

Esivalmistusasteen nostamisen hyödyt



Teollisuus	Urakoitsija	Asukas
Valmisosarakentamisen kilpailukyky kasvaa Kuljetuksen merkitys vähenee Ympäristöystävällisyys	Runko nopeammin valmiiksi Betonille lisää kuivumisaikaa	Laadukkaammat komponentit Tasalaatuisuus Kustannussäästöt

Betonirakentamisen esivalmistusasteen nosto

Olli Teriö

Betonirakentamisen esivalmistusasteen nosto

Olli Teriö



TAMPERE 2002

Copyright © VTT 2002

JULKAISIJA

VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Hermiankatu 8 G, PL 1802, 33101 Tampere
puh. vaihde (03) 316 3111, fax (03) 316 3445

VTT Bygg och transport
Hermiankatu 8 G, PB 1802, 33101 Tammerfors
tel. växel (03) 316 3111, fax (03) 316 3445

VTT Building and Transport
Hermiankatu 8 G, P.O.Box 1802, FIN-33101 Tampere, Finland
phone internat. +358 3316 3111, fax +358 3316 3445

Sisällysluettelo

1. Johdanto	5
1.1 Tausta.....	5
1.2 Tavoitteet.....	6
1.3 Toteutus	6
2. Kehittämistarpeet ja -keinot.....	8
2.1 Asiakastarpeet.....	8
2.2 Esivalmistusasteen nostamisen keinot.....	10
2.2.1 Nykyisten rakennusosien jalostusasteen nostaminen	11
2.2.2 Uusien rakennusosien ja järjestelmien kehittäminen	12
2.2.3 Nykyisten rakennusosien ja järjestelmien käytön lisääminen	12
2.3 Esivalmistusasteen nostamisen ideointi (workshop).....	13
2.3.1 Suunnittelu	13
2.3.2 Seinät.....	16
2.3.3 Välipohjat.....	19
2.3.4 Märkätilat	20
2.3.5 Parvekejärjestelmät.....	21
2.3.6 Porrashuoneeseen liittyvät rakenteet.....	22
2.3.7 Talotekniikka	23
2.3.8 Muut ideat	25
2.4 Uusien ratkaisujen kehittäminen.....	26
3. Esivalmistusasteen nostamisen hyödyt	27
3.1 Esivalmistusasteen nostamisen hyödyt teollisuudelle.....	27
3.2 Esivalmistusasteen nostamisen hyödyt rakentajille.....	28
3.3 Esivalmistusasteen nostamisen hyödyt loppukäyttäjälle.....	29
3.4 Hyötynäkökohtien taloudellinen tarkastelu	30
3.4.1 Tuotantokustannukset tehtaalla	30
3.4.2 Tuotantokustannukset työmaalla.....	30

4.	Esimerkkejä toteutetusta esivalmistusasteen nostosta	31
4.1	Nykyisten rakennusosien kehittäminen	31
4.1.1	Väliseinäelementti (Specifinn Oy)	31
4.1.2	Porraselementit (Lemminkäinen Oy)	32
4.1.3	Eriytetty tuuletettu julkisivu (Parma Betonila Oy)	34
4.1.4	Märkätilaontelolaatta P37K (Parma Betonila Oy)	35
4.2	Uudet tuotteet ja järjestelmät	36
4.2.1	Hissikuiluelementti (Specifinn Oy)	36
4.2.2	Kylpyhuonelaatta (Rakennusbetoni- ja Elementti Oy)	38
4.2.3	Betoninen kylpyhuonetilaelementti (Betoniluoma Oy)	39
4.2.4	ACO väliseinät (Rakennusbetoni- ja Elementti Oy)	40
4.2.5	Betonihormielementti (Elpotek Oy)	41
4.3	Vesikaton nopea toteutus	42
5.	Tulosten tarkastelua	44
5.1	Esivalmistusasteen nostamisen keinot	44
5.2	Eri osapuolten tehtävät esivalmistusasteen nostamisessa	48
5.2.1	Teollisuus	48
5.2.2	Suunnittelijat	49
5.2.3	Rakennuttajat ja urakoitsijat	50
5.2.4	Järjestöt	52
5.2.5	Yhteistyö	53

Liite 1. Asiantuntijahaastattelujen yhteenveto

1. Johdanto

1.1 Tausta

Tämä tutkimus on osa Rakennusteollisuus RT ry:n "Teollinen betonirakentaminen TERA 2002" -teknologiaohjelmaa. Teknologiaohjelman käynnistäjänä oli Rakennustuoteteollisuus RTT ry.

Elementtirakentamisen työmaatekniikkakehitys on jäänyt nykyisessä rakentamisprosessissa melko vähäiseksi. RTT:n valmisosarakentamisen asennus- ja työmaatekniikkakehityshanke sekä materiaalien käsittelyä tutkinut hanke tarvitsivat jatkoa. Esimerkiksi elementtirakennustyömaan kosteudenhallintaa on tutkittu varsin vähän eikä teollisen kuivan rakentamisen etuja osata hyödyntää.

Systemaattisella kehitystyöllä nykyistä osin teollista, osin vielä rakennustyömaalla tapahtuvaa toteutusta voidaan kehittää esivalmistusta ja kokoonpanotekniikkaa paremmin hyödyntäväksi rakentamistavaksi.

Teollista rakentamistapaa puoltavat Suomen olosuhteissa mm. seuraavat tekijät:

- Työvoiman saatavuus vaikeutuu tulevaisuudessa.
- Työnteon hajauttaminen maantieteellisesti. Tuotteen jalostusasteen noustessa pidemmänkin kuljetuksen merkitys vähenee.
- Tehtaiden mahdollisuus automaation hyödyntämiseen, nopeaan valmistukseen ja erikoistumiseen sekä tätä kautta tuottavuuden kehittämiseen.
- Suuri osa rakentamisesta tapahtuu talvella.

Tutkimuksen ohjausryhmänä on toiminut Tera 2002 johtoryhmä, johon ovat kuuluneet:

Myyntipäällikkö Heikki Aapro, Parma Betonila Oy, johtoryhmän puheenjohtaja
 Tuoteryhmäpäällikkö Arto Suikka Rakennusteollisuus RT Ry, johtoryhmän sihteeri
 Työpäällikkö Raimo Ellonen, NCC Finland Oy
 Toimitusjohtaja Lasse Happonen, Specifinn Oy
 Asuntoinsinööri Seppo Kauhanen, Helsingin kaupunki
 Tuotantojohtaja Ano Korhonen, Oy Alfred A. Palmberg Oy,
 Tuotepäällikkö Tuomo Kovanen, Rakennusbetoni ja Elementti Oy.

Tutkimuksen projektipäällikkönä on toiminut Hannu Koski ja päätutkijana Olli Teriö VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikasta.

1.2 Tavoitteet

Tutkimuksen tavoitteena on

- selvittää esivalmistusasteen nostomahdollisuuksia
- edistää teollista, kuivaa ja nopeaa asuinrakennusten komponenttirakentamistapaa
- nostaa koko toteutusprosessin tuottavuutta lisäämällä esivalmistusta, verkottumista ja alihankintoja
- kehittää rakennejärjestelmiä, jotka soveltuvat nykyaikaisilla valmistustekniikoilla toteutettavaksi.

Tutkimuksessa keskitytään asuinkerrostalojen valmisosarakentamiseen pääasiassa betonielementtiteollisuuden näkökulmasta.

1.3 Toteutus

Haastattelut

Kesällä 2001 haastateltiin asiantuntijoita esivalmistusasteen nostomahdollisuuksista.

Haastattelujen tarkoituksena oli muun muassa

- kerätä kokemukseräisiä mielipiteitä ja ehdotuksia, kuinka esivalmistusastetta voitaisiin nostaa
- selvittää kuinka eri osapuolten halukkuutta esivalmistusasteen nostamiseen voidaan lisätä
- kerätä kokemukseräisiä arviointeja tietyistä esivalmistusastetta nostavista ratkaisuista (mm. kattoristikot, iv-asennusten esivalmistusmahdollisuudet, ikkunoiden asentaminen betonielementtitehtaalla, märkätilojen lattiat)
- selvittää kenen vastuulle esivalmistusasteen nostamisen tulisi kuulua ja kuinka yhteistyö pitäisi organisoida.

Haastattelut tehtiin yrityksissä ja haastattelujen yhteydessä tutustuttiin myös tehtaisiin.

Haastattelut aikajärjestyksessä:

Tuotepäällikkö Tuomo Kovanen ja yrittäjä Eeva Konsti, Rakennusbetoni ja Elementti Oy, toimitusjohtaja Lasse Happonen, Specifinn Oy, työpäällikkö Raimo Ellonen, NCC Finland Oy, tutkimuskoordinaattori Ilkka Romo, Rakennusteollisuus RT ry., tuotantojohtaja Ano Korhonen, Oy Alfred A. Palmberg Oy, myyntipäällikkö Heikki Aapro, Parma Betonila Oy.

Haastattelujen tuloksia on raportin eri osissa ja haastattelun muistiinpanot on esitetty liitteessä 1.

Workshop

Syksyllä 2001 järjestettiin workshop, jossa tavoitteena oli ideoida uusia keinoja esivalmistusasteen nostamiseksi. Tilaisuudessa pohdittiin seuraavia kysymyksiä:

1. Rakennusosiin liittyviä toiveita (olisi hyvä jos,...).
2. Mitä tällä hetkellä työmaalla tehtäviä töitä tulisi siirtää tehtaaseen?
3. Mitä kehittymismahdollisuuksia näet nykyisissä esivalmistetuissa rakennusosissa?

Workshopissa saatiin 164 erilaista ideaa, jotka on esitetty luvussa 2.

Workshopin osallistujat:

Arto Suikka, RTT

Heikki Aapro, Jouko Finne, Juha Rämö, Parma Betonila Oy

Aarno Partanen, Paroc Oy

Petri Paasivuo, Sewatek Oy

Arto Kemppainen, A. Palmberg Oy

Kai Kakko, Insinööritoimisto Ylimäki & Tinkanen Oy

Timo Tuominen, TTKK

Mikko Vasama, Juha Lamminen, ja Tommi Päivä, NCC Finland Oy

Kalevi Nummi, Parmarine Oy

Tuomo Kovanen, Rakennusbetoni ja -elementti Oy

Hannu Kauranen, Olli Teriö VTT

Teollisuuden esivalmistusseminaari

Keväällä 2002 järjestettiin teollisuudelle esivalmistusseminaari, jossa esitettiin tutkimuksen välituloksia ja eri osapuolien näkemyksiä esivalmistusasteen nostamisesta. Välitulokset haluttiin tuoda nopeasti koko betoniteollisuuden käyttöön keskustelun synnyttämiseksi.

Tehdas- ja työmaakäynnit, pilotointi ja testaaminen.

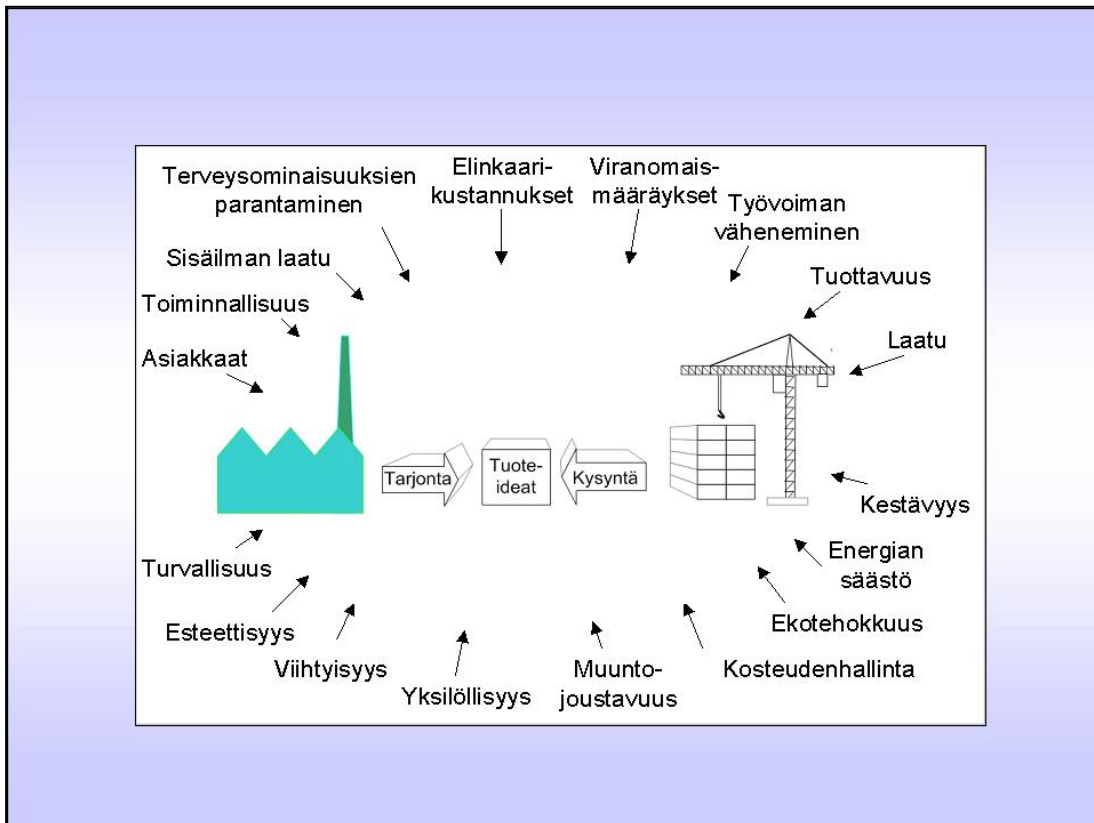
Tutkimuksen aikana vierailtiin lukuisissa tehtaissa ja työmailla. Käyntien tarkoituksena oli arvioida workshopissa esitettyjen ideoiden toteuttamismahdollisuuksia ja kehittää niitä edelleen. Tuotekehityksen hitaudesta johtuen tutkimuksen alussa esiinnoitettuja kehittämissideoita on edennyt pilotointivaiheeseen hyvin vähän.

Haastattelujen lisäksi vierailtiin Fenestran ikkunatehtaalla, ST Gobain Isoverin lasivilitehtaalla, Lemminkäisen porraselementtitehtaalla, Parma Betonilan Kangasalan seinäelementti- ja Nummelan runkoelementtitehtailla.

2. Kehittämistarpeet ja -keinot

2.1 Asiakstarpeet

Esivalmistusasteen nostaminen vaatii teollisuudelta tuotekehitystyötä. Yleensä tuotekehityksen lähtökohtana on jokin ongelma tai asiakastarve. Kuvassa 1 on esitetty erilaisia asiakastarpeita ja rakentamisen muutospaineita.



Kuva 1. Rakentamisen haasteita ja muutostarpeita. Haasteisiin vastaaminen vaatii aktiivista kehitystyötä.

Työmaatyön haasteita ovat muun muassa

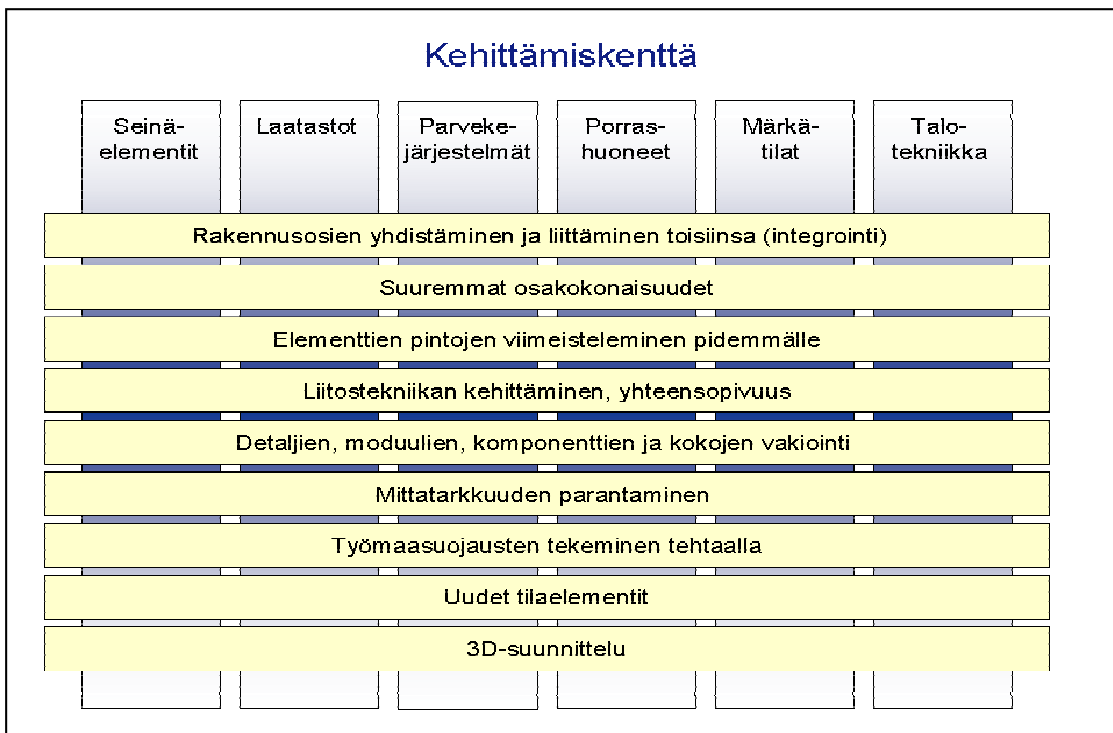
- epäsuotuisat olosuhteet
- ainutkertaiset toteutusorganisaatiot
- tuotantokaluston liikkulutarve
- logistiikan järjestäminen
- ammattitaitoisen työvoiman saatavuus.

Tehdastyötä lisäämällä voidaan vähentää edellä mainittujen ongelmien vaikutuksia ja parantaa siten sekä rakennustuotannon tehokkuutta että laatua.

Tämän tutkimuksen yhteydessä järjestetyssä workshopissa saatiin varsin laaja käsitys tämän hetken asiakastarpeista. Suureen osaan asiakastarpeista voidaan vastata esivalmistusastetta nostamalla. Teollisuuden mahdollisuudeksi jää tarpeiden työstäminen tuotteiksi. Workshopissa esiin tulleet ideat keskittyivät pääasiassa rakennusosa- ja järjestelmätasolle. Ideoita esivalmistusasteen nostamiseksi saatiin pääasiassa seuraavilta tarvealueilta:

- rakennusosien yhdistäminen ja liittäminen toisiinsa eli integroiminen
- suuremmat osakokonaisuudet
- elementtien pintojen viimeistely pidemmälle
- liitostekniikan kehittäminen; liitosten vakiointi, osien yhteensopivuus, mekaaniset liitokset
- detaljien, moduulien, komponenttien ja kokojen vakiointi
- mittatarkkuuden kehittäminen
- työmaasuojauksen tekemisen siirtäminen tehtaalle
- uudet tilaelementit
- 3D - suunnittelun kehittäminen ja käyttöönotto.

Tärkeimmät rakennusosat ja järjestelmät, joihin toivottiin uusia ratkaisuja, ovat ulkoseinäelementit, välipohjat, parvekkeet, porrashuoneeseen liittyvät rakenteet, märkätilat ja talotekniikka.



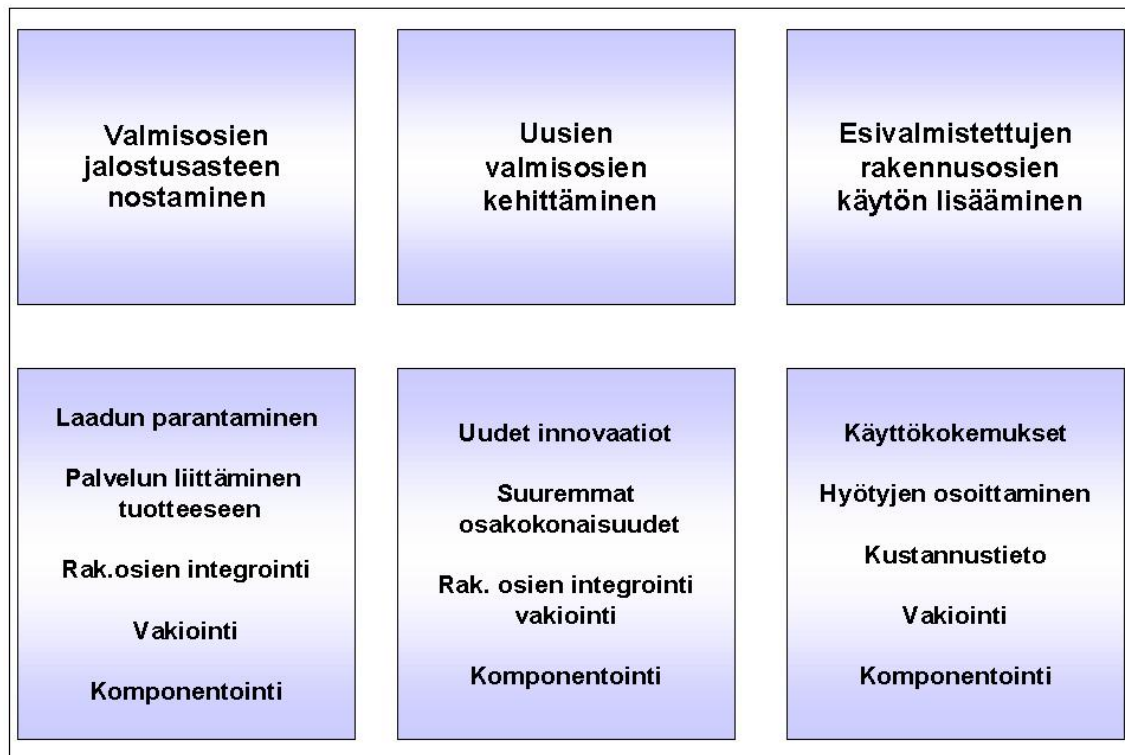
Kuva 2. Tutkimuksessa saatuja tarpeita voidaan tarkastella toisaalta rakennusosittain ja toisaalta menetelmäpohjalta. Kuvassa on esitetty keskeisimmät rakennusosat ja menetelmät. Kun asioita tarkastellaan ristiin, voidaan saada uusia ideoita esivalmistusasteen nostamiseksi.

2.2 Esivalmistusasteen nostamisen keinot

Tehtyjen haastattelujen perusteella esivalmistusasteen nostamisessa löytyi kolmen-tyyppisiä kehitysratkaisuja:

- Nykyisiä rakennusosia voidaan kehittää pidemmälle eli niiden jalostusastetta voidaan nostaa.
- Voidaan kehittää kokonaan uusia esivalmistettuja rakennusosia.
- Nykyisiä esivalmistettuja rakennusosia voidaan käyttää enemmän.

Kehittämistä voidaan tarkastella komponentti-, rakennusosa-, rakennusjärjestelmä- ja rakennustasoilla.



Kuva 3. Esivalmistusasteen nostamisen keinoja.

2.2.1 Nykyisten rakennusosien jalostusasteen nostaminen

Nykyisten esivalmistettujen rakennusosien kehitysmahdollisuuksia ovat mm. talotekniikan **integroiminen** rakenteisiin ja valmiimman pinnan aikaansaaminen betonielementteihin. Elementtien suunnittelussa pitäisi haastattelujen ja workshopin tulosten mukaan keskittyä tuoteosien integrointiin eikä varausten suunnitteluun. **Valmiimpaa pintaa** voidaan tehdä esimerkiksi tasoittamalla ja pohjamaalaamalla seinäelementit tehtaalla, kuten Ruotsissa tehdään tai tekemällä vesieristys laattaelementteihin jo tehtaalla.

Rakennustyön **mittatarkkuus** muodostuu suunnittelun, valmistuksen ja asennustyön mittatarkkuuksien summasta. Suunnitelmien mittatarkkuutta voidaan parantaa käyttämällä hyväksi muun muassa 3D-mallinnusta.

Valmistuksen mittatarkkuuden kehittämisessä keinoja ovat esimerkiksi tuotannon muottikalustoon panostaminen, automatisointi ja koneellistaminen sekä seinäelementtien tasoitetöiden tekeminen jo tehtaalla. Suurimpina ongelmina ovat materiaalien lämpötila- ja kuivumismuodonmuutokset. Vaikka valmistus olisi hyvinkin mittatarkkaa, aiheuttavat lämpötilan vaihtelut mittojen muutoksia. Lämpötilan ero kuorien välillä aiheuttaa elementtiin käyritystä. Samoin jos elementtejä varastoidaan pitkään viinossa tai jos betonin kovettuessa kuorien kosteus on erilainen, elementti käyristyy. Nauhaelementit saattavat käyristyä asennusvaiheessa myös saumojen tärytyksen takia.

Tällä hetkellä asennustyön ilmeisimpiä mittatarkkuusongelmia ovat inhimilliset erehdykset ja mittalaitteiden kalibroinnissa tehdyt virheet. Kehittämällä suunnittelutiedon sähköistä siirtoa mittalaitteisiin voitaisiin vähentää inhimillisiä virheitä.

Rakennusosia voidaan **valmistaa teollisemmin** tehtaalla. Teollisempi valmistus edellyttää yleensä pitempiä tuotantosarjoja, mihin päästään **vakioimalla** ratkaisuja. Vakiointimahdollisuuksia on sekä komponentti-, rakennusosa- että järjestelmätasolla. Mahdollisesti myös rakennusten tiettyjen tilojen mittoja voisi vakioida. Vakiointi antaa mahdollisuuden kehittää tuotantomenetelmiä. Vakioimisella ei kuitenkaan saa rajoittaa suunnittelun vapautta.

Jalostusastetta voidaan kasvattaa myös elementtien **laatua parantamalla** ja **sisällyttämällä palvelua toimitukseen**. Laadun parantamista voi olla esimerkiksi kosteusteknisesti parempien ratkaisujen kehittäminen tuotteisiin tai asennettavuuden kehittäminen. Tuotteeseen voidaan liittää palvelua erilaisten suunnittelupalveluiden muodossa tai kehittämällä täydentäviä palveluita yhteistyöyritysten kanssa asiakkaan hyväksi. Esimerkkeiksi sopivat portaiden suojausratkaisut tai kaiteiden sovittaminen portaisiin jo porraselementtitehtaalla.

2.2.2 Uusien rakennusosien ja järjestelmien kehittäminen

Kokonaan uusia esivalmistettuja rakennusosia kehittäessä työmaalla tehtävää työtä siirretään radikaalimmin tehtaaseen. Tällainen kehitystyö vaatii **pitkäjänteisyyttä** ja on varsin riskialtista sekä teknisesti että taloudellisesti. Tuloksellisuutta edesauttaa osaavan tuotekehitystoiminnan lisäksi **asiakstarpeiden perusteellinen selvittäminen**. Kokonaan uusien tuotteiden ja olemassa olevien tuotteiden kehittämisen välinen ero ei ole yksiselitteinen. Viimevuosilta esimerkkeinä uusista tuotteista voidaan pitää betonista valmishormia (Elpotek Oy) ja O-hissikuiluelementtiä (Specifinn Oy).

Tuote pitää tuoda markkinoille valmiina.

Yksikin epäonnistuminen riittää kaatamaan hyvänkin idean.

2.2.3 Nykyisten rakennusosien ja järjestelmien käytön lisääminen

Nykyisten esivalmistettujen rakennusosien käytön lisäämisessä on tärkeää kerätä **asentajien käyttökokemuksia** uusista ratkaisuista ja jakaa niitä edelleen. Toinen oleellinen asia on kerätä **kustannustietoa uusista ratkaisuista** ja tehdä luotettavia kustannusvertailuja vanhoihin ratkaisuihin nähden. Kustannusvertailuissa hankaluutena ovat mm. erilaiset toimitussisällöt eri ratkaisuissa ja ratkaisujen epäsuorat vaikutukset rakennushankkeeseen, kuten työmaan kokonaiskestoon tai tuote- ja tuotannonsuunnittelutarpeeseen. Esimerkiksi hormi-, hissikuilu-, kylpyhuone- ja väestönsuojaelementtejä, kylpyhuoneiden laattaelementtejä, iv-konehuoneiden tilaelementtejä, Ivis-läpimenosarjoja sekä kattoristikoita voitaneen käyttää nykyistä enemmän rakennustuotannossa hyväksi.

2.3 Esivalmistusasteen nostamisen ideointi (workshop)

Syksyllä 2001 järjestetyssä workshopissa ideoitiin uusia ratkaisuja rakentamiseen ja pohdittiin mitä työtä voisi siirtää työmaalta tehtaalle sekä kuinka nykyisiä esivalmistetuja rakennusosia voisi kehittää edelleen. Workshopissa saatiin hyvin esille valmisosarakentamisen kehitystarpeita. Valmiita tuoteideoita ei sen sijaan tullut esille tai syntynyt juurilainkaan. Tämän tutkimuksen keskeisimpiä tuloksia ovatkin tämän hetkisten asiakastarpeiden luetteloitu teollisuuden ja suunnittelijoiden kehitystoiminnan lähtökohdaksi.

Tässä luvussa on esitetty workshopissa esiin tulleet "ideat". Ideoita ei ole priorisoitu eikä juurikaan karsittu. Karsimista on tehty ainoastaan, jos idea on ollut liian yleisesti ilmaistu. Ideoiden priorisointi jää lukijan tehtäväksi, koska eri lähtökohdista tarkasteluna eri asiat ovat tärkeitä.

Taulukoissa 1 – 23 on esitetty kehitystarpeita ja konkreettisempia ideoita. Tarpeen ja kehittämisisidean välinen raja on usein hyvin epämääräinen, joten niitä ei ole haluttu eritellä tarkemmin. Ideat on jaoteltu suunnitteluvaiheen mahdollisuuksiin ja eri rakennusosia tai järjestelmiä käsittelevien otsikoiden alle. Monet ideat sopisivat myös useamman otsikon alle.

2.3.1 Suunnittelu

Kunnollinen suunnittelu on ensimmäinen keino nostaa esivalmistusastetta. Hyvällä suunnittelulla voidaan helpottaa työmaan ja tehtaan työskentelyä merkittävästi. Rakennusosien jalostusasteen nostamisessa suunnittelulla on keskeinen merkitys.

Vastuunjako suunnittelussa

Suomen rakentamiskäytännöissä on suunnittelu eriytetty valmistuksesta ja rakentamisesta. Käytännöllä saavutetaan tiettyjä etuja, mutta valmistus- ja asennusteknisten seikkojen huomioon otto suunnittelussa ei toimi tällä hetkellä parhaalla mahdollisella tavalla.

Taulukko 1. Workshopin tuloksia; vastuunjako.

- Suunnittelun kehitys: rajat, vastuu, vakiointi.
- Detaljien vakiointi edellyttää teollisuuden omaa suunnittelua – teollistaminen edellyttää detaljien vakiointia.
- Suunnittelun parantaminen => vakiotuotteet.
- Myydään siinä vaiheessa asunto, että asukas pääsee valitsemaan vakioituista komponenttiratkaisuista.

3D-suunnittelu

Järjestelmien yhteensovittamisessa esiintyy paljon ongelmia rakennusalalla. 3D-suunnittelun kehittymisestä odotetaan helpotusta järjestelmien yhteensovittamiseen. Rakennusosien ja järjestelmien piirtämisestä siirrytään tuotemallien määrittämiseen. Tuotemallien määrittämisessä teollisuudella tulee olemaan keskeinen rooli. Suunnittelun tavoitteena tulee olemaan tilanne, että suunnittelija suunnittelee vaatimukset mallille ja valmistajien tuotemallit ilmaisevat toteutustavan. Kehitys saattaa edetä myös siihen suuntaan, että suunnittelijat valitsevat valmistajien tuotemalleista toteutusratkaisut. Kun eri suunnittelualojen suunnitteluohjelmistojen tiedonsiirrossa päästään eteenpäin, saadaan eri suunnittelualojen tuotemallit yhteen ja tällöin tietotekniikalla voidaan ratkaista yhteensovitusongelmat. Laajaan käyttöön tällaiset työkalut saadaan ehkä tämän vuosikymmenen loppupuolella. Tuotemallien käytöstä saadaan kuitenkin muita hyötyjä jo huomattavasti nopeammin.

Taulukko 2. Workshopin tuloksia; 3D-suunnittelu.

- 3D – mallinnusta kehitettävä.
- 3D – mallinnus => tehokas hyödyntäminen kaikkien käyttöön – VAADE.
- Esivalmistusasteen nostaminen => lisää suunnittelutyötä
=> 3D –suunnittelu; ARK – LVI – Materiaalivalmistajat.
- Suunnittelujärjestelmien (3D) kehittyminen muuttaa sekä suunnittelutyön sisällön, että osapuolten välisen tehtävajaon tulevaisuudessa (integroidut järjestelmät).
- Valmisosien toisiinsa sopivuuden ja läpivientien sijainnin toteaminen (3D - mallinnus valmistustietojen perusteella).

Vakioratkaisujen kehittäminen ja käyttö suunnittelussa

Valmisosarakentamisessa kantavien rakenteiden vakiointi on viety Suomessa hyvin pitkälle. Vakioinnissa on kuitenkin edelleen kehittämisen varaa, esimerkiksi parvekejärjestelmien, ikkunadetaljien ja porrashuoneiden osalla. Vakiointi on hyvä esimerkki tuotekehityksestä, jota kilpailijatkin voivat tehdä yhdessä. Itse asiassa vakioinnin kehittämistä onkin tehtävä urakoitsijoiden, valmistajien ja suunnittelijoiden yhteistyönä.

Taulukko 3. Workshopin tuloksia; vakiointi.

- Rakennusosien laaja standardointi (liitokset, rakennevahvuudet yms.).
Liitostekniikan kehitys / vakiointi / yhteensopivuus.
- Liitostekniikka – asennus. Osat käyvät ristiin. Maanlaajuinen tuotevakiointi
- Parvekkeet, pielet ja laatat. Samat toleranssit kaikille materiaaleille.
- Pienet toleranssit => liimaustekniikka tai "kuivat" tiivisteet.

Lisäarvoa toteutusketjun seuraaville osapuolille ja loppukäyttäjälle

Tässä tutkimuksessa keskeisenä tavoitteena on ollut kehittää ratkaisuja, joilla tuotetaan lisäarvoa teollisuuden välittömälle asiakkaalle eli rakentajille. Merkittävimmät tai ainakin nopeimmat mahdollisuudet siihen ovat suunnitteluvaiheessa.

Taulukko 4. Workshopin tuloksia; rakennettavuus - lisäarvoa rakentajalle.

- Sama laattatyyppejä koko ajan.
- Tehdään isompia kappaleita (ja hallitaan pakkovoimat tästä).
- Varausten minimointi.
- Holvin paikalla valujen minimointi ontelolaatastoissa
- Tarkemmin suunnitellut reikävaraukset – mittatarkkuus.
- Tilaelementit linjassa alhaalta ylös (usean kerroksen korkuiset tilaelementit).
- Sähkötekniikka irti runkorakenteista.
- LVIS – vaakajakelu kerroksittain ja pystyt keskitetään.
- Talotekniikka vaakasuorissa rakenteissa (palo-osastot, käytävät, db-seinät ym.).
- Hormit keskitetään kantavien väliseinien yhteyteen => onteloläpivientien minimointi.
- Suunnitellut varaukset kantaviin pätyihin.

Jalostusaste nousee myös, kun toteutusketjun loppukäyttäjälle valmistetaan laadukkaampia ja monikäyttöisempiä rakennusosia tai tiloja. Taulukossa 5 on esitetty suunnittelijoiden mahdollisuuksia tuottaa lisäarvoa loppukäyttäjälle.

Taulukko 5. Workshopin tuloksia; lisäarvoa loppukäyttäjälle.

- Monimuotoisuuden lisääminen – eri runkovaihtoehdot (pilari – laattarunko)
- Muuntojoustavuus => varaus tulevaisuuteen => asiakaslähtöisyys.
- Äänitekniikka paremmaksi.
- Tuoteturvallisuus: kosteus, päästöt.

Uuden tekniikan antamat mahdollisuudet

Esivalmistusasteen nostamisessa on usein kysymys uusien menetelmien, komponenttien jne. käyttöönotosta. Uuden käyttöönottoon liittyy aina riskejä, joita voidaan etukäteen minimoida riskianalyysoivien menetelmillä, maalaisjärjellä jne. Käytännössä on huomattu, että hyvienkin, mutta keskeneräisten ideoiden käyttöönotto kaatuu ensimmäiseen vastoinkäymiseen. Ideat pitää jalostaa mahdollisimman pitkälle ja arvioida eri näkökulmista ennen työmaatestausta ja varsinkin ennen pilotointia.

Taulukko 6. Workshopin tuloksia; uuden tekniikan mahdollisuudet.

- "Älytuotteet" => "Älykäs rakennus" neuvoo asiakasta, mutta myös rakentajaa.
- Älykkäitä rakenteita (kosteusanturit yms.).
- "Parempien" raaka-aineiden käyttö => kuivumisen tehostaminen.
- Valmiit raudoitteet (suunnitellut raudoitusosat).
- Betonitekniikka käyttöön – itsekuivuva betoni – vesisementtisuhde < 0,4 uusilla notkistimilla – jne.
- Rakenteiden hoikkuus => korkealujuusbetonit, elinkaarikustannukset (materiaalien käytön optimointi).
- Osat mitkä eivät elä lämpötilan vaihteluista (Rakennusosien kehittämistä).

2.3.2 Seinät

Julkisivujen osalta keskeisimpinä tarpeina esitettiin sandwichelementteihin valmiimpaa pintaa ja asennettavuuden parantamista kehittämällä muun muassa nostoelimiä ja mitatarkkuutta. Samoin varustelun lisäämistä ja kiinnityspisteiden kehittämistä pidettiin tärkeänä. Tämän tutkimuksen aikana teollisuus, suunnittelijat ja urakoitsijat ovatkin ideoineet uusia ratkaisuja kiinnityspisteisiin, jotka tulevat työmaatestaukseen lähiaikoina.

Valmiimmat pinnat

Ulkoseinien sisäpinnat ja väliseinien pinnat on mahdollista tehdä nykyistä valmiimmaksi jo tehtaalla. Hyödyn maksimointi tässäkin asiassa edellyttää mahdollisuuden huomiointiamista jo suunnitteluvaiheessa; elementtien pystysaumot pitäisi saada mahdollisuuksien mukaan väliseinien kohdalle. Eräs erityinen kohta, mistä valmiista pinnoista voisi olla merkittävää hyötyä ovat porrashuoneiden seinät. Näiden seinien pinnoittaminen on hankalaa portaiden ja kaiteiden takia.

Taulukko 7. Workshopin tuloksia; valmiimmat pinnat seiniin.

- Paksuuserojen tasoitus tehtaalla.
- "Valmiimpaa pintaa ..."
- Tasoitus, maalaus ja pinnoitteet (tapetti, maalaus, graafinen betoni, väribetoni ym.) mahdollisuuksien mukaan.
- Valmiiksi vesi- ja lämmöneristetty kellarin seinä.
- Laadun valvonta ja tarkastus.

Valmistustekniikan kehittäminen

Rakennusosatasolla osan sisäisen rakenteen vakioimisessa on paljon mahdollisuuksia. Sisäisen vakioinnin kautta on mahdollista automatisoida ja koneellistaa esivalmistusta sekä tehostaa hankintatoimintaa. Ensimmäinen askel teollisuudella on tässä kehityksessä ottaa vastuu tuotteidensa detaljisuunnittelusta.

Taulukko 8. Workshopin tuloksia; elementtien valmistustekniikan kehittäminen.

- Julkisivuelementin valmistaminen voidaan täysin koneellistaa nykyisen käsityö / verstaas valmistuksen asemesta.
- Kantava ja ei-kantava sandwich (betonijulkisivu) selvemmin eri tekniikkaa => ei kantava enemmän teollisista elementeistä.

Integrointi

Rakennusosia toisiinsa liittämällä saadaan lukemattomia uusia mahdollisuuksia siirtää työtä työmaalta tehtaalle ja samalla saada lisää jalostusarvoa tuotteisiin. Tehtaalla materiaalien ja osavalmisteiden käsittely on helpompaa järjestää tehokkaaksi prosessiksi kuin työmaalla, koska työmaat ovat aina ainutkertaisia projekteja. Tehokkaammista prosesseista syntyy kustannusetua teollisuudelle. Kun rakentajilla on lisäksi halua kehittää työmaatuotantoa kokoonpanotyön suuntaan, niin on todennäköistä, että teollisuudella on edelleenkin erittäin hyviä kaupallisia mahdollisuuksia tuoda markkinoille pidemmälle jalostettuja esivalmistettuja rakennusosia.

Taulukko 9. Workshopin tuloksia; varusteiden integrointi seiniin.

- Elementtien varustelu jo tehtaalla (mm. ovet, ikkunat, venttiilit, ripustimet, kalusteet).
- Pellitykset, kittaus pois, tekniikan lisäys.
- Ulkokuoren kittisaumaan umpisolukuminauha asennuksen yhteydessä, saumakumiprofiilit valmiiksi elementtiin tehtaalla.

Seinäelementtien asennettavuus

Seinäelementtien nostotekniikkaan kaivataan parannuksia. Elementtien tulisi pysyä pystyasennossa noston aikana, nostoelinten kohta on hankala kosteusteknisesti ja nostolenkki voi toimia kylmäsiirtimänä. Seinäelementin sisäkuoren varaus ja etenkin ontelolaatan varaus sidontapisteissä aiheuttaa työmaalle kosteusteknisiä ongelmia. Tämän tutkimuksen yhteydessä sidontapisteiden, samoin kuin nostolenkkien ja parvekekannakkeiden uusia toteutustapoja on ideoitu. Ainakin sidontapisteistä ja parvekekannakkeista on tulossa uusia ratkaisuja työmaatestaukseen lähiaikoina.

Taulukko 10. Workshopin tuloksia; seinäelementtien asennettavuus ja mittatarkkuus.

- Nostolenkkien tilalle nostoliinat tai vaijeri.
- Vemo-kiinnitys nostolenkkeihin
- Nostopiste elementin painopisteen yläpuolelle. – vakiointi.
- Nostoelinten helpompi paikattavuus.
- **S-piste raudoituksen muuttaminen siten, että tartuntarauta on valmiiksi kiinni elementissä.**
- **Ulkoseiniä s-pistekolojen täyttövalut pois. (S-piste muutetaan mekaaniseksi osaksi, joka asennetaan tehtaalla elementtiin).**
- **Reunavaraukset (seinäkiinnikkeet) tiiveiksi tai muu ratkaisu reunakannaksen rikkomisen sijaan.**
- Elementteihin liittimet, joilla voisi jättää perinteiset elementtituet pois asennusvaiheessa. – Seinäelementtien kohdistusta varten ohjuri.
- Leikataan ontelolaattojen päät vinoiksi – saadaan lisää tilaa sähköputkille.
- Mekaanisten liitosten kehittäminen ja mittatarkkuus (kuivat liitokset)
- Betonielementtien huomattavasti parempi mittatoleranssitarkkuus.
- Betonielementtien parempi mittatarkkuus, joka mahdollistaisi pienemmät ja tarkemmat saumadetaljit.
- Valmistustoleranssit pienemmiksi – mittaustekniikka – laadunvalvonta.
- Käytetään teollisia liitostapoja.

Varaukset seinissä

LVIS-läpimenojen tekoon on saatavilla esivalmistettuja läpimenokappaleita. Läpimenokappaleet nopeuttavat ääniteknisesti toimivan asennuksen tekoa työmaalla.

Taulukko 11. Workshopin tuloksia; varaukset.

- Aukkojen ja varausten teko ja niiden paikkaus => standardoidut osat, joilla tarvittava reikä on tehty ja vaaditut ominaisuudet saavutettu.
- Seinäelementeissä ei suuria koloja sähköliitoksiin.
- Kaikki holvi- ja seinälävistyksset tehtaalla (3 idealappua).
- Väliseinissä vapaa lävistysmahdollisuus talotekniikalle.

2.3.3 Välipohjat

Ontelolaattojen kehittäminen edelleen

Ontelolaattoihin saattaa jäädä rakentamisen aikaista sadevettä esimerkiksi kahden hor-
mivarauksen, sidontapisteiden tai parvekekannakkeiden väliin. Työmaalla pyritään täl-
laiset vesipesät poraamaan auki, mutta kun valuja on lähekkäin ja betonia on valunut
laajalle alueelle, ei poraus aina osu parhaaseen kohtaan. Parvekeseinillä jälkivaluja tulee
onteloon niin paljon, että vesipesien eliminointi on lähes mahdotonta nykyisillä detal-
jeilla.

Onteloihin jäänyt vesi aiheuttaa väriongelmiä tasoite- ja maalaustöiden jälkeen ja usein
jopa asumisenkin aikana. Eräs keino helpottaa tilannetta on tulpata ontelot varausten
vierestä - mielellään jo tehtaalla. Varausten määrää yritetään myös vähentää kehittä-
mällä sidontapisteisiin menetelmä, jolla ontelolaattaan ei tarvitse tehdä reikää. Samoin
parvekkeiden kiinnittämistä runkoon ilman, että ontelolaatta tarvitsee rikkoa on ideoi-
tu. Toteutus vaatinee kuitenkin asian huomioimista jo arkkitehtisuunnittelussa.

Taulukko 12. Workshopin tuloksia; ontelolaattojen kehittäminen.

- 600 ja 900 leveät ontelolaatat.
- **R-pistekiinnitys valmiiksi onteloihin.**
- Tulppaukset varauksiin.
- Läpiviennit ontelolaattoihin
- Ontelolaattaan jo tehtaalla veden läpimenoputki.

Ontelolaatastojen saumat

Ontelolaattojen saumavaluihin on kehitetty vaakapumppausmenetelmä tiivissaumabetonilla. Tiivissaumabetonoinnilla saadaan aikaan ilma- ja vesitiivis laatasto, joka toimii ääniteknisesti hyvin ja jolla rakennusaikaisten sadevesien valumista alempiin kerroksiin voidaan rajoittaa.

Taulukko 13. Workshopin tuloksia; laatastojen saumat.

- Ontelolaatan saumojen raudoitukset pois ("Vaarnaliitos – klikklak").
- Ontelolaattojen saumavalun ja plaanon yhdistäminen yhdeksi työvaiheeksi (itsetiivistyvä betoni).
- Saumavalut - ohutsaumalaasti.

Integrointimahdollisuuksia laatastoissa

Onteloiden hyväksikäyttöä talotekniikan asennuksiin esitettiin useiden osallistujien toimesta.

Taulukko 14. Workshopin tuloksia; integrointi.

- Lattialämmityselementti.
- Onteloon talotekniikkaa.
- Vaakasiirrot onteloon tai vaakaelementtiin.
- Ontelolaatoissa tulee lattia mukana. Yläpohjaeriste (osittain).

2.3.4 Märkätilat

Märkätilojen laattaelementit ja tilaelementit

Märkätilat ovat pinta-alaltaan pieniä, mutta työvaiheita niissä on paljon. Perinteisesti viimeinen betonointikohta rakennuksen rungossa on ollut märkätilojen pintabetonoinnit. Toisaalta juuri sinne halutaan ensimmäisenä asentaa vesieristeet, jotta lukuisille eri työvaiheille jäisi mahdollisimman paljon asennusaikaa. Betoni kuitenkin vaatii tietyn kuivumisajan ennen kuin pintatyöt voidaan aloittaa. Märkätilojen rakentamista on nopeutettu käyttämällä tilaelementtejä ja massiivisia laattaelementtejä. Uutena ratkaisuna on kokeiltu kololaatan päälle asennettavaa laattaelementtiä, mistä ensikokemukset ovat olleet hyviä.

Taulukko 15. Workshopin tuloksia; märkätilojen laattaelementtien kehittäminen.

- Kylpyhuoneiden (märkätilojen) kaatolattioiden teko.(Valmiselementti tai kh-elementti).
- Märkätilatekniikan rakentaminen tehtaalle.
- Kylpyhuoneen kosteuseristys.
- Märkätilojen laattaelementti, jossa lattialämmitys ja laatoitus valmiina.
- Kylpyhuonelaattaelementtien käyttö - tiivis holvi kerralla ja rakennevesi pienemmäksi.

Märkätilaelementit

Märkätilaelementtien esivalmistusastetta voidaan nostaa sisällyttämällä tuotesuunnittelu toimitukseen. Tällä hetkellä tehdään päällekkäistä suunnittelutyötä, kun sekä arkkitehti että tilaelementtitehdas suunnitteleva märkätilat.

Märkätiloissa ns. massaräätälöinti on toimiva ratkaisu nostaa tehokkuutta. Aasukkaat haluavat päättää siitä montako suihkua ja allasta tilaan tulee sekä mitä pintamateriaaleja ja värejä tilassa käytetään. Toimivia pohjaratkaisuja on vähän ja niiden suunnittelu kannattaa jättää asiantuntijoille.

Taulukko 16. Workshopin tuloksia; märkätilojen tilaelementtien kehittäminen.

- Kylpyhuone – elementtien käyttäminen – prosessivettä vähemmän – jo luonnossuunnitteluun.
- Kylpyhuone – elementtien , saunojen yms. suunnittelu kokonaisuudessaan valmistavalle yritykselle. Poistetaan päällekkäistä suunnittelutyötä.
- Käytetään kylpyhuone – elementin äänieristystä hyväksi hormeissa.
- Valmiiden kh – elementtien käyttö ja niihin liittyvät putkistot,
- Betoninen kh – elementti (tilaelementti).
- WC ja saunan teko tehtaalle.

2.3.5 Parvekejärjestelmät

Parvekejärjestelmien yhteensopivuudessa rakennuksen runkoon esiintyy paljon ongelmia työmailla. Pielien ja pilareiden pituudet vaativat työmailla korjauksia ja ontelolaattoja joudutaan piikkaamaan työmaalla parvekekannakkeiden mahduttamiseksi.

Parvekejärjestelmien kehittäminen vaatii urakoitsijoiden ja teollisuuden tiivistä yhteistyötä. Kehittämisen tavoitteena voisi olla jälkiasennettava parvekejärjestelmä, jonka asentaminen voidaan tehdä turvallisesti. Myös kerroksen korkuinen esivalmistettu parvekepaketti voisi olla jatkokehittämisen arvoinen idea.

Taulukko 17. Workshopin tuloksia; parvekejärjestelmien kehittäminen.

- Parvekepaketti.
- Parvekelaatta suojauksineen.
- Parvekelinjat suunnitellaan kokonaan irti oleviksi itse rakennuksesta.
– Jälkiasennettavat parvekkeet.
- Parvekekiinnike – valmisosa, johon kiinnitetään holvikiinnike ja parvekekiinnike.
- Parvekekiinnikkeen kohdalle lävistysreikä, johon asennetaan kiinnike.
Parveke – elementtien (laatta/pilari) (laatta/pieli) mekaaniset juotosvalut. (= kuivat liitokset).



Kuva 4. Parvekkeiden asentamisessa esiintyy usein yllättäviä ongelmia.

2.3.6 Porrashuoneeseen liittyvät rakenteet

Porrashuoneet ovat työmaalogistiikan osalta tärkeitä tiloja. Portaat toimivat luonnostaan työntekijöiden kulkureittinä. Työturvakaiteet, työmaavalaistus ja suojaukset on siis oltava kunnossa porrashuoneessa. Voisiko teollisuus tehdä vielä jotakin edellä mainittujen asioiden hyväksi? Voisiko porrashuoneisiin kehittää väliaikaisen katoksen, jolla vähennettäisiin liukastumisriskiä? Voitaisiko työmaavalaistuksen hyväksi tehdä jotakin porrasedimentti- tai seinäelementtitehtaalla? Olisiko jonkun yrityksen kannattavaa erikoistua porrashuonejärjestelmän tuotteistamiseen?

Taulukko 18. Workshopin tuloksia; porrashuoneisiin liittyvien rakenteiden kehittäminen

- Porrastasojen ja -nousujen pintasuojaus tehtaalla.
- Täysin valmis porraselementti suojauksineen.
- Sisäänkäyntikatot, ulkotasot ja portaat (suojauksineen) valmiina elementteinä.
- Kevennetty kerrostasoelementti.
- Hissimonttu elementtinä ja kuilu kerroskorkuisina elementteinä ja hissikonehuone valmiselementtinä.

2.3.7 Talotekniikka

Talotekniikalla on keskeinen asema rakennuksen rungon tekovaiheessa. Tästä osoitukseksi ovat lukuisat talotekniikkaan liittyvät kehitysideat. Vaikuttaa kuitenkin siltä, että talotekniikan urakoitsijoiden ja rakentajien yhteistyö kehittämisessä ei ole kovin aktiivista. Voisiko partneringsuhde onnistua betonielementtivalmistajien ja talotekniikan valmistajien kesken?

Asuinrakentamisessakin ilmanvaihdon ja lämmön talteenoton merkitys tulee kasvamaan lähivuosina. Järjestelmien kehittämisessä saattaa olla huikeita liiketoimintamahdollisuuksia, kun uudet viranomais määräykset astuvat voimaan. Esimerkkinä voidaan mainita IV-konehuonetilaelementit tai -komerot.

Taulukko 19. Workshopin tuloksia; uudet talotekniikan tilaelementit.

- Lvis-putkitukset kh-elementteihin tai valmishormeihin => työmaalla ainoastaan liitos.
- Sähkönjako-, ilmanvaihtokone- ja lämmönjakohuoneet tilaelementteinä.
IV-konehuone valmiselementtinä.
- Vakiorakenteinen iv-konehuone iv- ja lv-varustuksin.
- Koon määrittäminen esim. ilmanvaihtotehona (m³/s).
- Porraskäytävien "tekniikkakomeroiden" moduloitu valmistus.
- Lämmönjakohuone valmiselementtinä.

Talotekniikan integrointimahdollisuudet

Talotekniikan integroinnilla elementteihin voidaan helpottaa työmaan logistiikkaa ja käyttää energiataloudessa betonin massiivisuutta hyväksi. Vileiltäkin tuntuissa ideoissa voi olla kaupallisia mahdollisuuksia, kun energian säästötavoitteet kiristyvät EU:n rakennusten energiatehokkuusdirektiiviä käyttöönotettaessa.

Taulukko 20. Workshopin tuloksia; talotekniikan integrointi rakenteisiin.

- Talotekniikkaelementit => muut rakennuselementit toimivaksi kokonaisuudeksi.
- Lämmitysjärjestelmän ja rungon osittainen yhdistäminen.
- Kaikki tekniikka valmiina kivissä.
- Sähköjohtojen veto esim. väliseinissä ja JS. (rasioilta putkipäätteeseen).
- Sähkötekniikka väliseiniin.
- Aurinkopaneelit sandwichelementteihin.
- Energian hyödyntäminen esim. Aurinko.
- Lämmitysjärjestelmän laitto ulkoseiniin (vesikierto, sähkölämmitys). Betonielementin sisäkuoren ja väliseinän käyttö lämpöpatterina (massiivisuus) lämmitys/jäähdytys.
- Vesikaton esivalmistus ja alapuolinen LVIS-tekniikka tehtaalla tai työmaalla ja sitten paikoilleen asennus lohkoina, viipaleina tai kokonaan.
- Talotekniikan järjestelmien esivalmistaminen
=> järjestelmän suunnittelu suuremmista kokonaisuuksista lähtien.

Valmishormien käyttö on nopeasti yleistynyt asuinkerrostalotuotannossa. Suurin kehityshaaste liittyy hormien elinkaariominaisuuksien kehittämiseen. Hormien huollettavuus, komponenttien vaihdettavuus ja mahdolliset muutostarpeet asuntojen muutostöiden yhteydessä voisivat olla vielä kehittämiskohteena.

Taulukko 21. Workshopin tuloksia; talotekniikan hormit.

- Kaikki hormit – valmistus tehtaassa
- Valmishormien / elementtien liitos-osa
- Valmishormin ja seinärakenteen yhdistäminen
- Hormielementteihin muutosvaraa (20-30 vuoden tarpeisiin)

Talotekniikkajärjestelmien jalostusasteen nostaminen

Talotekniikan valmistajien ja rakentajien välille toivoisi enemmän yhteistyöhalukkuutta. Pelko, että urakoitsijoiden työt vähenevät, kun asennukset tehdään betonielementtitehtaissa on toisaalta perusteltu, mutta toisaalta kiristyvät energiatehokkuus- ja laatuvaatimukset sekä ostajien kasvava valmius maksaa laadusta antavat uusia mahdollisuuksia. Yhteistyöllä pystyttäen parantamaan laatua ja samalla tehokkuutta kehittämällä saadaan kustannukset pysymään hallinnassa. Alla olevan taulukon ideoissa kehitysvastuu on enemmän talotekniikan valmistajien kuin rakentajien käsissä.

Taulukko 22. Workshopin tuloksia; talotekniikkajärjestelmien jalostusasteen nostaminen.

- Joustavuutta talotekniikan liitoskohtiin.
- Vähemmän massatavaraa työmaalle. Esim. Venttiiliryhmä.
- Tekniikan vaihdettavuus. Vaihdeettavuus / huolto.
- Huoneistokohtaisen ilmanvaihdon kehitys.
- Putkimitoituksen standardointi => vähemmän putkikokoja.
- Lvis-osien vakiointi, asennustekniikan kehitys.
- Vähennetään erilaisten / erikokoisten osien määrää.
Jokunen selkeä standardi ja muut tehdään pyynnöstä. esim. sähkö-, vesi- ja ilmanvaihtoputket.
- Putket käsin taivuteltavia.
- Helmiliitokset pois.
- Sähköosat – nappliitos. Hanat – nappliitos.
- Putkiliitokset – ei kierrelitoksia.
- Putkistot (hajotukset) sähköt vrt. autossa rojut nipussa.

2.3.8 Muut ideat

Alla on esitetty ideoita, jotka eivät ole sopineet yllä olevaan jäsenyykseen. Ideat sinänsä ovat hyviä ja toteutuskelpoisia.

Taulukko 23. Workshopin tuloksia; muut ideat.

- Kulmaikkunaelementit.
- Valmiit tulisijaelementit.
- Tulisijojen (valmis-) hormiliitokset ja läpiviennit, paloturvallisuus.
- Maanvaraiset anturat (3 idealappua) valmiina työmaalle (Asennetaan ohuen betonivalun päälle)
- Eri osavalmisteista mm. (teräspaja, puusepän tuotteet, betonitehdas) suurempia kokonaisuuksia kasaava yritys, joka toimittaa kokonaisrakenteita työmaalle.
- Kevyet väliseinät esivalmistettuina (3 idealappua).
- Väestönsuojat, pyörävarasto, keittiöt tilaelementteinä
- Ei saumavaluja, hitsauksia eikä pulttauksia työmaalla.
- Mekaaniset liitokset vrt. konepajateollisuus.

2.4 Uusien ratkaisujen kehittäminen

Alla olevassa taulukossa käsitellään esimerkinomaisesti parvekkeiden, porrashuoneiden ja vesikaton esivalmistusasteen nostomahdollisuuksia. Kun tehdään matriisi, jossa toisella akselilla on tarkasteltavat rakennusosat ja toisella akselilla on rakentajien toiveet on helppo tuottaa ideoita, joita mahdollisesti kannattaa selvittää ja kehittää edelleen. On huomattava, että aiemmin on esitetty paljon muitakin tarpeita ja käsittelytapaa voidaan soveltaa monenlaisiin rakennusosiin tai järjestelmiin. Varsinainen tuotekehitys vaatii syvällisempää markkinatiedon selvittämistä, teknisiä selvityksiä, testausta jne.

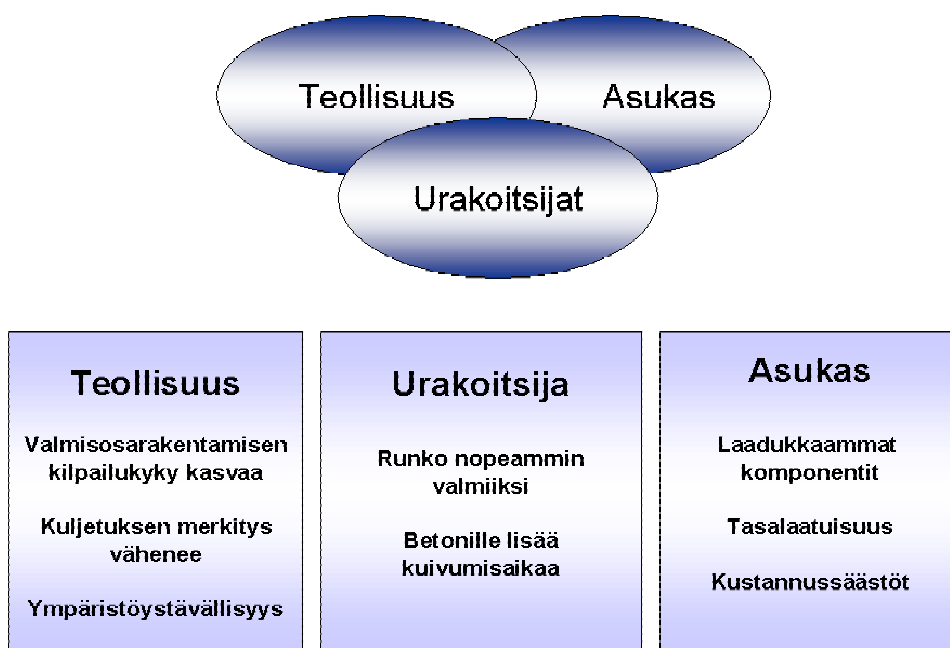
Taulukko 24. Uusien rakennusosien ideoiminen ja edelleen kehittäminen.

KEHITTÄMIS-KEINOJA	PARVEKKEET	PORRASHUONEEN RAKENTEET	VESIKATTO
Rakennusosien integroiminen toisiinsa	Parvekepaketti, joka on huoneistokohtaisesti valmis	Kaiteet, portaat, seinät, (työmaa) valaistus yhdessä paketissa, iv-hormielementit	IV-konehuone asennuksineen valmiina tilaelementtinä
Suuremmat osakokonaisuudet	Useamman kerroksen korkuiset parvekejärjestelmät	Kuten yllä, mutta useampia kerroksia kerralla.	Vesikaton kokoaminen maassa esivalmistetuista lohkoista ja nosto valmiina paikoilleen
Elementtien pintojen viimeistely pidemmälle	Parvekkeen lattioiden ja betonikaiteiden laatoittaminen	Porrashuoneiden seinät valmiiksi pintakäsitelyinä, kuten ulkoseinätkin	
Liitostekniikan kehittäminen; liitosten vakiointi, osien yhteensopivuus,	Jälkiasennettavat parvekkeet,	Kierreportaiden paikoilleen asentaminen jigillä.	Kattorakenteet peltirankaisista esivalmistetuista viipaleista. Kiinnikkeiden vakiointi
Detaljien, moduulien, komponenttien ja kokojen vakiointi	Parvekejärjestelmä tuoteosatoimittajan suunnittelulla	Vakioidut porrashuoneen ulkomitat, joka mahdollistaa vakioportaiden käytön	IV-konehuoneen laitteet tietyillä ilmamääräportaila. Sama kokoonpano käy useisiin kohteisiin.
Mittatarkkuuden parantaminen	Liittyy edelliseen	Liittyy edelliseen	Esivalmistetut ullakon kanava-asennukset
Työmaasuojauksen tekemisen siirtäminen tehtaalle	Parvekelaatan suojaus tehtaalla	Porraselementtien suojaus tehtaalla. Väliaikainen porrashuoneen katto	IV-konehuoneen väliaikainen katto
Uudet tilaelementit	Viherhuonetila-elementit	Porrashuonetila-elementti	IV-konehuone, tekniikkakomero.

3. Esivalmistusasteen nostamisen hyödyt

Esivalmistusasteen nostamisesta syntyviä hyötyjä voidaan tarkastella eri näkökulmista:

- hyödyt teollisuudelle
- hyödyt urakoitsijoille
- hyödyt loppukäyttäjälle eli tässä yhteydessä asukkaalle (rakennuttaja, tilaaja / omistaja)



Kuva 5. Esivalmistusasteen nostamisen keskeisimmät hyödyt eri osapuolille.

3.1 Esivalmistusasteen nostamisen hyödyt teollisuudelle

Teollisuuden on mahdollista saada esivalmistusasteen nostamisella monenlaisia hyötyjä; jalostusaste nousee, kilpailukyky kasvaa, imago paranee. Jalostusasteen nouseminen tarkoittaa, että asiakkaille toimitetaan pidemmälle varusteltuja, laadukkaampia ja asiakkaiden tarpeita paremmin täyttäviä tuotteita.

Ekologisia hyötyjä saadaan tehokkaammasta materiaalien käytöstä ja kierrätyksestä sekä luonnonvarojen tasaisemmasta maantieteellisestä käytöstä. Materiaalien käytössä tehokkuutta syntyy kahdella tavalla. Ensinnäkin tehtaalla materiaalihukkaa syntyy vähemmän. Esimerkiksi betonia annostellaan tehtaalla elementteihin juuri oikea määrä, kun sitä vastoin työmaalla betonia tilataan varmuuden vuoksi aina hiukan tarvetta enemmän. Toiseksi tuotantotekniikan mahdollisuudet ja kuljetusten sekä nostojen huo-

miointi ohjaa prosessia käyttämään kevyempiä rakenteita. Esimerkiksi ontelolaattojen sekä ACO-, Siporex- ja muiden kevytbetonelementtien käytöllä saadaan raaka-aineiden määrää vähennettyä.

Jätteiden kierrätyksen järjestäminen tehtaalla on helpompaa kuin työmaalla. Sen lisäksi, että jätettä syntyy vähemmän, voidaan sen välivarastointi ja kuljetukset hoitaa edelleen käsiteltäviksi hallitummin. Betonelementtituotannossa eräs merkittävä tekijä on soravarojen käyttö. Etelä-Suomen soravaroja voidaan säästää hankkimalla betonelementtejä kauempaa. Samalla työvoiman käyttöä voidaan hajauttaa maantieteellisesti.

Esivalmistusasteen nostamisen hyötyjä teollisuudelle:

- Valmisosarakentamisen kilpailukyky kasvaa.
- Jalostusarvo nousee.
- Kuljetusmatkan merkitys vähenee.
- Ympäristöystävällisyys paranee.
- Tuottavuus kasvaa.

3.2 Esivalmistusasteen nostamisen hyödyt rakentajille

Urakoitsijoiden kannalta tärkeimpiä tarpeita ovat elementtien hyvä asennettavuus sekä yhteensopivuus toisiinsa ja muihin järjestelmiin nähden. Hyviä. Nykyrakentamisessa esiintyy kuitenkin liikaa ongelmia esimerkiksi parveke-elementtien yhteensopivuudessa runkojärjestelmiin nähden tai LVIS-varausten kohdistamisessa. Jopa elementtien vii-meistely on joskus puutteellista. Eri osapuolten yhteistyöllä on merkittäviä mahdollisuuksia vähentää työmaalla esiin nousevia häiriöitä ja sitä kautta lisätä eri osapuolten kilpailukykyä ja hyödyllisen työn määrää. Kilpailukyky kasvaa toisaalta myös käyttämällä ja kehittämällä teollisia valmistusmenetelmiä rakennusosien valmistukseen.

Esivalmistusasteen nostamisen hyötyjä rakentajille:

- Betonille jää enemmän kuivumisaikaa.
- Työmaalla tarvitaan vähemmän hankittavia nimikkeitä.
- Rakentamisaika lyhenee.
- Säästetään työ- ja kokonaiskustannuksissa.
- Teollisuuden jalostusasteen nostolla saadaan parempaa laatua.
- Suunnitteluun panostamalla järjestelmien yhteensopivuus paranee.
- Syntyy hallitumpi kokonaisuus



Kuva 6. Esimerkki eri järjestelmien yhteensovittamisesta. Vaikka piikkaustyö on pieni, sen vaikutus työn tehokkuuteen on suuri. Esimerkiksi torninosturi on paikoillaan piikkauksen ajan. Asennusryhmän muiden jäsenten työskentelyn tehokkuus myös laskee.

Esivalmistusastetta lisäämällä voidaan rakennuksen rungon valmistusta nopeuttaa ja samalla tehdä se myös valmiimmaksi. Nopeudesta saatava aikasäästö voidaan hyödyntää joko runkotyön myöhäisemmällä tai sisustusvaiheen aikaisemmalla aloittamisella. Mikäli aloitusta myöhennetään, voidaan suunnitteluun ja elementtien valmistukseen käyttää enemmän aikaa. Jos taas sisustusvaihe aloitetaan aiemmin voidaan siihen käyttää enemmän aikaa tai rakentamisen kokonaiskestoa voidaan lyhentää. Kaikissa tapauksissa saadaan aikaan kustannussäästöä runkovaiheen yhteis- ja yleiskustannuksissa. Elementtirakentamisen keskeisenä etuna pidetään sen nopeutta. Paikalla rakentamisen kehittyminen on kaventanut elementtirakentamisen etumatkaa nopeudessa, joten esivalmistusasteen nostamisessa yhtenä keskeisimpänä tavoitteena pitää olla rakentamisen kokonaiskeston lyhentäminen.

3.3 Esivalmistusasteen nostamisen hyödyt loppukäyttäjälle

Loppukäyttäjälle syntyvät hyödyt liittyvät pääasiassa laatuun. Tehdastuotannossa päästään parempaan osakokoonpanojen laatuun, koska olosuhteet ovat paremmat. Lisäksi erikoistuminen ja harjaantuminen lisäävät työntekijöiden osaamista. Tehtaassa on myös helpompaa järjestää laadunvalvonta, mikä edistää tasalaatuisempaa rakentamista. Asukas hyötyy edellä mainituista elinkaarisäästöjen muodossa. Voidaan myös olettaa, että ikäviä yllätyksiä syntyy vähemmän rakennuksen käytön aikana.

3.4 Hyötynäkökohtien taloudellinen tarkastelu

3.4.1 Tuotantokustannukset tehtaalla

Esivalmistusasteen nostamisella voidaan useissa tapauksissa saada aikaan kustannussäästöjä rakentamiseen. Tehtaalla voidaan saada kustannussäästöjä aikaan esimerkiksi seuraavilla keinoilla:

- Materiaaleja käytetään tehokkaasti; hukkaa syntyy vähän ja kierrätys on tehokasta.
- Työn tuottavuus on kokemuksen ja harjaantumisen ansiosta suuri.
- Hankinnat voidaan järjestää optimaalisissa toimituserissä.
- Koneita voidaan käyttää korkealla käyttöasteella, jolloin pääomakustannukset ovat hallinnassa.
- Ratkaisuja voidaan tuottaa, jolloin yksilöllinen suunnittelutarve vähenee.

**Tavoitteena pitää olla teollisen tuotantotavan kehittäminen
ylivertaiseksi työmaalla tehtävään nähden**

3.4.2 Tuotantokustannukset työmaalla

Esivalmistusastetta nostamalla voidaan rakentamisen kokonaiskustannuksiin saada säästöä. Esivalmistettu rakennusosa on usein hankintahinnaltaan kalliimpi, kuin mitä materiaalit ja työ maksavat rakentajalle, mutta välilliset kustannukset kääntävät taloudellisen edun teollisen ratkaisun puolelle. Teollinen ratkaisu on sitä edullisempi, mitä hallitumpi toimituskokonaisuus saadaan aikaan. Esimerkiksi suunnittelun laadun ja toimitusvarmuuden huomiointi tuo lisäarvoa toimitukseen.

Esivalmistusasteen nostamisen välillisiä etuja työmaalle ovat:

- Lyhyempi rakentamisaika pienentää aikasidonnaisia yleiskustannuksia.
- Suunnitteluun panostamalla saadaan parempaa yhteensopivuutta järjestelmiin.
=> Piikkaus ja paikkaus ja oikomisot pois, työn tehokkuus nousee myös välillisesti
- Kun häiriöt vähenevät, työt tehdään suunnitellussa järjestyksessä.
- Laadukkaammat elementit vähentävät takuuajan kustannuksia.
- Työmaalla voidaan keskittyä rakentamisessa edistäviin työvaiheisiin.

**Tarvitaan strategiatason päätös kehittää työmaata
kokoontyön suuntaan.**

4. Esimerkkejä toteutetusta esivalmistusasteen nostosta.

Luvussa 4.1 on esimerkkejä tuotteiden jalostusasteen nostamisesta vakioimalla, komponentoimalla tai laatutasoa nostamalla. Luvussa 4.2 on esimerkkejä viimeaikoina markkinoille tuoduista uusista rakennusosista tai järjestelmistä.

4.1 Nykyisten rakennusosien kehittäminen

4.1.1 Väliseinäelementti (Specifinn Oy)

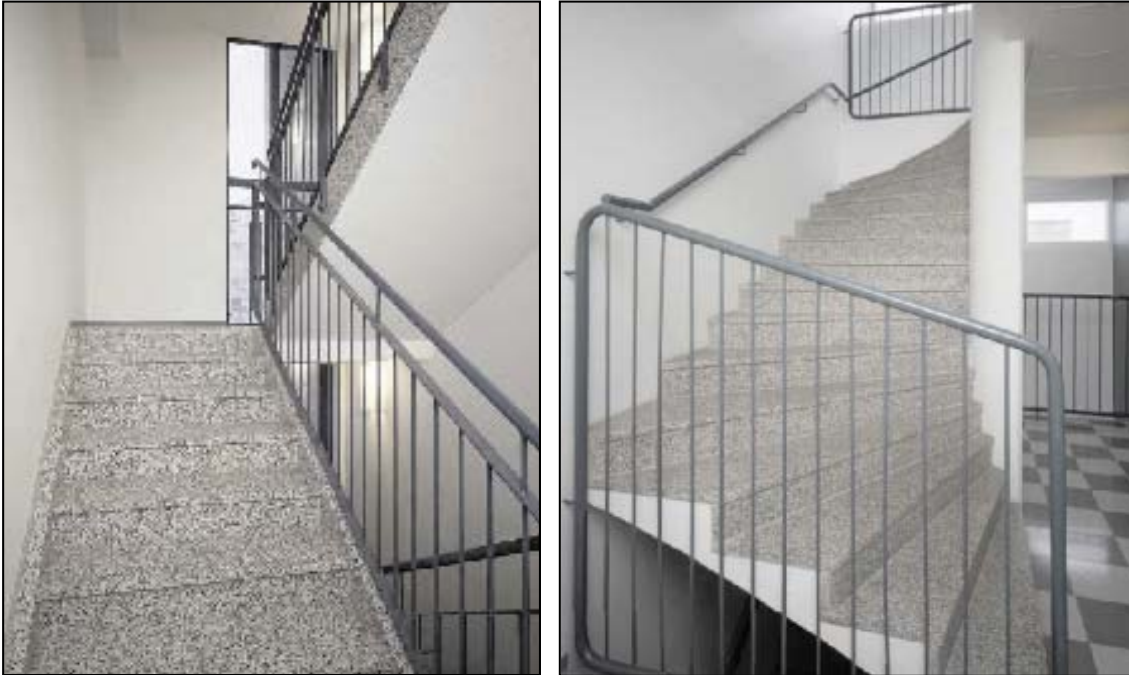
Specifinn Oy aloitti toimintansa erikoistumalla väliseinätuotantoon. Erikoistumisen kautta on kapealla markkina-alueella päästy selvästi kilpailijoiden edelle. Teknisiä parannuksia väliseiniin on kehitetty varsin vähän (pois lukien hissikuilun seinät). Sen sijaan palvelua on sisällytetty väliseinätoimitukseen uudella tavalla. Specifinn Oy:n suunnittelija suunnittelee elementit alusta loppuun. Hän merkitsee myös LVIS- tekniikan varaukset ja varusteet elementtipiirustuksiin talotekniikkasuunnitelmien pohjalta. Kilpailijoista toiminta eroaa mm. siten, että suunnittelun lähtötiedot tarvitaan 6 viikkoa ennen elementtitoimitusta, kun normaalisti valmiit elementtikuvat tarvitaan 6 viikkoa ennen toimitusta. Samoin suunnitelmien "reikäkierto" on voitu jättää pois.



Kuvat 7 ja 8. Vasemmalla perinteinen väliseinäelementti. Oikealla sähkörasia on kiinnitetty valumuottiin magneetilla. Ratkaisu on valmistusteknisesti hyvä ja lopputulos on laadukas /kuva 8. Harri Bergholm/.

4.1.2 Porraselementit (Lemminkäinen Oy)

Porrastuotannon kehittämisessä on palvelun lisääminen tuotteeseen ollut keskeistä viime vuosina. Myös teknisiä yksityiskohtia on kehitetty muun muassa äänitekniisten vaatimusten kiristymisen myötä.



Kuvat 9 ja 10. Vasemmalla on Elemento 1 porraselementti, joka on pysynyt lähes muuttumattomana jo vuosikymmeniä. Oikealla Elemento 6 porraselementti, joka on uudempaa vakioitua porrassuunnittelua. /RT-kortisto/.

Palvelun lisäämistä tuotteeseen kuvaavat muun muassa seuraavat periaatteet:

- Valmistaja tekee porraskonstruktiiviset ja tulevaisuudessa ollaan mahdollisesti siirtymässä porrashuonerakennekuvien tekoon. Rakennesuunnittelijalle toimitetaan ainakin liitosdetaljit.
- Porraskaiteet voidaan sovittaa tehtaalla, jolloin työmaalla asennus käy nopeasti.
- Porraskaidetoimittajan kanssa on kehitetty kaiteen nopea kiinnitysdetalji.
- Porraskankkujen vanerisuoja toimitetaan portaiden mukana, suojat hankitaan alihankkijalta.
- Valmius räätälöintiin on paremmalla tasolla kuin aiemmin. Vakioportaiden osuus tuotannossa on pudonnut 80 %:sta 40 %:iin.

Jalostusasteen nostosta esimerkkejä ovat muun muassa:

- Nostoelimet sijoitetaan nykyään lankkujen sisään nostojen helpottamiseksi.
- Raakapinnat ovat olleet tasoitettuja vuoden 1995 jälkeen.
- Rakenteita on kehitetty ääniteknisesti paremmiksi.
- Portaan laatu on kehittynyt 1990 luvun jälkeen.
- "Vinkuraportaita" ei tehdä enää työmaalla - nykyään toteutetaan hankalampia ratkaisuja kuin 3 vuotta sitten.

Mahdollisuuksia

Porrastoimittaja voisi olla asiantuntijana rakennussuunnittelun alkuvaiheesta lähtien. Samalla, kun tilaaja saisi erikoisosaamista käyttöönsä, saisi toimittaja lisää suunnittelu-aikaa detaljisuunnitteluun. Toimittajan asiantuntemuksella voidaan säästää kustannuksia varsinkin kierreportaita käytettäessä. Sen lisäksi, että porrastoimittajat antavat perustietoa internetin ja RT-korttien kautta, voivat myyjät neuvoa suunnittelijoita kohdekohtaisesti.

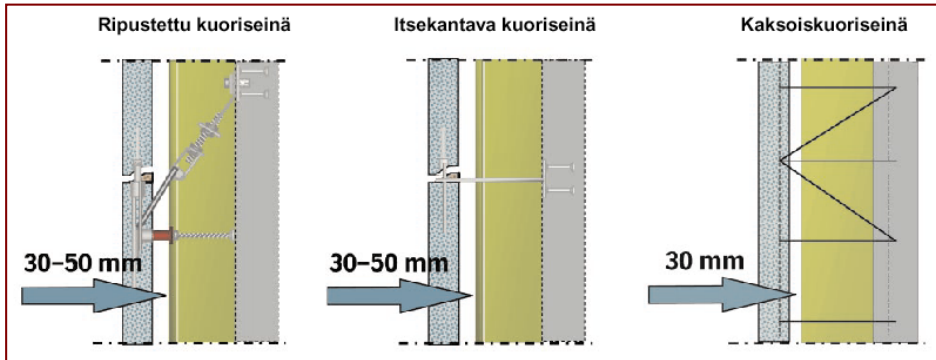
Seuraavassa on lueteltu hyvässä suunnittelussa huomioon otettavia seikkoja:

- Käytetään vakiomittaisia porraselementtejä ja porrastasolaattojen mitoilla sovitetaan portaat porrashuoneisiin.
- Poikkeavat etenemät ovat tuotannossa ongelmallisia, nousut ovat helpommin hallittavissa.
- Suunnittelussa pitäisi suosia 270 ja 300 mm etenemiä.
- Elementtien paino on pidettävä kohtuullisena. Yli 10 tonnin painoja on vältettävä.

Nykyrakentamisessa asuintilat pyritään suunnittelemaan modulimitoilla ja porrashuoneessa tasataan mittaongelmat. Eikö juuri päinvastoin saisi rakentamista tehokkaammaksi laatua heikentämättä?

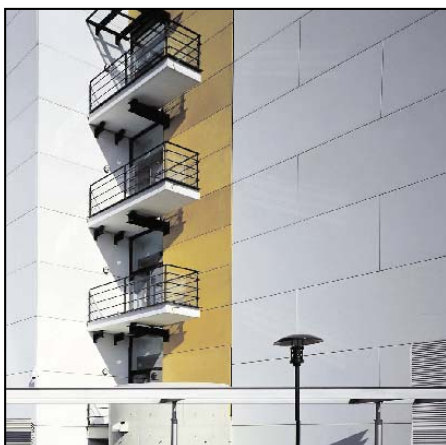
4.1.3 Eriytetty tuuletettu julkisivu (Parma Betonila Oy)

Eriytetyissä julkisivuissa ulkokuori on 30 mm irti lämmöneristeestä. Tällä saadaan aikaan tuulettuva rakenne, jolla on merkitystä mm. rakenteen käyttöikään. Kun muutkin betonin turmeltumisriskit minimoidaan, voidaan rakenteella tavoitella jopa yli 200 vuoden käyttöikä.



Kuva 11. Eriytettyjen julkisivujen eri toteutustavat.

Tuulettavuudesta huolehtimisen lisäksi rakenteen pitkää käyttöikää on varmistettu käyttämällä ulkokuoressa vain ruostumatonta terästä ja betonin ominaisuuksiin panostamalla. Betonin ominaisuuksista muun muassa lujuusluokalle, suojahuokossuhteelle, huokosjolle, ilmamäärälle, sementtimäärälle ja vesisementtisuhteelle on asetettu tiettyjä vaatimuksia. Käyttöikätaavoitteiden saavuttamista varmistetaan tehtaalla laadunvalvonnalla.



Kuvat 12 ja 13. Vasemmalla esimerkki kuoriseinän mahdollisuuksista erilaisiin saumaratkaisuihin. Oikealla kuva karmikengästä, joka mahdollistaa paremmin ulkokuoren lämpö- ja kosteusmuodonmuutokset ja samalla antaa ikkunakarmille kosteudesta elämättömän kiinnitysalustan. Lisäksi karmikengä on ekologisesti kestävuuta parempi vaihtoehto.

4.1.4 Märkätilaontelolaatta P37K (Parma Betonila Oy)

Ontelolaattatekniikka on ollut jo pitkään tehokas ja muuntojoustava tapa toteuttaa välipohjia. Onteloraakenteella ja jännitetyillä teräksillä saadaan aikaan pitkiä jännevälejä, jotka mahdollistavat muuntojoustavuutta sisäseinien suhteen.

Vuonna 2001 markkinoille tuoduilla 370 mm korkeilla ontelolaatoilla täytetään nykyiset ääneneristysvaatimukset ja samalla märkätilojen viemäriasennuksille saadaan riittävästi tilaa.



Kuva 14. Nykyiset ontelolaatat mahdollistavat muuntojoustavat ja toimivat märkätilaratkaisut. Märkätilan valaminen saumavalujen yhteydessä lisää betonin kuivumisaikaa.

4.2 Uudet tuotteet ja järjestelmät

4.2.1 Hissikuiluelementti (Specifinn Oy)

Specifinn Oy:n väliseinätuotannon tuotekehitys kumppanuusasiakkaan kanssa on johtanut uuteen muottitekniikan keksintöön hissikuilujen tuotannossa. Uudella muottitekniikalla voidaan valmistaa kannattavasti entistä mittatarkempia, laadukkaampia ja asennusystävällisempiä hissikuiluja. Perinteisesti hissikuilut on rakennettu työmaalla kolmesta tai neljästä erillisestä seinäelementistä. Uudessa tavassa hissikuilun yhden kerroksen kaikki seinät valetaan tehtaalla yhdellä kertaa.

Asuinkerrostalon hissikuilut voidaan periaatteessa vakioida kahteen tyyppiin; porrashuoneen sisälle sijoitettavaan ja asuinhuoneistoon rajoittuvaan ratkaisuun. Porrashuoneen sisällä olevassa kuilussa seinämän paksuus on 150 mm, kun asuinhuoneistoon rajoittuvassa vaihtoehdossa tarvitaan ääneneristyksen takia 200 mm betonia. Tällä hetkellä valmistetaan vain 150 mm seinämän vahvuista porrashuoneen sisälle sijoitettavaa kuilua.



Kuva 15 ja 16. Vasemmalla perinteinen tapa toteuttaa hissikuiluja työmaalla ja oikealla Specifinn Oy:n tapa.

Hissikuilun mittatarkkuus on +/- 1 mm:n rajoissa. Hissikuiluelementti voidaan varustaa c-kiskoilla ja työmaakaiteiden kiinnitys voidaan tehdä ennen paikoilleen nostoa tehtaalla asennettuihin sisäkierteisiin. Myös sisäpinnan pölynsidontamaalaus voidaan tehdä tehtaalla.

Työmaalla kerrottiin hissikuiluelementin asennuksen käyvän nopeammin kuin yhden seinän paikoilleen nosto. Lisäksi oikomis- ja paikkaustyötä on huomattavasti vähemmän kuin perinteisessä toteutustavassa. Työmaamestarit mainitsivat ulkonurkan pyöristyksen sopineen hyvin työmaallensa. Hissitoimittajan asentaja mainitsi hissikuilun olevan hyvin mitoissaan ja porausten olevan helpompia vähäisemmän teräsmäärän takia. Mitään negatiivisia kommentteja ei työmaalla esitetty.

4.2.2 Kylpyhuonelaatta (Rakennusbetoni- ja Elementti Oy)

Kololaatan päälle asennettavalla märkätilalaataaelementillä saadaan uusi vaihtoehto märkätilojen toteutukseen. Toteutustavalla saadaan aikaan ääniteknisesti hyvin toimiva ratkaisu, jolla voidaan

- nopeuttaa rungon pystytystä
- vähentää betonin kuivumisongelmia
- varmistaa tasalaatuisuus ja toimivat kallistukset
- säästää kokonaiskustannuksissa.

Tekniset tiedot:

- Paksuus 180 mm
- Paino 450 kg/m², elementin kokonaispaino < 10 000 kg
- Pituus ... 10 000 mm
- Leveys ... 3 500 mm
- LVIS-tekniikka tehtaalla valmiiksi asennettuna



Kuva 17. Esivalmistettu märkätilalaatta asennetaan kololaatan päälle. Toteutustapa mahdollistaa joustavia suunnitteluratkaisuja.

4.2.3 Betoninen kylpyhuonetilaelementti (Betoniluoma Oy)

Betoniluoma Oy:n kylpyhuoneratkaisu Betlux on hiotusta (HIOH-1) betonista valmistettu asennusvalmis kylpyhuonetilaelementti, jonka kaikki saumat on varmistettu pulttiliitoksilla. Seinämävahvuus on 80 mm ruostumattomin teräksin. Kattolaatan paksuus on 85 mm. Alapohja on hienopesty vähintään 90 mm:n paksuinen betonilaatta 1:50 kallistuksilla. Pintamateriaalit toteutetaan arkkitehdin suunnitelmien mukaan. Lattiakaivoissa ja -putkissa käytetään ruostumatonta terästä LV-suunnitelmien mukaan. Kalusteet ja varusteet asennetaan rakennus- ja LVIS-suunnitelmien mukaan.



Kuva 18. Bethlux kylpyhuone-elementti. /RT-kortisto/.

Kuivissa ja lämpimissä tehdasolosuhteissa valmistettu tuotekokonaisuus varmistaa korkean laadun, pitkäaikaiskestävyyden ja toimivan vesieristyksen. Vesieristykset tehdään sertifioituilla tuotteilla.

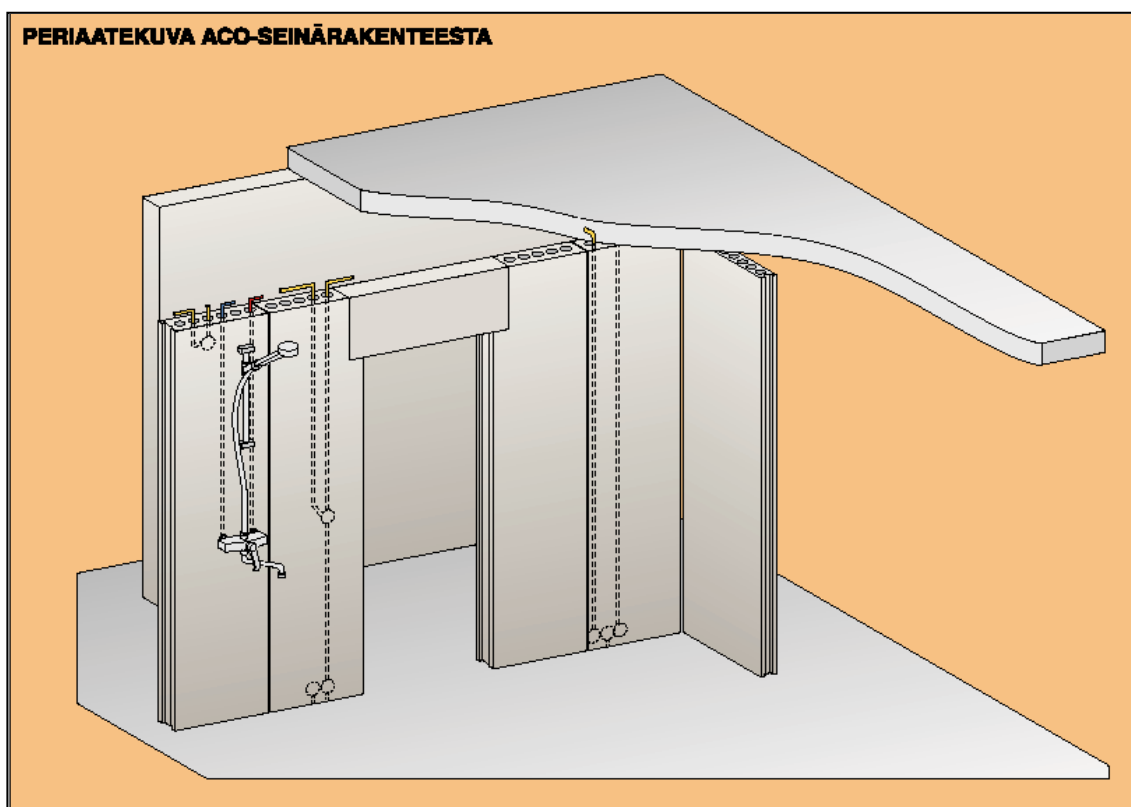
Runkovaiheen yhteydessä asennettu valmis tuotekokonaisuus nopeuttaa huomattavasti rakennuksen valmistumista, koska kaikki LVIS-, sisustus-, ja kalustustyöt on tehty täysin valmiiksi jo tehtaalla. Rakentamisen nopeutuminen, laadun varmuus ja pitkäaikaiskestävyys tuovat myös huomattavia kustannussäästöjä

4.2.4 ACO väliseinät (Rakennusbetoni- ja Elementti Oy)

ACO-väliseinäelementit ovat kevytsorasta valmistettuja seinäelementtejä. Elementtien valmistustekniikassa seinän sisään syntyy onteloita. Onteloita voidaan käyttää hyväksi talotekniikan asennuksiin. Keveästä rakenteestaan huolimatta elementit ovat lujia, palamattomia, ääntä eristäviä ja kosteudenkestäviä. Lisäksi ne ovat helposti työstettäviä ja sopivat 1,5-kertaisen tasoituksen jälkeen myös maali- ja tapettipintojen alustaksi.

Elementtejä valmistetaan 68 ja 92 mm:n paksuisina, leveys on 600 mm ja vakiokorkeudet ovat 2500, 2550, 2700, ja 2780 mm.

Onteloiden ja kevytsoran ansiosta ACO- väliseinissä toteutuu betoniteollisuuden tavoite myydä enemmän älyä ja vähemmän materiaalia.



Kuva 19. ACO-väliseinäelementit sopivat erityisesti märkätilojen seinin./RT-kortisto/.

4.2.5 Betonihormielementti (Elpotek Oy)

Elpotek Oy:n betonihormielementissä on talotekniikan viemäri- ilmanvaihto- ja vesijohtoasennukset valmiina kerroksen korkuisena pakettina.

Uudet elementtihormit voidaan suunnitella väliseinien osaksi. Samoin uusia elementtejä käytettäessä voidaan mahdolliset putkivuodot havaita nopeasti ja vesijohtoputket ovat huollettavissa ja tarvittaessa jopa vaihdettavissa. Hormielementtien käyttö on otettava jo rakennussuunnittelun alkuvaiheessa huomioon.



Kuva 20. Elementtihormeja käytettäessä talotekniikan pystynousut voidaan toteuttaa nopeasti. Lisäksi elementtihormien käyttö edesauttaa tiiviin holvin aikaansaantia. Tiiviillä holvilla voidaan rakennusaikaisten sadevesien kulkua rajata ja se on äänitekniisesti toimiva. Talvella työmaan lämmittäminenkin puoltaa tiiviin holvin tekemistä.

4.3 Vesikaton nopea toteutus

Vesikaton valmistaminen maan tasalla

Asuinkerrostalotuotannossa on tärkeää saada runko kuivumaan nopeasti. Vesikattotyö-vaihe kestää kuitenkin yleensä useita viikkoja. Eräs tapa nopeuttaa vesikattotyötä ja samalla varmistaa rungolle hyvät kuivumisolosuhteet on valmistaa vesikatot maassa ja nostaa ne kerralla tai lohkoina ylös.



Kuvat 21-24. Karri Kortelainen (Skanska Oy) on käyttänyt useissa kohteissa maassa valmistamisen periaatetta.

Vesikattojen maassa rakentamisen hyviä puolia

- Räystäät, vesikourut, iv-koneet ja piiput voidaan asentaa valmiiksi maan pinnalla. Näiden asentamiseen ei tarvita nostokalustoa eikä henkilönostimia.
- Työturvallisuus on parempi eikä kaideasennuksia tarvita.
- Rakennuksen runkotyövaihe nopeutuu.
- Katon nosto kestää vain muutaman tunnin.
- Yläpohjan lämmöneristys voidaan tehdä seuraavana päivänä laataston valmistumisen jälkeen.
- Työskentely on tehokkaampaa maanpinnalla.
- Sekä välittömät, että välilliset kustannukset ovat maassa rakentaen pienemmät.

- Suurin hyöty saadaan aluerakentamiskohteessa, kun katto voidaan rakentaa seuraavan pohjan päällä.
- Nosto voidaan tehdä myös tuulisella säällä. Tuulipinta-alaa katossa voi olla vähemmän kuin isossa seinäelementissä.

Onnistumisen edellytyksiä

- Oltava riittävästi tilaa ja tasainen alusta.
- Sopii parhaiten konesaumakatoille, tiilikatoilla kannattavuus epävarmaa.
- Lohkon enimmäiskoko noin 10 x 15 metriä.
- Nosto tehdään veneennostokehikolla ja saatonaruja käytetään apuna, nostoelimenä käytetään kattopollareita.
- Ajoitus tärkeässä asemassa.
- Tehtaassa esivalmistus tuskin kannattavaa, koska pienissä viipaleissa hyödyt häviävät lohkojen liitostöihin.

Peltirankaisten kattoristikoiden käyttäminen

Irlannissa on peltirankaisten seinien ja kattoristikoiden suunnittelu- ja tuotantoprosessi kehitetty varsin pitkälle. Tuotemallipohjaisella suunnittelulla rakennussuunnittelu tuottaa lähtötiedot tehtaan tuotannosuunnitteluun. Prosessissa on ehjä tiedonkulkuketju rakennussuunnittelusta metallintyöstökoneisiin. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että koneet rei'ittävät, leikkaavat ja taivuttavat rangat tuotemallin tietojen perusteella automaattisesti ja vielä merkkäavat komponentteihin niiden tulevan sijainnin. Rei'ittäminen ottaa huomioon myös talotekniikan varaukset.



Kuvat 25 ja 26: Vasemmalla kattoristikoiden tuotantoa. Kattoristikoiden raaka-aineena käytetään 1 mm vahvaa sinkittyä tai alumiinipinnoitettua peltirainaa (1). Peltirainaa rei'itetään, katkotaan ja taivutetaan koneellisesti(2) Ristikoiden kokoaminen tapahtuu käsityönä (3). Mahdollinen lämpöeristys tehdään solupolyuretaanilla (4). Oikealla ristikoita työmaalla. /Building 6 September 2002/.

5. Tulosten tarkastelua

5.1 Esivalmistusasteen nostamisen keinot

Komponentointi ja vakiointi

Haastatteluissa ja workshopeissa tuli voimakkaasti esille vakioimisen ja tuotteistamisen mahdollisuudet esivalmistusasteen nostamiseksi. Vakiointi on laaja kokonaisuus, joka voidaan pilkkoa esimerkiksi seuraaviin alueisiin: tuotteiden, detaljien, liitosten, moduulien, mittojen ja kokojen vakiointi.

Vakioinnilla saavutettavia hyötyjä ovat esimerkiksi:

- eri valmistajien tuotteiden yhteensopivuus
- teollisemmat valmistusmenetelmät, esimerkiksi vakioidummat ratkaisut antavat mahdollisuuden panostaa tehtaan muottikalustoon
- asennustöissä ja valmistuksessa toistuvuus tuo harjaantumista.

Tutkimuksen aikana käsiteltiin ikkunadetaljeja vakiointikohteena. Ikkunoista keskusteltiin haastatteluissa, yrityskäynnillä ikkunavalmistajan luona ja pilottiprojektin suunnittelupalaverissa, jossa oli mukana mm. arkkitehti, rakennesuunnittelija ja elementtitoimittaja. Yleisen käsityksen mukaan vakioiduista ikkunadetaljeista olisi monenlaista hyötyä eikä vakioitu ratkaisu merkittävästi vähentäisi arkkitehtien suunnitteluvapautta.

Ikkunan yläpuolinen liitos sandwichelementtiin on monessa suhteessa haasteellinen. Lämpimällä puolella tarvitaan tiivistys sisäilman kosteuden kulkeutumisen katkaisemiseksi ja ulkopuolella tarvitaan tiivistys sadevesien ja tuulenpaineen aiheuttaman veden kulkeutumisen katkaisemiseksi. Sandwichelementin tuuletuksen tulee olla toimiva myös ikkunoiden kohdalla. Eristeessä alas kulkeutuvat sadevedet tai kondenssivedet tulee ohjata pois laseista. Sauman lämmöneristyksen tulee olla toimiva eikä kylmäsiltoja sallita.

Yllä olevien haasteiden ratkaiseminen vaatii rakennusfysikaalista osaamista. Lisäksi tarvitaan tuntemusta betonielementtien valmistuksesta, ikkunoiden asennuksesta ja työmaan olosuhteista. Myös arkkitehtien näkökulma tulee ottaa huomioon. Kaikki käytetyt ratkaisut toimivat joissakin olosuhteissa, mutta kaikissa ratkaisuissa on esiintynyt ongelmia tietyissä olosuhteissa. Lisäksi on vaikeaa määritellä mikä osapuoli on paras koordinoimaan vakiointia ja ylläpitämään detaljikirjastoja. Oletettavasti kyseiseen ikkunadetaljiin löytyy perustellusti "vakioratkaisuja" ainakin rakennuttajilta, urakoitsijoilta, järjestöiltä, suunnittelijoilta ja valmistajilta.

Pitäisikö teollisuuden ottaa vastuu detaljeista ja käyttää suunnittelijoita apuna samoin kuin teollisia muotoilijoita käytetään muilla teollisuuden aloilla ?

Vai pitäisikö perustaa kansallinen hanke yhden detaljikirjaston aikaansaamiseksi?

Tekevätkö eri osapuolet omat tuotemallikirjastonsa niin kuin detaljikirjastotkin on tehty?

Olipa vastaus mikä tahansa, tulee vakioinnin edistämiseksi olemaan melkoisesti työtä.

Integrointi

Rakennusosia toisiinsa liittämällä eli integroimalla saadaan lähes lukemattomia uusia tapoja nostaa esivalmistusastetta. Onnistuminen edellyttää, että integrointi otetaan huomioon jo rakennuksen suunnitteluvaiheessa. Nykyinen suunnittelukäytäntö ja vakiintuneet urakkarajat eivät edesauta rakennusosien integrointia toisiinsa. Jos esimerkiksi toimistotaloissa ilmanvaihtokoneet ja ilmanvaihtokonekonehuone kuuluisivat samaan urakkaan, käytettäisiin IV-konehuonetilaelementtejä luultavasti enemmän.

Integroinnin käänköpuolena on muuntojoustavuuden ja huollettavuuden mahdollinen vaikeutuminen. Muista integrointiin liittyvistä ongelmista löytyy hyviä esimerkkejä pohdittaessa onko parempi asentaa ikkunat elementtitehtaalla vai rakennustyömaalla. Alla on esitetty haastatteluissa esiin nousseita seikkoja.

Ikkunoiden asentaminen tehtaalla, hyviä puolia ovat:

- rakennus saadaan nopeasti lämpimäksi
- rakenteiden kuivuminen alkaa nopeammin
- nostokapasiteetin tarve työmaalla vähenee
- kustannuksia säästyy
- esivalmistusaste nousee, työmaatyö vähenee.

Huonoja puolia ovat:

- kuljetusvaiheessa tapahtuu rikkoontumisia
- vastuukysymykset lasien rikkoontuessa työmaalla ovat vaikeita
- logistinen yhteistyö ikkuna- ja elementtitehtaan välillä ei toimi
- ikkunat voidaan tehdä toisella puolella Suomea ja betonielementit toisella, jolloin syntyy turhia kuljetuskustannuksia
- ikkunat pitää valmistaa aiemmin
- tilantarpeen lisääntyminen tehtaalla
- ikkunallinen elementti vaatii erilaisen varastoinnin kuin ikkunaton
- puuikkunaa pitää käsitellä erilailla kuin betonia, työntekijöiden asenteet tehtaalla
- valumavedet syövyttävät laseja - vastuun jakaminen tehtaan ja työmaan kesken on vaikeaa
- toimitusjärjestyksen pitää olla elementtien valmistusjärjestyksen mukainen
- ikkunoiden ja ikkunallisten elementtien seisottaminen elementtitehtaalla ei ole toivottavaa.

Vasta-argumentteja:

- rikkoontumiset ovat olleet vähäisiä, kun ikkunat on asennettu valmiiksi
- varovaisemmasta käsittelystä on muutoinkin hyötyä
- kuljetukset eivät ole yleensä olleet ongelmallisia
- viime aikoina on logistiikan parantamiseen tullut uusia tehokkaita välineitä
- logistiikkaongelmat ovat helpommin ratkaistavissa tehtaalla kuin työmaalla.

Onnistumisen edellytyksiä:

- hyvä yhteistyö ikkuna- ja elementtitehtaan välillä (ikkunoiden hankintavastuun siirtäminen pääurakoitsijalta betonielementtitehtaalle)
- jos ikkunat asennetaan tehtaalla, niin pelkkä kiinnitys ei riitä, vaan on tehtävä myös eristykset, tiivistykset, saumat ja suojaukset
- elementtitoimittajalla pitää olla aktiivisuutta ratkaisun kehittämiseen.
- suojauksessa pitää ottaa huomioon elementtien asennusaikaisen suojauksen lisäksi myös tehdasvarastoinnin ja kuljetuksen vaatimukset.

Liitostekniikka

Liitostekniikan kehittäminen sisältää edelleen kehityspotentiaalia, vaikka perusasiat ovatkin kunnossa. Suomalainen BES-järjestelmä mahdollistaa betonirungon rakentamisen useiden eri yritysten ja tehtaiden elementeistä, mikä lienee edelleen ainutlaatuista koko maailmassa. Liitostekniikkaa voidaan kuitenkin edelleenkin kehittää valmistus- ja asennustekniikkaa paremmin huomioon ottavaksi ainakin parvekejärjestelmien liitoksissa.

Esivalmistusasteen nostamisen ja teollisuuden tuotekehityksen keskeisenä tavoitteena voidaan pitää työmaatyön kehittämistä enemmän kokoonpanotyön suuntaan. Tavoite vaatii eri osapuolten tiivistä yhteistyötä ja pitkäjänteisyyttä.

Mittatarkkuus

Kun otetaan huomioon materiaalien eläminen olosuhteiden ja betonin kutistumisominaisuuksien takia, niin on hyvin epävarmaa voidaanko mittatarkkuutta parantamalla saada aikaan merkittävää hyötyä esim. liitosten kehittämiseen. Työmaakäynneillä on selkeästi tullut esiin, että mittaongelmat liittyvät pääsääntöisesti korkeusasemaongelmiin; parvekepieliä ja pilareita joudutaan katkomaan, LVIS - reikävarauksia joudutaan suurentamaan ylös tai alaspäin. Ennen kuin 3D -mallinnus tuo apua suunnitteluun kannattanee suunnittelussa panostaa pystyleikkausten piirtämiseen ja korkeusasemien tarkasteluun.

Oleellista mittatarkkuuden kehittämisessä on mahdollistaa asennusten tekeminen ilman piikkausta.

Suojaukset tehtaalla

Eräs tapa siirtää työtä työmaalta tehtaalle on tehdä rakennusosien suojaukset jo tehtaalla. Se ei välttämättä ole helppoa, kuten on huomattu sandwichelementin eristeiden suojauksen kohdalla. Ongelmien ratkaiseminen tehtaalla on kuitenkin helpompaa kuin työmaalla. Esimerkiksi työkalujen ja suojausmateriaalien hankinta keskitetysti tehtaalle on helpompaa kuin työkalujen kierrättäminen työmailla tai suhteellisen pienten suojausmateriaalierien hankinta erikseen jokaiselle työmaalle.

Tehtailta toivotaan asennusajan suojauksen tekemistä muun muassa portaisiin, parvekelaattoihin, ikkunoihin (jos ne asennetaan elementteihin tehtaalla) ja märkätilalaattoihin.

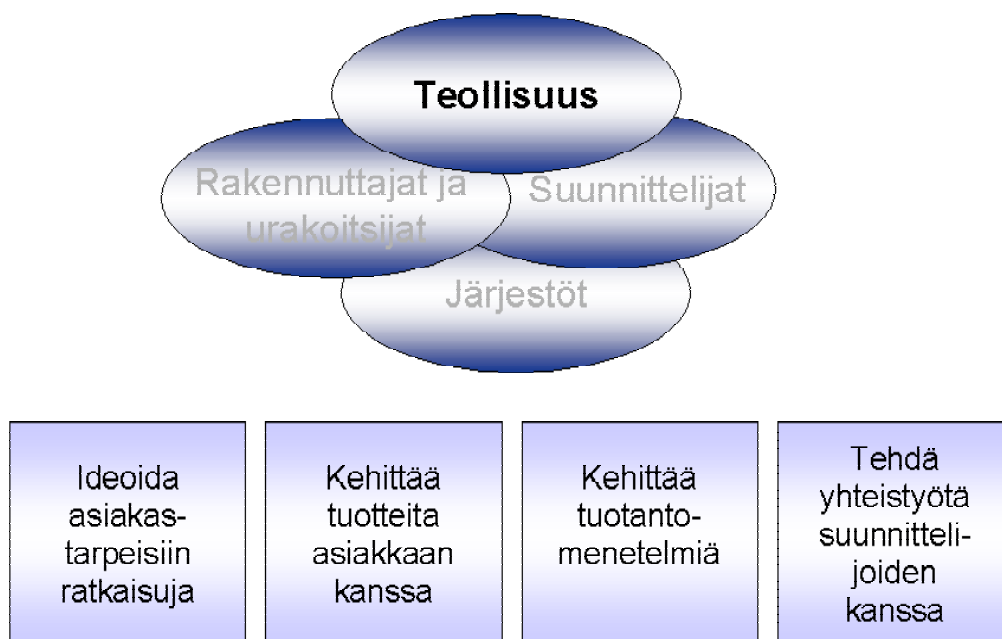
5.2 Eri osapuolten tehtävät esivalmistusasteen nostamisessa

5.2.1 Teollisuus

Teollisuuden tehtävänä esivalmistusasteen nostamisessa on ideoida rakentajien tarpeisiin uusia ratkaisuja ja kehittää niistä tuotteita. Kehittämisessä ensiarvoisen tärkeää on vuorovaikutus valmistajien ja asiakkaiden välillä. Uuden tuotteen kehittäminen ja markkinoille tuonti on pitkäjänteinen prosessi, joka vaatii pidempää yhteistyötä kuin mitä yksittäisissä rakennusprojekteissa on mahdollisuus saada aikaan.

Viimeaikoina pinnalla olleella partnering - yhteistyöllä on mahdollisuuksia vaikuttaa myös uusien tuotteiden syntymiseen ja käyttöönottoon. Partneringilla saavutettavia etuja ovat:

- pitkäjänteinen yhteistyö
- tuotteen hinta ei ole ainoa hankintakriteeri
- tuotekehityksen riskejä voidaan jakaa
- avoin tietojen vaihto osapuolien välillä
- osaamisen vaihto, palautteen saaminen ja antaminen
- turvattu kaupallinen jatkuvuus.



Kuva 27. Teollisuuden tehtäviä esivalmistusasteen nostamisessa.

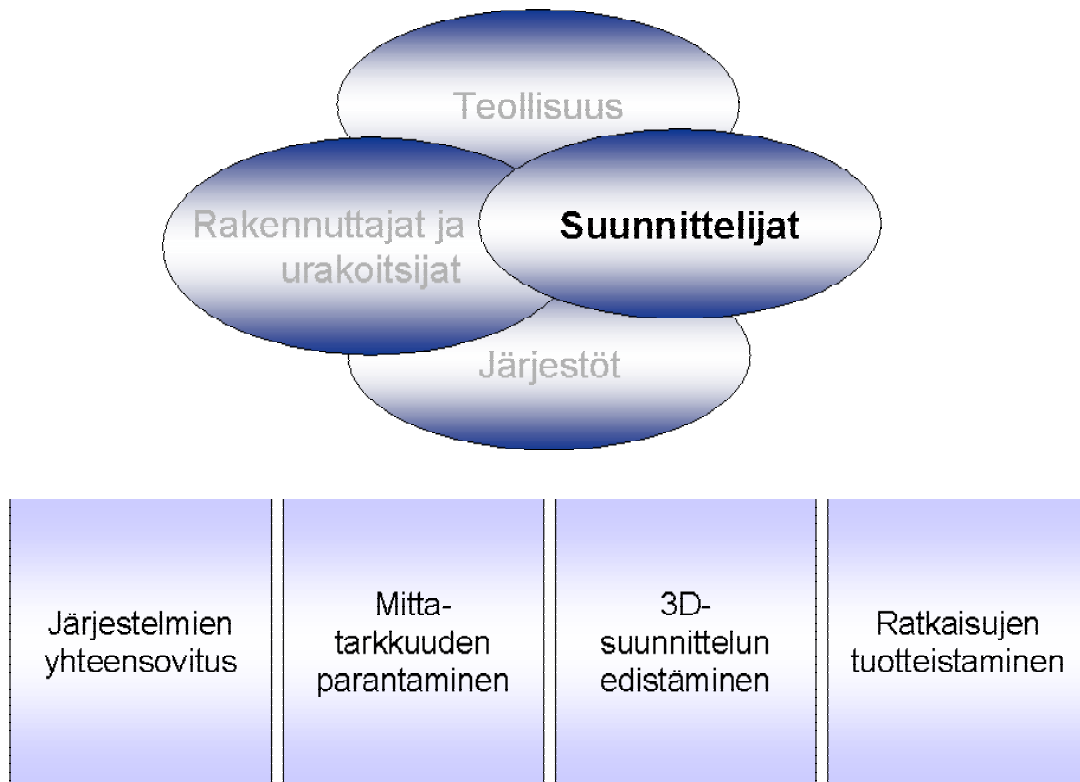
Tuoteosakaupan käytön lisääminen saattaisi edesauttaa rakennusjärjestelmien kehittämistä. Tuoteosakaupassa yksi osapuoli suunnittelee, valmistaa ja asentaa tietyn kokonaisuuden. Tällaisessa menettelyssä asennus- ja valmistusteknisistä seikoista palautteen saaminen suunnittelijoille on tehokkaampaa kuin perinteisessä pieniin osiin pilkotussa suunnittelu- ja toteutustavassa. Tässäkin tapauksessa on valmistajan, asiakkaiden ja muiden alihankkijoiden välinen hyvä yhteistyö erittäin tärkeää. Asiakaspalautteen keräämisen ja käsittelyn on oltava systemaattista, jotta osaaminen nousee kilpailevien yritysten ja toteutustapojen edelle. Osaavan yrityksen palveluille löytyy rakennusalalta aina kysyntää. Suunnitteluvastuun ottaminen on haasteellinen prosessi, joka kuitenkin mahdollistaa ylivertaisten kilpailuetujen saavuttamisen omalla erikoisalueella.

Valmistajien erikoistuminen kapealle tuotealueelle voi olla välttämätöntä, jotta automatisoinnilla voidaan korvata käsityötä. Jos esimerkiksi elementtitehdas erikoistuu ainoastaan laattapintaisten sandwichelementtien tekoon, on kannattavaa automatisoida laattojen käsittely huomattavasti nykyistä pidemmälle. Tavoitteena ei saa olla pelkäämään käsityön siirtäminen ulkoa rakennustyömaalta sisälle tehtaaseen.

Tavoitteena on myydä enemmän älyä ja vähemmän materiaalia

5.2.2 Suunnittelijat

Esivalmistusasteen nostamisessa suunnittelukysymykset ovat keskeisessä asemassa. Yleisesti ottaen on hyväksytty ajatus, että teollisempi tuotanto vaatii enemmän suunnittelutyötä ja -aikaa. Panostamalla suunnittelussa mm. tarkempaan mittojen käsittelyyn, risteyskohtien törmäysten ehkäisemiseen sekä vakioituihin detaljeihin ja mittoihin voidaan useita työmaalla tehtäviä työvaiheita siirtää tehtaisiin esimerkiksi talotekniikan asennuksissa. Pidemmälle vietyyn suunnitteluun panostaminen mahdollistaa myös hallitumman rakennusvaiheen. Nykyiset suunnittelutyökalut mahdollistavat 3D ja 4D-mallien tekemisen, joilla voidaan havainnollistaa rakennuksen ja rakentamisen ongelmakohtia. Kaikkien suunnittelualojen ristiriitatilanteiden ratkominen automaattisesti ei kuitenkaan ole ihan vielä mahdollista.



Kuva 28. Suunnittelijoiden tehtäviä esivalmistusasteen nostamisessa.

Perinteisesti rakennuttajien ja suunnittelijoiden sekä jossakin määrin urakoitsijoiden ja suunnittelijoiden välinen yhteistyö on ollut tiivistä. Rakennustuotannon kehittäminen vaatii kuitenkin myös teollisuuden tiivistä yhteistyötä suunnittelijoiden kanssa. Iso askel yhteistyön suuntaan voisi olla, että teollisuus ottaa suunnitteluvastuun tekemällä elementtisuunnittelusopimukset suunnittelijoiden kanssa. Pidemmälle vietyinä kysymyksen tulevat myös partnering-sopimukset.

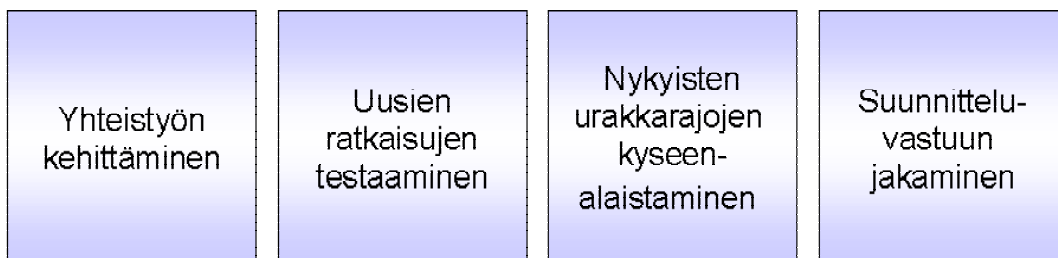
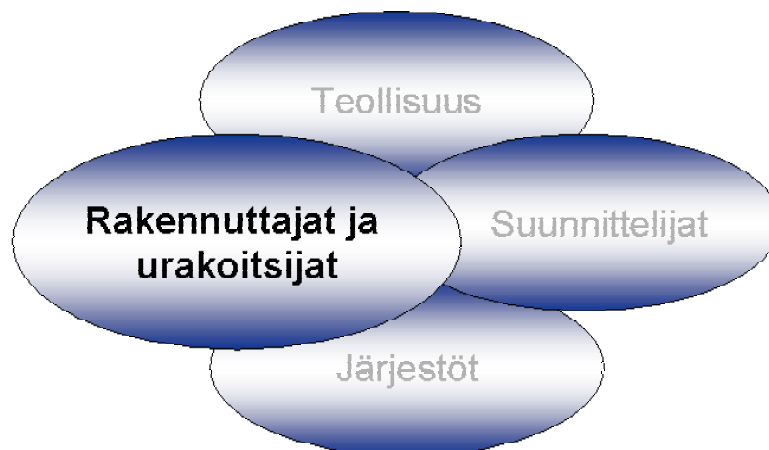
5.2.3 Rakennuttajat ja urakoitsijat

Rakennuttajat ja urakoitsijat ovat avainasemassa yhteistyön kehittämisessä. Edellä mainituilta pitää löytyä halukkuutta hoitaa asioita toisin kuin aiemmin. Eri urakoiden sisältöjä ja suunnittelukäytäntöjä tulee kyseenalaistaa rohkeasti. Onko tarpeen, että arkkitehdit suunnittelevat jokaiseen taloon erilaiset ikkunadetaljit. Vai voisiko valmistaja suunnitella ne ja vastata niiden toimivuudesta? Entä miksi urakkarajat ovat tehtäväjaon mukaiset? Voisivatko ne olla enemmän tuoteosakauppaa tai rakentamisprosessia edistäviä?

Suunnittelun johtamisella on mahdollista edesauttaa esivalmistettujen rakennusosien käyttöä. Päätökset elementtien käyttämisestä kannattaa tehdä jo hankkeen alkuvaiheessa. Suunnittelussa sekarakenteiden ja räätälöinnin välttäminen ovat keskeisiä keinoja nostaa esivalmistusastetta. Päätösten viivyttely tai muuttaminen aiheuttaa helposti sen, että hankkeesta tulee vaikeasti rakennettava.

Rakentamisessa laatuvaatimukset ja rakennuksen koko elinkaaren toimivuusvaatimukset kiristyvät jatkuvasti aiheuttaen samalla rakentamiskustannusten kohoamista. Kustannusten kohoamista voidaan hillitä tehostamalla toimintaa ja rationalisoimalla tuotantoa.

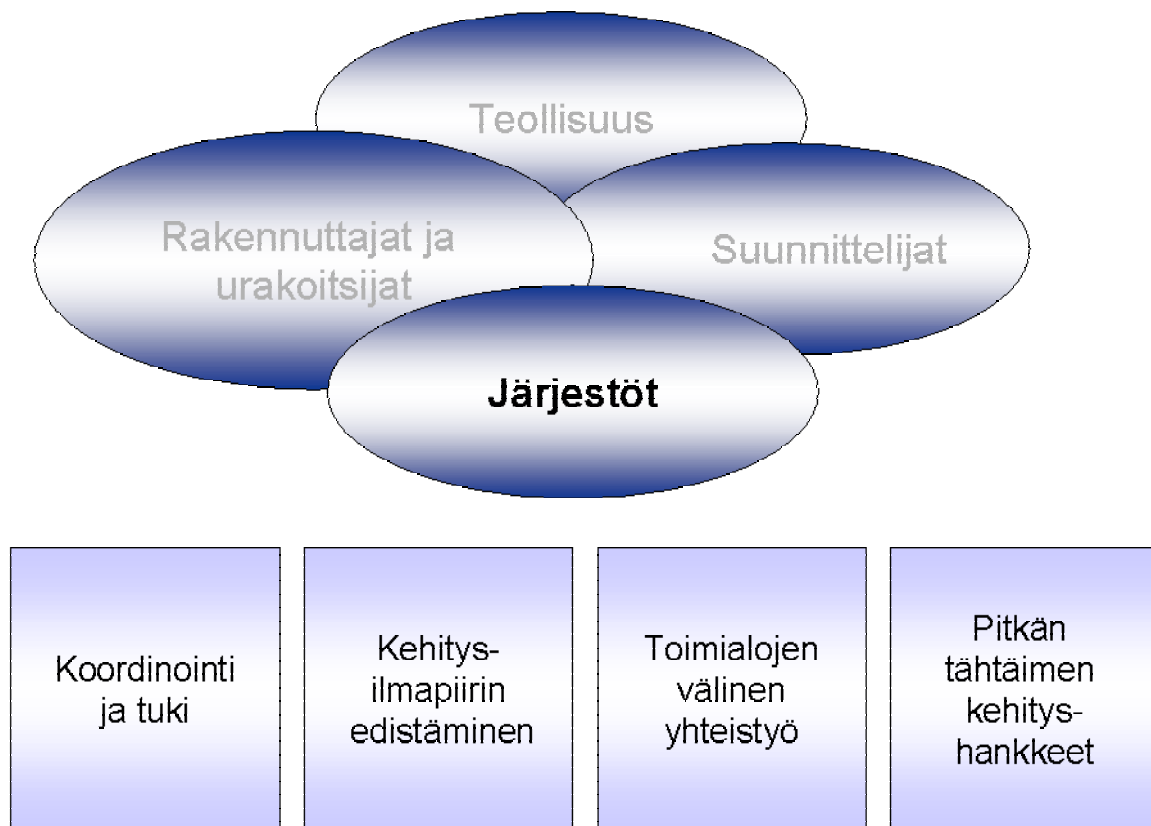
Rakennusalalla tulee yhteistyössä selvittää, mitkä asiat ovat rakennusprojekteissa oleellisia ja vaativat ainutkertaista suunnittelua ja mitkä asiat voidaan hoitaa tuotteistetusti.



Kuva 29. Rakennuttajien ja urakoitsijoiden tehtäviä esivalmistusasteen nostamisessa.

5.2.4 Järjestöt

Järjestöjen tärkein tehtävä esivalmistusasteen nostamisen ja tuotekehityksen edistäjänä on toimia koordinaattorina. Kehitysilmapiirin kohottaminen vaatii järjestöjen toimenpiteitä, jotta eri osapuolia sekä toimialan sisällä että toimialojen välillä saadaan kehittämään asioita samaan suuntaan. Järjestöjen pitää myös pyrkiä katsomaan pidemmälle tulevaisuuteen kuin mitä yritykset tekevät. Yritysten tekemässä tuotekehityksessä on tavoitteena nopeat tulokset ensisijaisesti omalle yritykselle. Järjestöt voivat tarkastella asioita kokonaisvaltaisemmin ja painottaa enemmän muitakin kuin yritystaloudellisia näkökohtia.

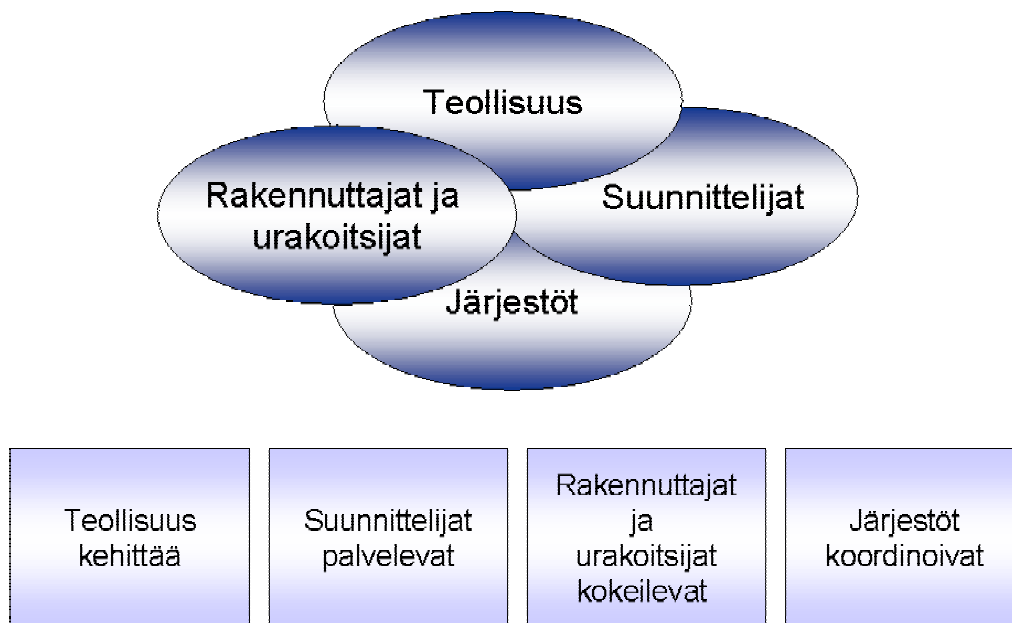


Kuva 30. Järjestöjen tehtäviä esivalmistusasteen nostamisessa.

5.2.5 Yhteistyö

Esivalmistusasteen nostamisessa tärkeintä on pitkäjänteinen yritysten välinen yhteistyö. Kun myös loppukäyttäjän näkökulma otetaan kehitystyössä huomioon, on kannattavalle uudelle liiketoiminnalle edelleenkin uusia mahdollisuuksia.

Useat tutkimuksen aikana esiin nousseet ongelmat ja tarpeet ovat olleet esillä aiemmin. Ilmeisesti rakentamisen pitkäjänteisyys rajoittuu yksittäisten rakennusprojektien keston, mikä on liian lyhyt aika hedelmälliseen kehitystoimintaan. Tuotekehitys- ja palauteprosessiin on kiinnitettävä enemmän huomiota, mikäli halutaan työmailla kerta toisensa jälkeen esiin tulevia ongelmia ratkoa merkittävästi. Suunnittelu- ja esivalmistusvaiheen ongelmat ilmenevät työmaalla piikkauksena ja paikkauksena, jotka eivät kuulu valmisosarakentamisen työmenetelmiin.



Kuva 31. Eri osapuolten keskeisimmät tehtävät esivalmistusasteen nostamisessa.

**Yhteistyöllä päästään hallitumpaan,
turvallisempaan, laadukkaampaan
ja tehokkaampaan rakentamiseen**

	Betonelementtiteollisuus: Tuomo Kovanen, Eeva Konsti, Lasse Happonen, Heikki Aapro.	Urakoitsijat: Raimo Ellonen, Ano Korhonen	Muut: Tarja Merikallio, Ilkka Romo
Kosteuden hallinta ja esivalmistusasteen nostaminen			
Esivalmistettujen hormielementtien käyttö tiiviimmän valun aikaansaamiseksi?	<p>Helpottaa tiiviin valun tekoa.</p> <p>Tarkistus ennen käyttöönottoa.</p> <p>Äänitekniikankin takia käytetään yhä enemmän.</p> <p>Nopeuttaa rakennusaikaa.</p> <p>Kahta elementtiä ei valeta/juoteta toisiinsa, Plaano tiivistää.</p> <p>Kyllä, Esim. Elpotek-valmishormit.</p> <p>Aikataulut nopeammin</p> <p>Sewatec ja kerralla valmista.</p> <p>On kokeiltu läpimenojen laittamista jo ontelolaattatehtaalla. Käsityötä ja haittaa prosessin häiriötöntä etenemistä - ei perusteltavissa.</p>	<p>Totta kai edesauttaa ja samoin kuin lävistysosatkin.</p> <p>Myös lämpö pysy paremmin, kun holvi saadaan nopeasti tiiviiksi.</p> <p>Kaikkien valmisosien käyttö on eduksi</p>	Kyllä kannattaa
Esivalmisteiset läpivientikappaleet esim. lämpö- ja sähköputkien läpimenojarjat. Arvioi hyviä ja huonoja puolia. Onko käyttökokemuksia?	<p>Hylsyt, jotka tulee holvin pintaa ylemmäksi voisivat toimia patona.</p> <p>Hormit pysyy mitoissaan.</p> <p>Positiivisia kokemuksia peltisistä läpivientikappaleista.</p> <p>Ellei käytetä niin kilpajuoksua, kuka ensin kerkiää asentaa putket.</p> <p>Hyviä asioita. Esim. Sewatek</p> <p>Elementtiteollisuuden pitää olla aktiivisena.</p> <p>Rakennusliikkeiden pitää tehdä tarkempia ja</p>	<p>Tiivistää hyvin, nopeuttaa seuraavaa työvaihetta, lämmitys tehokkaampaa.</p> <p>Lvis-urakoitsijoiden kyky sopeutua ongelmana.</p> <p>Mittatarkkuus vaativampaa.</p> <p>Hyviä puolia: holvit saadaan nopeasti umpeen, asennustarkkuus paranee.</p> <p>Huonoja puolia: yksi hankinta lisää, suunnitteluun yksi asia lisää, ennakkosuunnittelu vaativampaa,</p>	<p>Kaikki läpimeno-osat plussaa.</p> <p>Lämpönousut ilman muuta.</p> <p>Sähköputket tapauskohtaisia, vaatii mittatarkkuutta, että saadaan väliseinien kohdalle</p> <p>Tiivis välipohja edellyttää näitä tai edes kauluksen käyttämistä.</p> <p>Esivalmistetut LVI-asennusosat?</p> <p>Kololaatan valaminen, auki olevat ontelot riskialttiita vesipesille.</p>

	Betonelementtiteollisuus: Tuomo Kovanen, Eeva Konsti, Lasse Happonen, Heikki Aapro.	Urakoitsijat: Raimo Ellonen, Ano Korhonen	Muut: Tarja Merikallio, Ilkka Romo
	<p>vaativampia suunnittelusopimuksia.</p> <p>Ontelolaattoihin on joskus asennettu suoraan läpimenokappaleet tehtaalla. Edellinen vaatii ontelolaataston suunnittelun ontelolaattasuunnittelun lisäksi. Tällaiseen päädyttiin, koska paikallavalu oli nopeampaa.</p> <p>Hormipoikkileikkausten vakioiminen? Saatava vakioratkaisuiksi. Ei ole mielekäästä, että yhdellä työmaalla on useita kymmeniä erilaisia hormipoikkileikkauksia.</p> <p>Pelkästään hyviä käyttökokemuksia.</p>	<p>suunnitteluvaiheessa ei vielä jakseta paneutua asiaan riittävästi.</p>	
Voisiko käyttää esivalmistettuja kh-laattoja, joiden viemäriä voisi käyttää sadeveden poisjohtamiseen?	<p>Vaatii asennustarkkuuta Viemärikallistukset tarkkoja, toisaalta saadaan enemmän kallistusmahdollisuutta.</p> <p>Suunnittelu melko vapaata</p> <p>Otettava suunnittelussa huomioon.</p> <p>Valinta riittävän ajoissa</p> <p>Luultavasti toimiva juttu.</p>	<p>Teoriassa kyllä, mutta otettava suunnittelussa huomioon.</p> <p>Pitäisi löytyä myös enemmän valmistajia ja kilpailua</p> <p>Saisiko ontelolaattaan viemärivedot valmiiksi?</p>	<p>Yhtä lailla - voi olla paikallavalua parempikin ratkaisu.</p> <p>Huomattava, että kololaatta jatkuu huoneiden puolelle. Jälkivalut erilaisessa kosteustilassa, kuin tasoitettavat alueet.</p>
Esivalmistusasteen nostaminen			
Kuinka rakennustyömaan esivalmistusastetta voidaan nostaa?	<p>Rakennedetaljit pomminvarmat ja toteutus vakioitu.</p> <p>Yksityiskohtien ratkomista.</p> <p>Jälkitöitä mahdollisimman vähän.</p> <p>Rakenteiden liitokset vaikeuttavat esivalmistusasteen nostamista.</p> <p>Elementteihin ei pidä suunnitella reikiä vaan tuoteosia.</p>	<p>Liitosdetaljiikka on keskeisessä asemassa.</p> <p>Ennakkosuunnittelun tarkkuuden nostaminen haasteena.</p> <p>Tuotteiden edelleen jalostaminen, valmiimpaa pintaa.</p> <p>Ontelolaatan yläpinnan kehittäminen ja kaareutumisten vähentäminen.</p>	<p>Kylpyhuoneen pohjalaatat, hormielementit, esivalmisteiset vesi& viemäriputket ja läpimeno-sarjat.</p> <p>Valmiimmat pinnat.</p>

	Betonelementtiteollisuus: Tuomo Kovanen, Eeva Konsti, Lasse Happonen, Heikki Aapro.	Urakoitsijat: Raimo Ellonen, Ano Korhonen	Muut: Tarja Merikallio, Ilkka Romo
	<p>Valmiimpaa pintaa voidaan tehdä jo tehtaalla</p> <p>Tehtaalla teollisempi valmistus; vakioratkaisujen käyttö, ei kuitenkaan sitä mitä 70-luvulla.</p> <p>Sarjatyön mahdollistaminen.</p> <p>Teollisuuden pitää ottaa suunnitteluvastuuta</p> <p>Rakennusliikkeet voivat tehdä omissa halleissaan esivalmistusosia esim. saunoja, vesikattoja jne.</p> <p>Tässä projektissa teollistamalla edelleen tuotantoa.</p> <p>Valmiskomponenttien käytön lisääminen</p> <p>Julkinen sana ihannoi työmaalla tekemistä. Tehtaalla tehdään yksinkertaista ja bulkkia - asennemuutoksen aikaansaanti.</p> <p>Talotekniikan integrointi</p> <p>Kylpyhuonelaattojen käyttäminen</p> <p>Valmiimpi sisäpinta sandwichelementtiin</p> <p>Vesieristeet kh-laattoihin Kattoelementtien kehittäminen?</p> <p>Hissikuiluelementit.</p> <p>Stömfors:in kanssa kehitetty rasia jolla hoidetaan sähkövaraukset.</p>	<p>Valmiiksi kertaalleen pintakäsitellyt elementit.</p> <p>Rakennusosien käyttö; hissikuilut porrashuoneet, hormit, parvekkeet, julkisivut.</p>	
<p>Nykyään rakennuslityksessä määrätään pitkälti kuinka rakennustyö suoritetaan.</p> <p>Kuinka rakentamisen organisointia voisi kehittää siten,</p>	<p>Kun rakennusliike vertaa kustannuksia, niin kustannukset hajoaa eri litteroille esim. väestönsuoja. Esivalmistuksen todellisia kustannussäästöjä ei nähdä.</p> <p>Pitäisi päästä eroon kuppikuntaisuudesta.</p>	<p>Tuoteosakauppa. Silloin kehittyä, kun tekijä itse suunnittelee. Nykyisessä järjestelmässä ei kehityshalua.</p> <p>Partnering-toimintamalli myös edesauttaa.</p>	<p>Urakka-asiakirjoissa ei pitäisi lukita ratkaisuja.</p> <p>Enemmän suunnitteluvastuuta pitäisi siirtää urakoitsijalle.</p>

	Betonelementtiteollisuus: Tuomo Kovanen, Eeva Konsti, Lasse Happonen, Heikki Aapro.	Urakoitsijat: Raimo Ellonen, Ano Korhonen	Muut: Tarja Merikallio, Ilkka Romo
<p>että tuotannossa olevien yritysten halu kehittää tuotteitansa esivalmisteiseen suuntaan lisääntyisi?</p> <p>Esim. vesikaton tuotekauppa esivalmistusasteen nostoa mahdollistavana tekijänä?</p>	<p>Esimerkiksi sähkömiehet ja putkimiehet voisivat työskennellä enemmänkin elementtitehtaalla.</p> <p>Muutosvastarinta</p> <p>Vastuun ottaminen suunnittelusta, asenne.</p> <p>Vaatii pitkäjänteisyyttä - ei onnistu yhden projektin kehityshankkeissa.</p> <p>Tuoteosakauppa- ja partnering-menetelmillä voidaan siirtää tekemistä työmaalta tehtaalle. Alihankkija joutuu tekemään mahdollisesti suuriakin investointeja ja opettelemaan uusia asioita kantapään kautta, mutta lopulta saavutetaan merkittävää kilpailuetua.</p> <p>Yleinen imagon luonti, asenne</p> <p>Laadun ja kustannusten kautta teollisuuden on osoitettava oma asema.</p> <p>Kehittäjistä pulaa.</p> <p>Rakennusliikkeet avainasemassa. He valitsevat ratkaisut. Kriteereinä mm. nopeus ja kustannukset. Markkinoiden kysyntään ja vaatimukseen pitää löytyä ratkaisut.</p> <p>Teollisuudessa koulutustarpeita, tuotantomenetelmiä voisi kehittää</p> <p>Tuoteosakauppa, Tempo toimitilapuolella; suunnittelu, valmistus ja asennus. Myydään tilaratkaisuja, voidaan itse ideoida hyvin valmistettava ja asennettava kokonaisuus.</p> <p>Asuntopuolella otettu suunnittelu mukaan painopistealueeksi. Asennusta ei oteta. Keinoina</p>	<p>Vesikaton tuoteosakauppa? Tavallinen harjakatto Helsingissä on aina peltiä, peltiurakka, timpureilla puutyöt - tuskin löytyy sopivia urakoitsijoita.</p> <p>Pientaloissa enemmän mahdollisuuksia.</p> <p>Tasakatot lähempänä tuoteosakauppaa. Helpompi pääurakoitsijalle</p> <p>Rakennusosille pitäisi määrittää laatuluokitukset, mitkä rakennusosan tulee täyttää. Tekijä saisi päättää, kuinka toteutetaan</p> <p>Valintoja tekevä päättäjä vastuullisessa asemassa eli rakennuttaja.</p> <p>10-vuotistakuu aiheuttaa varovaisuutta kokeiluihin. Uudet tekniikat yleistyvät vasta kun kokemusta kerääntyy.</p>	<p>Teknisiä ratkaisuja ei pitäisi lukita</p> <p>Design-tyyppinen kilpailuttaminen</p>

	Betonielementtiteollisuus: Tuomo Kovanen, Eeva Konsti, Lasse Happonen, Heikki Aapro.	Urakoitsijat: Raimo Ellonen, Ano Korhonen	Muut: Tarja Merikallio, Ilkka Romo
	<p>verkottuminen suunnittelijoiden kanssa ja partnering.</p> <p>Sarjavalmistuksen nopeus elementeissä on kolminkertainen yksittäistuotantoon verrattuna.</p> <p>Rakenteiden yksinkertaistaminen esim. ruudut ja kantavat saman paksuisina? Yhdenlaiset ansaat, vain yksi ulkonurkka ja sisänurkkadetalji. Vähemmän osia, vähemmän kustannuksia.</p> <p>Bulkki-tuotanto / räätälöinti / partnering keskimmäinen kallista Tuotteistetut vaihtoehtoratkaisut</p>		
Vesikatto ja IV-konehuone			
Vesikaton puurakenteiden esivalmistusasteen nostomahdollisuudet? Esim. kattotuolit tai esivalmistetut lohkot, räystäsrakenteiden teon nopeuttaminen	<p>Tehty kokeita puubetoniliittolaatalla. Kokeilut loppuivat, koska puun eläminen on hallitsematonta rakentamisen aikaisten kosteuden vaihteluiden takia.</p> <p>Maassa tehdyt katot. Kalvoja saatavilla / Kortelainen</p>	<p>Nyt käytetään pääasiassa valmiita kattotuoleja.</p> <p>On kokeilu myös kattorungon tekoa maassa ja kahdessa osassa ylösnostoa. Vaatii paljon suunnittelua, tontin koko huomioitava, joissakin tapauksissa voisi selvittää. Normaali katto ei luultavasti kannattavaa</p> <p>Vanerin käyttöä on kokeiltu räystäsrakenteissa.</p> <p>Kehitettävää löytyy.</p>	<p>Kattotuolit</p> <p>Joissakin voisi onnistua maassa rakentaminen</p>
IV-konehuoneen esivalmistusasteen nostaminen? - Iv-konehuoneet samoilla runkoratkaisuilla kuin kerroksetkin? - Iv-konehuone tilaelementteinä?	<p>Myös asuntorakentamisessa paineita, koska esim. lämmön talteenotto kehittynyt ja energian säästö entistä oleellisempaa. Tekniikkapaketti jossa mm. hissikonehuone, LVI-tekniikkaa.</p> <p>Lämpöbetonielementeistä.</p> <p>Tilaelementillä.</p> <p>Hissikuilun kattolaatta.</p>	<p>Tilaelementtejä on käytetty iv- ja hissikonehuoneissa. Sähköt, hoitosillat yms. on asennettu valmiiksi, iv-urakoitsija tekee asennukset kun tilaelementti on asennettu paikoilleen. Suunniteltu näin.</p> <p>Voisi selvittää IV-asennusten tekoa ennen paikoilleen nostoa?</p> <p>Esim. Artlevy Ky tekee tilaelementtejä.</p> <p>Tilaelementtejä tehty ja käytetään jonkin</p>	<p>Tilaelementtinä pitäisi kehittää pitemmälle.</p>

	Betonielementtiteollisuus: Tuomo Kovanen, Eeva Konsti, Lasse Happonen, Heikki Aapro.	Urakoitsijat: Raimo Ellonen, Ano Korhonen	Muut: Tarja Merikallio, Ilkka Romo
		verran teollisuuskohteissa, jostakin syystä ei kovin suosittuja. Laitteiden huolto ulkoa käsin, tilankäyttö minimoitu, vesitiiviysmielessä helppoja.	
IV-konehuoneen lattian nopeampi toteutus esivalmistusastetta nostamalla?	Kylpyhuonelaatan soveltaminen. Vesieristeen kehittäminen välipohjalaataan valmiiksi. Lämpöbetonielementit. Tuotteella hyvä lämmön- ja vedeneristyskyky. Ralf Lindberg tuntee lämpöbetonin paikallavalupuolta. Esimerkiksi korotusvalut. Kyllä	Pitäisi miettiä, vesieristys pitää olla valmiina ennen asennusten tekoa. Nyt on ratkaistu erikoispinnoitteella, jota voidaan käyttää kostean betonin päällä. Iv-konehuoneissa tehot kasvaa ja jäähditys lisääntyy.	
IV-asennusten esivalmistusasteen nostaminen vesikatolla?	Valmiiksi eristetyt määrämittaiset putket ullakolle. Cadin hyväksikäyttö. Osaamis- / tottumuskysymys. Jos halutaan, niin riittävä mittatarkkuus on saavutettavissa Järjestettävä riittävästi tilaa tehdä ullakolle Ks. Kortelaisen kalvot.	Valmisosilla heti elementtien asennuksen jälkeen huippumurit jalustoineen.	
Muut yläpohjaratkaisut?	Parvekekattoja ei ole mallinnettu. Niissä kehitettävää.	Enemmän valmisosia. Suunnitteluratkaisut, jotka saadaan nopeasti vedenpitäväksi.	
Ikkunat			
Arvioi ikkunoiden asentamista jo tehtaalla. Hyvät ja huonot puolet.	Hyvää: Rakennus nopeasti lämpimäksi. Rakenteiden kuivuminen alkaa nopeammin. Vähentää nostokapasiteetin tarvetta työmaalla.	Hyvää: Esivalmistusaste nousee, työmaatyö vähenee. Logistiikkaongelman pitäisi olla helpommin ratkaistavissa tehtaalla. Logistiikka	En usko tehtaalla asentamiseen, valumavedet syövyttäneet ikkunoita. Suojaus- ja logistiikkaongelmat Ulkoseinätoimittajalla pitää olla aktiivisuutta

	<p>Betonelementtiteollisuus: Tuomo Kovanen, Eeva Konsti, Lasse Happonen, Heikki Aapro.</p> <p>Halvempaa tehdä tehtaalla.</p> <p>Kuljetukset yleensä ok</p> <p>Ruotsissa toimitetaan julkisivuelementtejä ikkunat paikoillaan ja sisäpuoli tasoitettuna ja kertaalleen maalattuna. Ikkunat kannattaa asentaa tehtaalla.</p> <p>Rikkoontuminen hyvin vähäistä, muutoinkin elementtejä käsiteltiin varovaisemmin.</p> <p>Joskus tehty, nostaa esivalmistusastetta.</p> <p>Kehitettävää: Ikkunoiden rikkoontumisten vähentäminen.</p> <p>Vastuukysymykset jos rikkoontuminen tapahtuu kuljetuksessa/työmaalla.</p> <p>Logistista yhteistyötä kehitettävä ikkuna ja betonelementtitehtaan välillä. Viimeaikoina tälle sektorille on tullut myös uusia tehokkaita välineitä.</p> <p>Kalkkivesiongelma ja logistiikkaongelma.</p> <p>Ikkunat pitää valmistaa aikaisemmin.</p> <p>Ikkunatehdas on tottunut pakkaamaan huoneistokohtaisesti,</p> <p>Tilaongelma tehtaalla.</p> <p>Betonin käsittely erilaista kuin puun käsittely/asenne.</p>	<p>Urakoitsijat: Raimo Ellonen, Ano Korhonen</p> <p>työmaallakin hankalaa.</p> <p>Kehitettävää: Olisi hyvä ratkaisu, mutta käytännössä ikkunat tehdään yhtäällä ja betonelementit toisaalla. Mahdollisesti päinvastaisella puolella Suomea.</p> <p>Jos asennetaan tehtaalla, niin paljon kehitettävää, pelkkä kiinnitys ei riitä. Tehtävä myös tiivistykset, vesipellit, saumaukset, suojaukset jne.</p> <p>Vaatisi partnerin menettelyä ikkunatehtaan kanssa.</p> <p>Laatuongelmat asennuksessa.</p> <p>Kun tätä kokeiltu, niin laseja on rikkoontunut ja likaantunut.</p> <p>Ikkunoiden ja elementtien seisottaminen tehtaan varastolla ei myöskään ole hyväksi.</p>	<p>Muut: Tarja Merikallio, Ilkka Romo</p> <p>ratkaisun kehittämiseen, että voisi onnistua.</p>
Märkätilat			
Märkätilan lattia on ongelma-kohta työmaalla; paljon tekniikkaa, puutteellista	<p>Hyviä puolia: Hyvissä oloissa tehty.</p>	<p>Hyviä puolia: Elementit hyvä ratkaisu, jännevälit ja tukirakenteet suunniteltava.</p>	<p>Hyviä puolia: Esivalmistus ok</p>

	Betonelementtiteollisuus: Tuomo Kovanen, Eeva Konsti, Lasse Happonen, Heikki Aapro.	Urakoitsijat: Raimo Ellonen, Ano Korhonen	Muut: Tarja Merikallio, Ilkka Romo
suunnittelua, piikkausta, mahdollisesti jopa työturvallisuusriskejä Arvioi esivalmistettujen KH-laattojen, KH-elementtien hyviä ja huonoja puolia.			
	<p>Suunniteltu tarkemmin ja tehty suunnitelmien mukaan.</p> <p>Lattialämmitys parempi tehdä vakio-oloissa kuin työmaalla.</p> <p>Suunnittelu tarkistetaan tehtaalla.</p> <p>Selkeyttää työmaata.</p> <p>Kuivempaa rakentamista, kuin paikalla tekeminen.</p> <p>Nopeuttaa rakennuksen tekoa.</p> <p>Joustavat liitosmitat.</p> <p>Saattaa olla halvempi ratkaisu.</p> <p>Logistiikka helpompaa optioida tehtaalla kuin työmaalla.</p> <p>Valmis, teollinen tuote.</p> <p>Säästää aikaa.</p> <p>Kosteantilan elementtiseinillä hyvä kysyntä. Mm. sähkörsiat ja vesijohdon suojausputket on asennettu valmiiksi.</p>	<p>Pelkkä laatta olisi hyvä, kun olisi jo ontelolaatassa valmiina.</p> <p>Esivalmistusasteen nostaminen lyhentää työmaa-aikaa.</p> <p>Kehitettävää:</p> <p>Suunnittelutarkkuuden riittävyys, detaljien toimivuus.</p> <p>Asukkaan vaikutusmahdollisuudet.</p>	<p>Korkealujuusisesta betonista tehty kh-laatta - kuivempi ja tiiviimpi.</p> <p>Ei tule paksuja valuja.</p> <p>Kehitettävää:</p> <p>Rajoittaa suunnittelua, huono muuntojoustavuus elementeissä.</p>

	Betonielementtiteollisuus: Tuomo Kovanen, Eeva Konsti, Lasse Happonen, Heikki Aapro.	Urakoitsijat: Raimo Ellonen, Ano Korhonen	Muut: Tarja Merikallio, Ilkka Romo
	<p>Kehitettävää:</p> <p>Elementin paino saattaa olla ongelma</p> <p>Rasioinnit lattialämmityksessä joskus hankalia.</p> <p>Kantava rakenne, rakennusvalvonnan järjestäminen</p> <p>Suunnittelu otettava huomioon.</p> <p>Vertailu tilaelementtiin: tilaelementin tahdistus muihin asennuksiin tehtävä tarkemmin.</p>		
	<p>Paikalla tehdyissä seinissä yläosat täynnä reikiä, koska asennuksia ei ole suunniteltu.</p> <p>Laattaelementtejä kysellään.</p> <p>Kustannusvertailu puuttuu,</p> <p>Kaikkien työmaakustannusten selvittäminen: LVIS-asennukset, pintavalut, tasoitteet, virhekustannukset, ajan säästö.</p> <p>Elementtisuunnittelu on lisäkustannus</p>		
Syventäviä kysymyksiä			
Kenen pitäisi vastata kehitystyöstä esivalmistusasteen nostamisessa	<p>Yhteistyö, rakennuttajan vaadittava.</p> <p>Teollisuuden pitää olla veturina.</p> <p>Sopimustekniikka avainasemassa.</p> <p>Teollisuus</p>	<p>Valmistajat</p> <p>Teollisuus ja rakennusliikkeet.</p>	Urakoitsijat ja tuoteteollisuus yhteistyössä.
Miten yhteistyö esivalmistusasteen nostamisessa pitäisi järjestää?	Suunnittelu nyt hajallaan. Suunnittelija ei ole edes nähnyt tuotantoa saati itse tehnyt sitä mitä suunnittelee.	<p>Ainoastaan partnerin-toiminnalla mahdollista.</p> <p>Eri tahojen yhteiset kehitysprojektit ja niihin liittyvät pilottikohteet.</p>	<p>Rakennuttajien myötävaikuttaminen.</p> <p>Liian hitaat / nopeat aikataulut ongelmallisia.</p> <p>Pitkä rakennusaika ei takaa mitään.</p>

	Betonielementtiteollisuus: Tuomo Kovanen, Eeva Konsti, Lasse Happonen, Heikki Aapro.	Urakoitsijat: Raimo Ellonen, Ano Korhonen	Muut: Tarja Merikallio, Ilkka Romo
	<p>Informaatiojärjestelmä; palaute alihankkijalle--> alihankkijan erikoisosaaminen tilaajalle. Mestari tekee yhden työmaan vuodessa ja antaa siitä palautetta aliurakoitsijalle. Aliurakoitsija tekee ehkä 100 työmaata, joista saa palautetta. Aliurakoitsijalle syntyy erikoisosaamista, jota pitäisi hyödyntää enemmän.</p> <p>Tekijä (alihankkija) ottaa vastuuta asiakkaalta itselleen.</p> <p>Pitkäjänteinen yhteistyö, työskentely syvällä asiakkaan sisällä.</p> <p>Suhdannevaihteluiden ongelmat. Laskusuhdanteessa tuijotetaan enemmän hintaa.</p> <p>Tavoitetila, että partnerit eivät tule toimeen ilman toisiaan</p> <p>Partneringsuhteen syntyminen vaatii aikaa noin 4 vuotta. Ensin tunteminen, yhteistyö, luottamus ja lopuksi partnering.</p> <p>Esimerkiksi Specifinnin partner-toiminnan piirteitä: Lvis-kuvien kierto jätetty pois elementtisuunnittelusta. Elementtisuunnittelussa otetaan huomioon työmaanosturin sijainti ja kapasiteetti - käytetään hyväksi elementtijakoa suunniteltaessa. Saumamuodot valitaan juotostavan mukaan.</p> <p>Mallisähköistys</p> <p>Hissitoimittajayhteistyö</p> <p>Raudoitussuunnittelun lähtötietoina kuormat rakennussuunnittelijalta.</p>		<p>Päävastuu urakoitsijalla.</p>

	Betonelementtiteollisuus: Tuomo Kovanen, Eeva Konsti, Lasse Happonen, Heikki Aapro.	Urakoitsijat: Raimo Ellonen, Ano Korhonen	Muut: Tarja Merikallio, Ilkka Romo
	<p>Normaalisti elementtitoimittaja haluaa elementtikuvat 6 viikkoa ennen toimitusta, Specifinn tarvitsee elementtisuunnittelun lähtötiedot 6 viikkoa ennen toimitusta.</p> <p>Asiakkaan kanssa yhdessä tekemällä.</p> <p>Järjestöjen projektien keskityttävä perustiedon tuottamiseen.</p> <p>Yritykset hoitavat tuotteistamisen.</p> <p>Järjestöjen kautta yleiseen käyttöön</p>		
<p>Olivatko kysymykset oleellisia? Olisiko pitänyt kysyä vielä jotakin muuta?</p>	<p>Mittaustavat epämääräisiä.</p> <p>Teollistamisen näkökulma. Tuotteet valmistetaan teollisesti - ei toimi tällä hetkellä julkisivuissa.</p> <p>Suunnittelun ja tekemisen integrointi hyvässä vaiheessa. Virtuaaliprojekti- suunnitellaan älyllä eikä viivalla. Silloin päästään tuotteistamiseen. Tietotekniikan hyödyntäminen vaatii vielä paljon koulutusta.</p>		<p>Oleelliset asiat tuli käytyä läpi.</p> <p>Esivalmistusprojektin detaljisto. Kuinka projektin käyttöönotto on sujunut? Voisiko liittää tässä esivalmistusasteen nosto-osioon?</p>



Copyright © VTT, 2002

Copyright © Suomen betonitieto Oy, 2002