

Konsta Lehto

Tilaelementin kannattavuuden arviointi

Tilaelementin kannattavuuden arviointi

Konsta Lehto
Opinnäytetyö
Kevät 2021
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, tuotantopuoli

Tekijä(t): Konsta Lehto

Opinnäytetyön nimi: Tilaelementin kannattavuuden arviointi

Opinnäytetyön englanninkielinen nimi: Assessment of Profitability of Module Elements

Työn ohjaaja(t): Matti Toppi ja Katariina Kuosmanen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2021

Sivumäärä: 39 + 1 liite

Lehto Group Oyj käyttää asuntorakentamisessa itse kehittämäänsä tilaelementtiä. Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia tämän tilaelementin kannattavuutta sekä selvittää elementtirakentamisesta saatuja hyötyjä verrattuna perinteiseen paikalla rakentamiseen.

Opinnäytetyön tekeminen aloitettiin tilaelementin tutkimisella. Elementtiin perehdyttiin vierailemalla yrityksen tehtaalla, jossa tilaelementtejä valmistetaan, sekä työmaalla, jossa oli niiden asennusvaihe menossa. Lisäksi tutkittiin elementeistä laadittuja piirustuksia sekä muita ohjeita yrityksen omalta sivustolta.

Opinnäytetyössä käsiteltiin rakentamistyyliä sekä työmenekin määrittäminen. Työssä esiteltiin myös tilaajan kehittämä tilaelementti, sen valmistaminen tehtaalla ja asentaminen työmaalla. Sen jälkeen tehtiin teoreettinen laskelma kylpyhuoneen ja keittiön paikallaan rakentamisesta. Lopuksi laadittiin tilaajalle laskelma rakenteilla olevasta kohteesta, jossa vertailtiin työmaalta saatuja kustannus- ja aikataulutietoja teoreettiseen laskelmaan.

Opinnäytetyössä saatiin selville, että tilaelementtejä käyttämällä rakennushankkeen kesto lyhenee selkeästi ja sitä kautta saavutetaan taloudellisia hyötyjä. Opinnäytetyössä tehdyt laskelmat koottiin vain tilaajan käyttöön laadittuun analyysiin, jota voidaan hyödyntää tulevaisuuden hankkeissa sekä tuotekehityksessä. Analyysin avulla voidaan tulevaisuudessa arvioida työmaakohtaisesti, miten työmaa onnistui tilaelementtien osalta, ja sitä voidaan päivittää tarvittaessa myös muille elementtityypeille.

Asiasanat: elementtirakentaminen, paikallarakentaminen, työmenekki, Ratu-kortisto

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Civil Engineering, Production Engineering

Author(s): Konsta Lehto
Title of thesis: Assessment of Profitability of Module Elements
Supervisor(s): Matti Toppi and Katariina Kuosmanen
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2021
Number of pages: 39 + 1 appendix

Lehto Group Plc uses self-developed module elements in housing construction. The aim of this thesis was to study the profitability of this kind of module element. The purpose was to find out the benefits of element construction compared to on-site construction.

The completion of the thesis began with the study of a module element. For this reason, the company's factory and construction site were visited. In addition to this, the drawings and instructions made of the module were studied on the company's website.

The theoretical part of the thesis dealt with construction styles and determination of needed labour in construction. After that, the module was presented; how it is built at the factory and installed on a construction site. In the processing section, calculations were made about how long it takes to build a bathroom and kitchen on a construction site with the help of a Ratu-card file. The analysis was prepared to support the calculation containing real information from Lehto construction site. The analysis compares theoretical calculations with actual data.

In the thesis it was found out that by using module elements, the duration of projects is shortened, and economic benefits are achieved. The analysis performed for the orderer contains all the important information and it can be utilized on future construction sites and product development. The analysis can also be used in construction site assessment and can be updated to suit different element types.

Keywords: element construction, on-site construction, labour requirement, Ratu-card file

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	ELEMENTTIRAKENTAMINEN	7
2.1	Elementtirakentamisen etuja	9
2.2	Elementtirakentamisen haasteet	11
3	PAIKALLA RAKENTAMINEN	13
4	TYÖMENEKIN MÄÄRITTÄMINEN	16
4.1	Ammattisanasto työmenekin määrittelyssä	16
4.2	Ratu-kortiston käyttö	18
5	LEHDON OMA TILAELEMENTTI KERROSTALORAKENTAMISESSA	20
5.1	Tekniikkastudion tuotanto tehtaalla	20
5.2	Tekniikkastudion asentaminen työmaalla	22
6	PAIKALLAAN RAKENNETTAVA KYLPYHUONE JA KEITTIÖ.....	25
6.1	Rakenteet.....	26
6.1.1	Kylpyhuoneen seinät.....	26
6.1.2	Kylpyhuoneen katto	27
6.1.3	Kylpyhuoneen ja keittiön lattia.....	27
6.1.4	Keittiö.....	28
6.1.5	LVIS-tekniikka	28
6.2	Työvaiheselostus.....	28
6.3	Työmenekkilaskelma	30
7	AS OY OULUN VALJASKARTANON ANALYYSI.....	33
8	YHTEENVETO	35
	LÄHTEET.....	36
	LIITTEET	39

1 JOHDANTO

Asuntorakentaminen on ollut vilkasta viime vuosina. Tämä ilmiö on pakottanut alan yrityksiä miettimään, miten asuntojen kysyntään voidaan vastata mahdollisimman nopeasti ja kustannustehokkaasti. Yhtenä ratkaisuna voidaan pitää elementtirakentamista, jossa jokin rakennuksen osa esivalmistetaan tehtaalla ja asennetaan sitten työmaalla. Tämä nopeuttaa työmaavaihetta ja näin ollen lyhentää rakennushankkeen kestoa.

Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia tekniikkastudion hyödyllisyyttä kerrostalorakentamisessa. Tekniikkastudio on tilaelementti, joka sisältää kylpyhuoneen ja keittiön valmiina kokonaisuutena. Työssä selvitetään tästä tilaelementistä saatua aikataulullista hyötyä sekä muita sen ominaisuuksia ja vaikutuksia työmaan toteutukseen.

Työn aluksi perehdytään yleisesti rakentamistapoihin ja niiden käyttöön sekä esitellään RT-kortisto, jota käytetään apuna aikataulujen laadinnassa. Sen jälkeen lasketaan paikallaan rakennettavaan kylpyhuoneeseen ja keittiöön kulunut teoreettinen aika ja verrataan tuloksia tilaajan meneillä olevaan työmaahan, jossa käytetään tekniikkastudioita. Lopuksi laaditaan tilaajalle meneillä olevasta työmaasta analyysi, josta selviää, miten työmaa onnistui tekniikkastudioiden osalta ja kuinka kannattavaa tekniikkastudioiden käyttö on.

Työn tilaaja Lehto Group Oyj on suomalainen asunto- ja toimitilarakentamiseen keskittynyt rakennusliike. Vuonna 2019 yritys työllisti noin 1 250 henkilöä ja yrityksen liikevaihto oli 667,7 miljoonaa euroa. Lehto Groupin toiminta perustuu kehittämäänsä talousohjatun toimintamallin hyödyntämiseen, mikä tarkoittaa toteutuksen ja suunnittelun yhdistämistä kustannushyötyjen saavuttamiseksi.

2 ELEMENTTIRAKENTAMINEN

Elementti on kiinteä esivalmisteinen rakenne tai sen osa. Se voi olla materiaaliltaan lähes mitä tahansa, rakentamisessa puu ja betoni ovat paljon käytettyjä. Elementtirakentaminen on rakentamista, jossa rakennus tai sen osa tehdään osittain tai kokonaan elementtien avulla. (1.)

Elementtirakentamisen tarkoituksena on parantaa rakentamisen tuottavuutta ja laatua. Ideana on, että elementit valmistetaan teollisesti, hyvissä olosuhteissa, kuten teollisuushalleissa, ja työmaalla suoritetaan vain niiden asennustyö. Tällöin työmaavaihe on tavallista lyhyempi ja helpommin hallittava kokonaisuus. (2.)

Elementtityyppi kuvaa sitä, mihin käyttötarkoitukseen elementti on suunniteltu. Elementtityyppejä ovat esimerkiksi seinäelementti ja laattaelementti. (2.) Elementtityypit vaihtelevat materiaaleittain ja kustakin materiaalista tehdään sellaisia elementtejä, joihin materiaali ominaisuuksien puolesta soveltuu parhaiten. Betonielementtejä käytetään paljon kerrostalorakentamisessa, kun taas puuelementtien käyttö on yleistä pien- ja rivitalorakentamisessa. (3, s.61,140.)

Seuraavassa on lueteltu keskeisimpiä elementtityyppejä:

- Pienelementti on seinä-, yläpohja-, välipohja- tai alapohjaelementti, jonka pituus ja leveys on korkeintaan 2,1 metriä. Pienelementtejä käsitellään yleensä ilman nosturia.
- Suurelementti on seinä-, yläpohja-, välipohja- tai alapohjaelementti, jonka pituus ja leveys on yli 2,1 metriä. Suurelementtien käsittely vaatii yleensä nosturin.
- Tilaelementti on seinistä, lattiasta ja katosta muodostuva kokonaisuus, joka muodostaa rakennukseen valmiin tilan tai sen osan (kuva 1). Tilaelementtien enimmäismitat ovat 12 x 4,2 x 3,2 metriä. Tilaelementtien suunnittelussa on otettava huomioon elementtien kuljetus ja sitä koskevat rajoitukset. Myöhemmin esiteltävä Lehto Group Oy:n tekniikkastudio on yksi esimerkki tilaelementistä (4, s. 335 – 344; 5.)

Näiden lisäksi eri materiaaleilla on omia elementtityyppejä, jotka eivät lukeudu aiemmin mainitun luettelon tyyppihin.



KUVA 1. Kerrostaloon tulevan yhden asunnon kokoisen tilaelementin nostotyö käynnissä (6)

Betonielementtejä on saatavilla laaja kirjo. Betoni rakennusmateriaalina sopii hyvin elementtirakentamiseen muun muassa seuraavien ominaisuuksien takia: se on rakenteellisesti vahvaa, palonkestävää ja hyvin ääntä eristävää. Lisäksi siitä voidaan valmistaa melkein minkä muotoisia elementtejä tahansa. Betonielementtien käyttö on tyypillistä rakennuksen runkovaiheessa, jossa elementtien avulla muodostetaan rakennuksen kantava runko. Muutamia yleisiä betonielementtien käyttökohteita ovat

- sokkeli
- pilari
- palkki
- seinät
- laatta
- portaat
- hissikuilu. (7.)

Puu on betonin ohella suosittu materiaali elementtirakentamisessa. Sen on rakenteellisesti keveää ja helposti työstettävää. Lisäksi sen saatavuus on hyvä ja sitä voidaan yhdistää esimerkiksi beto-

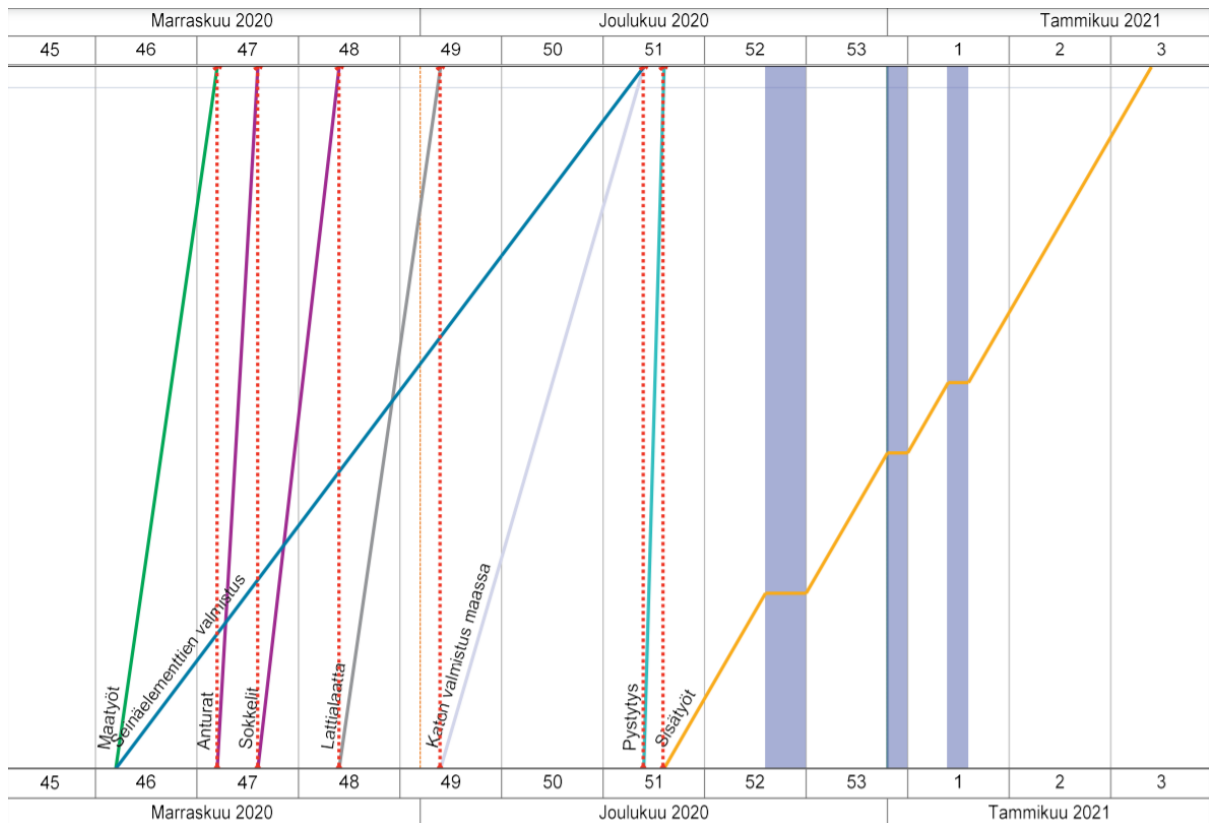
nirakenteiden kanssa. Teollisella puurakentamisella on suuri potentiaali Suomen rakennusmarkkinoilla ja sitä pyritään kehittämään jatkuvasti. (8.) Yleisiä puuelementtejä ovat seinä-, väli- ja yläpohja-, pilari- ja palkki- sekä tilaelementit. Näiden elementtien asennukseen löytyvät asennusohjeet Ratu-kortistosta hakusanalla puuelementtirakentaminen. (9.)

2.1 Elementtirakentamisen etuja

Rakentamisen aikataulu on helpompi laatia ja toteuttaa elementtikohteessa. Elementtien valmistusaika pystytään selvittämään tarkasti, koska muuttujien määrä ja vaikutus on vähäinen. Esimerkiksi sääoloilla ei ole vaikutusta teollisessa esivalmistuksessa. Elementtien asennustyöt ovat myös helppo aikatauluttaa, sillä vakioitujen asennuskäytänteiden myötä asennukseen käytetty aika osataan arvioida tarkasti. (10.)

Elementtirakentamiskohteissa rakennushankkeen kokonaiskesto on normaalia lyhyempi. Tämä johtuu siitä, että voidaan tehdä montaa asiaa yhtä aikaa ja eri paikassa: työmaalla voidaan tehdä elementtien asennusta valmistelevia töitä ja samaan aikaan elementtitehtaalla valmistaa elementtejä. Paikallaanrakentamiskohteessa seuraava työvaihe voidaan aloittaa vasta, kun edellinen on tehty kokonaan valmiiksi. Kokonaiskesto voidaan määrittää laskennallisesti aikataulutyoikalujen avulla. Kokonaistyöajalla, eli työtuntien määrällä, joka koko rakennushankkeeseen käytetään, ei välttämättä ole eroa toteutustapojen välillä. (10.)

Kuvassa 2 on paikka-aikakaavio, jossa on esitetty kuvitteellisen pientalotyömaan yleisaikataulu. Punainen pystysuora katkoviiva kuvaa tehtävien välistä riippuvuutta eli sitä, mikä työvaihe voidaan aloittaa, kun edellinen on valmis. Pientalon seinät valmistetaan muualla elementteinä (sininen pystyviiva), joten niiden valmistus ei ole riippuvainen muista alkuvaiheen tehtävistä. Tästä syystä hankkeen kokonaiskesto on lyhyempi.



KUVA 2. Paikka-aikakaavio kuvitteellisesta pientaloprojektista

Teollisella esivalmistuksella on työergonomian kannalta positiivisia vaikutuksia. Työergonomia tarkoittaa, että työ toteutetaan oikein, oikeanlaisilla työtavoilla, koneilla ja välineillä. Elementtien rakentaminen voidaan toteuttaa sisätiloissa, jossa työolot ovat yleisesti paremmat kuin työmailla. Työergonomia nopeuttaa työn tekemistä ja keventää sitä sekä fyysisesti että henkisesti. Sen avulla tapaturmien riskit pienenevät ja näin ollen myös sairaspöissaolujen ja niistä koituvien kustannusten määrä. (11, s. 30 - 34.) Elementtitehtaalla tilojen ja laitteiden tulee olla kunnossa, sillä työtehtävät ovat yksipuolisia ja altistavat liian raskaina helposti esimerkiksi rasitusvammoille (10).

Materiaalitehokkuus on elementtirakentamisessa hyvä. Materiaalitehokkuudella tarkoitetaan, että tuotetta pystytään rakentamaan mahdollisimman vähäisellä raaka-aineen määrällä, esimerkiksi minimoimalla hävikkiä ja jätteiden syntymistä. Teollisessa esivalmistuksessa vakioitujen ratkaisujen kautta tiedetään menekit tarkasti, mikä edistää materiaalitehokkuutta. Materiaalitehokkuus lisää kilpailukykyä ja sillä saadaan tuotteen hintaa pienemmäksi. (12.)

Vakiointi tarkoittaa, että jokin tuote tai hanke toteutetaan aina samaa kaavaa noudattamalla. Tätä toimenpidettä hyödynnetään elementtirakentamisessa, sillä tuotteiden valmistusprosessi noudattaa yleensä suurin piirtein samaa kaavaa. Esimerkiksi elementtitehtaalla tapahtuva valmistusvaihe voidaan vakioida, sillä työskentelytila pysyy aina samana eikä ole ennalta arvaamattomia muuttujia, kuten sääolot. Vakioidut rakenneratkaisut helpottavat piirustusten laadintaa ja näin ollen alentavat niiden hintaa. Vakiointi kasvattaa ammattitaitoa, koska samaa asiaa toistetaan jatkuvasti. Myös materiaalien hankinta helpottuu, koska menekit ovat helposti selvitettävissä ja voidaan ostaa suuria määriä kerrallaan, jolloin hinta on alhaisin mahdollinen. Kokonaisuudessaan vakioidut ratkaisut parantavat kannattavuutta, mikä ei ole rakennusalanalla parantunut selkeästi vuosikymmeniin. (13, s. 24 - 25.)

2.2 Elementtirakentamisen haasteet

Työturvallisuuteen on kiinnitettävä erityistä huomioita. Elementtirakentamisen työturvallisuudesta on valtioneuvosto laatinut asetuksen, jota tulee noudattaa. Asetuksessa kerrotaan kaikki työturvallisuuden liittyvät seikat, ja esimerkiksi työnjohtaja voi hyödyntää sitä elementtityön suunnittelussa. Asetuksesta löytyvät mm. seuraavat tärkeät kohdat:

- Elementtien suunnittelussa tulee tiedostaa riskitekijät ja tehdä suunnitelmat niiden torjumiseksi.
- Elementtien väliavarastoinnista ja väliaikaisesta tuennasta tulee olla selkeä ohjeistus.
- Elementtien asennustyössä tapahtuu paljon nostoja ja siirtoja. Nämä tulee toteuttaa oikeanlaisella nostokalustolla ja tulee olla tietoinen nostettavan elementin painosta ja painopisteestä.
- Kun elementti on asennettu paikalleen, on tiedettävä, mitä kuormituksia siihen kohdistuu ja pitääkö se tukea väliaikaisesti. (14.)

Elementtien toimitusajoissa esiintyy suurta vaihtelevuutta. Rakennuslehti, joka on rakennusalan uutis- ja erikoislehti, uutisoi vuonna 2017, että betonielementtien toimitusajat ovat venyneet suuren kysynnän vuoksi jopa vuoden mittaisiksi. Myöhemmin vuonna 2019 rakennuslehti uutisoi, että betonielementtejä saa nyt jopa muutaman viikon toimitusajalla. Tästä voidaan päätellä, että elementtien toimitusajat vaikuttavat rakennushankkeen keston ja toteutustavan valintaan. (15; 16.) Jos elementtien toimitusajat ovat pitkiä, tarkoittaa se, että ne on pakko tilata hyvissä ajoin, jo hankkeen

alkuvaiheessa. Jos suunnitelmiin tulee muutoksia tai päivityksiä elementtien tilauksen jälkeen, ei niitä välttämättä keretä tehdä jo tilattuihin elementteihin, mistä aiheutuu virheitä. On tavallista, että esimerkiksi kerrostalotyömaan piirustuksiin tulee jatkuvasti päivityksiä ja pieniä muutoksia, koska hankkeet ovat niin laajoja, ettei kaikki voida tai osata kerralla suunnitella oikein. Elementtien pitkät toimitusajat ovat siis haasteellisia työmaan toteutuksen kannalta. (10.)

Lisä- ja muutostöiden tekeminen sekä asiakkaan vaikuttaminen kohteen toteutukseen on elementtirakentamisessa vaikeampaa kuin paikalla rakentamisessa. Esimerkiksi Lehdon tekniikkastudion materiaalivalintoihin, kuten laatoitukseen, on asiakkaan vaikutettava hyvissä ajoin ennen työmaavaihetta. Materiaalivalinnan onnistumisen hahmottaa kunnolla vasta, kun tekniikkastudio on asennettu oikeaan huoneistoon. Jos asiakas on tässä vaiheessa tyytymätön, on asialle myöhäistä tehdä mitään. Lisä- ja muutostöiden ajoittamista voidaan tutkia kuvan 9 avulla: asiakkaan toiveet tulisi ottaa huomioon ennen elementtien tilausta tai viimeistään valmistusvaiheessa, sillä työmaalla tapahtuvat lisä- ja muutostyöt aiheuttavat ylimääräistä työtä ja rikkovat elementtirakentamisen tarkoitusta. (10.)

Elementtirakentamisessa tulee jonkin verran sellaista työtä ja kustannuksia, jotka eivät tuo hankkeelle lisäarvoa. Tällaisia ovat esimerkiksi elementtien suojaaminen, kuljettaminen ja välivarastointi työmaalla. Joidenkin elementtien rakenteellista kestävyyttä joudutaan vahvistamaan nostoja ja kuljetuksia varten. Materiaalien rahdit eli toimituskulut maksetaan ikään kuin kahteen kertaan: ensin materiaali tilataan tehtaalle, työstetään ja lähetetään sitten työmaalle. (10.)

Elementtien asennustyö on yleensä ainakin osittain ulkotyötä. Säätökijöillä, kuten vesi- ja lumisateella ja tuulella, on vaikutusta asennustyön onnistumiseen. Elementin asennustyöt täytyy keskeyttää, jos olosuhteet aiheuttavat poikkeuksellista vaaraa. Tällaisia tilanteita ovat esimerkiksi sakea lumipyry tai tuulen nopeus yli 15 m/s. (17, s.13.) Asennustyön keskeytykset voivat aiheuttaa aikataulun viivästymistä.

3 PAIKALLA RAKENTAMINEN

Paikalla rakentaminen on perinteinen rakennustapa, jossa rakennettava kohde valmistetaan yksittäisistä osista työmaalla valmiiksi asti. Paikallaan rakentamista tapahtuu yleensä jokaisessa rakennuskohteessa ainakin pienissä määrin, sillä kaikkia rakennusosia ei ole järkevää tai mahdollista valmistaa elementtitekniikalla. Sitä toteutetaan ainakin puu- ja betonirakentamisessa. (18.)

Paikalla rakentamisen suosio on hiipunut elementtirakentamisen myötä: rakennusalan koneellistuminen sekä tekniikan ja tuottavuuden parantuminen ovat johtaneet alan työtapojen kehitykseen. Esimerkkinä 1950-luvulla betoni valmistettiin itse työmaalla, nykyään se tilataan lähes poikkeuksetta valmiina työmaalle. Myös työturvallisuuden ja työmaiden siisteyden paraneminen ovat ajaneet joitakin työvaiheita tehtäisiin. (19.)

Puisten rakennusosien paikalla rakentaminen voidaan tehdä joko pitkästä puutavarasta tai valmiiksi katkotuista osista. Pitkästä puutavarasta rakentaminen tarkoittaa, että rakenteiden osat katkotaan työmaalla rakentamisen yhteydessä. Pitkästä puutavarasta rakentaminen on nykyään vähäistä ja sitä pidetään vanhanaikaisena menetelmänä. Valmiiksi katkotuista osista rakentaminen eli pre-cut-menetelmä on elementtirakentamisen ohella yleinen rakennustyyli, jossa rakenteen osat katkotaan oikeaan mittaan, työstetään (esim. loveaminen) ja pakataan nippuun tehtaalla. Sitten ne toimitetaan työmaalle, jossa rakenne kasataan valmiiksi katkotuista osista. Pre-cut-menetelmän yhteydessä käytetään yleensä platform-menetelmää, jolla tarkoitetaan työstettyjen osien koostamista ja järjestystä. Platform-menetelmässä rakennuksen runko kasataan kerroksittain siten, että ala- ja välipohjat toimivat työalustoina. Seinät kasataan työalustan eli ala- tai välipohjan päällä vaakatasossa ja nostetaan valmiina pystyyn. (3, s. 140 - 141.)

Kuva 3 antaa käsityksen siitä, miltä paikalla rakennettu puurunko näyttää. Se havainnollistaa hyvin paikalla rakentamisen keskeisen piirteen eli sen, että rakennus on joka puolelta samassa valmiusasteessa. Kuvasta ei voida päätellä, onko käytetty pre-cut-menetelmää vai pitkästä puutavarasta kasattua runkoa. Voidaan kuitenkin olettaa, että platform-menetelmää ei ole käytetty, koska kyseisessä menetelmässä seinät tehdään vaakatasossa valmiiksi asti, mutta kuvassa ovat vain seinien rungot eikä esimerkiksi ulkokuorausta.



KUVA 3. Havainnekuva paikallaan rakennettavasta omakotitalon puurungosta (20)

Betoniosien paikallarakentamisessa puhutaan paikallavalu-rakennustavasta. Tämä tarkoittaa, että betoniosan valmistus suoritetaan täysin työmaalla. Tyypillinen työjärjestys on seuraavanlainen: ka-sataan muotti, tehdään siihen tarvittavat raudoitukset ja täytetään se betonilla. Kun betoni on ko-vettunut riittävästi, puretaan muotti ja suoritetaan jälkihoito, kuten kastelu tai suojaaminen. Muotti tarkoittaa astiaa, johon märkä betoni kaadetaan ja jossa se kovettuu muotin ulkopintojen muo-toiseksi. Raudoittaminen tarkoittaa, että betonin seassa on rautaa, yleensä harjaterästankoja, jotka vahvistavat betonin kestävyyttä. Paikallavalu mahdollistaa monipuolisen betonirakentamisen ja sen avulla saadaan valmistettua työmaakohtaisia yksilöllisiä rakenteita. (18.)

Rakennusmateriaali vaikuttaa siihen, onko järkevää rakentaa paikalla vai elementteinä: esimerkiksi omatoimirakentajan on helpompi tehdä pientalo paikalla rakentaen puusta kuin betonista. Betonista rakentaminen vaatii erityiskalustoa, kuten muotit, mutta puusta rakennettaessa pärjää hyvinkin vä-häisillä työkaluilla. Materiaalin vaikutusta voidaan arvioida esimerkiksi tutkimalla Ratu-kortistosta löytyvää Rakentamisen tuotantotekniikka -kirjaa, jossa on esitetty puu- ja betonirunkorakentami-nen. Kuvauksesta voi havaita, että betonirunkorakentamisessa on selkeästi enemmän työvaiheita sekä käytettävät työkalut ja laitteet ovat osittain erikoiskalustoa. Puurunkorakentaminen kun taas on tavallista rakentamista, johon kouluttautumatonkin henkilö pienellä perehtymisellä pääsee no-peasti mukaan. (3, s. 61 - 140.)

Paikalla rakentamisen yhtenä ongelmana on riittävä työvoiman saatavuus. Rakennushankkeet kestävät aina vain hetken aikaa ja siirtyvät toiseen paikkaan eli työpaikka ei ole kiinteä. Tämä ongelma on riippuvainen myös suhdanteesta eli siitä, kuinka paljon yleensäkin rakennetaan. Elementtirakentamisessa tätä ongelmaan voidaan korjata siten, että valmistetaan elementit sellaisessa paikassa, jossa työvoimaa on helposti saatavilla. Elementtirakentamisessa työmaavaihe on lyhyempi ja siellä tarvittavan henkilöstön määrä yleensä pienempi, joten työvoiman saatavuus ei ole niin suuri ongelma elementtirakentamisessa. (10.)

Paikalla rakentamisen yhtenä etuna on, että kaikki työvaiheet toteutetaan samassa paikassa eikä erillistä esivalmistuspistettä, kuten elementtitehdasta, tarvita. Elementtitehtaan ylläpitäminen tuo lisäkuluja ja sen pyörittäminen vaatii resursseja. (10.)

Luvun 2.2 toisessa kappaleessa kerrotaan, miten elementtirakentamisessa kokonaiskesto on lyhyempi, koska voidaan tehdä montaa asiaa yhtä aikaa. Paikalla rakennettaessa tämä ilmiö eli työvaiheiden limitys on haastavaa. Siihen vaikuttavat työvaiheiden väliset riippuvuudet, sillä työmaalla ei voida tehdä yhtä aikaa sellaisia työvaiheita, jotka ovat toisistaan riippuvaisia. Esimerkiksi välipohjan rakentamista on mahdoton toteuttaa ennen kuin seinät, joiden varaan välipohja tulee, on rakennettu. Riippuvuuksia ovat ainakin loogiset ja tekniset resurssiriippuvuudet sekä olosuhde- ja resurssiriippuvuudet. (21, s.26.)

Seuraavaksi verrataan paikalla rakentamista luvussa 2.3 esitettyihin elementtirakentamisen huonoihin puoliin. Paikalla rakennettaessa vältytään ylimääräisiltä töiltä, joita elementtirakentamisessa tulee. Näitä ovat esimerkiksi pakkaus, lastaus, kuljetus ja välivarastointi. Toki paikalla rakennettaessa tulee jonkin verran rakenteiden ja materiaalien väliaikaista suojaustyötä. Elementtirakentamisen yhtenä riskinä ovat tuotteiden pitkät toimitusajat. Paikalla rakennettaessa tämä riski on pienempi, sillä ollaan riippuvaisia ainoastaan raaka-aineista, kuten puusta ja nauloista. Elementtirakentamisen ongelmana oli myös elementtien tilaus hankkeen alkuvaiheessa, jolloin myöhemmin päivitettyjä suunnitelmia ei keretä tehdä elementteihin. Paikalla rakennettaessa tämäkin ongelma on pienempi, sillä muutostöitä voidaan tehdä vielä rakentamisvaiheessa.

4 TYÖMENEKIN MÄÄRITTÄMINEN

Rakennustöiden aikatauluttaminen on oleellinen osa rakennushanketta: sen avulla voidaan esimerkiksi hinnoitella työtehtäviä ja ennustaa hankkeen kestoa. Sitä tehdään koko projektin ajan, ensin suunnitteluvaiheessa ja sitten toteutusvaiheessa. Aikataulua laadittaessa tulee tietää työvaiheeseen kulunut aika, jonka määrittämisen helpottamiseksi on kehitetty laadukas työkalu: Ratu-kortisto. Se on laaja uudis- ja korjausrakentamisen menetelmä- ja menekkitietoa, työturvallisuuden säädöksiä ja ohjeita sekä laadunvarmistuksen työvälineitä sisältävä kirjasto. Se on rakennusalan ammattiaisille suunnattu sivusto, joka sisältää jopa 6 000 sivua tietoa. (22.)

Ratu-kortisto on tarkoitettu pääasiassa talonrakennusurakoinnin tarjouslaskentaan, aikataulusuunnitteluun, laadunvarmistukseen ja työntekijöiden perehdytykseen. Se sopii hyvin ainakin rakentajalle, suunnittelijalle ja rakennuttajalle. Esimerkiksi työsuunnittelijana toimiva voi poimia menekkitietoja Ratu-kortistosta ja siirtää ne sitten omaan aikatauluohjelmaan. (22.)

Ratu-kortiston tieto perustuu käytäntöön, eli sieltä löytyvät ohjeet ovat todellisesta työelämästä poimittuja ja laskettuja asioita jopa 30 vuoden ajalta. Se on laadittu yhteistyössä Rakennusteollisuus RT:n ja Mittaviiva Oy:n kanssa. Kortiston suurena tukena toimivat Ratu-ryhmän rakennusliikkeet, jotka auttavat myös sisällön tuottamisessa. Ratu-kortiston sisältö on puolueetonta. (22.)

Työmenekin määrittämisessä voidaan hyödyntää myös yrityksen omaa tietokantaa eli aiemmissa kohteissa toteutuneita työmenekkejä. Niiden käyttö on joskus ainoa vaihtoehto, jos Ratu-kortistosta ei löydy juuri kyseiseen työhön menekkitietoa. Esimerkiksi tämän työn tilaaja, Lehto Group Oy, käyttää rakentamisessa itse kehittelemiä elementtejä ja sellaisista ei ole Ratu-kortistosta saatavilla mitään tietoja. (23.)

4.1 Ammattisanasto työmenekin määrittelyssä

Ratu-kortiston käyttämistä helpottaa rakennusalan ammattisanaston tunteminen. Seuraavaksi esitetään yleisiä käsitteitä ja lyhenteitä, jotka auttavat Ratu-kortiston tulkitsemisessa.

Työmenekki tarkoittaa aikaa, jonka työntekijä, työryhmä tai kone käyttää yhden suoriteyksikön aikaan saamiseen. Työmenekki ilmoitetaan työntekijätunteina suoritettua kohteen (tth/yks).

Tth on työntekijätunnista käytetty lyhenne, joka tarkoittaa yhden työntekijän tuntimäärää jonkin työn suorittamiseen. Jos jonkin työn tekeminen kestää kahdelta henkilöltä yhden työpäivän verran (8 tuntia), niin tällöin työntekijätunteja tulee kuusitoista, koska työtä tekee kaksi henkilöä yhtä aikaa eli jokaisen tunnin aikana tulee kaksi tuntia työsuoritusta.

T3-aika tarkoittaa tehollista työaikaa, joka ei sisällä yli tunnin kestävää häiriötä tai keskeytystä. T3-aikaa käytetään rakentamisvaiheakataulujen, viikkoakataulujen ja tehtäväsuunnitelmien kestojen laskemisessa.

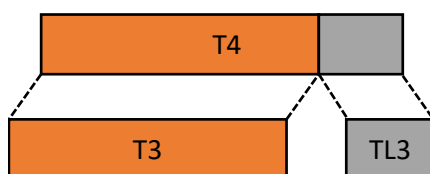
TL3-lisäkerroin on 1,10 - 1,30 työlajista riippuen ja muodostuu yli tunnin mittaisista keskeytyksistä, koneiden ja laitteiden rikkoutumisista ja huolloista, odotusajoista tai muusta sellaisesta.

T4-aika tarkoittaa kokonaisaikaa, joka sisältää kaikki työhön käytetyt tunnit, kuten yli tunnin mittaiset häiriöt ja keskeytykset. T4-aika muodostuu kertomalla tehollinen työaika T3 lisäaikakertoimella TL3 (kuva 4).

Suoritemääräkerroin on kerroin 0,5:n ja 1,5:n väliltä, jolla kerrotaan kokonaistyömenekki. Suoritemääräkerroin on sitä pienempi lukuarvo, mitä suurempi on suoritettavan työn määrä. Työn suorittaminen on sitä nopeampaa, mitä enemmän sitä on määrällisesti. (21, s. 51 - 52.)

RAM eli rakennusammattimies on oman alansa ammattilainen, esimerkiksi kirvesmies, joka tekee rakennustöitä.

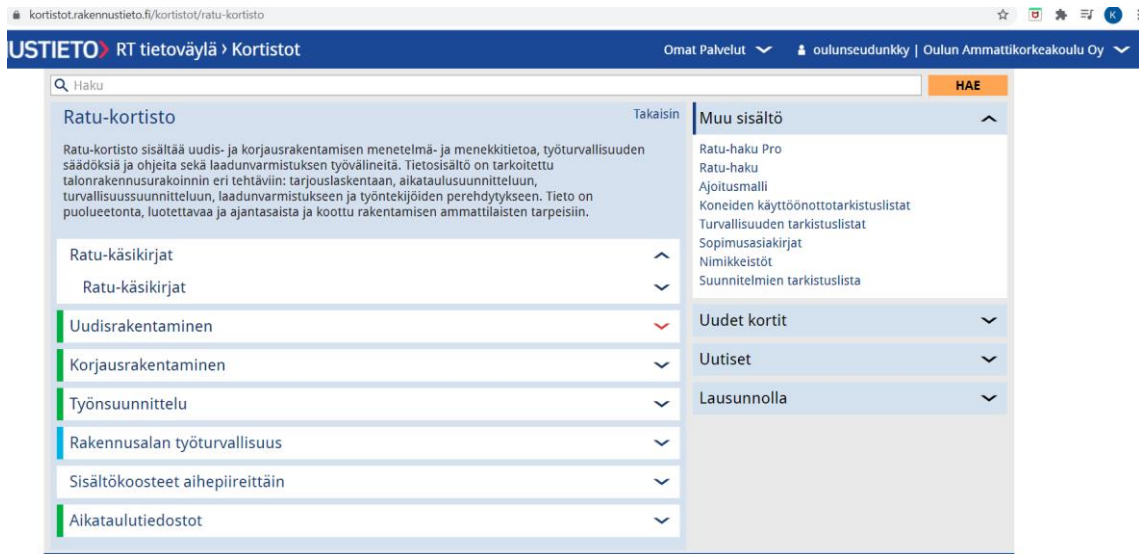
RM eli rakennusmies, joka tekee rakennustöitä avustavia töitä, kuten siivousta ja purkutöitä. Rakennusmies toimii usein rakennusammattimiehen työparina.



KUVA 4. T4-kokonaisaika muodostuu kertomalla T3-aika TL3-lisäkertoimella (21, s.8)

4.2 Ratu-kortiston käyttö

Ratu-kortisto löytyy osoitteesta www.rt.rakennustieto.fi. Sivuston käyttöä varten tulee ostaa lisenssi eli käyttöoikeus. Kun sivustolle on kirjautunut sisään, pääsee valitsemaan tarvittavan ohjekortin joko hakukenttään kirjoittamalla tai sisällysluettelon kautta (kuva 5).



KUVA 5. Näkymä sisäänkirjautumisen jälkeen

Kun haluttu ohjekortti löytyy, avautuu se näkymään, jossa sitä voi tarkkailla. Tarkempaa lukemista varten ohjekortti kannattaa ladata pdf-tiedostoksi, jolloin sen käsittely on käytännöllisempää. Pdf-tiedostoksi lataaminen onnistuu painamalla tarkkailusivulla olevaa Lataa kortti (pdf) -painiketta. Ohjekortin rakenne on tavallisesti seuraavanlainen: alussa sisällysluettelo sekä lähtötietoja, sitten itse sisältö ja lopuksi lähteet.

Työmenekkitiedon selvittämistä varten tulee tietää toteutettava rakenne ja sen määrä. Rakenteella on vaikutusta tehtävän keston, sillä esimerkiksi väliseinätyössä rungon materiaalilla ja tiheydellä on vaikutusta työmenekin suuruuteen (kuva 6). Rakennetiedot löytyvät rakennepiirustuksista ja määrätiedot esimerkiksi pohjapiirustuksesta mittaamalla tai valmiista määräluettelosta.

Ohjekorteissa työvaiheet ovat käsitelty monipuolisesti. Esimerkiksi Ratu-korttia levyrakentamisesta voidaan hyödyntää monelle erilaiselle seinätyypille (kuva 6). Ohjekortissa lukee aina, onko työmenekki laskettu T3- vai T4-ajalla ja mitä yksikköä kohden työntekijätunnit ovat ilmoitettu sekä mikä on suoritemäärän vaikutus.

TYÖMENEKIT

Aloittavat työt	Työnosa	Työmenekki (T3)
Tavaran vastaanotto ja välivarastointi	väliseinät	0,005 tth/seinä-m ²
Mittaus	väliseinät	0,03 tth/seinä-m ²
Siirrot	nosturin valmistelu	16 tth/kerta
	nosturi, nosto 1. ... 4. krs.	0,20 tth/siirtokerta
	traktori, alle 50 m	0,25 tth/siirtokerta
	käsinsiirrot, 20...50 m	0,08 tth/siirtokerta
Rungon pystytys	Työnosa	Työmenekki (T3)
Metallirunko	k 600	0,11 tth/seinä-m ²
	k 400	0,14 tth/seinä-m ²
Puurunko	k 600	0,14 tth/seinä-m ²
	k 400	0,17 tth/seinä-m ²
Levytyt	Työnosa	Työmenekki (T3)
1-puoleinen levytyt	kipsi- ja lastulevy	0,12 tth/seinä-m ²
	kuitusementtilevy	0,15 tth/seinä-m ²
1 levy/puoli	kipsi- ja lastulevy	0,20 tth/seinä-m ²
	kuitusementtilevy	0,25 tth/seinä-m ²
2 levyä/puoli	kipsi- ja lastulevy	0,32 tth/seinä-m ²
Liittyvät työt	Työnosa	Työmenekki (T3)
Eristys	k 600	0,04 tth/seinä-m ²
	k 400	0,06 tth/seinä-m ²
Lopettavat työt	Työnosa	Työmenekki (T3)
Suojaus ja siivous	väliseinät	0,01 tth/seinä-m ²
Suoritemäärän vaikutus	Suoritemäärä (m²)	≤ 50 100 500 1000 ≥ 1500
	kerroin	1,15 1,10 1,00 0,95 0,90

KUVA 6. Levyrakentaminen, väliseinät Ratu-kortista yhdeltä sivulta otettu kuva (23, s.4)

5 LEHDON OMA TILAELEMENTTI KERROSTALORAKENTAMISESSA

Lehto Group Oy rakentaa monipuolisesti kerrostaloja ja toimitiloja. Lehdon tapa rakentaa on yhdistää elementti- ja paikalla rakentamista. Yrityksellä on itsellä muutama tehdas, jossa teollinen esivalmistus on mahdollista ja vastaa täsmälleen yrityksen tarpeita. Lehdon yksi kulmakivi asuntorakentamisessa on tekniikkastudio, jota käytetään jokaisessa yrityksen rakentamassa asuntokohteessa. Tekniikkastudio sanelee jonkin verran rakennustapaa ja esimerkiksi kerrostalon rakentamista ei voida toteuttaa kokonaan elementeistä, vaan on käytettävä jonkin verran paikalla rakentamista.

Seuraavassa on yhden vuoden 2020 lopulla valmistuneen 8-kerroksisen kerrostalon toteutustapa:

- elementteinä: tekniikkastudiot, osa ikkunoista, parvekelaatat, pilarit, ulkoseinät, portaat
- paikallaan rakentaen: kantava runko (seinät ja holvit), vesikatto, kaikki muut rakenteet (24).

Tekniikkastudio eli moduuli ja arkikielessä makkula, on Lehdon kehittämä tilaelementti, joka sisältää kylpyhuoneen ja keittiön. Se on materiaaliltaan suurimaksi osaksi puuta, ainoastaan pohjalaatta on betonia. Tekniikkastudiota käytetään kerrostalorakentamisessa ja sen tarkoituksena on helpottaa ja nopeuttaa työmaan valmistumista ja etenkin sisävalmistusvaihetta.

Luvuissa 5.1 – 5.2 esitellään tekniikkastudion valmistaminen tehtaalla ja asentaminen työmaalla. Asiat esitellään pääpiirteittäin ja siten, että yritykselle kuuluvaa salaista tietoa, kuten rakenteita sekä tarkempia aikataulu- ja kustannustietoja, ei tuoda julki. Tässä luvussa esitettyihin asioihin on kerätty tietoa vieraillemalla tilaajayrityksen tehtaalla, haastatteleamalla työnjohtajia sekä hyödyntämällä omaa työn kautta kertynyttä tietoa.

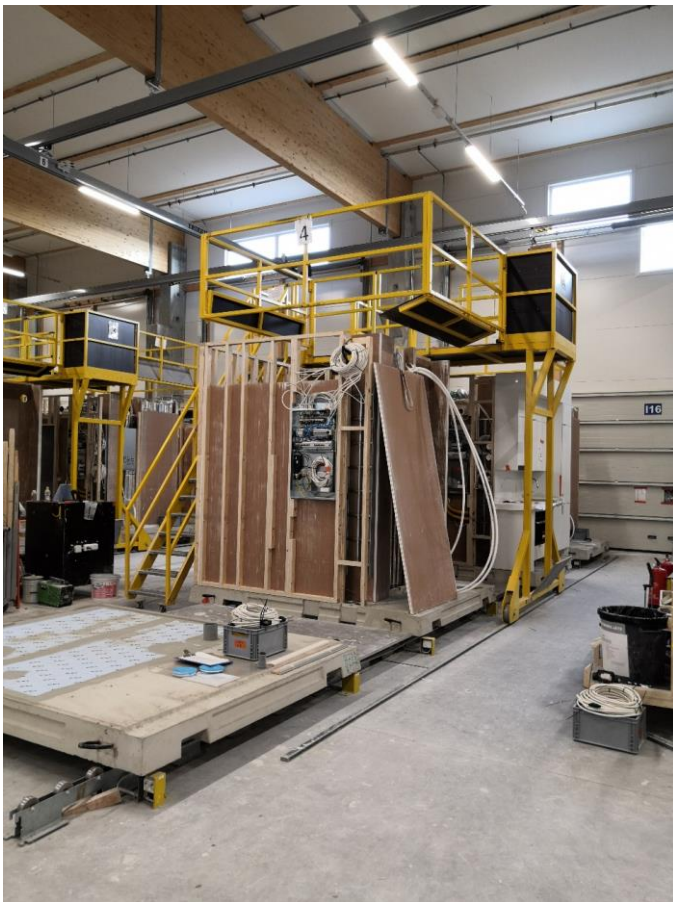
5.1 Tekniikkastudion tuotanto tehtaalla

Lehdon kaikki tekniikkastudiot valmistetaan yrityksen omalla tehtaalla Oulaisissa. Lehdon tehdas-tuotannosta vastaa tytäryhtiö Lehto Components Oy, joka myy tuotettansa yrityksen sisäiseen käyttöön.

Tekniikkastudion valmistus alkaa pohjalaatan valmistuksesta. Laatta valmistetaan muottipöydällä, jossa siihen tehdään tarvittavat varaukset, kytketään LVIS-tekniikka, raudoitetaan ja lopuksi valetaan betonista. Kun betoni on kovettunut, voidaan muotit purkaa ja siirtää laatta kuivumaan. Pohjalaatta on tyypillisesti noin 7 m²:n kokoinen ja 250 mm paksu.

Betonilaatan kuivumisen aikana voidaan valmistaa tulevaan tekniikkastudioon asennettavia osia kuten keittiötä. Keittiökalusteet valmistetaan ja kasataan tehtaalla omalla linjastolla. Myös paljon muita komponentteja esivalmistetaan työpisteillä, joista ne sitten kuljetetaan liikutettavalla tasolla tekniikkastudion valmistuslinjastolle.

Kun pohjalaatta on saavuttanut riittävän kuivuuden, siirretään se tekniikkastudion valmistuslinjalle (kuva 7). Tällä linjalla tekniikkastudio valmistuu vaiheittain. Esivalmistetut komponentit asennetaan paikoilleen, ensin seinät, sitten katto ja keittiö. Lopuksi tehdään viimeistelytyöt, kuten laatoitukset ja listoitukset. Kun kaikki on valmista, tekniikkastudio suojataan muovilla ja kuljetetaan linjaston päässä olevan nosto-oven kautta ulos välivarastoon.



KUVA 7. Tekniikkastudio valmistuslinjalla Oulaisten tehtaalla

5.2 Tekniikkastudion asentaminen työmaalla

Tekniikkastudioiden asentamiseen työmaalla varaudutaan jo rungon pystytysvaiheessa. Lehdon tyypillinen tapa rakentaa kerrostalo on toteuttaa sen runko paikalla rakentamistyyliä. Rungon pystytysvaiheessa tekniikkastudioita varten välipohjalaattoihin on jätettävä aukko kerroksittain samaan kohtaan, jolloin rakennuksen runkoon muodostuu ylhäältä alas menevä kuilu. Näitä kuiluja on rakennuksen pohjan koosta riippuen useita, tyypillisimmin 5-10 kappaletta. Näihin kuiluihin tulevat myöhemmin asennettavat tekniikkastudiot.

Tekniikkastudio siirretään Oulaisten tehtaalta työmaalle rekan kyydissä. Kun tekniikkastudio saapuu työmaalle, puretaan se rekan kyydistä ja kuljetetaan työmaan lähelle välivarastointipaikkaan.

Itse asennustyö suoritetaan torninosturilla. Torninosturi on työmaalla kiinteästi oleva nosturi, jossa on torni ja sen päässä ulokepuomi. Asennustyö alkaa, kun tekniikkastudion suojamuovit poistetaan ja kiinnitetään nostoliinat. Sitten se nostetaan rakennuksen yläkautta asennuskuiluun ja lasketaan kuilua pitkin oikeaan kerrokseen (kuva 8). Tekniikkastudion pohjalaatta ja huoneiston välipohjalaatta jäävät samalle tasolle. Ennen seuraavan tekniikkastudion asennusta tulee tehdä tarvittavat liitännät ja eristykset. Seuraava tekniikkastudio asennetaan samaan kuiluun edellisen yläpuolelle. Lopuksi jokaisessa kuilussa on ikään kuin tekniikkastudioista koostuva torni, jossa jokainen tekniikkastudio on kerroksen välipohjalaattaan kiinnitettynä. Kiinnitys välipohjalaattaan tapahtuu juotosbetonoinnin avulla.

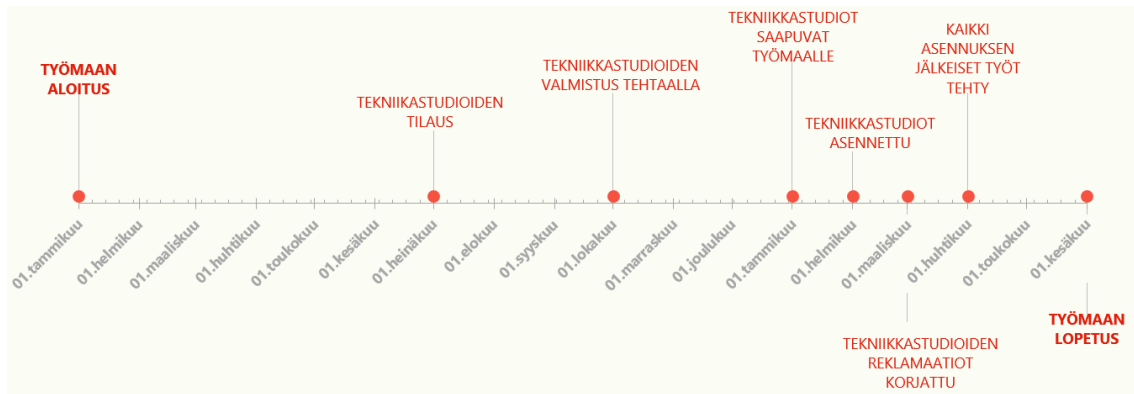


KUVA 8. Tekniikkastudiota lasketaan torninosturin varassa olevan nostoraksin avulla asennuskulussa

Asennustyön jälkeen tekniikkastudioon pitää tehdä vielä muutamia työvaiheita, kuten LVIS-tekniikan liitännöitä ja laitteiden testauksia. Asennuksen jälkeisiin töihin kuuluvat myös reklamaatiot, eli valmistusvirheet, joiden korjaamisesta vastaa Lehto Components Oy.

Kokonaisuudessaan asennustyö noudattaa pieniä eroavaisuuksia lukuun ottamatta Ratu 0395 Tilaelementtityö -ohjekorttia. Lehto on laatinut yrityksen sisäiseen käyttöön tekniikkastudioiden asennukseen liittyvän ohjekortin sekä piirustuksia, joista selviävät kaikki työvaiheet ja toimenpiteet tarkasti.

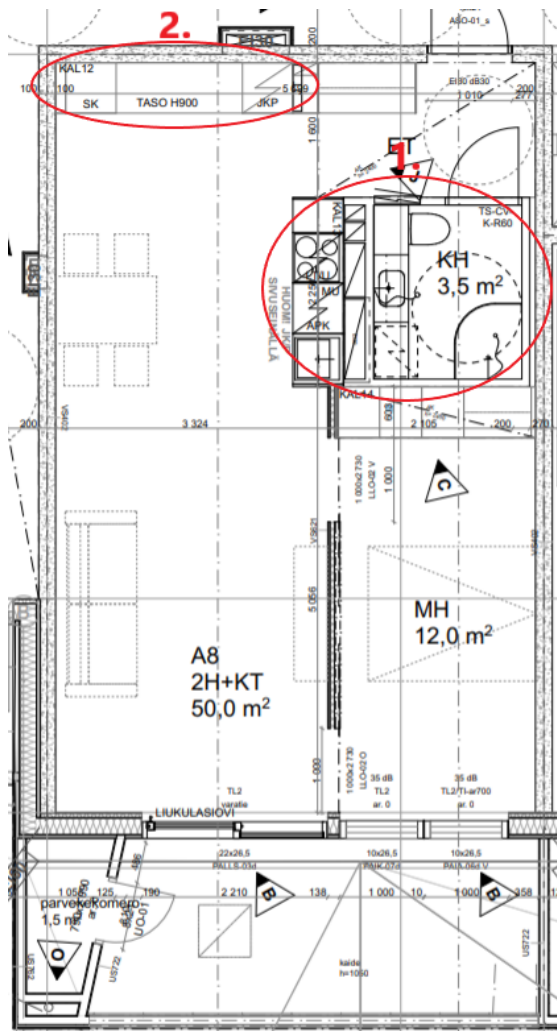
Kuvassa 9 havainnollistetaan sitä, miten tekniikkastudion merkittävät vaiheet sijoittuvat rakennustyömaan aikataulujanelle. Tässä työmaavaihe kestää 1,5 vuotta, mikä on tyypillinen tavallisen kerrostalon rakennusaika. Kuvasta nähdään, että tekniikkastudiot ovat mukana monessa kohtaa työmaata ja niillä voidaankin päätellä niillä olevan suuri rooli koko työmaan toteutuksessa.



KUVA 9. Tekniikkastudion työvaiheet aikajanelle sijoitettuna

6 PAIKALLAAN RAKENNETTAVA KYLPYHUONE JA KEITTIÖ

Opinnäytetyössä selvitettiin Ratu-kortiston avulla, paljonko teoreettisesti kului aikaa kylpyhuoneen ja keittiön paikallaan rakentamiseen. Laskelmassa käytettiin mallihuoneistoa, joka on lainattu Lehto Asunnot Oy:n meneillä olevasta kohteesta (kuva 10). Tarkoituksena oli selvittää rakentamiseen kulunut työtuntimäärä yhdellä työntekijällä ja saada vertailupohjaa liitteenä olevalle As Oy Oulun Valjaskartanon analyysille.



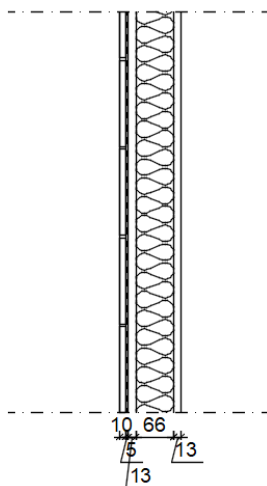
KUVA 10. Laskelmissa käytetyn esimerkkihuoneiston pohjakuvassa ympyrän 1 sisällä on kylpyhuone ja osa keittiöstä ja ympyrän 2 sisällä keittiön toinen osa

6.1 Rakenteet

Laskelmassa käytettiin todellisessa kohteessa olevia rakenteita, jotka löytyvät myös Ratu-kortistosta. Rakennetyypillä on vaikutusta sen toteutuksen kestoan, joten ne halutaan esitellä laskelman tukena. Luvuissa 6.1.1 – 6.1.5 käydään läpi rakenteet ja mainitaan sellaisista asioista, joilla on vaikutusta laskelmaan.

6.1.1 Kylpyhuoneen seinät

Kylpyhuoneen seinärakenne on kuvan 11 mukainen. Laatoituspinta jää kylpyhuoneen puolelle ja seinän toinen puoli huoneiston puolelle. Normaalisti väliseinien runkotoipat ovat jaoteltu 600 mm välein, mutta tässä kohteessa jako oli 400 mm. Syynä tähän on seinäpintaan tuleva laatoitus, joka kuormittaa painonsa takia rakennetta tavallista enemmän.



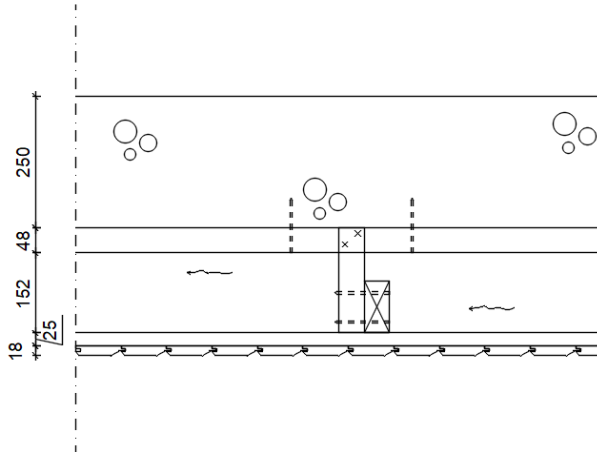
Rakennekerrokset vasemmalta oikealle

- 10mm laatta
- 5mm tartuntalaasti+vesieriste
- 13mm kipsilevy
- 66mm peltiranka runko+50mm villa
- 13mm kipsilevy
- Pintakäsittely rakennusselostuksen mukaan

KUVA 11. Rakenneleikkaus kylpyhuoneen seinästä

6.1.2 Kylpyhuoneen katto

Kylpyhuoneen katon rakenne on kuvan 12 mukainen. Betonilaattaan on ripustettu puurunko, johon puupaneelit kiinnitetään. Betonilaatan ja puupaneelien välissä on tuulettuva välitila. Tämä on nimeltään alaslaskettu katto.



Rakennekerrokset ylhäältä alaspäin:

- 250mm betonilaatta
- 48mm*48mm puukoolaus k600 kiinnitettynä panonauloilla
- >200mm tuulettuva välitila+ alaslaskun riiputusrakenne
- 25mm koolaus k400
- 18 mm puupaneeli

KUVA 12. Rakenneleikkaus kylpyhuoneen alaslasketusta katosta

6.1.3 Kylpyhuoneen ja keittiön lattia

Lattia on rakenteeltaan hyvin yksinkertainen: 250 mm paksu betonilaatta, jonka päälle tulevat kylpyhuoneessa kallistusvalu, vesieristys ja laatoitus. Kallistusvalun tarkoituksena on muodostaa kallistukset lattiakaivoa kohti, jotta vesi ohjautuu helposti kaivoon. Kallistuksen kulma on kaivon läheisyydessä 1:50 ja muualla kylpyhuoneessa 1:100. Keittiössä kaapistojen alla olevalle lattialle ei tule mitään pintamateriaalia, vaan se jää betonipintaiseksi.

6.1.4 Keittiö

Keittiö sijoittuu kahdelle seinustalle kuvan 10 mukaisesti. Keittiö on suunniteltu vastaamaan kak-sion tarpeita. Siinä on kiinteä uuni, liesituuletin, mikro, jääkaappi, astianpesukone ja pesuallas. Li-säksi siinä erikokoisia on ylä- ja alakaapistoja. Keittiökalusteet ovat puuta ja ne asennetaan tavan-omaisesti: yläkaapistot kiinnitetään seinään ruuveilla ja alakaapistot ovat jalkojen varassa kevyesti seiniin kiinnitettynä.

6.1.5 LVIS-tekniikka

Kylpyhuoneen ja keittiön LVIS-tekniikka on kytketty kerrostalon runkorakenteisiin, joita pitkin se kuljetetaan jokaiseen asuntoon erikseen. Mallihuoneen LVIS-tekniikka on rakennusmääräysten mukaisesti suunniteltu vastaamaan asunnon tarpeita ja tyyliä. Keittiön ja kylpyhuoneen LVIS-tek-nisiä laitteita ovat muun muassa wc-istuin, suihku, valot ja katkaisimet.

6.2 Työvaiheselostus

Laskelmassa käytettiin seuraavan listauksen mukaisia lähtötietoja:

- Laskettiin mallihuoneiston kylpyhuoneen ja keittiön toteuttamiseen kulunut työtuntimäärä eli tth.
- Työt toteutettiin paikallaan rakentamistyyllillä.
- Oletuksena oli, että materiaalit ovat lähtötilanteessa siirretty samaan kerrokseen, jossa huoneisto sijaitsee. Tällöin materiaalien siirtotyö on normaalilla tasolla eikä vaikuta suh-teettoman paljon laskelmiin.
- Oletuksena oli, että työt voitiin toteuttaa yhtäjaksoisesti, ilman häiriötekijöitä, kuten yli tun-nin mittaisia työn keskeytyksiä. Laskelmissa käytettiin siis T3-aikaa.
- Työjärjestys oli seuraava: ensin tehtiin kylpyhuone täysin valmiiksi, minkä jälkeen asen-nettiin keittiö.

Ensimmäisenä työvaiheena on betonirungon valmistusvaiheessa tapahtuva välipohjalaatan valmistus. Sen paikalla valmistus tapahtuu seuraavanlaisesti: ensin kasataan pöytämuotti, sen jälkeen raudoitetaan se ja lopuksi suoritetaan betonointi ja sen jälkihoito. Pöytämuotti tarkoittaa vaneripintaista pöytää, jonka päälle tehdään raudoitus ja kaadetaan märkä betoni. Kun betoni on saavuttanut riittävän lujuuden, voidaan pöytämuotti purkaa ja välipohjalaatta jää kantavien seinien ja pilarien päälle. Välipohjalaattaan sijoitetaan ennen betonointivaihetta LVIS-tekniikkaa, kuten osa viemärijärjestelmää ja lattialämmityskaapeli. (25; 26; 27.)

Seuraavana työvaiheena on levyrakenteisten väliseinien rakentaminen. Väliseinien rakentaminen aloitetaan merkkamalla niiden paikat piirustusten mukaisesti lattiaan. Seuraavaksi pystytetään runko, joka on tässä tapauksessa peltiä. Kun runko on pystyssä, asennetaan rungon toiselle puolelle levy. Levyn asennuksen jälkeen kytketään seinän sisään jäävä LVIS-tekniikka, esimerkiksi sähköjohdot. Näiden kytkentöjen jälkeen asennetaan eriste rungon sisään. Lopuksi asennetaan levy rungon toiselle puolelle. (23.)

Väliseinien pystytyksen jälkeen jatketaan kylpyhuoneen rakentamista. Seuraavaksi suoritetaan lattian kallistusvalu. Kallistusvalu tehdään siihen tarkoitettulla lattiamassalla eli veden sekaan sekoitettavalla pikatasoitteella. Pikatasoite kaadetaan tasaiselle betonille ja muotoillaan siten, että lattia kaataa kohti kylpyhuoneessa olevaa lattiakaivoa. Kun kallistusvalu on kuivunut, hiotaan sen pinnasta liima-aines pois. (28.)

Seuraavaksi tehdään laatoitustyöt. Laatoitustyöt aloitetaan vesieristyksellä. Vesieriste levitetään koko laatoitettavalle alalle, tässä tapauksessa seiniin ja lattiaan. Kun vesieriste on asennettu, voidaan aloittaa laatoitustyöt. Työ tehdään siten, että ensin laatoitetaan seinät ja sitten lattia. Laatoitustyö aloitetaan kiinnityslaastin valmistuksella ja levityksellä. Sen jälkeen kiinnitetään laatat ja lopuksi laattojen saumat saumataan ja kaikkiin nurkkiin asennetaan silikoni. (28.)

Laatoitustöiden jälkeen rakennetaan pesuhuoneeseen sisäkatto. Katto on alaslaskettu, eli se tulee selvästi huoneiston katon alapuolelle ja on ripustettuna huoneiston kattoon. Sisäkaton puurunko tehdään ensin, minkä jälkeen se voidaan verhoilla paneelilla. Paneeliverhouksen yhteydessä tulee huomioida esimerkiksi valaistuksen kiinnitys kattoon. (29.)

Viimeisenä työvaiheena on kalusteiden ja laitteiden asentaminen. Tässä esimerkkikylpyhuoneessa se tarkoittaa muun muassa wc-istuimen, suihkun ja käsienpesuhanan asentamista. (30.)

Kun kylpyhuone on saatu valmiiksi, tehdään keittiön asennustyöt. Keittiö asennetaan valmistajan ja suunnittelijan ohjeiden mukaisesti. Tässä mallihuoneistossa keittiön asentaminen toteutetaan kahdelle eri seinustalle. Keittiön asennustöissä on tärkeä, että seiniin ripustettavat kaapit saadaan kiinnitettyä oikein seinän runkorakenteeseen ja että LVIS-liitännät, kuten vesijohdot on vedetty oikeaan kohtaan ennen asentamista. (31.)

6.3 Työmenekkilaskelma

Paikalla rakennettavan kylpyhuoneen ja keittiön rakentamiseen käytetty aika laskettiin RATU-kortiston avulla ja luvun 4.1 ohjeiden mukaisesti. Laskelman tukena oli tilaajalta saadut rakennepiirustukset, joita hyödyntäen voitiin laskea määrätiedot. Laskelma suoritettiin Excel-ohjelman avulla ja tulokset koostettiin taulukkomuotoon. Excel-ohjelmisto soveltui hyvin laskelman toteuttamiseen, sillä työmenekien laskeminen on pääasiassa numeroiden kerto- ja yhteenlaskuja. Jokaisesta työvaiheesta laadittiin taulukon 1 mukainen taulukko, josta selviävät suoritteen määrä, yksikkö ja RATU-kortista poimittu työmenekin ja suorittemääräkertoimen lukuarvo. Kaikki laskelman taulukot löytyvät liitteestä 1.

TAULUKKO 1. Väliseinätyöstä laadittu työmenekkitaulukko

Väliseinätyö					
Työvaihe	Määrä	Yksikkö	Työmenekki (tth)	Suoritemääräkerroin	Yhteensä
Vastaanotto ja väliavarastointi	25,5	tth/m2	0,005	1,15	0,13
Käsinsiirrot 20-50m	5	tth/krt	0,08	1,15	0,40
Mittaus	25,5	tth/m2	0,03	1,15	0,77
Metallirunko, k400	25,5	tth/m2	0,14	1,15	3,57
Levytyt, 1 levy/puoli	25,5	tth/m2	0,2	1,15	5,10
Eristys	25,5	tth/m2	0,06	1,15	1,53
Suojaus ja siivous	25,5	tth/m2	0,01	1,15	0,26
					13,51

Työn kustannus on laskettu työtuntien perusteella tietyllä tuntipalkalla. Työntekijäksi oletetaan ammattilainen ja rakennusalan työehtosopimuksen mukaisesti hänelle tulee maksaa vähintään 14,81 euron tuntipalkkaa. Tähän lisätään vielä kulut, joita työntekijästä koituu työnantajalle, jolloin saadaan todellinen työn hinta eli se määrä, paljonko työntekijän yksi työtunti maksaa yritykselle. Työnantajalle koituvista kuluista käytetään nimitystä sosiaalikulut, joita ovat mm. pakolliset vero- ja vakuutusmaksut sekä loma-ajan palkka. Rakennusteollisuus RT on ilmoittanut rakennusalan sosiaalikulujen suuruudeksi vuodelle 2021 yhteensä 67,4 %, mikä tarkoittaa, että yritykselle yksi työtunti maksaa (14,81 x 1,674) 24,8 euroa.

Välipohjalaatan valmistukseen käytetty aika laskettiin muodostamalla kolme työkokonaisuutta: muottityö, raudoitus ja betonointi. Muottityön ja betonoinnin yksikkönä oli tth/m² ja raudoitustyön tth/kg. Muottityöhön ja betonointiin käytetty aika oli helpompi laskea, sillä tarkka määrä oli helposti saatavilla. Raudoitustyötä varten jouduttiin tutkimaan tarkemmin raudoituspiirustuksia ja arviomaan yhdelle neliölle tulevan raudoituksen kilomäärä, jossa saattoi tulla pientä virhettä. Raudoituksen osuus tehtävän kokonaiskestosta on pieni ja näin ollen mahdollisen virheen vaikutus on vain muutamia minutteja.

Väliseinä-, laatoitus- ja sisäkattotyön työmenekkejä voidaan pitää luotettavina, sillä määrien laskenta oli mahdollista suorittaa tarkasti. Lisäksi näiden töiden laskemisessa käytetyistä RATU-kortista löytyi juuri kyseisiin rakenteisiin ja työvaiheisiin laadittu ohje. Esimerkiksi mallihuoneen seinän laattojen koko oli 150 x 200 mm ja RATU-kortista löytyi juuri tälle laattakoolle oleva työmenekki.

Keittiön asentamiseen käytetty aika laskettiin käyttämällä koko keittiökalustekokonaisuuteen kulu nutta aikaa, joka sisälsi kalusteiden kokoamisen, asennuksen ja kiinnityksen. Tähän lisättiin vielä siirtoihin, mittauksiin sekä suojaukseen ja siivoukseen käytetty aika. Keittiö koostuu monista pienistä osista ja tällaisen tehtävän tarkka aikatauluttaminen on vaikeaa. Saatua tulosta voidaan pitää luotettavana, mutta esimerkiksi aikataulua laatiessa on hyvä tiedostaa, että tällaisessa tehtävässä muuttujien määrä on suuri ja aikatauluun kannattaa laskea hieman pelivaraa.

LVIS-töiden osuus oli haastava laskea, koska oli vaikea arvioida, mitä kaikkea ne sisältävät. Päädyttiin siihen, että huomioidaan vain selkeät yksittäiset keittiön ja kylpyhuoneen LVIS-työt. Samaa tapaa käytettiin myös liitteenä olevassa As Oy Oulun Valjaskartanon analyysissä, eli tämä on vertailukelpoinen sen laskelman kanssa. Ratu-kortistosta löytyvät menekkitiedot ovat suurin osa muodossa tth/brm², joka kertoo, kauanko niiden töiden osuus kestää koko esimerkkikohteen brutto-neliötä kohden. Jos huomioitaisiin vain kylpyhuoneen ja keittiön pinta-ala, tulisi virhe, koska niissä on suurin osa mallihuoneiston LVIS-tekniikasta ja mutta niiden pinta-ala on vain noin viidesosa koko asunnon pinta-alasta.

Yhteenveto jokaisesta työvaiheesta tehdyistä laskelmista on koostettu taulukkoon 2. Kokonaistulokseksi saatiin, että mallihuoneiston kylpyhuoneen ja keittiön paikalla rakentamiseen kuluu noin 77 työtuntia, joka vastaa noin 10 työpäivän tekemistä yhdeltä työntekijältä. Työkokonaisuuden hinta 24,8 euron tuntipalkalla laskettuna on noin 1 900 euroa. Prosenttisarakkeen tarkoituksena on havainnollistaa kunkin työn laajuus tehtäväkokonaisuudesta.

TAULUKKO 2. Kaikista työvaiheista koostettu työmenekkitaulukko

Yhteenveto			
Työvaihe	Kesto(tth)	% koko kehosta	Työn hinta (24,8€/h)
Väliseinätyö	13,5	17,6	335,0
Laatoitustyö, lattia	10,0	13,0	247,8
Laatoitustyö, seinät	13,1	17,1	325,7
Sisäkattotyöt, kylpyhuone	4,0	5,3	100,3
Keittiön asennustyöt	21,7	28,3	538,8
LVIS- työt	5,5	7,2	136,4
Lattialaatan valu	9,0	11,7	223,2
Yhteensä	76,9	100,0	1907,2

Saatu tulos vaikuttaa realistiselta ja olisi mielenkiintoista nähdä, kuinka tarkasti laskelmat vastaavat todellisuutta. Laskelman aikana huomattiin, että tällaisen laskelman tekeminen ilman Ratu-kortiston tukea olisi lähes mahdoton toteuttaa, sillä jokainen työtehtävä sisältää monta välivaihetta ja niiden kaikkien huomioiminen vaatisi alan laajaa tuntemista sekä hyvää muistia. On myös tärkeä tiedostaa, että Ratu-kortiston työmenekkitiedot ovat keskiarvoja ja laskettuja suureita ja niiden avulla lasketut työmenekit ovat suuntaa antavia. On selvää, että esimerkiksi työmaalla työtä suorittavan rakennusammattimiehen työkokemuksella ja ammattitaidolla on vaikutusta työsuorituksen kestoan, mitä Ratu-kortisto ei huomioi.

7 AS OY OULUN VALJASKARTANON ANALYYSI

Opinnäytetyössä laadittiin tilaajan käyttöön analyysi sen käynnissä olevasta työmaasta. Analyysin tarkoituksena on toimia luvun 6 laskelmien tukena ja vertailupohjana sekä vastata koko opinnäytetyön keskeisimpään kysymykseen eli siihen, onko tilaajan kehittämä tekniikkastudio perinteistä paikalla rakennettavaa kylpyhuonetta kannattavampi. Seuraavaksi esitellään, mistä analyysi tehtiin, miten se tehtiin ja mitä se sisältää.

Analyysissä käsiteltiin työmaata nimeltään As Oy Oulun Valjaskartano, joka sijaitsee Oulun keskustassa. Kyseessä oli 8-kerroksinen kerrostalo, jonka yhteydessä on parkkihalli. Kerrostalo oli suunniteltu ekologiseksi ja nykyaikaiseksi, kohteessa olivat muun muassa maalämpö ja parkkipaikoilta löytyivät latauspaikat sähköautoille. Kerrostalossa oli yhteensä 57 asuntoa yksiöistä neliöihin.

Analyysiä varten kerättiin tietoa työskentelemällä Valjaskartanon työmaalla, vierailemalla tilaajan elementtitehtaalla sekä tutustumalla tilaajan sisäiseen nettisivustoon. Tehdasvierailun aikana saatiin paljon tietoa tekniikkastudiosta, etenkin sen valmistukseen kuluneesta ajasta ja työvaiheista. Valjaskartanon työmaalla työskentelemisestä oli myös suuri hyöty, sillä työskentelyjen aikana kohteeseen asennettiin tekniikkastudiot ja rakennettiin paikalla rakennettavia kylpyhuoneita. Tilaajan sisäiseltä nettisivustolta löytyi kattavasti tekniikkastudioihin liittyvää teoretietoa ja piirustuksia, joita ei muualta löytynyt lainkaan. Aiemmin mainittujen tietolähteiden käyttäminen oli välttämätöntä analyysin muodostamista varten, sillä tilaaja on jakanut hyvin vähän yleistä tietoa itse kehittämästään tilaelementistä.

Työmenekkitietoja on kerätty työskentelyn aikana kirjatusta muistiinpanoista, haastattelemalla tilaajan työntekijöitä sekä hyödyntämällä tilaajan käytössä olevaa v10-toiminnanohjausjärjestelmää. Työmenekkitiedot ovat ilmoitettu tunnin tarkkuudella, eli ei yhtä tarkasti kuin Ratu-kortistossa, jossa esitystapa on tavallisesti kahden desimaalin tarkkuudella. Tämä johtuu siitä, ettei tarkempia työmenekkitietoja ollut saatavilla vaan työelämässä tunninkin tarkkuutta voidaan pitää hyvänä. Haasteena analyysissä oli huomioida kaikki työvaiheet, sillä tekniikkastudion valmistamisessa ja asentamisessa on lukuisia lyhyitä ja huomaamattomia työvaiheita. Esimerkiksi LVIS-töiden osuus vaikea arvioida, koska niitä tehdään monessa eri kohdassa ja on vaikea arvioida jokaisen tehtävän kesto yksitellen.

Analyysin alussa esiteltiin Valjaskartanon kohde yleisesti ja kerrottiin työn taustat. Sen jälkeen esitettiin tekniikkastudion matka tehtaalta työmaalle. Tässä ensimmäisessä luvussa käytiin läpi kaikki työvaiheet, joita tekniikkastudio sisältää. Jokaisesta työvaiheesta kerrottiin lyhyt selostus siitä, miten se toteutettiin juuri Valjaskartanon työmaalla, minkä jälkeen esitettiin, paljonko työvaiheeseen kului aikaa ja paljonko oli sen kokonaiskustannus. Luvun päätteeksi laadittiin ympyrädiagrammi, josta ilmeni, miten yhteen tekniikkastudioon käytetty aika jakautui prosentuaalisesti.

Analyysin toisessa osiossa käytiin läpi Valjaskartanon työmaan paikalla rakennettavat kylpyhuoneet, joita oli neljässä asunnossa. Nämä asunnot sijoituivat kahteen ylimmäiseen kerrokseen ja olivat kooltaan suurimpia. Tässä osiossa esiteltiin paikalla rakennettavan kylpyhuoneen kaikki työvaiheet ja niihin kulunut aika sekä kustannukset. Osio oli sisällöltään samanlainen kuin ensimmäinenkin mutta eri aiheesta.

Kolmannessa osiossa esiteltiin saatuja tuloksia ja analysoitiin niiden pohjalta tekniikkastudion kannattavuutta. Tähän osioon koostettiin käsittelyosasta ja analyysin kahdesta ensimmäisestä osiosta saatuja numeerisia arvoja taulukkomuotoon. Lisäksi muodostettiin kuvitteellinen esimerkki, jossa Valjaskartanon työmaalla ei olisi käytetty tekniikkastudioita vaan kaikki työ olisi ollut paikalla rakentamista. Tämä esimerkki havainnollisti saatuja numeerisia arvoja.

Analyysin viimeinen osio oli yhteenveto. Se oli noin puolen sivun mittainen teksti, joka kertasi saadut tulokset sekä analyysin rakenteen.

Analyysissä saatiin tulokseksi, että tekniikkastudioiden käyttäminen on järkevää aikataulullisesti ja sitä kautta myös taloudellisesti. Paikalla rakennettavaan kylpyhuoneeseen ja keittiöön kului vähemmän työtunteja kuin tekniikkastudioon. Paikalla rakennettaessa ongelmaksi muodostuu se, ettei niin montaa työvaihetta voida tehdä yhtä aikaa, jolloin rakentaminen on hitaampaa. Lisäksi työmaalla tapahtuva työ on kalliimpaa. Tekniikkastudiolla saavutetaan merkittävä ajallinen säästö sekä halvemmat työkustannukset, joten niiden käyttö on nykyaikaisilla tiukasti aikataulutetuilla työmailla hyödyllistä ja kannattavaa.

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia Lehto Group Oy:n kehittämän tilaelementin kannattavuutta. Työssä vertailtiin perinteistä paikallaan rakentamistyyliä elementtirakentamiseen ja siitä saatuihin hyötyihin. Työssä todettiin, että elementtirakentaminen on nykyaikana järkevämpää kuin paikallaan rakentaminen. Suurimpana syynä tähän on se, että rakennushankkeen työmaavaihe on lyhyempi ja tehtaille siirretty työ on tehokkaampaa ja halvempaa.

Opinnäytetyötä voidaan hyödyntää tilaajan tulevissa hankkeissa sekä suunnittelun että toteutuksen tukena ja tuotekehityksessä. Lisäksi siitä selviää, miten tilaajan käynnissä oleva työmaa onnistui tilaelementtien osalta. Työn aikana havaittiin, että tilaelementtien kannattavuudesta ei ollut yrityksen sisälläkään täysin varmaa tietoa, vaan oli sekä puolesta että vastaan väittäjiä. Tämä johtuu siitä, että yritys ei halua kertoa kannattavuustietoja muille kuin vain niitä työssä tarvitseville, etteivät tiedot lähde leviämään yrityksen ulkopuolelle.

Tilajalle laadittua analyysiä voitaisiin kehittää siten, että jokaisesta työmaasta laadittaisiin samaan raporttipohjaan työmaan toteutuneita työ- ja materiaalikustannuksia tilaelementtien osalta. Tällä hetkellä tämä tieto on saatavilla, mutta se joudutaan hakemaan yrityksen monesta eri ohjelmasta, jolloin on vaikea hahmottaa kokonaisuutta. Tämä toimenpide vähentäisi samojen virheiden toistamista ja pysyttäisiin jatkuvasti ajan tasalla siitä, miten kannattavaa tilaelementtien käyttö on.

Opinnäytetyön toteutus onnistui tavoitteiden mukaisesti ja aikaa oli riittävästi käytettävissä. Aiheesta löytyi hyvin tietolähteitä ja tiedon saanti yrityksen sisäisistä järjestelmistä onnistui vaivattomasti. Haasteena oli oleellisten asioiden tutkiminen ja raportointi, sillä aihe oli laaja ja se lähti helposti paisumaan. Työn aikana tietämys aiheesta kehittyi ja tietotaitoa voidaan tulevaisuudessa hyödyntää. Etenkin Ratu-kortiston käyttö ja tekniikkastudioon liittyvät asiat tulivat hyvin tutuksi.

LÄHTEET

1. Valtioneuvoston asetus elementtirakentamisen työturvallisuudesta 738/2002. Hakupäivä 9.11.2020. <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2003/20030578>.
2. Elementtisuunnittelu. Teollinen valmisosarakentaminen. Betoniteollisuus ry. Hakupäivä 16.12.2020. <https://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/valmisosarakentaminen>.
3. RATU KI-6020 2011. Rakentamisen tuotantotekniikka. Rakennustieto Oy. Hakupäivä 6.11.2020. <https://kortistot.rakennustieto.fi/resource/juha/content/18073#page=1>. Vaatii lisenssin.
4. RunkoRyl 2010. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talonrakennuksen runkotyöt. Rakennustieto Oy. Hakupäivä 8.11.2020. <https://kortistot.rakennustieto.fi/resource/juha/content/7301#page=1>. Vaatii lisenssin.
5. Puuinfo 2020. Puun käyttö rakentamisessa. Yleisimmät rakennejärjestelmät. Puuinfo Oy. Hakupäivä 10.11.2020. <https://puuinfo.fi/puutieto/kayttokohteet/yleisimmat-rakennejarjestelmat/>.
6. Aatsalo, Johanna 2020. Tilaelementtien asennuksessa pieniä viiveitä – satamassa koronan aiheuttamia viiveitä. Rakennuslehden verkkolehti 26.3.2020. Hakupäivä 10.11.2020. <https://www.rakennuslehti.fi/2020/03/tilaelementtien-asennuksessa-pienia-viiveita-satamassa-koronan-aiheuttamia-ruuhkia/>.
7. Elementtisuunnittelu. Runkorakenteet. Betoniteollisuus ry. Hakupäivä 16.12.2020. <https://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet>.
8. Työ- ja elinkeinoministeriö 2020. Katsaus teolliseen puurakentamiseen – puuelementit. Hakupäivä 17.12.2020. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162338/TEM_2020_16.pdf?sequence=1.
9. RT tietoväylä. Puuelementtirakentaminen. Rakennustieto Oy. Hakupäivä 17.12.2020. <https://rt.rakennustieto.fi/haku?query=puuelementtirakentaminen>. Vaatii lisenssin.

10. Asennuspäällikkö 2020. Lehto Asunnot Oy. Haastattelu ja tehdasvierailu 28.9.2020
11. RATU KI-6032 2018. Rakennustöiden ja -koneiden turvallisuusohjeet. Rakennustieto Oy. Hakupäivä 2.11.2020. <https://kortistot.rakennustieto.fi/resource/juha/content/24153#page=1>.
Vaatii lisenssin.
12. Ympäristöosaava. Materiaalitehokas rakentaminen. Hakupäivä 10.11.2020. <https://www.ymparistoosaava.fi/rakennusala/index.php?k=22806>.
13. Härmäläinen, Pasi 2016. Asuntorakentamisen vakioidut ratkaisut rakennettavuuden ja kustannustehokkuuden varmistamiseksi suunnittelunohjauksessa. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Tuotantotalous. Diplomityö. Hakupäivä 6.11.2020. https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/122951/diplomityo_hamalainen_pasi.pdf;jsessionid=D68EBF965589EE68F3D9122EF22DD911?sequence=2.
14. Valtioneuvoston asetus elementtirakentamisen työturvallisuudesta 738/2002. Hakupäivä 9.11.2020. <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2003/20030578>.
15. Mannila, Merja 2017. Rakentajat: Seinäelementtien toimitusajat ovat venyneet entisestään. Suomen Rakennuslehti Oy. Hakupäivä 6.1.2021. <https://www.rakennuslehti.fi/2017/06/rakentajat-seinaelementtien-toimitusajat-ovat-venyneet-entisestaan/>.
16. Mannila, Merja 2019. Betonielementit saa nyt jopa viikoissa, kun aiemmin toimitusaika venyi pahimmillaan vuoteen- ”Tilanne on normalisoitumaan päin”. Suomen Rakennuslehti Oy. Hakupäivä 6.1.2021. <https://www.rakennuslehti.fi/2019/02/betonielementit-saa-nyt-jopa-viikoissa-kun-aiemmin-toimitusaika-venyi-pahimmillaan-vuoteen-tilanne-on-normalisoitumaan-pain/>. Vaatii lisenssin.
17. Elementtisuunnittelu 2010. Betonielementtien turvallinen asennus. Betoniteollisuus ry. Hakupäivä 17.12.2020. <file:///C:/Users/Konsta/Downloads/Betonielementtien%20turvallinen%20asennus.pdf>

18. Betoni. Paikallavalu. Betoniteollisuus ry. Hakupäivä 17.12.2020. <https://betoni.com/koti-betonista/rakennustapavaihtoehdot/paikallavalu/>.
19. Mölsä, Seppo 2017. Rakennustyömaat ovat 50 vuodessa muuttuneet sotatantereista siisteiksi ja monikansallisiksi työpaikoiksi. Suomen Rakennuslehti Oy. Hakupäivä 11.12.2020. <https://www.rakennuslehti.fi/2017/01/rakennustyomaat-ovat-50-vuodessa-muuttuneet-sotatantereista-siisteiksi-ja-monikansallisiksi-tyopaikoiksi/>.
20. Suomela 2016. Timpurityö Lyytikäinen. Hakupäivä 23.12.2020. https://www.suomela.fi/timpurityo_lyytikainen_1419085717-jpg/.
21. RATU KI-6028 2015. Aikataulukirja 2016. Rakennustieto Oy. Hakupäivä 15.12.2020. <https://kortistot.rakennustieto.fi/resource/juha/content/17168#page=1>. Vaatii lisenssin.
22. Rakennustieto. Ratu-kortisto – parempaan rakentamiseen. Hakupäivä 18.12.2020. <https://www.rakennustieto.fi/index/tuotteet/ratu/hyodyt.html>.
23. RATU 0426 2014. Levyrakentaminen, väliseinät. Menekit ja menetelmät. Rakennustieto Oy. Hakupäivä 24.1.2021. <https://kortistot.rakennustieto.fi/resource/juha/content/17573#page=1>. Vaatii lisenssin.
24. Vastaava työnjohtaja 2020. Lehto Asunnot Oy. Haastattelu 29.10.2020.
25. RATU 0400 2012. Pöytä- ja kulmamuoittityö. Menekit ja menetelmät. Rakennustieto Oy. Hakupäivä 24.1.2021. <https://kortistot.rakennustieto.fi/resource/juha/content/17994#page=1>. Vaatii lisenssin.
26. RATU 0402 2012. Raudoitus. Menekit ja menetelmät. Rakennustieto Oy. Hakupäivä 24.1.2021. <https://kortistot.rakennustieto.fi/resource/juha/content/18120#page=1>. Vaatii lisenssin.

27. RATU 0403 2012. Betonointi. Menekit ja menetelmät. Rakennustieto Oy. Hakupäivä 24.1.2021. <https://kortistot.rakennustieto.fi/resource/juha/content/17269#page=1>. Vaatii lisenssin.
28. RATU 0484 2019. Laatoitus. Rakennustieto Oy. Hakupäivä 24.1.2021. <https://kortistot.rakennustieto.fi/resource/juha/content/25216#page=1>. Vaatii lisenssin.
29. RATU 0479 2018. Alakattotyö. Menekit ja menetelmät. Rakennustieto Oy. Hakupäivä 24.1.2021. <https://kortistot.rakennustieto.fi/resource/juha/content/25127#page=1>. Vaatii lisenssin.
30. RT 84-11166 2014. Märkätilojen rakenteet. Rakennustieto Oy. Hakupäivä 24.1.2021. <https://kortistot.rakennustieto.fi/resource/juha/content/5186#page=1>. Vaatii lisenssin.
31. RATU 0421 2014. Kiintokalustaminen, kalusteasennus. Menekit ja menetelmät. Hakupäivä 24.1.2021. <https://kortistot.rakennustieto.fi/resource/juha/content/17451#page=1>. Vaatii lisenssin.

Väliseinätyö					
Työvaihe	Määrä	Yksikkö	Työmenekki (tth)	Suoritemääräkerroin	Yhteensä
Vastaanotto ja välivarastointi	25,5	tth/m2	0,005	1,15	0,13
Käsinsiirrot 20-50m	5	tth/krt	0,08	1,15	0,40
Mittaus	25,5	tth/m2	0,03	1,15	0,77
Metallirunko, k400	25,5	tth/m2	0,14	1,15	3,57
Levytyt, 1 levy/puoli	25,5	tth/m2	0,2	1,15	5,10
Eristys	25,5	tth/m2	0,06	1,15	1,53
Suojaus ja siivous	25,5	tth/m2	0,01	1,15	0,26
					13,51

Laatoitustyö, seinät					
Työvaihe	Määrä	Yksikkö	Työmenekki (tth)	Suoritemääräkerroin	Yhteensä
Käsin siirrot	17,62	tth/m2	0,02	1,2	0,35
Työn aikainen suojaus ja siivous	17,62	tth/m2	0,04	1,2	0,70
Vedeneristys, siveltävä 2-kertainen	17,62	tth/m2	0,11	1,2	1,94
Laastin valmistus	17,62	tth/m2	0,04	1,2	0,70
Seinälaatoitus 150*200	17,62	tth/m2	0,26	1,2	4,58
Saumaus	17,62	tth/m2	0,11	1,2	1,94
Silikonisaumaus	11	tth/jm	0,05	1,2	0,55
Siivous	17,62	tth/m3	0,01	1,2	0,18
					13,13

Laatoitustyö, lattiat					
Työvaihe	Määrä	Yksikkö	Työmenekki (tth)	Suoritemääräkerroin	Yhteensä
Käsin siirrot	3,64	tth/m2	0,02	1,2	0,07
Työn aikainen suojaus ja siivous	3,64	tth/m2	0,04	1,2	0,15
Lattian hionta ja imurointi	3,64	tth/m2	0,1	1,2	0,36
Uusien kallistusten valu betonista	3,64	tth/m2	0,85	1,2	3,09
Vedeneristys, siveltävä 2-kertainen	3,64	tth/m2	0,11	1,2	0,40
Lattialaatoitus 100*100	3,64	tth/m2	0,73	1,2	2,66
Saumaus	3,64	tth/m2	0,2	1,2	0,73
Silikonisaumaus	10	tth/jm	0,05	1,2	0,50
Siivous	3,64	tth/m3	0,1	1,2	0,36
					9,99

Sisäkattotyöt, kylpyhuone					
Työvaihe	Määrä	Yksikkö	Työmenekki (tth)	Suoritemääräkerroin	Yhteensä
Käsinsiirrot	3,64	tth/m2	0,03	1,1	0,11
Mittaus	3,64	tth/m2	0,05	1,1	0,18
Puurungon asennus	3,64	tth/m2	0,4	1,1	1,46
Koolaus, yksinkertainen	3,64	tth/m2	0,06	1,1	0,22
Puuverhous, paneli	3,64	tth/m2	0,45	1,1	1,64
Suojaus ja siivous	3,64	tth/m2	0,02	1,1	0,07
					4,04

LVIS- työt					
Työvaihe	Määrä	Yksikkö	Työmenekki (tth)	Suoritemääräkerroin	Yhteensä
wc-istuimen, suihkun ja altaan asennus	1	tth/kpl	2	1	2
Pesualtaan asennus	1	tth/kpl	0,5	1	0,5
Hanan asennus	1	tth/kpl	1	1	1
Sähkökeskuksen kytkentä	1	tth/kpl	1	1	1
Valojen asennus	5	tth/kpl	0,2	1	1
					5,5

Keittiö					
Työvaihe	Määrä	Yksikkö	Työmenekki (tth)	Suoritemääräkerroin	Yhteensä
Käsinsiirrot 20-50m	12	tth/krt	0,08	1,25	0,96
Mittaus	2	tth/seinä	0,21	1,25	0,42
Keittiökalu- ja kokonaisuus	1	tth/kpl	15	1,25	15
Suojaus ja siivous	1	tth/kpl	1	1,25	1
					21,73

Lattialaatan valu					
Työvaihe	Määrä	Yksikkö	Työmenekki (tth)	Suoritemääräkerroin	Yhteensä
Muottityö (sis. Muottien purun)	8,29	tth/m2	0,9	1	7,46
Raudoitustyö	0,1	tth/1000kg	10,9	1	1,09
Betonointi (sis. Jälkihoidon)	2,07	tth/m3	0,2	1	0,41
					8,97

Yhteenveto			
Työvaihe	Kesto(tth)	% koko kestoista	Työn hinta (24,8€/h)
Väliseinätyö	13,5	17,6	335,0
Laatoitustyö, lattia	10,0	13,0	247,8
Laatoitustyö, seinät	13,1	17,1	325,7
Sisäkattotyöt, kylpyhuone	4,0	5,3	100,3
Keittiön asennustyöt	21,7	28,3	538,8
LVIS- työt	5,5	7,2	136,4
Lattialaatan valu	9,0	11,7	223,2
Yhteensä	76,9	100,0	1907,2