

Yksikerroslaakereiden mitoitustalonrakentamisessa

Seppo Jussila, diplomityöntekijä, TTY
seppo.h.jussila@tut.fi

Kumilevylaakereiden mitoitukseen on tehty vuonna 2009 kansallinen mitoitushoje, Raportti RTL 0105 Kumilevylaakereiden mitoittaminen (elementtisuunnittelu.fi). Seppo Jussilan diplomityössä tutkittiin standardin EN 1337-3 päivitystyötä varten näiden mitoituskaavojen perusteella kumilevylaakereiden mitoitusta ja verrattiin niitä puristuskokeiden tuloksiin, sekä tehtiin kirjallisuustutkimusta.

Kumilevylaakereiden CE-merkintä ja kansallinen hyväksyntämenettely

Voimassa olevan EN 1337-3 2005 -standardin päivitys tulee voimaan aikaisintaan vuonna 2015, jonka jälkeen sen olisi tarkoitus koskea myös talonrakentamista ja edelleen johtaa kumilevylaakereiden CE-merkintään. Ainakin vuoden 2015 saakka tullaan yksikerroslaakereille käyttämään kansallista hyväksyntämenettelyä, varmennustodistusta.

Kumilaadut ja fysikaaliset arvot

Kumilevylaakereiden kovuutena käytetään EN 1337-3 -standardissa IRHD -kovuutta, kun aiemmin ollaan totuttu Shore A kovuuksiin. Elastisilla kumeilla nämä kovuudet vastaavat toisiaan. Ohjeellista kovuutta 60 IRHD vastaava liukumoduulin arvo on $G=0,9$ MPa, joka on vaatimus. Mitoittamisessa liukumoduuli on tärkein lujuusparametri. Liukumoduulin arvo voidaan valmistajan toimesta mitata laboratoriossa vetokokeella tai se voidaan likimääräisesti laskea kumin kovuuden perusteella, mikä ei välttämättä sovi kaikille kumilaaduille.

Riittävän elastisuuden ja kestävyuden varmistamiseksi on EN 1337-3 taulukko 1:ssä vaatimuksia laakerin fysikaalisille arvoille, joiden perusteella useimmiten käytettyjen kumilevyjen laatu ei enää ole riittävää.

Materiaaleja valittaessa on yleensä kaksi vaihtoehtoa: kloropreeni (CR) ja luonnonkumi (NR). Kloropreenin vanhenemisenkestävyys on luonnollisesti parempaa, kun taas luonnonkumia suositellaan kylmiin olosuhteisiin.

Kumilevylaakereiden mitoituksesta

Kumilevylaakerin mitoituksesta on tärkeää ymmärtää monikerros- ja yksikerroslaakereiden välinen oleellinen ero puristettaessa. Yksikerroslaakerissa ei ole sisään vulkanoituja teräslevyjä estämässä sen vaakasuuntaista laajenemista pystykuormasta. Koska kumi on kokoonpuristumatonta, niin sen täytyy laajentua vapaille sivuille. Tällöin reunaetäisyyksien määrittäminen on tärkeää betonin lohkeilun estämiseksi.

Ohuet kumilevylaakerit kestävät mitoituksessa suurimmat pystykuormat. Laakereiden paksuudet voivat olla 5...20 mm (yleensä 8 mm). Suositeltava laakerin paksuus on yleensä 8 tai 10 mm. Suuret laakeripaksuudet ($t=15$ ja 20 mm) aiheuttavat ongelmia laajentuessaan huomattavasti sivuille ja johtavat puristuman takia puristusjännityksen rajoittamiseen. Mitoituksessa laakereiden kokoonpuristumaa rajoitetaan talonrakennuksessa yleensä noin 25 %:iin.

EN 1337-3 -standardin mukaisessa mitoituksessa tullaan tulevaisuudessa mitoittamaan

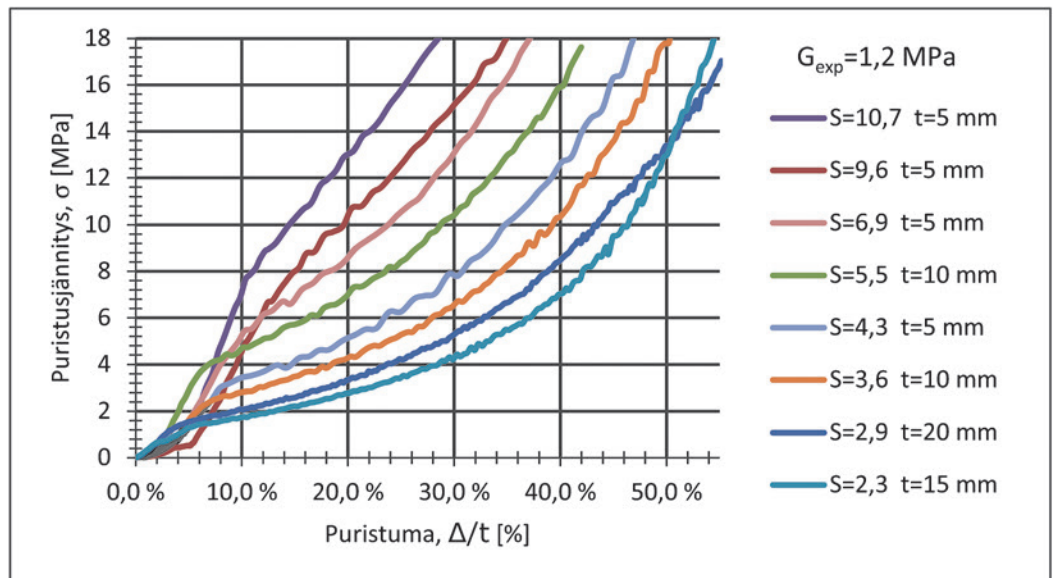
murtorajatilassa pystykuormankestävyys, leikkausmuodonmuutos ja liukumattomuusvaatimus. Käyttörajatilatarkasteluja ovat kokoonpuristuma ja vaakasuuntainen laajeneminen.

Kiertymän vaikutusta laakerin kuormankantokykyyn tutkittiin myös kuormituskokeilla. Raportin RTL 0105 mitoitusmenetelmässä on puristusjännitykselle empiirinen pienennyskerroin, joka ottaa kiertymän vaikutuksen huomioon. Pienennyskerroimen suuruusluokka on kokeiden perusteella oikea.

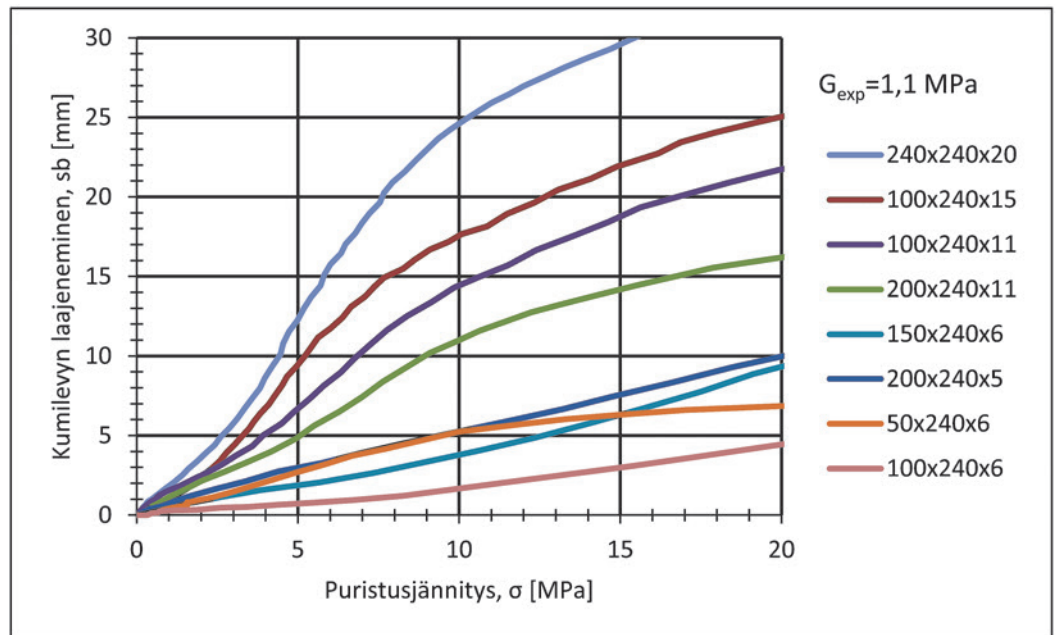
Kitkakertoimeen vaikuttavia tekijöitä

Laakerin mitoituksessa kitkakertoimet ovat kääntäen verrannollisia puristusjännitykseen. Lisäksi kitkakerroin riippuu liukumasta, kuormitusnopeudesta ja kontaktipinnoista. Kitkakerroinikäyrät esitetäänkin yleensä puristusjännityksen funktiona, jolloin matalalla puristusjännityksillä on korkeampi kitkakerroin kuin suurilla puristusjännityksillä. Matalia puristusjännityksiä (alle 2 MPa) tulisi yleensä välttää ja erityisesti varoa käyttämästä liian korkeita (yli 0,4:n) kitkakertoimen arvoja.

Raportin RTL 0105 kitkakertoimen arvot ovat melko korkeita. Parhaat kitkakertoimen arvot saadaan mitattua karhealla betonilla, korkealla leikkausvoiman kuormitusnopeudella (esim. tuulikuormilla) ja suurilla liukuman arvoilla. Sen sijaan betonin pinnan ollessa hyvin sileää tai pinnan ollessa terästä sekä matalalla leikkausvoiman kuormitusnopeudella ja pienillä liukuman arvoilla, kitkakertoimen arvot ovat huomattavasti matalampia.



Kuva 1. Jännitys-puristuma-kuvaaja eri muotokertoimilla (S). Teknikumin CR -kumi teräspinnoilla. Alun tasoittumisvaiheen jälkeen muotokertoimet erottuvat selvästi.



Kuva 2. Kumilevyn vaakasuuntainen laajeneminen betonipinnoilla yhdelle sivulle (Teknikumin NR -kumi).

Päätelmät koetuloksista

RTL 0105 mitoitusmenetelmän painumakaava antaa kohtuullisen hyvin koetuloksia vastaavia arvoja välittömälle painumalle, mutta tarkkoihin arvoihin on kuitenkin mahdoton päästä. Sen kolmesta rajakuorman kaavasta voidaan mahdollisesti tulevaisuudessa EN 1337-3 standardissa käyttää vain ensimmäistä, jolloin mitoitus siltä osin yksinkertaistuisi. Sallittu puristusjännitys olisi tällöin riippuvainen kolmesta tekijästä: liukumuodulista, muotokertoimesta ja laakerin kiertymäkyvystä.

Kumilevyn laajenemista tapahtui puristuskokeissa betonipinnoilla huomattavasti vähemmän kuin teräspinnoilla. Myös kumilaaduilla oli eroavaisuuksia siten, että luonnonkumilla laajenemista tapahtui enemmän kuin kloropreenilla.



Artikkelin kuvat: Seppo Jussila

3 Kitkakertoimen mittausjärjestely.
Koekappaleet ovat betonikappaleiden välissä.

Design of plain pad bearings in building construction

In 2009, a national design specification was issued for the design of elastomeric bearings: Report RTL 0105 Design of elastomeric bearings. Seppo Jussila studied in his dissertation for the purpose of the updating of standard EN 1337-3 the design of elastomeric bearings on the basis of the design equations contained in the report and compared them with the results of compression tests.

The updated revision of the valid EN 1337-3 2005 standard will be adopted in 2015 at the earliest. After its adoption, it is intended to also apply to building construction and further result in the CE marking of elastomeric bearings. Until 2015, at least, the national approval procedure, i.e. the verification certificate will be applied to plain pad bearings.

Based on tests, the deflection equation contained in report RTL 0105 produces values,

which correspond reasonably well with the results obtained for immediate deflection in tests, but it is impossible to achieve exact values. The future EN 1337-3 standard can only use the first of the three limit load equations contained in the report. Thus, design will be simplified in this respect. The permitted compression stress would then be dependent on three factors: shear modulus, form factor and rotational spring of the bearing.

The elastomer expanded in compression tests considerably less on concrete surfaces than on steel surfaces. There were also differences between different elastomers, with natural rubber expanding more than chloroprene.