



SAVONIA

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

OPINNÄYTETYÖ

Teollisuushallin suunnitteluvaiheen kustannusohjaus

TEKIJÄ/T: Esa Väänänen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Esa Väänänen	
Työn nimi Teollisuushallin suunnitteluvaiheen kustannusohjaus	
Päiväys	16.2.2014
Sivumäärä/Liitteet	31 (6)
Ohjaaja(t) Kimmo Anttonen, pt. tuntiopettaja	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Rakennusmittapelti Haverinen Oy, Samuli Haverinen	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli saada toimeksiantajalle määriteltyä tuotantorakennuksen hankintahinta. Suunnitteluvaiheen kustannusohjauksen tarkoituksena oli määrittellä oikeanlaiset rakenneratkaisut, jotta rakennus voidaan tehdä tarpeeksi edullisesti ja tarkoituksenmukaiseksi. Tuotantorakennus on toimeksianto kuopiolaiselta Rakennusmittapelti Haverinen Oy:ltä. Yritys aikoo laajentaa toimintaansa Kuopion talousalueella ja siirtää toimintansa suurempaan tuotantorakennukseen. Yritys rakennuttaa tuotantorakennuksen itse ja on siirtänyt suunnitteluvaiheen kustannusohjauksen ulkopuoliselle tekijälle.</p> <p>Opinnäytetyössä käytettiin apuna Haahtelan TAKU kustannustieto 2012 -ohjelmistoa. Ohjelmalla tehtiin tavoitehintalaskelma ja rakennusosa-arvio rakennusosittain. Rakennusosa-arvion mukaan alettiin tutkia vaihtoehtorakenneratkaisuja ja mahdollisia säästökohteita. Rakennusosa-arvion mukaan työstä tehtiin rakennusosittainen analyysi, josta valittiin tärkeimmät ja kustannuksiltaan suurimmat talo-osat. Valitut osat on tarkasteltu selkeästi ja perustellen, miksi tiettyihin ratkaisuihin on päädytty. Työn tavoitteena ei ollut lähteä tutkimaan työtekniisiä seikkoja, mikäli niillä ei ollut erityistä negatiivista kustannusvaikutusta tai suuren riskin mahdollisuutta. Pääasiassa tutkittiin materiaalivalintojen vaikutusta kustannuksiin, eri runkorakennevaihtoehtojen vaikutusta lopputuotteeseen ja käytettävyyteen sekä niiden kustannusvaikutusta. Kaikki rakenne-osat selvitetään tarkoin läpi, jotka ovat prosentti osuudeltaan suurimmat kustannuksiltaan. Opinnäytetyössä tuotettiin aineisto rakennuslupapiirustusten pohjalta, josta tuotiin rakennemäärät ja tilasuunnitelmat käsin-kustannustieto-ohjelmaan. Kustannustieto-ohjelman laskemana saatiin tuotettua tarvittava aineisto tarkemmalle pohdiskelulle suunnittelun ohjauksessa.</p> <p>Opinnäytetyö tuotti tavoitehintaa ja rakennusosa-arvion rakennuttajan käyttöön. Lopullisessa tuloksessa saatiin kustannuksia huomattavaksi alemmaksi kuin ensimmäisissä laskelmissa. Syyt tähän olivat suunnittelu ja erilaisten vaihtoehtojen huomioiminen. Tulokset olivat osapuolia tyydyttäviä ja niiden merkitys oli rahallisesti huomattava. Opinnäytetyön tulokset tuottivat huomattavaa rahallista säästöä rakennuttajalle.</p>	
Avainsanat : Kustannushallinta, kustannusohjaus, määrälaskenta	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Construction Management			
Author(s) Esa Väänänen			
Title of Thesis Cost accounting of production facilities in the planning phase			
Date	16 February 2014	Pages/Appendices	31 (6)
Supervisor(s) Mr. Kimmo Anttonen, Lecturer			
Client Organisation /Partners Rakennusmittapelti Haverinen Oy, Samuli Haverinen			
Abstract			
<p>The purpose of this thesis was to determine the cost of particular production facilities for a client. Cost accounting in the planning phase aimed at finding the optimal structural solutions for building the facilities as cost-effectively as possible, with due regard to functionality. The construction project was commissioned by Rakennusmittapelti Haverinen Oy in Kuopio. The company had plans to expand their production in the Kuopio area and move it to the new facilities. The company was in charge of having the new production facilities built but the cost accounting was outsourced.</p> <p>The thesis project used TAKU® Kustannustieto 2012 software programme by Haahtela for calculating the target price and for estimating the amount of building materials needed substance by substance. Based on the estimate, alternative structural solutions and possible cost-cutting measures were explored. The estimate was also used for an item-by-item analysis of the building materials, which guided the choice of the most cost-effective materials. The choices were justified and discussed in detail. Different building techniques were not commented on, unless they had a significant negative impact on the costs or contained a high risk. Instead, the focus was on analyzing the effects of different material choices on the costs as well as the effects of each alternative mainframe on the final product, its usability and costs. Data about the materials was calculated based on the ground plan and fed into the software, which then produced the figures for the closer inspection of costs.</p> <p>As a result of the thesis, a target price calculation and a cost estimate were successfully made for the client. The final calculation showed significantly lower costs from those of the first estimate. This was because of careful planning and because various alternative solutions had been taken into account. The outcome was satisfactory to all parties and enabled a considerable reduction of expenses for the client.</p>			
Keywords Cost accounting, cost estimate			

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO.....	5
2	TUOTANTORAKENNUKSEN LÄHTÖTIEDOT	7
3	SUUNNITTELUVAIHEEN KUSTANNUSOHJAUS KÄYTÄNNÖSSÄ.....	8
4	SUUNNITTELUNAIKAINEN KUSTANNUSHALLINTA.....	9
5	TUOTANTORAKENNUKSEN RUNKORAKENTEET.....	13
5.1	Puurunko	13
5.1.1	Palonsuojaus.....	13
5.2	Teräsrunko.....	14
5.2.1	Teräsrakenteiden palonsuojaus.....	15
6	TUOTANTORAKENNUKSEN SOKKELIRAKENTEET.....	18
6.1	Sandwich -elementti.....	19
6.2	Paikallavalettu rakenne.....	20
7	TUOTANTORAKENNUKSEN JULKISIVURAKENTEET	21
7.1	Sandwichelementti.....	22
7.2	Puuelementti	23
8	TUOTANTORAKENNUKSEN VESIKATTORAKENTEET	24
8.1	Katon rakenneratkaisu.....	24
9	TUOTANTORAKENNUKSEN LATTIARAKENTEET.....	25
9.1	Lämmöneristevaatimukset	25
9.2	Betonin laatuvaatimukset ja kustannussäästö.....	26
10	KOKONAISKUSTANNUKSET.....	27
10.1	Tavoitehinta-arvio	27
10.2	Rakennusosa-arvio	28
10.2.1	Rakennusosat.....	28
10.2.2	Tekniikkaosat	29
10.2.3	Muut tehtävät.....	29
11	YHTEENVETO JA POHDINTA.....	30
	LÄHTEET	31

LIITTEET

Liite 1 Rakennusosa-arvio, hankintahinta - rakennusosittain, Väänänen Esa 2012

Liite 2 Tavoitehinta, hankintahinta, uudis - pääryhmittäin, Väänänen Esa 2012

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoitteet

Kustannustehokkaan tuontorakennuksen rakentamisen peruspilareita on ennakkosuunnittelu. Ennakkosuunnittelu alkaa rakennuksen tilojen suunnittelulla, joita rakennuksen loppukäyttäjä haluaa ja palvelee mahdollisimman hyvin. Rakennuksen suunnittelun pohjana toimii kustannukset joita ei voida ylittää. Opiskellessamme ammattikorkeakoulussa kustannuslaskentaa ja -suunnittelua on opetettu meille hyvällä menestyksellä monta kurssia ja tässä opinnäytetyössä pyritään soveltamaan opittua mahdollisimman hyvin ja loppukäyttäjää palvelevasti

Opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä kustannussuunnittelu ja kustannushallinta tulevaa tuotantorakennusta varten. Tuotantotila tulee olemaan tulevaisuudessa rakennettava hanke. Hanketta suunnittelee Teppo Houtsonen, joka osaltaan vastaa tuotantohallin rakennelupapiirustusten tuottamisesta. Hankkeessa on mukana myös Samuli Haverinen, joka toimii Rakennusmittapelti Haverinen Oy:n toimitusjohtajana ja tuotantorakennuksen rakennuttajana, hänen osakseen jää suunnittelu- ja rakentamisen ja urakoinnin käytäntöönpano.

Opinnäytetyössä tutkitaan kustannuksiltaan tehokkain ja edullisin ratkaisu rakennuksen suurimpiin rakenneosiin. Tavoitteena on saada tuotettua tuotantotilat mahdollisimman edullisella hinnalla siten, että lopputuote on tilaajan edellyttämä ja tarkoitukseen sopiva. Opinnäytetyön tuloksena pyritään karsimaan kalliit ratkaisut sekä huomioimaan mahdollisesti toimimattomat rakenteet.

Opinnäytetyössä tuotetaan kustannuslaskelmat Taku-kustannustieto 2012 -ohjelmistolla josta saadaan rakennemääriä, tiloja ja tilojen kokoja hyödyntämällä laskettua tuotantorakennuksen tavoitehintaa ja arvioita sekä rakennusosa-arvioita. Arvioista saadaan tuotantorakennuksen kustannusarvio hyvinkin tarkasti joka tarkoittaa sitä summaa joka tarvitaan tuotantorakennuksen rakentamiseen. Saadut tulokset palvelevat suunnittelijaa ja rakennuttajaa heidän omilla osa-alueillaan. Tuotettu materiaali viitoittaa suunnittelijan tietä kohti edullisia ratkaisuja rakenteissa ja tilasuunnittelussa. Materiaali palvelee rakennuttajaa hänen hankkiessaan muita laitteistoja kuten koneita ja lvi-laitteistoja.

Rakennusmittapelti Haverinen Oy

Rakennusmittapelti Haverinen Oy on Kuhmossa perustettu peltituotteita valmistava yritys. Yritys on tuottanut sekä toimittanut peltituotteita jo 35 vuotta ja päätuotteisiin kuuluvat mm. peltikatot, pelti- ja kattoturvatuotteet. Yrityksen toimitusjohtajana toimii Samuli Haverinen, joka on myös itse mukana tässä opinnäytetyön toteutuksessa sekä hankkeen rakennuttajana. (Rakennusmittapelti Haverinen Oy www-sivut)

2 TUOTANTORAKENNUKSEN LÄHTÖTIEDOT

Hankkeena on tarkoitus tuottaa rakennuspeltejä tuottavalle peltialan yritykselle rakennusmittapelti Haverinen Oy, suurempi ja toimivampi tuotantotila kuin nykyinen vuokrattu käyttöön epäsopiva tila. Tarkoituksena on saada taloudellisesti kannattavan kokoinen tuotantotila yrityksen käyttöön määräämättömäksi ajaksi. Ajatuksena on kuitenkin pitää sisäpuolen vapaakorkeus vähintään kuudessa metrissä, jotta mahdollinen jälleenmyynti tai vuokraaminen tulevat kysymykseen.

Hallin suunnittelu aloitettiin alkuvuodesta 2012 kiireisellä aikataululla, koska rakennustöiden olisi määrä alkaa jo toukokuun alussa ja valmistuminen mahdollisesti vuoden 2012 syksyyn mennessä. Kustannusohjauksella oli heti alusta alkaen tärkeä rooli olla toteuttamassa kustannusten mahdollisimman järkevää sijoittumista rakennukseen. Kustannuksista oli määrä raportoida rakennuksen projektinvetäjää heti kun tuloksia mahdollisesti oli saatavilla. Hankkeen tavoitehintaa alettiin laskea heti suunnitelmien alusta jotta voitiin olla lähes koko aika ajanhermolla.

Tuotantotilan mittakaava alkoi hahmottua hyvin nopeasti, kokonaispinta-alaksi määräytyi alle 600 m² koska erillistä väestönsuojaa ei ollut suunnitelmissa tehdä. Rakennuksen vapaakorkeus sisäpuolella tuli olla vähintään kuusi metriä, sekä tilan käytönkannalta toimistotila tulee sijoittaa rakennuksen ulkoseinien sisäpuolelle niin ettei erillistä siipeä toimistotilalle tarvitse tehdä. Tiloihin oli sisällytettävä myös työntekijöiden sosiaalitilat.

Tuotantotilan sijainti oli määräytynyt osoitteeseen Tietäjäntie, Toivala (Siilinjärvi), jossa oli teollisuusrakennukselle suunniteltu tontti. Tontti ei asettanut juurikaan rajoituksia suunniteltavan kohteen suhteen, joten suunnittelija sai suhteellisen vapaat kädet.

Suunnittelun käynnistyttyä tuotantorakennuksen mitoiksi tuli kerrosalaa 768 m²k, josta bruttoalaa 738 br-m², rakennustilavuutta 3 554 m³ sekä rakennuksen paloluokaksi määräytyi P 2. (Houtsonen 2012, 8)

3 SUUNNITTELUVAIHEEN KUSTANNUSHALLINTA KÄYTÄNNÖSSÄ

Käytännössä kustannusten hallinta suunnitteluvaiheessa tarkoittaa läheistä yhteistyötä suunnittelijan kanssa. Tilaaja on antanut tarvittavat lähtötiedot ja vaatimukset tuotantotilaa varten, hänellä on ollut myös esittää budjetti, ja luonnollisesti rakennus on tehtävä mahdollisimman edullisesti. Tämä tehtävä on useimmiten ulkoistettu erilliselle henkilölle, joka tarkastelee rakenteiden taloudellista kannattavuutta ja kustannustehokkuutta sekä soveltuvuutta kohteeseen. Kustannusten kehittymistä tarkastellaan suunnitteluvaiheessa suurimmista rakenneosista kuten runko-, katto- ja seinärakenteista. Ennen tarkkoja rakennesuunnitelmia lasketaan tarkoin, mitkä ratkaisut vastaavat tilaajan vaatimuksia niin taloudellisesti kuin käytettävyydenkin kannalta. Kokonaisuudessaan kustannushallinta pohjautuu yhteistyöhön suunnittelijan ja tilaajan kanssa.

Tässä kyseisessä kohteessa runkovaihtoehtoiksi laskettiin betoni-, puu-, ja teräsrunko palon- suojausineen. Runkovaihtoehtojen lisäksi kiinnitettiin huomiota vesikaton toteutustapaan sekä ulko- seinä rakenteisiin. Vaihtoehtoja karsittiin pois jo projektin aloituspalaverissa, jossa tilaajan edustaja esitti selkeät vaatimukset niin aikataulun kuin kustannustenkin kannalta. Kustannushallintaa on epä- oleellista lähteä toteuttamaan kaikkien rakenneosien kohdalta, vaan se voidaan tehdä luonnospiirustusten jälkeen tutkimalla rakenneosien käytännöllisyyttä. Suunnittelijat yleensä tietävät linjaukset , joita lähtevät toteuttamaan ja jättävät kalliit ja monimutkaiset rakenteet automaattisesti pois. Suunnitteluvaiheen kustannusohjauksessa ei myöskään kiinnitetty huomiota tila-osiin, kuten ikkunoihin, oviin tai toimisto-osan rakenteisiin.

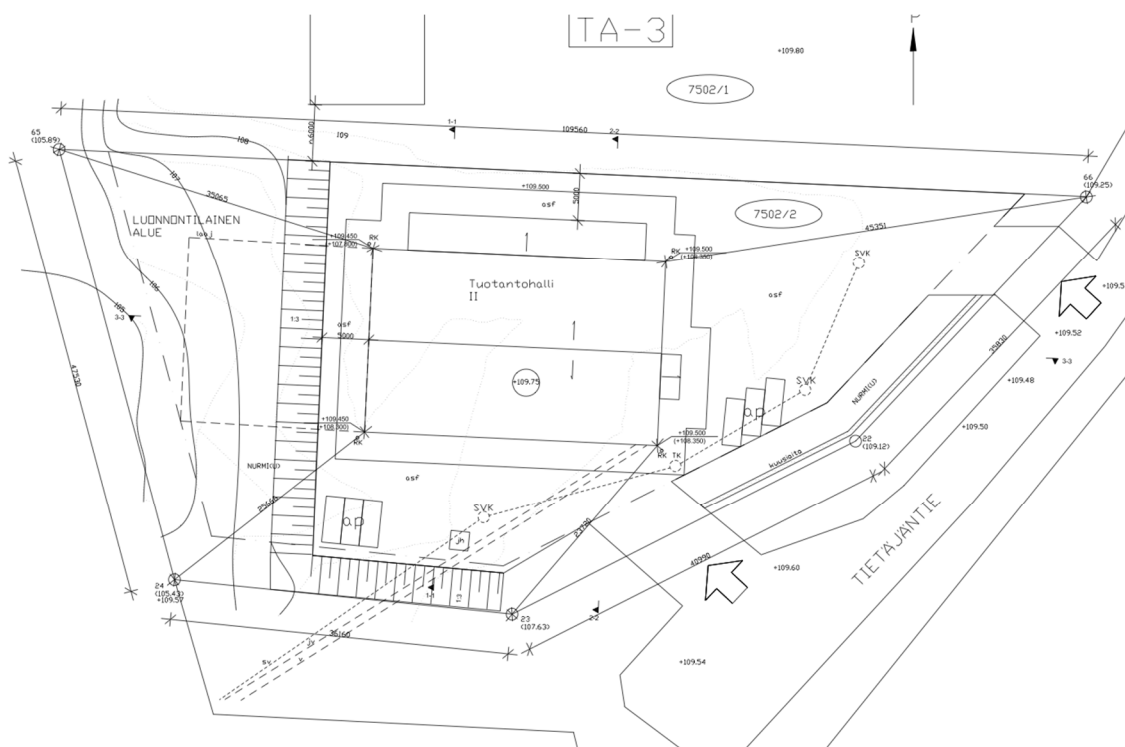
Kustannushallinta tehtiin Taku-kustannustieto 2012 -ohjelmalla kevään 2012 aikana, jolloin suunnittelu oli myös työnalla. Käytännössä ohjelmalla laskettiin tuotantohallin tavoitehintaa, joka välitettiin tilaajan nähtäväksi. Tavoitteena oli yksinkertaisesti selvittää rakennuskustannukset eli rahasumma, joka tilaajalta menisi rakentamisen aloittamisesta siihen, kun kohde on luovutusvalmis. Ohjelmassa käytettiin indeksi-paikkakuntana Kuopioon rajoittuvat ympäristökunnat, koska halli sijaitsee käytännössä Kuopion talousalueen ulkopuolella, kustannusindeksi on kuitenkin näennäinen koska käytännössä työvoima ja materiaali tulevat Kuopiosta. Tavoitehintalaskelma laskee tekniikkaosat ja hanketehtävät pääosin rakennuksen neliöiden ja/tai rakennustilavuuden mukaan, joten mahdollisuudet pienentää ko. kustannuksia, ainoa keino on pienentää rakennuksen kokoa. Tekniikkaosat kattavat kaiken kohteeseen tulevan talotekniikan, joita kokonaiskustannuksista on 14,9 %. Hanketehtävät kattavat rakennusprojektin kokonaiskuluista 28,2 % ja niissä on yleensä säästön mahdollisuus. (Liite 1)

4 SUUNNITTELUNAIKAINEN KUSTANNUSHALLINTA

Rakennuksen ensimmäisiä luonnoksia tehdessä kustannusohjauksen rooli on erityisen tärkeä. Rakennuksen pääsuunnittelija on vastuussa rakennuksen toimivuudesta ja käytännöllisyydestä loppu-tuotteen käyttäjälle. Hän on myös omalla tavallaan vastuussa rakennuksen kustannuksista, koska hänen ratkaisullaan ja ratkaisuihin vaikuttavilla seikoilla pyritään pääsemään tilaajan esittämiin kri- teereihin tuotteen lopullisesta hinnasta.

Tässä projektissa suunnittelutyön kokonaisuudessaan teki Teppo Houtsonen, jonka suunnitelmien pohjalta suoritettiin suunnittelunaikaista kustannushallintaa. Suunnitelmat tehtiin suoraan rakennus- lupakuvia noudattaen ja niiden vaatimuksia ajatellen. Rakennuksen paloturvallisuus ja käytettävyys nostettiin ensisijaisiksi lähtökohdiksi, tietenkin kustannuksia ajatellen. Rakennuslupasuunnitelmiin kuuluivat tyypillisimmät piirustukset, kuten asemapiirustus, julkisivupiirustukset, leikkauspiirustukset ja pohjapiirustukset.

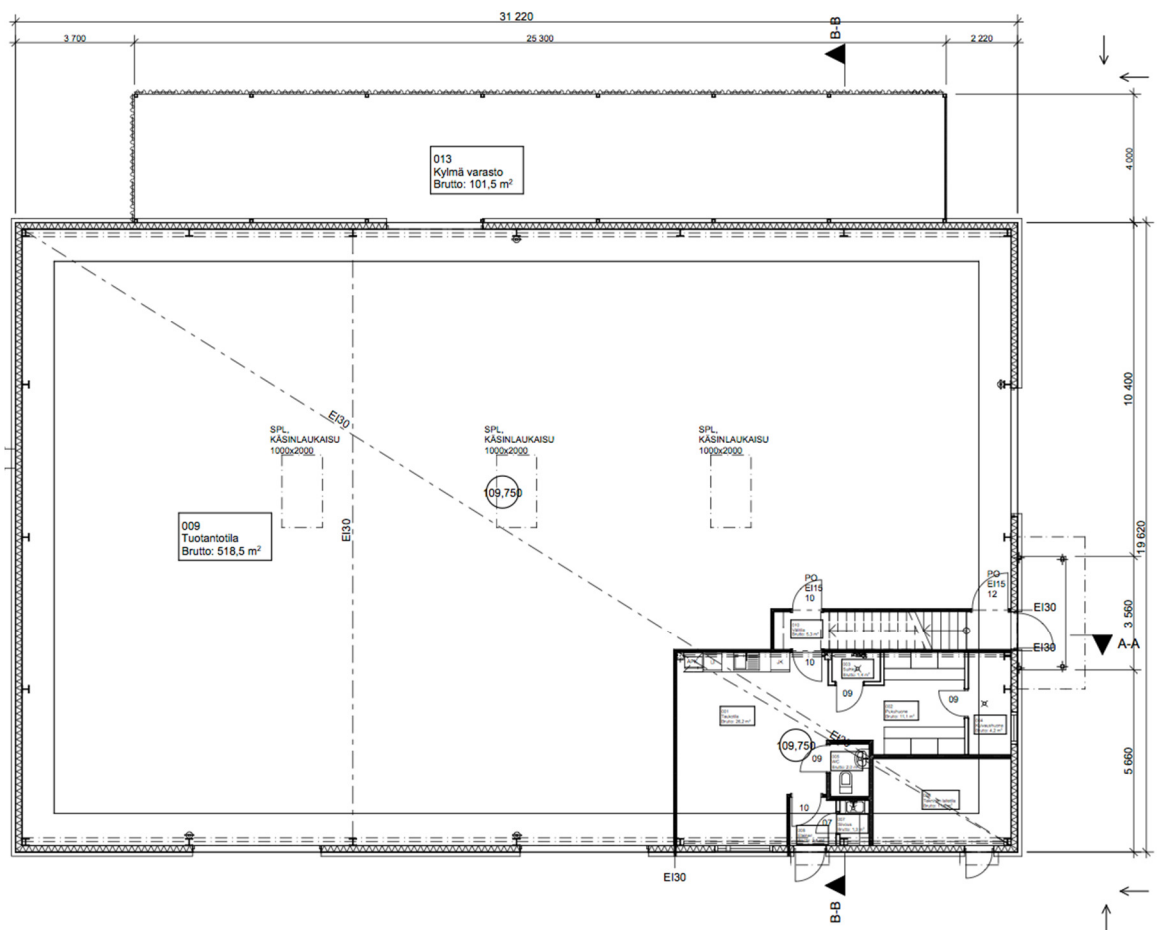
Asemapiirustuksessa ilmenee rakennuksen sijainti ja etenkin kustannusten suhteen kiinnostavimpina seikkoina asfaltointi, piha-alueet, raivaustöiden määrä, kasvusto, tieliittymien sijainti ja tontille tuo- dun talotekniikan sijainti. Asemapiirroksista saadaan jo hyvä katsaus mahdollisesti maa- ja pohja- töiden kustannuksien kehittymiseen. Varsinaisesti näihin edellä mainittuihin kustannuksiin ei voida vaikuttaa muutoin, kuin tontin valinnalla. Asemapiirroksessa esitetyt korot, tiet ja liittymät ovat ra- kennusvalvonnasta saatuja tietoja, joita ei voi muuttaa.



Kuva 1. Asemapiirros teollisuushallista (Houtsonen 2012-2-19)

Tonttileikkaukset antavat hyvän vaikutelman massoista ja kaivuutöistä, sekä mahdollisista louhintatöistä. Näistä piirustuksista nähdään havainnollisesti rakennuksen sijainti, anturoiden sijainnit ja korkeudet sekä maaperä. Tonttileikkauksesta nähdään myös mahdolliset täyttöalueet, sekä tiestön ja piha-alueiden rakenteet. Pihatyöt raskaasti liikennöidylle lastausalueelle voivat olla kustannusvaikutuksiltaan hyvinkin suuret.

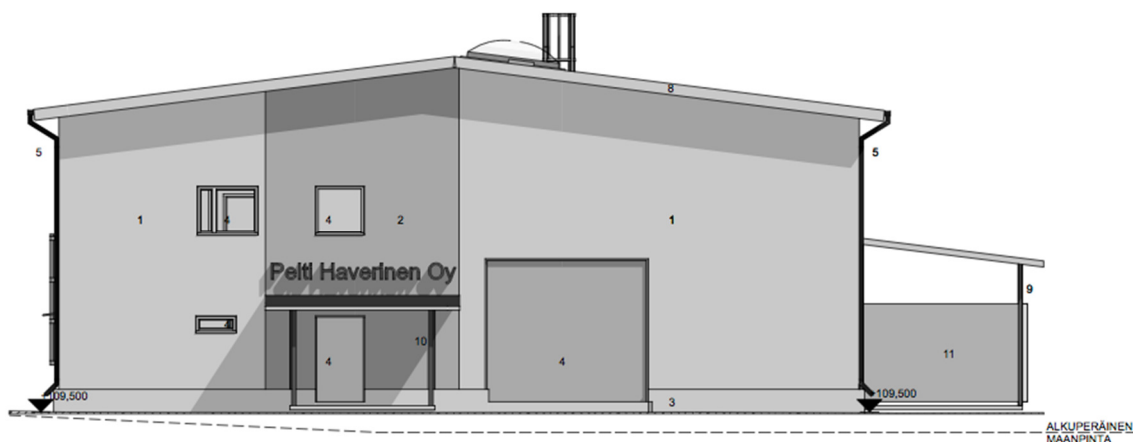
Rakennuksen pohjapiirustuksissa huomioidaan rakennuksen rakenteet, materiaalit, laajuus ja muut pinnat. Samassa nähdään myös sisäpuoliset ratkaisut ja kiintokalusteet. Pohjapiirustuksia tarkastelemalla voidaan tehdä jo hyvinkin tarkka määrälaskenta, vaikka piirustukset muutoin olisivat vasta luonnosvaiheessa. Erityistä tarkkuutta on kiinnitettävä materiaalien valitsemiseen, jotta ne olisivat mahdollisimman työtehokkaita. Luonnospiirustuksien julkaistuttua on syytä käydä ne huolellisesti läpi ja tarkistaa kohdat, jotka voivat olla helppoja suunnitella, mutta vaikeat tehdä käytännössä.



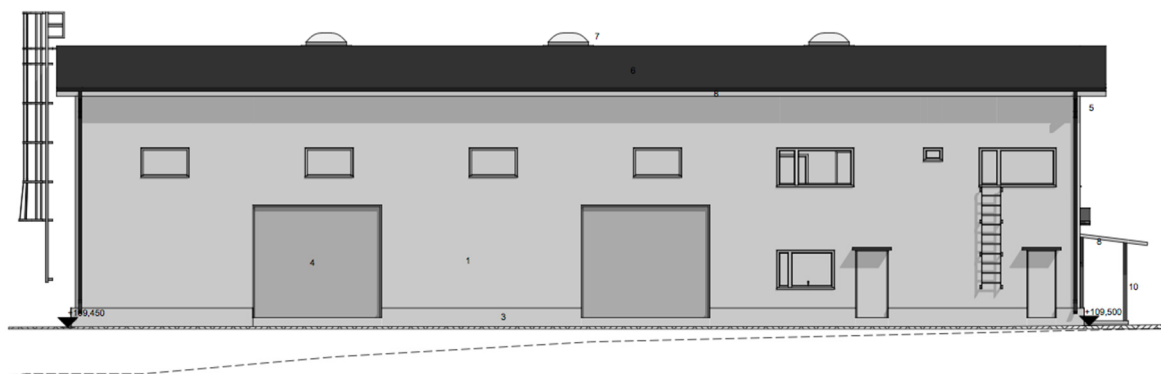
Kuva 2. Pohjapiirustus (Houtsonen 2012-2-19)

Leikkauspiirustuksissa rakennuksesta otetaan yleensä kaksi eri leikkausta, A-A ja B-B. Leikkausten tarkoitus on havainnollistaa rakennus toisinpäin (vrt. pohjapiirustukset). Leikkauspiirustuksista voidaan nähdä materiaalityypit, korkeudet ja sisäpuoliset tilat käytännössä. Samassa tulee hyvin esitettyksi pohjarakenteet, anturat ja perusmuurit.

Julkisivupiirustuksissa esitetään rakennus ulkoapäin, kaikkiin neljään pääilmansuuntaan (kuva 3 ja kuva 4). Piirustuksissa esitetään ulkopuoliset pintamateriaalit sekä ulospäin näkyvät rakenteet sekä talovarusteet. Kustannuksien kehityksen kannalta julkisivumateriaalit, värit ja varusteet ovat avainasemassa varmistuen taloudellisen lopputuloksen. Julkisivupiirroksissa esitetään myös rakennuksen ovet, jotka ovat tämänkaltaisen teollisuushallin melko suuri rahallinen panostus. Täytyy kuitenkin muistaa lopputuotteen käytännöllisyys isojen työkonien yms. varalta.



Kuva 3. Julkisivu itään (Houtsonen 2012-2-19)

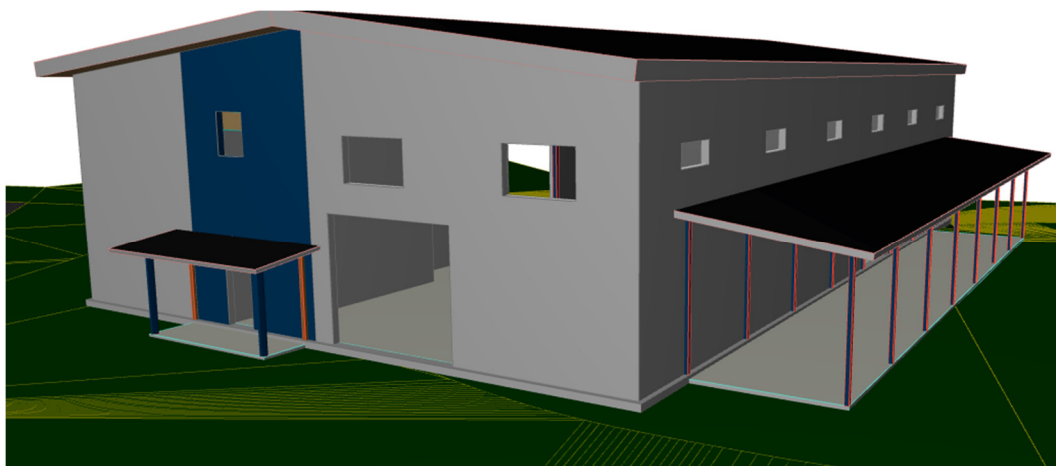


Kuva 4. Julkisivu etelään (Houtsonen 2012-2-19)

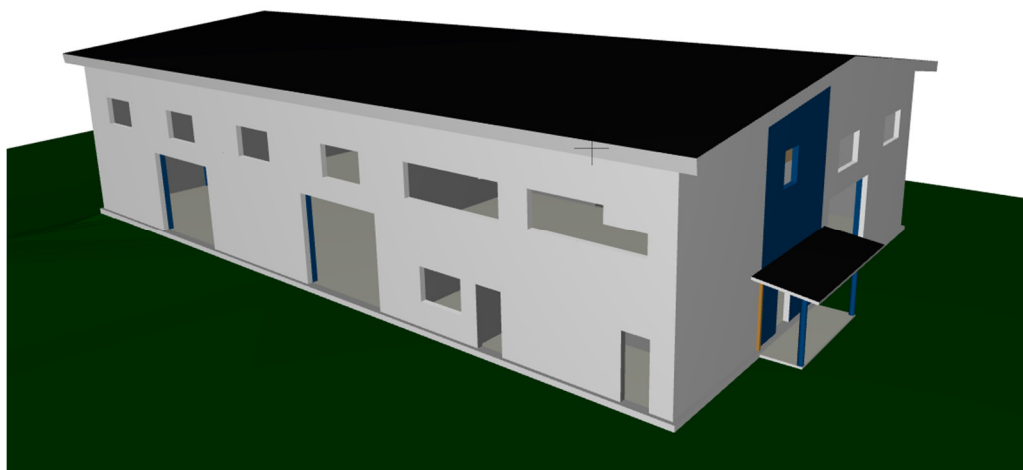
Rakennusselostus

Rakennustyöselostus on olellisin osa suunnitteluvaiheen kustannusohjausta, vaikka nykyään laskenta ja suunnittelunohjaus perustuvatkin hyvin pitkälti tietomallipohjaisiin tarkasteluihin. Rakennusselostus on hyvin tärkeä tuntea läpikotaisin, sillä selostuksessa on selvitys kaikista materiaaleista ja töistä joita tullaan tekemään. Suunnittelulta on hyvä vaatia tarkkaa ja asianmukaista selostusta kustannushallinnan tueksi. Odottamattomia kustannuksia ei lankea työmaan rasitteeksi, mikäli luonnosvaiheessa on oltu huolellisia. Usein suunnittelija pääsee pohtimaan yksin rakennusselostuksen sisältöä materiaaleineen, mutta tilaajan tulee olla sen verran mukana, että hän voi esittää omat kommenttinsa ja asiantuntijalausuntonsa ennen lopullisia suunnitelmia. Lopullisista suunnitelmista saatu kuva 5 ja kuva 6 havainnollistaa millainen rakennuksesta tulee.

Kyseisessä kohteessa rakennusselostus on tehty tilaajan, suunnittelijan ja kustannuksista vastaavan henkilön yhteistyössä, jolloin lopputuotteesta saadaan kaikkia osapuolia tyydyttävä. Rakennusselostus on tehty talo-2000 mukaan käyttäen nykyaikaisia litterointeja. Selostuksessa esitettyjä asioita on noudatettava ja se on työmaalle suuri tuki, koska käytännössä kirjanen vastaa ohjekirjaa rakennuksen teosta ja toimii samalla materiaaliluettelona. (Houtsonen 2012, 8)



Kuva 5. Tietomallista otettu kuva hallin itäisestä päädyistä (Houtsonen 2012-2-19)



Kuva 6. Tietomallista otettu kuva hallin eteläsivusta (Houtsonen 2012-2-19)

5 TUOTANTORAKENNUKSEN RUNKORAKENTEET

Runkorakenteet sisältävät kokonaisuudessaan teollisuushallin perusratkaisut, pilarit tai kantavat seinät, katto- ja palkkirakenteet. Kyseisessä kohteessa tuli ottaa huomioon hallin pitkä jänneväli, joka oli yllättävän suuri, 19 metriä. Pitkällä jännevälillä saatiin mahdollisimman suuri hyöty koko tilasta ja samalla varmistettiin esteetön liikkuminen hallin sisällä. Pilari vaihtoehdot asettivat myös omat haasteensa suunnittelulle. Taloudellisesti kannattavimpina ja järkevinä ratkaisuinä pidettiin kahta pilari vaihtoehtoa; puu- tai teräsrakennetta. Betonirakenne suljettiin suunnittelupalaverissa pois, koska konetekniset työt olisivat nostattaneet hintaa liikaa yli budjetin sekä betonielementtien toimitusaika olisi ratkaisevan pitkä. Betonielementtien hinta on riippuvainen suhdanteista, jolloin hallia olisi jouduttu tekemään osaksi betonirungon ehdoilla.

5.1 Puurunko

Puurunkoisena teollisuushalliin olisi tullut pilarit, palkit sekä kattorakenteet. Suunnittelussa kiinnitettiin erityisesti huomiota pitkän jännevälän tuomiin ongelmiin, kattorakenteet tulisivat olemaan suhteellisen suuria, jolloin tarpeeksi suuren pilarin koko olisi ollut noin 500 mm, jolloin pilarien materiaali olisi ollut EN 14080 -luokiteltua havupuusta tehtyä liimapuuta. Pilarit olisivat rajoittaneet hallin hyötypinta-alaa kohtuuttomasti. Toinen ongelma puurungossa olisi ollut kiinnitys anturarakenteeseen. Alustavasti vaihtoehtoina kiinnityksessä pidettiin anturoihin valettavia pilarikenkiä, joihin pilarin juuri pultattaisiin kiinni. Tässä oli kuitenkin ongelmana se, ettei pilaria voitu jäykistää sivuttaissuunnassa, koska pulttiliitos ei anna tarpeeksi hyvää jäykistystä. Toisena kiinnitysvaihtoehtona oli jättää anturaan oikean kokoinen reikä, jonne pilari pudotetaan ja valetaan anturaan kiinni. Tässä ongelmana olisi kuitenkin se, että pilarin juuri kastuisi eikä kosteus pääsisi pois. Tulevaisuudessa pilarin juureen olisi voinut tulla lahoa, jolloin rakenne olisi ollut epävakaata ja epätukevaa. (Puuinfo www-sivut)

5.1.1 Palonsuojaus

Puurungon palonsuojaus olisi tuonut lisäkustannuksia. Puu hiiltyy palaessaan 0,67 mm/min kohden. Tässä tapauksessa ei voitu olla varmoja rakenteen kestävydestä tulipalotilanteessa. Suomen rakennusmääräyskokoelmassa on annettu ohje kyseiselle rakenteelle, jossa rungoille on määrätty RE30 palonkestovaatimukset P2 -paloluokassa. Tämä tarkoittaa sitä, että ylimääräinen palonsuojaus olisi ollut ajankohtainen. Vaihtoehtoina pidettiin palonsuojausta normaalilla erikoiskovalla kipsikartonkilevyllä rakenteen ympäri (Puuinfo www-sivut)

5.2 Teräsrunko

Teollisuushalleissa yleinen runkoratkaisu on teräsrunko. Runkoratkaisuksi suunniteltaessa kustannus-hallinnallisesti edullisin vaihtoehto oli HE240B, jolloin pilarin ulkoiset mitat eivät enää haitanneet tai kuluttaneet hallitilaa kohtuuttomasti. Teräsrakenteissa hinta oli kustannustehokkain, materiaalia saa kohtuullisesti mitoitettuna, määrämittaisena. Detaljitason teräspilarin kiinnitys anturarakenteeseen on kohtuullisen haastavaa, mutta sen yksinkertainen hitsisauma jäykistää rakenteen jokaiseen dimensioon eikä ylimääräisiä jäykisteitä enää tarvita. Teräspilari on myös työtekniisesti nopein tapa asentaa työmaalla. Ongelmia teräsrungossa on liittäminen puurakenteeseen, ainoat vaihtoehdot on mekaaninen pulttiliitos tai kiristyspantaliitos. (Houtsonen 2012, 29)

Teräsrakenteelta haetaan hallirakentamisessa erityisiä hyötyjä näinkin mittakaavaltaan pienessä tuotantorakennuksessa. Valttikortteja teräsrakenteen puolelle on nopea kasaus, tuotteiden nopeatoimitus ja yleinen kokemus hallien teräsrakentamisesta. Konsultaatiota teräsrakenteiden pystytykseen on todella paljon ja hyvin kattavasti saatavilla. Teräsrakenne on helposti muokattavissa, työtekniisesti siihen on helppo ja edullinen kiinnittää kohtuullisessa määrin lisää rakenteita hitsaamalla tai poraamalla metallikiinnikkeitä, jolloin rakenteellinen lujuus säilyy samana. Jälkikiinnitysominaisuuksiltaan teräs on ylivertainen verrattessa puuhun tai betoniin, koska betoni- tai puurakenteen kylkeen ei voida kiinnittää konkreettisesti juuri mitään, koska rakenteellinen kestävyys voi olla uhattuna. (Suomen teräsrakenneyhdistys [www-sivut](http://www.sivut))

Teräksestä tehdyt pilarit ovat kevyitä ja helppoja käsitellä. Käsittely tämän kokoisessa hankkeessa onnistuu yksinkertaisesti pienelläkin työkoneella ja pienellä työryhmällä. Kiinnittäminen anturaan on helppoa ja nopeaa, eikä pilareja tarvitse väliaikaisesti juurikaan tukea sen jälkeen kun se on asianmukaisesti hitsattu kiinni. Tekniset vaatimukset hitsaamiselle on määritelty rakennesuunnitelmissa ja hitsaustyö vaatii hitsaavalta henkilöltä asianmukaisen sertifikaatin, jotta rakenteesta tulee luotettava ja rakennusmääräyskokoelman mukainen. (Suomen teräsrakenneyhdistys [www-sivut](http://www.sivut))

Teräsrakenne on myös ekologinen ratkaisu haettaessa kestävä kehityksen ajatusmallia, sillä teräs on rakenteena täysin kierrätettävissä tulevaisuudessa. Teräs ei menetä kierrätettäessä perusominaisuuksiaan. (Rautaruukki Oy [www-sivut](http://www.sivut))

5.2.1 Teräsrakenteiden palonsuojaus

5.2.1.1 Maalaus

Teräsrakenteen palonsuojauksessa tulee ottaa huomioon useita seikkoja sillä vaihtoehtoja on todella monia. Rakenteellisen palonsuojauksen voi tehdä esimerkiksi konepajalla suoraan tehtävällä palonsuojausmaalauksella. Maalaus kuitenkin on suhteellisen kallis ratkaisu, vaikka työmaan kannalta työteknisesti helpoin. Palonsuojamaalauksen voi tehdä myös työmaolosuhteissa, kuitenkin kuivassa ja lämpimässä paikassa, näin ollen teknisesti helpoin tapa olisi tehdä palonsuojamaalaus heti valmistusvaiheen jälkeen. Valitettavasti metallitoimittajilla ei ole valmiuksia toimittaa näin pieniin hankkeisiin valmiiksi palonsuojakäsiteltyjä teräsrakenteita ilman, että kustannukset nousisivat kohtuuttomiksi. Teräsrakenteiden palonsuojamaaleja valmistaa esimerkiksi Tikkurila, jolla on esimerkiksi vesiohenteinen nonfire S104 -maali. (Tikkurila [www-sivut](#))

Teräsrakenteiden palonsuojaus maalauksella on kuitenkin hyvin ongelmallinen. Tulipalotilanteessa maalin toimintamekanismi on laajeta hieman teräksen pinnassa. Tämä tarkoittaa sitä, että maali on hyvin herkkä vaurioille ja iskuille, pinta ei saa rikkoontua mistään, jotta sen suojausteho säilyisi parhaana mahdollisena. Palonsuojamaali on myös hyvin herkkä lohkeilemaan ja hilseilemään irti teräksestä. Maalaukseen liittyviä ongelmia on monia. Esimerkiksi maalattava teräs tulee olla erityisen puhdas ja liuottimella käsitelty, jotta pinnassa ei ole rasvoja tai pölyä, näin voitaisiin varmistaa maalin varma pysyminen pinnassa. Kustannuksia ajatellen tällaisten olosuhteiden saaminen työmaalle on käytännöllisesti katsoen mahdottomuus. Maalilla on suhteellisen pitkä kuivumisaika ja maalikäsitteily on tehtävä moneen kertaan, että saadaan tarvittava suojakerros. Oikeaoppisen palonestomaalikäsittelyn jälkeen teräkseen ei voida kiinnittää mekaanisesti mitään maalin lohkeilun estämiseksi. (Tikkurila [www-sivut](#))

Teräsrakenteiden palonsuojamaalaukset tyyppillisissä teräsmaalaamoissa on harvinaista vielä nykypäivänä. Lisäksi rakenteet tulisi olla valmiiksi määrämittäisiä, ettei niitä tarvitsisi enää muokata jälkikäteen. Kyseisessä rakennuksessa pilarit olisivat yli 6 metriä pitkiä joten kuljetuskustannukset kasvaisi kohtuuttomasti. Maalattavan rakenteen kolhiintuminen itse maalauksessa tai kuljetuksessa on huomattava riski. (Tikkurila [www-sivut](#))

Palonsuojauksen tekeminen maalaamalla ei tullu kysymykseen tässä kohteessa, sen monimutkaisuuden ja kustannusten takia. Työmaalla ei ole mahdollista maalata kantaviarakenteita luotettavasti niin, että se palvelisi palonsuojauksena varmasti. (Tikkurila [www-sivut](#))

5.2.1.2 Mekaanisesti kiinnitettävät levyt

Teräsrakenteen palosuojaukseen on olemassa monenlaisia vaihtoehtoja mekaanisesti kiinnitettävistä levyistä. Käytännössä kiinnittäminen tarkoittaa teräsrakenteeseen kiinnityslistan kiinnittämistä, johon itse levy tulee kiinni ruuvilla tai niitillä. Levyt voidaan asentaa myös tarkoitukseen sopivilla ammuttavilla nauloilla tai nitomalla vastakkaiseen levyyn kiinni. Palosuojalevytys tehdään teräsrungon pystytämisen jälkeen ja mahdollisesti viimeisenä työnä ennen kohteen valmistumista. Levytyksen ja kiinnityksen tiimoilta huomioon otettavia seikkoja, kuten materiaalin valinnassa ja ratkaisun toteuttamisessa on useita.

Kaupalliset yhtiöt kuten Gyproc, Paroc ja Cembrit valmistavat omia tuotteitaan, joissa pääasiallinen materiaali on kuituvahvistettu kalsiumsilikaatti. Tällaisella materiaalilla on erityisen hyvä kulutuskestävyys sekä hyvä lämmöneristävyys. Materiaali on kevyttä ja helppo työstää verrattuna esimerkiksi sementtilevyyn. Valmistajien välillä on myös eroavaisuuksia monissakin asioissa, kuten palonkestoluokassa, kulutuskestävyydessä ja työstettävyydessä. Näitä arvoja vertailemalla löydetään nopein ja yksinkertaisin ratkaisu teräsrakenteen suojaamiseen. Kulutuskestävyys yleensä nostaa tuotteen hintaan, varsinkin kun siihen sidotaan mukaan tuotteen keveys ja työstettävyys.

Vertailukohtaksi teräsrakenteen palosuojaukseen voidaan ottaa normaali kipsikartonkilevytyks. Palosuojaukseen tarkoitettu tuote antaa vaadittavan R30 palosuojaluokan palosuojalevyllä, jonka tiheys on 830 kg/m^3 ja riittävä levypaksuus on 8 mm, kun taas kipsilevyssä vaadittaisiin jo kahden normaalin levyn verran palosuojaukselta eli yhteensä 26 mm paksu. Tällä alkaa olla jo merkitystä pilarin koon kannalta, koska läpimitta kasvaa jo 52 mm palosuojauksen ansiosta. Kivilevy on palosuojaukseltaan samaa luokkaa virallisten palosuojamateriaalien kanssa, mutta työstäminen on verrattain hankalampaa ja tuotteen paino on huomattavasti suurempi. (Gyproc [www-sivut](#))

Palosuojamateriaaliksi suunniteltiin Gyprocin valmistama Glasrow F Firecase, koska tuote oli yksikköhinnaltaan halvin, mekaaninen kiinnitys oli yksinkertainen ja levykoko oli hukan minimoinniksi optimaalinen. R30 paloluokan saavuttamiseksi mahdollisesti 15 mm paksu Firecase levy, joka kiinnitetään hakakiinnikkeillä. (Gyproc [www-sivut](#); Promat [www-sivut](#))

5.2.1.3 Kustannusvertailua

Teräsrakenteiden palonsuojauksen kustannusvaikutus on jo työnä merkittävä osa. Työtunteja menee työryhmältä paljon, joten on löydettävä kustannussuunnittelun pohjaksi ensin sopivan kokoinen työryhmä joka työtä alkaisi tekemään. Oheisessa taulukossa (taulukko 1) on havainnollistettu menettely jolla vertailua on tehty ja pyritty saamaan vastaus kysymykseen tehokkaimmasta ja halvimmasta tuotantotavasta mekaanisesti kiinnitettävien palonsuojuslevyjen asennuksesta.

Palonsuojaus				
Työryhmä	2	RAM		
Tuntia per työvuoro	16	tth/tv		
Määrä	74	m ²		
Menekki	0,33	tth/m ²	Rak.Menekit 2010	65 Palonsuojaus
TL3 -kerroin	1,15			
Materiaalihukka	1,15	% (hukka 15%)		
Keskkituntiansio	25	€/h	Sis. sos. kulut	
Materiaalikulutus	44,50 €	m ²	Promat Promatect h	
Materiaalikulutus	27,65 €	m ²	Gyproc Glasrow F Firecase	
Materiaalikulutus	3786,95 €		Promat Promatect h	
Materiaalikulutus	2353,02 €		Gyproc Glasrow F Firecase	
Työaika	28,08	tth		
Työn kesto	1,76	työvuoroa		
Työkulut	702,08 €			
Yhteensä per neliö	4 489,03 €			
	60,66 €			
Yhteensä per neliö	3 055,09 €			
	41,29 €			

Taulukko 1. Kustannusten vertailu molempien mekaanisesti kiinnitettävien palonsuojuslevyjen asennuksesta

6 TUOTANTORAKENNUKSEN SOKKELIRAKENTEET

Sokkeli on hallirakennuksessa hyvin ratkaisevassa asemassa koko tilan ja julkisivukannatuksen merkityksessä. Sokkeli kantaa julkisivun painon anturoille, toimii "eristeenä" ulkopuolisen maa-aineksen ja sisätilojen välillä, jolloin sen tulee olla paksu ja kestävä. Yleensä sokkeli tehdään betonista, koska muutoin on hankalaa tehdä kosteuden kestävää ja riittävän lujaa rakennetta. Hallirakennuksissa sokkeli voi olla paikalla valettu ratkaisu tai valmiina elementteinä tilattu sandwich -tyyppinen ratkaisu. Molemmissa on hyvät ja huonot puolensa, mutta tarkastelemme niitä kustannusten kannalta. Sokkeli eristää myös ulkoilman kylmyyttä pääsemästä rakennuksen sisäpuolelle sekä perustuksiin, näin ollen useimmiten sokkeliin suunnitellaan lämmöneriste rakenteen väliin, joka katkaisee roudan pääsemisen hallin sisäpuolelle lattian alle. Lämmöneristeen paksuus ja tyyppi riippuvat hyvin paljon tilan käyttötarkoituksesta ja lämpötilasta hallin sisällä. Sokkeli voi kannatella alapohjaa, mikäli rakenne on suunniteltu siten, että se tukeutuu sokkeliin. Vastakohta tälle on ns. maanvarainen laatta, joka taas ei kiinnity sokkeliin ollenkaan. Mikäli rakenne kannattelee laattarakennetta, sen kuorma kasvaa, jolloin se vaatii vakaampia raudoitteita ja lujempaa rakennetta.

Kyseisessä kohteessa on sokkelirakennetta noin sata metriä ja pelkästään pinta-alaa sillä on 120 neliometriä ja tilavuutta noin 40 kuutiometriä. Näiden tietojen varjolla kustannusratkaisussa on mahdollisuus säästää huomattavia summia. Kyseisen kohteen sokkelin tyyppi on sandwich -ratkaisu jossa ulommainen betonikuori on 100 mm paksu, keskellä eristekerros 150 mm ja sisäpuolella betonikuori 90 mm. Yhteispaksuus ko. rakenteella on 340 mm. Korkeus rakennesuunnittelija on määrittellyt koko matkalle 1200 mm eli käytännössä rakenne on 1,2 metriä korkea rakenteen alapinnasta yläpintaan mitattuna. (Houtsonen 2012, 28)

6.1 Sandwich -elementti

Sandwich -elementti tarkoittaa elementtirakennetta, jossa ulko- ja sisäkuori on betonista ja näiden välissä lämmöneriste. Lämmöneriste voi olla kovaa mineraalipohjaista villaa tai EPS -tyyppistä eristettä. Ulkokuoren ja sisäkuoren paksuus vaihtelee kohteen vaativuudesta sekä tarkoituksesta, tarvitseeko elementin kannatella esimerkiksi painavaa julkisivua tai ontelolaatta alapohjaa. Elementit voidaan tilata kilpailutuksen perusteella elementtitehtaalta rakennesuunnittelijan suunnitelmien mukaisena, täysin kohteeseen sopivana rakenteena.

Elementtiratkaisussa rakentamista helpottavia puolia on työmaalla käsittelyn helppous. Mikäli elementit tilataan valmiina, voidaan ne asentaa juuri sovittuna hetkenä jopa yhdessä päivässä. Asennustyö vaatii asialle vihkiytyneet elementtiasentajat, joita on yleensä kolmen hengen työryhmä. Työryhmä tekee kaikki työt mittauksesta hitsaukseen. Paikalle tarvitaan myös nostinkalustoa, yleensä pienessä asennustyössä paikalle riittää autonosturi. Autonosturin ja elementtiasentajien yhteistyöllä sokkeli rakentuu hyvinkin nopeasti työpäivässä ja seuraavana työpäivänä päästään jo saumaamaan elementtisaumoja.

Elementtiratkaisu on työmaan kannalta hyvinkin nopea, joka pienentää työkustannuksia. Kuluerät, jotka tulevat rakennuttajan maksettavaksi ovat tarjousten perusteella tilatut elementit ja asennustyö, joka useimmiten pyydetään urakkatarjouksina lähialueen yrityksiltä. Näin yllättäviä kustannuksia ei synny, vaan aliurakkana teetetty sokkelielementtiasennus on rakennuttajan kannalta yksinkertainen ja nopea.

6.2 Paikallavalettu rakenne

Paikallavalettu sokkelirakenne on työn ja suunnittelun kannalta monimutkaisempi vaihtoehto, elementtiratkaisuun verraten voidaan saavuttaa hieman säästöä, koska elementit ovat kalliita. Kuitenkin tässä vaihtoehdossa työsuunnittelu, materiaalien saatavuus ja työnohjaaminen ovat erittäin suuressa asemassa. Työvaiheita on useita, työntekijöitä on paljon ja materiaalin hukka on merkittävä. Anturan päälle tulevat rakenteet täytyy tehdä paikallaan, joten anturat on tehtävä ennen kuin edes sokkelia aletaan valmistella. Anturan päälle tehdään ensin sokkelin ulkokuorelle muotti havuvanerista tai muusta halutusta materiaalista, sen jälkeen se tuetaan hyvin sekä mitataan pystyyn. Sisäpuolelta raudoitetaan ulkokuori, jonka jälkeen keskellä asennetaan haluttu määrä lämmöneristettä. Tätä seuraa toinen raudoituskerta sisäkuorta varten ja sisäpuolen muottityö. Ennen kuin päästään valamaan, tulee muotti tukea erityisen hyvin, ettei tärytyksen yhteydessä tapahdu kallistumista tai pullistumista. (Houtsonen 2012, 28.)

Paikallavalurakenteen suunnittelussa on paljon huomioita, joihin tulee kiinnittää erityisiä huomioita. Lämmöneristeen tukeminen muotin väliin oikealle paikalle, koska betonia valaessa noste kevyttä eristettä kohtaan on erityisen suuri, jolloin on vaara, että eriste pomppaa ilmaan ja sitä on lähes mahdotonta saada enää takaisin oikealle paikalleen. Eristeen kanssa on myös ongelmana se, että eriste liikkuu sivuttais- tai pitkäsuunnassa valun aikana, jolloin voi tulla mahdollisesti eristämättömiä kohtia, jotka taas vaikuttaa kylminä siltoina valmiissa rakenteessa. Oman haasteensa asettaa myös liikuntasauvojen tekeminen sokkelirakenteeseen. Jos paikallavaluna suoritetaan pitkiä rakenteita, jo lämpölaajenemisen johdosta tulee tehdä liikuntasauvoja.

7 TUOTANTORAKENNUKSEN JULKISIVURAKENTEET

Julkisivumateriaali- ja rakenne on hyvin ja toimivan rakennuksen perusta. Julkisivu suojaa rakennusta, eristää lämpöä niin kuumuuden kuin kylmyydenkin osalta. Julkisivun tulee olla myös kulutusta kestävä, pitkäikäinen ja huoltovapaa. Teollisuusrakennuksessa huoltotöiltään vaativa rakenne tai ratkaisu ei ole kustannustehokas tehdä eikä ylläpitää. Ylläpitokustannuksetkin täytyy huomioida materiaalivalinnoissa ja rakenneratkaisuissa. Teollisuushallin ulkoseinä ja julkisivu eivät saa myöskään rakennusvaiheessa olla kovinkaan suuri kustannuksiltaan. Nykypäivänä harvemmin nähdään kevyitä tuotantorakennuksia tehtävän esimerkiksi tiilimuurauksella tai kokonaan betonielementeistä, joissa olisi jokin valmis pinnoite. Tähän on ainakin yksi merkittävä syy on hinta. Tässä tapauksessa tarkempaa tarkastelua hinnasta ei alettu tehdä. (Puuinfo www-sivut)

Julkisivurakenteissa suositaan edullisia, nopeita, käytännöllistä ja toimivaa sekä mahdollisimman huoltovapaata, mutta hyvin kestävä ratkaisua. Nämä kriteerit poistavat monta mahdollisuutta, mutta jättävät joillekin tilaa kilpailussa. Käytännössä vertailtavat kustannustehokkaat vaihtoehdot ovat pelti-villa-pelti- elementti eli kauppanimikkeeltään panel-elementti. Panel-elementti koostuu molemmin puolisesta peltilevystä, jossa on kova kivivilla lämmöneristeenä välissä. Toinen harkittava vaihtoehto on puujulkisivuelementti, jota kannattaa suosia lähinnä ekotehokkuuden sekä uutuuden takia. Puuelementeissä on kuitenkin monta seikkaa, jotka eroavat panel-elementeistä. Näitä seikkoja ovat muun muassa saatavuus, kustannukset ja mitoitus. Näissä ei ole myöskään niin paljon ja nopeasti valittavia vaihtoehtoja olemassa, mutta tietyillä keinoilla voidaan mahdollistaa puuelementistä varteenotettava vaihtoehto. (Ruukki www-sivut)

Yhtenä vaihtoehtona voidaan kuitenkin harkita paikalla valmistettua puujulkisivua. Tällöin on huomioitava erittäin tarkka aikataulutus ja kustannussuunnittelu, jotta voitaisiin päästä edes samalle tasolle valmisen elementtiratkaisujen kanssa. Itse työ vaatii osaavat työntekijät, koneet ja laitteet sekä tarkasti kilpailutetun materiaalin toimittajan ja aktiivisen työnjohtajan tarkkailemaan tehokasta rakentamista. Positiivisena puolena voidaan pitää sitä, ettei nostokalustoa tarvita yhtä paljon kuin elementtiasennuksissa, mutta aikaa kuluu kuitenkin jonkin verran enemmän. Lisäksi työvaiheita on useampia. Paikallatehty julkisivurakenne on alttiimpi sään vaikutuksille ja luonnonilmiöille, joten se tarvitsee suojauksen kun työ on pysähdyksissä, tämä taas tuottaa lisää tuottamatonta työtä, josta on kuitenkin maksettava.

Kyseinen kohde huomioon ottaen, paikalla valmistettava julkisivu jätettiin pois kustannusvertailusta jo heti alussa, koska riskit laadun heikentymiseen ovat turhan suuret huomioon ottaen suuren pinta-alan, rakennusajan ja sään. Vertailemme panel-sandwichelementti- ja puuelementtiratkaisuja. (Ruukki www-sivut; Puuinfo www-sivut)

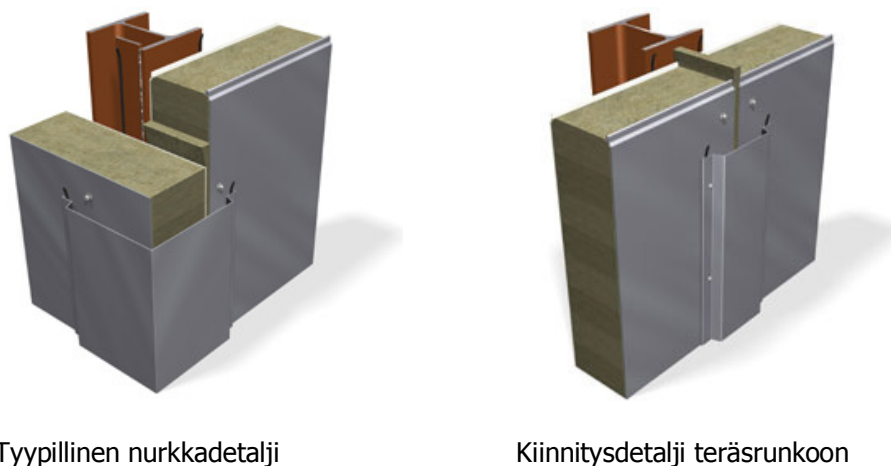
7.1 Sandwichelementti

Pelti-villa-pelti elementti on nykyään nostattanut suosiota ulkokuoriratkaisuna jo vuosia. Suurimpana valmistajana Paroc lanseerasi 2000-luvulla Paroc Panel-systems järjestelmän, joka alkoi kiinnostaa rakentajia. Helppoutensa ansiosta kustannusvertailu suoritettiin kyseinen elementtijärjestelmä mukaan lukien. Julkisivurakenteeksi määriteltiin Parocin AST-S 200/202, jolla on U-arvo 0,19 m²K/W. Painoa elementille on määritetty 28 kg/m². Kyseinen malli on rakennesuunnitelmia vastaava ratkaisu niin lämmöneristävyyden kuin myös palonkestoluokan myötä joka on EI240. (Houtsonen 2012, 31)

Elementin valinnan puolesta puhuvia tekijöitä on mm. pääsuunnittelijan/rakennesuunnittelijan helppous lähteä toteuttamaan kyseistä rakennetta. Pääpiirustuksia luonnostaessa ei tarvitse huomioida paneelielementin runkoa tai sitä, missä kohden runkoa voidaan tehdä läpivientejä tai kiinnityspisteitä. Materiaali on kauttaaltaan samanlainen, eivätkä reiät tai kiinnitykset heikennä rakennetta. Elementit voidaan suunnitella massana rakennuksen ympärille ilman erityistä perehtymistä rakenteen toimintaan. Elementtiin tulevat sähköläpiviennit tai muuta aukot voidaan työstää näppärästi työmaalla käyttäen tavanomaisia kevyitä käsityökaluja. Elementtien ainoaksi ongelmaksi muodostuu liitosdetaljiikka ja tiiveys. Nurkkien tiivistäminen on hankala siten, etteivät ne vuoda. Lisäksi elementtien on oltava täysin suorassa ja mittatarkasti asennettu, jotta pellitykset asettuvat paikoilleen.

Paroc toimittaa hyvin mielellään tarvittavaan työkohteeseen asianmukaisen elementti- ja asennussuunnitelman. Heiltä saadaan tarvittavat piirustukset joista nähdään asennusjärjestys. Myös liitosdetaljit sekä pellitysuunnitelma mittoineen saadaan kätevästi työmaalle ja ennen asennuksen alkua voidaan koko paketti asentaa kerralla alusta loppuun.

Asentaminen itsessään on helppoa ja nopeaa, sillä elementit ladotaan paikalleen nostinkalustoa hyväksikäyttäen tai ihan käsivoimin imukuppeja apuna käyttäen. Elementit voivat olla maksimissaan 12 metriä pitkiä, jotka tuottavat hankaluuksia käsitellä ahtaissa tiloissa. Riskin aiheuttaa myös se, että mikäli nosto ei ole tasainen ja riittävän hellävarainen, elementin alapinta voi naarmuuntua tai saada kolhuja. Nostinkaluston lisäksi asentaminen vaatii kaksi saksilavanostinta, jotta asentajat pääsevät liikkumaan asennettavan kohteen mukana. Elementtien nostokalustoksi sopii hyvin esimerkiksi ympäripyörivä kurottaja tai järeällä nostimella varustettu nosturiauto. (Ruukki.fi www-sivut)



Tyypillinen nurkkadetalji

Kiinnitysdetalji teräsrunkoon

Kuva 7. Nurkka- ja kiinnitysdetalji (Ruukki www-sivut)

7.2 Puuelementti

Puuelementin käyttö seinärakenteena on yksi hyvä vaihtoehto tehdä julkisivurakenne teollisuushallissa. Puu-ulkoseinien tuotanto, suunnittelu ja kustannustehokkuus on monipuolistunut ja parantunut viimeisinä vuosina huomattavasti ja sitä on alettu suosia. Elementti tehtaita alkaa olla jo useita ja niinpä saatavuuskin on parantunut huomattavasti. Kilpailu on tuonut hintoja jonkin verran alaspäin. Toimitusajat ovat kuitenkin pidempiä, koska elementtien työstäminen tehtaalla vie aikaa. (Puuinfo www-sivut)

Puuelementiltä hallirakentamisessa vaaditaan kuitenkin sitä, ettei kosteutta pääse rakenteisiin. Tämä ongelma on kuitenkin hallinnassa siten, että elementit asennetaan oikein, oikealle alustalle ja sateelta suojattuna. Nämä seikat voivat kuitenkin aiheuttaa pientä lisävaivaa ja kustannuksia työmaalle. Elementit ovat myös hieman painavampia ja suurempia kuin panel-elementit, joten se luo rajoitteita nostokalustolle. Elementtien nostotyö vaatii tarkkaa suunnittelua, aivan kuten muukin nostotyöskentely, mutta huomiota kannattaa kiinnittää siihen, että elementit ovat herkempiä kolhuille ja ovat muutoinkin työteknisesti hieman vaativampia asentaa. Kustannusvaikutus voi olla hieman kasvusuuntainen, jos ajatellaan työtekniisiä ratkaisuja. (Puuinfo www-sivut)

Kustannusteknisiä seikkoja, joihin pikaisessa julkisivuratkaisutarkastelussa kiinnitettiin huomioita oli kokemattomuus puuelementeistä. Kokemusta suunnittelusta ja asentamisesta ei ollut, jolloin tekniikkaa olisi joutunut käymään paljon läpi ja virheiden mahdollisuus kasvaa. Riskejä asennuksen epäonnistumiseen ei haluttu ottaa. Jo ensimmäisissä keskusteluissa ja tuotetarkasteluissa kävi hyvin ilmi, että puuelementti nostaisi kustannuksia merkittävästi, joten katsottiin parhaaksi olla valitsematta puuelementtiä käytettäväksi ratkaisuksi. (Puuinfo www-sivut)

Puuelementti ratkaisua ei kyseissä projektissa valittu potentiaalisesti ratkaisuksi, edes ennen suunnitteluvaiheen varsinaista aloitusta. Syynä tähän oli nimenomaan kustannustarkastelu ja rakennuttajan kanta. Rakennuttaja mielti asian poissuljettavaksi, koska heillä ei olisi ollut ammattitaitoa käytettävissä asennuksen kustannustehokkaaseen onnistumiseen. Suunnittelija oli myöskin asian suhteen hyvin skeptinen. (Puuinfo www-sivut)

8 TUOTANTORAKENNUKSEN VESIKATTORAKENTEET

Kattorakenne on kustannushallinnalta hyvin mielenkiintoinen aihe. Rakenneratkaisut ja materiaalit vaikuttavat hyvin monessa suhteessa hintaan. Aina ei pystytä ottamaan huomioon kaikkia mahdollisia, varsinkaan yllättäviä kustannuksia. Kattorakenteisiin yleensä varataan hieman riskivaraa sen vuoksi, jos toteutuksessa tai hankinnoissa epäonnistuttaisiin. Vesikattorakenteet ovat talo-osat kustannuksista vain joitakin prosentteja, mutta rakenneratkaisuilla on mahdollista vaikuttaa hyvin paljon.

Vaihtoehtoina teollisuusrakentamisessa on käytetty betonielementtiholvia eli ontelolaatastoa, joka tukeutuu betonipilarien ja palkkien varaan. Kustannus tässä on luonnollisesti suuri ja tätä ratkaisua usein käytetäänkin vain suurempiin kohteisiin, kuten halleihin, jotka on tehty kokonaan betonirunkoisena. Kyseisessä työssä käsiteltyyn kohteeseen kyseinen rakenneratkaisu ei soveltunut. Betonihalleissa käytetään myös TT-laatastoa, joka on hieman kevyempi ja saavuttaa pidemmät jännevälit. TT-laatan etuna on myös se, että kallistukset saadaan kerralla tehtyä niin, ettei tarvitse tehdä erillistä kallistusvalua. Myöskään TT-laataston ei koettu soveltuvan kyseisen kohteen tarkoituksiin.

Käsiteltäviksi vaihtoehdoiksi jäi teräs ja puu. Teräksen ollessa runkorakenteena, harkittiin myös ristikoiden tekemistä teräksestä, mutta samalla huomioitiin teräksen paino, saatavuus, työstettävyyden ja hinta. Näin ollen ilman erillistä kustannustarkastelua tultiin johtopäätökseen, että puurakenne on kohteeseen kaikkein toimivin ratkaisu, niin työteknisesti kuin kustannuspuoleltakin.

8.1 Katon rakenneratkaisu

Katon rakenneratkaisuksi kyseiseen tuotantorakennukseen valittiin puu. Puun käyttö katon rakenneratkaisun tarkoittaa sitä, että kantavat palkistot ovat puusta ja palkkien päälle tulevat puurakenteiset harjakattotuolit. Puinen harjakattotuoli on paras ratkaisu, koska saatavuus on nopea ja tehtaat paikallisia, joten kustannuksia ei kuljetuksestaakaan synny. Asennus tapahtuu nopeasti ja ammattitaitoisesti, koska tarvittavat resurssit ovat käytettävissä asennus hetkellä työmaalla. Nostokalustoksi riittää panel-elementtiasennuksissa jatkava kurottaja.

Puinen harjakattotuoli on helppo asentaa. Kuorma voidaan purkaa autosta suoraan paikalleen ilman erillisiä purkuja. Tarvittava kattotuolimäärä tulee yhdellä kerralla työmaalle yhdessä täysperävaunuyhdistelmässä. Oikeaan aikaan tilattu kuorma ja resurssien ollessa valmiina työmaalla, asennus tapahtuu kahden hengen työryhmältä yhden työpäivän aikana. Kiinteäksi kustannukseksi voidaan ajatella asennuksessa tarvittava nostokalusto. Hyödynnettäväksi ajateltava vaihtoehto voisi olla kaksi kappaletta saksilavoja, jotta päästään tarpeeksi korkealle ja nämä kulkevat myös epätasaisella alustalla helposti. Syy tähän on se, että liikkeessä tarvitsee olla lähes koko ajan.

9 TUOTANTORAKENNUKSEN LATTIARAKENTEET

Lattiarakenteet toteutetaan betonista yleensä niin kuin tässäkin rakennuskohteessa. Tiettyjä laatuvaatimuksia asettaa kuitenkin kohteen käyttö ja ajatus mahdollisesta käyttötarkoituksen muuttumisesta, mikäli kohde myydään tai pääkäyttäjä vaihtuu. Teollisuushalli tulee pääkäyttäjälle, jonka toimiala on teräs, tarkemmin peltityö. Rakennuksessa tullaan liikuttelemaan ja säilyttämään painavia, usein tonnien painoisia peltirullia ja muita peltituotteita, jotka vaativat kulutusta kestävästä lattian.

Teollisuushallilla on kerrosalaa 768 m² eli betonimäärä ko. alueelle voidaan määrittellä samalle alueelle. Kokonaisuudessaan betonia voidaan laskea 84 kuutiota, joka sisältää hukun. Nykyisillä betonin hinnoilla kustannuksissa voidaan säästää vain prosentuaalisia osuuksia koko hankkeen kustannuksista, mutta oleellisempaa on huomioida laatu. (Houtsonen 2012, 28)

Betonilattiaurakoitsija tulee valita tarkkaan enemmän ammattitaitoon painottuvalla seulalla kuin alhaisella neliötak-salla. Mikäli betonoitavan alueen laatu- ja suoruuksivaatimukset eivät täyty, lattia on todella vaikea ja kallis oikaista, lisäksi ongelman tuottaa aikataulusta viivästyminen, joka nostaa yleiskustannuksia.

9.1 Lämmöneristevaatimukset

Betonilattia on kyseisessä kohteessa raskas ja sille tulee kova rasitus. Lisäksi rakenneratkaisu suoritetaan maanvaraisena, betonilaatan alle tulee lämmöneriste. Lämmöneristeelle asetetaan vankkoja vaatimuksia juurikin sen vuoksi, ettei painumista pääse tapahtumaan.

Rakennesuunnittelija on määritellyt lämmönläpäisykerroimeksi enintään 0,24 W/m²k, joka tarkoittaa sitä, että rakennusmääräyskokoelman mukainen lämmönläpäisykerroin on täysin saavutettavissa EPS eristeellä. Eristeelle luodaan kuitenkin puristuslujuusvaatimus, jottei lattia painu alaspäin. Eristeeksi on määriteltä EPS 200 -tyyppinen eriste ja sitä tulee 100 mm paksu kerros betonilaatan alle. (Houtsonen 2012, 28)

Kustannussäästämahdollisuus suurissa määrin tilattavassa lattiaeristemäärässä on eristemerkin valinta, tarjouskyselyt ja toimitusehdot. Suurin säästö saavutettiin tuotetietoja tarkastelemalla ja toteamalla, että XPS eristeen käyttöön ei ollut syytä. Tuolloin kustannussäästöä ei juurikaan olisi päästy saavuttamaan. (Thermisol www-sivut)

9.2 Betonin laatuvaatimukset ja kustannussäästö

Betonilattian laatu on hyvin oleellinen kyseisessä kohteessa. Laatuvaatimukset on asetettu rakennesuunnitelmissa BY39 mukaan ja määritelty normaaliluokkaan. Pinnan laatu on määritelty BY40 mukaan ja luokka kahteen. Tämä tarkoittaa sitä, että lattialta vaaditaan normaalit suoruuksivaatimukset betoninormitaulukon mukaisesti. Tärkeää on huomioida oikeanoppiseen työn suorittamiseen laadullisen lopputuotteen takeeksi. Betonityöohjeen, betonointisuunnitelman orjallinen noudattaminen luo pohjan onnistuneelle valulle.

Betoninlaatuvaatimukset ovat kyseiseen kohteeseen C28/32, joka takaa riittävän lujuuden kyseisen kohteen käyttötarkoitus huomioon ottaen. Lattia on kokonaan sisätiloissa, paitsi oviaukkojen kohdalla sisälle saattaa tulla korroosiota aiheuttavia aineita, joten pakkasrasituskestävyys on syytä huomioida ja tuolloin se on määritelty XF2-luokkaan, joka on täysin riittävä. Betonin päälle ei tulla laittamaan hallitilan puolella erillistä päällystettä, vaan pinnaksi jää teräshierretty ja hiottu betonipinta. Betoni on tekemisessä hapen kanssa, joten on estettävä karbonatisoitumisen mahdollisuus ja luokitella betoniin XC2-rasitusluokka. Betonin tyyppi on normaalisti kovettuva lattiabetoni. Rasitusluokkien lisääminen nostaa hieman materiaalin kustannuksia, mutta myöskään niiden pois jättäminen ei tulisi olemaan kustannustehokasta. (Houtsonen 2012, 29)

Muita kustannuksiin vaikuttavia seikkoja ovat muuan muassa se, mihin vuorokauden aikaan työt tehdään. Betonointityö kannattaa tehdä yöllä, mielellään kosteaan aikaan, jolloin betonin pinta ei kuiva liian nopeasti ja tuota myöhemmin pintaan hiushalkeamia. Lisäksi huomioitava seikka on, että rakennuksessa tulisi olla vettä pitävä vesikate päällä, jotta estetään pinnan rikkoutuminen mahdollisella sadekelellä. Muita työtekniisiä seikkoja on oikea valunopeus, ettei työsaumoja jää sekä oikea betonin lämpötila. Kustannussäästöä syntyy mikäli työtekniisiin asioihin kiinnitetään betonoinnissa erityistä huomiota ja maltetaan käyttää aikaa tarkkaan suunnitteluun. (Suomen Betoniyhdistys 1999)

10 KOKONAISKUSTANNUKSET

10.1 Tavoitehinta-arvio

Tässä osiossa tarkastelemme vasta kokonaiskustannuksia mitä tavoitehinta-arvio ja rakennusosa-arvio meille antavat tulokseksi ja sitä kuinka niihin on otettu kantaa itse kustannusohjauksessa.

Rakennusosat	kustannus	%/kok. kust.	Selite
Alueosat	52 000 €	7,7 %	Maanrakennus ja pihatyöt
Talo-osat	237 000 €	35,0 %	Runko, vesikatto, julkisivu ja kantavat rakenteet
Tila-osat	77 000 €	11,4 %	Sisäpuoliset rakenteet kuten väliseinät
yhteensä	365 000 €	54,1 %	Rakennusosat yhteensä

Tekniikkaosat

Putkiosat	25 000 €	3,7 %	Viemäröinnit, käyttövesi ja lämmitys
Ilmanvaihto-osat	23 000 €	3,5 %	Ilmanvaihtotyöt ja laitteet
Sähköosat	45 000 €	6,7 %	Sähkötyöt, laitteet ja asennukset
Tieto-osat	5 000 €	0,8 %	Tietotekniikka kuten lähiverkko
Laitteosat	2 000 €	0,3 %	Mahdollisia laitteita kuten koneet
Yhteensä	101 000 €	14,9 %	Tekniikkaosat yhteensä

Hanketehtävät

Hankkeen johtotehtävät	37 000 €	5,4 %	Rakennuttajan ja tilaajan tehtävät
Suunnittelutehtävät	40 000 €	6,0 %	Rak, ark ja tekniikka suunnittelu
Rakentamisen johtotehtävät	80 000 €	11,8 %	Työmaan työnjohto
Työmaatehtävät	33 000 €	4,9 %	Työmaan yleis-, ja käyttökustannukset
Yhteensä	190 000 €	28,2 %	Hanketehtävät yhteensä

Rakennusosat, tekniikkaosat ja hanketehtävät muodostavat 97,2 % kustannuksista ja näin ollen summaksi muodostui 656 000 €, josta muodostui yhtä rakennusneliötä kohden 869 € kustannus.

Muista kustannuksista on eritelty kohta 4 kiinteistötehtävät, jotka ovat vain 0,9 % kokonaiskustannuksista, joten niiden merkitys (6 000 €) on täysin marginaalinen, eikä niihin voida juurikaan ottaa kantaa. Kohta 6 ,johon on laskettu hankevaraukset, kattavat 2 % kustannuksista, joihin sisältyy suunnitelma- ja hintamuutokset 8 000 €, tämä raha on käytännössä varausta, joka hyvällä työsuunnittelulla on säästöä. Muita varauksia asetettu 5 000 € , joka myöskin on mahdollista saada kokonaishinnasta pois. Kohtaa 5 käyttäjätehtävät ei huomioitu laskelmassa ollenkaan.

Hanke on yhteensä 676 000€ ja arvonlisäveron (23 %) kanssa 831 000 € , jolloin neliöhinnaksi asettuu 1101 €/m²

10.2 Rakennusosa-arvio

10.2.1 Rakennusosat

Hankintahinta rakennusosittain avaa meille tarkemmin niitä kohtia, joihin kustannukset kohdistuvat. Rakennusosa-arviossa käydään läpi talo-2000 nimikkeistön mukaisesti kaikki pääryhmät ja niille kohdistuvat kustannukset. Tämän kohdan ansiosta näemme helposti asiat, jotka voivat olla ylimääräisenä hankkeessa. Rakennusosa-arviosta voidaan ikään kuin poimia ne kustannukset, jotka ovat todennäköisesti liian suuria. Rakennusosa-arviossa tarkasteltiin erityisesti talo-osien kustannuksia ja vaikutusta koko hankkeen kustannuksiin. Rakennusosa-arvion tekeminen alueosille ja tilaosille olisi ollut vielä liian aikaista, tekniikkaosista puhumattakaan, kun suunnittelukin oli vajavaista.

Talo-osat kattavat rakennuksen osat perustuksista vesikattoon saakka. Suurimmat kustannukset kohdistuvat 123 runko, 124 julkisivut ja 126 vesikatot -nimikkeille, joihin opinnäytetyössä otettiin kantaa mahdollisista kustannustehokkaiden ratkaisuiden löytämiseksi.

121 Perustukset	22 000 €	6,9 %	
122 Alapohjat	18 000 €	5,6 %	
123 Runko	76 000 €	23,3 %	
124 Julkisivut	76 000 €	23,2 %	
126 Vesikatot	58 000 €	17,7 %	
Yhteensä	251 000 €	76,7 %	hankkeen kokonaiskustannuksista

Talo-osat kokonaisuudessaan olivat kustannuksiltaan 251 000 € eli 76,7 % hankkeen kokonaiskustannuksista. Nämä ovat myös ne kustannukset, joihin pystytään vaikuttamaan tässä työssä esitetyin keinoin ja painamaan hankintahintaa alaspäin. Toki muissakin tehtävissä on varaa ja mahdollisuutta vaikuttaa hankkeen kustannuksiin.

10.2.2 Tekniikkaosat

Tekniikkaosat kattavat lämpö,- vesi,- viemäri,- ilmanvaihto- ja automaatio-osat. Käytännössä kaiken talotekniikan ja niihin liittyvät kustannukset on eritelty tässä osiossa. Talotekniikkaan ei myöskään hankkeen kustannuksia määriteltäessä otettu juurikaan kantaa, koska suunnitelmia ei oltu tehty eikä tarveselvitykseen saatu rakennuttajalta vastausta. Tämä taas johtui osin siitä, että hanke alkoi typistyä suunnittelun loppuvaiheessa. Suunnittelijalla oli kuitenkin valtuudet suunnitella putkiosat rakennukseen, mutta muutoin tekniikkaosat jättää kertomatta kustannukset ilmanvaihdon, sähkön ja automaation osalta. Laitesia tähän selvitykseen ei olisikaan tullut, koska ne ovat tilaajan erillishankintoja.

Putkiosat kattavat osat, jotka liittyvät lämpöön, veteen ja viemärointiin. Suurimpia kustannuksia kohdistuu luonnollisesti lämmityksen osalta. Koska kaukolämpöön liityttäessä lankeavat liittymismaksut, tarvitaan hankkia kaivannot ja putkitukset sekä kustannuksiltaan kallis yksittäinenhankinta on lämmönvaihdin. Pienempiä kulueriä kertyy sadevesiviemäroinnin osalta vesi- ja viemärikalustuksesta, jotka käytännössä ovat vesipisteitä wc-tiloissa, suihkutiloissa ja tuotantotilan vesipisteet.

Tekniikkaosien kustannus on kuitenkin huomioitu tavoitehintalaskelmassa teollisuushalliin laatuvaatimusten mukaisesti sekä oletetun vaatimustason mukaisesti.

10.2.3 Muut tehtävät

Rakennusosa-arviossa ei oteta tarkemmin kantaa hanketehtäviin, kiinteistötehtäviin, käyttäjätehtäviin sekä hankevaraukset jätettiin huomioimatta. Muiden tehtävien nimikkeissä tukeuduttiin tavoitehintaarvion määrittelemiin kustannuksiin.

11 YHTEENVETO JA POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli toimia suunnitteluvaiheen kustannusohjauksen toteuttajana. Tässä työssä tarkasteltiin erilaisia rakentamisen vaihtoehtoja eri rakentamisen vaiheissa. Oleellisimpana tarkoituksena oli selvittää rakentamisen kokonaiskustannukset eli summa, jonka rakennus tulee rakennuttajalle maksamaan. Kustannuslaskenta suoritettiin Haahtelan TAKU kustannustieto ohjelmalla josta saatiin rakennusosille, tekniikkaosille ja hanketehtäville kustannukset. Opinnäytetyössä tarkasteltiin erityisesti rakennusosien kustannuksia, eikä esimerkiksi tekniikkaosiin otettu juurikaan kantaa.

Suurimpia rakennusosia otettiin tarkempaan tarkasteluun, joissa kustannussäästöjä voitiin tehdä. Runkoratkaisu on selostettu hyvinkin tarkasti kaikkine työvaiheineen, koska se on suurimpia kustannustekijöitä. Rungon osalta oleellisia tietoja ovat materiaalivalinta ja sen palonsuojaus. Kaikista rakennusosista pyrittiin löytämään yksi tai useampi vaihtoehto tarkempaa tarkastelua varten. Tarkemman kustannustarkastelun tarkoituksena oli käydä läpi kaikki mahdolliset ratkaisut, pyrkiä saamaan kustannuksia alaspäin ja mahdollisesti parantamaan rakennuksen laatua sekä etsimään työteknisesti toimivampia vaihtoehtoja.

Opinnäytetyössä onnistuttiin pääsemään tavoitteeseen. Kustannushallinta saatiin päätökseen suunnittelun ohjessa ja suunnitteluihin ratkaisuihin voitiin vaikuttaa ennen lopullisten lupapiirustuksien valmistuttua. Rakennuttajaa informoitiin kustannussuunnittelun tuloksista ja hänen tietoonsa saatiin lopullinen hinta mitä kyseinen tuotantorakennus kustantaa suunnittelussa huomioonotetuilla ratkaisulla.

LÄHTEET

Houtsonen, Teppo. 2012. Rakennusselostus halli Haverinen

Houtsonen, Teppo. 2012-2-19. Tietomalli halli haverinen.pln

SUOMEN BETONIYHDISTYS. 1999 Betonitekniikan oppikirja by201 Helsinki: Suomen betonitieto Oy

Gyproc Oy [verkkoaineisto] [Viitattu 10.12.2012]

Saatavissa <http://www.gyproc.fi/>

Polku: <http://www.gyproc.fi/ratkaisut/terasrakenteiden-palonsuojaus/kantavien-terasrakenteiden-palonsuojaus-glasroc-ffirecase-jarjestelmalla>

Promat [verkkoaineisto] [Viitattu 10.12.2012]

Saatavissa <http://www.cembrit.fi/>

Polku: <http://www.cembrit.fi/Palonsuojalevyt-22711.aspx?ProductID=PROD604&PID=13402>

Puuinfo www-sivut [verkkoaineisto] [Viitattu 12.11.2013]

Saatavissa <http://www.puuinfo.fi/>

Polku: <http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohjeet/puupintamateriaalinahalli/puupintamateriaalinahalli.pdf>

Ruukki.fi [verkkoaineisto] [Viitattu 10.10.2013]

Saatavissa <http://www.ruukki.fi/>

Polku: <http://www.ruukki.fi/Tuotteet-ja-ratkaisut/Rakentamisen-ratkaisut/Sandwich-paneelit>

Rakennustieto [verkkoaineisto] [Viitattu 1.12.2013]

Saatavissa <http://www.rakennustieto.fi/>

Suomen teräsrakenneyhdistys Ry [verkkoaineisto] [Viitattu 5.5.2013]

Saatavissa <http://www.terasrakenneyhdistys.fi/>

Polku: <http://www.terasrakenneyhdistys.fi/fin/etusivu/>

Thermisol [verkkoaineisto] [Viitattu 11.11.2013]

Saatavissa <http://www.thermisol.fi/>

Polku: <http://www.thermisol.fi/sovellukset-ja-ratkaisut/eriste/lattiat-ja-alapohjat>

Tikkurila [verkkoaineisto] [Viitattu 24.4.2013]

Saatavissa <http://www.tikkurila.fi/>

Polku: http://www.tikkurila.fi/teollinen_maalaus/metalliteollisuus/terasrakenteiden_palonsuojaus

Hanke:
0001 1 Halli Haverinen Oy

Tietäjantie
Siilinjärvi, Toivala

Vaihe:
Paikkakunta: Kuopioon rajoittuvat ympäristökunnat
Haahtela-ind.: 74,0 / 1.2012
Hintataso: 73,8 / 2.2012
Laajuus: 0 brm2

HANKINTAHINTA - RAKENNUSOSITTAIN

Talo 2000 Hankenimikkeistö	€	€/brm2	%	Vrt €/brm ²
----------------------------	---	--------	---	------------------------

Alueosat

- 111 Maaosat
- 112 Tuennat ja vahvistukset
- 113 Päällysteet
- 114 Alueen varusteet
- 115 Aluerakenteet

Yhteensä

Talo-osat

121 Perustukset	22 000	22 000	6,9
122 Alapohjat	18 000	18 000	5,6
123 Runko	76 000	76 000	23,3
124 Julkisivut	76 000	76 000	23,2
125 Ulkotasot			
126 Vesikatot	58 000	58 000	17,7
Yhteensä	251 000	251 000	76,7

Tilaosat

131 Tilan jako-osat	13 000	13 000	3,9
132 Tilapinnat	11 000	11 000	3,3
133 Tilavarusteet	1 000	1 000	0,4
134 Muut tilaosat			
135 Tilaelementit			
Yhteensä	25 000	25 000	7,6

RAKENNUSOSAT	275 000	84,4
---------------------	----------------	-------------

Talo 2000 Hankenimikkeistö	€	€/brm2	%	Vrt €/brm ²
Putkiosat				
211 Lämmitys	26 000	26 000	7,9	
212 Kylmä				
213 Käyttövesi	3 000	3 000	0,8	
214 Jätevesi	2 000	2 000	0,7	
215 Vesi- ja viemärikalustus	2 000	2 000	0,6	
216 Sadevesi	3 000	3 000	0,9	
217 Erityiset putkiosat				
Yhteensä	36 000	36 000	10,9	
Ilmanvaihto-osat				
221 Tuloilma				
222 Poistoilma				
223 Erityiset ilmanvaihto-osat				
Yhteensä				
Sähköosat				
231 Sähköenergian tuotto ja syöttö				
232 Sähkön asennusreitit ja jakelu				
233 Sähkön päätelaitteet				
234 Valaistus				
235 Sähkölämmitys				
236 Erityiset sähköosat				
Yhteensä				
Tieto-osat				
241 Rakennusautomaatio				
242 Turvallisuus				
243 Viestintä				
244 Merkinanto				
245 Erityiset tieto-osat				
Yhteensä				
Laiteosat				
251 Siirtolaitteet				
252 Tilalaitteet				
Yhteensä				
TEKNIikkaOSAT	36 000		10,9	

Talo 2000 Hankenimikkeistö € €/brm2 % Vrt €/brm2

Hankkeen johtotehtävät

- 311 Rakennuttaminen
- 312 Paikallisvalvonta
- 313 Hankkeen hallinto

Yhteensä

Suunnittelutehtävät

- 321 Tilasuunnittelu
- 322 Rakennussuunnittelu
- 323 Suunnittelun asiantuntijatehtävät
- 324 Hanketietotehtävät

Yhteensä

Rakentamisen johtotehtävät

- 331 Rakentamisen yleisjohto ja hallinto
- 332 Työmaan johtotehtävät

Yhteensä

Työmaatehtävät

- | | | | |
|--------------------|--------|--------|-----|
| 341 Työmaapalvelut | 16 000 | 16 000 | 4,8 |
| 342 Työmaakalusto | | | |

Yhteensä	16 000	16 000	4,8
-----------------	---------------	---------------	------------

HANKETEHTÄVÄT

16 000	16 000	4,8
---------------	---------------	------------

Maa-aluehtävät

- 411 Tonttitehtävät
- 412 Liittymät
- 413 Maa-alueen kehittäminen

Yhteensä

Rahoitus ja markkinointi

- 421 Rahoitustehtävät
- 422 Markkinointitehtävät

Yhteensä

KIINTEISTÖTEHTÄVÄT

Tilavarustus

- 511 Irtaimisto
- 512 Toiminnan kojeet ja laitteet

Yhteensä

Talo 2000 Hankenimikkeistö € €/brm2 % Vrt €/brm²

Toiminnan ylläpito

521 Väliaikainen toiminta

522 Käyttöönotto

Yhteensä

KÄYTTÄJÄTEHTÄVÄT

Suunnitelma- ja hintamuutokset

611 Asiakirjamuutokset

612 Hintamuutokset

Yhteensä

Muut varaukset

621 Riskit

622 Erityiset varaukset

Yhteensä

HANKEVARAUKSET

HANKE	327 000	326 540	100,0
Arvonlisävero 23% (ei sis. tontin hankintaa ja hankerahoitusta)	75 000	75 104	
HANKE YHTEENSÄ	402 000	401 644	

Hanke:
0001 1 Halli Haverinen Oy

Tietäjantie
Siilinjärvi, Toivala

Vaihe:
Paikkakunta: Kuopioon rajoittuvat ympäristökunnat
Haahtela-ind.: 74,0 / 1.2012
Hintataso: 73,8 / 2.2012
Laajuus: 755 m2, 800 brm2, 4 641 rm3
Hankekoko: 800 brm2
Jakaja: 755 m2

HANKINTAHINTA, UUDIS - PÄÄRYHMITÄIN

Talo 2000 Hankenimikkeistö	€	€/m2	%
1 Rakennusosat			
11 Alueosat	52 000	69	7,7
12 Talo-osat	237 000	314	35,0
13 Tilaosat	77 000	102	11,4
Yhteensä	365 000	484	54,1
2 Tekniikkaosat			
21 Putkiosat	25 000	33	3,7
22 Ilmanvaihto-osat	23 000	30	3,5
23 Sähköosat	45 000	60	6,7
24 Tieto-osat	5 000	7	0,8
25 Laitteosat	2 000	3	0,3
Yhteensä	101 000	134	14,9
3 Hanketehtävät			
31 Hankkeen johtotehtävät	37 000	49	5,4
32 Suunnittelutehtävät	40 000	53	6,0
33 Rakentamisen johtotehtävät	80 000	106	11,8
34 Työmaatehtävät	33 000	44	4,9
Yhteensä	190 000	252	28,2
RAKENNUS	656 000	869	97,1
4 Kiinteistötehtävät			
41 Maa-alue tehtävät	6 000	8	0,9
42 Rahoitus ja markkinointi			
Yhteensä	6 000	8	0,9
KIINTEISTÖ	662 000	877	98,0

Talo 2000 Hankenimikkeistö	€	€/m ²	%
5 Käyttäjätehtävät			
51 Tilavarustus			
52 Toiminnan ylläpito			
Yhteensä			
6 Hankevaraukset			
61 Suunnitelma- ja hintamuutokset	8 000	11	1,2
62 Muut varaukset	5 000	7	0,8
Yhteensä	13 000	17	2,0
HANKE	676 000	896	100,0
Arvonlisävero 23% (ei sis. tontin hankintaa ja hankerahoitusta)	155 000	205	
HANKE YHTEENSÄ	831 000	1 101	