

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennustekniikka

Talonrakennustekniikka

2018

Alexi Aaltonen

TEOLLISUUSHALLI NIEMINEN

TURKU AMK 
TURKU UNIVERSITY OF
APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka / Talonrakennustekniikka

Kevät 2018 | 20 sivua, 21 liitesivua

Aleksi Aaltonen

TEOLLISUUSHALLI NIEMINEN

Tämän opinnäytetyön aiheena oli puurunkoisen teollisuushallin rakenne- ja rakennussuunnittelu. Kohteen rakennuspaikka sijaitsee Liedossa.

Työn tekoon käytettiin eurokoodeja, Suomen rakentamismääräyskokoelmaa ja kirjallisuuslähteitä. Työn sisältöön kuului lupa-asiakirjojen ja rakennelaskelmien teko, rakennekuvien piirtäminen ja lämpöteknisten ominaisuuksien tarkastelu.

Suunnittelun tavoitteen oli noudattaa määräyksiä ja pyrkiä kustannustehokkaisiin ratkaisuihin. Laskenta tehtiin käsin laskentana sekä laskentaohjelmia käyttäen. Hallissa käytettiin puu-, harkko- ja betonirakenteita.

Arkkitehtikuvien ja rakennekuvien piirtämiseen käytettiin AutoCAD 2016 -ohjelmaa. Puurakenteet mitoitettiin käyttäen Finnwood SR1 -ohjelmaa.

ASIASANAT:

rakennesuunnittelu, rakennussuunnittelu, rakennepiirustus, puurunko, teollisuushalli

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil Engineering | Structural Engineering

Spring 2018 | Total number of pages: 20 + 21

Aleksi Aaltonen

INDUSTRIAL BUILDING NIEMINEN

The subject of this thesis was construction and structural planning for a timber-framed industrial building. The building site is situated in Lieto.

Eurocodes, the Finnish Building Code and literature sources were used in the making of this thesis. The thesis included the making of construction permit documents and structure calculations, drawing construction drawings and inspection of thermal properties.

The goal of the design was to follow regulations and to develop cost-effective solutions. The calculations were conducted manually as well as using calculation software. Timber, cinder block and concrete structures were used in the building.

AutoCAD 2016 software was used to draw the architectural and construction drawings. Timber structures were designed with Finnwood 2.3 SR1 software.

KEYWORDS:

structural engineering, architectural design, construction drawing, timber frame, industrial building

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
2 KOHTEEN LÄHTÖTIEDOT	7
2.1 Rakennuspaikka ja tontti	7
2.2 Asemakaava	7
2.3 Tilaajan toiveet	8
3 RAKENNUSSUUNNITTELU	9
3.1 Pääpiirustukset	9
3.1.1 Asemapiirustus	9
3.1.2 Pohjapiirustus	9
3.1.3 Leikkauspiirustus	9
3.1.4 Julkisivupiirustukset	10
3.2 Lämpötekniset ominaisuudet	10
3.2.1 Kosteus	10
3.2.2 Paloluokka	10
3.2.3 U-arvo	11
3.2.4 Routa	12
4 RAKENNESUUNNITTELU	13
4.1 Kuormitukset	13
4.1.1 Hyötykuorma	13
4.1.2 Rakenteiden oma paino	14
4.1.3 Tuulikuorma	14
4.1.4 Lumikuorma	15
4.2 Rakenteiden suunnittelu	16
4.2.1 Perustukset	16
4.2.2 Alapohja	16
4.2.3 Seinärakenne	17
4.2.4 Yläpohja	17
4.2.5 Rakenteiden jäykistys	17
4.2.6 Oviaukon ylittävät palkit	18
4.2.7 Kattoristikot	18

5 YHTEENVETO	19
LÄHTEET	20

LIITTEET

Liite 1. Asemapiirustus 1	
Liite 2. Asemapiirustus 2	
Liite 3. Pohjapiirustus ja leikkauspiirustus	
Liite 4. Julkisivupiirustus	
Liite 5. Rakenneleikkaus	
Liite 6. Puurakenteet	
Liite 7. Perustukset	
Liite 8. Rakennetyypit	
Liite 9. Kattoristikkokaavio	
Liite 10. Anturan mitoitus ja raudoitus	
Liite 11. Aukonylityspalkkien mitoitus	
Liite 12. Seinäpilarin mitoitus	

KUVAT

Kuva 1. Tontti.	7
-----------------	---

KAAVAT

Kaava 1. Kuormayhdistely.	13
Kaava 2. Kokonaistuulivoima.	15
Kaava 3. Katon lumikuorma.	16

TAULUKOT

Taulukko 1. Rakenteiden U-arvot.	11
Taulukko 2. Rakenteiden omat painot.	14

1 JOHDANTO

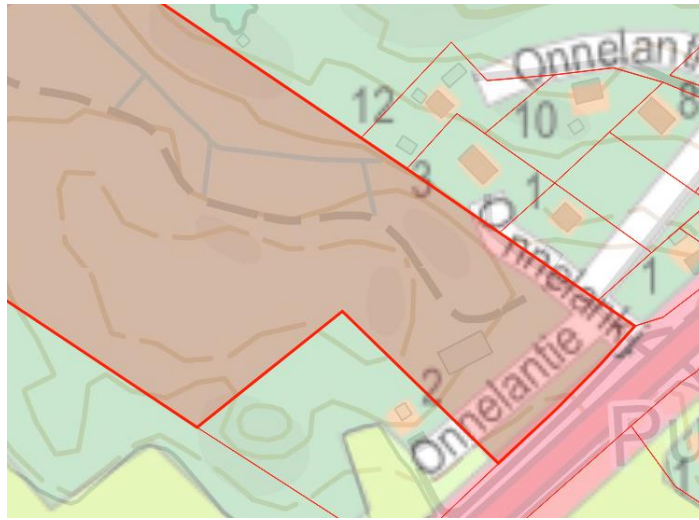
Opinnäytetyön aiheena oli valmistaa suunnittelutoimiston asiakkaalle puurunkoisen hallin rakenne- ja rakennussuunnitelmat. Rakennuspaikka sijaitsee Liedossa asiakkaan omistamalla tontilla.

Tilaaaja oli valmiiksi sopinut suunnittelutoimiston kanssa hallin ulkomitat, käytettävät runko- sekä julkisivumateriaalit ja hallin sijainnin tontilla. Rakennesuunnitteluun kuului hallin rakenteiden suunnittelu sekä vaadittavien rakennepiirustusten ja pääpiirustusten tekeminen.

2 KOHTEEN LÄHTÖTIEDOT

2.1 Rakennuspaikka ja tontti

Rakennuspaikka sijaitsee Onnelankujalla Liedon kunnassa. Tontin kokonaispinta-ala on 649 500 m². Kohde sijaitsee tontin kaakkoisnurkassa.



Kuva 1. Tontti.

Tontilla on kunnallinen sadevesi-, vesi- ja viemäriliittymä. Tontilla on toinen, aikaisemmin rakennettu halli. Tontin maasto on tiheää havumetsää. Piha-alue on tasainen ja korkeudet vaihtelevat välillä +22.8...+23.3.

2.2 Asemakaava

Liedon kaavamääräysten mukaan alueelle voidaan sijoittaa asumisen lisäksi myös työpaikka- ja palvelutiloja, jotka sopivat käyttötarkoitukseltaan, sijainniltaan, kooltaan ja materiaaleiltaan asumisen yhteyteen. Alueen rakentaminen on suunniteltava siten, että maaseutumainen luonne säilyy (Kanta-Liedon osayleiskaava 2016).

2.3 Tilaajan toiveet

Tilaaaja toivomuksesta hallin ulkomitoiksi tulee 17 m x 12 m ja sisäkorkeudeksi 5 m. Hallia käytettäisiin pääasiassa ajoneuvojen huoltoon sekä varastotilana. Hallin rakennusmateriaaliksi toivottiin puuta. Halliin haluttiin kaksi nosto-ovea. Lämpövaatimuksien suhteen hallista toivottiin puolilämmintä. Hallin koillisnurkka sijoitettaisiin 72 m kohtisuoraa mitattuna Onnelantiestä ja 18 m kohtisuoraa mitattuna Onnelankujasta.

3 RAKENNUSSUUNNITTELU

3.1 Pääpiirustukset

Rakennusluvan hakemiseen tarvitaan pääpiirustukset. Pääpiirustuksiin kuuluu asemapiirustus, pohjapiirustus, leikkauspiirustus sekä julkisivupiirustukset. Pääpiirustusten tekeminen aloitettiin tilaajan käsin piirtämien luonnosten pohjalta.

3.1.1 Asemapiirustus

Asemapiirustuksessa kuvataan rakentamisen vaikutukset rakennuspaikkaan ja sen lähiympäristöön. Asemapiirustuksessa tulee esittää mm. tonttien rajat, kiinteistöt, rakennuksen etäisyydet rajoista, sisäänkäynnit, tontin korkeusasemat, rakennuksen päämitat sekä kortteleiden ja katujen nimet (RT 15-10784). Asemapiirustuksia tehtiin tontin suuren koon vuoksi kaksi kappaletta, sekä mittakaavaan 1:5000 että mittakaavaan 1:500 (liitteet 1 ja 2).

3.1.2 Pohjapiirustus

Pohjapiirustuksen tulee osoittaa, että suunniteltu rakentaminen täyttää mitoituksen, perusratkaisujen ja ominaisuuksien osalta säännösten ja hyvän rakennustavan vaatimukset. Pohjapiirustuksessa esitetään rakennuksen ja sen osien päämitat, huoneiden ja tilojen käyttötarkoitukset sekä ovien leveydet ja paikat (RT 15-10824). Pohjapiirustus on tehty mittakaavaan 1:100 (liite 3).

3.1.3 Leikkauspiirustus

Leikkauspiirustuksessa on esitetty sekä rakennuksen rakenteet leikattuina että rakenteiden alustavat materiaalimerkinnät (RT 15-10824). Leikkauspiirustus on tehty mittakaavaan 1:100 (liite 3).

3.1.4 Julkisivupiirustukset

Julkisivupiirustuksissa on esitetty näkymät hallin kaikilta neljältä sivulta. Sivunäkymiin on merkitty julkisivumateriaalit, korkeusmerkinnät sekä ilmansuunnat. Kuvien tarkoitus on osoittaa, että rakennus täyttää arkkitehtuuriltaan kauneuden ja sopusuhtaisuuden vaatimukset (RT 15-10824). Julkisivupiirustukset on tehty mittakaavaan 1:100 (liite 4).

3.2 Lämpötekniset ominaisuudet

Rakennusten tulee olla lämpö- ja kosteusteknisesti toimivia. Tässä työssä tarkasteltiin hallin rakenneosien U-arvoa, kosteusvaurioiden ehkäisemistä, paloluokkaa ja routasuojausta.

3.2.1 Kosteus

Hallin rakenteiden ja rakennusosien tulee olla kosteusteknisesti toimivia niiden suunnitellun käyttöajan ajan. Sisäisistä ja ulkoisista lähteistä peräisin oleva kosteus ei saa haitata aiheutuen kulkeutua rakenteisiin (Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017).

Hallin ulkoseinän julkisivupellityksen taakse sekä yläpohjaan tulee jättää riittävän suuri tuuletusväli, jotta ulkopuolisen kosteuden imeytyminen rakenteisiin voidaan ehkäistä. Höyrynsulkumuovin asettaminen lähelle seinän sisäpintaa estää sisäpuolisen kosteuden imeytymisen rakenteisiin. Veden kapillaarinen nousu estetään betonilaatan alla olevalla eristekerroksella sekä asentamalla bitumihuopakaista alasidepuun ja harkkosokkelin väliin. Hallin yläpohjan kaltevuus on 1:3, joten vesi pääsee valumaan alas räystäisiin eikä pääse kosketuksiin ulkoseinien eikä perustusten kanssa. Perustusten kuivuminen varmistetaan salaojituksella.

3.2.2 Paloluokka

Rakennuksen paloturvallisuutta suunnitellessa käytetään paloluokkia P1, P2 ja P3. Paloluokka määräytyy rakennuksen käyttötarkoituksen, koon, kerrosten määrän sekä henkilömäärän mukaan.

Hallin paloluokaksi saatiin määräyksiltään vähiten vaativa luokka P3, koska halli on 1-kerroksinen ja sen korkeus on alle 14 metriä. Kyseisessä paloluokassa olevalle rakennuksen kantaville rakenteille ei tule erikoisvaatimuksia palonkeston suhteen, vaan riittävä paloturvallisuustaso saavutetaan rakennuksen kokoa ja henkilömäärää rajoittamalla. Halli kuuluu käyttötarkoitukseltaan tuotanto- ja varastotiloihin, joten sen henkilömäärälle ei tule rajoituksia. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017.)

3.2.3 U-arvo

U-arvolla eli lämmönläpäisykertoimella kuvataan rakennuksen eri rakenneosien lämmöneristyskykyä. Käytettyjen rakenteiden U-arvot tulee täyttää Suomen rakentamismääräyskokoelman vaatimukset.

Puolilämpimälle tilalle on annettu seuraavat lämmönläpäisykertoimen vertailuarvot:

- yläpohja: 0,14 W/m²K
- ulkoseinä: 0,26 W/m²K
- maata vasten oleva alapohja: 0,24 W/m²K
- ikkuna ja ovi 1,4 W/m²K (Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017).

U-arvo lasketaan kaavalla $U = 1 / R$, jossa R on rakenteiden yhteenlaskettu lämpövastus. Lämpövastus voidaan määrittää kullekin materiaalille kaavalla $R = d / \lambda$, jossa d on materiaalin paksuus ja λ materiaalin lämmönläpäisykerroin. U-arvon laskennassa on käytetty pelkän eristeen lämpövastusta.

Rakenneosa	U-arvovaatimus	Laskettu U-arvo
Alapohja	0,24 W/(m ² K)	0,24 W/(m ² K)
Yläpohja	0,14 W/(m ² K)	0,14 W/(m ² K)
Ulkoseinä	0,26 W/(m ² K)	0,26 W/(m ² K)

Taulukko 1. Rakenneosien U-arvot.

Lasketut arvot täyttävät vähimmäisvaatimukset.

3.2.4 Routa

Hallin routasuojaus on määritetty Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry:n julkaisun RIL 261-2013 taulukoita käyttäen.

Halli on perustettu maanvaraisena alapohjana, ja perustamissyvyys on 0,6 m. Pakkas määrä Liedossa on $F50 = 35000 \text{ Kh}$. Halli toteutetaan puolilämpimänä tilana, ja alapohjan lämmönvastus $RA = 5,1 \text{ m}^2\text{K/W}$. Taulukkojen avulla saadaan routaeristeen vaadittavan lämmönvastuksen arvoksi $m_r = 2,5 \text{ m}^2\text{K/W}$.

Routaeristeenä käytetään tuotetta EPS 120, jonka lämmönjohtavuus $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$. Tarvittava routaeristeen paksuus $d = m_r \cdot \lambda = 0,09 \text{ m}$. Tästä johtuen valitaan 100 mm paksu tuote.

Taulukosta saadaan routaeristeen vaadittavaksi leveydeksi 1,0 m. Lisäksi rakennuksen nurkkiin 1,5 metrin matkalle nurkasta seinälinjalle routaeristysten paksuus on kaksinkertaistettava. Routaeriste kallistetaan 2,5 % rakennuksesta pois päin. (RIL 261-2013, 92-98.)

4 RAKENNESUUNNITTELU

4.1 Kuormitukset

Hallin rakenteita suunniteltaessa tulee tarkastella rakenteisiin vaikuttavia kuormia: hyötykuormaa, lumikuormaa, tuulikuormaa sekä rakenteiden omaa painoa. Kuormitusta tarkastellaan sekä käyttö- että murtorajatilassa (RIL 201-1-2017, 29).

Käyttöraajatilassa ei käytetä varmuuskertoimia, joten kuormayhdistely saa muodon

$P_d = G_k + Q_k$, missä

- G_k on pysyvä kuorma
- Q_k on muuttuva kuorma (RIL 201-1-2017, 29).

Murtorajatilatarkastelussa mitoituskuormat murtorajatilassa kuormayhdistelylle käytettiin seuraavaa kaavaa:

$$P_d = 1,15 \times K_{FI} \times G_k + 1,5 \times K_{FI} \times Q_k \times \psi_d$$

Kaava 1. Kuormayhdistely (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry 2006, 82), missä

K_{FI}	luotettavuuskerroin
G_k	pysyvän kuorman ominaisarvo
Q_k	muuttuvan kuorman ominaisarvo
ψ_d	yhdistelykerroin.

Yhdistelykertoimelle ψ käytettiin arvoa 1,0. Halli katsotaan sen koon vuoksi kuuluvan seuraamusluokkaan CC2, joten luotettavuuskerroin K_{FI} saa arvon 1,0 (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry 2006, 82-92).

4.1.1 Hyötykuorma

Alapohjan hyötykuorman laskenta-arvona käytettiin autotallien ja ajoneuvojen liikennöintialueiden hyötykuormaa 2,5 kN/m² (RIL 201-1-2017,88). Pistekuormien oletetaan olevan alle 10 kN.

4.1.2 Rakenteiden oma paino

Hallin rakenteiden omat painot määriteltiin kullekin rakenneosalle käytettyjen materiaalien tiheyksien ja mittojen avulla. Taulukossa 2 on esitetty lasketut arvot sekä eri rakenneosien yhteenlaskettu paino.

Rakenneosa	Materiaali	Paino
Yläpohja	Classic-C -kate	0,062 kN/m ²
	22 * 100 k200	0,061 kN/m ²
	22 * 50 k900	0,01 kN/m ²
	Kattoristikot k900	0,08 kN/m ²
	Min.villa 200 mm	0,06 kN/m ²
	22 * 100 k400	0,03 kN/m ²
	Kipsilevy 13 mm	0,084 kN/m ²
	YHTEENSÄ	0,4 kN/m ²
Ulkoseinä	Profiilipelti	0,21 kN/m
	22 * 100 k400	0,14 kN/m
	Tuulensuojalevy 25 mm	0,25 kN/m
	48 * 148 k600	0,36 kN/m
	Min.villa 150 mm	0,21 kN/m
	22 * 100 k400	0,14 kN/m
	Vaneri 12 mm	0,47 kN/m
	YHTEENSÄ	1,78 kN/m
Sokkeli	3 * RUH-200	0,24 kN/m
	2 * RUH-150	0,32 kN/m
	YHTEENSÄ	0,56 kN/m

Taulukko 2. Rakenteiden omat painot.

4.1.3 Tuulikuorma

Halliin vaikuttava tuulikuorma on määritetty tarkastelemalla rakennukseen vaikuttavaa kokonaistuulivoimaa. Halliin kohdistuva kokonaistuulivoima voidaan laskea kaavalla

$$F_w = c_s c_d \times c_f \times q_p \times A_{ref}$$

Kaava 2. Kokonaistuulivoima. (RIL 201-1-2017, 136), missä

$C_s C_d$	rakennekerroin
C_f	voimakerroin
q_p	puuskanopeuspaine, kN/m^2
A_{ref}	tuulta vastaa kohtisuora pinta-ala, m^2 .

Hallin sijainnin voidaan katsoa kuuluvan maastoluokkaan 3. Korkeus maanpinnasta hallin katon harjalle on 7,9 m. Rakennuksen korkeuden ja maastoluokan avulla voidaan määrittää halliin kohdistuva puuskanopeuspaine. Puuskanopeuspaineen $q_p(7,9 \text{ m})$ arvoksi saatiin $0,43 \text{ kN/m}^2$. Hallin lyhyellä sivulla tuulta vastaa kohtisuora pinta-ala $A_{\text{ref}} = 76 \text{ m}^2$ ja sivumittojen avulla voidaan määrittää arvo voimakertoimelle $c_f=1,2$. Rakennekertoimelle c_{s,c_d} käytetään arvoa 1,0. Kaavasta saadaan lyhyelle sivulle kokonaistuulivoimaksi $39,2 \text{ kN}$ ja osapinnan nettopaineeksi $0,64 \text{ kN/m}^2$. Vastaavasti hallin pitkälle sivulle kohdistuvan kokonaistuulivoiman arvoksi saatiin $76,1 \text{ kN}$ ja osapinnan nettopaineeksi $0,7 \text{ kN/m}^2$. (RIL 201-1-2017, 125-145).

4.1.4 Lumikuorma

Lumikuormaa määrittäessä käytettiin paikallisen lumikuorman laskentakaavaa

$$s = s_k \times C_e \times C_t \times \mu$$

Kaava 3. Katon lumikuorma (RIL 201-1-2017, 98), missä

s_k	lumikuorma maassa, kN/m^2
C_t	tuulensuojaisuuskerroin
C_e	lämpökerroin
C_t	muotokerroin.

Lämpökerroin C_t sekä tuulensuojaisuuskerroin C_e ovat arvoltaan 1,0. Hallin katto on muodoltaan harjakatto, joten käytettävä muotokerroin μ on 0,8. Lumikuorman ominaisarvo s_k Liedossa on $2,5 \text{ kN/m}^2$, joten kaavasta saadaan lumikuorman arvoksi $2,0 \text{ kN/m}^2$ (RIL 201-1-2017, 93-103).

4.2 Rakenteiden suunnittelu

Kantavien rakenteiden mitoituksen lähtökohtana oli, että rakenteet kestävät niille kohdistuvat rasitteet sekä käyttö- että murtorajatilassa. Rajatilat eivät saa ylittyä, kun käytetään asianmukaisia mitoitusarvoja (RIL 201-1-2017, 30). Puurakenteet on mitoitettu Finnwood 2.3 SR1 -mitoitusohjelman avulla.

4.2.1 Perustukset

Halli perustetaan maanvaraisella anturaperustuksella. Maanvarainen antura tulee tehdä vähintään 0,5 m:n syvyyteen (Jääskeläinen 2009, 40). Perustamissyvyydeksi valittiin 0,6 m. Anturaa kuormittaa yläpohjan lumikuorma sekä ulkoseinän ja sokkelin oma paino. Anturan kooksi saatiin 600 mm × 200 mm. Anturan raudoitukseksi saatiin pystysuunnassa T8 k300 ja vaakaraudoitukseksi 3T10 (liite 10). Anturan päälle tehdään sokkeli kolmesta 200 mm × 200 mm ja kahdesta 150 mm × 200 mm kevytsoraharkoista (liitteet 5 ja 7). Sokkelin päälle kiinnitetään lappeelleen alasidepuu, johon kiinnitetään runkotolpat.

4.2.2 Alapohja

Alapohja päätettiin toteuttaa maanvaraisena teräsbetoni-laattana. Maanvaraista laattaa voidaan käyttää, sillä maapohja on hyvin kantava (Suomen Betoniyhdistys ry 2014, 42). Betonilaatan paksuudeksi valittiin 120 mm keskeisellä teräsverkolla A500HW 12-120. Maata vasten valaessa alapinnan betonipeite on 50 mm (Suomen Betonilattiyhdistys ry 2012, 13). Käytettävän betonin lujuusluokka on C30/37. Betonilaatan alle laitetaan 150 mm:n kerros Finnfoam-eristettä, mikä katkaisee veden kapillaarisen nousun sekä täyttää vaaditun U-arvon. Eristeen alle tulee 300 mm tiivistettyä sepeliä, jonka maksimirakoko on 32 mm. Rakennetyypit on kuvattu liitteessä 8.

4.2.3 Seinärakenne

Runkotolppina käytetään pilareita kokoa 48 mm × 148 mm. Tolppien korkeus on 4 700 mm ja k-jako k600 (liite 12). Käytetty puutavara kuuluu lujuusluokkaan C24. Runkotolppien väliin tulee 148 mm:n mineraalivillakerros. Runkotolppien ulkopintaan kiinnitetään 9 mm tuulensuojalevy. Tuulensuojalevyn päälle tulee vaakakoolaus 22 mm × 100 mm k600. Julkisivumateriaalina käytetään profiilipeltiä Ruukki Classic C. Aaltomaisen profiilipellin ja koolauksen väliin muodostuu 22 mm:n tuuletusväli. Runkotolppien sisäpintaan kiinnitetään pystykoolaus 22 mm × 100 mm k600. Tolppien ja pystykoolauksen väliin laitetaan höyrynsulkumuovi. Koolauksen päälle kiinnitetään 12 mm:n vanerilevy. Rakennetyypit on kuvattu liitteessä 8.

4.2.4 Yläpohja

Hallin yläpohja toteutetaan kattoristikkorakenteella. Kattotuolien jako on 900 mm ja ne kiinnitetään molemmista päistä hallin runkoon kulmalevyin. Kattotuolien päälle kiinnitetään rimoitus 32 mm × 50 mm sekä ruoteet 25 mm × 100 mm k200 (Ruukki Construction, 2017, 27). Kattotuolien ja rimoituksen väliin laitetaan aluskate. Vesikattona käytetään peltikatetta Ruukki Classic C.

Kattotuolien alapuolelle kiinnitetään koolaus 22 mm × 100 mm k400. Kattotuolien ja koolauksen väliin laitetaan höyrynsulkumuovi. Kattotuolien väliin tulee 200 mm:n mineraalivillakerros. Koolauksen päälle kiinnitetään 13 mm:n kipsilevy. Rakennetyypit on kuvattu liitteessä 8.

4.2.5 Rakenteiden jäykistys

Hallin rakenteet tulee jäykistää vinosuuntaista tuulikuormaa vastaan. Ulkoseiniä jäykistää 12 mm:n vanerilevy. Myös tuulensuojalevy auttaa seinien jäykistämisessä. Hallin puoliväliin tehdään kaksi jäykistävää 1,5 m pitkää jäykisteseiniä. Jäykisteseinien runko on 48 mm × 148 mm k600, jonka jäykisteenä toimii 12 mm:n vanerilevy molemmin puolin. Ulkoseinien yläpäitä sitoo 48 mm × 148 mm puu vaakasuorassa ja kaksi 48 mm × 198 mm puuta pystysuunnassa. Alakattoa jäykistää myös kipsilevy. Kattoristikot jäykistetään

sekä pysty-, että vaakasuunnassa 32 mm x 100 mm vinopuilla. Puurakenteet-kuvassa on esitetty kattoristikoiden jäykistysperiaate (liite 6).

4.2.6 Oviaukon ylittävät palkit

Kahden oviaukon ylitykset ovat 4 500 mm. Suurista kuormista johtuen palkit tehdään liimapuusta. Palkeille tulee kuormitusta lumikuormasta sekä yläpohjan rakenteiden omasta painosta. Kuormitus välittyy kattoristikkojen kautta palkille pistekuormina. Mitoitettujen palkkien kooksi saatiin 140 mm x 495 mm (liite 11). Liimapuuna käytetään puulaatua GL30C. Palkkien molempien päiden alle tulee sahatavarasta pystytolpat 3 x (48 mm x 198 mm).

4.2.7 Kattoristikot

Yläpohjaan tarvitaan kattoristikoita 19 kappaletta. Kattoristikoiden mitat, tuenta ja kuormitus on esitetty kattoristikkokaaviossa (liite 9). Kattoristikkojen tarkempaa mitoitusta ei tässä työssä käsitellä, vaan kattoristikoiden valmistaja tekee tarkemmat piirustukset sekä laskelmat.

5 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena Lietoon rakennettavan puurunkoisen teollisuushallin rakenne- ja rakennussuunnitelmien teko. Työn tilaaja oli suunnittelutoimiston asiakas.

Rakennus koostui puu-, harkko- ja betonirakenteista. Hallin rakennusfysikaalisia ominaisuuksia tarkasteltiin kosteusvaurioiden ehkäisyyn, U-arvon, paloluokan ja routasuojauksen kannalta.

Lopputuloksena saatiin valmis arkkitehti- ja rakennesuunnittelu. Työn tekemisen aikana rakennusmääräysten noudattaminen, piirto- ja laskentaohjelmien käyttö sekä kirjallisuuslähteiden hyödyntäminen tuli tutuksi. Työ saavutti sille asetetut tavoitteet.

LÄHTEET

Jääskeläinen, R. 2009. Pohjarakennuksen perusteet. 1. painos. Tampere: Tammertekniikka / Amk-kustannus Oy.

Jääskeläinen R. 2011. Geotekniikan perusteet. 3. painos. Tampere: Tammertekniikka / Amk-kustannus Oy.

Kanta-Liedon osayleiskaava 2025. Alustava luonnos. 2016. Viitattu 20.3.2018. <http://www.lieto.fi/download/noname/%7BF5964C68-1341-4648-9B8C-42EA02164581%7D/16971>.

RT 15-10784 Asemapiirustuksen laatiminen. 2002. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS.

RT 15-10824 Pääpiirustukset, erityissuunnitelmat ja selvitykset. 2004. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS.

Ruukki Construction. Asennusohje Ruukki Classic. 2017. Viitattu 1.5.2018. https://cdn.ruukki.com/docs/default-source/roofing-documents/finland/asennusohjeet/fi_classic_installation_instruction_web-03032017.pdf?sfvrsn=96b0a484_24.

Suomen Betonilattiyhdistys ry. Betonilattiat kortisto 2012 BLY-14. Viitattu 20.3.2018. <http://www.bly.fi/File/BLY-14.pdf?rnd=1356602833>

Suomen Betoniyhdistys. 2014. Betonilattiat 2014 by 45 BLY7. Helsinki: Suomen Betoniyhdistys ry.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. RIL 261-2013. 2013. Routasuojaus – rakennukset ja infrarakenteet. Helsinki: RIL ry.

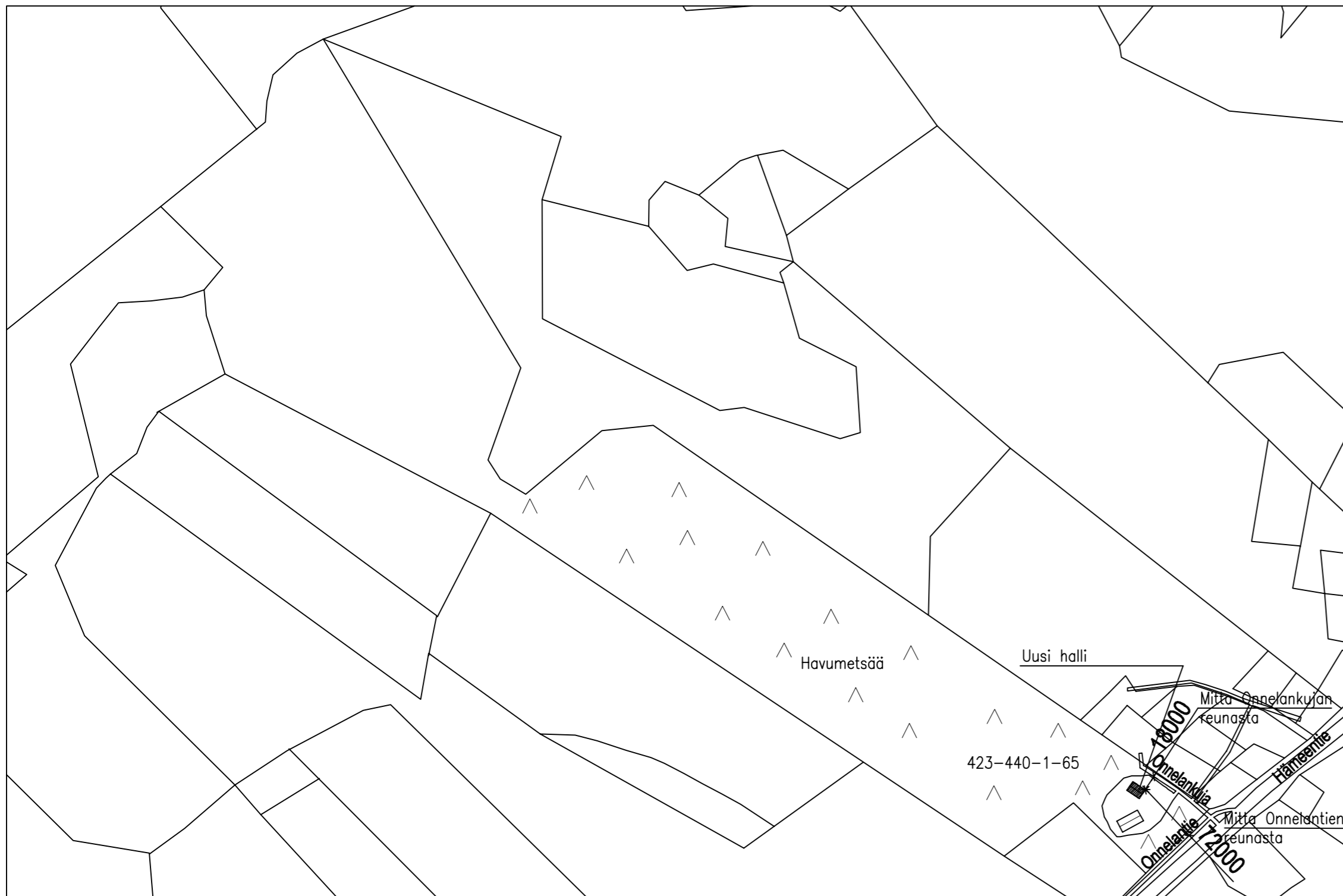
Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. RIL 201-1-2017. Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat. Eurokoodit EN 1990, EN 1991-1-1, EN 1991-1-3, EN 1991-1-4. 2017. Helsinki: RIL ry.

Suomen Standardisoimisliitto SFS ry 2006. SFS-EN 1990 + A1 + AC. Helsinki: SFS

Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017. Annettu Helsingissä 24.11.2017.

Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017. Annettu Helsingissä 12.12.2017.

Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017. Annettu Helsingissä 27.12.2017.



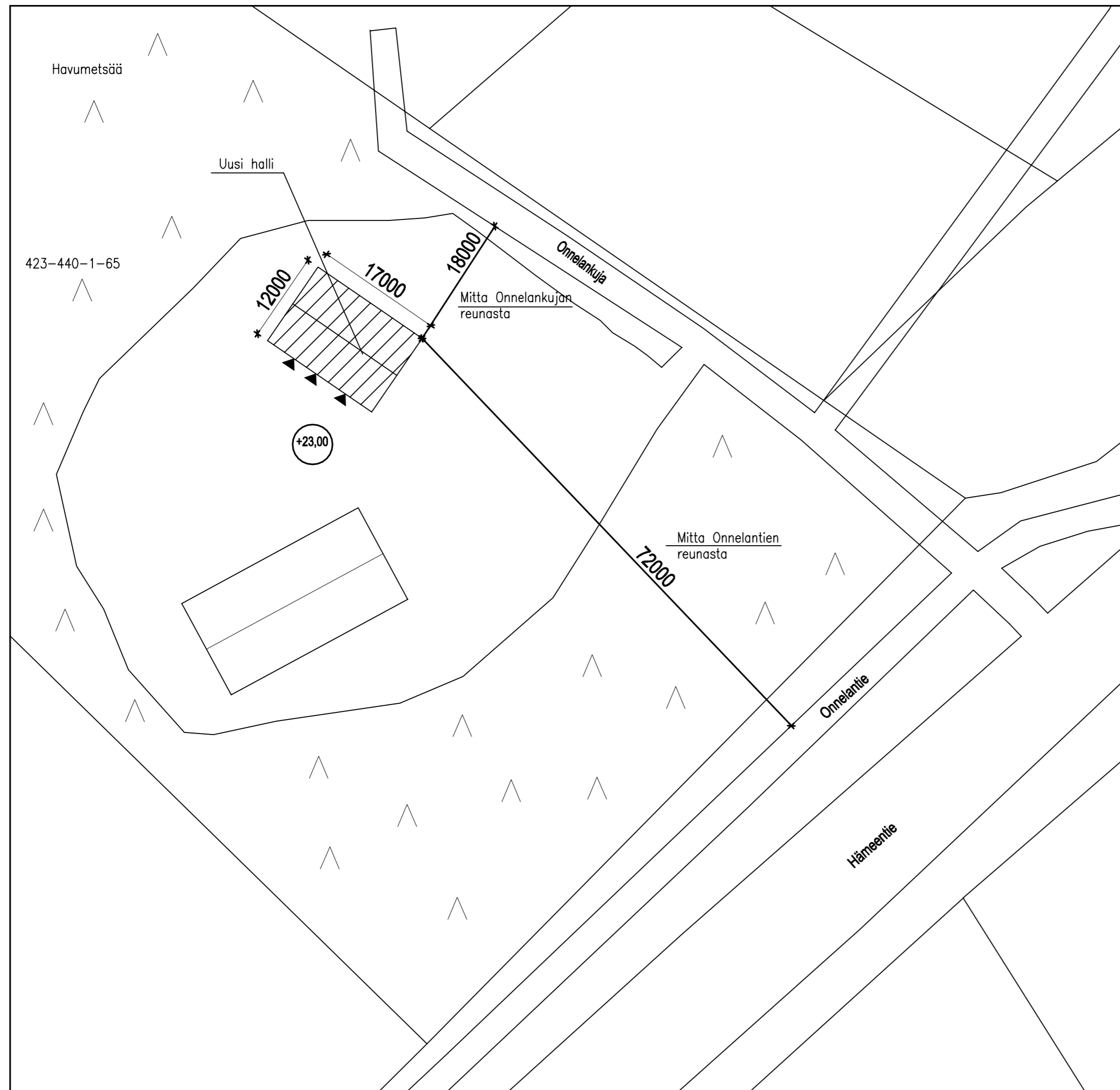
Sähkölittyä
 Lämmitysmuoto: Suora sähkölämmitys
 Ilmanvaihto: Painovoimainen
 Rakennuksen paloluokka: P3
 Kunnallinen sadevesi, vesi- ja viemärikiittä tontilla

Kaikki korkeudet N-2000.

MUUTOS

NIMIM. PVM

K.osa/kylä 440	Kortteli/Tila 1	Tontti/Rno 65	Viranomaisen arkistointimerkintöjä varten	
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS		Piirustuslaji PÄÄPIIRUSTUS	Juoks.no 1/4	
Rakennuskohteen nimi ja osoite TALOUSRAKENNUS NIEMINEN		Piirustuksen sisältö ASEMAPIIRROS	Mittakaavat 1:5000	
Onnelankuja 21420 Lieto				
Suunnittelijan nimi, päiväys ja allekirjoitus relanto [®] Rätiiänkatu 9 20810 TURKU		11.7.2016 <i>A. Aaltonen</i>	Suunnitteluala, työn numero ja piirustuksen numero Muutos ARK 01	
		Suunnittelija Alekski Aaltonen		



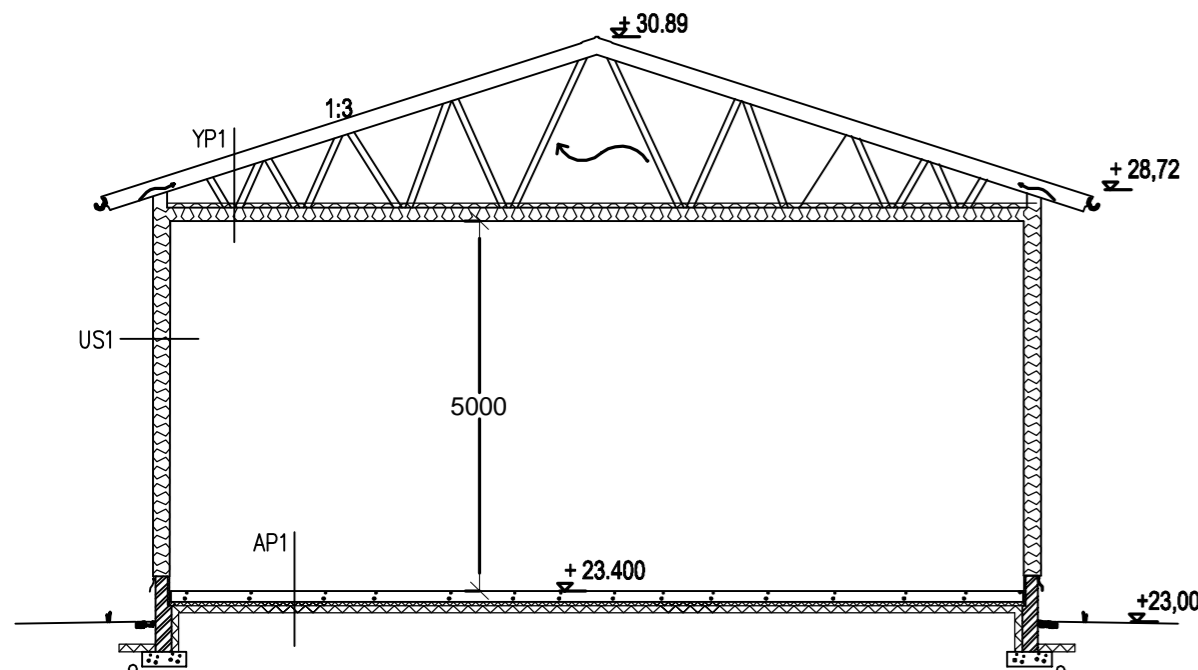
Sähköliittymä
 Lämmitysmuoto: Suora sähkölämmitys
 Ilmanvaihto: Painovoimainen
 Rakennuksen paloluokka: P3
 Kunnallinen sadevesi, vesi- ja viemäriliittymä tontilla

Kaikki korkeudet N-2000.

MUUTOS

NIMIM. PVM

K.osa/Kylä 440	Kortteli/Tila 1	Tontti/Rno 65	Viranomaisen arkistointimerkintöjä varten	
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS		Piirustuslaji PÄÄPIIRUSTUS	Juoks.no 4/4	
Rakennuskohteen nimi ja osoite TALOUSRAKENNUS NIEMINEN		Piirustuksen sisältö ASEMAPIIRROS	Mittakaavat 1:500	
Onnelankuja 21420 Lieto				
Suunnittelijan nimi, päiväs ja allekirjoitus relanto Rätiiänkatu 9 20810 TURKU		11.7.2016 <i>A. Aaltonen</i>	Suunnitteluala, työn numero ja piirustuksen numero ARK 04	
Suunnittelija Alekski Aaltonen		Muutos		



US1 (Puolilämmin tila)

- Profiilipelti Ruukki T20
- 22x100 k600 + tuuletusväli 22mm
- Tuulensuojalevy 9mm
- 48x148 k600 + min.villa 150mm
- Höyrynsulkumuovi
- Pystylaudoitus 22x100 k600
- Kipsilevy 13mm

U-arvo = 0,26 W/m²K
(2010 vaatimus 0,26 W/m²K)

AP1 (Puolilämmin tila)

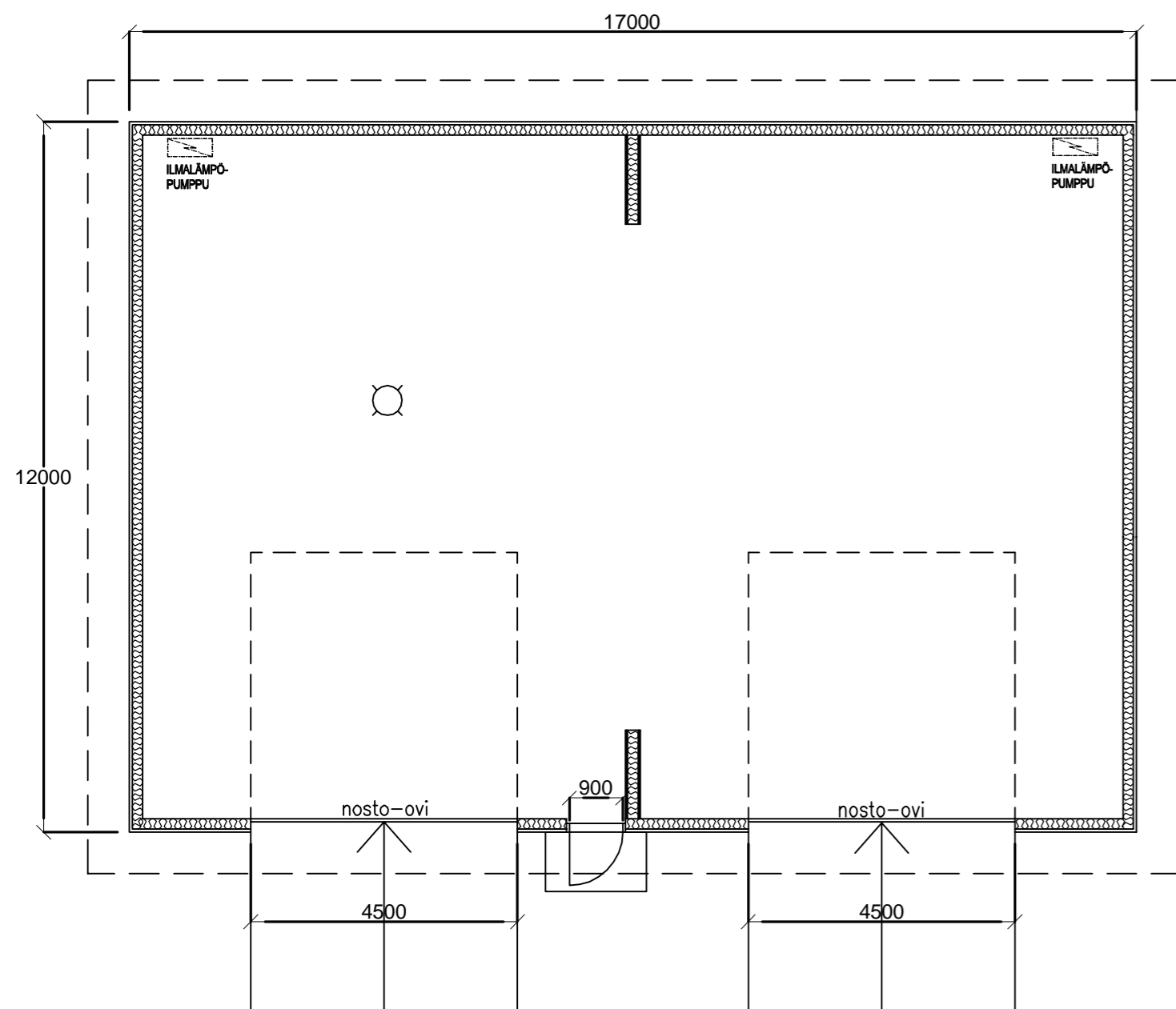
- Pinnoite
- Teräsbetonilaatta 120 mm
- Eriste Finnfoam 50 + 100 mm
- Sepeli
- Perusmaa

U-arvo = 0,24 W/m²K
(2010 vaatimus 0,24 W/m²K)

YP1 (Puolilämmin tila)

- Peltikate Ruukki Classic C
- Ruoteet 22x100 k200
- Tuuletusrima 22x50
- Aluskate
- Kattotuolit + tuulettuva väli-tila
- Eriste 200mm
- Höyrynsulkumuovi
- 22x100 k400
- Kipsilevy 13mm

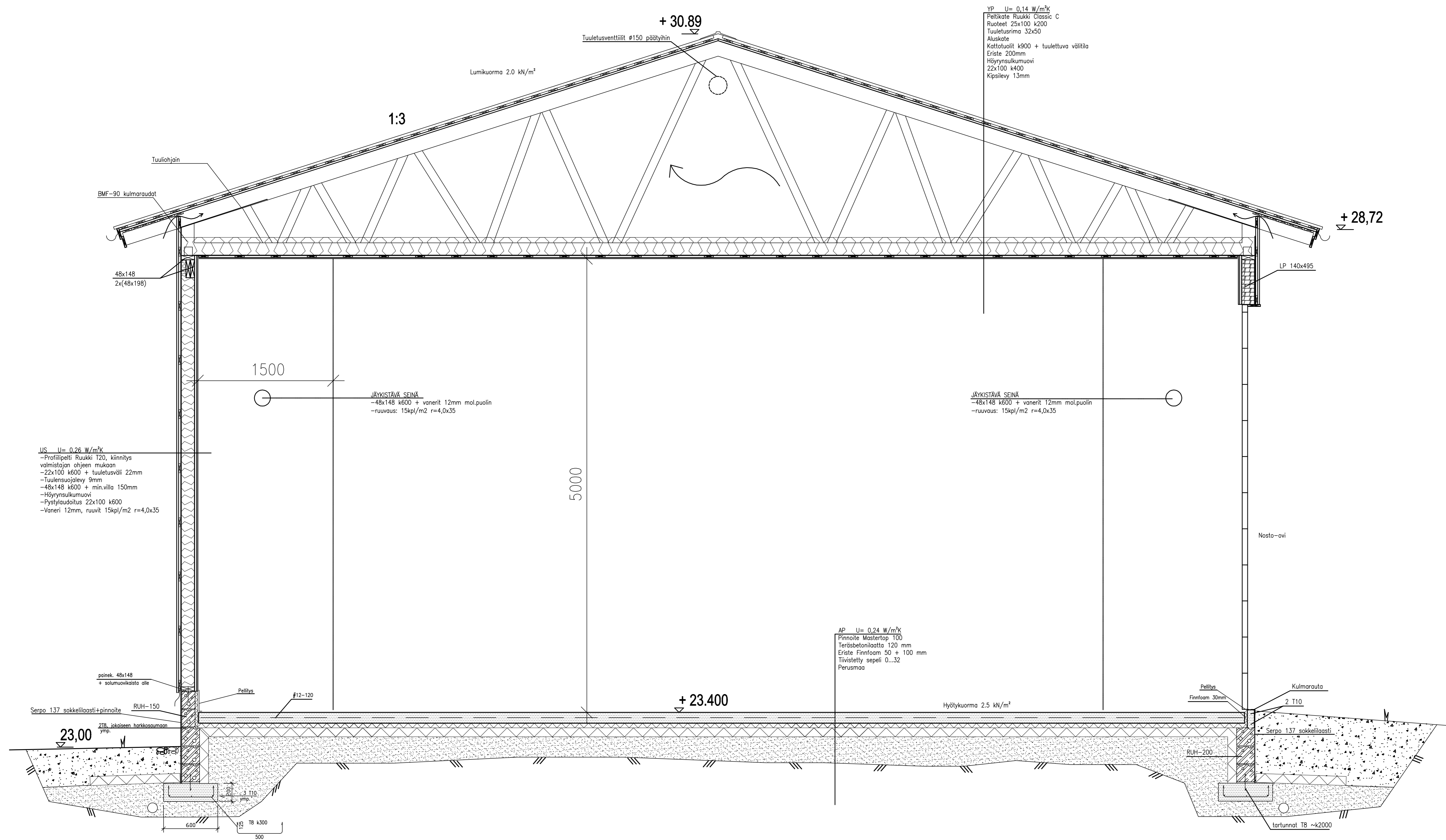
U-arvo = 0,14 W/m²K
(2010 vaatimus 0,14 W/m²K)



MUUTOS

NIMIM. PVM

K.osa/Kylä 440	Kortteli/Tila 1	Tontti/Rno 65	Viranomaisen arkistointimerkintä varten
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS		Piirustuslaji PÄÄPIIRUSTUS	Juoks.no 3/4
Rakennuskohteen nimi ja osoite TALOUSRAKENNUS NIEMINEN		Piirustuksen sisältö LEIKKAUS A-A, POHJAT	Mittakaavat 1:100
Onnelankuja 21420 Lieto		Suunnittelun nimi, päiväys ja allekirjoitus 11.7.2016 <i>A. Aaltonen</i>	Suunnitteluala, työn numero ja piirustuksen numero Muutos
relanto® Rätiälänkatu 9 20810 TURKU		Suunnittelija Aleksi Aaltonen	ARK 03



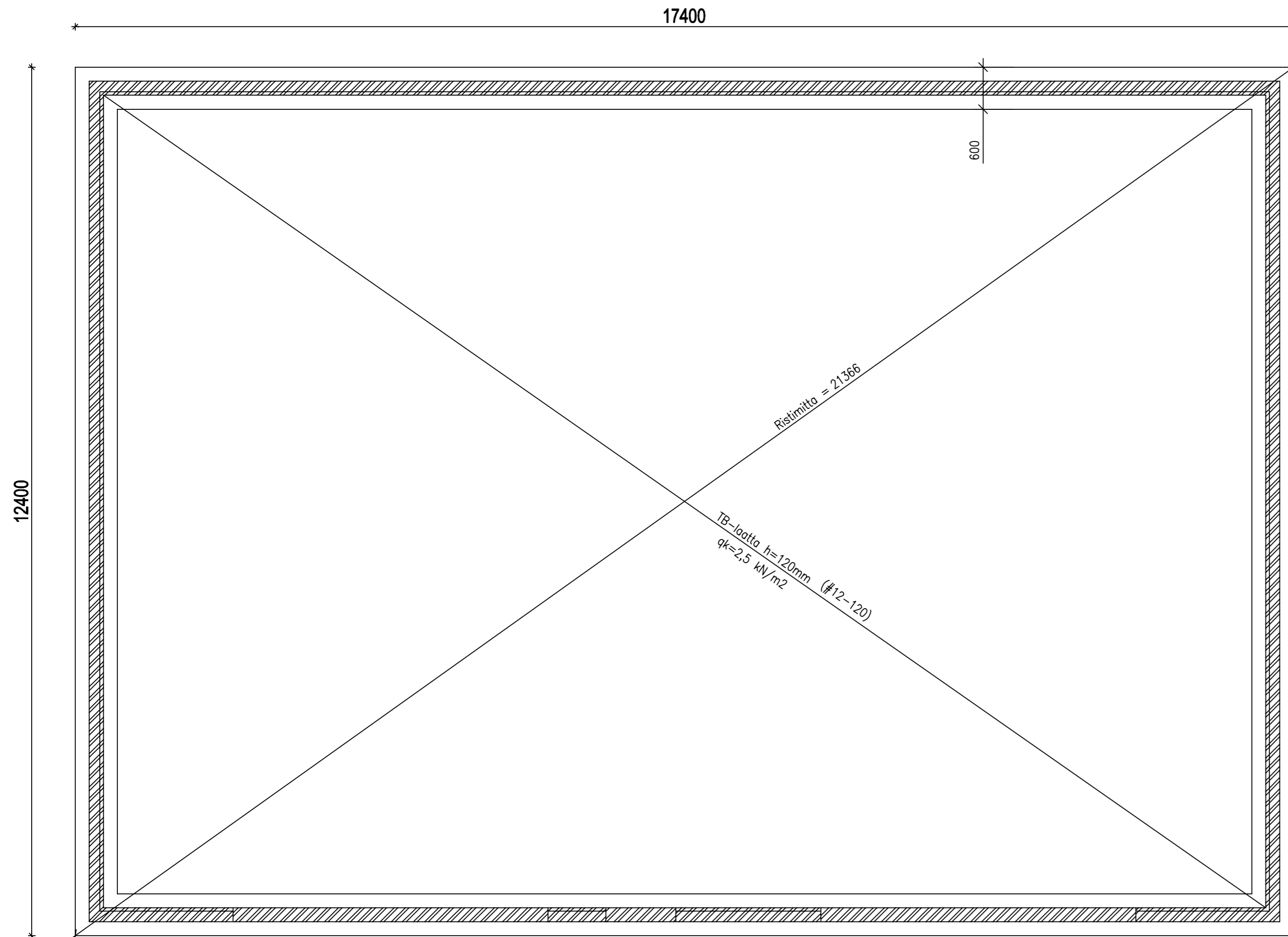
YP U= 0,14 W/m²K
 Peltikate Ruukki Classic C
 Ruoteet 25x100 k200
 Tuuletusrima 32x50
 Aluskate
 Kattotuolit k900 + tuulettuva välitila
 Eriste 200mm
 Höyrynsukumuovi
 22x100 k400
 Kipsilevy 13mm

US U= 0,26 W/m²K
 -Profiilipelti Ruukki T20, kiinnitys valmistajan ohjeen mukaan
 -22x100 k600 + tuuletusväli 22mm
 -Tuulensuojalevy 9mm
 -48x148 k600 + min.villa 150mm
 -Höyrynsukumuovi
 -Pystylaudoitus 22x100 k600
 -Vaneri 12mm, ruuvit 15kpl/m² r=4,0x35

AP U= 0,24 W/m²K
 Pinnote Mastertop 100
 Teräsbetoni-laatta 120 mm
 Eriste Finnfoam 50 + 100 mm
 Tiivistetty sepele 0...32
 Perusmaa

BETONI: C30/37; max rae 16mm, notkeus S3
 suojuhuokoistettu, betonin koostumus By 50
 RASITUSLUOKAT: XC1, XC2
 TERÄSTEN SUOJABETONI: 30mm
 50mm maata vasten valettaessa
 TERÄS: A500HW, S355J2H
 KANTAVA PUUTAVARA: C24
 LIIMAPUUVU: GL30c
 SUUNNITELTU KÄYTTÖIKÄ: 50v

MUUTOS		NIMM. PVM	
Kassa/Pöytä	Kortit/Tila	Tosit/Ries	Vieromiesen ohjeiden mukaisesti varten
440	1	65	
Rakennustilapäinen		Pivutus	Juokse
UUDISRAKENNUS		RAKENNEPIIRUSTUS	1/4
Rakennuskohde: nimi ja osoite		Pivutuksen sisältö	Mittakaava
TALOUSRAKENNUS NIEMINEN		RAKENNELEIKKAUS	1:20
Onnelankuja 21420 Lieto			
Suunnittelijan nimi, pöytä ja allekirjoitus	12.7.2016	Suunnittelukohta, työn numero ja pivutuksen numero	Muutos
relantio® Rätiölänskatu 9 20810 TURKU	<i>A. Aaltonen</i>	RAK 01	
Suunnittelija Aleksis Aaltonen			



BETONI: C30/37; max rae 16mm, notkeus S3
suojahuokoistettu, betonin koostumus By 50

RASITUSLUOKAT: XC1, XC2

TERÄSTEN SUOJABETONI: 30mm

50mm maata vasten valettaessa

TERÄS: A500HW, S355J2H

KANTAVA PUUTAVARA: C24

LIIMAPUU: GL30c

SUUNNITELTU KÄYTTÖIKÄ: 50v

MUUTOS		NIMIM.	PVM

K.osa/Kyidä 440	Kortteli/Tila 1	Tontti/Rno 65	Viranomaisen arkistointimerkintä varten
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS	Piirustuslaji RAKENNEPIIRUSTUS	Juoks.no 3/4	
Rakennuskohteen nimi ja osoite TALOUSRAKENNUS NIEMINEN	Piirustuksen sisältö PERUSTUKSET	Mittakaavat 1:50	
Onnelankuja 21420 Lieto	Suunnittelijan nimi, päiväys ja allekirjoitus 11.7.2016 <i>A. Aaltonen</i>	Suunnitteluala, työn numero ja piirustuksen numero RAK 03	Muutos
relanto® Rätiälänkatu 9 20810 TURKU	Suunnittelija Alekski Aaltonen		

KATTORISTIKKOKAAVIO KT1

HALLI
Onnelankuja
21420 LIETO

Ristikot ovat NR-laatuokan tehdasvalmisteisia naulalevyristikoita.
Valmistaja tekee tarvittavat piirustukset ja laskelmat.

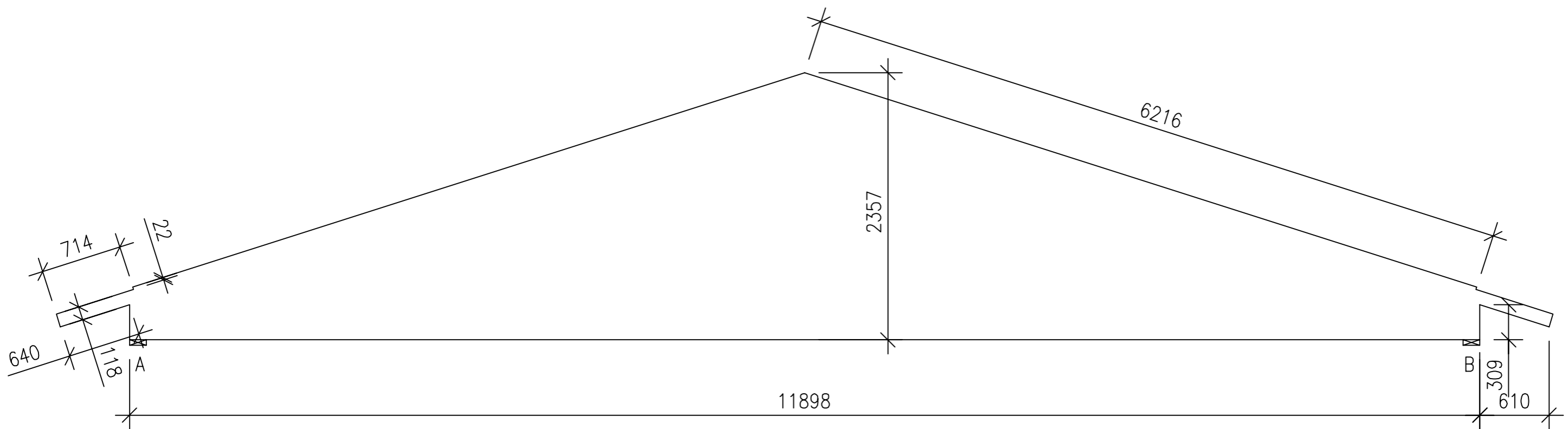
MÄÄRÄ: 19 kpl

KUORMITUKSET:

Yläpaarre: $q_{LUMI} = 2,0 \text{ kN/m}^2$
 $q_{TUULI} = 0,7 \text{ kN/m}^2$
 $g_{KATE} = 0,2 \text{ kN/m}^2$
 $g_{RAKENT.} = 0,3 \text{ kN/m}^2$
Alapaarre: $g_{RAKENT.} = 0,3 \text{ kN/m}^2$

KOSTEUSLUOKKA 2

KANNATINJAKO 900mm
RUOTEET 22x100 k200, KATE PELTI
TUKI A JA B SAHAPUU 48x148 LAPPEELLAAN



Huom! Mitat tarkistettava ennen ristikoiden tilausta

Seinäanturan mitoitus ja raudoitus

Kuormitus (Jääskeläinen 2011, 356) $n_d = 1,15(g_{US} + g_{Antura} + g_{maa} + g_{YP}) + 1,5 \times q_{lumi}$

$$= 1,15(1,78 \text{ kN/m} + 0,56 \text{ kN/m} + 0,2 \text{ kN/m} + 0,4 \text{ kN/m} \cdot 6 \text{ m}) + 1,5(2,0 \text{ kN/m}^2 \cdot 6 \text{ m}) = 23,7 \text{ kN/m} \rightarrow$$

Määräävä

$$\text{tai } n_d = 1,35(g_{US} + g_{sokkeli} + g_{maa} + g_{YP}) = 1,35(1,78 \text{ kN/m} + 0,56 \text{ kN/m} + 0,2 \text{ kN/m} + 0,4 \text{ kN/m} \cdot 6 \text{ m}) = 6,7 \text{ kN/m}$$

Anturan koko

$$\text{Jännitys } \sigma = \frac{N}{A} \rightarrow \text{Anturan leveys } b \geq \sqrt{\frac{n_d}{\sigma_{sall}}} = \sqrt{\frac{n_d}{\sigma_{sall}}} = 300 \text{ mm} \rightarrow \text{Valitaan } 600 \text{ mm}$$

$$\text{Anturan korkeus } h \geq \frac{b}{3 \dots 4} = 200 \text{ mm} \dots 150 \text{ mm} \rightarrow \text{valitaan } 200 \text{ mm}$$

Raudoitus (Suomen Betoniyhdistys ry 2014, 183-188)

$$\text{Mitoitusmomentti } m_d = \frac{\sigma_{gd} a^2}{2} = (86 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,2 \text{ m} \cdot 0,2 \text{ m}) / 8 = 1,78 \text{ kNm}^2/\text{m}$$

Mitoitusmomentti on niin pieni, että käytettävä raudoitus tulee olemaan minimiraudoitus.

$$\text{Minimiraudoitus } A_{s,min} = 0,26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \times d = 0,26 \cdot (2,9 \text{ MPa} / 500 \text{ MN/m}^2) \cdot 140 \text{ mm} = 211 \text{ mm}^2/\text{m}$$

>Määräävä

$$\text{tai } A_{s,min} = 0,0013bd = 0,0013 \cdot 140 \text{ mm} = 182 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\text{Valitaan T8. Tankoväli: } k = \frac{A_{s1}}{A_{smin}} = (50,3 \text{ mm}^2 / 211 \text{ mm}^2) \cdot 1000 \text{ mm} = 238 \text{ mm} \rightarrow \text{valitaan T8 k300}$$

Raudoitus pituussuunnassa on myös minimiraudoitus:

$$A_{s,min} = 0,26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \times b \times d = 0,26 \cdot (2,9 \text{ MPa} / 500 \text{ MN/m}^2) \cdot 600 \text{ mm} \cdot 140 \text{ mm} = 126,7 \text{ mm}^2/\text{m}$$

>Määräävä

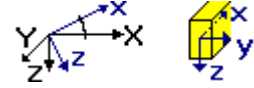
$$\text{tai } A_{s,min} = 0,0013bd = 0,0013 \cdot 600 \text{ mm} \cdot 140 \text{ mm} = 109,2 \text{ mm}^2/\text{m}$$

->valitaan raudoitus 3T10

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

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

RIL 205-1-2009 SR1 (02.07.2012)

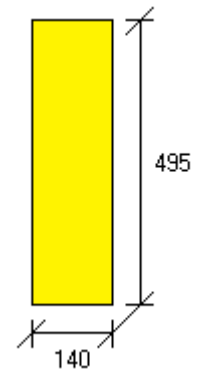
**PROJEKTITIEDOT:**

Nimi: ?

C:\Users\Aaltonen\Desktop\OP\op.palkki.s01

RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Kattopalkki/laatta
 Materiaali: GL30c
 Poikkileikkaus: 140x495
 (B=140 mm, H=495 mm, A=69300 mm², I_y=1415019375 mm⁴, W_y=5717250 mm³)
 Käyttöluokka: 1
 Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)
 Jako/kuormituslev.: 6700 mm (pintakuormille)

**Uloke-/jännevälipituudet:**

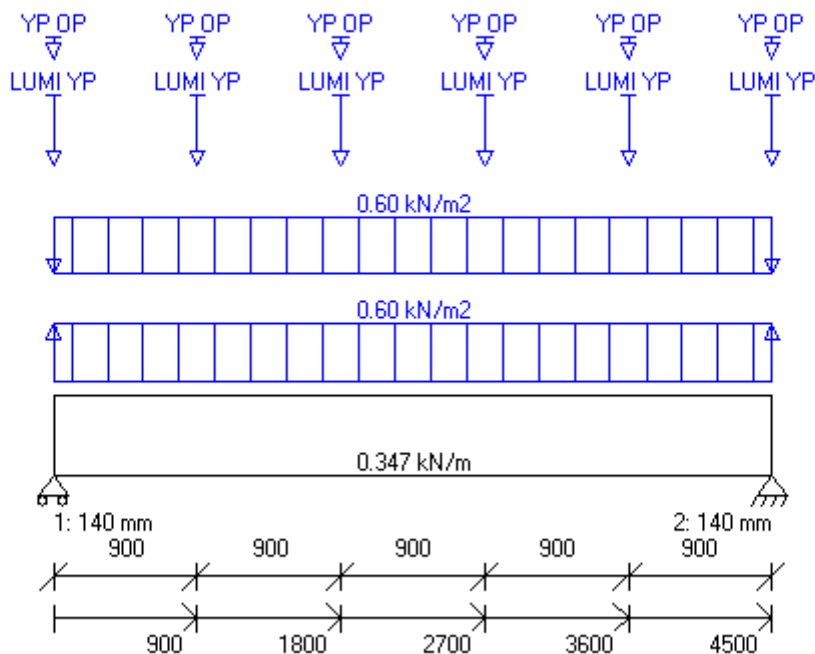
Uloke/jänneväli: Vaakamitta [mm]:
 Jänneväli 1: 4500.0
 Yhteensä: 4500.0

Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	0	140	Liukutuki (Z)
2:	4500	140	Kiinteä niveltuki (X,Z)

f_{m,k} (M_y): 30.58 N/mm²
 f_{m,k} (M_z): 30.00 N/mm²
 f_{c,0,k}: 25.00 N/mm²
 f_{c,90,k}: 3.00 N/mm²
 f_{t,0,k}: 20.39 N/mm²
 f_{v,k} (V_z): 3.50 N/mm²
 f_{v,k} (V_y): 3.50 N/mm²
 E_{mean}: 13000 N/mm²
 G_{mean}: 650 N/mm²
 E 0.05: 10800 N/mm²
 G 0.05: 540 N/mm²
 Tilavuuspaino: 5.00 kN/m³ (omapainon laskentaa varten)

Osavarmuusluku: 1.20

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

**KUORMITUSTIEDOT:**

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Pistekuorma: 1:	FZ = 2.16 kN	x = 0.0 mm	(YP OP)
Pistekuorma: 2:	FZ = 2.16 kN	x = 900.0 mm	(YP OP)
Pistekuorma: 3:	FZ = 2.16 kN	x = 1800.0 mm	(YP OP)
Pistekuorma: 4:	FZ = 2.16 kN	x = 2700.0 mm	(YP OP)
Pistekuorma: 5:	FZ = 2.16 kN	x = 3600.0 mm	(YP OP)
Pistekuorma: 6:	FZ = 2.16 kN	x = 4500.0 mm	(YP OP)
Rakenneosan paino:	QZ = 0.347 kN/m	x = 0 - 4500 mm	

Lumikuorma (Lumikuorma $S_k < 2.75$ kN/m², Keskipitkä):

Pistekuorma: 1:	FZ = 10.80 kN	x = 0.0 mm	(LUMI YP)
Pistekuorma: 2:	FZ = 10.80 kN	x = 900.0 mm	(LUMI YP)
Pistekuorma: 3:	FZ = 10.80 kN	x = 1800.0 mm	(LUMI YP)

Pistekuorma: 4:	FZ = 10.80 kN	x = 2700.0 mm	(LUMI YP)
Pistekuorma: 5:	FZ = 10.80 kN	x = 3600.0 mm	(LUMI YP)
Pistekuorma: 6:	FZ = 10.80 kN	x = 4500.0 mm	(LUMI YP)

Tuulikuorma (alas) (Tuulikuorma, Hetkellinen):

Pintakuorma: 1:	Qz = 0.600 kN/m ²	x = 0 - 4500 mm
-----------------	------------------------------	-----------------

Tuulikuorma (ylös) (Tuulikuorma, Hetkellinen):

Pintakuorma: 1:	Qz = -0.600 kN/m ²	x = 0 - 4500 mm
-----------------	-------------------------------	-----------------

KUORMITUSYHDISTELMÄT:

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

1.00*1.35*Omapaino

Yhdistelmä 2 (MRT, Keskipitkä)

1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*Lumikuorma

Yhdistelmä 3 (MRT, Hetkellinen)

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

Yhdistelmä 4 (MRT, Hetkellinen)

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

Yhdistelmä 5 (MRT, Hetkellinen)

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

Yhdistelmä 6 (MRT, Hetkellinen)

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

Yhdistelmä 7 (MRT, Hetkellinen)

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

Yhdistelmä 8 (MRT, Hetkellinen)

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

Yhdistelmä 9 (MRT, Hetkellinen)

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

Yhdistelmä 10 (MRT, Pysyvä)

1.00*1.15*Omapaino

Yhdistelmä 11 (MRT, Pysyvä)

0.90*Omapaino

Yhdistelmä 12 (KRT)

1.00*Omapaino

Yhdistelmä 13 (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*Lumikuorma

Yhdistelmä 14 (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*Tuulikuorma (alas)

Yhdistelmä 15 (KRT)

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

Yhdistelmä 16 (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*Tuulikuorma (ylös)

Yhdistelmä 17 (KRT)

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

MITOITUS:

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

Kokonaiskäyttöaste: 79.8 %

MITOITUSPARAMETRIT:

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

Korotuskerroin, vasen uloke: 2.00

Korotuskerroin, oikea uloke: 2.00

Nurjahdus on estetty molempiin suuntiin (y ja z)

Kiepahdus taivutuksesta M_y (y-askelin suhteen):

Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella: L_{k1} = Päätukien välimatka

Kiepahdustukiväli rakenteen alapuolella: L_{k2} = Päätukien välimatka

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

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

MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	38.26 kN	72.23 kN	53.0 %	0 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Taivutus (M_y):	51.46 kNm	116.57 kNm	44.1 %	2250 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	51.46 kNm	116.57 kNm	44.1 %	2250 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipaine, tuki 1:	56.95 kN	71.40 kN	79.8 %	0 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.82					
Tukipaine, tuki 2:	56.95 kN	71.40 kN	79.8 %	4500 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.82					
jänneväli 1, W_{fin} :	6.4 mm	- mm	0.0 %	2250 mm	Yhdistelmä 15/1
jänneväli 1, $W_{net,fin}$:	6.4 mm	15.0 mm	42.4 %	2250 mm	Yhdistelmä 15/1

ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 2/1 (Keskipitkä):

1.15*Omapaino + 1.50*Lumikuorma

Yhdistelmä 15/1 :

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

VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
V _{z,max}	46.41 kN	0 mm
M _{y,max}	60.61 kNm	2250 mm

TUKIREAKTIOT:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	65.09 kN	-7.03 kN	39.66 kN	-1.79 kN
2:	65.09 kN	-7.03 kN	39.66 kN	-1.79 kN

- Tukipisteisiin syntyy nostetta, varmista ankkurointi

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

Kuormitustapaus:	Omapaino
Tuki:	FZ [kN]:
1:	7.26
2:	7.26

Kuormitustapaus:	Lumikuorma
Tuki:	FZ [kN]:
1:	32.40
2:	32.40

Kuormitustapaus:	Tuulikuorma (alas)
Tuki:	FZ [kN]:
1:	9.05
2:	9.04

Kuormitustapaus:	Tuulikuorma (ylös)
Tuki:	FZ [kN]:
1:	-9.05
2:	-9.04

HUOMIOT:

- EN 1995-1-1-standardin, sen täydennysosan A1:2008 ja Suomen kansallisten liitteiden sekä

RIL 205-1-2009 -suunnitteluohjeen mukainen laskenta

- VTT on tehnyt kolmannen osapuolen tarkistuksen ohjelmalle (VTT-S-03937-12)

- MRT = Murtorajatila, KRT = Käyttörajatila

-
- *) Yhteisvaikutustarkasteluissa %-luku tarkoittaa mitoitusarvon ja raja-arvon suhdetta, ei todellista käyttöastetta
 - Liittyvän alapuolisen rakenteen tukipainekestävyys tulee tarkistaa erikseen
 - Mitoituksessa ei huomioida ulokkeiden alle 20 mm taipumaa ylöspäin
 - Värähtely- ja taipumatarkastelua ei tehdä alle 200 mm pituisille ulokkeille
 - Leikkausmuodonmuutos on mukana käyttörajatilamitoituksessa
 - Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
 - Rakenneosan koon vaikutus lujuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
 - Rakenneosan mahdollinen halkeilu käyttöluokassa 1 on huomioitu kertoimella kcr, joka on mukana leikkauslujuuden mitoitusarvossa fv,d
 - Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetailjeihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin muodostu vesitaskuja
 - Kuormitustiedoissa esitetään lumikuorman ominaisarvo katolla.
Tämä on saatu kertomalla maassa oleva ominaislumikuorma katon muotokertoimella
-

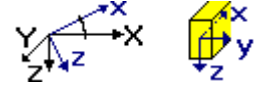
Laskelmissa ei ole huomioitu rakennusaikaisia kuormia eikä kosteusolosuhteita. Mahdolliset rakennusaikaiset lisätuennat on mitoitettava erikseen. Rakennuksen kokonaisjäykistystä ja siitä johtuvia vaakavoimia ei ole huomioitu. Rakenneosan (palkki, pilari, laatta) soveltuvuus kokonaisuuteen on pääarakennesuunnittelijan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

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

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

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

RIL 205-1-2009 SR1 (02.07.2012)

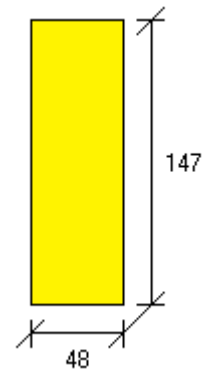
**PROJEKTITIEDOT:**

Nimi: ?

C:\Users\Aaltonen\Desktop\OP\op.pilari.s01

RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Pileri
 Materiaali: C24
 Poikkileikkaus: 48x147
 (B=48 mm, H=147 mm, A=7056 mm², I_y=12706092 mm⁴, W_y=172872 mm³)
 Käyttöluokka: 2
 Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)
 Kulma: 90.0 astetta
 Jako/kuormituslev.: 600 mm (pintakuormille)

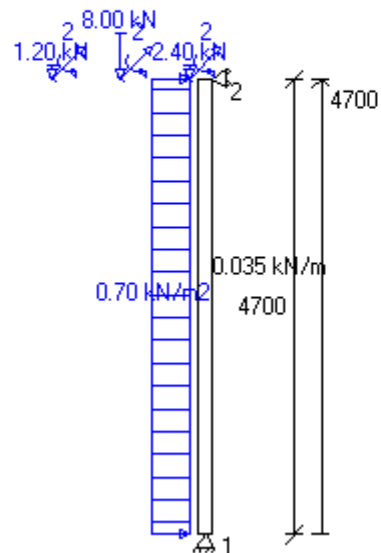
**Uloke-/jännevälipituudet:**

Uloke/jänneväli: Pystymitta [mm]:
 Jänneväli 1: 4700.0
 Yhteensä: 4700.0

Tuki:	Sijainti x [mm]:	Tyyppi:
1:	0	Kiinteä niveltuki (X,Z)
2:	4700	Liukutuki (X)

f _{m,k} (M _y):	24.10 N/mm ²
f _{m,k} (M _z):	30.14 N/mm ²
f _{c,0,k} :	21.00 N/mm ²
f _{c,90,k} :	2.50 N/mm ²
f _{t,0,k} :	14.06 N/mm ²
f _{v,k} (V _z):	4.00 N/mm ²
f _{v,k} (V _y):	4.00 N/mm ²
E _{mean} :	11000 N/mm ²
G _{mean} :	690 N/mm ²
E 0.05:	7400 N/mm ²
G 0.05:	460 N/mm ²
Tilavuuspaino:	5.00 kN/m ³ (omapainon laskentaa varten)

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

**KUORMITUSTIEDOT:**

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Pistekuorma: 1:	FZ = 1.20 kN	x = 4700.0 mm
Pistekuorma: 2:	My = -0.060 kNm	x = 4700.0 mm
Rakenneosan paino:	QZ = 0.035 kN/m	x = 0 - 4700 mm

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

Pistekuorma: 1:	FZ = 8.00 kN	x = 4700.0 mm
Pistekuorma: 2:	My = -0.400 kNm	x = 4700.0 mm

Tuulikuorma (Tuulikuorma, Hetkellinen):

Pistekuorma: 1:	FZ = 2.40 kN	x = 4700.0 mm
Pistekuorma: 2:	My = -0.120 kNm	x = 4700.0 mm

Pintakuorma: 1: $Q_z = 0.700 \text{ kN/m}^2$ $x = 0 - 4700 \text{ mm}$

KUORMITUSYHDISTELMÄT:

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

0.90*Omapaino

Yhdistelmä 2 (MRT, Pysyvä)

1.00*1.35*Omapaino

Yhdistelmä 3 (MRT, Pysyvä)

1.00*1.15*Omapaino

Yhdistelmä 4 (MRT, Keskipitkä)

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

Yhdistelmä 5 (MRT, Keskipitkä)

1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*Lumikuorma

Yhdistelmä 6 (MRT, Hetkellinen)

1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*0.70*Lumikuorma + 1.00*1.50*0.60*Tuulikuorma

Yhdistelmä 7 (MRT, Hetkellinen)

1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*Lumikuorma + 1.00*1.50*0.60*Tuulikuorma

Yhdistelmä 8 (MRT, Hetkellinen)

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

Yhdistelmä 9 (KRT)

1.00*Omapaino

Yhdistelmä 10 (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*0.70*Lumikuorma

Yhdistelmä 11 (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*Lumikuorma

Yhdistelmä 12 (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*0.70*Lumikuorma + 1.00*Tuulikuorma

MITOITUS:

Mitoitusstandardi:

EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RIL 205-1-2009

Kokonaiskäyttöaste:

90.5 %

MITOITUSPARAMETRIT:

Taipumaraja Wnet,fin:	L/300
Korotuskerroin, vasen uloke:	2.00
Korotuskerroin, oikea uloke:	2.00
Nurjahdus z-suuntaan:	Lc = 1.00*L
Nurjahdus on estetty y suuntaan	
Kiepahdus on estetty	

MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	1.62 kN	14.78 kN	11.0 %	4700 mm	Yhdistelmä 8/1, Hetkellinen
Puristus:	13.57 kN	21.44 kN	63.3 %	0 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
Taivutus (My):	1.42 kNm	3.27 kNm	43.4 %	2115 mm	Yhdistelmä 8/1, Hetkellinen
Taivutus+puristus:	0.91	1.00	90.5 %	4700 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
(My=0.67 kNm, Mz=0.00 kNm, Nx=13.38 kN)					
jänneväli 1, Winst:	14.9 mm	- mm	0.0 %	2232 mm	Yhdistelmä 12/1
jänneväli 1, Wnet,fin:	13.8 mm	15.7 mm	87.9 %	2232 mm	Yhdistelmä 12/1

ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 8/1 (Hetskellinen):

1.15*Omapaino + 1.05*Lumikuorma + 1.50*Tuulikuorma

Yhdistelmä 5/1 (Keskipitkä):

1.15*Omapaino + 1.50*Lumikuorma

Yhdistelmä 12/1 :

1.00*Omapaino + 0.70*Lumikuorma + 1.00*Tuulikuorma

VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
Nx,max	15.73 kN	0 mm
Vz,max	1.62 kN	4700 mm
My,max	1.42 kNm	2115 mm

TUKIREAKTIOT:

FX:				
Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	0.14 kN	-1.34 kN	0.10 kN	-0.89 kN
2:	-0.01 kN	-1.62 kN	-0.01 kN	-1.08 kN

FZ:				
Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	15.73 kN	1.23 kN	9.37 kN	1.37 kN
2:	0.00 kN	0.00 kN	0.00 kN	0.00 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

Kuomitustapaus:	Omapaino	
Tuki:	FX [kN]:	FZ [kN]:
1:	0.01	1.37
2:	-0.01	0.00

Kuomitustapaus:	Lumikuorma	
Tuki:	FX [kN]:	FZ [kN]:
1:	0.09	8.00
2:	-0.09	0.00

Kuomitustapaus:	Tuulikuorma	
Tuki:	FX [kN]:	FZ [kN]:
1:	-0.96	2.40
2:	-1.01	0.00

HUOMIOT:

- EN 1995-1-1-standardin, sen täydennysosan A1:2008 ja Suomen kansallisten liitteiden sekä RIL 205-1-2009 -suunnitteluohjeen mukainen laskenta
 - VTT on tehnyt kolmannen osapuolen tarkistuksen ohjelmalle (VTT-S-03937-12)
 - MRT = Murtorajatila, KRT = Käyttörajatila
 - *) Yhteisvaikutustarkasteluissa %-luku tarkoittaa mitoitusarvon ja raja-arvon suhdetta, ei todellista käyttöastetta
 - Liittyvän alapuolisen rakenteen tukipainekestävyys tulee tarkistaa erikseen
 - Mitoituksessa ei huomioida ulokkeiden alle 20 mm taipumaa ylöspäin
 - Värähtely- ja taipumatarkastelua ei tehdä alle 200 mm pituisille ulokkeille
 - Leikkausmuodonmuutos on mukana käyttörajatilamitoituksessa
 - Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
 - Rakenneosan koon vaikutus lujuuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
 - Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetailjeihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin muodostu vesitaskuja
-

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

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