

# Modulaarisen hissikuilun suunnittelu

Pasi Aromäki

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2011

Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Tekniikan ja liikenteen ala





Tekijä(t) AROMÄKI, Pasi	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 25.04.2011
	Sivumäärä 45	Suomi
	Luottamuksellisuus ( ) saakka	Verkkojulkaisulupa myönnetty ( X )
Työn nimi MODULAARISEN HISSIKUILUN SUUNNITTELU		
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) HAAPAMAA, Hannu, lehtori		
Toimeksiantaja(t) Controlteam Oy K-S Profiili Oy		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tehtävänä oli suunnitella modulaarinen hissikuilu. Tilaaja oli kiinnostunut kehittämään konseptin jälkiasennettavalle hissikuilulle. Tilaajalla on tavoitteena laaja-alainen hissikuilutuotanto tulevaisuudessa ja hissien tarjoaminen vanhoihin rakennuksiin. Opinnäytetyön tavoitteena oli saada 3D-malli hissikuilusta ja suunnitelma hissikuilun toteutuksesta.</p> <p>Hissikuilun suunnittelulle annettiin lähtökohdat tilaajan toimesta. Tilaaja toimitti käytettävät layout-vaihtoehdot ja käytettävän hissimallin. Rakenteita määritti pitkälti myös se, että kuilun tulee olla jo tehtaalta lähtiessään mahdollisimman valmis. Opinnäytetyö aloitettiin keräämällä taustatietoa ja perehtymällä aiheeseen. Varsinainen kehitystyö alkoi kuilun rungon suunnittelulla, jonka ympärille suunniteltiin muut rakenteet. Runkorakenteen ympärille tutkittiin erilaisia rakennevaihtoehtoja ja suunniteltiin rakenteita sekä liitoksia. Rungon kestävyyttä selvitettiin lujuuslaskelmilla ja rungon rakennetta muokattiin laskelmista saatujen tulosten mukaisiksi.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena syntyi pohja-, julkisivu-, leikkaus- ja runkokuvat sekä rakennetyypit, detaljit ja laskelmat, joista osa on opinnäytetyön liitteenä.</p> <p>Opinnäytetyössä piti luoda jotakin täysin uutta. Haastavaa oli myös se, että oikeata kohdetta hankkeelle ei ollut vielä olemassa, joten lähtötietoja jouduttiin kuvittelemaan. Kaikkia suunnitteluun vaikuttavia asioita ei siis ole saatettu huomioida oikealla tavalla, mutta niihin voidaan ottaa kantaa varsinaisen pilottikohteen suunnittelussa. Suunniteltu virtuaalimalli täyttää sille asetetut tavoitteet ja sitä voidaan hyödyntää varsinaisten kohteiden suunnittelussa.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Hissikuilu, rakennesuunnittelu		
Muut tiedot Liitteitä 14 sivua		



Author(s) Aromäki, Pasi	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 25042011
	Pages 45	Finnish
	Confidential ( ) Until	Permission for web publication ( X )
Title DESIGNING A MODULAR ELEVATOR SHAFT		
Degree Programme Civil Engineering		
Tutor(s) HAAPAMAA, Hannu		
Assigned by Controlteam Oy K-S Profiili Oy		
Abstract <p>The purpose of this thesis was to design a modular elevator shaft. The client is interested in developing their elevator shaft concept so that the shafts can be installed to finished buildings, especially older buildings that do not have elevators. The client intends to launch production on a large scale because Finland's population is growing steadily older and there will be more demand for elevators in the future. The aim the thesis was to design a 3D-model of the shaft and to plan how to put it into practice.</p> <p>The client gave some basic guidelines for the designing process, such as the layout alternatives and the model of the elevator. The main idea was that the shaft needs to be as ready as possible before it is brought on site. That excluded some structures that are more suited for in situ construction. The thesis process began by seeking information about elevators in general. The designing itself started with the designing of the framework for the shaft. The stability of the framework was ensured by doing some calculations and the structures were modified accordingly. After the framework was designed, other structures started to take form as well.</p> <p>This thesis includes a floor plan, a front elevation, a side projection and construction drawings. Some details and structural calculations are also included.</p> <p>To meet the client's demands for this thesis, something that had never been done before had to be created. What also added to the challenge was that any specific building was not pointed out to design the shaft for. Because of this some assumptions had to be made. In case it is necessary, it is possible to make changes when designing the first versions of the shaft. The virtual model that is included here meets the goals of the thesis and it can be utilized when designing the actual shafts.</p>		
Keywords Elevator shaft, design, calculations		
Miscellaneous Appendices 14 pages		

# SISÄLTÖ

<b>1. JOHDANTO .....</b>	<b>4</b>
<b>2. HISSIKUILUN JÄLKIASENNUS .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1. Hissihanke taloyhtiön kannalta.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2. Lähtökohtia hissin rakentamiselle .....</b>	<b>7</b>
<b>2.3. Jälkiasennushissin sijoitus .....</b>	<b>8</b>
<b>2.4. Hissin ja lepotason tilantarve .....</b>	<b>9</b>
<b>2.5. Hissin lepotason kulkuyhteydet.....</b>	<b>10</b>
<b>2.6. Rakenteet .....</b>	<b>11</b>
<b>3. ECOTOWER-KONSEPTI .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1. Virtuaalimallin lähtökohdat .....</b>	<b>12</b>
<b>3.2. Virtuaalimallin layout-vaihtoehdot.....</b>	<b>13</b>
<b>4. SUUNNITTELU .....</b>	<b>16</b>
<b>4.1. Rakennetyypit .....</b>	<b>16</b>
4.1.1. Ulkoseinärakenne ja runko .....	16
4.1.2. Välipohjarakenne .....	16
4.1.3. Yläpohjarakenne .....	17
<b>4.2. Lujuuslaskelmat.....</b>	<b>19</b>
4.2.1. WinRami-laskentaohjelma.....	19
4.2.2. Kuormat .....	19
4.2.3. Kuormitustilanteet .....	21
4.2.4. Tulokset .....	21
<b>4.3. Layout- suunnittelu .....</b>	<b>22</b>
<b>4.4. 3D-mallinnus .....</b>	<b>23</b>

4.4.1. 3D-mallinnuksen hyödyntäminen.....	23
4.4.2. Runkorakenne .....	24
<b>4.5. Detaljisuunnittelu .....</b>	<b>25</b>
<b>4.6. Kuljetus-, nosto- ja asennussuunnitelma.....</b>	<b>25</b>
4.6.1. Kuljetus.....	25
4.6.2. Nosto ja asennus .....	26
4.6.3. Ruuviliitokset.....	27
4.6.4. Asennustoleranssit .....	28
<b>5. YHTEENVETO.....</b>	<b>29</b>
<b>LÄHTEET.....</b>	<b>31</b>
<b>LIITTEET .....</b>	<b>32</b>
<b>Liite 1 Ulkoseinä, rakennetyyppi 1 .....</b>	<b>32</b>
<b>Liite 2 Ulkoseinä, rakennetyyppi 2 .....</b>	<b>33</b>
<b>Liite 3 Ulkoseinä, rakennetyyppi 3 .....</b>	<b>34</b>
<b>Liite 4 Välipohja, rakennetyyppi 1 .....</b>	<b>35</b>
<b>Liite 5 Välipohja, rakennetyyppi 2 .....</b>	<b>36</b>
<b>Liite 6 Välipohja, rakennetyyppi 3 .....</b>	<b>37</b>
<b>Liite 7 Yläpohja, rakennetyyppi 1 .....</b>	<b>38</b>
<b>Liite 8 Yläpohja, rakennetyyppi 2 .....</b>	<b>39</b>
<b>Liite 9 Julkisivu.....</b>	<b>40</b>
<b>Liite 10 Leikkaukset.....</b>	<b>41</b>
<b>Liite 11 WinRami-laskentamalli .....</b>	<b>42</b>
<b>Liite 12 Kokoonpanokuva.....</b>	<b>43</b>
<b>Liite 13 Detalji yläpohjaliitoksesta.....</b>	<b>44</b>
<b>Liite 14 Detalji perustusliitoksesta.....</b>	<b>45</b>

## KUVIOT

KUVIO 1. Hissin sijoitusmahdollisuuksia .....	9
KUVIO 2. Hissin layout- vaihtoehto 1, hissi- ja LVI-kuilu .....	13
KUVIO 3. Hissin layoutvaihtoehto 2, hissi- ja LVI-kuilu lepotasolla .....	14
KUVIO 4. Hissin layoutvaihtoehto 3, hissi porrassyöksyn tilalla .....	15
KUVIO 5. Leikkaus vesikattojen liittymisestä .....	17
KUVIO 6. Nostokehä .....	18
KUVIO 7. Ecotower-hissikuilun pohjakuva .....	22
KUVIO 8. Ecotower-hissikuilun 3D-malli .....	23
KUVIO 9. Ecotower virtuaalimallin runkorakenne .....	24

# 1. JOHDANTO

Opinnäytetyön tilaajana oli insinööritoimisto Controlteam Oy. Controlteam sai tilauksen Ecotower-jälkiasennettavan hissikuilun suunnittelusta Keski-Suomen Profiili Oy:ltä, joka on hakenut uusia tuotteita täydentämään nykyistä alihankintaliiketoimintaansa.

Controlteam Oy:llä on Suomessa kolme toimipistettä, jotka sijaitsevat Jyväskylässä, Mikkelissä ja Kuopiossa. Controlteam on rakennusalan asiantuntijaorganisaatio. Jyväskylän toimipisteen toimialaan kuuluu rakennuttaminen, rakennesuunnittelu, korjaussuunnittelu ja kuntotutkimukset. Jyväskylässä yhtiön palveluksessa on yli 20 henkilöä.

Keski-Suomen Profiili Oy on valmistanut elementtejä erilaisiin kuilurakenteisiin mm. asennettavaksi saneerauskohteiden hissikuiluihin. Elementtirakenteet ovat nopeuttaneet paikan päällä tapahtuvaa rakentamista, joten syntyi idea modulaarisesta ja tuotetuetusta kokonaisratkaisusta.

Suomessa on yli 23 000 hissitöntä kerrostaloa ja niissä asuu n. 700 000 asukasta. Yhdessä väestön ikärakenteen muutoksen kanssa hissittömien kerrostalojen määrä on huono yhdistelmä. Iso haaste hissiremonttien yleistymiselle on ollut, että taloyhtiöt eivät ole priorisoineet hissien rakentamista. Hissien jälkiasennus on useasti koettu kalliiksi ja aikaa vieväksi operaatioksi, jossa taloyhtiö on joutunut tekemään yhteistyötä usean eri urakoitsijan ja rakentajan kanssa. Uusi asunto-osakeyhtiölaki on osaltaan kuitenkin helpottanut kustannusten jakamista osakkeenomistajien kesken.

Controlteam Oy:n saaman hissiprojektin tavoitteena oli suunnitella mahdollisimman valmis paketti taloyhtiöille, jotta hissien hankinta olisi yhtiön ja asukkaiden kannalta mahdollisimman vaivatonta. Kuilun suunnittelun lähtökohtana oli miettiä toteutus sitten, että asennuskohteessa olisi mahdollisimman vähän rakennustöitä. Kuilu olisi siis jo tehtaalta lähtiessään käytännössä viimeistelyä ja talon runkoon kiinnittämistä myöten valmis. Kuilun konseptiin kuuluu myös mahdollisuus sijoittaa muuta talotekniikkaa LVI-kuilun kautta. Talotekniikkakuilu voisi olla osana taloyhtiön isompaa peruskorjausta.

Hissikuiluprojekti oli alussa tuotekehitystä ja konseptisuunnittelua. Varsinaista pilottikohdetta ei vielä projektin alussa ollut, joten aluksi suunniteltiin virtuaalimalli kuvitteelliseen, mutta tyypilliseen vanhempaan kerrostaloon. Tuotekehitysvaiheen lopussa ja ensimmäisen hissikuilun onnistuneen kehitystyön jälkeen tilaajalla olisi toimiva hissikuilutuote. Opinnäytetyön laajuus rajattiin virtuaalikohteen suunnitteluun. Tavoitteena opinnäytetyölle oli saada alustavat suunnitelmat ja laskelmat hissikuilun toteutukselle kuvitteelliseen kohteeseen.

Hissikuilun 3D-mallinnuksessa käytin Tekla Structures-ohjelmaa ja laskemisessa hyödynsin Rautaruukin WinRami-ohjelmaa, joka on tarkoitettu teräsprofiilien mitoittamiseen. WinRami-laskelmien tueksi ja tarkistukseksi laskin myös käsin kovimmalla rasituksella olevia rakenteita.



## **2. HISSIKUILUN JÄLKIASENNUS**

### **2.1. Hissihanke taloyhtiön kannalta**

Uusi asunto-osakeyhtiölaki (L 22.12.2009/1599) antaa uudet perusteet hissien jälkiasennusta koskevaan sääntelyyn. Ennen hissien rakennuskustannukset on jaettu pääsääntöisesti vastikeperusteisesti. Uuden lain myötä kustannukset jaetaan sen perusteella, miten hissien arvioidaan vaikuttavan huoneiston arvoon.

Hissien kustannukset jyvitetään kerroksittain ylhäältä alaspäin siten, että ylemmät kerrokset maksavat hissistä alempia kerroksia enemmän. Jyvitysperusteena on huoneiston sijaintikerros ja vastikeperuste. Hankkeesta päätetään yhtiökokouksessa enemmistö päätöksellä. (L 22.12.2009/1599.)

Jos uusi hissi tulee vain osaan porrashuoneita tai rakennuksia, kustannuksiin osallistuvat vain niiden portaiden tai rakennusten osakkaat. Hankkeesta päätetään enemmistö päätöksellä siten, että päätökseen vaaditaan niiden osakkeenomistajien enemmistö joiden osakehuoneistoihin uudistus liittyy. (L 22.12.2009/1599.)

Taloyhtiön on mahdollista saada tukea hissihankkeelle. Helsingissä jälkiasennettujen hissien rakentamiselle saa jopa 60 % avustusta. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus (ARA) myöntää 50 % avustusta ja Helsingin kaupunki myöntää 10 %. Oman rahoituksen osuudeksi jää 40 %. (Mitä hissi maksaa n.d.)

Hissihankkeeseen ryhtyminen edellyttää hankesuunnitelmaa, jonka pääkohdat RTS-ohjekortin (RTS 11:1 n.d) mukaan ovat:

- selvitys hissien tarpeellisuudesta ja kiinteistön käyttäjien halukkuus osallistua rakennuskustannuksiin
- hankkeen toteutustapojen tutkiminen
- kustannusarvio ja rahoitussuunnitelma
- Alustavan aikataulun laatiminen.

Kiinteistöosakeyhtiössä hissien hankintapäätöksen tekee yhtiön hallitus ja asunto-osakeyhtiössä yhtiökokous. Hanke valmistellaan ja hankkeesta tiedotetaan avoimesti, jotta asialle saataisiin vähän tunteita herättävä vastaanotto. Tiedotteessa ilmenevät taloudelliset ja tekniset perusteet. (RTS 11:1 n.d., 10.)

Hankkeen teknistä suunnittelua varten voidaan palkata rakennuttajakonsultti. Teknisessä suunnittelussa selvitetään

- kaavan ja mahdollisesti rakennussuojelun asettamat rajoitukset
- viranomaisten kanta mahdollisiin julkisivumuutoksiin, jos hissikuilujen vaatimat rakenteet muuttavat rakennuksen julkisivuja
- tiedot rakennuksesta, tehdyistä pohjatutkimuksista ja rakennesuunnitelmista. Tarvittaessa tutkitaan pohjaolosuhteet ja rakenteet.

Kun ARA-avustuksen ja yhtiökokouksen päätökset ovat olemassa, haetaan hissihankkeelle rakennuslupa ja teetetään tarvittavat suunnitelmat. (RTS 11:1 n.d., 11.)

## **2.2. Lähtökohtia hissien rakentamiselle**

Harkittaessa hissien rakentamista tulee pohtia porrashuoneiden toimivuutta tavanomaisissa oloissa ja mahdollisissa hätätilanteissa. Siksi pyritään varmistamaan, että esimerkiksi sairaankuljetus paareilla on mahdollista

- sekä hississä että portaissa, jos kerroksia on viisi tai enemmän
- joko hississä tai portaissa tai molemmissa, jos kerroksia on neljä tai vähemmän.

Asennettaessa hissiä käytössä oleviin rakennuksiin huomioidaan

- toiminnalliset vaatimukset
- käytettävissä olevat tilat
- kulttuurihistorialliset arvot ja porrashuoneiden korjaukset, restauroinnit ja rakennussuojelu. (RTS 11:1, 2.)

### 2.3. Jälkiasennushissin sijoitus

Hissikuilujen jälkiasennuksia on tehty monin eri tavoin. Jälkiasennustapaan vaikuttavat eri tekijät tapauskohtaisesti. Suunnittelussa huomioitavia tekijöitä ovat ohjekortin mukaan

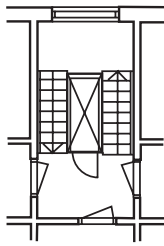
- kuilun sijoittaminen
- rakennuksen käytettävyys ja liikkumisesteen poisto, mm. kerrostason automaattioven tai kääntöoven tarve
- porrashuoneen tyyppi ja rakennustaiteellinen arvo
- markkinoilla olevat hissityypit
- alapohjan rakenne, pohjaolosuhteet, hissien ja kuilun aiheuttamat kuormat sekä muut rakenteelliset seikat
- hissien melu sekä ääneneristys ja äänenvaimennus
- energiatehokkuus
- tarvittava ilmanvaihto
- palotekniset ratkaisut. (RTS 11:1 n.d., 2.)

Jälkiasennushissien ratkaisusta neuvotellaan rakennusvalvontaviranomaisen kanssa hankkeen alkuvaiheessa. Toimenpiteet ovat aina luvanvaraisia. Porrashuoneiden mittojen rajoittamana voidaan sallia standardikokoja pienempiä hissejä tapauksissa, joissa hissi asennetaan porrassyöksyjen väliin.

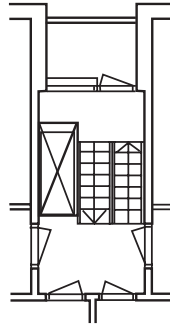
Porrashuoneen kokonaismitat ovat hissien sijoittamisen kannalta ratkaisevia. Hissien sijoitukselle on kolme päävaihtoehtoa:

- porrashuoneeseen
- rakennusrungon ulkopuolelle
- huoneistolinjaan sijoitettuna.

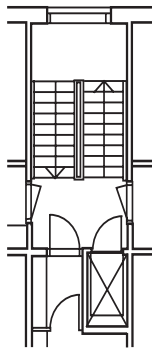
Porrashuoneessa hissi voidaan sijoittaa porrassyöksyjen viereen/väliin, porrastaseen kohdalle tai toisen porrassyöksyn kohdalle. Sijoitettaessa hissi porrassyöksyn kohdalle, rakennetaan porrashuoneen ulkopuolelle uusi porrashuone. (Ks. Kuvio 1.)



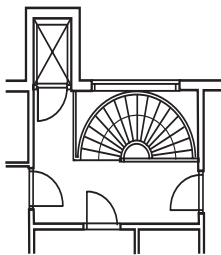
hissi porrassyöksyjen välissä



hissi porrassyöksyjen vieressä



hissi asuntovyöhykkeellä



hissi rakennuksen ulkopuolella

Kuvio 1. Hissin sijoitusmahdollisuuksia (RTS 11:1 n.d., 3.)

## 2.4. Hissin ja lepotason tilantarve

Hissin tilantarpeeseen vaikuttavia tekijöitä ovat

- hissien korin läpikuljettavuus, ovityyppi, automaattiovet tai kääntöovet kuilussa eri tasoille (puolikerrostasoille)
- tarvittava korin koko ja kuorma
- hissien nopeus.

Rakennusmääräyskokoelman osassa F2 kohdassa 2.2.2 annetaan määräys hissikorin vähimmäismitoille

*Pyörätuolin, pyörällisen kävelytelineen sekä avustavan henkilön  
Tilantarpeelle mitoitettun hissien korin tulee olla vähintään 1100 mm  
leveä ovisivultaan ja syvyydeltään 1400 mm (RakMK F1 2005, 6.)*

Määräykseen liittyvässä ohjeessa suositellaan, että hissien oviaukon leveys olisi vähintään 900 mm pyörätuolin ja pyörällisen kävelytelineen kääntymisen helpottamiseksi hissien edustalla. Hissin edessä tulisi myös olla tilaa pyörätuolilla kääntymiseen halkaisijaltaan vähintään 1500 mm pyörähdysympyrän alan verran (RakMK F1 2005, 6.)

Jos lepotaso on pienikokoinen, hissien ovimallina kannattaa käyttää automaattiovia. Automaattiovet ovat myös helpompikäyttöiset eivätkä ne auetessaan vie tilaa lepotasolta. Lepotasojen suunnittelussa huomioon tulee ottaa myös lastenvaunujen kuljettamiseen tarvittava tila.

Hissikuilun ala- ja yläosan mitat ovat tapauskohtaisia. Mitat määritetään hissinvalmistajan ohjeiden mukaan. Hissin koneistotilan tarpeeseen vaikuttaa hissityyppi.

## **2.5. Hissin lepotason kulkuyhteydet**

Hissikuilun lepotason liitoksessa olemassa olevaan välipohjaan tulee täyttää RakMK:n osan F1 (2005) antamat määräykset kulkuyhteyksistä.

### **2.1.2 Määräys**

*Asuinrakennuksia lukuun ottamatta pyörätuolin ja pyörällisen kävelytelineen käyttäjille soveltuvien sisäänkäyntien ja tuulikaappien, käytävillä sijaitsevien ovien ja aukkojen sekä liikkumisesteisille soveltuvien hygieniatilojen ovien vapaan leveyden on oltava vähintään 850 mm. Kulkuväylältä hallinto-, palvelu-, liike- ja työtiloihin johtavien ovien vapaan leveyden on oltava vähintään 800 mm. Kynnykset saavat olla enintään 20 mm korkeita.*

Ohjeeksi kulkuväylälle annetaan, että se on helposti havaittava, pinnaltaan tasainen ja luistamaton sekä riittävän kova. Ovien pitää olla helposti aukeavia.

## 2.6. Rakenteet

Hissin ja konehuoneen sijoittaminen porrashuoneeseen edellyttää aina ala- ja yläpohjarakenteiden sekä porrarakenteiden kantavuuden ja vahvistustarpeiden selvittämistä. Hissin ja konehuoneen kuormat tulisi keskittää pohjakerrokseen, jolloin rakenteiden vahvistaminen on helpommin toteutettavissa (RTS 11:1 n.d., 8.)

Kuormat ja niiden sijainti ovat hissityyppikohtaisia. Kuormat vaikuttavat pääasiassa pistekuormina kuilun ala- ja ylätilassa. Portaissa ja tasojen kohdalla vaikuttavat johdekiinnityksistä aiheutuvat yleensä pienehköt pistekuormat, jotka ovat riippuvaisia hissiratkaisuista (RTS 11:1 n.d., 8.)

Yleensä hissikorin ja vastapainon aiheuttamat pystykuormat menevät suoraan johteiden mukana perustuksille, jolloin ne otetaan huomioon perustussuunnittelussa. Hissikuilun yläpohjan mitoituksessa on otettava huomioon kuitenkin asennuksen- ja huollonaikaiset kuormat hissitoimittajan ohjeiden mukaan. Hissitoimittajan ohjeissa ilmoitetaan myös vaakasuuntaiset pistekuormat.

Asennus- ja korjaustyötä varten kuilun katossa on oltava hissien rakentajan osoittamissa paikoissa nostolaitetta varten yksi tai useampi kestävä nostopiste, jonka on kestävä hissien rakentajan ilmoittama kuormitus. Rakennusliikkeen tulee testata nostopiste ja merkitä sallittu kuormitus kunkin nostopisteen läheisyydessä olevaan kilpeen. (RTS 11:1 n.d., 8.)

## **3. ECOTOWER-KONSEPTI**

### **3.1. Virtuaalimallin lähtökohdat**

Tehdasvalmisteiset modulaariset ratkaisut lyhentävät huomattavasti työmaa-aikaa ja vähentävät meluhaitat ja muut häiriöt murto-osaan perinteiseen paikalla rakentamiseen nähden. Modulaarisia ratkaisuja käyttämällä voidaan myös minimoida asukkaille aiheutuva häiriö. Paikan päälle jää porrashuoneen seinän purkaminen, perustusten tekeminen ja hissikuilun viimeistelyyn liittyvät työt.

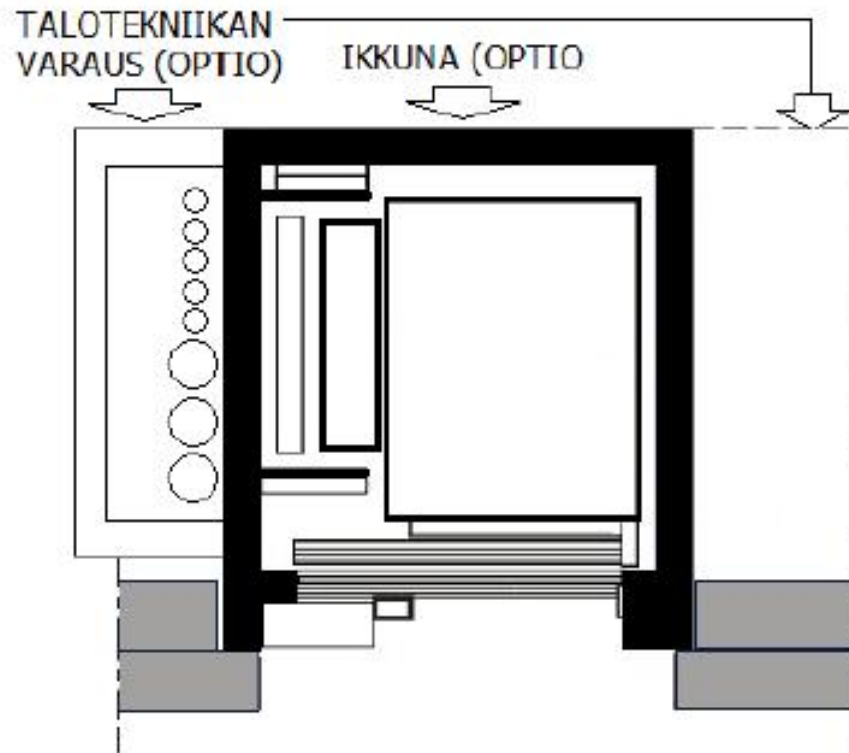
Opinnäytetyössä tarkasteltavana vaihtoehtona oli lähinnä rakennusrungon ulkopuolelle sijoittuva hissi, koska modulaarista hissikuilua on hyvin vaativaa lähteä pystyttämään olemassa olevan rakennuksen sisätiloihin.

Virtuaalimallin suunnittelu oli osa tuotekehitystä, eikä tuotteelle opinnäytetyön valmistumisen aikana ollut vielä varsinaista pilottikohdetta. Tuotekehityksessä tavoitteena oli miettiä eri rakennevaihtoehtoja ja ratkaisumalleja kuljetukseen sekä nostoihin. Koska virtuaalimallille ei ollut olemassa valmista rakennusta, niin lähtökohdaksi otettiin tyypillinen 70-luvun 4-kerroksinen hissitön kerrostalo. Runko voi olla paikalla valettu tai elementtirakenne. Hissikuilu tulisi porrashuoneen kohdalle niin, että lepotasoilta olisi suora yhteys kerrostasoon. Kattotyypiksi valittiin harjakatto.

Virtuaalimallin hissinä käytettiin RH-tekniikan toimittamaa hissimallia, joka täyttää määräyksien mukaiset sisämitat 1100 mm x 1400 mm. Rungon valmistajana hankkeelle on sovittu konepaja Jakeman Oy, jonka tiloissa kävimme tutustumassa yrityksen toimintaan. Heiltä saimme tietoa kuljetukseen ja rungon valmistukseen liittyen.

### 3.2. Virtuaalimallin layout-vaihtoehdot

Keski-Suomen Profili toimitti projektille lähtökohtaiset layout- vaihtoehdot (Ks. kuviot 2-4)

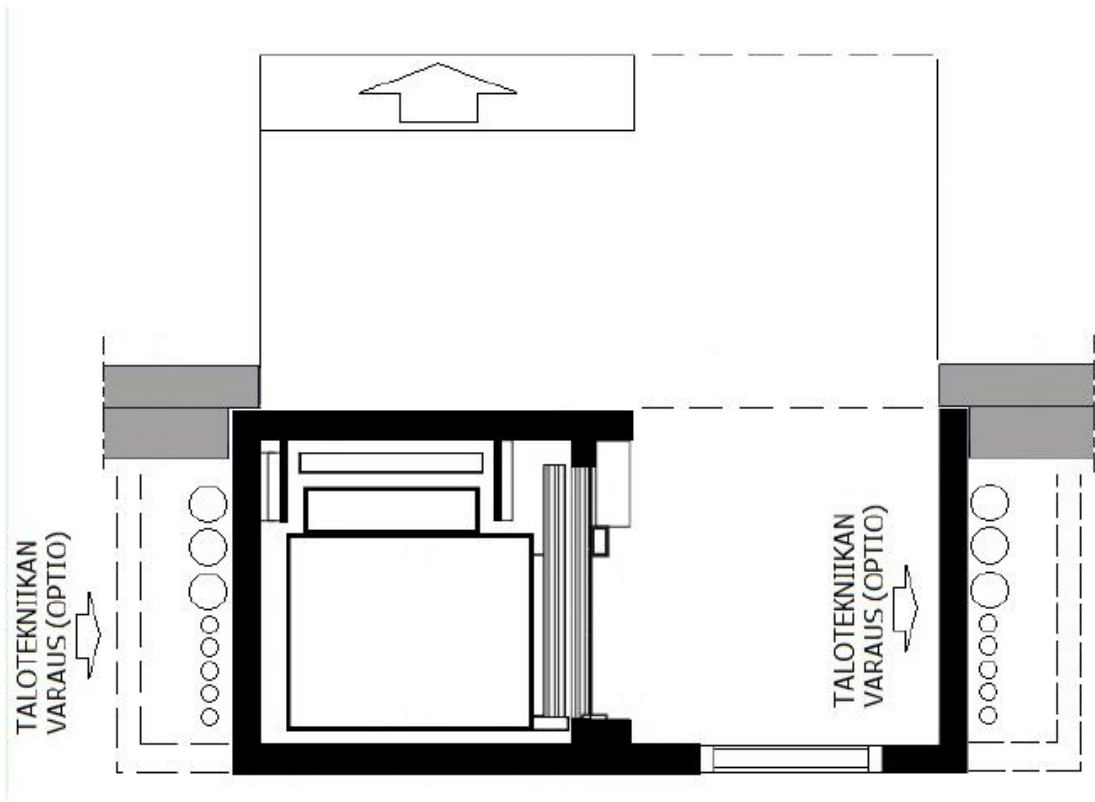


Kuvio 2. Hissin layout- vaihtoehto 1, hissi- ja LVI-kuilu

Vaihtoehdossa 1 on pelkkä hissi-kuilun osa, jonka yhteydessä on mahdollisesti talotekniikkakuilu. Malli sopii sellaisiin taloihin, joiden porrastasanteet jatkuvat välipohjien kohdalla ulkoseinälle.

Jos hissin käyntiovet joudutaan sijoittamaan kerrosten väliin eli portaiden lepotasoille, ongelmaksi muodostuu liikuntarajoitteisten käynti kerroksiin. Näissä tapauksissa välipohjia pitäisi jatkaa ulkoseinälle asti hissin kohdalla tai käyttää muita layout-vaihtoehtoja. Tämä malli on lujuuden ja rakenteiden kannalta yksinkertaisin toteuttaa.

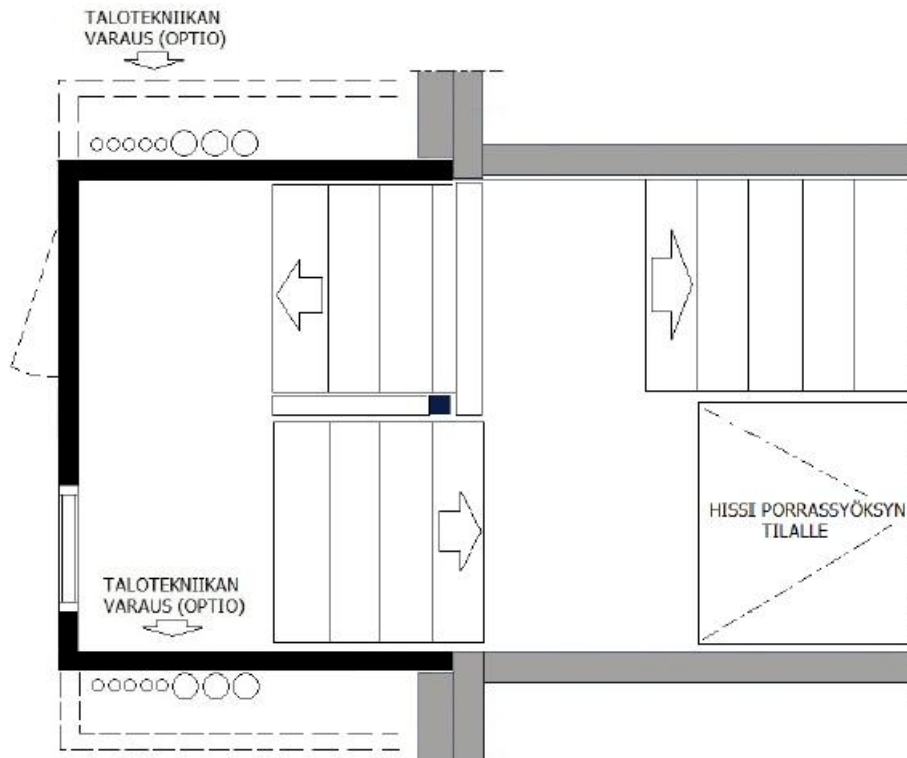




Kuvio 3. Hissin layoutvaihtoehto 2, hissi- ja LVI-kuilu lepotasolla

Vaihtoehdossa 2 on hissikuilun lisäksi lepotaso. Hissin sisäänkäynti tapahtuu lepotason kautta. Mallissa on myös mahdollisuus talotekniikkakuilulle. Lepotason kautta on myös uloskäynti rakennuksesta 1. kerroksesta ja ylemmissä kerroksissa voidaan sijoittaa ikkuna kuvion mukaisesti.

Rakenteita malliin joudutaan suunnittelemaan huomattavasti enemmän kuin vaihtoehtoon 1. Lepotasolla olevat aukot ulkoseinässä myös hankaloittavat pidemmän sivun jäykistämistä. Ristikot voidaan toteuttaa vain hissikuilun ulkoseinälle.



Kuvio 4. Hissin layoutvaihtoehto 3, hissi porrassyöksen tilalla

Vaihtoehdossa 3 joudutaan vanhaa porrassyökyä purkamaan, jotta hissi saadaan asennettua. Porrashuone joudutaan toteuttamaan rakennuksen ulkoseinälle. Tämä malli aiheuttaa eniten työtä paikanpäällä, joten se ei ole asukasystävällisin vaihtoehto. Malli soveltuu parhaiten taloihin, joissa on kaksivartiset portaat ja lepotasot kerrosten välillä.

Vaihtoehdoista valittiin suunniteltavan virtuaalimallin lähtökohdaksi tyyppi 2. Lepotassollisen kuilun ratkaisujen pohjalta muut mallit ovat helpompi suunnitella kunkin kohteen mukaan.

Hissikuilu-konseptille haluttiin tuotekehitysvaiheessa eri rakennevaihtoehtoja, joten suunnitteluvaiheessa mietittiin eri mahdollisuuksia, jotka voivat olla valittavissa myöhemmissä kohteissa ja joita voisi käyttää käytännön kokemusten myötä vaihtaa.

## **4. SUUNNITTELU**

### **4.1. Rakennetyypit**

#### **4.1.1. Ulkoseinärakenne ja runko**

Betonelementtirakenteinen kuilu ei sovellu tilaajalle eikä mahdollisimman nopeaan pystytykseen, joten lähtökohtaiseksi runkomateriaaliksi oli sovittu teräs. Kantavana runkorakenteena kuilulle toimii ristikkojäykistetty teräsrunko. Primaarirakenteissa käytettiin RHS-putkiprofileita kiinnitysten mahdollistamiseksi ja palosuojaamisen helpottamiseksi.

Nostolaskelmia WinRamilla tehdessäni huomasin nopeasti, että kriittisin tilanne rungolle on nimenomaan pystyttäminen. Rungon jokaiselle sivulle piti suunnitella vähintään kuljetuksen aikainen ristikko, jotta runko kestäisi noston sekä kuljetuksen eikä nostovaiheessa tulisi liian suuria taipumia runkoon. Suuret taipumat myös vahingoittaisivat valmiiksi kiinnitettyjä elementtejä.

Ulkoseinärakenteita tutkittaessa virtuaalimallin ulkoseinärakennevaihtoehdoksi valittiin Kingspan Oy:n sandwich-elementti, jonka eristeenä on polyuretaani (ks. liitteet 1 ja 2) ja toiseksi vaihtoehdoksi valittiin perinteinen Paroc-paneeli (ks. liite 3). Lähtökohtaisesti ulkoseinässä suunniteltiin käytettäväksi Paroc-paneeleita. Rungon sisäpuoli voidaan levyttää, jolloin päärungon väliin tulee peltirankarunko. Runkorakenteen palosuojaus hoidetaan kaksinkertaisella sisäseinän levytyksellä tai verhouksen taakse jäävällä palosuojamaalilla.

#### **4.1.2. Välipohjarakenne**

Välipohjalle suunniteltiin kolme vaihtoehtoista rakennetyyppiä ( ks. liitteet 4, 5 ja 6). Kantavana rakenteena toimivat joko teräspalkit tai kantava polyuretaanipaneeli. Teräsrakenteiset välipohjatyypit eivät ole kovin useasti käytettyjä, joten mitään kovin perinteisiä ratkaisuja ei ollut käytettävissä.

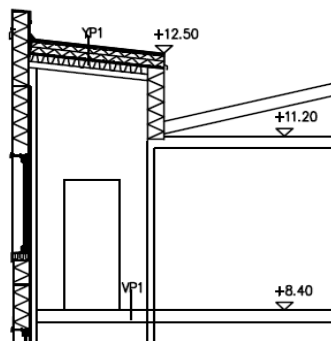
Yhtenä vaihtoehtona harkittiin myös teräskennorakennetta, mutta tällaista tuotetta ei ole vielä käytännössä markkinoilla ja se hylättiin vähäisten tuotetietojen takia.

Teräspalkeilla kannatetun lattian pintarakennevaihtoehtoiksi valittiin levytetty pinta tai paikalla valettava pintalaatta. Pintalaattaratkaisun etuna olisi työmaalla korkoon sovittaminen, jolloin liittyminen rakennuksen välipohjaan saataisiin helpommaksi. Tämä kuitenkin lisää työmaalla tapahtuvan viimeistelyn määrää.

Yhdeksi virtuaalimallin välipohjatyypiksi valittiin Kingspan Oy:n sandwich-elementti, joka on alun perin tarkoitettu kattopaneeliksi. Elementistä ei ole aikaisempaa kokemusta välipohjana, mutta lähdimme työstämään ideaa. Lepotason jänneväli on lyhyt, eikä kuormituskestävyyden tai taipuman kannalta tule ongelmia. Etuna tässä rakenteessa olisi välipohjan kevyt rakenne ja helppo asennettavuus. Lattiakorkojen sovittaminen työmaalla on haaste tälle ratkaisulle. Toleranssit huomioon ottaen lattiakorkoja on vaikea saada aivan samaan tasoon. Vanhassa välipohjalaatassa saattaa olla myös kaatoa.

#### 4.1.3. Yläpohjarakenne

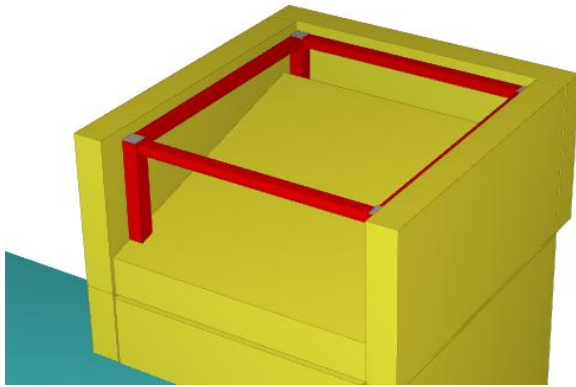
Yläpohjan runkorakenteen kattotuolina voidaan käyttää lyhyen jännevälin takia RHS-profiilia. Yläpohjalle valittiin 2 vaihtoehtoista rakennetyyppiä (ks. liitteet 7 ja 8). Sekundäärinen kantava rakenne on joko profiilipelti tai itsensä kantava kattopaneeli.



Kuvio 5. Leikkaus vesikattojen liittymisestä

Yläpohjassa haasteeksi tulee vedenpoisto ja nostokoukkujen sijoittaminen rakenteeseen. Vedenpoisto hoidetaan kaadoilla olemassa olevan rakennuksen katolle, josta vesi ohjataan rakennuksen katon vedenpoistojärjestelmään. Pellitys tulee suunnitella tapauskohtaisesti.

Nostopisteiden suunnittelemiseen kattoon oli haasteellista, koska tilaaja halusi, että rakenteet ovat mahdollisimman pitkälle valmiit rakennukselle jäävän työn minimoimiseksi. Nostoulokkeet on tuotava kattorakenteen läpi jolloin riskiksi muodostuvat rakenteeseen jäävät kylmäsillat ja ulokkeille aiheutuva momentti. Suunnittelussa päädyttiin eri vaihtoehtojen jälkeen nostoa varten tehtävään kehärakenteeseen, jonka idea näkyy kuviossa 6.



Kuvio 6. Nostokehä

Kehän tarkoitus on jakaa kuormaa noston alussa kaikille pilareille, jotta muodostuvat momentit eivät aiheuta paikallista lommahdusta pilareiden yläpäässä. Rakennetta ei ole mallinnettu kuviossa kokonaisuudessaan. Paroc-elementtejä vasten tehdään koolaus ja putket lämmöneristetään. Nostokoukut otetaan asennuksen jälkeen pois ja työmaalla asennetaan räystäspellitys. Kuviossa näkyvän kehän avonaisella sivulla oleva putkipalkki on asennusaikainen, muut palkit voidaan jättää rakenteeseen.

## 4.2. Lujuuslaskelmat

### 4.2.1. WinRami-laskentaohjelma

WinRami-ohjelmalla voidaan mitoittaa teräsrakenteita. Mitoittaminen onnistuu Eurocode 3 standardien mukaan. Laskelmissa voidaan käyttää hitsattuja I-profiileita ja putkipalkkeja. Profiili-ohjelmasta voidaan valita eri putki- tai I-profiileita. WinRami suorittaa rakenneanalyysin osille, ja ohjelmalla onkin helppo hakea sopivat profiilit.

WinRami sisältää kaksi mitoitusohjelmaa joiden avulla voidaan tarkistaa liitoksien paikallinen kapasiteetti. Liicont mitoittaa ristikon diagonaalin ja paarteen välisen liitoksen ja Momcont mitoittaa vastaavasti putkipalkeista tehdyn pilari-palkkiliitoksen. Liitoksien mitoittaminen onkin tärkeä ominaisuus, koska käsintehtynä laskut olisivat pitkiä.

WinRamiin on myös lisättävissä muita komponenttiohjelmaa rakenteiden mitoittamiseen. Ohjelmilla voidaan mm. tehdä palomitoitus palosuojamaaleja käyttäen ja mitoittaa I-profiilin uuman aukko. (WinRami n.d.)

WinRamilla laskentamalleja tehdessäni huomasin, että nostonaikainen tilanne määrittää rungon kestävyuden. Pystyyn nostetun kuilun rungon käyttöasteet jäävät hyvin pieniksi. Lumi- sekä tuulikuormat ovat hyvin pienet johtuen hissikuilun pienistä pinta-aloista. Laskentamallissa (ks. liite 11) on myös otettu tuennat kerroskohtaisesti huomioon, jolloin rakenne ei toimi mastona.

### 4.2.2. Kuormat

Laskentamallin tueksi tarkistin rasituksia myös käsilaskuna. Otin lähtökohdaksi WinRamin laskentamallista kovimmalla kuormituksella olevan pilarin ja määritin käsin kuormat. Käsilaskennassa käytin yksinkertaistuksia ja pääsin ”varmalla puolella” olevalle käyttöasteelle, joka oli samaa suuruusluokkaa kuin WinRamin laskentamallissa.

Virtuaalimallin kuormitusarvoina käytin seuraavanlaisia kuormia:

Paikkakunta Jyväskylä

Seuraamusluokka CC2 (keskisuuret seuraamukset)  $K_{fi} = 1,0$

Omat painot:

Paroc-paneeli AST T 240 mm  $0,3 \text{ kN/m}^2 \sim (30 \text{ kg/m}^2)$

Välipohjapaino  $0,6 \text{ kN/m}^2 \sim (60 \text{ kg/m}^2)$  arvio laskentaa varten

Yläpohjapaino  $0,6 \text{ kN/m}^2 \sim (60 \text{ kg/m}^2)$  arvio laskentaa varten

Hyötykuorma lepotasoille  $2,5 \text{ kN/m}^2$ , kerroskohtaista vähennystä ei käytetty

Lumikuorma  $2,5 \text{ kN/m}^2$  maassa ja  $2,5 \text{ kN/m}^2 \times 0,8 = 2,0 \text{ kN/m}^2$  katolla

Tuulikuorma:

Maastoluokka III (esikaupunkialue)

Tornin korkeus n. 14 m

Puuskanopeuspaine  $q_{p0}(z)$   $0,55 \text{ kN/m}^2$

$\lambda = 2 \text{ h/b} = 2 (15/15) = 2$

$C_f = 1,03$

$h/d = 14/30 = 0,46$

$c_{peD} = 0,75$  ja  $c_{peE} = 0,40$

$q_{wD} = c_{peD} / (c_{peD} + c_{peE}) * C_f * q_{w,k}$

$0,75 / (0,40 + 0,75) * 1,03 * 0,55 \text{ kN/m}^2 = 0,49 \text{ kN/m}^2$  (tuulenpuoleinen paineseinä)

Tuulikuorma on kohdistettu kokonaisvoimana painepuolen seinälle. Näin ollaan myös käsilaskennassa varmallalla puolella.

Hissikuormat tulevat suoraan perustuksille, mutta asennuksen- ja huollonaikaisina kuormina kuilun kattoon tulee 2 nostopistettä, joiden kuormakapasiteetiksi oletettiin  $20 \text{ kN/koukku}$  eli n. 2 tonnia pistettä kohden. Tämä oletus on varmallalla puolella toimitajan ohjeista saadun tiedon mukaan.

Nosto- ja kuljetusaikaisten tilanteiden laskuissa on käytetty kaksinkertaisia kuormia eli ns. nytkähdysvaraa, jolla otetaan huomioon mahdollisia nykäyksiä joita noston aikana voi tapahtua. Nostolaskelmissa tehtiin malli molemmille nostosuunnille, koska nostot voivat tapahtua kummankin sivun suuntaisesti.

Nostokoukkujen kuormituskapasiteetit katsotaan valmistajien antamista kuormitustaulukoista. Noston pahin tilanne on alussa, jolloin kuormat voivat olla pelkästään yhden nostopisteen varassa. Nostokoukut tulee siis valita siten, että yksikin koukku kestäisi nostokuormat.

#### 4.2.3. Kuormitustilanteet

Käytönaikaisen tilanteessa kuormitustapauksina käytettiin seuraavia yhdistelmiä:

- kesä, ei tuulta:  $1,15 \times$  omat painot +  $1,5 \times$  hyötykuormat
- kesä ja tuuli:  $1,15 \times$  omat painot +  $1,5 \times$  hyötykuormat +  $1,5 \times$  tuulikuormat
- talvi, ei tuulta:  $1,15 \times$  omat painot +  $1,5 \times$  hyötykuormat (hissikuormat mukaan luettuna) +  $1,5 \times$  lumikuormat
- talvi ja kova tuuli:  $1,15 \times$  omat painot +  $0,7 \times 1,5 \times$  lumikuormat +  $1,5 \times$  tuulikuormat

Nostonaikaisen tilanteen kuormitustapaus:

- $1,35 \times$  kaksinkertaiset omat painot

Näistä pahin tilanne on ”Talvi, ei tuulta”, jossa on ajateltu hissien huoltokuormat osaksi hyötykuormia. Nostonaikaisessa tilanteessa kuormitustapauksena on vain omat painot kaksinkertaisina.

#### 4.2.4. Tulokset

WinRami-laskentamallista saatujen tulosten perusteella valittiin seuraavat profiilit:

- nurkkapilarit RHS 100x100x6 S355 J2H
- ristikoiden sauvat RHS 70x70x4 S355 J2H

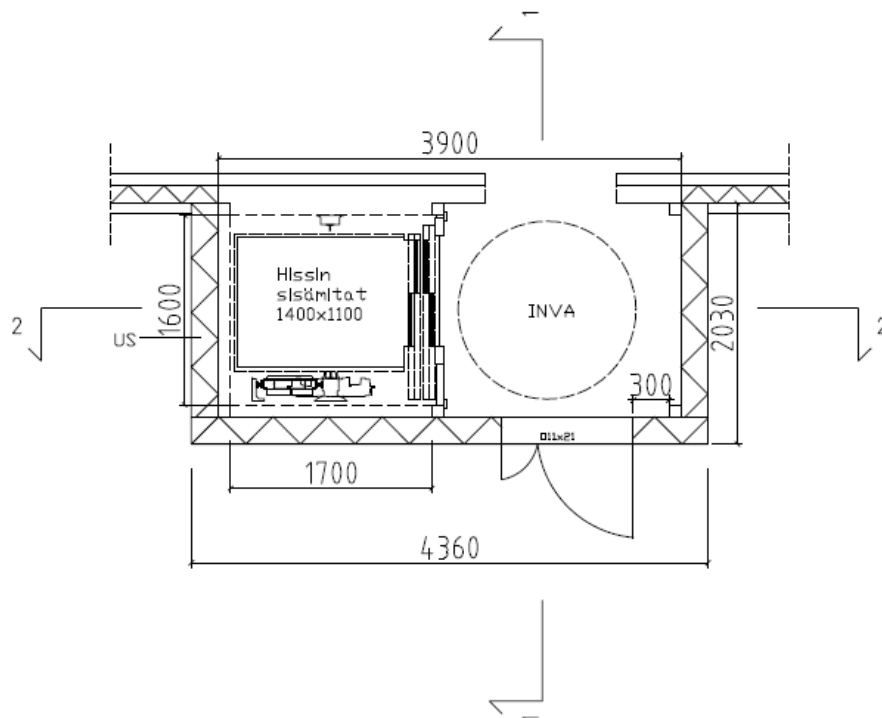


### 4.3. Layout- suunnittelu

Ecotower-hankkeella ei ole erillistä arkkitehtiä, joten layout-, julkisivu- ja leikkauskuvien suunnittelu oli osana opinnäytetyötä. Arkkitehtoniset ratkaisut voivat myös olla kohdekohtaisia ja niihin joudutaan mahdollisesti ottamaan kantaa rakennusvalvonnan ja asemakaavassa annettujen määräysten mukaan.

Julkisivun suunnittelussa (liite 9) lähtökohtana oli välttää liian samanlaista julkisivukuvaa verrattuna vanhaan rakennukseen. Esimerkiksi ikkunoiden mallit ovat erilaiset. Leikkauskuvissa (liite 10) oli seinärakenteen lähtökohtana Paroc-paneelit. Muut rakennevaihtoehdot ovat kehittyneet projektin edetessä.

Pohjakuvassa (ks. kuvio 7) on otettu huomioon mitoitus hissikuilun sisämitoille 1700 mm x 1600 mm ja mitoitus liikuntaesteisille.



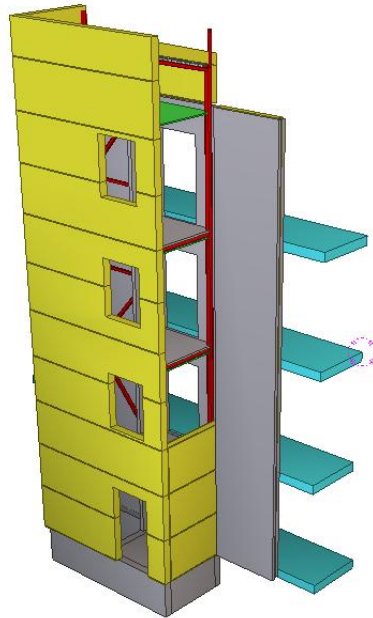
Kuvio 7. Ecotower-hissikuilun pohjakuva

## 4.4. 3D-mallinnus

### 4.4.1. 3D-mallinnuksen hyödyntäminen

Hissikuilua suunnitellessani käytin 3D-mallinnusta rungon ja rakenteiden suunnittelussa tilaajan pyynnöstä. Käyttämäni ohjelma oli Tekla Structures. Tekla Structures on suomalaisen Tekla Oyj:n valmistama 3D-mallinnusohjelma. Ohjelmalla voi mallintaa teräs-, betoni- ja puurakenteita. Betonirakenteille voidaan mallintaa raudoitukset ja liitokset. Teräsrakenteille on valittavissa ruukin profiileita ja kirjasto erilaisia liitoksia. Ohjelmasta saadaan hissikuilun suunnittelua varten esimerkiksi konepajakuvat ja osaluettelot.

3D-mallinnus on yleistymässä ja sitä pyritään tulevaisuudessa hyödyntämään yhä enemmän. 3D-malleilla voidaan tehdä risteämätarkistuksia esimerkiksi LVI-suunnitelmien ja rakennesuunnitelmien välille, koska eri suunnittelijoiden tekemiä 3D-malleja voidaan yhdistää. Arkkitehdin suunnittelema ArchiCad-malli voidaan yhdistää rakennesuunnittelijan Tekla-mallin kanssa.

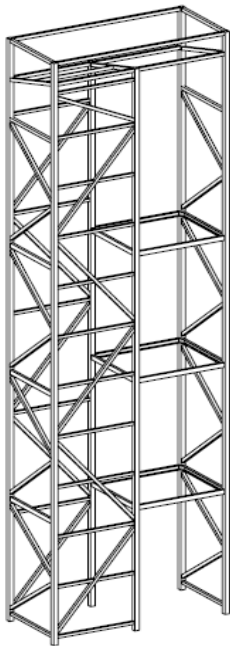


Kuvio 8. Ecotower-hissikuilun 3D-malli

Opinnäytetyötä varten opettelin ohjelman peruskäytön ja aloin kehittämään hissikuilulle runkorakenteita. Kuviossa 8 on alustava malli kuilulle. Vanhan rakennuksen seinää ja välipohjaa on mallinnettu rakenteiden liittymisen hahmottamiseksi. Paneeleita on poistettu, jotta kohteesta saa kokonaisvaltaisemman käsityksen. Tästä mallista puuttuu kuljetuksen ja noston ajalle suunnitellut jäykisteristikot sivuilta.

#### 4.4.2. Runkorakenne

Tekla Structuresin yksi etu on, että siitä saadaan valmiita kokoonpano- ja osakuvia, joita ei tarvitse enää AutoCad-ohjelmalla erikseen piirtää. Kuviossa 9 on esimerkkinä 3D-kuva runkorakenteesta, jonka ohjelma automaattisesti tekee.



Kuvio 9. Ecotower virtuaalimallin runkorakenne

Kuviossa pidemmällä sivulla olevat ristikot jäykistävät rungon tuulesta ja hissien liikkeestä aiheutuvia vaakakuormia vastaan. Ristikot toimivat myös nostonaikaisena jäykisteenä, koska lepotasollinen kuilumalli tullaan kuljettamaan kyljellään eli leveämpi sivu on nostettuna pystyyn. Lyhyempien sivujen ristikot ovat noston aikaista jäykistämistä varten.

## 4.5. Detaljisuunnittelu

Detaljikuvat tehtiin todennäköisimpänä pidettäville rakenteille eli rakenteille, jotka pilottikohteeseen valittaisiin. Tässä tapauksessa rakenteina ovat Paroc-elementit ulkoseinässä, kovavilla yläpohjassa ja polyuretaani-paneeli välipohjassa. Polyuretaani-elementtidetaljit rajattiin opinnäytetyöstä pois.

Detaljikuviin kuuluvat myös suunnitellut liitosvaihtoehdot vanhan rakennuksen rungon ja hissikuilun rungon välille. Näissä haasteena oli se, että valmiita malleja tällaisiin liitoksiin ei löytynyt, joten kehitystyön tuloksena syntyi muutama vaihtoehto.

Detaljisuunnittelussa hyödynnettiin toimistolta saatuja sekä valmistajien omia detaljeja tuotteilleen. Näitä käytettiin mm. yläpohjan ja seinän liittymien detaljeissa (ks. liite 13). Yläpohjan detaljikuvissa näkyy opinnäytetyön kohdassa 4.1.3 mainittu yläpohjarakenteeseen Paroc-elementtejä vasten suunniteltu koolaus. Rungon liittyminen perustuksiin näkyy detaljista 7 (liite 14). Kaikkia projektiin tehtyjä detaljeja ei ole sisällytetty opinnäytetyön liitteiksi.

## 4.6. Kuljetus-, nosto- ja asennussuunnitelma

### 4.6.1. Kuljetus

Pohjana kuljetus, nosto- ja asennussuunnitelmalle on Controlteam Oy:n rakennesuunnittelija Mika Samppalan toimittama malli terästyöselostuksesta.

Osat on kuljetettava ja varastoitava siten, ettei niihin muodostu pysyviä vääntymiä tai muita muodonmuutoksia. Kuljetuksen aikana hissikuilun tulee olla kahdella tukipisteellä vain päistään tuettuna. Tällä estetään mahdollisesta tukien painumisesta tapahtuvat vauriot ja vääntymät rakenteelle.

Tarvittaessa voidaan osiin kiinnittää suunnittelijan luvalla ylimääräisiä jäykisteitä tai nostolenkkejä, jotka on poistettava asennuksen jälkeen. Mikäli ripustuspisteiden välisen osan puristuskestävyys ei ole nostoa ajatellen riittävä, on käytettävä nostopuomia.

Osat on kuljetuksessa säilytettävä mahdollisimman puhtaina ja maalikalvot ehjinä. Liikaantuneet kohdat on mahdollisimman pian puhdistettava ja vioittuneet maalikalvot paikattava alkuperäistä käsittelyä vastaaviksi. Tuotteita varastoitaessa on käytettävä riittävästi alus- ja välipuita. Veden pääseminen ja jääminen rakenteisiin on estettävä.

Mikäli rakenneosissa on valmiina kuljetuksen aikana kiinnityspultteja, on niiden kierreet suojattava kolhiintumiselta.

Jos kuilussa on tehtaalla asennettu hissi, sen tulee sijaita kuilun alapäässä 1. kerroksen kohdalla vastapainoineen. Hissi ja vastapainopakka tulee tehdä liikkumattomaksi kuljetuksen aikaisilla lukituksilla.

Kuilun runkorakenteiden kestävyyttä on laskettu molempien sivujen suuntaan, joten se kestää kuljetuksen ja nostot molempien sivujen suuntaisesti. Kaikilla sivuilla on kuljetuksen aikana ristikkojäykisteet. Lepotasollinen hissikuilu kuljetetaan kyljellään siten, että pidempi sivu on ylöspäin. Näin vältetään leveän kuljetuksen aiheuttamilta toimenpiteiltä.

#### **4.6.2. Nosto ja asennus**

Rakennusrungon pääkantavien rakenteiden rakenneluokka on 2. Teräsohutlevyrakenteiden rakenneluokka on 2.

Asennustyössä noudatetaan kunkin kohteen asiakirjoja ja erityisesti on huomattava seuraavaa: Asennustyöstä on laadittava etukäteen asennussuunnitelma, joka on tarvittavilta osin hyväksyttävä rakennuttajalla ja suunnittelijalla, sekä suunnitelmaan perustuva rakenneosien lähetysohjelma. Suunnitelmasta ei ole lupa poiketa ilman rakennuttajan ja suunnittelijan lupaa.

Runko-osien poisottaminen ja -jättäminen, vaikkapa vain tilapäisesti, vaatii myös suunnittelijan luvan. Asennuksenaikaisille runkoon tukeutuville tai sitä kuormittaville laitteille ja varastokuormille tarvitaan suunnittelijan lupa.

Pilarien peruslevyjen alapuoliset jälkivalut tehdään sen jälkeen, kun pilareihin liittyvät rakenneosat on asennettu paikoilleen, pilarit ovat suunnitelmien mukaisissa paikoissa sekä pultit kiristetty ja varmistettu. Valun on oltava tehty ennen kuin rakenteeseen kohdistuu mitään kuormitusta rungon ensimmäisen asennuskerran omaa painoa ja siihen kohdistuvaa tuulikuormitusta lukuun ottamatta. Tuntojen vanhan rakennuksen välipohjiin tulee olla myös tehtynä, ennen kuin hissikuilua ruvetaan kuormittamaan.

Työmaahallinnollisessa asennussuunnitelmassa tulee noudattaa laadittua asennussuunnitelmaa. Rakenteiden nostaminen liinoilla on kielletty. Asentaja suunnittelee ja toteuttaa nostot käyttäen erityistä puomirakennetta tai kappaleeseen hitsattuja nostoelimiä, jotka tulee hyväksyttää päärakennesuunnittelijalla. Asennustyössä osia ei saa pakottaa paikoilleen niin, että rakenneosiin syntyy haitallisia rasituksia.

Erityistä huomiota on kiinnitettävä rakenteiden asennusaikaiseen stabiliteettiin. Tarvittaessa osat on tuettava asennusaikaisin sitein.

#### **4.6.3. Ruuviliitokset**

Ruuviliitoksia tehtäessä noudatetaan Suomen rakentamismääräyskokoelman osan B7 kohdan 9.3 ohjeita ja soveltuvan osin standardin SFS 3200 kohdan 4.31 ohjeita. Lisäksi on huomattava seuraavaa:

- Ruuvin kanta sijoitetaan ohuemman aineen puolelle.
- Mutterin alla on käytettävä aina aluslevyä.
- Ruuvin kannan alla on käytettävä aluslevyä, jos ruuvia joudutaan kiristämään ruuvin kannan puolelta tai jos ruuvin kannan alle jäävä reikä on soikea.

- Useamman kuin kahden ruuvin liitoksessa on ruuvit kiristettävä ristikkäin ja viimeisen ruuviparin jälkeen on kaikkien niitä edeltävien ruuvien kireys tarkistettava.
- Kaikki mutterit lukitaan rikkomalla kierteen pää, ellei piirustuksissa ole muuta mainittu.
- Teräsohutlevyjä kiinnitettäessä yhteenliitettävien osien väliin ei saa jäädä rakojia. Kiinnityksissä on noudatettava valmistajan antamia ja Rakennusmääräyskokoelman B6 ohjeita.

Mutterin kiristämisen jälkeen on ruuvien kierreosasta oltava viistepään lisäksi näkyvisä vähintään 1,5 kierrosta. Mikäli ruuvia ei saada paikoilleen asennuksessa edellytetyllä tavalla eikä ruuvien reikää voida porata seuraavalle ruuvikoolle sopivaksi, on polttoleikkaaminen myös sallittu, mutta sille on saatava ennen työhön ryhtymistä suunnittelijan lupa. Mikäli korjaus näinkään ei ole mahdollista, on tehtävä korjaussuunnitelma ja esitettävä se rakennuttajalle. Ruuvit on kiristettävä RIL 90:n kohdassa 4.312 esitettyihin arvoihin.

#### 4.6.4. Asennustoleranssit

Asennuksessa noudatetaan Suomen rakentamismääräyskokoelman B7 kohdan 9.5.3.2 ja standardin SFS 3200 kohdan 4.46 tarkkuusvaatimuksia. Käytettäessä ohutlevyrakenteita runkorakenteina noudatetaan niin ikään soveltuvin osin seuraavia arvoja.

- tartuntaryhmien sijainti +5mm
- pilarien sijaintitoleranssi +-5mm
- palkkien/ristikoiden sijainti suhteessa pilariin +-5mm
- vierekkäisten palkkien/ristikoiden sijainti +-10mm
- vastakkaisten päiden ero +-L/500, max. 10mm
- pilarin vinous +h/300

(RakMK B7 1996, 39 - 40)

## 5. YHTEENVETO

Opinnäytetyön tehtävänä oli suunnitella modulaarinen hissikuilu kuvitteelliseen kohteeseen eli tehdä ns. virtuaalimalli kuilulle. Tilaaja oli kiinnostunut kehittämään konseptin jälkiasennettavalle hissikuilulle. Tilaajalla on tavoitteena laaja-alainen hissikuilutuotanto tulevaisuudessa ja hissien tarjoaminen vanhoihin rakennuksiin. Opinnäytetyön tavoitteena oli saada kuilulle julkisivu-, leikkaus- ja runkokuvat sekä 3D-malli, rakennetyypit, detaljit ja laskelmat.

Opinnäytetyö aloitettiin tietoperustan hankkimisella ja lähtötietojen selvittämisellä. Haastavinta suunnittelussa oli itse hissien huomioiminen, koska hissitoimittajalta saadut lähtötiedot olivat vaillinaiset ja hissien lähtötietoihin jouduttiin pyytämään lisää ohjeistusta. Siltikään saadut ohjeistukset eivät olleet kovin yhtenäisiä ja niitä onkin koottu erimallisista hisseistä.

Lähtötietojen perusteella aloitettiin runkorakenteen mallintaminen kuilulle. Runkorakenteen ympärille tutkittiin erilaisia rakennevaihtoehtoja ja suunniteltiin rakenteita sekä liitoksia. Rungon kestävyyttä selvitettiin lujuuslaskelmilla ja rungon rakennetta muokattiin laskelmista saatujen tulosten mukaisiksi. Opinnäytetyön tuloksena syntyi pohja-, julkisivu-, leikkaus- ja runkokuvat sekä rakennetyypit, detaljit, laskelmat ja nosto- ja asennussuunnitelma, joista osa on opinnäytetyön liitteenä.

Opinnäytetyössä piti luoda jotakin täysin uutta. Haastavaa oli myös se, että oikeata kohdetta hankkeelle ei ollut vielä olemassa, joten lähtötietoja jouduttiin kuvittelemaan. Kaikkia suunnitteluun vaikuttavia asioita ei siis ole saatettu huomioida oikealla tavalla, mutta niihin voidaan ottaa kantaa varsinaisen pilottikohteen suunnittelussa.

Pilottikohteeseen siis joutuu joka tapauksessa suunnittelemaan suoranaisesti hissiin liittyvät rakenteet, kuten kiskojen kiinnitykseen tarvittavat rakenteet uudestaan aina tapauskohtaisesti. Niihin ei ole saatu riittävää tarkkuutta, että nykyisten suunnitelmien perusteella voitaisiin suoraan asentaa hissi kuiluun.



Opinnäytetyötä tehtäessä aikaa käytettiin runsaasti välipohjarakenteen ja yläpohjaan toteutettavien nostopisteiden suunnitteluun. Vaihtoehtoja mietittiin paljon ja lopulta päädyttiin innovatiivisiin ratkaisuihin, jollaisia ei tiettävästi ole ennen tehty. Suunnittelukokemuksen puute johti asioiden omatoimiseen opiskeluun sekä suunnittelun taustatiedon keräämiseen esim. liitoksien ja nostoelimien kohdalla.

Virtuaalikohteelle tehdyt suunnitelmat ovat tavoitteita vastaavat ja niitä voidaan hyödyntää pilottikohteen suunnittelussa. Varsinaisen pilottikohteen suunnittelussa voidaan olla todennäköisesti paremmassa yhteistyössä hissintoimittajan kanssa, koska suunniteltava kuilu valmistetaan myös todellisuudessa, jolloin tuotteiden toimittajilla on oikea mielenkiinto kohteeseen. Hissirakenteiden suunnittelu siis tarkentuu ja asiantuntija ottaa kantaa suunnitelmiin.

Opinnäytetyön aikana olen huomannut, myös miten käytännön työmaakokemuksen puute rajoittaa suunnittelua. Yksinkertaisten asioiden miettimiseen voi mennä paljon aikaa, kun käytännön näkemys puuttuu, eivätkä ne siltikään mene niin kuin työmaan kannalta olisi hyvä.

## LÄHTEET

L 22.12.2009/1599. Asunto-osakeyhtiölaki. Viitattu 20.3.2011. Valtion säädöstietopankki Finlex <http://finlex.fi>, ajantasainen lainsäädäntö

RTS 11:1 n.d. Hissin rakentaminen käytössä olevaan rakennukseen ohje. Rakennustietosäätiö.

RakMk F1 2005, Esteetön rakennus, Suomen rakennusmääräyskokoelma

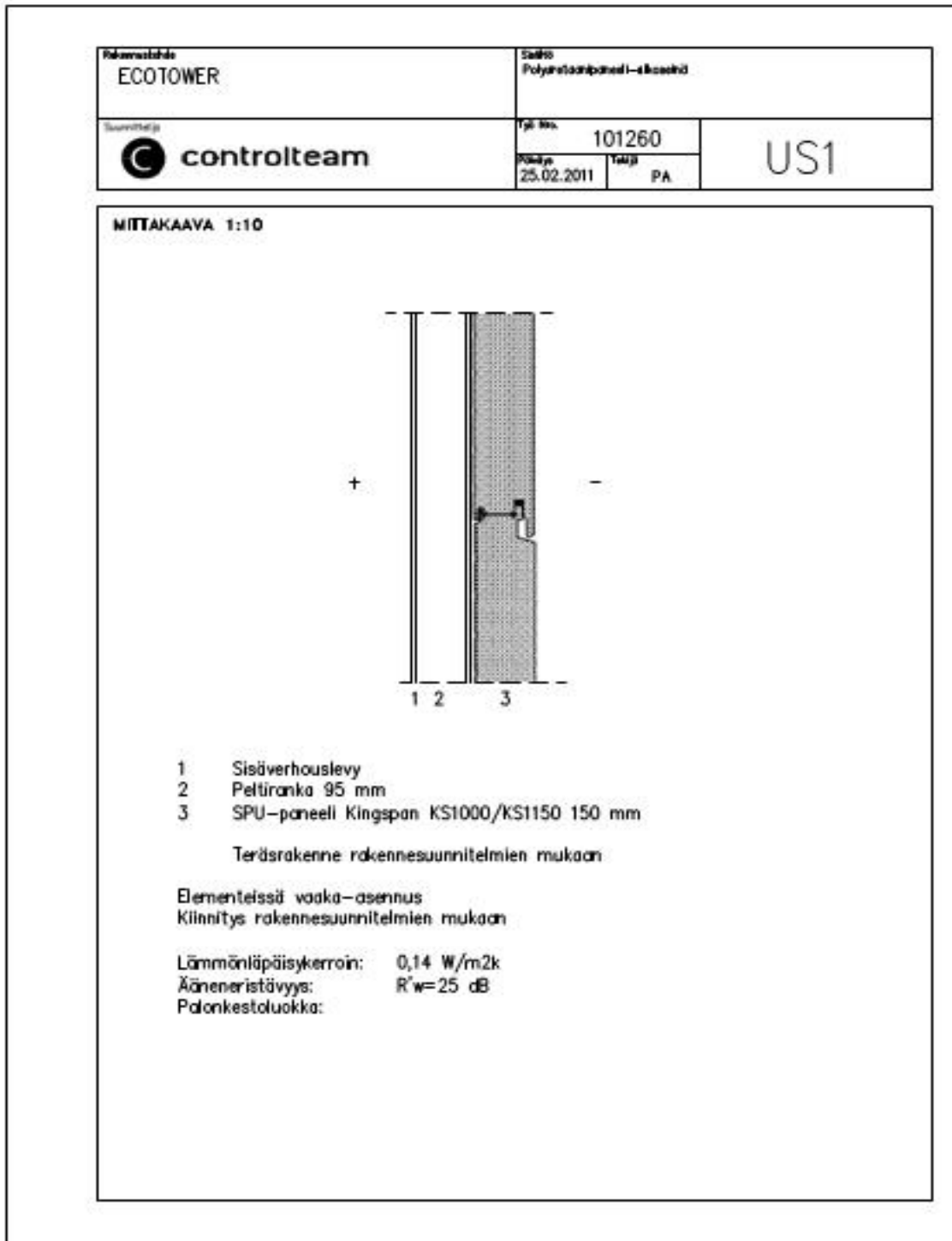
Mitä hissi maksaa n.d. Hissit stadin kerrostaloihin. Artikkelin Helsingin kaupungin sivustolla. Viitattu 16.3.2011  
<http://www.hel2.fi/hissiprojekti/>

WinRami n.d .Ohjelman käyttökuvaus. Teräsrakenneyhdistyksen sivustolla. Viitattu 2.4.2011  
[http://www.terasrakenneyhdistys.fi/ohjelmat/winrami\\_kuvaus.htm](http://www.terasrakenneyhdistys.fi/ohjelmat/winrami_kuvaus.htm)

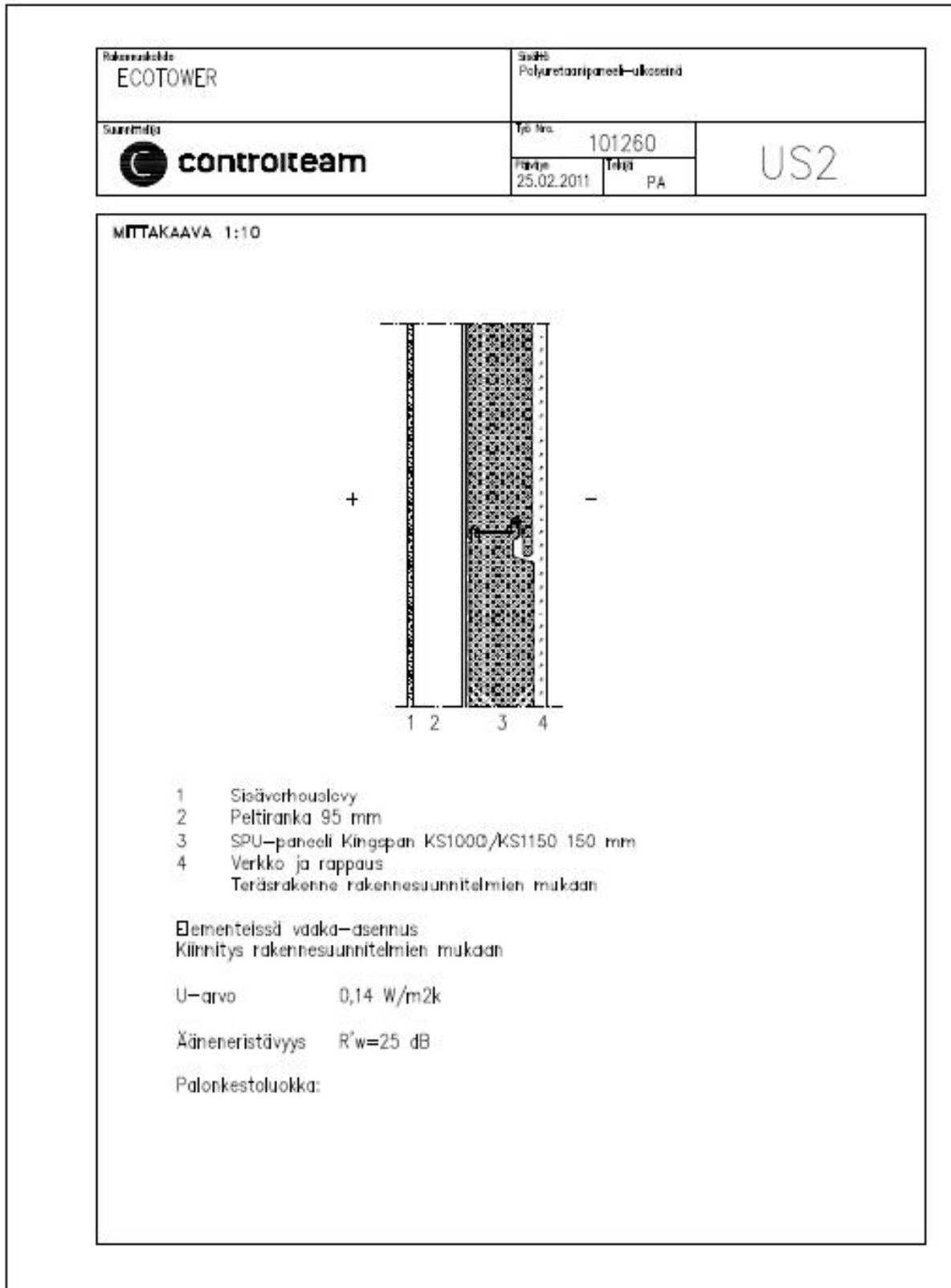
RakMK B7 1996. Teräsrakenteet. Suomen rakennusmääräyskokoelma

# LIITTEET


## Liite 1 Ulkoseinä, rakennetyyppi 1

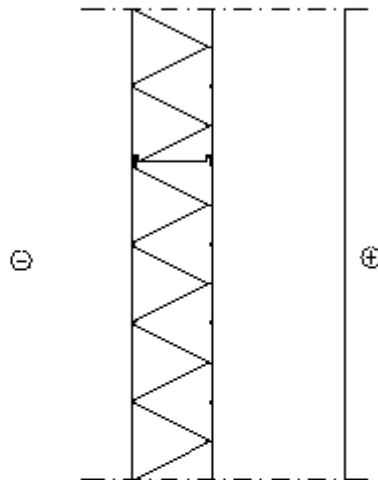


## Liite 2 Ulkoseinä, rakennetyyppi 2



### Liite 3 Ulkoseinä, rakennetyyppi 3

Rakennusvaihe ECOTOWER	Suunnitelma Paroc-ulkoseinä	
Suunnittelija  controlteam	Työ Nro. 101235	US3
	Käytetty 18.3.2011	



- 240mm PVDF-Pinnoitettu Metallisandwich-elementti. Väri Ark mukaan.  
- Ulkopinta 0,6 mm  
- Sisäpinta 0,5mm
- Teräsrakenne rakennesuunnitelman mukaan

Elementeissä vaakasuunnus.


Kiinnitys rakennesuunnitelman mukaan

Lämmäneristyskerroin 0,16 W/m<sup>2</sup>K

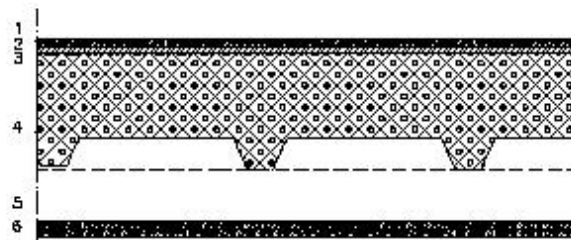
Ääneneristävyys R<sub>w</sub>=

Palonkestoluokka: EI 120

## Liite 4 Välipohja, rakennetyyppi 1

Rakennuskohde ECOTOWER	Siiviliö Polyuretaanipaneeli välipohja	
Suunnittelija  controlteam	Työ Nro. 101260	VP1
	Päivä 25.02.2011	


MITTAKAAVA 1:10



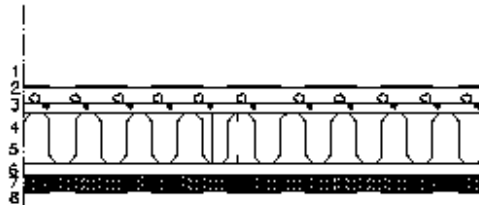
- 1 Pintarakenne esim. muovimatto
- 2 Levyitys esim. palokipsilevy
- 3 Runkoäänen katkaisukaista solumuovi
- 4 Kingspan paneeli KS-1000 am
- 5 Palkki
- 6 Palokipsilevy, Gyproc GF 2x15mm

Lämmöneristeen kiinnitys rakennesuunnitelmien mukaan  
 Palosuojaus tarkistettava RakMK E1:n ja E2:n mukaan  
 Paloluokka REI 60

## Liite 5 Välipohja, rakennetyyppi 2

Rakennuskohte ECOTOWER	Sivittö Tertiarunkainen maasäätö
Suunnittelija  controlteam	Työ Nro. 101260 Päivä 25.02.2011 PA
VP2	

MITTAKAAVA 1:10




- |        |   |   |
|--------|---|---|
|        | 1 | Lattian pintarakenne  |
| 80mm   | 2 | Betonivalu  |
| 45 mm  | 3 | Proffili RAN-45-0,8<br>Vaimennuskalsta tarvittaessa arren ja muotalevyn välissä |
|        | 4 | Kantava C-orsik-500   |
| 100 mm | 5 | Mineraalivilla  |
|        | 6 | Ruode k-400   |
| 30mm   | 7 | Palokipsilevy, Gyproc GF 2x15mm   |
|        | 8 | Alakaton pintarakenne   |

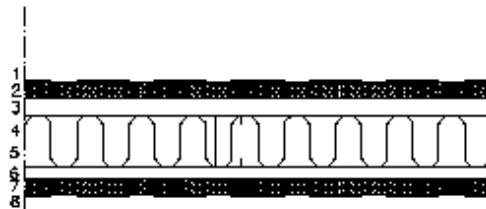
Lämmöneristeen kiinnitys  
rakennesuunnitelmien mukaan.  
Palosuojaus tarkistettava RAKMK E1:n ja E2:n mukaan.

Paloluokka REI 60

## Liite 6 Välipohja, rakennetyyppi 3

Rakennuskohde ECOTOWER	Selitys Terveystieteiden keskeinen välipohja			
Suunnittaja  controlteam	Proj. Nro. 101260			
	<table border="1"> <tr> <td>Alkaj.</td> <td>14/01</td> </tr> <tr> <td>25.02.2011</td> <td>PA</td> </tr> </table>	Alkaj.	14/01	25.02.2011
Alkaj.	14/01			
25.02.2011	PA			
VP3				

MITTAKAAVA 1:10




- |        |   |   |
|--------|---|---|
|        | 1 | Lattian pintarakenne  |
| 30mm   | 2 | 2xlattialevy GL 15  |
| 35 mm  | 3 | Profilili RAN-35-0,8<br>Valmennuskaistista tarvittaessa arren ja muatolevyn välissä |
|        | 4 | Kantava C-orsik k-500   |
| 100 mm | 5 | Mineraalivilla  |
|        | 6 | Ruode k-400   |
| 30mm   | 7 | Palokipsilevy, Gyproc GF 2x15mm   |
|        | 8 | Alakaton pintarakenne   |

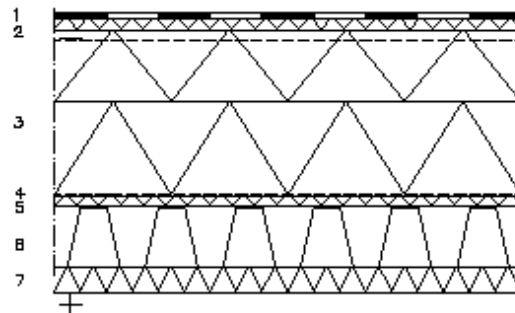
Lämmöneristeen kiinnitys  
rakennesuunnitelmien mukaan.  
Palosuojaus tarkistettava RakMK E1:n ja E2:n mukaan.  
Profililipelti rakennesuunnittelijan mukaan,  
Paloluokka REI 60



## Liite 7 Yläpohja, rakennetyyppi 1

Rakennuskohde ECOTOWER	Siivoh Pölmulevy-yliopohja
Suunnittelija  controlteam	Yht. Nro. 101260
	Alkuperä 25.02.2011
	Yht. PA PA
	YP1

MITTAKAAVA 1:10



- 1 Vedeneriste  
lappaan luokka VE20, kaltevuus >1:20, TL2+TL2  
jirrin luokka VE90, kaltevuus >=1:60, TL2+ TL2  
Esim. K-MS 170/3000 + K-PS 170/4000  
Mekaaninen kiinnitys  
Ylin kermi liimattuna kauttaaltaan alustaan, sirotepintainen, musta
- 2 Lämmöneriste, kova mineraalivilla esim. Paroc ROS 50 20mm
- 3 Lämmöneriste, kova mineraalivilla esim. Paroc ROS 30+30g, 140+180mm  
Tuuletusurat ylösmölkäkel
- 4 Höyrynsulku, verkkovahvisteinen alumiinipintainen muovi esim. Euratex AI
- 5 Lämmöneriste, kova mineraalivilla esim. Paroc ROB 50t 20mm
- 6 Kantava rakenna, teräspöimulevy rakennepiirustusten mukaan
- 7 Palovilla, Paroc FPS 14-50 mm, kiinnitys ruuvilla k300, joka poimun kohdasta


Kallistukset >= 1:60, myös jirreä.  
Vaatakallistukset lämmöneristeen päällä kevytoralla.

Lämmöneristyslevyjen saumat limittäin. Lämmöneristyskerrok-  
sesta järjestettävä tuuletus. Lämmöneristeen kiinnitys  
rakennesuunnitelmien mukaan.  
Palosuojaus tarkistettava RakMK E1:n ja E2:n mukaan.

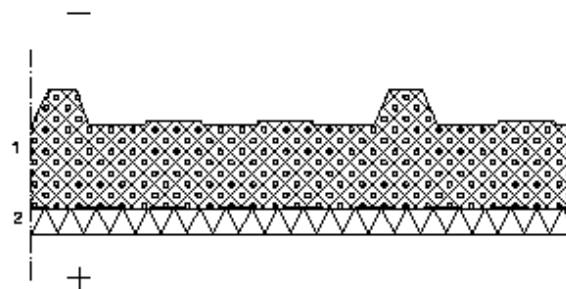
Lämmönläpäisykerroin: 0,09 W/m<sup>2</sup> K.

Profilipelti rakennesuunnittelijan mukaan,  
Paloluokka REI60

## Liite 8 Yläpohja, rakennetyyppi 2

Rakennuskohte ECOTOWER	Siveliö Polystyreeni-paneelilyöpohja	
Suunnittaja  controlteam	Yö Nro. 101260	
	<table border="1"> <tr> <td>Päivä 25.02.2011</td> <td>Käsitte PA</td> </tr> </table>	Päivä 25.02.2011
Päivä 25.02.2011	Käsitte PA	
YP2		

MITTAKAAVA 1:10



- 1 Kingspan paneeli KS-1000 sm
- 2 Palovilla, Paroc FPS 14 50mm

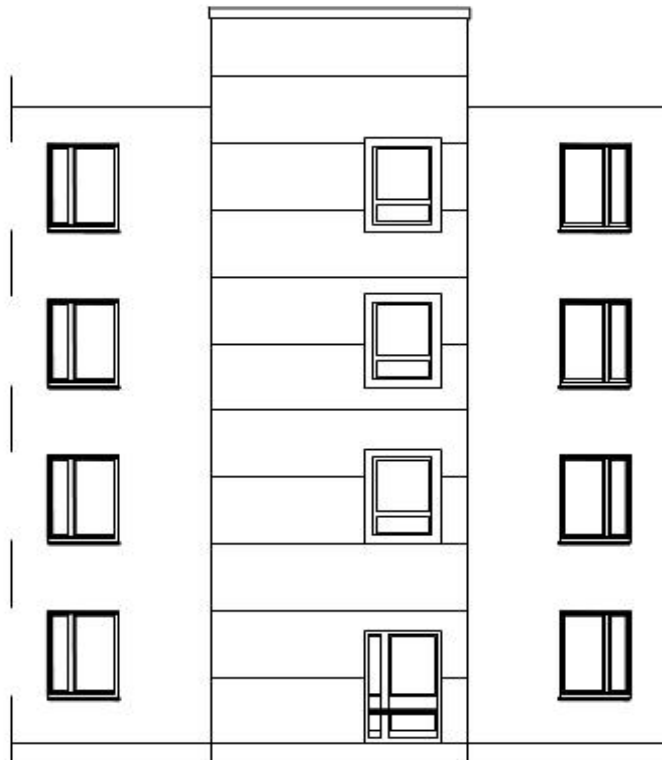
Kallistukset  $\geq 1:50$ , myös jirissä  
 Paneelin kiinnitys rakennesuunnitelmien mukaan  
 Palosuojaus tarkistettava RakMK E1:n ja E2:n mukaan.

Lämmönläpäisykerroin  $0,15 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

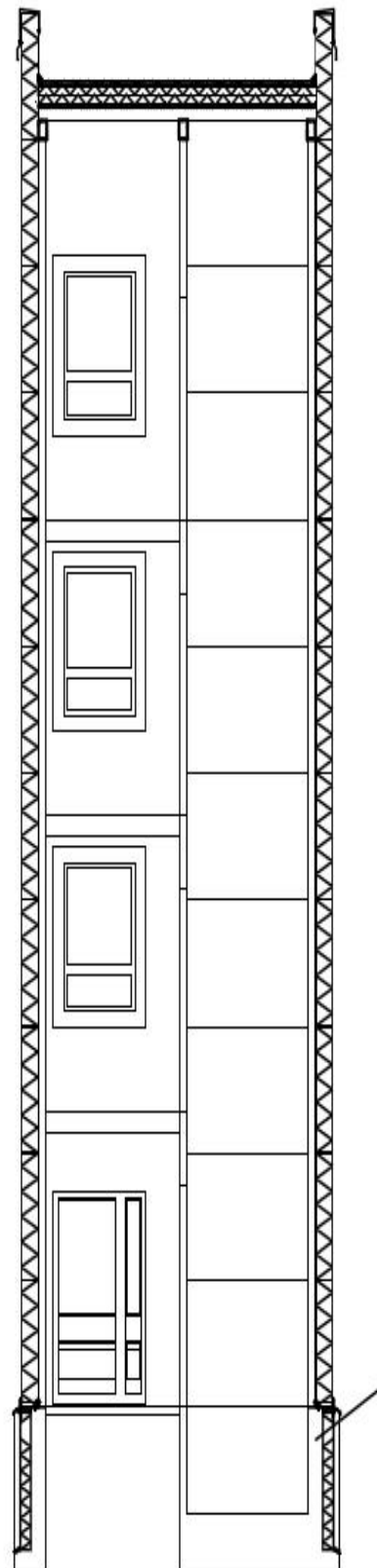
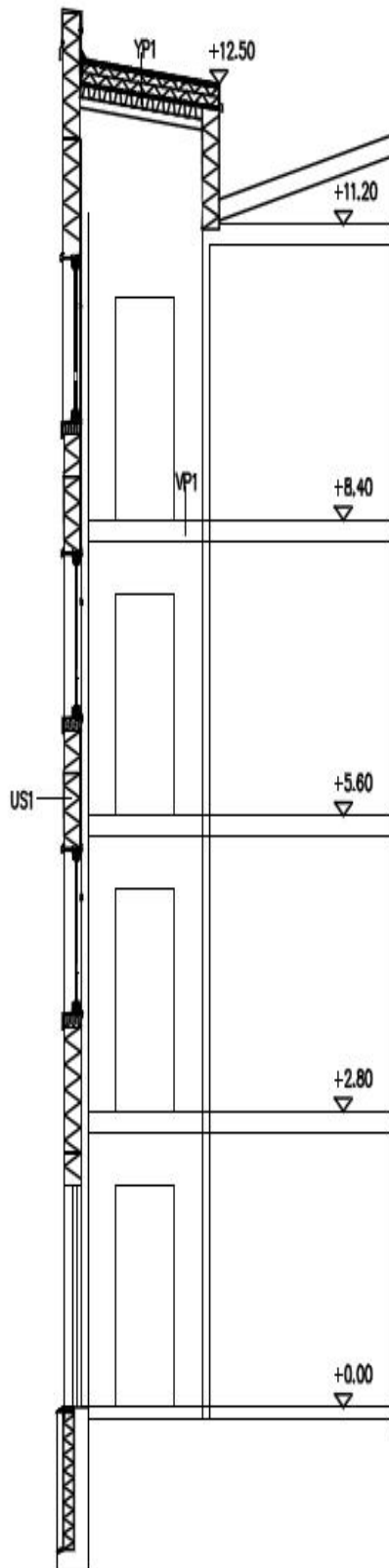
Paloluokka RBD

**Liite 9 Julkisivu**

Julkisivu 1:100

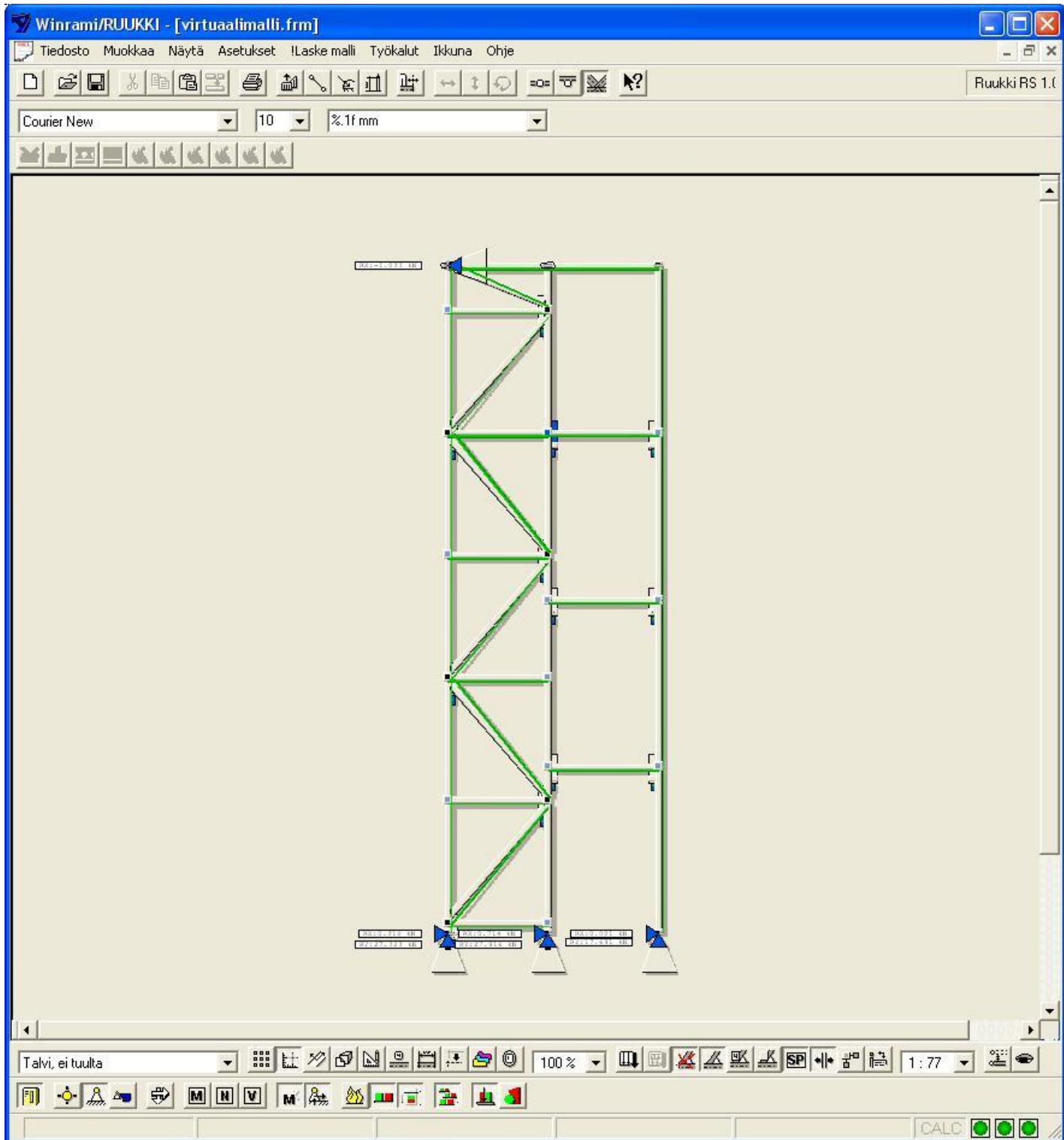


## Liite 10 Leikkaukset

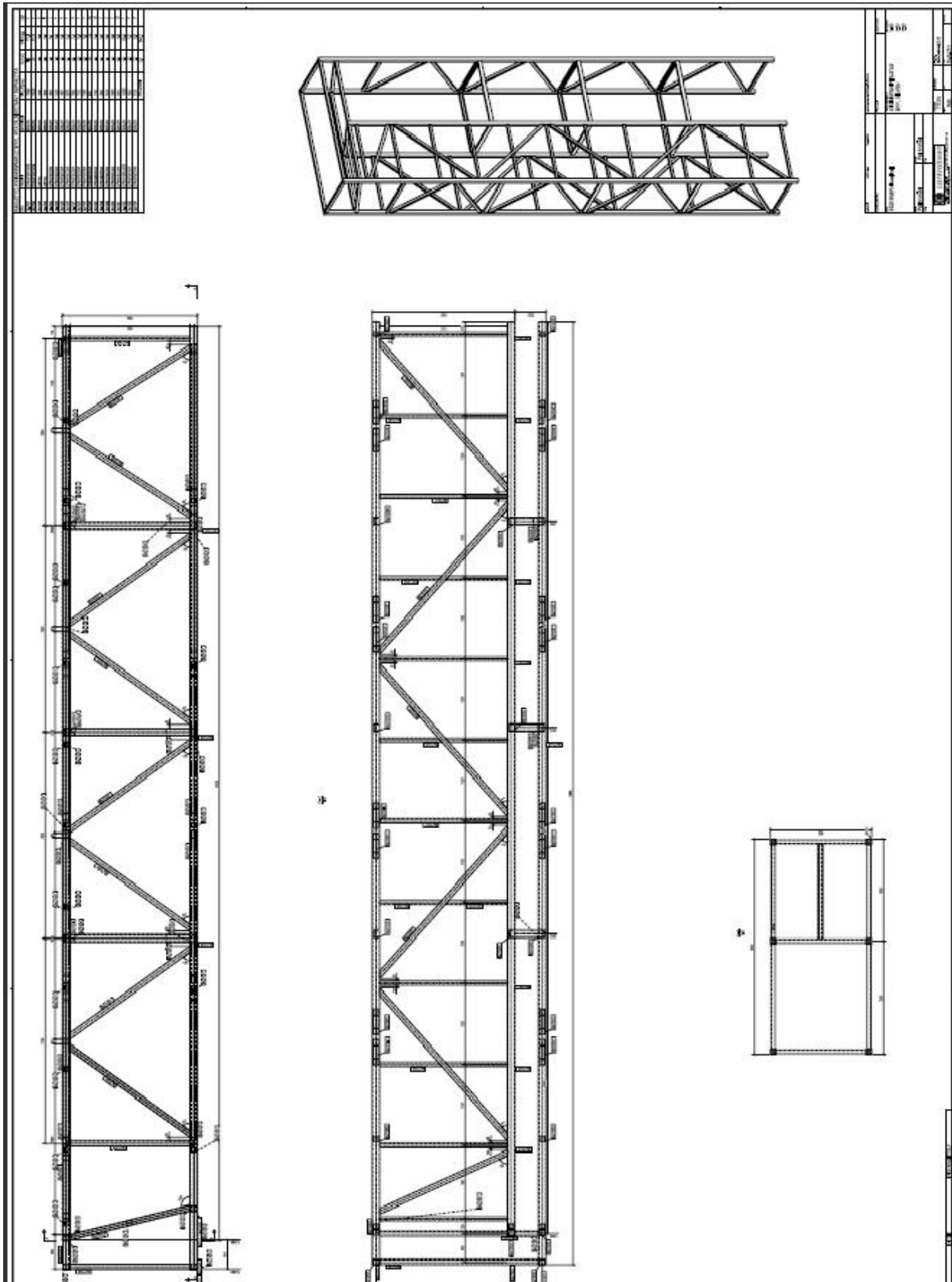


Perustussuunnittelu tapauskohtaisesti  
suunnittelijan mukaan

## Liite 11 WinRami-laskentamalli



## Liite 12 Kokoonpanokuva

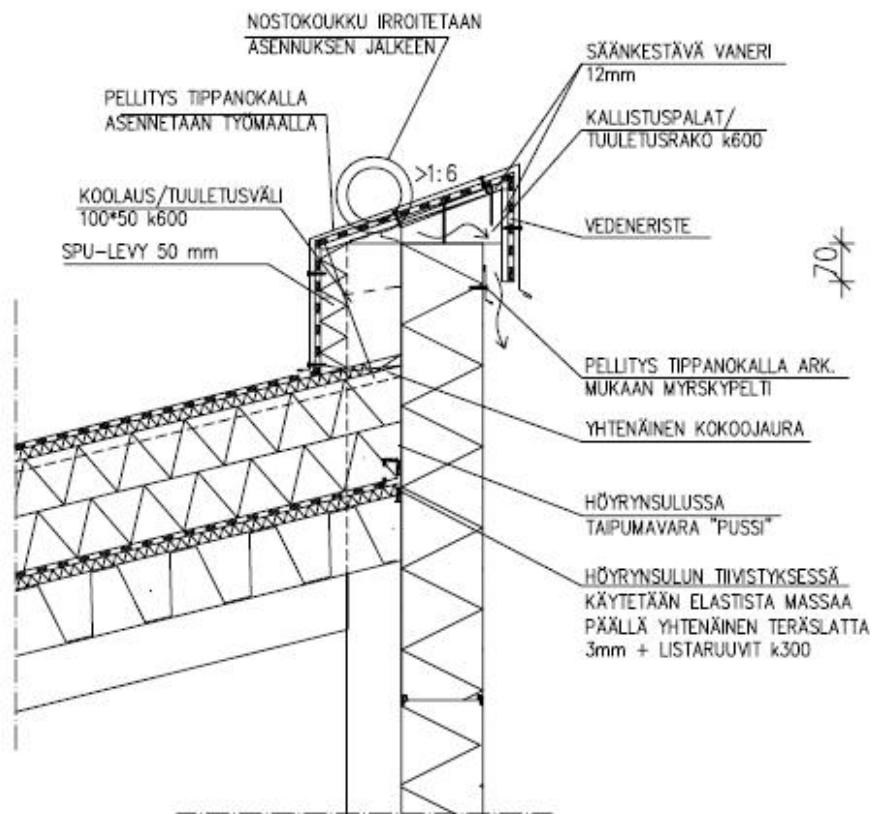


## Liite 13 Detalji yläpohjaliitoksesta

Rakennuskohde Ecotower	SiisR6 LAPPEEN YLÄPÄÄN RÄYSTÄS
Suunnittelija  controlteam	Työ Nro. 111279
	Päiväys 25.02.2011 Tekijä PA
DET.4	

MITTAKAAVA 1:10

### LEIKKAUS 1-1



## Liite 14 Detalji perustusliitoksesta

Rakennuskohde Ecotower	Sisältö METALLISANDWICH ELEMENTIN LIITOS SOKKELELEMENTTIIN	
Suunnittelija  controlteam	Työ Nro. 111279	DET.7
	Päiväys 3.3.2010	

MITTAKAAVA 1:5

