

**Paikalla rakennettavan kylpyhuoneen ja kylpyhuonemuodin
kustannusten vertailu**



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, rakennusmestari
kevät 2022
Sara Huhtahaara

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

Tiivistelmä

Tekijä Sara Huhtahaara

Vuosi 2022

Työn nimi Paikalla rakennettavan kylpyhuoneen ja kylpyhuonemoduulin kustannusten vertailu

Ohjaaja Mika Kärri (HAMK), Timo Arponen (Lehto Tilat Oy)

Opinnäytetyön tarkoituksena oli vertailla paikalla rakennettavan kylpyhuoneen ja kylpyhuonemoduulin eli Tekniikkastudion kustannuksia. Opinnäytetyö tehtiin Lehto Tilat Oy:lle, toimitilojen erityishankkeiden yksikölle. Tämä opinnäytetyö pohjautuu Helsingin Malmilla sijaitsevalle KOy Latokartanontie 4:n työmaalle ja sieltä saatuihin tietoihin.

Työn tavoitteena oli saada kustannuksiin perustuvaa vertailua toteutusmuodottain. Kustannukset pyrittiin määrittelemään mahdollisimman tarkasti toteutustavottain, mutta esimerkiksi korjauskustannukset on jätetty määrittelemättä, sillä niistä ei tämän työn toteutusvaiheessa ollut vielä tarkkoja kustannustietoja. Kustannusten määrittäminen ja niiden vertailu on tässä työssä toteutettu prosentuaalisesti, koska euromääräiset kustannustiedot ovat salassapidettäviä. Tässä työssä on myös lyhyesti sivuttu aikataulullista ja laadullista näkökulmaa ja toteutustapojen vertailua on suoritettu myös näistä näkökulmista. Laadullisesta ja aikataulullisesta vertailua varten laadittiin taulukko, jossa on esitetty kummankin toteutusmuodon hyötyjä, riskitekijöitä ja muita huomioita.

Tämän työn tuloksena syntyi paikalla rakennettavan kylpyhuoneen ja Tekniikkastudion kustannuslaskelmat työvaiheittain eriteltynä. Tästä syystä laadittuja laskelmia ja kustannustietoja on tarvittaessa helppo päivittää kustannusten muuttuessa ja tarkentuessa, jolloin voidaan suorittaa entistä tarkempaa kustannusten vertailua näiden toteutustapojen välillä.

Latokartanontie 4:n työmaalta saadun kokemuksen, kustannusvertailun ja toteutusmuotoihin liittyvien havaittujen ongelmien perusteella Tekniikkastudioiden hyödyntäminen tässä kohteessa ei ollut kustannustehokasta. Tekniikkastudio kaipaa vielä tuote- ja toimintakehittelyä, jotta sen hyödyntäminen työmaalla olisi kannattavaa.

Avainsanat Paikalla rakennettava kylpyhuone, kylpyhuonemoduuli, Tekniikkastudio, kustannusvertailu

Sivut 30 sivua

Degree program in Construction and civil Engineering,
Construction management

Abstract

Author Sara Huhtahaara

Year 2022

Subject Cost comparison of on-site bathroom and bathroom module

Supervisors Mika Kärri (HAMK), Timo Arponen (Lehto Tilat Oy)

The aim of this thesis was to compare the costs of an on-site built bathroom and a bathroom module called Tekniikkastudio. The study was commissioned by Lehto Tilat Ltd, for their special project unit. This thesis is based on the Latokartanontie 4 construction site in Malmi, Helsinki, and the information obtained from it.

The aim was to determine the costs as precisely as possible by implementation methods but for example repair costs have not been defined as precise cost data were not yet available at the time of the implementation of this work. The definition and comparison for costs have been carried out as a percentage in this work, as the cost data in euros are confidential. In this work the schedule and qualitative aspects have also been briefly presented and a comparison of the implementation methods has also been performed from these perspectives. For a qualitative and timely comparison a table was prepared showing the benefits, risk factors and other considerations for each implementation method.

As a result of this work, the cost calculations for the on-site bathroom and the Tekniikkastudio were defined by work phase. For this reason, the calculations and cost data are easy to update as costs change and become more accurate, allowing for a more accurate comparison of costs between these implementations.

Based on the experience gained from Latokartanontie 4 site, the cost comparison and the problems identified with the implementation methods, the utilization on the Tekniikkastudio at this site was not cost-effective. The Tekniikkastudio still needs product and operational development to make it profitable to utilize on site.

Keywords On-site bathroom, bathroom module, Tekniikkastudio, cost comparison

Pages 30 pages

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Tuotannonohjaus	2
2.1	Ajallinen suunnittelu	2
2.1.1	Aikataulun laadinta	2
2.2	Laatu.....	4
2.2.1	Rakennuttamisen laatu	5
2.2.2	Laadunvarmistus	6
2.3	Kustannushallinta.....	8
2.3.1	Suunnitteluvaiheen kustannukset	9
2.3.2	Rakentamisvaihe	10
3	Märkätilojen rakentaminen.....	12
3.1	Paikalla rakennettu kylpyhuone	12
3.2	Kylpyhuonemoduuli	13
3.2.1	Lehdon Tekniikkastudio	14
3.2.2	Tekniikkastudion asennus	15
4	Kustannuksien määräytyminen ja vertailu.....	17
4.1	Paikalla rakennettava kylpyhuone	18
4.2	Tekniikkastudio	21
4.3	Kustannuksiin vaikuttavia jo havaittuja ongelmia ja virheitä	23
4.4	Kustannusten vertailu ja analysointi.....	24
5	Pohdinta	26
6	Yhteenveto	27
	Lähteet.....	30

Kuvat ja taulukot

Kuva 1. Demingin ympyrä (Ratu S-1228 s.2).	7
Kuva 2. Jatkuvan laadun parantamisen ja kehittämisen eteneminen (Ratu KI-6029, 2017, s.9).	7
Kuva 3. Kustannuksien toteutuminen ja määräytyminen rakennushankkeen eri vaiheissa (Ratu KI-6033, 2018).	10
Kuva 4. Tekniikkastudion kylpyhuone ja keittiöseinusta.....	14
Kuva 5. Havainnekuva Tekniikkastudion tekniikkahormin sijainnista (Henkilökohtainen tiedonanto, Lehto, 2022).	15
Kuva 6. Tekniikkastudion kuilun putoamissuojaus ja kuilujen vedenhallinta.	16
Kuva 7. Työmaalla tehty Tekniikkastudion suojaus.....	17
Taulukko 1. Kustannuksien jakautuminen, paikalla rakennettava kylpyhuone	19
Taulukko 2. Kustannuksien jakautuminen, paikalla rakennettava kylpyhuone + keittiö.	20
Taulukko 3. Tekniikkastudion kustannusten jakautuminen	21
Taulukko 4. Tekniikkastudion kustannusten jakautuminen ilman keittiötä.	22
Taulukko 5. Paikallarakennettavan kylpyhuoneen ja Tekniikkastudion vertailu aikataulullisesta ja laadullisesta näkökulmasta.....	26

Käsitteistö

Hyvä rakennustapa = Rakennusalan sisäinen normi, joka kattaa rakennusalalla alan itsensä sopimia ja yleisesti hyväksytyjä ja käytettyjä menettelyjä. Näillä menettelyillä päästään hyvään ja laadukkaaseen lopputulokseen

Kosteudenhallinta = Sisältää toimintatapoja, joilla minimoidaan ja estetään kosteuden pääsy rakenteisiin tai ei kosteutta kestäviin materiaaleihin

Kosteustekninen toimivuus = Lyhyesti tarkoittaa sitä, että on varmistettu rakenteiden kuivana pysyminen, vesi on ohjattu oikeaan paikkaan rakennuksesta pois päin ja ilmanvaihto toimii niin, että rakenteet pääsevät tuulettumaan ja tilat kuivuvat riittävän nopeasti

Kylpyhuonemuodi = Tehdasolosuhteissa valmistettu valmis kylpyhuone-elementti

Puukot = Teräksiset kannatinputket, joiden varaan kylpyhuonemuodi lasketaan ja asennetaan

Päätoteuttaja = Rakennustyömaalla nimetty toimija, joka käyttää työmaalla pääasiallista määräysvaltaa. Yleensä päätoteuttaja on pääurakoitsija

Pääurakoitsija = Tilaajan sopimuskumppani, joka urakoi sopimuksen mukaiset työt

Tekniikkastudio = Lehdon oma kylpyhuonemuodi

Terveellinen rakentaminen = Rakentamistapa, jossa huomioidaan kosteus- ja sisäilmastoasioita, joilla on vaikutusta rakennuksen käyttäjien terveyteen, oireiluun ja viihtyvyyteen. Terveellisen rakentamisen kriteeristö perustuu sisäilmaluokituksen sisäilmasto-, puhtaus-, ja materiaaliluokkiin, jota tulee noudattaa koko rakentamisprosessissa.

Tilaaja = Kutsutaan myös rakennushankkeeseen ryhtyväksi, jonka nimiin rakentamisen luvat haetaan. Tilaaja huolehtii hankkeen läpiviennistä rakennuslupien, lakien sekä asetusten mukaisesti

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on vertailla työmaalla paikalla rakennettavan kylpyhuoneen ja kylpyhuonemoduulin kustannuksia. Opinnäytetyö tehdään Lehto Tilat Oy:lle toimitilojen erityishankkeiden yksikölle, joka kuuluu Lehto Groupiin. Lehto Group Oyj on suomalainen rakennus- ja kiinteistöalan konserni. Toiminta on jaettu kahteen palvelualueeseen: asunnot ja toimitilat. Asunnot-palvelualueella rakennetaan asuinkerrostaloja puusta ja betonista. Puolestaan toimitilat-palvelualueella rakennetaan muun muassa myymälätiloja, logistiikka- ja varastotiloja, suuria kaupp- ja toimintakeskuksia sekä toimistotiloja. Lehdolla on kaiken kaikkiaan viisi tehdasta ja näillä kotimaisilla tehtailla valmistetaan muun muassa puujulkisivuelementtejä, ikkunoita ja kylpyhuonemoduuleita eli Tekniikkastudioita. Tehdastuotantoa hyödynnetään yhtiön omissa kohteissa, jonka lisäksi se myy jossain määrin tuotteita myös muille rakennusliikkeille ja rakennusalan toimijoille. Tämän lisäksi Lehto rakentaa myös kouluja ja päiväkoteja, toteuttaa putkiremontteja ja on mukana hoivarakentamisessa. Rakentamisessa Lehto on keskittynyt modulaariseen tuotantoon ja teolliseen esivalmistukseen (Lehto, n.d).

Tämä työ pohjautuu Helsingin Malmilla sijaitsevaan KOy Latokartanontie 4:n työmaalle. Kohteeseen valmistuu kaksi 16-kerroksista tornitaloa. Toinen tornitaloista tulee toimimaan asuinkerrostalona ja toinen hotellina. Lisäksi kohteeseen valmistuu muun muassa ravintola, spa-osasto ja maanalainen pysäköintilaitos. Kohteen kylpyhuoneista 19 % toteutetaan paikalla rakennettaen ja puolestaan 81 % käyttämällä Lehdon omia kylpyhuone-elementtejä, jotka kantavat nimeä Tekniikkastudio.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tarkastella ja selvittää paikalla rakennettavan kylpyhuoneen ja Tekniikkastudion käytön kustannuksia. Aiheen valintaan vaikutti kiinnostus kustannuksiin sekä työmaalla herännyt kysymys siitä, onko Tekniikkastudion käyttö taloudellisesti niin kannattavaa kuin sen oletetaan ja uskotaan olevan. Tämän työn lopputuloksena syntyy kustannusvertailu näiden kahden toimintatavan välillä. Tästä syystä kustannukset pyritään erittelemään mahdollisimman tarkasti toteutusmuodoittain. Kustannusvertailun toteuttamiseksi tarvittavat kustannustiedot perustuvat työmaalta saatuihin ja kerättyihin kustannustietoihin. Numeraaliset kustannustiedot ovat salassa pidettäviä, joten tästä syystä saadut tulokset ja vertailu esitetään prosentuaalisesti.

2 Tuotannonohjaus

Rakennushankkeen lopputuloksen kannalta keskeisessä roolissa on onnistunut rakennushankkeen tuotannosuunnittelu ja -ohjaus. Tuotannosuunnittelua tarkennetaan jatkuvasti rakennushankkeen aikana ja sillä pyritään varmistamaan hankkeen valmistuminen määräajassa, budjetissa sekä vaadittujen laatuksiteereiden mukaisesti. Tuotannosuunnittelun tärkeimpinä osa-alueina ovat laadun suunnittelu, -määritys ja -varmistus, ajallinen suunnittelu sekä kustannuksien hallinta. Tuotannonohjaus pyritään toteuttamaan edellä mainittujen suunnitelmien mukaisesti (Ratu KI-6020, 2010, ss. 13–14).

2.1 Ajallinen suunnittelu

Tuotannosuunnittelun keskeisin osa on ajallinen suunnittelu ja ohjaus, jotka luovat perustan niin muun suunnittelun onnistumiselle kuin epäkohdille ja suunnitelmista poikkeamisillekin. Rakennushankkeen ja -töiden ajoittaminen on tärkeä osa-alue, jotta varmistetaan hankkeen eteneminen ja toteutuminen sovittuna ajankohtana. Aikataulusuunnittelu aloitetaan hankesuunnitteluvaiheessa rakennuttajan projektiaikataulun laatimisesta, joka tarkentuu hankkeen edetessä. Lopulta aikataulullinen suunnittelu tarkentuu työsisällöllisesti tarkasti määritellyiksi tehtäväkohtaisiksi aikatauluiksi. Aikataulujen tarkoituksena on asettaa tavoitteet hankkeelle ja yksittäisille tehtäville tai tehtäväkokonaisuuksille. Nämä tavoitteet tulee olla realistisesti suunniteltuja sekä niitä pitää pystyä mittaamaan aikaan ja tuotokseen sidottuina. Jotta laadituista aikatauluista on hyötyä rakennustyömaalle ja ne ovat toteutuskelpoisia, tulee aikataulujen olla laadittu työmaan ominaisuuksia vastaavan työmenekkilaskennan ja resurssisuunnittelun mukaisesti (Ratu KI-6028, 2016, s.18).

2.1.1 Aikataulun laadinta

Hankkeen laajuus, tekninen vaikeus, kokonaiskeston kireys ja työvoiman käyttöperiaatteet määrittävät hankkeen aikataulusuunnittelun vaiheet, eri vaiheiden merkityksen sekä keskinäisen järjestyksen. Rakennusaikataulun kireyttä voidaan tutkia vertaamalla hankkeen toteuttamiseen varattua aikaa normaalikeston. Normaalikesto tarkoittaa hankkeen rakennussuunnitelmien ja tavanomaisen kireystason mukaista aikaa, josta on vähennetty lomakuukaudet ja ennalta

tiedettävät keskeytykset. Aikataulusuunnittelun edellytyksenä on huolellinen perehtyminen rakennuskohteeseen. Perehtyminen tapahtuu suunnittelu- ja urakka-asiakirjojen sekä tavoitearvioiden avulla. Merkittäviä selvitettäviä asioita ovat tuotanto-olosuhteet ja tuotantotekniset ratkaisut. Lisäksi tulee selvittää työvoiman käytön periaatteet ja aliurakkana tehtävät työt (Ratu KI-6028, 2016, ss.19–20).

Aikatauluissa esitetään tehtäviä tai toimintoja, joihin on varattava aikaa ja resursseja. Aikataulutehtävien suunnittelemisen tarkoituksena on kyetä hallitsemaan tehtävien ja koko työmaan eteneminen tavoitteiden mukaisesti. Tehtävien valinnassa on tärkeä huomioida kaikkien työmaan osapuolten yhteistoiminta. Tällaisia tehtäviä ovat esimerkiksi louhinta, perustusten muottityö ja elementtiasennus (Ratu KI-6028,2016, s.25).

Päätoteuttajan laatima yleisaikataulu eli työaikataulu on työmaan toteutuksen ja ajoituksen ohjauksen malli. Tämä aikataulu toimii työmaan keskeisenä informaatiotähtenä eri osapuolten välillä ja hankkeen työaikaisen valvonnan perusteena. Yleisaikataulussa kuvataan koko hankkeen suunniteltu työkulku. Se toimii myös lähtösuunnitelmana resurssisuunnitelmille, kuten työvoima-, hankinta- ja kalustosuunnitelmille. Lisäksi yleisaikataulun pohjalta laaditaan tarkemman tason suunnitelmia, kuten rakentamisvaihe- ja viikkoaikatauluja sekä tehtäväsuunnitelmia (Ratu KI-6028, 2016, s.30).

Työjärjestyttä suunniteltaessa kohde jaetaan osiin tai lohkoihin, esimerkiksi kerroksien tai portaiden mukaan. Yhden tehtävän, työvaiheen tai työn suorittaminen on käytännössä riippuvainen kaikesta muusta toiminnasta työmaalla. Tästä syystä on tärkeää miettiä, hahmottaa ja huomioida miten ja missä järjestyksessä työt etenevät. Rakennushankkeen tehtävät ovat usein niin sanotusti loppu-alkuriippuvaisia. Tämä tarkoittaa sitä, että seuraavaa työvaihetta ei voida aloittaa ennen kuin edellinen työvaihe on kokonaisuudessaan valmis. Esimerkkinä ovat betonityöt, joissa raudoituksen tulee olla valmis ennen betonointia. On myös työvaiheita, joissa voidaan hyödyntää alku-alku riippuvuutta. Esimerkki tällaisesta riippuvuudesta on holvilaudoituksen ja raudoituksen välinen tekninen riippuvuus. Tämä tarkoittaa sitä, että laudoituksen on alettava ja oltava siltä osin valmis, josta raudoitus aloitetaan. Koko laudoituksen ei siis tarvitse olla valmis, jotta raudoitustyöt voidaan aloittaa (Ratu KI-6028,2016 s.26). Alku-loppuriippuvuuksia käytetään tehtävässä, jossa tietyille työlle tulee luoda onnistumisen edellytykset toisen tehtävän avulla.

Esimerkiksi laatan betonoinnin onnistuminen talviolosuhteissa edellyttää ylläpidettävää lämmitystä ja suojaustoimia. Loppu-loppuriippuvuus ilmenee esimerkiksi väliseinätöissä, jotka sisältävät LVIS-tekniikkaa tai -tuotteita. Tällöin väliseinän toista puolta ei voida levyttää ennen kuin seinää varten tehtävät LVIS- työt on suoritettu (Ratu KI-6028,2016, s.27).

2.2 Laatu

Laatu käsitteenä on laaja ja sitä voidaan tulkita monin eri tavoin. Esimerkiksi kirjailija ja liikemies Philip Crosby on määritellyt laadun olevan tuotteiden ja toiminnan virheettömyyttä eli vaatimusten ja normien mukaisuutta. Puolestaan insinööri ja liikkeenjohdonkonsultti Joseph Juran määritteli laadun suunnittelun, valvonnan ja kehittämisen yhdistelmäksi. Laatu on määritelty myös kyvyksi täyttää asetetut odotukset Walter A. Shewhartin toimesta (Ratu KI-6029, 2017, s.7).

Jokainen siis määrittää laadun hieman eri lailla. Laadun määrittämiseen voidaan käyttää apuna jakamalla se tuotteen, palvelun tai toiminnan laatuun. Laatu on kilpailutekijä, joka toimii asiakkaan odotuksien ja huomion herättäjänä. Tuotteen tai palvelun laadun elementteinä ovat suunnittelun laatu, valmistuksen laatu, asiakkaan havaitsema laatu sekä ympäristökeskeinen laatu. Suunnittelun laadulla on tarkoitus kuvata, kuinka hyvin suunniteltu tuote tai palvelu täyttää asiakkaan asettamat odotukset. Valmistuksen laatu puolestaan kuvaa, kuinka hyvin tuote vastaa suunnittelussa asetettuja vaatimuksia. Asiakkaan havaitsema laatu on saamansa tuotteen laatu verrattuna tuotteen odotettuun laatuun. Puolestaan ympäristökeskeinen laatu tarkoittaa vaatimuksia, jotka tuotteille on annettu muilta sidosryhmiltä kuin asiakkailta. Esimerkkinä tällaisia vaatimuksia voivat olla tuotteen käytön aikainen turvallisuus ja sisäilmaluokituksen huomioiminen (Ratu KI-6029, 2017, s.7).

Toiminnan laatu on laajentunut kuvaamaan loppukäyttäjien lisäksi organisaation sisäisiä asiakkaita kuten seuraavaa työvaihetta ja sen tekijöitä. Toiminnan laadulla onkin keskeinen tekijä parannettaessa tuottavuutta ja alennettaessa kustannuksia eli näin ollen parannettaessa yrityksen kilpailukykyä. Laadukas toiminta mahdollistetaan huomioimalla laatu tuotannon resursseissa, rakenteissa ja ohjauksessa. Näin saadaan syntymään laadukas hyödyke, jolla saadaan kaivattua vaikuttavuutta, arvoa ja hyvää asiakastyytyväisyyttä (Ratu KI-6029, 2017, s.7).

Yrityksen laatukäsitys määritetään yrityksen johdon avulla. Mallia, jossa laatua pyritään johtamaan ja hallitsemaan strategisesti kutsutaan laatujohtamiseksi. Yrityksen johdolla on laadun saavuttamisessa, ylläpitämisessä ja parantamisessa keskeinen rooli ja johdon tuleekin saada selvennettyä koko yrityksen organisaatiolle laadunhallinnan ja laatuparannuksen periaatteet. Laatujohtamisen onnistumisen edellytyksenä on koko organisaation jäsenten mukanaolo, jonka lisäksi laatujohtamisen periaatteet ja käytännöt tulee ymmärtää, jotta laatua voidaan kehittää. Laatujohtamisessa on kyse asiakkaiden tarpeiden ja ongelmien kartoittamisesta ja ratkaisujen tarjoamisesta tarkoituksenaan tähdätä pitkäaikaiseen menestykseen (Ratu KI-6029, 2017, s.8).

2.2.1 Rakennuttamisen laatu

Rakentamiseen yhdistettävä laatu voidaan myöskin jakaa suunnittelun, tuotannon, asiakkaan ja ympäristön laatuun. Suunnittelun laadussa tarkastellaan, että suunnitelmat ja rakennustoimet ovat tilaajan tarpeiden ja toiveiden mukaisia ja lisäksi täyttävät viranomaisten ja hyvän rakennustavan asettamat vaatimukset. Laadukkaat ja huolellisesti valmistetut suunnitelmat ovat toteutuskelpoisia, turvallisia, riittävän tarkkoja työmaan tarpeisiin sekä ristiriidattomia (Ratu KI-6029, 2017, s.11).

Puolestaan tuotannon suunnittelussa tarkoitus on varmistaa, että rakennustyöt tehdään suunnitellussa aikataulussa ja kustannustavoitteiden mukaisesti. Lisäksi tarkoituksena on varmistaa työskentelyn turvallisuus, laatuavoitteiden, viranomaisten ja hyvän rakennustavan mukaisten vaatimuksien täyttäminen. Työmenetelmien tulee olla kohteeseen soveltuvia, työn onnistua ilman häiriöitä ja työskentelyolosuhteiden tulee vastata työn ja materiaalien vaatimuksia. Näiden perusteella syntyy lopputuote, jota tarkastellaan asiakkaan havaitseman laadun kautta. Kun kohde on sopimuksen mukainen ulkonäön, mittatarkkuuden, pintojen laadun ja toiminnallisuuden osalta, on asiakkaan havaitsema/määrittämä laatu saavutettu (Ratu KI-6029, 2017, s.11). Ympäristökeskeisessä laadussa tarkoituksena on varmistaa toimet, joilla saadaan täytettyä yhteiskunnan, toimintaympäristön ja viranomaisten asettamat vaatimukset ja odotukset rakennukselle, sen toimintaympäristölle ja ilmastolle sekä luonnolle (Ratu KI-6029, 2017, s.11).

2.2.2 Laadunvarmistus

Laadun varmistamiseen ei riitä pelkkä johtaminen, vaan se tarvitsee myös työkaluja. Laadun jatkuva parantaminen on henkilöstön yhteinen toimintatapa toiminnan ja tuottavuuden kehittämisessä. Jatkuvan parantamisen voidaan ajatella lähtevän ajatuksesta, jossa jokainen on oman työnsä paras asiantuntija ja näin ollen myös työnsä paras kehittäjä. Hyvä laatu syntyy hyvästä vuorovaikutuksesta. Tarkoituksena on jakaa vastuuta suunnittelusta ja toteutuksesta heille, jotka varsinaisen työn suorittavat. Tärkeää on kuitenkin huolehtia, että järjestelmään kuuluvat toimet tehdään niin kuin ne on suunniteltu ja samalla varmistetaan, että käytössä ovat parhaiten tunnetut menetelmät ja menettelytavat ja niiden kehittämisestä huolehditaan jatkuvasti (Ratu KI-6029, 2017, s.9). Kuvassa 1. on esitetty PDCA-sykli, toisin sanoen Demingin laatuympyrä eli ongelmien ratkaisumalli ja kehittämismenetelmä. PDCA perustuu ympyrään, jota kierretään myötäpäivään. P (Plan)kuvaava suunnitteluvaihetta, D (Do) tekemisen vaihetta, C (Check) tarkastamista ja arviointia ja A (Act) parantamisen ja kehittämisen vaihetta (Ratu S-1228, s.2). Puolestaan jatkuvan laadun parantamisen ja kehittämisen etenemistä kuvataan kuvassa 2. Tarkoituksena on saada lujitettua hyväksi koetut ja mahdollisesti vielä edellisestään parannetut toimintatavat. Näin ollen nämä laadulliset toimintatavat ja toimenpiteet ovat lähtöedellytykset seuraavalle työvaiheelle ja kohteelle, joita lähdetään parantamaan. Jatkuva laadunparantaminen on nimensä mukaisesti jatkuvaa, eikä se lopu koskaan (Ratu KI-6029, 2017, s.9).

aloituspalaverin yhteydessä. Laadunvarmistusmatriisissa määritellään muun muassa työmaan tehtäviä, joista tehdään tehtäväsuunnitelmat. Lisäksi voidaan määritellä työvaiheet tai työkokonaisuudet, joista pidetään mallityön katselmukset. Tällöin työryhmän ensimmäinen työkohde tarkastetaan, havaitut virheet ja poikkeamat korjataan haluttuun laatutasoon ja työkohde hyväksytään referenssiksi seuraaville työkohteille. Mallityön tarkoituksena on konkretisoida työn laatutaso. Laadun tasoa ja laadun varmistumista seurataan myös laadunvarmistusmatriisin ja tehtäväsuunnitelmien lisäksi useilla eri toimintatavoilla ja dokumenteilla (Ratu KI-6029, 2017, s.18). Tämmöisiä laadunohjauksen dokumentteja ovat muun muassa:

- tarkastusasiakirjat
- työmaan aloituspalaverimuistiot
- mestan vastaanottojen muistiot
- kosteudenhallintasuunnitelma
- tuotteiden ja materiaalien tyyppihyväksyntätodistukset
- suoritustasoilmoitukset, CE- ja muut keloisuuden osoittamisen asiakirjat (Ratu KI-6029, 2017, s. 18)

2.3 Kustannushallinta

Rakennushanke alkaa ideasta, joka etenee suunnittelun ja toteutuksen kautta operatiiviseen toimintaan. Suunnitteluvaiheessa painotus on tarkkuudessa sekä osuvuudessa, puolestaan toteutusvaiheessa keskitytään tehokkuuteen. Hankkeen kustannukset ja niiden hallinta ovat kytköksissä hankkeen laajuuden, aikataulun ja laadun kanssa. Kustannusten hallitsemisessa korostuu yhteisten tavoitteiden merkitys. Tavoitteet asetetaan tasolle, joka on realistinen, ymmärrettävissä ja toteutettavissa, minkä jälkeen yhteistyön avulla hanketta ohjataan kohti sovittua päämäärää. Hankkeen kustannushallinta perustuu useasti tavoitejohtamisen periaatteeseen, jossa hankkeelle asetetaan asiakkaan tavoitteiden perusteella kustannustavoite. Onnistunut kustannushallinta vaatii suunnitteluvaiheessa asetetun kustannustavoitteen lisäksi rakentamisen aikana tapahtuvaa ohjausta. Hankkeen kustannukset konkretisoituvat rakentamisen aikana, joten kustannusten valvonnassa ja hallinnassa helpottaa kustannuksien erittely tarkoituksen mukaisella luokituksella. Kustannushallinnan prosessin tulee olla systemaattista ja

jatkuva, jotta hanke saadaan toteutettua onnistuneesti, kustannustehokkaasti ja hankkeelle laaditun budjetin mukaisesti. Tärkeää on ymmärtää, että kustannuksilla on yhteys myös muihin tavoitteisiin, kuten laatuun, aikatauluun ja turvallisuuteen (Ratu KI-6033, 2018, s.7).

2.3.1 Suunnitteluvaiheen kustannukset

Suunnitteluvaihe aloitetaan tilaajan tarveselvityksellä. Tarveselvityksen tarkoituksena on kartoittaa tarvittavien tilojen ratkaisuja ja niiden kustannustehokasta toteuttamista. Tilaajan tilantarve määritellään rakennushankkeen alussa ja määritellyillä ratkaisullaan ja tekemillä päätöksillään tilaaja asettaa hankkeelle kustannuspuitteet. Kustannustasoon vaikuttavat muun muassa hankkeen laajuus, aikataulu, vaadittu laatutaso ja hankintatavat (Ratu KI-6033, 2018, s.10). Täten hankkeen kustannukset määräytyvät jo suurilta osin ennen rakennussuunnittelun ja rakentamisen alkamista. Tarveselvityksessä laaditaan tilaluettelo, josta käy ilmi tarvittavat tilat, niiden laajuudet sekä niille asetettavat muut vaatimukset. Hyväksytty tarveselvitys ja hankepäätös syntyvät tarveselvitysvaiheen tuloksena (Ratu KI-6033, 2018, s.50).

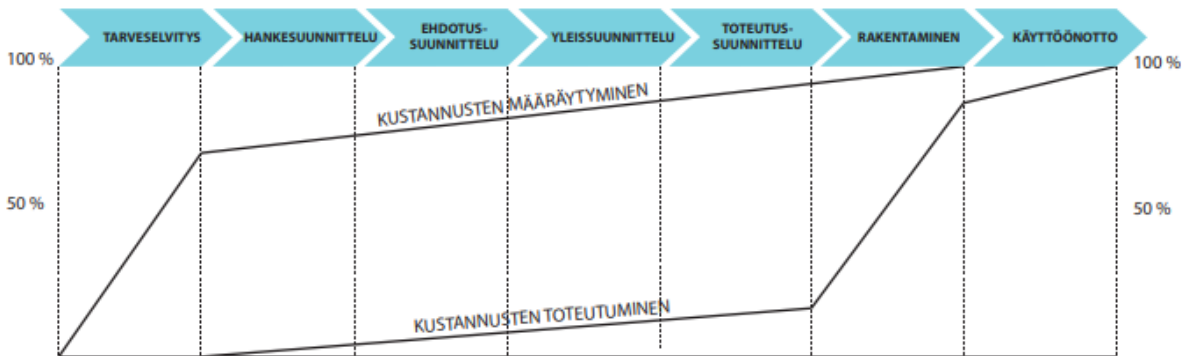
Hankesuunnitteluvaihe liittyy usein tarveselvitysvaiheen kanssa ja tarkoituksena on tarkentaa hankkeen laajuutta, laatua ja aikataulua. Hankkeen kustannustavoitteen raamit asetetaan hankesuunnitteluvaiheessa ja tästä syystä tämä vaihe on hyvin keskeisessä roolissa rakennushankkeen kannalta. Hankesuunnittelun tarkoituksena on saada valittua kustannusraameihin istuva ja tilaajan vaatimuksia parhaiten täyttävä vaihtoehto. Hankkeen lähtötietojen tarkentuessa voidaan myös kustannusarviota päivittää. Hankesuunnitteluvaiheen päätöksillä saadaan asetettua reunaehdot ja tavoitteet hankkeen suunnittelulle (Ratu KI-6033, 2018, ss.10–11).

Rakennussuunnitteluvaiheen tavoitteena on luoda suunnitteluratkaisu, joka täyttää kustannus- ja laajuuspuitteet samalla varmistuen kustannuspuitteissa pysymisen. Rakennukselle hahmotellaan muoto, kerrosmäärä ja tarvittavien toimintojen sijoittaminen. Tällöin lyödään lukkoon laajuus, joka on isoin yksittäinen kustannuksia nostava tekijä uudisrakentamisessa (Ratu KI-6033, 2018, s.55). Rakennussuunnitteluvaiheessa kustannuksiin voidaan vaikuttaa suunnittelun yleisratkaisuisia esimerkiksi rakennuksen arkkitehtuurisessa muodossa ja rakennuksen sisälle sijoitettavissa tiloissa. Suunnitelmien tarkentuessa myös rakennuksen tilanjako, järjestelmä- ja materiaalivalinnat

tarkentuvat. Tällöin näiden ratkaisujen kustannuksia voidaan tarkastella rakennusosa-arvion avulla. Kustannusarvion tarkentamisessa käytetään apuna myös syntyviä rakenteita ja materiaali- sekä työmenekkitietoja (Ratu KI-6033, 2018, ss.11–12).

Suunnittelun aikaisen kustannushallinnan tarkoituksena on saada suunnittelijat pysymään hankkeen kustannustavoitteissa. Tämä toteutetaan laatimalla suunnitelmiin perustuvia kustannusarvioita sekä erilaisten suunnitteluratkaisujen laatimisen, kehittämisen ja vertailun avulla (Ratu KI-6033, 2018, s. 55). Kustannustenhallinta liittyy oleellisesti koko suunnittelun sisällön, laadun ja aikataulun ohjaukseen, joten hyvä yhteistyö ja innovointikyky eri alojen osaajien välillä on myös osa hankkeen suunnittelun kustannusten hallintaa. Kustannukset alkavat toteutumaan hankkeen edetessä, kun suunnittelutyöt aloitetaan, materiaalit sekä rakentamispalvelut hankitaan ja hanke toteutetaan (Ratu KI-6033, 2018, s.56). Kuvassa 2. on esitetty miten eri rakennushankkeen vaiheissa kustannukset määräytyvät ja toteutuvat.

Kuva 3. Kustannuksien toteutuminen ja määräytyminen rakennushankkeen eri vaiheissa (Ratu KI-6033, 2018).



2.3.2 Rakentamisvaihe

Rakentamisen valmisteluvaiheessa syntyy rakentamispäätös ja hankkeen päätoteuttaja laatii toteutussuunnitelmat, valmistelee hankintoja ja laatii hankkeen tavoitearvion. Kustannusarvion muuttaminen tavoitearvioksi edellyttää, että työmaan yleissuunnittelu on tehty (Ratu KI-6033, 2018, s.81). Tavoite-arvio ohjaa rakentamisen työ-, materiaali- ja kalustokustannuksia.

Tavoitearvion laadintaa varten hanke jaetaan lohkoihin, osalohkoihin ja tehtäviin sekä edelleen

tehtävänimikkeiksi eli niin sanotuiksi seurantalitteroiksi. Tarkoituksena on jakaa syntyvät kustannukset niitä varten laadituille litteroille, joiden avulla voidaan seurata kustannusten muodostumista, ennakoida hankkeen kokonaiskustannuksia ja varmistaa kustannuksien pysyminen kustannusarvion puitteissa (Ratu KI-6033, 2018, s.13).

Toteuttajan kustannuslaskennan ensisijaisena kohteena on tuotanto ja näin ollen sen hahmottamista voidaan pitää kustannuslaskennan lähtökohtana. Tämän vuoksi kustannuslaskentaan osallistuu usein henkilöitä laskennasta, hankinnasta ja tuotannosta (Ratu KI-6033, 2018, s.65). Tuotannonsuunnittelun lähtökohtana on huolellinen perehtyminen laskenta-aineistoon, jotta kustannukset voidaan määrittää realistisesti. Hankkeen perusominaisuuksien lisäksi hankkeelle asetetuilla laatutasovaatimuksilla on vaikutuksia toteutuksen kustannuksiin. Esimerkiksi turvallisuuden, pölyntorjunnan ja kosteudenhallinnan suhteen on aina kaikissa kohteissa noudatettava lakien, määräysten, ohjeiden ja vaatimusten mukaisia toimintatapoja. Lisäksi tulee huomioida myös hyvän rakentamistavan periaate ja nämä kaikki edellä mainitut toimintatavat lisäävät kustannuksia, jotka tulee huomioida laskennassa. Oleellisia kustannuksiin vaikuttavia tuotannonsuunnitelmia ovat muun muassa alustava yleisaikataulu, aluesuunnitelma, sähköistysuunnitelma, kone- ja kalustosuunnitelma sekä pölyntorjuntasuunnitelma (Ratu KI-6033, 2018, s.67). Tuotannon kustannustenhallinnan kulmakivi on kustannusseuranta. Rakentamisen edetessä, tulee ostotapahtumista syntyviä kustannuksia verrata hankkeen budjetoituihin kustannuksiin. Jotta vertailu voidaan suorittaa, tulee hankkeen budjetti olla ositettu samalla tavalla kuin hankinta on ositettu (Ratu KI-6033, 2018, s.80).

Rakennushankkeen valmistuttua ja tilisuhteiden selvityksen jälkeen tehdään taloudellinen loppuselvytys ja jälkilaskentavaihe. Tässä vaiheessa urakoitsija ja rakennuttaja tekevät kumpikin tahollaan omat jälkilaskelmansa hankkeesta. Näiden laskelmien avulla tarkistetaan kohteen taloudellinen lopputulos. Saatuja tuloksia voidaan käyttää hyväksi uusien kohteiden kustannuslaskennassa sekä yrityksen kustannustiedoston päivittämisessä (Ratu KI-6033. 2018, s.13).

3 Märkätilojen rakentaminen

Ympäristöministeriön asetus asuin-, majoitus- ja työtiloista edellyttää, että jatkuvaan asumiskäyttöön tarkoitettussa asuinhuoneistossa on oltava tarkoituksen mukaiset tilat hygienian hoitoa ja ylläpitämistä varten. (Ympäristöministeriön asetus asuin-, majoitus- ja työtiloista 1008/2017 §8). Tällaisena tilana voidaan pitää kylpyhuonetta ja usein sinne on sijoitettu sekä suihkutila että WC-tila asuineliöiden säästämiseksi. Kylpyhuoneen yhteyteen on voitu sijoittaa myös sauna.

Kylpyhuone on luokiteltu märkätilaksi, sillä lattia- ja seinärakenteet altistuvat vedelle käyttötarkoituksensa vuoksi (RT 84-11166, 2014, s. 1). Märkätilojen suunnittelussa ja rakentamisessa on tärkeää huomioida, ettei vesi pääse ympäröiviin rakenteisiin tai huonetiloihin. Tästä syystä märkätilojen ja ennen kaikkea niiden kosteusteknisistä toimivuutta varten on säädetty erilaisia määräyksiä ja laatuvaatimuksia. Märkätilojen rakentamisessa tulee noudattaa Ympäristöministeriön laatimaa asetusta rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017). Lisäksi märkätilojen viemäröinteihin liittyen on annettu Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista 1047/2017). Nämä asetukset koskevat niin paikalla rakennettuja pesu-/kylpyhuoneita kuin tehdasolosuhteissakin rakennettuja kylpyhuone-elementtejä.

3.1 Paikalla rakennettu kylpyhuone

Paikalla rakennettu kylpyhuone tarkoittaa kylpyhuonetta, joka rakennetaan irtotavarasta työmaalla paikan päällä eri rakennusammattilaisten avulla. Tämä toimintatapa vaatii työmaan työnjohdolta erityistä tarkkaavaisuutta laadun, aikataulun sekä kustannuksien hallitsemiseksi. Nämä kolme edellä mainittua osa-aluetta ovat tuotannonohjauksen tärkeimmät ja ne ovat sidoksissa keskenään toisiinsa. Mikäli aikataulu on myöhässä, heijastuu tämä kiireellä tekemiseen, jolloin laatu saattaa kärsiä ja kustannukset nousta. Puolestaan mikäli käytettävää rahaa on liian vähän, saattaa laatu tämän vuoksi kärsiä. Mikäli töiden kerralla kuntoon saattamisessa on ongelmia, aiheuttanee se kiirettä ja mahdollisia aikataulumuutoksia myös muiden töiden osalta sekä kustannusten nousua.

3.2 Kylpyhuonemoduuli

Siinä missä paikallarakennettu kylpyhuone rakennetaan työmaalla paikan päällä, valmistetaan kylpyhuonemoduuli tehdasolosuhteissa työmaan aikataulun mukaisesti. Kylpyhuone-elementit suunnitellaan yhteistyössä valmistajan kanssa. Elementtien valmistamisessa käytetään hyödyksi teollisesti esivalmistettuja tuotekokonaisuuksia tilaajan ja työmaan kohdekohtaisten suunnitelmien mukaisesti. Työmaalle saapuvat kylpyhuone-elementit on tilattu täysin valmiiksi varusteltuina ja niiden tulisi olla käyttövalmiita asennuksen ja kytkentätöiden jälkeen. Kylpyhuone-elementit ovat tehtaalla valmiiksi vedeneristettyjä, laatoitettuja, sisustettuja ja kaikki LVIS-työt elementin kytkentä pois lukien on suoritettu. Lisäksi moduuleille on tehty kuljetusaikainen suojaus. Elementtien asennus sijoittuu usein työmaan runkovaiheeseen ja työmaalla elementti liitetään rakennuksen LVIS-järjestelmään (RT-84-11166, 2014, s. 17). Kytkennän lisäksi paikoilleen asennetut elementit juotos valetaan pohjalaattaan.

Joissakin tapauksissa kylpyhuone-elementti voi olla varustelultaan vajavainen eli osa varusteista voi puuttua elementin saapuessa työmaalle. Varusteiden vajavaisuus johtuu usein tilanteista, joissa materiaalitoimittaja ei pysty toimittamaan vaadittuja varusteita ja tarvikkeita tehtaalle. Kylpyhuone-elementit täytyy kuitenkin saada laskettua paikoilleen tietyssä vaiheessa runkovaihetta ja mikäli elementtejä jäätäisiin odottelemaan puuttuneiden osien tai tuotteiden vuoksi, kustautuisi se koko työmaan aikatauluun, sillä runkoa ei päästäisi jatkamaan eteenpäin ennen kuin kylpyhuone-elementit on asennettu. (Henkilökohtainen tiedonanto, Lehto, 2022). Näistä edellä mainituista syistä johtuen kylpyhuonemoduulit saattavat saapua työmaalle eri valmiusasteisina. Näin ollen puuttuvat varusteet ja osat asennetaan myöhemmin työmaalla.

Latokartanontie 4:n työmaalla Tekniikkastudioista puuttui muun muassa suihkusekoittajia, väliviovia, pöytälevyjä ja kodinkoneita, koska materiaalitoimittajat eivät pystyneet toimittamaan kyseisiä tuotteita tehtaalle Tekniikkastudioiden kokoamista varten. Esimerkiksi Gustavsberg ei pystynyt toimittamaan kylpyhuoneiden suihkusekoittajia tehtaalle, jolloin tehdas ei pystynyt niitä asentamaan tilausten mukaisesti. Näin ollen kyseiset sekoittajat tullaan asentamaan jälkikäteen työmaalla.

3.2.1 Lehdon Tekniikkastudio

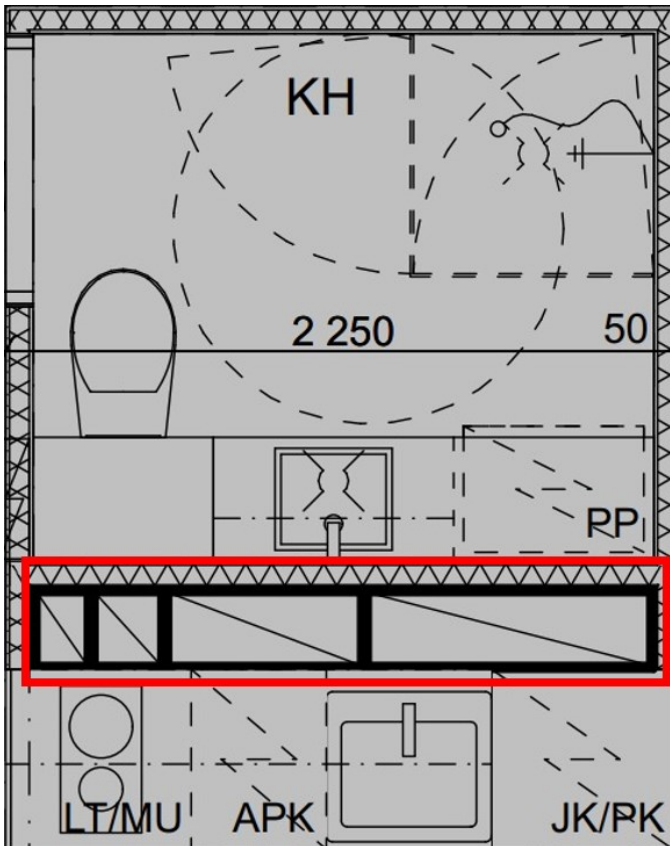
Lehdon kylpyhuone-elementti on nimetty Tekniikkastudioksi ja sillä on Eurofins Expert Services Oy:n myöntämä VTT-C-12167-17 tuotesertifikaatti, joka kattaa Tekniikkastudion märkätilan kosteusteknisen toimivuuden. (Henkilökohtainen tiedonanto, Lehto, 2022). Tekniikkastudion kantavana rakenteena on 200 millimetriä paksu betonilaatta. Seinien runkorakenteena käytetään kertopuuta ja pintamateriaalina EK-levyä. Katon runkomateriaalina toimii myös kertopuu ja pintamateriaalina käytetään valkolakattua mänty- tai kosteuden kestävää MDF-paneelia. Kuvassa 4. on esitetty Tekniikkastudion kylpyhuone ja keittiö.

Kuva 4. Tekniikkastudion kylpyhuone ja keittiöseinusta.



Kylpyhuone on vesieristetty, laatoitettu ja kalustettu tehtaalla valmiiksi. Tekniikkastudion sisälle on asennettu valmiiksi tekniikkahormi, joka sisältää ilmanvaihtokanavat, käyttövesiputket, viemärin nousuputken ja sähköjen huoneistokeskuksen. (Henkilökohtainen tiedonanto, Lehto, 2022). Tekniikkastudiot, jotka sisältävät keittiön, tekniikkahormi jää keittiön ja kylpyhuoneen väliin kuvan 5. mukaisesti.

Kuva 5. Havainnekuva Tekniikkastudion tekniikkahormin sijainnista (Henkilökohtainen tiedonanto, Lehto, 2022).



Latokartanontie 4:n työmaan kohteeseen asennetaan kolme erilaista Tekniikkastudiota. Asuntoihin ja osaan hotellihuoneista on omat niin sanotut isot Tekniikkastudiot, jotka sisältävät kylpyhuoneen ja yhdelle seinälle valmiiksi tehdasolosuhteissa asennetun keittiön. Nämä studiot eroavat toisistaan pintamateriaalivalinnoissa. Näiden lisäksi hotellin puolelle asennetaan pienet Tekniikkastudiot, jotka ovat hieman pienempiä muodostuen vain kylpyhuoneesta. (Henkilökohtainen tiedonanto, Lehto, 2022).

3.2.2 Tekniikkastudion asennus

Lehdon Tekniikkastudiot asennetaan työmaalla kuiluasennus-menetelmällä. Huoneistojen kylpyhuoneiden paikat on suunniteltu niin, että elementteinä tulevat kylpyhuoneet sijaitsevat jokaisessa kerroksessa samassa kohtaa. Näin ollen rakennuksen runkoon muodostuu kuilu, jonka avulla kaikki sen linjan Tekniikkastudiot lasketaan paikoilleen yksi kerrallaan. Kohteessamme

ensimmäiset Tekniikkastudiot laskettiin paikoilleen, kun runko oli tehty kahdeksanteen kerrokseen asti ja loput studiot lasketaan, kun rungon 16:s kerros on valmis. Tekniikkastudion asentamisessa hyödynnetään nosturia ja apuna käytetään liinoja sekä Tekniikkastudiota varten suunniteltua nostokehikkoa (kuva 4.). Ennen Tekniikkastudioiden asentamista, holvien aukkosuojat poistetaan ja ympärille tehdään putoamisen estävät kaiteet (kuva 6). Vedenhallinnan ja studioiden kastumisen estämiseksi aukkosuojien päälle poltettiin kumibitumikermi estämään veden pääsy rungon sisälle (kuva 6.).

Kuva 6. Tekniikkastudion kuilun putoamissuojaus ja kuilujen vedenhallinta.



Asennusvaiheen alkaessa studion kuljetuksen aikainen suojaus poistetaan ja studio nostetaan paikalleen. Asennuksen jälkeen studio tarkastetaan virheiden ja puutteiden varalta, jonka jälkeen se suojataan uudestaan. Lehdon Tekniikkastudio ei saa kastua ja asennusvaiheessa poistettavan suojauksen vuoksi se on altis vedelle, eikä studiota tästä syystä voida sateella asentaa. Talvirakentamisen aikana tulisi rakennuksessa olla vähintään väliaikainen lämmitys Tekniikkastudioita asennettaessa.

Kuva 7. Työmaalla tehty Tekniikkastudion suojaus.



4 Kustannuksien määräytyminen ja vertailu

Tässä osiossa käydään läpi paikalla rakennettavan kylpyhuoneen ja kylpyhuonemuodulin eli Tekniikkastudion kustannusten muodostumista ja niiden vertailua. Näiden kahden toteutustavan huomioon otettavista kustannuksista on laadittu taulukoita, joissa kustannusten jakautuminen on määritelty prosentuaalisina osuuksina. Tämä johtuu siitä, että euromääräiset kustannustiedot ovat salassa pidettäviä. Tarkkojen kustannuksien määrittäminen tässä vaiheessa on haastavaa, sillä kustannuksiin vaikuttavat muun muassa materiaalivalinnat, urakoitsijoiden saaminen ja mahdolliset korjauskustannukset. Tätä työtä varten kerätyt kustannustiedot pohjautuvat Latokartanontie 4:n työmaalta saatuihin tietoihin. Tietoja on kerätty muun muassa laskuista, urakkasopimuksista ja hankkeelle alustavasti tehdyistä kustannuslaskelmista. Joidenkin työvaiheiden kustannuksia on jouduttu arvioimaan, sillä tarkempia tietoja ei tämän työn teko hetkellä ole ollut saatavilla.

Asuntotalossa käytettävä Tekniikkastudio sisältää myös keittiön. Jotta Tekniikkastudion ja paikalla rakennettavan kylpyhuoneen kustannusten vertailusta saadaan mahdollisimman realistinen, on kustannuslaskelmia suoritettu molempien toteutustapojen osalta ilman keittiötä ja keittiö mukaan lukien. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että Tekniikkastudion kustannuksia määriteltäessä toisessa laskelmassa on huomioitu koko Tekniikkastudion kustannus ja toisessa laskelmassa Tekniikkastudion sisältämän keittiön osuus on poistettu kustannuslaskelmasta. Samalla tavoin on toimittu paikalla rakennettavien kylpyhuoneiden kohdalla. Näiden kohdalla kustannuslaskelma on tehty sekä pelkästä paikalla rakennettavasta kylpyhuoneesta kuin myös kylpyhuone+keittiö-ratkaisusta.

4.1 Paikalla rakennettava kylpyhuone

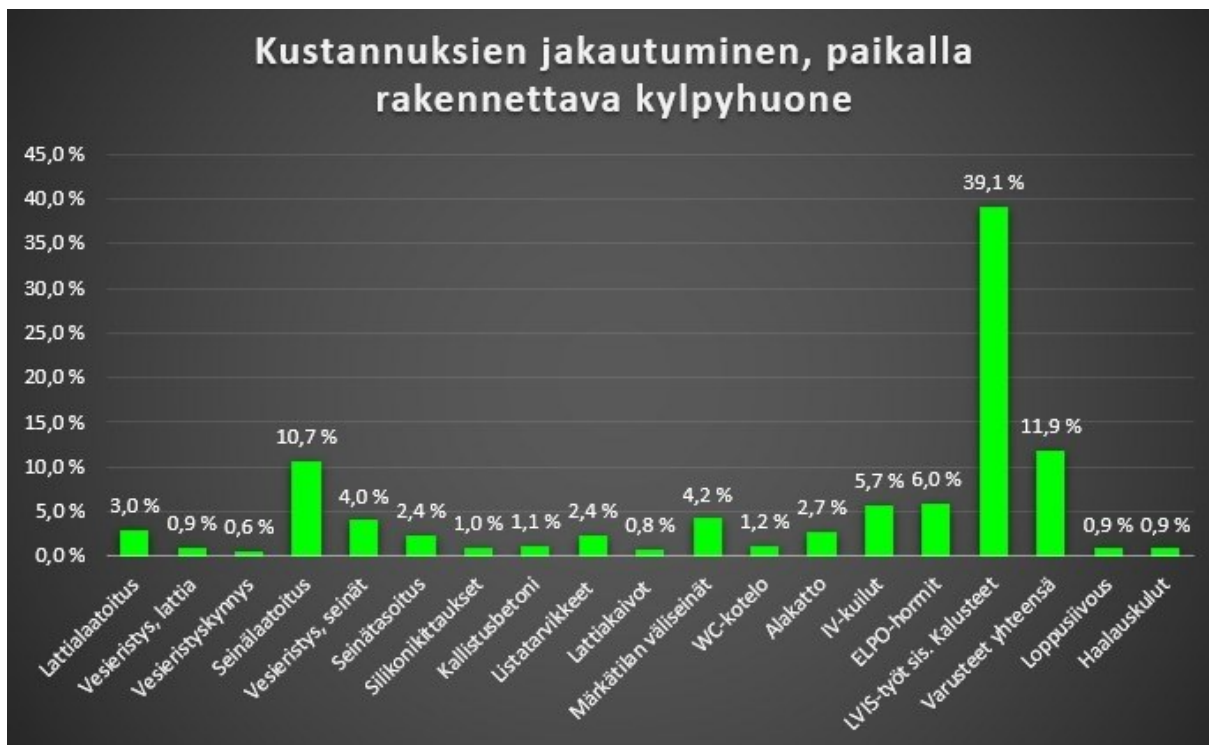
Latokartanontie 4:n työmaalle rakennetaan paikalla useita eri kokoisia ja eri pintamateriaaleilla olevia kylpyhuoneita. Tätä työtä varten valittiin kohteen asuntotaloon rakennettava kylpyhuone, sillä siihen käytettävät materiaalit vastaavat parhaiten asuintaloon tulevaa Tekniikkastudiota. Paikalla rakennettavan kylpyhuoneen pinta-ala määritettiin keskiarvona laskemalla kaikkien paikalla rakennettavien kylpyhuoneiden pinta-alat yhteen ja jakamalla se kylpyhuoneiden määrällä. Näin ollen saatiin, että paikalla rakennettavan kylpyhuoneen pinta-ala on keskiarvoltaan noin 4,5 m². Puolestaan kylpyhuone+keittiö- kokonaisuuden pinta-alaksi saatiin noin 5,8 m².

Paikalla rakennettavista kylpyhuoneista määritettiin suuntaa antava kustannusarvio käyttäen hyödyksi työmaan sisäisiä tietoja ja jo laadittua kustannusarviolaskelmaa. Lisäksi hyödynnettiin jo tehtyjen työvaiheiden työ- ja materiaalihankinnoista aiheutuneita kuluja. Keskustelin myös työmaan muiden työnjohtajien kanssa kustannuksista. Etenkin LVIS-töiden kustannusten määrittäminen oli hieman haastavaa ja tästä syystä LVIS-töiden osuus onkin vain arvio. Kun työvaiheiden toteutuneet kustannukset saadaan selville, on ne helppo päivittää kustannuslaskelmaan, jolloin laskelma ja sen perusteella tehty kustannusten vertailu muuttuu entistä realistisemmaksi.

Suurin yksittäinen kustannuserä paikalla rakennettavissa kylpyhuoneissa muodostuu juuri edellä mainituista LVIS-töistä kalusteineen (39,1 %). Taulukossa 1. on esitetty paikalla rakennettavan kylpyhuoneen kustannusten jakautuminen prosentuaalisesti. Varusteiden korkea prosentuaalista

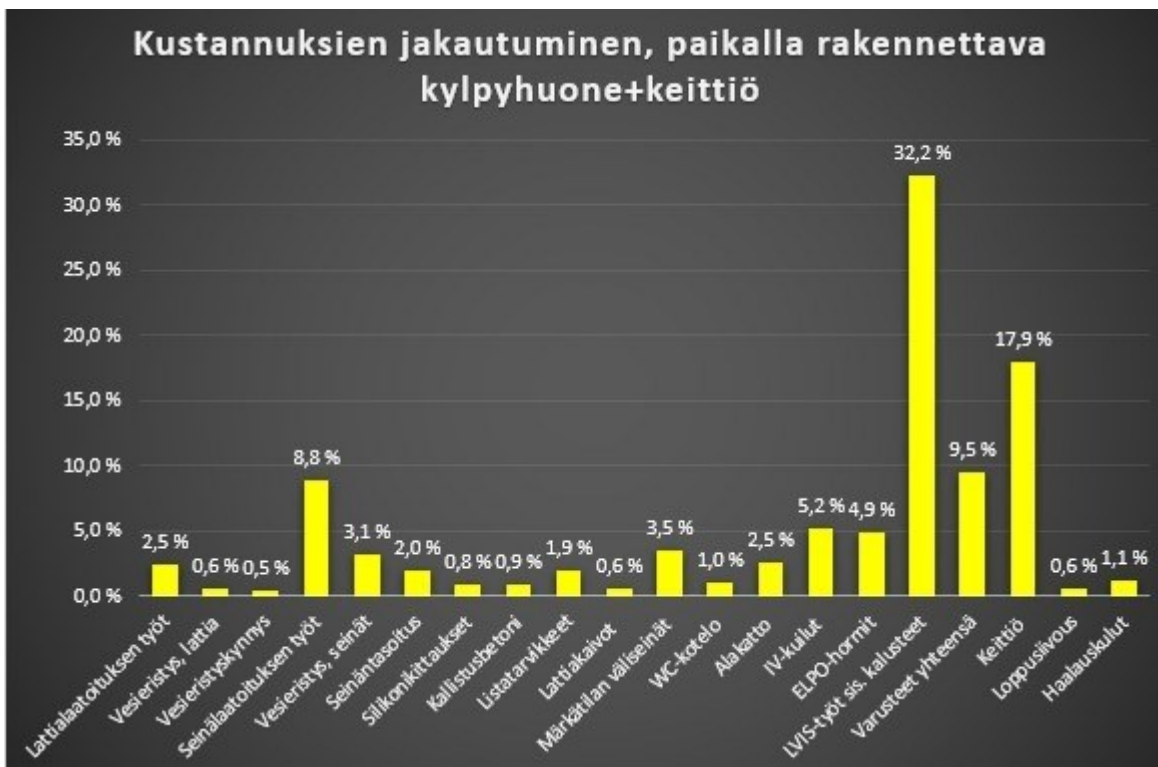
osuutta selittää se, että se sisältää muun muassa suihkuseinät, kylpyhuoneen oven, heloituksen ja muut kylpyhuoneen varusteet kuten esimerkiksi pyyhekoukut. Nämä kaikki sisällytettiin varusteet-otsikon alle, jotta kaaviosta saatiin mahdollisimman selkeä ja helppolukuinen. Taulukossa esitetyt työvaiheet sisältävät sekä materiaali – että työ kustannukset.

Taulukko 1. Kustannuksien jakautuminen, paikalla rakennettava kylpyhuone



Puolestaan taulukossa 2. on esitetty paikalla rakennettavan kylpyhuoneen ja keittiön kustannusten jakautuminen prosentuaalisesti. Keittiön osuus kustannuksista on noin 18 % ja tämä sisältää LVIS-työt keittiön osuudelta, kalusteet ja varusteet sekä kodinkoneet. Myös tässä laskelmassa itse kylpyhuoneen LVIS-töiden ja kalusteiden osuus kustannuksista on edelleen suurin (32,2 %). Tässäkin taulukossa varusteiden korkea prosentuaalinen osuus selittää se, että se sisältää muun muassa suihkuseinät, kylpyhuoneen oven, heloituksen ja muut kylpyhuoneen varusteet kuten esimerkiksi pyyhekoukut. Nämä kaikki sisällytettiin varusteet-otsikon alle, jotta kaaviosta saatiin mahdollisimman selkeä.

Taulukko 2. Kustannuksien jakautuminen, paikalla rakennettava kylpyhuone + keittiö.



Molemmista taulukoista (taulukot 1 & 2) voidaan havaita, että paikalla rakennettavat kylpyhuoneet sisältävät monia työvaiheita. Taulukon työvaiheita ei kuitenkaan ole esitetty toteutusjärjestyksessä, vaan työvaiheet ovat satunnaisessa järjestyksessä. Laskelmissa on myös huomioitu IV-kuilut ja ELPO-hormit, sillä Tekniikkastudioihin on valmiiksi sisällytetty tekniikkahormi ja näin ollen itse Tekniikkastudion kustannus sisältää hormi- ja kuilurakenteiden kustannukset.

Paikalla rakennettavien kylpyhuoneiden kustannuksien määrityksessä ei ole huomioitu työmaan työnjohtajien kustannuksia. Myös työmaan nosturin kustannukset on jätetty huomioimatta, sillä nosturi on tarkoitettu kaikkiin työmaalla tapahtuviin työvaiheisiin, eikä sitä ole otettu pelkästään kylpyhuoneiden toteuttamista varten. Laskelmista on jätetty myös pois työmaan sähköistys- ja lämmityskulut, sillä ne palvelevat koko hanketta ja kustannusten määrittäminen liittyen vain kylpyhuoneisiin on mahdotonta. Myöskään kylpyhuoneiden mahdollisia korjauskuluja ei ole tässä vaiheessa otettu huomioon, sillä lopulliset korjaustöiden aiheuttamat kustannukset selviävät vasta, kun kaikki kylpyhuoneet on saatu rakennettua ja tarkastettua.

4.2 Tekniikkastudio

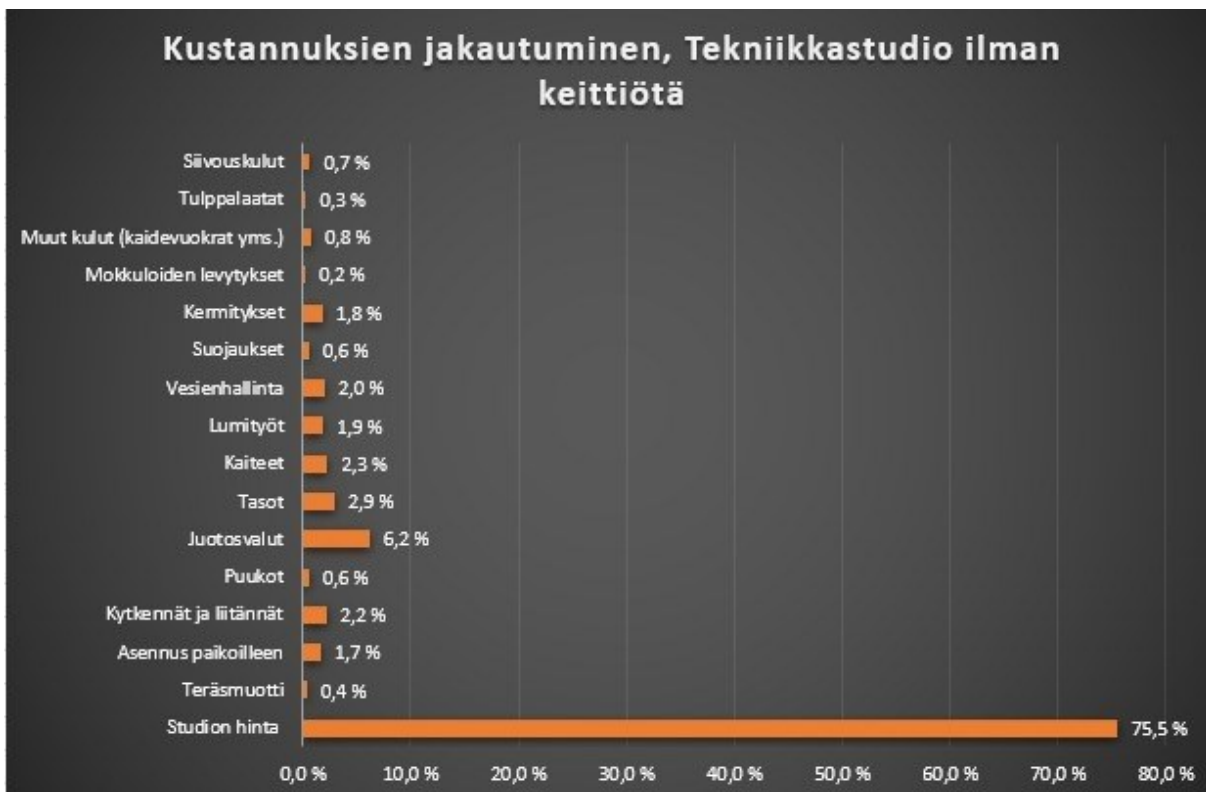
Tekniikkastudio rakennetaan tehdasolosuhteissa valmiiksi moduuliksi, joka on asennusta ja kytkentää vaille käyttövalmis. Asuntotalon keittiöllinen Tekniikkastudio on kooltaan noin 6,3 m². Puolestaan ilman keittiötä laskettuna, Tekniikkastudion pinta-ala olisi noin 5 m². Keittiön sisältävään Tekniikkastudioon liittyvistä kustannuksista suurin yksittäinen kustannus on itse Tekniikkastudio (78,5 %). Tekniikkastudion hyödyntäminen ja käyttäminen edellyttää useita työvaiheita, joten Tekniikkastudioon liittyvät kustannukset eivät pelkästään muodostu vain moduulin kustannuksesta. Taulukossa 3. on esitetty keittiön sisältävän Tekniikkastudion prosentuaalinen kustannusten jakautuminen ja taulukosta on nähtävissä myös muut Tekniikkastudiota varten tarvittavat työvaiheet ja toimenpiteet tarkemmin.

Taulukko 3. Tekniikkastudion kustannusten jakautuminen



Puolestaan taulukossa 4. on esitetty ilman keittiötä olevan Tekniikkastudion kustannusten prosentuaalinen jakautuminen. Ilman keittiötä olevan Tekniikkastudion kustannus on määritetty vähentämällä asuntotalon keittiöllisestä Tekniikkastudiosta keittiön osuus. Keittiön osuus määriteltiin Lehto Components Oy-tehtaan antamien kustannustietojen perusteella ja keittiön osuus kylpyhuonemoduulin kustannuksesta on noin 20 %.

Taulukko 4. Tekniikkastudion kustannusten jakautuminen ilman keittiötä.



Taulukoiden (taulukot 3 & 4) lumityöt, kermitykset ja vedenhallinta tarkoittavat holvilla ja kerroksissa tehtäviä lumitöitä, vesi-imurointia ja erilaisia rakenteellisia toimenpiteitä, joilla veden pääsy asennuskuiluun pyritään estämään. Tekniikkastudion käytön edellytyksenä on, että studio ei pääse kastumaan ja tästä syystä studiota ei voida asentaa sateisella säällä. Myös tuulinen sää vaikuttaa moduulien nostamiseen, sitä kautta työturvallisuuteen ja liian tuulisella säällä nostotyöt on keskeytettävä. Sääolosuhteiden aiheuttamia viivästymisiä ja sitä kautta mahdollisia kustannuksia on vaikea määrittää, joten tästä syystä sääolosuhteiden vaikutus on jätetty laskelmista pois. Työmaalla on kuitenkin tärkeää tiedostaa, että hankalat sääolosuhteet vaikuttavat studioiden asentamiseen ja voivat tästä syystä muuttaa aikataulua ja aiheuttaa lisäkustannuksia.

Tekniikkastudioiden ja niihin liittyvien kustannuksien määrittämisessä ei ole huomioitu työmaan työnjohtajien kustannuksia. Myös työmaan nosturin kustannukset on jätetty huomioimatta, sillä nosturi on tarkoitettu kaikkiin työmaalla tapahtuviin työvaiheisiin, eikä sitä ole otettu työmaalle pelkästään Tekniikkastudioiden asentamista varten. Laskelmista on jätetty pois myös työmaan

sähköistys- ja lämmityskulut, sillä ne palvelevat koko hanketta ja kustannusten määrittäminen liittyen vain kylpyhuoneisiin on mahdotonta.

Tekniikkastudioiden kuiluasennus vaatii holveihin aukot, joka aiheuttaa sen, että paljon aukkoja sisältävä holvi vaatii huomattavasti enemmän raudoitusta kuin tavallinen ”yhtenäinen” paikallavaluholvi. Tästä syystä Tekniikkastudioiden hyödyntäminen aiheuttaa myös korkeampia ja lisääntyneitä raudoituskustannuksia niin materiaalin kuin työn puolesta. Näitä kustannuksia ei ole kuitenkaan otettu tätä työtä varten tehdyissä kustannuslaskelmissa huomioon, sillä tarkkoja kustannustietoja oli vaikea määritellä ja käytännössä nämä kustannustiedot eivät liity pelkästään Tekniikkastudion käyttämiseen vaan vaikuttavat koko hankkeen kustannuksiin. Myöskään mahdollisia virheiden ja vaurioiden aiheuttamia korjauskuluja ei ole otettu huomioon, sillä niistä ei ollut tämän työn tekohetkellä tarkkoja tietoja. Vasta kun kaikki kylpyhuoneet on rakennettu, asennettu ja tarkastettu, saadaan korjaustöiden aiheuttamat todelliset kustannukset määriteltä.

Tekemiini paikalla rakennettavien kylpyhuoneiden ja Tekniikkastudioiden kustannuslaskelmiin on kuitenkin jätetty avoin kohta korjauskuluille ja näin ollen laskelma on helposti päivitettävissä, kun kaikki tarpeelliset tiedot ovat saatavilla. Tarkennetun laskelman ja lopullisten kustannusten pohjalta voidaan entistä tarkemmin määrittää lopulliset kustannukset toteutusmuodoittain ja vertailla toteutusmuotojen kustannustehokkuutta.

4.3 Kustannuksiin vaikuttavia jo havaittuja ongelmia ja virheitä

Tämän työn toteutusvaiheessa Latokartanontie 4:n työmaalla nousi esiin Tekniikkastudioihin liittyvä ongelmatilanteita sekä korjausta vaativia epäkohtia, vaikka tässä vaiheessa vasta noin puolet kaikista Tekniikkastudioista oli asennettu paikoilleen. Muun muassa varusteita ja kalusteita puuttui tai ne olivat rikkoutuneet, IV-kanavia oli vaurioitunut ja ne olivat sijoitettu väärin kohtiin, käytetyt sähköjohdot olivat väärinä, viemäriiliitokset eivät suoraan osuneet kohdilleen ja viemäritiivisteitä puuttui studioiden toimitusten yhteydessä kuormasta. Lisäksi myös Tekniikkastudioiden juotosvalut aiheuttivat haasteita. Juotosvaluja varten tehtävä villoitustiivistys ja muotitus pidensivät työskentelyaikaa ja siitä huolimatta rakenne ei kaikkien studioiden kohdalla ollut riittävän tiivis. Tämän seurauksena juotossmassa pääsi valumaan studion sisään muun muassa asennuspuukkojen välilyksellä. Juotosvalumassan happoputsaus kylpyhuoneesta aiheuttaa täten

lisäkustannuksia. Juotosvalut toteutettiin Tekniikkastudioiden asennusohjeiden- ja videoiden perusteella, mutta siitä huolimatta toteutusratkaisu ei toiminut kaikkien studioiden kohdalla.

Tekniikkastudioiden suojaaminen ja varastointi on aiheuttanut merkittäviä kosteusteknisiä ongelmia jo ennen studioiden saapumista työmaalle. Ideana kylpyhuoneiden toteuttaminen tehdasolosuhteissa on hyvä ja varmasti toimiva, mutta ongelmia aiheutuu valmiin studion varastoiminen. Nimittäin valmis Tekniikkastudio suojataan lämpimässä hallissa, jonka jälkeen se siirretään ulos, jolloin lämpötilavaihtelun vaikutuksesta kosteus tiivistyy ja näin ollen kosteusvaurio on erittäin todennäköinen. Tästä syystä johtuen, Tekniikkastudioiden mahdollisten kosteusvaurioiden välttämiseksi myös varastointitilan tulisi olla lämmin.

Myös asennuksen jälkeisessä pintojen suojauksessa on ollut haasteita. Nämä suojaushaasteet johtuvat siitä, että ennen asennuksen aloittamista kuljetuksen aikainen suojaus joudutaan poistamaan ja näin ollen Tekniikkastudiolle ei jää minkäänlaista suojausta. Tämä aiheuttaa sen, että Tekniikkastudiot on välittömästi suojattava asennuksen jälkeen, jotta voidaan ennaltaehkäistä mahdollisia naarmuja, pintojen rikkoutumisia sekä pintojen sotkeutumisia. Haasteita aiheuttaa myös työmaalla tehtyjen suojauksien paikallaan pysyminen, sillä niitä joudutaan aukomaan, jotta LVIS-kytkennät ja liitokset voidaan toteuttaa.

Puolestaan paikallarakennettaviin kylpyhuoneisiin liittyviä haasteita ilmeni lattiabetonipintojen saaminen riittävän kuivaksi ennen seuraavia työvaiheita. Myös materiaalien haalaus aiheutti välillä hieman vaikeuksia, koska työmaan logistiikka ei toiminut halutulla tavalla ja Alimak-hisseissä oli jatkuvasti vikaa. Paikalla rakennettavia kylpyhuoneita aloitettiin toteuttamaan vasta tämän työn ollessa lähes valmis. Tästä syystä paikalla rakennettaviin kylpyhuoneisiin liittyviä havaittuja virheitä tai puutteita on tässä työssä tuotu esiin vain sen osalta mitä on tehtyjen työvaiheiden osalta pystytty havaitsemaan.

4.4 Kustannusten vertailu ja analysointi

Tekniikkastudioiden osalta kustannusvertailussa on käytetty asuntotaloon asennettavaa Tekniikkastudioita, jotka sisältävät keittiön. Paikalla rakennettavien kylpyhuoneiden yhteydessä ei ole keittiötä, mutta keittiö rakennetaan myöhemmässä työvaiheessa erikseen. Tekniikkastudion ja

paikalla rakennettavan kylpyhuoneen pinta-alat eroavat hieman toisistaan ja Tekniikkastudio on pinta-alaltaan hieman suurempi. Näistä yllä mainituista tekijöistä johtuen, kustannusten vertailun mahdollistamiseksi laadittiin laskelmat Tekniikkastudiosta keittiöllä ja ilman keittiötä, samoin myös paikalla rakennettavan kylpyhuoneen kustannukset määritettiin pelkän kylpyhuoneen ja kylpyhuone+keittiö- perusteella. Jotta vertailusta saatiin mahdollisimman realistinen tämän opinnäytetyön tekemisen aikana saatuihin tietoihin perustuen, määritettiin molemmille toteutustavoille neliöhintainen kustannus. Saadut kustannustiedot ovat salassa pidettäviä, joten tästä syystä kustannukset ja niiden vertailu esitetään prosentuaalisesti.

Vertailtaessa paikalla rakennettavan kylpyhuoneen kustannuksia ilman keittiötä olevaan Tekniikkastudioon, on Tekniikkastudion neliökustannus 4,7 prosenttiyksikköä suurempi kuin paikalla rakennettavan kylpyhuoneen. Asuinkerrostaloon asennettava Tekniikkastudio kuitenkin sisältää keittiön, joten neliöhintainen kustannusvertailu toteutettiin myös Tekniikkastudion ja paikalla rakennettavan kylpyhuoneen + keittiö - yhdistelmän kustannuksista. Keittiöt mukaan laskettuina, Tekniikkastudion neliöhintainen kustannus oli tässäkin tapauksessa kalliimpi, ollen 5,3 prosenttiyksikköä suurempi kuin paikalla rakennettavan kylpyhuoneen ja keittiön neliökustannus. Saatujen tuloksien perusteella tarkasteltaessa vain toteutustapojen kustannuksia, saadaan tulokseksi, että Tekniikkastudion neliöhintainen kustannus on hieman kalliimpi kuin paikalla rakennettavan kylpyhuoneen neliökustannus. Tulokset eivät kuitenkaan sisällä korjauskuluja, joten mitä todennäköisemmin, molempien toteutustapojen lopulliset kustannukset nousevat. Virheiden ja puutteiden mahdollisia korjauskuluja on mahdotonta ennustaa tässä vaiheessa, joten on mahdotonta sanoa mikä toteutustapojen neliöhintainen kustannusero tulee lopulta olemaan.

Kylpyhuoneiden toteutusmuotojen kustannuksia vertaillessa tulee tarkastella myös laadullisia ja aikataulullisia tekijöitä. Mikäli jompikumpi tai kumpikaan näistä osa-alueista ei toteudu suunnitelmien mukaisesti, heijastuu tämä vääjäämättä kustannuksiin. Taulukossa 5. on esitetty paikallarakennettavan kylpyhuoneen ja Tekniikkastudion vertailu aikataulullisesta ja laadullisesta näkökulmasta. Molemmille toteutustavoille on mietitty laatuun ja aikatauluun liittyen hyödyt, mahdolliset riskitekijät sekä muut huomiot.

Taulukko 5. Paikallarakennettavan kylpyhuoneen ja Tekniikkastudion vertailu aikataulullisesta ja laadullisesta näkökulmasta.

		Aikataulu	Laatu
Tekniikkastudio	Hyötyjä	Nopeampi toteutus työmaalla Kylpyhuonemateriaalien haalauksen poistuminen Työmaan läpivientiajan lyheneminen	Valmistus kuivissa ja lämpimissä tehdasolosuhteissa Melu- ja pölyhaittojen huomattava väheminen
	Riskejä	Toimitusviiveet Varastoinnin sääolosuhteet Asennusolosuhteet Vaurioiden korjaukset	Vauriot ja mitoitusvirheet Moduulin kastuminen työmaalla Moduulin kastuminen tehtaassa varastoinnissa Kaluste- ja varustepuutteet Mahdolliset kuljetusvauriot
	Huomioita	Tilausaikataulu Tasojen ja kaiteiden tekemiseen varattava aikaa	Kuljetusaikainen ja asennuksen jälkeinen suojaaminen Ei työmaaaikaista varastointia Asennusaikaisen työturvallisuuden huomioiminen Ulkopuolisten pääsy estettävä
Paikallarakennettu kylpyhuone	Hyötyjä	Voi valmistua suunniteltua nopeammin Joustavampi mahdollisille suunnitelmamuutoksille aikataulullisesti	Muutokset tehtävissä helpommin Mahdolliset pienet virheet helposti ja nopeasti korjattavissa (esim. laatta halki) Tilaaajan vaikutus kokoon ja sisältöön Nopea reagointi mahdollisiin mittavirheisiin
	Riskejä	Työvoimapula Materiaalien hankinnan ongelmat Rakennustekniset ongelmat ja virheet Olosuhteista riippuva työvaiheen myöhästyminen	"kädenjäljen" laatuero Viemäreiden ja kaivojen mittatarkkuusvirheet Tuotteiden yhteensopivuus Rakenteiden riittävä kuivuus
	Huomioita	Aliurakotsijan aikataululliset ongelmat Työvaiheiden yheensovitus Mahdollisten työtapaturmien aiheuttamat viivästymiset	Tuotteiden yhteensopivuuden varmistaminen Valvonta Hoidettava tarvittavat koepalat ja mittaukset Ulkopuolisten pääsy estettävä

5 Pohdinta

Työn tulosten ja Latokartanotie 4:n työmaahan pohjautuvien kokemusten perusteella pidän tällä kyseisellä työmaalla paikallarakennettavia kylpyhuoneita kannattavampana vaihtoehtona. Työmaallemme tulleissa Tekniikkastudioissa on ollut paljon ongelmia niin aikataulullisesti kuin laadullisestikin ja nämä ongelmat heijastuvat vääjäämättä kustannuksiin nostaten Tekniikkastudioiden lopullisia kustannuksia. Ongelmia on aiheutunut muun muassa asennusaikaisista rikkoutumisista, IV-putkien ja sähköjen vääristä sijainneista ja materiaaleista sekä Tekniikkastudioiden varastoinnista ja suojauksista. Kaikki ongelmat ja virheet eivät kuitenkaan ole aiheutuneet pelkästään työmaalla, vaan osa niistä on tapahtunut jo tehtaalla studioiden valmistuksen yhteydessä. Tekniikkastudioiden käyttäminen aiheuttaa lisäksi valtavan työmäärän ja vaatii jatkuvaa valvontaa, jotta veden pääseminen rakennuksen sisälle saadaan estettyä ja rakennus pidettyä kuivana. Lisäksi rakennuksen vesikattoa päästään rakentamaan vasta, kun kaikki Tekniikkastudiot on asennettu.

Pohjauttaen mielipiteeni Latokartanontie 4:n työmaalle, mielestäni Tekniikkastudioiden käyttäminen ei tässä kohteessa ole kustannustehokasta. Tällä hetkellä studioiden käyttäminen edellyttää ja aiheuttaa paljon muitakin työvaiheita, joita pitää suunnitella etukäteen. Nämä kustannukset nostavat studion käyttöön liittyviä kustannuksia. Ideana Tekniikkastudio on hyvä ja kokonaisuuden toimiessa varmasti nopeuttaa työmaan läpivientiaikaa. Ensin on kuitenkin saatava kehitettyä toimiva kokonaisuus, jotta studioiden tuomia hyötyjä voidaan työmaalla todella hyödyntää.

Tekniikkastudion saaminen kustannustehokkaaksi ja helposti käytettäväksi, vaatii vielä tuote- ja toimintakehittelyä. Kriittisin kehittämisen osa-alue on studioiden suojaaminen ja sitä kautta rakenteiden terveellisyyden varmistaminen. Mikäli Tekniikkastudioiden suojaamiseen keksittäisiin ratkaisu, joka voitaisiin pitää myös asennuksen aikana paikallaan, poistuisi tällöin työmaalla tällä hetkellä tehtävä työskentelyaikainen suojaus.

Lisäksi perustaisin Tekniikkastudioiden asentamista varten oman asennusryhmän, joka olisi oikeasti perehtynyt studioiden asentamiseen ja tällöin olisi myös helpompi määrittää kenen vastuulla mahdolliset asennusvirheet ja asennusaikaiset vaurioitumiset ovat. Näin ollen asennusryhmä kiertäisi työmaalta toiselle asentaen pääpainoisesti vain Tekniikkastudioita. Uskon, että tällä toimintatavalla asennusaikaiset virheet ja vauriot vähenisivät ja vastuujaako olisi selkeämpi.

Paikalla rakennettavan kylpyhuoneen ja Tekniikkastudion lopulliset kustannukset saadaan määriteltyä vasta kun kaikki kylpyhuoneet ja studiot on rakennettu ja asennettu sekä mahdolliset korjaustyöt suoritettu. Tämänhetkisten kustannustietojen valossa Latokartanontie 4:n työmaalla paikalla rakennettava kylpyhuoneen neliöhintainen kustannus keittiö mukaan laskettuna on 5,3 prosenttiyksikköä edullisempi. Lopullisten kustannuksien selvittyä, voidaan tarkempaa vertailua suorittaa niin laadullisesta, aikataulullisesta kuin kustannuksellisestakin näkökulmasta.

6 Yhteenveto

Rakentamiseen käytettävien resurssien ja kustannusten minimoimista mietitään jatkuvasti niin työmaalla kuin yrityksen ylemmässä johdossa. Eri toimintatavoista on tarkoitus saada

kustannustehokkaita samalla helpottaen ja nopeuttaen työmaiden läpivientiaikaa. Tämän vuoksi kustannusvertailu on erittäin tärkeää jokaisessa työvaiheessa. Kustannusten minimointiin pyritään jokaisessa rakennettavassa kohteessa. Ensiarvoisen tärkeää on pitää myös kiinni työmaan aikataulusta, koska työvoima on kallista ja mahdolliset sopimus-/viivästymissanktiot nostavat koko hankkeen lopullisia kustannuksia.

Tämä opinnäytetyö toteutettiin Lehto Tilat Oy:lle, toimitilojen erikoishankkeiden yksikölle ja tarkoituksena oli vertailla paikalla rakennettavan kylpyhuoneen ja kylpyhuonemoduulin eli Tekniikkastudion kustannuksia. Tässä työssä esitetyt ja saadut tiedot pohjautuvat vain Helsingin Latokartanontie 4:n työmaalle. Saadut tulokset on esitetty tässä työssä prosentuaalisina osuuksina, sillä kustannustiedot ovat salassa pidettäviä ja tästä syystä niitä ei voida euromääräisessä muodossa esittää.

Tämän työn aihe ja työn toteuttamisprosessi oli erittäin mielenkiintoinen. Tämän työn haastavin ja työläin osuus oli selvittää paikalla rakennettavan kylpyhuoneen ja Tekniikkastudion kustannuksia kustannuslaskelmia varten. Tarkoituksena oli saada määriteltyä kustannukset mahdollisimman tarkasti, jotta saataisiin aikaan mahdollisimman realistinen kustannusvertailu. Kaikkia työvaiheita ei kuitenkaan oltu vielä toteutettu tämän työn tekohetkellä ja tämän takia osa kustannuksista onkin suuntaa antavia arvioita. Lisäksi tässä vaiheessa oli mahdotonta määrittää mahdollisille korjaustoimenpiteille kustannuksia, joten ne on jätetty huomioimatta laskelmissa. Laatimaani kustannuslaskelmaan on kuitenkin jätetty tyhjä sarake korjauskuluille, joten laskelmaan on helppo sijoittaa korjauksista ja vaurioista aiheutuneet kustannukset. Tämän jälkeen saadaan määritettyä molemmille toteutustavoille lopulliset kustannukset ja vertailua voidaan suorittaa entistä tarkemmin.

Saatujen tuloksien perusteella koen, ettei Tekniikkastudioiden käyttö Latokartanontie 4:n työmaalla ole kustannustehokasta. Kylpyhuonemoduuli esitetään nopeana ja helppona käyttää, mutta sen käyttäminen edellyttää kuitenkin useita työmaalla suoritettavia työvaiheita. Tekniikkastudioiden hyödyntäminen lyhentää varmasti työmaanläpimenoaikaa, mutta toistaiseksi niiden käyttö Latokartanontie 4 työmaalla aiheutti haasteita ja ongelmia. Kunhan studioiden hyödyntämiseen liittyvä kokonaisuus eli tehdastoiminta, logistiikka- ja varastointi ja työmaatoiminta saadaan pelaamaan yhteen, saavutetaan tällöin vasta Tekniikkastudion tuoma

todellinen hyöty. Tällä hetkellä tämä toimintajärjestelmä ei toimi halutulla ja toivotulla tavalla. Lisäksi Latokartanontie 4:n työmaalla ilmi tulleiden ongelmien perusteella Tekniikkastudio vaatii vielä tuote- ja toimintakehittelyä, jotta siitä saadaan oikeasti niin kannattava, että paikalla rakennettavat kylpyhuoneet kannattaa korvata käyttämällä kylpyhuonemoduulia.

Lähteet

Lehto. (n.d.). *Vuosikatsaus 2021*. <https://lehto.fi/vuosikatsaus-2021/>

Ratu KI-6020 (2010). *Rakentamisen tuotantotekniikka*. Rakennustieto Oy. <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.hamk.fi/resource/juha/content/18073#page=1>

Ratu KI-6028 (2016). *Aikataulukirja 2016*. Rakennustieto Oy. <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.hamk.fi/resource/juha/content/17168#page=1>

Ratu KI-6029 (2017). *Rakennustöiden laatu 2017*. Rakennustieto Oy. <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.hamk.fi/resource/juha/content/22013#page=1>

Ratu KI-6031 (2017). *Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus*. Rakennustieto Oy. <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.hamk.fi/resource/juha/content/22792#page=1>

Ratu KI-6033 (2018). *Rakennushankkeen kustannushallinta*. Rakennustieto Oy. <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.hamk.fi/resource/juha/content/25139#page=1>

Ratu-s-1228 (2010). *Rakentamisen tehtäväsuunnittelu. Ohje aliurakan ja työkaupan hallintaan*. Rakennustieto Oy. <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.hamk.fi/resource/juha/content/18068#page=1>

Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista 1047/2017. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171047>

Ympäristöministeriön asetus asuin-, majoitus- ja työtiloista 1008/2017. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171008>

Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170782>