

BETONIELEMENTTISYSTEEMI

ENSIMMÄINEN KOTIMAINEN BETONIELEMENTTIJÄRJESTELMÄ

Yki Hytönen & Matti Seppänen

Ensimmäinen kotimainen betonielementtijärjestelmä, kansallinen betonielementtisysteemi (BES), kehitettiin 1960- ja 1970-lukujen vaihteessa ratkomaan asuntorakentamisen nopean kasvun synnyttämiä ongelmia betonielementtien valmistuksessa. BESiä on pidetty käännekohtana suomalaisen rakentamisen teollistamisessa. Siksi sen tarkastelua pohjustetaan tässä lyhyesti silmäyksellä BESiä edeltäneeseen betonielementtivalmistukseen Suomessa.¹

TYÖMAALTA TEHTAASEEN

Rakentaminen oli toisen maailmansodan jälkeen voimakkaassa noususuhdanteessa kaikkialla sodan runtelemassa Euroopassa. Suomessa sen liikkeelle panevina voimina olivat jälleenrakennuksen lisäksi sotakorvaukset ja siirtolaisten asuttaminen. Jo 1940-luvulla pidettiin ilmeisenä, ettei kansantalous selviäisi tuolloin näköpiirissä olleesta rakentamisurakasta ilman entistä halvempia ja nopeampia rakennusmenetelmiä. Tavoitteeksi otettiin rakentamisen teollistaminen, mikä tarkoitti varsinkin elementtitekniikan käyttöön siirtymistä.

Ensimmäiset suomalaiset elementtikoikeilut asuntorakentamisessa tehtiin 1950-luvun alkupuolella, mutta lopullisen sysäyksen asuntotuotannon teollistamiseen antoi vuosikymmenen puolivälissä käynnistynyt maaltamuutto. Taloudellisesti kannattavaksi elementtitekniikan käytön teki asuinrakentamisessa erityisesti muottitekniikan kehitys, joka alensi kynnystä elementtien käyttöön, sekä torninosturien voiman ja ulottuvuuden kasvu.

Betonirakenteiden esivalmistukseen tehtaassa siirryttiin useista syistä. Tärkein

oli kustannussäästöt. Perinteisen, kokonaan työmaalla tapahtuvan paikallarakentamisen märkätyövaiheet veivät aikaa ja olivat siten kalliita, joten rakentajat pyrkivät niistä eroon korvaamalla märkätyöt tehdasvalmistuksella. Kovettuvan materiaalin työstämisessä oli monta työvaihetta, joista kustakin vastasi oma ammattiryhmänsä. Erityisesti muurarien palkkojen nousu houkutti rakentajia siirtymään elementtitekniikan käyttöön. Tehdastiloissa betonirakenteita pystyttiin lisäksi valmistamaan keskeytyksettä ympäri vuoden. Varsinkin tiivistähtisiin projekteihin ryhtyneitä rakentajia kismittivät työtaistelut. Jotkut urakoitsijoista pyrkivät korvaamaan lakkoherkkien ammattikuntien työpanoksen elementtitekniikkaan siirtymällä.² Työntekijä oli helppo kouluttaa tehdastyöhön ja siten korvata uudella työntekijällä.

ELEMENTIT: UUSI NÄKÖKULMA, UUSIA ONGELMIA

Elementtitekniikkaan siirtyminen edellytti uudenlaista lähestymistapaa talonrakentamiseen. Rakennuksen statiikka nousi keskeiseksi kysymykseksi, kun paikallavaletut

betonimassat korvattiin esivalmistetuilla paikalleen asennettavilla elementeillä. Nämä kiinnitetään toisiinsa betonirakenteeseen upotetuilla teräsansoilla, ns. liitosdetaljeilla. Elementtien mitat on määriteltävä tarkoin, jotta rakenneosat sopisivat yhteen. Myös käytettyjen rakenneosien paino säätelee, minkälaisia rakenteita elementtitekniikalla voitiin toteuttaa.

Betonielementin teknisen suunnittelun toteuttavat suunnitteluinsinöörit, jotka sijoittavat ratkaisunsa arkkitehtien esteettisiä mutta myös teknisiä näkökohtia silmällä pitäen luomiin kokonaisuuksiin. Tehdyt piirustukset toimivat pohjana tehdasvalmistukselle. Tämä prosessi sitoo suunnittelijat ja tuotannon yhteistyöhön keskenään.

Aluksi elementtejä suunniteltiin vain asuinkerrostalon rakennetta täydentäviksi osiksi. Tällaisia olivat esimerkiksi porrasyöksyt ja sandwich-julkisivuelementit. Ensimmäiset täyselementtitalot rakennettiin 1950-luvun lopulla. Niissä myös rakennuk-

sen runko eli välipohjat ja väliseinät koottiin elementeistä. Siten erityyppisten elementtien keskinäiset liitokset lisääntyivät huomattavasti. Elementtien yhteensopivuuden merkitys korostuikin täyselementtitaloissa.

Yhteensopivuuteen toi lisänäkökulman markkinoiden kasvu. Kokonaisten asuinalueiden rakentaminen ja sitä kautta elementtien suurten sarjojen tuotanto tuli mahdolliseksi kaavoituslain muutoksen myötä vuonna 1959. Ensimmäisen aluerakentamisen ajatusta toteuttaneen kohteen rakentaminen käynnistyi jo samana vuonna Helsingin Pihlajamäessä, ja 1960-luvun mitaan Suomen suurkaupunkeihin nousi nopeasti kokonaisia uusia kaupunginosia, joita myöhemmin kutsuttiin lähiöiksi.

Aluerakentaminen johti elementtitekniikan yleistymiseen asuntotuotannossa. Kun 1950-luvun lopulla käytettiin elementtitekniikkaa kahdessa prosentissa rakennetuista asuinkerrostaloista, 1960-luvun puolivälissä uusista asuinkerrostaloista jo noin puoleen

Tyypillistä julkisivun nauhaelementtiä vuonna 1965 valmistuneen Pihlajamäen aluerakennuskohteen lamellitaloissa.



asennettiin elementtejä. Tuotannon kasvu nosti esiin yhteensopivuusongelmat, jotka ilmenivät sen mukaan, minkälaisissa tehtaissa elementtejä valmistettiin.

Aluksi useimmat asuntoelementtitehtaista olivat rakennusliikkeiden perustamia. Ne valmistivat elementtejä lähinnä rakennusliikkeiden käyttöön. Tuotteiden kysyntä oli siten turvattu. Tuotevalikoimat pyrittiin saamaan kattaviksi ja sellaisiksi, että mahdollisimman monet tuotteet olisivat yhteensopivia. Ala puhui väljästi elementtijärjestelmistä, mutta kyse oli pikemmin yhteensopivuusratkaisuista, joiden esikuvina käytettiin lähinnä ruotsalaisten ja tanskalaisten alan suuryritysten viimeistelyjä järjestelmiä. Rakennusliikkeiden tehtaiden valikoimat eivät olleet sovitettavissa yhteen toistensa kanssa. Tästä aiheutui ongelmia viimeistään kun jotkut tehtaista pyrkivät kilpailun kovetessa itsenäisten valmistajien markkinoille.

Itsenäisiä tehtaita perustettiin 1950-luvun loppupuolelta lähtien. Asiakkaina olivat rakennusliikkeet tai rakennuttajat, jotka eivät itse valmistaneet tarvitsemiaan elementtejä. Ne valmistettiin tilauksen mukaan siten kuin asiakkaiden käyttämät suunnittelutoimistot olivat elementit suunnitelleet. Koska vakioituja mittoja ei ollut, muotit sekä kiinnitys- ja aukko detaljit vaihtuivat jatkuvasti asiakkaittain. Tämä lisäsi kustannuksia ja hidasti toimituksia.

Tuotantokustannusten lisäksi kilpailun koveneminen heikensi itsenäisten tehtaiden kannattavuutta. Betonielementtitekniikan läpimurto vaiheena asuinrakentamisessa voidaan pitää vuosia 1962–1964, jolloin varsin moni merkittävä itsenäinen tehdas käynnistettiin. Itsenäisten elementtitehtaiden määrä nousi vuosikymmenen vaihteen noin kymmenestä vajaan neljäkymmeneen vuonna 1966. Alalla oli 1960-luvun puoliväliin tultaessa nähtävissä kasvuun tukehtumisen merkkejä.

STANDARDOIMALLA ETEENPÄIN

Elementtiteollisuuden kehitystyö oli vielä 1950-luvulla keskittynyt yrityksiin, mutta sen rinnalle tuli seuraavan vuosikymmenen alkupuolella betoniteollisuuden järjestöjen vetämänä tapahtunut alan oma standardointityö. Tämän veturiksi tuli vuonna 1963 perustettu Suomen Betoniteollisuuden Keskusjärjestö (SBK). Ensin sen huomion kohteena olivat yksittäiset elementit ja niiden kiinnitysmekanismit, mistä keskustelu siirtyi pian laajempaan standardointityöhön.

Laatuelementti Oy:n toimitusjohtaja Lauri Jämsä otti Betonituote-lehdessä alkuvuodesta 1965 esiin elementtien suunnittelussa käytettyjen mittajärjestelmien yhtenäistämisen. Kukin mittajärjestelmä perustui moduulille, joka oli suunnittelussa käytetty rakennussosien kokoa ilmaiseva perusmitta. Sillä ja sen kerrannaisilla ilmaistiin rakennuksen rakenneosien mittasuhteet.

Ajatus yhteisestä perusmoduulista ei ollut uusi, sillä arkkitehdit olivat puhuneet siitä jo pitkään. Ammattikunta oli organisoitunut rakennusalan standardointityön jo vuonna 1942, jolloin Suomen Arkkitehtiliitto perusti Standardisointilaitoksen. Arkkitehdit olivat myös tutkineet elementtitekniikan mahdollisuuksia suunnittelukilpailuissa 1950-luvun alkupuolelta lähtien.

SBK ryhtyi ajamaan yhteistä perusmoduulia suunnittelijoille ja valmistajille 1960-luvun puolivälissä, jolloin se näki perusmoduulin keinona tehostaa elementtituotantoa ja teollistaa koko rakennusprosessia. Ala, arkkitehdit mukaan lukien, hyväksyi alkuvuodesta 1967 järjestetyillä Moduulipäivillä betonielementtirakenteiden perusmoduuliksi 3M:n (= 3 desimetriä).

Jämsän kirjoitukseen sisältyi toinenkin toteutumaan lähtenyt ajatus: kotimainen avoin elementtijärjestelmä. Termiä ”avoin” käytettiin erotukseksi rakennusliikkeiden omista suljetuista, muiden tuotevalikoimien kanssa yhteen sopimattomista elementtivali-

koimista. Tavoitteeksi asetettiin kansallinen järjestelmä jollakin elementtirakentamisen alueella. SBK selvitti esityksen toteutusmahdollisuuksia ja päätti kohdentaa järjestelmän kehittämisen asuntorakentamiseen, missä standardointi oli käytännössä jäänyt tekemättä: ainoastaan kerroskorkeus 280 senttiä oli yhteinen mitta koko maassa.

Kansalliseen järjestelmään pyrkiminen tarkoitti periaatteessa, että kaikki asuntotuotannossa tarvittavien elementtityyppien mittajärjestelmät yhtenäistettäisiin. Valmistajakohtaiset erot kunkin elementin kohdalla poistuisivat ja eri valmistajien valikoimista tulisi yhteensopivat. Kun yksittäistä elementtityyppiä käytettäisiin koko maassa täsmälleen samoilla mitoilla, sen markkinat kasvaisivat huomattavasti. Pärjääminen markkinoilla edellyttäisi luopumista kattavista valikoimista ja tuotantolaitoksen erikoistumista mielellään yhteen elementtityyppiin. Tuotantosarjojen pidentessä ala hyötyisi kunnolla perusmoduulista ja standardoinnista ja rakennusalan teollistuminen etenisi.

AVOIN JÄRJESTELMÄ LUODAAN

Aloite avoimen järjestelmän kehittämisestä sai kannatusta. Syitä oli useita. Kotimaisen taitotiedon tasoon luotettiin. Markkinatilanne oli suotuisa: yksikään elementtiteollisuusyritys ei ollut ehtinyt saavuttaa niin merkittävää markkina-asemaa, että yhteinen hanke olisi koettu uhaksi. Aloite tuli SBK:ltä, joka tarkasteli asiaa koko alan kannalta. Järjestelmän innokkaimpia puolestapuhujia olivat SBK:n puheenjohtaja Pentti Palenius ja toimitusjohtaja Pentti Pusa sekä asuntohallituksen pääjohtaja Olavi Lindblom.

Kehitystyön tulosten jakamisesta oli myös saatu hyviä kokemuksia. Kymmenkunta rakennus- ja elementtiteollisuusyritystä oli 1950-luvun loppupuolella ja 1960-luvun alkupuolella tehnyt hedelmällistä yhteistyötä vaihtamalla kokemuksiaan elementtitekni-

kasta perustamansa Sileävalukerhon välityksellä. Lindblom ja Palenius tunsivat tämän kehitystoiminnan hyvin.

SBK käynnisti vuonna 1968 tutkimuksen suomalaisen betonielementtisysteemin (BES) kehittämiseksi asuntorakentamista varten. Järjestö oli Asuntohallituksen kanssa hankkeen päärahoittaja, ja yritykset osallistuivat siihen omalla työllään. Asuntohallitukselle lähetetyssä tukianomuksessa esitettiin hankkeelle seuraavat perustelut:

”Tavoitteena on kehittää asuntotuotantoa varten betonisiin rakennuselementteihin perustuva elementtijärjestelmä, jonka suunnittelussa otettaisiin huomioon mm. maamme erikoislaatuiset olosuhteet ja elementtiteollisuutemme sekä urakoitsijakuntamme teknillinen valmiusaste. Tällöin kehitetty järjestelmä olisi nopeasti yleisesti käyttöön otettavissa ja edesauttamassa asuntotuotantomme huojentamista.”

Päätutkijaksi palkattiin keväällä 1968 omalle yritykselleen Domino-elementtijärjestelmän kehittänyt dipl.ins. Teuvo Koivu. Hänen alaisuudessaan työskenteli projektin aikana noin 30 suunnittelijan ryhmä, joka jakautui arkkitehti-, rakennesuunnittelu-, LVI-suunnittelun, sähkösuunnittelun sekä akustisen suunnittelun alaryhmiin. Tutkimusryhmän puheenjohtajana toimi kuolemaansa saakka Pentti Palenius.

Käytyään läpi satoja ulkomaisia järjestelmäratkaisuja tutkimusryhmä luokitteli ne toteutustavan mukaan neljään perustyyppiin: tilaelementti-, pilari-laatta-, pilari-palkki- ja kantavat seinät -systeemi. Näiden pohjalta arkkitehtiryhmä tuotti mallit vaihtoehdoiksi suomalaiselle elementtijärjestelmälle. Käytettävyyksvertailun jälkeen parhaiksi arvioitiin pilari-laatta- ja kantavat seinät -mallit. Viimemainittua pidettiin kustannustekijöiltään parempana, ensin mainittua suunnittelun kannalta joustavampana.

Lopullinen päätös järjestelmien välillä jakoi mielipiteitä tutkimusryhmässä. Arkkitehtien ja päätutkijan kannattama pilari-laatta hävisi teollisuuden pitämälle kantavat



Osin BESin avulla toteutettu aluerakentaminen nostatti 1970-luvulla voimakasta arvostelua asuinkerrostalojen ilmettä kohtaan ja ajoi kehittämään uudenlaisia julkisivuja. Eriytetty julkisivu asuinkerrostalokohteessa K. Oy Säterinportti Espoossa. Arkkitehtitoimisto Brünow & Maunula Oy.

seinät -mallille. Ratkaisu tapahtui lopulta runnomalla päättävässä kokouksessa, mutta voittaneelle vaihtoehdolle löytyi perustelunsa: asuntotuotannon odotettiin lähivuosina yhä kasvavan, ja kantavat seinät -malli oli nopeammin sovitettavissa käytössä olleeseen tuotantokapasiteettiin. Vallalla olleeseen asuinkerrostalotyyppeihin kuuluivat entuudestaan kantavat väliseinät.

Pilari-laatta -järjestelmän kehityspotentialit nähtiin, mutta samalla todettiin, että sitä ja sen mahdollisia ongelmia ei tunnettu yhtä hyvin kuin kantavat seinät -mallia. Järjestelmän mahdollisuuksia selvitettiin PLS-80 -tutkimuksessa 1970-luvulla, mutta luotu järjestelmä ei osoittautunut niin hyväksi, että se olisi yleistynyt käytössä.

BES toteutui siis tuotannolliset näkökohdat paremmin huomioon ottavan kan-

tavat seinät -mallin mukaisesti. Nimensä se sai rakennuksen poikittaissuunnassa menevistä kantavista seinistä. Ne olivat betonielementtejä ja osa niistä toimi huoneistoja toisistaan erottavina väliseinäinä. Myös päätyseinät olivat elementeistä koottavia kantavia rakenteita. Mittamoduulisuosituksiksi tulivat runkorakenteissa niissä jo käytössä ollut 12M ja siihen liitetyissä elementeissä, kuten välipohjalaatoissa, 3M.

Järjestelmä oli rakennettava yhden elementtityypin ympärille. Tällaiseksi valikoitui välipohjaelementti. Uuden elementin tuli olla sellainen, että se tarjoaisi lähtökohdan mahdollisimman monenlaisiin pohjaratkaisuihin. Näin useimpien sen kanssa käytettävien elementtien valmistussarjat pitenisivät moninkertaisiksi. Lisäksi huonekokoja haluttiin kasvattaa. Välipohjamarkkinoita hallinnut betonista valettu mas-

siivilaatta oli raskas, eikä huonekokoja sen avulla enää pystytty kasvattamaan. Huonekoon kasvattaminen edellytti massiivilaattaa pidempää ja keveämpää rakennetta.

Välipohjaksi valittiin elementti, jota mittojensa vuoksi kutsuttiin pitkälaataksi: betonirakenteen rasituksen kestoja parantavaa esijännitystekniikkaa käyttäen laatasta voitiin tarvittaessa tehdä kaksitoistametrinen. Leveyttä laatan perustyyppillä oli 120 senttiä ja paksuutta 26,5 senttiä. Paino saatiin pysymään kohtuullisena laatan sisäänpituussuuntaan tehtävien onteloiden ansiosta. Esijännitetty ontelolaatta asennettiin huoneiston leveyssuuntaan, jolloin sen pituus määritteli huoneiston leveyden. Huoneiston syvyys rakennuksen ulkoseinästä saatiin halutuksi asentamalla elementtejä vierekkäin tarvittu määrä.


Pirkan Elementtirakenne Oy, jonka toimitusjohtaja oli Pentti Palenius, järjesti BESin kanssa samanaikaisesti arkkitehtikilpailun, jolla haettiin teolliseen sarjatuotantoon soveltuvia kerrostalojen tyyppiratkaisuja. Kilpailun palkituista töistä pääosa perustui vakiolevyisiin välipohjaelementteihin, joten kilpailu tuki tutkimustuloksia. Vuonna 1968 oli järjestetty toinenkin suunnittelukilpailu, ja nämä kaksi yhdessä muokkasivat arkkitehtien keskuudessa maaperää tulevan BESin mukaiselle suunnittelulle otollisemmaksi.

JÄRJESTELMÄN KÄYTTÖÖNOTTO

Avoin järjestelmä suunniteltiin nimenomaan arkkitehteja ja teknisiä suunnittelijoita sekä teollisuuden toimintaa varten; rakentajien toimintaan sen vaikutukset olivat välilliset. Avoimen järjestelmän käyttöönoton vaikutukset tulivat selvimmän esiin tuotannollisessa toiminnassa.

Ontelolaattaa oli käytetty Suomessa pieniä määriä 1950-luvun lopulta lähtien, mutta se yleistyi vasta esijännitettyssä muodossaan osana BESiä. Uusi järjestelmä antoi sysäyksen myös sisäkomponenttien ja liittyvien rakenteiden tuotekehittelyyn. Avointa järjestelmääkin oli täällä kokeiltu jo pientalorakentamisessa, ja sitä oli käytetty myös muualla. Ainutlaatuista BESissä oli, että järjestelmästä tehtiin kansallinen.

Yritysten osallistuminen tutkimushankkeeseen nopeutti järjestelmän käyttöönottoa, sillä niiden kautta tieto uudesta teknologiasta levisi varhaisessa vaiheessa kentälle. Ripeimmät elementtivalmistajat olivat liikkeellä ennen tutkimuksen valmistumista. Elementtivalmistaja Cellit Oy hankki valmistuslisenssin kanadalaiselta Spiroll Corporation Ltd:lta jo vuonna 1968, ja hieman jäljessä tullut Paraisten Kalkin tuolloin jo





Esimerkkinä nauhaelementtijulkisivun uudesta arkkitehtonisesta suunnittelusta Asunto Oy Vuosaa-
ren Pasaatituuli Helsingissä 2007. Arkkitehdit Ilmari Lahdelma ja Rainer Mahlamäki.

omistama Elementtituote Oy vakoili perustiedot ruotsalaiselta valmistajalta. Valmistusteknologian soveltamisessa keskeinen rooli oli alan teknologiatoimittajalla Toijalan Teräsvalmisteella. Tehtaat käynnistivät ontelolaatan valmistuksen vuonna 1970 rakennusliikkeiden Haka ja Mattinen & Niemelä tilauksesta. Polar ja Puolimatka aloittivat vuonna 1971 ruotsalaisilta ostetulla lisenssillä Nilcon-laatan valmistuksen omiin tarpeisiinsa.

Pitkäläata syrjäytti massiivilaatan markkinajohtajana varsin pian. Pitkien valmistussarjojen tavoittelu johti suurten ja erikoistuneiden tuotantolaitosten rakentamiseen. Näitä perustivat suurimmat itsenäiset tehtaat, mutta ontelolaattatehtaita hankkivat myös sementtikonsernit, 1970-luvulta lähtien Paraisten Kalkki ja Lohja 1980-luvulta alkaen. Pitkäläaatan tulo markkinoille myötävaikuttanut osaltaan elementtituotannon keskittymiseen sementtikonserneihin. Keskittyminen oli voimallisinta 1980-luvulla.

BESiä kohtaan osoitettiin kiinnostusta ulkomailla jo tutkimuksen vielä ollessa

kesken, ja sitä lisäsi suomalaisten saavuttama kaksoisvoitto Saksan Liittotasavallassa vuonna 1972 järjestetyssä kansainvälisessä Elementa 72 -suunnittelukilpailussa. Siinä etsittiin hyviä teollisen rakentamisen ratkaisuja asuntotuotannon tarpeisiin. Toinen menestyneistä ehdotuksista perustui BESiin. Suomalaiset pitivät voittoa osoituksena kotimaisen taitotiedon noususta kansainvälisen kehityksen eturintamaan. Ulkomaisia delegaatioita vieraili Suomessa tutustumassa uuteen teknologiaan sen käyttöönotto-
vaiheessa 1970-luvun alkupuolella.

Nimenomaan suomalaisena ratkaisuna BES loikin pohjan myös oraalla olleelle rakennusviennille. Järjestelmää haluttiin ensin viedä ulkomaille sellaisenaan, mutta vain Hollanti omaksui sen mukautettuna versiona kansalliseksi järjestelmäkseen. Käytännössä vietiin lähinnä ontelolaattoja ja niiden valmistusteknologiaa. Nämä syrjäyttivät pian muottitekniikan tärkeimpänä rakennusalan vientituotteena. Vienti moninkertaistui lyhyessä ajassa ja 1980-luvulta lähtien se ulottui kaikille mantereille.

BES-järjestelmää luotaessa tavoiteltiin muun ohella entistä suurempia muuntelumahdollisuuksia kerrostaloasunnon toteutuksessa. Arkkitehtien odotukset olivatkin aluksi korkealla, koska BES periaatteessa vapautti asuntojen pohjaratkaisujen suunnittelun. Odotukset jäivät kuitenkin täytty-mättä osin järjestelmästä ja osin olosuhteis-ta johtuen.

BES ei määritellyt julkisivuja osana jär-jestelmää, joten se ei tarjonnut työkaluja rakennuksen ulkoasun kehittämiseen. Ra-kentajat käyttivät yhä samoja ”hovisuun-nittelijoita”, jotka pitivät asuinkerrostalojen suunnittelutehtäviä rutiinisuurituksina. Lä-heskään kaikkia järjestelmän mahdollisuuksia ei osattu hyödyntää. Professori Jaakko Laapotti on huomauttanut, että kun järjes-telmä määritteli ennalta kaikki tarvittavat mittasuhteet, arkkitehdin ja suunnittelevan insinöörin välistä vuoropuhelua ei enää en-tiseen tapaan syntynyt.

Rakentamista sääteli myös asuntohalli-tuksen tiukka hintavalvonta, mikä osaltaan sitoi rakennuttajia ja rakennusliikkeitä tark-kaan kustannusten karsimiseen. Toinen syy tähän oli tietysti pyrkimys mahdollisimman hyvään kannattavuuteen. Useista tutkimuk-sen mitoitus- ja muista ohjeista jouduttiinkin käytännön suunnittelussa ja tuotannossa ko-konaiskustannuksellisista syistä luopumaan. Tämä vähensi arkkitehtien kiinnostusta be-tonielementtikohteiden suunnitteluun.

Niinpä uudet rakennukset näyttivät en-sin ulkoisesti varsin samanlaisilta kuin 1960-luvulla toteutetut asuinkerrostalot. Kun ”hullujen vuosien” rakennusruuhkassa ark-kitehtoniset näkökohdat jäivät usein jalkoi-hin, setvittiin 1970-luvun mittaan asuinym-päristöjen viihtyvyyttä varsin kriittiseksikin käyneessä keskustelussa.

Avoimen järjestelmän puolustajat eivät pitäneet kaikkea BESiin kohdistettua ar-vostelua aiheellisena. Kun alettiin tutkia jär-jestelmän ulottamista entistä laajemmalle, selvitykset aloitettiin asuinrakennusten

julkisivuista. Näiden liittämistä avoimeen järjestelmään tutkinut arkkitehtivoimin toteutettu Asukas-BES valmistui vuonna 1979 ja antoi sysäyksen perusteelliselle julki-sivututkimukselle, jonka ala käynnisti muu-taman vuoden kuluttua.

Avointa järjestelmää laajennettiin vuon-na 1983 valmistuneessa Runko-BESissä yhdenmukaistamalla tuotanto- ja toimiti-larakennusten mitoitussuunnitelmat. Tutki-mustulokset levisivät muutamassa vuodessa varsin laajaan käyttöön uusissa teollisuus- ja liikerakennuksissa. Uusia BES-hankkeita ei enää käynnistetty 1980-luvun jälkipuoliskol-la. Alan kehitystoiminnassa BESin korvasi TAT-tutkimus, joka asetti kehitystavoitteet uudella tavalla.

On aste-erokysymys, mistä teollinen rakentaminen on Suomessa käynnistynyt. Alalla olleista monet pitävät vuoden 1970 BESiä todellisena lähtölaukauksena. Yhtä hyvin voidaan silti todeta kehityksen ol-leen asteittaista, ja että työmaiden koneel-listuminen ja uusien työtapojen hakemi-nen jo 1950-luvulta lähtien ovat olleet osa teollistumisprosessia. BES avasi kuitenkin voimakkaasti kasvaneella alalla tien suuriin tuotantosarjoihin koko elementtitarjontaa läpäisevällä standardoinnilla. Voidaan sanoa, että suurteollisuuden pohjaava teollinen ra-kentaminen tuli mahdolliseksi vuonna 1970 kehitetyin avoimen järjestelmän myötä.

FM Yki Hytönen on työskennellyt Spiritus Historiae Ab:n palveluksessa ja kirjoittanut useita teknolo-gian historian tutkimuksia.

Arkkitehti Matti Seppänen on Tampereen teknilli-sen yliopiston asuinosuunnittelun emeritusprofes-sori.

¹ Artikkelin perustuu Yki Hytösen ja Matti Seppäsen vastajulkaisuun tutkimukseen *Tehdään elemen-teistä: suomalaisen betonielementtirakentamisen historia*, Betonituote Oy, Helsinki 2009.

² Rakennusneuvos Matti Loukolan tiedoksianto be-tonielementtirakentamisen historiaprojektia varten.