

KUITUBETONIEN KÄYTTÖ LISÄÄNTYY RAKENTEISSA – JOPA KANTAVISSA RAKENTEISSA

Pentti Lumme, tekniikan lisensiaatti,
kehitysjohtaja, Rudus Oy



Artikkelin valokuvat: Pentti Lumme / Rudus Oy

1

Keksijöiden mieltä on vuosikymmeniä kiehtonut betonirakenne, jossa betonimassaan sekoitetut erilaiset ainesosat, yleisimmin erityyppiset kuidut, voisivat korvata tavanomaisen raudoituksen.

Kuitujen käyttö betonin lujittamisessa on vanha keksintö. Kuiduilla on pyritty parantamaan betonin vetolujuutta, kulutuskestävyyttä, palonkesto-ominaisuuksia ja betonin koossapysyvyyttä ja sitkeyttä erilaisissa ääritilanteissa. Betonin lujittamiseen käytetään teräskuituja, polypropyleenikuituja, lasikuituja ja mm. puukuituja sekä muita orgaanisia luonnonkuituja. Kuiduilla vahvistetun betonin käyttö on kasvanut Suomen markkinoilla hyvin verkkaaisesti. Pääasiallinen kuitubetonin sovellusalue meillä on ollut maanvarainen lattia, jossa lähes pääsääntöisesti on käytetty teräskuituja ja viime vuosina jonkin verran polypropyleenikuituja. Eurooppalaisen teräsyhtiö Arcelorin aloitteesta viitisen vuotta sitten on alkanut kehittyä menetelmä, jossa kantavia betonilaattoja, jopa rakennusten välipohjia, on tehty teräskuitubetonista.

1

Teräskuituja betonitehtaan annostelulaitteessa.

KUITUJEN MERKITYS BETONIN LUJUUTEEN JA MUIHIN OMINAISUUKSIIN

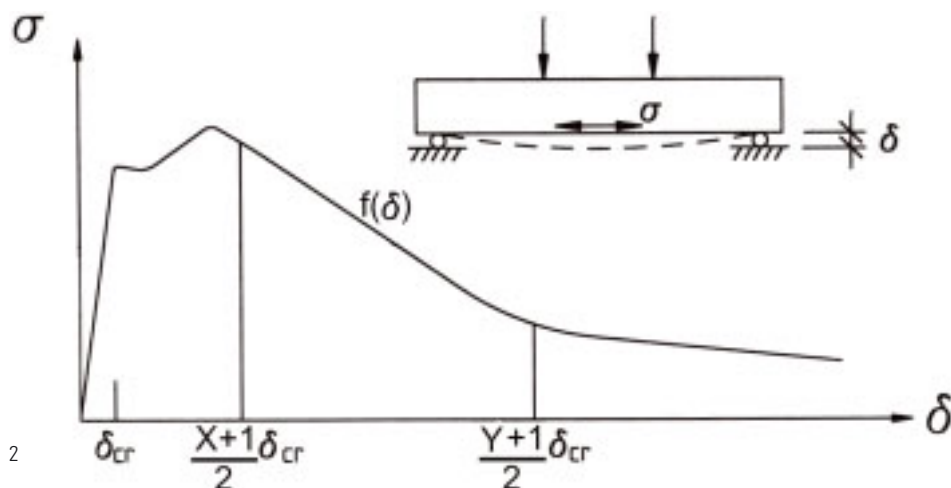
Kuidut vaikuttavat sekä tuoreen betonimassan että kovettuneen betonin ominaisuuksiin.

Vastavaletun betonin pintaan syntyy etenkin tuulisissa ja lämpimissä olosuhteissa herkästi plastisia halkeamia. Tätä halkeiluriskiä voidaan vähentää sekoittamalla betonimassaan hienojakoisia muovikuituja muutamia kiloja betonikuutiioon. On kuitenkin muistettava että asianmukainen jälkihoito on betonille aina tehtävä kuiduista huolimatta. Samoja muovikuituja käytettäessä betonin palonkestävyyttä voidaan merkittävästi lisätä. Palotilanteessa betonissa syntyvä vesihöyryn paine purkautuu osaksi palossa sulaneiden kuitujen muodostamiin kanaviin. Jo 1 – 1,5 kg:n kuituannostuksilla on havaittu olevan merkittävä vaikutus betonin palonkestoon.

Kuitubetonin tilaajan kannattaa tiedostaa, että mitään erityistä kuitubetonimassaa ei sinänsä ole olemassa. Kuituja voidaan lisätä lähes minkä tahansa tavanomaisen betonimassan joukkoon. Kuitujen lisääminen betonimassaan vaikuttaa betonimassan ominaisuuksiin. Kuidut sitovat pinnalleen osan betonin seosvedestä ja pitkät 50 – 60 mm pitkät kuidut jäykistävät myös fyysisesti massaa. Valettavan ja varsinkin pumpattavan kuitubetonimassan valmistus on pitkälti kokeellinen tehtävä. Kuitujen sekoittaminen betoniin onnistuu parhaiten isossa betonitehtaan sekoittimessa. Tällä voidaan hallita paremmin tuotteen tasalaatuisuus. Betoniautossa sekoittamista on käytetty joissakin tapauksissa, mutta sekoituksen lopputulos on riippuvainen auton säiliön sekoitusominaisuuksista, joissa on suuria eroja. Muovikuitujen käytössä voi, etenkin notkeissa massoissa, esiintyä erottumisongelmaa, jolloin kuidut nousevat rakenteen pintaan.

Betonin rakenteellisia ominaisuuksia, yleensä vetolujuutta, voidaan lisätä sekoittamalla betoniin rakenteellisia teräs- tai muovikuituja. Kuitujen vaikutus betonin ominaisuuksiin riippuu hyvin voimakkaasti sekoitettavasta kuitutyypistä ja kuidun materiaalista. Teräskuiduissa käytetyn materiaalin lujuus on yleensä yli kaksinkertainen (1000 – 1400 MPa) verrattuna tavanomaiseen raudoitusteräkseen. Teräskuidun ankuroituminen betoniin perustuu kuidun muotoon ja kuidun päissä oleviin erilaisiin ankurointielimiin (tyssäyksiä, koukkuja). Betonitesteissä teräskuidut liukuvat murtotilassa betonista ulos eikä kuitumateriaalin katkeamista tapahdu. Muovikuitujen lujuus ja etenkin muovimateriaalin kimmokerroin on pieni teräkseen verrattuna, joten

Kuitubetonin jäännöslujuuden määrittäminen palkkikokeen avulla kahden määrätyn venymäarvon avulla palkkikokeen kuormitus venymä-kuvaajasta.



muovikuiduilla lujitettujen betonirakenteiden kuormituksenkestävyys ei ole yhtä hyvä kuin teräskuitubetonissa.

TERÄSKUITUBETONI PINTALATTIASSA JA MAANVARAISISSA LATTIASSA

Kuitubetonin yleisimpiä sovellusalueita ovat maanvarainen lattia ja pinalatti, joissa ei ole rakenteen sortumisvaaraa. Näissä rakenteissa tavanomainen rauditus on korvattu lähes kokonaan kuiduilla. Joissakin halkeilulle erityisen alttiissa detaljeissa saatetaan käyttää täydentävää tankoraudoitusta.

Pinalattioissa, joissa on kantava betonialusta, rakenteen kuituja rasittavat ainoastaan betonin kutistumasta aiheutuvat voimat. Mikäli pinalattian tartunta alustaan on hyvä, laatta pääsee kutistumaan ainoastaan yläpinnastaan. Koska kuidut ovat tasaisesti jakaantuneet betoniin myös laatan yläosassa on tehokkaasti betonin kutistumaa hallitsevia kuituja ottamassa vastaan betonin kutistumajännityksiä. Pinalattioiden halkeilua voidaan rajoittaa joka hienojakoisilla muovikuiduilla tai rakenteellisilla muovikuiduilla. Paksuissa pinalattioissa, joissa kutistumavoimat ovat suuremmat voi teräskuidun käyttö olla rakenneteknisesti perustellumpaa. Jos pinalattia valetaan eristeen päälle on sitä tarkasteltava mitoituksellisesti kuten maanvaraista lattiaa.

Maanvaraisessa lattiassa kuiduille tulevia tärkeimpiä rasituksia aiheuttavat betonin kutistuma sekä ulkoiset kuormat ja näiden vaikutuksesta syntyvät laattarakenteen painumat. Laatan painumaan vaikuttavat maapohjan kantavuus (hyvä tiivistys tärkeää) ja mahdollisesti laatan alla olevan eristeen kimmoiset ominaisuudet. Maanvaraisen lattian betonimassassa on kuituja yleensä 25 – 40 kg betonikuutiossa. Maanvaraisen lattian kantavuus on suurin silloin kun laatta pysyy ja toimii halkeamattomassa tilassa. Kun taivutusrasitettu laattarakenteen halkeaa poikkileikkauksen kuormankantokyky jää sille tasolle minkä kuorman kuiturauditus pystyy vastaanottamaan. Tätä kuituraudituksen kapasiteettia eli kuormankantokykyä suhteessa ehjän poikkileikkauksen kuormankantokykyyn kutsutaan jäännöslujuudeksi R, joka määritetään kokeellisesti eri kuitutyypeille (kuva 2).

Jäännöslujuuden arvon R määrittämisestä on kuvattu tarkemmin julkaisussa /1/.

Tämä jäännöslujuus on yleensä tasolla 0,5 – 0,7 Suomessa käytössä olevilla teräskuiduilla.

Ongelman R -luvun määrittämisessä on kokeis-

sa esiintyvä suuri hajonta. Kuitujen ominaisuuksien lisäksi laatan kantavuuteen vaikuttaa betonin lujuuden kasvattaminen, joka lisää betonin ja teräksen välistä ankkurointikapasiteettia.

Muovikuiduilla lujitetun rakenteen kuormankantokyky laatan halkeilun jälkeen on alhainen verrattuna teräskuitubetoniin. Muovikuiturakenteita voi käyttää hyvin pinalattioissa ja niissä maanvaraisissa lattioissa joissa alustan kantavuus on hyvä ja painumat pieniä.

Näkyviin jäävät teräskuidut voivat kosteissa olosuhteissa ruostua ja aiheuttaa lähinnä esteettisiä värihaittoja laatan pintaan. Koneellinen hierto upottaa tavallisesti kuidut suojaavan betonikerroksen sisään (väärin ajoitettu hierto voi myös nostaa kuituja pystyyn). Pintasiroitteiden käytön yhteydessä tehty huolellinen hierto varmistaa sen ettei kuituja ole näkyvässä pinnassa.

KUITUBETONIRAKENTEIDEN SUUNNITTELU

Kuitubetonilattoja suunnitellaan nykyisin hyvin harvoin rakennesuunnittelijoiden toimesta kohteen rakennekuvien tekovaiheessa. Tämä johtunee suureksi osaksi yhtenäisten normistojen ja ohjeistojen puutteesta. Myöskään EU-tason ohjeita kuitubetonirakenteista ei vielä ole olemassa. Lisäksi rakentajakentän suhtautuminen kuitubetoniin on ollut varsin kirjavaa.

Kuitubetonirakenteita toteutetaan useimmiten muutossuunnittelun kautta, yleensä urakoitsijan aloitteesta. Tällöin kuitutoimittaja suorittaa vaihtoehdoisen kuitubetonirakenteen mitoituksen oman päämiehensä ohjelmistolla. Kuitutoimittajien välinen kilpailu on usein käyty kuitujen hintakilpailulla ja laskelmista saatavien kuitumäärien eroilla. Näissä tarkasteluissa olisi kuitenkin hyvä pitää mielessä kaikki epävarmuustekijät, jotka aiheutuvat massan valmistukseen liittyvästä laadun hajonnasta ja laatan alustarakenteen kantavuuteen liittyvistä poikkeamista. Kirjoittajan mielestä alle 30 kg kuitumääriä ei olisi syytä maanvaraisissa lattioissa käyttää ja muut sopivat annosmäärät voisivat olla 35 ja 40 kg betonikuutiossa. Näillä kuituannostuksilla ja betoniluokilla K30 – K40 MPa voitaisiin hoitaa valtaosa kuitubetonilattioiden käyttöalueista.

Rudus Oy:n aloitteesta on TTK:lla tehty DI Erno Huttusen diplomityön /2/ ohessa maanvaraisen teräskuitubetonilattian suunnitteluohje /1/. Ohjeessa on käsitelty maanvaraisen lattian suunnittelussa tarvittavat taustatekijät ja lattioiden detailisuunnittelussa esiin tulevat kysymykset sekä teräskuitube-

tonin ominaisuudet ja toiminta maanvaraisessa lattiasa. Ohjeen tavoitteena on antaa rakennesuunnittelijoille valmiudet valita ja suunnitella sopiviin kohteisiin jo lähtökohtaisesti kuitubetonirakenne. Suunnitteluohjetta tukevaksi materiaaliksi on DI Erno Huttusen toimesta laadittu *exel-pohjainen mitoitusohjelma maanvaraisen kuitubetonilattian alustavaa mitoitusta varten*. Ohjelmassa tarvittavaksi teräskuidun jäännöslujuuden R mitoitusarvoksi on valittu kuvitteellinen virtuaaliarvo, joka on lähellä markkinoilla olevien kuitujen R arvoa. Kustannuslaskennan pohjaksi ohjelmalla tehtävä mitoitus on riittävä. Tarkempi mitoitus voidaan suorittaa kun toimittaja ja tietty kuitutyyppi tai kuitubetonin toimittaja on kohteeseen valittu.

MAANVARAISET LATTIAT JA HALKEILUN HALLINTA

Maanvaraisten lattioiden laadussa on ollut varsin suurta kirjavuutta. Hyvin usein tilanne on ilmeisesti ollut se että lattiaa ei tarvitse suunnitella kun se ei ole kantava rakenne. Kevyellä verkolla raudoitettu rakenne saattaa halkeilla ikävästi, kun lattian alustan tasaus on työmaalla ”unohtunut”, jolloin laatan paksuus vaihtelee ja kutistuu epätasaisesti ja hentojen raudoitusten puutteellisen tuennan vuoksi polkeutunut liki maata vasten.

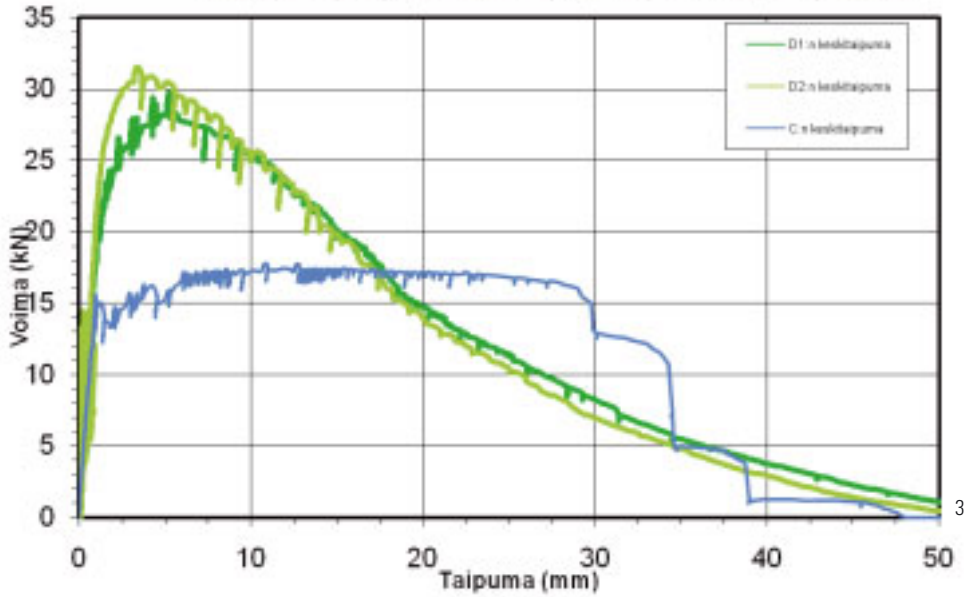
Jos maanvaraisen lattian halkeilua halutaan tehokkaasti hallinta on käytettävissä kaksi luotettavaa vaihtoehtoa. Laatta voidaan raudoittaa sellaisella teräsmäärällä (suuruusluokkaa 10#100 mm, n. 100–120 mm paksuissa lattioissa), joka pystyy vastaanottamaan kaikki betonin kutistumisesta aiheutuvat voimat ja näkyvää halkeilua ei pääse syntymään. Tällaisissa lattioissa ei yleensä tarvita liikuntasauvoja muualla kuin selkeissä laatastojen epäjatkuvuuskohtissa. Näistä lattioista on Suomessakin jo hyviä kokemuksia.

Toinen vaihtoehto on korvata laatan rauditus kuitubetonilla ja suunnitella laatan yksityiskohdat ja toteutus tämän rakenteen toiminnan edellyttämällä tavalla. Tavanomaisessa tapauksessa laatta sahataan (1/3 osa laatan paksuudesta) valua seuraavana aamuna n. 6 – 8 m:n ruutuihin, joiden kutistumat keskittyvät sahasaumiin. Liikuntasaumat on suunniteltu normaaleilla väleillä.

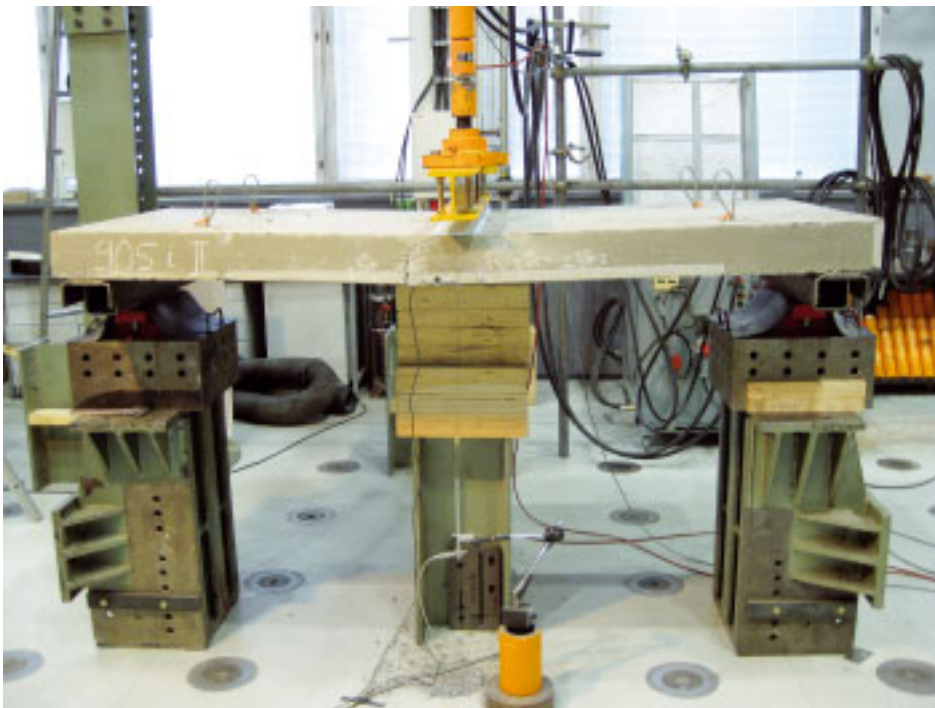
Kuitubetonilla voidaan toteuttaa myös laatastoa, joissa sahasaumat on jätetty pois ja kutistumavoimat hallitaan teräskuiduilla ja laatan hallituilla liikkeillä liikuntasauma-alueen sisällä.

Näiden rakenteiden käyttö näyttää kokevan uut-

905-D, L= 2,0 m, D1 Fmax = 29,7564 kN, D2 Fmax = 31,5955 kN



ta tulemistaan Suomen markkinoille parinkymmen vuoden tauon jälkeen.



KUITUBETONI KANTAVANA RAKENTEENA

Teräskuitubetonin käyttö kantavana rakenteena todellisissa kohteissa on varsin uusi asia.

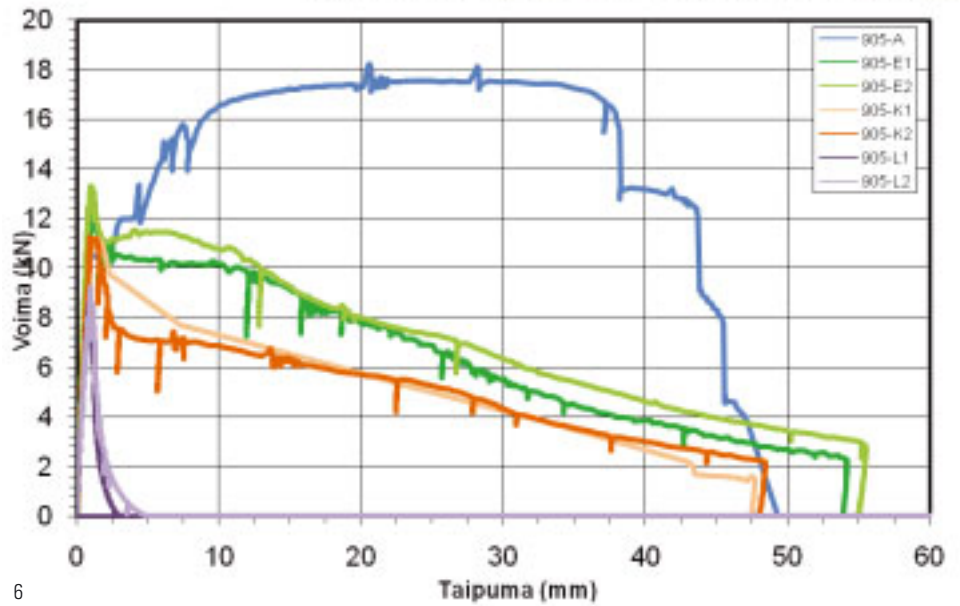
Tällaisia rakenteita on valettu viime vuosina Saksassa, Itävallassa, Latviassa ja Virossa sekä pari kohdetta Suomessakin, lähinnä paalulaattoja. Tallinnassa on toteutettu jo useita kohteita, joissa välipohjat ovat teräskuitubetonirakenteita. Paras ta aikaa on Tallinnan keskustassa runkotyöväiheessä toimistokohde, jossa on kaikkiaan 16 kerrosta. Kohteiden laatastot on mitoitettu kuitubetonirakenteena mutta kaikissa rakenteissa on kuitenkin käytetty jonkin verran harjatankoja varmistuksena katastrofikuormitustilanteita varten. Esimerkiksi pilalaattarakenteissa on pilarikaistoille sijoitettu 3 – 4 kpl 16 mm:n harjatankoja.

Kantavana rakenteena toimiva kuitubetoni eroaa merkittävästi tavanomaisesta kuitubetonista, jossa kuituja käytetään n. 30 – 40 kg betonikuutiosta. Kantavien rakenteiden vastaavat kuitumäärät ovat tasolla 80 – 100 kg. Näin suurten kuitumäärien käyttö onnistuu vain itsestään tiivistävässä betonimassassa, jolloin betoni pysyy työstettävänä ja sitä voidaan pumpata normaaliin tapaan.

Rudas Oy teetti keväällä 2008 TKK:n rakennusosaston koehallissa rakennekokeita, joissa vertailtiin kuituraudoitettujen laattarakenteiden toimivuutta kuormituksessa. Kokeissa käytettiin kolmea erityyppistä teräskuitua ja yhtä polypropyleeni- muovikuitua. Teräskuitujen annostukset olivat 30 – 100 kg/betonikuutio ja muovikuitujen vastaavasti 4 – 8 kg/m³. Laattojen koko oli 1000 x 2200 x 120 mm (kuva 4). Laatat olivat päistään tuettuja ja ne kuormitettiin keskeisellä viivakuormalla. Kokeissa tutkittiin rakenteiden taipumaa, halkeilua ja kuorma -taipuma käyttäytymistä.

Runsaasti kuituja (100 kg/m³) sisältävän betonilaatan kuormitus -taipumakuvaaja on nähtävissä kuvassa 3. Kuitubetonilaatan kuormankantokyky on lähes kaksi kertaa suurempi kuin vastaavan harjatangoilla minimiraidoitettun laatan kapasiteetti maksimimomentin kohdalla. Tankoraidoitettun laatan sitkeys on luonnollisesti suurempi kuin kuituraudoitetun mutta kuitubetonin sitkeys on kuitenkin riittävä tavanomaisiin talonrakenteisiin. Kokeiden perusteella tällainen taivutettu teräskuitubetoni voidaan mitoittaa kantavaksi rakenteeksi eikä rakenteessa synny murtotilassa äkillistä haurasmurtumaa. Ku-





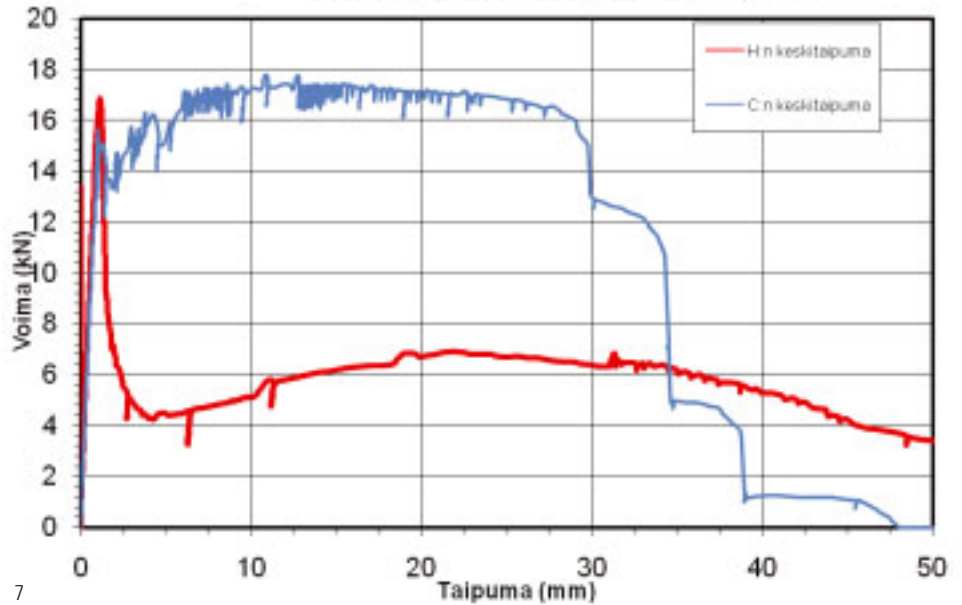
vassa 5 ja 9 on esitetty kyseisten laattojen murtopintoja kuormituksen jälkeen. Varsinaisten mitoitusarvojen määrittäminen edellyttää betonilaatu- ja kuitutyypikohtaisia riittävän laajoja testauksia. Tähänastisten kokemusten perusteella on myös ennakoitava, että tällaisten kuitubetonien leikkauslujuus on suuri ja tavanomaista leikkausraudoitusta ei välttämättä rakenteissa tarvittaisi.

Kuvassa 6 on vertailun vuoksi minimiraidoitettun laatan ja tavanomaisilla kuitumäärillä raidoitettujen laattojen kuormitus – taipumakuvaajia. Kuvasta havaitaan että maanvaraisissa lattioissa käytetyillä tavanomaisilla annostusmäärillä (30 – 40 kg/betonikuutio) laatan kantavuus laskee nopeasti ensimmäisen halkeaman jälkeen. Tällainen rakenne toimii vain maanvaraisena rakenteena, tiivistetyllä alustalla ja kantaa kuormia osin maan kantokyvyn avustamana.

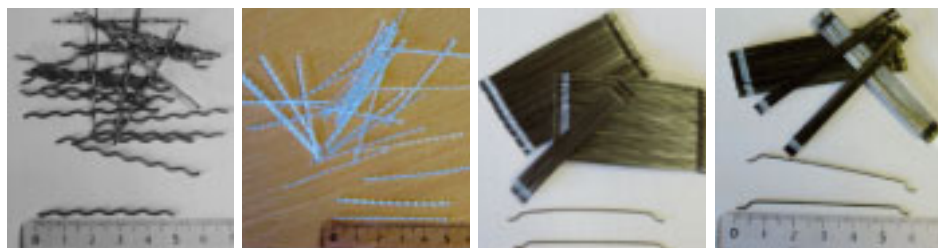
Rakenteellisilla muovikuiduilla lujitettu rakenne ei pysty kantamaan merkittäviä kuormia rakenteen halkeilun jälkeen (kuva 7). Muovikuituja voidaan käyttää kantavilla alustoilla olevissa laatoissa rajoittamaan halkeamin syntyä ja kasvua.

6

905-H, L = 2,0 m, h=128 mm, Fmax = 16,8646 kN



7



8

3 Minimiraidoitettun laatan (alempi sininen) ja teräskuitubetonilaattojen (100 kg kuituja/betonikuutio), (kaksi ylemmää) kuormitus -taipumakuvaajat. Ensimmäisen taivutus-halkeaman jälkeen kuituraudoitettujen laattojen kuormankantokyky kasvaa merkittävästi.

4 TTK:n kuitulaattakeiden kuormitusjärjestely. Laatan koko on 1000 x 2200 x 120 mm.

5 Kuormitetun laatan poikkipinta. Teräskuituja betonissa 100 kg/ betonikuutio.

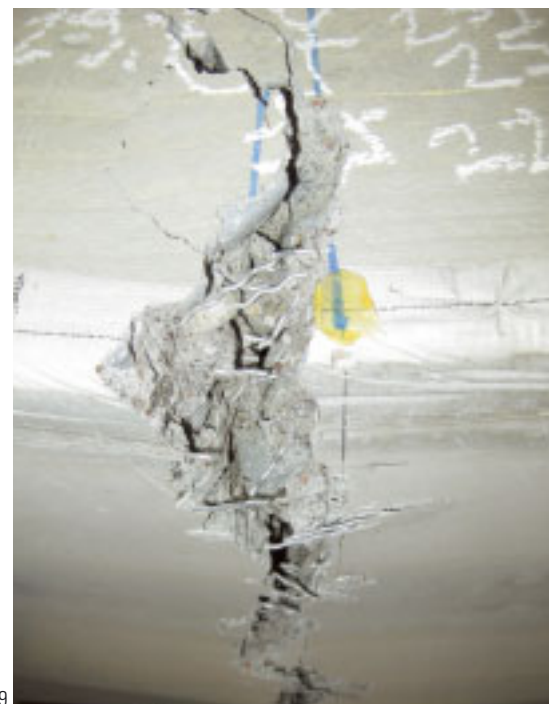
6 Minimiraidoitettun laatan (ylempi sininen) ja kuituraudoitettujen laattojen kuormitus -taipumakuvaajat. Kuitujen

määrä oli 30 - 40 kg /betonikuutio. Ensimmäisen halkeaman jälkeen kuidut eivät kannata sitä kuormatasoa, jonka minimiraidoitus kestää.

7 Muovikuidulla raidoitettun laatan kantokyky menetetään välittömästi ensimmäisen halkeaman synnyttyä rakenteeseen (punainen käyrä). Vertailuna tangoilla minimiraidoitettun laatan kuormitustaipumakuvaaja.

8 Kokeissa käytettyjä teräs- ja muovikuituja.

9 Taivutusmurtoon puristettu kuitubetonilaatta.



9



10



11



12

Kehittynyt betoniteknologia ja erityisesti itsestään tiivistyvien betoneiden tulo markkinoille on tehnyt mahdolliseksi valmistaa myös rakenteita joissa kuitubetoni toimii kantavana rakenteena.

Suurten kuituannostusmäärien käyttö edellyttää huolellista selvitystä erilaisten kuitujen ja kuituannostusmäärien vaikutuksesta betonimassan sekoittuvuuteen ja työstettävyyteen

TALLINNAN RAKENNUSKOhteITA JA KOKEITA

Tallinnassa on *Rudus Eestin* ja teräsyhtiö *ArcelorMittal'in* ja heidän paikallisten yhteistyökumppaneidensa yhteistyönä toteutettu viime vuosina jo useita kohteita, joissa teräskuitubetoni on kantavana rakenteena. Talonrakennuskohteet (kuva 10) ovat olleet sekä asuintaloja että toimistorakennusten pilarilaattavälipohjia. Muita kohteita ovat olleet erilaiset perustusrakenteet ja yksi suuri vesisäiliö.

Viime kesänä elokuussa pidettiin Tallinnassa kantavaan teräskuitubetoniin liittyvä seminaari, jossa esitelmien lisäksi koekuormitettiin täysimitakaavainen pilarilaattarakenne. Seminaariin osallistui ja kuormitusta seurasi n. 200 henkilöä, joista 22 henkilöä oli myös suomalaisia asiantuntijoita.

Koekuormitettava laatta (kuva 11) oli mitoiltaan 15 x 15 m, viiden metrin pilaruudessa ja laatan paksuus 180 mm. Laatan betonin kuituannostus oli 100 kg ja betonina itsestään tiivistyvä betonilaatu.

Pilarikaistoille oli asennettu 3 kpl 16 mm harjatangkoja. Laatta toimi kuormituksessa normaalin ja sitkeän teräsbetonirakenteen tavoin ja keskikentän maksimikuorma oli 59 tonnia. Koe varmasti vakuutti monet läsnäolijat rakenteen toimivuudesta ja herätti toisaalta monenlaisia kysymyksiä jatkotutkimusten ja lisäkehittelyjen tarpeesta.

TERÄSKUITUBETONIN KÄYTÖN YLEISTYMINEN

Teräskuitubetonien käytön yleistyminen edellyttää yleisten suunnitteluohjeiden laatimista ja niiden käyttöönottoa normaaliin suunnitteluprosessiin. Suomessa kuitubetonirakenteiden käyttö latioissa on vähäistä verrattuna moniin naapureihimme. Potentialiaa kasvuun tällä alueella on huomattavasti.

Kokemuksia teräskuitubetonista kantavissa rakenteissa karttuu kaiken aikaa lisää ja niidenkin käyttö yleistyy jos normitus ja ohjeistus vain pysyvät käytännön toteuttajien vauhdissa mukana.

Tätä vauhtia ovat ylläpitäneet toistaiseksi ennak-

koluulottomat naapurimme etelässä. Kantavien välipohjien lisäksi kuitubetonia on käytetty jo menestyksekkäästi erilaisissa perustusrakenteissa ja mm. vesisäiliössä seinien raudoituksena.

Teräskuitubetonien käytön yleistymisen edellyttää myös huolellista betonin valmistusprosessia ja erityisesti kuituannostuksen määrän ja kuitubetonin tasalaatuisuuden varmistamista. Kaikkeen tähän on löydettävissä keinot jos taloudelliset ja logistiset edut puoltavat näiden mahdollisuuksien hyötykäyttöä tulevaisuudessa.

LÄHTEET:

- /1/ Huttunen, Erno. Maanvaraisen teräskuitubetonilattian suunnittelu. Diplomityö 2008. TKK, Rakennus- ja ympäristötekniikan koulutusohjelma.
- /2/ Huttunen Erno. Maanvaraisen teräskuitubetonilattian suunnittelu. Suunnitteluohje 2008. Rudus Oy.



13

USE OF FIBRE CONCRETE IN STRUCTURES INCREASES

The use of concrete reinforced with fibres has slowly increased on the Finnish market. Fibre concrete has primarily been used in floor slabs supported on ground, where steel fibres and to some extent also polypropylene fibres are mixed in the concrete. About five years ago, European steel company Arcelor started to develop a new method based on using steel fibre concrete in load-bearing concrete slabs and even in intermediate floor slabs.

The most common applications of fibre concrete include floor slabs supported on ground as well as surface floor slabs, which do not carry a risk of the structure collapsing. In these structures conventional reinforcement has been almost completely replaced by fibres. Supplementary reinforcing bars may be used in some details that are particularly prone to cracking. No consistent norms or guidelines have been published for the design of fibre concrete floors, and no EU-level regulations regarding fibre concrete structures are available either. A design specification for a steel fibre concrete floor slab supported on ground was presented in a thesis written at the Helsinki University of Technology. The specification also includes an Excel-based design program for the preliminary dimensioning of a fibre concrete floor slab supported on ground.

The use of steel fibre concrete in load-bearing struc-

tures in real-life applications is a fairly new concept.

Structures like this have been realised in the past few years in Germany, Austria, Latvia and Estonia. In Finland, steel fibre concrete has been used in a couple of projects, mainly in pile slabs, and in Estonia intermediate floor slabs made of steel fibre concrete have been used in several projects. A 16-storey office block in the centre of Tallinn, which is now at the frame construction stage, has been designed on the basis of fibre concrete slab structures, but ribbed bars are also used in all the structures as additional reinforcement for potential catastrophic loads.

Normal fibre concrete contains 30 - 40 kg of fibres per one cubic metre of concrete. In load-bearing structures the amount of fibres is 80 - 100 kg/m³. Such a high amount of fibres can only be used in self-compacting concrete without compromising the workability and pumpability of the concrete.

Advanced concrete technology and particularly the development of self-compacting concretes has made it possible to also build structures in which fibre concrete acts as a load-bearing structure. However, the required large amount of fibres means that the impact of different fibres and fibre amounts on the miscibility and workability of the concrete must be carefully investigated.

10

Toimistorakennuksen pilalaattarunkoa Tallinnassa. Kantavana välipohjana on teräskuitubetoni.

11

Tallinnassa kesällä 2007 tehty täysmittakaavainen pilarilaatan kuormituskoe, jossa kantavana rakenteena on teräskuitubetoni, kuituja 100 kg/betonikuutiiossa.

12

Tallinaan rakenteilla olevan Itellan toimitilan lattiaa. Pintasirotteet on juuri levitetty koneellisesti laatan pintaan. Laatta on tehty teräskuitubetonista saumattomana.

13

Tallinnassa oleva kuusitoistakerroksinen pilarilaattarunkoinen toimistotalo, jossa on kuitubetoniset välipohjat. Talo on vielä rakenteilla.