

Rakenteiden vaurionsietokyvyn varmistaminen onnettomuustilanteessa – – RIL 201-4-2017 ja muut apukeinot tilanteen hallintaan

Juha Valjus, kehitysjohtaja, Sweco Oy
juha.valjus@sweco.fi

Rakenteiden vaurionsietokyvyn varmistaminen onnettomuustilanteessa tai kansanomaisemmin jatkuvan sortuman estäminen ei ole helposti ymmärrettävissä. Siinä käsitellään abstrakteja asioita, joille ei aina ole helppoa löytää täsmällistä kuorman arvoa, jonka perusteella suunnittelu tehdään.

Määräyksissä on jo pitkään ollut vaatimuksia ja ohjeita siitä, kuinka tämä onnettomuustilanteen vaatima suunnittelu hoidetaan. Käytännössä suunnittelua on tällaisen määrittelemättömän onnettomuustilanteen varalta tehty hyvinkin kirjavilla tavoilla. Ohjeissa ja määräyksissä on näet ollut käytettävissä hyvin eritasoisia menetelmiä. Aina ei ole tiedetty, mitä menetelmää tulisi soveltaa.

Jotkut ovat järjestelmällisesti käyttäneen ns. avainasemassa olevan rakenneosan menetelmää ja laskeneet $A_d = 50$ kN kuormituksen ko. rakenteille. Tällä ei useinkaan ole ollut mitään vaikutusta rakenteeseen, joten on syytä kysyä, onko tapa aina lisännyt rakenteen "vastustuskykyä". Toisena ääripäänä on mietitty rakenteille vaihtoehtoisia kuormansiirtoreittejä, joilla voidaan paremmin varmistaa, ettei jatkuvaa sortumaa synny. Ääripäiden välille sijoittuvia menetelmiä ovat esimerkiksi sidevoimien laskenta ja lisäraudoitusten tai sitkeiden liitososien käyttö.

Kirjavaa käytäntöä ovat nyt helpottamassa uudet asetukset, Suomen rakentamismääräyskokoelma, useat ohjeet ja julkaisut. Toivottavasti näillä ohjeilla päästään tilanteeseen, jossa samantyyppinen rakennus suunnitellaan pääsääntöisesti samoilla periaatteilla jatkuvan sortuman estämiseksi ja käytettävät keinot ovat ainakin tiettyyn tasoon asti myös talonpoikasjärjellä ymmärrettävissä.

On muistettava, että "jatkuvan sortuman" estäminen on vain yksi osa suunnittelua. Kaikki muut kuormitustapaukset on tietysti

käsiteltävä. Esimerkiksi sidejärjestelmiin suunnitellut rengasteräkkeet, liitokset ym. toimivat tietysti myös normaalitilanteessa ja ne voidaan hyödyntää suunnittelussa. Esimerkiksi onnettomuustilanteita varten suunnitellut sidejärjestelmät eivät siis tule ekstrana kaiken muun suunnittelussa määritellyn päälle, vaan ne ovat kuormitustapaus muiden joukossa.

Vaatimuksia ja ohjeita

Perusvaatimus löytyy Ympäristöministeriön asetuksen (10/16) 3§, jossa edellytetään, että *"Rakennuksella on oltava riittävä vaurionsietokyky, jotta rakennus ei sorru erityyppisten määrittelemättömien onnettomuuskuormien seurauksena"*. Lisää määräyksiä löytyy eurokoodeista ja niiden kansallisista liitteistä.

Suomen Rakentamismääräyskokoelman osassa Rakenteiden lujuus ja vakaus, Rakenteiden kuormat 2016 on annettu ohjeita, kuinka asetuksen vaatimus voidaan täyttää. Julkaisussa on asetustekstien lisäksi ohjetasoista tekstiä, mutta näistä ohjeista muodostunee hyvä rakentamistapa ja niistä tulee yleisesti noudatettuja. Näinhän on käynyt aiempien määräyskokoelmien ohjeille.

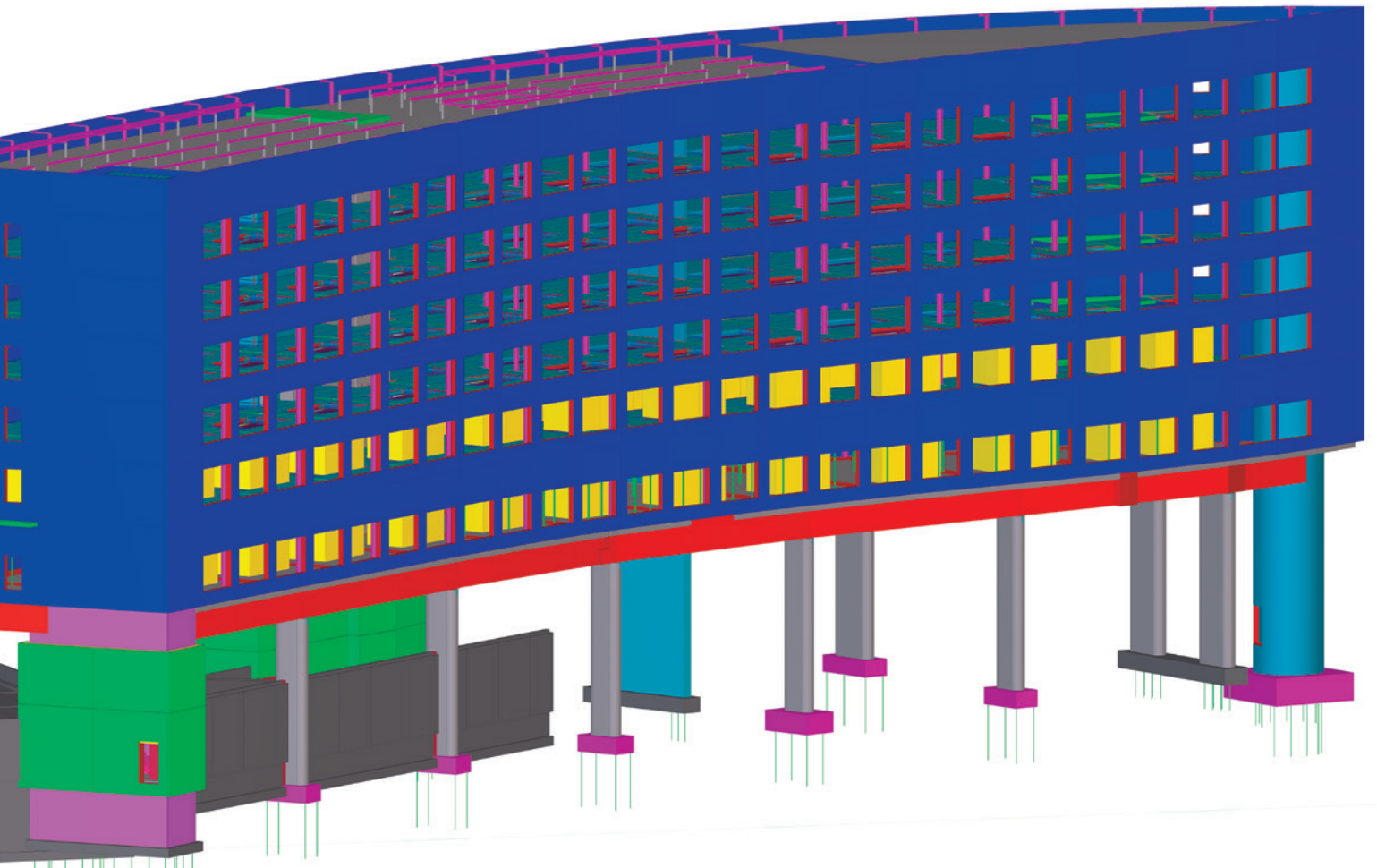
Kansallisessa liitteessä on esitetty SFS-EN 1990 mukaisen seuraamusluokan jako tarkemmin, kun käsitellään onnettomuustilannetta. Seuraamusluokat ovat CC1, CC2a, CC2b, CC3a ja CC3b, joista CC1 on seuraamuksiltaan pienin ja CC3b on vaativin. Toimenpiteiden vaativuus ja vaatimukset suunnittelulle sekä toteutukselle kasvavat loogisesti seuraamusluokan kasvaessa.

1 Vantaalla Hotelli Flamingon laajennuksessa rakennuksen alaosan tärkeimmät pilarit on mitoitettu avainasemassa olevina rakennusosina, koska niille ei ole mahdollista luoda vaihtoehtoisia kuormansiirtoreittiä. Kuorman A_d arvo on määritetty riskiarvion perusteella.

2 Hotellilaajennuksen mallinnuskuvaa.

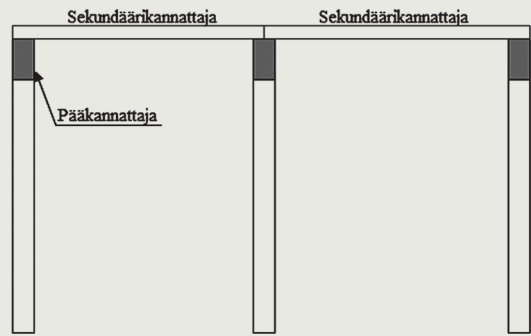
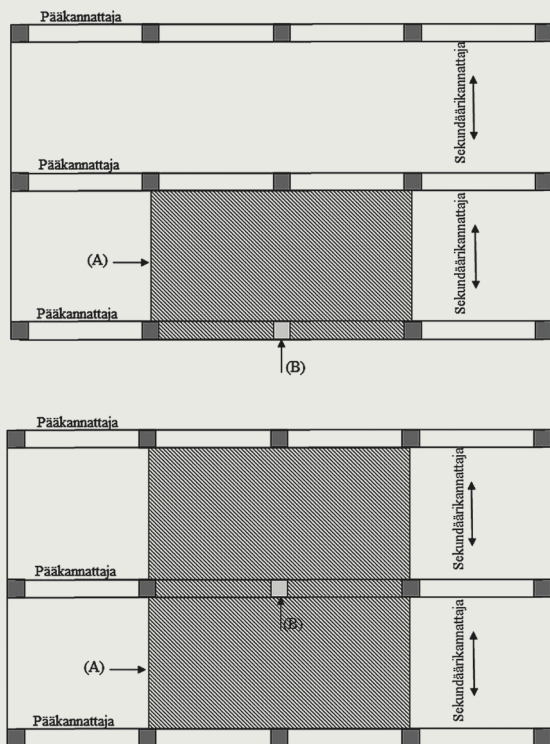


1



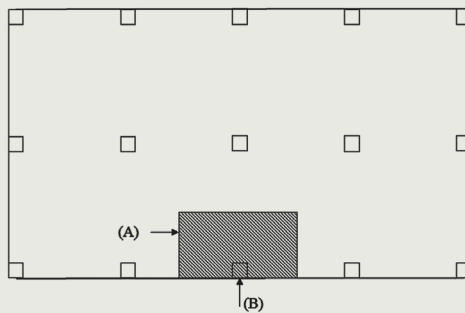
2

Hallimaiset rakennukset

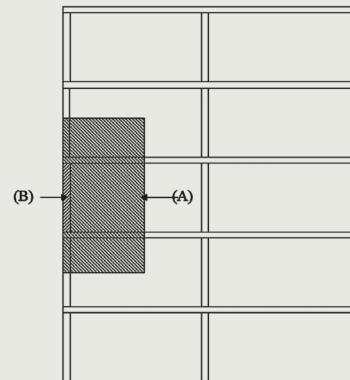


- (A) Paikallinen vaurio
(B) Poistettavaksi ajateltu pilari

Monikerroksiset rakennukset



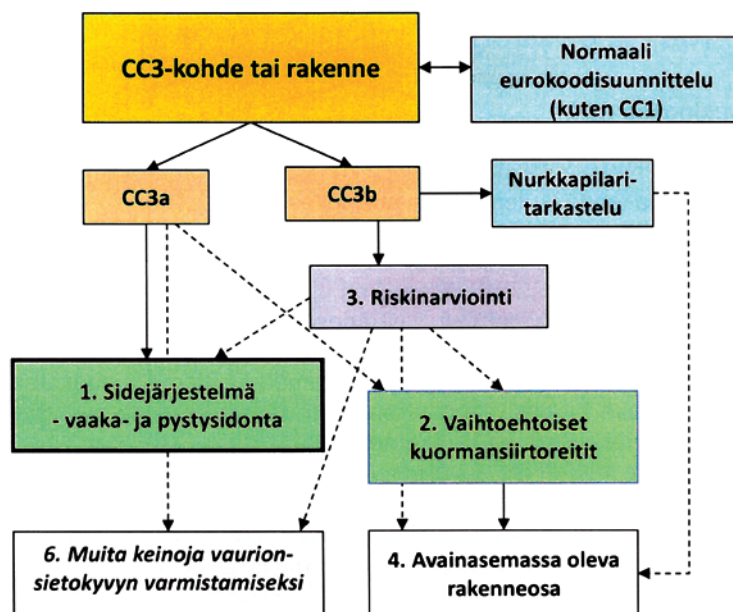
Tasopiirros



Poikkileikkaus

- (A) Paikallinen vaurio
(B) Poistettavaksi ajateltu pilari

3 ja 4 SFS-EN 1991-1-7 kansallisessa liitteessä ja asetuksessa on mahdollisuus suunnitella rajaamalla paikallisen vaurion suuruus tiettyyn arvoon. Tämä voi onnistua helpommin hallimaisissa rakennuksissa. Monikerroksisissa rakennuksissa tämä paikallisen vaurion laajuuden osoittaminen on usein hyvin vaikea tehtävä.



SFS-EN 1991-1-7 kansallisessa liitteessä ja asetuksessa on mahdollisuus suunnitella rajaamalla paikallisen vaurion suuruus tiettyyn arvoon. Tämä voi onnistua helpommin hallimaisissa rakennuksissa. Monikerroksisissa rakennuksissa tämä paikallisen vaurion laajuuden osoittaminen on kuitenkin usein hyvin vaikea tehtävä. Silloin on käytettävä muita menetelmiä jatkuvan sortuman estämiseksi.

Riittävä vaurionsietokyky onnettomuustilanteessa voidaan käytännössä varmistaa joko sidejärjestelmien käytöllä tai suunnittelemalla vaihtoehtoiset kuormansiirtoreitit. Järjestelmien vaatimukset kasvavat seuraamusluokan mukaisesti.

Käytettäessä avainasemassa olevan rakennusosan menetelmää, on kyseiseen rakennusosaan kohdistuva kuormitus A_d määritettävä riskinarvioinnin perusteella ja perustelut käytettävälle arvolle on sisällytettävä suunnitteluasiakirjoihin ja dokumentoitava. Tämä tarkoittaa, että A_d :n arvo on käytännössä esitettävä aikaisessa vaiheessa rakennusvalvontaviranomaisille – eikä tätä menettelyä voi käyttää kaikille rakennusosille. Menettelyä voidaan kansallisen liitteen mukaisesti käyttää, jos vaihtoehtoisia kuormansiirtoreittejä ei pystytä muodostamaan.

Tietolähteitä löytyy, suunnittelija ei ole yksin

Vaurionsietokyvyn lisääminen ennalta määräämättömän onnettomuustilanteen varalta on vaikea asia, johon on kaivattu lisäohjeistusta. Useat tahot ovat vastanneet kysyntään ja käytännön ohjeita voi määräysten lisäksi hakea ainakin seuraavista julkaisuista:

- RIL 201-4-2017
- Betoninormikortti 23EC (julkaistaan 2017 lopussa)

- fib julkaisu 63 Design of precast concrete structures against accidental actions.

RIL 201-4-2017 Rakenteiden vaurionsietokyvyn varmistaminen onnettomuustilanteessa

Julkaisussa kuvataan tarkasti jatkuvaa sortumaa ilmiönä ja sen estämisen mahdollisuuksia ja toimenpiteitä eri seuraamusluokissa. Eri rakennusmateriaaleille on esitetty suositeltavat menettelyt eri seuraamusluokissa ja lisäksi on kuvattu joitain yleisimmin jatkuvaan sortumaan johtaneita syitä.

Eri rakennusmateriaaleja koskevien esimerkkien ansiosta suunnittelijoiden on helpompi ymmärtää, mitä käsitteillä tarkoitetaan. Käytännön suunnittelutyö helpottuu.

Julkaisussa on vaativiin (yleensä CC3 kohteet) kohteisiin soveltuvia apukeinoja riskiarvioinnin tekemiseksi. Riskiarviointia tarvitaan usein kun määritetään vaikkapa onnettomuusmitoituksukuorman A_d arvo, kartoitetaan rakenteita, joihin voisi todella kohdistua jokin riski tai etsitään rakenteita, jotka on mitoitettava avainasemassa olevina.

Betoninormikortti 23EC

Normikortissa esitetään ohjeiden soveltaminen betonielementtirakentamiseen ja annetaan käytännön esimerkkejä ja esimerkiksi liitosten kapasiteetteja eri kuormitustilanteissa. Korttiin on laskettu malliesimerkki sidevoimamenettelyn käytöstä ja annettu suunnittelulle ohjeita kuinka annetut vaatimukset pystytään täyttämään.

Käytännön soveltamista

Riskianalyysejä ja muita menetelmiä yhdessä on käytetty useissa rakennuskohteissa, kuten esimerkiksi Vantaan Hotelli Flamingon laajennuksessa. Kohteessa rakennuksen alaosaan tärkeimmät

pilarit on mitoitettu avainasemassa olevina rakennusosina, koska niille ei ole mahdollista luoda vaihtoehtoisia kuormansiirtoreittejä. Kuorman A_d arvo on määritetty riskiarvion perusteella.

Ylempien liittorakenteiden kerrosten, joissa on tiheämpi pilarijako, vaurionsietokyky varmistetaan sidejärjestelmillä, sitkeillä liitoksilla ja paikallavalettavilla reunavaluilla, joihin saadaan sijoitettua riittävät sideteräksiset luotettavasti.

Menettelyä on käsitelty yhdessä rakennusvalvontaviranomaisten kanssa jo hankkeen lupavaiheessa.

Lisää käytännön esimerkkejä ja koulutusta tarvitaan

Vaikka ohjeita ja määräyksiä löytyy jo paljon, on käytännön sovellutuksissa vielä paljon kehittämistä. Hyviä käytännön esimerkkejä sekä koulutusta tarvitaan lisää.

Yksi tärkeimmistä asioista on selvittää jo rakennuslupavaiheessa, miten ”jatkuva sortuma” rakennuskohteessa tullaan estämään. Jos sitä aletaan miettiä vasta kun kaivuri on jo tontilla, ollaan auttamatta myöhässä. Seurauksena voi olla kalliita yllätyksiä.

Pelkästään kuvitelma rakennuksen väärästä seuraamusluokasta voi tulla kalliiksi, kun rakenteisiin joudutaan viime hetkellä lisäämään raudoitusta tai sitkeyttä tai muuten laastaroimaan rakennetta. Asia olisi usein voitu hoitaa edullisemmin miettimällä ajoissa ja tekemällä tarvittavat toimenpiteet.

Hoidetaan asia ajoissa, niin saadaan toimivat ja taloudelliset rakenteet.