

BETONILATTIAT KORTISTO



Julkaisijat: Rakennustuoteteollisuus RTT ry, Betoniteollisuus ry, Betonilattiayhdistys ry
Kustantaja: Suomen Rakennusmedia Oy
Taitto: Taittopalvelu Yliveto Oy
ISBN: 978-952-269-062-3 (pdf)

Esipuhe

Betonilattioiden suunnitteluun ja toteuttamiseen liittyvä tieto on pitkälti kokemusperäistä ja esitetty hajanaisesti erilaisissa alan julkaisuissa. Esimerkiksi betoninormeissa ei käsitellä suoranaisesti maanvaraisia lattioita, kelluvia lattioita tai pintabetonilattioita. Lattioiden suunnittelu- ja toteutusratkaisut ovat yhtenäisen käytännön puutteen vuoksi hyvin vaihtelevia. Eri tahojen laatimissa ohjeissa on myös ristiriitoja.

Betonilattia on kuitenkin rakennusten käyttöä ajatellen yksi sen tärkeimmistä rakenteista, ja siksi sen suunnittelulla ja toteutuksella on ratkaiseva merkitys lopputuloksen onnistumisen kannalta.

Lattiarakenteisiin liittyvien yksityiskohtaisten ohjeiden tarve on ollut tiedossa lattioita toteuttavien tahojen keskuudessa. Käytyjen keskustelujen tuloksena perustettiin asiantuntijaryhmä, joka ryhtyi työstämään nyt valmistunutta betonilattiakortistoa. Työryhmän teknisinä sihteereinä toimivat DI Mari Vartiainen Rudus Oy:stä ja DI Aki Kemppainen Finnmap Consulting Oy:stä. Työtä tukevassa asiantuntijatyöryhmässä olivat mukana DI Matti Turunen Finnmap Consulting Oy:stä, DI Tapio Aho, Magnus Malmberg Oy:stä, DI Kim Johansson ja TkL Pentti Lumme Rudus Oy:stä, DI Teuvo Meriläinen Aaro Kohonen Oy:stä, DI Martti Matsinen Piimat Oy:stä ja DI Vilho Pekkala Insinööritoimisto Vahnen Oy:stä. *Maanvaraisen betonilattian alusrakenne* -luvun ovat kirjoittaneet DI Heikki Kangas ja DI Sami Hult.

Kortiston laatimistyötä ovat rahoittaneet Auramo-säätiö, Betonilattiyhdistys ry, Rudus Oy ja Betonikeskus ry/valmisbetoniteollisuus. Korttien toimitustyöstä on vastannut DI Seppo Petrow, Rakennustuoteteollisuus RTT ry.

Julkaisu päätettiin työstää kortiston muotoon, jossa kukin tyyppiratkaisu on esitetty yhden noin nelisivuisen kortin muodossa. Tällöin kortiston käyttö ja muutosten teko helpottuu. Kortistoon on laadittu ohjekortit lattiarakenteiden suunnitteluun ja toteutukseen liittyvistä kysymyksistä yleisimmin käytössä esiintyvistä betonilattiatyypeistä.

Korteissa esiintyvät ratkaisut perustuvat suurelta osin käytännössä koeteltuihin tämän hetken tietämyksellä hyväksi todettuihin ratkaisuihin.

Toimikunta toivoo että nämä kortit edesauttavat lattiarakenteiden suunnittelua ja toteutusta. Kortiston edelleen kehittäminen ja laajentaminen uusilla hyväksi todetuilla ratkaisulla nähdään tärkeänä.

Maaliskuussa 2012

Pentti Lumme

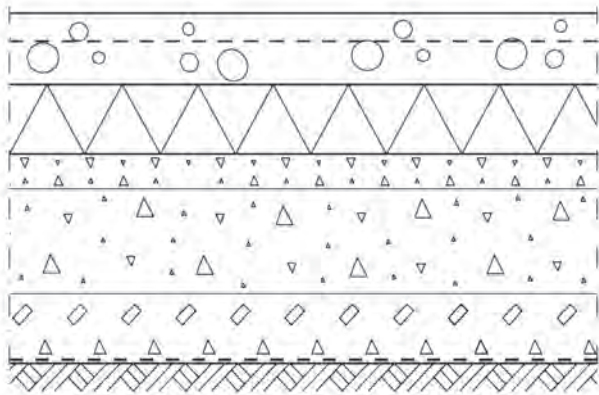
Sisällysluettelo

1. Rakennekortit	3
1.1 Alapohjat	5
1.1.1 Maanvarainen lämmin lattia, AP 1	5
1.1.2 Maanvarainen autohallinlattia, AP 2	10
1.1.3 Raskaasti kuormitettu maanvarainen laatta, AP 3	16
1.1.4 Paalulaatta, AP 4	20
1.2 Välipohjat	24
1.2.1 Kantava paikallavalettu välipohja, VP 1	24
1.2.2 Pintabetonilattia, VP 2	28
1.2.3 Kelluva pintabetonilattia, VP 3	31
1.2.4 Pysäköintilaitoksen jälkijännitetty laatta, VP 4	35
2. Maanvaraisen betonilattian alusrakenne.....	41
2.1 Maanvaraisen lattian alusrakenteen suunnittelu	43
2.1.1 Suunnitteluperusteet	43
2.1.2 Täyttöjen ja lattiakuorman vaikutus suunnitteluun	43
2.1.3 Kuivatus- ja kapillaarikatkokkerros	43
2.2 Maanvaraisen lattian alustäytön rakentamisen ohjeet	45
2.2.1 Perusmaa.....	45
2.2.2 Täyttö ja tiivistys	45
2.3 Kantavuus- ja tiiveysmittaukset, alusrakenteen kantavuustermiit.....	47
3. Raudoitteet.....	49
3.1 Yleistä.....	51
3.2 Rauditusdetaljit	51
4. Betonin jälkihoito ja olosuhdehallinta	61
4.1 Betonoinnin aikana vaikuttavat olosuhdetekijät.....	63
4.1.1 Valualustan ja ilman lämpötila	63
4.1.2 Ilman kosteuspitoisuus ja tuuli	63
4.1.3 Alustan kosteuspitoisuus, puhtaus ja lujuus.....	64
4.2 Olosuhteiden vaikutus kovettuvaan betonilattiaan	65
4.2.1 Betonin lujuuden kehittyminen	65
4.2.2 Betonilattian kuivuminen ja kutistuminen	65
4.3 Jälkihoito	66
4.3.1 Varhaisjälkihoito	66
4.3.2 Varsinainen jälkihoito	66
Kirjallisuutta.....	68

1. Rakennekortit

1. Rakennekortit	3
1.1 Alapohjat.....	5
1.1.1 Maanvarainen lämmin lattia, AP 1	5
1.1.2 Maanvarainen autohallinlattia, AP 2.....	10
1.1.3 Raskaasti kuormitettu maanvarainen laatta, AP 3.....	16
1.1.4 Paalulaatta, AP 4.....	20
1.2 Välipohjat.....	24
1.2.1 Kantava paikallavalettu välipohja, VP 1	24
1.2.2 Pintabetonilattia, VP 2.....	28
1.2.3 Kelluva pintabetonilattia, VP 3.....	31
1.2.4 Pysäköintilaitoksen jälkijännitetty laatta, VP 4.....	35

1.1.1 Maanvarainen lämmin lattia, AP 1



Käyttökohteet

- Asuin-, liike- ja toimistorakennusten lattiat
- Kevyesti kuormitettu.

Hyötykuorma

- 1,5 kN/m², pistekuorma 1,5 kN
- Pistekuorma ei vaikuta samanaikaisesti pintakuorman kanssa.

Yleiset määritykset

- Käyttöikä 50 v
- Betonipinnan laatuluokka: C-4-30
- Laatuluokka on määritelty By45/BLY7:n mukaan
- Rasitusluokka käyttökohteen mukaan, yleensä XC1

Perusmaa

- Ei saa sisältää humusta.
- Ei saa jäättyä rakennusvaiheessa.
- Mahdollisimman painumaton pohja maanvaraiselle lattialle.
- Perusmaan pinta on kallistettava salaojien suuntaan.
- Pohjarakennussuunnittelija määrittelee maapohjan kantavuuden ja lisätutkimusten tarpeen.
- Pohjakatselmuksen suorittaa pohjarakennussuunnittelija.

Täyttömateriaali

- Täytön alle suodatinkangas, kun perusmaa on savea, silttiä tai moreenia (ks. RIL 132).
- Täyttömateriaalina käytetään routimatonta, seka- ja karkearakeista louhetta tai mursketta.
- Alustäyttöjen tulee täyttää RIL 132:n mukaiset laatuluokka 1. tiiveys- ja kantavuusarvot.
- Pohjarakennesuunnittelija määrittelee, miten ja miltä osin maarakennusurakoitsijan tulee osoittaa täytön tiiveys- ja kantavuus.
- Geosuunnittelija määrittelee kohteen alustaluvun.



Kuva 1. Laatan raudoitteita



Kuva 2. Betonimassan levitys ja tiivistys

Salaojituskerros täytön yläpinnassa

- Sepelikerroksen paksuus on 250 mm, raekoko 6–32 mm.
- Pintaan 50 mm:n kerros sepeliä, jonka raekoko on 5–16 mm.
- Täytön yläpinnan tasaisuus tarkistetaan vaaitsemalla koko valukenttä n. 3 m:n ruuduissa ennen eristeen levitystä.
- Salaojituskerroksen yläpinnan taso saa poiketa suunnitelmien mukaisesta tasosta ± 10 mm. Poikkeama-arvo on pienempi kuin julkaisussa By45 vaaditaan.

Kallistukset

- Ei kallistuksia, olettaen että kellaritilassa ei ole kaivoa.

Lämmöneriste

- Käytetään lattiaan soveltuvia lämmöneristeitä.
- Eristeen paksuus määräytyy voimassa olevien normien mukaan.
- Eristeillä tulee olla kuormien mukainen kantavuus (esim. EPS 60 Lattia).
- Eristeen toimittaja ilmoittaa eristeen kimmomodulin.
- Maan lämmönvastus voidaan huomioida laskelmissa.

Alustaluvun määrittäminen

- Alustaluvussa noin 50 %:n muutos vaikuttaa kuitubetonilaatan paksuuteen noin 5 %. Tästä syystä esimerkiksi alustaluvun laskentaa on yksinkertaistettu.
- Alustäyttö (perusmaa, täyttömateriaali ja salaojakerros) RIL 132 mukaan laatuluokka 1. kantavuusarvot.
- Alustäytön teoreettiseksi korkeudeksi on valittu $h_1 = 1$ metri.
- Alustäytön minimikantavuusarvo laatuluokassa 1 on $E_1 = 50 \text{ MN/m}^2$.
- Eristeeksi on valittu EPS 100 lattia, jonka suunnittelun kantavuusarvo on $E_2 = 8 \text{ MN/m}^2$.
- Eristeen paksuudeksi on valittu $h_2 = 100 \text{ mm}$.

$$k = \frac{1}{\frac{h_1}{E_1} + \frac{h_2}{E_2}} = \frac{1}{\frac{1 \text{ m}}{50 \text{ MN/m}^2} + \frac{0,1 \text{ m}}{8 \text{ MN/m}^2}} = 30,8 \text{ MN/m}^3$$

$h_{1,2}$ on kerroksen paksuus

$E_{1,2}$ on kerroksen kantavuusarvo

k on alustaluku

Taulukossa 1. on esitetty alustalukuja eri kantavuusarvon eristeille.

Eristeen tyyppi	Kantavuusarvo E_2	Alustaluku
Ilman eristettä	–	50 MN/m ³
EPS 60 lattia	4 MN/m ²	22,2 MN/m ³
EPS 100 lattia	8 MN/m ²	30,8 MN/m ³

Taulukko 1. Eristeen kantavuusarvoja ja alustalukuja.

Betoni

- Rasitusluokka XC1 on määritelty By51:n mukaan.
- Rasitusluokan perusteella betonin minimilujuus on C25/30.
- Suositeltava maksimiraekoko on 32 mm.

- Kiviaineksen suuri raekoko pienentää halkeiluriskiä.
- Suositeltava notkeusluokka on S2, mikäli levitys ja tiivistys voidaan tehdä tehokkaasti. Notkeampi massa (S3) on kevyempi työstää, mutta betonin halkeilun riski on suurempi ja jälkihoidon merkitys korostuu. Notkeusluokkaa S4 ei suositella suuren halkeiluriskin vuoksi.
- Betonivalmistajilla on erityisesti lattiaoihin kehitettyjä suhteituksia ja erikoisbetoneita. Näiden osalta noudatetaan valmistajien antamia ohjeita.
- Betonin valinnassa tulee ottaa huomioon valuolosuhteet:
 - Viileissä olosuhteissa massan sitoutumista voidaan nopeuttaa valitsemalla nopeasti sitoutuva ja kovettuva betonilaatu ja välttämällä voimakkaasti notkistettuja massoja. Notkistin hidastaa betonin sitoutumista ja kovettumista kylmissä olosuhteissa. Viileissä olosuhteissa lämmitetty massa alkaa sitoutua nopeammin.
 - Lämpimissä olosuhteissa nopeasti kovettuva betoni voi tuottaa liikaa lämpöä. Siten normaalisti kovettuva betoni soveltuu paremmin lämpimiin olosuhteisiin.
- Betonin lujuuden suositeltava laadunvarmistusikä maanvaraisissa lattioissa on 91 vrk.

Eri raudoitusvaihtoehdot

Yleistä

- Laatta voidaan raudoittaa perinteisellä raudoituksella tai kuituraudoituksella.
- Betonipeitteen miniminimellisarvo määräytyy rasitusluokista (By50 taulukko 2.17).
- Yläpinnassa rasitusluokka on yleensä XC1 ja betonipeitteen nimellisarvo 20 mm. Yläpinnan suojapeitteen tulisi kuitenkin aina olla kiviaineksen maksimiraekokoa suurempi pinnan hierron helpottamiseksi.
- Alapinnan rasitusluokka on XC1 ja betonipeitteen nimellisarvo on 20 mm.
- Raudoituksen suositeltava minimihalkaisija on 8 mm. Alle 8 mm raudoituksen tuenta on ongelmallista.
- Kun lattian neliöpinta-alan on alle 50 m², käytetään raudoituksena T8 #200 raudoitusta
- Kun lattian neliöpinta-alan on yli 50 m², käytetään sahattuja kutistumasaumoja tai raudoitus mitoitetaan kutistumasaumattomana rakenteena.
- Raudoitus suositellaan sijoitettavaksi kolmannespaksuuden päähän laatan yläpinnasta, huomioiden betonipeitteen nimellisarvo.
- Raudoituksen sijoittaminen laatan yläpintaan vähentää laatan halkeilua.

Kutistumissaumaton rakenne

- Kutistumisaumattomassa rakenteessa kuivumiskutistumasta johtuva halkeilu hallitaan riittävällä raudoituksella.
- Betonin lujuusluokan nosto ja betonilaatan paksuuden kasvatus lisäävät raudoituksen tarvetta, ks. taulukko.
- Kutistumasaumat tulevat ainoastaan epäjatkuvuuskohtiin.
- Rakenteelliset liikuntasaumot esitetään rakennesuunnitelmissa.
- Työsaumoissa raudoitus viedään läpi.
- Verkkoraudoitteita käytettäessä on huomioitava verkkojen limityksien tarvitsema tila.

Taulukossa 2. teräsmäärät on laskettu By45/BLY7 kaavan 39 mukaisesti.

Betonin lujuus	Laatan paksuus (mm)	Minimiraudoitus
C25/30	80	T10 #150
C25/30	100	T10 #120
C25/30	120	T10 #100

Taulukko 2. Maanvaraisen laatan minimiraudoitteet.

Kuituraudoitus

- Kuitulattia suunnitellaan aina tapauskohtaisesti rakennesuunnittelijan sekä kuitu- ja betonitoimittajien yhteistyönä.

- Raudoituksena käytetään teräskuituja.
- Pinnassa olevien yksittäisten teräskuitujen ei ole havaittu aiheuttavan ongelmia.
- Suositeltavaa on kuitenkin käyttää pintaan hierrettäviä siroteita, jos yksittäisiä teräskuituja ei pinnassa hyväksytä.
- Tarvittava kuitumäärä mitoitetaan alustan kantavuuden, kuormitusten, valittavan laatan paksuuden ja kuitutyypin perusteella.
- Maanvaraisen kuitulattian suunnitteluun on laadittu suunnitteluohje (By56 Teräskuitubetonirakenteet 2011), jossa on esitetty lattian oleelliset detaljiratkaisut ja kuitumitoitusohje alustavaan mitoitukseen.
- Erityisesti on huomattava, että rakenteesta on syytä selvittää alustan kantavuus (alustaluku/kimmokerroin) sekä täyttökerroksen yläpinnan että mahdollisen lämpöeristeen osalta.
- Kuitumäärä valitaan 5 kg:n annostusvälein
- Kevyesti kuormitetuissa rakenteissa, joissa alustan kantavuus on varmistettu, riittävä kuitumäärä on yleensä 30 kg/betonikuutiossa.
- Pieniä kuitumääriä käytettäessä (~30 kg/betonikuutiossa) laattaan sahataan kutistumasaumat.
- Kuitubetonista voidaan tehdä myös saumattomia lattiaita liikuntasauma-alueiden sisällä. Tällöin käytetään vähintään 40 kg:n kuitumäärää ja laakerikerrosta betonilaatan ja alustan välissä.

Kutistumasaumojen sahaus

- Kutistumasaumat sahataan yleensä seuraavana päivänä valusta. Laatan riittävä lujuus on kuitenkin varmistettava ennen sahausta. Liian aikainen sahaus rikkoo sahauspintoja, ja liian myöhäinen sahaus lisää riskiä varhaisvaiheen halkeilulle.
- Sauman syvyydeksi suositellaan vähintään 30 % laatan paksuudesta.
- Sahauksessa on varottava sahaamasta raudoitteita poikki.
- Kutistumissaumat sahataan yleensä sivumitaltaan 4–6 m² ruutuun.
- Sahattavan ruudukon sivusuhte (a<1,5*b) ei toimi yleisesti kellaritiloissa, mikä johtuu kellaritilojen pienuudesta sekä pitkistä käytävistä.
- Kutistumasaumat tehdään kellaritiloissa oviaukkojen kohdille sekä käytäville noin 10 metrin välein.



Kuva 3. Kutistumissauman sahaus

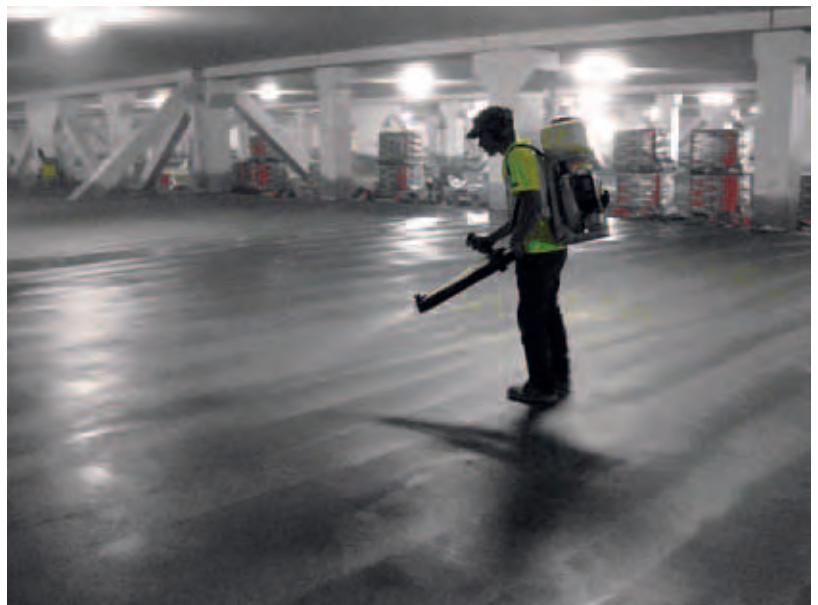
Työmaatekniikka

- Ennen työn aloitusta pidetään aloituspalaveri, jossa sovitaan vastuut, käydään läpi suunnitelmat, olosuhteet, työnjako, dokumentointi sekä laatuvaatimukset ja niiden todentaminen.
- Massan siirtotapa tulee päättää hyvissä ajoin ennen betonin tilausta. Se voi olla
 - pumppu
 - dumpperi
 - hihna
 - nostoastia.

- Käyttämällä dumpperia tai hihnaa voi betoni olla jäykempää ja karkeampaa. Pumppu vaatii hienomman massan, joka on myös alttiimpaa halkeilulle.
- Massa tulee tilata mielellään jo viikko ennen valua, jotta voidaan varmistaa sen saatavuus halutussa aikataulussa.
- Suositeltavin valualuejako on liikuntasaumajako.
- Betoni tulee aina tiivistää kauttaaltaan.
- Olosuhteissa, joissa betonin pinnalta haihtuvan veden määrä on suuri, on käytettävä varhaisjälkihoitoa välittömästi massan levityksen ja tasauksen jälkeen. Varhaisjälkihoitoaineella estetään betonin halkeilua betonin sitoutumisen ja varhaisvaiheen kovettumisen aikana.
 - Vaikeat valuolosuhteet ovat seuraavat:
 - ilman suhteellinen kosteus $< 50 \%$, tuuli, suora auringonpaiste, valutilan lämmittäminen kuumailmapuhaltimilla
 - viileä alusta ja lämmin valutila; yleinen tilanne valettaessa suoraan maata vasten.
 - Valutilan lämpötilan tulee olla lattian tasolla vähintään $+10 \text{ }^{\circ}\text{C}$, mikäli lattia on tarkoitus hiertää.
 - Myös betonilaatu voi vaikuttaa varhaisvaiheen halkeiluun. Matala vesisementtisuhde, hitaasti sitoutuva sementti ja lämmitetty massa lisäävät halkeilun riskiä.
- Mahdollisista ylimääräisistä työsaumoista sovitaan suunnittelijan kanssa.
- Hierto voidaan aloittaa, kun betonin pinta kestää kävelyä eikä pintaan nouse vettä hierrettäessä. Hierron aloitusaika vaihtelee käytetyn betonisuhteituksen sekä ympäristön olosuhteiden mukaan.

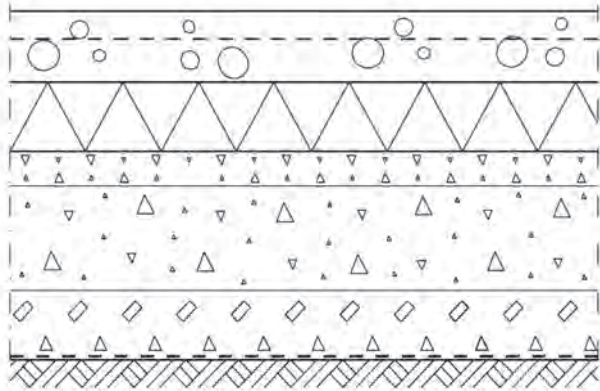
Jälkihoito

- Jälkihoito aloitetaan mahdollisimman pian pinnan hierron päätyttyä. Jälkihoitomenetelmä valitaan olosuhteiden ja betonin mukaan:
 - Jälkihoitoaineen ruiskutus soveltuu hyvin lattioille, koska jälkihoitoaine voidaan levittää heti hierron jälkeen. Jotkut jälkihoitoaineet tulee poistaa jälkihoidon päätyttyä voimakkaalla harjauksella, hionnalla tai sinkopuhdistuksella.
 - Muovikalvo pysyy hyvin paikoillaan ja on helppo poistaa jälkihoidon päätyttyä. Muovi voidaan levittää lattian pinnalle muutaman tunnin kuluttua hierrosta. Huom. Muovikalvon käyttöön liittyy työturvallisuusriskejä liukkauden takia.
 - Kasteltava suodatinkangas on helppo kastella päältä päin. Kastelua ei kuitenkaan voi aloittaa heti hierron päätyttyä, jottei pinnan laatu heikkene. Lattia pysyy märkänä pitkään, jolloin lattian kuivuminen viivästyy.
 - Erittäin vaativissa olosuhteissa sekä jälkihoitoaineen levittäminen että seuraavana päivänä muovilla peittäminen ja kastelu voivat olla tarpeen.
- Lämpötilan lattian pinnassa on oltava vähintään $+10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ koko jälkihoitoajan.
- Talvella lattian yläpinta suojataan tarvittaessa lämmöneristeellä lujuudenkehityksen varmistamiseksi sekä pinnan ja laatan sisäosan lämpötilaeron pienentämiseksi.
- Jälkihoitoa tulee jatkaa, kunnes 80% loppulujuudesta on saavutettu (ks. kohta 4. *Betonin jälkihoito ja olosuhdehallinta*).



Kuva 4. Jälkihoitoaineen levitys

1.1.2 Maanvarainen autohallinlattia, AP 2



Käyttökohteet

Vähän liikennettä, kevyesti kuormitettu

- Asuintalojen ja pienten toimitilojen pysäköintitilat
- Sirotteiden käyttö ei ole välttämätöntä.

Paljon liikennettä, kevyesti kuormitettu

- Kauppakeskukset ja suuret toimitilat
- Sirotteiden käyttö suositeltavaa.

Hyötykuorma

- 2,5 kN/m², pistekuorma 10 kN
- Ajoneuvojen kokonaispaino <2000 kg

Yleiset määritykset

- Käyttöikä 50 v
- Betonipinnan laatuluokka: C-3
- Laatuluokka on määritelty By45/BLY7:n mukaan.
- Rasitusluokat: ks. kohta Betoni.



Kuva 5. Kuitubetonilattia



Kuva 6. Teräshierretty pinta

Perusmaa

- Ei saa sisältää humusta.
- Ei saa jäätyä rakennusvaiheessa.
- Mahdollisimman painumaton pohja maanvaraiselle lattialle.
- Perusmaanpinta on kallistettava salaojien suuntaan.
- Pohjarakennussuunnittelija määrittelee maapohjan kantavuuden ja lisätutkimusten tarpeen.
- Pohjakatselmuksen suorittaa pohjarakennussuunnittelija.

Täyttömateriaali

- Täytön alle suodatinkangas, kun perusmaa on savea, silttiä tai moreenia (ks. RIL 132).
- Täyttömateriaalina käytetään routimatonta, seka- ja karkearakeista louhetta tai mursketta.

- Alustäyttöjen tulee täyttää RIL 132:n mukaiset laatuluokka 1. tiiveys- ja kantavuusarvot.
- Pohjarakennesuunnittelija määrittelee, miten ja miltä osin maarakennusurakoitsijan tulee osoittaa täytön tiiveys- ja kantavuus.
- Geosuunnittelija määrittelee kohteen alustaluvun.

Salaojituserkerros täytön yläpinnassa

- Sepelikerroksen paksuus >250 mm, raekoko 6–32 mm
- Pintaan 50 mm:n kerros sepeliä, jonka raekoko 5–16 mm.
- Täytön yläpinnan tasaisuus ja kallistukset tarkistetaan vaaitsemalla koko valukenttä n. 3 m:n ruuduissa ennen eristeen levitystä.
- Salaojituserroksen yläpinnan taso saa poiketa suunnitelmien mukaisesta tasosta ± 10 mm. Poikkeama-arvo on pienempi kuin mitä By45:ssä vaaditaan johtuen saumattoman lattian tarkkuusvaatimuksista.

Kallistukset

- Kallistukset kaivoihin vähintään 1:80 (oltava myös jiirissä)
- Kaivojen ympärille 1,5 m:n säteellä 1:50
- Käytetään vain säädettäviä kaivoja.

Lämmöneriste

- Käytetään lattiaan soveltuvia lämmöneristeitä.
- Eristeen paksuus määräytyy voimassa olevien normien mukaan.
- Eristeillä tulee olla kuormien mukainen kantavuus (esim. EPS 100 Lattia).
- Eristettä käytetään kylmässä autohallissa routaeristeenä. Routaeristettä ei tarvita jos perusmaa on routimaton.
- Eristeen toimittaja ilmoittaa eristeen kimmomodulin.
- Maan lämmönvastus voidaan huomioida laskelmissa.

Alustaluvun määrittäminen

- Alustaluvussa noin 50 %:n muutos vaikuttaa kuitubetonilaatan paksuuteen noin 5 %. Tästä syystä esimerkiksi alustaluvun laskentaa on yksinkertaistettu.
- Alustäyttö (perusmaa, täyttömateriaali ja salaojakerros) täyttää RIL 132:n mukaiset laatuluokka 1 kantavuusarvot.
- Alustäytön teoreettiseksi korkeudeksi on valittu $h_1 = 1$ m.
- Alustäytön minimikantavuusarvo laatuluokassa 1. on $E_1 = 50 \text{ MN/m}^2$.
- Eristeeksi on valittu EPS 100 lattia, jonka suunnittelun kantavuusarvo on $E_2 = 8 \text{ MN/m}^2$.
- Eristeen paksuudeksi on valittu $h_2 = 100$ mm.

$$k = \frac{1}{\frac{h_1}{E_1} + \frac{h_2}{E_2}} \quad k = \frac{1}{\frac{1 \text{ m}}{50 \text{ MN/m}^2} + \frac{0,1 \text{ m}}{8 \text{ MN/m}^2}} = 30,8 \text{ MN/m}^3$$

$h_{1,2}$ on kerroksen paksuus.

$E_{1,2}$ on kerroksen kantavuusarvo.

k on alustaluku.

Taulukossa 3 on esitetty alustalukuja eri kantavuusarvon eristeille.

Eristeen tyyppi	Kantavuusarvo E_2	Alustaluku
Ilman eristettä	–	50 MN/m ³
EPS 60 lattia	4 MN/m ²	22,2 MN/m ³
EPS 100 lattia	8 MN/m ²	30,8 MN/m ³

Taulukko 3. Eristeiden kantavuusarvoja ja alustalukuja.

Betoni

- Rasitusluokat ja betonin lujuus on määritelty By50 ja By51:n mukaan.
- Rasitusluokan mukainen suurin sallittu halkeamaleveys laatussa on 50 vuoden käyttöiällä 0,2 mm.

Vähän liikennettä

(kloridirasitus vähäinen)

Puolilämmin autohalli	Kylmä autohalli
– Sisäänajoramppi ja -taso sisääntulosta 15 m, rasitusluokka yhdistelmä on XC3; XD1.	– Sisäänajoramppi ja -taso sisääntulosta 15 m, rasitusluokka yhdistelmä on XC3,4; XD1; XF2
– Pysäköintitason muiden osien rasitusluokka on XC3.	– Pysäköintitason muiden osien rasitusluokka on yhdistelmä on XC3,4; XF1.
– Alapuolisen betonipinnan rasitusluokka on XC1, maata vasten valettaessa rasitusluokka on XC2.	– Alapuolisen betonipinnan rasitusluokka on XC1, maata vasten valettaessa rasitusluokka on XC2.
– Rasitusluokkien perusteella betonin minimilujuus on C30/37.	– Rasitusluokkien perusteella betonin minimilujuus on C30/37.

Paljon liikennettä

(kloridirasitus suuri)

Puolilämmin autohalli	Kylmä autohalli
– Sisäänajoramppi ja -taso sisääntulosta 30 m, rasitusluokka yhdistelmä on XC3; XD3.	– Sisäänajoramppi ja -taso sisääntulosta 30 m, rasitusluokka yhdistelmä on XC3,4; XD3; XF4-
– Pysäköintitason muiden osien rasitusluokka yhdistelmät on XC3; XD1.	– Pysäköintitason muiden osien rasitusluokka yhdistelmä on XC3,4; XD1; XF3.
– Alapuolisen betonipinnan rasitusluokka on XC1, maata vasten valettaessa rasitusluokka on XC2.	– Alapuolisen betonipinnan rasitusluokka on XC1, maata vasten valettaessa rasitusluokka on XC2.
– Rasitusluokkien perusteella betonin minimilujuus on C35/45.	– Rasitusluokkien perusteella betonin minimilujuus on C35/45.

- Suositeltava betonin maksimiraekoko on 32 mm.
- Kiviaineksen suuri raekoko pienentää halkeiluriskiä ja parantaa kulutuskestävyyttä.
- Suositeltava notkeusluokka on S2, mikäli levitys ja tiivistys voidaan tehdä tehokkaasti. Notkeampi massa (S3) on kevyempi työstää, mutta betonin halkeilun riski on suurempi ja jälkihoidon merkitys korostuu. Notkeusluokkaa S4 ei suositella suuren halkeiluriskin vuoksi.
- Betonivalmistajilla on erityisesti lattioihin kehitettyjä suhteituksia ja erikoisbetoneita. Näiden osalta noudatetaan valmistajien antamia ohjeita.
- Betonin valinnassa tulee ottaa huomioon valuolosuhteet:
 - Viileissä olosuhteissa massan sitoutumista voidaan nopeuttaa valitsemalla nopeasti sitoutuva ja kovettuva betoni ja välttämällä voimakkaasti notkistettuja massoja. Notkistin hidastaa betonin sitoutumista ja kovettumista kylmissä olosuhteissa. Viileissä olosuhteissa lämmitetty massa alkaa sitoutua nopeammin.
 - Lämpimissä olosuhteissa nopeasti kovettuva betoni voi tuottaa liikaa lämpöä. Siten normaalisti kovettuva betonilaatu soveltuu paremmin lämpimiin olosuhteisiin.
- Betonin lujuuden suositeltava laadunvarmistusikä maanvaraisille lattioille on 91 vrk.

Kulutuskestävyyden parantaminen

- Kun sisäänajoramppi ja -taso ovat sisääntulosta 15–30 m matkalla, on suositeltavaa käyttää kuivasirotteita kulutuskestävyyden parantamiseen.
- Jos kulutuskestävyys halutaan luokkaan 1 tai 2, tulee betonin pinnalla käyttää sirotteita tai pinnoitteita.
- Pinnoitteilla saadaan myös jonkin verran pienennettyä rasitusluokkavaatimuksia, mutta valinta tulee tehdä aina tapauskohtaisesti.
- Käytettäessä sirotteita kulutuskestävyyden parantamiseen tulee sirotteiden käytössä ottaa huomioon, että sirote sitoo alustamassasta vettä.
- Sirotteiden ja pinnoitteiden käytöstä ja ominaisuuksista lisää pinnoitekortissa.



Kuva 7. Sirotteen levitystä

Eri raudoitusvaihtoehdot

Yleistä

- Laatta voidaan raudoittaa perinteisellä raudoituksella tai kuituraudoituksella.
- Laatan suositeltava minimipaksuus on 120 mm.
- Raudoituksen suositeltava minimihalkaisija on T8 mm. Alle T8 mm raudoituksen tuenta on ongelmallista.
- Raudoitus suositellaan sijoitettavaksi kolmannespaksuuden päähän laatan yläpinnasta huomioiden betonipeitteen nimellisarvo.
- Betonipeitteen minimiarvo määräytyy rasitusluokkien perusteella. Maata vasten valettaessa alapinnan betonipeitteen nimellisarvo on 50 mm, muuten 20 mm.
- Yläpinnan suojapeitteen tulisi olla kiviaineksen maksimiraekokoa suurempi pinnan hierron helpottamiseksi.
- Yläpinnan betonipeitteen minimiarvo 50 vuoden suunnittelukäyttöiällä eri rasitusluokissa on
 - XC3 35 mm
 - XC3/4;XF1 35 mm
 - XC3;XD1 40 mm
 - XC3/4;XD1;XF2 40 mm
 - XC3;XD3 50 mm
 - XC3/4;XD3;XF4 50 mm.
- Raudoituksen sijoittaminen lähelle laatan yläpintaan vähentää halkeilua.

Kutistumissaumaton rakenne

- Kutistumissaumattomassa rakenteessa kuivumiskutistumasta johtuva halkeilu hallitaan riittävällä raudoituksella.
- Betonin lujuusluokan nosto ja betonilaatan paksuuden kasvatus lisäävät raudoituksen tarvetta, ks. taulukko.
- Kutistumasaumat tulevat ainoastaan epäjatkuvuuskohtiin.
- Rakenteelliset liikuntasaumot esitetään rakennesuunnitelmassa.
- Työsaumoissa raudoitus viedään läpi.
- Verkkoraudoitteita suunniteltaessa ja asennettaessa on huomioitava verkkojen limityksien tarvitsema tila.

Suosittelavat teräsmäärät on laskettu taulukossa 4.

Betonin lujuus	Laatan paksuus (mm)	Minimi raudoitus
C25/30	120	T12 #135
C30/37	120	T12 #120
C35/45	120	T12 #115

Taulukko 4. Maanvaraisen laatan minimiraudoitus.

Kuituraudoitus

- Kuitulattia suunnitellaan aina tapauskohtaisesti rakennesuunnittelijan sekä kuitu- ja betonitoimittajien yhteistyönä.
- Raudoituksena käytetään teräskuituja.
- Pinnassa olevien yksittäisten teräskuitujen ei ole havaittu aiheuttavan ongelmia.
- Suositeltavaa on kuitenkin käyttää pintaan hierrettäviä sirotteita, jos yksittäisiä teräskuituja ei hyväksytä pinnassa.
- Tarvittava kuitumäärä mitoitetaan alustan kantavuuden, kuormitusten, valittavan laatan paksuuden ja kuitutyypin perusteella.
- Maanvaraisen kuitulattian suunnitteluun on laadittu suunnitteluohje (By56 Teräskuitubetonirakenteet 2011), jossa on esitetty lattian oleelliset detaljiratkaisut ja kuitumitoitusohje alustavaan mitoitukseen. Eri-tyisesti on huomattava, että rakenteesta on syytä selvittää alustan kantavuus (alustaluku/kimmokerroin) sekä täyttökerroksen yläpinnan että mahdollisen lämpöeristeen osalta.
- Kuitumäärä valitaan 5 kg:n annostusvälein, joka on järkevä porrastus ottaen huomioon teräskuitumassan laadun hajonta ja hallinta.
- Kevyesti kuormitetuissa rakenteissa, joissa alustan kantavuus on varmistettu, riittävä kuitumäärä on yleensä 30 kg/betonikuutiossa.
- Pieniä kuitumääriä käytettäessä (~30 kg/betonikuutiossa) laattaan sahataan kutistumasaumat.
- Kuitubetonista voidaan tehdä myös saumattomia lattiaita liikuntasauja-alueiden sisällä. Tällöin käytetään vähintään 40 kg:n kuitumäärää ja laakerikerrosta betonilaatan ja alustan välissä.

Kutistumasaumojen sahaus

- Kutistumasaumat sahataan yleensä seuraavana päivänä valusta, kuitenkin laatan riittävä lujuus on varmistettava ennen sahausta. Liian aikainen sahaus rikkoo pinnan, ja liian myöhäinen sahaus lisää hallitsemattoman halkeilun riskiä.
- Sauman syvyydeksi suositellaan vähintään 30 % laatan paksuudesta.
- Sahauksessa on varottava sahaamasta raudoitteita poikki.
- Kutistumisaumojen ruutukoko on yleensä sivumitaltaan 4–6 m².
- Sahattavan ruudukon sivusuhte ei saa ylittää 1,5 ($a < 1,5 \cdot b$)
- Saumat pyritään sahamaan autopaikkojen väliin ks. liite 2.



Kuva 8. Kutistumisaumojen sahaus



Kuva 9. Kutistumisaumat

Liikuntasaujat

- Liikuntasaumoihin on asennettava hyvin toimivat liikuntasaumaraudoitteet.
- Suositeltavaa on käyttää valmiita liikuntasaumaraudoitteita, jotka toimivat samalla muottina ja työsaumana.
- Liikuntasaumaraudoitteella tulee olla kuormien mukainen kuorman siirtokyky.

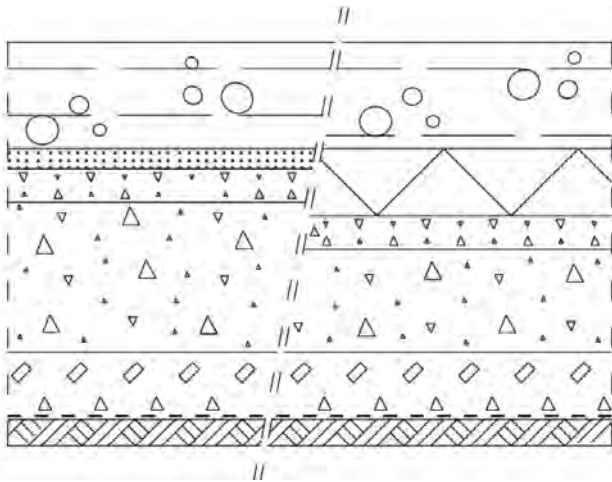
Työmaatekniikka

- Ennen työn aloitusta pidetään aloituspalaveri, jossa sovitaan vastuut sekä käydään läpi suunnitelmat, olosuhteet, työnjako, dokumentointi ja laatuvaatimukset ja niiden todentaminen.
- Massan siirtotapa tulee päättää hyvissä ajoin ennen betonin tilausta. Se voi olla
 - pumppu
 - dumpperi
 - hihna.
- Käyttämällä dumpperia tai hihnaa voi betoni olla jäykempää ja karkeampaa. Pumppu vaatii hienomman massan, joka on myös alttiimpaa halkeilulle.
- Rasitusluokkien XF2 ja XF4 mukainen P-lukubetoni on huonosti pumpattavaa. Mikäli valu vaatii pitkiä pumppausmatkoja (= linjapumppausta), on varauduttava käyttämään halkaisijaltaan riittävän suuria 4 tuuman pumppausletkuja.
- Massa tulee tilata mielellään jo viikko ennen valua, jotta voidaan varmistaa betonin saatavuus halutussa aikataulussa.
- Suositeltavin valualuejako on liikuntasaumajako.
- Betoni tulee tiivistää kauttaaltaan, jotta saavutetaan haluttu lujuus ja tiiviys.
- Olosuhteissa, joissa betonin pinnalta haihtuvan veden määrä on suuri, on käytettävä varhaisjälkihoitoa välittömästi massan levityksen ja tasauksen jälkeen. Varhaisjälkihoitoaineella estetään betonin halkeilua betonin sitoutumisen ja varhaisvaiheen kovettumisen aikana.
 - Vaikeat valuolosuhteet:
 - ilman suhteellinen kosteus < 50 %, tuuli, suora auringonpaiste, valutilan lämmittäminen kuumailmapuhaltimilla
 - viileä alusta ja lämmin valutila; yleinen tilanne valettaessa suoraan maata vasten
 - lämmitetty betonimassa ja kylmät olosuhteet.
 - Valutilan lämpötilan tulee olla lattian tasolla vähintään +10 °C, mikäli lattia on tarkoitus hiertää.
 - Myös betonilaatu voi vaikuttaa varhaisvaiheen halkeiluun. Matala vesisementtisuhte, hitaasti sitoutuva sementti ja lämmitetty massa lisäävät halkeilun riskiä.
- Mahdollisista ylimääräisistä työsaumoista sovitaan suunnittelijan kanssa.
- Hierto voidaan aloittaa, kun betonin pinta kestää kävelyä ja pintaan ei nouse vettä hierrettäessä. Hierron aloitus aika vaihtelee käytetyn betonisuhteituksen sekä ympäristön olosuhteiden mukaan. Lämmittämättömissä halleissa pinta jätetään yleensä hierrossa karheaksi. Lämmitetyissä halleissa pinta yleensä teräshierretään sileäksi.

Jälkihoito

- Jälkihoito aloitetaan mahdollisimman pian pinnan hierron päätyttyä. Jälkihoitomenetelmä valitaan olosuhteiden ja betonin mukaan:
 - Jälkihoitoaineen ruiskutus soveltuu hyvin lattioille, koska jälkihoitoaine voidaan levittää heti hierron jälkeen. Jotkut jälkihoitoaineet tulee poistaa jälkihoidon päätyttyä voimakkaalla harjauksella, hionnalla tai sinkopuhdistuksella.
 - Muovikalvo pysyy hyvin paikoillaan ja on helppo poistaa jälkihoidon päätyttyä. Muovi voidaan levittää lattian pinnalle muutaman tunnin kuluttua hierrosta. Huom. muovikalvon käyttöön liittyy työturvallisuusriskejä sen liukkauden takia.
 - Suodatinkangas on helppo kastella päältä päin. Kastelua ei kuitenkaan voi aloittaa heti hierron päätyttyä, koska pintaan voi syntyä vaurioita. Lattia pysyy märkänä pitkään, jolloin lattian kuivuminen viivästyy.
 - Erittäin vaativissa olosuhteissa sekä jälkihoitoaineen levittäminen että seuraavana päivänä muovilla peittäminen ja kastelu voivat olla tarpeen.
- Lämpötilan lattian pinnassa on oltava vähintään +10 °C koko jälkihoitoajan.
- Talvella lattian yläpinta suojataan tarvittaessa lämmöneristeellä lujuudenkehityksen varmistamiseksi ja pinnan ja laatan sisäosan lämpötilaeron pienentämiseksi.
- Jälkihoitoa tulee jatkaa, kunnes 80 % loppulujuudesta on saavutettu (ks. kohta 4. *Betonin jälkihoito ja olosuhdehallinta*).

1.1.3 Raskaasti kuormitettu maanvarainen laatta, AP 3



Käyttökohteet

- Teollisuus- ja varistorakennusten lattiat
- Lattian tasaisuus ja kulutuskestävyys erittäin tärkeää.

Hyötykuorma

- Kuormat määritellään RakMK B1:n mukaan
- Kuormissa huomioitava tilan käyttötarkoitus

Yleiset määritykset

- Käyttöikä 50 v
- Betonipinnan laatuluokka sekä rasitusluokat määräytyvät käyttökohteen mukaan.



Kuva 10. Betonin siirto pumpulla

Perusmaa

- Ei saa sisältää humusta.
- Ei saa jäättyä rakennusvaiheessa.
- Mahdollisimman painumaton pohja maanvaraiselle lattialle.
- Perusmaanpinta on kallistettava salaojien suuntaan.
- Pohjarakennussuunnittelija määrittelee maapohjan kantavuuden ja lisätutkimusten tarpeen sekä suorittaa pohjakatselmuksen.

Täyttömateriaali

- Täytön alle asennetaan suodatinkangas, kun perusmaa on savea, silttiä tai moreenia (ks. RIL 132).
- Täyttömateriaalina käytetään routimatonta, seka- ja karkearakeista louhetta tai mursketta.
- Alustäyttöjen tulee täyttää RIL 132:n mukaiset laatuluokka 1. tiiveys- ja kantavuusarvot.
- Pohjarakennesuunnittelija määrittelee, miten ja miltä osin maarakennusurakoitsijan tulee osoittaa täytön tiiveys- ja kantavuus.
- Kohteen alustaluvun määrittelee geosuunnittelija.

Salaojituskerros täytön yläpinnassa

- Sepelikerroksen paksuus > 250 mm, raekoko 6–32 mm.
- Pintaan 50 mm:n kerros sepeliä, jonka raekoko on 5–16 mm.

- Täytön yläpinnan tasaisuus tarkistetaan vaaitsemalla koko valukenttä n. 3 m:n ruuduissa ennen eristeen levitystä.
- Salaojituserroksen yläpinta saa poiketa suunnitelmien mukaisesta tasosta korkeintaan ± 10 mm. Sallittu poikkeama on pienempi kuin By45:ssä vaaditaan johtuen saumattoman lattian tiukemmista mittatarkkuusvaatimuksista.

Lämmöneriste

- Käytetään lattiaan soveltuvia lämmöneristeitä.
- Eristeen paksuus määräytyy voimassa olevien normien mukaan.
- Eristettä käytetään kylmässä lattiassa routaeristeenä. Routaeristettä ei tarvita, jos perusmaa on routimatonta.
- Eristeillä tulee olla kuormien mukainen kantavuus.
- Eristeen toimittaja ilmoittaa eristeen kimmomodulin.
- Maan lämmönvastus voidaan huomioida laskelmissa.

Alustaluvun määrittäminen

- Alustaluvussa 50 %:n muutos vaikuttaa kuitubetonilaatan paksuuteen noin 5 %. Tästä syystä esimerkissä alustaluvun laskentaa on yksinkertaistettu.
- Alustäyttö (perusmaa, täyttömateriaali ja salaojakerroksen) on oletettu täyttävän RIL 132:n mukaiset laatu-luokka 1. kantavuusarvot.
- Alustäytön teoreettiseksi korkeudeksi on valittu $h_1 = 1$ metri.
- Alustäytön minimikantavuusarvo laatu-luokassa 1. on $E_1 = 50 \text{ MN/m}^2$.
- Eristeeksi on valittu EPS 100 lattia, jonka suunnittelun kantavuusarvo on $E_2 = 8 \text{ MN/m}^2$.
- Eristeen paksuudeksi on valittu $h_2 = 100$ mm.

$$k = \frac{1}{\frac{h_1}{E_1} + \frac{h_2}{E_2}} \quad k = \frac{1}{\frac{1 \text{ m}}{50 \text{ MN/m}^2} + \frac{0,1 \text{ m}}{8 \text{ MN/m}^2}} = 30,8 \text{ MN/m}^3$$

$h_{1,2}$ on kerroksen paksuus.

$E_{1,2}$ on kerroksen kantavuusarvo.

k on alustaluku.

Taulukossa 5. on alustalukuja eri kantavuusarvon eristeille.

Eristeen tyyppi	Kantavuusarvo E_2	Alustaluku
Ilman eristettä	–	50 MN/m ³
EPS 200 lattia	16 MN/m ²	38,1 MN/m ³
EPS 300 lattia	24 MN/m ²	41,4 MN/m ³

Taulukko 5. Lämmöneristeiden alustalukuja ja kantavuusarvoja.

Betonilaatan suunnittelu

- Laatan paksuus sekä raudoitus tulee aina suunnitella tapauskohtaisesti.
- Laatan suositeltava minimipaksuus on 160 mm.
- Suositeltavaa on käyttää raudoitusta laatan molemmissa pinnoissa.
- Laatta suositellaan suunniteltavan kutistumasaumattomana rakenteena.
- Laatan raudoitus voidaan toteuttaa kuituraudoituksella tai perinteisellä raudoituksella.
- Laatan suunnittelussa kestävyys tarkistetaan laatan keskellä, reunassa sekä nurkassa.
- Perinteiset raudoitteet suositellaan toteutettavaksi teollisina raudoitteina, esim. teräs- tai rullaverkoilla.
- Kuituraudoitettu laatta suunnitellaan aina tapauskohtaisesti rakennesuunnittelijan sekä kuitu- ja betoni-toimittajien yhteistyönä.
- Kuitumäärä valitaan 5 kg:n annostusvälein.
- Kuituina käytetään teräskuituja.

- Maata vasten valettaessa kuitubetonilaatan alle tulee asentaa laakerikerros.
- Laakerikerroksena toimii esimerkiksi 30 mm hiekkakerros. Muovin käyttöä laakerikerroksena tulisi välttää.
- Laatta voidaan toteuttaa myös jälkijännitettyinä maanvaraisena laattana, jolloin laatta on käytännössä halkeilematon.
- Laatan halkeilemattomuuden etuna on esimerkiksi vedenpitävyys.

Betoni

Yleistä

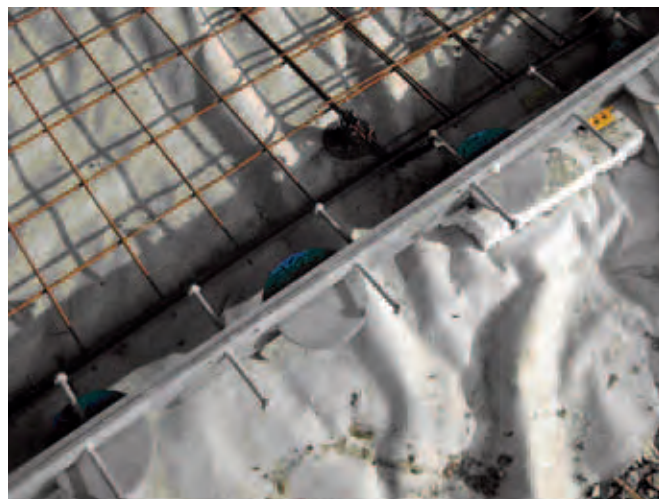
- Laatan yläpinnan rasitusluokka lämpimässä lattiassa on XC1 ja kylmässä lattiassa XC3.
- Laatan alapinnan rasitusluokka on XC1. Maata vasten valettaessa rasitusluokka on XC2.
- Rasitusluokan perusteella betonin minimilujuusluokka on C25/30.
- Betonin lujuuden valintaan vaikuttavat myös tulevat kuormat sekä kulutuskestävyys. Nämä ovat yleensä määrääviä tekijöitä betonin lujuuden valinnassa.
- Betonipeitteen nimellisarvo laatan yläpinnassa on lämpimässä lattiassa 20 mm ja kylmässä lattiassa 30 mm.
- Laatan alapinnassa betonipeitteen nimellisarvo on 20 mm.
- Maata vasten valettaessa alapinnan betonipeitteen nimellisarvon tulee olla vähintään 50 mm.
- Suositeltava maksimiraekoko on 32 mm.
- Kiviaineksen raekoon suurentamien vähentää kuivumiskutistumaa ja pienentää halkeiluriskiä.
- Suositeltava notkeusluokka on S2, mikäli levitys ja tiivistys voidaan tehdä tehokkaasti. Notkeampi massa (S3) on kevyempi työstää, mutta betonin halkeilun riski on suurempi ja jälkihoidon merkitys korostuu. Notkeusluokkaa S4 ei suositella suuren halkeiluriskin vuoksi.
- Betonivalmistajilla on erityisesti lattioihin kehitettyjä suhteituksia ja erikoisbetoneita. Näiden osalta noudatetaan valmistajien antamia ohjeita.
- Betonin valinnassa tulee ottaa huomioon valuolosuhteet:
 - Viileissä olosuhteissa valitaan nopeasti sitoutuva ja kovettuva betonilaatu ja vältetään voimakkaasti notkistettuja massoja. Notkistin hidastaa betonin sitoutumista ja kovettumista kylmissä olosuhteissa. Viileissä olosuhteissa lämmitetty massa alkaa sitoutua nopeammin.
 - Lämpimissä olosuhteissa nopeasti kovettuva betoni voi tuottaa liikaa lämpöä. Siten normaalisti kovettuva betoni soveltuu paremmin lämpimiin olosuhteisiin.
- Betonin lujuuden suositeltava laadunvarmistusikä maanvaraisissa lattioissa on 91 vrk.

Kulutuskestävyyden parantaminen

- Kulutuskestävyysluokissa 1 ja 2 tulee lattian pinnalla käyttää kovabetonia, kuivasirotteita tai erikoispinnoitteita.
- Pinnoitteiden käytöllä on mahdollista pienentää rasitusluokkavaatimuksia, mutta valinta tulee tehdä aina tapauskohtaisesti.
- Käytettäessä kuivasirotteita kulutuskestävyyden parantamiseen on otettava huomioon betonin mahdollinen matala vesi-sementtisuhte ja kuivasirotteen sitoutumiseen tarvittava vesimäärä.
- Kovabetonin, kuivasirotteiden ja pinnoitteiden käytöstä ja ominaisuuksista annetaan lisätietoja julkaisussa By45 sekä valmistajien tuotekohtaisissa ohjeissa.

Liikuntasaumat

- Liikuntasaumoihin asennetaan liikuntasauraudoitteet, joiden toiminnasta on käytännön kokemusta.



Kuva 11. Liikuntasauraudoitte



Kuva 12. Raudoitte toimii reunamuottina

- Suositeltavaa on käyttää valmiita liikuntasaumaraudoitteita, joka toimivat samalla muottina sekä työsaumana.
- Liikuntasaumaraudoitteella tulee olla kuormien mukainen kuorman siirtokyky.
- Jos laatta toteutetaan vedenpitävänä rakenteena, tulee myös liikuntasaumalaitteiden olla vedenpitäviä.

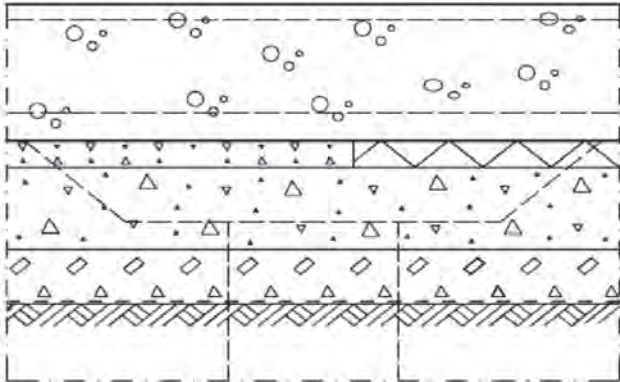
Työmaatekniikka

- Ennen työn aloitusta pidetään aloituspalaveri, jossa sovitaan vastuut sekä käydään läpi suunnitelmat, olosuhteet, työnjako, dokumentointi ja laatuvaatimukset ja niiden todentaminen.
- Massan siirtotapa tulee päättää hyvissä ajoin ennen betonin tilausta. Se voi olla
 - pumppu
 - dumpperi
 - hihna.
- Käyttämällä dumpperia tai hihnaa voi betoni olla jäykempää ja karkeampaa. Pumppu vaatii hienomman massan, joka on myös alttiimpaa halkeilulle.
- Pumppulinjan kooksi tulee valita vähintään 75 mm (3 tuumaa), jotta linjastolla voitaisiin pumpata betonimassaa, jonka kuivumiskutistuma on vielä kohtuullisen pientä. Kun maksimiraekoko on 32 mm, on pumppulinjan kooksi valittava 100 mm (4 tuumaa).
- Pumppausmatkojen ollessa pitkät on suositeltavaa käyttää teräsputkista rakennettuja pumppulinjoja.
- Massa tulee tilata mielellään jo viikko ennen valua, jotta voidaan varmistaa betonin toimitukset halutussa aikataulussa.
- Suositeltavin valualuejako on liikuntasaumajako.
- Betoni tulee tiivistää kauttaaltaan.
- Kun valuolosuhteet ovat vaativat, on massan levityksen jälkeen levitettävä varhaisjälkihoitoaine estämään varhaisvaiheen halkeilua.
 - Vaikeat valuolosuhteet:
 - ilman suhteellinen kosteus < 50 %, tuuli, suora auringonpaiste, valutilan lämmittäminen kuumailmapuhaltimilla
 - viileä alusta ja lämmin valutila; yleinen tilanne valettaessa suoraan maata vasten.
 - Valutilan lämpötilan tulee olla lattian tasolla vähintään +10 °C, jotta vaadittu kulutuskestävyys ja suoruus on mahdollista saavuttaa.
- Mahdollisista ylimääräisistä työsaumoista päätetään suunnittelijan kanssa.
- Hierto voidaan aloittaa, kun betonin pinta kestää kävelyä eikä pintaan nouse vettä hierrettäessä. Hierron aloitusaika vaihtelee käytetyn betonisuhteituksen sekä ympäristön olosuhteiden mukaan.
- Valunaikaiseen valaistukseen tulee kiinnittää erityistä huomiota, kun pyritään korkealaatuiseen lattiapintaan.

Jälkihoito

- Jälkihoito aloitetaan mahdollisimman pian pinnan hierron päätyttyä. Jälkihoitomenetelmä valitaan olosuhteiden ja betonin mukaan:
 - Jälkihoitoaineen ruiskutus soveltuu hyvin lattioille, koska jälkihoitoaine voidaan levittää heti hierron jälkeen. Jotkut jälkihoitoaineet tulee poistaa jälkihoidon päätyttyä voimakkaalla harjauksella, hionnalla tai sinkopuhdistuksella.
 - Muovikalvo pysyy hyvin paikoillaan ja on helppo poistaa jälkihoidon päätyttyä. Muovi voidaan levittää lattian pinnalle muutaman tunnin kuluttua hierrosta. Huom. Muovikalvon käyttöön liittyy työturvallisuusriskinä liukkaus.
 - Kasteltava suodatinkangas on helppo kastella päältä päin. Kastelua ei kuitenkaan voi aloittaa heti hierron päätyttyä, jottei betonin pintaan syntyisi vaurioita. Lattia pysyy märkänä pitkään, jolloin lattian kuivuminen viivästyy.
 - Erittäin vaativissa olosuhteissa sekä jälkihoitoaineen levittäminen että seuraavana päivänä muovilla peittäminen ja kastelu voivat olla tarpeen.
- Lämpötilan lattian pinnassa on oltava vähintään +10 °C koko jälkihoitoajan.
- Jälkihoitoa tulee jatkaa, kunnes 80 % loppulujuudesta on saavutettu (ks. kohta 4. *Betonin jälkihoito ja olosuhdehallinta*).

1.1.4 Paalulaatta, AP 4



Käyttökohteet

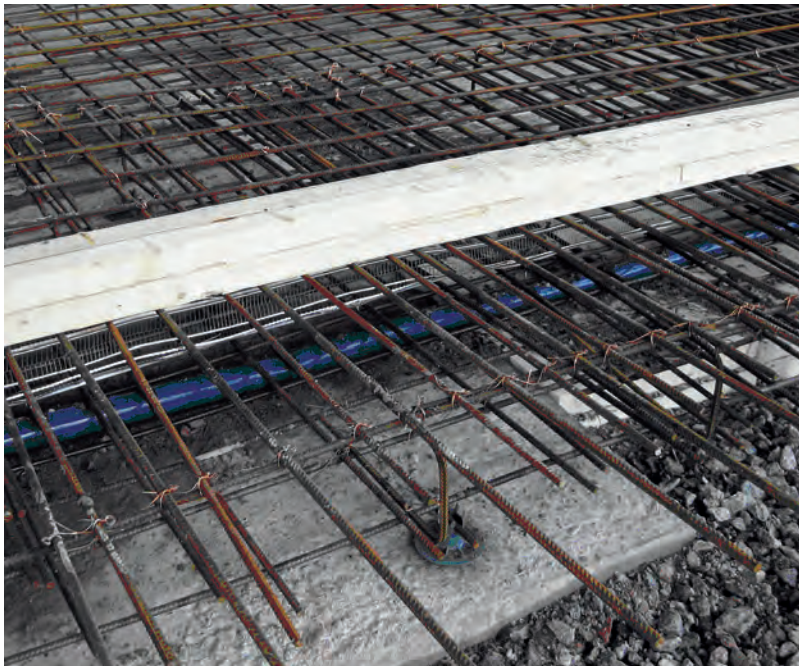
- Käytetään heikosti kantavilla maapohjilla.
- Yleisimpiä käyttökohteita ovat teollisuus- ja varastorakennukset.

Hyötykuorma

- Kuormat määritellään RakMK B1:n mukaan.
- Kuormissa huomioitava tilan käyttötarkoitus ja sen mahdolliset muutokset.

Yleiset määritykset

- Käyttöikä 50 v
- Betonipinnan laatuluokka sekä rasitusluokat määräytyvät käyttökohteen mukaan.



Kuva 13. Liikuntasauma paalulaatassa

Perusmaa

- Ei saa sisältää humusta.
- Ei saa jäättyä rakennusvaiheessa.
- Perusmaanpinta on kallistettava salaojien suuntaan.
- Pohjarakennussuunnittelija määrittelee maapohjan kantavuuden ja lisätutkimusten tarpeen sekä suorittaa pohjakatselmuksen.

Täyttömateriaali

- Täytön alle suodatinkangas, kun perusmaa on savea, silttiä tai moreenia (ks. RIL 132).
- Täyttömateriaalina käytettävä routimatonta, seka- ja karkearakeista louhetta tai mursketta.

Salaojituskerros täytön yläpinnassa

- Sepelikerroksen paksuus >250 mm, raekoko 6–32 mm.
- Pintaan 50 mm:n kerros sepeliä, jonka raekoko 5–16 mm.
- Täytön yläpinnan tasaisuus on varmistettava vaaitsemalla ennen eristeen levitystä.

Lämmöneriste

- Käytetään lattiaan soveltuvia lämmöneristeitä.
- Eristeen paksuus määräytyy voimassa olevien normien mukaan.
- Eristeellä tulee olla työnaikaisten kuormien mukainen kantavuus.
- Eristys tehdään yhdellä levykerroksella, joka tarttuu betoniin kiinni valun aikana.
- Em. syystä eristekerroksen ja laatan väliin ei pidä asentaa suodatinkangasta.

Betoni

Yleistä

- Suunnittelun lähtökohtana on laatan yläpinnan rasitusluokka XC1.
- Laatan alapinnan rasitusluokka on XC1, maata vasten valettaessa rasitusluokka on XC2.
- Rasitusluokan perusteella betonin minimilujuusluokka on C25/30.
- Betonin lujuuden valintaan vaikuttavat myös tulevat kuormat sekä kulutuskestävyys. Nämä ovat yleensä määräviä tekijöitä betonin lujuuden valinnassa.
- Betonipeitteen nimellisarvo laatan yläpinnassa on 20 mm ja laatan alapinnassa 20 mm.
- Maata vasten valettaessa alapinnan betonipeitteen nimellisarvon tulee olla vähintään 50 mm.
- Suositeltava maksimiraekoko on 32 mm
- Kiviaineksen raekoon kasvattaminen pienentää kuivumiskutistumaa ja tästä aiheutuvaa halkeiluriskiä.
- Suositeltava notkeusluokka on S2, mikäli levitys ja tiivistys voidaan tehdä tehokkaasti. Notkeampi massa (S3) on kevyempi työstää, mutta betonin halkeilun riski on suurempi ja jälkihoidon merkitys korostuu. Notkeusluokkaa S4 ei suositella suuren halkeiluriskin vuoksi.
- Betonin valinnassa tulee ottaa huomioon valuolosuhteet:
 - Viileissä olosuhteissa massan sitoutumista ja kovettumista voidaan nopeuttaa valitsemalla nopeasti kovettuva betoni ja välttämällä voimakkaasti notkistettuja massoja. Notkistin hidastaa betonin sitoutumista ja kovettumista kylmissä olosuhteissa. Viileissä olosuhteissa lämmitetty massa alkaa sitoutua nopeammin.
 - Lämpimissä olosuhteissa nopeasti kovettuva betoni voi tuottaa liikaa lämpöä. Siten normaalisti kovettuva betoni soveltuu paremmin lämpimiin olosuhteisiin.

Kulutuskestävyyden parantaminen

- Kulutuskestävyysluokissa 1 ja 2 käytetään lattian pinnassa kovabetonia, kuivasirotteita tai erikoispinnoitteita.
- Pinnoitteiden käytöllä voidaan lieventää rasitusluokkavaatimuksia, mutta valinta tulee tehdä aina tapauskohtaisesti.
- Käytettäessä kuivasirotteita kulutuskestävyyden parantamiseen tulee niiden käytössä ottaa huomioon betonin mahdollinen matala vesi-sementtisuhde ja sirotteiden sitoutumiseen tarvittava vesimäärä.
- Sirotteiden, kovabetonin ja pinnoitteiden käytöstä ja ominaisuuksista esitetään lisätieto julkaisussa By45 ja valmistajien tuotekohtaisissa ohjeissa.

Paalulaatan suunnittelu

Yleistä

- Paalulaatta suunnitellaan ja mitoitetaan kuin pilarilaatta.
- Paalulaatan suunnittelussa haetaan kokonaiskustannuksiltaan edullisinta ratkaisua, johon vaikuttavat laatan paksuus, raudoitusmäärä sekä paaluetäisyydet.
- Lähtöarvoina laatan suunnittelussa voidaan käyttää seuraavia arvoja:
 - betonilaatan paksuus 250 mm
 - raudoitusmäärä lähellä betonilaatan minimiraudoitusta
 - paalukoko 250 x 250 ja paaluetäisyys 7 metriä.

- Betonilaatan paksuutta sekä paaluetäisyyttä valittaessa ratkaiseviksi tekijöiksi tulevat yleensä paalun kantavuus sekä paalun lävistyminen betonilaatasta.
- Laatan lävistymiskapasiteettia parannetaan tekemällä paalujen kohdalle paksunnokset.
- Paalulaatoissa tulee välttää lävistysvahvikkeita sekä leikkausraidoitusta.
- Paalulaatta voidaan toteuttaa myös jälkijännitettynä laattana.
- Jälkijännitetyn laatan etuja ovat seuraavat:
 - Päästään pidempiin jänneväleihin sekä hoikempiin rakenteisiin.
 - Lyhyt- ja pitkäaikaistaipumat ovat pienemmät kuin tavallisessa laatasta.
 - Halkeamia ei synny lainkaan tai ne ovat pieniä, rakenne on vedenpitävä, raudoitteiden korroosioriski on pieni, käyttöikä pidentyy sekä huollon ja korjauksen tarve vähenee.

Raudoitus

- Laatan raudoitus voidaan toteuttaa kuituraudoituksella tai perinteisellä raudoituksella.
- Perinteisellä raudoituksella toteutettaessa on suositeltavaa käyttää teollisia raudoitteita, esim. teräs- tai rullaverkkoja.
- Yläpinnan raudoitus toteutetaan läpimenevänä yläpinnan kutistumishalkeamien vähentämiseksi
- Kuitulaatta suunnitellaan aina tapauskohtaisesti rakennesuunnittelijan sekä kuitu- ja betonitoimittajien yhteistyönä.
- Kuitumäärä valitaan 5 kg:n annostusvälein.
- Kuituina käytetään teräskuituja.

Talotekniikan asennus

- Viemärit sekä mahdollinen muu talotekniikka tulee aina ripustaa betonilaattaan.
- Viemäri- sekä talotekniikkalinjoille tulee tehdä kolmen metrin välein betonilaattaan ohennukset, joiden kautta mahdolliset putkien korjaukset ja huollot voidaan toteuttaa.
- Betonilaatan ohennukset tulee merkitä sekä mitoittaa suunnitelmiin selkeästi.
- Betonilaatan ohennus on helpointa toteuttaa asentamalla ohennuksen kohdalle lisäeristelevy.
- Ohennuksen suositeltava koko on 1000 x 1200 (normaali eristelevyn koko).

Liikuntasauamat

- Liikuntasaumoihin asennetaan liikuntasaumaraudoitteet, joiden toiminta on käytännön kokemusten mukaan osoittautunut luotettavaksi.
- Suositeltavaa on käyttää valmiita liikuntasaumaraudoitteita, jotka toimivat samalla muottina sekä työsaumana.
- Liikuntasaumaraudoitteella tulee olla kuormien mukainen kuorman siirtokyky.
- Jos laatta toteutetaan vedenpitävänä rakenteena, tulee myös liikuntasaukalaiteiden olla vedenpitäviä.

Työmaatekniikka

- Ennen työn aloitusta pidetään aloituspalaveri, jossa sovitaan vastuut sekä käydään läpi suunnitelmat, olosuhteet, työnjako, dokumentointi ja laatuvaatimukset ja niiden todentaminen.
- Massan siirtotapa tulee päättää hyvissä ajoin ennen betonin tilausta. Se voi olla
 - betonipumppu
 - kouru- tai hihnavaluu.
- Käyttämällä kourua tai hihnaa voi betoni olla jäykempää ja karkeampaa. Pumppu vaatii hienomman massan, joka on myös alttiimpaa halkeilulle.
- Kouruvalussa on huomioitava kaistaraudoitteiden asennus niin, että betonialue pääsee paikalle vahingoittamatta raudoitteita.
- Massa tulee tilata mielellään jo viikko ennen valua, jotta voidaan varmistaa betonimassa saatavuus haluttuun aikatauluun.
- Alusta tasataan joko paalujen tai paaluhattujen yläpinnan korkoon. Alustan ei saa painua betonilaatan painosta. Alustan tasaisuusvaatimus on ± 15 mm.



Kuva 14. Betonin siirto pumppaamalla



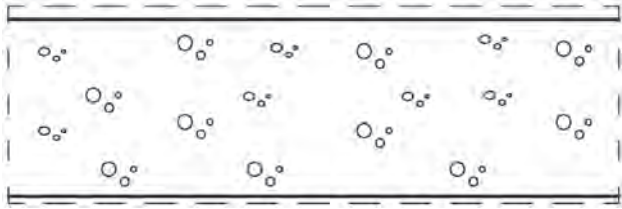
Kuva 15. Pinnan koneellinen hierto

- Betoni tulee aina tiivistää kauttaaltaan. Tässä on otettava huomioon seuraavat seikat:
 - Tärysauvojen riittävyys on varmistettava sekä varattava varakalustoa.
 - Tärypalkin tiivistysteho ei ole riittävä laatan rakenteen ja raudoituksen alapinnassa.
 - Tiivistys on tehtävä erityisen huolellisesti kaistaraudoitteiden kohdalta.
- Kun valutyö tapahtuu ulko-olosuhteissa, voi veden haihtuminen laatan pinnalta olla voimakasta. Jos pinta on altis tuulelle tai suoralle auringonpaisteelle tai ilman suhteellinen kosteus on matala ($< 50\%$), tarvitaan varhaisjälkihoito heti massan tasauksen jälkeen. Varhaisjälkihoitoa vaaditaan myös, jos massa on tehonotkistettu ja sen vesi-sementtisuhde on alhainen.
- Mahdollisista ylimääräisistä työsaumoista päätetään suunnittelijan kanssa.
- Hierto voidaan aloittaa, kun betonin pinta kestää kävelyä eikä pintaan nouse vettä hierrettäessä. Hierron aloitus aika vaihtelee käytetyn betonisuhteituksen sekä ympäristön olosuhteiden mukaan.
- Liikuntasaumaraudoitteiden tukitapit on syytä katkaista heti valua seuraavana päivänä, jotta varmistetaan esteetön kutistuminen.
- Kun siirrytään valamaan viereistä valuruutua, liikuntasaumaraudoituksen väliset hitsaukset on katkaistava heti.

Jälkihoito

- Jälkihoito aloitetaan mahdollisimman pian pinnan hierron päätyttyä. Jälkihoitomenetelmä valitaan olosuhteiden ja betonin mukaan:
 - Jälkihoitoaineen ruiskutus soveltuu hyvin lattioille, koska jälkihoitoaine voidaan levittää heti hierron jälkeen. Jotkut jälkihoitoaineet tulee poistaa jälkihoidon päätyttyä voimakkaalla harjauksella, hionnalla tai sinkopuhdistuksella.
 - Muovikalvo pysyy hyvin paikoillaan ja on helppo poistaa jälkihoidon päätyttyä. Muovi voidaan levittää lattian pinnalle muutaman tunnin kuluttua hierrosta. Huom. Muovikalvon käyttöön liittyy työturvallisuusriskejä liukkauden takia.
 - Suodatinkangas on helppo kastella päältä päin. Kastelua ei kuitenkaan voi aloittaa heti hierron päätyttyä, jottei pintaan synny vaurioita. Lattia pysyy märkänä pitkään, jolloin lattian kuivuminen viivästyy.
 - Vaativissa ulko-olosuhteissa jälkihoitoaineen levittäminen sekä seuraavana päivänä muovilla peittäminen ja kastelu voivat olla tarpeen.
- Lämpötilan lattian pinnassa on oltava vähintään $+10\text{ °C}$ koko jälkihoitoajan.
- Jälkihoitoa tulee jatkaa, kunnes 80% loppulujuudesta on saavutettu (ks. kohta 4. *Betonin jälkihoito ja olosuhdehallinta*).

1.2.1 Kantava paikallavalettu välipohja, VP 1



Käyttökohteet:

- Asunto- ja toimistorakennusten kantava välipohja
- Lämpimät tilat

Hyötykuorma:

- Kuormat määritellään RakMK B1:n mukaan.
- Kuormissa huomioitava tilan käyttötarkoitus ja sen mahdolliset muutokset.

Yleiset määritykset:

- Käyttöikä 50 v
- Kantavan rakenteen betonipinnan laatuluokka A-4-30
- Laatuluokka on määritelty By45/Bly7:n mukaan
- Rasitusluokka käyttökohteen mukaan, yleensä XC1

Paikallavaletun laatan etuja

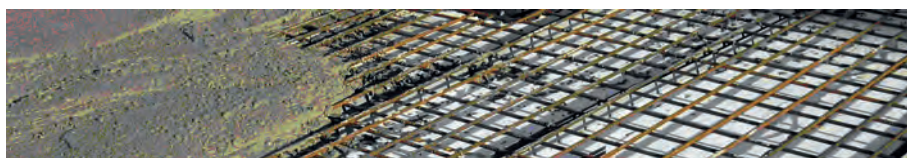
- Laatan muoto on vapaasti määriteltävissä, helppo toteuttaa ulokkeita, erkereitä jne.
- Suurtenkin aukkojen sijoittelu laattaan on mahdollista.
- Voidaan toteuttaa suuriakin kokonaisuuksia ilman kantavia väliseiniä.
- Suuret jännevälit eivät rajoita paikallavaletun laatan käyttöä.
- Jännevälien pidentyessä laatta voidaan tukea pilareilla.
- Lämpö-, vesi- ja sähköputket voidaan yleensä sijoittaa laattaan asuinrakennuksissa.

Laatan paksuuden valinta

- Laatan paksuudeksi kuormituksen perusteella riittää yleensä 200 mm, mutta laatan paksuuteen vaikuttavat myös muut tekijät kuin pelkkä kuormitus.
- Muita laatan paksuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat ääneneristävyys, palonkestävyysvaatimus, laatan taipuma sekä viemäputkien vaatima tila.
- Asuinrakennuksissa nykyiset ääneneristävyysvaatimukset johtavat laatan vähimmäispaksuuteen 270 mm.
- Yleisesti käytettävät laattapaksuudet asuin-, toimisto- ja liikerakennuksissa ovat 270–300 mm.
- Mahdollisen tasoitteen käyttö on huomioitava laatan kokonaispaksuudessa.

Laatan mitoitus

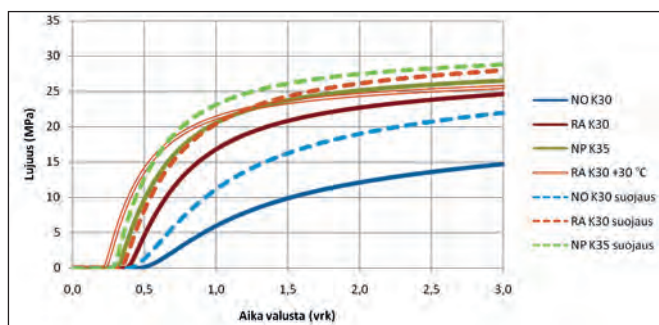
- Laatan mitoittamiseen on useita eri laskentaohjelmia, joilla on helppo tarkastella laatan paksuuden vaikutuksia taipumaan, tarvittavaan teräsmäärään sekä halkeiluun.



Kuva 16. Välipohjalaatan raudoitteet.

Betoni

- Rasitusluokat ja betonin lujuus on määritelty By50 ja By51:n mukaan.
 - Rasitusluokka yleensä XC1.
 - Rasitusluokan perusteella betonin minimilujuusluokka on C20/25, mutta suositeltava betonin lujuusluokka on C25/30.
 - Betonipeitteen nimellisarvo laatan ylä- ja alapinnassa on 20 mm.
 - Betonipeitteen nimellisarvossa on huomioitava mahdollinen paloluokan vaikutus.
 - Betonin suositeltava maksimiraekoko on 32 mm.
 - Suuri kiviaineksen raekoko pienentää halkeiluriskiä ja parantaa kulutuskestävyyttä.
 - Suositeltava notkeusluokka on S2, mikäli levitys ja tiivistys voidaan tehdä tehokkaasti. Notkeampi massa (S3) on kevyempi työstää, mutta betonin halkeilun riski on suurempi ja jälkihoidon merkitys korostuu. Notkeusluokkaa S4 ei suositella suuren halkeiluriskin vuoksi.
 - Kantavien laattojen valut tehdään usein ulko-olosuhteissa ilman sääsuojausta. Ulkoilman lämpötila tulee ottaa huomioon valun toteutuksessa. Kylmä ilma hidastaa betonin sitoutumista ja kovettumista. Oikealla massan valinnalla valuja voidaan kuitenkin tehdä ilman suojausta ja lämmitystä noin -5 °C :een asti (kuva 17).
 - Massiivisissa välipohjissa betonin kuivuminen voi tahdistaa rakennuksen sisävalmistusvaihetta. Rakenteiden kuivumista voidaan nopeuttaa huomattavasti, kun käytetään nopeammin kuivuvia betonilaatuja.
- Hyvissä olosuhteissa (riittävä lämpö ja suojaus) erikoisbetonit kuivuvat päällystettävään kuntoon n. 12 viikon kuluessa. Nopeammin kuivuvien betoneiden lujuudenkehitys on myös tavallisia betonilaatuja nopeampaa, ja tätä ominaisuutta kannattaa hyödyntää etenkin talvivaluissa.
- Kun paikallavaletun holvin yläpinta halutaan saada mahdollisimman suoraksi ilman ylimääräisiä tasoitteita, kannattaa valutyö (1-kerros- tai 2-kerrosvaluna) tehdä itsestään tiivistyillä tai erittäin notkeilla massoilla.



Kuva 17. 300 mm paksun kantavan välipohjan lujuudenkehitys, kun ilman lämpötila on -5 °C , muotti kuusilauta 22 mm. Betonimassan lämpötila $+20\text{ °C}$ (lukuun ottamatta RA K30 $+30\text{ °C}$). Suojaus = 6 mm eristepeite pinnalla, holvin alapuolinen tila lämmitetty $+15\text{ °C}$.

NO = normaalisti kovettuva laatu
RA = nopeasti kovettuva laatu
NP = nopeasti päällystettävä laatu

Raudoitus

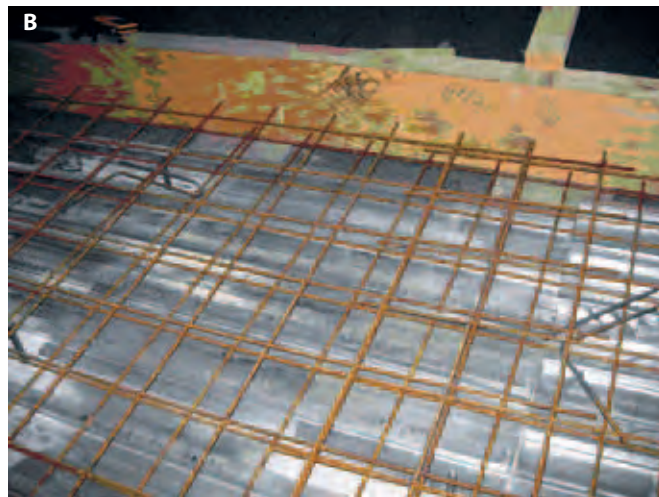
- Raudoitteiden hinta vaikuttaa toteutustapaan.
- Laattojen raudoitusratkaisun valinnassa pyrkimyksenä on optimoida toteutettavuus ja kustannukset.
- Seuraavassa on listattu eri raudoitusvaihtoehtoja sekä niiden etuja ja haittoja.

Irtotangoilla raudoitettu laatta

- Teräsmäärä voidaan optimoida.
- Raudoittaminen vie enemmän aikaa kuin verkkoraudoituksia tai rullaverkkoja käytettäessä.
- Lisää suunnittelutyötä.
- Työmaalla tarvitaan ammattiraudoittaja.

Verkkoraudoitteilla raudoitettu laatta

- Suunnittelussa ei ole aina suositeltavaa pyrkiä teräsmäärän minimointiin, vaan pyrkiä maksimoimaan sarjojen pituuksia sekä vakioimaan raudoitustyyppisiä.
- Raudoituksen suunnittelussa on kiinnitettävä huomiota raudoitteiden valmistamiseen, kuljettamiseen, siirtoihin sekä asennukseen.
- Muottikierto on nopeampaa kuin irtotangoilla raudoitetuissa laatoissa.
- Työmaalla ei välttämättä tarvita ammattiraudoittajaa.



Kuva 18 a, b ja c. Erilaisia välipohjalaatan raudoitteita, irtotango, verkkorautoitteet ja mattorautoite.



Rullarautoitteilla raudoitettu laatta

- Teräsmäärä ja työmenekki voidaan optimoida
- Raudoituksen virheellisen toteuttamisen mahdollisuus työmaalla on pieni.
- Rullarautoitteiden asennus on erittäin nopeaa.
- Työmaalla ei välttämättä tarvita ammattirautoittajaa.

Työmaatekniikka

Muottitekniikka

- Paikallavalettavien holvien muottitöissä voidaan käyttää pöytämuotteja, kasettimuotteja ja palkeilla tuetuja levymuottikalustoja. Pöytämuottien käyttö on Suomessa harvinaista ja usein rakennejärjestelmään soveltumaton.

Kasettimuottien käyttö on tehokasta silloin, kun rakennuksen rungossa on toistuvuutta. Palkki/levymuotti on yleisin käytössä oleva kalusto ja joustaa erilaisiin muotoihin niin perinteisessä paikallavalussa kuin jännitetyissä rakenteissa.

- Muotin purkuvaiheessa on oleellista huolehtia riittävästä holvien tuennasta. Tuenta on tehtävä heti samanaikaisesti muotin purun yhteydessä, jotta muutaman päivän ikäiseen rakenteeseen ei syntyisi haitallisia taipumia.

LVI-tekniikka

- LVIS installaatiot on valussa tuettava sekä valupaineelle että -nosteelle sekä muille mahdollisille valunaikaisille mekaanisille rasituksille. Viemäreiden ja putkitusten asentamiseen ja tukemiseen on kehitetty erilaisia kiinnitys- ja tuentavälineitä. Viemäreiden kaatojen toimivuuden varmistaminen paikallavaluholvissa on erityisen tärkeää.
- Betonin rakennekosteuden tulee ennen pintamateriaalin tai -tarvikkeen asentamista olla RYL:n ja tuotteiden toimittajien ohjeiden mukainen.

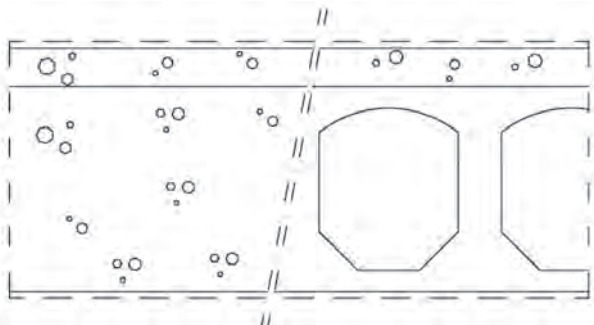
Valutyö

- Ennen työn aloitusta pidetään aloituspalaveri, jossa sovitaan vastuut sekä käydään läpi suunnitelmat, olosuhteet, työnjako, dokumentointi ja laatuvaatimukset ja niiden todentaminen.
- Massan siirtotapa tulee päättää hyvissä ajoin ennen betonin tilausta. Se voi olla
 - pumppu
 - nostoastia.
- Käyttämällä nostoastiaa voi betoni olla hieman karkeampaa. Pumppu vaatii hienomman massan, joka on myös alttiimpaa halkeilulle.
- Massa tulee tilata mielellään jo viikko ennen valua, jotta varmistetaan massan ja kaluston riittävyys halutussa aikataulussa.
- Betoni tulee aina tiivistää kauttaaltaan:
 - Tärysauvojen riittävyys varmistettava sekä varaudutaan mahdollisiin häiriöihin varakalustolla.
 - Tärypalkin tiivistysteho ei ole riittävä laatan alarakenteen ja raudoituksen alapinnassa.
- Valu on suositeltavaa tehdä yhdessä kerroksessa.
- Sääolosuhteet voivat lisätä merkittävästi riskiä betonin varhaisvaiheen halkeilulle. Epäedullisissa olosuhteissa heti pinnan tasauksen jälkeen levitetään varhaisjälkihoitoaine erityisesti, kun
 - ilman suhteellinen kosteus on alle 50 %
 - sää on tuulinen
 - aurinko paistaa suoraan valupinnalle
 - betonimassasta ei erotu vettä valun pintaan.
- Kun käytetään kuumaa betonimassaa ja pintoja ei suojata (vedenhaihtuminen runsasta)
- Talvivaluissa betonin yläpinta on suojattava tarvittaessa eristeellä.
- Mahdollisista ylimääräisistä työsaumoista sovitaan suunnittelijan kanssa.
- Hierto voidaan aloittaa, kun betonin pinta kestää kävelyä eikä pintaan nouse vettä hierrettäessä. Hierron aloitusaika vaihtelee käytetyn betonisuhteituksen sekä ympäristön olosuhteiden mukaan.

Jälkihoito

- Kantavat laatat valetaan yleensä ulko-olosuhteissa. Tuuli, auringonpaiste ja kuiva ilma saattavat haihduttaa vettä laatan pinnasta voimakkaasti. Siksi jälkihoidon aloittaminen heti hierron jälkeen on tärkeää:
 - Käytännössä tämä onnistuu parhaiten jälkihoitoainetta käyttämällä. Jotkut jälkihoitoaineet tulee poistaa jälkihoidon päätyttyä voimakkaalla harjauksella, hionnalla tai sinkopuhdistuksella.
 - Valua seuraavana päivänä laatan pinta voidaan kastella ja peittää muovilla. Huom. Muovin käyttöön liittyy työturvallisuusriskejä liukkauden takia. Kastelu toistetaan, mikäli vesi ei helmeile muovin pinnassa. Myös päältä kasteltavan suodatinkankaan käyttö on mahdollista.
 - Talvella on varmistettava, että betoni ei jäädy liian aikaisin ja betonin kovettumisolosuhteet turvataan.
- Laatan pintaosan ja sisäosan lämpötilaeron ei tulisi nousta yli 15–20 °C:n. Liian suuri lämpötilaero voi aiheuttaa lämpöliikkeistä johtuvaa halkeilua. Viileissä olosuhteissa voi olla syytä peittää valun pinta alussa eristepeitteellä.
- Jälkihoito voidaan yleensä lopettaa, kun rakenne on saavuttanut 60–80 % nimellislujuudestaan (ks. kohta 4. *Betonin jälkihoito ja olosuhdehallinta*).

1.2.2 Pintabetonilattia, VP 2



Käyttökohteet

- Lämpipien rakennusten välipohjat
- Kantavana rakenteena paikallavalulaatta tai ontelolaatta

Yleiset määritykset

- Käyttöikä 50 v
- Kantavan rakenteen betonipinnan laatuiluokka A-4
- Pintalaatan betonipinnan laatuiluokka: A-4-30
- Pintalaatan rasitusluokka käyttökohteen mukaan, yleensä XC0

Pintabetonin alusta

- Pintabetonin alustana toimii yleensä ontelolaatta tai paikallavalulaatta.
- Alustasta tulee poistaa ontelolaattojen sahausliete, sementtiliima sekä mahdollinen huonokuntoinen betoni.
- Sahauslietteen ja sementtiliiman poistoon soveltuvia menetelmiä ovat vesisuihkupuhdistus, sinkopuhallus tai pinnan hionta.
- Peruskorjauskohteissa huonokuntoisen betonipinnan poistoon soveltuu parhaiten jysintä.
- Alusta on hyvä kastella 1–2 vuorokautta ennen valua paremman tartunnan saavuttamiseksi. Suositeltavaa on, että alustan pinta on mattakostea ennen valun aloittamista mutta ei kiiltelevän märkä.
- Ontelolaatan pintaa ei yleensä kastella ennen pintabetonin valua.
- Liian kuiva pinta on vähemmän haitallinen tartunnan kannalta kuin liian märkä.
- Pintalaatan kiinnipysymisen kannalta tärkeintä on, että alustan pinta on puhdas.



Kuva 19. Betonin levitys, tiivistys ja tasaus



Kuva 20. Pinnan koneellinen hionta

Pintalaatta

- Suositeltava laatan paksuus suoralla alustalla on 50 mm; pintalaatasta ei suositella tehtävän yli 80 mm:n paksuista.
- Ontelolaatan päällä pintalaatan paksuus voi olla 30–80 mm ontelolaatan kaareutumisesta johtuen.
- Pintalaatan paksuutta valittaessa on ontelolaatan kaareutuvuus otettava huomioon ja suunnittelijan on suositeltavaa määritellä suunnitelmiin ontelolaatan sallittu maksimikaareutuvuus.

- Kun kantavana rakenteena on paikallavaluholvi ja pintabetonilattian paksuus on alle 60 mm, pintalaatta suositellaan tehtävän raudoittamattomana. Jos kuitenkin pintalaatta tehdään raudoitettuna, on suositeltavaa käyttää kuituraudoitusta. Kun alustana on ontelolaatta, pintalaattaan voi syntyä halkeamia kosteus- ja lämpöliikkeistä ontelolaattojen saumojen kohdille sekä pilari- ja palkkilinjoille. Halkeilua voidaan rajoittaa raudoitteilla, jotka suunnitellaan tapauskohtaisesti.
- Jos käytetään verkkoraidoitusta, tulee raudoituksen sijainnin laatan yläpinnan suhteen pysyä vakiona.
- Raudoitus mitoitetaan yleensä pintalaatoissa kutistumaraudoituksena. Jos pintabetoni toimii kuitenkin liit-torakenteena, tulee raudoitus mitoittaa kuormituksen mukaan.

Betoni

- Betonin lujuusluokaksi suositellaan C25/30.
- Lyhyeen sitoutumisaikaan pyritään välttämällä suuria notkistinannostuksia, seosaineita ja suurta vesimäärää.
- Sementti voidaan valita valulämpötilan mukaan: viileässä soveltuu nopeasti sitoutuva ja kovettuva betoni ja lämpimässä normaalisti kovettuva betoni.
- Kiviaineksen suositeltu maksimiraekoko valitaan pintavalun paksuuden mukaan, ks. taulukko 6.
- Kiviaineksen raekoon kasvattaminen vähentää kuivumiskutistumaa ja halkeiluriskiä.
- Suositeltava notkeusluokka on S2, mikäli levitys ja tiivistys voidaan tehdä tehokkaasti. Notkeampi massa (S3) on kevyempi työstää, mutta betonin halkeilun riski on suurempi ja jälkihoidon merkitys korostuu. Not-keusluokkaa S4 ei suositella suuren halkeiluriskin vuoksi.

Lattian paksuus	Kiviaineksen suurin raekoko mm			
mm	8	12	16	20
60–80		(x)	X	(x)
50–60		X	(x)	
45–50	(x)	X		
<45	X			

Taulukko 6. Kiviaineksen suurin suositeltava raekoko pintavalun paksuuden mukaan.

Työmaateknikka

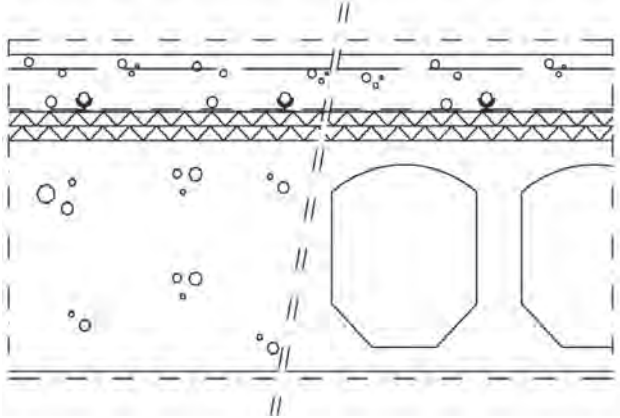
- Ennen työn aloitusta pidetään aloituspalaveri, jossa sovitaan vastuut sekä käydään läpi suunnitelmat, olo-suhteet, työnjako, dokumentointi ja laatuvaatimukset ja niiden todentaminen.
- Massa tulee tilata mielellään jo viikko ennen valua, jotta voidaan varmistaa betonimassan saatavuus halu-tussa aikataulussa.
- Valutilan tulee olla suljettu niin, että ilmavirrat (veto, tuuli) eivät kuivata betonin pintaa.
- Valualustan kosteus ja puhtaus sekä raudoituksen tuenta tarkastetaan ennen valua.
- Lämminilmapuhaltimia käytettäessä ilmavirta tulee suunnata pois päin lattiapinnasta. Pintaan osuva ilma-virta kuivattaa lattiaa epätasaisesti.
- Betoni tulee tiivistää kauttaaltaan. Sauvatärytys soveltuu huonosti ohuiden pintalaattojen betonin tiivis-tykseen. Tehokas ja huolellinen tiivistys on tärkeää pintavalun tartunnan kannalta.
- Tartuntaharjauksella voidaan parantaa laatan tartuntaa, ja se tulee tehdä aina alle 70 mm paksujen pinta-valujen alustoille. Tartuntalaastina voidaan käyttää varsinaiseen valuun tulevaa betonimassaa, jota harja-taan alustan päälle ohut kerros. Betonikerros ei saa kuivua ennen massan levitystä sen päälle.
- Mahdollisista ylimääräisistä työsaumoista päätetään suunnittelijan kanssa.
- Varhaisjälkihoito tarvitaan, mikäli
 - valutilan suhteellinen kosteus on alhainen (<50 % RH), valutilassa tuulee tai siellä käytetään lämpöpu-haltimia
 - massan lämpötila on huomattavasti, esim. 10 °C, valutilan lämpötilaa korkeampi
 - betonin laadusta johtuen veden erottuminen on vähäistä (esim. alhainen vesi-sementtisuhte).

- Hierto voidaan aloittaa, kun betonin pinta kestää kävelyä eikä pintaan nouse vettä hierrettäessä. Hierron aloitusaika vaihtelee käytetyn betonisuhteituksen sekä ympäristön olosuhteiden mukaan.
- Alustan pinnan tulee olla lämmin (vähintään +10 °C).
- Alustan lämpötilan tulisi olla korkeampi kuin valutilan lämpötilan.

Jälkihoito

- Jälkihoito aloitetaan mahdollisimman pian pinnan hierron päätyttyä.
- Ohuiden pintalattioiden osalta jälkihoidossa tulee erityisesti huomioida suuret lämpötilan muutokset. Pinnan riittävästä lämmöstä on huolehdittava, jottei betoni jäähdy liian nopeasti.
- Jälkihoitomenetelmä valitaan olosuhteiden ja betonin mukaan:
 - Jälkihoitoaineen ruiskutus soveltuu hyvin lattioille, koska jälkihoitoaine voidaan levittää heti hierron jälkeen. Jotkut jälkihoitoaineet tulee poistaa jälkihoidon päätyttyä voimakkaalla harjauksella, hionnalla tai sinkopuhdistuksella.
 - Muovikalvolla kastellun pinnan peittäminen on tehokas jälkihoitotapa, mikäli valu tehdään vedotto-massa tilassa. Mikäli pinta kuivuu muovin alla, kastelu on tehtävä uudelleen. Huom. Muovikalvon käytössä on otettava huomioon työturvallisuusriskinä liukkaus.
 - Kasteltava suodatinkangas on helppo kastella päältä päin. Kastelua ei kuitenkaan voi aloittaa heti hierron päätyttyä, jottei pintaan synny vaurioita. Lattia pysyy märkänä pitkään, jolloin lattian kuivuminen viivästyy.
- Lämpötilan lattian pinnassa on oltava vähintään +10 °C koko jälkihoitoajan.
- Jälkihoidon vähimmäisajat vakioämpötilassa normaalisti kovettuvalle betonille (C25/30), kun betonin lämpötila on +20 °C (lisätietoja kohdassa 4. *Betonin jälkihoito ja olosuhdehallinta*), ovat
 - normaalisti kovettuva betoni: 9 vrk
 - nopeasti kovettuva betoni: 3 vrk.
- Jälkihoidon loputtua on varottava, ettei lattia kuivu liian nopeasti. Tilan ilmaa voidaan kostuttaa noin viikon ajan jälkihoidon päätyttyä. Tällöin tilassa ei saa olla ilmavirtauksia.
- Jälkihoito voidaan lopettaa, kun yli 80 % loppulujuudesta on saavutettu.
- Pintalattian tartuntaa alustaan voidaan arvioida koputuskokeella. Tartunta alustaan selvitetään tarvittaessa vetokokeella.

1.2.3 Kelluva pintabetonilattia, VP 3



Käyttökohteet

- Asuin- liike ja toimistorakennukset
- Korkeat vaatimukset ääneneristysten osalta
- Lattialämmitys

Tyyppi

- Betoninen kelluva lattiarakenne
- Pintalaatan alla joustava rakenne

Hyötykuorma

- Kuormat määritellään RakMK B1:n mukaan
- Kuormissa huomioitava tilan käyttötarkoitus ja sen mahdolliset muutokset.

Yleiset määritykset

- Käyttöikä 50 v
- Kantavan rakenteen betonipinnan laatuluokka B
- Pintalaatan betonipinnan laatuluokka: B-30
- Laatuluokka on määritelty By45/Bly7:n mukaan
- Pintalaatan rasitusluokka käyttökohteen mukaan, yleensä XC1



Kuva 21. Laatan valu pumpulla



Kuva 22. Pinnan hierto

Kelluva lattia

- Kelluvaa lattiarakennetta käytetään pääsääntöisesti askeläänieristävyyden parantamiseen.
- Lattialämmityksen yhteydessä on suositeltavaa käyttää kelluvaa lattiarakennetta.
- Lattiakaivolisissa tiloissa ei suositella käytettäväksi kelluvaa lattiarakennetta johtuen vedeneristysongelmista.
- Eristeen paksuuteen ja ominaisuuksiin tulee kiinnittää erityistä huomiota tiloissa, joissa esiintyy normaalia suurempaa askelääntä (esim. liikuntatiloissa).

Kantava rakenne

- Kantavana rakenteena on joko paikallavalettu massiivilaatta tai ontelolaatta.
- Laatan suhteellisen kosteuden tulee olla alle 90 % (Rh-arvo).
- Laatan mittapoikkeama saa olla maksimissaan ± 5 mm (mittausmatka 2000 mm).
- Laatan pinnasta poistetaan epätasaisuudet ja tarvittaessa laatan pinta tasataan oikaisutasoitteella.

Eristekerros

- Eristekerroksen paksuuden tulisi olla vähintään 30 mm.
- Eristeen dynaaminen jäykkyys saa olla korkeintaan 20 MN/m^3 .
- Eristeellä tulee olla kuormien mukainen puristuslujuus.
- Eristeen puristuslujuuden tulee olla vähintään 10 kN/m^2 .
- Eristeen painuma saa olla mitoitettulla kuormalla enintään 10 %.
- Eristekerros voidaan tehdä useammasta levykerroksesta, jolloin levyjen saumat limitetään.
- Eristekerroksen päälle asennetaan suodatinkangas estämään valun tunkeutumisen eristeiden väliin.
- Suodatinkankaan saumat limitetään 100 mm ja teipataan.

Betoni

- Betonin suositeltava lujuusluokkaa on C25/30.
- Pyritään lyhyeen sitoutumisaikaan välttämällä suuria notkistinannostuksia, seosaineita ja suurta vesimäärää.
- Betonilaatu valitaan valulämpötilan ja olosuhteiden mukaan: viileässä soveltuu nopeasti sitoutuva ja kovettuva betonilaatu ja lämpimässä normaalisti kovettuva betonilaatu.
- Kiviaineksen suositeltu maksimirakoko kelluville lattioille on 12 mm tai 16 mm.
 - Kiviaineksen raekoon kasvattaminen vähentää kuivumiskutistumaa ja laatan halkeiluriskiä.
- Suositeltava notkeusluokka on S2, mikäli levitys ja tiivistys voidaan tehdä tehokkaasti. Notkeampi massa (S3) on kevyempi työstää, mutta betonin halkeilun riski on suurempi ja jälkihoidon merkitys korostuu. Notkeusluokkaa S4 ei suositella suuren halkeiluriskin vuoksi.
- Muovikuidut estävät halkeamien syntymistä varhaisvaiheessa. Teräskuidut rajoittavat myöhemmässä vaiheessa syntyvien halkeamien leveyttä sekä laatan käyristymistä.
- Betonin lujuuden suositeltava laadunvarmistusikä maanvaraisille lattioille on 91 vrk.

Pintalaatta

- Suositeltava laatan paksuus on 80 mm.
- Laatta tulee toteuttaa raudoitettuna joko perinteisellä raudoituksella tai kuituraudoituksella.
- Käytettäessä vesikiertoista lattialämmitysjärjestelmää on suositeltavaa, että lattialämmityspotket asennetaan omilla putkipidikkeillä.

Perinteinen rauditus

- Betonipeitteen vähimmäisarvo määräytyy rasitusluokista. (By50 taulukko 2.17)
- Suositeltava rauditus on T8 #200. Tankojen halkaisijan ollessa alle 8 mm raudituksen tuenta on ongelmallista.
- Kun suunnitellaan ja käytetään verkkoraudoitteita, on huomioitava verkkojen limityksen tarvitsema tila.
- Verkkoraudoitteita käytettäessä on myös huomioitava, että vaakateräksen sijainti ei saa olla yli 100 mm reunasta.
- Rauditus voidaan sijoittaa keskeisesti, mutta suositeltavaa on sijoittaa rauditus kolmannespaksuuden päähän laatan yläpinnasta huomioiden betonipeitteen nimellisarvo.
- Raudituksen sijoittaminen laatan yläpintaan vähentää laatan yläpinnan halkeilua.

Kuituraudoitus

- Kuitulattia suunnitellaan aina tapauskohtaisesti rakennesuunnittelijan sekä kuitu- ja betonitoimittajien yhteistyönä.
- Raudoituksena käytetään teräskuituja.

- Kuitumäärä kannattaa valita 5 kg:n annostusvälein, joka on järkevä porrastus ottaen huomioon kuitumas-
san laadun hajonta ja hallinta.

Liittyvät rakenteet ja läpiviennit

- Kelluvan pintalaatan tulee olla irti kaikista ääntä johtavista rakenteista, kuten kantavista seinistä, patteri-
putkista, läpivienneistä jne.
- Pintalaatta irrotetaan rakenteista irrotuskaistalla. Irrotuskaista tulee kiinnittää siten, että se kestää valun ra-
situkset.
- Irrotuskaistana käytetään solumuovirakenteista irrotuskaistaa.
- Irrotuskaistan paksuus on vähintään 10 mm ja korkeus 150 mm.
- Jalkalistat eivät saa olla kosketuksissa kelluvaan lattiarakenteeseen.
- Putkiläpivientien eristyksissä voidaan käyttää ohuempaa solumuovieristettä, joka helpottaa pinnan jälki-
paikkausta.
- Muurattavat seinät lähtevät aina kantavan rakenteen päältä; seinät irrotetaan pintalaatasta irrotuskaistalla.
- Kevyet levyväliseinät voi asentaa pintalaatan päälle. Levyseinän kiinnitysosat eivät saa olla kosketuksissa
kantavaan rakenteeseen.



Kuva 23 a ja b. Pilarin irrotuskaista ja lisäraudoitteet

Työmaatekniikka

- Ennen työn aloitusta pidetään aloituspalaveri, jossa sovitaan vastuut sekä käydään läpi suunnitelmat, olo-
suhteet, työnjako, dokumentointi ja laatuvaatimukset ja niiden todentaminen.
- Massa tulee tilata mielellään jo viikko ennen valua, jotta varmistetaan massan ja kaluston riittävyys halutus-
sa aikataulussa.
- Valutilan tulee olla kauttaaltaan suojattu tuulelta ja vedolta. Lämpötilan tulee olla vähintään +10 °C.
- Lämminilmapuhaltimien käyttö ei ole suositeltavaa valun aikana.
- Valusuoja toimivan suodatinkankaan tulee pysyä ehjänä paikallaan. Mikäli massa pääsee valumaan kiin-
ni kantavaan rakenteeseen, pintalaatan ja kantavan rakenteen välille syntyy kiinteä yhteys.
- Irrotuskaistojen tulee pysyä paikallaan valun aikana. Irrotuskaistan ja valusuojan sauma tulee teipata tai va-
lusuoja voidaan nostaa reunoilta ylös jättäen irrotuskaistan valusuojan taakse.
- Betoni tulee tiivistää kauttaaltaan.
- Varhaisjälkihoito tarvitaan, mikäli
 - valutilan suhteellinen kosteus on alhainen (<50 % RH) tai käytetään lämpöpuhaltimia
 - massan lämpötila on huomattavasti, esim. 10 °C, valutilan lämpötilaa korkeampi
 - betonin laadusta johtuen veden erottuminen on vähäistä (esim. alhainen vesi-sementtisuhte).
- Hierto voidaan aloittaa, kun betonin pinta ei painu käveltäessä eikä pintaan nouse vettä edes hierrettäessä.
Hierron aloitusaika vaihtelee käytetyn betonisuhteituksen sekä ympäristön olosuhteiden mukaan.
- Pinnat suositellaan hierrettäväksi koneellisesti.

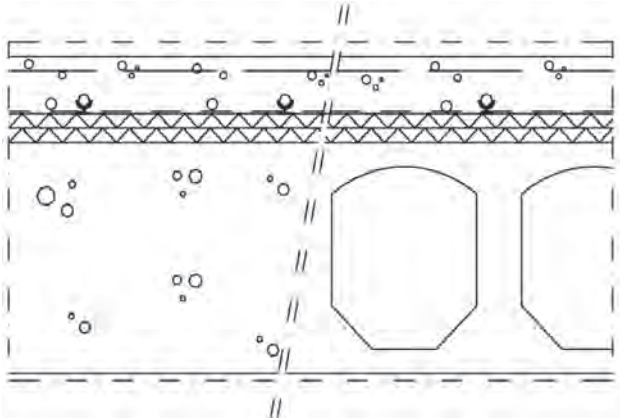
Jälkihoito

- Jälkihoito aloitetaan mahdollisimman pian pinnan hierron päätyttyä.
- Ohuiden pintalattioiden osalta jälkihoidossa tulee erityisesti huomioida suuret lämpötilan muutokset. Pinnan riittävästä lämmöstä on huolehdittava, jotta betoni ei haihduta kaikkea lämpöä liian nopeasti.
- Jälkihoitomenetelmä valitaan olosuhteiden ja betonin mukaan:
 - Jälkihoitoaineen ruiskutus soveltuu hyvin lattioille, koska lattiaa ei tarvitse kastella ja jälkihoitoaine voidaan levittää heti hierron jälkeen. Jotkut jälkihoitoaineet tulee poistaa jälkihoidon päätyttyä voimakkaalla harjauksella, hionnalla tai sinkopuhdistuksella.
 - Kastelua ei suositella, koska se hidastaa lattian kuivumista. Jos jälkihoitona halutaan käyttää valua seuraavana aamuna levitettävää muovia, tulee valupinnalle levittää varhaisjälkihoitoainetta heti hierron jälkeen. Muovin saumat limitetään 20 cm, jolloin niitä ei tarvitse teipata.
- Jälkihoitoa jatketaan 7 vuorokautta tai kunnes vähintään 60 % loppulujuudesta on saavutettu.
- Nurkkien nousemisen seuraamiseksi merkitään valun kovettuttua nurkkien korot seiniin. Näiden avulla voidaan myöhemmin tarkistaa, ovatko reunat nousseet.

Reunojen ja nurkkien nousun ennaltaehkäisy

- Kosteuserot laatan ylä- ja alapinnassa aiheuttavat laatan reunojen ja nurkkien nousua.
- Valutilan alhainen suhteellinen kosteus kuivattaa ja siten käyristää laattaa. Ylikuivatusta tulee välttää.
- Käytetään betonia, jonka kuivumiskutistuma on mahdollisimman pieni.
- Reunojen ja nurkkien lisäraudoitus estää nurkkien nousua. Lisäraudoitus sijoitetaan laatan yläpintaan.
- Pitkäkestoinen jälkihoito erityisesti reuna- ja nurkka-alueilla estää laatan liiallisen kuivumisen.
- Teräskuiduilla voidaan laatan käyristymistä vähentää tutkimusten mukaan 30 %.

1.2.4 Pysäköintilaitoksen jälkijännitetty laatta, VP 4



Käyttökohteet

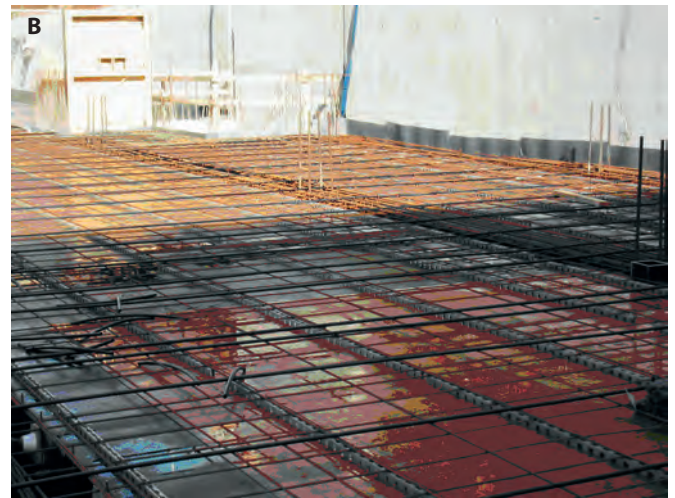
- Lämpimät sekä kylmät pysäköintilaitokset

Hyötykuorma

- Kuormitustapaukset määritellään tapauskohtaisesti.
- Pintakuorma 2.5-10 kN/m²
- Pistekuorma 10 kN:sta ylöspäin

Yleiset määrittelyt

- Käyttöikä 50 v
- Paloluokka REI 60
- Jännitetyn laatan betonipinnan laatu luokka C-3
- Laatu luokka on määritetty By45/Bly7:n mukaan
- Rasitusluokka ks. kohta Betoni.



Kuva 24 a ja b. Jälkijännitetyn laatan raudoitteet

Jälkijännitetyn laatan etuja

- Päästään pitkiin jänneväleihin ja hoikkiin rakenteisiin.
- Lyhyt- ja pitkäaikaistaipumat ovat pienemmät kuin tavallisessa laatasta.
- Halkeamia ei synny lainkaan tai ne ovat pieniä, joten
 - rakenne on vedenpitävä
 - terästen korroosiosuoja on hyvä
 - käyttöikä pidentyy
 - huollon ja korjauksen tarve vähenee, joten käyttökustannukset laskevat.

Laatan suunnittelu

- Pilarilaatan taloudellinen pilarien keskinäinen etäisyys on noin 8,0–8,5 m.
- Pilaripalkkilaatan taloudellinen pilarien keskinäinen etäisyys on noin 5,0–7,5 m.
- LVIS-asennukset tulee tehdä pinta-asennuksena.

Laatan kaadot

- Kaadot kaivoihin vähintään 1:80, vastakaadoissa sekä paikallisesti voi käyttää arvoa 1:100.
- Kaatoja ei suositella tehtäväksi jälkivaluna, vaan kaadot tehdään suoraan laattaan.
- Kaadot tulee suunnitella niin, etteivät ne kaada päin seinä- tai pilarirakenteita tai saumoja eivätkä ylitä ja-lankulkuväyliä.
- Lattiakaivoja tulisi sijoittaa noin 10 m välein.
- Lattiakaivojen etäisyyden laatan harjasta tulisi olla alle 15 m, maksimietäisyys on 20 m.
- Lattiakaivot tulee suunnitella riittävän suuriksi tukkeutumisen välttämiseksi.

Betoni

- Rasitusluokat ja betonin lujuus on määritelty By50 ja By51:n mukaan.

Kylmä pysäköintilaitos	Lämmin pysäköintilaitos
– Sisäänajoramppi ja -taso 30 m, rasitusluokka yhdistelmä on XC3,4; XD3; XF4.	– Sisäänajoramppi ja -taso 30 m, rasitusluokka yhdistelmä on XC3; XD3.
– Pysäköintitason muiden osien rasitusluokka yhdistelmä on XC3; XD1; XF2.	– Pysäköintitason muiden osien rasitusluokka yhdistelmä on XC3; XD1.
– Alapuolisten betonipintojen rasitusluokka yhdistelmä on XC3; XF1.	– Alapuolisten betonipintojen rasitusluokka on XC3.
– Rasitusluokkien perusteella betonin lujuudeksi määräytyy C35/45.	– Rasitusluokkien perusteella betonin lujuudeksi määräytyy C35/45.
– Betonipeitteen nimellisarvo yläpinnassa sisään-ajorampin ja -tason 30 m:n etäisyydellä on betoniraudoituksella 50 mm ja jänneraudoituksella 65 mm.	– Betonipeitteen nimellisarvo yläpinnassa sisään-ajorampin ja -tason 30 m:n etäisyydellä on betoniraudoituksella 50 mm ja jänneraudoituksella 65 mm.
– Pysäköintitasojen muiden osien yläpinnan betonipeitteen nimellisarvo on betoniraudoituksella 40 mm ja jänneraudoituksella 55 mm.	– Pysäköintitasojen muiden osien yläpinnan betonipeitteen nimellisarvo on 40 mm ja jänneraudoituksella 55 mm.
– Laatan alapinnan betonipeitteen nimellisarvo on betoniraudoilla 35 mm ja jänneraudoilla 40 mm.	– Laatan alapinnan betonipeitteen nimellisarvo on betoniraudoiteilla 35 mm ja jänneraudoiteilla 40 mm.

- Jänneraudoituksen suurempi betonipeitteen nimellisarvo määräytyy paloluokasta.
- Betonin lujuuden valintaan vaikuttavat myös tulevat kuormat sekä kulutuskestävyys. Nämä ovat yleensä määrääviä tekijöitä betonin lujuuden valinnassa.
- Suositeltava maksimirakokoko on 32 mm. Ankkurialueilla on syytä kuitenkin käyttää 16 mm:n rakokkoa.
- Kiviaineksen raekoon suurentamien pienentää halkeiluriskiä ja parantaa kulutuskestävyyttä.
- Suositeltava notkeusluokka on S2, mikäli levitys ja tiivistys voidaan tehdä tehokkaasti. Notkeampi massa (S3) on kevyempi työstää, mutta betonin halkeilun riski on suurempi ja jälkihoidon merkitys korostuu. Notkeusluokkaa S4 ei suositella suuren halkeiluriskin vuoksi.
- Pysäköintitason betoniksi suositellaan tehonotkistettu betonia.
- Betonin valinnassa tulee myös huomioon valuosuhteet:
 - Viileissä olosuhteissa massan sitoutumista voidaan nopeuttaa valitsemalla nopeasti sitoutuva ja kovettuva betonilaatu ja välttämällä voimakkaasti notkistettuja massoja. Notkistin hidastaa betonin sitoutumista ja kovettumista kylmissä olosuhteissa. Viileissä olosuhteissa lämmitetty massa alkaa sitoutua nopeammin.
 - Lämpimissä olosuhteissa nopeasti kovettuva betoni voi tuottaa liikaa lämpöä. Siten normaalisti tai hitaasti kovettuvat betonilaadut soveltuvat paremmin lämpimiin olosuhteisiin.

Kulutuskestävyyden parantaminen

- Kun sisäänajoramppi ja -taso ovat sisääntulosta 30 m, on suositeltavaa käyttää kuivasirotetta kulutuskestävyyden parantamiseen.
- Jos kulutuskestävyys halutaan luokkaan 1 tai 2, tulee betonin pinnassa käyttää kuivasirotteita tai pinnoitteita.

- Pinnoitteilla voidaan myös jonkin verran lieventää rasitusluokkavaatimuksia, mutta valinta tulee tehdä aina tapauskohtaisesti.
- Kun käytetään kuivasirotteita kulutuskestävyyden parantamiseen, tulee sirotteiden käytössä ottaa huomioon betonin mahdollinen matala vesi-sementtisuhde ja sirotteiden sitoutumiseen tarvittava vesi.
- Sirotteiden ja pinnoitteiden käytöstä ja ominaisuuksista on lisätietoja julkaisussa By45 ja valmistajien tuotekohtaisissa ohjeissa.



Kuva 25. Kuivasirotteen levitystä

Laatan saumat

Liikuntasaumat

- Liikuntasaumat tulee suunnitella kohtiin, joihin pääsee käsiksi myös rakennuksen valmistuttua.
- Liikuntasaumat toteutetaan joko avoimina (vettä läpäisevinä) tai vedenpitävinä rakenteina.
- Avoimessa liikuntasaumassa tulee huomioida vedenpoisto. Vedenpoisto voidaan hoitaa esimerkiksi sauman alapuolelle asennettavalla vuotovesikourulla.
- Valmistajilla on erilaisia liikuntasaumaratkaisuja vedenpitäviin liikuntasaumoihin.
- Liikuntasauma voidaan laakeroida monella eri tavalla, kuten esim. kaksinkertaisella muovikaistalla, neopreenikaistalla, valmislaakerikaistalla tms. Laakerointi suunnitellaan tapauskohtaisesti ottaen huomioon laakerien päälle tuleva kuormitus.
- Avoimessa liikuntasaumassa tulee laakerikerroksen väliin tehdä vedenpoistourat.
- Tärkeää on, että liikuntasauma tehdään huolellisesti ja suunnitelman mukaisesti.

Työsaumat

- Työsaumat tehdään kohtiin, joihin pääsee käsiksi myös rakennuksen valmistuttua.
- Työsaumana tulee käyttää pestyä työsaumaa.
- Pestyksi työsaumaksi katsotaan sauma, jonka pinnasta laasti on poistettu pesemällä tai muulla vastaavalla menetelmällä 2–5 mm:n syvyydeltä.
- Työsauman betonipinta tulee pitää kosteana betonoinnin jatkumiseen asti. Pinta kastellaan vielä kevyesti ennen betonointia.
- Työtä jatkettaessa sauman tulee olla puhdas ja erityistä huomioita on kiinnitettävä betonin tiivistämiseen työsauman kohdalla.
- Työsaumakohta tiivistetään jälkikäteen injektoinnilla, jos sauman vedenpitävyydestä ei ole täyttä varmuutta.
- 1-luokan rakenteissa työsaumat on aina esitettävä myös piirustuksissa.

Työmaatekniikka

- Ennen työn aloitusta pidetään aloituspalaveri, jossa sovitaan vastuut sekä käydään läpi suunnitelmat, olosuhteet, työnjako, dokumentointi ja laatuvaatimukset ja niiden todentaminen.

- Massan siirtotapa tulee päättää hyvissä ajoin ennen betonin tilausta. Se voi olla
 - pumppu
 - dumpperi.
- Käyttämällä dumpperia voi betoni olla jäykempää ja karkeampaa. Pumppu vaatii hienomman massan, joka on myös alttiimpaa halkeilulle.
- Massa tulee tilata mielellään jo viikko ennen valua, jotta voidaan varmistaa massan saatavuus halutussa aikataulussa.
- Betoni tulee aina tiivistää kauttaaltaan:
 - Tärysauvojen riittävyys on varmistettava ja häiriöihin tulee varautua varakalustolla.
 - Tärypalkin tiivistysteho ei ole riittävä laatan alarakenteen ja raudoituksen alapinnassa.
 - Etenkin pilarien ja seinärakenteiden liitoskohdat, työsaumakohdat sekä jänneankkureita sisältävät alueet tulee tiivistää huolellisesti.
- Jälkijännitettyjen laattojen valussa kannattaa tehdä varhaisjälkihoito heti pinnan tasaamisen jälkeen. Teho- notkistettujen massojen alhainen vesi-sementtisuhte sekä tuulelle ja auringolle alttiit valuolosuhteet tekevät valuista erityisen alttiita varhaisvaiheen halkeilulle.
- Mahdollisista ylimääräisistä työsaumoista päätetään suunnittelijan kanssa.
- Hierto voidaan aloittaa, kun betonin pinta kestää kävelyä eikä pintaan nouse vettä hierrettäessä. Hierron aloitusaika vaihtelee käytetyn betonisuhteituksen sekä ympäristön olosuhteiden mukaan.

Jälkihoito

- Rasitusluokkavaatimustensa vuoksi jälkijännitettyjen laattojen sementtimäärät ovat melko suuria ja valutyö tehdään yleensä taivasalla. Tämän takia jälkihoidon aloittaminen mahdollisimman pian pinnan hierron päätyttyä on erityisen tärkeää.
 - Käytännössä tämä onnistuu parhaiten jälkihoitoainetta käyttämällä. Jotkut jälkihoitoaineet tulee poistaa jälkihoidon päätyttyä voimakkaalla harjauksella, hionnalla tai sinkopuhdistuksella.
 - Valua seuraavana päivänä laatan pinta voidaan kastella ja peittää muovilla. Kastelu toistetaan, mikäli vesi ei helmeile muovin pinnassa. Huom. Muovikalvon käyttöön liittyy työturvallisuusriskejä liukkauden takia.
- Kulutusrasitettujen rakenteiden jälkihoitoa tulee jatkaa, kunnes rakenne on saavuttanut 80 % nimellislujuudestaan (ks. kortti 4. *Betonin jälkihoito ja olosuhdehallinta*). Minimijälkihoitoaika on kuitenkin 5–7 vuorokautta sääolosuhteista riippuen.



Kuva 26. Jälkihoitoaineen ruiskutus



Kuva 27. Pinnan suojaus ja jälkihoito muovikalvolla

Laatan jännittäminen

Jännittämistöistä koskevat erityisohjeet

- Jännittämistöistä on laadittava jännittämissuunnitelma.
- Jännittämissuunnitelma koostuu piirustuksesta, punosluettelosta, käyttöselosteesta sekä muista asiaan liittyvistä dokumenteista ja tiedoista, joita ovat
 - menetelmäkuvaus, kuten jänteiden tyypit ja ominaisuudet
 - jännitysjärjestys
 - jännittämisvoimat ja -venymät
 - ankkurointiliukumat ja niiden toleranssit
 - muotin tukirakenteiden säätö ja purkaminen jännittämistyön aikana
 - betonin lujuus jännittämisen eri vaiheissa
 - muut tarpeelliset tiedot.
- Jännevoiman suurin sallittu poikkeama jännittämissuunnitelmassa esitetystä arvosta saa yhdessä jänteesä olla korkeintaan $\pm 5\%$ ja jänteiden yhteenlasketussa voimassa $\pm 3\%$. Jos laskettuja venymiä ei mainituilla voiman arvoilla saavuteta, on syy selvitettävä ja tarvittaessa tehtävä uusi jännittämissuunnitelma. Jännittämistyössä käytetään kalibroitua kalustoa. Kalibrointi uusitaan tarpeen mukaan.
- Jännittämistyössä pidetään pöytäkirjaa, johon merkitään
 - jänteen voima (kalibroidut arvot) ja venymä jännittämisen vaiheittain
 - muut jännittämiseen vaikuttavat asiat.
- Punokset saa katkaista vasta, kun rakennesuunnittelija on hyväksynyt allekirjoituksella jännittämistyön pöytäkirjan.
- Jännitettävässä rakenteessa muodonmuutosten tulee tapahtua esteettä.

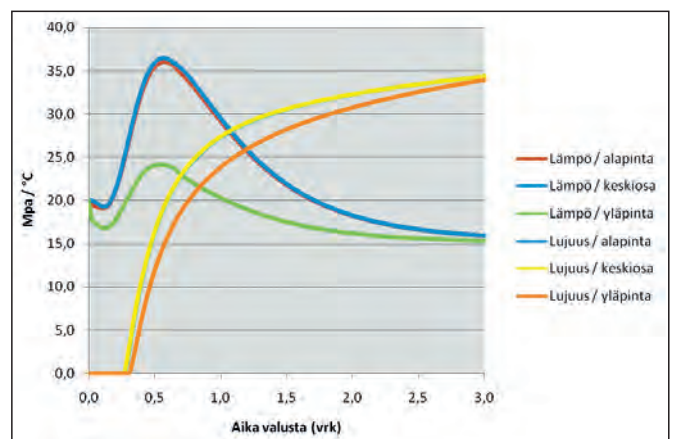
Jännittämistöitä koskevat rakenteelliset ohjeet

- Tartunnattomien jänteiden vapaan välin tulee olla vähintään 50 mm. Tartunnattomia jäniteitä ei saa niputtaa, mutta ne voidaan ryhmitellä seuraavasti:
 - 4 kpl 12,7 mm jäniteitä
 - 3 kpl 15,7 mm jäniteitä
- Lisäksi ryhmässä tulee jokainen punos sitoa erikseen tukiin kiinni.
- Jänteen tulee olla suora ja ankkurin akselin suuntainen ankkurista ensimmäiselle tuelle.

Jännittämisajankohta

- Jännitystyö aloitetaan, kun betonin lujuus on 70–80 % loppulujuudesta.
- Betonin lujuus määrittäällä hetkellä voidaan laskea, kun tiedetään rakenteen lämpötilan kehittyminen valusta tarkasteluhetkeen:
 - Rakenteen lämpötilat mitataan rakenteen kantokyvyn ja/tai lämpötilan kannalta kriittisistä kohdista.
 - Lämpötilan mittaamiseen voidaan käyttää tallentavia dataloggereita, joiden langat voidaan kiinnittää raudoitukseen betonin sisälle.
- Laskentaan voidaan käyttää Sandgroven menetelmää laskemalla betonin kypsyysikä mitattujen lämpötilojen avulla.
- Betonin valmistajilla on laskentatyökaluja, joilla betonin lujuus voidaan arvioida suhteellisen tarkasti. Työmaa voi toimittaa dataloggerin tallentamat tiedot sähköpostitse betonin valmistajalle, joka laskee kyseisen betonin lujuudenkehityksen.

Kuva 28. 300 mm paksun jännitetyn laatan lämpötila on mitattu kolmesta pisteestä. Lämpötilatietojen avulla voidaan laskea laatan lujuudenkehitys, kun tiedetään massan sementti-, vesi- ja ilmamäärä. Nämä tiedot ovat saatavilla betonin toimittajalta.



2.

Maanvaraisen betonilattian alusrakenne

2. Maanvaraisen betonilattian alusrakenne.....	41
2.1 Maanvaraisen lattian alusrakenteen suunnittelu.....	43
2.1.1 Suunnitteluperusteet.....	43
2.1.2 Täyttöjen ja lattiakuorman vaikutus suunnitteluun.....	43
2.1.3 Kuivatus- ja kapillaarikatkokerros.....	43
2.2 Maanvaraisen lattian alustäytön rakentamisen ohjeet.....	45
2.2.1 Perusmaa.....	45
2.2.2 Täyttö ja tiivistys.....	45
2.3 Kantavuus- ja tiiveysmittaukset, alusrakenteen kantavuustermiit.....	47

2.1 Maanvaraisen lattian alusrakenteen suunnittelu

2.1.1 Suunnitteluperusteet

Maanvaraisen lattian alusrakenne käsittää luonnon pohjamaan ja sen päälle kerroksittain rakennettavat tai aiemmin rakennetut täyttömateriaalit.

Pohjamaa voi olla

- luonnontilaista perusmaata
- pohjanvahvistustoimenpiteillä suunnitelmallisesti lujitettua maata (esim. syvästabilointi, massanvaihto, kevytsora- tai EPS-kevennys)
- vanhaa rakennettua täyttömaata, jota ei ole suunniteltu lattiaa varten.

Maanvaraisen lattian rakentamisen yhteydessä pohjamaan päälle tehtävät uudet täytöt ovat lattian rakennetäyttöjä ja mahdollisesti niiden alle esim. lattiatason korkeusaseman takia tehtäviä penger- ja alustäyttöjä.

Alusrakenne tulee suunnitella siten, että valmiin betonilattian geotekninen kantavuus on riittävä. Kantavuuteen sisältyvät

- riittävä varmuus pohjan murtumista vastaan
- riittävän pienet lattian käytön aikaiset muodonmuutokset pysyvässä tai muuttuvassa kuormituksessa (painuma ja jousto).

Suunnittelussa tulee huomioida myös mm. alapohjaan sijoitettavien putkijohtojen huollettavuus ja tarkastettavuus.

Alapohjan tiiveydelle voidaan asettaa erityisvaatimuksia esim. radonkaasun tai pilaantuneiden maiden esiintymisalueella tai kun alapohja on vedenpinnan lähellä tai sen alapuolella.

2.1.2 Täyttöjen ja lattiakuorman vaikutus suunnitteluun

Mitoituksellisesti pohjamaassa tapahtuvien muodonmuutosten tulisi olla lattian alla kuormituksessa palautuvia eli kimmoisia. Pohjamaan päälle tehtävät rakennetäytöt tulee tehdä mahdollisimman tiiviiksi. Tiiviin rakenteen muodonmuutokset ovat lattian käytön aikana tällöin mahdollisimman pieniä ja tasaisia eikä jälkitiivistymistä esiinny.

Hienorakeisilla (savi, siltti) tai eloperäisillä (turve) maalajeilla maanvaraisessa alapohjassa voi esiintyä pitkäaikaista haitallista painumaa. Painuma voi kestää kuukausista useisiin vuosiin. Maanvaraiset lattiat tulee lähtökohtaisesti suunnitella siten, ettei tällaista painumaa esiinny pohjamaassa. Muutoin lattia suositellaan suunniteltavaksi kantavana rakenteena tai paalutettuna laattana. Painuman ja perustamistavan arvioiminen kuuluu pohjarakennussuunnitteluun. Maapohjan ollessa kitkamaata (esim. hiekka, sora, moreeni) pohjamaan painuminen tapahtuu nopeasti ja suurelta osin rakennusvaiheessa ennen lattian käyttöönottoa.

Tärinä ja dynaamiset kuormat voivat aiheuttaa maan jälkitiivistymistä. Tiivistymisestä aiheutuvat lattian painumat korostuvat paksussa tai vaihtelevan tiiveysasteen täytössä sekä tietyissä täyttö- ja pohjamaalajeissa. Alapohjaan kohdistuvat epätasaiset muuttuvat kuormat voivat edesauttaa käytön aikaisten painumien syntymistä. Mikäli maanvaraisen alapohjan varaan asennetaan esim. raskaita koneita, jotka aiheuttavat tärinää ja dynaamisia kuormia, niiden vaikutus maapohjaan on aina tarkastettava erikseen. Erityisesti löyhässä ja tasarakeisessa maapohjassa tai pohjaveden ollessa ylhäällä voi tärinä ajan mittaan aiheuttaa painumia. Myös virtaava pohjavesi tai putkistojen vuotovedet voivat aiheuttaa hienaineksien huuhtoutumista ja painumaa.

2.1.3 Kuivatus ja kapillaarikatkokerros

Maanvaraiseen alapohjaan tulee rakentaa kuvatus- ja kosteusteknistä syistä ns. kapillaarikatkokerros, joka toimii myös salaojakerroksen omaisena kuivatustasona. Kerros tehdään sepelistä. Ohjekirjoissa yleisesti esitetty minimipaksuus kerrokselle on 200 mm. Tällöin kuitenkin sepelin tulisi olla pestyä. Kiviainesten saatavuuden takia suositeltavampi kerrospaksuus on 300 mm, jolloin voidaan käyttää pesemätöntä sepeliä. Sepelikerros toimii kapillaarikatkona mutta lisäksi alapohjaa kuivattava ja tuulettavana kerroksena. Sepelikerrokseen voidaan asentaa myös radonputkisto, joka alipaineistetaan koneellisesti. Radonputkisto toimii radonkaasujen poiston lisäksi alapohjan tuuletusta tehostavana järjestelmänä.

Sepelikerros voidaan rakentaa rakennusta ympäröivien salaojien ympärystäytöjen yhteyteen. Kallistamalla pohjamaa salaojien suuntaan tehostetaan veden ja kosteuden poistumista lattian alta.

Sepeli tulee tiivistää kuten muutkin lattian alustäyttökerrokset. Tekemällä ylin 50 mm sepelikerroksesta pienempijakoisella (esim. raekooltaan 5–16 mm:n) kiviaineksella saadaan kerroksen tiivistyvyys paremmaksi.

2.2 Maanvaraisen lattian alustäytön rakentamisen ohjeet

2.2.1 Perusmaa

Perusmaahan liittyviä rakentamisen ohjeita:

- Perusmaa ei saa sisältää humusta.
- Perusmaa ei saa jäätynyttä tai olla jäätynyt.
- Maanvaraiselle lattialle oltava häiriintymätön ja painumaton pohja.
- Perusmaan pinta on kallistettava salaojien suuntaan.
- Vettä keräävät kalliopainanteet puhdistetaan ja täytetään betonilla.
- Tarvittaessa perusmaan kantavuus varmistetaan tekemällä pudotuspainokokeet jo ensimmäisen täyttökerroksen päältä.

Perusmaan yhteydessä huomioitavia asioita

Täyttöalustan pinnasta on ennen täyttöä poistettava kaikki humuspitoinen aines ja mahdolliset kivet ja lohkareet. Alusta tulee tehdä mahdollisimman tasaiseksi ja homogeeniseksi.

Mikäli pohjamaa, jolle täyttö tehdään, on liian märkää, se löyhtyy ja pehmetessään vaikeuttaa tai estää alimpien täyttökerrosten tiivistymisen (tyypillisesti siltti, hieno hiekka, moreeni). Perusmaan vesi voi erottua ja nousta pintaan täytyksen aikana, jolloin maa tulee kuivata ennen työn jatkamista. Kuivatus voidaan tehdä odottamalla pohjamaan asettumista ja veden poistumista sekä tarvittaessa kuivattamalla pohja työnaikaisin salaojin tai pumppukuopin. Suodatinkangas estää pohjamaan ja täyttömateriaalin sekoittumista ja auttaa myös kuivattamaan pohjamaan pintaa. Suodatinkankaan päälle tehtävä ylimääräinen kuivatuskerros (esim. sorasta) auttaa tarvittaessa pohjamaan kuivattamista.

Alimman täyttökerroksen levityksen ja tiivistyksen jälkeen voidaan antaa maan rauhoittua ja huokosvedenpaineen perusmaassa tasaantua ennen työn jatkamista.

2.2.2 Täyttö ja tiivistys

Täyttötöyöhön liittyviä rakentamisohjeita:

- Täyttömateriaalit, ks. julkaisu RIL 132-2000, s. 54–55.
- Täytön alle asennetaan suodatinkangas, kun perusmaa on savea, silttiä tai moreenia (ks. RIL 132)
- Täyttömateriaalin on oltava routimatonta, sekarakeista louhetta tai mursketta (maksimiraekoko 2/3 tiivistettävän kerroksen paksuudesta).
- Täyttö ja tiivistys liian märällä alustalla nostaa veden pinnalle, löyhdyttää alustan ja estää alimman täyttökerroksen ja maapohjan tiivistymisen.
- Materiaalit on hyväksyttävä pohjarakennussuunnittelijalla. Materiaalien tulee olla tuotestestattuja, tai niiden kelpoisuus on osoitettava tarvittavin laadunvarmistuskokein.
- Tiiveyden tulee täyttää laatuluokan 1 vaatimustaso, jolloin pienin sallittu kantavuusmoduuli $E_1 > 50 \text{ MN/m}^2$, tai tiiveyden tulee täyttää laatuluokan 2 vaatimustaso, jolloin pienin sallittu kantavuusmoduuli $E_1 > 40 \text{ MN/m}^2$ (ks. kohta 4. *Betonin jälkihoito ja olosuhdehallinta*).
- Urakoitsijan on osoitettava kantavuus ja tiiveys levykuormitus- tai pudotuspainokokein, vähintään 1 koe/300–500 lattia- m^2 , tai pohjarakennussuunnittelijan ohjeen mukaan.

Salaojitus-/kapillaarikatkokerros täytön yläpinnassa

- Sepelikerroksen paksuuden tulee olla 200–300 mm, suositus 300 mm, jos sepeli ei ole pestyä.

- Sepeli on raekooltaan 6–32 mm lukuun ottamatta ylintä paksuudeltaan 50 mm:n kerrosta, jossa käytetään raekooltaan 5–16 mm:n sepeliä.
- Materiaalit on hyväksyttävä pohjarakennussuunnittelijalla.
- Täytön yläpinnan tasaisuus ja kallistukset varmistetaan vaaitsemalla koko valukenttä n. 3 m:n ruuduissa ennen eristeen asennusta.
- Tasaisuusvaatimus on ± 10 mm.
- Kantavuus ja tiiveysvaatimus ovat samat kuin varsinaisella täytöllä.

Kallistukset

- kallistus kaivoihin vähintään 1:80 (1,25 %, oltava myös taitteissa)
- kaivojen ympärillä 1,5 m:n säteellä 1:50 (2 %)
- käytetään vain teleskoopikaivoja

Lämmöneriste

- Rakennesuunnittelija määrittelee eristeen tarpeen, tyypin ja paksuuden.

Täytön ja tiivistyksen yhteydessä huomioitavia asioita:

Alustäytön materiaaliksi valitaan routimaton kalliomurske ($D_{100} \leq 100$ mm) tai sora-moreeni. Täytöjen materiaaleista tulee ennakolta selvittää rakeisuuskäyrät sekä radonaktiivisuus. Radonaktiivisuus ei saa ylittää luokan 1 radonaktiivisuutta.

Tiivistystyö tehdään täryjyrällä (RIL 132-2000). Louheen tapauksessa käytetään esim. traktori-vetoista täryjyrrä tai raskasta tärylevyä 80–150 kN.

Täyttömateriaali voi olla tiivistysominaisuuksiltaan heikkoa. Paras tiivistystulos saadaan maalajin ollessa ns. optimivesipitoisuudessa ja sekarakeista. Optimivesipitoisuudella tarkoitetaan sitä vesipitoisuutta, jolla maa laboratoriossa tehdyin kokein on tiiveimmillään. Vesipitoisuuden kasvaessa tai vähentyessä saavutettava tiiveys (kuivatiheys) pienenee. Tuotteistetut kantavan kerrokset tiivistysmateriaalit (esim. murske) ovat ominaisuuksiltaan parhaita tiivistymään, kunhan niissä on sopivasti kosteutta.

Talvityö

Talvella täytettä rakennettaessa on täyttömateriaalin laadulla ja ominaisuuksilla erittäin suuri merkitys lopputulokseen. Täyte ei saa sisältää lunta, jäätä eikä jäätyneitä maakimpaleita. Se ei saa myöskään sisältää runsaasti hienoaainesta, joka aiheuttaa maan paakkuuntumista jäätyessään.

Maan on oltava mahdollisimman kuivaa, koska talviolosuhteissa vedellä voi olla jäätyessään epäedullinen vaikutus maan tiivistymiseen.

Jäätyneen maapohjan varaan tehty täyttö todennäköisesti painuu alustan sulamisen jälkeen. Tämä voi tapahtua hitaasti lattiarakenteen eristävän vaikutuksen takia. Tällöin vauriot voivat ilmentyä vasta lattian valmistumisen jälkeen. Mikäli maapohja on routivaa (savi, siltti, moreeni), siinä on jäätyneen yhteydessä todennäköisesti tapahtunut routanousua. Maahan voi syntyä jäälinsejä, jotka ovat puhdasta vettä. Routineen maan sulaessa painuma aiheutuu ensin jäälinssien sulamisesta. Lisää painumaa aiheutuu, kun lattian päälle rakennettu täyttö puristaa sulamisessa pehmenneen pohjamaan kasaan. Tiivistyö joka on tehty jäätyneeseen maahan, jättää maan löyhään tilaan joka edesauttaa sekä painumista että lattian kokoonpuristumista lattiakuormien alla.

Jotta vältettäisiin jäätyneen alustan sulamisesta aiheutuvat ongelmat, jäätynyt alusta tulee suojata työn aikaisella routasuojauksella tai tekemällä lopullinen alustan kaivu vasta juuri ennen täyttöä ja tiivistystä.

Kallion onkaloihin ja syvänteisiin kertynyt vesi voi jäätyä. Jään päälle tiivistetty täyttö painuu, kun jää sulaa.

2.3 Kantavuus- ja tiiveysmittaukset, alusrakenteen kantavuustermiit

Alusrakenteen tiiveys ja kantavuus tulee määrittää lattian rakentamisen aikana kantavuusmittauksin. Kantavuus- ja tiiveysmittauksia tehdään pohjarakennesuunnittelijan esittämässä laajuudessa ja menetelmin. Suositeltava ja nopea mittaustapa on esim. ns. pudotuspainomittaus. Vanhempi, yleisesti käytetty menetelmä on levykuormituskoe, jonka käyttöä rajoittaa laitteiston liikuteltavuus raskaalla ajoneuvolla.

Kevyttä pudotuspainolaitetta (esim. ns. Loadman-laitte) voidaan käyttää sellaisissakin kohteissa, joihin muilla mittalaitteilla ei niiden koon asettamien rajoitusten vuoksi pääse. Mittauksessa laite asetetaan pystysuoraan mitattavalle pinnalle. Pudotusnapista painaen suoritetaan mittaukset. Tulos on luettavissa välittömästi.

Kevyt pudotuspainolaite soveltuu sekä sitomattomien (maa-aineskerrokset) että ohuiden sirottujen (esim. betoni, asfalttibetoni) rakenteiden ja rakennekerrosten kantavuusmittaukseen. Kevyellä pudotuspainolaitteella mittauksen vaikutussyvyys on n. 20–50 cm¹. Tätä paksummissa täyttökerroksissa tulee kantavuusmittauksia tehdä myös välikerroksista tai käyttää järeämpää mittauskalustoa (esim. levykuormituskoe, heavy loadman).

Kantavuusmoduuli E

Kantavuusmoduulilla E [MN/m²] tarkoitetaan kuormituksen aiheuttaman painuman perusteella laskettua alustan kantavuusarvoa. Kirjallisuudessa käytetään tästä myös esim. termejä kimmomoduuli tai E-moduuli. Kantavuusmoduuli kuvaa valmiin tiivistetyn maakerroksen pinnasta arvioitua, alla olevan kerrosrakenteen palautuvaa muodonmuutosominaisuutta. Moduulin laskenta perustuu kimmoteoriaan ja Hooken lakiin. Maamateriaalien osalta materiaalien kokoonpuristumisominaisuudet riippuvat myös sivuttaisesta muodonmuutoksesta, jota kuvataan Poissonin luvulla. Kantavuusmoduuli voidaan mitoituksen lähtötiedoksi arvioida myös kirjallisuusarvoilla.

Yksinkertaistettuna kantavuusmoduuli kuvaa maapohjan tiiveyttä ja siirtymäominaisuutta kuorman alla: mitä suurempi kantavuusmoduulin arvo on, sitä kantavampi, tiiviimpi ja vähemmän painuva pohja on. Kohdistamalla valmiin kerroksen pintaan tunnettu kuorma ja mittaamalla kuorman aiheuttama välitön muodonmuutos (painuma) kuormituslevyn alla, saadaan tämä jännityksen ja painuman vuorosuhde. Tekemällä mittaus useasti samasta paikasta saadaan korkeampia arvoja (johtuen maan pienestä tiivistymisestä), joista suurin on maksimimuodonmuutosmoduuli E_{max}. Kantavuusmoduuli voidaan myös laskea maamateriaaleille tehtyjen laboratorio-kokeiden perusteella, mutta tällainen testaus on hyvin harvinaista (edellyttää mm. kolmiakselikokeita).

Kantavuusmoduuli lasketaan yleisesti kaavalla

$E = 1,5 \cdot p \cdot a / s$ (= levykuormitus- tai Loadman-laitteen laskentakaava), jossa

E on kantavuusmoduuli, MN/m²

p on jännitys kosketuspinnassa = $P / (\pi \cdot a^2)$, N/m²

P on maksimikuormitus, N

a on kuormituspinnan säde, mm

s on mitattu maksimipainuma, mm

Tiiviyssuhteella r tarkoitetaan samasta pisteestä eri mittauskerroilla laskettua kantavuusmoduulin suhdetta

$$E_{\max}/E_1^1.$$

Alustaluku

Kantavuusmoduulin lisäksi lattian pohjan mitoituksessa käytetään termiä alustaluku k [MN/m³]. Kantavuusmoduulilla ja alustaluvulla kuvataan likipitään samaa asiaa, mutta niiden taustalla on erilaiset teorit. Useat lattioiden mitoitusohjelmat tarvitsevat lähtöarvoksi alustaluvun. Alustaluku perustuu alustalukuteorioihin, joissa alustaa kuvataan tyypillisesti kimmoisilla jousilla. Tarkan alustaluvun ratkaisu on vaikeaa, koska sen laskemiseksi ei ole yleensä riittävän tarkkoja lähtötietoja ja tutkimuksia pohjamaasta ja täyttömateriaaleista (vaatii esim. kolmiakselikokeita). Lisäksi alustaluku kuten kantavuusmoduulikin on jännitystilariippuvainen.

Alustaluku lasketaan tai arvioidaan usein likimääräisillä kaavoilla ja taulukkoarvoilla. Alustaluvun tarkka arvo ei ole kovin ratkaiseva lattiasuunnittelun kannalta, jolloin likimääräisiä arvoja käytetään yleisesti lattian mitoituksessa. Eräiden ohjeiden mukaan 50 %:n virhe alustaluvussa aiheuttaa 5 %:n virheen laatan mitoituksessa². Tällöin lähtötietojen puuttuessa voidaan valita materiaaliarvojen vaihteluvälin pienin arvo lattian mitoitukseen (esim. By45, Betonilattiat, 2002, kohta 2.3.4.3.1). Mitoituksessa on muistettava millä tarkkuudella alustaluku on lähtötietoihin saatu ja huomioitava se lopullista lattialaatan paksuutta määriteltäessä.

Kerroksellisessa rakenteessa alustaluku k voidaan laskea likimääräisesti eri maakerrosten kantavuusmoduuleilla kaavalla³:

$$k = 1/(h_1/E_1 + h_2/E_2 + \dots + 1/k_m), \text{ jossa}$$

h_i on alustan osakerroksen i paksuus

E_i on alustan osakerroksen i kantavuusmoduuli (arvioitu kirjallisuudesta tai mitattu esim. Loadman-laitteella)

$k_{m\text{ on}}$ perusmaan alustaluku (saadaan myös mittaamalla työmaalla esim. Loadman-laitteella, kaavasta $k_m = p/s$)

Perusmaalla tarkoitetaan tällöin häiriintymätöntä pohjamaata tai vähintään 1 m:n paksuista tiivistettyä täyttöä. Perusmaan alustaluku voidaan määrittää tekemällä maan pinnasta tiiveyskoe (esim. Loadman-laitteella). Alustaluku saadaan yksinkertaisesti jakamalla levyyn kohdistuva paine p mitatulla painumalla s .

Mikäli maanvaraisen lattian alle tulee muovipohjainen lämmöneriste (esim. EPS, XPS), eristerakroksen kantavuusmoduuli ja alustaluku ovat huomattavasti alhaisempia kuin tiivistettyjen maakerroksien (n. 10–50 % tiiviin maan arvoista) ja eristeen pinnasta arvioitu alustaluku tai moduuli on määräävä lattiarakenteen betonilaatan mitoituksessa.

Viitteet

¹ PANK-9001, Kantavuuden mittaus, LOADMAN PANK ry / Laboratoritoimikunta, 2002

² Guidance for the Design of Steel-Fibre-Reinforced Concrete. Technical Report 63. The Concrete Society 2007

³ Suomen Betoniyhdistys, BY 45, Betonilattiat, 2002

3. Raudoitteet

3. Raudoitteet	49
3.1 Yleistä	51
3.2 Raudoitusdetaljit.....	51

3. Raudoitteet

3.1 Yleistä

- Betonipeitteen vähimmäisarvo määräytyy rasitusluokista. Lisäksi on huomioitava sallittu mittapoikkeama $\pm 10\text{mm}$, joka lisätään vähimmäisarvoon. Näin ollen saadaan nimellisarvo, jota käytetään. (By50 taulukko 2.17)
- Maata vasten valettaessa betonipeitteen nimellisarvo on 50 mm.
- Raudoituksen suositeltava minimihalkaisija on 8 mm. Halkaisijaltaan alle 8 mm raudoituksen tuenta on ongelmallista.
- Raudoituksen tuennassa suositellaan käytettäväksi jatkuvaa tankovälikettä k 750 mm.
- Peräkkäiset tankovälikkeet suositellaan limitettäväksi n. 200 mm.
- Jos laatan kantavuus on tärkeää, voidaan rauditus sijoittaa korkeintaan kolmannespaksuuden päähän laatan alapinnasta.
- Jos taas yläpinnan halkeamakokoa halutaan pienentää, voidaan rauditus sijoittaa korkeintaan kolmannespaksuuden päähän laatan yläpinnasta.
- Alle 120 mm:n laattaan ei pidä laittaa kahta raudituskerrosta.

3.2 Rauditusdetaljit

Liitteenä maanvaraisen laatan rauditusdetaljeja:

Liite 1. Lisärauditus pilarin ympärillä

Liite 2. Lisärauditus ulkonurkassa

Liite 3. Lisärauditus sisänurkassa

Liite 4. Lisärauditus seinän päässä

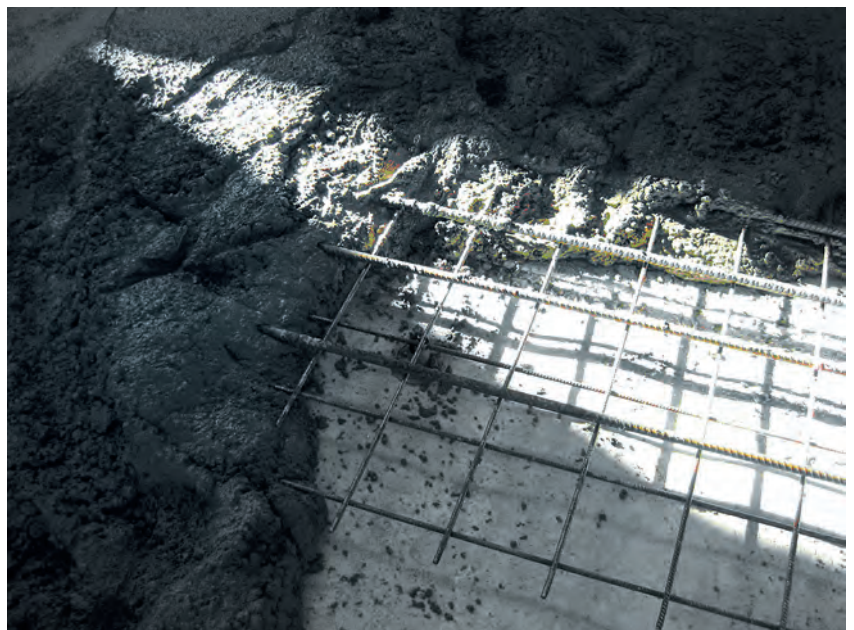
Liite 5. Lisärauditus pilasterin ympärillä

Liite 6. Lisärauditus kaivon ympärillä

Liite 7. Vaakateräksen sijainti

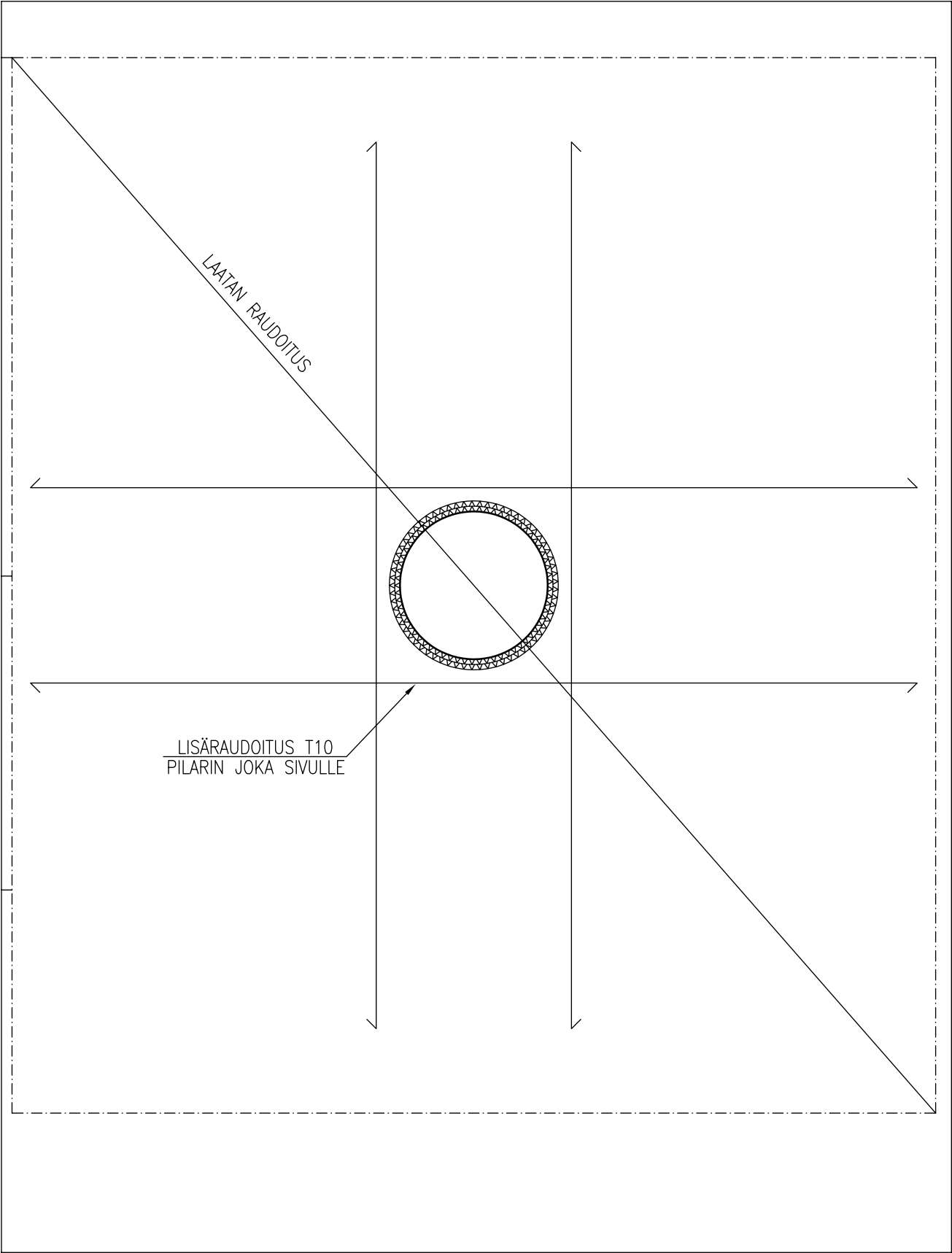
Liite 8. Raudoituksen tuenta

Liite 9. Irrotus rakenteista

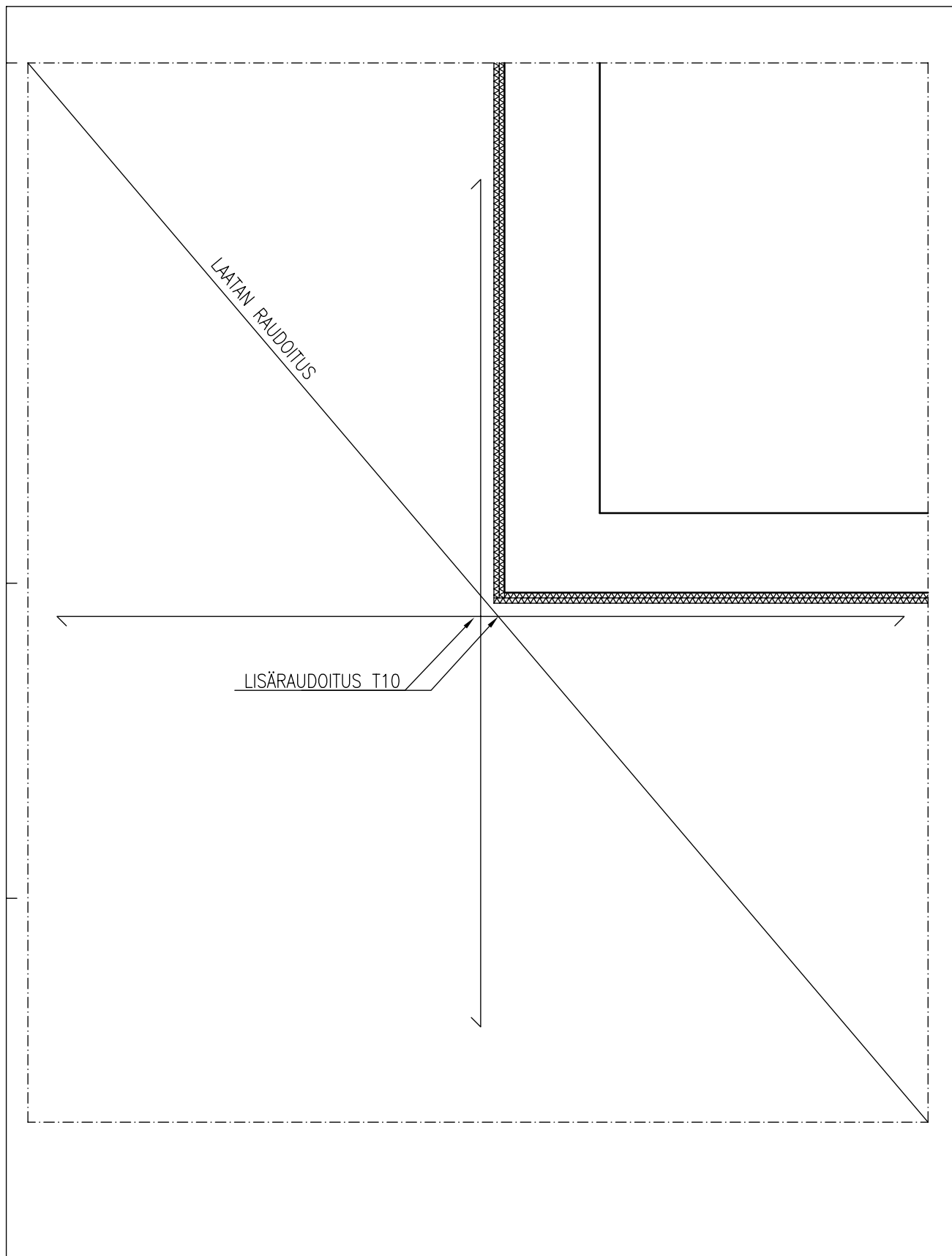


Kuva 29. Maanvaraisen lattian raudoitteita

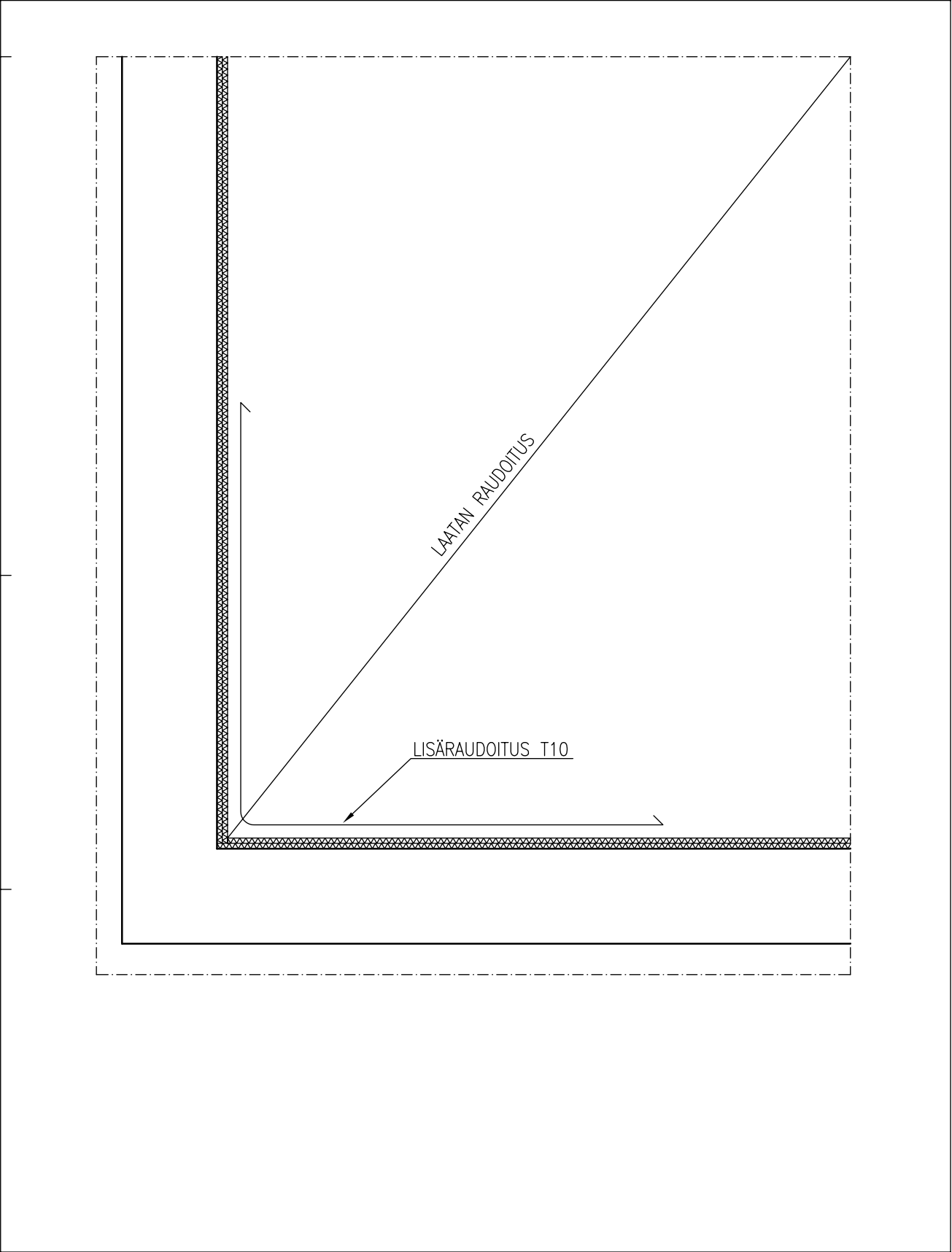
	Työn nro		LIITE 1
	Päiväys	Tekijä	
Rakennuskohde	Sisältö		
OHJE	MAANVARAISEN LAATAN LISÄRAUDOITUS PILARIN YMPÄRILLÄ		



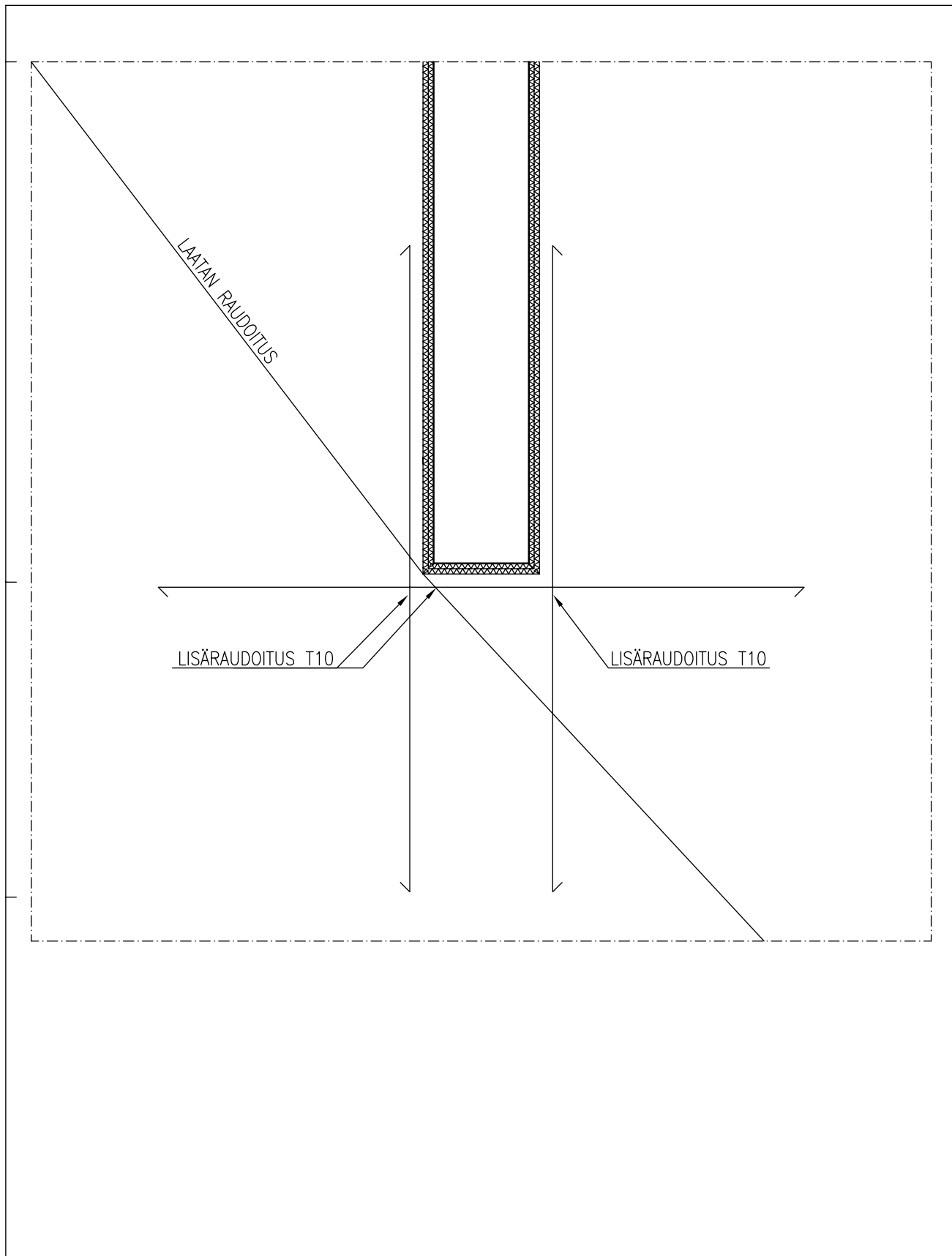
	Työn nro		LIITE 2
	Päiväys	Tekijä	
Rakennuskohde OHJE	Sisältö MAANVARAISEN LAATAN LISÄRAUDOITUS ULKONURKASSA		



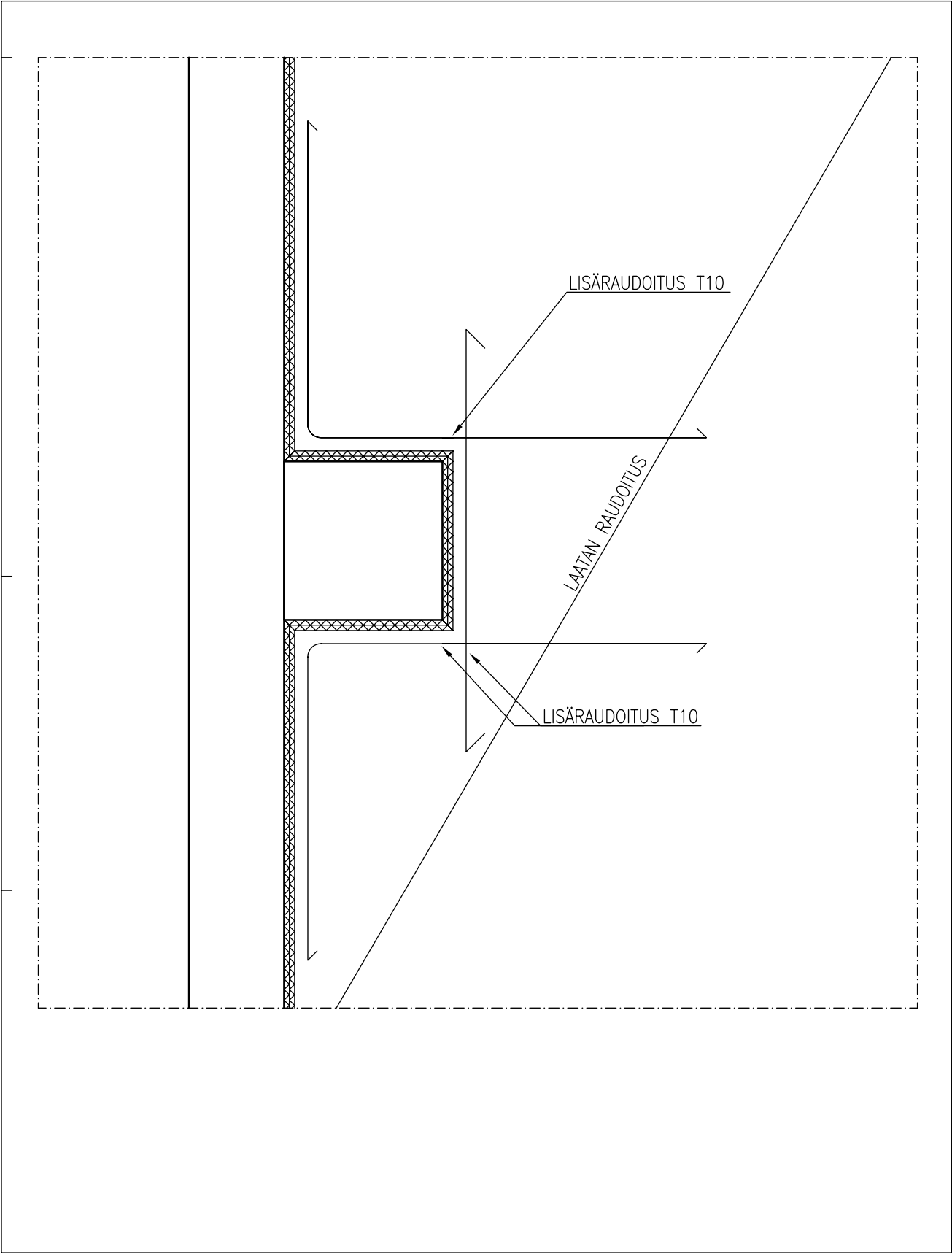
	Työn nro		LIITE 3
	Päiväys	Tekijä	
Rakennuskohde	Sisältö		
OHJE	MAANVARAISEN LAATAN LISÄRAUDOITUS SISÄNURKASSA		



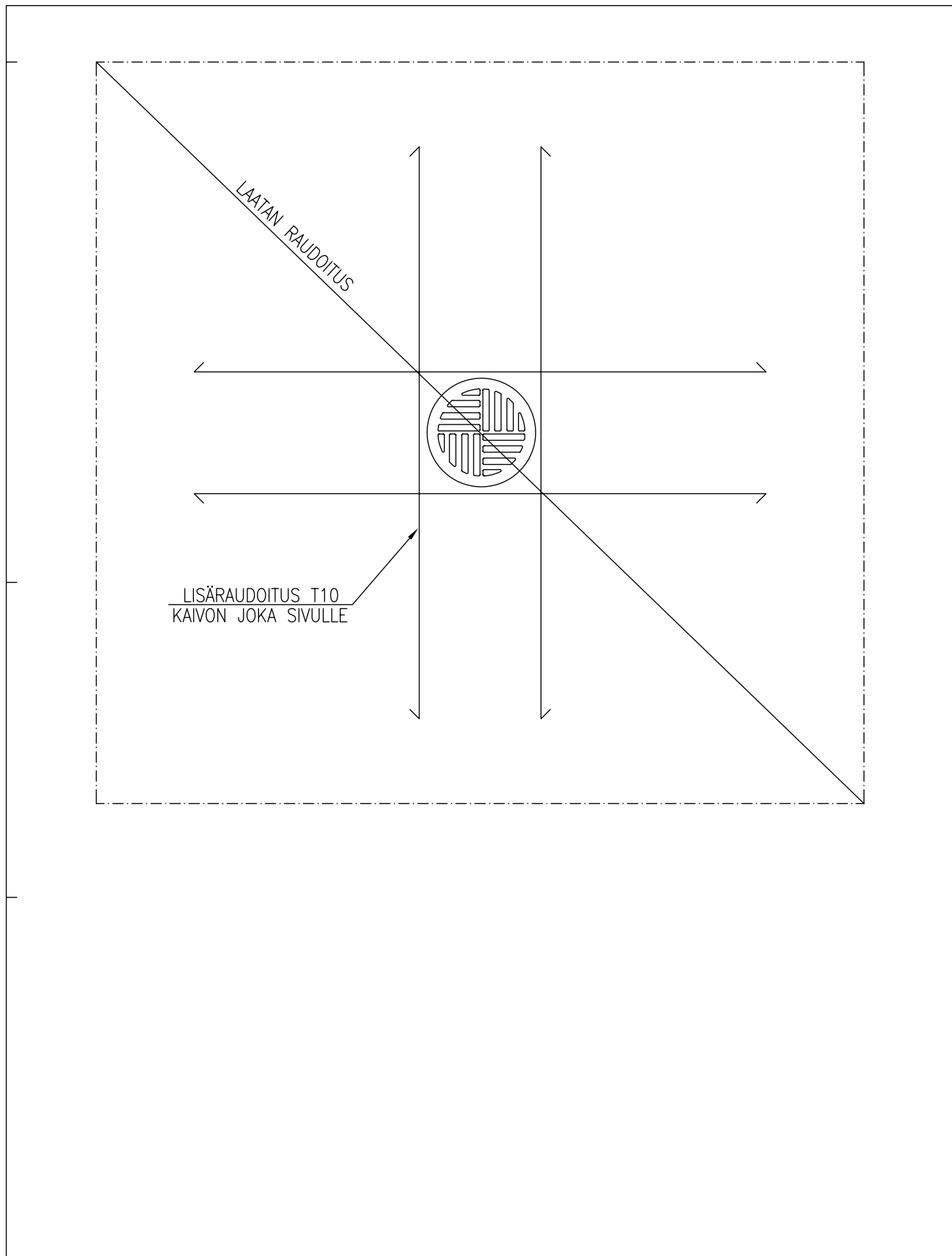
	Työn nro		LIITE 4
	Päiväys	Tekijä	
Rakennuskohde	Sisältö		
OHJE	MAANVARAISEN LAATAN LISÄRAUDOITUS SEINÄN PÄÄSSÄ		



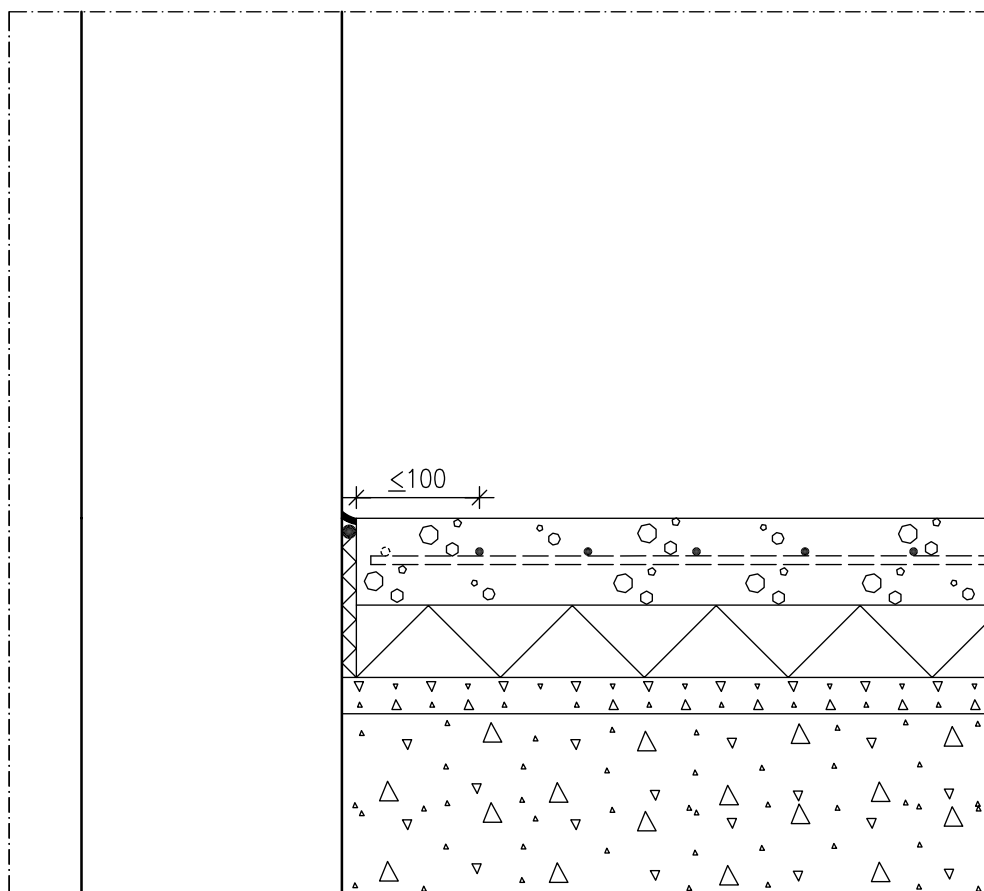
	Työn nro		LIITE 5
	Päiväys	Tekijä	
Rakennuskohde OHJE	Sisältö MAANVARAISEN LAATAN LISÄRAUDOITUS PILASTERIN YMPÄRILLÄ		



	Työn nro		LIITE 6
	Päiväys	Tekijä	
Rakennuskohde	Sisältö		
OHJE	MAANVARAISEN LAATAN LISÄRAUDOITUS KAIVON YMPÄRILLÄ		



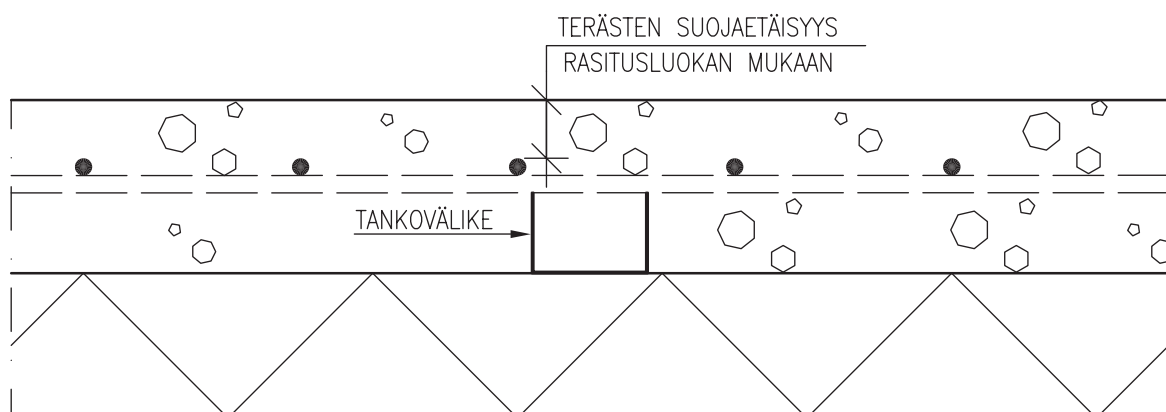
	Työn nro		LIITE 7
	Päiväys	Tekijä	
Rakennuskohde	Sisältö		
OHJE	MAANVARAISEN LAATAN VAAKATERÄKSEN SIJAINTI		



TOTEUTUS- JA SUUNNITTELUOHJEET:

- Vaakateräksen sijainti ei saa ylittää yli 100mm laatan raunasta
- Jos vaakateräs ylittää 100mm, lisätään raunaan irtoteräs

Suunnittelija	Työn nro		LIITE 8
	Päiväys	Tekijä	
Rakennuskohde	Sisältö RAUDOITUKSEN TUENTA		

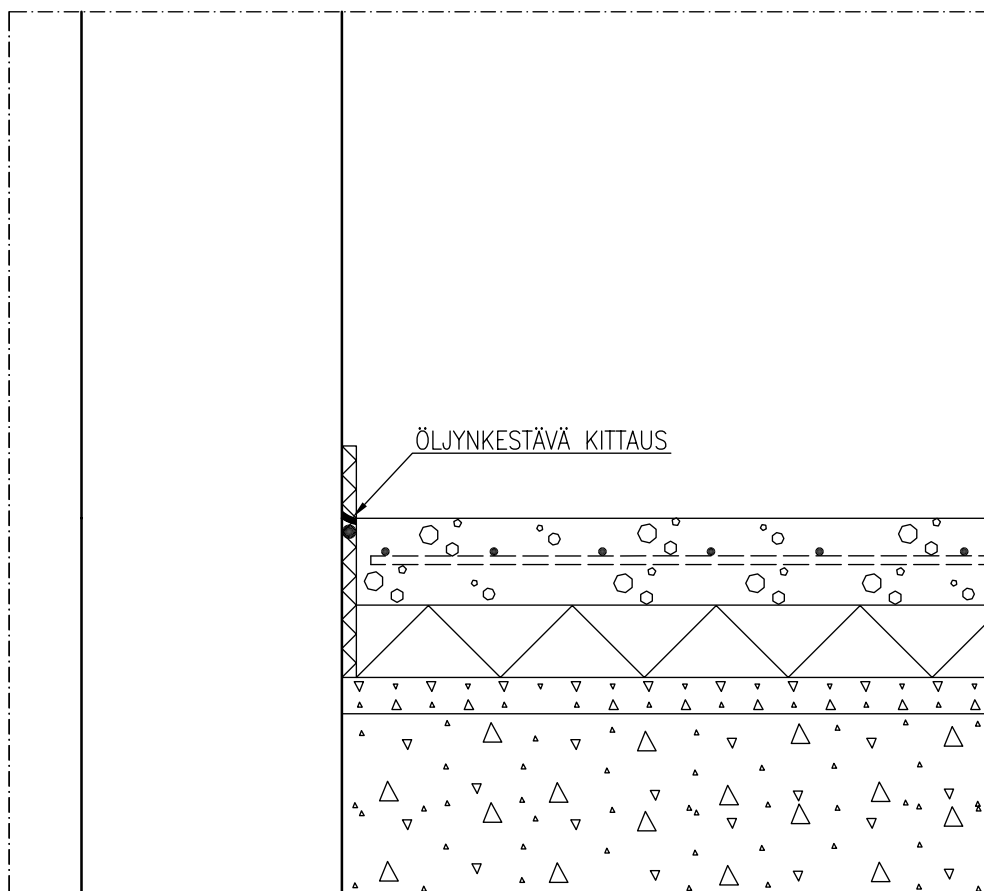


TOTEUTUS- JA SUUNNITTELUOHJEET:

- Tankovälikeen koko valitaan laatan paksuuden ja rasitusluokkien mukaan
- Tankovälikeet jatkuvia K750
- Peräkkäiset limitetään 200mm



	Työn nro		LIITE 9
	Päiväys	Tekijä	
Rakennuskohde	Sisältö		
OHJE	MAANVARAISEN LAATAN IRROTUS RAKENTEISTA		



TOTEUTUS- JA SUUNNITTELUOHJEET:

- Irrotuskaista esim. Thermolon 20mm, (valualueen ulkokehällä 10mm), Korkeus n. 250mm, kiinnitys esim. alumiinilyöntiniitein.
- Valmiissa lattiassa yläreuna leikataan siten, että kittaus voidaan suorittaa.

4.

Betonin jälkihoito ja olosuhdehallinta

4. Betonin jälkihoito ja olosuhdehallinta	61
4.1 Betonoinnin aikana vaikuttavat olosuhdetekijät.....	63
4.1.1 Valualustan ja ilman lämpötila	63
4.1.2 Ilman kosteuspitoisuus ja tuuli.....	63
4.1.3 Alustan kosteuspitoisuus, puhtaus ja lujuus	64
4.2 Olosuhteiden vaikutus kovettuvaan betonilattiaan	65
4.2.1 Betonin lujuuden kehittyminen.....	65
4.2.2 Betonilattian kuivuminen ja kutistuminen	65
4.3 Jälkihoito	66
4.3.1 Varhaisjälkihoito	66
4.3.2 Varsinainen jälkihoito	66

4.1 Betonoinnin aikana vaikuttavat olosuhdetekijät

Suomen ilmastossa betonirakenteita joudutaan usein rakentamaan olosuhteissa, joissa riskit laadulliseen epäonnistumiseen ovat suuret. Säästäminen suojaus- ja lämmityskuluissa sekä liian tiukaksi kiirehditty aikataulu voivat kostautua lattian huonolla laadulla ja korkeilla korjauskustannuksilla. Betonityön olosuhteisiin on syytä kiinnittää huomiota betonoinnin aikana sekä sitä seuraavan jälkihoidon suorittamisessa.

4.1.1 Valualustan ja ilman lämpötila

Lattia on rakenteena ohut, ja siinä on paljon ympäröivän ilman ja valualustan kanssa kosketuksissa olevaa pinta-alaa. Kun valutila ja alusta ovat betonimassaa kylmempiä, myös betonimassa jäähtyy nopeasti. Betonin sitoutumisnopeus on suoraan riippuvainen sen lämpötilasta: mitä matalampi lämpötila, sitä hitaammin betoni sitoutuu. Samalla hiertoaika viivästyy ja betonin pinta on pidemmän aikaa altis plastiselle varhaisvaiheen halkeilulle.

Valualustan lämpötila on ongelmallinen maanvaraisissa lattioissa sekä ontelolaatan päälle valettavissa pintabetonilattioissa. Kylmä alusta jäädyttää tuoreen betonikerroksen alaosan nopeasti. Mikäli valutilan lämpötila on korkeampi kuin alustan, valetun betonikerroksen lämpötila on pinnastaan korkeampi kuin alaosaan. Saattaa syntyä tilanne, jossa betonin pintaosa on hiertovalmis, mutta alaosan sitoutuminen on kylmyyden vuoksi hidastunut niin, ettei lattia kokonaisuudessaan kannu. Vaarana on, että betonipinta repeilee tällöin hiekkakoneen painon vaikutuksesta. Hitaammin sitoutuva alaosa voi myös erottaa betonimassasta vettä, kun yläosa on jo hierretty. Alaosasta nouseva vesi voi muodostaa koholla olevia ”kuplia” hierrettyyn betonipintaan. Mikäli hierto joudutaan tekemään pinnalle, jolle nousee vielä vettä massasta, pinnasta tulee heikko ja helposti pölyävä.

Sementti vapauttaa sitoutuessaan lämpöä. Jos valutilan lämpötila on kovin alhainen, etenkin massiivisissa rakenteissa, kuten holveissa, voi syntyä tilanne, jossa rakenteen sisäosan lämpötila on sementin tuottaman hydrataatiolämmön takia huomattavasti rakenteen pinnan lämpötilaa korkeampi. Betonin lämpötilan muuttuessa tapahtuu betonissa tilavuudenmuutos, jota kutsutaan lämpömuodonmuutokseksi. Lämpömuodonmuutos aiheuttaa sen, että rakenteen pinta supistuu eri vaiheessa kuin sisäosa, jolloin lämpöjännitykset kasvavat suureksi. Nämä jännitykset voivat aiheuttaa rakenteen halkeamisen. Onkin syytä varmistaa, että valutilan lämpötila on riittävän tasainen ja korkea. Tarvittaessa käytetään lisälämmittimiä. Myös sementin hydrataation tuottaman lämmön määrään voidaan vaikuttaa valitsemalla oikea sideainekoostumus. Sementeistä SR- ja yleissementit tuottavat vähiten hydrataatiolämpöä, kun taas rapid- ja pikasementtejä kannattaa välttää massiivisissa rakenteissa. Osa sementistä voidaan korvata kuonajauheella tai lentotuhkalla, joiden hydrataatiolämpö on sementtejä huomattavasti alhaisempi.

Sideainekoostumuksen lisäksi betonin koostumuksesta on hyvä huomioida notkistuksen vaikutus eri valulämpötiloissa. Notkistin hidastaa sitoutumisen alkamisajankohtaa, ja tämä ominaisuus vahvistuu lämpötilan laskiessa.

Ongelmaksi se voi muodostua etenkin silloin, jos betonin notkeus muuttuu eri kuormien välillä. Silloin sitoutumisen alkamisajankohta vaihtelee lattian eri osissa ja oikean hiertoajankohdan määrittely vaikeutuu.

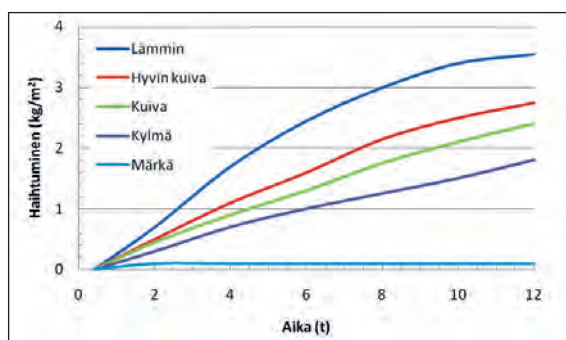
Ennen lämmityksen aloittamista on tärkeää sulkea ovi- ja ikkuna-aukot. Etenkin alustan lämmittäminen on aloitettava hyvissä ajoin. Valun reuna-alueilla on pyrittävä suojaamaan mahdolliset kylmäsillat. Betonoinnin aikana on syytä huomioida lämmittimien suuntaaminen: kuumaa ilmaa ei saa puhaltaa suoraan lattiapintaan, vaan tilaa on lämmitettävä tasaisesti. Lämpimissä olosuhteissa ulkovaluissa on huomioitava auringon säteilyn lämmittävä vaikutus ja varjokohdat.

Etenkin keväisin lämpötilaero auringon ja varjon välillä voi olla hyvinkin suuri, mikä aiheuttaa eriaikaisen sitoutumisen. Tämä puolestaan hankaloittaa hierron oikea-aikaista suoritusta.

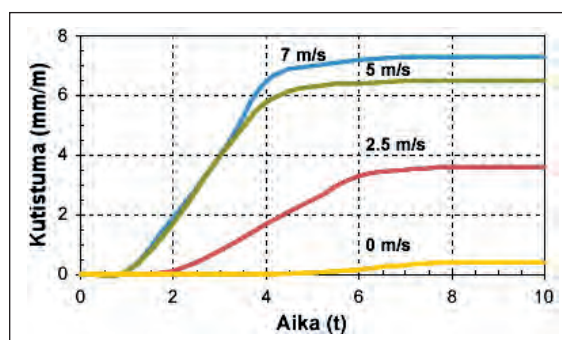
4.1.2 Ilman kosteuspitoisuus ja tuuli

Ilman kosteuspitoisuudella on suuri vaikutus betonipinnalta haihtuvan veden määrään ja haihtumisnopeuteen. Runsas veden haihtuminen johtaa aina plastiseen halkeiluun. Runsainta veden haihtuminen on talvisin sisätiloissa, jolloin suhteellinen kosteus voi olla alle 20 %. Myös kevätkesän lämpiminä päivinä ilman suhteellinen kosteus voi laskea hälyttävän alas. Kuiva ilma ja auringonpaiste aiheuttavat lähes aina betonipinnan halkeilua, ellei käytetä varhaisjälkihoitoa, joka tulee aloittaa heti pinnan perusoikaisun jälkeen. Tämän vuoksi valutilan suhteellisen kosteuden seuraaminen tulisi kuulua rutiinitoimenpiteisiin. Ilman riittävää jälkihoitoa betonin pinta voi ”korputtua” ennen valun alaosan sitoutumista. Tuloksena on heikosti hierrettävä pinta, johon saattaa nousta vesirakkuloita valun alaosasta erottuvasta vedestä.

Tuuli kiihdyttää vedenhaihtumista betonilattian pinnalta. Sisätiloissa valutila voidaan yleensä suojata tuulelta peittämällä kaikki ovi- ja ikkuna-aukot. Ulkotiloissa ainoa keino suojautua tuulen kuivaavalta vaikutukselta on levittää riittävä kerros jälkihoitoainetta heti pinnan oikaisun jälkeen.



Kuva 30. Kylmä = +5 °C/RH 40 %, Lämmin = +30 °C/RH 40 %, Hyvin kuiva = +20 °C/RH 40 %, Märkä = +20 °C/RH 100 %, Kuiva = +20 °C/RH 70 %



Kuva 31. Tuuli lisää veden haihtumista betonipinnalta ja kasvattaa varhaisvaiheen kutistumaa selvästi.

4.1.3 Alustan kosteuspitoisuus, puhtaus ja lujuus

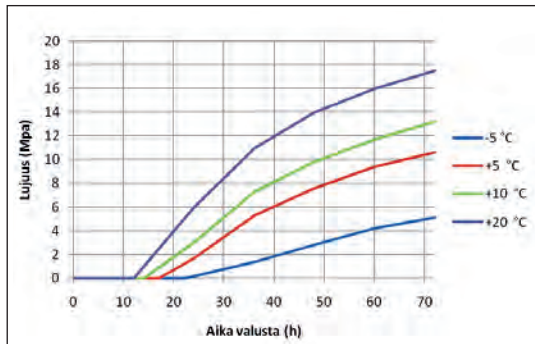
Kiinnitetyissä pinalattoissa valualustan kosteudella on suuri merkitys pintavalun kiinnittymiseen alustaansa. Mikäli alusta on liian kuiva, se imee vastavaletusta betonista kosteutta, jolloin betoni sitoutumiseen tarvittava vesi vähenee eikä betoni siten saavuta täyttä lujuuttaan. Lisäksi voimakas veden poistuminen betonin huokosista aiheuttaa plastista halkeilua. Paraskaan jälkihoito ei auta silloin, kun vesi imeytyy alustaansa. Alustan pinnan tulisi olla valun alkaessa kauttaaltaan märkä, mutta pinnalla ei pidä olla irtovettä. Kevyt kastelu on syytä aloittaa jo useampi päivä ennen valua. Parhaan tartunnan saamiseksi suositellaan koneellista sementtilaastiharjausta.

Pinalattioiden osalta myös valualustan puhtaudella on suuri merkitys lattian kiinnittymiseen alustaansa. Lika, kuten esim. ontelolaattojen sahausliete, on poistettava ennen valua harjaamalla tai imuroimalla. Jos valualustan pinta on heikko, kerros on poistettava hionnalla, jyrseillä tai sinkopuhalluksella.

4.2 Olosuhteiden vaikutus kovettuvaan betonilattiaan

4.2.1 Betonin lujuuden kehittyminen

Betonin lujuudenkehitys on suhteessa kovettumisen aikaiseen lämpötilaan. Betonin sitoutuminen hidastuu lämpötilan laskiessa.



Kuva 32. 260 mm paksun välipohjan lujuudenkehitys laatan keskiosassa eri ympäristön lämpötiloissa. Betonimassa C25/30 #16 mm S3.

Betonin vetolujuus kehittyy hitaammin kuin puristuslujuus. Tämän vuoksi pistemäisen kuorman aiheuttama halkeiluriski laatan alareunalle on otettava huomioon asetettaessa kuormia tuoreelle betonilaatalle. Vetokuormituskestävyys heikkenee pysyvästi ko. kohdassa ja voi siten alkaa haljeta edelleen betonin kuivumiskutistuman myötä. Jos lattiaa on tarve kuormittaa pian betonoinnin jälkeen, betonin kuormituskestävyys on aina varmistettava lämpötilamittauksiin perustuvien lujuudenkehityslaskelmin.

4.2.2 Betonilattian kuivuminen ja kutistuminen

Kosteissa ja viileissä olosuhteissa betonin kuivuminen samoin kuin kuivumiskutistuminen hidastuvat. Usein lämpötilaa joudutaan nostamaan nopeasti kuivumisen nopeuttamiseksi ja rakentamisen aikataulussa pysymiseksi. Betonilattian pinta kuivuu tällöin nopeasti ja samalla kutistuminen voimistuu. Laatan yläpinta kuivuu tavallisesti nopeammin kuin alapinta. Suhteellisen kosteuspitoisuuden ero laatan ylä- ja alapinnassa voi helposti olla 15–20 %. Kun laatan yläpinta kutistuu nopeammin kuin alapinta, syntyy jännityksiä, jotka käyristävät laattaa reuna-alueiltaan. Kun laatan päälle asetetaan kuorma, ylös käpristyneet reunat taipuvat ja saattavat haljeta taivutuskohdastaan. Käyristymisen aiheuttamat halkeamat lisääntyvät, mitä enemmän rakenteessa on liikuntasauvoja.

Betonilattian kuivaamistoimenpiteet voidaan aloittaa, kun riittävä jälkihoitoaika on kulunut. Tällöin betoni on saavuttanut riittävän lujuuden ja kestää kuivumisen aiheuttamat kutistumavoimat. Kuivumisen aikaisella olosuhdehallinnalla voidaan vaikuttaa betonin päällystämisaikaan ja siten koko rakennusprojektin aikatauluun.

4.3 Jälkihoito

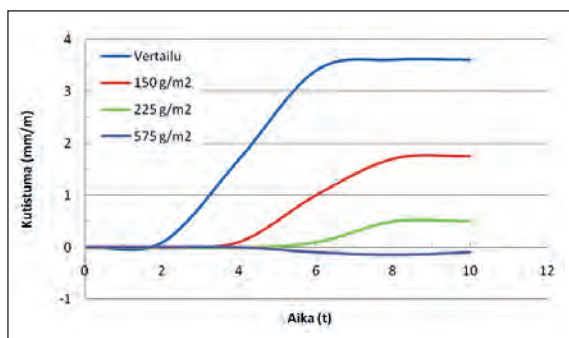
Jälkihoidon tarkoituksena on estää betonipinnan liian varhainen kuivuminen. Oikealla ja huolellisella jälkihoidolla voidaan vaikuttaa pinnan lujuuteen, kulutuskestävyyteen, tiiviyyteen ja pölyävyyteen, alustaan tarttuvuuteen, päällystettävyyteen ja halkeiluriskiin. Betonilattiatöiden osalta tulee tehdä jälkihoitosuunnitelma, jossa otetaan huomioon kyseisen kohteen ominaisuudet sekä valuolosuhteet. Tärkeää on myös määritellä tuoreelle rakenteelle sallittu kuormitus. Lisäksi sovi- taan toimenpiteiden vastuuhenkilöt ja työn valvonta. Jälkihoitosuunnitelma on kätevää laatia be- tonilattiatöiden aloituspalaverin yhteydessä. Samoin jokaisen valukerran jälkeen olosuhteet ja jälkihoitotoimenpiteet tulee dokumentoida betonoimispäiväkirjaan.

Betonilattiatöiden jälkihoito voidaan ajallisesti jakaa kahteen vaiheeseen: varhaisjälkihoitoon, joka tehdään heti pinnan oikaisun jälkeen, sekä varsinaiseen jälkihoitoon, joka tehdään pinnan hiertämisen jälkeen.

Jälkihoidolla ei voida pienentää betonin kuivumiskutistumista, mutta samalla kun jälkihoito lopetetaan, kuivumiskutistuminen käynnistyy. Halkeilun kannalta erityisesti lattioissa on tärkeää, että betonilla on riittävästi vetolujuutta vastaanottamaan kuivumisesta ja kutistumisesta aiheutu- via voimia ja jännityksiä. Betonin varhaisvaiheen kutistuminen – ns. plastinen kutistuminen – es- tetään tehokkaalla jälkihoidolla siten, ettei betonista pääse poistumaan kosteutta.

4.3.1 Varhaisjälkihoito

Varhaisjälkihoidon merkitys korostuu silloin, kun valutilan ilman virtausnopeus on suuri, suhteel- linen kosteuspitoisuus on alhainen ja kun ilman tai betonipinnan lämpötila on korkea. Tällöin ve- denhaihtuminen betonipinnalta on hyvin voimakasta. Betonilaaduista voimakkaasti notkistetut, säänkestävät sekä korkealujuuksiset betonit vaativat yleensä varhaisjälkihoitoa niiden vähäisen vedenerottumisominaisuuden johdosta. Varhaisjälkihoito on kätevintä tehdä sumuttamalla be- tonipinnalle riittävästi varhaisjälkihoitoainetta.



Kuva 33. Betonipinnan plastinen kutistuma erisuurui- silla varhaisjälkihoitoaineen ruiskutusmäärillä, tuulen nopeus 2,5 m/s, lämpötila +20 °C, suhteellinen kosteus 40 %.

Pinta voidaan myös pitää kosteana vettä sumuttamalla. Vesi kuitenkin haihtuu pian, joten työ pi- tää toistaa tasaisin väliajoin. Toisaalta liian voimakas vesisumutus tekee pinnasta heikon ja pölyä- vän. Myös muovia voidaan käyttää, mutta se on taas poistettava pinnan hierron ajaksi.

4.3.2 Varsinainen jälkihoito

Tasaisesti koko valualueelle viimeisen hiertokerran yhteydessä sumutettu riittävän suuri jälkihoi- toainemäärä on yleensä riittävän tehokas jälkihoitotapa. Betonipinnalle sumutettavaa jälkihoito-

määrää arvioitaessa tulee ottaa huomioon ilmavirtausten mukana valualueen ulkopuolelle kulkeutuva ainemäärä. Jälkihoitoaineen käytössä noudatetaan ensisijaisesti tuotteen käyttöohjeita. Sumutettavan jälkihoitoaineen valinnassa tulee ottaa huomioon sen soveltuvuus kyseiseen käyttökohteeseen. Jälkihoitoaineen tehokkuutta voidaan tarvittaessa parantaa toistamalla käsittely seuraavana aamuna sumuttamalla tai telaamalla toinen kerros jälkihoitoainetta betonipinnalle. Jälkihoitoaineet tulee poistaa betonipinnalta jälkihoitoajan päätyamisen jälkeen pinnan voimakkaalla harjauksella, hionnalla tai sinkopuhdistuksella.

Voimakkaasti kuivattavissa olosuhteissa pelkkä jälkihoitoaineen käyttäminen ei kuitenkaan riitä. Jälkihoito voidaan silloin tehdä suojaamalla betonipinta heti pinnan viimeistelyn jälkeen muovilla. Usein se ei kuitenkaan ole mahdollista pinnan vaurioitumisen takia, ja muovin levitetäänkin vasta valua seuraavana aamuna. Tässä tapauksessa jälkihoito on syytä aloittaa heti valun jälkeen joko jälkihoitoaineen tai veden sumuttamisella lattian pintaan. Muovia käytettäessä tulee estää tuulen pääsy muovin alle tiiviiksi teipattujen saumojen tai riittävien limityksien sekä painojen avulla. Betonipinta tulee pitää kosteana muovin alla. Jos pinta pääsee kuivumaan, se on kasteltava ja peitettävä uudelleen. Tämän vuoksi kastelu ja muovilla peittäminen ovat työläitä jälkihoitomenetelmiä. Muovin sijasta voidaan käyttää suodatinkangasta, jota kastellaan päältä päin. Kasteltava kangas varmistaa tasaisen kosteuden koko jälkihoitoalalle, mutta toisaalta jatkuvasti lattiaan imeytettävä vesi pidentää rakenteen kuivumisaikaa. Tämä ei ole toivottavaa, mikäli lattia päällystetään tai pinnoitetaan myöhemmin.

Lämpötilan on oltava lattian pinnassa vähintään +5 °C koko jälkihoitoajan. Paksuissa laattarakenteissa laatan ydinosa ja pinnan välinen lämpötilaero tulee tarvittaessa rajoittaa 15–20 °C:seen suojaamalla betonipinta esimerkiksi pressuilla pinnan salliessa. Tämä estää pintaa jäähtymästä liikaa ja aiheuttamasta lämpöliikkeistä johtuvaa halkeilua. Jälkihoitoajan pituuteen vaikuttavat mm. kovettumisolosuhteet, betonilaatan ympäristöluokka sekä käytetyn betonilaadun kovettumisnopeus. Jälkihoito voidaan lopettaa rasitusluokissa X0 ja XC1, kun betoni on saavuttanut 60 % nimellislujuudestaan, ja muissa kuin XF2 ja XF4 rasitusluokissa, kun betoni on saavuttanut 70 % nimellislujuudestaan. Rakenteita, jotka kuuluvat rasitusluokkiin XF2 ja XF4 tai joilta edellytetään erityistä kulutuskestävyyttä, tulee jälkihoitaa kunnes betoni on saavuttanut 80 % nimellislujuudestaan. Suositeltavat jälkihoitoajat eri lämpötiloissa on esitetty taulukossa 7 ja 8.

Taulukko 7. Jälkihoidon suositeltavat vähimmäisrajat eri kovettumisolosuhteissa normaalisti kovettuvalle betonille (By50 4.2.4.5).

Betonin lämpötila (°C)	Aika [d], jolloin saavutetaan 60 % nimellislujuudesta			Aika [d], jolloin saavutetaan 70 % nimellislujuudesta			Aika [d], jolloin saavutetaan 80 % nimellislujuudesta		
	C25/30	C30/37	C40/50	C25/30	C30/37	C40/50	C25/30	C30/37	C40/50
10	11	10	7	17	16	13	26	26	22
20	6	5	4	9	8	6,5	14	13	12
30	3,5	3	2,5	5,5	5	4	8	8	7
40	2,5	2	1,5	3,5	3	3	5,5	5,5	5

Taulukko 8. Jälkihoidon suositeltavat vähimmäisrajat eri kovettumisolosuhteissa nopeasti kovettuvalle betonille.

Betonin lämpötila (°C)	Aika [d], jolloin saavutetaan 70 % nimellislujuudesta			Aika [d], jolloin saavutetaan 80 % nimellislujuudesta		
	C25/30	C30/37	C40/50	C25/30	C30/37	C40/50
10	6	5,5	5	7,5	8	6,5
20	4	4	3,5	5,5	6	4,5
30	3	2,5	2,5	4	4,5	3,5
40	2,5	2	2	3	3	2,5

Kirjallisuutta

By50, Betoninormit 2012

SFS-EN 206-1. Betoni. Osa 1: Määrittely, ominaisuudet, valmistus ja vaatimustenmukaisuus

SFS-EN206-9. Betoni. Osa 9: Itsetiivistyvän betonin lisäsäännöt

By51, Betonirakenteiden käyttöikäsuunnittelu 2007

By45, Betonilattiat 2002

By56, Teräskuitubetonirakenteet 2011

By49, Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2003 (polymeeripinnoitteet)

By48, Betoninen kelluva lattia 2002

Betonilattioiden päällystämisen ohjeet, Suomen Betonitieto Oy (Rakennustuoteteollisuus RTT ry),
lattian- ja seinänpäällysteliitto ry, 2007

RIL 132-2000 Talonrakennuksen maarakenteet, Suomen Rakennusinsinöörien Liito ry, 2000

