

Paikallavalurungon työvaiheiden menetelmäkuvaus

Maiju Leskinen

Opinnäytetyö

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Maiju Leskinen	
Työn nimi Paikallavalurungon työvaiheiden menetelmäkuvaus	
Päiväys 16.05.2012	Sivumäärä/Liitteet 73 + 48
Ohjaaja(t) Lehtori Matti Mikkonen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savonia-ammattikorkeakoulu ja NCC Rakennus Oy	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Työn tavoitteena oli laatia ohje NCC Rakennus Oy:lle paikallavalurungon tuotantosuunnittelussa huomioitavien asioiden opastukseen. Ohjeesta tuli laatia sellainen, että sitä voidaan käyttää työtaipeihin liittyvän tiedon välitykseen NCC Rakennus Oy:n alueyksiköiden välillä. Tavoitteena oli myös, että ohjetta voidaan hyödyntää sekä oppilaitoksissa opiskelumateriaalina että rakennusliikkeissä uusien rakennusmestareiden ja -insinöörien apuvälineenä.</p> <p>Työ tehtiin seuraamalla paikallavalurungon työvaiheita työmaalla sekä kuvaamalla eri työvaiheita, joista kirjoitettiin työvaiheiden menetelmäkuvaus. Lisäksi työn toteutukseen kuului muottikierron, suurmuottisuunnitelman ja osittaisen runkoaikataulun laadinta. Runkoaikataulun ja muottikierron havainnollistamiseksi työssä käytettiin esimerkkeinä eri runkotyyppisiä.</p> <p>Työn tulokseksi saatiin työvaiheita yksityiskohtaisesti kuvaava työvaiheiden menetelmäkuvaus. Työn liitteiksi laadittiin suurmuottisuunnitelma, runkoaikataulut runkotyyppittäin yhden kerroksen osalta sekä työjohdolle tarkoitetut ohjekortit tuotantosuunnittelussa huomioitavien asioiden tarkistamiseen.</p>	
Avainsanat Paikallavalurakentaminen	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme In Construction Engineering			
Author(s) Maiju Leskinen			
Title of Thesis Process Description of Cast-in-Place Concrete Frame			
Date	16 May 2012	Pages/Appendices	73 + 48
Supervisor(s) Matti Mikkonen, Lecturer			
Client Organisation/Partners Savonia University of Applied Sciences and NCC Construction Ltd			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of the thesis was to draw up a specification of the things to be considered in production planning and control of a cast-in-place concrete frame. The assignment was commissioned by NCC Construction Ltd. The specification was to be used for passing information on working methods between NCC Construction Ltd.'s regional offices. The specification was also intended to function as educational material as well as an aid for new master builders and engineers.</p> <p>The thesis was conducted by studying the stages of constructing a cast-in-place concrete frame on construction sites. All the stages were documented and process descriptions were made. In addition the thesis included the construction of a formwork rotation plan, a collapsible portable formwork plan and a partial frame schedule. Different frame types were used to exemplify the frame schedule and the formwork rotation plan.</p> <p>The result of the thesis is a detailed process description of the stages in constructing a cast-in-place concrete frame. A collapsible portable formwork plan, a frame schedule of one floor and supervision instruction cards on things to be considered in production planning and control were made as appendices.</p>			
Keywords Cast-in-Place Concrete Frame			

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä Savonia -ammattikorkeakoulun ja NCC Rakennus Oy:n kanssa. Haluan lausua erityiskiitokset työn ohjaajille NCC Rakennus Oy:n työpäällikölle Eero Heikkiselle sekä ohjaavalle opettajalle Matti Mikkoselle. Lisäksi haluan kiittää TA - Yhtymä Sammonkatu 19:ää ja As Oy Kuopion Satamankulman työmaamestareita ja -insinöörejä mahdollisuudesta eri työvaiheiden kuvaamiseen työmailla. Kiitän myös teknisen toimiston päällikköä Marko Onttista ja kotijoukkoja. Erityiskiitos myös NCC Rakennus Oy:n vastaavalle mestarille, neuvonantajalleni ja isälleni Pentti Leskiselälle työn aikana saamastani tuesta ja neuvoista.

Kuopiossa

Maiju Leskinen

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	10
2	BETONITYÖN ENNAKKOVALMISTELUT	12
2.1	Suunnittelu ja johtaminen	12
2.2	Runkoaikataulu.....	13
2.3	Valmistelutyöt	14
2.3.1	Muottien ja muottijärjestelmän valinta	14
2.3.2	Muottikierron ja muottityön suunnittelu.....	17
2.3.3	Muottien tukirakenteet ja muottipaine.....	22
2.3.4	Betonointisuunnitelma ja betonointipöytäkirja.....	24
2.3.5	Betonin valinta.....	25
3	PYSTYRAKENTEET	29
3.1	Muotit ja muottijärjestelmä.....	29
3.2	Suurmuottityö	32
3.3	LVIS -asennukset ja muut varaukset	36
3.4	Raudoitus	37
3.5	Betonointi	39
3.6	Jälkihoito	43
4	VAAKARAKENTEET	44
4.1	Muotit ja muottijärjestelmä.....	44
4.2	Holvimuottityö.....	44
4.3	LVIS-asennukset ja muut varaukset	47
4.4	Raudoitus	49
4.5	Betonointi	50
4.6	Jälkihoito	53
5	ELEMENTTIEN KÄYTTÖ PAIKALLAVALURUNGOSSA.....	55
6	TALVIRAKENTAMINEN.....	58
6.1	Talvibetonoinnin vaatimukset.....	58
6.2	Vaikutukset aikatauluun	63
6.3	Massa vaihtoehdot.....	64
6.4	Pystyrakenteet	66
6.5	Vaakarakenteet	67
7	POHDINTA	70
	LÄHTEET	72

LIITTEET

Liite 1 Runkoaikataulu

Liite 2 Suurmuottisuunnitelma

Liite 3 Holvimuottisuunnitelma

Liite 4 Holvimuottikalusto

Liite 5 Betonointipöytäkirja

Liite 6 Ohjekortti pystyrakenteet

Liite 7 Ohjekortti vaakarakenteet

Liite 8 Betonin valinta -opas

SANOJEN SELITYKSET

ELM = Elementtiasentaja

Holvi = Kerrostalon välipohja tai yläpohja

Jaksot = Betonitehtaan veloittamia maksullisia aikavälejä, jotka johtuvat betoniauton seisomisesta työmaalla

Karvalauta = muottipintaan kiinnitettävä lauta, jossa on tartuntateräksiset seuraavalle rakenteelle

Toppari = muottipintaan kiinnitettävä lauta, joka estää betonia valumasta pois muotista

KVM = kirvesmies

Menekki = aika, joka työntekijältä kuluu yhden suoriteyksikön esimerkiksi yhden neliömetrin tekemiseen. Yksikkönä on tth/m², tth/m³ tai tth/kpl.

Nimellislujuus = Betonin lujuusluokka esimerkiksi K40.

RAUD = Raudoittaja

RM = Rakennusmies

Tarkekuorma = Viimeinen betonikuorma, joka tilataan betonitehtaalta

tth = työntekijätunti

tv = työvuoro

Tylttäys = Holvin alapuolinen tuenta

Työsaavutus = Yhdessä työntekijätunnissa tai työvuorossa tuotettujen suoritteiden,, esimerkiksi neliöiden lukumäärä. Yksikkönä on m²/tth tai m²/tv.

Vipraus = Betonin tiivistäminen

Viruma = kuormitetun rakenteen muodonmuutos, joka jatkuu ajan kuluessa

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö käsittelee paikalla valettua betonirunkoa. Työn tavoitteena on laatia ohje NCC Rakennus Oy:lle tuotantosuunnittelussa huomioitavien asioiden opastukseen varsinkin silloin, kun työnjohdon kokemus on vielä vähäinen. Lisäksi ohjetta voidaan käyttää työtapoihin liittyvän tiedon välitykseen NCC Rakennus Oy:n alueyksiköiden välillä. Ohjetta voidaan hyödyntää sekä oppilaitoksissa opiskelumateriaalina että rakennusliikkeissä, joissa esimerkiksi työmaalle tulevat uudet rakennusmestarit ja -insinöörit voivat käyttää sitä apuna työmaalla.

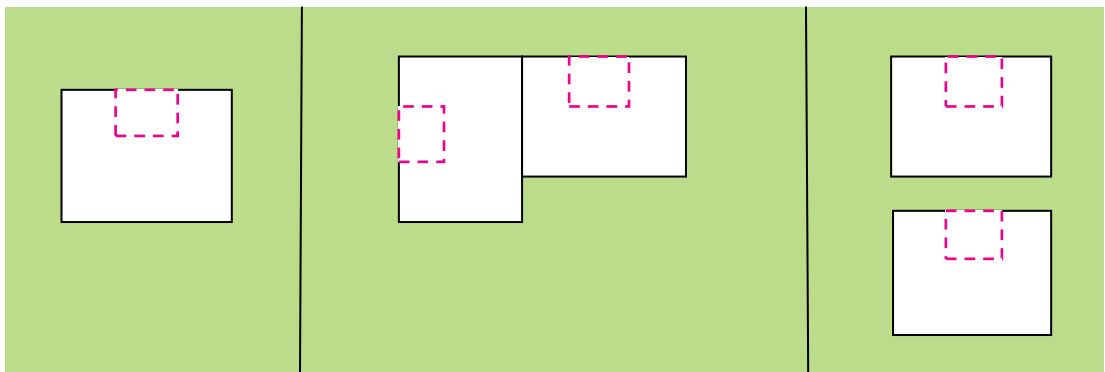
Työ toteutetaan seuraamalla rakennustyömaita ja kuvaamalla paikallavalurakentamisen eri työvaiheita työmaalla. Kuvamateriaalia hyödynnetään työvaiheiden menetelmäkuvausta laadittaessa. Työssä käytetään mahdollisesti myös kameralla kuvattua liikkuvaa kuvamateriaalia. Työn toteutukseen sisältyy myös joidenkin paikallavalurakentamisen kannalta keskeisten suunnitelmien laatiminen. Nämä suunnitelmat ovat suurmuottisuunnitelma sekä runkoaikataulu yhden kerroksen osalta. Holvimuottisuunnitelmaa ei tehdä, koska suunnitelma saadaan yleensä holvimuottikaluston toimittajalta.

Työssä käsitellään betonitöihin liittyvät ennakkovalmistelut. Ennakovalmisteluihin sisältyvät muottien sekä muottijärjestelmän valinta, muottikierron suunnittelu, betonin valinta ja betonointisuunnitelma. Paikallavalurunkoon liittyvät työvaiheet ja talvibetonointi kuvataan erikseen sekä vaaka- että pystyrakenteiden osalta ja oletetaan, että kaikki nostotyö tehdään torninosturia käyttäen. Perustuksia työssä ei käsitellä, koska niiden tuotantotavat eivät juuri eroa toisistaan vertailtaessa keskenään Suomen eri osia. Työssä käsitellään lisäksi tavallisimpia paikallavalurungossa käytettäviä elementtejä, joita ovat esimerkiksi pilarit, parveke-elementit, porraselementit, seinäelementit ja hormielementit. Elementtien yhteydessä käsitellään muun muassa juotosva-lut.

Aloituspalaveri pidetään aina ennen jokaista työvaihetta. Työssä erityövaiheiden aloitusvaiheeseen liittyvä aloituspalaveri käsitellään esimerkkinä vain suurmuottityön osalta, koska sen esittämistä jokaisen työvaiheen kohdalla ei koettu tarpeelliseksi. Aloituspalaveri on kuitenkin pidettävä aina ennen jokaista työvaihetta.

Vaaka- ja pystyrakenteiden työvaiheiden osalta työhön liitetään ohjekortit, jotka ovat avuksi työnjohtajille. Ohjekortit auttavat työnjohtajaa ymmärtämään, mitä missäkin työvaiheessa otetaan huomioon ja mihin on varauduttava. Paikallavalurunkoon liittyy keskeisenä osana myös työturvallisuus, mutta tässä työssä se rajattiin pois, koska työtä olisi tullut muuten liian laaja.

Työssä käytetään esimerkkeinä kolmea erilaista kohdetta, jotka ovat pääasiassa sekarunkoisia kerrostaloja. Sekarungolla tarkoitetaan sitä, että talojen rungot koostuvat sekä paikallavalettavista että elementtirakenteista. Ensimmäinen ja toinen esimerkki eroavat toisistaan pääasiassa runkotyyppin osalta. Nämä runkotyypit ovat pistetalo ja L-mallinen lamellitalo. Kolmantena esimerkkinä on kaksi samanaikaisesti rakennettavaa pistetaloa. Esimerkkejä käsitellään tässä työssä pääasiassa muottikierron ja runkoaikataulun yhteydessä. Kuvassa 1 on esitetty esimerkki kohteet. Porrashuoneet on merkitty punaisella katkoviivalla. Kaikissa esimerkki talotyypeissä on sama pohjaratkaisu, jolloin talotyyppien vertailu runkoaikataulun ja muottikierron osalta on mahdollista.



KUVA 1. Talotyyppit. Vasemmalta lukien pistetalo, L-mallinen lamellitalo ja kaksi pistetaloa. Kuva Maiju Leskinen.

2 BETONITYÖN ENNAKKOVALMISTELUT

2.1 Suunnittelu ja johtaminen

Betonitöihin liittyen on laadittava paljon erilaisia suunnitelmia. Suunnitelmien määrä ja laajuus riippuu rakennettavasta kohteesta. Suunnitelmien määrään ja laajuuteen vaikuttavat myös urakkamuoto, rakennuksen koko ja vaikeusaste sekä käytettävät rakennusjärjestelmät ja -materiaalit. (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 209 - 210.)

Ennen rakentamisen aloittamista tehdään muun muassa yleisaikataulu sekä laatu- ja työturvallisuussuunnitelmat, joiden pohjalta laaditaan yksityiskohtaisemmat suunnitelmat kutakin työvaihetta koskien. Työn suoritukseen tai menetelmään sekä työturvallisuuteen liittyviä suunnitelmia kutsutaan tuotantoteknisiksi suunnitelmiksi. Niitä voivat olla muun muassa seuraavat:

- runkoaikataulu
- laatu- ja työturvallisuussuunnitelma
- mittaustyösuunnitelma (mittamies)
- muottisuunnitelma
- telinesuunnitelma
- kone- ja kalustos suunnitelma
- betonointisuunnitelma ja -pöytäkirja
- lämmityssuunnitelma
- rakenteiden ja raudoituksen suojaussuunnitelmat

(Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 209 - 210).

Tuotantoteknisistä suunnitelmista tärkeimmässä asemassa paikallavalukohteessa ovat muottisuunnitelmat sekä betonointisuunnitelma ja -pöytäkirja. Betonointisuunnitelma laaditaan ennen betonitöiden aloittamista. Pöytäkirjaa käytetään rakennuskohhteessa tarkistuslistana betonityön eri vaiheissa ja sitä täydennetään betonoinnin aikana sekä sen jälkeen. Pöytäkirjassa esitetään muun muassa kohteen yleistiedot sekä tiedot muoteista, raudoituksesta, betonista ja betonoinnista, mahdolliset koe-kappaleet ja jälkityöt. (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 210.) Esimerkki betonointipöytäkirjasta on liitteessä 5 työn takana.

Betonityötä johtaa työmaalla aina betonityönjohtaja, jolla on riittävä rakenneluokan mukainen pätevyys. Betonityönjohtajan pätevyysvaatimukset on esitetty Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa B4. Betonityönjohtajan on oltava aina paikalla, kun betonointi on käynnissä ja *johdettava sitä*. (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 209.) Betonoinnin johtaminen on tärkeää, jotta voidaan varmistua rakenteen laatuvaatimusten täyttymisestä. Lisäksi mahdollisten ongelmatilanteiden varalta työnjohtajalla täytyy olla varasuunnitelmia, joiden pohjalta hän pystyy ohjeistamaan työryhmän.

2.2 Runkoaikataulu

Runkoaikataulu laaditaan aina työmaalla (liite 1). Lähtötiedot runkoaikataulun laatimiseen saadaan yleisaikataulusta. Runkoaikataulun tarkoituksena on varmistaa yleisaikataulussa asetettujen ajallisten tavoitteiden toteutuminen. Runkoaikatauluun mitoitetaan rungon kannalta tärkeimmät rakennusvaiheet kuten seinämuottityö, elementtien asentaminen ja holvimuottityö. (Aikataulukirja 2008, 28.)

Runkoaikataulua laadittaessa käytetään apuna teknisiä suunnitelmia, määrälaskelmia, sopimusasiakirjoja, joissa on esitetty kiinteät päivämäärät, yleisaikataulua sekä perustusvaiheen aikataulua ja muottisuunnitelmia. Lisäksi työmenetelmät, kalusto, käytettävissä olevat resurssit ja kapasiteetti vaikuttavat aikataulun laadintaan. (Aikataulukirja 2008, 29.) Eri työvaiheissa tarvittavat resurssit mitoitetaan tärkeimpien työvaiheiden osalta käyttämällä tehollisia työmenekkejä eli T3-aikoja. Tehtävät limitetään järkevästi ja tehdään vaihtoehtolaskelmia. (Aikataulukirja 2008, 28.) Työvaiheiden menekit löytyvät aikataulukirjasta tai kyseistä työvaihetta esittelevästä Ratu -kortista.

Runkoaikataulun osalta vaakarakenteiden tekemiseen menee yleensä enemmän aikaa kuin pystyrakenteiden tekemiseen. Vaakarakenteiden osuus rungon tekemiseen varatusta ajasta on noin $\frac{2}{3}$ ja se on siten tärkeämpi aikataulun ja kustannusten kannalta. Tämän johdosta pystyrakenteiden kiertonopeus sovitetaan vaakarakenteiden kiertonopeuteen. (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 238.) Runkoaikataulussa yhden kerroksen tekemiseen varataan aikaa noin kaksi viikkoa eli kymmenen päivää. (NCC.)

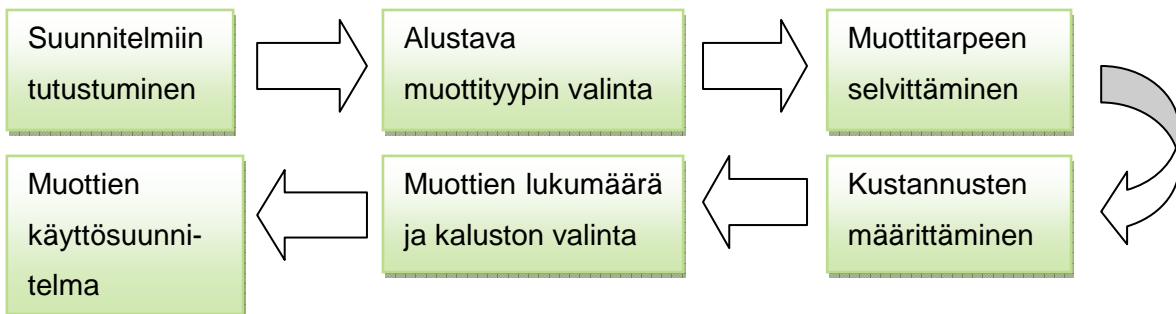
Liitteessä 1 on esitetty runkoaikataulut yhden kerroksen osalta pistetalosta, L-runkoisesta talosta ja kahdesta pistetalosta, joita rakennetaan yhtä aikaa. Aikataulut eroavat toisistaan yhden kerroksen tekemiseen varatun ajan perusteella sekä muottikierrollisista syistä. Pistetalossa yhden kerroksen tekemiseen kuluu aikaa yhdeksän

päivää. L-rungon ja kahden samanaikaisesti rakennettavan pistetalon osalta aika on kaksitoista päivää eli vain kolme päivää enemmän. Tämä johtuu siitä, että suurmuotit voidaan siirtää heti puhdistuksen jälkeen seuraavaan osaan tai toiseen taloon eikä muotteja tarvitse välivarastoida työmaalla. Pistetalon osalta suurmuotit ovat välivarastossa holvimuottityön ajan.

2.3 Valmistelutyöt

2.3.1 Muottien ja muottijärjestelmän valinta

Muottisuunnittelu on osa työmaan kone- ja kalustosuunnitelmaa ja suunnittelu tehdään ennen varsinaisen työn aloittamista. Tavoitteena muottisuunnittelussa on oikean muottikaluston valinta työmaalle. (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 235.) Muottien valinta prosessi voidaan jakaa kuuteen osa-alueeseen (kuvio 1).



KUVIO 1. Muottien valintaprosessi (Kone-Ratu 06-3023 Muottikaluston valinta ja käyttö1992).

Muottikaluston valinta aloitetaan perehtymällä rakennettavan kohteen suunnitelmiin, joiden perusteella analysoidaan paikallavaluvaiheen työmaateknistä toteutettavuutta. Suunnitelmia, joiden perusteella analysointi tehdään, ovat esimerkiksi kohteen piirustukset, määräluettelot ja muut urakka-asiakirjat kuten aikataulut. (Kone-Ratu 06-3023 Muottikaluston valinta ja käyttö 1992.)

Suunnitelmista selvitetään ainakin seuraavat tiedot:

- betonipintojen laatuvaatimukset
- arvioidaan paikallavalutyön määrä
- työsaumojen sijainti

- aikataulu ja tekojärjestys
- selvitetään vaihtoehtoisten tekotapojen käyttäminen.

(Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 235).

Muottityypin alustavassa valinnassa karsitaan sellaiset vaihtoehdot, jotka eivät vastaa työn teknisiä vaatimuksia. Tässä vaiheessa otetaan huomioon kohteen ominaisuudet kuten runkotyyppi, rakennuksen muodot, mittajärjestelmät, rakenteelliset erikoisvaatimukset, elementointiaste, nostolaitteet ja niiden käytettävyys sekä työmaan olosuhteet. Lisäksi muottien valintaan vaikuttavat betonipinnalle määrätyt laatuvaatimukset, jotka esitetään rakennesuunnitelmissa. Työtekniseltä kannalta muottien valintaan vaikuttavat myös kaluston ja ammattitaitoisen työvoiman saatavuus. (Kone-Ratu 06-3023 Muottikaluston valinta ja käyttö 1992.)

Muottityypin alustavan valinnan jälkeen määritetään muottikaluston ajallinen ja määrällinen tarve työmaalla. Päivittäisen muottityön tarve lasketaan runkoaikataulun ja välitavoitteiden perusteella. Muotittavien rakenteiden määrät lasketaan piirustuksista ja määräluetteloista. Rakenteen tekemiseen käytettävä aika selvitetään runkoaikataulusta, minkä pohjalta lasketaan muottityön tekemiseen käytettävä aika ja päivittäinen muottityön määrä. Edellä mainittujen lisäksi selvitetään alustava muottien kiertoaika, jolla tarkoitetaan kahden saman työvaiheen välistä aikaa esimerkiksi muotin pystytyksestä seuraavaan pystytykseen. (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 236.)

Kiertoaajan arvioinnissa huomioidaan työn toteutuksen ajankohta, onko kyseessä kesä- vai talviolosuhteet. Kiertoaajan arviointiin vaikuttavat myös itse muottityö, työryhmän ammattitaito ja työkokemus. Kiertoaikaan sisältyvien töiden kuten raudoituksen, LVIS-asennusten ja muiden varausten sekä toppareiden tekemiseen kuluva aika on myös huomioitava. Lisäksi huomioidaan betonointi ja betonin kovettuminen, muottien purkamisen sekä niiden huoltaminen ja siirtäminen seuraavaa valua varten. (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 236.)

Seuraavaksi selvitetään muottikustannukset. Kustannukset selvitetään tarjouspyyntömenettelyllä, jos käytetään muuta kuin omaa kalustoa. Omaa kalustoa käytettäessä lasketaan vuokratkustannukset. Kustannusten laskennassa otetaan huomioon myös lämmitys- ja suojauskustannukset sekä jälkityökustannukset, jotka johtuvat muottityöstä ja muottikaluston teknisistä ominaisuuksista. Tarjouksien pohjalta tehtävässä muottikustannusten vertailussa huomioidaan

- muottimäärälle laskettujen kustannusten oikeellisuus

- vuokrahintaan sisältyvät asiat
 - erikoiskohtien huomioon ottaminen
 - rikkoutuneesta kalustosta tai hävinneistä osista johtuvat lisäkustannukset
 - muottien kasauksen, käytönopastuksen ja muottisuunnitelmien sisältyminen vuokrahintaan
 - lisäkaluston saatavuus ja kustannukset
 - sidepulttien aiheuttamat jälkityöt
 - kaluston lämmityskustannukset
 - mittatarkkuudesta aiheutuvat jälkityökustannukset
 - nostokaluston mahdollisesta lisäämisestä aiheutuvat lisäkustannukset
 - muutossuunnitelmien aiheuttamat kustannukset
- (Kone-Ratu 06-3023 Muottikaluston valinta ja käyttö 1992).

Varsinaisen muottikaluston valinta tehdään kustannusvertailun pohjalta, mutta kustannusten lisäksi huomioidaan myös muut valintakriteerit. Muottikaluston valintaan vaikuttaa aikaisempi kokemus muottien käytöstä ja muottityypin tuntemus. Lisäksi on huomioitava muoteille asetetut vaatimukset muottipinnan laadun suhteen sekä kaluston yhteensopivuus muiden muottijärjestelmien ja kaluston kanssa. Muottitoimittajan luotettavuus on myös avain asemassa. (Kone-Ratu 06-3023 Muottikaluston valinta ja käyttö 1992.)

Kun lopullinen muottikalusto on valittu, tehdään muottien käyttösuunnitelma, jossa muottikalustolle tehdään muottisuunnitelma. Suunnitelmassa määritellään työn eteneminen ja muottikierto. Suunnitelmassa huomioidaan

- työryhmä, sen koko ja ammattitaito
 - muottien välivarastointi tarve
 - nosto- ja siirtomenetelmät
 - asennusjärjestys
 - lämmitys- ja suojaustarve sekä menetelmät
 - jälkientakaluston tarve
- (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 238).

2.3.2 Muottikierron ja muottityön suunnittelu

Muottikierroksi kutsutaan aikaa, joka kuluu rakenteen valmistamiseen muotin pystytyksen ja uudelleen pystytykseen välillä. Muottikierto sisältää

- muotin paikalleen mittauksen
- muotin pystytyksen
- varaukset ja LVIS -asennukset
- raudoituksen
- betonoinnin
- betonin kovettumisen
- muotin purkamisen
- muotin huollon ja siirtämisen uuteen kohteeseen

(Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 238).

Suurmuottisuunnitelma

Suurmuottikierto kestää yleensä yhden vuorokauden. Seinät valetaan edellisenä ilta-päivänä ja muotit puretaan seuraavana aamuna. Työryhmän työsaavutus on noin 4–6 muottiparia työvuorossa. Työsaavutukseen vaikuttaa kuitenkin työryhmän työkokemus ja seinien monimutkaisuus. (Jorma Saarijärvi 2012.) Seinät voivat sisältää paljon varauksia tai sitten niitä ei ole lainkaan. Jos seinässä on paljon varauksia ja asennuksia, työn tekeminen on hitaampaa. Tämän johdosta suurmuottikiertoon on hyvä sisällyttää sekä paljon varauksia että vähän varauksia sisältäviä seiniä työn tasapainottamiseksi. (NCC.)

Suurmuottityö aloitetaan aina pitkistä seinistä, koska suurmuotilla ei voi ylittää seinien risteyskohtia (kuva 2). Muotteja ei voi myöskään asettaa kulmittain toisiinsa nähden. Suurmuotilla voi ylittää kohdat, joissa seinän paksuus muuttuu. Paksuuksien muutokset on huomioitava kuitenkin muottityö vaiheessa, jolloin muottipintaan asennetaan täyte ohuemman seinän kohdalle. Suurmuottityö suunnitellaan niin, että valitut muotit ovat käytössä kaikkina päivinä, sillä suurmuotin seisominen työmaalla käyttämättömänä aiheuttaa turhia kustannuksia. (NCC.)



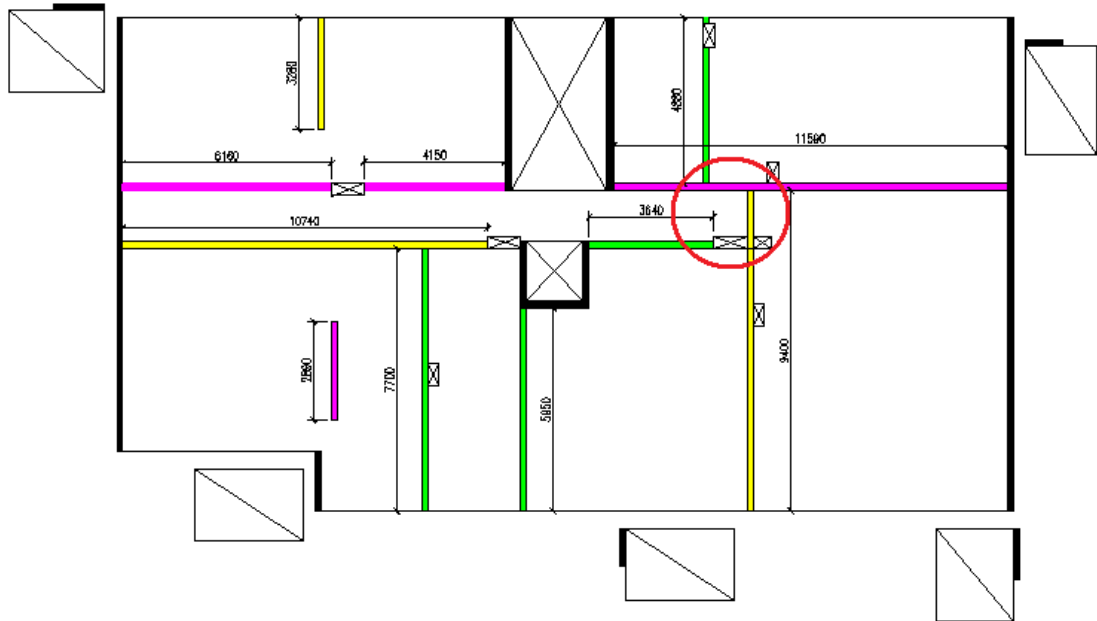
KUVA 2. Suurmuottikierron ensimmäinen päivä. Seinien valaminen aloitetaan pitkistä seinistä. Kuva Lauri Alanko, 2012.

Suurmuotin on oltava pidempi kuin valettavan seinän. Muottikokoa valittaessa on huomioitava, että muottipintaan kiinnitettävälle päätytoppareille on varattava tilaa ainakin 20 - 30 cm muotin molemmista päistä. Suurmuotin tukijalat eivät saa jäädä tyhjän päälle. Perussääntönä on, että suurmuotti voi ylittää hovin reunan noin metrillä, jolloin tukijalka jää vielä holvin päälle. Tämä riippuu kuitenkin muotin mitoista. Lisäksi seinien kohdalla olevat aukot, kuten esimerkiksi hormielementeille jätettävät aukot antavat pelivaraa muottikoon valintaan. Tämän johdosta seinät voidaan valaa esimerkiksi useammassa osassa.(NCC.)

Muottikoon valintaan vaikuttaa myös elementtien asennusjärjestys. Mikäli seinäelementti asennetaan ennen suurmuottityötä, voidaan suurmuottiseinä valaa elementtiä vasten. Tällöin päätytopparin tarvitsemaa tilaa ei tarvitse huomioida muotin toisessa päässä. Elementit voidaan asentaa myös suurmuottityön edetessä sikäli kun se on mahdollista tai vasta suurmuottityön jälkeen. (NCC)

Esimerkki suurmuottisuunnitelmasta

Esimerkki suurmuottisuunnitelmasta on esitetty liitteessä 2. Suurmuottisuunnitelman tekeminen aloitetaan selvittämällä kyseisen kohteen pohja piirustuksista, mitkä seinät ovat paikallavalettavia ja mittaamalla seinien pituudet (kuva 3). Tässä esimerkissä kaikki elementit asennetaan vasta suurmuottityön jälkeen.



KUVA 3. Paikallavalettavien seinien pituudet. Mustalla värjätyt seinät ovat elementtejä. Punaisella ympyröity kolmen seinän risteyskohta mitoittaa suurmuottityön keston kolmeen päivään. Yleensä tänä mitoittavana tekijänä on hissikuilu, mikäli sitä ei tehdä elementeistä. Kuva Maiju Leskinen.

TAULUKKO 1. Seinien pituuksien perusteella valitut muottikoot. (Jorma Saarijärvi 2012).

Seinien pituudet (mm)	Valitaan muottikoko (m)
2890	3,6
3280	4,8
3640	6,0
4150	4,8
4880	6,0
5950	7,2
6160	7,2
7700	4,8 + 3,6
9400	6,0 + 3,6

10740	7,2 + 6,0
11590	6,0 + 6,0

Seinien pituuksien mittaamisen jälkeen lasketaan valettavien seinien lukumäärä, joka on yksitoista. Seitsemälle seinälle löytyy valmiiksi sopivan kokoiset muotit. Muiden seinien tekemiseen tarvitaan kaksi muottiparia seinää kohden. Koska suurmuottikierto kestää kolme päivää, jokaisena päivänä on käytössä viisi muottiparia, mikä on myös työmaalle tilattava muottien määrä. Suurmuottikierto kestää kolme päivää joh-tuen rakennuksen pohjapiirustuksessa olevasta kolmen seinän risteyskohdasta ja työryhmän työsaavutuksesta. Risteävät seinät on aina valettava eri päivinä (kuva 2). (NCC.)

Seinille sopiva muottikoko valitaan seinien pituuksien perusteella huomioiden toppa-reille jätettävä asennusvara (taulukko 1). Seinien valamiseen voidaan käyttää myös ylimittaisia muotteja, mikäli sillä voidaan estää käyttämättömien muottien varastointi työmaalla. Edellytyksenä on myös, että muotti sopii kohtaan, jossa sitä aiotaan käyt-tää (taulukko 1). (NCC.)

TAULUKKO 2. Muottien ryhmittely valupäivän mukaan. Taulukosta nähdään mitkä muotit ovat käytössä kunakin valupäivänä. Kaikki viisi muottia ovat käytössä jokaise-na valupäivänä, eikä niiden varastoinnista aiheudu lisäkustannuksia.

<i>Muottikoko (m)</i>	<i>1. Päivä</i>	<i>2. Päivä</i>	<i>3. Päivä</i>
3,6	1 kpl	1 kpl	1 kpl
4,8	1 kpl	1 kpl	1 kpl
6,0	2 kpl	2 kpl	2 kpl
7,2	1 kpl	1 kpl	1 kpl

TIIVISTELMÄ

Suurmuottikierron suunnitleminen.

- Tutki kohteen pohjapiirustuksia ja selvitä mitkä seinät ovat paikallavalettavia.
- Mittaa seinien pituudet.

- Selvitä, minkä kokoisia suurmuotteja on käytettävissä.
- Valitse seinien pituuksien perusteella muottikoko.
- Aloita aina pitkistä seinistä, koska suurmuotilla ei voi ylittää risteyskohtia.
- Huomio seinien kohdalla olevat hormielementit, jotka antavat pelivaraa muotitkoon valintaan.
- Päätytopparien asentamiselle jätetään 20 - 30 cm tilaa muotin kumpaankin päähän.
- Muotin tukijalat eivät saa jäädä tyhjän päälle. Muotti saa ylittää laatan reunan noin metrillä.
- Hissikuilun tekeminen elementteinä harkitaan aina tapauskohtaisesti. (NCC).

Holvimuottisuunnitelma

Holvimuottisuunnitelmaa ei nykyään enää tehdä työmaalla vaan suunnitelman laatii holvimuottikaluston toimittaja (liite 3). Holvimuotin suunnittelusta tulee tietää kuitenkin perusasiat, jotta voidaan tarkistaa, onko holvimuottisuunnitelmassa huomioitu kaikki oleellinen.

Kun suunnitelma toimitetaan työmaalle, tarkistetaan, että suunnitelma on tehty kyseisen kohteen pohjapiirustuksen mukaisesti. Suunnitelmasta tarkistetaan myös kaluston koko ja työmaan tarpeiden vastaavuus. Lisäksi kiinnitetään huomiota holvin laita-
toppareiden asennuksen huomiointiin sekä palkkien mittoihin eteenkin ahtaissa kohdissa, joita vakiomittaisilla palkeilla ei yleensä pystytä tekemään. Ahtaat kohdat tehdään työmaalle erikseen hankittavasta kappaletavarasta. (NCC.)

Pistetalossa holvimuottikalusto on yleensä 1,5-kertainen holvin pinta-alaan verrattuna. Alempiin kerroksiin joudutaan jättämään kalustoa jälkituentaa varten, sillä holvia ei voi kuormittaa täydellä kuormalla ennen kuin se on saavuttanut nimellislujuutensa. L-runkoisessa talossa kaluston määrä on yleensä 3,0-kertainen eli molemmille osille varataan kalustoa 1,5-kertainen määrä. Lisäksi holvikaluston suurta määrää selittää myös se, että holvimuottityötä tehdään samanaikaisesti sekä A että B osalla eikä kalustoa vapaudu riittävän nopeasti muotin purkamisen yhteydessä. Sama kaluston määrä käy myös kahden samanaikaisesti rakennettavan pistetalon tapauksessa. (NCC.)

2.3.3 Muottien tukirakenteet ja muottipaine

Muottien tukirakenteet edellyttävät aina huolellista suunnittelua ja mitoitusta, sillä ne ovat teknisesti vaativia rakenteita. Tukirakenteiden suunnittelussa ja mitoituksessa otetaan huomioon muottipaine, jännitykset, painumat, taipumat ja liitosten siirtymät. Tukirakenteiden muodonmuutoksilla ja taipumilla on suuri merkitys rakenteen ulkonäköön. Myös tukirakenteiden purkaminen ja irrotus vaatii ennakkosuunnittelua. (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 231.)

Muottien tukirakenteet ovat yleensä vaaka- ja pystyrakenteita. Tukirakenteet ovat väliaikaisia. Pystytukirakenteet ovat usein tukitornien muotoon rakennettuja tukirakenteita, jotka jäykistetään vaaka- ja vinositeillä. Näillä menetelmillä ratkaistaan suureen vapaaseen rakennekorkeuteen liittyvät ongelmat. Vaakatukirakenteet ovat ristikoita, ansaita ja koottavia palkkirakenteita, joilla tuetaan muottia alapuolelta, silloin kun siellä ei ole ennestään rakenteita, jotka tukisivat muottia. (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 231.)

Tukirakenteiden materiaaleina käytetään puuta tai terästä. Puusta tehdyt tukirakenteet tehdään usein laudoita, lankuista ja piiruista, jotka liitetään toisiinsa nauloilla, pulteilla ja sidelevyillä. Terästukirakenteet koostuvat valmisisista, joista kootaan putkitelineitä, torneja, telinekannattajia ja ristikoita. (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 231.) Kuvassa 4 näkyy sekä puisia että teräsrakenteisista valmisisista koottuja tukirakenteita sekä vaaka- että pystyrakenteiden osalta.



KUVA 4. Muottien tukirakenteita. Vasemmanpuoleisessa kuvassa on holvimuotin puiset tukirakenteet muotin jäykistämiseksi. Oikeanpuoleisessa kuvassa on viisi metriä korkean seinämuotin teräksisiä tukirakenteita. Kuva Maiju Leskinen.

Pystymuottiin ja sen tukirakenteisiin vaikuttavat pääasiassa vaakasuorat kuormat kuten tuulikuorma, muottipaine, vinotuet ja massan tiivistäminen. Vaakamuottia ja sen tukirakenteita kuormittavat päinvastoin pystysuuntaiset kuormat. Näitä kuormia ovat rakenteiden omat painot, betonimassan paino (24 KN/m^3) ja työn aikaiset kuormat ($2,5 \text{ KN/m}^2$). Pystysuuntaisten kuormien lisäksi vaakamuottien osalta tarkistetaan myös vaakasuuntaiset kuormitukset kuten tuulikuorman, vinotukien ja epäsymmetrisen betonoinnin aiheuttamat kuormitukset. (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 232.)

Suurin osa tukirakenteille aiheutuneesta kuormituksesta tulee kuitenkin muottipaineesta. Muottipaine on kolmion muotoinen ja se on sitä suurempi mitä alempana muotissa ollaan. Muottipaineen suuruus riippuu seuraavista seikoista

- valunopeudesta
 - muotin korkeudesta
 - massan lämpötilasta ja notkeudesta
 - valukerroksen korkeudesta ja tärytyksestä
- (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 232).

Kappaletavarasta rakennettavien lauta- ja levymuottien käyttäminen työmaalla vaatii aina muottien mitoittamista muottipaineelle. Lauta- ja levymuottien osalta voidaan

antaa joitakin karkeita arvoja koolauksen, niskojen ja tolppien koosta ja jaosta. Koolauksessa käytettävän puutavaran koon tulee yleensä olla 22x100...50x100 ja jaon k 250...350. Niskat ovat kooltaan 50x100...150 ja jako on k 600...1000. Tolppien kookona tulee olla Ø60 ja jaon k 900...1200. Työmaalle toimitettavien valmiiden muottien tekniset tiedot mitoitusohjeista ja sallituista kuormista saadaan muottitoimittajalta. Muottitoimittajalta saatuja ohjeita pitää aina noudattaa. Lisäksi muottien tukirakenteita mitoitettaessa huomioidaan muotin ikä ja käyttökertojen vaikutus muotin toimivuuteen. (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 233.)

2.3.4 Betonointisuunnitelma ja betonointipöytäkirja

Betonointisuunnitelma tehdään aina ennen betonityön aloittamista. Kun betonointityö suunnitellaan huolellisesti, voidaan saavuttaa sekä tekniset että taloudelliset tavoitteet. Huolellisella suunnittelulla turha työ ja siitä johtuvat ylimääräiset kustannukset voidaan välttää. Betonointisuunnitelmalla pystytään varmistamaan työn sujuvuus, aikataulussa pysyminen, kustannukset ja betonirakenteen tekniset laatuvaatimukset. Hyvä betonointisuunnitelma takaa sen, että betonirakenteesta tulee suunnitellun käyttöönsä mukainen ja korkealaatuinen. (Betoni.)

Betonointisuunnitelman liitteenä on aina betonointipöytäkirja (liite 5). Betonointipöytäkirja tehdään erikseen jokaisesta työmaalla tehtävästä valusta ja sitä täytetään betonoinnin aikana ja sen jälkeen. Pöytäkirjassa esitetään kaikki betonoinnin kannalta tärkeät tiedot, kuten työmaan ja betonin toimittajan yhteystiedot, tiedot betonin ominaisuuksista ja koostumuksesta, työmenetelmistä, sääolosuhteista, betonin toimituksesta, mahdollisista koekappaleista ja jälkihoidosta.

Betonointipöytäkirjassa määritellään tarkka betonoinnin alkamis- ja päättymisajan kohta sekä aika, jonka betonointi on kestänyt. Pöytäkirjaan merkitään myös betonoinnin aikana olleet keskeytykset, tehokas työaika sekä betonointinopeus. Betonin osalta pöytäkirjassa esitetään valukohde ja sen sijainti, lasketut ja toteutuneet betoni-kuutiot sekä hukkaan mennyt betonimäärä. Lisäksi esitetään betonin ominaisuudet kuten lujuusluokka, betonin notkeus, maksimi raekoko, sementti ja sen määrä, lisäaineet sekä erityisvaatimukset. Pöytäkirjassa esitetään myös betoniannoksien määrä ja koko.

Työmenetelmän osalta esitetään tiedot betonointikalustosta ja tiivistämiskalustosta sekä työryhmästä. Pöytäkirjaan kirjataan myös valukohteen sääolot muun muassa lämpötilat betonoinnin alussa ja lopussa sekä betonimassan lämpötilat. Jälkihoito osioon merkitään, mitä jälkihoito menetelmää on käytetty, jälkihoidon kesto sekä työmenetelmä. Jälkihoito-osioon merkitään myös tiedot rakenteen suojauksesta, jää- tymislujudesta, purkamislujudesta ja jälkituennasta.

2.3.5 Betonin valinta

Betonimassaa valittaessa on tarkoituksena valita mahdollisemman suurirakeinen ja jäykkä massa, mutta massaa valittaessa on otettava huomioon kuitenkin olosuhteiden, siirtojen, työtekniikan, muottien, rakenteen ja raudoituksen asettamat vaatimukset. Betonimassan on täytettävä rakennesuunnittelijan asettamat vaatimukset, jotka koskevat valmista betonirakennetta ja betonimassaa. Rakennesuunnittelija määrää yleensä suunnitelmissa kovettuneen betonin ominaisuudet kuten rakenneluokan, lujuusluokan, betonin käyttöiän, betonipeitepaksuudet ja raudoituksen suojaeteisyydet, pakkasenkestävyyden, vesitiiviyyden, kemiallisen kestävyys ja pinnan laatuvaatimukset. (Uusitalo, Ihanamäki, Rajala & Vallin 2004, 57.)

Työmaalla määritellään betonimassan ominaisuudet kuten notkeusluokka (S1, S2 tai S3), suurin raekoko (16 mm tai 32 mm), lisäaineiden käyttö ja muut ominaisuudet huomioon ottaen työtekniikka, rakenteen mitat, raudoitus ja vuodenaika. Rakennesuunnitelmissa esitetyjä vaatimuksia ei kuitenkaan saa ohittaa työmaalla betonia valittaessa. (Uusitalo, Ihanamäki, Rajala & Vallin 2004, 80.)

Betonin valintaan vaikuttaa valettava rakenne, esimerkiksi pysty- ja vaakarakenteiden osalta on havaittavissa joitakin eroja betonin ominaisuuksissa. Yleisesti betonin valintaan pätevät seuraavat säännöt:

- täyttää rakennesuunnitelmissa annetut vaatimukset
- mahdollisimman jäykkä
- mahdollisimman suuri maksimi raekoko
- välttää veteliä massoja (erottumisriski)
- valitse notkistettu massa vain betonityön sitä vaatiessa

- valitse tiheästi raudoitetuissa rakenteissa nesteytetty massa HUOM! tiheän raudoituksen vuoksi maksimi raekoko ei saa olla liian suuri (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 301 - 302).

Betonimassan suurimman raekokoon määrää usein raudoituksen tiheys. Raekokoon vaikuttaa raudoituksen vapaaväli, jonka tulee olla 1,2 kertaa suurin raekoko. Suurimman raekoon valintaan vaikuttaa myös rakenteen paksuus, sillä raekoko saa olla enintään 40 % prosenttia rakenteen paksuudesta. Pientä raekokoa tulee välttää, koska se aiheuttaa sementin määrän kasvua, halkeamien ja kutistumien lisääntymistä sekä muodonmuutoksien kuten viruman kasvamista. Sementin määrän kasvusta johtuen myös massan hinta nousee. (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 302.)

Seinärakenteiden yhteydessä käytetään yleensä massaa, jonka notkeus on S1 tai S2. Jos seinä sisältää paljon raudoituksia ja varauksia, käytetään nesteytettyä tai notkistettua massaa. Suurin raekoko on 16 mm tai 32 mm. (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 304.)

Laattarakenteissa käytetään mahdollisimman jäykkää massaa. Notkeusluokka on S3 - S5 ja suurin raekoko on yleensä 32 mm. Notkeiden ja maksimiraekooltaan pienten massojen käyttö lisää rakenteeseen syntyvien halkeamien riskiä. (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 304.) Halkeamia syntyy yleensä plastisen painuman ja kutistuman seurauksena. Plastisessa painumasta aiheutuvat halkeamat syntyvät, kun kiviaineksen ja sementin vajoaminen painovoiman vaikutuksesta alaspäin on estetty esimerkiksi raudoituksen kohdalla. Plastisen kutistumisen aiheuttamat halkeamat syntyvät betonissa olevan veden haihtumisesta. (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 72 - 73.) Tarkempia ohjeita betonin valinnasta löytyy liitteestä 8, jossa on esitetty myös betoni-laatujuen perusominaisuudet ja tilausmahdollisuudet betonin lisäominaisuuksille.

Betonin tilaaminen

Betonimassa tilataan työmaalle yleensä jo viikkoa ennen valua, varsinkin jos valussa käytetään pumppua. Betonitilaus varmistetaan valupäivää edeltävänä päivänä tai valupäivän aamuna. (NCC.) Betonimassan tilaamisen yhteydessä ilmoitetaan tilaajan ja työmaan yhteystiedot sekä laskutusosoite. Lisäksi selvitetään ja ilmoitetaan betonin ominaisuudet, laatuvaatimuksen ja mahdolliset erikoisvaatimukset. Betonin ominaisuuksia ja laatuvaatimuksia ovat lujuusluokka, rakenneluokka, suurin raekoko, sementin tyyppi ja notkeusluokka. Jos betonille on määrätty erikoisvaatimuksia, niitä

ovat lisäaineet, vedenpitävyys, ilmapitoisuus, lämpötila ja pakkasenkestävyys. (Uusitalo, Ihanamäki, Rajala & Vallin 2004, 57 - 58.)

Betonimassan tilauksen yhteydessä ilmoitetaan myös päivämäärä milloin valetaan ja valun alkamisajankohta. Lisäksi selvitetään tilattava betonimassan määrä kuutioina, kuormien koko kuutioina ja valunopeus, jonka yksikkö on kuormaa/h tai m^3/h . Betonitehtaalle ilmoitetaan myös valuaikataulu valutapa ja kuljetusautotyyppi. Valuaikataulun osalta ilmoitetaan mahdolliset valun aikana olevat tauot ja toimitusväli. (Uusitalo, Ihanamäki, Rajala & Vallin 2004, 57 - 58.) Kun massa tulee työmaalle, tarkistetaan että massa on sitä mitä on tilattu. Lisäksi suoritetaan pumpun pystytys tarkastus ja tarkastuspöytäkirja liitetään työmaan työturvallisuuskansioon. (NCC.)

Betonimassan määrä, kuormien koko ja valunopeus

Ennen kuin betonia voidaan tilata työmaalle, selvitetään betonointivauhti eli kuormien koko ja niiden toimitus aikaväli. Aikaväli riippuu työryhmän työsaavutuksesta sekä betonin nousunopeudelle asetetuista vaatimuksista. Teoreettinen betonimassan määrä lasketaan piirustuksista ennen betonin tilaamista. Tämä betonin määrä ilmoitetaan betonin toimittajalle, mutta sitä tarkennetaan valun edetessä. Betonitehtaalle ilmoitetaan myös valun alkamisajankohta ja toimitusväli. Yleensä viimeinen kuorma eli tarkekuorma tilataan työmaalle puhelinsoitolla. (NCC.)

Viimeiseen kuormaan lisätään aina jonkin verran ylimääräistä betonia, jolla varmistetaan, ettei valu jää vajaaksi, sillä pienen betonimäärän esimerkiksi $0,5 m^3$ tilaaminen työmaalle on taloudellisesti kannattamatonta. Toimenpiteellä minimoidaan myös työmaalle kertyvän ylimääräisen betonin määrä. Työmaalle kertyvän betonin määrää seurataan koko runkotyövaiheen ajan. (NCC.)

Esimerkki 1.

Oletetaan, että suurmuottisuunnitelman ensimmäisenä päivänä betonia tarvitaan noin $12,5 m^3$ (Liite 2). Betonimäärän perusteella valitaan $7 m^3$ ja $6 m^3$ kokoiset betoniautot. Betonitehtaalle ilmoitetaan betonin kokonaismäärä ja aika, jolloin ensimmäinen $7 m^3$ kuorma voi tulla työmaalle. Tehtaan kanssa sovitaan, että massan määrään voi tulla muutoksia ja seuraava kuorma saapuu työmaalle sitten, kun työmaalta ilmoitetaan. Betonointia seurataan ja työryhmältä varmistetaan, paljonko massaa vielä tarvitaan. Työryhmän ilmoittamaan määrään lisätään seinärakenteiden osalta noin 300 l eli noin $0,3 m^3$ ylimääräistä betonia. (NCC.)

Esimerkki 2.

Oletetaan, että holvin valamiseen mennee 85 m³ betonia. Betonitehtaalle ilmoitetaan toimitusväli ja että betonia tarvitaan yhteensä 80 m³. Loput viisi kuutiota toimitetaan tarkekuormassa, mutta määrä tarkistetaan työryhmältä ennen tarkekuorman tilaamista työmaalle. Lisäksi sovitaan, että viimeinen kuorma lähtee tehtaalta sitten kun työmaalta ilmoitetaan. Tarkekuormaan lisätään varoja, jotta vältetään pienen betonimäärän tilaamiselta. Aina on parempi tilata reilumpi tarkekuorma kuin erikseen pientä kuutiomäärää. (NCC.)

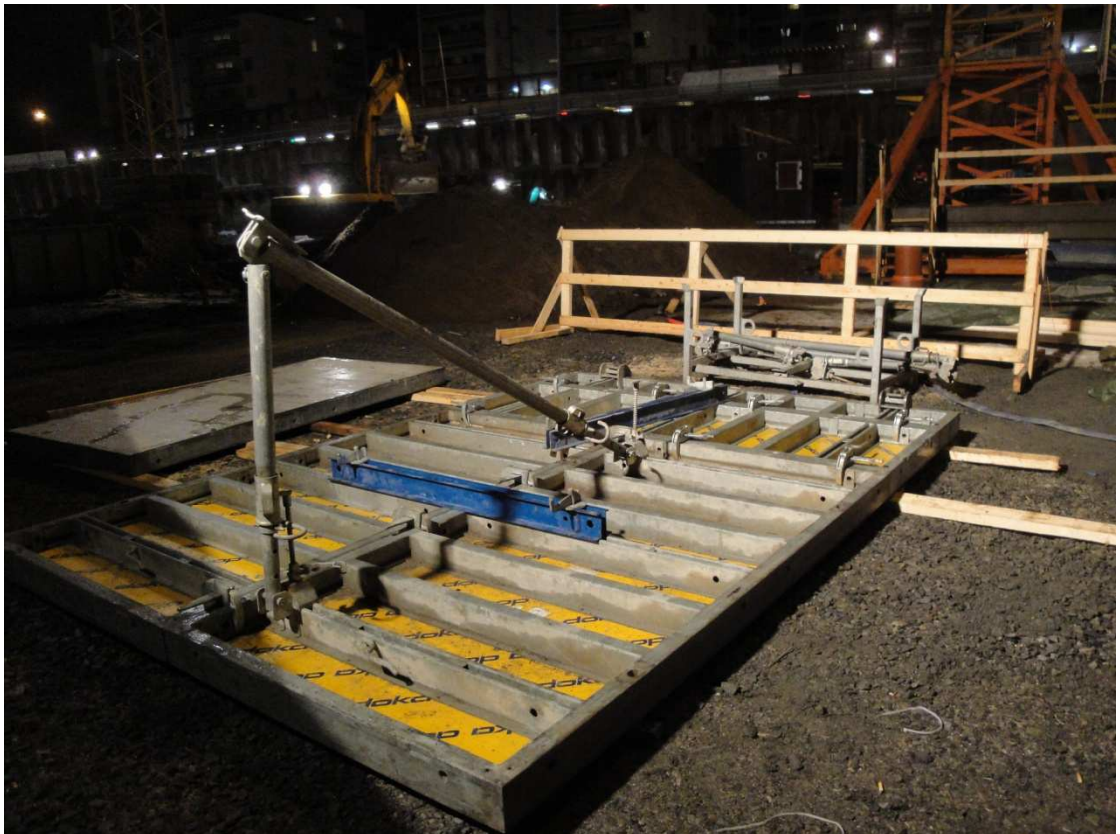
3 PYSTYRAKENTEET

3.1 Muotit ja muottijärjestelmä

Pystyrakenteet valetaan usein suurmuottijärjestelmää käyttäen. Suurmuotit eivät kuitenkaan sovellu yli kolme metriä korkeiden seinien tekemiseen. Silloin on käytettävä kasettimuottia tai järjestelmämuotteja, joita voidaan muunnella kohteen mukaan. (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 216.) Suurmuottia voidaan kuitenkin korottaa esimerkiksi kasettimuotilla tai suurmuotin korottamiseen erikseen tarkoitetuilla korotuspaloilla (NCC). Seuraavassa käsitellään kasettimuotteille ja suurmuotille tyypillisiä piirteitä.

Kasettimuotti

Kasettimuotit ovat määrämittäisiä ja niiden mitat koostuvat 3M kerrannaisista. Kohteeseen sopiva muottikalusto saadaan liittämällä kasetit toisiinsa vakioliittimillä. Kasetin runko on puuta, terästä tai alumiinia ja valupinta vaneri- tai teräslevyä. Kasettimuottijärjestelmään kuuluvat myös ulko- ja sisänurkkamuotit, liitoskappaleet, tukiraudat ja kiinnikkeet. (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 217.)



KUVA 5. Dokan Pramax Xlife -kasettimuotti. Kuva Maiju Leskinen.

Kasettimuotit ovat kevyitä. Ne vaativat usein lisäjäykistyksiä ja oikaisua. Lisäjäykistykseen käytetään jäykistepalkkeja, jotka näkyvät kuvassa sinisenä (kuva 5). Keveytensä vuoksi kasettimuotteja voidaan liikutella myös käsin eikä torninosturia välttämättä tarvita. Kasettimuottityö on kuitenkin hidasta, koska kalusto sisältää paljon pieniä osia ja muottien kokoamiseen kuluu paljon aikaa. Työmenekki työvuoroaikoina on 0,67 tth/m². (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 217 - 220.)

Kasettimuotteja käytetään yleensä yli kolme metriä korkeissa ja monimutkaisissa seinärakenteissa sekä hissikuiluissa ja väestönsuojissa. Väestönsuojien osalla käytetään kasettimuottikalustoon kuuluvia sisä- ja ulkonurkkamuotteja, koska se täytyy valaa kerralla rakenteiden tiiveysvaatimusten vuoksi. (NCC.)

Suurmuotti

Suurmuotti on kahdesta muottipuoliskosta koostuva, usein eristyksen ja lämmitysjärjestelmän sisältävä muotti (kuva 6). Suurmuotit ovat seinän korkuisia. Suurmuotit sopivat parhaiten kohteisiin, joissa runkotyyppinä on kantavat seinät ja laatta. Ne soveltuvat kohteisiin, joissa on paljon toistuvuutta ja selkeät rakenteet sekä kerroskorkeus kolme metriä. (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 216.) Jos kerros korkeus ylittää kolme metriä, joudutaan usein käyttämään muita muottijärjestelmiä kuten esimerkiksi edellä mainittuja kasettimuotteja tai korottamaan suurmuottia.(NCC.)



KUVA 6. Suurmuotti. Kuva Maiju Leskinen.

Suurmuottien koot voivat olla esimerkiksi seuraavat:

- 3000x2400
- 2850x3600
- 3000x4800
- 3000x6000
- 3000x7200.

Suurmuotin käsittelemiseen tarvitaan aina nosturia, koska ne ovat todella raskaita. Paras vaihtoehto suurmuottien nostamiseen on torninosturi. Työturvallisuuden kannalta suurmuottityö on yksi vaarallisimmista työvaiheista työmaalla. Varsinkin tuulisella ilmalla suurmuottia nostettaessa, se lähtee helposti pyörimään tuulen vaikutuksesta. Suurmuotin pyörimisliikkeen pysäyttämiseksi muottiin voidaan kiinnittää asennusköysi. Köyden avulla muottia voidaan ohjata ja saada pyörimisliike loppumaan silloin kun muottia otetaan vastaan maasta tai holviltä käsin. Köyden käyttö estää työmiestä joutumasta muotin tönäisemäksi.(NCC.)

Suurmuotin muottipinta on vaneria tai terästä. Puu- tai teräsjuoksut tukevat valupintaa vaakakoolauksena, joka on kiinnitetty teräksisiin ansaisiin muotin ulkopuolella.

Suurmuotissa on vähintään neljä tukijalkaa eli kummassakin muottipuoliskossa kaksi. Tukijalkojen avulla muotti tuetaan pystyyn ja säädetään oikeaan asentoon. Tukijalkojen määrä riippuu muotin pituudesta. Lisäksi muotissa on ketjut, jotka estävät muottia kaatumasta tuulen vaikutuksesta. Ketjut kiinnitetään holviin. Muottipuoliskot kiinnitetään toisiinsa ennen valua sidepulteilla muotin ylä- ja alaosasta. (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 216.)

3.2 Suurmuottityö

Valmistavat työt

Muottityö aloitetaan, kun alapuoliset rakenteet ovat valmiit. Silloin alapuolisten rakenteiden tulee olla tarkastettuja ja tarkemitattuja. Ennen muottityön aloittamista järjestetään *aloituspalaveri*, jossa ovat mukana muottityöhön osallistuva työryhmä ja työnjohtajat. Palaverissa käsitellään muottityön aikataulu, työvoiman, kaluston, materiaalien ja tarvikkeiden saatavuus sekä motitusjärjestys, muottikierto, laatuvaatimukset ja työturvallisuus. (Ratu 21-0273 Suur- ja erikoismuottityö 2005, 3.)

TIIVISTEMÄ

Aloituspalaverissa käsiteltävät asiat:

- kohteen valmius työn aloittamiselle
- suunnitelmat
- aikataulu
- motitusjärjestys ja muottikierto
- muottityön liittyminen muihin töihin esimerkiksi elementtien asennukseen
- välitavoitteet
- tarvittava kalusto, työvälineet, työvoima ja materiaalit
- työn laatuvaatimuksen ja niiden varmistuskeinot
- olosuhteiden vaikutus työhön esimerkiksi talvibetonointi
- mahdolliset ongelmakohdat ja
- työturvallisuus.

(Ratu 21-0273 Suur- ja erikoismuottityö 2005, 3).

Aloituspalaverissa työntekijöille selvitetään työkohde ja työmenetelmät sekä olosuhteet, joissa työ tehdään. Lisäksi heille selvitetään työn vaatimat laatuvaatimukset ja

menetelmät, joilla nämä vaatimukset voidaan saavuttaa. Työnjohtajan on varmistettava myös, että työntekijät tietävät menetelmä-, kohde- ja tuotekohtaiset työturvallisuusmääräykset. (Ratu 21-0273 Suur- ja erikoismuottityö 2005, 3.) Aloituspalaverissa huomioidaan myös työryhmän näkemykset kyseiseen työvaiheeseen ja työmenetelmiin liittyen (NCC).

Ennen muottityön aloittamista alapuolisille rakenteille on tehtävä tarkastus. Tarkastuksella varmistetaan rakenteiden mittatarkkuus ja suunnitelmien mukaisuus. Lisäksi mahdolliset puutteet ja virheet kirjataan ylös. Ennen seuraavan työvaiheen aloittamista tarkastuksessa havaitut virheet ja puutteet korjataan ja tarkastetaan. Ennen muottityön aloittamista tarkastetaan myös kalusto ja muottityössä käytettävien koneiden käyttökunto. Tarkastuksen yhteydessä tehdään myös torninosturin käyttöönotto- ja toimintatarkastus. (Ratu 21-0273 Suur- ja erikoismuottityö 2005, 3.)

Näiden tarkastusten lisäksi on varmistuttava putoamissuojauksen riittävydestä ja määräysten mukaisuudesta. Lisäksi selvitetään sääolosuhteiden vaikutus muottityöhön esimerkiksi kulkutiet, tikkaat ja telineet puhdistetaan lumesta ja jäädästä. Olosuhteiden osalta huomioidaan myös tuulen vaikutus suurien ja raskaiden suurmuottien nostamisessa ja siirtämisessä. (Ratu 21-0273 Suur- ja erikoismuottityö 2005, 3.)

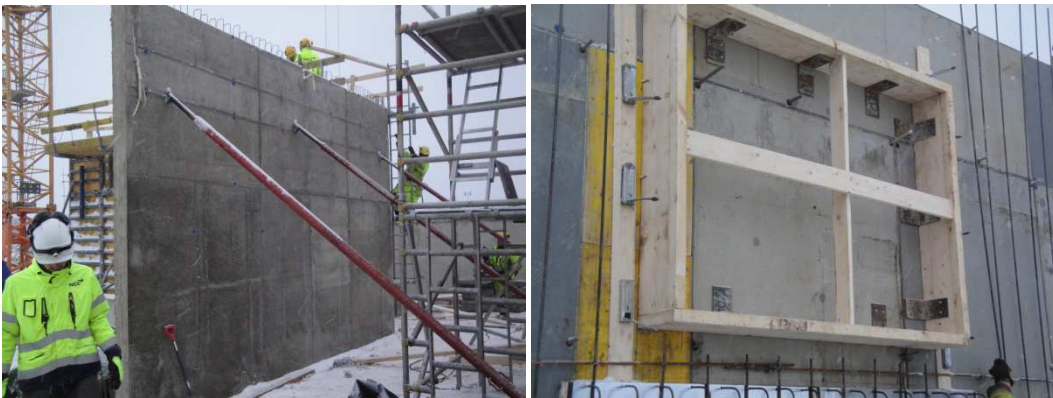
Muotin pystytys

Työmaalle saapuessaan muotit ovat osissa, joista suurmuotti kootaan ennen kuin se voidaan pystyttää. Muottiin kiinnitetään kaiteet, tikkaat, työtelineet ja tarvikelatikat. Muottityöryhmään kuuluu yleensä kaksi kirvesmiestä ja yksi rakennusmies. Ennen muotin pystytystä mittamies mittaa muotin paikan ja kiinnittää holviin alavälitkkeet. Ensimmäinen muottipuolisko eli niin sanottu työmuotti nostetaan tarkasti mittamiehen osoittaman paikkaan.(NCC.) Muotti säädetään sekä vaaka- että pystysuoraan ja tuetaan tukijaloilla sekä tuuliketjuilla. Muotin asennusalueen vaakasuoruus tarkistetaan ja tarvittaessa säädetään vaakasuoraan asennuspalojen avulla (Ratu 21-0273 Suur- ja erikoismuottityö 2005, 4). Päätytoppareiden, karvalautojen sekä ovi- ja ikkunaukkojen paikat mitataan ja merkitään muottipintaan. Muottipintaan merkitään myös seinän yläpään korko. Jos muotti ylittää holvin reunan, hovin reunakaiteet laitetaan välittömästi pystytyksen jälkeen takaisin paikalleen. (NCC).

Toinen muottipuolisko nostetaan ensimmäisen muottipuoliskon läheisyyteen kuitenkin siten, että se ei haittaa ensimmäiseen puoliskoon tehtävien asennusten tekoa. (Ratu 21-0273 Suur- ja erikoismuottityö 2005, 4.) Jos seinä valetaan toista aikaisemmin

valettua seinää vasten, muotti kiinnitetään seinään sen yläosasta ankkuripultilla tai sidepultilla muottipaineesta johtuvan muotin liukumisen estämiseksi. Toinen vaihtoehto on tukea aikaisemmin valettu seinä vinotuilla (kuva 7). Erikoistapauksissa voidaan käyttää kumpaakin menetelmää.(NCC.)

Muottien pystytyksen jälkeen muottipintojen puhtaus varmistetaan ja ne puhdistetaan tarvittaessa lumesta, jäädästä ja roskista. Puhdistamisen jälkeen ensimmäiseen muottipuoliskoon asennetaan ikkuna- ja oviaukkojen varaukset sekä päätytopparit. Ikkuna ja oviaukkojen varausten paikallaan pysyminen varmistetaan lisälankuilla, jotka asennetaan ikkuna- ja oviaukkojen sisään estämään varausten käyrystymistä valupaineen johdosta (kuva 7). Yleensä varaukset ja topparit valmistetaan etukäteen ennen muotin pystytystä. Varausten ja toppareiden asentamisessa huomioidaan muotin sähkölämmitys ja muut varaukset, jotka voivat vahingoittua naulauksen yhteydessä. (Ratu 21-0273 Suur- ja erikoismuottityö 2005, 4.)



KUVA 7. Betoniseinän tuenta toisen seinän valun aikana ja ikkunavarauksen lisälankut. Kuvat Maiju Leskinen.

Ennen raudoituksen ja LVIS-asennusten tekoa muottipinnat, varaukset ja topparit puhdistetaan ja öljytään. Lisäksi asennetaan välikkeet, jotka on tehty kyseisen valukohteen seinäpaksuuden mukaan. Seuraavaksi puhdistetaan betonoitavan rakenteen pohja ja muotti tuplataan eli toinen muottipuolisko asennetaan paikoilleen. (Ratu 21-0273 Suur- ja erikoismuottityö 2005, 4.)Tuplan asentamisen yhteydessä huomioidaan, että muotti tulee tiiviisti kiinni työmuottiin asennettuihin alavälikkeisiin, jolloin minimoidaan jälkiputsin määrä (NCC). Tämän jälkeen muotti säädetään ja tuetaan pystyasentoon (Ratu 21-0273 Suur- ja erikoismuottityö 2005, 4).

Muottipuoliskot kiinnitetään toisiinsa muottisiteillä. Muotin alareuna sidotaan muottilankoilla ja sidetangoilla, jotka menevät välikkeiden läpi. Muotin yläreuna sidotaan teräs-

lattasiteillä. Muotin pystysuoruus tarkistetaan vielä ennen betonointia, sen aikana ja sen jälkeen. Lisäksi varmistetaan muottien riittävä tuenta ja etteivät ne pääse kaatu-
maan. (Ratu 21-0273 Suur- ja erikoismuottityö 2005, 4.)

Muottien purkaminen

Muottien purkaminen voidaan aloittaa, kun muottien purkamislujuus on saavutettu. Purkamislujuus on noin 60 % betonin nimellislujudesta. Muottien purkamislujuus lasketaan betonista mitattujen lämpötilojen ja mittausaikavälin perusteella. Muottien purkamisesta päättää työmaan vastaavamestari tai betonityön johtaja. (Ratu 21-0273 Suur- ja erikoismuottityö 2005, 4.)

Purkaminen aloitetaan betonointia seuraavana päivänä irrottamalla muottisiteet. Ensimmäisenä irrotetaan alareunan muottisiteet, minkä jälkeen irrotetaan yläsiteet. Kun yläsiteet on avattu, muotti irrotetaan valusta rautakangella kiilaamalla. Tässä vaiheessa varotaan vahingoittamasta betonirakenteen pintaa ja kulmia. (Ratu 21-0273 Suur- ja erikoismuottityö 2005, 4.) Lisäksi seurataan, ettei valetussa seinässä tapahdu muodonmuutoksia purkamisen yhteydessä. Tuplamuotit nostetaan pois ja irrotetaan varausten sekä toppareiden kiinnittämiseen käytetyt kulmaraudat. Seuraavaksi irrotetaan työmuotit. (NCC.) Kun työmuotit on purettu, irrotetaan varaukset ja topparit. Purkamisen yhteydessä todetaan mahdolliset valuvirheet, jotka kirjataan ylös. Valuvirheet korjataan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jo mahdollisesti muottien purkamisen yhteydessä. (Ratu 21-0273 Suur- ja erikoismuottityö 2005, 4.)

Muottien huoltotoimenpiteet

Purkamisen jälkeen muottipinnat ja muottien muut osat puhdistetaan välittömästi betoniroiskeista. Puhdistus tehdään varovasti petkeleellä tai harjalla niin ettei muottipinta vahingoitu. Myös muottiin kiinnijääneet sidontalangat ja naulat poistetaan. Puhdistuksen jälkeen muotit siirretään seuraavaan valukohteeseen, välivarastointipaikalle tai purkukohteeseen. (Ratu 21-0273 Suur- ja erikoismuottityö 2005, 4 - 5.) Johdannossa esitetyssä esimerkissä yksi muotit siirretään välivarastoon, mutta esimerkeissä kaksi ja kolme muotit voidaan siirtää seuraavaan valukohteeseen. Muotit siirretään esimerkissä kaksi talon toiselle osalle ja esimerkissä kolme toiseen taloon.

3.3 LVIS -asennukset ja muut varaukset

Seinien päätytopparit, karvalaudat ja ikkuna- sekä oviaukkojen varaukset kiinnitetään muottipintaan varausten kiinnitys kulmilla, jotka näkyvät kuvasta 8. Töröt eli LV-putkien lävistysvaraukset kiinnitetään nauloilla. Ennen kuin Topparit ja varaukset voidaan kiinnittää muottipintaan mittamies mittaa niiden paikat ja merkitsee ne muottipintaan.(NCC.)

Yleensä sähkömieheltä kysytään aina ennen LVIS-asennuksia, kumpi muottipuolisista tulee työmuotiksi. Työmuottina on yleensä se puoli mihin tulee enemmän asennuksia. Jos kyseessä on esimerkiksi asunnon ja käytävän välinen väliseinä, työmuotti asennetaan yleensä asunnon puolelle, missä asennuksia on enemmän. Ennen LVIS-asennuksia tarkistetaan, että lisä- ja muutostyökuvat ovat päivittyneet työmaalle. Lisäksi tarkistetaan märkätilaprojektoiden LVIS-asennusten vastaavuus LVIS-piirustuksiin ja niissä esitettyihin mittoihin, jotta vältetään piikkaustyötä. (NCC.)

LVIS-asennukset asennetaan muottipintaan ennen raudoitusta tai pohjaverkon asentamisen jälkeen. Ne kiinnitetään muottipintaan lyhyillä 3 tai 2,5 tuuman nauloilla. Kiinnityksien pitää olla tukevia ja putkien liitoskohtien hyvin kiinnitettyjä etteivät putket irtoa toisistaan tai muotista. Lisäksi tukeva kiinnitys estää betonia tunkeutumasta putkiin valun aikana.(NCC.)



KUVA 8. Sähköasennuksia seinämuottipinnassa. Kuva Maiju Leskinen.

3.4 Raudoitus

Valmistavat työt

Ennen raudoitustyön aloittamista pidetään aloituspalaveri ja tarkastetaan, että edeltävät työvaiheet on saatu tehtyä raudoitustyön edellyttämällä tavalla. Edeltäviä työvaiheita ovat muottien pystytys sekä LVIS-asennusten, varausten ja toppareiden asentaminen. Edeltävien työvaiheiden tulee olla tarkastettuja ja suunnitelmien mukaisia. (Ratu 22-0274 Raudoitus 2004, 3.)

Työkohteeseen siirretään tarvittavat koneet, kalusto ja materiaalit. Työssä tarvittaville koneille, laitteille ja telineille tehdään käyttöönotto tarkastus sekä varmistetaan, että ne sopivat kyseisen työn tekemiseen. Ennen raudoitustyötä sää- ja työskentely olosuhteet tehdään turvallisiksi sekä laatutason vaatimusten mukaisiksi. Lisäksi riittävä valaistus, sähkön saanti ja työkohteen siisteys varmistetaan. Työryhmälle selvitetään laatu- sekä työturvallisuusvaatimukset. (Ratu 22-0274 Raudoitus 2004, 3.)

Raudoitteiden esivalmistus

Raudoitustyö tehdään joko irtotangoilla tai raudoituselementeillä eli raudoitusverkoilla (Ratu 22-0274 Raudoitus 2004, 3). Työryhmä koostuu yleensä kahdesta raudoittajasta (NCC). Ennen raudoittamisen aloittamista esivalmistetaan tarvittavat raudoitteet. Irtotangot katkaistaan määrämittaan ja sidotaan nippuihin sidelangoilla. Niput merkitään ja siirretään välivarastoon tai asennuspaikalle. Määrämittaiset raudat taivutetaan raudoitussuunnitelman mukaisesti. Lisäksi raudoitus paikalla tehdään valmiiksi raudoitteiden asentamiseen tarvittavat työteräkset, asennuspukit ja työsaumaraudoitteet. (Ratu 22-0274 Raudoitus 2004, 3.)

Työmaalla tehtäviä raudoituselementtejä pystyrakenteiden osalta ovat esimerkiksi seinä- ja pilariraudoitteet. Myös palkkimaistenseinien alareunaan tulevat raudoitteet esivalmistetaan työmaalla. Yleensä kuitenkin seinäraudoituselementit tulevat työmaalle valmiina, jos käytetään verkkoraudoitteita. Ennen elementtien valmistamista irtotangot katkaistaan määrämittaan ja taivutetaan. Tämän jälkeen ne siirretään elementin kokoamispaikalle. Raudoituselementit kootaan sidontalangoilla tai hitsaamalla. Kokoamisen jälkeen mahdolliset suojaetäisyydet varmistetaan myös sidelankojen kohdalla taivuttamalla ne raudoitteen sisäpuolelle. Raudoituselementeistä tehdään nostojen, kuljetusten ja siirtojen kestäviä. Kun raudoituselementti on valmis, se siirretään välivarastoon tai asennuspaikalle. (Ratu 22-0274 Raudoitus 2004, 4.)

Seinäraudoituksen tekeminen irtotangoilla

Seinäraudoituksen tekeminen aloitetaan mittaamalla muottiin raudoituksen paikat. Pystysuuntaisille asennusteräksille kiinnitetään välikkeet naulaamalla. Välikkeiden avulla teräkset saadaan irti muottipinnasta, jolloin terästen ja muottipinnan väliin jää teräksiä korroosiolta suojaava alue, jota kutsutaan suojaetäisyydeksi. Vaaditut suojaetäisyydet esitetään raudoituspiirustuksissa. (Ratu 22-0274 Raudoitus 2004, 5.)

Seuraavaksi asennetaan pystysuuntaiset asennusteräokset eli työteräokset ja ne kiinnitetään välikkeisiin. Työteräoksiin merkitään vaakateräosten jako ja vaakateräokset asennetaan paikoilleen kiinnittäen ne jokaisesta risteyskohdasta sidelangalla. Kun vaakateräokset on asennettu, kiinnitetään niihin pystyteräokset. (Ratu 22-0274 Raudoitus 2004, 5.) Tämän jälkeen asennetaan ikkuna ja oviaukkojen päälle tulevat lisäteräokset. Lisäksi seinien päädyissä karvalaudoissa olevien työsaumateräosten lenkkien läpi asennetaan pystyteräokset. (NCC.) U:n ja S:n muotoiset asennuspukit tai -siteet kiinnitetään raudoitussuunnitelmien mukaan. Asennuspukkien ja -siteiden varaan asennetaan työteräokset, joiden varaan asennetaan varsinainen raudoitus. Välikkeet kiinnitetään sisäpinnan raudoitukseen pitämään se irti muotista ennen muotin tuplausesta. Kun raudoitus ja LVIS-asennukset on tehty muotteihin, varmistetaan vielä raudoituksen pysyminen paikoillaan, sillä raudoitus ei saa liikkua valun aikana. (Ratu 22-0274 Raudoitus 2004, 5.)



KUVA 9. Raudoituksen asentaminen suurmuottiin. Kuvassa näkyvät myös seinän päätytopparit ja muun muassa oviaukkojen varaukset sekä muut reikä varaukset. Kuva Maiju Leskinen.

Raudoitteiden tekeminen raudoitusverkoilla

Raudoituksen tekeminen aloitetaan mittaamalla muottiin raudoituksen paikat ja muotteihin kiinnitetään välikkeet. Raudoitusverkko nostetaan paikoilleen ja se kiinnitetään välikkeisiin. Ennen raudoitusverkon asentamista siihen leikataan tarvittavat aukot kuten ikkuna- ja oviaukot. Toisen puolen raudoitusverkot asennetaan asennuspukkiin ja -siteiden varaan ja kiinnitetään paikoilleen. Kun muottiin on asennettu raudoitteet ja LVIS-asennukset, varmistetaan vielä raudoituksen pysyminen paikoillaan sekä asennetaan ansas- ja työsaumaraudoitteet. (Ratu 22-0274 Raudoitus 2004, 5.)

3.5 Betonointi

Aloittavat työt

Ennen betonoinnin aloittamista pidetään aloituspalaveri niin kuin aina ennen uuden työvaiheen aloittamista. Lisäksi selvitetään mitä betonia valussa käytetään. Yleensä betonitehtaalte ilmoitetaan noin viikkoa ennen tulevasta valusta ja tilaus varmistetaan vielä valua edeltävänä päivänä tai valupäivän aamuna. Jos valussa käytetään pump-

puu, varmistetaan pumpun pystytys paikka ja suunnitellaan pumppauslinja. Pumpun sijaitessa lähellä voimalinjaa, pumppu täytyy maadoittaa. (NCC.)

Betonointi

Betonointiryhmään kuuluu yleensä kaksi rakennusmiestä, joista toinen betonoi ja toinen tiivistää betonin (NCC). Betonointi aloitetaan, kun muottityö, rauditustyö, LVIS-asennukset ja varaukset on tehty. Myös tarvittavat tarkastukset kuten rauditus-tarkastus tehdään ennen betonointia. Lisäksi betonointityön edellyttämät työvälineet, telineet, materiaalit ja kalusto tulee olla työmaalla. Muottien puhdistaminen kuuluu myös betonointia edeltäviin työvaiheisiin. (Ratu 23-0275 Betonointi 2004, 1.)

Ennen betonointia tarkistetaan muotin pystysuoruus (kuva 10). Betonointi suoritetaan pystyrakenteiden osalta yleensä nostoastiaa käyttämällä (kuva 10). Pumppua käytetään vain, jos torninosturi ei ole käytettävissä. Kun betonauto tulee työmaalle, massa puretaan vastaanottotaskuun. Tällöin betonauto ei seiso turhaan työmaalla ja vältytään maksullisilta jaksoilta. Yleensä betonauto on kymmenen minuuttia ilmaiseksi työmaalla, mutta sen jälkeen alkaa kertyä maksua jokaiselta viiden minuutin jaksolta. (NCC.)



KUVA 10. Muotin pystysuoruuden tarkistaminen ja seinän valaminen nostoastialla. Kaiteella näkyvät myös seinän yläosaan kiinnitettävät tartuntateräkset, jotka painetaan betoniin valun jälkeen. Kuva Maiju Leskinen.

Seinien, seinämäisten palkkien ja pilareiden betonointi on suoritettava huolellisesti, koska ne ovat ahtaita, korkeita ja usein tiheästi raudoitettuja rakenteita. (Ratu 23-0275 Betonointi 2004, 4). Raudoitteiden lisäksi seinässä voi olla paljon varauksia sekä sähkö- ja LVI -asennuksia, jotka hankaloittavat betonointityötä entisestään. Pystyrakenteita betonoitaessa on huolehdittava muottien pohjien puhdistamisesta, ettei rakenteen alareuna jää harvaksi. (Ratu 23-0275 Betonointi 2004, 4.)

Betonimassa valetaan muottiin kerroksittain. Kerroksen enimmäiskorkeus saa olla noin 0,5 - 1,0 m, mutta suositeltava valukerroksen korkeus on 250 - 300 mm. Kerroksien tulee olla tasalaatuisia ja riittävän ohuita. Lisäksi valukerrosten on liityttävä toisiinsa saumattomasti. Edellinen muottiin valettu kerros ei saa olla kovettunut eikä sitoutunut. Nousunopeus saa olla enintään 0,5 - 1,0 m/h riippuen rasitusluokasta, jotta muottipaine ei kasva liian suureksi ylöspäin mentäessä (taulukko 3). Nousunopeus riippuu myös muotin mitoituksesta, eikä se saa olla suurempi kuin mitä muotti kestää. Erityisesti korkeissa rakenteissa valunopeutta joudutaan rajoittamaan massan painumisen ja veden erottumisen johdosta. Lisäksi muotteihin ja varauksiin kohdistuva muottipaine kasvaa liian suureksi, jos valunopeus on liian nopea. Eteenkin pumppuvaluissa valunopeus nousee liian suureksi pumpun suuresta tehosta johtuen. (Uusitalo, Ihanamäki Rajala & Vallin 2004, 71.)

Betonointityötä tehtäessä edetään koko ajan samaan suuntaan. Seinävalussa edetään seinän päästä toiseen päähän ja sieltä takaisin. Samaa suuntaa etenemisellä vältetään betoniin syntyvät kivipesät ja huokoset. Betonoitaessa vältetään liian suurta pudotuskorkeutta, joka aiheuttaa massan erottumista, kun se iskeytyy muotin reunoihin ja raudoitukseen. (Ratu 23-0275 Betonointi 2004, 4.) Sopiva massan pudotuskorkeus on noin 1...1,5 m. Rakennustyömaalla betonimassan annetaan yleensä pudota muottiin vapaasti. Betonin on kuitenkin oltava hienorakeista ja hyvin koossapysyvää. Myös valunopeuden tulee olla riittävä, että betoniteräksiin ja seinämiin kiinni tarttunut betoni ei ehdi sitoutua. (Uusitalo, Ihanamäki Rajala & Vallin 2004, 81.)

Varausten kohdalla valukerros jätetään noin 200 mm vajaaksi varauksen alapuolelle. Kun seuraavaa kerrosta betonoidaan, betonia otetaan varauksen viereen edellisiä kerroksia korkeampi kerros. Massa painautuu massakerroksen aiheuttaman paineen vaikutuksesta varauksen alle. Massan painautumista varauksen alle avustetaan vip-raamalla. Jos varaus on leveä, voidaan varauksen pohjaan tehdä aukkoja, joista varauksen alapuolinen betonimassa tiivistetään. Betonointia jatketaan vasta sitten, kun

varmistutaan siitä, että varauksen alus on täyttynyt betonista. (Uusitalo, Ihanämäki Rajala & Vallin 2004, 82.)

Betonointi päätetään seinän yläosaan ja betoni tasataan valukorkoon. Tasaamisen jälkeen asennetaan tartuntateräksiset seuraavaa rakennetta varten. Tätä kohtaa kutsutaan työsaumaksi. (Uusitalo, Ihanämäki Rajala & Vallin 2004, 83.) Seinä valetaan yleensä noin 20 mm holvin sisään, jotta seinän ja holvin rajakohtasta saadaan siistin näköinen (NCC). Mikäli seinien kanssa valetaan yhtä aikaa laattoja ja palkkeja, on seinävalun annettava painua ainakin 1 - 2 tuntia ennen holvivalun aloittamista. Näin estetään betonimassan painumisesta johtuvat onkaloiden syntyminen betoniterästen ja suurten runkorakeiden alle. Onkalot heikentävät betonin tiivyyttä ja lujuutta. Lisäksi näin estetään halkeamien syntyminen rakenteiden rajakohtaan. (Uusitalo, Ihanämäki Rajala & Vallin 2004, 83.)

Betonimassan tiivistäminen

Jokaisen valetun betonimassakerroksen jälkeen betonimassa tiivistetään sauvatäryttimellä. Sauvan on ulotuttava ainakin 100...200 mm edelliseen valukerrokseen, ettei valukerrosten rajakohtaan jää saumaa. Lisäksi sauvatäryttimen pistovälin on oltava 200...600 mm tärysauvan halkaisijasta riippuen ja tärytys on tehtävä järjestelmällisesti. Jos rakenne on tiheästi raudoitettu ja varauksia on paljon, käytetään muotteihin asennettavia muottitäryttimiä. (Ratu 23-0275 Betonointi 2004, 4.)

TAULUKKO 3. Seinärakenteen valu- ja tärytysohjeet eri rasitusluokissa. (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 328).

	Rasitusluokka				
	X0 ja XC1			XC2...4; XS; XD; XF ja XA	
Max valuväli	3 m			2 m	
Max valukerros	1,0 m			0,5 m	
Max pudotuskorkeus	1,5 m			1,0 m	
Max nousunopeus	1,0 m/h			0,5 m/h	
Max tärytysväli	10 Ø			8 Ø	
Notkeusluokka	S3	S2	S1	S2 tai S1	
Tärytysaika s/m ³	200	300	350	300	400

3.6 Jälkihoito

Seinärakenteiden osalta jälkihoitoa ei tarvita kesäolosuhteissa. Seinävalun jälkeen seinänyläosa voidaan tarvittaessa kuitenkin suojata peitteellä tai pressulla. Peite estää sadetta ja vettä huuhtomasta sementtiä kovettuneesta betonista. Lisäksi se estää auringonpaisteen ja tuulen vettä haihduttavaa vaikutusta. (NCC.)

4 VAAKARAKENTEET

4.1 Muotit ja muottijärjestelmä

Holvimuottikalustona käytetään yleensä vakiopalkit ja muottilevyt -järjestelmää. Holvimuottikalusto koostuu säädettävistä pystytuista, asennustuista, pudotuspäistä sekä niiden varaan asennetuista vakiopalkeista ja muottivanerista (liite 4). Lisäksi holvimuottikalustoon kuuluu muotin asentamista helpottavia apuvälineitä esimerkiksi palkkien asentamiseen käytettävät asennussauva, joka näkyy kuvassa 11. (Kone-Ratu 06-3021 Holvimuotti, palkkimuotti ja pilarimuotti 1991, 4.)



KUVA 11. Holvimuottikalustoa. Kuva Maiju Leskinen.

4.2 Holvimuottityö

Valmistavat työt

Holvimuottityö aloitetaan esivalmisteluilla ja mittauksella. Aluksi mitataan holvin korkeus ja merkitään se seiniin sekä holvitukiin. Tukijalat säädetään lähelle lopullista tuentakorkeutta. Tukijalkoihin kiinnitetään asennustuet ja pudotuspäät. Asennustuet

voidaan asentaa myös nurkkaan ja seinän viereen. (Kone-Ratu 06-3021 Holvimuotti, palkkimuotti ja pilarimuotti 1991, 5.)

Muotin pystytys

Muottityöryhmään koostuu kahdesta kirvesmiehestä ja yhdestä rakennusmiehestä. Holvimuotti pystytetään holvimuottisuunnitelman mukaisesti. Kun tukijalat on säädetty lähelle lopullista muotin tuentakorkeutta, ne siirretään ja asennetaan käyttökohteeseen, jossa ne säädetään lopulliseen tuentakorkeuteen. Pystytukien asentamisen jälkeen tarkistetaan vielä muotin suoruus ja korkeus sekä asennetaan tarvittavat puiset vino- ja vaakasiteet. (Ratu 21-0270 Levymuottityö 2005, 5.)

Jos holvimuotti pystytetään maapohjan päälle, pystytukien alle asennetaan tarvittaessa aluslankut. Holvimuotti pystytetään yleensä alapohjan alle tulevan sepelikerroksen päälle. Muotin pystyttäminen jäätyneen maan varaan on aina riskialtista, koska silloin kun maa sulaa muotti voi notkahtaa ja painua. Muotin pystyttäminen jäätyneen maan varaan on mahdollista, jos maapohja suojataan niin että se ei pääse sulamaan muottityön aikana. Kun holvin alle laitetaan lämmitys, tyltät pidetään aina tiukalla ja niitä kiritään, kun havaitaan painumia tai notkahduksia. Yleensä holvimuottiin tehdään noin 1,5 cm:n esikorotus holvin keskialueella, koska maa painuu aina jonkin verran ja myös betoni painaa muottia alaspäin. (NCC.)

Pystytukien pystytyksen jälkeen asennetaan niskapalkit eli primääripalkit pudotuspäähaarukoihin. Pudotuspäähaarukoita käytetään vain niskapalkkien päissä ja limityskohdissa. Limityspituus on noin 0,5 m eli palkkien pitää mennä aina puoli metriä tuen yli. Pudotuspäähaarukat ovat 4-suuntaisia ja väliin mahtuu joko yksi tai kaksi palkkia rinnakkain. Niskapalkkien asentamiseen käytetään asennussauvaa. (Rami 20 Holvimuottijärjestelmä, 6.)

Niskapalkkien asennuksen jälkeen, ne tuetaan vielä lisätuilla, joita tulee noin metrin välein riippuen niskapalkin jännevälistä. Seuraavaksi asennetaan koolauspalkit eli sekundaaripalkit, jotka tukeutuvat niskapalkkeihin. Koolauspalkit asennetaan joko 0,4 m tai 0,5 m välein, jotta muottivanerin sauma osuu aina tuelle. Muottivaneri ladotaan koolauksen varaan tiiviiksi muottipinnaksi ja kiinnitetään koolauspalkkeihin naulamalla. (Rami 20 Holvimuottijärjestelmä, 7.) Holvin laudoitusvaihe näkyy kuvassa 12.



KUVA 12. Holvin laudoitusvaihe. Kuva Lauri Alanko, 2012.

Kun muottipinta on tehty valmiiksi, siihen mitataan ja merkitään varausten, toppareiden ja kaivojen paikat. Mittauksen jälkeen siihen asennetaan tarvittavat varaukset, täytelevyt, tiivistyslistat ja topparit. (Rami 20 Holvimuottijärjestelmä, 7.) Holvimuottia ei yleensä öljytä ennen valua (NCC). Ennen valua tarkistetaan muotin korkoasema ja pystytukia kiritään tai löysätään tarpeen mukaan. (Ratu 21-0270 Levymuottityö, 5).

Muotin purkaminen

Holvimuotti puretaan poistamalla aluksi niskapalkkien välituet, jotka siirretään niskapalkkien kohdalta muottivanerien kohdalle tukemaan holvia. Tukia poistettaessa huomioidaan, että kaikkia tukia ei poisteta yhtä aikaa vaan tuennan on oltava kokoajan paikallaan. Tukea poistettaessa, yleensä sen viereen vanerin kohdalle asennetaan toinen tuki, joka korvaa poistettavan tuen. (NCC.) Muotti irrotetaan valusta pudottamalla pudotuspäähaarukka pikapudotustoiminnalla, jolloin holvimuotti laskeutuu tuen kohdalla noin kuusi senttimetriä alaspäin (Rami 20 Holvimuottijärjestelmä, 7).

Laskemisen jälkeen koolauspalkit käännetään kyljelleen asennussauvan avulla ja poistetaan (Rami 20 Holvimuottijärjestelmä, 7). Vanerin poistamisen yhteydessä tukijalat siirretään toisen vanerin kohdalle tai vanerittomaan kohtaan niin että tuenta säi-

lyy. Ennen muottivanereiden poistamista jätetään paikalleen vielä muutamia niskapalkkeja, jotta vanerit putoavat niiden varaan. Lopuksi poistetaan niskapalkit ja tukijalat. Tukijaloista osa jätetään vielä paikalleen tukemaan holvia, koska nimellislujutta ei ole saavutettu vielä muottien purkuvaiheessa. Tukia jätetään yleensä holvin keski-alueelle (kuva 13). Purkamisen jälkeen muotit puhdistetaan ja siirretään välivarastoon tai uuteen asennuskohteeseen. (NCC.)



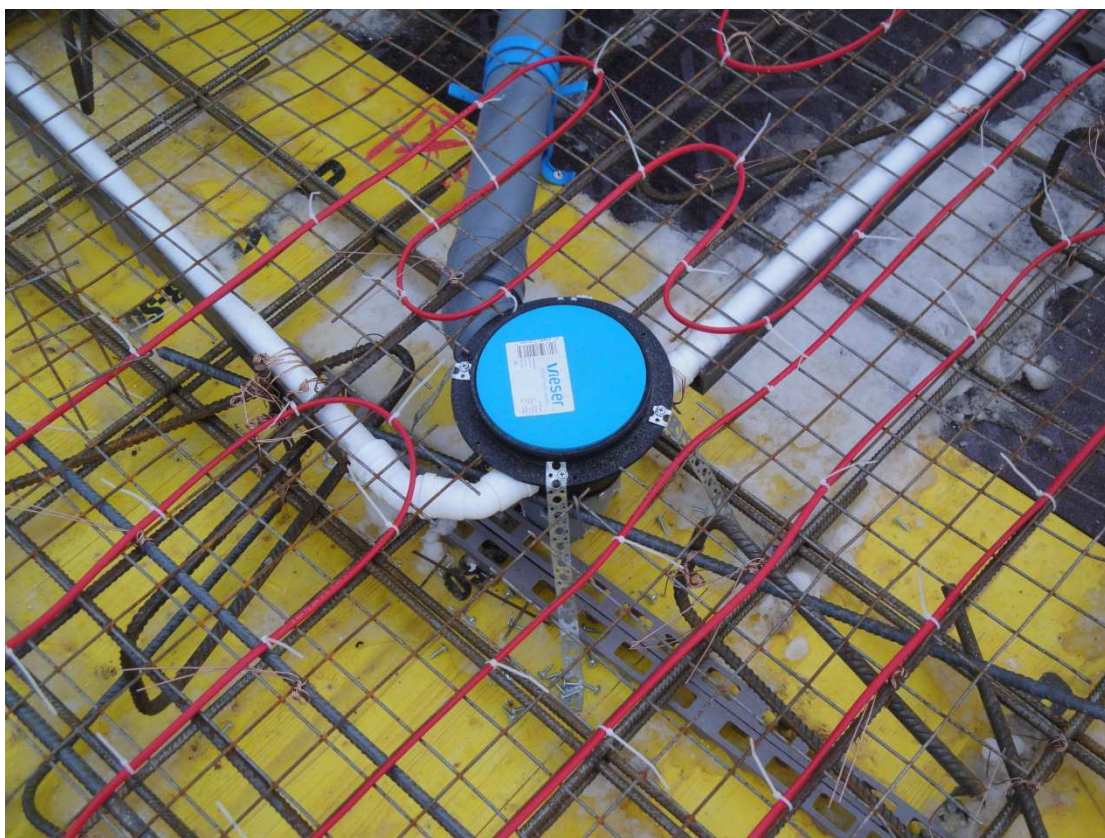
KUVA 13. Holvin jälkituenta muottien purkamisen jälkeen. Kuva Lauri Alanko, 2012.

4.3 LVIS-asennukset ja muut varaukset

Ennen kuin LVIS-asennuksia voidaan tehdä, tarkistetaan holvimuotin korkeus ja hormielementtien korkeudet, sillä pienikin heitto korkeudessa voi tehdä LV-asennusten tekemisen mahdottomaksi. Yleensä tarkistuksen tekee mittamies, joka antaa tarkistuksen jälkeen luvan LVIS-asennusten tekemiseen. Mittamies kiinnittää myös LV-putkien lävistyskappaleet eli töröt holvimuottiin sekä merkitsee kaivojen paikat. Lisäksi tarkistetaan, että lisä- ja muutostyöt ovat päivittyneet työmaalle. Märkätilaprojektiosta tarkistetaan että LVIS-asennukset vastaavat piirustuksia ja mitoitus. (NCC.)

Ensimmäisenä sähkömies asentaa alakerran kattoon tulevat kattorasiat muottipintaan ja putkimies asentaa kaivot sekä viemäriputket paikoilleen. Jos putkimies antaa luvan, raudoituksen pohjaverkko asennetaan ennen putkiasennuksia. Pesuhuoneissa ja saunoissa kaivojen tulee olla 30 mm holvin yläpintaa alempana, jotta kallistusvalujen tekeminen on mahdollista. Paikallisissa kallistuksissa esimerkiksi WC-tiloissa kaivot ovat 10 mm holvin yläpintaa alempana. (NCC.)

Ennen holvin betonointia tarkistetaan kaivojen ja putkien kiinnitykset. Kaivot ja putket tuetaan hyvin ennen valua, etteivät ne pääse liikkumaan valun aikana. Myös putkien liitokset tarkastetaan, sillä betoni ei saa päästä putken sisälle. Lattialämmityksen kohdalle asennetaan enemmän holvin yläpintaa tukevia tukipukkeja. Holvin yläpinnan raudoituksen päälle asennetaan ohut verkko, johon lattialämmitys asennetaan. Verkko näkyy kuvassa 14. (NCC.)



KUVA 14. Holvimuottiin asennettua talotekniikkaa. Kuvassa näkyvät lattiakaivo, viemäriputket ja lattialämmitys. Kuva Maiju Leskinen.

4.4 Raudoitus

Holviraudoitus irtoteräksillä

Raudoitus työn tekee yleensä kaksi raudoittajaa. Aluksi teräkset katkaistaan ja taivutetaan kohteen vaatimiin mittoihin. Tankojen sijainti merkitään holvimuottiin. Seuraavaksi asennetaan työteräkset muottiin asennettuihin korokkeisiin, jotka pitävät raudoituksen irti muottipinnasta ja varmistavat suojaetäisyyden. Työteräkset asennetaan noin 1,0 - 1,5 metrin välein. Työtangot ovat paksuudeltaan 10 - 16 mm. Työtangon paksuus riippuu kuitenkin tuettavan tangon paksuudesta ja sen on oltava ainakin yhtä kokoa suurempi kuin tuettava teräs. (Ratu 22-0274 Raudoitus 2004, 6.)

Työterästen päälle ladotaan ensimmäisen pääsuunnan teräkset eli alin tankokerros, joka asennetaan holvimuottiin tehtyjen merkintöjen mukaan. Raudoitustyötä jatketaan asentamalla alimman tankokerroksen päälle jakotangot tai toisen pääsuunnan teräkset. Tämän jälkeen tangot sidotaan kentän ympäri jokaisesta risteyskohdasta, minkä jälkeen sidotaan joka toinen tai kolmas rivi riippuen tankojen paksuudesta ja tankovälistä. Tankojen tulee olla suorassa. (Ratu 22-0274 Raudoitus 2004, 6.)

Yläpinnan raudoitusta tukevat tukipukit tai valmiit tukiansaat asennetaan työrautojen kohdalle ja sidotaan noin 60...80 cm välein. Tukipukkien varaan asennetaan työraudoitus, johon merkitään yläpinnan raudoituksen jako. (Ratu 22-0274 Raudoitus 2004, 6.)

Yläpinnan teräkset sidotaan työraudoitukseen tehtyjen merkkien kohdalle ja ne oikaistaan alapinnan raudoituksen suuntaisiksi. Yläpinnan raudoitukset sidotaan työteräksiin ja sidoksia tulee olla ainakin kolme tankoa kohti. Tämän jälkeen alapinnan teräkset tuetaan vielä suojaetäisyyden varmistavilla väliskeillä, jotka laitetaan noin joka toisen tai kolmannen sidoksen kohdalle. Tukipukin kohdalla olevia työteräksiä kohden niitä asennetaan 1 - 2 kappaletta. (Ratu 22-0274 Raudoitus 2004, 6.)

Holviraudoitus verkoilla

Laatan eli holvin alapinnan verkko asennetaan holvin jännevälän suuntaisesti tai suunnittelijan ohjeiden mukaisesti. Verkon asentamisen jälkeen ne tuetaan suojaetäisyyden varmistavilla väliskeillä. Seuraavaksi asennetaan yläpinnan raudoitusta tukevat tukipukit tai valmiit ansaat, joiden varaan yläpinnan verkot voidaan asentaa (kuva 15). Asennuksen jälkeen verkkoihin leikataan aukot esimerkiksi hormielementtejä

varten ja aukkojen reunat vahvistetaan lisäterästyksellä (Kuva 15). (Ratu 22-0274 Raudoitus 2004, 6.)



KUVA 15. Holviraudoituksen tukipukit, joiden varaan yläpinnan raudoitus asennetaan ja holvin reuna-alueen raudoitus. Kuva Maiju Leskinen.

4.5 Betonointi

Ennen betonoinnin aloittamista järjestetään aloituspalaveri niin kuin aina aloitettaessa uutta työvaihetta. Aloituspalaverissa käsiteltävät asiat on esitetty luvussa 3.2. Aloituspalaverissa on selvitettävä holvien osalta eteenkin se tuleeko lattioihin kallistuksia. (NCC).

Ennen betonoinnin aloittamista tarkistetaan aina alapuolinen palkkijako, tylltäys ja muotin tukeminen. Lisäksi varmistetaan, että muotti on oikeassa korossa ja tarvittaessa se nostetaan tai lasketaan oikeaan korkoon. Korot antaa aina mittamies ja ne annetaan aina samasta pisteestä. Kiinteäkorko on aina merkittynä esimerkiksi hissi-kuiluun, josta lähdetään nousemaan ylöspäin. Jos korko annetaan aina eri pisteestä, korko karkaa, jolloin myös virheet lisääntyvät. (NCC.)

Ennen betonoinnin aloittamista tarkistetaan myös yläpinnan raudoitteen korko sekä kaivojen korot. Raudoitteen pitää jäädä suoja etäisyyden verran betonin sisään. Kaivojen on oltava ainakin 30 mm tulevaa betonin pintaa alempana, jotta lattioihin tulevien kallistuksien tekeminen tulee mahdolliseksi. (NCC.)

Pumppaamalla tehtävään betonointiin tilataan pumppubetoniauto, josta betoni pumpataan työkohteeseen (Ratu 23-0275 Betonointi 2004, 4). Kun pumppuauto tulee

työmaalle, sille tehdään pystytys tarkastus. Lisäksi tarkistetaan, että betoni on sitä mitä on tilattu. Pumpun pystytystarkastus pöytäkirja arkistoidaan työturvallisuuskansioon. (NCC.)

Betonimassan valaminen

Vaakarakenteiden valaminen suunnitellaan ja toteutetaan huolellisesti. Vaakarakenteiden osalta erityisesti kuivumiselle ja jälkihoidolle varataan riittävästi aikaa. Vaakarakenteita ei myöskään saa kuormittaa liian aikaisin. (Ratu 23-0275 Betonointi 2004, 5.) Vaakarakenteiden osalta betonointi vaatii suurempaa työkapasiteettia. Betonointiin osallistuu Yleensä 3 - 4 rakennusmiestä valutavasta riippuen. Yleensä yhden miehen tehtävänä on betonointi, toisen betonin tiivistäminen ja kolmannen betonin tasoittaminen ja hiertäminen. Neljäs rakennusmiehistä toimii kuoppamiehenä, mikäli valu suoritetaan nostoastiaa käyttämällä (kuva 16). (NCC.)



KUVA 16. Holvin valaminen nostoastialla ja betonipinnan hiertäminen pesuhuoneiden kohdalla. Kuvat Maiju Leskinen.

Yleensä betonointi suoritetaan kuitenkin pumpaamalla, koska holvin valussa betoni määrä on huomattavasti suurempi kuin seiniä valettaessa. Lisäksi holvin valuvaiheessa nosturi on yleensä varattu muita nostoja varten. (NCC.) Jos työkohteen ja pumppuauton ohjauspaikan välillä ei ole näköyhteyttä, käytetään radiopuhelinta. Betoni valetaan suoraviivaisesti kaista kerrallaan etenemällä holvimuotin toiselta laidalta toiselle laidalle. Massa lasketaan aina betonimassan rintausta vastaan kohtisuorasti riippumatta siitä käytetäänkö valuastiaa vai pumppua. Massan pudotuskorkeus on pidettävä mahdollisimman pienenä, jotta massan erottuminen voidaan välttää. Pudotus korkeuden on hyvä olla 1...1,5 m. (Ratu 23-0275 Betonointi 2004, 4.)

Ensimmäisenä valetaan portaiden tartunnat ja hormielementtien ympärökset. Tämän jälkeen työryhmä merkitsee mittamiehen antamat korot holvin reunaan. Korkomerkki-

en kohdalle levitetään betonimassaa, joka tasataan puuhiertimellä. Korkomerkit yhdistetään valamalla ne korkopalkeiksi massan ottosuunnan mukaan kaista kerrallaan. Massa tasataan oikeaan korkoon tasolaserin mittakepin avulla. Korkopalkkeja tehdään sopivin välein massan ottosuunnan mukaan. (NCC.)

Seuraavaksi massaa otetaan korkopalkkien väliin ja levitetään karkeasti lapiolla. Seuraavaksi massa tiivistetään ja betoni tasataan teräslinjaria käyttämällä oikeaan korkeuteen korkopalkkien mukaan. Laatan pinta hierretään käsin tai koneellisesti, kun betonimassan pinta on muuttunut himmeäksi ja veden erottuminen betonimassan pintaan on loppunut. (Ratu 23-0275 Betonointi 2004, 5). Lopuksi betonin pinta voidaan vielä liipata teräslipalla (NCC).

Yleensä paikallavalettavat palkit valetaan samaan aikaan holvin kanssa noudattaen pystyrakenteiden valuohjetta. Palkkien valamisen jälkeen pidetään 0,5...1 tunnin valutauko, jolloin betonimassan annetaan painua. Valutauolla estetään halkeamien syntyminen palkkien ja laatan rajakohtaan. (Ratu 23-0275 Betonointi 2004, 5.)

Kaatovalut

Ennen kaatovalujen tekemistä mittamies kiinnittää pesuhuoneiden ja saunojen seinien sisänurkkiin sekä oviaukkojen kohdalle terästapit merkiksi pesuhuoneiden ja saunojen sijainnista. Seuraavaksi betonimiehet tekevät korkopalkit merkkitappien osoittamiin seinä linjoihin sekä yleensä huoneistonvälisen betoniseinän viereen, sillä seinien vierialueella pitää olla joka kohdassa sama korko. (NCC.)

Seuraavaksi tehdään kaatovalut. Aluksi teräslinjari asetetaan pesuhuoneen nurkkiin asennettujen terästappien linjaan ja betonipintaan painetaan kevyesti linja, joka osoittaa seinän sisäpinnan. Kaatovalut tehdään teräslinjarilla niin, että linjarin toinen pää on kokoajan kaivon päällä ja toinen pää kulkee merkittyä linjaa ja korkoa pitkin. Linjaria kuljetetaan ympyrän kehän suuntaisesti kaivon ympäri. Tässä vaiheessa kiinnitetään erityisesti huomiota siihen, että linjarin toinen pää kulkee kokoajan terästappien mukaan merkittyä linjaa pitkin ja toinen pää on kaivon kannen päällä. (NCC.)

Jos WC:ssä on lattiakaivo, tehdään paikallinen kallistus. Tällöin kaivo on yleensä yhden senttimetrin holvin yläpintaa alempana ja kallistus tehdään vain noin puolen metrin etäisyydelle kaivosta. (NCC.)

Betonimassan tiivistäminen

Betonimassa tiivistetään sauvatärytintä käyttäen. Tärysauva tiivistys tehdään järjestelmällisesti, tasaisella nopeudella ja pistojen jakaantuminen tulee olla tasaista. Pistoväli on 200...600 mm, mikä riippuu sauvan tehosta. Tiivistystä ei saa suorittaa liian lähellä ottorintausta. Etäisyyden tulee olla ainakin 1500 mm. (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 324.)

Työsaumat

Työsauma tehdään aina silloin kun betonointi keskeytyy eikä betonointia jatketa ennen kuin betoni ehtii jähmettyä. Betonityönjohtaja ja rakennesuunnittelija sopivat työmaalla tavanomaisissa rakenteissa käytettävistä saumaratkaisuista. Yleensä työsaumat esitetään rakennepiirustuksissa ja työsauman siirtämisestä keskustellaan aina rakennesuunnittelijan kanssa. Työsaumoja tehtäessä huolehditaan siitä, että se tehdään muuta rakennetta vastaavaksi. Jos mahdollista, työsaumat tehdään aina betonin puristus suuntaan nähden kohtisuoriksi. (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 240.)

Holvin valujen osalta betonoitava rakenne jaetaan usein kahteen tai useampaan ker-tavalualueeseen työsaumoilla, varsinkin laajoissa holveissa. (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 240.) Esimerkiksi L-runkoisessa talossa, jossa on kaksi osaa, työsauma tehdään näiden osien väliin. Yleensä työsauma tehdään metrin etäisyydelle tuesta momentin johdosta, koska momentti on pienimmillään tuen vieressä. Työsauma rau-doitteena käytetään työsaumaverkkoa. Työsauma voidaan tehdä myös tuen kohdalle, mutta silloin holvin yläpintaan lisätään 50 % ylimääräistä terästä. (NCC.)

4.6 Jälkihoito

Jälkihoidosta huolehtiminen on olennainen osa betonipinnalta vaadittujen ominai-suuksien tavoittelua. Jälkihoidolla estetään varhaisessa vaiheessa tapahtuvat betonin kutistumat. Betonin varhaisen vaiheen kutistumat tapahtuvat 24 tunnin aikana valun aloittamisesta. Tämän johdosta jälkihoito aloitetaan heti holvin valamisen jälkeen. (Betonin jälkihoito, 1.)

Holvin valamisen jälkeen betonin pintaan ruiskutetaan jälkihoitoainetta, joka muodos-taa betonin pintaan kalvon ja estää veden haihtumisen. Jälkihoito aineen ruiskuttami-

nen betonin pintaan aloitetaan heti valamisen yhteydessä. Heti pinnan tasauksen jälkeen ruiskutetaan varhaisjälkihoitoaine. Varsinainen jälkihoitoaine ruiskutetaan betonipinnan hiertämisen jälkeen. Jälkihoitoainetta ruiskutetaan riittävästi, jotta betonin pintaan muodostuvasta kalvosta tulee yhtenäinen. Jälkihoitoaineen ruiskutukseen voidaan käyttää esimerkiksi moottorin sisältävää reppuruiskua. Jälkihoitoaineen tasan levittymisen kannalta suuttimen täytyy olla riittävän hieno. Jos betonoitu alue on laaja, huolehditaan myös ruiskun riittävästä tehosta. (Betonin jälkihoito, 2.)

Muita jälkihoito keinoja ovat vedellä kastelu tai muovikalvolla peittäminen. Nämä ovat kuitenkin huomattavasti työläämpiä vaihtoehtoja. Vedellä kastelua on tehtävä koko ajan, sillä veden haihtuminen betonin pinnasta on jatkuvaa. Muovikalvon käyttäminen jälkihoitomenetelmänä on mahdollista usein vasta seuraavana päivänä ja siksi valun aikana on käytettävä muita jälkihoitomenetelmiä. (Betonin jälkihoito, 2.)

5 ELEMENTTIEN KÄYTTÖ PAIKALLAVALURUNGOSSA

Pilari-elementit

Pilari-elementtejä käytetään runkotyövaiheen nopeuttamiseksi. Yleensä niitä käytetään yhdessä parveke-elementtien ja parveketornien yhteydessä sekä ulkoseinälinjoilla silloin kun holvin jänneväli on suuri. Lisäksi pilari-elementtejä käytetään, jos paikallavalettavien seinien kohdalla on pilareita, jolloin sen ylittäminen suurmuottia käyttämällä ei ole mahdollista. Tällöin suurmuotilla valetaan ensin kokoseinä, johon jätetään pilarille aukko. Pilarit asennetaan suurmuottityönjälkeen.(NCC.)

Ulkoseinäelementit

Ulkoseinäelementtejä käytetään paikallavalukohteessa runkotyön nopeuttamiseksi. Ulkoseinäelementtejä käytetään myös työturvallisuus- ja kustannussyistä. Elementtejä käyttämällä vältetään rungon ulkopuolisilta telinetöiltä, joiden varaan suurmuotit muutoin jouduttaisiin tukemaan. Juuri tästä syystä ulkoseinien tekeminen suurmuottityönä on työturvallisuuden kannalta erittäin vaarallista. Rungon ulkopuolisten telineiden teolta vältetään myös, silloin kun elementteihin asennetaan apukarmit valmiiksi elementtitehtaalla. Seinäelementit asennetaan paikallavalurunkoon yleensä osittain suurmuottityön aikana tai sen jälkeen.(NCC.)

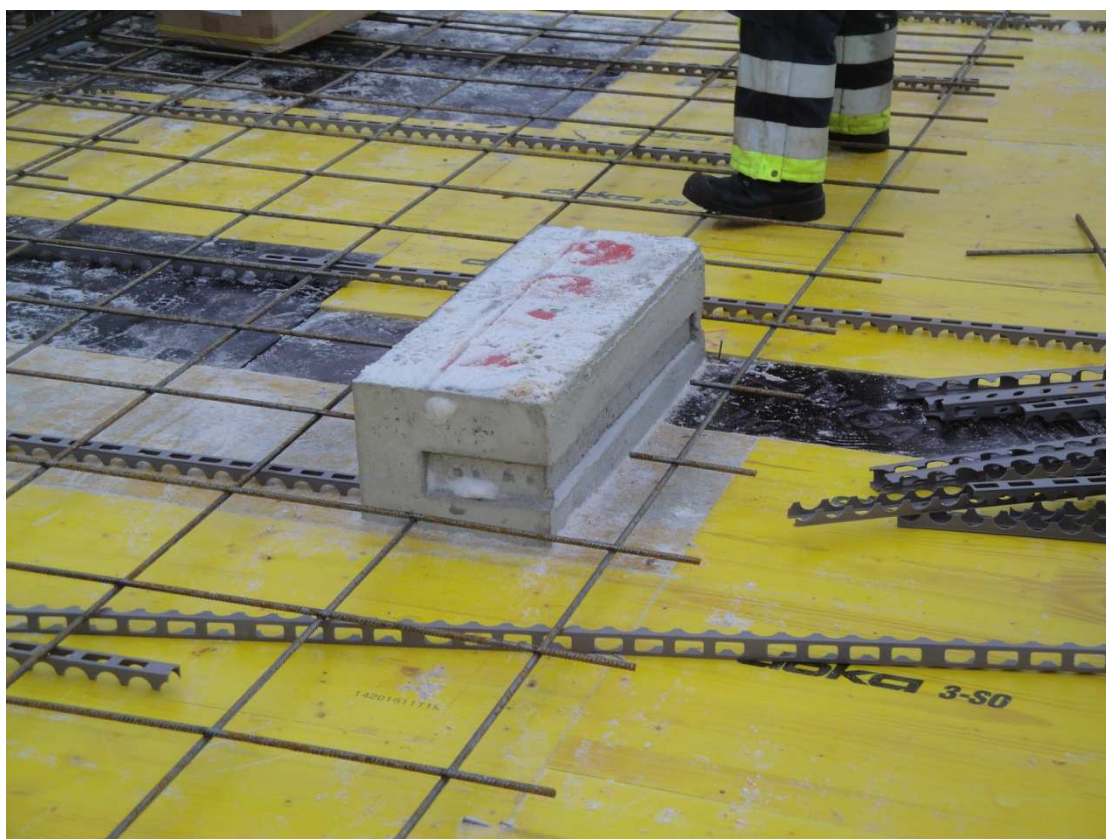
Parveke-elementit

Parveke-elementtejä käytetään paikallavalurungossa runkotyön nopeuttamiseksi ja tuotannollisista syistä. Parveke-elementtien käyttäminen sopii runkotuotantoon paremmin kuin parvekelaattojen valaminen työmaalla. Jokaisen parvekelaatan valaminen on työmaalla hankalaa, koska ne joudutaan tekemään kuppivaluna eli parvekelaattoihin joudutaan tekemään kallistusvalut vedenpoistoa varten. Parveke-elementit asennetaan paikallavalurunkoon holvimuotin pystytyksen jälkeen ennen holvin valamista.(NCC.)

Hormielementit

Hormielementit ovat kerroksen korkuisia nousuputkistoelementtejä, joissa on kaikki asuinhuoneistossa tarvittavat LVIS-putkistot ja tietoliikennekaapelit. Hormielementtejä käytetään paikallavalukohteessa lähinnä rakentamisajan säästämiseksi etenkin runkovaiheessa. Lisäksi hormielementeillä säästetään neliöitä ja asumismukavuus parantuu, kun elementin betonirunko eristää talotekniikasta aiheutuvat äänet.(Elpotek.)

Hormielementit asennetaan paikallavalurunkoon aina holvimuotin pystytyksen jälkeen. Holvimuottiin merkitään hormielementtien paikat ja muottiin varataan reiät elementtien kohdalle, josta elementti lasketaan paikoilleen. Hormielementtien asentamisen kanssa tulee olla tarkkana, koska pienikin asennusvirhe korkeusasemassa voi hankaloittaa viemäriputkien asentamista oikeaan korkoon, jolloin putket eivät välttämättä mahdu holvivalun sisään tai riittäviä putkien viettoja ei voida toteuttaa. Ensimmäiseen kerrokseen asennetaan yleensä vain pohjapalat (kuva 17), jotka asennetaan noin 20 mm eli muottivanerin verran muottipintaa alemmaksi. (NCC.)



KUVA 17. Hormielementti. Kuva Maiju Leskinen.

Porraselementit

Porraselementtejä käytetään yleisesti kerrostalokohteissa ja niiden mallit asuinrakennusten osalta ovat yleensä vakioituja. Ne valmistetaan elementtitehtaissa erikoismuotteja käyttämällä eikä niiden valmistus työmaalla ole työteknisesti mahdollista. (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 482.) Lisäksi portaiden tilaaminen työmaalle valmiina elementteinä nopeuttaa runkotyötä. Porraselementit asennetaan paikallavalurunkoon holvin valun ja holvimuotin purkamisen jälkeen laudoitusvaiheessa sille varattuun aukkoon. (NCC.)

Elementtien juottaminen

Ennen elementtien juottamista elementtien tai paikallavalurakenteen ja elementin saumaan asennetaan pystyteräksiset tartuntalenkkien läpi. Saumat laudoitetaan vanerisoivalla, joka kiinnitetään lyöntiholkein elementteihin. Saumojen betonointi tehdään holvin laudoitusvaiheen jälkeen ennen holvin betonointia. Betonointi tehdään holvin päällä olevan betonointiaukon kautta nostoastiaa tai pumppua käyttäen. Toinen vaihtoehto on käyttää pumppubetonia. Pumppubetonin massa on maakostea ja pysyy saumassa ilman, että saumaa laudoitetaan vanerisoivalla. Massa tasoitetaan saumaan kihvelillä hiukan betonielementtien pintaa alemmaksi, jotta seinän tasoittaminen myöhemmin olisi helpompaa. (NCC.)

Saumavaluissa käytetään saumavaluihin tarkoitettuja betoneita. Juotosbetonit ovat yleensä hyvin notkeita. Käytettävät notkeusluokat ovat S3 ja S4. Saumausbetonit ovat yleensä hienorakeisia ja kiviaineksen maksimiraekoko normaalisti 8 mm. Saumavaluihin on hankala tehdä lisälämmitystä. Usein saumavaluissa käytetään pakkasbetonia, jossa kovettumisreaktiot jatkuvat ilman lisälämmitystä. (Juotosbetonit, sauma-, juotos- ja täyttövaluihin, 1.)

6 TALVIRAKENTAMINEN

6.1 Talvibetonoinnin vaatimukset

Talvikausi kestää Suomessa noin kaksi kolmasosaa vuodesta, joten betonointi voidaan tehdä vain harvoin ilman kylmän sään aiheuttamaa vaikutusta betonin tavoitelluuden kehitykseen. Pohjois-Suomessa talvikausi kestää keskimäärin 7-9 kuukautta ja Etelä-Suomessa vastaavasti 5-7 kuukautta. Talvibetonoinnin vaatimukset on otettava huomioon jo silloin, kun vuorokauden keskilämpötila laskee alle +5 °C asteen. Tällöin betonin sitoutuminen ja kovettuminen on jo huomattavasti hitaampaa ja kylmä sää voi vaurioittaa vastavalettuja betonirakenteita. (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 341 - 342.)

Varautuminen kylmässä työskentelyyn tulee aloittaa jo aikaisin syksyllä, jotta rakenteiden suunnitelmien mukainen kovettuminen ja betonoinnin onnistuminen voidaan varmistaa. Valmius betonitöiden suorittamiseen kylmissä olosuhteissa tulee myös säilyttää tarpeeksi pitkään keväällä, vaikka lämpimiä kevätpäiviä olisikin jo ollut. (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 342.)

TIIVISTELMÄ

Talvibetonoinnissa huomioon otettavat asiat:

- suunnittelun aloittaminen ajoissa
- aikataulun venyminen
- lämpötilojen ja säätilojen tarkkailu
- säähäiriöiden huomioiminen
- betonin jäätymisen huomioon ottaminen
- lämmitysjärjestelmien ja laitteiden valinta
- betonin valinta
- betonin ja/ tai muottien lämmittäminen ja lämmityskaluston hankkiminen
- betonoinnin suunnitteleminen
- mittarit betonin lämpötilojen tarkkailuun
- tuulen vaikutus pakkasen purevuuteen ja rakenteiden suojaukseen
- välineet lumen ja jään sulatukseen
- rakenteiden lujuuskehityksen viivästyminen

(Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 342 - 367).

Talvibetonoinnin suunnitteleminen

Talvibetonointi vaatii kaikkien betonityövaiheiden huolellista suunnittelua ja suunnittelun aloittamista ajoissa. Suunnittelussa huomioidaan talvibetonoinnin vaikutus aika-
tauluun. Talvibetonointi on huomattavasti hitaampaa kuin kesäolosuhteissa. Betonoinnin hidastuminen talviolosuhteissa aiheutuu ylimääräisistä työvaiheista, joita ovat esimerkiksi lumityöt, rakenteiden sulatus, lämmitys ja suojaus. Lisäksi on mahdollista, että työt keskeytyvät kokonaan kovilla pakkasjaksoilla. (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 364.)

Talvibetonoinnin vaatimukset huomioidaan jo muottityön ja raudoitustyön yhteydessä, jolloin asennetaan lämmityslangat, betonin lämpötilanseuranta-anturit ja muu lämpösuojaus. Lisäksi muotit ja rauditus täytyy suojata lumisateelta. (Uusitalo, Ihanamäki, Rajala & Vallin 2004, 103.)

Lämpötilojen ja säätilojen seuranta

Ulkoilman lämpötilojen ja säätilojen seuranta on olennainen osa talvirakentamista. On olemassa sääolosuhteita käsitteleviä tilastoja, joita voidaan käyttää hyväksi alustavassa rakennustyön suunnittelussa. Työmaan sijainnista riippuen tilastotiedot voivat kuitenkin poiketa todellisista työmaan olosuhteista. Tämän johdosta työmaan sijainti on otettava huomioon ja arvioitava työmaan sijainnista johtuvia sääolosuhteita. Säätilojen perusteella voidaan määrittää rakenteiden suojaus tarve sekä lämmityksen tarve ja lämmityskaluston määrä. (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 342 - 343.)

Rakennustyön suunnittelussa on varauduttava myös mahdollisiin säähäiriöihin, joihin varautuminen on suunniteltava erikseen. Tällainen säähäiriö voi olla esimerkiksi lumisade. Säähäiriöiden varalta on suunniteltava aina vaihtoehtoiset ratkaisut työn toteutukseen, rakenteiden suojaukseen ja lämmitykseen. (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 343.)

TAULUKKO 4. Tuulen vaikutus pakkasen purevuuteen (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 343).

Tuuli m/s	Ilman lämpötila [°C]								
	10	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30
2	9	4	-1	-6	-11	-16	-21	-26	-31
4	5	-1	-7	-13	-18	-24	-30	-37	-43
6	3	-4	-10	-17	-24	-30	-37	-43	-50
8	1	-6	-13	-20	-27	-34	-41	-48	-55
10	0	-8	-15	-22	-30	-37	-44	-52	-59
12	-2	-9	-17	-24	-32	-39	-47	-54	-62
14	-2	-10	-18	-26	-33	-41	-49	-56	-64
16	-3	-11	-19	-27	-34	-42	-50	-58	-66
18	-3	-11	-19	-27	-35	-43	-51	-59	-67
20	-4	-12	-20	-28	-36	-44	-52	-60	-68

Lämmitysjärjestelmien ja laitteiden valinta

Talvibetonoinnin kannalta olennaiset tarvike- ja laitteistohankinnat tehdään ajoissa. Normaalin betonointikaluston lisäksi työmaalle hankitaan sulatus-, suojaus- ja lämmityslaitteet. (Uusitalo, Ihanamäki, Rajala & Vallin 2004, 103.)

Betonoinnin jälkeen betonirakenteet yleensä suojataan lämmön haihtumisen estämiseksi. Suojauksessa on otettava huomioon tuulen vaikutus vastavaletun betonirakenteeseen, sillä se lisää pakkasen purevuutta, lämmön ja kosteuden haihtumista. (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 342.) Tuulen vaikutus pakkasen purevuuteen on esitetty taulukossa 4.

Suojaustoimenpiteet eivät kuitenkaan ole riittäviä vaan betonirakennetta on lisäksi lämmitettävä. Lämmitysmuotoja ovat:

- ympäröivän ilman lämmittäminen
- muottien lämmittäminen ja
- betonimassan lämmittäminen.

Lämmön siirtäminen lämmitettävään kohteeseen voi tapahtua vastuslangoilla, infrapunasäteilynä, rakennetta ympäröivän ilman tai höyryn avulla. Lämmitysenergia lämmitettävään kohteeseen saadaan öljyllä, sähköllä tai kaasulla. (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 379.) Usein käytetään myös näiden yhdistelmiä. Esimerkiksi holvin

valuissa käytetään yleensä sekä lankalämmitystä että holvin alapuolisia öljypuhaltimia.

.

Betonin jäätyminen ja purkulujuus

Talviolosuhteissa betonoitaessa on otettava huomioon betonin jäätyminen, sillä betoni sisältää vettä. Erittäin vaarallista betonin lujuuskehityksen kannalta on betonin jäätyminen kovettumisen alkuvaiheessa. Kovettumisen aikana tapahtunut betonin jäätyminen voi aiheuttaa 50...80 % lujuuskadon. Lisäksi jäätyminen aiheuttama *valelujuus* voi harhauttaa työmaajohdon. Ennen jäätymistä betonin lujuuden tulee olla niin suuri, että se kestää jäätymisestä aiheutuvat sisäiset rasitukset. Tätä lujuutta kutsutaan jäätymislujuudeksi, joka on kaikilla betonin lujuusluokilla sama **5 MN/m²**. (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 344 - 346.)

Jäätymislujuus määrittää sen minimi lujuuden, jonka jälkeen betoni saa jäätyä kerran vaurioitumatta ja jolloin lämmitys voidaan keskeyttää tuotantoteknisistä syistä. Lisäksi jäätymislujuuden saavuttamisen jälkeen myös muottien kantamattomat osat voidaan irrottaa. Muottien purkaminen tapahtuu kuitenkin vasta muottien purkulujuuden saavuttamisen jälkeen, mikä on yleensä 60 % betonin nimellislajuudesta, joka puolestaan riippuu betonin lujuusluokasta. (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 345 - 350.)

Betonin kovettumisen vaiheet talvibetonoinnissa:

- Älä anna betonin jäätyä, kun *jäätymislujuus* $< 5 \text{ MN/m}^2$.
 - Älä poista kantavia muotteja tai tukirakenteita ennen kuin *purkamislujuus* $\geq 0,6 \cdot K$ (K = betonin lujuusluokka).
 - Älä kuormita täydellä kuormalla ennen kuin *nimellislujuus* K on saavutettu.
- (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 347).

Jäätymislujuuden ja purkamislajuuden laskeminen

Esimerkki 1.

Massan lämpötila on betonoinnin alussa klo13.00 +22 °C. Neljän tunnin kuluttua +23 °C, kahdentoista tunnin kuluttua +26 °C, seitsemäntoista tunnin kuluttua +26 °C, kah-

denkymmenen neljän tunnin kuluttua 25 °C, kolmenkymmenen yhden tunnin kuluttua 24 °C ja neljänkymmenen kolmen tunnin kuluttua 21 °C. Betoni on nopeasti kovettuvaa (rapid) ja lujuusluokka on K 40.

- Milloin betoni saavuttaa jäätymislujuuden 5 MN/m² ?
- Milloin betoni saavuttaa purkamislujuuden eli 60 % nimellislujudesta?

TAULUKKO 5. Betonin kypsyysikä (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 356).

<i>Aika valusta tunteina (h)</i>	<i>Aika valusta vuorokausina t(d)</i>	<i>Aikaväli t(d)</i>	<i>Lämpötila T [°C]</i>	<i>Keski lämpötila aikavälillä</i>	<i>Kypsyyslisä t₂₀ aikavälillä</i>	<i>Kypsyysikä Σ t₂₀ [d]</i>
0	0		22			
4	0,17	0,17	23	22,5	0,19	0,19
12	0,5	0,33	26	24,5	0,41	0,60
17	0,71	0,21	26	26	0,29	0,89
24	1,0	0,29	25	25,5	0,38	1,27
31	1,29	0,29	24	24,5	0,36	1,63
43	1,79	0,5	21	22,5	0,57	2,20

Betonin kypsyysikätaulukko laaditaan betonista mitattujen lämpötilojen ja mittausajankohtien perusteella. Tulokset merkitään taulukkoon. Aikaväli sarakkeeseen laskeaan mittauksien välinen aikaväli vuorokausina. Kun edellä mainitut tiedot ovat merkittyinä taulukkoon, voidaan laskea keskilämpötila aikavälillä. Kypsyyslisä t₂₀ aikavälillä lasketaan kaavalla

$$\left(\frac{T + 16 \text{ °C}}{36 \text{ °C}}\right)^2 \cdot t = t_{20}.$$

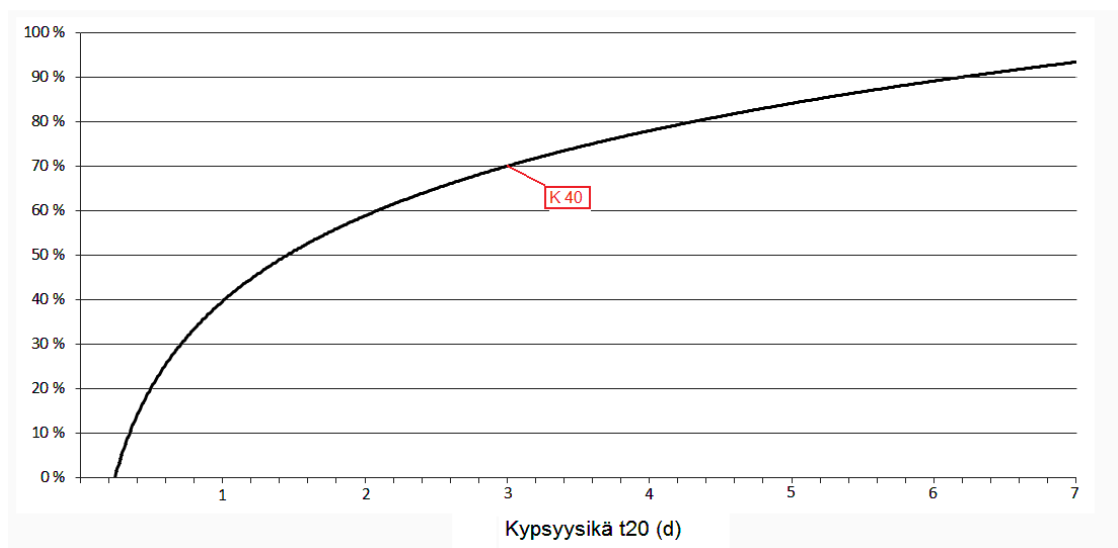
Kaavassa T on keskilämpötila aikavälillä, t aikaväli ja t₂₀ kypsyyslisä aikavälillä.

Kypsyysikä Σ t₂₀ saadaan summaamalla yhteen kypsyyslisä ja kypsyysikä. Neljän tunnin kohdalla kypsyyslisä on sama kuin kypsyysikä. Kahdentoista tunnin kohdalle kypsyysikä lasketaan lisäämällä kypsyyslisään edellisen aikavälin kypsyysikä, jolloin saadaan kypsyysikäksi 0,60. Seuraavat kohdat lasketaan samalla tavalla eli kypsyyslisään summataan edellisen aikavälin kypsyysikä.

- Jäätymislujuus 5 MN/m² on 12,5 % nimellislujudesta 40 MN/m². Kuviosta 2 voidaan katsoa, milloin nopeasti kovettuva betoni K40 saavuttaa 12,5 % ni-

mellislujuudestaan. Sen kypsyysikä 12,5 % kohdalla on noin 0,4 d. Taulukosta 5 nähdään, että jäätymislujuus on varmasti saavutettu 12 tunnin kuluttua, koska kypsyysikä on silloin 0,6 d. Tarkemman tuloksen saa kuitenkin interpoloimalla 0,19 ja 0,60 väliin jolloin tulokseksi tulee 8 tunnin kohdalta 0,43 d.

- b) Purkamislujuus nähdään kuviosta 2, kun mennään 60 % kohdalta käyrälle K40 ja katsotaan vastaava kypsyysikä vuorokausina 2,2 d. Tämän jälkeen katsotaan taulukosta 5, milloin kyseinen kypsyysikä on saavutettu. Taulukon perusteella tulokseksi saadaan 43 tunnin kuluttua.



KUVIO 2. Betonin suhteellinen lujuuden kehitys kypsyysikänsä funktiona massalle, jonka lujuus on K 40. Vaaka-akselilla on betonin kypsyysikä t_{20} vuorokausina (d). Pysty-akselilla oleva prosenttiluku kuvaa betonin lujuuden kehitystä. (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 354.)

6.2 Vaikutukset aikatauluun

Talvibetonointi on huomattavasti hitaampaa kuin kesäolosuhteissa. Tämä johtuu ylimääräisistä työvaiheista ja pakkaspäivistä, jolloin työt keskeytyvät kokonaan. Pakkaspäivät huomioidaan yleisaikataulussa. Pakkaspäivien määrän voi arvioida esimerkiksi edellisen vuoden tilastoitujen säätietojen perusteella. (NCC.)

Työvaiheiden kesto pitenee talviolosuhteissa noin 30 % (NCC). Runkoaikataulun osalta otetaan huomioon työn hidastuminen, sillä jotkin työvaiheet on hankala suorittaa kylmässä säässä. Talviolosuhteissa mukaan tulee myös ylimääräisiä työvaiheita kuten rakenteiden suojaaminen, lämmittäminen, huurteen poisto ja sulattaminen.

Lisäksi rakenteiden kantavuuden kasvu hidastuu ja viivyyttää muottien purkamista. (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 364.)

6.3 Massa vaihtoehdot

Talviolosuhteissa betonin valintaan vaikuttaa ulkoilman lämpötila ja sääolosuhteet, lujuuden kehityksen tavoitteet, lämmitysjärjestelmän käyttö, raudoituksen tiheys ja muottikierto. Muottikierron osalta tuotantorytmi on yleensä jo alkujaan laadittu nopeaksi, mikä edellyttää betonilta nopeaa lujuuden kehitystä. (Suomen betoniyhdistys ry. 2004, 302.)

Nopea lujuudenkehitys voidaan varmistaa valitsemalla nopeammin sitoutuva ja lujuutta kehittävä betonilaatu tai järjestämällä lujuuden kehittymiselle suotuisat olosuhteet. Silloin kun olosuhteet ovat hyvin epäedulliset, kiinnitetään huomiota sekä betonin valintaan että betonin lujuuden kehityksen kannalta suotuisien olosuhteiden järjestämiseen. (Betonin valinta talvivaluissa, 1.)

Betonin lujuudenkehitykseen vaikuttavat ulkoilman lämpötila, tuulen nopeus, sementtityyppi, betonilaatu, betonin lujuusluokka, suojaus ja lämmitys. Haluttu muotinpurkulujuuden saavuttamisajankohta vaikuttaa myös betonilaadun valintaan. Silloin kun muottien purkulujuus halutaan saavuttaa 1-3 vuorokauden iässä ja alle +10 °C olosuhteissa, käytetään lähes aina nopean lujuuden kehityksen omaavia betoneja. (Betonin valinta talvivaluissa, 1.)

Betonin lujuudenkehitys voidaan tapauskohtaisesti varmistaa myös nostamalla betonin suunnitelmissa määrättyä lujuusluokkaa 1-2 lujuusluokalla. Lujuusluokan nostaminen perustuu suuremman lujuusluokan parempaan pakkasenkestävyyteen sekä nopeampaan sitoutumiseen ja lujuudenkehitykseen. (Betonin valinta talvivaluissa, 1.) Pakkasenkestävyys on kovettuneen betonin ominaisuus, jolla tarkoitetaan betonin kykyä kestää toistuvia jäätyminen ja sulamisen aiheuttamia rasituksia (Uusitalo, Ihanamäki, Rajala & Vallin 2004, 37). Kun ulkoilman lämpötila laskee alle -10 °C, pelkällä betonin valinnalla ei voida estää betonin jäätymistä vaan lisäksi on huolehdittava betonin lämmittämisestä ja suojaamisesta (Betonin valinta talvivaluissa, 1).

Kuumabetoni

Talviolosuhteissa yleisesti käytetty menetelmä on myös betonin lämmittäminen, jolla voidaan varmistaa betonin nopea lujuudenkehitys. Kun betoni lämmitetään, puhutaan usein kuumabetonista. Lämpö saadaan betoniin lämmittämällä betoniin käytettävää vettä ja runkoainesta. Betonin lämmittäminen nopeuttaa betonin sitoutumista ja aikaistaa betonin jäykistymistä. Tämän johdosta betonin työstettävyys heikkenee, normaalisti massan käsittelyaika on 1-2 tuntia. (Kuumabetoni, 1.)

Kuumabetonia toimitetaan kahdessa eri lämpötilaluokassa, joita ovat $+30 \pm 5$ °C ja $+40 \pm 5$ °C. Lämpötilaluokan valintaan vaikuttavat sääolosuhteet, muottikalusto, muottikierto ja työmaan lisälämmitystoimenpiteet. Kuumabetonin käyttäminen heikentää betonin loppulujuutta, koska lujuudenkehityksen alkuvaiheessa on suurempi lämpötila kuin normaalia betonia käytettäessä. Lujuuskadosta johtuen käytetään suurempaa betonin lujuusluokkaa kuin, mitä suunnitelmissa on määrätty. Lujuuskato otetaan aina huomioon betonitehtaalla, joten työmaalla betonia tilattaessa betonin lujuusluokkaa ei tarvitse korottaa. Lisäksi kuumabetonia käytettäessä olisi järkevää käyttää myös mahdollisimman nopeasti kovettuvaa betonia, jotta betoni ei menetä lämpöään ennen sitoutumis- ja kovettumisreaktioita. (Kuumabetoni, 1 - 2.)

Kuumabetonointi suoritetaan yleensä pumpulla, jolloin betoni siirtyy valukohteeseen mahdollisimman nopeasti ja lämpöhäviöt minimoidaan. Koska kuumabetonin työstettävyys aika on lyhyempi kuin normaalilla betonilla, se vaatii häiriöttömän betonoinnin. Kuumabetoni on suojattava välittömästi valamisen jälkeen ja suojauksen tulee ulottua myös reuna-alueille, joissa lämmön haihtuminen on vaikeinta hallita. (Kuumabetoni, 2.)

Pakkasbetoni

Pakkasbetonia käytetään silloin, kun betonirakenteen jäätyminen tuoreena on mahdollista. Pakkasbetonia käytetään ohuissa ja kapeissa valuissa kuten elementtien saumaus- ja juotosvaluissa. Pakkasbetonia käytetään myös silloin, kun betonia ei voida lämmittää tai suojata ja normaali betoni jäätyisi. (Rudus-pakkasbetoni talvivaluihin, 1.)

Pakkasbetonin käyttöalue on $+5...-5$ °C. Jos tässä lämpötilassa käytetään normaalia betonia, joudutaan turvautumaan lisälämmitykseen ja lämpösuojaukseen. Pakkasbetonissa veden jäätympistettä on alennettu jäätyminenestoaineella. Tämän johdosta vesi ei jäädy vaan laajenee huokosrakenteessa ja tuore betoni kestää alle 0 °C läm-

pötiloja vaurioitumatta. Ehdoton raja on kuitenkin $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, jonka jälkeen myös pakkasbetoni voi jäätyä. (Rudus-pakkasbetoni talvivaluihin, 1.)

HUOM!

Pakkasbetonia on varottava sekoittamasta pakkasenkestävään eli säänkestävään betoniin, joka kestää *kovettuneena* toistuvaa jäätymis- ja sulamisrasitusta (Rudus-pakkasbetoni talvivaluihin, 2). Pakkasbetonin ominaisuudet ovat siis tuoreen betonin ominaisuuksia.

TIIVISTEMÄ

Talviolosuhteissa käytettäviä menetelmiä ja betoneja:

- lujuusluokan nosto 1 - 2 lujuusluokalla
- nopeasti kovettuvat betonit
- kuumabetoni ja
- pakkasbetoni.

6.4 Pystyrakenteet

Talviolosuhteissa suojaaminen aloitetaan jo muoteista ja raudoituksista, jotta minimoidaan muottien ja raudoituksen puhdistaminen sekä sulattaminen lumesta ja jäästä. Jos suojausta ei tehdä, puhdistetaan muotit, rauditus ja seinärakenteen alaosa lumesta ja jäästä ennen betonointia tohoa tai höyrypuhallinta käyttäen. Lisäksi asennetaan tarvittavat lankalämmitykset seinän reuna-alueelle. (NCC.)

Pystyrakenteita betonoitaessa yleisin ongelma on betonin hidas lujuuden kehitys seinän alaosassa. Ongelman aiheuttaa betonin valaminen kylmää alustaa vasten. Vaikka suurmuoteissa onkin lämmitys, seinän alaosaan ja muille reuna-alueille järjestetään lankalämmitys (kuva 18). (Vuorinen 2011, 14.) Mikäli käytetään kasettimuottia, lankalämmitys tehdään koko seinän alueelle, koska niissä ei ole valmiina lämmitystä. Lämpölangat asennetaan seinään noin 30 cm välein vaakasuunnassa unohtamatta kuitenkaan reuna-alueita. (NCC.) Lisäksi kylmät pinnat lämmitetään ennen betonointia, mutta yleensä laatan alapuolinen lämmitys turvaa seinän alaosan lämmityksen. (Vuorinen 2011, 14).

Valun jälkeen seinän yläosa suojataan tavallisesti routamattokaista, joka estää lämmön ja kosteuden haihtuminen betonista. Suojaamisen jälkeen routamatto kaistan läpi painetaan tartunnat seuraavalle seinälle. (NCC.)



KUVA 18. Lankalämmitys valettavan seinän reuna-alueella. Kuvassa näkyy lisäksi seinän alaosan välike, johon toisen muottipuoliskon muottipinta asetetaan tiiviisti kiinni. Kuva Maiju Leskinen.

TIIVISTELMÄ

- Puhdista muotit ja raudoitus lumesta ja jäädästä.
- Huomioi erityisesti seinän alaosa.
- Asenna lankalämmitys.
- Lämmitä kylmät pinnat ennen betonointia.
- Suojaa rakenteen yläosa betonoinnin jälkeen.
- Asenna tartuntateräksset.

6.5 Vaakarakenteet

Holviraudoitus ja muottipinta suojataan yleensä pressulla ennen betonointia, jotta vältetään turhilta lumitöiltä sekä jään sulattamiselta. Jos suojausta ei tehdä, muottipinta sekä raudoitus puhdistetaan ja sulatetaan lumesta ja jäädästä ennen valua. Sulat-

tamiseen käytetään tohoa tai höyrypuhallinta (kuva 19). Holvin reuna-alueille sekä kylmäsiltojen kohdalle asennetaan lankalämmitys. (NCC.)



KUVA 19. Holvimuottipinnan puhdistaminen höyrypuhaltimella ennen valua. Kuvassa näkyy myös hormielementti, jonka pää on peitetty vanerilla etteivät putket täyty lumesta tai muista roskista. Kuva Maiju Leskinen.

Lisäksi holvin alapuolelle järjestetään kuumailmalämmitys, jonka energialähteenä käytetään öljyä. Holvin alapuoli tehdään tiiviiksi ja vedottomaksi esimerkiksi pressuja käyttämällä (kuva 20). Erityisen tiiviiksi kohdat tehdään siellä, missä lämmitysteho on suurimmillaan. (Vuorinen 2011, 14.) Yleissääntönä on, että kuumailmalämmittimiä on ainakin jokaisessa huoneistossa holvin alapuolella. (NCC.)

Holvin valamisen yhteydessä betoniin asennetaan betonin lämpötilan seuranta-antureita lujouden kehityksen seuraamiseksi. Anturit asennetaan kylmille alueille ja yleensä ne ovat holvin reuna-alueita. Antureita ei saa asentaa lämpölankojen läheisyyteen. Betonin lämpötilaa seurataan kylmissä kohdissa, koska siellä betonin lujouden kehitys on hitaampaa ja muottien purkuhetkellä näissä kohdissa on suurimmat rasiutukset. (Vuorinen 2011, 14.)



KUVA 20. Holvin suojaus valun jälkeen. Kuva Maiju Leskinen.

Talviolosuhteissa ei yleensä käytetä jälkihoitoainetta, koska se ei toimi talviolosuhteissa eikä betoni myöskään sitoudu niin nopeasti kuin kesäolosuhteissa. Yleensä talvella betonia ei myöskään hierretä vaan se jää lautapinnalle. Betonoinnin jälkeen valu suojataan esimerkiksi routamattokaistoilla, joiden päälle laitetaan painoja esimerkiksi lautoja niiden pysymiseksi paikoillaan (kuva 20). Valun suojaamisessa kiinnitetään huomiota erityisesti siihen, että suojapeitteet vedetään riittävän pitkälle holvin reunojen yli, jotta tuuli ei pääse peitteiden alle.(NCC.)

TIIVISTELMÄ

- Puhdista muotit ja raudoitus lumesta ja jäästä.
- Asenna lankalämmitys holvin reuna-alueelle.
- Asenna kuumailmalämmitys ja tiivistä holvin alapuoli.
- Asenna betonin lämpötilaa mittaavat anturit.
- Suojaa rakenne betonoinnin jälkeen.
- Suojaa holvin reuna alue erityisen hyvin.
- Seuraa betonin lujuuden kehitystä.

7 POHDINTA

Opinnäytetyöni tavoitteena oli laatia ohje NCC Rakennus Oy:lle paikallavalurungon tuotantosuunnittelussa huomioitavien asioiden opastukseen sekä tuotantotapoihin liittyvän tiedon välitykseen NCC Rakennus Oy:n alueyksiköiden välillä. Yhtenä tavoitteena oli myös että ohjetta voidaan käyttää opiskelumateriaalina oppilaitoksissa sekä työmaalla työnjohdon apuvälineenä varsinkin silloin, kun työnjohdon työkokemus on vielä vähäinen.

Työ toteutettiin kuvaamalla ja seuraamalla paikallavalurunkoon liittyviä työvaiheita. Kuvamateriaalia hyödynnettiin paikallavalurungon työvaiheiden menetelmäkuvauksessa ja niitä liitettiin tekstin tueksi. Työhön laadittiin liitteiksi suurmuottisuunnitelma, runkoaikataulu ja ohjekortit eri työvaiheissa huomioitavien asioiden varmistamiseen työmaalla. Työhön sisältyi myös paljon tiedon hankkimista rakennusmestareilta- ja insinööreiltä, koska paikallavalurungon työvaiheisiin ja varsinkin tuotantosuunnitelmiin kuten suurmuottisuunnitelmaan liittyvää kirjallista materiaalia oli vähän saatavissa.

Mielestäni opinnäytetyöni onnistui kokonaisuutena hyvin ja olen saavuttanut työlle asetetut tavoitteet. Työtä voidaan käyttää työtapoihin liittyvän tiedon välittämiseen ja opintomateriaalina tekstin joukkoon lisättyjen tiivistelmien ansiosta. Tiivistelmät on tarkoitettu tärkeiden asioiden kertaamiseen tekstin lukemisen jälkeen. Työ sisältää myös hyviä esimerkkejä betonin tilaamisesta ja suurmuottisuunnitelman tekemisestä sekä itse suunnitelmasta. Työn liitteenä olevat ohjekortit ovat myös avuksi työnjohdolle ja niiden avulla voidaan minimoida työmaalla tapahtuvat virheet sekä niistä aiheutuvat ylimääräiset kustannukset.

Työn tekemisen aikana opin paljon uutta ja olin motivoitunut työn tekemiseen, vaikka tiesin että työ tulee olemaan haastava. Koin työn haastavaksi, koska en varsinaisesti ole suuntautunut talonrakennustuotantoon vaan rakennus- ja tuotesuunnitteluun. Haastavaksi työn teki paikallavalurakentamisen kannalta tärkeiden työvaiheiden löytäminen ja niiden kuvaaminen. Koska aloitin työn tekemisen työvaiheita kuvaamalla, oli hankala kuvata juuri oikeita työvaiheita. Oikeastaan vasta nyt työn kirjoittamisen jälkeen osaisin kuvata juuri niistä oikeista ja ratkaisevista työvaiheista, jotka voisi liittää osaksi tekstiä.

Työn tekeminen oli mielenkiintoista ja työn tekemisen aikana halu työskennellä talonrakennustuotannon tehtävissä kasvoi entisestään. Tämä työ antoi minulle hyvät läh-

tökohdat tulevaisuutta varten. Uskon, että tämän työn tekemisestä on minulle hyötyä työskennellessäni sitten missä tahansa rakentamiseen liittyvissä tehtävissä.

LÄHTEET

Betoni. Paikallavalurakentaminen. Betonityöt. Betonointisuunnitelma. [Viitattu 22.2.2012]. Saatavissa:

<http://www.betoni.com/fi/Paikallavalurakentaminen/Betonityöt/Betonointisuunnitelma/>

Betonin jälkihoito. [Verkkajulkaisu]. Lohja Rudus. [Viitattu 31.3.2012].

Saatavissa: <http://www.rudus.fi/Download/21944/Betonin%20jälkihoito.pdf>

Betonin valinta talvivaluissa.[Verkkajulkaisu]. Lohja Rudus. [Viitattu 30.3.2012].

Saatavissa: http://www.rudus.fi/Download/21873/RudusInfo_1_2007.pdf

Elpotek. Tuotteet. [viitattu 20.3.2012]

Saatavissa: <http://www.rudus.fi/elpotek/tuotteet>

Ihanamäki, J., Uusitalo, J., Rajala, R., & Vallin, O. 2004. *Betonityöt*. Helsinki: Rakennustieto.

Inkinen Sami, Leskinen Pentti, Pirskanen Ville & Vahvaselkä Olli. 2012. Rakennusmestarit ja -insinöörit. NCC Rakennus Oy.

Jormalainen, P., Pärssinen, V., Ruohomäki, J., Saarikivi, E., & Söderholm, K. 2004. *Raudoitustyöt*. Helsinki: Rakennustieto.

Juotosbetonit, sauma-, juotos- ja täyttövaluihin. [Verkkajulkaisu]. Lohja Rudus. [Viitattu 31.3.2012].

Saatavissa: <http://www.rudus.fi/Download/21829/Juotosbetonit.pdf>

Kone-Ratu 06-3021. Holvimuotti, palkkimuotti ja pilarimuotti 1991. Helsinki: Rakennustieto.

Kone-Ratu 06-3023. Muottikaluston käyttö ja valinta. Suunnitteluohje 1992. Helsinki: Rakennustieto.

Koskenvesa, A; & Mäki; T. 2007. *Ratu Aikataulukirja 2008*. 11. uud. painos. Helsinki: Rakennustieto.

Kuumabetoni. [Verkkajulkaisu]. Lohja Rudus. [Viitattu 31.3.2012].
Saatavissa: <http://www.rudus.fi/Download/21836/kuumabetoni.pdf>

Rami 20 holvimuottijärjestelmä.[Verkkajulkaisu]. Ramirent. [viitattu 22.3.2012] Saata-
vissa:
[http://www.ramirent.fi/files/attachments/ramirent_fi/tuote-esitteet/turva-
_ja_muottitekniikka/rami_20_holvimuot_jarj_.pdf](http://www.ramirent.fi/files/attachments/ramirent_fi/tuote-esitteet/turva-
_ja_muottitekniikka/rami_20_holvimuot_jarj_.pdf)

Ratu 23-0275. Betonointi 2004. Helsinki: Rakennustieto.

Ratu 21-0270. Levymuottityö 2005. Helsinki: Rakennustieto.

Ratu 22-0274. Raudoitus 2004. Helsinki: Rakennustieto.

Ratu 21-0273. Suur- ja erikoismuottityö 2005. Helsinki: Rakennustieto.

Rudus-pakkasbetoni talvivaluihin. [Verkkajulkaisu]. Lohja Rudus. [Viitattu 31.3.2012].
Saatavissa: http://www.rudus.fi/Download/21970/Rudus_Info_09-01.pdf

Saarijärvi Jorma. 2012. *Työmaatekniikka. Suurmuottityö.*
Savonia-ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikka. Luentomateriaali.

Suomen betoniyhdistys ry. 2004. *Betonitekniikan oppikirja by 201.* 5. uud. painos.
Helsinki: Suomen betonitieto Oy.

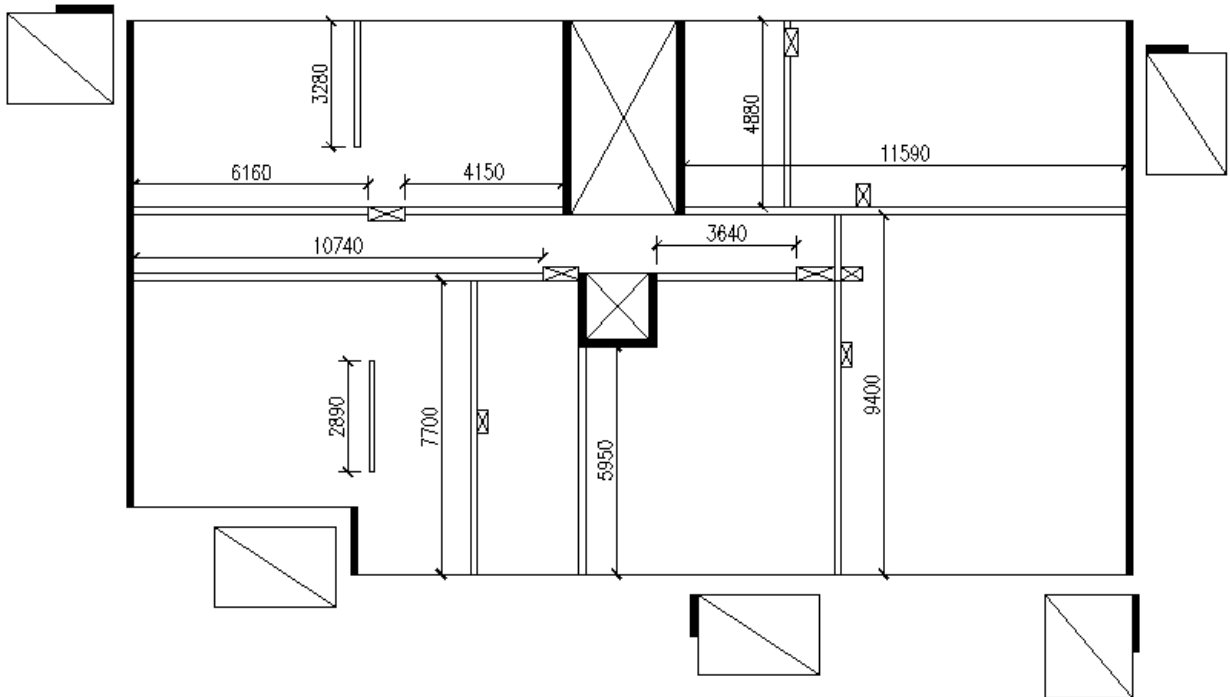
Suomen betoniyhdistys ry. Paikallavalurakentaminen. Betonityöt. Betonointisuunni-
telma [viitattu 28.2.2012] Saatavissa:
<http://www.betoni.com/fi/Paikallavalurakentaminen/Betonityöt/Betonointisuunnitelma/>

Varaudu talveen ajoissa.[Verkkajulkaisu]. Lohja Rudus.. [Viitattu 30.3.2012]. Saata-
vissa:
<http://www.rudus.fi/Download/24665/2010-3%20Talvibetonointi.pdf>

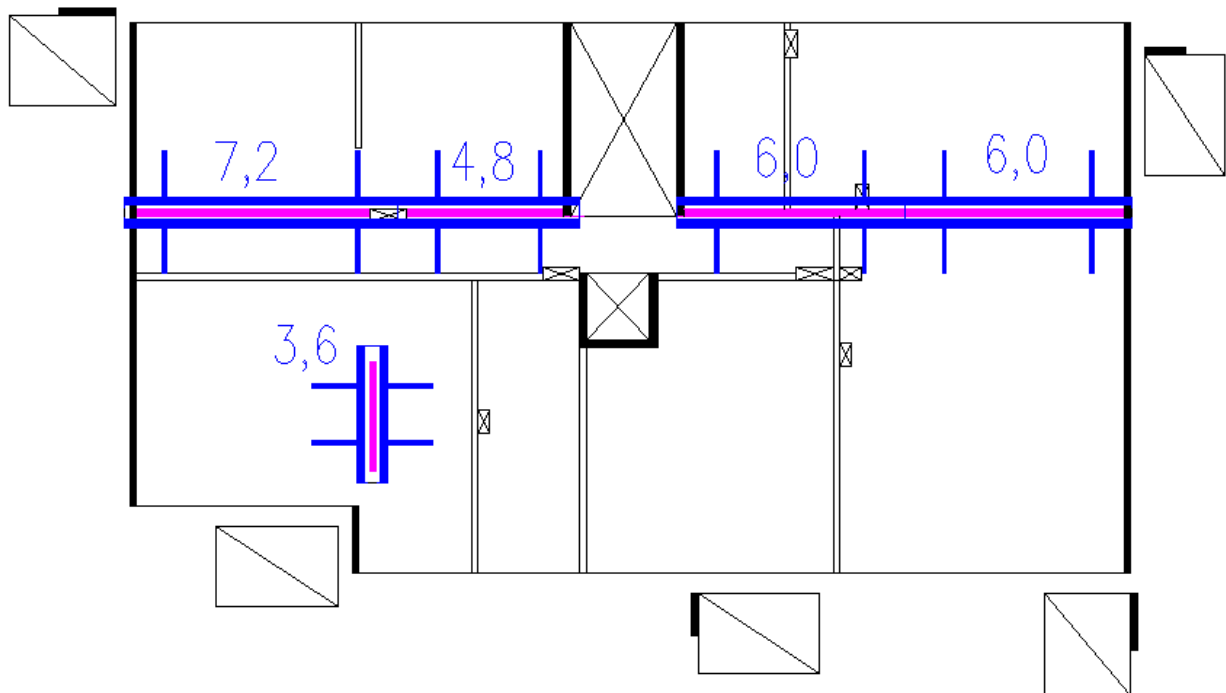
Vuorinen, P. 2011. *Talvibetonointi on osaamista.* Rakennustaito. 9/2011 106 vsk. 14 -
16.Artikkeli

Hierarkia	Selite	Kesto	Alkaa	2012									
				Helmikuu	Maaliskuu	10	11	12	13				
1	1. Kerros (Pistetalo)	9 pv											
1.1	Suurmuottityö	3 pv	5.3.2012			1							
1.2	Kuori-, elpohormit ja parvekelementit	3 pv	7.3.2012			1.1	2 KVM;RM;						
1.3	Holvimuottityö	6 pv	8.3.2012			1.2	2 ELM;						
1.3.1	Holvin laudoitus	4 pv	8.3.2012			1.3							
1.3.1	Holvin laudoitus	4 pv	8.3.2012			1.3.1	2 KVM;RM;						
1.3.2	Holvin rauta-, sähkö- ja lv-työt	4 pv	9.3.2012			1.3.2	2 RAUD;						
1.3.3	Holvin betonointi	1 pv	15.3.2012			1.3.3	3 RM;						
2	1. kerros (L-runko ja kaksi pistetalo)	12 pv				2							
3	OSA A/ TALO A	9 pv				3							
3.1	Suurmuottityö	3 pv				3.1	2 KVM;RM;						
3.2	Kuori-, elpohormit ja parvekeelementit	3 pv	7.3.2012			3.2	2 ELM;						
3.3	Holvimuottityö	6 pv				3.3							
3.3.1	Holvin laudoitus	4 pv	8.3.2012			3.3.1	2 KVM;RM;						
3.3.2	Holvin rauta-, sähkö ja lv-työt	4 pv	9.3.2012			3.3.2	2 RAUD;						
3.3.3	Holvin betonointi	1 pv	15.3.2012			3.3.3	3 RM;						
4	OSA B/ TALO B	9 pv				4							
4.1	Suurmuottityö	3 pv	8.3.2012			4.1	2 KVM;RM;						
4.2	Kuori-, elpohormit ja parvekeelementit	3 pv	12.3.2012			4.2	2 ELM;						
4.3	Holvimuottityö	6 pv				4.3							
4.3.1	Holvin laudoitus	4 pv	13.3.2012			4.3.1	2 KVM;RM;						
4.3.2	Holvin rauta-, sähkö ja lv-työt	4 pv	14.3.2012			4.3.2	2 RAUD;						
4.3.3	Holvin betonointi	1 pv	20.3.2012			4.3.3	3 RM;						

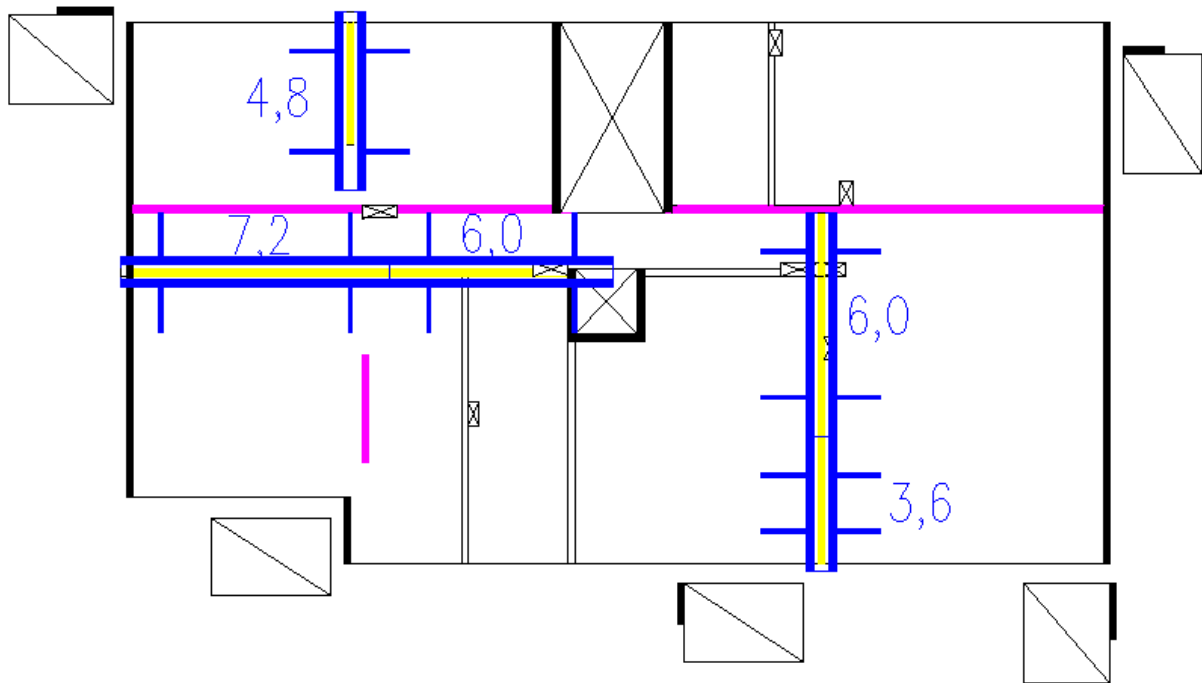
Käytössä on viisi muottiparia, joiden koot ovat 7,2 m, 6,0 m, 4,8 m ja 3,6 m. Kuuden metrin pituisia muotteja on kaksi kappaletta. Muotit tukijalkoineen on kuvattu sinisellä. Muotit merkityt seinät ovat elementtejä ja ne asennetaan suurmuottityön jälkeen.



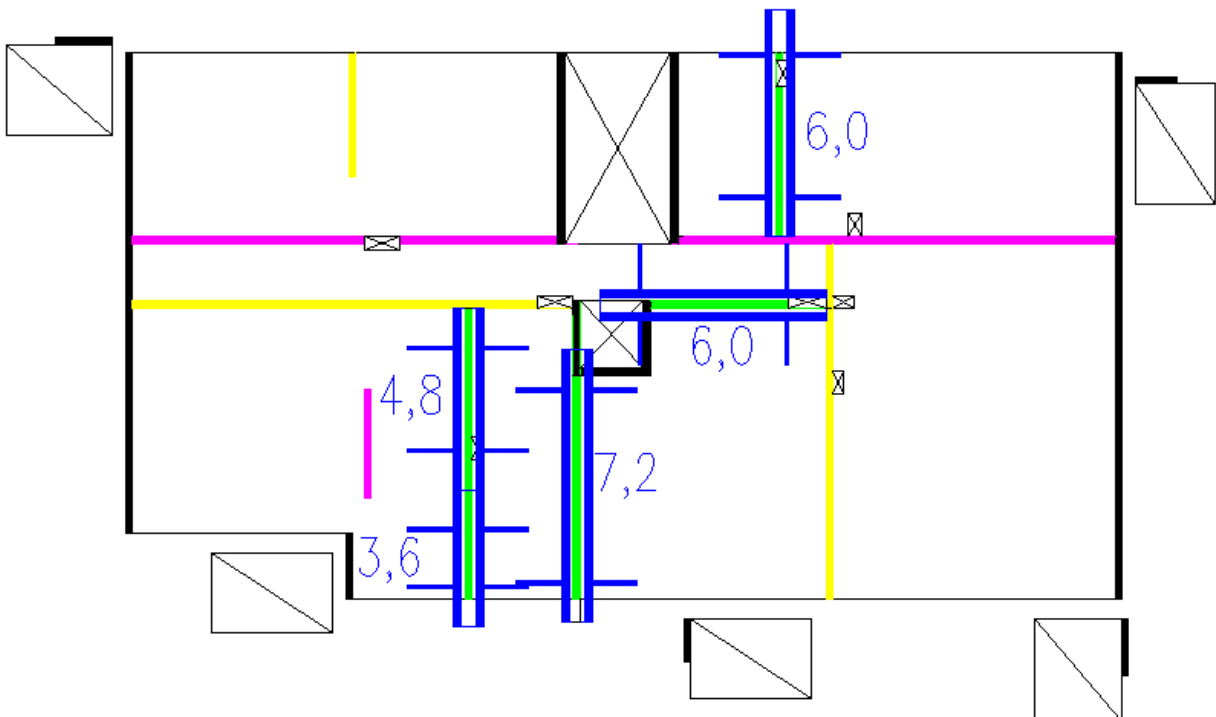
1. PÄIVÄ



2. PÄIVÄ

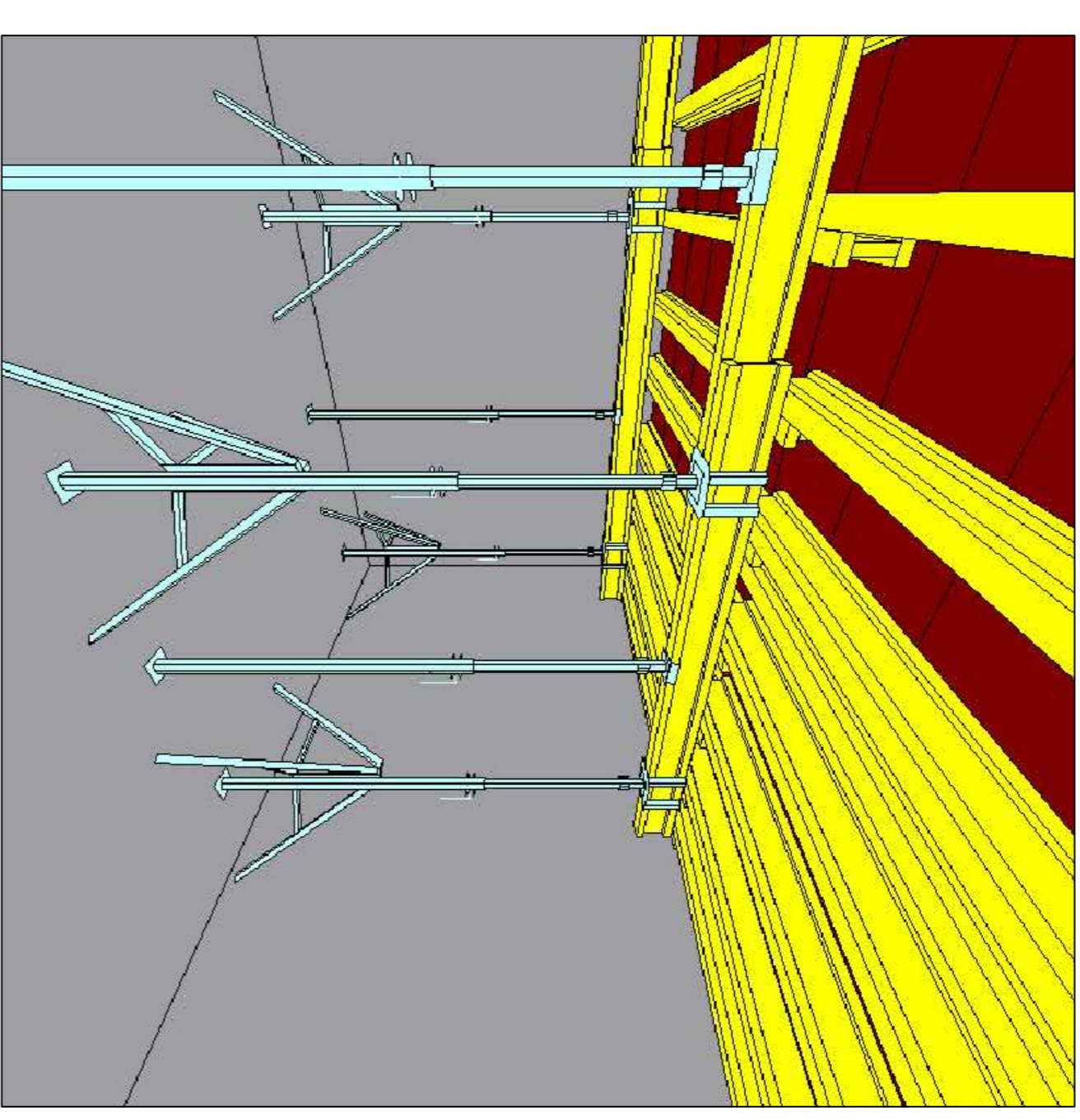


3. PÄIVÄ



RAMI 20

holvimuottijärjestelmä



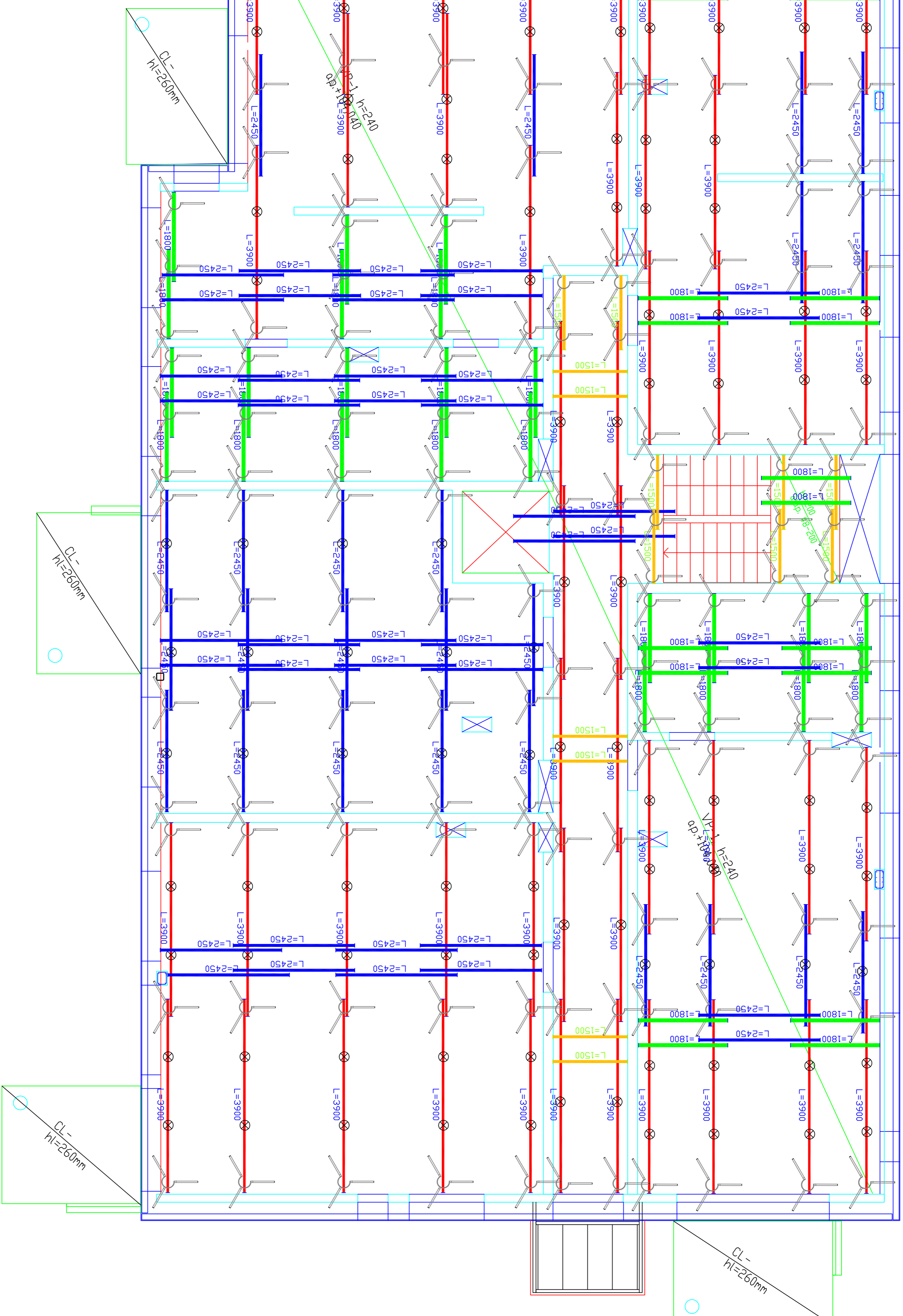
Laskenta		Käyttöolosuhteet		Materiaalilajit	
Luokka	Käyttöaste	Käyttöaste	Käyttöaste	Materiaali	Materiaali
1-2	0,80	0,80	0,80	Alumiini	Alumiini
3-4	0,60	0,60	0,60	Alumiini	Alumiini
5-6	0,40	0,40	0,40	Alumiini	Alumiini
7-8	0,20	0,20	0,20	Alumiini	Alumiini
9-10	0,10	0,10	0,10	Alumiini	Alumiini
11-12	0,05	0,05	0,05	Alumiini	Alumiini
13-14	0,02	0,02	0,02	Alumiini	Alumiini
15-16	0,01	0,01	0,01	Alumiini	Alumiini
17-18	0,005	0,005	0,005	Alumiini	Alumiini
19-20	0,002	0,002	0,002	Alumiini	Alumiini
21-22	0,001	0,001	0,001	Alumiini	Alumiini
23-24	0,0005	0,0005	0,0005	Alumiini	Alumiini
25-26	0,0002	0,0002	0,0002	Alumiini	Alumiini
27-28	0,0001	0,0001	0,0001	Alumiini	Alumiini
29-30	0,00005	0,00005	0,00005	Alumiini	Alumiini
31-32	0,00002	0,00002	0,00002	Alumiini	Alumiini
33-34	0,00001	0,00001	0,00001	Alumiini	Alumiini
35-36	0,000005	0,000005	0,000005	Alumiini	Alumiini
37-38	0,000002	0,000002	0,000002	Alumiini	Alumiini
39-40	0,000001	0,000001	0,000001	Alumiini	Alumiini
41-42	0,0000005	0,0000005	0,0000005	Alumiini	Alumiini
43-44	0,0000002	0,0000002	0,0000002	Alumiini	Alumiini
45-46	0,0000001	0,0000001	0,0000001	Alumiini	Alumiini
47-48	0,00000005	0,00000005	0,00000005	Alumiini	Alumiini
49-50	0,00000002	0,00000002	0,00000002	Alumiini	Alumiini
51-52	0,00000001	0,00000001	0,00000001	Alumiini	Alumiini
53-54	0,000000005	0,000000005	0,000000005	Alumiini	Alumiini
55-56	0,000000002	0,000000002	0,000000002	Alumiini	Alumiini
57-58	0,000000001	0,000000001	0,000000001	Alumiini	Alumiini
59-60	0,0000000005	0,0000000005	0,0000000005	Alumiini	Alumiini
61-62	0,0000000002	0,0000000002	0,0000000002	Alumiini	Alumiini
63-64	0,0000000001	0,0000000001	0,0000000001	Alumiini	Alumiini
65-66	0,00000000005	0,00000000005	0,00000000005	Alumiini	Alumiini
67-68	0,00000000002	0,00000000002	0,00000000002	Alumiini	Alumiini
69-70	0,00000000001	0,00000000001	0,00000000001	Alumiini	Alumiini
71-72	0,000000000005	0,000000000005	0,000000000005	Alumiini	Alumiini
73-74	0,000000000002	0,000000000002	0,000000000002	Alumiini	Alumiini
75-76	0,000000000001	0,000000000001	0,000000000001	Alumiini	Alumiini
77-78	0,0000000000005	0,0000000000005	0,0000000000005	Alumiini	Alumiini
79-80	0,0000000000002	0,0000000000002	0,0000000000002	Alumiini	Alumiini
81-82	0,0000000000001	0,0000000000001	0,0000000000001	Alumiini	Alumiini
83-84	0,00000000000005	0,00000000000005	0,00000000000005	Alumiini	Alumiini
85-86	0,00000000000002	0,00000000000002	0,00000000000002	Alumiini	Alumiini
87-88	0,00000000000001	0,00000000000001	0,00000000000001	Alumiini	Alumiini
89-90	0,000000000000005	0,000000000000005	0,000000000000005	Alumiini	Alumiini
91-92	0,000000000000002	0,000000000000002	0,000000000000002	Alumiini	Alumiini
93-94	0,000000000000001	0,000000000000001	0,000000000000001	Alumiini	Alumiini
95-96	0,0000000000000005	0,0000000000000005	0,0000000000000005	Alumiini	Alumiini
97-98	0,0000000000000002	0,0000000000000002	0,0000000000000002	Alumiini	Alumiini
99-100	0,0000000000000001	0,0000000000000001	0,0000000000000001	Alumiini	Alumiini

KOHDETIEDOT

Tuentakorkuus = 3000mm
 Laatan paksuus = 240mm
 Vaneri = 21mm
 Koolaus maks. k/k = 500mm
 Niska maks. k/k = 2000mm
 Terästuki maks. k/k = 1380mm

HUOMIII!
 MITATTARKASTETTAVA TYÖMAALLA!

SUUNNITTELMA ESITTÄÄ
 LASKENNAALLISEN RATKAISUN
 ASENNUSTYÖSSÄ TYÖMAAN
 TULEE HUOMIOIDA TYÖ-
 TURVALLISUUS III!



KALUSTO	PKK	SIJAIN	TARK.	ERITTELY
Rami 20				

RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSOITE
AS OY KUOPION LAIVAKAARI
 LAIVAKATU 2
 70840 KUOPIO

RAMIRENT
 RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSOITE
 AS OY KUOPION LAIVAKAARI
 LAIVAKATU 2
 70840 KUOPIO

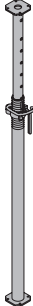


TYÖ NRO
0591-3
 PÄIVÄYS
 12.4.2011



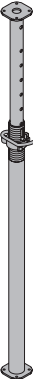
	[kg]	Artikel nr.
Doka holvituki Eurex 20 250 korkeus: 152 - 250 cm	12,9	586086000
Doka holvituki Eurex 20 300 korkeus: 172 - 300 cm	15,3	586087000
Doka holvituki Eurex 20 350 korkeus: 197 - 350 cm	17,8	586088000
Doka holvituki Eurex 20 400 korkeus: 227 - 400 cm	22,2	586089000
Doka holvituki Eurex 20 550 korkeus: 297 - 550 cm Doka-Deckenstütze Eurex 20	34,6	586090000

sinkitty
Sallittu kantavuus: Jokaisessa nosto-
korkeudessa 20 kN EN 1065 mukai-
sesti.




Doka holvituki Eurex 30 250 korkeus: 152 - 250 cm	14,8	586092000
Doka holvituki Eurex 30 300 korkeus: 172 - 300 cm	16,7	586093000
Doka holvituki Eurex 30 350 korkeus: 197 - 350 cm	20,5	586094000
Doka holvituki Eurex 30 400 korkeus: 227 - 400 cm	24,9	586095000
Doka holvituki Eurex 30 450 korkeus: 248 - 450 cm Doka-Deckenstütze Eurex 30	29,2	586119000

sinkitty
Sallittu kantavuus: Jokaisessa nosto-
korkeudessa 30 kN EN 1065 mukai-
sesti.



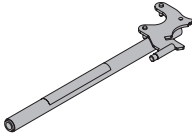
Doka holvituki Eco 20 250 korkeus: 152 - 250 cm	11,7	586134000
Doka holvituki Eco 20 300 korkeus: 172 - 300 cm	13,0	586135000
Doka holvituki Eco 20 350 korkeus: 197 - 350 cm	15,3	586136000
Doka holvituki Eco 20 400 korkeus: 227 - 4010 cm Doka-Deckenstütze Eco 20	19,1	586137000

sinkitty
Sallittu kantavuus: Jokaisessa nos-
tkorkeudessa 20 kN ÖNORM B 4009
mukaisesti.



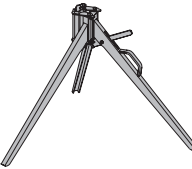
	[kg]	Artikel nr.
Yleis-purkutyökalu Universal-Lösewerkzeug	3,7	582768000

sinkitty
pituus: 75,5 cm



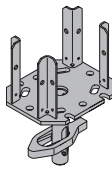
Terästuen tukijalka Stützbein	15,6	586155000
---	------	-----------

sinkitty
korkeus: 100 cm



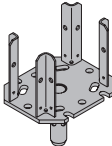
Haarukkapää H20, pudotus Absenkkopf H20	6,1	586174000
---	-----	-----------

sinkitty
pituus: 25 cm
leveys: 20 cm
korkeus: 38 cm




Haarukkapää H20 Vierwegkopf H20	4,0	586170000
---	-----	-----------

sinkitty
pituus: 25 cm
leveys: 20 cm
korkeus: 33 cm




Lukituspultti 16mm Federbolzen 16mm	0,25	582528000
---	------	-----------

sinkitty
pituus: 15 cm
Pakkausyksikkö: 100 Kpl



Kiertopää H20 DF Haltekopf H20 DF	0,77	586179000
---	------	-----------

sinkitty
pituus: 19 cm
leveys: 11 cm
korkeus: 8 cm



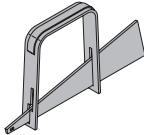
U-pää 12,5cm Kopfgabel 12,5cm	1,2	586171000
---	-----	-----------

sinkitty
korkeus: 23 cm




Reevaliitin B Verschwertungsklammer B	1,4	586195000
---	-----	-----------

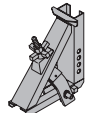
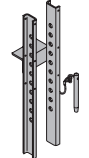
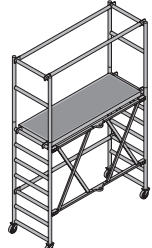
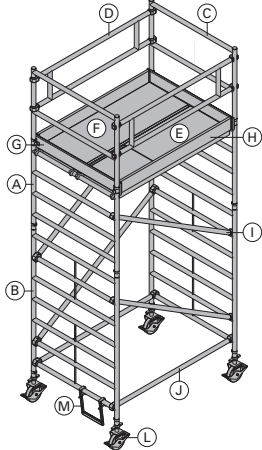
maalattu siniseksi
pituus: 36 cm

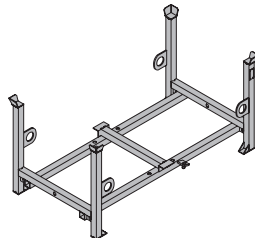
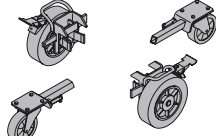

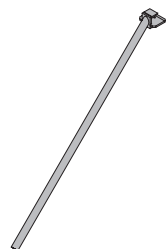
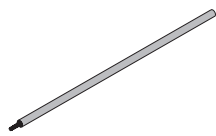
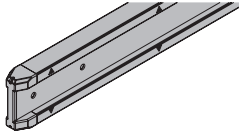
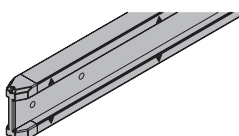


Holvin reunamuotin tuki 30cm Universal-Abschalwinkel 30cm	1,0	586232000
---	-----	-----------

sinkitty
korkeus: 21 cm
Pakkausyksikkö: 20 Kpl



	[kg]	Artikel nr.
Palkkisolki 20 Balkenzwinge 20  sinkitty pituus: 30 cm korkeus: 35 cm	6,9	586148000
Palkkisolki, korotusosa 60cm Balkenaufsatz 60cm  sinkitty	4,4	586149000
Asennusteline DF Mobilgerüst DF  Alu pituus: 195 cm leveys: 80 cm korkeus: 290 cm	44,0	586157000
Doka alumiiniteline Z Doka-Fahrgerüst Z sisältää osat: (A) Päätykehä Z 1,00m (B) Päätykehä Z 2,00m (C) Suojakaidekehä Z 1,00m (D) Työtasokonsolin kaide Z 1,80m (E) Työtaso Z kulkuluukulla 1,80m (F) Työtaso Z ilman kulkuluukua 1,80m (G) Jalkalista lyhyt Z 1,35m (H) Jalkalista pitkä Z 1,80m (I) Vinosauva Z 2,00m (J) Vaakasauva Z 1,80m (K) Kolmiotuki Z (ilman kuvaa) (L) Telinepyörä Z D200mm (M) Lisäaskelma Z (N) Tason vinotuki Z (ilman kuvaa) (O) Lisäpaino Z (ilman kuvaa)	6,7 586016000 11,3 586017000 4,1 586021000 6,5 586022000 17,5 586023000 17,0 586024000 4,0 586025000 5,1 586026000 3,0 586027000 2,8 586028000 5,3 586029000 7,1 586030000 2,5 586031000 2,5 586032000 10,0 586033000	
 Alu Ankkurointi katso asennus- ja käyttöohjeet.		

	[kg]	Artikel nr.
Doka kuljetus- ja varastointikeh. 1,55x0,85m Doka-Stapelpalette 1,55x0,85m  sinkitty korkeus: 77 cm Maks. kantavuus: 1100 kg Noudata käyttöohjetta!	42,0	586151000
Kiinnitettävä pyöräsarja Anklemm-Radsatz  maalattu siniseksi Maks. kantavuus: 1100 kg	33,5	586154000
Alu-asennushaarukka H20 Alu-Trägergabel H20  Alu keltaiseksi maalattu pituus: 176 cm	2,4	586182000
Purkutyökalu DF 1,20m Ausschalheber DF 1,20m  keltaiseksi maalattu	2,7	586158000
Purkutyökalun pidennys DF 1,20m Hebelverlängerung DF 1,20m  keltaiseksi maalattu	2,0	586159000
Doka palkki H20 top N 2,65m Doka palkki H20 top N 3,90m Doka-Träger H20 top N  keltaiseksi kuultosilattu Sallittu taivutusmomentti: 5,0 kNm Sallittu poikittaisvoima: 11,0 kN Berliinin Rakennusteknisen Instituutin hyväksynnän mukaisesti. Arvot pätevät vain puupalkkien pystyasennossa käyttöön.	13,8 20,0	189013000 189017000
Doka palkki H20 top P 2,65m Doka palkki H20 top P 3,90m Doka-Träger H20 top P  keltaiseksi kuultosilattu Sallittu taivutusmomentti: 5,0 kNm Sallittu poikittaisvoima: 11,0 kN Berliinin Rakennusteknisen Instituutin hyväksynnän mukaisesti. Arvot pätevät vain puupalkkien pystyasennossa käyttöön.	14,3 20,8	189703000 189707000

	[kg]	Artikel nr.
Dokadur paneeli 21 200/50cm	11,0	186083000
Dokadur paneeli 21 250/50cm	13,8	186081000
Dokadur paneeli 21 200/50cm BS	11,0	186083100
Dokadur paneeli 21 250/50cm BS	13,8	186081100

Dokadur-Paneel 21

Korkealuokkaiset holvipaneelit, kolmikerrosperusta, 21 mm, iskunkestävällä muovikehällä.

Puhtaat betonipinnat suljetulla päällyspinnalla. Myös vuokrattavissa.

Dokadur paneeli 27 200/50cm	13,5	187170000
Dokadur paneeli 27 250/50cm	16,9	187168000
Dokadur paneeli 27 200/50cm BS	13,5	187170100
Dokadur paneeli 27 250/50cm BS	16,9	187168100

Dokadur-Paneel 27

Korkealuokkaiset holvipaneelit, kolmikerrosperusta, 27 mm, iskunkestävällä muovikehällä.

Puhtaat betonipinnat suljetulla päällyspinnalla. Myös vuokrattavissa.

Doka 3-SO 21mm 200/50cm	10,5	186009000
Doka 3-SO 21mm 250/50cm	13,1	186011000

Doka-Schalungsplatte 3-SO 21mm

3-SO-levy ÖNORM B3023 mukaisesti

Kiehumisen- ja säänkestävä liimaus
Korkealuokkainen MUF-keinohartsi-pinta

Korkealuokkainen muottilevy kaikille aloille

Doka 3-SO 27mm 200/50cm	13,0	187009000
Doka 3-SO 27mm 250/50cm	16,3	187011000

Doka-Schalungsplatte 3-SO 27mm

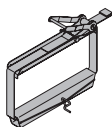
3-SO-levy ÖNORM B3023 mukaisesti

Kiehumisen- ja säänkestävä liimaus
Korkealuokkainen MUF-keinohartsi-pinta

Korkealuokkainen muottilevy kaikille aloille

Levyside 50	3,1	586156000
--------------------	------------	------------------

Stapelgurt 50



siniseksi maalattu
Sallittu kantavuus: 40 kN

Kaidekonsoli S	11,5	580470000
-----------------------	-------------	------------------

Schutzgeländerzwinde S



sinkitty
korkeus: 123 - 171 cm



Holvikaide 1,10m	5,6	584384000
-------------------------	------------	------------------

Schutzgeländer 1,10m



sinkitty
korkeus: 134 cm



	[kg]	Artikel nr.
Kiinnitysholkki 24mm	0,03	584385000

Steckhülse 24mm



harmaa
pituus: 16,5 cm
Halkaisija: 2,7 cm

Hylsy 20,0	0,03	584386000
-------------------	-------------	------------------

Schraubhülse 20,0



keltainen
pituus: 20 cm
Halkaisija: 3,1 cm

Telineputki 48,3mm 1,00m	4,0	682014000
---------------------------------	------------	------------------

Telineputki 48,3mm 1,50m	6,0	682015000
---------------------------------	------------	------------------

Telineputki 48,3mm 2,00m	8,0	682016000
---------------------------------	------------	------------------

Telineputki 48,3mm 2,50m	10,0	682017000
---------------------------------	-------------	------------------

Telineputki 48,3mm 3,00m	12,0	682018000
---------------------------------	-------------	------------------

Telineputki 48,3mm 3,50m	14,0	682019000
---------------------------------	-------------	------------------

Telineputki 48,3mm 4,00m	16,0	682021000
---------------------------------	-------------	------------------

Telineputki 48,3mm 4,50m	18,0	682022000
---------------------------------	-------------	------------------

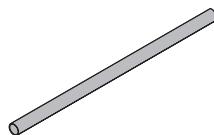
Telineputki 48,3mm 5,00m	20,0	682023000
---------------------------------	-------------	------------------

Telineputki 48,3mm 5,50m	22,0	682024000
---------------------------------	-------------	------------------

Telineputki 48,3mm 6,00m	24,0	682025000
---------------------------------	-------------	------------------

Telineputki 48,3mmm	4,0	682001000
----------------------------------	------------	------------------

Gerüstrohr 48,3mm



sinkitty

Ruuvattava liitin 48mm 50	0,84	682002000
----------------------------------	-------------	------------------

Anschaubkupplung 48mm 50



sinkitty
avainväli: 22 mm

Juokseva numero:	79	Piirustusnumero:	
Urakoitsija:	NCC Rakennus	Tilavuus, (bet m ³)	laskettu: 77 m ³
Työmaa:		toteutunut:	76,5 m ³
Betonityönjohtaja:		"hukka":	0,3 m ³
Betonoitu osa:	Holvinvalu	Betonointiaika yhteensä:	1h
Päivämäärä:	27.4.2011	Keskeytykset yhteensä:	
Betonointi alkoi klo:	7.00	Tehokas työaika:	
päättyi klo	11.55	Betonointinopeus:	

Betoni	
Lujuus- ja rakenneluokka:	K 30 - 1
Betonin notkeus:	3 S/B (S1-S4)
Maksimi raekoko:	# 32 mm
Sementti ja -määrä:	<input type="checkbox"/> 32,5 <input type="checkbox"/> 32,5R <input type="checkbox"/> 42,5 <input type="checkbox"/> 42,5R <input type="checkbox"/> 52,5 <input type="checkbox"/> 52,5R kg/m ³
Lisäaineet:	Glenium 51
Erityisvaatimukset:	Kulutuksen kestävyysluokka (by 31):
	Pakkasenkestävyys: <input type="checkbox"/>
	Vesitiiviys: <input type="checkbox"/>
Betonin koostumuslomake, numero(t):	Kuormakirjat liitteenä: <input checked="" type="checkbox"/>
Betoniannoksia:	kpl
Valmistettu betonimäärä:	76,5 m ³
	Betonointinopeus: 15,5 m ³ /h
Betonointikalusto:	<input checked="" type="checkbox"/> pumppu <input type="checkbox"/> nostoastia <input type="checkbox"/> hihna <input type="checkbox"/> kottikärryt <input type="checkbox"/> muu
Tiivistämiskalusto:	<input checked="" type="checkbox"/> sauva <input type="checkbox"/> tärypalkki <input type="checkbox"/> muottitärytys <input type="checkbox"/> muu

Sääsuojaus:	<input checked="" type="checkbox"/> suojaamaton <input type="checkbox"/> osittain suojattu <input type="checkbox"/> täysin suojattu /sisätiloissa
Sääolot:	<input type="checkbox"/> sade <input checked="" type="checkbox"/> auringonpaiste <input type="checkbox"/> tuulinen <input type="checkbox"/> pilvinen
Ilman lämpötila betonointipaikalla, alussa:	+5 °C lopussa: +14 °C
Betonimassa lämpötila:	toimittaessa: +20 °C peittäessä: °C
Betonointi työkuunta:	RAM 4 RM Työtunteja yhteensä h
Puristuslujuuskoekappaleet	Tekijä: <input type="checkbox"/> vertailulaskelma liitteenä
(by 15:63)	Koetusikä: <input type="checkbox"/> 3 d <input type="checkbox"/> 7 d <input type="checkbox"/> 28 d <input type="checkbox"/> 91 d
	Koetulokset:

Jälkityöt	<input type="checkbox"/> pinnanhierto	Hierron aloitus klo	Kesto min
	<input type="checkbox"/> kastelu, miten		
	<input type="checkbox"/> jälkihoitoaine, mikä		levitystapa:
			levityskerrat:
Jäätymislujuus:	Suojausaika vrk h		suojaustapa:
	Jäätymislujuus (5 MPa) saavutettu, pvm klo		
Purkulujuus (60%):	Vaadittu: MPa	Saavutettu, pp.kk.vvvv klo	
	Laskettu: MPa	Laskelma liitteenä <input type="checkbox"/>	
Jälkituenta:	<input type="checkbox"/> kyllä	Tuentaväli: m	Purkulujuus: MPa
Laatija		Pvm: 26.4.2011	
Tarkastanut		Pvm: 27.4.2011	

allekirjoitukset

PYSTYRAKENTEET

Suurmuotti- ja järjestelmämuottityö

Huomioi ennakkoon

- Pidä aina aloituspalaveri (raudoitus-, muotti- ja LVIS -työt)
- Varmista että turvallisuusasiat ovat yhteisesti sovittu
- Varmista muotti- ja asennustarvikkeet
- Varmista että mittamies on valmistellut ja ymmärtänyt muottityön
- Varmista muottien lämmityskalusto (sähkökeskukset, johdot, termostaatit)
- Varmista rakenteiden suojaamiseen ja sulattamiseen tarvittava kalusto ja materiaalit
- Varmista LVIS -työt muottityön aikana (nokkamiehet)
- Varmista lisä- ja muutostyöt (katso lisä- ja muutostyökansio)
- Varmista että raudoitustyön ennakovalmistelut aloitetaan
- Varmista että reikäkuvat ja muut suunnitelmat ovat ajan tasalla/ päivättyjä

Muottien pystyttäminen

- Varmista että työmuotti on asennettu oikealle puolelle (huom. LVIS)
- Varmista että muotti on asennettu alavälিকেitä vasten
- Varmista että tuuliketjut on kiinnitetty
- Varmista että tuplamuotti on kiinni alavälিকেissä
- Varmista toppareiden kiinnitys (ikkuna- ja oviaukkojen väliin lisälankut)
- Varmista aukkojen mitoitus (huomioi asennusvälit)
- Varmista aukkojen mitoituksessa tulevan holvin pinta (plaano, pintabetoni)
- Varmista betonointikorkeus (yleensä 20 mm holvin sisään)
- Varmista mittamieheltä reikäkuvien reiät
- Varmista muotin pystysuoruus
- Varmista muotin öljyäminen

PYSTYRAKENTEET

Suurmuotti- ja järjestelmämuottityö

Raudoitustyö

- Varmista muottien öljyäminen ennen raudoitustyötä
- Varmista suojaetäisyydet ja raudoituksien mitoitukset
- Varmista tartuntateräksiset (karvalaudat)
- Varmista tartunta teräksiset muottien yläpäähän (betonoinnin jälkeen)
- Varmista terästen asennusjärjestys ja suunnat
- Varmista aukkojen pieliterästen etäisyys (ei saa tulla ovien asennuksen tielle)
- Varmista että rauditus ei tule muottien sidepulttien kohdalle
- Huolehdi raudoitustarkastukset ja kuittaukset
- Varmista lisäteräksiset

Ennen betonointia

- Pidä aloituspalaveri
- Seuraa muottityötä ja varmista betonointiaika (ilmoita betonitehtaalte valua edeltävänä päivänä tai valupäivän aamuna)
- Selvitä betonoinnin aikataulu, kaluston, työvoiman, materiaalien ja tarvikkeiden saatavuus
- Selvitä betonoinnin liittyminen muihin töihin
- Selvitä työryhmälle betonoinnin laatuvaatimukset ja
- laadunvarmistusmenetelmät
- Selvitä olosuhteiden vaikutus betonointityöhön
- Huomioi mahdolliset ongelmakohdat
- Huomioi työturvallisuus
- Varmista valaistus, sähkön saatavuus ja työkohteen siisteys (varasulakkeita)
- Ilmoita valusta betonitehtaalte noin viikkoa aikaisemmin (pumppu ja betoni)
- Varmista, että torninosturi on käytettävissä (varakalusto autonosturi)
- Varmista nostoastia ja vastaanottotasku
- Varmista ja tarvittaessa järjestä pumppuauton pystytys paikka,

HUOMIOI

- ulottumat

PYSTYRAKENTEET

Suurmuotti- ja järjestelmämuottityö

- maaperän kantavuus
- auton sijoittelu niin, että tukijalat voidaan pystyttää ääriasentoon
- jos lähellä on voimalinjoja, huolehdi pumppuauton maadoittamisesta
- Varmista edellisen työvaiheen valmius ja huomioi edellisessä työvaiheessa tulleet virheet
- Tarkasta muoteista:
 - päätytopparien kiinnitys
 - alasiteiden sidonta
 - yläsiteiden sidonta
 - muottien jatkoskohdat (muotin liukumisen estäminen)
 - betonointikorkeus
 - muottien pystysuoruus
 - muottien alapäiden tiiveys
 - muottien nousutiet ja kaiteet
 - muottien virrat ja betonointikalusto
 - varmista tartuntaterästen saatavuus
- Opasta työryhmä ja varmista, että työryhmä on ymmärtänyt työtehtävän
- Varmista että työryhmä tietää korkoaseman
- Jos betonin laatua joudutaan muuttamaan kesken valun, käskyn betonitehtaalle antaa aina betonityönjohtaja

Betonoinnin aikana

- Varmista työryhmä, virrat, valaistus, kaiteet ja nousutiet
- Suorita pumpun pystytystarkastus
- Varmista, että betoni on sitä, mitä olet tilannut
- Varmista työryhmältä, että betonointi voidaan aloittaa
- Varmista että työryhmä tietää korkoaseman
- Varmista että suurmuottien termostaatit on säädetty oikealle lämpötilalle
- Varmista työryhmältä notkeus ja työstettävyys, reagoi jos on tarvetta muuttaa
- Seuraa betonoinnin aikana muottien tiiveyttä

PYSTYRAKENTEET

Suurmuotti- ja järjestelmämuottityö

- Tarkista muottien pystysuoruus, betonointikorkeus, tartunnat, suojaukset ja virrat
- Huolehdi betonoinnista aiheutuneet puhdistustoimenpiteet
- Varmista ja ohjeista työryhmät seuraavaan työvuoroon
- Varmista työryhmältä betonointivauhti
- Huomioi betonoinnin aikana tarvittavat tauot
- Seuraa betonointinopeutta ja betonin laatua sekä toimitusta, reagoi tarvittaessa (jaksot minimiin)

Betonoinnin jälkeen

- Varmista ja ohjeista työryhmät seuraavaan työvuoroon
- Varmista että suurmuottien termostaatit on säädetty oikealle lämpötilalle
- Tarkista muottien pystysuoruus
- Huolehdi jälkihoidosta
 - suojaaminen
 - lämmitys
- Varmista muottien puhdistaminen
- Varmista että tartuntateräksiset on asennettu paikalleen

VAAKARAKENTEET

Holvimuottityö

Huomioi ennakkoon

- Pidä aina aloituspalaveri (raudoitus-, muotti- ja LVIS -työt)
- Varmista että turvallisuusasiat ovat yhteisesti sovittu
- Varmista muotti- ja asennustarvikkeet
- Varmista että mittamies on valmistellut ja ymmärtänyt muottityön
- Varmista muottien lämmityskalusto (sähkökeskukset, johdot, termostaatit, lämpölangat ja öljylämmittimet)
- Varmista rakenteiden suojaamiseen ja sulattamiseen tarvittava kalusto ja materiaalit
- Varmista LVIS -työt muottityön aikana (nokkamiehet)
- Varmista lisä- ja muutostyöt (katso lisä- ja muutostyökansio)
- Varmista että raudoitustyön ennakovalmistelut aloitetaan
- Varmista että reikäkuvat ja muut suunnitelmat ovat ajan tasalla/ päivättyjä

Muottien pystytys

- Varmista että mittamies antaa koron työryhmälle samasta pisteestä (hissikuilu eli työmaan kiinteä korkopiste)
- Varmista mittamieheltä reikäkuvien reiät ja että mittamies on ymmärtänyt reikäkuvat
- Varmista että mittamies huomioi rakennekuvista kaikki tartunnat, aukot laita-
topparit, porrasvaraukset sekä saunan ja pesuhuoneiden sisämitat, lattiakai-
vojen paikat ja korkeudet
- Varmista että mittamies mittaa ja merkitsee sekä ala- että yläpuolisten seinien
paikat
- Varmista toppareiden kiinnitys
- Varmista aukkojen mitoitus (huomioi asennusvälit)
- Varmista betonointikorkeus

Raudoitustyö

- Varmista raudoituksen kiinnitys
- Varmista suojaetäisyydet ja raudoitusten mitoitukset

VAAKARAKENTEET

Holvimuottityö

- Varmista terästen asennusjärjestys ja suunnat
- Huolehdi raudoitustarkastukset ja kuittaukset
- Varmista aukkojen pieliterästyksset ja niiden etäisyys
- Varmista lisäteräkset raudoituksen ylä -ja alapinnassa sekä aukkojen ympärillä
- Varmista yläpinnan raudoituksen korko (Huom! suojaetäisyydet ja raudoituksen korkeus lattiakallistuksien kohdalla)

Ennen betonointia

- Pidä aloituspalaveri
- Selvitä olosuhteiden vaikutus betonointityöhön
- Varmista edellisen työvaiheen valmius ja huomioi edellisessä työvaiheessa tulleet virheet
- Selvitä betonoinnin aikataulu, kaluston, työvoiman, materiaalien ja tarvikkeiden saatavuus
- Selvitä betonoinnin liittyminen muihin töihin
- Selvitä työryhmälle betonoinnin laatuvaatimukset ja laadunvarmistusmenetelmät, esimerkiksi onko kallistusvaluja
- Varmista että työryhmä on ymmärtänyt työtehtävän
- Huomioi työturvallisuus
- Varmista valaistus, sähkön saatavuus ja työkohteen siisteys
- Ilmoita valusta betonitehtaalle noin viikkoa aikaisemmin (pumppu ja betonin toimitus)
- Varmista ja tarvittaessa järjestä pumppuauton pystytys paikka,

HUOMIOI

- ulottumat
- maaperän kantavuus
- auton sijoittelu niin, että tukijalat voidaan pystyttää ääriasentoon
- jos lähellä on voimalinjoja, huolehdi pumppuauton maadoittamisesta
- Varmista, että torninosturin on käytettävissä (varakalusto autonosturi)
- Varmista nostoastia ja vastaanottotasku
- Seuraa muottityötä ja varmista betonointiaika (ilmoita betonitehtaalle valua

VAAKARAKENTEET

Holvimuottityö

edeltävänä päivänä tai valupäivän aamuna)

- Tarkasta muoteista:
 - laittopparien sekä varausten asennus ja kiinnitys
 - betonointikorkeus
 - muotin korkeusasema
 - holvin alapuolinen tuenta ja tylttäys
 - muottien nousutiet ja kaiteet
 - holvin alapuolen lämmitys, virrat ja betonointikalusto
 - holvin puhtaus
- Varmista, että patteriputkien varaukset samassa linjassa
- Varmista kaivojen suoruus ja putkien liitokset (huomioi 32 mm:n viemäriputket kuivakaivojen ja normaaleiden lattiakaivojen välillä)
- Varmista sähköputkien liitännät ja korjaa tarvittaessa
- Varmista sähköputkien sijainti esimerkiksi putkien sattuminen väliseinien sisään
- Opasta työryhmä (huomioi erityisesti kaikki ahtaat viprauskohdat)
- Tarkista yläpinnan raudoituksen korko ja kaivojen korot
- Huomioi mahdolliset ongelmakohdat (porrasvarauksien ja hormielementtien ympärukset, hissikuilun ja porrasvarausten kohdat sekä pesuhuoneiden kallistusvalut)

Betonointi

- Suorita pumpun pystytystarkastus
- Varmista ensimmäisen työmaalle tulleen betoniauton kuormakirjasta että betoni on sitä, mitä olet tilannut
- Varmista työryhmältä, että betonointi voidaan aloittaa
- Varmista, että työryhmä tietää korkoaseman
- Seuraa työryhmän suorittamaa viprausta ja anna tarvittaessa ohjeita
- Seuraa betonointinopeutta ja betonin laatua sekä toimitusta, reagoi tarvittaessa (jaksot minimiin)
- Varmista työryhmältä notkeus ja työstettävyys
- Seuraa betonoinnin aikana muottien tiiveyttä
- Seuraa kaivojen suoruutta ja niiden paikallaan pysymistä betonoinnin aikana

VAAKARAKENTEET

Holvimuottityö

- Tarkista muottien korkoasema, betonointikorkeus, tartunnat, suojaukset ja virrat
- Varmista työryhmältä betonointivauhti
- Huomioi betonoinnin aikana tarvittavat tauot
- Varmista lämpötilojen mittauspisteet
- Jos betonin laatua joudutaan muuttamaan valun aikana, käskyn betonitehtaal-
le antaa aina betonityönjohtaja

Betonoinnin jälkeen

- Tarkista holvimuotin korkoasema, kiristä tai löysää tarvittaessa (talvibetonoin-
ti, jossa tylltäys täyttömaan päällä)
- Huolehdi betonoinnista aiheutuneet puhdistustoimenpiteet
- Varmista että holvin alapuolisen lämmityksen ja holvin reuna-alueen lanka-
lämmityksen toimivuus (ampeerimittari)
- Seuraa lämmitystä
- Huolehdi betonirakenteen suojauksesta, mahdollisimman pian valun jälkeen
(huomioi erityisesti tuulen vaikutus, mikä aiheuttaa halkeamia)
- Seuraa betonin lujoudenkehitystä lämpötilamittauksin
- Varmista ja ohjeista työryhmät seuraavaan työvuoroon



Betonin valintaopas 2006

LOHJA RUDUS

Lohja Rudus Oy Ab valmistaa lukuisia erilaisia valmisbetonilaatuja, joissa tuoreen ja kovettuneen betonin ominaisuudet on optimoitu erilaisiin rakenteisiin ja käyttötarkoituksiin mahdollisimman hyvin soveltuviksi. Useiden betonilaatujen ominaisuuksia voidaan lisäksi säädellä erikseen tilattavien lisäaineiden tai -ominaisuuksien avulla. Tässä ohjeessa esitetään eri betonilaatujen perusominaisuudet, lisäominaisuuksien tilausmahdollisuudet ja käyttökohteet. Lisäksi esitteessä on betonin valintaohjeet sekä betonointiin ja jälkihoitoon liittyviä ohjeita.

Ohje on laadittu helpottamaan oikean valmisbetonilaadun valitsemista tavoiteltujen betonimassan ja betonirakenteelta vaadittujen ominaisuuksien saavuttamiseksi. Käyttökohteeseen huonosti soveltuvan betonilaadun käyttäminen johtaa yleensä epätaloudelliseen ja jopa laadultaan huonoon lopputulokseen.

Betonilaatujen tunnuksset, valmistustavat ja ominaisuudet saattavat muuttua jatkuvan kehitystyön johdosta. Viimeisin tietous on saatavissa teknisestä neuvonnastamme.

Tässä esitteessä käytetyt betonilaadut, nimitykset ja tunnuksset ovat Valmisbetoni Etelä-Suomi -yksikön käyttämiä. Muiden alueyksiköiden valmistamat betonilaadut ja käyttämät nimitykset sekä tunnuksset saattavat paikallisista olosuhteista johtuen poiketa näistä. Tästä syystä tulee betonilaatujen saatavuus ja nimitykset varmistaa muiden alueyksiköiden osalta tapauskohtaisesti.

**BETONIN KOOSTUMUKSEN JA OMINAISUUKSIEN RAJA-ARVOT,
KUN SUUNNITTELUKÄYTTÖIKÄ ON 50 VUOTTA.**

KOOSTUMUS JA OMINAISUUDET	RASITUSLUOKAT																		
	Ei rasitusta	Hiilidioksidi					Kloridi						Jäätyminen ja sulaminen				Kemiallisesti aggressiiviset aineet		
							Merivesi			Muu kuin merivesi									
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	
Suurin v/s suhde						0,50	0,45	0,45	0,55	0,55	0,45	0,60		0,50		0,50	0,45	0,40	
Vähimmäis- lujuusluokka	K15	K25	K30	K30	K35	K40	K45	K45	K35	K35	K45					K40	K45	K50	
Vähimmäissementti- määrä (kg/m ³)		200	230	250	270	300	320	320	300	300	320	270		300		300	320	330	
F-luku (vähimmäisarvo)												1,0		1,5					
P-luku (vähimmäisarvo)													25		40				

**BETONIN KOOSTUMUKSEN JA OMINAISUUKSIEN RAJA-ARVOT,
KUN SUUNNITTELUKÄYTTÖIKÄ ON 100 VUOTTA.**

KOOSTUMUS JA OMINAISUUDET	RASITUSLUOKAT																		
	Ei rasitusta	Hiilidioksidi					Kloridi						Jäätyminen ja sulaminen				Kemiallisesti aggressiiviset aineet		
							Merivesi			Muu kuin merivesi									
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	
Suurin v/s suhde						0,45	0,40	0,40	0,50	0,50	0,40	0,60		0,50		0,50	0,45	0,40	
Vähimmäis- lujuusluokka	K15	K25	K35	K40	K45	K40	K45	K45	K35	K35	K45					K40	K45	K50	
Vähimmäissementti- määrä (kg/m ³)		200	230	250	270	300	320	320	300	300	320	270		300		300	320	330	
F-luku (vähimmäisarvo)												2,0		3,0					
P-luku (vähimmäisarvo)													50		80				

RAKENNEBETONIT

Betonilaatu (tunnus)	Normaalisti kovettuva (NO)	Nopeasti kovettuva (RA)	Sulfaatinkestävä rakennebetoni (SF)	Seosaineeton (IB,IP)
Notkeusluokka (Mitataan painumana)	Toimitetaan notkeusluokissa S1 (Jäykkä) - S4 (Nesteytetty) S1 Jäykkä S2 Notkea S3 Vetelä S4 Nesteytetty 1-4 cm 5-9 cm 10-15 cm 16-21 cm			
Maksimiraekoot	#8, #12 ¹ , #16, #32			
Lujuusluokat	K25 – K60	K25 – K50	K25 – K50 (K65)	K30 – K40 (K55)
Laadun-arvosteluikä	28 vrk	7 vrk	28 (91) vrk	28 vrk
Tuotekuvaus	Normaalisti kovettuva rakennebetoni on edullinen perusbetonilaatu ilman erikoisbetonien erikoisominaisuuksia.	Nopeasti kovettuvalla rakennebetonilla on nopea varhaislujuudenkehitys. Se saavuttaa jo 7 vrk:ssa NO-betonilaadun 28 vrk:n lujuustason.	Sulfaatinkestävä rakennebetoni on sulfaattiräisyyksiä ja kemiallisia rasituksia kestävä rakennebetoni. Sulfaatinkestävä betoni voidaan valmistaa myös hitaasti kovettuvana ja säänkestävänä.	Seosaineettoman rakennebetonin valmistuksessa käytetään sideaineena pelkästään sementtiä, minkä johdosta mm. värisävy on NO-laatua vaaleampi.
Betonilaadun sisältämät side- ja lisäaineet Erikseen tilattavat lisäominaisuudet/lisäaineet (ks. myös sivu 30)	Sideaineena käytetään joko nopeasti tai normaalisti kovettuvaa sementtiä ja alueyksiköittäin tapauskohtaisesti seosaineita kuten lentotuhkaa ja masuunikuonaa. Lujuusluokasta K40 ylöspäin betonit sisältävät usein myös notkistinta.	Sideaineena käytetään pelkästään nopeasti kovettuvaa sementtiä. K40 lujuusluokasta ylöspäin betonit sisältävät myös notkistinta.	Sideaineena käytetään yleensä sulfaatinkestävää sementtiä. Myös muita sementtejä voidaan käyttää, jos sideaine sisältää yli 70 % masuunikuonaa. Sulfaatinkestävä betoni voidaan valmistaa myös hitaasti kovettuvana. Notkistimen käyttö vaihtelee tapauskohtaisesti. Säänkestävissä erikoislaaduissa on myös huokostinta.	Sideaineena käytetään vain sementtiä. K40 lujuusluokasta ylöspäin betonit sisältävät myös notkistinta.
Sitoutumisen hidastus 3-12 tuntia	Mahdollista hitaissa va-luissa tai kuumissa olo-suhteissa. Yleensä työs-tettävyyensaika on riittävä ilman hidastustakin.	Mahdollista mutta ei yleensä tarkoituksenmu-kaista.	Mahdollista.	Mahdollista hitaissa va-luissa tai kuumissa olo-suhteissa.
Notkistus (NL) tai tehonotkistus (TN) 1-3 notkeusluok-kaa	Mahdollista tapauskoh-taisesti alle K40 lujuus-luokissa	Mahdollista tapauskoh-taisesti alle K40 lujuus-luokissa	Mahdollista tapauskoh-taisesti alle K40 lujuus-luokissa.	Mahdollista tapauskoh-taisesti alle K40 lujuus-luokissa.
Lämmitys LÄ1: +30±5 °C LÄ2 ² : +40±5 °C	Lujuudet K25-K45 Lujuudet K25-K45	Lujuudet K25-K40 Lujuudet K25-K35	Mahdollista mutta ei yleensä tarkoituksenmu-kaista	Lujuudet K30-K45 Lujuudet K30-K40

jatkuu seuraavalla sivulla

Betonilaatu (tunnus)	Normaalisti kovettava (NO)	Nopeasti kovettava (RA)	Sulfaatinkestävä rakennebetoni (SF)	Seosaineeton (IB,IP)
Notkeusluokka (Mitataan painumana)	Toimitetaan notkeusluokissa S1 (Jäykkä) - S4 (Nesteytetty) S1 Jäykkä S2 Notkea S3 Vetelä S4 Nesteytetty 1-4 cm 5-9 cm 10-15 cm 16-21 cm			
Maksimiraekoot	#8, #12 ¹ , #16, #32			
Lujuusluokat	K25 – K60	K25 – K50	K25 – K50 (K65)	K30 – K40 (K55)
Laadun-arvosteluikä	28 vrk	7 vrk	28 (91) vrk	28 vrk
Ominaisuudet, käyttökohteet ja -ohjeet	Kuivien sisätilojen betonirakenteet ja muut betonirakenteet, joille ei ole asetettu mitään erikoisvaatimuksia sään-, kulutus- tai kemiallisen kestävyys-suhteen. Tyypillisiä rakenteita: perustukset, seinät, holvit, pilarit, palkit jne. Lattioihin, saumauksiin ym. erikoisrakenteisiin suositellaan niihin paremmin soveltuvien erikoislaatuja käyttöä.	Kuten (NO) ja erityisesti rakenteet, joilta vaaditaan NO-betonilaatua nopeampaa sitoutumista tai varhaislujuuden kehittymistä, kuten talvikauden rakentaminen, muottikierron tai jälkijäntynityksen nopeuttaminen, työmaan lämmitys- ja suojausmenetelmien keventäminen.	Sulfaatinkestävää rakennebetonia (SF) käytetään sulfaattipitoisiin tai kemiallisesti aggressiivisiin olosuhteisiin valmistettavissa betonirakenteissa kuten teollisuuden tuotantolaitoksissa, jäteveden puhdistamoissa ja kemiallisesti aggressiivisen pohjaveden alueella perustuksissa.	Soveltuu hyvin viileän kauden perusbetoniksi, puhtasvalupintoihin tai kun varhaislujuudenkehitys halutaan hieman nopeammaksi kuin NO-laadulla. Betonipintojen sitoutuminen on nopeampaa kuin NO-laadulla. Käyttökohteet ja ohjeet kuten NO-laadulla. IP:ssä on hienompi rakeisuuskäyrä kuin IB:ssä ja se soveltuu siksi paremmin linjapumppaukseen.

jatkuu seuraavalla sivulla

RAKENNEBETONIT

edelliseltä sivulta

Betonilaatu (tunnus)	Normaalisti kovettuva (NO)	Nopeasti kovettuva (RA)	Sulfaatinkestävä rakennebetoni (SF)	Seosaineeton (IB,IP)
Notkeusluokka (Mitataan painumana)	Toimitetaan notkeusluokissa S1 (Jäykkä) - S4 (Nesteytetty) S1 Jäykkä S2 Notkea S3 Vetelä S4 Nesteytetty 1-4 cm 5-9 cm 10-15 cm 16-21 cm			
Maksimiraekoot	#8, #12 ⁽¹⁾ , #16, #32			
Lujuusluokat	K25 – K60	K25 – K50	K25 – K50 (K65)	K30 – K40 (K55)
Laadunarvosteluikä	28 vrk	7 vrk	28 (91) vrk	28 vrk
Rakennebetonien lujuudenkehityskäyrät vakio-olosuhteissa	<p style="text-align: center;">Viitteellisiä lujuudenkehityskäyriä laboratorio-olosuhteissa</p> <p style="text-align: center;">Lujuudenkehitys vakio-olosuhteissa +5 °C</p> <p style="text-align: center;">Lujuudenkehitys vakio-olosuhteissa +20 °C</p>			
Muuta huomioitavaa	Lujuusluokkia K50 ja K60 ei ole saatavilla maksimiraekoolla 8 mm. Lujuusluokan K60 min. kuormakoko 2 m ³	Lujuusluokan K50 betonia ei ole saatavissa 8 mm:n maksimiraekoolla	Toimitusmahdollisuus varmistettava. Saattaa vaatia ennakkokokeita	Ei ole saatavissa 8 mm:n maksimiraekoolla lujuusluokissa K50 ja K55. IP-laatu vain lujuusluokissa K30...K40

⁽¹⁾ 12 mm:n maksimiraekokoa ei ole saatavissa kaikilta tehtailta – tällöin suosittelemme hieno 16 mm massaa.

⁽²⁾ Saatavuus on varmistettava tehtaalta.

PAKKAS- JA SUOLAPAKKASRASITUKSEN ALAISET BETONIT

Betonilaatu (tunnus)	Säänkestävä rakennebetoni (SK)	Pakkasenkestävä P-lukubetoni (P25-P100)
Notkeusluokka (Painuma)	Toimitetaan notkeusluokissa S1 - S4	
Maksimiraekoot	#8, #12 ¹ , #16, #32	
Lujuusluokat	K35 – K50	K35 – K70
Laadun-arvosteluikä	28 vrk	
Tuotekuvaus	<p>Säänkestävä rakennebetoni (SK) toistuvan jäätymis-sulamis-rasituksen alaisiin rakenteisiin. Säänkestävä rakennebetoni kestää pakkasrasitusta rapautumatta sen sisältämien suojahuokosten johdosta.</p> <p>Säänkestävä betoni ei sovellu käytettäväksi suolapakkasrasitetuissa rakenteissa.</p>	<p>P-lukubetoni on toistuvan jäätymis-sulamisrasituksen ja suolarasituksen aiheuttaman korroosion alaisiin rakenteisiin tarkoitettu betonilaatu. Suola voi olla peräisin joko merivedestä tai jäänsulatusaineista. P-lukubetoni kestää suolapakkasrasitusta rapautumatta sen sisältämien suojahuokosten sekä koostumukselle asetettujen lisärajoitusten johdosta.</p> <p>Minimilujuusluokka / Pakkasenkestävyysluku yhdistelmät K35/P25 K35/P30 K40/P40 K50/P50 K70/P70 K80/P70 K100/P70 Poikkeavat yhdistelmät tarjouksen mukaan.</p>
Betonilaadun sisältämät side- ja lisäaineet Erikseen tilattavat lisäominaisuudet/ lisäaineet (ks. myös sivu 30)	Sideaineena käytetään sementtiä ja tapauskohtaisesti myös silikajauhetta tai masuunikuonaa. Säänkestävät betonit sisältävät notkistinta ja huokostinta.	Sideaineena käytetään sementtiä ja tapauskohtaisesti myös silikajauhetta tai masuunikuonaa. P-lukubetonit sisältävät notkistinta ja huokostinta. Suurin sallittu hienoainemäärä (sideaine + alle 0,25 mm:n kiviaines) on enintään 500 kg/m ³ kun v/s ≥0,45 ja 550 kg/m ³ kun v/s ≤ 0,35. Väliarvot voidaan interpoloida suoraviivaisesti.
Sitoutumisen hidastus 3-12 tuntia	Mahdollista hitaissa valuissa ja kuumissa olosuhteissa.	Mahdollista hitaissa valuissa ja kuumissa olosuhteissa.
Notkistus (NL) tai tehonotkistus (TN) 1-3 notkeusluokkaa	Ei ole mahdollista.	Ei ole mahdollista.
Lämmitys LÄ1: +30±5 °C LÄ2 ² : +40±5 °C	Lujuusluokat K35-K40 Lujuusluokka K35	Lujuusluokat K35-K40 Lujuusluokka K35

jatkuu seuraavalla sivulla

PAKKAS- JA SUOLAPAKKASRASITUKSEN ALAISET BETONIT

edelliseltä sivulta

Betonilaatu (tunnus)	Säänkestävä rakennebetoni (SK)	Pakkasenkestävä P-lukubetoni (P25-P100)									
Notkeusluokka (Painuma)	Toimitetaan notkeusluokissa S1 - S4										
Maksimiraekoot	#8, #12 ¹⁾ , #16, #32										
Lujuusluokat	K35 – K50	K35 – K70									
Laadun-arvosteluikä	28 vrk										
Ominaisuudet, käyttökohteet ja -ohjeet	<p>Sateelle alttiit pakkasrasitetut rakenteet, joihin ei kohdistu suolarasitusta. Rasitusluokassa XF1 kohtalainen vedellä kyllästyminen ja rasitusluokassa XF3 suuri vedellä kyllästyminen ilman jäänsulatusaineita (BY50 2004). Tyypillisiä rakenteita. XF1: Sateelle alttiit pystyrakenteet kuten julkisivut, sokkelit, suolaamattomien teiden siltojen rakenteet. XF3: Sateelle alttiit vaakasuorat rakenteet kuten parvekelaatat, siltapilarit yms. rakenteet sisävesien vesirajassa. Patorakenteet, makean veden altaat.</p> <p>Säänkestävät betonit tulisi käyttää tunnin kuluessa massan valmistuksesta. Pitkään kestävässä valuisa jatkuva massan sekoitus ja notkistus työmaalla voivat muuttaa säänkestävyysominaisuuksia.</p>	<p>Pakkasrasitetut rakenteet, joihin kohdistuu myös suolarasitus. Rasitusluokassa XF2 kohtalainen vedellä kyllästyminen ja suolarasitus, rasitusluokassa XF4 suuri vedellä kyllästyminen ja suolarasitus. (BY50 2004). Tyypillisiä rakenteita. XF2: Sateelle alttiit pystyrakenteet, joihin kohdistuu suolarasitus, kuten meluseinät ja sokkelit suolattavan tien vieressä. Suolattavien teiden siltojen osat kuten päällysrakenteen palkit ja kansilaatat sekä maa- ja välituet. Meren rannalla sijaitsevat rakenteet. XF4: Sateelle ja suolarasitukselle alttiit vaakasuorat rakenteet kuten suolattavat pysäköintitasot, päällysteet ja autotallit. Suolattavien teiden siltojen reuna-palkit, siirtymälaatat, betonikaiteet yms. Siltojen välituet kun sillan alittavaa tietä suolataan. Meressä olevan sillan suojaamattomat rakenteet metrin verran normaalin merivedenpinnan tason alapuolelta ylöspäin.</p> <p>Työmaan laadunvalvonta tehtävä Betoninormien BY50 2004 kohdan 5.3 ohjeiden mukaisesti.</p>									
Muuta huomioitavaa	<p>Veden erottuminen pintaan on vähäistä ja siksi varhaisjälkihoidon merkitys korostuu (ks. sivu 28). Pumpulinjan minimikoko on 4".</p> <p>Betoninvalmistaja osoittaa pakkasenkestävyyden valitsemallaan kokeella normin BY50 mukaisesti.</p> <p>Rasitusluokkien vesi-sementtisuhterajoitusten takia betonin lujuusluokka saattaa määräytyä säilyvyyden perusteella.</p> <p>Ohjeellinen lujuuden ja vesi-sementtisuhteen riippuvuus säänkestävillä betoneilla on</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>v/s</th> <th>Yleissementti</th> <th>Rapidsementti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,50</td> <td>K35</td> <td>K40</td> </tr> <tr> <td>0,60</td> <td>K30</td> <td>K35</td> </tr> </tbody> </table>	v/s	Yleissementti	Rapidsementti	0,50	K35	K40	0,60	K30	K35	<p>Veden erottuminen pintaan on vähäistä ja siksi varhaisjälkihoidon merkitys korostuu (ks. sivu 28) Pumpattavuutta heikentää rajoitettu hienoainesmäärä, minkä takia pumpulinjan minimikoko on 4".</p> <p>Suolapakkaskestävyys osoitetaan yleensä P-lukulaskelmilla. Jälkihoitoaika huomioidaan P-lukulaskennassa, 7 vuorokautta lyhyempi jälkihoitoaika pienentää P-lukua.</p>
v/s	Yleissementti	Rapidsementti									
0,50	K35	K40									
0,60	K30	K35									

¹⁾ 12 mm:n maksimiraekokoa ei ole saatavissa kaikilta tehtailla – tällöin suosittelemme hieno 16 mm massaa.

²⁾ Saatavuus on varmistettava tehtaalta.

LÄMPIMIEN TILOJEN LATTIABETONIT ILMAN SUOLARASITUSTA

Betonilaatu (tunnus)	Normaalisti sitoutuva (LA)	Nopeasti sitoutuva (LR)	Seosaineeton betoni (imubetoni) (IB/IP)
Notkeusluokka (Painuma)	Toimitetaan notkeusluokissa S1 - S4		
Maksimiraekoot	#8, #12 ¹ , hieno #16, #16, #32		
Lujuusluokat	K25 – K40		K25 – K40 (K55)
Laadun-arvosteluikä	28 vrk	7 vrk	28 vrk
Tuotekuvaus	Peruslattiabetoni; hyvä työstettävyyden, vähäinen veden erottuminen ja rakennebetoneja nopeampi sitoutuminen sekä hienempi runkoaineen rakeisuus.	Varsinkin viileissä olosuhteissa normaalisti sitoutuvaa laatua nopeammin sitoutuva ja kovettuva lattiabetoni. Muuten kuten LA-lattiabetoni.	Kulutus- ja pinnoitettaviin lattioihin tarkoitettu seosaineeton lattiabetonilaatu. Imukäsittelyä tai tehonotkistettuna on saavutettavissa 3 luokan kulutuskestävyys. IP-laadun suurin lujuusluokka on K40.
Betonilaadun sisältämät side- ja lisäaineet Erikseen tilattavat lisäominaisuudet / lisäaineet (ks. myös sivu 30)	Sideaineena käytetään sementtiä ja tapauskohtaisesti seosaineita. Työstettävyyden parantamiseksi käytetään tapauskohtaisesti notkistinta ja huokostinta.	Sideaineena käytetään pelkätään sementtiä. Työstettävyyden parantamiseksi käytetään tapauskohtaisesti notkistinta ja huokostinta.	Sideaineena ei käytetä seosaineita. Sisältää notkistinta lujuusluokasta K45 ylöspäin.
Sitoutumisen hidastus 3-12 tuntia	Mahdollista mutta ei yleensä tarkoituksenmukaista.	Mahdollista mutta ei yleensä tarkoituksenmukaista.	Mahdollista mutta ei yleensä tarkoituksenmukaista.
Notkistus (NL) tai tehonotkistus (TN) 1-3 notkeusluokkaa	Massan tehonotkistus tai notkistus on suositeltavaa mikäli halutaan valaa hyvin notkealla massalla. Tällä tavalla vesimäärää ja sitä kautta kutistumaa voidaan pienentää. Viileällä säällä suuri notkistinannostus hidastaa sitoutumista.	Massan tehonotkistus tai notkistus on suositeltavaa haluttaessa valaa hyvin notkealla massalla. Tällä tavalla vesimäärää ja sitä kautta kutistumaa voidaan pienentää. Viileällä säällä suuri notkistinannostus hidastaa sitoutumista.	Suosittelavaa, kun lattiaan tehdään enintään ns. kevyt imukäsittely. Tehonotkistuksella voidaan korvata kevyt imukäsittely.
Lämmitys LÄ1: +30±5 °C LÄ2 ²⁾ : +40±5 °C	Lujuusluokat K25-K40 Lujuusluokat K25-K40	Lujuusluokat K25-K40 Lujuusluokat K25-K35	Haittaa imukäsittelyä. Lujuusluokat K25-K40 Lujuusluokat K25-K40
Ominaisuudet, käyttökohteet ja -ohjeet	Lähinnä pinnoitettavat betonilattiat, joille ei ole asetettu mitään erikoisvaatimuksia. Tyypillisiä käyttökohteita: pinta-, maanvaraiset, kelluvat lattiat sekä liitto-laatat ja muut hierrettävät vaakarakenteet. Suositellaan käytettävän yli +15 °C:n lämpötiloissa ja erityisesti kuumissa olosuhteissa valettaessa.	Kuten (LA) ja erityisesti rakenteet, joilta vaaditaan LA betonilaatua nopeampaa sitoutumista tai lujuuden kehittymistä sekä parempaa kulutuskestävyyttä. Hierrettävät laattarakenteet alle +15 °C:n lämpötilassa.	Erityisesti kulutusrasitetut lattiat, jotka imukäsittellään tai massaansa tehdään imukäsittelyn korvaava 2-3 notkeusluokan tehonotkistus. Voidaan käyttää myös pinnoitettavissa lattioissa. Soveltuu hyvin tehonotkistettuna tai notkistettuna sirotepintaisiin lattioihin, joilla on saavutettavissa jopa 1-luokan kulutuskestävyys. Imubetoni IB:ssä on muita lattiabetoneja karkeampi rakeisuuskäyrä (hienoinen määrää on rajoitettu imettävyyden parantamiseksi). IP:ssä on hienempi rakeisuuskäyrä ja soveltuu paremmin linjapumppuun. Voidaan käyttää lattioissa myös ilman imukäsittelyä.

jatkuu seuraavalla sivulla

LÄMPIMIEN TILOJEN LATTIABETONIT ILMAN SUOLARASITUSTA

edelliseltä sivulta

Betonilaatu (tunnus)	Normaalisti sitoutuva (LA)	Nopeasti sitoutuva (LR)	Seosaineeton betoni (imubetoni) (IB/IP)	
Notkeusluokka (Painuma)	Toimitetaan notkeusluokissa S1 - S4			
Maksimiraekoot	#8, #12 ⁽¹⁾ , hieno #16, #16, #32		#8, #12 ⁽¹⁾ , hieno #16, #16, #32	
Lujuusluokat	K25 – K40		K25 – K40 (K55)	
Laadun-arvosteluikä	28 vrk	7 vrk	28 vrk	
Lattiabetonien K30 hiertorajan saavuttaminen vakioilämpötilassa tuntia:min (arvot ohjeelliset konehierrolle)	Hiertoraja: LA LR	IB/IP NP		
	+20 °C 4:30 4:00	4:00 5:30		
	+10 °C 8:30 7:00	7:30 8:30		
	Kuivumisaika vko:			
	Olosuhde: T = +20 °C, RH = 45 %			
	1 viikko muovi jälkihoitona, ei tasoitetta, ei kastumista			
Betonien kuivumisnopeusvertailu	Pintalattia 50 mm:	RH 90 %	RH 85 %	
	LA, LR, IP	n. 7 vko	n. 12 vko	
	NP	n. 3 vko	n. 5 vko	
	Holvi 240 mm:			
	LA, LR, IP	n. 12 vko	n. 22 vko	
	NP	n. 6 vko	n. 10 vko	
Muuta huomioitavaa	LA ja LR laaduilla saavutetaan yleensä enintään 4 luokan kulutuskestävyys. Kulutuskestävyyteen vaikuttaa betonin lisäksi erityisesti pinnan hietokerrat ja –ajankohdat sekä imukäsittelyn ja jälkihoidon tehokkuus.			

⁽¹⁾ 12 mm:n maksimiraekokoa ei ole saatavissa kaikilta tehtailta – tällöin suosittelemme hieno 16 mm massaa.

⁽²⁾ Saatavuus varmistettava tehtaalta.

Katso myös Erikoisbetonit: Nopeammin päällystettävä NP-laatu ja itsetiivistävä lattiabetoni LI.

SÄÄNKESTÄVÄT JA ERIKOISLATTIABETONIT

Betonilaatu (tunnus)	Säänkestävä lattiabetoni (SL)	Teräs- ja polypropyleenikuitu- betoni	Erikoislattiabetoni
Notkeusluokka (Painuma)	Toimitetaan notkeusluokissa S1 – S4		S1 – S4
Maksimiraekoot	#8, #12 ¹ , hieno #16, #16, #32		
Lujuusluokat	K35 – K40	K35 – K40	K30 – K60
Laadun- arvosteluikä	28 vrk		
Tuotekuvaus	SL-laatu on työstöominaisuuksiltaan SK-laatua paremmin ohuisiin tai tiheästi raudoitettuihin rakenteisiin soveltuva säänkestävä lattiabetonilaatu.	Lattiabetonilaatu, johon valmisbetonitehtaalla on sekoitettu teräs- tai polypropyleeni- eli muovikuituja. Teräs- ja muovikuituja voi käyttää myös yhdessä.	Erikoissuhteituksessa on betonin koostumus räätälöity tapauskohtaisesti tavoiteltujen erikoisominaisuuksien saavuttamiseksi.
Betonilaadun sisältämät side- ja lisäaineet Erikseen tilattavat lisäominaisuudet / lisäaineet (ks. myös sivu 30)	Sideaineena käytetään pelkästään sementtiä (ja ehkä kuonaa). Sisältävät huokostinta ja 8 mm massat myös notkistinta.	Perusbetonina käytetään tapauskohtaisesti jotakin lattiabetonilaatua, jonka mukaan betonin sideaineet ja lisäaineet määräytyvät.	Erikoissuhteituksen mukaiset.
Sitoutumisen hidastus 3-12 tuntia	Hitaat valut, kuumat olosuhteet.	Ks. perusbetoni.	Tapauskohtaisesti mahdollista.
Notkistus (NL) tai tehonotkistus (TN) 1-3 notkeusluokkaa	Rajoitetusti.	Ks. perusbetoni.	Tapauskohtaisesti mahdollista.
Lämmitys LÄ1: +30±5 °C LÄ2 ² : +40±5 °C	Lujuusluokat K35-K40 Lujuusluokat K35	Ks. perusbetoni	Tapauskohtaisesti mahdollista.

jatkuu seuraavalla sivulla

SÄÄNKESTÄVÄT JA ERIKOISLATTIABETONIT

edelliseltä sivulta

Betoni-laatu (tunnus)	Säänkestävä lattiabetoni (SL)	Teräs- ja polypropyleenikuitu- betoni	Erikoislattiabetoni
Notkeusluokka (Painuma)	Toimitetaan notkeusluokissa S1 – S4		S1 – S4
Maksimiraekoot	#8, #12 ⁽¹⁾ , hieno #16, #16, #32		
Lujuusluokat	K35 – K40	K35 – K40	K30 – K60
Laadun- arvosteluikä	28 vrk		
Ominaisuudet, käyttökohteet ja -ohjeet	<p>Ohuet laatta- ja kuorirakenteet, joihin kohdistuu karbonatisoitumisen aiheuttama korroosiorasitus ja pakkasrasitus, mutta ei suolarasitusta.</p> <p>Pinnan liian voimakas kuivuminen on estettävä varhaisjälkihoidon avulla. Erityisesti sirotepintaisten lattioiden pinnan liian aikaista hiertämistä tulee välttää.</p> <p>Säänkestävällä lattiabetonilla on säänkestävää rakennebetonia hienompi rakeisuus. Säänkestävät betonit tulisi käyttää tunnin kuluessa massan valmistuksesta. Pitkään kestävässä valuissa jatkuva massan sekoitus ja notkistus työmaalla voivat muuttaa säänkestävyysominaisuuksia.</p>	<p>Teräskuitubetonin tyypillisiä käyttökohteita ovat maanvaraiset laatat, ohuet < 50 mm paksut pintalattiat, kelluvat lattiat ja ruis- kubetonoinnit, joissa teräskuiduilla voidaan korvata tavanomainen raudoitus. Teräskuidut parantavat betonin vetolujuutta, dynaamisten kuormien kestävyyttä sekä sitkeää murtokestävyyttä. Kelluvissa pintalatioissa teräskuitubetoni pienentää nurkannousuja.</p> <p>Teräskuitubetoni soveltuu hyvin kulutuskestävyyttä vaativiin sirotepinnoitteisiin lattioihin. Siroteella saadaan kulutuskestävä pinta, jossa muuten helposti pintaan näkyville jäävät teräskuidut saadaan hierrettyä piiloon.</p> <p>Polypropyleenikuidut vähentävät tuoreen betonin plastista kutistumaa ja plastista halkeilua. Oikea kuitumäärä valitaan kuitutoimittajan suositusten ja valuolosuhteiden perusteella.</p>	<p>Esim. erikoisrunkoaineista valmistettu kovabetoni ja lateksia sisältävä muovibetoni.</p>
Muuta huomioitavaa	Vaatii erittäin huolellista varhaisjälkihoitoa.	Sirotepinnoilla latioilla saavutetaan jopa 1 luokan kulutuskestävyys.	Ennakkokokeisiin on varattava riittävästi aikaa.

⁽¹⁾ 12 mm:n maksimiraekokoa ei ole saatavissa kaikilta tehtailta – tällöin suosittelemme hieno 16 mm massaa.

⁽²⁾ Saatavuus varmistettava tehtaalta.

SAUMUSBETONIT

Betonilaatu (tunnus)	Saumasbetoni (SB) Saumasbetoni rapid (SR)	Valuharkkobetoni (HH)	Pakkasbetoni (PA)	Paisuva betoni (PB)
Notkeusluokka (Painuma)	S3 tai S4	S4 tai S5	S3 tai S4	S2 – S4
Maksimiraekoot	#8 tai #16	#8 tai #16	#8 tai #16	#8 tai #16
Lujuusluokat	K30 – K40	K30	K30	K30 – K40
Laadun-arvosteluikä	28 (SB) / 7 vrk (SR)	28 vrk	28 vrk	28 vrk
Tuotekuvaus	Saumasbetoni on elementtien saumauksiin, erilaisiin juotoksiin ja valuharkkoihin tarkoitettu erikoisbetonilaatu.	Valuharkkobetoni on valuharkkoihin tarkoitettu erikoisbetoni, jonka kutistuma on pienempi kuin usein harkkovaluis- sa käytetyn saumabetonin tai pakkasbetonin.	Pakkasbetoni on lähinnä saumauksiin, juotoksiin ja valuharkkoseiniin täyttövaluihin tarkoitettu laatu, joka voidaan valaa jopa -15 °C pakkasella.	Paisuva betoni paisuu noin 3 – 8 % riippuen paisuttimen annostus- määrästä. Massan käyttöaika on olosuhteista riippuen 15 – 90 minuuttia sekoituksesta.
Betonilaadun sisältämät side- ja lisäaineet Erikseen tilattavat lisäominaisuudet / lisäaineet (ks. myös sivu 30)	Sideaineena käytetään sementtiä ja seosaineita. Eivät sisällä lisäaineita.	Seosaineeton, runsaasti notkistinta sisältävä betoni.	Sideaineena käytetään ainoastaan sementtiä. Sisältävät runsaasti notkistinta ja veden jäätymispistettä alentavaa lisäainetta.	Seosaineeton ja lisäaineeton betoni muuten paitsi että sisältää paisuttavaa lisäainetta.
Sitoutumisen hidastus 3-12 tuntia	Mahdollista.	Mahdollista.	Mahdollista.	Ei mahdollista.
Notkistus (NL) tai tehonotkistus (TN) 1-3 notkeusluokkaa	Mahdollista.	Ei mahdollista.	Ei mahdollista.	Mahdollista.
Lämmitys LÄ1: +30±5 °C LÄ2 ² : +40±5 °C	Kyseenalaista - Saumabetoni jäähtyy nopeasti saumassa.	Kyseenalaista - Harkkobetoni jäähtyy nopeasti valuharkkoissa.	Kyseenalaista - saumasbetoni jäähtyy nopeasti saumassa.	Ei mahdollista.

jatkuu seuraavalla sivulla

SAUMAUSBETONIT

edelliseltä sivulta

Betonilaatu (tunnus)	Saumausbetoni (SB) Saumausbetoni rapid (SR)	Valuharkkobetoni (HH)	Pakkasbetoni (PA)	Paisuva betoni (PB)
Notkeusluokka (Painuma)	S3 tai S4	S4	S3 tai S4	S2 – S4
Maksimiraekoot	#8 tai #16	#8 tai #16	#8 tai #16	#8 tai #16
Lujuusluokat	K30 – K40	K30	K30	K30 – K40
Laadun-arvosteluikä	28 (SB) / 7 vrk (SR)	28 vrk	28 vrk	28 vrk
Ominaisuudet, käyttökohteet ja -ohjeet	Elementtien saumat ym. ohuet jälkivalut sekä valuharkkoseiniä täyttövalut. SR-laatu soveltuu SB-laatua paremmin viileisiin olosuhteisiin tai kun betonilta vaaditaan nopeaa varhaislujuudenkehitystä. Nesteytettyinä (S4) se täyttää helpommin ahtaamatkin kolot.	Valuharkkojen täyttövalut, elementtien saumat. HH-laatu soveltuu SB- ja SR-laatuja paremmin kohteisiin joissa kutistumishalkeilu pyritään minimoimaan.	Elementtien saumat ym. ohuet jälkivalut, kun betoni tulee jäätymään varhaisessa vaiheessa tai siihen on olemassa mahdollisuus. Pakkasbetonia ei saa käyttää suolarasitetuissa rakenteissa (rasitusluokissa XD, XS, XF). ¹ Runsaan notkistinmäärän johdosta massan jäykistyminen on suurta hitaissa valuissa. Tämän johdosta kuormakokoa tulee rajoittaa. Kylmissä oloissa sitoutuminen ja varhaislujuudenkehitys on hidasta mikä tulee huomioida tasojen kuormitusajankohtaa arvioitaessa. Betonin lämpötilan laskiessa alle -10 °C lujuudenkehitys käytännössä pysähtyy.	Injektointi- ja erilaiset muut painevalut. Parhaimman tuloksen aikaansaamiseksi massa tulee valaa noin puolen tunnin sisällä paisuttimen sekoituksesta. Tarvittaessa paisutin sekoitetaan massaansa vasta työmaalla sekoitavassa pyörintäsäiliöautossa.
Muuta huomioitavaa	Ei sisällä paisuttavaa lisäainetta.		¹ Erikoistapauksissa voidaan suhteuttaa pakkasbetonia. Näissä tapauksissa on aina otettava yhteyttä tekniseen neuvontamme tai laadunvalvontapäällikköön.	Paisumisesta aiheutuva lujuuskato on huomioitu suhteituksessa.

² Saatavuus varmistettava tehtaalta.

ERIKOISBETONIT

Betonilaatu (tunnus)	Nopeammin päällystettävä betoni (NP)	Uppobetoni (UB)	Korkealujuusbetoni (KL)
Notkeusluokka (Painuma)	S2 tai S3	S2 tai S3	S2 tai S3
Maksimiraekoot	#8, #12 ⁽¹⁾ , hieno #16, #16 tai #32	#8 tai #16	#16
Lujuusluokat	K30 – K40	K35	K70 tai K100
Laadun-arvosteluikä	28 vrk	28 vrk	91 vrk
Tuotokuvaus	Nopeammin päällystettävä betonilaatu, kuivuu vähintään kaksi kertaa nopeammin kuin normaalit lattiabetonit.	Uppobetoni on vedenalaisiin va-luihin tarkoitettu erikoisbetoni.	Korkealujuusbetoni on suuren lujuuden ja hyvät säilyvyysominaisuudet omaava korkealaatuinen erikoisbetoni.
Betonilaadun sisältämät side- ja lisäaineet Erikseen tilattavat lisäominaisuudet / lisäaineet (ks. myös sivu 30)	Sideaineena käytetään pelkäs-tään sementtiä. Sisältävät notkis-tinta ja huokostinta.	Sideaineena käytetään nopeasti kovettuvaa sementtiä ja seosai-neita. Laatu sisältää betonin koossapysyvyyttä parantavaa lisäainetta.	Sideaineena käytetään sementtiä ja seosaineita. Sisältävät runsaasti notkistinta.
Sitoutumisen hidastus 3-12 tuntia	Hitaat valut, valettaessa kuumissa olosuhteissa.	Mahdollista. Vaikuttaa huomatta-vasti lujuudenkehitykseen.	Hitaat valut tai kuumat olosuhteet.
Notkistus (NL) tai tehonotkistus (TN) 1-3 notkeus-luokkaa	Ei ole mahdollista.	Ei mahdollista.	Ei mahdollista.
Lämmitys LÄ1: +30±5 °C LÄ2 ² : +40±5 °C	Lujuusluokka K30. Ei suositella.	Mahdollista.	Ei mahdollista.

jatkuu seuraavalla sivulla

ERIKOISBETONIT

edelliseltä sivulta

Betonilaatu (tunnus)	Nopeammin päällystettävä betoni (NP)	Uppobetoni (UB)	Korkealujuusbetoni (KL)
Notkeusluokka (Painuma)	S2 tai S3	S2 tai S3	S2 tai S3
Maksimiraekoot	#8, #12 ¹⁾ , hieno #16, #16 tai #32	#8 tai #16	#16
Lujuusluokat	K30 – K40	K35	K70 tai K100
Laadun-arvosteluikä	28 vrk	28 vrk	91 vrk
Ominaisuudet, käyttökohteet ja -ohjeet	<p>Kaikki betonirakenteet, joilta edellytetään normaalia nopeampaa kuivumisnopeutta. Tyypillisiä kohteita ovat mm. liittolaatat, pinta- ja kallistuslattiat, massiivilaatat, kelluvat laatat sekä elementtisaumaukset tai muut kosteudelle aralla materiaalilla pinnoitettavat rakenteet. Soveltuu lujuusluokasta K35 ylöspäin myös säänkestäviin rakenteisiin.</p> <p>NP:llä on nopea varhaislujuuden kehittyminen sekä normaalia vähäisempi kastuminen ja veden imeytyminen hierrettyjen pintojen läpi. NP-massa on sitkeähkö työstää. Vaatii erittäin huolellisen jälkihoidon. Tutustu huolellisesti NP-betonilaadun käyttöohjeeseen.</p> <p>8 mm maksimiraekooilla saatavilla vain lujuusluokassa K30.</p>	<p>Uppobetoni soveltuu vedenalaisiin valuihin. Sitä ei saa kuitenkaan pudottaa vesipinnan läpi, vaan betoni tulee valuttaa kourussa, siirtää pumpun letkulla, valuputkella tai muulla tavalla vesirajan alapuolelle ennen vapaata pudotusta.</p> <p>Uppobetoni kestää normaalia betonia paremmin vedessä laskeutumisen erottumatta ja hienoaineksen huuhtoutumatta, jolloin myös näkyvyys vedessä pysyy hyvänä. Contractor-menetelmän käyttäminen on suositeltavaa hyvin vaativien rakenteiden betoinneissa. Sitoutuminen ja lujuudenkehitys on hidasta viileässä.</p>	<p>Korkealujuusbetonin tyypillisiä käyttökohteita ovat mm. pankkiholvit, kassakaapit, hoikat raskaasti kuormitetut rakenteet sekä hyvää säilyvyyttä vaativat rakenteet. Betoni tulee jälkihoitaa erityisen huolellisesti.</p> <p>Runsaan notkistinmäärän johdosta massan jäykistyminen on nopeaa. Tämän johdosta kuormakokoa tulee rajoittaa hitaissa valuissa, varsinkin kuumissa olosuhteissa, jolloin myös massan sitoutuminen on nopeata. Viileissä olosuhteissa sitoutuminen ja varhaislujuuden kehitys on päinvastoin hidasta.</p>
Muuta huomioitavaa	Vaatii erittäin huolellista varhaisjälkihoitoa.	Uppobetonia ei saa tiivistää veden alla. Saatavuus varmistettava hyvissä ajoin ennen betonointia.	Ei saatavissa kaikilta tehtailta

¹⁾ 12 mm:n maksimiraekokoa ei ole saatavissa kaikilta tehtailta – tällöin suosittelemme hieno 16 mm massaa.

²⁾ Saatavuus varmistettava tehtaalta.

ERIKOISBETONIT

Betonilaatu (tunnus)	Itsetiivistyvä lattiabetoni (LI)	Itsetiivistyvä betoni (IT)
Notkeusluokka (Leviämä)	F4 – F6 (S5)	F6 (S5)
Maksimiraekoot	#16	#16
Lujuusluokat	K35	K40 tai K60
Laadun-arvosteluikä	28 vrk	28 vrk
Tuotekuvaus	Itsetiivistyvä lattiabetoni on erittäin notkeaa ja hyvin leviävää betonia, jota ei tarvitse tiivistää.	IT-betoni on erittäin notkeaa ja koossapysyvä betonilaatu, jonka leviävyys- ja tiivistävyysominaisuudet ovat erinomaiset ilman tiivistystä.
Betonilaadun sisältämät side- ja lisäaineet Erikseen tilattavat lisäominaisuudet / lisäaineet (ks. myös sivu 30)	Sideaineena käytetään nopeasti kovettuvaa sementtiä ja lentotuhkaa.	Sideaine- ja lisäainekominaatiot räätälöidään tapauskohtaisesti.
Sitoutumisen hidastus 3-12 tuntia	Ei suositella.	Erikoistapauksissa mahdollista.
Notkistus (NL) tai tehonotkistus (TN) 1-3 notkeusluokkaa	Ei mahdollista.	Ei mahdollista.
Lämmitys LÄ1: +30±5 °C LÄ2 ² : +40±5 °C	Ei suositella.	Ei mahdollista.
Ominaisuudet, käyttökohteet ja -ohjeet	Itsestään tiivistyvä betonilaatu, jolla voidaan tehdä helpommin suoria pintoja sekä massiivivälipohjissa että maanvaraisissa lattioissa. LI-betoniin voidaan tarvittaessa lisätä kuituja. Lähinnä pinnoitettavat betonilattiat, joille ei ole asetettu mitään erikoisvaatimuksia: massiiviset välipohjat, pinta-, maanvaraiset ja kelluvat lattiat sekä liittolaatat. Ei sovellu käytettäväksi yhdessä sirotteen kanssa. Hiertoa ei välttämättä tarvita. Pinta tasataan erikoistyövälineillä. Jälkihoito on välttämätön. Soveltuu rasisuusluokkiin XO ja XC1.	IT-betoni tiivistyy itsestään ja leviää vaakasuunnassa hyvin laajalle alueelle kiviaineksen kuitenkaan erottumatta. Sillä saadaan aikaan erittäin sileät ja vähähuokoiset pinnat. IT-betoni vaatii erittäin tiiviit ja tukevat muotit. Sitä käytettäessä tarvitaan valutyössä vähemmän työvoimaa ja työskentelystä aiheutuu vähemmän melua. Hankalasti valettavat ja tiivistettävät rakenteet. Tiheästi raudoitettut rakenteet, ohuet seinämäiset rakenteet, saneerauskohteiden täydentävät rakenteet, teräspilareiden täyttövalut sekä normaalit betonirakenteet, kun halutaan hyödyntää betonilaadun käytön tuomat tiivistämättömyyden edut. IT-betoni soveltuu erityisen hyvin painevaluihin. Laatu saata- valla myös rasisuusluokkiin XF1...XF4.
Muuta huomioitavaa	Saatavuus varmistettava alueyksiköistä hyvissä ajoin ennen tilausta.	Saatavuus varmistettava alueyksiköistä hyvissä ajoin ennen tilausta.

ERIKOISBETONIT

Betonilaatu (tunnus)	Leca-kevytsorabetoni (KS)	Rakenteellinen kevytsorabetoni (KR)
Notkeusluokka (Painuma)	S2-S3	S2-S3
Maksimiraekoot	#10	#10
Lujuusluokat	Q_s 100 – 300 kg/m ³	K10 – K20 (-K30)
Laadun-arvosteluikä	Lujuusluokittlematon	28 vrk
Tuotekuvaus	Kevytsorabetoni on harva, kevyt ja lämpöä eristävä betoni, jossa käytetään runkoaineena kevytsorara-keita. Nämä liimataan toisiinsa sementtiliuoksella.	Rakenteellinen kevytsorabetoni on hyvän lujuus-painosuhteen omaava lujuusluokiteltu tiiviimpi kevytsorabetoni.
Betonilaadun sisältämät side- ja lisäaineet	Sideaineena käytetään sementtiä ja mahdollisesti lentotuhkaa. Laatu ei sisällä lisäaineita.	Sideaineena käytetään sementtiä ja mahdollisesti lentotuhkaa. Laatu ei sisällä lisäaineita.
Erikseen tilattavat lisäominaisuudet / lisäaineet (ks. myös sivu 30)	Hierrettävissä kattokallistuksissa voidaan erillinen hieftobetonikerros välttää käyttämällä hierrettävää kevytsorabetonia (KH).	
Sitoutumisen hidastus 3-12 tuntia	Ei mahdollista.	Ei mahdollista.
Notkistus (NL) tai tehonotkistus (TN) 1-3 notkeusluokkaa	Ei mahdollista.	Selvitettävä tapauskohtaisesti.
Lämmitys LÄ1: +30±5 °C LÄ2 ² : +40±5 °C	Mahdollista. Ei mahdollista.	Selvitettävä tapauskohtaisesti.
Käyttökohteet ja -ohjeet	Vesikattorakenteiden kallistukset ja lämmöneristykset. Kevyet täytöt ja korotukset, katujen ja pihojen kantavat kerrokset ja routaeristykset. Suurten siirtoastioiden käyttö on mahdollista, voidaan siirtää myös hinnakuljettimella (esim. 2. kerrokseen), mutta ei pumpaamalla. Pinta oikaistaan laudalla, rakennetta ei tiivistetä täryttämällä.	Saneeraus- ja korjausrakentamisessa täydentävät rakenteet. Uudisrakentamisessa kevyet kantavat rakenteet. Rakenteellisen kevytsorabetonin tiheydet lujuusluokittain: K10: 1000 – 1200 kg/m ³ K20: 1400 – 1600 kg/m ³ K30: 1600 – 1800 kg/m ³ Betonointi ja jälkihoito kuten normaalilla betonilaadulla. Betoni ei ole pumpattavaa.

jatkuu seuraavalla sivulla

Betonilaatu (tunnus)	Leca-kevytsorabetoni (KS)	Rakenteellinen kevytsorabetoni (KR)																
Notkeusluokka (Painuma)	S2-S3	S2-S3																
Maksimiraekoot	#10	#10																
Lujuusluokat	Q _s 100 – 300 kg/m ³	K10 – K20 (-K30)																
Laadun-arvosteluikä	Lujuusluokittelematon	28 vrk																
Ominaisuudet	<p>Kevyt ja toimii myös lämmöneristeenä.</p> <p>Ominaisuuksia sideainemäärän mukaan: betonin tiheys (ρ, kg/m³), normaalin lämmönjohtavuus (λ_n, W/Km) joka riippuu ympäristön olosuhteista ja puristuslujuus (f, MN/m²)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>ρ</th> <th>λ_n</th> <th>f</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Q_s100</td> <td>400-500</td> <td>0,11-0,17</td> <td>n. 0,5</td> </tr> <tr> <td>Q_s200</td> <td>500-650</td> <td>0,13-0,20</td> <td>n. 4,0</td> </tr> <tr> <td>Q_s300</td> <td>600-750</td> <td>0,15-0,23</td> <td>n. 5,0</td> </tr> </tbody> </table> <p>Arvot ovat ohjeellisia.</p> <p>Voidaan kuljettaa suurempina kuormina kuin tavallista betonia.</p>		ρ	λ_n	f	Q _s 100	400-500	0,11-0,17	n. 0,5	Q _s 200	500-650	0,13-0,20	n. 4,0	Q _s 300	600-750	0,15-0,23	n. 5,0	<p>Runkoaineena käytetään joko murskattua kevytsoraa tai kevytsora/kiviainesyhdistelmää.</p> <p>Voidaan käyttää rakenteellisena betonina, mutta rasisluokkien täyttyvyys selvítettävä tapauskohtaisesti.</p> <p>Kestää heikommin pistekuormia kuin normaali betoni.</p> <p>Voidaan kuljettaa suurempina kuormina kuin tavallista betonia.</p>
	ρ	λ_n	f															
Q _s 100	400-500	0,11-0,17	n. 0,5															
Q _s 200	500-650	0,13-0,20	n. 4,0															
Q _s 300	600-750	0,15-0,23	n. 5,0															
Muuta huomioitavaa	<p>Betoniin jäävät teräsosat on suojattava ruostumiselta tai on käytettävä sinkittyjä teräksiä. Jälkihoito normaalisti.</p> <p>Kovettunut betoni kestää päälläkävelyä, kun laatu on vähintään Q_s 150.</p> <p>Ei ole saatavissa kaikilta tehtailta.</p>	<p>Mikäli pinta joudutaan hiertämään, suositellaan käyttämään vähintään lujuusluokkaa K-15.</p> <p>Hiertopinta on karkeampi kuin normaalilla betonilla.</p> <p>Ei ole saatavissa kaikilta tehtailta.</p>																

¹² Saatavuus varmistettava tehtailta.

ERIKOISBETONIT

Betonilaatu (tunnus)	Vesisementtisuhte-betonit	Väribetoni	Muut erikoissuhteitukset
Notkeusluokka (Painuma)	S1 – S4	S2 – S4	S1 – S4
Maksimiraekoot	#8, #12 ⁽¹⁾ , #16 tai #32	#8, #12 ⁽¹⁾ , #16 tai #32	
Lujuusluokat	K35 – K50	Kuten perusbetonilla	Vaatimusten mukaan
Laadun-arvosteluikä	28 vrk	Kuten perusbetonilla	Sopimuksen mukaan
Tuotekuvaus	Betonilaatu jonka vesi-sementtisuhte \leq rasiusluokan mukainen suurin sallittu vesisementtisuhte.	Väribetonit ovat betonilaatuja, joihin on sekoitettu tietty määrä väripigmenttiä tarkoituksena värjätä betonin sementtikivi halutun väriseksi.	Erikoissuhteituksessa on betonin koostumus räätälöity tapauskohtaisesti tavoiteltujen erikoisominaisuuksien saavuttamiseksi.
Betonilaadun sisältämät side- ja lisäaineet Erikseen tilattavat lisäominaisuudet / lisäaineet (ks. myös sivu 30)	Sideaineena käytetään sementtiä ja tapauskohtaisesti seosaineita. Seosaineiden määrä ja laatu voivat vaihdella alueyksiköittäin. Laadut sisältävät notkistinta. Rasiusluokissa XA2 ja XA3 käytetään sulfaatinkestävää sementtiä.	Perusbetonin tai erikoissuhteituksen mukaiset.	Erikoissuhteituksen mukaiset.
Sitoutumisen hidastus 3-12 tuntia	Mahdollista.	Mahdollista.	Tapauskohtaisesti mahdollista.
Notkistus (NL) tai tehonotkistus (TN) 1-3 notkeusluokkaa	Ei ole mahdollista.	Mahdollista tapauskohtaisesti.	Ei yleensä mahdollista.
Lämmitys LÄ1: +30±5 °C LÄ2 ⁽²⁾ : +40±5 °C	Tapauskohtaisesti mahdollista.	Mahdollisuus perusbetonin mukaan.	Tapauskohtaisesti mahdollista.
Käyttökohteet ja -ohjeet	Suolarasituksen tai kemiallisen rasituksen alaiset lämpimien ja puolilämpimien tilojen betonirakenteet, joissa rasiusluokka määrittää suurimman sallitun vesi-sementtisuhteen. Tarkoitettu suolarasitusluokkiin XD1-3, XS1-3 ja kemiallisen rasituksen luokkiin XA1-3. Tyypillisiä käyttökohteita ovat lämpimän pysäköintilaitoksen lattiat, uimahallit, uima-altaat, jäteveden puhdistuslaitokset, teollisuusrakennusten lattiat ja merirakenteiden vedenalaiset osat.	Tyypillisiä käyttökohteita ovat puhtasvalupinnoille jäävät betonirakenteet latioista runkorakenteisiin, piharakenteet, monumentit ja muut arkkitehtoniset rakenteet, joille halutaan näyttävyyttä ja muu kuin betoninharmaa värisävy. Normaalisti perusbetonina on seosaineeton betonilaatu.	Esim. erikoisrunkoaineista valmistetut raskasbetonit säteily-suojiin tai katkaistulla rakeisuus-käyrällä valmistettu ajoluiskabetoni pesubetonipintoihin.

jatkuu seuraavalla sivulla

Muuta huomioitavaa	<p>Suolapakkasrasitetut rakenteet, katso P-lukubetoni.</p> <p>Vaatii erittäin huolellista varhaisjälkihoitoa.</p>	<p>Tarvittaessa sementti valitaan tapauskohtaisesti. Valkosementillä saadaan aikaiseksi puhtain värisävy. Betonin värisävyn vaikuttaa mm. betonin koostumus, käytetty kiviaines, muottipintamateriaali, muotin kosteus, muottipaine, tärytysaika, betonin kovettumis- ja kuivumisnopeus. Kosteaa betonipintaa on tummempi sävyiltään kuin kuiva pinta. Erikoissuhteituksille ja -väreille on varattava aikaa ennakkokokeita varten.</p>	<p>Ennakkokokeisiin on varattava riittävästi aikaa.</p>
--------------------	---	---	---

⁽¹⁾ 12 mm:n maksimiraekokoa ei ole saatavissa kaikilta tehtailla – tällöin suosittelemme hieno 16 mm massaa.

⁽²⁾ Saatavuus varmistettava tehtaalta.

SIDEAINEMÄÄRÄISET BETONIT

Betonilaatu (tunnus)	Ruiskubetoni (NR, RR)	Normaalisti kovettuva hiertobetoni (HB)	Nopeasti kovettuva hiertobetoni (HR)	Maakostea betoni (MB, MR)
Sideainemäärä	Q _s 300 – 500 kg/m ³	Q _s 200 – 500 kg/m ³	Q _s 200 – 500 kg/m ³	Q _s 200 – 500 kg/m ³
Maksimiraekoot	#8, #12 ⁽¹⁾ tai #16	#8, #16 tai #32		
Notkeusluokka (Painuma)	S1, S2 tai kuiva	S1 – S5	S2 - S5	Maakostea
Laadun-arvosteluikä	Lujuusluokittelematon			
Tuotekuvaus	Ruiskubetoni on ruisku-betonointiin tarkoitettu erikoisbetoni, jota valmistetaan sekä märkänä (RR) että kuivana (NR).	Normaalisti kovettuva hiertobetoni on helposti hierrettävää betonia vaatimattomiin ja lujuusluokittelemattomiin käyttökohteisiin.	Nopeasti kovettuva hiertobetoni on edellistä nopeammin sitoutuvaa, helposti hierrettävää betonia vaatimattomiin ja lujuusluokittelemattomiin käyttökohteisiin.	Maakostea betoni on vähävetistä, irtonaista betonia, jonka pakkautuvuutta ennen betonin sitoutumista voidaan hyödyntää erilaisissa asennustöissä.
Betonilaadun sisältämät side- ja lisäaineet Erikseen tilattavat lisäominaisuudet / lisäaineet (ks. myös sivu 30)	RR-laadussa sideaineena käytetään sementtiä ja tapauskohtaisesti siikaa. NR-laadussa sideaineena on yleensä vain sementtiä. Käytettävä sideaine ja sideaineyhdistelmä on sovittavissa tapauskohtaisesti. Märkämenetelmässä lisäaineena voidaan käyttää notkistimia, huokostimia ja teräskuituja. Kuivamenetelmässä lisäaineita ei annostella tehtaalla.	Sideaineena käytetään sementtiä ja lentotuhkaa. HB-laadut eivät sisällä lisäaineita.	Sideaineena käytetään nopeasti kovettuvaa sementtiä.	Normaalisti kovettuvassa laadussa (MB) sideaineena käytetään sementtiä ja lentotuhkaa ja nopeasti kovettuvassa laadussa nopeasti kovettuvaa sementtiä.
Sitoutumisen hidastus 3-12 tuntia	Mahdollista mutta kyseenalaista.	Mahdollista.	Mahdollista.	Ei mahdollista.
Notkistus (NL) tai tehonotkistus (TN) 1-3 notkeusluokkaa	Mahdollista.	Mahdollista.	Mahdollista.	Mahdollista.
Lämmitys LÄ1: +30±5 °C LÄ2 ⁽²⁾ : +40±5 °C	Q _s 200 – 500 Q _s 200 – 400	Q _s 200 – 500 Q _s 200 – 400	Q _s 200 – 500 Q _s 200 – 400	Q _s 200 – 500 Q _s 200 – 400

jatkuu seuraavalla sivulla

<p>Ominaisuudet, käyttökohteet ja -ohjeet</p>	<p>Ruiskubetonoinnit sekä märkä- että kuivamennetelmällä. Tunnelien ja kallioväestönsuojien seinämät, kallioiden ja kivikkojen vahvistukset. Massaan sekoitettavilla teräskuiduilla voidaan korvata verkkorauhoitus. Silikan käyttö parantaa tarttuvuutta ja vähentää roiskeita.</p> <p>Työmaalla lisättävä kiihdytin aiheuttaa lujuskatoa betoniin, mikä tulee ottaa huomioon sideainemäärän valinnassa. Kuivan ruiskubetonin kosteus vaihtelee kiviaineksen kosteusvaihtelun mukaan.</p>	<p>Hiertobetoni soveltuu mm. lujuusluokittelemattomien lattioiden tekoon, erilaisiin täyttövaluihin ja kevytsora-kerrosten pinnalle ns. korppukerrokseksi.</p>	<p>Nopeasti kovettuva hiertobetoni soveltuu paremmin viileissä olosuhteissa valettaessa.</p> <p>Nopeasti kovettuvan hiertobetonin sitoutumisnopeus ja varhaislujuudenkehitys on normaalisti kovettuvaa hiertobetonia nopeampaa.</p>	<p>Maakostea betoni soveltuu mosaiikki- ja betonilaattojen sekä sidekivien alustaksi.</p> <p>Sementtislurran käyttö laattojen liimauksessa maakostean betoniin on suositeltavaa.</p>
---	--	--	---	--

⁽¹⁾ 12 mm:n maksimiräekokoa ei ole saatavissa kaikilta tehtailta – tällöin suosittelemme hieno 16 mm massaa.

⁽²⁾ Saatavuus varmistettava tehtailta.

Sideainemääräiset betonit luokitellaan ns. koostumuksen mukaisiksi betoneiksi. Nämä betonit eivät täytä BY 50 -normien mukaisia rasitusluokkia, joten näitä ei siten voida käyttää kantavissa rakenteissa.

BETONOINTIOHJEET

VALMISTAUTUMINEN BETONOINTIIN

Onnistuneen betonityön lähtökohtana on huolellisesti etukäteen laadittu betonointisuunnitelma. Siinä huomioidaan mm.

- Muotti, rauditus, varaukset, valu ja tiivistysaukot
- Betonoinnissa tarvittava kalusto, sähkön ja veden saanti, valaistus
- Jälkihoito ja suojausmateriaali, henkilösuojaimet
- Lujuudenkehityksen seuranta (lämpötilan seuranta)
- Jako betonointiosiin, työsaumat
- Perustiedot betonin ominaisuuksista
- Erikoisbetonilaatujen tai betonin suuren toimitusnopeuden saatavuus
- Betonointimenetelmä, betonin siirto
- Aikataulu, betonointinopeus, betonimenekki, henkilövahvuudet, varautuminen häiriöihin, mahdolliset ennako- tai laadunvalvontakokeet
- talvityöhön ja erityismenetelmiin liittyvät toimenpiteet erityisesti lattiabetonoinneissa

Betoni on voimakkaasti emäksisenä materiaalina ihoa ärsyttävä tuote. Betonointiin osallistuvien henkilöiden tulee tietää betonin käsittelyyn liittyvät vaaratekijät ja noudattaa alla esitettyä betonin turvallista käsittelytapaa.

Vaaratekijät:

- R 36 Ärsyttää ihoa
- R 41 Vakavan silmävaurion vaara
- R 43 Ihokosketus voi aiheuttaa herkistymistä

Turvallisuustoimenpiteet:

- S 2 Säilytettävä lasten ulottumattomissa
- S 22 Vältettävä pölyn hengittämistä (kovettunut betoni)
- S 24 Varottava tuoreen betonin joutumista iholle
- S 25 Varottava joutumasta silmiin
- S 26 Roiskeet silmistä huuhdeltava välittömästi runsaalla vedellä
- S 37/39 Käytettävä sopivia suojakäsineitä ja silmien tai kasvojen suojainta

Vaatehoidon kastuttua betonista kastunut iho on välittömästi pestävä puhtaalla vedellä ja kostunut vaate on vaihdettava kuivaan. Jos tuore betoni aiheuttaa ihoärsytystä, mikä ilmenee esim. ihon kirvelynä tai punoituksena, on hakeuduttava välittömästi lääkärin hoitoon.

BETONIN SIIRROT

Betonin siirtoon työmaalle käytetään yleisimmin erikokoisia pyörintäsäiliöautoja, joissa on varustuksena valukouru, siirtokuljetin tai pumppu. Kuormakooksi voi valita autosta riippuen 1 – 12 m³. Allasauto soveltuu lähinnä jäykkien massojen kuljetukseen. Betonin siirrossa työmaalla kannattaa hyödyntää siirtokaluston varustusta.

Kahta kuormaa suurempiin tai suurta ulottuvuutta vaativiin siirtoihin soveltuu erillinen betonipumppuauto parhaiten.

Betoni on mahdollista ottaa myös purettuna työmaasiiloon tai suoraan nostoastiaan.

Toimitusreitit tulee olla esteetön 3,4 – 3,9 m korkeuteen asti, riittävän leveä ja kantava (vaatimukset kalusto- ja kuormakoko-kohtaiset). Ajotien kaltevuus saa olla enintään 10 % ja talvella ajotien on oltava hiekoitettu.

Betonin siirtolaitteet ja niiden ulottuvuudet:

Betonin siirtolaite	Maksimiulottuvuus, m			Huomioitavaa
	vaaka-suoraan	ylöspäin	alaspäin	
Pyörintäsäiliöauton varustus				
Mekaaninen valukouru 3,7 - 4,5 m	3,0 – 4,0	n. 1	1,5 – 1,7	Valukouruissa massa liikkuu ainoastaan omalla painollaan. Ulottuma alaspäin 60° kulmassa Ulottuma alaspäin 60° kulmassa Ulottuma ylöspäin 30° kulmassa ja alaspäin 45° kulmassa Lisäulottuvuutta jatkolinjan avulla
Hydraulinen valukouru 4,0 – 6,0 m	3,5 – 5,5	n. 1	1,5 – 3,2	
Siirtokuljetin 10 – 14 m	10 – 14	6 - 10	5,0 – 8,5	
Pumppu: puomin pituus 11 - 25 m	11 - 25	16 - 29	3 - 18	
Erillinen autobetonipumppu				
Puomiton auto	< 200	< 70		Ulottuvuudet puomilla, lisäulottuvuutta jatkolinjalla
Puomin pituus 17 – 40 m	17 - 40	21 - 44	8 - 32	

BETONIN VASTAANOTTOTARKASTUS

Betonin vastaanottajan on tarkastettava vastaanottohetkellä kuormakirjasta, että ao. betonierä on tilauksen mukainen (käyttöikä, rasisluokat, lujuusluokka, määrä, lisäainemerkinnät jne.). Virheistä ja puutteista on heti ilmoitettava betonitehtaalte. Vastaanottotarkastus on suoritettava etenkin silloin, kun työmaalla on samanaikaisesti monta valua käynnissä.

BETONIN VALAMINEN MUOTTIIN

Betoni pyritään sijoittamaan muottiin siten, että se pysyy tasalaatuisena, täyttää muotin tasaisena ja halutun paksuisena kerroksena sekä liittyy saumattomasti muotissa jo ennestään olevaan tuoreeseen betonimassaan. Betonimassa tulee sijoittaa suoraan lopulliselle paikalleen, sitä ei siirrellä enää muotissa. Pudotussuunta on mahdollisimman kohtisuora muottia tai betonipintaa vasten. Betonimassa erottuu helposti iskeytyessään vinoa pintaa tai raudoitusta vasten. Massan vapaa pudotuskorkeus pidetään pienenä. Suurin sallittu pudotuskorkeus on 1,0 m lukuun ottamatta kuivien sisätilojen rakenteita (rasitusluokat X0 ja XC1), joissa voidaan käyttää 1,5 m pudotuskorkeutta. Korkeissa valuissa käytetään tarvittaessa apuna valuputkia, -suppiloita tai -sukkia.

Betonointi suoritetaan normaalisti enintään 0,3 – 0,5 metrin kerroksina riippuen massan notkeudesta, rakenteesta, raudoituksesta ja betonille asetetuista vaatimuksista (esim. säänkestävyys, vesitiiveys). Suurin sallittu valukerroksen paksuus on 0,5 m, paitsi rasisluokissa X0 ja XC1, jolloin maksimi valukerros on 1,0 m. Palkkeja ja laattoja valettaessa valukerroksen paksuuden tulee olla enintään 150 - 300 mm, lukuun ottamatta rasisluokkia X0 ja XC1.

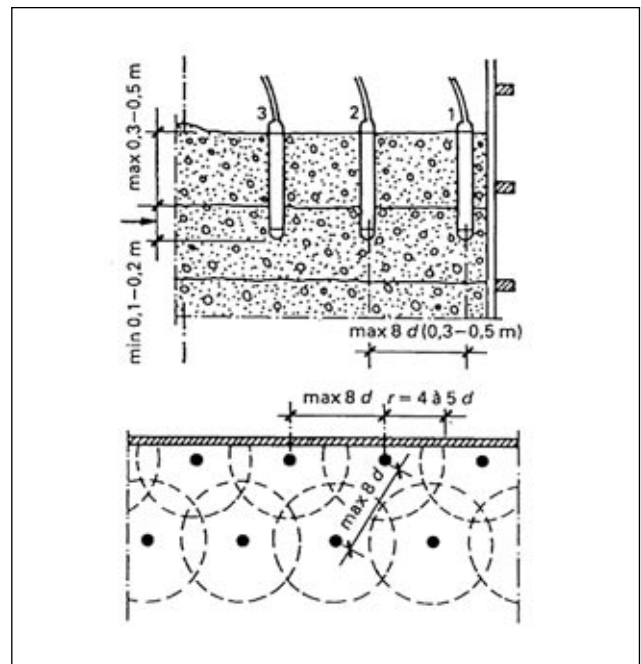
Pystyrakenteiden betonoinnissa rajoitetaan nousunopeus siten, ettei haitallisia jälkipainumia synny. Rakenteen poikkeileikkausmuutosten kohdalla pidetään tarvittaessa tauko tai suoritetaan jälkitärytys. Rasisluokassa X0 ja XC1 on suurin sallittu nousunopeus 1,0 m/h ja muissa rasisluokissa 0,5 m/h. Valunopeus on aina sovitettava tiivistyskaluston tehon, massan ominaisuuksien ja kovettuneelta betonilta vaadittujen ominaisuuksien mukaan.

BETONIN TIIVISTÄMINEN

Betonin tiivistämisen tarkoituksena on saada betoni täyttämään muotit ja ympäröimään raudoitusta täydellisesti, poistaa massasta ylimääräinen ilma sekä saada betonin kiviaineksen osat hakeutumaan lähemmäksi toisiaan. Muottiin sijoitettu betoni tiivistetään huolellisesti täryttämällä siten, että betonimassa tiivistyy kauttaaltaan ja jokainen massakerros liittyy hyvin aikaisemmin valettuun betoniin.

Sauvatäryttimellä suoritettujen tiivistysten työsaavutuksia (bet-m³/h) käytännön laattavaluissa.

Sauvan halkaisija (mm)	Tavallinen holvivalu (m ³ /h)	Ohuet laatat, laattapalkit, tiheä rauditus (m ³ /h)
40 – 50	7 – 15	3 – 8
50 – 60	10 – 18	5 – 10



Kuva 1. Betonin järjestelmällinen tiivistys. Kuvassa d on sauvan läpimitta ja r tärytyksen vaikutussäde.

Tiivistystehon tarve on oleellisesti riippuvainen betonimassan notkeudesta. Nesteytetyn betonin käyttö on näin ollen perusteltua rakenteissa joissa on tiheä rauditus, paljon varauksia tai tiivistäminen on muuten hankalaa.

Mycs nesteytetty betoni on kuitenkin tiivistettävä. Ainoastaan itsestiiivistyvä betoni voidaan valaa ilman tiivistystä. Mikäli rakenteelta vaaditaan säänkestävyyttä tai kulutuskestävyyttä, tulisi valita notkeudeltaan luokan S1 tai S2 betonia ja tiivistää betoni huolellisesti. Tiivistyskaluston määrän ja tehokkuuden tulee olla riittävä valunopeuteen nähden hyvän ja tasaisen tiivistyksen aikaansaamiseksi.

BETONIN JÄLKIHOITO

Jälkihoidon päätarkoituksena on estää betonipinnan liian aikainen ja nopea kuivuminen sekä varmistaa betonille

riittävä lujuus ennen betonin kuivumisesta aiheutuvien jännitysten muodostumista. Lämpöä eristävällä jälkihoidolla (eristematot ym.) estetään tarvittaessa liian suurien kovettumisaikaisten lämpötilaerojen muodostuminen rakenteen pinnan ja muiden osien välille sekä talvibetonoinnissa rakenteen voimakas jäähtyminen ja tapauskohtaisesti jopa jäätyminen ennen kuin jäätymislujuus on saavutettu.

Huolellisella jälkihoidolla pienennetään betonirakenteen halkeiluriskiä ja saadaan aikaan paremmin kulutusta kestäviä ja tiiviitä pintoja. Koska liiallinen halkeilu ratkaisevasti lyhentää rakenteen käyttöikää, on huolellinen jälkihoito edellytys sille, että rakenteen suunniteltu käyttöikä täyttyy. Jälkihoidon aloitusajankohtaan ja kestoon sekä käytettävän menetelmän valintaan vaikuttavat erityisesti ympäristöolosuhteet, käytettävä betonilaatu ja rakenteen ominaisuudet.

Huonoissa olosuhteissa (voimakas auringonpaiste ja/tai kova tuuli) betonin jälkihoito tulee aloittaa varhais- eli esijälkihoidolla betonipinnan oikaisun yhteydessä joko

- sumuttamalla betonipinnalle tuoteohjeiden mukaisesti varhaisjälkihoitoainetta,
- pitämällä pinta kosteana vesisumutuksen avulla (ei liikaa!),
- tai levittämällä pinnalle muovikalvo (ks. ohjeen sivu 28 Betonilattiaohje kohta varhaisjälkihoito).

Varsinainen jälkihoito voidaan tehdä mahdollisuuksien mukaan joko

- sumuttamalla tai telaamalla betonipinnalle jälkihoitoaine tuoteohjeiden mukaisesti,
- suojaamalla pinta välittömästi muovikalvolla,
- kastelemalla kovettunut pinta vedellä sekä levittämällä pinnalle sen jälkeen muovikalvo,
- tai pitämällä pinta jatkuvasti kosteana kastelun avulla.

Jälkihoitoaineen käyttö sekä välitön pinnan suojaaminen muovilla pinnan viimeistelyn jälkeen ovat ainoat käytännössä toimiviksi todetut jälkihoitotavat hyvin viimaisissa, kuivissa sekä lämpöisissä olosuhteissa. Seuraavana päivänä levitettävä muovikelmu on yleensä liian myöhäinen jälkihoitomenetelmä. Pinnan kastelu ennen muovin laitoa parantaa hieman tilannetta. Pinnan pitäminen kosteana kastelemalla on erittäin työläs menetelmä eikä se sovellu talviolosuhteisiin. Viileällä vedellä on lisäksi betonipintaa jäähdyttävä ja lämpötilaeroja kasvattava vaikutus, josta saattaa aiheutua pinnan halkeilua.

Jos betonipinta pinnoitetaan tai käsitellään muulla tavalla myöhemmin, parafiinipohjainen jälkihoitoaine tulee poistaa betonin pinnasta mekaanisesti vähintään voimakkaalla harjauksella tai pinnan hionnalla.

Jälkihoitoajan pituuteen vaikuttavat mm. kovettumisolosuhteet, rakenteen rasitusluokka sekä betonin kovettumisnopeus. Betoninormien mukaan jälkihoito voidaan lopettaa, kun betoni rasitusluokissa X0 ja XC1 on saavuttanut 60 % nimellislujudesta ja muissa kuin XF2 ja XF4 rasitusluokissa 70 % nimellislujudesta. Rakenteita, jotka kuuluvat rasitusluokkiin XF2 tai XF4 tai joilta edellytetään erityistä kulutuskestävyyttä, tulee jälkihoitaa niin kauan että betoni on saavuttanut 80 % nimellislujudestaan. Käytännössä tämä tarkoittaa 20 °C lämpötilassa neljästä vuorokaudesta jopa noin kahden viikon jälkihoitoaikaa betonin lujuusluokasta riippuen.

Betonin toimittaja vastaa betonin laadusta pääosin massan purkuvaiheeseen asti. Betonirakenteessa laatu ei riipu yksistään betonin ominaisuuksista vaan myös työnsuorituksesta ja valuolosuhteista.

BETONILATTIAOHJE

ALOITUSPALAVERI – PERUSTA ONNISTUMISELLE

Hyvin onnistuneen betonilattian taustalla on yleensä ollut betonilattioiden aloituspalaveri, johon on osallistunut suunnittelija, pää- ja lattiaurakoitsija, betonin toimittaja sekä tilaajan edustaja. Palaverissa varmistetaan, että osapuolilla on yhdenmukainen käsitys lattian laatuvaatimuksista ja niiden saavuttamiseen tarvittavista työmenetelmistä ja materiaalivalinnoista. Tarpeen mukaan tehdään myös valualustan katselmukset.

LAATUVAATIMUKSET LUOKITUSJÄRJESTelmäSTÄ

Betonilattioiden laatuvaatimukset esitetään betonilattioiden luokitusjärjestelmän (BLY7/BY45 Betonilattiat 2002) mukaisella menettelyllä. Lattian laatuluokka ilmoitetaan esimerkiksi A-3-40, jossa

- A = tasaisuusluokka (A₀, A, B tai C joista A₀ on vaativin)
3 = kulutuskestävyysluokka (1, 2, 3 tai 4 joista 1 on vaativin)
40 = lujuus (30 - 60 MPa).

Erityisen vaativissa kohteissa luokan perässä on vielä tunnus T, mikä kertoo pätevytyneen betonilattiatyönjohtajan tarpeen. Luokan viimeisen numeron mukaan määräytyy betonin minimilujuusluokka ja kiinnitetyn lattian pintabetonin tartunta alustaan. Laatan paksuuspoikkeamat, maanvaraisen laatan alustan korkeusasema ja suurimmat raudoituksen sijainnin vaihtelut ilmoitetaan prosentteina laatan nimellispaksuudesta. Kiinnitetuille lattioille suositellaan annettavaksi vähimmäispaksuusvaatimus (yleensä 40 mm).

Käytettävillä työmenetelmillä, betonilaaduilla, rakennevahvuuksilla sekä olosuhteilla on suuri vaikutus saavutettavissa olevaan laatuluokkaan. On myös syytä huomioida, että kulutuskestävyysluokat 1 ja 2 edellyttävät joko kovabetonilattiaa tai sirotteen käyttöä.

LATTIABETONIN VALINTA TEHTÄVÄ HUOLELLA

Lattiabetonin valinnassa noudatetaan sivujen 9–12 periaatteita. Erityisesti laatutekijöiden saavutettavuus, lattioiden päällystettävyyden tai pinnoitettavuus sekä valulosuhteet tulee ottaa huomioon lattiabetonin laatua valittaessa. Eri betonilaaduilla on saavutettavissa mm. erilainen kulutuskestävyysluokka sekä niillä on erilaiset sitoutumis- ja kuivumisnopeudet (ks. betonilaatuesittelyt). Tavanomaisella kiviaineksella tehdyillä betonilla saavutetaan korkeintaan kulutuskestävyysluokka 3 kun taas kulutuskestävyysluokka 1 ja 2 edellyttävät sirotteen käyttöä. Tarpeettoman pienen maksimiraekoon käyttö on yleisin syy halkeiluongelmiin.

Maksimiraekoon oikealla valinnalla vähennetään lattioiden kutistumaa ja halkeiluriskiä.

Maksimiraekokosuositus valuvahvuuden mukaan:

Valuvahvuus	Maksimiraekoko
alle 45 mm	8 mm
yli 45 mm	12 mm
yli 50 mm	hieno 16 mm
yli 60 mm	16 mm
yli 120 mm	32 mm

ALUSTAT JA OLOSUHTEET KUNTOON

Pyrittäessä tekemään hyviä betonilattioita tulee myös valuosuhteiden ja lattioiden alustojen olla kunnolliset. Maanvaraisten lattioiden alustojen tulee olla tasaiset ja riittävän kantavat. On suositeltavaa käyttää esim. suodatinkankaan päälle 20 – 40 mm paksua hiekasta tehtyä laakerointikerrosta, joka helpottaa tasaisen alustan rakentamista ja vähentää samalla kitkaa laatan ja alustan välillä.

Tehtäessä kiinnitettyjä pintalattioita tulee alusbetonin pinnan olla puhdas, luja, sopivan kostea (ei kuiva eikä liian märkä), imevä (huokoset auki) ja karhea. Ontelolaattojen pinnalla mahdollisesti oleva sahausliete sekä laattaan heikosti tarttuneet saumaroiskeet tulee poistaa mekaanisesti ennen pintalattiaavausta. Vanhat alustat tulee tarvittaessa jyrsiä tai sinkopuhaltaa, puhdistaa irtonaisesta aineksesta sekä kostuttaa useampana päivänä ennen valua. Alustan työstäminen korkeapaineisella vesipesulla karhentaa ja kostuttaa alustan samanaikaisesti. Tuoreempien alustojen kasteluun riittää edellisenä päivänä tapahtunut kostutus. Valualustojen lämpötilan tulee olla vähintään +10 °C betonoinnin alkaessa, mikä edellyttää valutilan lämmittämistä edellisenä päivänä tai alustan lämmittämistä säteilylämmittimillä 1 – 2 h ennen valua. Voimakkaat ilmavirtaukset valutilassa tulee ehdottomasti estää vähintään laatan varsinaisen jälkihoidon alkuun asti plastisen halkeiluriskin vähentämiseksi. Kostea ilmanlaatu valun aikana on kuivaa parempi. Valulosuhteet kuten valualustan, betonin valutilan ilman lämpötila ja ilman suhteellinen kosteus tulee ehdottomasti kirjata betonointipöytäkirjaan. On suositeltavaa, että lattiavaluissa kovettumisolosuhteita seurataan ja rekisteröidään pinnoitukseen asti.

LATTIOIDEN BETONOINTI VAATII TAITOA

Onnistuneiden betonilattioiden tekeminen vaatii huolellisen massan oikaisun ja tiivistyksen, oikea-aikaiset pinnan hierrot ja mahdolliset siivityskerrat sekä ennen kaikkea olosuhteiden mukaisen jälkihoidon ja betonilaadun valinnan. Omakotirakentajan kannattaa antaa lattioiden tekeminen betonilattia-ammattilaisen tehtäväksi.

Betoniin ei saa lisätä vettä työmaalla massan notkistamiseksi vaan tarvittava lisänotkistus tulee tehdä sekoittamalla siihen notkistinta betoniauton sekoittimessa. Pintalattioiden tartunta alustaan varmistetaan tartuntaharjauksella. Tällöin alustan pinnalla oleva pöly saadaan sekoittumaan tartuntaharjausmassaan. Harjausmassana käytetään yleensä samaa massaa, jolla pintavalu suoritetaan tai siihen lisätään työmaalla hieman liimaa tai primeria. Tartuntaharjausmassaa ei saa päästää kuivumaan ennen pintamassan päälle valua. Pintavalujen tärypalkkiivistyksellä saadaan tartunta alustaan myös parannettua.

KUIVUESSAAN LIIKAA BETONILATTIA HALKEAA JO ENNEN PINNAN HIERTOJA

Tuoreessa betonipinnassa tapahtuu plastista kutistumista, jos pinta pääsee kuivumaan liikaa, eli pinnalta haihtuva kosteusmäärä on suurempi kuin massasta pintaan erottuva vesimäärä. Plastisen kutistuman riski on sitä suurempaa, mitä suurempi on pinnalta haihtuva kosteusmäärä ja mitä hitaammin betoni sitoutuu. Sitä kasvattavat erityisesti ilmavirtauksen nopeuden kasvu, kuivat olosuhteet ja suuri massa sekä ilman lämpötila (kuvat 2 ja 3). Erityisesti runsaasti notkistinta ja sementtiä sisältävät, vähän vettä pintaan erottavat betonilaadut kuten nopeammin pinnoitettavat, säänkestävät ja P-lukubetonit ovat herkkiä plastiselle kutistumalle.

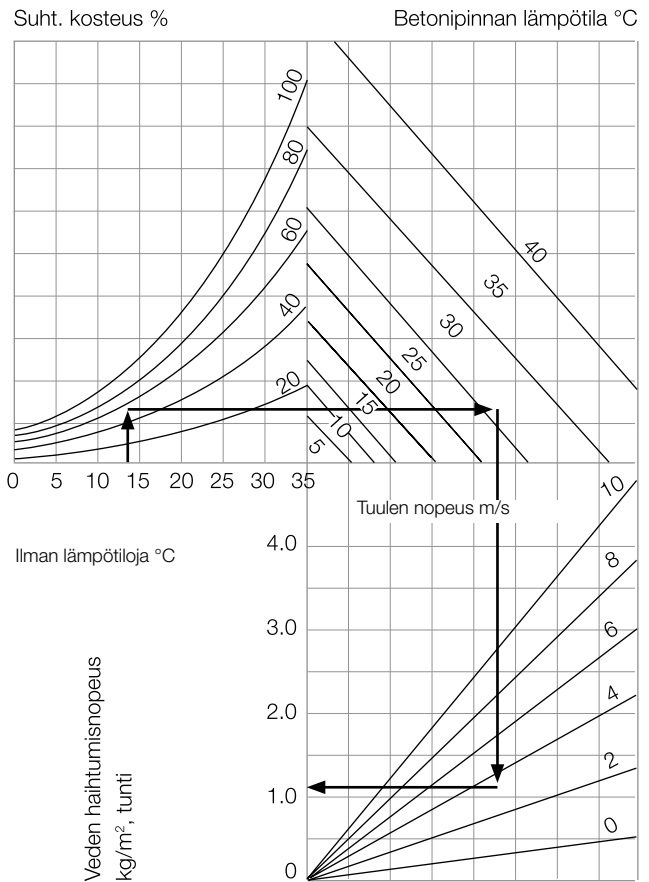
Liian suuri plastinen kutistuminen ilmenee yleensä pinnan verkkomaisena tai yksittäisinä halkeamina. Mitä harvemmassa halkeamat ovat, sitä suurempia ne ovat. Niin sanotulla postimerkkihalkeilulla on lähinnä esteettinen haitt ominaisuus. Halkeamat saadaan hierrettyä umpeen, mutta ne aukeavat tai tulevat uudelleen näkyviin pinnan kulumisen, myöhemmän hionnan tai kuivumiskutistuman myötä.

VARHAISJÄLKIHOIDOLLA PLASTINEN HALKEILU KURIIN – MUOVIKELMU ON TEHOKKAIN

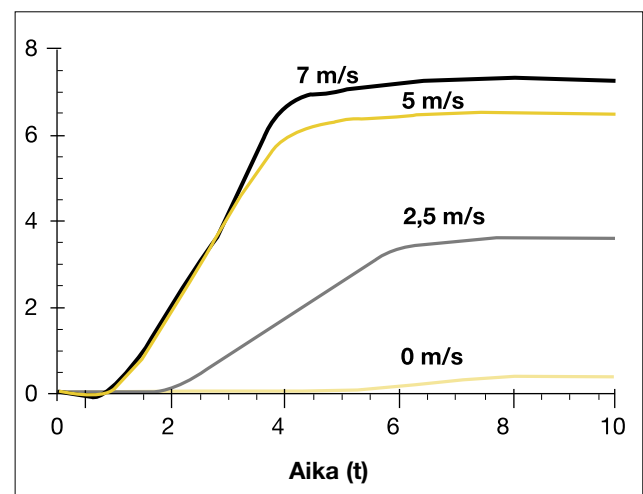
Varhaisjätkihoidon ansiosta laatan pinta ei kuivu liikaa ja plastisen kutistuman muodostuminen estyy. Lisäksi notkistettujen massojen pinta ei ”nahkoitu”, jolloin myös pinnan hiertäminen onnistuu vaivattomammin ja voidaan tehdä oikea-aikaisesti. Laattojen varhaisjätkihoito tulee aloittaa jo massan oikaisun yhteydessä joko levittämällä muovi välittömästi oikaistun massan päälle tai sumuttamalla riittävästi varhaisjätkihoitoainetta massan pinnalle ko. tuotteen käyttöselosteen mukaisesti. Tutkimuksien perusteella muovikelmu pienentää merkittävästi plastisen kutistuman riskiä.

HIERTO TULEE TEHDÄ OIKEA-AIKAISESTI

Lattiaa ei saa hiertää liian aikaisin. Hiertoa ajoitettaessa pintaan erottuneen veden tulee olla käynnistyneen sitoutumisen johdosta hävinnyt eikä hierto saa nostaa vettä pinnalle. Liian aikaisen hierron johdosta saadaan normaalia epätasaisempi, heikompi ja pölyävä pinta. Käsitteily var-



Kuva 2. Haihtunut vesimäärä voidaan arvioida esimerkiksi haihtumisnopeuden avulla oheisesta nomogrammista, kun tunnetaan ympäristöolosuhteet ($\text{kg}/\text{m}^2\text{h}$). (ACI 305R-96; Anon).



Kuva 3. Tuulen nopeudessa 7 m/s on mitattu plastiseksi kutistumaksi n. 7 mm metrille alle 4:ssä tunnissa. Se on suuruudeltaan kymmenkertainen verrattuna kuivumiskutistumaan. (VTT tiedotteita 2076, Betonin kutistuma).

haisjälkihoitoaineella voidaan tarvittaessa toistaa ennen pinnan hiertoa, jos pinta on päässyt kaikesta huolimatta kuivumaan liikaa.

KONEHIERROLLA TASAINEN JA LUJA PINTA

Betonipinnan hiertomenetelmällä, ajankohdalla ja hierto-kerroilla on suuri merkitys pinnan ominaisuuksiin. Hierto vaikuttaa lattian tasaisuuteen, kulutuskestävyyteen ja ulkonäköön. Betonipinnan hierron johdosta betonin pintaosa tiivistyy ja sen lujuus kasvaa sekä pienet epätasaisuudet tasoittuvat. Käsinhierrolla ei ole suurta pintaa tiivistävää ja lujuutta kasvattavaa vaikutusta, kun taas usein toistetulla koneellisella hierrolla ja siivytyskerroilla on huomattava kulutuskestävyyttä parantava vaikutus.

VARSINAINEN JÄLKIHOITO KAIKEN A JA O

Betonipinnan hierron jälkeen aloitettavalla jälkihoidolla estetään betonipinnan liiallinen kuivuminen ja taataan rakenteelle suotuisat kovettumisolosuhteet. Betonilla tulee olla riittävästi lujuutta, jotta kuivumiskutistumasta aiheutuvat jännitykset eivät aiheuta laattaan halkeilua ja pintalattioiden irtoamista alustastaan. Jälkihoitamattomasta pinnasta tulee heikko ja runsaasti pölyävä.

Varsinainen jälkihoito tulee aloittaa jo valupäivänä. Seuraavana aamuna tapahtuva kastelu ja pinnan muovitus on liian myöhäinen jälkihoitomenetelmä vetoisissa, kuivissa tai lämpöisissä olosuhteissa. Varsinainen jälkihoito voidaan tehdä sumuttamalla varhaisjälkihoitoaine uudelleen viimeisen hierontokerran jälkeen, kun jälkihoitoa jatketaan samana päivänä levittämällä muovikelmu pinnalle. Jos muovin alapinta ei helmeile kosteudesta vuorokauden sisällä, tulee pinta kastella ja peittää uudelleen muovilla. Jos valu on yön yli voimakkaasti kuivattavissa olosuhteissa, suositellaan parafiinipohjaisen jälkihoitoaineen sumuttamista laatan pinnalle viimeisen hierontokerran yhteydessä. Tuotteen poistuminen betonipinnalta kannattaa varmistaa jälkihoitoajan päättymisen jälkeen voimakkaalla pinnan harjauksella tai hionnalla. Muovia käytettäessä tulee estää tuulen pääsy muovin alle.

Kulutusrasitettuihin lattioihin suositellaan jälkihoito-ohjelmaksi varhaisjälkihoitoa ja varsinaista jälkihoitoa sumutettavalla jälkihoitoaineella viimeisen siivityskerran yhteydessä sekä kastelua ja muovipeittoa seuraavana aamuna.

Laattoja tulee jälkihoitaa rasitusluokissa X0 ja XC1 kunnes betoni on saavuttanut 60 % nimellislujuudestaan, rasitusluokissa XF2 ja XF4 tai jos lattialta edellytetään kulutuskestävyysluokkaa 1 tai 2 80 % nimellislujuudestaan, ja muissa rasitusluokissa 70 % nimellislujuudestaan. Suositeltavat jälkihoidon vähimmäisajat on esitetty taulukossa 1. Aurinkoisissa, viimaisissa ja alle RH 50 %:n olosuhteissa jälkihoitoa tulee kuitenkin jatkaa vähintään 7 vuorokautta. Laatan lämpötilan tulee olla vähintään +5 °C jälkihoidon aikana.

MUUTA HUOMIOITAVAA

Yli 60 mm vahvaisissa pintalattioissa sekä keskeisesti raudoitetuissa maanvaraisissa laatoissa tulee aina käyttää kutistumisraudoitusta. Se on tuettava valun keskilinjaa hieman ylemmäksi riittävän välikemäärän (≥ 4 kpl/m²) avulla. Kallistuslattioissa verkon tulee olla yhdensuuntainen laatan yläpinnan kanssa.

Ennen lattioiden pinnoittamista, päällystämistä tai tasoittamista tulee lattian pinnasta poistaa heikko sementtiliimakerros hiomalla tai muulla soveltuvalla menetelmällä. Lattian päällystettävyyden tai pinnoitettavuuskelpoisuuden toteamiseksi on betonin suhteellinen kosteuspitoisuus määriteltävä ennen pintatöitä.

Jokaisen valukerran tapahtumat ja olosuhteet tulee aina dokumentoida betonointipöytäkirjaan ja dokumentit säilyttää.

Betonin lämpötila (°C)	Aika (vrk) jolloin saavutetaan 60 % nimellislujuudesta			Aika (vrk) jolloin saavutetaan 70 % nimellislujuudesta			Aika (vrk) jolloin saavutetaan 80 % nimellislujuudesta		
	K30	K40	K50	K30	K40	K50	K30	K40	K50
10	11	9	7	17	15	13	26	24	22
20	6	4,5	4	9	7,5	6,5	14	12	12
30	3,5	2	1,5	3,5	3	3	5,5	5	5

Taulukko 1. Jälkihoidon suositeltavat vähimmäisajat eri kovettumislämpötiloissa normaalisti kovettuvalla betonilla (BY50 2004).

ERIKSEEN TILATTAVAT LISÄAINEET JA -OMINAISUUDET

Sitoutumisen hidastamisella saadaan betonille enemmän työstöaikaa. Se saattaa olla tarpeen hitaissa valuissa ja varsinkin kuumissa olosuhteissa. Runsaasti hidastetulla massalla voidaan tehdä esim. hidastettuja työsaumoja lähinnä maanvaraisiin laattoihin. Hidastettujen massojen pinnan kuivuminen ja toisaalta myös hidastimen haihtuminen pois pinnalta tulee ehdottomasti estää suojauksen tai jälkihoidon avulla.

Notkistuksen avulla parannetaan betonin massan työstävyyttä notkistamalla lähtönotkeudeltaan jäykkä massa 1-3 notkeusluokkaa. Notkistimen annostuksella (n. 0,4 – 1,5 %) muutetaan massan notkeus massan lähtönotkeuden nähden notkeammaksi. Esimerkiksi notkistettaessa lähtönotkeuden S1 massaa kaksi notkeusluokkaa saadaan aikaan luokan S3 notkeus. Notkistuksen johdosta massan lujuus ei kasva alkuperäisestä. **Tehonotkistuksessa** tehdään vetelään massaansa ns. veden vähennys, jonka johdosta betonin lujuus kasvaa riippuen tehonotkistuksen määrästä (noin 4 MPa / notkeusluokka). Kaikkia betonilaatuja ei voida välttämättä tilata notkistettuna tai tehonotkistettuna johtuen niiden sisältämästä perusnotkistuksesta (katso betonilaatuesittely).

Lämmitetyllä betonilla (ns. kuumabetonilla) voidaan nopeuttaa massan sitoutumisnopeutta ja varhaislujuuden kehitystä. Suurin hyöty kuumabetonista saadaan käytettäessä lämpöeristettyjä muotteja tai suojattaessa valu välittömästi eristematoilla, jolloin lämpöenergian siirtyminen ympäristöön on hidasta. Kuumabetonista haihtuu runsaasti kosteutta ympäristöön, mikä tulee ottaa huomioon jälkihoidtoa tehostamalla. Eri betonilaadut voidaan tilata rajoitetusti (ks. betonilaatuesittely) runkoaineiden lämmityskautena lämpötilaluokassa 1 +30±5 °C (LÄ1) tai lämpötilaluokassa 2 +40±5 °C (LÄ2).

Kestävyys kloridien aiheuttamaa korroosiota vastaan saadaan aikaan valmistamalla betoni riittävän alhaisella vesi-sementtisuhteella. Kloridit voivat olla peräisin joko merivedestä tai muusta kuin merivedestä (esim. jäänsulatusaineista). Rasitusluokasta ja -tyypistä riippuen suurin sallittu suolarasitukselle altistetun betonin vesi-sementtisuhte 50 vuoden suunnittelukäyttöiällä on joko 0,55, 0,50 tai 0,45.

Pakkasenkestävyys on myös erikseen tilattava betonin lisäominaisuus. Betoninormin BY50 2004 mukaan pakkasenkestävät betonit jaetaan ulkoisten rasitusten mukaan **säänkestäviin betoneihin** ja **P-lukubetoneihin**. Säänkestävät betonit on tarkoitettu rasitusluokkiin XF1 ja XF3 jäädytys-sulatusrasitus ilman suolarasitusta. P-lukubetonit on tarkoitettu rasitusluokkiin XF2 ja XF4 jäädytys-sulatusrasitus ja suolarasitus. Suolarasitus voi olla peräisin joko merivedestä tai muusta kuin merivedestä. Pakkasenkestävyys saadaan aikaiseksi tekemällä betoniin huokostimella tasaisesti jakautuneita suojuhuokosia, jotka toimivat jäätyvän veden laajentumistilana. Tarkemmin pakkasenkestävien betonien ominaisuudet on esitetty betonilaatuosiossa.

BETONIN VALINTAOHJEET

YHTEISTYÖ KANNATTAA BETONIN VALINNASSA

Käytettävän betonin koostumuksella ja massaominaisuuksilla on merkittävä vaikutus betonityön onnistumisessa sekä kovettuneen betonin haluttujen ominaisuuksien saavuttamisessa. **Betonin valinnan** lähtökohtana on täyttää kovettuneelta betonilta vaaditut ominaisuudet, jotka suunnittelija yleensä määrittelee suunnitelmissaan. Lisäksi otetaan huomioon sekä valukohtaiset betonointikohteen ja -olosuhteiden sekä käytettävien betonointi- ja siirtomenetelmien erikoispiirteet. **Parhaiten oikean betonin valinta onnistuu suunnittelijoiden, työmaan ja betonin toimittajan yhteistyönä.**

Jäljempänä on esitetty betonin valintaan liittyvien osatekijöiden kuten betonilaadun, lujuus- ja notkeusluokan sekä maksimiraekoon valinnan peruseräatteen. **Betonilaaduksi** valitaan valettavaan rakenteeseen parhaiten soveltuva ja vaatimukset täyttävä betonilaatu. Valinta voidaan tehdä oheisen betonilaatusittelyn perusteella. Betonirakenteiden lämmön- ja lujuudenkehityksen hallinta voidaan varmistaa käyttämällä **BetoPlus-palvelua** (katso BetoPlus-esite).

LUJUUSLUOKKA, KÄYTTÖIKÄ, RASITUSLUOKAT JA KIVIAINEKSEN SUURIN SALLITTU RAEKOKO SUUNNITELMISTA

Betonin lujuusluokaksi valitaan suunnitelmissa esitetty rakenteen kantavuuden edellyttämä lujuusluokka, ellei betonin säilyvyys edellytä korkeampaa lujuusluokkaa. Säilyvyyden vaatima betonin koostumus ja vähimmäislujuusluokka määräytyvät suunnitelmissa esitettyjen rakenteen käyttöiän ja rasitusluokkien perusteella. Ulkorakenteissa säilyvyysvaatimus edellyttää usein korkeampaa lujuusluokkaa kuin kantavuus, jolloin lujuusluokka valitaan säilyvyyden perusteella. Kutakin lujuusluokkaa vastaa tietty vesi-sementti-suhde betonilaadun ja sementtityypeittäin.

Seosaineettoman (IB/IP) ja säänkestävän (SK) betonilaadun lujuusluokan keskimääräinen tehollinen vesisementtisuhderiippuvuus

	Yleissementti		Rapid-sementti	
	Vesi-sementtisuhde		Vesi-sementtisuhde	
Lujuusluokka	IB/IP	SK	IB/IP	SK
K30	0,71	0,57	0,78	0,63
K35	0,65	0,50	0,71	0,56
K40	0,60	0,45	0,66	0,50
K45	0,55	0,40	0,60	0,45
K50	0,51	0,37	0,56	0,41
K55	0,44		0,48	

MAHDOLLISIMMAN SUURI MAKSIMIRAEKOKO

Betonin maksimiraekooksi on valittava mahdollisimman suuri maksimiraekoko massan siirtotapa (mm. pumppulinjan koko), valettavan rakenteen mitat ja raudoitustiheys huomioiden. Raudoitustankojen vapaan välin on oltava vähintään 1,2 kertaa suurin raekoko. Maksimiraekoko saa olla korkeintaan 40 % rakenteen paksuudesta. Tarpeettoman pientä raekokoa on syytä välttää sementtilimamäärän, betonin viruman, kutistuman ja halkeilutaipumuksen lisääntymisen sekä toisaalta myös korkeamman hinnan vuoksi.

Pumppulinja / maksimiraekokosuositus

Betonilaatu	Max. raekoko (mm)	4"	3"	2,5"
NO, RA, SK, SF, IB, P-luku, KL	8		X	
NO, RA, SK, IB, P-luku, KL	16 tai 32	X		
LA, LR, SB, SR, PA, SL, IP, NP	8			X
LA, LR, SL, IP, NP	12			X
LA, LR, SL, IP, NP	hieno 16			X
LA, LR, SL, IP, NP	16		X	
LA, LR, SL, IP, NP	32	X		

MAHDOLLISIMMAN JÄYKKÄ MASSA

Massan notkeudeksi on valittava mahdollisimman jäykkä notkeus huomioiden massan siirto- ja tiivistystapa, valettavan rakenteen mitat, muotin tiiviyys ja kestävyys, raudoitustiheys sekä vallitsevat olosuhteet. Mitä notkeampaa betonimassa on, sitä kutistuvampaa ja kalliimpaa se samalla on. Lisäksi betonimassan notkeuden kasvaessa sen erottumisvaara kasvaa. Betonointityön vaatiessa suurempaa notkeutta tulisi valita notkistettu tai tehonotkistettu massa. Tiheästi raudoitetuissa ja muissa ahtaissa rakenteissa käytetään nesteytettyä betonia, jonka maksimiraekoko ei saa olla liian suuri. Pienet yksittäiset hankalammin valettavat kohdat eivät saa johtaa koko rakenteen valamiseen liian notkealla ja hienolla massalla.

BETONIMASSAN NOTKEUSLUOKITUS

Notkeusluokka	S-luokka	Painuma (cm)	Tyyppirakenne
Nesteytetty	S4	16 – 21	ahtaat rakenteet
Vetelä	S3	10 – 15	ohuet laatat
Notkea	S2	5 – 9	perusnotkeus
Jäykkä	S1	1 – 4	kovabetonilattia
Maakostea	-	0 - 1	laatoitusalue

Yhteystiedot:

**Valmisbetonin myynti,
tekninen neuvonta ja BetoPlus-palvelu:**

ETELÄ-SUOMI/PÄÄKAUPUNKISEUTU:

Pronssitie 1, 00440 Helsinki

Palvelukeskus, puh. 020 447 7200

Myynti:

Timo Salminen, puh. 020 447 7245, 040 547 6500

Ismo Tirkkonen, puh. 020 447 7246, 0400 280 644

Tarja Salmimies, puh. 020 447 7334, 040 753 4846

Pumppausneuvonta:

Jaakko Rauhala, puh. 020 447 7700, 0400 267 982

Markku Honkanen, puh. 020 447 7701, 0400 419 277

Harry Starkkila, puh. 020 447 7702, 0400 795 109

Tekninen neuvonta ja laatuasiat:

Jussi Rajala, puh. 020 447 7820, 0400 715 714

Kim Johansson, puh. 020 447 7823, 050 531 8264

Vesa Anttila, puh. 020 447 7326, 040 544 1996

Mirva Vuori, puh. 020 447 7275, 040 765 7672

Tarja Salmimies, puh. 020 447 7334, 040 753 4846

Itsetiivistävä betoni:

Mirva Vuori, puh. 020 447 7275, 040 765 7672

Vesa Anttila, puh. 020 447 7326, 040 544 1996

Koekappale- ja laadunvalvontapalvelu:

Risto Jokinen, puh. 020 447 7812, 040 588 3325

Jukka Immonen, puh. 020 447 7821, 040 540 3781

BetoPlus-palvelu:

Risto Jokinen, puh. 020 447 7812, 040 588 3325

Kim Johansson, puh. 020 447 7823, 050 531 8264

Tarja Salmimies, puh. 020 447 7334, 040 753 4846

LÄNSI-, POHJOIS- JA ITÄ-UUSIMAA:

Itä-Uusimaa:

Porvoo: puh. 020 447 7690, fax 020 447 7694

Erkki Kovanen, puh. 020 447 7693, 0400 848 346

Länsi-Uusimaa:

Raasepori: puh. 020 447 7760, fax 020 447 7762

Göran Dahlqvist, puh. 020 447 7761, 0400 471 645

Pohjois-Uusimaa:

puh. 020 447 7611, fax 020 447 7612

Aulis Aaltonen, puh. 020 447 7616, 040 505 8124

Ari Mantila, puh. 020 447 7617, 0400 201 507

(Sipoo, Riihimäki, Järvenpää, Mäntsälä, Nurmijärvi)

ITÄ-SUOMI:

Ruukintie 3, 53500 Lappeenranta, puh. 020 447 6000

Simo Tahvanainen, puh. 020 447 6009, 050 353 3563

(Lappeenranta, Imatra)

Kari Kotilainen, puh. 020 447 6031, 0400 314 302

(Kotka, Loviisa, Kuusankoski, Hamina)

LÄNSI-SUOMI:

Varsinais-Suomi:

Ohikulkutie 577, 20660 Littoinen

puh. 020 447 6200, fax 020 447 6201

Tilaukset ja myynti: puh. 020 447 6300

Myynti ja asiakasneuvonta

Jarkko Halonen, puh. 020 447 6211, 0400 827 176

(Turku, Masku, Aura, Salo)

Salon myynti ja asiakasneuvonta:

Timo Hurme, puh. 020 447 6210, 040 744 8672

Satakunta:

Ulasoorintie 3, 28600 Pori

Tilaukset, myynti ja asiakasneuvonta

Porin betonitehdas: puh. 020 447 6430

Harjavalan betonitehdas: puh. 020 447 6460

Rauman betonitehdas: puh. 020 447 6480

Laitilan betonitehdas: puh. 020 447 6520

Myynti ja asiakasneuvonta:

Pekka Pennanen, puh. 020 447 6483, 0400 814 476,

fax 020 447 6435

TAMPERE-VAASA:

Tampere-Pirkanmaa:

Mäkirinteentie 19, 36220 Kangasala

puh. 020 447 6800, fax 020 447 6808

Palvelukeskus, Holvasti puh. 020 447 6868

Tilaukset Valkeakoski, puh. 020 447 6880

Kati Orjala, puh. 020 447 6862, 0500 834 435

Hannu Saarenoja, puh. 020 447 6802, 0400 621 391

Seinäjoki:

Yrittäjätie 19, 60100 Seinäjoki

020 447 6900, fax 020 447 6903

Palvelukeskus, puh. 020 447 6907

Hannu Mäki-Saari, puh. 020 447 6902, 040 708 5720

(Seinäjoki, Kurikka)

Vaasa - Pohjanmaan rannikko:

Etelän Betoni Oy

Lapväärtintie 1016, 64300 Lapväärtti

Mikael Lindedahl, puh. 020 447 6704, 040 556 7510

Vaasa, puh. 020 447 6720, fax 020 447 6722

Lapväärtti, puh. 020 447 6700, fax 020 447 6703

Kauhajoki puh. 020 447 6735, fax 020 447 6736

LAHTI:

Orimattilankatu 180, 15680 Lahti,

puh. 020 447 5400, fax 020 447 5401

Arto Solante, puh. 020 447 5407, 040 730 7860

Tilaukset:

Lahti, puh. 020 447 5440

Heinola, puh. 020 447 5430

SAVO:

Louhentie 5, 70900 Toivala

puh. 020 447 5200, fax 020 447 5201

Myynti ja asiakasneuvonta

Kuopio, Suonenjoki, Pieksämäki ja Varkaus

Rauno Luhio, puh. 020 447 5251, 040 528 1144

Tilaukset:

Kuopio, puh. 020 447 5250, fax 020 447 5260

Suonenjoki, puh. 020 447 5290, fax 020 447 5292

Pieksämäki, puh. 020 447 5280, fax 020 447 5282

Varkaus, puh. 020 447 5340, fax 020 447 5343

POHJOIS-SUOMI:

PL 61 (Kaarnatie 3), 90501 Oulu

puh. 020 447 5002, fax 020 447 5001

Eero Väänänen, puh. 020 447 5005, 0400 589 162 (Oulu)

Mauno Pokela, puh. 020 447 5050, 040 536 1702

(Kalajoki, Ylivieska, Reisjärvi, Viitasaari, Pyhäsalmi)

Taito Leppänen, puh. 020 447 5104, 040 514 8405

(Rovaniemi, Kemi, Tornio)

Sähköpostiosoitteet:

etunimi.sukunimi@lohjarudus.fi

LOHJA RUDUS