

Kahvilarakennuksen teräsrakennesuunnittelu

Niila Jurvelin

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Konetekniikka
Insinööri (AMK)

KEMI 2013

ALKUSANAT

Tämä työ on tehty Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelman puitteissa. Opinnäytetyön toimeksiantaja oli OK-seilit Ky. Idean työhöni sain Olli Ahoselta, yrityksen toiselta omistajalta. Työn ohjaaja oli koulun puolella Ari Pikkarainen ja työtä tehtäessä työnantajani Olli Ahonen.

Lisäksi haluan kiittää Insinööritoimisto Suomen Unit Oy:tä tarjoamastaan avusta tilojen puolesta, sekä työkavereita Suomen unit Oy:stä ja Olli Ahosta hyvistä neuvoista työhön liittyen.

TIIVISTELMÄ

KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU, Tekniikka

Koulutusohjelma:	Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Opinnäytetyön tekijä:	Niila Jurvelin
Opinnäytetyön nimi:	Kahvilarakennuksen teräsrakennesuunnittelu
Sivuja (joista liitesivuja):	52 (4)
Päiväys:	28.5.2013
Opinnäytetyön ohjaaja:	Ins. (YAMK) Ari Pikkarainen
<p>Opinnäytetyön aihe saatiin kemiläiseltä risteilypalveluita tuottavalta yritykseltä. Tarkoituksena oli kehittää OK-seilit Ky:n toimintaa suunnittelemalla uusi kahvilarakennus.</p> <p>Yritys tuottaa risteily- ja anniskelupalveluita asiakkaiden tarpeisiin. Yrityksellä on käytössä kaksi laivaa ja yksi pienempi vene risteilyihin.</p> <p>Työssä suunniteltiin teräsrakenteinen kahvilarakennus, jotta kesän myyntikautta saataisiin jatkettua hieman myöhemmälle syksyyn ja että kausi voitaisiin aloittaa hyvissä ajoin keväällä. Rakennus suunniteltiin niin, että sisään mahtuu 20 asiakasta. Rungota pyrittiin tekemään mahdollisimman kevytrakenteinen, turvallisuuden ehdoilla. Rakennuksesta tehtiin ensin täydellinen 3D-malli ja sen jälkeen rakennepiirustukset, jotka kävivät rakennesuunnittelijan ja arkkitehdin tarkastuksessa.</p> <p>Lopputuloksena rakennuksesta saatiin varsin kevyt ja helposti rakennettava. Rakennus täyttää kaikki turvallisuuteen ja esteettömään liikkumiseen liittyvät vaatimukset ja näin ollen tulee tarjoamaan turvalliset tilat myös liikuntarajoitteisille asiakkaille.</p>	
Asiasanat: suunnittelu, 3D-mallinnus, teräsrakenteet.	

ABSTRACT

KEMI-TORNIO UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES, Technology

Degree programme:	Mechanical and Production Engineering
Author:	Niila Jurvelin
Thesis title:	Design of Steel Frame Cafeteria Building
Pages (of which appendixes):	52 (4)
Date:	28 May 2013
Thesis instructor:	Ari Pikkarainen, MEng
<p>Thesis of the final project was given by OK-seilit from Kemi. The purpose was to improve the company's operations by designing a new cafeteria building.</p> <p>The OK seilit produces cruise services for customers. The company owns two ships and one small boat for cruises.</p> <p>The purpose of the final project was to design a steel framed cafeteria building to extend the summer selling season a little further to autumn, and so that the season could start earlier in spring. The building was designed for 20 customers. The frame was designed to be as light as possible while fulfilling the safety regulations. At first a complete 3D model was made from the building and then construction drawings which were sent for inspection to structural engineer and architect.</p> <p>The resulting design was quite light and easy to build. The building meets all safety and unobstructed access requirements and therefore, will provide safe premises for disabled customers.</p>	
Keywords: design, 3D-modelling, steel structures.	

SISÄLLYS

ALKUSANAT	2
TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET	7
1 JOHDANTO	8
2 KEMIN SISÄSATAMA	9
3 OK-SEILIT KY	11
3.1 Historia	11
3.2 Nykypäivä	11
3.3 Palvelut	12
3.4 Kehittäminen	12
4 MAJAKKARAKENNUKSEN IDEOINTI	13
4.1 Rakennuksen ulkomuoto	13
4.2 Rakennuksen sisätila	15
4.3 Kattorakenteet.....	16
4.4 Majakkatorni	17
4.5 Lattia.....	17
4.6 Seinät	19
4.7 Portaat.....	20
5 SUUNNITTELUOTEORIA	22
5.1 Tuulikuormitukset	22
5.1.1 Tuulen nopeusprofiili	22
5.1.2 Tuulikuormitusten mitoitus	22
5.2 Lumikuormitukset	24
5.2.1 Katon kaltevuus.....	24
5.2.2 Kuormitus.....	25
5.3 Vesikaton kaltevuus.....	27
5.4 Hyötykuormat.....	27
5.4.1 Oleskelukuorma I	28
5.4.2 Oleskelukuorma II.....	28
5.4.3 Kokoontumiskuorma.....	28

5.4.4	Tungoskuorma	28
5.4.5	Tavarakuorma	28
5.5	Perustukset.....	28
5.5.1	Paaluperustukset.....	29
5.5.2	Pohjatutkimus.....	31
5.5.3	Suunnittelu	31
5.6	Portaat.....	32
5.6.1	Porras	32
5.6.2	Kaide	33
6	TERÄSRAKENTEET	35
6.1	Perustus	35
6.2	Majakkatorni	36
6.3	Kattoristikot.....	39
6.4	Portaat.....	42
7	RAKENNUKSEN KÄYTTÖTURVALLISUUS.....	43
7.1	Paloturvallisuus	43
7.2	Hätäpoistumistiet.....	43
8	LASKUT.....	44
8.1	Lumikuorma	44
8.2	Majakkatornin tuulikuorma	45
9	KUSTANNUSARVIO	48
9.1	Teräsrakenteet.....	48
9.2	Perustukset.....	48
9.3	Huopakate.....	48
9.4	Rakennuttaminen.....	49
	POHDINTA	50
	LÄHTEET.....	51
	LIITTEET	52

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

Zmin

referenssikorkeus

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on majakka-rakennuksen teräsrakennesuunnittelu. Aihe on ajan-kohtainen, koska projektia on mietitty jo pidempään ja nyt sille saadaan luotua suunnitelmat opinnäytetyön puitteissa.

Yrityksellä on tarve kehittää toimintaympäristöään asiakkaiden tarpeita tukevaksi ja päädyimme suunnittelemaan uuden ja hienon rakennuksen, jossa on paljon ikkunapinta-alaa, joista katsella perämeren maisemia. Lisäksi rakennuksen on oltava näyttävän näköinen ja erikoinen. Budjetti ei saa kuitenkaan venyä liian suureksi ja se on suurin haaste.

Tässä opinnäytetyössä pyrittiin suunnittelemaan rakennus sellaiseksi, että se olisi edullinen ja helposti pystytettävissä, turvallisuuden ehdoilla. Rakennuksen teräsrunkoa pyrittiin optimoimaan sieltä, missä kuormitukset eivät ole suuria, kuitenkin niin, että tehdyt ratkaisut olisivat järkeviä. Teräsrungossa pyrittiin käyttämään mahdollisimman pitkälle niin sanottuja elementtejä, jotka voidaan tehdä konepajassa valmiiksi ja liittää toisiinsa paikanpäällä pultti- tai hitsausliitoksilla.

Opinnäytetyön suorituksessa opastaa työnantaja Olli Ahonen ja koulun puolesta valvova opettaja Ari Pikkarainen. Valvojan kanssa pidetään seurantapalavereja, joissa tarkastellaan työn etenemistä ja käydään läpi suurimpia ongelmakohtia. Työ on siitä haasteellinen, että tämän tyyppisistä rakennuksista ei ole suunnitteluaineistoa saatavilla.

2 KEMIN SISÄSATAMA

Kemin sisäsatama käsittää alueen sairaalanrannasta purjehdusseuran rantaan ja alue on noin kilometrin pitkä, rantaviivaa pitkin mitattuna, kuten kuvasta 1 nähdään. Alue koostuu puistoista ja puistoteistä. Varsinkin viime vuosina alueen viihtyvyyteen on panostettu paljon.



Kuva 1 Kemin sisäsataman ilmakekuva (Kemin kaupungin internetsivut, hakupäivä 1.4.2013)

Kemiläisten olohuone tunnetaankin historiallisista aittarakennuksistaan ja viihtyisästä rannastaan, kuten kuvasta 2 nähdään.



Kuva 2 Kemin sisäsataman aittarakennukset (Kemin kaupungin internetsivut, hakupäivä 1.4.2013)

Kesäisin sisäsatamasta löytyy useita ravintoloita, matkamuistomyymälä, jalokivigalleria, jäätelökioski, minigolf, risteilyjä sekä purjehduskeskus. Etenkin purjehduskeskus on tunnettu hyvästä sijainnistaan, siksiä keskuksessa on kävijöitä aina etelästä asti. Kuvassa 3 on ilmakuva Kemin purjehduskeskuksesta.



Kuva 3 Kemin purjehduskeskus (Kemin purjehdusseuran internetsivut, Hakupäivä 13.4.2013)

Kesä viikonloppuisin sisäsatamassa järjestetään runsaasti tapahtumia, ulkoilmakonserteista torimyyjäisiin sekä teemapäiviin.

Aivan viime vuosina sisäsatamaan on tehty paljon muutoksia, mm. uusi aallonmurtaja ja lisää venelaituripaikkoja. Aluetta kehitetään vuosi vuodelta, mikä on hyvä asia alueen viihtyvyyden kannalta. (Kemin kaupungin www-sivut 2013, Hakupäivä 21.3.2013)

3 OK-SEILIT KY

3.1 Historia

Yritys aloitti toimintansa 2004, kun tilausristeilyille alkoi olla niin kova kysyntä, että oman laivan laittaminen oli kannattavaa. Kauppa Katariina-laivasta tehtiin alkukesästä 2005 Lappeenrannassa. Kun kauppa- ja matkatoimisto oli kirjoitettu, alettiin laivaa siirtää meriteitse Kemiä kohti. Samalla merimatkan aikana rakennettiin kannella olevaa kalustusta, saunaa ja messiä, aikaisemmin mukaan ostetusta puutavarasta. Kun laiva oli saatu Kemissä sisäsataman rantaan, alettiin laivan yhteyteen tehdä terassia, josta myytiin risteilyjä virvokkeiden kera.

Ensimmäinen risteily Katariinalla tehtiin syksyllä 2005 ja risteilyille tuli niin kova suosio, että kesällä 2006 risteilyitä tehtiin 70. Alkuvuosina järjestettiin myös yleisöristeilyitä, joille oli niin kova kysyntä, että myöhemmin ohjelmaan otettiin mukaan teemaristeilyitä, kuten merirosvoristeily lapsille. Merirosvoristeilyt järjestettiin niin, että laivalla seilattiin merirosvojen tapaan Laitakarin saaren, jonne laiva ankkuroitiin. Saareen oli järjestetty aarteenmetsästäystä ja muuta merirosvoaiheista oheistoimintaa lapsille.

Myöhemmin merirosvoristeilyt lopetettiin, koska punkkien määrä saaristossa alkoi räjähdysmäisesti kasvaa ja ei haluttu ottaa sitä riskiä, että lapset saisivat punkin pureman. Osasyynä merirosvoristeilyiden lopettamiseen oli myös osallistujamäärän putoaminen. Yleisöristeilyidenkin suosio alkoi pienentyä vuosi vuodelta ja lopulta se päätettiin lopettaa. Tilausristeilyiden suosio sen sijaan piti pintansa ja ruokki toimintaa rannassa olevan anniskelu- ja kahvilatoiminnan lisäksi. (Ahonen 1.4.2013, haastattelu)

3.2 Nykypäivä

Nykyään yrityksellä on käytössä Katariina-laivan lisäksi Jähti-laiva vuokralla, sekä pienemmille asiakasryhmille 8-paikkainen pikavene. Katariina-laivaan mahtuu n. 30 henkeä kokoukseen ja kannelle, mutta laiva on rekisteröity 12-paikkaiseksi meriliikennekäyttöön. Laiva toimii rannassa ollessaan Katariina-kahvilan terassina.

Jähti-laivaan sen sijaan mahtuu 36 henkeä risteilylle, sekä täyttää kaikki kokoluokkaansa kuuluvat turvallisuus vaatimukset. Se tarjoaa matkustajilleen nautinnollisen ja turvallisen merielämyksen, vanhojen aikojen tapaan purjeiden viemänä. (Ahonen 1.4.2013, haastattelu)

3.3 Palvelut

Yritys tuottaa risteilypalveluita tilauksesta. Risteilypalveluiden ohella Katariina-laiva toimii myös kokoustilana, ruokineen sekä juomineen. Halutessaan voi käydä myös laivan omassa saunassa ja uimassa Perämeren aalloissa. Pienempipaikkaisella pikaveneellä on mahdollisuus päästä Selkä-sarven kansallispuistoon, joka sijaitsee Suomen ja Ruotsin valtakunnan rajalla noin 21 km lounaaseen Kemin keskustasta. Pikaveneessä on se etu, että sen syväys ei ole niin suuri kuin Jähti- ja Katariina-laivassa, joten sillä pääsee paikkoihin mihin isommilla laivoilla ei pääse, kuten pieniin saariin. Sisäsatamassa toimii ulkoilmakahvio, josta on mahdollisuus saada kahvia ja pullaa. Kahvila sisältää myös A-oikeudet, joten kahvila on usein auki iltaisin, hyvillä ilmoilla.

3.4 Kehittäminen

Tulevina vuosina yritys aikoo panostaa palveluihin tarjoten asiakkaille uudet paremmat tilat, joissa voi nauttia kahvista ja pikkupurtavista vähän huonommallakin säällä. Lisäksi ajatuksena on myös järkeistää toimintaa siten, että uusi rakennus on osa risteilykokonaisuutta tarjoten ennen risteilyä odotuspaikan ja risteilyn jälkeen illanviettopaikan. (Ahonen 1.4.2013, haastattelu)

4 MAJAKKARAKENNUKSEN IDEOINTI

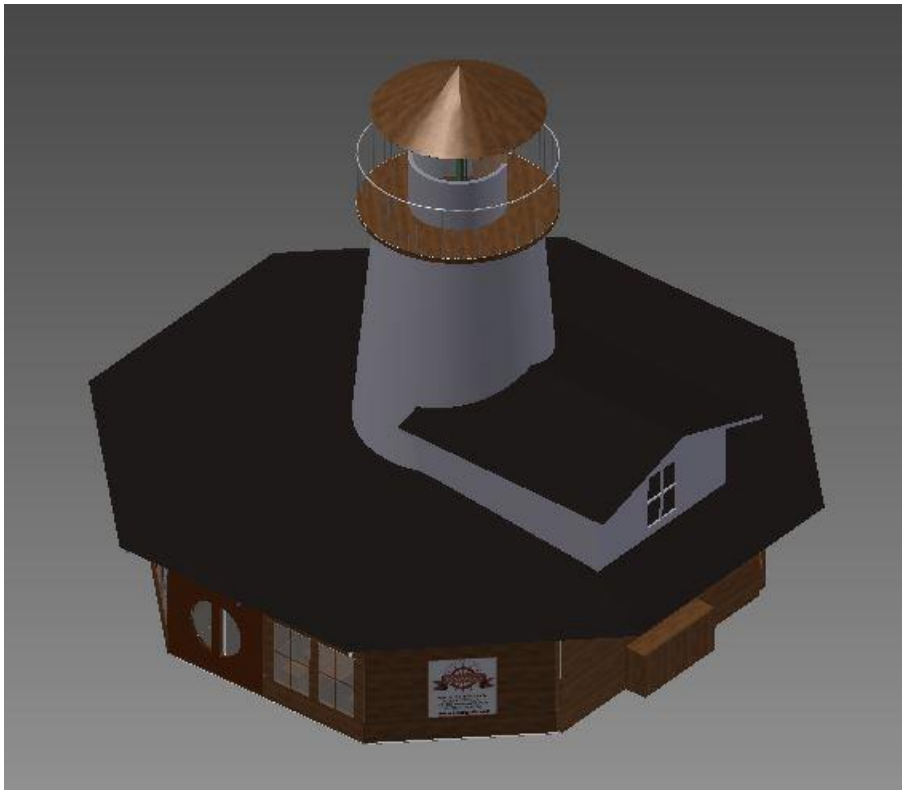
4.1 Rakennuksen ulkomuoto

Majakkarakennuksen ulkomuodossa haettiin muotoa, joka näyttäisi siltä kuin kallion päältä nousisi entisaikojen majakka näyttämään laivoille suuntaa, kuten kuvasta 4 ja 5 nähdään. Majakan nuppia suunniteltiin aluksi niin, että siellä olisi vain majakan valo, joka ei tietenkään saisi näyttää merelle, mutta se valaisisi ranta-aluetta iltahämärässä. Lopuksi tultiin kuitenkin siihen tulokseen, että majakan nuppiin tulisi sekä valo että näköalatasanne. Näköalatasanne olisi avoinna päivisin ja illan hämärtyessä valo valaisisi sisäsataman rantaa.

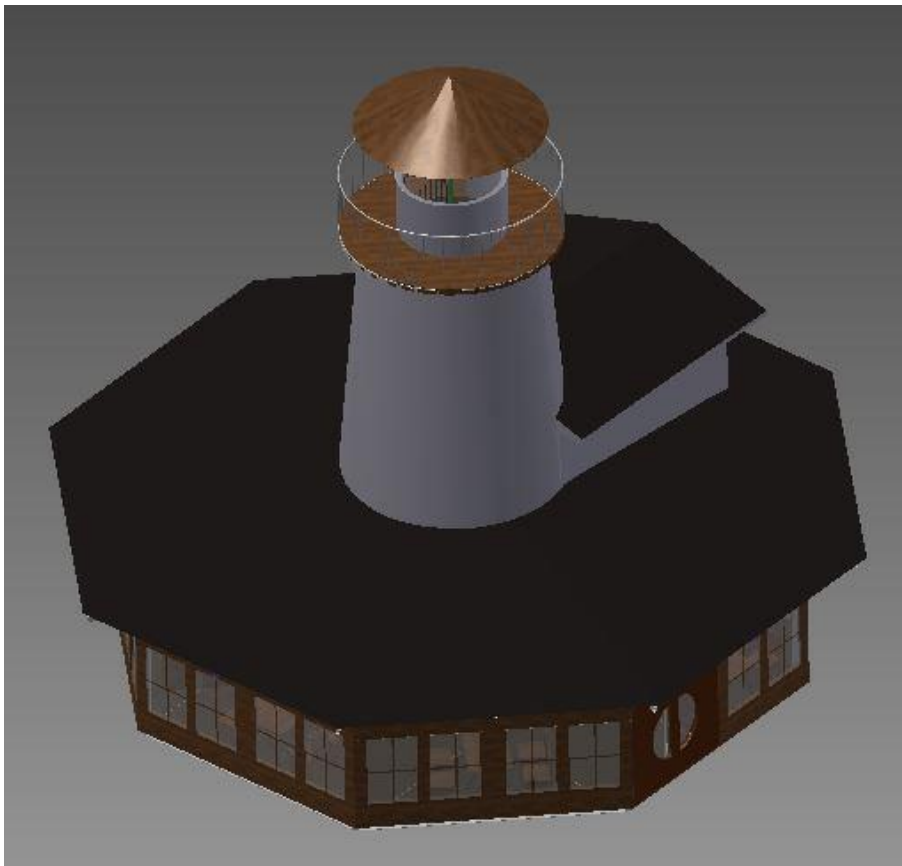
Majakkatornin viereen suunniteltiin järkevää porraskulkua pitkään ja monien kokeiluiden jälkeen tultiin siihen tulokseen, että majakan yhteyteen tulisi pieni toimistotila, joka olisi majakan vartijan mökin mallinen ja portaat tulisivat mökin sisällä aivan majakkatornin juureen, josta kierreportailla pääsisi näköalatasanteelle majakan sisällä.

Rakennukseen suunniteltiin aluksi yhtä ovea, mutta pohjapiirrosta suunniteltaessa huomattiin, että toisesta ovesta olisi mahdollisuus päästä helposti ulos terassille, joten pääovi tulisi olemaan iso pariovi ja terassille kulku hieman pienemmästä ovesta. Pääovi tulisi olemaan siksi isompi, että sieltä tapahtuu tavaran tuonti varastoon ja rullakolla olisi helpompi päästä sisälle suuresta ovesta kuin pienestä ovesta. Ovien eteen tulisivat myös pyörätuoliluiskat, jotta sisälle pääsee myös liikuntarajoitteiset.

Rakennuksen katolle ja seinille suunniteltiin mainospaikkoja ja tultiin siihen lopputulokseen, että mainospaikoilla saadaan lisää näyttävyyttä ja mainosarvoa kahvilalle.



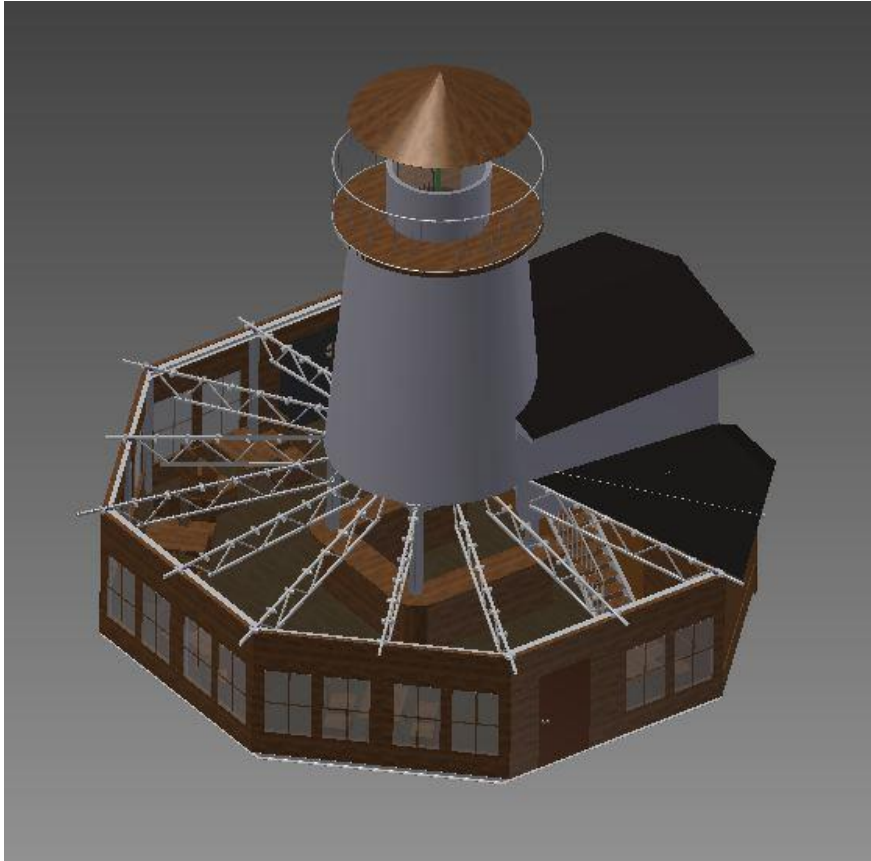
Kuva 4 Majakkarakennuksen ulkomuoto takaa



Kuva 5 Majakkarakennuksen ulkomuoto edestä

4.2 Rakennuksen sisätila

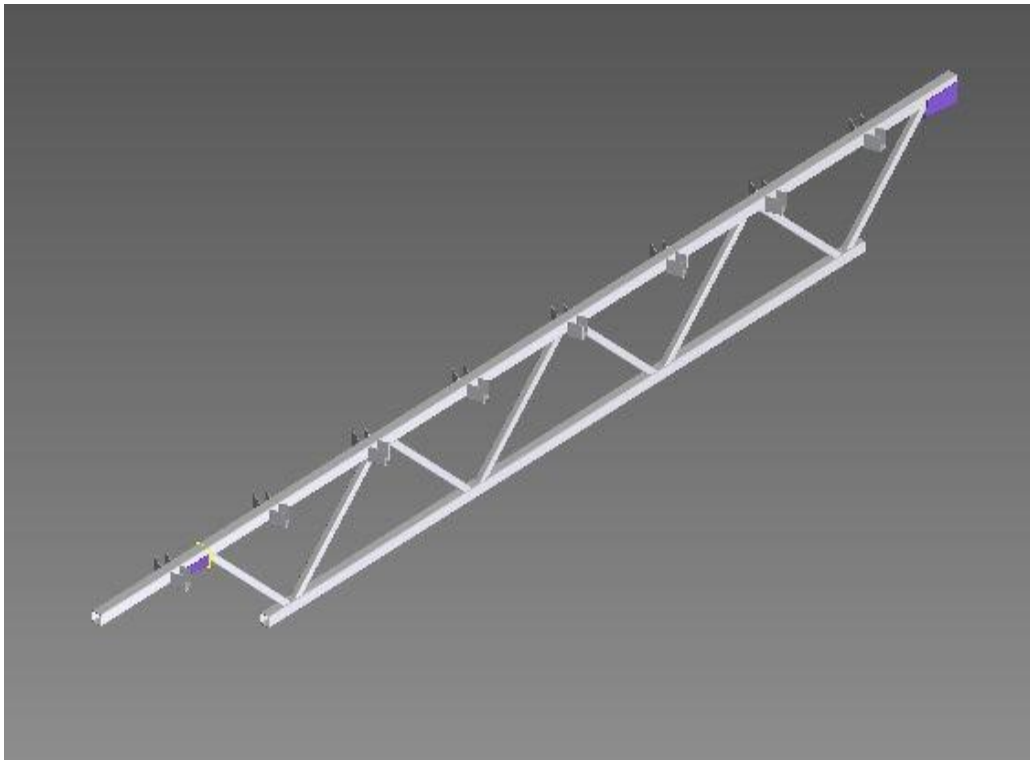
Kahvilan sisälle keskelle suunniteltiin baaritiskiä ja majakan runkotolpat toimisivat äärimittoina baaritiskille. Ikkunoiden viereen suunniteltiin laittaa viisi pöytäryhmää, joista asiakkaat voisivat katsella maisemia ja nauttia kahvilan tarjoiluista. Majakkatorniin menevien portaiden alle suunniteltiin laittaa pientä säilytystilaa, esimerkiksi laselle ja lautasille. Pintamateriaaleina käytettäisiin mahdollisimman pitkälle puuta, jotta tilasta saataisiin lämpimän ja viihtyisän tuntuinen, kuten kuvassa 6 nähdään.



Kuva 6 Majakkarakennuksen sisätila

4.3 Kattorakenteet

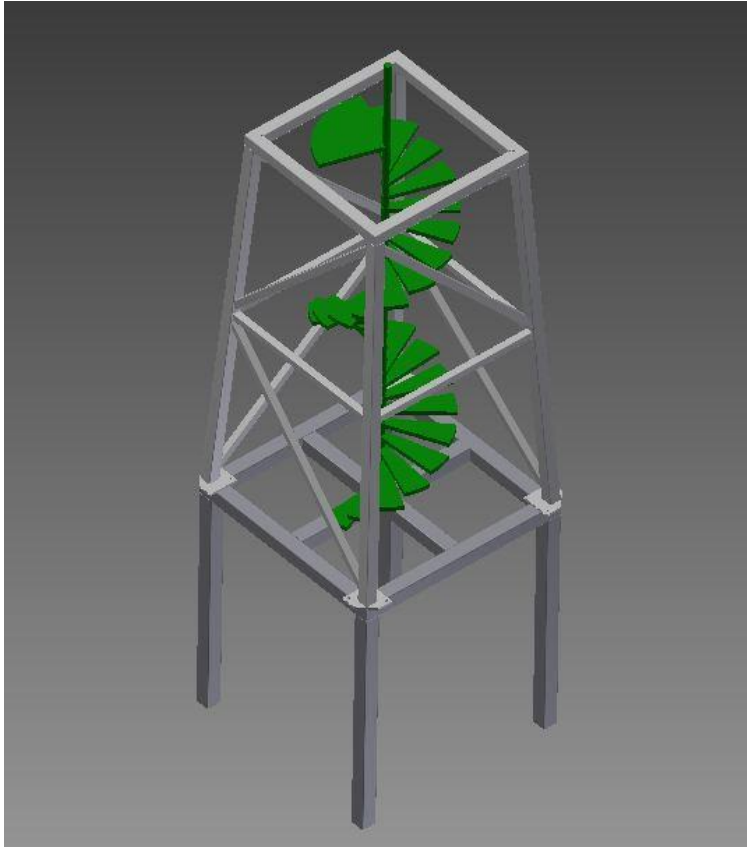
Isosta kattopinta-alasta johtuen piti miettiä, että miten saada kohtuullisen kevyt kattorakenne ilman, että sisätilaan tulisi pilareita haittaamaan liikkumista. Päädyttiin ristikkorakenteiseen kattoon, sen jäykkyyden ja keveyden takia. Ristikko tulisi olemaan kuvan 7 mallinen. Ristikkorakenteiden ansiosta katto olisi helppo eristää, sekä ilmastointiputket ja sähköistykset saataisiin vedettyä yläpohjassa ristikoiden välistä, niin että ne eivät näkyisi ulospäin. Pienoiseksi ongelmaksi muodostuivat ruoteiden kannatukset kattoristikoon. Aluksi suunniteltiin, että käytettäisiin puuta mahdollisimman paljon, mutta räystäään kohdalla jänneväli osoittautui kuitenkin liian pitkäksi, joten jouduttiin miettimään vaihtoehtoisia ratkaisuja ja päädyttiin teräspalkkiin, pitkillä jänneväleillä. Kannatukset ruoteille suunniteltiin niin, että ne lepäävät omissa taskuissaan ja ne kiinnitetään pulteilla kannakkeesta läpi. Periaatteessa erillisiä kiinnityksiä ei välttämättä tarvitsisi olla, mutta rakenteesta tulisi jäykempi, kun ainakin osa palkeista olisi kiinnitetty.



Kuva 7 Kattoristikko

4.4 Majakkatorni

Majakkatornin suunnittelussa piti ottaa huomioon paljon asioita, kuten katon kannatus, tuulikuormat, oleskelukuorma jne. Kun majakkatornin rakennetta suunniteltiin, päädyttiin siihen, että alarungosta tehdään todella jämässä ja ylärungosta hieman kevytrakenteisempi, niin saadaan pidettyä paino pienenä, joka on suoraan verrannollinen valmistuskustannuksiin. Majakkatornin pitäisi olla myös kooltaan sellainen, että sisälle mahtuvat kierreportaat metrin askelleveydellä, kuten kuvassa 8 nähdään.

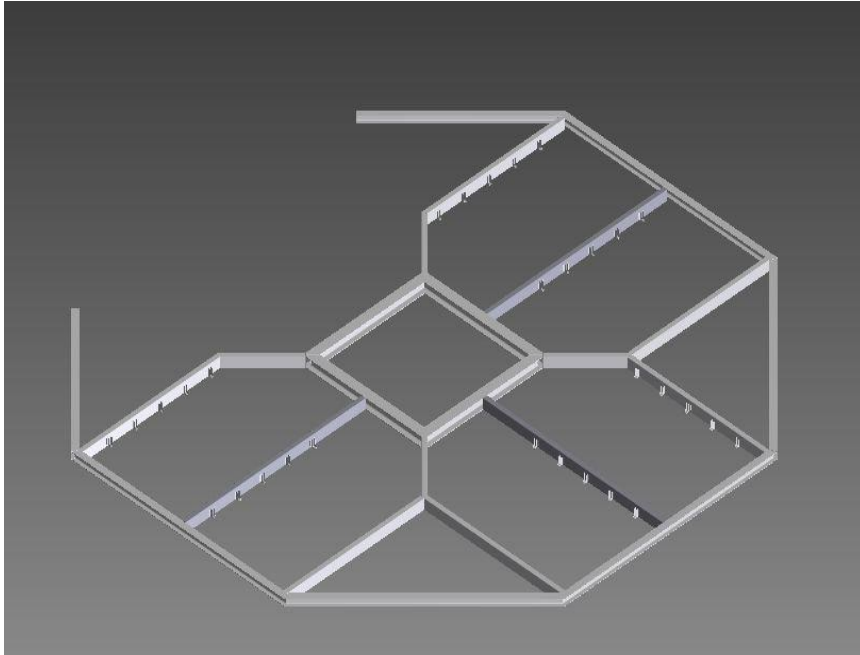


Kuva 8 Majakkatornin toteutus

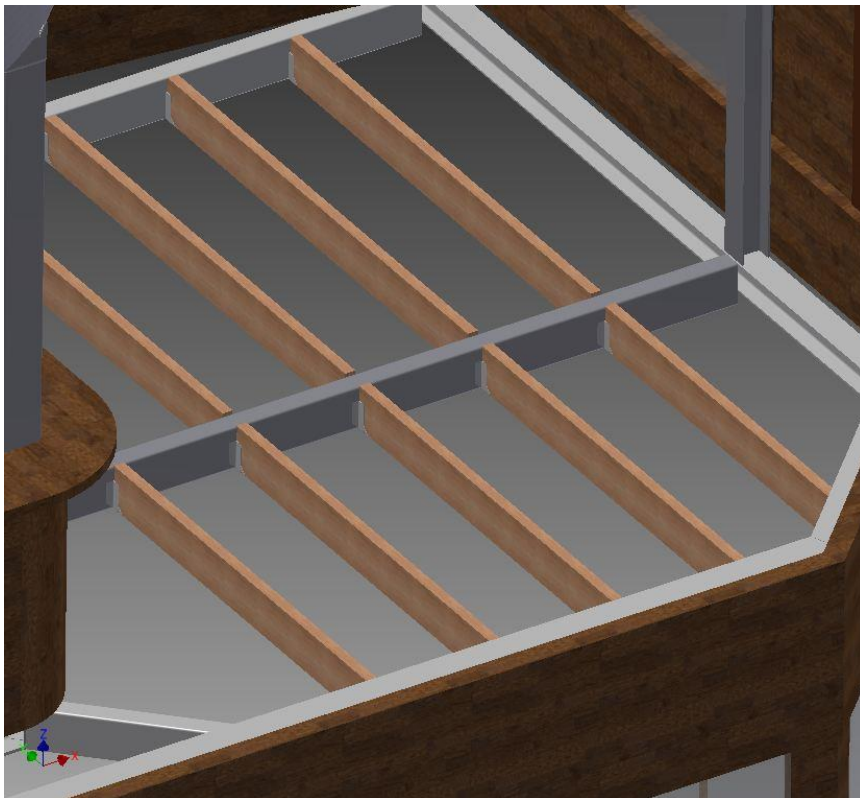
4.5 Lattia

Lattiaa suunniteltaessa ajateltiin ensin, että tehdään siitä erittäin kevytrakenteinen ja asennuksen yhteydessä kirvesmiehet tekisivät puusta kannatukset lattialle. Totesimme kuitenkin, että lattiasta tulisi kalliimpi, kun puuta tarvittaisiin niin paljon, että lattiasta saataisiin riittävän jämässä.

Rakenne jaettiin lohkoihin, kuten kuvasta 9 nähdään. Lohkojen väliin tulevat puupalkit palkkikengillä kiinnitettynä teräsrunkoon, kuten kuvasta 10 nähdään. Rakenteesta saatiin helposti toteutettava ja edullinen.



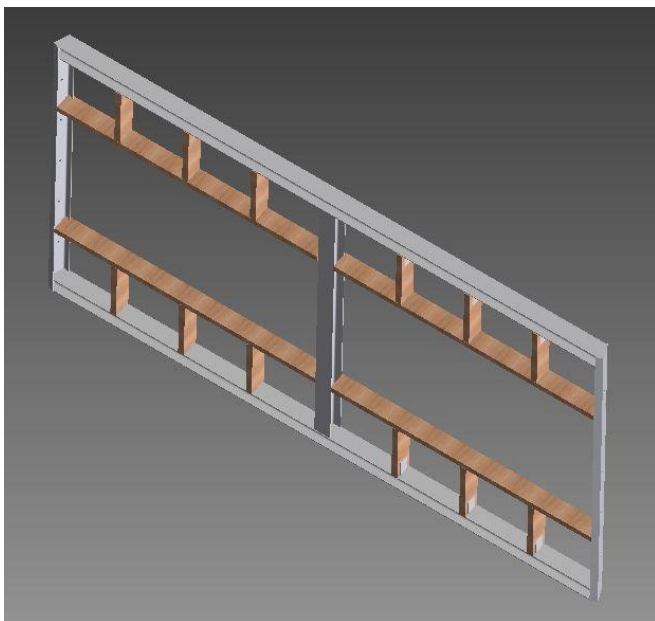
Kuva 9 Lattian runko



Kuva 10 Lattian kannatus

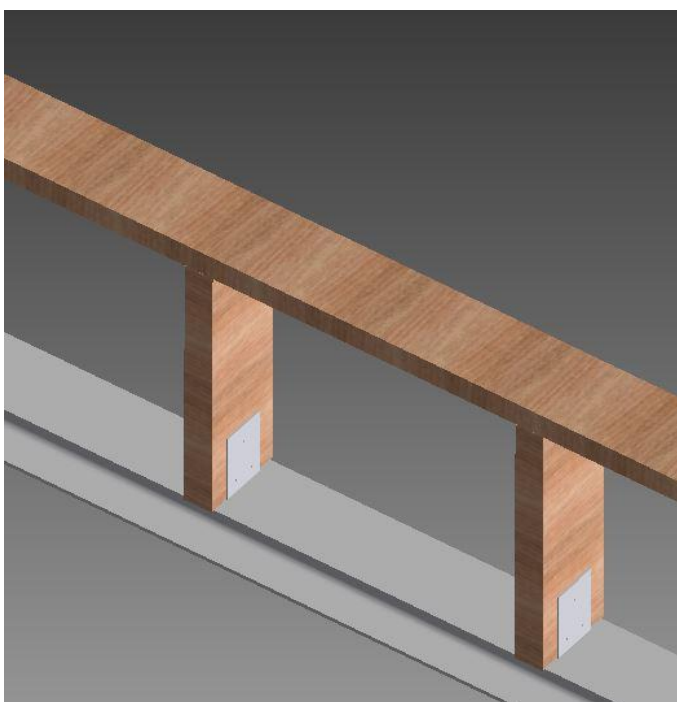
4.6 Seinät

Seinän toteutusta suunniteltiin aluksi putkipalkeista, mutta ongelmaksi tulisi kasaaminen paikanpäällä. Seinät pitäisi saada rakennettua elementeistä ja kasattua paikanpäällä ruuviliitoksilla. Lisäksi seinät tulisi olla helposti jatkorakennettavissa, joten päädyimme HEA-palkista tehtyyn seinäelementtiin, kuten kuvasta 11 nähdään.



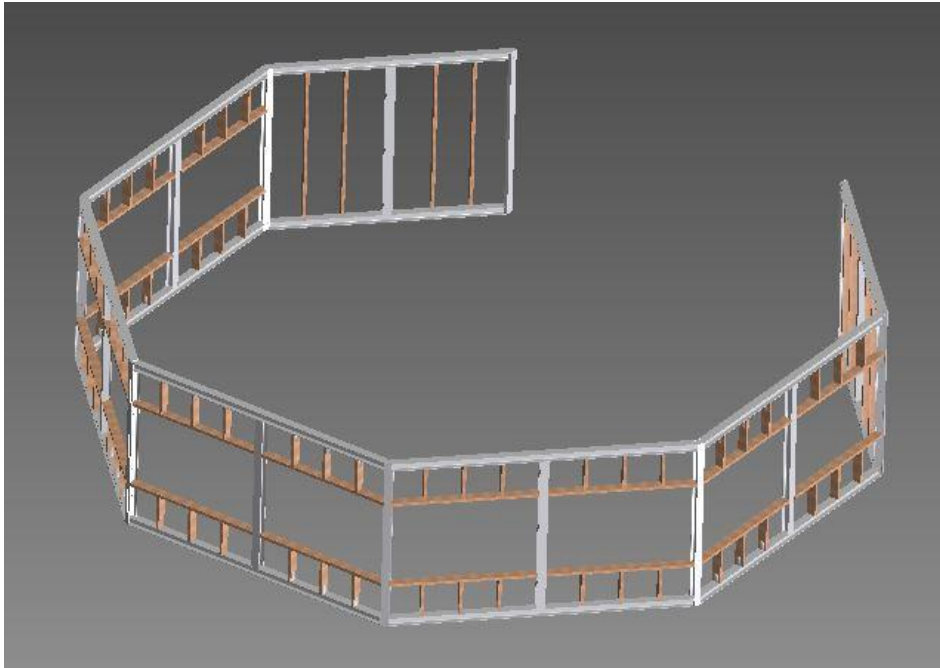
Kuva 11 Seinäelementti

Teräksiseen elementtiin hitsataan naulauslevyt ja niihin kiinnitetään pystypuut, johon kannatetaan ikkunat ja ulko- sekä sisävuoraus, kuten kuvassa 12 näemme.



Kuva 12 Naulauslevyt seinäelementissä

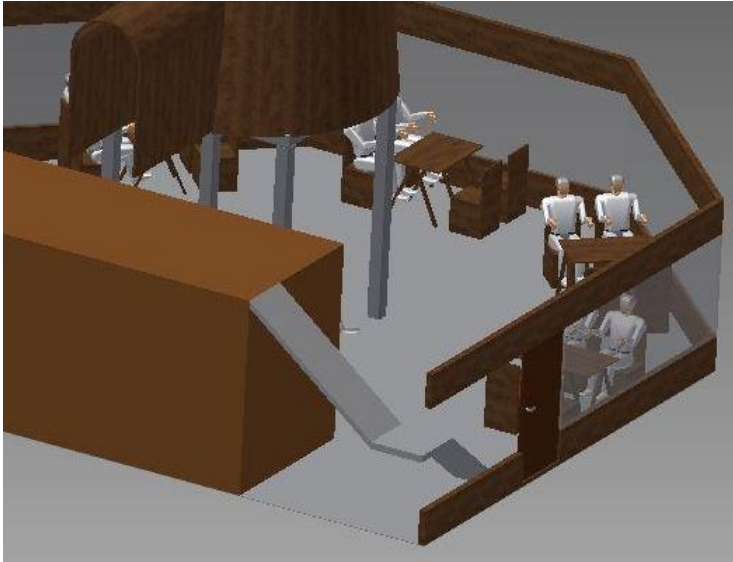
Seinäelementit yhdistetään sitten toisiinsa ja rakenteesta tulee todella jäykkä, kuten kuvasta 13 nähdään. Seinäelementtien toisiinsa liittämisen jälkeen voidaan alkaa rakentamaan ulkoverhousta ja sisäverhousta. Seinän sisään on varattu 100mm tila lämpöeristykseen. Ongelmana on, että teräspalkit eivät eristä lämpöä ja ne hohkaavat kylmää sisälle jonkin verran, mutta tilasta ei ole tarkoituskaan tehdä täysin lämpöeristettyä.



Kuva 13 Seinäelementit yhdistettynä toisiinsa

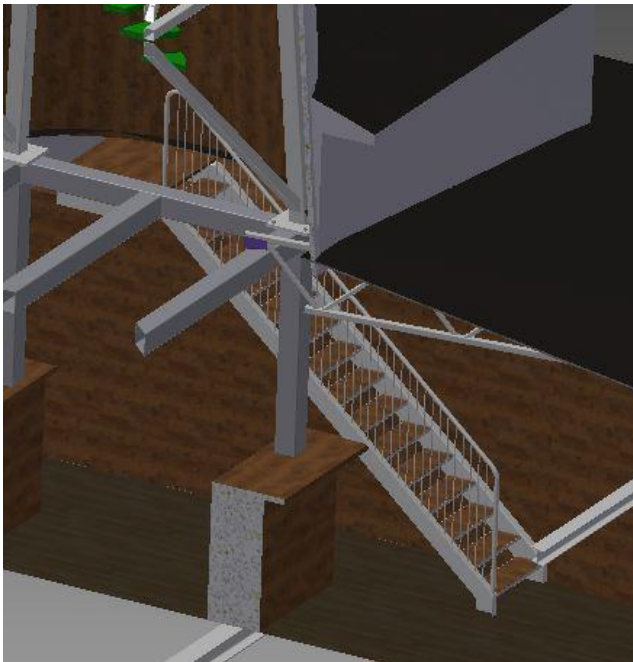
4.7 Portaat

Portaita suunniteltaessa mietittiin monia eri mahdollisuuksia portaiden sijoittamiseen. Baaritiskin sijoituksessa keskelle ei jäänyt montakaan mahdollisuutta portaiden sijoitukselle. Aluksi suunniteltiin, että portaat voisivat nousta ulko-oven vasemmalta puolelta yhdellä välitasolla ylös, kuten kuvassa 14 harmaalla näkyvä luiska. Sitten tunnelia pitkin pääsisi majakkatorniin. Ongelmaksi olisi kuitenkin muodostanut portaiden läpivienti kattoon, sekä lumen kerääntyminen kyseessä olevaan kohtaan.



Kuva 14 Portaiden ensimmäinen luonnos

Kuvan 14 portaiden sijoitus hylättiin ja suunniteltiin uutta portaiden sijoitusta. Päädettiin siihen, että portaat nousisivat myyntikojun ja majakan teräsrungon välistä sopivalla kaltevuuskulmalla ylös. Taas tuli vastaan ongelma portaiden läpiviennistä katon läpi. Sitä suunniteltiin pitkään ja tuli idea, että laitetaan toimistotila vanhan myyntikojun katon alle ja toimistotila toimisi samalla läpivientinä portaille. Ideaa alettiin kehittää ja päätettiin kuvan 15 ratkaisuun.



Kuva 15 Portaiden nykyinen sijoitus

5 SUUNNITTELUKITEORIA

5.1 Tuulikuormitukset

5.1.1 Tuulen nopeusprofiili

Standardin EN 1991-1-4 (eurokoodi) mukaan tuulikuormien perusarvot määritellään tuulennopeuden ja nopeuspaineen perusarvoista. Manneralueilla perustuulennopeus on 21 m/s ja merialueilla sekä tuntureilla 22 m/s. Ne ovat ominaisarvoja, mutta niiden vuotuinen ylittymistodennäköisyys on hyvin pieni 0,02 luokkaa, joten keskimääräinen ylittymistodennäköisyys on 50 vuoden välein. Jos kuitenkin halutaan määrittellä tuulennopeus tarkasti, niin se syntyy tuulen modifioimattoman perusarvon, vuodenaikakertoimen ja tuulensuuntakertoimen tulona. (EN 1991-1-4, hakupäivä 1.4.2013)

5.1.2 Tuulikuormitusten mitoitus

Tuulikuormitukset määritellään staattisiksi yleisimmissä tilanteissa, mutta hoikissa rakenteissa, kuten mastot, piiput jne. tarkastellaan myös tuulen dynaaminen kuormitusvaikutus. Lisäksi, jos rakenne on huomattavasti muita vieressä olevia rakennuksia korkeampi, saattaa tuulenpaine olla paikoittain suurempi ja se täytyy käsitellä erikseen.

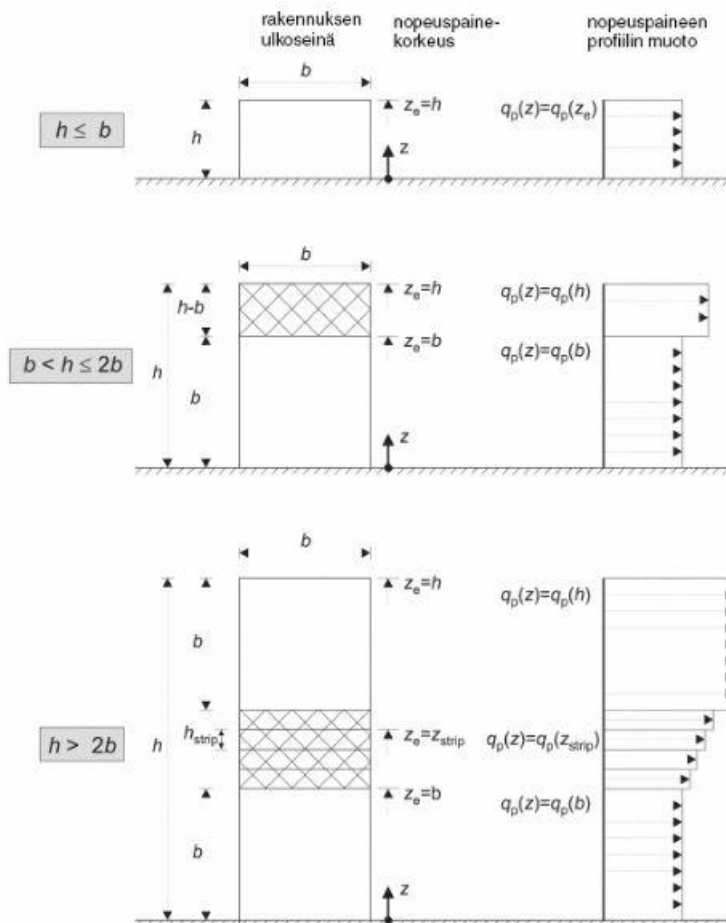
Tuulikuormien mitoituksessa pitää ottaa myös huomioon mahdollisten ikkunoiden ja ovien aukiolo myrskyllä. Tällainen tilanne saattaa syntyä rakennusvaiheessa, kun ikkunoita ja ovia ei ole vielä asennettu.

Standardi EN 1991-1-4 ottaa huomioon rakennuksen korkeuden ja muotosuhteen lisäksi myös maastoluokan, sekä tietysti ominaistuulennopeuden. Standardista löytyy paljon lisätietoa myös muunlaisiin tuulikuormituksiin. Taulukossa 1 on esitetty maastoluokkia ja kaavaan sijoitettavia arvoja eri maastoluokille.

Taulukko 1 Maastoluokan määrittäminen

Maastoluokka	k_r	z_0 (m)	z_{\min} (m)
0 – Avomeri tai merelle avoin rannikko (kerroin k_r : NA:n mukaan)	0.18	0.003	1
I – Järvet tai tasanko, jolla on enintään vähäistä kasvillisuutta eikä tuuliesteitä	0.17	0.01	1
II – Alueet, joilla on matalaa heinää tai siihen verrattavaa kasvillisuutta ja erillisiä esteitä (puita, rakennuksia), joiden etäisyys toisistaan on vähintään 20 kertaa esteen korkeus	0.19	0.05	2
III – Alueet, joilla on säännöllinen kasvipeite tai rakennuksia tai erillisiä tuuliesteitä, joiden keskinäinen etäisyys on enintään 20 kertaa esteen korkeus (kuten kylät, esikaupunkialueet, pysyvä metsä)	0.22	0.3	5
IV – Alueet, joiden pinta-alasta vähintään 15% on rakennusten peitossa ja niiden keskimääräinen korkeus ylittää 15 m	0.24	1.0	10

Tuulikuorman referenssikorkeus pitää myös määrittellä, jotta päästään laskuissa oikeaan tulokseen. Kuvassa 16 on hyvin esitetty erilaisia rakennuksen sivuprofiileja, joita voi maltillisesti soveltaa erilaisiin rakennuksiin. z_{\min} riippuu rakennuksen korkeuden ja leveyden suhteesta.



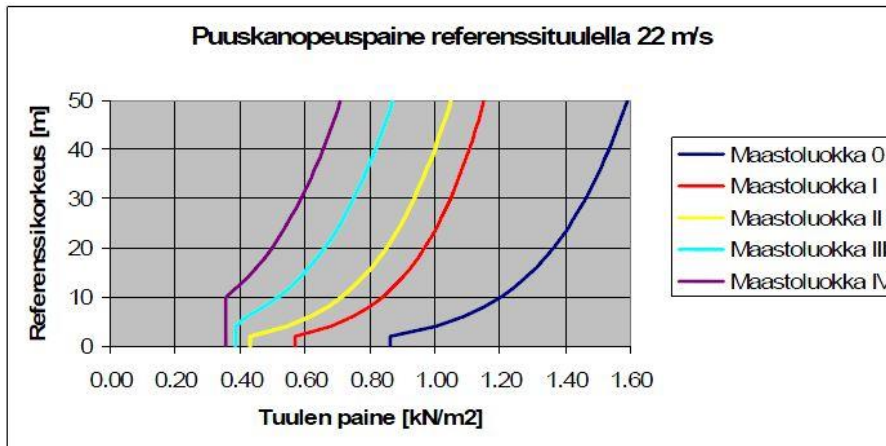
Kuva 16 Rakennuksen leveyden ja korkeuden suhde (EN 1991-1-4)

Kuvasta 16 siis huomataan, että jos rakennus on leveämpi kuin korkeus, niin tuulenpaine on tasainen koko korkeuden (Z) matkalla. Z_{min} on rakennuksen korkein kohta.

Laskennan tueksi on myös graafisia kuvaajia, joista voidaan vielä tarkistaa, että on päästy oikealle alueelle lopputuloksessa, kuten taulukossa 2 on esitetty.

(EN 1991-1-4, hakupäivä 1.4.2013)

Taulukko 2 Puuskanopeuspaineen ominaisarvot eri maastoluokissa (EN 1991-1-4)



5.2 Lumikuormitukset

Lumikuorma lasketaan mitattujen vuotuisten enimmäisarvojen perusteella. Tässä kannattaa huomioida, että lumikuormien kertoimet ovat muuttuneet huomattavasti vuoden 1998 jälkeen. Lumikuormitusten laskennassa on otettava huomioon myös kinostuminen tiettyihin paikkoihin rakennetta. Ne täytyy arvioida aina tapauskohtaisesti, mutta muutamia malleja on olemassa kuten kuvassa 19. Myös erikorkuisilta kattotasanteilta mahdollisesti putoavan lumen dynaaminen vaikutus tulee ottaa huomioon. (RIL 205-1-2009 liite B, hakupäivä 1.4.2013)

5.2.1 Katon kaltevuus

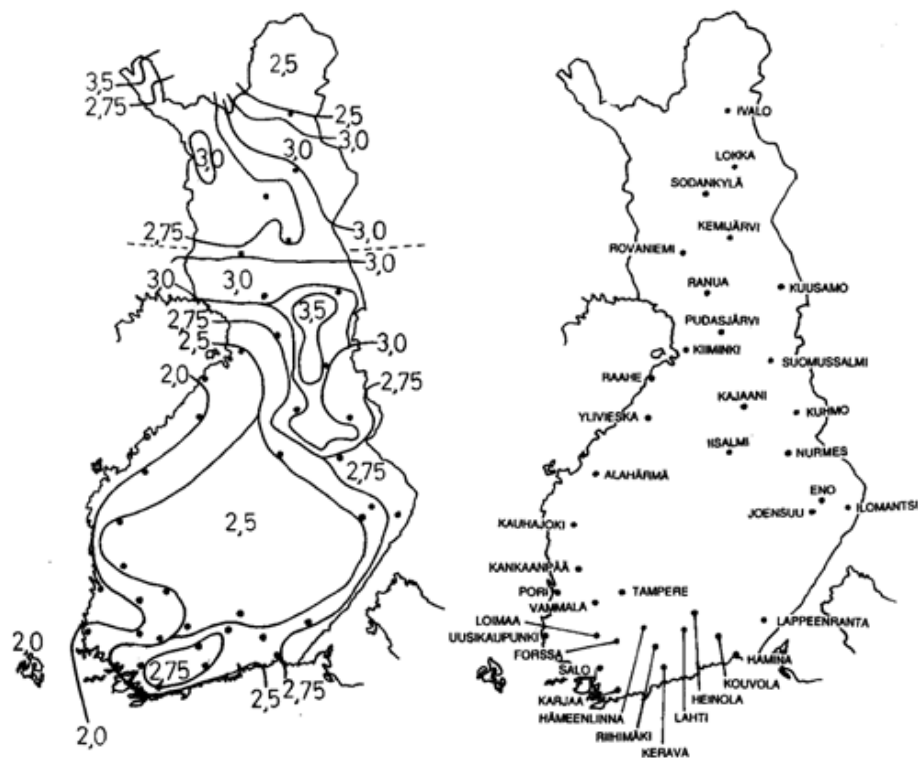
Katon kaltevuus vaikuttaa myös vähentävästi lumikuormiin.

Kaltevuuden ollessa 30-70 asteen välillä, voidaan kuormaa vähentää 0-100% välillä suoraviivaisesti. Kattorakenteen ollessa lämpöeristetty, eli katto pysyy kokoajan sulana, voidaan lumikuormaan tehdä vähennys arvioimalla. Kuitenkin niin, että lumikuorma on vähintään 0,4 kN/m².

SFS 2513 antaa vesikaton standardikaltevuuksille yleisesti käytössä olevat kaltevuudet, kuten kohdassa 5.3 esitetään. Jos rakenne on kaikista suunnista tuulelle alttiina, niin voidaan lumikuormiin tehdä 25 %:n vähennys, mikäli rakennuksen korkeus on vähintään 20 m ja eikä se sisällä kinostavia seinämiä ja mahdollisia kaiteita.

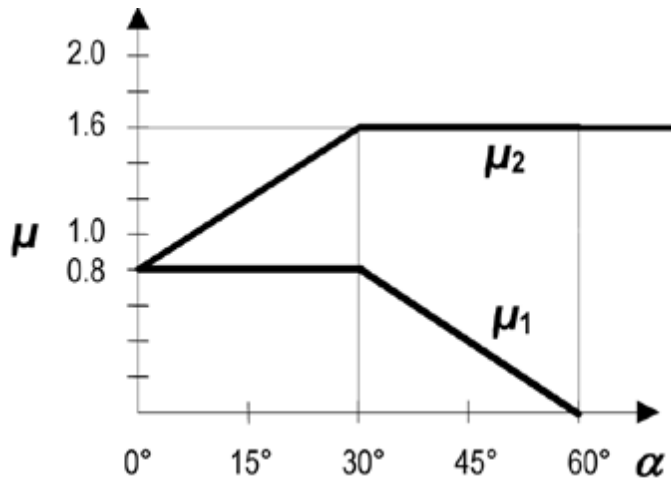
5.2.2 Kuormitus

Standardin RIL 205-1-2009 liite B:n mukaan lumikuormitukselle annetaan perusarvo graafisesti ilman vähennyksiä 3 kN/m^2 Kemin kohdalle, kuten kuvasta 17 voidaan nähdä. Tässä täytyy huomata, että arvo on muuttunut vuoden 1998 standardista jonkin verran. Vuonna 1998 arvo oli $2,2 \text{ kN/m}^2$



Kuva 17 Maanpinnan lumikuorman ominaisarvot Suomessa (RIL 205-1-2009 liite B)

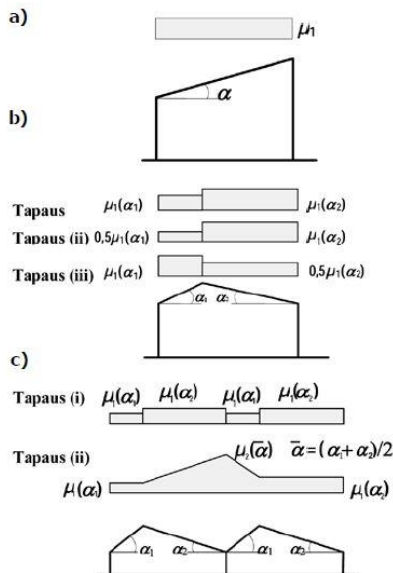
Arvo kerrotaan lumikuorman muotokertoimella, kuten kuvasta 18 nähdään, riippuen siitä onko rakenteessa kinostumisalttiita kohtia. (RIL 205-1-2009 liite B, hakupäivä 1.4.2013)



Kuva 18 Lumikuorman muotokertoimet (RIL 205-1-2009 liite B)

μ_1 on kerroin kaltevalle katolle ja vaikuttaa lumikuormaan pienentävästi kaltevuuden ollessa suurempi kuin 30 astetta ja kun ei käytetä lumiesteitä tai liukumisesteitä.

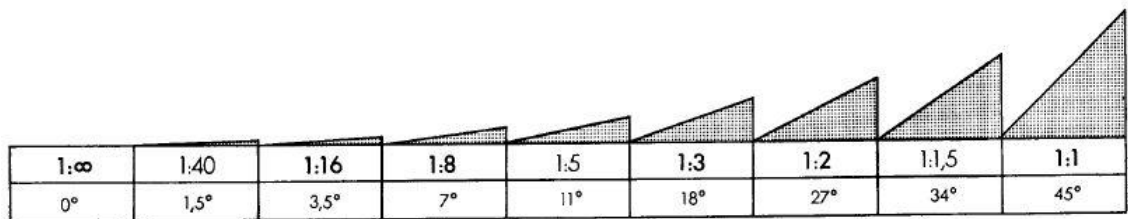
μ_2 on puolestaan kinostumista kuvaava kerroin. Se kuvaa katolla olevia tasoeroja ja ulkonemia. Kuvassa 19 on esitetty erilaisia lumikuorman muotokertoimia: a) pulpetti-katto b) harjakatto c) sahakatto. (RIL 205-1-2009 liite B, hakupäivä 1.4.2013)



Kuva 19 Kattojen lumikuorman muotokertoimia (RIL 205-1-2009 liite B)

5.3 Vesikaton kaltevuus

Standardi SFS 2513 ilmoitetaan hyvin yksiselitteisesti yleisesti käytetyt kattokaltevuudet ja ilmoittaa ne suhdelukuna, kuten kuvasta 20 nähdään. Standardissa ei sanota, että mikä kaltevuus sopii millekin kattomateriaalille. Huomiona mainittakoon, että palahuopa ei sovi alle 1:5 kaltevuudelle, sen alle olevilla kaltevuuksilla on käytettävä tiivis- saumakatetta. (SFS 2513, hakupäivä 1.4.2013)



Kuva 20 Kattokaltevuudet (SFS 2513)

5.4 Hyötykuormat

Hyötykuormia ovat oleskelukuorma, kokoontumiskuorma, tungoskuorma ja tavara- kuorma, jotka voivat vaikuttaa pinta-, piste- ja viivakuormina, kuten taulukosta 3 nähdään. Hyötykuormat vaikuttavat sen jälkeen kun rakennus on otettu tarkoituksen mukai- seen käyttöön. Rakentamisaikana rakenteille tulevat kuormat otetaan myös huomioon tässä.

Taulukko 3 Hyötykuormien vähimmäisarvoja (RakMk B1 1998)

Kuormaryhmä	Kuorman vaikutustapa			Kaiteiden, seinien ja vastaavien rakenteiden vaakakuormat	
	Pinta- kuorma q_k kN/m ²	Piste- kuorma ¹⁾ F_k kN	Pinta- kuorman liikkuva osa %	Piste- kuorma F_k kN	Viiva- kuorma q_k kN/m
	1	2	3	4	5
Oleskelukuorma I	1,5 ²⁾	1,5	70	0,3 ⁴⁾	0,4
Oleskelukuorma II	2,0 ²⁾	1,5	70	0,3 ⁴⁾	0,4
Oleskelutilojen portaat ja käytävät	2,5 ³⁾	2,0	100	0,3 ⁴⁾	0,4
Kokoontumiskuorma	2,5	1,5	70	0,3 ⁴⁾	0,4
Kokoontumistilojen portaat ja käytävät	4,0 ³⁾	2,0	100	0,3 ⁴⁾	0,4
Tungoskuorma	4,0	2,0	100	0,3 ⁴⁾	1,5
Tavarakuorma:					
Varasto- ja tuotantotilat	5,0	20	100	– ⁵⁾	
Henkilöautojen suojat ja paikoitus- tasot, ajoneuvon kokonaispaino < 2 000 kg	2,5	10 ⁶⁾ 7)	100	5 ⁸⁾	
Muut autosuojat ja paikoitustasot, ajoneuvon kokonaispaino < 4 500 kg	5,0	20 ⁶⁾	100	10 ⁸⁾	
Katto- ja välitasot, ajoneuvon kokonaispaino < 15 000 kg	10,0	50 ⁶⁾ 9)	100	25	

Liikennetilat, missä kuormia ei ole lainkaan rajoitettu, suunnitellaan asianomaisten viranomaisten antamien ohjeiden ja liikenneasetuksen suurimpien sallittujen kuormien mukaan.

5.4.1 Oleskelukuorma I

Oleskelukuormaa esiintyy tiloissa, joiden käyttö edellyttää asumista tai asumiseen verrattavaa käyttötapaa. Tällaisia tiloja ovat esimerkiksi asunnot, sairaaloiden potilashuoneet ja kaikki joissa oleskellaan pitempi aika.

5.4.2 Oleskelukuorma II

Oleskelukuormaa esiintyy toimistohuoneissa, luokkatiloissa ja käyttötarkoitukseltaan näihin verrattavissa tiloissa.

5.4.3 Kokoontumiskuorma

Kokoontumiskuormaa esiintyy tiloissa, joiden käyttö edellyttää kokoontumisia, muttei tungosta. Tällaisia tiloja ovat esimerkiksi kokoushuoneet ja luentosalit.

5.4.4 Tungoskuorma

Tungoskuormaa esiintyy tiloissa, joissa kokoontumisen ohella saattaa esiintyä tungosta. Tällaisia tiloja ovat esimerkiksi myymälät, voimistelu- ja juhlasalit, urheilukenttien katsomot ja näihin verrattavat tilat. Tungoskuorman katsotaan esiintyvän myös kaikilla parvekkeilla, lukuun ottamatta oleskelukuorma I:n ja II:n tiloihin liittyviä parvekkeita.

5.4.5 Tavarakuorma

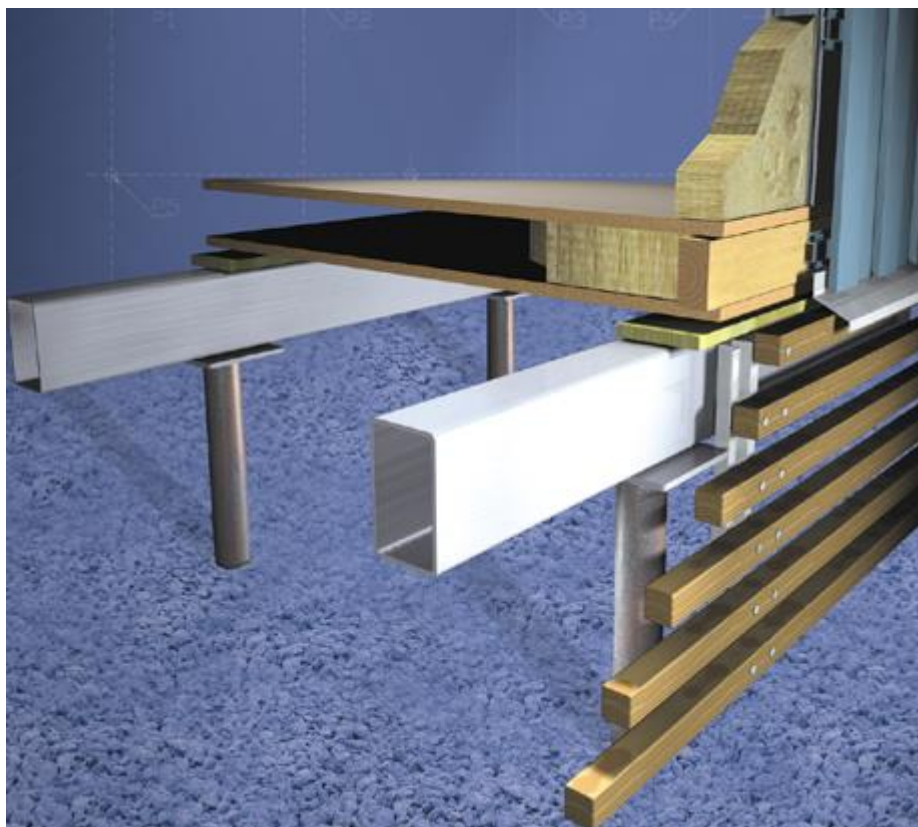
Tavarakuormaa esiintyy tiloissa, joissa varastoidaan suuria määriä tavaraa, tuotantotilat ja suuret liiketilat. Koneiden ja laitteiden aiheuttamat dynaamiset vaikutukset on otettava huomioon erikseen. (RakMk B1 1998, hakupäivä 1.4.2013)

5.5 Perustukset

Pohjarakennesuunnitteluun sisältyvät yleensä geotekninen suunnittelu ja pohjarakenteiden rakennesuunnittelu. Näissä on esitettävä, miten suunnitellut rakennukset ja rakenteet on täytettävä niille maankäyttö- ja rakennuslaissa ja sen nojalla annetut säännökset. Nyt ei kuitenkaan mennä varsinaiseen geotekniseen suunnitteluun, vaan käydään läpi paaluperustusten suunnittelun pääkohdat.

5.5.1 Paaluperustukset

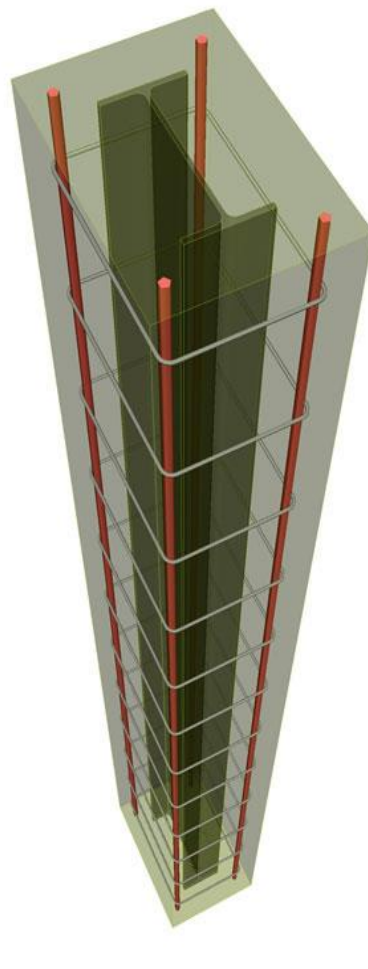
Paaluperustuksiin päädytään yleensä silloin kun rakennuksen perustus maanvaraansa ei ole mahdollista perustusten kuormitusten aiheuttamien painumien, siirtymien tai kiertymien takia. Hienorakeiset maakerrokset painuvat pitkäaikaisen kuormituksen vaikutuksesta, jolloin rakennukset ja rakenteet perustetaan näillä alueilla yleensä paalujen varaan. Paaluperustukset voivat olla joissakin tilanteissa myös halvempi vaihtoehto kuin muut perustustyyppit tai kun rakennus on tyypiltään sellainen, että muita järkeviä tapoja perustuksiin ei ole. Paaluja on neljää eri tyyppiä, raudoitettu teräsbetonirakenne (kuva 21), liittorakenne (kuva 23), teräsrakenne (kuva 21) tai puurakenne. (RakMk B3 2004, hakupäivä 1.4.2013)



Kuva 21 Teräspaaluperustuksen esimerkkikuva (Rakentaja internetsivut, Hakupäivä 22.3.2013)



Kuva 22 Raudoitettu betonipaaluperustus (Rakentaja internetsivut, Hakupäivä 22.3.2013)



Kuva 23 Liittorakennepaalu (Rakentaja internetsivut, Hakupäivä 22.3.2013)

5.5.2 Pohjatutkimus

Paaluperustusten suunnittelua varten on tehtävä maaperän pohjatutkimus. Maaperän pohjatutkimus on tehtävä paalujen tavoitetason alapuolelle sellaisin menetelmin, että paalujen toimintatapa ja geodeettiset mittausarvot voidaan luotettavasti määrittää. Tutkimuksessa mitataan maan ainestyyppi, tiiveys ja muut seikat, jotka vaikuttavat paalun kantokykyyn. (RakMk B3 2004, hakupäivä 1.4.2013)

5.5.3 Suunnittelu

Paalun kantavuus on määritettävä siten, että paalumateriaalin lujuus ja jäykkyys sekä maapohjan ominaisuudet huomioon ottaen paalut kantavat esiintyvät kuormitukset riittävällä varmuudella. Perustukset on myös suunniteltava siten, että perustusten painumerot eivät aiheuta rakenteisiin haitallisia jännityksiä. Seuraavassa on RakMk B3 2004 pohjarakenteetstandardista kuva 24, jossa on varmuuskertoimia erilaisiin kohteisiin. (RakMk B3 2004)

Kohde	Varmuusluku
Rakennuspohjan alueellinen sortuma	1,8
Rakennuspohjan alueellinen sortuma piha-, puisto- ja virkistysalueilla, joilla ei ole asumiseen tai työntekemiseen tarkoitettuja rakennuksia tai vaativia rakenteita	1,5
Maanvaraisen perustuksen kantokyky	2,0
Paalun kantokyky	2,2
Maanvaraisen perustuksen tai paalun kantokyky luotettavin koemenetelmin varmennettuna kokeellisen mitoituksen perusteella	1,6
Maata tai pohjarakenteita tukevan pysyvän rakenteen sortuma	1,8
Rakennusaikaisen kaivannon liukusortuma ja pohjannousu sekä tukirakenteen sortuma silloin, kun mahdollisen sortuman vaikutusalueella on muita kuin työnaikaisia rakenteita	1,8
Rakennusaikaisen kaivannon liukusortuma ja pohjannousu sekä tukirakenteen sortuma	1,5
Vedennoste	1,2

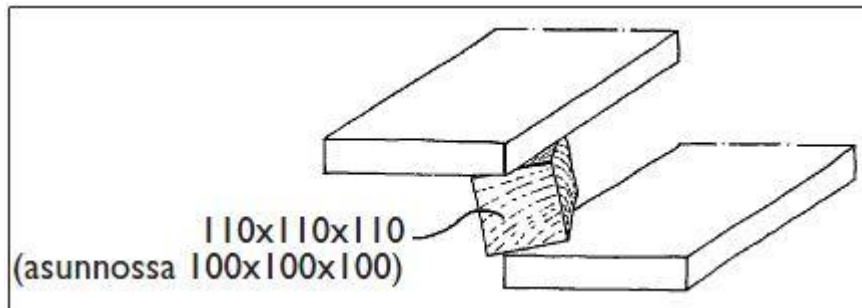
Kuva 24 Pohjarakenteiden osavarmuuskertoimia (RakMk B3 2004)

5.6 Portaat

Portaita suunniteltaessa tulee kiinnittää huomiota moniin eri asioihin, jotta portaista saadaan hyväkulkuiset ja käyttäjälle miellyttävät.

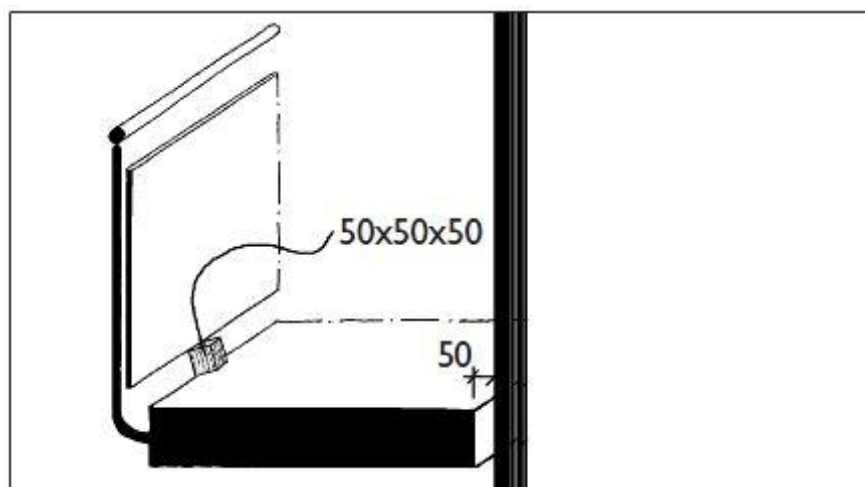
5.6.1 Porras

Julkisissa tiloissa erityistä huomiota tulee kiinnittää portaiden turvallisuuteen, varsinkin sellaisissa paikoissa, joihin on lapsilla pääsy. Portaiden askelmien ja etenemän suhde tulee olla sallituissa rajoissa, mutta kuitenkin niin, että portaiden avoaskelmien välistä ei saa mahtua särmältään yli 110 mm:n mittainen kuutio läpi, kuten kuvassa 25 on esitetty.



Kuva 25 Avoportaiden suurin sallittu askelmien vapaaväli (RakMk F2 2001)

Porrassyöksyn ja välitasanteen sivupinnan sekä seinän välistä ei saa mahtua läpi särmältään yli 50 mm:n mittainen kuutio, kuten kuvasta 26 nähdään. Suurempi aukko edellyttää kaidetta tai suojarakennetta. Jos portaiden pinta on liukas tai olosuhteet tekevät portaan pinnasta liukkaaksi, tulee portaiden etureunassa käyttää liukastumista estävää liukestettä.



Kuva 26 Kaiteen ja tasanteen suurin sallittu vapaaväli (RakMk F2 2001)

Portaan askelman ja etenemän suhde tulee valita siten, että porras on käyttötarkoitukseltaan helppokulkuinen. Normaaliin askelrytmiin sopiva mitoitus sisäportaissa saadaan kaavasta $2n + e = 630$ mm, jossa n on askelman nousu ja e on etenemä. Kaavan luku voi olla suurempi, mutta ei kuitenkaan yli 660 mm. Taulukossa 4 on esitetty hyvin suositeltavat mitat nousulle ja etenemälle. (RakMk F2 2001, hakupäivä 1.4.2013)

Taulukko 4 Portaiden nousu ja etenemä (RakMk F2 2001)

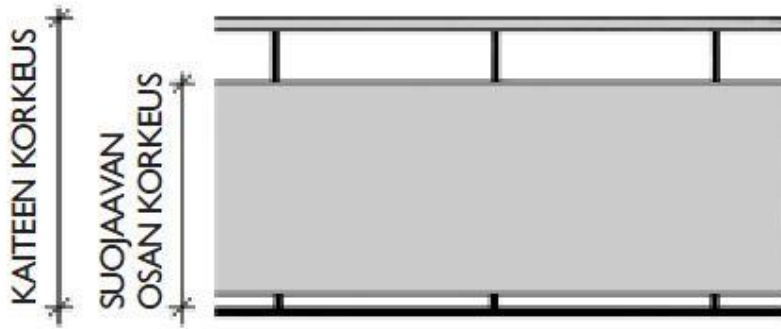
NOUSU JA ETENEMÄ (mm)		
	Nousu	Etenemä
Asuinhuoneesta toiseen kulkua välittävä porras	≤ 190	≥ 250
Muiden varsinaisten käyttötilojen sisäporras yleensä	≤ 180	≥ 270
Kokoontumistilan porras	≤ 160	≥ 300
Katettu tai lämmitetty ulkoporras	≤ 160	≥ 300
Kattamaton ulkoporras	≤ 130	≥ 390

5.6.2 Kaide

Kaide tulee rakentaa kun putoamiskorkeus ylittää 500 mm ja putoamisen tai harhaan astumisen vaara on olemassa. Kaidetta on kahta erilaista tyyppiä, avokaide ja suojakaide. Avokaiteessa on yleensä yksi poikkikaide maksimissaan 500 mm korkeudella yläkaiteesta. Avokaiteita käytetään paljon teollisuudessa.

Suojakaide on rakenteeltaan sellainen, että kaiteen suojaavan osan tulee ulottua vähintään 700 mm:n korkeudelle tasanteen tai askelman pinnasta. Siinä ei myöskään saa olla vaakasuoria rakenteita tai kuvioita, jotka tekevät kiipeilyn mahdolliseksi.

Avokaidetta voidaan käyttää kohteissa, mihin ei ole lapsille pääsyä tai ei ole putoamisvaaraa. Muutoin on käytettävä suojakaidetta. Kuvasta 27 nähdään millainen suojakaide on malliltaan. Erityisesti parvekkeilla ja näköalatasanteilla suositellaan, että kaiteen suojaava osa on läpinäkyvä tai siinä on muutoin matalalla sijaitsevia kurkistusaukkoja, erityisesti lapsia ajatellen. (RakMk F2 2001, hakupäivä 1.4.2013)



Kuva 27 Suojakaiteen mitat (RakMk F2 2001)

Taulukossa 5 on esitelty kaiteen vähimmäiskorkeuksia ja suojaavan osan korkeudet putoamiskorkeuden kanssa.

Taulukko 5 Kaiteen- ja suojaavanosan vähimmäiskorkeudet (RakMk F2 2001)

KAITEEN KORKEUS (mm)		
Putoamiskorkeus	Koko kaiteen korkeus	Suojaavan osan korkeus
Enintään 500	–	–
Yli 500, enintään 700	≥ 900	–
Yli 700, enintään 3000	≥ 900	≥ 700
Yli 3000, enintään 6000	≥ 1000	≥ 700
Yli 6000	≥ 1200	≥ 900
Putoamiskorkeudesta riippumatta		
Asunnon parveke ja terassi	≥ 1000	≥ 700
Istumakatsomon etureuna	≥ 700 + levitys *)	≥ 700

6 TERÄSRAKENTEET

6.1 Perustus

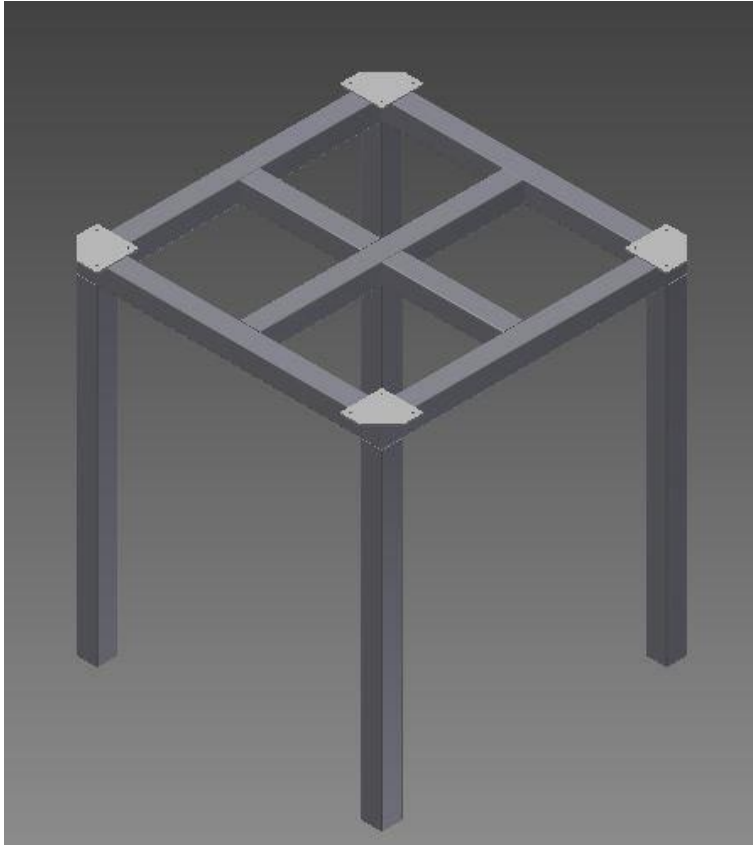
Perustukset toteutetaan itsekantavilla teräspaaluilla. Maahan painetaan teräspaalut noin. 6m syvyyteen ja ne katkaistaan sopivasta kohdasta poikki. Teräspaalut ovat joko pyöreää rakenneputkea tai neliön muotoista putkipalkkia. Päälle laitetaan pieni teräslaatta, johon päälle tulee varsinainen teräsrakenne. Raskaita teräspaaluja on majakkatornin perustukselle neljä kappaletta ja kevytpaaluja 6 kappaletta seinien tukemiseksi. Majakkatornin perustus muodostuu seinäelementeistä, jotka asetellaan teräspaalujen päälle ja ne yhdistetään majakkatorniin 200x100x5 putkipalkeilla, jotka toimivat samalla tukirunkona lattialle. Majakkatornin perustus hitsataan teräspaalujen kiinnityslevyihin asennettaessa, kuten kuvassa 28.



Kuva 28 Teräspaalun liitos lattiaarakenteeseen

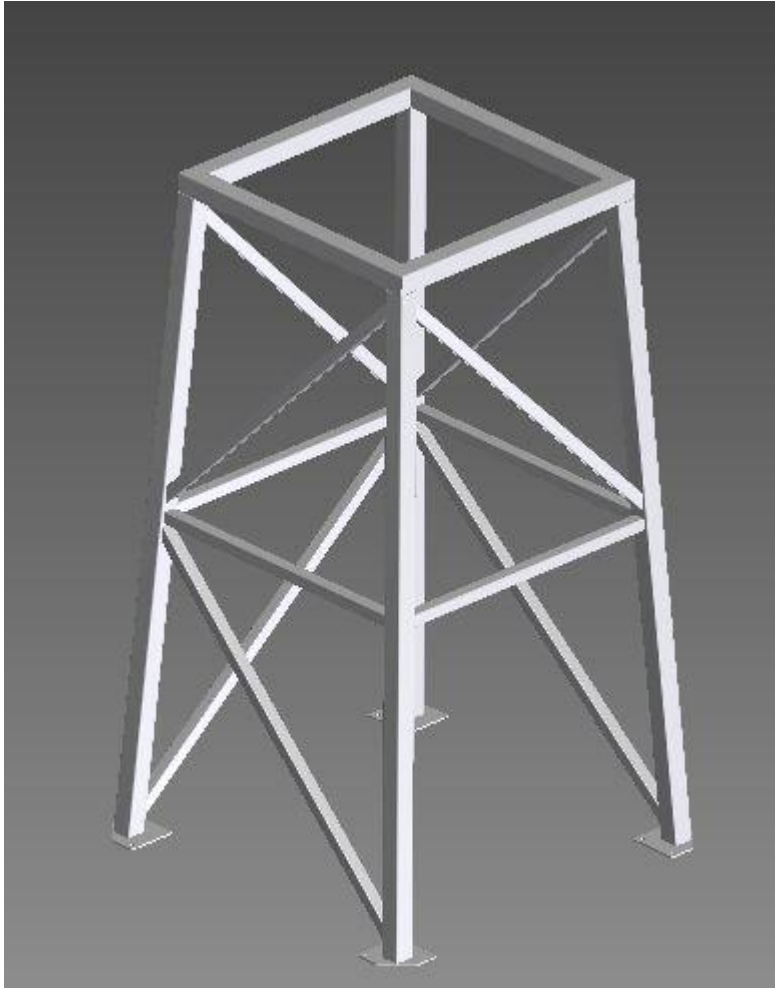
6.2 Majakkatorni

Majakkatornin alempi teräsrunko on 200x200x8 putkipalkkia, kuten kuvasta 29 nähdään. Sen äärimitat ovat, leveys ja pituus 2700 mm ja korkeus 3100 mm. Rungon keskeltä nousevat kierreportaat majakan näköalatasanteelle ja tukiputket keskellä ovat samaa materiaalia kuin muut runkoputket. Rungossa on lisäksi kiinnityslevyt ylemmälle teräsrungolle. Niin ikään teräslaatusena käytetään S355 rakenneterästä, sen hyvän lujuuden ja saatavuuden takia.



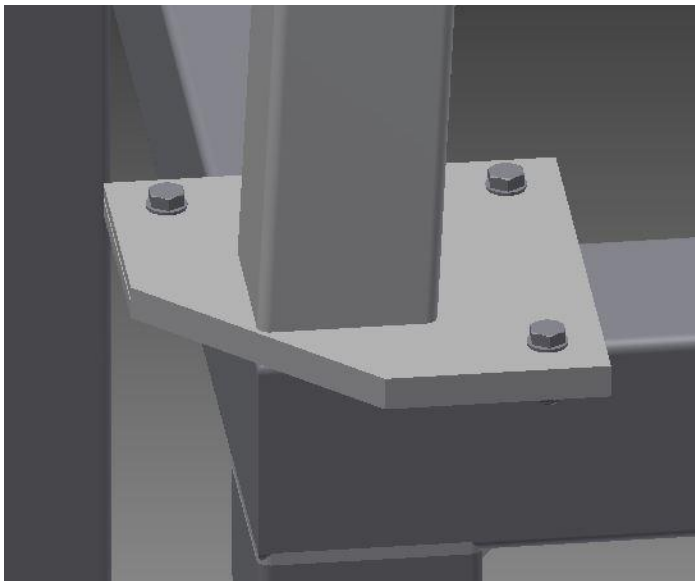
Kuva 29 Alempi teräsrunko

Ylempi runko on 160x160x6 putkipalkkia ja diagonaalit ovat 100x100x5 putkipalkkia, kuten kuvasta 30 nähdään. Runko on ylöspäin kapeneva, jotta majakan ulkovuorauksesta on helppo tehdä ylöspäin kapeneva. Yhdellä sivulla ei ole ollenkaan aladiagonaalia, koska siitä kohden mennään ylös meneviin portaisiin.



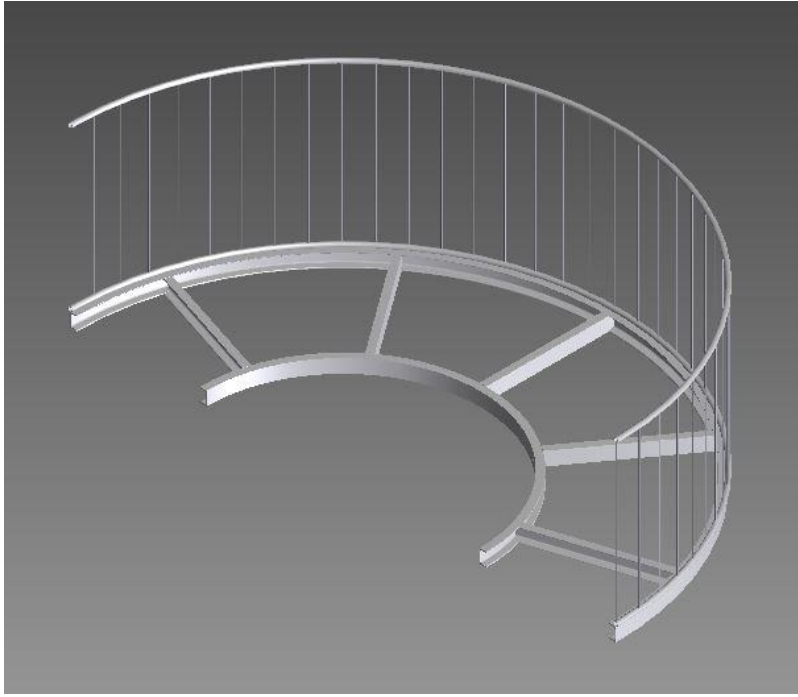
Kuva 30 Ylempi teräsrunko

Ylempi ja alempi runko liitetään toisiinsa M20 pulteilla, jotta rungot mahtuvat hyvin kuljetukseen, kuten kuvasta 31 nähdään.



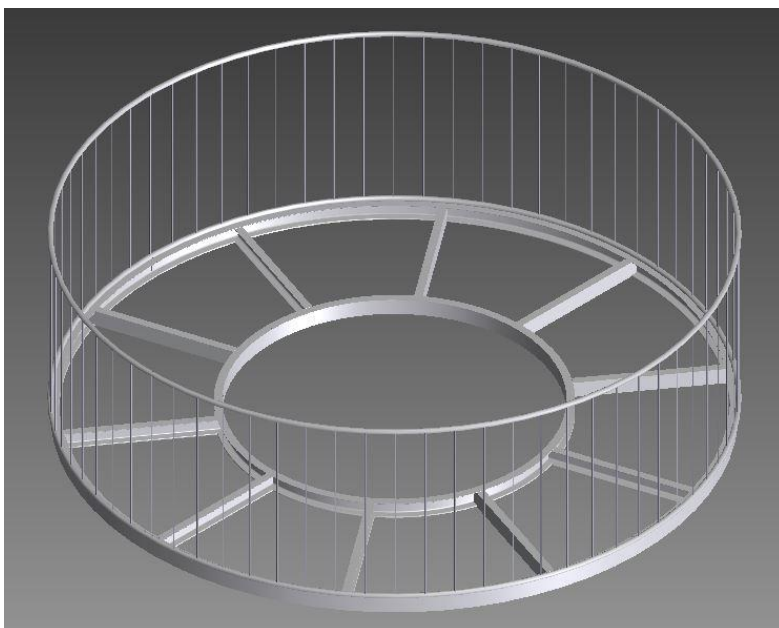
Kuva 31 Alemman- ja ylemmänrunгон ruuviliitos

Näköalatasanne koostuu U-100 palkista, joka on mankeloitu puolipyörän muotoiseksi kehäksi, kuten kuvasta 32 nähdään. Elementtejä on kaksi, jotka ovat hitsattu toisiinsa, kuten kuvasta 33 nähdään. Kaide on 1300 mm korkea ja se rakentuu 42,4 x 2,6 putkesta, sekä 12 mm välitangoista.



Kuva 32 Näköalatasanteenpuolikas

Näköalatasanteen puolikkaat hitsataan yhtenäiseksi kehäksi ja hitsataan sen jälkeen asennuksen yhteydessä ylempään teräsrunkoon, kuten kuvasta 34 nähdään.



Kuva 33 Kokonainen näköalatasanne

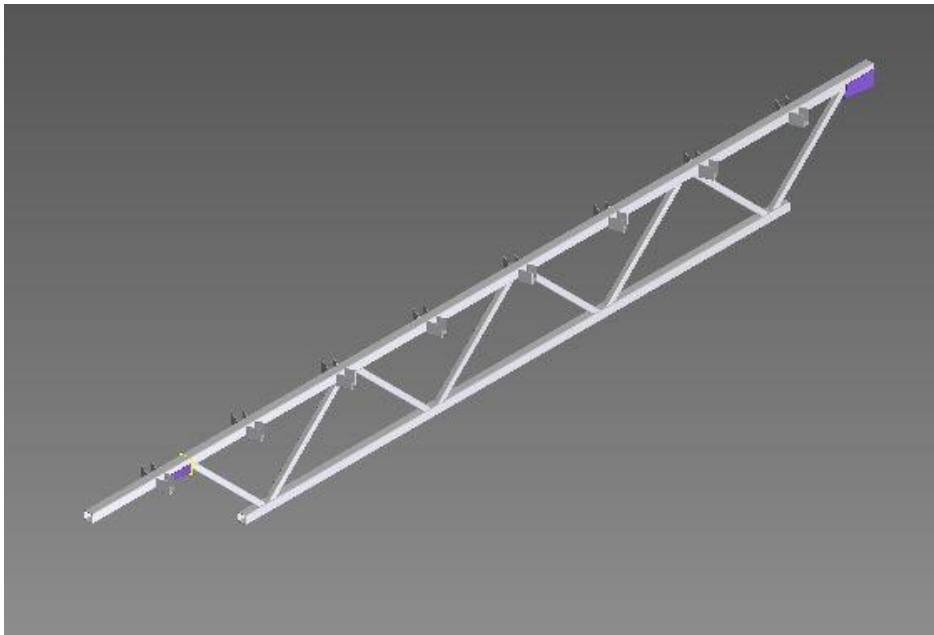
Kokonaisuudessaan majakkatornille kertyy korkeutta noin. 8 metriä maasta näköalatasanteelle mitattuna.



Kuva 34 Alempi- ja ylempi runko, sekä näköalatasanne yhdistettynä

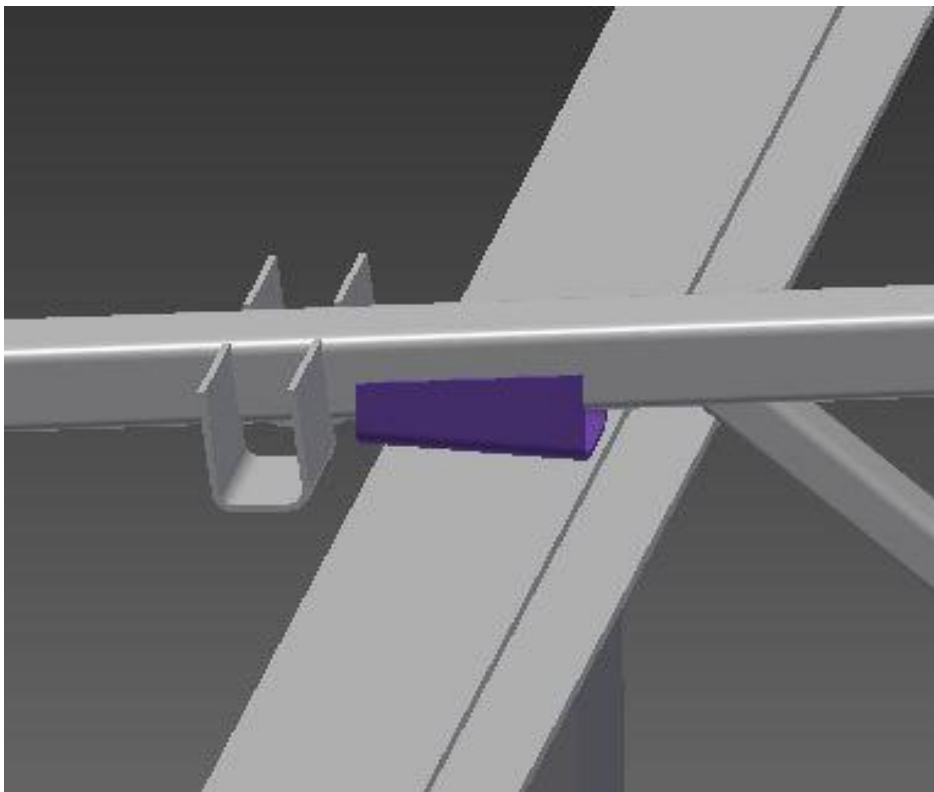
6.3 Kattoristikot

Kattoristikoiden ylä- ja alapaarre ovat 60x60x5 putkipalkista. Ylä- ja alapaarten toisiinsa sitovat diagonaalit ovat 40x40x4 putkipalkkia, kuten kuvasta 35 huomataan. Kattoristikoita on neljää erimittaista. Kattoristikot kannatetaan ulkoseinän päästä liukuvaksi ja majakkatornin päästä jäykäksi.



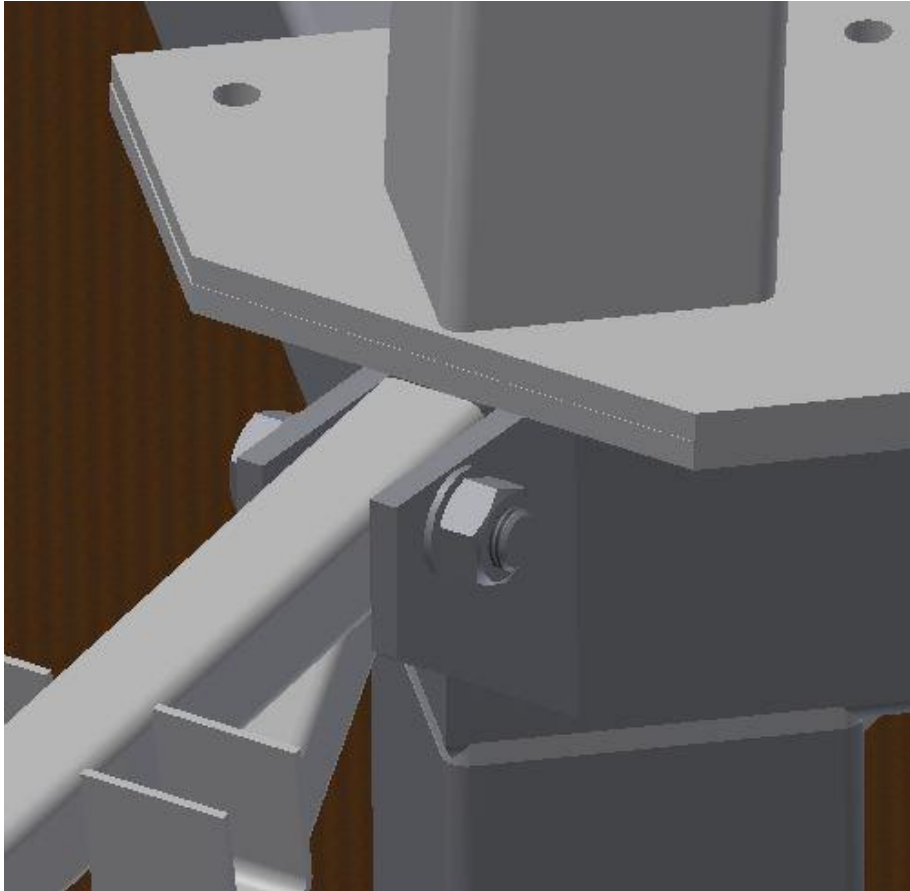
Kuva 35 Kattoristikko

Kannatusratkaisuja on kaksi erilaista, jotka poikkeavat toisistaan niin, että toinen on niin sanottu lepäävä kannatus ja toinen on leikkaava kannatus, jotka näkyvät kuvissa 36 ja 37



Kuva 36 Kattoristikon lepääväkannatus

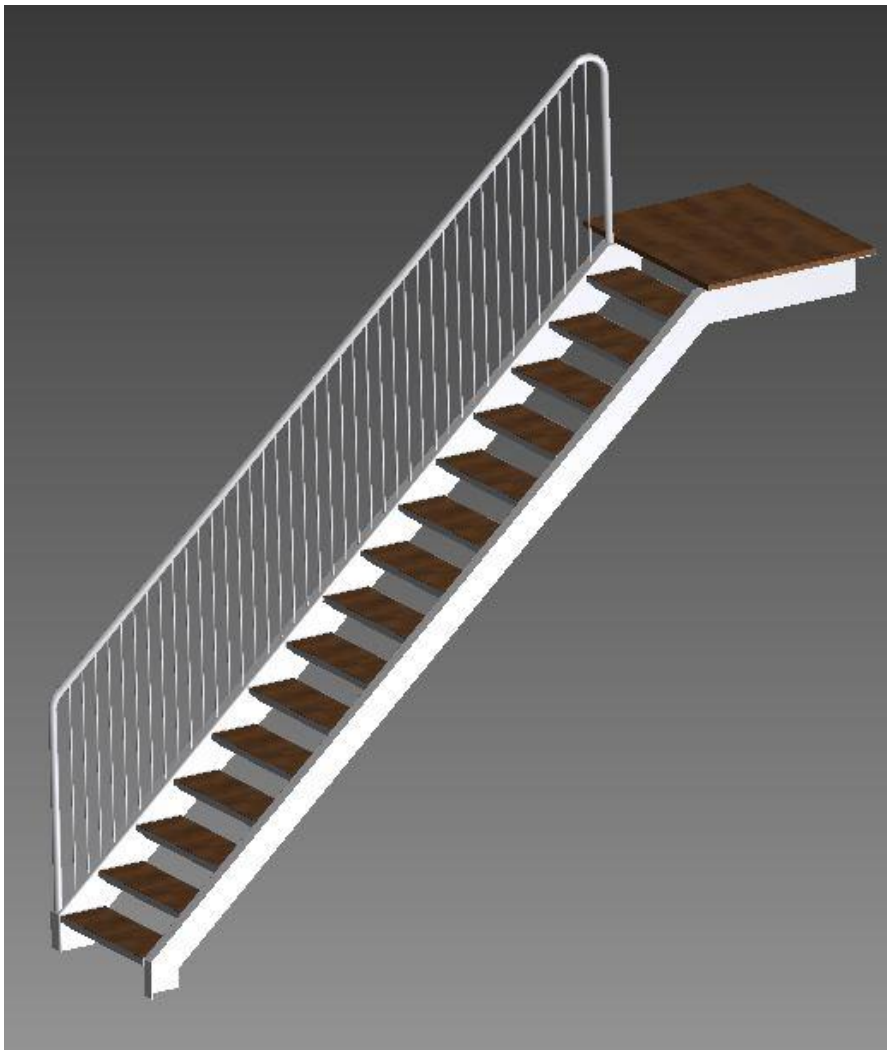
Lepäivät kannatukset tehdään 5mm vahvasta levystä kanttaamalla ja hitsaamalla ne sitten ristikkoon. Leikkaavat kannatukset majakkatornin kulmiin tehdään 15mm vahvasta levystä hitsaamalla ne majakkatornin runkoon ja pulttiliitoksella kattoristikkoon, kuten kuvassa 37 nähdään.



Kuva 37 Kattoristikon leikkaava kannatus

6.4 Portaat

Kahvilatasolta majakkatorniin nousevat portaat ovat rakenteeltaan hyvin yksinkertaiset. Portaiden runko tehdään taivutetusta 6mm vahvasta levystä ja askelmiksi laitetaan Finnritilän valmistamat valmisaskelmat. Normaalisti askelmat ovat ritilätyyppiset, mutta nyt ritilöiden tilalle laitetaan puiset pinnat, kuten kuvasta 38 nähdään. Ne ovat tyylikkyyden lisäksi toiminnaltaan paremmat, koska portaiden alle tulee säilytystilaa. Kaide tulee oleman tyypiltään suojakaide, jossa on 12mm pystyvälit kiipeilyn estämiseksi.



Kuva 38 Kahvilatasolta majakkatorniin nousevat portaat

7 RAKENNUKSEN KÄYTTÖTURVALLISUUS

7.1 Paloturvallisuus

Rakennus on luokiteltu liikekiinteistöksi ja henkilömäärää rajoittamalla voidaan palo-
luokitukseksi asettaa P3, jolloin rungon rakenteellisille ominaisuuksille ei aseteta eri-
tyisvaatimuksia. Pääperiaate on kuitenkin niin, että palo pitää pystyä rajaamaan, niin
että se ei pääse aiheuttamaan vaaraa ihmisille. Tässä on hyvä pitää mielessä se, että palo
pitää pystyä rajaamaan niin, että se ei pääse kahvilakerroksesta majakkatornin ulko-
vaippaan ja sitä kautta aiheuttamaan vaaraan tornissa oleville ihmisille. Tähän olen
miettinyt palonkestävää villaa kattoon, jotta katevaneri ei pääse kuumenemaan ja katto-
huopa syttymään. Majakkatornin ja katon huopakatteen sauma pitää eristää niin, että
syksyllä lehdet eivät pääse kerääntymään tornin vaipan ja katteen väliin aiheuttaen vaa-
raa niin, että palavan tupakan tippuessa katteelle, lehdet syttyvät ja palo pääsee kyte-
mään tornin vaipan välissä.

7.2 Hätäpoistumistiet

Rakennuksessa, jossa muutoin kuin tilapäisesti oleskelee tai työskentelee henkilöitä,
tulee yleensä olla vähintään kaksi erillistä poistumistietä. Erityistä huomiota pitää kiin-
nittää parvekkeiden ja näköalatasanteiden hätäpoistumiseen palon sattuessa.

Kiinteät tikkaat tulee olla, jos pudotusta on enemmän kuin 3,5 m seuraavalle tasanteelle,
joten majakkatornista tulee tikkaat kahvilan katolle ja kahvilan katolta maahan huolto-
tikkaat. Näin ollen majakkatornin hätäpoistumistiet on turvattu.

8 LASKUT

Lujuuslaskut-liitteessä on esitetty tarkemmat laskelmat, jotka ovat tehty autodesk inventor stress analysis-ohjelmalla. Tässä on kuitenkin esitetty kuormien laskentaa, jotka sitten syötetään ohjelmaan ja ohjelma antaa jännitykset ja suurimmat taipumat rakenteille.

8.1 Lumikuorma

Katsotaan ensin kuvasta (17) lumikuorman ominaisarvo, joka kerrotaan lumikuorman muotokertoimella, johtuen mahdollisesta lumen kasautumisesta majakkatornin juureen. Kaavasta (1) saadaan lumikuorma neliömetriä kohden. Katto tehdään elementeistä ja yhden elementin pinta-ala kerrotaan kaavasta (1) saadulla tuloksella, josta saadaan kuormitus pistekuormana kattoristikon keskelle kaavasta (2).

$$F_{\text{tod}} = F \times \mu_1 = 3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \times 1.6 = 4.8 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad (1)$$

Kaavassa,

F = lumikuorman ominaisarvo Kemin kohdalle

μ_1 = lumikuorman muotokerroin

$$F_k = F_{\text{tod}} \times A = 4.8 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \times 8 \text{ m}^2 = 38.4 \text{ kN} \quad (2)$$

Kaavassa,

F_{tod} = Todellinen lumikuorman ominaisarvo

A = Kattopinta – ala kattoristikkoa kohti

8.2 Majakkatornin tuulikuorma

Perustuulikuorman laskemiseen tarvitaan monia eri kertoimia. Ensin katsotaan standardista EN 1991-1-4 perustuulennopeus, maastokerroin, rosoisuusmitta ja rakennuksen korkeus maanpinnasta.

$$\begin{aligned}
 q_p &= k_r^2 \times \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \times \left(\ln\left(\frac{z}{z_0}\right) + 7\right) \times \frac{v^2}{1600} \\
 &= 0.19^2 \times \ln\left(\frac{5\text{m}}{0.003\text{m}}\right) \times \left(\ln\left(\frac{5\text{m}}{0.003\text{m}}\right) + 7\right) \times \frac{22\frac{\text{m}}{\text{s}}}{1600} = 1.168 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad (3)
 \end{aligned}$$

Kaavassa,

k_r = Maastokerroin

z = Rakennuksen korkeus maanpinnasta

z_0 = Rosoisuusmitta

v = Tuulennopeuden perusarvo

Majakkatorni jaetaan kolmeen eri vyöhykkeeseen, kuten kuvassa 39 ja jokaiselle lasketaan oma pinta-alansa. Kuormitus pinta-ala on tornin tuulta vastaan kohtisuora poikki-leikkaus pinta-ala. Pinta-ala lasketaan suunnikkaan pinta-alan kaavalla.

$$A_1 = (b_1 + b_2) \times \frac{l_1}{2} = (4.2\text{m} + 3.75\text{m}) \times \frac{2.575\text{m}}{2} = 10.236 \text{ m}^2 \quad (4)$$

$$A_2 = (b_2 + b_3) \times \frac{l_2}{2} = (3.75\text{m} + 3.3\text{m}) \times \frac{2.575\text{m}}{2} = 9.077 \text{ m}^2 \quad (5)$$

$$A_3 = b_4 \times l_3 = 1\text{m} \times 2.5\text{m} = 2.5 \text{ m}^2 \quad (6)$$

Kaavoissa,

b_1 = Vyöhykkeen 1 alaleveys

b_2 = Vyöhykkeen 2 alaleveys

b_3 = Vyöhykkeen 2 yläleveys

b_4 = Vyöhykkeen 3 leveys

l_1 = Vyöhykkeen 1 korkeus

l_2 = Vyöhykkeen 2 korkeus

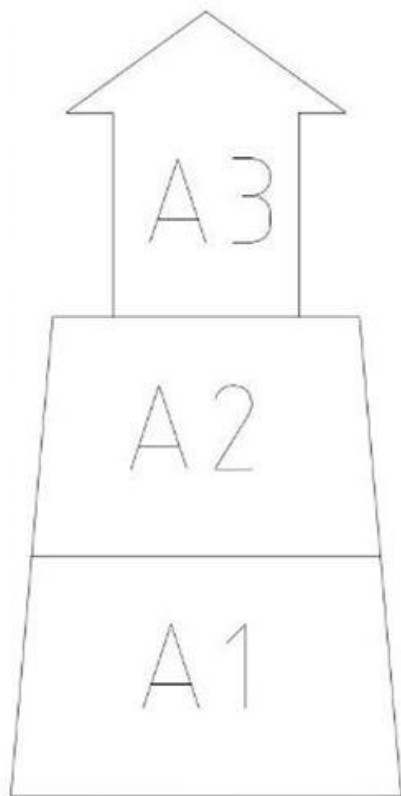
l_3 = Vyöhykkeen 3 korkeus

$l_3 =$ Vyöhykkeen 3 korkeus

$A_1 =$ Vyöhykkeen 1 pinta – ala

$A_2 =$ Vyöhykkeen 2 pinta – ala

$A_3 =$ Vyöhykkeen 3 pinta – ala



Kuva 39 Majakkatornin vyöhykkeet

Seuraavaksi määritellään majakkatornin muotokertoimet. Majakan pyöreälle vaipalle, sekä näköalatasanteen kohdalle arvioidaan omat muotokertoimensa. Näköalatasanteen kohdalla täytyy huomioida mahdollinen oven auki oleminen kovalla tuulella, joten muotokerroin on hiukan suurempi. Muotokertoimien, pinta-alojen ja tuulikuorman avulla lasketaan tuulikuormitukset pinta-aloittain.

$$F_1 = c_0 \times A_1 \times q_p = 0.8 \times 10.236 \text{ m}^2 \times 1.168 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 9.564 \text{ kN} \quad (7)$$

$$F_2 = c_0 \times A_2 \times q_p = 0.8 \times 9.077 \text{ m}^2 \times 1.168 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 8.481 \text{ kN} \quad (8)$$

$$F_3 = c_{\text{oviauki}} \times A_3 \times q_p = 1.0 \times 2.5 \text{ m}^2 \times 1.168 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 2.920 \text{ kN} \quad (9)$$

Kaavoissa,

c_0 = Muotokerroin vyöhykkeille 1 ja 2

c_{oviauki} = Muotokerroin vyöhykkeelle 3

A_1 = Vyöhykkeen 1 pinta – ala

A_2 = Vyöhykkeen 2 pinta – ala

A_3 = Vyöhykkeen 3 pinta – ala

q_p = Perustuulikuorma

9 KUSTANNUSARVIO

Kustannuksia arvioitaessa piti eritellä materiaalikustannukset ja työstä johtuvat kustannukset erilleen ja tehdä niistä sitten osa-alueittain oma pakettinsa.

Teräsrakennetoimittajat antavat tarjouksen yleensä €/kg asennettuna ja pintakäsiteltynä. Materiaalista, pintakäsittelystä ja valmistustavasta riippuen hinta pyörii yleensä 5-10 €/kg.

Rakennuttajat antavat tarjouksen yleensä urakkana. He arvioivat työvoiman tarpeen, käytettävän ajan ja mahdolliset vuokratyökalut sekä apuvälineet, kuten esimerkiksi rakennustelineet.

9.1 Teräsrakenteet

Teräsrakenteita suunniteltaessa pyrimme optimoimaan rakenteen mahdollisimman kevyeksi, mutta kuitenkin asennusystävälliseksi. Olisimme saaneet rakenteesta vieläkin kevyemmän, mutta silloin olisi tarvittu turhan paljon asennushitsauksia ja asennuksen yhteydessä rakentamista. Kuten aikaisemmin todettiin, päädyimme elementtityyppiseen rakentamiseen. Kysyin muutamalta paikalliselta teräsrakennetoimittajalta tarjouksen ja hinta pyöri 40 000 – 50 000 euron välissä pintakäsiteltynä ja asennettuna paikalleen.

9.2 Perustukset

Perustuksia varten kysyimme Kemin kaupungilta piirustuksia Jähti-laiturin uusimisesta, joka oli tehty vuonna 2007. Piirustuksista havaittiin, että maa-aines oli todella hyvälaatuista ja soveltuu erittäin hyvin teräspaaluille. Toimitimme maa-aines todistukset ja teräsrakenteen painon hyötykuormineen paikalliselle teräspaalutuksia tekeväälle rakennuttajalle. Hinnaksi saimme neljälle raskasteräspaalulle ja kuudelle kevytteräspaalulle 2000 euroa maahan lyötynä. (alv. 0 %)

9.3 Huopakate

Katon kanssa tulimme siihen tulokseen, että kaikkein pienimmillä kustannuksilla päästään, kun teetetään katon päällystäminen katetöitä tekevällä yrityksellä. He saavat tarvikkeet muita rakennuttajia edullisemmin, koska tilaavat niin isoja määriä varastoon.

Noin 125 neliömetrin katon päällystäminen huovalla maksaa 4500 euroa. (alv. 0 %)

9.4 Rakennuttaminen

Rakennuttajille tein listan käytetyistä materiaaleista ja piirustuksiin merkitsin äärimittoja rakennuksesta, sekä seinä-, lattia- ja kattopinta-aloja. Liitteessä 4 on esitetty tarjouskysely rakennuttajille.

POHDINTA

Heti aluksi työssä piti ottaa selvää, minkälaisia määräyksiä rakennusalalla on käytössä ja miten ne eroavat tehdas-alueilla käytössä olevista standardeista, jotka ovat enemmän minun alaa. Määräyksiä lukiessa opin paljon uutta ja minua alkoikin kiinnostaa hieman rakennusala. Opin myös paljon paloturvallisuudesta, rakennusten yleisistä turvallisuusmääräyksistä, kuormituksista ja muista asioista, jotka vaikuttavat rakennuksen suunnitteluun.

Haastavuutta työhön toi se, että tämän tyyppisiä rakennuksia ei ole tehty kovin montaa tai ainakaan informaatiota ei ollut saatavilla. Rakenteen saaminen kustannustehokkaaksi oli myös pienoinen haaste. Rakenteissa piti ideoida keveitä ja helppoja ratkaisuja, jotka olisivat myös helppo ja nopea asentaa.

Ongelmilta ei välttytty varsinkaan katon suhteen. Löysimme kuitenkin toimivan ratkaisun muutamien eri ideoiden jälkeen. Ongelmia tuottivat myös majakkatorniin johtavien portaiden sijoitus, mutta siitäkin ongelmasta päästiin pienen rakentavan keskustelun jälkeen työntäjäni kanssa.

Lopuksi voitaneen todeta, että työn tekeminen oli todella mielenkiintoista ja se sisälsi monia eri käännteitä. Työssä huomasin hyvin, kuinka idea kehittyi ja syntyi uusia hienoja innovaatioita. Mielestäni työ oli erittäin onnistunut ja toivottavasti näemme tulevaisuudessa rakennuksen Kemin sisäsatamassa.

LÄHTEET

Eurokoodi internetsivut. Hakupäivä 22.3.2013

<<http://www.eurocodes-online.com/fi>>

Heinisuo Markku, Tampereen teknillinen yliopisto, Seinäjoen yksikkö, Rakennustekniikan osasto, Metallirakentamisen tutkimuskeskus, Metallirakenteiden professori. Hakupäivä: 7.1.2013

<www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=95839&lan=fi>

Kemin purjehdusseuran internetsivut. Hakupäivä 13.4.2013

<<http://www.keminpurjehdusseura.fi/>>

Kemin kaupungin internetsivut. Hakupäivä 1.4.2013

<<http://www.kemi.fi>>

Paroc firesafe-järjestelmä. Hakupäivä 4.3.2013

<<http://www.paroc.fi/ratkaisut-tuotteet/ratkaisut/palo/~media/Files/Brochures/Finland/Paroc-Fire-SAFE-system-FI.ashx>>

Rakentaja internetsivut. Hakupäivä 22.3.2013

<<http://www.rakentaja.fi>>

RakMk B1 (1998) Rakenteiden varmuus ja kuormitukset Hakupäivä 7.1.2013

<<http://www.finlex.fi/data/normit/1914-b1.pdf>>

RakMk E1 (2011) Rakennusten paloturvallisuus, määräykset ja ohjeet. Hakupäivä 4.3.2013

<http://www.finlex.fi/data/normit/37126-E1_2011-fi.pdf>

RakMk F2 (2001) Rakennuksen käyttöturvallisuus, Määräykset ja ohjeet. Hakupäivä 4.3.2013

<<http://www.finlex.fi/data/normit/6376-F2.pdf>>

RIL 205-1-2009 liite B. Eurokoodi 5: Puurakenteiden suunnittelu, Lyhennetty suunnitteluohje, kolmas painos. Hakupäivä 7.1.2013

<<http://www.sfs.fi>>

SFS-EN 1991-1-4 + AC + A1. Eurokoodi 1: Rakenteiden kuormat, Osa 1-4: Yleiset kuormat, Tuulikuormat. Hakupäivä 7.1.2013

<<http://www.sfs.fi>>

SFS-EN 1993-1-2. Eurokoodi 3: Teräsrakenteiden suunnittelu. Osa 1-2: Rakenteiden palomitoitus. Hakupäivä 7.1.2013

<<http://www.sfs.fi>>

SFS-EN 1993-1-8. Eurokoodi 3: Teräsrakenteiden suunnittelu. Osa 1-8: Liitosten mitoitus. Hakupäivä 7.1.2013

<<http://www.sfs.fi>>

SFS 2513 Vesikaton kaltevuudet, standardisoidut. Hakupäivä 7.1.2013

<<http://www.sfs.fi>>

SFS 3216 Vesikaton pääkannate, Moduuliset koot. Hakupäivä 7.1.2013

<<http://www.sfs.fi>>

LIITTEET

Liite 1. Majakkarungon lujuuslasku

Liite 2. Kattoristikon lujuuslasku

Liite 3. 1000 Majakan teräsrunko

Liite 4. 1001 Majakkarunko

Liite 5. 1002 Kattoristikko

Liite 6. 1003 Seinäelementti

Liite 7. 1010 Majakka