



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Santtu Kosonen

Paikallavaluholvit asuntorakentamisessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

Mestarityö

07.04.2021

Tekijä Otsikko	Santtu Kosonen Paikallavaluholvit asuntorakentamisessa
Sivumäärä Aika	35 sivua 07.04.2021
Tutkinto	Rakennusmestari (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine	Talonrakennus
Ohjaajat	Anne Pietilä, Lehtori Mikko Vaittinen, Rakennuspäällikkö
<p>Tämä opinnäytetyö on tehty Skanska Talonrakennus Oy:lle. Opinnäytetyön tarkoituksena on saada yhtenäiset ohjeet ja työtavat paikallavaluholvien tekoon asuntorakentamisessa Skanska Talonrakennus Oy:n työmaille.</p> <p>Opinnäytetyössä paikallavaluholvien työtapoja tarkasteltiin usealla Skanska Talonrakennus Oy:n käynnissä olevalla työmaille. Työmaille tutkittiin paikallavaluholvien muuttityön työtapoja, vaihtoehtoisia raudoitustapoja ja erilaisia turvallisuustoimia paikallavalettavien välipohjien eri työvaiheissa. Työmaiden lisäksi lähteinä käytettiin betoniyhdistyksen julkaisuja, RT- ja Ratu-kortteja sekä verkkosivustoja.</p> <p>Paikallavalettavien holvien muotti-, raudoitus-, sekä betonointityössä periaatteet ovat yhtenäisiä lähes koko maailmassa. Opinnäytetyössä on käyty läpi vaihtoehtoisia työtapoja paikallavaluholvien työvaiheisiin. Työvaiheet on käyty läpi turvallisuustoimet huomioiden. Tämän opinnäytetyön pohjalta Skanska Talonrakennus Oy:n toimihenkilöille on tulossa pakollinen suoritettava verkkokurssi.</p>	
Avainsanat	Paikallavalu, betoni, muuttityö, raudoitus

Author Title	Santtu Kosonen Cast-in-Place Concrete in House Building
Number of Pages Date	35 pages 7 April 20
Degree	Bachelor of Construction Management
Degree Programme	Construction Management
Professional Major	House Building
Instructors	Anne Pietilä, Senior Lecturer Mikko Vaittinen, Construction Manager
<p>This bachelor's thesis was made for Skanska Talonrakennus Oy. The purpose of the thesis was to obtain uniform instructions and working methods for cast-in-place concrete vaults in house building on Skanska Talonrakennus Oy's construction sites.</p> <p>In this thesis, the working methods of local casting vaults were examined at several of Skanska Talonrakennus Oy 's ongoing construction sites. At the construction sites, the working methods of formwork for cast-in-place concrete vaults, alternative reinforcement methods and various safety measures were studied at the different work stages of the cast-in-place floor slabs. In addition to the construction sites, Ratu and RT cards, websites and publications of the Concrete Association of Finland were used as theory sources.</p> <p>In the formwork and the reinforcement and concreting work of cast-in-place vaults, the principles are uniform almost all over the world. In this thesis, alternative working methods for the work stages of cast-in-place concrete vaults were reviewed. The work steps were studied, taking safety measures into account. On the basis of this thesis, a mandatory online course is becoming available for the employees of Skanska Talonrakennus Oy.</p>	
Keywords	Cast-in-place concrete, concrete, boxing work, reinforcing

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Paikallavaluholvit	2
3	Suunnitelmat	3
3.1	Rakennepiirustukset	3
3.2	Raudoituspiirustukset	5
3.3	LVIS-piirustukset	5
3.4	Muottisuunnitelma	6
3.5	Muottikierto	8
3.6	Valulohkot	9
3.7	Aikataulu	9
3.7.1	Vaiheaikataulu	9
3.7.2	Viikkoaikataulu	10
4	Työturvallisuus	12
4.1	TTS	12
4.2	Perehdytys	14
4.3	Aloituspalaveri	14
4.4	Putoamissuojaus ja varusteet	14
4.5	Nostot	18
5	Paikallavaluholvi	21
5.1	Muottityöt	21
5.2	Mittaukset	23
5.3	LVIS asennuksen seuranta	24
5.4	Raudoitukset	26
5.5	Laadunvarmistus	30
5.5.1	Laatutekijät	30
5.5.2	Dokumentointi ja tarkastukset	31
5.6	Betonointi	32
5.7	Muotin purku ja jälkihoito	33

6	Talvityöt	35
7	Yhteenveto	36
	Lähteet	37

1 Johdanto

Opinnäytetyö tehdään Skanska Talonrakennus Oy:lle. Skanska on yksi Suomen johtavista asuntorakentajista. Skanska on rakentanut asuntoja suomalaisille vuodesta 1994 asti. Lähes kaikissa Skanskan oman tuotannon kohteissa betonivälipohjat toteutetaan paikallavaluna.

Skanska Talonrakennus Oy:llä ei ole erillistä yhtenäistä ohjeistusta paikallavaluholvien toteuttamiseen. Paikallavaluholveja on tehty niin pitkän aikaa, että niiden työtavoista on muodostunut työryhmille ja vanhemmille työnjohtajille jo rutiininomaisia.

Opinnäytetyön tavoitteena on käydä läpi paikallavaluvälipohjien työvaiheet muottityön aloittamisesta betonointiin ja muotin purkamisen kautta jälkituentaan. Työssä selvitetään mitä vaaditaan, että muottivanerista, pystytuista, raudoitusverkoista ja valmisbetonista saadaan kantava välipohjalaatta, mikä toimii asunnon lattiana.

Paikallavaluholvien työvaiheita tutkitaan Skanska Talonrakennus Oy:n työmailla As Oy Rakuunanpiha, As Oy Rakuunanpuisto, As Oy Helsingin Annex ja As Oy Helsingin Court. Kaikki työmaat ovat Skanskan omaa tuotantoa. Työmailta kerättyä tietoa käytetään tutkimusaineistona. Opinnäytetyössä otetaan lisäksi huomioon työturvallisuus ja sen suunnittelu.

Työ rajataan paikallavaluholvien työvaiheisiin asuntorakentamisessa. Työssä ei tarkastella lattioiden tulevien työvaiheiden laatuvaatimuksia eikä siinä oteta kantaa laatan suhteellisiin kosteuksiin tai kuivumisaikoihin.

2 Paikallavaluholvit

Betoni on eniten maailmassa käytetty rakennusmateriaali. Joka vuonna sitä valmistetaan noin 13 miljardia kuutiota. Sitä käytetään talonrakentamisessa, infrarakentamisessa ja ympäristörakentamisessa. Betonista pystytään tekemään muun muassa rakennusten perustuksia, runkoja sekä infrarakentamisen tuotteita. [1.]

Kovettuneen betonin tärkeimpiä ominaisuuksia ovat säilyvyys erilaisia rasituksia vastaan ja lujuus. Rakenteiden toiminnan kannalta huomioitavia ominaisuuksia ovat myös muodonmuutokset, halkeiluerkkyys ja tiiviys. Lopullisena päämääränä on suunnitelmien mukainen betonilaatta. Tätä ei saavuteta, ellei betonitöitä suoriteta kunnolla ja siksi betonimassa tulee aina työnaikaisiin olosuhteisiin, rakenteisiin ja työtapoihin peilaten. [1.]

Kantavia paikallavalettavia laattoja käytetään yleisesti asuntorakentamisessa ja pysäköintilaitoksissa. Paikallavalu antaa mahdollisuuden toteuttaa vaikeimpien ja moninaisten suunnitelmien toteuttamisen huomattavasti helpommin kuin elementeillä tehtäessä. [1.] Vaihtoehtoisia toteutustapoja paikallavaluholveille ovat mm. ontelolaatat. Paikallavalletun holvin tavoitteena asuntorakentamisessa on lähes valmiiseen pintaan valettu holvin yläpinta, missä ei tarvita enää jälkikäteen suurta tasoitustyötä.

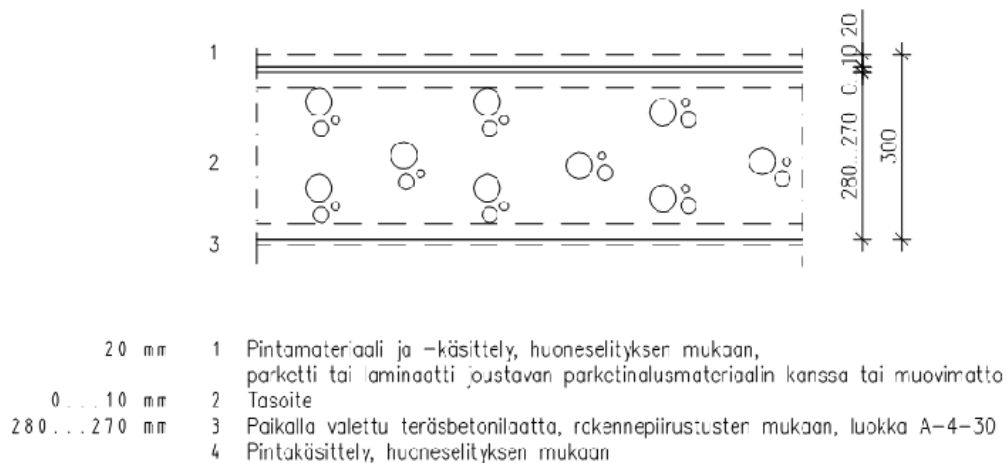
Paikalla valettu välipohja on haasteellisuudessaan vaativampi runkovaiheessa, sillä huomioitavia asioita on enemmän kuin ontelolaattoja käytettäessä. Hyvin suunniteltu ja aikataulutettu paikallavaluholvi on nopea työtapo ja sillä saadaan erittäin hyvä lopputulos. Paikallavaluholvi sisältää vesijohdot, viemärit, sähköputkitukset ja sähkökäyttöiset lattialämmitykset sekä kylpyhuoneiden kaatolattiat. Paikallavaluholvin ääneneristävyyssyky on parempi verrattuna ontelolaattaan. Se myös nopeuttaa seuraavien työvaiheiden aloittamista, sillä paikallavaluholvi on vedenpitävä eikä vaadi jälkikäteen tehtäviä juotosvaluja.

3 Suunnitelmat

3.1 Rakennepiirustukset

Betonirakennuksien ja muiden rakennustöiden kohteiden mitat saadaan pää- ja työpiirustuksista eli niin sanotuista arkkitehtipiirustuksista. Rakennepiirustuksissa määritetään betonirakenteen tarkemmat muodot, mitat ja raudoitukset. Rakennepiirustuksia ovat muun muassa

- tasopiirustukset
- rakenneleikkauspiirustukset
- detaljipiirustukset ja
- raudoituspiirustukset [1, s.213]



Kuva 1. Leikkaus kantavasta paikallavaletusta välipohjasta. [2.]

Mittapiirustuksissa rakenteesta esitetään yksityiskohtainen sijainti ja mitoitus. Mittapiirustuksen pitäisi sisältää moduulilinjat, päämitat moduulilinjoihin sidottuna, liikunta- saumat, kantavat pysty- ja vaakarakenteet, elementtitunnukset, kuormitukset, reikätiidot, leikkaus- ja detaljimerkinnät ja rakennusosien tunnuksat. Paikallavalurakenteista esitetään myös laattojen alapintojen korkeusasemat ja laattapaksuudet. [1, s.201]

Betonirakenteen rakennesuunnitelmassa on esitetty vähintään seuraavat tiedot:

- seuraamusluokka
- betonin rasitusluokat sekä rakenteen suunniteltu käyttöikä
- suunnitellut ominaiskuomat
- palonkestävyysluokka
- toteutusluokka
- toleranssiluokka
- betonin lujuusluokka
- muotipurkulujuus
- kiviaineksen ylänimellisraja (maksimi raekoko) [1.]

Betonirakenteiden valmistamista varten laaditaan työselostus, joka sisältää rakenteiden osalta materiaalivalintoihin, laatuvaatimuksiin ja valmistusmenetelmiin liittyviä asioita. Selostukseen voidaan merkitä erityistoimenpiteitä. Kun näitä toimenpiteitä noudatetaan, voidaan työvaiheiden ja niiden valvonnan katsoa täyttävän työlle asetetut vaatimukset. [1, s.217]

Muotipurkulujuus on tavanomaisissa rakenteissa 60% betonin nimellislajuudesta. Jos betonin lujuusluokka on C25/30, on muotipurkulujuus tällöin 18MPa. Jälkituennan purkulujuus on 80-90% betonin nimellislajuudesta, eli K30 betonilla 24-27MPa. [13.]

3.2 Raudoituspiirustukset

Raudoituspiirustusten tärkein sisältö on ala- ja yläpinnassa käytettävien terästen halkaisijat ja verkkojen silmäkoko. Raudoituspiirustukset sisältävät samat moduulilinjat, päämitat, liikuntasaumot ja muut mittapiirustuksien tiedot pois lukien elementtitunnukset. Raudoituspiirustuksien yleisohjeessa määritetään terästen laatu, jatkospituudet, jatkosperiaate, betonipeitteen paksuus sekä betonin lujuus- ja toteutusluokat. [by201]

Raudoitusdetaljit laaditaan sellaisista kohdista, joita ei voida tarpeeksi selvästi esittää varsinaisessa raudoituspiirustuksessa. Kaikista toisistaan poikkeavista tapauksista laaditaan omat detaljipiirustukset. Käyttöalue yleensä tarkennetaan selventävällä tekstillä. [1.]

Joissain tapauksissa rakenteisiin kohdistuu erityisiä vaatimuksia. Tällöin raudoituspiirustuksissa voidaan esittää raudoitusterästen ja raudoitteiden tunnistetiedot, tankojen lukumäärä ja jako, halkaisija ja pituus ja tiedot kiinnikkeiden ja varausten paikoista. Toteutusluokan 3 rakenteiden piirustuksiin merkataan myös raudoitteiden tuenta sekä siihen liittyvä työraudoitus. [1.]

3.3 LVIS-piirustukset

Paikallavalettujen laattojen tekemiseen vaikuttaa aiempien piirustuksien lisäksi LVI- ja sähköpiirustukset. LVI- ja sähköpiirustusten mukaiset putket, johdot ja kiinnikkeet sijoitetaan rakenteisiin ennen betonointia. [1, s.216] Asuinrakennuksissa käytetään myös yleensä läpivientikappaleita lämpöjohdoille, jotka asennetaan myös muottiin ennen betonointia. Kuvassa 2 näkyy esimerkki lämpöjohtojen läpivientikappaleesta.

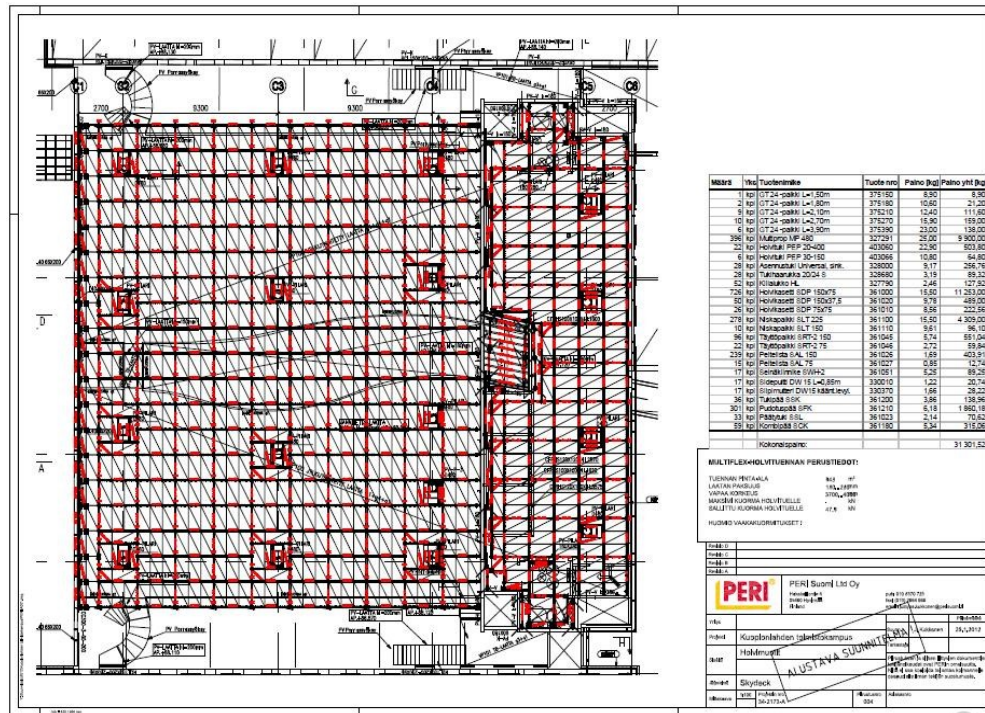


Kuva 2. Sewatek putkiläpivienti lämpöputkille [2.]

Paikallavalettu välipohja antaa LVIS-tekniikalle mahdollisuuden vapaammalle toteutukselle. Vesijohtojen, viemäreiden ja sähköjen vapaampi sijoittelu tuo suunnitteluun helpoutta kun vaihtoehtoja on enemmän. On kuitenkin huomioitava, että viemäriputket saadaan asennettua ala- ja yläpinnan raudoitusten väliin mikä rajoittaa putkien ja ”vetojen” pituutta jonkun verran.

3.4 Muottisuunnitelma

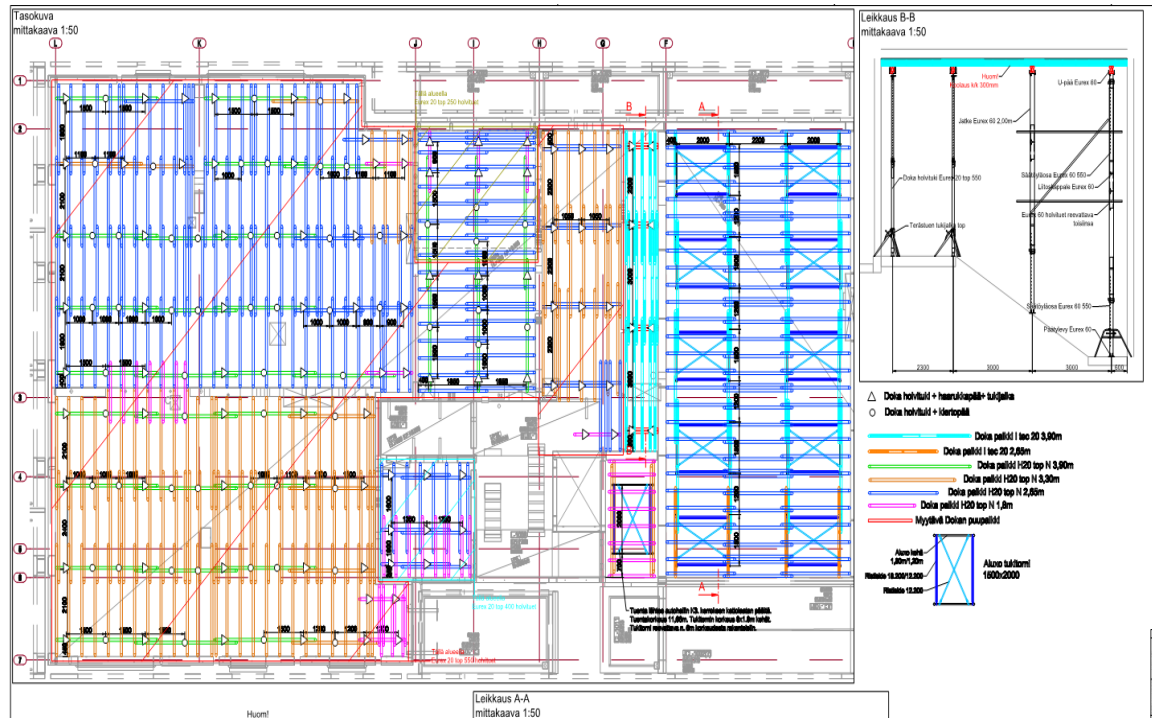
Muottisuunnitelmat laaditaan aina kohdekohtaisesti. Suunnitelmat laatii yleensä muottikaluston toimittaja. Myös osaava työmaamestari pystyy laatimaan muottisuunnitelman. Suurimpia toimittajia muottikalustolle ovat Peri Oy, ja Doka Oy. Muottisuunnitelmissa esitetään detaljiratkaisut ja yleensä yksi tai kaksi leikkausta rakenteesta. Muottisuunnitelma sisältää mitoitus- ja lujuuslaskelmat. Asennusohjeessa ja muottipiirustuksessa esitetään muotin sidonta sekä jäykistäminen.



Kuva 3. PERI muottisuunnitelma pv-holvista.

Muottijärjestelmä valitaan työmaan lähtötietojen perusteella. Asuntorakentamisessa käytetään suurimmaksi osin vakiopalkit- ja muottilevyt järjestelmään. Järjestelmä sopii pienehköihin ja monimuotoisiin holveihin. Se koostuu pystytukiin tai torneihin kiinnitettävistä pudotuspäistä, niiden päälle asetettavista vakiopalkeista ja vanerilevyistä. Pudotuspäiden päällä lepäviä palkkeja kutsutaan niskapalkeiksi ja niskapalkkien päällä olevia palkkeja koolauspalkeiksi. [1, s.241]

Muottisuunnitelman lisäksi toimittajalta saadaan yleensä kalustolista, josta selviää yhteen kerrokseen tarvittavan muottikaluston määrä. Kalustolista helpottaa työmaamestaria. Tällöin jokaista palkkia ja pystytukea ei tarvitse laskea erikseen muottisuunnitelmasta. Kuvissa 3 ja 4 erimerkit kahden eri työmaan paikallavaluholvin muottisuunnitelmista.



Kuva 4. Dokan muottisuunnitelma As Oy Helsingin Yardin välipohjasta.

3.5 Muottikierto

Muottikierrolla tarkoitetaan muottikaluston käyttämistä muotin pystytyksestä purkamiseen ja uudelleen pystytykseen. Kierron aikana muotti mitataan paikoilleen, pystytetään, raudoitetaan, asennetaan LVIS-tekniikka, valetaan ja betonin muotinpurkulujuuden saavuttamisen jälkeen puretaan. Purkamisen jälkeen muotti puhdistetaan ja siirretään seuraavaan kohteeseen. Muottikierto on suunniteltava työmaalla etukäteen ennen muottityön aloittamista. [1, s.249]

Muottikaluston tarve määritetään mahdollisten välitavoitteiden sekä runkoaikataulun perusteella. Mahdollista kiertoaikaa selvittäessä on otettava huomioon seuraavat asiat:

- Toteutusajankohta
- Kirvesmiesten ja tekijöiden ammattitaito ja harjaantuneisuus
- Raudoitus ja varaukset

- Purku-, puhdistus- ja siirtoajankohdat [1.]

Määrää arvioitaessa on otettava huomioon liikuntasaumojen ja työsaumojen vaikutus. Optimoitu muottikaluston määrä selviää muottikiertosuunnitelmasta, missä esitetään päivittäin tehtävät osat rakenteesta. Yleensä riittävä määrä on 1-1,5 kertainen koko kerroksen bruttoneliöihin nähden. Jos muottikalustoa on liian vähän, työ takkuilee ja jos kalustoa on liikaa, siitä maksetaan työmaan näkökulmasta ylimääräisiä kuluja.

3.6 Valulohkot

Asuinrakennuksessa betonoitava välipohja jaetaan yleensä kahteen tai useampaan alueeseen. Alueita kutsutaan valulohkoiksi ja ne katkaistaan liikunta- tai työsaumoihin. Vallettavat alueet jaetaan ihannetilanteessa liikuntasaumojen mukaan.

Työsauma on tehtävä aina, kun betoni ehtii sitoutua ennen työn jatkamista. [1.] Työsauma raudoitetaan rakennesuunnittelijan suunnitteleman periaatteen mukaisesti niin että pääterästen jatkospituudet täyttyvät sauman molemmin puolin.

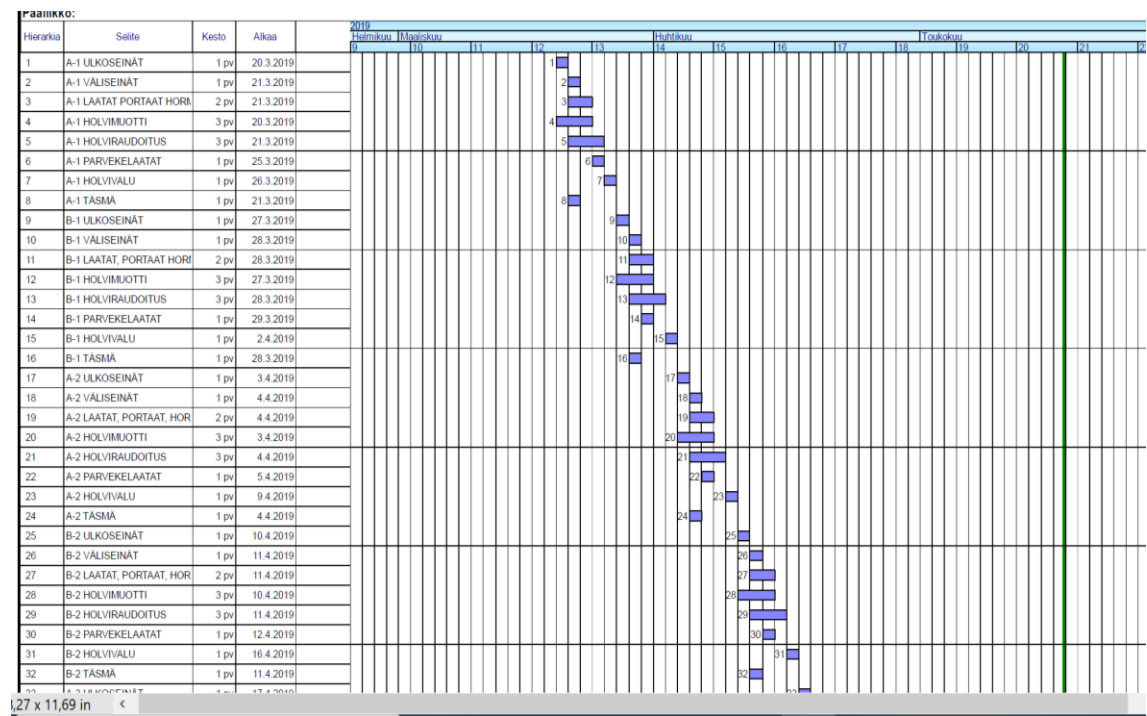
Työtä jatkettaessa sauman on oltava puhdas. Betonin tiivistämiseen työsauman kohdalla on kiinnitettävä erityisesti huomiota. Työsaumassa käytetään raudotteiden lisäksi työsaumaverkkoa. Työsaumat tehdään pystysuoraan kantavien seinien päälle, keskelle seinää. Työsaumojen tarkat sijainnit ja toteutustavat esitetään rakennesuunnitelmissa.

3.7 Aikataulu

3.7.1 Vaiheaikataulu

Vaiheaikataulun tarkoituksena on tarkentaa yleisaikataulusuunnitelmaa. Vaiheaikatauluja tehdään hallituista osakokonaisuuksista, kuten esimerkiksi runkovaiheesta. Tärkeintä vaiheaikataulusuunnittelussa on yhdessä suunnittelu työhön osallistuvien osapuolten kanssa ja heidän sitouttamisensa aikatauluun.

Suunnittelemalla rakennusvaihe yhdessä siihen osallistuvien osapuolten kanssa, saadaan aikataulusta optimoitua tehokas ja ennen kaikkea toteutuskelpoinen. Mahdollisia ongelmakohtia voidaan ratkoa yhdessä jo etukäteen. Kuvassa 5 esimerkki jana-aikatauluna tehdystä runkoaikataulusta. Kuvassa 5 esimerkki jana-aikataulusta.



Kuva 5. Runkoaikataulu jana-aikataulu muodossa.

3.7.2 Viikkoaikataulu

Viikkosuunnittelu on tarkentavaa suunnittelua ja sillä varmistetaan tuotannon sujuvuus päivätasolla. Viikkosuunnitelma toimii pohjana työnjohtajan päivittäisten työtehtävien suunnittelussa. Työnjohtajien viikkosuunnittelu sisältää rullaavan kolmen viikon suunnittelun. Kuvassa 6 esimerkki kolmiviikkoissuunnitelmasta runkovaiheessa.

Viikkosuunnitelma (vk 34-36)

Tietäminen Vastuhenkilö	Viikko: 34		Työryhmä / Työntekijät	Lohko / Alue	Viikon 34 Terveystieteiden koulutus koulutus	Yks	Viikon 34 Työaika / h	Suunnitelmat	Määräykset	Käytännön koulutus	Opetusmenetelmät	TTS	Terveystieteiden koulutus	Valvonta vk 34					Viikko 35					Viikko 36																		
	Laatija: Tuukka													Viikko 34					Terveystieteiden koulutus	Terveystieteiden koulutus	Terveystieteiden koulutus	Terveystieteiden koulutus	Terveystieteiden koulutus	Terveystieteiden koulutus	Terveystieteiden koulutus	Terveystieteiden koulutus	Terveystieteiden koulutus	Terveystieteiden koulutus	Terveystieteiden koulutus	Terveystieteiden koulutus	Terveystieteiden koulutus	Terveystieteiden koulutus	Terveystieteiden koulutus									
	Terveystieteiden koulutus													Ma	Ti	Ke	To	Pe																Ma	Ti	Ke	To	Pe	Ma	Ti	Ke	To
1	1. krs katto osa 3 väli																																									
2																																										
3	2 krs elementiasennus		Timppa, Teemu	Lohko A																																						
4	2 krs holvin muotityö		Pena, Roni, Ram	Lohko A																																						
5	2 krs holvin raudotus		Runkoryhmä	Lohko A																																						
6	2 krs sähköpuistikukset+ viemärihajotukset		Skanska TATE	Lohko A																																						
7	2 krs holvin väli		Skanska TR	Lohko A																																						
8																																										
9	3 krs elementiasennus		Timppa, Teemu	Lohko A																																						
10	3 krs holvin muotityö		Pena, Roni, Ram	Lohko A																																						
11	3 krs holvin raudotus		Runkoryhmä	Lohko A																																						
12	3 krs sähköpuistikukset+ viemärihajotukset		Skanska TATE	Lohko A																																						
13	3 krs holvin väli		Skanska TR	Lohko A																																						
14																																										
15	4 krs elementiasennus		Timppa, Teemu	Lohko A																																						
16	4 krs holvin muotityö		Pena, Roni, Ram	Lohko A																																						
17	4 krs holvin raudotus		Runkoryhmä	Lohko A																																						
18	4 krs sähköpuistikukset+ viemärihajotukset		Skanska TATE	Lohko A																																						
19	4 krs holvin väli		Skanska TR	Lohko A																																						
20																																										
21																																										
22																																										

Kuva 6. Rullaava viikkoaikataulu runkoiheen töistä.

4 Työturvallisuus

Rakennustöiden turvallisuus koostuu toimenpiteistä, joilla pyritään torjumaan mahdollisia ennakoituja turvallisuusvaaroja. Toimenpiteitä ovat muun muassa ennakkosuunnittelu, työmaatarkastukset sekä turvallisuusseuranta. Työturvallisuuden perusasiat tehdään jo rakennushankkeen suunnitteluvaiheessa. Hyvä turvallisuussuunnittelu ja ennakointi takaavat sujuvan tuotannon ja mahdollistavat positiivisen taloudellisen lopputuloksen. [3, s. 108]

Erilaisia turvallisuussuunnitelmia on olemassa lähes yhtä paljon kuin suunnitelmia tekeviä henkilöitä. Runkotyövaiheessa paikallavaluholvien osalta tärkeimpiä suunnitelmia ovat putoamissuojaussuunnitelma, nostotyösuunnitelma ja betonityösuunnitelma.

Työturvallisuuslaki velvoittaa työntekijää huolehtimaan tekijöiden terveydestä sekä turvallisuudesta työssä. Rakennustyömailla tämä tarkoittaa esimerkiksi työmaan turvallisuusasiakirjan laatimista ja työn vaarojen selvittämistä, tunnistamista ja arviointia. Ennen rakennustöiden alittamista päätoteuttajan on tehtävä turvallisuutta koskevat suunnitelmat kirjallisesti. Suunnitelmat yleensä esitetään myös rakennuttajalle. [4.]

4.1 TTS

TTS, eli työn turvallisuussuunnitelma laaditaan erikseen jokaisesta korkean riskin, tai yleisaikataulussa olevasta työvaiheesta. Paikallavaluholvien osalta TTS:n voisi laatia esimerkiksi holvin muottityöstä, raudoituksesta, holvimuotin purkamisesta tai betonoinnista. TTS:n tarkoituksena on pysähtyä miettimään työvaiheen riskejä ja vaaratekijöitä sekä sitä, miten ne olisivat hallittavissa. Tästä syystä työn turvallisuussuunnitelma laaditaan aina työtä suorittavien tekijöiden kanssa.

Jokainen työhön osallistuva työntekijä kuittaa TTS:n omalla allekirjoituksellaan. Tällöin hän myös sitoutuu noudattamaan yhdessä sovittuja työturvallisuuden toimintatapoja. Jos työryhmään tulee lisää jäseniä tai työtä suorittavat henkilöt vaihtuvat, lisätään uusien henkilöiden nimet TTS:ään. Uudet työntekijät allekirjoittavat myös lomakkeen. Kuvassa 7 Skanskassa käytössä oleva valmis TTS-pohja, missä mahdollisia vaaratekijöitä

listattuna valmiiksi alareunaan. Kuvassa 7 esimerkki Skanskassa käytössä olevasta TTS-pohjasta.

SKANSKA		Työn turvallisuussuunnitelma (TTS)	
<p>Työn turvallisuussuunnitelmalla (TTS) poistetaan turvallisen työnteon esteitä, mm. puutteellinen työn vaarojen tunnistaminen tai tekijöiden epätietoisuus turvallisista toimintatavoista. Työnjohtajan vastuulla on, että suunnitelma tehdään yhdessä työntekijöiden kanssa jokaisesta alkavasta työmaan viikkosuunnitelmaan merkitystä tehtävästä sekä jokaisesta korkean riskin työvaiheesta erikseen ennen sen aloittamista. Aliurakoitsijan tekemän suunnitelman tarkastaa ja hyväksyy Skanskan työnjohtaja, jolle jää kopio suunnitelmasta. Tehtäväsuunnitelma tai muu vaarat käsittelevä suunnitelma voi korvata TTS:n.</p>			
Projekti/ urakka	Työnumero	Päivämäärä	
Työ, jota TTS koskee	Työn kesto		
<p>Onko kyseessä Skanskan ohjeen mukaan tarkennettua suunnittelua vaativa työ? Tutustu Skanskan ohjeeseen ja verkkokurssiin, jos työhön liittyy jokin alla olevista:</p>			
<input type="checkbox"/> Korkealla työskentely	<input type="checkbox"/> Kaivannot	TTS:n laativat	
<input type="checkbox"/> Suljetut tilat (mm. alapohja, säiliö, tunneli)	<input type="checkbox"/> Nostotyöt (erikoisnostot)		
<input type="checkbox"/> Sähköilmajohdot ja -maakaapelit	<input type="checkbox"/> Välikaisten rakenteiden käyttö		
Työn vaaroille altistuvat:			
<input checked="" type="checkbox"/> Työryhmän työntekijät	<input checked="" type="checkbox"/> Työnjohto		
<input type="checkbox"/> Muut työntekijät, kolmas osapuoli	<input checked="" type="checkbox"/> Harjoittelijat, kesätyöntekijät tms.		
<p>1. Mitä työssä tehdään? Kirjotkaa työn vaiheet järjestyksessä. Esim. aloita materiaalien tuomisesta ja päättää alueen siivoukseen.</p>	<p>2. Vaiheen vaarat Kirjoittakaa vain numero alla olevasta taulukosta.</p>	<p>3. Miten vaarat hallitaan? Miten voidaan ensisijaisesti poistaa tai sitten järjestyksessä joko korvata vaarattommalla, rajata altistumista, käyttää yleistä/teknistä suojausta tai henkilönsuojausta.</p>	
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>			
<p>4. Rastittakaa yle kirjoittamistanne työvaiheista kolme suurimman riskin työvaihetta. Varmistakaa, että näissä työvaiheissa asiat ovat aina kunnossa työn kuluessa. (Ks. seuraava sivu kohdat 6 - 8)</p>			
Työn vaarat (poimikaa vaaraa vastaava numero yllä olevaan taulukkoon)		Muut vaaratekijät	
1 Melu	10 Putoaminen	19 Toiset urakoitsijat / yhteensovitus	
2 Tärinä	11 Esineen putoaminen	20 Viestintä (esim. kielimuuri)	
3 Sähköisku	12 Kompastuminen	21 Liikkuvat ajoneuvot, nosturit	
4 Puutteellinen valaistus	13 Liukastuminen	22 Hankala sääolosuhde / lämpöolot	
5 Lentävät hiukkaset, kipinät	14 Vaara-alueella työskentely	23 Ilman epäpuhtaudet, pöly, kaasu	
6 Puristuminen	15 Käsien tehtävät siirrot	24 Home, bakteerit, asbesti, kreesootti	
7 Viilto, leikkaantuminen, hiertymä	16 Kemikaalit	25 Työ tiellä tai tien penkalla	

Kuva 7. Skanskan laatima tyhjä TTS-lomake.

4.2 Perehdytys

Jokainen työntekijä perehdytetään työmaahan uudelle työmaalle saapuessa. Runkotyöhön osallistuvat työntekijät perehdyttää runkotyönjohtaja, joka on perehtynyt työhön. Perehdytys koostuu työmaatoimistolla tehtävästä yleisperehdytyksestä, missä käydään läpi pääurakoitsijan toimintatavat, työmaan tiedot ja erityispiirteet sekä muut käytännön asiat. Tämän jälkeen perehdytettävän työryhmän kanssa tehdään työmaakerros, jolloin työmaan suurimmat riskipaikat käydään läpi. Kierroksella tutustutaan työmaan olosuhteisiin sekä työturvallisuustoimiin. Perehdytyksessä on hyvä tarkastaa, onko jokaisella töihin saapuvalla työntekijällä henkilökohtaiset turvavarusteet. [5.]

4.3 Aloituspalaveri

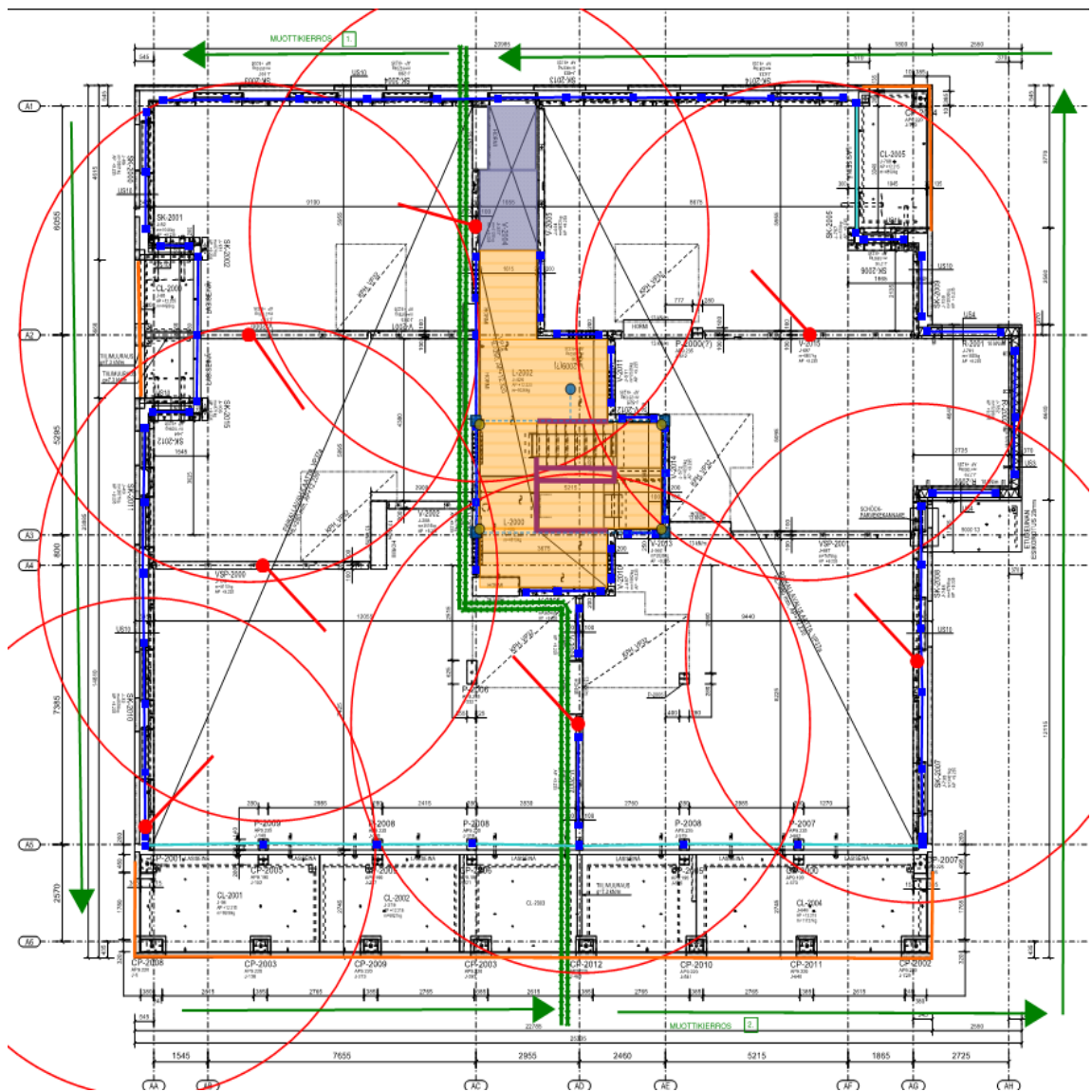
Ennen työn toteuttamisen aloittamista järjestetään aloituspalaveri mihin osallistuvat työntekijät sekä työnjohtajat. Palaverissa käydään läpi työn suorittamisen kannalta oleelliset asiat, joita ovat esimerkiksi työn aikataulu, käytössä oleva kalusto, muottikierto, suunnitelmat, laadunvarmistustoimenpiteet ja työturvallisuuden toimintatavat. Aloituspalaverissa sovitaan myös mallityökäytännöstä. [5.]

Suurilla työmailla aloituspalaverissa on tärkeää kiinnittää huomiota, ettei muottitöiden yhteydessä ole käynnissä päällekkäisiä työturvallisuuteen vaikuttavia vaarantavia työvaiheita. Päällekkäisillä työvaiheilla tarkoitetaan kirjaimellisesti päällekkäin tehtäviä töitä eli muottityötä tekevien alla rakennuksen vierustalla ei saa työskennellä samanaikaisesti. [5.]

4.4 Putoamissuojaus ja varusteet

Työt pyritään suunnittelemaan rakennustyömailla aina niin, ettei putoamisvaaraa ole. Tämä ei kuitenkaan lähellekään aina ole mahdollista. Seuraavaksi putoamista pyritään estämään teknisin keinoin, eli käyttämällä putoamissuojarakenteita- ja laitteita, kuten kaihteita ja telineitä. Viimeisenä keinona käytetään henkilökohtaisia putoamissuojaimia, joita ovat esimerkiksi turvavaljaat ja vaijerikela.

Turvakaiteita tarvitaan aina kun putoamiskorkeus on yli kaksi metriä. Työmaan pääura-koitsija laatii työmaakohtaisen putoamissuojaussuunnitelman. Suunnitelmaan kirjataan toimenpiteet, millä työntekijöiden putoaminen estetään työtasoilta, avoimilta kulkuteiden reunoilta, aukoista tai telinerakennelmilta. [4.] Suunnitelma tehdään yleensä jo työmaan suunnitteluvaiheessa, jolloin kaiteille vaadittavia putkia asentaa seinäelementteihin jo elementtitehtäillä. Pääurakoitsijan työnjohtaja määrittää kaidetolppien sijainnit rakennesuunnittelijalle, joka suunnittelee putkien paikat elementteihin. Kuvassa 8 esimerkki työmaalla tehdystä putoamissuojaussuunnitelmasta.



Kuva 8. Putoamissuojaussuunnitelma mihin merkattu kaiteet ja Alsipercha hirsipuun holkkiputket ja säteet.

Paikallavaluholvin muottityössä putoaminen on mahdollista noin kolmesta metristä, mutta kaiteita ei pystytä laudoitettavan alueen ympärille tekemään. Tästä syystä laudoitustyössä käytetään turvavaljaita eli henkilökohtaista putoamissuojausta. Parhaiten se onnistuu niin sanotulla hirsipuulla. Hirsipuu eli Alsipercha on vanhan hirsipuun näköinen teräksinen orsi, mihin turvavaljaissa kiinni olevan tarraimen saa kiinnitettyä.

Jos Alsipercha todetaan työmaan suunnitteluvaiheessa muottityössä käytettäväksi putoamissuojaksi, työnjohtaja suunnittelee kartioputkien sijainnit väli- tai ulkoseinäelementteihin. Muottityötä aloittaessa hirsipuu nostetaan kartioputken sisään, jolloin se pyörii itsensä ympäri vapaasti ja kattaa tarraimen hihnan mittaisen alueen. Alsiperchaa käytettäessä tarraimen hihna saa olla enintään 6,5m pitkä. [6.] Kuvassa 9 muottikirvesmiehellä käytössä Alsipercha hirsipuu.



Kuva 9. Alsipercha hirsipuun toimintaperiaate [6.]

Viime vuosien aikana hirsipuulle kilpailevaksi tuotteeksi on tullut FreeFalcon. Se on holvimuotin päälle asennettava pyörivä ankkurointipiste. Etuna Alsiperchaan verrattuna on, ettei se vaadi suurempaa esisuunnittelua ja sitä voidaan siirrellä valmiin holvimuotin päällä pumppukärryillä. FreeFalconissa hyväksytään 9m pitkä vaijeritarrain, jolloin yhdellä kertaa pystytään kattamaan paljon laajempi alue kuin Alsiperchaa käytettäessä. Kuvassa 10 muottikirvesmies käyttää Freefalconia.



Kuva 10. Freefalcon muottikirvesmiehen käytössä.

Putoamissuojauksen lisäksi rakennustyömaalla työskentelevillä tulee olla muut henkilökohtaiset turvavarusteet, joita ovat mm. kypärä, turvakengät, huomioväritetty vaatetus, viiltosuojahanskat, suojalasit ja kuulonsuojaimet. Kokovaljaiden tarkoituksena on pysäyttää putoaminen. Nykyaikaisissa kokovaljaissa olka- ja reisihihnat, jotka yhdessä tukevat käyttäjän kehoa. Vaijeritarrain tulee olla varustettu vaimentimella, joka vaimentaa putoamisesta johtuvaa nykäisyä.

4.5 Nostot

Nostotöiden suunnittelu on osa rakentamisen materiaalin käsittelyn ja logistiikan suunnittelua. Nostoon on valittava suoritusarvoiltaan riittävä ja tarkoituksenmukainen nostolaitte. Nostolaitteen nostokyvyn on oltava 10% suurempi kuin nostettavan taakan paino.

Kaikista töistä, joihin liittyy nostoja, tehdään suunnitelma ja tunnistetaan riskitaso. Jokaiseen nostoja sisältävään työkokonaisuuteen nimetään vastuussa oleva työnjohtaja. Työnjohtajan on oltava riittävän pätevä ja kokenut nostojen laajuuteen ja vaativuuteen nähden. Nostotyöt aloitetaan vasta sen jälkeen, kun vastuussa oleva henkilö on tarkastanut ja hyväksynyt laaditut suunnitelmat. [7.]

Asennustyössä käytettäviin nostureihin taakan saa kiinnittää vain pätevätytynyt taakan kiinnittäjä. Pätevyyden voi todistaa suorittamalla kurssin, mistä on saatu kirjallinen todistus. Jos pätevyyttä ei ole, taakkaa ei saa kiinnittää.

Työmaalla käytettävistä nostoapuvälineistä tulee löytyä seuraavat merkinnät:

- CE-merkintä
- Tiedot suurimmasta sallitusta kuormasta
- Valmistajan tiedot
- Valmistuspäivämäärä jos se apuvälineellä on määritelty käyttöikä
- Tarkastusmerkintä jos tuote on yli yhden vuoden ikäinen [7.]

Nostoapuvälineitä ovat muun muassa kettinkiraksit, nostovyöt ja päällysteraksit. Kuvassa 11 on kuvattu vasemmalta oikealle hyväkuntoinen päällysteraksi, käytöstä poistettu päällysteraksi, huonokuntoinen nostovyö, kertakäyttöinen teräsköysiraksi, kettinkiraksi ja huonokuntoinen päällysteraksi. Nostoapuvälineille on olemassa yhteiset tarkastusvärit, jotka näkyvät taulukossa 1. Apuvälineet merkataan tarkastuksen jälkeen tarkastusvuoden värillä. Värikoodit kiertävät viiden vuoden kierrossa, eli vuonna 2023 tarkastusväri on taas oranssi.

Taulukko 1. Nostoapuvälineiden tarkastusvärit [8.]

Vuosi	Tarkastusväri
2018	Oranssi
2019	Sininen
2020	Keltainen
2021	Valkoinen
2022	Vihreä



Kuva 11. Erilaisia nostoapuvälineitä. [9.]

5 Paikallavaluholvi

5.1 Muottityöt

Paikallavaluholvin muottityö aloitetaan muottirakenteen pystytukien pystyttämällä. Muotti tehdään kantavalle alustalle. Kellarikerroksissa se tarkoittaa tiivistettyä maakerrosta tai maanvaraista betonilaattaa ja muissa kerroksissa alemman kerroksen välipohjalaattaa. Pystytuet voivat olla alumiinisia tai teräksisiä, asuntorakentamisessa pääsääntöisesti terästolppia. Pystytukien ympärille pystytetään tukijalat, joilla estetään pystytuen kaatuminen. Tukijalkaa kutsutaan työmaalla kolmijalaksi ja sekin voi olla tehty joko alumiinista tai teräksestä. [5.]

Pystytuet säädetään oikeaan korkeusasemaan ja korko tarkastetaan tasolaseria käyttäen. Pystytukien päälle asetetaan kruunu, eli pudotuspää, johon seuraavaksi nostetaan puupalkki muottisuunnitelman mukaisesti. Palkit ovat tässä vaiheessa kahden pystytuen varassa. Näitä palkkeja kutsutaan työmaakielellä niskapalkeiksi. Niskapalkit voivat olla puisia tai alumiinisia riippuen toimittajasta ja ne ovat asuntorakentamisessa yleensä 3,9m pitkiä. Niskalinjojen etäisyydet toisistaan on määritetty muottisuunnitelmassa.

Niskapalkkien päälle ladotaan koolauspalkit. Myös koolauspalkit voivat olla puisia tai alumiinisia. Koolauspalkkien pituus riippuu niskalinjojen välistä, ja se on yleensä 2,65-3,3 metriä. Koolauspalkkien jako määritetään muottisuunnitelmassa. Tavallisissa asuinrakennuksissa 280mm paksulla välipohjalaatalla se on 500mm.

Koolauspalkkien varaan ladotaan muottilevyt. Ne kiilataan tiiviiksi muottipinnaksi toisiaan vasten. Seiniä vasten tulevat reunat pyritään tekemään mahdollisimman siistiksi, mikä vähentää jälkitöitä. Levyjen ladonnan jälkeen pinta puhdistetaan purusta ja pölystä. Ennen raudoitustyötä muottipinta öljytään, jolloin levy irtaana betonilaatasta muottia purkaessa helpommin. [5.] Kuvassa 12 yhden asunnon muottilevyt on ladottu ja seuraavan asunnon niskalinjat mitattu korkoonsa.



Kuva 12. Muottityö

Ennen betonointia niskalinjojen alle asennetaan lisätolpat. Normaalissa asuntorakentamisessa käytettävissä 280mm paksuissa välipohjalaatoissa tolppaväli on 1000mm. Jos lisätolppia ei ole kasvaa jänneväli puupalkin alla liian suureksi ja se katkeaa, kun muottia kuormitetaan. Tällöin muotti pettää. Kuvassa 13 on kuvattu vakiopalkit ja levyt muotti alhaaltapäin.



Kuva 13. Välitolpat asennettuna valua varten

5.2 Mittaukset

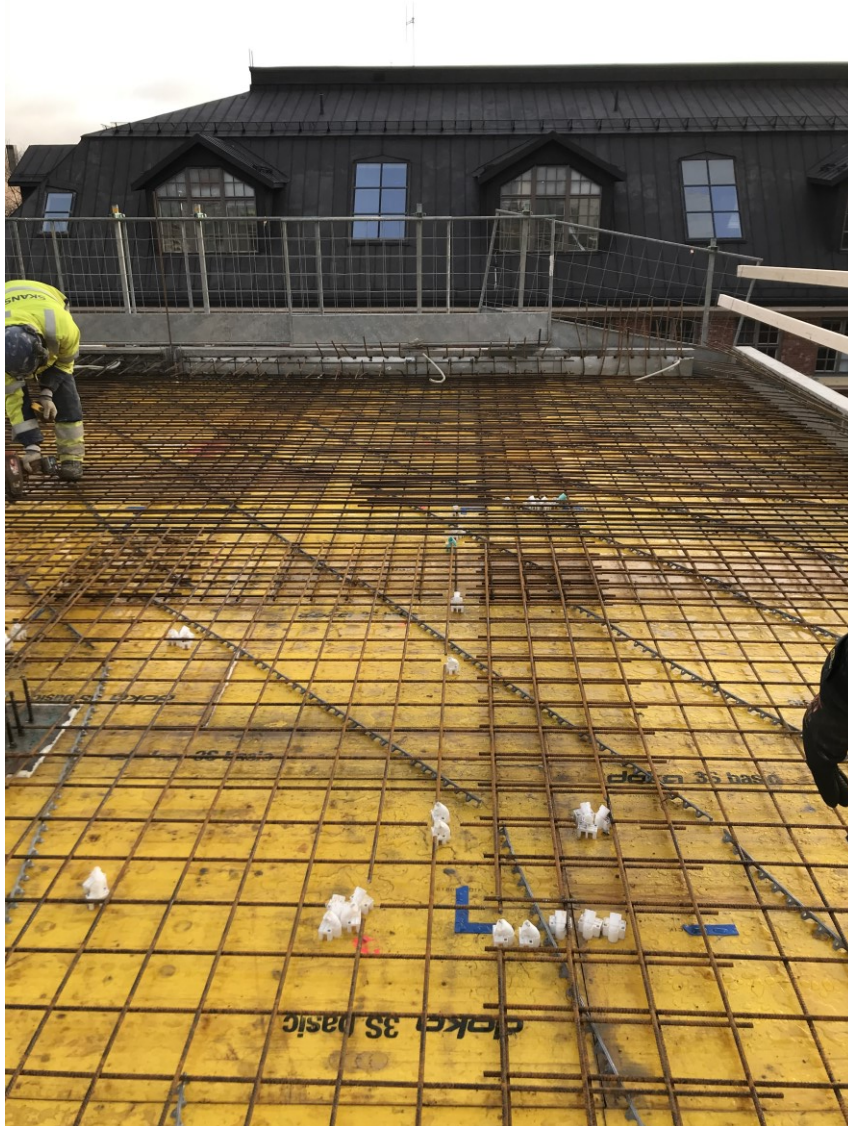
Kaikkien varausten ja aukkojen sijainnit mitataan välipohjamuottiin. LVIS-asennuksia varten välipohjamuottiin mitataan yleensä kylpyhuoneiden sekä wc-tilojen kevyiden väliseinien sijainnit. Seinät merkataan muottiin joko värilangalla tai liidulla. Väliseinien linjojen kautta putkiasentaja pystyy mittaamaan lattiakaivojen sijainnit, wc pöntön sekä altaan paikat ja tietää mihin viemäriputket tulee asentaa.

Sähkötöitä varten tarvitaan myös muut kevyet väliseinät, joiden sisään sähköjohtoja on tarkoitus asentaa. Jos seuraavaa kerrosta varten tarvitaan peruspultteja tai muita tartuntoja, ne mitataan muottiin ja sidotaan kiinni raudoituksiin. Lämpöjohtojen läpiviennit mitataan LVI-suunnitelmissa määritettyihin paikkoihin.

5.3 LVIS asennuksen seuranta

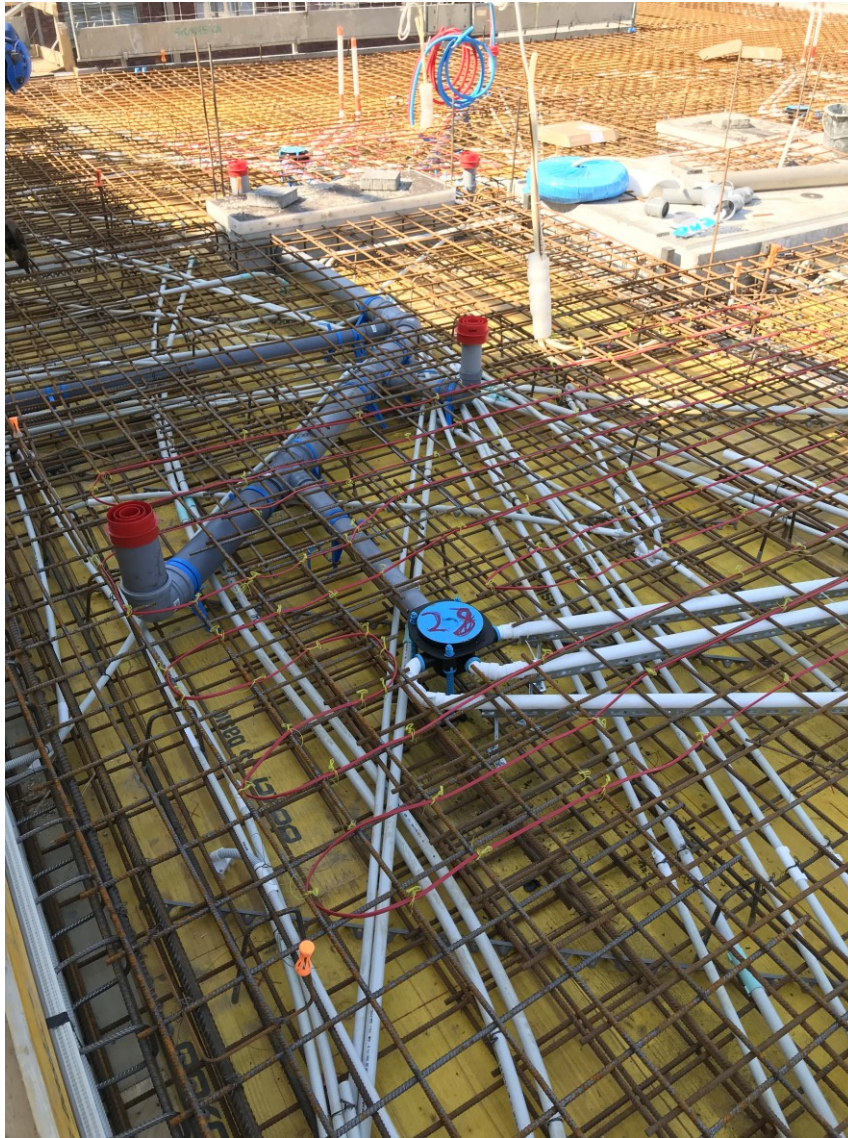
Paikallavalettujen välipohjien sisään asennetaan tarvittavat LVIS-tarvikkeet. Näitä ovat esimerkiksi viemäriputket, lattiakaivot, putket ja nappulat sähköjohtoille, sähkökäyttöiset lattialämmityskaapelit ja vesijohdot.

Kun muottipinta on ladottu, sähkömies lyö levyihin kiinni nappulat, valaisinpisteet sekä jakorasiat. Nappulat yhdistetään muoviputkilla, joiden sisälle sähköjohdot vedetään holvimuotin purkamisen jälkeen. Valaisinpisteiden sijainti mitataan tarkasti, varsinkin jos tiloihin ei rakenneta alakattoja. Sähköputket sidotaan kiinni alapinnan verkkoon, etteivät putket pääse irtoamaan liitoksistaan betonoinnin yhteydessä. Kuvassa 14 holvin alapinta on raudoitettu ja sähköputkien nappulat on kiinnitetty muottilevyyn.



Kuva 14. Alapinnasta raudoitettu holvi, jossa sähköputkien nappulat naulattu muottilevyyn kiinni.

Kaikki LVIS-tarvikkeet asennetaan alapinnan ja yläpinnan raudoitteiden väliin. Kun yläpinta on raudoitettu, kaikki LVIS-tarkastukset tarkastetaan työnjohtajien ja asentajien toimesta. Etenkin viemäriputkien kaadot katsotaan tarkasti, sillä niiden korjaaminen jälkikäteen vaatii laatan purkamisen, putkien vaihtamisen ja uudelleen valamisen puretun alueen kohdalta. Lattialämmityskaapelit sidotaan kiinni yläpinnan verkkoon ja niiden päälle astumista tulee välttää betonoitaessa. Kuvissa 15 ja 16 näkyy valmiiksi raudoitettu välipohjalaatta, jossa kylpyhuoneen viemärihajotukset, lattialämmitykset, vesijohdot sekä sähköputkitukset on asennettuna.



Kuva 15. , Valmis raudoitettu välipohja LVIS-asennuksineen.

5.4 Raudoitukset

Välipohjien raudoituksia voidaan toteuttaa kolmella eri tavalla. Näitä ovat rauditus irtoteräksistä, rauditus hitsatuista vakioverkoista tai rauditus rullaraudotteella. Laatat raudoitetaan ala- sekä yläpinnasta raudoitussuunnitelmien mukaisesti. Näiden raudoitteiden

lisäksi laatan reunoja kiertää hakasraudoitteet ja rengasteräkset. Lisäksi ylä- tai alapinnassa voi olla lisäteräksiä, yleensä seinien tai pilareiden kohdilla. [10.]

Irtoteräksistä raudoittaessa raudoitustyö aloitetaan tankojaon merkkamisella holvi-
muottiin. Tämän jälkeen korokkeiden varaan asennetaan työteräkset noin 1-1,5 metrin
välein. Tarvittaessa korokkeet naulataan muottiin kiinni paikallaanpysymisen varmista-
miseksi. Korokkeiden korkeus on sama kuin raudoitussuunnitelmassa määritetty suojae-
täisyys. [10.]

Alimmainen kerros raudoitusteräksiä ladotaan työtankojen varaan aiemmin merkattujen
merkkien mukaisesti. Sen jälkeen toisen suunnan pääteräkset asennetaan ristiin alem-
man kerroksen teräksiin nähden. Tangot sidotaan kiinni toisiinsa. Sitomissuuntaa on
vaihdeltava jäykkyyden lisäämiseksi. [10.]

Yläpinnan terästen asennus aloitetaan työtankojen tukipukkien asentamisella. Tukipukit
asennetaan 600-800mm välein ja niiden päälle sidotaan työteräkset. Työtangon paksuus
on yleensä seuraavaa paksuutta käytettävästä raudoitusteräksestä, eli jos raudoituste-
räs on 10mm paksua, työteräksinä käytetään 12mm tankoja. Työteräksiin merkataan
yläpinnan tankojen jako esimerkiksi liidulla. Teräkset nostetaan nipussa tukiterästen va-
raan, mistä ne on helppo levittää raudoitettavalle alueelle. Tämän jälkeen päälle levite-
tään vielä toisen suunnan pääteräkset samalla tavalla ristiin kuin alapintaakin raudoitta-
essa. [10.]

Vakioverkkoa käytettäessä raudoitustyö on huomattavasti nopeampaa kuin irtoteräksiä,
mutta yleensä se vaatii käyttöön enemmän torninosturia. Irtoteräkset voidaan nostaa
raudoitettavalle holville ja jakaa siitä käsin, mutta verkkojen nostamiseen tarvitaan
yleensä nosturia jokaisen verkon kanssa.

Laatan alapinnan verkot nostetaan holvimuotin päälle levitettyjen raudoituskorokkeiden
päälle. Verkot nostetaan laatan jännevälillä suuntaisesti. Verkkojen silmien limitys pääl-
lekkäin eli jatkospituus määritetään raudoitussuunnitelmissa. Yläpinnan verkkoja varten
levitetään teräksiset tukipukit, joiden jaloissa on kumiset tulpat. Verkot levitetään ja sido-
taan kiinni toisiinsa, jonka jälkeen tarvittavat aukot leikataan auki ja aukkojen reunat vah-
vistetaan yksittäisteräksillä tai hakasraudoitteilla. [10.]

Rullarauδοitteilla voidaan joissain tapauksissa toteuttaa laattojen raudoituksia. Tyypillisesti rullarauδοitteiden yhteydessä käytetään esivalmistettuja, tehdasolosuhteissa koottuja raudoitteita, jolloin työmaalla koottavien raudoitusten osuus pidetään mahdollisimman alhaisena. Rullat numeroidaan ja rullien tunnuksot piirretään raudoituskuvaan.

Raudoitustyö rullarauδοitteilla aloitetaan raudoituskorokkeiden levittämisellä. Oikea rulla nostetaan holville ja se asemoidaan mahdollisimman tarkasti aloitusasemaan. Sidospannat tai langat katkaistaan ja rulla avataan holville. Levittäminen onnistuu ilman nostokaluksota. Levityksen yhteydessä tarkoitetaan terästen asettuminen reunojen-, aukkojen. ja varauksien kohdalle niin että määritetty suojaetäisyys täyttyy. Aseman muuttaminen on helpointa, kun rullaa on avattu mahdollisimman vähän. [10.]

Kun alapinnan rullat on avattu ja levitetty molempiin suuntiin sidotaan raudoitteet kiinni toisiinsa samalla tavalla kuin irtoteräksistä raudoittaessa. Yläpinnan rullat levitetään tukipukkien varaan samalla tavalla kuin vakioverkkoja käytettäessä. Yläpinnan teräkset sidotaan kiinni toisiinsa. Aukkojen tai varauksien reikiä ei tässä tapauksessa tarvitse jälkikäteen leikata, sillä ne tulisi olla huomioituna jo rullien suunnitteluvaiheessa.

Rullarauδοite toimii parhaiten kun holvi on muodoiltaan suorakaiteen muotoinen. Jos muoto on epäsymmetrinen, rullien toteuttaminen on haastavampaa ja teräksiä joudutaan usein jatkamaan työmaalla irtotangoista. Verkkorauδοitteissa epämääräisempien muotojen leikkaaminen onnistuu, mutta tällöin hukkakiloja tulee huomattavia määriä.



Kuva 16. Betonointia vailla oleva välipohja.

5.5 Laadunvarmistus

5.5.1 Laatutekijät

Betonilattioiden laatuvaatimukset esitetään rakennesuunnitelmissa. Tarkasteltavia laatuvaatimuksia paikallavaletuissa laatoissa on esimerkiksi:

- Lujuudenkehitys
- Ulkonäkö
- Suoruus ja tasaisuus
- Rakennekosteus
- Pinnoitettavuus
- Halkeilu [1.]

Toteutukseen liittyviä laatuvaatimuksia ovat raudoituksen sijaintipikkeamat ja nimellis-paksuuden sallitut mittapoikkeamat. Jos mainitut vaatimukset on esitetty työselityksessä niitä ei tarvitse esittää erikseen suunnitelmissa. [1.] Ne kuitenkin esitetään yleensä työpiirustuksissa. Taulukossa 2 on esitetty suurimmat sallitut poikkeamat laatan suorudesta eri toteutusluokissa.

Taulukko 2. Lattioiden suoruusien suurimmat sallitut poikkeamat [1., s. 18]

Tasaisuuspoikkeama	Mittausluokka L (mm)	Suurin sallittu poikkeama (mm)			
		A ₀	A	B	C
Hammastus		0	0	1	1
Poikkeama vaakasuorasta tai nimelliskaltevuudesta	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

5.5.2 Dokumentointi ja tarkastukset

Ensimmäinen osakohde tarkastetaan mallityönä. Mallityön toteuttavat samat henkilöt samoilla menetelmillä, joilla tulevatkin työt tullaan tekemään. Mallityölle tehdään tarvittavat tarkastusmittaukset ja laadunvarmistuskokeet. Työn tulee täyttää tekniset vaatimukset toleranssien mukaisesti. Mallityö hyväksytetään rakennuttajalla ja suunnittelijoilla. Tarkastuksessa havaitut puutteet ja virheet korjataan ennen seuraavaan työvaiheeseen tai osakohteeseen siirtymistä. Mallin tarkastuksesta kirjoitetaan pöytäkirja, joka liitetään työmaa-asiakirjoihin. Työn aikana toteutuvaa laatua seurataan ja sitä seurataan aiemmin hyväksytyyn mallityöhön. Jos poikkeamia tulee, ne korjataan välittömästi ja syyt poikkeamiin selvitetään. [10.]

Raudoitustarkastukset tehdään jokaisesta paikallavaluholvista. Ensimmäinen holvi toteutetaan aiemmin mainittuna mallityönä, mitä käytetään mallityönä, jos seuraavien kerrosten raudoitukset toistavat samaa kaavaa. Jos raudoituksiin tulee paljon muutoksia tai toteutustavat muuttuvat, tehdään mallitarkastus toistamiseen. Raudoitustarkastuksista laaditaan pöytäkirjat, jotka arkistoidaan työmaan dokumentteihin. Kaikista raudoituksista on hyvä ottaa useita valokuvia, sillä niitä voidaan käyttää hyväksi mahdollisissa ongelmatilanteissa esimerkiksi talotekniikka-asennusten kanssa.

Valmisbetonista dokumentoidaan kaikki kuormakirjat ja ne laitetaan betonointipöytäkirjan liitteeksi. Kaikista holvivaluista tehdään erilliset betonointipöytäkirjat, joihin merkitään muun muassa käytetyn betonimassa tiedot, valuolosuhteet, kellonajat sekä betonointitapa. Betonista voidaan ottaa myös koekuutiot, joilla voidaan todistaa käytetyn betonin toteutunut puristuslujuus tarvittaessa. Laborantti saa samalla käynnillä tehtyä betonimassasta myös painumakokeen tai mitattua betonin lämpötilan työmaalla.

Rakennustarkastaja tekee yleensä runkokatselmuksen, jos se on määritetty rakennusluvassa. Runkokatselmus tehdään siinä vaiheessa, kun koko rakennuksen runko on pystyssä. Rakennusvalvontaviranomainen saattaa haluta tulla raudoitustarkastukselle katselmoimaan esimerkiksi ensimmäisen holvin raudoitteita. Muuten raudoitustarkastukset tehdään mallitöiden kautta ja tarkastukset suorittaa joko rakennesuunnittelija tai työnjohtaja.

5.6 Betonointi

Paikallavaluholvien betonointi voidaan toteuttaa joko betonipumpulla tai nostoastialla. Siirtotapa valitaan hyvissä ajoin ennen valutöiden aloitusta. Työmenetelmä valitaan laatalle asetettujen toiminta ja laatuvaatimusten mukaisesti. Lisäksi on huomioitava betonilaatu ja vallitsevat olosuhteet. Menetelmän valinta nostetaan esille yleensä aloituspala-verissa. [1, s.150]

Työmenetelmään valittavia tekijöitä ovat esimerkiksi:

- Rakennetyyppi
- Valettavan alueen sijainti
- Valualueen muoto ja pinta-ala
- Valutyön yhteensovitus muiden käynnissä olevien työvaiheiden kanssa
- Betonin siirtotapa

Nostoastiaa ja betonipumppua vertaillessa betonin siirtotapana vaikuttavat eniten käynnissä olevat muut työvaiheet. Nostoastian käyttö sitoo torninosturin työhön useaksi tunniksi. Tällöin muiden nosturia tarvitsevien työvaiheiden suorittaminen ei samanaikaisesti ole mahdollista.

Betonivalun pinnan laadussa pyritään pääsemään vaadittuun laatuluokkaan. Tarkasteltavia ominaisuuksia ovat muun muassa suoruus ja tasaisuus. Kuvassa 17 paikallavaluholvin betonointityö käynnissä betonipumpulla.



Kuva 17. Betonointityö käynnissä pumpulla.

5.7 Muotin purku ja jälkihoito

Välipohjamuotti puretaan vasta sen jälkeen, kun betoni on saavuttanut muotinpurkulujuuden. Luvan muotin purkamiselle antaa työmaamestari, betonitöiden työnjohtaja. Muottia ei missään tapauksessa saa purkaa ilman työnjohtajan myöntämää purkulupaa. Purku toteutetaan sellaisessa järjestyksessä, ettei se aiheuta rakenteelle mitään ylimääräisiä kuormituksia. Valuvirheet kirjataan ylös ja korjataan niin aikaisessa vaiheessa purkutyön aloittamisesta, kun mahdollista. [5.]

Purku aloitetaan irrottamalla välitolpat. Osa välitolpista jätetään niin sanotuksi jälkituenaksi holvin alle. Jälkituentatolppia laitetaan noin kahden metrin välein,

jälkituentasuunnitelman mukaisesti. Loput pystytuet voidaan koota nippuun esimerkiksi ikkuna-aukkoon tai parvekkeelle mistä ne on helppo nostaa seuraavaan kerrokseen. Tämän jälkeen niskapalkkien alla olevien pudotuspäiden kiilat lyödään auki, jolloin pudotuspää tipahtaa muutaman senttimetrin verran alaspäin. Ihannetilanteessa koolauspalkit sekä muottilevyt tipahtavat irti välipohjasta.

Muotinpurkulujuus on yleensä 60% betonin nimellislujudesta. Jälkituentalujuus on asuntorakentamisessa 80% betonin nimellislujudesta. Jälkituennan saa purkaa yleensä, kun holvityö etenee kolmesta neljään kerrosta yläpuolella.

6 Talvityöt

Talvibetonointikausi katsotaan alkaneeksi, kun lämpötila laskee alle +5°C:n. Suomen olosuhteissa talvityöjärjestelyjä joudutaan tekemään siis myös kevään ja syksyn aikana. Kylmissä olosuhteissa betonin lujuudenkehitys on hidasta, ja ilman toimenpiteitä se ei riitä normaalin rakentamisen vauhtiin. Betonin lämpötilaa voidaan seurata mm. dataloggerilla, jonka kaapelit asetetaan betonivalun sisään. Hidas lujuudenkehitys vaikuttaa betonin lisäksi myös tätä kautta muottikiertoon sekä työmaalla tarvittavaan muottikaluston määrään. [11.]

Talvella muottityötä aloittaessa on varmistuttava siitä, että alusta on sula jäätä ja lumesta. Tolppien alla oleva lumi tai jää voi mahdollisesti sulaa ennen betonointia, jolloin muotti ei ole enää tukeva näiltä osin. Levyt ja palkit on oltava puhtaita lumesta ja jäätä.

Valmista laudoitettua muottipintaa on helppo putsata irtolumesta leveällä harjalla, lastalla tai lehtipuhaltimella. Se on myös helppo suojata esimerkiksi isoilla lumipressuilla. Pressut voidaan nostaa holvin päälle aina työvuoron päätteeksi ja siirtää ne sivuun työvuoron alkaessa.

Raudoitetun muotin puhdistaminen irtolumesta on huomattavasti vaikeampaa tai joissain tapauksissa jopa mahdotonta. Tällöin muotin suojaaminen on huomattavasti tärkeämpää. Irtolunta saadaan sulatettua, jos muottia lämmitetään alhaaltapäin säteilylämmittimillä, mutta kovilla pakkasilla tämäkään ei välttämättä onnistu.

Betonivalu on talviolosuhteissa suojattava mahdollisimman nopeasti betonoinnin jälkeen. Lämpöä eristävä peite tulee asettaa valua vasten tiiviisti. Sen päälle voidaan nostaa vielä kevyet peitteet suojaamaan valua tuulelta, pakkaselta ja lumelta. [11, s. 39]

7 Yhteenveto

Tässä opinnäytetyössä perehdyttiin yksityiskohtaisesti paikallavaluholvien eri työvaiheisiin ja toteutustapoihin. Paikallavaluholvien tekemistä tutkittiin neljällä eri Skanska Talonrakennus Oy:n työmaalla. Näiden työmaiden lisäksi opinnäytetyön tekijällä on kokemusta noin 20 vuoden ajalta paikallavaluholvien tekemisestä. Työssä esille tuodut työmenetelmät ja vaiheet ovat hyväksi todettuja ja kustannustehokkaita.

Työvaiheiden alkaessa kaikkien suunnitelmien on oltava sillä tasolla, että työ on niillä toteutettavissa. Paikallavaluholvien tekeminen kerrostaloasuntoihin on pitkä runkotyöhön liittyvä työvaihe. LVIS-töiden yhteensovittaminen paikallavaluholveihin tuo työhön mukaan omat haasteensa mitkä ovat ratkaistavissa huolellisella ennakkosuunnittelulla.

Holvien jakamisella useampaan valulohkoon työvaiheisiin saadaan jatkuvuutta. Yhden lohkon muottia voidaan purkaa ja samassa kerroksessa olevan toisen lohkon muotin raudoitustöitä suorittaa samanaikaisesti. Tässä on kuitenkin oltava tarkkana ettei lohkoja pilkota liian pieniksi ettei työsaavutus pienene ja samalla hidasta aikataulua. Tämän työn pohjalta Skanska Talonrakennus Oy:lle tehdään yhteneväiset työohjeet paikallavaluholvien tekemiseen, joista myöhemmin on tulossa pakollinen verkkokurssi kaikille toimihenkilöille.

Lähteet

1. Suomen betoniyhdistys Ry, By201 Betonitekniikan oppikirja 2018, 7. painos, BY-koulutus Oy, Helsinki
2. Suomen betoniyhdistys Ry, By45 Betonilattiat 2014, 3.painos, BY-koulutus Oy, Helsinki
3. Sewatek verkkosivut, <https://www.sewatek.fi>, luettu 30.3.2021
4. Ratu KI-6034, Rakennushankkeen työturvallisuus
5. Vepe turvakaideopas, www.vepe.fi, luettu 31.3.2021
6. Ratu 0398, Levymuottityö
7. Haucon verkkosivut, Alsipercha putoamissuojajärjestelmä, www.haucon.fi, luettu 1.4.2021
8. Skanska nostotyöohje, versio 1.1.
9. Työturvallisuuskeskus verkkosivut, www.ttk.fi, luettu 3.4.2021
10. Rudus turvapuisto verkkosivut, www.turvapuisto.fi, luettu 3.4.2021
11. Ratu 0402, Raudoitus
12. Betonteollisuus Ry, Talvibetonointi, 2. painos, Suomen Rakennusmedia Oy, Helsinki
13. As Oy Helsingin Annex rakennesuunnitelmat

