

Betonielementtien käyttö korkearakentamisessa

Aki Kemppainen, suunnittelupäällikkö,
YAMK
Sweco Finland Oy
aki.kemppainen@sweco.fi

Betonielementtiteollisuus ry:n elementtijaos on laatinut ohjeen betonielementtien käytöstä korkearakentamisesta yhteistyössä Swecon kanssa. Ohjeen tarkoituksena on pyrkiä esittämään tiedossa oleviin haasteisiin ja esteisiin ratkaisuja, joilla betonielementtien käyttö korkearakentamisessa helpottuu. Ohjeistus on suunnattu suunnittelijoille ja se löytyy www.elementtisuunnittelu.fi -sivustolta.

Korkearakentaminen yleistyy Suomessakin ja rakennusalan tavoitteena on nostaa korkearakentamisen esivalmistusastetta. Yhtenä ratkaisuna tähän on lisätä betonielementtien käyttöä vaaka- ja pystyrakenteissa. Vaakarakenteiden osalta betonielementtien käyttö on jäänyt liian vähäiselle huomiolle.

Mitä korkearakentaminen sitten on? Korkearakentamisen termi on vaikeasti määriteltävä ja sille löytyy useita määrittelyjä riippuen asiayhteydestä. Yhtenä määritelmänä on se, miten rakennus sijoittuu olemassa olevaan rakennuskantaan tai maastoon. Suomessa, jossa rakennuskanta on matalaa, voidaan yli 12. kerroksista rakennusta pitää korkearakentamisena. Maailman suurkaupungeissa vaaditaan muutamia kerroksia lisää, jotta rakennusta pidetään korkearakentamisena. Oma lukunsa ovat pilvenpiirtäjät, super- ja megakorkeat rakennukset, joiden korkeuksien raja-arvojen määrittely on häilyvää, mutta yleensä puhutaan 150, 300 tai jopa 600 metrin yli menevistä korkeuksista.

Ohjekortissa kuitenkin keskitytään tyyppilisiin Suomen mittakaavassa toteuttaviin korkeisiin rakennuksiin, joiden kerroskorkeudet alkavat 12. kerroksesta ja ovat korkeudeltaan 20. kerroksen kummallakin puolella. Metreissä tämä tarkoittaa alle 40 metristä hieman yli 80 metriin maanpinnasta.

Ohjekortti koostuu yhdestätoista kappaleesta, joissa kattavasti käsitellään elementti-liitoksien suunnittelusta, rakennelaskennasta

aina tuulitunnelikokeiden toteutukseen tarvittaviin lähtötietoihin.

Rakennelaskennan haasteet

Ohjekortissa pyritään esimerkiksi ohjeistamaan kokonaisuudessaan järkevää rakennuksen jäykistämistä, siitä laadittavan rakennelaskentamallin luontia, tulosten tulkintaa sekä rakenneosien mitoittamista.

Rakennuksen kuormat jakaantuvat rakenneosille jäykkyyksien mukaisesti, jolloin on oleellista, että rakenneosien jäykkyydet on määriteltävä rakennelaskentamalliin mahdollisimman oikein todellisen toimintavan mukaisesti. Tyypillinen virhe on, ettei eri rakenneosien jäykkyyksiä ole määriteltävä lainkaan tai ne on määriteltävä virheellisesti rakennuksen kustannustehokkaan jäykistykseen kannalta. Yleensä tämä näkyy ulkoseinien aukkopalkkien raudoitussuorissa, jotka voivat olla huomattaviakin. Toisin päin tämä näkyy liian pieninä pilaridimensioina ja raudoitussuorina.

Matalammissa rakennuksissa ei yleensä aukkopalkkeja oteta osaksi rakennuksen jäykistystä, vaan aukkopalkit mitoitetetaan pystykuorman aiheuttamille momentti- ja leikkausvoimille. Rakennuksen korkeuden kasvaessa on aukkopalkit syytä huomioida osana rakennuksen jäykistysjärjestelmää.

Tyypillisesti rakennuksen jäykistysjärjestelmän osana toimivat aukkopalkit ovat väli- tai kuiluseinien oviaukkojen yläpuolelle jäävä palkkirakenne, joka yhdistää peräkkäi-

1 Vuosaaren rakentuva 24 kerroksinen Asunto Oy Hyperion on täysin betonitalo, jonka julkisivu koostuu sandwich-elementeistä. Rakennuksen julkisivupinnoite on faceal-värjätty graafista betonia. Vaikka tornitalo rakennetaan perinteiseen tapaan betonista, myös hiilijalanjälkeä on pyritty alentamaan materiaalivalinnoissa. Rakennuksen iso, noin 1200 kuution suuruinen pohjalaatta valettiin Ruduksen ja Finnsementin yhteistyönä kehittämästä vihreästä betonista. Laskelmien mukaan se vähensi pohjallaatan hiilidioksidipäästöjä noin 100 000 kiloa eli noin kolmanneksen.

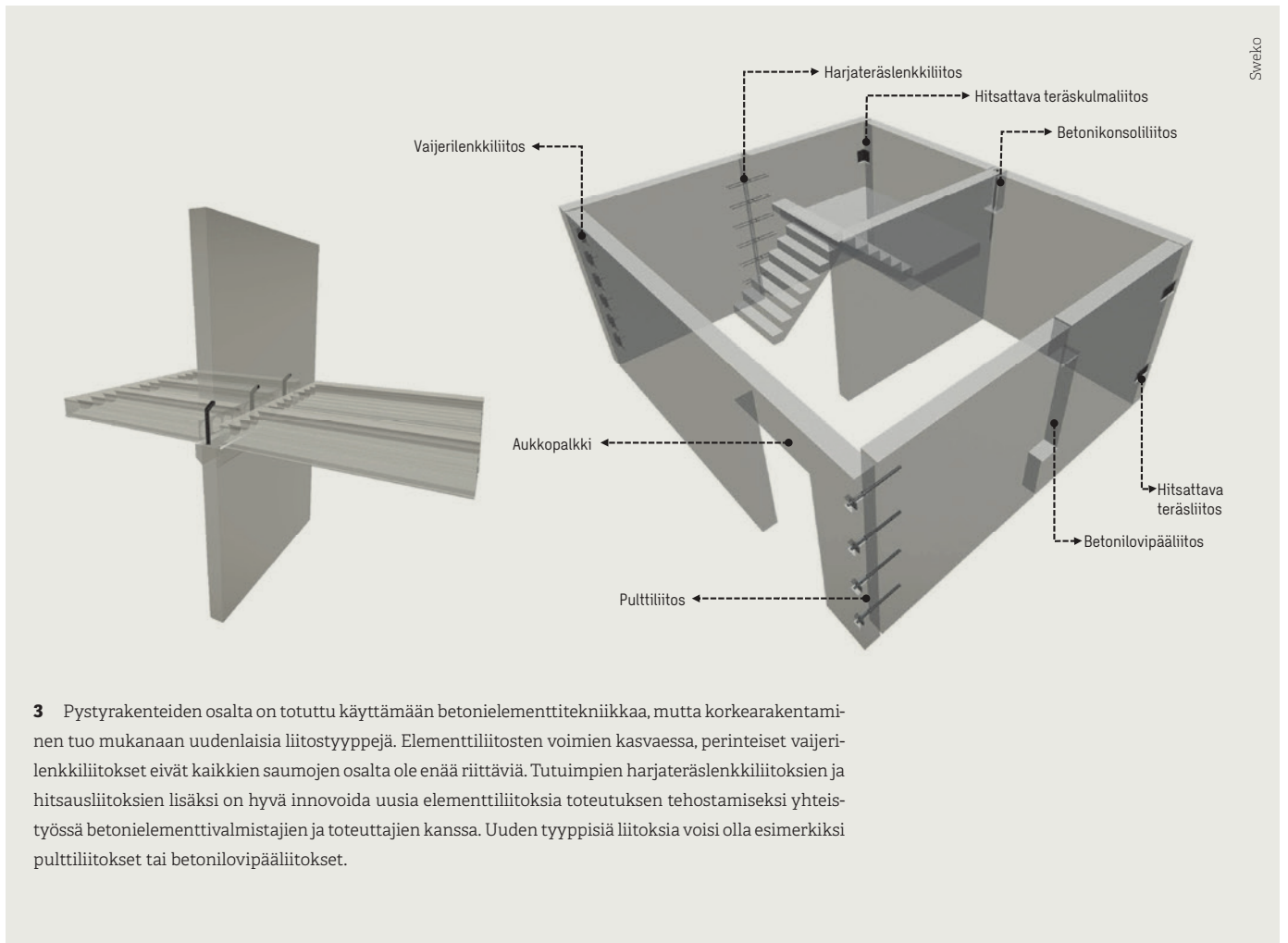
Kohteen esivalmistusaste on korkea, sillä ulkoseinät pystytettiin sandwich-elementeistä, joissa on mukana kantava runko, eristeet, julkisivut, ikkunat, parvekeovet ja -kaiteet. Rakennusvaiheita ja kuljetuksia oli myös vähemmän, kun käytettiin pitkälle jalostettuja elementtejä. Kohteen on suunnitellut Arkituuri- ja rakennusneuvosto B&M Oy, rakennesuunnittelusta vastasi Sweco Rakennetekniikka Oy. Betonielementit toimitti Rudus Ämmän Betoni Oy.



Kuva Wikipedia

1





3 Pystyrakenteiden osalta on totuttu käyttämään betonielementtitekniikkaa, mutta korkearakentaminen tuo mukanaan uudenlaisia liitostyyppejä. Elementtiliitosten voimien kasvaessa, perinteiset vajjerilenkkiliitokset eivät kaikkien saumojen osalta ole enää riittäviä. Tutuimpien harjateräsenkkiliitoksien ja hitsausliitoksien lisäksi on hyvä innovoida uusia elementtiliitoksia toteutuksen tehostamiseksi yhteistyössä betonielementtivalmistajien ja toteuttajien kanssa. Uuden tyyppisiä liitoksia voisi olla esimerkiksi pultiliitokset tai betonilovipääliitokset.

2 Asunto Oy Hyperionin ulkoseinät pystytettiin sandwich-elementeistä, joissa on mukana kantava runko, eristeet, julkisivuvut, ikkunat, parvekeovet ja -kaiteet.

4 Loput runkotarvikkeet nostettiin suoraan talon sisälle täsmätoimituksina ennen kerroksen välipohjan valamista.

set jäykistävät leikkausseinät ja välittää jäykkyytensä mukaan voimia seinästä toiseen. Jos yhdistetyt jäykistävät leikkausseinät keräävät rakennuksen kokonaisjäykistyskuormista huomattavan osan, on leikkausseiniä yhdistävissä aukkopalkkeissakin suuret voimat.

Tästä päästäänkin siihen, miksi rakennuksen jäykistystä suunniteltaessa ja rakennelaskentamallia luotaessa on lähtökohtaisesti suositeltavaa huomioida ainoastaan rakennuksen sisäpuoliset kantavat väli- ja kuiluseinät osaksi rakennuksen jäykistysjärjestelmää. Yleensä kantavien väli- ja kuiluseinien aukkoleveydet vaihtelevat metristä hieman yli puoleentoista metriin, toisinkuin kantavien julkisivuseinien aukkoleveydet. Julkisivuseinät ovat tyypillisesti hyvin aukotettuja ja aukkojen pielet kapeita, jolloin niiden toiminta jäykistyksessä on vähäistä. Jos kantavien julkisivujen aukkopalkkien jäykkyyksiä ei redusoida rakennelaskelmissa, voivat ne kerätä huomattaviakin voimia poikkileikkaukseen nähden, vaikka niiden vaikutus voikin olla vähäinen rakennuksen kokonaisjäykistykseen kannalta. Tämän tapahtuessa julkisivujen aukkopalkkien rauditusmäärät ovat huomattavia suhteessa saatuun hyötyyn.

Juho Paavola



4



Sweco Oy

5

Elementtiliitokset

Betonielementtirakennuksen kantavan rungon toiminta riippuu täysin elementtiliitoksien toiminnasta, jolloin suunnittelu ja mitoitus tulee perustua todelliseen toimintatapaan.

Korkearakentamisen mukana myös elementtiliitostavat tulevat hieman muuttumaan matalimmista rakennuksista totutuista ratkaisuista. Toivottavasti näidenkin osalta löytyy ja vakioituu elementtiliitostavat ratkaisut, joita alalla yleisesti käytetään ja jotka tulevaisuudessa löytyvät myös www.elementtisuunnittelu.fi -sivustolta.

Vaakarakenteiden osalta Suomessa yli 12. kerroksissa rakennuksissa vaakarakenteet toteutetaan valtaosin paikallavalutekniikalla ja matalampien rakennusten osalta vaakarakenteiden yleisin toteutustapa on betonielementtitekniikka eli ontelolaatat. Vaakarakenteiden tekniikan vaihdolle ei ole rakenneteknistä syytä, vaan ontelolaatoilla voidaan toteuttaa myös korkeita rakennuksia. Maailmalla on tehty hyvinkin korkeita rakennuksia, joissa vaakarakenteet on toteutettu betonielementtitekniikkaa hyödyntäen ja siihen perustuen se on myös Suomessa mahdollinen tapa toteuttaa korkeita rakennuksia.

Ontelolaattojen laajempaa käyttöä korkeissa rakennuksissa on pääsääntöisesti rajoittanut selkeiden detaljien ja suunnitte-

luohjeiden puuttuminen. Lisäksi tyypillisen ontelolaatta-seinäliitoksen käyttö korkeammissa rakennuksissa on haastavampaa, kun korkeuden kasvaessa myös pystykuormat kantavissa betoniseinissä kasvavat. Tällöin ontelolaatan ja seinän välisen liitoksen toimivuuteen tulee kiinnittää erityistä huomiota. Elementtiliitokseen löytyy teknisiä ratkaisuja, joista voi mainita esimerkiksi kuvan 3. mukaisen elementtiliitoksen, jossa ontelolaattoja ei asenneta seinäelementtien väliin vaan seinäelementin yläpäässä olevien betonikonsolien varaan. Edellä mainittu elementtiliitostaa tunnetun ontelolaatan pään osittain kiertymisen estymisen kautta ontelolaatan päähän syntyvän negatiivisen momentin, joka voi aiheuttaa ontelolaatan päihin halkeamia.

Laasti- ja kuivabetonituotteiden laadunvarmistus

Työmaalla sekoitettavia laasti- ja kuivabetonituotteita koskevat samat vaatimukset kuin betonirakenteitakin, kun niitä käytetään voimia siirtävissä betonielementtisaumoissa ja ne toteutetaan betonistandardien mukaisesti. Saumauksessa on käytettävä sellaisia materiaaleja ja työmenetelmiä, että sauma saavuttaa edellytetyt ominaisuutensa kulloinkin vallitsevissa olosuhteissa.

5 Työmaalla sekoitettavia laasti- ja kuivabetonituotteita koskevat samat vaatimukset kuin betonirakenteitakin, kun niitä käytetään voimia siirtävissä betonielementtisaumoissa ja ne toteutetaan betonistandardien mukaisesti.

Korkearakentamisen tiedon karttuessa Suomessa on ohjekorttia tarkoitus täydentää ja päivittää. Tavoitteena on, että suunnittelijoilla on mahdollisimman yhtenäinen ymmärrys betonielementtirakenteiden suunnittelusta korkearakentamisessa. Kaikki kommentit ja täydennyspyynnöt ohjekorttiin ovat tervetulleita.

Jatkossa Betoni-lehdessä on tarkoitus julkaista joitakin teknisempiä artikkeleita ohjekortin eri kappaleista.

6 Asunto Oy Helsingin Viuhka. Rakennuksen välipohjat on tehty esijännitetyistä massiivilaatoista. Massiivinen välipohjarakenne on hoikempi kuin perinteinen ontelolaattarakenne. Elementin leveys on 2400 mm eli kaksi kertaa perinteisen ontelolaatan leveys. Tämän ansiosta asennettavia elementtejä ja elementtien välisiä saumoja on vähemmän kuin perinteisessä ontelolaattarakenteessa. Kylpyhuoneiden seinät on rakennettu 90 mm paksuina ei-kantavina betonielementtiseininä. Parvekkeisiin kehitettiin uusi parvekeratkaisu "noppaparveke", joka valettiin valkobetoniasta elementtitehtaalla yhtenä kappaleena. Kohde voitti Vuoden 2016 Betonirakenne-palkinnon. Suunnittelijoina Arkkitehtitoimisto Konkret Oy ja Sweco Rakennetekniikka Oy. Betonielementit toimitti Parma Oy.

6

