

SOLAR Kaihdin Ky:n tuotantotilojen laajennus

Mantila Heikki

Opinnäytetyö
Tekniikan yksikkö
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Insinööri (AMK)

2018

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Heikki Mantila	Vuosi	2018
Ohjaaja(t)	Juha Vesa		
Toimeksiantaja	SOLAR Kaihdin Ky		
Työn nimi	SOLAR Kaihdin Ky:n tuotantotilojen laajennus		
Sivu- ja liitesivumäärä	35 + 6		

Opinnäytetyössä keskitytään jo valmistuneen tuotantotilan laajennuksen raportointiin ja toteutukseen. Varsinainen suunnittelu rakenteiden osalta on tehty, sekä tarve- ja hankintasuunnittelu myös. Työssä käyn läpi tuotantotilojen rakenteita, investointiavustuksia, layout-pohjaista suunnittelua sekä hieman tuotevertailua.

Rakennettavasta tuotantotilasta tehtiin yleisaikataulu viikkotasolla ja sen pohjalta laadittiin rakennusmateriaalien toimitusaikataulu. Tuotantotilat ovat rakenteiltaan yksinkertaiset ja sisältävät paljon ilmakehää. Tämä antaa mahdollisuuden nopearytmiseen elementti- ja valmisosa rakentamiseen, jota hyödynnettiin maksimaalisesti kyseisessä kohteessa.

Työ oli ensimmäinen teollisuuspuolen rakennushankkeeni. Olin mukana projektin jokaisella osa-alueella hankkimassa tietoja sekä oppimassa teollisen rakentamisen perusperiaatteita. Lopputuloksena työ ja varsinainen rakennushanke antoivat paljon ajattelemisen aihetta sekä omien toimintatapojen muokkaamista aiempaa kokonaisvaltaisempaan suuntaan.

Degree programme
of Civil Engineering

Author	Heikki Mantila	Year	2018
Supervisor	Juha Vesa		
Commissioned by	SOLAR Kaihdin Ky		
Subject of thesis	Extension of production facilities	SOLAR Kaihdin Ky	
Number of pages	35 + 6		

The thesis focuses on the reporting and implementation of the already completed production facilities. The actual design for the structures had already been done, as well as the planning related to needs and procurement. This thesis discusses the production facilities, invest grants, as well as layout-based design and includes also some product comparison.

A general schedule for the constructed production facilities was made on a weekly basis and a timetable for the delivery of building materials was drawn up. The production facilities are simple in design and contain many air cubic meters. This enables fast prefabricated building, which was maximally utilized on the site.

The work was the first industrial buildings projects that I have had. I was involved in every aspect of the project acquiring information and learning the basic principles of industrial construction. As a result, the work and the actual construction project gave much thought to the subject, as well as facilitated more comprehensive practices.

Key words

Element construction, cost-effective, layout

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	7
2 TUOTANTOTILOJEN LAAJENNUS	8
2.1 Yritys.....	8
2.2 Layout.....	8
2.3 Aikataulu	10
2.4 Suunnitelmat.....	10
2.5 Kehittämisyavustus.....	11
2.6 Indeksialueet.....	12
2.7 Kustannusarvio	13
3 RAKENTEET	15
3.1 Perustukset ja salaojat.....	15
3.2 Elementtiperustukset	17
3.2.1 Elementtianturat	18
3.2.2 Kivijalkaelementti.....	19
3.3 Ulkoseinä	20
3.4 Yläpohja.....	24
3.4.1 Kattokannattajat	25
3.4.2 Kattoelementti	26
3.5 Alapohja.....	29
3.6 Muut rakennusosat	31
4 POHDINTA.....	33
LÄHTEET.....	34
LIITTEET	35

ALKUSANAT

”Olet ollut viimeiset kolme vuotta iltaisin ja viikonloppuisin kotona, mutta et ole ollut läsnä”. Erityiset kiitokset vaimolle Leena-Kaisalle, jonka lausahdus kuvaa työn ohessa kouluttaneiden arkea. Ilman perheen tukea ja uhrauksia tämä opiskelumuoto ei olisi onnistunut.

Kiitos SOLAR Kaihdin Ky:n, Heikki ja Pekka Junnikkalalle, teidän tarjoamalla tuella oli mahdollisuus hakea opiskelupaikkaa sekä saada mahdollisuus suorittaa tutkinto.

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

ELY-keskus	Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus
EPS	Paisutettu polystyreenivaahtoydin
MWF	Mineraalivillaydin
PUR	Polyuretaaniydin

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössäni käsitellään jo rakennetun tuotantotilan laajennuksen kulkua. Koulutus, laajennus sekä opinnäytetyö nivoutuvat vahvasti toisiinsa ja ovat samaa prosessia. Koulutukseni mahdollisti SOLAR Kaihdin Ky:n projektin johtaja, joka kannusti hakemaan tätä koulutuspaikkaa ja tarjosi opinnäytetyön aiheen.

Varsinainen opinnäytetyön aihe oli tuotantotilojen laajennus, jossa tarjoutui kokonaisvaltaisen rakentamisen sekä projektinhallinnan kokonaisuuden oppiminen. Opinnäytetyön kirjallinen osuus kuvaa rakennushankkeen kulkua, jossa muutamia osatekijöitä kuvataan tarkemmin. Opinnäytetyössäni ei ole keskitytty pienimpien yksityiskohtien tarkasteluun, vaan katsottu rakentamista lähinnä rakennustuotantotalouden näkökulmasta.

Tavoite työssäni oli oppia ymmärtämään kokonaisvaltaisesti, miten kireä aikataulu vaikuttaa rakennuksen suunnitteluun, materiaalivalintoihin sekä työmaalla työskentelyyn. Osasimmeko huomioida muuttuvat tekijät jo käynnissä olevassa rakennushankkeessa sujuvasti, saivatko tavarantoimittajat toimitettua tarvikkeet tilaajan haluamalla aikataululla? Kysymyksiä, joihin vastaukset saatiin rakennushankkeen aikana.

2 TUOTANTOTILOJEN LAAJENNUS

2.1 Yritys

SOLAR Kaihdin Ky on perustettu Kalajoella vuonna 1988 (Kalajoen Kaihdin Oy). Yritys valmistaa sälekaihtimia, irtoristikkoita, hyönteispuitteita, hyönteispuiteristikkoita, hyönteissuojaovia sekä Plisee- ja Duette-kangasverhoja pääasiassa valmistavaan teollisuuteen sekä jälleenmyyjille.

Yrityksen nykyiset omistajat ovat kehittäneet yritystä voimakkaasti ja laajentaneet tuotevalikoimaa. Aggressiivisen kasvustrategian seurauksena tuotantotilat ovat käymässä pieniksi.

Plisee- ja Duette-kangasverhojen tuotannon käynnistäminen vaatii tuotantotilojen laajentamisen. Ikkunoiden kangasverhot ovat tulevaisuuden tuote. Sälekaihtimien markkinajohtajana SOLAR Kaihdin Ky haluaa olla kehityksen kärjessä. Päätös lisätilojen rakentamiselle on perusteltu.

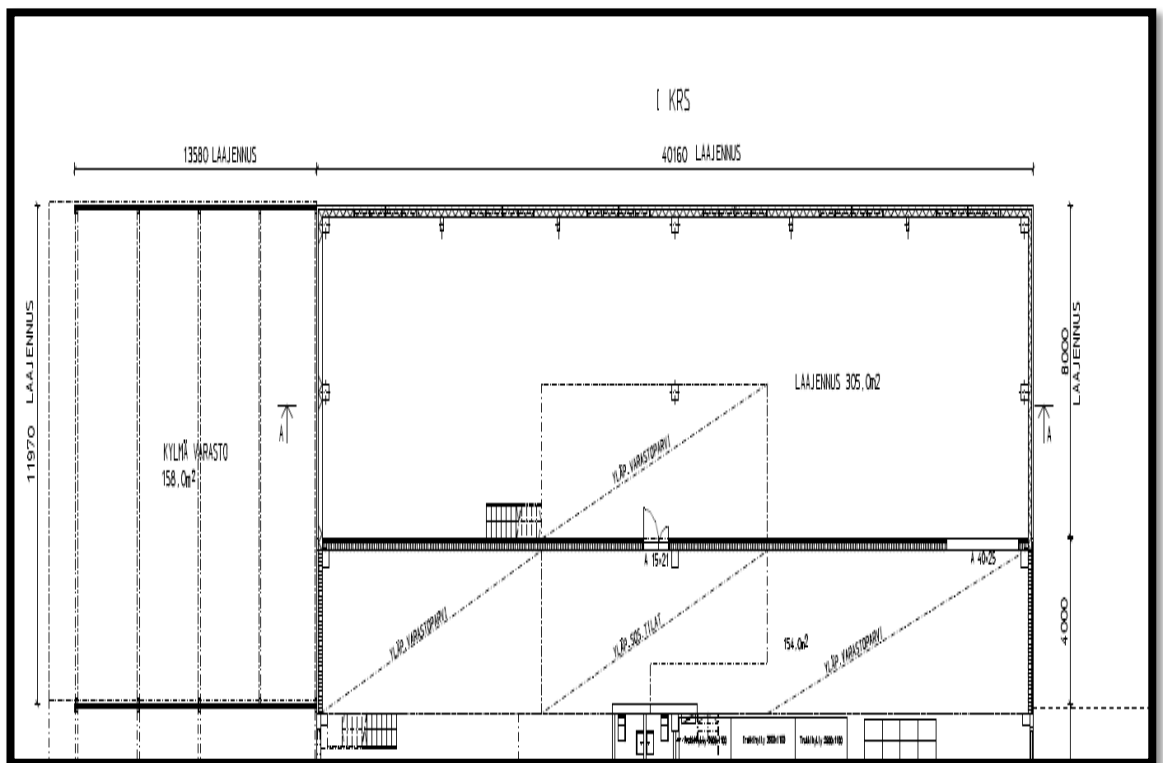
2.2 Layout

Layout on termi, joka on vakiintunut suomalaiseen yrityskulttuuriin. Termillä tarkoitetaan tuotantojärjestelmän osien, kuten kulkureittien, laitteiden, varastopaikkojen ja koneiden sijoittelua tuotantotiloissa. Layout-suunnitelmalla saadaan selvitettyä todellinen tilantarve. Koneiden ja laitteiden sijoittelu onkin suurin haaste tuotantotilojen tehokkaan hyödyntämisen kannalta. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 475.)

Layout-suunnittelu on nykyaikana oleellinen työkalu yritysten tuotantosuunnittelussa. Toimivan layout-suunnitelman tekeminen on monivaiheinen ja haastava prosessi. Sillä mahdollistetaan tehokas tuotanto ja toiminnan kannattavuus. Layout-tyypit voidaan jakaa kolmeen päätyyppiin: tuotantolinja-layout, funktionaalinen-layout ja solu-layout. (Haverila ym. 2009, 476–479.)

Toiminnan kannalta paras lopputulos saadaan yhdistämällä kolme layout-mallia ja soveltamalla ne oman käyttötarkoituksen mukaisiksi. Tuotantolinjan suunnittelu aloitettiin solu-layoutilla, materiaalivirtoja yksinkertaistamalla ja jatkettiin tuotantolinja-layoutilla.

Alustavan layout-suunnitelman perusteella määriteltiin tilantarve uudistuotantolle. Olemassa olevan vanhan tuotantotilan pakkaamo sekä tavaran lähettämö määrittelevät laiteasennuksen ja tuotannon suunnan, jota tuetaan layout-suunnittelulla. Kangasverhojen komponenttivalmistus vaatii liukuhihnamaisen tuotantolinjan. Laajennus suunniteltiin ja rakennettiin suorakaiteen malliseksi. (Kuva1.)



Kuva 1. Tuotantotilan laajennus (Östberg 2017)

Rakennettavan laajennuksen runkosyvyys noudattaa vanhaa tuotantotilaa, ja rakennusta jatketaan kahdeksan (8) metriä. Laajennuksen yhteyteen rakennetaan lisäksi 160 k-m²:ä kylmää varastotilaa rakennuksen arkkitehtuuria noudattaen. Lämpimän tuotantotilan tarve on 315 k-m²:ä, yhteensä rakennettavat lisätilat ovat 475 k-m²:ä. Tilavuus laajennusosalla on yhteensä 3030 m³, josta lämminosa on

2200 m³. SOLAR Kaihtimen tuotanto, henkilökunta sekä toimistotilojen kerrosala tulevan laajennuksen jälkeen on yhteensä 2595,0 m² ja tilavuus 16225 m³.

2.3 Aikataulu

Toiveenamme on mahdollisimman kustannustehokas ja nopea rakentaminen. Keväällä on aloitus ja heinäkuussa laajennus valmis sisätiloilta laiteasennuksille. (Junnikkala 2015.)

Ensimmäisessä projektipalaverissa SOLAR Kaihdin Ky:n edustajien kanssa hahmoteltiin alustavia rakennetyyppejä, materiaalivalintoja sekä alustavia asennusaikoja rakenneosille. Materiaalivalintojen jälkeen laadittiin jana-aikataulu viikottasolla laajennukselle. Laajennuksen aikataulun kanssa pohdittiin mahdollisia viivästyksiä. Kattoelementtien saatavuus tulisi olemaan haaste viilupuun menekin vuoksi.

Aikatauluun valittiin 24 päänimikettä alustavan rakennusajan mukaisesti, jossa yhtä viikkoa kohden asetetaan kaksi tärkeimpänä pidettyä rakennushankkeen osatekijää. Jokaiselle aikataulun osatekijälle määriteltiin asennusajanjakson kesto. (Liite 2.)

2.4 Suunnitelmat

Johdonmukaisella esivalmistuksella saavutettiin kustannustehokkaampi rakennustuotanto. Mikä on edullisin, riippuu suurelta osin rakennuksen suunnittelusta, ulkoasusta, resursseista jne. (Gustafsson, Eriksson, Engström, Wik & Serrano 2013, 44–46.) Arkkitehti- ja rakennesuunnittelun toteuttaa insinööritoimisto Vesa Östberg Oy. Suunnittelu alkaa alustavien luonnoskuvien sekä layout-suunnitelman pohjalta. Pohjakuvan valmistuttua ja osoitaututtua vaatimusten mukaiseksi, arkkitehti- ja rakennekuvat valmistuivat nopeasti. Rakennuslupahakemus jätettiin Kalajoen rakennusvirastoon.

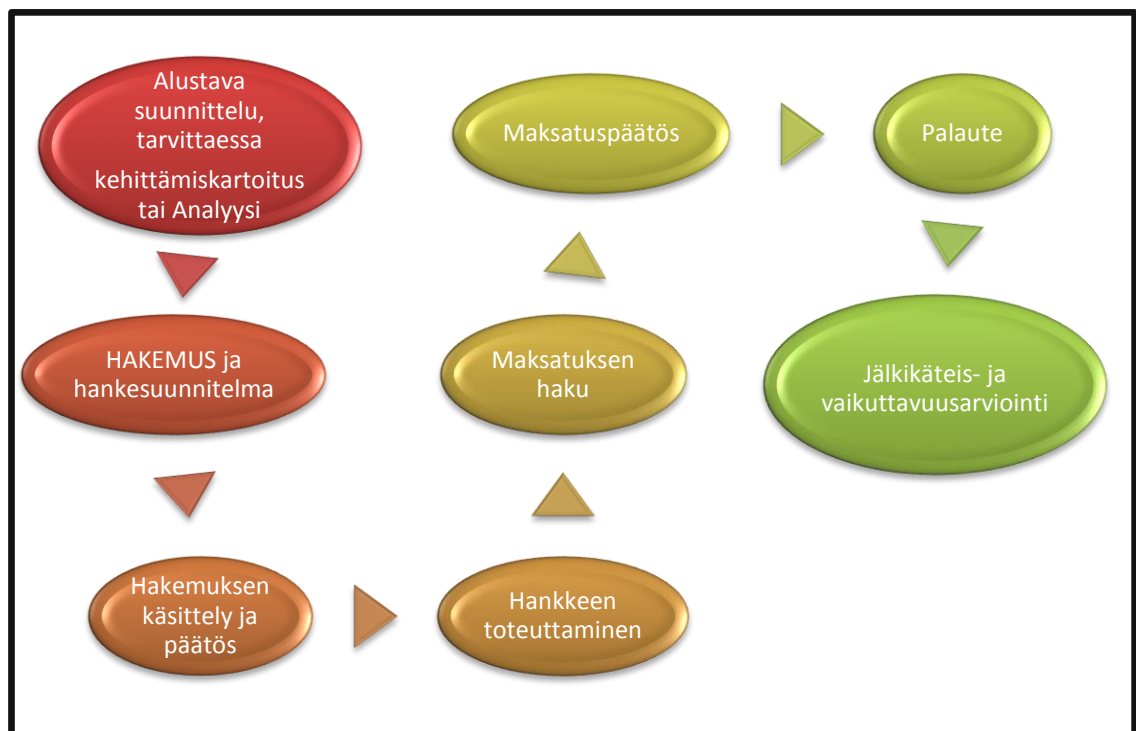
Lupapäätöksen ollessa myönteinen, voitiin rakennusmateriaalien kilpailutus aloittaa. Tuotantotilojen laajennus on suhteellisen pieni ja nopea rakentaa. Rakenn-

nusurakoitsijoita ei kilpailuteta, vaan luotetaan tuttuun urakoitsijaan. Maksu-
ruste rakennusurakoitsijalla on tuntilaskutus kirvestöissä sekä maarakentami-
sessa.

2.5 Kehittämisyavustus

Yrityksen hakiessa kehittämisyavustusta ELY-keskukselta on sen kyettävä perus-
telemaan yritystuen tarve. Kehittämisyavustusta voidaan myöntää yrityksille, jotka
hakevat merkittävää liiketoiminnan kasvua tai uudistavat liiketoimintaansa. Kehit-
tämisyavustuksen myöntäminen edellyttää yritykseltä kannattavan toiminnan
edellytyksiä ja riittäviä resursseja kilpailukykyä parantaviin kehittämistoimenpitei-
siin. (ELY-keskus, kehittämisyavustus 2017.)

Opinnäytetyössä rajataan ELY-keskuksen kehittämisyavustuksen hakemista edel-
lyttävä hankesuunnitelma pois ja tehdään alustava kustannusarvio tuotantotilojen
laajenukselle. Kehittämisyavustuksen hakumenettely on kuvattu alla olevassa
kuviossa. (Kuvio 1.)



Kuvio 1. Yrityksen kehittämisyavustus (ELY-keskus 2017.)

Laajennushankkeen investointeihin haetaan ELY–keskukselta kehittämisavustusta. Avustusta voidaan myöntää yrityksen koosta ja sijainnista riippuen 10–35 %:lla avustuksen perusteena olevista menoista. Kehittämisavustusta koskeva hakemus jätetään ELY–keskukselle ennen hankkeen aloittamista. Kustannusarvio laaditaan huolella ELY-keskuksen kehittämisavustusta haettaessa ja kaikki ELY-keskuksen asettamat ehdot on täyttyttävä.

Kustannusarvio kehittämisavustus hakemukseen toteutettiin Haahtela-yhtiöiden, TALONRAKENNUKSEN KUSTANNUSTIETO®-kirjan ja siihen perustuvan rakennuksen hinnan arviointiin. Haahtela-indeksi on muuttuvapainoinen ja muuttuvahintainen rakentamisen tarjoushintaindeksi. Indeksillä kuvataan tarjoushintataso-kehittymistä indeksialueilla ja sitä käytetään TALONRAKENNUKSEN KUSTANNUSTIETO®- järjestelmässä uudis-, korjaus- ja nykyhintoja arvioitaessa. (Haahtela-kehitys Oy 2017.)

2.6 Indeksialueet

Suomi on jaettu kuuteen indeksialueeseen 1-6. Alue 6 on edullisimman rakentamisen alue, johon Kalajoki lasketaan kuuluvaksi. Tuotantotilojen hallimaisen rakennuksen Haahtela-indeksi on Kalajoella 75. Indeksillä laskee neliöhinnaksi lämpimälle tuotantotilalle (yli 3 metriä) 950 €/m² ja kylmälle varastokatokselle 290 €/m². Neliöhinnat ovat Alv 0 %: muodossa ja huonealaneliöiden mukaisesti.

Rakennuksen hinnantarviointiin on annettu tasoprosentti asteikolla -5 %...5 % ja alustavien suunnitelmien mukaan määritellään tasoprosentti kullekin valitulle hankeosatekijälle. Laajennuksen kustannushinta–arviointi tehdään 5.1.2016. Hanketekijätiedoissa annetut prosentit antavat +/- kertoimen neliöhinnalle. Hanketekijän lisätiedot ja muutosprosentti on esitetty alla olevassa taulukossa. (Taulukko1.)

Taulukko1. Hanketekijätiedot (Haahtela- talonrakennuksen kustannustieto 2017.)

Hanketekijä	Tasoprosentti
Huonekorkeus	3 % Korkea
Sisäpuoliset pinnat	- 5 % Vaatimaton(maalattu)
Kaluste- ja varustetaso	- 5 % Vähäinen määrä
Suunnitteluratkaisu	0 % Tavanomainen
Rakennuksen vaippa	0 % Normaali
Ilmanvaihto	5 % Korkealuokkainen
Teletekniikka	0 % Tavanomainen
Pohjaolosuhteet	- 2 % Helpot
Rakennettu tonttialue	0 % Normaali
Hankekoko	0 % Keskisuuri
Yhteensä:	- 4 % Korjausprosentti

Taulukossa 1 on tärkeimmäksi määrittelemäni hanketekijät ja tasoprosentit. Neliöhinnan korjausprosentti on -4 % ja uusi neliöhinta 913,46 €/m². Tuotantotilan 305 m²:n laajennuksen kustannusarvio on 278605,30 €/m².

Kylmän varastorakennuksen neliöhinta on 290,00 €/m² Haahtela-indeksi alueella 6 (Kalajoki). Kylmävarasto pidetään rakenteiltaan mahdollisimman yksikertaisena. Varaston kustannusarviossa jätetään käyttämättä tasoprosenttikorjauksia. Varastorakennuksen 158m²:n kustannusarvio on 45820,00 €.

2.7 Kustannusarvio

Rakennuskustannuksiin vaikutetaan eniten suunnitteluvaiheessa. Rakennuksen laajuuteen, tilojen käyttötarkoitukseen ja laatutasoon liittyvät päätökset tehdään suunnitteluvaiheessa. Kustannusarvio on yksi tärkeimmistä rakentamiseen liittyvistä dokumenteista. Tarkka, noin 5 %:n virhemarginaalin sisältävän kustannusarvion tekeminen onnistuu ammattilaiselta, kun lopulliset arkkitehti-, rakennus- ja LVIS-suunnitelmat on tehty. Lopullinen kustannusarvio kertoo yksityiskohtaisesti,

mistä materiaalmääristä ja materiaaleista rakennus tehdään. Kehittämisyavustuksen hakemista varten materiaalivalinnat ja toimitukset lyötiin lukkoon nopealla aikataululla, näin laadittiin mahdollisimman tarkka kustannusarvio Haahtela-indeksiä apuna käyttäen. (Suomi rakentaa, kustannusarvio 2017).

Uudishinnaksi muodostuu 324425,00 € Alv 0 %. Rajauksia uudishintaan tehdään maanrakentamisen kuitu-, vesi-, sähkö- ja viemäri liittymien kohdalla -5 %. Vesi-, sähkö- ja kuituliittymät ovat olemassa nykyisessä kiinteistössä. Maarakentaminen on helppohko silttihiekkapohjaisen ja vanhan parkkialueen vuoksi. Uudishinnasta -5 % (324425,00 €:sta) on 16221,25 € ja yhteensä uudishinta on 308203,75 €. (Taulukko 2.)

Kustannusarvioon päädyttiin tekemään hintakorjaus, kustannusvara ylityksen muodossa +5 % eli 15410,19 € ja kustannusarvioksi muodostui 323613,94 €, alv 0 %. Arvonlisäveron 24 %, osuus on 77667,35 € ja verolliseksi loppuhinnaksi muodostui kustannusarviossa 401281,29 €. (Taulukko 2.)

Taulukko 2. Uudishinta (Haahtela- talonrakennuksen kustannustieto 2017.)

Rakennustyyppi	m ²	€/ m ²	Taso %	Uudishinta €/m ²	Uudishinta €
Tuotantohalli	305.0	950,00	-4	913,46	278605,30
Varasto (Kylmä)	158.0	290,00		290,00	45820,00
				Yhteensä	324425,00
Rajaukset: Liittymät, Maanrakennus: -5 %					- 16221,25
				Yhteensä	308203,75
Hintakorjaus: Kustannusvara ylitys: +5 %					+15410,19
Yhteensä: Alv 0 %					323613,94
Arvonlisävero: 24 %					77667,35
Verollinen hinta yhteensä:					401281,29

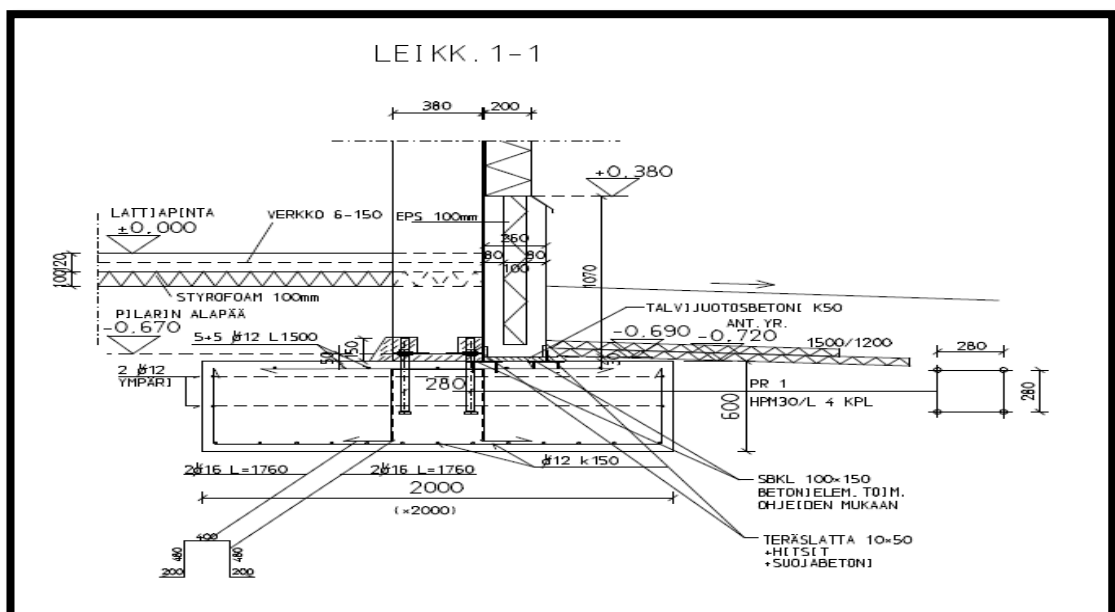
3 RAKENTEET

Jokainen, jolla on kokemusta perinteisestä rakentamisesta, tajuaa että nykyinen tuotanto on usein tehotonta. Siksi on luonnollista, että suunnitellaan ja rakennetaan tehokkaasti teollisesti esivalmistetuista valmisosista tai elementeistä. (Gustafsson ym. 2013, 44–46.)

Tuotantotilan laajennuksen haasteellisen aikataulun ja kustannustehokkaan rakentamisen vuoksi, valittiin mahdollisimman pitkälle esivalmistellut komponentit. Laajennus on mahdollista toteuttaa, kun rakenteet pidetään yksinkertaisina ja helposti toteutettavina elementtirakenteina.

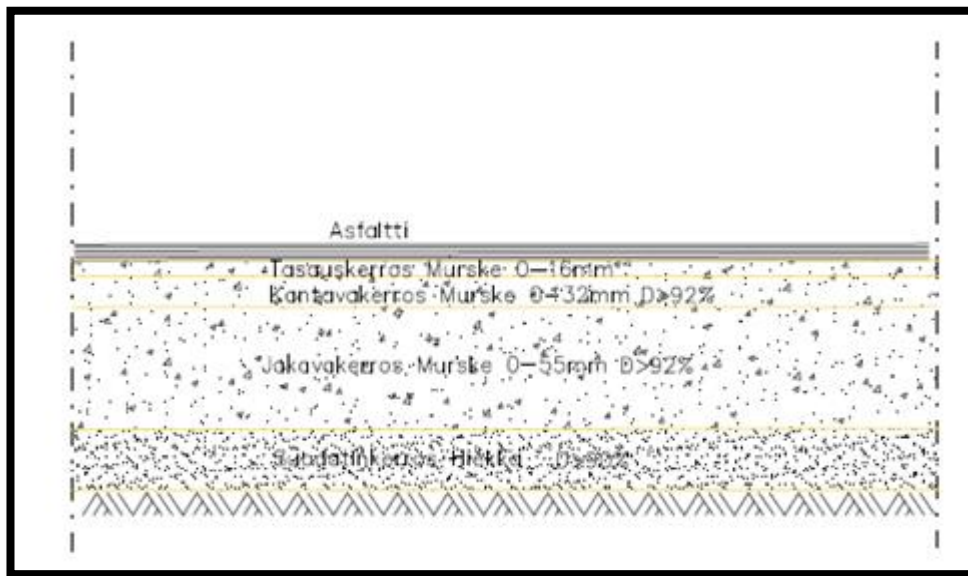
3.1 Perustukset ja salaojat

Perustukset siirtävät rakennuksen kuormat sekä käytöstä aiheutuvat kuormat kantavalle maapohjalle. Perustukset toimivat lämpöä eristävänä rakenteena sekä estävät kosteuden ja haitallisten aineiden pääsyn rakennuksen sisälle. (Betoniteollisuus ry, perustukset) SOLAR Kaihtimen tuotantotilojen laajennuksessa runkorakenteena ovat betonipilarit ja liimapuupalkit näiden päällä kattokannattajina. Tässä kohteessa perustukset muodostuvat elementtianturoista sekä elementti sokkelista. (Kuva 2)



Kuva 2. Elementtiperustus (Östberg 2017.)

Perustusten maanrakennustyöt tehdään kokonaisuudessaan valmiiksi ennen perustusten asennustöiden aloittamista. Laajennuksen alla on henkilökunnan parkkialue ja edellisen laajennuksen yhteydessä maapohja on perustettu aluetäyttö-ohjeistuksen mukaisilla rakennekerroksilla kuvan 3 mukaisesti. Parkkialue on asfaltoitu ja silmämääräisessä havainnoinnissa asfaltinpinta on säästynyt routa- ja painumisvaurioilta. Tulevan lattiapinnan ja asfaltin välinen korkoero on riittävän suuri. Asfalttia rikotaan mahdollisimman vähäisiä määriä.

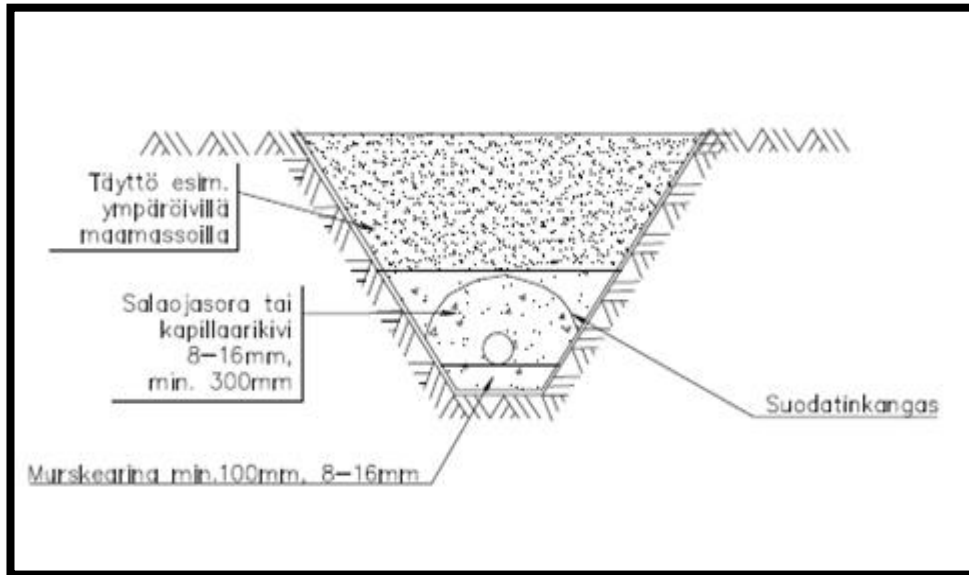


Kuva 3. Paikoitusalueen rakennekerrokset

Asfalttikerros jää laajennuksen maanvaraisen lattian alle. Asfaltin päälle levitetään hiekasta tasauskerros, johon asennetaan viemäri- ja kylmävesilinjat. Asfaltti poistetaan antura- ja sokkelilinjasta vain sen verran, mitä tarvitsee. Anturakuoppien kaivuutöiden yhteydessä asennetaan salaojaputkistot sekä sadevesilinjastot tarkistuskaivoineen. Salaojituksen ohjeistuksessa noudatetaan rakennusten ja tonttialueiden kuivatusohjetta RIL 126–2009 ja pohjarakennusohjetta RIL 121–2004.

Salaojaputkistona käytetään 100 mm muovisalaojaputkea, ns. Tupla-vetosalaojaputkea. Salaojien ympärille asennetaan salaojasora tai -sepele Ø 8-16 mm. Salaojasepelin kapillaarisen nousukorkeuden tulee olla alle 100 mm. Ko. kerros ulottuu salaojan alapinnasta vähintään 100 mm alaspäin sekä vähintään 200 mm ylöspäin ja sivuille. Salaojakaivannon pohjalle asennetaan vähintään N2-luokan

mukainen suodatinkangas ja sepelitäytön jälkeen. Suodatinkankaalla tehdään tasku sepelikentän ympärille, joka pitää epäpuhtaudet pois (Kuva 4).



Kuva 4. Salaojakaivannon täyttö

Salaojituksen kaivot tehdään metallikantisilla tehdasvalmisteisilla muovikaivoilla, jotka sis. pohjat ja sakkapesät. Kaivojen kannet liikennealueilla ja pihateillä on valmistettu valuraudasta. Kaivojen kansien kuormituskestävyysvaatimus on vähintään 25 tn. Katualueella kuormituskestävyyden vaatimus on 40 tn, esim. (Teleskooppisesti 200/750 mm Umpikansi D400 lukittava CW). Kansissa tulee olla korotuksen säätömahdollisuus. Ennen rakennustöiden loppukatselmusta suoritettiin kaivojen puhdistus. Salaojaputket tarkistettiin ja putkistot puhdistettiin juoksuuttamalla vettä putkistoon, kunnes vesi tuli ulos kirkkaana.

3.2 Elementtiperustukset

Täydentävien töiden määrä jää vähäisemmäksi, kun valmisosat ovat mittatarkkoja, pinnat mahdollisimman valmiit ja tuotteen esivalmistusaste korkea. Tuotantotilojen laajennuksen tiukasta aikataulusta johtuen valittiin valmiit elementtiperustukset. (Betoniteollisuus Ry, elementtisuunnittelu 2017.)

3.2.1 Elementtianturat

Alustavien arvioiden mukaan elementtianturoilla säästää n. neljä (4) työpäivää perustuksia tehtäessä. Elementtianturat ovat hankintahinnaltaan paikallaan valettuja anturoita arvokkaammat. Paikallaan valetuissa anturoissa on huomioitava materiaalihukka, joka koostuu anturamuottien purkujätteestä, ylijäämä betonista, raudoitteista ja materiaalien siirroista. Kustannuksiltaan elementtianturat ovat 1520 € kalliimmat kuin paikallaan valetut anturat. (Taulukko 3) Paikallaan valetujen anturoiden hinnat perustuvat kokemukseen pohjautuvaan arvioon ja ovat pyöristetty lähimpään tasalukuun.

Taulukko 3. Anturoiden hintavertailu

Anturaelementti	Kpl	€/kpl	Yhteensä	Paikallavalettu €/kpl	Yht.
2000*2000*600	5	907	4535	700	3500
2000*2700*600	1	1045	1045	900	900
1400*900*250	4	165	660	80	320
			6240		4720
				Erotus	6240
					- 4720
				Yhteensä	1520 €

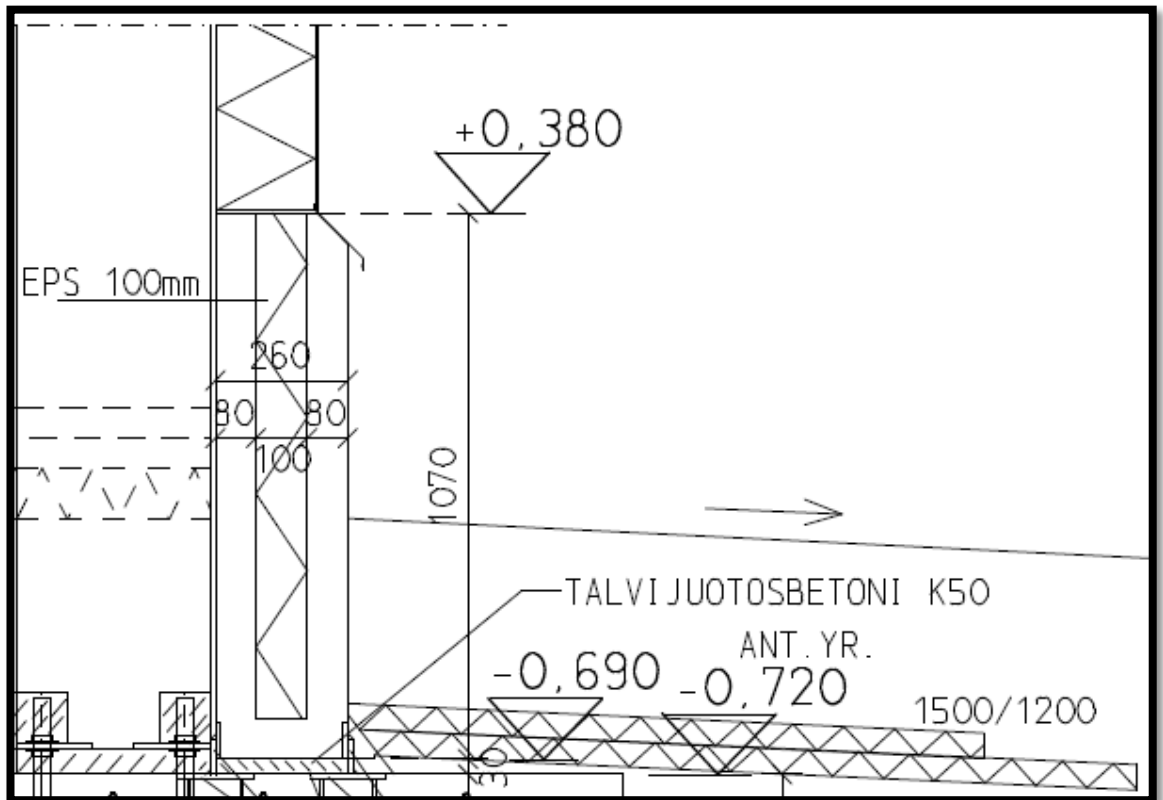
Kokonaiskustannuksiltaan ja aikataulullisesti järkevin vaihtoehto oli käyttää valmisosia rakennuksen perustuksiin. Anturaelementit, betonipilarit ja kivijalkaelementit saadaan asennettua yhden työpäivän aikana paikalleen. Paikallaan valamalla anturoiden muottitöihin menee arviolta yksi (1) työpäivä kahdelta työntekijältä ja raudoituksiin kaksi (2) työpäivää. Betonipilareiden asennus viivästyy kaksi (2) työpäivää, jolloin betoni on saavuttanut riittävän lujuuden ja mahdollistaa pilareiden asentamisen.

Elementtianturoiden asennus aloitetaan, kun perustusten alustäytöt on tiivistetty riittävään tiiveyteen. Talonrakennuksen maarakenteet RIL 132–2000 ohjeistusta käytetään apuna tiivistystöissä. Perustusten (anturan) alustäytön pienin sallittu yksittäinen tiiveysaste, laatuluokka 1:ssä (Teollisuusrakennus) on ≥ 97 %. Pienin

sallittu yksittäinen kantavuusarvo(pudotuspaino- tai levykuormituslaite) on $E_1 \geq 60$ MN/m². Mittatarkkeet mitataan peruspulttiryhmän pulttien keskipisteestä, mitoituksen varmistamiseksi.

3.2.2 Kivijalkaelementti

Kivijalan kokonaispituus on laajennuksessa 55,5 m. Kivijalkaelementin metrihinta on 95 €/m Alv 0 %. Kivijalan kokonaishinnaksi muodostuu n. 6000 € sisältäen nosturityöt sekä asennuksen. Kivijalkaelementtien asennusaika on n. 3 h laajennuksen osalta. Kivijalkaelementissä on 80mm vahva betoninen ulkokuori, 100 mm EPS-styrox eristettä ja 80 mm betoninen sisäkuori, korkeus 1070 mm (Kuva 5).



Kuva 5. Kivijalkaelementin leikkauskuva (Östberg 2017.)

Kivijalkaelementtien asennuksen yhteydessä asennetaan teräsbetonipilarit paikalleen. Asennusjärjestys perustuksissa: anturaelementit asennetaan paikalleen, mitataan tarkkeet sekä säädetään peruspulttiryhmän alimmainen pultti prikkoi-neen oikeaan korkoon. Betonipilari asennetaan anturan päälle nosturiautoa

apuna käyttäen, säädetään pilarin pystysuoruus ja kiristetään peruspulttiryhmän mutterit (Kuva 6). Nostovaijerit löysätään, kun pilarin kiinnitys on varmistettu. Kivijalkaelementti nostetaan korkovälikkeiden päälle, tarkistetaan suoruus ja kiinnitetään hitsaamalla pilariin kiinni. Pilarissa on elementtitehtaalla valmiiksi asennettu 100*100 SBKL-tartuntalevy.



Kuva 6. Pilarin ja anturan liitos

Perustusten oikean toimivuuden kannalta tärkein asia on juurivalut. Juurivalumuotit tehdään anturan ja kivijalan liitoskohtiin sekä pilarin ympärille. Pilarin juurivalu tehdään huolellisesti ja käytetään kutistumatonta juotosmassaa esim. talvijutosbetoni K50. Juurivalu ulotetaan pilarissa olevan teräskonsolin ylälaitaan niin, että peruspulttiryhmät jäävät kokonaan juotosmassan sisään (Kuva1). Juotosvalutöissä on käytettävä 20mm halkaisijaltaan olevaa sauvatärytintä, jolla varmistetaan juotosmassan pääseminen kivijalkaelementin alle sekä pilarin alapään ja anturan yläpinnan välisen raon täyttyminen.

3.3 Ulkoseinä

Seinän lämmönläpäisykertoimena U-arvoa käytetään vertailuarvona laskettaessa rakennuksen vaipan lämpöhäviötä 0,17 W/m²K (RakMk D3, 3.2.1). Teollisen tuotantolaitoksen ulkoseinät ovat pääasiallisesti sandwich-elementtitekniikalla toteutettuja teräsohutlevyillä verhoiltuja seiniä, jotka ovat liimattu eristeen

molemmin puolin. Teräsohutlevyillä verhoiltuja ulko- ja väliseinäelementtejä on saatavilla kolmella (3) eri ydintäytteellä, villa (MWF), Styrox (EPS) ja polyuretaanivahto (PUR).

Seinäelementtien valintaan vaikuttavat käyttökokemukset tuotteesta sekä toimitusvarmuus. Polyuretaaniydinelementti on edullisin vaihtoehto, koska vaadittu U-arvo $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$ saavutetaan ohuemmalla rakenteella kuin styrox-ydin elementti. Villa- ja styrox-ydin elementeillä vaaditun U-arvon $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$:n saavuttamiseksi vaaditaan noin kymmenen (10) senttimetriä vahvempi seinärakenne, kuin polyuretaani elementillä.

PUR-ydin seinäelementit ovat kustannustehokkaita ja valmista seinäpintaa valmistuu nopeasti. Elementeille ilmoitetaan keskimääräiseksi ilmaaneneristysluvuksi $R_w=25-27 \text{ dB}$, joka laskennallisesti ja tuotekortin mukaan on hyvä. Kokeemukseen perustuvassa arvioissa polyuretaaniytimellä varustettujen elementtien ääneneristysominaisuudet eivät ole ilmoitetun mukaisella tasolla. PUR-elementillä saavutetaan EI15 paloluokka ja erikoisuretaaniytimillä jopa EI30–60 paloluokat (polyisosyanaattivaahdosta). Uretaaninydin elementeillä on ollut havaittavissa uretaanin kovuudesta ja joustamattomuudesta johtuen ongelmia lämpölaajenemisen yhteydessä. Tumman sävyisillä teräsohutverhoilluilla elementeillä on nopeasta lämpölaajenemisen ja kutistumisen yhteydessä ollut havaittavissa peltiverhoilun irtoamista uretaanin pinnasta.

Tummien värien kohdalla huomioidaan erityisesti lämmön vaikutus elementtiin ja lasketaan lämmön aiheuttama kuormitus yhteen muiden kuormitusten kanssa. Rajatapauksissa tuloksena voi aiheutua teräsohutlevyn poimuttumista tai kuormitukset voivat johtaa teräsohutlevyn hauras- tai väsymismurtumaan. Sen välttämiseksi valmistajat suosittelevat yksittäisten elementtien pituuden rajoittamista tai jopa tummien värien hylkäämistä ja niiden korvaamista vaaleammilla sävyillä.

Lämpökuorman vaikutuksen arvioinnin helpottamiseksi elementtien käyttäytymiseen, osa valmistajista on jakanut värit vaaleuden mukaan kolmeen ryhmään absorptioasteen mukaan. Standardin (EN 14509:2013) mukaan ulkopinnan lämpötila

T₁ saavuttaa maksimi-arvon kesällä ja sen korkeus riippuu väristä ja pinnan heijastusasteesta. T₁-arvot, jotka ovat vähimmäisarvoja kantavuuden laskemisessa ja ovat sopivia käyttörajatilan laskemiseksi, voidaan määrittellä seuraavasti:

- Erittäin vaaleat värit R_G= 75–90 T₁=+55°C
- Vaaleat värit R_G= 40–74 T₁=+65°C
- Tummat värit R_G= 8–39 T₁=+80°C

Jossa R_G on heijastusaste verrattuna magnesiumoksidiin =100 %, pinnan lämpötila T₁= +55...+80 °C. (Izopanel 2018.)

Sandwich-elementit koostuvat kolmesta kerroksesta, ulkopinnasta, ytimestä ja sisäpinnasta. Kerrosten fyysisten ominaisuuksien moninaisuus, lämpölaajenemisen, jäykkyyden ja eristävyys suhteen aiheuttaa sen, että elementti joutuu sisä- ja ulkolämpötilan erojen vaikutuksesta alttiiksi epäedullisille ilmiöille. Lineaarinen lämpölaajenemiskerroin teräksellä on ytimen vastaavaa kerrointa suurempi ja se laajenee tai kutistuu lämmön vaikutuksesta enemmän kuin ydin. Adheesiovoimalla pintaan yhdistetty teräs aiheuttaa leikkausjännityksen syntymisen. Teräksen ja ytimen lämpölaajenemisero on sitä suurempi, mitä korkeampi on pinnan lämpötila. (Kingspan 2018.)

Kaikilla kolmella ydin vaihtoehdolla on edellä mainittujen kaltaisia ongelmia lämpölaajenemisen yhteydessä. PUR-ydinelementtien uretaanin jäykkyys ja kovuus ovat huomattavasti helpommin havaittavissa kuin EPS- tai MWF- ydinelementeissä. Kahden jälkimmäisen elementin ydin ei ole niin jäykkä tai kova kuin PUR-ydinelementeillä ja myötäilevät paremmin teräsohutlevyverhoilun lämpölaajenemista.

PUR-ydin sandwich rajataan pois julkisivumateriaalina edellä mainittujen seikkojen vuoksi. Elementtien vertailuarvoja tarkastelemalla selviää, että eri ydinvaihtoehdoilla varustettujen elementtien vertailu on haasteellista. Sandwich-elementtien mekaaniset ominaisuudet ovat hyvin lähellä toisiaan (Taulukko 4).

Taulukko 4. Sandwich-elementtien vertailuarvoja (mukaillen Izopanel 2018.)

Ytimen tyyppi							
Mekaaniset ominaisuudet		PUR		EPS		MWF	
	Vaadittu U-arvo/eristeen vahvuus	Ydin jäykästä polyuretaanivaahdosta		Paisutettu polystyreenivaahdosta		Mineraalivillaydin	
		pak-suus (mm)	hyöty leveys (mm)	pak-suus (mm)	hyöty leveys (mm)	pak-suus (mm)	hyöty leveys (mm)
U[W/m ² K]	0,17 W/m ² K	120	1150	200	1150	230	1150
palonkestävyys EI		15		15		120–240	
palotekninen käyttäytyminen		B-s2, d0		B-s2, d0		A2-s1, d0	
palon leviäminen		eivät aiheuta palon leviämistä		eivät aiheuta palon leviämistä		eivät aiheuta palon leviämistä	
ääneneristyskerroin Rw[dB]		27		23		31	
viistosateen kestävyys		A-luokka paineessa 1200Pa		A-luokka paineessa 1200Pa		A-luokka paineessa 1200Pa	
ilmanläpäisevyys		A-luokka, paine-eron ollessa -50/+50Pa		≤1,5m ³ /h*m ² paine-eron ollessa 50Pa		A-luokka, paine-eron ollessa -50/+50Pa	
paino [kg/m ²]		13,0		11,5		35,8	
lämmöjohtavuuskerroin λ[W/m*K]		0,022		0,040		0,040	
hinta €/m ²		24		39		43	

MWF-ydin erottuu teknisiltä ominaisuuksiltaan edukseen, etenkin paloteknisine ominaisuuksineen (Taulukko 4). MWF-ydin elementti on kuitenkin selvästi kallein elementeistä. Elementtivalmistajan ohjeistuksen mukaan asennus vaatii erityistä huolellisuutta sadesäällä, ettei ydin kärsi kosteusvahinkoja. Tarkasteltujen ominaisuuksien sekä asennustyön ohjeistus huomioiden valitaan seinäelementiksi ThermiSol-elementti, Classic 200, NOVA pinnoitteella (RAL 5005).

EPS-elementtien asennus on nopeaa. Elementeistä irrotetaan maassa suojakalvot sekä tarkistetaan nostolaitteiden kiinnitys ennen nostoa. Seinäelementtien kiinnitys tapahtuu elementtien päistä suunnittelijan ilmoittaman kiinnitysohjeen

mukaisesti. Laajennuksessa käytetään Tikli-nauhaikkunoita, jotka ovat erityisesti sandwich-elementtiseinille suunniteltu. Ikkunat asennetaan paikoilleen elementtien asennuksen yhteydessä (Kuva 7). Ikkunat toimivat savunpoistoluukkuina ja ovat varustettu automaattisella savunpoistoavausmekanismilla, jotka on kytketty savunpoistolaukaisukeskukseen.



Kuva 7. Seinäelementin asennusta

Kylmän varaston ja lämpimän tuotantotilan välinen ulkoseinä on paloluokiteltu, osastoiva EI-30 vesikattoon saakka. Sandwich-elementti on osastoivassa seinässä MWF-ytimellä varustettu 200 mm elementti.

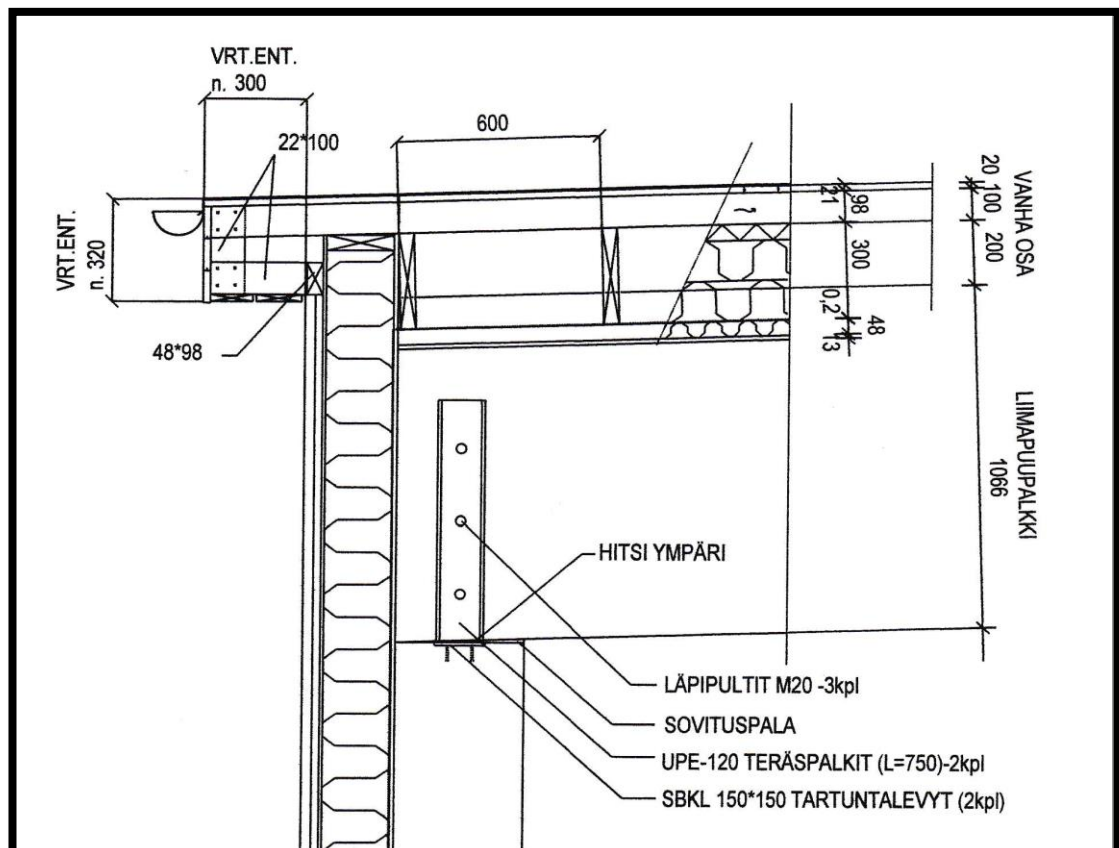
3.4 Yläpohja

(Kattoliiton, Toimivat katot 2013, 9) vesikattojen ohjeistuksessa todetaan seuraavasti: Yläpohjarakenne muodostuu eri rakennekerrosten kokonaisuudesta. Rakennekerrokset ovat: vesikate, tuuletus, lämmöneristys, höyrynsulku, ilmansulku sekä kantava runkorakenne. Vesikaton rakenteet voidaan suunnitella monin eri

tavoin. Valittavat materiaalit vaikuttavat käytettäviin rakenneratkaisuihin ja päinvastoin valitut rakenneratkaisut vaikuttavat myös valittaviin materiaaleihin. Vesikatto on rakennuksen kokonaistoiminnan ja käyttömukavuuden kannalta rakennuksen tärkein osatekijä.

3.4.1 Kattokannattajat

Runkorakenne laajenuksessa on pilari-palkkirunko. Kattokannattajina toimivat liimapuupalkit, joiden päälle lasketaan varsinainen kattoelementti. Kattokannattajat ovat Kestopalkin toimittamat 140*1066*19870 mm massiiviset LP-palkit. Palkkien lujuusluokka on GL30 h (EN 14080:2013, CE-merkki 1/2011). Liimausluokka: 1(U, väritön MUF liima) ja pintaluokka: höylätty sekä käsitteynä väritön puunsuoja. Liitos teräsbetonipilariin läpipulttit M20(ZN), 3kpl/liitos. (Kuva 8)

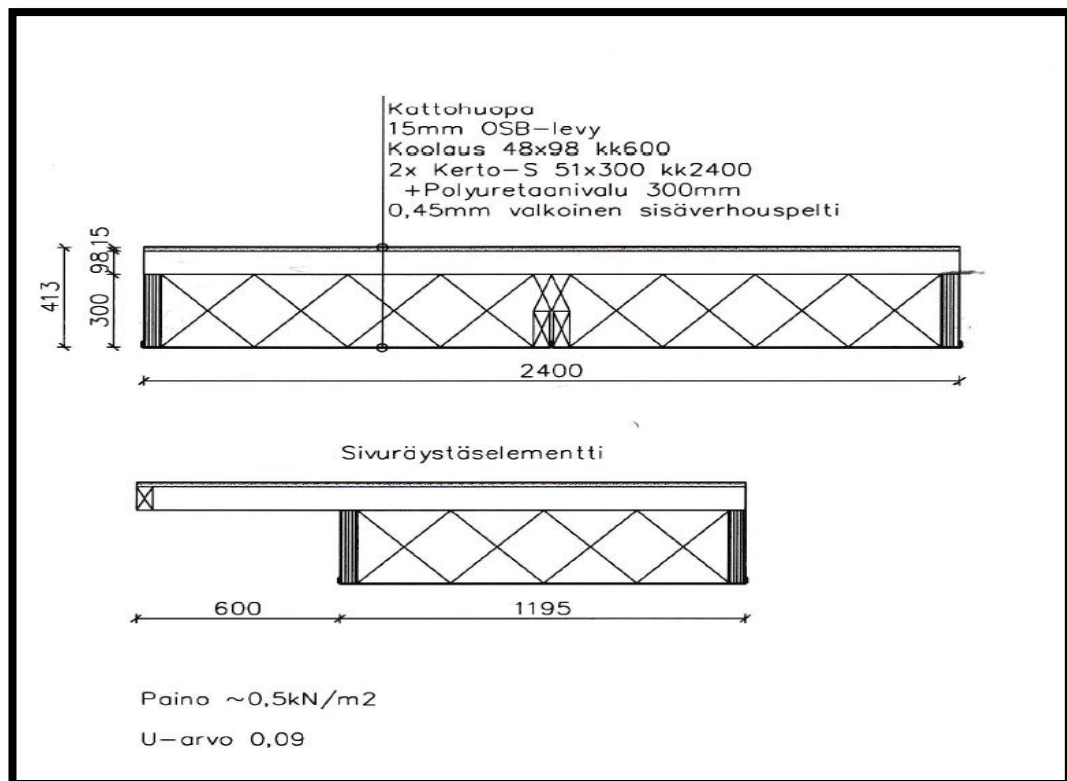


Kuva 8. LP-palkin ja pilarin liitoksen kiinnitys (Östberg 2017.)

3.4.2 Kattoelementti

Kattoelementtinä käytettiin Termater Oy:n valmistamaa kattoelementtiä. Elementti on teollisuuden ja maatalouden tarpeisiin suunniteltu, helppohoitoinen ja energiatehokas kattoelementtimoduuli. Kattoelementti rakennettiin tehdasoloissa valmiiksi säältä suojassa ja kuljetettiin suojattuna työmaalle sovittuna ajankohdana. Kattoelementti muodostuu seuraavista kerroksista (Kuva 9).

- Kattohuopa
- 15mm OSB-levy
- Koolaus 48*98 kk600
- 2*Kerto-S 51*300 kk2400
- + Polyuretaanivalu 300mm
- 0,45mm valkoinen sisäverhouspelti



Kuva 9. Kattoelementti (Termater Oy 2018.)

Kattoelementit tilattiin ilman huopakatetta. Katteeksi valittiin kaksinkertainen hitsattava huopakate olemassa olevan rakennuksen mukaisesti. Termaterin vakio-toimitukseen sisältyy PVC-kate. Termater Oy toimitti kattoelementit työmaalle ja elementtien asennus kesti kaksi työpäivää. Termater Oy:n tehtaalta saapuneiden kattoelementtien mittatarkkuus oli kärsinyt. Elementtien väliset saumat olivat epätasaiset. Kattoelementtien rakojen peittämiseen käytettiin peltilistoja huopakatteen alla. Elementtien pituuksissa on n. 5 cm:n pituuseroja (Kuva 10).



Kuva 10. Elementtisaumojen rakoja

Kattoelementtien mitoitusongelmat aiheuttavat ylimääräistä kirvesmiestyötä 28h. Kirvesmiesten ylimääräinen työ maksoi asiakkaalle 1120 €. Katon korjaamiseen tarvittavat peltilistat maksoivat 500 €, hinnat Alv 0 %. Huopakatteen alusta tehtiin huolellisesti ja poistettiin terävät särmät sekä tilkittiin elementtien väliset raot. Pohjatöiden laiminlyönti johtaa huopakatteen vaurioitumiseen sekä mahdollistaa kosteuden pääsyn rakenteisiin ja seurauksena on kosteusvaurioita rakenteissa.

Huopakatteen urakoitsijaksi valikoitui MH-Kate Oy, joka on Kattoliito ry:n jäsen. Kattoliitto ry:n jäsenyritykset myöntävät 10 vuoden takuusitoumuksen kattamistyölle. Takuu antaa luotettavan kuvan yrityksen toimintaperiaatteista ja vastuullisuudesta.

Kattorakenteet jaotellaan loiville katoille käyttötarkoituksen ja kaltevuuden mukaan kolmeen eri kaltevuuteen: VE20, VE40, VE80. Laajennuksen kattokaltevuus on 1:80 eli minimikaltevuus on VE80. Suosituksena on välttää minimikaltevuuden käyttöä kermiyhdistelmää valittaessa. VE80-luokan vedeneristys saavutetaan käyttöluokan TL 2 aluskermillä + TL 2 pintakermillä.

Aluskermi on K-TMS 170/3400 TL2, tuotteesta käytetään myös paineentasausaluskermi nimitystä monikerroskatteissa. Kermin alapinnassa olevien raitojen ansiosta alusrakenteista mahdollisesti nouseva kosteus pääsee tasaantumaan kermin ja alustan välissä, eikä höyrynpaine näin ollen muodosta katteeseen kohoumia.(MATAKI, 2016). Aluskermi kiinnitetään alustaansa raitahitsaten sulattamalla hitsauskumibitumia nestekaasupolttimella. Alustassa kiinnipysyvyys varmistetaan mekaanisilla kiinnikkeillä (Kuva 11).



Kuva 11. Aluskermi mekaaninen kiinnitys

Pintakermi hitsattava K-PS 170/5000 TL2 on SBS-elastomeerista ja bitumista valmistettu polyesterirunkoinen elastisuuden ja suuren venyvyyden omaava ve-

deneristyksen pintakermi. Kermin alapintaan lisätään tehtaalla hitsauskumibitumi. Kermi kiinnitetään sulattamalla hitsauskumibitumi nestekaasupolttimella aluskermin pintaan kiinni (Kuva 12). Alus- ja pintakermissä ilmoitettu 3400 tai 5000 luku ilmoittaa kermin neliöpainon. Aluskermi painaa $3,4 \text{ kg/m}^2$ ja pintakermi $5,03,4 \text{ kg/m}^2$. Kattoon asennetaan oikeaoppisesti Vilpen alipainetuulettimet 110/500.



Kuva 12. Pintakermin asennus

Kattoelementtien asennus ei onnistunut aikataulun mukaisesti. Suomessa rakennettiin samaan aikaan isoja rakennuskohteita. Kattoelementtien valmistajilla oli toimitusvaikeuksia viilupuun suureen kysynnän vuoksi. Joustamattoman aikataulun vuoksi muutimme työjärjestystä. Sään salliessa keskityimme alapohjan tekkoon ja betonilattia valettiin avovaluna.

3.5 Alapohja

Laajennuksen alapohja perustettiin maanvaraisesti. Vanha asfaltti jäi laajennusosan lattian alle. Asfaltti rikottiin niiltä osin perustusten alta, mikä on tarpeellista. Asfaltin päälle asennetaan oikaisukerros hiekalla, jonka päälle tulee 300 mm kapillaarimursketta (8-16mm). Murskeella estetään kapillaarisesti maasta nousevaa kosteutta pääsemästä rakenteisiin. Lattiaeristeeksi valitaan styrofoam 100 mm (Finnfoam) ja 120 mm teräsbetonilattialaatta.

Alapohjan rakennetta tarkastellaan Dof-lämpö 3.0-ohjelmalla, lämpöhäviön selvittämiseksi ja mahdollisen lisäeristyksen vuoksi. Tarkasteluajanjaksoksi valitaan yksi vuosi. Kalajoki sijoittuu keskilämpötilojen seurannassa vyöhykkeelle 3 ja ohjelma määrittelee vyöhykkeen kuukausittaiset keskilämpötilat, joiden perusteella lämpöhäviöt lasketaan. U-arvo alapohjalle on 0,16 W/m²K ja se on uudiskohteiden vertailuarvo. Laskennallinen lämpöhäviö tällä alapohjarakenteella ja 100mm styrofoamilla on 9818,911 Kwh vuodessa. Lattian pinta-alana on käytetty 320 m².(Liite 4).

Vertailun vuoksi ohjelmalla lisätään 50 mm lisäeristys styrofoamilla, jollainka vertailu eriste vahvuus on 150 mm. U-arvo pysyy edelleen samana 0,16 W/m²K, mutta kokonaislämpöhäviö ulos paranee odotettua enemmän. Lämpöhäviö ulos on 7855,129 Kwh, energian säästö lisäeristämisen jälkeen on 1963,782 Kwh vuodessa. Energiansäästö vuositasonalla lattia neliometriä kohden on 6,14 Kwh/m². Säästö on vuodessa 0,74 €/m² ja neliometri 50 mm styrofoamia maksaa n.4,50 €/m². Pelkästään 50 mm lisäeristyksen takaisinmaksuaika on 4,50 €/m²/0,74 €/m²= 6,08 vuotta. Laskennassa ei huomioida muita tekijöitä, takaisinmaksuaika puoltaa lisäeristystä. Lisäeristys asennettiin (Liite 5).

Teräsbetonilattia on rakenteeltaan tavanomainen, joka raudoitetaan B500K 6-150 mm 2350*5000 mm teräsverkolla. Verkko asennettiin keskeisesti betoniin asennusvälikkeitä käyttäen. Betonilattiatyön urakoi Lattianvalu- ja Rakennuspalvelu Kuula Oy. Lattia on ns. sirotepinnalla eli betonin hirtovaiheessa betonin pinnalle sirotellaan lisäaine. Betonina käytetään c25/30 lattiabetonia, joka on suositeltu lujuusluokka kuivasiroteille. Sirote vaatii riittävästi vettä tartuntareaktioon. Korkeampia betonin lujuusluokkia käytettäessä, aiheutuu ongelmia sirotteen kiinnittyvyyden kanssa betonin vähäisemmästä veden määrästä johtuen. (BLY-16-Kuivasiroteohje 2016.)

Kuivasirote on lisäaine, jonka tarkoituksena on betonipinnan lujittaminen. Sirote on erikoiskovien runkoaineiden, sementin ja eri lisäaineiden seoksista koostuva

lattiapinnan kovetin. Kulutuksen kestävyys saadaan jopa viisinkertaiseksi puhtaaseen betonipintaan verrattuna. Sirote on Fescotop lattiasiroite F10, joka on sementtipohjainen, kvartsirunkoaineinen lattiakovete. (Eerman 2018.)

3.6 Muut rakennusosat

Kylmävarasto perustettiin betonianturoiden varaan ja teräsrunko(Rhs 150*150*5) kiinnitettiin hitsaamalla anturoiden tartuntalevyihin (SBKL 200*200mm). Alkuperäisestä suunnitelmasta poiketen itsekantavan teräspeltikatteen alusrunko rakennettiin liimapuupalkeilla. Kylmänvaraston seinäpinnoitteena hyödynnettiin laajennuksen purkutyön yhteydessä ehjänä irrotettuja seinäpeltejä. Varaston alapohja asfaltoitiin ja kulkuaukkoon asennettiin liukuoviverhot (Kuva 7).



Kuva 13. Kylmävarasto

Sisäpuoliset rakenteet jätettiin sandwich-elementtipinnalle (RAL 9002). Vanhan tuotantotilan ja laajennuksen välisen seinän sisäpinta verhoiltiin kipsilevyllä (EK 13mm). Seinä tasoitettiin sekä maalattiin (RAL 9002). Suunnitelmista poiketen varastoparvi sekä portaikko parvelle jätettiin pois laajennuksesta (Kuva 14).



Kuva 14. Laajennuksen välisen seinän pinnoitus

Tuotantotilojen laajennuksessa hyödynnetään vanhan rakennuksen päädyn purkumateriaaleja. Pääjulkisivut verhoillaan purkumateriaaleilla yhtenäisen julkisivunäkymän säilyttämiseksi. (Kuva 15)(Liite 6)



Kuva 15. Julkisivu valmiina

4 POHDINTA

Vaikkakin omaan pitkän historian rakentamisesta, ovat teollisuus- ja tuotantotilan rakentaminen olleet uusia kokemuksia. Teknisiltä ominaisuuksiltaan pientalorakentaminen on hyvinkin poikkeavaa verrattuna toimitilarakentamiseen, joka on tullut tutuksi vuosien varrella. Pientalot ovat rakennusteknisesti ja rakenteiltaan huomattavasti haasteellisempia kuin yksinkertaisesti toteutetut tuotantolaitokset. Toki tähänkin on syynsä, koska jos tuotanto- ja toimitilat rakennettaisiin pientalotyylisiin, näistä tulisi huomattavasti arvokkaampia kiinteistöjä.

Nykyään tuotekehitys on nopeasti eteenpäin menevää ja markkinoille tulee koko ajan uusia innovaatioita. Kiristyvät rakennusmääräykset etenkin energiatekniikan osalta aiheuttavat jatkuvan tuotekehityksen ja kustannustason pitämiseksi kohtuullisena. Jatkuvasti kehittyvä elementti- ja valmisosarakentaminen mahdollistavat rakentamiseen käytetyn ajan supistamisen.

Työssäni käsittelemät sandwich-elementit ja valmiiksi katetut kattoelementit ovat olleet toimitilarakentamisen suurimpia eteenpäin viejiä. Voidaan tehdä entistä suurempia kokonaisuuksia nopealla aikataululla. Saadaan neliöhinnaltaan edullisia rakennuksia, joiden käyttöikä on kuitenkin laskennallisesti vähintäänkin 50 vuotta. Etenkin PUR- ja EPS-ydin sandwich-elementit ovat käytännössä täysin homehtumattomia sekä kosteuteen reagoimattomia tuotteita.

Tämän hetken rakennusten suurimpia kosteusteknisiä huolia ovatkin betonilattiat ja betonirakenteet. Nopealla aikataululla tehtyjen betonirakenteiden kuivumisajat ovat pakottaneet siirtymään kuivasirotepinталattioihin. Entistä useammin näkee betonipinnalle jätettyjä lattioita, joihin on käytetty erilaisia työstötekniikoita. Etenkin kuivasirotepinnoitelattioita on alettu kiillottamaan ja pinta pystytään nykytekniikalla saamaan peilimäiseksi.

Aikataulullisesti projekti oli haastava ja tuntui liki mahdottomalta. Asioita kun pääsi katsomaan monelta eri tasolta, niin rupesi ymmärtämään miten isoja hankkeita viedään läpi tiukoillakin aikatauluilla. Ovatko kiristyvät aikataulut oikea suunta, jää tulevaisuuden näytettäväksi.

LÄHTEET

Betoniteollisuus Ry. 2017. Perustukset. <http://betoni.com/koti-betonista/rakennustapavaihtoehdot/perustukset/>

Betoniteollisuus Ry. Elementtisuunnittelu.fi. 2017. Valmisosarakentaminen. <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/valmisosarakentaminen>

Eerman, M. Primekss SIA. 2018. Myyntipäällikkö betonilattiat Skandinavia, puhe-
lin haastattelu 20.12.2017. Latvia: Riga

ELY-keskus. 2017. Kehittämisyhteistyö. <https://www.ely-keskus.fi/web/ely/yrityksen-kehittamisavustus2#.Wgm6zHqiWLO>

Gustafsson, A., Eriksson, P-E., Engström, S., Wik, T & Serrano, E. 2013. Hand-
bok för beställare och projektrörer av flervånings bostadshus I trä, 44–46. Sve-
rige: Davidssons Tryckeri, Växjö

Haahtela-yhtiöt. 2017. Hintaindeksi. https://www.haahtela.fi/images/documents/indexit/Haahtela_hintaindeksi_1_2017.pdf

Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous.
Tampere: Infacts Oy

Izopanel 2017. Tekninen katalogi, Sandwich-elementit.

Junnikkala, P. 2015. SOLAR Kaihdin Ky. Toimitusjohtajan haastattelu 9.11.2015

Kattoliitto ry, 2013, Toimivat Katot. http://www.kattoliitto.fi/files/504/Toimivat_Katot_2013_reduced_size_.pdf

Kingspan 2018. Wall System. 54202 KS 1200 NC NF. Ireland

Mataki 2016. Tuoteseloste. Vantaa. http://www.mataki.fi/application/files/9814/9069/6411/Trebolit_KTMS__170_3400_tuoteseloste_3.8.2016.pdf

Suomen Betonilattiyhdistys Ry. 2016. Kuivasiroteohje. BLY-16.S, 3. <http://www.bly.fi/File/BLY16.pdf?rnd=1390297845>

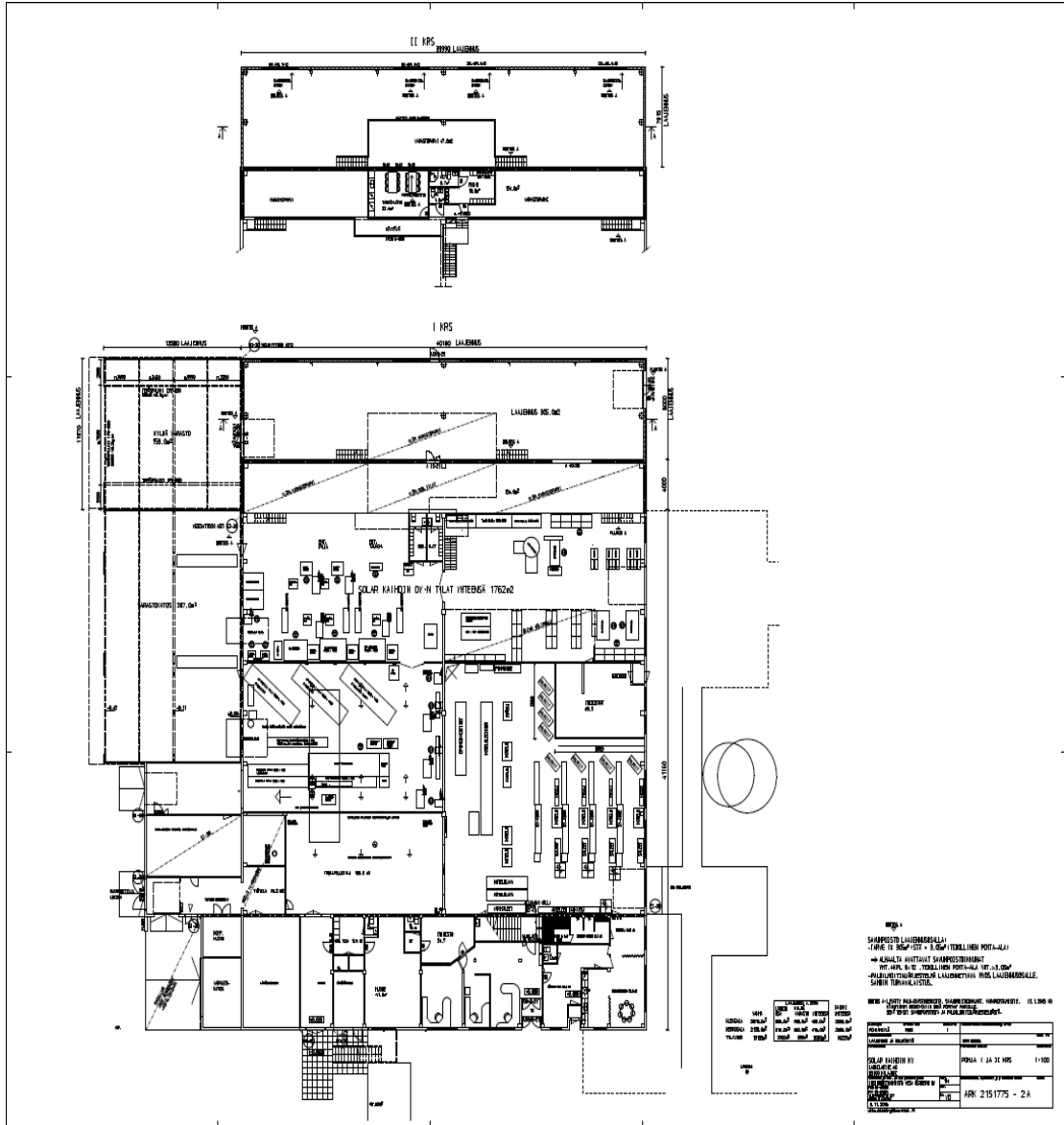
Suomi rakentaa. 2017. Kustannusarvion-tekeminen. <https://www.suomirakentaa.fi/omakotirakentaja/ok-suunnittelu/kustannusarvion-tekeminen, 2017>.

Ympäristöministeriö 2018. C3 Suomenrakentamismääräyskokoelma: Rakennus-
ten lämmöneristys. 2010

LIITTEET

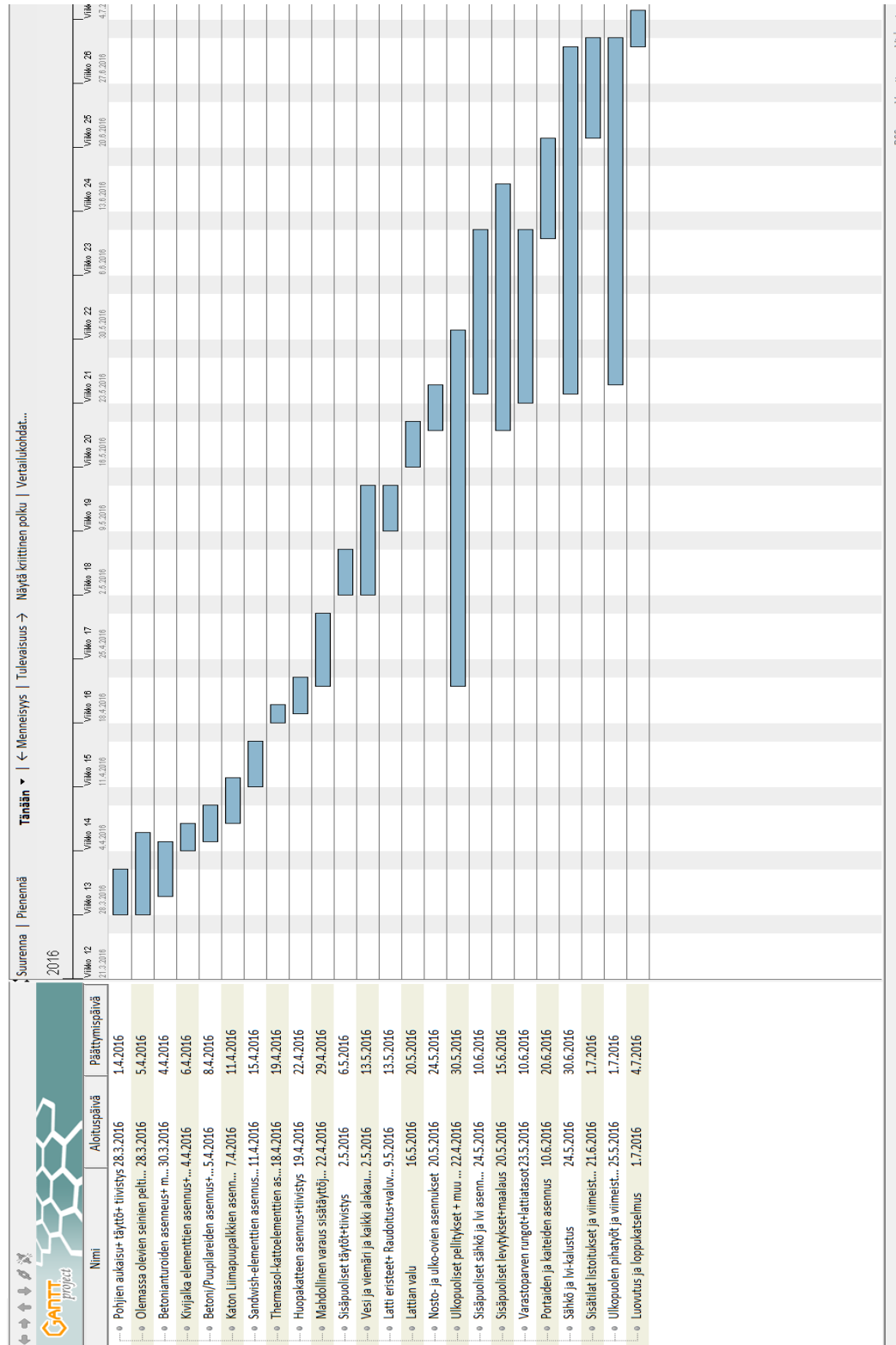
- Liite 1. Laajennus, pohjakuva
- Liite 2. Aikataulu, SOLAR-laajennus
- Liite 3. Kustannusarvio, Haahtela-indeksi
- Liite 4. Dof-lämpö 3.0 Alapohjan lämpöhäviö 100mm
- Liite 5. Dof-lämpö 3.0 Alapohjan lämpöhäviö 150mm
- Liite 6. Julkisivut

Liite 1.



Piirustus 1. SOLAR Kaihdin Ky, Pohjakuva

Liite 2.



Aikataulu (Heikki Mantila)

Liite 3.

Rakennuksen arviointi (Uudishinta)

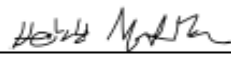
Rakennus	Solar Kaihdin KY, Laajennus	Rakentaja ja Haastaja -indeksi 1/2015	Kalajoki	75	Rakennusvuosi	2016	Arvo	463.0
Osoite	Lankilantie 46, 85100 Kalajoki	Arviointipäivä ja Haastaja -indeksi	5.1.2016	75	Arvo	475.0	Rm3	3030.0

Uudishinta						Nykyhinta	
Rakennusvaihe / Rakennuksen toiminnot	m2	€/m2	Hanket. %	Uudishinta €/m2	Uudishinta €	Nykyhinta %	Nykyhinta €
-Tuotantohalli -Varasto(kylmä)	305.0 158.0	950,00 290,00	-4	913,46 290,00	278605,30 45820,00		
Maanrakennus					324425,00		
Rajaukset uudishintaan (6.1 - 6.2)	Liittymät	-5 %			-16221,25		
Yhteensä					308203,75		
Hintakorjaus	Kustannusvara ylitys	+5 %			15410,19		
Veroton hinta yhteensä					323613,94		
Arvonlisävero		24 %			77667,35		
Verollinen hinta yhteensä					401281,29		

Lisätietoja

Hanketekijät (5)		
- huonekorkeus	3 %	Korkea
- sisäpuoliset pinnat	-5 %	Vaatimaton(maalattu)
- kaluste- ja varustetaso	-5 %	Vähäinen määrä
- suunnitteluratkaisu	0 %	Tavanomainen
- rakennuksen valppa	0 %	Normaali
- ilmanvaihto	5 %	Korkealuokkainen
- teleteknikka	0 %	Tavanomainen
- pohjaolosuhteet	-2 %	Helpot
- rakennettu tonttialue	0 %	Normaali
- hankekoko	0 %	Keskisuuri
yhteensä	-4 %	

Laatija

KALAJOKI	5.1.2016	
Rakka	Aika	Laatija
		Mantila Heikki

Uudishinta-arvio (Heikki Mantila)

Liite4.

TARKASTELOHETKET/-JAKSOT					
Tarkastelujakson nimi:	T _u lko (C):	T _s isä (C):	RH _u lko (%):	RH _s isä (%):	Kesto (h):
Vyöhyke 3, Mitoitustilanne	-32.00	21	90.0	50.0	24.0
Vyöhyke 3, Tammikuu	-8.00	21	88	50	744
Vyöhyke 3, Helmikuu	-7.10	21	87	50	672
Vyöhyke 3, Maaliskuu	-3.53	21	81	50	744
Vyöhyke 3, Huhtikuu	2.42	21	73	50	720
Vyöhyke 3, Toukokuu	8.84	21	65	50	744
Vyöhyke 3, Kesäkuu	13.39	21	65	50	720
Vyöhyke 3, Heinäkuu	15.76	21	72	50	744
Vyöhyke 3, Elokuu	13.76	21	80	50	744
Vyöhyke 3, Syyskuu	9.18	21	85	50	720
Vyöhyke 3, Lokakuu	4.07	21	87	50	744
Vyöhyke 3, Marraskuu	-1.76	21	91	50	720
Vyöhyke 3, Joulukuu	-5.92	21	89	50	744
Tarkastelujaksojen 2-13 lämpöhäviöt (320 m ² kohden)					
Tarkastelujakson nimi:	Lämpöhäviö:				
Vyöhyke 3, Tammikuu	1380.864 kWh				
Vyöhyke 3, Helmikuu	1208.525 kWh				
Vyöhyke 3, Maaliskuu	1168.020 kWh				
Vyöhyke 3, Huhtikuu	856.166 kWh				
Vyöhyke 3, Toukokuu	579.011 kWh				
Vyöhyke 3, Kesäkuu	350.669 kWh				
Vyöhyke 3, Heinäkuu	249.508 kWh				
Vyöhyke 3, Elokuu	344.740 kWh				
Vyöhyke 3, Syyskuu	544.666 kWh				
Vyöhyke 3, Lokakuu	806.139 kWh				
Vyöhyke 3, Marraskuu	1048.781 kWh				
Vyöhyke 3, Joulukuu	1281.823 kWh				
Lämpöhäviö ulos yhteensä:	9818.911 kWh				
www.laskentapalvelut.fi - DOF-LÄMPÖ 3.0 - 05.10.2015					

Alapohjan lämpöhäviö 100 mm (Heikki Mantila)

Liite 5.

TARKASTELUHETKET/-JAKSOT					
Tarkastelujakson nimi:	T,ulko (C):	T,sisä (C):	RH,ulko (%):	RH,sisä (%):	Kesto (h):
Vyöhyke 3, Mitoitustilanne	-32.00	21	90.0	50.0	24.0
Vyöhyke 3, Tammikuu	-8.00	21	88	50	744
Vyöhyke 3, Helmikuu	-7.10	21	87	50	672
Vyöhyke 3, Maaliskuu	-3.53	21	81	50	744
Vyöhyke 3, Huhtikuu	2.42	21	73	50	720
Vyöhyke 3, Toukokuu	8.84	21	65	50	744
Vyöhyke 3, Kesäkuu	13.39	21	65	50	720
Vyöhyke 3, Heinäkuu	15.76	21	72	50	744
Vyöhyke 3, Elokuu	13.76	21	80	50	744
Vyöhyke 3, Syyskuu	9.18	21	85	50	720
Vyöhyke 3, Lokakuu	4.07	21	87	50	744
Vyöhyke 3, Marraskuu	-1.76	21	91	50	720
Vyöhyke 3, Joulukuu	-5.92	21	89	50	744
Tarkastelujaksojen 2-13 lämpöhäviöt (320 m ² kohden)					
Tarkastelujakson nimi:	Lämpöhäviö:				
Vyöhyke 3, Tammikuu	1104.691 kWh				
Vyöhyke 3, Helmikuu	966.820 kWh				
Vyöhyke 3, Maaliskuu	934.416 kWh				
Vyöhyke 3, Huhtikuu	684.933 kWh				
Vyöhyke 3, Toukokuu	463.208 kWh				
Vyöhyke 3, Kesäkuu	280.535 kWh				
Vyöhyke 3, Heinäkuu	199.606 kWh				
Vyöhyke 3, Elokuu	275.792 kWh				
Vyöhyke 3, Syyskuu	435.732 kWh				
Vyöhyke 3, Lokakuu	644.911 kWh				
Vyöhyke 3, Marraskuu	839.025 kWh				
Vyöhyke 3, Joulukuu	1025.458 kWh				
Lämpöhäviö ulos yhteensä:	7855.129 kWh				
www.laskentapalvelut.fi - DOF-LÄMPÖ 3.0 - 05.10.2015					

Alapohjan lämpöhäviö 150 mm (Heikki Mantila)

Liite 6.



Laajennuksen Julkisivut (Heikki Mantila)