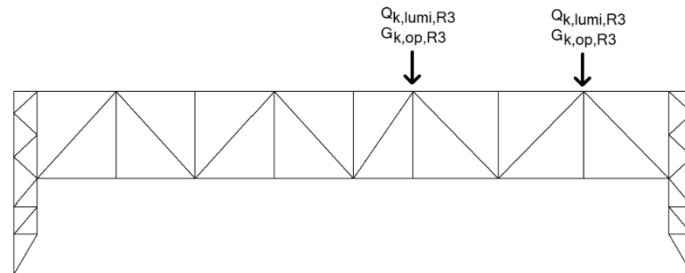


Ristikko ei ole symmetrinen, joten samat kuormitukset myös peilikuvana (R3-kuormat pysyvät paikallaan, mutta vaihtuvat keskenään).

Tuulen paine kun tuuli puhaltaa 90 asteen kulmassa harjaan nähden:

$$5,3 \text{ m} \cdot 0,225 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 1,2\text{kN/m}$$

Kuormat takkahuoneen päällä olevilta ristikoilta:



$$G_{k,op,R3} = 5,9 \text{ kN}$$

$$Q_{k,lumi,R3} = 23,2 \text{ kN}$$

Profiilikoot alustavasti:

Taivutusmomentti:

$$q_d = 1,15 \cdot (3,25 \text{ kN/m}) + 1,5 \cdot 8 \text{ kN/m} + 1,05 \cdot 6,2 \text{ kN} = 22,25 \text{ kN/m}$$

$$M_d = \frac{22,25 \text{ kN/m} \cdot (20,26 \text{ m})^2}{8} + 40,2 \text{ kN} \cdot 5,5 \text{ m} = 1362,71 \text{ kNm}$$

Paarteissa vaikuttava voima N_{Ed} :

$$N_{Ed} \cdot H - M_d = 0 \rightarrow N_d = \frac{M_{Ed}}{H} = \frac{1362,71 \text{ kNm}}{2,81 \text{ m}} = 484,95 \text{ kN}$$

Leikkausvoima päädyssä:

$$V_{Ed} = q_d \cdot \frac{l}{2} + 40,2 \text{ kN} = 22,25 \text{ kN/m} \cdot \frac{20,26 \text{ m}}{2} + 40,2 \text{ kN} = 225,4 \text{ kN}$$

$$\text{Ensimmäinen puristussauva} = \sqrt{2} \cdot V_d = 318,7 \text{ kN, nurjahduspituus 3780 mm.}$$

Alapaarre:

Vaadittava pinta-ala alapaarteelle:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$N_{t,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{Mo}} \rightarrow A = \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{Mo}}{f_y}$$

$$A = \frac{484950 \text{ N} \cdot 1}{355 \text{ N/mm}^2} = 1366 \text{ mm}^2$$

Alapaarteen vedolle 484,95 kN:

CFRHS $120 \times 120 \times 4 = 1815 \text{ mm}^2$, $762,2 \text{ kN} \rightarrow \text{OK!}$

Paarteessa tässä vaiheessa varmuutta, sillä siihen tulee vielä taivutusmomentti.

Poikkileikkausluokka 2

Yläpaarre:

Puristus $484,95 \text{ kN}$, sauvojen väli $2500 \text{ mm} \rightarrow 120 \times 120 \times 5$ kestää $643,1 \text{ kN}$ ($1,5 \text{ m}$)

Paarteessa tässä vaiheessa varmuutta, sillä siihen tulee vielä taivutusmomentti.

Poikkileikkausluokka 1

Ulkopilari:

Puristus, arviona $\frac{174,72 \text{ kN}}{2} = 87,36 \text{ kN}$, sauvojen väli heikommassa suunnassa $1,4 \text{ m}$

$\rightarrow 100 \times 50 \times 5$ kestää $258,6 \text{ kN}$ ($1,5 \text{ m}$)

vahvempaan suuntaan nurjahduspituus $4,45 \text{ m}$

$\rightarrow 100 \times 50 \times 5$ kestää $120,9 \text{ kN}$ ($4,5 \text{ m}$), suuri puristus vain ristikon alapaarteen alapuolella.

Poikkileikkausluokka 1

Sisäpilari:

Puristus $87,36 \text{ kN}$, sauvojen väli heikommassa suunnassa $1,45 \text{ m}$

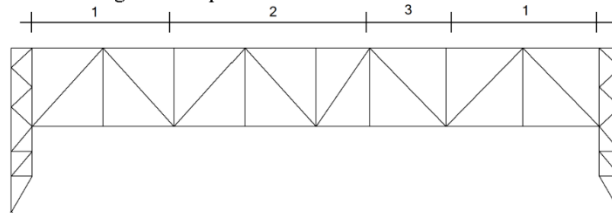
$\rightarrow 100 \times 50 \times 5$ kestää $258,6 \text{ kN}$ ($1,5 \text{ m}$)

Puristus $41,0 \text{ kN}$, vahvempaan suuntaan nurjahduspituus $4,45 \text{ m}$ (sama kuin ulkopilarilla)

$\rightarrow 100 \times 50 \times 5$ kestää $120,9 \text{ kN}$ ($4,5 \text{ m}$)

Poikkileikkausluokka 1

Alustava arvio diagonaalien profiilikoosta



Ristikon alueet 1:

CFRHS $120 \times 120 \times 6 = 437,2 \text{ kN}$ (4 m), Poikkileikkausluokka 1

Ristikon alue 2:

CFRHS $100 \times 100 \times 3 = 152,6 \text{ kN}$ (4 m), Poikkileikkausluokka 1

Ristikon alue 3:

CFRHS $100 \times 100 \times 3 = 152,6 \text{ kN}$ (4 m), Poikkileikkausluokka 1

Pilarin diagonaalit (ristikon alapaarteen yläpuolella)

CFRHS $40 \times 40 \times 3$

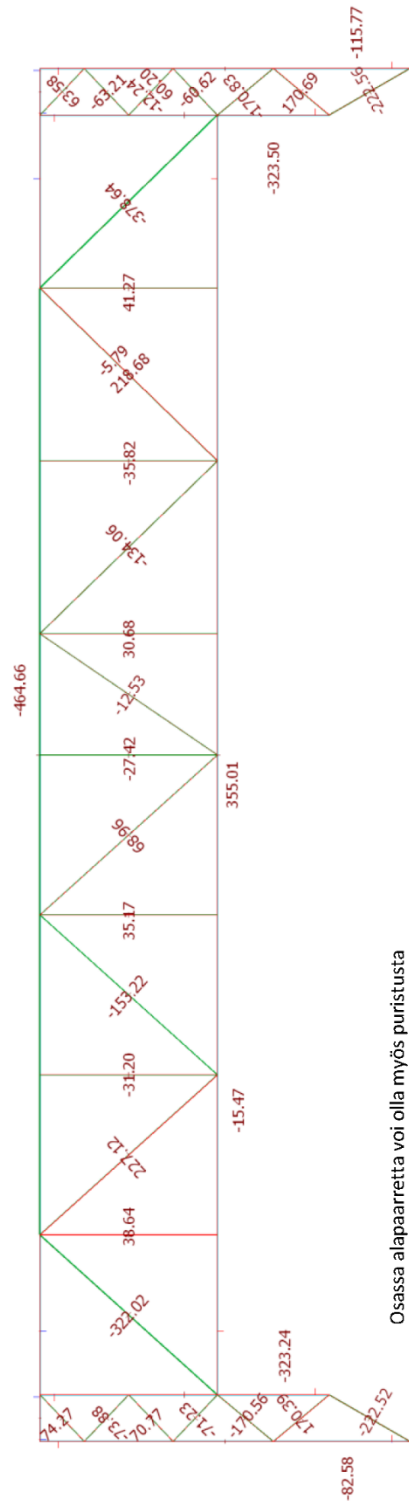
Pilarin diagonaalit (ristikon alapaarteen alapuolella)

CFRHS $60 \times 60 \times 3$

Kuormitusyhdistelmät:

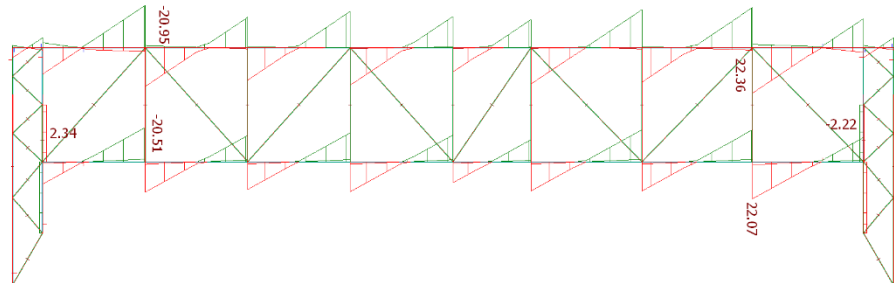
No	Name	Type	Factor	Included load cases
1	opmaks,hyötymäärävä,lumi,tuulipaine	U	1.15	OP
			1.50	Hyöty
			1.05	Lumi
			1.05	tuuli, paine
2	opmaks,hyötymäärävä,lumi,tuulipäätyynvasen	U	1.15	OP
			1.50	Hyöty
			1.05	Lumi
			1.05	tuuli päätyyn, vasen
3	opmaks,hyötymäärävä,lumi,tuulipäätyynoik	U	1.15	OP
			1.50	Hyöty
			1.05	Lumi
			1.05	Tuuli päätyyn,oik
4	opmaks,lumimäärävä,hyöty,tuulipaine	U	1.15	OP
			1.50	Lumi
			1.05	Hyöty
			1.05	tuuli, paine
5	opmaks,lumimäärävä,hyöty,tuulipäätyynvasen	U	1.15	OP
			1.50	Lumi
			1.05	Hyöty
			1.05	tuuli päätyyn, vasen
6	opmaks,lumimäärävä,hyöty,tuulipäätyynoik	U	1.15	OP
			1.50	Lumi
			1.05	Hyöty
			1.05	Tuuli päätyyn,oik
7	opmaks,tuulipäätyynokmäärävä,lumi,hyöty	U	1.15	OP
			1.50	Tuuli päätyyn,oik
			1.05	Lumi
			1.05	Hyöty
8	opmaks, tuulipäätyynvasenmäärävä,lumi,hyöty	U	1.15	OP
			1.50	tuuli päätyyn, vasen
			1.05	Lumi
			1.05	Hyöty
9	opmin,tuulipäätyynoik	U	0.90	OP
			1.50	Tuuli päätyyn,oik
10	opmin,tuulipäätyynvasen	U	0.90	OP
			1.50	tuuli päätyyn, vasen
11	käyttörajatila	S	1.00	OP
			1.00	Hyöty
			1.00	Lumi
			1.00	tuuli, paine
12	opmaks,lumimäärävä,tuulipaine, eihyötystä	U	1.15	OP
			1.50	Lumi
			1.05	tuuli, paine

Normaalivoima, pilarit:

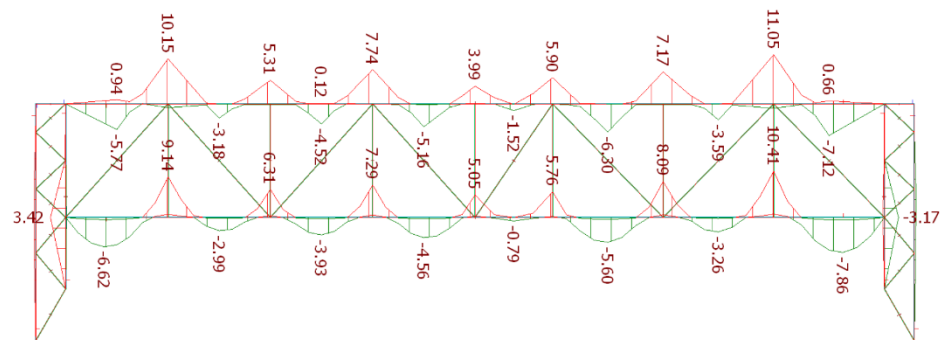


Osassa alapaarretta voi olla myös puristusta

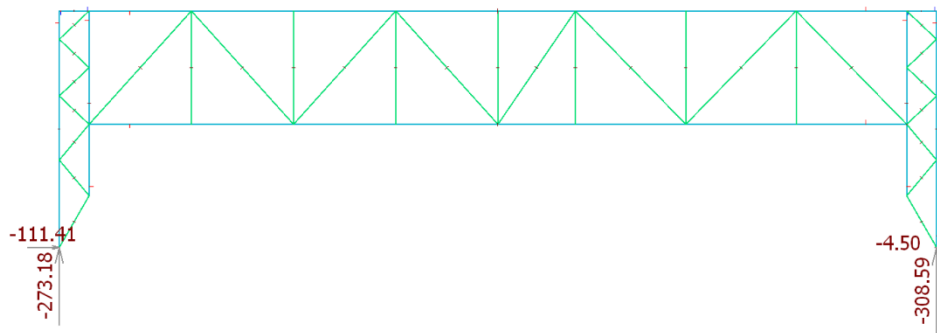
Leikkausvoima:



Momentti:



Tukireaktiot:



Profiilien mitoitus:**Yläpaarre:**

Mitoitus puristukselle, taivutukselle ja leikkaukselle. Nurjahduspituus toiseen suuntaan sauvojen väli, toiseen suuntaan jäykistyksen tukien väli.

$$N_{ED} = -464,66 \text{ kN}$$

$$M_{ED} = -11,05 \text{ kN}$$

$$V_{ED} = 22,36 \text{ kN}$$

CFRHS120x120x6, puristuskestävyys 591,1 kN (3m)

Momenttikestävyys:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$W_{pl} = 111,6 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$f_y = 355 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\gamma_{M0} = 1$$

$$M_{c,Rd} = \frac{111,6 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \cdot 355 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1} = 39,618 \text{ kNm}$$

$$\text{Käyttöaste: } \frac{11,15 \text{ kNm}}{39,618 \text{ kNm}} = 0,279$$

Leikkauskestävyys

$$V_{c,Rd} = V_{pl,Rd} = \frac{A_v \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}} \right)}{\gamma_{M0}}$$

$$A_v = A \cdot \frac{h}{b+h}$$

$$A_v = 2643 \text{ mm}^2 \cdot \frac{120 \text{ mm}}{120 \text{ mm} + 120 \text{ mm}} = 1321,5 \text{ mm}^2$$

$$V_{c,Rd} = \frac{1321,5 \text{ mm}^2 \cdot \left(\frac{355 \text{ N/mm}^2}{\sqrt{3}} \right)}{1} = 270,85 \text{ kN}$$

$$\text{Käyttöaste: } \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{22 \text{ kN}}{270,85 \text{ kN}} = 0,081$$

Taivutuksen ja leikkauksen yhteisvaikutusta ei tarvitse tutkia, sillä leikkausvoima on alle puolet leikkauskestävyydestä.

Puristuskestävyys:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$N_{c,Rd} = \frac{Af_y}{\gamma_{M0}} = \frac{2643 \text{ mm}^2 \cdot 355 \text{ N/mm}^2}{1} = 938,265 \text{ kN}$$

$$\text{Käyttöaste: } \frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{464,66 \text{ kN}}{938,265 \text{ kN}} = 0,495$$

Kestävyys stabiiliuden suhteen:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$N_{b,Rd} = \frac{XAf_y}{\gamma_{M1}}$$

$$X = \frac{1}{\varphi + \sqrt{\varphi^2 - \lambda^2}} \leq 1$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{Af_y}{N_{cr}}}$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L_{cr}^2}$$

$$L_{cr} = 0,9 \cdot l = 0,9 \cdot 2740 \text{ mm} = 2466 \text{ mm}$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot 210\,000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 562,2 \cdot 10^4 \text{ mm}^4}{(2466 \text{ mm})^2} = 1916,125 \text{ kN}$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{2643 \text{ mm}^2 \cdot 355 \text{ N/mm}^2}{1916,125 \text{ kN}}} = 0,7$$

$$\varphi = 0,5[1 + 0,49(\lambda - 0,2) + \lambda^2] = 0,867$$

$$X = \frac{1}{0,867 + \sqrt{0,867^2 - 0,7^2}} = 0,725$$

$$N_{b,Rd} = \frac{0,725 \cdot 2643 \text{ mm}^2 \cdot 355 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1,0} = 680 \text{ kN}$$

$$\text{Käyttöaste: } \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{464,66 \text{ kN}}{680 \text{ kN}} = \mathbf{0,683} \leq 1$$

Taivutus ja aksiaalinen voima:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{N,Rd}}$$

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} [1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2]$$

$$M_{N,Rd} = 39,618 \text{ kNm} \cdot [1 - (0,495)^2] = 29,9 \text{ kNm}$$

$$\text{Käyttöaste: } \frac{M_{Ed}}{M_{N,Rd}} = \frac{10,14 \text{ kNm}}{29,9 \text{ kNm}} = 0,37$$

Taivutus, leikkaus ja aksiaalinen voima

$$\frac{N_{Ed}}{X_y N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,ED}}{X_{Lt} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,ED}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

$$k_{yy} = C_{my} \left(1 + (\lambda_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{X_y N_{Rk}} \right) \leq C_{my} \left(1 + 0,8 \frac{N_{Ed}}{X_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$$

$$C_{my} = 0,1 - 0,8\alpha_s \geq 0,4$$

$$\alpha_s = \frac{M_s}{M_h}$$

$$\alpha_s = \frac{3,65 \text{ kN}}{-10,14 \text{ kN}} = -0,325$$

$$C_{my} = 0,1 - 0,8 \cdot (-0,36) = 0,36 \leq 0,4 \rightarrow C_{my} = 0,4$$

$$k_{yy} = 0,4 \left(1 + (0,7 - 0,2) \frac{465 \text{ kN}}{680 \text{ kN}} \right) = 0,54$$

$$(k_{yy} = 0,4 \cdot \left(1 + 0,8 \frac{465 \text{ kN}}{680 \text{ kN}} \right) = 0,62)$$

$$\frac{465 \text{ kN}}{680 \text{ kN}} + 0,54 \frac{11,05 \text{ kNm} + 0}{1 \cdot 29,34 \text{ kNm}} = \mathbf{0,882} \leq 1 \rightarrow \text{OK!}$$

(FEM-Design käyttöaste 86%)

Alapaarre:

CFRHS120x80x6

Alapaarteessa vetoa 355 kN tai puristusta 15,5 kN. Momentti $M_s = -7,9 \text{ kNm}$, $M_h = 10,4 \text{ kNm}$

Alapaarre mitoitettu FEM-Designilla, mitoitustulos liitteenä R2_alapaarre. Nurjahduspituutena pystysuunnassa sauvojen väli, sivusuunnassa alapaarteen koko pituus.

Käyttöaste 84%

Ristikkopilarit:**Ulkoputki:**

CFRHS 100 x 60x 6:

Puristus 115,8 kN, sauvojen väli heikommassa suunnassa 2,2 m

→ kestää 207,4 kN (2,5 m)

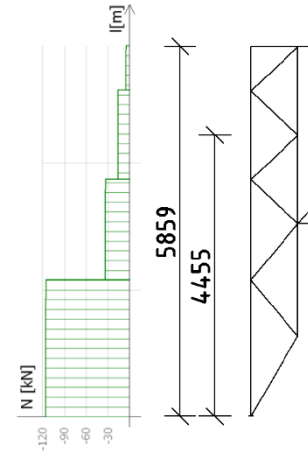
vahvempaan suuntaan nurjahduspituus viereisen kuvan mukaan 1,0l, l ajateltu ristikon ylä ja alapaarteen väliin → l_{cr} $= 1,0 \cdot 4,445$ mm kuormitus jakautunut oikeisen kuvan mukaan, suurin puristus vain pilarin alapäässä.

→ kestää 156 kN (4,5 m), Poikkileikkausluokka 1

FEM-Design mitoitus:

CFRHS 120x60x4 käyttöaste 83%, laskenta liitteessä

R2_pilari_ulkoputki

**Sisäputki:**

CFRHS 100 x 100 x 5:

Puristus 323.5 kN, sauvojen väli 1,8 m

→ kestää 479,8 kN (2,0 m)

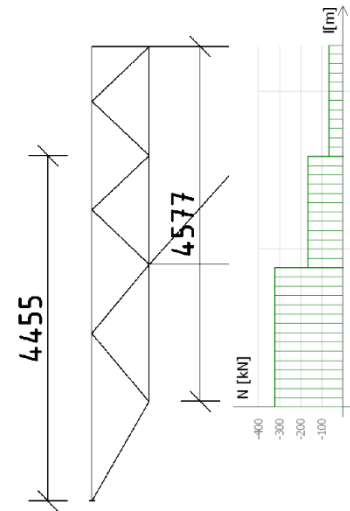
nurjahduspituus toiseen suuntaan nurjahdustukien väli

→ kestää 418,9 kN (4,5 m)

FEM-Design mitoitus:

CFRHS150x100x5 käyttöaste 74%, laskenta liitteessä

R2_pilari_sisäputki



Diagonaalit:

Putkiristikoissa, kun uumasauvan päätä ei ole litistetty ja kun uumasauvan pää hitsataan ympäri kiinni rakenneputkesta tehtyyn paarteeseen, uumasauvan nurjahduspituudeksi L_{cr} voidaan yleensä valita $0,75L$ sekä ristikon tasossa että ristikon tasoa vastaan kohtisuorassa suunnassa tapahtuvassa nurjahduksessa. (EC:n kansallinen liite)

Tässä käytetty kuitenkin diagonaalien nurjahduspituuksina $1,0l \rightarrow$ tulos varmallalla puolella.

Kattoristikko

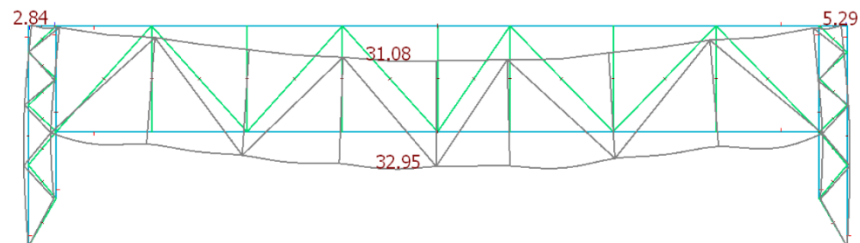
Alue	Voima	Nurjahduspituus	profiili	N_{Rd}	PL
Päätydiagonaalit	-379 kN	3,924 m	CFRHS120x120x6	437,2 kN (4,0 m)	1
Vertikaalit	-36 kN	2,810 m	CFRHS60x60x3	60,3 kN (3,0 m)	1
Diagonaalit	-153 kN	3,781 m	CFRHS100x100x3	152,6 kN (4,0 m)	2

Ristikkopilari

Alue	Voima	Nurjahduspituus	profiili	N_{Rd}	PL
3 alinta sauvaa	-223 kN	1,48 m	CFRHS70x70x4	252,9 kN (1,5 m)	1
Muut sauvat	-74 kN	1,02 m	CFRHS60x60x3	188,7 kN (1,0 m)	1

Ristikon siirtymät:

Siirtymät käyttörajatilassa



Nurkan siirtymän raja arvo 1-2 kerroksisilla rakennuksilla:

$$\frac{h}{150} = \frac{5860 \text{ mm}}{150 \text{ mm}} = 39 \text{ mm} > 5,3 \text{ mm} \rightarrow OK$$

Sallittu painuma:

$$w_{max,sall} = \frac{l}{300} = \frac{20260 \text{ mm}}{300} = 67,5 \text{ mm} > 33 \text{ mm} \rightarrow OK$$

Sivusiirtymien huomioiminen:

Rakennusten kehille sivusiirtymiin liittyvät epätarkkuudet voidaan jättää huomioimatta kun:

$$H_{Ed} \geq 0,15V_{Ed}$$

$$H_{Ed} = 1,5 \cdot (4,1 + 5,67 + 4,22 + 2,05) \text{ kN} = 24,06 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 308,6 \text{ kN (FEM:stä)}$$

$24,06 \text{ kN} < 46,3 \text{ kN} \rightarrow$ Ei voi jättää huomioimatta

Lisävaakavoima:

$$V_{Ed, \text{lisä}} = \frac{308,6 \text{ kN}}{150} = 2 \text{ kN}$$

$$\alpha_{cr} = \left(\frac{H_{Ed}}{V_{Ed}} \right) \left(\frac{h}{\delta_{H,Ed}} \right) \geq 10$$

H_{Ed} kerroksessa pilarien yläpäihin vaakasuuntaisista kuormista ja fiktiivisistä vaakakuormista syntyvän vaakasuuntaisen kokonaisleikkausvoiman mitoitusarvo. (tarkoittaa ko. kuormien summaa);

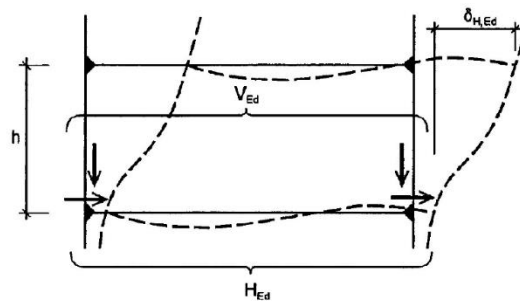
V_{Ed} kerroksessa pilarien alapäihin vaikuttavien kaikkien pystysuuntaisten kuormien mitoitusarvo. (tarkoittaa ko. kuormien summaa);

$\delta_{H,Ed}$ kerroksessa pilarin ylä- ja alapään nurkkien vaakasiirtymien ero;

h kerroskorkeus;

$$V_{Ed} = 308,6 \text{ kN} + 273,2 \text{ kN} = 581,8 \text{ kN}$$

$$H_{Ed} = 24,06 \text{ kN} + 2 \text{ kN} = 26,06 \text{ kN}$$



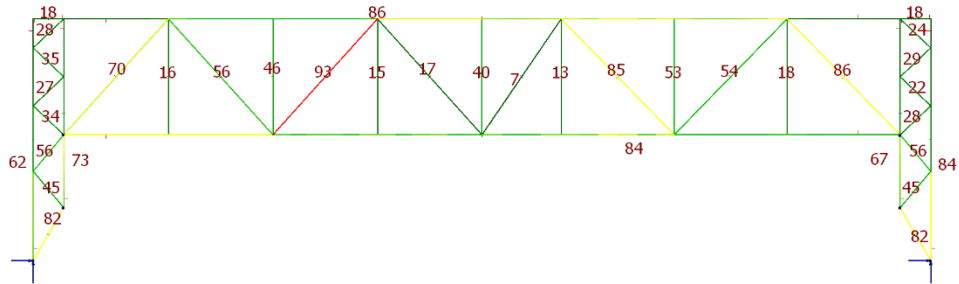
$$\delta_{H,Ed} = 4,8 \text{ mm (haettu FEM:stä)}$$

$$\alpha_{cr} = \left(\frac{26,06 \text{ kN}}{581,8 \text{ kN}} \right) \left(\frac{5860 \text{ mm}}{5,29 \text{ mm}} \right) = 49,6 \geq 10 \rightarrow \text{Sivusiirtymätön}$$

Valitut profiilit ja käyttöasteet:

Osa:	Profiili:	Suurin käyttöaste:
Ristikon yläpaarre	CFRHS120x120x6	86%
Ristikon alapaarre	CFRHS120x80x6	84%
Pätydiagonaalit	CFRHS120x120x6	86%
Muut diagonaalit	CFRHS100x100x3	93%
Vertikaalit	CFRHS60x60x3	53%
Ristikkopilarin ulkoputki	CFRHS100x60x6	84%
Ristikkopilarin sisäputki	CFRHS100x100x5	73%
Ristikkopilarin 3 alinta sauvaa	CFRHS70x70x4	82%
Ristikkopilarin muut sauvat	CFRHS60x60x3	35%

Käyttöasteet valituilla profiileilla FEM-Designista.



Jäykistyksestä aiheutuva yläpaarteen puristusta ei ole laskettu tähän liitteeseen. Yläpaarteen käyttöaste 99% puristusvoima huomioiden FEM-designin mitoituksella. Tulos varmallalla puolella, sillä laskentaohjelmaan on tuulen paine kuormituskohtaan lisätty jäykistysvoiman laskenta-arvo.

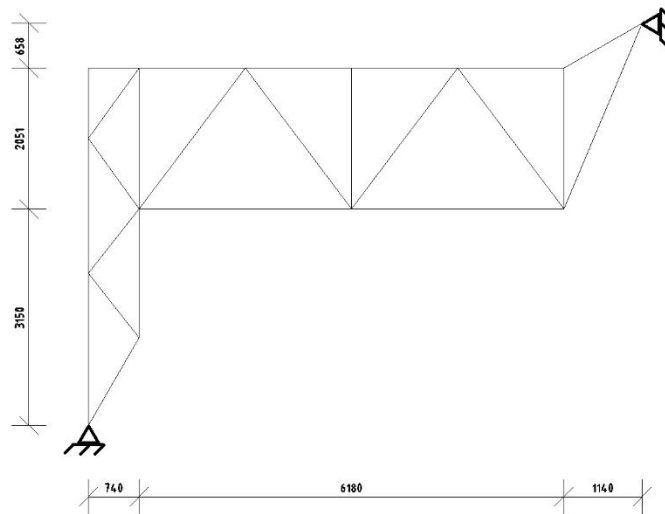
Liite 9. Laskenta ristikosta R3

1(11)

Ristikko_R3, 2kpl

TERÄS S355J2G3

Mitoitettava rakenne:



Laskennassa ristikon yläpaarre oletettu nurjahdustuetuksi sivuttaissuunnassa jäykistystukien mukaan.

Ristikön kuormitus

Alapaarteen kuormat:

0

Yläpaarteen kuormat:

$$g_{k,op,vesikatto} = 0,3 \frac{kN}{m^2} \cdot 2,0m + 0,4 \frac{kN}{m^2} \cdot 3m = 1,8kN/m$$

$$q_{k,lumi} = 4,0 m \cdot 2 \frac{kN}{m^2} = 8 kN/m$$

Tuuli päätyyn:

Tuuli pistekuormana ristikon yläpäähän. Päätyseinän alaosasta tuulikuorma vanhoille rakenteille.

$$\text{puhallus: } \frac{5,1m \cdot 3m}{2} \cdot 0,45kN/m^2 = 3,45kN$$

noste kun tuuli puhaltaa päättyyn:

$$0-1,6 \text{ m: } \frac{0,5 \frac{kN}{m^2} + \frac{0,63kN}{m^2}}{2} \cdot 5,2m = 3kN/m$$

$$\text{loppualue: } \frac{0,5kN}{m^2} \cdot 5,2m = 2,6kN/m \rightarrow \text{molemmat alueet } 3kN/m \text{ koska ero pieni}$$

Tuuli puhaltaa toisesta suunnasta

$$\text{pistekuorma seinän imusta: } \frac{5,1m \cdot 3m}{2} \cdot -\frac{0,225kN}{m^2} = -1,72kN/m$$

$$\text{noste: } \frac{0,4kN}{m^2} \cdot 5,2m = 2,1kN/m$$

Profiilikoot alustavasti:

Taivutusmomentti:

$$q_d = 1,15 \cdot (1,8kN/m) + 1,5 \cdot 8kN/m = 14,07kN/m$$

$$M_d = \frac{14,07 \frac{kN}{m} \cdot (8,15m)^2}{8} = 118,821kNm$$

Paarteissa vaikuttava voima N_{Ed} :

$$N_{Ed} \cdot H - M_d = 0 \rightarrow N_d = \frac{M_{Ed}}{H} = \frac{115,39kNm}{2,1m} = 55,63kN$$

Leikkausvoima päädyssä:

$$V_{Ed} = q_d \cdot \frac{l}{2} = 14,07kN/m \cdot \frac{8,2m}{2} = 57,7kN$$

$$\text{Ensimmäinen puristussauva} = \sqrt{2} \cdot V_d = 81,6kN, \text{ nurjahduspituus } 2500 \text{ mm.}$$

Alapaarre:

Vaadittava pinta-ala alapaarteelle:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$N_{t,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{Mo}} \rightarrow A = \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{Mo}}{f_y}$$

$$A = \frac{55630N \cdot 1}{355 \frac{N}{mm}} = 156,7mm^2$$

CFRHS 60 x 40 x 2 = 374 mm \rightarrow OK!

Poikkileikkausluokka 2

Yläpaarre:

CFRHS 60 x 60 x 4:

Puristus 56 kN, sauvojen väli 1540 mm → 60x60x4 kestää 187,6 kN (1,5 m)

Poikkileikkausluokka 1

Paarteessa varmuutta, kattopalkeilta aiheutuvan momentin takia

Ulkopilari:

Puristus, arviona $\frac{81,6 \text{ kN}}{2} = 40,8 \text{ kN}$, sauvojen väli heikommassa suunnassa 1,3 m

→ 80x40x4 kestää 56,4 kN (1,5 m)

vahvempaan suuntaan nurjahduspituus 4,6 m

→ 80x40x4 kestää 53 kN (4,5 m)

Poikkileikkausluokka 1

Sisäpilari:

Puristus 41,0 kN, sauvojen väli heikommassa suunnassa 1,9 m

→ 80x40x2,5 kestää 57,3 kN (2,0 m)

Puristus 41,0 kN, vahvempaan suuntaan nurjahduspituus 1,9 m

→ 80x40x2,5 kestää 116,4 kN (2,0 m)

Poikkileikkausluokka 2

Alustava arvio diagonaalien profiilikoosta

Ristikön osat 1,5 & 6,7:

CFRHS 60 x 60 x 4 = 100,6 kN (2,5 m), Poikkileikkausluokka 1

Ristikön muut osat:

CFRHS 60 x 40 x 2,5 = 44,65 kN (2,0 m), Poikkileikkausluokka 1

Pilarin diagonaalit (ristikön alapaarteen yläpuolella)

CFRHS 40 x 20 x 3 = 12,97 kN (1,5 m), Poikkileikkausluokka 1

Pilarin diagonaalit (ristikön alapaarteen alapuolella)

CFRHS 60 x 40 x 2,5 = 68,56 kN (1,5 m), Poikkileikkausluokka 1

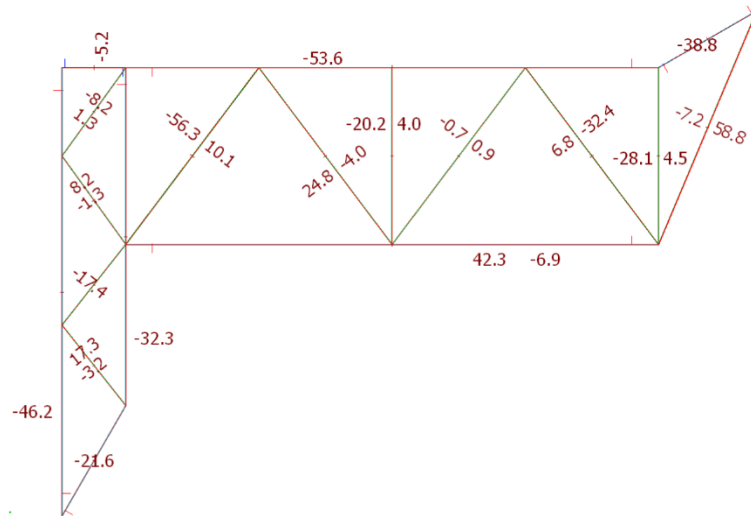
Rasitukset FEM:stä

Kuormitustapaukset:

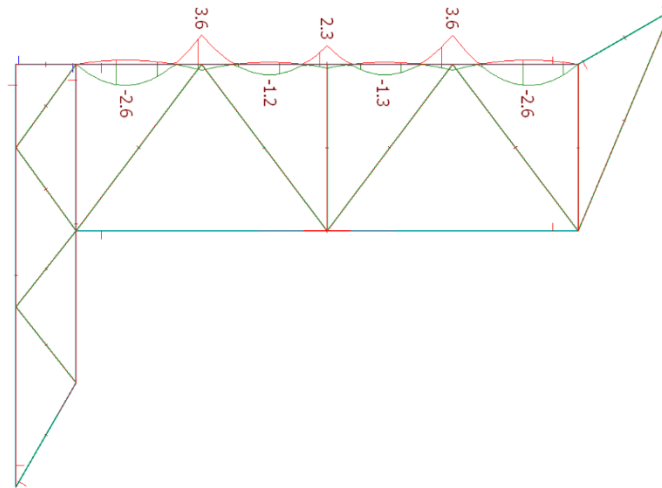
No	Name	Type	Duration class (EN 1995 1-1)
1	Omapaino	+Struc. dead load	Permanent
2	lumi	Ordinary	Medium-term
3	tuuli,puhallus	Ordinary	Short-term
4	tuuli,imu	Ordinary	Short-term

Kuormitusyhdistelmät:

No	Name	Type	Factor	Included load cases
1	OPmaks+lumimäärävä+tuulipuhallus	U	1.15	Omapaino
			1.50	lumi
			1.05	tuuli,puhallus
2	OPmin,+tuulituulipuhallus	U	0.90	Omapaino
			1.50	tuuli,puhallus
3	OPmaks+tuulipuhallusmäärävä+lumi	U	1.15	Omapaino
			1.50	tuuli,puhallus
			1.05	lumi
4	OPmin+tuuli-imu	U	0.90	Omapaino
			1.50	tuuli,imu
5	OPmaks+tuuli-imumäärävä+lumi	U	1.15	Omapaino
			1.50	tuuli,imu
			1.05	lumi
6	OPmaks+lumimäärävä+tuuli-imu	U	1.15	Omapaino
			1.50	lumi
			1.05	tuuli,imu
7	OPmaks+lumi,eituulinostetta	U	1.15	Omapaino
			1.50	lumi
8	käyttöraja1	S	1.00	Omapaino
			1.00	lumi
			1.00	tuuli,puhallus
9	käyttöraja2	S	1.00	Omapaino
			1.00	tuuli,puhallus

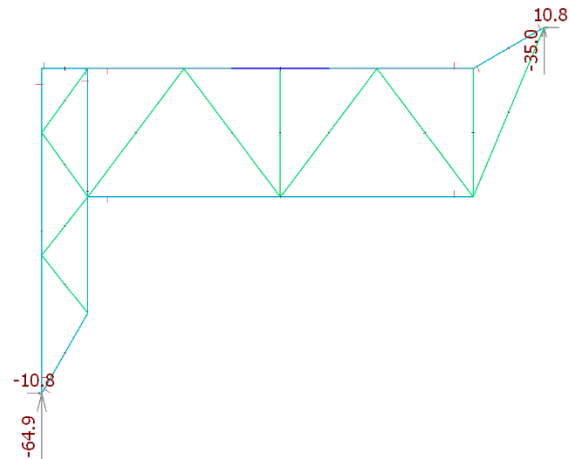
Normaalivoima:**Leikkausvoima:**

Suurin leikkaus yläpaarteessa -13.3 kN
 Suurin leikkaus alapaarteessa 0 kN
 Suurin leikkaus pilarin ulkoputkessa 0 kN
 Suurin leikkaus pilarin sisäputkessa 0 kN

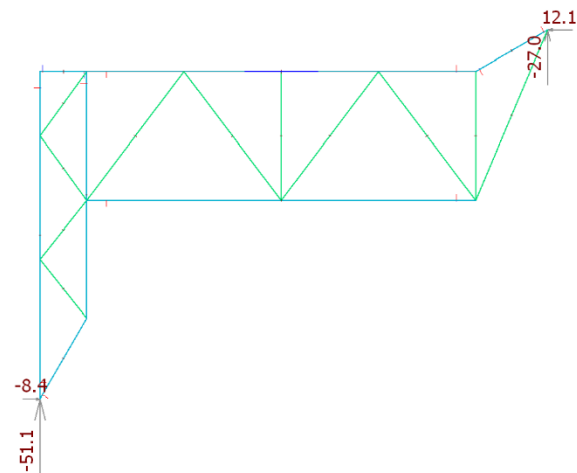
Momentti:

Tukireaktiot:

Kuormitusyhdistelmällä omapaino max, lumi



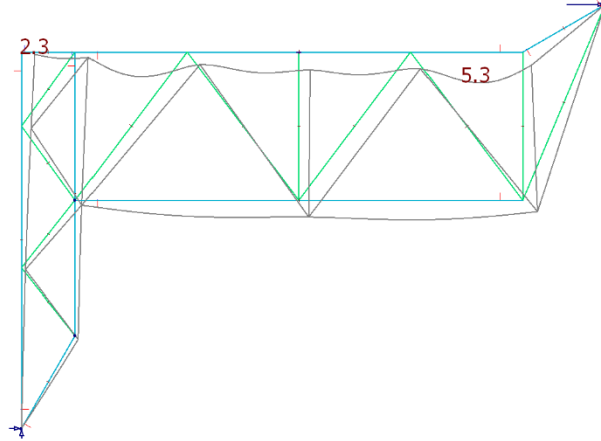
Kuormitusyhdistelmällä omapaino max, lumimääräävä, tuulipuhallus



Liitoksen kiinnitys yläpaarteeseen tukireaktiot kuormitustapauksista:

kuormitustapaus	vaaka →	pysty ↓
Omapaino	-1,5 kN	5,1 kN
Lumi	-6,0 kN	19,4 kN
tuuli, puhallus	-1,2 kN	-7,6 kN
tuuli, imu	3,3 kN	-4,9 kN

Ristikon siirtymät käyttörajatilassa (lopullisilla profiileilla):



Nurkan siirtymän raja arvo 1-2 kerroksisilla rakennuksilla:

$$\frac{h}{150} = \frac{5200 \text{ mm}}{150 \text{ mm}} = 34,67 \text{ mm} > 2,3 \text{ mm} \rightarrow OK$$

Sallittu painuma:

$$w_{max,sall} = \frac{l}{300} = \frac{7400 \text{ mm}}{300} = 24,7 \text{ mm} > 5,3 \text{ mm} \rightarrow OK$$

Profiilien mitoitus:

Yläpaarre CFRHS 80 x 60 x 4:

Mitoitus puristukselle, taiputukselle ja leikkaukselle. Nurjahduspituus heikompaan suuntaan sauvojen väli, vahvempaan suuntaan jäykistystukien väli.

$$N_{ED} = -53,6 \text{ kN}$$

$$M_{ED} = 3,6 \text{ kN}$$

$$V_{ED} = 13,3 \text{ kN}$$

Mitoitettu FEM-Designilla, mitoitus liitteessä R3_ristikko_yläpaarre. Käyttöaste 61 %

Yläpaarten jatkososa:

Paarteessa puristusta 38,8 kN → 60x60x4 kestää 100,6 kN (2,5m), (PL 1)

Nurjahduspituutena $1,7 \cdot l = 1,3 \text{ m} = 2,21$ (RIL90-1996)

Paarteessa varmuutta, sillä tässä vaiheessa ei ole tiedossa tuleeko sille momenttia kattorakenteista.

Alapaarre:

Alapaarteessa vetoa 42,3 kN tai puristusta 6,9 kN

(”Joissakin kevytrakenteisissa halleissa ristikon alapaarteeseen saattaa tuulen imukuormasta syntyä myös pieni puristusjäännitys. Tällöin useimmiten alapaarteiden nurjahduspituus on koko alapaarteiden pituus.”)

CFRHS80x40x3 kestää 19,4 kN puristusta vahvempaan suuntaan (7 m)

CFRHS80x40x3 kestää 33,8 kN puristusta heikompaan suuntaan (3,0 m)

Mitoitus FEM-Designilla liitteessä R3_ristikko_alapaarre. Nurjahduspituus puristukselle sauvan heikommassa suunnassa diagonaalien väli, vahvemmassa suunnassa alapaarteiden koko pituus. Käyttöaste 29%

Pienempikin alapaarre riittäisi, tässä käytetty 80 mm leveää sauvojen liitosten takia.

Ristikkopilarit:

Ulkoputki:

CFRHS 80 x 40 x 5:

Heikompaan suuntaan puristus 46,2 kN

→ 80x40x5 kestää 650,4 kN (2,5 m)

vahvempaan suuntaan, puristus 51,3 kN:

→ 80x40x5 kestää 61,76 kN (4,5 m)

Poikkileikkausluokka 1

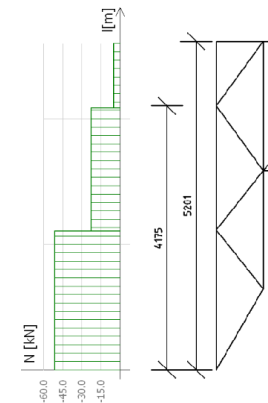
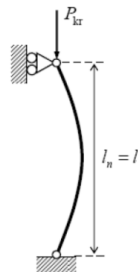
Nurjahduspituus viereisen kuvan mukaan 1,0*l*:

l ajateltu ristikon ylä ja alapaarteiden väliin

→ $l_{cr} = 1,0 \cdot 4,175 \text{ m}$

kuormitus jakautunut oheisen kuvan mukaan, suurin puristus vain pilarin alapäässä.

Mitoitus liitteessä R3_pilari_ulkoputki, käyttöaste 68%.



Sisäputki:

CFRHS 80 x 40 x 3:

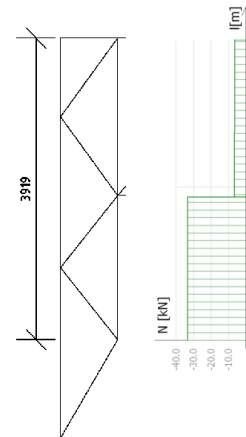
Puristus 32,3 kN, sauvojen väli heikommassa suunnassa 1,8 m

→ 80x40x3 kestää 66,29 kN (2,0 m)

Puristus 33,9 kN, vahvempaan suuntaan nurjahduspituutena nurjahdustukien väli (1,8m).

→ 80x40x3 kestää 136,3 kN (2,0 m)

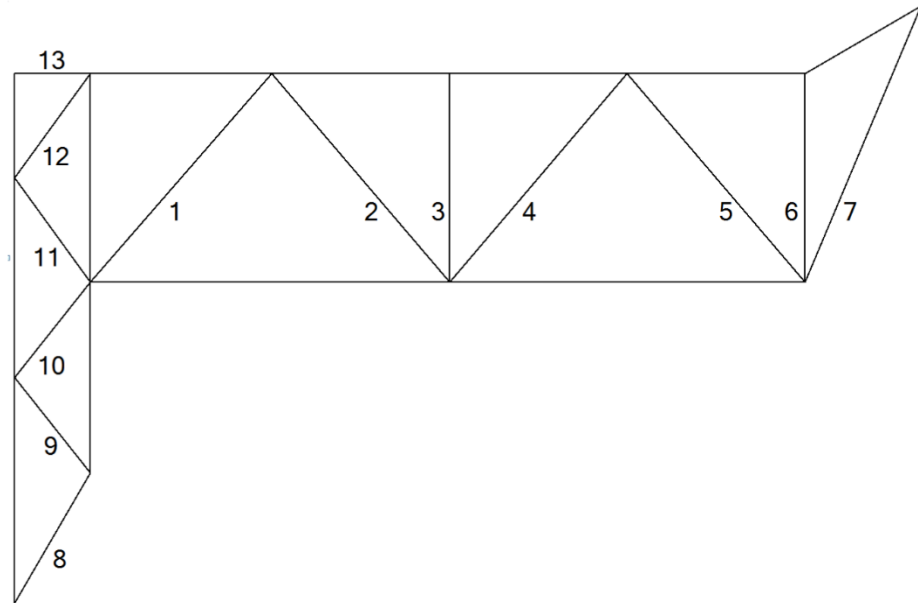
Mitoitus liitteessä R3_pilari_sisäputki, käyttöaste 40%.



Diagonaalit:

Putkiristikoissa, kun uumasauvan päätä ei ole litistetty ja kun uumasauvan pää hitsataan ympäri kiinni rakenneputkesta tehtyyn paarteeseen, uumasauvan nurjahduspituudeksi L_{cr} voidaan yleensä valita $0,75L$ sekä ristikon tasossa että ristikon tasoa vastaan kohtisuorassa suunnassa tapahtuvassa nurjahduksessa. (EC:n kansallinen liite)

Tässä käytetty kuitenkin diagonaalien nurjahduspituuksina $1,0 L \rightarrow$ tulos varmallalla puolella.

**Kattoristikko**

Osat	Mitoitusvoima	Nurjahduspituus	profiili	N_{Rd}	PL
1,2,4,5,7	-56,3 kN	2,56 m	CFRHS60x60x4	75,32 kN (3,0m)	1
3,6	-28,1 kN	2,05 m	CFRHS40x40x4	43,75 kN (3,0m)	1

Ristikkopilari

Osa	Mitoitusvoima	Nurjahduspituus	profiili	N_{Rd}	PL
13.	-5,2kN+moment.	0,74 m	CFRHS60x60x3	188,7 kN (1,0m)	1
Muut	-21,6 kN	1,48m	CFRHS60x60x3	147,8 kN(1,5m)	1

Sivusiirtymien huomioiminen:

Rakennusten kehille sivusiirtymiin liittyvät epätarkkuudet voidaan jättää huomioimatta kun:

$$H_{Ed} \geq 0,15V_{Ed}$$

$$H_{Ed} = 1,5 \cdot 3,45 \text{ kN} = 5,2 \text{ kN} \text{ (Vaakavoimana pelkkä tuuli pilarin yläpäässä)}$$

$$V_{Ed} = 73,8 \text{ kN} \text{ (FEM: stä)}$$

$5,2 \text{ kN} < 11,07 \text{ kN} \rightarrow$ Ei voi jättää huomioimatta

Lisävaakavoima:

$$V_{Ed, \text{lisä}} = \frac{70,8 \text{ kN}}{150} = 0,5 \text{ kN}$$

$$\alpha_{cr} = \left(\frac{H_{Ed}}{V_{Ed}} \right) \left(\frac{h}{\delta_{H,Ed}} \right) \geq 10$$

H_{Ed} kerroksessa pilarien yläpäihin vaakasuuntaista kuormista ja fiktiivisistä vaakakuormista syntyvän vaakasuuntaisen kokonaisleikkauvoiman mitoitusarvo, (tarkoittaa ko. kuormien summaa);

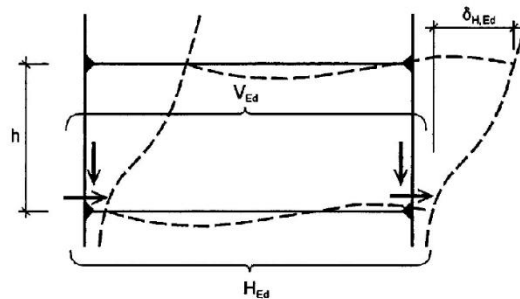
V_{Ed} kerroksessa pilarien alapäihin vaikuttavien kaikkien pystysuuntaisten kuormien mitoitusarvo, (tarkoittaa ko. kuormien summaa);

$\delta_{H,Ed}$ kerroksessa pilarin ylä- ja alapään nurkkien vaakasiirtymien ero;

h kerroskorkeus;

$$V_{Ed} = 64,9 + 35 \text{ kN} = 100 \text{ kN} \text{ (FEM: stä)}$$

$$H_{Ed} = 5,2 \text{ kN} + 0,5 \text{ kN} = 5,7 \text{ kN}$$



$$\delta_{H,Ed} = 4,1 \text{ mm} \text{ (haettu FEM: stä)}$$

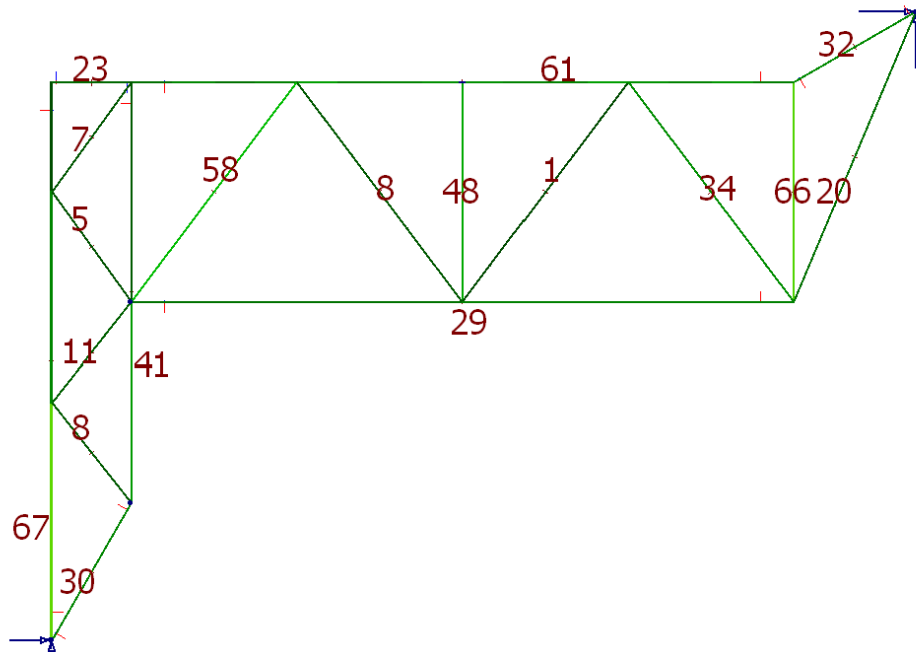
$$\alpha_{cr} = \left(\frac{5700 \text{ N}}{100000 \text{ N}} \right) \left(\frac{5200 \text{ mm}}{2,3 \text{ mm}} \right) = 129 \geq 10 \rightarrow \text{Sivusiirtymätön}$$

Valitut profiilit ja käyttöasteet:

Osa:	Profiili:
Ristikon yläpaarre	CFRHS80x60x4
Ristikon yläpaarteen jatkos	CFRHS60x60x4
Ristikon alapaarre	CFRHS80x40x3
Ristikon diagonaalit	CFRHS60x60x4
Ristikon vertikaalit	CFRHS40x40x4
Ristikkopilarin ulkoputki	CFRHS80x40x5
Ristikkopilarin sisäputki	CFRHS80x40x3
Ristikkopilarin sauvat	CFRHS60x60x3

Ristikkopilarien diagonaalit samaa profiilia ulkonäkösyistä.

Käyttöasteet valituilla profiileilla FEM-designista:



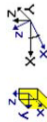
Liite 10. Terästoteutuksen puurakenteiden mitoitus

1(15)

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017) © Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood
Aukkopalkki_ikkuna ?
 6.4.2015

Lasketon on tehty alla olevalla lähikokolla van tyypisellä rakennusella. Lasketussa esitetty rakennuksen pällus ei ole tilausten, Tilaustassa on oltava huomioon esitt. luvun valetta esittellus.

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)
 RIL 206-1:2009 SR1 (02/07/2012)



PROJEKTTEIDOT:

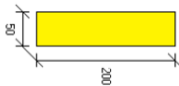
Nimi: ?

CT: Ikkuna-aukkopalkki.sdt

RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Vapaa rakenne
 Materiaali: C24
 Palkkileveys: 50x200
 B=50 mm, H=200 mm, A=(1000 mm², Y=33333333 mm⁴, W_y=3333333 mm³)
 Kyntiläluokka: 2
 Seuraavaluokka: CC2 (KF=10)
 Jalkokorunluseiv.: 1000 mm (jalkokorunleiv.)

Ulkö-järneleipäluokka: Vasemmalla (mm)
 Ulkö-järneleiv.: 1800,0
 Järneleiv. 1: 1800,0
 Yhteensä: 1800,0



Tuoli:

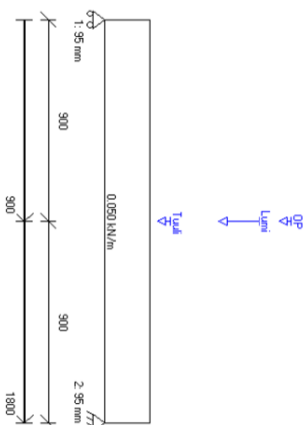
Tuoli:	Sijainti x (mm):	Leveys (mm):	Tyyppi:
1:	0	95	Ulkötuoli (Z)
2:	1800	95	Kävelö tuoli (X,Z)

f _{m,k} (N/y):	24,00 N/mm ²
f _{m,k} (Mz):	23,90 N/mm ²
f _{s,0,k} :	21,00 N/mm ²
f _{c,90,k} :	2,50 N/mm ²
f _{0,k} :	14,00 N/mm ²
f _k (Vz):	4,00 N/mm ²
f _k (Vy):	4,00 N/mm ²
E _{mean} :	1000 N/mm ²
G _{mean} :	600 N/mm ²
E 0,05:	7400 N/mm ²
G 0,05:	480 N/mm ²
Tarvuspaino:	5,00 kN/m ³ (omapainon laskentaan varten)
Osavarmuusluokka:	1,40

Sivu 1

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017) © Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood
 6.4.2015

Akseliluokka:	knott
Pysyvä:	0,600
Palkkileveys:	0,700
Keskipölkki:	0,800
Lyyhytsäkelmitt:	0,900
Hakelämitt:	1,100
Kävelö:	0,800



KUORMITUSTIEDOT:

Ompaaino (Ompaaino, Pysyvä): FZ = 0,61 kN x = 900,0 mm (OP)
 Palkkileveys t: QZ = 0,050 kN/m x = 0 - 1800 mm
 Rakennuksen paino:
 Linnakuorma (Linnakuorma Sk<2,75 kN/m², Keskipölkki): FZ = 4,32 kN x = 900,0 mm (Linn)
 Palkkileveys t:
 Tuulikuorma (alla) (Tuulikuorma, Hakelämitt): FZ = 0,38 kN x = 900,0 mm (Tuuli)
 Palkkileveys t:

KUORMITUSYHDISTELMÄT:

Yhteisellä 1 (AllT, Pysyvä)

Sivu 2

Finnwood 2.3 SRT (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

6.4.2015

1,00*1,35*Onnapeino	
Yhdistelmä 2 (MRT, Keskipöytä)	
1,00*1,35*Onnapeino + 1,00*1,50*Luunkuoma	
Yhdistelmä 3 (MRT, Hekkilinen)	
1,00*1,35*Onnapeino + 1,00*1,50*Luunkuoma + 1,00*1,50*60*Luunkuoma (las)	
Yhdistelmä 4 (MRT, Hekkilinen)	
1,00*1,35*Onnapeino + 1,00*1,50*70*Luunkuoma + 1,00*1,50*Luunkuoma (las)	
Yhdistelmä 6 (MRT, Keskipöytä)	
1,00*1,35*Onnapeino + 1,00*1,50*70*Luunkuoma	
Yhdistelmä 7 (MRT, Hekkilinen)	
1,00*1,35*Onnapeino + 1,00*1,50*Luunkuoma (las)	
Yhdistelmä 8 (MRT, Psyvä)	
1,00*1,35*Onnapeino	
Yhdistelmä 9 (MRT, Psyvä)	
0,90*Onnapeino	
Yhdistelmä 12 (KRT)	
1,00*Onnapeino	
Yhdistelmä 13 (KRT)	
1,00*Onnapeino + 1,00*Luunkuoma	
Yhdistelmä 14 (KRT)	
1,00*Onnapeino + 1,00*Luunkuoma (las)	
Yhdistelmä 15 (KRT)	
1,00*Onnapeino + 1,00*70*Luunkuoma + 1,00*Luunkuoma (las)	
Yhdistelmä 17 (KRT)	
1,00*Onnapeino + 1,00*70*Luunkuoma	
MITOITUS:	
Mikälehdindef:	EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RL 205-1:2009
Kokoonsovittotele:	73,5 %
MITOITUSPARAMETRI:	
Täpänaraja Viredef:	L300
Korotuskemppi, virenen talle:	2100

Sivu 3

Finnwood 2.3 SRT (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

6.4.2015

Korotuskemppi, oikea talle:	2100			
Näppähdus on esteitä modernin suunnin (ja z)				
Kepähdus tarvikkeesta My (y-asetin sulkeen):				
Kepähduskielillä rakenteen ylipuolelle: Lk1 = 600,00 mm				
Kepähduskielillä rakenteen alapuolelle: Lk2 = Pöydän välimatka				
Lk1 = Lk1 ja Lk2 = Lk2 (Esm. Kuomitus neutraalisella keppähduskielen kautta)				
HUOM! Lk1:ta käytetään, kun My>0 ja Lk2:ta, kun My<0				
Väestöryhmittästä ei ole leppy				
MITOITUKSEN AÄRÄARVOT:				
Takasele:	Muutosno:	Rajasevo:	Käytöaste 1%:	Sijainti x:
Lakkauk (Z):	3,76 kN	15,24 kN	24,7 %	0mm
Tähdus (My):	3,36 kNm	4,57 kNm	73,5 %	900 mm
(Ihnen keppähdus):	3,36 kNm	4,57 kNm	73,5 %	900 mm
Tukipane. tuki 1:	3,76 kN	11,16 kN	33,7 %	0mm
Tukipaneleitten = 1,64				
Tukipane. tuki 2:	3,76 kN	11,16 kN	33,7 %	1600 mm
Tukipaneleitten = 1,64				
Jänevelli 1, Viref:	27 mm	-mm	0,0 %	900 mm
Jänevelli 1, Viref, fin:	27 mm	60 mm	44,8 %	900 mm
AÄRÄARVOJEN KUORMITUSOHJELMAT:				
Yhdistelmä 2/1 (keskipöytä):				
1,35*Onnapeino + 1,50*Luunkuoma				
Yhdistelmä 13/1 :				
1,00*Onnapeino + 1,00*Luunkuoma				
VOIMASUUREIDEN AÄRÄARVOT:				
Tulos:	Maksimiviro	Sijainti x:		
Virenx	3,93 kN	0mm		
My,max	3,51 kNm	900 mm		
TUKIREAKTIOT:				
Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	3,93 kN	0,40 kN	2,61 kN	0,45 kN
2:	3,93 kN	0,40 kN	2,61 kN	0,45 kN
- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten				
TUKIREAKTIOT KUORMITUSPARAMETRIIN (OMINAISARVOT):				
Kuomitusparametri:	Onnapeino			
Tuki:	FZ [kN]:			
1:	0,45			
2:	0,45			

Sivu 4

Finwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

6.4.2015

Kuormituspaas:	Lumikuorma
Tuuli:	FZ [kN]
1:	2.16
2:	2.16
Kuormituspaas:	Tuulikuorma (las)
Tuuli:	FZ [kN]
1:	0.19
2:	0.19

HUOMIOT:

- EN 1995-1-1 standardin, sen täydennyksen A1:2008 ja Suomen kansallisen liitteen sekä RIL 205-1:2009 -suunnitteluoheen mukainen laskeenta
- VTT on tehnyt kohtaan osapuolen tarkituksen ohjelmalle (VTT-S-03937-12)
- MRT = Muurrajalla, KRT = Käytörajalla
- *) Yhteisvaikutustarkastelussa %-luku tarkoittaa mitatunvon ja raja-arvon suhdetta, ei lokaalisia käytössä
- Liittyvän alapuoleen rakenteen tulipainakestävyyks tulee tarkistaa erikseen
- Mitäkin osassa ei huomioida ulkoisten alle 20 mm tippumaa yleisin
- Vaarakäily- ja taipumatarkastelua ei tehdä alle 200 mm pituisille ulkoiselle
- Laskusummuodonnalla on mukana käyttörajoitelmakassa
- Laskusummuodonnalla ei ole mukana voimasuunnan laskeentassa
- Rakenteen luovan vaikutus lujiteen on otettu huomioon omissa kerroksissa
- Suunnittelijan tulee kinnittää huomioida myös rakennedetailit ja varmistaa, ettei rakenteisiin muodostu vesiakkuja

Laskeentassa ei ole huomioitu rakennusosia huomioi eikä kosteuskorjuita. Määrälliset rakennusosien laskeentat on määriteltävä erikseen. Rakennuksen kokonaisjärjestyksi ja siltä jättyvä väkokuorma ei ole huomioitu. Rakenteen osat (palkki, pöytä, laatta) soveltuu kokonaisuutensa on päätöksensuunnittelijan tarkasteltava erikseen.

Finwood ohjeistetaan tehdyt tarkastelut ja tulokset ovat voimassa vain ohjeistettujen tilanteiden ja kohteiden osuuskunta, Metsä Woodin tuotteen kanssa. Nämä tulokset on tarkasteltava rakennuspaikalla hankkeen osapuolelle sekä viranomaisille. Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood tai sen yhteyshenkilö eivät vastaa käytännöllisistä tai kohtaanle osapuolelle muiden valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä Finwood-ohjeistuksessa. Ohjeistuksen perustuu näin tehdyistä tarkastelusta ja tuloksista tai kohtaanle valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä aiheutuneista virheistä, menestyksistä tai vahingoista. Näillä ehtoja ei saa poistaa tuotteesta.

Sivu 5

Finwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

30.3.2015

Katoksen lyhyempi palkki

Laskeentat on tehty alla olevilla lähtökäytöillä vain yleiselle rakenteelle. Laskeentassa esitetty rakenteen osien pituus ei ole tilasentillä. Tilasentissä on otettava huomioon esim. tuennan vaarilma leikkauks.

Finwood 2.3 SR1 (2.4.017)

RIL 205-1:2009 SR1 (02.07.2012)

PROJEKTITIEDOT:

Nimi:

C:\Kokosten_luonnont_palkki_2x39x225.s01

RAKENNETTIEDOT:

Rakennetyyppi: Vapaa rakenne
 Materiaali: KERTO OS syväkittien
 Pölkkeikkäus: 2x39x225
 (B=78 mm, H=225 mm, A=1750 mm, J=7400002 mm⁴, W_y=658125 mm³)
 Käytöluokka: 2
 Seurausluokka: C22 (RF=10)
 Jätkökuormitusv.: 1000 mm (jatkokuorma)



Ulko- ja sisäpölköt: Vakiomittainen
 Ulko- ja sisäpölköt: 3000.0
 Järjestelmä: 1
 Yhteiset: 3000.0

Tuuli:	Suunta x [mm]	Leveys [mm]	Tyyppi
1:	0	50	Kenttä nopeaksi (X,Z)
2:	3000	50	Litakuuti (Z)

f_{m,k} (Nv): 45.55 N/mm²
 f_{m,k} (Nz): 50.00 N/mm²
 f_{c,0,k}: 35.00 N/mm²
 f_{c,90,k}: 6.00 N/mm²
 f_{t,0,k}: 35.00 N/mm²
 f_{t,k} (Vz): 4.10 N/mm²
 f_{t,k} (Vy): 2.30 N/mm²
 E_{mean}: 13900 N/mm²
 G_{mean}: 600 N/mm²
 E 0.05: 11800 N/mm²
 G 0.05: 400 N/mm²
 Tilauspaine: 5.10 kN/m³ (omapainon laskeentaa varten)

Osavarmuusluku: 1.20

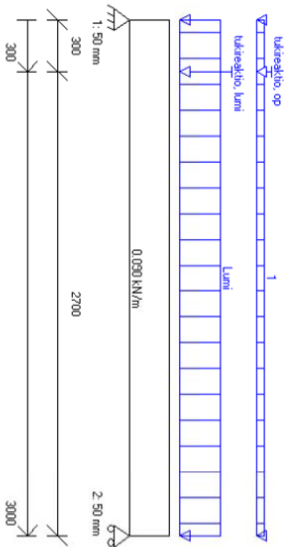
Sivu 1

Finwood 2.3 SRT (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

30.3.2015

Aluekuikat:	knod:
Pysyvä:	0,600
Pitkäaikainen:	0,700
Keskijätkä:	0,800
Lyyhytaikainen:	0,900
Heikkoinen:	1,100
Kokel:	0,800

**KUORMITUSTIEDOT:**

Ompaatio (Ompaatio, Pysyvä):	FZ = 1,21 kN	x = 300,0 mm	(luokesto, op)
Pistekuorma t:	QZ = 0,090 kN/m <th>x = 0 - 3000 mm</th> <td></td>	x = 0 - 3000 mm	
Rakenteeseen paino:	QZ = 0,600 kN/m ² <th>x = 0 - 3000 mm</th> <td></td>	x = 0 - 3000 mm	
Pinta-kuorma t:			
Lumikuorma (Lumikuorma SK<275 kN/m ² , Keskijätkä):	FZ = 5,60 kN <th>x = 300,0 mm</th> <td>(luokesto, lum)</td>	x = 300,0 mm	(luokesto, lum)
Pinta-kuorma t:	QZ = 3,200 kN/m <th>x = 0 - 3000 mm</th> <td>(lum)</td>	x = 0 - 3000 mm	(lum)

KUORMITUSYHDISTELMÄT:

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)
1,00*1,35*Ompaatio

Sivu 2

Finwood 2.3 SRT (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

30.3.2015

Yhdistelmä 2 (MRT, Pysyvä) 1,00*1,15*Ompaatio	
Yhdistelmä 3 (MRT, Pysyvä) 0,90*Ompaatio	
Yhdistelmä 4 (MRT, Keskijätkä) 1,00*1,15*Ompaatio + 1,00*1,50*0,70*Lumikuorma	
Yhdistelmä 5 (MRT, Keskijätkä) 1,00*1,15*Ompaatio + 1,00*1,50*Lumikuorma	
Yhdistelmä 13 (KST) 1,00*Ompaatio	
Yhdistelmä 15 (KST) 1,00*Ompaatio + 1,00*0,70*Lumikuorma	
Yhdistelmä 16 (KST) 1,00*Ompaatio + 1,00*Lumikuorma	

MITOITUS:

Muutosstandardi: EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RIL 205-1:2009
Kokonaiskayttöaste: 73,2%

MITOITUSPARAMEETRI:

Talpurinrajat Wrel:fr:	L/300
Talpurinrajat Wrel:fr:	L/300
Korotuskaton, vesian uloke:	200
Korotuskaton, oikos uloke:	200

Näyttöindus on esitetty minkä tahansa suunnin (y ja z)

Korotusindus on esitetty minkä tahansa suunnin (y ja z)

Korotusindus on esitetty minkä tahansa suunnin (y ja z)

Korotusindus on esitetty minkä tahansa suunnin (y ja z)

Korotusindus on esitetty minkä tahansa suunnin (y ja z)

Korotusindus on esitetty minkä tahansa suunnin (y ja z)

Korotusindus on esitetty minkä tahansa suunnin (y ja z)

Korotusindus on esitetty minkä tahansa suunnin (y ja z)

Korotusindus on esitetty minkä tahansa suunnin (y ja z)

Korotusindus on esitetty minkä tahansa suunnin (y ja z)

Korotusindus on esitetty minkä tahansa suunnin (y ja z)

Korotusindus on esitetty minkä tahansa suunnin (y ja z)

Korotusindus on esitetty minkä tahansa suunnin (y ja z)

Korotusindus on esitetty minkä tahansa suunnin (y ja z)

Korotusindus on esitetty minkä tahansa suunnin (y ja z)

Korotusindus on esitetty minkä tahansa suunnin (y ja z)

Sivu 3

Finwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

30.3.2015

Tuokkeen leveys = 180				
Tuokkeen leveys = 180	9,37 kN	24,96 kN	37,5 %	3000 mm
Tuokkeen leveys = 180				Yhteisellä 511 Keskipöytä
Jännevälillä 1, Wvelite	57 mm	100 mm	57,5 %	1425 mm
Jännevälillä 1, Wvelite	73 mm	100 mm	73,2 %	1425 mm
				Yhteisellä 161
				Yhteisellä 161

AÄRRÖIDEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhteisellä 511 (keskipöytä):
 1,15*Ompapaino + 1,50*Luunkuma
 Yhteisellä 161 :
 1,07*Ompapaino + 1,07*Luunkuma

VOIVASUUREIDEN AÄRRÖIDET:

Tuulet: Maksiminen: Spantti x
 Vuorax: 17,20 kN 0mm
 Myrax: 7,84 kN/m 1350 mm

TUKEAKTIIVIT:

Tuke:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	17,20 kN	1,91 kN	11,98 kN	2,12 kN
2:	9,37 kN	1,04 kN	6,52 kN	1,16 kN

TUKEAKTIIVIT KUORMITUSYHDISTELMÄT (OMINAISARVOT):**Kuormituspuus:**

Ompapaino
 Tuke: FZ [kN]:
 1: 2,12
 2: 1,16

Kuormituspuus:

Luunkuma
 Tuke: FZ [kN]:
 1: 9,84
 2: 5,36

HUOMIOT:

- EN 1995-1-1-standardin, sen täydennyksen A1:2008 ja Suomen kansallisten liitteiden sekä
- RII_205-1-2009 -suunnitteluohejen mukainen laskenta
- VTT on lähynyt kohtaan osapuolien tarkistuksen ohjeistalle (VT-S-08937-12)
- MRT = Muutospaino, KRT = Käyttöpaino
- *) Yhteisveloituskertoimen % luku tarkoittaa muuttuvaa ja riippuvaa suhdetta, ei tokiollista käyttöastetta
- Liittyvän alapuolen rakenteen tukevuusasteen tulee tarkistaa erikseen
- Mitäkin osassa ei huonoida tukevuuden alle 20 mm tapauksessa jyrkään

Sivu 4

Finwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

30.3.2015

- Vapaaliikku- ja tilipainatarkastus ei ehdi alle 200 mm pituisille tukeille
- Laskentamallinmuutos on mukana voimassaolevan laskennassa
- Laskentamallinmuutos ei ole mukana voimassaolevan laskennassa
- Rakennuksen koon vaikutus lujitteiden on otettu huomioon omissa laskennassa kerroksilla k:n ja k+1
- Suunnittelijan tulee kerrallista huonetta myös rakennusohjeisiin ja varmistaa, että rakenteiden muutos vastaa laskentaa

Laskennassa ei ole huonoida rakennusolosuhteita kuormia eikä kosteusolosuhteita. Mahdolliset rakennusolosuhteet
 laskennassa on määriteltävä erikseen. Rakennuksen kokonaisjärjestys ja siltä pitävä vaakaosasto ei ole huonoida.
 Rakennuksen (pöytä, pöytä, liitti) soveltuvuus kokonaisuutena on pitärakennusohjeiden tarkistettava erikseen.

Finwood-ohjeistusta tarkistettiin ja tukevat ovat voimassa vain ohjeistuksen tallennettujen Metsäliitto
 Osuuskunta, Metsä Woodin luottokäytössä. Nämä tukevat on tarkistettu osittain rakennusohjeistusta tarkistettaessa
 osapuolille sekä varmistettuna. Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood tai sen tytäryhtiöt eivät vastaa käyttäjälle tai
 kohtaan osapuolien muiden väestöjen tukevat tai niiden käyttöä Finwood-ohjeistuksessa, ohjeistuksen
 perusteella näin tarkistettiin laskennassa ja tukevat tai kohtaan väestöjen tukevat tai niiden käyttöä
 aikavälillä yhteistyönä, menestyksellä tai vahingossa. Näitä ehtoja ei saa postua tukevat.

Sivu 5

Finwood 2.3 SR1 (2.4.017)

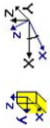
Katoksen pisin paalki

© Copyright 2012 Metsäiltilto Osuuskunta, Metsä Wood

30.3.2015

Lasketut on tehty alla olevilla lähtötiedoilla van lyysisellä menetelmällä. Lasketussa esitetty rakennuksen piluus ei ole tilastunna. Tilastunnessa on otettava huomioon esim. tuurien vaihtelu keskipiluus.

Finwood 2.3 SR1 (2.4.017)
 RL 205-1-2009 SR1 (02/07/2012)



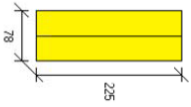
PROJEKTITIEDOT:

Nimi:

C:\...Katoksen_pisin_paalki_2x39x225_501

RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Vapaa rakenne
 Materiaali: KERTO-S-syväkain
 Pakkeliikeus: 2x39x225
 (B=78 mm, H=225 mm, A=1750 mm², I_y=74039032 mm⁴, I_y=698128 mm³)
 Käyttöluokka: 2
 Suuransuuttoluokka: CC2 (K_{RF}=10)
 Lähtökulmuksista: 1000 mm (palkkumitta)



Ulkö- ja sisäpölypuudat: Vaakamitta (mm):
 Ulko- ja sisäpöly: 3500,0
 Järjelmä 1: 3500,0
 Yhteensä: 3500,0

Tuke: Sivetti x (mm):
 1: 0
 2: 3500
 Leveys (mm):
 50
 Typpi:
 Kantaan niveltä (X-Z)
 Liukutieli (Z)

h_{1,k} (N/m): 45,55 N/m²
 h_{1,k} (N/m): 50,00 N/m²
 h_{2,0,k}: 35,00 N/m²
 h_{2,90,k}: 6,00 N/m²
 h_{2,0,k}: 34,68 N/m²
 h_{1,k} (N/m): 4,10 N/m²
 h_{1,k} (N/m): 2,30 N/m²
 Eriksen: 13800 N/m²
 G_{mean}: 600 N/m²
 E_{0,05}: 11600 N/m²
 G_{0,05}: 400 N/m²
 Tilastunspano: 5,10 kN/m³ (omavainon laskesta vanha)

Osavarmuusker: 1,20

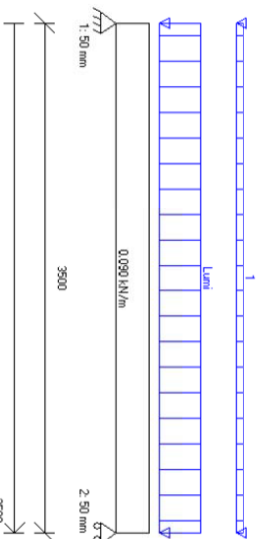
Sivu 1

Finwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäiltilto Osuuskunta, Metsä Wood

30.3.2015

Aluekuikka: km²
 P-ryvi: 0,800
 Palkkakaant: 0,700
 Keskipilka: 0,800
 Lyhytpalkant: 0,900
 Hekkilinen: 1,100
 k_{def}: 0,800



KUORMITUSTIEDOT:

Onnapano (Onnapano, P-ryvi): QZ = 0,090 kN/m x = 0 - 3500 mm
 Rakennuksen paino: QZ = 0,600 kN/m² x = 0 - 3500 mm
 Palkkumitta 1: Palkkumitta 1: x = 0 - 3500 mm

Lumikuorma (Lumikuorma Sk=2,75 N/m² Keskipilka):
 viivakuorma 1: QZ = 3,200 kN/m x = 0 - 3500 mm (lum)

KUORMITUSYHDISTELMÄT:

Yhteistina 1 (MRT1, P-ryvi)
 1,00T1,35TOnnapano
 Yhteistina 2 (MRT1, P-ryvi)

Sivu 2

Finwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

30.3.2015

- Laskusummuotunnus ei ole mukana voimassauden keskeyttäessä
- Rakennuksen koan vaikutus lujituksen on deltau huomioon ottaessa voimassa kerranmitta k1 ja k2
- Suurimittajien tulee kinnittää huomioida myös rakennodeläjälin ja varmistaa, ettei rakennusmuutostu vastakkaja

Laskelmissa ei ole huomioitu rakennuskaasien huomiota eikä kosteusolosuhteita. Mekaaniset rakennuskaasit laskelmat on määriteltävä erikseen. Rakennuksen kokonaispölyisyys ja siiliä pitävä väkiväenoma ei ole huomioitu. Rakennuksen (pölyki, pieni, haava) soveltuvuus kokonaisuutena on päätärkennusmittajien tarkistettava erikseen.

Finwood-ohjeistusta lahdet, laskelmat ja tulokset ovat voimassa vain ohjeistoon lähtevien Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Woodin tuotteiden kanssa. Nämä tuotteet on tarkistettava osallittava rakennuspaikalla hankkeen osapuolelle sekä viranomaisille. Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood tai sen yhtäpitävät eivät vastaa käytännöllisistä tai kohtalaita osapuolien muiden valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä Finwood-ohjeistossa, ohjeistoon perustuvista näin tehtävistä laskelmista ja tuloksista tai kohtalaiten valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä aiheutuneista virheistä, menestyksistä tai vahingoista. Näitä ehtoja ei saa poistaa tuloksista.

Finwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

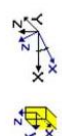
Kattopalkit

25.3.2015

Laskelmat on tehty alla olevilla lähtötiedoilla van jäsenelle rakennosalle. Laskelmissa esitetty rakennuksen piluus ei ole laskelmita. Tässä osassa on otettava huomioon esim. tuennan vaaranna kelpuus.

Finwood 2.3 SR1 (2.4.017)

RIL 205-1:2009 SR1 (02.07.2012)



PROJEKTITIEDOT:

Nimi:

C:\Kattopalkki_38x225_90%_s01

RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Kattopalkkivaara
 Materiaali: KERTO-S syväkittu
 Palkkileikkaus: 38x225
 B=38 mm, H=225 mm, A=875 mm², I_y=37019331 mm⁴, I_{wy}=329062 mm³
 Käyttöluokka: 2
 Seurannusluokka: CC2 (KFT=10)
 Käänne: 30,0 astetta
 Jalkokuormitus: 900 mm (palkkiväli)



Ulko-ajoneuvopuut:

Ulko-ajoneuvopuut:	Väestämällä [mm ²]	Pysäytämällä [mm ²]	Astettafien [mm ²]
Väestämällä	1050,0	606,2	1212,4
Jäntevä 1	3950,0	2055,4	4110,7
Yhteensä	4910,0	2661,6	5323,2

Tuot:	Spanki x [mm ²]	Leveys [mm ²]	Tyyppi
1:	1212	45	Lukakuoli (Z)
2:	5323	45	Kemppi nvaluku (XZ)

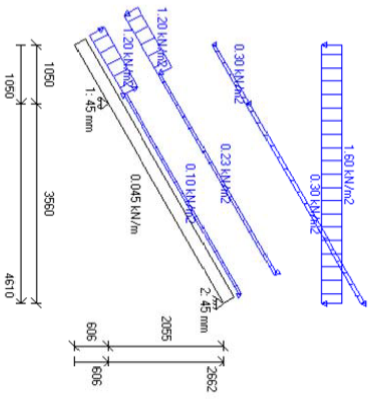
f _{m,k} (M _y):	45,55 N/mm ²
f _{m,k} (M _z):	50,00 N/mm ²
f _{c,0,k} :	35,00 N/mm ²
f _{c,90,k} :	6,00 N/mm ²
f _{t,0,k} :	33,82 N/mm ²
f _{t,90,k} (VZ):	4,10 N/mm ²
f _{k,k} (V _y):	2,30 N/mm ²
E _{mean} :	13800 N/mm ²
G _{mean} :	800 N/mm ²
E 0,05:	11600 N/mm ²
G 0,05:	400 N/mm ²
Tilavuuspaino:	5,10 kN/m ³ (kernäpalkin laskentaan varten)

Finwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäsilitto Osuuskunta, Metsä Wood

25.3.2015

Osaennusluku	1,20
Alakulke	hmod
Psyvä	0,600
Pikakaikent	0,700
Keskijalki	0,800
Lyytykkaent	0,900
Hekkelent	1,100
kdelt	0,800



KUORMITUSTIEDOT:

Ompaipo (Onnpaipo, Psyvä)		
Rakennosent paipo:	QZ = 0,045 kN/m	x = 0 - 5323 mm
Pihakuoma: 1:	QZ = 0,300 kN/m²	x = 0 - 1212 mm
Pihakuoma: 2:	QZ = 0,300 kN/m²	x = 1212 - 5323 mm
Lunikuoma (Lunikuoma Sk<2,75 kN/m², Keskijalki)	QZ = 1,600 kN/m²	x = 0 - 5323 mm
Pihakuoma: 1:		
Tuukuoma (eas) (Tuukuoma, Hekkelent)	Qz = 1,200 kN/m²	x = 0 - 1212 mm
Pihakuoma: 1:	Qz = 0,230 kN/m²	x = 1212 - 5323 mm

Sivu 2

Finwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäsilitto Osuuskunta, Metsä Wood

25.3.2015

Tuukuoma (yfs) (Tuukuoma, Hekkelent)	QZ = -1,200 kN/m²	x = 0 - 1212 mm
Pihakuoma: 1:	QZ = 0,100 kN/m²	x = 1212 - 5323 mm
Pihakuoma: 2:		

KUORMITUSYHDISTELMÄT:

Yhdistelmä 1 (MRT, Psyvä)	1,00T,150TOnnpaipo
Yhdistelmä 2 (MRT, Keskijalki)	1,00T1,15TOnnpaipo + 1,00T1,50T Lunikuoma
Yhdistelmä 3 (MRT, Hekkelent)	1,00T1,15TOnnpaipo + 1,00T1,50T Lunikuoma
Yhdistelmä 4 (MRT, Hekkelent)	1,00T1,15TOnnpaipo + 1,00T1,50T Lunikuoma + 1,00T1,50T0,60T Tuukuoma (eas)
Yhdistelmä 5 (MRT, Hekkelent)	1,00T1,15TOnnpaipo + 1,00T1,50T Lunikuoma + 1,00T1,50T0,70T Tuukuoma (eas)
Yhdistelmä 6 (MRT, Hekkelent)	1,00T1,15TOnnpaipo + 1,00T1,50T Lunikuoma + 1,00T1,50T0,80T Tuukuoma (eas)
Yhdistelmä 7 (MRT, Hekkelent)	1,00T1,15TOnnpaipo + 1,00T1,50T Lunikuoma + 1,00T1,50T0,90T Tuukuoma (eas)
Yhdistelmä 8 (MRT, Hekkelent)	1,00T1,15TOnnpaipo + 1,00T1,50T Lunikuoma + 1,00T1,50T0,90T Tuukuoma (eas)
Yhdistelmä 9 (MRT, Hekkelent)	0,90TOnnpaipo + 1,00T1,50T Lunikuoma (yfs)
Yhdistelmä 10 (MRT, Psyvä)	1,00T1,15TOnnpaipo
Yhdistelmä 11 (MRT, Psyvä)	0,90TOnnpaipo
Yhdistelmä 12 (KRT)	1,00TOnnpaipo
Yhdistelmä 13 (KRT)	1,00TOnnpaipo + 1,00T Lunikuoma

Sivu 3

Firmwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

25.3.2015

Yhdistelmä 14 (KRT)	1,00*Ompapino + 1,00*Tuulikuoma (las)
Yhdistelmä 15 (KRT)	1,00*Ompapino + 1,00*0,20*Tuulikuoma + 1,00*Tuulikuoma (las)
Yhdistelmä 16 (KRT)	1,00*Ompapino + 1,00*Tuulikuoma (las)
Yhdistelmä 17 (KRT)	1,00*Ompapino + 1,00*0,20*Tuulikuoma + 1,00*Tuulikuoma (las)

MITOITUS:

Mittastandardi: EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RL 205-1-2009
Kokonaisjyvästiä: 79,5 %

MITOITUSPARAMETRI:

Täpunnaraja W_{velh}: L/300
Korostuksen, vasen uloke: 200
Korostuksen, oikea uloke: 200
Nuljapähdus on esitetty molempien suunnin (V ja Z)
Keräpähdus on esitetty

MITOITUKSEN AÄRÄARVOT:

Tarakesiuru:	Muutosarvo:	Rajaa-arvo:	Käyttöaste %	Sijainti x:
Lakkaus (Z):	4,32 kN	15,99 kN	27,0 %	1212 mm
Veilo:	3,03 kN	272,01 kN	1,1 %	5323 mm
Puristus:	3,54 kN	281,53 kN	1,3 %	1212 mm
Tarutus (M _Y):	3,40 kNm	9,99 kNm	34,1 %	3460 mm
Tarutusveilo:	0,34	1,00	34,1 %	3460 mm
(M _Y -3,40 kNm, M _Z -0,00 kNm, N _o -0,02 kN)				
Tarutus-puristus:	0,34	1,00	33,9 %	3327 mm
(M _Y -3,38 kNm, M _Z -0,00 kNm, N _o -0,13 kN)				
Tukipaine, tuk 1:	6,66 kN	16,38 kN	40,7 %	1212 mm
Tukipainekehon = 2,33				
Tukipaine, tuk 2:	3,63 kN	11,70 kN	31,0 %	5323 mm
Tukipainekehon = 1,67				
Vasen uloke, W _{inst} :	-6 mm	0,0 %		0 mm
Vasen uloke, W _{velh} :	0,2 mm	8,1 mm	2,0 %	0 mm
Järjelmä 1, W _{inst} :	-mm	0,0 %		3327 mm
Järjelmä 1, W _{velh} :	10,9 mm	13,7 mm	79,5 %	3327 mm

AÄRÄARVIEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 2/1 (keskipöytä):
1,15*Ompapino + 1,50*Tuulikuoma

Sivu 4

Firmwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

25.3.2015

Yhdistelmä 6/1 (Hekkelinen):	1,15*Ompapino + 1,05*Tuulikuoma + 1,50*Tuulikuoma (las)
Yhdistelmä 4/1 (Hekkelinen):	1,15*Ompapino + 1,05*Tuulikuoma + 1,50*Tuulikuoma (las)
Yhdistelmä 17/1 :	1,00*Ompapino + 0,70*Tuulikuoma + 1,00*Tuulikuoma (las)
Yhdistelmä 14/1 :	1,00*Ompapino + 1,00*Tuulikuoma (las)
Yhdistelmä 13/1 :	1,00*Ompapino + 1,00*Tuulikuoma

VOIMASUUREIDEN AÄRÄARVOT:

Tuulos:	Maksimiarvo	Sijainti x:
N _{vx} rx	3,54 kN	1212 mm
V _{vx} rx	4,88 kN	1212 mm
M _{vx} rx	3,57 kNm	3327 mm

TUURAKTIOT:

FX	MRT _{max}	MRT _{min}	KRT _{max}	KRT _{min}
Tuule:	0,00 kN	0,00 kN	0,00 kN	0,00 kN
1:	0,00 kN	0,00 kN	0,00 kN	0,00 kN
2:	1,26 kN	-1,62 kN	0,84 kN	-1,08 kN

FZ

Tuule:	MRT _{max}	MRT _{min}	KRT _{max}	KRT _{min}
1:	9,70 kN	-1,95 kN	6,32 kN	-0,86 kN
2:	4,63 kN	0,15 kN	2,93 kN	0,24 kN

- Tukipöydän symmetrisiä, vaimista ankkurointia
- KRT tukireaktit ovat vain vertailua varten

TUURAKTIOT KUORMITUSYHDISTELMÄN OMINAISARVOT:

Kuormituspaus:	Ompapino
Tuule:	FZ [kN]:
1:	1,08
2:	0,59

Kuormituspaus:

Tuule:	FZ [kN]:
1:	4,30
2:	2,34

Kuormituspaus:

Tuule:	Fx [kN]:	Fz [kN]:
1:	0,00	2,23

Sivu 5

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

25.3.2015

2	-1,08	-0,36
Kuumalämpö:		
Tuikkuma (Wks)		
Tuli:	FX [kW]:	FZ [kW]:
1:	0,00	-1,95
2:	0,84	0,49

HUOMIOT:

- EN 1995-1-1-standardin, sen täydennyksen A1:2009 ja Suomen kansallisten liitteiden sekä RIL 205-1:2009 -suunnitteluohejen mukainen laskenta
 - VTT on tehnyt kohtaan osapuolen tarkastuksen ohjelmalle (VTT-S-03937-12)
 - MRT = Muurongilla, KRT = Käyttöongilla
 - *) Yhteisvaikutustarkastuksessa %-luku tarkoittaa mitausten ja raja-arvo suhdetta, ei todellista käytössä
 - Liittyvän alapuolisen rakenteen tulppaneuvostus tulee tarkistaa ensiseen
 - Mitäkin osassa ei huonolla ulkoilman alle 20 mm taipumaa yksittäin
 - Vääräliikey ja taipumatarkastusta ei tehdä alle 200 mm pituisille ulkoilalle
 - Laskentasuodennuolitus on mukana käyttöohjeistamallissa
 - Laskentasuodennuolitus ei ole mukana vortausmuutoksen laskennassa
 - Rakenteen koon vaikutus lujituksen on otettu huomioon omassa osassa kerroksilla 0h ja 1h
 - Suunnittelijan tulee kinnittää huonolla myös rakennedetailit ja varmistaa, ettei rakenteen muodostu vesiastuja
 - Kuormatarkastuksessa esitetään lujituksen omistajan oikella
 - Tämä on suora kerroksella maassa oleva omistajakuorma talon muokattavuudella
- Lasketussa ei ole huomioitu rakennusvaiheita huomaamalla katoaustasotavahdit. Mahdolliset rakennusvaiheiset lisäluomat on määriteltävä ensiseen. Rakennuksen kokonaisjärjestyksiä ja sitä johtavia vaatimuksia ei ole huomioitu. Rakenteen (paikka, pinta, laatu) soveltuu kokonaisuutena on päätöksensuunnittelijan tarkistettava ensiseen.
- Finnwood-ohjeistusta tehtyjä lisäselityksiä ja lisäselitykset ovat vortaus van ohjeistuksen tallennettujen Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Woodin tuotteen kanssa. Nämä tuoteohjeet on tarkistettava osapuolien osapuolien ja osapuolien välillä yhteistyössä. Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood tai sen yhteyshenkilöt eivät vastaa käyttäjille tai kohtaan osapuolien muiden valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä Finnwood-ohjeistusta, ohjeistuksen perusteella näin tehtyjä lisäselityksiä ja lisäselityksiä tai kohtaan valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä aiheutuunsa vahingoista, menetyksistä tai vahingoista. Näitä ehtoja ei saa poistaa lisäselityksestä.

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

1.4.2015

Lasketon on tehty ottaen huomioon yhteisvaikutukset rakennuksen ja rakennuksen välillä. Lasketussa esitetty rakenteen painus ei ole tilastullista. Tilastullisissa on otettava huomioon esim. lierräviin väliin leikkiluis.

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)
RIL 205-1:2009 SR1 (02.07.2012)

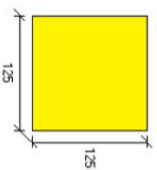
PROJEKTIIEHDOT:

Nimi: ?

C:_Palkki portaiden_kohdalla_401

RAKENNETIEDOT:

- Rakennetyyppi: Vapaa rakenne
- Materiaali: C24
- Palkkileikkaus: 125x125
- (B=125 mm, H=125 mm, A=19020 mm², I_y=20349002 mm⁴, W_y=322222 mm³)
- Käyttökorko: 2
- Serousmäärä: CCC (KF=10)
- JälkiKuormitus: 1000 mm (palkkumittale)



Ulkö- ja sisätilat: Vastakenttä [mm]²
Ulkö- ja sisätilat: 19000
Yhteensä: 19000

Tuli:	Sijainti x [mm] ²	Leveys [mm] ²	Tyyppi:
1:	0	45	Kemppi nivaluku (X,Z)
2:	1900	45	Liluku (Z)

- f_{1,k} (W): 24,89 N/mm²
- f_{1,k} (M₂): 21,00 N/mm²
- f_{c,0,k}: 2,50 N/mm²
- f_{c,90,k}: 14,52 N/mm²
- f_{t,0,k}: 4,00 N/mm²
- f_{t,k} (V₂): 4,00 N/mm²
- f_{t,k} (V₁): 4,00 N/mm²
- E_{mean}: 11000 N/mm²
- G_{mean}: 690 N/mm²
- E 0,05: 7400 N/mm²
- G 0,05: 460 N/mm²
- Tilauksenpaino: 5,00 kN/m³ (omapainon laskentaan varten)
- Osavarmuusluku: 1,40

Finnwood 2.3 SRI (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

1.4.2015

Tuote	MRT/rae	MRT/rae	KRT/rae	KRT/rae
1:	2,67 KN	1,78 KN	1,97 KN	1,97 KN
2:	2,67 KN	1,78 KN	1,97 KN	1,97 KN

-KRT tukiteollit ovat vain vertailua varten

TUURAKTIOT KUORIMTUUSTAPAJAKSITTAIN (OMINANSARVOT):

Kuorimustapaus	Ompapino
Tuote:	FZ (KN)
1:	1,97
2:	1,97

HUOMIOT:

- EN 1995-1-1 standardin, sen täydennyksen A:1:2009 ja Suomen kansallisten liitteiden sekä RL 205-1:2009 suunnittelukojeen mukainen laskenta
- VTT on tehnyt korjauksen osapuolen tarkastuksen ohjelmalle (VTT-S-08937-12)
- MRT = Muutragilla, KRT = Käytöragilla
- *) Yhteisvoimakäytännöllisessä %-luku tarkoittaa mitoituksen ja erjäärön suhdetta, ei todellista käytännöllisyyttä
- Liityvän alapuolisen rakenteen tukipaneelista myös lähtee tarkastaa erikseen
- Mitoituksessa ei huomota ulkokeiden alle 20 mm lipunmaa, yksinäin
- Väriäily- ja taipumatarkastuksia ei tehdä alle 200 mm plusialue ulkokeille
- Laskausuudommuks on mukana Käytöragilmitoituksessa
- Laskausuudommuks ei ole mukana voimassaunneiden laskennassa
- Rakennuksen koon vaikutus lujituksen on otettu huomioon omainsarvoissa kerhoilla h1 ja h2
- Suunnitelman lähes kiinnittämälä huomiota myös rakennodetaalin ja varmistaa.
- etäi rakenteellisen muodostu vesistökuja

Lasketnissa ei ole huomioitu rakennusosakkeissa huomiota etäi kosteusolosuhteita. Mahdolliset rakennusosakkeiden laskennat on määrittävä erikseen. Rakennuksen kokonaiskäyttö ja etäi pitävä voimavaroja ei ole huomioitu. Rakennuksen (palkki, pöytä, laatta) soveluvuus kokonaisuuteen on päätöksensuunnittelijan tarkistettava erikseen.

Finnwood-ohjelmalla tehdyt lasketnalliset ja tulokset ovat voimassa vain ohjelmiston talennettujen Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Woodin luvitusten kanssa. Nimitt luvitell on erillisessä osoitellava rakennuspaikalla hankkeen osapuolelle sekä viranomaisille. Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood tai sen tytäryhtiöt eivät vastaa käyttäjille tai korjaukselle osapuolelle muiden valmistajien luvitusta tai niiden käyttöä Finnwood-ohjelmistossa, ohjelmiston perusteella näin tehdyistä lasketnista ja tuloksista tai korjauksen valmistajien luvitusta tai niiden käytöstä aiheutuudesta viimeistä, menestyksistä tai vahingoista. Näitä etäiä ei saa poistaa tulosteesta.

Sivu 4

Finnwood 2.3 SRI (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

1.4.2015

Sisäänkäyntiaukon palkki

Lasketnall on tehty etäiä olevilla lähtökkeillä vain yleiselle rakennoselle. Lasketnissa esitellyt rakennuksen palkus ei ole laaturilla. Tilauksessa on olettava huomioon esitt. Luennon valittuna laskutus.

Finnwood 2.3 SRI (2.4.017)

RL 205-1:2009 SRI (02.07.2012)

PROJEKTIEDOT:

Nimi:

C:_Sisäänkäyntiaukon_palkki.s01

RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Vapaa rakenne
 Materiaali: C24
 Palkkileveys: 50x200
 (B=50 mm, H=200 mm, A=1000 mm², I_y=3333333 mm⁴, W_y=333333 mm³)
 Käytännöllisyys: 2
 Seurantausluokka: CC2 (q_{Ed}=10)
 Jälkiuudommuksien: 1000 mm (palkkuaumilla)



Ulkö- ja sisäpinnat: Vakiomitta (mm)
 Ulkö-/sisäpinnat: 2000,0
 Yhteensä: 2000,0

Tuote	Sijainti x (mm)	Leveys (mm)	Tyyppi
1:	0	50	Ulköpuoli (Z)
2:	2000	50	Kinnäi nveulu (X,Z)

h ₁ K (h ₁):	24,00 Nmm ²
h ₁ K (h ₂):	29,90 Nmm ²
h ₂ O,K:	21,00 Nmm ²
h ₂ 90,K:	2,50 Nmm ²
h ₂ 0,K:	14,00 Nmm ²
h ₁ K (VZ):	4,00 Nmm ²
h ₁ K (VY):	4,00 Nmm ²
Erneen:	11000 Nmm ²
Graaen:	890 Nmm ²
E 0,05:	7400 Nmm ²
G 0,05:	460 Nmm ²
Tilaukspario:	500 Nmm ³ (omapsaron lasketnalla varten)
Osaamussalku:	1,40

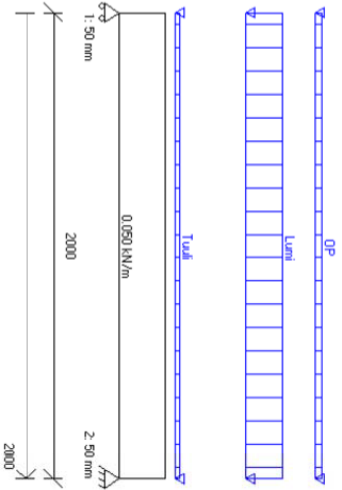
Sivu 1

Finwood 2.3 SRI (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

1.4.2015

Avaluokka:	knod:
Psyvä:	0,600
Pakkalanen:	0,700
Keskijokka:	0,800
Lyytsäläinen:	0,900
Hekkiläinen:	1,100
kdief:	0,800

**KUORMITUSTIEDOT:**

Ompaipalo (Ompaipalo, Psyvä):	QZ = 0,050 kN/m	x = 0 - 2000 mm
Rakenneseisäpääl:	QZ = 0,750 kN/m ²	x = 0 - 2000 mm (OP)
Puheluoma: 1:		
Lumikuoma (Lumikuoma Sk<2,75 kN/m ² , Keskijokka):	QZ = 4,000 kN/m ²	x = 0 - 2000 mm (Lumi)
Puheluoma: 1:		
Tuulikuoma (alás) (Tuulikuoma, Hekkiläinen):	QZ = 0,300 kN/m ²	x = 0 - 2000 mm (Tuuli)

KUORMITUSYHDISTELMÄT:

Yhdistelmä 1 (MRT, Psyvä)

Sivu 2

Finwood 2.3 SRI (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

1.4.2015

1,00°1,35°Ompaipalo	
Yhdistelmä 2 (MRT, Keskijokka)	1,00°1,15°Ompaipalo + 1,00°1,50°Tuulikuoma
Yhdistelmä 3 (MRT, Hekkiläinen)	1,00°1,15°Ompaipalo + 1,00°1,50°Tuulikuoma + 1,00°1,50°80°Tuulikuoma (alás)
Yhdistelmä 4 (MRT, Hekkiläinen)	1,00°1,15°Ompaipalo + 1,00°1,50°70°Tuulikuoma + 1,00°1,50°80°Tuulikuoma (alás)
Yhdistelmä 6 (MRT, Keskijokka)	1,00°1,15°Ompaipalo + 1,00°1,50°70°Tuulikuoma
Yhdistelmä 7 (MRT, Hekkiläinen)	1,00°1,15°Ompaipalo + 1,00°1,50°Tuulikuoma (alás)
Yhdistelmä 8 (MRT, Psyvä)	1,00°1,15°Ompaipalo
Yhdistelmä 9 (MRT, Psyvä)	0,90°Ompaipalo
Yhdistelmä 12 (KRT)	1,00°Ompaipalo
Yhdistelmä 13 (KRT)	1,00°Ompaipalo + 1,00°Lumikuoma
Yhdistelmä 14 (KRT)	1,00°Ompaipalo + 1,00°Tuulikuoma (alás)
Yhdistelmä 15 (KRT)	1,00°Ompaipalo + 1,00°70°Lumikuoma + 1,00°Tuulikuoma (alás)
Yhdistelmä 17 (KRT)	1,00°Ompaipalo + 1,00°70°Lumikuoma

MITOITUS:

Mitatusstandart:	EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RL 2005-1:2009
Kokoonseisäjäpötsse:	98,9 %

MITOITUSPARAMETRI:	L/300
Täpunnaja Whel.fr:	200
Korotuskönnö, väsen tukke:	

Sivu 3

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

1.4.2015

Koostokeron, oikea ulke:	200
Näpähähdös on esitetty molempien suurin (Y ja Z)	
Kepähdös tähtäyksellä My (y-säteen suhteen):	
Kepähdösikävalvottu rakenteen yläpuolelle: LK1 = Päästävän välimatka	
Kepähdösikävalvottu rakenteen alapuolelle: LK2 = Päästävän välimatka	
Leifi = LK1 ja Leif2 = LK2 (Esim. kuormitus neutraalisella keppähdösikävalvottu (kaarta))	
HUOMI! LK:ta käytetään, kun My>0 ja LK2:ta, kun My=0	
Väriaiheytymistä ei ole tehty	

MITOITUKSEN ÄÄRIVÄRNOT:

Takelatu:	Mitotusarvo:	Rajavaivo:	Käyttöaste %:	Sijainti x:	
Lakkaus (Z):	6,92 kN	15,24 kN	45,4 %	2000 mm	Yhteiselmä 21, Keskipöytä
Tarvutus (My):	3,46 kN/m	4,34 kN/m	79,7 %	1000 mm	Yhteiselmä 21, Keskipöytä
(jännä keppähdösikä):	3,46 kN/m	4,57 kN/m	75,7 %	1000 mm	Yhteiselmä 21, Keskipöytä
Tukipane, luku 1:	6,92 kN	7,14 kN	96,9 %	0 mm	Yhteiselmä 21, Keskipöytä
Tukipanelemon = 2,00					
Tukipane, luku 2:	6,92 kN	7,14 kN	96,9 %	2000 mm	Yhteiselmä 21, Keskipöytä
Tukipanelemon = 2,00					
Jänneväli 1, Winst:	31 mm	-mm	0,0 %	1000 mm	Yhteiselmä 131
Jänneväli 1, Wheeltr:	40 mm	67 mm	59,7 %	1000 mm	Yhteiselmä 131

ÄÄRIVÄRVOJEN KUORMITUSJÄRJESTELMÄT

Yhteiselmä 21 (keskipöytä):
 1,15*Onnispäino + 1,50*Luunkuoma
 Yhteiselmä 131 :
 1,00*Onnispäino + 1,00*Luunkuoma

OMINAISUUREJEN ÄÄRIVÄRNOT:

Tuulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
Väntömomentti:	7,19 kN	2000 mm
Myöntömomentti:	3,59 kN/m	1000 mm

TUKIREAKTIOT:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	7,19 kN	0,72 kN	4,80 kN	0,80 kN
2:	7,19 kN	0,72 kN	4,80 kN	0,80 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISVÄRNOT):

Kuormituspaus:	Onnispäino
Tuki:	FZ [kN]:
1:	0,80
2:	0,80

Sivu 4

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

1.4.2015

Kuormituspaus:	Luunkuoma
Tuki:	FZ [kN]:
1:	4,00
2:	4,00
Kuormituspaus:	Tuulikuoma (dies)
Tuki:	FZ [kN]:
1:	0,30
2:	0,30

HUOMIOT:

- EN 1995-1-1-standardin, sen täydennyksen A1:2008 ja Suomen kansallisten lisäysten sekä RIL 205-1:2009-sääntökirjojen mukainen laskenta
- VTT on tehnyt kohtaan osapuolen tarkistuksen ohjelmalle (VTT-S-03937-12)
- MKT = Määräpöytä, KRT = Käyttöpöytä
- *) Yhteisvaikutuskerroksessa %-luku tarkoittaa mitotusarvon ja raja-arvon suhdetta, ei todellista käyttöasteita
- Lillivän alapuoleisen rakenteen tukipainekesälyys tulee tarkistaa erikseen
- Mitotuksessa ei huomoida ulkkeiden alle 20 mm tapuruaa yläpuolelta
- Väriaihe- ja tapuruaikakesälyä ei tehdä alle 200 mm pituisille ulkkeille
- Laskentamuodotmuutos on mukana käyttöohjeiden mukaisessa
- Laskentamuodotmuutos ei ole mukana voimassa olevien laskentamääräysten mukaisessa
- Rakenteeseen koivu vaikutus luvutteen on otettu huomioon omissa osissa kerroksilla M ja K1
- Suunnitelman tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetailiin ja varmistaa, ettei rakenteeseen muodostu vesistöjä

Lasketussa ei ole huomioitu rakennusliikkeen kuormia eikä kosteusolosuhteita. Määräykset rakennusliikkeen lisävarustetun mallitieteen erikseen. Rakennuksen laskentajärjestelmä ja sille johtava väkivahvistus ei ole huomioitu. Rakennuksen (pöytä, pöytä) soveltavuus kokonaisuutena on päätärkeimmän suunnittelijan tarkistettava erikseen.

Finnwood ohjeistusta täydentävät lisäohjeet ovat voimassa vain ohjeistoon lähtevien Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Woodin tuotteiden kanssa. Näitä tuotteita on tarvittaessa osoitettava rakennuspaikalla hankkimaan osapuolelle sekä varomattomasti. Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood tai sen Yhtäyshenkilöt eivät vastaa käyttötilalle tai kohtaan osapuolelle muiden valmistajien tuotteista tai niiden käyttöä. Finnwood-ohjeistuksessa, ohjeistuksen perusteella näin tehdyn laskennan ja tuotosten tai kohtaan valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä aiheutuneista vahingoista, menetyksistä tai vahingoista. Näitä ehtoja ei saa postistaa tuotosten.

Sivu 5

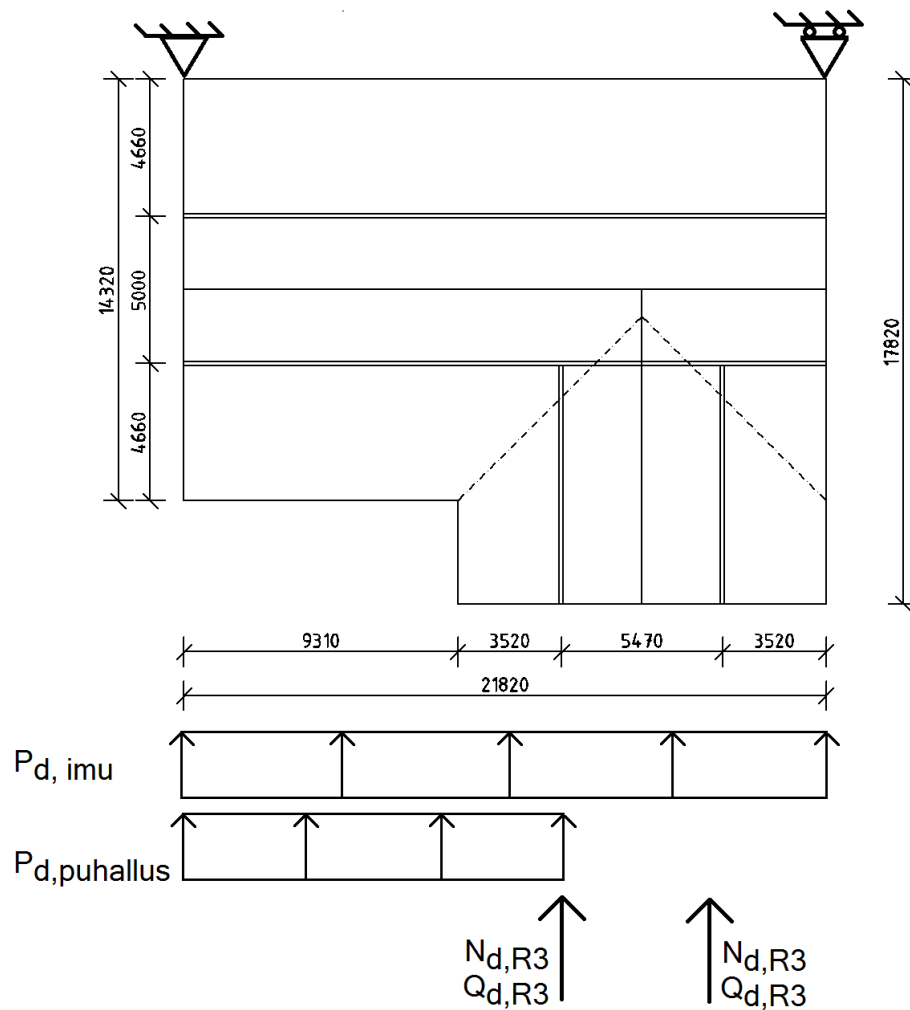
Liite 11. Teräsristikkorakenteen jäykistysmitoitus

1 (7)

Teräsristikkorakenteen jäykistys

Tuulikuorma + yläpaarteiden nurjahdustuki

Rakennemalli:



Kuormat:

$$P_{d,imu} = 1,5 \cdot \sin(30^\circ) \cdot \left(\frac{1,56 \text{ m}}{7,16 \text{ m}} \cdot 0,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} + \frac{5,6 \text{ m}}{7,16 \text{ m}} \cdot 0,4 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right) \cdot 8,25 \text{ m}$$

$$= 2,61 \text{ kN/m}$$

$$P_{d,puhallus} = 1,5 \cdot \sin(30^\circ) \cdot \left(\frac{1,56 \text{ m}}{7,16 \text{ m}} \cdot 0,7 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} + \frac{5,6 \text{ m}}{7,16 \text{ m}} \cdot 0,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right) \cdot 8,25 \text{ m}$$

$$= 3,37 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$N_{d,R3} = 1,15 \cdot 1,6 \text{ kN} = 1,84 \text{ kN}$$

$$Q_{d,R3} = 1,5 \cdot 1,1 \text{ kN} + 1,05 \cdot 6,2 \text{ kN} = 8,16 \text{ kN}$$

Kuormituksesta aiheutuva momentti:

$$M_d = 364,18 \text{ kNm (FEM:stä)}$$

Kuormituksesta aiheutuva leikkausrasitus:

$$V_d = 63,8 \text{ kN (FEM:stä)}$$

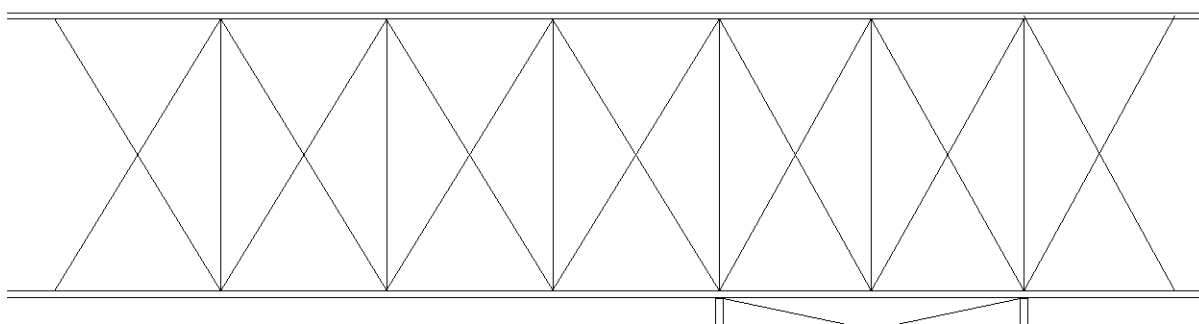
Momentista aiheutuva rasitus:

$$F_d = \frac{M_d}{B} = \frac{364,18 \text{ kNm}}{5 \text{ m}} = 72,84 \text{ kN}$$

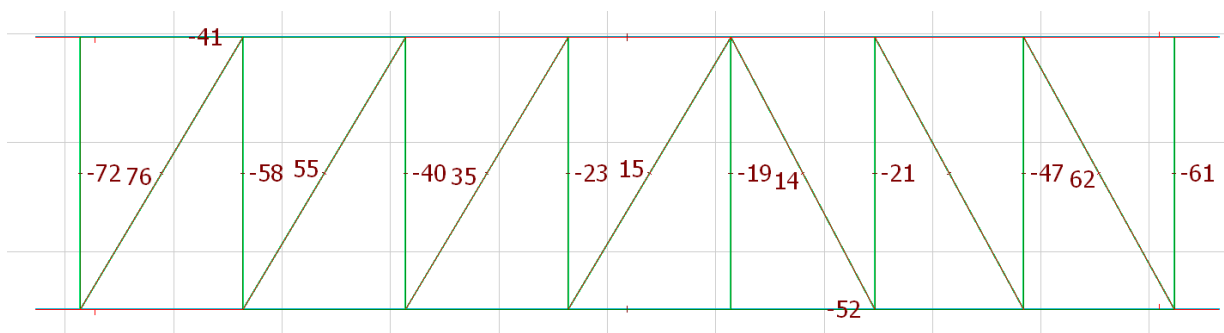
Näillä rasituksilla yhdelle kiinnikkeelle kohdistuva voima 400 mm koolauksella, 100 mm kiinnikejaolla on 1,56 kN → Ei onnistu levytyksellä!

Jäykistys henkseleillä ja puristetuilla teräsputkilla.

Rakenne: (Kuvasta poiketen toiseksi viimeinen vetosauva kulkee suoraan päädyn puristussauvalle)



Voimat FEM:stä: (Laskennassa vain vedetyt diagonaalit)



veto lattateräkselle 72 kN

puristus eristekerroksen sisään jääville teräsputkille 52 kN

→ CFRHS80x80x5 (87,3 kN 5 m)

Puristus pilarien välissä oleville putkille 72 kN

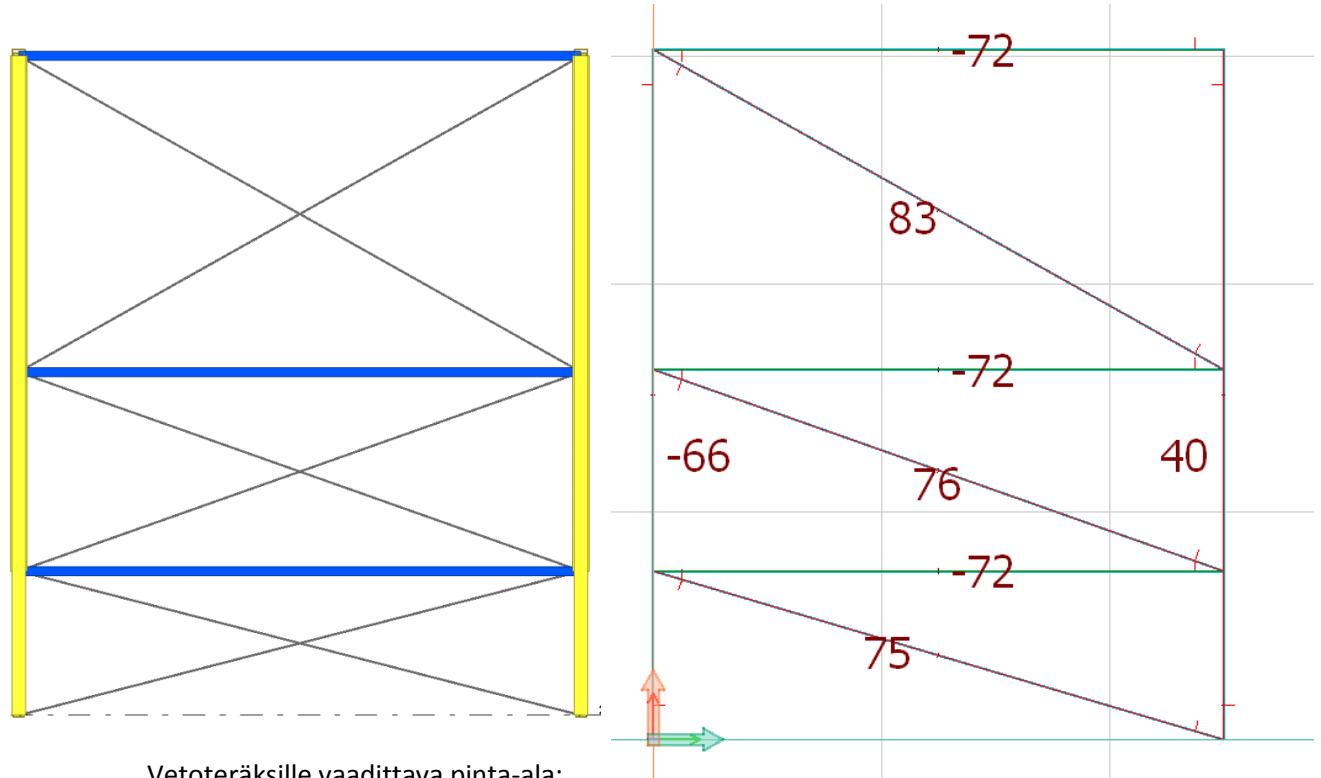
→ CFRHS80x80x5 (87,3 kN 5 m)

Vetoteräksille vaadittava pinta-ala:

$$A = \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M0}}{f_y} = \frac{76000 \text{ N} \cdot 1}{355 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = 214 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{esim. lattateräs } 5 \times 50$$

Päätyjen jäykistys:

Voimat FEM:stä

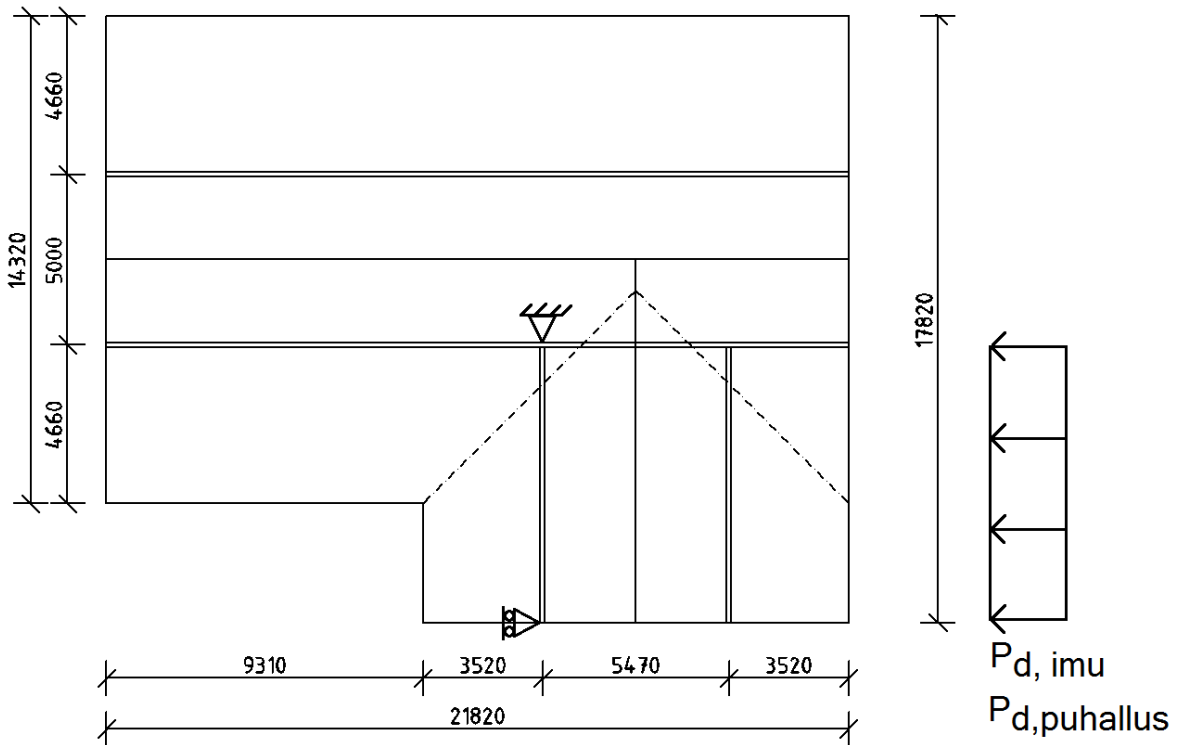


Vetoteräksille vaadittava pinta-ala:

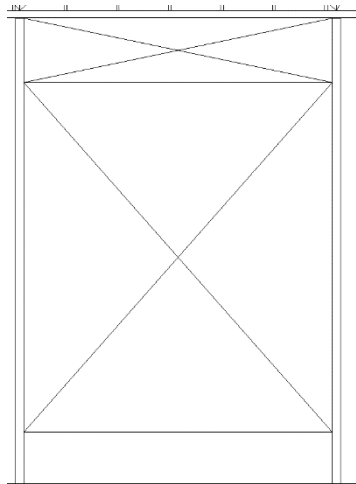
$$A = \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M0}}{f_y} = \frac{83000 \text{ N} \cdot 1}{355 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = 234 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{esim. pyörötanko } \varnothing 20 \text{ mm}$$

Puristussauvat: \rightarrow CFRHS80x80x5 (87,3 kN 5 m)

Takkahuoneen päälle tulevien ristikoiden jäykistys:



Jäykistysperiaate:



Ristikoiden välissä henkselit ja puristetut putkiprofiilit.

Kuormat:

$$P_{d,imu} = 2,61 \frac{kN}{m} \quad P_{d,puhallus} = 3,37 \frac{kN}{m^2}$$

Käytetty samoja kuormia kuin ylempänä, tulos varmalla puolella.

Kuormituksesta aiheutuva momentti:

$$M_d = \frac{(P_{d,imu} + P_{d,puhallus}) \cdot (8,2 \text{ m})^2}{8} = 50,3 \text{ kNm}$$

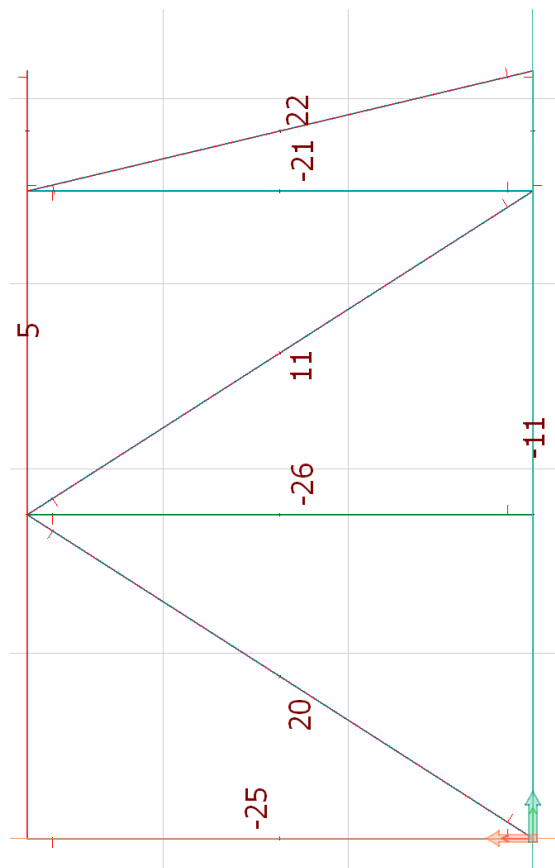
Kuormituksesta aiheutuva leikkausrasitus:

$$V_d = \frac{(P_{d,imu} + P_{d,puhallus}) \cdot 8,2 \text{ m}}{2} = 24,5 \text{ kN}$$

Momentista aiheutuva rasitus:

$$F_d = \frac{M_d}{B} = \frac{50,3 \text{ kNm}}{5,47 \text{ m}} = 9,1 \text{ kN}$$

Voimat FEM:stä:

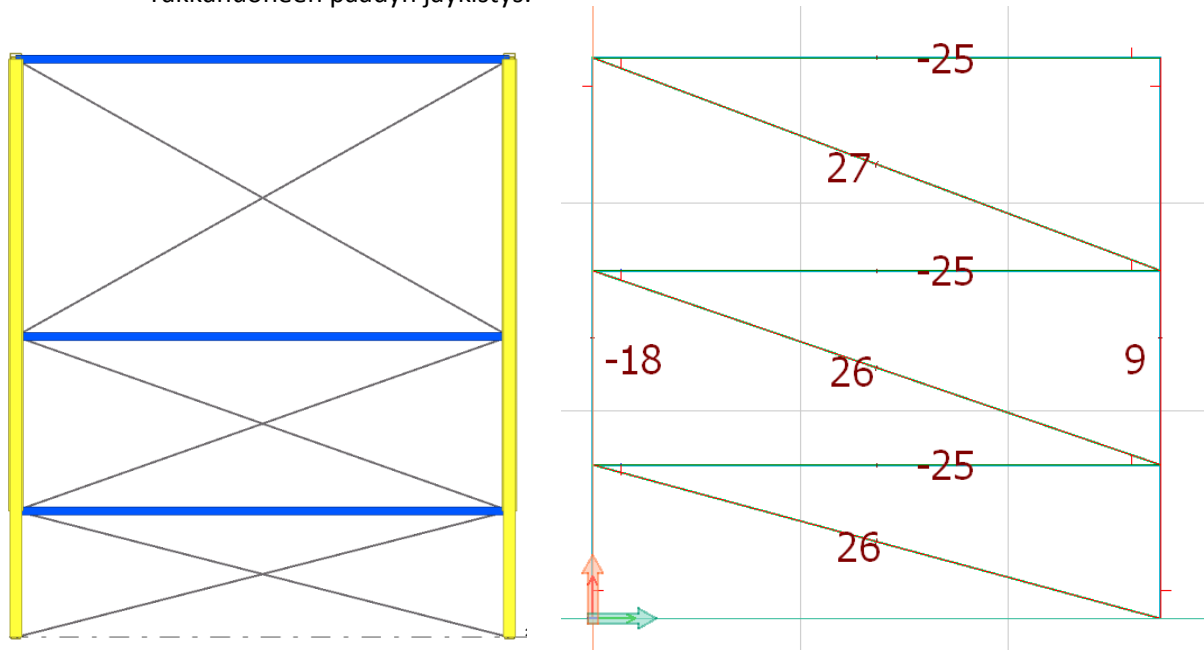


Vetoteräksille vaadittava pinta-ala:

$$A = \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M0}}{f_y} = \frac{22000 \text{ N} \cdot 1}{355 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = 62 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{esim. pyörötanko } \varnothing 12 \text{ mm}$$

Puristussauvat: \rightarrow CFRHS70x70x4 (35,4 kN 6 m)

Takkahuoneen päädyn jäykistys:



Vetoteräksille vaadittava pinta-ala:

$$A = \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M0}}{f_y} = \frac{27000 \text{ N} \cdot 1}{355 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = 76 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{esim. pyörötanko } \varnothing 12 \text{ mm}$$

Puristussauvat: \rightarrow CFRHS70x70x4 (35,4 kN 6 m)

Yhteenveto valituista profiileista:

Kaikki teräkset S355

Asuintilan eristekerroksen sisään jäävät vetotangot:

Lattateräs 5x50

Asuintilan eristekerroksen sisään jäävät puristussauvat:

CFRHS80x80x5

Asuintilan päätyjen vetotangot:

pyörötanko Ø20 mm

Asuintilan päätyjen puristussauvat:

CFRHS80x80x5

Takkahuoneen katon vetotangot:

pyörötanko Ø12 mm

Takkahuoneen katon puristussauvat:

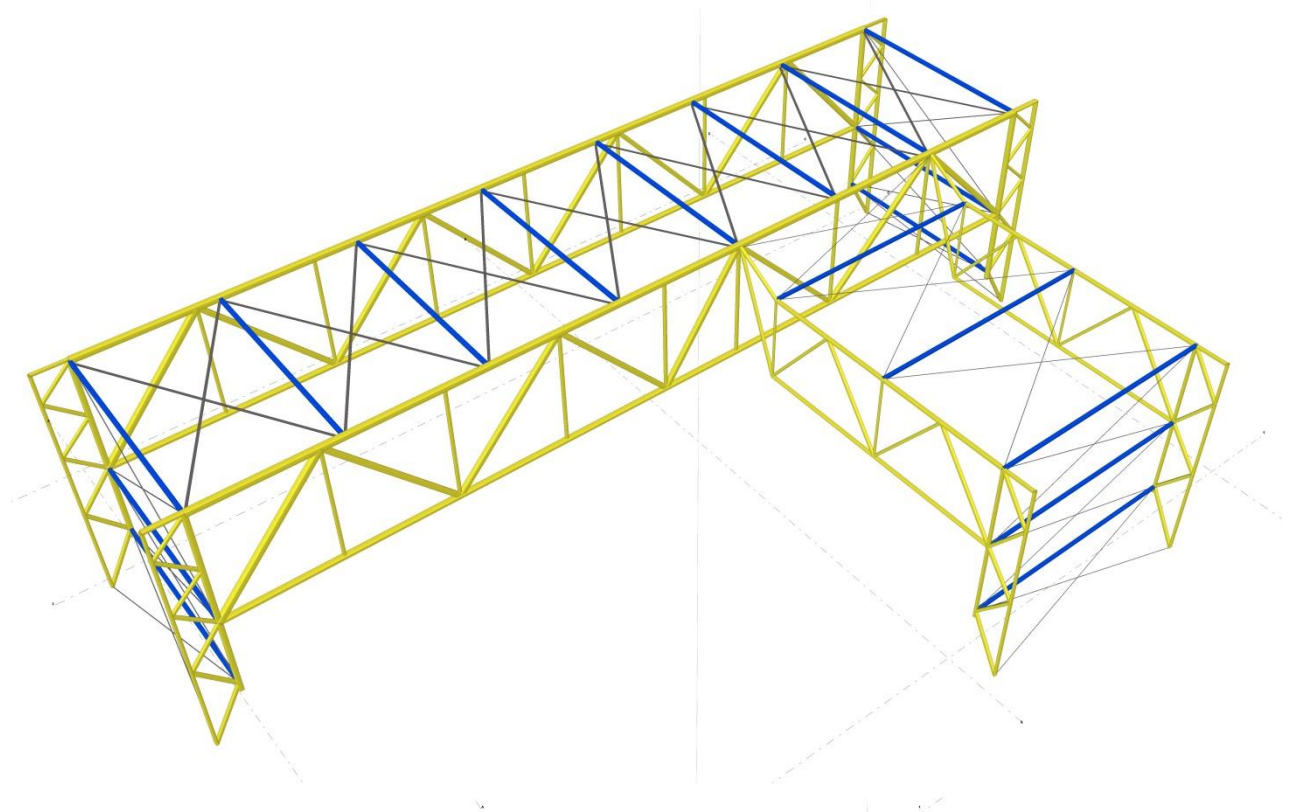
CFRHS70x70x4

Takkahuoneen päädyn vetotangot:

pyörötanko Ø12 mm

Takkahuoneen päädyn puristussauvat:

CFRHS70x70x4



Liite 12. Väliohjajapalkkien mitoitus

1 (3)

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

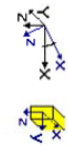
© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Väliohjajapalkkien mitoitus

1.4.2015

Laskeinta on tehty alla olevilla lähtökäytöillä vain hyväksytyä rakennusta. Laskeimissa esitellyt rakennuksen pituus ei ole tilausmitta. Tilauksissa on otettava huomioon esim. tuurinan vaarallinen iskiäpää.

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)
RIL 205-1-2009 SR1 (02.07.2012)



PROJEKTITIEDOT:

Nimi:

?

C:\...Väliohjajapalkki.s01

RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Lattiaohjajapalkki
Materiaali: KERTO-S syvälehti
Palkkileikkaus: 51x300 (vaerastikkola)
(B=51 mm, H=300 mm, A=15300 mm², I_y=11750000 mm⁴, W_y=765000 mm³)
Käytölukko: 2
Saunamutkikka: CCC (K_{CF}=10)
Jakokuormituslevy: 450 mm (palkkiväli)

Ulkois-jännevälipuidet:

Ulkois-jännevälit: Vaerakmita [mm]:
Jännevälit: 1: 4800,0
Yhteensä: 4800,0

Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	0	45	Kanaal niveltuki (X,Z)
2:	4800	45	Lakitus (Z)



h _k (M _y):	44,00 N/mm ²
h _k (M _z):	50,00 N/mm ²
h _c (D _k):	35,00 N/mm ²
h _c (90 _k):	6,00 N/mm ²
f _{l,0,k} :	34,03 N/mm ²
f _{l,k} (V _Z):	4,10 N/mm ²
f _{l,k} (W _y):	2,30 N/mm ²
E _{mean} :	13800 N/mm ²
G _{mean} :	600 N/mm ²
E 0,05:	11600 N/mm ²
Tilavuuspaino:	400 N/mm ³
	5,10 kN/m ³ (omapainon laskeintaan vertaen)
Osoittamassa:	1/20

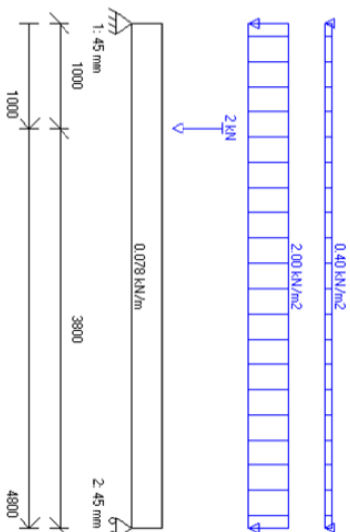
Sivu 1

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

1.4.2015

Alkutila:	kmot:
Psyvä:	0,600
Palkkileikkaus:	0,700
Keskileikkaus:	0,800
Lyhytkaikainen:	0,900
Hetkeellinen:	1,100
kdef:	0,800



KUORMITUSTIEDOT:

Ompaatio (Ompaatio, Psyvä):	QZ = 0,078 kN/m	x = 0 - 4800 mm
Rakennuksen paino:	QZ = 0,400 kN/m ²	x = 0 - 4800 mm
Pinta-kuorma: 1:	QZ = 2,000 kN/m ²	x = 0 - 4800 mm
Hyötykuorma (Hyötykuorma A, Keskileikkaus, MRTKRT-alkuvuus = 100,0 %):	QZ = 2,000 kN/m ²	x = 0 - 4800 mm
Pinta-kuorma: 1:	QZ = 2,000 kN/m ²	x = 0 - 4800 mm
Hyöty- ja pistekuormat (Hyötykuorma, Yhjäkään, Lyhytkaikainen, MRTKRT-alkuvuus = 100,0 %):	FZ = 2,000 kN	x = 1000,0 mm (2 kN)

KUORMITUSYHDISTELMÄT:

Yhteiskäntä 1 (M_k1, Psyvä)

Sivu 2

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

?

1.4.2015

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	3,95 kN	0,56 kN	2,78 kN	0,62 kN
2:	3,95 kN	0,56 kN	2,78 kN	0,62 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

TUKEAKTIOT KUORMITUSTAPALUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

Kuormituspaus:	Ompaero
Tuki:	FZ [kN]:
1:	0,62
2:	0,62

Kuormituspaus:	Hydrykuorma
Tuki:	FZ [kN]:
1:	2,16
2:	2,16

Kuormituspaus:	Hyöky- pitäkuormatark.
Tuki:	FZ [kN]:
1:	1,58
2:	0,42

HUOMIOT:

- EN 1995-1-1-standardin, sen täydennyksen A1:2008 ja Suomen kansallisten liitteiden sekä RIL 205-1-2009 -suunniteluohjeen mukainen laskeinta
- VTT on tehnyt korjauksen osapuolen tarkituksen ohjeelle (VTT-S-03937-12)
- MRT = Muutorgallia, KRT = Käyttörasialla
- *) Yhteisvakutuskestävyysä %-luku tarkoittaa mitoitussarvon ja raja-sarvon suhdetta, ei todellista käyttöasteita
- Liittyvän alapuolisen rakenteen tukipainikestävyyt lukee tarkistaa erikseen
- Mitoitussessa ei huomioida ulokkeiden alle 20 mm tapuunaa ylöspäin
- Varsinly- ja tapuunatarkastelu ei tärädi alle 200 mm pituisille ulokkeille
- Laskausmuodonnutus on mukana käyttörajoitustilauksessa
- Laskausmuodonnutus ei ole mukana varustussuuren laskeinnassa
- Rakennosn koon vaikutus lujuteen on oietu huomioon omanisannossa kerronnilla kN ja M
- Suunnittelijan lukee kiinnittää huomiota myös rakennedatointiin ja varmistaa, ettei rakenteisiin muodostu vesiskujia

Laskelmissa ei ole huomioitu rakennuskaikasia kuormia eikä kosteusolosuhteita. Määrälliset rakennuskaikaiset laskelmat on mitaloitava erikseen. Rakennuksen kokonaisräjäkykyistä ja siitä johtuva vaarakuormia ei ole huomioitu. Rakennuksen (palkki, piliäri, laatto) soveluvuus kokona suluteen on päätärkennussuunnittelijan tarkistettava erikseen.

Finnwood-ohjelmistolla tehdyt laskeumat ja tulosteet ovat voimassa van ohjelmiston tallennettujen Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Woodin luvien kanssa. Näitä luvia ei soveluudessa osateltava rakennuspaikalla hankkeen

Sivu 5

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

?

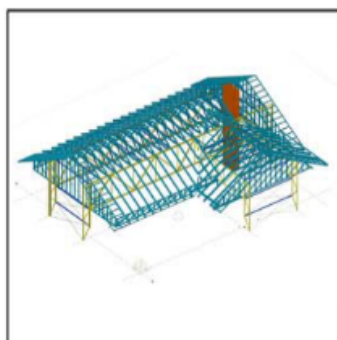
1.4.2015

osapuolelle sekä viranomaisille. Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood tai sen tytäryhtiöt eivät vastaa käyttäjille tai korjaukselle osapuolille muiden väärinsojien luotteista tai niiden käytöstä Finnwood-ohjelmistossa, ohjelmiston perusteella näin tehdyistä laskeumista ja tulosteista tai korjauksen väärinsojien luotteista tai niiden käytöstä aiheutuneista virheistä, menetyksistä tai vahingoista. Näitä ehtoja ei saa poistaa tulosteesta.

Sivu 6

Liite 13. Teräsristikkototeutuksen kustannusarvio

1(6)



Raporttityyppi: Laaja kustannuslaskelma
 Hanke: **Katon korotus, teräsristikkototeutus**
 Laskelma: **Katon korotus**
 Rakennuslupa:
 Osoite:
 Osoite2: Harjavalta
 Postinumero:
 Postitmp:
 Maa: Suomi

Tulostuspäivä: 07.04.2015
 Muokkauspäivä: 07.04.2015
 Laskelman laajuus: 0
 Hankepalvelukerroin: 0,00
 Sotukerroin: 1,73
 Aluekerroin: 1,00
 Vaikeuskerroin: 1,20
 ALV-%: 24%
 Kustannus/laajuus. ALV 0%: 57 035 €/m2
 Kustannus/laajuus. ALV 24%: 70 723 €/m2
 Laskelma yht. ALV 0%: **57 035 €**
 Laskelma yht. ALV 24%: **70 723 €**

Selite:
356

Jrno	TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0%)	Materiaalit (hintaa, ALV 0%)	Työ (ALV 0%)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0%)
Yhteensä:					81 €	30 500 €	26 454 €	856	57 035 €

Rakenne

1	1263	Purku, bitumikermikate	288,50	m2	0,00	0,00	2163,87	86,26	2163,87
----------	-------------	-------------------------------	---------------	-----------	-------------	-------------	----------------	--------------	----------------

Paketti

1	Katteen purku, (bitumikermikate)				0,00	0,00	7,50	0,30	7,50
Panokset									
1	purkutyöntekijä				0,30	tth	25,09		7,50

Rakenne

2	121	Purku, vanhan laudoituksen purku	75,00	m2	0,00	0,00	731,29	29,15	731,29
----------	------------	---	--------------	-----------	-------------	-------------	---------------	--------------	---------------

Paketti

1	Purku, vanhan laudoituksen purku				0,00	0,00	9,75	0,39	9,75
Panokset									
1	purkutyöntekijä				0,39	tth	25,09		9,75

Rakenne

3	1342	Hormi, tiilihormi, 2-reikäinen	5,30	jm	0,00	1073,60	1054,99	34,42	2128,59
----------	-------------	---------------------------------------	-------------	-----------	-------------	----------------	----------------	--------------	----------------

Paketti

1	Hormi, tiilihormi, 2-reikäinen (1/1 -kiven hormi)				0,00	202,57	199,05	6,49	401,62
Panokset									
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		282,00			70,50
4	muurari	3,25		tth			34,65		112,62
5	rakennusmies, aputyö	3,24		tth			26,64		86,43

Rakenne

4	1311	Tolpparunko 100mm, koolaus, panelointi	85,00	m2	0,00	2244,20	3000,18	91,49	5244,38
----------	-------------	---	--------------	-----------	-------------	----------------	----------------	--------------	----------------

Jrno	TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0%)	Materiaalit (hinta, ALV 0%)	Työ (ALV 0%)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0%)
Yhteensä:					81 €	30 500 €	26 454 €	856	57 035 €

Paketti

1	Puurunko 97 mm k 600, kantava väliseinä				0,00	3,43	9,82	0,30	13,25
Panokset									
1	soiro 48 x 97 mm, mitallistettu	2,58	jm			1,28			3,31
2	naula, lankanaula 3,4 x 100 mm, kuumasinkitty	0,05	kg			2,49			0,12
3	mittakirvesmies	0,27	tth				33,53		9,02
4	rakennusmies, aputyö	0,03	tth				26,64		0,80

Paketti

2	Vaakakoolaus 48 x 48 mm k 600				0,00	1,18	3,44	0,10	4,61
Panokset									
5	soiro 48 x 48 mm, mitallistettu, runkosoiro	1,79	jm			0,59			1,05
6	naula, lankanaula 3,4 x 100 mm, kuumasinkitty	0,05	kg			2,49			0,12
7	mittakirvesmies	0,09	tth				33,53		3,16
8	rakennusmies, aputyö	0,01	tth				26,64		0,28

Paketti

3	Seinäpanelointi, kuusipaneeli 15 x 95 mm				0,00	21,79	22,04	0,67	43,84
Panokset									
9	sisäverhouslauta 15 x 95 mm, kuusi	12,98	jm			1,62			21,03
10	naula, paneelinaula	0,10	kg			7,67			0,77
11	mittakirvesmies	0,60	tth				33,53		20,05
12	rakennusmies, aputyö	0,07	tth				26,64		1,99

Rakenne

5	1311	Tolpparunko 225mm	140,00	m2	0,00	1099,49	2749,27	83,72	3848,76
----------	-------------	--------------------------	---------------	-----------	-------------	----------------	----------------	--------------	----------------

Paketti

1	Puurunko 223 mm k 600, US				0,00	7,85	19,64	0,60	27,49
Panokset									
1	soiro 48 x 223 mm, lujuusluokiteltu, runkosoiro	2,14	jm			3,60			7,70
2	naula, lankanaula 3,4 x 100 mm, kuumasinkitty	0,06	kg			2,49			0,15
3	mittakirvesmies	0,54	tth				33,53		18,04
4	rakennusmies, aputyö	0,06	tth				26,64		1,59

Rakenne

6	111	Pohjarakenteet, rakennuksen maankaivutyöt	10,00	m3	0,00	0,00	55,95	2,10	55,95
----------	------------	--	--------------	-----------	-------------	-------------	--------------	-------------	--------------

Paketti

1	Pohjarakenteet, maankaivu, normaali				0,00	0,00	5,59	0,21	5,59
Panokset									
1	rakennusmies, aputyö	0,21	tth				*)26,64		5,59

Rakenne

7	1211	Muottityö, lautamuotti, antura (muotti-m2, 1 käyttö-krt)	20,00	m2	0,00	299,89	466,44	14,82	766,33
----------	-------------	---	--------------	-----------	-------------	---------------	---------------	--------------	---------------

Paketti

Jrno	TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0%)	Materiaalit (hinta, ALV 0%)	Työ (ALV 0%)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0%)	
Yhteensä:					81 €	30 500 €	26 454 €	856	57 035 €	
1 Muottityö, lautamuotti, antura (muotti-m2, 1 käyttö-krtr)					0,00	14,99	23,32	0,74	38,32	
Panokset										
			1	sahattu lauta 22 x 100 mm, PLVL, muottipuutavara	11,50	jm	0,52		5,98	
			2	soiro 50 x 100 mm, muottipuutavara, mänty C	6,90	jm	1,31		9,01	
			3	muottikirvesmies	0,52	tth	33,53		17,43	
			4	rakennusmies, aputyö	0,22	tth	26,64		5,89	
Rakenne										
8	1211	Antura 600 x 200 mm, paikallavalettu	15,50	jm	81,38	826,63	267,61	8,81	1175,62	
Paketti										
			1	Antura 600 x 200 mm, betoni	0,00		25,02	12,36	0,39	37,39
Panokset										
			1	sahattu lauta 22 x 100 mm, PLVL, muottipuutavara	7,00	jm	0,52		3,64	
			2	soiro 50 x 100 mm, mänty C	1,73	jm	1,31		2,26	
			3	betoni K30, S2, # 16 mm, norm. kovettuva	0,13	m3	110,82		14,41	
			4	teräs 10 mm, A 500HW	5,00	kg	0,94		4,72	
			5	muottikirvesmies	0,29	tth	33,53		9,77	
			6	rakennusmies, aputyö	0,10	tth	26,64		2,59	
Paketti										
			2	Sepelitäyttö 1 m3/jm	5,25		28,31	4,90	0,18	38,46
Panokset										
			7	sepeli (m3rtr)	1,00	m3	28,31		28,31	
			8	kaivinkone, KKH 21 t (1 tunti, vuokra)	0,07	h	75,00		5,25	
			9	kaivinkoneen kuljettaja	0,09	tth	28,01		2,51	
			10	rakennusmies, aputyö	0,09	tth	26,64		2,39	
Rakenne										
9	1323	Panelointi, koolaus ja kuusipaneeli 15 x 95 mm	30,00	m2	0,00	708,83	764,32	23,32	1473,16	
Paketti										
			1	Vaakakoolaus 50 x 50 mm k 600	0,00		1,83	3,44	0,10	5,27
Panokset										
			1	soiro 50 x 50 mm, kuusi B	1,79	jm	0,90		1,61	
			2	naula	0,05	kg	4,50		0,23	
			3	mittakirvesmies	0,09	tth	33,53		3,16	
			4	rakennusmies, aputyö	0,01	tth	26,64		0,28	
Paketti										
			2	Seinäpanelointi, kuusipaneeli 15 x 95 mm	0,00		21,79	22,04	0,67	43,84
Panokset										
			5	sisäverhouslauta 15 x 95 mm, kuusi	12,98	jm	1,62		21,03	
			6	naula, paneelinaula	0,10	kg	7,67		0,77	
			7	mittakirvesmies	0,60	tth	33,53		20,05	
			8	rakennusmies, aputyö	0,07	tth	26,64		1,99	
Rakenne										
10	1261	Kattotuoli, NR-kattotuoli k 900, jv 7200 mm	33,00	kpl	0,00	3465,00	774,08	23,57	4239,08	

Jrno	TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0%)	Materiaalit (hintaa, ALV 0%)	Työ (ALV 0%)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0%)
Yhteensä:					81 €	30 500 €	26 454 €	856	57 035 €

Paketti

1	Harjakattotuoli k 900, jv 7200 mm				0,00	105,00	23,46	0,71	128,46
Panokset									
1	NR harjakattotuoli kiinnikkeineen k 900, jv 7200	1,00	kpl			105,00			105,00
2	mittakirvesmies	0,64	tth				33,53		21,55
3	rakennusmies, aputyö	0,07	tth				26,64		1,90

Rakenne

11	1234	Viilupuupalkki 39 x 225 mm	246,00	jm	0,00	1817,23	2077,78	63,26	3895,00
----	------	----------------------------	--------	----	------	---------	---------	-------	---------

Paketti

1	Palkki 45 x 200 mm, viilupuupuu				0,00	7,39	8,45	0,26	15,83
Panokset									
1	viilupuupalkki 45 x 200 mm	1,00	jm			7,39			7,39
2	mittakirvesmies	0,23	tth				33,53		7,77
3	rakennusmies, aputyö	0,03	tth				26,64		0,68

Rakenne

12	1263	Peltikate, aluskate, laudoitus, korokerimat	356,00	m2	0,00	12117,60	7050,09	234,18	19167,69
----	------	---	--------	----	------	----------	---------	--------	----------

Paketti

1	Vesikate, konesaumattu ohutlevykate, kaltevuus 1:3				0,00	22,65	10,76	0,37	33,41
Panokset									
1	ohutlevy, pystysaumakate 0,6 mm, teräs, matta	1,11	m2			16,30			18,09
2	ruuvi, kiinnikkeet	1,00	erä			4,56			4,56
3	kateasentaja, metalli	0,34	tth				29,03		9,76
4	rakennusmies, aputyö	0,04	tth				26,64		1,00

Paketti

2	Vesikatteen alusta, laudoitus 22 x 100 k 200 mm, vino YP				0,00	8,24	6,87	0,21	15,12
Panokset									
5	naula, lankanaula 2,8 x 75 mm, kuumasinkitty	0,05	kg			2,49			0,12
6	mittakirvesmies	0,19	tth				33,53		6,32
7	rakennusmies, aputyö	0,02	tth				26,64		0,56
8	sahattu lauta 32 x 100 mm, kuusi B	7,00	jm			*)1,16			8,12

Paketti

3	Aluskate, korokerima k 900				0,00	3,14	2,17	0,07	5,31
Panokset									
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				29,03		2,17

Rakenne

13	1262	Avoräystäs, vino yläpohja, lape	43,00	jm	0,00	488,76	926,78	27,64	1415,54
----	------	---------------------------------	-------	----	------	--------	--------	-------	---------

Jrno	TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0%)	Materiaalit (hinta, ALV 0%)	Työ (ALV 0%)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0%)
Yhteensä:					81 €	30 500 €	26 454 €	856	57 035 €

Paketti

1	Räystäät, avoräystä, vino yläpohja, lape				0,00	11,37	21,55	0,64	32,92
Panokset									
1	soiro 48 x 148 mm, lujuusluokiteltu MT-24, kannattaja	1,20	jm			1,92			2,30
2	sahattu lauta 22 x 100 mm	8,30	jm			0,47			3,88
3	sahattu lauta 22 x 100 mm	2,10	jm			0,47			0,98
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	0,64	tth				33,53		21,55

Rakenne

14	1262	Avoräystä, vino yläpohja, pääty	35,00	jm	0,00	249,18	754,36	22,50	1003,54
----	------	---------------------------------	-------	----	------	--------	--------	-------	---------

Paketti

1	Räystäät, avoräystä, vino yläpohja, pääty				0,00	7,12	21,55	0,64	28,67
Panokset									
1	soiro 48 x 148 mm, lujuusluokiteltu MT-24, kannattaja	1,10	jm			1,92			2,11
2	naula, lankanaula 3,4 x 100 mm, kuumasinkitty	0,01	kg			2,49			0,02
3	sahattu lauta 22 x 100 mm	8,30	jm			0,47			3,88
4	sahattu lauta 22 x 100 mm	2,10	jm			0,47			0,98
5	naula, lankanaula 1,7 x 45 mm, kuumasinkitty	0,05	kg			2,38			0,12
6	mittakirvesmies	0,64	tth				33,53		21,55

Rakenne

15	1234	Viilupuupalkki 51 x 300 mm	270,00	jm	0,00	3425,08	2280,49	69,43	5705,57
----	------	----------------------------	--------	----	------	---------	---------	-------	---------

Paketti

1	Palkki 51 x 300 mm, viilupu				0,00	12,69	8,45	0,26	21,13
Panokset									
1	viilupuupalkki 51 x 300 mm	1,00	jm			12,69			12,69
2	mittakirvesmies	0,23	tth				33,53		7,77
3	rakennusmies, aputyö	0,03	tth				26,64		0,68

Rakenne

16	123	Puurakenteinen välipohja, puupalkisto 225 mm, lastulevylattia	84,50	m2	0,00	684,04	835,11	26,26	1519,15
----	-----	---	-------	----	------	--------	--------	-------	---------

Paketti

1	Lattialevytytys, lastulevy 22 mm, 1-kertainen levytytys				0,00	8,10	9,88	0,31	17,98
Panokset									
1	lastulevy 22 x 1200 x 2400 mm, pontattu	1,08	m2			7,34			7,93
2	liima, puuliima	0,02	l			8,47			0,17
3	mittakirvesmies	0,23	tth				33,53		7,81
4	rakennusmies, aputyö	0,08	tth				26,64		2,07

Rakenne

17	1237	Puuporta	1,00	kpl	0,00	2000,00	501,23	14,95	2501,23
----	------	----------	------	-----	------	---------	--------	-------	---------

Jrno	TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0%)	Materiaalit (hinta, ALV 0%)	Työ (ALV 0%)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0%)
Yhteensä:					81 €	30 500 €	26 454 €	856	57 035 €
Paketti									
1	Portaat, puuportaat				0,00	2000,00	501,23	14,95	2501,23
Panokset									
1	sisäportaat ja lepotaso, puu		1,00	kpl		2000,00			2000,00
2	mittakirvesmies		14,95	tth			33,53		501,23

Liite 14. Terästoteutuksen kilomäärä ja käytetyt teräsprofiilit

Date:

8.4.2015

Profile	Material	Length sum	Weight sum
CFRHS40X40X4	S355J2G3	8203	34.5
CFRHS60X60X3	S355J2G3	73014	378.8
CFRHS60X60X4	S355J2G3	29052	194.9
CFRHS70X70X4	S355J2G3	42494	338.5
CFRHS80X40X3	S355J2G3	20558	106.7
CFRHS80X40X5	S355J2G3	10462	85.1
CFRHS80X60X4	S355J2G3	12360	98.5
CFRHS80X80X5	S355J2G3	60000	676.2
CFRHS100X60X6	S355J2G3	23596	311.2
CFRHS100X100X3	S355J2G3	45369	406.3
CFRHS100X100X5	S355J2G3	19269	277.7
CFRHS120X80X5	S355J2G3	20260	292
CFRHS120X80X6	S355J2G3	20260	343.5
CFRHS120X120X6	S355J2G3	55823	1156.9
D12	S355J2G3	70960	56.7
D20	S355J2G3	65012	144.3
PL50*5	S355J2G3	82598	162.1
PL80*12	S355J2G3	91935	692.9
Total:			5756.6