

Linda Palo

**PAIKALLA RAKENNETUN JA ELEMENTTINÄ TOTEUTETUN KYLPYHUONEEN
VERTAILU**

**PAIKALLA RAKENNETUN JA ELEMENTTINÄ TOTEUTETUN KYLPYHUONEEN
VERTAILU**

Linda Palo
Opinnäytetyö
Kevät 2021
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, talonrakennustekniikan suuntautumisvaihtoehto

Tekijä: Linda Palo

Opinnäytetyön nimi: Paikalla rakennetun ja elementtinä toteutetun kylpyhuoneen vertailu

Työn ohjaaja: Juha Pennanen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2021

Sivumäärä: 24 + 2 liitettä

Kylpyhuone on rakennuksen yksi haastavimmista, aikaa vievimmistä ja kalleimmista tiloista. Kylpyhuone-elementti on tehdasoloissa täysin valmiiksi tehty tilaelementti, joka kuljetetaan tehtaalta työmaalle ja asennetaan paikoilleen nostokoneen avulla. Kylpyhuone-elementtiä voidaan käyttää paikalla rakennetun kylpyhuoneen sijasta.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, kannattaako tilaajayrityksen alkaa valmistaa ja käyttää kylpyhuone-elementtejä tulevaisuuden rakennuskohteissaan. Aihetta tarkasteltiin erityisesti tuotannon näkökulmasta. Työ toteutettiin käymällä kummankin toteutustavan tuotantoprosessit läpi, kokoamalla yhteen molempien tapojen edut ja ongelmat sekä tekemällä esimerkkilaskelmat. Näiden pohjalta tehtiin loppupäätelmät toteutustavan valintaan vaikuttavista tekijöistä ja kannattavuudesta.

Opinnäytetyössä todettiin, että kumpikaan opinnäytetyössä vertailuista tuotantotavoista ei ole suoraan toista parempi vaan valinta tulee tehdä aina kohdekohtaisesti. Paikalla rakentamisen suurin hyöty on helppo muokattavuus rakennusvaiheessa. Sen sijaan elementtien käyttö nopeuttaa työmaavaihetta ja helpottaa aikataulutusta. Opinnäytetyössä tehtyjen laskelmien perusteella elementtien käyttö olisi taloudellisesti kannattavampaa.

Asiasanat: kylpyhuone, märkätilat, kylpyhuone-elementti, kylpyhuonemoduuli

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Civil Engineering, Option of House Building Engineering

Author: Linda Palo

Title of thesis: Comparison of Built-in-Place and Prefabricated Bathroom

Supervisor: Juha Pennanen

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2021

Number of pages: 24 + 2 appendices

Bathroom is one of the most challenging, time-consuming and expensive spaces in a building. A prefabricated bathroom is a completely finished module that is transported to a construction site from a factory and installed on its place by a lifting machine. A prefabricated bathroom can be used instead of a built-in-place bathroom.

The objective of this thesis was to find out if the company that commissioned this study should start manufacturing and using prefabricated bathrooms in their future building projects. The subject was examined particularly from the perspective of manufacturing.

The study was executed by going through both manufacturing processes, listing advantages and disadvantages of both methods and making example calculations. Based on the results, conclusions were made about the factors that have an effect on the choice between the methods and their profitability.

The final results of this thesis were that neither of the methods that were compared is better than the other. The choice must be done separately for every project. The biggest benefit of building-in-place is formability in the building stage. Last-minute changes (e.g. surface materials) cannot be done when using prefabricated bathrooms. Using modules instead of built-in-place bathrooms speeds up the building stage and eases scheduling. From the financial perspective using modules seems to be a more profitable method in the example project.

Keywords: prefabricated bathroom, built-in-place bathroom, module, box element

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	KYLPYHUONE RAKENNUKSEN OSANA.....	7
2.1	Paikalla rakennettu kylpyhuone	7
2.2	Kylpyhuone-elementti	8
3	ELEMENTTIEN TUOTANTO	10
3.1	Tuotantotilat.....	10
3.2	Kylpyhuone-elementin tuotantoprosessi.....	11
4	KYLPYHUONEIDEN TOTEUTUSTAPOJEN EROAVAISUUDET	13
4.1	Rakentamisen aikataulu	13
4.2	Turvallisuus	14
4.3	Tarvittavat resurssit.....	14
4.4	Olosuhteet.....	15
4.5	Tehokkuus.....	15
4.6	Riskit	16
5	KUSTANNUSTEN VERTAILU ESIMERKKIKOHTEESSA.....	17
5.1	Säästöt elementtejä käytettäessä.....	18
5.2	Lisäkulut elementtejä käytettäessä.....	19
5.3	Muita huomioita laskelmista	19
6	YHTEENVETO	21
	LÄHTEET.....	23
	LIITTEET	25

1 JOHDANTO

Kylpyhuone on toteutukseltaan yksi vaativimmista, kalleimmista ja aikaa vievimmistä tiloista asuinrakentamisessa. Perinteisesti kylpyhuoneet on toteutettu paikallaan rakentaen työmaalla. Tekniikan ja nostolaitteiden kehittyessä on alettu hyödyntämään tehdasoloissa rakennettuja kylpyhuoneelementtejä, jotka kuljetetaan pintamateriaaleja ja kalusteita myöten valmiina työmaalle ja nostetaan paikoilleen. Tämä nopeuttaa rakentamisvaihetta huomattavasti.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on vertailla kahta kylpyhuoneen rakentamismenetelmää tuotannon näkökulmasta. Pääpaino tulee olemaan kustannustehokkuuden tarkastelussa. Vertailtavat menetelmät ovat perinteinen paikalla rakennettu kylpyhuone ja tilaelementtinä tehdasolosuhteissa rakennettu kylpyhuone-elementti. Tavoitteena on selvittää, kannattaako tilaajayrityksen alkaa valmistaa omassa hallissaan kylpyhuone-elementtejä ja käyttää niitä tulevilla kohteissaan.

Työssä perehdytään näiden kahden rakentamismenetelmän eroavaisuuksiin. Sen jälkeen laskeaan arvioidut työkustannuslaskelmat kummallekin vaihtoehdolle. Näiden pohjalta tehdään loppupäätelmät, kumpi menetelmä on kannattavampi ja mitä asioita tulee ottaa huomioon, kun valitaan kunkin kohteen kylpyhuoneiden toteutusmenetelmää.

Työn tilaaja on rovaniemeläinen rakennusyritys MY-Insinöörit Oy. Yrityksellä on 40 vuoden kokemus sekä uudis- että korjausrakentamisesta. Viime vuosina yrityksen tuotanto on painottunut teollisuus-, korjaus- ja matkailurakentamiseen. Yritys rakentaa myös rivi- ja pientaloja.

2 KYLPYHUONE RAKENNUKSEN OSANA

Kylpyhuone luokitellaan märkätilaksi. Märkätilaksi luetaan tilat, joissa lattia altistuu vedelle ja seinille voi roiskua tai tiivistyä vettä. (1, s. 1.)

Kylpyhuone on haastava osa rakennusta ja määrittää usein urakan valmistumista. Rakennuksen kylpyhuoneiden rakentaminen täytyykin aikatauluttaa tarkasti, jotta valmistuminen ei myöhästyisi sen takia. (2, s. 2.)

Kylpyhuoneen rakentamisaikaan vaikuttavat työvaiheiden määrä, useiden eri ammattilaisten tarve ja tarkat määräykset ja laatuvaatimukset. Työvaiheita ovat mm. pintabetonointi, tasoitetyöt, vedeneristys, laatoitus ja kalusteiden asennus. Rakennustöiden lisäksi kylpyhuoneessa on paljon putki- ja sähkötöitä, jotka vievät aikaa. Myös materiaalien kuivumisajat tulee ottaa huomioon aikataulua tehtäessä. (2, s. 2; 3, s. 19.)

Kylpyhuoneiden rakentamista määrittävät tarkat määräykset ja laatuvaatimukset. Ympäristöministeriön asetuksessa rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta asetetaan vaatimuksia märkätilojen rakenteille, veden- ja kosteudeneristykselle ja lattiavesien ohjaukselle lattiakaivoon. Sen mukaan märkätilaa ympäröiviin rakenteisiin ei saa päästä kosteutta valumalla tai kapillaarisesti. Jotta vesi ei pääsisi ympäröiviin rakenteisiin, tulee valuvälle vedelle, toistuvalla roiskevedelle ja tiivistyväälle kosteudelle alttiiden pintojen takana olevat rakenteet vesieristää. Käytännössä tämä tarkoittaa, että kylpyhuoneessa vesieristys tarvitaan lattiaan ja seiniin. Löylyhuoneessa ja erillisessä wc-tilassa riittää lattian vesieristäminen. Kaikkien märkätilojen kattojen tulee kestää roiskevettä sekä ajoittaista korkeaa ilman kosteuspitoisuutta ja veden tiivistymistä kattopinnoille. (4, 28 §, 29 §.)

2.1 Paikalla rakennettu kylpyhuone

Tavallisesti kylpyhuoneet rakennetaan paikalleen irtomateriaaleista. Jotta kylpyhuoneita voidaan alkaa työstää, rakennuksen rungon, vesikaton, pohjalaatan ja väliseinien tulee olla valmiina. (2, s. 1.)

Kun taloa aletaan rakentaa, ensimmäisenä tehdään talon perustukset eli sokkelit. Sokkelin sisään tehdään sisätäyttö. Sokkeleiden päälle rakennetaan talon runko ja rungon päälle vesikatto. Kun sisätilat ovat säältä suojassa, voidaan aloittaa pohjalaatan teko. (5, s. 4; 6, s. 6.)

Ennen pohjalaatan valua lattian alle asennetaan viemäröinnit ja putkitukset. Sen jälkeen lattia eristetään ja raudoitetaan ja lattiakaivot asennetaan oikeille paikoille. Jos kohteeseen on tulossa lattialämmitys, sen putkitukset tai kaapeloinnit asennetaan ennen valua. Kun nämä työvaiheet ovat valmiit, suoritetaan lattiavalu. Kylpyhuoneen kohdalle tehdään pohjalaatan betonoinnin yhteydessä kallistukset. (7, s. 19.)

Kun pohjalaatta on tarpeeksi kuivunut, lattia hiotaan sekä kylpyhuoneen kallistukset tarkistetaan ja tarvittaessa korjataan. Seuraava työvaihe on väliseinien runkojen pystytys ja levytys. Myös kylpyhuoneen seinät pystytetään tässä vaiheessa. (8.)

Lattialaatan kuivuttua kylpyhuoneen seinät ja lattia vesieristetään ja laatoitetaan. Saunan seiniin asennetaan lisäeristys, höyrynsulku, koolaus ja lauteiden kiinnitys ennen panelointia. Seinien jälkeen asennetaan alakaton runko ja panelointi. (8.)

Seuraava työvaihe pintamateriaalien jälkeen on kalusteiden asennus. Asennettavia kalusteita ovat saunan lauteet, WC-istuin, pesuallas, suihku, suihkuseinä, kaapistot, kiuas, valaisimet ja ovet. Kohteesta riippuen asennettavana voi olla myös pyykkikone ja kuivausrumpu. (8.)

Viimeinen työvaihe on viimeistely ja siivous. Laatoitusten ja kalusteiden saumat viimeistellään siliikonilla. Seinien ja alakaton sauma listoitetaan. Kun kylpyhuone on täysin valmis ja tarkistettu, suoritetaan loppusiivous. (8.)

2.2 Kylpyhuone-elementti

Kylpyhuone-elementti on tehdasoloissa valmiiksi rakennettu tilamoduuli, jossa ovat valmiina rakenteet, pintamateriaalit, talotekniikka ja kalusteet. Yleensä tilaelementin pohjarakenne on betonia. Seinä- ja kattorakenteissa on enemmän vaihtelua. Usein niistä tehdään kevytrakenteisia (kuva 1), mutta myös kokonaan betonirakenteisia moduuleja valmistetaan. (9.)



KUVA 1. Kylpyhuone-elementti (10)

Työmaan näkökulmasta perinteiseen kylpyhuoneiden rakentamiseen verrattuna elementtien käyttäminen on huomattavasti nopeampaa. Työmaalla tehtäväksi jäävät ainoastaan elementin asennus paikoilleen, talotekniikan kytkeminen, elementin juottaminen pohjalaattaan sekä lopuksi suojauksien poisto ja loppusiivous. (3, s. 17–18.)

Elementti kuljetetaan hyvin suojattuna ja tuettuna tehtaalta työmaalle yleensä asennuspäivänä. Moduuli lasketaan paikoilleen nosturilla, jonka nostokapasiteetti riittää elementin massalle. Asennustapoja on kaksi: kololaatta ja kuiluasennus. Kololaatalle asennettaessa pohjalaattaan on jätetty kolo elementtiä varten. Kuiluasennuksessa sen sijaan useissa kerroksissa sijaitsevat kylpyhuoneet on suunniteltu päällekkäin ja niiden asennusta varten on jätetty koko rakennuksen läpi kulkeva kuilu. Alimman kerroksen kylpyhuonemoduuli lasketaan ensin yläkautta paikoilleen ja sen jälkeen muut kerrokset järjestyksessä. Pienkerrostalossa kuiluasennusta käytettäessä koko talon kylpyhuoneet on mahdollista asentaa yhden päivän aikana. (11.)

3 ELEMENTTIEN TUOTANTO

Tilajayrityksellä on tarkoituksenaan alkaa valmistaa kylpyhuone-elementtejä omassa hallissaan ja käyttää niitä tulevissa kohteissaan. Elementtituotantoon perehdyttäessä esimerkkikohteena käytettiin heidän seuraavaa kohdettaan, joka on yksikerroksinen kymmenen asunnon rivitalo. Asuntoihin on tulossa noin 8,3 m²:n kokoiset kylpyhuoneet saunalla.

3.1 Tuotantotilat

MY-Insinöörit Oy on ennenkin esivalmistellut työmaavaihetta hallissa tehdyillä elementeillä, jotka ovat olleet puusta, betonista tai teräksestä valmistettuja. Elementit ovat olleet muun muassa seinä-, katto-, sokkeli- ja tilaelementtejä (kuva 2). Asuntotuotannossa käytettäviä kylpyhuone-elementtejä ei sen sijaan ole aiemmin vielä valmistettu.



KUVA 2. Seinäelementtien asennus (12)

Yrityksen halli on kooltaan noin 1 200 m², joten siellä on hyvin tilaa valmistaa yhtä aikaa useita elementtejä (13). Hallista löytyy valmiina tarvittavat välineet, kuten siltanosturi, elementtipöydät, betonin nostoastia, paineilmaputkisto, betonin täryttimiä ja muut tarvittavat työkalut. Yrityksellä ovat siis hyvät valmiudet elementtituotannon aloitukseen.

3.2 Kylpyhuone-elementin tuotantoprosessi

Luvussa 3.2 kuvataan kylpyhuone-elementin tuotannon vaiheet. Tiedot perustuvat MY-Insinööri Oy:n sisäiseen tietoon ja käytännön työkokemukseen elementtien valmistamisesta.

Kylpyhuone-elementin valmistaminen hallissa aloitetaan tekemällä vanerista muotti pohjalaatalle. Muotin pohjalle asennetaan viemäröinti, lattian eristeet ja lattiakaivot. Sen jälkeen laatta raudoitetaan ja asennetaan lattialämmitys. Tavallisten raudoitusten lisäksi laattaan asennetaan nostoa varren koukut ja lisäraudoitusta, jotta laatta kestää nostamisen. Kun laatta on eristetty ja raudoitettu, suoritetaan valu. Betonoinnin yhteydessä laattaan tehdään kylpyhuoneen kallistukset. Jos pohjalaattoja valetaan yksi päivässä, loppupäivä voidaan hyödyntää seinä- ja alakattoelementtien valmistukseen. Kun pohjalaatta on kuivunut tarpeeksi, muotti puretaan, laatta hiotaan, kallistukset tarkistetaan ja tarvittaessa korjataan.

Seinäelementit valmistetaan vaakatasossa. Ensin kootaan seinän runko puutavarasta. Seinään tulee kaksi nostopistettä, jotka tehdään yläpuun kolmannespisteisiin. Runkoon porataan nostoköysille reiät ja asennetaan köydet paikoilleen. Kun runko on valmis, pesuhuoneen seinä levytetään. Levyihin tehdään valmiiksi reiät talotekniikalle. Tämän jälkeen seinäelementti käännetään ja levytetään vielä toiselta puolelta. Saunan seinät tehdään samalla tekniikalla. Kun molemmat puolet ovat valmiina, elementti nostetaan siltanosturilla paikoilleen ja kiinnitetään pohjalaattaan.

Alakattoelementti valmistetaan niin ikään vaakatasossa. Ensin tehdään runko valmiiksi ja asennetaan nostoköydet. Alakattoelementtiin tulee kahden sijaan neljä nostopistettä, kumpaankin pitkään laitetaan kaksi kolmannespisteisiin. Rungon päälle asennetaan saunan kohdalle alumiinipaperi. Tämän jälkeen koko katto koolataan ja paneloidaan. Paneloinnin jälkeen elementti käännetään. Lopuksi saunan puoli lämpöeristetään. Tämän jälkeen elementti voidaan nostaa paikoilleen seinäelementtien päälle.

Kun elementissä ovat seinät ja alakatto paikoillaan, voidaan aloittaa sisävalmistustyöt. Tämä työvaihe tehdään samaan tapaan kuin paikalla rakennettaessa. Seinät ja lattia vesieristetään ja laatoitetaan, kalusteet asennetaan ja lopuksi kylpyhuone viimeistellään. Kun elementti on täysin valmis ja kuivunut, se suojataan huolellisesti säältä ja siirretään ulos odottamaan kuljetusta työmaalle.

Työmaalla elementtiä varten on jätetty kolo pohjalaattaan. Kun työvaihe on sopiva, elementti kuljetetaan kuorma-autolla työmaalle ja nostetaan esimerkiksi nosturiauton avulla paikoilleen. Nostotyössä sopiva työryhmän kokoonpano on kaksi rakennustyöntekijää ja nosturin kuljettaja. Yhden päivän aikana ehditään asentaa useita elementtejä paikoilleen. Kymmenen asunnon rivitalon kaikki kylpyhuoneet saadaan asennettua paikoilleen kolmessa päivässä.

Paikoilleen asennuksen jälkeen talotekniikka (eli lämmitys, vesijohdot, viemärit, ilmanvaihto ja sähkö) liitetään rakennuksen järjestelmiin. Sitten elementti juotosvaletaan rakennuksen alapohjaan.

4 KYLPYHUONEIDEN TOTEUTUSTAPOJEN EROAVAISUUDET

Opinnäytetyön seuraavassa vaiheessa vertailtiin paikalla rakennetun ja elementtinä toteutetun kylpyhuoneen toteutustapojen eroavaisuuksia ja punnittiin, ovatko elementin käyttöön liittyvät edut riskejä suurempia. Suurin hyöty elementtejä käytettäessä on aikataulutuksen helpottuminen, kun kylpyhuoneisiin työmaalla kuluva aika pienenee huomattavasti. Elementtien käytön suurimmat riskit liittyvät työturvallisuuteen ja elementtien noston- ja kuljetuksenkestävyyteen.

Luvuissa 4.1–4.6 tehtävä vertailu perustuu havaintoihin, jotka ovat tehty opinnäytetyöprosessin edetessä keväällä 2021. Prosessin aikana kirjattiin ylös kaikki mieleen tulleet huomiot aiheesta. Havaintoja on tehty myös aiemman työkokemuksen pohjalta vuosien 2017–2020 aikana.

4.1 Rakentamisen aikataulu

Yhteen kylpyhuoneeseen kuluva työaika työmaalla on työmenekkilaskelmien mukaan paikalla rakennettavassa noin kymmenen työvuoroa, kun taas elementin pohjatöihin, asennukseen ja juotosbetonointiin menee noin yksi työvuoro. Elementin käyttö siis nopeuttaa työmaalla tapahtuvaa rakennusaikaa kylpyhuoneiden osalta huomattavasti.

Elementtejä käytettäessä kylpyhuoneet voidaan valmistaa useita kuukausia aiemmin, joten työtä voidaan hajauttaa talvikuukausille. Usein rakennustyö tapahtuu kesäisin, koska olosuhteet ovat paremmat rakentamiselle silloin. Tämä voi olla rakennusyrytyksissä ongelmana, koska työntekijöille ei ole työtä talvelle. Lomauttaminen tai sen uhka vaikeuttaa työntekijöiden sitouttamista yritykseen. Töiden hajauttaminen talvelle vähentää myös kesällä tarvittavan lisätyövoiman tarvetta. Kesätyöntekijöiden palkkaaminen työllistää yrityksen johtoa ja on usein kallista.

Materiaalit täytyy tilata ja ostaa ennen kuin kylpyhuoneiden työstäminen voidaan aloittaa. Koska elementit valmistetaan ennen kuin työmaavaihe on alkanut, mahdolliset materiaalitoimitusten viivästykset eivät myöhästytä koko työmaata.

Työmaalla materiaalien ja työvälineiden siirtoja tulee paljon ja matkat ovat pidempiä kuin hallissa. Hallissa valmisteilla olevat elementit ovat lähekkäin, joten tarvikkeita ei tarvitse kuljettaa asunnosta toiseen. Vesi- ja työvälineidenpesupiste sekä sosiaalitulat ovat myös lähellä.

Viime hetken muutokset esimerkiksi pintamateriaaleihin eivät yleensä elementtejä käytettäessä onnistu, koska ne valmistetaan useita kuukausia etukäteen. Tämän takia elementtien käyttö ei ole kannattavaa kohteessa, jossa asunnon ostajille halutaan jättää paljon valinnanvaraa.

4.2 Turvallisuus

Kummassakin toteutustavassa on lähes samat rakennustyöhön liittyvät työturvallisuusriskit, kuten työkoneiden käyttö, pöly, putoaminen, kompastuminen, melu ja silmävaurioiden vaara. Hallissa työskenneltäessä tilaa on enemmän ja toiset työntekijät eivät aiheuta riskejä yhtä paljon kuin työmaalla työskenneltäessä.

Elementtien nostoihin liittyy työturvallisuusriskejä, joita ovat

- elementin putoaminen
- noston aikana elementin ja toisen kiinteän kappaleen väliin jääminen
- elementin alle jääminen
- elementin kaatuminen
- noston aikana elementin heilahtaminen esimerkiksi tuulen vaikutuksesta tai heijauksesta.

Näissä kaikissa seuraukset voivat olla hyvin vakavia. Riskejä voidaan minimoida työntekijöiden huolellisella perehdyttämisellä ja nostojen suunnittelemisella. Elementtien nostotöitä varten täytyy aina tehdä elementtien asennussuunnitelma.

4.3 Tarvittavat resurssit

Kylpyhuoneessa on paljon vaativia työvaiheita, kuten vedeneristeen levitys ja laatoitus. Elementtien asennuksessa ei tarvita yhtä paljon ammattitaitoa, joten työmaavaiheessa kokeneimmat työntekijät voidaan sijoittaa muihin tehtäviin.

Tilaelementtien siirtoon ja asennukseen tarvitaan nosturi- ja kuorma-autoa. Niiden käyttö aiheuttaa lisäkustannuksia. Lisäksi elementtien siirtelyyn hallissa tarvitaan siltanosturia, joka löytyy jo valmiina. Muuten tarvittava kalusto on kummassakin toteutustavassa sama.

Elementtien siirtoon tarvittava kalusto rajoittaa myös tilaelementin kokoa ja muotoa. Paikalla rakentaen kylpyhuoneesta voidaan tehdä monimuotoisempi ja isompi kuin elementillä. Tilaelementin täytyy kuljetuksen takia olla suorakulmainen.

4.4 Olosuhteet

Paikalla rakennettaessa rakennusmateriaaleja säilytetään usein ulkona suojapeitteen alla. Ulkona säilytettäessä kosteusolosuhteet ja lämpötila vaihtelevat. Tällöin on riski, että suojaus ei ole riittävä ja materiaalia menee pilalle ja hukkaa syntyy. Suojapeitteessä voi olla reikiä, vesi voi rankkasateella nousta kastelemaan materiaaleja, tuuli voi avata suojauksen ja sen jälkeen sade kastella materiaalit, rankkasade voi yllättää, jos suojaus on avattu käyttöä varten, tai kosteus voi kondensoitua peitteen alle ja kastella materiaalit. Hallissa varastoitaessa materiaalit ovat tasaisissa olosuhteissa säältä suojassa.

Hallissa työskenneltäessä olosuhteet ovat melko tasaiset. Tämä parantaa kuivumisaikojen ennustettavuutta, mikä taas helpottaa aikataulutusta. Olosuhteiden tasaisuus helpottaa työskentelyä, koska ei ole liian kuuma tai kylmä. Tällöin myös työteho pysyy tasaisena.

4.5 Tehokkuus

Kylpyhuoneen rakentamiseen tarvittavien materiaalien määrässä ei ole suurta eroa verrattaessa paikalla rakennettua ja elementtinä toteutettua kylpyhuonetta. Hallissa työskenneltäessä työtekniikoita voidaan hioa siten, että materiaalihukan pienenemiselle on potentiaalia. Esimerkiksi laatoitusta voitaisiin tehdä liukuhihnatyöskentelynä, joten laastijäämiä tulisi vähemmän tai halkaistuja laattoja voitaisiin hyödyntää seuraavassa elementissä.

Kylpyhuoneen valmistamiseen liittyy useita kuivumisaikoja, joita ovat esimerkiksi pohjalaatan, kallistusvalun, vedeneristeen ja laatoituksen kuivumiset. Näistä merkittävin on alapohjalaatan kuivuminen. Betonin kuivumisaikaan voidaan vaikuttaa valitsemalla tavallista nopeammin kuivuva betoni

ja oikeanlaisilla olosuhteilla (ilmankosteus ja lämpötila). Paikalla rakennettaessa kuivumisaikoja on haastavaa hyödyntää. Hallissa elementtejä valmistettaessa kuivumisajat ovat helpommin hyödynnettävissä. Esimerkiksi pohjalaatan kuivumista odotellessa voidaan valmistella seinä- tai alakattoelementtejä tai ensimmäisen elementin vedeneristeen kuivumista odotellessa edistää toista elementtiä joutumatta siirtämään työvälineitä pitkiä matkoja.

4.6 Riskit

Elementtien kuljetukseen ja varastointiin liittyy riskejä. Kuljetuksen tai nostojen aikana jotain voi hajota, jos elementti osuu johonkin tai rakenteet eivät kestäkään nostoa. Rakenteiden nostamisen kesto vaatii huolellista suunnittelua. Ulkona varastoinnin aikana suurin riski on kosteuden pääsy suojausten alle. Riskiä voidaan minimoida varastoimalla elementtejä katoksessa tai tekemällä suojauslaitteilla suojaus erityisen huolellisesti.

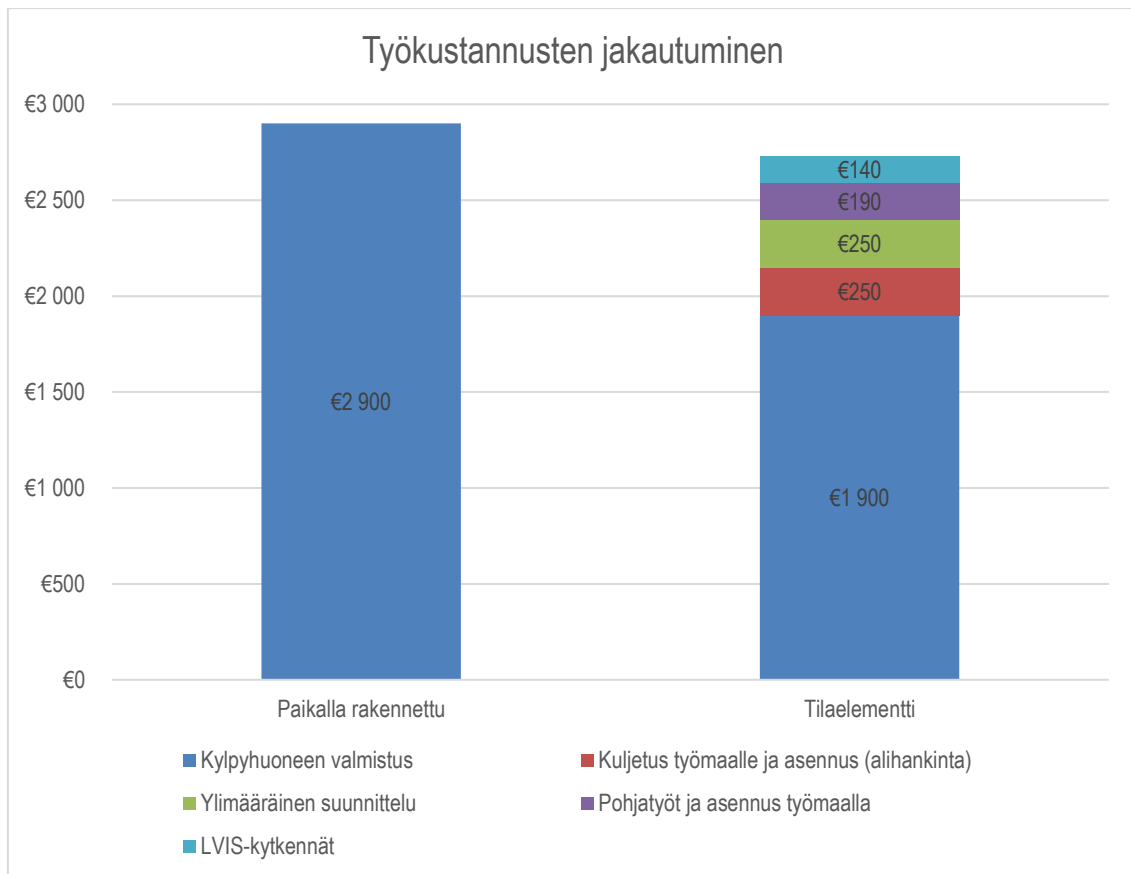
Kun elementti asennetaan paikoilleen työmaalla, kylpyhuoneen talotekniikka liitetään rakennuksen järjestelmiin. Riskinä on, että liitokset eivät onnistu. Riskiä voidaan minimoida huolellisella suunnittelulla. Erityisesti viemäröinti vaatii oikeanlaiset kaadot, joten siihen tulee kiinnittää erityistä huomiota.

5 KUSTANNUSTEN VERTAILU ESIMERKKIKOHITESSA

Opinnäytetyön seuraavassa vaiheessa laadittiin työmenekkilaskelmat esimerkkikohteeseen sekä paikalla rakentaen että elementteinä valmistettuna. Esimerkkikohteena toimi tilaajan tuleva kymmenen asunnon rivitalokohde. Pesuhuone–sauna-yhdistelmän kokonaispinta-ala oli 8,3 m². Laskelmien tarkoituksena oli saada numeerista tietoa kustannuksista. Kustannustietojen lähteenä käytettiin tilaajayrityksen omia työmenekkitietoja aiemmista kohteista. Laskelmat toteutettiin Microsoft Excel -laskentaohjelmaa käyttäen ja ne löytyvät kokonaisuudessaan liitteistä 1 ja 2.

Työmenekkitiedoissa oli lueteltuna työvaiheittain kuhunkin kuluva työmenekki yksiköittäin. Esimerkiksi alakaton runkoon ja panelointiin kuluu 0,7 tth/m². Sekä paikalla rakennetulle että elementille oli omat menekkinsä. Lisäksi tiedoissa oli huomioitu myös elementtien käyttöön liittyvät lisämenot, kuten kuljetus ja asennus.

Laskelmien mukaan yksi paikalla rakennettu kylpyhuone maksaisi noin 2 900 euroa ja yksi elementti paikoilleen asennettuna noin 2 700 euroa. Vaikka elementtejä käytettäessä lisäkustannuksia syntyy muun muassa elementin kuljetuksesta työmaalle ja ylimääräisestä suunnittelutyöstä, kokonaiskustannuksissa säästöä tulisi silti noin 200 euroa yhtä kylpyhuonetta kohden (kuva 3). Kymmenen asunnon rivitalossa tämä tarkoittaa lähes 2 000:tä euroa. Prosentteina säästöä tulisi noin 6 %.



KUVA 3. Yhden kylpyhuoneen työkustannusten jakautuminen paikalla rakennettaessa ja tilaelementtiä käytettäessä

5.1 Säästöt elementtejä käytettäessä

Merkittävin säästö elementtejä käytettäessä syntyy siitä, että elementin valmistus on nopeampaa kuin kylpyhuoneen rakentaminen paikalleen. Paikalla rakentaen työtunteja kuluu noin 94 yhtä kylpyhuonetta kohden, kun vastaavasti yhden kylpyhuone-elementin valmistukseen ja paikalleen asennukseen menee yhteensä noin 82 työtuntia. Työpäivissä eroa tulee noin kaksi päivää.

Erityisesti seinät ja alakatto on nopeampaa tehdä vaakatasossa elementteinä. Saunan seinät voidaan tehdä panelointeja myöten valmiiksi. Pesuhuoneen seinät voidaan tehdä levytykseen asti vaakatasossa. Vesieristys ja laatoitus täytyy tehdä vasta paikoillaan, koska vesieristeen lattian ja seinän välisen sauman tulee olla yhtenäinen.

Eroa syntyy myös siitä, että hallissa siirtoihin kuuluu vähemmän työaika, koska välimatkat ovat lyhyempiä kuin työmaalla. Myöskään hallin ja työmaan välisiä siirtomatkoja ei tule. Paikalla rakennettaessa esimerkiksi saunan lauteet valmistettaisiin hallilla ja kuljetettaisiin työmaalle asennettavaksi.

Elementtejä käytettäessä palkkakustannuksissa syntyy säästöä työntekijöiden palkasta, joka on hallilla työskenneltäessä pienempi. Tämä johtuu siitä, että jos työmaalla työstä halutaan tehokasta ja laadukasta, täytyy työntekijöiksi valita kokeneimpia ja tehokkaimpia, mutta samalla myös kalleimpia työntekijöitä. Hallilla sarjatuotannossa myös kokemattomammilla työntekijöillä saadaan riittävä työteho ja laatu. (14.)

5.2 Lisäkulut elementtejä käytettäessä

Elementtejä käytettäessä merkittävimmät lisäkustannukset tulevat elementtien vaatimasta lisäsuunnittelusta ja alihankintana ostettavista elementtien kuljetuksesta ja paikalleen asennuksesta. Näiden molempien lisäkustannukset yhtä kylpyhuonetta kohden ovat noin 250 euroa.

Työmenekkiä tulee lisää elementtiä valmistettaessa pohjalaatasta, seinä- ja alakattoelementtien paikoilleen asennuksesta sekä valmiin tilaelementin suojauksesta varastointia varten. Elementin pohjalaatta vaatii enemmän työtä kuin paikalla rakennettaessa, koska laatan muotti täytyy valmistaa ja koota sekä laatan kuivuttua purkaa. Lisäksi elementin pohjalaattaan tulee ylimääräisiä raudoitteita elementin nostoa varten. Työmaalla lisätyötä tulee elementin pohjan valmistelusta, paikoilleen asennuksesta, juotosbetonoinnista ja talotekniikan järjestelmiin kytkemisestä.

5.3 Muita huomioita laskelmista

Laskelmia ei toteutettu materiaalien osalta, koska materiaalimenekin erot toteutustapojen välillä ovat pienehköjä. Ainoat erot tulevat lähinnä tilaelementin suojaamisesta ja nostoon tarvittavista välineistä ja lisäraudoitteista. Myöskään taloteknisiä töitä ei otettu huomioon, koska niiden kustannusten voidaan ajatella pysyvän samana.

Laskelmissa ei pystytty arvioimaan, onko valmistettavien elementtien määrällä vaikutusta työmenekkiin. Tätä voitaisiin tutkia tulevaisuudessa, jos tilaelementtejä päätetään alkaa valmistamaan.

Todennäköisesti työteho paransi, kun valmistettavien samanlaisten kylpyhuone-elementtien määrä lisääntyy, sillä toisto lisää tehokkuutta.

6 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli selvittää, kannattaako tilaajayritys MY-Insinöörit Oy:n alkaa valmistaa ja käyttää kylpyhuone-elementtejä tulevissa kohteissaan. Tähän asti kylpyhuoneet on toteutettu paikalla rakentaen. Käytännön vaiheita työssä olivat tuotantoprosessien läpikäyminen, esimerkkilaskelmien teko ja saadun aineiston kokoaminen helposti käytettävään muotoon.

Aluksi käytiin kummankin toteutustavan tuotantoprosessit läpi vaihe vaiheelta ja listattiin niiden eroavaisuuksia. Paikalla rakentamisen kohdalla pohdittiin siihen liittyviä ongelmia ja niiden ratkaisemista kylpyhuone-elementtejä käyttämällä. Elementtien kohdalla punnittiin, ovatko niiden käyttöön liittyvät edut riskejä ja ongelmia suuremmat.

Seuraava työvaihe oli tehdä esimerkkilaskelmat kummankin tuotantotavan työkustannuksista. Laskelmissa käytettiin tilaajayrityksen omia työmenekkitietoja. Laskelmien esimerkkikohteena oli tilaajayrityksen tuleva yksikerroksinen kymmenen asunnon rivitalokohde. Laskelmien lopputuloksista todettiin, että elementtien käyttö tulisi esimerkin kaltaisessa kohteessa noin 6 % halvemmasi olettaen, että yllättäviä ongelmia ei ilmaannu. Laskelmissa ei kuitenkaan otettu kantaa muihin toteutustavan valintaan vaikuttaviin asioihin kuin hintaan eikä niissä otettu huomioon materiaalikustannuksia.

Lopputuloksena todettiin, että kumpikaan toteutustapa ei ole suoraan toista parempi vaan päätös tulee tehdä erikseen jokaisen kohteen kohdalla. Suunnittelun ohjauksella voidaan vaikuttaa toteutustavan valintaan ja halutun lopputuloksen toteutumiseen. Esimerkkikohteena toimineessa rivitalokohteessa vaikuttaisi kuitenkin siltä, että elementtien käyttö olisi kannattavampi valinta kuin paikalla rakentaminen. Laskennallinen 6 %:n säästö on melko merkittävä. Lisäksi elementtien käytöstä olisi muutakin kuin rahallista hyötyä.

Suurimmat hyödyt kylpyhuone-elementtien käytöstä saadaan työkustannusten pienenemisestä ja aikataulutuksen helpottumisesta. Elementtejä käytettäessä työtä voidaan hajauttaa kesältä talvelle ja kun elementit tehdään etukäteen, kylpyhuoneiden viivästyminen ei viivästytä koko urakkaa. Paikalla rakentamisen suurin hyöty on muokattavuus rakentamisvaiheessa. Yleisesti voidaankin siis sanoa, että paikalla rakentaminen on kannattavampi valinta, jos halutaan, että tuleva asunnonostaja pystyy vaikuttamaan pintamateriaalivalintoihin vielä rakentamisvaiheessa.

Tulevaisuudessa, jos elementtejä päädytään käyttämään, voitaisiin tutkia, pystytäänkö halliolosuhteissa kuivumisajat hyödyntämään tehokkaasti. Lisäksi käytettäviä työtekniikoita voitaisiin hioa tehokkaammiksi. Liukuhihnatyöskentelyn hyödyntäminen ja materiaalihukan vähentäminen voisivat tehdä kylpyhuone-elementtien käytöstä vieläkin kannattavampaa. Työmenekkilaskelmien tarkistaminen ja tarkentaminen kannattaa tehdä, kun elementtejä on käytännössä kokeiltu jossain kohteessa.

LÄHTEET

1. RT 84-11166 2014. Märkätilojen rakenteet. Rakennustieto Oy. Hakupäivä 9.11.2020. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2084-11166>. Vaatii lisenssin.
2. Ratu S-1200 2002. Märkätilat. Tehtäväsuunnittelu - aliurakka, työkauppa. Rakennustieto Oy. Hakupäivä 9.11.2020. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/Ratu%20S-1200>. Vaatii lisenssin.
3. Turunen, Timo 2016. Kylpyhuone-elementin hyödyt asuinkerrostalon sisävalmistusvaiheessa. Savonia-ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Hakupäivä 9.11.2020. <https://www.theseus.fi/handle/10024/122734>.
4. Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017. Hakupäivä 9.11.2020. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170782>.
5. RT 81-10854 2005. Pientalon perustukset ja alapohjien liittymät. Rakennustieto Oy. Hakupäivä 28.4.2021. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2081-10854>. Vaatii lisenssin.
6. Ratu 0416 2014. Puurunkorakentaminen, paikalla rakennettu puurunko. Menekit ja menetelmät. Rakennustieto Oy. Hakupäivä 28.4.2021. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/Ratu%200416>. Vaatii lisenssin.
7. RT 83-11009 2010. Alapohjarakenteita. Rakennustieto Oy. Hakupäivä 26.4.2021. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2083-11009>. Vaatii lisenssin.
8. MY-Insinöörit Oy 2021. Työmenekit. Excel-tiedosto. Yrityksen sisäisessä käytössä.
9. Betoniteollisuus Ry. Runkorakenteet. Hormit ja kylpyhuoneet. Kylpyhuone-elementit. Hakupäivä 9.11.2020. <https://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/hormit-ja-kylpyhuoneet/kylpyhuoneelementit>.
10. Fira Modules Oy. Kylpyhuoneemme. Tekniset ratkaisut. Hakupäivä 11.1.2021. <https://www.firamodules.com/fi/kylpyhuonemoduuli/tekniset-ratkaisut/>.

11. Fira Modules Oy. Kylpyhuoneemme. Asennus. Hakupäivä 8.1.2021. <https://www.firamodules.com/fi/kylpyhuonemoduuli/asennus/>.
12. MY-Insinöörit. Referenssit. Miiluntaika 1. Hakupäivä 27.4.2021. <https://my-insinoorit.fi/project/miiluntaika-1-posio-2019-2020-8-asunnon-uudiskohde-suurelementtituotantona/>.
13. MY-Insinöörit. Yritys. Hakupäivä 23.4.2021. <https://my-insinoorit.fi/yritys/>.
14. Kokko, Ville 2021. Työpäällikkö. MY-Insinöörit Oy. Sähköpostikeskustelu 13.4.2021.

PAIKALLA RAKENNETUN KYLPYHUONEEN TYÖMENEKKILASKELMA

LIITE 1

Paikalla rakennettu				
	Määrä		Työmenekki	Kokonaistyo-menekki
raudoitus	8,3 m2		0,02 tth/m2	0,2 tth
lattiavalu	8,3 m2		0,13 tth/m2	1,1 tth
lattiavalun hionta	8,3 m2		0,1 tth/m2	0,8 tth
kallistuskorjaus	1 kpl		1,5 tth/ph	1,5 tth
väliseinien rungot	31 m2		0,4 tth/m2	12,4 tth
väliseinien levytys	34,6 m2		0,3 tth/m2	10,4 tth
vesieristys	1 kpl		4 tth/ph	4 tth
eriste+höyrynsulku saunaan	11,9 m2		0,3 tth/m2	3,6 tth
laatoitus	27,4 m2		0,35 tth/m2	9,6 tth
saumaus	27,4 m2		0,15 tth/m2	4,1 tth
alakaton runko	8,3 m2		0,2 tth/m2	1,7 tth
alakaton panelointi	8,3 m2		0,5 tth/m2	4,2 tth
oven asennus	1 kpl		0,65 tth/kpl	0,7 tth
saunan koolaus ja lauteiden taustat	1 kpl		2,5 tth/sauna	2,5 tth
saunan panelointi	11,9 m2		0,55 tth/m2	6,5 tth
listoitus	12,9 jm		0,15 tth/jm	1,9 tth
lauteiden teko	1 kpl		4 tth/sauna	4 tth
lauteiden asennus	1 kpl		2 tth/sauna	2 tth
WC:n kalusteet	1 kpl		3 tth/ph	3 tth
silikonit	1 kpl		2 tth/ph	2 tth
siirrot	12 kpl		1 tth/tv/ph	12 tth
siivous	12 kpl		0,5 tth/tv/ph	6 tth
lauteiden kuljetus hallilta työmaalle			15 €/kpl	
			yhteensä	94,1 tth
				11,8 tv
		RM	18 €/tth	
			+ sos.kulut 70%	
		yhteensä	30,60 €/tth	
			Yhteensä	2893,39 €

KYLPUHUONE-ELEMENTIN TYÖMENEKKILASKELMAT

LIITE 2

Elementti	Määrä	Työmenekki	Kokonaistyömenekki			
pohjalaatta	8,3 m2	0,5 tth/m2	4,2 tth	sis. muotit, raudoitukset ja nostolenkit		
lattiavalun hionta	8,3 m2	0,1 tth/m2	0,8 tth			
kallistuskorjaus	1 kpl	1,5 tth/ph	1,5 tth			
kylpyhuoneen seinät elementteinä	19,1 m2	0,3 tth/m2	5,7 tth	sis. levytyksen		
vesieristys	1 kpl	4 tth/ph	4,0 tth			
saunan seinät elementteinä	11,9 m2	0,8 tth/m2	9,5 tth	sis. rungon, eristykset, koolauksen,		
laatoitus	27,4 m2	0,35 tth/m2	9,6 tth	lauteiden taustat ja paneloinnin		
saumaus	27,4 m2	0,15 tth/m2	4,1 tth			
alakaton runko ja panelointi elementtinä	8,3 m2	0,5 tth/m2	4,2 tth			
oven asennus	1 kpl	0,45 tth/kpl	0,5 tth			
listoitus	12,9 jm	0,15 tth/jm	1,9 tth			
lauteiden teko	1 kpl	4 tth/sauna	4 tth			
lauteiden asennus	1 kpl	2 tth/sauna	2 tth			
WC:n kalusteet	1 kpl	3 tth/ph	3 tth			
silikonit	1 kpl	2 tth/ph	2 tth			
siirrot	10 kpl	0,2 tth/tv/ph	2 tth			
siivous	10 kpl	0,5 tth/tv/ph	5 tth			
elementin asennus siltanosturilla	7 kpl	0,5 tth/kpl	3,5 tth			
tilaelementin suojaus	1 kpl	2 tth/kpl	2 tth			
pohjatyöt elementille	1 kpl	3 tth/kpl	3 tth			
tilaelementin asennus työmaalla	1 kpl	2 tth/kpl	2 tth			
työmaalla kytkentälisät lvis	1 kpl	5 tth/kpl	5 tth			
elementin juotosbetonointi laattaan	1 kpl	2 tth/kpl	2 tth			
ylimääräinen suunnittelutyö	1 kpl	250 €/kpl	250 €			
tilaelementin kuljetus työmaalle	1 kpl	1,5 h/kpl	1,5 h	150 €	100 €/h alihankinta	
tilaelementin asennus työmaalla	1 kpl	1 h/kpl	1 h	100 €	100 €/h alihankinta	
		yhteensä	81,5 tth			
			10,2 tv			
	RM	16 €/tth				
		+ sos.kulut 70%				
	yhteensä	27,20 €/tth				
		Työkustannukset yhteensä	2215,85 €			
		Yhteensä (sis. kuljetukset)	2715,85 €			

Kuluerät eriteltyinä

Elementin valmistus

69,5 tth 1889 €

Työ työmaalla

7 tth 190 €

Alihankinta kuljetus+asennus

250 €

Suunnittelu

250 €

LVIS-kytkennät

5 tth 136 €