

# Pienrakentajan BETONIOPAS



**betoni**

# Pienrakentajan betoniopas

Tekijät: Tuomas Palolahti, Mittaviiva Oy  
Ohjaajat: Seppo Petrow, Rakennustuoteteollisuus RTT ry  
Petri Mannonen, Rakennustuoteteollisuus RTT ry  
Julkaisija: Betoniteollisuus ry  
Kustantaja: Suomen Rakennusmedia Oy  
Unioninkatu 14  
00130 Helsinki  
[www.rakennusmedia.fi](http://www.rakennusmedia.fi)

ISBN 978-952-269-018-0

ISBN 978-952-269-019-7 (pdf)

© Betoniteollisuus ry

Taitto: Satu Sahlstedt, Mittaviiva Oy  
Kuvat: Mittaviiva Oy, Betoniteollisuus ry  
Paino: Tammerprint Oy, Tampere 2011

# **PIENRAKENTAJAN BETONIOPAS**

# Sisällysluettelo

<b>OMAKOTITALO RAKENNUSHANKKEENA</b>	<b>3</b>
Rakennushanke	3
Suunnittelu	4
Erikoissuunnitelmat	4
Vastaava työnjohtaja ja valvonta	4
Sopimukset	5
Omatoimirakentaminen	5
Rakennustekninen toteutustapa	6
Omakotitalon rakennuskustannusten arvioiminen	6
<b>BETONI RAKENNUSMATERIAALINA</b>	<b>8</b>
Betonirakenteen toiminta	9
Betonilaadut	10
Betonin käyttökohteet	11
<b>BETONITYÖT</b>	<b>18</b>
Valmistelevat työt	19
Muottityö	20
Raudoitustyö	24
Betonointi	25
Betonin sisältämä rakennekosteus	30
<b>BETONINTOIMITTAJAN PALVELUT</b>	<b>32</b>
Betonin kuljetuskalusto	32
Betonin siirtolaitteet	33
<b>VALMISBETONIN TILAUS JA VALINTA</b>	<b>35</b>
<b>SÄÄSTÖVINKKEJÄ BETONIVALUIHIN</b>	<b>37</b>
<b>BETONIN VALMISTAMINEN TYÖMAALLA</b>	<b>38</b>
<b>OHJEITA TUOREEN BETONIN TURVALLISESTA KÄSITTELYSTÄ</b>	<b>39</b>

# OMAKOTITALO RAKENNUSHANKKEENA

RAKENNUSHANKE SISÄLTÄÄ TOTEUTUSTAVASTA RIIPPUMATTA SEURAAVAT VAIHEET:

- päätös rakennushankkeesta
- omistusmuodon päättäminen
- rahoituksen järjestäminen
- rakennuspaikan haku ja valinta
- rakennustilanteen selvittäminen
- rakennusmaan osto tai vuokraus
- tontin pohjatutkimus
- tilaohjelman teko
- pääsuunnittelijan valitseminen
- luonnosten laatiminen tai rakennuksen valinta tyyppitaloratkaisuista
- rakennuslupapiirustusten laatiminen
- rakennusluvan hakeminen
- työ- ja rakennepiirustusten, rakennusselostuksen ja erikoispiirustusten (LVI-sähkö) laatiminen
- toteutustavasta päättäminen
- urakkatarjouspyyntöjen lähettäminen
- rakentajan valinta tarjousten perusteella
- sopimusten laatiminen
- rakentaminen ja työn valvonta
- lopputarkastus ja käyttöönotto
- vuositarkastus.

## RAKENNUSHANKE

**Rakennushanke sisältää kaikki rakentamiseen liittyvät toimenpiteet rakennustarpeen toteamisesta takuutarkastukseen.** Omakotitalon rakennushanke voidaan toteuttaa joko osittain omana työnä tai antamalla työt tehtäväksi urakalla kokonaan tai osittain. Entistä enemmän työt ja rakennuttamistehtävät teetetään ammattilaisilla ja rakennuttaja osallistuu hankkeen johtamiseen. Rakennusalaan tuntemattoman kannattaa palkata rakennuttamistehtävään alan ammattilainen, joka kilpailuttaa materiaalit ja yhteensovittaa eri urakoitsijoiden työt.

**Omakotirakentajan ensimmäisiä ja tärkeimpiä toimenpiteitä rakennushanketta aloitettaessa ovat rahoitusjärjestelyjen ohella sopivan tontin hankkiminen sekä perheen tarkoitukseen sopivan asuinrakennuksen tilaohjelman laatiminen ja rakennuksen suunnittelu.** Suunnittelua ohjailevat ja säätelevät viralliset rakentamissäädökset sekä kaavamääräykset. Kaavamääräyksiä täydentävät usein erilliset alueelliset rakentamistapaohjeet, jotka säätelevät mm. rakennustyyppiä, julkisivumateriaaleja ja -värejä, kattokaltevuuksia, katemateriaaleja, harjan suuntaa yms.

## SUUNNITTELU

Omakotitalo on monelle elämän suurin taloudellinen hanke, joka ohjailee perheen taloutta vuosikymmeniksi eteenpäin. Lopputuloksen kannalta ratkaisevaan vaiheeseen eli suunnitteluun tulisikin varata riittävästi sekä aikaa että varoja. **Hyvä suunnittelu ja tätä kautta tapahtuva rakennusvaihtojen valinta maksavat itsensä hyvin nopeasti takaisin.**

**Suurimmat rakentamisen kustannussäästöt saavutetaan suunnitteluvaiheessa;** ei kuitenkaan suunnittelukustannuksia säästämällä, vaan panostamalla asiantuntevaan suunnitteluun.

Tällöin on mahdollista saada toimiva, arkkitehtonisesti sekä teknisesti korkeatasoinen suunnitelma ja toteutus, joka soveltuu ympäristöön ja rakennuspaikalle sekä vastaa toiminnaltaan ja tiloiltaan perheen tarpeita. Huolellisella suunnittelulla varmistetaan rakennus-, ylläpito- ja energiakustannuksiltaan edullinen talo. Rakennuksen jälleenmyyntiarvo on korkea, ja suunnittelusta aiheutuvien rakenteellisten virheiden todennäköisyys vähäinen.

## ERIKOISSUUNNITELMAT

Rakennuspaikalla on tehtävä hyvissä ajoin, mieluiten jo tontin hankintavaiheessa, pohjatutkimus. Sen perusteella päätetään rakennuksen perustamistapa. Pohjatutkimuksia ja niiden perusteella laadittuja perustamistapalausuntoja tekevät geosuunnitteluun erikoistuneet insinööritoimistot. Samalla selvitetään tontin korkeussuhteet vaaitsemalla ne sopivista pisteistä.

Omakotitalon erikoissuunnitelmat teetetään aina kyseisen alan hallitsevalla asiantuntijalla. Esimerkiksi betonirakenteiden tarvitseman raudoituksen laskee rakennesuunnittelija.

Arkkitehtisuunnitelmien lisäksi teetetään myös rakenne-, lämmitys-, vesi-, ilmanvaihto- ja sähkösuunnitelmat alan hallitsevilla suunnittelijoilla. Muita erikoissuunnitelmia voivat olla esimerkiksi valaistus-, sisustus- tai pihasuunnitelmat.



**Kuva 1** Asiantuntevaan suunnitteluun kannattaa panostaa.

### Maankäyttö- ja rakennuslaki

**Rakennuttajan eli rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava siitä, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä myönnetyn luvan mukaisesti. Hänellä tulee olla hankkeen vaatimus huomioon ottaen riittävät edellytykset hankkeen toteuttamiseen sekä käytettävissään pätevä henkilöstö.**

## VASTAAVA TYÖNJOHTAJA JA VALVONTA

Laki edellyttää, että jokaisella rakennustyömaalla on viranomaisen hyväksymä vastaava työnjohtaja, joka vastaa työn suorituksesta ja sen laadusta, johtaa rakennustyötä sekä huolehtii rakentamista koskevien

Omakotityömaalla on aina oltava viranomaisen hyväksymä, vastaava työnjohtaja.

säännösten ja määräysten sekä myönnetyn luvan ja hyvän rakennustavan mukaisesta työn suorittamisesta. Vastaavana työnjohtajana saa toimia henkilö, joka on suorittanut vähintään teknillisen oppilaitoksen rakennusosaston opintolinjalla teknikon tutkinnon. Lisäksi hänellä on oltava tarpeeksi käytännön ammattikokemusta.

Vastaavan työnjohtajan merkitys on työmaan etenemisen kannalta ratkaiseva. Työnjohtaja ei saa olla pelkkä nimi viranomaisten papereissa, vaan hänen tulee jatkuvasti seurata ja ohjata rakennustyömaata yhdessä tilaajan ja pääsuunnittelijan kanssa. Rakentamisessa on aina kyseessä suuret pääomat, jolloin eri osapuolilla on myös sen mukainen taloudellinen vastuu. Vastaava työnjohtaja on osaltaan myös rakennuttajan edustaja ja luottamusmies.

## SOPIMUKSET

**Omakotitalon kuten muidenkin rakennushankkeiden toteutukseen liittyy erilaisia sopimuksia, jotka on yleensä tehtävä kirjallisina.** Mitä tärkeämpi asia tai arvokkaampi kauppa on, sitä tärkeämpi on yksityiskohtia myöten selkeästi tehty kirjallinen sopimus.

**Hankintasopimuksissa tulee määritellä ainakin hinta, laatu, laajuus, vastuurajat, toimitusaika, maksuerät, viivästymisseuraamukset, kuljetukset yms.** Työsopimuksia laadittaessa on syytä perehtyä tarkkaan alan työehtosopimuksiin. Eri sopimuksista on olemassa valmiita lomakkeita, joita saa kirjakaupoista ja rakennusalan järjestöistä.

### OMAKOTITALON RAKENTAMISEEN LIITTYVIÄ SOPIMUKSIA OVAT MM.

- suunnittelusopimukset (arkkitehti-, rakenne-, LVI- ja sähkösuunnittelu)
- urakkasopimukset (kokonaisurakka, osaurakat)
- työntekijän tai yrityksen sopimus rakennuttajan kanssa (työsuhde, palvelun osto)
- tavaranhankinta- ja tavarantoimitussopimukset
- työnjohtosopimus
- liittymäsopimus (tele, sähkö, kaukolämpö, vesi ja viemäri).

## OMATOIMIRAKENTAMINEN

Omatoimirakentajan pitää harkita tarkkaan, mihin tehtäviin kannattaa uhrata omaa rajallista työpanosta. Rakentajan taidoista ja taipumuksista riippuu, kuinka paljon omaa työpanosta voi käyttää esimerkiksi ammattitaitoa vaativissa rakennustöissä. Liiallinen työ- ja kustannusten säästötavoite voi toisaalta merkitä laadun heikkenemistä ja aina myös aikataulun venymistä. Nämä aiheuttavat lisäkustannuksia, joita ei etukäteen osata arvioida.

### OMATOIMIRAKENTAJA ON RAKENNUSHANKKEESSA

- rakennuttaja
- rakennusyrittäjä
- työntekijä
- asiakas eli loppukäyttäjä.

Omatoimirakentajan täytyy hallita lukuisia erikoisosaamista vaativia tehtäviä, jotka edellyttävät usein mm. lainsäädännön, työehtosopimusten, normien ja ohjeiden yksityiskohtaista tuntemusta. Omatoimirakentaja voi toimia hankkeessa käytännössä kolmella melko itsenäisellä alueella: rakennuttajana, työn johtajana ja työntekijänä.

### HANKKEESEEN RYHTYVÄN OMAKOTIRAKENTAJAN PITÄISI OLLA ARVIOISSAAN REALISTINEN.

Oman työpanoksen osuus hankkeessa yliarvioidaan lähes aina ja toisaalta hankkeen vaatima kokonaistyömäärä helposti aliarvioidaan.



Hankkeen johtaminen ja valvonta, työnjohto, työvoiman ja tavaran hankintatehtävät sekä kuljetukset vastaavat noin 200 . . . 500 tunnin työpanosta riippuen talon koosta, muodosta ja valitusta rakentamistavasta.

**Oman työpanoksen suuri osuus merkitsee käytännössä aikataulun viivästymistä.** Nopealla aikataululla rakennettaessa on oman työn osuus väistämättä vähäinen. Rakennuttajan on arvioitava, kuinka paljon aikaa voi irrottaa omista töistä noin vuoden kestävä hankkeen aikana ja mikä sen hyöty on työn etenemiselle. Taloudellisesti voi olla tehokkaampaa käyttää aika materiaalien kilpailutukseen ja tilaamiseen kuin rakennusaputöihin.

Noin 120 m<sup>2</sup> omakotitalon vaatima työmäärä on 2 500 . . . 3 000 tuntia, kun työ teetetään ammattimiehillä. Omatoimisessa rakentamisessa työmäärä voi kasvaa 1,5 . . . 2-kertaiseksi. Kasvu johtuu mm. ammattitaidon ja tehokkaiden työkalujen puutteesta.

## RAKENNUSTEKNINEN TOTEUTUSTAPA

Rakennustekninen toteutustapa vaikuttaa rakentamisen työmäärään, työvoiman tarpeeseen ja aikatauluun.

**Toteutustavat voidaan erotella seuraavasti:**

- paikalla rakentaminen
- valmisosista rakentaminen
- edellisten yhdistelmä.

Paikalla rakentamisessa suurin osa työstä tapahtuu työmaalla, esimerkiksi rakenteiden paikalla valu tai muuraus. Valmisosista rakennettaessa rakenneosat, esimerkiksi ulkoseinäelementit tai ontelolaatat, valmistetaan tehtaassa ja asennetaan työmaalla, jolloin työmaalla tehtävän työn osuus vastaavasti vähenee.

Paikalla rakentamisen ja valmisosarakentamisen kustannus- tai aikataulueroja on vaikea osoittaa, mikäli tekijät ovat harjaantuneet kyseiseen toteutustapaan.



**Kuva 2** Harkkorakenteinen talo suositellaan rapattavaksi yhden lämmityskauden jälkeen.

**Paikalla rakentamisessa on oman työpanoksen osuutta luonnollisesti helppo kasvattaa.** Paikalla rakentaminen myös joustaa hankkeen toteutuksessa valmisosarakentamista enemmän. Joustoa voidaan tarvita esimerkiksi aikataulussa, kustannuksissa ja muissa yllättävissä muutoksissa.

## OMAKOTITALON RAKENNUSKUSTANNUSTEN ARVIOIMINEN

Valtaosa rakennuskustannuksista syntyy rakentamisen aikana. Kustannusten taso on kuitenkin määrätty jo paljon aikaisemmin: siinä vaiheessa, kun on päätetty rakennuksen tilaohjelmasta ja laatutasosta. Näiden päätösten jälkeen voidaan loppukustannuksiin vaikuttaa merkittävästi enää suunnitteluratkaisulla ja toteutustavalla.

### RAKENNUSKUSTANNUKSIIN VAIKUTTAVAT MM.

- rakennuksen koko ja muoto
- laatu- ja varustetaso
- paikkakunta
- perustamisolosuhteet ja perustusratkaisu
- runkomateriaali ja käytetyt ratkaisut.

Lisätietoa

<http://www.betoni.com>

<http://www.harkkokivitalo.fi>

<http://www.kivitalo.fi>



**RAKENNUSKUSTANNUKSET JAKAUTUVAT RAKENUSOSITTAIN OMAKOTITALOSSA SEURAAVASTI:**

• maarakennus	5 ... 10 %
• perustukset	5 ... 10 %
• runkorakenteet	25 ... 35 %
• täydentävät rakennusosat	5 ... 10 %
• pintarakennusosat	5 ... 19 %
• kalusteet, varusteet ja laitteet	5 ... 10 %
• konetekniset työt (LVIS)	12 ... 20 %
• rakennuttajan kustannukset, työmaan käyttö ja yleiskustannukset	10 ... 20 %

Rakennuskustannusten jaottelussa käytetään yleisesti rakennusosiin perustuvaa jaottelua: esimerkiksi perustukset ja runko. Rakennusosat voidaan jakaa edelleen kustannuslajeihin ja työlajeihin. Hankkeen alustava kustannusarvio kannattaa teettää jo luonnossuunnitteluvaiheessa ja tarkentaa se tavoitebudjetiksi erikoissuunnitelmien valmistuttua. Saatuja urakka- ja materiaalitarjouksia voidaan verrata tavoitebudjettiin.

**Paikalla valettujen perustusten kustannusarvion laskentataulukko auttaa vaihtoehtojen vertailussa.**

Työmenekiesimerkkejä:

sokkeliperustus 3 ... 5 h/jm  
 maanvarainen laatta 0,5 ... 1,5 h/m<sup>2</sup>

Työmenekkejä Ratu-korteissa ja -kirjoissa  
[www.rakennustieto.fi](http://www.rakennustieto.fi)

Rakennuskustannukset voidaan arvioida sitä paremmin mitä yksityiskohtaisemmat suunnitelmat on käytettävissä. Omakotitaloissa suunnitelmat tehdään vain harvoin sellaiseen valmiusasteeseen, että tarkan 5 %:n virherajoissa olevan kustannusarvion tekeminen olisi mahdollista.

Hankesuunnitteluvaiheessa kustannuksia voi arvioida Internetissä:

<http://www.harkkokivitalo.fi/kivitalolaskin>

<http://www.talopeli.fi/>

Rakennuskustannuksia arvioitaessa on muistettava, ettei oman työn arvo alenna rakennuskustannuksia, vaan se on osa rahoitusta.

	MENEKKI yksikkö	YKSIKKÖHINTA €/yksikkö	YHTEENSÄ €
<b>MUOTIT</b>			
• sahatavara			
• vuokratut muotit			
<b>RAUDOITTEET</b>			
• tankoraidoitteet			
• verkot			
• valmisraidoitteet			
• hakaraidoitteet			
• muut teräsosat			
<b>BETONI</b>			
• kuljetettuna työmaalle			
• pumppaus			
• konevuokrat			
<b>ERISTEET</b>			
• sokkelihalkaisu			
• routaeristeet			
<b>MUUT</b>			
• pintavalu			
• tasoitteet			

# BETONI RAKENNUSMATERIAALINA



Betoni on tekokiveä, joka syntyy sementin, runkoaineen (kiviaines), veden ja mahdollisten lisäaineiden muodostaman seoksen kovettumisreaktion seurauksena. Betoni alkaa sitoutua ja kovettua pian seoksen sekoittamisen jälkeen.

Betoni on maailman yleisimmin käytetty rakennusmateriaali. Sen perusominaisuuksia ovat lujuus, kestävyys ja pitkäikäisyys. Tuoreen betonimassan notkeus, koossapysyvyys ja tiivistyvyys vaikuttavat betonin valuominaisuuksiin ja samalla siihen, miten korkealaatuinen betonirakenteesta saadaan.

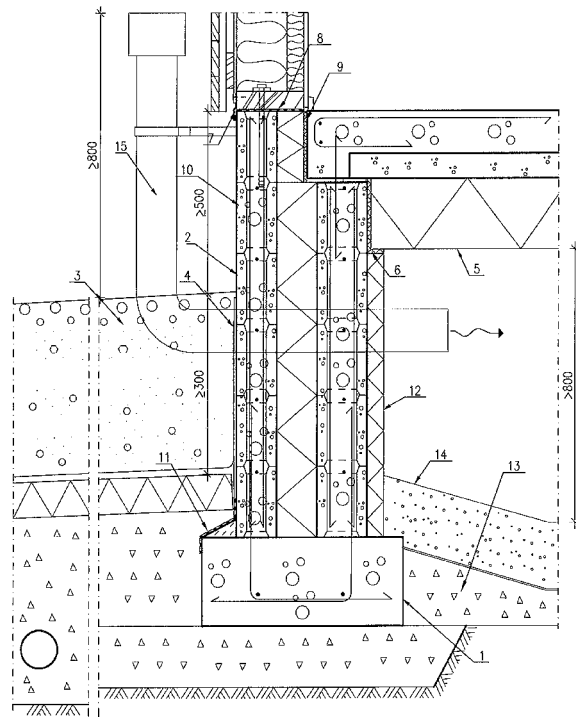
Betonin runkoaine on rakeista kiveä, jonka raekokoa ja -jakaumaa säätämällä voidaan vaikuttaa valmiin betonimassan ja rakennusosan ominaisuuksiin. Sementti ja vesi reagoivat kemiallisesti ja sitovat betonin kiviainesarakeet yhteen, jolloin muodostuu keinotekoista kiveä. Lisä- ja seosaineita lisäämällä voidaan vaikuttaa betonin eri ominaisuuksiin, esim. pakkasenkestävyyteen, notkeuteen ja kovettumiseen.

Myös kovettuneeksi miellettyyn betoniin on sitoutunut haihtuvaa huokosvettä. Massan alkuvaiheen nopean kovettumisen jälkeen kemiallinen reaktio jatkuu hitaana, kunnes kaikki ainesosat ovat sitoutuneet täydellisesti – betoni kovettuu vielä vuosia valun jälkeen.

Kovettuneen betonin ominaisuuksista on tärkein sen puristuslujuus. Myös kestävyys ympäristötekijöitä, esimerkiksi ilmansaasteita ja pakkasrasitusta vastaan, on tullut entistä tärkeämmäksi.

Betonin säilyvyyteen (pitkäaikaiskestävyyteen) vaikuttavat erityisesti betonin vesi- ja sementtimäärän suhde sekä kovettuneessa betonissa olevien, pakkasrasitusta parantavien ilmahuokosten määrä, eli niin sanottu betonin huokostus.

**ESIMERKKIRAKENNE: Muottiharkkosokkeli, lauta-ulkoverhous, kantava kuorilaatta-alapohja, alapuolinen lämmöneriste**



- 1 Perustukset rakennesuunnitelmien mukaan
- 2 Sokkelin pintäkäsittely arkkitehtisuunnitelmien mukaan
- 3 Sokkelivierusten kuivatus
- 4 Perusmuurilevy, yläreuna maan pinnan tasossa
- 5 Kantava alapohja, jossa alapuolinen eriste
- 6 Saumat tiivistetty PU-saumavaahdolla
- 7 Tippapelti (kuumasinkitty) alajuoksua vasten, tuulen-suojalevyn alle
- 8 Alajuoksun alle kumibitumikermi ja mineraalivillakaista
- 9 Irrotuskaista
- 10 Betonivaluharkkosokkeli rakennesuunnitelmien mukaan ja harkkojärjestelmätoimittajan ohjeen mukaan, pintäkäsittely arkkitehtisuunnitelmien mukaan
- 11 Kumibitumikermikaista, yläreuna perusmuurilevyn alle
- 12 Solupolystyreeni EPS 60S
- 13 Vastatäyttö sepelistä sokkeliä vasten pohjarakennus-suunnittelijan ohjeen mukaan
- 14 Kevytsora 300 mm erotetaan suodatinkankaalla tai pesty sepeli > 200 mm ja EPS100 lattia 50 mm
- 15 Sadehätullinen tuuletusputki ryömintätilaan. Lävis-tykset tiivistetään huolellisesti, elastinen kitti ulkop. ja uretaanivaahdo sisäp. Tuuletus rakenne- ja LVI-suunnitelmien mukaan.

## BETONIRAKENTEEN TOIMINTA

Betoni kestää hyvin puristusta, mutta halkeaa vedettäessä, teräs taas kestää hyvin vetämistä. Teräsbetonirakenteessa hyödynnetään kummankin materiaalin hyviä ominaisuuksia, jolloin betoni kestää puristavat voimat ja teräs venyttämisen.

Kahden tuen välissä olevan palkin alareuna venyy ja palkin yläreuna puristuu palkin omasta painosta tai palkin päälle asetetusta painosta. Palkin yläpinnan betoni kestää puristavan voiman, mutta alapintaan on liittävä terästä ottamaan vetävät voimat vastaan. Raudoitusteräksset estävät myös halkeamien syntymistä. Rakenteen kuormituksesta riippuen vetorasitus voi olla palkin tai laatan eri kohdissa, ylä- tai alapinnassa, joten raudoitusten tekemisessä on tarkkaan noudatettava rakennesuunnitelmia.

Betoniraudoituksen ja betonin täytyy tarttua toisiinsa lujasti, jotta betoni ja teräs toimivat yhtenä rakenteena. Raudoituksena käytetään harjaterästä, jossa olevat harjakset auttavat teräksen ja betonin välisessä tartunnassa.

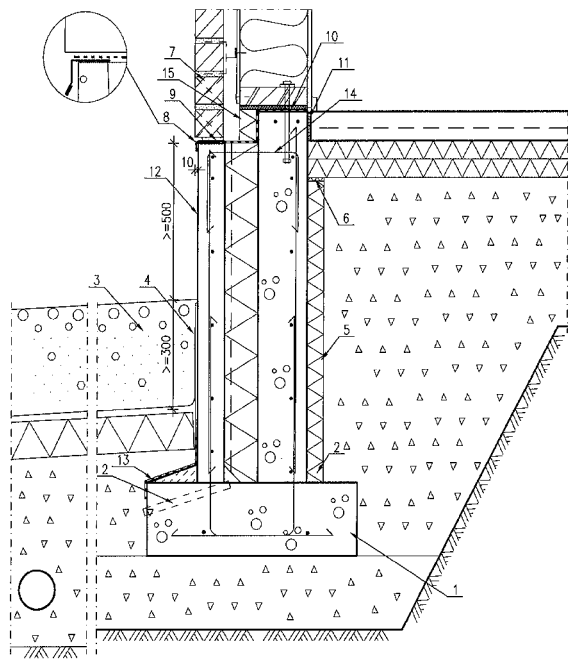
Teräs ruostuu, jos se on alttiina kosteudelle ja hapelle. Betonirakenteessa teräs ei ruostu, jos suojaava betonikerros on riittävän paksu. Suojakerroksen paksuudesta on aina huolehdittava, jotta teräsbetonirakenne kestää suunnitellun ajan. Suojaavan betonikerroksen vähimmäispaksuusvaatimus koskee myös työraudoituksia ja sidelankoja.

Betonivalun liian nopea kuivuminen voi estää betonin kovettumisen ja aiheuttaa rakenteen muodonmuutoksia tai halkeamia. Tämän takia betonivalun jälkeen on välittömästi aloitettava jälkihoito, jolla varmistetaan, että betonin kosteus pysyy sopivana kovettumisreaktion aikana ja lujuus voi kehittyä. Betonin sopiva kosteus voidaan varmistaa esimerkiksi peittämällä juuri valettu betoni muovilla.

### Suojabetonikerroksen paksuus 50 vuoden käyttöiällä:

- 50 mm maata vasten valettaessa (esimerkiksi antura)
- 35 mm sokkelit ja ulkopinnat, jos ei suolarasitusta
- 20 mm kuivissa ja lämpimissä sisätiloissa.

## ESIMERKKIRAKENNE: Paikalla valettu sokkeli, tiili-verhous, maanvarainen alapohja



- 1 Perustukset rakennesuunnitelmien mukaan
  - 2 Vedenpoistoputket
  - 3 Sokkelivierustan kuivatus
  - 4 Perusmuurilevy
  - 5 Solupolystyreeni EPS 100 lattia
  - 6 Saumat tiivistetty PU-saumavaahdolla
  - 7 Joka kolmas pystysauma auki kahdessa ensimmäisessä tiilikerroksessa
  - 8 Säänkestävä laasti + tippapelti (kuumasinkitty)
  - 9 Kumibitumikermi, päätetään aluspuun alle seinän sisäreunaan
  - 10 Alajuoksun alle kumibitumikermi ja mineraalivilla-kaista
  - 11 Irroitus ja tarvittaessa radontiivistys
  - 12 Betonisokkeli rakennesuunnitelmien mukaan, pintakäsittely arkkitehtisuunnitelmien mukaan
  - 13 Kumibitumikerrikaista, yläreuna perusmuurilevyn alle
  - 14 RST-siteet rakennesuunnitelmien mukaan
  - 15 Solupolyuretaani, kiinnitys ja tiivistys PU-vaahdolla
- Raudoitukset rakennesuunnitelmien mukaan.  
Sokkelin betoni säänkestävää.

## BETONILAADUT

Betonimassan ja betonin ominaisuuksia säädellään muuttamalla betonin osa-aineiden määriä ja suhteita. Eri käyttökohteista ja -tarkoituksista johtuen betonilaa- tuja on useita erilaisia.

Betonia toimitetaan eri lujuusluokissa (valmiin rakenteen lujuus), maksimiraekolla (kivien koko) ja notkeudella (tuoreen betonimassan notkeus valettaessa).

Teknisesti paras vaihtoehto on mahdollisimman suuren raekoon omaava jäykkä betonimassa, joka kovet- tuessaan kutistuu mahdollisimman vähän. Työstettä- vyyden ja tiivistyvyyden takia betoni joudutaan kui- tenkin valamaan melko notkeana maksimiraekoon määräytyessä rakenteen paksuuden ja raudoituksen tiheyden mukaan.

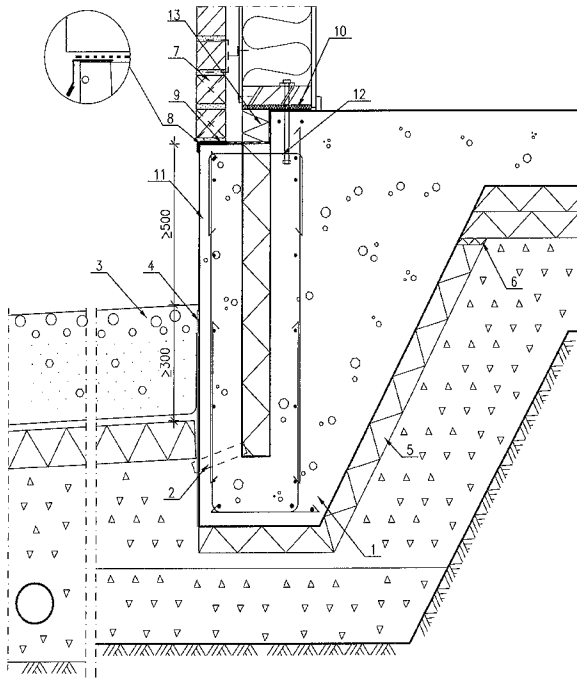
**Omakotirakentaja saa parhaiten tietoa eri be- tonilaaduista sekä oikean raekoon ja notkeuden yhdistelmistä betonin valmistajalta. Rakenne- suunnitelmissa on määritetty betonilta vaaditut ominaisuudet.**

### PIENRAKENTAJAN BETONILAATUJA OVAT

- normaalisti kovettuvat betonit
- nopeasti kovettuvat betonit (betonointi kylmällä säällä)
- lattiabetonit
- huokostettu betoni (ulkorakenteet).

Betonivalmistajilla on useita erikoisbetoneita, ku- ten kuumabetoni, pakkasbetoni ja itsetiivistyvä betoni. Erikoisbetonia käytettäessä on aina neu- voteltava valmisbetonitoimittajan tai vastaavan työnjohtajan kanssa.

**ESIMERKKIRAKENNE: Paikalla valettu sokkeli, tiiliulkoverhous, reunavahvistettu maanvarainen alapohja**



- 1 Perustukset rakennesuunnitelmien mukaan
  - 2 Vedenpoistoputket
  - 3 Sokkelivierusten kuivatus
  - 4 Perusmuurilevy
  - 5 Solupolystyreeni EPS 100 lattia
  - 6 Saumat tiivistetty PU-saumavaahdolla
  - 7 Joka kolmas pystysauma auki kahdessa ensimmäisessä tiilikerroksessa
  - 8 Säänkestävä laasti + tippapelti (kuumasinkitty)
  - 9 kumibitumikermi, päätetään aluspuun alle seinän sisäreunaan
  - 10 Alajuoksun alle kumibitumikermi ja mineraalivilla-kaista
  - 11 Betonisokkeli rakennesuunnitelmien mukaan, pintäkäsittely arkkitehtisuunnitelmien mukaan
  - 12 Ruostumattomat terässiivet rakennesuunnitelmien mukaan
  - 13 Solupolyuretaani, kiinnitys ja tiivistys PU-vaahdolla
- Raudoitukset rakennesuunnitelmien mukaan.  
Sokkelin betoni säänkestävää.

## BETONIN KÄYTTÖKOHEET

**Betoni on erinomainen rakennusmateriaali myös omakotitaloissa.** Siitä voidaan rakentaa paikalla tiiviitä, lujia, kestäviä sekä betonipinnaltaan ja muodoltaan erilaisia rakenteita. Se sopii kaikkiin omakotitalon rakenteisiin joko koko rakenteena tai sen osana.

**Kosteudelle alttiissa rakenteissa, esimerkiksi perustuksissa, alapohjissa, lattioissa sekä peseytymistiloissa korostuvat erityisesti betonin hyvät ominaisuudet.** Kivimateriaali ei ole herkkä kosteudesta aiheutuville vaurioille eikä pieneliöiden aiheuttamille haitoille.

### Merkintä K30-2 #16 mm S2, rasisitusluokka XO tarkoittaa

<b>K30</b>	lujuusluokka	Betoni kestää vähintään 30 megapascalin (MPa = N/mm <sup>2</sup> ) puristusta. Lujuusluokka on merkitty rakennepiirustuksiin.
<b>2</b>	rakenne- luokka	Tavanomaiset rakenteet
<b>#16 mm</b>	kiviaineksen suurin raekoko	Kiviaineksen suurin raekoko on 16 mm
<b>S2</b>	notkeus- luokka	Betonimassan notkeus vaikuttaa massan työstettävyyteen ja tiivistettävyyteen.
<b>XO</b>	rasitus- luokka	Rakenne on kuivissa sisätiloissa. Rasitusluokka merkitään rakennepiirustuksiin. Rakenne voi kuulua samanaikaisesti useaan rasitusluokkaan.



Kuva 3 Paaluanturoiden muotit.



## PERUSTUKSET

**Omakotitalon perustuksissa käytetään yleensä aina betonia.** Paikalla valetut perustukset jakavat yläpuolisilta rakenteilta tulevat kuormat tasaisesti maapohjalle. Paikalla valettu perustusvaihtoehto on järkevä valinta sekä hyvin että heikosti kantaville maapohjille. Se sopii hyvin myös muodonmuutoksille arkojen yläpuolisten rakenteiden alustaksi.

### Perustamistapaan vaikuttavat

- maapohjan laatu
- rakennuksen ympäristön korkeuserot
- perustusten yläpuoliset rakenteet ja kuormitukset
- maanpinnan alapuolelle rakennettavat tilat.

Paikalla valettavien perustusten tekeminen helpottuu huomattavasti, kun käytetään vuokrattavia järjestelmä- tai kasettimuotteja ja valmiiksi oikeaan muotoon taivutettuja raudotteita. Myös sokkelihalkaistu perustus voidaan valaa helposti kertavaluna, kun käytetään eristeen paikallaan pitämiseen kehitettyjä kiinnikkeitä.

Betoni sopii kaikkiin omakotitalon rakenteisiin joko koko rakenteena tai sen osana.

### PERUSTAMISTAPOJEN PÄÄTYYPI

1. Anturaperustus perusmuureineen sekä maanvarainen laatta
2. Anturaperustus ja kantava laatta, jonka alla tuuletustila (ryömintätila)
3. Kellariperustus
4. Paaluperustus
5. Reunavahvistettu laatta

**Anturaperustukset ovat tyypiltään joko perusmuuri- tai pilarianturoita.** Perusmuurin antura on yleensä 600 mm leveä, pilarianturat ovat yleensä 400 x 400 tai 600 x 600 mm<sup>2</sup>. Anturaperustuksen perustussyvyys on vähintään 0,5 m viereisestä maanpinnasta mitattuna. Rakennesuunnitelmissa sanotaan, kuinka talo perustetaan. Anturaperustusten yhteydessä alapohja voi olla maanvarainen tai kantava. Maanvastaisen lattian yläpinnan oltava vähintään 0,3 m rakennuksen ulkopuolella olevan maanpinnan yläpuolella. Routivalla maapohjalla rakenteet perustetaan roudattomaan syvyyteen tai routasuojataan lämmöneristelevyillä.

**Paaluperustuksia käytetään pehmeiköillä, joissa laattaperustusta ei voi käyttää.** Paalut siirtävät kuormat kantavaan maapohjaan. Paaluille perustettavassa omakotitalossa tehdään alapohja kantavana ja yleensä ryömintätillaisena, johon järjestetään tuuletus.

**Muut perustamistavat ovat yleensä edellä esitettyjen perustamistapojen yhdistelmiä.**



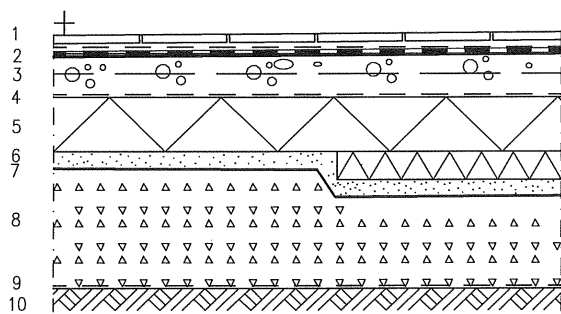
## ALAPOHJA

Omakotitalon alapohja voi olla joko maanvarainen tai kantava. Maanvaraisessa alapohjassa lattiaan paino leppää itsenäisenä rakenteena perus- ja täyttömaan varassa. Maanvaraista alapohjaa käytetään matalaperustusten yhteydessä sekä kellarillisten talojen alapohjana. Kantavassa alapohjassa alapohjalaatta on sokkeleiden eli perusmuurien varassa ja sokkelit siirtävät kuormitukset anturoille tai paaluille.

Maanvaraisen betonilaatan paksuus on yleensä 80 . . . 120 mm ja se raudoitetaan keskeisellä verkolla. Yli 120 mm paksut laatat vaativat raudoituksen molempiin pintoihin. Lattialämmitysputkitus kiinnitetään yleensä rauditusverkkoon.

Maanvaraisena mitoitettu laatta ei saa tukeutua suoraan esimerkiksi anturan päälle, koska rakennetta ei ole

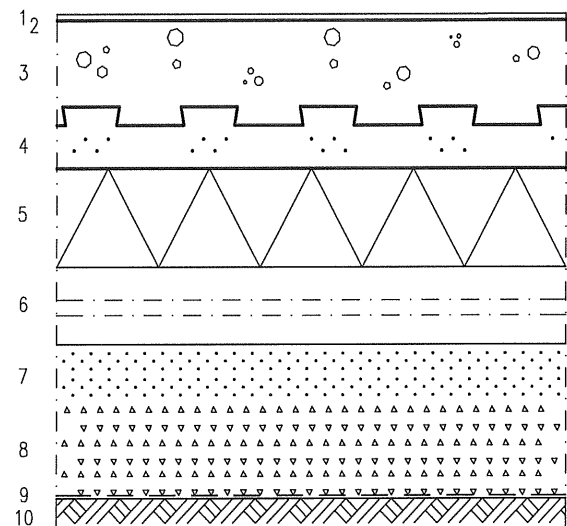
### ESIMERKKI ALAPOHJASTA: vesieristetty märkätila Betonilaatta-alapohja, maanvarainen



- |          |    |   |
|----------|----|---|
| n. 15 mm | 1  | Lattialaatat (huoneselityksen mukaan) ja kiinnityslaasti                |
|          | 2  | Sertifioitu siveltävä vedeneristysjärjestelmä                           |
| 80 mm    | 3  | Teräsbetonilaatta, keskeinen rauditus                                   |
|          | 4  | Suodatinkangas  |
| ≥ 100 mm | 5  | Solupolystyreenilevy ESP 100 Lattia<br>1 m:n reuna-alueella lisäeristys |
| 30 mm    | 6  | Tasaushiekka  |
|          | 7  | Suodatinkangas  |
| ≥ 300 mm | 8  | Tiivistetty sepeli $\varnothing 6 \dots 16$ mm, pesty, salaojitettu     |
| 0,2 mm   | 9  | Suodatinkangas, kun pohjamaa on savea tai silttiä                       |
|          | 10 | Perusmaa, kallistus salaojiin 1:100                                     |

### ESIMERKKI ALAPOHJASTA: Kuorilaatta, tuuletettu

- |          |    |  |
|----------|----|--|
|          | 1  | Pintamateriaali ja -käsittely                              |
|          | 2  | Tasoite, tarvittaessa pintamateriaalivaatimusten mukaan    |
| ≥ 70 mm  | 3  | Teräsbetoni rakennepiirustusten mukaan                     |
| 220 mm   | 4  | Kuorilaatta KL 70, rakennepiirustusten mukaan              |
| ≥ 800 mm | 5  | Solupolystyreenilevy EPS 100S, kiinnitetty kuorilaattaan   |
| ≥ 200 mm | 6  | Tuuletettu alustatila (SRMK C2)                            |
|          | 7  | Kevytsora  |
|          | 8  | Salaojituskeros, sepeli $\varnothing 6 \dots 16$ mm, pesty |
|          | 9  | Suodatinkangas, kun pohjamaa on savea tai silttiä          |
|          | 10 | Perusmaa tai kittamaatäyttö, kallistus salaojiin 1:50      |



suunniteltu kantavaksi. Laattaa ei saa myöskään valaa kiinni perusmuuriin vaan se on irrotettava perusmuurista esimerkiksi solumuovikaistan avulla, jottei laatan kutistuminen esty. Perusmuurin ja laatan väli tiivistetään ilmatiiviiksi radonkaasuun huoneilmaan pääsyn estämiseksi. Maanvaraisessa alapohjassa on estettävä veden kapillaarinen nousu maaperästä joko kapillaarisen katkon muodostavalla kiviainestäytöllä tai kevytsoralla, joka toimii samalla alapohjan lämmöneristeenä.

Taulukko 2.1 Pientalon perustamistapoja eri maaperäolosuhteissa. Lähde: RT 81-10486. Pientalonperustamistavan valinta. 1992.

Perustamistapa	Maaperä	Tiivis tai keskitiivis hiekka, sora tai moreeni		Ohut (3 m) pehmeä siltti- tai savikerros	Paksu, pehmeä siltti- tai savikerros	Paksu, hyvin pehmeä siltti- tai savikerros
		Kallio		Tiivis silttikerros		
Perusmuuri ja maanvarainen alapohja		•	•	•	• <sup>1)</sup>	
Perusmuuri ja maanvarainen alapohja, kellari		•	•	•	•	•
Perusmuuri ja kantava alapohja, ryömintätila		•	•	•	(• <sup>1)</sup> )	
Laattaperustus		(•)	•	•	•	• <sup>3)</sup>
Laattaperustus, kevennysperustus				(•)	•	•
Pilari-palkkiperustus ja kantava alapohja, ryömintätila		•	•		• <sup>1)</sup>	
Paaluperustus ja kantava alapohja, maata vasten valettu					• <sup>2)</sup>	•
Paaluperustus ja kantava alapohja, ryömintätila					• <sup>2)</sup>	•

<sup>1)</sup> Massanvaihto, jos pohjavesi on kaivutason lähellä tai sen alapuolella

<sup>2)</sup> Paaluperustuksena, jos pohjavesi on lähellä maanpintaa

<sup>3)</sup> Paaluperustuksena

**Kantavan alapohjan valaminen paikalla vaatii valmiin tuennan.** Tuenta voidaan toteuttaa muuttamalla laatta, asentamalla alapohjaan poimu-/liit-tolevyt tai kuorilaatat tai käyttämällä oikeaan tasoon tasattua täyttöä muottina. Jos kantava laatta valetaan täytetyn maan varaan, täytyy lämmöneristeet kiinnittää betonilaattaan, jotta maapohjan painuessa eristeen ja laatan väliin ei tule rakoja. Rakennesuunnittelijan tulee varmistaa myös eristeen ja painuvan maan välisen raon tuuletus, ettei tilaan muodostu kosteusongelmaa. Paikalla valetun, kantavan laatan paksuus on yleensä 150 . . . 200 mm.

Poimulevy ja kuorilaatta jäävät rakenteeseen ja toimivat liittorakenteena päälle valettavan betonikerroksen kanssa. Rakenteen raudoitustarve vähenee 80 . . . 90 %. Täytön käyttö muottina eli valaminen maata vastaan ei sovi tuuletettuihin alapohjiin.

Ontelolaatta on varteenotettava vaihtoehto tehdä tuuletettava kantava alapohja. Ontelo- ja kuorilaattaa käytettäessä on työmaalla oltava nosturi.

Maanvaraisissa alapohjissa lämmöneriste sijoitetaan yleensä laatan alapuolelle ja kantavissa alapohjissa laatan ylä- tai alapuolelle. Kun lämmöneriste sijoitetaan yläpuolelle, vaatii alapohjarakenne vielä erillisen pintarakenteen, joka voidaan tehdä valmisbetonista.

## VÄLI- JA YLÄPOHJA

Väli- ja yläpohjarakenteet voidaan toteuttaa samoilla kantavan laatan rakenteilla kuin alapohjarakenteet. Betonirakenteinen välipohja on jäykkä, palonkestävä ja hyvin ääntä eristävä.

Omakotitalon paikalla valettavat väli- ja yläpohjat vaativat yleensä vähintään yhden kantavan väliseinän tai pilareita rakennuksen keskelle. Lopullisen mitoituksen tekee joko rakennesuunnittelija tai poimulevyjen tai kuorilaattojen valmistajan rakennesuunnittelija.

**Kokonaan paikalla valettavan väli- ja yläpohjan rakentaminen nopeutuu, kun käytetään vuok-**

OMAKOTITALOSSA KÄYTETÄÄN RUNSAASTI ERILAISIA LATTIAPÄÄLLYSTEITÄ. BETONILATTIAN PINNAN KÄSITTELYMENETELMÄT VAIHTELEVAT LATTIAPÄÄLLYSTETYYPEITTÄIN:

### PÄÄLLYSTETYYPPI

### BETONIPINNAN KÄSITTELY

mosaiikkiparketti

hiottu tai luja teräshiertopinta, tasoitetta vältettävä

korkkilaatat, tekstiilimatot, huopa- ja solumuovipohjaiset muovimatot

teräshierto tai tasoitepinta

lautaparketti ja mahdollinen kosteussulku

teräshiertopinta, tarvittaessa tasoite

muovimatot/-laatat (ei huopa- tai solumuovipohjaa), linoleum

hiottu, teräshierto tai tasoitepinta

keraamiset laatat

puuhierretty pinta tai hiottu ja kallistettu betonipinta

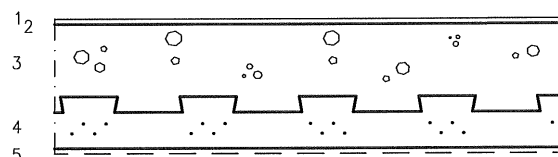
**rattavia järjestelmä- tai kasettimuotteja sekä valmiiksi taivutettuja raudotteita.** Niistä aiheutuvat lisäkustannukset korvautuvat yleensä myöhemmin pienentyneinä laatan alapinnan jälkitöinä sekä raudoituksen hukkamateriaalin vähentymisenä.

Riippuen laatan alla olevan tilan käytöstä voidaan laatan alapinta tasoittaa, maalata tai jättää kokonaan käsittelemättä esimerkiksi käytettäessä muovipinnoitettua poimulevyä tai jos rakenteeseen tulee alakatto.

Sekä väli- että alapohjien laatan yläpinta kannattaa tehdä mahdollisimman tasaiseksi. Tällöin laatan päälle tuleva askeläänieriste on helppo asentaa tai laatta voidaan pinnoittaa ilman tasoitusta. Lattiavaluissa on syytä käyttää ammattitaitoista työvoimaa tai lattiaurakoitsijoita.

Betonin kuivuminen on varmistettava mittauksin ennen pintarakenteiden asentamista. Pintamateriaalien alustojen sallitut kosteudet selviävät pinnoitevalmistajan ohjeista tai julkaisusta Betonirakenteiden päällystämisen ohjeet -julkaisusta (Suomen Rakennusmedia Oy).

### ESIMERKKI VÄLIPOHJASTA: Kuorilaattavälipohja



1 Pintamateriaali ja -käsitteily

2 Tasoite, tarvittaessa pintamateriaalivaatimusten mukaan

3 Teräsbetoni rakennepiirustusten mukaan

4 Kuorilaatta KL 70, rakennepiirustusten mukaan

5 Pintakäsittely huoneselityksen mukaan

Lattian pintamateriaalin tulee täyttää askeläänieristysvaatimukset.

LVIS-installaatiot paikallavalussa on tuettava sekä valupaineelle että -nosteelle.

Valuakainen tuenta on tehtävä kuorilaattatoimittajan ja rakennesuunnittelijan ohjeen mukaan.

Betonin valinnassa ja valun jälkihoidossa on otettava huomioon liittorakenteen kuivuminen vain yhteen suuntaan.

## PINTABETONILATTIAT JA KELLUVAT LATTIAT

Pintabetonilattiaa käytetään joko paikalla valettujen laattojen tai elementtirakenteiden päällä. Ammattitaidolla tehden saadaan paikalla valettu laatta keralla riittävän tasaiseksi niin, ettei pintabetonilattiaa tarvitse tehdä lainkaan. Ontelolaatat vaativat yleensä erillisen pintalaatan tai tasoitekerroksen.

Kelluvaa lattiaa käytetään silloin, kun lattiarakenteen on oltava erityisen hyvin äänen- tai askelääneneristävä. Se tehdään kantavan rakenteen päälle asennettuna eristeen päälle. Kelluva lattia tarvitaan usein välipohjissa lattialämmityksen yhteydessä.

Ohut betonilaatta käyristyy herkästi nurkista ja laatan reunoista ylöspäin. Syynä on laatan kuivuminen yläpinnasta nopeammin kuin alapinnasta, jolloin yläpinnan kuivumiskutistuma käyristää laattaa. Kuivuminen aiheuttaa myös laatan halkeilua, mikä voi aiheuttaa ongelmia herkkien pintamateriaalien tai alapohjan radonkaasun pitävyyden kanssa. Käyristymistä voidaan vähentää tehokkaalla jälkihoidolla.

### Pintabetonilaatan halkeilua ja käyristymistä voidaan vähentää

- valitsemalla lujuusluokaltaan mahdollisimman pieni betonilaatu
  - sisätiloissa kulutuskestävyyden ja rakenteen kantavuuden salliessa K25 . . . K30
- valitsemalla mahdollisimman suuri raekoko
  - raekokoko 16 tai 32 mm
- valitsemalla mahdollisimman jäykkä notkeus
  - notkeusluokka S2 (notkea) . . . S3 (vetelä) yleensä sopiva
- raudoittamalla laatta riittävästi
  - 8 mm verkkorauδοite 150 mm silmäkoolla
- lisäämällä raudoitusta ulkonurkissa laatan yläpintaan (estää käyristymistä)
- lisäämällä raudoitusta sisäkulmissa (estää halkeilua)
- valamalla laatta paksumpana, jolloin laatan oma massa estää käyristymistä
  - laatan paksuus 80 . . . 120 mm

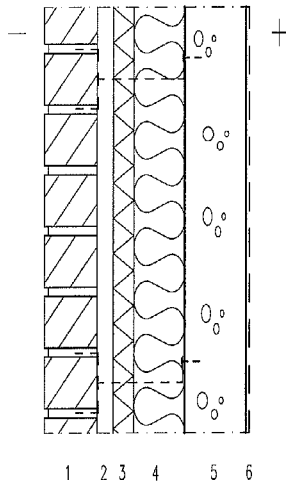
- huom! Paksummissa laatoissa lattialämmitys lämmittää lattian hitaammin ja lämpötilan säädeltävyys huononee.
- käyttämällä ohuissa laatoissa kuitubetonia, jos raudoitetta ei saada mahtumaan riittävästi
  - raudoiteverkko voidaan korvata teräskuitubetonin teräskuiduilla, joissa kuitua on oltava vähintään 30 kg/betoni-m<sup>3</sup>
- järjestämällä valun olosuhteet sopiviksi
  - lämpötila 15 . . . 20 °C
  - ilmanvirtaukset estetään suojaamalla rungon aukot ja sammuttamalla lämpöpuhaltimet siihen asti kunnes valu on suojattu muovilla
- aloittamalla jälkihoito välittömästi hierron jälkeen
  - muovikalvo valun päälle liian nopean kuivumisen estämiseksi
  - muovin tarkasti nurkkiin asti
  - muovin annetaan olla kaksi viikkoa yli 10 °C lämpötilassa (kts. taulukko 3.1, s. 29)

Liian nopea pinnan kuivuminen aiheuttaa käyristymää ja laatan pinnan tiheää verkkomaista halkeilua. Halkeilu ilmestyy vuorokauden sisällä valusta. Betonilaatan kuivumista pinnoituskosteuteen voidaan edistää hiomalla sementtiliima betonilaatan pinnasta pois jälkihoitoajan jälkeen.

### Vesikiertoinen lattialämmitys pintabetonilaatassa:

- Jos lattialämmitysjärjestelmä vaatii 4 . . . 6 mm raudoiteverkon, varmistetaan betonilaatan riittävä kutistumaraudoitus rakennesuunnittelijalta. Laattaan voidaan asentaa esimerkiksi raudoiteverkko lattialämmityspotkiston ylä- ja alapuolelle.
- Lattialämmityspotkiston paksuudesta riippuen raudoite ei sijaitse keskeisesti laatasta, jolloin lisäraudoitteen tarve varmistetaan rakennesuunnittelijalta.
- Lattiakaivolisissä tiloissa varmistetaan laatan riittävä paksuus lattiakaivon läheisyydessä esimerkiksi vaihtamalla alapuolinen eriste ohuempaan, mutta paremmin eristävään.

### ESIMERKKI: Betoniulkoseinä, mineraalivillaeriste, tiiliverhous



- |          |   |  |
|----------|---|--|
| 130 mm   | 1 | Julkisivumuuraus rakennusselityksen mukaan           |
| 40 mm    | 2 | Ilmarako   |
| ≥ 50 mm  | 3 | Tuulensuojamineraalivilla                            |
| ≥ 190 mm | 4 | Mineraalivilla                                       |
|          | 5 | Teräsbetoni rakennepiirustusten mukaan               |
|          | 6 | Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan |

*Ruostumattomat muuraussiteet rakennepiirustusten mukaan.  
Mineraalivillalevyjen kiinnitys mekaanisesti, 4 klp/m<sup>2</sup>.*

## SEINÄT JA PILARIT

Paikalla valettu betoni sopii erittäin hyvin kantaviin ulko- ja väliseiniin, pilareihin sekä seiniin, joilta vaaditaan hyvää ääneneristävyyttä ja palonkestävyyttä (osastoivat seinät), vesitiiviyttä (kellarin maanpaine-seinä) tai kosteudenkestävyyttä (kosteiden tilojen seinät). Seinien ja pilarien valmistusta helpottavat vuokrattavat muottijärjestelmät.

## PIHARAKENTEET

**Valmisbetonia voidaan käyttää monin tavoin myös omakotitalon pihalla, esimerkiksi perustuksina aidoille, lipputangoille, portinpylväille sekä matto- ja pyykkilinielle. Betonista voidaan valaa myös aitoja ja muureja sekä portaita.**

Tukimuurien avulla saadaan rinnepihaan terasseja ja tasanteita. Paikalla valettava tukimuuri pystytään sijoittamaan maastoon sen muotoja myötäillen. Myös kellarikerrokseen johtavien ajoluiskien tiiviit ja lujat tukimuurit voidaan tehdä paikalla valaen. Betonipintaan saadaan elävyyttä kuvioimalla tai karhentamalla pinta esimerkiksi muottiin kiinnitettävien listojen ja profiilien avulla tai vaihtamalla muottimateriaalia. Betonirakenne voidaan valaa myös väribetonista (huom. saatavuus varmistettava).

Paikalla valetut portaat ovat kiinteät ja kestävät. Harjauksen karhealla katuharjalla ennen betonin sitoutumista tai pesubetonipinnan tekeminen vähentää askelmien liukkautta. Portaisiin voidaan haluttaessa asentaa lämmityskaapelit, jolloin ne pysyvät sulana myös talvella.

Myös pihamaan laattarakenteissa on runsaasti paikallavaihtoehtoja: ajotien ja käytävien betonipäällysteet, grillien aluslaatat, katosten laatat ja erilaiset korokelaatat. Myös niissä voidaan käyttää värillisiä betoneita ja pintakuviointeja. Varsinkin kaltevissa päällysterakenteissa on perusteltua käyttää lämmityskaapeleita liukkauden torjuntaan.

Betonia voidaan käyttää myös pihakalusteissa. Betonista on jo perinteisesti osattu rakentaa saumaton ja tiivis maakellari.

Paikalla valettu betoni sopii erittäin hyvin kantaviin ulko- ja väliseiniin, pilareihin ja tukimuurisiin.



# BETONITYÖT



**Betonitöiden ennakkosuunnittelu on sekä teknisesti että taloudellisesti perusteltua.** Huolellisella työsuunnittelulla vältetään virheet ja turha työ lisäkustannuksineen sekä varmistetaan työn sujuvuus. Tällä turvataan työn läpivienti sovitussa ajassa ja kustannuksissa sekä teknisesti onnistunut lopputulos.

## BETONITÖIDEN NELJÄ PÄÄRYHMÄÄ:

- muottityöt
- raudoitustyöt
- betonointi
- jälkityöt ja kuivatus

## Ennakkosuunnittelussa ja ennen betonitöiden aloittamista

- hankitaan rakennesuunnitelmista ja betonitoimitajalta tiedot rakenteeseen soveltuvasta betonista, sen ominaisuuksista sekä kohteeseen sopivasta betonin siirtotavasta ja jälkihoidosta
- hankitaan tarpeelliset työvälineet ja -koneet sekä henkilökohtaiset suojaimeet ja perehdytään niiden oikeaan käyttötapaan (sauvatärytin, pinnan tassa- ja hiertovälineet, suojakäsineet, saappaat ja silmäsuojaimet)
- varmistetaan, että betonin kuljetusauto pääsee aiottuun purkupaikkaan, ja valmistetaan tarvittavat karräystiet ja -telineet
- kootaan tarvittava työkuunta sekä arvioidaan valunopeus työkuunnan koon mukaan.

**Sekä ennakkosuunnittelussa että muotti-, raudoitus- ja betonointityössä on syytä käyttää asiantuntija- ja ammattimiesapua.**



## VALMISTELEVAT TYÖT

### OMAKOTITYÖMAAN MITTAUKSET

Omakotityömaan mittaustöitä ovat pisteen tai kapaleen sijainnin mittaaminen (sijainti vaakatasossa ja korkeusasema), pituuden mittaaminen, vaakatason tai vaakasuoran linjan mittaaminen, pystysuoran linjan tai tason mittaaminen, kaltevan tason tai linjan mittaaminen sekä kulman (erityisesti suoran kulman) mittaaminen.

**Mittaustyöt alkavat, kun rakennusvalvonnan mitausteknikot merkitsevät tontille korkeusaseman ja rakennuksen nurkkapisteet.** Nurkkapisteet on ennen rakennustöiden aloittamista siirrettävä riittävän kauas peruskaivannon ulkopuolelle linjapukeille, joilta ne saadaan siirrettyä takaisin nurkkapisteiksi ja sokkelilinjoiksi linjalankojen ja luotilangan avulla. Tarvittaessa mittaryhmä voidaan pyytää merkkamaan nurkkapisteet uudestaan maanrakennustöiden jälkeen ennen perustustöiden aloittamista.

#### OMAKOTITYÖMAAN MITTAUKSESSA KÄYTETTÄVÄT VÄLINEET:

- lasermittauslaitteet: taso-, ristikko-, piste- ja putkilaser sekä etäisyysmittauslaite
- optinen vaaituskone
- mittanauha, pitkä 25...30 m, lyhyt 3...5 m
- vesivaaka (vatupassi), pitkä ja lyhyt
- suorakulma
- luoti- ja linjalanka.

### Vaakatason ja korkeusaseman mittaaminen

**Vaakataso mitataan lyhyillä mittaussivillä kätevimmin vesivaakan eli vatupassin avulla.** Apuna voidaan käyttää suoraa linjalautaa tai lankkua. Vesivaakalla voidaan mitata myös kaltevuuksia, jos käytettävissä on säädettävä kulmamitta.

**Korkeusasema ja vaakataso mitataan pitkällä mittaussivillä tasolaserin avulla.** Mittaus voidaan tehdä myös vaaituskoneen avulla, jos lasereita ei ole käytössä.



Kuva 4 Tasolaser.

**Pystylinjoja ja pisteiden sijaintia vaakatasoon voidaan mitata piste- ja ristikkolaserilla tai luotilangalla.**

Rakennuksen paikka merkitään linjalangoilla.

### Pituuden mittaaminen

Rullamitta on kätevä lyhyillä mittaussivillä. Pitkän 20...30 m:n mittanauhan käytössä tarvitaan kahta mittaajaa ja tarkoissa mittaauksissa pitää ottaa huomioon mittanauhan roikkumisen aiheuttama muutos tulokseen. Laseretäisyysmittalaitteella mittaaminen onnistuu yhdeltä mittaajalta.

### Suoran kulman mittaaminen

**Suora kulma mitataan mittaamalla maastoon linjalautojen tai -lankojen avulla suorakulmainen kolmio, jonka sivusuhteet ovat 3:4:5.**

**Neliön ja suorakaiteen suorakulmaisuus tarkistetaan mittaamalla vastakkaiset kulmat ristiin eli ottamalla ns. ristimitta.** Jos mittaustulokset antavat eri tuloksen, eivät kulmat ole kohtisuorassa ja sivujen sekä nurkkapisteiden sijaintia on korjattava.

Kuva 5 Muotit talvella.



## Kaltevat tasot ja linjat

Kaltevien tasojen mittauksessa käytetään taso-laseria laservastaanottimen ja mittakepin kanssa tai vesivaakaa sekä metrimittaa, linjalautoja ja -lankoja. Vesivaakan kanssa mittauksissa pyritään muodostamaan suorakulmainen kolmio, jonka sivujen pituudet on laskettu. Sivut mitataan ja merkitään kiinteisiin rakenteisiin tai merkitsemisessä käytetään apuna linjalautoja ja linjalankoja.

## MUOTTITYÖ

**Muottimateriaali sekä muottirakenteen lujuus, tiivys sekä vedenimukyky vaikuttavat oleellisesti työmaalla valetun betonipinnan ulkonäköön ja laatuun.** Jotta valettavasta rakenteesta saadaan oikean muotoinen ja kokoinen, tulee muotin mittojen vastata rakenteen mittoja. Muotin on oltava myös niin luja ja hyvin tuettu, että muotti kestää tuoreen betonimassan ja valun aiheuttamat kuormat muotoaan ja mittojaan muuttamatta. Tuoreen betonimassan paino  $2\,400\text{ kg/m}^3$  aiheuttaa muottirakenteisiin valupaineen, jota betonimassan pumppaus ja tärytys entisestään lisäävät.

Valumuotti voidaan purkaa vasta, kun betoni on saavuttanut riittävän lujuuden. Vaakarakenteissa (laatat, palkit) muotit voidaan yleensä purkaa, kun betoni on saavuttanut vähintään 60 % loppulujuudesta. Anturoissa ja perusmuureissa sekä rakenteissa, joita ei heti kuormiteta täydellä suunnittelukuormalla, muotit voidaan purkaa aiemmin. Purkuajankohtaan vaikuttaa vallitsevat olosuhteet sekä käytetyn betonimassan ominaisuudet. Muottien purkuajankohta tulee selvittää rakennesuunnittelijan tai työmaan vastaavan työnjohtajan kanssa. Myös useimmat valmisbetonin toimittajat pystyvät neuvomaan muottien purkuun liittyvissä ongelmissa.

Muotin on oltava myös tiivis, jotta betonin sementtiliima ja hienot aineosat eivät tule haitallisessa määrin muotin rakojen kautta ulos ja aiheuta onteloita ja muita ulkonäköhaittoja valettuun rakenteeseen. Mitä notkeampaa betonia käytetään, sitä tiiviimpi ja tukevampi muotin tulee olla. **Muottien tukevuus on tarkistettava erityisesti silloin, kun betoni siirretään pumppamalla muottiin.**



**Kuva 6** Valmisanturna-  
muotti.

## ANTURAMUOTIT

Anturamuotit tehdään yleisimmin 22 x 100 mm<sup>2</sup> laudasta tai käytetään valmista anturamuottia. Kuvassa 7 esitetään matalan anturamuotin rakenne sahatavara-  
rasta. Huonosti kantavalla maaperällä anturan leveys kasvaa, jolloin myös anturan korkeutta joudutaan kasvattamaan. Tällöin muottipaineiden takia anturan tuentarakenteet tulevat edellistä järeämmiksi. Anturan alle tai sisään ei saa jäädä puutavaraa, joten muottipuolisko-  
jen sidonta toisiinsa täytyy järjestää ulkopuolisilla puutuilla tai valun sisään jäävillä metallisilla muottisiteillä.

Anturan muottimateriaalina voidaan käyttää myös rakennuslevyjä tai anturavaluihin erityisesti kehitettyjä valmismuotteja.



**Kuva 7** Matala anturamuotti sahatavarasta.

## PERUSMUURI ELI SOKKELI

Muotin materiaalina on yleisesti sahatavara 22 x 100 mm<sup>2</sup>. Muotin tukemiseen käytetään 50 x 100 mm<sup>2</sup> soiroa. Perusmuurin muottipinta naulataan sahatavara-  
ralaudasta tehtyihin pystytukiin. Pystykoolaus puolestaan tukeutuu vaakasuuntaisiin soiroihin 50 x 100 mm<sup>2</sup>. Muottiseinämät sidotaan yhteen sideteräksillä ja välikkeillä. Sidontaan käytetään 5 . . . 6 mm:n teräslankaa tai pyöreitä teräs- tai alumiinitankoja, jotka lukitaan muottilukoilla. Betoniin kiinnijäävien teräsosien tulee olla ruostumatonta terästä. Normaalis-  
sessa laudoituksessa riittää muottivälikkeeksi seinän vahvuuden mittainen, valun yhteydessä poistettava puukapula, jolla kiristyskohdassa säädetään seinän vahvuus oikeaksi. Siteitä asennetaan yleensä 50 cm:n välein. Erityisesti betonipumpulla tai suoraan kuljetusauton hihnalta valettaessa siteiden riittävyys on varmistettava. Muottipinnat kastellaan hyvissä ajoin ennen valua.

**Muotti voidaan rakentaa myös lastulevystä tai vanerista.** Muotin tuentarakenteet ovat edellä selostetun kaltaiset, mutta lauta on korvattu levyllä. Levymuottipinnat käsitellään ennen valua muotiniirrotusaineella.

Yhdellä valukerralla valettavan perusmuurin jäykkä lämpöeriste on sidottava hyvin rakenteisiin, ettei se siirry paikaltaan valun aikana.



**Kuva 8** Teräsbetoninen aukon-  
ylityspalkki valueristeharkko-  
seinässä.



**Perusmuurien valuihin on kehitetty kertakäyttömuotti, jota voidaan käyttää samalla sokkelin lämmöneristeenä.** Muotti soveltuu erityisesti tapuksiin, joissa perustamistaso on matalalla ja perustamissyvyys on sama koko rakennuksen alueella. Tällainen tilanne on käytännössä useimmiten tasamaaton tälle rakennettavissa rakennuksissa, jossa maapohjan kantavuus on hyvä.

**Betoniset muottiharkot ja raudoitettut anturamuotit toimivat sekä muottina että osana kantavaa rakennetta.**

Perusmuurin muottina voidaan käyttää vuokrattavia kasettimuotteja erityisesti silloin, kun valettavat rakenteet ovat selkeämuotoisia, perustamistaso on rakennuksen alueella sama ja sopivaa kalustoa on helposti saatavilla.

## KELLARIN PERUSMUURI JA SEINÄT

Muottina käytetään samantyyppisiä rakenteita kuin perusmuurin yhteydessä. Valupaineiden takia muottien sitomiseen ja tuentaan on kiinnitettävä erityistä huomiota.

Kellarin seinien valuissa harkittavaksi tulee ammattirakentajien käytössä olevien kasettimuottien hyödyntäminen, jolloin muotin rakentaminen tulee yksinkertaisemmaksi ja nopeammaksi sekä muottirakenteesta riittävän kestävä valupaineita ajatellen. Lisäksi muottien purkujätettä ei synny käytännössä juuri ollenkaan. Kasettimuoteilla valua tekevät perustuksia rakentavat urakointiliikkeet.

Kellarin perusmuurit ja seinät voidaan tehdä betonisista valuharkoista, jotka ladotaan päällekkäin sekä tuetaan valun ja betonin kovettumisen ajaksi. Tarvittava rauditus voidaan asentaa muottiharkkojen valutilaan. Muottiharkkoja valettaessa on noudatettava harkkovalmistajan ohjeita kerralla valettavan seinän ja valukerroksen paksuudesta sekä betonin tiivistämisestä.

Paisutetusta polystyreenistä (EPS) on kehitetty betonista muottiharkkoa muistuttava rakenne, joka toimii myöhemmin osana perusmuurin lämmöneristettä.



**Kuva 9** Ontelolaattavä-lipohjan paikallavaletta- van osan raudoitusta ja muotti.

## VAAKARAKENTEIDEN MUOTIT

Vaakarakenteita ovat alapohjalaatat, välipohjat ja ylä- pohjat sekä palkit.

### Sahatavara

Yleinen muottiratkaisu on sahatavarasta tehdyn tukirakenteen varaan asennettu muottivanerialusta. Rakenteen mitoitetaan tapauskohtaisesti ottamaan vastaan betonin painosta ja valusta johtuvat rasitukset. Muottimateriaalin (vaneri, sahatavara) muu käyttö muotin purun jälkeen kannattaa suunnitella jo muottiratkaisun valintatilanteessa.

Ennen valua muottipintoihin sivellään tai ruiskutetaan muotiniirrotusainetta muottien purun ja puhdistuksen helpottamiseksi.

### Järjestelmämuotit

Vaakarakenteisiin on vuokrattavissa erityyppisiä kasettimuotteja tukirakenteineen tai pystytuista ja palkeista koostuvia nopeasti asennettavia tukirakenteita, joiden varaan voidaan asentaa vanerilevyt. **Normaalisti tukirakenteita ei tarvitse erikseen mitoittaa, jos seurataan muottitoimittajan ohjeita.** Muottijärjestelmiä käytettäessä purkujätettä ei synny käytännössä ollenkaan. Ennen valua muotin pintaan sivellään tai ruiskutetaan muotiniirrotusainetta. Vuokrattavien muottien saatavuus tulee varmistaa paikkakuntakohtaisesti.

## Kuorilaatta

Kuorilaatta on betoninen, esijännitetty tai jännittämättömän laattaelementti, joka toimii aluksi laatan valumuottina. Paikalla valun jälkeen kuorilaatta ja pintavalu muodostavat yhdessä rakenteen, jossa pääosa laatan alapinnan raudoituksesta on sijoitettu kuorilaattaan. Näin ollen työmaalla valettavaan rakenteeseen asennettavien raudoitteiden määrä on pieni. Valun ja betonin kovettumisen ajaksi kuorilaatta vaatii tuentarakennelman. Kuorilaattojen asennus tapahtuu nosturin avulla.

## Poimulevy

Kuumasinkitty poimulevy toimii kuorilaatan tavoin ensin muottina ja sitten yhdistettynä rakenteena kovettuneen betonivalun kanssa muodostaen pääosan laatan alapinnan raudoituksesta. Poimulevy vaatii tuentarakennelman valun ja betonin kovettumisen ajaksi. Poimulevyt asennetaan käsivoimin.

Muottityötä helpottavat vuokrattavat muottijärjestelmät.

## RAUDOITUSTYÖ

**Muottityötä seuraava ja osin samanaikainen työvaihe on raudoittaminen.** Betonirakenteissa käytettävän raudoituksen määrä riippuu kuormituksesta ja vaihtelee omakotitaloissa lähinnä perustamistavan ja perustamisolosuhteiden mukaan.

Raudoitteiden koon, määrän ja sijainnin rakenteessa määrää rakennesuunnittelija, jonka laatimien raudoituspiirustusten mukaan raudoitteet asennetaan paikoilleen. Ennen betonointia suunnittelijan ohjeiden mukaan tehty raudoitustyö on kantavien rakenteiden osalta yleensä hyväksyttävä rakennustarkastusviranomaisella tai vähintään rakennesuunnittelijalla.

**Omakotitalon betonirakenteiden valmistuksessa käytettäviä raudoitteita ovat harjateräkset, betoniteräsverkot sekä sideverkot.** Harjateräksenä käytetään yleensä teräslaatua A500HW, jota omakotirakentaja voi hankkia 6 tai 12 m:n pituisina tankoina. Tangot katkaistaan ja taivutetaan työmaalla suunnitelmien mukaisesti. Omakotitaloissa käytettävä harjateräs on tavallisimmin halkaisijaltaan 8, 10, 12 tai 16 mm (merkintä esim.  $\emptyset$  8).

Raudoitustuotteet voidaan tilata myös esivalmistettuna raudoitetehtaalta tai -yritykseltä, jolloin harjateräkset saa piirustusten mukaan valmiiksi katkaisuina ja taivutettuina. Raudoitustyö supistuu tällöin vain valmiiden osien asentamiseksi. Tarvittavia työvälineitä on vähemmän, ja materiaalihukka on pieni.

Irtoteräkset sidotaan toisiinsa ohuella sidelangalla ("surrilanka", joka on hehkutettua teräslankaa), jotta ne pysyvät betonoinnin aikana oikealla paikalla. Sidelangon kiristämiseen käytetään esimerkiksi raudoituskoukkuja.

Teräsverkkoja käytetään pintabetonilatioissa reunavahvistetun laatan ja laattaosan tai kellarin holvin raudoittamiseen.



**Kuva 10** Raudoituskorokkeet pitävät raudoitusverkon suojaetäisyyden päässä muotista.

**Raudoitustyössä on kiinnitettävä huomiota myös työturvallisuuteen.** Anturoista ja sokkelista esiin pistävien tartuntaterästen päät taivutetaan koukulle tai varustetaan muovisella suojatulpalla.

Raudoitteet kiinnitetään muotteihin muovivälikkeillä, jotka varmistavat raudoituksen oikean etäisyyden muotin pinnasta.

Suojabetonikerroksen paksuuden tulee olla 50 vuoden käyttöiällä vähintään

- 50 mm maata vasten valettaessa (esimerkiksi anturan pohjat)
- 35 mm sokkeleissa ja ulkopinnoissa, joissa ei suolarasitusta
- 30 mm anturoissa
- 20 mm kuivissa ja lämpimissä sisätiloissa
- 20 mm maanvaraisissa ja tuulettuvissa alapohjissa, joissa eriste betonirakenteen alapuolella
- 35 mm tuulettuvissa alapohjissa, joissa eriste betonirakenteen päällä





Kuva 11 Anturaharkon valu.

## BETONOINTI

### VALU MUOTTIIN

**Ennen betonoinnin aloittamista on varsinkin lauttamuotteja kasteltava pitäen ne tasaisen kosteina.**

Kosteuden ansiosta muotit pysyvät tiiviinä eikä betonimassan sementtiliima puserru ulos saumakohdista valun aikana. Purettaessa kostea muottilauta tai -levy irtoaa helposti, jolloin valupinnasta saadaan ehjä ja tasainen. Ennen valua tarkistetaan, ettei muotin pohjalla ole kastelun jäljiltä vesilammikoita. Myös roskat sekä talvella lumi ja jää on poistettava muoteista.

Vanerimuotit käsitellään muotinirroitusaineella (ns. muottiöljy) ennen valua, jotta levy irtoaa purettaessa helposti ja betonipinnasta tulee tasainen.

Betoni valetaan muottiin mahdollisimman matalalta suoraan alaspäin pudottaen, jotta kiviainesrakeet eivät erottuisi massasta. Massan pudotuskorkeus saa olla enintään 1,5 m. Muussa tapauksessa on käytettävä valusukkaa tai -putkea. Massaa ei saa valuttaa muottiseinämää pitkin eikä sitä vasten.

Korkeissa perusmuuri- ja seinärakenteissa saa valukerroksen korkeus olla enintään 40 cm, jottei betonimassasta muottiin aiheutuva paine kasva liian suureksi ja jotta betoni saataisiin hyvin tiivistettyä.

Tuore betonimassa menettää valettavuutensa normaalisti 2 . . . 3 tunnissa. Jos yhden kuorman valaminen kestää kauemmin, voi betonin tilata hidastettuna. Betonimassaan lisätään hidastinta, mikä siirtää sitoutumisen ja kovettumisen alkua ja betoni säilyy valettavana kauemmin.

### TIIVISTYS

**Betonin tiivistämisen tarkoituksena on täyttää muotti kokonaisuudessaan, ympäröidä teräkset, saada runkoainerakeet hakeutumaan lähemmäksi toisiaan ja poistaa massasta ylimääräinen ilma.**

**Valettu betonimassa tiivistetään sauvatäryttimellä (sauvan halkaisija 36 tai 50 mm).** Sen voi vuokrata rakennuskonevuokraamosta. Täryttimen toimintakunto on syytä tarkistaa hyvissä ajoin ennen valua. Sauvan annetaan painua omalla painollaan pystysuorassa koko valukerroksen läpi ja useampikerroksisissa valuissa 10 . . . 15 cm:n syvyydelle edelliseen valukerrokseen asti. Sauva nostetaan rauhallisesti ylös, jotta sen jättämä kolo ehtii umpeutua. Tärytysaika voidaan määritellä sen mukaan, milloin betonin pinta on tasoittunut sauvan ympärillä eikä betonin pintaan enää nouse ilmakuplia (tärytysaika 10 . . . 30 s). Tärytys tehdään yli koko betonoidun alueen noin 0,5 m:n pistovälein.

**Raudoituksen täryttämistä on vältettävä.** Koska raudoituksen aseman pitää rakenteen toimivuuden kannalta säilyä suunnitelmien mukaisena, on myös kävelystä raudoituksen päällä vältettävä.

Huonosti tiivistyneet alueet valetussa betonissa, eli nk. rotankolot, paikataan betonilaastilla muottien purkamisen jälkeen.

Työmaalla valmisbetonimassan notkeutta voidaan poikkeustapauksissa lisätä annostelemalla sekoitinsäiliöauton kuormaan notkistavaa lisäainetta. **Valmisbetonimassaan ei missään tapauksessa saa lisätä vettä** työstettävyyden parantamiseksi, koska ylimääräinen vesi heikentää betonin lujuutta ja säilyvyysominaisuuksia.

Betonimassan notkeus vaikuttaa massan työstettävyyteen ja tiivistettävyyteen. Betonimassat jaetaan notkeudeltaan seuraaviin luokkiin: **nestemäinen, vetelä, notkea, jäykkä, hyvin jäykkä, maakostea ja puristustärytettävä.**

**Kuva 12** Muottiharkkosokkelin valun tiivistäminen sauvatäryttimellä.



Notkeusluokka voidaan ilmoittaa notkeuden mittaamiseen käytettävän erityisen VB-kokeen luokkina V0 . . . V4 tai kartiokokeella määritettävänä betonimassan **painumaluokkina S1 . . . S4** tai **leviämäluokkina F1 . . . F6**.

**Nestemäinen S4:** Erittäin helposti leviävä ja tiivistettävä, lisäaineilla nesteytetty betonimassa. Kasvattaa valupainetta ja vaatii tiiviin muotin.

**Vetelä S3:** Pienten ja tiheästi raudoitettujen rakenteiden betonointiin sopiva hyvin tiivistettävä betonimassa, joka leviää kaadettaessa helposti itsestään. Vaatii tiiviin muotin.

**Notkea S2:** Yleisesti käytetty notkeusluokka, jolla saavutetaan betonimassaan hyvä työstettävyys riittävän koossapysymisen ansiosta. Massasta ei kuitenkaan voi esim. muodostaa käsissään koossa pysyvää palloa. Käytetään mm. laattarakenteiden valuun.

Paikallavalurakentamisessa käytetään pääsääntöisesti notkeusluokkia S3 ja S2.

**Jäykkä S1:** Hyvin koossapysyvä massa, joka kaadettaessa muodostaa hupullisen kasan. Plastisesta betonimassasta voi muodostaa käsissä koossa pysyvän pallon. Työntökärryssä kuljetettuna massa painuu kuitenkin helposti kokoon ja muodostaa tasaisen pinnan. Vaikea tiivistää sauvatärytyksellä.

**Hyvin jäykkä V2, maakosteaa V1, V0 ja puristus-  
tärytettävä:** Nämä tavallista jäykemmät betonimassat soveltuvat mm. tärypöydällä tärytettäviin rakennuksiin sekä täryjyrällä tiivistettäviin maanvaraisiin laattarakenteisiin. Niitä ei käytetä talonrakennustyömailla.

**Itsetiivistyvä betoni eli IT-betoni** on erittäin notkeaa, helposti leviävää ja hyvin koossa pysyvää massaa. **Itsetiivistyvän betonin käyttö vaatii erikoisosaamista eikä sitä suositella pientalotyömaalle.**



**Kuva 13** Pintalaatan hierto käsin.

## BETONIPINNAN OIKAISU JA HIERTO

Tiivistyksen jälkeen tasomaisten rakenteiden betonipinta oikaistaan oikolaudalla asetettujen korkojen mukaan. Oikeaan korkoon pääsemiseksi tehdään korkomerkkien kohdalle betonimassasta johteita, joiden yläpinta tasataan lopullisen pinnan tasalle. Johteiden väliin otettavan betonin pinta oikaistaan sitten laudalla. Kaatojen eli kallistusten kohdat oikaistaan siten, että oikolaudan toinen pää on lattiakaivon päällä ja toinen johteen päällä. Oikaisu on kokemusta vaativaa työtä. Oikaisuun ja hiertoon kannattaa pyytää ammattimies, jotta säästytään pinnan kalliilta tasoitustöiltä.

Kun betonimassasta on tärytyksen ja oikaisun jälkeen ensin noussut pintaan vettä ja sen jälkeen pinta on alkanut himmetä (betoni alkaa "kuivua"), hierre-

tään pinta joko käsin tai koneellisesti pinnan kulutuskestävyysvaatimuksen mukaan. Hiertoajankohdan arviointi vaatii kokemusta. Oikea hiertoajankohta arvioidaan saavutetuksi silloin, kun pinnassa oleva vesi häviää eikä hierron seurauksena pintaan nouse vettä. Tällöin jalkineesta jää kuvio betonipintaan, mutta jalkine ei enää painu betoniin. Hierron ajankohta voi siirtyä useita tunteja matalissa lämpötiloissa.

Hierrolla tasataan ja tiivistetään betonipintaa, jolloin sen lujuus ja kestävyys kasvavat. Jos pinnalla on vettä, ei hiertoa saa vielä aloittaa. Hierto aloitetaan eniten kuivuneista kohdista, joita ovat yleensä seinän vierustat ja putkiläpivientien ympäristöt.

Tehokas koneellinen hierto kannattaa teettää ammattimiehellä (esimerkiksi autotallin lattia). Koneellisen hierron etu käsin tehtyyn hiertoon verrattuna on tiiviimpi ja kestävämpi sekä samalla pitkäikäisempi betonipinta.

Hierto etenee järjestelmällisesti kauimmaisesta kohdasta poistumissuuntaan. Polvien alla pidetään polvityynyjä tai levyä, joka jakaa painon tasanaisesti pinnalle. Puuhiertimellä hierretään ensin puoliympyrän muotoisella liikkeellä käden ulottuman laajuinen alue. Sen jälkeen teräshiertimellä viimeistellään sama pinta.

**Kuva 14** Betonipinnan päälle levitetään muovikalvo mikä estää betonin liian nopean kuivumisen.



## JÄLKIHOITO

Valettu betoni on jälkihoidettava eli pidettävä kosteana ja suojattuna, koska betonin kovettuminen vaatii kosteutta ja liian nopea kuivuminen kasvattaa halkeiluriskiä. Muottia vasten olevissa pinnoissa kosteus säilyy itsestään, mutta avoimet yläpinnat on suojattava liian nopealta kuivumiselta tai ne on pidettävä kosteana kastelemalla.

Jos lattiavaluissa kuivuminen on nopeaa olosuhteista johtuen, on betoni suojattava jo oikaisun jälkeen ennen hiertämistä. Kuivuminen estetään jälkihoitoaineilla tai peittämällä pinta muovilla tiiviisti. Jälkihoito on vaikeaa ennen hiertoa ja betonin pinnan kovettumista, joten olosuhteet on pyrittävä pitämään sopivina estämällä kuivattavan tuulen vaikutus ja kostuttamalla valettua pintaa. Heti hierron jälkeen, kun pinta kestää kävelyn, levitetään jälkihoitoainetta tai tiivis muovikalvo, joka estää kosteuden haihtumisen betonista. Jos jälkihoito aloitetaan vasta seuraavana aamuna ja olosuhteet ovat olleet kuivumiselle edulliset voi valun pinta halkeilla tai ohuen laatan reunat voivat nousta.

Betonin pinta pidetään kosteana olosuhteista ja betonista riippuen 3...22 vuorokautta. Taulukossa 3.1 sivulla 29 on esitetty jälkihoidon vähimmäisajat vakio- lämpötilassa normaalisti kovettuvalle betonille.

Jälkihoidossa on tärkeää pitää valu kosteana ja riittävän lämpimänä.

## MUOTTIEN PURKU

Muotit puretaan vasta, kun betoni on saavuttanut riittävän lujuuden, ns. purkulujuuden. Purkamisajankohdan vaikuttavat merkittävimmin

- rakenteille tulevat kuormat (kantava/ei kantava)
- betonin laatu
- betonin kovettumisajan lämpötila.

**Purkuajankohta pitää ainakin kantavilla rakenteilla sopia työmaan valvojan tai rakennesuunnittelijan kanssa.** Nyrkkisääntöinä purkamisajankohdalle on, että ei-kantavien rakenteiden muotit voidaan purkaa aiemmin kuin kantavien rakenteiden muotit. Epäselvissä tapauksissa luotettavaa tietoa saa myös betonitoimittajan asiantuntijoilta.

Muotit voidaan yleensä purkaa kun betoni on saavuttanut 60 % nimellisljuudesta. Taulukossa 3.1 sivulla 29 on esitetty ajat, jossa betoni saavuttaa tämän lujuuden. Ei-kantavien rakenteiden muotit voidaan purkaa jo kun betoni on saavuttanut 30 % nimellisljuudesta. Tällöin jälkihoitoa on kuitenkin jatkettava esimerkiksi kastelemalla, kunnes betoni on saavuttanut 70 % nimellisljuudesta.

Jotta valetun betonipinnan ulkonäkö vastaisi sille asetettuja vaatimuksia, on muotit purettava varovasti. Purkutyövälineiden huolimaton ja rajua käyttö voi aiheuttaa betonipinnalle korjaamattomia ulkonäkövaurioita.

## KYLMÄ SÄÄ

Betonin sitoutuminen ja kovettuminen hidastuu lämpötilan laskiessa ja pysähtyy käytännössä alle 0 °C:n lämpötilassa. Viileällä ilmalla (5 . . . 15 °C) voidaan betonin kovettumista nopeuttaa käyttämällä nopeasti kovettuvaa betonia. Alle 5 °C:n lämpötilassa on kovettumisen varmistamiseksi käytettävä talvibetonointimenetelmiä. Tällöin on aina käännyttävä betoniasiantuntijan puoleen. Muottien purkuajankohta pitää myös määrittää erityisen tarkasti, koska betonin lujuudenkehitys on hidasta.

**Valettu betoni ei saa jäätyä ennen kuin se on saavuttanut jäätymislujuutensa, joka on 5 MPa.** Betoni saavuttaa tämän lujuuden lämpötilasta riippuen 1 . . . 3 vuorokaudessa, jonka ajan valettu rakenne on pidettävä yli suunnitellussa lämpötilassa. Jos betoni pääsee jäätymään ennen jäätymislujuuden saavuttamista, jää lopullisen rakenteen lujuus huomattavasti suunnitellusta lujuudesta, mikä voi olla vaarallista kantavien rakenteiden ollessa kyseessä.

Talvibetonointimenetelmistä soveltuvat omakotirakentajalle parhaiten kuumabetonin käyttö ja betonoitavan rakenteen lämmitys. Kuumabetoni lämmitetään jo betoniasemalla haluttuun lämpötilaan ja pyritään valamaan suoraan kuljetusautosta muottiin, jolloin vältytään turhilta lämpöhäviöiltä. Valu voidaan suojata 10 mm paksulla polyeteenimuovi pakkasmatolla. Betonivalun lämpimänä pysyminen varmistetaan suojaamalla valettava rakenne pressuilla, pakkasmatolla tai vastaavilla mate-

riaaleilla. Suojattu rakenne pidetään lämpimänä esimerkiksi rakennuskonevuokraamoista saatavilla kaasusähkö- tai polttoainelämmittimillä.

Muotit, valun muu alusta ja raudoitteet pitää sulattaa lumesta ja jäästä ennen valua. Valettavan rakenteen lämmitys aloitetaan riittävän ajoissa, jotta jää ja lumi ehtivät sulaa ja muotti lämmitä. Sulatuksen voi myös tehdä höyryttämällä, jolloin höyrytys tilataan palvelua tarjoavista yrityksistä. Muottien sulatukseen ei saa käyttää suolaa raudoituksen ruostumisen takia. Valun alusta pitää myös lämmittää ennen valua, jottei esimerkiksi kylmä ontelolaatta ime valettavasta betonista lämpöä itseensä. Lämmitys on aloitettava säästä riippuen riittävän ajoissa.

Muottiharkkoja valettaessa koko rakenne on pidettävä lämpimänä. Eristeharkkoa valettaessa huolehditaan, että harkkorakenteen molemmin puolin olosuhteet pysyvät riittävän lämpiminä. Harkkorakenne on lämmitettävä ennen valua, ettei harkko kylmennä valettavaa betonia.

Taulukko 3.1 Lujuusluokan K30 (C25/30) normaalisti kovettuvan betonin lujuuden kehittyminen eri lämpötiloissa.

Betonin lämpötila kovettumisen aikana K30 (C25/30) normaalisti kovettuva betoni	jäätymislujuus 5 MPa	pystyrakenteen muotin purku	kantavien pystyrakenteiden ja vaakarakenteiden muotin purku	jälkihoitoaika
+5 °C	3 vrk	5 vrk	17 vrk	26 vrk
+10 °C	2 vrk	3 vrk	11 vrk	17 vrk
+15 °C	1 vrk	2 vrk	8 vrk	12 vrk
+20 °C	1 vrk	2 vrk	6 vrk	9 vrk
prosenttia nimellislujuudesta	17 %	30 %	60 %	70 %



## KUUMA SÄÄ

Betonin sitoutuminen ja kovettuminen nopeutuu lämpötilan kohotessa. Nopeasti kovettuvan betonin sitoutuminen voi olla kuumalla säällä erityisen nopeaa. Lisäksi veden haihtuminen betonista on voimakkaampaa aurinkoisella kesäsäällä kuin kylmän aikana.

Betoni pidetään valun jälkeen kosteana. Kuumalla ja tuulisella säällä suojaus ja kastelu ovat erityisen tärkeitä.

Nopeutuneeseen sitoutumiseen pitää varautua kasvattamalla työkunnan kokoa ja nopeuttamalla siten työn etenemistä, pienentämällä kerralla tilattavien betonikuormien kokoa tai turvautumalla hidastettuun betoniin, jonka sitoutumista on lisäaineilla viivästetty. Lattiavalujen kokoa tulee pienentää niin, että pinnat ehditään hiertää.

Varsinkin tuulisella säällä on betonin pinta suojattava heti valun jälkeen veden haihtumisesta aiheutuvan halkeiluvaaran pienentämiseksi. Erityisesti hidastettua betonia käytettäessä on muistettava suojauksen merkitys, sillä sitoutumattomasta betonista haihtuu vettä enemmän kuin jo sitoutuneesta. Kesäaikana vallettaessa jälkihoidon merkitys korostuu.

Ilman jälkihoitoa betoni halkeilee ja sen lujuus jää suunniteltua pienemmäksi. Tuulen ja lämmön aiheuttama veden nopea haihtuminen aiheuttaa verkkomaista varhaisalkeilua.



**Kuva 15** Betonin suhteellisen kosteuden mittaaminen lattiaan poratusta reiästä.

## BETONIN SISÄLTÄMÄ RAKENNEKOSTEUS

Betoniin sekoitetaan valmistuksen yhteydessä vettä noin 180 . . . 220 l/m<sup>3</sup>. Osa tästä vedestä reagoi sementin kanssa, osa jää betonihuokosrakenteeseen ja loppuosa kosteudesta kulkeutuu aikaa myöten pois rakenteesta, jolloin betoni saavuttaa tasapainokosteuden ympäristön kanssa.

**Erityisesti lattioiden pinnoitteiden asennuksen kannalta on tärkeää, että betonissa ei ole liikaa kosteutta.** Liiallisesta kosteudesta voi olla seurauksena pinnoitteiden irtoaminen, pinnoitteiden turmeltuminen ja haitallisten yhdisteiden joutuminen sisäilmaan sekä mahdollisia homehaittoja. Betonin sisältämä kosteus ilmoitetaan yleensä suhteellisenä kosteutena. Yleisimmillä lattiapäällysteillä betonin kosteus asennushetkellä saa olla korkeintaan 80 . . . 90 %. Alustan vaadittu kosteus tarkastetaan materiaalivalmistajan ohjeista.

Esimerkiksi maanvaraisessa 80 mm paksussa laatussa kosteutta tulee poistua noin 1 . . . 3 l/lattia-m<sup>2</sup> betonin suhteellisen kosteuden 90 % saavuttamiseksi. Kuivumiseen tarvittava aika on normaalisti useita kuukausia. Betonin kuivattamisen tarvetta voidaan vähentää betoniteknologisin keinoin ja toisaalta kuivattamista voidaan tehostaa rakennuskuivureilla. Betoni- tai harkkorunkoisessa talossa rakennekosteutta on niin paljon, että har-



voin pelkkä tuuletus riittää kuivattamaan rakenteita halutussa ajassa riittävästi varsinkin kun muut työvaiheet kuten seinien ja kattojen tasoitus tuo rakennukseen lisää kosteutta. Tämän takia on suositeltavaa hankkia tai vuokrata rakennuskuivuri. Liiallinen kosteus voi vaurioittaa mm. ikkunoiden karmeja, eikä suunnitellussa aikataulussa pysytäkään, kun pinnoitustöitä ei voida aloittaa.

Betonin kosteuden mittaus vaatii siihen tarkoitukseen tehdyn tarkan kosteusmittalaitteen sekä asiantuntemusta. Mittaus suoritetaan betoniin poratuista rei'istä. Tämän takia mittauspaikat tulee suunnitella jo ennen valua, jottei porauksessa rikota sähköjohtoja tai lämmitysputkituksia. Jos vastaavalla työnjohtajalla ei ole mittalaitetta, voi mittauksista tiedustella valmisbetonitoimitajalta tai palvelua tarjoavilta yrityksiltä.



Kuva 16 Kuivuri.

### Betonin kuivatus ja kosteuden mittaus

- Ennen rakentamisen aloittamista suunnitellaan mistä rakenteista kosteusmittaus suoritetaan ja miten rakenteet kuivataan.
- Ennen valua suunnitellaan porattavien reikien paikat ja merkataan mitat piirustuksiin sekä otetaan valokuvia valuun piiloon jäävistä putkuksista.
- Ensimmäinen mittaus tehdään riittävän ajoissa ennen pinnoitustöitä, jotta voidaan varmistaa betonin suunniteltu kuivuminen. Jos kuivumista ei ole tapahtunut, voidaan rakennuskuivureilla tai lämmityksellä ja tuuletuksella tehostaa kuivumista, jolloin pinnoitustyöt voidaan aloittaa suunnitellusti.
- Ennen pinnoitustöitä mitataan rakenteen kosteus ja varmistetaan pintamateriaalin valmistajalta alustan sallittu kosteus.
- Ikkunan karmit voivat vaurioitua kosteudesta, jos tuuletetaan ikkunan kautta. Riippuen kosteuden määrästä voidaan ikkunoita jättää asentamatta tuuletuksen järjestämiseksi.
- Rakenteiden kuivumiseksi ilmankosteus pidetään riittävän matalana joko tuulettamalla tai rakennuskuivureilla. Vuodenajan mukaan valitaan rakennusaikainen lämmityskalusto ja kuivaimet. Rakennuskonevuokraamo voi auttaa kaluston valinnassa.
- Betonointityöt, muuraus ja tasoitetyöt tuovat rakennukseen kosteutta, joka on tuulettava työn aikana ja sen jälkeen ulos.
- Pintalattioista hiotaan kuivumista hidastava sementtiliima pois. Lattiat siivotaan usein, sillä pöly hidastaa lattian kuivumista ja on haitallista työntekijöille.
- Kuivumista estäviä tai hidastavia materiaaleja, kuten levyjä, ei varastoida suoraan lattialla vaan korotettuna irti lattiasta puiden päällä.

# BETONINTOIMITTAJAN PALVELUT



Valmisbetonin valmistajilla on yleensä laaja palveluvalikoima, jolla varmistetaan tehokas ja joustava toiminta. Betonitoimittajilla on

- kalustoa betonin kuljettamiseen valmisbetonitehtaalta työmaalle
- välineistöä betonin siirtoon betoniautosta työmaalla haluttuun kohteeseen.

**Betonitoimittajien tarjoama tekninen neuvonta on omakotirakentajalle hyvä apu sekä betonin, kuljetuskaluston että betonin siirtomenetelmien valinnassa.**

Valmisbetoni tilataan valmistajakohtaisista tilauskeskuksista. Teknistä neuvontaa saa betoninvalmistajan omasta neuvontapalvelusta.

## BETONIN KULJETUSKALUSTO

Valmisbetoni kuljetetaan valmisbetonitehtaalta työmaalle yleensä pyörintäsäiliöautoilla, joiden kuormakoko on 1 . . . 8 m<sup>3</sup> tai kuormakoon 1 . . . 6 m<sup>3</sup> pyörintäsäiliöllä varustetulla betonipumppuautolla. Työmaalla voidaan käyttää myös erillistä pumppuautoa, jos valumäärät tai siirtoetäisyydet ovat suuria.

Betonin purkuun työmaalla on useita tapoja. Purku voidaan suorittaa pyörintäsäiliöautosta alaspäin rännillä suoraan muottiin (rännin pituus 1 . . . 9 m), autosta nosto- tai vastaanottoastiaan, autosta pumppuautoon (puomin pituus 16 . . . 36 m) tai autosta siirtokuljettimella (pituus 10 . . . 16 m) suoraan muottiin.

Sopivin kuljetus- ja purkumuoto riippuu kohteesta, betonilaadusta sekä tilatusta betonimäärästä. Nämä asiat selvitetään ja kaluston saatavuus varmistetaan betonitilauksen yhteydessä.



**Kuva 17** Kellarin seinien betoni-  
valu pyörintäsäiliöllä varustetulla  
betonipumppuautolla.

**Pyörintäsäiliöautolla betoni pystytään toimittamaan työmaalle tasalaatuisena.**

Myös betonin notkeutta voidaan tarvittaessa lisätä työmaalla valun aikana sekoittamalla massaansa pyörintäsäiliöautossa notkistavaa lisäainetta. **Betoniin ei saa lisätä vettä, sillä lisäys heikentää betonin lujuutta.**

**Allassäiliöauto** soveltuu lähinnä jäykkien massojen kuljetukseen lyhyehköillä matkoilla. Suurin mahdollinen kuormakoko on 5 m<sup>3</sup>.

Betonitoimituksen perille tulo ja massan siirtokaluston esteetön käyttö edellyttävät riittävän kantavia ja tasaisia kulkuväyliä. Työmaatien kantavana alustana 30 . . . 50 cm kerros tiivistettyä sepeliä tai murskesoraa antaa yleensä riittävän kantavuuden.

**Massan purkupaikalla on oltava riittävästi työkentelytilaa.** Täydessä kuormassa betoniautot painavat jopa 20 . . . 44 tonnia, joten kuormakokoa on heikommin kantavilla kulkuväylillä tarvittaessa rajoitettava. Ajotien nousu ei saa olla yli 10 %. Ajotie on talvella hiekotettava.

## BETONIN SIIRTOLAITTEET

**Siirrettäessä betoni autosta muotteihin voidaan käyttää**

- pyörintäsäiliöauton varustuksena olevaa betonin siirtolaitetta
- erillistä betonipumppuautoa
- nostoastiaa (tarvitaan nosturi)
- dumppereita
- kottikärryjä.

Pyörintäsäiliöautojen varustuksena voi olla pelkkä mekaaninen tai hydraulinen valukouru tai niiden lisäksi hihnakuljetin tai betonipumppu

Pyörintäsäiliöautojen varustus vaihtelee betonin toimittajasta riippuen. Erilaiset betonin siirtomahdollisuudet kannattaa selvittää oman paikkakunnan valmisbetonitoimittajan kanssa jo valujen suunnittelu- vaiheessa.

Valukouru on edullisin ja käyttökelpoinen betoninsiirtotapa silloin, kun betoniauto pääsee aivan valukohteen viereen, sekä silloin, kun otetaan pieni betonimäärä esimerkiksi muovin päälle maahan.

Hihnakuljettimen avulla betoni voidaan siirtää esimerkiksi toisen kerroksen ikkunasta sisään. Sen avulla voidaan valaa myös vaaka- ja nauhamaisia raken-

teita (mm. laatat ja anturat), jos hihnan ulottuvuutta on mahdollista säätää hihnan niveliä taittamalla eikä hihnan kääntösäteellä ole esteitä. **Muuttamalla betoniauton sijaintia ja taivuttamalla hihnan päähän asennettavaa taipuisaa valusukkaa voidaan betonia siirtää koko maksimiulottuvuuden sisällä.**

**Huomattavasti edellisiä kätevämmiin ja nopeammin massa voidaan siirtää valukohteeseen pumpaamalla. Pumpulla varustettu pyörintäsäiliöauto sopii erityisesti pieniin valuihin hyvän ulottuvuuden ja autobetonipumppua pienemmän tilatarpeen ansiosta.** Sen mukana voidaan toimittaa työmaalle 1 . . . 6 m<sup>3</sup> betonia. Tarvittava lisäbetoni voidaan kuljettaa työmaalle muilla betoniautoilla, purkaa pumpulla varustetun pyörintäsäiliöauton massan vas-

taanottosuppiloon ja pumpata valukohteeseen. Vaihtoehtoisesti voi pumpulla varustettu pyörintäsäiliöauto noutaa itse uuden kuorman tehtaalta.

Betonipumppuautoa käytettäessä on varauduttava siihen, että pumppu voidaan tukea sivusuunnassa tukijaloilla (4 kpl), jotka ulottuvat 2 . . . 3,5 m:n päähän autosta. Pumppu ja betonia vastaanottosuppiloon purkava betonauto vaativat yhteensä noin 20 m pitkän tilan käyttöönsä.

Taulukko 4.1 Betonin siirtolaitteiden ulottuvuudet riippuvat betonitoimittajan kalustosta.

Betonin siirtolaite	Maksimiulottuvuus (m) <sup>1)</sup>			Lisätietoja
	vaaka-suunta	ylöspäin	alaspäin	
<b>Pyörintäsäiliöauton varustusvaihtoehdot</b>				
• mekaaninen valukouru	1 . . . 4		1,5 . . . 1,7	• valukouruissa massa liikkuu vain omalla painollaan
• hydraulinen valukouru	3,5 . . . 9		1,5 . . . 3,2	
• hihnakuuljetin	10 . . . 16,5	6	2	
• pumppu, puomin pituus	11 . . . 24	16 . . . 28	3 . . . 11	• lisäulottuvuutta jatkolinjan avulla
<b>Erillinen autobetonipumppu</b>				
• puomiton pumppu	< 200	< 70		
• puomillinen pumppu	16 . . . 48	20 . . . 52	8 . . . 28	

<sup>1)</sup> Maksimiulottuvuudet on laskettu maanpinnasta ylös- ja alaspäin sekä siirtolaitteen kiinnityskohdasta autoon vaakasuoraan suuntaan. Valukourujen ulottuvuuteen vaakasuoraan ja ylöspäin sekä hihnakuuljettimen ulottuvuuteen ylöspäin vaikuttaa huomattavasti massan notkeus (taulukon arvot S2 notkeusluokan massalla).



# VALMISBETONIN TILAUS JA VALINTA



**Valmisbetoni tilataan viimeistään valua edeltävänä päivänä.**

Valmisbetoni toimitetaan yleensä arkin kello 6.30 . . . 16.00 välisenä aikana, mutta myös muina aikoina erikseen sovittaessa.

**Betonin valmistajien yhteystiedot löytyvät esimerkiksi osoitteesta <http://www.betoni.com>. Vilkkaan rakentamisen aikana kannattaa betoni ja pumppauskalusto tilata useita päiviä ennen valua. Hiljaisena aikana voi toimituksen saada jopa tilauspäivänä.**

Valmisbetonin tilauksen yhteydessä valitaan betonilaadun lisäksi betonin kuljetusautotyyppi sekä betonin purku- tai siirtotapa työmaalla. Betonin tilauksen vastaanottaja huolehtii siitä, että kaikki toimitukseen tarvittavat tiedot tulevat tilaukseen. Tarvittaessa hän myös neuvoo toimituksiin liittyvissä valinnoissa.

Betonin valinnan apuna voi käyttää taulukkoa 5.1, johon on koottu suositeltavia massan ominaisuuksia eri rakenteissa.

## BETONIN TILAUS

- tilaajan nimi, osoite ja puhelinnumero
- tilinavaus, asiakasnumero
- toimitusosoite, puhelinnumero ja yhteysthenkilö
- laskutusosoite
- betonin käyttökohde, erikoisvaatimukset sekä käyttöikä
- betonin lujuusluokka, rasitus- ja notkeusluokka sekä maksimiraekoko
- betonin kokonaistarve, m<sup>3</sup>
- kuljetusautotyyppi (allas-, sekoitus-, säiliö-, kuljetuspumppuauto, muu)
- toimituksen alkamisaika
- toimitusnopeus m<sup>3</sup>/h ja tiedossa olevat valutauot
- purkaustapa (vastanottosäilöön, astiaan, pumppuun, muottiin, kärryyn, muuhun).

Taulukko 5.1 Betonin valintataulukko.

RAKENNUSOSA	Lujuusluokka, rakennusluokka 2 <sup>1)</sup>	Suurin raekoko mm <sup>2)</sup>	Rasitusluokkayhdistelmä <sup>3)</sup>	Suojapeitteen paksuus mm <sup>4)</sup>
<b>Perustukset</b>				
sokkelin sisäkuori, maanvarainen perustus	K30 (C 25/30)	16, 32	XC2	30
sokkelin sisäkuori, tuulettuva perustus	K30	16, 32	XC3	35
sokkelin ulkokuori	K35 (C28/35)	16, 32	XC3,4; XF1	35
sokkelin ulkokuori, suolarasitus (etäisyys suolattuun tiehen < 2m)	K40 (C32/40)	16, 32	XC3,4; XD1; XF2	45
anturat	K30	16, 32	XC2	30
maanvarainen alapohja ja tuulettuva alapohja kun eriste betonirakenteen alapuolella	K30	16, 32	XC1	20
alapohja, tuulettuva rakenne, eriste betonirakenteen päällä	K30	16, 32	XC3	35
pintabetonilattiat	K25	12, 16	X0	20
<b>Runko ja julkisivut</b>				
ulkoseinä, sisäpinta/sisäkuori	K30	16, (32)	XC1	20
väliseinä ja välipohja (kuivat, lämpimät tilat)	K30	16, (32)	X0	20
ulkoseinä, ulkopinta/ulkokuori, parvekekaide	K35	16, (32)	XC3,4; XF1	35
parvekelaatta, vesieristämätön	K40	12, 16, 32	XC4; XF3	35
parvekelaatta, vesieristetty; laatan alapuoli	K35	12, 16, 32	XC3; XF1	35

### Taulukon selitykset

<sup>1)</sup> Taulukossa on esitetty suositeltavat betonien vähimmäislujuusluokat. Rakenteissa käytettävän betonin lujuusluokan määrää rakennesuunnittelija suunnitelmissaan.

<sup>2)</sup> Betoninormeissa on määrätty, että betonin suurin raekoko saa olla enintään 40 % rakenteen paksuudesta (huom. esimerkiksi sokkelihalkaisu) ja korkeintaan 0,8 kertaa terästankojen pienin vapaa väli. Laattarakenteiden betonin suurin raekoko saa olla enintään 1/3 . . . 1/4 rakenteen paksuudesta.

<sup>3)</sup> Suunnittelija valitsee rakenteen rasitusluokan siihen kohdistuvien korroosion, jäätyksen ja kemiallisten rasitusten mukaan. Rasitusluokkayhdistelmä määrittää vaaditun betonin suojapeitteen paksuuden.

<sup>4)</sup> Raudoitusta suojaavan betonipeitteen vähimmäispaksuus 50 vuoden käyttöiällä. Maata vasten valettaessa suojapeitteen paksuus aina 50 mm.

**Notkeus** valitaan mahdollisimman jäykäksi ottaen huomioon massan siirto- ja tiivistystapa, rakenne, raudoitus sekä olosuhteet. Omakotitalorakentamisessa suositellut notkeusluokat ovat S2 (notkea) ja S3 (vetelä).



# SÄÄSTÖVINKKEJÄ BETONIVALUIHIN



Huolellinen valun valmistelu varmistaa ripeästi tapahtuvan valun ilman palveluaikakorvausta, joka alkaa yleensä 15 . . . 30 minuuttia betoniauton työmaalle tulon jälkeen. Betonitoimitukset kannattaa aina jaksottaa siten, ettei betoniautojen tarvitse odottaa työmaalla.

**Valuista jää usein ylimääräistä betonia.** Sen varalta kannattaa esimerkiksi piharakenteiden muotit tehdä valmiiksi, jolloin muiden rakenteiden valuista jäänyt betoni voidaan valaa niihin. Betonilaatu ei tosin aina ole säänkestävää laatua, mutta tehdasvalmisteisena yleensä kuitenkin korkealaatuisempaa kuin työmaalla ko. rakenteisiin työmaasekoittimella tehty betoni.

Pienet yksittäiset valut kannattaa yleensä toteuttaa samalla kertaa, jolloin massan kuljetuskustannukset saadaan minimoitua. Joskus valuja kannattaa yhdistää naapurinkin kanssa. Betonilaadun tulee tietenkin sopia kaikkiin valettaviin rakenteisiin.

**Betonin valinnassa ei kannata tuijottaa pelkästään massan hintaa vaan rakenteen kokonaiskustannuksia ja lopputuloksen laatua.** Kokonaiskustannuksiin sisältyvät mm. betonointi sekä betoni-pintojen jälkityö- ja huoltokustannukset.

**Lattiavalu kannattaa yleensä teettää ammattimiehellä, koska lattiasta tulee silloin kerralla valmis alusta lattian pintamateriaalille. Lattian ta-soittaminen voi tulla kalliiksi.**

## KONEET JA LAITTEET

Työmaalle valitaan sopiva betonin vastaanotto-, siirto- ja tiivistyskalusto ja tarkastetaan sen toimintakunto ennen betonoinnin aloittamista. Mm. sauvatäryttimen moottorin pyörimissuunta sekä vastaanottosiilon luukkujen, täryttimen ja hydrauliiikan toiminta on tarkistettava. Myös lapioiden, oikolautojen ja hiertimien kunto ja määrä tarkistetaan ennen työn aloittamista. Lisäksi on huolehdittava tarvittavasta sähkövoiman ja veden saannista sekä riittävästä valaistuksesta.

Varakalustostoksi tulee varata ainakin ylimääräinen tärytin.



# BETONIN VALMISTAMINEN TYÖMAALLA

**Betonia voi valmistaa myös työmaalla.** Omatoiminen valmistus on edullista silloin, kun käytettävissä on työmaasekoitin (betonimylly) ja tarvittava betonimäärä on enintään muutamia satoja litroja.

**Omatoimisesti työmaalla valmistetun betonin käyttö kantavissa rakenteissa on mahdollista vain jos rakennesuunnittelija mitoittanut rakenteen rakenneluokkaan 3 ja lujuusluokkaan K20.**

**Lujuusluokan K20 ja rakenneluokan 3 betonin valmistus työmaalla**

Sementtiä vähintään  $300 \text{ kg/m}^3$ . 1 sementtisäkki (40 kg) vastaa n. 30 l.

- Betonin ainesosat tilavuuden mukaan
  - 1 osa sementtiä, 3 . . . 3,5 osaa hienoa soraa
  - 1 osa sementtiä, 3,5 . . . 4 osaa hiekkaa ja karkeaa soraa
- Betonin ainesosat painon mukaan
  - yksi 40 kg säkki sementtiä, 200 kg hienoa soraa
  - yksi 40 kg säkki sementtiä, 240 kg hiekkaa ja karkeaa soraa
- Kuivabetoni
  - valmisbetoni 25 . . . 1 000 kg säkki
  - lisätään vain vettä

Betonin valmistuksessa käytettävien kiviainesten on oltava puhtaita, eikä niissä saa olla sementin kovetumista haittaavia aineita kuten eloperäisiä aineksia, humusta tms.

Hyvän lujuuden aikaansaamiseksi suositellaan käytettävän vähintään kahta kiviaineslajitetta: hienoa (esim. 0 . . . 8 mm) ja karkeata (esim. 8 . . . 16 mm).

Betoniseokseen käytettävän veden pitää olla puhdasta. Juomakelpoinen vesi kelpaa myös betonin valmistukseen.

Työmaalla yleisesti käytettävä sekoitin on pieni vapaapudotussekoitin, jonka tilavuus on 120 . . . 200 l. Sekoittimella valmistettava betoniannos voi olla vain noin 2/3 vesitilavuudesta. Tehokkaan sekoituksen varmistamiseksi kannattaa aina valmistaa täysiä annoksia. Annoksen on aina oltava vähintään 1/5 vesitilavuudesta. Sekoitusaajan tulee olla vähintään 3 min.

Vapaapudotussekoittimella voidaan valmistaa kaikkia normaalissa rakennustyössä tarvittavia notkeita betonilaatuja, mutta ei kovin jäykkiä massoja. Jäykkä massa tarttuu rummun seinämiin eikä sekoitu kunnolla.



# OHJEITA TUOREEN BETONIN TURVALLISESTA KÄSITTELYSTÄ

## Suojalasit



Käytä valutöissä aina suojalaseja tai kasvonsuojusta (suojavisiiri) roiskeita vastaan.

## Työkäsineet:



Käytä vedenpitäviä työkäsineitä.

## Työhaalarit:



Käytä aina pitkälahkeisia housuja.

## Polvien suojaus:

Jos työskentely vaatii polvistumista betonivaluun, käytä polvisuojuksia tai vettä läpäisemätöntä mattoa, suojalevyä, tms.

## Saappaat:



Käytä kumisaappaita joissa on varvassuojaus ja naulaanastumissuojaus.

## VAROITUS!

Tuore betonimassa on erittäin emäksistä PH 12-13 ja voi aiheuttaa ihon ärsytystä ja ihovaurioita.



Suojaa iho ja vältä ihokosketusta betonin kanssa koko työn ajan.

Puhdista iho perusteellisesti puhtaalla vedellä, jos betonia tai betonista erottunutta vettä joutuu iholle. Jos pesun jälkeen esiintyy ihoärsytystä, hakeudu lääkäriin.

Vaatteet, joihin on imeytynyt tuoreesta betonista kosteutta, tulee pestä ennen seuraavaa käyttöä.

## Tuoreen betonin käsittelyyn liittyviä vaaratekijöitä:

- R38 Ärsyttää ihoa
- R41 Vakavan silmävaurion vaara
- R43 Ihokosketus voi aiheuttaa herkistymistä

## Turvallisuustoimenpiteitä:

- S2 Säilytettävä lasten ulottumattomissa
- S24 Varottava tuoreen betonin joutumista iholle
- S26 Roiskeet silmistä huuhdeltava välittömästi runsaalla vedellä (15 minuutin ajan) ja mentävä lääkäriin
- S37/39 Käytettävä sopivia suojakäsineitä ja silmien tai kasvojen suojainta

Pyydä tarvittaessa betonitoimittajalta valmisbetonin käyttöturvallisuustiedot tai ohjeet betonin käytöstä.



Ärsyttävä

## Ihokosketus tuoreeseen betoniin voi aiheuttaa

- ihon kuivumista, sementti-ihottumaa
- ihoärsytystä tai allergisen palovamman

## Työturvallisuusohjeita:

- ! Kosketusajan pidentyessä ihovaurio pahenee. Kemiallinen palovamma voi kehittyä ilman kipuaistimusta. Ihoon kohdistuva hankaus voi pahentaa tilannetta.
- ! Jos betonia joutuu saappaisiin, puhdista saappaat välittömästi ja huuhtelee iho huolellisesti puhtaalla vedellä.
- ! Jos joku ihon alue ja erityisesti silmät joutuvat kosketuksiin betonin kanssa, huuhtelee ne välittömästi puhtaalla vedellä.
- ! Vaatteet, joihin on imeytynyt kosteutta tuoreesta betonista, tulee vaihtaa ja iho pestä puhtaalla vedellä.
- ! Myös kovettuneessa betonissa voi olla kovettumisen alkuvaiheessa voimakkaasti emäksistä kosteutta, joka voi aiheuttaa edellä kuvatunlaisia ihovaurioita. Varotoimenpiteet ovat samat kuin edellä on kerrottu.
- ! Kuivumisen ja ilman hiilidioksidin vaikutuksesta kovettunut betoni neutraloituu nopeasti pintaosistaan ja ihoärsytyksen vaara poistuu.
- ! Betonimassa painaa noin 2 500 kg/m<sup>3</sup>. Estä rasisvammat ja käytä sopivia apuvälineitä ja työkooneita, jotta voit valaa, tiivistää ja viimeistellä betonivalun rasittamatta itseäsi liikaa ennen kuin betoni ehtii sitoutua (jäykistyä).
- ! Noudata konevuokraajan antamaa ohjetta koneen ja laitteen käsittelyssä.





## Pienrakentajan BETONIOPAS

Betoni on erinomainen rakennusmateriaali: luja, tiivis ja kestävä. Se sopii paikallaavalettuna loistavasti omakotitalorakentamiseen.

Omakotirakentaja voi käyttää betonia liki kaikissa talon rakenteissa pihasta yläpohjaan asti.

Betonirakenteiden suunnittelu, oikean betonilaadun valinta ja betonitöiden toteutus edellyttävät usein sellaista asiantuntemusta, jota omatoimirakentajalla ei entuudestaan ole. Tämä opas antaa koko rakennushankkeeseen liittyviä käytännön ohjeita, joiden avulla omatoimirakentaja varmistaa onnistuneen ja taloudellisen betonirakenteen valmistumisen.

Opas on päivitetty versio omakotirakentajan betonioppaasta. Oppaan päivityksessä on otettu huomioon voimassa olevat määräykset ja normit.

**betoni**

