

ULKOSEINIEN SISÄKUORIELEMENTTITEKNIikka

Sami Karvinen, dipl. ins., Finnmap Consulting Oy



Paroc Oy

Paroc Oy

2

JOHDANTO

Sisäkuorielementtitekniikan osuuden julkisivutuotannosta kasvaessa on syntynyt tarve saada sisäkuorielementtitekniikan detaljit ja suunnitteluohjeet samalle tasolle kuin sandwich-tekniikassa. Sisäkuorielementtitekniikka poikkeaa merkittävästi perinteisestä sandwich-tekniikasta, työteknisesti suurimmat erot sisäkuorielementtitekniikan ja sandwich-tekniikan välillä syntyvät elementtien välisissä liitoksissa.

Artikkeli perustuu diplomityöhön /1/, jonka tarkoituksena oli selvittää ja arvioida ulkoseiniä betonisisäkuorielementtitekniikassa nykyisin käytettyjä rakenneratkaisuja ja liitosdetaljeja sekä kehitystarpeita. Diplomityö oli osa Rakennusteollisuus RT ry:n sisäkuorielementtien kehityshanketta. Nykyisin käytettäviä perusratkaisuja selvitettiin elementtivalmistajille suunnatulla kyselyllä sekä haastatteluilla. Näistä saatuja tietoja täydennettiin haastattelemalla rakennuttajia ja suunnittelijoita, tarkastelemalla rakennesuunnitelmia sekä kirjallisuustutkimuksella. Tietojen perusteella koottiin peruseriaaotteet ulkoseiniä sisäkuoritekniikan rakenneratkaisusta, valmistuksesta sekä työmaa- ja asennustekniikasta.

Diplomityössä käsitellyt ulkoseinätyyppejä olivat suomalaisessa uudisrakentamisessa käytetyt rapatut julkisivut, eriytyvät betonikuorijulkisivut ja yhdistelmäjulkisivut, joissa sisäkuorielementti ja julkisivurakenteet valmistetaan ja asennetaan eriaikaisesti. Liitoksista käsiteltiin erityisesti kantavien ja ei-kantavien sisäkuorielementtien liitoksia seinäelementteihin, vaaka- ja pystyrakenteisiin sekä ikkunan apukarmeihin. Myös rakenteiden ääneneristävyyttä arvioitiin ja määritettiin lämmöneristeen vähimmäispaksuudet neljälle eri rakennustyyppille.

SUUNNITTELU, VALMISTUS- JA TYÖMAATEKNIikka

Rakennusfysiikalla on mekaniikan ohella suuri merkitys ulkoseiniä suunnittelussa. Ulkoseinät joutuvat kosteus- ja lämpötilaräsuille alttiiksi ympäristön ja sisätilojen olosuhteiden vaihdellussa. Sisäkuorielementit sijaitsevat lämmöneristeen ja rakennuksen sisätilojen välissä, joten betonielementin lämpötilaolosuhteet ovat melko vakiot. Tuuletusraallinen rakenne on yleensä kosteusteknisesti hyvin toimiva, mutta lämmöneristeen tuulensuoja-

us ja mahdollisten kylmäsiltojen vaikutus tulee ottaa huomioon. Suomen Rakentamismääräyskokoelman osan B4 uudistumisen myötä on otettu käyttöön uudet rasitusluokat ja betonipeitteen vähimmäispaksuudet. Käyttöikämitoituksella on suuri merkitys betonielementtien suunnittelussa.

Valmistustekniikan osalta elementtien muodonmuutosten hallinnassa tulee kiinnittää huomiota betonin koostumukseen ja tasalaatuisuuteen sekä käytettävien lisäaineiden vaikutuksiin. Oikea-aikaisella jälkihoidolla on suuri merkitys muodonmuutosten hallinnassa. Muodonmuutokset ja niistä aiheutuvat halkeamat betonissa vaikuttavat betoniterästen korroosioriskiin. Liiallinen tärytys voi aiheuttaa karkean runkoaineen erottumisen ja siten epähomogeenisen betonikoostumuksen josta seuraa halkeilua.

Sisäkuorielementtien työmaatekniikassa pyritään kaikki liitokset tekemään rakennuksen sisäpuolisilta tasoilta työskennellen. Liitosten tulee olla rakenteellisen toiminnan lisäksi myös ääniteknisesti toimivia. Tämä tulee ottaa huomioon pump-pusaumausta käytettäessä, saumabetonin tulee täyttää koko sauman leveys, jotta siltä vaadittavat ääneneristysominaisuudet täyttyvät koko seinärakenteen osalta. Ohuilla sisäkuorielementeillä tulee myös äänen sivutiesiirtymä ottaa huomioon.

Kustannusrakenteeltaan sisäkuoritekniikalla toteutettu julkisivurakenne on yleensä sandwich-rakennetta jonkin verran kalliimpi, sillä sandwich-julkisivu valmistuu yhdellä asennuksella eikä siinä yleensä ole kallista kiinnitysosia, jotka nostavat sisäkuoritekniikalla toteutetun ulkoseinän kustannuksia. Myös sisäkuorielementtirakenteen asennuskustannukset ovat usein suuremmat sisäkuoren erillisestä asennuksesta johtuen. Sisäkuorielementtien käyttö kuitenkin mahdollistaa julkisivujen monimuotoisuuden, eri julkisivupintojen käytön ja rappausta käytettäessä jopa saumattoman julkisivun.

NYKYISET PERUSRATKAISUT

Sisäkuorielementtitekniikalla toteutettu ulkoseinärakenne sisältää julkisivurakenteen, tuuletusraon, tuulensuojanmateriaalin, lämmöneristeen ja betonisen sisäkuorielementin. Julkisivurakenteena voi olla yhdistetty julkisivu, eriytetty kuorijulkisivu tai rappaus. Tiilijulkisivussa tuuletusraon leveys on yleensä 40 millimetriä ja betonikuorielementtejä käytettäessä 30 millimetriä. Rapatussa julkisivussa rappaus on yleensä

1 As Oy Siilitie 22, Herttoniemi, Helsinki. Sisäkuorielementtien asennus työmaalla.

2 As Oy Siilitie 22, Herttoniemi, Helsinki. Sisäkuorielementtirakenteisen ulkoseinän rappaus.

3 As Oy Siilitie 22, Herttoniemi, Helsinki. Valmis julkisivu.

4 Esimerkki ei-kantavien sisäkuorielementtien vaijerilenkiliitoksesta. Elementtien välisen sauman leveydeksi suositellaan yleensä 15 mm, jolloin erillistä muotitusta ei tarvita täytettäessä liitoskohta pumppusaumabetonilla. Lämmöneristeen sauma sijoitetaan elementtien sauman kohdalle, jolloin eristeen sauman tilkitseminen onnistuu sisäpuolelta eikä lämmöneristeen tarvitse ulottua elementin reunan yli.



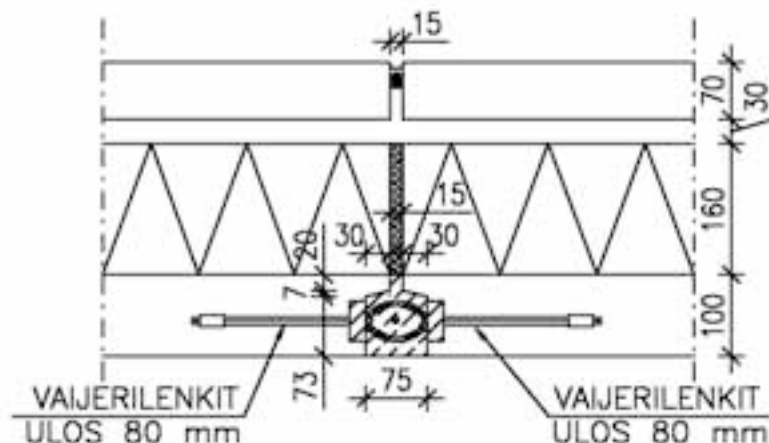
ilman tuuletusrakoa tiiviisti kiinni lämmöneristeessä.

Sisäkuorielementit voidaan jakaa kantaviin ja ei-kantaviin elementteihin. Kantavien sisäkuorielementtien paksuus on yleensä 150 milliiä ja ei-kantavien 100 milliiä. Ohuempien elementtien käyttöä ei suositella niiden muodonmuutosominaisuuksien, esimerkiksi suuremman käyritymän takia. Betonin lujuusluokka vaihtelee välillä K30 - K40 ja rakenneluokkana on yleensä 2-luokka. Kantavien elementtien raudoitukseksi käytetään yleensä pielteräksiä ja tarvittaessa kaksipuolista teräsverkkoa. Pieliterästen halkaisija on 10 - 12 milliiä. Erilaiden aukkojen yhteydessä käytetään tarvittaessa lisäksi hakateräksiä. Ei-kantavissa sisäkuorielementeissä käytetään raudoituksena yleensä keskeistä teräsverkkoa, esimerkiksi #5 k150 ja tarvittaessa pielteräksiä.

Lämmöneriste voidaan asentaa elementtiin jo tehtaalla elementin valun yhteydessä tai työmaalla erillisenä työvaiheena. Tehtaalla eriste voidaan sijoittaa valussa joko elementin alle tai päälle. Tehtaalla asennettaessa lämmöneriste on valmiina elementissä, mutta saumat joudutaan tilkitsemään työmaalla. Etuna on työmenekin pieneneminen työmaalla. Toisaalta asennettaessa lämmöneriste työmaalla ei tilkitsemistä tarvita ja saadaan aikaan yhtenäisen lämmöneristekerros. Lämmöneristeen tuulensuojaus hoidetaan yleensä erillisellä tuulensuojalevyllä tai -villalla. Myös tuulensuojapinnoitettuja lämmöneristeitä käytetään. Lämmöneriste kiinnitetään betoniseen sisäkuorielementtiin yleensä mekaanisilla kiinnikkeillä valun yhteydessä tai työmaalla. Myös tartuntakiinnityksen käyttö on mahdollista tietyillä lämmöneristeillä. Lämmöneristekerroksen kokonaispaksuus on yleensä 160 milliiä, puu- tai teräsrankaa käytettäessä 175 milliiä.

Sisäkuorielementtien väliset liitokset toteutetaan yleensä vaarnalennkien avulla. Vaarnalennkiä helpottavat elementtien asennusta perinteisiin teräslennkeihin verrattuna. Elementteihin tulee keskimäärin 3 - 4 vaarnalennkkiä päätyä kohden. Laatasoihin liiyyttäessä voidaan käyttää myös vaarnalennkkejä tai perinteisiä teräshakoja. Sisäkuorielementti liitetään vaakarakenteisiin sidontapistekolojen avulla. Sidontapistekolojen koko vaihtelee hieman eri suunnittelijoiden välillä. Usein kantavien elementtien koko yläpää muotoillaan valutueksi, jolloin erillisiä muottirakenteita ei tarvita sisäkuorielementin ja laatan liitosta valettaessa.

Sisäkuorielementeissä käytetyt teräsosot vaihte-



levat julkisivuratkaisun mukaan. Yleisimmin käytetyt teräsosot ovat kiinnityslevyt ja erilaiset valun asennettavat ankkurit esim. elementin työnaikaista tuentaa varten. Myös tiilisiteet voidaan asentaa elementteihin jo tehtaalla. Sisäkuorielementtien sidontapistekoloissa käytetään yleensä TW 16 -harjaterästankoa, mutta myös kierretankoa ja valuankkuria, jolloin muottiin ei tarvitse tehdä reikiä terästappeja varten. Myös muita teräsosot käytetään elementin liitosten mukaisesti.

KEHITYSTARPEET

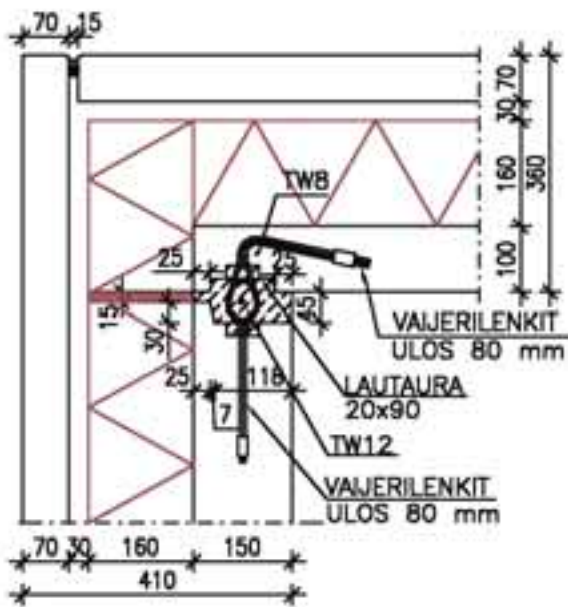
Ulkoseinien sisäkuorielementtitekniikassa käytetyt perusratkaisut, varsinkin liitosdetaljit, vaihtelevat melko paljon eri suunnittelutoimistojen ja suunnittelijoiden mukaan. Sisäkuorielementtien ulkoseinärakenteiden määrän lisääntyessä onkin tarpeellista yhtenäistää suunnittelukäytäntöä ja pyrkiä suunnittelemaan ja toteuttamaan ne vakio liittoksia ja detaljeja käyttäen. Uudet vakio liittokset löytyvät sivuilta www.betoni.com.

Rakenneyksityiskohtien vakiointiin tulisi pyrkiä esimerkiksi vakioimalla sisäkuorielementteihin teh-

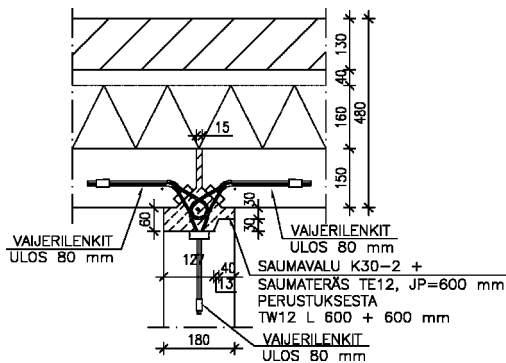
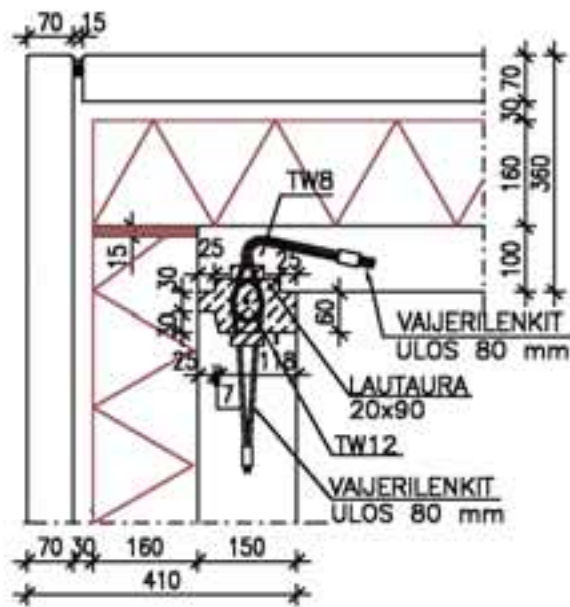
tävät aukot, kuten välipohjan sidontapisteaукot eli s-pisteaукot, jolloin voitaisiin tehtaalla käyttää valmiita, esimerkiksi metallisia tai muovisia aukko-muotteja. Ei-kantavissa elementeissä voidaan tutkia sidontapisteaукkojen jättämistä pois elementin alareunasta. Tarpeellinen kapasiteetti vaakavoimia vastaan voitaisiin hoitaa esimerkiksi betonivaarnalla.

Materiaalitekniisiä kehitystarpeita löytyy esimerkiksi lämmöneristekerroksesta, mm. uudentyyppisen eristeen kehittäminen. Lämmöneristeen tulisi kestää nykyistä villaa paremmin kolhuja, olla vettä imemätön ja kestää talviolosuhteita ilman erillistä sää-, uv- ja muuta suojaa. Myös ikkunoiden apukarmeissa käytetylle kestopuulle tulisi tutkia vaihtoehtoja, sillä kestopuu on jätteenä ympäristöongelma. Ikkunan apukarmeissa voitaisiin käyttää esimerkiksi lämpökäsittelyä puuta, jonka kosteusliikkeet ovat pieniä lämpökäsittelyn ansiosta. Myös betoniin tulevien kiinnitysosien kemiallista kestävyttä tulisi tutkia.

Sisäkuorielementtien valmistuksessa käytetään jo nyt itsestivistävää betonia (ITB). Itsetiivistävän betonin lujuus on usein yli K60, mutta myös lujuu-



5



6

deltaan välillä K30... K40 olevan itsestivistävän betonin valmistus on mahdollista. Itsetiivistävän betonin käytöllä voidaan saavuttaa monia etuja. Itsetiivistävä betoni täyttää muotit, varaukset ja ympäri raudoituksen ilman tärytystä, joten sillä voidaan tehdä tarvittaessa ohuempia ja monimuotoisempia elementtejä. Muotikalustolle itsetiivistävän betonin käyttö asettaa suurempia vaatimuksia kuin tavanomainen sisäkuorielementeissä käytetty betoni, muottien täytyy kestää suurempi muottipaine ja olla tiiviitä. Toisaalta itsetiivistävällä betonilla voidaan myös saavuttaa hyvälaatuisia pintoja ja jopa mahdollisuutta sisäpuolisen pinnan erilaiseen pintakuivointiin voitaisiin tutkia. Ilman tärytystä saadaan aikaan myös meluttomampi työympäristö.

Elementtien valmistusta vaikeuttavat sidontapisteaukkojen tapit voidaan asentaa myös kierteillä, mikäli valuankurit suojataan tehtaalla lialta ja roskilta. Tällöin vähennetään muotteihin tulevia reikiä ja samoja kierreankureita voidaan käyttää myös nostoissa. Myös terästen muhviiliituksen käyttöä voitaisiin tutkia. Kaidekiinnityksen yhdistäminen nosto-osiin on myös mahdollista. Työmaateknisiä ongelmakohtia ovat lämmöneristeen suojaaminen talvella asennettaessa ja kesällä muurauksen yhteydessä. Myös lämmöneristeen kiinnittäminen erikoispaikoissa kuten ulkonurkissa, voi olla ongelmallista. Tällöin tulee ottaa huomioon eristeen mahdollinen ylitys sisäkuoreen nähden. Tehtaalla kiinnitetty, elementin reunan ylittävät eristeet eivät välttämättä kestä kuljetusta ja asennusta ilman vaurioita.

Sisäkuorielementtitekniikalla toteutettujen ulkoseinärakenteiden kustannukset riippuvat elementtien, lämmöneristeiden, julkisivurakenteen ja kiinnitysjärjestelmien sekä asennuksen hinnoista. Mikäli kaikki tai ainakin osaa näistä eri tekijöistä saadaan hinnaltaan halvemmaksi, päästään koko sisäkuorielementtitekniikassa halvempiin rakennuskaisuihin. Tämä vaatii suunnittelun yhdenmukaistamista, jolloin voidaan käyttää halvempia vakioratkaisuja ja pidempiä elementtien tuotantosarjoja. Myös elementtien asennettavuuden kehitys, uudet ja kehittyneemmät lämmöneristeet ja muut materiaaliratkaisut sekä kiinnitysosat ja -järjestelmät voivat alentaa kokonaiskustannuksia. Kustannussäästöjä voidaan saada aikaan muun muassa sisäkuorielementin valmiilla sisäpinnalla, kun tasoitustyön väheneminen nopeuttaa rakennuksen sisältöiden valmistumista. Tähän antaa mahdollisuuden esimerkiksi itsetiivistä-

vän betonin käyttö. Parempi kilpailukyky syntyy kaikkia osatekijöitä kehittämällä.

Lähteet:

Karvinen, S. *Ulkoseinien sisäkuorielementtitekniikka ja kehitystarpeet. Diplomityö. Teknillinen korkeakoulu, rakennus- ja ympäristötekniikan osasto, talonrakennustekniikka. Espoo 2005. 123 s + liitteet 13 s.*

CORE ELEMENTS FOR EXTERNAL WALLS

For some element manufacturers, core elements account for more than half of their façade element production. The technique used with core elements is very different from the traditional sandwich technique. In terms of work methods, the greatest differences are connected with the joints between the elements.

The article is based on a thesis 1, which focused on studying and reviewing the structural solutions and joint details currently employed in concrete core elements of external walls, and on assessing the needs for further development. The thesis was part of the core element development project of the Confederation of Finnish Construction Industries.

The external wall types discussed in the thesis included the types used in Finnish new buildings, i.e. plastered façades, segregated concrete skin façades and combination façades, in which the core element and the façade structures are manufactured and installed separately. As far as joints are concerned, attention was particularly paid to the joints of loadbearing and non-loadbearing core elements to wall elements, horizontal and vertical structures and auxiliary window frames. The sound insulation capacity of the structures was also evaluated, and the minimum thickness of heat insulation was determined for the four different structural types.

An external wall realised utilising the core element technique consists of the façade structure, the ventilation space, the wind baffle material, the heat insulation and the concrete core element. The façade structure can be a combination façade, a segregated façade or a plastered façade. In brick façades the ventilation space is usually 40 mm wide, and in concrete skin element walls it is 30 mm wide. When a plastered façade is chosen, the plaster is applied tightly onto the heat insulation.

Core elements can be divided into loadbearing and non-loadbearing elements. Loadbearing core elements are usually 150 mm thick and non-loadbearing elements 100 mm thick.

External walls realised using the core element technique are becoming more popular, and for this reason more consistent design practices should be created, based on standard joints and details. New standard joints are presented at www.betoni.com.