

Ville Salapuro

# Kuorilaatan käyttö yläpohjarakenteessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Mestarityö

3.11.2014

Tekijä(t) Otsikko	Ville Salapuro Kuurilaatan käyttö yläpohjarakenteessa
Sivumäärä Aika	32 sivua + 2 liite 3.11.2014
Tutkinto	Rakennusmestari (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennusalan työnjohto
Suuntautumisvaihtoehto	Talonrakennustekniikka
Ohjaaja(t)	Työmaainsinööri Vili Rinne, YIT Rakennus Oy Yliopettaja Päivi Jävjä, Metropolia AMK
<p>Tässä työssä tutkittiin yläpohjarakenteen toteuttamista ontelolaatan sijasta kuorilaatalla, vertailemalla niiden laadullisia, taloudellisia, rakenteellisia ja ajallisia eroavaisuuksia. Painopiste työssä oli kosteudenhallinnassa, mitä vaihtoehtoisella yläpohjarakenteella pyritään parantamaan.</p> <p>Työn tarkoituksena oli parantaa rakentamisaikaista kosteudenhallintaa runkovaiheen päätyttyä, jotta kosteus ei pääse rakenteisiin. Ongelma on kosteuden pääsy runkorakenteisiin ennen vesikattorakenteita ja sen vesitiiveyttä. Tämä työ tulee tuottamaan vertailukortin työmaiden toiminnan helpottamiseksi.</p> <p>Tässä työssä perehdyttiin kahden yläpohjarakenteen valmistus- ja toteutusmenetelmiin kahdella työmaalla. Ennakkosuunnitelmien, menekki- ja hintatietojen pohjalta tehtiin vertailua yläpohjarakenteiden välillä.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena saadut tulokset osoittivat, että rakennusaikaista kosteudenhallintaa voidaan työmailla parantaa uuden yläpohjarakenteen myötä. Tuloksista ilmeni myös että vaikka suoranaiset kustannukset lisääntyivät, ei se välttämättä kasvata rakentamiskustannuksia säästyvien lisätöiden ansiosta.</p>	
Avainsanat	Kuurilaatta, ontelolaatta, yläpohja, kosteus, kuivaaminen

Author(s) Title	Ville Salapuro Use of Thin-shell Slabs in Roof Construction
Number of Pages Date	32 pages + 2 appendices 3 September 2012
Degree	Bachelor of Construction Site Management
Degree Programme	Construction Site Management
Specialisation option	Building Construction
Instructor(s)	Vili Rinne, Site Engineer Päivi Jävänä, Principal Lecturer
<p>This thesis studies a new method of building an attic floor using thin-shell slabs instead of hollow-core slabs. This thesis compares structural, financial, temporal and quality aspects between thin-shell slabs and hollow-core slabs. The focus of this study is in moisture management.</p> <p>The purpose of this thesis was to improve moisture management after frame erection works and prevent dampness from getting into the frame structure. The main problem is dampness accessing the frame before the roof is finished. This thesis will provide information that will facilitate site operations.</p> <p>This thesis examines two methods of building an attic floor and is based two example sites next to each other. Using preplanning, consumption and price information, comparison was made between thin-shell slabs and hollow-core slabs.</p>	
Keywords	Thin-shell slab, hollow-core slab, attic floor, dampness, drying

## Sisällysluettelo

### Määritelmät

1	Johdanto	1
1.1	Taustaa	1
1.2	Tavoite	1
1.3	Rajaus	2
1.4	Tutkimusmenetelmät	2
2	Betonin ominaisuudet	3
2.1	Valmistus	3
2.2	Lujuudenkehitys	3
2.3	Kuivuminen	4
3	Ontelolaatta	5
3.1	Valmistus	5
3.2	Käyttökohteet	6
3.3	Asennus ja vesireiät	6
4	Kuorilaatta	8
4.1	Valmistus	8
4.2	Käyttökohteet	8
4.3	Asennus	8
5	Esimerkkikohde As. Oy Helsingin Loggia	9
5.1	Yleistietoa	9
5.2	Runkorakenne	9
5.3	Yläpohjarakenne - kuorilaatta	10
5.4	Asennus	11
5.4.1	Työsuunnittelu	11
5.4.2	Työmenetelmät ja -menekki	11
5.4.3	Aloitusedellytykset	13
5.4.4	Asennukseen vaikuttavat työvaiheet	14
5.4.5	Työvälineet ja materiaalit	16
5.4.6	Työturvallisuus	17

5.4.7	Laatu ja valvonta	18
5.5	Asennuksen jälkeiset työvaiheet	19
6	Esimerkkikohde As. Oy Helsingin Gunilla	20
6.1	Yleistietoa	20
6.2	Runkorakenne	20
6.3	Yläpohjarakenne - ontelolaatta	21
7	Laadunhallinta	22
7.1	Kosteudenhallinta	22
7.1.1	Vesireiät	22
7.1.2	Työnaikanen kattokaivo	22
7.1.3	Työnaikainen kaatovalu	23
7.1.4	Rakenteiden kuivuminen	23
7.2	Mittatarkkuus ja toleranssit	23
7.3	Olosuhteet	25
8	Ajanhallinta	27
8.1	Asennusmenetelmä	27
8.2	Työryhmä	27
8.3	Työmenekki	28
9	Kustannushallinta	29
9.1	Työkustannukset	29
9.2	Rakenteen kustannus	29
9.3	Kokonaiskustannus	30
10	Tutkimustulokset ja kehitysehdotukset	31
11	Yhteenveto	32
	Lähteet	33
	Liitteet	
	Liite 1. Yläpohjarakenteen vertailukortti	
	Liite 2. Loggian yleisaikataulu	

## Määritelmät

Ansas	Kuorilaatan ristikkorakenteinen raudoite, jota voidaan käyttää nostolenkeinä
AR	Asuntorakentaminen (liiketoimintaryhmä)
ARK	Kerrostalot pääkaupunkiseutu (yksikkö)
HITAS	Helsingin kaupungin kehittämä asuntojen hinta- ja laatutason sääntelyjärjestelmä
Lohko	Rakennuksen yksi osa, esim. A-rappu on yksi lohko
Nostoraksi	Nosturissa käytettävän ketjun päässä oleva lukituksellinen koukku
TKHJ	Tietokannan hallintajärjestelmä. Ohjelmisto, jonka avulla hallinnoidaan tietokantoja.
Vesireikä	Ontelolaatan alapintaan porattu reikä, joka on ontelon kohdalla.

# 1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö toteutettiin YIT Rakennus Oy:n Asuntorakentaminen-liiketoimintaryhmän ARK-yksikölle. ARK-yksikön pääasiallinen liiketoiminta on omaperustainen rakentaminen, ns. gryndaus. Osa hankkeista on sijoittajille rakennettuja neuvottelu-urakkakohteita. Kilpailu-urakkaa ARK ei ole viime vuosina tehnyt.

## 1.1 Taustaa

Rakennusaikainen kosteudenhallinta tulee olemaan tulevaisuudessa rakennusvalvonnan ja -viranomaisten tarkemman valvonnan alaisuudessa ja määräykset rakennusaikaisen kosteudenhallinnan suhteen tulevat tiukentumaan. ARK-yksikössä tullaan kokeilemaan asuinkerrostalokohteessa vaihtoehtoista yläpohjarakennetta, jolla pyritään parantamaan rakennusaikaista kosteudenhallintaa työmaalla. Tässä opinnäytetyössä tullaan vertailemaan uuden ja perinteisen tyyppisen yläpohjarakenteen hyötyjä kosteuden hallinnan kannalta. Perinteinen ontelolaattarakenteinen yläpohja tullaan korvaamaan kuorilaatan ja valettavan massiivilaatan muodostamana liittolaattarakenteena. Ongelmana on sade- ja sulamisvesien pääsy ontelolaattojen saumoista ja onteloista rakenteisiin. Kuorilaatan päälle valettavaan massiivilaattaan toteutetaan kaadot ja kaivot, joita pitkin sade- ja sulamisvedet johdetaan hallitusti rakennuksen ulkopuolelle. Näin pyritään estämään kosteuden pääsy rakenteisiin ennen vesikaton valmistumista. Opinnäytetyö etsii vastauksia alla oleviin kysymyksiin:

- Voiko rakennusaikaista kosteudenhallintaa parantaa kuorilaattarakenteella?
- Lisääkö se rakentamiskustannuksia?

## 1.2 Tavoite

Tavoitteena on tuottaa Asuntorakentaminen kerrostalot -yksikölle vertailutietoa uudenlaisen kuorilaattayläpohjarakenteen ajallisista, laadullisista, ja taloudellisista ominaisuuksista verrattuna ontelolaattarakenteiseen yläpohjaan.

### 1.3 Rajaus

Tämän opinnäytetyön tekeminen rajattiin käsittämään vain asuinkerrostaloihin rakennettavia tasakattoja. Vertailussa rajaus tehtiin kahden vierekkäisen rakennustyömaan välillä, joista toinen toimii uudenlaisen yläpohjarakenteen pilottihankkeena. Hintatietojen osalta työ on rajattu siten, että ne suhteutetaan kahden eri yläpohjarakenteen välillä. Suoria hintatietoja ei tässä opinnäytetyössä tulla esittämään.

### 1.4 Tutkimusmenetelmät

Tässä opinnäytetyössä tehtävää vertailututkimusta lähdettiin tutkimaan haastatteluiden kautta. Kirjallisuus- ja internetlähteistä kerättyä tietoa käytettiin vertailujen pohjalla, sekä myös opinnäytetyön tekijän omia kokemuksia. Myös YIT Rakennus Oy:n omaa materiaalia käytettiin tämän opinnäytetyön lähteinä.



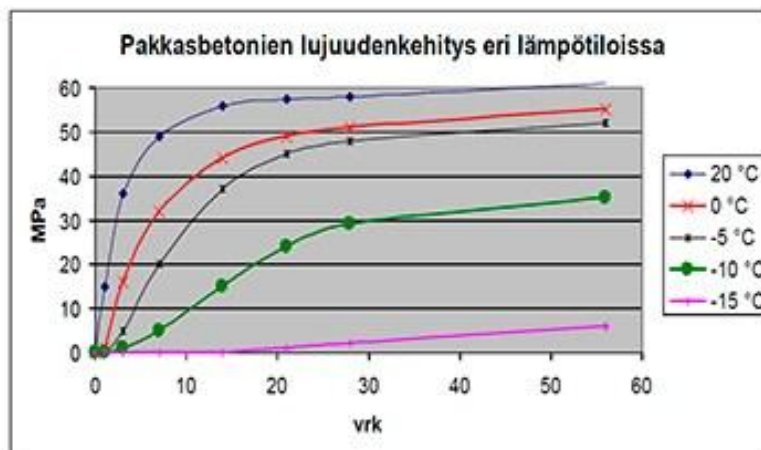
## 2 Betonin ominaisuudet

### 2.1 Valmistus

Betoni koostuu kolmesta eri aineesta, vedestä, sementistä ja runkoaineesta. Runkoaine on karkeammalta osaltaan kiveä tai murskattua betonia ja hienempi osa on hiekkaa. Lisäksi betoniin voidaan sekoittaa lisäaineita, muuttamaan sen ominaisuuksia haluttuun suuntaan esim. kestävämpään pakkasta. Betonirakenteet luokitellaan kahteen eri luokkaan, raudoitettuun ja raudoittamattomaan. [1.]

### 2.2 Lujuudenkehitys

Betonin kovettuminen eli hydrataatio tapahtuu, kun vesi reagoi sementin kanssa. Lujuudenkehitys on nopeinta ensimmäisien päivien aikana hydrataation alettua. [1.]



Kuva 1 Pakkasbetonin lujuudenkehitys. [2]

Lujuudenkehitys jatkuu hidastuvalla tahdilla 28 vuorokauden ajan (kuva 1). 28 vuorokauden jälkeen betoni saavuttaa lujuuden arvosteluiän. Lujuudenkehitys jatkuu tämänkin jälkeen, mutta hitaasti, eikä sitä oteta huomioon betonin lujuuden kannalta. Betonin lujuudenkehitystä voidaan nopeuttaa sekoittamalla siihen kiihdytinainetta, jolloin erityisesti varhaislujuuden kehittymistä saadaan nopeutettua. Betoniteollisuuden yleisimmin käytämät lujuusluokat ovat välillä K30-K60. [1.]

### 2.3 Kuivuminen

Kovettuessaan betonista haihtuu ylimääräinen vesi pois. Sementti tarvitsee kovettuakseen vain noin 25 % vettä sen omasta painosta, jolloin ylimääräinen vesi joita betonin työstäminen puolestaan vaatii, haihtuu pois. Kuivuessaan betoni myös siis kutistuu. Suuri osa ylimääräisestä vedestä haihtuu pois ensimmäisten päivien aikana betonin valamisesta. Betonin kuivuminen on kuitenkin varsin hidasta, ja tämä tulee ottaa huomioon erilaisten päällystemateriaalien valinnassa. Betonin kuivumista voidaan nopeuttaa hioamalla kovettuneen betonin pinnalta sementtiliima pois, lämmittämällä betonia ja pitämällä ilman suhteellinen kosteus alhaisena. [1.]

### 3 Ontelolaatta

#### 3.1 Valmistus

Ontelolaatat ovat esijännitettyjä teräsbetonirakenteisia laattoja, ja niissä on onteloita laatan pituussuunnassa keventämässä ontelolaatan painoa. Ontelolaatan alareunassa kulkee laatan pituussuunnassa teräspunoksia, mitkä on esijännitetty ennen laatan valua, nämä teräspunokset ottavat vastaan laatalle tulevia kuormia. Ontelolaattojen valu toteutetaan liukuvaluna teräksisten valupetien päälle. Valettava betonimassa on niin jäykkää, että ontelolaatta ei tarvitse muuta muottirakennetta. [3.]

Ontelolaatat ovat vakioleveydeltään 1200 mm pitkiä, ja paksuus vaihtelee tulevan rasi-  
tuskourman mukaan. Ontelolaattojen onteloiden muoto, korkeus ja määrä vaihtelevat ontelolaatan korkeuden mukaan. Ontelolaattojen pituus eli jänneväli voi olla jopa 20 metriä. Ontelolaatat nimetään huomioiden sen paksuus, esimerkiksi O32 on 320 mm paksu, kuten alla olevasta kuvasta 2 näkyy. [3.]

LAATTATYYPPI	LAATAN KORKEUS [mm]	ELEMENTIN PAINO [kg/m <sup>2</sup> ]	PAINO SAUMATTUNA [kg/m <sup>2</sup> ]	VÄHIMMÄISTUKIPINTA [mm]	MAKSIMIJÄNNEVÄLI [m]
O15	150	205	215	60	7,0
O20	200	245	260	60	11,0
O27	265	360	380	60	13,5
O32	320	380	400	60	16,0
O37	370	485	510	60	14,0
O40	400	435	465	100	18,5
O50	500	560	600	100	20,0

Kuva 2 Ontelolaattojen painot ja maksimijännevälit. [3]

### 3.2 Käyttökohteet

Ontelolaatta on yleisin käytetty väli- ja yläpohjarakenne betonirunkoisissa rakennuksissa. Ontelolaatoilla voidaan toteuttaa myös pientalojen ala- ja välipohjarakenteen, jos seinämateriaali on kivirakenteinen. Puurakenteisessa pientalossa ontelolaattojen käyttö ei ole mahdollista sen painon vuoksi. Ontelolaattojen nopea asennus ja sen taloudellisuus tekevät siitä suosituksen erityisesti kerrostalopuolella. [3.]

### 3.3 Asennus ja vesireiät

Ontelolaattojen asennus tapahtuu niihin tarkoitettujen nostosaksien ja nostopuomin avulla. Ontelolaatoissa on sivuilla nostourat joihin nostosakset kiinnittyvät, puristamalla ontelolaattaa nostettaessa. Nostosaksissa on lisäksi varmistusketju, joka estää ontelolaatan putoamisen jos nostosakset pettävät. Nostopuomia käytetään, jotta nostosaksien nostoketju on pystysuorassa, eikä vinossa. [3.]

Ontelolaatta nostetaan lähelle oikeaa asennuspaikkaa ja ennen kuin se lasketaan kokonaan alas, otetaan varmistusketju ontelon ympäriltä pois, jolloin asennus on mahdollista. Elementti ohjataan paikoilleen asennuskankien avulla ja kun ontelolaatta on asennettu ja varmistettu tuenta, voidaan nostosakset irrottaa. [3.]

Ontelolaattojen päädyissä näkyvät ontelot on tulpattu muovisilla hatuilla, jotta onteloihin ei pääse saumavalun betonimassa, eikä myöskään talvella lumi. Nämä muovisuojat estävät talvisin suurimman lumen pääsyn onteloihin, missä se sulaisi vedeksi. Onteloihin kuitenkin muodostuu kosteutta, ja siksi ontelolaatan päätyihin, onteloiden kohdalle on tehtaalla porattu vesireiät. Tehtaan poraamat reiät eivät usein ole kunnolla porattuja, tai saumavalu onkin päässyt tukkimaan ne, jolloin vedenpoisto ja onteloiden kuivatus ei onnistu ilman lisätyötä (kuva 3). Onteloiden vesireikien poraaminen jälkeinpäin onkin hyvä laadunvarmistuskeino työmaalla taata onteloiden kuivuminen ennen ruiskukaton tekemistä. Tämä aiheuttaa kuitenkin lisätyötä ja kustannuksia. Ajallisesti se ei muihin työvaiheisiin vaikuta, jos poraaminen tehdään riittävän ajoissa. [3.]



Kuva 3 Ontelolaatan vesireikä

## 4 Kuorilaatta

### 4.1 Valmistus

Kuorilaatta, kuten ontelolaattakin, on esijännitetty, betonista valettu laatta. Kuorilaatta poikkeaa ontelolaatasta siten, että se tarvitsee vielä raudoituksen ja paikallavalun päälle, eli se on valmiin rakenteen yksi osa. Kuorilaatan esijännitetyt teräkset toimivat rakenteen pääraudoituksena. Tätä rakennetta kutsutaan betoni-betoni liittolaattarakenteeksi. Pohjaltaan kuorilaatta ei eroa ontelolaatasta, mutta yläpuolella kuorilaatassa on ansaat, joista sitä voidaan nostaa, ja ne varmistavat myös työsauman toimivuuden paikallavalun kanssa. [4.]

Kuorilaatat ovat 1200 mm leveitä, ja niitä valmistetaan 100, 120, 150 ja 160 mm:n paksuisina. Paikallavalukerroksen paksuus vaihtelee 100–200 mm:n välillä. Kuorilaatan kanssa toteutettavalla liittolaattarakenteella ei päästä samoihin jännevälipituuksiin kuin ontelolaatoilla. Maksimi jänneväli kuorilaatalla on n. 10 m. [4.]

### 4.2 Käyttökohteet

Kuorilaattojen käyttökohteet ovat samoja kuin ontelolaattojen, myös nekin vaativat kivi-rakenteisen seinämateriaalin tukipinnalleen. Kuorilaatta ei ole asuinkerrostaloissa eikä toimistorakennuksissa korvannut ontelolaatan käyttöä. Yleisimmin kuorilaattaa käytetään pysäköintihallien rakenteissa, sekä teollisuusrakennuksissa. [4.]

### 4.3 Asennus

Kuorilaattojen asennus ei suuresti poikkea ontelolaattojen asentamisesta. Nostosaksia ei kuorilaattojen nostossa tarvitse, vaan nostoraksit laitetaan ansaisiin kiinni. Pienemmän painonsa vuoksi ne on aavistuksen nopeampia asentaa. Kuorilaattojen asennuksen jälkeen ne tuetaan alapuolelta, raudoitetaan yläpuolelta ja lopuksi valetaan massiivilaatta päälle, mikä tekee koko rakenteesta yhtenäisen. [4.]

## 5 Esimerkkikohde As. Oy Helsingin Loggia



Kuva 4 As. Oy Helsingin Loggia [5]

### 5.1 Yleistietoa

Loggia sijaitsee Helsingin kantakaupungin itäpuolella, Laajasalossa. Se on yksi ensimmäisistä uuden asuinalueen, Kruunuvuorenrannan kerrostaloista. Loggiassa on 50 modernia asuntoa, se on 5-kerroksinen ja siinä on 3 rappua (kuva 4). Loggiassa ei ole tyyppillisiä ARK:n rakentamia gryndiasuntoja, vaan siinä on HITAS-asuntoja. Asuntoja on kaksioista saunallisiin neljän huoneen asuntoihin. [5.]

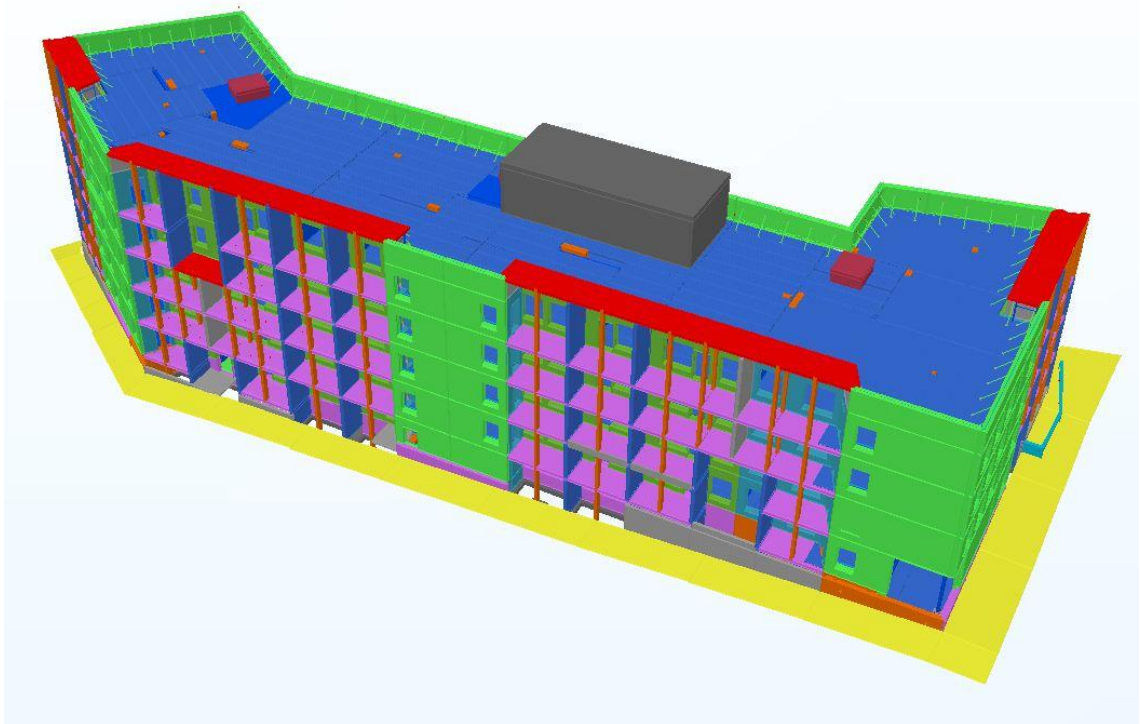
### 5.2 Runkorakenne

Loggian runko on teräsbetonielementtirakenteinen. Runkoratkaisu on toteutettu kantavien seinien ja niihin tukeutuvien laattojen muodostamana rakenteena. Ulko- ja välisei-

näelementit kannattelevat ontelolaattaväliä. Kerrostasolaatta on massiivilaatalla toteutettu. Yläpohjarakenne on betoni-betoniliittolaattarakenteinen. Vesikattona on tasakattorakenteinen, lecasoralla eristetty rakenne. Vesikaton reunat on tehty sisäkuorielementeistä, jotka on tuettu vetotangoilla yläpohjaan.

### 5.3 Yläpohjarakenne - kuorilaatta

Kuorilaatta ja sen päälle valettava massiivilaatta muodostavat liittolaattarakenteen. Tämä on uusi ratkaisu ARK:n asuntotuotannossa ja sillä pyritään parantamaan kosteudenhallintaa. Alla olevassa rungon tietomallissa (kuva 5) ei vielä ole mallinnettu kuorilaattoja vaan ontelolaatat. Kuorilaatat ovat kuitenkin samankokoisia ja samoilla paikoilla kuin kuvan ontelolaatat.



Kuva 5 As. Oy Helsingin Loggia rungon tietomalli [6]



## 5.4 Asennus

### 5.4.1 Työsuunnittelu

Hyvä työsuunnittelu on laadukkaan lopputuloksen edellytys. Loggian yläpohja oli aluksi suunniteltu ontelolaattarakenteiseksi, mutta se muutettiin liittolaattarakenteiseksi. Tämä vaikutti suunnitelmien aikatauluihin, ja suunnitelma yläpohjan osalta jouduttiin tekemään uudelleen. Suunnitelmat pitää toimittaa elementtitehtaalle kuusi viikkoa ennen toimitusta, jotta ne eivät myöhästy. Tämä oli kuitenkin huomioitu, ja suunnitelmat tullaan saamaan ajoissa valmiiksi. Suunnitelmien saaminen työmaan käyttöön hyvissä ajoin ennen työvaiheen aloitusta on kriittisen tärkeää, jotta työ saadaan toteutettua yleisaikataulun mukaisesti. Työnjohtajan ja työntekijöiden tutustuminen uudelleen rakenteeseen auttaa työvaiheen aloituksen onnistumisessa, eikä odottamattomia viivästyksiä synny.

Elementtiasennuksen työnjohtajan tulee olla pari viikkoa asennusta edellä, miettiä valmiiksi tulevien toimituksien ajankohdat ja tilausten tekeminen, jotta työ jatkuisi keskeytyttä. Elementtiasennusryhmän etumiehen on myös hyvä olla perillä tarvittavista materiaaleista, ennen kuin ne loppuvat tai kun niitä tarvitaan. Työnjohtajan hyvänä apuvälineenä toimii muistilista, jossa on listattuna kaikki toimitukset, ajankohdat ja tilaukset. Työsuunnittelun kannalta liittolaattarakenteinen yläpohja eroaa tuennan, raudoituksen ja paikallavalun osalta.

### 5.4.2 Työmenetelmät ja -menekki

Loggian elementtiasennus toteutetaan 4 elementtiasentajan ja heidän apunaan toimivan torninosturikuljettajan yhteistyönä. Kuorilaattojen asennus tehdään kolmessa eri lohossa, samoin kuin sen päälle valettava massiivilaattakin. Työvaiheet ovat seuraavallaiset:

- kuorilaattojen asennus
- kuorilaattojen tuenta
- Elpo-hormien asennus
- raudoitus
- LVIS -asennukset

- massiivilaatan betonointi

Kuorilaattojen asennus on hitaampaa kuin ontelolaattojen, jos otetaan huomioon niiden vaativa alapuolinen tuenta. Pelkkä kuorilaattojen ladonta paikoilleen on hiukan nopeampaa kuin ontelolaattojen. Suurin hidastava tekijä on kuorilaattojen vaatima alapuolinen tuennan rakentaminen. Tuentakaluston siirrot ja nostot vaikuttavat myös työn nopeuteen. Hitain työvaihe Loggian liittolaattarakenteisessa yläpohjassa on kuitenkin sen betonointi. Alla on esimerkkejä kolmesta elementtiasentajasta koostuvan työryhmän työmenekeistä:

- |                             |                           |
|-----------------------------|---------------------------|
| • Mittaus                   | 0,02 tth/m <sup>2</sup>   |
| • Tuenta                    | 0,042 tth/m <sup>2</sup>  |
| • Kuorilaattojen asennus    | 0,033 tth/m <sup>2</sup>  |
| • Raudoittaminen            | 0,03 tth/m <sup>2</sup>   |
| • Betonointi                | 0,07 tth/m <sup>2</sup>   |
| • Muottien ja tukien poisto | 0,02 tth/m <sup>2</sup> . |

Yläpohjan pinta-alan suuruudesta riippuen työmenekki-luvut joko laskevat tai kasvavat. Loggian tapauksessa katto on jaettu kolmeen lohkokoon, minkä johdosta työmenekkiä korjataan suoritemääräkertoimella 1,08. Loggian yläpohjan rakentaminen sijoittuu kolmelle aikajaksolle, jotka ovat kaikki talvella. Talvesta johtuen työsaavutus hidastuu, ja se joudutaan ottamaan aikataulusuunnittelussa huomioon. Alla olevasta taulukosta (kuva 6) ilmenee lämpötilojen vaikutus työsaavutukseen. [7.]

Lämpötila, °C	0...-2,5	-2,5...-7,5	-7,5...-12,5	<-12,5
Laattaelementit	+10 %	+20 %	+30 %	+40 %

**Kuva 6 Talvihaitta- ja lisäaikaprosentit. [7]**

Työmenekkeihin vaikuttavat määrien ja olosuhteiden lisäksi moni muukin tekijä. Suunnitelmat, toimitukset, työmaajärjestely, nosturi, työvälineet, välivarastointi, siirtomatkat ja

työnjohdon läsnäolo vaikuttavat työsaavutukseen. Ennakkosuunnittelulla onkin iso merkitys myös työsaavutukseen. [7.]

#### 5.4.3 Aloitusedellytykset

Ennen kuin kuorilaattoja voidaan alkaa asentamaan, on varmistettava niiden suunnitelmienmukaisuus. Vastaanottotarkastuksessa tulee havaita mahdolliset puutteet ja vauriot. Kuorilaattoja ei työmaalla varastoida, vaan ne asennetaan paikoilleen suoraan elementtialtojen kyydistä. Nostokaluston on oltava kunnossa ja sen suunnittelussa on huomioitava sen riittävä nostokapasiteetti. Nostoapuvälineiden, kuten nostoketjujen on myös oltava kunnossa ja tarkastettuja ennen nostotöiden aloitusta. Ennen kuorilaattojen asentamista tulee varmistaa edellisten työvaiheiden valmiusaste, että se mahdollistaa elementtiasennuksen. Hyvin laaditun elementtiasennussuunnitelman avulla päästään taloudellisesti, laadullisesti, ajallisesti ja turvallisesti haluttuun lopputulokseen. [8.]

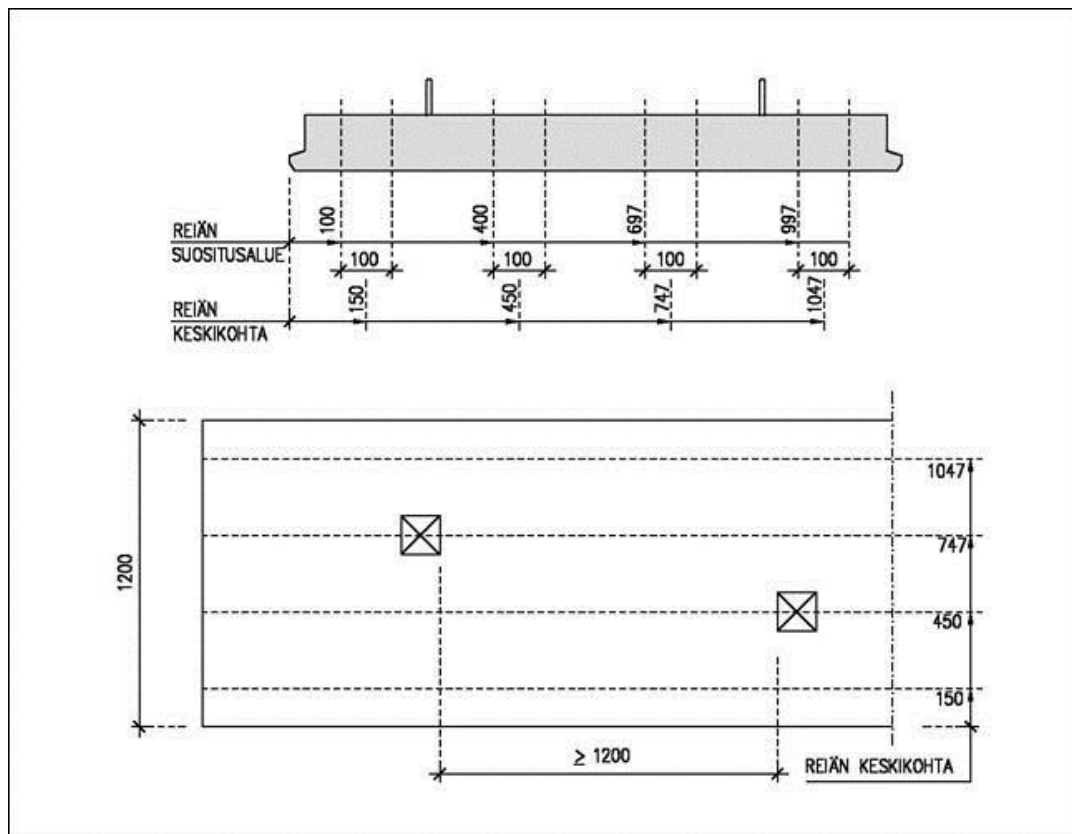
Ennen työvaiheen aloitusta on pidettävä aloituspalaveri. Aloituspalaverissa käydään läpi seuraavia asioita:

- työturvallisuus
- työkohteen valmius
- aikataulu
- työmenetelmät ja suunnitelmat
- mallityö
- materiaali ja kalusto
- laatuvaatimukset ja laadunvarmistus
- olosuhteet ja suojaukset
- työkohteen rauhoitus.

#### 5.4.4 Asennukseen vaikuttavat työvaiheet

Runkotyövaiheessa ei ole paljon päällekkäisiä työvaiheita. Elementtiryhmän lisäksi mestalla työskentelee ajoittain LVIS-töitä suorittavia henkilöitä. Päällekkäisyyksiltä ei kokonaan pystytä välttymään, mutta niiden huomiointi suunnittelussa helpottaa työvaiheen kulkua.

Yläpohjan kuorilaattojen asentamisen yhteydessä asennetaan mm. hormielementtejä. Läpiviennit pitäisi olla jo tehtaalla valmiiksi tehty, mutta suunnittelu- ja tuotantovirheiden takia niitä joudutaan myös työmaalla tekemään. Nämä työvaiheet tulee ottaa huomioon yläpohjan kuorilaattojen asennusta suunniteltaessa, sekä elementtien läpivientien ja varausten aukkojen teoissa. Suuret läpivientien vaatimat reiät tehdään jo elementtitehtaalla ja paikanpäällä tehdään vain pienemmät aukot, jos suunnitelmiin ei tule muutoksia tai niissä on virheitä. Elementtitehdas määrittelee kuorilaattaan tehtävien varausten suurimmat koot ja minimietäisyydet toisistaan (kuva 7). [9.]

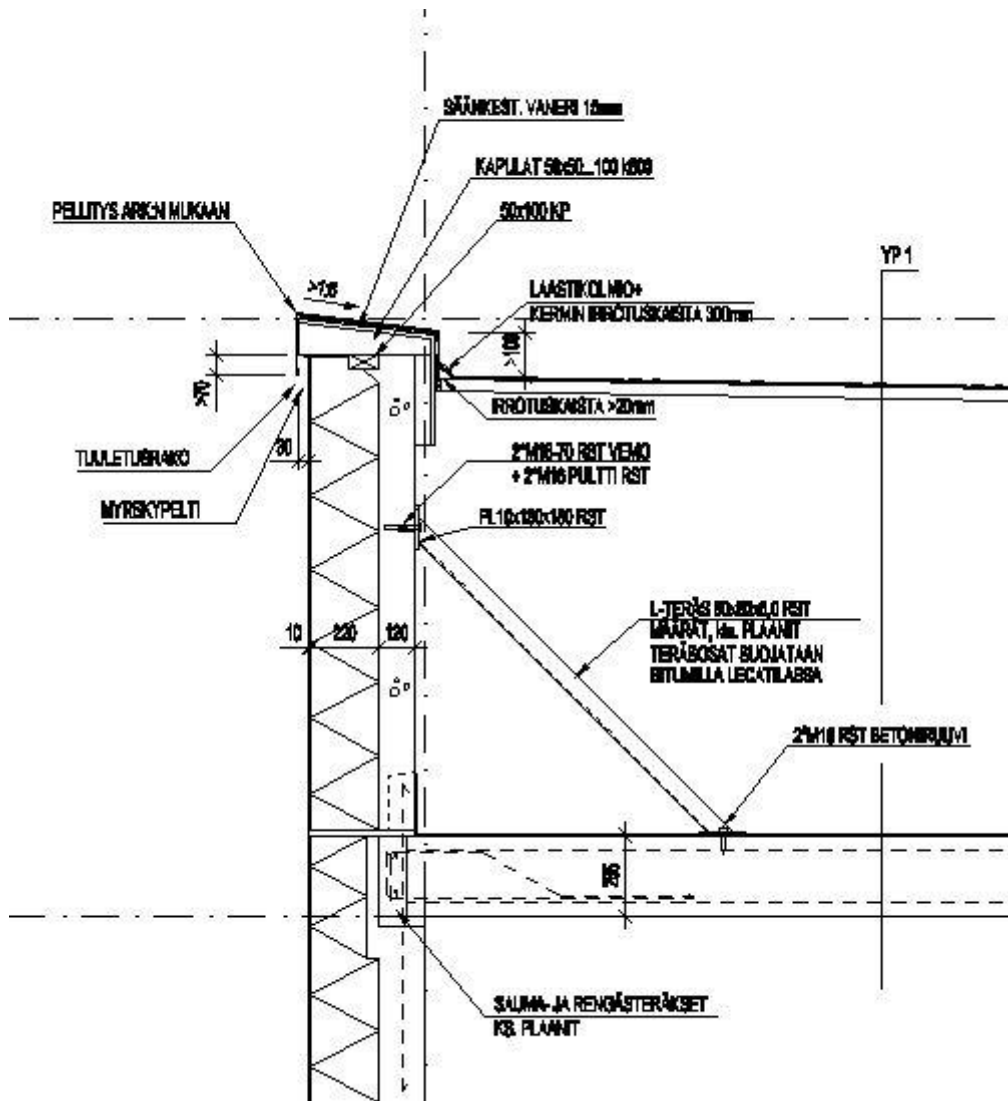


Kuva 7 Kuorilaatan reikien suositeltavat sijoitusalueet. [4]

Kuorilaattojen asentamisen jälkeen ne on tuettava huolellisesti ennen päälle tulevaa massiivilaattaa. Rakennesuunnittelija laskee kuorilaatoille riittävän tuennan ja tekee siitä tuentasuunnitelman. Työmaalla tuentasuunnitelma käydään läpi ennen tukien asentamista kuorilaattojen alapuolelle. Tuentamenetelmä ja kalusto ovat samaa kuin paikallavaluholvien tuennassa, mutta tuentatarve on vähäisempää, koska kuorilaatat ottavat osan massiivilaatan valupainosta vastaan. [9.]

Rakennuksen muodoista johtuen ylä- ja välipohjia ei saada täysin tiiviiksi pelkästään on-telo- ja kuorilaattojen avulla, vaan pieniä paikallavaluja tulee joka kerrokseen, mikä tulee huomioida työn edetessä. Tässä kohteessa paikallavalut ovat kuitenkin pieniä, eikä niiden toteutus ole vaikeaa. Ulkoseinäelementtien yläpäässä oleva valulippa toimii paikallavalun topparina.

Ulkoseinäelementtien päälle asennetaan matalat kuorielementit, jotka toimivat yläpohjan lämmöneristeen toppareina. Nämä kuorielementit asennetaan yläpohjan paikallavalun jälkeen. Kuorielementit tuetaan teräksisillä tangoilla kuorilaatan pintaan rakennesuunnittelijan ohjeiden mukaisesti (kuva 8). [9.]



Kuva 8 Oy Helsingin Loggia räystäsdetalji. [6]

#### 5.4.5 Työvälineet ja materiaalit

Tarvittaviin nostoihin työmaalla on jo olemassa yläpohjan rakentamisvaiheessa torninosturi. Nosturi tulee mitoittaa siten, että sen nostokapasiteetti on huomioitu elementtien painon ja asennusetaisyksien mukaan. Tällä työmaalla nosturi on kiskojen päällä, jotta sitä voidaan liikuttaa lohkojen edetessä. Myös elementtien varastointi tulee ottaa huomioon torninosturia mitoitettaessa. [10, s. 333–335.]

Elementtiasennuksessa tarvitaan iso määrä erilaisia työkaluja, tarvikkeita ja materiaaleja. Talven olosuhteet vaativat taas erikoisvarustusta ja huomiointia työn suunnittelussa. Elementtiasennuksessa tarvittavia työkaluja ja materiaaleja:

- elementtitukia
- nostoapuvälineitä
- saumajuotoksiin tarvittavat kottikärryt, täryttimet, petkeleet jne.
- suojakaiteita
- erilaisia käsityökaluja
- asennuskorkolappuja.

Työvälineet ja materiaalit vaativat jatkuvaa huolellista käyttöä ja huoltoa, jotta ne eivät aiheuttaisi työn keskeytymisiä. Joitakin kriittisiä työvälineitä tulee varata useampi kappale, jotta hajonneen tilalle saadaan välittömästi toimiva työväline. [10, s. 333–335.]

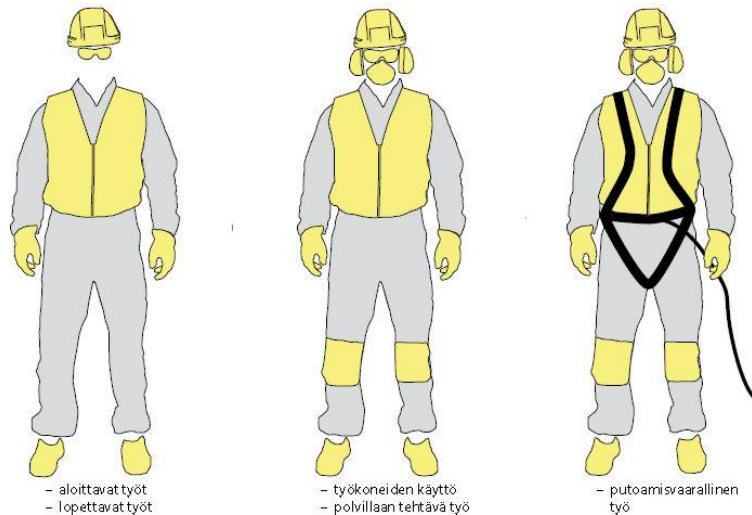
#### 5.4.6 Työturvallisuus

Kuorilaattojen asennusvaiheessa suurimmat työturvariskit ovat putoaminen ja nostoihin liittyvät turvallisuusriskit. Ennen elementtiasennusta on tehtävä työn turvallisuussuunnitelma ja se on käytävä työntekijöiden kanssa läpi, miettien myös heidän kanssaan mahdollisia riskitekijöitä. Lisäriskin työmaalle tuo talven liukkaus joka pitää huomioita turvallisuussuunnittelussa ja jokapäiväisessä työskentelyssä. [11.]

Elementtien nostotyöt tulee suunnitella ennen itse työn aloittamista huolellisesti. Päätoeuttaja huolehtii nostotyösuunnitelman tekemisestä. Vaativia nostotöitä varten on tehtävä oma erillinen nostotyösuunnitelma. Tällaisia nostoja ovat esimerkiksi kahdella nosturilla tehtävät nostot. [11.]

Putoamissuojauksen suunnittelusta vastaa rakennushankkeen päätoteuttaja. Putoamissuojaus pitää toteuttaa niin holvilla työskentelevien kuin muualla työmaalla työskentelevien näkökulmasta. Henkilökohtaisten suojavarusteiden lisäksi asennusryhmällä tulee olla valjaat estämässä putoaminen (kuva 9). Vasta kun holvilla on kaiteet ja pienemmissä aukoissa aukkosuojat, niin voidaan valjaiden käyttö lopettaa. Kaikki rakennuksen sisälle johtavat kulkutiet tulee suojata katoksella, ja katos on oltava riittävän suuri huomioiden putoamiskorkeus. [11.]

Työmaan aloituksen ajankohdasta johtuen runkotyöt tehdään pääosin talvella, jolloin liukkaus on yksi suurimmista vaaran aiheuttajista. Liukkaudentorjuntaan tulee kiinnittää huomiota jo työtä suunniteltaessa ja tehdä tarvittavat toimenpiteet. Koko elementtityön asennusvaiheessa tulee kiinnittää erityistä huomiota tikkaiden ja työpukkien käyttöön ja henkilökohtaiseen riskinottoon. [11.]



**Kuva 9 Elementtiasennuksen suojarusteet. [7]**

#### 5.4.7 Laatu ja valvonta

Kuorilaattojen asennuksesta ja massiivilaatan valusta työmaalla vastaa työmaan vastaava työnjohtaja. Hänen avukseen voidaan kuitenkin nimetä ns. vaikean rakennustyön johtaja, joka myös kantaa vastuun valvomastaan työstä. Vaativat betonityöt ja elementtiasennustyöt ovat pääosin vaikeita ja kriittisiä työvaiheita, joita valvomassa on hyvä olla erityistyönjohtaja [10, s. 342.]

Kuorilaattojen kohdalla kriittinen laatuun vaikuttava tekijä on niiden onnistunut, mittatarkka valmistus ja asennuksen jälkeisen tuennan onnistuminen. Suurimmat jälkityöt syntyvät, jos kuorilaatat hammastavat alapinnastaan. Runkomestarin tulee valvoa erityisesti kuorilaattojen asennustyötä ja niiden tuentaa. Myös massiivilaatan valun aikana on tärkeä seurata hammastuksien mahdollista syntyä. Ennen massiivilaatan kovettumista on vielä mahdollista tehdä pieniä korjauksia tuennassa, jotta hammastuksilta voitaisiin välttyä.



Työmaalla laaduntarkkailu ja valvonta alkavat heti elementtien vastaanottotarkastuksella. Runkotyönjohtaja käy silmämääräisesti kuorilaattojen yleiskunnon ja aukkovarausten sijainnin läpi. Jos huomautettavaa on, se tulee kirjata kuormakirjaan ylös ja reklamoida tehdasta. Virheet elementeissä tuovat aina lisätyötä työmaalle, ja niistä on hyvä kirjata tehdyt työtunnit ylös, jotta virheistä aiheutunut työ saadaan laskutettua tehtaalta.

Osaavan elementtiasennusryhmän kanssa työskentely helpottaa runkotyönjohtajan jatkuvaa valvontaa, jos työryhmä osaa lukea ja tulkita piirustuksia ja piirustukset ovat ajantasaiset.

### 5.5 Asennuksen jälkeiset työvaiheet

Paikallavalutyön jälkeen seuraava työvaihe on muottien ja tukien poistaminen. Paikallavalujen muotit ja kuorilaattojen tukien poistaminen vaatii paikallavalun kovettumisen vaadittuun lujuuteen, ennen kuin tuet saa poistaa. Elementtityönjohtaja seuraa betonin kovettumista, kunnes se saavuttaa muotinpurkulujuuden. Muotti- ja tuentakaluston purkamisen jälkeen aloitetaan viimeistely- ja jälkityöt. [10, s. 339–340.]

Valupurseet tulee poistaa niin pian kuin mahdollista, kun betoni ei vielä ole saavuttanut lopullista lujuuttaan. Seuraava työvaihe on jälkipaikkaus. Jälkipaikkauksella paikataan valuun jääneitä koloja, ja tarkoituksena on saattaa betonipinnat elementtityön jälkeen tasoituskelpoisiksi. Pienimmät paikkaukset paikataan kipsillä juuri ennen tasoitetyön aloitusta. Vaikka pieniä valuun jääneitä koloja syntyy, valujen aikana täytyy huolehtia riittävästä tiivistyksestä, jotta liitokset ja saumat toimivat rakenteellisesti, kuten ne on suunniteltu. Jälkipaikkaus ei koskaan ole yhtä kestävä kuin alun perin tehty valu.

Asennustyöhön vaikuttavat elementtien piikkaukset tehdään jo elementtien asennuksen yhteydessä, mutta pienemmät ja asennustyötä haittaamattomat piikkaukset tehdään jälkitöiden yhteydessä. Runkotyön valmistuttua on kerroksittain huolehdittava siivouksesta ja raivauksesta. Kaikki ylimääräinen materiaali poistetaan ja lattiapinnat puhdistetaan, näin saadaan hyvät aloitusedellytykset seuraaville työvaiheille. Seuraavia isoja työvaiheita ovat ikkuna- ja oviaasennukset, väliseinien asennus ja talotekniikkatyöt. [10, s. 339–340.]

## 6 Esimerkkikohde As. Oy Helsingin Gunilla



Kuva 10 As. Oy Helsingin Gunilla. [6]

### 6.1 Yleistietoa

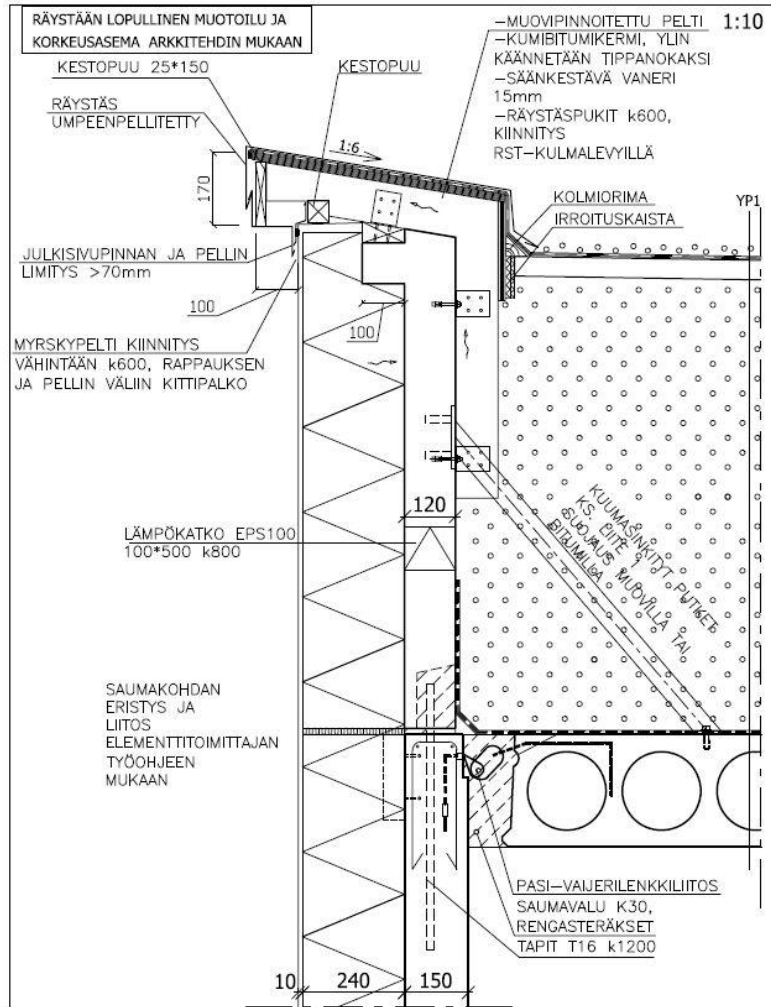
Gunilla sijaitsee aivan Loggiaa vastapäätä, tien toisella puolella. Gunillassa on 60 asuntoa, ja ne ovat kooltaan pienempiä, kuin Loggian asunnot. Rakennus on 5-kerroksinen ja siinä 2 rappua (kuva 10). Tilaajana tässä kohteessa on sijoittaja, ja asunnot tulevat vuokrattaviksi.

### 6.2 Runkorakenne

Runkorakenne ei poikkea Loggian rungosta kuin yläpohjan osalta. Gunillassa yläpohja rakennetaan perinteisesti ontelolaattarakenteiseksi.

### 6.3 Yläpohjarakenne - ontelolaatta

Gunillan yläpohjarakenne on perinteisesti rakennettu ontelolaatalla. Alla olevasta kuvasta (kuva 11) näkee, kuinka yläpohja ja räystäs tässä kohteessa tullaan toteuttamaan.



Kuva 11 As. Oy Helsingin Gunilla räystäsdetaji. [6]

## 7 Laadunhallinta

### 7.1 Kosteudenhallinta

#### 7.1.1 Vesireiät

Vesireiät ovat ontelolaattojen päihin porattuja veden poistoon tarkoitettuja reikiä. Reiät tehdään jo elementtitehtaalla ontelolaattojen tuotantolinjalla. Vesireikien toimivuus on teoriassa varmistettu jo elementtitehtaalla, mutta käytännössä niitä pitää työmaalla avata ja usein joudutaan poraamaan vielä lisää reikiä onteloiden vesipesiin.

Ontelolaataston asennusvaiheessa niiden muoviset suojahatut voivat irrota, joko ennen ontelosaumojen valamista tai sen aikana. Saumavalun betonimassa pääsee valumaan onteloon, jos sitä ei ole estetty, betonimassa tukkii samalla ontelolaatan vesireiän. Huolellisella työskentelyllä ja ennen valua tehtävällä onteloiden päiden tukkimisella voidaan minimoida itse onteloihin menevän betonin määrää.

Rakennusaikainen kosteus, kuten sateet ja lumi, ovat suurin syy yläpohjan onteloissa olevaan veteen. Veden pääsyä rakenteisiin pyritään estämään kiinnittämällä bituminen kaistale ontelosaumojen päälle. Tämä menetelmä ei kuitenkaan takaa rakenteen vedenpitävyyttä vaan kosteutta pääsee tästä huolimatta onteloihin ja alapuolisiin rakenteisiin. Seurauksena on ontelolaattojen onteloihin muodostuneita vesipesiä, joita joudutaan avaamaan poraamalla reikiä onteloon sen alapuolelta.

#### 7.1.2 Työnaikainen kattokaivo

As. Oy Helsingin Loggiassa toteutetaan yläpohjarakenteeseen työnaikainen kattokaivo. Kaivon avulla pyritään ohjaamaan sade- ja sulamisvedet hallitusti rakennuksen ulkopuolelle, jolloin kosteus ei pääse rakenteisiin. Vesi johdetaan kattokaivosta putkea pitkin alempaan kerrokseen, mistä se voidaan joko kattoa pitkin viedä seinästä ulos tai viedä ensimmäisestä kerroksesta suoraan maahan. Työnaikainen kattokaivo on suunniteltu toimivan vain sen aikaa, kunnes lopullinen vesikatto on saatu rakennettua ja vesikaton omat kattokaivot ovat toiminnassa. [12.]

### 7.1.3 Työnaikainen kaatovalu

As. Oy Helsingin Loggiassa rakennuksen yläpohjarakenteeseen tehdään työnaikainen kaatovalu. Kaatovalun avulla ohjataan sade- ja sulamisvedet kattokaivoihin. Yläpohjan rakenne on kuorilaatan ja paikallavalun liittorakenne. Paikalla valetun betonipinnan vedenläpäisevyys on vähäisempää kuin ontelolaataston, ja kaatovalun avulla vesi ei jää seisomaan yläpohjan päälle. [12.]

### 7.1.4 Rakenteiden kuivuminen

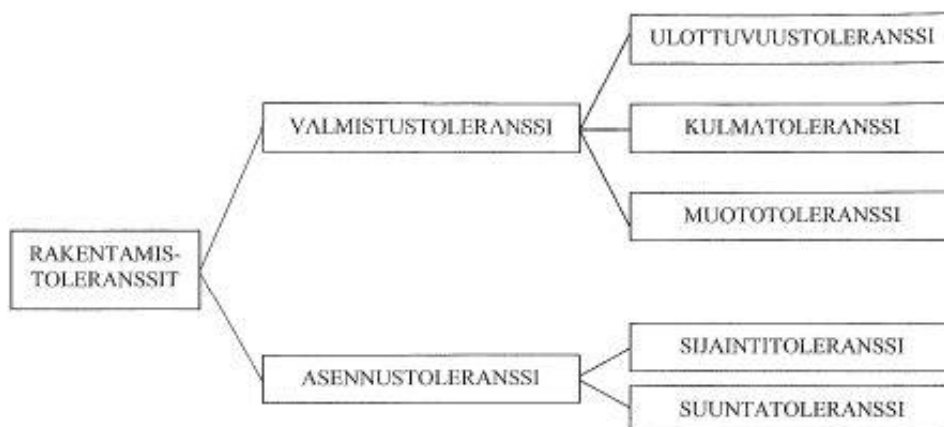
Kuorilaattojen päälle valettavan betonin kuivuminen on mahdollista tässä kohteessa vain ylöspäin. Alapuolella oleva kuorilaatta on tehtaalta tullessaan jo tiivis ja kuiva, joten kuivuminen alaspäin on vähäistä.

Sade- ja sulamisvesien kuivuminen yläpohjarakenteesta ei pitäisi muodostua ongelmaksi, koska hyvin tehdyllä kaatovalulla vesi ohjautuu kattokaivoihin. Tämän vuoksi veden imeytyminen betoniin on vähäistä, ja vähäinen imeytynyt vesi kuivaa betonista saateettomina ja kuivina päivinä. Meren läheisyys tuuliseen tuo tähän oman etunsa, ilman virtaus jo itsessään auttaa yläpohjarakennetta kuivumaan nopeammin. Vesikaton ollessa valmis, laatta kuivuu edelleen tuuletetussa paputilassa.

## 7.2 Mittatarkkuus ja toleranssit

Toleranssilla tarkoitetaan mitan sallittua vaihtelua. Toleranssin lukuarvo ilmoitetaan toleranssiväli ja toleranssileveys käsitteillä. Toleranssiväli ilmoitetaan joko rajamittojen tai sitten sallittujen poikkeamien avulla. Toleranssileveydellä tarkoitetaan rajamittojen erotuksen itseisarvoa. Rajamitoilla puolestaan tarkoitetaan ääriarvoja, joiden välissä mittamalla saadun mitan tulee olla. Perusmitta on suunnitelmassa oleva mitta, ja poikkeama tarkoittaa mitatun viivan ja vastaavan perusmitan välistä erotusta. [13.]

Rakentamistoleranssilla (kuva 12) tarkoitetaan esim. kuorilaatan määritettyä tilaa, jonka rajojen sisällä sen tulee sijaita. Valmistustoleranssilla puolestaan tarkoitetaan esim. kuorilaatan muotoon liittyvää tilaa. Sen muotojen tulee valmistuksen jälkeen sijaita näiden rajojen sisällä (kuva 14). [13.]



Kuva 12 Rakentamistoleranssin muodostuminen. [13]

Toleranssien mittaaminen tehdään +20 °C lämpötilassa. Jos mittausolosuhteet tehdään poikkeavassa lämpötilassa, niin mittapituuksiin tehdään tarvittavat korjaukset (kuva 13), jotta toleranssit eivät vääristyisi. [13.]

Lämpötila °C	Mittauspituus [m]			
	5	10	15	20
+30	-0,5	-1	-1,5	-2
+20	—	—	—	—
+10	+0,5	+1	+1,5	+2
0	+1	+2	+3	+4
-10	+1,5	+3	+4,5	+6
-20	+2	+4	+6	+8

Kuva 13 Mittauskorjaukset taulukko. [13]

Vaikeinta kuorilaattojen kanssa työmaalla on niiden päälle tulevan massiivilaatan valun aiheuttama epätasainen paine. Epätasainen paine voi aiheuttaa kuorilaattojen saumojen kohdalle hammastuksia, jotka näkyvät alapuolen kattopinnassa. Vaikka kuorilaatat tuetaan alapuolelta poikittaissuuntaisesti niiden pituuteen nähden, niin silti hammastukset alapinnassa ovat mahdollisia. Mitä enemmän hammastuksia alapintaan syntyy, sitä suuremmat ovat kustannukset niiden oikaisutyössä. [12.]

## ESIJÄNNITETYT KUORILAATAT

<b>Valmistustoleranssit [mm]</b>	
Mittauksen kohde	
Pituus (L)	±20
Paksuus (h) <sup>1)</sup>	+10; -5
Leveys (b)	
- kokonainen laatta	-5; +0
- kaverrettulaatta	±20
Sivukäyryys (a)	±L/1000, enintään ±10
Pään kulm apoikkeama (p)	±10
Teräsovat (†) (tehtaalla asermetut)	±20
Reiät ja varaukset (‡)	
- pituussuunta	±30
- poikkisuunta	±20
<b>Rakentamistoleranssit [mm]</b>	
Mittauksen kohde	
Sivusijainti	±20
Sauman leveys	+15; -5
Sauman hammastus alapinnassa	
- tuella	5
- keskellä	8
Korkeusasema tuella	±15

<sup>1)</sup> Ei koske ansaita.

<sup>2)</sup> Mitataan pinnan päätasoon.

Kuva 14 Esijännitetyn kuorilaatat toleranssit. [13]

### 7.3 Olosuhteet

Olosuhteet As. Oy Helsingin Loggian runkorakennusvaiheessa ovat vaativat, rungon rakentaminen alkaa syksyllä ja loppuu keväällä. Työmaa sijaitsee Helsingin Laajasalossa lähellä meren rantaa. Meren läheisyys lisää tuulta ja sateiden mahdollisuutta. Syksyllä

tuuliolosuhteet voivatkin estää elementtiasennuksen, mutta tähän voidaan kuitenkin varautua ennakkosuunnittelussa. Talviolosuhteet hidastavat elementtien asennustyötä, mikä pitääkin ottaa huomioon jo hyvissä ajoin suunnittelussa. Jos aikataulusta tehdään liian kireä, niin se heikentää työn laatua sekä turvallisuutta.

Sijainnillisesti vertailtavat työmaat ovat rauhallisella alueella. Jo rakennetun yleisen tien päässä sijaitsevat tontit ovat liikenteeltä eristetty, ja vain työmaaliikenne alueelle on sallittu. Työmaalle tulevalle tavaraliikenteelle on hyvät tilat eikä, se aiheuta työmaalle ruuhkaa ja työturvariskejä.



## 8 Ajanhallinta

### 8.1 Asennusmenetelmä

Asennusmenetelmät eivät eroa suuresti ontelo- ja kuorilaattojen välillä. Suurimmat erot näiden kahden eri laatan välillä ovat kuorilaatan vaatima alapuolinen tuenta ja ontelolaattoihin tehtävä saumavalu. Saumavalu sitoo ontelolaataston yhtenäiseksi, kuorilaatat puolestaan sitoo päälle valettava massiivilaatta. Asennustyö kuorilaattarakenteisessa yläpohjassa etenee seuraavassa järjestyksessä:

- alustan tasaus
- elementtien nosto ja ladonta
- alapuolinen tuenta
- paikallavalumuottien tekeminen
- raudoitus
- betonointi.

Asennusmenetelmä ontelolaattarakenteisessa yläpohjassa etenee seuraavassa järjestyksessä:

- alustan tasaus
- elementtien nosto ja ladonta
- paikallavalumuottien tekeminen
- raudoitus
- sauma- ja paikallavalut.

### 8.2 Työryhmä

Työryhmän vahvuus on neljä elementtiasentajaa ja torninosturinkuljettaja. Lisäksi heidän apunaan voi työmaan resursseista riippuen olla yksi rakennusmies tai kirvesmies tekemässä työturvallisuuteen liittyvät työt, kuten kaiteiden asennukset ja aukkosuojaukset.

### 8.3 Työmenekki

Laskentataulukosta (kuva 15) nähdään että liittolaattarakenteeseen yläpohjaan menee enemmän työtunteja kuin perinteiseen ontelolaattarakenteeseen. Tässä tapauksessa betoni-betoniliittolaattarakenne tulee viemään n. 1,7 kertaa enemmän aikaa, kuin ontelolaattayläpohja. Vertailun rajaus tehtiin massiivilaatan valun ja ontelolaattojen saumavalun valmistumiseen. Tässä vertailussa ei huomioitu ontelosaumojen päälle laitettavaa bitumikermikaistaletta, joka edistäisi ontelosaumojen vedenpitävyyttä. Työmenekki-vertailussa ei laskettu aikaa työturvallisuustöille, koska se on molemmissa tapauksissa hyvin lähellä toisiaan ajallisesti. Kuorilaattarakenteisen yläpohjan menekkitietoihin ei huomioitu kattokaivojen eikä niihin tulevien putkitusten viemää aikaa, koska kyseinen työ tehdään aliurakkana. Myös mittaukset tehdään aliurakkana, joten sitä ei huomioida tässä menekki-vertailussa, koska mittauksien menekki on molemmissa yläpohjarakenteissa yhtä suuri.

Kuorilaatta						
Työnosa	Työmenekki	Määrä (kpl)	Suoritemääräkerroin	Talvityölisä (%)	Kesto (tth)	
Alustan tasaus	0,10 tth/kpl	120	1,08	30	16,85	
Kuorilaattojen asennus	0,20 tth/kpl	120	1,08	30	33,70	
Muottien ja varausten asennus	0,30 tth/kpl	120	1,08	30	50,54	
Raudoitus	0,18 tth/kpl	120	1,08	30	30,33	
Tuenta	0,25 tth/kpl	120	1,08	30	42,12	
Betonointi	0,07 tth/m <sup>2</sup>	900	1,08	30	88,45	
Muottien ja tukien poisto	0,06 tth/kpl	120	1,08	30	10,11	
					Yht	272,10 tth
					Elem. Ryhmä	68,02 tth
						8,50 tv
Ontelolaatta						
Työnosa	Työmenekki	Määrä (kpl)	Suoritemääräkerroin	Talvityölisä (%)	Kesto (tth)	
Alustan tasaus	0,10 tth/kpl	120	1	30	15,60	
Ontelolaattojen asennus	0,28 tth/kpl	120	1	30	43,68	
Raudoitus, laudoitus + purku	0,23 tth/kpl	120	1	30	35,88	
Muottien ja varausten asennus	0,30 tth/kpl	120	1	30	46,80	
Saumavalu	0,10 tth/kpl	120	1	30	15,60	
					Yht	157,56 tth
					Elem. Ryhmä	39,39 tth
						4,92375 tv

Kuva 15 Työmenekki laskentataulukko.

## 9 Kustannushallinta

### 9.1 Työkustannukset

Työkustannukset saadaan selville suoraan työmenekkitiedoista. Kun työryhmä pysyy samana, niin liittolaattarakenteinen yläpohja tulee maksamaan n. 1,7 kertaa sen verran, mitä ontelolaattarakenteinen yläpohja tulisi maksamaan.

### 9.2 Rakenteen kustannus

Kustannusvertailussa huomioitiin hinta vain betonin osalta, jolloin betonin laadulla on vaikutus hintaan. Muut materiaalihinnat laskettiin suhteessa kokonaismäärien suhteella. Ontelolaatan ja kuorilaatan kustannus on ilmoitettu myös suhteellisena hintana (taulukko 1).

Taulukko 1. Suhteellinen hintavertailu

	Ontelolaatta	Liittolaatta
Rautaa	1300 kg	9000 kg
Betoni	18 m <sup>3</sup>	135 m <sup>3</sup>
Tuenta		900 m <sup>2</sup>
Suhteellinen laattahinta	X €/m <sup>2</sup>	1,2 X €/m <sup>2</sup>
Suhteellinen kokonaishinta	X	2,3 X

### 9.3 Kokonaiskustannus

Kokonaiskustannuksiltaan liittolaattarakenteinen yläpohja tulee maksamaan materiaalien osalta huomattavasti enemmän kuin ontelolaattarakenteinen. Työkustannusten ero kahden yläpohjarakenteen välillä oli pienempi. Kuorilaattojen tuentaan tarkoitettua kалustoa ei huomioitu laskelmissa, koska sen kustannusta ei voinut suhteuttaa mitenkään ontelolaattarakenteiseen yläpohjaan ja yrityksen hintoja ei suoraan tässä työssä esitetä.

Rakentamiskustannukset suoranaisesti kasvavat betoni-betoniliittolaatan käytön myötä:

- Työkustannukset lisääntyvät n. 70 %.
- Rakenteen kustannus kasvoi n. 130 %.

Epäsuorat kustannukset eivät tässä vertailussa näy. Epäsuorilla kustannuksilla tarkoitetaan tässä yhteydessä rakenteiden kosteuden aiheuttamaa lisätyötä ja mahdollisia lisätyösäästöjä, joita Loggiassa kokeiltavan vaihtoehtoisen yläpohjarakenteen toivotaan tuottavan. Epäsuoria kustannuksia ovat mm:

- onteloiden kuivatus
- tasoitteiden korjaaminen
- pykällyksien oikaisu
- aikatauluhyöty, väliseinien aloitus
- rungon kuivuminen aikaistuu
- ontelolaattojen sauman kermitys
- Holviin kiinnittäminen helpompaa esim. kattopollarit.

## 10 Tutkimustulokset ja kehitysehdotukset

Saadut tutkimustulokset ja erityisesti kustannustieto voi ensisilmäyksellä näyttää siltä, että yläpohjarakennetta ei välttämättä kannata vaihtaa perinteisestä mallista. Mikä tässä tutkimustyössä jäi kuitenkin selvittämättä, osittain siksi että käytännön tuloksia ei ollut vielä saatu, on epäsuorien kustannuksien säästö.

Liittolaattarakenteinen yläpohja on uusi kokeilu ARK:lla, ja käytännön menekkitietoja siitä ei vielä ole saatu. Kun tämä työvaihe alkaa esimerkkikohteessa, sille olisi hyvä perustaa oma littera ja kerätä sinne kaikki suoranaiset kustannukset, mitä tähän rakenteeseen liittyy. Näin saadaan arvokasta kustannus- ja aikatietoa käytännön kokemuksen kautta. Kerätty menekkitieto toimii tulevaisuuden kohteiden laskennan perustana.

Rakenteen kustannuksiin vaikuttaminen ei tämän tutkimuksen perusteella ole suurta mahdollisuutta. Toimittajien kanssa tehdyt sopimukset määrittelevät tuotteille tietyn hintatason. Työmenetelmien muuttamisella, esim. raudoituksen tekeminen nopeammin tehtävällä, rullattavalla raudoitteella, tuo suuremman työsaavutuksen, mikä pienentää käytettyä työmäärää.

Rakennusaikaisessa kosteudenhallinnassa on vielä parannettavaa, ja tässä tutkimuksessa esimerkkinä ollut menetelmä on varteenotettava vaihtoehto, jotta koko rakennusta ei tarvitsisi lähteä peittämään runkotöiden valmistuttua, tämä nostaisi rakentamiskustannuksia huomattavasti.

## 11 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli tutkia kahden erilaisen yläpohjarakenteen ominaisuuksia ja tehdä vertailua niiden välillä kosteudenhallinnan näkökulmasta. Rakennusaikea kosteus on ollut ongelma jo kauan, mutta vasta lähivuosina siihen on alettu kiinnittämään huomiota myös julkisuudessa. Kosteudenhallinnan parantamiseen työmaalla lähdettiin etsimään parannusta yläpohjan rakenteen muutoksella. Ratkaisua lähdettiin etsimään perehtymällä alan kirjallisuuteen ja internetistä löytyvään tietoon. Myös haastatteluja ja omia kokemuksia hyödynnettiin lopputuloksen saamiseksi.

Esimerkkikohteen vastaavalla työjohtajalla oli ajatus toteuttaa täysin uudenlainen yläpohjaratkaisu, jota ei ARK:n tuotannossa ollut vielä tehty. Uuden rakenteen toiminta perustuu sade- ja sulamisveden hallittuun ohjaukseen ja poistoon, ilman että se pääsisi rakennuksen sisälle. Tällä ratkaisulla pyritään parantamaan kosteudenhallintaa sillä aikaa kun vesikattoa rakennetaan.

Vaikka suoranaiset kustannukset nousevatkin moninkertaisiksi verrattuna ontelolaattarakenteiseen yläpohjaan, niin epäsuorat kustannukset, joita kosteus rakenteissa aiheuttaa, tulevat pienemmiksi. Esimerkkikohteessa oli tämän opinnäytetyön tekovaiheessa elementtiasennus käynnissä ensimmäisessä lohossa, joten tulevaisuus näyttää, miten tämän pilottihankkeena toimiva yläpohjarakenne tulee säästämään kosteuden aiheuttamia kustannuksia ja mahdollistamaan aikaisemman sisätyövaiheiden aloituksen.

## Lähteet

- 1 Tietoa betonista pienrakentajalle ja rautakauppiaille. Verkkolähde <http://www.finnsementti.fi/tietoa-betonista/tietoa-betonista-pienrakentajalle-ja-rautakauppiaille> Luettu 28.10.2014.
- 2 Pakkasbetonin lujuudenkehitys. Verkkolähde. <http://www.rudus.fi/image/27939/20140129125856/Pakkasbetonin%20lujuudenkehitys%20370%20x%20230.jpg> Luettu 28.10.2014.
- 3 Ontelolaatat. Verkkolähde. < <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/laatat/ontelolaatat> >. Luettu 3.9.2014.
- 4 Kuorilaatat. Verkkolähde. < <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/laatat/kuorilaatat> > Luettu 5.9.2014.
- 5 As. Oy Helsingin Loggia. Verkkolähde. < [http://www.yitkoti.fi/yit\\_koti/hakutus/kohteet/perustiedot/helsingin-loggia](http://www.yitkoti.fi/yit_koti/hakutus/kohteet/perustiedot/helsingin-loggia)> Luettu 3.10.2014.
- 6 SokoPro. 2013. Materiaalipankki.
- 7 Ratu-kortti 0390. Verkkolähde. <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/tuotteet/108324.html.stx> Luettu 23.10.2014.
- 8 Koskinen, Matias. 2011. Betonielementtirunkotyöt talviolosuhteissa. Metropolia ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.
- 9 Rinne, Vili, Ylenius Jouko. 2014., YIT Rakennus Oy, Helsinki. Haastattelu 9.9.2014.
- 10 Kaista, Pentti, ym. 1977. Betonielementtirakenteet. Helsinki: Suomenrakennusinsinöörien Liitto r.y.
- 11 Betonielementtien turvallinen asennus. Verkkolähde. <http://www.betoni.com/turvallisuusnew-page/ladattavaa-materiaalia> Luettu 25.9.2014.
- 12 Betonielementtien toleranssit. 2011. Navigaattori. YIT Rakennus Oy. Luettu 2.10.2014.

## Yläpohjarakenteen vertailukortti

### Yläpohjarakenteen vertailu

#### Kuorilaattarakenteinen yläpohja

- + Tiivis yläpohjarakenne jo ennen vesikaton valmistumista
  - + Sade- ja sulamisvesien hallittu ohjaaminen rakennuksen ulkopuolelle
  - + Kosteuden aiheuttamien lisätöiden väheneminen rakennusvaiheessa
  - + Aikatauluhyödyt, rungon kuivuminen ja väliseinätyön aloitus
  - + Holviin tehtävät kiinnitykset helpompia
- Rakenteen kustannusten nousu n. 130 %
  - Työkustannusten nousu n. 70 %
  - Ajallinen tarve n. 70 % pidempi

#### Ontelolaattarakenteinen yläpohja

- + Nopea asentaa
  - + Kustannustehokas ratkaisu
  - + Helpompi/tehokkaampi ratkaisu sähköjohdotusten kannalta
- Ei tiivis yläpohjarakenne, minkä johdosta kosteus pääsee rakenteisiin.
  - Kosteuden aiheuttamien lisätöiden määrä

