

# Paikallavaluholvin työohje



Hämeen ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Visamäki, kevät 2017

Mustafa Jasim

Visamäki  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Infra

---

<b>Tekijä</b>	Mustafa Jasim	<b>Vuosi</b> 2017
<b>Työn nimi</b>	Paikallavaluholvin työohje	
<b>Työn ohjaaja/t</b>	Hannu Elväs ja Mika Järvinen	

---

## TIIVISTELMÄ

Työn tilaaja on JM Suomi Oy. Työn tavoitteena on yhtenäistää ohjeet paikallavaluholvin tekemiseen ottaen huomioon eri vuodenaikoina vallitsevat sääolosuhteet. Tämän opinnäytetyön pohjalta laaditaan paikallavaluholvin työohjeet työmaiden käyttöön.

Osana opinnäytetyötä selvitetään ja laaditaan suunnitelma LED-työmaavalaistuskaapelin sijoittamisesta holviin. Laadunvarmistusosioon kuuluu betonin lämmön seuranta varten dataloggerin valinta. Työohjeeseen on lisätty tarkastuslista paikallavaluholvin työvaiheille sekä tietoa Schöck-parvekkeiden tuennasta.

Paikallavalurakentaminen mahdollistaa monimuotoisten suunnitelmien toteuttamisen. Paikalla valettu välipohja vaatii runkovaiheessa enemmän työnjohdollisia toimia, mutta hyvin suunniteltuna ja toteutettuna siitä saadaan etuja kuten valmiimpi lopputulos, kun mm. kylpyhuoneiden viemärit, asuntojen sähköputkitukset ja lattialämmitykset on asennettu jo runkovaiheessa. Edellä mainitut seikat vaativat tarkkaa laadunvalvontaa ja aikataulutusta jo muutenkin kiireisessä työvaiheessa.

**Avainsanat** paikallavalu, betoni, LVIS, välipohja, työohje

**Sivut** 45 sivua, joista liitteitä 10 sivua

Degree Programme in Construction Engineering  
 Visamäki

---

<b>Author</b>	Mustafa Jasim	<b>Year</b> 2017
<b>Subject</b>	Work instructions for a cast in-situ slab	
<b>Supervisors</b>	Hannu Elväs and Mika Järvinen	

---

#### ABSTRACT

This Bachelor's thesis was commissioned by JM Suomi Oy. The purpose of the thesis was to standardize the work instructions for a cast in-situ slab considering different weather conditions throughout the year. The work instructions manual for the use of the building sites will be based on this thesis.

Another aim was to find out the possibility of using steel fiber concrete to replace the use of steel in the upper layer of reinforcement and provide instructions for the installation of led light wires in the slab. The quality assurance section includes choosing a data logger for monitoring the temperature of the concrete. The work instructions include the checklist for work phases and information about the support pins of Schöck balconies.

The cast-in-situ technique allows accomplishing diversified plans. A cast-in-situ upper floor requires for more supervisory actions in the framing stage, but when well designed and accomplished, it provides advantages such as more complete results when bathroom drains, electrical conduit tubing and underfloor heating are installed already in the framing stage. The above factors require strict quality control and scheduling of the already busy operation. The biggest problems that appear are the errors occurring in installing or casting of the technical parts.

**Keywords** Cast-in-situ slab, concrete, HVAC, upper floor, work instruction

**Pages** 45 pages including appendices 10 pages

## Termejä:

Dataloggeri	Laite, joka tallentaa betonin lämpötilaa määräajoin.
In-situ	Paikan päällä.
Nimellislujuus	Betonin lujuusluokka, jonka mukaan rakenne on suunniteltu.
Elpo-hormielementti	Elementteinä asennettu nousuputkistoratkaisu.
Sandwich-elementti	Elementti, jossa ulko- ja sisäkuoret ovat betonista valmistettu ja niiden välissä on eristekerros.
LVIS	Lämpö-, vesi-, ilma- ja sähkötekniikkaan liittyvät työt.
Sewatekit	Sewatekit ovat putkien ja sähköjohtojen läpivientivalmisisia.

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	ESIMERKKIKOHDE JA KÄYTETTÄVÄT JÄRJESTELMÄT.....	6
2.1	Tarkastuslistan laatiminen työvaiheille.....	6
3	PAIKALLAVALUHOIVIN TYÖVAIHEET.....	6
3.1	Muottityö .....	7
3.1.1	Mittaus ja merkintä .....	8
3.1.2	Muottikierto .....	9
3.1.3	Muottikalusto .....	10
3.1.4	Muottisuunnitelma.....	10
3.1.5	Muottipinta ja muottien käsittely .....	10
3.1.6	Työnjohdon tarkastuslista .....	11
3.2	Raudoitus ja LVIS-asennukset .....	12
3.2.1	Pintaraudoitus .....	13
3.2.2	Lisäraudoitukset .....	14
3.2.3	Työnjohdon tarkastuslista .....	14
3.3	Valuvalmistelut.....	15
3.3.1	LED- työmaavalaistuskaapelin lisäys ja sijoitus holviin .....	16
3.4	Betonointi.....	19
3.4.1	Talvibetonointi.....	19
3.4.2	Talvibetonointitoimenpiteet .....	20
3.4.3	Lujuudenkehityksen vertailu .....	21
3.4.4	Lujuudenkehityksen seuranta .....	26
3.4.5	Laadunvalvonta betonointityössä .....	27
3.5	Jälkihoito .....	27
3.5.1	Lämmitys .....	28
4	MUOTTIEN PURKUTYÖT .....	30
5	SCHÖCK-PARVEKKEIDEN TUENTAOHJEISTUS.....	31
6	YHTEENVETO .....	34
	LÄHDELUETTELO.....	35

### Liitteet

Liite 1	Paikallavaluholvin tarkastuslista
Liite 2	JM Suomi Oy:n yhtenäinen työohje
Liite 3	As Oy Pihanurmen raudoitus-suunnitelma
Liite 4	KytKentä kaavio
Liite 5	As Oy Metsäkedon sekä Pihanurmen runkoaikataulu
Liite 6	Maestron LED-valaistussuunnitelma

## 1 JOHDANTO

JM Suomi Oy kuuluu ruotsalaiseen JM-konserniin, joka rakentaa asuntoja Ruotsissa, Norjassa ja Suomessa. Yrityksen toiminta alkoi Suomessa vuonna 2006 nimellä JM Suomi Oy, ja se on ollut siitä asti mukana kehittämässä pääkaupunkiseudun asuntotuotantoa.

Tämän työn tavoitteena on laatia tilaajalle yhtenäiset ohjeet paikallavalettun välipohjan toteuttamiseen. Opinnäytetyössä esimerkkinä käytetään 280 mm paksua paikallavalettua välipohjarakennetta.

Paikallavaluholvin tekeminen sisältää muotti-, raudoitus ja- LVIS-asennukset sekä betonointityöt. Paikallavalutekniikka oli Suomessa yleisesti käytetty ennen 1970-luvun alkua, jolloin tapahtui voimakas elementtirakentamisen läpimurto. Paikallavalurakentamisen uusi esiintulo ja kehitysaalto voimistuivat jälleen viime vuosisadan loppupuolella. Paikallavalutekniikka on yleisin rakentamistapa maailmassa.

JM Suomi Oy käyttää paikallavalutekniikkaa välipohjan toteuttamisessa mm. siitä syystä, että elementtien hinnat ovat markkinasta riippuvaisia ja paikallavalutekniikka osaltaan pienentää tätä riskiä. Paikallavalutekniikkaa käyttäen työaikaisen veden hallinta on helpompaa ja jälkitöitä kuten piikattavaa ja paikattavaa on vähemmän. Asiakkaiden tyytyväisyys on myös vaikuttava tekijä, sillä paikallavalettu välipohja on ääniteknisesti hyvä ratkaisu.

## 2 ESIMERKKIKOHDE JA KÄYTETTÄVÄT JÄRJESTELMÄT

Esimerkkikohteina tässä selvityksessä on käytetty As.Oy Helsingin Kesäniityä ja As.Oy Helsingin Pihanurmea ja Metsäketoa. Kohteet ovat JM:n perustuotantoa ja keskenään samantyyppisiä perusratkaisuiltaan. Alapohja on tuulettuva ja ontelolaattarakenteinen, loput kolmen kerroksen lattiat ja yläpohja ovat paikallavalettuja. Seinät ovat betonielementtejä, ulkoseinät sisäkuorielementtejä ja parveketaustat sandwich-elementtejä. Putkihormit ovat elpo-hormielementtejä ja porrastasot ovat massiivilaattaelementtejä.

### 2.1 Tarkastuslistan laatiminen työvaiheille

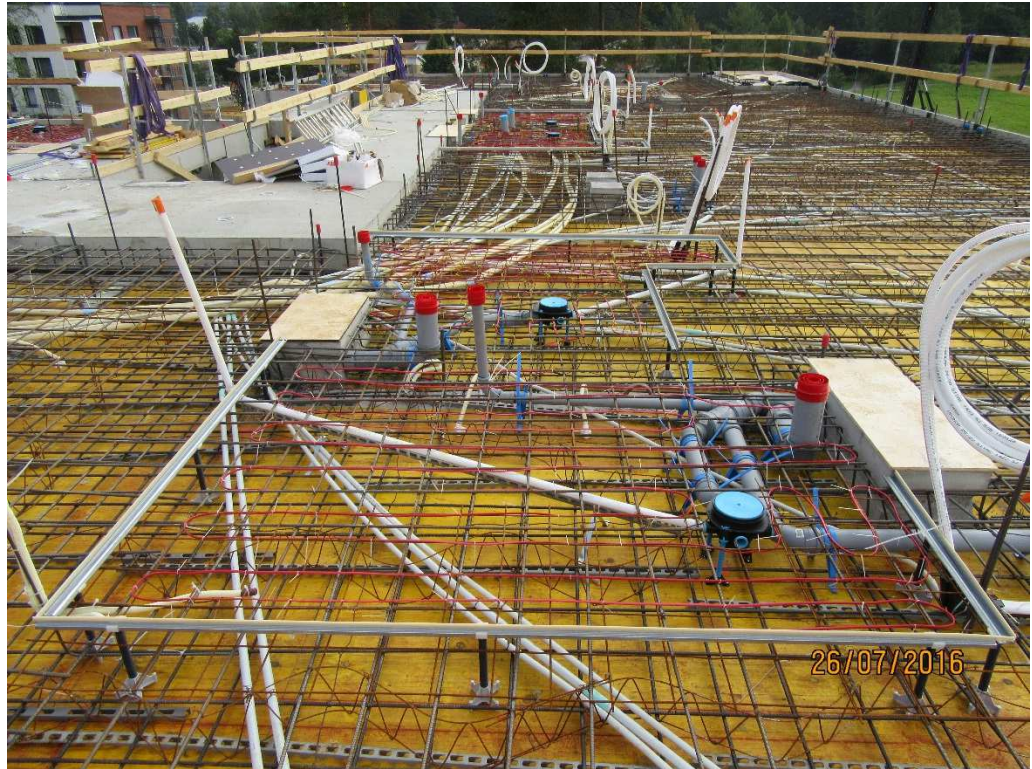
JM Suomi Oy on laatinut tarkastuslistan, joka etenee työjärjestyksessä ja koostuu paikallavaluholvin kolmesta päätyövaiheesta eli muotti-, raudoitus- ja LVIS-töistä. Työnjohdon tehtävänä on tutustua ennen työhön ryhtymistä listassa esitettyihin kohtiin, jotta työn edetessä kaikki mahdolliset tarkastuskohteet tulevat läpikäytyiksi.

Tämä tarkastuslista on lisätty JM Suomi Oy:n käyttämään mobiiliapplikaatioon, johon työnjohdon on mahdollista kirjaututtua sisään ja kuitata tarkistetuksi tai tehdyksi jokainen listassa esitetty tarkastettava kohta.

Tarkastuslistan avulla dokumentointi yksinkertaistuu, mahdolliset virheet minimoidaan ja lisäksi parannetaan laadunvarmistusta. Tässä opinnäytetyössä tarkastuslista on esitetty jokaisen työvaiheen alla ”Työnjohdon tarkastuslista” -osiossa. Tarkastuslista on tämän opinnäytetyön liitteenä (Liite 1).

## 3 PAIKALLAVALUHOLVIN TYÖVAIHEET

Paikallavaluholvin työvaiheisiin kuuluvat muottityö, raudoitus, LVIS, betonointi sekä muottien purku ja huoltaminen. Kuva 1 on As.Oy Metsäkeden 3. krs:n holvista, joka on lopullista tarkastusta ja betonointia vaille. Koska paikallavaluholvin työvaiheet ovat haastavia kokeneimmillekin rakentajille, tulee työntekijöillä olla riittävä kokemus ja pätevyys työn suorittamiseksi. Työvaiheiden eteneminen on sujuttava suunnitelmien mukaan, ja työnjohdon tehtävä on pitää siitä huoli. Työnjohdolla on käytössä apuvälineenä tarkastuslista, josta on syytä tarkistaa kriittisimmät työsuoritukset työturvallisuuden sekä halutun lopputuloksen varmistamiseksi. (Räisänen 2017).



Kuva 1. Paikallavaluholvi ennen valua.

### 3.1 Muottityö

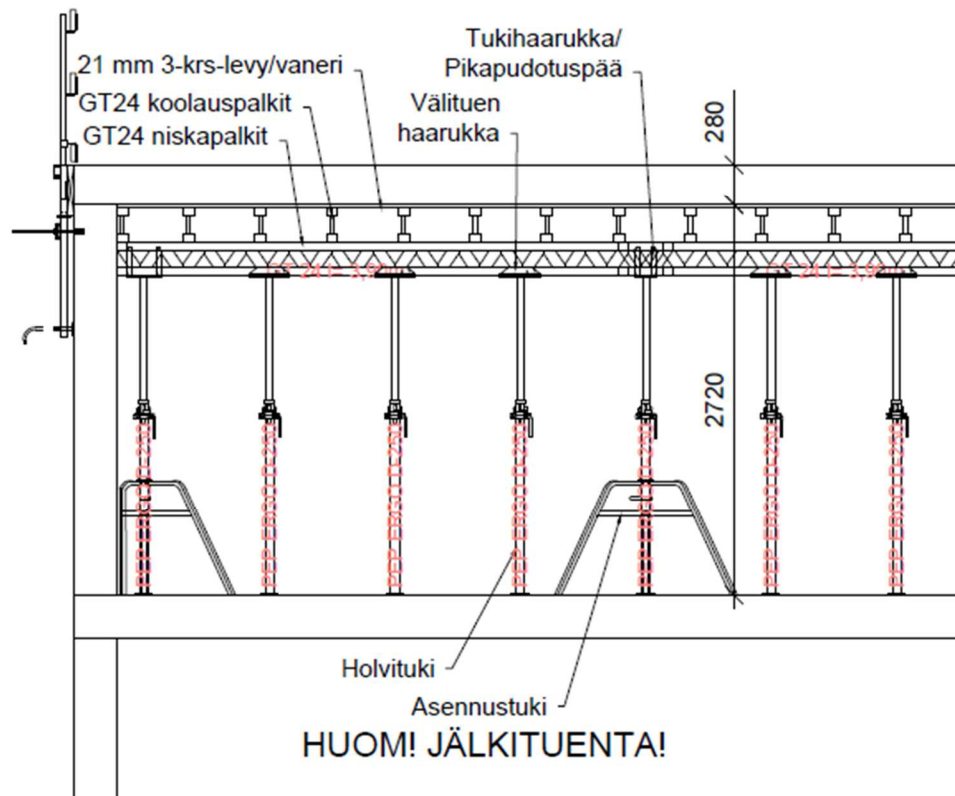
Muottityö tehdään muottikaluston vuokraajan tekemän muottisuunnitelman mukaan. Muottien tehtävä on tukea betonivalua, kunnes betoni on saavuttanut vähintään 60 % nimellislujuudesta. Holvimuottijärjestelmän ensimmäiseen vaiheeseen kuuluu päätukien pystytys. Tukihaarukat asennetaan päätukiin, mikä helpottaa huomattavasti niskapalkkien asennusta.

Päätuet on asennettava pystyyn asennustukien avulla, jotta ne pysyvät pystyssä ennen palkkien asentamista. Kun päätukien pystytysvaihe on valmis, niskapalkit nostetaan paikoilleen tukiharukoihin. Tukihaarukan tehtävä on pitää niskapalkki pystyssä. Tämän jälkeen tarkistetaan tasolaserilla, että niskapalkit on asennettu oikeaan korkoon. Seuraavaan vaiheeseen kuuluvat koolauspalkkien asentaminen paikoilleen ja muottilevyjen naulaaminen koolauspalkkeihin.

Viimeisenä asennetaan välituet välituen haarukan avulla. Näin ollen välitukea ei tarvitse naulata niskapalkkiin. Muottikaluston lukitus ja suunnitelmanmukaisuus on tarkistettava ennen holvimuotin rasiutusta. Kuvassa 2 on periaateleikkaus As.Oy Metsäkedon 2. krs:n holvituennasta. (Pohjonen, 2014, s. 18)



## PERIAATELEIKKAUS



Kuva 2. Periaateleikkaus holvituen (PERI Suomi Ltd Oy n.d.).

### 3.1.1 Mittaus ja merkintä

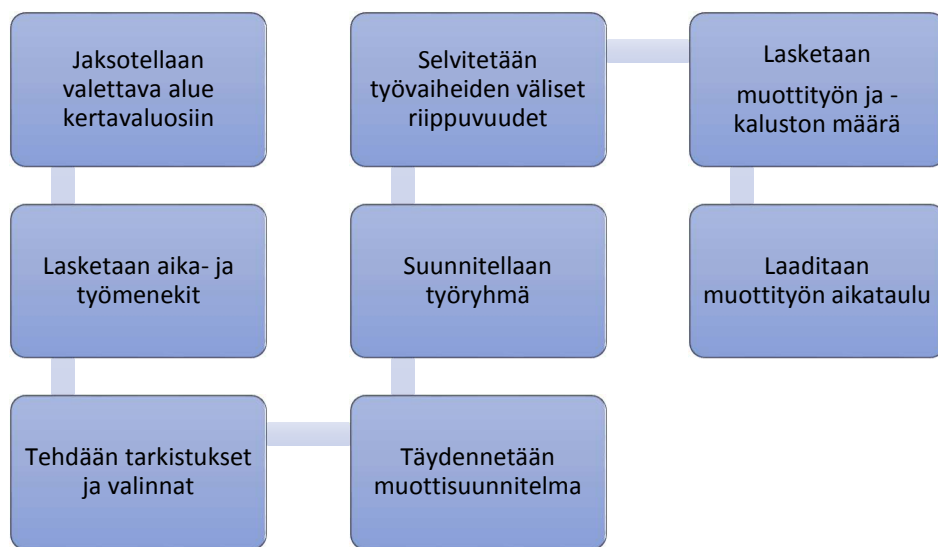
Valmiiseen muottiin merkitään aina alapuolella olevan kerroksen väliseinät sähköputkituksia varten sekä tekeillä olevan kerroksen kylpyhuoneet kaatovalu- ja putkihajotuksia varten. Merkinnot tehdään ”räpsylangalla” eli käyttämällä värilankaa, jolla voidaan piirtää suoria viivoja nopeasti. Lankaa käyttämällä langan väriaine jää valun ja muotin purkamisen jälkeen näkyviin, mistä saadaan myös samalla merkit kevyitä väliseiniä varten. Lisäksi alapuolisten asuntojen sähkökeskusten paikat merkitään ja mitataan paikalleen, samoin sewatek-läpiviennit mitataan ja asennetaan tässä vaiheessa. (Räisänen 2017).

Esimerkkikohteissa työmaalla muitakin töitä suorittava mittakirvesmies suoritti mittaukset, merkinnot ja sewatek-asennukset. Työvaihe kannattaa aloittaa heti, kun valmista muottipintaa on asennettu, jotta seuraava työvaihe pääsee alkuun ilman viivettä. Muotti öljytään merkkaamisen jälkeen. (Räisänen 2017).

### 3.1.2 Muottikierto

Muottikierto suunnitellaan työmaalla etukäteen. Jotta muottikalustojen kierto saadaan jatkuvaksi ja keskeyttämättömäksi, on vaakarakenteiden muottimäärä oltava useimmiten 3- tai 4-kertainen valualueeseen nähden sen mukaan, kuinka paljon aikaa muottikierrossa on varattava muotin asennukseen, raudoitukseen ja talotekniikan asennukseen, valuun ja betonin kovettumiseen purkulujuuteensa sekä muotin purkuun ja siirtoon. Muottikierron suunnittelun vaiheet on esitetty taulukossa 1. (Suomen Betoniyhdistys r.y., 2004, s. 239)

Taulukko 1. Muottikierron suunnittelun vaiheet (Suomen Betoniyhdistys r.y., 2004, 239.).

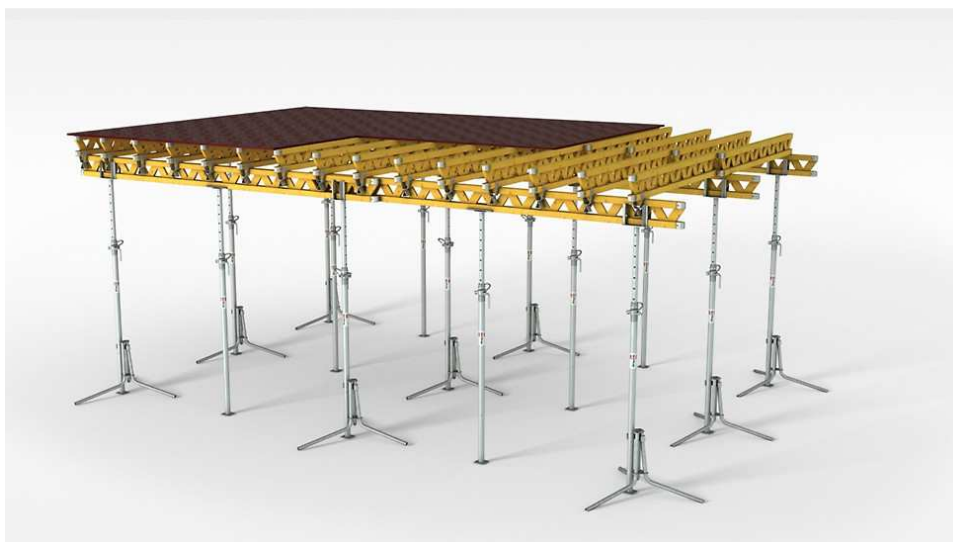


Muottikierron aikana muotit pystytetään rakenteen valmistamiseksi, puretaan, kun betoni saavuttaa muotinpurkulujuuden, ja pystytetään uudelleen, jotta voidaan rakentaa seuraavaa välipohjaa. Muottikierron aikana muotti mitataan paikalleen, pystytetään ja raudoitetaan, siihen asennetaan varaukset ja LVIS-asennukset ja se betonoidaan.

Betonin saavutettua 60 % nimellislujuudesta muotti irrotetaan sekä huolletaan puhdistamalla ja öljyämällä. Muottien huoltotoimenpiteiden jälkeen muotit siirretään uuteen kohteeseen. Runkoaikataulusuunnittelussa on otettava huomioon jokaisessa työvaiheessa suorittavia toimenpiteitä ja niiden kestot. As.Oy Metsäkedon ja Pihanurmen runkoaikataulu on tämän opinnäytetyön liitteenä (Liite 2).

### 3.1.3 Muottikalusto

Paikalla valetun laatan muottina esimerkkikohteissa käytettiin PERIn kolmikerroslevyä ja holvituki-/palkki-tuentakalustoa (Kuva 3). Tuet vuokrattiin ja kolmikerroslevyt ostettiin. Kun Levyt puhdistettiin ja öljyttiin jokaisen käyttökerran jälkeen, niitä pystyi käyttämään kahdeksan kertaa saavuttaen riittävän laadukkaan lopputuloksen Räsänen 2017).



Kuva 3. PERIn muottikalusto (Peri Suomi Ltd Oy n.d.).

### 3.1.4 Muottisuunnitelma


Esimerkkikohteiden muottisuunnitelman toimitti muottikaluston vuokraaja. Muottisuunnitelmassa otetaan huomioon työryhmät ja niiden määrät. Valituille muottikalustoille laaditaan muottisuunnitelma, jossa suunnitellaan muottityön eteneminen ja muottikierto siten, että saadaan optimoitua kalustomäärät oikeiksi. Lisäksi tutkitaan muottien varastointi, nosto- ja siirtomenetelmät, asennusjärjestys, lämmitys- ja suojausmenetelmät sekä jälkituentakaluston tarve. (Suomen Betoniyhdistys r.y., 2004, s. 238).

### 3.1.5 Muottipinta ja muottien käsittely

Riittävän laadukkaan betonipinnan saavuttamiseksi tulee muottipinnat puhdistaa jokaisen valukerran jälkeen. Painevedellä ja harjaamalla tehty muottipinnan pesu auttaa vain välittömästi muottipurun jälkeen tehtynä. Myös muotin runko pitää puhdistaa, jotta muottisaumat saadaan tiiviiksi ja tasaisiksi. Likainen muottirunko aiheuttaa valupurseita ja hammastuksia betonipintaan, jotka saattavat olla hankalia korjata myöhemmässä työvaiheessa. Muotiniirrotusaineiden tehtävä on estää betonin tarttuminen muottiin. Tämän takia myös runkorakenteet, ei ainoastaan valupinnan alue, pitää öljytä. (Suomen Betoniyhdistys r.y., 2004, s. 213).

### 3.1.6 Työnjohdon tarkastuslista

Muottipinnan tarkastuslistassa mainittavat kohdat ovat sellaisia, joihin työnjohdon on kiinnittävä huomiota (Kuva 4). Virheiden välttäminen ei ainoastaan paranna työturvallisuutta, vaan se säästää myös aikaa ja kustannuksia, sillä vältettyjä virheitä ei tarvitse korjata myöhemmässä työvaiheessa. Työnjohdon on esimerkiksi tarkistettava, että väliseinien 10 mm:n korko muottipinnan yli toteutuu kuvan 5 mukaisesti.



## Muottipinnan tarkastuslista

- ✓ Muottipinta on puhdas ja öljytty
- ✓ Muottivanerissa väliseinät merkattu: sähköurakoitsijalle alapuoliset ja putkimiehelle yläpuoliset seinät
- ✓ Väliseinien korko 10mm yli muottipintaa (kuva 4)
- ✓ Topparit asennettu, reunat ja saumat teipattu ja kitattu
- ✓ Muotit on tuettu tuentasuunnitelman mukaan
- ✓ Valun ajaksi pääsy valulohkon alle on estetty
- ✓ Ennen raudotteiden asentamista muottiin raudotteet puhdistetaan ja samalla tarkistetaan, että tarvittavat kotelot, läpimenot ovat asennettu
- ✓ Muottityössä käytettävä alumiini tai rosteri nauvoja

Kuva 4. Muottipinnan tarkastuslistan avulla varmistetaan, että olemme valmiina siirtymään paikallavaluholvin seuraavaan työvaiheeseen (JM Suomi Oy:n tarkastuslista n.d.).



Kuva 5. Väliseinän korko 10 mm yli muottipinnasta.

### 3.2 Raudoitus ja LVIS-asennukset

Pohjaraudoitus on kauttaaltaan raudoitettu 200 x 200 -kokoinen verkko. Rullaraudoitteita käytettäessä verkko koostuu x- ja y-suuntaisista rullista (Liite 3). Rullat levitetään suunnitelman mukaan auki tankovälikkeiden päälle ja ne sidotaan yhteen. Kun pohjaraudoitus on asennettu, asennetaan reunapussit ulkoseinille sekä raudoitetaan hormien ja aukkojen reunaraukoitus suunnitelmien mukaisesti.

Tämän jälkeen voidaan aloittaa LVIS-varauksien ja asennuksien tekeminen. LVIS-asennuksiin kuuluvat mm. alakerran valaisimien sähkövedot sekä viemäri- ja putkilinjat. Viemärihaaroitukset on asennettava oikeaan korkoon ja ne on syytä tukea kunnolla, jotta ne eivät pääse liikahtamaan betonoinnin johdosta yli sallitun rajan. Viemärihajotusten kannakkeina voi käyttää Uponorin valutukia 50 mm:n, 75 mm:n ja 100 mm:n putkissa. Kuvassa 6 on Uponorin valutuki, jonka voi käyttää 32 mm:n putkien kannakointiin eli viemäriputkien tukemiseen valun kovettumiseen asti. (Räisänen, 2017).



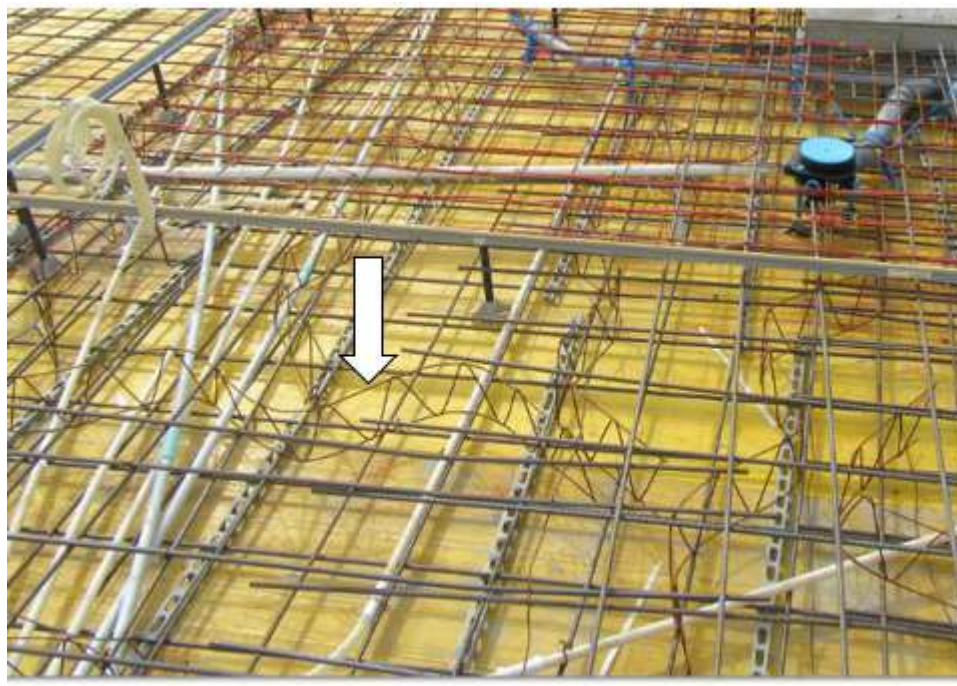
Kuva 6. Viemäriputkien kannakkeina voi käyttää Uponorin valutukia.

Heti pohjaraudan jälkeen asennetaan putkihajotukset ja sähköputkitukset. Putkihajotusten kannakointiin tulee kiinnittää huomiota. Asennuksessa käytetään Uponorin valmisosia ja kaivoja, missä itsessään on tukevat säätöjalat. Viemärit asennetaan suunnitelmien mukaan ja kannakoidaan muottilevyyn. Kiinnikkeinä kannattaa käyttää naulattavia kiinnikkeitä, jotta muottilevyt pysyvät mahdollisimman ehjinä purkuvaiheessa.

Vesijohdot levitetään suunnitelmien mukaan pohjaraudan päälle, nostetaan suunniteltuun nousupaikkaan ja kiinnitetään pohjarautaan kiinniteyllä tukiraudalla. Sähköputkitukset asennetaan pohjaraudan päälle ja kiinnitetään sidelangoin verkkoon. Huomiota tulee kiinnittää siihen, että putkia ei laatan poikkileikkauksessa ole nippuina, vaan putkia hajautetaan suuremmalle alalle, jotta laatan lujuus poikkileikkauksessa ei heikkene. (Räisänen 2017).

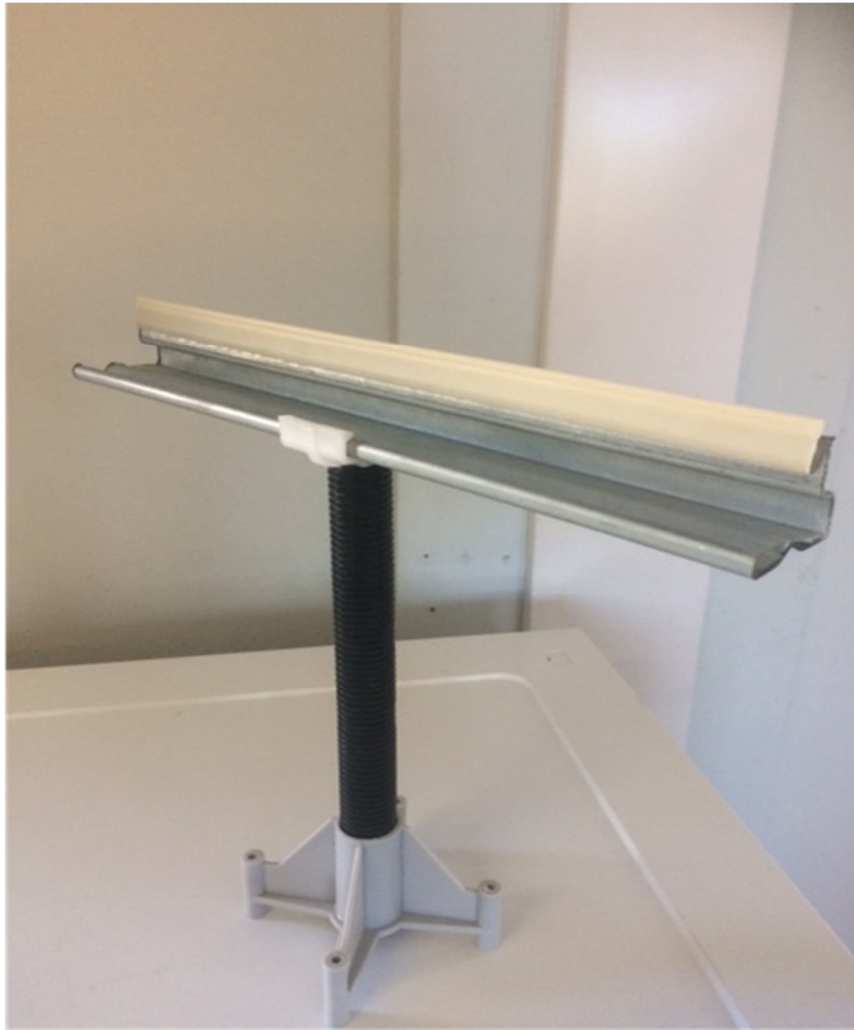
### 3.2.1 Pintaraudoitus

Pintarautaa aletaan asentaa putki- ja sähköputkitusten perässä. Esimerkkikohteissa käytettiin Okarian Z -välikettä, joka sidotaan kiinni pohjarautaan (Kuva 7). Välkkeiden päälle rullataan auki raudoitusrullat pohjaraudan tapaan. Esimerkkikohteesta pintaraudoitusta ei ollut suunniteltu kauttaaltaan, vaan pelkästään osille, joissa laatan pintaan kohdistuu vetoa. Suurpiirteisesti suunnitelmiin tarkemmin kantaa ottamatta pintarauta asennetaan neljä metriä leveinä kaistoina kantavien väliseinien päälle. Pintarauta tulee sitoa hyvin kiinni kannakkeisiin, jotta raudoitus ei nouse valuvaiheessa pintaan.



Kuva 7. Okarian Z-välkkeet.

Pintaraudoituksen jälkeen asennetaan kylpyhuoneiden kaatolattioiden valukiskot (Kuva 8) ja pintaverkko lattialämmityskaapeleiden kiinnitystä varten. Valukiskoina esimerkkikohteissa käytettiin Okarian-valukiskojärjestelmää (Räisänen 2017).



Kuva 8. Kylpyhuoneiden kaatolattioiden L-valukisko.

### 3.2.2 Lisäraudoitukset

Rakennesuunnittelija määrittelee lisäraudoituksia tarvittaessa suurimmalle rasitukselle altistuvat kohdat laatussa; tällaisia ovat esimerkiksi aukot tai tuettomat reunat. Ulokeparvekkeiden kohdalle asennetaan rakennesuunnittelijan määräämät lisäraudoitteet yläpintaan (Räisänen 2017).

### 3.2.3 Työnjohdon tarkastuslista

Tähän osioon on eritelty paikallavaluholvin rauditus- ja LVIS-asennuksien työvaiheessa tarkastettavat kohdat, joihin työnjohdon on kiinnitettävä erityisesti huomiota virheiden välttämiseksi (Kuva 9).



### Raudoitus ja LVIS-asennuksien tarkastuslista

- ✓ Raudoitus on toteutettu suunnitelmien mukaan
- ✓ Raudoitteiden betonipeitteen paksuus on suunnitelmien mukainen
- ✓ Kulmissa raudoituksen korko ei ylity
- ✓ Parvekkeiden, laattojen, portaiden ym. liittymien paikat toteutettu suunnitelmien mukaan
- ✓ Korot on selvästi merkattu ja käyty läpi mittamiehen ja betonointi urakoitsijan kanssa
- ✓ Läpimenot ja varaukset asennettu suunnitelmien mukaan; esim. sewatekit, IV-lähdöt ym.
- ✓ KPH-valukiskot asennettu oikeaan korkoon ja tuettu hyvin
- ✓ KPH-kaivo asennettu -40mm valmiista pinnasta, pieni wc -20mm
- ✓ Viemäriputket kannakoitu ja tuettu hyvin
- ✓ Sähköasennus toteutettu suunnitelmien mukaan

Kuva 9. Raudoitus ja LVIS-asennuksien tarkistamisen jälkeen voidaan valmistautua betonointiin (JM Suomi Oy:n tarkastuslista n.d.).

### 3.3 Valuvalmistelut

Valua valmisteleviin töihin kuuluvat vielä vesijohtojen nosto irti valupinnasta harjateräksestä tehtävillä L-raudoilla, sitominen pystyrautaan ja sijainnin tarkistus. Vesijohtoja nostetaan L-raudoilla, jotta ne pysyvät valun yläpuolella betonin kovettumiseen asti (Kuva 10). Kaivojen oikeat korot tulee säätää ja varmistaa, että valusta nousevat pystyviemäriosat, vesijohdot ja lattialämmitysten putket ovat oikeassa sijainnissa. Ennen valua tarkistetaan kaikkien työvaiheiden valuvalmius, laatu ja suunnitelmienmukaisuus (Räisänen 2017).





Kuva 10. Vesijohtojen nosto L-raudoilla.

### 3.3.1 LED- työmaavalaisuskaapelin lisäys ja sijoitus holviin

LED-työmaavalaisimia kehitetään kestäviksi ja energiatehokkaiksi, sillä niiden pitäisi säästää energiaa noin 70 % loisteputkiin verrattuna. JM Suomi Oy kokeili LED-valaistusjärjestelmää Mestarin työmaalla Leppävaarassa.

Huoneistojen ja rappukäytävien kattoihin oli ripustettu 48V LED-valaisimia. Poistumisreiteille oli varattu 48-volttisia akkuvarmennettuja LED-valaisimia, joiden akkuvirta olisi riittänyt valaisemaan rappukäytäviä noin puolen tunnin ajan sähkökatkon sattuessa. Kuvassa 13 on vastaavanlaisia valaisimia.

JM Suomi Oy:n tähtäimessä on sijoittaa LED-valaistuskaapelit Maestron kohteessa paikallavaluholviin. Alustavan suunnitelman mukaan olohuoneisiin tullaan asentamaan 21W/48VAC-tehoisia LED-valaisimia ja rappukäytävälle 21W/48VAC-tehoisia akkuvarmennettuja LED-työmaavalaisimia. Olohuoneiden valaistuskaapelit johdetaan rappukäytävälle, joita liitetään sarjaan IP67-liittimellä (Kuva 12). Valaisimet yhdistetään 1500 VA

230/48V-muuntajaan sähköpääkeskuksen kautta (Kuva 11). Maestron LED-työmaavalaistussuunnitelma perustuu kytkentäkaavioon (Liite 4).

Akkuvarmennettujen LED-valaisimien valaistuskaapeli asennetaan katon pintaan roikkumaan kuten Mestarin kohteessa. Rappukäytävän LED-valaisimet liitetään erillisen 630 VA 230/48V -muuntajan kautta sähköpääkeskukseen. Maestron LED-valaistussuunnitelma on tämän opinnäytetyön liitteenä (Liite 5). (Lamberg & Viitapohja, 2017)



Kuva 11. LED työmaavalaistimien muuntaja 1500VA.



Kuva 12. Valaistuskabelin liitos (EL & Site n.d.).



Kuva 13. LED työmaavalaisimet.

### 3.4 Betonointi

Rakennustyömaalla betonityön suoritusta johtaa betonityönjohtaja, jonka on oltava työmaalla koko betonoinnin ajan ja valvottava työvaihetta. Lämpimän ja kuivan kauden aikana on hyvä kastella tai öljytä muotteja, jotta ne eivät ime vettä betonista.

Paikallavaluholvin betonointi suoritetaan nostoastialla tai pumppuautolla. Talviolosuhteissa ei suositella nostoastian käyttöä, sillä betonin siirto nostoastialla sujuu huomattavasti hitaammin, mikä laskee betonin lämpötilaa. Betonointi tehdään yleensä pumppaamalla betonimassaa holviin laidasta laitaa järjestelmällisesti, minkä jälkeen betonia tiivistetään sauvatäryttimellä. Sauvatäryttimen tehtävä on poistaa ilmakuplat betonimassasta. Tiivistämisen jälkeen tulee betonipinnan korko tarkistaa tasolaserin avulla. Turhia taukoja on vältettävä betonointityövaiheen aikana. Valua suojataan mieluiten samalla kuin betonointityöt etenevät.

#### 3.4.1 Talvibetonointi

Tavibetonointi onnistuu parhaiten siten, että ensin tehdään lämmön- ja lujuudenkehitykseen laskelmat, joita varmennetaan valetusta rakenteesta tehdyllä työnaikaisella lämpötilan seurannalla. Mikäli halutaan saavuttaa haluttua lujustasoa nopeammin, valitaan nopeammin kovettuvaa betoni-laatua tai tehostetaan lämmitystä ja suojausta. Kovettuvan betonin lujuuskehitys riippuu ratkaisevasti lämpötilasta. Ulkoilman lämpötilan ollessa alhainen vaaditaan erikoistoimia, jotta betoni saisi riittävästi lämpöä kovettuakseen moitteettomasti.

Talvibetonointityöhön kannattaa varautua, kun vuorokauden keskilämpötila laskee alle +5 °C:een. Etelä-Suomessa talvibetonointikausi kestää yhdeksän kuukautta syyskuusta aina toukokuuhun (Kuva 14). Tuore betoni ei saa jäähtyä alle 0 °C:een ennen kuin se on saavuttanut jäätymislujuuden 5 MN/m<sup>2</sup>. Betoni ei koskaan lujitu kunnolla, jos se pääsee jäätymään ennenaikaisesti. Useimmin betonirakenteen riittävän nopea kovettuminen vaatii betonilta + 20 °C:n tai korkeampaa lämpötilaa.

Äärimmäiset sääolosuhteet hidastavat rakennustyötä ja aiheuttavat keskeytyksiä. Sään haittavaikutuksia voidaan minimoida hyvällä ennakkosuunnittelulla. Säätilastojen perusteella on arvioitu, että keskilämpötila nousee ja sateisuus lisääntyy erityisesti talvella; nämä seikat kannattaa ottaa huomioon ennakkosuunnittelun aikana. Tarvittaessa rakentajat voivat saada paikkakuntakohtaisia sääennusteita lyhyille aikaväleille sääraKENNUSPALVELUILTA.

Keskilämpötila (°C)	Havaintoasema											
	Helsinki-Vantaan lentoasema	Jyväskylän lentoasema	Kaarina Yhtiöinen	Lahti Laune	Lappeenranta lentoasema	Rovaniemen lentoasema	Seläjäjoki Pelmaa	Sikajoki Revonlahki	Tampere-Pirkkalan lentoasema	Tohmajärvi Kemie	Utsjoki Kevo	Vaitimo Kk
Loka*	5,2	3,2	5,7	4,2	3,9	0,1	3,9	2,8	4,7	3,0	-1,2	2,3
Marras*	0,1	-2,2	1,0	-0,8	-1,4	-6,1	-1,4	-3,1	-1,0	-2,9	-8,9	-3,7
Joulu*	-3,2	-6,4	-2,8	-4,8	-5,2	-10,0	-5,3	-7,3	-4,6	-7,3	-12,9	-8,7
Tammi	-5,0	-8,3	-4,4	-6,4	-7,5	-11,3	-6,9	-9,3	-6,4	-9,6	-14,0	-10,7
Helmi	-5,7	-8,5	-5,3	-7,0	-7,8	-10,8	-7,2	-9,0	-6,9	-9,6	-12,8	-10,4
Maalis	-1,9	-3,8	-1,8	-2,7	-3,0	-6,1	-3,1	-4,5	-2,8	-4,2	-8,2	-4,9
Huhti	4,1	2,2	3,7	3,5	3,2	-0,2	3,0	1,7	3,3	1,9	-2,5	1,2
Touko	10,4	8,9	9,8	10,1	10,1	6,3	9,1	7,9	9,7	8,8	3,7	8,2
Kesä	14,6	13,7	14,3	14,4	14,6	12,2	13,8	13,1	14,1	13,8	9,6	13,6
Heinä	17,7	16,5	17,2	17,2	17,6	15,2	16,3	15,9	16,9	16,5	13,1	16,4
Elo	15,8	14,1	15,8	15,1	15,4	12,5	14,3	13,5	15,0	13,9	10,7	13,7
Syys	10,7	8,8	10,9	9,7	10,0	7,1	9,3	8,4	9,8	8,8	5,7	8,5

Kuva 14. Kuukausien keskilämpötilat eri puolella Suomea (Ilmatieteen laitos n.d.).

### 3.4.2 Talvibetonointitoimenpiteet

Ennen valuvaihetta tulee muotit, rauditus, LVIS ja muottialusta puhdistaa vesihöyryllä lumesta ja jäästä. Talvibetonoinnissa (+5 °C - +15 °C) käytetään tyypillisesti nopeasti kovettuvaa betonia johtuen sen ominaisuudesta kehittää kovettuessaan runsaasti lämpöä. Tarpeeksi korkea lämpötila nopeuttaa betonin lujuuden kehitystä ja muotin purkulujuuden saavuttamista talviolosuhteissa. Muita keinoja lujuudenkehityksen nopeuttamiseksi ovat lujuusluokan nostaminen C25/30:sta C30/37:ään ja +30 °C:een lämmitetyn betonin käyttö. Suurimmat lujuudenkehitykseen vaikuttavat tekijät ovat vesi-sementtisuhte, lämpötila ja sementtilaatu. Kylmäsiltojen poistamiseksi lämmitetään liittyvät rakenteet ja suojataan valua tehokkaasti pakkaselta. Kohdassa 1.5.4 on vertailu normaalin rakennebetonin ja nopeasti kovettuvan Rapid-betonin välillä talviolosuhteissa. Taulukossa 2 on esitetty, kuinka betonin laatu ja lämmitys vaikuttavat talviolosuhteissa muotin purkulujuuden saavuttamiseen.

Taulukko 2. Betonin laadun ja lämmityksen vaikutukset muotin purkulujuuden saavuttamiseen.

Muottien purkulujuuteen tarvittava aika	Betoni	Lämmitys ja suojaus
1...2vrk	Normaalisti kovettuvan betonin lujuusluokka on korotettava	Betonin lämmitys ja suojaus
	Normaalisti kovettuvan betonin lujuusluokka on korotettava	Betonin lämmitys ja suojaus
	Kuumabetoni	Reuna-alueiden lämmitys, suojaus
≥ 3 vrk	Normaalisti kovettuva betoni	Tehokas lämmitys ja suojaus
	Kuumabetoni	Reuna-alueiden lämmitys, suojaus

### 3.4.3 Lujuudenkehityksen vertailu

Tämä vertailu on teoreettinen ja vain suuntaa-antava. Vertailun päämäärä on selvittää, kuinka eri betonilaadut kehittävät lämpöä ja missä ajassa ne saavuttavat muotinpurkulujuutensa. Betonin lujuus todetaan ensisijaisesti betonista mitattujen lämpötilojen avulla. Mittaukseen voidaan käyttää perinteisiä lämpömittareita, joilla mittaaminen tapahtuu betoniin asetetuista putkista tai elektronisilla mittareilla betoniin asennettujen antureiden avulla.

Laskelmat perustuvat Sadgroven-menetelmään, jossa käytetään betonista mitattuja lämpöarvoja. Vertailun ensimmäisessä esimerkissä on käytetty normaalisti kovettuvaa betonilaatua K-30 (Kuva 15). Betonin lujuudenkehitys ja lämpökäyrä näkyvät kuvassa 16.

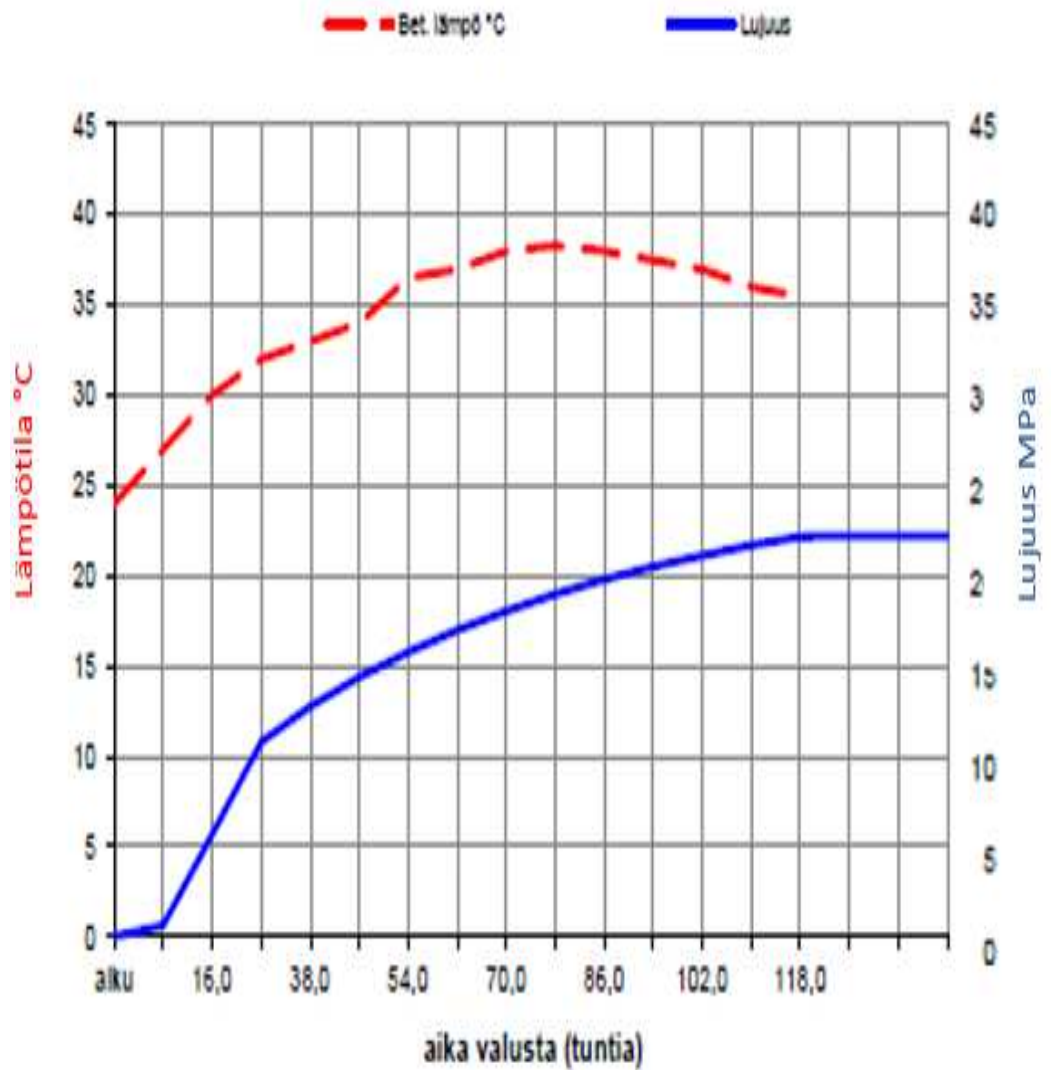
Toisessa esimerkissä on käytetty nopeasti kovettuvaa K-40 Rapid -betonilaatua (Kuva 17). Valutyöt sijoittuvat esimerkeissä helmikuulle, jolloin tilastojen mukaan keskilämpötila on noin -5,7 °C. Oletuksena on se, että valut on suojattu ja lämmitetty.

Vertailun tuloksien perusteella Rapid K-40 -betoni saavuttaa 5 MPa:n jäätymislajuuden kahdeksan tunnin kuluttua, mikä on puolet nopeammin kuin normaalisti kovettuva K-30-betoni (Kuva 18). Rapid K 40 -betoni saavuttaa 60 % nimellislajuudesta 1,25 vuorokaudessa, kun taas normaalisti kovettuva betoni saavuttaa saman lujuuden 2,92 vuorokaudessa.

$T_{20} = \text{Summa } [((T_i + 16) / 36)^2 \times t_i]$ (Sadgrove)		$T_i = \text{Betonin lämpötila aikana } t_i \text{ (}^\circ\text{C)}$ $t_i = \text{ajanjakso [d] lämpötilassa } T_i$						
Laadunarv. ikä	3 d enittäin nopeasti kovettuva betoni (3d = 100% lujuus) 7 d nopeasti kovettuva betoni (7d = 100% lujuus) 28 d normaalisti kovettuva betoni (28d = 100% lujuus)							
Työmaa	As Metsäketo Oy							
Lujuusluokka K	30							
Betonilaatu	Normaalisti kovettuva betoni		28 d					
Kohde, valuosa	2.krs Holvi							
Valu pvm	01.02.2017							
aika [h]	Bet. lämpö $^\circ\text{C}$	keskilämpö $^\circ\text{C}$	vrk	yht. vrk	Kypsyysikä $T_{20}$	$T_{20}$ yht	% K	MPa
alku	24,0	-	-	-	-	-	-	-
8,0	27,0	25,5	0,33	0,33	0,44	0,44	2 %	1
16,0	30,0	28,5	0,33	0,67	0,51	0,95	19 %	6
30,0	32,0	31,0	0,58	1,25	0,99	1,95	36 %	11
38,0	33,0	32,5	0,33	1,58	0,81	2,55	43 %	13
46,0	34,0	33,5	0,33	1,92	0,63	3,18	48 %	14
54,0	36,5	35,3	0,33	2,25	0,68	3,86	53 %	16
62,0	37,0	36,8	0,33	2,58	0,72	4,57	57 %	17
70,0	38,0	37,5	0,33	2,92	0,74	5,31	60 %	18
78,0	38,3	38,2	0,33	3,25	0,75	6,06	63 %	19
86,0	38,0	38,2	0,33	3,58	0,75	6,82	66 %	20
94,0	37,5	37,8	0,33	3,92	0,74	7,56	68 %	20
102,0	37,0	37,3	0,33	4,25	0,73	8,29	70 %	21
110,0	36,0	36,5	0,33	4,58	0,71	9,00	72 %	22
118,0	35,5	35,8	0,33	4,92	0,69	9,69	74 %	22
126,0			0,33	5,25	0,07	9,75	74 %	22
Mitattu maksimilämpötila 38 $^\circ\text{C}$ ajanhetkellä 78 tuntia. Puristuslujuus mittauksen lopussa 22 MPa.								

Kuva 15. K-30 normaalisti kovettuva betoni saavutti 60 % nimellislujudesta 2,92 vuorokaudessa.

## Betonin lämmön- ja lujuudenkehitys



Teoreettisen laskelman tulosten käyttö on aina työmaan vastuulla!

04.05.2017

Laatija:

Mustafa Jasim

Kuva 16. K-30 betoni saavutti 5 MPa:n jäätymlujuuden noin 16 tunnissa.



$T_{20} = \text{Summa } [((T_i + 16)/36)^2 \times t_i]$ (Sadgrove)		$T_i = \text{Betoin lämpötila aikana } t_i \text{ (}^\circ\text{C)}$ $t_i = \text{ajanjakso [d] lämpötilassa } T_i$	
Laadun arv. ikä	3 d erittäin nopeasti kovettuva betoni (3d = 100% lujuus) 7 d nopeasti kovettuva betoni (7d = 100% lujuus) 28 d normaalisti kovettuva betoni (28d = 100% lujuus)		
Työmaa	As Metsäketö Oy		
Lujuusluokka K	40		
Betonilaatu	Rapid-betoni	7 d	
Kohde, valuosa	2.krs Holvi		
Valu pvm	01.02.2017		

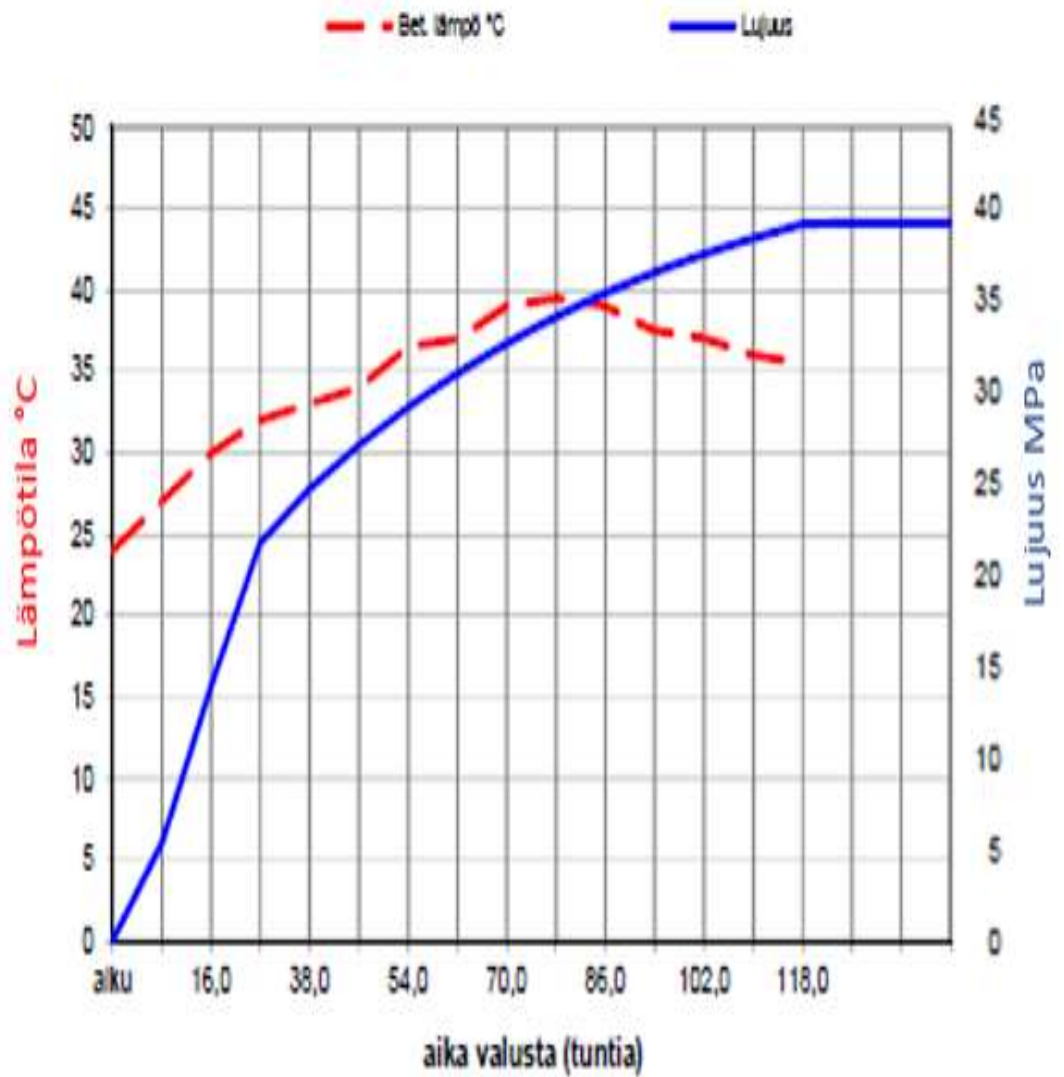
aika [h]	Bet. lämpö $^\circ\text{C}$	keskilämpö $^\circ\text{C}$	vrk	yht. vrk	Kypsyysikä $T_{20}$	$T_{20}$ yht	% K	MPa
alku	24,0	-	-	-	-	-	-	-
8,0	27,0	25,5	0,33	0,33	0,44	0,44	15 %	6
16,0	30,0	28,5	0,33	0,67	0,51	0,95	30 %	16
30,0	32,0	31,0	0,58	1,25	0,99	1,95	61 %	24
38,0	33,0	32,5	0,33	1,58	0,61	2,55	69 %	28
46,0	34,0	33,5	0,33	1,92	0,63	3,18	76 %	30
54,0	36,5	35,3	0,33	2,25	0,68	3,86	82 %	33
62,0	37,0	36,8	0,33	2,58	0,72	4,57	87 %	35
70,0	39,0	38,0	0,33	2,92	0,75	5,32	92 %	37
78,0	39,5	39,3	0,33	3,25	0,79	6,11	96 %	38
86,0	39,0	39,3	0,33	3,58	0,79	6,89	100 %	40
94,0	37,5	38,3	0,33	3,92	0,76	7,65	103 %	41
102,0	37,0	37,3	0,33	4,25	0,73	8,38	105 %	42
110,0	36,0	36,5	0,33	4,58	0,71	9,09	108 %	43
118,0	35,5	35,8	0,33	4,92	0,69	9,78	110 %	44
126,0			0,33	5,25	0,07	9,84	110 %	44

Mitattu maksimilämpötila	40 $^\circ\text{C}$ ajanhetkellä	78 tuntia. Puristuslujuus mittauksen lopussa	44 MPa.
--------------------------	----------------------------------	--	---------

Kuva 17. K-40 Rapid -betoni saavutti 60 % nimellislujuudesta 1,25 vuorokauden kuluessa.

## Betonin lämmön- ja lujuudenkehitys



Teoreettisen laskelman tulosten käyttö on aina työmaan vastuulla!

04.05.2017

Laatija:

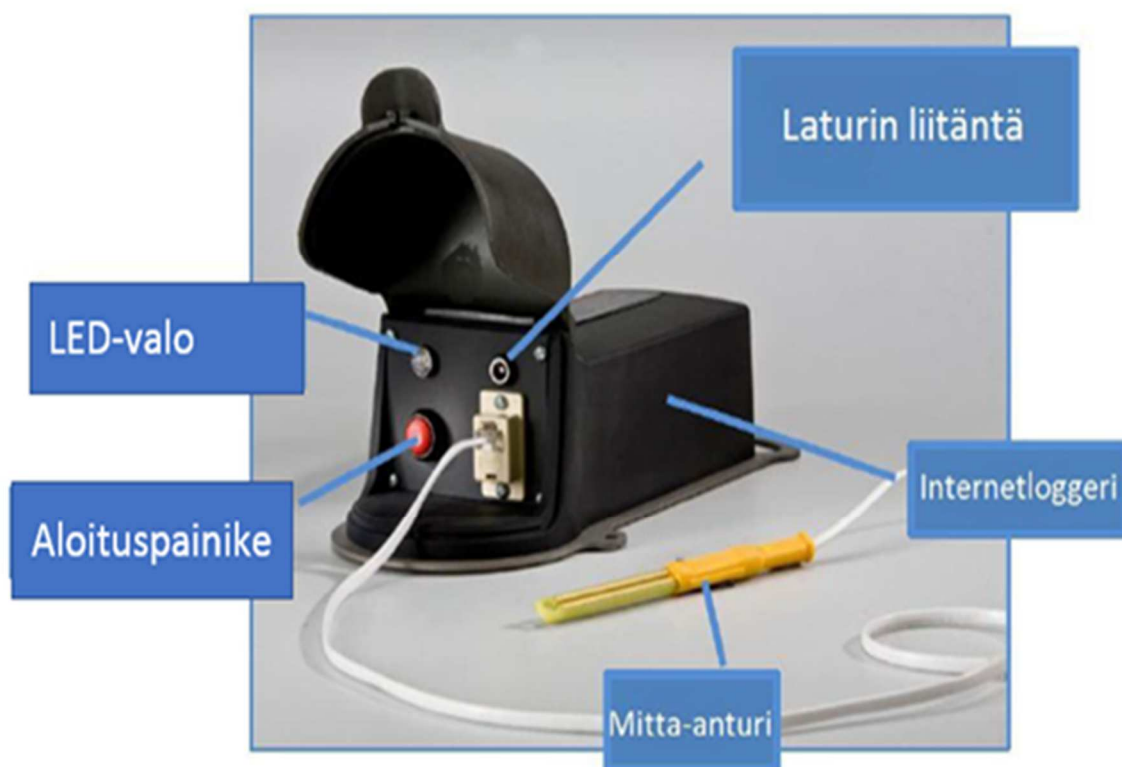
Mustafa Jasim

Kuva 18. K-40 Rapid -betoni saavutti 5MPa:n jäätymislujouden kahdeksan tunnin kuluessa.

### 3.4.4 Lujuudenkehityksen seuranta

Betonin lujuudenkehitystä voidaan arvioida valusta mitattujen lämpötila-  
arvojen perusteella. Markkinoilla on monenlaisia dataloggereita tarjolla,  
joita voi ostaa suoraan työmaan käyttöön tai vuokrata betonin toimitta-  
jilta. Betonitoimittajien tarjoamat laitteet ovat lyhyen vertailun perusteella  
varmempia ja helppokäyttöisempiä, sillä ne mittaavat ja lähettävät mitat-  
tuja lämpöarvoja verkon kautta mobiililaitteeseen. Kuvassa 19 on betoni-  
toimittajan tarjoama internet-loggeri. Tämä loggeri määrittää puristuslu-  
juuden kovettuvasta betonista, helpottaa betonin laadunvalvontaa, mää-  
rittää oikean ajankohdan muottien purkuun sekä mahdollistaa datan reaali-  
aikaisen seuraamisen internetistä.

Dataloggerin käyttöönotto vaatii yksinkertaisia toimenpiteitä työmaalla.  
Ensin tulee sitoa mitta-anturi esimerkiksi nippusiteillä sovittuun kohtaan,  
kuten esimerkiksi raudoituksiin. On tärkeää muistaa asentaa anturi vähin-  
tään 50 mm betonipinnan alapuolelle (Kuva 20). Anturin asennuksen jäl-  
keen kytketään mitta-anturin toinen pää internet-loggeriin, joka voi olla  
riipustettu muotin reunan ulkopuolelle huolellisesti. Laitteen toiminnan  
testaamiseksi painetaan punaista nappia. Tässä vaiheessa laite sammuu  
automaattisesti, jos anturi ei ole kosketuksissa betoniin. Lyhyen ajan ku-  
luttua projekti on nähtävissä internetistä, ja samalla ohjelma alkaa piirtää  
kypsyysikänsä käyrää. (Ruskonbetoni Oy)



Kuva 19. Dataloggeri (Ruskon Betoni Oy n.d.).



Kuva 20. Dataloggerin asennus (Ruskon Betoni Oy n.d.).

#### 3.4.5 Laadunvalvonta betonointityössä

Laadunvalvonta kohdistuu betonoinnin aikana lähinnä betonimassan ominaisuuksiin, työnsuorituksiin, muotteihin, raudoitukseen ja valettaviin rakenteisiin. Betonisuunnitelma ja -pöytäkirja ovat tärkeä osa tuotannon suunnittelua paikallavalukohteessa, koska niitä käytetään tarkastuslistanomaisesti betonityön eri vaiheissa. Betonointityön laadunvalvonta-asiakirjana toimii betonointipöytäkirja. (Suomen Betoniyhdistys r.y., 2004, s. 331).

#### 3.5 Jälkihoito

Jälkihoidon tarkoituksena on suojata valettu rakenne sateelta, tuulelta, auringonpaisteelta ja pakkasilta. Jälkihoito estää kosteuden haihtumisen ja turvaa lujuudenkehityksen. Betonin sitoutuminen tapahtuu hitaasti talviolosuhteissa; samalla se mahdollistaa kosteuden haihtumisen pitkään valun pinnalta. Runsaan veden haihtuminen aiheuttaa plastisen kutistuman.

Valua voi peittää esimerkiksi suojapressuilla tai muulla eristematolla. Talviolosuhteissa 5 cm:n paksuinen mineraalivillakerros soveltuu tähän tarkoitukseen erinomaisesti. Kesäkautena on tärkeä pitää valu kosteana, jotta kovettumisreaktiot jatkuisivat riittävän pitkään. Riittävä vesimäärä turvataan estämällä haihtuminen muovikalvolla peittämällä tai ruiskuttamalla jälkihoitoainetta. Jälkihoito on aloitettava heti, kun valettu rakenne kestää nämä toimenpiteet. Kuvassa 21 valua suojataan lämpöeristeellä. (Suomen Betoniyhdistys r.y., 2004, s. 331).

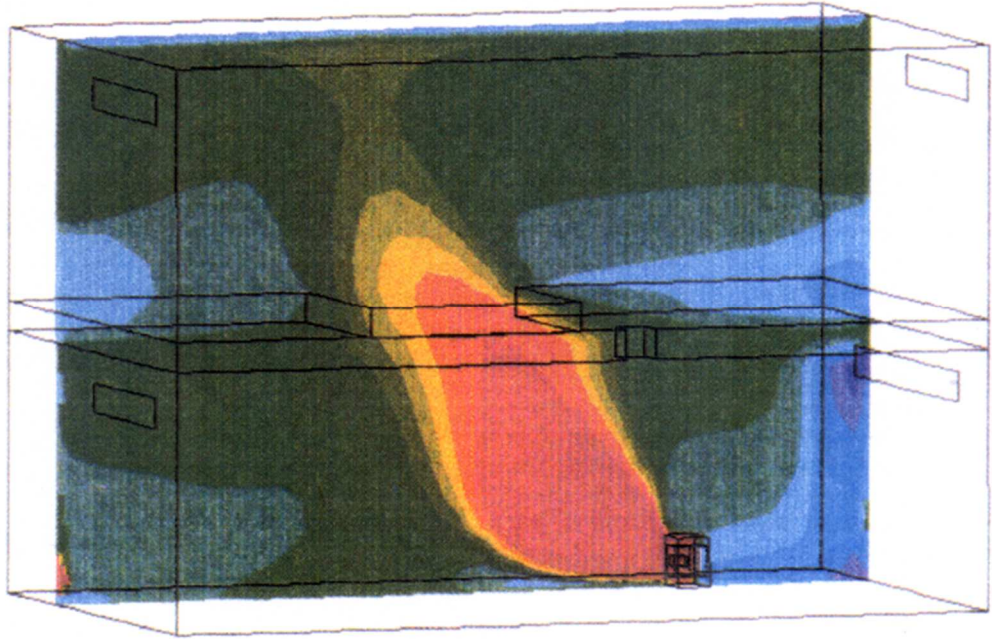


Kuva 21. Valun suojaaminen eristeellä. Kuva: Pistesarja Oy. Heikki Hämäläinen.

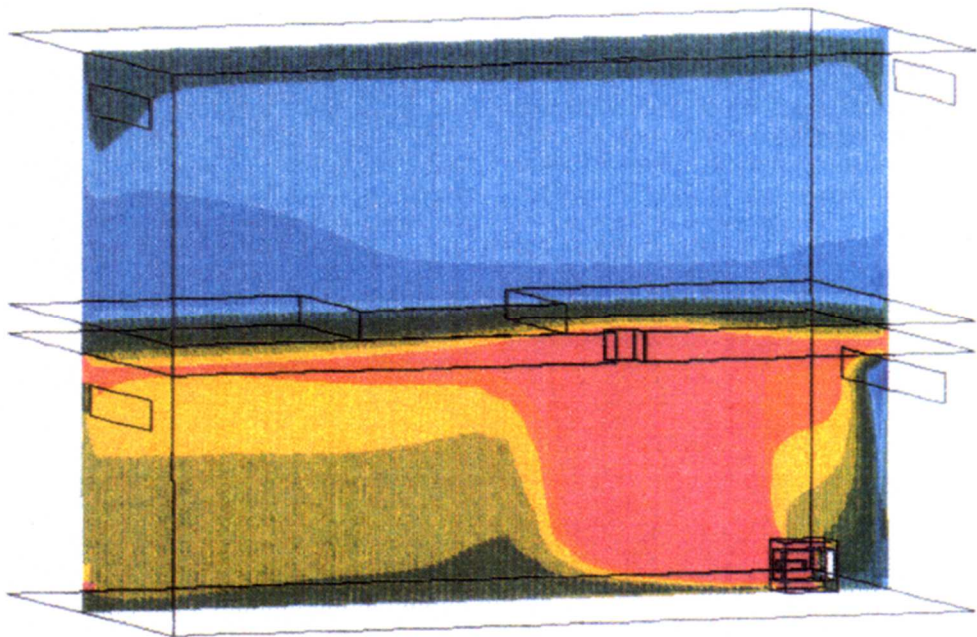
### 3.5.1 Lämmitys

Lämmityksellä turvataan rakenteen lujuudenkehitystä. Alhaisissa lämpötiloissa rakennetta on suojattava lämpöeristeillä ja lämmitettävä erilaisilla lämmittimillä. Betonivalun lämmittämiseen on monia eri vaihtoehtoja. Näistä yleisimmät lämmittimet ovat sähkö-, öljy- tai kaasukäyttöisiä. Vaihtoehtoina on lämmittää betonivalun ympäröivää ilmaa, muotteja tai suoraan betonimassaa.

Lämmittimien ei tarvitse olla markkinoiden tehokkaimpia, sillä lämmittimen oikealla sijainnilla on suuri merkitys. Kuvassa 22 on esimerkki lämmittimestä, joka on tilan keskellä. Kuvassa 23 on esimerkki samanlaisesta lämmittimilmapuhaltimesta, joka on tilan nurkassa. Lämmittimen oikea suunta ja sijoittaminen nurkkaan takaavat lämmön jakautumisen tasaisemmin. Betonin lämpötilan tulee olla vähintään +20 °C, jotta lujuudenkehitys olisi tarpeeksi nopea.



Kuva 22. Lämmitin sijoitettu keskelle tilaa (Kone-ratu 07-3032 1996).

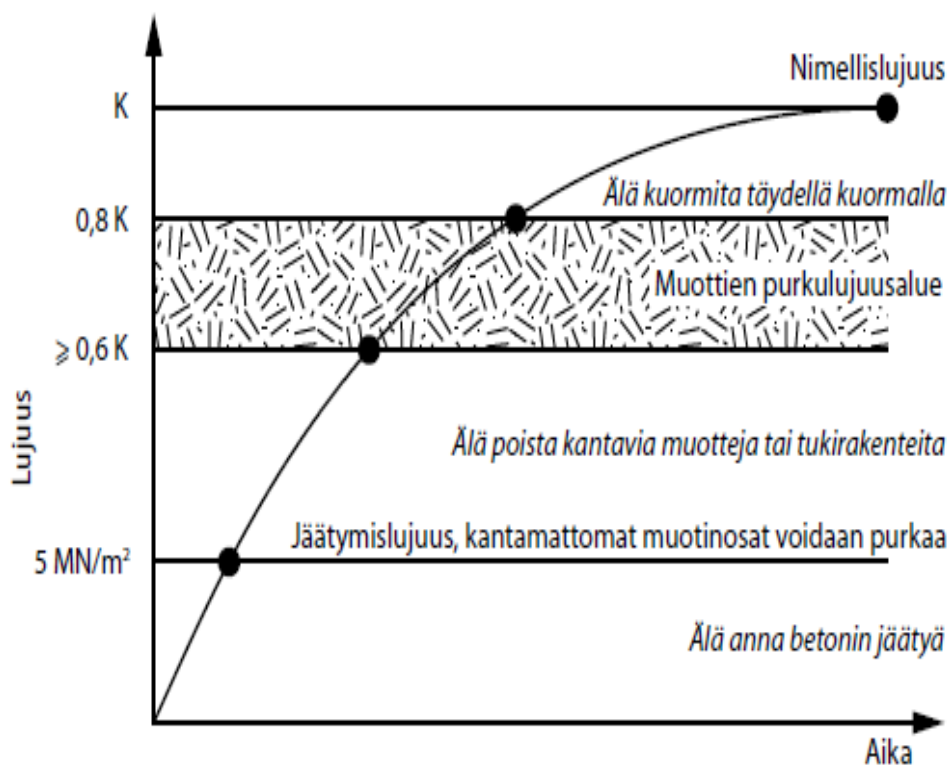


Kuva 23. Lämmittimen sijoittaminen tilan nurkkaan (Kone-ratu 07-3032 1996).

## 4 MUOTTIEN PURKUTYÖT

Betonin on saavuttava vähintään 60 % nimellislujuudesta, jotta holvimuottijärjestelmän purkutyöt saa aloittaa. Rakennetta jälkituetaan muottien purkamisen yhteydessä suunnitelman mukaisesti. Muottienpurkusuunnitelma sisältää muottien purkujärjestyksen ja jälkituentaohjeistuksen. Muottien purkutöiden jälkeen tulee betonia lämpöeristää ja suojata, jotta ei synny liian suuria sisäisiä lämpötilaeroja. Lämpötilaerot betonin kovettumisvaiheessa voivat aiheuttaa pinnassa halkeamia.

Betonin lujuutta voi arvioida lämpötilamittausten perusteella. Betonointiin liittyy kolme lujuuden tarkastushetkeä: jäätymislujuuden saavuttaminen, muottien purkulujuuden saavuttaminen ja nimellislujuuden saavuttaminen, (Kuva 14). (Satu Sahlstedt, 2013, s. 56)



Kuva 24. Betonin lujuuden tarkasteluhetket (Sahlstedt 2013).

## 5 SCHÖCK-PARVEKKEIDEN TUENTAOHJEISTUS

Nopeasti kovettuvan betonin avulla saavutetaan purkulujuus nopeammin. Betonin lujuuden voi arvioida betonin lämpötilan seurannalla. Kuva 25 on periaateleikkaus Schöck-parvekkeiden tuennasta.

Parvekkeiden tuennat saa poistaa vasta, kun betoni on saavuttanut purkulujuuden. Purkulujuus määrittyy parvekkeiden aiheuttamasta kuormituksesta. Tähän kuormitukseen tulee laskea mukaan kaikki se kuorma, joka voi suuntautua parvekkeelle heti tuentojen poistamisen jälkeen.

Parvekkeiden tuennat poistetaan yleisesti numeroidussa järjestyksessä. Tuentojen poistaminen aloitetaan seinän viereltä. Silloin leikkausteräs jännittyy ja vetää parvekettä välipohjaa vastaan, jolloin puristuspalat asettuvat oikein.

Parvekkeet tulevat alas yleensä noin 80 % esikoroituksesta heti tuentojen poistamisen jälkeen, ja loput 20 % hiipumisen kautta muutaman kuukauden sisällä.

Välipohjan tuennat voidaan poistaa aikaisintaan, kun betoni on saavuttanut sellaisen lujuuden, että Schöck Isokorb -eristeosien puristuspalojen kohdalla oleva betoni kestää niiden aiheuttaman puristuksen.

**HUOM!** Välipohjan tukia ei koskaan saa poistaa, jos parvekkeen alla on tukia. Tällöin välipohja roikkuu parvekkeen varassa.

Tarpeen vaatiessa on muistettava jättää työskentelyväli tuen ja ulkoseinän väliin.

Ennen ylemmän parvekkeen tuen asentamista voi alemman parvekkeen tuet löysätä niin, että Schöck Isokorb -eristeosa alkaa siirtää suurimman osan kuormasta. Alemmat tuet kiristetään tämän jälkeen uudelleen ennen ylemmän parvekkeen tukien asentamista. Tällä tavalla on helpompaa myöhemmin poistaa alemmat tuet.

Tuennat voidaan poistaa alhaaltapäin, kunhan otetaan huomioon se, että alemmilta parvekkeilta tuetut ylemmät parvekkeet liikkuvat alaspäin esikoroituksen verran samaan aikaan alemman parvekkeen kanssa.

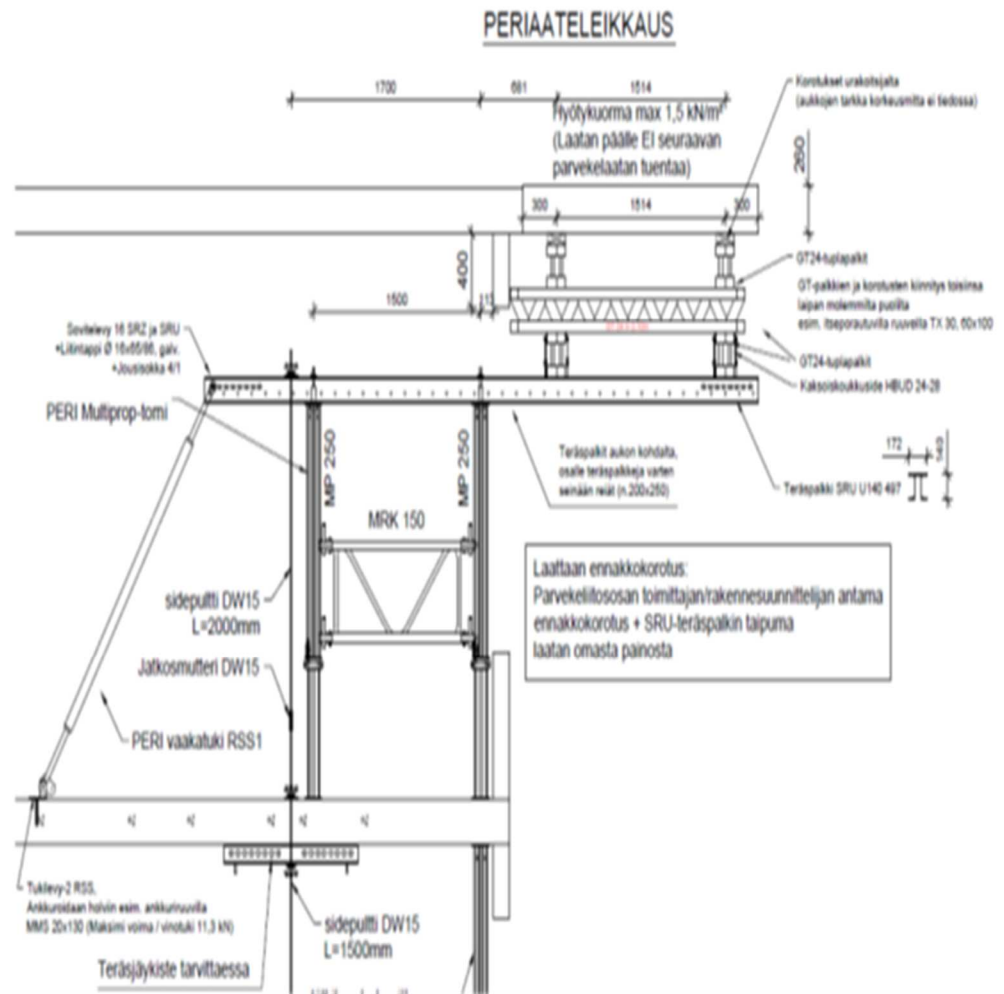


Mikäli tuennat poistetaan alhaalta lähtien, tulee niiden parvekeliitosten, joiden betoni ei ole saavuttanut purkulujuutta, tuenta kiristää samaan tahtiin poistettavien tukien kanssa. Näin ylempien parvekkeiden esikorotus ei pienene eivätkä niiden Schöck Isokorb -eristeosat jännity, ennen kuin kyseisen liitoksen betoni on saavuttanut purkulujuuden.

Ulokeparvekkeita ei saa rasittaa ylimääräisillä kuormilla, kuten rakennustarvikkeiden kuljetusväylänä tai säilytystilana, ellei asiaa ole otettu huomioon suunnittelussa. Tämä koskee myös rakennushissien ja nostimien kiinnittämistä.

Tuennan asennus- ja purkujärjestyksestä:

1. Asenna alimmat tuet ennen ensimmäistä parveketta. Muista esikorotus ja tukien alustan kesto.
2. Asenna parveke ja vala kiinni. HUOM! Tarkista, että Schöck-osan lähellä oleva välipohjan alue on puhdas roskista ja uretaanipurseista.
3. Kun valu on kovettunut tarpeeksi (esimerkiksi 1 viikko), löysää tuet kokonaan, jotta Schöck-osa alkaa kantaa parveketta. Aloitetaan seinän viereltä. Silloin leikkausteräs jännittyy ja vetää parveketta välipohjaa vastaan, jolloin puristuspalat asettuvat oikein. Kiristä tuet käsin uudelleen.
4. Asenna ylemmän parvekkeen tuet. Muista esikorotus.
5. Asenna parveke ja vala kiinni. Muista kuorilaatan paikallavalun tiivistys vibraamalla.
6. Toista kohta c), d) ja e) kolmen kerroksen verran. Neljännen parvekkeen kohdalla alin tukitorni poistetaan ja se käytetään mahdollisuuksien mukaan neljännen parvekkeen tuentaan ja siirrytään kohtaan g. Tuennassa on aina kolme jännitettyä tukitornia ja neljättä siirretään.
7. Löysää varovasti alin tuki ja poista se. Parvekkeet voivat liikahtaa muutaman millimetrin alaspäin, kun Schöck-osa alkaa kantaa kaikissa parvekkeissa. Ylimmän parvekkeen esikorotus muuttuu hiukan.



Kuva 25. Periaateleikkaus Schöck-parvekkeen tuennasta (Schöck Engineering).

## 6 YHTEENVETO

Kun monen työjohtajan vuosien varrella opitut työtekniikat ja vinkit paikallavalurakentamisesta yhdistetään, syntyvät yhtenäiset toimintatavat, joilla vältetään aikaisemmin sattuneita virheitä ja parannetaan laadunvarmistusta. Suurimmat ongelmat ovat kokemuksien perusteella valussa olevien tekniikkaosien asennuksessa tai valuvaiheessa syntyneissä virheissä.

LED-työmaavalaistus toimi hyvin JM Suomi Oy:n työmaalla Maestrossa. Ainoa huomautus oli valaistukseen tullut häiriö muuntajan johdosta. Valaistus saatiin toimintakuntoon vaihtamalla rikkinäinen muuntaja ehjään. Tämän perusteella on syytä varautua hankkimaan varamuuntajia. Valaistuskäapelien sijoittaminen holviin ei tarvitse lisäputkituksia, sillä kaapelit ovat tarpeeksi kestäviä. Lisäputkitusten asennus tarkoittaisi lisätöitä ja sitä kautta lisäkustannuksia.

Sähkösuunnittelija tulee lisäämään LED-työmaavalaistuskäapelien sijainnit sähkösuunnitelmiin ja sähkömies asentaa niitä tulevaisuudessa Maestron paikallavaluholviin.

Betonin lujuudenkehityksen nopeuttamiseksi sekä talviolosuhteissa kannattaa käyttää nopeasti kovettuvaa Rapid K40 -betonia. Talvella on kiinnitettävä huomiota valun eristämiseen pakkasilta sekä lämmitettävä kylmä-siltakohtia ja valua. Betonimassan valinta ja valun lämmitys tulee arvioida työmaalla tapauskohtaisesti.

Tämän opinnäytetyön ja tarkastuslistan pohjalta on laadittu yhtenäinen työohje JM Suomi Oy:n työmaille paikallavaluholvin rakentamiseen (Liite 2).

## Lähdeluettelo

Pohjonen, J. (2014). Väipohjan talvibetonointi. Oulu: Oulun ammattikorkeakoulu.  
Haettu 20.3.2017 osoitteesta <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2014120217896>

Ruskonbetoni Oy. (n.d.). Internetloggerin käyttöohje. ConSensor 2.0. Suomi: Ruskon betoni Oy.

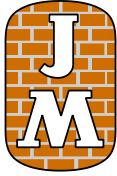
Satu Sahlstedt, A. K. (2013). Talvibetonointi. Sastamala: Betoniteollisuus ry.

Suomen Betoniyhdistys r.y. (2004). Betonitekniikan oppikirja by 201. Helsinki: Suomen Betoniyhdistys r.y.

## Haastattelut

Lamberg, t. & Viitapohja, T. (2017). Myyntijohtaja, El & Site Oy. Haastattelu.10.04.2017.

Räisänen, H. (2017). Vastaava, JM Suomi Oy. Haastattelu 25.04.2017.



Työmaa:

Työnumero:

Talo:

Porras:

Kerros:

## Paikallavaluholvin tarkastus

### 1. Muottipinta

- 1.1. Muottipinta on puhdas ja öljytty
- 1.2. Muottivanerissa väliseinät merkattu: sähköurakoitsijalle alapuoliset ja putkimiehelle yläpuoliset seinät
- 1.3. Väliseinien korko 10mm yli muottipinnasta
- 1.4. Topparit asennettu, reunat ja saumat teipattu ja kitattu
- 1.5. Muotit on tuettu tuentasuunnitelman mukaan
- 1.6. Valun ajaksi pääsy valulohkon alle on estetty
- 1.7. Ennen raudoitteiden asentamista muottiin raudoitteet puhdistetaan ja tarkistetaan, että tarvittavat kotelot, läpimenot ja putkitukset on asennettu
- 1.8. Muottityössä käytettävä alumiini tai rosteri nauvoja

### 2. Raudoitus

- 2.1. Raudoitus toteutettu suunnitelmien mukaan
- 2.2. Varmistetaan, että raudoitteiden betonipeitteen paksuus on suunnitelmien mukainen. Jatkospituuden on toteutettu suunnitelmien mukaan
- 2.3. Kulmissa raudoituksen korko ei ylity
- 2.4. Parvekkeiden, laattojen, portaiden ym. liittymien paikat toteutettu suunnitelmien mukaan
- 2.5. Asennettujen terästen päät suojataan kulkuteiden läheisyydessä ja putoamisvaaran alaisissa rakenteissa esimerkiksi tulppaamalla tai taivuttamalla
- 2.6. Korot on selvästi merkattu ja käyty läpi mittamiehen ja betonointi urakoitsijan kanssa.

### 3. LVIS

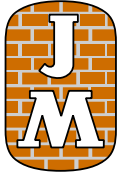
- 3.1. Läpimenot ja varauksen asennettu suunnitelmien mukaan; esim. Sewatekit, IV-lähdöt ym.
- 3.2. KPH-valukiskot asennettu oikeaan korkoon ja tuettu hyvin
- 3.3. KPH-kaivo asennettu -40mm valmiista pinnasta, pieni wc -20mm
- 3.4. Viemäriputket ovat kannakoitu ja tuettu hyvin
- 3.5. Sähköasennus toteutettu suunnitelmien mukaan

### 4. Betonipinnan toleranssi

- 4.1. Tarkista, että betonipinnan suurin mittapoikkeama / 1m 5m ei ylitä 3mm luokassa AA, 5mm luokassa A, 8mm luokassa B ja C.

Tarkastaja:

PVM:



## 1. Holvimuottijärjestelmä

- Aloita Holvimuottijärjestelmän asentamista pystyttämällä päätukia.
- Asenna päätukiin tukihaarukat, jotta niskapalkkien asennus helpottuu.
- Käytä asennustukia hyväksi päätukien pystyttämisessä, jotta päätuet pysyvät pystyssä ennen palkkien asentamista.
  
- Päätukien pystyttämisen jälkeen voit nostaa niskapalkit tukihaarukoihin. Tukihaarukan tehtävä on pitää niskapalkkia pystyssä.
- Tarkista tasolaserin avulla, että niskapalkit ovat oikeassa korossa.
  
- Niskapalkkien koron tarkistamisen jälkeen voit asentaa koolauspalkit paikoilleen. Tämän jälkeen asenna muottilevyt naulaamalla ne alumiini tai rosteri nauloilla.
  
- Asenna viimeisenä välitukia välituen haarukan avulla.
- Merkkää muottivaneriin (KPH/Väliseinät) kahta eri väriä käyttäen sekaannuksien välttämiseksi ja vaihda värit kerroksittain.
- Älä välivarastoi muottikasetteja maassa tai betoniholvilla muottipinnan varassa, sillä se tuhoaa nopeasti vaneripinna.

### Työjohdon on tarkistettava seuraavat kohdat:

- 1.1. Muottipinta on puhdas ja öljytty
- 1.2. Muottivanerissa väliseinät merkattu: sähköurakoitsijalle alapuoliset ja putkimiehelle yläpuoliset seinät
- 1.3. Väliseinien korko 10mm yli muottipinnasta
- 1.4. Topparit asennettu, reunat ja saumat teipattu ja kitattu
- 1.5. Muotit on tuettu tuentasuunnitelman mukaan
- 1.6. Valun ajaksi pääsy valulohkon alle on estetty
- 1.7. Ennen raudoitteiden asentamista muottiin raudoitteet puhdistetaan ja tarkistetaan, että tarvittavat kotelot, läpimenot ja putkitukset on asennettu
- 1.8. Muottityössä käytettävä alumiini tai rosteri nauvoja



## 2. Pohjaraudoitus

(2/4)

- Aseta tankovälikkeet pohjalle riittävän tiheään.
- Levitä x- ja y-suuntaiset pohjaraudoitusrullat tankovälikkeiden päälle ja sido ne yhteen.
- Asenna reunapussit ulkoseinille sekä aloita hormien ja aukkojen raudoittaminen suunnitelmien mukaisesti.
- Reunapusseja asennettaessa on varottava rikkomasta tai muuttamasta Sewatek-läpivientiosien sijaintia.
- Asenna kylpyhuoneiden valukiskojen jalat valmiiksi tässä vaiheessa.

**Työnjohdon on tarkistettava seuraavat kohdat:**

- 2.1. **Raudoitus toteutettu suunnitelmien mukaan**
- 2.2. **Varmistetaan, että raudoitteiden betonipeitteen paksuus on suunnitelmien mukainen. Jatkospituuden on toteutettu suunnitelmien mukaan**
- 2.3. **Kulmissa raudoituksen korko ei ylity**
- 2.4. **Parvekkeiden, laattojen, portaiden ym. liittymien paikat toteutettu suunnitelmien mukaan**
- 2.5. **Asennettujen terästen päät suojataan kulkuteiden läheisyydessä ja putoamisvaaran alaisissa rakenteissa esimerkiksi tulppaamalla tai taivuttamalla**
- 2.6. **Korot on selvästi merkattu ja käyty läpi mittamiehen ja betonointi urakoitsijan kanssa.**



### 3. LVIS

(3/4)

- Asenna viemäri- ja vesijohdot suunnitelmien mukaan pohjaraudoituksen päälle.
- Nosta viemäri- ja vesijohdot suunniteltuun nousupaikkaan kiinnitä tukiraudalla pohjarautaan.
- Asenna sähköputkitukset pohjaraudan päälle ja kiinnitä seidelangalla verkkoon.
- Varmista tankovälkkeiden riittävä tiheys, jotta saavutetaan kautaltaan tarvittava betonin suojaetäisyys.
- Huolehdi että, putkia ei ole laatan poikkileikkauksessa nippuina. Putkia tulee hajauttaa suuremmalle alalla, jotta laatan lujuus ei poikkileikkauksessa heikkenne.
- Tarkista erityisesti seinän sisään menevät pystyviemäriosien sijainnit.
- Käytä U-kiskoja koko matkalta 32mm viemäreiden kannakointiin ja varmista viemärikaatojen riittävyys.

**Työnjohdon on tarkastettavat seuraavat kohdat:**

- 3.1. Läpimenot ja varauksen asennettu suunnitelmien mukaan; esim. Sewatekit, IV-lähdöt ym.**
- 3.2. KPH-valukiskot asennettu oikeaan korkoon ja tuettu hyvin**
- 3.3. KPH-kaivo asennettu -40mm valmiista pinnasta, pieni wc -20mm**
- 3.4. Viemäriputket kannakoitu ja tuettu hyvin**
- 3.5. Sähköasennukset toteutettu suunnitelmien mukaan**

### 4. Pintarautaus

- Asenna tukipukit riittävän tiheästi.
- Pintarauta asennetaan rullaamalla ristiin X- ja Y-suunnan rullarautoitteet.
- Rullarautoitteet sidotaan pukkeihin ja reunapusseihin.
- Muista kylpyhuoneiden verkotus ja lattialämmityksen asennus.
- Asenna Schök-parvekkeiden lisäraudoitukset
- Asenna muut mahdolliset lisäraudoitukset





## 5. Valuvalmistelut

(4/4)

- Säädä kaivojen korot suunnitelmien mukaan.
- Varmista, että valusta nousevat pystyviemäriosat, vesijohdot ja lattialämmitysten putket ovat oikeassa sijainnissa.
- Urakoitsijat tarkistavat omat työt.
- Tuentakaluston tarkastus ennen valua.
- Valokuvaus ja dokumentointi myöhempiä mahdollisia korjauksia varten, erityisesti kylpyhuoneet kuvattava.

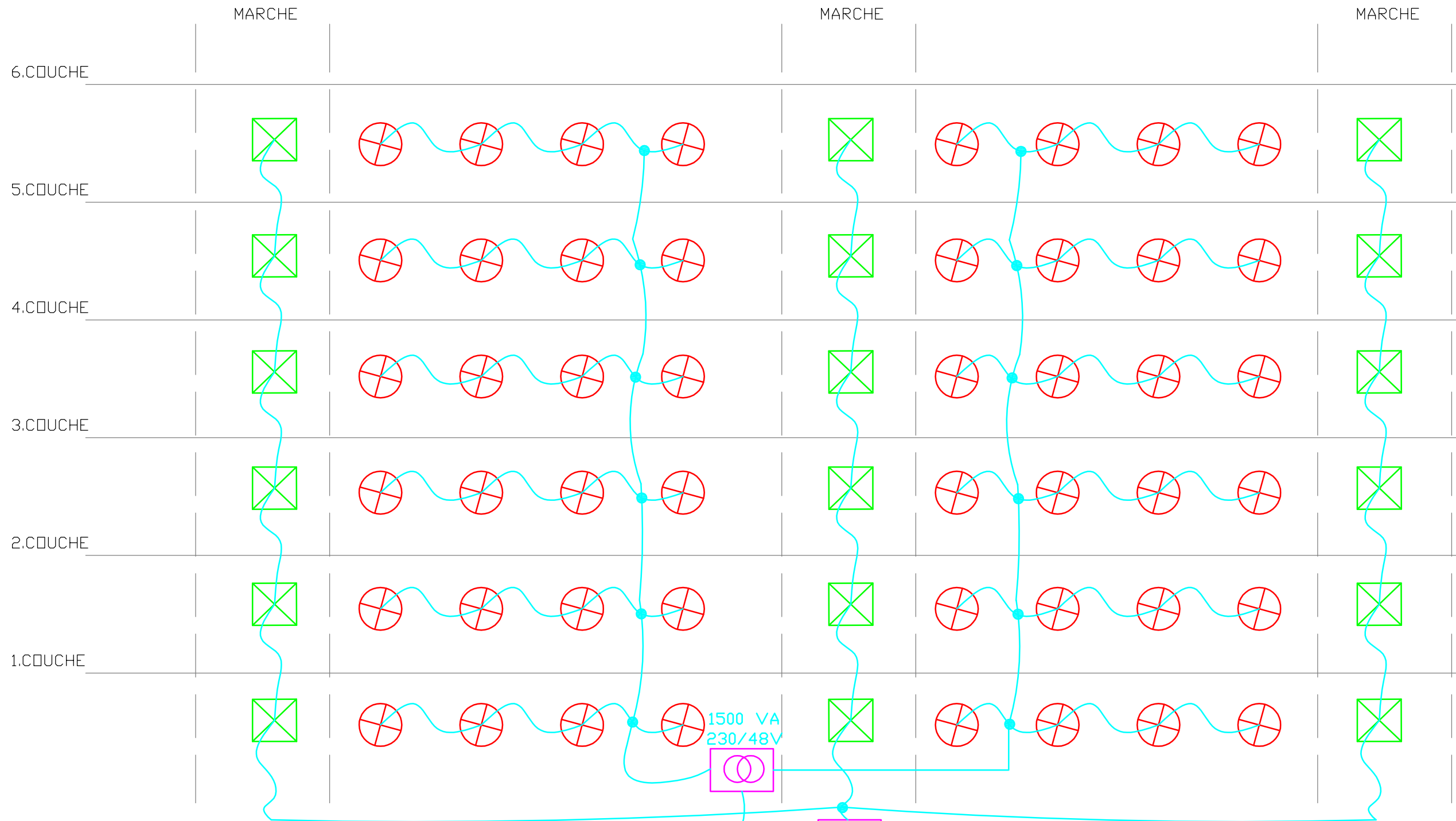
## 6. Betonipinnan toleranssi

- Tarkista, että betonipinnan suurin mittapoikkeama / 1 m ei ylitä 3mm luokassa AA, 5mm luokassa A, 8mm luokassa B ja C.



# DIAGRAMME DE MODÈLE

Lite4



 MBERG 21W/48VAC

 TRANSFORMATEUR 1500VA CLOCK PROG. 06AM-07PM, 2 CIRCUIT

 BATTERIE DE SECOURS TURN ON 24/7 H 30+30 MINUTE

630 VA  
230/48V

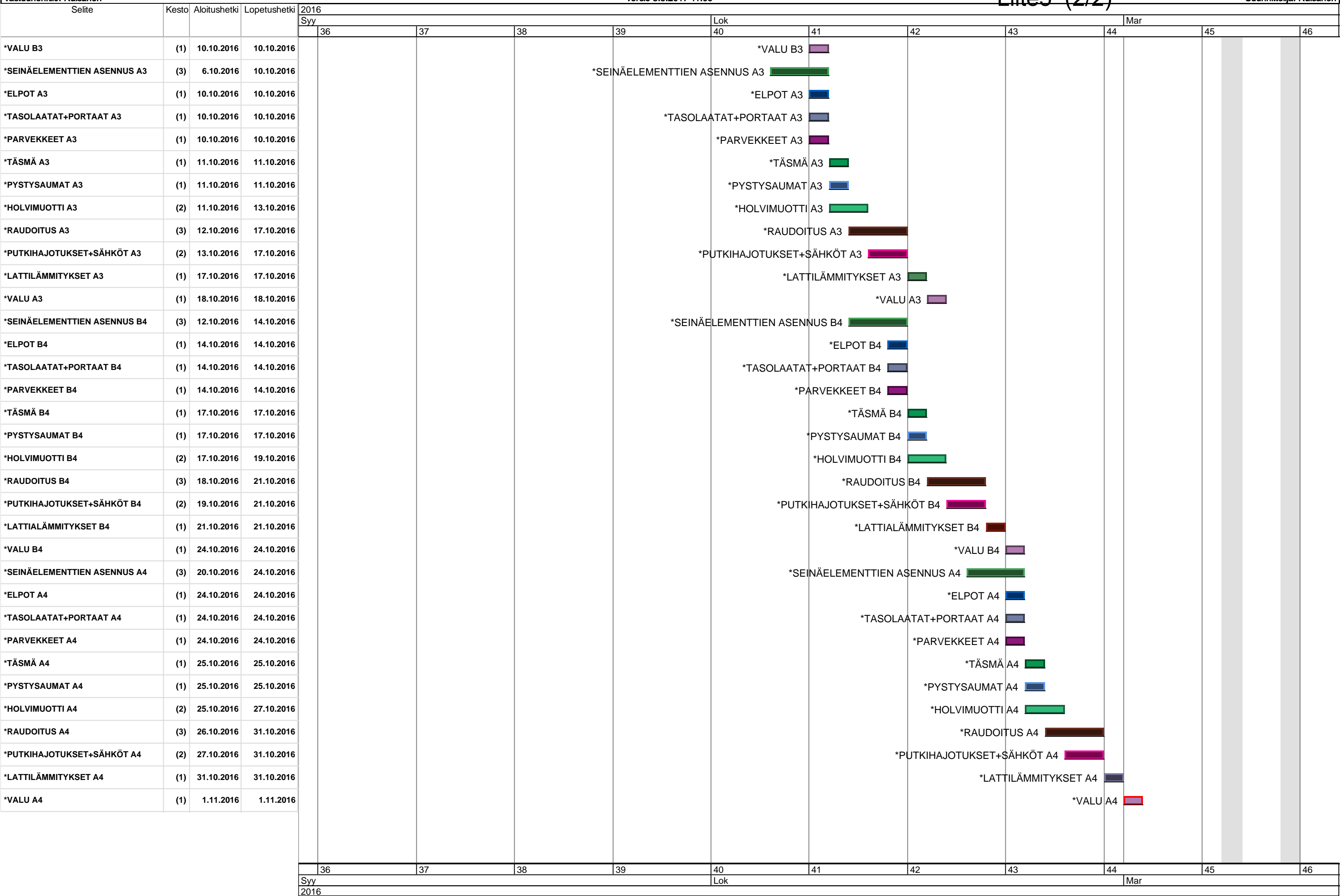
CABLE LENGHT TO DETERMINE THE AMOUNT OF

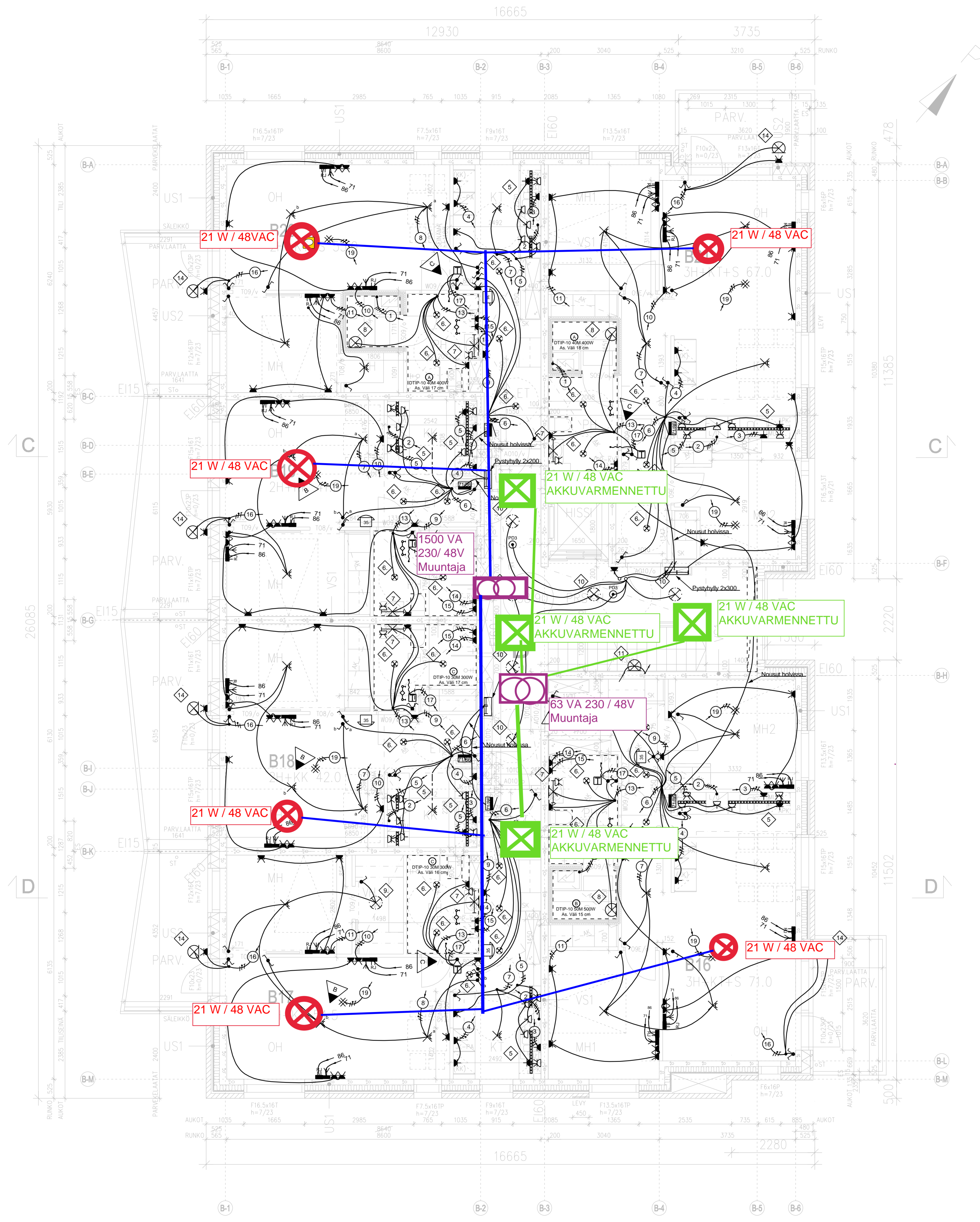
630 VA  25 UNIT / POWER CIRCUIT

1500 VA  60 UNIT / POWER CIRCUIT, 2 CIRCUIT

2300 VA  85 UNIT / POWER CIRCUIT, 2 CIRCUIT

Selite	Kesto	Aloitushetki	Lopetushetki	2016																		
				Syys				Lok				Mar										
				36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46								
*RAUDOITUS A1	(1)	16.9.2016	16.9.2016			*RAUDOITUS A1																
*PARVEKKEET A1	(1)	19.9.2016	19.9.2016			*PARVEKKEET A1																
*LATTILÄMMITYKSET A1	(1)	19.9.2016	19.9.2016			*LATTILÄMMITYKSET A1																
*VALU A1	(1)	20.9.2016	20.9.2016				*VALU A1															
*SEINÄELEMENTTIEN ASENNUS B2	(2)	16.9.2016	19.9.2016			*SEINÄELEMENTTIEN ASENNUS B2																
*ELPOT B2	(1)	19.9.2016	19.9.2016				*ELPOT B2															
*TASOLAATAT+PORTAAT B2	(1)	19.9.2016	19.9.2016			*TASOLAATAT+PORTAAT B2																
*PARVEKKEET B2	(1)	19.9.2016	19.9.2016				*PARVEKKEET B2															
*TÄSMÄ B2	(1)	19.9.2016	19.9.2016				*TÄSMÄ B2															
*PYSTYSAUMAT B2	(1)	19.9.2016	19.9.2016				*PYSTYSAUMAT B2															
*HOLVIMUOTTI B2	(2)	19.9.2016	21.9.2016				*HOLVIMUOTTI B2															
*RAUDOITUS B2	(3)	20.9.2016	23.9.2016				*RAUDOITUS B2															
*PUTKIHAJOTUKSET+SÄHKÖT B2	(2)	21.9.2016	23.9.2016				*PUTKIHAJOTUKSET+SÄHKÖT B2															
*LATTIALÄMMITYKSET B2	(1)	23.9.2016	23.9.2016				*LATTIALÄMMITYKSET B2															
*VALU B2	(1)	26.9.2016	26.9.2016					*VALU B2														
*SEINÄELEMENTTIEN ASENNUS A2	(3)	22.9.2016	26.9.2016			*SEINÄELEMENTTIEN ASENNUS A2																
*ELPOT A2	(1)	26.9.2016	26.9.2016				*ELPOT A2															
*TASOLAATAT+PORTAAT A2	(1)	26.9.2016	26.9.2016				*TASOLAATAT+PORTAAT A2															
*PARVEKKEET A2	(1)	26.9.2016	26.9.2016				*PARVEKKEET A2															
*TÄSMÄ A2	(1)	27.9.2016	27.9.2016				*TÄSMÄ A2															
*PYSTYSAUMAT A2	(1)	27.9.2016	27.9.2016				*PYSTYSAUMAT A2															
*HOLVIMUOTTI A2	(2)	27.9.2016	29.9.2016				*HOLVIMUOTTI A2															
*RAUDOITUS A2	(3)	28.9.2016	3.10.2016				*RAUDOITUS A2															
*PUTKIHAJOTUKSET+SÄHKÖT A2	(2)	29.9.2016	3.10.2016				*PUTKIHAJOTUKSET+SÄHKÖT A2															
*LATTIALÄMMITYKSET A2	(1)	3.10.2016	3.10.2016				*LATTIALÄMMITYKSET A2															
*VALU A2	(1)	4.10.2016	4.10.2016					*VALU A2														
*SEINÄELEMENTTIEN ASENNUS B3	(3)	28.9.2016	30.9.2016				*SEINÄELEMENTTIEN ASENNUS B3															
*ELPOT B3	(1)	30.9.2016	30.9.2016				*ELPOT B3															
*TASOLAATAT+PORTAAT B3	(1)	30.9.2016	30.9.2016				*TASOLAATAT+PORTAAT B3															
*PARVEKKEET B3	(1)	30.9.2016	30.9.2016				*PARVEKKEET B3															
*TÄSMÄ B3	(1)	3.10.2016	3.10.2016				*TÄSMÄ B3															
*PYSTYSAUMAT B3	(1)	3.10.2016	3.10.2016				*PYSTYSAUMAT B3															
*HOLVIMUOTTI B3	(2)	3.10.2016	5.10.2016				*HOLVIMUOTTI B3															
*RAUDOITUS B3	(3)	4.10.2016	7.10.2016				*RAUDOITUS B3															
*PUTKIHAJOTUKSET+SÄHKÖT B3	(2)	5.10.2016	7.10.2016				*PUTKIHAJOTUKSET+SÄHKÖT B3															
*LATTIALÄMMITYKSET B3	(1)	7.10.2016	7.10.2016				*LATTIALÄMMITYKSET B3															





⊗<sup>K</sup> Kulmarasia. Asetetaan kaapin alapintaan. Elementin W4 varaus h=1400

Pos. 5  
Ariel LED-nauha 12V 11w/m  
asetetaan Slimline-profiiliin.  
Driverit asennetaan yläoskeliin  
piistotusprofiilitantaa.  
Nauhojen profiilien ptiudet  
tasokuvien mukaan.

C	ARK.pohja vaihdettu. Tarkennuksia.	06.03.2017
B	As. B17, B18 ja B19 OH kattovalopite siirretty	24.01.2017
A	Ark.pohja vaihdettu	KNa 07.12.2016
A	Nousukaapireiitit muutettu/arinareitit poistettu	KNa 07.12.2016
A	USB-poistettu.Kulmarasia.Tarkennuksia	KNa 07.12.2016

K.osa/RyH	Komssi/Tila	Tornti/Nro	Viranomaisen merkintöjä varten	
51	51077	3		
Tomienpide	Uudisrakennus	Piirustaja	Asennuspiirustus (työmaa)	Juoks. no
Rakennuskohde	As Oy Espoon Maestro	Piirustuksen sisältö	Sähköpiirustus ja -johdotus 4. krs	Mittakaava
02850 Espoo		Työnumero	509	1/50
		Päiväys	14.10.2016	Muutos
		Koodi	SAH 205C	
<b>NATRI</b>		Pääsuunnittelija Natri Oy		
		Tekijä: Natri Oy		
		02850 Espoo		