

# SAUMATTOMAT KUITUBETONILATTIAT

Martti Matsinen, diplomi-insinööri,  
toimitusjohtaja, Piimat Oy  
martti.matsinen@piimat.fi



Teräskuitubetonia on Suomessakin käytetty teollisuuslattioiden jo 1980-luvulta lähtien. Alkuaikoina käyttö oli vähäistä, mutta 1990-luvun puolivälin jälkeen, laserlevittimien tullessa Suomen markkinoille, lisääntyi myös teräskuitubetonin kysyntä. Syynä tähän oli se, että perinteinen rauditus estää tai vähintään hidastaa laserlevittimien käyttämistä. Eräissä suurehkoissa teollisuuskohteissa asiakas laski säästävänsä neljä työpäivää betonilattiatöissä, jos rauditustyöt korvataan kuitubetonilla. Tällaisen säästön luulisi jo kiinnostavan rakennuttajia. Käyn tässä artikkelissa läpi kuitubetonin käyttöä maanvaraisissa latioissa, painopisteenä kuitenkin saumattomat kuitubetonilattiat.

## MAANVARAISET KUITUBETONILATTIAT

Maanvaraisten lattioiden suunnittelu sivuutetaan pienemmissä kohteissa usein käyttämällä aiemminkin vastaavissa kohteissa käytettyjä laatanpaksuuksia ja raudituksia. Syynä tähän yksinkertaisuuteen lienee se, ettei kyseessä ole kantava rakenne, joten suunnitteluun ei panosteta. Kun edellä mainittu arviointi on opittu perinteisellä raudituksella, käytetään sitä helposti myös kuitubetonilattioita mitoitettaessa. Valittavan usein edustamaltani yritykseltä on pyydetty kuitutarjousta kohteeseen, jossa laatan paksuus ja kuitumäärä on jo valmiiksi annettu lähtötiedoissa eli varsinaista mitoitusta ei ole tehty tai mitoituksen oletetaan olevan kuidusta riippumaton. Jokainen kuitutyyppi on kuitenkin oma tuote, jolla on omat mitoitusarvonsa. Esimerkiksi teräskuidun murtolujuuksissa saattaa olla yli 50 % ero eri tuotteiden välillä eli eri kuituista valmistettu teräskuitubetoni ei suinkaan ole yksi ja sama tuote. Kun halutaan saada aikaan hyvä kuitubetonilattia, tulee mitoitus aina tehdä kohteeseen käytettävällä kuidulla. Vaativammissa kohteissa ja suuremmilla kuormilla näin pääsääntöisesti toimitaan.

Maanvaraisia kuitubetonilattioita suunniteltaessa yksi lähtöarvo kuormitusten lisäksi on maan *alustaluku*. Kuormitukset tulevat usein tilaajalta, mutta alustaluku tuntuu olevan vaikea käsite. Onneksi alustaluvun tarkka arvo ei ole liian ratkaiseva suunnittelun kannalta. Englantilaisen suunnitteluohjeen /1/ mukaan 50 % virhe alustaluvussa aiheuttaa noin 5 % virheen laatan paksuuteen. Alustaluvun suuruusluokan voi laskea esimerkiksi Betonilattiaohjeen /2/ taulukon pohjalta eri rakennekerrokset huomioiden. Alustaluvun määrittelyä varten tärkeää on tietää millaiset rakennekerrokset

1, 2  
Saumattomille latioille hyllyjen ja laitteiden sijoittelu on helppoa. Kun halutaan saada aikaan hyvä kuitubetonilattia, tulee mitoitus aina tehdä ko. kohteeseen käytettävällä kuidulla.



(paksuus, materiaali) lattian alle tulee. Myös mahdollinen lämmöneriste tulee huomioida alustalukua laskettaessa.

Useilla teräskuitutoimitajilla on valmiit mitoitusohjelmat, joihin alustaluku tallennetaan yhtenä lähtöarvona. Silloin tuloksia tarkasteltaessa on muistettava millä tarkkuudella alustaluku on lähtötietoihin saatu ja huomioitava se lopullista laatan paksuutta määriteltäessä.

Kuormitusten osalta merkittävimpiä ovat yleensä pistekuormat joko hyllytolpista tai laatalta liikkuvista ajoneuvoista. Tasainen kuorma ja viivakuorma harvoin tulevat määrääväksi. Pistekuormien osalta määrääviksi tulevat yleensä laatan reunalla tai kulmassa olevat kuormat. Jottei tulisi turhaa ylimoitusta, on hyvä tilaajan kanssa varmistaa mitkä kuormat ylipäättään voivat sijaita laatan reunalla tai nurkassa. Milloin kyseessä sitten on laatan reunakuorma? Se riippuu kuormitusalaista, laatan jäykkyydestä (kimmokerroin ja paksuus) sekä alustaluvusta ja se pitäisi aina laskea, kun kyseessä ovat suuret kuormat. On muistettava, että myös saumakohta on laatan reuna eli sahasaumattut rakenteet pitäisi mitoittaa myös laatan reunakuorman mukaan.

Maanvaraisen kuitubetonilattian mitoitukseen ei Suomessa ole kunnollisia ohjeita. Betonilattiaohjeista kyllä löytyvät kaavat, mutta ne perustuvat jo käytöstä poistettuun ASTM:n testiin ja siitä saatavaan jäännöslukuarvoon. Englantilaiset ohjeet ovat tarkemmat ja Englannissa on lisäksi tehty oma ohjekirja /3/, joka keskittyy pelkästään teräskuitubetoniin. Suomessakin on käyty keskusteluja ohjeen tarpeellisuudesta ja toivottavasti Betonilattiaohjetta uudistettaessa myös teräskuitubetonilattiat nostetaan niille kuuluvaan arvoon.

Edellä olen käsitellyt vain teräskuitubetonilattioita. Soveltuvien osin asiat pätevät myös uusiin

makrokuitubetonilattioihin. Ohuita *polypropyleenikuituja* on käytetty lattiabetoneissa estämään plastisia halkeamia. Ne ovat erittäin suositeltavia, jos olosuhteet ovat vaativat ja riski plastiselle halkeilulle on suuri. Ohuet polypropyleenikuidut eivät kuitenkaan toimi kovettuneessa betonissa. Sen sijaan uudet paksummat synteettiset kuidut, ns. *makropolymeerikuidut*, pystyvät ottamaan kuormituksia vastaan. Myös näiden kuitujen osalta englantilaiset ovat edelläkävijöitä ainakin ohjeiden laadintamielessä /4/. Suomessa makropolymeerikuiduilla on tehty joitakin pintabetonilattioita sekä pienempiä maanvaraisia lattioita. Tuotteella on paljon etuja teräskuituihin verrattuna ja uskon niiden yleistyvän lähivuosina.

### BETONI HALKEILEE AINA

Betoni halkeilee aina. Tärkeintä lattian kestävyuden kannalta on, että tämä halkeilu on hallittua. Perinteisesti betonilattiaan tehdään saumoja, jotta voitaisiin ohjata betonin lämpöliikkeistä ja kutistumisesta aiheutuvat halkeamat kontrolloidusti yhteen kohtaan. Saumoja on periaatteessa kahta tyyppiä.

*Liikuntasaumat* sallivat usean millimetrin suuruisen liikkumisen. Betonilattiaohjeen mukaan liikuntasavamaväli voi olla maksimissaan 30 metriä. Kun suositeltava valualueen pituuden suhde leveyteen on 1,5 - 2, voidaan liikuntasauvojen avulla valaa maksimissaan noin 450 - 600 m<sup>2</sup>:n suuruinen alue. Eli laajoissa lattioissa on kymmeniä, jopa satoja metrejä vaurioille alttiita saumoja.

*Kutistumissaumat* tehdään yleensä sahaamalla kovettuneeseen, 8 - 24 tunnin ikäiseen betonipintaan saumat (korkeus n. 1/3 laatan paksuudesta), joihin halkeamat ohjautuvat. Sahasaumat ovat pienempiä kuin liikuntasaumattut eivätkä näin ollen ole niin alttiita vaurioille. Mutta toisaalta niitä on mo-

2

Lattian kuormitusten osalta merkittävimpiä ovat yleensä pistekuormat joko hyllytolpista tai laatalta liikkuvista ajoneuvoista. Pistekuormien osalta määrääviksi tulevat yleensä laatan reunalla tai kulmassa olevat kuormat. Myös saumakohta on laatan reuna eli sahasaumattut rakenteet pitäisi mitoittaa laatan reunakuorman mukaan.



3

3 Kuitubetonia käytettäessä betonimassa voidaan toimittaa autolla suoraan valualueelle.

4 Saumattomassa lattiassa korostuu liikunta- ja työsaumojen laatu. Ne tulee tehdä valmiista saumarauδοitteista, jotka on myös mitoitettava kestämaan kuormien siirtymisen sauman yli. Nykyaikaisella laitteistolla lattiabetoni tasoitetaan ja sirote levitetään nopeasti.

ninkertainen määrä liikuntasaumoihin verrattuna. Kutistumissaumojen suositeltu väli on noin 30 kertaa laatan paksuus tai 6 metriä.

#### SAUMATTOMAT LATTIAT

Myös saumattomat betonilattiat halkeilevat. Oleellinen ero on siinä, että halkeiluprosessi on hallinnassa. Raudoituksen avulla halkeamaleveys saadaan erittäin pieneksi, halkeamat ovat lähes näkymättömiä. Halkeamien hallinta ja lattian saumattomuus vähentävät tehokkaasti lattian vaurioitumisriskiä.

Itse asiassa saumattomat lattiat eivät ole "saumattomia" kuin pienemmissä, käytännössä alle 2000 m<sup>2</sup>:n kohteissa, koska betonitehtaan ja lattiaurakoitsijan kapasiteetti asettavat rajoituksen kertavalun maksimikoolle. Isommissa lattioissa termin "jointless" tilalla voisikin käyttää termiä "less joint", koska kyse on nimenomaan saumojen vähentämisestä.

Halkeilun hallinnan lisäksi saumattomuudella saavutetaan monia muita etuja:

- Hyllyjä ja muita kuormia voidaan sijoitella vapaasti, kun ei tarvitse miettiä niiden sijoittelun vaikutusta mitoitukseen ja kuormien siirtymiseen saumojen yli.
- Saumat ovat ylivoimaisesti yleisin paikka vaurioille betonilattioissa. Saumojen vähentämisellä vähennetään myös lattian vaurioita ja kunnossapidon tarvetta.
- Trukit ja muut tavarankuljettamiseen tarkoitetut koneet ja laitteet pysyvät kunnossa, kun lattiapinnassa ei ole täriseviä saumoja.
- Saumattomat lattiat saadaan nopeammin valmiiksi, kun yhdellä valukerralla tehdään jopa yli 2000 m<sup>2</sup> valmiita betonilattiaa.

Saumattomien, perinteisesti raudoitettujen lattioi-

den suunnittelussa on tärkeää, että raudoituksen määrä sekä betonilaatan ja alustan välinen kitka on suunniteltu niin, että halkeamien leveys ja halkeamaväli täyttävät lattiapinnalle asetettavat vaatimukset.

Perinteistä raudoitusta käyttäen eteen on tullut ongelma. Saumattomien lattioiden valaminen edellyttää laajoja kertavaluja, mutta rauditus hidastaa valutyötä. Ratkaisuna on kuitubetoni.

#### SAUMATTOMAT TERÄSKUITUBETONILATTIAT

Laajoja lattia-aloja valettaessa kriittisin tekijä on betonimassan levittäminen. Nykyisin lähes kaikki suuremmat lattiat tehdään laserohjattuja levityskoneita käyttäen. Se on kuitenkin hankalaa, mikäli lattiassa on perinteinen rauditus. Levityskone ei pysty liikkumaan raudituksen päällä ja toisaalta rauditusta ei pysty levittämään samassa tahdissa betonivalun kanssa. Näin ollen käytännössä ainoa tapa tehdä laajoja kertavaluja laserohjatuilla levittimillä on kuitubetonin käyttäminen.

Kun käytetään teräskuitubetonia ja laserohjattua levityskonetta, on saumattoman lattian tekeminen yksinkertaista. On vain huomioitava seuraavia asioita:

- Kiinnikkeitä ei saa syntyä eli kaikki seinät, pilarit, läpiviennit ja muut lattian epäjatkuvuuskohdat tulee erottaa lattiasta esimerkiksi 10 mm:n polystyreenikaistalla, joka sallii liikkeen.
- Lisärauditus (esim. 3 Ø16 mm) laitetaan laatan kulmapisteisiin (esim. pilarien nurkkiin).
- Valun eteneminen suunnitellaan siten, että valurintama pysyy koko ajan tuoreena, jottei synny kuivasaumoa.
- Mikäli lattia on niin laaja, ettei sitä voida toteuttaa yhtenä valuna, tulee työsauma suunnitella



4

huolellisesti, mieluiten valmiita saumarakenteita käyttäen.

Saumattomien lattioiden koon määräävät käytännössä betonitehtaan ja lattiaurakoitsijan kapasiteetit. 1500 - 2500 m<sup>2</sup>:n saumattomat kertavalut ovat täysin mahdollisia. Pienellä betonitehtaalla, varsinkin jos siellä ei ole annostelulaitteistoa, saattaa kapasiteetti rajoittaa lattian maksimikokoa. Toisaalta urakoitsija, jolla ei ole käytössään sopivaa kalustoa tai riittävästi työvoimaa hoitamaan suuren lattianteon kaikki vaiheet (massan levitys, tiivistys, hierrot, sirotteen levitys, jälkihoito), ei pysty edellä mainittuihin työsuorituksiin.

Vaikka aina ei päästäkään näin suuriin valualueisiin, saavutetaan saumattomuuden edut myös pienemmissä lattioissa. Jo muutaman sadan neliömetrin lattiasa saumattomuus tuo edellä mainitut hyödyt mm. hyllyjen sijoittelussa sekä lattian kunnossapidossa.

### SAUMATTOMAN TERÄSKUITUBETONILATTIAN SUUNNITTELU

Betonilattian suunnittelusta vastaa kohteen rakennesuunnittelija. Betonilattiaohjeissa on esitetty mitoituskaavat saumattoman teräskuitubetonin suunnitteluun. Niiden pohjana on kuitenkin testimenetelmä, joka maailmalla on jo poistettu käytöstä. Suomessa tämä menetelmä on edelleen käytössä, koska suomalainen, Betoniyhdistyksen hyväksymään käyttöselosteeseen pohjautuva, teräskuitujen mitoitus perustuu tähän vanhentuneeseen testiin. Tässä asiassa kuljemme siis jälkijonassa.

Uusi, myös Suomessa voimassa oleva, eurooppalainen standardi (SFS EN 14889-1:2006) määrittelee kuidut, joita voidaan käyttää teräskuitubetonissa eli kuitujen tulee olla CE-merkittyyjä. Näitä kuituja käytettäessä lattia mitoitetaan kuitutoimittajan

menetelmien mukaan eikä käyttöselosteelle ole tarvetta. Suuremmilla kuitutoimittajilla on omat mitoitusohjelmat, joissa on valmiina omien kuitujen lähtötiedot.

Kuitutoimittajien mitoitus on hyvä menetelmä, koska tällöin vastuu rakenteen toiminnasta siirtyy näiltä osin kuidun valmistajalle. Kohteen rakennesuunnittelijan vastuulle jää lähtötietojen tarkistaminen. On kuitenkin suositeltavaa, että tilaaja/rakennesuunnittelija pyytää kuitutoimittajalta mitoituksen kirjallisesti dokumentoituna. Dokumentissa tulee olla selvästi näkyvissä kaikki mitoituksen lähtötiedot (alustaluku, kuormitukset, rakenteen mitat, betonilaatu).

Tärkein asia tilaajan kannalta on, että mitoitus perustuu aina tiettyyn teräskuituun laskenta-asiakirjoissa dokumentoiduilla lähtötiedoilla. Ei ole hyväksyttävää vaihtaa kuitua. Vaikka käytettäisiin tyyppinimikkeeltään vastaavaa kuitua ja vastaavaa kuitumäärää, ei mitoitus ole pätevä, koska kaikilla kuituilla on omat ominaisarvonsa, joihin mitoitukset perustuvat.

Vielä pahempaa on joidenkin kuitutoimittajien harrastama menetelmä, jossa kuitumäärä napataan jostain mitoituslaskelma tai jopa suoraan vertaamalla kohteeseen suunnitellun perinteisen raudituksen kapasiteettia jonkin tietyn kuitumäärän kapasiteettiin. Tämän tyyppisiä menetelmiä voidaan käyttää alustavissa, budjetointia varten tehtävissä laskelmissa, mutta lopullisen mitoituksen tulee perustua todelliseen, dokumentoituun laskentaan.

### LATTIARAKENNE JA BETONIMASSA

Kuten edellä olen todennut, tarvitaan myös saumattomissa lattioissa saumoja. Koska teollisuuslattioiden kuormat usein ovat melko suuret, tulee nämä saumat mitoittaa huolella. Sahasaumojen

osalta Betonilattiaohjeet antaa mahdollisuuden siirtää 30 % kuormasta sauman yli eli saumakohta mitoitetaan laatan vapaana reunana, jossa on 70 % kuormasta.

Liikunta- ja työsaumojen osalta tällaista sääntöä ei ole vaan sauman kuormansiirtokyky on tarkistettava laskelmin. Valmiita saumarakenteita suositellaan käytettäväksi raskailla kuormilla, koska niiden avulla varmistetaan, että kuormia siirtävät vaarnat ovat oikeissa paikoissa ja oikeissa asennoissa. Lisäksi valmiissa saumarakenteissa usein on erikoisvahvat teräslistat laatan pinnan tasossa, mikä lisää sauman kestävyttä myös iskukuormituksille.

Laatan paksuutta voidaan usein pienentää kuituraudoituksella. Suomessa on mielestäni menty tässä ohentamisessa jo liian pitkälle, valetaan jopa alle 100 mm paksuisia maanvaraisia laattoja. Maailmalla saumattomien ratkaisujen minimipaksuutena pidetään yleensä 150 mm. Vaikkei kuituraudoituksella ohennettaisikaan laattaa, tuo aikataulun nopeutuminen kokonaissäästöjä.

Minimikuitumääränä maanvaraisissa lattioissa pidetään yleensä 20 kg/m<sup>3</sup>. Pentti Lumme esitti artikkelissaan /5/ minimikuitumääräksi 30 kg/m<sup>3</sup>, mikä mielestäni on turhan suuri, mikäli lähtötiedot ovat oikeat. Sen sijaan kohteissa, joissa lähtötiedot ovat karkeita arvioita, olen Lumpeen kanssa samaa mieltä. Samoin yhdyin hänen mielipiteeseensä siitä, että vaikka mitoitus voidaan tehdä grammojen tarkkuudella, niin lähtötietojen ja annostelun tarkkuudesta johtuen kuitumäärä tulisi suhteuttaa 5 kg:n välein. Saumattomissa ratkaisuissa minimikuitumääränä pidetään yleensä 40 kg/m<sup>3</sup>.

Betonin lujuusluokkakysymys on ongelmallinen. Nykyiset käyttöikävaatimukset vaativat korkeita lujuusluokkia. Lujuusluokan nostaminen lisää kutistumia, mikä saumattomissa ratkaisuissa ei ole hyvä

asia. Usein teollisuuskohteissa ja pysäköintiloissa käytetään sirotepintaa tai kovabetonipintausta. Nämä molemmat lisäävä rakenteen kestävyttä ja käyttöikä, mutta Suomessa ei vielä ole ohjeita siitä, miten tämä voitaisiin mitoituksessa huomioida.

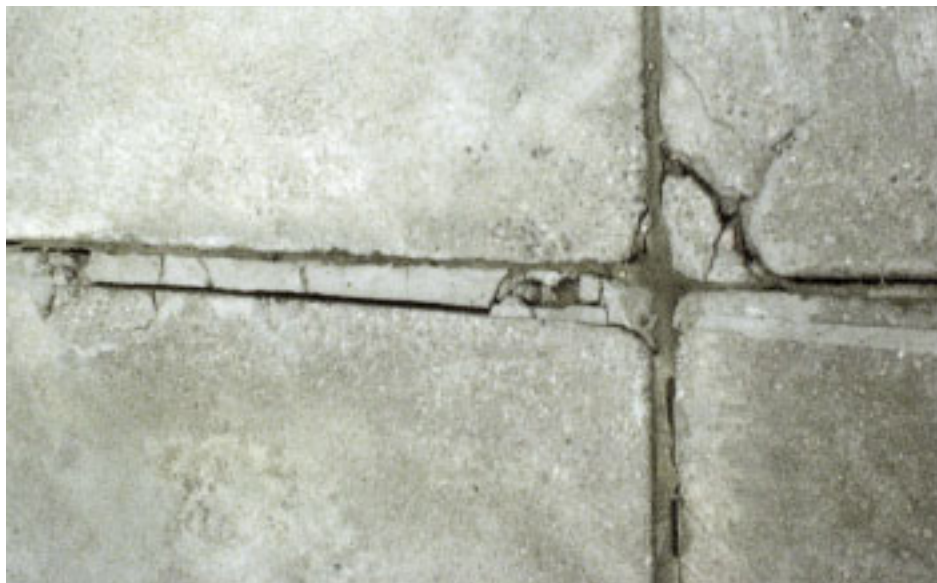
#### YHTEENVETO

Saumattomat kuitubetonilattiat eivät ole tulevaisuutta, vaan ne ovat nykyaikaa. Tällä lattiatyypillä on niin paljon etuja perinteisiin teollisuuslattioihin verrattuna, ettei sen menestystä voi estää. Tämä asettaa paljon vaatimuksia sekä rakennuttajille että suunnittelijoille, joiden tulee oppia ymmärtämään tämä rakenne ja sen tuomat edut. Ennen kaikkea heidän tulee panostaa siihen, että lähtötiedot ovat oikeat, jotta vältetään ylivoimaisia ja toisaalta pitää huolta siitä, että myös maanvaraiset lattiat todella mitoitetaan.

Edellä olevien argumenttien ja käyttöikävaatimusten pohjalta mielestäni paras teollisuuslattia saadaan, kun valetaan saumaton teräskuitubetonilattia K30 betonilla, viimeistellään se kovabetonipintaauksella tuoretta-tuoreelle menetelmällä ja käytetään valmiita, kovia kuormia kestäviä saumaraudoitteita. Näin saadaan aikaan pitkäikäinen ja kestävä lattia, joka täyttää korkeatkin kulutuskestävyyden ja tasaisuusvaatimukset.

5

Sauma on lattian heikko kohta. Kuvassa yhden vuoden ikäinen teollisuuslattia, jonka sirotepinta on moitteettomassa kunnossa.



#### VIITTEET:

- /1/ Concrete Industrial Ground Floors - A Guide to design and construction. Technical Report 34. The Concrete Society. Third Edition 2007.
- /2/ Betonilattiat 2002. Suomen Betoniyhdistys by45 / Suomen Betonilattiyhdistys bly 7.
- /3/ Guidance for the Design of Steel-Fibre-Reinforced Concrete. Technical Report 63. The Concrete Society 2007.
- /4/ Guidance on the Use of Macro-synthetic-fibre-reinforced Concrete. Technical Report 65. The Concrete Society 2007.
- /5/ Pentti Lumme: Kuitubetonin käyttö lisääntyy rakenteissa – jopa kantavissa rakenteissa, Betoni 3-2008, ss. 72-77.

#### JOINTLESS FIBRE CONCRETE FLOORS

*Steel fibre concrete has also in Finland been used in industrial floors since the 1980s. After a slow start the demand for steel fibre concrete increased toward the end of the 1990s, when laser screeds were introduced. The reason for this was that the use of laser screeds is impossible or at the very least difficult with conventional reinforcing. In one fairly large industrial project the Client calculated that the replacement of reinforcing with fibre concrete in concrete floors would shorten the project by four weeks.*

*Jointless fibre concrete floors offer many advantages over conventional industrial floors. On the other hand, the use of fibre concrete results in many requirements for the builders and the designers, who have to understand the construction and its benefits. More than anything efforts shall be focused on correct input information to avoid over-dimensioning and to ensure that also floors supported on the ground are actually dimensioned.*

*In addition to loads, the foundation coefficient of the soil is an important input value in the design of fibre concrete floors supported on the ground. Many steel fibre suppliers have their own dimensioning programs, in which the foundation coefficient is entered as one input value. The accuracy of the input foundation coefficient must be considered in the analysis of the results, and taken into account in the determination of the final slab thickness.*

*No good guidelines are available in Finland for the dimensioning of fibre concrete floors supported on the ground. The formulae used in the guidelines for concrete floors are based on the obsolete ASTM test and the residual strength value obtained from it.*

*Concrete will always crack. The most important thing in terms of the durability of the floor is to control the cracking. Traditionally joints have been made in concrete floors so that the cracks caused by thermal movement and shrinkage can be directed in one point in a controlled manner.*

*Jointless concrete floors will also crack. The essential difference is that this cracking is under control. The reinforcement ensures that the cracks are extremely narrow, almost invisible. The control of cracking and the absence of joints effectively reduce the damage risk of the floor. The size of the jointless floor is in practice determined by the capacity of the concrete supplier and the floor contractor. Single pouring processes of up to 1500 - 2500 m<sup>2</sup> of jointless floor are quite possible.*

*The structural designer of the project is responsible for the design of the concrete floor. The dimensioning must always be based on the specific steel fibre, using the input values documented in the calculation documents. The fibre must not be replaced, as every fibre has its own specific values and the dimensioning is based on them.*

*The thickness of the slab can often be reduced by using fibre reinforcing. The author of the article, Mr. Martti Matsinen feels that in Finland the slabs are becoming too thin, with floors supported on the ground poured in less than 100 mm thick slabs. Internationally the minimum thickness of jointless solutions has usually been set to 150 mm. Even if the thickness of the slab remains unchanged, fibre reinforcement translates into total savings due to the shorter building schedules.*

*According to Mr. Matsinen, the best industrial floor is a K30 steel fibre concrete floor, which is topped with metallic topping using the fresh-on-fresh method and prefabricated joint reinforcement resistant to high loads.*

5