



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

NIKO SUNDELL
KYLPHYHUONE-ELEMENTTIEN KÄYTTÖ
ASUNTOTUOTANNOSSA
Diplomityö

Tarkastaja: tekniikan lisensiaatti Olli
Teriö ja professori Kalle Kähkönen
Tarkastajat ja aihe hyväksytty
Talouden ja rakentamisen
tiedekuntaneuvoston kokouksessa
4 pv. maaliskuuta 2015

TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Rakennustekniikan koulutusohjelma

SUNDELL, NIKO: Kylpyhuone-elementtien käyttö asuntotuotannossa

Diplomityö, 83 sivua, 4 liitesivua

Maaliskuu 2015

Pääaine: Rakennustuotanto

Tarkastaja: Tekniikan lisensiaatti Olli Teriö ja Professori Kalle Kähkönen

Avainsanat: Tuotteistaminen, kylpyhuone-elementti, asuntorakentaminen

Elementtirakentaminen on jo pitkään mahdollistanut rakennusten nopeamman tuotannon. Työvaiheiden siirtyminen hallittuihin tehdasolosuhteisiin ja muun muassa kuivumisaikojen vähentyminen ovat parantaneet rakentamisen laatua ja pienentäneet siihen kohdistuvia riskejä. Perinteisten betonielementtien lisäksi, rakentamisessa hyödynnetään nykyään myös valmistilaelementtejä. Asuntorakentamisessa eniten käytettyjä valmistilaelementtejä ovat kylpyhuone-elementit, joiden kustannustehokas hyödyntäminen vaatii kokemusta ja osaamista niin suunnittelijoilta kuin projektijohdolta. Asuntorakentaminen ja rakennuksen loppukäyttäjät luovat haasteita kylpyhuone-elementtien käytölle rakennusprosessissa.

Tämän tutkimuksen päätavoitteena on ollut kehittää kylpyhuone-elementtien käyttöä asuntotuotannossa ja kartoittaa siihen liittyviä ongelmia. Päätavoitteen saavuttamiseksi tutkimusongelmaa lähestyttiin alatavoitteiden kautta, joita olivat kirjallisuusselvitys rakennusosan tuotteistamisesta ja kylpyhuone-elementin rakenteesta, tuotantotapojen analysointi ja vertailu sekä asuntorakentamisen erityispiirteiden arviointi.

Tutkimuksen kirjallisuusselvityksessä keskityttiin rakennusosan tuotteistusprosessiin sekä kylpyhuone-elementtien rakenteeseen. Tuotteistuksella on suuri merkitys kylpyhuone-elementtien tehokkaaseen tuotantoon ja prosessin sujuvuus on elinehto kylpyhuone-elementtien kilpailukyvyille. Kylpyhuone-elementtien rakenteeseen perehdyttiin tarkemmin tutustumalla elementtitehtaan tuotantoprosessiin. Kirjallisuusselvityksen perusteella kylpyhuoneiden merkittävin osa on tekniikkahormi, koska siihen havaittiin kulminoituvan merkittävä osa kylpyhuone-elementtien kannattavuuteen vaikuttavista tekijöistä. Empiirinen tutkimus toteutettiin haastatteleamalla rakennusprojektin osapuolia. Haastatteluihin valittiin sekä suunnittelu- että tuotantovaiheen osapuolia, joiden avulla selvitettiin kylpyhuone-elementtien käyttöön liittyviä haasteita. Lisäksi vertailtiin ja analysoitiin kylpyhuone-elementeillä ja paikallarakentamalla toteutettuja kerrostalokohteita.

Haastatteluiden, tuotantotapojen vertailun ja tutkijan omien havaintojen perusteella kartoitettiin kylpyhuone-elementtien ongelmakohtia asuntorakentamisessa. Merkittävimpiä ongelmakohtia olivat asukasmuutokset ja kylpyhuoneiden suunnittelussa huomioitavat ratkaisut.

ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Master's Degree Programme in Construction Engineering

SUNDELL, NIKO: Prefabricated bathrooms in the housing construction

Master of Science Thesis, 83 pages, 4 Appendix pages

March 2015

Major: Construction Management

Examiner: Licentiate of technology Olli Teriö and Professor Kalle Kähkönen

Keywords: Productization, Prefabricated bathrooms, construction of houses

Prefabrication has allowed faster production of the buildings for a long time. Transition of the operations to managed factory conditions and reduced drying time have improved the quality of construction and reduced risks. Nowadays in addition to precast concrete elements, there are also fully prefabricated apartment blocks. In the housing industry the most used apartment blocks are prefabricated bathrooms. The cost-effective utilization of the prefabricated bathrooms requires high experience and expertise from designers, builders as well as project managers.

The main objective of this study was to improve the use of prefabricated bathrooms in the housing industry and to study related problems. To achieve this, the research problem was divided to sub-objectives which are the literature review of productization of building components, analysis of the implementation methods and figuring out the characteristics of the housing industry.

Literature review focused on productization of the building blocks and structure of the prefabricated bathrooms. Productization has a great impact on cost-effective manufacturing of the prefabricated bathrooms and its competitiveness against other bathrooms solutions. Based on literature review the most important part of the bathrooms is chimney, because it culminates a major part of the factors affecting the profitability. The empirical research was executed by interviewing different parties of the construction project. The interviewees were chosen both designer and manager and the main objective was to find out the most significant challenges related to the prefabricated bathrooms. In addition, housing projects with prefabricated bathrooms and traditional bathrooms were compared and studied as well.

Main problems concerning prefabricated bathrooms in housing industry were sorted out with the results from the interviews and researcher's own findings. The most significant problem areas were the tenant modification and design requirements.

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on SRV Rakennus Oy:lle tehty diplomityö. Työ on suoritettu SRV Pirkanmaan alueyksikölle muiden työtehtävien ohella. Opinnäytetyön tarkastajina ja ohjaajina toimivat TTY:n rakennustekniikan yksikön yliassistentti Olli Teriö ja diplomi-insinööri Teemu Koskinen SRV Rakennus Oy:stä.

Haluan kiittää SRV Rakennus Oy:tä saamastani mahdollisuudesta toteuttaa diplomityöni yrityksessä. Työn tekeminen on ollut mielenkiintoinen ja erityisesti opettavainen projekti. Työ on lisännyt käsitystäni asuntorakentamisesta ja sen kustannustehokkaasta toteuttamisesta. Lisäksi haluan kiittää kaikkia haastatteluihin osallistuneita ja muuten työn suorittamisessa avustaneita SRV Pirkanmaan työntekijöitä.

Vanhempiani haluan kiittää koko opiskeluaikana saamastani tuesta opinnoissa ja sen ulkopuolella.

Tampereella 22.2.2015

Niko Sundell

SISÄLLYS

1	Johdanto	1
1.1	Tutkimuksen tausta	1
1.2	Tutkimuksen tavoitteet	2
1.3	Tutkimuksen rajaukset	3
1.4	Tutkimusmenetelmät ja tutkimuksen suoritus	3
1.5	Tutkimuksen rakenne	4
2	Rakennusosan tuotteistus	5
2.1	Tuotteistukseen liittyvä käsitteistö	6
2.1.1	Sisäinen ja ulkoinen tuotteistus	7
2.1.2	Massakustomointi	9
2.1.3	Modulointi	11
2.1.4	Konfigurointi ja vakiointi	12
2.2	Tuotteistaminen rakennusteollisuudessa	13
2.2.1	Tuotteistamisen tavoitteet ja siihen liittyvät ongelmat	15
3	Tuotteistetut kylpyhuone-elementit	17
3.1	Kylpyhuone-elementtien tuotanto	20
3.1.1	Pohjalaatta	20
3.1.2	Runkorakenteet	22
3.1.3	Kylpyhuoneen talotekniikka	24
3.1.4	Varusteet ja viimeistely	28
4	Asuntorakentamisen erityispiirteet	30
4.1	Asuntorakentamiseen vaikuttavat trendit	30
4.1.1	Demografia ja asumispreferenssit	31
4.1.2	Tehokas ja taloudellinen rakentaminen	33
4.2	Asukasvalinnat ja – muutokset	34
4.2.1	Muutostöiden vaikutus tuotantoon	34
4.3	Rakentamisen laatu ja riskit	35
4.4	Rakennusaika	37
5	Tutkimusmenetelmät ja tutkimuksen suoritus	39
5.1	Tutkimusmenetelmät	39
5.2	Tutkimuksen suoritus	40
5.3	Haastattelut	41
5.3.1	Tämän tutkimuksen haastattelut	42
5.3.2	Haastattelukysymykset	43
6	Kylpyhuone-elementtien käyttö asuntotuotannossa	44
6.1	Kylpyhuone-elementtien soveltuvuus asuntorakentamiseen	44
6.2	Asuntotuotantoprosessi	46
6.3	Hankesuunnitteluvaihe	47
6.3.1	Asukasvalinnat ja -muutokset	48
6.4	Rakennussuunnittelu	52

6.5	Tuotantovaihe.....	55
6.5.1	Kylpyhuone-elementtien asennustekniikka	56
6.5.2	Rakennusaikaiset riskit	59
6.6	Tuotantotapojen vertailu	61
6.6.1	Paikallarakennettu kylpyhuone.....	61
6.6.2	Rakennuskustannukset.....	63
6.6.3	Rakennusaika	65
6.6.4	Rakennus- ja takuuajaiset korjaustyöt	66
7	Kylpyhuone-elementtien käytön tehostaminen.....	69
8	Pohdinta	80
8.1	Tutkimustulosten arviointi	81
8.2	Tutkimuksen tarkastelu	82
8.3	Kehitys- ja jatkotutkimusehdotukset.....	82
	Lähteet.....	84

TERMIT JA NIIDEN MÄÄRITELMÄT

Massakustomointi	Järjestelmän muokkaaminen asiakkaan tarpeita vastaavaksi.
Perustajaurakoitsija	Rakennusliike, joka hankkii tontin, perustaa asunto-osakeyhtiön, rakentaa ja myy osakkeet asunnonostajille.
RS-järjestelmä	Rakennusvaiheessa asunnon ostajien oikeuksia suojaava järjestelmä.

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen tausta

Rakennusosalalla tuotevalikoima on rakennustuotteiden teollisen valmistuksen myötä laajentunut huomattavasti. Tuotteistaminen on tuonut rakennusosalalle lukuisia uusia rakenneratkaisuja sekä tuotantomenetelmiä. Lisäksi uudet rakenneratkaisut ovat tuoneet rakennusyrityksille ja suunnittelijoille haasteita projektien sujuvan läpiviennin varmistamiseksi.

Rakennusalan merkittävimmät tuotteistetut rakennusosat ovat betonielementtirakenteet, joiden käyttö on aloitettu jo 1950-luvulla. Myöhemmin elementtirakentaminen on yleistynyt ja nykyään sillä pystytään tuottamaan rakennuksia edullisemmin ja nopeammin. Nykyään valmistilaelementit ovat osa elementtirakentamista. Valmistilarakentamisessa rakennustekniset työvaiheet on siirretty työmaalta hallittuihin tehdasolosuhteisiin. Jotta valmistilaelementtejä voidaan käyttää tehokkaasti ja laadukkaasti, on yrityksen hallittava niihin liittyvät rakenneratkaisut ja riskit.

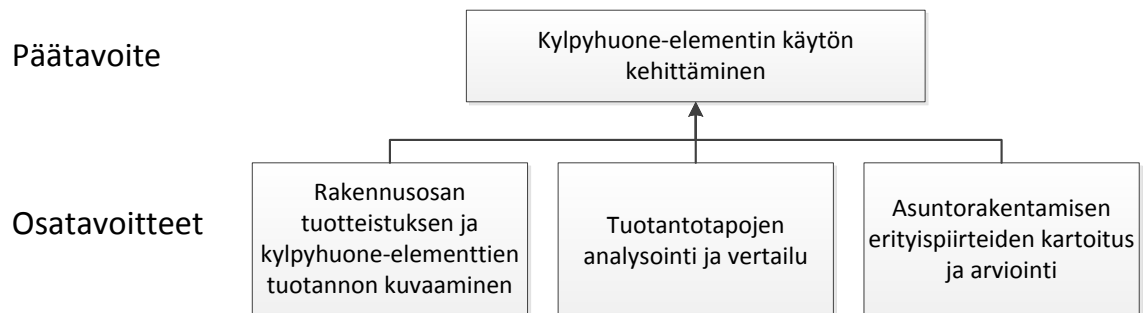
Kylpyhuone-elementti on tilaelementti, joka on ollut käytössä jo pitkään esimerkiksi laivarakentamisessa. Kylpyhuone-elementtiä käytetään erityisesti sairaala- ja hotellirakentamisessa mutta sen käyttö on viime vuosina lisääntynyt myös asuntorakentamisessa. Vaikka asuntorakentamisessa ei päästä kylpyhuone-elementtien käytön osalta hyödyntämään yhtä paljon monistamista kuin hotellirakentamisessa ja laivateollisuudessa, oikeanlaisella elementtien suunnittelulla ja hyödyntämisellä voidaan saada aikaan myös asuntotuotannon puolella merkittäviä kustannussäästöjä sekä aikataulu-etuja.

Työn tilaaja on SRV Rakennus Oy:n Pirkanmaan alueyksikkö. Tämä diplomityö on osa SRV:n asuntotuotannon kehittämisprosessia, jonka tavoitteena on parantaa yhtiön kannattavuutta ja tehostaa asuntotuotantoa suunnittelu- ja rakennusvaiheessa. SRV on 1987 perustettu projektijohtourakointiin keskittynyt rakennusalan konserni, jonka toimialaan kuuluvat toimitila- ja asuntorakentaminen. SRV rakentaa asuntoja yksityisille kuluttajille, eläkerahastoille, rakennuttajille ja julkisyhteisöille niin Suomessa kuin ulkomailla. Kotimaan asuntotuotanto keskittyy pääkaupunkiseudulle ja muiden suurien kasvukeskusten keskusta-alueille. Aluksi liiketoiminta oli pääsääntöisesti toimitilaurakointia mutta 1990-luvun laman jälkeen asuntotuotanto on kasvanut merkittäväksi osaksi SRV:n liiketoimintaa. Nykyään SRV Oyj on pörssilistattu yhtiö, jonka strategiana on keskittyä keskusta-asuntojen

perustajaurakointiin. Asuntotuotannon merkitys on kasvanut viime vuosina ja tällä hetkellä asuntotuotannon osuus on noin puolet yhtiön kotimaan liikevaihdosta.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet

Tutkimuksen päätavoitteena on kehittää kylpyhuone-elementtien käyttöä asuntorakentamisessa ja selvittää sen kannattavuuteen vaikuttavia tekijöitä. Tutkimuksessa kartoitetaan kylpyhuone-elementtien kriittisimmät pisteet asuntotuotantoprosessissa, joiden huomioiminen on perusedellytys elementtien hyödyntämiseksi tehokkaasti. Päätavoitteen saavuttamiseksi on tutkittu kylpyhuone-elementin tuotantoa, tekniikkaa ja soveltuvuutta asuntorakentamiseen. Kylpyhuone-elementtien erityispiirteitä selvitetään tutkimuksessa osatavoitteiden kautta. Tutkimuksen päätavoite ja osatavoitteet on esitetty kuvassa 1.1.



Kuva 1.1. Tutkimuksen tavoitteet.

Kylpyhuone-elementin rakenteen selvittämiseksi tutkimuksessa käsitellään rakennusosan tuotteistamista yleisesti. Tuotteistaminen on oleellinen osa valmistilaelementtien tuotantoa, johon liittyvät erityispiirteet vaikuttavat elementtien käytön kannattavuuteen. Lisäksi kartoitetaan kylpyhuone-elementtien tyyppisiä, tuotantovaiheita ja asennustekniikkaa. Näiden tunteminen on perusedellytys elementtien onnistuneelle suunnittelu- ja toteutustyölle.

Tuotantotapojen analysoinnilla ja vertailulla arvioidaan kylpyhuone-elementtien käyttöä eri tekijöiden suhteen. Tuotantotapojen vertailussa käsitellään muun muassa rakennusaikaa, laatutekijöitä ja rakennuskustannuksia. Vertailun tavoitteena on tuoda esille konkreettista tietoa tuotantotapojen eroista.

Kehittääkseen kylpyhuone-elementtien käyttöä asuntorakentamisessa tulee siihen vaikuttavat erityispiirteet ja haasteet selvittää, jotta ne voidaan huomioida toteutuksessa. Asuntorakentamisen erityispiirteinä selvitetään muun muassa asukasmuutosprosessia, urakkamuotojen ja kohdetyyppien vaikutusta sekä nykyisen asuntorakentamisen

suuntauksia. Tavoitteena on arvioida, miten asuntorakentaminen vaikuttaa kylpyhuone-elementtien käytön kannattavuuteen. Kylpyhuone-elementtien käyttöä asuntorakentamisessa arvioidaan prosessiteorian kautta. Prosessiteoriassa käsitellään rakennusvaihetta edeltäviä, rakennusvaiheen aikaisia ja jälkeisiä tekijöitä. Näiden perusteella selvitetään kylpyhuone-elementti -toteutuksen edut ja haasteet koko rakennusprosessin ajalta.

1.3 Tutkimuksen rajaukset

Kylpyhuone-elementtien käyttöä asuntotuotantoprosessissa tutkitaan Suomen alueella. Asuntotuotanto Virossa ja Venäjällä jätetään tämän tutkimuksen ulkopuolelle. Työn alueellinen painopiste keskittyy Tampereen alueelle. Työssä käytetyt referenssikohteet on valittu Tampereen alueelta ja ympäryskunnista, kuten Ylöjärveltä ja Kangasalalta.

SRV:n strategian mukaisesti työssä keskitytään keskusta-alueiden asuntorakentamiseen. Sairaala-, hotelli- ja palvelutalorakentamista ei tässä yhteydessä oteta tarkasteluun vaan painopiste on omaperusteisissa kerros- ja rivitalokohteissa.

Tutkimuksessa käsitellään ainoastaan asuntorakentamisessa käytettyjä kylpyhuone-elementtejä. Muita tilaelementtejä ei tässä yhteydessä oteta tarkasteluun. Kylpyhuone-elementeissä keskitytään täysin varusteltuihin ja työmaalle valmiina kokonaisuutena toimitettaviin kylpyhuone-elementteihin. Kylpyhuone-elementtien käyttöä asuntorakentamisessa tutkitaan haastatteluiden avulla. Tutkimuksen tarkastellaan kylpyhuone-elementtien hyötyjä ja haasteita koko rakennusprosessin ajalta. Kriittisimmät kohdat valitaan kirjallisuustutkimuksen esiin nousseiden ongelmien perusteella. Kirjallisuustutkimuksessa käsitellään kylpyhuone-elementtien rakennetta ja niiden sisältämää talotekniikkaa.

1.4 Tutkimusmenetelmät ja tutkimuksen suoritus

Työn taustateorian selvityksessä perehdytään kylpyhuone-elementtien rakenteeseen niiden tuotannon kautta. Perinteisen massatuotannon rinnalla selvitetään massakustomoidun tuotannon erityispiirteitä rakennusalalla. Massakustomointia ja rakennusosan tuotteistamista selvitetään yleisellä tasolla kirjallisuuden avulla. Tuotantojärjestelmän soveltuvuutta rakennusalalle tarkastellaan sen asiakkaalle lisäarvoa tuottavien toimintojen kautta. Taustateoriaa käsitellään kirjallisuusselvityksen kautta.

Kirjallisuusselvityksen jälkeen tutkitaan kylpyhuoneen rakennetta ja eroja kylpyhuoneiden tuotantotapojen välillä. Tutkimuksessa keskitytään kylpyhuoneiden

rakennusajan ja -kustannusten sekä laadun vertailuun. Kylpyhuoneen tuotantoa ja rakennetta selvitetään tehdasvierailusta saatujen tietojen perusteella.

Tutkimuksen pääpaino on asuntorakentamisen erityispiirteiden selvittämisessä. Laadullisen tutkimuksen avulla kerätään tietoja eri asuntorakennuskohteissa esiintyneistä haasteista ja ongelmista haastatteleamalla projektin osapuolia. Haastatteluiden avulla kerätään tietoa kylpyhuone-elementin suunnittelu- ja toteutusvaiheen haasteista ja hyödyistä. Haastatteluista saatujen tietojen perusteella arvioidaan kylpyhuone-elementtien käytön kannattavuutta erilaisissa asuntorakentamisen kohteissa. Lisäksi tuodaan esille rakennusaikaisia riskejä sekä asukasmuutosten aiheuttamia haasteita kylpyhuone-elementteihin liittyen.

1.5 Tutkimuksen rakenne

Tutkimus muodostuu kolmesta osa-alueesta. Tutkimuksen taustateoriaa käsitellään luvuissa 2,3 ja 4. Tutkimusmenetelmät ja tutkimuksen suoritus sekä tutkimuksen empiirinen osuus tuloksineen selvitetään luvuissa 5 ja 6. Asuntotuotantoprosessin tehostamista, tutkimuksen tuotoksia sekä johtopäätöksiä käsitellään luvuissa 7 ja 8.

2 RAKENNUSOSAN TUOTTEISTUS

Tuotteistamisella tarkoitetaan palvelu- tai tuotekokonaisuuksien tarjoamista asiakkaalle. Tuote voi olla fyysinen tuote, palvelu tai näiden yhdistelmä. Tuotteistaminen käsittää koko laajuudessa kaikki vaiheet tuotteen määrittelystä yksittäisen tuotteen sisältöön ja toteutukseen. Tuotteistusprosessi on yrityksen menestymisen ja kilpailukyvyn kannalta tärkeää vaikka usein prosessi on pitkä ja paljon resursseja vaativa. Tuotteistus on resursseja vaativa prosessi, jonka hyödyt realisoituvat vasta pitkäaikaisen kehitystyön jälkeen.

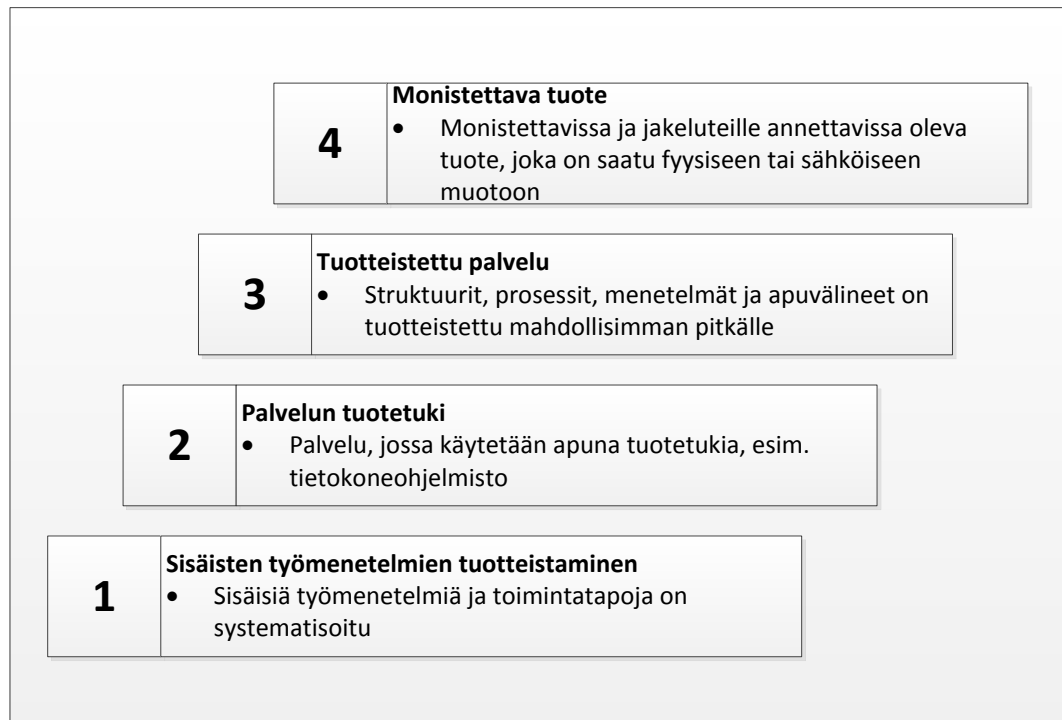
Tuotteistus on tuotteen kaupallistamisen perusta. Tuotteistus ja kaupallistaminen – termejä käytetään rinnan mutta kaupallistaminen on laajempi käsite. Tuotteistus vastaavasti on osa kaupallistamisen käsitettä. Pelkistetysti se on tuotekokonaisuuden paketoimista selkeään ja asiakkaalle ymmärrettävään muotoon. Tällöin asiakkaan on helpompi käsittää ostettavan tuotteen sisältö ja tehdä lopullinen ostopäätös. Tuotteistetun tuotteen ominaisuuksia ovat tuotteen nimi, hinta, asiakkaalle tarjottava arvo ja yrityksen toimenpiteet valmiin tuotteen välittämiseksi asiakkaalle (Simula, 2009).

Sipilän (1996) mukaan tuotteistaminen voidaan jakaa neljään tuotteistuksen asteeseen. Ensimmäinen aste on sisäisten työmenetelmien tuotteistus. Tämä käsittää yrityksen sisällä tehtävät tuotteistustoimenpiteet, joilla pyritään tehostamaan tuotteen valmistusprosessia. Lisäksi työmenetelmien tuotteistuksella voidaan saavuttaa kustannussäästöjä ja tuotekehitystä tukevia järjestelmiä yrityksen sisäiseen käyttöön.

Viimeinen eli neljäs tuotteistuksen aste on saavutettu, kun tuotekokonaisuus on saatu teollisesti monistettavaan muotoon. Kun monistettavaa tuotetta voidaan toimittaa asiakkaille jakeluteiden kautta, puhutaan täysin tuotteistetusta tuotteesta. Tuotteistusprosessin aste riippuu palvelun luonteesta, yrityksen strategiasta ja tuotekehityskyvyistä. Sipilän (1996) mukaan tuote on täysin tuotteistettu kun tuotteen omistus- ja käyttöoikeus voidaan halutessa myydä eteenpäin tai tuotetta voidaan tarjota asiakkaalle sellaisenaan. Tuotteistetusta perusmallista voidaan lisäksi moduulien avulla räätälöidä asiakkaalle vielä paremmin sopivia tuotekokonaisuuksia.

Tässä työssä käsitellään tuotteistamisen tasoa, jossa tuote on saatettu fyysiseen ja monistettavaan muotoon. Rakennusliikkeelle tarjottavaan tuotteeseen voi kuulua sekä fyysinen tuote että siihen liittyvät palvelut. Esimerkiksi tuote voi olla jokin rakennusosa ja palvelu rakennusosaan liittyvä suunnittelutyö. Kuvassa 2.1 on kuvattu tuotteistamisen

eri asteet. Tuotteistusprosessi aloitetaan aina tuotteistuksen ensimmäiseltä asteelta, josta edetään järjestyksessä kohti viimeistä. Samat asteet pätevät tuotteistusprosessiin riippumatta siitä, onko kyseessä fyysinen tuote vai palvelu (Sipilä, 1996).



Kuva 2.1. Tuotteistamisen asteet (Sipilä, 1996).

2.1 Tuotteistukseen liittyvä käsitteistö

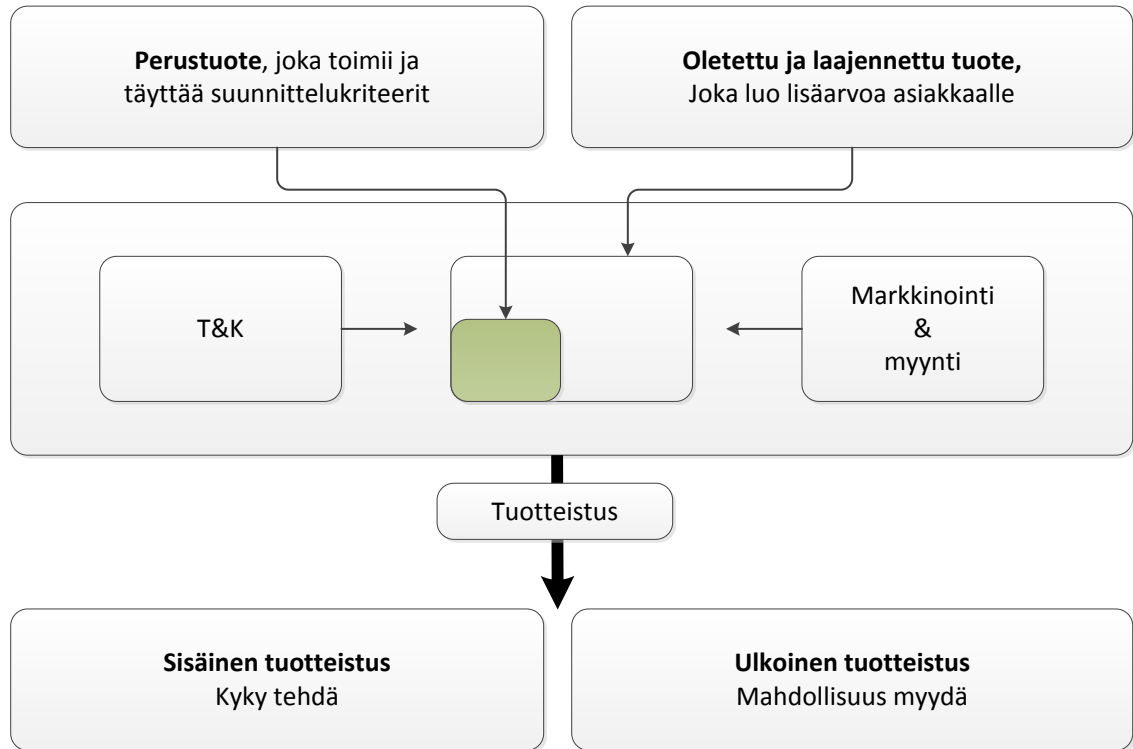
Tuotteistus -termiä voidaan käyttää monessa eri yhteydessä ja siihen liittyy useita muita termejä sekä määritelmiä. Seuraavassa on esitelty työn aihealueen kannalta tärkeimmät tuotteistukseen liittyvät käsitteet kuten sisäinen ja ulkoinen tuotteistus, massakustomointi ja vakiointi.

Perustuote toimii tuotteistusprosessin pohjana. Perustuote on yksinkertaisin tuoteversio, jota asiakkaalle tarjotaan. Se on tuotteen ydin, joka pysyy muuttumattomana ja täyttää asiakkaan minimivaatimukset. Tuotteen vaatimustaso vaihtelee tuotteen tyypistä ja teollisuuden alasta riippuen. Perustuote voi olla myös tuotteen osa, jota ei myydä suoraan asiakkaalle. Tässä tapauksessa perustuotteen pohjalta rakennetaan asiakkaan haluama tuotekokonaisuus.

Perustuotteeseen ominaisuuksia tai palveluita lisäämällä saadaan odotettu tuote tai laajennettu tuote. Nämä täyttävät perustuotetta paremmin asiakkaan tarpeet ja tarjoavat asiakkaalle odottamatonta lisäarvoa. Mahdollinen tuote on tuotteen muoto, jota ei ole

vielä edes kehitetty. Se käsittää tuotteen osat, jotka voitaisiin tuotteeseen tai sen ympärille lisätä mutta niitä ei ole vielä toteutettu.

Kuvassa 2.2 on esitetty perustuotteen kytkökset varsinaiseen tuotteistusprosessiin ja sen rajapintoihin. Esitetty prosessi kuvaa, miten perustuotteen ympärille voidaan rakentaa myytävä tuotekokonaisuus (Simula, 2009).



Kuva 2.2. Sisäisen ja ulkoisen tuotteistuksen liittyminen prosessin eri vaiheisiin (muotoiltu käyttäen alkuperäislähdettä Simula, 2009).

2.1.1 Sisäinen ja ulkoinen tuotteistus

Tuotteistamisprosessissa asiakkaalle näkyviä tuotoksia kutsutaan ulkoiseksi tuotteistukseksi. Vastaavasti yrityksen sisäiseen käyttöön ja asiakkaalle näkymätöntä toiminnan kehittämistä, kutsutaan sisäiseksi tuotteistukseksi. Jokaisessa tuotteistusprosessissa tulisi huomioida niin ulkoinen kuin sisäinen tuotteistus. Sisäinen tuotteistus luo pohjan ulkoiselle tuotteistukselle, ja siinä voidaan edetä ulkoista tuotteistusta nopeammin. Molemmilla tuotteistusajatuksilla pyritään luomaan yritykselle tehokkaampi toimintatapa ja asiakkaalle parempi lopputuote (Sipilä, 1996).

Sisäisen tuotteistus systemoi yrityksen sisäistä toimintaa ja kohentaa yrityksen tehokkuutta. Näiden avulla voidaan aikaa vapauttaa enemmän asiakaspintaan, ja parantaa samanaikaisesti sekä yrityksen asiakaspalvelua että tuotannon tehokkuutta. Sisäisen tuotteistuksen avulla voidaan kehittää yrityksen toimintaa. Tuotteistusajattelua voidaan soveltaa muun muassa laadunohjauksessa, tuotekehitysprojektien toteutuksessa

ja asiakasprojektien hallinnassa. Syntyviä tuotoksia ovat esimerkiksi toimintaohjeet, laatukäsikirjat tai yrityksen sisäiset tietovarastot. Sipilän (1996) mukaan sisäisessä tuotteistuksessa pyritään varmistamaan, että asioita, jotka on tehty jo kerran, ei jouduttaisi toistamaan samanlaisina uudestaan. Sipilä (1996) jatkaa, että sisäistä tuotteistusta voidaan kutsua myös kumulatiiviseksi oppimiseksi tai organisaation institutionaalisen muistin kehittämiseksi, jolloin hyviksi todetut käytännöt ja toimintatavat toistetaan aina uudelleen ja huonot karsitaan pois. Simulan (2009) mukaan sisäistä tuotteistusta voidaan kuvata kahdella sanalla: kyky tehdä. Se kuvaa yrityksen kykyä suunnitella ja valmistaa tuote, joka toimii teknisesti ja täyttää asiakkaan vaatimukset.

Sisäinen tuotteistus on yrityksille monesti työläs ja kustannuksia aiheuttava prosessi. Se pitää sisällään monia yrityksen sisäisiä tehtäviä, kuten:

- tuotteen määrittely ja räätälöinti
- tuotantotyökalujen ja muottien rakentaminen
- sertifikaattien luominen
- tuote- ja kokoonpanotietojen vieminen yrityksen sisäisiin järjestelmiin (Simula, 2009).

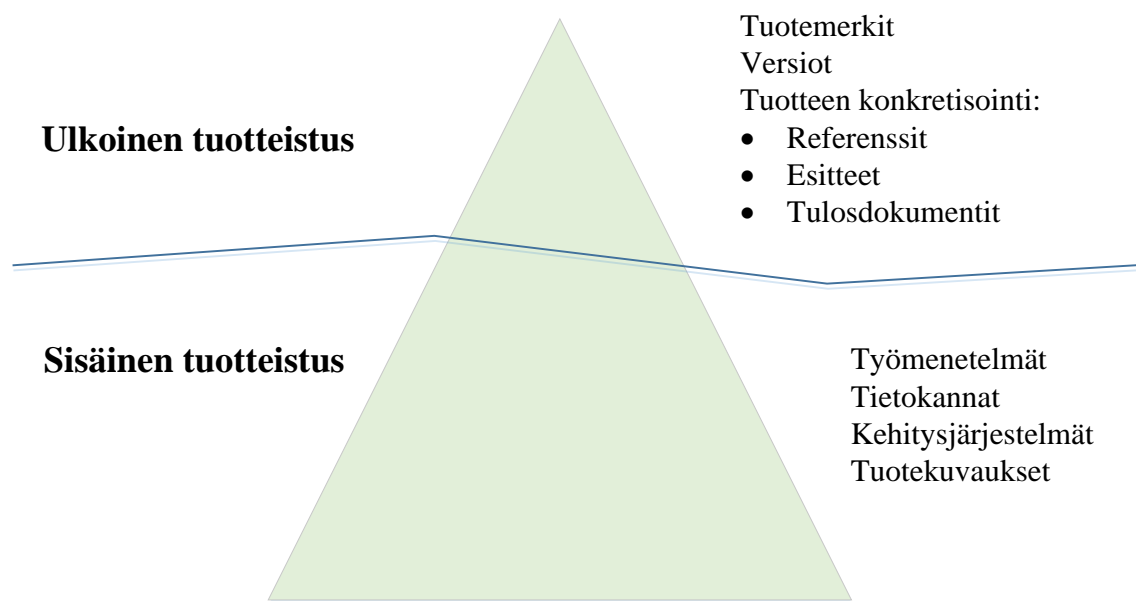
Lisäksi sisäiseen tuotteistukseen liittyy strategisia seikkoja, kuten tuotteen markkinapotentiaali ja asiakassegmentit. Sisäisen tuotteistuksen yhteydessä yrityksen on tärkeää päättää, miten paljon asiakas voi tuotetta räätälöidä ja mikä on yrityksen perustuote. Yritys voi näin valmistaa perustuotetta massatuotantona ja keskittyä asiakastarpeiden toteuttamiseen lopputuotteen osalta. Sisäinen tuotteistus – prosessi on yritykselle usein pitkäkestoista toimintaa, joka koostuu jatkuvasta suunnittelu- ja kehitystyöstä. Sisäisen tuotteistusprosessin hyödyt realisoituvat yrityksen taloudelliseen tilanteeseen yleensä vasta pidemmällä ajanjaksolla.

Ulkoinen tuotteistus toimii pohjana lopullisen tuotteen markkinoinnille. Simulan (2009) mukaan sisäinen tuotteistus kuvattiin kahdella sanalla: kyky tehdä. Vastaavasti ulkoinen tuotteistus voidaan kuvata kahdella sanalla: mahdollisuus myydä. Ulkoinen tuotteistus käsittää asioita, jotka yleensä ensimmäiseksi näkyvät yrityksestä ulospäin. Tuotteistusprosessissa ulkoinen tuotteistus on sisäistä tuotteistusta täydentävä prosessi. Sen tavoitteena on perustuotteen ympärille rakennettu kokonaisuus, joka luo asiakkaalle lisäarvoa. Ulkoiseen tuotteistukseen kuuluvat muun muassa asiakkaalle näkyvät kuvaukset kuten tuotemerkit, -versiot ja tuotteen hinnoittelu. Ulkoinen tuotteistus on tuotteen konkretisointia, joka koostuu referensseistä, tuote-esitteistä ja tulosedokumenteista.

Ulkoisen tuotteistuksen tavoitteena on saattaa sisäisen tuotteistuksen yhteydessä syntyneet tuotokset julkistettavaan muotoon. Riippuen lopputuotteesta ja asiakkaasta näitä tuotoksia voidaan esittää julkisesti eri sidosryhmille myynnin tukemiseksi.

Sidosryhmiä ovat esimerkiksi alihankkijat, partnerit ja loppukäyttäjät. Tämän avulla pyritään vähentämään asiakkaan tuntemaa riskiä ja rakentamaan asiakkaaseen luottamus.

Jotta lopputuote saadaan myytävään muotoon, on yrityksen ymmärrettävä asiakkaan tarpeet sekä omat strategiset tavoitteet. Kun tuote on saatu sisäisen ja ulkoisen tuotteistusprosessin avulla onnistuneesti koottua yhdeksi tuotekokonaisuudeksi voidaan tuote kaupallistaa. Sisäisen ja ulkoisen -tuotteistusprosessin yhdistämisellä tavoitellaan ostamisprosessin helpottamista ja selkeyttämistä asiakkaan näkökulmasta. Tämän kautta pyritään luomaan pitkiä asiakassuhteita ja parantamaan yrityksen mainetta. Kuvassa 2.3 on esitetty sisäisen ja ulkoisen tuotteistamisen eroja Nikulan ja Lindströmin (2005) jäävuori – mallin avulla. Jäävuorimalli toimii hyvin havainnollistettaessa, kuinka paljon sisäistä tuotteistusta tulee tehdä ennen kuin ulkoinen tuotteistusprosessi voidaan aloittaa.



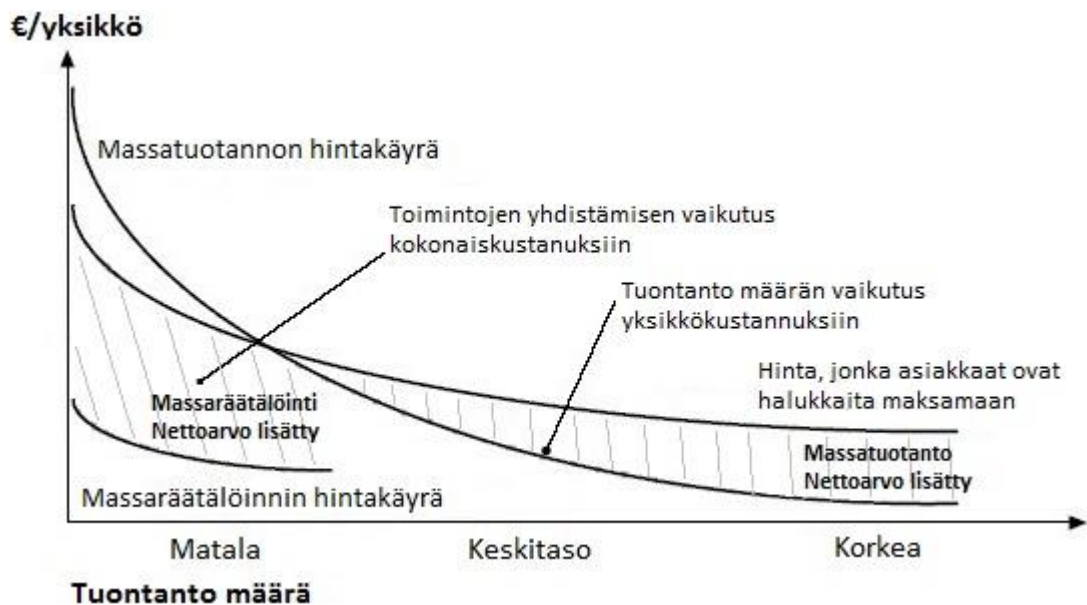
Kuva 2.3. Sisäisen ja ulkoisen tuotteistuksen eroja kuvattuna jäävuorimallin avulla. Jäävuorimalli kuvastaa suurimman osan tuotteistusprosessia kuuluvan asiakkaalle näkymättömään, yrityksen sisäiseen tuotteistukseen (Nikula ja Lindström 2005).

2.1.2 Massakustomointi

Massakustomointi eli massaräätälöinti on tuotteistuksen toteutusmuoto. Massakustomointi voidaan määritellä eri tavoin. Simulan (2009) mukaan sen tavoitteena on tuottaa tuotekokonaisuus, joka kattaa asiakkaiden tarpeet mahdollisimman laajasti mutta ei tuhoa kannattavuutta. Vastaavasti Pinen (1993) mukaan massakustomointi on tuotantojärjestelmä, jossa kaikki työntekijät jakavat yhteisen tavoitteen kehittää, tuottaa, markkinoida ja toimittaa asiakkaalle arvoa tuotteen muodossa. Massakustomointi on keskeinen osa sisäistä tuotteistusta, jossa pyritään asiakaslähtöisesti mahdollisimman

suureen tuotantomäärään. Massakustomointi vaatii sekä yritykseltä että asiakkaalta huomattavasti enemmän resursseja kuin massatuotanto. Kustomoinnin pohjana pidetään perustuotetta, joka on jokaisessa tuotekokonaisuudessa samanlainen. Massakustomoinnin avulla tuote räätälöidään asiakkaan tarpeiden mukaisesti säilyttäen osa tuotannosta tehokkaana massatuotantona. Räätälöinnin mahdollisuudet rajataan yrityksen toimesta reunaehdoilla.

Massakustomoinnin keskeinen tavoite on tuottaa tuotteita mahdollisimman paljon mahdollisimman pienillä kustannuksilla. Massakustomoinnissa asiakkaan rooli on merkittävä halutun lopputuloksen saavuttamiseksi. Yhteistyö asiakkaan ja yrityksen välillä lisää kustomoinnin variaatioita, sillä asiakkaiden tarpeet voidaan ottaa paremmin huomioon. Kuvassa 2.4 on esitetty massatuotannon ja -kustomoinnin vaikutuksia valmistettavan tuotteen yksikköhintaan tuotantomäärän funktiona. Kuvaajasta voidaan havaita massatuotannon olevan kustannustehokkaampi vaihtoehto, kun tuotantomäärät ovat suuria ja vastaavasti massaräätälöinnin pienillä tuotantomäärillä. Yrityksen kannalta tehokkaimpaan tuotantoon päästään yhdistämällä molemmat tuotantotavat osaksi jokaisen tuotteen valmistusta (Pine, 1993).



Kuva 2.4. Kuvassa on esitetty massaräätälöinnin kannattavuus tuotannon funktiona. Kuvan grafiikan mukaan massatuotanto on kannattavampaa, kun tuotanto määrä on korkea. Massaräätälöinti on puolestaan kannattavampaa matalissa tuotanto määrissä, jolloin asiakkaan ovat valmiita maksamaan enemmän tuotteen räätälöinnistä (muotoiltu käyttäen alkuperäislähdettä Tseng & Jiao, 1998).

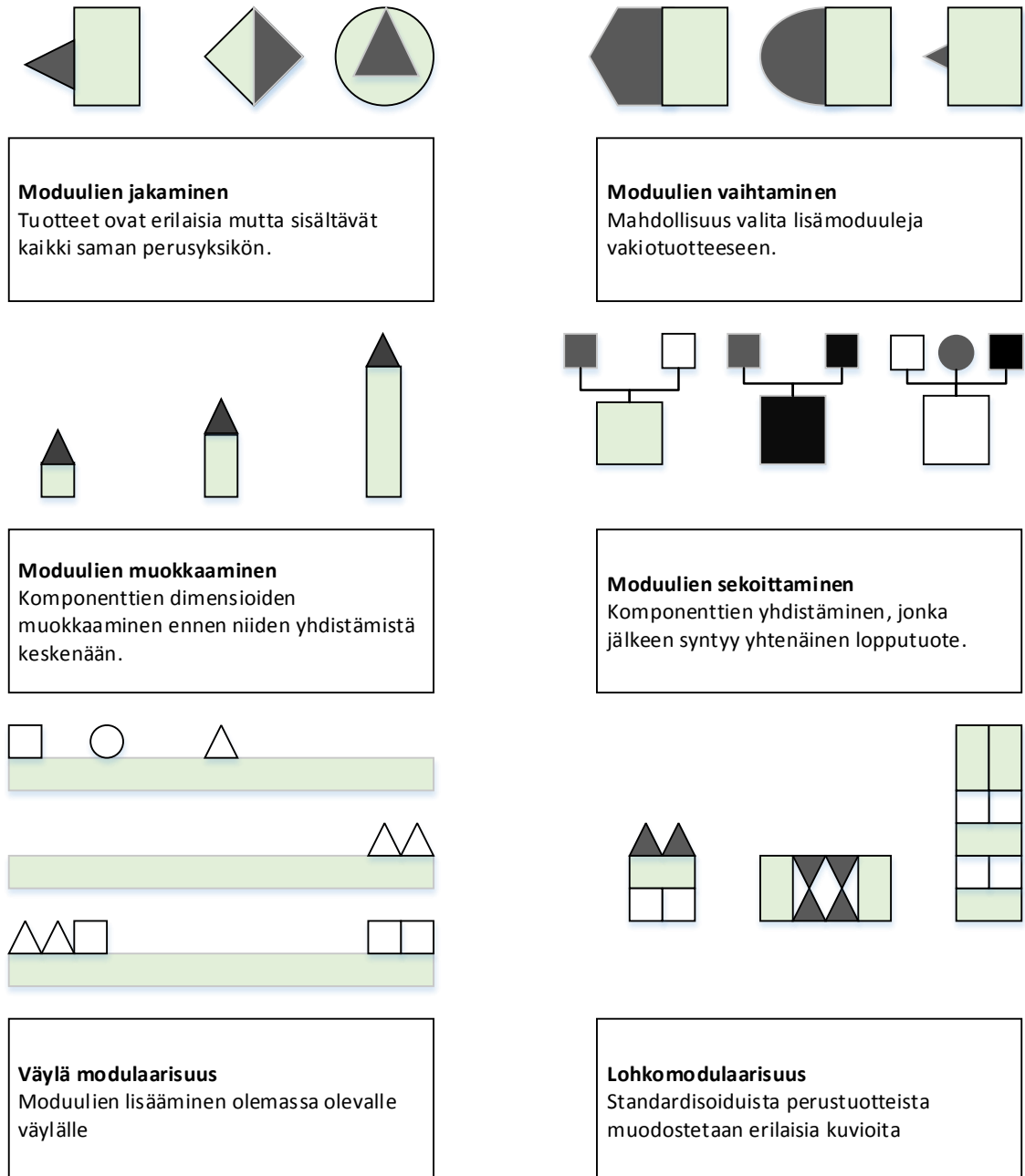
2.1.3 Modulointi

Modulointi mahdollistaa komponenttien jatkuvan tuotannon ja se on avain massakustomoinnin tehokkaaseen hyödyntämiseen. Sorosen (1999) mukaan moduuli on standardoitu yksikkö, joka on yhdistettävissä ja vaihdettavissa toisiin moduuleihin. Tällöin useiden moduulien avulla voidaan valmistaa monia erilaisia lopputuotteita. Lopputuotteelle saadaan yhtä monta variaatiota kuin mitä moduulien määrä on kerrottuna keskenään.

Käytännössä lopputuotteiden määrä on kuitenkin pienempi, sillä kaikki moduulit eivät välttämättä sovi keskenään yhteen eikä niitä voida käyttää mielivaltaisessa järjestyksessä.

Duray (2002) mukaan moduloinnilla voidaan pienentää komponenttien määrää, ja samalla kasvattaa lopputuotteen variaatioiden määrää. Kun tuotevariaatioiden määrä kasvaa, on yrityksen helpompi täyttää suuremman asiakaskunnan tarpeet modifioituilla lopputuotteella. Duray (2002) jatkaa, että moduulien avulla lopputuotteesta voidaan koota asiakkaan toiveiden mukainen ja samanaikaisesti valmistaa osa tuotteen moduuleista massatuotantona. Lisäksi moduulien käyttö mahdollistaa vaurioituvan tuoterakenteen, jossa jokainen moduuli on erikseen vaihdettavissa. Tuotteen vaurioituessa voidaan siihen vaihtaa ainoastaan uusi moduuli vaurioituneen tilalle (Duray 2002).

Moduulien vaihdettavuus tuottaa asiakkaalle lisäarvoa, jolloin tuotteen perusosa voi olla huomattavasti kalliimpi. Moduloinnin avulla voidaan siis samanaikaisesti hyödyntää massatuotannon tehokkuutta ja lopputuotteen modifiointia asiakkaan tarpeiden mukaiseksi. Kuvassa 2.5 on esitetty modulaarisuuden vaihtoehtoja, joita voidaan käyttää sekä erikseen että yhdistettynä kustomoidun lopputuotteen saavuttamiseksi. Kuvassa on eritelty toteutustavat, joilla tuotteen perusosasta ja moduuleista saadaan muodostettua asiakkaan tarpeita vastaava lopputuote. Tuotteen luonteesta riippuu, mikä on sopivin tapa modifioida tuote.



Kuva 2.5. Kuvassa on esitetty modulaarisuuden perusmuodot. Eri modulaarisuuden tyyppejä voidaan käyttää yhdessä tai erikseen lopputuotteen muodostamisessa (muotoiltu käyttäen alkuperäislähdettä Pine, 2010).

2.1.4 Konfigurointi ja vakiointi

Konfigurointi voidaan määritellä pitkälti samalla tavalla kuin massaräätälöinti. Sen tuloksena syntyy asiakaskohtaisesti yksilöity lopputuote. Konfigurointi tulee englannin kielen sanasta configuration, ja se on käännettynä konfiguraatio, kokoonpano tai rakenne. Konfigurointi on siis valintaprosessi, jossa kerätään tarvittavat moduulit ja kootaan niistä haluttu lopputuote. Yleisesti voidaan todeta, että massakustomointi on

prosessi, jossa käytetään massatuotettuja tuotteen osia eli moduuleita. Moduuleista kootaan jokaiselle asiakkaalle erikseen yksilöity lopputuote konfiguroimalla.

Vakiointi on vastaavasti moduloinnin ja konfiguroinnin vastakohta. Vakioinnilla pyritään vähentämään käytettävien tuoteosien määrää ja näin parantamaan kannattavuutta. Pienempi variaatioiden määrä tehostaa tuotantoa, vähentää laatuongelmia ja vie yrityksen toimintaa lähemmäs teollista tuotantoa. Vakiointia voidaan käyttää myös osana massakustomointi esimerkiksi yksittäiseen tuoteosaan, tuotantoprosessiin tai palveluun.

2.2 Tuotteistaminen rakennusteollisuudessa

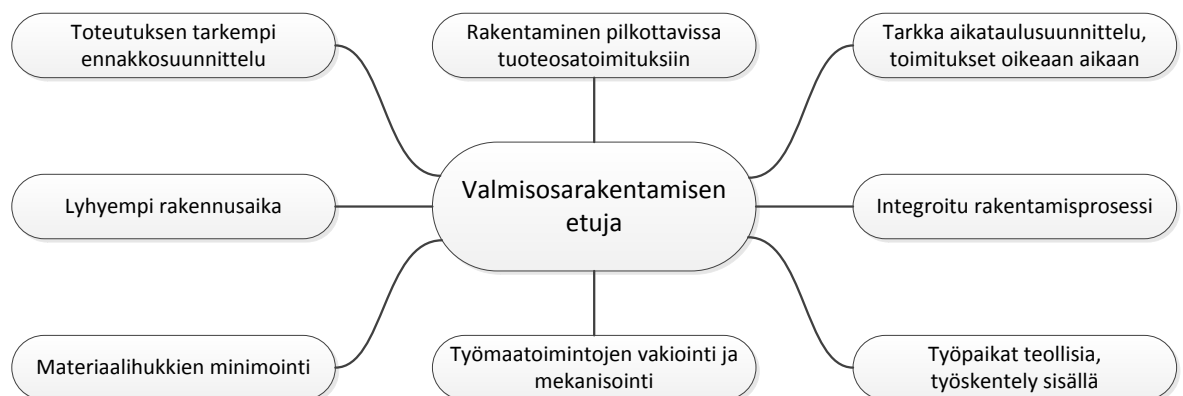
Nykyään rakennusprojektit toteutetaan entistä teollisemmin. Teollinen rakentaminen tarkoittaa rakentamistapaa, jossa tehtaassa esivalmistetut moduulit ainoastaan toimitetaan työmaalle ja asennetaan paikoilleen. Teollinen rakentaminen vaatii standardisoituja järjestelmiä ja tuotteita, joiden avulla saavutetaan teollisen sarjatyön edut. Suomessa teollisesti esivalmistettuja rakennuselementtejä on käytetty pitkään. Käytön lisääntymisen myötä on syntynyt paljon uusia valmisosat tuotteita, tuotantotapoja sekä asennustekniikoita. Suurin hyöty teollisesta rakentamisesta saadaan silloin, kun suurin osa rakenteista ja talotekniikasta tehdään mahdollisimman pitkälle esivalmisteinä.

Teollisilla rakennusjärjestelmillä on mahdollista päästä korkeampaan tuottavuuteen ja lopputuloksen laatuun. Näitä voidaan edistää esimerkiksi automaatiota lisäämällä ja työn fyysistä rasittavuutta vähentämällä. Kun rakentaminen siirretään hallittuihin tehdasolosuhteisiin, eivät rakennustuotteet pääse altistumaan niin suurelta osin esimerkiksi sääolosuhteille. Kun käytettävät materiaalit pysyvät paremmin suojattuina, lisää se tuotannon materiaalitehokkuutta. Materiaalitehokkuutta kasvattaa myös tehtaan keskittyminen vain tiettyihin rakennusosiin, joissa käytettävien materiaalien vaihtelu on vähäistä. Esimerkiksi betonielementtitehtaalla käytettävät materiaalit ovat pääsääntöisesti vesi, sementti ja teräs. Tuotteesta riippuen vesi-sementti -suhde ja harjateräksien määrä valitaan halutun betonielementin lujuusarvon mukaisesti. Tuotteiden valmistus tehdasolosuhteissa ei ole riippuvainen työmaalla muuttuvista tekijöistä kuten aliurakoitsijoista, työnjohdon ammattitaidosta tai rakennusprojektin aikataulusta vaan pysyy saman tehtaan sisällä lähellä vakiota. Rakennuselementtien laadunvalvonta on myös työmaalla toteutettavia työvaiheita helpompaa ja tehokkaampaa. Tehtaassa tuotantoprosessia voidaan kehittää jatkuvasti, kun vastaavasti työmaalla toteutettaessa työvaiheet ovat jokaisessa kohteessa hieman erilaiset. Tällöin niiden järjestelmällinen kehittäminen on huomattavasti vaikeampaa ja kalliimpaa (Betoniteollisuus ry, 2010).

Laajimmin käytössä olevia teollisia rakennusjärjestelmiä ovat betonivalmisosat. Ne käsittävät muun muassa betonirakenteiset tilaelementit ja betonielementit. Betonielementtejä ovat muun muassa pilarit, palkit, ontelolaatat ja julkisivujen kuorielementit. Niillä toteutetaan nykyään suurin osa rakennusten kantavista runkorakenteista. Esimerkiksi vuonna 2008 asuinkerrostalojen ja toimistorakennusten rungoista 74 % oli betonielementtirakenteisia. (Betoniteollisuus ry, 2010).

Elementtirakentamisen avulla voidaan rakennuksen vaippa saada aikaisemmin valmiiksi kuin paikallarakentamalla. Tämän seurauksena työskentely työmaalla helpottuu ja sisätyövaiheeseen päästään siirtymään nopeammin, kun kuivumisajat eivät tahdistu yhtä vahvasti runkovaiheen etenemistä. Betonielementit tarjoavat myös paljon vaihtoehtoja pintakäsittelyn ja niihin liittyvien rakenteiden osalta. Esimerkiksi rakennuksen lopullinen julkisivu on helppo toteuttaa niihin jo tehtaalla valmiiksi. Näin voidaan jälleen vähentää työmaa-aikaisia työtehtäviä.

Valmisosarakentamisen etuja ovat rakennuksen pilkkominen pienempiin tuoteosiin, jotka voidaan suunnitella ja valmistaa etukäteen. Eri tuoteosat suunnitellaan yhdeksi valmiiksi kokonaisuudeksi, jonka toimitus ja asennus työmaalla aikataulutetaan tarkasti. Näin rakennusaika saadaan pidettyä mahdollisimman lyhyenä. Työmaatoiminnot voidaan vakioda ja mekanisoida, kun varsinainen valmistusprosessi suoritetaan teollisissa sisätiloissa. Lisäksi esivalmistettujen betonielementtien avulla voidaan parantaa rakennuksen muunneltavuutta. Muunneltavuus vähentää rakennuksen elinkaarikustannuksia ja nostaa rakennuksen jälleenmyyntiarvoa. Muunneltavuuden avulla tilojen käyttötarkoitusta on mahdollista muuttaa myöhemmin kohtuullisilla lisäkustannuksilla. Kuvassa 2.6 on listattu valmisosarakentamisen etuja paikallarakentamiseen verrattuna (Betoniteollisuus ry, 2012).



Kuva 2.6. Valmisosarakentamisen etuja paikallarakentamiseen verrattuna (muotoiltu käyttäen alkuperäislähdettä Betoniteollisuus ry, 2010)

Betonivalmisteiden käyttäminen rakentamisessa on tuonut tuotteistamisen myös rakennusteollisuuteen. Rakennusalalla tuotteistaminen -termiä käytetään kuitenkin vähän, sillä rakennus on vaikea ymmärtää yhtenä tuotteena, kuten teollisesti valmistetut pientuotteet. Periaatteeltaan rakennus on kuitenkin samanlainen kuin mikä tahansa tuote. Se koostuu erilaisista komponenteista, jotka valmistetaan yksitellen. Komponenteista pyritään tämän jälkeen kokoamaan yksi tuotekokonaisuus mahdollisimman laadukkaasti ja kustannustehokkaasti. Suurin osa rakennusalalla käytetystä tuotteistuksesta on sisäistä tuotteistusta. Sisäisiä tuotteistuksen keinoja rakennusyrityksessä voivat olla omat laadunhallinta -järjestelmät, vuosisopimukset ja projektipankit. Sisäisellä tuotteistuksella pyritään rakennusyrityksessä toiminnan tehostamiseen ja laadullisten ongelmien ratkaisuun (Helenius, 2006).

Sisäinen tuotteistus on merkittävä osa yrityksen laadunhallintaa. Toisin kuin muilla teollisuuden aloilla, rakentamisessa laadulliset ongelmat saattavat ilmetä vasta vuosia rakennuksen valmistumisen jälkeen. Käytettäviä ratkaisuja ja toimintatapoja pyritään kehittämään jatkuvasti kokemuksen ja uuden tutkimustiedon mukaisesti. Havaitut negatiiviset ongelmat pyritään poistamaan käytöstä ja kehittämään entisestään aiemman kokemuksen perusteella hyväksi todettuja käytäntöjä. Rakennusalalla tuotteistetut rakennusosat muodostavat yhdessä ison kokonaisuuden. Valmiissa rakennuksessa rakennusosat liittyä toisiinsa, jolloin tuotteiden rajapintojen yhteensovittaminen ja ratkaisujen standardointi ovat välttämättömiä. Lopputavoitteena on rakentamisen laadun heijastuminen asiakastyytyväisyyteen ja sitä kautta yrityksen tuloihin (Helenius, 2006).

2.2.1 Tuotteistamisen tavoitteet ja siihen liittyvät ongelmat

Tuotteistamisen päätavoite on selkeä, saavuttaa kustannussäästöjä. Tämän lisäksi tuotteistuksella pyritään määrittelemään rakennusosien ominaisuudet ja valitsemaan näistä sopivimmat vaihtoehdot niin, että loppukäyttäjän tarpeet on mahdollisimman hyvin huomioitu.

Tuotteistuksella voidaan saavuttaa monia hyötyjä verrattuna tuotteistamattomaan tuotteeseen. Tuotteen selkeämmän kokonaisuuden avulla asiakkaan on helpompi käsittää tuotteen luoma arvo ja tehdä lopullinen ostopäätös. Helpommin käsitettävä tuotekokonaisuus ja ostoprosessi lisäävät asiakastyytyväisyyttä. Asiakastyytyväisyys vastaavasti lisää pitkien asiakassuhteiden määrää. Toimittajien välille solmitut pidempiaikaiset asiakassuhteet helpottavat laskenta- ja kustannusarvioiden tekemistä. Myös tilausten tekeminen ja toimitukset helpottuvat kun osapuolet ovat toisilleen tuttuja ja yhteisesti sovitut toimintatavat molempien osapuolien tiedossa. Tuotteistuksen muita etuja ovat esimerkiksi nopeampi suunnitteluprosessi. Suunnitteluprosessi nopeutuu, kun siinä voidaan hyödyntää aiempia tietoja ja suunnitteluratkaisuja. Suunnitteluprosessin kehityksen suunta määräytyy referenssiprojektien tietojen perusteella.

Referenssi kohteista kerätty tieto ja sen dokumentointi onkin avainasemassa tuotteistusprosessin kehittämisessä (Partainen, 2007).

Yksi tuotteistusprosessin riskeistä on resurssien puute. Prosessi on pitkäaikainen ja paljon resursseja vaativa, johon koko organisaation tulee yhteisesti sitoutua. Tuotteistusprosessi jää monesti kesken, kun siihen varatut resurssit ohjataan muualle tai ne on aliarvioitu. Lisäksi tuotteistusprosessin hyödyt näkyvät tuloksellisesti vasta myöhemmin, jonka vuoksi sitä ei aina päästä toteuttamaan täysmittaisesti. Tuotteistusprosessi vaatii myös selkeän päätavoitteen. Tavoite tulee olla tiedossa koko yrityksen tuotteistusprosessiin osallistuvalla organisaatiolla. Muuten prosessiin käytetyt resurssit menevät hukkaan, kun niitä ei osata kohdistaa oikein. Kuvassa 2.7 on esitetty tuotteistamattoman ja tuotteistetun tuotteen eroja yrityksen näkökulmasta (Partainen, 2007).

Tuotteistamaton	Tuotteistettu
Hinta tapauksittain	"Kiinteä" hinta
Toteutus vaihtelee	Toteutus määritelty
Vaikea myydä	Helppo ostaa
Triviaalit työt toistuvat	Asiantuntemus kehittyy
Tieto kävelee kotiin	Osaaminen tiimillä
Rajoittaa kasvua	Monistuu

Kuva 2.7. Tuotteistamattoman ja tuotteistetun tuotteen eroja (muotoiltu käyttäen alkuperäislähdettä: Partainen, 2007).

3 TUOTTEISTETUT KYLPYHUONE-ELEMENTIT

Nykyään Suomessa valmistetaan betonielementtien lisäksi myös erikoiselementtejä, joiden avulla rakennuksista saadaan yhä enemmän elementoituja. Tällaisia erikoiselementtejä ovat muun muassa tilaelementit ja hormielementit. Hormielementit käsittävät aina yhden kerroksen hormirakenteen ja ne asennetaan osana rakennuksen kantavia runkorakenteita. Erikoiselementtejä käytettäessä työmaalla tehdään ainoastaan elementtien asennus ja talotekniikan liittäminen. Tilaelementit voidaan myös yhdistää hormielementtien kanssa yhdeksi tuotekokonaisuudeksi. Tällaisia ovat esimerkiksi kylpyhuone-elementit. Kylpyhuone-elementteihin voidaan integroida myös hormielementti. Koska suurin osa asuinhuoneistojen talotekniikasta sijoittuu kylpyhuoneisiin, saadaan talotekniikka liitettävä hormiin mahdollisimman lyhyillä asennuksilla.

Tilaelementit ovat elementtejä, jotka käsittävät yhden tilakokonaisuuden. Tilaelementit ovat sisäpuolelta täysin valmiita ja työmaalla tehdään ainoastaan niiden paikoilleen asennus ja kytkennät rakennuksen taloteknisiin järjestelmiin. Tilaelementtejä ovat esimerkiksi kylpyhuone-elementit, erinäiset tekniikkatilaelementit ja väestönsuojaelementit. Myös valmistalopaketeissa käytetään tilaelementtejä, joista kootaan työmaalla liittämällä rakennuksen vaippa. Valmistalopaketeissa käytettävät tilaelementit ovat täysin valmiita sekä sisältä että ulkopuolelta. Normaalikokoinen omakotitalo voidaan toteuttaa kokonaisuudessaan vain muutamalla elementillä (Betoniteollisuus ry, 2010).

Kerros- ja rivitalorakentamisessa tilaelementeistä eniten käytetään kylpyhuone-elementtejä. Aiemmin mainitut tekniikkatilaelementit ovat harvemmin käytettyjä, mutta niiden käyttö on viime vuosina yleistynyt kattavamman tarjonnan myötä. Kylpyhuone-elementtejä on käytetty aiemmin muun muassa laiva- ja hotellirakentamisessa. Viime vuosikymmeninä se on kuitenkin yleistynyt myös osaksi asuntorakentamista. Laivateollisuudessa käytetyt kylpyhuone-elementit eroavat monesti asuntorakentamisessa käytetyistä niiden kevyemmän rakenteen ansiosta. Kevytrakenteisia kylpyhuoneita kutsutaan kylpyhuonemoduuleiksi. Tässä työssä keskitytään tarkastelemaan valmisosat tuotteista vain asuntorakentamisessa käytettäviä kylpyhuone-elementtejä. Kuvassa 3.1 on esitetty esivalmistettu kylpyhuone-elementti. Kylpyhuoneen pohjalaatta toimii elementin jäykkänä rakenteena. Pohjalaatta on

toteutettu teräsbetonilaattana ja kevytrakenteisina teräsohutlevyistä (Betoniteollisuus ry, 2010).



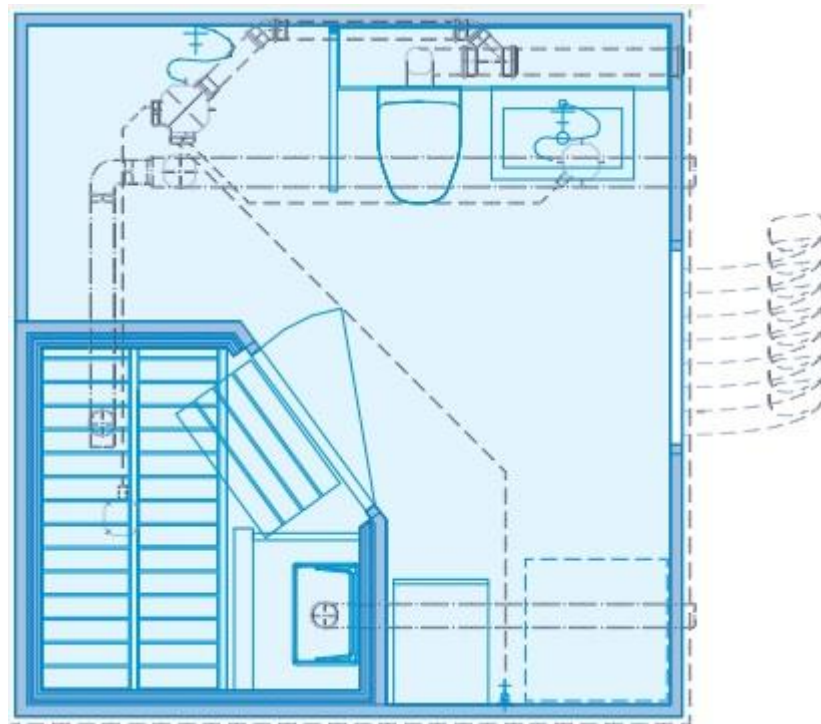
Kuva 3.1. Kevytrakenteinen kylpyhuone-elementti. Elementtiin on integroitu valmiiksi talotekniikka ja kalusteet. Kevytrakenteisen elementin seinä- ja kattorakenne on toteutettu teräsohutlevy – elementistä kokoamalla ja ainoastaan kylpyhuoneen pohjalaatta on toteutettu teräsbetonirakenteisena (Parmarine Oy, 2011).

Suomessa valmistetaan erityyppisiä elementtejä, joilla kylpyhuone voidaan toimittaa työmaalle yhtenä täysin valmiina kokonaisuutena. Kylpyhuone-elementit voivat olla täysin varusteltuja ja sisäpuolisilta pinnoilta valmiita. Lisäksi niihin voidaan integroida valmiiksi talotekniikka, joka työmaalla ainoastaan liitetään rakennuksen taloteknisiin järjestelmiin. Kokonaisten kylpyhuone-elementtien lisäksi valmistetaan kylpyhuoneen pohjalaataksi tarkoitettuja laattaelementtejä, joihin on valmiiksi integroitu kylpyhuoneen talotekniset liitännät kuten vesijohdot, viemärit, lattialämmitys ja lattiakaivot. Laattaelementteihin varsinainen kylpyhuone täytyy kuitenkin toteuttaa paikallarakentamalla eikä niitä tässä yhteydessä käsitellä tarkemmin (Betoniteollisuus ry, 2010).

Kylpyhuone-elementit voidaan jakaa karkeasti kahteen eri kategoriaan: kevytrakenteisiin ja betonirakenteisiin. Betonirakenteisissa kylpyhuone-elementeissä koko elementin kuori on toteutettu betonista. Vastaavasti kevytrakenteisissä elementeissä ainoastaan pohjalaatta on betonirakenteinen ja muilta osin elementin vaippa on kevytrakenteisena. Elementtien pohjalaatta toteutetaan yleensä betonisena, jotta elementin siirrot ja asennus voidaan toteuttaa vaurioittamatta kylpyhuoneen valmiita sisäpintoja (Betoniteollisuus ry, 2010).

Kevytrakenteisessa kylpyhuone-elementissä seinät ja kattorakenteet toteutetaan sinkityistä teräsohutlevyistä, jotka pinnoitetaan terästoimittajan valmistusprosessin yhteydessä. Seinät viimeistellään asiakkaan toiveiden mukaisesti laatoittamalla joko keraamisilla tai luonnonkivilaatoilla. Jossain tapauksissa seinät voidaan jättää muovipintaisiksi työmaalla toteutettavaa pinnoitusta varten (Parmarine, 2011; Rakennusteollisuus ry, 2013).

Kevytrakenteisista kylpyhuone-elementeistä valmistetaan sekä pelkän pesuhuoneen sisältäviä elementtejä että saunallisia elementtejä. Saunallisissa elementeissä pesu- ja löylyhuone on yhdistetty yhdeksi toimituskokonaisuudeksi. Tällöin pesuhuoneen teräsbetonilaatta jatkuu yhtenäisenä koko elementin pohjalla. Elementin runkorakenteet toteutetaan molempien tilojen osalta kevytrakenteisena ja sisäpinnat viimeistellään sekä saunan että pesuhuoneen puolelta asiakkaan toiveiden mukaisesti niin, että ne täyttävät vedeneristykselle asetetut vaatimukset (Parmarine, 2011; Rakennusteollisuus ry, 2013).



Kuva 3.2. Periaatepiirustus kylpyhuone-elementistä, jossa sauna- ja pesuhuone sisältyvät yhteen toimituskokonaisuuteen (Rakennusteollisuus ry, 2013).

Varsinaisten kylpyhuone-elementtien lisäksi valmistetaan myös pienikokoisempia kylpyhuonemoduuleja. Kylpyhuonemoduuleja käytetään yleisesti laivateollisuudessa, mutta niitä voidaan käyttää myös muualla rakennusteollisuudessa kuten esimerkiksi hotellirakentamisessa tai väliaikaisissa rakennuksissa. Kylpyhuonemoduulit ovat varsinaisia kylpyhuone-elementtejä huomattavasti kevyempiä kokonaisuuksia, sillä

niiden pohjalaatta on valmistettu teräsrunгон päälle valetusta komposiittimuovista. Komposiittimuovi mahdollistaa tilan tehokkaamman käytön ja tuotteen muotoilut voidaan tehdä tarkasti tuotteen käyttötarkoituksen mukaisesti. Tästä syystä kylpyhuonemuodulit ovat yleisesti käytössä ahtaan tilan rakennuskohteissa, kuten laivateollisuudessa. Myös kylpyhuonemuodulien pohjalaattoihin voidaan integroida valmiiksi lattiakaivot, tarvittava talotekniikka ja lattialämmitys (Joptek Oy, 2012).

3.1 Kylpyhuone-elementtien tuotanto

Toimiva kylpyhuone-elementtien tuotanto vaatii useita tuotantolinjoja ja eri ammattikunnan työntekijöitä. Jokaisessa tuotantovaiheessa työskentelevät samaan tapaan kuin rakennustyömaalla juuri sen alan osaajat. Tuotantovaiheiden kesto riippuu elementin tyypistä, varusteista ja kokoluokasta. Saunatilallisissa elementeissä kesto on pidempi, koska talotekniikan määrä on suurempi. Tuotantoprosessin eri vaiheet toteutetaan jokaisen elementin osalta aina samassa järjestyksessä. Tehtaassa työntekijät ovat keskittyneet aina yhteen työvaiheeseen eikä tuotantoon osallistu useita eri urakoitsijoita, kuten rakennustyömaalla. Kylpyhuone-elementtien tuotantolinjat toimivat tehdasmaisesti, jolloin töiden yhteensovittaminen on helpompaa ja tehokkaampaa. Työvaiheet ovat kuitenkin tehtäviltään täysin vastaavat kuin rakennustyömaalla. Seuraavissa luvuissa on perehdytty tarkemmin kylpyhuone-elementin tuotantovaiheisiin ja elementin rakenteeseen (Parmarine, 2014).

3.1.1 Pohjalaatta

Kylpyhuone-elementtien tuotanto alkaa pohjalaatan muotista. Teräsrakenteinen muotti kootaan suunnitelmien mukaisesti ja sen sisälle asennetaan pohjalaatan talotekniikka. Pohjalaattaan betonoitavaa talotekniikka ovat muun muassa lattiakaivot ja viemäriputket. Saunahuoneellisissa elementeissä lattiakaivoja asennetaan vähintään kaksi. Vaadittujen kallistusten toteuttamiseksi pääviemäriinja asennetaan erilliseen syvennykseen, jossa se johdetaan elementin ulkopuolelle. Pääviemäriinja toteutetaan kylpyhuone-elementteihin 110mm paksusta polypropeeniputkesta. Kuvassa 3.3 on esitetty lattiakaivon ja viemäriputkien asennussyvennys.

Taloteknisten asennuksien jälkeen elementti raudoitetaan harjateräsverkolla rakennesuunnitelmien mukaisesti. Raudoituksen vahvuus riippuu elementin muodosta, kokoluokasta ja nostolenkkien sijainnista. Mikäli kylpyhuoneeseen toteutetaan lattialämmitys, asennetaan se normaalisti harjateräsverkon varaan. Asiakkaan tarpeiden mukaisesti lattialämmitys voi olla vesikiertoinen tai sähkökäyttöinen. Kun kaikki asennukset on suoritettu, muotti betonoidaan ja betonipinta tasataan. Lisäksi märkätilojen vaatimat lattiakallistukset toteutetaan ennen betonin kovettumista. Pohjalaatta betonoidaan yleensä 125mm paksuksi. Riittävän lujuuden saavuttamiseksi

laatan annetaan kuivua vähintään kaksi vuorokautta, jonka jälkeen se siirretään seuraavalle tuotantolinjalle. Kuvassa 3.3 näkyy pohjalaattaan asennettua talotekniikkaa. Lattiakaivolta tulevat putkitukset on asennettu muotin syvennykseen ja kaivo on tuettu painolla betonin aiheuttamaan nostetta vastaan.



Kuva 3.3. Kylpyhuone-elementin pohjalaatta valmiina betonointia varten. Muottiin on asennettu talotekniikka, harjateräsverkko ja lattialämmityskaapelit.

Betonin kuivumisaika on 1-2 vuorokautta, jonka jälkeen se voidaan pinnoittaa. Laatoitettavissa lattioissa betonipintaan asennetaan ensin vedeneriste. Vedeneristyksen annetaan kuivua vuorokausi, jonka jälkeen lattia laatoitetaan ja saumataan. Lattialaatoituksen yhteydessä voidaan tehdä myös seinälaatoituksen alin rivi riippuen seinän lopullisesta pinnoituksesta. Tässä vaiheessa kerrostalokohteisiin toimitettavat samankokoiset kylpyhuoneet yksilöityvät asukkaiden materiaalivalintojen mukaisesti. Lattia voidaan myös pinnoittaa muovimatolla. Mattopäällyste liimataan kiinni hiotun betonipinnan päälle ja jatketaan yhtenäisenä seinäpinnan alareunaan. Mattopinnoitteilla kylpyhuoneen lattia voidaan toteuttaa nopeammin ja edullisemmin kuin laatoittamalla. Muovimattoja käytetään monesti asuntokohteissa, joissa asunnot vuokrataan (Parmarine, 2014, Rakennusteollisuus ry, 2013).



Kuva 3.4. Pohjalaatta valmiina seinäelementtien asennusta varten. Pohjalaattaan toteutettu vesieriste, laatoitus ja lattiakallistukset.

3.1.2 Runkorakenteet

Kylpyhuone-elementin runko koostuu kevytrakenteisista seinä- ja kattoelementeistä. Kaikissa kylpyhuoneissa elementit kootaan vakiolevyisistä teräsohutlevyistä kokoonpanosuunnitelmien mukaisesti. Teräsohutlevyt liitetään toisiinsa hitsausrobotilla muodostaen aina yhden suoran seinäpinnan. Seinäelementit kiinnitetään jokaisesta kulmasta toisiinsa ruuviliitoksin. Elementtien sisäpuoliset pinnat laatoitetaan kokonaan lukuun ottamatta kalusteille jätettäviä varauksia. Laatoitus kiinnitetään suoraan teräsohutlevyjen pinnalle. Erillistä seinän vesieristystä ei tässä tapauksessa tarvita, sillä toisin kuin kipsilevyseinät teräsohutlevyt kestävät kosteusrasituksia. Lisäksi seinäelementtiin tehdään läpiviennit kaikille tarvittaville taloteknisille liitännöille, kuten sähkörasioille ja vesipisteille. Läpivientien paikat suunnitellaan valmiiksi ja niille tehdään varaukset teräsohutlevyihin ennen rungon kokoamista. Varaukset laatoitukseen tehdään jälkikäteen koneellisesti vesileikkaamalla, jolloin seinäpinta voidaan laatoittaa yhtenäisenä pintana (Parmarine, 2014).

Teräsrungon ulkopuolelle asennetaan kalustetuet kiinnityksiä varten. Kalustetukena käytetään yleensä 12mm paksua vanerilevyä. Jokaisen elementin tuotannossa toistuvat liitännät toteutetaan teräsohutlevyrunkoon erillisillä kiinnitysosilla. Tällaisia liitäntöjä ovat esimerkiksi pesualtaiden ja suihkujen vesipisteet sekä sähköasiat. Koska tietyt liitännät toistuvat jokaisessa elementissä, on niiden kiinnitykseen standardoitu omat erikoisosat. Valmiit seinäelementit kiinnitetään pohjalaatan teräsmuottiin ja toisiin seinäelementteihin ruuviliitoksin. Sisäpuolelta laatoituksen kulmasaumata saumataan saniteettisilikonilla, jolloin seinistä saadaan märkätilan määräykset täyttäviä (Parmarine, 2014).

Kattoelementtien materiaalina käytetään seinäelementtien tapaan samoja teräsohutlevyjä. Teräsohutlevyihin tehdään suunnitelmien mukaiset varaukset läpivientejä varten aivan kuten seinäelementin tapauksessa. Kattoelementit voidaan

jättää teräsohutlevy pinnalle tai ne voidaan pinnoittaa esimerkiksi puupaneelilla. Kattoelementtiin kiinnitetään kylpyhuoneen talotekniikka, jonka jälkeen se asennetaan seinäelementtien päälle. Kattoelementti kiinnitetään seinien teräsohutlevyihin ruuviliitoksin. Sisäpuoliset elementtien saumat käsitellään märkätilojen vaatimusten mukaisesti. Saunahuoneessa kattoelementtiin sisäpintaan asennetaan seinäelementtien tapaan eristys, alumiinikalvo ja puupanelointi. Kuvassa 3.5 näkyy valmis seinäelementti. Elementin laatoitukseen on jätetty varaukset kalustekiinnityksille ja pesualtaalle. Lisäksi elementin reuna on jätetty laatoittamatta seinämoduulien yhteenliittymistä varten (Parmarine, 2014).



Kuva 3.5. Laatoitettu seinämoduuli. Laatoitukset jätetään tekemättä varuste- ja kalustekiinnityksien kohdalta. Kulmista seinämoduulit kiinnitetään toisiinsa ruuviliitoksin ja seinäpinta viimeistellään kulmien silikonisaumauksella.

3.1.3 Kylpyhuoneen talotekniikka

Yksi kylpyhuone-elementtien eduista on tehdasolosuhteissa valmiiksi integroitu talotekniikka. Talotekniikka voidaan toteuttaa täysin valmiiksi koko kylpyhuoneen osalta mukaan lukien putkieristykset ja koepaineistukset. Tällöin työmaalla suoritetaan ainoastaan liitännät rakennuksen taloteknisiin järjestelmiin. Suomen asuntorakentamisessa käytettävät kylpyhuone-elementit varustetaan suurella määrällä taloteknisiä järjestelmiä. Niiden yhdistäminen kerrosten ja asuntojen välillä onnistuu helpoiten erillisen tekniikkahormin kautta, joka voidaan toteuttaa valmiiksi osana kylpyhuone-elementtiä.

Pohjalaatan talotekniikkaa lukuun ottamatta elementin muut talotekniset järjestelmät sijoitetaan kylpyhuoneen katolle. Kylpyhuone-elementin katolle kiinnitetään yleensä muun muassa vesimittari, lämmin- ja kylmävesiputket sekä ilmanvaihto- ja sähköputket. Elementin katolta talotekniikka voidaan liittää helposti tekniikkahormin tai eteisen alakattorakenteen kautta rakennuksen taloteknisiin järjestelmiin.

Kylpyhuoneen talotekniikka tehdään täysin valmiiksi elementin ulkopuolelle asti. Talotekniikan määrä riippuu asiakkaan tarpeista ja kylpyhuoneen käyttötarkoituksesta. Asuntorakentamisessa kylpyhuone on usein yhdistetty pesu- ja wc-tila. Tällöin tilaan kytketään ainakin lämmin- ja kylmävesipisteet suihkulle sekä pesualtaalle. Lisäksi voidaan kytkeä ylimääräinen vesipiste esimerkiksi varaukseksi pyykinpesukoneen liitännälle. Käyttövesilinjat kytketään elementin teräsohutelvyrungon ulkopuolelta niille tehtyjen varausten kohdalle ja viimeistellään sisäpuolelta kalustekytkenöillä. Kytkeytyt käyttövesilinjat tuodaan elementin rungon myötäisesti kattoelementin päälle asennetulle vesimittarille. Vesimittarin kautta asunnon käyttövesi liitetään rakennuksen pääjärjestelmään.

Kattoelementtiin tehdään vesimittarin kohdalle tarkastusluukku, josta voidaan työma-aikaisten liitännöiden jälkeen kytkeä käyttövesilinjat auki. Tarkastusluukun kautta suoritetaan myös käytön aikaiset tarkastus- ja huoltotoimenpiteet. Tarkastusluukun kiinnitys toteutetaan pikakiinnikkeillä eikä tarkastusluukusta tehdä missään tapauksessa tiivistä. Tällöin vesiputkien mahdolliset vuodot huomataan helposti kylpyhuoneen lattialle valuvan veden ansiosta.

Yleensä kylpyhuone-elementteihin integroidaan oma tekniikkahormi, jonka ansiosta asuntoon ei välttämättä tarvitse toteuttaa muita hormirakenteita. Kylpyhuone-elementin tekniikkahormiin voidaan myös liittää esimerkiksi keittiön talotekniikkaa, mikäli se huomioidaan jo elementtien suunnitteluvaiheessa. Tekniikkahormin mitoituksessa huomioidaan kylpyhuoneen ulkopuolisen talotekniikan vaatima tila sekä liitokset. Käytettäessä tekniikkahormia voidaan myös asunnon muuta talotekniikka liittää siihen lyhyillä liitoksilla ja pienellä työmäärällä.

Tekniikkahormit tehdään erillisistä teräsohutlevyelementeistä, jotka liitetään osaksi kylpyhuone-elementin runkorakennetta. Sisäpuolelta teräsohutlevyt pinnoitetaan vastaavasti kuin kylpyhuoneen muut seinäpinnat. Tekniikkahormiin asennetaan LVI-suunnitelmien mukaisesti mahdollisimman paljon asuinhuoneistoon tulevaa talotekniikkaa. Lvi-kanavat eristetään määräysten mukaisesti, lukuun ottamatta hormin ala- ja yläosaa, joihin eristykset tehdään työmaalle linjojen kytkemisen jälkeen.

Kylpyhuoneen talotekniikka liitetään tekniikkahormiin elementin katon kautta lukuun ottamatta pohjalaattaan asennettuja viemäreitä. Viemärit tuodaan ulos elementin sivusta ja johdetaan betonoitavassa syvennyksessä käytävän puolelle. Käytävältä viemäriin liitetään talon pystyviemäriin. Kylpyhuoneeseen integroitava tekniikkahormi muodostaa paikalla rakennettavien hormien tapaan oman palo- ja äänikatkon. Välipohjan palokatko on usein EI60 – luokkaa. Hormin tarkastusluukut ovat vastaavasti puolet seinän vaaditusta paloluokasta eli EI30 -luokkaa. Kuvassa 3.6 näkyy kylpyhuone-elementtiin sisältyvä tekniikkahormi. Työmaalla eristämättömät putkien päät liitetään alemman kerroksen vastaaviin putkituksiin, jonka jälkeen liitosten kohdalle lisätään eristyksen ja välipohja betonoidaan. Betonoimalla välipohjan läpivienti umpeen saadaan välipohjaan toteutettua suunnitelmien mukainen palokatko.



Kuva 3.6. Kylpyhuone-elementtiin integroitu tekniikkahormi ja valmiiksi asennettu talotekniikka. Työmaalla pystylinjat liitetään yhdeksi koko rakennuksen läpikulkevaksi hormiksi. Välipohjat betonoidaan asuntojen välisten ääni- ja palomääräysten mukaisesti.

Kylpyhuoneissa tulee Suomen rakennusmääräysten mukaisesti olla riittävä ilmanvaihto. Tämän takia kylpyhuoneisiin sijoitetaan aina poistoilmakanavat, jotka liittämään tekniikkahormin kautta ilmanvaihdon runkokanaviin. Tekniikkahormiin johdetaan mahdollisuuksien mukaan myös huoneiston muut ilmanvaihtokanavat, kuten keittiön poistoilmakanava ja makuuhuoneiden tuloilmakanavat. Hormin kautta kerrosten kanavat kootaan yhteen ja johdetaan rakennuksen ilmanvaihdon konehuoneeseen. Nykyään poistoputkiin kytketään Ito-järjestelmä, jolla hukkalämpö saadaan hyödynnettyä uudelleen rakennuksen lämmityksessä.

Poistokanavien määrä riippuu kylpyhuone-elementin pohjaratkaisusta. Saunatilallisissa elementeissä poistoputket tehdään sekä löyly- että pesuhuoneeseen. Kylpyhuoneen poistoilmakanavat yhdistetään ennen kuin ne johdetaan kylpyhuone-elementin tekniikkahormiin. Asunnon muut poistoilmakanavat esimerkiksi keittiön liesituulettimelta ja eteisestä voidaan myös yhdistää samaan kanavaan. Hormiin ne kuitenkin johdetaan erillisenä kanavana kuin kylpyhuoneen poistoilma. Samaa tapaan

pyritään yhdistämään myös kaikki asunnon tuloilmakanavat. Tällöin asunnon ilmanvaihtokanaville riittää pienikokoinen tekniikkahormi.

Lvi -asennusten lisäksi kylpyhuone-elementtiin kytketään valmiiksi myös kaikki elementin sisäiset sähköjärjestelmät. Tällaisia ovat esimerkiksi sauna- ja pesutilojen valaisimet sekä kiukaan ja pistokkeiden sähkösyötöt. Riippuen loppukäyttäjän tarpeista voidaan elementteihin lisätä myös sähkökäyttöinen lattialämmitys. Kaikki sähkötekniset asennukset tehdään täysin valmiiksi elementin sisäpuolelta ja sähköjohdot yhdistetään elementin ulkopuolisen ryhmäkeskuksen kautta rakennuksen sähköverkkoon. Kylpyhuone-elementin seinärunkoon voidaan tehdä jo tehtaalla varaus työmaalla kiinnitettävälle ryhmäkeskukselle. Ryhmäkeskuksen kotelointi ja syvennys muodostuu näin automaattisesti elementin ulkopuolisen levytystyön yhteydessä. Kohteen luonteesta ja tilaajan tarpeista riippuen kylpyhuone-elementteihin voidaan kytkeä erikoisjärjestelmiä. Esimerkki tällaisesta on sprinklerit. Mikäli kohde sisältää sprinklerijärjestelmän, tehdään se kylpyhuoneiden osalta valmiiksi jo elementtitehtaalla.



Kuva 3.7. Kylpyhuone-elementin kattomoduuli valmiina asennettavaksi. Kattoelementtiin kiinnitetään suurin osa kylpyhuoneen talotekniikasta. Tarkastusluukku tehdään aina vesimittarin kohdalle käytönaikaisia tarkastus- ja huoltotoimenpiteitä varten. Kuvassa elementin oikeassa alareunassa näkyy varaukset tekniikkahormille, valaisimille ja ilmanvaihtokanaville.

3.1.4 Varusteet ja viimeistely

Kylpyhuone-elementit kalustetaan elementtitehtaalla arkkitehtisuunnitelmien mukaisesti. Kalusteiden määrä, tyyppi ja sijoittelu riippuvat kylpyhuone-elementin pohjaratkaisusta ja tilaajan toiveista. Kylpyhuoneisiin liitetään muun muassa pesuallas, suihku, wc-istuim, peilikaappi ja valaisimet. Varusteiden määrä kylpyhuoneessa vaihtelee kohteen ja asunnon mukaan. Kalusteasennuksien yhteydessä seinäpintojen ja varusteiden välit viimeistellään märkätilojen vaatimusten mukaisesti. Esimerkiksi pesualtaan ja seinän liitos saumataan saniteettisilikonilla, jotta märkätilan vedet ja kosteus eivät pääse siintymään kalusteiden taakse.

Täysin valmiit kylpyhuone-elementit paketoidaan tehtaalla tiiviisti ennen toimitusta työmaalle. Elementtien suojaukset poistetaan kun rakennuksesta on saatu veden- ja lämmönpitävä, jonka jälkeen elementin talotekniikka kytketään ja ulkopuoliset seinäpinnat levytetään. Kuvassa 3.9 on esitetty suojamuoviin paketoitu kylpyhuone-elementti. Suojamuovin tarkoituksena on suojata kylpyhuonetta kuljetuksen ja työmaan aikaisilta rasituksilta. Suojamuovit poistetaan elementin ympäriltä osittain niiden asennuksen yhteydessä ja talotekniikan liitoksia toteutettaessa. Suojamuovin lisäksi kylpyhuone-elementtien ovi sinetöidään tehtaalla. Rakennustyömaalla ovi avataan vasta sisätyövaiheen lopussa, jolloin suurin osa rakennusteknisistä töistä on jo suoritettu. Tällä pyritään estämään lian ja pölyn kulkeutuminen kylpyhuoneen valmiisiin sisätiloihin. Yleensä elementtien sinetti poistetaan ennen listoitustöitä, sillä niiden toteuttaminen on muuten mahdotonta kylpyhuoneen oven osalta (Parmarine, 2014).

Kuten kuvassa 3.8 näkyy elementtien kuljetusta ja siirtoja varten niihin asennettavat nostolenkit. Nostolenkkejä asennetaan yleensä neljä kappaletta. Koska kylpyhuoneen pohjalaatta on elementin jäykin rakenne, kiinnitetään nostolenkit pohjalaatan teräsrunkoon lähelle elementin kulmia. Nostolenkit tulee sijoittaa pohjalaatan suhteen symmetrisesti, etteivät siirtojen aikaiset rasitukset pääse vaurioittamaan kylpyhuoneen sisäpintoja. Nostolenkkien avulla kylpyhuone-elementit siirretään työmaalla niiden lopullisille paikoille (Parmarine, 2014).



***Kuva 3.8.** Kuljetusta varten suojattu kylpyhuone-elementti. Kylpyhuone-elementtiin on kiinnitetty nostolenkit valmiiksi tehtaalla, jotta elementti voidaan työmaalla asentaa paikoilleen välittömästi.*

4 ASUNTORAKENTAMISEN ERITYISPIIRTEET

Asuntorakentamisessa ensisijaisen tärkeää on asiakkaan tarpeiden huomioiminen. Asumistarpeiden monimuotoistuminen on johtanut asiakaslähtöiseen asuntotuotantoon, jossa asiakas pyritään huomioimaan jo rakennuksen suunnitteluvaiheessa. Tiiviillä yhteistyöllä pyritään parantamaan asuntojen laatua ja soveltuvuutta nykyajan asumispreferensseihin. Asuntoja voidaan rakentaa yksityisille kuluttajille, eläkerahastoille, rakennuttajille ja julkisyhteisöille.

Nykyään Suomessa asuntorakentaminen on keskittynyt suurimpiin kasvukeskuksiin ja kerrostalorakentamiseen. Vuonna 2013 valmistuneiden asuinrakennusten tilavuus oli yhteensä 12,23 miljoonaa kuutiometriä. Kappalemääräisesti tämä vastaa 30 283 asuntoa, joista kerrostalojen osuus oli 15 775 eli yli puolet koko asuntotuotannosta (SVT, 2014).

Tässä luvussa on käsitelty asuntotuotantoprosessia ja niihin liittyviä erityispiirteitä kylpyhuone-elementeillä toteutettavissa kohteissa. Kylpyhuone-elementtien käyttöä selvitetään koko asuntotuotantoprosessin ajalta. Selvityksessä tuodaan esille haastatteluiden perusteella saatuja tuloksia niin hankesuunnitteluvaiheesta, toteutusvaiheesta kuin luovutus- ja käyttöönottovaiheesta. Lisäksi luvussa on käsitelty asuntorakentamiseen tämän hetkisiä suuntauksia, ja niiden vaikutusta kylpyhuone-elementtien hyödyntämiseen asuntotuotannossa.

Osatekijöiden huomioiminen on edellytys projektin onnistuneelle toteutukselle. Varautumalla rakennusprosessissa esiintyviin erityispiirteisiin pyritään asiakkaalle luomaan lisäarvoa ja parantamaan näin yrityksen mainetta.

4.1 Asuntorakentamiseen vaikuttavat trendit

Rakennettu ympäristö vastaa Suomen kansallisvarallisuudesta 60 prosenttia. Lisäksi kiinteistö- ja rakennusalan osuus kokonaisenergiankulutuksesta ja -päästöistä on noin 40 prosenttia, joten pienilläkin muutoksilla voidaan saada aikaan merkittäviä taloudellisia säästöjä. Rakennusalaan liittyvät hyvin läheisesti maailmanlaajuiset megatrendit, kuten kestävä rakentaminen. Kestävällä rakentamisella tarkoitetaan pyrkimystä energiankulutuksen vähentämiseen, luonnonvarojen säästämiseen ja samalla ihmisen kokonaisvaltaisen hyvinvoinnin turvaamiseen. Energia- ja materiaalitehokkaan rakentamisen lisäksi erityisesti asuntorakentamiseen liittyy myös muita nykyajan trendejä, kuten kaupungistuminen. Trendejä ohjaavat demografian ja asumisen

muutokset yhteiskunnassa, joita on käsitelty tarkemmin seuraavissa luvuissa (Helamaa, 2012).

4.1.1 Demografia ja asumispreferenssit

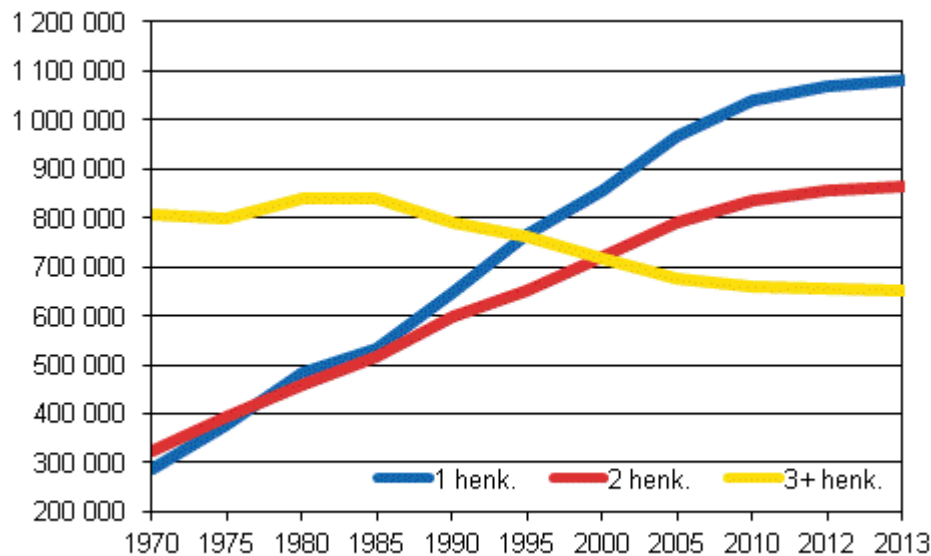
Suurimmat demografiset muutokset länsimaissa, Suomi mukaan luettuna, on väestön ikääntyvien osuuden huomattava kasvu. Vuoteen 2060 mennessä yli 65-vuotiaiden osuuden ennustetaan Suomessa kasvavan lähes 30 prosenttiin. Nykyisin yli 65-vuotiaiden osuus on 18 prosenttia väestöstä. Samaan aikaan työikäisten ja nuorten osuuden ennustetaan vähenevän 56 prosenttiin nykyisestä 66 prosentista (Helamaa, 2012).

Toinen demografiaan vaikuttava globaali megatrendi on kaupungistuminen. Kaupungistuminen on maailmanlaajuisesti vaikuttava ja nopeasti muuttuva yhteiskunnallinen ilmiö, jonka myötä asuntorakentaminen on Suomessa pitkälti keskittynyt suuriin kasvukeskuksiin. Nykyään 90 prosenttia maan pinta-alasta on poismuuttoaluetta. Muutos on ollut erityisen voimakas 1990-luvulta lähtien ja vuosina 1995–2013 asuntojen uudistuotannosta 76 prosenttia valmistui kaupunkimaisiin kuntiin (SVT, 2013).

Tulevaisuudessa väestön muuttovirta tulee keskittymään yhä vahvemmin kasvukeskuksiin. Suomessa ainoastaan 65 prosenttia väestöstä asuu kaupungeissa, joka on edelleen huomattavasti alle Euroopan ja muiden pohjoismaiden 80 prosentin keskiarvon. Väestön keskittyminen pienemmille alueille johtaa vääjäämättä kaupunkien rakennustuotannon tiivistämiseen. Tämän seurauksena kerrostaloasuminen tulee jatkamaan kasvuaan eniten. Kaupungistumisen seurauksena kerrostalojen ja yhden henkilön asuntokuntien määrä ovat kasvaneet viime vuosikymmeninä merkittävästi. Yhdessä nämä ovat saaneet aikaan jatkuvan pienten asuntojen kysynnän kasvukeskusten keskusta-alueilla (Laakso, 2004; VTT, 2012).

Kuvassa 4.1 on esitetty erisuuruisten asuntokuntien lukumäärän muutos vuosina 1970–2013. Kuvaajasta voidaan nähdä, että pienikokoiset yhden ja kahden henkilön asuntokunnat ovat kasvaneet samaan aikaan kuin isommat kolmen tai yli kolmen henkilön asuntokunnat ovat vähentyneet huomattavasti. Vuoden 2013 lopussa asuntokuntia oli Suomessa kaikkiaan 2 600 000, joista 42 prosenttia oli yhden henkilön asuntokuntia. Vielä vuonna 1990 vastaava luku oli 31 prosenttia. Asuntokuntina mitattuna kerrostalo asuminen on jo ohittanut pientalo asumisen ja vuonna 2013 kaikista asuntokunnista 44,1 prosenttia asui kerrostaloissa. Asukasmäärinä mitattuna pientalot edustavat kuitenkin suurempaa osaa väestöstä, sillä niissä asuu yleensä useamman henkilön asuntokuntia. Uusissa kerrostaloissa vastaavasti suurin osa asuntokunnista oli yksin tai kaksin asuvia henkilöitä ja kaupungeissa yksinasuvien osuus on tämän seurauksena noussut 43 prosenttiin. Koska yhdessä asunnossa asuu nykyään

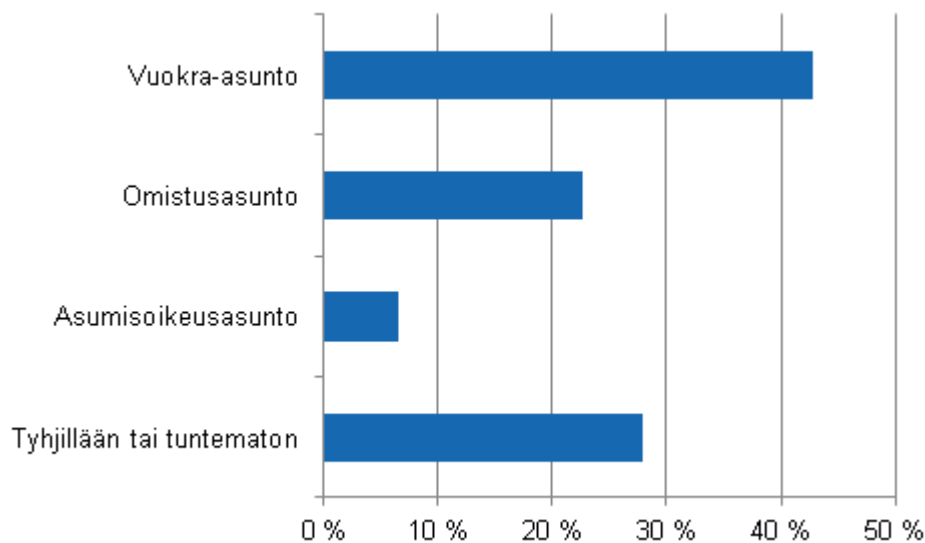
keskimäärin vähemmän asukkaita ja koska asuntojen keskimääräinen koko on pienentynyt, kerrostaloasuntojen osalta asuntojen lukumäärä on kasvanut (SVT, 2013).



Kuva 4.1. Asuntokuntien määrän kehitys koon mukaan (SVT, 2013).

Asumispreferenssit muuttuvat jatkuvasti ympäröivien tekijöiden vaikutuksesta. Siihen missä ja miten ihmiset asuvat vaikuttaa useita osatekijöitä, kuten esimerkiksi työpaikat, yleinen taloustilanne ja alueellinen kehitys. Suomessa väestöstä asui vuonna 2007 kaupunkimaisissa kunnissa 65 prosenttia, taajaan asutuissa kunnissa 16 prosenttia ja maaseutumaisissa kunnissa 19 prosenttia. Muuttovirta on pitkään suuntautunut maan suuriin kasvukeskuksiin, kuten pääkaupunkiseudulle ja Tampereelle. Väestön keskittyessä kaupunkien keskustoihin, on kerrostaloasuminen noussut yleisimmäksi asumismuodoksi pientaloasumisen sijaan. Vielä vuonna 1990 erillisiä pientaloja ja kerrostaloasuntoja oli lähes yhtä paljon mutta vuoden 2013 lopussa kerrostaloasuntoja osuus kaikista asunnoista oli jo 44 prosenttia. Samaan aikaan pientalojen osuus on laskenut 40 prosenttiin (Laakso, 2004; Suomen Ympäristöministeriö, 2008).

Sen lisäksi, että kerrostaloasuminen on kaupungistumisen myötä lisääntynyt, on myös kerrostalojen vuokralla asuminen lisääntynyt huomattavasti. Kuvassa 4.2 on esitetty vuonna 2013 valmistuneiden kerrostalojen hallintaperusteinen jako. Vuokra-asuntojen osuus vastaa 43 % kaikista uusista kerrostaloasunnoista ja suurissa kasvukeskuksissa erityisesti pienikokoisista vuokra-asunnoista on jo usean vuoden ajan ollut jatkuva puute. Syitä vuokralla asumisen lisääntymiseen on useita. Nykyään ihmiset muuttavat esimerkiksi enemmän työn ja opiskelupaikkojen perässä, jolloin yleisimmin asutaan vuokra-asunnossa. Lisäksi vuokralla -asumisen aika on pidentynyt huomattavasti ja omistusasunto hankitaan myöhemmässä elämänvaiheessa kuin aikaisemmin. Vuonna 2013 neljäsosa väestöstä asui vuokralla ja trendi on selkeästi nouseva, kun muuttovirta keskittyy vahvasti kasvukeskuksiin keskustoihin (SVT, 2013; VTT, 2012).



Kuva 4.2. Kerrostaloasuntojen jakautuminen hallintaperusteen suhteen. Vuokra-asuminen on noussut selvästi yleisimmäksi asumismuodoksi kaupunkialueilla (SVT, 2013).

Pääsääntöisesti kaikki demografiaan ja asumispreferensseihin liittyvät muutokset sitoutuvat toisiinsa, sillä vuokralla asumisen lisääntyminen kasvattaa pienien asutokuntien määrää. Lisäksi kerrostaloasuminen kaupunkien keskusta-alueilla kasvattaa painetta rakennuksien korkeuksien lisäämiseen ja rakennetun pinta-alan suurempaan hyödyntämiseen (VTT, 2012).

4.1.2 Tehokas ja taloudellinen rakentaminen

Teollisella valmisosarakentamisella on Suomessa pitkät perinteet. Pääsääntöisesti sitä toteutetaan tehtaassa esivalmistettuja betonirakenteita käyttäen. Vuonna 2010 teollisesti esivalmistettuja betonirakenteita käytettiin rakentamisessa yhteensä 550 miljoonalla eurolla. Tulevaisuudessa rakentamisessa pyritään yhä teollisempaan rakennustapaan, sillä sen avulla voidaan parantaa rakentamisen tuottavuutta ja laatua. Suurin hyöty teollisesta rakentamisesta saadaan, kun runko-, julkisivu- ja täydentävät rakenteet sekä rakennuksen talotekniikka tehdään mahdollisimman pitkälle esivalmisteisina. Lisäksi esijännitetyillä betonivalmisosilla voidaan toteuttaa pidempiä jännevälejä, jolloin esimerkiksi toimitilarakennuksista saadaan tulevaisuudessa paremmin muunneltavia. Rakennuksen helpompi muunneltavuus pienentää rakennuksen elinkaarikustannuksia pitkällä aikavälillä ja mahdollistaa rakennusten monikäyttöisyyden, kuten toimitilarakennuksen muuntaminen asuinkäyttöön sopivaksi (Betoniteollisuus ry, 2010).

Valmisosarakentamisella voidaan toteuttaa rakennusosakokonaisuuksia, jotka parantavat prosessin materiaalitehokkuutta ja lyhentävät rakennusaikaa.

Tulevaisuudessa rakentamisessa pyritään entistä enemmän resursseja säästävään rakennustapaan. Yksi osa tätä on hyväksi todettujen rakennusosakokonaisuuksien standardointi ja ICT-teknologian hyödyntäminen rakennusprosessissa (Betoniteollisuus Ry, 2010).

Korkean rakentamisen lisääntyminen on osa laajempaa kansainvälistä ilmiötä, joka on vasta viime vuosina kehittynyt huomattavasti myös Suomessa. Suomessa korkean rakentamisen hankkeiden määrä on kasvanut 2010-luvun molemmin puolin monissa suurimmissa kaupungeissa. Rakennuskorkeuksien kasvu seuraa osaltaan kansainvälistä trendiä, jossa kaupunkirakennetta pyritään tiivistämään ja käyttämään tehokkaammin hyödyksi. Korkea rakentaminen on yleistynyt merkittävästi, koska kaupunkien keskusta-alueilla rakennusmaata ei voida enää lisätä (Moisala & Ylä-Anttila, 2012).

Kaupunkien kasvaessa ja keskusta-alueiden tiivistyessä nousee keskustassa olevan maanarvo erityisen korkeaksi. Tällöin hankkeiden tuottavuuden takaamiseksi seurauksena on paine rakennustehokkuuksien ja -korkeuksien lisäämiseen. Korkeissa rakennuksissa rakennusmateriaalien ja energiankulutus hyötyneliötä kohden on pienempi kuin matalissa rakennuksissa. Korkeiden rakennusten osalta varsinaiset kestävän rakentamisen hyödyt saavutetaan infrastruktuurin tasolla, jossa esimerkiksi energia-, vesi- ja liikennejärjestelmiä pystytään hyödyntämään tehokkaammin. Asuinrakentamisessa korkeuden lisääminen tarkoittaa samalla monistavuuden lisääntymistä, sillä poikkeuksetta kerrostalojen kerrokset suunnitellaan pohjaratkaisuiltaan lähes identtiseksi (Moisala & Ylä-Anttila, 2012).

4.2 Asukasvalinnat ja – muutokset

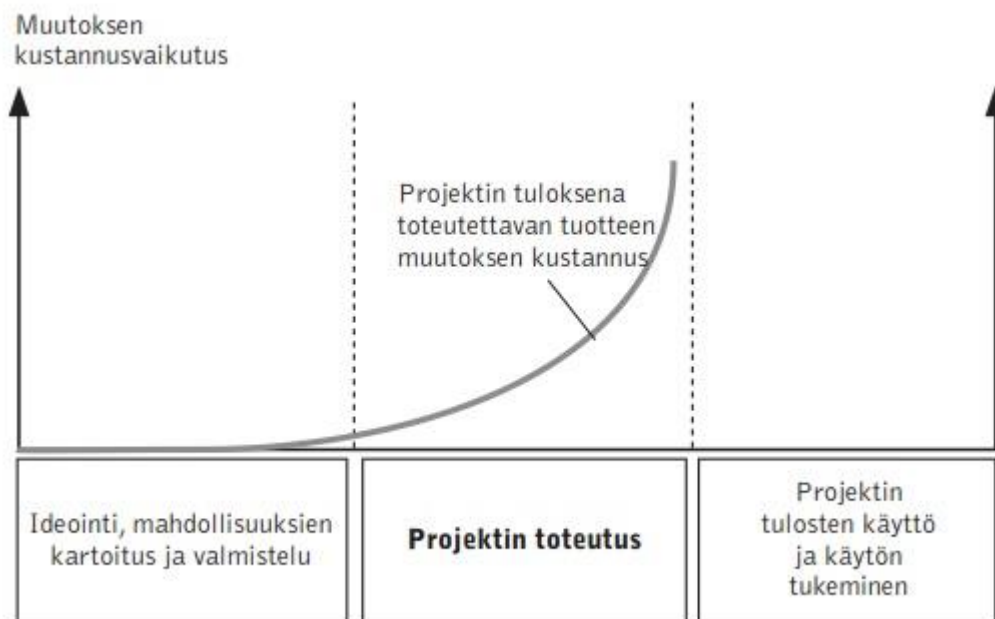
Rakennusala eroaa muista teollisuuden aloista huomattavasti muutostöiden määrässä. Muutostyöt ovat rakennusprojekteihin liittyviä häiriötekijöitä, jotka muuttavat alkuperäisiä suunnitelmia, työtehtävien sisältöä ja suoritusjärjestystä. Muutostyöt ovat rakennusprojekteissa yleisiä vaikuttaen suoraan tai epäsuoraan projektin hankintoihin, aikatauluun ja kustannuksiin (Qi, 2008).

4.2.1 Muutostöiden vaikutus tuotantoon

Muutostyöt toteutetaan joko tarjous- tai toteutus pohjaisesti. Tarjous pohjaisessa muutostyössä urakoitsija antaa tilaajalle kirjallisen tarjouksen muutostyön sisällöstä ja kustannuksista aliurakoitsijoiden muutostyötarjouksiin ja omiin yleiskustannuksiin perustuen. Tilaajan hyväksyttyä muutostyötarjous urakoitsija aloittaa muutostyöprosessin varautuen sen vaatimiin suunnitelmamuutoksiin ja lisäresursseihin. Toteutus pohjaisessa muutostyössä urakoitsija laskuttaa tilaajaa toteutuneiden kustannusten mukaisesti ennalta sovituin aikavälein. Asunto kohteissa muutostyöt ovat

osittain jo ennakkoon rakennusliikkeen tiedossa ja rakennuksen ennakkomarkkinoinnissa annetaan asunnon ostajille mahdollisuus vaikuttaa asuntojen sisältöön. Rakennusliikkeet pyrkivät ohjaamaan asunnon ostajia valitsemaan ennakkoon esitetyistä vaihtoehdoista, jolloin muutosten aikataulu- ja kustannusvaikutus rakennusliikkeelle on mahdollisimman pieni. (Laine, 2005).

Muutostöiden vaikutus riippuu pitkälti siitä, missä vaiheessa muutostyö tilataan. Pääsääntöisesti myöhemmin tilattu muutostyö on aina kalliimpi toteuttaa. Vastaavasti aikaisemmin tilattu muutostyö ehditään sisällyttämään projektin hankintoihin ja urakkasopimukseen, jolloin sen kustannusvaikutus on pieni. Lisäksi aikataulumuutoksiin ehditään varautua lisäresursseilla. Mikäli muutostyö tilataan liian myöhään, voidaan sen seurauksena joutua purkamaan valmiita rakennusosia ja tekemään samoja työtehtäviä uudestaan. Tämän seurauksena myös materiaalihukka on huomattava. Kuvassa 4.4 on esitetty muutostöiden kustannusvaikutuksen kasvu projektin edetessä. Projektin loppuvaiheessa muutostöiden kustannus nousee merkittävästi, sillä aikataulun muuttaminen ja työtehtävien lisääminen käy yhä kalliimmaksi lähellä rakentamisen luovutusvaihetta (Qi, 2008).



Kuva 4.4. Muutostöiden kustannusvaikutus projektin eri vaiheissa (Arto, 2006)

4.3 Rakentamisen laatu ja riskit

Rakentamisen laadun parantaminen on jatkuvasti ajankohtainen ja tärkeä osa rakennusprosessia. Rakentamisen laatuun pyrkivät osaltaan vaikuttamaan hankkeiden rakennuttajat, suunnittelijat ja urakoitsijat omien laadunvarmistusmenetelmiensä avulla. Laadun olemus voidaan ymmärtää eri tavalla riippuen tarkasteltavasta näkökulmasta.

Laatutarkastelun näkökulmia ovat muun muassa suunnittelu-, valmistus-, asiakas- ja ympäristökeskeiset näkökulmat. Jokaiselta eri taholta laatuun kohdistuu hieman erimuotoiset vaatimukset. Pääsääntöisesti materiaali- ja tuotevalmistuksen osalta laatuongelmat ovat nykyisin vähäisiä, mutta työmaakohtainen rakentamisen laatu vaihtelee huomattavasti (Lillrank, 1998).

Nykyään lähes kaikki rakennusalan yritykset pyrkivät parantamaan laatutasoaan erinäisillä yritysکوhtaisilla laatujärjestelmillä. Laadunhallinta on osa yrityksen maineen ylläpitoa ja sen kohentamista. Vaikka siihen käytetään paljon resursseja, ovat rakennusvirheet silti väistämättömiä. Tarkoituksena on kuitenkin minimoida virheet ja niiden vaikutukset projektin kokonaisuuteen. Rakennusvirheiden syyt eivät ole yksioikoisia vaan niihin vaikuttaa aina useat eri tekijät. Yleisimmin rakennusvirheitä syntyy:

- suunnitteluvirheitä
- vääristä materiaalivalinnoista
- työmaalla tehdyistä työvirheitä ja
- ylläpidon aikaisista huollon ja käytön virheitä (Rakennusteollisuus, 2010).

Rakennus- ja takuuajaiset korjaustyöt aiheutuvat työmaalla syntyneistä vaurioista tai työn toteutuksessa tehdyistä virheitä, jotka heikentävät lopputuotteen laatua. Asuntokohteissa esiintyvät virheet pyritään aina korjaamaan perustajaurakoitsijan toimesta viimeistään muuttotarkastuksen tai vuositarkastusten yhteydessä. Virheet voivat olla esimerkiksi seuraavia: tiedonantovirhe, taloudellinen virhe tai oikeudellinen virhe, jotka esiintyvät asuntorakentamisessa kuitenkin harvemmin, sillä käytännössä RS-järjestelmä suojaa ostajia näiltä virhetyypeiltä. Yleisin virhetyyppi on kuitenkin laatuun liittyvät virheet. Asuntokauppalain (4 luku 14 §) mukaan asunnossa on virhe, jos:

- 1) se ei vastaa sitä, mitä voidaan katsoa sovitun;
- 2) se ei vastaa niitä säännöksissä tai määräyksissä asetettuja vaatimuksia, jotka rakennuksen oli täytettävä rakennusvalvontaviranomaisen hyväksyessä sen käyttöönotettavaksi; (17.10.1997/941)
- 3) sen ominaisuuksista aiheutuu tai voidaan perustellusti olettaa aiheutuvan haittaa terveydelle;
- 4) rakentamista tai korjausrakentamista ei ole suoritettu hyvän rakentamistavan mukaisesti taikka ammattitaitoisesti ja huolellisesti;

5) rakentamisessa tai korjausrakentamisessa käytetty materiaali, sikäli kuin sen laadusta ei ole erikseen sovittu, ei ole kestävyydeltään tai muilta ominaisuuksiltaan tavanomaisen hyvää laatua; tai

6) asunto ei muuten vastaa sitä, mitä asunnonostajalla yleensä on sellaisen asunnon kaupassa perusteltua aihetta olettaa.

Riski on käsitteenä laaja ja moniulotteinen. Rakentamisessa riskit ovat projektin osa-alueisiin liittyviä negatiivisia poikkeamia, jotka toteutuessa aiheuttavat rakennusvirheitä ja huonontavat rakentamisen laatua. Poikkeamat pyritään tiedostamaan etukäteen, jotta niihin voidaan varautua. Riski muodostuu kahdesta osa-alueesta; riskin suuruudesta ja todennäköisyydestä. Riskit luokitellaan perustuen niiden vaikutuksiin projektin kokonaisuuteen joko merkittäviksi tai merkityksettömiksi. Rakennusprojektissa merkittävimpiä riskejä ovat poikkeamat, joiden esiintymisen todennäköisyys ja vaikutukset projektin kustannuksiin ovat suuret (Arto, 2006).

Rakennusprojektissa riskeihin pyritään varautumaan erilaisilla riskienhallintamenetelmillä. Riskien vaikutuksia voidaan minimoida pienentämällä niiden toteutumisen todennäköisyyttä, vähentämällä vaikutuksia tai jakamalla riskiä. Riskienhallinta on osa jokaista rakennusprojektia. Sen edellytyksenä on riskien tiedostaminen, arviointi, mittaaminen ja niihin varautuminen. Riskienhallinnalla pyritään välttämään uhkaavia riskejä ja minimoimaan niiden aiheuttamia menetyksiä.

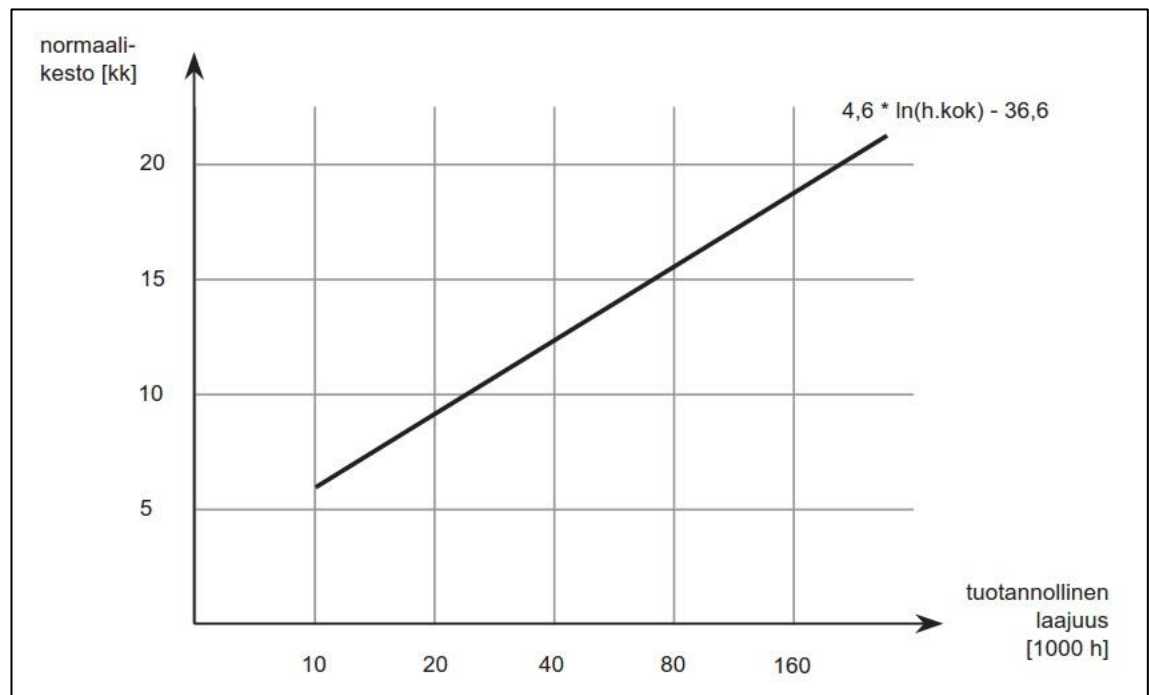
Rakennustyömaalla riskit johtuvat pitkälti materiaalien ja työskentelyolosuhteiden alttiudesta sääolosuhteille. Jokaiseen työvaiheeseen liittyy riskejä mutta niiden todennäköisyys ja merkittävyys vaihtelevat. Merkittävimmät riskit rakennustyömaalla ovat työturvallisuusriskit, sillä niiden vaikutukset ovat usein pitkäaikaisia ja kalliita.

4.4 Rakennusaika

Rakennusaika määrittää rakennusvaiheen alkamispäivän ja luovutuspäivän eli rakennusteknisten töiden keston. Rakennusajan perusteella laaditaan pääurakoitsijan toimesta hankkeen yleisaikataulu yhdessä talotekniikka urakoitsijoiden ja tilaajan kanssa. Rakennusaika on oleellinen hankkeen kokonaiskustannusten kannalta ja onnistuneen aikataulun luonti vaatii pääurakoitsijan kokemusta työtehtävien menekeistä, kestoista ja ennalta tiedostetuista aikatauluviiveistä.

Urakkakohteissa tilaaja määrittelee rakennushankkeelle alkamispäivän ja luovutuspäivän ja vastaavasti omaperusteisissa asuinrakennushankkeissa keston määrittelee perustajaurakoitsija itse. Perustajaurakoitsijan on ilmoitettava kohteen ennakkomarkkinointi vaiheessa tietty aikaväli, milloin asunnot luovutetaan asiakkaille.

Rakennuskohteen kokoluokan ja ominaisuuksien perusteella määritellään tämän mukaan rakentamisen aloittaminen ja tuotantovaiheiden kestot. Rakennusajan kesto määräytyy pääsääntöisesti aiempaan kokemukseen pohjautuen. Keston kriteerit pohjautuvat käsitykseen kohtuullisesta, kustannusten kannalta tarkoituksenmukaisesta ja laaturiskit eliminoivasta rakennusajasta. Tarkoituksena on pyrkiä normaalikeston mukaiseen rakennusaikaan (Rakennustieto Oy, 2001).



Kuva 6.2. Hankkeen normaalikesto tuotannollisen laajuuden funktiona (Rakennustieto Oy, 2001).

Normaalikestoinen kokonaisrakennusaika vastaa rakennusaikaa, jossa rakennus on mahdollista toteuttaa kaikista kustannustehokkaimmin. Normaalikestoa lyhennettäessä seurauksena voi olla laaturiskejä tai laadunvarmistuksesta aiheutuvia lisäkustannuksia ja vastaavasti pidennettäessä työmaan ylläpitokustannusten kasvu. Mikäli kohde on tuotannollisesti laaja, voidaan normaalikestosta poiketa $\pm 20\%$ ilman että hankkeen kokonaiskustannukset oleellisesti muuttuvat. Hankkeen normaalikeston määrittämiseen käytettävä kuvaaja on esitetty kuvassa 6.2 (Rakennustieto Oy, 2001).

5 TUTKIMUSMENETELMÄT JA TUTKIMUKSEN SUORITUS

Tutkimusmenetelmä eli metodi tarkoittaa empiirisen tutkimuksen aineiston hankintakeinoja, joiden avulla pyritään tuottamaan ratkaisuja tutkimusongelmaan. Menetelmän valinnassa huomioidaan aineistot ja tutkimustekniikat, joilla saadaan määrällisesti ja laadullisesti parhaiten tietoa tutkittavasta kohteesta. Tutkimusmenetelmät voidaan luokitella kvalitatiivisiin eli laadullisiin ja kvantitatiivisiin eli määrällisiin tutkimusmenetelmiin.

5.1 Tutkimusmenetelmät

Laadullisen tutkimuksen perusajatus on tutkia ilmiötä yksilön toiminnan kautta. Perustuen tutkittavien yksiköiden näkökulmiin ja kokemuksiin laadullisessa tutkimuksessa pyritään kokonaisvaltaisempaan ja syvempään käsitykseen ilmiöstä. Toisin kuin määrällinen tutkimus, se ei tuota tilastollisesti päteviä tuloksia. Tämä saattaa aiheuttaa tutkimuksessa tulkintaongelmia, sillä tutkimustulokset eivät ole täysin objektiivisia. Laadullisella tutkimuksella pyritään kehittämään jo olemassa olevaa teoriaa edelleen, tutkimalla pientä määrää yksiköitä perusteellisesti ja mahdollisimman vähin ennako-oletuksin. Laadullisen tutkimuksen on määrällisen tutkimuksen esiaste, jonka tuloksien avulla luodaan hypoteeseja määrällistä tutkimusta varten. Tutkimuksen ominaispiirteitä ovat hypoteesittomuus, pieni otanta, laadukas aineisto ja aineiston monitahoinen analysointi (Hirsjärvi, 2007).

Määrällisessä tutkimuksessa ilmiötä pyritään selittämään käyttäen laskennallisia ja tilastollisia menetelmiä. Tavoitteena on tutkimusaineiston saattaminen tilastollisesti käsiteltävään muotoon ja aineiston käsittely tilastollisten analyysimenetelmien avulla. Määrällisessä tutkimuksessa tutkitaan suuria ihmisryhmiä keräämällä yksittäistapauksista ainoastaan suppea määrä tietoa. Tiedonkeruumenetelmiä voivat olla esimerkiksi lomakekysely, havainnointi tai valmiiden tilastojen käyttö. Havaintoaineiston perusteella pyritään ymmärtämään tutkittavaa ilmiötä ja luomaan aineistoon perustuvia objektiivisia tuloksia eli yleistyksiä (Hirsjärvi, 2007).

Tässä tutkimuksessa pyrittiin keräämään yksilöiden näkökulmia ja kokemusperäistä tietoa laadullisen tutkimuksen avulla. Tutkimuksessa keskityttiin pieneen määrään tutkittavia perehtyen jokaiseen yksilöön ja aihealueeseen perusteellisesti.

Tutkimustuloksia käsiteltiin kirjallisuudesta ja tapaustutkimuskohteista saatujen tietojen kanssa laskennallisesti ja johtopäätöksien muodossa.

5.2 Tutkimuksen suoritus

Tutkimuksen päätavoitteena oli kehittää kylpyhuone-elementtien käyttöä asuntotuotannossa. Kylpyhuone-elementtien käyttöä tutkittiin haastattelemalla projektin eri osapuolia, joilla kaikilla oli kokemuseräistä tietoa kylpyhuone-elementeillä toteutetuista asuntokohteista. Koska rakennusprosessiin osallistuu useita eri osapuolia, pyrittiin haastateltavat valitsemaan sekä tuotanto-, suunnittelu- että käyttöönottovaiheeseen osallistuvista henkilöistä. Eri tehtäviin keskittyviä henkilöitä haastattelemalla kartoitettiin tutkimusaihetta koko prosessin ajalta; kylpyhuone-elementin valmistuksesta rakennuksen käyttöönottoon.

Tutkimuksessa haastateltiin osapuolia koko hankkeen ajalta perustajaurakoitsijan, suunnittelijoiden ja elementtitehtaan puolelta. Haastateltavat jaettiin kahteen pääryhmään sen mukaan, mihin vaiheeseen projektia he sijoittuivat. Tässä tutkimuksessa haastateltavat jaettiin suunnittelu- ja tuotantovaiheen osapuoliin. Ensimmäinen ryhmä oli hankkeen alkuvaiheen osapuolet, kuten suunnittelijat ja perustajaurakoitsijan projektinjohto sekä hankinta. Vastaavasti toinen ryhmä oli tuotantovaiheen osapuolet, kuten työnjohtajat ja projekti-insinöörit. Yhteensä haastatteluja pidettiin 12 kappaletta, niiden keskimääräisen keston ollessa 45–60 minuuttia.

Koska vaiheet voivat projektin aikana helposti limittyä keskenään ja useat osapuolet voivat osallistua projektiin sekä tuotanto- että suunnitteluvaiheessa, käytettiin kaikille haastateltaville samaa kysymyspatteristoa. Haastateltavia henkilöitä olivat muun muassa hankesuunnitteluvaiheessa mukana olevat rakennuttamisinsinööri, rakennusarkkitehti, lvi-suunnittelija, asuntomyyjä sekä hankintapäällikkö. Tuotantovaiheeseen osallistuvista haastateltiin vastaavia työnjohtajia, projektipäällikköä ja hankintainsinööriä. Haastattelut suoritettiin työntekijöiden toimipisteillä joko rakennustyömailla tai toimistolla. Haastattelut nauhoitettiin ja haastatteluiden tuloksista koottiin jälkikäteen tekstimuotoinen yhteenveto, jota käytettiin apuna tuloksien esittämisessä työn tutkimusosuudessa. Haastatteluiden tuloksien analysointi yhdessä kirjallisuudesta saatujen tietojen kanssa päädyttiin tutkimuksen varsinaisiin johtopäätöksiin ja kehitysehdotuksiin.

Tutkimuksen taustateoriaa selvitettiin kirjallisuusselvityksen ja referenssikohteiden tietojen avulla. Lisäksi ennen varsinaista haastattelututkimusta tutustuttiin tarkemmin kylpyhuone-elementtien tuotantoon elementtitehtaalla. Pohjatietojen perusteella selvitettiin kylpyhuone-elementtien haasteet ja ongelmakohdat, joihin haastattelujen

kysymykset suunnattiin. Kirjallisuusmateriaali hankittiin raporteista, TTY:n kirjaston kiinteistä ja sähköisistä materiaaleista sekä referenssikohteiden suunnittelu- ja hankintatiedoista.

Haastattelututkimuksen lisäksi suoritettiin tapaustutkimus, jossa vertailtiin SRV Pirkanmaan asuinrakennuskohteita. Tapaustutkimuksessa vertailtiin viittä eri asuinrakennuskohdetta, joista yksi oli toteutettu kylpyhuone-elementeillä ja neljä paikallarakentaen. Tutkimuskohteista tehtiin karkea vertailu rakennusajan, -kustannusten ja korjaustyömäärien perusteella. Saatuja tuloksia käytettiin tämän jälkeen pohjatietona haastatteluille, joissa pyrittiin selvittämään syvällisemmin syitä vertailussa saatuihin tuloksiin ja analysoimaan niitä. Vertailussa on käytetty toteutuneita kustannuksia, menekkejä sekä muutto- ja vuositarkastustietoja. Näiden tietojen pohjalta on laadittu keskiarvoja paikallarakennettujen kylpyhuoneiden välille ja verrattu niitä kylpyhuone-elementeillä toteutettujen kohteiden vastaaviin.

5.3 Haastattelut

Haastattelu voidaan määritellä suulliseksi keskusteluksi, jolla pyritään selvittämään ja kartoittamaan tutkittavaa ilmiötä. Tavallisesta keskustelusta haastattelun erottaa sen ennakkoon tarkkaan määritelty päämäärä ja haastattelijan strukturoima keskustelun eteneminen. Haastattelun päätavoitteena on kerätä informaatiota haastattelijan valitsemista tutkimusaiheista.

Haastattelu on laajalti käytetty menetelmä tutkimusaineiston keräämisessä eri tieteenoaloilla. Kvalitatiivisissa tutkimuksissa haastattelu on ollut yleensä päämenetelmä mutta sen soveltuvuus tulee aina perustella kyseisen ongelman ratkaisuun. Hirsjärvi (2007) toteaa haastattelun olevan siinä suhteessa ainutlaatuinen tiedonkeruumenetelmä, että siinä ollaan suoraan kielellisessä vuorovaikutuksessa tutkittavan kanssa. Hirsjärvi (2007) jatkaa, että haastattelun suurimpana etuna pidetään yleensä juostavuutta aineistoa kerätessä. Esimerkkejä juostavuudesta ovat muun muassa haastattelujärjestyksen muuttaminen, vastauksien tulkitseminen ja kysymysten muokkaaminen haastattelussa ilmenneiden tietojen perusteella. Lisäksi saatuja vastauksia voidaan selventää tarkennetuilla kysymyksillä ja syventää näin haastattelusta saatavaa tietoa (Hirsjärvi, 2007).

Tutkimusta varten haastattelu on ymmärrettävä systemaattisena tiedonkeruu muotona, jolla on selkeä tavoite tuottaa luotettavia ja päteviä tietoja tutkimusaiheesta. Tutkimuksessa käytettyä haastattelua kutsutaan tutkimushaastatteluksi. Se voidaan jakaa kolmeen pääryhmään: strukturoituhaastattelu eli lomakehaastattelu, teemahaastattelu ja avoin haastattelu (Hirsjärvi, 2007).

Lomakehaastattelu eli strukturoitu haastattelu on formaalisin haastattelutyyppejä, jossa haastattelu tapahtuu lomaketta apuna käyttäen. Haastattelun kysymykset, vastaukset ja etenemisjärjestys ovat ennakkoon täysin määritelty ja kysymykset esitetään haastateltaville aina samassa järjestyksessä. Lomakehaastattelu sopii parhaiten tutkimuksiin, joissa aineistoa on tarkoitus käsitellä tilastollisen analyysin keinoin. Teemahaastattelu eli puoli strukturoitu haastattelu on lomake- ja avoimen haastattelun välimuoto, jossa tutkimuksen aihepiirit eli teemat on ennakkoon määritelty. Teemahaastattelussa kysymysten muotoa ja esitysjärjestystä voidaan muuttaa haastatteluiden välillä eikä siinä välttämättä käytetä täysin samoja kysymyksiä kaikkien haastateltavien kohdalla. Avoin haastattelu on kaikista haastattelumuodoista lähimpänä keskustelua. Siinä ei ole ennakkoon määritettyä kiinteää runkoa vaan haastattelun rakenne jää haastateltavan itse päätettäväksi. Avoimessa eli strukturoimattomassa haastattelussa selvitetään haastateltavan ajatuksia, mielipiteitä, tunteita ja käsityksiä tutkimusaiheesta sen mukaan kuin ne tulevat keskustelussa esille (Hirsjärvi & Hurme 2008).

5.3.1 Tämän tutkimuksen haastattelut

Tutkimuksen tiedonkeruumenetelmäksi valittiin haastattelututkimus, koska tutkimusaihe perustuu merkittävin osin projekteissa mukana olleiden henkilöiden kokemuseräiseen tietoon. Haastattelututkimukseen päädyttiin, koska siinä kysymyksiä on mahdollista muokata keskustelun etenemisen mukaisesti. Lisäksi siinä voidaan keskittyä oleellisimpien aiheiden käsittelyyn ohjaamalla keskustelua sekä esittämällä tarkentavia lisäkysymyksiä.

Tämän tutkimuksen haastattelulajina voidaan pitää teemahaastattelua, sillä kysymysten muoto ja esitysjärjestys muuttuu haastatteluiden kesken sen mukaan miten haastateltavat henkilöt sijoittuvat asuntotuotantoprosessiin. Haastatteluille on mietitty valmiiksi teemat, joista halutaan saada syvempää tietoa ja joihin keskustelun pääpaino on suunnattu. Osa kysymyksistä on kuitenkin lähempänä lomakehaastattelua, sillä ne on rajattu tarkasti keskittymään yksittäiseen tutkimusongelmaan tai -aiheeseen. Voidaan siis todeta haastattelututkimuksen olevan osittain sekä lomake- että teemahaastattelu. Täysin määritelty lomakehaastattelu ei olisi tässä tapauksessa soveltunut haastattelumuodoksi, sillä tutkijan ennakkotietojen perusteella ei olisi voitu määrittää kaikkia oleellisimpia kysymyksiä tutkimusongelmaan liittyen. Avoimessa haastattelussa puolestaan haasteena olisi ollut haastattelun keskittyminen tutkimuksen kannalta epäoleellisiin aiheisiin. Haastatteluissa on pyritty välttämään hypoteesien asettamista mutta samalla hyödynnetty kirjallisuudesta saatuja esitietoja haastatteluiden teemojen pohjana.

Tässä tutkimuksessa haastattelut toteutettiin yksilöhaastatteluina perustuen tutkimuksen tavoitteisiin ja haastateltaviin. Muita vaihtoehtoja olisi ollut pari- tai ryhmähaastattelu. Yksilöhaastatteluun päädyttiin, koska tutkimusongelman kannalta yksilöiden

henkilökohtaiset mielipiteet ja kokemukset ovat tutkimuksessa avainasemassa. Mikäli samanaikaisesti olisi haastateltu suurempia ryhmiä, ei mielipiteitä olisi saatu yksilötasolla selville yhtä perusteellisesti. Suoritetut haastattelut on esitetty tarkemmin liitteessä 1.

Kaikilta haastateltavilta kysyttiin sekä samoja kysymyksiä että erikseen juuri tietyille osajoukolle räätälöityjä kysymyksiä. Jokaisessa haastattelussa pyrittiin syventymään haastateltavan henkilön ydinosaamiseen ja rooliin rakennusprosessissa. Kysymykset rajattiin jokaisen haastateltavan kohdalla erikseen, sillä projektiin osallistuvien henkilöiden työtehtävät eroavat keskenään merkittävästi. Tällöin kaikilla osapuolilla ei ole tarpeeksi tietoa oman työtehtävänsä ulkopuolelta ja tulokset näistä aihealueista olisivat olleet epätarkkoja. Koska haastateltavia oli valittu monesta eri kategoriasta, saatiin haastatteluiden tuloksena laaja kokonaiskäsitys kylpyhuone-elementtien elinkaaresta ja sen eri vaiheisiin liittyvistä tutkimusongelmista.

5.3.2 Haastattelukysymykset

Haastattelukysymyksistä muodostettiin yksi laaja kysymyspatteristo siten, että osa kysymyksistä muotoiltiin selkeästi tuotannon ja osa suunnittelun osapuolille. Haastattelukysymyksiä muodostettaessa huomioitiin tutkimuksen tavoitteet ja osa-alueet, joihin kirjallisuus ei tarjoa objektiivisia vastauksia. Kysymykset rajattiin pohjatietojen perusteella koskemaan kylpyhuone-elementtien käyttöön liittyviä haasteita ja ongelmakohtia. Koska kaikilla tutkimukseen osallistuneilla henkilöillä oli kokemuksia myös paikallarakennetuista kylpyhuoneista, lisättiin kysymyspatteristoon toteutustapoja vertailevia kysymyksiä. Näiden avulla kartoitettiin selkeitä suunnittelu- ja tuotantovaiheiden eroja toteutustapojen välillä sekä niiden vaikutuksia rakennushankkeeseen.

Kysymyksiä luotiin aluksi paljon. Aihealueita ja yksityiskohtaisia kysymyksiä yhdistelemällä suuremmaksi kokonaisuudeksi saatiin koottua lopullinen kysymyspatteristo. Tärkeimpiä haastatteluissa käsiteltäviä osa-alueita olivat toteutustapojen vertailu, suunnitteluvaihe, laadullisten ja aikataulullisten tekijöiden vertailu sekä rakennustyyppin ja loppukäyttäjän vaikutus. Haastatteluissa käytetyn kysymyspatteristo rakenne on esitetty liitteessä 2.

6 KYLPYHUONE-ELEMENTTIEN KÄYTTÖ ASUNTOTUOTANNOSSA

Tässä luvussa on käsitelty kylpyhuone-elementtien liittyminen asuntotuotantoprosessiin sekä vertailtu tuotantotapoja case-kohteista saatujen tietojen perusteella. Käsitelyssä on keskitytty omaperusteisen asuntorakentamisen erityispiirteisiin, sillä kaikki tutkimuskohteet ovat SRV Rakennus Oy:n omaperusteisia asuinrakennuksia. Tässä luvussa on koottu yhteen haastattelututkimuksessa saatu aineisto eri aihealueilta koko rakennustuotantoprosessin ajalta. Tapaustutkimuskohteiden vertailu on esitetty erikseen alaluvussa 6.6.

6.1 Kylpyhuone-elementtien soveltuvuus asuntorakentamiseen

Asuntotyypit, urakkamuodot ja rakennuksen loppukäyttäjät vaikuttavat kaikki osaltaan siihen, miten rakennuskohde toteutetaan. Kohteen asuntotyyppi voi olla esimerkiksi kerros-, rivi- tai paritalo, joista kerrostalo sopii toistuvuutensa ansiosta parhaiten standardoiduille ratkaisuille ja elementtirakentamiselle. Myös rivi- ja paritaloissa voidaan käyttää vastaavia ratkaisuja kuin kerrostalorakentamisessa mutta kylpyhuone-elementtien tapauksessa osa valmistilojen hyödyistä katoaa yksi- tai kaksikerroksisessa toteutuksessa. Esimerkiksi kylpyhuoneen tekniikkahormin hyödyntäminen rivi- ja paritalorakentamisessa on hankalaa ja saavutetut hyödyt vähäisiä.

Asuntorakentaminen käsittää useita eri urakkamuotoja ja asuntotyyppisiä, jotka yhdessä vaikuttavat kylpyhuone-elementtien soveltuvuuteen rakennuskohteeseen. Urakkamuotoja ovat omaperusteinen hanke, neuvottelu-urakka tai kilpailu-urakka yleishyödylliselle rakennuttajalle. Tässä työssä painopiste on omaperusteisissa kerrostalo-kohteissa, joiden suunnitteluun rakennusliikkeillä on mahdollisuus vaikuttaa. Rakennusliike toimii itse suunnittelunohjaajana, jolloin hankesuunnitteluvaiheessa voidaan huomioida kylpyhuone-elementtien vaatimat suunnitteluperiaatteet ja -ratkaisut. Kilpailu- ja neuvottelu-urakoiden tapauksessa suunnitelmat ovat pääsääntöisesti valmiiksi määritettyjä ja niihin voidaan harvemmin enää tarjouskilpailun jälkeen tehdä kylpyhuone-elementtien vaatimia muutoksia.

Asuntorakentamisen urakkamuodot voidaan myös jakaa karkeasti kahteen osaan: RS-kohteisiin ja urakkakohteisiin. RS-kohteesta puhutaan, kun asunto-osakeyhtiö on kytketty asuntokauppalain rakentamisvaiheen suojajärjestelmään eli RS-järjestelmään.

RS-järjestelmä suojaa ostajan oikeuksia ja mahdollistaa sitovien kauppojen tekemisen jo rakennusvaiheessa. Tämän tutkimuksen perustajaurakoisija -kohteista kaikki kuuluvat RS-järjestelmään.

Haastatteluiden perusteella omaperusteisissa asuntokohteissa kylpyhuone-elementtien käyttö koettiin kaksijakoisesti. Toisaalta haluttiin parantaa rakentamisen tuottavuutta ja säästää kustannuksia lyhemmän rakennusajan kautta mutta vastaavasti ongelmana nähtiin muutostöiden toteuttamisen vaikeus. Erityisen tärkeänä pidettiin ennakkomarkkinointivaihetta, jolloin rakentamiseen liittyviä muutoksia on vielä mahdollista toteuttaa ilman merkittäviä lisäkustannuksia. Kylpyhuone-elementtien käyttö koettiin omaperusteisissa kohteissa riippuvaiseksi kohteen yleisestä luonteesta. Esille nousi useaan otteeseen kohteen arvo. Kohteen arvoon vaikuttavat eniten sijainti sekä asuntojen laatu- ja varustelutaso. Yleisesti keskusta-alueelle sijoituvia rakennuksia pidettiin arvokkaina niiden neliöhintojen perusteella. Neliöhinnoilta suuremmissa kohteissa asunnonostajia pidettiin myös tarkempina. Kylpyhuone-elementtien todettiin sopivan paremmin halvemman hintaluokan kohteisiin kuin niin sanottuihin ”arvokohteisiin”.

Haastatteluissa ajatukset jakautuivat vahvasti sen mukaan, miten haastattelijat osallistuivat projektiin. Tuotannon osapuolet eivät pitäneet kohteen luonnetta juurikaan merkittävänä. Vastaavasti asuntomyynnin, projektinjohdon ja rakennuttajien puolelta kylpyhuone-elementtien käyttö arvokkaissa kohteissa nähtiin ehdottoman haitallisena. Toisaalta mainittiin myös kylpyhuone-elementtien laatutason parantamisen mahdollisuuksista yksittäisiä materiaaleja vaihtamalla, jotka voidaan toteuttaa ilman asukkaiden tekemiä materiaalivalintoja ja kohentaa näin asuntojen laatutasoa. Tällaisia olivat muun muassa:

- laadukkaampien puupaneelien käyttö
- laadukkaampi laattojen käyttö ja
- suihkuverhon korvaaminen suihkuseinällä.

Esimerkiksi näiden muutoksien avulla asiakkaiden nähtiin mieltävän asunto laadullisesti paremmaksi vaikka varsinaisia asukkaiden tekemiä materiaalivalintoja ei olisikaan mahdollista toteuttaa. Materiaalimuutokset vaikuttavat asiakkaalle muodostuvaan kuvaan kohteen laadukkuudesta ja näin myös lopulliseen ostopäätökseen. Vastaavasti halpojen materiaalien käyttö ja materiaalivalintojen puute nähtiin arvokkaammalle sijainnille toteutetuissa asuinrakennuksissa sopimattomaksi ja mainetta heikentäväksi tekijäksi.

Urakkakohde eroaa RS-kohteesta oleellisesti, sillä siinä rakennuttajana ja tilaajana toimii rakennusurakoitsijan ulkopuolinen taho. Tässä tapauksessa urakoitsijat valitaan yleensä tarjouskilpailun kautta käyttäen sopimuksen laatimiseen rakennusurakan yleisiä sopimusehtoja (YSE 1998). Urakkakohteessa rakennusliike ei vastaa asuntojen myynnistä, joten niissä kylpyhuone-elementtien käyttö on rakennusliikkeen kannalta kustannuksia säästävää toteutustapa. Kasvukeskuksissa jatkuvan vuokra-asuntojen tarpeen säilyessä asuinrakennusurakoita toteutetaan usein myös ulkopuolisille tahoille, jotka huolehtivat asuntojen vuokraamisesta tai myymisestä niiden loppukäyttäjälle. Urakkamuotoja merkittävämpiä pidettiin rakennuksen loppukäyttäjiä, jotka määrittelevät rakennuksen laatu- ja varustelutason.

Kylpyhuone-elementtien käyttö soveltuu kaikista parhaiten nimenomaan vuokra-asuntotuotantoon, jossa asunnon loppukäyttäjille ei ole mahdollisuutta vaikuttaa asunnon sisältöön ja varusteluun. Tässä tapauksessa syntyy myös rakennuttajalle etuja kylpyhuone-elementtien käytöstä. Mikäli tilaaja määrittelee täysin kylpyhuoneiden varustetason, eivät asukasmuutosten aiheuttamat ongelmat pääse vaikuttamaan itse toteutukseen. Kaikki haastateltavat olivat yhtä mieltä siitä, että nimenomaan vuokra-asunnoissa kylpyhuone-elementeillä voidaan saavuttaa niiden maksimaaliset edut suhteessa paikallarakennettavaan kylpyhuoneeseen. Kustannus- ja aikataulusäästöjen suuruus on tällöin riippuvainen rakennuksen kokoluokasta, pohjaratkaisuista ja kylpyhuoneiden monistettavuudesta.

6.2 Asuntotuotantoprosessi

Rakennushankkeen vaiheita ovat tarveselvitys, hankesuunnittelu, rakennussuunnittelu, rakentaminen ja käyttöönotto. Varsinaiseen tuotantovaiheeseen kuuluvat hankesuunnittelu, rakennussuunnittelu ja rakentamisvaihe. Tässä yhteydessä käsitellään tarkemmin ainoastaan kylpyhuone-elementtien liittymistä rakennushankkeen tuotantovaiheeseen, sillä tarveselvitykseen ja käyttöönottovaiheeseen ei liity toteutuksen kannalta yhtä merkittäviä haasteita. Taulukossa 6.1 on koottu merkittävimmät haasteet kylpyhuone-elementtien käyttöön liittyen rakennushankkeen eri vaiheissa. Aihealueita on selvitetty ja analysointi tarkemmin tässä luvussa haastatteluista kerätyn aineiston perusteella. Haastatteluiden pääpaino oli asuntorakentamisen erityispiirteiden selvittämisessä ja tuotantotapojen vaikutus rakennushankkeen kokonaisuuteen. Aihealueita on tutkittu ainoastaan omaperusteisen asuntotuotannon näkökulmasta.

Taulukko 6.1. Kylpyhuone-elementti toteutukseen liittyvät haasteet asuntotuotantoprosessin eri vaiheissa.

Hankesuunnittelu	Rakennussuunnittelu	Rakennusvaihe	Käyttöönotto
<ul style="list-style-type: none"> • Päätös toteutustavasta • Pohjatietojen kokoaminen ja ennakkosuunnittelu • Asukasvalintojen rajaaminen • Kohteen ennakkomarkkinointi 	<ul style="list-style-type: none"> • Asuntopohjien suunnittelu • Kylpyhuone-elementtien hankinta • Suunnittelu yhteistyön toimivuus • Asukasvalinnat ja -muutokset 	<ul style="list-style-type: none"> • Elementtien toimitus ja asennus • Työvaiheiden yhteensovitus • Rakennusaikaisten riskienhallinta 	<ul style="list-style-type: none"> • Kylpyhuoneiden laatu • Asukasreklamaatiot • Takuukorjausten suoritus • Asuntojen myynti

6.3 Hankesuunnitteluvaihe

Suunnittelun osalta valmistilaelementeillä toteutettava kohde eroaa paikallarakennetusta kylpyhuoneesta merkittävästi. Päätös kylpyhuone-elementtien käytöstä tehdään jo luonnossuunnitteluvaiheessa ja se määrittelee suurelta osin koko rakennuksen suunnitteluperiaatteita. Kylpyhuoneisiin kulminoituu asuntokohtaisesti suunnittelun kriittisimmät ja haastavimmat kohdat. Lisäksi kylpyhuoneiden suunnittelu sisältää suuren osan suunnittelun työmäärästä johtuen niiden sisältämistä talotekniikkajärjestelmistä.

Kylpyhuone-elementtien suunnittelu toteutetaan yhteistyössä kohteen suunnittelijoiden, perustajaurakoitsijan ja elementtitoimittajan kanssa. Suunnittelunohjauksesta vastaa perustajaurakoitsija. Pääsuunnittelija vastaa suunnitelmien yhteensopivuudesta ja varmistaa niiden huomioivan kylpyhuone-elementtien erityispiirteet. Suunnitteluvaiheessa huomioidaan kylpyhuone-elementtien erityispiirteet, jotta suunnitelmista saadaan työmaateknisesti toteutuskelpoisia. Suunnitelmat toteutetaan siten, että kylpyhuoneet voidaan tarvittaessa toteuttaa myös paikallarakentamalla. Suunnitelmat voidaan siis aina muuttaa kylpyhuone-elementeillä suunnitellusta paikallarakennettavaan mutta ei koskaan toisin päin.

Rakennuskohteeseen nimetyt suunnittelijat toteuttavat kylpyhuone-elementtien osalta luonnospiirustukset, joissa esitetään kaikki kylpyhuoneeseen liittyvät rakenteet ja lvi-kytkennät. Suunnittelijoiden piirustukset tarkastaa elementtitehdas, jonka jälkeen niitä tarvittaessa muokataan. Mikäli alkuperäiset suunnitelmat eivät sellaisenaan ole täysin toteutuskelpoisia, tekee elementtitehdas niihin tarvittavat muutokset. Monesti elementtitehtaalla suunnitelmiin tehdään vaatimusten mukaisia korjauksia esimerkiksi varusteiden sijoitteluun ja lattioiden kallistuksiin. Suunnitelmamuutokset siirretään rakennuskohteen suunnittelijoiden toimesta varsinaisiin toteutuspiirustuksiin ja tätä kautta tuotannon työntekijöiden käyttöön.

Suunnitteluvaiheessa pidetään useita suunnittelukokouksia osapuolien välillä laadukkaan lopputuloksen saavuttamiseksi. Asuntorakentamisessa nimenomaan

kylpyhuoneeseen kulminoituvat monesti myös rakentamiseen liittyvät ongelmat talotekniikan ja työvaiheiden suuren määrän vuoksi. Esimerkiksi pienissä asunnoissa kylpyhuone saattaa olla noin kolmasosa koko asunnon pinta-alasta ja käsittää suurimman osan asuntoon suoritettavista työmaatehtävistä. Suunnittelun laatu korostuu käytettäessä elementtirakenteisia kylpyhuoneita, sillä niihin myöhemmin tehtävät muutostyöt ovat hyvin hankalia ja kalliita toteuttaa.

Kylpyhuone-elementtejä käytettäessä suunnitellaan ensimmäiseksi kylpyhuoneiden ja tekniikkahormien sijoitus asuntopohjiin. Näiden perusteella suunnitellaan asuntojen muut tilat sekä niiden liitännät talotekniikkajärjestelmiin. Tekniikkahormit suunnitellaan kerroksittain päällekkäin, jolloin kanavien liitokset ja eristykset on työmaateknisesti helppo toteuttaa. Kylpyhuone-elementtien sisältämään tekniikkahormiin pyritään liittämään kaikki asunnon sisältämä talotekniikka. Pienissä asunnoissa toteutus ei yleensä tuota ongelmia mutta suuremmissa asunnoissa tekniikkahormin tila ei välttämättä riitä kaikelle talotekniikalle tai putkien ja kanavien liitosmatka hormiin on liian pitkä. Kylpyhuoneen ulkopuoleisen talotekniikan liittäminen samaan tekniikkahormiin palovaatimuksen täyttävällä asennustavalla saattaa aiheuttaa tilaongelmia. Tällaisia lisäyksiä voivat olla esimerkiksi rakennuksen sisäpuoleinen sadevedenpoistolinja. Suuremmissa asunnoissa toteutetaan yleensä kaksi erillistä pystyhormia, joista toinen palvelee kylpyhuonetta ja toinen esimerkiksi erillistä wc-tilaa ja keittiötä sekä mahdollisesti rakennuksen muuta talotekniikkaa.

Kylpyhuoneiden, hormien ja keittiön suunnittelu korostuu käytettäessä kylpyhuone-elementtejä, jotta asuinpinta-ala saadaan hyödynnettyä mahdollisimman tehokkaasti. Suunnitteluvaiheen yhteistyöllä löydetään vaivattomimmin ratkaisuja, joilla voidaan lisätä asuntojen hyötypinta-alaa ja toimivuutta sekä saavuttaa kaikki valmistilatoimituksen tarjoamat tekniset, aikataululliset ja taloudelliset edut.

6.3.1 Asukasvalinnat ja -muutokset

Omaperusteisissa asuntokohteissa asiakkaalla on mahdollisuus toteuttaa muutostöitä asuntoonsa. Muutoksista voivat olla ennakkoon annettujen vaihtoehtojen mukaisia tai ne voidaan toteuttaa asiakkaan toiveiden mukaisesti lisähintaan perustuen. Urakoitsijat pyrkivät ohjaamaan asiakkaita rajaehdoin tarjoamalla yleisimmistä materiaalivalinnoista valmiita perusvaihtoehtoja sekä lisähintaisia optioita. Pääsääntöisesti asukasmuutokset rajoittuvat asunnon pintamateriaaleihin, kalusteisiin ja kodinkoneisiin. Yhtiöjärjestykseen, rakennuslupaun tai merkittävästi aikatauluun vaikuttavia muutoksia ei urakoitsijan toimesta enää kesken suunnittelu- tai rakennusvaihetta voida toteuttaa.

Haastattelujen perusteella kylpyhuone-elementeissä perusvaihtoehdoksi pyritään löytämään mahdollisimman neutraalit pintamateriaalit, jotta niiden vaikutus asiakkaan ostopäätökseen on vähäinen. Myös kalusteet ja kylpyhuoneen pohjaratkaisut toteutetaan

niin, että ne miellyttävät mahdollisimman suurta osaa asiakaskuntaa. Perushintainen vaihtoehto sisältyy asunnon hintaan ja lisähintaisesta vaihtoehdosta asukas joutuu maksamaan urakoitsijan määrittämän lisähinnan. Mikäli asukas haluaa ennakkoon esitetyistä vaihtoehdoista poikkeavia ratkaisuja, toteutetaan ne urakoitsijan muutostyötarjouksen perusteella. Urakoitsija voi myös hylätä asukkaan muutostyöehdotuksen, mikäli se koetaan liian vaikeaksi toteuttaa. Käytännössä asukastoiveet pyritään kuitenkin aina toteuttamaan asuntojen myynnin ja yrityksen maineen parantamiseksi.

Kaikki kylpyhuone-elementtien hankintavaiheessa myymättömät asunnot toteutetaan perusvaihtoehtojen mukaisilla suunnitelmilla. Rakennusaikana ja sen jälkeen myyzyihin asuntoihin ei enää tehdä muutoksia vaan asiakkaalle tarjotaan perusvaihtoehdoilla toteutettua tuotetta. Tässä yhteydessä pohdittiin erityisesti kysymystä: *”mikä on materiaalivalintojen merkitys ostopäätökseen?”*.

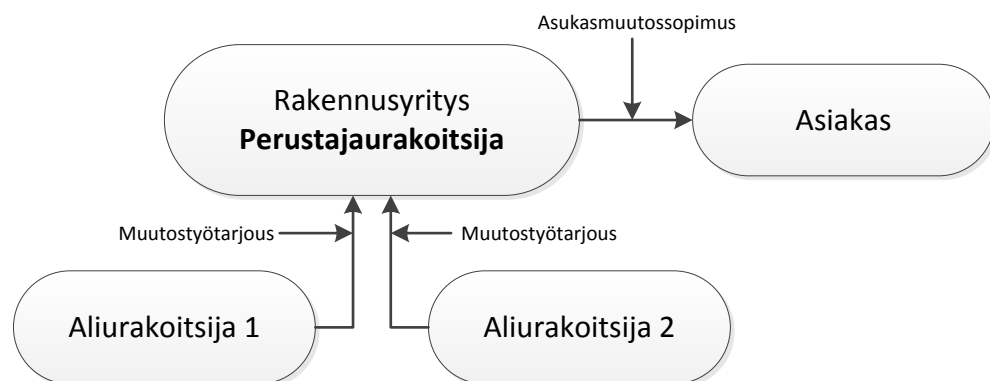
Materiaalivalinnat ovat asiakkaiden mahdollisuus vaikuttaa asunnon sisältöön. Materiaalivalintoja voidaan tehdä kylpyhuoneen lisäksi myös maalauksiin, kalusteisiin ja lattiamateriaaleihin. Haastattelujen mukaan materiaalivalintojen merkitys on riippuvainen asunnon arvosta ja käyttötarkoituksesta. Mitä arvokkaampi asunto on, sitä suurempi merkitys myös asukasvalinnoilla on asunnonostajalle. Haastatteluissa käytyjen keskustelujen perusteella voidaan todeta materiaalivalintojen olevan merkittäviä suuren koko luokan arvoasunnoissa ja vähäpätöisiä pienikokoisissa halvemman hintaluokan asunnoissa.

Suuremman kokoluokan asunnot, kuten kolmen ja neljän huoneen asunnot ostetaan usein omaan käyttöön. Tällöin materiaalivalintojen tärkeys korostuu. Asunnot ovat usein pitkäaikaisia sijoituksia, jolloin niistä halutaan mahdollisimman hyvin omia tarpeita palvelevia. Tästä johtuen kylpyhuone-elementti toteutusta ei nähdä sopivana kalliimman hintaluokan asuntoihin. Tällaisina kohteina voidaan ajatella keskusta-alueelle rakennettuja kerrostaloasuntoja, joiden neliöhinnat ovat sijainnista johtuen huomattavan suuria. Haastatteluissa nousi esille myös kylpyhuone-elementtien maine halvempien asuntojen toteutustapana, joka saattaa huonontaa arvokkaalle sijainnille toteutetun rakennuksen arvoa asunnonostajien silmissä.

Vastaavasti pienemmissä asunnoissa valintojen merkitys on vähäinen, sillä nykyään ostaja on usein sijoittaja. Tällä hetkellä johtuen alhaisesta korkotasosta sekä kasvukeskuksien jatkuvasta vuokra-asuntojen kysynnästä sijoittajat ovat suurin pienten asuntojen ostajaryhmä. Materiaalivalintojen suhteen sijoittajat ovat kaikista neutraalein ryhmä eikä asunnossa käytetyillä pintamateriaaleilla ole ostopäätökseen juurikaan merkitystä. Sen sijaan ostopäätökseen vaikuttavat asunnon sijainti sekä lähialueen kaavoitus ja palvelut.

Haastatteluissa esiin nousi useaan otteeseen materiaalivalintojen lyhyt aikaväli, jolloin valinnat voidaan suorittaa. Toisin kuin paikallarakennetun kylpyhuoneen tapauksessa valmistiloja käytettäessä materiaalivalinnat tulee päättää hankkeen ennakkomarkkinointivaiheessa. Käytännössä tämä tarkoittaa muutaman viikon aikajaksoa. Tämän jälkeen kaikki varaamattomat asunnot toteutetaan perusvaihtoehdoilla. Paikallarakennetun kylpyhuoneen tapauksessa aikaa materiaalivalintojen tekemiseen on useita kuukausia enemmän riippuen rakennuskohteen kokoluokasta.

Päätökset on tehtävä ajoissa kylpyhuone-elementtien aikaisesta hankinnasta johtuen, jotta niihin ehditään reagoimaan myös elementtitehtaalla. Käytännössä kaikki ennakkomarkkinoinnin jälkeen myydyt asunnot toteutetaan perusvaihtoehdoilla. Asukasvalintojen ja -muutoksien toteuttamista voidaankin pitää kylpyhuone-elementtien suurimpana ongelmana ja riskinä asuntojen myynnille. Haastatteluissa kerrottiin myös poikkeustapauksista, jossa osa kylpyhuone-elementin töistä on toteutettu vasta työmaalla. Tällaisia voivat olla esimerkiksi laatoitustyöt ja kalusteasennukset, jolloin asukasvalintoihin saadaan lisää aikaa. Toisaalta taas menetetään osa valmistilatoimituksen tarjoamista eduista.



Kuva 6.2. Asukasmuutosten muodostuminen.

Asuntorakentamisessa urakoitsijalla on usein nimitetty kohteelle oma rakennuttamis- tai asukasmuutosinsinööri, joka toimii asunnonostajan ja tuotannon työntekijöiden välissä. Asukasmuutosinsinööri vastaa asukasmuutosten hinnoittelusta ja tiedonsiirrosta työmaalle. Kuvassa 6.2 on esitetty asukasmuutossopimuksen muodostuminen perustajaurakoitsijan kautta. Perustajaurakoitsija huomioi aliurakoitujen osasuoritusten lisäksi myös omien työtehtävien ja hallintokulujen lisääntymisestä aiheutuvat kustannukset. Hallintokulut lasketaan muutostyötarjouksiin erillisenä yleiskustannuslisänä, joka on noin kymmenen prosenttia muutostyön kokonaiskustannuksista.

Haastatteluissa korostui muutostöiden ja asukasvalintojen merkitys päätettäessä kylpyhuoneen toteutustapaa. Lähes kaikki haastateltavat mainitsivat muutostöiden ja

asukasvalintojen toteuttamisen merkittävimmäksi ongelmaksi kylpyhuone-elementtien käyttöön liittyen. Vaikka tuotannon kannalta asukasvalintojen vähäisyys koettiin toteutusta helpottavana tekijänä, ei se kuitenkaan tue rakennusyryityksille tärkeää asiakaslähtöistä asuntorakentamista. Kylpyhuone-elementeillä toteutettavassa kohteessa tieto asukasvalinnoista ja – muutoksista tarvitaan jo hankkeen suunnitteluvaiheessa, jotta kylpyhuone-elementit ehditään valmistaa niiden mukaisesti.

Muutostyöt pyritään aina toteuttamaan nopeuttamalla työvaiheita tai lisäämällä resursseja ja niiden vaikutus rakennuksen käyttöönottoon pyritään minimoimaan. Tämän takia projektin alkuvaiheessa asukkailla on enemmän mahdollisuuksia vaikuttaa rakennuksen lopulliseen sisältöön. Tämä korostuu erityisesti käytettäessä kylpyhuone-elementtejä, jolloin kylpyhuoneet tehdään pintamateriaaleilta valmiiksi aivan hankkeen alkuvaiheessa. Asuntorakentamisessa muutostyöt syntyvät pääsääntöisesti asukkaan muutostarpeesta. Nämä muutokset ovat rakennusliikkeelle ennakoitavissa ja hallittavissa, sen mukaan paljonko asuntoja on myyty kohteen rakentamisvaiheen alkaessa. Mikäli kaikki asunnot on myyty rakennusvaiheen alussa, voidaan muutostyöt ja asunnonostajien toiveet huomioida rakentamisen yhteydessä ja lisätä näin asiakkaalle luotua arvoa.

Muutostyöt lisäävät aina projektin työmäärää. Muutostyöt pystytään toteuttamaan niin, että ne eivät haittaa muiden työtehtävien toteutusta eivätkä vaikuta negatiivisesti hankkeen rakennusaikatauluun. Tällöin ne voivat kasvattaa projektin tuottoja mutta käytännössä ylimääräisen työ vähentää työnjohdon aikaa muilta töiltä. Tämä voi puolestaan lisätä ongelmia muissa työvaiheissa, joten rakentamisen kannalta yleisesti muutoksia pyritään karttamaan. Muutostyötjoukset tulee olla oikein hinnoiteltu, jotta niiden todelliset kustannukset eivät ylitä tarjoukseen laskettuja kustannuksia.

Rakennuskohteen luonteesta riippuen, asukasmuutokset voivat monesti olla kynnyskysymys kylpyhuoneen tuotantotapaa valitessa. Paikallarakennettaessa asukasmuutoksia voidaan toteuttaa laajemmin ja niiden toteuttaminen myös rakennusaikana on mahdollista. Lisäksi asukkaiden toiveita materiaalien suhteen voidaan ottaa huomioon huomattavasti pidemmältä aikaväliltä kuin valmistilaelementtejä käytettäessä. Paikallarakennettaessa materiaalivalintoja ja asukasmuutoksia voidaan toteuttaa kohteen ennakkomarkkinoinnista pitkälle rakennusvaiheeseen saakka kun vastaavasti kylpyhuone-elementtejä käytettäessä asukasmuutoksiin varattu aika voi olla pahimmillaan vain 2 viikkoa. Paikallarakennettaessa muutoksien toteuttamista rajoittavat eniten materiaalien ja tarvikkeiden toimitusajat.

6.4 Rakennussuunnittelu

Haastatteluihin osallistui kaksi suunnittelijaa, joilla molemmilla oli usean vuoden kokemus kylpyhuone-elementeillä toteutetuista asuinrakennuskohteista. Lisäksi haastateltiin useita tuotannon puolen työntekijöitä, jotka toimivat suunnittelunohjaajina tai yhteistyössä suunnittelijoiden kanssa. Haastatteluissa suunnitteluvaiheessa huomioitavia asioita nousi esille paljon. Kriittisimmät suunnittelua määräävät tekijät olivat haastatteluiden mukaan:

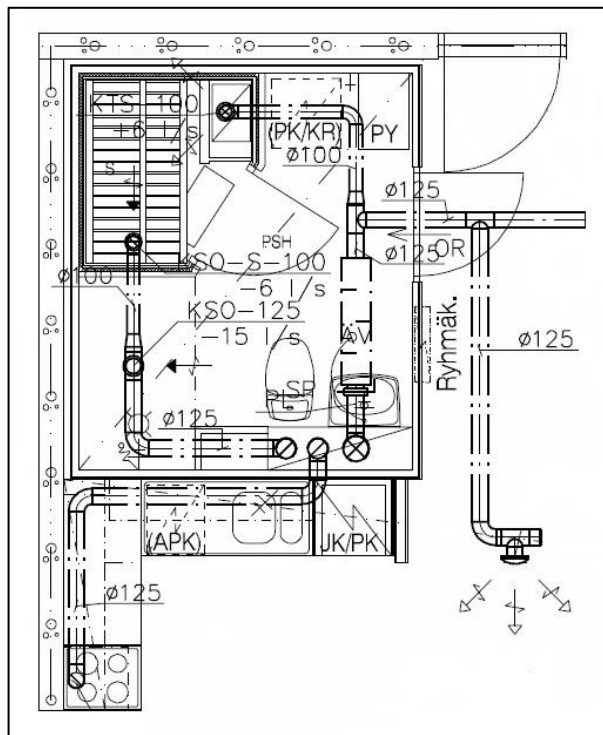
- ontelolaattojen asennussuunta ja jännevälit
- keittiön sijoitus suhteessa kylpyhuone-elementtiin
- hormiin liitettävä talotekniikka
- elementtisaumojen paikat.

Suunnittelun alkuvaiheessa, kun päätös elementeillä toteutettavista kylpyhuoneista on tehty, määritetään jokaiseen asuntoon kylpyhuoneen syvennyksen sijainti ontelokentässä. Asennussyvennyksen paikka määrittelee ontelolaattojen suunnan ja maksimaaliset jännevälit. Jänneväleihin liittyvät rajoitukset voivat joissain tapauksissa muuttaa ontelolaattojen asennussuuntaa riippuen rakennuksen muodosta ja kantavien seinärakenteiden sijoittelusta. Mikäli jännevälit osoittautuvat suunnittelussa liian suuriksi, lisätään rakennukseen joko kantavia runkorakenteita tai muutetaan välipohjatyypin työmaalla betonoitavaksi. Jälkimmäistä vaihtoehtoa pyritään välttämään, mikäli kylpyhuoneet toteutetaan valmistilaelementeillä, sillä se lisää kylpyhuone-elementtien asennukseen liittyvien työvaiheiden määrää.

Keittiön sijoittelussa korostuu sen läheisyys kylpyhuone-elementtiin nähden. Optimistapauksessa keittiö toteutetaan kylpyhuone-elementin vastaiselle seinälle, johon on sijoitettu myös elementin sisäänrakennettu tekniikkahormi. Tällöin talotekniikan, kuten esimerkiksi liesituulettimen ilmanvaihtoputkien ja pesualtaan viemäriputkien kytkentä tekniikkahormiin onnistuu mahdollisimman lyhyillä kanavilla. Kun tekniikkahormi sijoitetaan lähelle keittiön talotekniikkaa, vähennetään usein samalla tarvittavien koteloiden ja alakattojen määrää. Lisäksi talotekniset työt ja mahdolliset läpiviennit seinärakenteista vähenevät myös. Keittiön paikalla on näin merkitystä monien muiden työvaiheiden työmääriin. Keittiö määrittelee myös pitkälti tekniikkahormiin liitettävän kylpyhuone-elementin ulkopuolisen talotekniikan. Kylpyhuoneen ulkopuolisen talotekniikan suunnittelu vaatii tiivistä yhteistyötä kohteen lvi-suunnittelijoiden ja elementtitehtaan suunnittelijoiden välillä. Hormin mitoituksessa huomioidaan ulkopuolisen talotekniikan vaatima tila siten, että talotekniikka voidaan asentaa hormiin määräysten mukaisesti. Kuvassa 7.4 on esitetty esimerkkitapaus, miten asunnon kylpyhuone ja keittiö tulisi sijoittaa, jotta talotekniset asennukset on mahdollista toteuttaa kustannustehokkaasti.

Kylpyhuone-elementteihin integroidaan hormielementti, johon pyritään liittämään kaikki asunnon sisältämä talotekniikka. Pienissä asunnoissa toteutus ei yleensä tuota ongelmia mutta suuremmissa asunnoissa hormin tila ei välttämättä riitä kaikelle talotekniikalle. Tästä syystä suuremmissa asunnoissa toteutetaan yleensä vähintään kaksi hormia, joista toinen palvelee kylpyhuonetta ja toinen esimerkiksi erillistä wc-tilaa ja keittiötä.

Kuvassa 6.3 on esitetty kylpyhuoneen ja keittiön sijoitus siten, että talotekniset kytkennät pystytään toteuttamaan työmaalla mahdollisimman lyhyillä liitännöillä. Kuvassa esitetystä ilmanvaihtokanavien sijoituksesta nähdään, että koko asunnon tulo- ja poistoilmakanavat on yhdistetty samaan kanavaan ja liitetty edelleen kylpyhuone-elementin tekniikkahormiin. Keittiön poistoilmakanava liitetään hormiin erillisinä, sillä keittiön liesituuletin varustetaan usein ilmanvaihdon säädöllä. Asunnon tuloilmakanavat toimivat automaattisesti sen mukaisesti miten liesituulettimen poistoilma on säädetty.

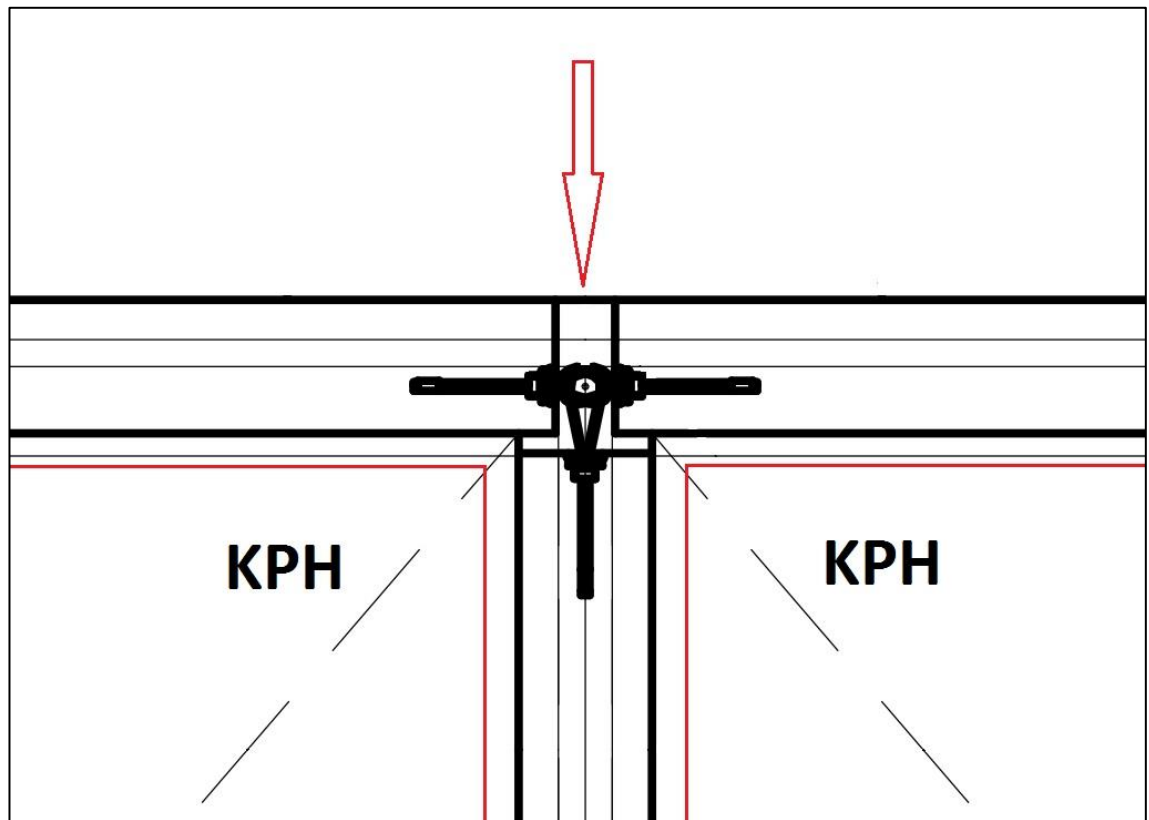


Kuva 6.3. Esimerkki keittiön sijoittamisesta kylpyhuoneen seinää vasten. Tekniikkahormi on sijoitettu kylpyhuoneen ja keittiön väliin taloteknisiä kytkentöjä varten, jolloin asennukset voidaan toteuttaa mahdollisimman pienillä materiaali- ja työresursseilla (SRV, 2013).

Haastatteluissa nousi esille useaan otteeseen myös elementtisaumojen suunnittelu niin suunnittelijoiden kuin työnjohdon toimesta. Kylpyhuone-elementit sijoitetaan usein kantavien seinärakenteiden viereen. Koska elementit asennetaan runkovaiheessa, tulee elementtisaumojen suunnittelussa välttää niiden sijoittamista kylpyhuone-elementin

taakse. Elementtisaumat suunnitellaan siten, että saumojen toinen sivu sijoitetaan käytävälle tai vapaalle seinälle. Tällöin juotosbetonoinnin onnistumisesta ja äänikatkojen toteutuksesta voidaan jälkikäteen varmistua. Betonoinnin muotit voidaan purkaa käytävän sauman osalta mutta ei kylpyhuoneiden takaa. Kylpyhuoneiden taakse jäävien muottien tulee olla metallia, etteivät ne aiheuta myöhemmin kosteusongelmia.

Elementtisaumojen juotosbetonoinnin osalta kriittisimmäksi puutteeksi haastatteluissa nähtiin äänikatkot, joiden toteuttaminen koettiin haastavaksi. Erityisen ongelmallisina pidettiin kylpyhuone-elementtien viereisiä saumoja, sillä niiden paikkaaminen on elementtiasennuksen jälkeen hankalaa. Kuvassa 6.4 on esitetty työmaateknisesti toimiva elementtisauma. Kuvan tapauksessa juotosbetonointi voidaan suorittaa käytävän puolelta. Kriittisimpiä paikkoja ovat vierekkäin asennettavat kylpyhuone-elementit, jolloin yhteisellä seinäosuudella olevat pystysaumot peittyvät molemmin puolin. Mahdollisuuksien mukaan elementtisaumat tulisi pyrkiä betonoimaan jo ennen kylpyhuone-elementtien asentamista. Ongelmaksi muodostuvat kuitenkin elementtien taakse jäävät muotit.



Kuva 6.4. Vierekkäin asennettujen kylpyhuoneiden välisen elementtisauman toteutus. Juotosbetonoinnin toimivuudesta voidaan jälkikäteen varmistua käytävän puolelta (nuoli) valumuottien poistamisen yhteydessä. Kylpyhuoneiden vastaiset saumat tulee tukkia siten, että käytetyt valumuotit voidaan jättää paikoilleen eikä niistä aiheudu myöhemmin haittoja tilojen käytölle.

Käytettäessä kylpyhuone-elementtejä suunnittelutyön täsmällisyys korostuu, sillä suunnitteluvirheiden korjaaminen jälkikäteen on kallista. Pahimmassa tapauksessa suunnitteluvirheiden kustannukset kumoavat valmistilaelementtien hyödyt. Suunnittelutyön laadunvarmistamiseksi nähtiin välttämättömänä suunnittelijoiden aiempi kokemus kylpyhuone-elementeistä. Mikäli suunnittelijoiden kokemus on puutteellinen, on kriittisten pisteiden huomioiminen suunnittelutyössä hankalaa. Suunnitteluryhmän kokemusta ja suunnitelmien yhteensovitusta pidettiin tärkeänä onnistuneelle työn toteutukselle. Kokeneen suunnitteluryhmän käyttäminen nähtiin vähentävän virheitä ja projektiin liittyviä riskejä.

6.5 Tuotantovaihe

Kylpyhuone-elementtien asennus toteutetaan limittäin rakennuksen kantavan rungon elementtiasennuksen kanssa. Asennus aloitetaan kun rakennuksen ensimmäisen kerroksen alapohja on valmiina ja väliseinäelementit asennettu. Kohteesta riippuen alapohja voi olla joko maanvarainen paikallabetonoitu tai tuulettuva ontelolaatoilla toteutettu alapohja.

Kylpyhuone-elementtien asennus etenee jokaisen kerroksen elementtiasennuksen kanssa limittäin, kunnes rakennuksen harjakorkeus on saavutettu. Rakentamisen loppuvaiheessa kylpyhuoneet tarkistetaan sisäpuolelta yhdessä tilaajan ja kylpyhuone-elementtien toimittajan kanssa. Vastaanottotarkastuksen yhteydessä kylpyhuoneiden sinetti poistetaan ja havaitut poikkeamat kirjataan ylös. Vastaanottotarkastuksessa käydään läpi, onko elementtitoimitus toteutunut sopimuksen mukaisesti. Erityisen tärkeää on käsitellä toimituksessa kehitettävää vaativat asiat, jotta niihin osataan varautua seuraavissa hankkeissa. Tarvittavat korjaustoimenpiteet suoritetaan elementtitoimittajan toimesta ennen asuntojen luovutusta niiden ostajille.

Kylpyhuone-elementtien kuljetus ja varastointi ovat merkittävä osa työn laadukasta toteutusta, johon liittyy myös riskejä. Elementit toimitetaan elementtitehtaalta työmaalle täysin valmiina ja viimeisteltynä, jolloin niihin kuljetuksen tai varastoinnin aikana syntyviä vaurioita ei huomata vasta kuin rakennusvaiheen lopussa. Vaurioiden välttämiseksi toimitus suunnitellaan ja aikataulutetaan tarkasti pääurakoitsijan ja elementtitehtaan välisessä elementtiasennuksen aloituspalaverissa.

Elementtiasennus kestää yleensä useita viikkoja. Elementit toimitetaan työmaalle ennalta sovitun toimitusaikataulun ja toimituserinä mukaisesti. Toimitusaikataulussa pysyminen vaatii työmaan ja elementtitehtaan välistä tiivistä yhteydenpitoa. Toimituserät sijoittuvat yleensä melko lähelle toisiaan, esimerkiksi kerran viikossa, jolloin elementtien tuotanto- ja toimitusvaiheet limittyvät elementtitehtaalla. Ennalta

sovitun toimitusaikataulun toteuttamiseksi myös elementtitehtaan tuotannon tulee toimia ongelmitta ilman yllättäviä tuotantokatkoja.

Myös elementtien varastointiin työmaalla liittyy useita riskejä. Elementtitoimitus pyritäänkin asentamaan paikoilleen välittömästi, minimoimalla samalla niiden välivarastointia. Välivarastointiajan lyhentyminen vähentää kylpyhuoneiden altistumista ulkoilmaolosuhteille. Vaikka elementit on suojattu kestämään kuljetuksen ja työmaan aikaiset ulko-olosuhteen, aiheuttaa niiden ulkovarastointi aina rasituksia elementtien sisäpuolisiin materiaaleihin. Erityisesti kosteuden kerääntyminen kylpyhuone-elementin sisälle on riski, jonka aiheuttamat vauriot huomataan vasta rakennusvaiheen lopussa.

6.5.1 Kylpyhuone-elementtien asennustekniikka

Kylpyhuone-elementtien asennuksesta vastaa elementtiasennusurakoitsija. Elementtitoimittaja on tarvittaessa mukana ensimmäisen mallielementin asennuksessa ja perehdyttää urakoitsijan asennuksessa huomioitaviin asioihin. Kylpyhuone-elementit asennetaan päältä asennuksena runkovaiheen yhteydessä tai viemällä rakennuksen sisään sivusuunnasta ennen julkisivujen ummistusta. Näistä yleisemmin käytetty tapa on päältä asennus, jolloin kylpyhuoneet voidaan asentaa betonielementtiasennuksen yhteydessä samalla asennuskalustolla. Kylpyhuone-elementit asennetaan työmaalla välittömästi niiden lopullisille paikoille. Välivarastointia pyritään välttämään tai sen aika minimoimaan. Normaalkokoisessa kerrostalokohteessa pyritään asentamaan yhdellä asennuskerralla koko kerroksen kylpyhuoneet, jolloin seuraavan kerroksen välipohjan elementtiasennus voidaan aloittaa välittömästi kylpyhuoneiden asennuksen jälkeen.

Kylpyhuone-elementit voidaan asentaa joko ontelolaattojen tai betonoidun välipohjan päälle. Molemmissa välipohjaratkaisuissa pohjalaatan talotekniikkaa varten tehdään asennussyvennys, jonka syvyys riippuu kylpyhuoneeseen halutusta kynnyshuoneesta. Useammin käytetty tapa on kololaatta, jossa kylpyhuone-elementit asennetaan ontelokentällä ohuempien ontelolaattojen muodostamaan asennussyvennykseen. Mikäli välipohjan ontelolaatat ovat paksuudeltaan esimerkiksi 370mm, asennetaan kylpyhuoneiden kohdalle 265mm paksut ontelolaatat. Tässä tapauksessa pintojen tasoeroksi jää 105mm. Lopullinen tasoero ja kylpyhuoneen sekä asunnon välinen kynnyshuone korkeus määräytyy kuitenkin asennuksessa käytettyjen korokepalojen mukaan.

Kylpyhuone-elementti asennetaan syvennykseen kovamuovisten korokepalojen päälle. Korokepalojen korkeus vaihtelee 70-90mm välillä. Erikoistapauksia ovat esimerkiksi palvelutalot, joissa kynnyshuone tulee olla määräysten mukaisesti matalampi. Koska kylpyhuoneen pohjalaattaa ei voida toteuttaa ohuempana, käytetään tässä tapauksessa matalampia korokepaloja. Korokepalojen avulla varmistetaan asennuksessa kylpyhuoneen vaakasuoruus sekä askeläänieristys alapuolisten tilojen välillä.

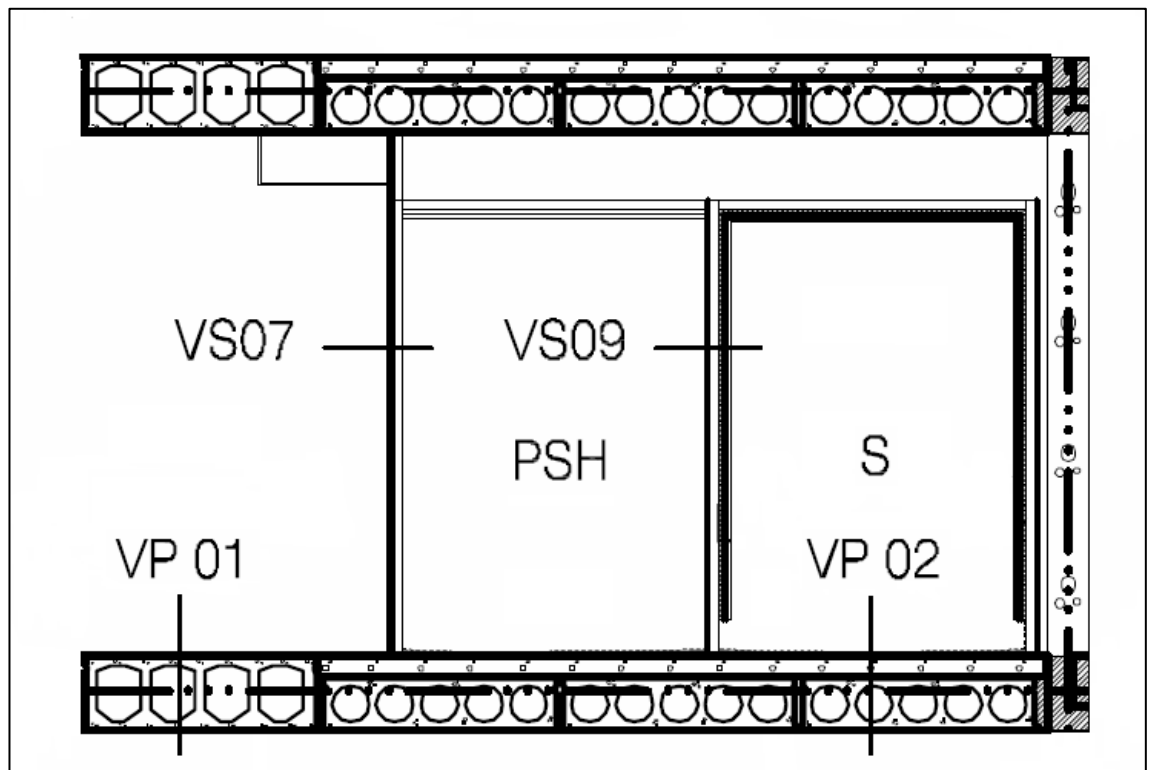
Kylpyhuoneet tulee asentaa tarkasti vaakasuoraan, jotta elementtiin tehtaalla asennettu talotekniikka täyttää vaaditut viranomaismääräykset. Kriittisimpiä osia ovat viemäreiden kallistukset. Viemäreiden toimivuuden ja määräystenmukaisuuden takaamiseksi ovat kylpyhuoneiden vaaka- ja pystysuoruuden asennustoleranssit hyvin pienet. Kuvassa 6.5 on esitetty kylpyhuone-elementtien asennussyvennys. Syvennykseen on asennettu valmiiksi korokepalat, joiden avulla elementin pohjalaatan ja välipohjan väliin jätetään askelääniä eristävä tyhjä tila. Korokepalojen yläpintojen korkoja vertaamalla varmistetaan kylpyhuoneiden vaakasuoruudesta jo ennen niiden asentamista paikoilleen. Lisäksi tehdään myös asennuksen jälkeisiä tarkistusmittauksia.



Kuva 6.5. Kylpyhuone-elementit asennetaan kuvassa näkyvien korokepalojen päälle. Korokepalojen avulla voidaan määrittää elementin haluttu asennuskorkeus. Korokepaloilla varmistetaan kylpyhuone-elementin asennuksen vaakasuoruus ja määritetään haluttu kynnyshkorkeus (Parmarine, 2010).

Asennussyvennys toteutetaan aina kylpyhuoneen pohjapinta-alaa suurempana, jotta elementin reunabetonoinnille jää tarvittava tila. Ennen betonointia kylpyhuone-elementin reunoihin asennetaan pelti estämään betonin kulkeutuminen elementin alapuolelle sekä irrotuskaista erottamaan reunabetonointi elementin pohjalaatasta. Näin kylpyhuone-elementistä saadaan kelluvarakenteinen ja välipohjaratkaisusta askeläänieristävyyden vaatimukset täyttävä, vaikka välipohjana toimivat ohuemmat ontelolaatat. Reunabetonoinnin yhteydessä toteutetaan monesti myös tekniikkahormin palokatko betonoimalla läpivienti umpeen.

Paikallabetonoitua välipohjaa käytetään kylpyhuone-elementtien yhteydessä harvemmin johtuen sen suuremmasta työmäärästä. Paikallarakennettaessa välipohjaan tehdään samaan tapaan sekä asennussyvennys että talotekniikan vaatimat läpiviennit. Paikallavalettu välipohja on työläämpi vaihtoehto ja sitä käytetään vain silloin, kun ontelolaatta -välipohjaa ei ole rakenteellisesti mahdollista toteuttaa. Tällaisia tapauksia voivat aiheuttaa esimerkiksi ontelolaatoille liian pitkät jännevälit tai alimman kerroksen väestönsuoja. Kuvassa 6.6 on esitetty rakenneleikkaus ontelolaatta välipohjasta ja siihen asennetusta kylpyhuone-elementistä.



Kuva 6.6. Asennussyvennyksen ja kylpyhuone-elementin rakenneleikkaus (SRV, 2013).

Kuvassa 6.6 esitettyjen välipohjatyyppeiden kantavana osana toimivat eri paksuiset ontelolaatat. Kuvassa näkyy myös kuinka VP01 jatkuu varsinaisen kylpyhuone-elementin ulkopuolelle. Kylpyhuoneen ulkopuolinen reunabetonointi toteutetaan kylpyhuoneen kelluvan rakenteen lisäksi myös taloteknisten asennusten takia. Reunabetonoinnin avulla kylpyhuoneen viemäriinjat jatketaan kylpyhuoneen ulkopuolella välipohjan läpi alempaan kerrokseen ja sitä kautta rakennuksen pääviemärijärjestelmään. Molemmilla välipohjaratkaisuilla saavutetaan suunnittelussa vaadittu välipohjan 60 minuutin palonkesto ja äänieristävyys.

Välipohjien rakennekerrokset ovat tarkemmin:

VP01 (REI60):

- Pintamateriaali / -käsittely
- Tasoite 15mm
- Ontelolaatta 370mm

VP02 (REI60):

- Pintamateriaali / -käsittely
- Betoni, koroke- /tasauspalat 100-110mm
- Ontelolaatta 265mm

Kylpyhuone-elementit sijoitetaan yleensä asuntojen kantavien seinärakenteiden viereen. Elementit mitoitetaan asennettavaksi 20mm irti kantavasta seinärakenteesta siten, että elementtiin liittyvä tekniikkahormi jää avonaiselle osuudelle. Elementtiasennuksen yhteydessä huomioidaan erityisesti, että kaikki elementin taakse jäävät työvaiheet on suoritettu. Tällaisia ovat esimerkiksi kantavien rakenteiden pysty- ja vaakasaumaukset. Koska elementtejä ei voida enää myöhemmin siirtää, on edeltävien työvaiheiden suoritus edellytys elementtiasennuksen onnistumiselle.

Tekniikkahormille tehdään elementin ulkopuolelle erillinen palokatkon vaatima tarkastusluukku. Välipohja on normaalisti paloluokkaa EI60. Tarkastusluukku on aina toteutettava tekniikkahormin läpivientien kohdalle palopeltien tarkastuksia ja säätöjä varten. Tekniikkahormin puoleiselle seinälle pyritään sijoittamaan mahdollisuuksien mukaan keittiökalusteita tai kaapistoja, jolloin tarkastusluukku voidaan sijoittaa kalusteiden taakse piiloon.

6.5.2 Rakennusaikaiset riskit

Kylpyhuone nähtiin haastatteluissa riskialttiina, pitkäkestoisena ja suhteessa kalliina työvaiheena. Kylpyhuone-elementeillä rakennusaikaisia riskejä on suhteessa vähemmän kuin paikallarakennetulla kylpyhuoneella. Toteutuessaan riskien vaikutus on vastaavasti suurempi, koska kylpyhuone-elementit ovat myös pintamateriaalien osalta täysin valmiita tiloja. Kylpyhuone-elementtejä korjattaessa, joudutaan valmiita työvaiheita tekemään uudestaan mahdollisesti enemmän kuin paikallarakentamalla olisi tarpeen. Tästä johtuen korjauskustannukset ovat kylpyhuone-elementtien tapauksessa paikallarakennettuja kylpyhuoneita suurempia. Haastatteluissa nousi esille vaikutuksiltaan niin pieni- kuin suurikokoisia riskejä kylpyhuone-elementteihin liittyen.

Haastatteluissa mainittuja rakennusaikaisia riskejä olivat muun muassa:

- rakennusaikaisten vesien- ja kosteudenhallinta
- asennustarkkuus
- limittyvät työvaiheet
- elementin ulkopuoliset työt.

Yksi rakennusprojektien merkittävimmistä riskeistä on materiaalien ja rakenteiden altistuminen kosteudelle. Kylpyhuone-elementtejä käytettäessä rakennusaikaisten vesien- ja kosteudenhallinta korostuu, sillä työmaalla varastoidaan täysin valmiita tilaelementtejä useita kuukausia. Runkovaiheessa kylpyhuone-elementit altistuvat sadevesille ennen vesikaton vedenpitävyyttä. Kylpyhuone-elementtien päälle kertyvä vesi on merkittävä laaturiski, sillä pakkauksessa saattaa olla kuljetuksen tai asennuksen aikana syntyneitä vaurioita. Pahimmillaan kertynyt vesi pääsee elementin sisälle. Myös kylpyhuoneiden talotekniikan kytkemisen yhteydessä suojauksia joudutaan poistamaan. Tällöin kosteus pääsee elementin sisälle. Kosteutta muodostuu rakennuksen sisälle ennen kuin vesikatto ja julkisivurakenteet on tehty ja lämmitys aloitettu. Suhteelliset kosteudet ovat suurimpia kesällä, jolloin avattuun elementtiin saattaa kertyä korkeita kosteuspitoisuuksia. Liian suuri kosteus elementtien sisällä on erityisen haitallista, sillä sen poistuminen kestää pitkään suojamuovista johtuen ja aiheutuneita vaurioita on vaikea havaita.

Toinen merkittävä riski on kylpyhuone-elementtien asennuksessa tehdyt virheet. Koska kylpyhuone-elementit ovat valmistiloja, tulee ne asentaa tarkasti suunnitelmien mukaisesti toimivuuden takaamiseksi. Pienetkin asennusvirheet saattavat vaikuttaa radikaalisti esimerkiksi kallistusten ja viemäreiden toimivuuteen. Virheet johtuvat muun muassa elementtien suojauksista, jotka vaikeuttavat vaaka- ja pystysuoruuden tarkastamista. Asennusvaiheessa vinoon asetetut elementit on jälkikäteen hankalia korjata. Lisäksi kylpyhuoneet tulee asentaa tarkasti myös väliseinien suhteen. Haastatteluiden perusteella virheitä syntyy asennuksessa vähemmän, kun käytetään kokenutta asennusryhmää ja erillistä mittamiestä. Asennuksen jälkeen kylpyhuoneiden suoruus varmistetaan tarkistusmittauksilla. Ennen kylpyhuone-elementtien asennusta tulee varmistua asennusalustan vaakasuoruudesta ja tarkistaa alustan korkotiedot. Lisäksi elementtien suunnitelmien mukaisuus varmistetaan ennen niiden asennusta.

Riskien arvioinnissa yhtä merkityksellisiä ovat riskit, joiden todennäköisyys on suuri mutta vaikutus pieni ja riskit, joiden todennäköisyys on pieni mutta vaikutus suuri. Riskien arvioinnin perusteella voidaan päättää tehokkain tapa välttää tai minimoida riskiä joko vaikuttamalla alentavasti sen todennäköisyyteen tai varautumalla sen aiheuttamiin kustannuksiin. Yksi rakennusprojekteihin budjetoitu riski on talvityöt, jotka voivat aiheuttaa merkittäviä lisäkustannuksia.

6.6 Tuotantotapojen vertailu

Tässä luvussa on esitetty tapaustutkimuskohteiden vertailu rakennusajan, -kustannuksien ja korjaustöiden määrän suhteen. Niihin kulminoituvat rakentamisessa kokonaisuuden kannalta niin suurimmat riskit kuin myös mahdollisuudet. Yleensä rakennusaika, -kustannukset sekä rakentamisen laatu sitoutuvat tiiviisti toisiinsa ja pienilläkin muutoksilla voidaan saavuttaa merkittävää kehitystä ja kustannussäästöjä. Esimerkiksi rakentamisen laadun parantuminen johtaa yleensä rakennusteknisten töiden vähenemiseen ja tätä kautta korjaustöiden määrään. Tämä puolestaan vaikuttaa rakentamisen kokonaiskustannuksia.

Tutkimukseen valitut rakennuskohteet ovat 2010-luvulla valmistuneita SRV Rakennus Oy:n omaperusteisia asuinrakennuskohteita. Tarkemmin ne on eritelty taulukossa 6.7. Tutkimuskohteita on valittu vertailuun yhteensä viisi kappaletta, joista neljä on toteutettu paikallarakentamalla ja yksi kylpyhuone-elementeillä. Kylpyhuone-elementeillä toteutettu kohde sisältää kaksi kerrostaloa, joten siinä asuntojen määrä on suurempi kuin paikallarakennetuissa vertailukohteissa. Rakennuskohteiksi on pyritty valitsemaan mahdollisimman samanlaisia kohteita. Kaikki asuinrakennuskohteet ovat Pirkanmaalle toteutettuja 4-5 kerroksisia kerrostalorakennuksia.

Taulukko 6.7. Kohdeyrityksen Pirkanmaan asuntotuotannosta valitut kohteet (KT=kerrostalo, PT=paritalo, RT=rivitalo).

asuntokohde	kohdetyyppi	asunnot (kpl)	kylpyhuone	valmistumisvuosi
Kohde 1	KT/PT	35	paikallarakennettu	2014
Kohde 2	KT/RT	23	paikallarakennettu	2011
Kohde 3	KT	23	paikallarakennettu	2012
Kohde 4	KT	32	paikallarakennettu	2011
Kohde 5	KT	52	kylpyhuone-elementti	2014

6.6.1 Paikallarakennettu kylpyhuone

Paikallarakentaminen on perinteinen tapa toteuttaa kylpyhuone, jossa työtehtävät on pääurakoitsijan toimesta jaettu osasuorituksiin eli aliorakoihin. Kaikki kylpyhuoneen työvaiheet suoritetaan työmaalla kohteen yleisaikataulun mukaisesti. Kylpyhuoneeseen liittyviä aliorakoita on yleensä useita ja pääurakoitsijan haasteena on aliorakoiden valvominen sekä työvaiheiden yhtensovittaminen. Aliorakoitavia työvaiheita ovat taloteknisten töiden lisäksi muun muassa laatoitustyöt, kaluste- sekä varusteasennukset, listoitustyöt, levyväliseinätyöt ja puupanelointi.

Paikallarakennetun kylpyhuoneen työvaiheet ovat pitkälti samat kuin kylpyhuone-elementin eikä niiden tarkempi käsittely tässä yhteydessä ei ole tarpeen.

Lukuun ottamatta kylpyhuone-elementin pohjalaatan teräsrunkoa työvaiheet suoritetaan samassa järjestyksessä tuotantotavasta riippumatta. Suurin ero tuotantotapojen välillä on kuitenkin työvaiheiden sijoittuminen hankkeeseen. Kun kylpyhuone-elementtien tapauksessa työvaiheet suoritetaan linjatyönä tehtaalla, työmaalla toteutetun kylpyhuoneen työvaiheet on jaettu osatehtäviin rakennuskohteen yleisaikataulun mukaisesti. Kylpyhuoneen toteutukseen liittyy useita työvaiheita, joiden kestot vaihtelevat kylpyhuoneen rakenteesta ja sisällöstä riippuen. Esimerkiksi laatoitustyön kesto riippuu pitkälti siitä laatoitetaanko vain seinät vai myös lattia. Mikäli lattian pintamateriaalina käytetään muovimattoa, pienenee laatoitustöiden osuus huomattavasti ja samalla työvaihe jakautuu kahdeksi eri aliurakaksi. Paikallarakennetun kylpyhuoneen työvaiheet toteutetaan limittäin muiden rakennusteknisten työvaiheiden kanssa. Työvaiheet limitetään muiden tehtävien kanssa yleisaikataulun mukaisesti runko- ja sisätyövaiheeseen. Esimerkiksi kylpyhuoneen pohjalaatta betonoidaan pintabetonilattioiden yhteydessä ja väliseinät tehdään samanaikaisesti asunnon muiden väliseinätöiden kanssa.

Paikallarakennetun kylpyhuoneen toteutuksessa suurin haaste on työvaiheiden yhteensovittaminen ja aikataulutus. Yhteensovituksesta vastaa kohteen pääurakoitsija, joka hankkii kylpyhuoneeseen liittyvät aliurakat ja laatii tehtäväaikataulut. Lisäksi pääurakoitsija huolehtii tarvittavien materiaalien ja tarvikkeiden siirrosta oikeisiin kerroksiin sekä niiden varastoinnista työmaalla. Siirrot ja varastoinnit voidaan pääurakoitsijan toimesta myös sisällyttää aliurakkasopimukseen. Tämän lisäksi myös aikataulu- ja laadunvalvonta kuuluvat myös pääurakoitsijalle. Yhdessä nämä tehtävät työllistävät pääurakoitsijan työnjohtoa huomattavasti.

Kylpyhuoneisiin liittyvät työt aloitetaan rakennuksen runkovaiheessa pintabetonointien yhteydessä. Mikäli rakennuksen välipohjana käytetään ontelolaattoja, betonoidaan kylpyhuoneen pohjalaatta pintabetonoinnin yhteydessä. Pintabetonointi on yleensä paksuudeltaan 50-100mm. Pintabetonilla toteutetaan kylpyhuoneeseen tilojen vaatimat lattiakallistukset. Lattiakallistukset ja vedeneristykset toteutetaan rakennusmääräysten mukaisina vastaavasti kuin kylpyhuone-elementeissä.

Vaikka kylpyhuone tehdään paikallarakentamalla, toteutetaan löylyhuone usein elementtien avulla. Saunaelementit ovat yleisesti käytössä asuntorakentamisessa ja niiden avulla voidaan säästää aikaa löylyhuoneen toteutuksessa. Saunaelementit käsittävät seinä- ja kattoelementit, joten lattioiden osalta sekä pesu- että löylyhuone toteutetaan joka tapauksessa paikallarakentamalla.

Talotekniikan vaatimat tilat ja kanavien sijoittelu tulee huomioida suunnittelussa, sillä kylpyhuoneisiin fokusoituu suuri osa asuntojen talotekniikasta. Paikallarakennettaessa talotekniikan pystyormia ei kylpyhuone-elementtien tapaan sisällytetä osaksi

kylpyhuonetta. Tällöin talotekniikan liittäminen rakennuksen runkolinjoihin ja tekniikkahormeihin muodostaa merkittävän osan talotekniikan suunnittelua.

Paikallarakennettaessa kylpyhuone ei ole yhtä vahvasti sidottu asunnon talotekniseen suunnitteluun. Päinvastoin kuin kylpyhuone-elementtejä käytettäessä talotekniset järjestelmät suunnitellaan asuntojen pohjaratkaisujen perusteella. Talotekniikan pystylinjat toteutetaan yleensä erillisillä hormielementeillä, joiden lisäksi toteutetaan asuntojen sisäisiä hormoneja. Kylpyhuoneet sijoitetaan usein eteisen yhteyteen, jolloin niiden talotekniikka voidaan johtaa alakaton yläpuolella asunnon ulkopuolelle. Käytävällä asuntojen talotekniikka liitetään rakennuksen runkkanaviin ja pystyhormeihin.

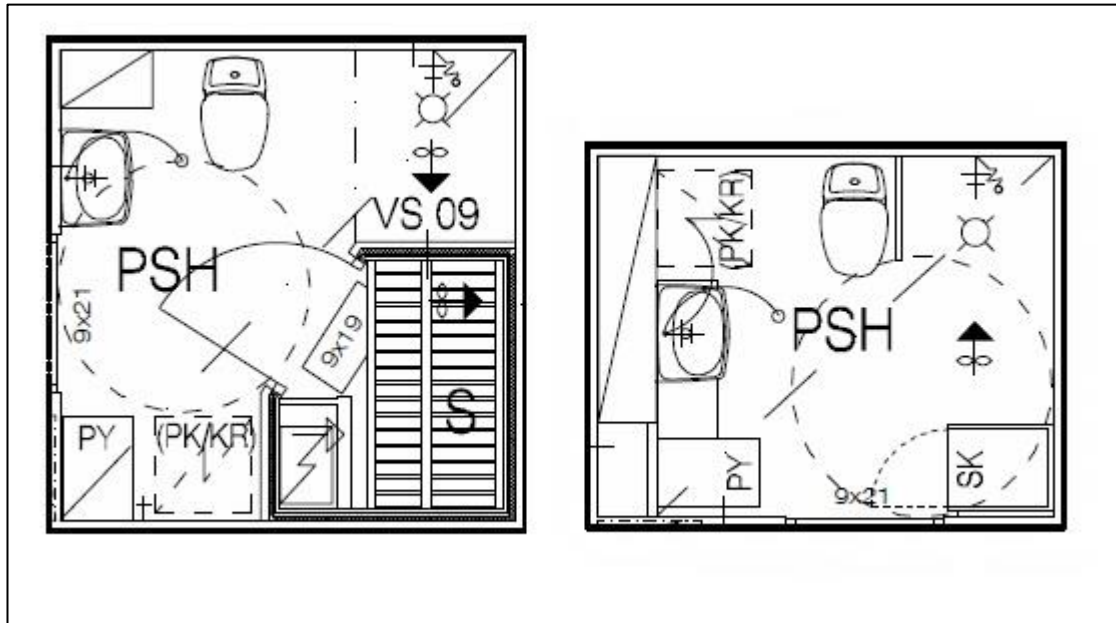
Suurimmat erot tuotantotapojen välillä ovat niihin liittyvät rajoitukset ja vaatimukset. Paikallarakennetussa kylpyhuoneessa rajoitukset ovat selvästi vähäisemmät. Kylpyhuone-elementeissä suurin rajoittava tekijä on muunneltavuus. Vastaavasti paikallarakentaminen antaa vapauksia muun muassa asuntopohjien suunnitteluun sekä asukasmuutoksien ja materiaalivalintojen toteuttamiseen. Suunnittelijoilla on enemmän vapauksia suunnitella asuntopohjat käytettävyyden ja tilan hyödyntämisen kannalta parhaiten näkemällään tavalla. Talotekniset liitännät ja kylpyhuoneiden sijoitus eivät tässä yhteydessä ole määrääviä tekijöitä, vaan ne voidaan sijoittaa asuntoon siten, että saadaan aikaan toimivuudeltaan paras mahdollinen ratkaisu. Tällöin voidaan välttää esimerkiksi tapauksia, joissa kylpyhuoneeseen kuljetaan asunnon makuuhuoneen kautta.

Koska tekniikkahormi ei ole sidottu kylpyhuoneeseen, voidaan kylpyhuoneen ja keittiön paikat valita vapaammin. Paikallarakennettaessa kylpyhuoneen ja keittiön sijoittaminen eri puolelle asuntoa ei aiheuta merkittäviä lisäkustannuksia, mikäli se huomioidaan suunnitteluvaiheessa. Lisäksi isommissa asunnoissa kylpyhuoneisiin voidaan yhdistää esimerkiksi kodinhoito- tai pukuhuone osaksi märkätilaa. Kylpyhuone-elementeissä kylpyhuoneen koko on rajattu, sillä vain tietyn kokoisia elementtejä voidaan toimittaa työmaalle yhtenä kokonaisuutena. Vastaavasti jos suurien kylpyhuoneiden elementit toimitettaisiin osissa, katoisi samalla osa valmistilaelementin hyödyistä.

6.6.2 Rakennuskustannukset

Kuvassa 6.8 on esitetty referenssikohteissa käytettyjen kylpyhuone-elementtien pohjaratkaisut. Kohteissa on yhteensä 52 asunnosta, joista 42 on saunallisia kylpyhuoneita. Kymmeneen asuntoon oli toteutettu ainoastaan pesuhuone. Kohteeseen toteutetut pohjaratkaisut vastaavat pitkälti kuvassa 7.1 esitettyjä. Kylpyhuoneen kokoluokka sekä kalusteet ja varusteet pysyvät pääsääntöisesti samana eri kylpyhuoneiden kesken. Ainoastaan kalusteiden ja varusteiden sijoittelu muuttuvat ja kylpyhuoneiden pohjaratkaisut muuttuvat asuntojen välillä. Kylpyhuoneille on määritetty yksikköhinnat paikallarakennettujen tutkimuskohteiden toteutuneiden kustannustietojen keskiarvon perusteella. Materiaalien ja varusteiden määrät on laskettu

suoraan kylpyhuone-elementtien pohja- ja leikkauspiirustuksista. Näiden tietojen pohjalta on laskettu hinnat vastaaville paikallarakentaen toteutetuille kylpyhuoneille.



Kuva 6.8. Tutkimuskohteessa käytettyjen kylpyhuone-elementtien pohjaratkaisut. Kyseisessä kohteessa kaikki kylpyhuoneet olivat elementtirakenteisia (SRV, 2013).

Kuvassa 6.8 on esitetty kaksi erityyppistä kylpyhuone-elementtiä, joita molempia on käytetty tutkimuskohteen toteutuksessa. Yhteensä case-kohteeseen on asennettu 52 kappaletta kylpyhuone-elementtejä, joista 42 kappaletta saunallisia ja 10 kappaletta ainoastaan pesuhuoneen sisältäviä kylpyhuoneita. Saunalliset kylpyhuone-elementit ovat kokoluokaltaan ja varustelultaan kuvan vasemman puoleisen kylpyhuoneen kanssa vastaavia. Kylpyhuoneiden pohjaratkaisut vaihtelivat hieman eri asuntojen välillä mutta työ- ja materiaalimenekeiltä kaikki saunalliset kylpyhuoneet voitiin ajatella olevan samanlaisia. Samoin case-kohteeseen asennetut pesuhuoneita voitiin pitää sisällöltään vastaavina kuin kuvassa esitetty pesuhuone.

Liitteessä 3 on laskettu pohjapiirustusten ja rakenneleikkausten perusteella molempien kylpyhuone-elementtien määrät. Vertailussa on tämän jälkeen laskettu neljän paikallarakennetun kylpyhuoneen toteutuneista kustannuksista keskiarvot, joiden perusteella on saatu kylpyhuoneiden eri rakennusosille yksikköhinnat. Yksikköhinnoissa on huomioitu työ- ja materiaalikustannuksien lisäksi myös materiaalien varastoinnista ja siirroista aiheutuvat kustannukset. Koska paikallarakennetuissa kohteissa on toteutettu myös lähes sama määrä kylpyhuoneita, voidaan aliurakoiden ja materiaalien hintoja pitää vertailukelpoisena kylpyhuone-elementeillä toteutettuihin kylpyhuoneisiin. Käytännössä voidaan ajatella materiaalien määrät ja työtehtävät ovat lähes samoja vaikka kylpyhuoneiden tuotanto tapahtuu eri menetelmillä ja eri ympäristössä.

Kuvassa 6.9 esitetyn saunallisen kylpyhuoneen kokonaiskustannuksiksi on saatu 5415,46e ja saunattoman 4133,78e. Kun näiden määrät kerrotaan saunallisten ja saunattomien kylpyhuone-elementtien määrällä saadaan 52 kylpyhuoneen kokonaiskustannuksiksi 268 787,12e. Case-kohteen kylpyhuone-elementtien hankintahinnaksi on vastaavasti saatu 465 270,00e. Vertaamalla 52 kylpyhuone-elementin hankintahintaa suoraan vastaavien paikallarakennettujen kylpyhuoneiden työ- ja materiaalikustannuksiin nähdään välittömästi, että kustannukset ovat huomattavasti suuremmat kylpyhuone-elementtien tapauksessa kuin paikallarakennettaessa.

6.6.3 Rakennusaika

Kohteiden rakentamiseen käytettyä aikaa tarkasteltiin valmistuneiden kohteiden toteutuneita rakennusaikoja vertailemalla. Taulukossa 6.9 on esitetty vertailu eri tuotantotapojen välillä. Vertailussa on huomioitu jokaisen rakennuskohteen asuntojen lukumäärä johon kokonaisrakennusaikaa on verrattu. Näin on saatu vertailukelpoinen luku eri kohteiden kesken.

Taulukko 6.9. Case-kohteiden rakennusaika vertailu asuntoyksiköiden määrään suhteutettuna (SRV, 2013).

asuntokohde	kohdetyyppi	asunnot (kpl)	kylpyhuone	rakennusaika (kk)	rakennusaika/asunto
Kohde 1	KT/PT	35	paikallarakennettu	13,75	0,39
Kohde 2	KT/RT	23	paikallarakennettu	11,00	0,48
Kohde 3	KT	23	paikallarakennettu	11,50	0,50
Kohde 4	KT	32	paikallarakennettu	14,80	0,46
Kohde 5	KT	52	kylpyhuone-elementti	24,00	0,46

Esimerkkikohteiden rakennusaikatauluvertailussa saatiin perinteisellä kylpyhuoneella toteutettavien kohteiden keskimääräiseksi rakennusajaksi 10,26 kuukautta. Asuntojen määrään suhteutettuna keskiarvo on 0,46 kk/asunto, joka on sama kuin kylpyhuone-elementillä toteutetun kohteen rakennusaika asuntoyksikköä kohden. Tapaustutkimuksen perusteella siis ei voida tulkita kylpyhuone-elementtien käytön lyhentävän rakennusaikaa. Haastattelutulosten ja takuuajakaisten korjaustyömäärien perusteella kylpyhuone-elementeillä toteutetuissa kohteissa rakentamisen loppuvaiheessa aikaa viimeistelyyn on jäänyt huomattavasti enemmän. Tämä vaikuttaa suoraan myös rakentamisen laatutasoon.

Haastatteluissa pohdittiin kysymystä: ”miten kylpyhuone-elementeillä toteutettu kohde eroaa aikataulullisesti paikallarakennetusta”. Vastaukset olivat hyvin yhtenäisiä. Yhdestätoista haastateltavasta kymmenen mielestä kylpyhuone-elementeillä toteutettavassa kohteessa rakentamiseen vaadittu aika oli pienempi tai selkeästi pienempi kuin paikallarakennettaessa. Syitä rakennusajan lyhentymiseen löydettiin useita. Kaikista tärkeimmiksi syiksi nähtiin työmaa-aikaisten ja työnjohdollisten tehtävien väheneminen. Kylpyhuone-elementtien vaikutus rakennusaikaan on sitä

lyhentävänä mutta vaikutuksen suuruus vaihtelee rakennuskohteesta riippuen. Normaalikokoisessa kerrostalokohteessa aikasäästön todettiin keskimäärin olevan noin kuukauden verran. Jossain tapauksissa säästö rakennusajassa koettiin myös paljon suuremmaksi mutta silloin haastateltavat arvioivat vaikeaksi määrittellä mikä oli kylpyhuone-elementtien osuus toteutuneesta aikasäästöstä. Haastatteluissa tuotiin esille koko projektin onnistumisen olevan elinehto kylpyhuone-elementtien aikasäästön saavuttamiseksi.

Käytetty rakennusaika vaikuttaa monin tavoin hankkeen kustannuksiin. Lyhyempi rakennusaika johtaa työmaa-aikaisten ja työnjohdolliset tehtävien vähenemiseen. Kun toteutettavia työvaiheita on vähemmän, vähenevät tätä kautta myös työmaan varastointi- sekä siirto- ja siivouskustannukset. Lisäksi työmaatehtävät vaikuttavat työnjohdollisten tehtävien määrään. Kylpyhuone-elementtejä käytettäessä työnjohdolla jää enemmän aikaa muiden työvaiheiden yhteensovittamiseen ja valvontaan. Työvaiheiden ja työnjohdon tehtävien väheneminen pienentää osaltaan myös rakennusaikaisien riskejä. Kiire hankkeen lopussa aiheuttaa poikkeuksetta lisäkustannuksia. Kylpyhuone-elementit vähentävät työvaiheita nimenomaan rakennusvaiheen lopusta. Vastaavasti rakennuksen runkovaiheessa työtehtäviä on hieman enemmän johtuen kylpyhuoneiden asentamisesta. Tässä tapauksessa rakennusvaiheen lopussa viimeistelytöihin jää aikaa enemmän. Viimeistelytöihin käytettävissä olevalla lisäajalla katsottiin puolestaan olevan suora vaikutus rakennuksen laatutasoon. Erityisen haitallisiksi koettiin rakentamisen loppuvaiheen päällekkäiset työvaiheet, jotka lisäävät myös rakennusvirheiden ja -puutteiden määrää. Mikäli korjattavaa syntyy kiireen myötä lisää, kasvavat myös korjaustöiden kustannukset ja niihin käytettävien resurssien tarve.

Nopeampi valmistuminen ja asunto-osakkeiden luovutus vapauttaa rakennukseen sidottua pääomaa aikaisemmin. Kun asunnot voidaan luovuttaa ostajille aikaisemmin, saadaan niihin sidotut pääomat nopeammin takaisin yrityksen käyttöön. Lisäksi valmiin kiinteistön ylläpitokustannukset saadaan siirrettyä asiakkaalle aikaisemmin. Näin rakennusliikkeelle aiheutuvat kiinteät kulut vähenevät. Aikaisemmin valmistuneessa kohteessa myös korkokustannukset ovat pienemmät, joka vaikuttaa osaltaan projektin kokonaiskustannuksiin.

6.6.4 Rakennus- ja takuuajaiset korjaustyöt

Perustajaurakoitsija vastaan rakennuksen virheiden korjaamisesta joko muuttotarkastuksen yhteydessä tai vuositarkastuksessa. Asunnon ostajalla on oikeus vaatia virheiden korjaamista, mikäli se ei ole mahdotonta tai aiheuta suhteettoman suuria kustannuksia verrattuna virheen merkitykseen ostajalle. Muita vaihtoehtoja virheiden käsittelyyn on hinnan alennus, vahingonkorvaus tai kaupan purku. Haastatteluissa nousi esille ostajien esittämien virheiden olevan välillä mahdottomia

toteuttaa, sillä usein asunnonostajilla ei ole perustajaurakoitsijan ymmärrystä rakennuksen toiminnasta.

Taulukossa 6.10 on vertailtu eri tavalla toteutettuja kylpyhuoneita niiden korjaustöiden suhteen. Tarkastelemalla kylpyhuone-elementtien osuutta asukkaiden muuttotarkastuksissa ja niihin liittyviä korjausvaatimuksia on saatu taulukon mukaisia tuloksia. Taulukosta voidaan havaita kylpyhuone-elementeillä toteutetun kohteen erottuvan joukosta selvästi. Kaikissa paikallarakennetuissa kylpyhuoneissa takuuajaisia korjaustöitä muuttotarkastuksen ja vuosikorjauksien yhteydessä on tehty selvästi yli puoleen myydyistä asunnoista. Esimerkkikohteissa 1,2 ja 4 jopa selvästi yli puolet asunnoista on vaatinut rakennusajan jälkeisiä korjaustöitä nimenomaan kylpyhuoneiden osalta.

Kylpyhuone-elementteihin tehdyt korjaustyöt ovat haastatteluiden ja vuosikorjaustietojen perusteella olleet todella pieniä. Suurin osa korjauksista on ollut joko silikonisaumojen korjauksia tai kaluste- ja väliovien säätöjä. Haastatteluissa nousi esille ainoastaan yksi tapaus, jossa korjaustöitä on jouduttu tekemään enemmän. Kyseisessä kohteessa rakennusaikana oli jouduttu vaihtamaan merkittävä osa elementin kattopaneeleista ja väliovista johtuen elementin sisään päässeeseen veden aiheuttamista vaurioista. Mikäli korjattavaa syntyy, on se yleensä kylpyhuone-elementtien tapauksessa kalliimpaa, koska kaikki pintamateriaalit ja kalusteet asennettuna. Usein esimerkiksi kosteus aiheuttaa vaurioita, joita joudutaan korjaamaan jälkikäteen. Kylpyhuone-elementeissä se vaikuttaa valmiisiin sisäpintoihin. Työmaalla vastaavasti rakennusmateriaalit voivat kärsiä kosteusvaurioita jo ennen niiden asentamista puutteellisen suojauksen tai varastoinnin takia. Tällöin osataan jo ennen asennuksen aloittamista huomioida vaurioituneet materiaalit ja välttää niiden käyttöä.

Taulukko 6.10. Case-kohteiden kylpyhuoneiden korjaustyöt asukasreklamaatioihin suhteutettuna (SRV, 2013).

asutuskohde	kohdetyyppi	asunnot (kpl)	kylpyhuone	asukasreklamaatio	kylpyhuonekorjaukset	%-osuus
Kohde 1	KT/PT	35	paikallarakennettu	12,00	11,00	91,67
Kohde 2	KT/RT	23	paikallarakennettu	16,00	12,00	75,00
Kohde 3	KT	23	paikallarakennettu	13,00	7,00	53,85
Kohde 4	KT	32	paikallarakennettu	15,00	11,00	73,33
Kohde 5	KT	52	kylpyhuone-elementti	22,00	8,00	36,36

Yleisesti kylpyhuone-elementteihin liittyvät korjaustyöt nähtiin sekä kustannusten että aikataulun kannalta vähäpätöisiksi. Vastaavasti paikalla rakennetuissa kylpyhuoneissa virheitä esiintyi huomattavasti enemmän ja niiden merkitys oli myös suurempi. Virheitä olivat muun muassa rakennusaikana syntyneet vauriot kuten kolhut ovien karmeihin tai ovilehtiin ja halkeamat laatoituksessa. Esimerkiksi ovikarmien vaihtaminen koettiin erityisen haastavaksi, sillä korjauksen yhteydessä joudutaan tekemään uudelleen myös saumaus- ja listoitustöitä. Lisäksi paikallarakennetuissa kylpyhuoneissa joitakin työvaiheita oli järjestelmällisesti jätetty tekemättä, sillä niitä ei ollut huomioitu

aliurakkasopimuksia luodessa. Esimerkki tällaisesta jokaista asuntoa koskettavasta virheestä oli pyykinpesukoneen poistoputkelle tehtävä varaus pesualtaan alapuoliseen kaapistoon. Kylpyhuone-elementtien merkittävimiksi korjaustöiksi mainittiin lattiakallistusten korjaaminen, joiden toteuttaminen todettiin olevan jälkikäteen vaikeaa ja kallista.

7 KYLPYHUONE-ELEMENTTIEN KÄYTÖN TEHOSTAMINEN

Tutkimuksen päätavoitteena oli kehittää kylpyhuone-elementtien käyttöä asuntorakentamisessa ja kartoittaa siihen liittyviä haasteita. Yrityksen kannalta kiinnostavimpia tutkimusaiheita olivat asuntojen laatuun ja myyntiin vaikuttavat tekijät sekä kylpyhuone-elementtien ja paikallarakennettujen kylpyhuoneiden väliset kustannus- ja aikatauluerot. Näitä osa-alueita tutkimalla selvitettiin kylpyhuone-elementteihin liittyviä haasteita ja niiden käyttöä asuntorakentamisessa. Haastattelututkimuksen avulla arvioitiin tämän jälkeen tarkemmin kylpyhuoneiden laatuun, toteutusaikatauluun ja kustannuksiin vaikuttavia tekijöitä sekä niiden merkitystä kylpyhuone-elementtien kannattavuuteen.

Haastatteluissa toivottiin muun muassa tietoisuuden lisäämistä osapuolien välillä yhtenäistämällä toimintatapoja, kehittämällä hankintaa vuosisopimuksien muodossa ja luomalla yhtenäisiä standardeja sekä ohjeita kylpyhuone-elementtien käyttöön. Tutkimuksen perusteella yritykseen tarvitaan paljon kokemusta kylpyhuone-elementtien käytöstä, jotta sitä voidaan hyödyntää asuntorakentamisessa mahdollisimman tehokkaasti. Haasteiden tiedostaminen on perusta kylpyhuone-elementtien kustannustehokkaalle hyödyntämiselle missä tahansa asuinrakennuskohteessa. Tämä vaatii yritykseltä paljon kylpyhuone-elementeillä toteutettuja asuinrakennuskohteita ja niiden pohjalta toimintatapojen, vuosisopimuksien sekä tuotantoprosessin kehittämistä.

Asuntorakentamisen trendit

Rakentamisen trendit muodostavat kokonaisuuden, joka tukee tuotteistettujen kylpyhuone-elementtien käyttöä asuinrakentamisessa. Rakentamisen keskittyminen lähelle keskusta-alueita ja yksin asuvien määrän kasvu ovat yhdessä johtaneet rakennuksien kerrosmäärien lisääntymiseen ja tätä kautta asuntojen määrän lisääntymiseen. Asuntojen määrän lisääntymiseen on vaikuttanut myös niiden keskikoon pieneneminen. Kylpyhuone-elementtien merkitys on kasvanut tämän seurauksena entisestään, sillä pienissä asunnoissa kylpyhuone on sekä pohjapinta-alaltaan että työtehtäviltään merkittävämpi osa asuntoa. Nykyään pienimmissä asunnoissa kylpyhuoneen pohjapinta-ala voi olla jopa kolmasosa koko asunnon pohjapinta-alasta, jolloin kylpyhuoneen ulkopuolisten työtehtävien osuus rakennusteknisistä töistä on vähäinen.

Rakennuskorkeuksien ja asuntomäärien kasvu lisää myös rakentamisen monistavuutta, jolloin käytettyjen valmisosien kannattavuus paranee entisestään. Toistuvuuden kasvu lisää esimerkiksi kylpyhuone-elementtien käyttöä; mitä useampia samanlaisia elementtejä rakennukseen asennetaan, sitä kannattavampaa niiden tuotteistaminen on. Kerrosten lisääntyminen parantaa entisestään kylpyhuone-elementtien kannattavuutta, sillä seuraava kerros voidaan aina toteuttaa edellisen kerroksen tapaan. Näin voidaan huomioida edellisessä asennuksessa esiintyneet ongelmat ja kehittää asennusprosessia jatkuvasti myös rakennuskohteen aikana. Asennusprosessia kehittämällä voidaan puolestaan maksimoida valmistilaelementtien käytöstä saatavia hyötyjä. Alla olevassa taulukossa 7.1 on esitetty asuntorakentamisen päätrendit sekä niiden vaikutuksia kylpyhuone-elementtien käyttöön osana asuntorakentamista.

Taulukko 7.1. Asuntorakentamiseen liittyvien trendien vaikutus.

Trendi:	Vaikutus:
Pienien asutokuntien kasvu	<ul style="list-style-type: none"> ● asuntojen määrä lisääntyy ● monistettavuuden kasvu ● kylpyhuoneen merkitys kasvaa
Kaupunkirakentaminen	<ul style="list-style-type: none"> ● kerrostalorakentamisen lisääntyminen ● tontin hyödyntämisen maksimointi ● rakennuskorkeuksien kasvu
Vuokra-asumisen kasvu	<ul style="list-style-type: none"> ● valmisosatilojen parempi soveltuvuus ● monistettavuuden kasvu ● muutoksien väheneminen
Valmisosarakentaminen	<ul style="list-style-type: none"> ● rakentamisen laatu paranee ● materiaalitehokkuus ● työmaatehtävien väheneminen

Haastatteluiden yhteydessä esille nousi erityisesti vuokra-asumisen lisääntyminen kylpyhuone-elementtejä tukevana trendinä. Vuokra-asunnot nähtiin oleellisena, sillä niiden tuotannossa poistuu yksi kylpyhuone-elementtien merkittävimmistä ongelmista: asukasmuutosten toteuttaminen. Vuokra-asuntorakentamisessa asukasmuutoksia ei esiinny ja kylpyhuone-elementeistä saadaan hyödynnettyä niiden koko potentiaali. Lisäksi tulevaisuuden rakentamisen trendinä nähtiin myös pyrkimys rakentamaan mahdollisimman pitkälle tuotteistettuja rakennuksia, joissa suuri osa työvaiheista toteutetaan tehdasolosuhteissa työmaatoteutuksen sijaan. Valmisosarakentamista pidettiin haasteena, sillä siihen liittyy useita uusia ratkaisuja, joiden käyttöä ei vielä kovin hyvin tunneta. Toisaalta valmisosarakentaminen nähtiin myös mahdollisuutena vaikuttaa rakentamisen työmaa-aikaan ja tätä kautta hankkeen kokonaiskustannuksiin.

Kylpyhuone-elementtien monistettavuus

Kylpyhuone-elementtien monistettavuus on yksi perusedellytys valmistilaelementtien käytölle. Mitä pidemmälle monistus viedään ja mitä enemmän käytetään samoja materiaaleja, sitä suuremmat ovat myös saavutetut hyödyt. Tutkimustulosten mukaan monistettavuus on erityisen riippuvainen hankkeen urakkamuodosta, kohdetyypistä ja pohjaratkaisuista. Monistettavuus helpottaa erityisesti rakennuskohteen suunnittelua, kun jokaisen asunnon kohdalla ratkaisuja ei tarvitse suunnitella erikseen. Lisäksi elementtityyppien pienempi määrä vaikuttaa myös elementtitehtaan tehokkuuteen ja sitä kautta kylpyhuone-elementtien hankintahintoihin.

Urakkamuodoista kylpyhuone-elementtien käyttöön parhaiten soveltuvat kilpailu- ja neuvottelu-urakat, jolloin urakoitsija ei vastaa asuntojen välityksestä niiden loppukäyttäjälle. Tutkimuksen tulosten perusteella on täysin selvää, että tällöin rakentamisessa voidaan hyödyntää enemmän samanlaisia elementtejä. Tilanne on kuitenkin huomattavasti monimutkaisempi, mikäli kyseessä on urakoitsijan omaperusteinen rakennushanke. Tässä tapauksessa urakoitsija vastaa sekä asuntojen suunnittelusta, rakentamisesta sekä myynnistä, joten kylpyhuoneen toteutustapaa valitessa mietitään enemmän hankkeen kokonaisuutta kuin yksittäistä hankintaa.

Kylpyhuone-elementtien monistettavuus paranee, kun rakennuskohteen asuntojen määrä kasvaa. Kylpyhuone-elementtejä voidaan hyödyntää myös pari- ja rivitalo kohteissa mutta niissä maksimaalisia hyötyjä ei saavuteta. Koska pari- ja rivitalorakennuksen ovat yleensä vain yksi- tai kaksikerroksisia ei niissä voida hyödyntää kylpyhuone-elementteihin integroituja tekniikkahormeja. Tämän seurauksena merkittävä osa kylpyhuone-elementtien hyödyistä suhteessa paikallarakennettuun kylpyhuoneeseen katoaa. Vastaavasti kerrostalot sopivat kylpyhuone-elementtien käyttöön erinomaisesti niiden toistuvuuden ansiosta. Kerrostalot sisältävät myös yleensä pohjapinta-alaltaan huomattavasti pienempiä asuntoja, jolloin asuntojen määrä ja sitä kautta myös monistettavuuden määrä rakennuskohteessa kasvaa edelleen.

Kylpyhuoneiden monistettavuutta lisäämällä voidaan vaikuttaa vähentävästi kylpyhuone-elementtien hankintahintaan. Myös hankintaan ja suunnitteluun tarvittavat resurssit ja käytetty aika pienenevät, kun elementit ovat samanlaisia. Parhaimmillaan kylpyhuone-elementtien eri variaatioita on kohteessa vain muutama vaikka asuntoja olisi useita kymmeniä. Rakentamisen nykyajan trendit tukevat edelleen elementtien käyttöä ja pyrkivät lisäämään rakentamisen monistettavuutta. Merkittävimpiä tekijöitä ovat pienien asuntojen lisääntyminen ja rakennuskorkeuksien kasvu. yhdessä nämä mahdollistavat monistettavuuden maksimoinnin ja sitä kautta kylpyhuone-elementtien kannattavuuden parantamisen. Lisäksi myös standardoidut ratkaisut ja rakenteet parantavat sekä kylpyhuone-elementtien käytön että tuotannon tuottavuutta.

Tehokkain tapa hyödyntää kylpyhuone-elementtejä pitkällä tähtäimellä on luoda vuosisopimuksia urakoitsijan ja elementtitoimittajan välille. Tällöin voidaan sopia jo valmiiksi eri materiaalivaihtoehdot, joita hyödynnetään useissa elementtitoimituksissa. Samalla vuosisopimuksella voidaan helpottaa hankintaa ja kylpyhuoneiden suunnittelua, kun samoja hintoja sekä ratkaisuja käytetään useissa eri rakennuskohteissa.

Suunnittelu ja suunnittelunohjaus

Suunnittelunohjaus ja suunnitteluyhteistyön koordinointi ovat avainasemassa, jotta rakennussuunnitelmista saadaan elementtitehtaan ja kohdesuunnittelijoiden välillä yhteensopivia ja käytännössä toimivia. Koska suunnittelijoita on kohteessa normaalia enemmän, korostuu erityisesti pääurakoitsijan suunnittelunohjauksen toimivuus. Kaikkein tärkein osa suunnittelua on suunnitteluperiaatteiden ymmärtäminen sekä aikaisempi kokemus vastaavista rakenteista. Mikäli suunnittelijoilla ei ole kokemusta kylpyhuone-elementtien käytöstä osana asuinrakennusta, tulee suunnittelijoiden perehtyä elementtien rakenteeseen ennen varsinaista suunnittelutyötä.

Asuinrakennuksen suunnitellaan siten, että useissa asunnoissa käytetään pohjaratkaisultaan samanlaisia kylpyhuoneita vaikka asuntopohjat muuten eroaisivat toisistaan. Tällöin riittää kun suunnitellaan ainoastaan muutama pohjaratkaisultaan erilainen kylpyhuone-elementti ja niiden liitosratkaisut muihin rakenteisiin sekä taloteknisiin järjestelmiin. Tämän jälkeen samoja suunnitteluperiaatteita voidaan toistaa niin eri elementtien kohdalla kuin eri kerroksien välillä. Aiemmassa kappaleessa käsitelty monistaminen vähentää näin myös suunnittelutyötä ja helpottaa kylpyhuone-elementtien tuotantoa tehtaalla.

Suunnittelutyössä onnistuminen korostuu käytettäessä valmistilaelementtejä, sillä virheet ovat myöhemmin vaikeampia korjata kuin paikallarakennettaessa. Koska suunnitteluvirheet huomataan usein vasta toteutusvaiheessa, ei niihin ehditä reagoimaan tarpeeksi ajoissa. Esimerkiksi tässä vaiheessa ei enää voida korjata suunnitelmia seuraavaa kerrosta varten, koska käytettävät elementit on jo valmistettu. Lisäksi lopulliset toteutussuunnitelmat tulee olla valmiina jo hankesuunnitteluvaiheessa. Tässä vaiheessa huomioidaan jo kaikki kylpyhuone-elementteihin liittyvät rakenteet ja ratkaisut, joiden mukaisesti sijoitetaan kylpyhuoneiden kalusteet. Suunnitteluvirheet ovat valmistilojen osalta usein kriittisempiä, sillä muutoksien takia joudutaan purkamaan täysin valmiita rakenteita ja pintoja sekä rakentamaan ne uudestaan. Tämä lisää huomattavasti suunnittelu-, purku- ja siivouskustannuksia sekä materiaalimenekkiä.

Rakennusaika

Rakennusaikatauluja laadittaessa huomioidaan niissä ennalta tiedostetut työtä hidastavat tekijät. Tällaisia ovat esimerkiksi talvityöt ja betonirakenteiden vaatimat kuivumisajat. Haastatteluiden perusteella merkittävin kylpyhuone-elementtien rakennusaikaan

vaikuttava etu on kuivumisaikojen puuttuminen, koska massiivisia betonointeja ei tarvitse toteuttaa. Mikäli rakennus toteutetaan paikallabetonoiduilla välipohjilla, on kylpyhuoneeseen liittyvien kuivumisaikojen merkitys kuitenkin hyvin pieni. Paikallarakennettaessa huomioidaan myös seuraavien työvaiheiden toteutusaikataulu. Esimerkiksi kylpyhuoneen vesieristysten osalta tulee varmistua betonin riittävän pienestä suhteellisesta kosteudesta ennen vesieristyksen asentamista, sillä tämän jälkeen betoni ei pääse enää kuivumaan eristetyn pinnan kautta. Sallitun asennusaikataulun määrittelee kylpyhuoneen pohjalaatan suhteellinen kosteus, jonka tulee olla määräysten mukaisia raja-arvoja pienempi. Vastaavasti kylpyhuone-elementtejä käytettäessä kuivumisajat eivät rajoita rakennusteknisiä töitä eivätkä vaikuta näin hankkeen kokonaisrakennusaikaan.

Tapaustutkimuksen perusteella rakennusajat eivät eronneet toteutustapojen välillä juuri yhtään. Haastatteluiden perusteella aikasäästö nähtiin kuitenkin selvästi ja kylpyhuone-elementeillä toteutetuissa kohteissa aikaa jäi enemmän erityisesti viimeistely- ja luovutusvaiheeseen. Tämän seurauksena kylpyhuone-elementeillä toteutetun kohteen korjausta vaativien virheiden ja puutteiden määrä on huomattavasti pienempi. Myös haastatteluiden perusteella aikasäästöä pidettiin selvänä mutta sen suuruutta oli vaikea määrittellä yleisesti, sillä jokaisessa rakennuskohteessa kylpyhuoneiden ja muiden rakennusteknisten töiden määrä vaihtelee. Lisäksi rakennusaikaan vaikuttavat rakennustöiden aloitusajankohta ja kohteeseen liittyvät erityisrakenteet kuten väestönsuojat. Jossain tapauksissa yhden rakennuksen väestönsuoja palvelee useita rakennuksia eikä näin sen rakennusaika ole verrannollinen vastaavaan rakennukseen ilman väestönsuojaa. Haastatteluiden perusteella kylpyhuone-elementeillä saavutettu aikasäästö normaalikokoisessa kerrostalossa on keskimäärin yksi kuukausi.

Rakennusajan lyhentyminen vaikuttaa erityisesti pääurakoitsijan työnjohtokuluihin. Sen lisäksi että kokonaiskustannukset pienenevät vapauttaa kylpyhuone-elementtien käyttö työnjohton resursseja muiden työtehtävien hoitamiseen ja valvontaan. Tämä puolestaan kohottaa rakennuksen luovutuksessa saavutettua laatutasoa. Rakennusajan lyhentyminen vaikuttaa positiivisesti niin rakennushankkeen kokonaiskustannuksiin kuin saavutettuun laatutasoon. Molemmat tekijät ovat asuinrakentamisessa merkittävä osa asiakaslähtöistä rakentamista, joka pitkällä aikavälillä myös parantaa rakennusliikkeen kilpailukykyä.

Rakennuskustannukset

Rakennuskustannusten vertaaminen eri toteutustapojen välillä on haastavaa, sillä kylpyhuone-elementit vaikuttavat välillisesti suureen osaan rakennusprosessia. Hankintahintojen perusteella voidaan välittömästi todeta, että paikallarakennettu kylpyhuone on huomattavasti edullisempi vaihtoehto kuin kylpyhuone-elementit. Toteutustavat eroavat toisistaan kuitenkin niin merkittävästi, että niiden vertaaminen

suoraan työ- ja materiaalikustannuksia vertaamalla ei ole oikea tapa lähestyä tutkimusongelmaa.

Edellisessä kappaleessa haastatteluiden keskiarvona saatu kuukauden aikasäästö rakennusajassa vastaa noin 10 % normaalikokoisen kerrostalokohteen kokonaisrakennusajasta. Vastaavasti sen voidaan ajatella vastaavan kymmenesosan säästöjä myös työmaan kiinteistä aikasidonnaisista kustannuksista. Rakennusajan lyhentymisen vaikuttaa suoraan työmaan ylläpitokustannuksiin. Merkittävimpiä aikasidonnaisia käyttö- ja ylläpitokustannuksia ovat muun muassa:

- työnjohtokulut
- vuokratkalusto (sis. sosiaali- ja toimistotilat, työkalut ja koneet)
- sähkö, vesi, kaasu ja kaukolämpö
- jätehuolto ja siivous.

Rakennuskustannukset riippuvat rakennuksen kokoluokasta, tyypistä ja siinä käytetyistä rakenneratkaisuista. Rakennuksen kerrosluvun kasvaessa esimerkiksi kolmesta kahdeksaan kerrokseen kokonaiskustannukset nousevat mutta kustannukset asuinneliötä kohden yleisesti pienenevät. Kerrostalorakentamisessa kustannuksia kasvattavat erityisesti kerrosten erilaisuus, vajaat kerrokset ja erikoisratkaisut. Tavoitteena asuntorakentamisessa on hyödyntää rakennuksen asuinpinta-ala tehokkaasti, jolloin myytävien tai vuokrattavien asuntoneliöiden osuus rakennuksesta on mahdollisimman suuri.

Märkätilat ovat suhteellisesti kallein osa asuntoa. Tämä johtuu niiden suuresta talotekniikan määrästä. Märkätilojen toteutustapa vaikuttaa myös rakennuksen muihin ratkaisuihin ja kustannuksiin. Kustannuksiin vaikuttavat muun muassa vesikatton tyyppi ja ilmanvaihdon toteutustapa. Halvin vesikatton toteutustapa on tasakatto, jossa sadevesienpoisto on toteutettu rakennuksen sisäisesti. Kylpyhuone-elementtejä käytettäessä sadevesienpoisto on kannattavinta suunnitella ulkoiseksi. Tällöin rakennuksen sisäisen talotekniikan määrä vähenee ja kylpyhuone-elementteihin integroidut hormit voidaan toteuttaa pienempi kokoisena tai niihin voidaan sisällyttää suurempi määrä huoneiston talotekniikkaa. Mikäli sadevedenpoisto toteutetaan rakennuksen sisäisesti, tulee se huomioida elementtien hormeja mitoitettaessa tai sitä varten tulee suunnitella erillinen hormirakenne.

Toinen merkittävä kustannuksiin vaikuttava tekijä on asuntojen ilmanvaihtoratkaisu. Keskitetty ilmanvaihto on elinkaarikustannuksiltaan asuntokohtaista halvempi ratkaisu mutta siihen toteutettava ilmanvaihdon konehuone vähentää vastaavasti asuinpinta-alaa. Keskitetty ilmanvaihtoa voidaan kuitenkin toteuttaa käyttämättä asuinneliöitä, jos ilmavaihdon konehuone sijoitetaan rakennuksen vesikatolle. Tällöin pystytään edelleen hyödyntämään täysin rakennuksen asuinpinta-ala ja saavuttamaan myynnissä

maksimaalinen tuotto. Lisäksi keskitetty ilmanvaihto ratkaisu on elinkaarikustannuksiltaan halvempi toteutustapa, sillä se on myöhemmin helpompi huoltaa.

Kylpyhuoneiden tuotantotapojen tarkka kustannusvertailu on vaikeaa johtuen niiden välillisistä vaikutuksista hankkeen kokonaiskustannuksiin. Suoraan työ- ja materiaalihintoja vertaamalla ei pystytä tekemään todellista kustannusten vertailua ilman, että siinä huomioidaan rakennusajan ja rakenneratkaisujen vaikutus hankkeen kokonaiskustannuksiin. Materiaali- ja työkustannuksien vertailu antaa karkean arvion kylpyhuoneiden hankintakustannuksista, sillä kylpyhuone-elementtien kokonaishankintahinta on suoraan jaettu elementtien määrällä. Vastaavasti osaan paikallarakennetuissa kylpyhuoneissa osaan aliurakoita sisältyy myös kylpyhuoneen ulkopuoleisia töitä. Tällaisia ovat esimerkiksi laatoitusurakan keittiön taustalaatoitus ja asunnon muut kevyet levyväliseinät. Mikäli näitä kylpyhuoneen ulkopuoleisia osia ei sisällytettäisi aliurakoihin, olisi aliurakoiden yksikköhinnat korkeampi johtuen urakan pienemmästä työmäärästä.

Kylpyhuone-elementtien laatu ja laadunvarmistus

Haastatteluissa kylpyhuone-elementtien laatutason näki hyvänä tai erittäin hyvänä 85 % haastateltavista. Vastaavasti 15 % haastateltavista piti paikallarakennettua kylpyhuonetta laadukkaampana toteutustapana. Kylpyhuone-elementtien laatutasoa kohottavat erityisesti peltiohutlevy -väliseinärakenne ja toteutus tehdasolosuhteissa tuotantolinjalla. Kylpyhuone-elementtien peltielementeistä koottua väliseinää pidettiin yleisesti laadukkaampana toteutustapana kuin nykyään paikallarakentamisessa käytettävää kipsilevyväliseinää muun muassa paremman kosteuskestävyyden ansiosta. Kaikista laadukkaimpana pidettiin kuitenkin paikallarakentamalla toteutettuja kiviväliseiniä. Nykyään ne ovat kuitenkin harvemmin käytettyjä johtuen niiden toteutuksen hitaudesta ja suuremmista materiaalikustannuksista. Lisäksi kiviväliseiniä kuormitukset ovat huomattavasti suurempia ja ne voivat muuttaa rakennesuunnitelmia. Tämän seurauksena saatetaan joutua käyttämään esimerkiksi vahvempaa välipohjatyyppiä. Tiilirakenteiset väliseinät ovat siis laadukkain mutta myös samalla kalliimpi tapa toteuttaa märkätilan väliseinät. Yleisemmin niitä käytetään julkisten tilojen rakentamisessa.

Kylpyhuone-elementtien valmistusta tehdasolosuhteissa pidettiin yhtenä merkittävimpana laatuun vaikuttavana tekijänä. Koska kylpyhuoneet valmistetaan kokonaisuudessaan linjatuotantona saman tehtaan sisällä, tuotantoprosessiin vaikuttavia muuttujia todettiin olevan paljon vähemmän kuin toteutettaessa kylpyhuoneet työmaalla. Paikallarakennetun kylpyhuoneen laatutason nähtiin vastaavasti riippuvan pitkälti tehdyistä materiaalivalinnoista ja aliurakkasopimuksista. Kylpyhuoneeseen liittyviä aliurakkasopimuksia tehdään hankkeessa useita, joiden onnistuminen ja yhteensovittaminen ovat perusedellytyksiä kylpyhuoneen laadukkaalle toteutukselle.

Epäonnistuneet aliurakat heijastuvat usein myös negatiivisesti rakentamisen laatuun. Tämä saattaa aiheuttaa pääurakoitsijalle lisää muun muassa siivous- ja vuokratilustokuluja rakentamisen aikana.

Kylpyhuone-elementtien laatuun vaikuttavana tekijänä nähtiin myös laadukkaiden materiaalien käyttö. Siinä missä aliurakoitsijat pyrkivät käyttämään mahdollisimman edullisia materiaaleja maksimoidakseen oman työnsä katteen, kylpyhuone-elementeissä materiaalit valitaan aina laadukkaista vaihtoehdoista. Laadukkaampia materiaaleja käyttämällä elementtitoimittaja minimoi kylpyhuoneeseen syntyvät vahingot toimituksen ja asennuksen aikana. Näin voidaan vähentää suoritettavia rakennus- ja takuuajaisia korjaustöitä ja parantaa elementtien kannattavuutta. Tutkimuksen perusteella on selvää, että kylpyhuone-elementtien laadukas tuotanto vaikuttaa positiivisesti sekä pääurakoitsijan että elementtitoimittajan urakkasuorituksiin.

Kysymystä: *”Miten laadunvarmistusmenetelmät eroavat eri tuotantotapojen välillä?”* pidettiin itsestään selvänä. Kylpyhuone-elementtien laadunvarmistusta pidettiin täsmällisenä ja toimivana sisätiloissa tapahtuvan tuotannon ansiosta. Tehtaalla kylpyhuoneiden laadunvarmistus jakautuu jokaisen työvaiheen jälkeen suoritettavaan tehtäväkohtaiseen laadunvarmistukseen. Kylpyhuone-elementtien tuotannossa samoja työvaiheita ja -menetelmiä toistetaan jatkuvasti, jotka mahdollistavat jatkuvan lopputuotteen laadun kehittämisen. Paikallarakennettaessa laadunvarmistus on sen sijaan riippuvainen useasta tekijästä. Laatua valvovat niin työnsuorittajat, pääurakoitsijan työnjohtajat, valvojat kuin viranomaiset. Laatutaso on siis riippuvainen yksilöistä ja siitä kuinka tarkasti eri osapuolet siihen kiinnittävät huomiota.

Jokaisella yrityksellä on käytössään hieman erilaiset laadunvarmistusmenetelmät, joten laadunvarmistus on hankalampaa kuin tehtaan sisäisesti yhtenäisesti toteutettu laadunvarmistus. Laatutasot voivat vaihdella toteutustapojen välillä vaikka laadunhallinnan perustana molemmissa tapauksissa käytetään kansainvälistä standardia ISO9001. Standardi sisältää yleiset vaatimukset organisaation johtamiselle laadunhallinnan kannalta sekä asiakkaan tarpeiden ja odotuksien täyttämiseen. Vaatimukset täyttämällä parannetaan asunnonostajien tyytyväisyyttä valmiisiin asuntoihin.

Asiakaslähtöisyys ja asukkaiden materiaalivalinnat

Kylpyhuone-elementtien suurimmat haasteet kulmineituvat asukasmuutosten ja materiaalivalintojen toteuttamiseen. Eniten materiaalivalintojen toteuttamista vaikeuttavat lopullisten päätösten aikainen ajankohta. Mikäli asuntojen myyntitilanne on hankesuunnitteluvaiheessa heikko, korostuu asukasvalintojen merkitys entisestään. Vastaavasti jos kaikki asunnot on jo myyty, ei materiaalivalinnoista aiheudu asuntomyyntiä hankaloittavia ongelmia. Asukasvalinnoissa on tärkeää, että perustajaurakoitsija rajaa materiaalivalintojen vaihtoehdot kahteen tai korkeintaan

kolmeen. Tällöin variaatiot eivät aiheuta kylpyhuone-elementtien hankintaan merkittäviä lisäkustannuksia.

Asuntojen myynnin kannalta korostuvat erityisesti suurikokoiset keskusta-alueella sijaitsevat arvo-asunnot. Koska asukasmuutokset ja -valinnat vääjäämättä vaikuttavat asuntojen myyntiin voidaan niiden haittoja minimoida toteuttamalla osa kohteesta paikallarakentaen. Esimerkiksi kuusi kerroksisessa asuinrakennuksessa voidaan viisi näistä tehdä täysin samanlaisiksi hyödyntäen valmistilojen monistusta. Viimeinen kerros toteutetaan kylpyhuoneiden osalta vastaavasti paikallarakentaen ja sinne sijoitetaan vain suurikokoisia asuntoja, joissa on esimerkiksi erilliset pesuhuone, kodinhoituhuone ja wc-tila. Yleisesti pienten asuntoja myyminen on helpompaa, sillä niitä ostavat eniten sijoittajat. Tämän takia jokaiseen kerrokseen ei edes kannata sijoittaa kolmen tai neljän huoneen asuntoja. Jos kerrosten pohjaratkaisut pidetään samanlaisina kerrosten välillä, tulee tällöin suurikokoisia asuntoja suhteessa liikaa. Tässä tapauksessa voidaan samassa asuinrakennuksessa hyödyntää sekä valmisosatilojen monistusta ja nopeaa tuotantoa työmaalla että suurikokoisempien ja arvokkaampien asuntojen muuntojoustavuutta. Koska pienien asuntojen ostajat ovat usein sijoittajia ja kysyntää riittää kasvukeskuksissa voidaan niihin liittyvät materiaalivalinnat toteuttaa aikasin. Vastaavasti suurien ja arvokkaampien asuntojen myynnissä asunnonostajilla on enemmän mahdollisuuksia vaikuttaa asuntojen pintamateriaaleihin ja asuntojen myyntiä voidaan jatkaa vielä rakentamisen aikanakin.

Asiakaslähtöisen rakentamisen kannalta ongelmallisinta on myymätön tuotanto, sillä sen osalta asunnonostajilla ei ole enää mahdollisuutta vaikuttaa asunnon sisältöön. Tällöin valintojen tekeminen jää täysin rakennusliikkeen vastuulle. Rakennusliike valitsee käytettävät materiaalit siten, että asunnon laatutaso on hyvä ja pintamateriaalit mahdollisimman neutraaleja, jotta asunnon myynti myöhemmässä vaiheessa ei vaikeudu. Toisaalta on mahdotonta tietään mitä asunnonostaja asunnonhaltajana haluaa mutta neutraaleja materiaaleja käytettäessä pintamateriaalit rajaavat pois mahdollisimman pienen osan asiakaskuntaa. Monesti myymätön tuotanto on juuri suurikokoisia asuntoja ja niiden ostajat tarkempia asunnon pintamateriaalien ja ratkaisujen suhteen. Niinpä ainakin suurikokoiset asunnot tulisi olla myytyinä kun rakennustyöt aloitetaan mutta nykyään tilanne on usein juuri päinvastoin.

Toteutukseen liittyvät riskit

Rakennusteknisesti kylpyhuone-elementtien käytön suurin riski on elementtien vaurioituminen. Vaurioituminen voi tapahtua kylpyhuone-elementteihin niiden toimituksessa, asennuksen aikana tai tämän jälkeen työmaalla. Merkittävintä on kuitenkin, milloin vaurio huomataan ja mitkä ovat sen korjauskustannukset. Kylpyhuone-elementtejä käytettäessä vaurioituminen on merkittävä riski, sillä vauriot huomataan vasta rakentamisen loppuvaiheessa. Tästä johtuen vaurioihin varautuminen on haastavaa ja niiden korjaamiseen jää vähän aikaa. Vaurioiden välttämiseksi tulee

erityisesti työmaa-aikaiseen suojaukseen kiinnittää huomiota. Suojaus on kylpyhuone-elementtien kohdalla ongelmallinen sillä se suojaa elementtiä vedeltä ja kosteudelta mutta kun se avataan se pitää myös kertyneen kosteuden sisällään. Erityisen tarkkana tulee olla kesäisin, jotta suhteellinen kosteus ei kasva elementin sisällä liian suureksi.

Toinen rakennusaikainen riski on kylpyhuoneen asennuksen liittyvät virheet. Koska kylpyhuone-elementti on hyvin suojattu, on sen asennuksen pystysuoruus hankala havaita. Tämän takia asennuksen vaaka- ja pystysuoruuden tarkistamiseen tulee käyttää erillistä mittamiestä. Elementtiasennuksen ei aina ole riittävä, sillä erityisesti viemäreiden ja kallistusten toimita vaatii pieniä asennustoleransseja.

Rakennusteknisten riskien lisäksi kaikkiin hankevaiheisiin liittyy riskejä. Tutkimuksen perusteella pääurakoitsijan on ehdottoman tärkeää tiedostaan riskit ja niiden vaikutus hankkeen kokonaisuuteen. Mikäli riskit ovat tiedossa tarpeeksi aikaisin, voidaan niihin varautua ennakkoon oikeilla riskienhallintamenetelmillä. Jotta riskejä voidaan tehokkaasti hallita, tulee niin pääurakoitsijan työnjohdolla kuin suunnittelijoilla olla aiempaa kokemusta kylpyhuone-elementeillä toteutetuista rakennuskohteista. Kaikkien hankkeeseen osallistuvien tulee perehtyä erityisesti kylpyhuone-elementtien rakenteeseen ja liitoksiin ennen suunnitteluyhteistyön aloittamista. Erityisen tärkeää hankkeen aikana on tunnistaa riskien merkitys ja todennäköisyys, jotta suunnittelussa ja rakentamisessa osataan varautua niihin oikein.

Kylpyhuone-elementtien rajoitteet

Rakennusliikkeen kannalta suurimmat kylpyhuone-elementteihin liittyvät ongelmat ovat asuntojen myyntiin ja yrityksen maineeseen vaikuttavat tekijät. Kylpyhuoneiden koko on rajoitettu tarkasti toimituksen sallimien mittojen mukaisesti, joten suurikokoisten asuntojen kohdalla valmistiloja ei voida käyttää. Kuten jo aiemmassa kappaleessa tuotiin esille tämä vaikuttaa erityisesti arvokkaampien ja suurikokoisten asuntojen tuotantoon. Vastaavasti pienikokoisissa asunnoissa, ongelmaa ei esiinny lainkaan, sillä myös kylpyhuoneet ovat pieniä. Kylpyhuone-elementtejä käytettäessä kannattavinta on pyrkiä tuottamaan juuri paljon pienikokoisia asuntoja, jolloin sekä tekniikkahormin että elementtien monistettavuutta voidaan hyödyntää paremmin.

Toinen kylpyhuone-elementtien ongelma on niiden sijoitus siten, että tilat saadaan hyödynnettyä maksimaalisesti ja asukkaan kannalta toimivasti. Kylpyhuone-elementtien sijoituksessa tulee huomioida eteisen ja keittiön sijainti suhteessa kylpyhuoneeseen, sillä keittiön talotekniset liitännät on kannattavinta asentaa kylpyhuone-elementin tekniikkahormiin. Mikäli keittiötä ei voida sijoittaa aivan kylpyhuoneen viereen, täytyvät ilmanvaihtokanavat ja vesijohdot asentaa eteisen alaslasketun katon kautta kylpyhuone-elementin hormirakenteeseen.

Nykyään kylpyhuoneisiin tehdään ikkunoita osaksi pesu- tai saunatilaa. Asunnonostajat pitävät niitä viihtyvyyttä parantavana tekijänä mutta kylpyhuone-elementteihin niiden toteuttaminen on haastavaa ja tämän takia niitä käytetään harvemmin. Ikkunoita on mahdollista toteuttaa osaksi märkätilaa, mutta niiden toteuttaminen lisää työmaan työtehtäviä. Ikkunan asentaminen työmaalla joudutaan tekemään valmiin kylpyhuoneen sisältä, jolloin riskinä on kylpyhuoneen pintojen vaurioituminen tai vähintään likaantuminen.

8 POHDINTA

Diplomityön aihepiiriksi valittiin kylpyhuone-elementtien käyttö nimenomaan asuntorakentamisessa, sillä hyödyt toimitilarakentamisessa olivat selvemmin tiedossa jo entuudestaan. Asuntorakentaminen nähtiin tässä tapauksessa selvästi haastavampana ja sen kehittäminen myös rakennusliikkeelle hyödyllisempänä. Lisäksi esimerkiksi palvelutalo- ja hotellirakentamisen puolelta aiempaa tutkimustietoa kylpyhuone-elementtien käytöstä oli saatavilla huomattavasti enemmän kuin asuntorakentamisesta. Asuntorakentamisessa kylpyhuone-elementtien kannattavuuden arviointi koostuu paljon suuremmasta määrästä eri tekijöitä kuin toimitilarakentamisessa, sillä toteutukseen vaikuttavia osapuoli ja muuttujia on enemmän. Tässä tutkimuksessa kartoitettiin näitä muuttujia ja selvitettiin niiden vaikutusta rakennushankkeeseen.

Taustateoriaa selvitettäessä etsittiin ensin aiempia saman aihepiirin tutkimuksia. Sellaisia löytyi muutamia kappaleita, mutta niissä ei tarkasteltu tarkemmin kylpyhuoneen rakennetta eikä asuntorakentamiseen liittyviä erityispiirteitä. Myöskään kansainvälisissä tutkimuksissa samanlaista lähestymistapaa ei ollut käytetty, sillä kylpyhuone-elementtien käyttö samaan tapaan muualla kuin Suomessa on harvinaista. Moduulirakentamisesta sen sijaan löytyi myös kansainvälistä tutkimustietoa mutta moduulit voivat tässä yhteydessä käsittää mitä tahansa rakennusosia, pienistä kylpyhuonemoduuleista suuriin koko rakennuksen käsittäviin moduuleihin. Erityisen vähän kirjallisuutta löytyi kylpyhuone-elementtien rakenteesta, sillä rakenne on kehittynyt pitkällä aikavälillä ja eri yrityksissä eri tavalla. Tässä työssä rakennetta tutkittiin tarkemmin ainoastaan Parmarine Oy:n kylpyhuone-elementtien osalta, josta tietoa saatiin erityisen hyvin tutustumalla elementtitehtaan tuotantoprosessiin.

Tutkimuksessa korostui erityisesti kylpyhuone-elementtien hankinta-aikataulu ja sen vaikutus hankkeen asiakaslähtöiseen toteuttamiseen. Kaikkein suurimmat haasteet liittyivät asukasmuutosten ja asukkaiden materiaalivalintojen toteuttamiseen. Asuntotuotantoprosessista hankesuunnitteluvaihe erottui selvästi eri tuotantotapojen välillä, sillä kylpyhuone-elementtien käyttö vaikuttaa monin tavoin rakennuskohteen suunnitteluperiaatteisiin ja käytettäviin ratkaisuihin. Suunnitteluvaiheessa tulee huomioida ja tiedostaa kylpyhuone-elementtien käyttöön liittyvät haasteet ja ongelmat, jotta mahdolliset valmistilanelementin hyödyt voidaan saavuttaa.

8.1 Tutkimustulosten arviointi

Tutkimuksen päätavoitteena oli kehittää kylpyhuone-elementtien käyttöä asuntorakentamisessa ja kartoittaa asuntotuotantoon liittyviä haasteita, jotta niihin voidaan varautua tulevilla rakennushankkeissa. Päätavoitteen saavuttamiseksi kylpyhuone-elementtien käyttöä asuntotuotannossa selvitettiin alatavoitteiden kautta. Alatavoitteita olivat rakennusosan tuotteistuksen ja kylpyhuone-elementin rakenteen kuvaaminen, tuotantotapojen vertailu ja asuntorakentamisen erityispiirteiden kartoitus ja arviointi.

Tutkimustavoitteet saavutettiin tässä työssä kohtuullisesti. Tutkimuksen tärkeimpänä tuloksina saatiin kartoitettua laajasti kylpyhuone-elementteihin liittyvät haasteet ja riskit rakennusprosessin eri vaiheissa. Erityisen hyvin onnistuttiin löytämään tuotantovaiheeseen liittyvät riskit. Toteutuksen kannalta juuri nämä ovat merkittävämpiä tekijöitä arvioidessa kylpyhuoneiden tuotantotapaa, sillä niihin kulmineituvat suurimmat mahdollisuudet ja kustannukset. Tapaustutkimuksessa saadut tiedot olivat hyvin karkeita johtuen jo pelkästään hyvin pienestä otosmäärästä. Tapaustutkimusta voidaankin pitää ainoastaan karkea vertailuna tuotantotapojen välillä mutta pelkästään sen tuottamista tuloksista ei voida suoraan tehdä yleistyksiä tai johtopäätöksiä. Vastaavasti tapaustutkimuksen tuloksia voitiin täydentää haastattelussa saaduilla tiedoilla ja tapaustutkimuksen tietoja haastatteluiden pohjana. Tällöin saatiin aikaiseksi yhtenäisiä tuloksia, jotka käyvät ilmi niin toteutettujen esimerkkikohteiden kautta kuin osapuolien kokemuseräisen tiedon pohjalta.

Haastattelututkimuksessa onnistuttiin hankkimaan syvällisempää ja kokemuseräistä tietoa kylpyhuone-elementtien käytöstä. Erityisen hyvin haastattelututkimuksella saatiin selville ongelmia, etuja ja haasteita kylpyhuone-elementteihin liittyen mutta niiden tarkkaa vaikutusta kustannuksiin ei osattu arvioida. Suurimmalla osalla haastateltavista oli vahva kokemus tutkimusaiheesta, mikä näkyi tuloksissa niiden yhtenäisyytenä. Pääsääntöisesti haastateltavat olivat samaa mieltä keskeisimmistä tutkimusongelmista ja niinpä esimerkiksi riskeihin, elementtiasennukseen ja suunnitteluun liittyvistä tutkimusongelmista saatiin melko luotettavaakin tietoa. Haastattelututkimuksessa onnistuttiin kartoittamaan yleisesti pääkohdat tuotantoprosessiin liittyen mutta mihinkään hankkeen vaiheeseen ei keskitytty tarkemmin.

Tutkimuksen perusteella kylpyhuone-elementteihin liittyvän kokemuksen ja tiedon puute on yksi merkittävimmistä syistä, miksi kylpyhuone-elementtejä ei vielä kukaan käytetä laajemmin asuntorakentamisen puolella. Rakennusala on yleisesti hyvin konservatiivinen teollisuuden ala, joten rakennushanketta valmisteltaessa usein halutaan pelata niin sanotusti ”varman päälle” ja toteuttaa kohde vastaavasti kuten aiemmin. Kylpyhuone-elementtien käyttöä pidetään tässä yhteydessä kokeiluna ja merkittävänä riskinä hankkeen onnistumiselle.

8.2 Tutkimuksen tarkastelu

Tutkimuksessa käytetty haastattelututkimus soveltui tulosten ja tavoitteiden saavuttamiseen hyvin. Haastattelututkimuksessa saatuja tuloksia voidaan pitää luotettavina vaikka haastateltavat erosivat merkittävästi toisistaan työtehtävien osalta ja sijoittumisellaan tuotantoprosessiin. Haastatteluiden tulokset olivat kuitenkin sen verran yhtenäisiä ja tutkimuksessa nousi esille useita kohtia, joista pääosa haastatteliijoista olivat samaa mieltä. Tapaustutkimuksen tuloksia vastaavasti voidaan pitää ainoastaan suuntaa antavina, koska viidestä tutkimuskohteesta ainoastaan yksi oli toteutettu kylpyhuone-elementeillä. Koska tutkittavien tapausten määrä oli pieni, kylpyhuoneiden hankintahintojen vertailu on melko epätarkka.

Tämän ei muutenkaan ajateltu soveltuvan työn keskipisteeseen, sillä kylpyhuone-elementtien kannattavuutta on mahdotonta tutkia vertaamalla suoraan työ- ja materiaalikustannuksia. Lisäksi vaikka tuloksia saataisiin vertailemalla kustannuksia yhä tarkemmin, olisivat ne päteviä vain yhden rakennuskohteen osalta. Tarkempien tuloksien ja keskiarvojen saamiseksi pitäisi tutkimuskohteita olla useita kymmeniä, jolloin pystyttäisiin poistamaan yksittäisten kohteiden kustannuserot. Hajonta kustannuksien kohdalla on suuri, sillä rakennuskohteet eroavat monesti sen verran paljon toisistaan. Koska näin suuren joukon tutkimiseen tiedon saaminen olisi ollut mahdotonta, keskityttiin työssä enemmän haastatteluista saataviin tietoihin ja niiden arviointiin. Haastattelututkimuksesta saadut tulokset pätevät lisäksi paremmin riippumatta rakennuskohteen luonteesta, sillä kylpyhuone-elementtien käytössä samat asiat toistuvat kohdetyypistä riippumatta. Tästä johtuen tutkimuksen rajauksena pidettiin asuntorakentamista.

8.3 Kehitys- ja jatkotutkimusehdotukset

Tässä tutkimuksessa kylpyhuone-elementtien käyttöä asuntorakentamisessa selvitettiin laajasti koko rakennusprosessin ajalta. Tutkimuksessa kylpyhuone-elementtien käyttöön liittyvät haasteet onnistuttiin kartoittamaan hyvin. Myös tuotantotapojen välisiä eroja onnistuttiin löytämään vaikka niiden varsinainen vertailu jäi vähäiseksi tapaustutkimuskohteiden pienestä lukumäärästä johtuen. Selvästi merkittävimmäksi yksittäiseksi haasteeksi kylpyhuone-elementtien käytössä muodostui asukasmuutokset ja materiaalivalinnat. Jatkossa olisi mielenkiintoista tutkia juuri asukasmuutoksien ja -valintojen vaikutusta asuntojen myyntiin. Tutkimuksessa voitaisiin arvioida tilannetta enemmän asiakkaiden näkökulmasta, jolloin tulokset saattaisivat nostaa esille uusia ostopäätökseen vaikuttavia tekijöitä.

Tämän tutkimuksen materiaalit muodostavat hyvät lähtökohdat tutkia tarkemmin yksittäistä asuntotuotantoprosessin osaa, kuten esimerkiksi suunnittelu- tai toteutusvaihetta. Valmistilojen yleistyminen asuntorakentamisessa on hitaasti etenevä suuntaus, joten niiden laaja-alaista käyttö saadaan odottaa vielä vuosia. Mielekästä olisi tutkia kuitenkin myös muiden valmistilaelementtien käyttöä asuntorakentamisessa, sillä niiden tapauksessa kylpyhuone-elementteihin liittyvät materiaalivalinnat ja asukasmuutokset eivät muodostuisi ongelmaksi.

Tutkimuksen mukaan selkeä kehitettävä kohde on vuosisopimusten luonti kylpyhuone-elementeille sekä niihin liittyvien perusvaihtoehtojen ja optioiden rajaaminen. Lisäksi ratkaisujen standardoiminen vieläkin tarkemmin elementtitehtaan ja urakoitsijoiden välillä parantaa jatkuvasti kylpyhuone-elementtien käytön laatua ja nopeutta. Tutkimuksessa nousi esille myös kylpyhuone-elementtien rakenteen muokkaaminen yhdessä elementtitehtaan suunnittelijoiden kanssa. Ehdotuksia olivat muun muassa kylpyhuoneiden korkeuden madaltaminen, wc-istuimen muuntaminen seinäasennettavaksi ja ulkopuolisten varusteiden kiinnitykset. Ulkopuolisia varusteita ovat esimerkiksi ryhmäkeskukset, joiden kiinnitystä varten elementtiin voidaan tehdä varaus.

LÄHTEET

Air Wise Oy. 2012. LVI-talotekniikkapaketti. [WWW]. [12.10.2014]. Saatavissa: <http://www.airwise.fi/Tuotteet/LVI-talotekniikkapaketti>.

Arkkitehtistudio M&Y Moisala & Ylä-Anttila. 2012. Korkean rakentamisen selvitys Tampereen keskusta-alueella. [WWW]. [Viitattu 5.1.2014]. Saatavissa: <http://www.tampere.fi/material/attachments/k/6C92ilb5A/korkeanrakentamisselvitys.pdf>.

Artto, K., Martinsuo, M. & Kujala, J. 2006. Projektiliiketoiminta. Helsinki, WSOY. 417s.

Betoniteollisuus Ry. 2010. Teollinen valmisosarakentaminen. [WWW]. [Viitattu 8.9.2014]. Saatavissa: <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/hormit-ja-kylpyhuoneet/kylpyhuoneelementit>.

Betoniteollisuus Ry. 2010. Toimitusten ohjaus. [WWW]. [Viitattu 12.1.2015]. Saatavissa: <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/elementtien-toimitus/toimitusten-ohjaus>.

Betoniteollisuus Ry. 2010. Finland – The home of precast expertise. [WWW]. [Viitattu 5.1.2014]. Saatavissa: <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/valmisosarakentaminen>.

Duray, R., Ward, P.T., Milligan, G.W. & Berry, W.L. 2000. Approaches to mass customization: configurations and empirical validation. *Journal of Operations Management*. Vol. 18. 605-625s.

Hirsjärvi, S. & Hurme, H. 2008. Tutkimushaastattelu: teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki, Gaudeamus Helsinki University Press. 213s.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2007. Tutki ja kirjoita. 13. painos. Helsinki, Tammi. 435 s.

Hirvonen, J., Manninen, R. & Hakaste, H. 2005. Asuntosuunnittelun ja -rakentamisen tila asukas- ja ammattilaiskyselyn valossa. *Suomen ympäristö*, ISSN 1238-7312; 791. Helsinki. 92s.

Helamaa, A. & Pylväinen, R. 2012. Askeleita kohti yhteisöasumista – Selvitys yhteisöasumisen muodoista ja toteuttamisesta. Tampere, Katajamäki Print & Media Oy. 177s.

Jaakkola, E., Orava, M. & Varjonen, V. 2007. Palvelujen tuotteistamisesta kilpailuetua. Opas yrityksille. Helsinki. Tekes – julkaisut. Viitattu 31.8.2014. Saatavissa: <http://www.tekes.fi>.

Joptek Oy. Composite Floors for Offshore Wet Units. 2012. [WWW]. [Viitattu 20.9.2014]. Saatavissa: <http://www.joptek.fi/joptek-merella/>

Joptek Oy. Composite Floors for Ship Bathrooms. 2012. [WWW]. [Viitattu 20.9.2014]. Saatavissa: <http://www.joptek.fi/joptek-merella/>

Joptek Oy Composites. 2012. Refurbishment solutions for ship bathroom. [WWW]. [Viitattu 20.9.2014]. Saatavissa: <http://www.joptek.fi/joptek-merella/>.

Kotilainen, S. 2013. Moduulirakentaminen – Ratkaisumalleja tulevaisuuden asuntorakentamisen haasteisiin. Tampere, Tammerprint Oy. 207s.

Laakso, S. & Loikkanen, H.A. 2004. Kaupunkitalous. Johdatus kaupungistumiseen, kaupunkien maankäyttöön sekä yritysten ja kotitalouksien sijoittumiseen. Tampere. Tammer-Paino. 472s.

Lillrank, P. 1998. Laatuajattelu: laadun filosofia, tekniikka ja johtaminen tietoyhteiskunnassa. Helsinki, Otava. 203s.

Partainen, J. 2007. Tuotteistaminen, Rakenna palvelusta tuote 10 päivässä. Helsinki. Talentum Media. 290s.

Pine, B. Joseph, II. 1993. Mass Customization, The New Frontier in Business Competition. Boston, Harvard Business School Press. 333s.

Rakennusteollisuus RT ry. 2006. Uuden asunnon kauppa – ostajan opas. 9. tarkennettu painos. Sastamala, Vammalan Kirjapaino Oy. 32s.

Rakennustieto Oy. 2010. Asuinrakennusten ilmanvaihto. [WWW]. [Viitattu 21.2.2015]. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK050306.pdf>

Rakennusteollisuus Ry. 1998. SisäRYL 2000, Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Hämeenlinna, Rakennustieto Oy. 416s.

Rakennusteollisuus Ry. 2013. RT-38436 Parma kylpyhuoneet. Rakennustieto Oy. 8s.

Rakennusteollisuus Ry. 2014. RT 84-11166 Märkätilojen rakenteet. Rakennustieto Oy. 18s.

Sipilä, J. 1996. Asiantuntijapalveluiden tuotteistaminen. Porvoo, WSOY. 151s.

Simula, H., Lehtimäki, T., Salo, J. & Malinen, P. 2009. Uuden B2B-tuotteen menestyksekkäs kaupallistaminen. Helsinki, Teknologiateollisuus ry. 134s.

Soronen, O. 1999. Massaräätälöinti asiakasmyönteisessä tuotannossa. Helsinki. Metalliteollisuuden Keskusliitto. 62s.

SRV. 2011. Asuntoesite - Raholan Ruhtinas. [WWW]. Saatavissa: <https://www.srv.fi/asunnot/tampereen-raholan-ruhtinas>.

SRV Yhtiöt Oy. 2014. Vuosikertomus 2013. [WWW]. [Viitattu: 18.6.2014]. Saatavissa: <https://www.srv.fi/srv-yhtiona/sijoittajat/raportit-ja-esitykset/vuosikertomukset>.

Suomen virallinen tilasto (SVT). 2012. Väestöennuste 2012-2060. [WWW]. [Viitattu 4.1.2015].
Saatavissa: http://www.stat.fi/til/vaenn/2012/vaenn_2012_2012-09-28_fi.pdf.

Suomen virallinen tilasto (SVT). 2014. Asunnot ja asuinolot 2013. Helsinki. Tilastokeskus. [WWW]. [Viitattu 4.1.2015].
Saatavissa: <http://www.stat.fi/til/asas/2013/01/index.html>.

Suomen Ympäristöministeriö. Asumisen muutos ja tulevaisuus. 2008. [WWW]. [Viitattu 22.1.2015]. Saatavissa: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38362/SY33_2008_Asumisen_muutos_ ja_tulevaisuus.pdf.

Tekes. 2009. Palvelujen tuotteistamisesta kilpailuetua. [WWW]. [Viitattu 12.10.2014]. Saatavissa: http://www.tekes.fi/Julkaisut/palvelujen_tuotteistamisesta_kilpailuetua.pdf.

Tseng, M. & Jiao J. 1998. Concurrent design for Mass Customization, Business Process Management Journal. Vol.4.

Vilkkä, H. 2005. Tutki ja kehitä. Helsinki, Tammi. ISBN 951-26-5269-2. 188s.

VTT. 2012. Asuntotuotanto 2030. [WWW]. [Viitattu 21.1.2015]. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2012/T2.pdf>.

VTT Tiedotteita 2572. 2011. Kestävän rakentamisen prosessit. [WWW]. [Viitattu 22.1.2015]. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2011/T2572.pdf>.

Ympäristöministeriö. 1998. Suomen rakentamismääräyskokoelma, RT RakMK-21099/C2. Helsinki.

LIITTEET

LIITE 1: Tutkimuksessa suoritettut haastattelut

LIITE 2: Haastattelukysymykset

LIITE 3: Paikallarakennetun kylpyhuoneen määräluettelo ja kustannukset

TUTKIMUKSESSA SUORITETUT HAASTATTELUT

SRV Rakennus Oy:

Marjo Kouvolainen	Projekti-insinööri	19.1.2015
Teemu Koskinen	Hankintapäällikkö	20.1.2015
Ilkka Uljas	Vastaava työnjohtaja	23.1.2015
Juhana Kallio	Vastaava työnjohtaja	27.1.2015
Rauno Tahkokorpi	Hankintapäällikkö	28.1.2015
Henri Sulankivi	Aluejohtaja	29.1.2015
Maija Hallila-Männistö	Myyntipäällikkö	30.1.2015
Heikki Majuri	Projektipäällikkö	2.2.2015

Muut:

Tero Sinisalo	Arkkitehtuuri-toimisto Peltonen&Sinisalo Oy	20.1.2015
Aki Knihtilä	Insinööri-toimisto Leskinen Oy	27.1.2015
Kalevi Nummi	Parmarine Oy	11.6.2014
Timo Haapaviita	Parmarine Oy	11.6.2014

HAASTATTELUKYSYMYKSET

	Kysymys	Vastaus
	Yleistä	PVM:
1	- Vastaaajan nimi	
2	- Ammattinimike / tehtävä	
3	- Vastaaajan organisaatio / yksikkö	
	Projektin aloitus ja hankesuunnitteluvaihe	
4	- Miten hankesuunnitteluvaihe eroaa paikalla tehdystä kylpyhuoneesta? o Mitä asioita tulee huomioida?	
5	- Miten rakennuskohteen käyttötarkoitus ja rakenne vaikuttavat kylpyhuone-elementtien valintaa?	
6	- Mitkä rakennuskohteen ominaisuudet tukevat kylpyhuone-elementtien käyttöä?	
7	- Miten rakennuksen loppukäyttäjällä mahdollisuus vaikuttaa elementtien sisältöön?	
	Kylpyhuone-elementtien erityispiirteet asuntorakentamisessa	
8	- Miten välipohjatyypit vaikuttavat kylpyhuone-elementtien käyttöön?	
9	- Mitä hyötyä on kylpyhuone-elementtiin integroidusta tekniikkahormista? o Mitä haasteita tekniikkahormeihin liittyy?	
10	- Mikä on kylpyhuone-elementtien monistettavuuden merkitys?	
11	- Miten kylpyhuone-elementtien aikainen hankinta vaikuttaa asukasvalintoihin?	
	Toteutustapojen vertailu (laatu, aikataulu ja kustannukset)	
12	- Miten kylpyhuone-elementeillä toteutettu kohde eroaa aikataulullisesti perinteisellä tavalla toteutetusta?	
13	- Miten aikataululliset erot vaikuttavat projektiin?	
14	- Miten laatutekijät eroavat kylpyhuone-elementtien ja paikalla tehtävien kylpyhuoneiden välillä?	
15	- Mitkä tekijät vaikuttavat kylpyhuone-elementtien laatuun?	
16	- Miten laadunvarmistusmenetelmät eroavat toteutustapojen välillä?	

	Kylpyhuone-elementteihin liittyvät haasteet?	
17	<ul style="list-style-type: none"> - Millaisia haasteita kylpyhuone-elementtien käyttöön liittyy asuntorakentamisessa? <ul style="list-style-type: none"> o Suunnitteluvaiheen / rakennusvaiheen yleisimmät haasteet? o Miten haasteisiin varaudutaan? 	
18	<ul style="list-style-type: none"> - Mitä keinoja ja menetelmiä voidaan käyttää kylpyhuone-elementtien riskien ja haasteiden välttämiseksi? 	
19	<ul style="list-style-type: none"> - Miten kylpyhuone-elementtien käyttöä voitaisiin kehittää? 	
	Teema 1: Suunnittelijat	
20	<ul style="list-style-type: none"> - Mitä asioita suunnittelussa tulee huomioida kylpyhuone-elementtejä käytettäessä? 	
21	<ul style="list-style-type: none"> - Mitä hyötyjä kylpyhuone-elementtien käytöstä on suunnittelussa? 	
22	<ul style="list-style-type: none"> - Mitkä ovat merkittävimmät suunnitteluvaiheen riskit? 	
23	<ul style="list-style-type: none"> - Mitä asioita erityisesti lvi-suunnittelussa tulee huomioida? 	
24	<ul style="list-style-type: none"> - Kuinka paljon tietomalleja käytetään suunnittelun apuna asuntorakentamisessa? 	
	Teema 2: Tuotanto	
25	<ul style="list-style-type: none"> - Mitä asioita rakennusaikana tulee huomioida kylpyhuone-elementtejä käytettäessä? 	
26	<ul style="list-style-type: none"> - Mitä hyötyjä kylpyhuone-elementtien käytöllä voidaan rakennusaikana saavuttaa? 	
27	<ul style="list-style-type: none"> - Mitä työmaa-aikaisia riskejä kylpyhuone-elementtien käyttöön liittyy? 	
28	<ul style="list-style-type: none"> - Miten kylpyhuone-elementtien käyttö vaikuttaa rakennus- ja takuuajaksiin korjaustöihin? 	
	Muita kysymyksiä	
29	<ul style="list-style-type: none"> - Mitä muuta olisi pitänyt kysyä? 	
30	<ul style="list-style-type: none"> - Ketä muuta kannattaisi haastatella? 	
31	<ul style="list-style-type: none"> - Mistä saisi hankittua lisää tietoa? 	

PAIKALLARAKENNETUN KYLPYHUONEEN MÄÄRÄLUETTELO

Määräluettelo: Pesuhuone + löylyhuone	Määrä	Yks.	€/yksikkö	Yhteensä
RUNKORAKENNE				
• Levyväliseinä (13mm GN, 66mm teräsranka, 13mm EK)	12,97	m2	20,81	269,91
• Alaslaskettu paneelikatto (sis. tarkastusluukut)	7,90	m2	35,30	278,87
• Kallistuslattia 50...70mm	0,47	m3	144,75	68,03
• Kalustetuki	6,00	kpl	10,50	63,00
• Allastuki	1,00	kpl	14,50	14,50
• Läpivientireiät	5,00	kpl	3,30	16,50
PESUHUONE				
• Pesuhuoneen väliovi	1,00	kpl	111,00	111,00
• Vedeneristys, seinät	23,10	m2	16,17	373,53
• Seinälaatoitus (sis. saumaus)	23,10	m2	36,59	845,23
• Vedeneristys, lattia	6,24	m2	18,84	117,56
• Lattialaatoitus (sis. saumaus)	6,24	m2	37,49	233,94
• Saniteettisilikonisauhaus	26,60	jm	2,88	76,61
• Kulmalista, 8mm	4,00	kpl	7,82	31,28
• Puujalkalista	1,00	kpl	5,00	5,00
• Listoitus	10,30	jm	3,50	36,05
Kalusteet ja varusteet				
• Suihkuverhokiskot/ -tanko	1,00	kpl	34,00	34,00
• Suihkujakoseinä	1,00	kpl	130,00	130,00
• Koukkusarja	1,00	kpl	14,67	14,67
• RST-lattiakaivonkansi	2,00	kpl	16,97	33,94
• WC-paperiteline	1,00	kpl	13,67	13,67
• Peilikaappi	1,00	kpl	150,00	150,00
• Pyykkikaappi	1,00	kpl	50,00	50,00
• Allaskaappi	1,00	kpl	100,00	100,00
SAUNATILA				
• Saunatilaelementti (sis. kiuas)	1,00	kpl	880,65	880,65
• Saunan lasiovi	1,00	kpl	180,67	180,67
• Vedeneristys, lattia	1,66	m2	18,84	31,27
• Lattialaatoitus (sis. saumaus)	1,66	m2	37,49	62,23
• Lattialaatoituksen nosto, h=100mm	4,15	jm	26,56	110,22
• Listoitus	4,75	jm	3,50	16,63
Rakennuskustannukset yhteensä:				4348,96
LVIS-urakoiden osuus		9,70	m2	1066,50
Kylpyhuone-elementin kustannukset / valmistila (ka.)				4415,77
Pesuhuone + löylyhuone kustannukset:				5415,46
Erotus				999,69
Pesuhuone kustannukset:				4133,78
Erotus				-281,99