

Marko Lehtonen

Kylpyhuonemuodi verrattuna paikallaraken- nettuun kylpyhuoneeseen hoivakodissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

7.4.2019

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Marko Lehtonen Kylpyhuonemoduuli verrattuna paikallarakennettuun kylpyhuoneeseen hoivakodissa 31 sivua + 1 liitettä 7.4.2019
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine	Rakentamisen projektinhallinta
Ohjaajat	Vastaava työnjohtaja Marko Haapanen, Lehto Hyvinvointitilat Oy Lehtori Riikka Jääskeläinen, Metropolia
<p>Tämän työn tavoitteena oli verrata paikallarakennettua kylpyhuonetta kylpyhuonemoduuliin. Vertailtavat osa-alueet olivat aikataulu, laatu ja kustannukset. Työ tehtiin Lehto Hyvinvointitilat Oy:lle, joka kuuluu Lehto Groupiin.</p> <p>Tutkimusmenetelminä oli aiheen kirjallisuuteen tutustuminen, Lehto Hyvinvointitilat Oy:n toimihenkilöiden haastattelu sekä kustannusten määrittäminen paikallarakennettuun kylpyhuoneeseen. Lisäksi tutustuttiin Lehdon Oulaisten tehtaaseen, jossa valmistetaan kylpyhuonemoduuleja.</p> <p>Laadusta ja aikataulusta saatiin hyvää vertailutulosta, mutta kustannuksissa on monta muuttujaa, niin tämä tuli huomioida tuloksissa. Kokonaisuudessaan kylpyhuonemoduuli on kannattavampi vaihtoehto ja myös kustannuksissa kylpyhuonemoduulilla saavutetaan teoreettisesti noin 4%:n taloudellinen hyöty.</p> <p>Lehto panostaa moduulirakentamiseen ja tämä tutkimustyö antoi näyttöä siitä, että se kannattaa kylpyhuoneiden osalta. Tuloksista syntyi vertailutaulukko yrityksen käyttöön. Taulukkoon kerättiin jokaisesta osa-alueesta hyötyjä, riskejä sekä huomioita molempien kylpyhuonetyyppien kohdalta.</p>	
Avainsanat	kylpyhuone, kylpyhuonemoduuli, laatu, kustannus, aikataulu

Author Title Number of Pages Date	Marko Lehtonen Bathroom Module Compared to In-built Bathroom in Nursing Home 31 pages + 1 appendice 7 April 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Professional Major	Project Management for Construction
Instructors	Marko Haapanen, Foreman Riikka Jääskeläinen, Senior Lecturer
<p>The study was commissioned by Lehto Hyvinvointitilat Ltd. The purpose and the aim of the project was to compare bathroom modules to in-built bathrooms focusing on the schedule, quality and costs.</p> <p>The project started by getting acquainted to relevant literature. The next step was interviewing Lehto Hyvinvointitilat Ltd employees and calculating the cost of the in-built bathroom. This part also included a visit to a factory where Lehto manufactures bathroom modules in Oulainen, Finland.</p> <p>Comparable results were obtained from quality and schedule, but costs had many factors that can change depending on the project and location of the construction and that had to be taken into account in the results. All in all, a bathroom module is the more profitable alternative and the cost of the bathroom module also achieves a theoretical economic benefit of about 4%.</p> <p>Lehto invests in modular construction and this project provided evidence that it is beneficial as to in bathrooms. The results are shown in a comparison table that was handed to commissioner. The table lists the collected benefits, risks and notices for each comparative part.</p>	
Keywords	bathroom, bathroom module, quality, cost, schedule

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Moduulirakentaminen	2
3	Tuotannonohjaus	5
3.1	Laatu	5
3.2	Aikataulu	7
3.3	Kustannushallinta	8
4	Rakentamismääräykset 2018	12
4.1	Uudet esteettömyysmääräykset LE pesu- ja wc-tiloissa	12
4.2	Liikkumis- tai toimimisesteisen pesu- ja wc-tilan hyvät käytännöt	13
5	Lehto moduulirakentajana	16
6	Kylpyhuone	17
6.1	Paikallarakennettava kylpyhuone	18
6.2	Kylpyhuonemoduuli	19
7	Haastattelut ja kustannusten määrittäminen	24
8	Tulokset	26
9	Yhteenveto	29
10	Pohdinta	30
	Lähteet	32

Liitteet

Liite 1. Toimihenkilöiden kyselylomake

Lyhenteet

BES = betonielementtistandardi

ESKE = invalidiliiton esteettömyyskeskus

LE = liikkumisesteinen

1 Johdanto

Tämä tutkimustyö tehdään Lehto Hyvinvointitilat Oy:lle. Lehto Hyvinvointitilat kuuluu Lehto Groupiin. Muut Lehto Groupin palvelualueet ovat Lehto Asunnot ja Lehto Toimitilat. Lehto Hyvinvointitilat on erikoistunut hoiva- ja päiväkotien sekä koulujen suunnitteluun ja rakentamiseen. Vuonna 2018 Lehto Hyvinvointitilat rakensi 31 kohdetta ympäri Suomea, joista 28 oli hoiva- ja palveluasumisen kohdetta. Lehto Groupin pitkän aikavälin tavoitteena on muun muassa omavaraisuusasteen omaaminen vähintään 35%. Tämä tarkoittaa esimerkiksi omaa rakennussuunnittelua ja tehdastuotantoa. Lehdon tehtailla valmistetaan muun muassa kylpyhuonemoduuleja, talotekniikkakeskuksia, puuelementtejä ja suurkattoelementtejä sekä tilaelementtejä kouluihin, päiväkoteihin ja moduulikerrostaloihin. Teollisen esivalmistuksen ideana on parantaa rakentamisen tuottavuutta, joka ei ole kasvanut 40 vuodessa. Vaikka Lehdon tuotteet tehdään tehtaalla valmiiksi, niin asiakkaalla on mahdollisuus vaikuttaa esimerkiksi pintamateriaaleihin. [1, s. 18.]

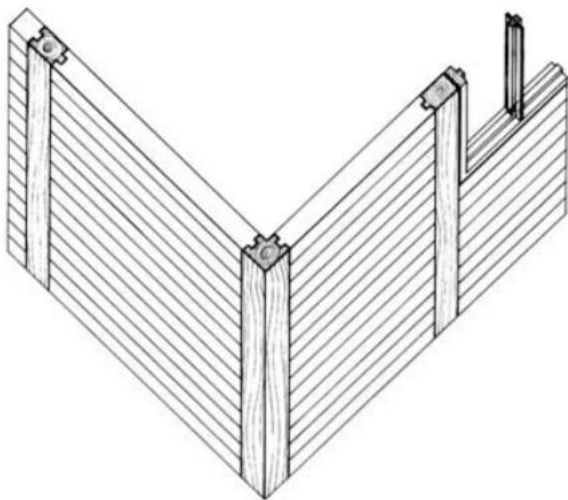
Lehto Hyvinvointitilat rakentaa kohteissaan kylpyhuoneita sekä paikalla, että valmiina kylpyhuonemoduuleina, joita Lehto tuottaa itse. Tämän työn tavoitteena on verrata kylpyhuonemoduulia paikallarakennettuun kylpyhuoneeseen hoivakotikohteessa. Vertailukohtina ovat laatu, aikataulu ja kustannukset. Työ tehdään, koska halutaan saada selville kylpyhuonemoduulin ajallinen, taloudellinen ja laadullinen hyöty.

Tutkimus aloitetaan tutustumalla aiheesta löytyvään kirjallisuuteen. Tutkimusta varten haastatellaan Lehto Hyvinvointitilat Oy:n toimihenkilöitä. Haastattelu tehdään verkossa toimivalla kyselykaavakkeella, johon haastateltava vastaa nimettömästi. Lisäksi tutustutaan Lehto Components Oy:n Oulaisten tehtaan toimintaan, jossa valmistetaan kylpyhuonemoduuleja. Kustannusten osalta tarkastellaan kylpyhuoneita siihen tasoon, missä kylpyhuonemoduuli on asennuksen jälkeen työmaalla, eli tässä ei oteta huomioon palokatkojen ja alakaton tekoa. Tarkasteltavat työvaiheet ovat pintabetonointi, väliseinät, vedeneristys sekä seinien laatoitus, lattiapäällysteen asentaminen, kalustaminen, LVIS-työt sekä loppusiivous.

2 Moduulirakentaminen

Ennen ensimmäistä maailmansotaa, yksi suurimpia yhteiskunnallisia ongelmia Suomessa oli työväen asuntopula. Tästä tuli 1910-luvulla arkkitehtien, poliitikkojen ja sosiaaliviranomaisten yhteinen haaste. Rakentajat keskustelivat teollisuutta hyödyntävien rakennusmenetelmien kehittämistä ja oli selvää, että sarjatuotannon kehittäminen koskisi puutaloja, joka oli perinteisin rakennusmateriaali tuohon aikaan. 1910-luvulla arkkitehdit laativat omakotitalojen tyyppi- ja mallipiirustuksia, koska teollisuusyritykset rakennuttivat tuotantolaitostensa yhteyteen kokonaisia asuinalueita, joilla he houkuttelivat työntekijöitä heidän palveluksiinsa. Tyyppitalojen kehittäminen ei edistynyt ensimmäisen maailmansodan aikana eikä sen jälkeen. Merkittävä syy oli se, ettei rakennusosia pystytty yhtenäistämään tarpeeksi. Standardisoinnin kehitys aloitettiin 1910-luvulla, mutta tulos oli heikko. [2.]

1920-luvulla perustettiin standardisointikomitea edistämään tuotantoa. 1921 komitea julkaisi uudet ikkunoiden ja ovien normaalityyppit. 1920-luvun alussa sosiaaliviranomainen tilasi arkkitehti Elias Paalaselta pienasuntojen mallipiirustusten sarjan. Sarja sisälsi kymmenen tyyppiä ja se julkaistiin 1922. Samaan aikaan ryhdyttiin rakentamaan Käpylän puutarhakaupunginosaa Helsingissä. Rakennustapa poikkesi perinteisestä salvostekniikasta. Kaksikerroksiset talot pystytettiin 1200 mm pitkistä hirsistä ja pontatuista pystytolpista (kuva 1). Käpylän rakentaminen oli esimerkki työtapojen yhtenäistamisestä ja tehostamisesta. [2.]



Kuva 1. Piirustus Käpylän puutarhakaupungin rakennusjärjestelmästä. Lähde Standertskjöld E. 2008. Halpoja koteja kaikille. Rakennustieto Oy

1920-luvun lopulla saatiin käyntiin puutalojen esiteollinen valmistus. Karjalan Metsätuote Oy ja pari helsinkiläistä toiminimeä aloittivat puutalojen tehdasvalmistuksen ja myynnin. Vuonna 1929 Wall Streetin romahduksesta alkanut lama kuitenkin esti tehtaita investoimasta ja ostamasta uusia koneita tuotantoa varten. Lisäksi hitaasti edennyt standardisoimistyö oli syy, ettei vielä 1930-luvullakaan päästy puutalojen valmistuksen sarjatuotantoon. [2.]

Toinen maailmansota aiheutti ennen näkemättömän asuntopulan ja tämä vauhditti puisten tyyppitalojen tuotekehitystä. Puunjalostusteollisuuden edustajat yhdistivät voimansa tekniikan sekä markkinoinnin kehittämiseksi. Sen myötä perustettiin Puutalo Oy vuonna 1940, joka muodostui 21:stä puunjalostusteollisuuden yrityksestä [3.]. Tehdas alkoi valmistamaan puisia seinäelementtejä ja kattotuoleja, joista rakennukset pystytettiin. Oli alkanut jälleenrakennuskausi [2.]. Suomen betonieollisuutta ryhdyttiin myös kehittämään elementtitekniikan avulla 1940- ja 1950-lukujen vaihteessa ja ensimmäiset betonielementtikohteet nousivat 1950-luvun alussa [4.].

Jälleenrakennuskauden jälkeen alkoi asuntojen kysyntä vähentyä. Talotehtaat joutuivat lopettamaan toimintansa tai uudistamaan sitä. 1960-luvulla arkkitehdit Kristian Gullichsen ja Juhani Pallasmaa saivat tehtäväkseen suunnitella uudenaikaisen rakennusjärjestelmän. Vuonna 1968 he kehittivät Moduli 225 -järjestelmän, joka koottiin puuelementeistä. Myös muita puisia rakennusjärjestelmiä suunniteltiin, mutta nämä eivät kestäneet Suomen sääolosuhteissa ja muun muassa Moduli 225 -järjestelmän valmistus lopetettiin 1970-luvun alussa [2.]. 1960-1970-luvun vaihteessa kehitettiin betonieollisuuden BES-järjestelmä, joka standardisoi betonielementit ja niiden liitosdetaljit. Tämä mahdollisti sen, että urakoitsijat pystyivät hankkimaan valmisosia samaan rakennukseen eri toimittajilta. 1970-luvun ennätysmäinen asuntotuotanto ei olisi ollut mahdollista ilman BES-järjestelmää [4.]. Vuonna 2012 julkaistiin teollisen puuelementtirakentamisen runko-PES -järjestelmä [5.]. 2010-luvulla moduulirakentaminen on yleistynyt rakennusliikkeiden keskuudessa ja monet hyödyntävät erilaisia moduuliratkaisuja omissa hankkeissaan [6.].

Rakentaminen tapahtuu vielä pääosin työmaalla, mutta yhä enemmän yritetään rakentamista siirtää tehdastiloihin. Tämä on ollut positiivinen kehityssuunta rakennusalalla. Moduulirakentaminen antaa mahdollisuuden energiatehokkaampaan, säästeliäämpään ja laadullisempaan rakentamiseen [7.]. Esimerkiksi pientalojen rakentaminen onnistuu tehtaassa. Talo valmistetaan useammasta moduulista ja nämä kuljetetaan rakennus-

paikalle ja asennetaan paikoilleen. Uuteen kotiin voi muuttaa jopa kolmen kuukauden kuluttua talomallin valinnasta. [8.]

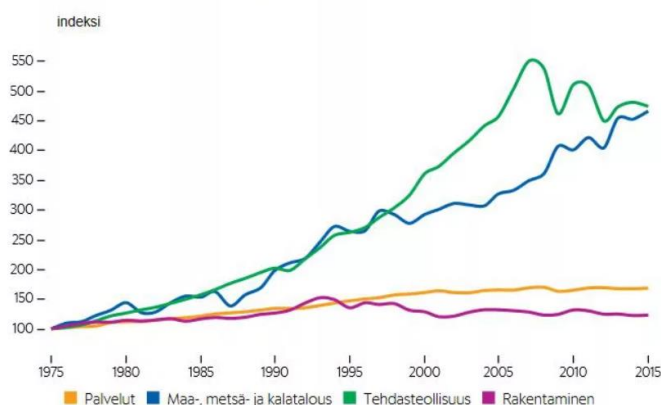
Suurempia projekteja ei onnistuta kokonaisuudessaan valmistamaan tehdasolosuhteissa, mutta rakentamisessa käytetään paljon tehtailla esivalmistettuja rakennusosia. Esimerkiksi betonirunkorakenteista elementtien osuus on noin $\frac{3}{4}$ [9]. Ikkunat, ovet ja kalusteet tehdään tehtaissa. Mitä enemmän saadaan rakentamista siirrettyä tehtaihin, itse rakennuspaikalla aiheutuu vähemmän melua, saastetta ja rakennusjätettä. Tehtaalla rakentamisessa voi myös työn tehokkuus ja tarkkuus parantua, kun työ tehdään hyvissä olosuhteissa, tehtäviä voidaan automatisoida ja laaduntarkistus on yksinkertaisempaa. Haasteita moduulirakentamisessa saattaa tuoda kuljetuskaluston ja liikenneväylien mitta- ja painorajoitukset sekä myöhäiset suunnitelmien muutokset. [7.]

Tuotteiden valmistaminen tehtailla ei ole riippuvainen työmaan muuttujista kuten urakoitsijoiden tai työnjohdon ammattitaidosta tai aikataulusta. Kun suunnitelmat ovat hyvissä ajoin valmiina, tehdas aikatauluttaa oman tuotantonsa niin, että tuotteet toimitetaan työmaalle sovitussa aikataulussa.

Moduulirakentamisen toivotaan kasvattavan myös rakennusalan tuottavuutta, joka ei juurikaan ole noussut 1970-luvun jälkeen (kuva 2). [10.]

Arvonlisäykseen perustuva työn tuottavuus toimialoittain

Työn tuottavuuden indeksi 1975=100



Kuva 2. Työn tuottavuus on jämähtänyt 1970-luvulle. Lähde Lohilahti O. & Mölsä S. 2017. Rakennusalanalla työn tuottavuus ei ole kasvanut 40 vuodessa – onko allianssista tai leanista apua. Rakennuslehti.

3 Tuotannonohjaus

Rakennushankkeen tuotannosuunnittelu ja -ohjaus on koko hankkeen lopputuloksen kannalta keskeistä. Tavoitteena on rakentaa tuote valmiiksi sovitussa määräajassa ja budjetissa sekä laadukkaasti. Onnistunut tuotannosuunnittelu auttaa saavuttamaan hankkeelle asetetut tavoitteet ja vaatimukset. Tuotannosuunnittelu tarkentuu jatkuvasti hankkeen aikana. [11.]

Tuotannosuunnittelun tärkeimpiä osa-alueita ovat ajallinen suunnittelu, laadun suunnittelu ja -varmistus sekä kustannushallinta. Tuotannonohjaus perustuu näihin suunnitelmiin [11.]. Tässä luvussa käydään läpi laatua, aikataulua ja kustannushallintaa.

3.1 Laatu

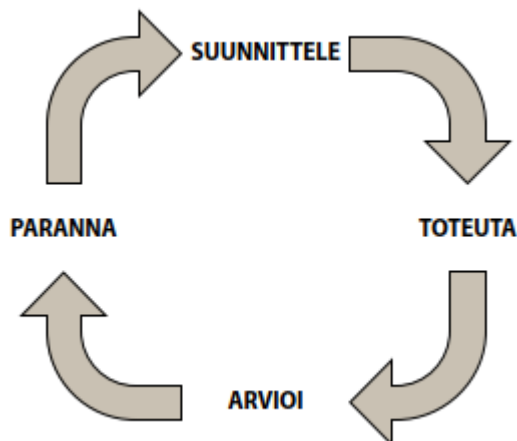
Mitä on laatu? Liikemies ja kirjailija Philip Crosby määritteli laatua muun muassa niin, että laatu on tuotteiden ja toiminnan virheettömyyttä; vaatimusten ja normien mukaisuutta; tehdä oikein ensimmäisellä kerralla. Walter Shewhart, joka oli amerikkalainen fyysikko, insinööri ja tilastotieteilijä määritteli, että laatu on kyky täyttää asetetut odotukset. Japanilainen insinööri Genichi Taguchi määritteli, että laatu on pienin mahdollinen kokonaishävikki. Joseph Juran, joka oli insinööri ja liikkeenjohdonkonsultti, määritteli, että laatu on suunnittelun, valvonnan ja kehittämisen yhdistelmä [12, s. 7.].

Laatu voidaan jakaa tuotteen, palvelun tai toiminnan laatuun. Tuotteen laatu on kilpailutekijä, jolla herätetään asiakkaan odotukset ja huomio. Tuotteen laadun elementteinä ovat muun muassa suunnittelun laatu, valmistuksen laatu ja ympäristökeskeinen laatu. Suunnittelun laadulla kuvataan, miten hyvin tuote on suunniteltu täyttämään asiakkaan asettamat odotukset tuotteelle. Valmistuksen laatu puolestaan kertoo, kuinka hyvin tuote vastaa suunnittelussa asetettuihin vaatimuksiin. Ympäristökeskeinen laatu tarkoittaa vaatimuksia, mitä muut sidosryhmät kuin asiakas asettaa tuotteille. Tällaisia ovat muun muassa sisäilmaluokituksen huomioiminen, valmiin tuotteen muuntojoustavuus tai tuotteen turvallisuus valmistuksen ja käytön aikana. Toiminnan laatua voidaan kuvata organisaation sisäisillä asiakkuuksilla. Tällä tarkoitetaan esimerkiksi kylpyhuoneen rakentamisessa seuraavaa työvaihetta ja sen tekijöitä. Toiminnan laatu on keskeinen tekijä yrityksen tuottavuutta parantaessa ja alentaessa kustannuksia ja näin parantaen yrityksen kilpailukykyä. Laadukkaan toiminnan tuloksena tuotannon resurs-

seissa, rakenteissa ja ohjauksessa syntyy laadukas hyödyke, joka tuo odotettua vaikutavuutta ja arvoa sekä hyvää asiakastytyvyyttä. [12, s. 7.]

Yrityksen laatukäsitys lähtee yrityksen johdosta. Puhutaan laatujohtamisesta, joka on johtamismalli, jossa laatua pyritään johtamaan ja hallitsemaan strategisesti. Laadun tekemisessä ja parannustyössä, yrityksen johdolla on keskeinen rooli. Sen on selvitettävä laadunparannuksen periaatteet koko organisaatiolle ja ohjattava laadunparannusprosessia sekä annettava palautetta henkilöstölle. Laadun kehittäminen edellyttää laatujohtamisen periaatteiden ja käytäntöjen ymmärtämistä, sisäistämistä ja harjaantumista. Laatujohtaminen tähtää pitkäaikaiseen menestykseen ja siinä on kyse ajattelutavasta, jonka pääpaino on asiakkaiden tarpeiden tai ongelmien kartoittaminen sekä ratkaisun tarjoaminen. [12, s. 9.]

Jotta yrityksen henkilöstö voi varmistaa oman työnsä laadukkuuden, tarvitaan johtamisen tueksi laadutekniikkaa ja -työkaluja. Hyvä esimerkki on Demingin PDCA-ympyrä (plan-do-check-act) (kuva 3). Kaizen, joka suomeksi tarkoittaa jatkuvaa parantamista, toteuttaa PDCA-oppimisprosessia. Kaizenin idea lähtee siitä, että jokainen on oman työnsä paras asiantuntija ja tämän myötä myös paras kehittäjä. Yrityksissä on valtava kehittämispotentiaali, kun on kerätty parantamisehdotuksia ohjatusti. Kaizenin filosofia tulisi omaksua jokapäiväiseksi toiminnaksi. [12, s. 9.]



Kuva 3. Demingin PDCA-ympyrä suomeksi. Lähde Ratu KI-6029. 2016. Rakennustöiden laatu 2017. Rakennustieto Oy.

Jotta laatujohtaminen onnistuu, täytyy yrityksen tavoitteiden ja toimintatapojen olla selkeitä. Yrityksen henkilöstön tarvitsee tuntea tavoitteet omiksi. Kun jokaisella tuotantoon

osallistujalla on ymmärrys siitä mitä laatu on ja halu ottaa vastuu laadusta, niin huonoa laatua ei pääse syntymään. [12, s.9.]

Rakentamisessa laadun voi jakaa suunnittelun ja tuotannon laatuun. Suunnittelun laatua kuvaa se, että hankkeen suunnitelmat täyttävät viranomaisten ja hyvän rakennustavan asettamat vaatimukset sekä ovat tilaajan tarpeiden ja toivomusten mukaisia. Laadukkaat suunnitelmat ovat toteutuskelpoisia ja ristiriidattomia sekä tarpeeksi tarkkoja työmaan tarpeisiin. On oleellista, että rakenteet ovat turvallisia sekä ottavat huomioon rakennuksen valmistuttua sen käytön ajan ja koko elinkaaren. [12, s. 11.]

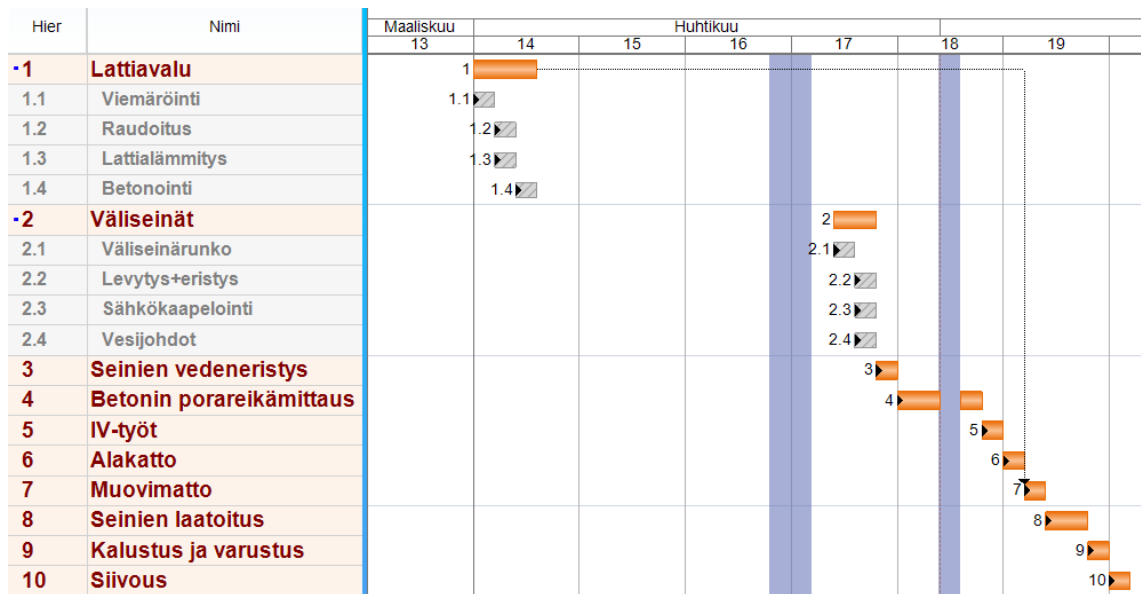
Tuotannon laatua on se, että rakennustyö tehdään suunnitellussa aikataulussa ja kustannustavoitteessa, turvallisuutta sekä hyvää rakennustapaa noudattaen. Työmenetelmät ovat kohteeseen soveltuvia, olosuhteet vastaavat työn ja materiaalien vaatimuksia ja työ onnistuu ilman häiriöitä. Lopputuote on sopimuksen mukainen mittatarkkuuden, pintojen laadun, ulkonäön ja toiminnallisuuden osalta. [12, s. 11, 13.]

Laatusuunnittelun tavoitteena rakentamisessa on varmistaa tehokas, kerralla sopimuksen mukaista laatua asiakkaalle tuottava toiminta. Onnistunut laatusuunnittelu tuo tulosta ja se näkyy työn parempana etenemisenä, virheiden vähenemisenä, kustannusten pienenemisenä, työmaan eri osapuolten välisen tiedonkulun paranemisenä ja vastuiden selkeytymisenä. Toimintajärjestelmä, joka kuvaa toimenpiteet, vastuut ja asiakirjat, varmistaa yrityksen toiminnan laadun. Se on perustana laadukkaan, tehokkaan ja suunnitelmallisen yrityksen toimintana. [12, s. 13.]

3.2 Aikataulu

Jotta rakentaminen onnistuu tavoitteissaan, se edellyttää tuotannosuunnittelua, valvontaa ja tuotannonohjausta. Tuotannosuunnittelun keskeisin osa on ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Ajallinen suunnittelu ja ohjaus luo perustan muun suunnittelun onnistumiselle ja lisäksi paljastaa epäkohdat ja suunnitelmista poikkeamiset. Ajallinen suunnittelu luo aikataulun, joka on tehtävien ajoitusta, ja kun ajankäyttöä suunnitellaan, tulee etsiä työn realistinen toteutusmalli sillä hetkellä olevien tietojen perusteella. Aikataulussa asetetaan tavoitteet hankkeelle ja yksittäisille tehtäville. Tavoitteet koskevat tehtävien aloittamista ja päättymistä sekä resurssien käyttöä. Tavoitteiden tulee olla realistisesti suunniteltuja sekä mitattavissa, aikaan ja tuotokseen sidottuina. [13, s. 18.]

Aikataulun suunnittelu edellyttää huolellista perehtymistä rakennuskohteeseen. Kohteeseen perehdytään suunnitelma- ja urakka-asiakirjojen ja tavoitearvion avulla. Ensimmäisiä selvitettäviä asioita ovat kokonaisrakennusaika ja välitavoitteet, tuotantolosuhteet, tekniset vaatimukset ja tuotantotekniset ratkaisut sekä työvoiman käyttö ja aliurakat. [13, s. 20.]



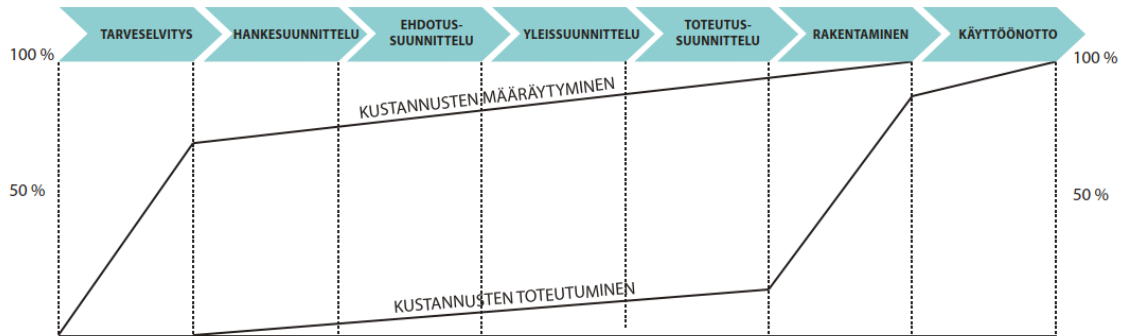
Kuva 4. Jana-aikataulu kylpyhuoneen läpimenosta. Lähde Marko Lehtonen

Työmaan aikataulujen ideana on kuvata tuotantoa (kuva 4). Laadullisesti hyvä aikataulu, joka palvelee tuotantoa, on tuotokseen sidottu, konkreettinen ja ohjausta palveleva. Aikatauluilla tulee myös pystyä varautumaan häiriötilanteisiin sekä suunnitelmien ja olosuhteiden muuttumiseen. Aikataulun tulee yhtyä tavoitearvioon ja suunniteltuun työvoiman käyttöön. [13, s. 19.]

3.3 Kustannushallinta

Rakennushanke alkaa ideasta, joka etenee suunnittelun ja toteutuksen kautta operatiiviseen toimintaan. Suunnittelussa korostuu tarkkuus ja osuvuus, kun taas toteutuksessa on tärkeää tehokkuus. Rakennussuunnittelun tavoitteena on luoda suunnitteluratkaisu, joka täyttää kustannus- ja laajuuspuitteet. Kustannustavoitteen asettaminen ja suunnittelun hallinta on osa kustannushallinnan prosessia. Rakennussuunnitteluvaiheessa voidaan vaikuttaa suunnittelun yleisratkaisuun eli siihen, minkä muotoinen rakennus on ja miten tilat sinne sijoitetaan, jotka molemmat vaikuttavat kustannuksiin.

Kustannukset määräytyvät suunnitteluvaiheessa ja alkavat konkretisoitumaan rakentamisvaiheessa (kuva 5). Tämän takia rakentamisaikainen ohjaus on tärkeä osa kustannushallinnan prosessia. Kustannushallinnan prosessin tulee olla systemaattista ja jatkuvaa. [14, s. 7.]



Kuva 5. Kustannukset määräytyvät ja toteutuvat rakennushankkeessa eriaikaisesti. Lähde Ratu KI-6033. 2018. Rakennushankkeen kustannushallinta. Rakennustieto Oy.

Rakentamisvaiheen kustannusarvion pohjaksi tarvitaan tietoa toteutustavoista, työmaatekniikasta, aikataulusta, resursseista sekä välitavoitteista. Rakennushankkeen kustannushallintaan kuuluu kustannusten toteutumisten valvontaa ja ohjausta, tietojen keruu ja tilanteen analysoiminen. Hankkeen valmistuttua toteumatiedot kerätään ja hankkeen taloudellinen onnistuminen tarkastetaan ja saatuja kustannustietoja hyödynnetään tulevien hankkeiden kustannusten suunnittelussa. [14, s. 7.]

Rakennushankkeen kustannusraamit muodostuvat jo tilaajan tarveselvityksessä. Tämän vuoksi rakennushankkeen alussa tehtävät päätökset ja niiden kustannusvaikutukset on huomioitava, jotta voidaan hallita kustannuksia ja luoda realistiset tavoitteet. Tarveselvitys ja hankesuunnitelmassa tehdyt päätökset sekä tontti tai olemassa oleva rakennus luovat taas suunnitteluratkaisuille reunaehdot. Suunnittelun edetessä tehdään päätöksiä, jotka vaikuttavat kustannuksiin. Eri suunnitteluratkaisujen ja -vaihtoehtojen kustannusvaikutuksia voidaan arvioida tila-, rakennusosa- tai tuotesapohjaisesti [14, s. 50.]. Suunnitteluvaihtoehtoista syntyviä kustannusten erojen syitä voi olla esimerkiksi rakennuksen muodosta, toimintojen sijoittamisesta, järjestelmistä ja materiaalivalinnoista johtuvia eroja. Näistä rakennuksen muoto ja toimintojen sijoittaminen määrittää laajuuden, joka uudisrakentamisessa on isoin yksittäinen kustannuksia nostava tekijä. [14, s. 55.]

Yksi suunnittelunohjauksen tarkoituksista on auttaa suunnittelijoita saavuttamaan asetun kustannustavoitteen. Suunnitelmiin perustuvat kustannusarvioiden laatiminen, erilaisten suunnitteluratkaisujen laatiminen ja kehittäminen auttavat saavuttamaan asetun kustannustavoitteen. Suunnittelunohjaus vaatii yhteistyötä ja avointa tiedonkulkua. Suunnittelijoilla on oma suunnittelualansa, mutta yhteistyö muiden suunnittelijoiden, rakennuttajan, urakoitsijoiden ja mahdollisen kustannusasiantuntijan kanssa voi kehittää suunnitelmia toimivimmiksi ja kustannustehokkaimmiksi. [14, s. 55-56.]

Toteuttajan kustannushallintaa on kustannuslaskennan laatiminen. Kustannuslaskennan tavoitteena on määrittää mahdollisimman luotettava arvio hankkeen toteutuksesta aiheutuvista kustannuksista. Kustannuslaskenta tehdään rakentamisen valmisteluvaiheessa, kun tarvitaan kustannuslaskelma oman tuotannon käynnistämispäätöksen tueksi tai halutaan tarkistaa kustannus- ja laajuuspuutteissa pysyminen. Myös tarjouskilpailuun osallistumisen tueksi on hyvä tehdä kustannuslaskelma. Rakennusliikkeiden strategia yleensä ohjaa rakennusliikkeen omaa tuotantoa. Strategiassa on määritelty yrityksen ansaintalogiikka sekä taloudelliset tavoitteet. Toteuttajan kustannuslaskennan ensisijainen kohde on tuotanto, joten kustannuslaskentaan on hyvä osallistua henkilöitä laskennasta, hankinnasta sekä tuotannosta. [14, s. 65.]

Kun ryhdytään tuotannosuunnitteluun, on syytä perehtyä huolella laskenta-aineistoon, jotta voidaan määritellä kustannukset realistisesti. Rakennushankkeen perusominaisuuksien lisäksi asetetuilla laatutason vaatimuksilla on vaikutus kustannuksiin. Esimerkiksi turvallisuuden, puhtausluokan ja kosteudenhallinnan suhteen on noudatettava hyvän rakentamistavan mukaisia toimintatapoja, joiden kustannukset on otettava laskennassa huomioon. Tuotannon järjestelyihin liittyy myös kustannuksia ja niitä on hyvä suunnitella etukäteen. Tuotannon suunnitelmia, joilla on vaikutusta kustannuksiin ovat muun muassa alustava yleisaikataulu, aluesuunnitelma, sähköistysuunnitelma ja kalustosuunnitelma. [14, s. 67.]

Alustavalla yleisaikataululla arvioidaan muun muassa töiden ajoittuminen eri vuodenaikoihin ja tässä on erityisesti huomioitava talvilisätyöt, aikaan sidotut työmaatekniikan kustannukset, tarvittavat henkilöstö- ja kalustoresurssit sekä tärkeimpien materiaali- ja alihankintojen toimitusajat. Resurssien mitoituksessa saadaan tarvittava tieto työmaarakennusten tarpeellisuudesta ja työntekijöiden lisien kustannuksista. [14, s. 67.]

Aluesuunnitelmalla selvitetään työmaa-alueen laajuus ja riittävyys ja mahdollisen lisä-alueen tarve. Työmaa-alueen käytön suunnittelussa huomioidaan erityisesti järjestelyt, jotka palvelevat työmaata koko rakentamisen ajan ja joista syntyy rakennushankkeeseen aika- ja suoritesidonnaisia kustannuksia. [14, s. 67-68.]

Työmaan sähköistysuunnitelma esittää sähkön hankinnan, työmaan sähköverkon suunnittelun sekä koneiden ja laitteiden liittämisen sähköverkkoon. Samassa arvioidaan energian tarve ja sen kustannukset. [14, s. 68.]

Kalustosuunnittelussa valitaan työmenetelmiä, tuotantotapaa ja kalustoa koskevat perusratkaisut. Vaihtoehtoja valittaessa on huomioitava kustannusten lisäksi vuodenaikojen vaikutus sekä työvoiman saatavuus. [14, s. 69.]

Rakentamisen aikaisessa kustannushallinnassa tehdään tavoitearvio, suunnitellaan hankinnat ja tehtävät, valvotaan hankkeen etenemistä, ennustetaan hankkeen kulkua, ohjataan hanketta kohti tavoitetta ja hankkeen valmistuttua tehdään taloudellinen lopetusarviointi ja jälkilaskenta. [14, s. 80.]

4 Rakentamismääräykset 2018

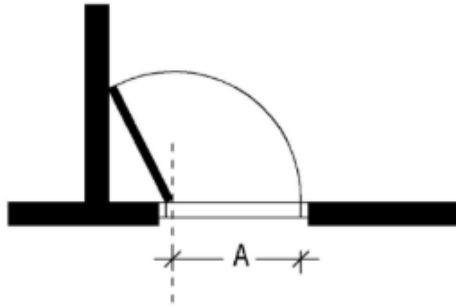
Vuoden 2013 maankäyttö- ja rakennuslain muutoksen 958/2012 myötä uudistettiin rakentamismääräykset. Uudistus tuli voimaan 1.1.2018 ja sen tavoitteena oli selkeyttää rakentamista koskevaa sääntelyä [15.]. Tämän työn kannalta merkittävin uudistus koskee liikkumis- ja toimimisesteisen pesu- ja wc-tilan esteettömyysmääräyksiä.

4.1 Uudet esteettömyysmääräykset LE pesu- ja wc-tiloissa

Rakennuksen esteettömyys on osalle käyttäjistä välttämättömyys. Kun rakennetaan asuntoa tai kokonaista rakennusta, jonka asukkaat ovat liikkumis- tai toimimisesteisiä, on esteetön pesu- ja wc-tila edellytys itsenäisen asumisen onnistumiseen sekä asukkaan avustamiseen.

Uusi esteettömyysmääräys perustuu Valtioneuvoston asetukseen rakennuksen esteettömyydestä 241/2017. Valtioneuvoston asetus on annettu maankäyttö- ja rakennuslain 117 e §:n toisen momentin nojalla. Palveluasumiseen tai liikkumis- tai toimimisesteisen asunnon pesu- ja wc-tilan mitoituksessa on huomioitava asukkaiden tarpeet ja mahdollisuus avustajien toimintaan eri tilanteissa. [16, s. 2.]

Oven kulkuaukon vapaa leveys on oltava vähintään 850 mm. Vapaa leveys tarkoittaa avatun oven kulkuaukon leveysmittaa, josta on vähennetty ovilevyn paksuus, mikäli käytetään saranaovea (kuva 6). Tasoeroa tai kynnystä tulee välttää oven kohdalla. Mikäli oveen tulee kynnyks, saa se olla enintään 20 mm korkea ja viistottu, joustava tai kokoon painuva, jotta sen ylittäminen onnistuu vaivattomasti pyörällisillä apuvälineillä. [17.]



Kuva 6. Mitta "A" kuvaa oviaukon vapaaleveyttä. Lähde Esteetön wc- ja pesutilaopas. Invalidiliiton esteettömyyskeskus.

Merkittävin muutos on 1500 mm:n pyörähdysympyrän tarkennus. Tämä tarkoittaa halkaisijaltaan 1500 mm:n vapaata tilaa esteistä lattiatasosta 2000 mm korkeuteen saakka [16, s. 26.]. Aikaisemmin pyörähdysympyrä sai ylittää pesualtaan, wc-istuimen ja kiintokalusteen reunan 100 mm, jos kalusteiden alla on vapaata tilaa vähintään 100 x 670 mm (syvyys x korkeus) sekä leikata pesualtaan tai tason reunaan enintään 200 mm, mikäli tason alla on vapaata tilaa vähintään 200 x 670 mm (syvyys x korkeus). Riittävän suuri tila helpottaa avustamista sekä toimimista erilaisten pyörällisten apuvälineiden ja nostolaitteiden avulla.

Wc-istuimen viereen tulee jäädä 800 mm vapaa tila pyörätuolista siirtymistä varten. Vapaa tilaa mitataan alas lasketusta wc-istuimen käsituesta seinään tai kiinteään esteeseen. Vapaaseen tilaan voi sijoittaa suihkun ilman suihkuallasta tai suihkuseinää. Asetus ei edellytä wc-istuimen sijoittamista takaa irti seinästä, mutta tämä on suositeltavaa, jotta pyörätuolin käyttäjän on helpompi siirtyä pyörätuolilta wc-istuimelle. Pesu- ja wc-tilan seinärakenteet on hyvä rakentaa sellaisiksi, että niihin saadaan kiinnitettyä tukikaiteita ja wc-istuimen käsitukia [16]. Paikkakunnilla saattaa olla vielä omia esteettömyysohjeita, joissa annetaan tarkempia ohjeita. Nämä on hyvä käydä läpi, kun kylpyhuonetta mitoitetaan.

4.2 Liikkumis- tai toimimisesteisen pesu- ja wc-tilan hyvät käytännöt

Uusien esteettömyysmääräyksien myötä eri toimijat ovat julkaisseet oppaita esteettömän pesu- ja wc-tilan mitoittamiseen ja varustamiseen. Tässä käydään läpi Invalidiliiton Esteettömyyskeskus ESKE:n laatimaa opasta esteettömästä pesu- ja wc-tilasta.

Wc-istuimen käsituet eivät saa ylös nostettuina pienentää wc-istuimen vieressä olevaa vapaata tilaa ja näin vaikeuttaa henkilön siirtymistä wc-istuimelle. Niiden on hyvä ulottua wc-istuimen ohitse ja käsitukien keskeltä keskelle väli olla 600 mm. Wc-istuimen käsituet on hyvä olla korkeussäädettävät, mutta mikäli näin ei ole, niin hyvä asennuskorkeus on 750-800 mm riippuen wc-istuimen korkeudesta. [17, s. 23.]

Wc-istuimen istuinkorkeus suositellaan 450-480 mm korkeaksi. Wc-istuimen korkeutta voi säätää esimerkiksi korkeussäädettävällä wc-istuimella tai istuinrenkaan korotusosalla. Wc-paperiteline tulee sijoittaa wc-istuimesta etuviistoon siten, että siihen yltää helposti wc-istuimesta. Käsisuihku on myös hyvä sijoittaa wc-istuimelta etuviistoon ja asentaa niin, että vedenvirtauksen saa avattua wc-istuimella istuen. [17, s. 24.]

Seinärakenteet on hyvä suunnitella ja toteuttaa niin, että niihin voidaan jälkikäteen tarvittaessa lisätä tukikahvoja. Käsienpesualtaan eteen kannattaa varata 1200 mm x 1200 mm kokoinen vapaa tila. Käsienpesualtaan alle ei tule asentaa laatikostoa, jotta käsienpesualtaan käyttäminen onnistuu myös pyörätuolilta käsin. Vapaa polvitila käsienpesualtaan alla on suositeltavaa olla leveydeltään 800 mm, korkeudeltaan 670 mm ja syvyydeltään 600 mm. Altaan ja sen kiinnitykset tulee kestää vähintään 150 kg:n painon altaaseen tukeutuessa. Käsienpesualtaan asennuskorkeus on 800-950 mm. Käsienpesuallas on suositeltavaa olla korkeussäädettävä. Saippua-annostelijan käsipyyhetelineen sijoittelussa tulee huomioida myös käyttö pyörätuolilta käsin. Sopiva käyttökorkeus on 900 mm ja mallin valinnassa on huomioitava, että se on helppokäyttöinen ja käyttö onnistuu yhdellä kädellä. Peili käsienpesualtaan yläpuolella on hyvä sijoittaa 800-900 mm:n korkeuteen lattiasta. Peilin yläreunan suositeltu korkeus on 1800-2000 mm lattiasta. [17, s. 24.]

Säilytyskalusteita tulee olla riittävästi asukkaan tavaroille ja hoitotilanteessa tarvittaville tavaroille. Pistorasiat ja valokytkimet sijoitetaan 900 mm:n korkeudelle lattiasta. Valaistuksena on hyvä käyttää liiketunnistimella toimivaa valaistusta, joka on turvallinen ja helpottaa itsenäistä toimimista. Pyyhekoukkujen tavallinen sijoituskorkeus on 1400-1600 mm lattiasta, mutta pyörätuolinkäyttäjälle tai lyhytkasvuiselle sopiva sijoituskorkeus on 1000-1200 mm lattiasta. Irtokalusteet tulee sijoittaa pyörähdysympyrän ulkopuolelle, etteivät ne aiheuta törmäys- tai kompastumisvaaraa wc-tilan käyttäjälle. Suihkutilan seiniin asennetaan tukikaiteet 900 mm korkeudelle lattiasta. Tukikaiteet kannattaa asentaa niin, että ne kestävät mahdollisen tukeutumisen kaiteeseen. Suihkutilassa ei käytetä suihkukaappia tai -allasta, koska ne estävät liikkumista. [17, s. 25.]

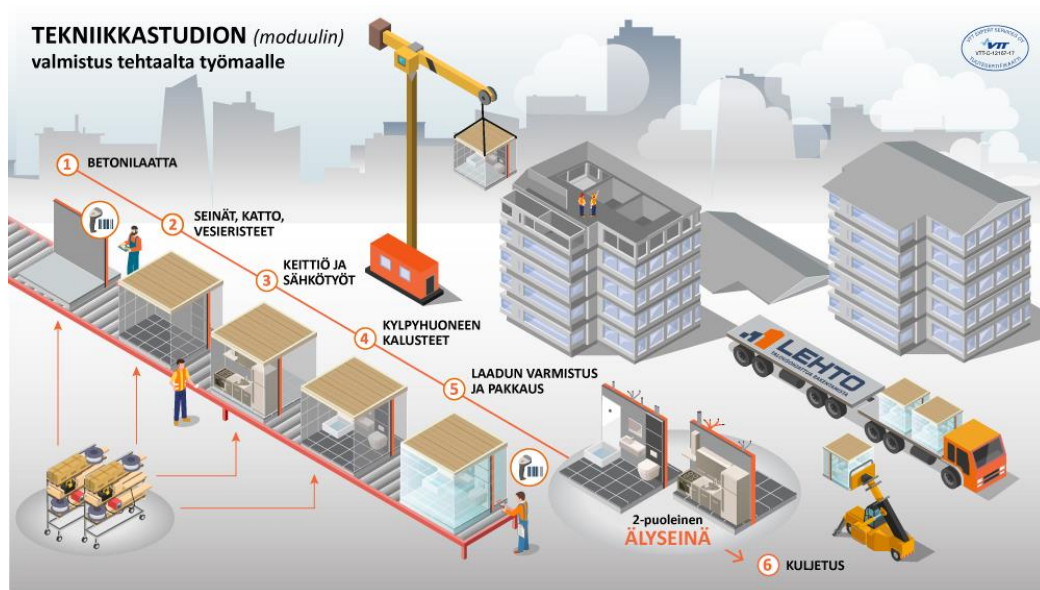
Pesu- ja wc-tilan lattiamateriaalin tulee olla tasainen ja märkänäkin luistamaton. Yleisin lattiamateriaali hoivakodeissa on muovimatto sen helppohoitoisuutensa ansiosta, mutta laatoitusta voi myös käyttää. Materiaalissa tulee olla liukkaita estävä pinta ja sen on sovelluttava kosteisiin tiloihin. Nastapintaiset keraamiset laatat eivät sovellu liikkumisrajoitteisille, koska niihin kertyvä vesi aiheuttaa liukastumisvaaran. Lattiakaadot lattiakäivöihin tulee olla vähintään 1:00 ja enintään 1:50, jotta vedenvirtaus kaivoon saadaan varmistettua. Lattialämmitys on suositeltavaa, koska se pitää sopivaa lämpötilaa yllä ja kuivaa lattiapintaa suihkun jälkeen. [17, s. 26.]

Pesu- ja wc-tilan hahmottamista helpottaa, jos lattia erottuu seinän alareunasta sekä kalusteet ja varusteet erottuvat tummuuskontrastiltaan lattiasta ja seinäpinoista. Valaistusvoimakkuudeksi valitaan vähintään 200 luksia ja jos pesu- ja wc-tilassa tehdään hoitotoimenpiteitä, niin vähintään 300 luksia. Valaistuksen on oltava tasainen aiheuttamatta häikäistymistä tai tummia katvealueita. Liiketunnistimella toimivan valaistuksen on oltava riittävän herkkä ja reagoitava eri tasoissa tapahtuvaan liikkeeseen. Palveluasumisen sekä tuetun asumisen asuntojen pesu- ja wc-tiloissa tarvitaan turvahälytys, joka on yhdistetty rakennuksessa olevaan valvontajärjestelmään. Turvahälytysjärjestelmä on hyvä suunnitella niin, että hälytyksen voi tehdä lattialta sekä wc-istuimelta. [17, s. 26.]

5 Lehto moduulirakentajana

Lehto valmistaa työmailleen monipuolisesti esivalmistettuja tuotteita, muun muassa puuelementtejä, kylpyhuonemoduuleja ja talotekniikkakeskuksia sekä tekniikkastudioita (kuva 7), jotka sisältävät kylpyhuoneen sekä keittiön. Kylpyhuone on tila, joka on lähes samankokoinen asunnon koosta riippumatta, se sisältää LVIS-tekniikkaa ja on rakenteiltaan monivaiheinen ja teknisesti vaativa. Nämä tekevät siitä oivallisen kokonaisuuden moduulirakenteeksi. Lehto Groupin ensimmäinen hanke, jossa käytettiin moduulirakentamista, valmistui vuonna 2014 Vantaalle. [18.]

Lehdon slogan ”talousohjattu rakentaminen” perustuu omaan suunnitteluun, teolliseen esivalmistukseen, vakioituihin ratkaisuihin ja ideologiaan sekä ajattelutapaan. Suurin osa rakentamisen kustannuksista määräytyy suunnitteluvaiheessa ja siksi Lehto haluaa pitää suunnittelun omissa käsissään. Teollisen esivalmistuksen on koettu nopeuttavan rakennushankkeen valmistumista, tuovan kustannussäästöjä ja parantavan rakentamisen laatua sekä tuottavuutta. Lehto on havainnut, että hyvä laatu liittyy toistettavuuteen, jossa hyödynnetään hyväksi havaittuja raaka-aineita ja työmenetelmiä. Lehdon tavoitteena on nostaa omavaraisuusaste 35%:iin, joka tarkoittaa muun muassa oman tehdastuotannon hyödyntämistä mahdollisimman monipuolisesti. Vakioidut ratkaisut, jotka on havaittu hyväksi nopeuttavat suunnittelu- ja rakentamisvaihetta. Talousohjattu rakentaminen lähtee osaavasta henkilöstöstä, joka omaa oikean asenteen. [1, s. 5.]



Kuva 7. Havainnollistava kuva tekniikkastudion valmistuksesta. Lähde <https://lehto.fi/yritys/talousohjattu-rakentaminen/>

6 Kylpyhuone

1008/2017 8§ Ympäristöministeriön asetus asuin-, majoitus- ja työtiloista määrittää, että asuinhuoneistossa on oltava tarkoituksen mukaiset tilat hygienian hoitoa varten [20]. Henkilökohtainen hygienian hoito onnistuu kylpyhuoneessa. Kylpyhuoneet on varustettu usein niin, että ne sisältävät sekä suihkutilan että wc-tilan. Näin säästetään asuinneliöitä asunnoissa. Kylpyhuoneen yhteyteen voidaan liittää myös sauna.

Kylpyhuone määritellään märkätilaksi, koska sen lattiapinta joutuu vedelle alttiiksi sen käyttötarkoituksen vuoksi ja sen seinille voi roiskua tai tiivistyä vettä. Tärkeää märkätilojen suunnittelussa ja rakentamisessa on, ettei vettä pääse ympäröiviin rakenteisiin tai huonetiloihin. Märkätilan lattia- ja seinäpinnoille tehdään erillinen vedeneristys, ellei seinäpinnat tai lattiapäällyste toimi vedeneristeenä [21]. Hoiva- ja palvelutaloissa lattiapäällysteenä on yleisesti muovimatto, joka toimii vedeneristeenä ja on helppohoitoinen.

Märkätilan seinärakenteet voidaan tehdä joko kivi- tai rankarakenteisina ja tässä työssä tarkasteltavissa kylpyhuoneissa seinärakenteet ovat rankarakenteisia, joihin tulee märkätilaan soveltuva levy. Lattiarakenteena toimii betonilattia.

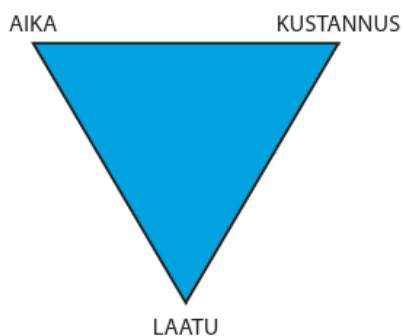
Kylpyhuoneen kustannukset muodostuvat rakennus- ja LVIS-töistä, työvaiheiden materiaaleista ja niiden rahdeista sekä loppusiivouksesta. Lisäksi kylpyhuonemuodulin kustannuksiin on huomioitava rahti tehtaalta työmaalle sekä nosto ja asennus paikoilleen.

Aikataulullisesti kylpyhuoneet ovat pitkäkestoisia rakentaa. Merkittävin aikatauluun vaikuttava vaihe on betonilattian kuivuminen. Käytännössä ainoat työvaiheet, jotka voidaan tehdä ennen kuin betonilattia on kuiva, ovat väliseinärakenteet sisältäen LVIS-työt ja seinien vedeneristys.

Kylpyhuone on käyttötarkoitukseltaan teknisesti kriittinen, koska siellä seinä- ja lattiapinta joutuu vedelle alttiiksi. Tämän vuoksi rakenteet on tehtävä niin, että ne toimivat kosteissa olosuhteissa. Työnjohdon laadunvarmistus on erityisen tärkeää kylpyhuoneiden osalta, jotta varmistutaan vedeneristyksen toimivuudesta. Luvussa 3.1 mainitut määritelmät laadulle sopivat varsin hyvin kylpyhuoneen rakentamisen laadun määrittämiseen. Halutaan, että se on virheetön ja täyttää sille asetetut odotukset ja normit. Tehdään kerralla valmiiksi mahdollisimman pienellä työ- ja materiaalihävikillä. Suunnitellaan, valvotaan ja kehitetään toimintaa jatkuvasti.

6.1 Paikallarakennettava kylpyhuone

Kylpyhuoneissa, jotka rakennetaan paikan päällä, vaaditaan työnjohtolta erityistä tarkkaavaisuutta laadun, kustannusten sekä aikataulun osalta. Nämä kolme asiaa ovat tuotannonohjauksen tärkeimmät osa-alueet ja ne ovat sidoksissa toisiinsa (kuva 8). Jos aikataulu on myöhässä ja tehdään kiireellä, laatu saattaa kärsiä ja kustannukset nousevat. Mikäli rahaa ei ole budjetoitu tarpeeksi saattaa laatu kärsiä. Jos taas ei saada töitä kerralla kuntoon, tulee kiire ja kustannukset nousevat.



Kuva 8. Projektinhallinnan kolmio. Lähde Ratu KI-6033. 2018. Rakennushankkeen kustannushallinta. Rakennustieto Oy.

Kylpyhuone sisältää monta työvaihetta. Perinteisesti uudiskohteessa kylpyhuoneen rakentaminen alkaa lattiarakenteen betonoinnista, jossa tehdään kallistukset lattiakainoihin. Ennen betonointia on asennettu viemärit lattiaan sekä lattialämmitys. Viemäreiden mitoittaminen on erityisen tarkkaa (kuva 9), koska esimerkiksi wc-istuimen tilantarve on tarkoin mitoitettu esteettömyysmääräyksissä.



Kuva 9. Piikkaustyö edessä. WC-istuimen viemäri jäänyt liian lähelle seinää. Lähde Marko Lehtonen

Betonoinnin jälkeen pystytetään väliseinät ja asennetaan LVIS-tekniikka. Jos LVIS-tekniikkaa menee palo-osastosta toiseen, tulee läpivienteihin tehdä suunnitelman mukaiset palokatkot. Kun väliseinät ovat valmiit, voidaan tehdä seinien vedeneristys, tarkistaa lattiakaadot ja tehdä mahdollinen oikaisu lattiaan. Ennen lattiapäällysteen asentamista pitää varmistua betonin kuivumisesta. Lattiakaatojen ollessa kunnossa ja betonilaatan ollessa tarpeeksi kuiva, voidaan asentaa lattiapäällyste ja laatoittaa seinät, jonka jälkeen tehdään alakatto. Lopuksi asennetaan kalusteet ja tehdään loppusiivous. Jos jokin näistä työvaiheista viivästyy, se vaikuttaa tuleviin työvaiheihin.

Paikallarakennettujen kylpyhuoneiden kustannukset koostuvat pääosin tehdystä työstä, materiaaleista ja niiden rahdeista työmaalle. Näihin voidaan vaikuttaa kilpailuttamalla urakat, mutta huomiotavaa on, että halvin ei ole aina halvin. On hyvä valita tunnettu urakoitsija, jonka kanssa asiat on aikaisemminkin menneet hyvin. Materiaalitalauksissa kannattaa huomioida hukkaprosentti ja hyödyntää mahdollisesti aikaisemmilta projekteilta olevaa tietoa, ettei hukkaa synny turhan paljon. Kannattaa myös tilata kerralla mahdollisimman paljon, ettei tule ylimääräisiä rahtikuluja.

Työmaalla on päällä koko ajan monta työvaihetta ja urakoitsijaa. Tämä tekee paikallarakennettavan kylpyhuoneen laadunvarmistuksesta työlästä. Kylpyhuoneen rakentamisessa on mukana putkiasentaja, ilmanvaihtoasentaja, sähköasentaja, rakennustyöntekijä, mahdollinen palokatkoasentaja, vedeneristäjä, mattoasentaja, laatoittaja, alakaton tekijä ja siivooja. Kohteen työnjohtajan on seurattava jokaisen työntekijän jälkeä työvaiheen aikana ja sen jälkeen ja tämä kuormittaa työnjohtajaa ja vie hänen huomiotaan muusta rakentamisesta. Ja jos työnjohtaja on ammattitaidoton muun muassa kokemuksen puutteen vuoksi, voi olla, että jotain kriittistä jää huomioimatta. Riskinä on myös työntekijän mahdolliset virheet, joista ei kerrota ja virheet jätetään piiloon.

6.2 Kylpyhuonemoduuli

Siinä missä paikallarakennettu kylpyhuone tehdään työmaan edetessä, niin kylpyhuonemoduuli on tehty tehtaalla valmiiksi työmaan aikataulun mukaisesti. Kylpyhuonemoduulin lähtökohtana on hyvä ja onnistunut suunnittelu.

Kylpyhuonemoduulin suunnittelussa huomioitavia asioita varten haastateltiin sähköpostinvälityksellä Lehto Hyvinvointitilat Oy:n suunnittelujohtajaa sekä arkkitehtia. Huomioi-

tavia asioita suunnittelussa ovat kylpyhuoneen mitoitus mukaan lukien korkeus, joka on kylpyhuonemoduulissa vakio sekä rakennesuunnittelussa on huomioitava kantavat linjat, etteivät ne ole ristiriidassa kylpyhuonemoduulien sijoittelun kanssa. Lisäksi LVIS-suunnittelussa on huomioitava tekniikan reitit ja kytkennät [22]. Suunnittelunohjaus on tärkeää, jotta kaikille suunnittelun osapuolille tulee selväksi, että hankkeessa käytetään kylpyhuonemoduuleita ja jokaisen tulee ymmärtää se, ettei kylpyhuonemoduulien mittoja pysty muokkaamaan. Arkkitehtisuunnittelussa on myös huomioitava jakotukkikaappien sijainti. Jakotukkikaappien on avauduttava tilaan, johon on vapaa pääsy, esimerkiksi käytävälle. On myös hyvä miettiä jakotukkikaappien ylivuotosuojaputken sijoittaminen [23].

Lehdon kylpyhuonemoduulia on kehitetty ajan saatossa, jolloin asennuksen aikaisia riskejä on pystytty vähentämään työmaalla. Alussa kylpyhuonemoduulin viemärit olivat kylpyhuonemoduulin betonilaatan pohjassa (kuva 10).



Kuva 10. Aiemmin kylpyhuonemoduulin viemärit sijaitsivat betonilaatan pohjassa. Lähde Lehdon tietokanta



Kuva 11. Sapluuna kylpyhuonemoduulin viemäreille. Lähde Lehdon tietokanta

Työmaalla kylpyhuonemoduuli asennettiin eristestyroksien päälle, johon on saplunan (kuva 11) avulla leikattu urat kylpyhuonemoduulin viemäreille. Tämä versio sisälsi merkittäviä riskejä. Mikäli kylpyhuonemoduulin viemärit eivät kohdanneet uraa, niin ne painautuivat kasaan ja tällöin tarvitsi lattia piikata auki ja korjata viemärit.

Nykyään kylpyhuonemuodulin betonilaattaa on paksunnettu ja viemärit kulkevat betonilaatassa (kuva 12). Hoivakohteen kylpyhuonemuoduleissa on myös niin sanottu minikeittiövaraus huoneen puolella (kuva 13). Halutessaan asiakas voi ottaa keittiön käyttöön pienellä muutostyöllä.



Kuva 12. Nykyään viemärit kulkevat kylpyhuonemuodulin betonilaatassa, joka helpottaa asennusta. Lähde Marko Lehtonen



Kuva 13. Kylpyhuonemuodulissa on myös minikeittiövaraus huoneen puolella. Lähde Marko Lehtonen

Työmaalla kylpyhuonemuoduli nostetaan paikoilleen. Kylpyhuonemuodulit voidaan asentaa joko maanvaraisena tai kantavan betonilaatan päälle. Maanvaraisena on huomattu kylpyhuonemuodulin painumista, joka on hankaloittanut rakennuksen esteettömyyden toteuttamista. Myös ontelolaattakentän päälle asennettaessa on huomattu riskejä. Ontelolaatan esijännitys tekee ontelolaatasta hieman kuperan. Tämän vaikutus

laatan keskellä voi olla useamman sentin ja mikäli tätä ei ole huomioitu kerroskorkeudessa, niin kylpyhuonemuodua saattaa joutua lyhentämään, jotta seuraava ontelolaatta voidaan asentaa. Työmaalla kylpyhuonemuodulin asentamisen jälkeen tehtäväksi jää lvis-kytkennät, ulkopuolinen levytys ja pinnoite sekä alakatto ja mahdolliset palokatkot.

Kylpyhuonemuodulin kustannuslajit ovat käytännössä samat kuin työmaalla, mutta huomioitava on rahtikulut tehtaalta työmaalle sekä nosto ja asennus paikoilleen. Kylpyhuonemuodulin myyntihinta on vakio.

Tehdaskäynti

Kylpyhuonemuodulin tutkimista varten tutustuttiin Lehdon tehdastoimintaan Oulaisissa. Kylpyhuonemuodulin rakentamisprosessia on hiottu ja kehitetty, jotta tuotanto parane. Tuotantolinjoja on useita, joissa kylpyhuonemuoduli kootaan. Tuotantolinjassa on kaksi rullain kiskoa, joiden päällä kylpyhuonemuodua liikutetaan.

Prosessi alkaa valuhallista, jossa valmistetaan betonilaatat. Laatasta seurataan betonin kosteutta, ja kun laatta on tarpeeksi kuiva, se siirretään tuotantolinjalle. Tehtaalla on useita esivalmistuspisteitä, joissa tehdään esimerkiksi seinät ja katto valmiiksi elementeiksi. Esivalmistuspisteissä työntekoa on automatisoitu erilaisilla laitteilla. Tuotantolinjalla esivalmistetut osat nostetaan ja asennetaan paikoilleen. Työvaiheen valmistuttua, kylpyhuonemuoduli etenee linjalla ja seuraava betonilaatta nostetaan seinien pystytystä varten linjalle.

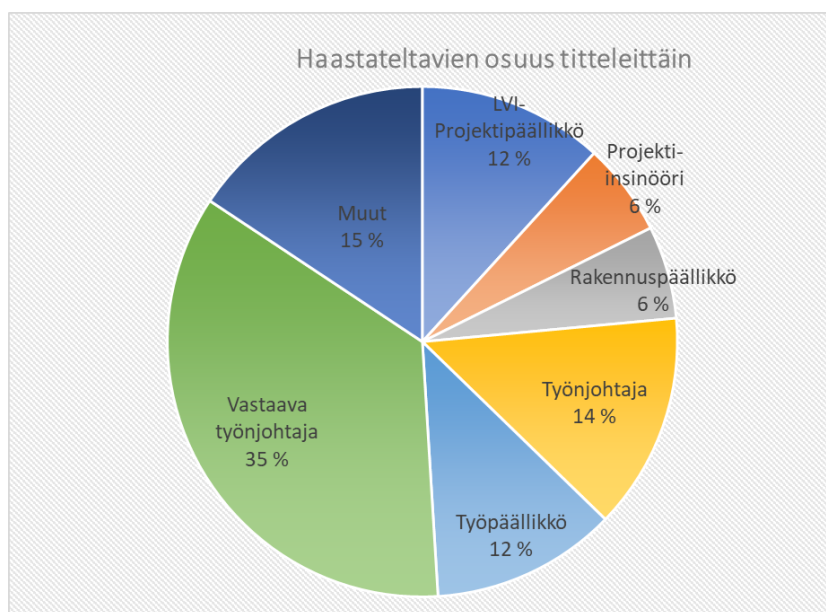


Kuva 14. Tehtaalla on jätteiden kierrätys helpompi toteuttaa kuin työmaalla. Lähde Marko Lehtonen

Työt sujuvat tehtaalla mutkattomasti ja linjan liikuttua eteenpäin, edellisestä vaiheesta syntyneet jätteet ja pöly siivotaan ennen seuraavaa kylpyhuonemoduulia. Tehtaalla jätteet kierrätetään mahdollisimman pitkälle. Siellä on erilliset jätelavat ja/tai -astiat muun muassa puulle, kipsille, muoville, pahville ja metallille (kuva 14).

7 Haastattelut ja kustannusten määrittäminen

Haastattelu suoritettiin Microsoft Forms:lla tehdyllä kyselykaavakkeella (liite 1). Kyselykaavakkeeseen toimiva linkki lähetettiin sähköpostinvälityksellä 50:lle Lehto Hyvinvointi-tilat Oy:n toimihenkilölle ja vastauksia tuli 17 kappaletta. Vastausprosentti oli 34%. Haastateltavien joukossa oli erilaisia tuotannon henkilöitä (kuva 15). Haastattelu sisälsi sekä monivalinta- että vapaa teksti -kysymyksiä. Kysely tuotti hyvää tulosta molempien kylpyhuonetyyppien laadun ja aikataulun osalta.



Kuva 15. Haastateltavien osuus tittleittäin. Lähde Marko Lehtonen

Tutkimuksen kustannusosiota varten saatiin Lehto Components Oy:ltä laskelmat kylpyhuonemoduulin kustannuksista. Paikallarakennetun kylpyhuoneen osalta tehtiin materiaali- ja työmenekistä laskelma Exceliin mallikylpyhuoneesta. Työmenekin laskennassa käytettiin apuna Aikataulukirja 2016 T3-työaikoja. Työt hinnoiteltiin pääkaupunkiseudulla vallitsevien rakennus- ja LVIS-töiden tuntihinnan mukaan ja Lehto Hyvinvointi-tilat Oy:n sopimuskumppanien urakoilla. Materiaalit hinnoiteltiin Lehto Hyvinvointi-tilat Oy:n sopimuskumppanien ja hankintatiimiltä saaduilla hinnoilla.

Kustannuksia on hankala määrittää tarkkaan, koska ne sisältävät huomattavan määrän muuttujia. Pelkästään työn hinta voi muuttua, kun mennään paikkakunnasta toiseen. Sitten on rahdit, materiaalien ja kylpyhuonemoduulin, joihin vaikuttaa rahdin pituus. Kylpyhuonemoduulissa tarvitaan nosturia asennustyössä ja nosturin valintaan vaikuttaa

muut työmaatekniset asiat kuten esimerkiksi noston pituus, nosturin muu käyttö ja ton-
tin ahtaus. Taulukossa 1 näkyy huomioita kustannuslaskelman tekemisessä.

Taulukko 1. Kustannuslaskelman huomiot. Lähde Marko Lehtonen

Huomiot	Kylpyhuonemuoduli	Paikallarakennettu kylpy- huone
Kylpyhuonemuodulin rahti	Tehtaalta pääkaupunki- seudulle. Km-hinnoittelu	-
Myyntihinta	Tehdas määrittänyt	-
Materiaalit	Sisältyy hintaan	Kyllä. Sopimushinnat
Materiaalien rahdit	Sisältyy hintaan	Ei huomioitu
Rakennustyöt	Sisältyy hintaan	Tuntihinta (pk-seutu) ja so- pimuskumppanien urakat
LVIS-työt	Sisältyy hintaan	Tuntihinta (pk-seutu)
Työmenekit	Sisältyy hintaan	Aikataulukirja 2016 T3-ajat
Nosturi	Ei huomioitu	Ei huomioitu
Asennusaika	2h	-
Betonilaatta	Sisältyy hintaan	Materiaalit + urakka
Väliseinät	Sisältyy hintaan	Materiaalit + tuntityö
Vedeneristys ja laatoi- tus	Sisältyy hintaan	Materiaalit + urakka
Lattiapäällyste	Sisältyy hintaan	Materiaalit + urakka
Kalusteet ja varusteet	Sisältyy hintaan	Materiaalit + tuntityö
LVIS-työt	Sisältyy hintaan	Materiaalit + tuntityö
Loppusiivous	Sisältyy hintaan	Tuntityö

8 Tulokset

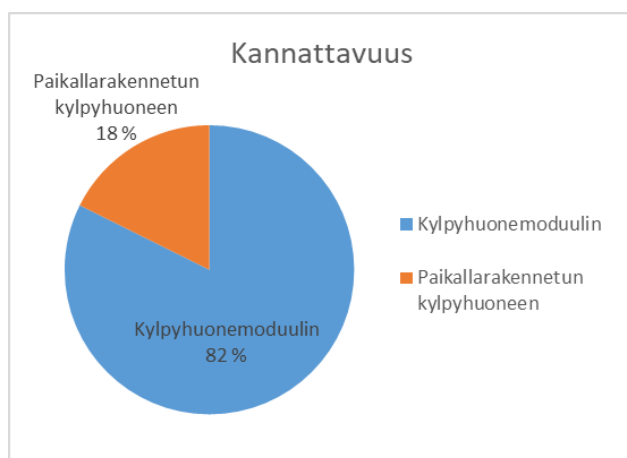
Työmaalla koetaan kylpyhuonemuodulin laatu kokonaisuudessaan paremmaksi kuin paikallarakennetun kylpyhuoneen. Tähän vaikuttaa muun muassa kylpyhuonemuodulin tasainen laatu, tehdasolosuhteissa rakennettu ja viemäreiden sijoitus. Kylpyhuonemuodulin laatuongelmat ilmenevät asennuksen jälkeen tai myöhemmin lähellä luovutusta. Laatuongelmat voivat olla rakenteellisia tai esteettisiä. Merkittävä rakenteellinen laatuongelma, jota on työmailla tullut vastaan, on kylpyhuonemuodulin painuminen ja siitä aiheutuneet halkeamat seinälaatoissa ja esteettömyysongelmat kynnyseratkaisuissa. Esteettiset laatuongelmat liittyvät muun muassa laastiroiskeisiin muovimaton ylösnostoissa ja varusteiden sijoitteluun.

Työmaatoimihenkilöiden kyselylomakkeen vastauksista nousi selvästi esille kylpyhuonemuodulien ongelmista varusteiden ja/tai kalusteiden puutteet, seinälaattojen halkeilut sekä kylpyhuonemuodulien painuminen. Myös kylpyhuonemuodulien huono suojaus on aiheuttanut ongelmia työmailla. Paikallarakennetun kylpyhuoneen ongelmista nousi esiin laatoituksen taso, pohjien oikaisut ja viemäreiden väärät sijainnit.

Vastaajista 94% oli sitä mieltä, että kylpyhuonemuodulit nopeuttavat työmaan valmistamista. Lisäksi tehtaalla valmistaminen oli positiivista rakenteen laadun ja kuivumisen kannalta. Paikallarakennettavan kylpyhuoneen hyväksi puoliaksi koettiin muun muassa työmaan vaikuttaminen laatuun, esteettömyysvaatimusten toteuttaminen, pintabetonoinnin halkeamien hallinta ja palokatkojen toteuttaminen.

Kylpyhuonemuodulien toimitusviiveet ja kynnysten esteettömyysvaatimukset aiheuttivat eniten aikatauluviiveitä työmailla. Paikallarakennettujen kylpyhuoneiden aikatauluviiveitä aiheutui mm. betonilaatan kuivumisesta, tavarantoimittajien / urakoitsijoiden puutteista ja rakentamisen hitaudesta / monivaiheisuudesta.

Kyselykaavakkeeseen vastanneista 82% pitää kylpyhuonemoduulia kannattavampana kuin paikallarakennettua kylpyhuonetta (kuva 16).



Kuva 16. Kuvaaja kylpyhuonetyypin kannattavuudesta. Lähde Marko Lehtonen

Kustannuksista ei saatu kunnollista vertailudataa, koska paikallarakennettävän kylpyhuoneen kustannukset vaihtelevat projekteittain, niissä olevien muuttujien vaikutuksista. Oleellinen muuttuja on urakat ja niiden sisällöt, jotka vaihtelevat projekteittain ja joissain esimerkiksi väliseinät tehdään tuntityönä ja toisessa urakkana. Myös kylpyhuonemoduulissa on muuttujia. Näitä ovat nosturin käyttö ja asennustyö sekä rahdin hinta, johon vaikuttaa matkan pituus.

Materiaalimenekki voidaan pitää samana, mutta tässäkin kylpyhuonemoduulissa on hyvät puolensa. Tehtaalla materiaalimenekkiä on helpompi kontrolloida, kun taas työmaalla ylimääräinen materiaali hyvin todennäköisesti menee jätteeksi.

Teoreettinen tilanne, jossa kylpyhuonemoduulin ja paikallarakennettävän kylpyhuoneen työt sujuvat työmaalla ilman häiriöitä, voidaan kylpyhuonemoduulia käyttämällä saavuttaa noin 4%:n kustannushyöty.

Vuoden 2018 uudet rakentamismääräykset esteettömyyden osalta on aiheuttanut Lehdon kylpyhuonemoduulin uudelleen mitoittamista. Lisäksi hoivakotikohteissa on asuntoa tulkittu eri tavalla. Tämä vaikuttaa tilan ääneneristysvaatimukseen. Mikäli kyseessä on asuinhuone, joita hoivakohteissa yleensä tehdään, niin kylpyhuonemoduuli täyttää ääneneristysvaatimuksen, mutta mikäli asuintila tulkitaan asuinhuoneistoksi, niin kylpyhuonemoduuli ei täytä ääneneristysvaatimuksia.

Osa-alue	Hyödyt Riskit Huomioit	Kylpyhuonemoduuli	Paikallarakennettu kylpyhuone
A i k a t a u l u	Hyödyt	Nopeampi	Joustava mahdollisille muutoksille
	Riskit	Toimitusviiveet	Työvaiheen myöhästyminen
Huomioita	Valmistus ajoissa tehtaalla	Työvaiheiden realistinen aikatauluttaminen	
L a a t u	Hyödyt	Vähentää pölyä, melua ja materiaalilogistiikkaa työmaalla	Asiakkaan vaikutus kokoon ja sisältöön
		Viemäreiden mitoitus	Mahdollisiin mittapoikkeamiin vaikuttaminen
	Riskit	Työturvallisuus asennuksen aikana	Viemäreiden mitoittamisen tarkkuus
		Kaluste- ja varuste puutteet	Eri laatutaso kylpyhuoneiden välillä
Huomioita	Ei varastointia työmaalla	Kalusteiden / varusteiden kiinnityspuut	
	Kuljetuksen aikainen ja asennuksen jälkeinen suojaus	Kiinnityslaastien pultsaus ylösnostoissa	
K u s t a n n u k s e t	Hyödyt	Vakiohintaa	Helpompi muutostöille
	Riskit	Kuljetusvauriot	Työvirheet
Huomiot	Rahti	Urakan sisältö ja urakkarajat	

Kuva 17. Työn tulosten pohjalta syntyneen taulukon raakaversio. Lähde Marko Lehtonen

Työn tulosten pohjalta syntyi taulukko (kuva 17), jossa on jaoteltu työn tavoitteet osa-alueisiin ja jokaiselle osa-alueelle mietitty hyötyjä, riskejä sekä huomioita.

9 Yhteenveto

Rakentamisen sarjatuotannosta alettiin Suomessa puhumaan jo 1900-luvun alussa, mutta ensimmäinen merkittävä kehitys tapahtui vasta 1940- ja 1950-luvun vaihteessa, kun tuli betonielementit. Moduulirakentaminen on alkanut pikkuhiljaa lisääntymään rakennusliikkeiden keskuudessa. Moduulirakentamisen toivotaan lisäävän rakennusalan tuottavuutta.

Tässä työssä verrattiin paikallarakennetun kylpyhuoneen ja kylpyhuonemoduulin laatua, aikataulua ja kustannuksia keskenään. Laatu, aikataulu ja kustannukset ovat tuotannonohjauksen tärkeimmät osa-alueet. Lisäksi selvitettiin miten esteettömyysmääräykset ovat muuttuneet liikkumis- ja toimimisesteisessä kylpyhuoneessa vuoden 2018 uusien rakentamismääräysten myötä.

Tulosten saamiseksi haastateltiin Lehto Hyvinvointitilat Oy:n toimihenkilöitä ja suunnittelijoita. Tutustuttiin myös Oulaisten tehtaaseen, jossa valmistetaan kylpyhuonemoduuleja. Paikallarakennetun kylpyhuoneen osalta tehtiin kustannuslaskelma, jota verrattiin kylpyhuonemoduulin kustannuksiin.

Paikallarakennetussa kylpyhuoneessa ilmeni enemmän riskejä tutkimuksen kaikilla osa-alueilla verrattuna kylpyhuonemoduuliin. Tehtaalla olevat hyvät olosuhteet takaavat tasaista laatua kylpyhuonemoduuleille ja työmaalla olevia riskejä pystytään eliminimaan. Aikataulu oli selvin hyöty mitä kylpyhuonemoduulilla saavutetaan. Laatuvirheitä ilmeni molemmissa kylpyhuonetyypeissä.

Kustannusten osalta oli hankalaa todeta, kumpi tulee työmaatuotannon kannalta kannattavammaksi ja paljonko. Vaikuttavia asioita ilmeni huomattava määrä. Paikallarakennettavassa kylpyhuoneessa suurin muuttuja oli työn hinta. Myös kylpyhuonemoduulin rahdin pituus vaikutti kustannuksiin. Kustannusten vertailussa saatiin teoreettiseksi kustannushyödyksi noin 4% kylpyhuonemoduulia käytettäessä.

10 Pohdinta

Työn tulosten pohjalta pidän kylpyhuonemoduulia kokonaisuudessaan kannattavampana vaihtoehtona. Asennusteknisiä ongelmia on ollut, mutta kun ne saadaan ratkaistua, niin paikallarakennettava kylpyhuone ei vedä vertoja kylpyhuonemoduulille. Toimihenkilöiden kyselyssä nousi yllättävän monia samoja ongelmia vastaajien kesken kylpyhuonemoduuleissa, joista merkittävimmät liittyivät kylpyhuonemoduulin painumiseen asennuksen jälkeen ja sen myötä tuleviin ongelmiin ja kustannuksiin. Jotta näitä ongelmia ei tulisi, täytyy löytää toimiva perusratkaisu. Varteenotettavia vaihtoehtoja ovat ontelolaatta-alapohja tai harkkoperustus kylpyhuonemoduulin kohdalla, mikäli alapohja on suunniteltu maanvaraisena.

Jotta samojen virheiden toistuminen vältettäisiin, tarvitaan ohjeistus toimintatavoista. Myös tiedon pitää liikkua eteenpäin, kun virhe ilmenee. Näin voidaan välttää saman virheen toistuminen.

Kylpyhuonemoduulia käytettäessä, on työmaan tavoitearvio yksinkertaisempi tehdä, kun ei tarvitse laskea kylpyhuoneen sisältämiä urakoita. Tässä on tietenkin huomioitava kylpyhuonemoduulin rahti ja asennus. Tarkastelin työssä rakennuspaikana pääkaupunkiseutua, koska koen, että työn hinta on korkeampi siellä kuin muualla Suomessa. Lisäksi kylpyhuonemoduulin rahti tehtaalta pääkaupunkiseudulle on varsin pitkä, joka toi lisäkustannuksia kylpyhuonemoduuliin. Paikallarakennettava kylpyhuone sisältää riskejä, jotka voidaan eliminoida kylpyhuonemoduulia käytettäessä. Hoiva- ja palvelutaloissa vakiomallinen kylpyhuone toimii hyvin, mutta jos asiakas haluaa uniikkia, niin silloin paikallarakennettava kylpyhuone on parempi vaihtoehto.

Paikallarakennettavan kylpyhuoneen loppukustannuksista oli hankala saada tarkkaa tietoa, mutta koen, että kylpyhuonemoduulilla saavutetaan myös kustannussäästöjä. Lopputuotteessa ei kuitenkaan aina kannata pitää sen kustannuksia tärkeimpänä kriteerinä vaan kokonaisuus ratkaisee. Kylpyhuonemoduulilla saavutetaan ajallisia sekä laadullisia hyötyjä, jotka ratkaisevat kylpyhuonemoduulin kannattavuuden.

Vaikka kustannuksista ei saatu tarkkaa tietoa, mielestäni tutkimustyön tavoitteet saavutettiin melko hyvin. Lisäksi tuloksista syntynyt taulukko on konkreettinen työkalu, jota voi yrityksessä hyödyntää. Ideana on, että taulukkoa täydennetään ajan mittaan, kun

ilmenee uusia asioita. Taulukko toimii apuna suunnitteluvaiheessa sekä työmaan tuotannon suunnittelussa ja ohjauksessa.

Kyselyssä Lehdon työntekijät vastasivat innokkaammin kylpyhuonemoduuliin koskeviin kysymyksiin hyvässä ja pahassa ja näen asian niin, että he uskovat Lehdon esivalmistettujen tuotteiden käytön kannattavuuteen.

Uudet voimaantulleet rakentamismääräykset esteettömyyden osalta olivat paha takaisku Lehdon kylpyhuonemoduulien käytölle hoiva- ja palvelukohteissa, koska pyörähäydysympyrä ei täytä määräystä. Parhaillaan on menossa suunnittelutyö Lehto Hyvinvointitilat Oy:n ja Lehto Components Oy:n välillä, jotta tuotantoon saadaan uusi kylpyhuonemoduuli, joka täyttää uudet rakentamismääräykset. Lisäksi luulen, että tämän hetken poliittiset vaikutukset, muun muassa soten kaatuminen, vähentää hoiva- ja palvelutalojen rakentamista toistaiseksi. Tämä on hyvä hetki kylpyhuonemoduulin suunnittelutyölle ja sen asennustekniikan kehittämiseen.

Lähteet

- 1 Lehto Group Oyj. 2018. Vuosikertomus 2018. Viitattu 9.3.2019.
https://lehto.fi/wp-content/uploads/2019/03/lehto_vuosikertomus_2018-1.pdf
- 2 Standertskjöld E. 2008. Halpoja koteja kaikille: Puisten tyyppitalojen ja teollisen sarjavalmistuksen varhaisvaiheita Suomessa. Rakennustieto Oy. Viitattu 6.3.2019. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK090703.pdf>
- 3 Puutalo Oy. Arkkitehtuurimuseo. Viitattu 6.3.2019. <http://www.mfa.fi/puutalo>
- 4 Elementtirakentamisen historia. Viitattu 6.3.2019.
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/valmisosarakentaminen/elementtirakentamisen-historia>
- 5 Heräjärvi H. 2012. Puun uudet mahdollisuudet rakentamisessa. Metla. Viitattu 6.3.2019. http://www.metla.fi/tapahtumat/2012/puu-valiseminaari/pdf/04_Herajarvi2.pdf
- 6 Herrala O. 2018. Moduulirakentaminen yleistyy työmailla – Rakentamisen parjattu laatu paranee. Kauppalehti. Viitattu 19.2.2019.
<https://www.kauppalehti.fi/uutiset/moduulirakentaminen-yleistyy-tyomaille-rakentamisen-parjattu-laatu-paranee/0ddc8865-1ff1-3e45-ac58-313d7ec20ffb>
- 7 Mikä Moduulirakentaminen. Solid House Magazine. Viitattu 5.3.2019.
<https://solidhousemagazine.fi/mika-moduulirakentaminen/>
- 8 Talopakettien rakentaminen. Muurametalot. Viitattu 23.2.2019.
<https://www.muurametalot.fi/valmistalot/talosi-toteutus/>
- 9 Mäkikyrö T. 2017. Betonirakentamisen laatuketju kuntoon, taustalla vuoden 2016 lujuuskadot. Rakennusteollisuus.
- 10 Lohilahti O. & Mölsä S. 2017. Rakennusalalla työn tuottavuus ei ole kasvanut 40 vuodessa – onko allianssista tai leanista apua. Rakennuslehti. Viitattu 26.3.2019. <https://www.rakennuslehti.fi/2017/09/rakennusalalla-tyon-tuottavuus-ei-ole-kasvanut-40-vuodessa-onko-allianssista-tai-leanista-apua/>
- 11 Ratu KI-6020. 2010. Rakentamisen tuotantotekniikka. Rakennustieto Oy.
- 12 Ratu KI-6029. 2016. Rakennustöiden laatu 2017. Rakennustieto Oy.
- 13 Ratu KI-6028. 2015. Aikataulukirja 2016. Rakennustieto Oy.

- 14 Ratu KI-6033. 2018. Rakennushankkeen kustannushallinta. Rakennustieto Oy.
- 15 Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2016. Ympäristöministeriö. Viitattu 28.3.2019. <https://www.ym.fi/rakentamismaarayskokoelma>
- 16 Ympäristöministeriön ohje rakennuksen esteettömyydestä. 2018. Ympäristöministeriö. Viitattu 8.1.2019. https://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Esteettomyys
- 17 Wäre-Åkerblom S. Esteetön wc- ja pesutilaopas. Invalidiliiton esteettömyyskeskus. Viitattu 23.2.2019. https://drive.google.com/file/d/1R176cFRNWFA-hM_DVaNAiTcnkxtBad0F/view
- 18 Näin syntyi Lehto Group. Lehto. Viitattu 19.2.2019. <https://lehto.fi/yritys/historia/>
- 19 Talousohjattu rakentaminen lyhyesti. Lehto. Viitattu 19.2.2019. <https://lehto.fi/yritys/talousohjattu-rakentaminen/>
- 20 Ympäristöministeriön asetus asuin-, majoitus- ja työtiloista 8§. 2017. Viitattu 19.2.2019. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171008#Pidp446175888>
- 21 RT 84-11166 Märkätilojen rakenteet. 2014. Rakennustieto Oy.
- 22 Savukoski H. Suunnittelujohtaja, Lehto Hyvinvointitilat Oy. Sähköpostihaastattelu 11.3.2019.
- 23 Lauriala S. Arkkitehti, Lehto Hyvinvointitilat Oy. Sähköpostihaastattelu 12.3.2019.

Toimihenkilöiden kyselylomake

1. Millaisia ongelmia olet kohdannut kylpyhuonemuoduulessa?
2. Millaisia ongelmia olet kohdannut paikallarakennetuissa kylpyhuoneissa?
3. Mitä hyviä puolia näet kylpyhuonemuoduulessa?
4. Mitä hyviä puolia näet paikallarakennetuissa kylpyhuoneissa?
5. Onko kylpyhuonemuoduulessa aiheutunut viivästyksiä työmaan aikatauluun?
6. Jos on, niin mistä johtuen?
7. Onko paikallarakennetuista kylpyhuoneista aiheutunut viivästyksiä työmaan aikatauluun?
8. Jos on, niin mistä johtuen?
9. Onko kylpyhuonemuoduulessa ollut laatuvirheitä?
10. Jos on, niin millaisia?
11. Onko paikallarakennetuissa kylpyhuoneissa ollut laatuvirheitä?
12. Jos on, niin millaisia?
13. Onko työmaalle tullut yllättäviä kustannuksia kylpyhuonemuoduulessa?
14. Jos on, niin mistä johtuen?
15. Onko työmaalle tullut yllättäviä kustannuksia paikallarakennetuista kylpyhuoneista?
16. Jos on, niin mistä johtuen?
17. Muuta sanottavaa kylpyhuonemuoduulessa?
18. Muuta sanottavaa paikallarakennetuista kylpyhuoneista?
19. Kumman koet kannattavammaksi