

Ladottavan muottiharkon työohjeet

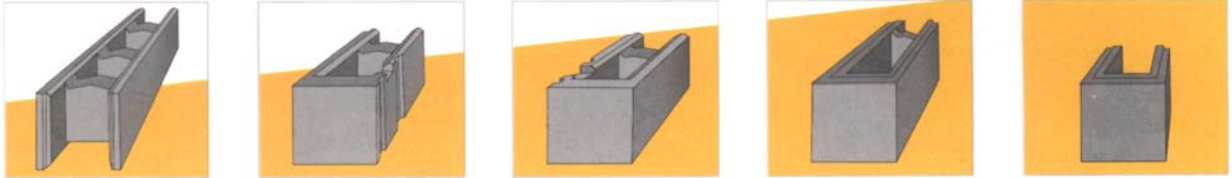
<b>1 YLEISTÄ</b>	<b>3</b>
<b>2 MUOTTIHARKOT JA NIIDEN OMINAISUUDET</b>	<b>3</b>
<b>3 MITTAJÄRJESTELMÄ</b>	<b>2</b>
3.1 Modulimitoitus	2
3.2 Mittaukset	2
<b>4 TYÖVAIHEET</b>	<b>3</b>
4.1 Toimitus, harkkolavat ja harkkojen varastointi työmaalla	3
4.2 Perustukset	3
4.2 Mittaukset ja esivalmistelut	3
4.4 Muottiharkkojen ladonta	4
4.5 Aukkojen muotitus	4
4.6 Tuennat	4
4.7 Päätykolmioiden muotitus	5
4.8 Muottiharkkojen työstö	5
4.9 Terästen asennus	5
4.10 Sähköasennukset sekä muut putkitukset	6
4.11 Betonointi	7
4.11.1 Valukorkeus	7
4.11.2 Betonin pumppaaminen	7
4.11.3 Betonin ominaisuudet	7
4.11.4 Kastelu	7
4.11.5 Tiivistäminen	7
4.12 Jälkityöt	8
4.13 Muottiharkkoseinän pinnoitus	8
4.13.1 Matalaperustus	8
4.13.2 Kellarin seinät	9
4.13.3 Julkisivuseinät	9
4.13.4 Sisäpinnat	10
4.14 Kiinnitykset	10
4.14.1 Liittyvät rakenteet, työnaikaiset kiinnitykset sekä sisustaminen	10
4.14.2 Ikkunat ja ovet	10
4.15 TALVITYÖ	10
<b>LOPUKSI</b>	<b>11</b>
<b>LIITTEET</b>	<b>12</b>

## 1 YLEISTÄ

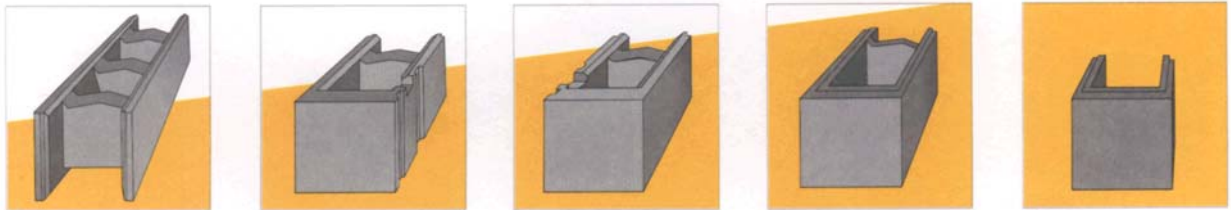
Nämä työohjeet koskevat ainoastaan Lammin Betoni Oy:n harkkoja. Ohjeet perustuvat Ympäristöministeriön 1.10.1993 antamaan ohjeeseen Betoniharkkorakenteet (Suomen rakentamismääräyskokoelma osa B9).

Harkkojen valmistuksessa, laadunvalvonnassa ja koetuksessa noudatetaan Suomen Standardisoimisliiton standardeja SFS 5212 ja SFS 5213. Tuotanto on SFS-Sertifiointi Oy:n laaduntarkastuksen alasta.

## 2 MUOTTIHARKOT JA NIIDEN OMINAISUUDET



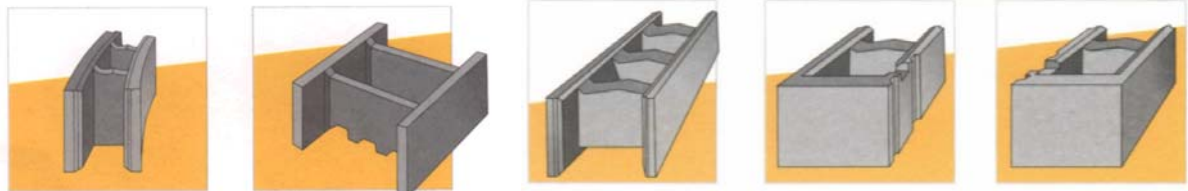
MH 250	MH KULMA vas	MH KULMA oik	MH PÄÄTY 1/1	MH PÄÄTY 1/2
600x250x200	450x250x200	450x250x200	400x250x200	200x250x200
24 kg	17 kg	17 kg	17 kg	8 kg



MH 200	MH KULMA vas	MH KULMA oik	MH PÄÄTY 1/1	MH PÄÄTY 1/2
600x200x200	400x200x200	400x200x200	400x200x200	200x200x200
22 kg	16 kg	16 kg	16 kg	7 kg



MH 150	MH KULMA vas	MH KULMA oik	PH 250	PH 400
600x150x200	350x150x200	350x150x200	250x250x200	390x390x200
20 kg	11 kg	11 kg	13 kg	26 kg



KMH 150	AH 500	MH 300	MH KULMA vas	MH KULMA oik
400x150x200	500x500x200	600x300x200	500x300x200	500x300x200
12 kg	26 kg	25 kg	19 kg	19 kg

Kuva 1. Lammin Betonin ladottavat muottiharkot.. Valikoimissa on harkkoja aina anturoista ja pilareista lähtien.

Mitat on annettu järjestyksessä pituus x leveys x korkeus.

Muottiharkot on valmistettu pakkasenkestävästä, maakosteasta betonimassasta. Betonimassan lujuusluokka on 30 MN/m<sup>2</sup>. Harkot ovat pakkasen ja säänkestäviä. Seuraavaan taulukkoon on kerätty harkkojen keskeisimmät tekniset tiedot (taulukko 1).

Taulukko 1. Muottiharkkojen sekä valettavan massan ominaisuuksia.

Tyyppi	Koko pit. x lev. x kork. mm	Menekki kpl / m <sup>2</sup>	Paino kg / kpl	Lavalla kpl / lava	Betonin raekoko mm	Betonin menekki l / m <sup>2</sup>
MH 250	600x250x200	8,33	26	40	8-16	150
MH 250 kulma	450x250x200	11,1	19	40	8-16	150
MH 250 pääty 1/1	408x250x208	12,5	18	60	8-16	150
MH 250 pääty 1/2	208x250x200	25	10	120	8-16	150
MH 200	600x200x200	8,33	22	50	8-16	115
MH 200 kulma	400x200x200	12,5	16	60	8-16	115
MH 200 1/1pääty	400x208x200	12,5	16	60	8-16	115
MH 200 1/2 pääty	208x200x200	25	9	120	8-16	115
MH 150	600x150x200	8,33	20	60	8	80
MH 150 kulma	350x150x200	14,3	13	90	8	80
KMH 150	400x150x200	12,5	12	90	8	80
PH 250	250x250x200	5 kpl / m	13	80	8-16	36 l / jm
PH 400	390x390x200	5 kpl / m	25	30	16-32	110 l / jm
AH 500	500x500x200	2 kpl / m	26	20	16-32	82 l / jm

## 3 MITTAJÄRJESTELMÄ

### 3.1 Modulimitoitus

Muottiharkkoseinien suunnittelussa käytetään moduli-  
mitoitusta. Moduliviivat sijoitetaan aina seinän sisäpin-  
taan. Muottiharkkoseinä mitoitetaan vaaka- ja pysty-  
suunnassa 2M modulilla. Myös aukkojen leveys ja auk-  
kojen sijainti noudattaa 2M:n modulia. Aukon leveys ja  
aukon reunan sijainti sisäkulmasta on myös 200 mm:n  
kerrannainen. Seinissä käytetään 2M:n limitystä. Hark-  
kojen katkaisutarpeen minimoimiseksi tulisi rakennus  
mahdollisuuksien mukaan mitoitaa moduli-  
mitoilla. Toisaalta on muistettava, että kysymyksessä on muotti-  
harkko, joten lisämuotittamalla voidaan helposti raken-  
teita jatkaa haluttuihin mittoihin.

**Huomaa, että ovi- ja ikkunakarmien vaaka- ja pysty-  
mitta tulisi olla ladottavassa seinässä n x 200 - 20  
mm.**

### 3.2 Mittaukset

Ennen harkkoladonnan aloittamista tarkistetaan antu-  
ran korot, mitat ja suorakulmaisuus. Piirustuksista  
selvitetään seinien sekä aukkojen paikat ja koot. Antu-  
ran/laatan yläreunan korkeus ja kerroskorkeus tarkis-  
tetaan, jotta tavoitekorkeus saavutetaan täysillä har-  
koilla.

Muottiharkkoa ei muurata vaan ladotaan ilman laastia.  
Ladonnan yhteydessä rakenne raudoitetaan. Ladonnan  
jälkeen harkkorakenteen onteloseinämät valetaan täy-  
teen betonimassalla. Lopuksi rakenne pinnoitetaan.

## 4 TYÖVAIHEET

### 4.1 Toimitus, harkkolavat ja harkkojen varastointi työmaalla

Tilatut harkot toimitetaan työmaalle sopimuksen mukaan 1-2 viikon toimitusajalla. Harkkojen toimitusajan kohta sovitaan tarkemmin tehtaan lähettämön kanssa vähintään 3 työpäivää ennen toimitusta, puh. 03-6446820.

Harkot toimitetaan työmaalle nosturilla varustetuilla kuorma-autoilla. Kuljettaja purkaa kuorman yhteen paikkaan, niin että nosturin maksimi ulottuvuus on 5 m.

Harkot on pakattu 1200x1000 mm suuruisille kuormalavoille. Lavat on ympäröity kutistemuovilla kuljetuksen ja säilytyksen ajaksi.

Harkkolavojen suuruuden ja painon vuoksi on tärkeää, että työmaan harkkovarasto ja harkkojen sijoittelu suunnitellaan siten, että harkkojen siirtely työmaalla on mahdollisimman vähäistä.

Pitempiaikaisessa varastoinnissa on estettävä sadeveden, valumavesien ja lumen pääsy harkkopakkaukseen peittämällä harkkolavat esim. suojapeitteellä. Harkkolavoja voidaan varastointivaiheessa säilyttää kahdessa kerroksessa päällekkäin, jos varaston pohja on suora.

### 4.2 Perustukset

Muottiharkoilla perustukset tehdään normaalisti rakennesuunnittelijan ohjeiden mukaan, esim. antura-, laatta- tai paaluperustuksena. Anturaperustus on helppo ja nopea tehdä esim. Lammin Betonin anturaharkolla, AH-500:lla. Käytettäessä anturaharkkoa perustustaso täytetään ja tasataan ohuella asennushiekkakerroksella. Tämän jälkeen anturaharkot ladotaan peräkkäin, asennetaan tarvittavat raudotus ja valetaan lopuksi betonilla täyteen. Betonoinnin yhteydessä tulee muistaa asentaa mahdolliset tartuntateräksät. Liitteessä on mitat harkkoista tartuntaterästen oikean paikan määrittämiseksi.

### 4.2 Mittaukset ja esivalmistelut

Ennen muottiharkkoladonnan aloittamista tarkistetaan anturan mitat ja suorakulmaisuus. Anturan yläpintaan merkitään seinien ulkopinnan linjat esim. räpsylangalla. Räpsylangalla määritettyihin seinien kulmiin asennetaan kulmatolpat. Kulmatolpat asennetaan kummankin seinän suuntaisesti pystyyn vatupassin tai luotilangan avulla. Kulmatolpat reivataan kiinni anturan kylkeen.

Kulmatolppien asennuksen jälkeen etsitään vaatuskoneella anturan yläpinnan ylin korko. Ensimmäisen harkkokerroksen alapinnan lähtökoroiksi otetaan tämä anturan yläpinnan ylin korko + 5 mm. Lähtökoroista alkaen kulmatolppiin merkitään korkomerkit linjalankaa varten 200 mm:n välein alhaalta ylöspäin

Piirustuksista selvitetään aukkojen paikat ja koot sekä merkitään ne anturaan.

Lopuksi anturan päälle asennetaan mahdollinen kapillaarikatko (esim. bitumihuopakaista) rakennesuunnitelmien mukaan. Samoin tulee tarkistaa suunnitelmista mahdollisten anturatartuntaterästen käyttö rakenteessa. Jos teräksät ovat unohtuneet anturan betonointivaiheessa pois, niin tässä vaiheessa voidaan vielä asentaa lisätartuntoja poraamalla anturaan tartuntateräksille sopivat reiät ja juottaa teräksät kiinni anturaan laastin avulla.

#### 4.3 Ensimmäisen muottiharkkokerroksen asennus

Mikäli antura on tehty tarkasti (yläpinnan mittatarkkuus  $< \pm 2$  mm), voidaan ensimmäinen harkkokerros latoa suoraan anturan päälle. Usein anturan mittatarkkuus ei ole kuitenkaan riittävä. Tämän vuoksi ensimmäinen harkkokerros ladotaan kiilojen tai tassaustaastin avulla. Asennettaessa ensimmäinen harkkokerros kiilojen varaan laitetaan harkon kummankin puolelle puukiilat. Kiilojen, linjalangan ja vatupassin avulla asennetaan harkot oikeaan korkoon ja suoruu-teen. Harkkojen asennuksen jälkeen valetaan ensimmäinen harkkokerros puoleenväliin betonimassalla K25 (esim. kuivabetoni S100, säkkitavarana). Valussa tulee huolehtia massan riittävästä tiivystyksestä sekä

jälkihoitosta. Jälkihoito suoritetaan pitämällä betoni kosteana ensimmäiset 5 vuorokautta valun jälkeen.

Ensimmäisen harkkokerroksen muuraaminen laastin kanssa vaatii enemmän ammattitaitoa, kuin kiilojen varaan asentaminen. Muuraukseen soveltuva laasti on mm. sementtilaasti S30 tai harkkolaasti M 100/500. Laastin tulee olla riittävän jäykkää, jotta laasti kantaa harkon. Laastin jälkihoito suoritetaan pitämällä sauma kosteana ensimmäiset 5 vuorokautta muurauksen jälkeen.

Ehdoton edellytys ladonnan onnistumiselle on, että ensimmäinen harkkokerros on suoraan asennettu!

#### 4.4 Muottiharkkojen ladonta

Ensimmäisen kerroksen jälkeen harkot ladotaan paikoilleen, ilman muurausta, linjalangan ja vatupassin avulla.

Harkot ladotaan kerros kerrallaan. Ladonta aloitetaan kiertämällä linjalanka kulmatolppien korkomerkkeihin. Ladonta aloitetaan kulmasta. Kiertosuunta on vapaasti valittavissa myötä- tai vastapäivään. Kulmaharkkojen kätisyys tulee ottaa huomioon ladottaessa. Saman kerroksen kulmaharkot ovat normaalisti samankätisiä. Seuraavaa kerrosta ladottaessa kiertosuunta muuttuu. Päälekkäisissä kerroksissa kulmaharkot ovat siis ristisiä, jotta saadaan 200 mm limitys aikaiseksi.

Harkot ladotaan rakenteen sisäpuolelta. Linjalanka kulkee tällöin 1-2 mm harkon ulkopinnan ulkopuolella. Ladonnassa on hyvä käyttää apuvälineenä kuminuijaa, jolla harkko naputellaan linjalangan osoittamaan linjaan.

Harkkojen pysty- ja pituussuuntaisen aseman määrää linjalanka. Harkkojen vaakasuoruus tarkistetaan aika ajoin vatupassilla. Mikäli harkon yläpinta ei ole vaakasuorassa, voidaan harkko suoristaa muovisella ladontakiilalla. Ladontakiiloja voi ostaa tehtaalta

#### 4.5 Aukkojen muotitus

Muottiharkkoseinien aukkojen piletit tehdään joko valmiilla päätyharkolla tai muotittamalla puusta. Päätyharkot nopeuttavat ja helpottavat asennustyötä etenkin silloin, kun rakennuksen seinien mitoituksessa on noudatettu 2M-modulimitoitusta (kuva 2). Aukkojen pystysivujen muotitus puusta on hyvä vaihtoehto silloin, kun seinien ja aukkojen mitoituksessa ei ole noudatettu 2M-modulimitoitusta.

Aukkojen yläreuna tuetaan valun ajaksi paikalleen tekemällä puusta muotti, jotta aukon yläpuoliset rakenteet saadaan halutun laiseksi. Muista käyttää ylipalkeissa rakennesuunnittelijan määräämää terästyä.



Kuva 2. Valmiilla päätyharkoilla päädyn ladonta onnistuu vaivattomasti. Pääty tulee tukea hyvin valua varten.

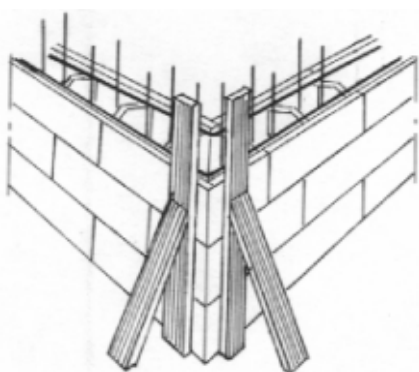
#### 4.6 Tuennat

Tehtäessä aukon muotitus puusta tulee aukon pystysivut ja yläreuna tukea huolellisesti. Betonin valupaine pyrkii taivuttamaan muotteja aukkoon päin. Tehtäessä aukon pystysivut päätyharkosta tuenta tulee myös järjestää. Ovi - tai ikkuna-aukot tuetaan puusoirolla (esim. 50 x 150) siten, että pystypuut laitetaan piilien tueksi ensin, ja lopuksi vaakareivoilla kiristetään pystypuut tiukasti paikoilleen. Vaakareivoja tulee olla vähintään metrin välein, mieluummin tiheämmin. Aukkopalkki syntyy samoilla harkoilla. Harkot tuetaan

puumuotilla ja raudoitetaan suunnittelijan ohjeen mukaisesti.

Myös muotiharkkorakenteen kulmat tulee tukea valun ajaksi. Kulmaharkot voivat valupaineen vaikutuksesta lähteä siirtymään, ellei tuentaa ole tehty. Yksinkertaisin tapa tehdä tuenta on järjestää kulman ympärille pystytuet puusoirosta sekä käyttää vinoreivausta (kuva 3).

Samoin T-liitoksen kohdalla tulee tehdä tuenta liitoksen vastakkaiselle puolelle suoralle seinälle. Valupaine pyrkii pullistamaan suoraa seinää ulospäin. Tuenta voidaan tehdä samaan tapaan kuin kulman tuentakin.



Kuva 3. Yksinkertaisin tapa tukea kulma on järjestää vinoreivaus kulman molemmille puolille

Puutuennat voidaan yleensä korvata kulmissa, päädyissä ja T-liitoksissa myös käyttämällä kivien saumoissa voimakkaasti liimaavaa ainetta, vaikkapa uretaanivaahtoa noin yhden metrin matkalla kulmasta tai päädyistä seinän suuntaan.

#### 4.7 Päätykolmioiden muotitus

Päätykolmiot sekä muut vinot yläpinnat tehdään tarvittaessa samoista muotiharkoista lisämuotittamalla. Laudalla ja muottilukoilla tehdään tarvittavaan kaltevuuteen sopiva muotti (kuva 4). Kivet voidaan myös leikata valmiiksi haluttuun muotoon. Valua varten tehdään muotille kannet, jotka voidaan kiinnittää muottiin tukevasti estämään massan valumisen valutyön edetessä.



Kuva 4. Päätykolmion muotitusta.

#### 4.8 Muotiharkkojen työstö

Muotiharkkoja työstetään lähinnä katkaisemalla harkko tai tekemällä harkkoon sähkörasialle reikä. Harkon työstö onnistuu parhaiten kulmahiomakoneella ja timanttiterällä. Harkkoja leikattaessa tulee ehdottomasti käyttää henkilökohtaisia suojaimia, kuten suojalaseja ja kuulosuojaimia. Leikkaus kannattaa tehdä ulkoilmassa pölyhaittojen pienentämiseksi.

#### 4.9 Terästen asennus

Muotiharkkoseinät raudoitetaan aina rakennesuunnitelmien mukaan. Rakenneteräksinä käytetään harjaterästankoa A 500 HW. Käytettävät paksuudet ovat 8, 10 ja 12 mm. Terästen jatkospituudet on esitetty taulukossa 2.

Vaakateräkset asennetaan ladonnan yhteydessä. Rakenteessa tulee olla aina vähintään vaakateräksiä. Harjateräksen koko ja sijainti harkon ontelossa esitetään aina rakennesuunnitelmissa.

Pystyteräkset pujotetaan ladonnan jälkeen seinän sisään. Pystyterästen pysyttämiseksi oikeilla paikoilla on syytä käyttää vaakateräksiä asennusteräksinä. Pystyteräksiä käytetään lähinnä paineseinissä.



Taulukko 2. Raudituksen jatkospituudet teräslaadulla A 500 HV.

Harjateräksen dimensio (mm)	Vaaka-teräs (mm)	Pystyteräs (mm)
Harjateräs Ø 8	1000	750
Harjateräs Ø 10	1300	950
Harjateräs Ø 12	1550	1100

Korkeintaan puolet harjateräksistä saa jatkaa samassa poikkileikkauksessa.

Muottiharkkoseinissä ovi- ja ikkuna-aukkojen pystysivuihin, ensimmäiseen täyteen reikään, asennetaan 8 mm pystyrauditus (1 teräs/harkkokuori) ellei rakennesuunnitelmissa ole muuta mainittu. Teräksen pituus on aukon korkeus + 1000 mm.

Rakenteiden kulmissa ulkokuoren teräkset taivutetaan kulman yli ja sisäkuoren teräkset asennetaan ristiin ellei rakennesuunnitelmissa ole muuta mainittu (kuva 5). Muottiharkkoseinän palkkirakenteet (ovi- ja ikkuna-aukkojen yläpuolet) raudoitetaan rakennesuunnitelmien mukaan.



Kuva 5. Teräkset taivutetaan kulmissa, sekä asetellaan ristiin kuvan mukaisesti.

#### 4.10 Sähköasennukset sekä muut putkitukset

Sähköasennukset tehdään aina sähkösuunnitelmien mukaan. Sähköasennukset saa tehdä ainoastaan alan pätevyyden omaava henkilö.

Muottiharkkoseinässä sähkövedot tulee aina putkittaa. Perussääntö sähköputkitusten sijoittelussa on, että

muottiharkkoseinien sisällä tehdään ainoastaan pystysuuntaisia putkituksia. Vaakasuuntaiset putkitukset tehdään ala-, väli- ja yläpohjassa. Vaakasuuntaiset putkitukset vaikeuttavat seinän betonointia.

Sähkörasiodien paikka tulisi määrittää niin, että rasia tulee joko harkon ylä- tai alareunaan, ei keskelle. Seinän pituussuunnassa rasiat tulisi sijoittaa harkon ontelon kohdalle (kuva 6).

Ladottavassa muottiharkkoseinässä asennetaan (pujotetaan) sähköputket suoraan seinän sisään. Sähköputkien asennus suoritetaan sen jälkeen, kun koko seinä on ladottu ylös asti, kuitenkin ennen seinän betonointia.

Sähkörasiodien paikat piirretään harkkoseinään. Rasialle leikataan timanttilaikalla suorakaiteen muotoinen reikä, joka on noin 1-2 cm suurempi kuin asennettava rasia. Seinän yläpäästä työnnetään sähköputki seinän



Kuva 6. Rasian sijainti harkossa.

sisään. Putken alapää liitetään reiässä sähkörasiaan ja sähkörasia kiillataan reiän reunaan vasten sopivalla kiillalla. Rasian ja reiän reunan väli täytetään uretaanivaahdovanalla. Uretaania tulee annostella kohtuudella, jotta harkon ontelo ei täyty vaahdolla. Uretaanin kovettunutta kiila voidaan poistaa. Kovettunut uretaani pitää rasian paikoillaan valun aikana. Betonoinnin aikana ei saa tiivistää tärysauvalla onteloita, jossa on sähköputkitus ja -rasia, koska tärysauva voi irrottaa sähkörasian. Myös valubetonin purkua suoraan rasian päälle tulee välttää.



Sähkörasia voidaan kiinnittää ruuveilla myös vaneriseen peitelevyyn, joka kiinnitetään propuilla harkkoseinään. Ko. menetelmällä työn jälki on siistimpi kuin uretaanikiinnityksellä. Lisäksi rasia jää varmemmin suoraan.

Käytettäessä taipuisaa sähköputkea (kurkkutorvi) tulisi sähkölangat tai vähintään vetolangat vetää putkien sisään ennen välipohjien betonointia.



Kuva 7. Seinän sisään mahtuu isompikin putki.

Muut putkitukset viedään samaan tapaan harkon sisälle ennen betonointia. Leveämmissä harkoissa tilaa on enemmän. Esimerkkinä kuvassa 7 on viety seinän (MH200) sisään viemäriputki halkaisijaltaan 115 mm.

## 4.11 Betonointi

### 4.11.1 Valukorkeus

Muottiharkkoseinät voidaan latoa normaalin huonekorkeuden verran, maksimissaan kuitenkin 3 m kerrallaan. Tämän jälkeen seinä valetaan betonilla. Seinän ollessa edellistä korkeampi suoritetaan ladonta ja valu kahdessa tai useammassa osassa. Työsaumassa betonin pinta tulee jättää ylimmän harkon puoliväliin. Saumassa tulee olla riittävä saumaraudoitus tai vaihtoehtoisesti valun yläpintaan kovettunut sementtiliima tulee piikata pois.

### 4.11.2 Betonin pumppaaminen

Seinä valetaan yleensä pumppuvaluna (Kuva 8). Valussa suositellaan käytettäväksi letkun päässä suositellaan käytettäväksi supistajaa. Seinä valetaan kerroksittain (n. 1 metrin kerroksina rakennusta kiertäen) käyttäen massan tiivistämiseen Ø20 mm:n sauvatäryntä.

Kuva 8. Betonipumpun letkun päässä kannattaa käyt-



tää supistajaa, jolloin massan laskeminen valuonte-  
loon helpottuu..

### 4.11.3 Betonin ominaisuudet

Käytettävän betonin lujuusluokka on K 30 ellei rakennesuunnitelmissa ole muuta mainittu. MH 150 harkolla betonin runkoaineen maksimi raekoko on 8 mm. MH200 ja MH 250 harkoilla maksimi raekoko on 16 mm. Notkeudeltaan betonimassa on vetelää, 0 -1 sVB. Nesteytin-lisäainetta kannattaa varata työmaalle betoniauton mukaan mahdollista lisänotkistusta varten.

### 4.11.4 Kastelu

Valutyön helpottamiseksi ja betonin ja harkon tartunnan parantamiseksi tulee harkkorakenne kastella ennen betonointia (pl. talvityö). Kastelu tulee suorittaa niin, ettei vesi jää makaamaan seinän alapäähän valutyön ajaksi.

#### 4.11.5 Tiivistäminen



Kuva 9. Tiivistämiseen käytetään tärysauvaa. Sauvan käyttö edellyttää tekijältä rauhallisia liikkeitä, jotta riittävä tiivistymisen saadaan aikaiseksi.

Aina betonia valettaessa tulee tehdä massan tiivistys. Parhaiten tiivistäminen onnistuu tärysauvaa käyttämällä (kuva 9). Tärytyskerroksen suositeltava korkeus on noin yksi metri tai alle. Tarvittaessa massa betonoidaan useampina kerroksina, jos valukorkeus ylittää tiivistyskorkeuden. Harkkoja voidaan latoa aina 3 m kerrallaan ja täyttää massalla kerroksittain yhdellä valutapahtumalla. Tiivistystyö tärysauvalla edellyttää työmaalta sähkön saantia sekä rauhallisia liikkeitä tärytystyön tekijältä. Sauvan koko valitaan aina pienimmän valutilan leveyden mukaan. Esimerkiksi MH150 harkoilla n. 20 mm sauva on sopivin.

#### 4.12 Jälkityöt

Tasoitustyön vähentämiseksi on ladottavat seinät harjattava puhtaaksi valupurseista välittömästi valun jälkeen. Harjaus suoritetaan karkealla harjalla. Purseiden poistaminen voidaan tehdä myös vesisuihkulla. Kuitenkaan juuri valettua betonipintaa ei saa suihkuttaa.

Työsaumassa ylimmän harkkokerroksen yläpinta tulee puhdistaa ennen massan kovettumista. Työsaumassa

betonin pinta tulee jättää ylimmän harkkokerroksen puoliväliin.

Välittömästi yläpinnan puhdistuksen jälkeen tulee työsaumaan asentaa mahdollinen työsaumaraudoitus ellei työsaumaraudoitus ole valmiina jo ennen betonointia. Työsaumaraudoitus on esitetty rakennesuunnitelmissa (esim.  $\phi$  8 k 600).

Rakenteen suunnitellun lujuuden ja tiiviyden saavuttamiseksi tulee seinän jälkihoito suorittaa kuten normaaleilla betonirakenteilla. Kesäaikaan harkkorakenne tulee pitää kosteana 5 vrk valun jälkeen. Jälkihoitoa ei saa laiminlyödä.

Jälkitöiden suorituksessa ei saa viivytellä, sillä betoni alkaa sitoutua 2-3 tunnin kuluttua betonin valmistumisen jälkeen. Sitoutumisen alkamisen jälkeen betoniin ei saa asentaa esim. työsaumaraudoitusta!

#### 4.13 Muotti harkkoseinän pinnoitus

##### 4.13.1 Matalaperustus

Matalaperustuksen näkyviin jäävät pinnat, sokkelit, voidaan slammata, rapata tai rouhepinnoittaa. Maan alle jäävät pinnat tulee kosteuseristää esim. perusmuurilevyllä. Koska sokkeliin kohdistuu voimakkaita säärasituksia, tulee pintakäsittelyssä käyttää ainoastaan semettipohjaisia laasteja.

Slammauksessa rakenteen saumakuvio jää näkyviin. Slammaus (kuva 10) tehdään lyömällä ja harjaamalla vetelä sementtipohjainen laasti rakenteen pintaan. Slammattu pinta voidaan maalata sokkelimaalilla tai slammaus voidaan tehdä suoraan värilaastilla.



Kuva 10. Slammaus tehdään harjaamalla sementtiliima valmiin rakenteen pintaan.

Harkkorakenteen saumakuvio saadaan peittymään rappauksella. Rappaus voidaan tehdä esim. kaksikerrosrappauksena eli ohutrappauksena. Chutrappauksessa valmiin seinärakenteen pinta ensin oikaistaan. Oikaisu tehdään joko tavallisella oikaisulaastilla tai kuitulaastilla. Oikaistu pinta voidaan tämän jälkeen pinnoittaa värillisellä semettipohjaisella pinnoitteella.

Rouhepinnoituksessa muottiharkkopinta oikaistaan esim. oikaisu- tai kuitulaastilla. Oikaistulle pinnalle levitetään kiviliima, jonka päälle kivirouhe 'heitetään' ja lopuksi painellaan kiinni (kuva 11).



Kuva 11. Rouhe 'heitetään' kiinni oikaistun pinnan päälle levitettyyn kiviliimaan.

Pinnoitusta valittaessa tulee aina huomioida, ettei pinnoite saa olla niin tiivis, että se estää kosteuden kulkeutumisen rakenteen sisältä ulos. Pinnoitteen tulee harventua sisältä ulospäin.

Muottiharkkoseinän sokkelin pinnoitus voidaan tehdä useilla eri tavoilla ja materiaaleilla. Tehtiinpä pinnoitus millä tahansa tavalla, tulee huomioida, että pinnoitus suoritetaan aina pinnoitemateriaalivalmistajan ohjeiden mukaisesti.

#### 4.13.2 Kellarin seinät

Kellarin seinissä tulee huolehtia maan alle jäävän seinäosuuden riittävästä ulkopuolisesta kosteuseristyksestä. Kosteuseristys toteutetaan parhaiten seinän ulkopintaan asennetulla perusmuurilevyllä. Perusmuurilevy mahdollistaa kosteuden poistumisen sisältä ulos. Perusmuurilevyn asennus tehdään materiaalivalmistajan ohjeiden mukaisesti.

Maanpinnan yläpuolelle jäävät kellarin seinäosuudet pinnoitetaan kuten matalaperustuksissa.

#### 4.13.3 Julkisivuseinät

Muottiharkkoseinät (julkisivut) voidaan pinnoittaa kaksikerros- eli ohutrappauksella (kuva 10.) Chutrappauksessa harkkopinta oikaistaan ensin oikaisulaastilla tai kuitulaastilla yleensä kahteen kertaan. Laastimenekki on tällöin 9-11 kg/m<sup>2</sup>. Oikaisun jälkeen seinä pinnoitetaan sementtipohjaisella julkisivupinnoitteella kahteen kertaan. Pinnoitemenekki on noin 4-6 kg/m<sup>2</sup>. Rappauspinnoitteen paksuudeksi tulee noin 7-10 mm oikaisutarpeesta riippuen.

Muottiharkkoseinien rappaus voidaan tehdä useilla eri materiaaleilla ja tavoilla. Tehtiinpä rappaus millä tahansa tavalla, tulee huomioida, että pinnoitus tehdään aina pinnoitemateriaalivalmistajan ohjeiden mukaisesti.

Tarkemmat muottiharkkoseinän rappausohjeet on esitetty esim. Kivira Oy:n Lammi-kivitalon rappausohjeessa. Chjeen saa tilattua Kivira Oy:tä, puh 09-7742720.



Kuva 10. Rappaus on tarkkaa puuhaa. Oikaistun pinnan päälle ruiskutetaan väripigmentin sisältävä julkisivulaasti.

#### 4.13.4 Sisäpinnat

Rakennuksen sisällä muottiharkoseinä voidaan pinnoittaa esim. seuraavasti:

Maalaus

Slammaus + maalaus

2-3 x tasoite + maalaus/tapetointi

1 x tasoite + laatoitus

Puuverhous tmv.

Kuivissa sisätiloissa muottiharkoseinien tasoitus maalausvalmiiksi voidaan tehdä esimerkiksi seuraavasti:

Taulukko 3. Sisäseinien tasoitusesimerkki.

Kerros	Materiaali	Menekki
1. kerros	Tiilitasoite	2,5 kg/m <sup>2</sup>
2. kerros	L	1,0 kg/m <sup>2</sup>
3. kerros	LR	0,9 kg/m <sup>2</sup>

Kuivissa sisätiloissa välipohjien alapinnan ruiskupinnoitus voidaan tehdä esimerkiksi seuraavasti.

Taulukko 4. Välipohjan alapinnan tasoitusesimerkki.

Kerros	Materiaali	Menekki
1. kerros	Tiilitasoite	1,0 kg/m <sup>2</sup>
2. kerros	L1	1,0 kg/m <sup>2</sup>
3. kerros	LR	0,5 kg/m <sup>2</sup>

Muottiharkoseinien sisäpuolinen pinnoitus voidaan tehdä useilla eri materiaaleilla ja tavoilla. Tehtiinpä pinnoitus millä tahansa tavalla, tulee huomioida, että se tehdään aina pinnoitemateriaalivalmistajan ohjeiden mukaisesti.

## 4.14 Kiinnitykset

### 4.14.1 Liittyvät rakenteet, työnaikaiset kiinnitykset sekä sisustaminen

Kiinnitykset kiviseiniin tehdään vastaavasti kuten muissakin kivi- ja betoniseinissä. Kevyet kuormat voidaan kiinnittää muovipropulla ja ruuvilla. Raskaiden kuormien kiinnityksessä käytetään erilaisia kiila- tai lyöntiankkureita. Kiinnitykset voidaan tehdä myös ampumalla.

### 4.14.2 Ikkunat ja ovet

Ikkunat kiinnitetään normaalisti uretaanivaahdolla. Suuret aukeavat ikkunat ja aina ovet kiinnitetään normaalilla karmiruuvikiinnityksellä, jolloin ovipielen betoniin karmi kiinnitetään yksinkertaisesti proppaamalla.

## 4.15 TALVITYÖ

Tehtäessä ladottavia muottiharkkorakenteita talviaikana eivät harkot saa olla märkiä, jäätyneitä tai lumisia. Myös terästen tulee olla jäästä ja lumesta vapaita. Lumen ja jään kerääntyminen rakenteisiin tulee estää työnaikaisella suojauksella.

Talviaikana on varmistettava betonin riittävä kovettuminen. Lämpötilan laskiessa alle + 5 °C tulee valu suojata ja huolehtia rakenteen lämmityksestä. Betoni K 25 saavuttaa normaalisti kovettuvaa sementtiä käytämällä normien mukaisen muottien purkulujuuden taulukon 5 mukaan. Ei-kantavilla rakenteilla betonin jäätymislujuus 5 MPa saavutetaan saman taulukon jälkimmäisen sarakkeen mukaan.

Taulukko 5. Minikovettumisajat betonilla K25 kantavilla ja ei-kantavilla rakenteilla.

Betonin lämpö- lämpötila	Muottien purku- lujuus kantavilla rakenteilla	Betonin jäätymis- lujuus ei- kantavilla ra- kenteilla
1 °C	12 vrk	5 vrk
5 °C	9 vrk	3 vrk
10 °C	7 vrk	2,5 vrk
20 °C	4,5 vrk	1,5 vrk

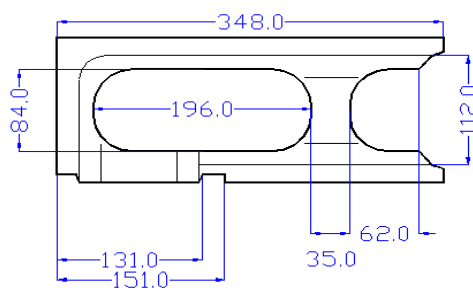
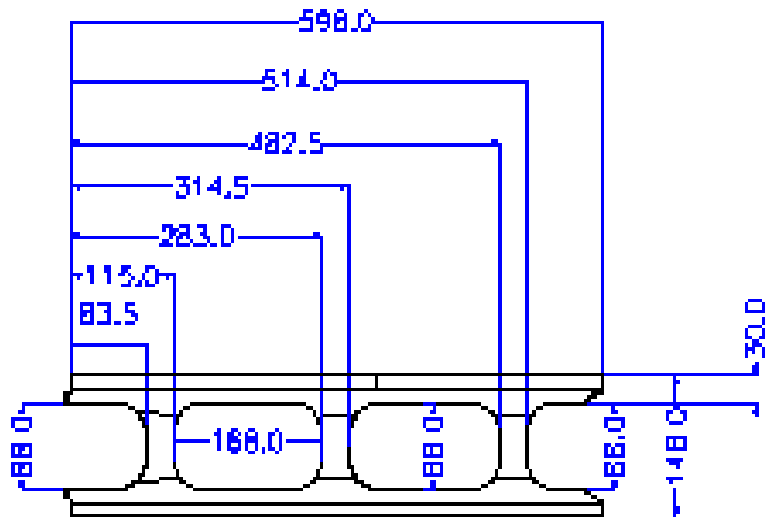
Ladottavilla muottiharkkorakenteilla tulee ehdottomasti noudattaa edellisen mukaisia vähimmäiskovettumisaikoja. Kovettumisaikoja voidaan nopeuttaa käyttämällä nopeasti kovettuvaa sementtiä, kiihdytymiä, sekä lämmitettyjä massoja. Suositeltava keino talviaikaan on käyttää pakkasbetonia, jolloin vähennetään myös rakenteen suojaustarvetta. Pakkasbetonin käytöstä ja käyttäytymisestä saa parhaiten tietoa ottamalla yhteyttä massan toimittajaan.

## LOPUKSI

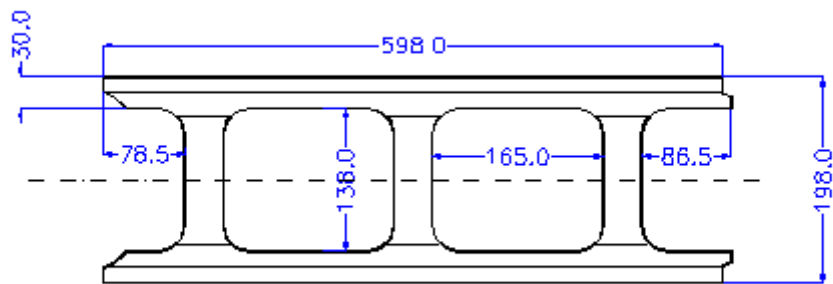
Rakentaminen on helppoa, kun sen osaa. Ongelmata-pauksessa ei kannata olettaa vaan kysyä. Kysymistä varten toimii Lammin Betonin tekninen neuvonta numerossa 03-6446830. Yleistä hyvää tietoa betonista on myös nopeasti saatavilla esimerkiksi betoniyhdistyksen internetsivuilla [www.betoni.com](http://www.betoni.com). Viihtyisiä rakennus-hetkiä toivottaa Lammin Betoni Oy.

## LITTEET

Muottiharkko MH150 kiven mitat. Kulmaharkon pituus on 350 mm. Esim. ensimmäisen tartuntateräksen paikka on 350 mm rakenteen kulmasta. Sivuseinämiä koossa pitävät kannakset ovat ala- ja yläreunastaan suorat. Ladottaessa päällekkäin kannasten väliin jää tyhjää tilaa n. 60 mm. Tässä leveydessä ei ole päätyharkkoja.



MuottiharkkoMH200 on kannaksiltaan samanlainen kuin MH150 harkko. Kulmaharkon pituus on 400 mm, joten ensimmäisen tartuntateräksen paikka on 400 mm ralanteen kulmasta. Tässä leveydessä on 400 mm ja 200 mm pitkät päätyharkot rakenteiden päihin.



MH250 on samankaltainen harkko verrattuna MH200-harkkoon. Ainoastaan leveys on suurempi. Kulmaharkon pituus on 450 mm.

