

”KORKEA LAATU, JOUSTAVUUS, YHTEISTYÖ, TEHOKKUUS JA JATKUVA KEHITTYMINEN”

TAT-JÄRJESTELMÄ – TOIMISTO- JA ASUINTALOJEN TUOTEKEHITYSPROJEKTI

Antero Kajava

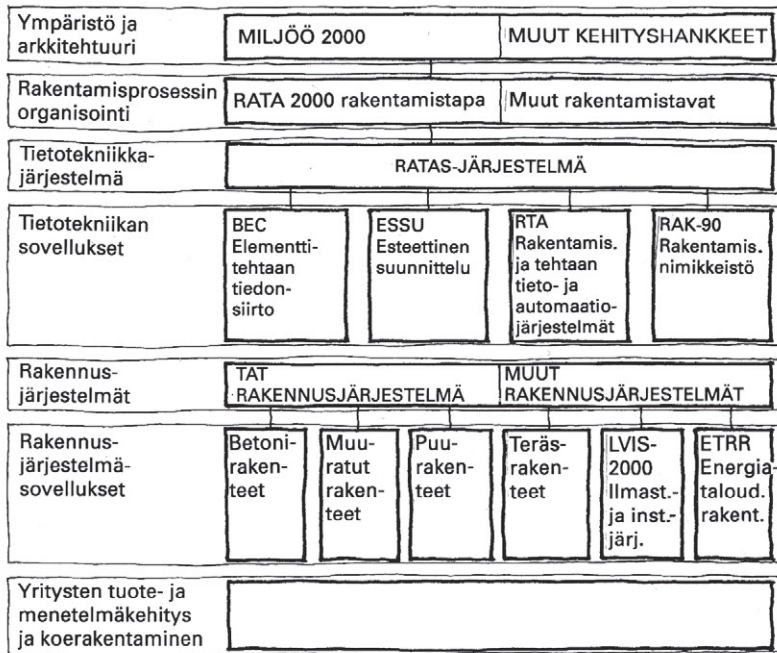
TAT-projektissa pyrittiin monipuolistamaan ja kehittämään suomalaista rakentamista. Rakennusalalla oli kokemus BES-järjestelmästä, joka 1970-luvulla oli muodostunut käyttöönoton laajuuden kannalta menestykseksi. Muutamaa vuosikymmentä myöhemmin toteutettu TAT-projekti, joka oli osa Asiakaslähtöisen teollisen rakentamisen hankekokonaisuutta, on jäänyt nimenä ja systematiikkana tänä päivänä tunnistamattomaksi, vaikka tuloksia on sovellettu melko laajalti toimistorakentamisessa. Sitä vastoin asuinrakentamisessa hankkeen vaikutukset ovat jääneet vähäisemmiksi.¹

TAT-projektia oli edeltänyt mm. maineikas BES-järjestelmä (betonielementtisysteemi), joka koordinoi 1970-luvun alkupuolelta lähtien suomalaista rakentamista ja tuotekehitystä pitkään ja osin vieläkin. BES-järjestelmä pohjautui yksinkertaiseen perusrunkojärjestelmään: välipohjassa esijännitetyt pitkälaatat (yleisimmin ontelolaatat eli esijännitetyt betonielementit, joissa on pituussuunnassa onteloita) + kantavat poikittaiset seinät. BES-järjestelmän tutkimusosassa olennaisia olivat mittakoordinaatio ja järjestötasolta ohjatut rakennustapasuositukset. Lopputuloksena oli asuinkerrostalojen avoin rakennusjärjestelmä, joka loi pelisäännöt rakentajien ja muiden rakentamisen osapuolten välille ja laajan esiyymmärryksen koko rakentamisen ketjussa: rakennuttaja – suunnittelija – komponenttivalmistaja – rakentaja – käyttäjä. BES-järjestelmän kaltainen avoin rakennusjärjestelmä, joka sisältää elementteille ja muille rakennusosille mita- ja toleranssijärjestelmän sekä määrittelle osien liitokset, mahdollistaa eri valmistajien

tekemien elementtien sovittamisen yhteen. Tietyt tuotetyypit, mm. ontelolaatta, saivat perustelunsa ja menestyksensä suurelta osin BES-järjestelmän vauhdittamana.²

BES-järjestelmän käsitettä yleistettiin, ja kehitettiin ”Runko-BES”, jossa BES-järjestelmän periaatteita sovellettiin myös muihin kuin asuinrakennuksiin ja komponenttien osalta esimerkiksi pilareihin ja palkkeihin. Järjestelmää laajennettiin myös yrityskohdittaisesti erikoistilanteisiin ja rakennusviennin tarpeisiin.

BES-rakennustavan tuottamaan kokonaislaatuun, kuten ääneneristävyyteen³ ja arkkitehtuurin rajoitteisiin, kohdistettiin kuitenkin painavaa kritiikkiä. Sen johdosta tehtiin 1970-luvun lopulla nk. Asukas-BES-tutkimus, joka osaltaan ennakoiti TAT-projektinkin tavoitteita ja toimenpiteitä. TAT-kehitysprojekti, joka toteutettiin vuosina 1987–1990, oli mittava hanke, jonka puitteissa työskenteli kymmeniä tutkijoita, suunnittelijoita ja teollisuuden asiantuntijoita. Projektin johto oli VTT:llä. Rahoittavat



Kaavio 1.
Asiakaslähtöisen
Teollisen Rakentamisen ohjelma.
Kuva teoksesta:
Keppo 1990, s. 11.

yritykset muodostivat johtoryhmän: Puolimatka, YIT-yhtymä, Rakennuskunta Haka, Polar rakennusosakeyhtiö sekä rakennusaineteollisuudesta Partek ja Lohja.

TAT-projekti oli osa vielä laajempaa kokonaisuutta kaavio 1:n mukaisesti. Tavoitteiden määrittämisessä oli tärkeä arkkitehtuuria tarkastellut Miljöö 2000 -projekti⁴, ja rinnakkaisena projektina myös tuoteosakaupan kehittämiseen tähtäävä RATA 2000⁵ oli vuorovaikutteinen hanke. Nämä projektit asemoituivat laajaan Asiakaslähtöisen teollisen rakentamisen ohjelmaan, jossa oli mukana keskeisesti myös TEKES. Tämä teknologiaohjelma oli kansainvälisestikin ainoalaatuinen tutkimuskokonaisuus.

Hankkeessa tuotettu perusteellinen aineisto on julkaistu VTT:n tutkimusraportteina.⁶ Näihin raportteihin on myös pääosin koottu eri työryhmissä tuotetut raportit. Työryhmissä työskentelevien asiantuntijoiden määrä oli hyvin huomattava ja he

edustivat parasta mahdollista kokemusta ja osaamista. Työmenetelminä käytettiin tuotekehitystyön kaikkia muotoja. Hankkeessa tuotettiin suuri määrä silloisen lähtötilanteen inventointeja kansainvälisestä materiaalista. Inventoinnit seuloitiin ja käsiteltiin ideatyöryhmissä, joissa aina oli edustettuna vahvasti mukana olevien yritysten edustajia ja käytännön toteuttajia.⁷

Toisin kuin BES-järjestelmä, TAT-järjestelmä on jäänyt melko tuntemattomaksi, vaikka sen yhteydessä työstetyt kehitysaiheet ovat monilta osiltaan nykyään käytössä. Viimemainittu pätee erityisesti toimistorakennusten osuuteen. Asuntomarkkinoille on näyttänyt riittävän sen sijaan monen ominaisuuden osalta entinen laatutarjonta⁸, ja TAT-projektin vaikutukset ovat jääneet eriyistä, joita tässä lyhyesti arvioidaan, vaikeasti määriteltäviksi. Tässä katsauksessa keskitytään etupäässä asuintalojen osuuteen.

TAT-JÄRJESTELMÄN TAVOITTEET

TAT-hankkeessa kehitettävän rakentamistavan päävaatimukset yksilöitiin seuraavasti: uusi arkkitehtoninen ilmaisuvoima ja teollisen rakentamisen kieli; tuotannosta riippumaton suunnittelujoustavuus ja hallittu laatu- ja kustannussuunnittelu; suunnittelu- ja tuotantojärjestelmän vuorovaikutteisuus; rakennuksen kolmiulotteinen suunnittelu- vapaus; rakennusrungosta riippumaton rakennuksen ulkovoihyökkeen suunnittelu- ja mitoitusmahdollisuus; teknisten järjestelmien, moduulien ja osien käyttöikäluokittelu pitkäikäisiin, hitaasti korvattaviin ja vaihdettaviin tyyppeihin; pitkäikäisten osien, moduulien ja järjestelmien kestävyys, pitkäikäisyys ja uudelleenkäyttö; hitaasti korvattavien ja vaihdettavien tyyppien edullinen ja nopea vaihdettavuus ja muunneltavuus.⁹

Asuinrakennusten osalta keskityttiin kerrostalojen kehittämiseen. Edellä esitettyjen yleisten painopistealueiden ohella oli erittäin tärkeäksi katsottu tavoite kehittää paremmin pienimuotoiseen rakentamiseen soveltuvaa tekniikkaa ja sen hyvälle julkisivuarkkitehtuurille antamia mahdollisuuksia, äänitekniikkaa sekä sisäilmaston laatua parantavia ratkaisuja. Uuden tekniikan oli määrä tehdä mahdolliseksi asuinrakennusten yhä kohoava laatu sekä mahdolliset uudet asuntoratkaisut, esimerkiksi pientalomainen kerrostaloasuminen.

Alkuarviona teollisuuden puolella esitettiin, että BES-järjestelmä tulisi olemaan oleellinen osa myös uutta TAT-järjestelmää. Perusteluna esitettiin, että massiiviset kantavat väliseinät takaavat huoneistojen välille perustason ääneneristävyyden. Lisäksi ontelolaattateknologia välipohjarakentamisessa

Westendinportti,
TAT-periaatteita
noudattaen toteutettu
asuin kerrostalo, jossa on
muun muassa tavallista
parempi ääneneristys.
Arkkitehti prof. Jaakko
Laapotti.
Kuva: Antero Kajava.



koettiin vaikeaksi korvata muulla, sitä teollisemmalla, tekniikalla. Mikäli asuinkerrostalojen suunnittelu muuttuisi projektissa visioidulla tavalla siten, että toteutettaisiin ryhmä päällekkäisiä pientaloasuntoja, joita vaakatasossa erottavat käytävät, oleskelualueet, mahdollisesti ulkotilat tai esimerkiksi märkätiloista ja viherhuoneista muodostuvat vyöhykkeet, muuttuisivat äänitekniset ratkaisumahdollisuudet. Arvioitiin, että tällöin esimerkiksi täyselementtirakenteinen pilarilaattarunko olisi myös perusteltu.¹⁰

Erityisesti rakennuksen rungon osalta määritettiin arkkitehtiryhmässä ratkaisutavaksi lämpimän ja kylmän tilan rajakohtien erityisvaatimukset, vaakatasojen ulokkeet ja sisäänvedot. Kehityskohteeksi muodostui siten ”julkisivuvyöhyke”. Niin ikään esitettiin vaatimus soveltaa myös asuinrakennuksissa seinien ohella pilareita. Kaikkein suurimpana haasteena esitettiin TAT-tavoitteita toteuttava kahteen suuntaan LVIS-asennusten kuljetukset salliva välipohjarakenne, koska ontelolaattojen yksisuuntaisuus koettiin tässä suhteessa merkittäväksi rajoitteeksi.¹¹

Kehitystyön kuluessa TAT alkoi merkitä paitsi rakennusjärjestelmän nimeä, myös uutta ajattelutapaa suunnittelussa ja rakentamisessa: ”TAT-ajattelutapaa luonnehtivat ilmaukset korkea laatu, joustavuus, yhteistyö, tehokkuus ja jatkuva kehittyminen.” Kehitystyössä pidettiin käyttöönoton ajallisena tavoitteena 1990-lukua. TAT-rakentaminen olisi siten ollut täydessä mitassaan todellisuutta vuosituhannen vaihteessa.¹² Vaikka järjestelmän käyttöönotto olisi ollut mahdollista nopeastikin, suunnittelijoiden ja rakennusteollisuuden asenteiden arvioitiin muuttuvan hitaasti:

”Vaikka järjestelmän kokonaisvaltaisuus edellyttää lopulta kaikkien hankeosapuolten mukanaoloa, TAT-kehityksen tielle voi jokainen lähteä omaehtoisesti heti. TAT-ajattelua voidaan ryhtyä käyttämään pienin askelin yrityskohtaisesti, hankekohtaisesti, yksin tai yhteisesti. Myöhemmän kehityksen kannalta on joka tapauksessa ratkai-

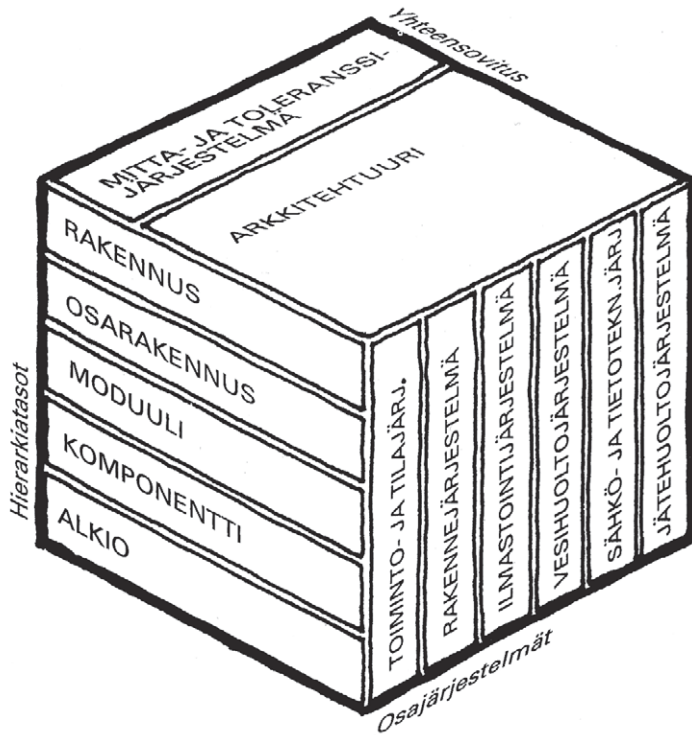
sevan tärkeätä mukana olevien ihmisten asenteissa tapahtuva muutos. Onban usein ihminen mainittu kaikkien toimintaprosessien hitaimmin muuttuvaksi osaksi.”¹³

Arkkitehtiryhmässä TAT-järjestelmän tavoitteet kiteytettiin myös seuraavasti: ”Rakennustuotantoprosessi on nähtävä erilaisia tavoitteita toteuttavina toimintakokonaisuuksina. Rakennusten käyttäjien tarpeet ja tavoitteet tulevat korostumaan. Samoin hankkeiden ulkopuolisten kuten ekologisten ja kulttuuristen tekijöiden vaikutukset lisääntyvät nykyisestä. Rakennus on kokonaisuus, jossa kiteytyvät konkreettiset tavoitteet ja abstraktit tulkinnot.”¹⁴

TULOKSENA MODULOITU HIERARKKINEN JÄRJESTELMÄ

Rakennusjärjestelmät ovat yleensä sitoutuneet tiettyyn materiaaliin ja yhteen staatiseen periaatteeseen. BES on esimerkki järjestelmästä, jonka betonielementtirunko koostuu kantavista väliseinistä ja jännitystä välipohjalaatoista. TAT-projekti tuotti uuden rakentamistavan lähestymisen ja kuvauksen, jossa moduloitujen hierarkkisten järjestelmien avulla tapauskohtaisesti koordinoidaan hankkeen laadullisia, toiminnallisia ja teknisiä ratkaisuja.

Hierarkkinen modulointi tarkoitti, että rakennus pilkkotaan niin pieniin yksiköihin, että rakentamisen kaikki osat ja toiminnot voitiin kunnollisesti optimoida. Järjestelmän pienin yksikkö oli alkio, jota tietotekniikassa vastaa käsite olio. Kun rakennusta tarkastellaan alkioiden tasolla, kaikkien osien, kaikkien materiaalien ja suunnitteluratkaisujen suhteen vallitsee suuri vaihdettavuus ja avoimuus. Alkioita ovat esimerkiksi raudoite, liitososa, sauma, kiinnike, muoto tai pinta. Ikkunan alkioit ovat lasi, kehyksen muodot, materiaalit jne.¹⁵ Hierarkkisuus asetti TAT-järjestelmään sisällytettävälle tuotetyypeille ehdon, että kokonaisuus voidaan aina ha-



Kaavio 2.
TAT-järjestelmä jakaa rakennuksen hierarkkisesti osiin, toiminnallisesti teknisiin osajärjestelmiin ja näitä yhteen sitoviin periaatteisiin. Kuva teoksesta: Keppo 1990, s. 17.

jottaa alkioihin ja suunnittelussa operoida tarvittaessa alhaisimmalla hierarkiatasolla, alkiolla.¹⁶

TAT-järjestelmässä komponentti oli alkioiden muodostama esivalmistettu kokonaisuus, joka toimitetaan yhtenäisenä järjestelmän osana työmaalle, siis esimerkiksi ikkuna tai muu rakenneosai tai yhtä hyvin laite. Liitoskomponentti oli osa, joka yhdistää teknisiä komponentteja tai moduuleja. Moduuli oli esivalmistetuista komponenteista muodostettu yhdistelmä, joka on yhteen sovitettu hankekohtaisten tarpeiden mukaisesti, esimerkiksi seinä aukkoineen tai keittiön kalusto. Osarakennus oli moduuleista koostuva rakennuksen itsenäinen osa, kuten huoneisto, kerros, palo-osasto, säätövyöhyke, pystyliikenneyksikkö tai vastaava. Järjestelmän hierarkiassa rakennus puolestaan oli osarakennuksista koostuva talonrakentamisen tuote. Hierarkkisen järjestelmän

tavoitteena oli suuri avoimuus, joka pyrittiin saamaan aikaan sillä, että kaikkia hierarkiatasoja voitiin kehittää ja vaihtaa erikseen niin, että komponenttien valmistaja osallistuisi aktiivisesti tähän kehittämiseen hankekohdaisesti alkiota myöden.

Modulointi ulotettiin järjestelmässä mahdollisuuksien mukaan kaikkiin osajärjestelmiin. Esimerkiksi ilmastointijärjestelmässä oli tarjolla erilaisia vaihtoehtoisia toteutusmalleja osarakennuksen, moduulien ja komponenttien tasolla. Osarakennustason malleja olivat osarakennuskohtainen tulo- ja poistoilmajärjestelmä, huoneisto- tai huoneryhmäkohtainen järjestelmä, huonekohtainen järjestelmä ja näiden erilaiset yhdistelmät. Komponenttien tasolla voitiin puhua siirtokomponenteista, päätetekomponenteista, keskuskomponenteista sekä ohjaus- ja säätökomponenteista, joiden kaikkien suhteen oli erilaisia malleja.¹⁷

Teknisen laadun osalta järjestelmässä päädyttiin kaksiportaiseen jakoon: perustaso tai korkea taso.

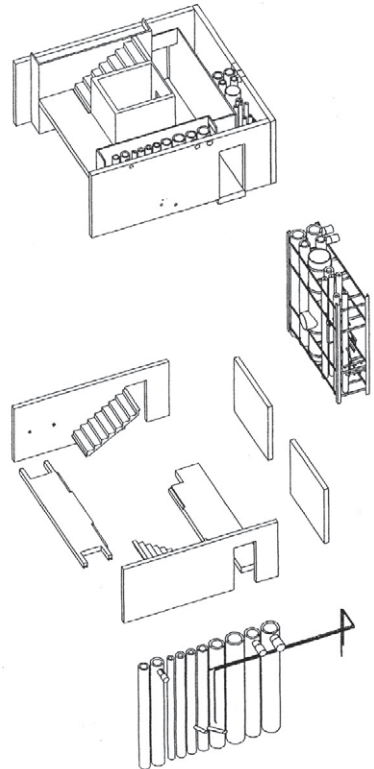
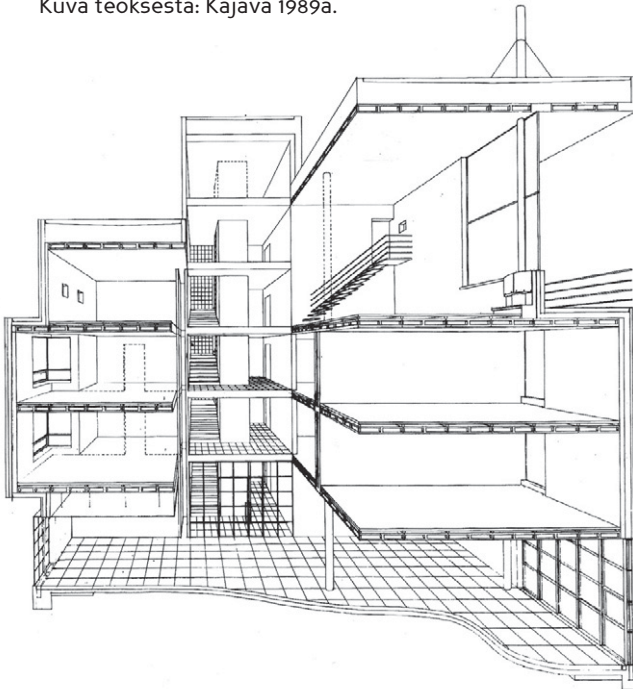
Osana TAT-kehitystyötä tutkittiin myös älykkään rakennuksen teemaa, josta oli myös oma, erillinen rakennusalan järjestöjen ja rakennusteollisuuden kehitysprojekti. TAT-rakennustavassa tietoteknisen järjestelmän eri tasoilla toteutetut valinnat saattoivat tuottaa yhtenä sovelluksena myös älykkään rakennuksen.¹⁸

Moduloidun järjestelmän osat olivat riippumattomia toistensa sisäisestä rakenteesta ja tällä tavoin moduloinnin ajateltiin helpottavan mm. suunnittelun ja valmistuksen hajauttamista. Modulointi on toteutunut rakentamisessa monella alueella yksittäisten teollisuusalojen sisällä. Kehittämispotentialia on ollut ja on edelleen nimenomaan siellä, missä kytkeytyvät yhteen useamman

teollisuusalan ratkaisut. TAT-kehitystyössä esiin tulleita uusia kokoonpanoyksiköitä voisivat olla esimerkiksi toimistorakennuksen toistuvien työasemien täydentävien rakenteiden moduuliyksiköt, jotka ovat vastaavia kuin telakkateollisuuden käyttämät matkustajahyttien komponenttisyksiköt.¹⁹

Rakennejärjestelmällä on perinteisesti ymmärretty staattiselta rakenneperiaatteeltaan yhtenäistä kokonaisuutta kuten *pilari-palkki-laatta* tai *kantavat seinät – laatta* jne. Rakennejärjestelmä, joka tilasuunnittelun näkökulmasta tarjoaa käyttökelpoisen rakennekokonaisuuden, voi TAT-periaatteiden mukaan kuitenkin sisältää varsin erilaisia osia. Se saattoi sisältää esimerkiksi erilaisia rakennuksen pystykuormia siirtäviä komponentteja, kuten kantavia seinäiä tai pilareita. Tämä oli perusteltua siksi, että toiminnallisesti tai arkkitehtonisesti voi olla syytä käyt-

Kehittyneen kerrostalon ominaisuuksia. Porrashuoneen modulointi: alkioista komponenteiksi, moduleiksi, osarakennuksiksi ja rakennukseksi. Kuva teoksesta: Kajava 1989a.



tää samassa rakennuksessa erilaisia osia, rungon moduuleja ja eri materiaaleja.

TAT-järjestelmän lähestymistapa oli siis jotain aivan muuta kuin yksinkertainen perusmalli rakennusrungon koostamiseksi. Jos BES-järjestelmää voitiin luonnehtia *poikittaiset kantavat seinät + pitkälaatta* -järjestelmäksi, TAT-järjestelmässä vastaava runkotyyppi muodosti yhden runkomoduulin. TAT-järjestelmään sisällytettiin harkittu valikoima vastaavia runkomoduuleja, joiden käsittelylle oli luotu yhteensopivuuskriteerit, käyttöjärjestelmät ja suunnittelujärjestelmät. Rakennuksen kantavan järjestelmän siis muodosti moduuleista koottu kokonaisuus.

TAT-kehitystyössä keskityttiin rungon komponenttien kuvauksessa betonielementteihin, mutta järjestelmätason näkökulmaa yleistettiin sovellettavaksi laajemmin komponenttirakentamisessa. Rinnakkaisissa projekteissa, Muuratut rakenteet, Teräsrakenteet ja Puurakenteet, sovellettiin TAT-projektissa kehitettyä järjestelmäteoriaa ja systematiikkaa.

TAT-TOTEUTUSMALLI

TAT-järjestelmän mukaisen rakennuksen toteutusmallin tavoitteet voidaan tiivistää kolmeen avainkohtaan: joustavuus, tuotannon automatisointi ja tietotekniikan mahdollisuuksien hyödyntäminen. Näistä lähtökohdista TAT-toteutusmallissa kuvattiin kokonaisvaltainen teollinen rakentamistapa. Ratkaisu perustui seuraavia tavoitteita toteuttaviin periaatteisiin:

- Suunnitteluvapauden lisääminen uuden moduulirakenneperiaatteen ja joustavan mittajärjestelmän avulla
- Teollinen, koneellinen, automatisoivissa ja robotoitavissa oleva osien tehdasvalmistus
- Teknisten järjestelmien yhteensovitus erilaisina toiminnallisina vaihtoehtoina

- Työmaan yksinkertainen rakenneosien kokoonpano ja asennointi tavoitteena rungon nopea pystytys erityisesti vesikattovaiheeseen sekä lämmityksen ja kuivatuksen aloittamiseen asti. Työmaan asennustekniikassa varaudutaan lisääntyvään automaatioon ja robotiikan käyttöönottoon.

- Suunnittelu- ja tuotantoprosessin optimointi ja hallinta teollisuuden kokoonpanovalmistuksessa käytettävistä uusista suunnittelu- ja ohjauksjärjestelmistä sovellettavan tietokoneavusteisen järjestelmän avulla. Suunnitelmien toteutettavuuden kehittäminen suunnittelu- ja tuotantojärjestelmien vuorovaikutteisen informaation avulla.

Komponentteja valmistavan rakennustuoteteollisuuden oli määrä voimakkaasti kehittää toimintojaan ja valmiuksiaan TAT-järjestelmän asettamiin vaatimuksiin vastaimiseksi. Sopeutuminen tapahtuisi seuraavien toimintojen avulla: logistiikat ja JOT, laatujohtaminen, tuotesakaupan toteuttaminen (RATA 2000) ja tuotantoteknologian uudistaminen. JOT-tuotantotapa tarkoitti, että tuotteita ei valmisteta sarjatuotannon periaatteella eli markkinoiden potentiaalisia kohdejoukkoja varten varastoon, vaan tilauksien perusteella, yksilöllisesti ja lyhyellä läpäisyajalla. Tähän päästäisiin ensinnäkin kehittämällä logistiikkaa eli tieto- ja materiaalivirtojen reaaliaikaista hallintaa. Tarvittaisiin korkeatasoinen tietojärjestelmä, jotta päästäisiin asiakkaiden yksilölliseen palveluun tuotteen ominaisuuksien, laadun, ulkonäön, materiaalien ja hinnan sekä toimitusten oikean ajoituksen suhteen. Lisäksi tarvittiin pitkälle menevää henkilöstön koulutusta ja sitouttamista uuteen asiakas- ja palvelukeskeiseen toimintatapaan.

Lyhyiden yksilöllisten sarjojen tarkoituksenmukaisen laadun valvonta tiedostettiin pitkiä tuotesarjoja vaikeammaksi. Tässä tulisivat avuksi laatujohtaminen, sisäinen asiakkuus, virheistä oppiminen ja siitä johdettu ennalta ehkäisy sekä vaatimusten määrittely yhdessä tilaajan ja suunnittelijan kanssa. TAT-järjes-

Kaavio 3. Kehitysaikojen listaus asuinrakennuksiin ja päivitys. Lähde: Kajava 1988, s. 1.

		VÄLITTÖMÄT MAHDOLLISUUDET	POTENTIAALISET MAHDOLLISUUDET (TAT-PROJEKTIN ARVIO)	TÄMÄN PÄIVÄN TILANNE
1	Runko	Nykyiset perusmoduulit ja alkioit TAT- peruskomponentein	Lisämoduulina yhtenäisen runkokokonaisuuden mahdollistava pilarilaatta ja pilari-palkki-laatta	Pilari-palkki-runkoa on kehitetty: mm. matalapalkkiratkaisut ja uudet teräskonsoliratkaisut (pilokiinnikkeet). Huoneistojen välisiä kaksoisseiniä kehitetty ja käytetty.
2	Ilmastointijärjestelmä	Keskitetty järjestelmä, jossa pysty-yhteys-moduuliin liittyvä laitetekniikkamoduuli. Korvausilman osalta hajotuksin: kehittyvää komponentti-tekniikkaa uusia tuotteita	Perusjärjestelmänä keskitetty, modulaarinen ilmastointijärjestelmä Erilliset hajotukset säilyvät tukijärjestelminä.	TAT- periaatteet osin toteutuneet Parhailaan ovat muotoutumassa matalaenergiaratkaisujen periaatteet ja sovellutukset
3	Vyöhyke-ilmansiirto. Vyöhyke-asennukset	Pehmeän integroinnin muodot (integroinnit ei-kantaviin rakenteisiin)	Integroinnit runkomoduuli-kohtaisiin integroinnein myös kantaviin rakenteisiin.	Vyöhykeajattelu jossain määrin toteutunut. Pehmeitä integrointeja rajoitetusti. Ulkomailta käytössä integrointeja ontelolaattoihin (mm. TermoDeck) ja myös koeluonteisesti Suomessa.
4	Kaksoislattia	Ääneneristysvaatimukset täytävä kaksoislattia. Lisäksi konventionaalisia kaksoislattioita; myös LVI-yhteensovitus ratkaisuineen.	Monifunktiolattia yläpuolinen 2D-installaatiotila lämmöneristys asennusystävällinen (kalibroi itse raakalattian toleranssit)	Yksittäisiä kehitysversioita ja yritys-kohtaisia sovellutuksia. Varsinaiset kaksoislattia-sovellutukset ja käyttö vähentyneet TAT-projektin jälkeisen kokeilun jälkeen. Aennuslattioita kehitetty ja uusia sovelluksia kokeillaan parhailaankin.
5	Portaikko	Uusi pysty-yhteysmoduuli		Yritys-kohtaisia ratkaisuja ja komponentteja kehitetty
6	Rungon erikoiskohdat	Ratkaisut detaljikokeelmaan	Tuotannollisesti joustava uusi systeemi kylmän ja lämpimän tilan rajakohdissa.	Kehitysversioita käytössä. Julkisivuvyöhyke ollut aktiivisen kehityksen ja soveltamisen kohde.
7	Hygieniavyöhyke	Esimerkkejä tutkimustuloksia hyödyntäen	Ko. tilat sijaitsevat omalla runkomoduulillaan, joka sisältää myös LVISTJ- yhteensovituksen edellyttämät jako-ominaisuudet	Vyöhykeajattelua on sovellettu, mutta ei täydessä laajuudessaan
8	Erotettu julkisivujärjestelmä (split wall). Julkisivuvyöhykkeen suunnitteluohteet	Raportin mukaisin ohjein ulkoseinäjärjestelmää voidaan heti alkaa kehittää.		Erotetun julkisivun sovellutuksia kehitetty. On tuotantolinjoja ja toteutuneita kohteita, kuva 3. TAT'in tuloksena on syntynyt ja sittemmin yleistynyt monipuolisempi julkisivun rakentamistekniikka.
9	Välipohja-laatta		Uusia pitkälaattatyyppisiä; molemmin puolin mittatarkka tuote.	Ontelolaatta on edelleen Suomessa vallitseva, mutta niiden valikoimaa ja tuotemuunnoksia on voimakkaasti kehitetty.
10	Perustus-paketti	Pienkerrostaloon valmiudet nopeasti		On kehitetty ja sovellettu yritys-kohtaisia ratkaisuja.

Eriytetty julkisivu. Betonisen julkisivulevyn koko ja muoto on suunniteltu ja valmistettu omalla rakenteellaan sisäpuolen ulkoseinärungosta riippumattomasti. Arkkitehti Jyrki Tasa. Kuva: Antero Kajava.



telmän oli määrä antaa mahdollisuus hallita paremmin hankkeen kaikki taloudelliset osatekijät ja siten myös määrittellä erilaisia vaihtoehtoisia hinta-laatuavoitteita peruslaadun ja korkean laadun kesken.

OSAJÄRJESTELMIEN RATKAISUT

TAT-tutkimushankkeessa rakennusjärjestelmä kehitettiin ensin yleisenä mallina, jota sitten testattiin asuinrakennus- ja toimistorakennusryhmissä. Ryhmissä päähuomio kiinnitettiin kehitetyn ajattelutavan mukaiseen etenemiseen, ratkaisujen hahmottamiseen ja nykyisten suunnitteluratkaisujen soveltavuuteen:

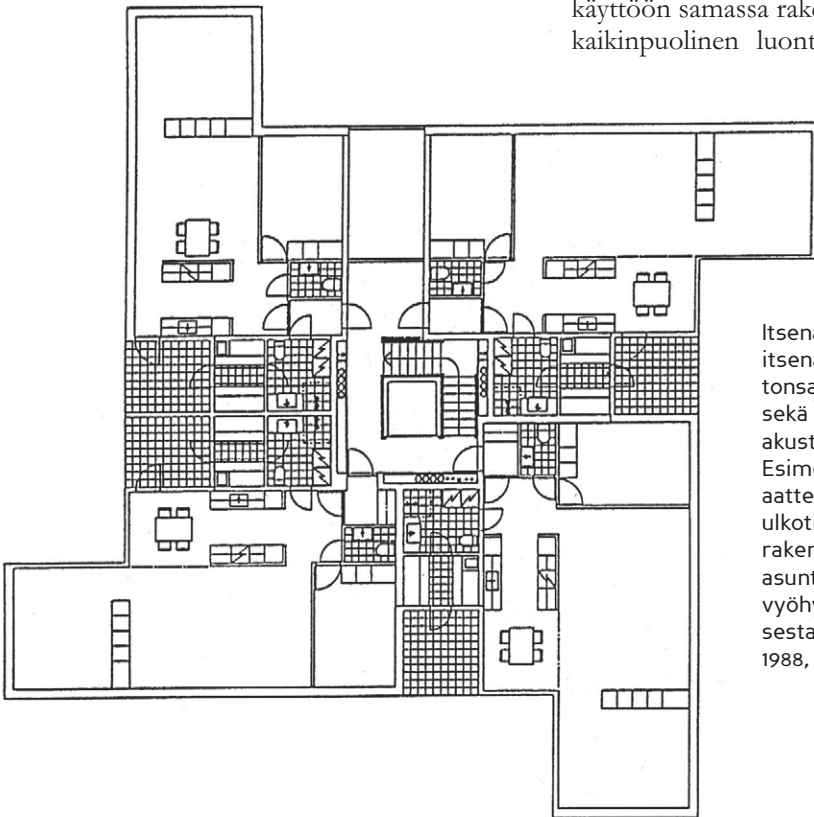
"Muutostarpeista syntyi ideatasoisia listauksia, joiden vaikutus tähän kuvaukseen on tuntuva. TAT-rakennusjärjestelmän kuvausta voidaan siis

*pitää, paitsi yleisenä mallina, myös ohjeena lähi-ajan kehitystyölle."*²⁰

Hankkeessa tiedostettiin, että tavoitettiin pääsemiseksi olisi tarpeen kuvata portaittain eteneminen. Tähän liittyi, että kokonaisuuteen otettiin mukaan toteutuksen aikajänteeltä eritasoisia ratkaisuja. Kuvattiin siis myös lyhyemmän tähtäimen ratkaisuja ja konkreettiseksi luonnehdittavia osajärjestelmiä. Tällä haluttiin turvata mielenkiinnon kantaminen tavoitettiin ja mahdollisuus jäsentää yritysten kehitystyötä asteittain omaksuttavin toimenpitein.

KEHITTYNYT KERROSTALOASUNTO

Moduuliperustaiseen järjestelmään liittyen testaamisen yhteydessä esitettiin kysymyksiä, jotka käytännön tasolla kohdistuivat esimerkiksi juuri useampien runkomoduulien käyttöön samassa rakennuksessa. Ratkaisun kaikinpuolinen luontevuus ja rakennetta-



Itsenäiset asunnot ovat itsenäisiä sijaintinsa, muotonsa ja kokonsa suhteen sekä myös rakenteellisesti, akustisesti ja LVI-teknisesti. Esimerkki pistetaloperiaatteesta, jossa asuntojen ulkotilat ja märät, raskaasti rakennetut tilat on sijoitettu asuntojen väliin "eristysvyöhykkeeksi". Kuva teoksesta: Laapotti & Siitonen 1988, s. 32.

vuusominaisuudet tulivat punnittaviksi. Tehokkain menetelmä näiden ominaisuuksien testaamiseksi, kuten oli osoittautunut muutoinkin TAT-kehitystyön yhteydessä, oli nk. koesuunnittelu, missä kehityksen alainen kohde suunnitellaan todelliselle paikalle vallitsevin reunaehdoin. Koesuunnittelun tuloksena saadaan testattavat parametrit arvioitaviksi.

Koesuunnittelu osoittautui työtavaksi, joka vei tehokkaasti järjestelmätason kehitystä eteenpäin. Mikäli tavoitteet ovat liian yleiset, projekti jää ilmaan ja polkee paikallaan. Arkkitehtiryhmässä korostettiin, että rakennus on aina kokonaisuus ja tämän integroitunut käsittely toteutuu selvästi parhaiten koesuunnittelun tyyppisen testaamisen kautta.

TAT-tutkimuksen yhteydessä selvitettiin ja konkretisoitiin asunotosuunnittelun muutostrendejä käytettävissä olevien tutkimusten perusteella. Muutostarpeita selvitettiin myös rinnakkaisissa projekteissa RATA-2000 ja Miljö-2000. Pientalomaiseen asumiseen rinnastettavia asumisen piirteitä voidaan toteuttaa myös kehittyneissä kerrostaloissa. Tämä teema oli ja on ollut kauan aktiivisena suunnittelukohteena kansainvälisesti. TAT-projektissa esitettiin ja koesuunnittelussa testattiin professori Jaakko Laapotin esittämä ideapohjainen ratkaisu. Koesuunnittelu keskeytettiin TAT-projektin loppuvaiheessa. Oli laadittu luonnokset, joihin sisältyivät pohjat, leikkaukset ja pääjulkisivut sekä teknisten järjestelmien periaatteet. Lopullisten luonnosten laatiminen olisi edellyttänyt etupäässä julkisivujen edelleen kehittelyä ja rakennustapaselostuksen laatimista.

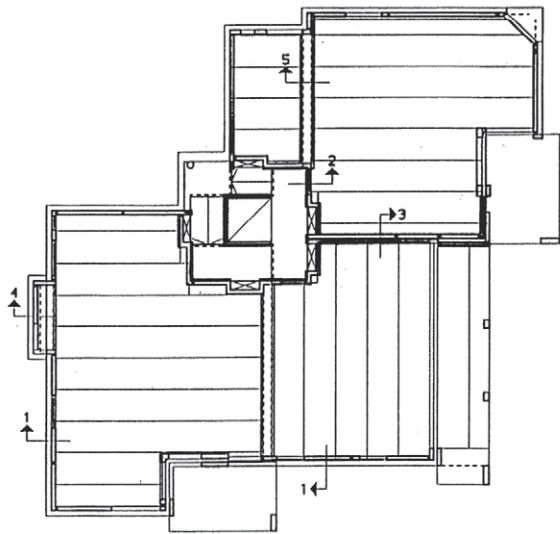
Kehittyneen kerrostaloasumisen vaatimukset oli TAT-järjestelmässä toteutettu siten, että pohjaratkaisut voitiin tehdä eri kerroksissa toisistaan riippumatta. Keittiö- ja hygieniatilojen sijoitus ja pohjaratkaisut voitiin tehdä asukkaan asumistottumusten mukaan. Rakennuksen puolilämpimät parvek-

keet voitiin sijoittaa eri kerroksissa eri kohtiin. Parvekkeet liittyivät luonteavalla tavalla asunnon sisätiloihin. Niiden käyttöä oli suunniteltu voitavaksi varioida sään ja vuodenaikojen mukaan. Lisäksi asuntoja voitiin muunnella, parvekkeita lisätä ja vähentää, muuttaa pohjaratkaisuja sekä täydentää teknistä varustusta. Rakennukseen oli pyritty suunnittelemaan mielenkiintoiset liikennetilat ja osassa asuntoja oli tilaratkaisun kiinnostavuutta lisätty kaksikerroksisilla tilaratkaisuilla. Erityisesti asuntojen välistä äänieristystä oli parannettu sijoittamalla ”märkätilat” eristysvyöhykkeeksi asuntojen välille.²¹

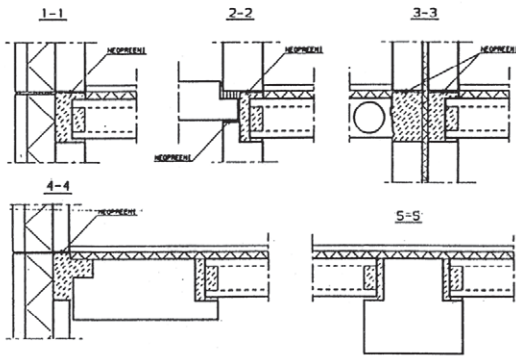
Teknisten ratkaisujen periaate otti suunnitteluyksiköksi asunnon, joka muodostaa itsenäisen kokonaisuuden toiminnallisesti, akustisesti ja paloteknisesti. LVIS-asennusten pystyvedot sijoitettiin porrashuoneiden seiniiin ja vaakavedot asunnoissa korotettuun lattiaan. Rakennuksessa voitiin käyttää kaikkia käytössä olevia runkoratkaisuja. Suurimman joustavuuden ja samalla myös parhaan akustisen ratkaisun tulisi tarjoamaan rakennejärjestelmä, jonka pystyrakenteet ovat pääosin pilareita ja välipohjan muodostaa alapinnaltaan sileä vaakarakenne, jonka sisään voidaan sijoittaa installaatioita ja palkistoa. Puolilämpimän parvekeratkaisu olisi osaltaan edistämässä rungon systemaattista toteutusta.

Tänä päivänä asiaa tarkasteltaessa idean mukaisia toteutuksia on Suomessa varsin vähän. Mielenkiinto teemaa kohtaan on kuitenkin olemassa päätellen seuraavasta lehtiartikkelista, jossa kuvaus on identtinen TAT-projektin idean ja koesuunnitteluteemojen kanssa:

”Omakotimainen kerrostalo. Helsingin kaupunki ja NCC Rakennus kehittävät mielenkiintoista asuntokohdetta Viikin kaupunginosaan. Kerrostalo on toiminnoiltaan lähes kuin omakotitalo. Tontille tulee lamellitalovyöhyke ja uudentyyppisiä pistetaloja. Pistetaloissa on neliömäinen syvä runko. Kaikista asunnoista on näkyvä vähintään kahteen suuntaan. Asuntojen sisä- ja



Westendinportti. Kohteessa on lukuisia TAT-tavoitteiden mukaisia ratkaisuja: suunnittelujoustavuus, eri kerroksissa erilaiset tilaohjelmat, porrashuone pysty-yhteyksien osalta, ääneneristävyyden korkea taso. Huomataan, rakennuksen jäykistykseen liittyen, että välipohjalaattoja on tuettu väliseiniltä ja myös ulkoseiniltä ja niiden suunta on erilainen kerroksen eri kentissä. Äänieristyksen toteuttamiseksi korkeaan tasoon huoneistojen väliset seinät ovat kaksinkertaisia betonielementtiseiniä ja välipohjien ontelolaatat on varustettu askelääneneristävyttä ajatellen uivalla lattialla.



*ulkotilat voidaan liittää omakotimaisesti yhteen. Esimerkiksi ruokailutila jatkuu parvekkeelle. Porrashuone sijoitetaan talon keskelle ja bissi on lasiseinäinen. Ideana on tuoda kaikki mahdolliset toiminnot asuntojen yhteyteen. Jokaisessa asunnossa on esimerkiksi viiden neliömetrin irtaimistovarasto. Asuntojen parvekkeet ovat kookkaita. Parvekkeen seinä voidaan avata kesäisin, jolloin saadaan omakotitalon terassin tapainen tila. Kaikissa asunnoissa on huoneistokohtaiset sähkö- ja vesimittarit, asukkaat maksavat kulutuksensa ja omien mielilymystensä mukaan.*²²

TAT-PROJEKTIN TILANNE TÄNÄÄN

Projektin edellytykset hävisivät 1990-luvun alussa merkittävältä osaltaan ”suuren laman ja kansallisomaisuuden myyntiin”,

jolloin rakentamisen volyymit puolittuivat, työpaikoista hävisi 40 % ja merkittävä osa suomalaisesta rakennustuoteteollisuudesta myytiin ulkomaille. Rakennusliikkeistä Haka meni konkurssiin, Polarin rakennustoiminta lopetettiin ja ruotsalainen NCC osti Puolimatkan. Rakennustuoteteollisuuden suuret toimijat Partek ja Lohja fuusioituivat. Perusyhtymä oli jo projektin alussa muuntunut YIT-Yhtymäksi.²³

TAT-projekti on jäänyt historiaan. Sitä ei ole, ainakaan omalla nimellään, jatkettu. TAT-järjestelmää ei erityisesti mainita tai ominaisuuksista kerrota esimerkiksi korkeakouluopetuksessa. TAT-järjestelmä esiintyy hyvin harvoin omalla nimellään alan nykyisessä kirjallisuudessa. Tästä seuraa, että TAT-projekti ei ole nykyrakentajien keskuudessa tunnettu verrattaessa vaikkapa BES-järjestelmään.

TAT-järjestelmän mukaisia kokonaisuuksia sekä yksittäisiä ratkaisuja on kuitenkin toteutettu ja todellisuudessa niin toimisto- kuin asuintalojenkin vallitseva rakentamistapa heijastelee melko pitkälle monia TAT-periaatteita. Laaja asiantuntija- ja suunnittelijaryhmä, joka oli mukana TAT-projektissa, on osaltaan toiminut ja soveltanut TAT-projektissa esitettyjä ratkaisuja. TAT-hankkeen lähtötilanteessa vallitsevat parhaat käytännöt ja myös eri osapuolten visiot rakennettiin TAT-projektiin sisään. Tämä pätee niin arkkitehtien, rakenne- suunnittelijoiden kuin LVIS- suunnittelijoi-

denkin osuuteen. TAT-projektin tuloksena yritykset tuottivat useita ratkaisuja, joista jotkut jäivät elämään, jotkut korvautuivat edelleen kehitetyillä uusilla ratkaisuilla tai korvautuivat perinteisillä ratkaisuilla. Esimerkkejä käyttöön tulleista yrityskohtaisista ratkaisuista on esitetty kaaviossa 3.

TAT-PROJEKTIN KRITIIKKI

Pohdittaessa teknologiaohjelman (kaavio 1) ominaisuuksia ja sen lanseeraamiseen liittyvää kitkaa arvioitavaksi asettuu seuraava väite: ”Teknologiaohjelman tulostuksessa kuvastuu perinteinen tuotantokeskeinen teollinen ajattelutapa eikä se teknisesti ja organisatorisesti uudistunut tuotantoidea, mikä on ohjelman kantava voima. Asiakaslähtöisen rakennustuotantoprosessin kuvaus herättää ajatuksen teknistaloudellisesta tapahtumasarjasta, jossa asiakas-rakennuttaja ja toteuttajaurakoitsija ovat ainoat osapuolet.”²⁴

Jää kysyttäväksi missä määrin tämä kysymys sisältää vastauksen myös TAT-projektin tunnettuuden vähyyteen tänä päivänä? Olisiko ollut apua, jos aktiivisen viestinnän keinoin olisi paremmin välitetty asiakaskeskeisyyden näkökulmaa? Keskeiseksi ”olioksi” olisi voitu valita rakennus eli se kokonaisuus, jota rakentamisessa kaikista näkökulmista tarkastellaan. Tämän jälkeen kuvattaisiin kaikkien osatekijöiden suhde rakennukseen.²⁵

Käytettävän käsitteistön valinta oli oleellinen tekijä. Uusi käsitteistö hierarkkisen moduloidun järjestelmän sisällä saattoi muodostua ongelmalliseksi järjestelmän omaksuttavuuden ja hallittavuuden kannalta. Järjestelmän kehittytyö ja rakennussuunnittelu ovat luonteeltaan erilaisia: Järjestelmän kehittäminen on perusluonteeltaan käsitteellistä ja analyyttistä. Käytännön rakennussuunnittelu taas operoi vakiintuneilla ja konkreettisilla käsitteillä ja on luonteeltaan synteettistä. Kehittelytyössä käyttökelpoiset

Nokian tutkimuskeskus. Esimerkki toimistotalosta, joka sisältää useita TAT-periaatteiden mukaisia ratkaisuja. Arkkitehti, prof. Tuomo Siitonen. Toimistotalojen osalta TAT-projektissa jäseneltyjä perusratkaisuja on toteutettu runsaasti viimeisen viidentoista vuoden aikana. Toimistotalot sisältävät useampiakin TAT-projektissa esitettyjä periaatteita: selkeä teknis-toiminnallinen vyöhykejako ja hierarkia, tilamitoituksen ja talotekniikan systematiikka ja moduulointi, elinkaareltaan erilaisten rakennusosien erottelu jne. Ratkaisuja on eri hierarkiatasolla eli niin rakennusten kuin moduulienkin tasolla. Siitonen 2009. Kuva: Tuomo Siitonen.





Nokian tutkimuskeskus,
Ruoholahti, Helsinki. Arki-
tehti, prof. Tuomo Siitonen.
Kuva: Tuomo Siitonen.

käsitteet voivat vaikuttaa keinotekoisilta arkipäivän rakentamisessa.²⁶

TAT-projektiin, kuten koko Teollisen talonrakennuksen teknologiaohjelmaan, Tekes kohdisti myös virallisen arvioinnin. Teknologiaohjelmaan on liitetty mm. seuraava kritiikki:

”Tutkimusraporteissa on monia sanontoja, jotka todistavat tutkijoiden pitäneen monia vanhoja ja tunnettuja menetelmiä tai järjestelmiä uusina. Näin ollen lähtökohdatilanteen analysointiin olisi pitänyt panostaa enemmän.”

”Tavoitteisiin pitäisi aina liittyä keinojen osoittaminen teoreettisten tulosten hyödyntämiseksi. Näyttää siltä, että tuloksien ja käytännön sovelutusten välillä on niin suuri kuilu, että muutos ei onnistukaan niin nopeasti kuin on oletettu.”²⁷

TAT-projektia pidettiin arvioinneissa kohtalaisena. Kuitenkin urakoitsijat ilmei-

sesti odottivat konkreettisempia tuloksia. Arviointiraportissa todettiin: ”Projektin on kuitenkin luonut hyvät edellytykset yritysten omalle tuotekehitykselle. Projektista oli poikunut heti valmiita tuotteita ja edelleen yrityksissä kehitettyjä tuotteita.”²⁸

Kotimaisen lisäksi TAT-projektiin kohdistettiin myös ulkomainen arviointi. Tämän asiantuntija-arvion suoritti Karel Dekker Hollannista. Arviointi oli osin samansuuntainen kuin suomalainenkin, mutta arviointiraportissa suhtauduttiin huomattavan innostuneesti TAT-projektiin. Arvioija oli perehtynyt paitsi raportteihin myös tutustunut projektiin keskustelemalla projektin johtajien kanssa.

Tässä artikkelissa esitetyt teemat ja kuvat kertovat miten TAT-projektin ajattelutapa on edennyt, vaikka projektin dokumentteja ei voikaan aina tunnistaa ohjausvoimina kehityksen taustalta. Kiintoisa aihe TAT-järjestelmän nykytilanteen kannalta on omaksumisen ja sitoutumisen näkökulma, mikä avoimen järjestelmän yhteydessä on olennaista. BES-järjestelmä, jota voidaan pitää myös kansainvälisesti merkittävänä innovaationa, perustui hyvin pelkistettyyn tekniseen lähtökohtaan. Innovaatioksi sen teki avoimuus ja omaksumisen poikkeuksellinen laajuus, vaikka järjestelmää on eri vaiheissa kritisoitu:

”Eri selvityksissä on systemaattisesti osoitettu ns. BES-kerrostalon heikkoudet aina 70-luvun lopulta lähtien (Asukas-BES). Viimeksi Toimisto- ja asuinrakennusten tuotekehitystutkimus (TAT) osoitti eri teitä joustavampien kerrostaloratkaisujen toteuttamiseen. Suomalainen BES-kerrostalo on edellisen polven tuote. Se on joustamaton, kallis typpitalo.”²⁹

Tuotekehitystyössä on usein havaittu, että vain projektit, joissa lopputuote on selkeästi määritetty, johtavat kestäväan tulokseen ja onnistuneeseen lanseeraukseen. TAT-projekti edustaa tässä suhteessa vaikeaa kehityskohdetta, koska tavoitteet olivat osin abstrakteja ja tavoitteita oli pal-

jon. TAT-projektia runsaasti soveltaneen suunnittelijan mielestä järjestelmän tulee nojautua teoriaan, mutta rakentaminen on nykyisin yleistyneessä projektinjohtomenetelyssä taloudellista osaoptimointia, jossa kokonaisuuden, yleisen edun tai tulevien sukupolvien edustajien ääni ei kuulu päätöksiä tehtäessä.³⁰ Esimerkistä käy ääneneristävyys, koska kalleimmissakin kerrostaloissa on käytetty vain perustason ratkaisuja. Korkean tason (nykyiset ääneneristysstandardin tasot A ja B) toteutuksia ei yksinkertaisesti ole.³¹ Myöskään TAT-projektin kehitystyössä esitetty komponenttien tuotannon vieminen riittävän alhaiselle hierarkiatasolle ei ole kaikilta osin toteutunut. Tämä nähdään mm. puuikkunoiden tuotannossa, jossa on palattu 1960- ja 1970-luvuille tuotannon joustavuuden näkökulmasta.³²

TAT-projektin rinnakkaisen RATA 2000 -projektin jälkiarvioinneissa on esitetty, että hanke torjuttiin rakennusalalla, vaikka se koettiin teoreettisesti onnistuneeksi.³³ Tästä syystä myöhemmin ehdotettiin uusia lähestymistapoja, esimerkkinä mm. materiaalteollisuuden yritysکوhtainen sovellus: kertopuun kehittäminen. Esitettiin, että kehitys tukahtuu helposti verkossa, jota avoin järjestelmä merkitsee, ja ainoa kehitys tapahtuu yrityksen sisäisessä toiminnassa. Win-win-ajattelu onnistuu harvoin, koska se edellyttäisi verkon rakenteen muutoksia ja nämä koetaan riskiksi vakiintuneelle toiminnalle verkon takaisinkytkentöjen ja vaikutusten vaikean arvioitavuuden takia. Syntyy todellisen ja laajemman kehityksen esteitä. Päätelmille on esitetty kiinnostava, tuotekehityksen teoriaan pohjautuva, analyysi, joka liittyy systeemiteoriaan ja arvoketjujen ominaisuuksiin.³⁴ TAT-projektiin ovat liittyneet suurelta osin samat kehityksen kitkatekijät kuin RATA 2000 -hankkeeseenkin.

Kirjoittaja on diplomi-insinööri (s. 1945). Hän on toiminut tutkijana ja rakennusaineiteollisuuden kehitys- ja johtotehtävissä. Hänellä on myös pitkä kokemus rakentamista ja komponenttien valmistusta palvelevan teknologiateollisuuden kansainvälisestä toiminnasta.

¹ Pekka Saariston haastattelu 4/2009; Tuomo Siitosen haastattelu 3/2009; Asko Sarjan haastattelu 3/2009; Arto Suikan haastattelu 4/2009.

² BES-järjestelmän rakenteita koskeva suositus 1979; Suikka 1984.

³ Halme, Ääneneristys TAT-tekniikassa.

⁴ Solla et al. 1991.

⁵ Reijo Hirvensalon haastattelu 2/2008 ja 3/2009.

⁶ Aho et al. 1989; Kajava 1989a; Sarja et al. 1989a; Sarja et al. 1989b; Sarja 1989a; Sarja 1989c; Suikka 1989; Keppo 1990.

⁷ Kajava 1987; Kajava 1988a; Kajava 1988b; Kajava 1989b; Kajava 1990; Laapotti, Solla & Valjakka 1987; Laapotti & Siitonen 1988; Leppänen 1991; Sarja 1989b; Suikka 1987.

⁸ Alpo Halmeen haastattelu 4/2009.

⁹ Laapotti & Siitonen 1988, s. 5.

¹⁰ Suikka 2009.

¹¹ Laapotti & Siitonen 1988, liite "TAT - Tutkimus- ja tuotekehityskohteita".

¹² Keppo 1990, s. 5.

¹³ Keppo 1990, s. 2.

¹⁴ Laapotti 1993, s. 4.

¹⁵ Taponen, Finnish Building Componenta Technology.

¹⁶ Laapotti & Siitonen 1988, s. 16.

¹⁷ Taponen, Finnish Building Componenta Technology.

¹⁸ Suikka 1990.

¹⁹ Laapotti & Siitonen 1988, s. 17.

²⁰ Keppo 1990, s. 20.

²¹ Halme, Ääneneristys TAT-tekniikassa; Kajava 1988a.

²² Kupiainen 2009, s. 68.

²³ Mölsä 2006.

²⁴ Laapotti 1993, s. 3.

²⁵ Laapotti 1993, s. 3.

²⁶ Laapotti & Siitonen 1988, s. 14.

²⁷ Kallio & Rastas 1992, s. 20.

²⁸ Kallio & Rastas 1992, s. 33.

²⁹ Solla et al. 1991, s. 122.

³⁰ Tuomo Siitosen haastattelu 3/2009.

³¹ Alpo Halmeen haastattelu 4/2009.

³² Tuomo Siitosen haastattelu 3/2009.

³³ Reijo Hirvensalon haastattelu 2/2008 ja 3/2009.

³⁴ Reijo Hirvensalon haastattelu 2/2008 ja 3/2009.

LÄHTEET**Haastattelut**

- HALME, Alpo. Arkkitehtitoimisto Alpo Halme: TAT-järjestelmän nykytilanne ääneneristävyyden kannalta. 4/2009.
- HIRVENSALO, Reijo. Conrex Oy: Kokemuksia ja analyysiä RATA 2000- hankkeesta ja sen nykytilanteesta. 2/2008 ja 3/2009.
- SAARISTO, Pekka. Climaconsult Oy: TAT-järjestelmän nykytilanne LVI-tekniikan näkökulmasta. 4/2009.
- SARJA, Asko. TAT-järjestelmän nykytilanne. 3/2009.
- SIITONEN, Tuomo. Arkkitehtitoimisto Tuomo Siitonen: TAT-järjestelmän nykytilanne arkkitehdin näkökulmasta. 3/2009.
- SUIKKA, Arto. RT ry: TAT-järjestelmän nykytilanne rakenteiden näkökulmasta. 4/2009.

Painamattomat lähteet

- KAJAVA, Antero. 1990. Precast Technologies in the Nordic Countries, Today And in the Future. Esitelmä Stupre'-yhdistyksessä, Hollannissa.
- LAAPOTTI, Jaakko. 1993. Asiakaslähtöisen Teollisen Rakentamisen Kuvaus. Ehdotus, muistio. 1993.
- SUIKKA, Arto. 1990. Osaraportti, Rakenejärjestelmä. Sitra Älykäs Rakennus. Helsinki, 1990.
- TAPONEN, Ahti. Päiväämätön. Finnish Building Componenta Technology. Uusi avoin komponenttirakentamisjärjestelmä. Luonnos esitteeksi.

Tutkimusraportit

- AHO, Tapio, KORHONEN, Pekka, LANU, Matti, RÖNKÄ, Matti, SARJA, Asko. 1989. Järjestelmän käyttö suunnittelussa. TAT-Rakennusjärjestelmä. Raportti 4. Espoo, VTT.
- HALME, Alpo. (päiväämätön). TAT-II Ääneneristys TAT-tekniikassa. Vantaa.
- KAJAVA, Antero. 1987. Raporttiosuus vaiheesta I. TAT-projekti. Espoo, VTT.
- KAJAVA, Antero. 1988a. Askelääneneristys TAT-Rakennustavassa. TAT-Rakennusjärjestelmä. TAT-Asuntoryhmä. Espoo, VTT.
- KAJAVA, Antero. 1988b. Yhteenveto kehitysaiheista. TAT-asunnot. VTT, Espoo.
- KAJAVA, Antero. 1989a. Asuinrakennus. TAT-Rakennusjärjestelmä. Raportti 5. Espoo, VTT.
- KAJAVA, Antero. 1989b. TAT-Asunto. Esite TAT-Rakennusjärjestelmästä. VTT, Espoo.
- LAAPOTTI, Jaakko, SOLLA, Pertti, VALJAKKA, Eero. 1987. Miljö 2000, Tavoitetutkimus nro 4139/ 87. Helsinki.

- LAAPOTTI, Jaakko, SIITONEN, Tuomo. 1988. Moduloitu Rakennusjärjestelmä ja Arkkitehtisuunnittelu. TAT-Väliraportti. Helsinki.
- LEPPÄNEN, Pekka. 1991. Teollisen Talonrakennuksen Sanasto. Helsinki, VTT ja Tekniikan Sanastokeskus ry.
- SARJA, Asko, KORHONEN, Pekka, LANU, Matti, LAINE, Juhani, LUOMA, Marianna, LAITINEN, Ari, MÄÄTTÄ, Jukka, VIRTANEN, Markku. 1989a. Järjestelmäkortit. TAT-Rakennusjärjestelmä. Raportti 3. Espoo, VTT.
- SARJA, Asko, KORHONEN, Pekka, LANU, Matti, LAINE, Juhani, LUOMA, Marianna, LAITINEN, Ari, MÄÄTTÄ, Jukka, VIRTANEN, Markku. 1989b. Tavoitejärjestelmän kuvaus. TAT-Rakennusjärjestelmä. Raportti 2. Espoo, VTT.
- SARJA, Asko. 1989a. Järjestelmän teoria. TAT-Rakennusjärjestelmä. Raportti 1. Espoo, VTT.
- SARJA, Asko. 1989b. TAT-Rakentamistavan kuvaus ja käyttöönotto. Espoo, VTT.
- SUIKKA, Arto. 1987. Rakenneryhmän väliraportti, vaihe I, TAT-projekti. Espoo, VTT.
- SUIKKA, Arto. 1989. Toimistorakennus. TAT-Rakennusjärjestelmä. Raportti 6. Espoo, VTT.

Lehdet

- KUPIAINEN, Jari. 2009. Mitä nyt, kerrostalo? Tekniikan maailma. Nro 2, Rakennusmaailma.
- MÖLSÄ, Seppo. 2006. Rakentaminen muuttui vuoristoradasta talouden peruspilariksi. Rakennuslehti 23.11.
- SUIKKA, Arto. 1984. Ontelolaattatekniikan kehitys Suomessa. Betonituote. Nro 3.

Kirjallisuus

- BES-järjestelmän rakenteita koskeva suositus. 1979. Helsinki, SBK, julkaisu n:o 1.8.
- KALLIO, Antero, RASTAS, Kauko. Teollisen Talonrakennuksen Teknologiaohjelman Arviointi. Tekes. Helsinki, 1992.
- KEPPO, Juhani (toim.). TAT-komponenttirakentaminen. The new component system building technology. Tietopuu, Hyvinkää 1990.
- SARJA, Asko. 1989c. Principles and solutions of the new system building technology (TAT). Espoo, VTT, Tutkimuksia 662.
- SOLLA, Pertti, KAUKONEN, Hille, LAAPOTTI, Jaakko, TIURI, Ulpu, VALJAKKA, Eero. 1991. Asuntorakentamisen muutos. Miljö 2000 -projektin raportti. Helsinki, ympäristöministeriö, selvitys 7.