

Kuitubetonilattian mitoituksen tarkastaminen

Kuitubetonilattian mitoituksesta vastaa kuitutoimittaja. Varsinaisesta rakennesuunnittelusta vastaa kuitenkin kohteen rakennesuunnittelija/pääsuunnittelija. Tästä syystä rakennesuunnittelijan tulee huolellisesti tarkistaa myös kuitubetonimitoitus. Koska useimmilla rakennesuunnittelijoilla ei ole kokemusta kuitubetonista, on Suomen Betonilattiayhdistys ry laatinut ohjeen kuitubetonimitoituksen tarkistamiseen. Ohje on suunnattu ensisijaisesti kuitubetonimitoitusten tarkistajille mutta siinä olevaa tietoa voivat hyödyntää myös kohteen tilaaja/loppukäyttäjä ja kohteen urakoitsija tarkistaessaan kohteen asiakirjoja.

BLY:n hallituksen nimeämässä, ohjeen laatineessa työryhmässä ovat jäseninä Jouko Ilvonen (Semtu Oy), Martti Matsinen (Bermanto Oy) ja Sami Soininen (Suomen TPP Oy). Ohje on hyväksytty BLY:n hallituksessa.

1. Yleistä

Kuitubetonimitoituksia laaditaan maanvaraisiin laattoihin, kiinnitettyihin ja irrotettuihin pintabetonilattioihin sekä alapohjan paalulaattoihin. Näissä käytettävät kuitutyypit ovat teräskuitu, synteettinen makropolymeerikuitu ja alkalinkestävä lasikuitu. Lisäksi kuitubetoneissa eri kohteissa käytetään mikropolymeerikuituja, joiden käyttötarkoituksia ovat plastisen halkeilun estäminen, paloturvallisuuden parantaminen sekä joidenkin mekaanisten ominaisuuksien parantaminen mutta rakenteellista mitoitusta niille ei laadita eikä niitä tule käyttää tähän tarkoitukseen.

2. Mitä on tarkistettava

Ensimmäiseksi rakennesuunnittelijan tulee (yhdessä tilaajan/loppukäyttäjän kanssa) tarkistaa, että mitoituksessa käytettävät lähtötiedot ovat oikein ja vastaavat kohteen tietoja.

Toiseksi rakennesuunnittelijan tulee tarkistaa, että mitoituksessa käytettävien materiaalien (betoni, kuitu) perustiedot varmuuskertoimiseen ovat oikein.

Kolmanneksi rakennesuunnittelijan tulee tarkistaa, että mitoitus on huolellisesti dokumentoitu ja siitä selviää mitä teoriaa mitoitus noudattaa ja onko huomioitu kaikki mitoitukseen vaikuttavat tekijät.

Neljäntenä ja erittäin tärkeänä vaiheena rakennesuunnittelijan / tilaajan tulee tarkistaa, että kohteessa käytetään juuri sitä kuitua, jolla betonilattia on mitoitettu ja tarvittaessa laadunvalvonnan avulla on tarkistettava, että toteutunut kuituannostelu täyttää vaatimukset.

3. Lähtötiedot

Alustaluku

- Perusmaan alustaluku riippuu maa-aineksesta ja tiivistysasteesta. Tyypillisiä arvoja löytyy Betonilattiaohjeen (by45/BLY7, 2014) taulukosta 2.10. Esimerkiksi hyvin tiivistetyn soran k-arvo on 0,1 N/mm³. Perusmaan päälle tulevat muut rakennekerrokset heikentävät alustalukua. Em. Betonilattiaohjeessa löytyy laskentakaavat alustaluvun tarkistamiseen eri pintamateriaaleja käytettäessä.
- Alustalukua laskettaessa on tärkeää huomata / tarkistaa laskelmista, että betonilaatan alle tulevat eristeet heikentävät alustalukua merkittävästi. Laskelmissa on esitettävä käytetty eristetyyppi ja sen paksuus. Eristeen osalta on lisäksi varmistettava, että se kestää sille tulevan kuormituksen. Eristeiden osalta suositellaan käytettäväksi pitkäaikaisen puristuslujuuden arvoa, ellei voida varmasti todentaa, että kuormat ovat satunnaisia ja lyhytaikaisia
- Useimmissa kohteissa tilaajalta ei saada alustaluvun arvoa, jolloin kuitumitoittaja joutuu käyttämään oletusarvoja Betonilattiaohjeen taulukoiden pohjalta. Näissä tapauksissa tilaajan / suunnittelijan tulee tarkistaa, että oletusarvot ovat oikeaa suuruusluokkaa. Raskaammin kuormitetuissa kohteissa suositellaan levykuormituskoe

- Paalulaattojen osalta ei käytetä alustalukua mutta silloin tulee mitoitukselta alustan osalta tarkistaa paalukoko, paalumateriaali ja paalujako – erityisesti tulee tarkistaa miten reuna- ja keskikenttien kuormitukset ja liikunta-/työsaumojen sijainti on huomioitu

Kuormitukset

- Tasainen kuorma ei käytännössä koskaan määrittele laatan mitoitusta, ellei se ole todella suuri ja alusta heikko
- Hyllykuormien osalta tulee tarkistaa, että mitoituksessa on huomioitu lähekkäin olevat hyllyjalat (ns. back-to-back-hyllyt) sekä aluslevyn koko
- Trukkikuormien osalta on tarkistettava trukkityyppin (FL1...FL6) lisäksi myös trukin pyörien laatu (ilmarenkaat/umpirenkaat), sillä se vaikuttaa mitoituksessa käytettävään dynaamiseen kertoimeen
- Kuormien sijainti ja sen huomioiminen mitoituksessa tulee tarkistaa (keskellä, reunassa, nurkassa, sauman vieressä)
- Kuormien yhdisteleminen (esim. trukkikuorma hyllyn jalan vieressä) tulee tarpeen mukaan tarkistaa
- Mitoituksessa käytetyt kuormakertoimet (ja seuraamusluokat) on tarkistettava

Saumatyyppi (liikuntasäuma, sahasäuma, työsauma) ja saumajako

- Mitoitukselta tulee tarkistaa kuinka saumatyyppi on huomioitu (esim. sahasaumatuissa lattioissa mitoituksessa määrääväksi tulee yleensä pistekuorma sauman reunassa)
- Mikäli mitoituksessa on oletettu kuormien siirtyminen sauman yli (eli ei tule ns. reunakuormia), tulee tarkistaa, että käytetty liikuntasäumatyyppi pystyy siirtämään ko. kuormat
- Kuinka saumajako on huomioitu esim. kitkan aiheuttamassa jännityksessä ja/tai halkeilutarkistuksessa

Rakennedetailit

- Rakennedetailit piirtää rakennesuunnittelija mutta yhdessä kuitutoimittajan kanssa tulee tarkistaa, että detailjeissa on mukana kaikki kriittiset kohdat ja niiden vaatima lisäraudoitus sekä ohjeet sen sijoittamiseen
- Irrotuskaistat ja niiden paksuus tulee huomioida laattakoon mukaan
- Liikuntasäumojen sijainnit tulee tarkistaa niin, että ne vastaavat mitoituksen arvoja
- Mahdollisten lämpötilakuormien (esim. suuret oviaukot talvella) vaatimat lisäraudoitukset

Laattapaksuudet

Suomessa valetaan tyypillisesti ohuempia laattoja kuin esim. Keski-Euroopassa ja Englannissa. Kuitubetonilaattojen osalta myös pääurakoitsijoiden vaatimukset/kilpailutilanne on johtanut siihen, että lattioita valetaan ohuempina kuin mitä yleisesti suositellaan. On muistettava, että vaikka kuormitusten perusteella laatta voidaan toteuttaa hyvinkin ohuena (varsinkin tasaisella kuormalla kuormitettu), niin muut tekijät edellyttävät laatalta suositeltavia minimipaksuuksia. Tällaisia tekijöitä ovat mm.:

- Kutistumien hallinta
- Kuitujen epätasainen jakautuminen massassa (mitä ohuempi laatta, sitä kriittisempi on tämä tekijä)
- Ohuiden laattojen käyristyminen
- Kuormansiirto saumojen kohdalle (useimmiten betonin murtuminen tulee määrääväksi kuormansiirtoa tarkistettaessa)

BLY:n suosittelemat minimipaksuudet, jotka perustuvat ohjeisiin Teräskuitubetonirakenteet 2011 (by56) ja Betonilattiat 2014 (by45/BLY7) sekä Concrete Societyn raporttiin TR34 (Concrete Industrial Ground Floors):

- | | |
|------------------------------------------------------|--------|
| • Maanvarainen, sahasaumattu kuitubetonilaatta | 120 mm |
| • Maanvarainen, kutistumissaumaton kuitubetonilaatta | 140 mm |
| • Kuitubetonipaalulaatta | 200 mm |
| • Kiinnitetty kuitubetonipintalattia | 50 mm |
| • Kelluva kuitubetonipintalattia | 80 mm |

Huom! Suuremmilla kuormilla kelluva pintalattia on mitoitettava kuten maanvarainen laatta

Huom! Mikäli kahden eri kuitutoimittajan mitoituksessa on merkittävä ero, tulee suunnittelijan ja urakoitsijan selvittää mistä tämä ero johtuu (lähtötiedot, mitoitusmenetelmät, varmuuskertoimet tms.)

4. Materiaalit

Kuitutyypin, määrän, jäännöslujuusarvot

- Jäännöstaivutusvetolujuusarvolle on tällä hetkellä käytössä useita eri merkintätyyppejä (R_{e3} , $R_{10,20...20,50}$, $f_{R1...R4}$) koemenetelmästä riippuen. Mitoituksen osalta tulee tarkistaa, että mitoitusmenetelmä ja mitoituskaavat sekä niissä käytettävä jäännösvetolujuus vastaavat toisiaan
- Kuitumäärä on useilla kuitutoimittajalla mahdollista laskea 1 kg:n tarkkuudella. Kuitua annosteltaessa tulee laskennallinen arvo aina pyöristää ylöspäin 5 kg:n tarkkuuteen, ellei betonitoimittajalla ole käytettävissä automaattista kuituannostelulaitetta, jonka avulla päästään 1 kg:n tarkkuuteen. Käsiannostelussa tulee aina käyttää 5 kg:n tarkkuutta (ylöspäin pyöristäen)

Betonilaatu, lujuusarvot laskelmassa

- Kuitubetonin mitoitusarvona käytetään halkeilun jälkeistä jäännöstaivutusvetolujuuden arvoa materiaalivarmuuskertoimet huomioiden. Suunnittelijan tulee tarkistaa, että arvo on suuruusluokaltaan oikein. Lisäksi tulee tarkistaa mikä on suunnitelmissa käytetty arvosteluikä, joka vaikuttaa lattian kuormitusajankohtaan.

5. Mitoitusdokumentti

Kuitutoimittajilla on erilaisia mitoitusdokumentteja, joiden laajuus vaihtelee yhdestä sivusta jopa noin 20 sivuun. Suunnittelijan tekemän tarkistuksen kannalta sivumäärän sijaan on tärkeää, että dokumentista on selvästi luettavissa ja tarkistettavissa:

- lähtötiedot (alusta, kuormitukset, eristeet paksuuksineen ja tyyppineen, paalulaatan osalta edellä kohdassa 3 esitetyt tiedot)
- käytetyt jäännöslujuusarvot ja laskentakaavat (ei pelkkä laskennan tulos) joko kaavat auki kirjoitettuna tai selvänä viittauksena kaavojen lähteeseen
- lopputuloksena laattapaksuudet, saumatyypit ja saumajaot, kuitutyypin ja kuitumäärän – laattapaksuuksien osalta tulee tarkistaa myös täyttävätkö ne suositellut minimipaksuudet

Kohdekohtaisesti tulee lisäksi olla mahdollista tarkistaa myös muita mitoitukseen liittyviä tietoja, kuten

- halkeamaleveydstarkistelu (esim. vesitiiviitit tai muuten tiukemman halkeamaleveysvaatimuksen lattiat)
- saumojen kuormansiirtotarkistelu erityisesti pitkällä saumaväleillä ja suurilla kuormilla

6. Laadunvalvonta

Oikea kuitutyypin ja kuitumäärän

- Laadunvalvonnassa tilaajan/pääurakoitsijan tulee tarkistaa, että kohteessa käytettävä kuitu on täsmälleen sama kuin mitä on käytetty mitoituksessa. Mikäli kuitu on vaihdettu, tulee siitä saada mitoitus, jonka suunnittelija tarkistaa kohdan 5 mukaisesti.
- Kuitumäärä tarkistetaan Betonilattiaohjeen kohdan 2.9.6 mukaisesti
- Lattian sallitut kuormitukset ennen lujuuden arvostelua saavuttamista tulee tarkistaa kuitumitoittajalta.