



Roope Andersson

VARASTOLAAJENNUKSEN SUUNNIT- TELU JA KUSTANNUSARVIOINTI

Tekniikka

2017

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikka

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Roope Andersson
Opinnäytetyön nimi	Varastolaajennuksen suunnittelu ja kustannusarviointi
Vuosi	2017
Kieli	suomi
Sivumäärä	49 + 2 liitettä
Ohjaaja	Andreas Waltermann

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on käydä läpi Vaasan Liisanlehdossa sijaitsevan myllyn varastolaajennukseen tarvittavat rakenteelliset ominaisuudet. Tämän lisäksi lasketaan suuntaa-antava kustannusarvio ja tarkastellaan, kuinka mahdollinen asbestipöly saadaan poistettua niin, että sitä ei pääse myllyssä tuotettaviin elintarviketuotteisiin.

Suunnittelu toteutettiin yhdessä laitoksenjohtajan Ville Mäen kanssa. Lisäksi suunnittelutyössä käytettiin Robot Structural Analysis – mallinnusohjelmaa, jolla luotiin teräksinen ristikkorakenne ja saatiin tarvittavat mitat kustannusarviota varten.

Opinnäytetyössä saatiin selville teräsrakenteiden koko ja määrä sekä hinta-arviot näille. Kustannusarviot ja rakenteiden koko ovat vain suuntaa-antavia, joita voidaan käyttää tulevaisuudessa todellisen laajennuksen suunnittelussa.

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
Rakennustekniikka

ABSTRACT

Author	Roope Andersson
Title	Design of a warehouse and Cost Calculations
Year	2017
Language	Finnish
Pages	49 + 2 Appendices
Name of Supervisor	Andreas Waltermann

The objective of this thesis was to go through all needed specifications for the expansion of a warehouse located in Vaasa Liisanlehto. A preliminary cost calculation was also made for the steel structure of the upcoming warehouse. Another objective of this thesis was to examine how to keep the asbestos out of the mill, so that any asbestos does not end up in the products that the mill produces.

This thesis was made in co-operation with Ville Mäki, Mill Manager. All of the structural calculations were made with Robot Structural Analysis software. Based on these calculations cost calculation for the project was made.

The size of the steel structures was determined in the thesis together with the cost estimate for the structures. The cost estimate and the size of the structures are only suggestive but they can be used when planning the actual expansion in the future.

Keywords Thesis, structure, calculations, asbestos

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	10
1.1	Opinnäytetyön taustatietoa.....	10
1.2	Opinnäytetyön sisältö.....	10
2	JOHDANTO RAKENNUSSUUNNITTELUUN	12
2.1	Lähtötiedot	12
2.2	Tietoa kohteesta	12
2.3	Yleistiedot	13
3	ASBESTI.....	15
3.1	Asbesti yleisesti	15
3.2	Asbestipurku	16
3.2.1	asbestikartoitus	16
3.2.2	Kirjallinen turvallisuussuunnitelma	16
4	PIHAJÄRJESTELYT.....	18
4.1	Pihalle tehtävät muutokset	18
4.2	Maaperätutkimus.....	19
4.2.1	Maaperätutkimus yleisesti.....	19
4.2.2	Maaperätutkimus tontilla	19
4.2.3	Salaojitus	19
5	RAKENNUKSEN RAKENTEET.....	21
5.1	Yleistietoa kohteen rakenteista	21
5.2	Kuormaustilat.....	21
5.3	Pohjarakenteet.....	22
5.3.1	Pohjarakenteista yleisesti	22
5.3.2	Kohteen pohjaratkaisu.....	23
5.4	Ulkoseinät	24
5.4.1	Seinärakenteet	24
5.4.2	Julkisivut	26
5.5	Yläpohja.....	27

5.5.1	Vesikatto	27
5.5.2	Kohteen yläpohjarakenne	27
5.6	Teräsrunko	28
6	TERÄSRAKENTEIDEN MALLINNUS JA MITOITUS	29
6.1	Robot™ Structural Analysis	29
6.2	Rakenteiden mallintaminen	29
6.3	Ristikot	33
6.4	Tukien mallinnus	36
6.5	Kuormat ja kuormien mallinnus	38
6.6	Mitoittaminen	40
6.7	Liitosten mitoitus	43
7	KUSTANNUSARVIO	46
7.1	Tietoa kohteen kustannusarviosta	46
7.2	Määräluettelo	46
7.3	Hintaluettelo	47
8	YHTEENVETO	48
	LÄHTEET	49
	LIITTEET	50

KUVALUETTELO

Kuva 1.	Oy Polar Mills Ab	s. 9
Kuva 2.	Kuormaustiloja mekaanisella tiivistyksellä	s. 20
Kuva 3.	PAROC® line 200 -sandwichelementti	s. 22
Kuva 4.	PAROC® sandwichelementin kulmaliitosdetalji	s. 23
Kuva 5.	PAROC® sandwichelementin kiinnitysdetalji	s. 24
Kuva 6.	Axis Definition	s. 27
Kuva 7.	Koordinaatisto	s. 28
Kuva 8.	X-koordinaatin pisteet	s. 28
Kuva 9.	Y-koordinaatin pisteet	s. 29
Kuva 10.	Valmis verkko	s. 29
Kuva 11.	Pilarivalikko	s. 30
Kuva 12.	Pilarin luonti kahden pisteen välille	s. 31
Kuva 13.	Library Structure	s. 32
Kuva 14.	Ristikko valikko	s. 32
Kuva 15.	Ristikon mittojen määrittäminen	s. 33
Kuva 16.	Valmis rakenne	s. 33
Kuva 17.	Supports	s. 34
Kuva 18.	Tuki-valikko	s. 35
Kuva 19.	Tuet	s. 35
Kuva 20.	Kuormien määrittäminen	s. 37
Kuva 21.	Steel/Aluminum Design	s. 40
Kuva 22.	Member Definition	s. 41
Kuva 23.	Osien valintaikkuna	s. 42

Kuva 24.	Teräsprofiilitaulukko ja detaljitietoikkuna	s. 43
Kuva 25.	Lista liitoksista	s. 44
Kuva 26.	Liitosdetalji	s. 45

LIITELUETTELO**LIITE 1.** Asemapiirustus**LIITE 2.** Muutokset tontille

ALKUSANAT

Olen työskennellyt Oy Polar Mills Ab:llä joka kesä siitä asti, kun muutin Vaasaan opiskelemaan. 5,5 vuoden aikana opin tuntemaan laitoksen läpikotaisin, joka helpotti huomattavasti kohteen suunnittelua. Lisäksi opin tuntemaan laitoksenjohtajan erittäin hyvin, joka helpotti yhteistyötä hänen kanssaan.

Opinnäytetyön alkaessa olin käynyt Vaasan ammattikorkeakoulun rakennustekniikan koulutuksen opetussuunnitelmaan kuuluneet kurssit liittyen Robot™ Structural Analysis -ohjelmaan. Opinnäytetyötä tehdessäni opin ohjelmasta paljon uutta, joka helpottanee huomattavasti tulevaisuuden työhaasteissa.

Haluan kiittää Oy Polar Mills Ab:n laitoksenjohtaja Ville Mäkeä yhteistyöstä tämän opinnäytetyön tekemisessä. Lisäksi haluan kiittää Roltex Oy:n yhteyshenkilöitä loistavasta yhteistyöstä sekä avusta opinnäytetyötä kohtaan. Haluan myös kiittää opinnäytetyön ohjaajaa Andreas Waltermannia hyvästä ohjeistuksesta sekä yhteistyöstä.

Suurimmat kiitokset haluan antaa perheelleni ja rakkaalle avovaimolleni, jotka ovat olleet tukena koko opinnäytetyön ajan.

Vaasassa Huhtikuussa 2017

Roope Andersson

1 JOHDANTO

1.1 Opinnäytetyön taustatietoa

Tämän opinnäytetyön aiheena on suunnitella elintarviketehtaan varastolaajennus Polar Mills Oy:lle. Kyseinen laajennus on tärkeä toimeksiantajalle kasvavan tuotannon ja siitä johtuvan tilanpuutteen vuoksi.

Varastolaajennus on kooltaan noin 1000m² ja se tullaan toteuttamaan yhdistämällä laajennus jo valmiina olevaan rakennukseen. Laajennuksesta tulee puolilämmin (0-15 °C) sekä ilmastoitu. Tämän lisäksi laajennukseen tulee kaksi kuormaustilaa. Koska laajennus rakennetaan kiinni jo valmiiseen rakennukseen, on otettava huomioon purkutöissä syntyvän jätteen, etenkin asbestipölyn estäminen joutumasta muualle rakennukseen sekä tuotannossa valmistettaviin tuotteisiin.

Laajennuksen johdosta myös piha-alueita joudutaan muuttamaan. Pihalle suunnitellaan 30-paikkainen pysäköintialue, sekä uudet kulkuväylät liikenteelle. Tontille tulee myös uusi sisääntulo tontin reunalle, joka mahdollistaa sujuvan liikenteen tontilla.

1.2 Opinnäytetyön sisältö

Opinnäytetyö sisältää sekä teoriaosuuden että käytännön osuuden. Käytännön osuudessa käyn läpi, millaisia rakenteita laajennuksessa käytetään. Lisäksi selvitan, miten pihajärjestelyt muuttuvat, kuinka tehtaan sisäinen liikenne ja toiminta muuttuvat rakentamisen ajaksi. Tämän lisäksi käyn läpi mahdollisen asbestipölyn sekä muiden haitta-aineiden poistamisen tehtaasta niin, että ne eivät pääse tuotantoon tai valmiisiin tuotteisiin.

Työn teoriaosuudessa mitoitin laajennuksen teräsrakenteet Robot Structural Analysis -ohjelmalla. Käyn myös läpi mitoituksen eri vaiheita ja lasken suuntaantavan hinta-arvion laajennukselle. Hinta-arvioon ei lasketa mukaan työkustannuksia, vaan ainoastaan rakennuksen osien hinta.

Koska opinnäytetyötä tehdessäni en ole vielä valmis rakennusinsinööri, en myöskään omaa vaadittavia suunnittelijan pätevyyskysymyksiä. Tästä johtuen työssä mitoitettujen rakenteiden suunnittelu on vain suuntaa antavaa, joiden pohjalta voidaan tehdä lopulliset laskelmat. Työpiirustukset ovat myös suuntaa antavia, joiden on tarkoitus helpottaa lopullisessa suunnittelutyössä.

2 JOHDANTO RAKENNUSSUUNNITTELUUN

2.1 Lähtötiedot

Opinnäytetyön alkaessa lähtötietoina olivat asemakaava kyseisestä tontista sekä rakennepiirrokset tämän hetkisestä tehtaasta. Näiden lisäksi oli Oy Polar Mills Ab:n antamat minimivaatimukset kyseiselle laajennukselle.

Vaatimukset laajennukselle olivat seuraavat:

- Pinta-ala noin 1000 m²
- Ilmastointi
- Puolilämmin (0-15 °C)
- Uudet pihajärjestelyt
- 30-paikkainen pysäköintialue
- kaksi kuormaustilaa

2.2 Tietoa kohteesta

Rakennussuunnittelukohteena on Oy Polar Mills Ab:n varastolaajennus, joka liitetään jo voimassa olevaan tehdasrakennukseen. Kyseinen elintarviketehdas, tarkemmin mylly, sijaitsee Vaasan Liisanlehdossa ja sen alkuperäinen osa on rakennettu vuonna 1965. Tehdas oli alun perin Valion jäätelötehdas, mutta vuonna 1985 tehdas muutettiin Polar Mills:n käyttöön. Alkuperäistä rakennusta on muutettu moneen kertaan ja viimeisin laajennus valmistui syksyllä 2015. Kasvavan tuotannon takia, tehdas kuitenkin tarvitsee lisää varasto- ja tuotantotilaa.

Oy Polar Mills Ab tuottaa viljatuotteita, kuten Mylläri, Pirkka ja Kotimaista, mutta mylly tuottaa myös vientituotteita joka puolelle maailmaa. Polar Mills tuottaa myös gluteenittomia tuotteita niin Suomeen kuin vientituotteinakin maailmalle. Mylly toimii nykyään 100 % uusiutuvilla polttoaineilla ja suurin osa polttoainesta on myllyn omaa hukkatuotetta, kuten kaurankuorta, joka poltetaan myllyn yhteydessä olevassa polttouunissa.



Kuva 1. Oy Polar Mills Ab.

2.3 Yleistiedot

Kyseinen laajennus tulee olemaan puolilämmin ja ilmastoitu. Pinta-alaltaan noin 1000 m² kokoiseen varastoon suunnitellaan lisäksi kaksi kuormaustilaa raskaalle liikenteelle. Kohde on varasto, joka itsessään antoi työlle myös tiettyjä kriteereitä, kuten korkeus. Laajennus tulee olemaan käytössä valmistavaravarasto, joka on täynnä hyllyjä tuotteille. Tämän takia laajennuksen korkeus sai olla minimissään 8,1 metriä, jotta tuotteet mahtuvat tilaan niin, että myllyn työntekijöiden ei tarvitse varoa tuotteiden osumista kattoristikoihin työskennellessään.

Koska kyseessä on elintarviketehdas, on alkuperäisen rakennuksen päätyseinän purkutyössä noudatettava erityistä huomiota muodostuvan jätteen poistamisesta turvallisesti tehtaasta sekä ympäristöstä. Purkutöistä muodostuva asbestipöly sekä muu tomu ei saa joutua tuotteisiin, sillä tehtaassa valmistettavat tuotteet menevät suoraan ihmisten käyttöön.

Tilaja antoi kaksi vaihtoehtoa, johon uusi laajennus sijoitetaan tontille ja nykyiseen rakennukseen. Aluksi mietittiin vaihtoehto 2:ta, jolloin laajennus liitettäisiin alkuperäiseen, vuonna 1965 rakennettuun osaan. Tähän ei kuitenkaan päädytty

kustannussyistä. Laajennus on helpompi ja kustannuksiltaan pienempi toteuttaa liittämällä se vuonna 2011 rakennettuun osaan (vaihtoehto 1) (kts. liite 1).

3 ASBESTI

3.1 Asbesti yleisesti

Asbesti on yleisnimitys kuitumaisille silikaattimineraaleille. Asbestia käytettiin Suomessa rakentamisessa etenkin 1920- ja 1980-lukujen välisenä aikana mm. sen hyvän palonkestävyyden ja sidosominaisuuksien takia. 1990-luvulla asbestin käyttöä rakentamisessa vähennettiin merkittävästi ja vuonna 1994 sen käyttö rakentamisessa kiellettiin Suomessa kokonaan.

Asbesti on erittäin haitallista terveydelle hajotessaan asbestipölyksi, mutta vaaraton ehjänä ja oikein käytettynä. Asbestikuidut ovat niin hienoa (0,03-3 μm), että ne pääsevät kulkeutumaan keuhkorakkuloihin asti jääden niihin. Tämä aiheuttaa suurina määrinä mm. keuhkosityöpää, asbestoosia ja keuhkopussin tai vatsakalvon syöpää eli mesoteliomaa. /1/

Asumisterveysasetuksen (STM 2015) mukaan sisäilman asbestin kuitupitoisuus ei saa ylittää 0,01 kuitua/cm³. Asbestikuituja ei myöskään saa olla pinnoille laskeutuneessa pölyssä. Tämän takia Oy Polar Mills Ab:lle tehtävässä laajennuksessa on kiinnitettävä erityistä huomiota purkutöissä, että asbestipöly ei pääse tuotantotiloihin ja näin ollen valmistettaviin elintarvikkeisiin.

Vaikka purettava osa onkin rakennettu 2011, on varmistuttava että purkutöissä ei synny yhtään asbestipölyä. Myös muiden haitallisten aineiden joutuminen tuotantotiloihin täytyy estää mahdollisimman hyvin.

Koska kyseessä on elintarviketehdas, on asbestipurkuun kiinnitettävä erityistä huomiota. Purettava alue on tiivistettävä erityisellä tarkkuudella, sillä tehtaassa valmistettaviin tuotteisiin ei saa päästä yhtään asbestia eikä muitakaan haitta-aineita. Myös ilmastointi on suljettava kyseisestä osasta tehdasta ja ilmastointikoneet suojattava niin, että niihin ei pääse purkutöissä syntyvää jätettä. Mikäli ilmastointikoneisiin on päässyt asbestipölyä, leviää se ympäri tehdasta, kun ilmastointi laitetaan jälleen päälle.

3.2 Asbestipurku

3.2.1 asbestikartoitus

Ennen asbestipurun aloittamista myllyssä on suoritettava asbestikartoitus. Asbestikartoituksesta huolehtii rakennuttaja tai joku muu, joka valvoo tai ohjaa rakennushanketta. Itse kartoituksen tekee henkilö, jolla on koulutus tai hyvät ammattipätevyudet kyseiseen työhön. Asbestikartoituksessa selvitetään, mitkä osat purettavasta alueesta sisältävät asbestia, niiden laatu sekä määrä.

Asbestilaatua määritettäessä tulee krokidoliitti erottaa muista asbestilaaduista. Krokidoliitti eli ns. sininen asbesti on luokiteltu kaikkein vaarallisimmaksi asbestilajiksi, jonka takia sen kartoittamiseen ja poistamiseen on käytettävä erityistä varovaisuutta. Tämän lisäksi kartoituksessa on selvittävä asbestien pölyävyys niitä sisältäviä rakenteita purettaessa, jotta tiedetään, miten purettava alue on suojattava. Asbestikartoituksessa on myös käytävä ilmi kuinka kartoitus on suoritettu ja millä tavoin asbestipitoisuudet on todettu.

Asbestikartoitus dokumentoidaan ja se tulee luovuttaa rakennuttajalle, sekä purkutyöhön alkavalle työnantajalle. Dokumentoinnin avulla purkutyöhön alkava taho voi suunnitella ja toteuttaa turvallisen asbestipurun.

3.2.2 Kirjallinen turvallisuussuunnitelma

Työnantajan on tehtävä kirjallinen turvallisuussuunnitelma purettavasta alueesta. Suunnitelmassa tulee olla riittävän kattavasti eriteltyä työturvallisuuteen sekä turvalliseen ympäristöön vaikuttavat asiat. Käytännössä tämä tarkoittaa purkutyössä mahdollisesti tapahtuvien vaaratilanteiden selvittämistä ja niiden arvioimista.

Mylly on toiminnassa koko ajan, joten työssä tapahtuvia vaaratilanteita voi myös aiheuttaa samanaikaisesti työskentelevät myllyn työntekijät. Koko purettava osa myllystä suljetaan käytöstä, mutta sen lähellä tapahtuva trukkiliikenne ja pakkaaminen on otettava huomioon suunnitelmaa tehtäessä.

Turvallisuussuunnitelmassa on esitettävä seuraavat asiat:

- Altistuksen arviointi
- Altistumisalueen rajaaminen ja siellä toimiminen
- Henkilösuojainten valinta
- Työvälineiden käsittely
- Asbestijätteen käsittely (etenkin Krokidoliitti)
- Purkutyöalueen puhtauden varmistaminen
- Häätötilanteessa toimiminen
- Suunnitelman seuranta ja ajan tasalla pitäminen

Purkutyön turvallisuussuunnitelma tulee antaa purkutyöhön osallistuville työntekijöille. Suunnitelma annetaan myös tehtaan omille työntekijöille. Tehtaanjohtajan on pidettävä tiedotustilaisuus myllyn työntekijöille suunnitelman pohjalta siitä, miten tuotannossa työskennellään ja mitä haittoja tai vaaratilanteita purkutyöstä saattaa aiheutua.

4 PIHAJÄRJESTELYT

4.1 Pihalle tehtävät muutokset

Uusi varasto tulee olemaan pinta-alaltaan 1000 m² ja se sijoittuu piha-alueella alueelle, jolla on tällä hetkellä parkkialue henkilöautoille. Laajennus vie tontilta suuren alueen, joten piha-alueelle on järjestettävä uusi parkkialue. Oy Polar Mills Ab antoi vaatimukseksi 30-paikkaisen parkkialueen henkilöautoille.

Parkkialue tullaan sijoittamaan liitteessä 2 näkyvälle alueelle tehtaan pääovien viereen, tieltä katsottuna tehtaan taakse. Tämä mahdollistaa lyhyen kulkutien autoilta tehtaaseen nopeasti ja turvallisesti muulta, varsinkin raskaalta liikenteeltä.

Raskas liikenne tullaan ohjaamaan liitteen 2 osoittamalla tavalla tehtaan takaa, uuden parkkialueen vierestä. Tämä mahdollistaa raskaan liikenteen helpon liikumisen tehtaan piha-alueella ilman riskitekijöitä ja ilman turhia kääntelyitä. Tällä hetkellä raskasliikenteellä on vain pieni lastausalue, jolla toimia, joka tuottaa vaikeuksia varsinkin isommille rekoille. Täysmittaisen rekan kääntösäde on 13,5 m.

Laajennukseen tulee myös kaksi uutta kuormaustilaa raskaalle liikenteelle. Kuormaustilat tullaan sijoittamaan samaan suuntaan kuin jo olemassa olevat kolme muuta kuormaustilaa. Tämä mahdollistaa tontin reunoilla kulkevan liikenteen sujuvuuden ilman, että raskasliikenne aiheuttaa tukoksia. Tämä helpottaa myös raskaan liikenteen toimintaa piha-alueella, sillä pihalle muodostuu näin yksi suuri lastausalue.

4.2 Maaperätutkimus

4.2.1 Maaperätutkimus yleisesti

Maaperätutkimuksessa otetaan maanäytteitä rakennettavalta alueelta. Sen tavoitteena on saada selville mm. pohjaveden korkeus, kantavuus sekä maaperän rakenne, joita hyödyntämällä voidaan päättää perustamistavat.

Maaperästä otetaan näyte yleensä kairaamalla maahan reikiä ja ottamalla ylösnoussut maa-aines talteen. Kairausmenetelmiä on monia erilaisia, kuten esimerkiksi painokairaus, siipikairaus ja puristinkairaus (CPT). Muita näytteenottotapoja on myös perinteisen kuopan kaivaminen maahan, joka ei kuitenkaan ole kovin luotettava, sekä maatulkuutus.

4.2.2 Maaperätutkimus tontilla

Polar Mills:n tontilla suoritettiin kairaus 22.1.2014, jonka tuloksia käytetään hyväksi myös tämän opinnäytetyön rakenteiden määrittämiseen. Kairaukset suoritti ja maaperän tutki Oy KS Geokonsult Ab Wasaconin toimeksiantamana. Kairaukset suoritettiin painokairaamalla, jotka esiporattiin porakairalla. Painokairauksia tehtiin 4 kpl ja kairauspisteet vaaittiin GPS:llä. Näytteet tutkittiin visuaalisesti.

Tutkimuksesta kävi selville, että maaperä oli hiekkaa, jonka alla oli kivistä hiekkamoreenia.

Tulosten perusteella saatiin selville, että rakennus voidaan perustaa maanvaraisena esimerkiksi anturan varaan. Suurin sallittu paine maaperässä on 300kN/m^2 .

4.2.3 Salaojitus

Salaojat ovat rakennuksen anturan vieressä kulkeva, rei'itetyistä putkista koostuva putkisto, joka kerää maahan imeytyneen veden ja kuljettaa ne sadevesiviemäriin. Salaojat ovat erittäin tärkeä osa rakennuksen perustusta, joka edesauttaa rakennuksen pitkää käyttöikää. Salaojitus pitää rakennuksen perustukset mahdollisimman kuivana, joka estää homeen syntymisen perustuksiin.

Kohderakennus tulee salaojittaa 110 mm paksuilla salaojaputkilla, joiden ympärille laitetaan salaojitussoraa tai sepeliä. Salaojituksen tulee olla viimeisellä metrillä ennen salaojakaivoa tarpeeksi kalteva, jotta kaivon mahdollinen nouseminen maan routiessa ei tuki salaojia.

5 RAKENNUKSEN RAKENTEET

5.1 Yleistietoa kohteen rakenteista

Tässä luvussa esitellään laajennuksessa käytettävät rakenteet sekä siihen tulevat osat, kuten tuuletusaukot ja kuormaustilat. Rakenteet käydään läpi melko pintaa raapaisevasti, sillä asennusohjeet ym. tarkemmat tiedot käsitellään yksityiskohtaisemmin rakenteiden valmistajilta saaduista ohjeista.

Kohteessa käytetään paljon samoja rakenteita kuin jo olemassa olevassa rakennuksessa on käytetty. Jotkin osat, kuten ulkoverhoilu, ovat voineet muuttua vuosien saatossa, mutta pääpiirteet ovat samat.

5.2 Kuormaustilat

Kuormaustilat ovat käytännössä katettuja lastauslaitureita (kuva 1). Rekan kiinnityessä laituriiin se muodostaa yhdessä rekan karrryn ja katetun tilan kanssa parin neliömetrin tilan. Kuormaustilat muodostuvat nosto-ovesta ulkoilman ja rakennuksen sisätilojen välillä, kuormaussillasta sekä jonkinlaisesta tiivisteestä. Näiden kautta puretaan ja lastataan rekkoja ja kuorma-autoja, joiden avulla tuotteet kuljetetaan asiakkaille käytettäväksi. Koska kuormaustilat ovat periaatteessa suljettuja tiloja lastauksen ajan, mahdollistaa tämä säästä riippumatta turvallisen ja onnistuneen lastauksen.

Tilaaajan pyynnöstä laajennukseen tulee kaksi kuormaustilaa. Kohteeseen valittiin mekaanisella tiivistyksellä olevat kuormaustilat. Kuormaustilan mekaaninen tiiviste on helppo ja yksinkertainen tapa eristää kuorma-auton ja rekan lavan sekä varastorakennuksen välinen tila tuulelta, vesisateelta sekä lämpötilaeroilta. Näin ollen varmistetaan myös varastossa työskentelevien ergonominen työskentely ja varmistetaan, että tuotteet eivät kastu lastauksen aikana. Lämpötilaeroja ei myöskään pääse syntymään, joka mahdollistaa energiatehokkaan varastorakennuksen. Tämä edistää myös varaston lämpötilan pysymisen yli 0°C.

Kuormaussillaksi valitaan työntyväkärkinen silta, koska edelliset kuormaussillat ovat myös työntyväkärkisiä ja osoittautuneet erinomaisiksi. Tämän kaltaisen kuormaussillan etuihin kuuluu mm. sen helppo kohdistettavuus kuorma-auton ja rekan lavalle ja mahdollistaa näin ollen auton koko lavapinnan tehokkaan käytön.



Kuva 2. Kuormaustiloja mekaanisella tiivistyksellä.

5.3 Pohjarakenteet

5.3.1 Pohjarakenteista yleisesti

Pohjarakenteet on suunniteltava ottaen huomioon ilmasto, maaperä, pohja-, pinta- ja avovedet sekä lähellä olevien rakennusten ja rakenteiden perustukset ja muut pohjarakenteet. Pohja- ja maarakenteet on suunniteltava niin, että mahdolliset taipumat ja siirtymät ym. rakenteeseen vaikuttavat vauriot jäävät mahdollisimman pieniksi. /2/

5.3.2 Kohteen pohjaratkaisu

Uuden varastorakennuksen pohjaratkaisuksi valitaan maanvarainen perustus. Rakennuksen osa, johon laajennus liitetään, on tehty maanvaraisella laatalla, joka on suurin syy maanvaraisen perustuksen valinnassa. Näin ollen laajennus on helppo liittää nykyiseen rakennukseen, sillä laajennuksesta tulee jatke jo olemassa olevalle varastolle. Lisäksi maanvarainen perustus on nopea ja helppo rakentaa, joka myös vaikutti suuresti tämän perustustavan valintaan.

Alapohja koostuu 160 mm paksusta teräskuitubetonilaatasta, jonka alle tulee kaksi 50 mm:n paksuista lämmöneriste kerrosta. Lämmöneristeeksi valitaan kaksi EPS 200 -eristelevyä. Kyseisen eristelevyn paloluokka on E160. Teräskuitubetonilaatan ja eristelevyjen väliin asetetaan suodatinkangas.

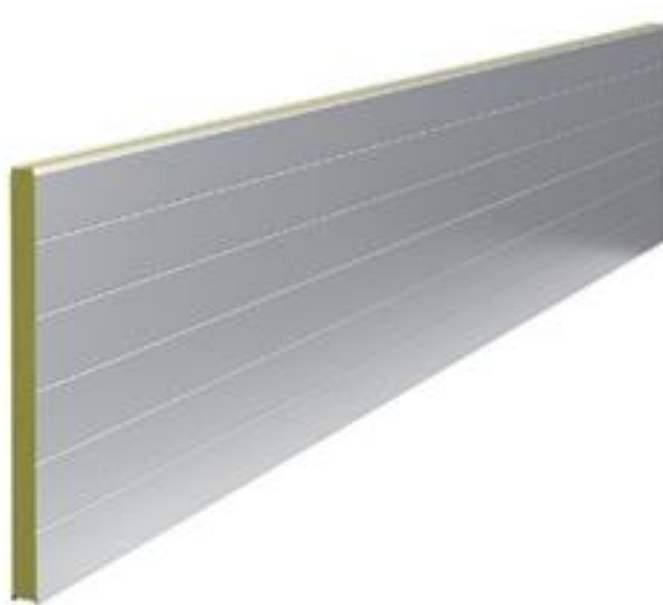
Lattian alle tulee koneellisesti tiivistetty kapillaarikatkosepelikerros. Sepelikerroksen raekoko on välillä 8-16 mm. Koneellinen tiivistäminen vähentää painumista ja vankistaa pohjaa. Sepelikerrokseen asetetaan salaojitus, joka koostuu 110 mm halkaisijaltaan olevista salaojaputkista.

U-arvoksi tällaiselle alapohjarakenteelle saadaan $0,36 \text{ W/m}^2\text{K}$.

5.4 Ulkoseinät

5.4.1 Seinärakenteet

Laajennuksen ulkoseinärakenteeksi valitaan PAROC® line 200 -sandwichelementti (kuva 2). Ulkoseinäelementit ovat todella helppo asentaa, sillä ne ovat suhteellisen kevyitä. Elementit koostuvat PAROC structural -kivivilla ytimestä, johon on kiinnitettyinä julkisivuina toimivat kuumasinkityt teräspellit. Villaydin ja siihen liimatut teräsohutlevypinnat muodostavat yhdessä lujan komposiittirakenteen, joka täyttää ulkoseinille asetetut lujuusvaatimukset. /2/



Kuva 3. PAROC® line 200-sandwichelementti.

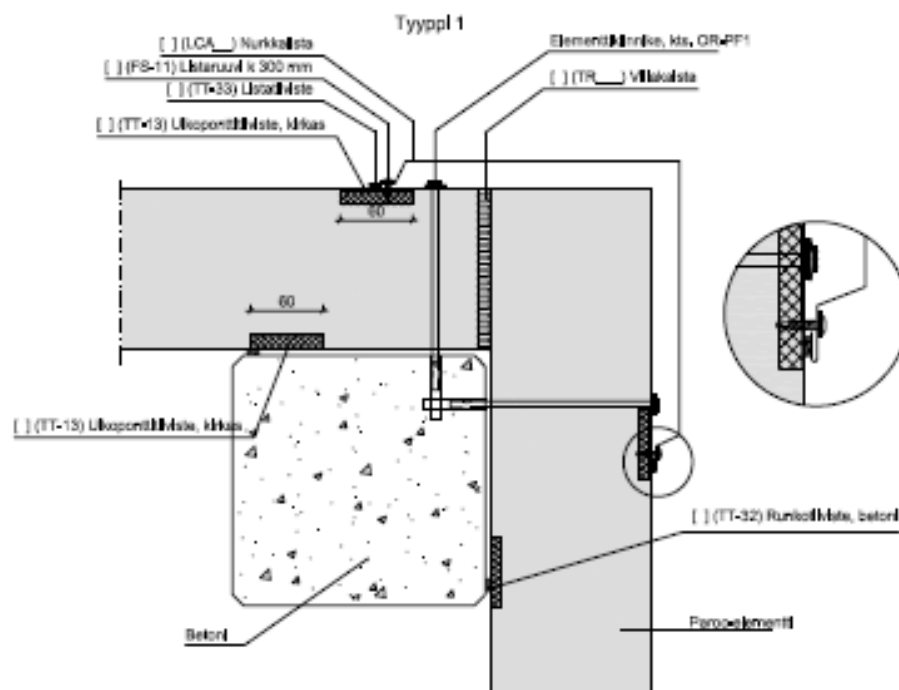
Ulkoseinärakenteilla on todella pitkä, jopa neljän tunnin palonkestävyys, joka takaa todella hyvän paloturvallisuuden rakennukselle. Elementit voidaan myös asentaa ilman kylmäsiltoja ja erittäin tiiviisti, joten energiatehokkuus on huippuluokkaa. Tämä on yksi syy miksi tähän rakenteeseen päädyttiin, sillä laajennuksen yhtenä vaatimuksena oli, että se on puolilämmin (0-15 °C). /2/

PAROC-sandwichelementti voidaan asentaa jäykkyytensä ansiosta isollekin jänneväliille ilman suurempia taipumisia. Enimmäispituus elementille on 12 metriä, joten tähän rakennukseen, jonka jänneväli on 4,8 metriä, elementti takaa pitkän

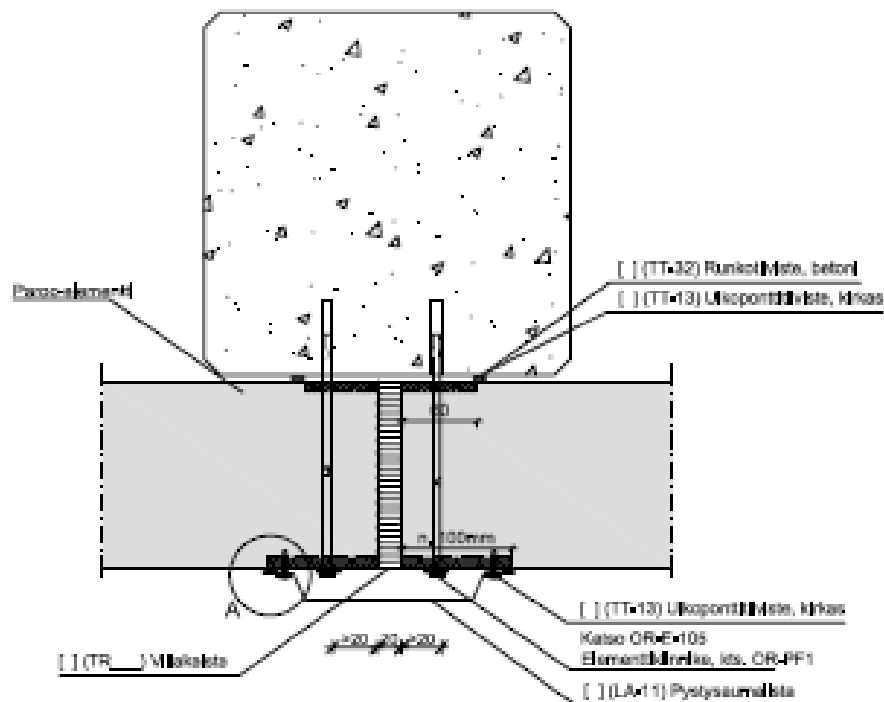
iän. Tehtaassa on käytetty aiemmin 150 mm paksuja elementtejä, joten ne valitaan myös tämän laajennuksen paksuudeksi. 150 mm paksuiset elementit riittävät myös takaamaan laajennuksen sisälämpötilavaatimukset.

Elementit ovat sellaisenaan valmiita, joten niiden asentaminen on nopeaa ja helppoa. Elementit kiinnitetään ruuveilla rakennuksen runkopilareihin alimmasta elementistä alkaen. Kiinnitysruuvien päälle saumakohtiin laitetaan peltikate, joka suojaa saumoja ja ruuveja säältä. Tarkemmat asennusohjeet on ladattavissa Parocin kotisivuilta.

PAROC® line 200 -sandwichelementin U-arvoksi on määritelty 0,26 W/m²K ja palonkestävyydeksi EI 180. /5/



Kuva 4. PAROC® sandwichelementin kulmaliitosdetalji.



Kuva 5. PAROC® sandwichelementin kiinnitysdetalji.

5.4.2 Julkisivut

Laajennuksen julkisivuksi valitaan samanlainen ratkaisu kuin nykyisen rakennuksen julkisivu. Näin koko tehtaasta saadaan yhtenäisen näköinen, sillä tällä hetkellä tehdas koostuu kahdesta erilaisesta julkisivuratkaisusta.

Julkisivumateriaaliksi valitaan muovipinnoitettu kuumasinkitty teräspelti, jota on käytetty jo suurimmaksi osaksi tehdasta. Tällainen teräspelti on näyttävä ja helppo asentaa. Pellit asennetaan jo tehtaassa liimaamalla teräslevyt kiinni ulkoseinärakenteeseen.

Koska kyseessä on elintarviketehdas, ikkunoita pyritään käyttämään mahdollisimman vähän. Mahdollisten lasinsirujen joutuminen tuotteisiin rikkoutuneista ikkunoista olisi erittäin vahingollista, sillä tuotteet menevät suoraan ihmisten käyttöön. Näin ollen uuteen laajennukseen ei tule lainkaan ikkunoita vaan valaistus tuodaan tiloihin kattovalaisimilla.

5.5 Yläpohja

5.5.1 Vesikatto

Vesikatto on kokonaisuus, joka erottaa rakennuksen ylimmän kerroksen ja ulkoilman toisistaan. /3/

Se koostuu seuraavista rakenneosista, joiden tulee toimia yhdessä:

- kantava rakenne
- ilmansulku/höyrinsulku
- lämmöneriste
- tuuletustila tarvittaessa
- vedeneristeen alusrakenne
- varsinainen vedeneriste
- veden poisto
- läpiviennit
- kattoon liittyvät muut rakenteet.

5.5.2 Kohteen yläpohjarakenne

Laajennuksen yläpohjarakenteeksi valitaan kuumasinkitty kantava teräspoimulevy. Poimulevyn päälle asennetaan 20 mm paksuinen ROB 50t - pintakerroseristelevy, jonka päälle tulee höyrinsulku. Näiden päälle asennetaan 100 mm paksuinen uritettu välikerroseristelevy ROS 30g sekä 20 mm paksuinen pintakerroseristelevy TOB 50t. Näin ollen yläpohja on samanlainen kuin rakennuksessa, johon laajennus liitetään.

Tällaisen yläpohjarakenteen U-arvoksi saadaan $0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$ ja paloluokaksi REI15. Vedeneristysluokaksi saadaan VE80, joka on hyvä kyseiselle rakennukselle.

Laajennuksen yläpohjaan tulee 6 kpl paloluukkuja, jotka on mitoitetaan RIL 232-2007 mukaisesti eli paloluukkujen kokonaispinta-ala tulee olla vähintään 2 % laajennuksen lattiapinta-alasta. Näin ollen paloluukkujen kooksi saadaan $1,2 \text{ m} \times 2,4 \text{ m}$ eli $2,16 \text{ m}^2$. 6 kpl CE-merkittyä paloluukkua vie siis yläpohjan pinta-alasta $12,96 \text{ m}^2$.

Yläpohjaan asennetaan kolmeen riviin alipainetuulettimia välillä k5000.

5.6 Teräsrunko

Kohteen runkoratkaisuksi valittiin teräsrakenteinen runko. Teräsrunko on helppo asentaa ja esimerkiksi kattoristikot voidaan tehdä valmiiksi jo tehtaassa ja kuljettaa valmiina rakennuspaikalle. Teräsrakenteinen runko kestää hyvin vetoa ja kiertymistä. Teräsrunko on rakennuksen kantava rakenne, eli se kantaa kaiken kuorman ja välittää ne anturoita pitkin maaperään.

Kohteen teräsrakenteet on alustavasti mitoitettu opinnäytetyön seuraavassa kappaleessa. Pilareiksi valitaan neliöpilarit, jotka täytetään betonilla. Teräksellä on melko huono puristuskestävyys, jonka takia pilarit täytetään betonilla parantamaan niiden puristuskestävyyttä.

6 TERÄSRAKENTEIDEN MALLINNUS JA MITOITUS

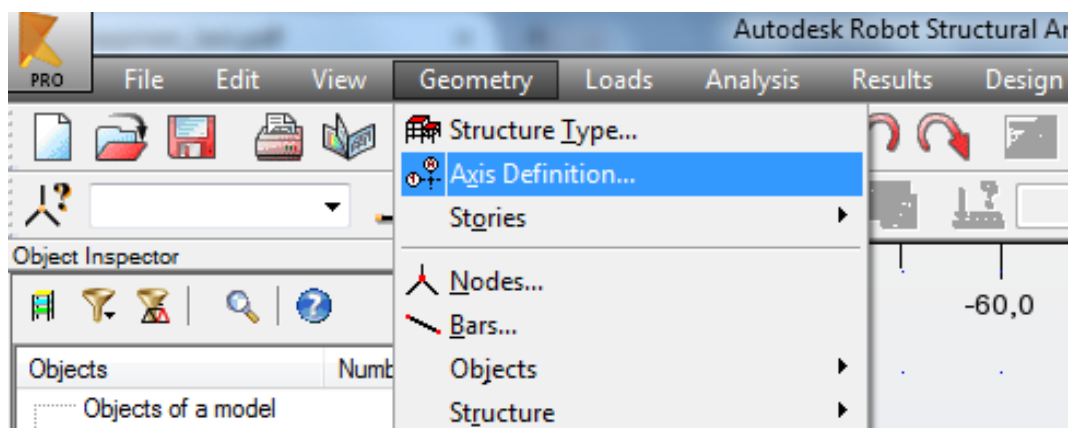
6.1 Robot™ Structural Analysis

Robot™ Structural Analysis on Autodesk®:n tuottama tietokoneavusteinen mallinnus ja mitoitusohjelma. Ohjelmalla pystyy simuloimaan rakenteille tulevia kuormia ja mitoittamaan näin rakenteet. Ohjelmaa käytetään nykyään lähes jokaisessa rakennesuunnittelurytyksessä sen helppokäyttöisyyden takia.

6.2 Rakenteiden mallintaminen

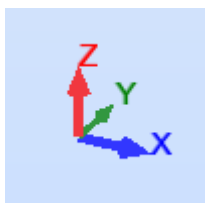
Mallintaminen Robot-ohjelmalla alkaa verkon (grid) luomisella ohjelmaan. Verkkoon merkataan kaikki rakenteelle merkittävät pisteet, jolloin saadaan rakenteelle oikeat mittasuhteet.

Verkon luonti aloitetaan Robot-ohjelman ”Geometry”-palkista, valitsemalla ”Axis Definition” (kuva 6).



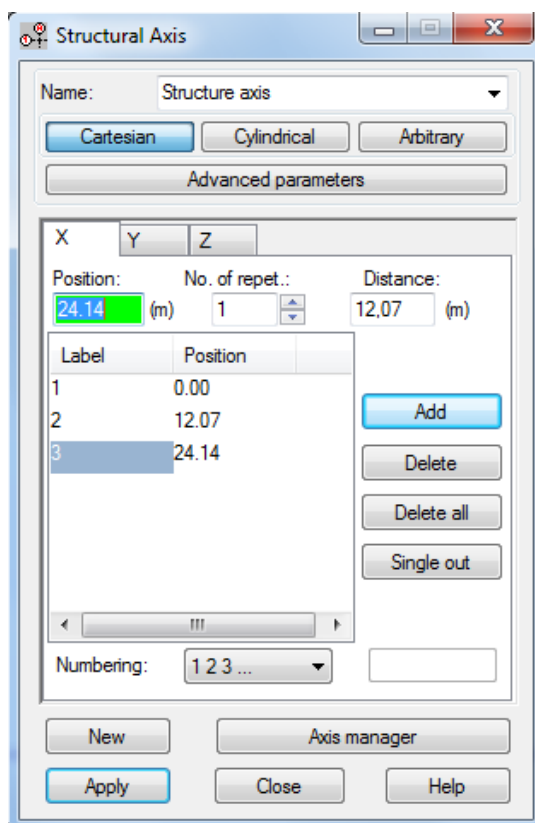
Kuva 6. Axis Definition.

Verkko määritellään antamalla kullekin koordinaatille (x,y,z) omat arvot. Nämä arvot ovat pisteitä joilla määritetään kunkin rakenteen koko. X-koordinaatti osoittaa leveyden, y-koordinaatti pituuden ja z-koordinaatti korkeuden (kuva 7).

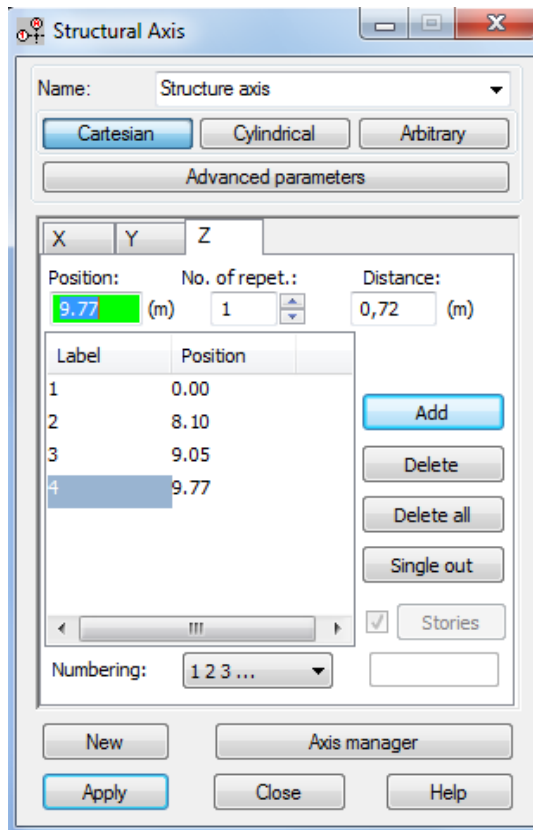


Kuva 7. Koordinaatisto.

Tässä tapauksessa X-koordinaateille annetaan kuvan 8 osoittamat arvot ja Z-koordinaatille kuvan 9 osoittamat arvot. Koska tässä työssä mitoitetaan vain yksi ristikko, Y-koordinaattia ei tarvitse määrittää.

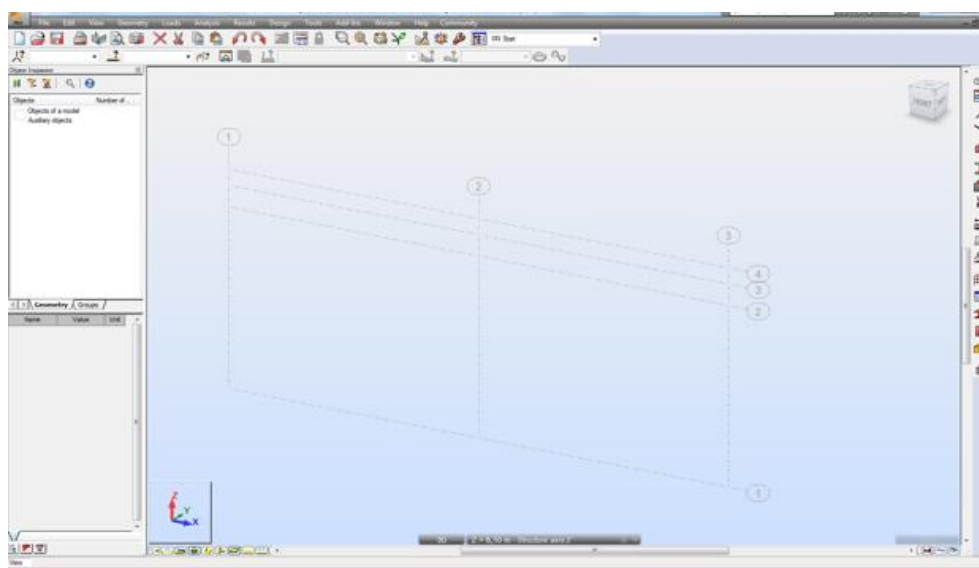


Kuva 8. X-koordinaatin pisteet.



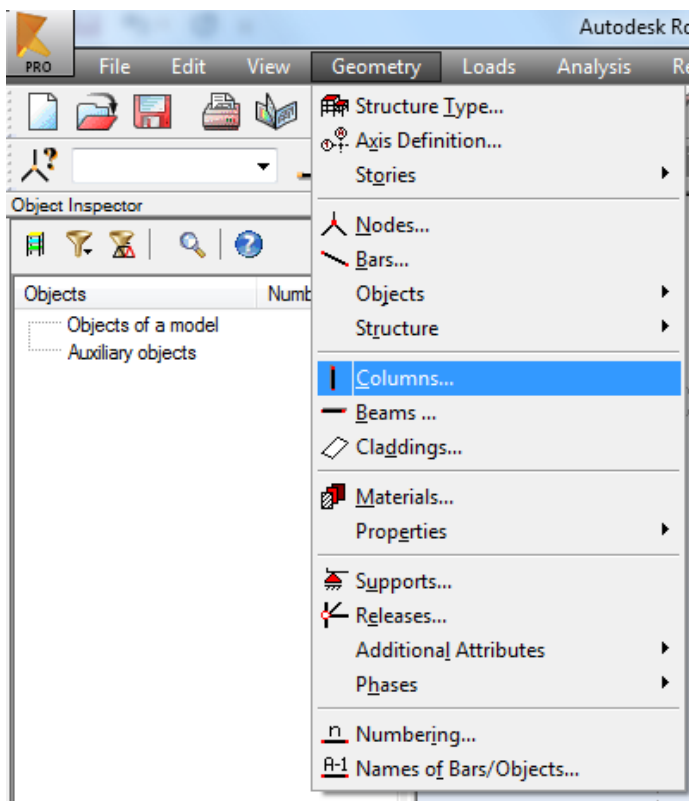
Kuva 9. Y-koordinaatin pisteet.

Painamalla ”Apply” ohjelma luo automaattisesti verkon niille arvoille, jotka siihen on syötetty (kuva 9). Verkon nollapiste tulee origoon. Verkon mittoja pystyy jatkossa muokkaamaan samalla kaavalla.



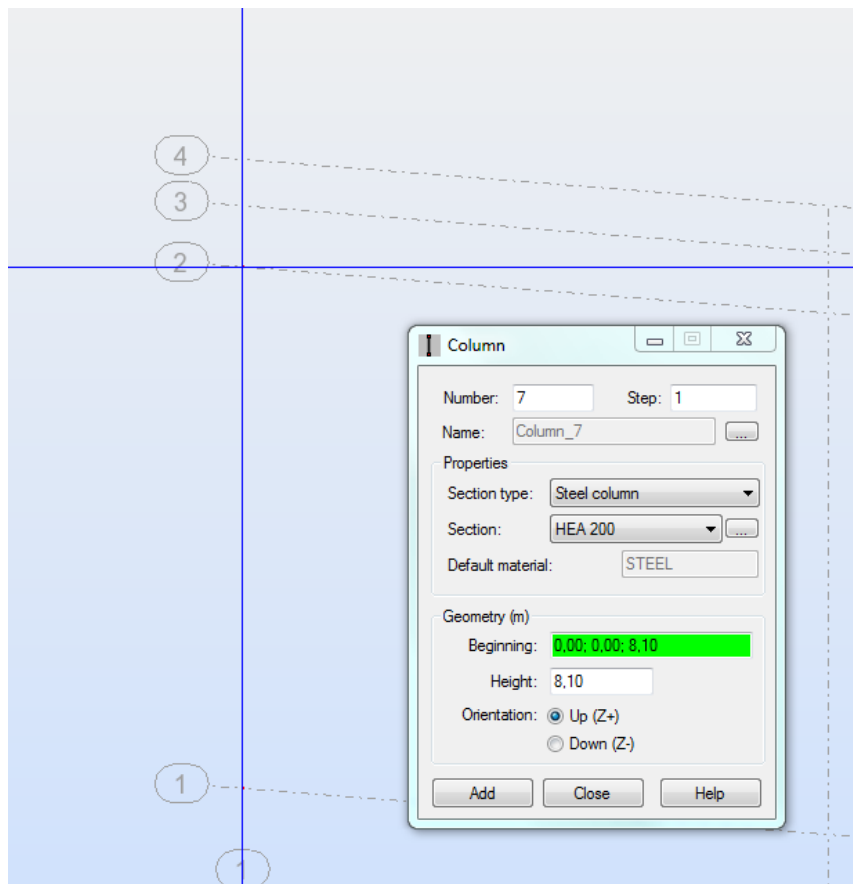
Kuva 10. Valmis verkko.

Verkon luomisen jälkeen ohjelma luo automaattisesti haluamasi rakenteen valituiden pisteiden välille. Pilarit luodaan ohjelman yläpalkin ”Geometry”-palkista ja valitsemalla ”Columns” (kuva 11).



Kuva 11. Pilarivalikko.

Tämän jälkeen ohjelma ottaa automaattisesti kiinni niistä pisteistä, jotka verkolle aiemmin määriteltiin, kun viet hiiren osoittimen haluamasi pisteen viereen (kuva 12). Pilarit on näin helppo luoda kahden valmiiksi merkatun pisteen välille painamalla haluamiasi pisteitä. Pilari kannattaa tehdä valitsemalla ensin pohjalevyssä kiinni olevan pisteen ja sen jälkeen päätepisteen, eli kuinka korkea pilarista tulee. Tämä vaikuttaa myöhemmin saatavien voimien tulokseen.



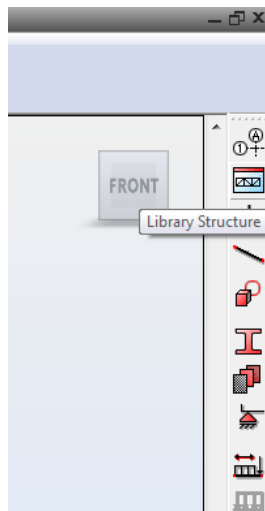
Kuva 12. Pilarin luonti kahden pisteen välille.

Ohjelma avaa luettelon, josta voi valita pilarille haluamasi profiilin. Ohjelma antaa oletuksena HEA 200 -pilarin, mutta sen voi vaihtaa avaamalla kyseisen valikon (kuva 12).

6.3 Ristikot

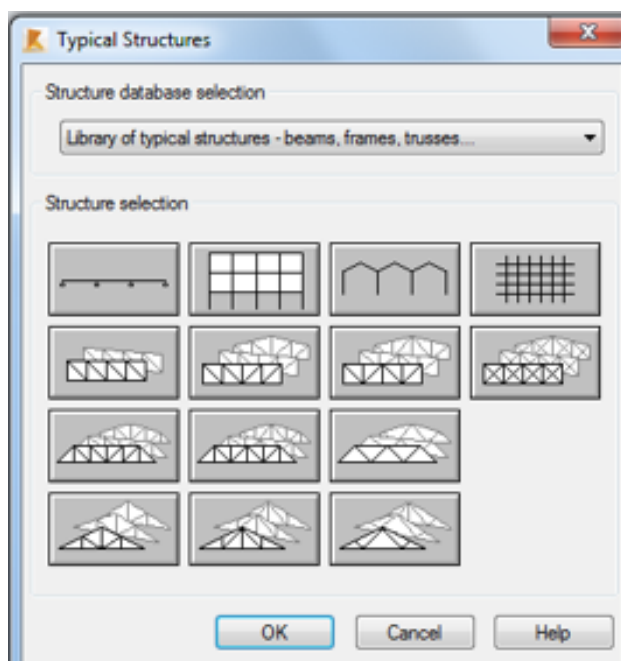
Kattoristikot luodaan Robot-ohjelman omalla ristikkotyökalulla. Ristikon voi myös tehdä käyttämällä yksittäisiä palkkeja (bars), mutta ohjelman omalla työkalulla ristikoiden luonti on nopeampaa ja helpompaa.

Ristikoiden luonti alkaa avaamalla Robot-ohjelman oikeassa laidassa olevasta palkista ”Library Structure”-valikon (kuva 13).

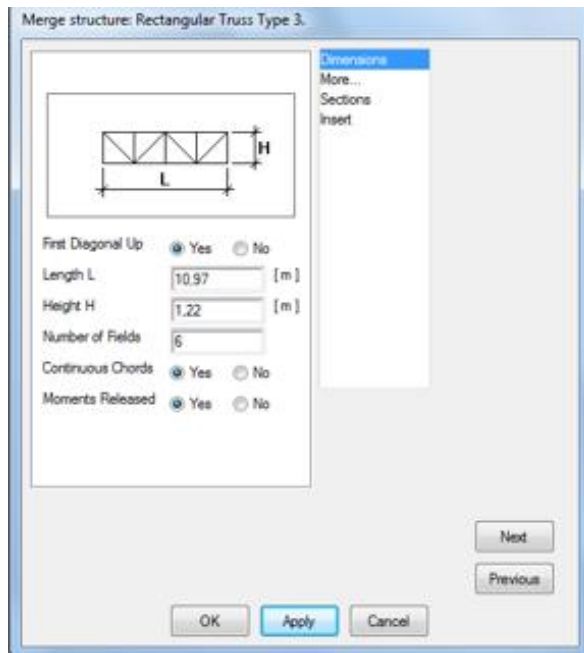


Kuva 13. Library Structure.

Tämän jälkeen ohjelma avaa ikkunan, josta valitaan sopiva ristikkotyyli (kuva 14). Sopivan ristikon valitsemisen jälkeen aukeaa uusi ikkuna, jossa määritetään mitat kyseiselle ristikolle (kuva 15).

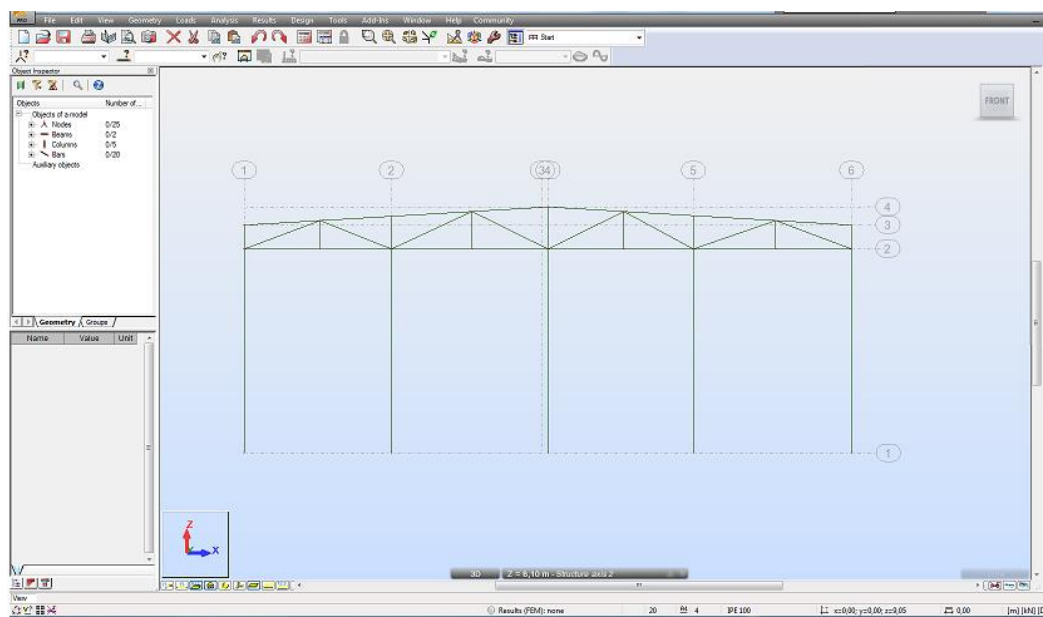


Kuva 14. Ristikko valikko.



Kuva 15. Ristikon mittojen määrittäminen.

Ristikolle annettavat mitat on helppoa antaa valitsemalla kullekin mitalle olen-
naiset pisteet aiemmin luodulta verkolta. Kun kaikki mitat on annettu, ohjelma luo
juuri oikeanlaisen ristikon rakenteellesi. Näin on saatu luotua alustavat rakenteet
varastolaajennukselle (kuva 16).

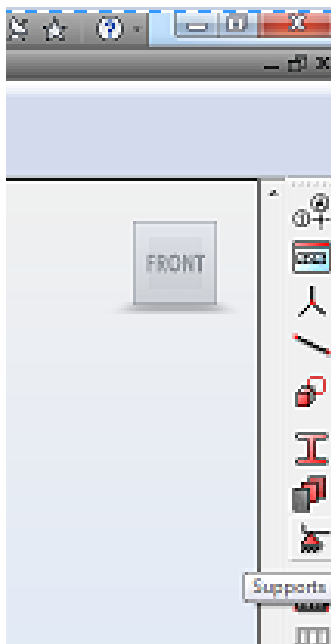


Kuva 16. Valmis rakenne.

6.4 Tukien mallinnus

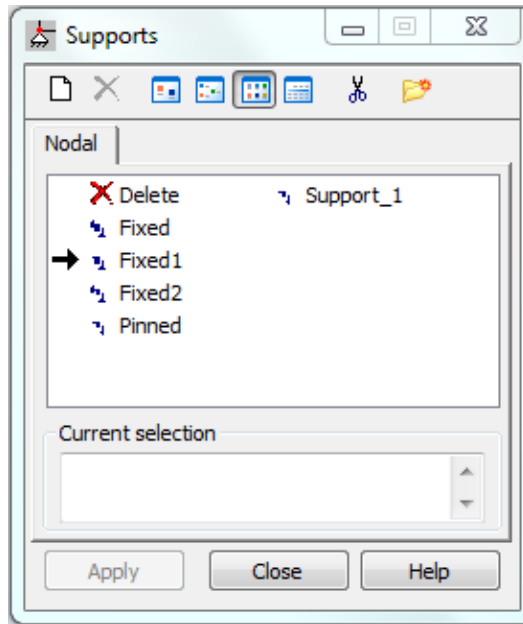
Robot-ohjelmassa on vakiona kaksi eri tuki vaihtoehtoa ”Fixed” eli jäykkä tuki sekä ”Pinned” eli nivel. Näiden lisäksi ohjelmassa voi määrittää oman tuen rakenteille. Itse tehdessä määritetään kuudelle eri suunnalle, onko tuki jäykkä vai nivel. Lisäksi voidaan määrittää millainen tuki on, kuten esimerkiksi elastinen, kitkan varassa ym.

Koska tässä työssä määritetään karkeasti rakenteet, jotta saadaan kustannusarvio tehtyä, riittää kun käyttää ohjelman omia liittostyyppejä. Tässä tapauksessa käytetään ulommille pilareille ”Fixed 1” tukia ja keskipilareille ”Fixed 2” tukia. Valikko tuille löytyy joko ohjelman yläpalkista kohdasta ”Geometry” ja ”Supports” tai ohjelman oikeasta laidasta kohdasta ”Supports” (kuva 17)



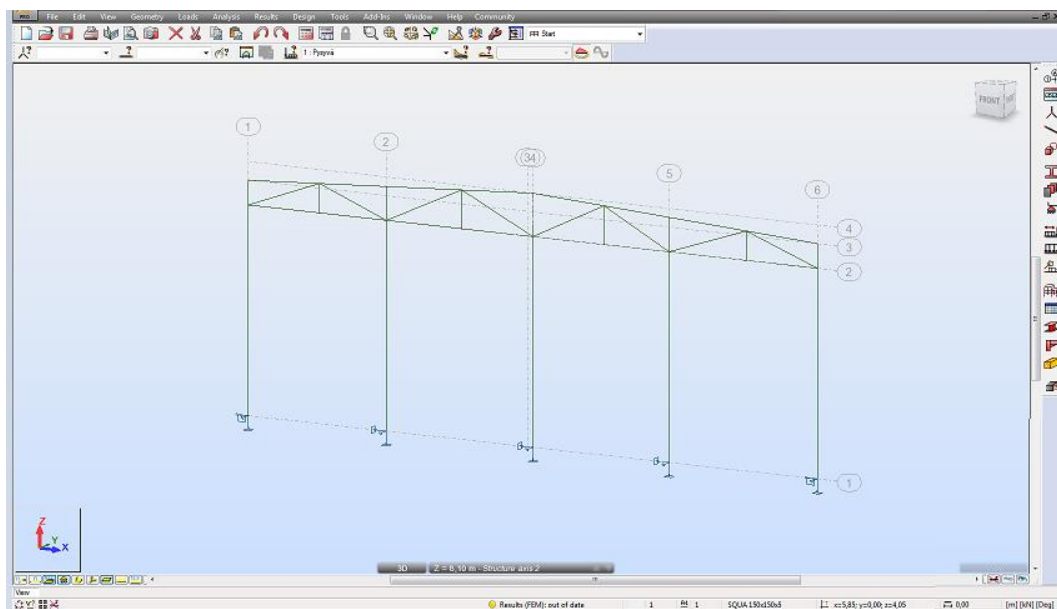
Kuva 17. supports.

”Fixed 1” estää liikkumisen kaikkialle muualle paitsi varaston leveys suunnassa (X-koordinaatti) ja ”Fixed 2” pituussuunnassa (Y-koordinaatti) (kuva 18). Muita tukia rakenteelle ei tarvita, sillä ohjelma luo automaattisesti hitsiliitokset jokaiseen solmukohtaan. Hitsiliitoksetkin voidaan vaihtaa nivellisiksi liitoksiksi, mutta se ei ole tässä tapauksessa tarpeellista.



Kuva 18. Tuki-valikko.

Kun oikeanlainen tuki on valittu, painetaan ikkunan alareunasta ”Apply” ja valitaan rakenteesta ne pisteet, jonne tuet halutaan laittaa. Näin on saatu mallinnettua tuet rakenteelle (kuva 19).



Kuva 19. Tuet.

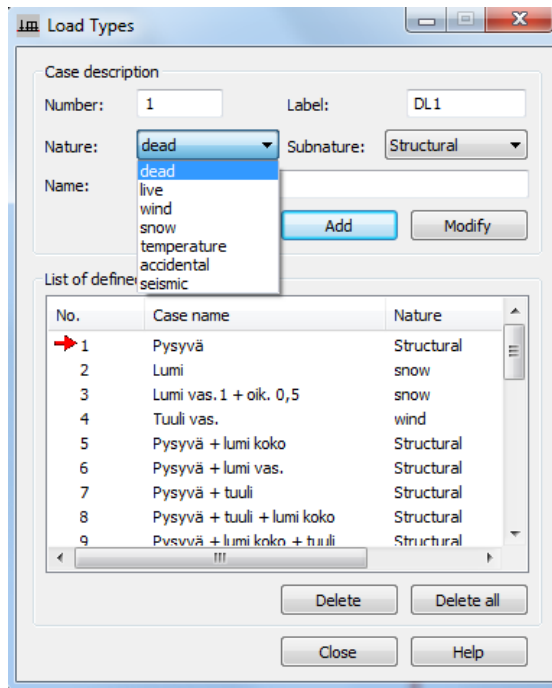
6.5 Kuormat ja kuormien mallinnus

Robot-ohjelmassa kuormat mallinnetaan pintoihin, solmuihin tai sauvoihin. Tässä työssä mallinnetaan ainoastaan yksi kehärakenne, joten pintoja ei ole. Näin ollen kaikki kuormat mallinnetaan rakenteen solmukohtiin ja sauvoihin. Kuormat voidaan mallintaa joko vaakatasoon tai vinoon, jolloin voidaan laskea kohtisuoria kuormia vinoille pinnoille.

Tässä työssä voimat mallinnetaan joko suoraan ylhäältä tai vaakatasosta. Vaikka tuuli voi tulla monesta eri suunnasta, se mitoitetaan aina vaakasuuntaisena voimana. Muut työssä mitoitettavat voimat ovat pysyvät kuormat, jotka mallinnetaan aina pystysuuntaisena kuormana, sekä lumikuorma, joka myöskin mallinnetaan pystysuuntaisena.

Kuormien mallinnus alkaa valitsemalla kuvan oikeasta reunasta kohta ”Load Types”. Tästä aukeaa ikkuna, johon voidaan määrittää kaikki rakennukseen tai rakenteeseen vaikuttavat voimat. Voimat voidaan määrittää kaikki yksitellen, tai antaa määrääviksi voimiksi ohjelman omat kuormat (Kuva 20). Kuormalle määritetään sen tyyppi, eli onko kuorma pysyvä, lumi, tuuli jne.

Kun kaikki kuormat on annettu, määritellään niille erilaiset kombinaatiot. Kombinaatiot voidaan määrittää joko käsin ”Manual Combinations” tai käyttää ohjelman omia kombinaatioita ”Automatic Combinations”. Näiden avulla kuormille annetaan suureet. Esimerkiksi lumikuormalle annetaan oikealle paikkakunnalle määritetyt arvot. Jos samassa kuormassa tarkastellaan kahta tai useampaa mitoittavaa kuormaa, niiden arvot laitetaan samaan kombinaatioon. Tässä tapauksessa esimerkiksi #5 pysyvän kuorman ja lumikuorman kummankin mitoittavat arvot on laskettu yhteen yhdeksi kuormitustapaukseksi.



Kuva 20. Kuormien määrittäminen.

Kun kaikki kuormat on annettu, tarkistetaan että mallinnettu rakennelma on tehty oikein. Tämä tapahtuu yläpalkin valikosta ”Analysis” ja kohdasta ”Verifications”. Ohjelma tarkastaa mallin läpi ja ilmoittaa mahdollisista rakenteellisista epäkohdista. Kaikki ohjelman ilmoittamat epäkohdat on suositeltavaa korjata ennen jatkamista. Muutoin ohjelma voi antaa vääränlaiset tulokset.

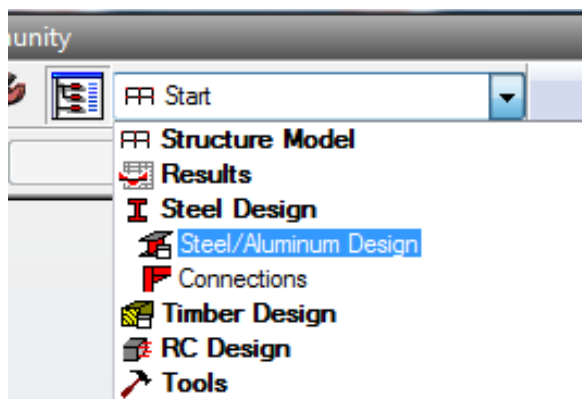
Tarkastelun jälkeen voidaan suorittaa itse laskenta, joka tapahtuu samasta ”Analysis” valikon kohdasta ”Calculations”. Tätä painamalla ohjelma alkaa laskemaan määriteltyjen kuormien arvoja.

Saadut tulokset voidaan tutkia ja analysoida yläpalkin kohdasta ”Results” ja valitsemalla haluama tarkastelumalli.

6.6 Mitoittaminen

Kun rakenne on saatu mallinnettua oikeanlaiseksi, alkaa mallintamisen tärkein vaihe eli mitoitus. Mitoituksen tavoitteena on saada rakenteelle oikeankokoiset mitat. Toinen mitoittamisen tavoite on saada rakenteen statiikat ja tarkastella, toimiiko mallinnettu rakenne oikein, eli kestääkö se määritetyt kuormat.

Mitoittaminen aloitetaan valitsemalla ikkunan yläpalkista ”Steel/Aluminum Design” (kuva 21).



Kuva 21. Steel/Aluminum Design.

Ikkuna siirtyy näkymään, jossa voi luoda ja tarkastella teräsrakenteita yksityiskoh-
taisemmin. Tässä näkymässä voidaan myös suorittaa itse mitoittaminen sekä mää-
rittää teräsprofiilien koko mitoituksen pohjalta.

Tässä näkymässä ikkunan oikeaan reunaan aukeaa valikko, josta valitaan kohta
”Steel/Aluminum Member Types”. Tämä aukaisee ikkunan, jossa voidaan määri-
tellä rakenteen jokaiselle osalle omat ryhmänsä ja ryhmille omat mitat. Esimer-
kiksi yläpaarteelle voidaan tehdä oma ryhmä, johon valitaan rakenteen kaikki ylä-
paarteet.

Ryhmien luonti alkaa Member Types -ikkunan yläkulmasta valitsemalla ”New”.
Tämä avaa uuden ikkunan ”Member Definition”, johon merkitään ryhmälle oma
nimi (kuva 22). Tässä ikkunassa määritetään myös rakenneosan nurjahduspituus,
nurjahdustyyppi sekä valitaan halutaanko suorittaa kiepahdustarkastelu.

Member Definition - Parameters - SFS-EN 1993-1:2005/NA:2007/AC:2...

Member type:

Buckling (y axis) Member length l_y : Real Coefficient

Buckling (z axis) Member length l_z : Real Coefficient

Buckling length coeff. y: Sway

Buckling length coeff. z: Sway

Buckling curve y:

Buckling curve z:

Flexural-torsional buckling

Lateral buckling parameters

Lateral buckling

Load level: Upper flange Lower flange
 $L_{cr} = l_0$ $L_{cr} = l_0$

Critical moment: Auto User $M_{cr} =$ kN*m

Lateral buckling curve:

General method [6.3.2.2] $\Lambda_{LT,0} =$

Detailed method [6.3.2.3] $\beta =$

Simplified method for beams with lateral restraints [6.3.2.4] $k_{fl} =$

Additional sets of member parameters

Limit deflections and displacements:

Complex sections:

Thin-walled sections:

Fire analysis parameters:

Save

Close

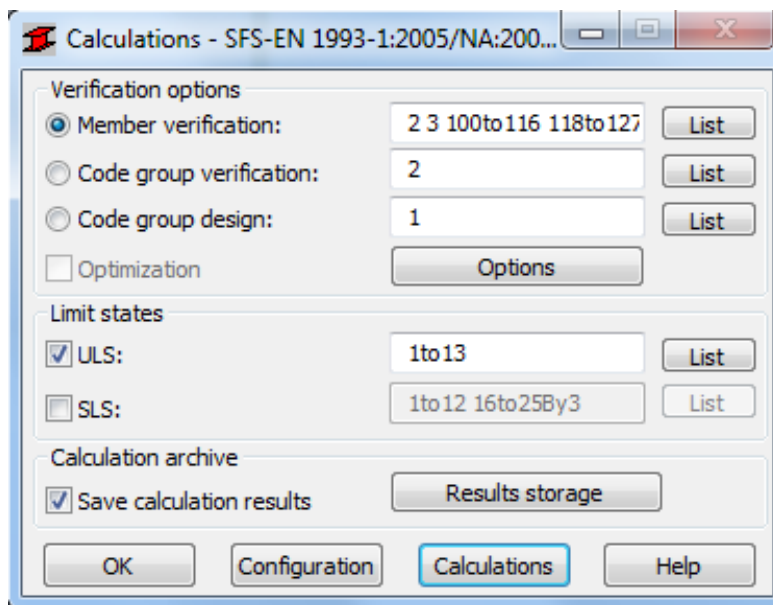
More...

Note

Help

Kuva 22. Member Definition.

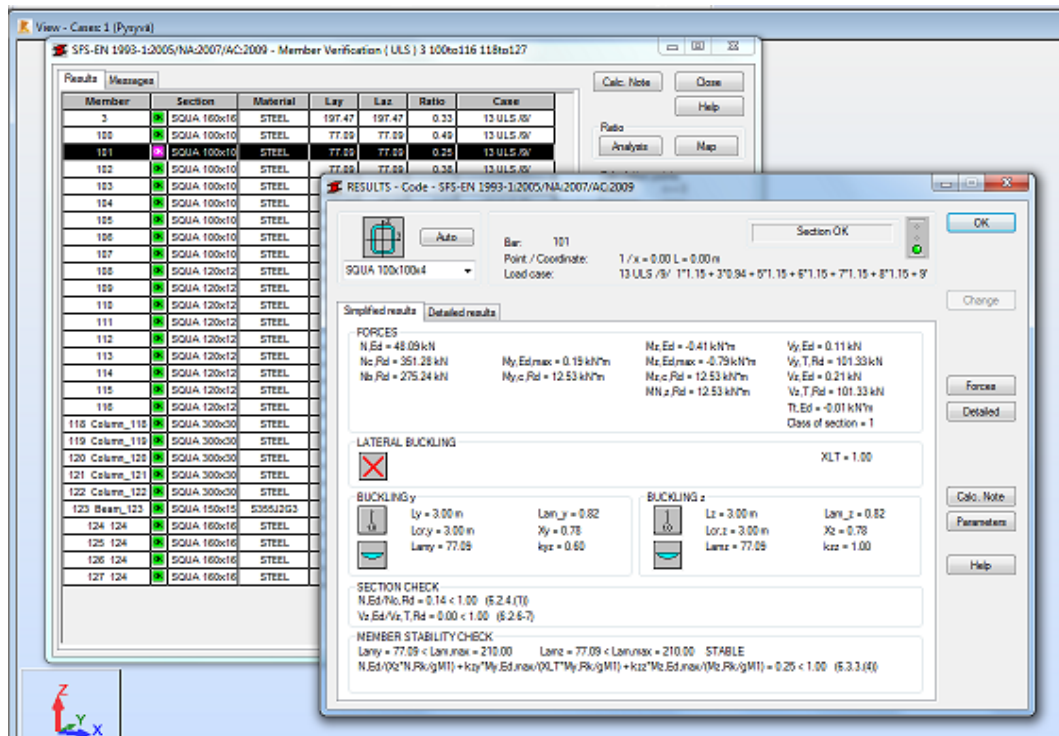
Kun rakenteen osille on luotu omat ryhmänsä ja annettu näille oikeat tarkasteluarvot, valitaan laskentaan mukaan tulevat osat. Osien valinta tapahtuu valitsemalla ikkunan oikeassa reunassa olevasta valikosta kohta ”Member Verifications”. Tämä avaa ikkunan, jossa voidaan valita laskentaan mukaan tulevat osat (kuva 23). Tässä ikkunassa valitaan myös mitkä määritetyt kuormat tulevat mukaan laskentaan. Laskentaan mukaan tulevat osat voidaan valita joko yksitellen ”Member verification” tai ryhmien mukaan ”Code group verification”, jotka tehtiin aiemmin.



Kuva 23. Osien valintaikkuna.

Kun kaikki halutut osat ja kuormat on valittu, aloitetaan teräsosien mitoitus painamalla ”Calculations” (kuva 23). Ohjelma valitsee kuormitustapauksista määrävän eli sen kuormayhdistelmän, joka aiheuttaa suurimman kuorman rakenteelle. Tämän jälkeen ohjelma laskee kaikkien mitoitukseen valittujen teräsprofiilien kestävyden määrävän kuormitustapauksen kanssa.

Kun ohjelma on saanut lasketuksi profiilit, se ilmoittaa mahdollisista virheistä tai epäkohdista. Tämän jälkeen aukeaa lista, jossa on eriteltyä jokainen rakenteen teräsosa sekä merkki, onko profiili läpäissyt laskennan vai ei eli kestäkö osa vai ei (kuva 24).



Kuva 24. Teräsprofiilitaulukko ja detajjietoikkuna.

Teräsprofiilitaulukosta voi avata minkä tahansa profiilin tiedot painamalla sitä. Tämä avaa uuden ikkunan, joka näyttää teräsosan tiedot, kuten siihen kohdistuneen kuorman suuruus ja osan kestävyuden (kuva 24). Jos jokin osa ei läpäissyt laskentaa, pitää osan profiilia muuttaa. Muutos tapahtuu ikkunan ylälaidan valikosta kohdasta ”Geometry” ja valitsemalla ”Materials”. Tämän jälkeen laskenta suoritetaan uudestaan, kunnes kaikki osat läpäisevät laskennan.

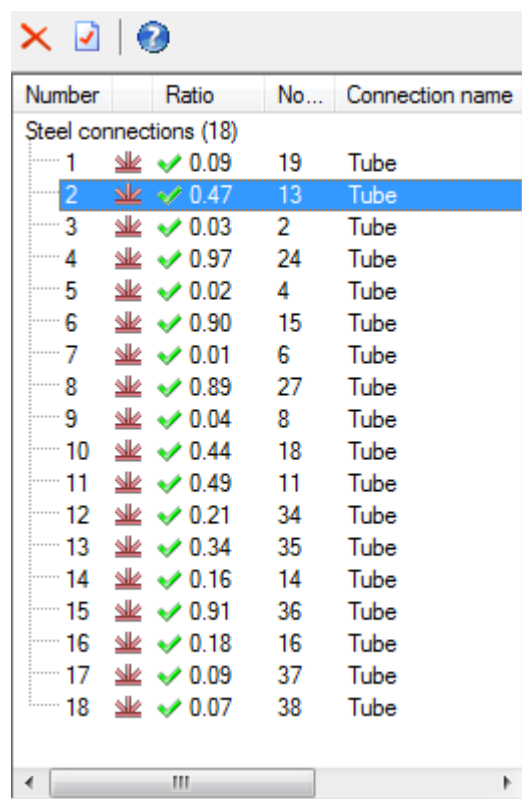
6.7 Liitosten mitoitus

Rakenteelle on tärkeää määrittää myös rakenneosien väliset liitokset. Liitosten tyypit voidaan määrittää joko manuaalisesti tai automaattisesti. Liitosten luonti alkaa ikkunan yläreunan valikosta kohdasta ”Connections” (kuva 21). Ikkuna aukeaa uuteen tilaan, jossa määritellään erilaisia liitoksia mallinnettuun rakenteeseen.

Liitokset luodaan valitsemalla ne rakenneosat, joiden välille liitos halutaan. Tässä tapauksessa valitaan kaikki rakenteen osat, sillä jokaisen osan välille halutaan liitos. Kun kaikki osat on valittu, valitaan ikkunan yläreunan valikosta kohta ”New

connection for selected bars”. Ohjelma luo näin liitokset jokaisen valitun osan välille. Kun valitaan automaattinen liitosten luonti, ohjelma tekee osien välille automaattisesti hitsatun liitoksen. Koska tämän opinnäytetyön tavoitteena on laskea rakenteet karkeasti, valitaan automaattinen luonti.

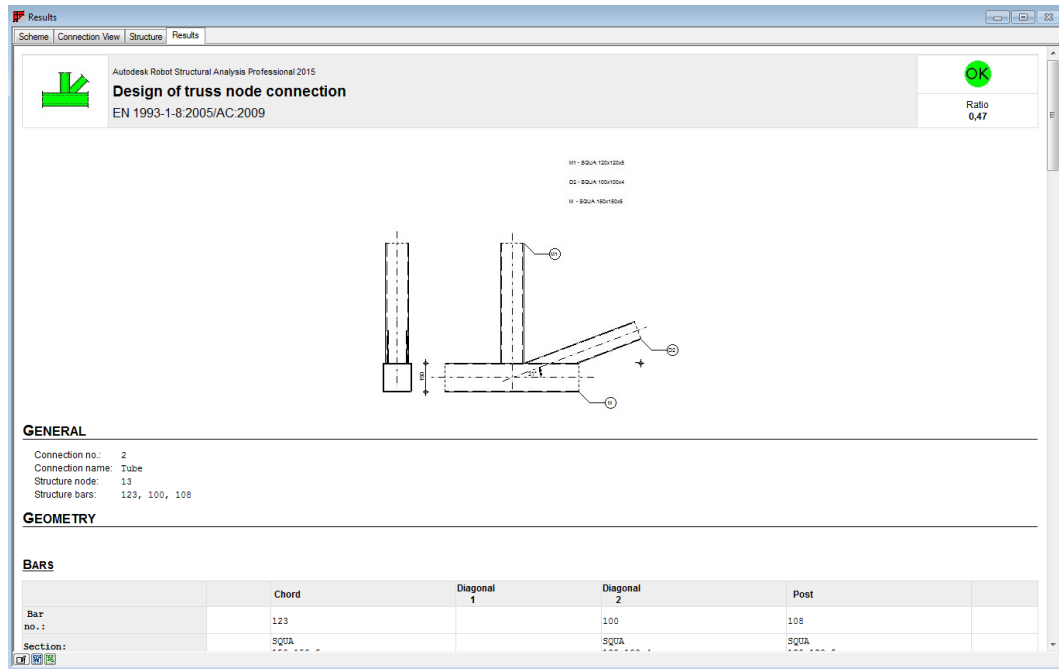
Ohjelman tehtyä kaikki liitokset, ikkunan vasempaan reunaan aukeaa lista liitoksista (kuva 25). Listassa näkyy onko liitos riittävä eli kestääkö se kuormien aiheuttamat rasitukset. Lisäksi listasta näkee liitoksen käyttöasteen eli onko liitos lähes murtuva vai todella kestävä.



Number	Ratio	No...	Connection name
Steel connections (18)			
1	0.09	19	Tube
2	0.47	13	Tube
3	0.03	2	Tube
4	0.97	24	Tube
5	0.02	4	Tube
6	0.90	15	Tube
7	0.01	6	Tube
8	0.89	27	Tube
9	0.04	8	Tube
10	0.44	18	Tube
11	0.49	11	Tube
12	0.21	34	Tube
13	0.34	35	Tube
14	0.16	14	Tube
15	0.91	36	Tube
16	0.18	16	Tube
17	0.09	37	Tube
18	0.07	38	Tube

Kuva 25. Lista liitoksista.

Jokaista liitosta voi tarkastella paremmin painamalla kyseistä liitosta. Tämä avaa ikkunan, josta näkee mm. liitokseen vaikuttavan merkkeävän kuormituksen suuruuden sekä liitoksen kestävyuden (kuva 26). Ikkunassa on myös esitettyinä detailjipiirustus kyseiselle liitokselle.



Kuva 26. Liitosdetalji.

7 KUSTANNUSARVIO

7.1 Tietoa kohteen kustannusarviosta

Tämän opinnäytetyön kustannusarvio sisältää vain laajennuksen rakenneosien hinnat. Kustannusarvioon ei ole siis laskettu töistä johtuvia kustannuksia johtuen rakennusliikkeiden urakkatarjousten erilaisuudesta sekä siitä, että urakoitsijaa laajennuksen rakentamiseen ei ole vielä päätetty. Arviossa ei myöskään ole laskettu- na purkutöistä aiheutuvia kustannuksia eikä rahtikustannuksia.

Kustannusarviossa on huomioitava jatkuvasti muuttuvat hinnat eri tuotteilla. Esimerkiksi Paroc ei suostunut antamaan hintatietoja tuotteilleen juuri tämän takia, joten Parocin osien hinnoittelussa on käytetty aiempien laajennusten hintatietoja Parocin tuotteille. Kustannusarviossa esitetyt hinnat ovat siis suuntaa-antavia, joten varsinaisessa suunnittelussa täytyy laskea kustannusarvio uudelleen.

Kustannusarviossa ei ole myöskään otettu kantaa tulevan ilmastoinnin hinnoittelulle, sillä sen tehokkuudesta ei ollut vielä täyttä varmuutta opinnäytetyön aikana.

7.2 Määräluettelo

Laajennuksen seinäpinta-ala	990 m ²
Kuormaustila	2 kpl
EPS eristeet	1 000 m ²
Alipainetuuletin	21 kpl
Höyrynsulkumuovi	1 000 m ²

Teräsosat

Teräspilarit 300x300x8, l = 8 100 mm	20 kpl
Teräspilarit 300x300x8.8, l = 8 100 mm	4 kpl
Orsipalkit 120x120x5, l = 1 400 mm	81 kpl

Diagonaalit 100x100x4, l = 3 300 mm	72 kpl
Yläpaarteet 160x160x8, l = 12 090 mm	18 kpl
Alapaarteet 150x150x5, l = 24 140 mm	9 kpl

7.3 Hintaluettelo

<u>Tuote</u>	<u>Hinta</u> (0% alv)	<u>Yhteensä</u>
EPS eristelevy 50 mm	3,44 €/m ²	6 880 €
Alipainetuuletin	50,00 €/kpl	1 050 €
Paroc AST S 150 mm	50,00 €/m ²	49 500 €
Paroc-kiinnikkeet	5,00 €/m ²	4 950 €
Höyrynsulkumuovi	1,50 €/m ²	1 500 €
Kuormaustila	12 600 €/kpl	25 200 €
Kuormaustilan nosto-ovi	2 900 €/kpl	5 800 €
Teräspilarit 300x300x8	143,20 €/m	23 200 €
Teräspilarit 300x300x8.8	160,00 €/m	5 200 €
Orsipalkit 120x120x5	31,60 €/m	3 600 €
Diagonaalit 100x100x4	21,25 €/m	5 000 €
Yläpaarteet 160x160x8	72,90 €/m	15 750 €
Alapaarteet 150x150x5	39,90 €/m	8 600 €
<hr/>		
Hinta yhteensä		165 530 €

8 YHTEENVETO

Tässä opinnäytetyössä suoritettiin alustavaa rakennus- ja rakennesuunnittelua Oy Polar Mills Ab:n tulevaan varastolaajennukseen. Opinnäytetyössä mitoitettiin karkeasti laajennuksen teräsrunko. Lisäksi käytiin läpi laajennukseen liittyviä seikkoja, kuten materiaalit sekä rakennus- ja purkutöistä johtuvien haittojen, kuten asbestipölyn, ennaltaehkäisyä.

Opinnäytetyön aiheena ollut varastolaajennuksen mitoitus sekä alustava kustannusarvio ovat työn tilaajalle kasvavan tuotannon takia todellinen tarve. Tämä lisäsi innostusta opinnäytetyön tekemistä kohtaan, sillä työ tulee tulevaisuudessa oikeasti käyttöön. Vaikka työssä mitoitettut rakenteet ovat suuntaa-antavia, on ne silti laskettu oikeilla menetelmillä, joten ne ovat erittäin lähellä todellisia rakenteita. Liitteenä oleva asemapiirustus toimii myös hyvin ohjeena tulevalle lopulliselle suunnittelutyölle.

Opinnäytetyössä suunniteltu laajennus tulee helpottamaan työn tilaajan tilantarvetta huomattavasti sekä selkeyttämään tontilla tapahtuvaa liikennettä. Kaiken kaikkiaan opinnäytetyöstä oli hyötyä sekä työn tekijälle että tilaajalle.

LÄHTEET

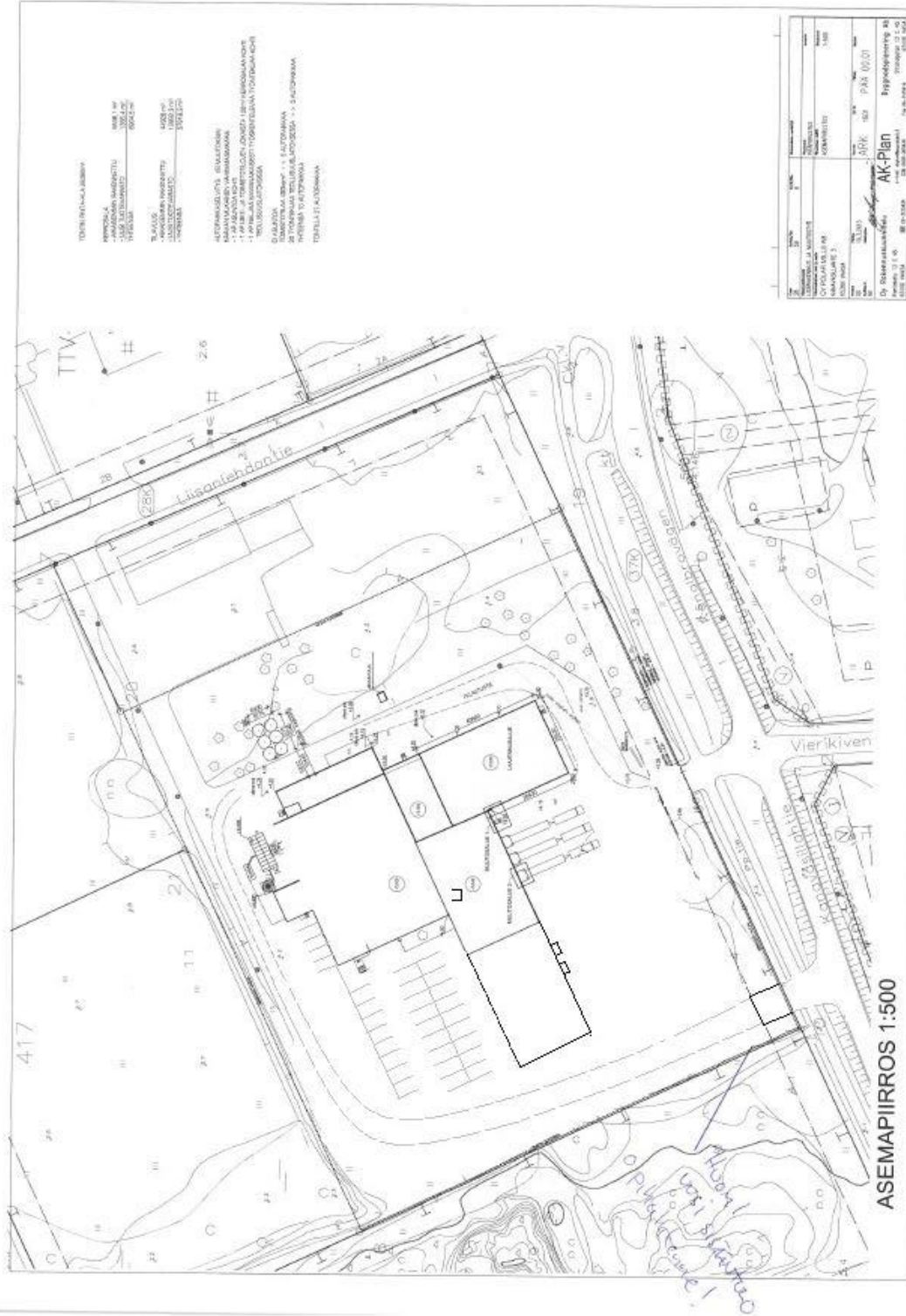
/1/ Hiukkasmaiset ja kaasumaiset epäpuhtaudet, asbesti. Viitattu 4.4.2017
http://www.hengitysliitto.fi/fi/sisailma/hiukkasmaiset-ja-kaasumaiset-epapuhtaudet/asbesti?gclid=Cj0KEQjwvZq6BRC9kfq2zKfQ_94BEiQAOeUVC0FxIol1kQF6KbRb_sjd5GRxgOfvv8TDwAJzFJ3pa6caAtr68P8HAQ

/2/ B3 Suomen rakentamismääräyskokoelma, pohjarakenteet, määräykset ja ohjeet 2004. Viitattu 4.4.2017
<http://www.finlex.fi/data/normit/17075-B3s.pdf>

/3/ Kattoliitto, toimivat katot 2013. Viitattu 4.4.2017
http://www.kattoliitto.fi/files/504/Toimivat_Katot_2013_reduced_size.pdf

/4/ Paroc, ratkaisut ja tuotteet, eristysratkaisut, PAROC-sandwichelementit. Viitattu 4.4.2017
<http://www.paroc.fi/ratkaisut-tuotteet/ratkaisut/sandwichelementit/paroc-sandwichelementit>

/5/ Paroc, ratkaisut ja tuotteet, eristysratkaisut, tekniset ominaisuudet. Viitattu 4.4.2017
<http://www.paroc.fi/Ratkaisut-Tuotteet/Ratkaisut/Sandwichelementit/tekniset-ominaisuudet>



TEKNINEN TILINPÄÄTYS

PROJEKTOI: MARI KALLIO
 KÄSITTELY: MARI KALLIO
 TARKASTI: MARI KALLIO
 SUUNNITTELU: MARI KALLIO
 KÄSITTELY: MARI KALLIO
 TARKASTI: MARI KALLIO

ALUEKÄYTTÖSUUNNITTELU
 KÄSITTELY: MARI KALLIO
 TARKASTI: MARI KALLIO
 SUUNNITTELU: MARI KALLIO
 KÄSITTELY: MARI KALLIO
 TARKASTI: MARI KALLIO

Projekti	AK-Plan
Alue	AK-Plan
Yhteyshenkilö	Mari Kallio
Puhelin	040 555 1234
Sähköposti	mari.kallio@ak-plan.fi
Webbisivusto	www.ak-plan.fi
Yhteystiedot	AK-Plan Oy Yhtiökatu 1 00100 Helsinki Puh. 010 123 456 Faksi 010 987 654 Sähköposti: info@ak-plan.fi

ASEMAPIIRROS 1:500