



# **VESIKATON TUOTANTOTAPA- VERTAILU**

Juuso Haapa

Opinnäytetyö  
Marraskuu 2013  
Rakennusalan työnjohto

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tampere University of Applied Sciences

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma

HAAPA, JUUSO:  
Vesikaton tuotantopavertailu  
Opinnäytetyö 31 sivua, josta liite 1 sivu  
Marraskuu 2013

---

Opinnäytetyö vesikaton tuotantopavertailusta tehtiin rakennusliike Tikirak Oy:lle. Yritys on tavallisesti käyttänyt työjärjestystä, jossa tehdään rakennus ensin säältä suojaan, ennen kuin aloitetaan lattioiden tekeminen ja sisävalmistusvaihe. Perinteisesti vesikatto on tehty paikalla, ja se työllistää hyvin työmaata. Vaihtoehtoisesti vesikatto voidaan rakentaa valmiista elementeistä, jolloin korkealla tehtävät työt siirtyvät elementtitehtaalle ja rakennus saadaan nopeammin säältä suojaan. Opinnäytetyön tarkoituksena oli saada selvyys, kumpi toteutustavoista on kokonaisuutena kannattavampi vaihtoehto toteuttaa vesikaton rakentaminen. Molemmista toteutustavoista laadittiin suunnitelmat todelliseen rakennushankkeeseen Valkeakoskelle rakennettuun leipomo Hakafoodin laajennukseen. Suunnitelmien perusteella voitiin vertailla toteutustapojen hintoja, työturvallisuutta, aikataulua ja muita vaikutuksia työmaatekniikkaan.

Opinnäytetyön tuloksena on vertailutietoa tulevia toteutuksia varten. Yleensä toteutustapa valikoituu hinnan perusteella, mutta opinnäytetyössä pyrittiin näkemään lukujen taakse.

Tulevissa toteutuksissa Hakafoodin kohteen onnistuneeksi osoittautunut elementtitoetus tulee olemaan varteen otettava vaihtoehto paikalla rakennettavan yläpohjarakenteen toteutusvaihtoehdoksi. Erityisen vahvoina valttikortteina elementtitoetuksessa ovat rakenteen kuivana pysyminen sekä nopea asennusaika, eli rakennus saadaan nopeasti säältä suojaan.

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Construction Site Management

HAAPA, JUUSO:  
Roof Production Comparison

Bachelor's thesis 31 pages, appendice 1 page  
November 2013

---

This thesis roof method of production comparison was made for the construction company Tikirak Oy. The company has usually used procedure where the building is made weatherproof first, before making ground floor. Traditionally roof has been made in the site and that provides employment the site well. Optionally the roof can be made of prefabricated units, when the work done up high is then made in prefabrication factory. The target of this thesis was to get legibility which of these manners of production is more profitable as a whole to execute roof structure. In both cases of manners of production there were made plans in real building project in Valkeakoski. In the basis of the plans schedule, safety at work, costs and other effects on the site, could be compared.

As a result of this thesis there is comparing information for upcoming executions. Usually method of production is selected in the basis of price yet in this thesis its aimed to see behind numbers.

In upcoming executions positively experienced Hakafood project's prefabricated unit – execution will be strong a strong roof structure candidate. It's strongest features are quick installation and structures staying dry during the construction.

---

Key words: roof, method of production comparison

## SISÄLLYS

|   |   |    |
|---|---|----|
| 1 | JOHDANTO.....   | 5  |
| 2 | KOHDETIEDOT.....  | 6  |
|   | 2.1 Rakennuskohde.....  | 6  |
|   | 2.2 Rakennushankkeen osapuolet.....                                 | 6  |
|   | 2.3 Toteutuksen yleisjärjestelyt ja kohteen erityisvaatimukset..... | 6  |
| 3 | TYÖSISÄLTÖ.....   | 7  |
|   | 3.1 1. Toteutusvaihtoehto - Elementtitoteutus.....                  | 7  |
|   | 3.2 2. Toteutusvaihtoehto - Paikalla rakennettava toteutus.....     | 7  |
|   | 3.3 Alkutila.....   | 8  |
|   | 3.4 Työjärjestys.....   | 11 |
|   | 3.4.1 Elementtitoteutus.....  | 11 |
|   | 3.4.2 Paikalla rakennettava toteutus.....                           | 13 |
| 4 | TARVITTAVAT KONEET JA TYÖVÄLINEET.....                              | 15 |
| 5 | TYÖTAVAT JA TYÖRYHMÄT.....  | 17 |
|   | 5.1 Työryhmä.....   | 17 |
|   | 5.2 Omien työntekijöiden käyttöaste.....                            | 17 |
|   | 5.3 Kesto.....  | 17 |
|   | 5.4 Kustannukset.....   | 18 |
| 6 | HANKINNAT JA LOGISTIIKKA.....                                       | 19 |
|   | 6.1 Toimitusaika ja – varmuus.....                                  | 19 |
|   | 6.2 Toimitukset.....  | 19 |
|   | 6.3 Varastointi.....  | 20 |
|   | 6.4 Muut hyödyt ja haitat.....                                      | 20 |
| 7 | TYÖTURVALLISUUS.....  | 22 |
|   | 7.1 Työskentely.....  | 22 |
|   | 7.2 Putoamissuojaus.....  | 22 |
|   | 7.3 Järjestys.....  | 23 |
| 8 | VERTAILU.....   | 25 |
|   | 8.1 Kalusto ja työvoima.....  | 25 |
|   | 8.2 Vaikutukset työmaatekniikkaan ja muihin työvaiheisiin.....      | 25 |
|   | 8.3 Työturvallisuus.....  | 26 |
|   | 8.4 Kustannukset ja toteutusaika.....                               | 26 |
|   | 8.5 Hankinta ja logistiikka.....                                    | 26 |
|   | 8.6 Lopputuloksen laatu.....  | 27 |
| 9 | JOHTOPÄÄTÖKSET.....   | 28 |
|   | LÄHTEET.....  | 30 |
|   | LIITTEET.....   | 31 |
|   | Liite 1. Työmenekkilaskelma.....                                    | 31 |

## 1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä vertailtiin kahta tapaa toteuttaa vesikatto hallirakennukseen. Työssä vertailtiin käytettävää kalustoa, toteutuksen vaikutuksia muihin työvaiheisiin ja työmaatekniikkaan, työturvallisuutta, aikatauluvaikutuksia, kustannuksia sekä omien työntekijöiden työllistämistä.

Opinnäytetyön tavoitteena oli saada selvyys toteutusvaihtoehtojen kannattavuudesta. Työ antaa rakennusliikkeelle tuleviin hankkeisiin vesikaton toteutusvaihtoehtoihin vertailupohjaa.

Tavallisesti yritys oli rakentanut toimitilakohteissaan vesikaton paikalla, Hakafoodin kohteeseen oli urakka-asiakirjoissa määrätty vesikatto rakennettavaksi elementeistä. Toteutuksien välillä ei ollut olemassa vertailulaskelmaa.

Lähdemateriaalia opinnäytetyöhön saatiin työmaakäynneiltä, joilla haastateltiin työnjohtoa ja työntekijöitä. Opinnäytetyöntekijä myös työskenteli työmaalla opiskelun ohessa.

## **2 KOHDETIEDOT**

### **2.1 Rakennuskohde**

Rakennettava kohde, Hakafood Oy:n tuotantotilojen laajennus, sijaitsee Valkeakoskella osoitteessa Mottitie 7. Vanha leipomo oli kerrosalaltaan 948m<sup>2</sup> ja laajennus 1603m<sup>2</sup> (Arkkitehtitoimisto Suunnittelu Kärki 2013).

### **2.2 Rakennushankkeen osapuolet**

Tilaajana ja rakennuttajana oli Valkeakosken kaupunki, rakennuttajan edustajana toimii rakennuttajainsinööri Matti Kivinen. Nykyinen ja samalla tuleva käyttäjä on leipomo Hakafood Oy (Valkeakosken kaupungin urakkaohjelma 2012).

Kohteen päätoteutuksesta vastasi Rakennusliike Tikirak Oy, putkiurakasta Virtain putkityö Oy, ilmanvaihtourakasta Kaihlaset Oy, sähköurakasta Hämeen Sähköasennus Oy, rakennusautomaatiourakasta Schneider Electric ja kylmäurakasta Kylmäset Oy. Kohteen töiden tulee olla täysin valmiit viimeistään 31.1.2014 mennessä (Valkeakosken kaupungin urakkaohjelma 2012).

### **2.3 Toteutuksen yleisjärjestelyt ja kohteen erityisvaatimukset**

Työnsuorituksessa oli otettava huomioon, että leipomo on jatkuvasti toiminnassa. Mahdollisista katkoksista lämmön, sähkön ja veden saannin kanssa tulee sopia ennalta käyttäjän kanssa. Työt olemassa olevassa leipomossa suoritetaan ennalta sovituintuina seisakkipäivinä tai viikonloppuisin (Valkeakosken kaupungin urakkaohjelma 2012).

Häiriöitä töihin aiheutti myös rakennetun laajennuksen sisään jäänyt vanha pakkasvarasto, jota ei voitu purkaa, ennen kuin uusi pakkasvarasto oli saatu toimintaan. Leipomon työntekijät siis liikkuivat toimivalla työmaalla. Olemassa olevan leipomon ja laajennuksen välinen betonisandwichelementtiseinän purku oli myös haasteellinen toteuttaa. Seinän toisella puolella oli toiminnassa oleva uuni kakkulinjastoineen, toisella puolella rakennustyömaa.

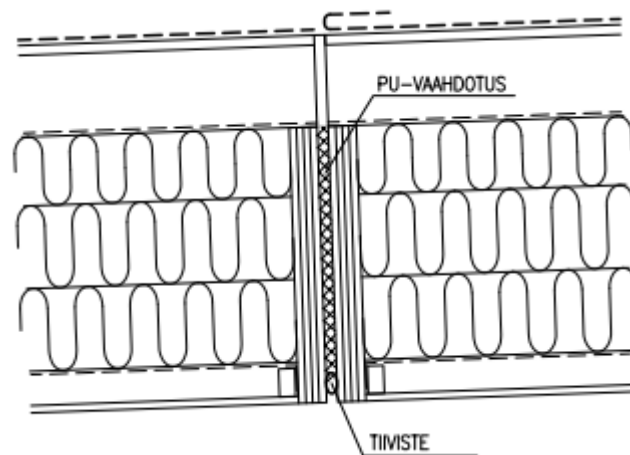
### 3 TYÖSISÄLTÖ

Vesikattorakenne voitaisiin toteuttaa hallirakennukseen kahdella tapaa, paikalla rakentaen tai katon voi toteuttaa elementeistä. Elementti – toteutuksessa rakennustyömaalla tehtävä työ vähenee verrattuna paikalla rakentamiseen. Elementeissä on valmiina sisäpinta, höyrynsulku, lämmöneristys ja kantavat rakenteet. Paikalla tehtäväksi jää elementtien paikalleen nostelu ja saumojen viimeistely.

Paikalla rakentaen on yleisesti käytetty poimupeltiä tai teräsbetonisia laattoja joiden päälle tehdään lämmöneristys ja vesikate. Koska kohteessa jännevälit olivat maltillisen pituiset, olisi järkevä käyttää kantavana rakenteena poimulevypeltiä.

#### 3.1 1. Toteutusvaihtoehto - Elementtitoteutus

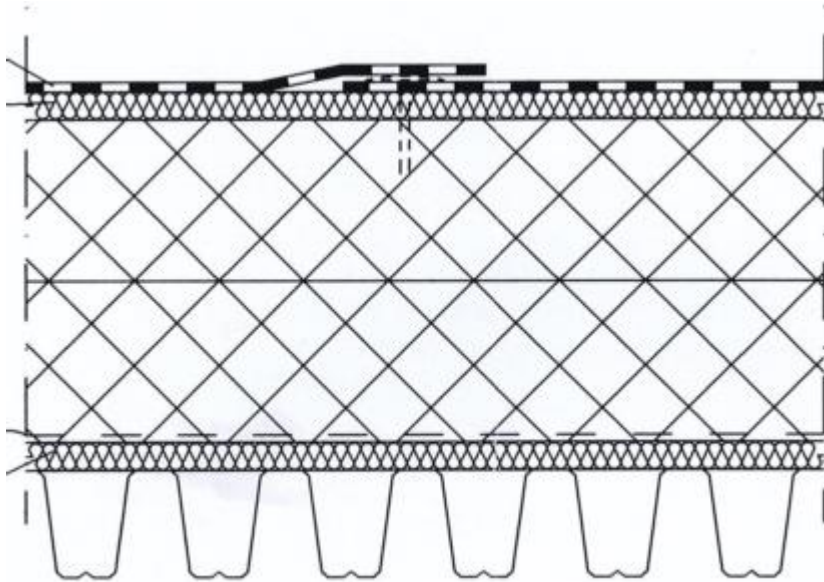
Kohteen yläpohja ja vesikatto toteutettiin puisilla suurelementeillä. Rakennekuvasta poiketen elementtien saumoissa käytettiin mineraalivillaa, eikä polyuretaanivaahtoa.



KUVA 1. Puisen elementin leikkauskuva.

#### 3.2 2. Toteutusvaihtoehto - Paikalla rakennettava toteutus

Elementin rakenne ulkoa sisälle: kumibitumikermikate, 18mm havuvaneri, 148mm tuuletusväli; koolaus 148x42 K900, tuulensuojakangas, 425mm mineraalivilla; kertopuupalkit, 0,2mm höyrynsulkumuovi, 50mm puukoolaus K300, 13mm kipsilevy ja pintakäsittely (kuva 1).



KUVA 2. Paikalla rakennettavan yläpohjan rakenneleikkaus.

Paikalla rakennettavan yläpohjan rakenne ulkoa sisälle: kumibitumikermikate, 30mm jäykkä mineraalivilla, 380mm jäykkä mineraalivilla, höyrynsulkukermi, 30mm jäykkä mineraalivilla ja kantava poimulevy (kuva 2).

### 3.3 Alkutila

Ennen vesikaton rakentamista piti teräsrunko, teräsbetoniset sokkeliementit, alakaton kannatinpalkit ja julkisivuelementit olla asennettuina (kuva 3; kuva 4).

Julkisivuelementit olivat rakenteeltaan pelti-mineraalivilla-pelti- tyyppisiä elementtejä ja ne suojattiin asennuksen jälkeen, ettei eriste olisi päässyt kastumaan. Myös tehtaan suojamuovit oli hyvä pitää paikallaan, kunnes räystääanaluset saatiin maalattua paikan päällä kertaalleen. Ennen kattoelementtiasennusta oli varmistettava julkisivuelementtien yläpäiden korkeudet, jotta kattoelementit mahtuisivat paikoilleen.



KUVA 3. Teräsrungon asennus on valmis, maanvaraisen lattian täyttö ja pilareiden pulttiryhmiä juotosvalut ovat meneillään.



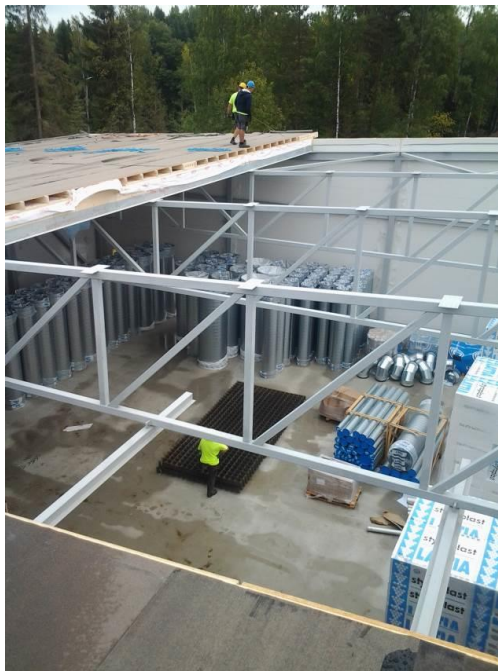
KUVA 4. Teräsrunko on asennettu ja meneillään on julkisivuelementtien asennus

Yläpohjaan oli rakennettu kulkusillat ja tasot talotekniikkaa varten. Ilmanvaihtokoneet ja jäähdytysvesiasema olivat nostettuina paikalleen ullakotilaan (kuva 5).



KUVA 5. Kulkusillat ovat valmiit ja ilmanvaihtokoneet ja jäädytysvesiasema on nostettuna yläpohjaan.

Maanvaraisen lattian materiaalit olivat myös nostettuina mahdollisuuksien mukaan hallin sisätäytön päälle. Tavarahanalimisessa oli syytä ottaa huomioon, että täytön päällä ajettiin nostimella asentaen esimerkiksi ilmanvaihtokanavistoa ja ikkunoita (kuva 6).



KUVA 6. Osa maanvaraisen lattian raudoitteista ja lämmöneristeistä on nostettu sisälle.

### 3.4 Työjärjestys

#### 3.4.1 Elementtitoteutus

Kattoelementit nosteltiin paikoilleen suoraan ajoneuvosta, toteutuksessa oli otettava huomioon, että ajoneuvolla oli mahdollisuus päästä ajamaan nosturin nostoetäisyydelle (kuva 7).



KUVA 7. Kattoelementti nostetaan suoraan ajoneuvosta paikoilleen.

Kattoelementit nosteltiin paikalleen yksitellen aloittaen pohjoispuolen länsipäädystä. Ensin asennettiin molempien lappeiden läntinen puoli, jonka jälkeen jatkettiin itäisivulla. Asennustyössä oli kiinnitettävä huomiota pitkän sivun räystään suoruuteen, koska sitä ei olisi elementtiasennuksen jälkeen helppo muuttaa (Enn Kartsep 2013). Kun kaikki elementit oli saatu asennettua toiselle lappeelle, jatkettiin asennusta toiselta lappeelta (kuva 8).



KUVA 8. Pitkän sivun räystääs on elementtisauman laudoituksia vaille valmis.

Asennuksen yhteydessä kattoelementtien saumoihin kiinnitettiin laudat liittämään elementit toisiinsa ja yhdistämään vesikatteen alapuolinen vanerointi. Kun laudat oli saatu asennettua, voitiin pohjahuovat liimata toisiinsa. Näin rakennus saatiin nopeasti säältä suojaan (kuva 9).



KUVA 9. Elementit paikalleen asennettuina, saumalaudoitus puuttuu.

Kun kaikki elementit ja pohjahuopa oli asennettu, tehtiin harjan rakenne paikalla valmiiksi. Samalla muut työryhmät pystyivät aloittamaan talotekniikan asennukset. Rakentaen harja paikalla saadaan hukattua mittavirheet ja samalla asennetaan yläpohjan tuulettimet.

Harjan ollessa valmis, voitiin tehdä päätyräystäät, sekä laudoittaa räystäänaluset. Piikeämisyhmä asensi pintahuovan. Viimeisenä otsa- ja räystäänaluslaidoitus maalattiin paikalla kertaalleen ja asennettiin myrskylista räystäään ja ulkoseinän yhtymäkohtaan.

### 3.4.2 Paikalla rakennettava toteutus

Vaihtoehtoisen toteutustavan ensimmäinen työvaihe olisi kantavan peltipoimulevyn paikoilleen nosto ja asennus (kuva 10). Peltilevynippuja nosteltaisiin kaksi jokaiseen ristikkoväliin, niput vaatisivat harjakatolla pysyäkseen väliaikaisen kiinnityksen. Peltiasennus aloitettaisiin samasta räystäskulmasta kuin elementtitoteutuksessa. Asennus etenisi pelti kerrallaan kohti harjaa, jonka jälkeen aloitettaisiin saman lappeen seuraavan ristikkovälin asentaminen. Asennuksen edetessä läpivientejä ja läpivientien nostoja voitaisiin myös aloittaa tekemään. Peltiasennuksessa asentajat voisivat hyödyntää saksilavanostinta ja kuukulkijaa. Samaan aikaan olisi meneillään myös sisäpuolen maanvaraisen lattian täyttötöyt, joten nostimilla ei valmiiksi tasattujen pintojen päälle pääsisi ajamaan.



KUVA 10. Poimulevyjen nostotöitä (kuva: Ruukki)

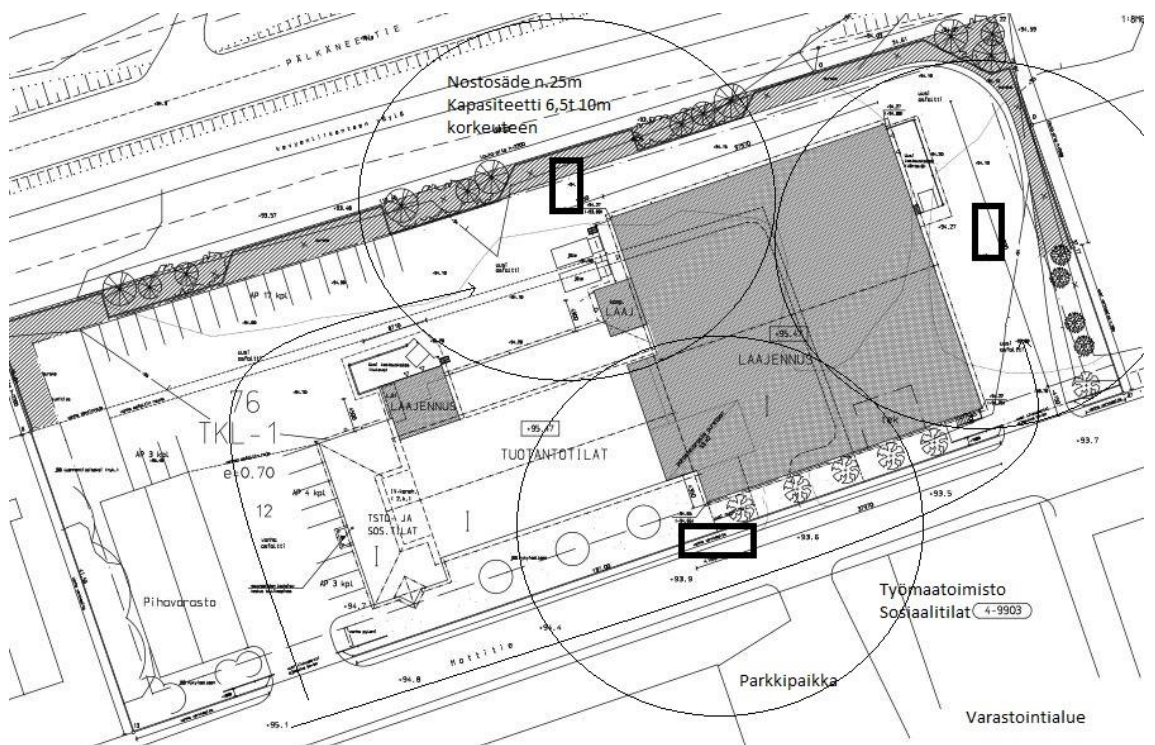
Kun peltiasennus etenisi, aloitettaisiin ensimmäisen eristekerroksen levytys, jonka päälle asennetaan höyrynsulku. Höyrynsulun jälkeen kiinnitettäisiin kahtena kerroksena 190mm paksu mineraalivilla. Päällimmäinen 30mm paksu eristekerros asennettaisiin laakerikerrokseksi, jonka päälle voitaisiin kiinnittää alus- ja pintahuopa. Lämmöneristeet nosteltaisiin osin kantavan poimupeltilevyjen, osin vanhan leipomon vesikaton päälle kurottajalla. Huopatarvikkeet voitaisiin myös nostella vanhan leipomon katolle kurottajan avulla.

Paikalla rakennettavassa vaihtoehdossa räystäitä ei olisi järkevä toteuttaa, vaan julkisivuelementit nousevat päätyräystäillä katepintaa ylemmäs. Huopa nostetaan julkisivuelementtiä vasten ja saumat ja julkisivuelementin päät pellitetään.

Kaikki materiaalit nosteltaisiin paikoilleen välivarastosta. Materiaalin tilauksessa olisi otettava huomioon välivarastotilan niukkuus ja varastointialueella käynnissä olevat työvaiheet.

#### 4 TARVITAVAT KONEET JA TYÖVÄLINEET

Kattoelementtien asennus suoritettiin ajoneuvonosturin avulla. Nosturiksi valikoitiin kone, jolla asennuksesta suoriuduttiin kolmesta nostopisteestä. Nosturina oli 80tonninen ajoneuvonosturi, joka mahtui hyvin sisäpihalle ja siinä riitti nostoteho nostelemaan koko itäsivun elementit yhdestä nostopisteestä. Nostokoneen paikat valikoitiin niin, että puoliperävaunulla päästiin ajamaan nosturin nostosäteelle. Elementeissä oli tehtaalla valmiiksi tehdyt nostolenkit, 4 kappaletta, joista elementit nosteltiin ajoneuvosta paikoilleen (kuva 11) (Tero Rämö 2013).



KUVA 11. Nostopisteet ja ajoreitit elementtitoteutuksessa.

Paikalla rakennettaessa olisi ollut luonnollinen valinta jatkaa samalla 30tonnisella ajoneuvonosturilla, jolla asennettiin julkisivuelementit. 30tonninen nosturi sopisi työhön hyvin, koska poimupeltilevyt eivät olisi painavia ja ne voitaisiin nostaa paikoilleen julkisivuelementtiasennuksen yhteydessä. Näin säästyttäisiin ylimääräisiltä nosturin pystytyksiltä, eli työajassa ja kustannuksissa säästettäisiin. Peltiasennuksissa käytettäisiin apuna työmaalla olleita kuukulkijaa ja saksilavanostinta. Villapakaukset voitaisiin nostaa pellityksen edetessä kurottajalla peltien päälle. Huoparullat ja pikeämistarpeet voitaisiin nostaa kurottajalla suojatulle vanhan leipomon vesikatolle. Projektin edetessä ilmeni, että olisi ollut kannattavaa vuokrata työmaalle oma

kurottaja, sillä tavaransiirtoa, kuormanpurkua ja muita nostotöitä oli pienellä tontilla jatkuvasti. Oma kurottaja olisi voitu myös vuokrata aliurakoitsijoiden käyttöön ja hintavaikutus olisi varmasti ollut samaa luokkaa, kuin ostettaessa koko nostopalvelu muualta.

## 5 TYÖTAVAT JA TYÖRYHMÄT

### 5.1 Työryhmä

Elementtiasennuksessa oli kolme elementtiasentajaa ja kaksi huopamiestä. Elementtiasennusryhmä teki myös räystäät ja harjan valmiiksi.

Paikalla rakennettaessa peltiasennuksessa työryhmän vahvuus olisi kolme asentajaa, joista kaksi kiinnittäisivät peltejä ja kolmas auttaisi peltien siirtelyssä, yksi asentaja tekisi läpivientien reikiä ja nostojen puurunkoja. Lämmöneristeitä kiinnittelisi yksi asentaja. Huopatöihin otettaisiin aliurakoitsija, työryhmä olisi kolme asentajaa.

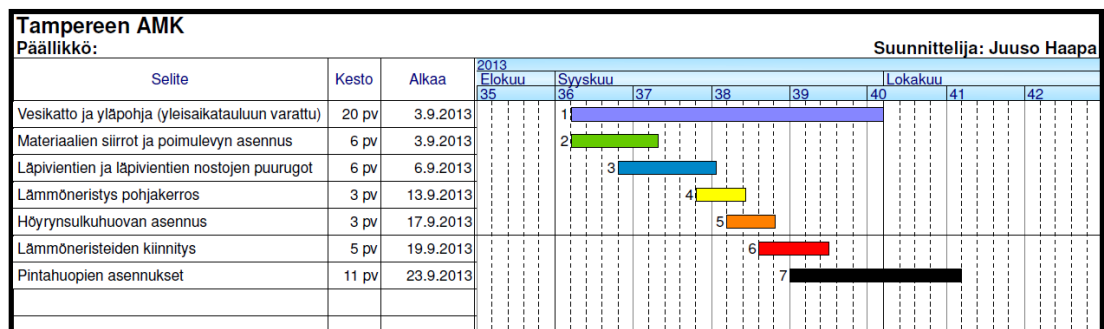
### 5.2 Omien työntekijöiden käyttöaste

Elementtitoteutuksessa omaa työvoimaa ei juuri tarvittu, koska suurin osa tehtävän työmäärästä oli elementtien kasaus, joka tehtiin elementtitehtaalla. Tavaransiirtoa oli vähän ja työnjohto seurasi ja ohjasi ongelmakohtissa työnsuoritusta.

Paikalla rakentaen työvaihe työllistäisi viisi rakennusliikkeen työntekijää. Huomiioon ottaen yrityksen työtilanne, omien työntekijöiden käyttäminen olisi suositeltavaa.

### 5.3 Kesto

Yleisaikatauluun oli varattu vesikattorakenteen tekemiseen aikaa elementtitoteutuksessa viikon 36 tiistaista viikon 40 maanantaihin (kuva 12). Kuvassa ylin jana kuvaa tehtävään varattua aikaa ja alemmat janat ovat paikalla rakennettavan vesikattorakenteen työvaiheet. Kuvan aikataulujärjestelyllä paikalla rakennettaessa aikaa kuluisi siis viikko kauemmin kuin elementtitoteutuksessa.



KUVA 12. Työvaiheen aikataulu.

Kuvan 12 aikataulu perustuu Rakennusteollisuus RT:n Aikataulukirjan työmenekkeihin (liite 1) (Rakennusteollisuus RT:n Aikataulukirja 2004).

#### 5.4 Kustannukset

Elementtitoteutus aliurakoitiin kokonaishintaisena urakkana. Urakkahinta oli 133000€ ja se sisälsi valmiiksi tehdyn vesikaton kaikkine työvaiheineen ja nosturi- vuokrineen (Tero Rämö 2013).

| <b>Työ- ja materiaalikustannukset</b> |       |     |       |      |                   |          |
|---------------------------------------|-------|-----|-------|------|-------------------|----------|
| Työvaihe                              | määrä | yks | e/yks | yks  | työn kustannukset | euro     |
| Katon pellitys ja puurungot           | 1472  | m2  | 21    | e/m2 | 30912             | e        |
| Katon lämmöneristys                   | 1472  | m2  | 32    | e/m2 | 47104             | e        |
| Katon huopatyöt                       | 1472  | m2  | 30    | e/m2 | 44160             | e        |
| <b>Yhteensä</b>                       |       |     |       |      | <b>122176</b>     | <b>e</b> |

| <b>Kalustokustannukset</b> |       |     |       |     |                     |          |
|----------------------------|-------|-----|-------|-----|---------------------|----------|
| Kalusto                    | määrä | yks | e/yks | yks | kalustokustannukset | euro     |
| Kurottaja 3,7t             | 25    | h   | 70    | e/h | 1750                | e        |
| Ajoneuvonosturi 30t        | 10    | h   | 80    | e/h | 800                 | e        |
| Henkilönostimet            |       |     |       |     | 0                   | e        |
| <b>Yhteensä</b>            |       |     |       |     | <b>2550</b>         | <b>e</b> |

#### **Kustannuslaskelma**

|                                |                     |
|--------------------------------|---------------------|
| Työ- ja materiaalikustannukset | 122176 e            |
| Kalustokustannukset            | 2550 e              |
| <b>Yhteensä</b>                | <b>124726 euroa</b> |

#### TAULUKKO 1. Paikalla rakennettavan vesikaton kustannuslaskelma

Paikalla rakennettaessa vesikattorakenteen kustannusarvio olisi noin 125000€ (taulukko 1) (Matti Raisio 2013).

## 6 HANKINNAT JA LOGISTIIKKA

Paikalla rakentaen työmaalle jäisi useampia hankintoja tehtäväksi kuin elementtito-teutuksessa, jossa kokonaisuus tuli yhdellä tilauksella. Tarvittavia hankintoja olisi- vat osa materiaaleista, eli kantava poimupelti, mineraalivillat ja puutavara. Koska yrityksellä ei ole omia huopa-asentajia, tarvittaisiin pikeämistöihin ulkopuolinen urakoitsija. Pikiurakkaan olisi järkevä sisällyttää työryhmän käyttämät materiaalit. Lisäksi tarvitsisi tehdä peltitöistä kauppa, johon materiaalit myös kuuluisivat.

### 6.1 Toimitusaika ja – varmuus

Kattoelementtien toimitusaika oli kahdeksan viikkoa. Ennen toimitusta oli tärkeintä varmistaa tarvittavat läpiviennit, sekä laitetasojen paikoille tuennat. Toimitusvar- muudesta ei jäänyt vakuuttava vaikutelma, sillä useista yhteydenotoista huolimatta elementit tulivat viikon myöhässä työmaalle (Tero Rämö 2013). Myöhästymisen syy saattoi olla tavarantoimittajan resurssipula tai kesän aikana kasaantuneet työt.

Poimupeltilevyn toimitusaika olisi kahdesta kolmeen viikkoa, mineraalivillan kol- mesta neljään viikkoa, huopa ja peltitöiden hankinta-aikataulu olisi kaksi kuukautta (Matti Raisio 2013). Peltien tilauksessa olisi huomioitava, että niiden olisi oltava työmaalla julkisivuelementtiasennuksen aikaan, jos haluttaisiin säästää nosturikus- tannuksissa.

Huopa- ja peltitöiden hankinta-aikataulussa olisi huomioitava toimitusajankohdan riippuvuus toimittajien työkantaan. Loppukesästä huopa- ja peltitoimijoilla työkanta on tavallisesti vielä hyvä, joten hankinnoissa olisi oltava hereillä riittävän ajoissa, varsinkin jos halutaan käyttää hyväksi havaittuja tuttuja yhteistyökumppaneita.

### 6.2 Toimitukset

Kattoelementit kuljetettiin työmaalle puoliperävaunulla ja asennettiin paikoilleen suoraan ajoneuvosto. Elementit mahtuivat kahdeksaan kuormaan (Tero Rämö 2013).

Paikalla rakentaen kuljetuksia ja sitä kautta kuormanpurkuja olisi elementtitoteutusta enemmän. Poimulevyt tulisivat yhdellä kuormalla, mineraalivillat tulisivat neljänä kuormana, puutavaratilaus pitäisi tehdä muutamia päiviä ennen toimitusta. Muut materiaalit kulkeutuisivat työmaalle aliurakoitsijan mukana. Olisi kuitenkin hyvä sopia materiaaleille toimituspäivämäärät, ettei kurottajaa tarvitsisi tilata yhtä nostotyötä varten.

### **6.3 Varastointi**

Elementtitoteutuksessa tarvitsi varastoida huopatyöryhmän tarvikkeet, sekä katto-työryhmän puutavarat ja lämmöneristeet. Kaikki tarvikkeet saatiin nostettua vesikatolle työpisteen välittömään läheisyyteen kun toisen lappeen kattoelementit oli saatu asennettua paikalleen.

Paikalla rakentaen pellit varastoitaisiin julkisivuelementtien tapaan ajoneuvonosturin nostosäteelle. Loput materiaalit, mineraalivillat ja puutavarat, välivarastoitaisiin viereiselle tontille työmaakoppien läheisyyteen, josta ne nosteltaisiin kurottajalla tarpeen mukaan vesikatolle.

### **6.4 Muut hyödyt ja haitat**

Kun yläpohja toteutettiin elementeillä, se mahdollisti räystäiden tekemisen rakennukseen. Räystäiden tekeminen aiheutti kuitenkin haasteita ulkoseinien elementtiasennuksiin, koska ulkoseinäelementit tulivat teräsristikoita ylemmäksi ja ne olivat leikkattava oikeaan muotoonsa ennen kattoelementtiasennusta. Näin ollen elementtien yläpäällä ei ollut kiinnityspintaa, ennen kuin kattoelementit oli asennettu. Elementtien muotoon leikkaaminen maassakin oli aikaa vievää, paikalleen nostettuna henkilönostimesta muotoon leikkaus olisi todennäköisesti vienyt vielä enemmän aikaa. Maassa leikkattuna elementistä lähti urosponntti, josta elementti nostettaisiin normaalisti. Lisää aikaa tuhraantui kuin elementit nosteltiin nostoliinujen kanssa paikoilleen.

Paikalla rakentaessa räystäärakenteen tekeminen ei onnistuisi yhtä helposti, kuin elementtitoteutuksessa. Helpompi ja kustannustehokkaampi vaihtoehto olisi tehdä elementit päädyissä muuta vesikattopintaa hieman korkeammiksi. Halvin vaihtoehto

olisi asentaa elementit kokonaisina, eli niitä ei sahattaisi lainkaan. Mikäli päädyttäisi muotoilemaan ylinouseva osuus kattokaltevuuteen, se olisi järkevä toteuttaa vasta kun vesikatolla pystyisi liikkumaan. Siihen asti elementit olisivat huputettuina.

Elementeistä rakentaen rakennus saatiin nopeasti säältä suojaan, elementit asennettiin kahdessa päivässä ja samalla tehtaalla asennetun pohjahuovan saumat liimattiin yhteen. Paikalla rakentaen kattoa tarvitsisi suojata jatkuvasti, etteivät lämmöneristeet pääsisi kastumaan.

## 7 TYÖTURVALLISUUS

Vesikattoja tehtäessä yksi suurimpia työturvallisuusriskejä on työskentelyn sijoittuminen korkealle. Elementtitoteutuksessa suurin osa työstä tehtiin elementtitehtaalla, jossa ei tarvitse työskennellä korkealla. Paikalla rakentaen jokainen työvaihe jouduttaisiin tekemään korkealla. Huomioitava olisi myös, että molemmissa toteutuksissa työskenneltäisiin samaan aikaan alapuolella kun katto olisi vielä auki.

### 7.1 Työskentely

Elementtitoteutuksessa työntekijät pääsivät pääosin työskentelemään turvallisesti. Vaarallisin työvaihe oli elementtien asennus, joka suoritettiin nostokorista ja asennuksen edetessä asennetun katon päältä. Elementteihin ei ollut kiinnitetty maassa kaiteita, joten työryhmä käytti valjaita työskennellessään katolla elementtiasennuksen ajan. Kun elementit oli saatu asennettua, jäi katon harja auki koko harjan matkalta, aukko peitettiin vanerilla väliaikaisesti ennen harjan viimeistelyä.

Paikalla rakennettaessa katolla tehtäisiin työtunteja huomattavasti enemmän kuin elementtitoteutuksessa, joten työntekijöiden turvallisuuteen olisi syytä kiinnittää erityistä huomiota varsinkin poimupeltiasennuksen aikana. Paikalla rakentaessa pellit asennettaisiin henkilönostimen tai saksilavan avulla. Katolla työskennellessä käytettäisiin valjaita. Kun pellit olisi saatu asennettua paikoilleen, olisi katto turvallisempi paikka työskennellä. Jatkossa voitaisiin työskennellä ilman valjaita, kun katto olisi ummessa ja ympärillä olisi kaiteet. Isoimpia vaaranpaikkoja olisivat vesikattoon tehtävien läpivientien reiät. Läpivientien rei'itys voitaisiin toteuttaa siten, että tehtäisiin läpivientien nostot ennen poimupellin rei'itystä. Tällä tapaa katolla olisi turvallisempi työskennellä.

### 7.2 Putoamissuojaus

Elementtitoteutuksessa aliurakoitsijalle kuului vastapainokaiteiden asennus. Ennen niiden asennusta katolla oli käytettävä valjaita.

Paikalla rakennettaessa käytettäisiin esimerkiksi paroc – kaiteita, jotka asennettaisiin julkisivuelementtiasennuksen yhteydessä (kuva 13). Näin katolla olisi kaiteet ole-

massa jo ennen vesikattoasennuksen aloittamista. Valjaita käytettäisiin sen ajan kun poimupellin asennus olisi meneillään.



KUVA 13. Paroc – kaide (kuva: Hämeen Rakennuskone).

### 7.3 Järjestys

Elementtitoteutuksessa katto pysyi melko siistinä koko työvaiheen ajan. Tarvittavat materiaalit ja työvälineet saatiin nostettua suoraan työpisteen läheisyyteen ja roskat pystyttiin tiputtamaan suoraan roskalavalle (kuva 14).



KUVA 14. Pohjahuopa on liimattu vesitiiviiksi ja materiaalit ja kalusto on nosteltu katolle.

Paikalla rakennettaessa työpisteiden siisteys korostuisi elementtitoteutusta enemmän, koska katolla tehdään suurempi määrä työtunteja, täytyisi sen pysyä puhtaana häiriöiden välttämiseksi. Koska materiaaleja säilytettäisiin ja pikeä tarvitsisi keittää vanhan leipomon katolla, olisivat työpisteet pidettävä siistissä kunnossa, kuten kuvassa 14. Jätehuolto hoidettaisiin siten, että roskat voitaisiin tiputtaa katolta alla olevalla roskalavalle.

## 8 VERTAILU

### 8.1 Kalusto ja työvoima

Kummassakaan toteutuksessa ei pystyttäisi juuri käyttämään kustannustehokkaasti yrityksen omaa nostokalustoa. Paikalla rakennettaessa selvittäisiin kevyemmällä nostokalustolla, kuin elementtitoteutuksessa. Peltien paikalleen nosto voitaisiin suorittaa julkisivuelementtien asennuksen yhteydessä ja näin säästettäisiin nosturivuokarakustannuksissa. Muuten ei tarvittaisi lainkaan ajoneuvonosturia vaan kaikki nostot pystyttäisiin suorittamaan kurottajalla. Molemmissa toteutuksissa asentajilla olisi käytössä kaksi henkilönostinta, lisäksi molemmissa tapauksissa nostimien käyttöaika olisi lähes sama.

Paikalla rakentaminen työllistäisi työmaata selkeästi enemmän kuin elementeistä rakennettaessa, sillä tehtaalla tapahtuva työ siirtyy tehtäväksi työmaalle. Vesikaton rakentamisessa työllistyisi viisi yrityksen omaa työntekijää kolmen viikon ajaksi. Paikalla rakentaminen vaatisi myös enemmän työnjohdon valvontaa ja ohjausta.

### 8.2 Vaikutukset työmaatekniikkaan ja muihin työvaiheisiin

Elementtitoteutuksessa käytetty ajoneuvonosturi tukki kulkutien hallin ympärillä asennustyön ajaksi, haitta oli lyhytaikainen, sillä kattoelementit saatiin asennettua kahdessa päivässä. Kulku hallin ympäri oli jatkunut ennen elementtiasennusta lähes viikon ajan julkisivuelementtiasennuksen vuoksi. Jos paikalla rakennettaessa pellit nosteltaisiin katolle julkisivuelementtiasennuksen yhteydessä, kulkutie saataisiin nopeammin auki.

Elementtitoteutuksessa ei tarvittu varastointitilaa, lukuun ottamatta valmiille vesikatolle nostettuja materiaaleja. Paikalla rakennettaessa tarvittaisiin sen sijaan välivarastointitilaa poimupelleille ja mineraalivilloille. Huopatarvikkeet voitaisiin nostella suoraan työpisteen läheisyyteen, joten niistä ei aiheutuisi logistista haittaa.

Elementtitoteutuksessa katto oli vesitiivis kahdessa työpäivässä, eli alapuolella oli sen jälkeen turvallinen työskennellä. Paikalla rakennettaessa kestäisi kolme päivää enne kuin pellit saataisiin asennettua, mikäli työ etenisi häiriöttä.

### 8.3 Työturvallisuus

Molemmissa toteutustavoissa on omat riskinsä. Kriittisin vaihe on molemmissa toteutuksissa peltien tai elementtien asennus. Peltiasennus on pitkäkestoisempi kuin elementtiasennus ja sitä kautta katolla joudutaan tekemään töitä valjaiden kanssa pitkempään kuin elementtitoiteutuksessa. Kun pellit on saatu asennettua, on katolla olemassa kaiteet putoamissuojauksena, kuten elementtitoiteutuksessa. Näin ollen molemmat toteutukset ovat yhtä turvalliset työskennellä sen jälkeen kun katto on saatu umpeen. Paikalla rakennettaessa on kiinnitettävä enemmän huomiota työpisteen siisteyteen, sillä sekainen työympäristö hidastaa työsuoritusta. Paikalla rakennettaessa kaikki materiaalit tuodaan työmaalle, eli sinne jäävät myös rakennusjäte, toisin kuin elementtitoiteutuksessa, jossa suurin osa jätteestä jää elementtitehtaalle.

On kuitenkin muistettava, että työturvallisuus on paljon muutakin kuin turvalliseksi tehty työympäristö tai turvallisuussuunnitelmat. Hyvä työturvallisuus lähtee jokaisesta työntekijästä, se on asenne.

### 8.4 Kustannukset ja toteutusaika

Elementtitoiteutuksen hinta oli 133000€ ja paikallarakennettavan kustannusarvio olisi noin 125000€. Paikalla rakennettava olisi siis 8000€ halvempi. Paikalla rakennettaessa lisäkustannuksia saattaisi syntyä ylimääräisestä materiaalin suojaamisesta tai pilalle menneestä materiaalista.

Elementtitoiteutukseen oli varattu yleisaikatauluun kuukauden asennusaika. Paikalla rakentaen kestäisi vesikattorakenteen valmistuminen viisi viikkoa. Elementeistä rakentaen saataisiin siis viikon aikataulu.

### 8.5 Hankinta ja logistiikka

Paikalla rakennettaessa työmaalle jäisi tehtäväksi useampi hankinta, joiden kanssa pitäisi olla hereillä muutamaa viikkoa aikaisemmin. Pelti- ja huopatoissa pitäisi olla

liikkeellä vieläkin aikaisemmin. Elementtitoteutuksessa ei tarvinnut tehdä kuin yksi hankinta, tosin kokoluokkaa isompi. Elementtien toimitusaika oli kaksi kuukautta ja asennusajankohta oli syyskuussa, eli hankinta pitäisi tehdä erittäin varhaisessa vaiheessa ennen kesälomia. Kun vesikatto toteutettiin elementeistä, työmaan ei tarvinnut kuin varmistaa toimitusajankohta, sillä hankinta hoidettiin yrityksen toimistolta käsin.

Elementtitoteutuksessa kaikki materiaalit ja työvälineet saatiin nostettua suoraan vesikatolle, jossa ne eivät olleet muiden töiden tiellä aiheuttamassa häiriötä. Paikalla rakennettaessa materiaalit jouduttaisiin purkamaan kuormasta ja välivarastoimaan niukalle varastointialueelle ennen paikoilleen nostoa

## 8.6 Lopputuloksen laatu

Elementtitoteutus mahdollisti räystäiden tekemisen, paikalla rakennettaessa räystäiden tekeminen ei onnistuisi yhtä kustannustehokkaasti. Räystäät suojaavat julkisivua säältä ja julkisivu on todennäköisesti pitkäikäisempi. Ulkonäkö on katsojan silmässä, eikä siitä voida vetää pisteitä puoleen, eikä toiseen.

Elementeissä oli sisäpuolen verhouksena valkoiseksi maalattu kartonkikipsilevy, joka oli erittäin siisti ja paikkaansa sopiva. Paikalla rakennettaessa sisäpuolelle ullakotilaan jäisi näkyviin poimupelti. Elementeissä oli kipsilevyn alla taaja puukoolaus, josta olisi mukavampi ripustaa talotekniikan asennukset, kuin mitä poimupellistä olisi. Poimupeltiin jäisi myös törröttämään ruuvien päät. Ruuvien päät olisivat työturvallisuusriski etenkin lähellä pitkien sivujen räystäiden reunoja, jossa ullakolla ei mahtuisi työskentelemään seisaaltaan.

Elementeistä rakentaen rakennus saatiin nopeasti säältä suojaan ja kun elementit tehtiin tehtaalla kuivissa sisätiloissa, voitiin olla varmoja eristeiden kuivuudesta. Paikalla rakennettaessa oltaisiin säiden armoilla ja joka päivä tarvitsisi suojata asennettua lämmöneristeet.

## 9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Paikalla rakennettaessa selvittäisiin pienemmällä nostokalustolla, eikä tavarantoimituksiin tarvittaisi yhtä pitkää kuljetuskalustoa. Elementtejä voitaisiin lyhentää, mikä lyhentäisi kuljetuskalustoa, mutta pidentäisi asennustöitä työmaalla. Paikalla rakentaminen voisi soveltua nostokaluston puolesta paremmin ahtaammille tonteille, tosin hallitontit ovat tyypillisesti kaavoitettu väljiksi.

Paikalla rakentaminen työllistäisi hyvin yrityksen omaa työvoimaa, mikä olisi hyvä asia, jos yrityksen työkanta olisi niukka. Elementtitoteutus ei juuri työllistänyt työmaata, muuta kuin työnjohtoa. Paikalla rakennettaessa työnjohdolta vaaditaan vielä suurempaa panostusta työvaiheeseen.

Elementeistä rakennettaessa vesikatto saatiin nopeasti vesitiiviiksi. Paikalla rakennettaessa kuluisi huomattavasti pitempi aika ennen kuin katto saadaan vesitiiviiksi. Elementeistä rakennettaessa julkisivuelementit saataisiin kosteudelta suojaan, sen sijaan paikalla rakennettaessa käytetään monesti rakenneratkaisua, jossa julkisivuelementit tuodaan yli vesikattopinnan. Edellä mainitussa toteutustavassa eristeet ovat rakennusaikaisen suojauksen armoilla pitempään.

Elementtitoteutuksessa suuri osa korkealla tehtävästä työstä tehdään elementtitehtaalla. Siitä huolimatta toteutuksien vaarallisimmat työvaiheet eli pelti- ja elementtiasennus kestävät lähes yhtä kauan, peltiasennus kolme ja elementtiasennus kaksi työpäivää. Elementtitoteutuksessa räystäät ja harja tehdään paikalla, molemmissa on muita katolla tehtäviä töitä suurempi putoamisvaara. Edellä kirjoitettu huomioon ottaen paikalla rakennettaessa vesikatolla on jopa turvallisempi tai yhtä turvallista tehdä töitä, kunhan pitkillä sivuilla ovat kaiteet asennettuina.

Elementeistä vesikattorakenne maksoi noin 90€/m<sup>2</sup> ja paikalla rakentaen vesikatto maksaisi noin 85€/m<sup>2</sup>. Tiukassa urakkakilpailussa paikalla rakentaminen saattaisi olla elementtitoteutusta kannattavampi vaihtoehto. Paikalla rakennettaessa toteutus-aika oli tässä tapauksessa viisi viikkoa, kun elementtitoteutukselle oli varattu aikaa neljä. Aikataulullista säästöä suurempi hyöty elementeistä tehtäessä olisi materiaalien kuivana pysyminen. Elementeistä rakentaminen tulee sitä kannattavammaksi, mitä haastavammaksi sääolot menevät. Sateisella syksyllä ja talvella paikalla raken-

nettaessa jouduttaisiin panostamaan suojauksiin enemmän. Vaikka suojauksiin panostettaisiin, niin aina on mahdollisuus, että vesi pääsee rakenteisiin ja aiheuttaa li-  
säkustannuksia.

Riippuen toteutustavasta hankinta tai hankinnat tehdään yrityksen toimistolta tai työmaalta. Työmaalla on nykyisin työnjohdolla jo riittävästi tehtäviä, mikä puhuisi elementtitoteutuksen puolesta, jossa hankinta tehtäisiin toimistolta. Paikalla tehtäessä työvaihe työllistää työnjohtoa moninkertaisesti verrattuna elementtitoteutukseen. Paikalla rakennettaessa työmaalla pitäisi olla riittävästi väliavarastointitilaa, sillä harvoin tavarantoimitukset saadaan nostettua suoraan kuormasta työpisteen läheisyyteen asennettaviksi paikoilleen. Elementtitoteutuksessa ei väliavarastointitilaa tarvita.

Elementtitoteutuksessa lopputuloksen laadulle on vähemmän uhkia, kuin paikalla rakennettaessa, johtuen elementtien valmistamisesta tehtaalla. Avoin kattopinta ei kerää lunta yhtä paljon, kuin paikalla rakennettaessa, jolloin rakennuksen päädyissä julkisivuelementit tuodaan kattopinnan yläpuolelle. Todennäköisesti suurempaa osaa asentajista miellyttää enemmän kannakointi puuhun, kuin peltiin ullakkotilan asennuksissa.

Tulevissa toteutuksissa Hakafoodin kohteen myönteiseksi koettu elementtitoteutus tulee olemaan varteen otettava vaihtoehto paikalla rakennettavan yläpohjarakenteen toteutusvaihtoehdoksi. Erityisen vahvana valttikorttina elementtitoteutuksessa on rakenteen kuivana pysyminen, sekä nopea asennusaika, eli rakennus saadaan nopeasti säältä suojaan. Elementtitoteutus on siis vahvoilla vesikattovaiheen osuessa syksyyn tai talveen. Tiukoissa urakkakilpailuissa kustannustehokkuus on kuitenkin paikalla rakentamisen puolella.

## LÄHTEET

Arkkitehtitoimisto Suunnittelu Kärki. 2013. Hakafood Oy tuotantotilojen laajennus piirustus 6.

Valkeakosken kaupunki. 2012. Hakafood Oy tuotantotilojen laajennus urakkaohjelma.

Kartsep, E. kattoasentaja. 2013. Haastattelu 10.9.2013. Haastattelija Haapa, J. Leipomo Hakafood

Rämö, T. rakennuspäällikkö, vastaava työnjohtaja. 2013. Haastattelu 18.10.2013. Haastattelija Haapa, J. Leipomo Hakafood

Aikataulukirja. 2004. Rakennusteollisuus RT

Raisio, M. tekninen johtaja. 2013. Haastattelu 30.10.2013. Haastattelija Haapa, J. Leipomo Hakafood

## LIITTEET

## Liite 1. Työmenekkilaskelma

| Työmenekkilaskelma                         |           |      |             |         |                          |                              |                                    |           |
|--|-----------|------|-------------|---------|--------------------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|
| Katon pelti- ja puurunkotyöt               |           |      |             |         |                          |                              |                                    |           |
| Työvaihe                                   | työmäärä, | yks. | työmenekki, | tth/yks | suoritemäärä-<br>kerroin | kokonaistyö-<br>menekki, tth | työryhmän koko,<br>työntekijä (tt) | kesto, tv |
| Materiaalin välivarastointi                | 1472      | m2   | 0,009       | tth/m2  | 1                        | 13,248                       | tth                                | 1,656     |
| Siirrot nosturilla                         | 1472      | m2   | 0,006       | tth/m2  | 1                        | 8,832                        | tth                                | 1,104     |
| Poimulelyn kiinnitys ruuveilla             | 1472      | m2   | 0,045       | tth/m2  | 1                        | 66,24                        | tth                                | 2,76      |
| Läpivientien reikien teko isot             | 4         | kpl  | 1,8         | tth/kpl | 1                        | 7,2                          | tth                                | 0,9       |
| Läpivientien reikien teko pienet           | 14        | kpl  | 0,9         | tth/kpl | 1                        | 12,6                         | tth                                | 1,575     |
| Suojaus ja siivous                         | 1472      | m2   | 0,009       | tth/m2  | 1                        | 13,248                       | tth                                | 1,656     |
| Suojapellitys räystäät                     | 79        | m    | 0,05        | tth/m   | 1                        | 3,95                         | tth                                | 0,49375   |
| Nostojen puurungot ja levytyt              | 21        | m2   | 0,6         | tth/m2  | 1                        | 12,6                         | tth                                | 1,575     |
|  |           |      |             |         | 1                        | 0                            | tth                                | 0         |
|  |           |      |             |         | yht.                     | 137,918                      | tth                                | 11,71975  |
| Työmenekkilaskelma                         |           |      |             |         |                          |                              |                                    |           |
| Katon eristys                              |           |      |             |         |                          |                              |                                    |           |
| Työvaihe                                   | työmäärä, | yks. | työmenekki, | tth/yks | suoritemäärä-<br>kerroin | kokonaistyö-<br>menekki, tth | työryhmän koko,<br>työntekijä (tt) | kesto, tv |
| Lämmöneristelevyjien kiinnitys pohjakerros | 1472      | m2   | 0,035       | tth/m2  | 1                        | 51,52                        | tth                                | 6,44      |
| Höyrynsulkukermin kiinnitys liimaamalla    | 1472      | m2   | 0,05        | tth/m2  | 1                        | 73,6                         | tth                                | 4,6       |
| Lämmöneristelevyjien kiinnitys 3kerrosta   | 1472      | m2   | 0,011       | tth/m2  | 1                        | 16,192                       | tth                                | 1,012     |
| Materiaalin siirrot, suojaus ja siivous    | 1472      | m2   | 0,019       | tth/m2  | 1                        | 27,968                       | tth                                | 3,496     |
| -  |           |      |             |         | 1                        | 0                            | tth                                | 0         |
|  |           |      |             |         | yht.                     | 169,28                       | tth                                | 15,548    |
| Työmenekkilaskelma                         |           |      |             |         |                          |                              |                                    |           |
| Katon pintahuopatyöt                       |           |      |             |         |                          |                              |                                    |           |
| Työvaihe                                   | työmäärä, | yks. | työmenekki, | tth/yks | suoritemäärä-<br>kerroin | kokonaistyö-<br>menekki, tth | työryhmän koko,<br>työntekijä (tt) | kesto, tv |
| Materiaalin siirrot, suojaus ja siivous    | 1472      | m2   | 0,019       | tth/m2  | 1                        | 27,968                       | tth                                | 1,748     |
| Höyrynsulkukermin kiinnitys liimaamalla    | 1472      | m2   | 0,05        | tth/m2  | 1                        | 73,6                         | tth                                | 4,6       |
| Räystäiden vahvistaminen                   | 155       | m    | 0,04        | tth/m   | 1                        | 6,2                          | tth                                | 0,3875    |
| Harjan vahvistaminen                       | 38        | m    | 0,05        | tth/m   | 1                        | 1,9                          | tth                                | 0,11875   |
| Läpivientien tiivistäminen                 | 18        | kpl  | 0,35        | tth/kpl | 1                        | 6,3                          | tth                                | 0,39375   |
| Pohjahuovan liimaus                        | 1472      | m2   | 0,05        | tth/m2  | 1                        | 73,6                         | tth                                | 4,6       |
| Pintahuovan liimaus                        | 1472      | m2   | 0,05        | tth/m2  | 1                        | 73,6                         | tth                                | 4,6       |
| -  |           |      |             |         | 1                        | 0                            | tth                                | 0         |
| -  |           |      |             |         | 1                        | 0                            | tth                                | 0         |
|  |           |      |             |         | yht.                     | 263,168                      | tth                                | 16,448    |