

Jani Malm

Puurunkoisen hiehopihaton suunnittelu

Opinnäytetyö

Kevät 2017

SeAMK Tekniikka

Rakennustekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikka

Tutkinto-ohjelma: Rakennustekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka

Tekijä: Jani Malm

Työn nimi: Puurunkoisen hiehopihatton suunnittelu

Ohjaaja: Martti Perälä

Vuosi: 2017

Sivumäärä: 29

Liitteiden lukumäärä: 6

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella kylmäpihatto, jossa kasvatetaan lypsyrotuisia hiehoja. Kylmäpihatto on mitoitettu 65 hieholle, joita tullaan kasvattamaan luonnonmukaisen tuotantotavan ehtojen mukaisesti. Työn tavoitteena oli saada valmiit piirustukset rakennusluvan hakemista varten.

Opinnäytetyössä käsitellään eri runkovaihtoehtoja ja suunnitellaan pihatto maa- ja metsätalousministeriön sekä luonnonmukaisen tuotannon ohjeiden ja määräysten mukaisesti. Työ sisältää hiehopihatton pohja-, leikkaus- ja julkisivukuvat sekä runkotolpan ja oviaukon palkin mitoitukset.

Runkoratkaisuksi valittiin NR-ristikot ja pystyrunkorunko. Rakennuksen piirustukset tehtiin AutoCAD-ohjelmalla ja runkotolpan mitoitus Finnwood 2.3 SR1 -ohjelmalla. Oviaukon palkki mitoitettiin käsin laskemalla.

Avainsanat: hiehot, luonnonmukainen tuotanto, luomutilat, puurakenteet

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Engineering

Specialisation: Building Construction

Author: Jani Malm

Title of thesis: Timber-framed cowshed design

Supervisor: Martti Perälä

Year: 2017

Number of pages: 29

Number of appendices: 6

The purpose of the thesis was to design a cowshed for 65 heifers. The heifers would be raised organically. The aim of the thesis was to plan designs for a planning permission.

The thesis presented different frame options and contained a floor plan, sectional drawings, elevation, main column details and door beam details for the cowshed. The designs were made according to the requirements from Ministry of Agriculture and Forestry and for organic production.

As the frame for the cowshed a plan with roof trusses and vertical design frame was chosen. The designs were made with AutoCAD program and the main column was dimensioned with Finnwood 2.3 SR1 program. The door beam was made with manual count.

Keywords: heifers, organic production, organic farms, wood constructions

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuvio- ja taulukkoluetelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet	7
1 JOHDANTO	8
1.1 Työn tausta	8
1.2 Työn tavoite	8
1.3 Työn rakenne	8
2 MAATALOUSRAKENTAMINEN SUOMESSA.....	10
2.1 Rakentamisen kehittyminen	10
2.2 Paloluokka	10
2.3 Kylmäpihatto	12
2.4 Tuet ja luvat	12
2.4.1 Rakennuslupa.....	12
2.4.2 Ympäristölupa.....	13
2.4.3 Investointituki	14
2.4.4 Luonnonmukainen tuotanto.....	14
2.4.5 Eläinten hyvinvointikorvaus.....	14
3 PIHATTOJEN RAKENNETYYPPIVAIHTOEHDOT	15
3.1 Uuden rakennuksen suunnittelu.....	15
3.2 Kantava rankaseinä ja naulalevyristikot	16
3.3 Post-Frame	17
3.4 Pilaripalkki-ristikkojärjestelmä	18
3.5 Kolminivelkehä.....	19
3.6 Kolmilaivainen liimapuupalkkihalli	20
4 RAKENNUSSUUNNITTELU	22
4.1 Rungon valinta, rakennuksen koko ja eläinmäärä.....	22
4.2 Karsinat ja ruokintakäytävä	22
4.3 Ilmanvaihto.....	22

4.4 Juomakupit.....	22
4.5 Ikkunat ja valaistus.....	23
5 RAKENTEET	24
6 YHTEENVETO.....	26
LÄHTEET	27
LIITTEET.....	29

Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Kantava rankaseinä ja naulalevyristikot (Lahtela 2008, 57).	17
Kuvio 2. Post-Frame-rungon periaatekuva (Kivinen 2003, 42-44).	18
Kuvio 3. Pilaripalkki-ristikkojärjestelmä (Lahtela 2008, 39).	19
Kuvio 4. Kolminivelkehän rakenneperiaate, keskilinjaan voi sijoittaa välipilarin jos toiminnallisuus sen sallii (Kurkela ym. 2003, 42).	20
Kuvio 5. Kolmilaivaisen liimapuupalkkihallin rakenneperiaate (Kurkela ym. 2003, 40).	21
Taulukko 1. Eläinmäärä.	22

Käytetyt termit ja lyhenteet

Kylmäpihatto	Eläinsuoja, jossa eläimet liikkuvat vapaasti. Rakennusta ei eristetä lainkaan, vaan sisälämpötila seuraa ulkolämpötilaa.
EVIRA	Elintarviketurvallisuusvirasto.
ELY-keskus	Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.
Painovoimainen ilmanvaihto	Lämpötilaero rakennuksen sisä- ja ulkopuolen välillä saa ilman liikkeelle. Lämmin ilma nousee ylös ja poistuu hormeista tai tuuletusaukosta ja uusi korvausilma tulee rakenteessa olevista aukoista.
Robottinavetta	Robottilypsyssä lehmä hakeutuu omatoimisesti lypsylle ja lypsyrobotti hoitaa lypsyn automaattisesti. Eläimet liikkuvat vapaasti pihatossa, jossa saavat levätä, syödä ja käydä lypsyllä omatoimisesti.

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Tässä opinnäytetyössä suunnitellaan nuorkarjalle kylmäpihatto maatalousyhtymälle Malm Jani ja Nukarinen Mirka. Tilalla kasvatetaan lypsyrotuisia lehmävasikoita ja hiehoja, jotka pääsääntöisesti ostetaan Janin vanhempien lypsykarjatilalta. Molemmilla tiloilla harjoitetaan luonnonmukaista tuotantoa.

Janin vanhemmat ovat pitäneet tilalla lypsykarjaa vuodesta 1984 alkaen parsinavetassa. Parsinavettojen eläinyksikkömäärä rajattiin vuonna 2013 30 eläinyksikköön, jonka seurauksena nuorkarjan kasvatus jouduttiin ulkoistamaan. Mty Malm Jani ja Nukarinen Mirka on perustettu vuonna 2014, jolloin nuorkarjan kasvatus siirtyi heille ja Janin vanhemmilla on ainoastaan lypsylehmiä 30 kpl.

1.2 Työn tavoite

Nykyiset nuorkarjatilat sijaitsevat vanhoissa laakasiiloissa parsinavetan yhteydessä. Nykyiset tilat ovat työläät kuivittaa ja käymässä ahtaaksi eläinmäärän kasvaessa. Uusilla nuorkarjatililla parannettaisiin eläinten hyvinvointia ja helpotettaisiin hoitajan työtä, lisäksi vanhat tilat jäisivät konesuojaksi.

Uusi pihatto pyritään tekemään mahdollisimman kustannustehokkaasti, helposti laajennettavaksi ja helppokäyttöiseksi. Suunniteltavan pihatton tulee täyttää kaikki eläinsuojeluun ja luonnonmukaiseen tuotantoon liittyvät säädökset.

1.3 Työn rakenne

Opinnäytetyön toisessa luvussa käsitellään maatalouden rakennemuutosta, paloluokitusta ja ennen rakentamista haettavia lupia, sekä tukia jotka vaikuttavat rakennuksen suunnitteluun ja myöhempään käyttöön. Tämän jälkeen

kolmannessa luvussa esitellään tyypilliset pihattojen runkovaihtoehdot. Luvussa neljä suunnitellaan pihatto ja luvussa viisi esitetään rakenteet.

2 MAATALOUSRAKENTAMINEN SUOMESSA

2.1 Rakentamisen kehittyminen

Vielä 1800-luvun lopulla sekä 1900-luvun alussa maatilarakentaminen perustui perinteiseen hirsirakentamiseen. Rakennukset olivat yksinkertaisia, lyhytikäisiä ja tarvitsivat huoltoa ja korjausta. (Niemi ym. 2005, 22.)

Tänä päivänä maatalouden rakennekehityksen myötä tilojen määrä on vähentynyt ja vastaavasti yksittäiset tilat ovat kooltaan suurempia. Sen seurauksena tiloilla on tarve suuremmille tuotantoyksiköille ja tuotantorakennuksille, joten myös maatalousrakentamisessa käytettävän rakennustekniikan ja toteutustavan on täytynyt muuttua rakennusten koon kasvaessa. Tehokkuuden saavuttamiseksi perinteisestä omatoimisesta hirsirakentamisesta on luovuttu, ja nykyään tuotantorakennuksissa käytetään paljon teollisesti valmistettuja elementtejä ja rakennusosia. Rakennuksen suunnittelulla on keskeinen merkitys, sillä suunnitelma tulisi olla toteutettavissa useilla eri rakennusmateriaaleilla. Tämä taas antaa rakennuttajalle mahdollisuuden materiaalien kilpailutukseen. Yleensä suunnittelussa käytetään kokenutta suunnittelijaa, jolla on hyvä ammattitaito ja kokemus tuotantorakennusten suunnittelusta. Nykyään puusta teollisesti valmistetut tuotteet ovat kilpailukykyinen vaihtoehto perinteiselle teräkselle ja betonielementille. (Arkkitehtuuritoimisto Pertti Toivari 2011, 8.)

Taloudellisista syistä ja eläinten hyvinvointiin liittyvästä lainsäädännöstä johtuen tuotantotekniikka ja sitä kautta rakennustyypit ovat muuttuneet. Ahtaista ja matalista parsinavetoista on siirrytty avariin ja ilmaviin pihattonavetoihin, joissa eläimet saavat liikkua vapaasti ja käyttäytyä niille luontaisella tavalla. (Arkkitehtuuritoimisto Pertti Toivari 2011, 8.)

2.2 Paloluokka

Nykyisin rakennettavat tuotantolaitokset ovat suurikokoisia ja niihin tehdään myös suuria palo-osastoja. Suuressa rakennuksessa on suuret riskit, jolloin paloluokan

valintaan ja säädöksiin kannattaa perehtyä huolella. Paloluokkia joihin rakennukset Suomessa jaetaan on kolme; P1, P2 ja P3. Rakennuksen paloluokan merkitys kasvaa erityisesti harvaan asutulla maaseudulla, jossa palokunnan saapumiseen voi mennä liian kauan ja rakennuksen sammuttaminen ja eläinten pelastaminen on myöhäistä. (Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö 2008, 15.)

Suunnitteluvaiheessa valitulla paloluokalla vaikutetaan palo-osastojen suuruuteen ja se puolestaan vaikuttaa tilasuunnittelun mahdollisuuksiin. Parempi paloluokitus antaa palokunnalle enemmän aikaa saapua paikalle. Tällöin eläimet saadaan pelastettua ajoissa ja rakennuksen kantavien rakenteiden sortuminen saadaan estettyä. (Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö 2008, 15.)

Paloluokka P1. Maatalousrakennukset on turvallista rakentaa yksikerroksisiksi ja ilman ullakkoa. Kantavana runkorakenteena voidaan käyttää puuta, käytännössä liimapuuta tai kertopuuta, myös lämmöneristeiden on oltava palamattomia. P1-paloluokan maatalousrakennukseen voidaan tehdä enintään 2000 m² suuruisia palo-osastoja EI 15 -palokatkolla. Palomuurimainen EI-M 90 -väliseinä vaaditaan vasta, kun rakennuksen pinta-ala ylittää 6000 m². (Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö 2008, 17-22.)

Paloluokka P2. Nykyajan suurille maatalousrakennuksille hyvin soveltuva paloluokka on P2. Yksikerroksinen ja ullakoton ratkaisu on paloturvallisin. Rungon materiaalin on kuuluttava vähintään luokkaan D, jolloin rakenteena voidaan käyttää liimapuuta tai kertopuuta. Sisäpuolisten seinä- ja kattopintojen pitää olla lähes palamatonta materiaalia. Lisäksi niiden tulee täyttää suojaverhousvaatimus, mikäli runkomateriaali sisältää palavia osia (esim. puurunko ja/tai palavat lämmöneristeet). P2-paloluokan maatalousrakennukseen voidaan tehdä enintään 2000 m² suuruisia palo-osastoja EI 15 -palokatkolla. Palomuurimainen EI-M 90 väliseinä vaaditaan kun rakennuksen pinta-ala ylittää 4000 m². (Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö 2008, 16-21.)

Paloluokka P3. Perinteiset maatalousrakennukset kuuluvat yleensä paloluokkaan P3. Niissä saa olla vain yksi kerros ja korkeutta enimmillään 14 metriä. Säädökset eivät rajoita rakennuksen kokoa, mutta rakennus on jaettava pinta-alan mukaan osastoihin. Jokaista ylittävää 2000 m² kohden rakennukselta vaaditaan EI-M 90

palomuurimainen väliseinä ja lisäksi jokaista ylittävää 1000 m² kohden EI 30 -kevytrakenteinenväliseinä. Lisäksi ullakkotilat osastoidaan 400 m² suuruisiin osiin EI 15 –palokatolla. (Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö 2008, 15-20.)

2.3 Kylmäpihatto

Kylmäpihatot alkoivat yleistyä Suomessa 1990-luvulla ja niiden avulla pyrittiin rakentamaan tuotantotiloja edullisemmin. Kylmäpihatot ovat yleisempiä lihanaudoilla ja niissä on kuivalantajärjestelmä. Lypsylehmillä on yleensä viileäpihatto ja lietelantajärjestelmä. Kylmäpihaton rakenteita ei eristetä lainkaan, jolloin sisälämpötila seuraa ulkolämpötilaa. Ilmanvaihto on tyypillisesti luonnollinen ja vesikupit on oltava lämmitettävät. Pihatossa on tärkeää, että makuualue on vedoton ja hyvin kuivitetu, jolloin kuivikettakin kuluu runsaasti. (Alasuutari, Harrinkari & Raukola 2012.)

2.4 Tuet ja luvat

Maatalous on voimakkaasti tuettua ja viljelijällä on hyödynnettävissä monia erilaisia eläinperusteisia ja peltoalaan perustuvia tukimuotoja. Kaikilla tuilla on omat ehtonsa ja tavoitteensa. Tilan kehittämiseen on mahdollista saada investointitukea, jonka suuruus vaihtelee kohteen mukaan. Rakennuslupa tarvitaan lähes kaikkeen uudisrakentamiseen, ja ympäristölupa tarvitaan, jos ympäristöllä on pilaantumisen vaara.

2.4.1 Rakennuslupa

Rakennuslupa tarvitaan lähes kaikkeen uudisrakentamiseen sekä laajennus- ja muutostöihin. Luvan myöntää sen kunnan/kaupungin rakennusvalvontaviranomainen, johon rakennus rakennetaan. Rakennuslupahakemukseen liitetään valmiit pääpiirrustukset rakennuksesta sekä muita tarvittavia asiakirjoja.

2.4.2 Ympäristölupa

Ympäristösuojelulain mukainen lupa tarvitaan, kun toiminta voi aiheuttaa pilaantumisen vaaraa ympäristölle. Tällaisia toimenpiteitä ovat esimerkiksi metsä-, metalli- ja kemianteollisuus, enenrgiantuotanto, eläinsuojat ja kalankasvatus. Ympäristöluvassa voidaan määrätä mm. toiminnan laajuudesta sekä päästöistä ja niiden vähentämisestä. Luvan myöntämisen ehtona on, että toiminnasta ei aiheudu terveystahaitta eikä vaarana ole ympäristön merkittävä pilaantumien.

Ympäristölupahakemus jätetään aluehallintovirastolle tai kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle. Saapuneesta hakemuksesta ympäristönsuojeluviranomainen tiedottaa kuulutuksella sekä antaa hakemuksesta lausunnon. Hankkeen vaikutusalueella olevilla asukkailla ja asianosaisilla on mahdollisuus tehdä muistutuksia ja ilmaista mielipiteensä. Näiden pohjalta lupaviranomainen tekee asiassa päätöksen, josta voi valittaa hallinto-oikeuteen ja edelleen korkeimpaan hallinto-oikeuteen. (Suomen ympäristökeskus 2016.)

Rakennettavalle eläinsuojalle tarvitaan ympäristölupa, jos se on tarkoitettu vähintään

- 50 lypsylehmälle
- 100 lihanaudalle
- 60 hevoselle tai ponille
- 250 uuhelle tai vuohelle
- 100 täysikasvuiselle emakolle
- 250 lihasialle
- 4 000 munituskanalle
- 10 000 broilerille
- 500 siitosnaarasminkille tai -hillerille tarkoitettu turkistarha
- 250 siitosnaarasketulle tai -supille tarkoitettu turkistarha. (Suomen ympäristökeskus 2016.)

2.4.3 Investointituki

Maatalouden rakentamisinvestointiin saa investointitukea, jonka myöntää paikallinen ELY-keskus. Rakentamisinvestointi on tuotantoon tulevan rakennuksen, rakennelman tai rakenteen uudisrakentamista, laajentamista ja peruskorjausta sekä rakennuksessa käytettävien koneiden ja laitteiden hankkimista. Avustusta ja korkotukea voi saada maatalouden tehokkuutta ja laatua parantaviin rakentamisinvestointeihin, jotka ovat tuotannon kannalta tarpeellisia ja taloudellisesti toteutettavissa. Rakentamisen täytyy olla laadukasta, toimivaa ja kustannustehokasta. Rakennettavien kohteiden tulee täyttää kansallista rakentamista, eläinten suojelua, työskentelyoloja ja ympäristöä koskevat säädökset.

Kansallisia säädöksiä ovat esim. maankäyttö- ja rakennuslaki, eläinsuojelulaki, työturvallisuuslaki ja ympäristönsuojelulaki sekä näitä koskevat asetukset ja määräykset, kuten Suomen rakentamismääräyskokoelma (Maaseutuvirasto).

2.4.4 Luonnonmukainen tuotanto

Tilalla on luonnonmukaisen tuotannon sitoumus, joten uuden kotieläinrakennuksen suunnittelussa on otettava huomioon luonnonmukaisen kotieläintuotannon ehdot. Suomessa luonnonmukaisen tuotannon hallinta on kahdella viranomaisella; Maaseutuvirasto hoitaa korvauksien maksamisen ja Evira vastaa tuotannon ehdoista, ohjeista ja valvonnasta.

2.4.5 Eläinten hyvinvointikorvaus

Eläinten hyvinvointikorvaukseen sitoudutaan vuodeksi kerrallaan ja sen ehtona on täydentävien ehtojen noudattaminen. Eläinten hyvinvointikorvaus parantaa eläinten hyvinvointia eläinsuojelulainsäädännön tasoa korkeammalle. Tuotantorakennusta suunniteltaessa on otettava huomioon hyvinvointituen ehdot, joita ovat mm. suurempi pinta-ala eläintä kohden, jaloittelutarha tai ulkoilumahdollisuus sekä hoito- ja poikimakarsina.

3 PIHATTOJEN RAKENNETYYPPIVAIHTOEHDOT

3.1 Uuden rakennuksen suunnittelu

Maatilarakentamisessa lähtökohtana on yleensä toimiva, pohjaratkaisultaan tarkoitukseen sopiva, rakenteeltaan yleispätevä ja rationaalinen sekä samalla mahdollisimman edullinen ja tehokas ratkaisu (Niemi ym. 2005, 65).

Kurkela ym. (2003, 39) listaavat lypsykarjapihaton olennaisimmiksi rakenteellisiksi seikoiksi

- rakennuksen mittasuhteet
- poikittainen jäykistys
- tilan avaruus, valoisuus ja ilman laatu
- kokoaminen ja asennettavuus
- laajennettavuus.

Rakennuksen mittasuhteet. Maatalouden tuotantotilan mitoitukseen vaikuttaa edullisen ja järkevän runkojärjestelmän ohella pääasiassa tilan käyttötarkoitus. Eri eläinlajista riippuen tarvitaan erilaisia tilaratkaisuja esimerkiksi ruokinnan, lannanpoiston ja varastoinnin suhteen. Myös eläinten hyvinvointiin liittyvä lainsäädäntö sekä palotekniset seikat on otettava mitoituksessa huomioon. (Niemi ym. 2005, 67-68.)

Poikittainen jäykistys. Isoissa rakennuksissa jäykistyksen tarve on suuri, jolloin ainoastaan jäykistävät päätyseinät eivät ole riittävät. Poikittainen jäykistys on mahdollista toteuttaa itse rakenteella. (Kurkela ym. 2003, 39.)

Tilan avaruus, valoisuus ja ilman laatu. Valaistus toteutetaan keino- ja/tai luonnonvalon avulla. Luonnonvalo luo tuotantoeläimille vuorokausirytmien ja parantaa hyvinvointia. (Niemi ym. 2005, 77.) Ilmanvaihdon tärkein tehtävä on poistaa ja korvata vanha ja likainen ilma raittiilla ilmalla, jolloin kaasupitoisuuksia saadaan laimennettua (Kivinen ym. 2006, 17).

Kokoaminen ja asennettavuus. Rakennusprojektia voi nopeuttaa käyttämällä esivalmistettuja tuotteita kuten palkkeja ja elementtejä, jotka voidaan nopeasti asentaa paikoilleen. Valmiita rakennusosia käyttämällä ajanhallinta, sääriski ja kustannusten hallinta helpottuu.

Laajennettavuus. Rakennusta suunniteltaessa on hyvä huomioida sen mahdolliset myöhemmät muutos- ja laajennustarpeet. Rakennuspaikan valinnassa täytyy ottaa huomioon muiden rakennusten oletetut toiminnot ja tilan tarpeet. Muunneltavuuden vuoksi tärkeimpiä seikkoja ovat

- riittävä sisätilan korkeus
- kiinteiden ja kantavien rakenteiden sijoittuminen sekä palo-osastoinnit
- väliseinien siirrettävyys
- mahdollisuus aukkojen tekemiseen ulkoseinään. (Niemi ym. 2005, 70-71.)

3.2 Kantava rankaseinä ja naulalevyristikot

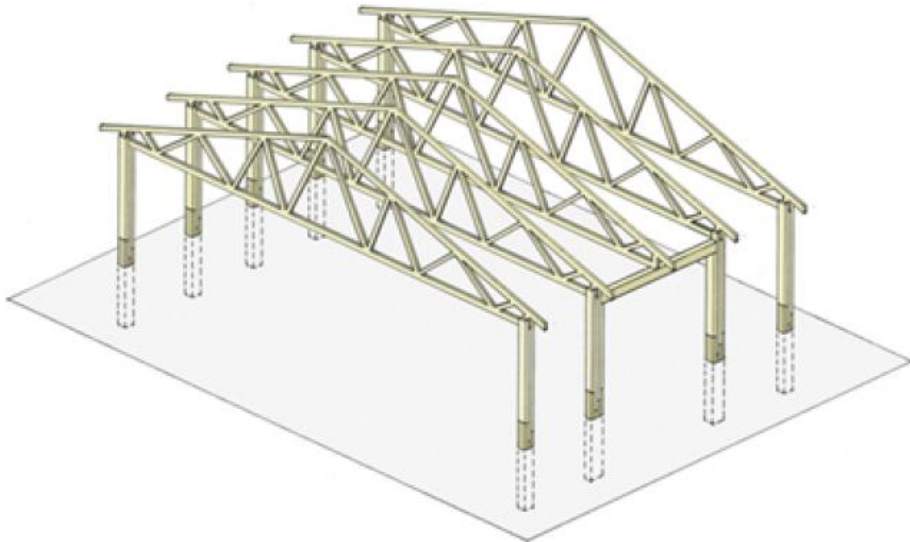
Tyypillisesti kantavan rankaseinän k-jako on 600 mm. Yläpohja toteutetaan naulalevyristikoilla, joiden k-jako on 900-1200 mm. Yleisin jänneväli on 12 m, mutta myös muita mittoja on mahdollista käyttää. Ovikorkeus määrittää hallin korkeuden, joka on tyypillisesti 3,5-4 m. Ovi- ja ikkuna-aukkojen päälle vaaditaan aina palkki kantavalla seinälinjalla, päätyyn voi kuitenkin tehdä isomman oviaukon esim. 5 m x 5 m. Pitkissä halleissa jäykistys voi olla ongelmallista mikäli se on toteutettu päätyseinillä, jolloin myös jatkaminen on vaikeaa. Aikaavievä ja haastava työvaihe on rungon ja NR-ristikoiden tuenta ja jäykistäminen. (Kurkela ym. 2003, 29-30.) Runko ja NR-ristikot esitetään kuviossa 1.



Kuvio 1. Kantava rankaseinä ja naulalevyristikot (Lahtela 2008, 57).

3.3 Post-Frame

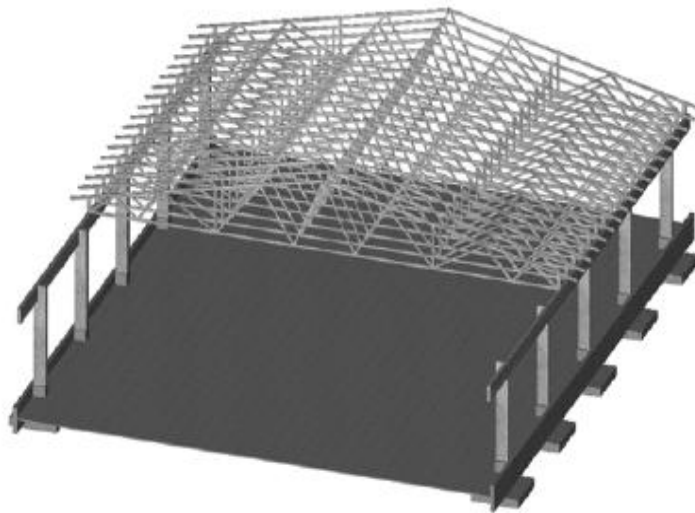
Rakenteena käytetään mastopilaria, kattoristikkoa ja jäykistävää katetta. Routarajan alapuolelle tehdään pilarianturat, joiden päältä lähtee kyllästetyistä soiroista tehty pilari. Kaivanto täytetään ja tiivistetään routimattomalla materiaalilla, joita ovat esim. betoni, sepeli, sora, hiekka ja kaivettu maa-aines. Pilarina joudutaan käyttämään painekyllästettyä puutavaraa ankarien olosuhteiden vuoksi. Pilareilla on yleensä 2,4 m:n k-jako. Oviaukon kohdalla jätetään yksi pilari pois ja laitetaan aukkopalkki. Pääkannattimena käytetään naulalevyristikkoa, tarvittaessa niitä voidaan laittaa kaksi rinnakkain. (Kivinen 2003, 42-44.) Kuviossa 2 esitetään periaatekuva Post-Frame-rungosta.



Kuvio 2. Post-Frame-rungon periaatekuva (Kivinen 2003, 42-44).

3.4 Pilaripalkki-ristikkojärjestelmä

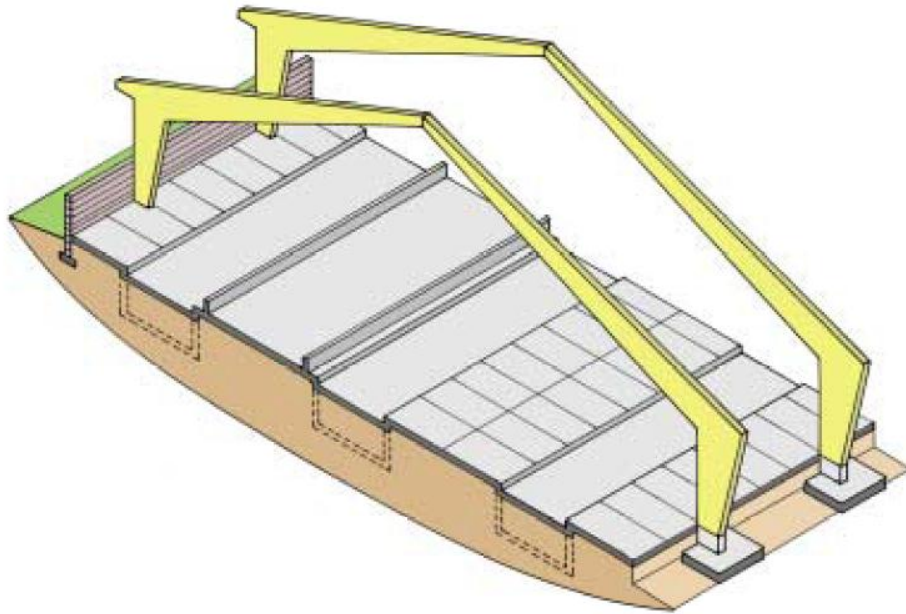
Poikittaissuuntainen jäykistys tehdään mastopilareilla. Alakatossa vaaditaan levytys mastopilarien väliin jäävällä osalla, mikäli pääpalkki ei ole riittävän jäykkä vaakakuormille. Yläpohjassa pääkannattimena on naulalevyristikoita, pääpalkit ja pilarit on tehty joko kertopuusta tai liimapuusta. Pilarijaon voi suunnitella vapaasti, mutta tyypillisesti se on 5-6 m. Tätä suurempi jako voi kasvattaa palkin liian suureksi, jolloin se ei mahdu ikkunoiden ja ovien yläpuolelle. Ulkoseinät tehdään elementeistä tai paikalla rakentaen. (Lahtela 2008, 39.) Rakenne esitetty kuviossa 3.



Kuvio 3. Pilaripalkki-ristikkojärjestelmä (Lahtela 2008, 39).

3.5 Kolminivelkehä

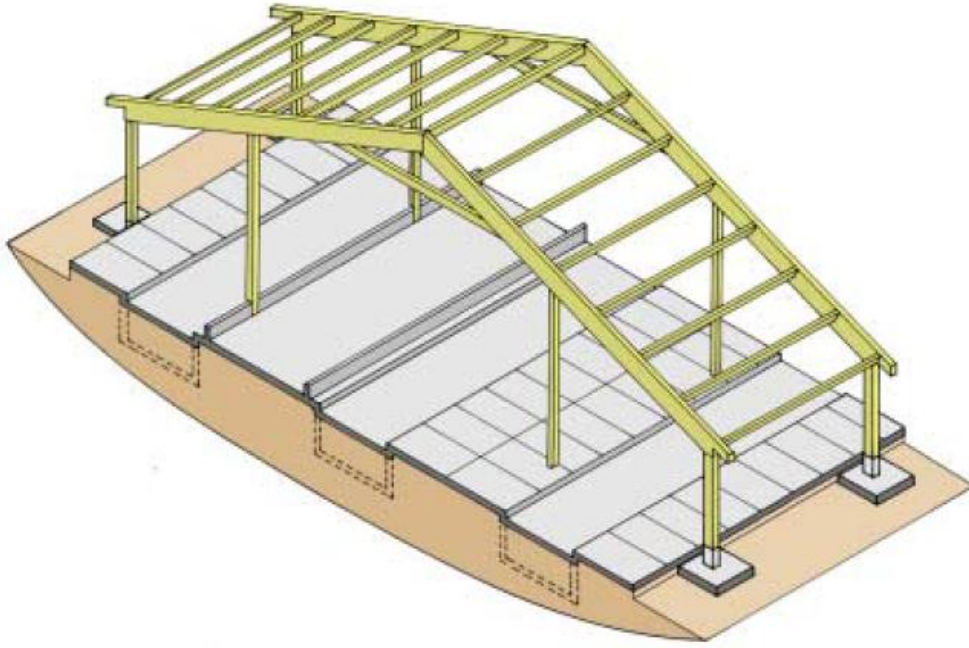
Kolminivelkehä on hyvä runkoratkaisu navettarakennuksiin, koska pilarit eivät vaikuta pohjaratkaisun toiminnalliseen suunnitteluun. Mikäli pohjaratkaisu sallii yhden välipilarin keskilinjaan, voidaan kehärakenteesta tehdä tuntuvasti hoikempi, jolloin rakenne tulee kustannuksiltaan edullisemmaksi. Kehän materiaali voi olla kertopuuta tai liimapuuta. Kehässä on kaksi osaa, palkkiosa ja kaksiosainen jalkaosaa, jotka yhdistetään työmaalla tappivaarnaliitoksilla. Rakennuksen leveys voi olla 15-25 m, kehäjako 3,6-7,2 m. Kolminivelkehä on jäykkä rakennuksen kehän suunnassa ja pituussuuntainen jäykistys tapahtuu yläpohjan ja seinien jäykisteristikoilla. (Kurkela ym. 2003, 42-43.) Kolminivelkehän rakenne on esitetty kuviossa 4.



Kuvio 4. Kolminivelkehän rakenneperiaate, keskilinjaan voi sijoittaa välipilarin jos toiminnallisuus sen sallii (Kurkela ym. 2003, 42).

3.6 Kolmilaivainen liimapuupalkkihalli

Leveään navettaan sopii hyvin kolmilaivainen liimapuinen pilaripalkkiratkaisu, sillä sen leveys voi olla 10-35 m. Pilarilinjat tulee sijoittaa kahteen linjaan, jolloin pohjaratkaisun tulee sallia ne. Ne voidaan kuitenkin sijoittaa melko vapaasti, mutta yleensä keskimäinen aukko on suurempi kuin reunimmaisat. Jäykistävien mastopilarien kehäjako tyypillisesti 3,6-7,2 m. Kehässä on neljä pilaria, joista reunimmaisat ovat mastojäykkiä ja keskipilarit nivelkiinnitteisiä. Tämä on edullisin tapa vaakasiirtymien ja voimasuureiden kannalta. Keski-aukon kohdalla lapepalkit yhdistetään kahdella liimapuisella vetotangolla toisiinsa, kehän liitoksissa käytetään kuumasinkittyjä naulauslevyjä. Jäykät perustusliitokset tehdään vinotankoliitoksilla, jotka on liimattu puuhun. Yläpohjan sekundäärirakenteen voi toteuttaa jatkuvista sahatavaraorsista, liimapuu- tai kertopuupalkeista tai muista kantavista elementeistä. (Kurkela ym. 2003, 40-41.) Kolmilaivainen liimapuupalkkihalli on esitetty kuviossa 5.



Kuvio 5. Kolmilaivaisen liimapuupalkkihallin rakenneperiaate (Kurkela ym. 2003, 40).

4 RAKENNUSSUUNNITTELU

4.1 Rungon valinta, rakennuksen koko ja eläinmäärä

Rakennuksen rungoksi valittiin kantava rankaseinä ja tehdasvalmisteiset naulalevyristikot. Rakennuksen leveys on 18 m, pituus 23 m ja sisäkorkeus 5 m. Pinta-ala on 414 m². Eläinmäärä on taulukon 1 mukainen.

Taulukko 1. Eläinmäärä.

Naudan ikä, kk	kpl
3-6	10
6-12	20
12-24	35

4.2 Karsinat ja ruokintakäytävä

Pihatossa on kuusi 6 m x 9 m kokoista karsinaa. 5 m levyinen ruokintakäytävä sijoitetaan rakennuksen harjaan nähden poikkipäin ja sen kummallekin puolelle tulee kolme karsinaa.

4.3 Ilmanvaihto

Ilmanvaihto toteutetaan ns. painovoimaisena ilmanvaihtona. Rakennuksen molemmille pitkille sivuille tulee 1m x 20 m pitkät avattavat verhoseinät. Tuuletus tapahtuu avonaiselta harjalta harjatuuletuksena.

4.4 Juomakupit

Muilla kuin lypsylehmillä on jokaista alkavaa 20 naudan ryhmää kohden oltava vähintään yksi juoma-astia tai juottolaite kuitenkin siten, että juoma-astioita tai juottolaitteita on yli 10 naudan ryhmälle oltava vähintään kaksi. Käytettäessä

juoma-allasta tai kaukaloa, joista useampi nauta voi juoda samanaikaisesti, on juomapaikkojen määrän vastattava edellä tarkoitettua juoma-astioiden tai juottolaitteiden määrää. (A 8/2012.)

Jokaiseen karsinaan sijoitetaan vähintään yksi lämmitettävä juoma-astia tai allas.

4.5 Ikkunat ja valaistus

Toimeenpanoasetuksen 10 artikla toteaa, että ”Rakennuksessa on oltava runsaasti luonnollista ilmanvaihtoa ja valoa”. Eviran tulkinta asiasta on, että luonnonvalon ei tarvitse tulla ainoastaan ikkunoista. Mikäli rakennuksen ikkunat tai valoaukot ovat sijoitettuina seinille ja jotta voitaisiin katsoa niiden antavan runsaasti luonnonvaloa, suositellaan, että valoaukkojen pinta-ala vastaa noin 5 % lattiapinta-alasta. Mikäli tasaista luonnonvaloa tulee rakennukseen katon kautta, voidaan hyväksyä pienempi %-osuus. (EVIRA 2016.)

Rakennuksen molempiin päätyihin tulee valoaukot 1 m x 16 m, jotka toteutetaan polykarbonaattilevyillä. Valoaukkojen pinta-ala on 32 m² ja lattiapinta-ala 414 m², jolloin valoaukkoja on yli 7 % lattiapinta-alasta. Lisäksi luonnonvaloa tulee avattavista verhoseinistä. Valaistus toteutetaan LED-valaistuksena.

5 RAKENTEET

Runko. Runko tehdään sahatavarasta, runkotolppien jako on k-600 mm. Seinään kohdistuu kuormia tuuli- ja lumikuormasta sekä katon omasta painosta. Runkotolpalle siirtyvä tuulikuorma on 0,549 KN/m, kun tuulenpaine on 0,915 KN/m². Lumikuormana katolla käytettiin arvoa 2,0 kN/m², jolloin seinälle tulee kuormaa 21 kN/m, josta runkotolpalle 12,6 kN. Katolta painoa tulee seinälle 3,15 kN/m, jolloin runkotolpalle tulee 1,89 kN. Rungon jäykistystä ei käsitellä tässä työssä. Runkotolppa mitoitettiin Finnwood 2.3 SR1 -ohjelmalla ja runkotolpan mitaksi saatiin 50 mm x 175 mm. Mitoituksesta tuloste liitteessä 5. Laskelmat perustuvat RIL 201-1-2008- sekä RIL 205-1-2009-ohjeisiin.

Oviaukon palkki. Isoin oviaukko on 4 m leveä ja sen päälle asennetaan liimapuupalkki, jonka koko on 165 mm x 360 mm. Liimapuupalkin laskelmat löytyvät liitteestä 6. Laskelmat perustuu RIL 201-1-2008- sekä RIL 205-1-2009-ohjeisiin.

Yläpohja. Yläpohjan kantava rakenteena käytetään tehdasvalmisteisia NR-kattoristikoita. Jänneväli on 18 m, katon kaltevuus 1:3 ja jako k-900 mm. Ristikoita ei mitoiteta tässä työssä, vaan mitoituksen tekee ristikoiden valmistaja.

Alapohja. Alapohja tehdään maanvaraisena 120 mm vahvuisena betonilattiana ja se raudoitetaan teräsverkolla. Ruokintapöydän korkeus on 150 mm korkeammalla kuin karsinoiden lattian korkeus. Lämmöneristeeksi laitetaan 100 mm EPS-eriste. Laattaa ei valeta kiinni perusmuuriin, vaan se irrotetaan siitä esimerkiksi solumuovin avulla.

Maaperän kantavuus. Rakennuksen tuleva sijoituspaikka ei ole vielä varmistunut, joten maaperän kantavuudesta ei ole tarkkaa tietoa. Ennen rakentamista on tehtävä pohjatutkimus, jossa selvitetään maaperän kantavuus. Pohjatutkimuksen tuloksien perusteella mitoitetaan riittävä anturan koko.

Antura. Perustus tehdään jatkuvana yhtenäisenä anturaperustuksena. Antura tulee perustaa aina vähintään 600 mm maan pinnan alapuolelle, maan on oltava

routimatonta tai on käytettävä routaeristystä rakenteen ympärillä. Perusmuuri tehdään harkoista.

6 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella pääpiirustukset puurunkoiselle hiehopihatolle huomioiden myös rakentamiseen vaikuttavat lainsäädännölliset ja eläinsuojelulliset seikat. Hiehopihatto mitoitettiin 65 hieholle, joka vastaa yhden robotin navetasta (max. 75 lehmää) tulevaa hiehomäärää. Rakennuksen tulevasta sijainnista ja rakentamisen ajankohdasta ei ole vielä tietoa.

Työssä käydään läpi yleisimpiä puurunkoisia rakennetyyppejä, joita käytetään Suomessa rakennettaviin pihattoihin. Pystyrunkorunko ja NR-ristikot on tässä kokoluokassa edullinen toteutustapa ja rakentamisessa pystytään käyttämään tilan omaa puutavaraa hyödyksi.

Pääpiirustuksilla voidaan hakea rakennuslupaa ja suunnitelmien pohjalta pystyy laskemaan rakennuksen kustannukset. Piirustukset tehtiin AutoCAD-ohjelmalla, runkotolpan mitoituksessa käytettiin Finnwood 2.3 SR1-ohjelmaa ja oviaukon palkin mitoitus tehtiin käsin laskemalla.

LÄHTEET

A 8/2012. Maa- ja metsätalousministeriön asetus tuettavaa rakentamista koskevista lypsykarjarakennusten rakennusteknisistä ja toiminnallisista vaatimuksista.

Alasuutari, S., Harrinkari, T. & Raukola, I. 2012. Kylmäpihatto. [www-sivu]. Opetushallitus. [Viitattu 13.1.2017]. Saatavissa: <http://www.e-oppikirja.fi/oph/tuotantoelainten-terveys-ja-hyvinvointi/nauta/navettatyypit/kylmapihatto/>

Arkkitehtuuritoimisto Pertti Toivari. 2011. Eläinystävällinen ja ekologinen tuotantorakennus: ELOTAR –hanke: tutkimusraportti. Helsinki: Arkkitehtuuritoimisto Pertti Toivari.

EVIRA. 2016. Eläintuotannon ehdot. [pdf-tiedosto]. Elintarviketurvallisuusvirasto. [Viitattu 22.1.2017]. Saatavissa: https://www.evira.fi/globalassets/yhteiset/luomu/luomutuotannon-ohjeet/luomutuotanto-2-versio-9-elaintuotannon-ehdot_fi.pdf

Kivinen, T. 2003. Suurten maatalousrakennusten puurunkoratkaisut: Olosuhdemittaukset ja toiminnalliset mallit. Vihti: MTT maatalousteknologian tutkimus (Vakola).

Kivinen, T., Mattila, K., Teye, F., Heikkinen, J. & Heimonen, I. 2006. Lämpöeristetyin verhoseinäisen lypsykarjapihaton ilmanvaihdon toimivuus. Vihti: MTT, Kotieläintuotannon tutkimus.

Kurkela, J., Kivinen, T., Westman, V-M. & Kevarinmäki, A. 2003. Suurten maatalousrakennusten puurunkoratkaisut: Esivalmistetut rakennejärjestelmät. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuslaitos VTT.

Lahtela, T. 2008. Puu maatilarakentamisessa: Tuotanto- ja varastorakentamisen suunnitteluohje. Helsinki: Puiinfo Oy.

Maaseutuvirasto. Ei päiväystä. Tuotantorakentamisen tukeminen. [www-sivu]. Maaseutuvirasto. [Viitattu 20.1.2017]. Saatavissa: <http://www.mavi.fi/fi/tuet-ja-palvelut/viljelijä/rakentaminen/Sivut/tuotantorakentamisen-tukeminen.aspx>

Niemi, J., Aarrevaara, E., Kivinen, T. & Metsälä, H. 2005. Maatalouden suuret rakennukset: Massoittelu ja maisemointi. Ikaalinen: IKATA Ikaalisten käsi- ja taideteollisuus oppilaitos.

Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö 2008. Maatilan paloturvallisuus: suunnittelijan opas. SPEK opastaa 21. Helsinki: Suomen Pelastusalan keskusjärjestö.

Suomen ympäristökeskus. 2016. Ympäristölupa. [www-sivu]. Suomen ympäristökeskus SYKE. [Viitattu 15.1.2017]. Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Luvat_ilmoitukset_ja_rekisterointi/Ymparistolupa

LIITTEET

Liite 1. Pohjapiirustus

Liite 2. Julkisivukuvat

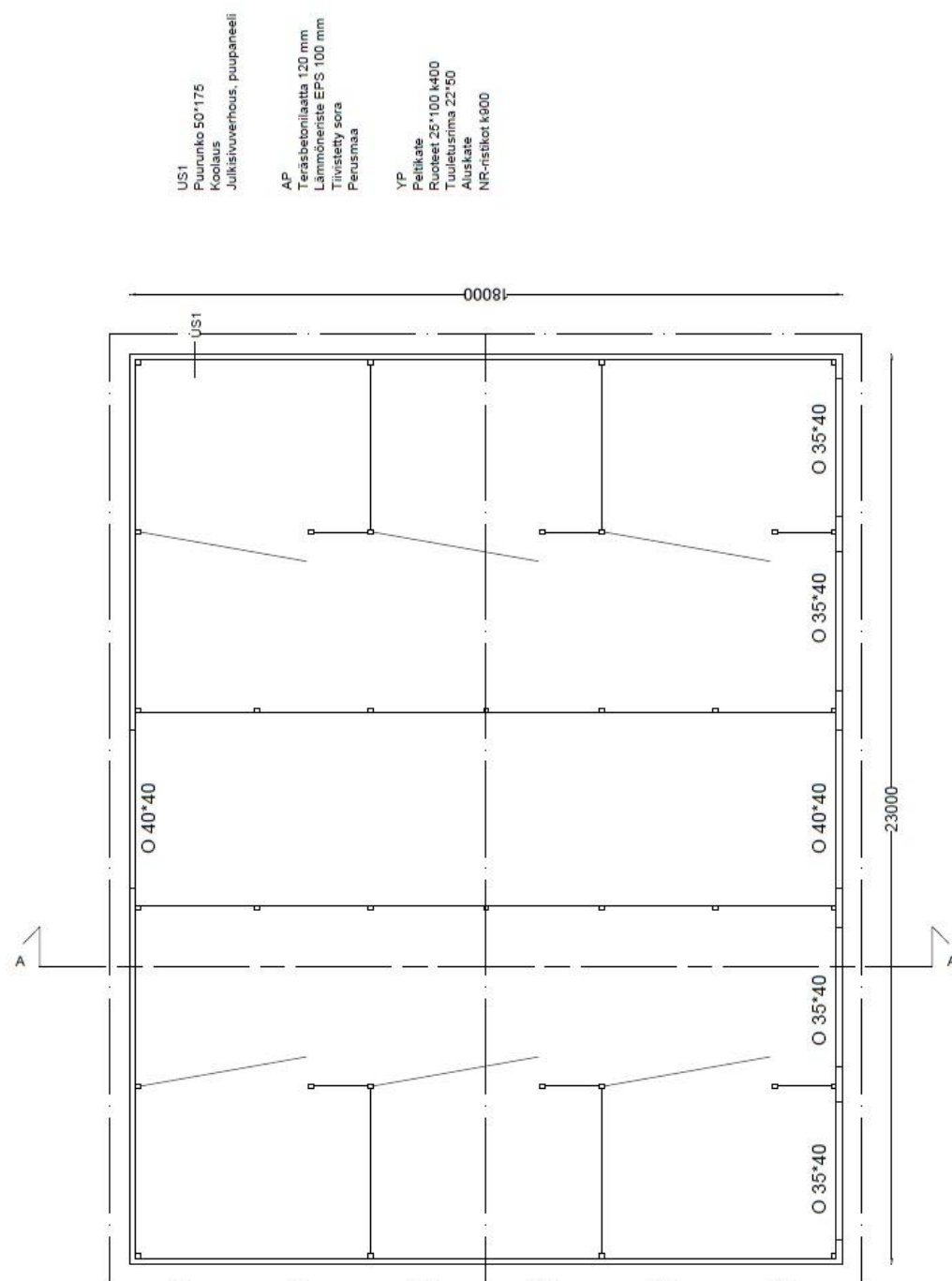
Liite 3. Leikkauskuva

Liite 4. Tuulikuorma

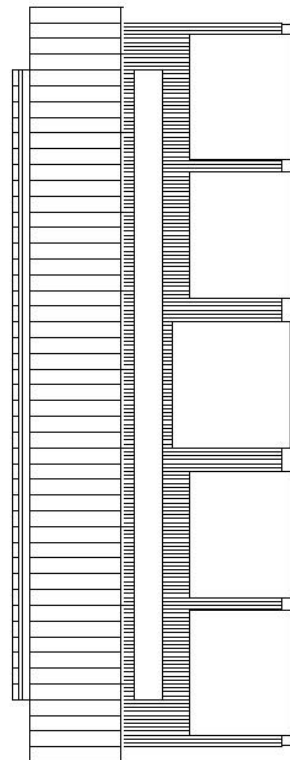
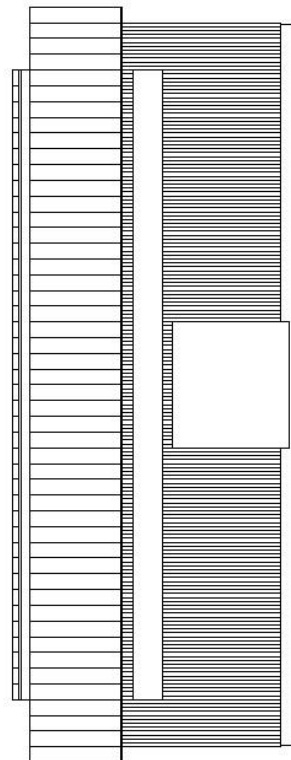
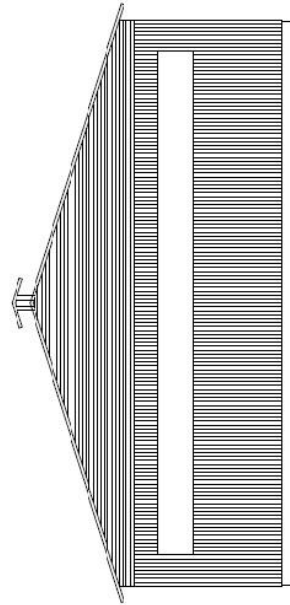
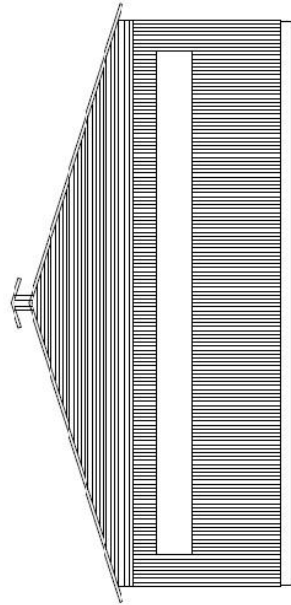
Liite 5. Runkotolpan mitoituksen tuloste

Liite 6. Oviaukon palkin mitoitus

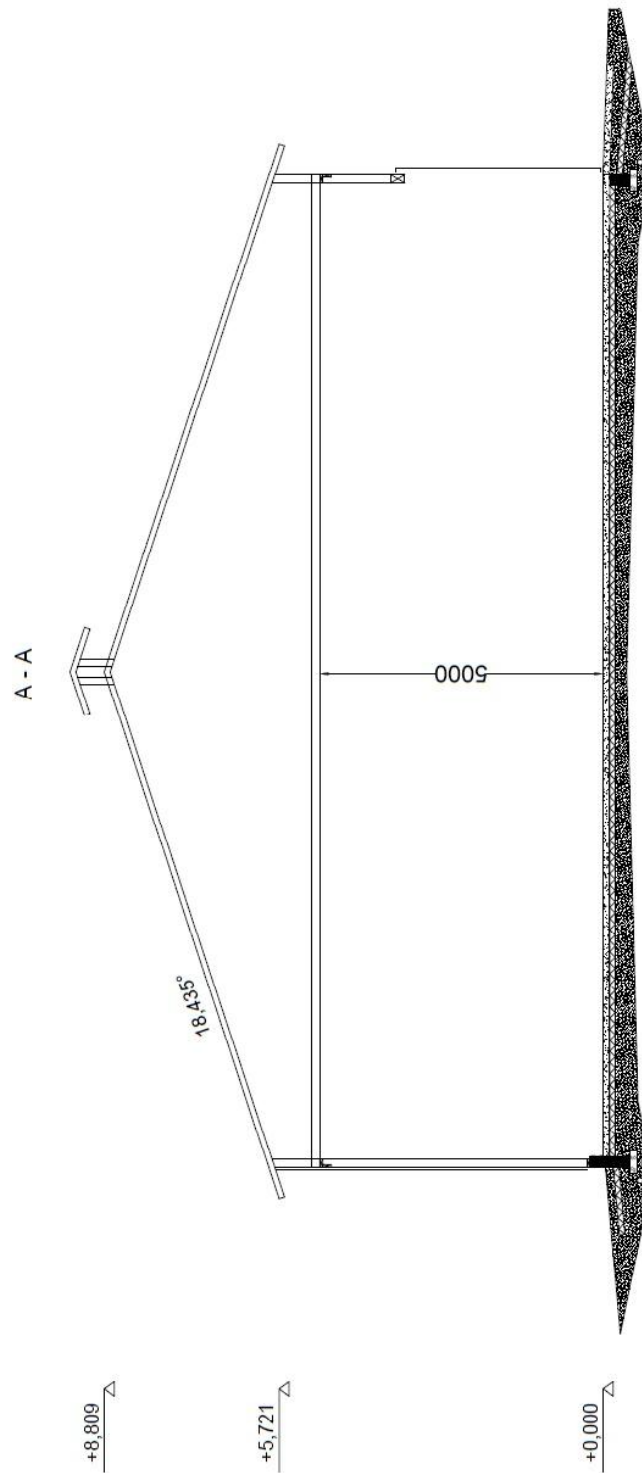
Liite 1. Pohjapiirustus



Liite 2. Julkisivukuvat



Liite 3. Leikkakuva



Liite 4. Tuulikuorma

Rakennuksen korkeus 8,8 m

Maastoluokka 2

Nopeuspaine $qp = 0,61 \text{ KN/m}^2$

$$qw, k = CsCd * Cf * qp$$

$CsCd = 1$, korkeus alle 15 m

Tehollinen hoikkuus

$$\lambda = \frac{2*h}{b} = \frac{2*8,8 \text{ m}}{23 \text{ m}} = 0,77$$

Sivusuhte

$$\frac{d}{b} = \frac{18 \text{ m}}{23 \text{ m}} = 0,8$$

Voimakerroin

$$Cf = 1,5$$

$$qw, k = 1 * 1,5 * 0,61 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} = 0,915 \text{ KN/m}^2$$

Liite 5. Runkotolpan mitoituksen tuloste

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Runkotolppa

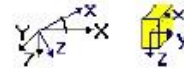
Jani Malm

2.4.2017

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)



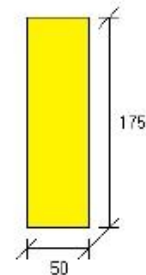
PROJEKTITIEDOT:

Suunnittelija: Jani Malm
 Nimi: Runkotolppa

E:\Opinnäytetyö\finnwood\runkotolppa.s01

RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Pilari
 Materiaali: C24
 Poikkileikkaus: 50x175
 (B=50 mm, H=175 mm, A=8750 mm², I_y=22330729 mm⁴, W_y=255208 mm³)
 Käyttöluokka: 2
 Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)
 Kulma: 90.0 astetta
 Jako/kuormituslev.: 600 mm (pintakuomille)



Uloke-/jännevälipituudet:

Uloke/jänneväli: Pystymitta [mm]:
 Jänneväli 1: 5000.0
 Yhteensä: 5000.0

Tuki: Sijainti x [mm]: Tyyppi:
 1: 0 Kiinteä niveltuki (X,Z)
 2: 5000 Liukutuki (X)

f_{m,k} (M_y): 24.00 N/mm²
 f_{m,k} (M_z): 29.90 N/mm²
 f_{c,0,k}: 21.00 N/mm²
 f_{c,90,k}: 2.50 N/mm²
 f_{t,0,k}: 14.00 N/mm²
 f_{v,k} (V_z): 4.00 N/mm²
 f_{v,k} (V_y): 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
 Tilavuuspaino: 5.00 kN/m³ (omapainon laskentaa varten)

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

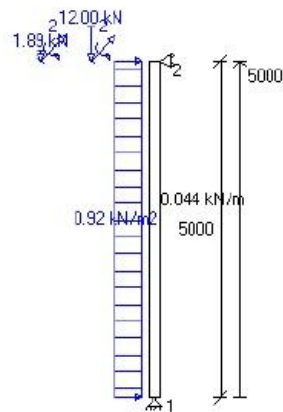
© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Runkotolppa

Jani Malm

2.4.2017

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

**KUORMITUSTIEDOT:**

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Rakenneosan paino: QZ = 0.044 kN/m x = 0 - 5000 mm

Hyötykuorma (Hyötykuorma A, Keskipitkä, MRT/KRT-liikkuvuus = 100.0 %):

Pistekuorma: 1: FZ = 1.89 kN x = 5000.0 mm

Pistekuorma: 2: My = -0.095 kNm x = 5000.0 mm

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

Pistekuorma: 1: FZ = 12.00 kN x = 5000.0 mm

Pistekuorma: 2: My = -0.600 kNm x = 5000.0 mm

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Runkotolppa

Jani Malm

2.4.2017

Tuulikuorma (Tuulikuorma, Hetkellinen):

Pintakuorma: 1: $Q_z = 0.920 \text{ kN/m}^2$ $x = 0 - 5000 \text{ mm}$ **KUORMITUSYHDISTELMÄT:**

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

0.90*Omapaino

Yhdistelmä 2 (MRT, Pysyvä)

1.00*1.35*Omapaino

Yhdistelmä 3 (MRT, Keskipitkä)

1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*Hyötykuorma

Yhdistelmä 4 (MRT, Keskipitkä)

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

Yhdistelmä 5 (MRT, Keskipitkä)

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

Yhdistelmä 6 (MRT, Hetkellinen)

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

Yhdistelmä 11 (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*0.70*Hyötykuorma + 1.00*Lumikuorma

Yhdistelmä 12 (KRT)

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

MITOITUS:

Mitoitusstandardi:

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

Kokonaiskäyttöaste:

92.1%

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Runkotolppa

2.4.2017

Jani Malm

MITOITUSPARAMETRI:

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

Nurjahdus on estetty y-suuntaan

Kiepahdus taivutuksesta M_y (y -akselin suhteen):Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella: L_{k1} = Päätukien välimatkaKiepahdustukiväli rakenteen alapuolella: L_{k2} = Päätukien välimatka $L_{ef1} = L_{k1} + 2 \cdot H$ ja $L_{ef2} = L_{k2}$ (Esim. kuormitus rakenteen yläpinnassa)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):	2.22 kN	18.33 kN	12.1 %	5000 mm	Yhdistelmä 8/1, Hetkellinen
Puristus:	20.24 kN	32.64 kN	62.0 %	0 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
Taivutus (M_y):	2.28 kNm	3.01 kNm	75.7 %	2375 mm	Yhdistelmä 8/2, Hetkellinen
(ilman kiepahdusta):	2.28 kNm	4.81 kNm	47.4 %	2375 mm	Yhdistelmä 8/2, Hetkellinen
Taivutus+puristus:	0.90	1.00	89.8 %	5000 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
($M_y=1.00$ kNm, $M_z=0.00$ kNm, $N_x=-19.98$ kN)					
jänneväli 1, W_{inst} :	16.0 mm	-mm	0.0 %	2500 mm	Yhdistelmä 12/2
jänneväli 1, $W_{het,fin}$:	15.4 mm	16.7 mm	92.1 %	2375 mm	Yhdistelmä 12/2

ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 8/1 (Hetskellinen):

1.15*Omapaino + 1.05*Hyötykuorma + 1.05*Lumikuorma + 1.50*Tuulikuorma

Yhdistelmä 5/1 (Keskipitkä):

1.15*Omapaino + 1.05*Hyötykuorma + 1.50*Lumikuorma

Yhdistelmä 8/2 (Hetskellinen):

1.15*Omapaino + 1.05*Lumikuorma + 1.50*Tuulikuorma

Yhdistelmä 12/2 :

1.00*Omapaino + 0.70*Lumikuorma + 1.00*Tuulikuorma

VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
$N_{x,max}$	20.24 kN	0 mm
$V_{z,max}$	2.22 kN	5000 mm
$M_{y,max}$	2.28 kNm	2375 mm

TUKIREAKTIOT:

FX:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	0.20 kN	-1.94 kN	0.13 kN	-1.30 kN
2:	0.00 kN	-2.22 kN	0.00 kN	-1.48 kN

FZ:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
Tuki:				
1:	20.24 kN	0.20 kN	13.54 kN	0.22 kN
2:	0.00 kN	0.00 kN	0.00 kN	0.00 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

Kuormitustapaus:	Omapaino
Tuki:	FZ [kN]:
1:	0.22
2:	0.00

Kuormitustapaus:	Hyötykuorma
Tuki:	FX [kN]: FZ [kN]:
1:	0.02 1.89
2:	-0.02 0.00

Kuormitustapaus:	Lumikuorma
Tuki:	FX [kN]: FZ [kN]:
1:	0.12 12.00
2:	-0.12 0.00

Kuormitustapaus:	Tuulikuorma
Tuki:	FX [kN]:
1:	-1.38
2:	-1.38

HUOMIOT:

- EN 1995-1-1-standardin, sen täydennysosan A1:2008 ja Suomen kansallisten liitteiden sekä RIL 205-1-2009 -suunnittelukohteen 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 tukipainekkestävyys tulee tarkistaa erikseen
- Mitoituksessa ei huomioida ulokkeiden alle 20 mm taipumaa ylöspäin
- Värähtely- ja taipumatarkastelua ei tehdä alle 200 mm pituisille ulokkeille
- Leikkausmuodonmuutos on mukana käyttörajatilamitoituksessa
- Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
- Rakenneseosan koon vaikutus 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

lisätunnat on mitoitettava erikseen. Rakennuksen kokonaisuuskäytöstä ja siitä johtuvia vaakavoimia ei ole huomioitu. Rakenneseosan (palkki, pilari, laatta) soveltuvuus kokonaisuuteen on päärakennesuunnittelijan tarkistettava erikseen.

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

Liite 6. Oviaukon palkin mitoitus

Oviaukon palkki on 4 m pitkä ja sille tulee pystykuormia 600 mm välein runkotolpilta yhteensä 7 kpl.

Kattorakenteen paino $0,3 \text{ kN/m}^2$

Lumikuorma

$$S = \mu_i * Sk$$

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

Seuraamusluokka CC2 => $KF_i = 1,0$

Murtorajatilan kuormitusyhdistelmä

$$KF_i * (1,15 * G_k + 1,5 * Q_k)$$

$$1 * (1,15 * \frac{0,3 \text{ kN}}{\text{m}^2} + 1,5 * 2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}) = 3,36 \text{ kN/m}^2$$

Lappeen pituus 10,5 m

$$10,5 \text{ m} * 3,36 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = \frac{35,28 \text{ kN}}{\text{m}}$$

Yhdeltä runkotolpalta tuleva voima

$$35,28 \frac{\text{kN}}{\text{m}} * 0,6 \text{ m} = 21,17 \text{ kN}$$

Suurin taivutusmomentti palkilla on 71,978 kNm

Taivutuslujuus

$$f_{m,d} = \frac{k_{mod} * f_{m,k}}{\gamma_m} = \frac{0,8 * 32 \text{ N/mm}^2}{1,2} = 21,33 \text{ N/mm}^2$$

Taivutusvastus

$$w = \frac{b * h^2}{6} = \frac{165 * 360^2}{6} = 3564000 \text{ Nmm}^3$$

Taivutusjännitys

$$\sigma_{m,d} = \frac{Md_{max}}{w} = \frac{71978000 \text{ Nmm}}{3564000 \text{ Nmm}^3} = 20,2 \text{ N/mm}^2$$

Mitoitusehto $\sigma_{m,d} < f_{m,d}$

Käyttöaste

$$\frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{20,2 \text{ N/mm}^2}{21,3 \text{ N/mm}^2} = 95 \%$$

Kestää!