

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutus, rakennusmestari

2020

Juha Röppänen

# AA-LUOKAN PUHDASVALURAKENTEET

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutus, rakennusmestari

Vuosi 2020 | 31 sivua

Juha Röppänen

## PAIKALLA VALETUT AA-LUOKAN PUHDASVALURAKENTEET

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tarkastella AA-luokan pintamäärityksellä valettavien betonirakenteiden prosessia työmaalla. Opinnäytetyössä keskitytään IT-betonilla valettujen porrassseinien, väliseinien ja pilareiden vaatimiin työvaiheisiin, raudoitukseen sekä betonimassaan. Opinnäytetyössä pohditaan myös aliurakoinnin, urakan pilkkomisen ja kokonaisurakan etuja kuin myös ongelmia.

Opinnäytetyön sisältö perustuu Skanska Talonrakennuksen Turkuun urakoidun Aurum/Juslenia-rakennuksen runkovaiheen aikaisiin, useita kerroksia käsittävien puhtaaksi valettujen betonirappujen rungon osavaluihin. Skanska Talonrakennus toimi myös opinnäytetyön toimeksiantajana. Materiaalina on käytetty rakennusalan yritysten ajankohtaisia sähköisiä lähteitä ja työmaan aikaisia aineistoja.

Osakatselmuksessa arkkitehti hyväksyi tarkasteltavat osat. Näin työn tavoitteet täyttyivät pintojen ja rakenteiden osalta.

Rakennusprojektin työnjohto voi käyttää opinnäytetyön tuloksia suunnittelun ja toteutuksen ohjeena työmaatuotannossa.

ASIASANAT:

IT-betoni, AA-luokka, muottityö, betonointi

BACHELOR´S | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree programme in construction management

Year 2020 | 31

Juha Röppänen

## IN-SITE AA-CLASS CONCRETE CAST STRUCTURES

The aim of this thesis is introduce the process of AA-class cast concrete structures on site. The thesis focuses on the work steps, reinforcements and concrete mass required for stair walls, partitions and pillars cast with self-leveling concrete. The thesis also considers the advantages of subcontracting, splitting the contract and the overall contract, as well as the problems.

The content of the thesis is based on the partial castings of the frame of the multi-storey clean cast concrete staircase body during the frame phase of the Aurum / Juslenia building, which was contracted to Skanska Talonrakennus in Turku. Skanska Talonrakennus also commissioned the thesis. The material used is electronic sources and material needed on site.

The objectives of the work were met in terms of surfaces and structures, because in the partial inspections the architect accepted the result.

The project management of the construction project may, if desired, use the results of the thesis as a guide for planning and implementation in site production.

KEYWORDS:

IT-concrete, AA class, formwork, concreting

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>6</b>
<b>2 AA-LUOKAN TEKNISIÄ YKSITYISKOHTIA JA LAATUVAATIMUKSIA</b>	<b>7</b>
<b>3 BETONIMASSA</b>	<b>10</b>
3.1 Massan valinta	10
3.2 Hienoainesmäärä	10
3.3 Seosaineet	10
3.4 Vesimäärä	11
3.5 Lisäaineet	11
3.6 IT-betoni	11
3.7 Jälkihoito	12
3.8 Pintojen suojaus	13
<b>4 SUUNNITTELU</b>	<b>14</b>
4.1 Yleistä	14
4.2 Porrasseinät	14
4.3 Suojabetoni	14
4.4 Maksimi raekoko	15
4.5 Raudoitus	16
<b>5 ALIURAKKASOPIMUKSET</b>	<b>19</b>
5.1 Työryhmät	19
5.2 Urakkatarjoukset	19
5.3 Urakan työnjako	19
<b>6 RAKENNUS- JA TALOTEKNIIKAN YHTEENSOVITUS</b>	<b>21</b>
<b>7 CAD-OHJELMIEN HYÖDYNTÄMINEN TUOTANNOSSA</b>	<b>22</b>
7.1 Yleistä	22
7.2 Pala- ja suurmuotit	22
7.3 Muutokset	22
7.4 Detaljit	23
<b>8 TYÖMAALLA PIDETTÄVÄ KOKOUKSET</b>	<b>26</b>

8.1 Aloituskokous	26
8.2 Mallikatselmus	26
8.3 Urakkasopimuksen allekirjoitus	27
8.4 Aikataulusuunnittelu	28
8.5 Viikkopalaveri	29
8.6 Työmaalla tapahtuvat katselmukset	29
8.7 Urakan osien luovutuskatselmukset	29

<b>9 LOPUKSI</b>	<b>30</b>
------------------	-----------

<b>LÄHTEET</b>	<b>31</b>
----------------	-----------

## **KUVAT**

Kuva 1. Kivipesiä seinällä.	15
Kuva 2. Reikä valuputkelle.	16
Kuva 3. Palkin raudoitusta.	17
Kuva 4. Raudoitusverkon varjostumaa.	18
Kuva 5. EPS varaus sähköarinalle.	21
Kuva 6. Sidetangon detaljipiirros.	23
Kuva 7. Palkkijako detalji piirros.	24
Kuva 8. Levyjaon detaljipiirros.	25
Kuva 9. Malliseinän toteutus.	27
Kuva 10. Kolmiviikkoinen aikataulu.	28

## **TAULUKOT**

Taulukko 1. Puhdasvalupintojen laatuvaatimukset (jatkuu).	7
Taulukko 2. Maksimiraekoolle sopivat hienoainesmäärät.	10

# 1 JOHDANTO

Tavoitteena opinnäytetyössä on kuvata paikallavalettavien AA-luokan puhtasvalurakenteiden tuotantoa urakkavalvojan ja työnjohtajan näkökulmasta, Skanska Talonrakennuksen Juslenia/Aurum-työmaalla vuoden 2019 kesällä. Skanska Talonrakennus oli opinnäytetyön tilaaja.

Skanska Oy on osa Skanska-konsernia, ja sen alaisuudessa ovat rakentamispalvelut, kalustopalvelut ja asuntoprojektikehitys. Skanska Suomessa työskenteli vuoden 2019 lopussa 2179 henkilöä. Toiminta Suomessa kattaa rakentamisen palvelut sekä asunto ja toimitilarakentamisen projektikehityksen.

Opinnäytetyö on portfoliotyyppinen ja toteutettu Turun ammattikorkeakoulun rakennusmestarielinjan opinnäytetyö ohjeiden mukaan. Aluksi tarkastelen teknisiä yksityiskohtia AA-luokan vaatimuksista ja betonimassasta, jonka jälkeen käsitellään suunnittelun ja tuotannon asioita käytännön näkökulmasta. Lopuksi kootaan tekijän omia huomioita kokonaisuudesta. Lähteinä käytetään sähköisesti julkaisua tietoa.

Kohteen mitat olivat 29,6 metriä pituutta, 12,4 metriä korkeutta ja leveyttä 5,3 metriä. Muottityöt ja valut suoritettiin aliurakointina. Raudoitukset tehtiin myös aliurakointina, mutta sen suoritti eri yritys kuin muottityön. Aikataulutusta tehtiin yhteistyössä elementtiasennuksen, muottityön, raudoituksen, betonitoimittajan ja pääurakoitsijan edustajien kesken. Betonivalut oli tahdistettava elementtirungon kanssa samaan tahtiin, joten aikataulupaine oli tavanomaista korkeampi.

## 2 AA-LUOKAN TEKNISIÄ YKSITYISKOHTIA JA LAATUVAATIMUKSIA

Puhdasvalupinnoilla tarkoitetaan sellaisia betonivalupintoja, joita ei käsitellä jälkikäteen. Tuolloin pinnoittaminen tai maalaaminen ei tule kysymykseen. Näiden pintojen valmistuksen tekee haastavaksi työtapa, eli kaunis betonipinta pitää saada yhdellä valukerralla aikaiseksi. Paikkailu ja korjailu heikentää ulkonäköä eikä pintaa saada enää yhteiseksi. Tämän takia parhaaseen lopputulokseen pääsemiseksi toimintatapojen pitää olla selvillä, ja niiden mukaan projektissa edetään.

Suomen Betoniyhdistys ry on julkaissut betonirakenteiden pinnoista luokitusohjeen (BY40,2003), jossa annetaan laatuvaatimukset puhdasvalupinnoille. Puhdasvalupinnoille vähimmäisluokka on A ja erikoistapauksissa, kuten tässä opinnäytetyössä, AA. Taulukon 1 vaatimukset kuvaavat geometrisiä virheitä ja väriaihtelun eroja näissä kahdessa luokassa.

Taulukko 1. Puhdasvalupintojen laatuvaatimukset (jatkuu).

Laatutekijät		Vaatimukset	
		Luokka AA	Luokka A
<b>Nystermä</b>			
suurin korkeus	mm	2	3
suurin leveys	mm	3	9
suurin määrä	kpl/m <sup>2</sup>	10	20
<b>Syvennys</b>			
suurin syvyys	mm	2	4
suurin leveys	mm	4	9
suurin määrä	kpl/m <sup>2</sup>	10	20
<b>Hammastus</b>	mm	1	2

(jatkuu)

Taulukko 1. puhdasvalupintojen laatuvaatimukset (jatkuu).

<b>Valupurse- tai haava muottisauman kohdalla</b>			
suurin korkeus tai syvyys	mm	1	2
suurin leveys	mm	3	3
suurin määrä (koskee myös korjatun sauman pituutta)	% muottisaumojen pituudesta	10	20
<b>Pystysuorassa valettujen pintojen huokokset</b>			
suurin läpimitta ja syvyys	mm	8	10
suurin kokonaismäärä	kpl/m <sup>2</sup>	40	60
<b>Vaakasuorassa valettujen pintojen huokokset</b>			
suurin läpimitta ja syvyys	mm	7	8
suurin kokonaismäärä	kpl/m <sup>2</sup>	20	40
<b>Pystysuorassa valettujen pintojen valuvika</b>			
suurin koko	mm	ei sallita	0,2
suurin määrä	kpl/100 m <sup>2</sup>	ei sallita	2
<b>Vaakasuorassa valettujen pintojen valuvika</b>			
suurin koko	mm	ei sallita	0,1
suurin määrä	kpl/100 m <sup>2</sup>	ei sallita	1
<b>Pinnan käyryys ja aaltoilu</b>			
suurin mittapoikkeama	mm/1,5 m	3	5
<b>Väri vaihtelu</b>	luokat		
harmaat pinnat		B	-
valkobetonipinnat		A	-
muut väribetonipinnat		B	-



Esteettiseltä kannalta häiritseviä virheitä ovat kalkki- tai alkalihärmeen sekä ruostehojen ja likaantumisen aiheuttamat värierot.

## 3 BETONIMASSA

### 3.1 Massan valinta

Puhdasvalupintojen laatuvaatimusten täyttämisessä betonimassan koostumuksella ja ominaisuuksilla on keskeinen rooli. Massan valinnan lähtökohtina voi pitää mahdollisimman suurta raekokoa ja siihen sopiva hienoainesmäärää, jotta rakeisuus pysyy sopivana. Maksimiraekoolle sopivia hienoainesmääriä esitetään taulukossa 2.

Taulukko 2. Maksimiraekoolle sopivat hienoainesmäärät.

Maksimiraekoko	Hienoainesmäärä (kg/m <sup>3</sup> )
32 mm	375-42
16 mm	450-504
12 mm	75-525

### 3.2 Hienoainesmäärä

Hienoainesmääräksi luetaan alle 0,25 mm:n läpimitan omaavat hiekan, sementin ja seosaineiden yhteismääräiset partikkelit. Betonissa hienoaines vaikuttaa notkeuteen, tiivistettävyyteen ja koossapysymiseen. Minimisementtimäärä betonissa on noin 300 kg/m<sup>3</sup>.

### 3.3 Seosaineet

Puhdasvalupinnoissa haetaan tasaista pintaväriä, jolloin suositellaan käytettäväksi seosaineena ainoastaan sementtiä. Muut seosaineet, esimerkiksi masuunikuona, voivat aiheuttaa pintaan laikkuisuutta, mikä ei tasaannu betonin ikäännyessä. Sementtityyppeinä käytetään normaalisti kovettuvaa lämpimänä aikana ja nopeasti kovettuvaa kylmänä aikana.

### 3.4 Vesimäärä

Vesimäärä puhdasvaluissa kannattaa rajoittaa mahdollisimman pieneksi, jolloin tiiveys, plastinen painuma ja kutistuma pienenevät. Pienempi vesimäärä varmistaa myös tasaisemman värin. Kokonaisuuksia valaessa, vaikka pienemmissäkin osissa, vesimäärä täytyy pitää vakiona valujen ajan. Puhdasvalubetonin valmistuksessa on hyvä huolehtia massan vakioinnista, jotta pinnan estetiikka pysyy samanlaisena.

### 3.5 Lisäaineet

Lisäaineita voidaan massassa käyttää, eli notkistin, huokostin ja hidastin ovat sallittuja. Hidastimet voivat suurina määrinä aiheuttaa halkeilua sekä värjäytymistä, ja notkistimissa pitää valikoida sellaiset tuotteet, jotka eivät aiheuta värieroja. Valun aikana lämpötila pyritään pitämään mahdollisimman tasaisena. Ulkona eri vuodenaikoina tehtävissä valuissa tämä on hankalaa ja vaatii lisäresursseja, mutta on mahdollista. Siksi kannattaa välttää talvella ja keskikesällä tapahtuvaa valamista ja suosia kevättä ja alkusyksyä. Tavallisella betonilla valettaessa notkeusluokka on S1 tai S2. Jos raudoitus on tiheää tai rakenne ohut, voidaan käyttää S30-luokkaa.

### 3.6 IT-betoni

Itsetiivistyvää betonia, eli IT-betonia, käytettäessä notkeusluokat ovat SF1 tai SF2. Myös SF3-luokka IT-betonilta löytyy, mutta se on todella harvoin käytetty. Itsetiivistyvä betoni sopii puhdasvaluun erittäin hyvin ominaisuuksiensa puolesta etenkin, kun tarkoitus on tehdä korkealaatuista pintaa. Massa on normaaliin betoniin verrattuna huomattavasti notkeampaa, eikä sitä tarvitse täryttää. Täryttämisestä ei yleensä edes sallita. Ominaisuudet tulevat esiin etenkin monimutkaisissa ja hankalissa rakenteissa. Massaa voi säätää myös työmaalla ennakkoon sovitulla tavoilla, notkistimella tai stabilaattorilla. Onnistuneeseen

lopputulokseen vaaditaan erittäin korkealaatuinen muottipinta, huolellinen ja hyvin suunniteltu työmaatoiminta sekä tarkka muottisuunnittelu, jossa on huomioitu hydrostaattisen paineen vaikutukset. IT-betonilla hydrostaattinen paine nousee selvästi normaalia betonia korkeammaksi, mikä asettaa muotille omat vaatimuksensa.

IT-betoni leviää omasta painostaan ja on todella notkeaa, eli painumat ovat tyyppillisesti yli 600 mm ja parhaimmillaan 750 mm. Kun IT-betonia lasketaan muottiin ja kyseessä on korkea seinä, tulisi käyttää valuputkia tai valuyhteitä muotissa, kun halutaan hyvää pintaa. Korkealta pudottaessa valupintaan tulee roiskeita, jotka sitten näkyvät lopullisessa pinnassa. Valuputki tulisi pitää valun aikana mahdollisimman lähellä massan yläpintaa. Valunopeus ei saisi ohittaa massan oman painon aiheuttamaa virtausnopeutta. Jos massa pumpataan liian nopeasti, vaarana on ilmansulkeutumien muodostus ja niiden kulkeutuminen muottipinnoille. Valukohdat tulisi sijoittaa noin viiden metrin päässä toisistaan, vaikka massan vaakatasossa valuminen on suurta, riski osittaiselle erottumiselle on olemassa. AA-luokan pintavaatimuksen kohdalla valun tulisi jatkua mahdollisimman pienin keskeytyksin, mielellään ilman keskeytyksiä.

### 3.7 Jälkihoito

Betonipinnan jälkihoito tulee aloittaa heti betonoinnin jälkeen, jotta halkeilu jäisi minimiin. Kolme vuorokautta on yleensä lyhin jälkihoitoaika ja erilaisten ulkoisten rasitusten alaisiksi joutuvilla rakenteilla se on 7 vuorokautta. Muottia vasten olevissa pinnoissa kosteus säilyy itsestään, mutta avoimet pinnat peitellään heti tai kastellaan seuraavien päivien aikana. Muottien purkamisen jälkeen myös pystypintoja voidaan kastella tarvittaessa. AA-pinnan ollessa kyseessä kosteuttamisen yhteydessä pitää varoa liiallista nesteen käyttöä, jottei pintaan tule valumajälkiä.

### 3.8 Pintojen suojaus

Valmiit pinnat on myös hyvä suojata ennen luovutusta. Yksi tapa on käyttää si-detankojen reikiä apuna koolauksen kiinnityksessä, kun halutaan tehdä suojaus vanerista. Näin betoniin ei tarvitse kiinnittää mitään ja vältetään reikien teolta. Koko alaa ei välttämättä tarvitse suojata levytyksen avulla, yleensä 120 senttimetriä lattiasta ylöspäin riittää. Pintojen suojaus tahraantumista vastaan voidaan tehdä esimerkiksi muovittamalla paljaat pinnat.

Seuraavassa on esimerkki käytetystä massasta:

ITB C35/45 8 mm SF2 – XC3/XC4 100 vuotta, CEM | 52,5 N, leviämä 740 mm.

## 4 SUUNNITTELU

### 4.1 Yleistä

Suunnitteluun panostaminen on varmasti yksi keskeisimmistä työvaiheista näin herkissä työsuorituksissa. Onnistuneen kokonaisuuden saamiseksi puhtaaksi valettujen AA-luokan IT-betonikohteissa, suunnittelijalla olisi hyvä olla aikaisempaa kokemusta vastaavista kohteista. Kustannukset ja työn määrä karkaavat helposti käsistä, kun työmaalla huomataan asioita, jotka eivät käytännössä toimi ja niitä joudutaan aikataulupaineen alla muuttamaan. Tehtäväsuunnittelu ja suunnitelmiin tutustuminen hyvissä ajoin ovat avainasemassa kokonaisuuden hallintaan.

### 4.2 Porrasseinät

Kohteen porrasseinät olivat tietyssä mielessä haastavat, koska seinä lepäsi alemman kerroksen pilarien päällä ja rakenne on itsensä kantava. Seinät eivät olleet ontelokentän kanssa saman suuntaisia, jolloin niitä ei voinut valaa kiinni onteloihin. Jos rakenteet olisi voitu tukea ontelokentästä, olisi myös raudoitusta voitu keventää huomattavasti. Seinien alapäissä käytettiin villakaistoja, jotka piti valujen jälkeen poistaa ja niiden avulla saatiin seinät ja ontelot erotettua.

Koska nyt tarkoitetaan noin 4 metriä korkeita, kolmion mallisista seiniä, niin niiden tukemisessa piti olla erittäin huolellinen valun aikana tulevien voimien hallitsemiseksi. Tartuntapintaa alustaan seinillä oli erittäin vähän. Lopullisessa tuloksessa tämä ei tietenkään enää haittaa, koska sen jälkeen valettavat raput tukevat seinät paikkaansa.

### 4.3 Suojabetoni

Seinät vaihtelivat paksuudeltaan ja ohuemmissa kohdissa rautojen sopimisen kanssa muottien sisään sai raudoituksen työryhmä olla huolellinen. Suojabetonia oli piirustuksiin merkitty 20 mm, mutta 10 mm:n toleranssi kummallekin puolelle

antoi liikkumavaraa, joka myös käytettiin. Näin pieni suojabetonin määrä jo itsessään aiheuttaa ongelmia raudoitusverkon varjostusten muodossa. Lopullisessa pinnassa ei varjostuksia saisi näkyä, jos pinta jää esille ja ilman päällystettä.

#### 4.4 Maksimi raekoko

Betonin maksimiraekoko määrittää omalta osaltaan myös raudoituksen suojabetonin määrää, tai toisin päin. Kiven koko ei missään nimessä saisi ylittää suojabetonin paksuutta, toleranssit mukaan lukien, tämän tyyppisissä valuissa. Esimerkiksi jos raudoitus on aikaisemmin mainitun mallinen ja joudutaan käyttämään toleranssit loppuun sekä massan kivi on määrätty isommaksi, mitä raudoituksen suoja minimissään on, niin on vaara, että kivet holvaavat rautojen ja muottipinnan väliin valun aikana. Tämä tarkoittaa käytännössä mahdollisia kivipesiä, joita ei AA-pinnassa hyväksytä korjattavaksi ja tämän kaltaisissa tapauksissa voi olla, että koko seinä joudutaan purkamaan ja tekemään uusi. (Kuva 1.)



Kuva 1. Kivipesiä seinällä.

#### 4.5 Raudoitus

Toinen kohta, johon on hyvä syventyä suunnittelun aikaisessa vaiheessa, on mahdolliset rakennetta kaventavat elementit. Tällä työmaalla toisen puolen seinärakenteisiin tuli kaidesyvennys, joka yhdistettynä vahvaan raudoitukseen kavensi tilan valuputkille hyvin vähäiseksi. (Kuva 2.) Ilman valuputkia näin korkeita rakenteita ei voi valaa, koska tiputuskorkeus kasvaa liian suureksi. Valuyhteitä käytettäessä paine olisi voinut kasvaa nykyistä mitoitusta huomattavasti suuremmaksi, joten sekään vaihtoehto ei ollut käytettävissä. Asia saatiin ratkaistua työmaalla vaihtamalla raudoituksen mallia, leventämällä seinää ja pienentämällä valuputkien halkaisijaa. Tämän tyyppiset asiat pitää ratkoa suunnittelupöydällä ennen tuotannon aloittamista.



Kuva 2. Reikä valuputkelle.

Ylimmäiset teräkset olivat pahasti tiellä ja tästä välistä valaminen ei tullut onnistumaan ilman uutta suunnitelmaa.



Rakenteessa on mukana yksi pilari. Raudoitus oli rakenteensa takia suuritöinen kyseisessä kohteessa. (Kuva 3.)



Kuva 3. Palkin raudoitusta.



Kuva 4. Rauditusverkon varjostumaa.

Kuvien 2 ja 4 ongelmat on helppo selittää, mutta sen pitäisi tapahtua suunnitteluvaiheessa. Työmaalla ei hirveästi ole varaa virheisiin ja jos suunnittelussa on jäänyt asioita huomioimatta, jotka johtavat edellä esitettyihin lopputuloksiin, on projektin eteenpäin vieminen raskaampaa, eikä valmis tuote välttämättä vastaa odotuksia.

## 5 ALIURAKKASOPIMUKSET

### 5.1 Työryhmät

Kokoluokaltaan suurissa projekteissa aliurakointi on suositeltavaa ja sitä voidaan toteuttaa monella tapaa. Työllistävää vaikutusta saadaan 1 työnjohtaja + 2 kirvesmiestä + 2 rakennusmiestä, jos mennään minimi-miehityksellä ja kyseessä on pelkästään muottityö. Raudoittajia tarvitaan vähintään 2 ja telineentekoon vähintään 2 tekijää, eli nopeasti tulee pelkästään vähimmäisvaatimuksella pienen rakennusfirman verran ammattilaista tekemiseen mukaan. Vaikka pääurakoitsijana olisikin kooltaan suuri yritys, jolla olisi omia työntekijöitä työmaan tuotannossa, ei omin voimin urakointi silti välttämättä ole mahdollista.

### 5.2 Urakkatarjoukset

Muottityö ja sen suunnittelu ovat oma kokonaisuutensa. Kun otetaan vielä AA-luokitus ja IT-betoni mukaan yhtälöön, alkaa liikkuvia osia ja tiukkoja toleransseja olemaan tavallista muottityötä huomattavasti enemmän. Puhdasvaluosaamista Suomessa toki on, mutta kuinka lähellä kohteen paikkakuntaa ja onko tekijöillä juuri sillä hetkellä aikaa. Tarjouksia tämän kokoluokan ja aikataulultaan vaativiin urakoihin, voi olla haasteellista saada. Hinnoissa on helposti suurta hajontaa ja sisältö voi poiketa paljon toisistaan. Mahdollisimman aikaisessa vaiheessa reagointi helpottaa hyvän tarjouksen ja urakoitsijan löytymistä, mutta aina ei niin onnellisessa asemassa olla, esimerkiksi koko kohteen suunnitelmien vajavaisuuksien myötä.

### 5.3 Urakan työnjako

Perinteisesti pääurakoitsija vastaa yhteydenpidosta suunnittelijoihin. Jos urakka annetaan aliurakoitsijalle, voitaisiin harkita mallia, jossa aliurakoitsija ratkaisisi esille tulleet ongelmat ja hidasteet suoraan suunnittelijoiden ja muiden mukana

olevien tahojen kesken. Tällöin pääurakoitsijan töihin jäisi lähinnä valvonta, eikä se näin ollen veisi resursseja hyvin vähän. Tämänkaltaisen toimintamallin haittoja ja hyötyjä on kuitenkin hyvä pohtia ennalta ja miettiä, onko urakan koko sellainen, jossa hyötyjä saataisiin toteutettua.

Jos työ viedään eteenpäin vain muuttityön osalta aliurakointina, nousee pääurakoitsijan työnjohdon ja työmaan henkilöstön resurssien käyttö aivan eri tasolle, kuin mitä edellisessä tekstissä ilmeni. Sopimuksessa varmasti lukee pienempi luku viivan alla, mutta se ei välttämättä pidä lopussa paikkaansa, kun kaikki kulut otetaan huomioon. Tämän tyyppisessä ratkaisussa todellisia kuluja on hyvin vaikea laskea ja kulurakenne tulee olemaan paljon sen varassa, miten urakka saadaan onnistumaan heti alusta lähtien.



## 6 RAKENNUS- JA TALOTEKNIIKAN YHTEENSOVITUS

Jos seinien korkeus ylittää normaalin huonekorkeuden, joka uudisrakentamisessa on yleensä 2 600 mm ja huoneissa sisäkatot lasketaan alas, silloin välitila otetaan talotekniikan käyttöön. AA-pintojen kanssa työskennellessä, pitää tekniikan reikäkuvien olla ajantasaiset, koska jälkikäteen tehtävät timanttiporaukset vedellä eivät todennäköisesti onnistu pinnan sotkemisvaaran takia. Kuivaporaukset yksittäisille kaapelivedoille ovat helppoja toteuttaa, mutta IV-rungolle ja sähköarinalle tehtäviä reikiä olisi hyvä välttää. Reiät tehdään valun joukkoon asennettavien varauksien kanssa.

Varauksissa yleensä käytetään vaneria tai eristelevyjä (EPS/XPS). (Kuva 5.) Suorakulmaisissa varauksissa käy molemmat vaihtoehdot ja pyöreissä käytetään yleisemmin eristelevystä leikattuja paloja.



Kuva 5. EPS varaus sähköarinalle.

## 7 CAD-OHJELMIEN HYÖDYNTÄMINEN TUOTANNOSSA

### 7.1 Yleistä

Muottien suunnittelussa on suotavaa ottaa ohjelmallinen toteutus käyttöön. Työmaalla muottien kokoaminen helpottuu huomattavasti, jos kohteesta löytyvät valmiit kuvat muottien kasaukseen. Työ helpottuu myös määrä- ja kustannuslaskennan osalta, jos muotit saadaan suunniteltua aikaisessa vaiheessa. Näin päästään tarkempiin lukuihin ja muutokset ovat helpommat sekä nopeammat toteuttaa vielä työmaavaiheessakin, jos sellaisiin tulee tarvetta. Muottikalustoon keskittyneiltä yrityksiltä, kuten PERI:ltä ja DOKAlta löytyy CAD-suunnitteluun sopivat ohjelmistot. PERI:ltä löytyy myös muotin valupainelaskuri.

### 7.2 Pala- ja suurmuotit

Pala- ja suurmuottien kanssa AA-luokan pinnoissa tulee ongelmaksi muottipintojen virheettömyys. Muottipintojen pitää olla mielellään uudet, mutta kerran käytyt voivat myös kelvata, jos ne ovat uutta vastaavia. Yksittäisessä kokonaisuudessa tämä toimii, mutta useampien pienten valujen kohdalla muotit kannattaa tehdä kappaletavarasta.

### 7.3 Muutokset

CAD-suunnittelu helpottaa huomattavasti tilanteissa, joissa muottia joudutaan muokkaamaan suunnitelmien muuttuessa. Keskeisiä huomioon otettavia asioita ovat palkki-, reikä- ja levyjako. Palkkijaon muuttuessa myös valmiiseen pintaan tuleva reikäjako muuttuu. Myös levyjakoon voi tulla muutoksia, jos muutokset ovat merkittäviä. Virheiden määrä helposti lisääntyy, jos työmaalla sovelletaan muutoksia vanhoihin kuviin, koska työmaaoloissa ei välttämättä aina nähdä kaikkia kokonaisuuteen liittyviä palasia. Pahimmassa tapauksessa muotti sekä

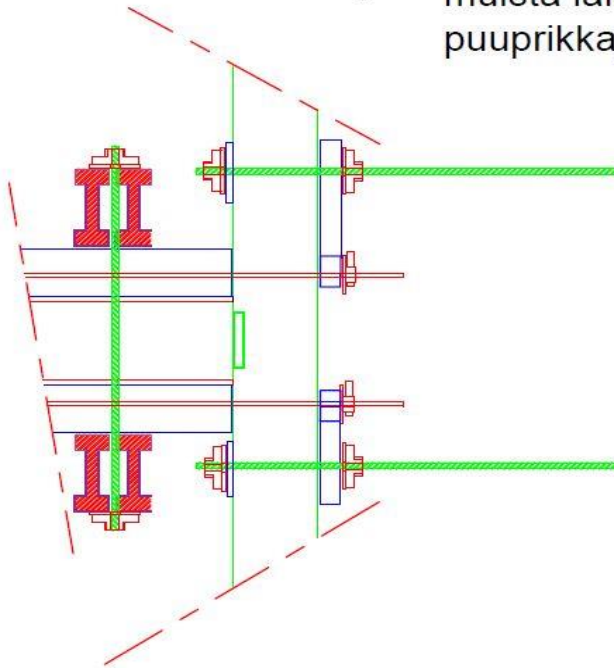
raudoitukset joudutaan purkamaan ja tekemään uudestaan, mikä taas vie aikaa, rahaa ja resursseja.

#### 7.4 Detaljit

Detaljien teko kriittisissä paikoissa on myös suotavaa, jotta osataan ottaa huomioon työvaiheet, joissa pelkona on pinnan laadun heikentyminen. (Kuva 6.) Esimerkkinä kuvassa sidetankojen mutterien kiristys, jos palkkeja ei voida käyttää. Kun mutterit kiristetään piukkaan, on vaarana muottipinnan pullistuminen valun puolelle, jolloin valmiiseen seinään voi jäädä jälki. Tämän voi ehkäistä laittamalla mutterin alle puuprikan, joka antaa kiristysvaiheessa periksi, eikä täten riko muottipintaa. CAD-ohjelmalla on helppo määrittää prikan koko ja muoto, joita sitten työmaalla tai alihankkijalla valmistetaan.

#### Det 2, tuenta yläreunassa

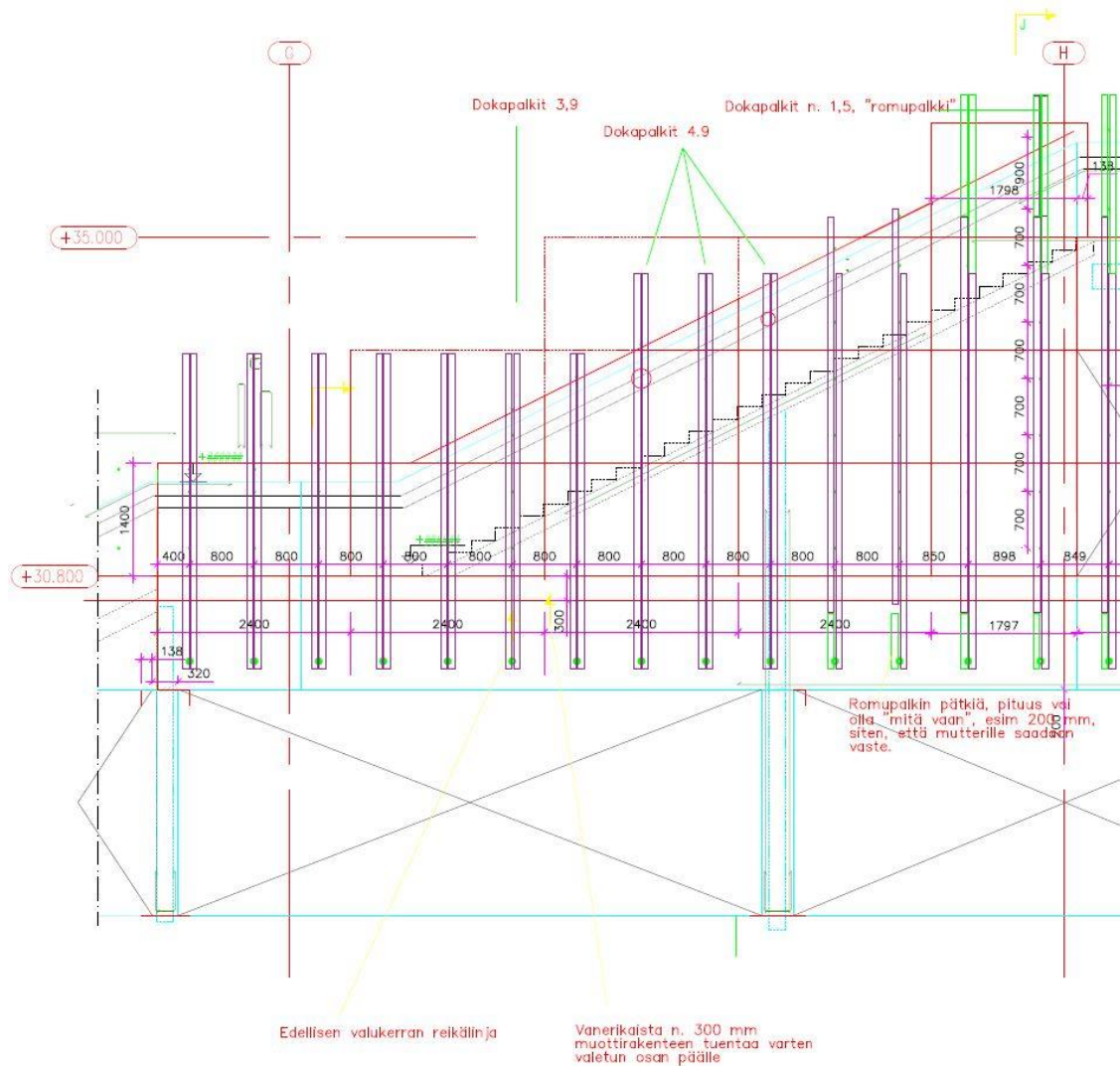
- lähimmästä pultinreiästä "pystytuki"
- muista laittaa supermutterin alle puuprikka, jottei betoniin jää jälkiä



Kuva 6. Sidetangon detaljipiirros.

Esimerkkejä CAD-suunnittelusta, kun on tarkoitus käyttää kappaletavaraa muotitöissä.

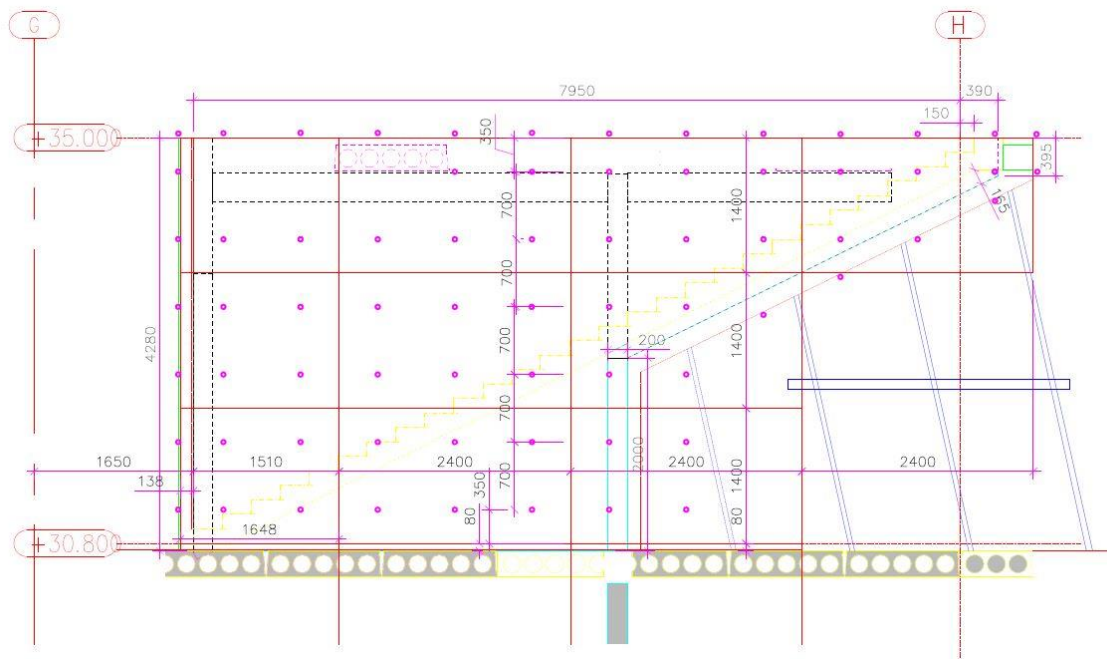
Kuva 7 osoittaa pääasiassa palkkijaon, jossa on myös kerrottu, minkä pituista ja laatuista palkkia eri kohdissa käytetään. Tämän tasoista piirrosta on helppo työmaalla tulkita ja virheiden mahdollisuus pienenee huomattavasti.



Kuva 7. Palkkijako detajli piirros.



Kuva 8 havainnollistaa reikä- ja levyjakoa. Levyjakoa kuvataan punaisilla viivoilla, joita menee pystyyn ja vaakaan. Reikäjako esitetään pyöreillä objekteilla. Tämä kuva auttaa ymmärtämään myös sen, mitä tapahtuu näkyvien osien esteettisyydelle, jos muutoksia ei tehdä kokonaisvaltaisesti. Valmiiseen seinään jää näkyviin muottilevyjen saumat. Jos jotain levy saraketta mennään lyhentämään ilman, että reikäjako muuttuu, näkyy se lopullisessa pinnassa reikärvien ajautumisena levysauman sivuun. Jos kaikissa muissa levyissä reikäryhmät on keskitetty levyn keskelle, niin tämän suuntainen poikkeavuus näkyy kokonaisuudessa. Seinän osan jääminen näkyville voi pilata koko seinän estetiikan.



Kuva 8. Levyjaon detailjippiirros.

## 8 TYÖMAALLA PIDETTÄVÄ KOKOUKSET

### 8.1 Aloituskokous

Ennen aloituskokousta on mahdollinen urakoitsija sovittuna. Lopullista urakkasopimusta ei kuitenkaan vielä ole tehty, koska jos urakka sisältää mallityön tekemisen, pitää mallityö ensin hyväksyä.

Kokonaisaikataulu pitäisi olla lyötynä tässä vaiheessa lukkoon, muuten projektinhallinta vaikeutuu urakan edetessä.

Aloituksessa tarkastellaan työn hankalimmat kohdat, jotka tiedetään ennalta. Yllätyksiin on silti hyvä varautua aikataulullisesti, henkisesti ja kaikilla muilla mahdollisilla tavoilla, koska niitä varmasti tulee.

### 8.2 Mallikatselmus

Mallikatselmus pidetään, kun malli on saatu tehtyä. Katselmuksessa tarkastetaan AA-luokan määritykset ja varmistetaan mallityön seuraavan annettuja tasoja. Raudoitukset kannattaa tehdä mallityöhön samalla rautamäärällä, joka tulee käyttöön myös lopullisessa työssä. Tällöin pystytään huomiomaan mahdolliset yhteensopivuuksien ongelmat raudoituksen ja muottityön osalta. Jos näin ei toimita, nämä mahdolliset ongelmat tulevat eteen työmaalla.

Kun muotit on saatu purettua, kutsutaan koolle kaikki urakan osapuolet ja lähdetään tarkastamaan kokonaisuutta. Katselmuksessa kerrataan laatutekijät ja niiden vaatimukset. Kun katselmus on saatu pidettyä ja päästään yhteisymmärrykseen kaikkien tekijöiden kesken mallin laadusta, voidaan siirtyä lopullisen urakkasopimuksen kirjoittamiseen.



Kuva 9. Malliseinän toteutus.

### 8.3 Urakkasopimuksen allekirjoitus

Urakkasopimuksen allekirjoitustilanteessa on mukana niin pääurakoitsijan kuin aliurakoitsijan edustus. Sopimuksessa sovitaan lopullinen hinta, aikataulu ja kirjataan huomiot, joita aloituskokouksen ja mallin tekemisen jälkeen on tullut ilmi. Allekirjoitusten jälkeen voi työ alkaa.



## 8.5 Viikkopalaveri

Viikkopalaveri pidetään nimensä mukaisesti kerran viikossa ja siinä kerrotaan työmaan edistyminen kokonaisuutena. Palaverissa esitellään 3 viikkois-aikataulut/tahtiaikataulu sen hetkisistä työvaiheista, kuin myös työturvallisuus ja muut tarpeelliset asiat. Palaverin tarkoitus on varmistaa, että kaikilla on ainakin mahdollisuus saada se tieto, mikä sillä hetkellä on paikkaansa pitä-vää.

## 8.6 Työmaalla tapahtuvat katselmukset

Katselmuksista tärkeimpiä ovat luovutus- ja tarkastuskatselmukset. Näissä tapahtumissa päätetään, otetaanko työ vastaan, sovitaan korjauksista, pääs-täänkö työ aloittamaan, voidaan sopia tulevista muutoksista ja suunnitella tar-vittavia parannuksia.

## 8.7 Urakan osien luovutuskatselmukset

Kun aliurakoitsija on mielestään valmis jonkun urakan kohdan osalta, teh-dään siitä osasta luovutuskatselmus. Katselmuksessa vastaanottavan osa-puolen pitää ja kannattaa olla hyvin tarkkana tulkinnoissaan, onko käsitte-lyssä oleva kokonaisuuden osa sitä, mitä on pyydetty. Allekirjoitusten jälkeen tulevien korjauksien maksaja on hyvin todennäköisesti taho, joka on vastaan-ottanut luovutetun osan. Tehtäväsuunnitelmassa ja aloituspäalaverissa kirjoji-tetaan tehtävien laatuvaatimukset auki. Mallityö on tehty näiden laatuvaati-muksien mukaan ja on perusta luovutuskatselmuksessa tai urakoitsijan itselle luovutuksen kohteena olevien suoritussten verrokkina.

## 9 LOPUKSI

Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin paikallavaletun AA-luokan puhdasvalupor-  
taikon ja niihin yhdistyvien väliseinien toteutusta työmaalla pääurakoitsijan urak-  
kavalvojan ja työnjohtajan paikalta. Työssä käsiteltiin asioita, joita työmaalla tuli  
vastaan ja joiden huomioon ottamisessa lukija voisi omissa projekteissaan hyö-  
tyä. Käytännön taustoitukseksi etsitty teoria konkretisoitui myös työmaalla.

Käytännössä harvoin pääsee näin massiivisten ja monimuotoisten rakennelmien  
pariin, joissa pinnaksi on määritelty AA-luokan puhdasvalu, koska vaarana on  
suuri epäonnistumisen mahdollisuus. Käytännössä, kun muotti on valmis ja be-  
tonimassat on pumpattu muottiin, tiedetään vasta muutaman päivän päästä, mi-  
ten lopputuloksen kanssa kävi. Jos aikataulu sattuu olemaan tiukka, niin seuraa-  
vaa muottia on tehty jo pitkän matkaa, ennen kuin totuus edellisestä paljastuu.  
Tämä voi aiheuttaa pientä harmitusta, jos asiat eivät menneet niin kuin suunni-  
teltiin.

Rakenteet valettiin IT-betonilla, jonka käytöstä työn tekijällä ei ollut aikaisempaa  
kokemusta muilta työmailta. IT-betonin käyttö on lisääntynyt Suomessa samaan  
aikaan kuin myös betonirakentamisen osuus on kasvanut. Aikaisemmin samalla  
työmaalla valettiin väestönsuojia, joissa IT-betonia käytettiin, joten betonilaatu ei  
ollut täysin vieras, mutta uusi tuttavuus kuitenkin.

Mielellään kaikilla osapuolilla, jotka urakkaan osallistuvat, olisi hyvä olla aikai-  
sempaa kokemusta vastaavista projekteista. Tällöin on ainakin mahdollista ohit-  
taa pahimmat kuopat ja päästäisiin hyvää lopputulokseen. Onnistuessaan AA-  
luokan betonipinta on esteettisesti tyylikkään näköinen, ja suurista kokonaisuuk-  
sista saadaan näyttäviä.

## LÄHTEET

BY40. 2003. Pahkala, M. & Vuorinen, P. päiväämätön. Betonipintojen laatuluokitus. Viitattu 29.11.2020 <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK030401.pdf>

CAD kuvien toteutus, Kari Lindroos Cretecon Oy

DOKA CAD-ohjelmisto <https://www.doka.com/fi/solutions/services/dfds-planning-software/dfds-formwork-planning#autocad>

Anttila, V. & Vuorinen, P. päiväämätön. Itsetiivistyvä betoni. Viitattu 29.11.2020 <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK050402.pdf>

Korpela, J. & Petrow, S. päiväämätön. Paikallavaletut puhdasvalubetonipinnat. Viitattu 29.11.2020 <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK120502.pdf>

Peri Suomi 2020a. CAD-ohjelmisto Viitattu 29.11.2020 <https://www.peri.fi/tuotteet/peri-cad-software.html>

Peri Suomi 2020b. Muotin valupainelaskuri. Viitattu 29.11.2020 <https://www.peri.fi/tuotteet/sovellukset-ja-tyokalut/muotin-valupainelaskuri.html>