

Teräskuitubetonirakenteiden mitoitus uudistuu

Auli Lastunen, DI, eurokoodiasiantuntija
Rakennustuoteteollisuus ry
auli.lastunen@rt.fi

Torbjörn Brusas, ins. AMK, myyntipäällikkö
Pohjoismaat ja Baltia
ArcelorMittal Fibres
torbjorn.brusas@arcelormittal.com

Teräskuitubetonirakenteiden mitoitus on ollut Suomessa sekavaa. Betoniyhdistys on julkaisut ensimmäisen ohjeen jo vuonna 2011 (Teräskuitubetonirakenteet by 56). Sen soveltamisala oli rajattu lattioihin ja paalulaattoihin. Betoniyhdistys julkaisi ensimmäisen varsinaisen suunnitteluohjeen vuonna 2018 (Teräskuitubetonirakenteiden suunnitteluohje by 66). Se oli laadittu täydentämään ensimmäisen sukupolven betonieurokoodia ja perustui ruotsalaiseen standardiin SS 812310:2014.

Toisen sukupolven betonieurokoodi SFS-EN 1992-1-1:2023:en sisältää liitteen L, joka antaa mitoituserusteet myös teräskuitubetonirakenteille.

Teräskuitubetoni materiaalina

Teräskuitubetoni on komposiittimateriaali, johon on betonin heikon vetolujuuden vuoksi lisätty teräskuituja tankoraudituksen sijaan tai ohella. Teräskuidut ovat korkealujuusterästä ja ne CE-merkitään SFS-EN 14889-1 mukaan. Kuitujen vetolujuus vaihtelee 1150...2500 MPa välillä. Tyypillisesti kuitujen päissä on jonkinlainen muotoilu tartunnan parantamiseksi. Kuidut annostellaan massaan joko "käsin" tai automatisoidusti betoniasemalla. Kuitujen asema (sijainti ja suunta) rakenteessa on periaatteessa satunnainen, mutta siihen vaikuttaa myös valumenetelmä ja -järjestys.

Suomeen on tulossa vihdoin viralliset mitoitushjeet teräskuitubetonirakenteille. Toisen sukupolven Eurokoodi kattaa myös teräskuitubetonirakenteiden mitoituksen.

Betoniyhdistyksen ohje

Betoniyhdistyksen julkaisema ohje *Teräskuitubetonirakenteiden suunnitteluohje by 66* on ollut sinällään hyvä ja ansiokas, mutta sen käyttö on jäänyt vähiin, vaikka se oli tarkoitettu nimenomaan täydentämään eurokoodia. Rakennusvalvontaviranomaiset eivät ole voineet edellyttää ohjeen käyttöä ja ala on päätynt villiin tilanteeseen, jossa eri toimijat ovat käyttäneet omia mitoitushjeitaan. Päätökset teräskuitubetonirakenteen hyväksymiseksi on tehty tapaus- ja rakennusvalvontakohtaisesti. Osin tästä syystä teräskuitubetonirakenteiden käyttö on jäänyt vain lattioihin ja paalulaattoihin.

Eurokoodin asema

Toisen sukupolven betonieurokoodi SFS-EN 1992-1-1:2023:en on julkaistu viime vuonna. Se sisältää informatiivisen liitteen L teräskuitubetonirakenteiden mitoituksesta. EN-standardin informatiivinen liite voidaan ottaa käyttöön sellaisenaan, se voidaan jättää kokonaan ottamatta käyttöön tai se voidaan ottaa käyttöön muokattuna. Suomessa päädyttäneen kolmanteen vaihtoehtoon. Betonieurokoodin standardointiryhmä on perustanut alaryhmän työstämään liitteen L kansallista liitettä. Tarkoituksena on, että lopulta ympäristöministeriö julkaisee sen osana uuden betonieurokoodin kansallista liitettä. Lopullisen mitoitushjeen muodostaa siis eurokoodi SFS-EN 1992-1-1:2023:en yhdessä ympäristöministeriön kansallisen liitteen kanssa.

1 Kuitubetonin tyypillisiä käyttökohteita ovat maanvaraiset laatat ja lattiat, ruiskubetonoinnit sekä paalulaatat. Kuitubetonia käytetään myös erilaisissa tunneli- ja laiturirakenteissa.

Kuvassa valetaan Porin satamassa Bolidenin rikastevaraston kantavaa pohjalaattaa. Kohteessa käytettiin 7 000 kuutiota Rudus Oy:n ja ArcelorMittalin kuitubetonia.

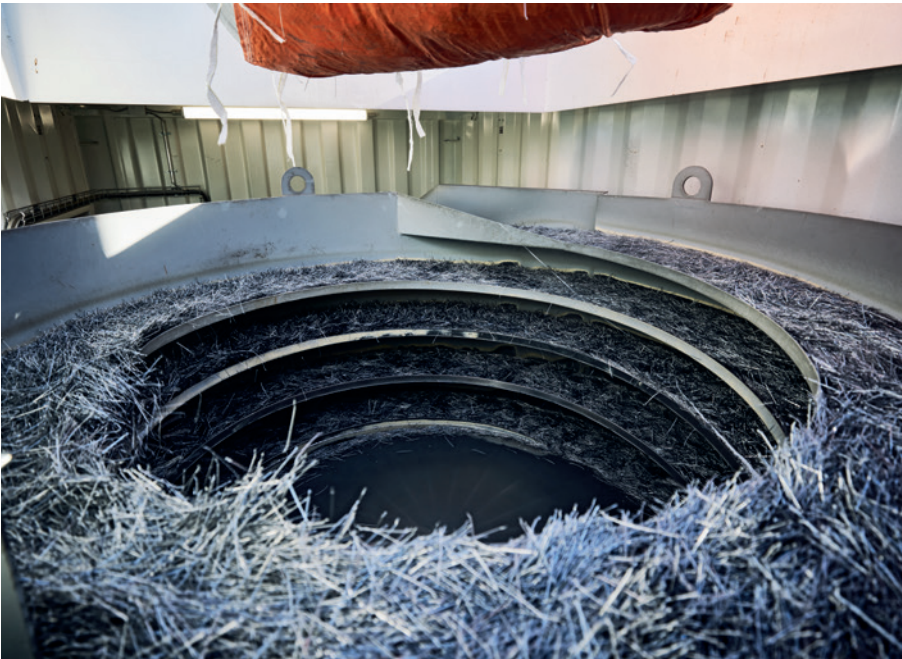




2



3



4

Rudus Oy



5

ArcelorMittal Fibres

Suomessa käytetään kantavien rakenteiden suunnittelussa ainoastaan eurokoodia ja sen kansallista liitettä, vaikka materiaalikohtaiset kansalliset liitteet eivät olekaan asetustasoisia vaan ohjeita.

Soveltamisala

Uudessa mitoitusohjeessa otetaan kantaa sen soveltamisalaan, ts. määritellään ne rakenteet, joissa teräskuitubetonia voidaan hyödyntää. Jatkossakaan ei ole näköpiirissä ainoastaan teräskuiduilla raudoitettuja kantavia rakenteita (esim. välipohjat). Ainoastaan sellaisia rakenteita voitaisiin jatkossa raudoittaa pelkillä teräskuiduilla, joiden vaurioista ei aiheudu vaaraa ihmisille, esim. paalulaatat. Sen sijaan välipohjissa voisi tulla kyseeseen teräskuitujen ja tankoraudoituksen yhdistelmä.

Kuitubetonirakenteen määrittely

Toistaiseksi teräskuitubetonirakenteiden suunnittelu on ollut vain harvojen suunnittelijoiden ja teräskuitutoimittajien käsissä. Tarkoituksena

on, että uuden mitoitusohjeen myötä kuka tahansa, riittävän kokenut, rakennesuunnittelija voisi suunnitella teräskuitubetonirakenteita. Suunnittelijan ei tarvitsisi ottaa kantaa kuidun määrään vaan riittäisi, että suunnittelija määrittäisi vaadittavan betonin lujuuden arvon, jäännösvetolujuuden arvon ja teräskuitubetonin sitkeyden. Valmisbetonitehdas huolehtisi lopusta yhdessä kuitutoimittajan kanssa ja määrittäisi käytettävän kuitutyypin ja -määrän siten, että toimitettava betoni täyttää em. ominaisuuksille asetetut vaatimukset.

Valmistuksen laadunvalvonta

Teräskuitubetonirakenteet herättävät viranomaisissa kysymyksiä laadunvalvonnasta. Mitoitusohje ei ole välttämättä oikea paikka ottaa kantaa laadunvalvontaan. Missään muussa standardissa tai ohjeessa ei kuitenkaan vielä esitetä vaatimuksia laadunvalvonnalle tehtaassa tai työmaalla. Mitoitusohjetta laativat ryhmä pitää laadunvalvonnan määrittelyä niin tärkeänä, että ohjeeseen tulee myös vaa-

2 SFS-EN 14721 mukaisesta näytteestä "pestyjen" kuitujen kuivattelu punnitsemista ja kuitupitoisuuden määrittystä varten. Betoniaseman laboratoriossa tutkitaan kuidun hajontaa ja punnitaan betonista pestyt kuidut.

3 Kuituja on mahdollista toimittaa valmisbetoniasemalle monessa eri pakkausmuodossa. Kuvassa ns. "suursäkit" automaattiannostelijaa varten.

4 Betonitehtaaseen voidaan integroida erityinen kuitupata, jossa kuidut kietoutuvat toisiinsa paakkuuntumatta. Kuvassa kuituja valmisbetoniaseman automaattiannostelijassa eli kuitupadassa.

5 Kuituja valmiina annosteltavaksi SFS-EN 14651 mukaista "palkkikoetta" varten.

6 Liiketilän alapohjan valutyöt käynnissä teräskuitubetonilla.

timukset laadunvalvonnalle, jotta mitoitusohjetta voi ylipäättään käyttää. Asiaa voisi verrata vaikka rakennesuunnittelijan tekemään raudoitustarkastukseen tankoraudoitteille. Tässä tapauksessa tarkastus tehtäisiin työmaalla määrittämällä kuidun määrä betoninäytteestä pesemällä näyte. Näin rakennusvalvontaviranomaisen ei enää tarvitse huolehtia kuitujen määrästä. Toteutuksessa epävarmuutta aiheuttavat tekijät (kuitujen määrä ja orientaation) on huomioitu mitoituksessa erilaisina laskennallista kestävyyttä heikentävinä kertoina.

Myöhemmin standardit SFS-EN 206 ja SFS-EN 13670 tulevat ottamaan kantaa myös teräskuitubetonirakenteiden laadunvalvontaan.

Tulevaisuuden käyttökohteet

Uuden ohjeen myötä teräskuitubetonirakenteiden käyttöä voidaan tulevaisuudessa laajentaa entistä enemmän kaikenlaisiin laattarakenteisiin ja muihinkin massiivisiin betonirakenteisiin. Teräskuitubetonia käyttämällä



6

on mahdollista lyhentää rakentamisaikaa, pienentää materiaalimenekkiä sekä toteuttaa monimuotoisempia ja ohuempia rakenteita. Materiaalisäästöillä taas voidaan päästä suoraan pienempiin ilmastovaikutuksiin.

Teräskuitubetoni ei sovellu joka paikkaan tai kaikkiin rakenteisiin. Yhdistämällä teräskuidut tankorautoitukseen voidaan teräskuidun ominaisuuksia hyödyntää myös sellaisissa käyttökohteissa, joissa se ei ole sopiva ratkaisu ainoaksi rautoitukseksi. Uuden ohjeen myötä myös tällaiselle hybridirakenteelle saadaan suunnitteluperusteet. •

New guidelines for steel fibre-reinforced concrete

The existing guidelines for the design of steel fibre-reinforced structures in Finland need to be clarified. However, the official design guidelines are now on the way! The second-generation Eurocode (SFS-EN 1992-1-1:2023) includes an informative annexe (Annex L) specifically addressing the design of steel fibre-reinforced structures.

Steel fibre-reinforced concrete is a composite material in which steel fibres are added to the concrete mix to enhance its tensile strength. These high-strength steel fibres vary in tensile strength and are typically shaped to improve bonding with the concrete. Unlike traditional reinforcement (rebar), steel fibres are randomly distributed within the concrete matrix.

The new guidelines aim to clarify the use of steel fibre-reinforced structures, expanding beyond just floors and slab-on-grade applications. The Eurocode's role is not just crucial; it's a beacon of assurance and a national annexe

will likely be published by the Finnish Ministry of the Environment. Designers will benefit from clearer rules, allowing them to confidently incorporate steel fibre-reinforced structures into their projects.