

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Karri Immonen

PAIKALLAVALUBETONIRUNGON LAADUNVARMISTUS

Opinnäytetyö
Marraskuu 2014



OPINNÄYTETYÖ
Marraskuu 2014
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Karjalankatu 3
80100 JOENSUU
(013) 260 6800

Tekijä
Karri Immonen

Nimeke
Paikallavalubetonirungon laadunvarmistus

Tiivistelmä

Opinnäytetyössä tarkasteltiin paikallavalubetonirungon laadunvarmistusta työma-olosuhteissa. Työssä kuvataan kerrostalon betonirungon työvaiheet siten, että saadaan laatuasiakirjoissa betonirungolle asetetut laatuvaatimukset täytettyä.

Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia työnjohdon avuksi tarkistuslista, jossa keskitytään keskeisimpiin työsuorituksen aikaisiin vaatimuksiin, jotta saadaan valmistettua suunnitelmien mukainen rakenneosa.

Tarkistuslistan laadinnassa käytettiin teoriapohjana voimassa olevia rakennusalan lakeja, betoninormeja ja aiheesta julkaistua kirjallisuutta.

Kieli
suomi

Sivuja
Liitteet

31
1

Asiasanat
paikallavalettu betonirunko, laadunmittaus



THESIS
November 2014
Degree Programme in Civil Engineering
Karjalankatu 3
FI 80100 JOENSUU
FINLAND
(013) 260 6800

Author
Karri Immonen

Title
Quality Control of An In-Situ Concrete Frame

Abstract

The subject of this thesis was quality control of an in-situ concrete frame in on-site conditions.

The thesis describes the steps in constructing a concrete frame for an apartment building so as to meet the wanted quality requirements.

The aim was to prepare the checklist to aid construction managers, with the focus on the main stages of work requirements in order to manufacture a structure with high quality.

In preparation of this checklist, the theory basis for the constructions of existing laws, standards on concreting, and the literature published on the subject was used.

Language
Finnish

Pages 31
Appendices 1

Keywords
in-situ concrete frame, measuring quality

Sisältö

Tiivistelmä

Abstract

Sisältö	3
1 Johdanto	6
1.1 Työn tausta	6
1.2 Työn tavoitteet	6
1.3 Työn rajaus	6
2 Paikallavalurakentaminen	7
3 Laadunvarmistus runkovaiheessa	7
3.1 Rakennushankkeen suunnitelmat	7
3.2 Aloituskokous	8
3.3 Rakennustyönjohdon vaatimukset	8
3.4 Rakennusmateriaalien tuotevarmennus	9
3.5 Työmenetelmien valinta	9
3.6 Työnsuorituksen laadunvalvonta	11
3.7 Rakennusjätteet	11
3.8 Työturvallisuus	12
4 Maanvarainen alapohja	13
4.1 Alapohjatyön aloitus	13
4.2 Alustan tiivistys	14
4.3 Alapohjan muottityö	14
4.4 Lämmöneristeet	15
4.5 Alapohjan raudoitustyö	15
4.6 Alapohjan betonointi	15
4.7 Alapohjavalun jälkihoito	18
4.8 Alapohjamuotin purku	19
5 Paikallavaluseinä	19
5.1 Seinien mittatarkkuusvaatimukset	19
5.2 Seinätyön aloitus	21
5.3 Seinämuottityö	22
5.4 Seinän raudoitus	22

5.5	Seinämuotin betonointi.....	23
5.6	Seinän jälkihoito	24
5.7	Seinämuottien purku	25
6	Paikallavaluholvi.....	26
6.1	Holvityön aloitus.....	26
6.2	Holvimuottityö	26
6.3	Holvin raudoitustyö.....	26
6.4	Holvin betonointi.....	27
6.5	Holvivalun jälkihoito.....	27
6.5	Holvimuotin purku	27
7	Pohdinta.....	28
	Lähteet	30

Liite

Liite 1 Betonirungon laadunvarmistuslista

1 Johdanto

1.1 Työn tausta

Kerrostalotyömaan betonirunkovaihe on erittäin nopeatempoinen rakennusvaihe. Työ etenee päivittäin nopeasti ja työnjohdolla on haastetta tarkastaa kaikkien työvaiheiden suunnitelmienmukaisuus. Jossain vaiheessa voi unohtua jokin varaus tai läpivienti valusta. Tämä aiheuttaa lisäkustannuksia seuraavissa työvaiheissa, kun ruvetaan piikkaamaan tai poraamaan unohtunutta varausta. Rakenteen läpi poraaminenkaan ei ole aina mahdollista jälkikäteen raudoituksen sijoittumisen takia. Tämän takia joutuu suunnittelija tekemään suunnitelmia uusiksi. Monelta rakennusliikkeeltä löytyy työvaihekohtainen tarkistuslista, mutta itse toivoin listaa, joka toimisi yleisenä muistiona runkovaiheessa. Betonirungon eri työvaiheiden työjärjestyshän on hyvin samankaltainen.

1.2 Työn tavoitteet

Tavoitteena työssäni oli tehdä tiivistetty laadunvarmistuslista työnjohdon avuksi työmaakäyttöön. Lista sisältää olennaisimmat kohdat, joihin täytyy puuttua rungon valmistusvaiheessa. Listassa käydään läpi asiat, jotka täytyy huomioida jo ennen betonointityön aloittamista.

1.3 Työn rajaus

Työ sisältää perustamisvaiheen jälkeiset työvaiheet, eli maanvarainen lattia, paikallavaluseinä ja -holvi. Perehdyttiin näiden työvaiheiden laatuvaatimukseen ja menetelmiin, joilla pyritään eliminoimaan betonointivaiheessa tulevien virheiden ja minimoimaan jälkitöiden määrää.

2 Paikallavalurakentaminen

Paikallavalurunko on yksinkertainen suunnitella ja toteuttaa. Samaan rakennusrunkoon voidaan sijoittaa erilaisia käyttötarkoituksia kuten asuntoja, toimistoja ja liikkeitä. Välipohjien vaihtelevat kuormitukset voidaan ottaa huomioon paikallisesti raudoitusta lisäämällä, laattapaksuutta muuttamalla tai palkkikaistoja käyttämällä. Paikallavalettujen rakenteiden ääneristysominaisuudet ovat hyvät tiivien rakenteiden ja työsaumojen ansiosta. (RT 82-10814, 2.)

Toisaalta paikallavalukohde on ympäri vuoden erilaisten säävaihteluiden armoilla, kuten pakkanen, kova auringonpaiste, kova tuuli, yms. Näistä kaikki vaikuttaa työn sujuvuuteen ja laatuun omalla tavallaan ja nämä tulee ottaa huomioon rakenteita valettaessa. Työnjohdon täytyy olla erityisen tarkkana muotti- ja raudoitustyön aikana, jotta valmistettava rakenne täyttää suunnitelmien mukaiset laatu- ja lujuusvaatimukset.

3 Laadunvarmistus runkovaiheessa

3.1 Rakennushankkeen suunnitelmat

Rakennushankkeesta laaditaan lukuisa määrä työn toteutukseen liittyviä suunnitelmia. Niiden määrään ja muotoon vaikuttavat mm. rakennettava rakennus (talo, silta, jne.), urakkamuoto, rakennuksen koko ja vaikeusaste, valitut rakennusjärjestelmät ja -materiaalit. Pääperiaatteena on, että rakennushankkeesta laaditaan ennen rakentamisen aloitusta aikataulut, tuotantotekniset, laatu- ja työturvallisuussuunnitelmat sekä taloudelliset laskelmat. Tuotannon suunnittelua tarkennetaan rakennustyön aikana. (by 201 2004, 209-210.)

3.2 Aloituskokous

Rakennushankkeen laadusta ja laajuudesta riippuen aloituskokoukseen kutsutaan myös rakennussuunnittelija, erityissuunnitelmien kokonaisuudesta vastaavat suunnittelijat, muut erityissuunnittelijat, erityisalojen työnjohtajat, rakennushankkeeseen ryhtyvän ja toteuttajien tarpeellisiksi katsomat henkilöt sekä rakennusvalvontaan osallistuvat kunnan muut viranomaiset. (RakMK A1, 6.3.2.)

3.3 Rakennustyönjohdon vaatimukset

Lupaa tai muuta viranomaishyväksyntää edellyttävässä rakennustyössä tulee olla työn suorituksesta ja sen laadusta vastaava, joka johtaa rakennustyötä sekä huolehtii rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä myönnetyn luvan ja hyvän rakennustavan mukaisesta työn suorittamisesta (*vastaava työnjohtaja*). Tarpeen mukaan rakennustyössä tulee olla erityisalan työnjohtajia sen mukaan kuin asetuksella säädetään. Vastaavan työnjohtajan ja erityisalan työnjohtajan hyväksyy kunnan rakennusvalvontaviranomainen. Rakennustyötä ei saa aloittaa tai jatkaa, ellei työssä ole hyväksyttyä vastaavaa työnjohtajaa. Hyväksyntä tulee peruuttaa, jos siihen tehtävien laiminlyömisestä johdosta tai muusta vastaavasta syystä on aihetta. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 122. §.)

Betonityönjohtaja johtaa rakenteiden valmistusta ja hänellä tulee olla tehtävän vaativuuden mukainen pätevyys. Hänellä tulee olla riittävät tiedot betonin ominaisuuksista ja valinnasta sekä riittävä käytännön kokemus rakenteiden valmistuksesta. (by 47 2013, 96).

3.4 Rakennusmateriaalien tuotevarmennus

1.7.2013 voimaantulleen rakennustuoteasetuksen mukaan kaikki ne rakennustuotteet, joilla on harmonisoitu tuotestandardi tai ETA, CE-merkitään. CE-merkintä on yhteinen eurooppalainen järjestelmä rakennustuotteen ominaisuuksien osoittamiseksi. CE-merkinnällä valmistaja vakuuttaa, että rakennustuotteen ominaisuudet ovat eurooppalaisen harmonisoidun tuotestandardin tai eurooppalaisen teknisen arvioinnin mukaiset. Näissä asiakirjoissa määritellään, mitä ominaisuuksia CE-merkityllä tuotteella on oltava ja miten tuotteen valmistusta on valvottava ja testattava. (by 47 2013, 13-14).

Piiloon jäävien rakenneosien osalta rakennusurakoitsijan on arkistoitava dokumentit tuotteiden kelpoisuustodistuksista esim. työmaakansioihin.

3.5 Työmenetelmien valinta

Suunnitelmien pohjalta valitaan työssä käytettävä työmenetelmä. Runkovaiheessa tämä tarkoittaa lähinnä muottijärjestelmien ja betonointimenetelmän valintaa.

Muottijärjestelmän valinta voidaan jakaa (Betoniteknikan oppikirja by 201 2004, 235-239). mukaisesti kuuteen eri vaiheeseen:

1. Työmaan lähtötietojen selvittäminen

- laatuvaatimukset
- paikallavalumäärät
- aikataulut ja tekojärjestys
- työsaumat
- tiedot mahdollisista vaihtoehtoisista tekotavoista ja työsaumoista
- nosturiresurssit
- työryhmien ammattitaito

2. Muottityypin alustava valinta

- tutkitaan muottikalustojen tekninen soveltuvuus lähtötietojen perusteella
- kustannusvertailu

3. Muottitarpeen määrittäminen

- piirustuksista ja määräluetteloista lasketaan muotitettavien rakenteiden määrä
- aikataulusta selvitetään rakenteen tekemiseen varattu aika
- lasketaan muottityöhön käytettävissä oleva aika
- lasketaan keskimääräinen, päivittäinen muottityön määrä

4. Muottikustannusten määrittäminen

- kalustokustannukset
- muottityökustannukset
- muut kustannukset esim. jälkityötarve, talviolosuhteiden vaatimat lämmityskustannukset, muottien esikasauksen tarve

5. muottikaluston valinta

- kustannustehokkuus
- soveltuvuus asetetuille vaatimuksille

6. Muottien käytön suunnittelu

- muottikierron suunnittelu
- kalustomäärä
- työryhmät
- nosto- ja siirtomenetelmät
- lämmitys- ja suojausmenetelmät.

3.6 Työsuorituksen laadunvalvonta

Betonyönjohtaja valvoo rakenteiden valmistuksen aikana, että muoteista ja niiden tukirakenteista, raudoitustöistä, betonitöistä, jännittämistöistä ja mittatarkkuuksista annettuja ohjeita noudatetaan ja että laaditaan asiaankuuluvat muistiinpanot. (by 50 2012, 148).

Betonimassan laatua valvotaan toisaalta betonin valmistuksen ja toisaalta betonoinnin aikana. Betonimassan notkeutta ja vaadittaessa ilmapitoisuutta sekä muita ominaisuuksia valvotaan sopivaa mittaustapaa käyttäen. Koekappaleita tehtäessä mitataan betonimassan notkeus ja lämpötila. (by 50 2012, 148.)

Betonin lujuudenkehitystä seurataan esimerkiksi lämpötilamittausten tai koekappaleiden avulla. Näitä menetelmiä käytetään suunnitelmien edellyttämän lujuuden varmistamiseen sekä tarvittaessa muun muassa jäätymislujuuden, muottien purkamislujuuden ja jännitettyjen rakenteiden jännittämisajankohdan määrittämisessä. (by 50 2012, 148.)

3.7 Rakennusjätteet

Rakentaminen on suunniteltava ja toteutettava sekä rakennusjätteet kerättävä ja kuljetettava siten, että hyödynnettävät ja seuraavat jätelajit pidetään erillään tai lajitellaan erilleen toisistaan ja muista rakennusjätteistä ja -aineista:

- 1) betoni-, tiili-, kivennäislaatta-, keramiikka- ja kipsijätteet
- 2) kyllästämättömät puujätteet
- 3) metallijätteet, sekä
- 4) maa-aines-, kiviaines- ja ruoppausjätteet.

Rakennusjätteen haltijan on huolehdittava siitä, että rakennusjäte hyödynnetään, jos se on teknisesti mahdollista eikä siitä aiheudu kohtuuttomia lisäkustannuksia verrattuna muulla tavoin järjestettyyn jätehuoltoon. (Valtioneuvoston päätös rakennusjätteistä 295/1997, 5. §.)

Jätteen haltijan on laadittava siirtoasiakirja vaarallisesta jätteestä, sako- ja umpikaivolietteestä, hiekan- ja rasvanerotuskaivojen lietteestä, rakennus- ja purkujätteestä ja pilaantuneesta maa-aineksesta, joka siirretään ja luovutetaan 29. §:ssä tarkoitetulle vastaanottajalle. Siirtoasiakirjassa on oltava valvonnan ja seurannan kannalta tarpeelliset tiedot jätteen lajista, laadusta, määrästä, alkuperästä, toimituspaikasta ja -päivämäärästä sekä kuljettajasta. (Jätelaki 646/2011, 121. §.)

3.8 Työturvallisuus

Päätoteuttajan on tehtävä ennen rakennustöiden aloittamista kirjallisesti työturvallisuutta koskevat suunnitelmat, joiden mukaan työt, työvaiheet ja niiden ajoitus järjestetään mahdollisimman turvallisiksi ja ettei niistä aiheudu vaaraa työmaalla työskenteleville ja muille työn vaikutuspiirissä oleville. Tällöin päätoteuttajan on riittävän järjestelmällisesti selvitettävä ja tunnistettava työmaan yleisistä työtehtävistä, työolosuhteista ja työympäristöstä aiheutuvat rakennustyön vaara- ja haittatekijät. Vaara- ja haittatekijät on poistettava asianmukaisesti sekä milloin niitä ei voida poistaa, arvioitava niiden merkitys työmaalla työskentelevien ja muille työn vaikutuspiirissä olevien turvallisuudelle ja terveydelle. (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009, 10. §.)

Rakennushankkeessa on rakennuttajan, suunnittelijan, työnantajan ja itsenäisen työnsuorittajan yhdessä ja kunkin osaltaan huolehdittava siitä, ettei työstä aiheudu vaaraa työmaalla työskenteleville eikä muille työn vaikutuspiirissä oleville henkilöille.

Päätoteuttajan on huolehdittava perehdyttämällä ja opastamalla siitä, että kaikilla yhteisen rakennustyömaan työntekijöillä on riittävät tiedot turvallisesta työskentelystä ja että he tuntevat kyseessä olevan rakennustyömaan vaara- ja haittatekijät sekä niiden poistamiseen tarvittavat toimenpiteet. (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009, 3. §.)



Kuva 1. YIT Rakennus Oy:n toteuttaman As Oy Joensuun Rantakiven betoni-runko

4 Maanvarainen alapohja

4.1 Alapohjatyön aloitus

Ennen töiden aloittamista tarkistetaan edeltävien työvaiheiden valmius ja suunnitelmien mukaisuus. Perusrakenteiden tulee olla valmiita, tarkastettuja ja hyväksytyjä. LVIS-töiden tulee olla runkotöiden edellyttämässä valmiusasteessa. Työkohde rauhoitetaan runkotyölle. (RATU 1201-S. 2002, 36.)

4.2 Alustan tiivistys

Maanvaraisen lattian teossa on ensiarvoisen tärkeää saada alusta niin hyvin tiivistetyksi, että painumia ei tapahdu enää lattian valmistuksen jälkeen. Alusrakenteen tiiviyys ja kantavuus tulee lattian rakentamisen aikana määrittää pudotuspainomittauksella tai levykuormituskokeella. Kantavuus- ja tiiviyksmittauksia tehdään vähintään 1 koe / 400 m², tai pohjarakennesuunnittelijan esittämässä laajuudessa ja menetelmin. (by 45 / BLY 7, 68-71).

Talonrakennuskohteissa alustan tiiviyys arvioidaan tiiviyssuhteella. Tarkempia menetelmiä voidaan käyttää, mikäli lattiaan kohdistuu tärinää, dynaamista kuormaa tai lattiaan hyvin raskasta liikennekuormaa. (by 45 / BLY 7, 71.)

Tiiviyssuhde lasketaan kaavasta 1 (by 45 / BLY 7, 71.)

$$\frac{E_2}{E_1} \leq 2,2 \quad (1)$$

missä

E_1 on kantavuuskokeen ensikuormituksesta laskettu kantavuusmoduuli [MN/m^2]

E_2 on kantavuuskokeen toistokuormituksesta laskettu kantavuusmoduuli [MN/m^2]

4.3 Alapohjan muottityö

Muottien tulee olla niin tiiviit, etteivät betonin hienot osa-aineet ja vesi pääse haitallisessa määrin vuotamaan muotista. Muottien ja niiden tukirakenteiden tulee olla sellaiset, ettei niissä betonoinnin ja betonin kovettumisen aikana tapahdu haitallisia muodonmuutoksia ja että rakenne saa sallittujen mittapoikkeamien rajoissa suunnitelmissa esitetyn muodon. Muoteissa ei saa olla eikä niiden pintakäsittelyssä saa käyttää materiaaleja, jotka haitallisessa määrin vaikuttavat betonin, teräksen tai rakenteen ominaisuuksia heikentävästi. (by 50 2012, 117). Liikunta- ja työsaumat ja -osat tehdään suunnitelma-asiakirjojen

mukaisesti niille osoitettuihin paikkoihin tai niiden paikka sovitaan suunnittelijan kanssa. (RunkoRYL 2010, 145.)

4.4 Lämmöneristeet

Betonivalujen yhteydessä käytettävät lämmöneristyslevyt ovat riittävän jäykkiä ja riittävän kokoonpuristumattomia siten, että betonirakenteen sijainti- ja rakentamistarkkuusvaatimukset täyttyvät, levyt eivät vaurioidu eivätkä niiden ominaisuudet huonone betonoitaessa tai muotteja purettaessa. Eristyslevyt asennetaan tiiviisti toisiaan vasten tai niiden saumat suojataan siten, ettei betonimassa tunkeudu saumoihin. (RunkoRYL 2010, 145).

4.5 Alapohjan raudoitustyö

Asennettavien betoniterästen ja raudoitteiden tulee täyttää niille voimassa olevissa SFS-standardeissa asetetut vaatimukset ja niiden tulee olla sertifioituja. (by 50 2012, 166).

Raudoitteita tulee käsitellä siten, ettei niihin synny pysyviä muodonmuutoksia. Rauditus ei saa olla niin ruostunutta, että ruosteisuus vaikutta haitallisesti sen lujuus- ja tartuntaominaisuuksiin. Rauditus asennetaan käyttäen piirustuksissa annettuja betonipeitteen nimellisarvoja. (by 50 2012, 118).

Työn aikana seurataan raudituksen suunnitelmien mukaisuutta, suoruutta ja mittatarkkuutta sekä riittävää jäykkyyttä siten, että rauditus ei liiku betonivalun tai tiivistyksen aikana. (RATU 1201-S. 2002, 37.)

4.6 Alapohjan betonointi

Betonointi aloitetaan alueen uloimmasta nurkasta. Valetaan kerralla suunnitelmien mukaiseen liikunta- tai työsaumaan saakka. Laatat joiden vahvuus on alle

350 mm, valetaan yhtenä kerroksena. Paksummissa laatoissa uuden kerroksen betonointi aloitetaan, kun edellinen on edennyt 5...10 m aloituskohdasta. Betoni tiivistetään kauttaaltaan, myös varausten alapuolelta siten, ettei tiivistyminen aiheuta massan erottumista. Varotaan vaurioittamasta raudoitusta tai varauksia betonoinnin tai tiivistyksen aikana. (RATU 1201-S. 2002, 37). Pinta oikaistaan linjalaudalla. Pinnan oikea korko varmistetaan käsin laserilla ja korkokepillä. Lattian tasaisuusvaatimusten täyttäminen edellyttää kokenutta urakoitsijaa sekä suurta tarkkuutta ja huolellisuutta. (by 45 / BLY 7, 156).

Suunnittelussa on suositeltu käytettäväksi seuraavanlaista taulukkoa (taulukko 1) määrittämään lattian laatuvaatimukset ja ne tulee esittää suunnitelmissa täydellisenä luokituksen mukaisella yhdistelmällä, esimerkiksi B – 4 – II (T). (by 45 / BLY 7, 156).

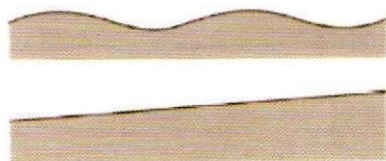
Taulukko 1. Laatutekijöiden valintaohje tavanomaisella vaatimustasolla. (by 45 / BLY 7, 156).

Kohde	Laatuluokka		
	Suoruus	Kulutuskestävyys	Halkeilu
Asunnot ja toimistot	□		
Päällystettävät lattiat, sisätilat	A	3	III
Parvekkeet ym kylmät tilat ¹⁾	C	4	²⁾
Käytävä	C	4	II
Sauna ja pesuhuonetilojen päällystettävät kaatolattiat	A	4	II
Teollisuuslattiat			
-tasaisuus tärkeä laatutekijä, kuten korkeat varastot (esim. trukkiliikenne)	A ₀ (A)	2	II (I)
-kulutuskestävyys tärkeä laatutekijä (esim. suuret liikennekuormat, vilkas liikenne, pienet ja kovat trukin pyörät)	B	1 (2)	II (I)
-teollisuuslattiat yleensä (esim. pienteollisuustalot, kevyt teollisuus)	C	2	II
Pysäköintilaitokset			
-kulutuskestävyys ja pinnan karheus tärkeitä laatutekijöitä. Kaltevuudet suunnitellaan niin, että lattialle ei muodostu lammikoita.	B	2	II ²⁾
Toisarvoiset päällystämättömät tilat			
-esim. kellaritilat asuinrakennuksissa	C	3	III

¹⁾ Pakkasekestävyys varmistettava ulkorakenteissa.

²⁾ Kantavissa rakenteissa noudatetaan voimassa olevien suunnitteluohjeiden vaatimuksia.

Suunnitelmissa ilmoitetun laatuluokituksen mukaista suoruutta mitataan seuraavan ohjeen (kuva 2) mukaisesti:



Kuva 2. Tasaisuus ja suoruus. Ylemmässä kuvassa lattia on vaakasuora mutta ei tasainen ja alemmassa kuvassa tasainen mutta ei vaakasuora. (by 45 / BLY 7, 18.)

Suoruuspoikkeamalla tarkoitetaan vaakasuoraksi suunnitellun lattiapinnan poikkeamaa vaakatasosta, tai nimelliskaltevuudesta, jos lattia on kalteva. Suoruuspoikkeamat eivät saa missään lattian kohdassa erikseen mainittuja käytöltään toisarvoisia kohtia lukuun ottamatta ylittää taulukon 2 (taulukko 2) arvoja millään taulukon mittausvälillä. Toisarvoisina kohtina voidaan teollisuus- ja varastotiloissa yleensä pitää seinistä ja pilareista 300 mm etäisyydelle ulottuvaa osaa. Mainitut kohdat saavat olla suoruudeltaan yhtä luokkaa huonompia, ellei toisin sovi. Asuin- ja toimistorakennuksissa ei tällaisia toisarvoisia kohtia katsota olevan. (by 45 / BLY 7, 18).

Taulukko 2. Suurimmat sallitut poikkeamat suoruudesta. (by 45 / BLY 7, 18.)

Suoruuspoikkeama	Mittausluokka L [mm]	Suurin sallittu poikkeama [mm]			
		A ₀	A	B	C
Hammastus		0	0	1	1
Poikkeama vaakasuorasta tai nimelliskaltevuudesta (katso kuva 1.1)	enintään 200	1	2	3	4
	enintään 700	2	4	6	8
	enintään 2000	4	7	10	14
	enintään 7000	7	10	14	20
	yli 7000	10	14	20	28

4.7 Alapohjavalun jälkihoito

Jälkihoito on oikeiden kosteus- ja lämpötilaolosuhteiden varmistamista sekä betonin suojaamista ulkoisilta rasituksilta kovettumisen alkuvaiheessa. Jälkihoiton ensisijaisena tarkoituksena on estää betonipinnan aikainen kuivuminen. Sen avulla voidaan myös estää suurien kovettumislämpötilaerojen muodostuminen paksimpien laattarakenteiden ydinosan ja yläpinnan välille sekä rakenteen nopea jäähtyminen tai jäätyminen talviaikaan. (by 45 / BLY 7, 167.)

Betonipinnan liian voimakas kuivuminen ensimmäisten tuntien aikana tulee tarvittaessa estää varhaisjälkihoidolla. Sen avulla on mahdollista vähentää plastisen kutistuman muodostumista sekä siitä aiheutuvan verkkomaisen plastisen halkeamakuvion syntyminen. (by 45 / BLY 7, 168.)

Lämpimissä tai tuulisissa sääolosuhteissa varsinaisella jälkihoidolla estetään betonipinnan liiallinen kuivuminen ja taataan rakenteelle suotuisat kovettumisolosuhteet betonipinnan hierron jälkeen. Jälkihoito tehdään joko

- sumuttamalla betonipinnalle jälkihoitoaine viimeisen hiertokerran yhteydessä tuoteohjeiden mukaisesti,
- suojaamalla pinta muovikelmulla välittömästi pinnan viimeistelyn jälkeen,
- kastelemalla kovettunut pinta vedellä sekä levittämällä pinnalle sen jälkeen muovikelmu tai tiivis suojapeite,
- pitämällä pinta kosteana jatkuvan kastelun avulla tai kasteltavan juuttikankaan avulla (by 45 / BLY 7, 168-169).

Kylmyys asettaa omia erikoisvaatimuksia betonityön jälkihoidossa. Jälkihoidossa on huolehdittava, että betonilla on lujuuden kehittymiseen sopivat olosuhteet. Se edellyttää, että vastavaletut rakenteet suojataan ja lämpöeristetään. Rakenteita lämmitetään tarkoituksena estää betonin jäätyminen ja taata riittävä lämpötila betonin kovettumisreaktiolle. Betonin lujuudenkehitystä seurataan lämpötilamittauksin, kovettuvan betonin vieressä samoissa olosuhteissa säilytettyjen koekappaleiden avulla tai erityisiä lujuudenkehitystä ilmaisevien mittareiden avulla. (Betonitekniikan oppikirja by 201 2004, 344).

Jokaisen valukerran olosuhteet ja jälkihoitomenetelmät tulee dokumentoida betonoimispöytäkirjaan. (by 45 / BLY 7, 172.)

4.8 Alapohjamaotin purku

Tukirakenteet saa purkaa, kun luotettavasti on todettu betonin kovettuneen niin paljon, että rakenteet mahdollisine varatukineen kestävät niille tulevat rasitukset ja ettei niihin synny liian suuria muodonmuutoksia. Betonin lujuuden tulee olla vähintään 60 % nimellislujuudesta, ellei piirustuksissa ole toisin osoitettu tai ellei muuta erillistä selvitystä ole tehty. (by 50 2012, 118.)

5 Paikallavaluseinä

5.1 Seinien mittatarkkuusvaatimukset

Seinien mittatarkkuusvaatimuksena normaaliluokkaa käytetään tavanomaisissa rakennuksissa kantaville seinille, porrastorneille ja väliseinille yleensä aina. Erikoisluokkaa käytetään, kun seinän mittatarkkuudelle asetetaan ulkonäöllisistä syistä korkeat vaatimukset. Sokkeleissa käytetään normaaliluokkaa tai kellareihin annettuja arvoja. (by 47 2013, 57).

Alla olevissa taulukossa (taulukko 3) ja kuvassa (kuva 3) on esitetty seinien mittatarkkuusvaatimukset ja mitattavat suureet.

Taulukko 3. Paikallavalettujen seinien mittatarkkuusvaatimukset. (by 47 2013, 57.)

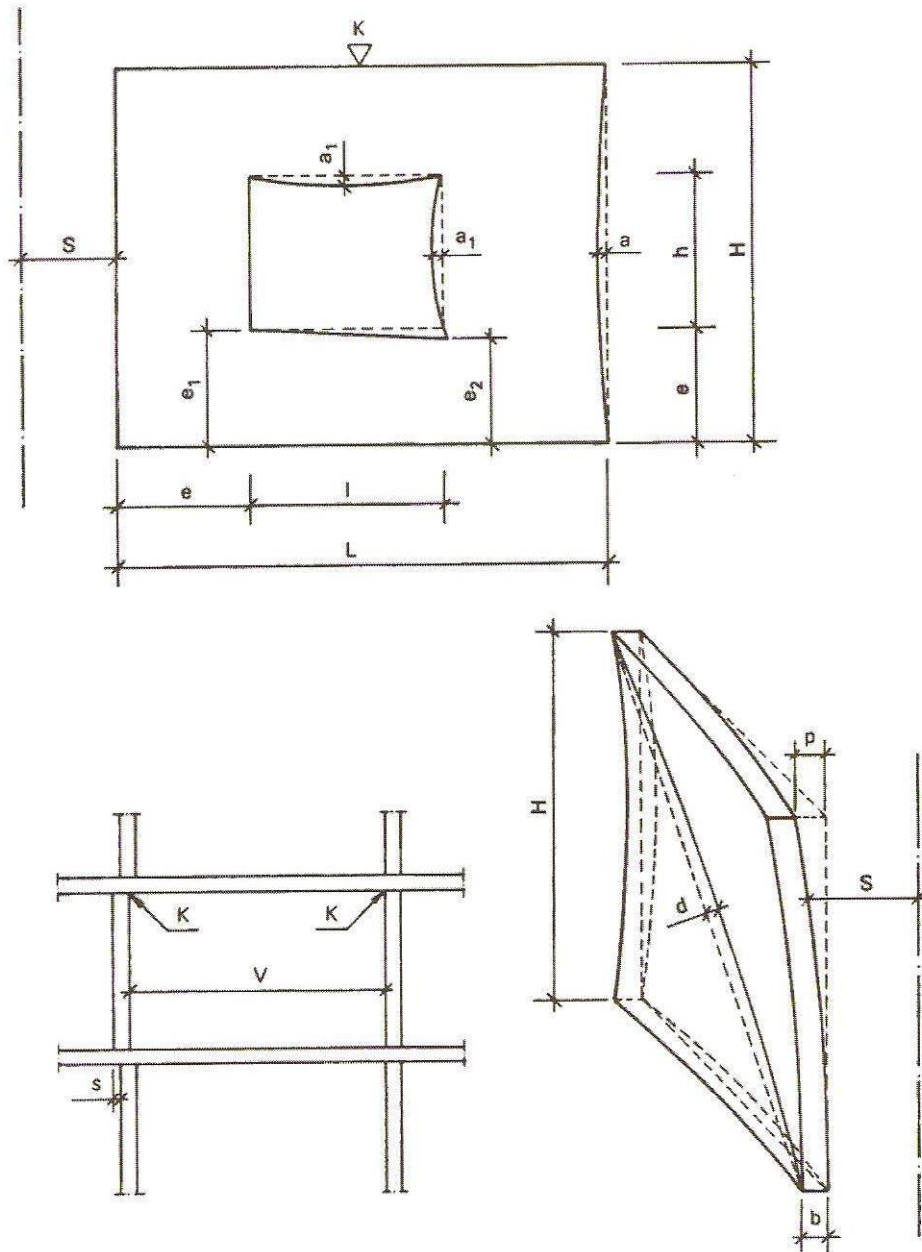
Mittauksen kohde	Toleranssit [mm]		
	Kellariseinät ja liukuvalu	Normaali-luokka	Erikois-luokka
Korkeus (H)	±15	±10	±8
Pituus (L)	±15 tai L/350 ¹⁾	±10 tai L/750 ¹⁾	±8 tai L/500 ¹⁾
Paksuus (b)	±10 ²⁾	±8 ³⁾	±5
Sivun käyryys – seinä (a) – ovet ja ikkunat (a ₁)	±15 ±8	±10 ±5	±5 ±5
Aukot, joka suunnasta – mitat h ja l – mitat e – kulmien sijainnin ero $ e_1 - e_2 $	-5, +15 ±20 15	-5, +15 ±15 10	-5,+15 ±10 10
Seinän käyritymä (d) ⁴⁾ tai poikkeama pystysuorasta (p)	L/200	L/300	L/400
Sivusijainti (S)	±20	±15	±10
Sivusijainti ylä- tai alapuolisesta seinästä (s)	±15	±10	±5
Vapaa väli (V)	±20	±15	±10
Yläreunan korkeusasema vaakarakenteisiin liityttäessä (K)	±15	±10	±5

¹⁾ Lukuarvoista käytetään suurempaa.

²⁾ Alle 200 mm paksuisissa 1-rakenneluokan kantavissa seinissä toleranssit ovat -5, +10.

³⁾ Alle 200 mm paksuisissa 1-rakenneluokan kantavissa seinissä toleranssit ovat -5, +8.

⁴⁾ Muille kuin betonipintaisille seinille määritellään pintamateriaalin vaikutuksen huomioon ottava arvo.



Kuva 3. Seinien (perusmuurit, porrastornit) mitattavat suureet. (by 47 2013, 58.)

5.2 Seinätyön aloitus

Suunnitellaan muottityö, työsaumat, muottikierto, muottimateriaalien purku ja puhdistus sekä varmistetaan muottien ja muottimateriaalien (lauta, levyt, soivot, siteet) rakenteellinen mitoitus, kestävyys ja muottipintojen laatu. Muottipinta valitaan rakennusosille määrätyn mittatarkkuuden ja betonipinnan laadun mukaan.

Tarkistetaan, että alusta on valmis, tasainen, puhdas ja että suunnitelmien mukaiset tartunnat on asennettu. Mitataan ja merkitään muottien paikat sekä asennusvälikkeet paikoilleen. (Rakennustöiden laatu 2014, 116).

5.3 Seinämuottityö

Muotit ja telineet mitoitetaan ja kootaan muottisuunnitelman mukaan siten, että rakenteille asetetut sijainti- ja rakentamistarkkuusvaatimukset täytetään. (RunkoRYL 2010, 146.)

Muotit tuetaan riittävillä tukirakenteilla riittävillä tukirakenteilla ympäröivään maahan ja rakenteisiin. Muotin liika kiristäminen estetään suunnitelmien mukaisilla muottivälikkeillä ja leviäminen valun aikana muottisiteillä ja riittävillä kooluksilla. Muotiniirrotusaineiden käytön tarve tarkistetaan muottimateriaalien mukaan. Öljyn tulee peittää koko muottipinta, mutta öljyä tulee käyttää mahdollisimman vähän, etteivät valumat heikennä betonin laatua. Raudoitusta ei saa käsitellä muottiöljyllä. Ennen muottien tuplaamista ja betonointia tarkastetaan suunnitelmien mukaisten varausten, putkitusten, tartuntojen ja raudoitusten sijainnit. Tuplauksen jälkeen tarkistetaan muotin suoruus, mittatarkkuus, riittävä tuenta ja tiiviys, siteiden lukitus ja kiristys. (RATU 1201-S. 2002, 37).

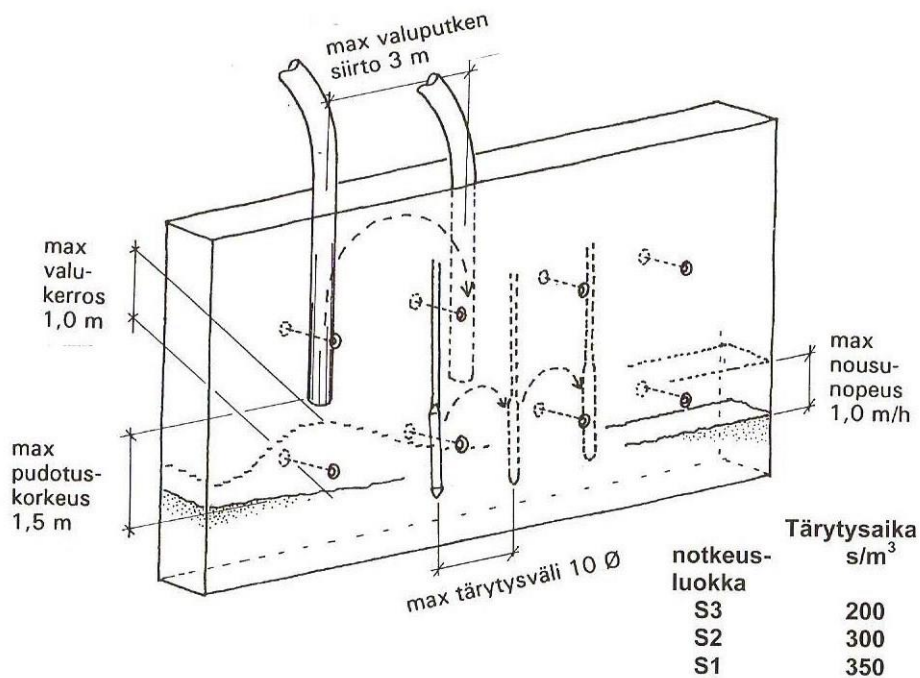
5.4 Seinän raudoitus

Ennen raudoitteiden asennusta tarkistetaan raudoitteiden puhtaus ja että muotteihin on asennettu tarvittavat kotelot, läpimenot ja putkitukset yms. Raudoitteet asennetaan ja sidotaan suunnitelmien mukaan. Tankojako merkitään muotteihin. Sidelankojen päät taivutetaan raudoitteen sisäpuolelle. Työn aikana seurataan raudoituksen suunnitelmien mukaisuutta, suoruutta ja mittatarkkuutta sekä riittävää jäykkyyttä siten, että raudoitus ei liiku betonivalun tai tiivistyksen aikana. Varmistetaan, että raudoitteiden betonipeitteen paksuus täyttää määräysten vaatimukset. Raudoitteiden tukemiseen muotissa käytetään riittäviä ja suunnitelmien mukaisia välikkeitä. (RATU 1201-S. 2002, 38).

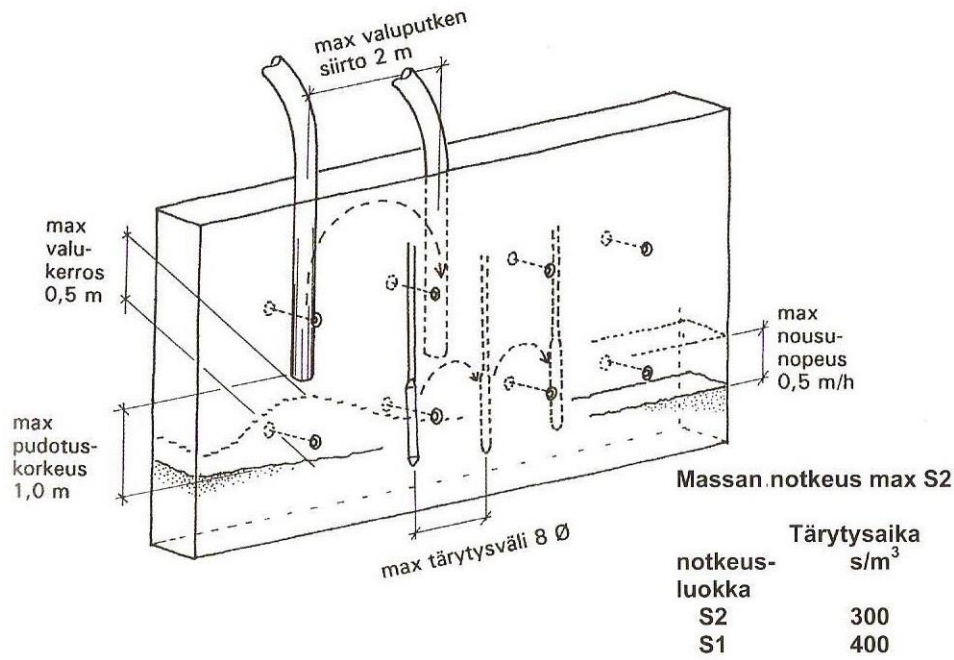
5.5 Seinämuotin betonointi

Betonimassa siirretään ja sijoitetaan muotteihin siten, että se tulee kauttaaltaan tiivistetyksi sekä liittyy saumattomasti muoteissa ennestään olevaan tuoreeseen betoniin ennen kuin tämä alkaa kovettua. Pystyrakenteiden betonoinnissa rajoitetaan nousunopeus siten, ettei haitallisia jälkipainumia synny. Rakenteen poikileikkausmuutosten kohdalla pidetään tarvittaessa tauko tai suoritetaan jälkitiivistys. (by 50 2012, 126.)

Alla olevissa kuvissa (kuva 4 ja 5) on esitetty eri rasitusluokissa olevien rakenteiden betonointiohjeet.



Kuva 4. Rasitusluokissa X0 ja XC1 olevan rakenteen betonointiohjeita. (by 50 2012, 126.)



Kuva 5. Rasitusluokissa XC2...4; XS; XD; XF ja XA olevan seinämäisen rakenteen betonointiohjeita. (by 50 2012, 127.)

Valun jälkeen tarkistetaan, että muotit ovat pysyneet paikallaan ja että ne ovat edelleen pystysuorat. Valuun asennetaan kaikki suunnitelmien mukaiset tartunnat, jos niitä ei ole asennettu raudoituksen yhteydessä. (RATU 1201-S. 2002, 39).

5.6 Seinän jälkihoito

Kylmällä säällä betonoitaessa on huolehdittava siitä, että betoni kovettuu suunnitelmien mukaisesti. rakenteiden lämmitystä jatketaan tarvittaessa niin kauan, että ne saavuttavat muottien purkamisajankohtana vaaditun lujuuden. Betoni ei saa jäätyä ennen kuin se on saavuttanut jäätymislujuuden 5 MN/m^2 . Betonimassan vastaiset pinnat, kuten betoni, kallio, perusmaa ja muotti, lämmitetään tarvittaessa ennakolta siten, että betonimassan jäätyminen estetään. Betonin ominaisuuksien kehittymistä seurataan lämpötilamittauksin tai muulla luotettavalla tavalla. (by 50 2012, 131).

5.7 Seinämuottien purku

Muottirakenteen saa purkaa, kun betoni on saavuttanut vähintään 60 % nimellisuudesta. Muotit puretaan sellaisessa järjestyksessä, ettei rakenteelle aiheudu ylimääräistä kuormitusta. Muottien purussa käytetään purkutyökaluja varoen, ettei valettu rakenne tai muottimateriaalit turhaan vaurioidu. Valuun jäävät muottisiteet katkaistaan 15...30 mm syvyydeltä ja jälki paikataan pinnan tasoon. Muottipinnat ja -runko puhdistetaan välittömästi purun jälkeen painevedellä ja harjaamalla. Puhdistettaessa varotaan vaurioittamasta muottipintoja. Muotit varastoidaan ja tuetaan tasaiselle alustalle pystyyn. (RATU 1201-S. 2002, 37).



Kuva 6. Suurmuotti seinävalussa

6 Paikallavaluholvi

6.1 Holvityön aloitus

Tarkistetaan, että alusta on valmis, tasainen, puhdas ja että suunnitelmien mukaiset tartunnat on asennettu. (Rakennustöiden laatu 2014, 116.) Muotteja ja tukirakenteita varten laaditaan suunnitelma, ellei käytetä yleisesti hyväksi tunnettuja muotti- ja tukijärjestelmiä, jolloin noudatetaan niihin liittyviä ohjeita. (RakMK B4, 4.2.2.)

6.2 Holvimuottityö

Muottien tulee olla niin tiiviit, etteivät betonin hienot osa-aineet ja vesi pääse haitallisessa määrin vuotamaan muotista. Muottien ja niiden tukirakenteiden tulee olla sellaiset, ettei niissä betonoinnin ja betonin kovettumisen aikana tapahdu haitallisia muodonmuutoksia ja että rakenne saa sallittujen mittapoikkeamien rajoissa suunnitelmissa esitetyn muodon. (by 50 2012, 117.) Muotteja öljytessä varotaan likaamasta ympäröiviä rakenteita. Tarkistetaan, että koko muottipinta on öljytty, mutta öljyä ei ole liikaa. (Rakennustöiden laatu 2014, 117.)

6.3 Holvin raudoitustyö

Varmistetaan, että raudoitus täyttää kaikki sopimusasiakirjoissa asetetut vaatimukset materiaalien ja asennustyön osalta. Raudoituksen tulee olla puhdas, mittatarkka ja hyvin tuettu sidonnan ja välikkeiden avulla siten, ettei raudoitus haitallisesti liiku betonoinnin aikana ja suojabetonipeite- yms. toleranssivaatimukset valmiissa rakenteessa täyttyvät. (Rakennustöiden laatu 2014, 121.)

6.4 Holvin betonointi

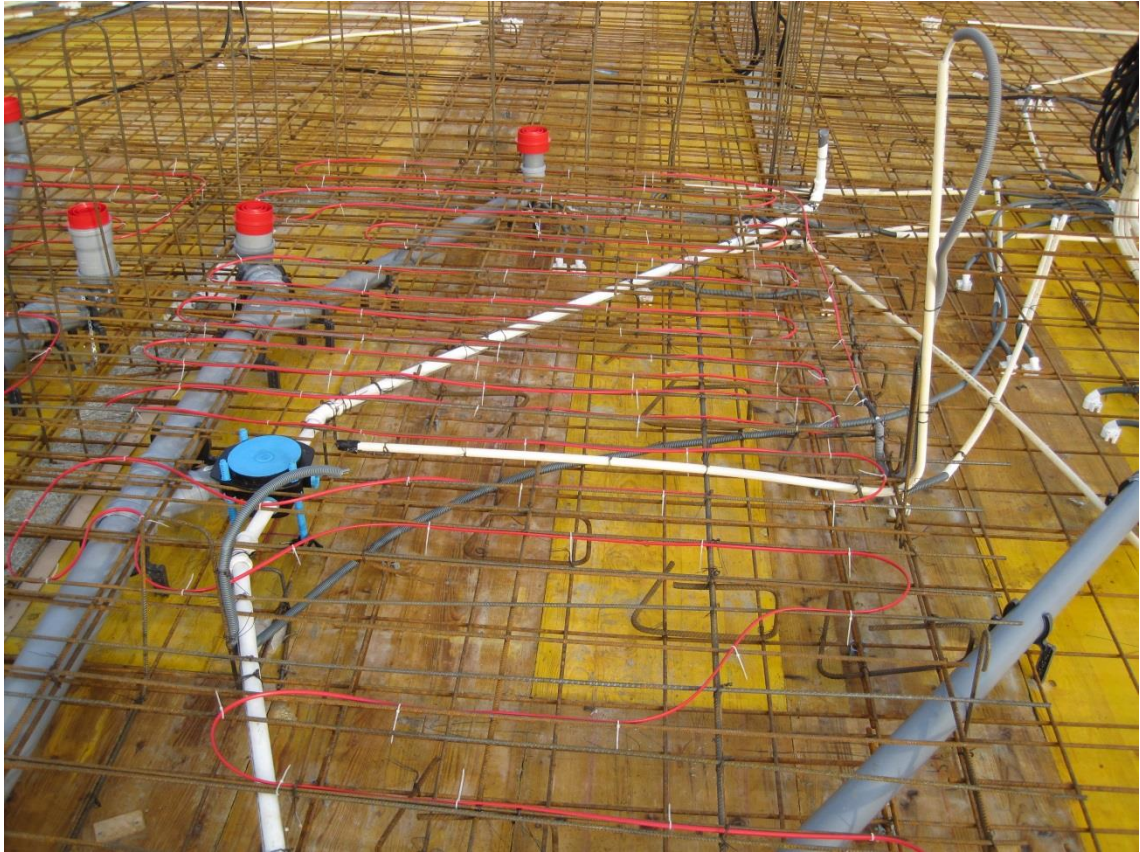
Betonoitaessa pudotuskorkeus saa olla korkeintaan 1,0...1,5 m erottumisen välttämiseksi. Varotaan vaurioittamasta raudoitusta tai varauksia betonoinnin tai tiivistyksen aikana. (Rakennustöiden laatu 2014, 125). Massa levitetään ja tiivistetään normaalisti käsin ja pinta oikaistaan linjalaudalla. Pinnan oikea korko varmistetaan käsin laserilla ja korkokepillä. Lattian tasaisuusvaatimusten täyttäminen edellyttää kokenutta urakoitsijaa sekä suurta tarkkuutta ja huolellisuutta. (by 45 / BLY 7, 156). Hiertotyön aikana on varottava yläpinnan raudoituksen kuormittamista niin, että siihen syntyy taipumia, jotka irrottavat raudoitusta betonista ja täten huonontavat sen tartuntaa ja säilyvyyttä. (by 50 2012, 127.)

6.5 Holvivalun jälkihoito

Huolehditaan betonoidun rakenteen jälkihoidosta suojaamalla rakenne sään ja mahdollisten muiden tekijöiden haitallisilta vaikutuksilta esimerkiksi suojapeitteillä tai lämpösuojalaatikoilla. (Rakennustöiden laatu 2014, 125.) Kylmällä säällä betonoitaessa on huolehdittava siitä, että betoni kovettuu suunnitelmien mukaisesti. Rakenteiden lämmitystä jatketaan tarvittaessa niin kauan, että ne saavuttavat muottien tukirakenteiden purkamisajankohtana vaaditun lujuuden. (by 50 2012, 131.)

6.5 Holvimuotin purku

Tukirakenteet saa purkaa, kun luotettavasti on todettu betonin kovettuneen niin paljon, että rakenteet mahdollisine varatukineen kestävät niille tulevat rasitukset ja ettei niihin synny liian suuria muodonmuutoksia. Betonin lujuuden tulee olla vähintään 60 % nimellislujuudesta, ellei piirustuksissa ole toisin osoitettu tai ellei muuta erillistä selvitystä ole tehty. Muottien ei-kantavat osat saadaan purkaa kun betoni on saavuttanut 5 MN/m^2 keskimääräisen puristuslujuuden. (by 50 2012, 118.)



Kuva 7. Holvimuottiin asennettua LVIS-putkitusta ja raudoitus

7 Pohdinta

Opinnäytetyötä tehdessäni jouduin perehtymään laaja-alaisesti aihetta käsittelevään kirjallisuuteen, lakeihin, säädöksiin ja asetuksiin. Näin huomasin, että kyseiset julkaisut ja kokoelmat määrittävät tarkasti Suomessa rakennettavien rakennusten laatuvaatimukset.

Työtä tehdessäni jouduin pakostakin perehtymään myös tätä aihetta sivuvaan aineistoon. Täten sain tutustua moneen ennen esille tulemattomaan aiheeseen, jotka kumminkin liittyvät betonirakentamiseen. Uskon näiden tietojen antavan

hyvää tietopohjaa tulevaisuudessa toimiessani työnjohtajana rakennustyömaalla.

Varsinaisena tarkoituksena työssä oli koota tarkastuslista työnjohdon käyttöön, joka toimisi helppona muistilistana nopeatempoisen betonirunkovaiheen jokaisessa työvaiheessa. Muistilistan kokosin jokaiselle työvaiheelle annetuista määräyksistä, jotka ovat hyvinkin yhteneväisiä toisiinsa nähden. Täten oli helppo koota kaikille työvaiheille yksi yhteinen tarkastuslista. Toki täytyy muistaa perehtyä jokaisen kohteen yksilöllisiin suunnitelma- ja laatuasiakirjoihin.

Jokainen käyttäjä voi hyödyntää listaa omassa työssään runkovaiheessa. Tarkastuslistaan on jätetty avoimia rivejä, jolloin sitä voi täydentää käytössä kohteen yksilöllisten suunnitelmien mukaiseksi.

Lähteet

- BY 201 Betonitekniikan oppikirja 2004. 2009. 5. painos. BY 201. Helsinki. Suomen Betonitieto Oy.
- BY 45 / BLY 7 Betonilattiat 2014. 2014. BY 45 / BLY 7. Helsinki. BY-Koulutus Oy.
- BY 47 Betonirakentamisen laatuohjeet 2013. 2013. BY 47. Helsinki. BY-Koulutus Oy.
- BY 50 Betoninormit 2012. 2012. BY 50. Helsinki. BY-Koulutus Oy.
- Jätelaki 646/2011
- Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999
- RakMK A1. 2006. Rakentamisen laatu ja tekninen tarkastus, määräykset ja ohjeet. Ympäristöministeriö. <http://www.finlex.fi/data/normit/28238-A1su2006.pdf>. 31.8.2014
- RakMK B4. 2005. Betonirakenteet, ohjeet. Ympäristöministeriö. <http://www.finlex.fi/data/normit/28237-B4Betoni.pdf>. 4.10.2014
- Ratu KI-6025 Rakennustöiden laatu 2014. Helsinki Rakennustieto Oy. www.rakennustieto.fi/tietopalvelu.karelia.fi/kortistot/tuotteet/110849.html.stx. 4.10.2014
- RT 82-10814. 2004. Paikallavaletut betonirunkorakenteet. Helsinki. Rakennustieto Oy. www.rakennustieto.fi/tietopalvelu.karelia.fi/kortistot/tuotteet/RT_8818.html.stx. 24.8.2014
- RunkoRYL 2010. Helsinki. Rakennustieto Oy.
- Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009
- Valtioneuvoston päätös rakennusjätteistä 295/1997

Paikallavaletun betonirungon laadunvarmistus

Liite 1.

Betonoitava kohde:			pvm.
Tarkastukset	Kunnossa/Väärin	Korjattavaa	Korjattu/Kuittaus
Työturvallisuus			
Työkohteen vastaanotto			
Edeltävät työvaiheet			
Muottikalusto			
Muotti puhdas ja öljytty			
Muotin tiiveys, tuenta			
Mittaukset			
Varaukset, putkitukset, läpimenot			
Raudoitus, välikkeet			
Betonointikalusto			
Betonointisuunnitelma			
Jälkihoitokalusto			
Tarvittaessa lämmityskalusto			

Tarkastuksen tekijä: