



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

OSKAR LEINONEN
RATUN TIEDONKERUUN, -KÄSITTELYN JA
-TALLENNUKSEN MENETTELYTAVAT
Diplomityö

Tarkastaja: professori Jukka Pekkanen
Tarkastaja ja aihe hyväksytty
Rakennustekniikan tiedekuntaneuvoston
kokouksessa 14. tammikuuta 2015

TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Rakennustekniikan koulutusohjelma

LEINONEN, OSKAR: Ratu-tiedonkeruun, -käsittelyn ja -tallennuksen menettelytavat.

Diplomityö: 62 sivua, 13 liitesivua

Kesäkuu 2016

Pääaine: Rakennustuotanto

Tarkastaja: Professori Jukka Pekkanen
DI Anssi Koskenvesa

Avainsanat: Ratu, Ratu-työmaa, menetelmäkehitys, tietokannat, työmenekki, tiedonkäsittely, standardiaikajärjestelmä

Ratu-tutkimus tulisi kehittää taloudellisemmaksi ja tehokkaammaksi. Työmenekin tutkiminen paikan päällä seuraamalla on hidasta, mutta havainnoimalla työtä seuraamalla työmenetelmän ja sen muuttujat tulevat huomioiduiksi. Standardiaikajärjestelmää on käytetty 1990-luvulta lähtien kohdekohtaisten toteutumatiетоjen vertailussa. Nykyisin standardiaikajärjestelmät on rakennettu lähes jokaiselle työalajille ja työalajikohtaiset työnosajajat vaihteluväleineen ovat tiedossa.

Ratu-työmaa -tutkimusmenetelmä on ollut Ratu-ohjausryhmän kokouksissa esillä aikaisemmin. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää Ratu-työmaiden käytön soveltuminen Ratu-tutkimukseen. Ratu-työmaa -tutkimuksessa vierailaan säännöllisesti työmailla, joilta kerätään toteumatietoa työmenekkitiedon mittaamiseen soveltuvista työalajeista. Ratu-työmaa -tutkimuksessa mukana olevat työmaat saavat tutkijan käsittelemät toteumatiedot anonymisti palautteen muodossa käyttöönsä.

Tutkimuksen aikana kerättiin toteumatietoja seitsemältä Ratu-työmaalta. Näiltä työmailta saatiin toteumatietoa yhteensä 64 kappaletta, 12 eri työalajista. Tutkitut työalajit olivat talonrakennustyömailla tapahtuvia töitä. Useimmat töistä olivat rakennustöiden keston kannalta kriittisen polun töitä, kuten runkotyötä tai vedeneristystyötä.

Tutkimuksen tuotoksena uudistettiin Ratu-tutkimus toimimaan ympärivuotisesti ja prosessinomaisesti. Ratu-tutkimuksessa pääpaino on Ratu-työmailla, joita tutkimalla saadaan tuloksia työmenekeistä. Työmenekkien muutoksien perusteella voi Ratu-ohjausryhmä päätöksellään teettää tarkentavan työalajikohtaisen tutkimuksen. Tarkentavalla tutkimuksella tutkitaan lisää työmenetelmiä sekä -menekkejä työalajin osalta.

ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Master's Degree Programme in Civil engineering

LEINONEN, OSKAR: Ratu methods of data collecting, processing and storage.

Master of Science Thesis: 62 pages, 13 Appendix pages

June 2016

Major: Construction Production

Examiner: Professor Jukka Pekkanen

DI Anssi Koskenvesa

Keywords: Ratu, Ratu- Construction Site, Method Improvement, Database, Work Rate, Work Rate Processing, Standard Time System

Ratu research should be developed to be more economical and effective. Getting work rate data by monitoring the work on construction sites is slow, but yields information on working methods and variables that affects the work. The standard time system has been used to compare site-specific information since the 1990s. The standard time systems have been made to cover almost every type of work, and section time used for work is nowadays known.

The method of Ratu construction research has been presented in Ratu steering group meetings. The goal of this research was to evaluate the suitability of Ratu construction sites for Ratu research. Achieved work rate data is collected from certain types of work suitable for measuring, by visiting the same construction sites regularly. The sites included in the research get anonymous feedback and processed work rate data for their use.

During the research seven Ratu construction sites were visited. 64 parts of work rate data from 12 different types of work were collected from the sites. All the sites were building sites. Most of the works were works of critical path, such as frame work and water insulation work.

As a result of this research, Ratu research was developed to operate all year around. Focus is on getting work rate data from Ratu construction sites. The Ratu steering group can assign more detailed research to be done on certain type of work by monitoring changes in work rate data. Detailed research consists of monitoring of work methods and work rate data from the work type being studied.

ALKUSANAT

Huh huh ! Tässä se on. Tähänastisen elämäni rankin rypistys huipentuu käsissäsi pitelemään teokseen. Kahdeksan vuotta tämän eteen tehtiin töitä ja nyt voin ylpeänä sanoa saavuttaneeni jotain. Tämä teos ei ole minulle pelkkä opinnäytetyö, vaan tällä kirjalla päätän koulunpenkkien kuluttamisen ja aloitan varsinaisen oppimisen. Kouluissa ja muissa instituutioissa paljon puhuttu elinikäinen oppiminen on kohdallani vasta almassa.

Tämän kahden vuoden aikana, jona diplomityötäni tein, opin paljon itsestäni ja löysin jonkinlaisen suuntaviivan elämälleni. Olen oppinut näkemään asioita uudessa valossa ja arvostamaan jokaista saamaani palautetta ja oppia matkani varrella pienestä iloisesta savolaispojasta metsäleikkien keskeltä ensimmäisen oman auton ostaneeseen nuoreen piäkaupunkilaistuvaan aikuiseen. Suurimman kiitokseni haluankin antaa perheelleni joka kasvatti minusta sen joka minä tällä hetkellä olen. Arvostan isäni suurta viisautta puuhastelun ja miä-ite -tekemisen mentaalisisessä vaikutuksessa, äitini tapaa tulla kaikkien ihmisten kanssa toimeen ja ennen kaikkea arvostaa heitä, veljeni Viken sinnikkyyttä ja palavaa halua löytää ratkaisut ongelmiin sekä siskoni Jennin tapaa rakastaa lähimmäisiään koko sydämeestä.

Kouluaikani viimeiset kesät vietin Mittaviivalla tehden tutkimusta, joka herätti minussa sisäisen palon siihen, että asioita voi tehdä paremmin ja niitä voi kehittää. Haluan kiittää Anssia kun hän jaksoi potkia ja kannustaa minua eteenpäin töiden ja varsinkin tämän Ison D:n kanssa. Iso kiitos kuuluu myös koko Mittaviivan mahtavalle porukalle joka jaksoi omien töidensä keskellä kuunnella ja auttaa minua kulkiessani via dolorosaa.

Ilman Rakennusteollisuuden isoa kihoa, Jukkaa, ja Rakennustalouden laitoksen pikkupamppua, Eijaa, Trattalla ei olisi senioritoimintaa tai minulla DI-tutkintoa. Eikä tämä kahdeksan vuotta ole ollut pelkkää kärsimysten tietä, väliin on mahtunut myös St.Paulia ja Reeperbahnia jonka mahdollistivat hyvät ystäväni Joel-Erik ja Aku-Matti. Nämä ”Savon lahjat maailmalle” auttoivat minua jaksamaan ja valvomaan kun koulunkäynti sitä vaati.

Sisältö kirjassa on mitä on, mutta minulle sisältöä tärkeämpää on se mitä tämä matka minulle opetti.

Espoossa 21.5.2016

Oskar Leinonen

SISÄLLYS

Tiivistelmä.....	i
Abstract	ii
Termit ja niiden määritelmät	vi
1 Johdanto	1
1.1 Tutkimuksen tausta	1
1.2 Tutkimuksen tavoitteet	1
1.3 Tutkimuksen rajaukset	2
1.4 Tutkimuksen toteutus	3
1.5 Tutkimusmenetelmät	3
2 Ratu-tutkimus	5
2.1 Ratu-tiedosto	5
2.2 Tutkimus	5
2.2.1 Ratu-tiedon kerääminen	5
2.2.2 Ratu-tiedon käsittely	8
2.2.3 Ratu-tiedon julkaisu	12
2.3 Ratun aikakäsitteet	13
2.3.1 Aikakäsitteiden määräytyminen	13
2.3.2 Ratu-tutkimuksessa käytettävät ajat	13
2.4 Tietokanta	14
2.4.1 Tiedon käsittely	14
2.4.2 Tietokanta ennen	14
2.4.3 Nykyinen tietokanta	15
2.5 Rakennustyömaiden työntekijöiden kulunseuranta	16
2.5.1 Laki	16
2.5.2 Kulunseurannan sovellutus Ratu-tutkimukseen	16
2.6 Ratu-työmaa	16
2.6.1 Ratu-työmaan lähtökohta	16
2.6.2 Ratu-työmaan tarkentuminen	17
2.6.3 Ratu-työmaa –tutkimustavan kehittyminen	17
3 Ratu-työmaa –tutkimus	18
3.1 Tutkimuksen taustoitus	18
3.1.1 Ratu-työmaa -tutkimuksen tausta	18
3.1.2 Tutkimuksen toteutus	19
3.1.3 Keräys	19
3.1.4 Aikateoria	20
3.1.5 Tallennus	21
3.1.6 Käsittely	23
3.2 Ratu-työmaa –tutkimuksen toteutus	23
3.2.1 Ratu-työmaat	23
3.2.2 Työmaa 141	24

3.2.3	Työmaa 142.....	26
3.2.4	Työmaa 143.....	28
3.2.5	Työmaa 144.....	31
3.2.6	Työmaa 145.....	34
3.2.7	Työmaa 146.....	36
3.2.8	Työmaa 147.....	38
3.2.9	Työmaa 148.....	40
4	Tutkimustapojen vertailu	42
4.1	Ratu-työmaat.....	42
4.1.1	Ratu-työmaiden tulokset	42
4.1.2	Ratu-työmaa -tutkimuksen tuloksien vaikutus.....	42
4.1.3	Työmaapalaute	43
4.2	Vertailu Ratu-työmaan ja erillisprojektien tuloksista	46
4.2.1	Ratu-työmaa	46
4.2.2	Erillisprojekti.....	47
4.2.3	Vertailu.....	48
5	Ratu-tutkimusmalli.....	51
5.1	Ratu-työmaa –tutkimus	51
5.1.1	Keräys	51
5.1.2	Käsittely	52
5.1.3	Tallennus	52
5.1.4	Tietokanta.....	52
5.2	Tutkimuksen tulevaisuus.....	54
5.2.1	Ratu-työmaan hyödyt.....	54
5.2.2	Ratu-työmaan ongelmat	55
5.2.3	Ratu-tutkimus tulevaisuudessa.....	57
6	Johtopäätökset.....	58
	Lähteet.....	60
	Liitteet	62

TERMIT JA NIIDEN MÄÄRITELMÄT

Kulunseuranta	Työmaalla on pidettävä kirjaa työmaalla työskentelevistä työntekijöistä. Saapuessaan työmaalle työntekijä leimaa itsensä sisään ja lähtiessään työmaalta työntekijä leimaa itsensä ulos.
Kulunvalvonta	Järjestelmä, jonka avulla hallinnoidaan työmaalla liikkumista. Aidatulla työmaalla kulku tapahtuu portista kulkukortilla. Portti toimii kulunvalvontapisteen, jossa kirjautuminen työmaalle/työmaalta tapahtuu.
Ratu-ohjausryhmä	Talonrakennusteollisuus RT ry:n vetämän Ratu-hankkeen työtä, tutkimuksen kohteita ja julkaisuja koordinoiva asiantuntijaryhmä, jossa on edustajia eri rakennusliikkeistä, Rakennustieto Oy:stä (kustantaja), Rakennusliitosta ja Talonrakennusteollisuus RT ry:stä
Ratu-tutkimus	Rakennustuotannon ohjetiedosto (Ratu-ohjetiedosto) sisältää tarvittavan työläjikohtaisen tiedon rakennustuotannon käyttöön. Ratu-tutkimuksessa päivitetään nämä tiedot vastaamaan sen hetkistä rakentamista. Tarvittaessa laaditaan myös uusia käsittelykokonaisuuksia.
Ratu-työmaa	Ratu-tutkimukseen osallistuva työmaa, josta kerätään säännöllisillä vierailulla toteutumatieta useasta työläjistä tutkimusjakson aikana.
STJ	Standardiaikajärjestelmä. Kaikista työläjiin liittyvistä työnosista koottu järjestelmä jonka avulla eri kohteiden toteumatiedot saadaan vertailukelpoiseksi, vaikkei työ olisi täysin samaa.
Toteumatieto	Työsaavutus ja tähän käytetty aika, sekä työläjin muuttujat tuo työmaalla toteutuneen työläjikohtaisen työ-aikamuuttuja -tiedon. Tätä tietoa kutsutaan toteumatiedoksi. Työläjin työmenekki rakentuu useammalta työmaalta kerätyn toteumatiedon vertailun tuloksena. Toteumatietoon kuuluu kaikki työvaiheen suorittamiseen kuluneen ajan kannalta oleellinen tieto esim. nurkkalukumäärä, sää, mestan vapaus.
Työmaa-/seurantakäynti	Työmaavierailu. Työmaalla käydään paikan päällä kyselemässä työläjien toteumatietoa ja mahdollisesti seurataan työntekoa.

Työntekijätunti tth	Työntekijätunnilla tarkoitetaan yhden työntekijän tekemää työtuntia. Jos esimerkiksi kolmen työntekijänryhmä työskentelee kaksi tuntia, on tehty töitä yhteensä kuusi työntekijätuntia.
VTT	Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy on suomalainen valtion omistama teknillinen tutkimuskeskus.

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen tausta

Työmenekki- ja -menetelmätietoa on kerätty suomalaisilta rakennustyömailta 1970-luvulta saakka. Kerätyt tiedot on julkaistu rakennustuotantotiedostoina eli Ratu-aineistona. Ratu-tutkimusta on kehitetty ja tehostettu pienin askelin sen koko olemassaolon ajan. Ratu-tutkimus koetaan kuitenkin edelleen tutkimusmuotona kalliiksi ja sitä tulisi tehostaa.

Nykyisessä muodossaan Ratu-tutkimus tehdään erillisprojekteina tutkimusjaksoittain. Ratu-ohjausryhmä päättää ennen kunkin tutkimusjakson alkamista päivitysvuorossa olevat työlajit tai kokonaan uuden tutkimusosion. Toteutumatietoja on etsitty työlajeittain soveltuvilta työmailta. Tutkimukseen soveltuvat työmaat on kysytty rakennusliikkeiltä. Ratu-tutkimukseen soveltuvat sellaiset työmaat, joilla on käynnissä tai käynnistymässä tutkimuksen kohteena olevan työlajin työt.

Ratu-tutkimuksen ongelmana on ollut mm. suuri työmäärä työmaiden etsimisessä, työmaakontaktien kanssa viestimisessä ja sopivien vierailuajankohtien ylläpitämisessä. Menettelytavassa tehdään lopputuloksen kannalta paljon tuottamatonta työtä:

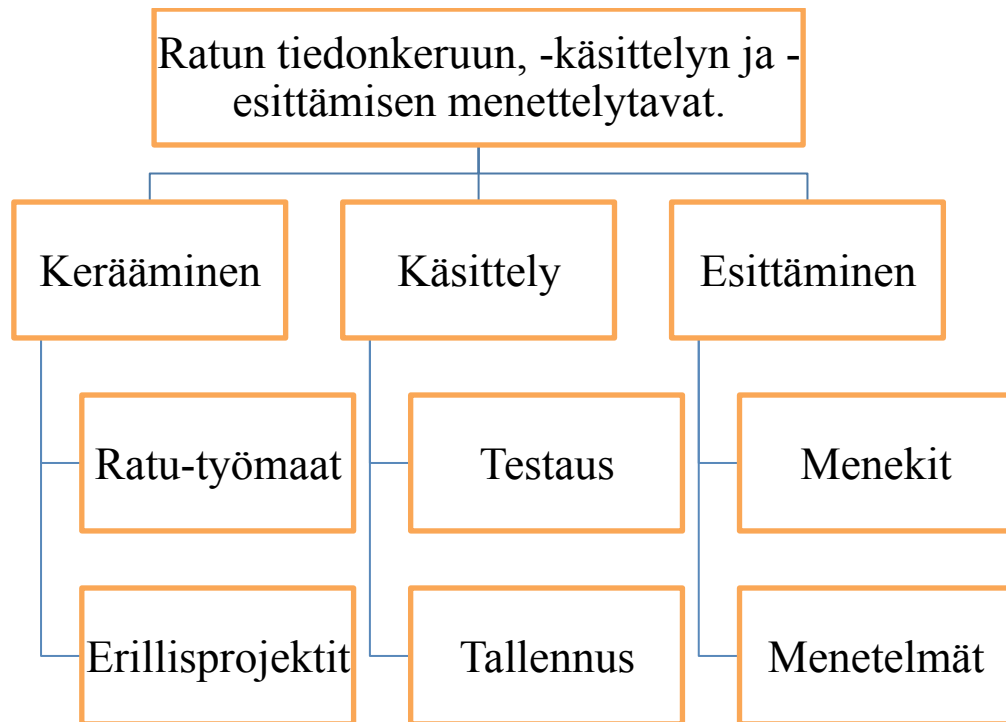
- puhelinsoitoissa, jotka eivät johda työmaakäynteihin
- seurannoilla, jotka eivät johda toteutumatietojen kirjaamiseen.

Toteutuneiden seurantojen ja kohdetietojen ja niistä saatujen toteutumatietojen määrä on koettu vähäiseksi tutkijan työpanokseen nähden. Erillisprojektien aikana, työmaakäyntien yhteydessä, on huomattu, että tutkija voisi samanaikaisesti kerätä useamman työn toteumatietoa, eikä vain seurannan kohteena olevan työn toteumaa.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet

Tämän tutkimuksen tavoitteena on luoda taloudellinen malli Ratu-tutkimuksen tiedonkeruulle. Tavoitteen saavuttamiseksi selvitetään pystytäänkö työmaalla tutkimaan kerralla useampia käynnissä olevia töitä ja eri työlajeja. 1.7.2014 voimaan tullut laki rakennustyömaan kulunseurannasta mahdollistaa työntekijäkohtaisten työmaallaoloaikojen kirjaamisen. Tämän olemassa olevan tiedon hyödyntämismahdollisuutta toteumatiedon keräämisessä tutkitaan.

Ratu-tieto on jaettu tässä tutkimuksessa kuvan 1 mukaisiin osa-alueisiin. Tässä tutkimuksessa pääpaino on tiedon keräämisessä ja käsittelyssä. Tutkimuksen tavoitteeksi asetettuun taloudellisuuteen pyritään käyttämällä Ratu-työmailta siten, että työmailta kerättävä tieto olisi kerättävissä ja hallittavissa siten että samassa ajassa joka on käytetty erillisprojektien tiedonkeruussa saataisiin kerättyä enemmän kohdekohtaisia työsaavutustietoja. Erillisprojektien tarvetta Ratu-tiedonkeruussa ei kuitenkaan lopeteta, koska erillisprojektit ovat hyvä tapa kerätä tarkentavaa tietoa työmenekeistä, -menetelmistä sekä materiaaleista ja työvaiheista, joita työläjikohtaisesti käytetään.



Kuva 1. Ratu-tutkimuksen osa-alueet ja tutkimuskohteet.

1.3 Tutkimuksen rajaukset

Tutkimuksessa keskitytään työmenetelmien ja -menekien, sekä näihin vaikuttavien tekijöiden, tutkimiseen. Tietoa kerätään suomalaisilta rakennustyömailta. Tutkimukseen valitaan mukaan työmailta, joilla on käytössä kulunseurantajärjestelmä. Työntekijöiden työmaalla käyttämät työtunnit tarkastetaan kulunseurantajärjestelmästä.

Tutkimuksessa tutkitaan Talo 2000 -tuotantonimikkeistön mukaisia talonrakennustyömailla tehtäviä töitä, pois lukien maanrakennustyöt. Tutkimuksen pääpaino on työmailta saatujen toteumatietojen käsittelyssä, tallennuksessa ja esityksessä.

Tutkimuksessa ei käsitellä Mittaviivan Ratu-ohjekorttien laadintaa varten tekemää tiedonhakua rakennusalan yleisistä julkaisuista kuten Rakennusalan yleiset laatuvaatimukset -julkaisusta tai Rakennusinsinööriin, Suomen Betoniyhdistyksen julkaisuista,

lainsäädännöstä tai valmistajien käyttöohjeista. Ratu-ohjausryhmän palaute tutkimuksen aikana suoritettun tiedonkeruun onnistumisesta ja sen käsittelystä otetaan huomioon.

1.4 Tutkimuksen toteutus

Tutkimus toteutetaan osana Ratu-hanketta. Tutkimus suoritetaan suomalaisilla rakennustyömailla, joilla on käytössä kulunseurantajärjestelmä. Tutkimuksen tiedonkeruun tarkoituksena on kerätä toteumatietoa seuraamalla ja havainnoimalla rakennustyömaalla tehtäviä töitä sekä haastatteleamalla työnjohtoa käynnissä olevista ja toteutuneista työläjistä. Saatu toteumatieto käsitellään standardiaikajärjestelmällä. Työntekijöiden työmaalla käyttämät työtunnit tarkastetaan kulunseurantajärjestelmästä.

Tutkimuksessa testataan Ratu-työmaiden soveltuvuutta työmenekki- ja menetelmätiedon keräykseen. Tutkimukseen soveltuvia Ratu-työmaita kysellään eri rakennusliikkeiltä. Soveltuvuusvaatimuksena on, että työmaalla on käytössä kulunseuranta. Lisäksi työmaan tulisi olla runko- tai sisävalmistusvaiheessa, jolloin seurattavia työläjeja saataisiin mahdollisimman monta. Seurattavia työmaita otetaan mukaan tutkimukseen enintään 10 kappaletta jolloin työmailla on mahdollista vierailla noin kahden viikon välein, riippuen työvaiheiden etenemisestä työmaalla.

Työmailta kerätään toteumatietoa kaikista työläjeistä, joista on mahdollista laskea määrät ja työn suorittamiseen käytetty aika. Toteumatietoa käsitellään standardiaikajärjestelmällä, jolloin eri työmaiden työläjit saadaan vertailukelpoiseksi. Toteumatiedon käyttäytymistä standardiaikajärjestelmässä seurataan ja arvioidaan vastaako kyselemällä ja kulunseurannasta saatu työsaavutus-aika -tieto nykyisiä Ratu-arvoja. Tutkimuksen aikana kerättyä toteumatiedon määrää verrataan erillisprojektin aikana kerättyyn määrään.

Työmailla tehdyn tutkimuksen tulosten käsittelyyn on suunnitteilla tietokanta, joka helpottaisi ja nopeuttaisi tulosten kirjaamista ja käsittelyä. Tietokannassa olevat tiedot on nopeampi kirjata standardiaikajärjestelmään. Tietokannassa oleva työmenekki- ja työmenetelmätieto pystytään valjastamaan käyttöön kaikissa tätä tietoa käyttävissä julkaisuissa, kuten menekki- ja aikataulukirjoissa. Tutkimuksessa määritellään raja-arvot tietokannalle ja tutkitaan tietokannan mahdollisia käyttötarkoituksia.

1.5 Tutkimusmenetelmät

Ratu-tutkimusta on tehty jo kahden vuosikymmenen ajan. Tässä tutkimuksessa on tarkoitus yhdistää aikaisempien tutkimuksen hyviksi koettujen tutkimustapojen yhdistämistä Ratu-työmaa -tutkimustapaan.

- 1) Tiedonkeruumenetelmät: Ratu-työmaa -menetelmä (kehitetään tutkimuksen aikana), seuranta, 2-datan keräys

- 2) kerätyn tiedon analyysimenetelmät (vanhojen tutkimusten diplomityöt, Ratu-pöytäkirjat, haastattelut, tuntimäärät ja toteumatietomäärät vertailu)

Tutkimus suoritetaan työmaalla kysellen ja havainnoiden työlajien toteutumista. Työlajien toteumatiedossa kerätään työsaavutus, kuinka paljon työtä on tehty, työryhmän koko, sekä toteutunut aika, eli aika joka saavutettuun työmäärään on käytetty. Kyselemällä saatu tieto sisältää hukat, liikkumiset työpisteelle, materiaalien siirrot sekä itse työsuorituksen.

Toteumatietoa voidaan kerätä koko kohteen osalta tai mahdollisuuksien mukaan osakohteiden, esimerkiksi asunnon tai kerroksen osalta. Toteumatieto käsitellään standardiaikajärjestelmällä johon kirjataan kaikki työnosat jotka työssä on tehty. Standardiaikajärjestelmään kirjatut tiedot ovat vertailukelpoisia aikaisempien työmenekkien kanssa ja tällöin voidaan arvioida onko työ mahdollisesti nopeutunut tai hidastunut aikaisemmasta. Monen työmaan kohdalla tapahtuneet työlajikohtaiset selkeät muutokset aikaisempaan työmenekkiin tulee tarkastella lähemmin ja myöhemmin Ratu-ohjausryhmän päätöksellä voidaan suorittaa mahdollinen työlajikohtainen erillistutkimus.

2 RATU-TUTKIMUS

2.1 Ratu-tiedosto

Ratu-tiedosto käsittelee työlajikohtaisesti työmenetelmiä, työmenekkiä, työturvallisuutta ja rakentamisen laatuun vaikuttavia tekijöitä. Ratu-tiedoston ylläpidosta ja julkaisemisesta vastaavat Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS. Ratu-tiedostoa pidetään yllä Ratu-tutkimuksella, työmenetelmä- ja -menekkitutkimus, jossa tutkittavan työlajin työmenekit ja -menetelmät päivitetään nykyiselle suomalaisilla talonrakennustyömailla tehtävän työn joutuisuustasolle. Ratu-tietojen kokoamiseen osallistuu vuosittain useita rakennusyhtiöitä sekä työmaita, jotka auttavat osaltaan uusien tietojen julkaisua tai vanhojen päivittämistä. [1] Jacobssonin mukaan rakennustöiden tutkiminen voidaan jakaa kolmeen osaan, työntutkiminen, kirjausmenetelmät sekä toteutuneen tiedon keruu [2]. Tässä työssä käsitellään tiedonkeruuta, -käsittelyä ja -tallennusta.

Ratu-tietoa on tutkittu 1970-luvulta lähtien. Ensimmäiset RT-tuotantotieto -kortit julkaistiin 1974 ja tutkimuksesta vastasi valtion tieteellinen tutkimuskeskus, VTT. Tutkimuksen päämääränä oli rakennustoiminnan tuottavuuden parantaminen. [3]

Anssi Koskenvesa hyödynsi vuonna 1989 diplomityössään Suomen MTM-yhdistyksen kehittämää standardoimisjärjestelmää. Koskenvesa rakensi standardiaikajärjestelmän, jota pystyttiin hyödyntämään eri rakennustyömaiden toteumatietojen vertailussa. Standardiaikajärjestelmään perustuva tutkimusmetodiikka on käytössä vieläkin. [4]

Ratu-tutkimus on tyypillisesti suoritettu työlajiryhmäkohtaisina (esimerkiksi Talo 90-järjestelmän pintatyöt- tai puutyölajiryhmät) erillisprojekteina. Erillisprojekteissa tutkitavat työlajit määräytyvät Ratu-ryhmän päätöksen mukaisesti. Jotkut projektit, kuten puu- ja terästutkimukset ovat saaneet rahoitusta ulkopuoliselta taholta, jolloin tutkimukset on voitu suorittaa normaalia sykliä nopeammin.

2.2 Tutkimus

2.2.1 Ratu-tiedon kerääminen

VTT:n ollessa vastuussa Ratu-tutkimuksesta 1980-luvulla Ratu-tietoa keräsi Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. Työmenetelmätiedon keräys tapahtui nyky menetelmää vastaavalla tavalla eli rakennustyömaalla työtä seuraamalla, havainnoimalla ja kysele-

mällä. Työmenekkitiedon keräys tapahtui tarkennetun kirjauksen menetelmällä, jossa työmaille toimitettiin kymmensivuinen lomake, jonka työnjohto täytti. Lomakkeessa oli eritelty samat asiat kuin menetelmä- ja menekkikorteissa, koneet ja kalusto, olosuhteet ja alkutila-lopputila, ja nämä kohdetiedot täytettiin käsin. Työntekijäkohtaiset päiväsuoritukset merkittiin taulukkoon ja tästä taulukosta laskettiin kohteen työmenekki. Varsinaisen työläjikohtainen työmenekki saatiin laskemalla monen kohteen työmenekkien keskiarvo. Työnjohdon kirjaama toteumatieto piti paikkansa pitkään, kuitenkin ajan mittaan tutkija saattoi epäillä työnjohdon manipuloineen tuloksia. Lomakkeissa oli yli-viivauksia ja tekstiä oli saatettu pyyhkiä pois ja päälle oli tehty korjauksia kuulakärkikynällä. Myöskin tulosten täysi vastaavuus sen hetkiseen Ratu-työmenekkiin oli yhdenmukainen, jolloin saatettiin epäillä tuloksien oikeellisuutta. [5]

Nykyiseen toteutumatiedon keruutapaan on vaikuttanut tekniikan, kuten digikameroiden, kehittyminen, mikä on helpottanut tiedon keräämistä ja nopeuttanut tiedon käsitteilyä. Rita Lindberg ja Sampsa Nissinen toteuttivat tiedonkeräyksen vuonna 2000 kämmentietokoneilla. Tutkimusmenetelmän ydinajatuksena oli työn seuraaminen paikanpäällä työpisteessä ja kunkin aktiviteetin merkitseminen kämmentietokoneeseen reaaliaikaisena. Kämmentietokoneen ajanottokello huolehti siten työn ajallisen puolen hallinnasta tutkijan keskittyessä työvaiheisiin ja -sisältöön, suoritemäärään ja muihin vaikutaviin tekijöihin. [6] Juokseva ajanotto estää kellon pysäyttämisestä aiheutuvat virheet. Työnosat, haitat ja muuttujat, sekä niiden kesto voidaan löytää myöhemmin tulosteista kellotuksen avulla. [7]

Tarja Pussinen suoritti vuonna 1997 puutöiden työmenekki- ja -menetelmätutkimusta. Hän keräsi työmaatietoja kyselylomakkeilla. Hän laati jokaiselle työläjille ja osatyöläjille kaavakkeen, jossa kysyttiin kohdetietoja, työnjärjestelytietoja ja työmenekkitietoja. Myös työläjikohtaisia tarkennuksia, jotka eivät selvinneet suunnitelma-asiakirjoista, tiedusteltiin. Kaavakkeessa oli kohdat:

- työmaatiedot
- kaavakkeen täyttäjä
- kyselykaavakkeen sisältö
- työmaalta pyydetyt suunnitelmat
- runkotyön kokonaisaika
- työryhmä
- seinärakenteen leikkauspiirros tai käytetty rakennetyyppi
- koneet ja kalusto
- siirrot, niiden tapa ja niihin käytetty kokonaisaika.

Työnjohto pystyi täyttämään kaavakkeet käsin ja lähettämään ne postitse tai telefaksamalla takaisin tutkijalle. Kaavakkeita lähetettiin 125 kappaletta ja kaavakkeiden lähetyksen jälkeen työmaihin pidettiin yhteyttä puhelimitse ja osalla työmaista vierailtiin. Tie-

toja saatiin 108 kohteesta tai osakohteesta. Työmaihin otettiin tarvittaessa yhteyttä, kuten jos kohteesta täytyi saada tarkentavia tietoja jotka oli jäänyt täyttämättä kaavakkeeseen. [8]

Christian Kivimäki toteutti vuonna 2009 diplomityössään Ratu-tutkimuksen tiedonkeruuta kyselylomakkeilla. Työnjohdon toivottiin täyttävän internetissä sähköisesti jaossa oleville lomakkeille työsaavutukset ja muut liittyvät tiedot Pussisen lomakkeiden tapaan [8]. Kivimäki totesi sähköisen lomakkeen tavoitteen olleen hyvä: helposti netistä saatavilla oleva lomake, jonka voi täyttää silloin kun työnjohdolla on aikaa ja mahdollisuus. Kyselylomakkeella saatu vastausmäärä ei ollut kuitenkaan merkittävä tai riittävä: vain kolme vastaajaa vastasi sähköiselle ja neljä vastaajaa paperiselle lomakkeelle. Kivimäen tiedonkeruussa päädyttiinkin varsin pian tavoittelemaan yhteydenotoissa työmaille pääsyä. Työmaille selvitettiin aiemmista tutkimuksista tutulla tavalla ja työryhmien nokkamiesten ja työnjohtajien haastatteluin selvittämään työhön kulunutta aikaa ja vaikuttaneita tekijöitä. Tämä pidensi tiedonkeruun kestoa merkittävästi suunniteltuun nähden. Tutkimuksen lopullien kokonaishaastattelu- ja -kyselymäärä oli lopulta 180 henkilöä. [9]

KorjausRatu 2008 -tutkimuksessa päivitettiin Korjaus-Ratu -kortiston sisältämät tiedot. Tutkimuksessa hyödynnettiin päätutkimusmuotona rakennustyömaille työpisteissä tutkijan henkilökohtaisesti tekemiä työnseurantoja. Työmaalla seurattiin yhtäaikaaisesti useampaa työlajia. Tutkimuksessa havaittiin hankaluuksia työmaalla työnseurannalla kerätyn ja jälkikäteen työsuorituksesta haastatteleamalla tai toteutuneesta aikataulusta saadun toteutumatiiedon yhteensovittamisessa aiempiin standardiaikajärjestelmiin. Tätä korjaamaan kehitettiin standardiaikajärjestelmään erilaisia kertoimia. Tutkijoita oli parhaimmillaan yhtä aikaa työssä 3 henkilöä, joka lisäsi standardiaikajärjestelmän täyttämässä sovittavia sääntöjä. [10]

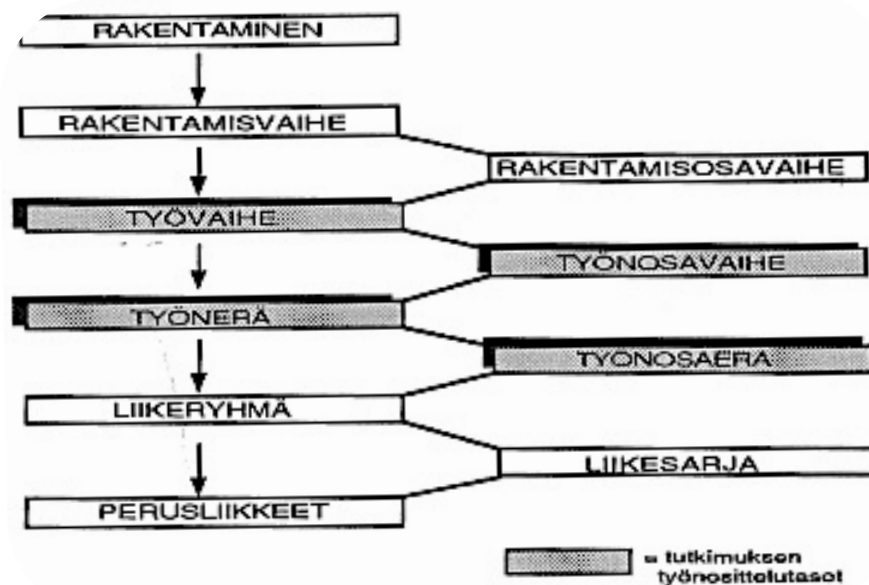
Osa KorjausRatu 2008 -tutkimuksessa päivitetystä työlajeista, erityisesti maalaus- ja tasoitetyöt arvioitiin huonosti soveltuviksi seurantatutkimukselle. Syynä oli erityisesti näiden työlajien työpisteiden nopea vaihtuminen ja siitä aiheutuva vaikea määrälaskenta sekä käsittely-yhdistelmien hallinta. KorjausRatu 2008-tutkimus suunniteltiin 3 vuoden mittaiseksi Pintatyöt 2007 –tutkimuksen toteutuneeseen aikatauluun perustuneella arviolla. Hanke kuitenkin toteutui, osin tutkimusmenetelmästä johtuen, jo kahdessa vuodessa. [10]

Vuosina 2010...2013 Ratua tutkittiin KorjausRatu 2008 -tutkimuksesta kehitettyjen menetelmien avulla. Tiedonkeruussa usealla paikkakunnalla eri tutkijoiden tehtyjen mittauksen yhteismitallistaminen aiheutti työtä. Tutkijoiden yhdessä rakentamat standardiaikajärjestelmät mahdollistavat jokaisen tutkijan tietoisuuden työlajien muuttujista ja mittavista määristä ja kohteista. [10] Havainnointimenetelmällä tehty tutkimus antaa

tutkijoille selkeän yleiskuvan työlajeista. Tällöin työnmittaus jakautuu osa-alueisiin: valmistelu, havainnointi ja tulosten käsittely. [11]

2.2.2 Ratu-tiedon käsittely

Standardiaikajärjestelmän käyttöä on sovellettu rakennustyömaiden työlajien menekki-tutkimuksessa, Koskenvesan diplomityö 1989. Työssä on esitetty standardiaikajärjes-telmässä käytettyjen työvaiheiden ja työnosa-aikojen soveltamismahdollisuus rakennus-työmaan työlajeille. Kun jokainen työlaji on pilkottu pieniin standardiosiin, työnosa-aikoihin, työmaita ja työmaiden työsaavutuksia on mahdollista verrata toisiinsa vaikka työt eivät sisältäisi täysin samoja vaiheita tai määriä. Koskenvesa toteaa seuraavaa: ”Tuotannosta kerätään tietoa työmenekkien ja menetelmien osalta. Ratu-tutkimus on perinteisesti kohdistunut tiettyyn työkokonaisuuteen. Rakentamisen toiminnanositelusa tutkimuskohteet sijoittuvat työneriin ja työnosaeriin.” Toiminnanositelu on jaoteltu kuvan 2 mukaisesti ja Ratu-tutkimus kohdistuu kuvassa harmaalla esitettyihin osiin. Taulukkoon 1 on määritelty toiminnanositelut sekä kuvattu rakentamisen toimintaan liittyvä rakentamisen osa. [4]



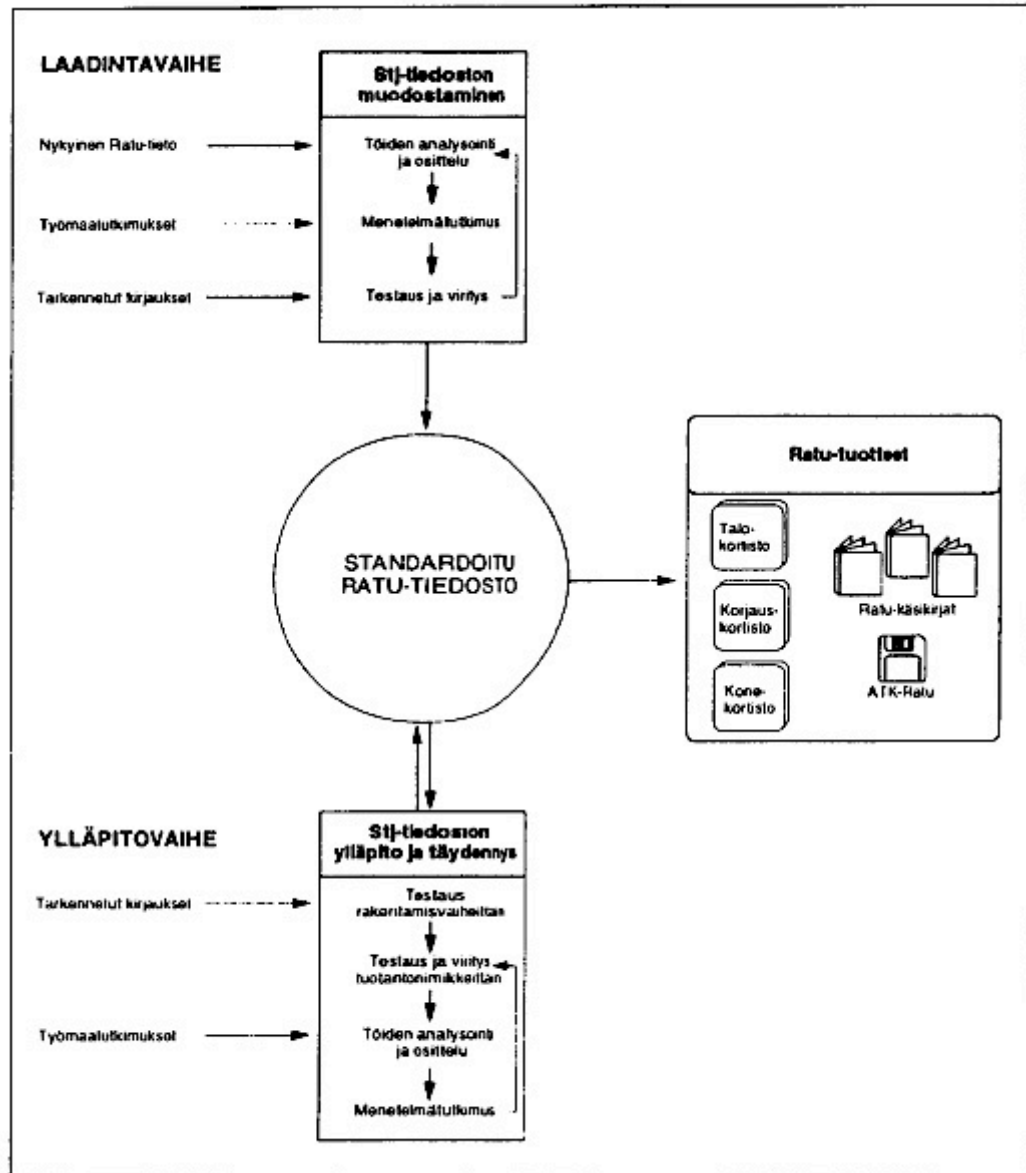
Kuva 2. Rakentamisen asteittain tarkentuva toiminnanositelu. [4]

Taulukko 1. Toiminnanositelun määritelmät sekä sovellutus talonrakentamiseen. [4]

Toiminnan osa	Määritelmä	Rakentamisen osa
Rakentaminen	Ennalta suunniteltu rakennustuotteen toteuttaminen.	Kerrostalo
Rakentamisvaihe	Toimintakokonaisuus, jonka tuloksena muodostuu yhtenäinen tuotteenosa.	Runko
Rakentamisosavaihe	Rakentamisvaiheen osa, joka muodostaa määrätyn työnsuorituskokonaisuuden.	Perustukset
Työvaihe	Rakentamis- tai rakentamisosavaiheen osa, johon sisältyy materiaalin käsittely, kuljetus ja tarkastus ja johon on käytetty tiettyjä toimintayksiköitä määrättyllä tavalla.	Muottityö
Työnosavaihe	Työvaiheen osaksi rajattavissa oleva ja mahdollisesti toisella toimintayksiköllä suoritettavissa oleva toiminta.	Muotin pystytys
Työnerä	Yhdellä toimintavälineellä suoritettu työ- tai työnosavaiheen osa, joka on rajattu siten, että eri toimintayksiköiden käyttöä voidaan tarkoituksenmukaisesti analysoida.	Muottien teko
Työnosäerä	Pienin toimintavälineellä tehtävä työsuoritus, joka muodostaa itsenäisen kokonaisuuden.	Muottien nau-laaminen
Liikeryhmä	Toisiinsa liittyvät ihmisen tai koneen suoritamat liikesarjojen kokonaisuudet.	Naulapyssyllä tähtääminen, ampuminen ja sen lataaminen
Liikesarja	Työnsuorituksessa toisiaan seuraavat ihmisen tai ihmisen ohjaaman koneen tekemät liikkeet, jotka yhteiseen suoritukseen vaikuttavan muuttujan avulla liittyvät toisiinsa.	Naulapyssyllä ampuminen
Perusliike	Ihmisen suorittama työliike tai muu toiminto, joka sisältyy järjestelmään, joka sisältyy järjestelmään, jossa esiintyy tiettyntyyppisiä var- talon tai sen osan liikkeitä ja henkisiä toimin- toja.	Naulapyssyn liipaisimen pai- naminen

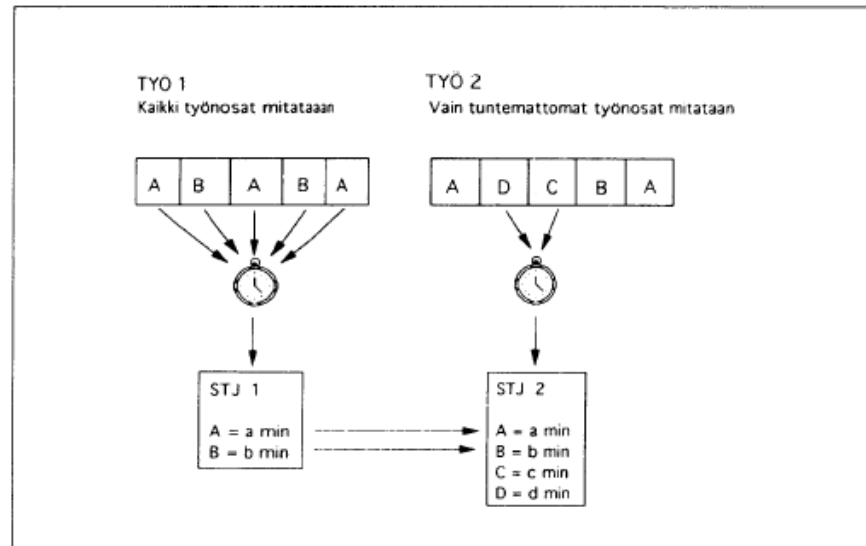
Ratu-tiedotteessa 410-T vuodelta 1993 on esitetty tiivistettynä Koskenvesan ajatus standardiaikajärjestelmä käytöstä työmenekkien ja -menetelmien tutkimisessa: standardoitu Ratu-tiedosto toimii Ratu-tutkimuksen perustana. Kuva 3 esittää kaaviona Ratu-tiedoston rakentumisen tutkimuksen aikana ja sen jälkeen. Ratu-tutkimuksen standardi-

aikajärjestelmän rakenne on samanlainen työlajeista riippumatta, jolloin tutkija pystyy löytämään tutkittavasta työsuorituksesta varsinaiset työlajin työnosat. Ratu-tiedosto auttaa tutkijaa tutustumaan työlajiin jo ennen työnseurantaa ja tiedosto toimii pohjatietona tutkimukselle. [12]



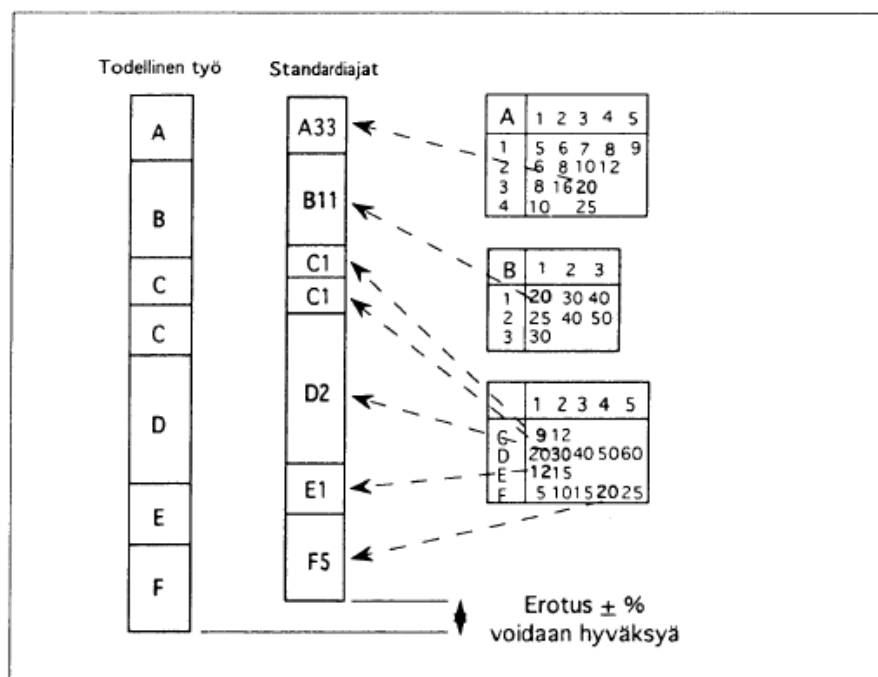
Kuva 3. Standardiaikajärjestelmä-tuotantotiedosto Ratu-tutkimuksen perustana. [12]

Tiedotteessa, 410-T, on myös esitetty kuinka standardiaikajärjestelmän työnosa-ajat muodostetaan työmaamittauksilla. Tavoitteena ei ole mitata jokaiselta työmaalta kaikkia työnosia, vaan riittää että monelta työmaalta saadaan kattava otanta kaikista työlajiin kuuluvista työnosista, kuvan 4 mukaisesti. [12]



Kuva 4. Tutkimuksen rationalisointi standardiaikajärjestelmän avulla. [12]

Standardiaikajärjestelmällä määritetty standardiaika tulee olla sovitun kireystason sisällä verrattuna toteutuneeseen työaikaan. Kuvassa 5 on esitetty hyväksytty erotusprosentti ja sen muodostuminen. Ratu-työmenekin muodostuksessa hyväksyttävän kireystason on sovittu olevan +/- 10 prosenttia. [12]



Kuva 5. Työmenekin laskenta standardiaikajärjestelmän avulla. [12]

Tarja Pussinen tutki vuonna 1997 diplomityössään puutöiden (Talo 90 – työlajinimikkeistön pääluokka 5) työmenetelmä- ja työmenekkitutkimusta. Pussinen sovelsi Koskenvesan kehittämää standardiaikajärjestelmää ja hän rakensi puutöiden standardiaikajärjestelmät ja tasapainotti standardiaikajärjestelmän työnosa-ajat. Kos-

kenvesan diplomityössä tehdyn havainnoinnin perusteella Pussinen mittasi saatavilla olleet työnosa-ajat ja loput näistä työnosa-ajoista hän määrittä empiirisellä tutkimuksella saavutettuihin liki-arvoihin. [8]

Vuonna 2012 ja 2013 suoritettujen metalli- ja puutöiden työlajitutkimus toteutettiin kahden tutkijan voimin. Toinen tutkijoista suoritti tutkimusta pääkaupunkiseudulla ja toinen tutkija suoritti tutkimusta maakunnissa Tampereelta käsin. Tutkijoiden saamat toteumatiedot kirjattiin standardiaikajärjestelmään ja nämä yhdenmukaistettiin ja tasapainotettiin molempien tutkijoiden yhtenäisen havainnoin perusteella. [10]

2.2.3 Ratu-tiedon julkaisu

Tutkijoiden tasapainotetut standardiaikajärjestelmät on tasapainotettu työnosa-aikoja muuttamalla. Nämä työnosa-ajat muodostavat työlaajikohtaisen Ratu-työmenekin. Muutuneet työmenekit ja -menetelmät hyväksytetään Ratu-ohjausryhmällä. Uudet työmenekit ja -menetelmät kirjataan päivitettävien työlaajien Ratu-tiedostoihin ja nämä uudet päivitettyt ja taitetut ohjekortit hyväksytetään vielä Ratu-ohjausryhmällä ennen lopullista julkaisua. [10]

Aiemmat menetelmä- ja menekkikorttien tiedot yhdistävän nykyisen Ratu-ohjekortin sisältö on lähes määrämuotoista eli eri työlaajien ohjekorteissa toistuvat samojen teemojen asiat lähes samassa järjestyksessä. Vuoteen 2007 saakka Mittaviivassa laadittiin Ratu-ohjekortin tiedonkäsittelyn yhteydessä ohjekortin käsikirjoitus kerätyistä toteumatiedoista, alan kirjallisuudesta, lainsäädännöstä ja työturvallisuudesta. Käsikirjoitus koostettiin tavanomaisilla tekstinkäsittely-, taulukkolaskenta ja grafiikkaohjelmilla. Ratu-ohjekorttien julkaisun yhtenäinen ulkoasu vaati erillisen taiton, jotta kerätty tieto on voitu jäsenellä ohjekorttiin yhtenäiseen ja helppolukaiseen muotoon. [10]

Vuoteen 2008 asti Ratu-ohjekortit taitettiin Rakennustieto Oy:n alihankintana Ratu-hankkeen ulkopuolisessa graafisen alan yrityksessä. Menettely ei ollut ongelmaton. Taittajan työ koostui vain tekstin asemoinnista. Taittajalla ei ollut korjausvelvoitetta ja rakennusalaan tuntemattomana käsitystä esim. suuruusluokkavirheistä ja pienet virheet tuli korjauttaa erikseen. Tämä aiheutti lisätyötä korjaustyön ohjeistamisessa, koska korjauksia vaativat kohdat koettiin vaikeammaksi havaita taitetusta tekstistä kuin käsikirjoituksesta. Taittotiedosto jäi tekijänoikeudellisista syistä taiton tehneelle yritykselle. Mittaviiva Oy tai Rakennustieto Oy eivät voineet hyödyntää taiton aikana saatua valmiita rakenteita ja grafiikkaa seuraavissa Ratu-ohjekorteissa tai muissa julkaisuissa. Korjaukset myöhemmin valmiisiin pdf:iin olivat verrattain kalliita. [10]

Mittaviiva Oy on vuodesta 2008 eteenpäin laatinut ohjekortit suoraan taittopohjaan. Ensimmäiset Mittaviivassa taittopohjaan tehdyt ohjekortit on laadittu KorjausRatu 2008 -tutkimuksen yhteydessä päivitettyihin Korjaus-Ratu -ohjekortteihin. Vaikka korttien

laatimisessa suoraan taittopohjaan on saavutettu edellä esitettyjen haittojen poistuminen koetaan taittotyössä ongelmalliseksi aiempaa suurempi työmäärä työmenekkien ja -menetelmien kirjauksessa ohjekorttiin. Osasyynä tähän on myös ohjekortin tietomäärän kasvu aiemmasta. [10]

2.3 Ratun aikakäsitteet

2.3.1 Aikakäsitteiden määrytyminen

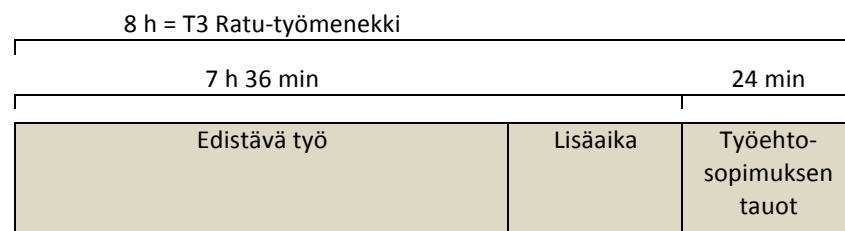
Työaikakäsitteet on määritelty Ratussa kuvan 6 mukaisesti. Työmaan yleisaikataulussa käytetään työvaiheajoja T4, viikkoaikataulujen teossa käytetään työvuoroajoja T3 ja varsinainen työsuoritus tehdään menetelmäajassa T2.

Perusaika T1	Menetelmän lisäaika TL1	Työvuoron lisäaika TL2 Alle 1,0 tunnin keskeytykset	Pelivarat, TL3-aika
Menetelmäaika T2			
Tehollinen aika (työvuoroaika) T3			
Pienet erilliset työvaiheet (T3p) ja työehtosopimuksen mukaiset tauot			
Kokonaisaika (työvaiheaja) T4			

Kuva 6. Työaikakäsitteet Ratun mukaan. [13]

2.3.2 Ratu-tutkimuksessa käytettävät ajat

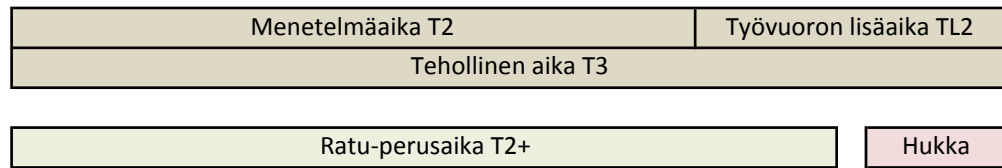
Ratu-työmenekki on T3-aikaa, tehollista aikaa jossa työ on tehty, kuten kuvasta 7 nähdään. T3-aika sisältää työehtosopimuksen mukaiset tauot, muttei suurempia, yli tunnin mittamisia, työn keskeytyksiä. Nämä suuremmat keskeytykset on huomioitu T4-ajassa. [13]



Kuva 7. Työvuoron jakautuminen. [13]

Uutena ehdotettuna aikakäsitteenä on Ratu-perusaika. Ratu-perusaika tuli ensimmäisen kerran esiin 2.3.2012 pidetyssä Ratu-ohjausryhmän kokouksessa. Kokouksen pöytäkirjassa todetaan seuraavaa: ”Anssi Koskenvesa esitti, että Ratun työmenekikäsitetä muutettaisiin ottamalla käyttöön Ratu-perusaika. Perusajan taustalla on ajatus, että Ratun työmenekkeihin on vuosien saatossa mitoitettu mukaan aikahukkaa osana normaalia työsuoritusta.” Ratu-perusaika ei muuta Ratu-korteissa esitettyä työmenekkiä, vaan työ-

lajikohtainen hukka olisi laskettu erikseen ja tämä hukka voitaisiin lisätä työmenekin päälle kohteesta riippuen. Ratu-perusajasta on muotoutumassa käsite T2+ -aika. [14]



Kuva 8. T2+ -aika suhteessa T2 ja T3 -aikoihin. [14]

Hyvään työsuoritukseen käytettyä aikaa kuvataan T2+ -aikana. Hyvä työsuoritus ei sisällä turhia siirtoja, liikkumisia tai korjauksia, eli hukka on poistettu. [14] Hukkaa ei ole erikseen määritetty, mutta hukaksi voidaan olettaa kaikki ylimääräinen työ joka ei edistä varsinaista työsuoritusta tai työ joka voitaisiin suorittaa oikealla työjärjestyksellä nopeammin.

2.4 Tietokanta

2.4.1 Tiedon käsittely

Työlajien standardiaikajärjestelmät rakennetaan Excel-taulukkolaskentaohjelmalla, johon voidaan lisätä riveittäin työnosa-aikoja, sekä voidaan työnosa-aikojen arvoja muuttamalla tasapainottaa nämä. Standardiaikajärjestelmästä pystytään poimimaan työlajin haluttu työmenekki ja tämä tieto siirretään taittovaiheessa käsin Ratu-ohjekorttiin tai muihin julkaisuihin. [10]

2.4.2 Tietokanta ennen

Jukka Pallas kehitti diplomityössään vuonna 1992 tietokantaa Ratu-tiedon tallennukseen ja käyttöön. Hän laati ja kuvasi tietokannan oliopohjaisella rakennemallilla ja testasi tietokannan toimivuuden suurmuuttityön Ratu-kortilla. Ratu-tietokanta rakennettiin sen hetkisen Ratu-tiedoston rakenteen pohjalta, jolloin tietokanta seurasi Ratu-korttia, eikä näin ollen aiheuttanut Ratu-tiedoston rakenteelle muutosvaatimuksia. Jotta tiedon tallennus tietokantaan olisi mahdollinen, Ratu-tieto olisi oltava jokaisessa työlajikohtaisessa ohjekortissa jäsennelty samassa järjestyksessä. Pallas totesi työnsä johtopäätöksissä, että vanhojen epäyhdenmukaisten ohjekorttien tietojen muokkaaminen yhdenmukaiseksi on työläs tehtävä. Ajatus tietokannan käytöstä oli edellä aikaansa ja tietotekninen vaatimus tietokannan käytölle ei ollut vielä riittävällä tasolla yleistyykseen yritysten käyttöön. [15]

2.4.3 Nykyinen tietokanta

Mittaviivassa on vuodesta 2006 alkaen viety Ratu-työmenekkejä tietokantaan työlajeittain ja rakennusosittain jäsennehtynä. Tavoitteena oli työmenekkien päivitys tietokantaan ja tietokannasta nopeampi siirtäminen taittoon, eri julkaisujen käyttöön. Kuitenkin tietokanta-ohjelmistot olivat kankeita ja hitaita, jolloin kannan hyödyntäminen ei onnistunut riittävän helposti. Rita Lindberg ja Tuomas Heiska olivat käyttäneet tietokantaa omilla opinnäytetöissään, joten tietokannassa oli aikaisempaa tietoa tallennettuna. Tietokannassa olevan tiedon huomattiin kuitenkin sisältävän paljon puutteita, esimerkiksi työsaavutuksissa, mutta tämä ei muodostunut suureksi ongelmaksi, koska tieto oli jo vanhentunutta ja tämän vuoksi päivitettävä. [16]

Mittaviiva Oy:n kehittämä talonrakennuksien kustannuslaskentaohjelma, Klara, käyttää Pallaksen luomaa tietokantaa. Tietokantaan on tallennettu kustannukset ja menekit omiin soluihin, josta ohjelma poimii tarvittavat palaset kustannuksien laskentaan. Työkustannus lasketaan, työmenekin ja suoritemäärän tulona, jolloin saadaan suoritemäärän mukaiseen työsuoritukseen kuluva työntekijätuntimäärä. Kun tulo kerrotaan edelleen palkka- ja sivukustannuksilla sekä mm. alue- ja vaikeuskertoimilla saadaan tulona lopullinen työkustannus. [10]

Tietokannasta on mahdollista tuottaa ohjelmoinnin avulla pdf-tiedosto, joten tämä synnytti ajatuksen kirjojen taittotyön helpottamisesta tietokantapohjaisella pdf-generaattorilla [10]. Menekkikirja oli päivityksen alla keväällä 2014 ja tämän todettiin olevan hyvä kohde kokeilla tietokannan käyttöä kirjan teossa [17].

Menekkikirja koostui viidestä taulukkolaskentatiedostosta, joiden tiedot syötettiin tietokantaan. Viisi tiedostoa sisälsi jokainen oman tietonsa ja ne oli jaettu sisältämään:

1. menekit
2. vaikuttavat tekijät
3. materiaalit ja hukat
4. työsaavutus
5. päätaulukon

Menekkikirjassa on jokaiselle työläjille yllä mainitut neljä osa-alueita ja nämä tiedot on koottu yhteen tiedostoon jokaisen työläjin osalta. Päätaulukko on aputiedosto joka sisältää kaiken muun tiedon joka ei kuulu edellä mainittuihin tiedostoihin. Onnistunut menekkikirjan tietojen tietokantaan syöttäminen ja sieltä taiton kautta kirjan laadinta mahdollistaa myös muun Ratu-tiedon tietokantaan tallentamisen ja Ratu-tuotteen julkaisun. [16]

2.5 Rakennustyömaiden työntekijöiden kulunseuranta

2.5.1 Laki

Laki rakennustyömaiden päätoteuttajan ilmoitusvelvollisuudesta verottajalle [Laki työturvallisuuslain muuttamisesta, 364/2013, 52b §] tuli voimaan 1.7.2014 ja tällöin jokaisella rakennustyömaalla tuli olla käytössä seuranta, jolla voidaan ilmoittaa milloin kukin työntekijä on ollut työmaalla. Käytännössä tämän tulkittiin tarkoittavan sähköistä kulunseurantajärjestelmää. Kulunseurannassa työntekijä leimaa itsensä sisään työmaalle tullessaan ja poistuessaan työmaalta, työntekijä leimaa itsensä ulos. Kulunvalvontaa voidaan käyttää kun työmaa on aidattu ja työmaalle kulku tapahtuu kulkuportista. Kulunvalvontaa voidaan käyttää myös palkanmaksun perusteena. [18]

2.5.2 Kulunseurannan sovellutus Ratu-tutkimukseen

Kulunseurannasta saatava työntekijäkohtainen työaikatieto antaa tutkijalle suoraan työlaajikohtaisen aikatiedon. Tutkija pystyy kyselemään työnjohdolta työryhmän ja sen koon. Jonka jälkeen tutkija käy havainnoimassa suoritettut työt työmaalla ja selvittää työnjohdon avustuksella kulunseurannasta tunnit jotka suoritettuaan oli käytetty. Tämä järjestely vähentää työnjohdon panosta, työnjohdon ei tarvitse merkata ylös mitä on tehty ja eikä tarvitse muistella oliko työntekijät töissä. [10]

2.6 Ratu-työmaa

2.6.1 Ratu-työmaan lähtökohta

Ajatus Ratu-työmaasta tuli esiin ensimmäisen kerran vuonna 2010. Ratu-ohjausryhmän kokouksessa 15.6.2010 pöytäkirjassa todetaan seuraavaa: ”A.K. kertoi toivovansa, että perustutkimus säilyisi koko ajan kiertävänä ja muut ”jalostetut” tuotteet olisivat lisärahoituksella tuotettavia lisätöitä. A.K. esitti myös, että yksittäisiltä työmailta pitäisi saada enemmän tietoa, jotta työmaiden määrän ei tarvitsisi olla yhtä suuri kuin aiemmin. Tutkimusmenetelmän tulisi olla sellainen, että se ei vaatisi suurta panostusta urakoitsijoilta, vaan tietoja voitaisiin saada jostakin olemassa olevasta järjestelmästä ilman erillisiä kirjauksia ja jatkuvaa julkaisujen laadintaan pääsääntöisesti painottuvaa tutkijapanosta. Nykyinen tutkimusmenetelmä on jatkuvana tutkimusmuotona raskas. “ [19]

Ratu-työmaan lähtökohtana on toimia perustutkimuksena, eli kerätä toteumatietoa samalta työmaalta jokaisen mahdollisen työlajin osalta. Tällöin tiedetään muuttujat, jotka ovat usein samoja työlaajien välillä, jolloin voitaisiin panostaa työmaillo toistuviin työlaajeihin ja erikoisemmat työlaajit tutkittaisiin perinteisellä seurantamenetelmällä. Kulunseurannan tullessa pakolliseksi rakennustyömaille mahdollistaa tämä järjestelmä työhön käytettyjen tuntien helpomman seuraamisen ja laskemisen. [19]

2.6.2 Ratu-työmaan tarkentuminen

Ratu-ohjausryhmän kokouksen 25.8.2010 pöytäkirjassa todetaan seuraavaa: ”Kokouksessa pohdittiin Ratu-tutkimuksen kehittamisestä ja siitä, mikä voisi olla paras mahdollisuus Ratu-tutkimuksen keventämiseen. Tutkijan mielestä paras tapa tässä tilanteessa olisi tutkia eri työlajeja ensin niissä tapahtuneiden muutosten kannalta ja muutosten perusteella räätälöidä tarkempaa tutkimusta. R.L. kommentoi, että menetelmäkehitys on Suomessa varsin olematonta, vaan totuttuja menetelmiä valitaan kulloiseenkin tilanteeseen. Menetelmien kehittämiseen tarvittaisiin perustyökaluja: asioita, joita tulee arvioida/läpikäydä kun menetelmää kehitetään uudensisältöiseksi. Perustutkimuksen osalta R.L. muistutti ryhmäläisiä Ratun linjauksesta, jossa todetaan että Ratun tulee tallentaa rakennusalan yritysten tarvitsemaa perustietoa. R.L. kertoi esimerkiksi Haahtelan aineistojen perustuvan osin Ratuun.” [20]

Tutkimuksessa mukana olevilta Ratu-työmailta kerätään toteumatietoa perustöistä, eli työlajeista jotka toistuvat miltei jokaisella työmaalla. Näitä töitä kutsutaan usein kriittisen polun työvaiheiksi. Kriittisen polun työvaiheet ovat työmaata suurimaksi osaksi tahdistavia töitä, kuten runkotyöt, väliseinätyöt sekä tasoite- ja maalaustyöt. Ratu-työmailta kerätty toteumatieto näistä töistä kertoo ajantasaisen tilanteen työlajien työmenekkien paikkansapitävyydestä. Jos monella työmaalla havaitaan suuria eroavaisuuksia tämän hetkisiin työmenekkeihin, voidaan todeta työmenekkien olevan päivittämisen tarpeessa ja tällöin varsinkin työmenetelmien muutosten selvittämiseksi tulee tehdä erillistutkimus. Erillistutkimuksen tarkoituksena on tarkastella työmenetelmiä, työvaiheita sekä materiaaleja jotka todennäköisesti aiheuttavat työsaavutuksen muutoksen. [20]

2.6.3 Ratu-työmaa –tutkimustavan kehittyminen

Ratu-tutkimusta on ideoitu kehitettävän Ratu-ohjausryhmän kokouksessa 2.5.2012. Ote pöytäkirjasta: ”Idea Ratu-toteumatiedon keräämisestä ympärivuotisesti. Työmaiden toteumatietoa on kerätty yleensä projekteittain ja työlajeittain. Keräystapa aiheuttaa paineita työsuunnittelulle kesäisin, kun lyhyeen aikaväliin pyritään saamaan mahdollisimman paljon tiedonkeruuta. Ympärivuotisessa seurannassa työmaille mentäisiin niiden tultua sopivaan vaiheeseen ja käyntiheys olisi vuoden ympäri tasainen. Olisi myös tarkoituksenmukaista saada tietoa nykyistä enemmän myös talviajan työnteosta.” [21]

Kesäaikana suoritettut tutkimukset saavat mahdollisesti virheellistä tietoa, koska ihanneolosuhteet rakentamiseen ovat kesäisin. Kuitenkin parhaita aikoja rakentamiselle on yleensä Suomen olosuhteissa vain 3-4 kuukautta. Tämän vuoksi olisi tärkeää seurata myös talvirakentamista, koska talvi tuo rakentamiseen muuttujia. [21]

3 RATU-TYÖMAA –TUTKIMUS

3.1 Tutkimuksen taustoitus

3.1.1 Ratu-työmaa -tutkimuksen tausta

Ratu-työmaa -tutkimus suoritetaan testaten aiempien mittausmenetelmien ja uusien toteutumätiedon keruu- ja testausmenetelmien soveltuvuutta Ratu-tutkimukseen. Aiempien Ratu-tutkimusten tiedonkeruutavan heikkoutena on työmaiden etsintä, johon kuluu paljon aikaa ja sopivan työmaa löydyttyä, vierailaan työmaalla kerran, joskus kahdesti. Työmaan etsimiseen käytetty aika voidaan siis suoraan siirtää kohteen tutkintaan käytettyyn aikaan. Tämä on aikaa vievä sekä kallis tutkimustapa. Ratu-työmaiden käyttö Ratu-tutkimuksessa on todettu muutamia kertoja Ratun historiassa. Ratu-työmaalla on koettu tarkoitettavan työmaata, jonka käynnissä olevien töiden toteumatietoja hyödynnetään Ratu-työmenekien laadinnassa. Tämä poikkeaa tavanomaisesta tutkimustavasta siinä, että yksi työmaa tuottaa toteumatietoa ”useammasta kuin muutamasta” työlajista ja lisäksi toteumatietoa saadaan pidemmältä aikaväliltä. Tavanomaisessa tapauksessa Ratu-tutkimukseen osallistuneelta yksittäiseltä työmaalta on saatu 1...4 viikon työsuorituksen toteumatiedot 1...4 työlajista.

Tässä tutkimuksessa Ratu-työmaa -tutkimustavan käytännön sovellutukseksi suunniteltiin tiedonkeruu ennalta sovituilla työmailla noin kahden viikon välein. Työmaalta kerättiin tällöin kaikki kerättävissä olevat työt, joita tutkimusjakson aikana oli käynnissä. Näin toimien työmaiden etsintä tehtiin tutkimusjakson alussa ja työmaiden etsintä ja puhelinoimitot tutkimusjakson aikana poistui tai ainakin väheni murto-osaan. Työmaan kanssa sovittiin seuraava tiedonkeruu aina vierailujen yhteydessä, jolloin puhelimitse tehtävä sopivien ajankohtien selvittely vähenivät myös tutkinnan aikana.

Laki työmaan kulunseurannasta astui voimaan kesällä 2014 ja Ratu-työmailla vierailtaessa tutkittiin samalla mahdollisuutta käyttää tätä kulunseurantaa tutkimuksen apuna. Kulunseuranta tuottaa tarkkaa aikatietoa siitä milloin työntekijä on kirjautunut sisään ja ulos työmaalle. Tästä on laskettavissa tai pääteltävissä kuinka kauan työntekijä on työmaalla ollut. Työmaalla oloajan voidaan olettaa sisältävän kaiken henkilön tekemiin työvaiheisiin liittyvän työajan.

3.1.2 Tutkimuksen toteutus

Tutkimus aloitettiin etsimällä tutkimukseen soveltuvia työmaita. Työmaan soveltuvuuden ehtona tutkimuskohteeksi oli, että työmaalla oli käytössään kulunseuranta sekä mitaamiseen soveltuvia työlajeja tuli olla käynnissä.

Tiedonkeruumenetelmäksi valikoitui havainnointi ja haastattelu. Kivimäen diplomityössä kokeiltu kyselylomakkeiden lähettäminen ja niihin vastaaminen huomattiin vaikeaksi tavaksi, koska vastausprosentti jäi pieneksi. Tämän vuoksi tässä tutkimuksessa kysely suoritetaan haastattelulla ja havainnointina työmaalla vierailujen yhteydessä ja tällöin kaikkiin kysymyksiin saadaan vastaukset. [9, 23]

Seurattavia työlajeja tai töitä ei ole ennalta määritetty. Työmaalla seurattavan työn vaatimuksena on, että työläjiä pystytään tutkimaan pelkällä kysely- ja havainnointimenetellyllä. Työtä ei ole tarkoitus käydä seuraamassa paikan päällä, vaan työn eteneminen ja siihen käytetty aika tulisi olla selvillä työnjohdolla. Työläjin eteneminen on pystyttävä seuraamaan jälkikäteen ja tällöin tarkastetaan kuinka paljon on tehty ja kysellään työnjohdolta aika, joka työn suorittamiseen on käytetty. Kulunseurantaa käytetään apuna työmaalla oloajan ja työhön käytetyn ajan tarkistamiseen.

Kerätty toteutumatieta eli työntekijätuntimäärä-, työsuoritemäärä- ja muuttujatiedot kirjataan standardiaikajärjestelmään. Standardiaikajärjestelmän työnosa-aikoja ei tasapainoteta vaan tavoitteena on selvittää onko jossain työläjissä selvää eroavaisuutta aikaisempiin työnosa-aikoihin ja edelleen niistä koottuihin työmenekkeihin. Välittömästi havaittavat erot tarkastetaan työvaiheiden kautta: on selvittävä täydellä varmuudella ovatko kaikki työmaalla toteutuneet työvaiheet kirjattu standardiaikajärjestelmään. Jos standardiaikajärjestelmässä havaitaan selvä ero useassa seuratussa kohteessa aikaisempiin menekkeihin nähden, voidaan muutokset selvittää erillistutkimuksella. Erillistutkimuksessa noudatetaan vuosina 2008-2014 vakiintunutta tutkimusmenetelmää, jossa työtä seurataan paikan päällä. Tällöin työmenekkiin ja -menetelmiin sekä näihin liittyviin muuttujiin saadaan tarvittavat tarkennukset.

3.1.3 Keräys

Työmailta kerätään tietoa mahdollisuuksien mukaan. Työmaiden vaihe vaikuttaa kerätäviin työlajeihin. Tiedonkeruun pystyy suorittamaan mikäli suoritemäärä ja siihen käytetty aika on tiedossa. Suoritemäärä tulee olla helposti laskettavissa, kuten asunto-, kerroskohtainen tai koko työmaan määrä.

Työläjin tehdyt määrät voidaan laskea suunnitelmista tai tietomallista. Työnjohdon tietämystä suoritetuista määristä voidaan käyttää hyödyksi, jolloin tutkijan työmäärä vähenee ja mahdolliset tutkijan tekemät laskenta- tai arviointivirheet vähenevät.

Tiedon keräyksen apuna käytettiin kulunseurantaa, josta pystyy tarkalleen saamaan tunnit, jotka työntekijä on työmaalla viettänyt. Tämä aika on kokonaisaika, T4, jolloin laskettujen työmenekkien ajaksi saadaan T4-aika. Kulunseuranta on hyvä työkalu varmistamaan työntekijöiden käyttämät työvuorot, kuitenkin kulunseuranta ainoana työajan mittarina on haastavaa, koska kulunseurantassa tieto ei sisällä tietoa työmaalla tehdyn työn sisällöstä.

Työmaalla suunniteltiin vierailtavan kahden viikon välein, jolloin työt ovat edenneet riittävästi toteutumatiedon keräämiseksi, mutta työnjohto pystyy edelleen muistamaan työhön liittyvät yksityiskohdat ajankohdista, työryhmistä ja työn sisällöstä. Kulunseurannasta pystytään katsomaan suoraan tai varmistamaan satunnaisesti työmaalla työtä tehneet urakoitsijat ja heidän työvuoronsa.

3.1.4 Aikateoria

Ratu-tutkimuksessa käytettävät työnosa-ajat on määritelty kuvan 8 mukaisesti. Ratu-tutkimuksessa erillisprojekteina suoritettut työmenekki ja -menetelmätutkimus on suoritettu paikan päällä seuranta ja tällöin on saatu toteumatieto on verrattavissa parhaiten menetelmäaikaan, T2. Standardiaikajärjestelmässä on käytetty työnosa-aikoina työvuoroaikoihin rinnastettavia kestoja, jolloin käsitelty ja tasapainotettu toteumatieto saadaan niin ikään työvuoroaikana T3. Tämä T3-aika kerrotaan TL3-lisäaikakertoimella, jolloin saadaan työvaiheaika T4.

Tiedonkeruutapa		Työaikakäsite
Paikan päällä seuranta	T2	Työmenetelmäaika
Kysely	T3	Työvuoroaika
Kulunseuranta	T4	Toteutunut aika

Kuva 9. Tiedonkeruutavalla saatavan toteutumatiedon tarkkuus Ratun aikakäsitteiden avulla.

Jälkikäteen, työsuorituksen jo valmistuttua, kysely työmenekki, suorituspääty ja tähän käytetyt työvuorot, ovat rinnastettavissa kokonaisaikaan T4. Näiden aikojen, T2, T3 ja T4, sisältö- ja kestoerot ovat merkittäviä ja standardiaikajärjestelmän työnosa-aikoja täytettäessä on huomioitava T4 aikaan kuuluvat siirtymiset ja muut merkittävät varsinaiseen työsuoritukseen kuulumattomat, aikaa vievät, avustavat työt.

Työmailta kerätty tieto voidaan rinnastaa joko Ratun T3- tai T4-aikaan. T3-aikaa on työmaalla suoritettujen urakoitsijan yhden tai kahden työvuoron suoritukset, tällöin työ on käyty vain tekemässä ja muu työhön kuulumaton osa, hukka, kuten kahvitauot, siirrot ja

työnsuunnittelu, jätetään huomioimatta. T4-aikaa on pitkät työsuoritukset, kuten maalaus ja vedeneritys ja laatoitustyö, tässä ajassa on mukana siirrot, työnsuunnittelu sekä muu hukka. Kulunseurannasta saatu ulos- ja sisäänkirjausten erotus voidaan rinnastaa T4-aikaan, koska työntekijä leimaa itsensä työmaalle tullessaan ja poistuessaan. Erotuksena saatava aika sisältää tällöin kaiken työmaalla työaikana tehdyn työn, tauot ja materiaalsiirrot.

Kulunseurannasta saaduista työntekijätunneista voidaan vähentää lakisääteiset tauot, jolloin saadaan T3-aikaa. Tämän laskelman seurauksena voidaan arvioida kulunseurannasta saadun ajan vastaavan kyselemällä saatua aikatietoa. Tämä T3-ajan ero T4-aikaan on tärkeä tiedostaa työntekijätunteja ja suoritemääriä käsitellessä, koska eri työmailta saatu toteumatieto on standardiaikajärjestelmään kirjaamisen jälkeen oltava vertailukelpoista keskenään. Ratun standardiaikajärjestelmät laaditaan yleensä T3-tarkkuustasolle.

3.1.5 Tallennus

Työmaalta kerätty toteumatieto kirjataan paperia ja kynää käyttämällä muistivihkoon. Kirjatut tiedot siirretään standardiaikajärjestelmään taulukkolaskentaohjelman avulla. Tutkimusjakson aikana tutkitaan mahdollisuutta tehdä kirjaaminen suoraan älylaitteelle ja tätä kautta tietokantaan, josta tieto olisi helpompi ja nopeampi jatkokäsitellä. Lomakkeeseen tulee kirjata, onko tutkija käynyt työmaalla seuraamassa työtä, koska työmaalla havainnointi tuo esille asioita, joita ei muista lomakkeeseen täyttää.

Työmaalla paperille kerätty toteumatieto kirjattiin taulukkolaskentatiedostoon, kuva 9. Taulukkolaskentatiedostoon kirjataan tieto työmaalta saadulla tarkkuudella päivä- ja työläjikohtaisesti. Myös arvioitu työläjikohtainen eteneminen kirjattiin tähän taulukkolaskentatiedostoon. Tämä toteumatietojen tallennusmuoto auttoi tutkijaa pysymään tietoisena siitä mitä työmaalla tapahtui. Toteumatietojen tallennus helpotti myös työmaakäyntien yhteydessä työläjien etenemisen tiedusteluja kun arvioitiin edellisellä kerralla arvioitujen työtehtävien toteutumia. Lisäksi päivämääräkohtaisesti tehty kirjaus työn etenemisestä helpotti myöhemmin työmenekin laskentaa. Toteumatieto voitiin kirjata tarkasti standardiaikajärjestelmään. Suoritemäärät laskettiin tarvittaessa piirustuksista tai tietomallista, jotka saatiin työmailta. Tieto suoritemääristä siirrettiin standardiaikajärjestelmään yhdessä työntekijätuntien ja työhön vaikuttaneiden muuttujien kanssa.

		Runko	Ikkunat	Väliseinät Muuraus	Kevyet	Sauna	Piki	Vesikatto	PH-valu
vko 30	21.7.2014								
	22.7.2014								1-3.krs / (3*7)h
	23.7.2014	Kuoret 20 kpl					8h		
	24.7.2014	Runko valmis				8h / 1-2.krs	6h		
	25.7.2014					5h / 3.krs			
	26.7.2014								
vko 31	27.7.2014								
	28.7.2014			Alkoi 1+0				Alkoi 3+0	
	29.7.2014								
	30.7.2014								8h / 4,5.krs
	31.7.2014								7h / 3.krs 1,2
	1.8.2014		9,5h / 4-5.kr: 1.krs 3,4,5						
vko 32	2.8.2014								
	3.8.2014								
	4.8.2014		10h / PO	Tekn. Tila		8h / 4,5.krs		Runko valmis	
	5.8.2014			7. as		6h / 3.krs 1,2		Raakapontti	
	6.8.2014			6. as					
	7.8.2014			2.krs					
vko 33	8.8.2014								
	9.8.2014								
	10.8.2014								
	11.8.2014						Pohja 430m2		
	12.8.2014						Pinta 2/3 *430m2		
	13.8.2014			2.krs 3,4,5					
	14.8.2014			6. as ???					
	15.8.2014			7. as ???					
	16.8.2014								
	17.8.2014								

Kuva 10. Toteutumätiedon kirjaus taulukkolaskentatiedostoon työmaakäynnin jälkeen.

Kuvassa 9 on esitetty kirjaukset erään työmaan työlajien etenemisestä. Kuvassa on merkattu päiväkohtaisesti tehdyt työt. Taulukkoa lukemalla tutkija pystyy tarkastamaan suunnitellun etenemisen, pysyy tietoisena työmaalla on tapahtunut ja pysyy ajantasalla työmaan toteutumista ja tavoitteista työlajeittain. Kohdat, joissa on kolme kysymysmerkkiä (???) perässä, tarkoittavat työnjohdon arviota töiden etenemisestä. Seuraavalla käyntikerralla tämä arvio vahvistetaan tai merkitään siten kuten se on toteutunut. Kohteen arvioitu eteneminen on tutkijalle vain aputieto jotta kullakin käyntikerralla tutkija muistaa kysyä ja varmistaa työnjohdolta toteuman.

Päiväkohtaisesti on merkattu mitä työtä on tehty ja myöhäisempään ajankohtaan voidaan kirjata koska työ tuli valmiiksi. Soluun voidaan kirjata päiväkohtaisesti työryhmän koko, tehdyt tuntimäärät ja työt.

Työn suorituksen jälkeen saatu toteumatieto kirjataan lisäksi erikseen standardiaikajärjestelmään. Osakohdetiedot, kuten kerros- tai asuntokohtaiset toteumatiedot, kirjataan erillisinä standardiaikajärjestelmään. Koko kohteen työlajikohtainen työsaavutus laskeaan työlajin töiden päätyttyä kaikkien osakohdetietojen summana. Joidenkin työlajien kohdalla osakohdetietojen laskenta on vaikeaa. Näin on esimerkiksi jos työtä ei suoriteta järjestyksessä työpiste kerrallaan tai jos sama työryhmä tekee eri työlajeja limittyen, kuten vedeneristystä ja laatoitusta.

3.1.6 Käsittely

Toteutuneiden kohteiden käsittelyyn ja testaukseen käytetään standardiaikajärjestelmää, joka tekee kohteista vertailukelpoisia toisiinsa nähden. Vakiintuneessa Ratu-tutkimuksessa standardiaikajärjestelmä tasapainotetaan siten, että jokainen toteutunut ja työnosista koottu kokonaistuntimäärän erotus päättyy +/- 10 % sisään toteutuneeseen kokonaisaikaan verrattuna. Ratu-työmaa –tutkimustavan toteutumätiedon käsittelyssä sitä ei kuitenkaan tehdä, koska tasapainottamatta nähdään helpommin kohdekohtaiset erot. Toisaalta tulee huomioda, että kohdekohtainen tieto saattaa olla myös vajavaista. Syitä siihen miksi kohdekohtainen tieto olisi vajavaista:

- kulunseurannasta saadut tunnit eivät vastaa työhön käytettyjä tunteja
- menetelmät ovat olleet erilaiset
- työ on ollut eri mitä lasketaan
- työ sisältää jotain muuta joka pitäisi havainnoida paikan päällä työtä seuraamalla

3.2 Ratu-työmaa –tutkimuksen toteutus

3.2.1 Ratu-työmaat

Tutkimuskohteiksi soveltuvia Ratu-työmaita saatiin Ratu-ohjausryhmän jäsenyrityksiltä sekä muilta rakennusyrityksiltä yhteensä 7 työmaata. Anonymiteetin säilyttämiseksi työmaat numeroitiin. Työmaat on taulukoitu taulukkoon 2, niiden tyyppin ja maantieteellisen sijainnin mukaan. Neljä työmaata olivat kerrostalorakentamiskohteita ja kolme työmaata olivat toimistorakentamiskohteita. Toimistorakentamiskohteista yksi oli korjausrakentamiskohde, jossa rakennettiin uudiskerros olemassa olleen kerroksen päälle.

Taulukko 2. Työmaat, niiden tyypit ja maantieteelliset sijainnit.

Työmaa	Kohde		Paikkakunta
141	Uudis	Kerrostalo	Vantaa
142	Uudis	Toimitila	Tampere
143	Uudis	Kerrostalo	Nokia
144	Korjaus	Toimitila	Kuopio
145	Uudis	Toimitila	Kuopio
146	Uudis	Kerrostalo	Jyväskylä
147	Uudis	Kerrostalo	Tampere
148	Uudis	Kerrostalo	Jyväskylä

Ensimmäisen käynnin yhteydessä tutustuttiin työmaahan ja keskusteltiin vastaavan mestarin kanssa työlajeista, joita olisi mahdollista seurata työmaalla. Kunkin seurattavan työlajin työryhmän tuli pysyä samana koko työnkeston ajan. Tämä tarkoittaa, että työryhmän jäsenet eivät vaihda mestaa tai tehtävää kesken työn. Myös suoritemäärän tulee olla helposti laskettava, kuten vesikaton vedeneristyksen neliömäärä tai kalusteasennuk-

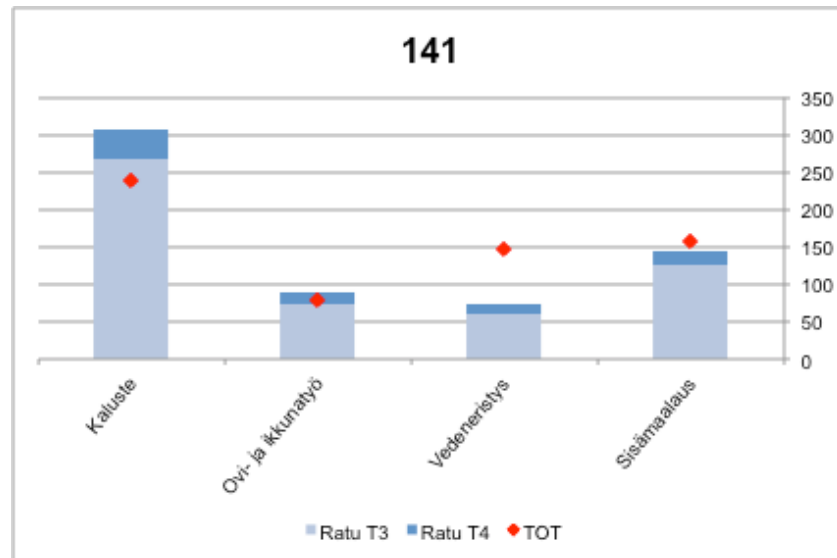
sen työn sisältö asunto kerrallaan. Käynnissä tai käynnistymässä olleet työlajit sovittiin seurattaviksi, jos ne soveltuivat seurantaan.

Työmailla vierailtiin kahden viikon välein. Kunkin vierailun yhteydessä tutkija tarkasti kuinka paljon työ oli edennyt ja merkkasi tämän muistiin. Töiden etenemisen tarkastamisen yhteydessä työnjohdolta kysyttiin aikaväli jolloin työtä tehtiin. Työn suoritusaikakohta tarvittiin, jotta kulunseurannasta voitiin tarkistaa suoritemäärää vastaavat työtunnit. Työnjohdolla ei ollut useinkaan tarkkaa tietoa siitä kuinka työ oli edennyt, milloin mesta oli tehty tai valmistunut, tällöin voitiin käyttää suurempia kokonaisuuksia, jolla työsaavutusta mitattiin.

Jokaisessa työmaakohtaisessa alaluvussa on kuvaaja, jossa esitetään työlajit joiden toteumatietoa työmaalla mitattiin. Kuvaajissa on esitetty punaisella pisteellä kokonaistyötuntimäärä, joka käytettiin suoritemäärän tekemiseen työmaalla. Vaaleansininen pylväs esittää Ratun T3-aikaan perustuvan työnkeston, joka on laskettu työmenekin ja suoritemäärän tulona. Pylvään tummansininen osa on Ratun TL3-kertoimella laskettu lisäaika. Vaaleansininen ja tummansininen pylväs yhdessä muodostavat T4-ajan. Kuvaajan asteikon mittayksikkö on työntekijätunti, tth.

3.2.2 Työmaa 141

Työmaa 141 oli uudiskohde, jossa rakennettiin kolme erillistä kerrostaloa. Työmaalla oli tiedonkeruun aikana käynnissä ensimmäisen rakennuksen sisätyövaihe ja seuraavan rakennuksen runkovaihe. Työmaalla seurattiin sisätyövaiheita 5 kerroksen osalta ja runkovaihetta 5 kerroksen osalta. Toteutuneet suoritemäärät pystyttiin havainnoimaan työmaakäynnin aikana. Työnjohdolla ei kuitenkaan aina ollut selvillä työsuoritteiden ajankohta ja työryhmien koko. Tämän seurauksena tältä työmaalta kerättyä runkotöiden toteumatietoa ei pystytty hyödyntämään. Kulunseurantaa pystyttiin käyttämään apuna ja varsinkin yksittäistä työläjää suorittaneiden työntekijöiden työhön kulunut aika pystyttiin tarkastamaan kulunseurannasta. Kuvassa 11 on työläjikohtaisesti verrattu työhön käytettyjä toteutuneita työntekijätunteja (tth) vastaavaan Ratu-työmenekillä laskettuun työnkestoan.



Kuva 11. Työmaan 141 seurattut työt ja niiden toteutuneet työnkestot verrattuna Ratu-työmenekeillä laskettuihin työnkestoihin (tth).

Kalusteasennusta työmaalla suoritettiin yhden työntekijän voimin, aliurakointina. Tämän työsuorituksen toteutunut suorite- ja työntekijätuntimäärä pystyttiin mittaamaan kahtena jaksona, tutkijan käyntikertoja vastaavasti. Työntekijä oli kokenut asentaja ja kalusteet oli varastoitu suoraan asuntoihin, joten asentaja vain asensi kalusteet, eikä siirtoihin kulunut aikaa. Asennukseen käytetty aika saatiin kulunseurannasta.

Ovi- ja ikkunatyö teetettiin rakennusapumiehillä tunteina. Rakennusapumiehillä oli myös muita samanaikaisia töitä. Työnjohto antoi arvion työntekijöiden ovi- ja ikkunatyöhön käyttämistä työtunneista. Kulunseurantatietoa ei pystytty hyödyntämään, koska rakennusapumiesten työnkuvaan kuului tavanomaisia rakennusapumiehen tehtäviä kuten siivousta ja järjestelyä.

Maalaustyön suorite- ja työtuntimäärät pystyttiin mittaamaan ensimmäisten neljän kerroksen osalta. Neljännen kerroksen jälkeen maalari maalasi viidettä kerrosta sekä neljän edellisen kerroksen paikkamaalauksia, kuten kuvasta 12 voi huomata. Tämä toi ongelman suoritemaerien laskentaan, työnjohto ei tiennyt kuinka paljon maalari teki paikkailuja tai varsinaista maalaustyötä. Maalaustyö sisältää myös materiaalien siirrot ja muut valmistelevat työt.

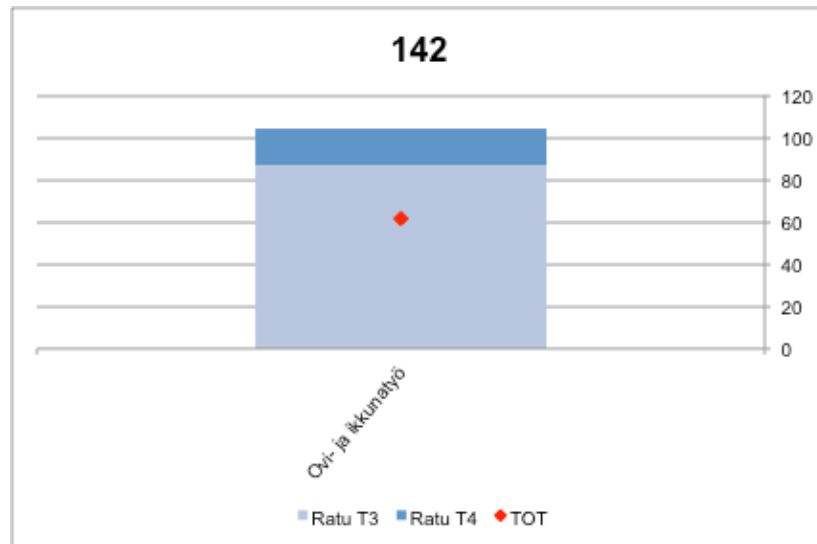


Kuva 12. Paikkamaalaukset rappukäytävässä. Työn kesto ja töiden suoritusjärjestystä on vaikea arvioida.

Vesikaton vedeneristys teetettiin aliurakointina. Vedeneristystyö tehtiin kesäkuussa, jolloin säätila vaihteli päivittäin: toisinaan oli hellettä ja toisinaan taas satoi kaatamalla. Vedeneristäjät saattoivat käydä tekemässä valmistelevat työt edellispäivänä ja seuraavana päivänä tehdä vain kaksi tuntia vedeneristystä, jonka jälkeen työ keskeytyi loppupäiväksi, koska säätila ei mahdollistanut vedeneristystä. Kuvatunlaista työn jaksottumista saattoi jatkua parikin päivää. Laskennassa käytetty työhön kulunut aika saatiin kulunseurannasta.

3.2.3 Työmaa 142

Työmaa 142 oli toimitilakohde. Työmaa oli rajattu aidalla ja kulku tapahtui työmaaportista kulkukortin avulla. Työmaalla olevat henkilöt kirjautuivat kulunvalvontajärjestelmään kulkiessaan sisään ja pois työmaalta. Tällöin kulunseurannasta saadut tunnit voidaan olettaa olevan kokonaan työn suoritukseen käytettyä aikaa. Kulunseurannasta saatujen tuntimäärien tulkinnassa oli ongelmia. Esimerkiksi tapaus, jossa työntekijä oli kirjautunut aamupäivällä sisään työmaalle ja seuraava kirjautumisajankohta oli sisäänkirjautuminen seuraava aamuna. Työntekijä on siis saattanut poistua työmaalta ajoneuvoportista jolloin hän ei kirjaudu kulunseurantajärjestelmään. Tämä toi virhettä työmenekkeihin laskettuihin tunteihin.



Kuva 13. Työmaan 142 seuratut työt ja niiden toteutuneet työnkestit verrattuna Ratu-työmenekeillä laskettuihin työnkestitöihin (tth).

Kohteessa oli käytössä rakennuksen tietomalli, josta pystyttiin laskemaan suunniteltuun rakennusgeometriaan perustuvat suoritemäärät. Ongelmaksi muodostui kuitenkin määrätiedon yhdistäminen työmaalla toteutuneisiin työsuoritteisiin. Esimerkiksi maalauksen työnkesto oli ensimmäisessä kerroksessa kolme viikkoa. Maalauksen työntekijätuntimäärä saatiin kulunseurannasta, mutta työnjohtajan valmiusastearvio ensimmäisen kerroksen maalauksen osalta oli noin kaksi kolmasosaa valmiina. Tarkempi tarkastelu osoitti, että tietomallin avulla laskettu maalauksen suoritemäärä ei pitänytkaan paikkaansa ja työtä oltiin kolmen viikon aikana tehty myös toisessa kerroksessa. Kuvassa 14 on esitetty putkiston maalaus jonka määrää ei pystytä tietomallista laskemaan. Maalaus ei myöskään ollut edennyt tasaisesti, vaan kerrosten maalausala oli osa pohjamaalissa ja osa valmiissa pintamaalissa, näiden suoritemäärien laskemisessa ei onnistuttu tutkijan kahden viikon vierailuvälin vuoksi.

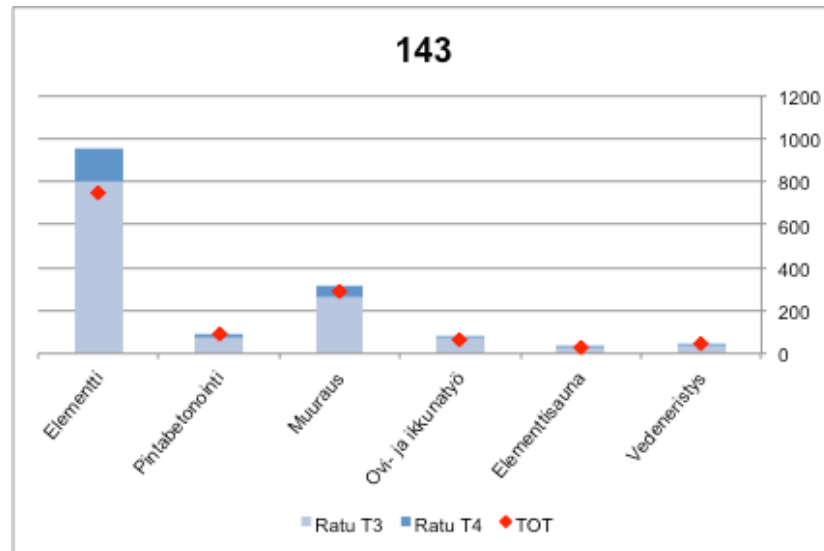


Kuva 14. *Katon rajassa kulkevan putkiston maalaus. Tietomallin käyttäminen maalattavan määrän arvioinnissa on hankalaa.*

Kohteesta saatiin kerättyä ikkuna-asennusten suoritemäärät ja työntekijätunnit. Määrät ja tunnit saatiin laskettua, koska urakoitsija teki työmaalla ainoastaan ikkuna-asennuksia ja asennettujen ikkunoiden lukumäärän pystyi toteamaan työmaakäynnin yhteydessä. Kulunseurannasta saadut tunnit saattoivat kuitenkin olla puutteellisia, koska uloskirjautumistietoja puuttui. Tällöin laskennassa oletettiin työntekijän tehneen täyden päivän, joka ei välttämättä pidä paikkaansa.

3.2.4 Työmaa 143

Työmaa 143 oli uudiskerrostalo kohde. Rakennettava rakennus oli 33 asuntoa käsittävä, yksi rappuinen rakennus. Pääurakoitsijaa edusti vastaava mestari ja yksi työnjohtaja. Heidän panoksensa Ratu-työmaan toteutumatietojen keräämiseen oli merkittävä. He kirjasivat tarkasti ylös mitä oli tapahtunut milloinkin ja kahden viikon välein tehtyjen työmaakäyntien välisestä ajasta keskusteltaessa he pystyivät muistamaan millaisia jaksoja työntekijät olivat olleet työmaalla ja mitä he olivat saaneet aikaiseksi vastaavina ajanjaksoina. Kulunseurannasta saatavat kirjautumistiedot toimivat muistin tukena ja niistä työnjohtaja pystyi tarkastamaan päivät, jotka työntekijä oli ollut työmaalla.



Kuva 15. Työmaan 143 seurattut työt ja niiden toteutuneet työnkestit verrattuna Ratu-työmenekkeillä laskettuihin työnkesteihin (tth).

Kerrostalon runko rakennettiin betonielementeistä ja kerroskohtainen kierto oli tarkasti määrätty kahdeksaan päivään. Elementtiasennuksen tekivät rakennusliikkeen omat työntekijät urakkatyönä. Työntekijät noudattivat sovittua kerroskohtaista aikataulua ja jos aikataulu näytti pettävän he tekivät normaalia työaikaa pidempiä työvuoroja, jotta seuraavana päivänä pystyttiin suorittamaan aikataulun mukaan sovitut työt. Ylitöitä tarvitsi tehdä yhtenä päivänä kaksi tuntia.

Lattioiden tasoitus itsetasoituvalla tasoitteella teetettiin aliurakointina ja aliurakoitsija kävi tasoittamassa kerroksien lattiat kahdessa osassa. Rupeamien suoritelmäärät ja työntekijätunnit saatiin aliurakoitsijoiden laskusta, joten tutkijan työksi jäi standardiaikajärjestelmän työnosien täyttäminen työn mukaisesti.

Pesuhuoneiden väliseinät muurattiin harkoista ja muurauksen teki yksi työntekijä. Muuraus tehtiin lähes yhtäjaksoisesti. Työnjohto oli tietoinen yksittäisistä muurarin poissaolopäivistä. Toteutunut työtunti- ja suoritelmäärä pystyttiin laskemaan ensimmäisen kerroksen osalta helposti, koska ensimmäisen kerroksen asuntojen väliseinät muurattiin järjestyksessä. Tämän jälkeen muurari joutui vaihtamaan kerroksia ja asuntoja sen mukaan kuinka hänelle oli tarjolla vapaata mestaa. Rakennuksen loppujen, 2.-5. kerrosten, muuraukset ovatkin tästä syystä huomioitu ja laskettu yhtenä kokonaisuutena.



Kuva 16. *Pesuhuoneen kaatovalun ja lattiatasoitteen yhteensovittaminen kynnyksellä, joka toimii samalla muurauksen merkinä.*

Ovi- ja ikkuna-asennukset suoritti aliurakoitsija. Asentajalla oli kaksi apumiestä, jotka siirsivät ja valmistelivat ikkunat ja ovet asennuspaikoille ja tämän jälkeen asentaja kävi tekemässä asennuksen. Ikkuna-asennukset huomioitiin kahtena kokonaisuutena, ensimmäisellä käyntikerralla asennettiin kerroksien 1-3 ikkunat ja toisella käyntikerralla kerroksien 4-5 ikkunat ja kaikkien asuntojen parvekkeen ovet.

Elementtisaunojen asennuksen teki yksi työntekijä. Saunat oli nosteltu asuntokohtaisesti kerrokseen runkotyövaiheessa, mutta sekaannuksen takia 1. ja 2. kerroksen saunojen materiaalit oli vaihdettava keskenään ja näihin siirtoihin kului aikaa. Saunojen asennuksen asentaja kävi tekemässä kahdessa erässä. Työnjohto oli kirjannut ensin asentajan tehneen 1.-3. kerroksen ja myöhemmin 4. ja 5. kerroksen sauna-asennukset. Näin ollen saunojen asennuksen työt huomioitiin kahtena kokonaisuutena.

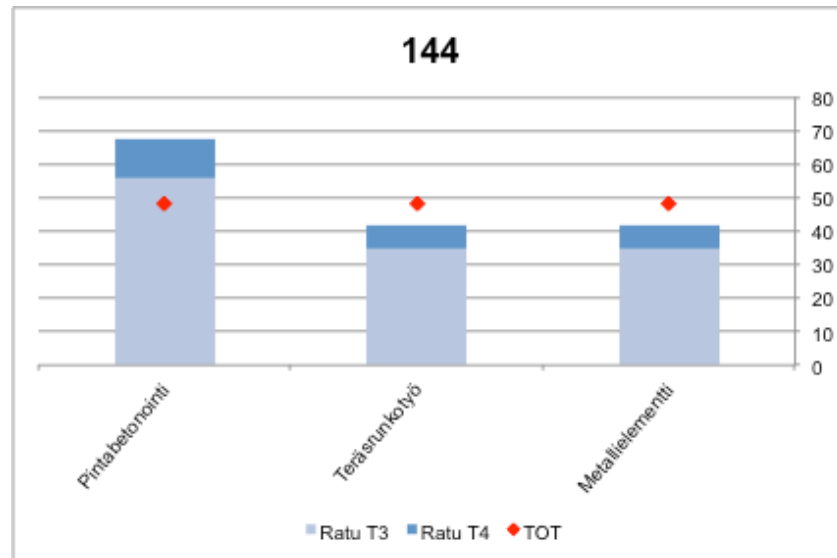


Kuva 17. Elementtisaunan ja pesuhuoneen muurauksen liittyminen.

Vesikaton vedeneristys suoritettiin kahdella käynnillä. Ensin asennettiin pohjahuopa, jolla vesikatto saatiin vedenpitäväksi, mutta vedeneristäjät asensivat samalla käynnillä myös osan pintahuovasta. Myöhemmin vedeneristäjät kävivät asentamassa loput pintahuovasta. Suoritemäärien ei onnistuttu kohdistamaan käyntikerroille, joten kohteen toteutunut suoritemäärä ja työhön käytetyt työntekijätunnit huomioitiin yhtenä kokonaisuutena.

3.2.5 Työmaa 144

Työmaa 144 oli korjausrakentamiskohde, jossa aiemman toimitilan päälle rakennettiin uusi kerros. Uusi kerros palvelee uutena IV-konehuoneena. Korjauskohteen ongelmana on eritellä purkutyö varsinaisesta uuden rakentamisesta. Työmaalta pystyttiin mittaamaan uusien rakenteiden rakentamista ja uuden kerroksen IV-konehuoneen rakentaminen oletettiin tutkimuksen näkökulmasta uutena rakennuksena.



Kuva 18. Työmaan 144 seurattut työt ja niiden toteutuneet työnkestot verrattuna Ratu-työmenekeillä laskettuihin työnkestoihin (tth).

Uusi kerros rakennettiin teräsrunkoisena ja aliurakoitsija asensi rungon. Teräsrungon osien määrän pystyi laskemaan suunnitelmista, jotka teräsrunkotoimittaja oli toimittanut työmaalle. Kuitenkin tunnit, jotka työntekijät olivat työmaalla eivät kohdistuneet suoraan rungon asennukseen, vaan osa tunneista kului osien siirtoihin rakennuksen katolle. Siirtojen määrä arvioitiin, koska osanippujen kokoa ei tarkalleen tiedetty. Uusi kerros oli jaettu kahteen lohkokoon, jolloin rungon myös asennettiin kahdessa osassa. Kuvassa 19 on nähtävissä lohkojaon raja.



Kuva 19. Teräsrunko asennettuna ja ensimmäisen lohkon pintabetoni valettuna. Taa-empänä vanhan kattorakenteen yläpohja.

Teräsrungon seininä toimivat metallielementit, jotka nostettiin katolle ja asennus tehtiin käsin, vinssiä apuna käyttäen. Elementtiasennusten määrä oli pieni, koska lopullinen rungon peittäminen tapahtui vasta myöhemmin, kun kaikki IV-koneet oli saatu asennettua metallirungon sisäpuolelle.

Vanhan vesikatteen purun ja vanhan vesikatteen alapuolisena eristeenä toimineen kevytsoran poiston jälkeen vanha yläpohja tasoitettiin pintabetonilla. Pintabetoni levitettiin kahdessa osassa, rungon asennusta vastaavalla jaolla. Pääurakoitsijan työntekijät tekivät valmistelevat työt ja pintabetonoinnin teki aliurakoitsija. Betonin levityksessä ei havaittu ongelmia.

Työmaalla olisi ollut mahdollista seurata useampiakin työlajeja, mutta työhön sisältyneen vanhan rakenteen purkamiseen kulunutta työntekijätuntimäärää ei pystynyt vähentämään työhön käytetystä kokonaisajasta. Työ voi sisältää vanhan purkua sekä samanaikaisesti uuden rakentamista, joten rajanveto pelkälle uuden rakentamiselle on vaikeaa ja sitä kautta työmenekin laskenta mahdotonta, kuten kuvasta 20 voidaan todeta.



Kuva 20. Vanhan ja uuden rakenteen yhteensovitus.

Työmaalla törmättiin korjausrakentamisen ongelmaan, joka on ilmeisesti toistunut useampana vuosikymmenenä. Kuvassa 21 on nähtävissä neljää eri sävyä sinistä. Työmaamestari epäili värien olevan eri vuosina tapahtuneista korjauksista. Oikealla näkyvä uusi rakenne on maalattu saman värikoodin mukaisesti kuin aikaisemmat. Ranskasta asti löytyi tilaajaa miellyttänyt oikean sävyinen väri.

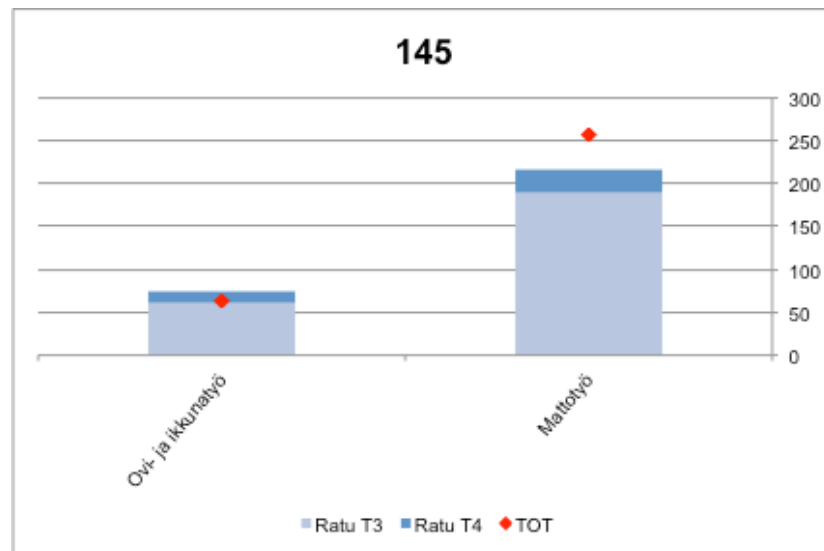


Kuva 21. Sinisen eri sävyt samassa kohteessa. Eri vuosien korjauskohteet helposti to-dettavissa.

3.2.6 Työmaa 145

Työmaa 145 oli suuri uudistoimitilakohde. Tässä kohteessa oli käytössä kulunvalvonta kuten työmaalla 142. Kohteen ollessa suuri, oli työnjohdon vaikea vastata tutkijan kysymykseen siitä mikä oli tietyn urakan valmiusaste työmaalla. Suurissa kohteissa työnjohto on jaettu vastaamaan eri työlajeista ja tällöin toteutumätiedonkeruu tapahtui mon-taa eri työnjohtajaa haastatteleamalla. Tämän kohteen ongelmana oli myös kiire, joka työnjohdolla tuntui olevan koko ajan. Toteutumätiedon keräämistä, työnjohdon ja työn-tekijöiden haastatteleminen helpotti yhteyshenkilöksi nimetty työnjohtaja, jonka kanssa sovittiin työmaakäynnit ja hän avusti työnjohdon haastatteluissa ja työmaalla havain-noinnissa.

Työmaalla oli käytössä kulunvalvonta, josta saatiin tarkat työntekijöiden työmaalla käyttämät työtuntimäärät. Vaikeutena oli suoritemäärien selvittäminen, mikä täytyi teh-dä suoraan työntekijöiltä kyselemällä. Työntekijöiltä kysyttiin ensikäynnillä milloin käynnissä olleessa mestassa oli aloitettu työt ja milloin he arvioivat sen valmistuvan. Myöhemmällä käynnillä käytiin vertaamassa aikaisemmin kyselyjen tietojen toteutuma ja korjattiin tarvittaessa laskelmia ja päivämääriä vastaamaan mestojen valmiusastetta. Päivämäärien mukaiset työntekijätunnit tarkastettiin kulunseurannasta, jolloin työhön käytetystä ajasta saatiin tarkka työntekijätuntimäärä. Työntekijätuntimäärän tulkittiin vastaavan Ratun T3-aikaa, koska kulku työmaalle oli rajattu kulkuportin kautta ja tauot vietettiin työmaa-aitojen ulkopuolella sijainneissa henkilöstötiloissa, jotka sijaitsivat portin ulkopuolella.



Kuva 22. Työmaan 145 seurattut työt ja niiden toteutuneet työnkestit verrattuna Ratu-työmenekkeillä laskettuihin työnkestitöihin (tth).

Ovi- ja ikkuna-asennuksissa seurattiin ovikarmien asennusta. Ovikarmit asensi mestoitain yksi työntekijä. Myöhemmin, kun tilat oli rauhoitettu muilta töiltä, asennettiin ovi-lehdet paikoilleen. Työntekijää haastatteleamalla saatiin selville päivät, jolloin hän asensi karmit ja ovilehdet. Päivämäärien perusteella voitiin kulunseurannasta määrittää tunnit, jotka työntekijä oli ollut työmaalla.



Kuva 23. Ovikarmien asennus kiiloilla.

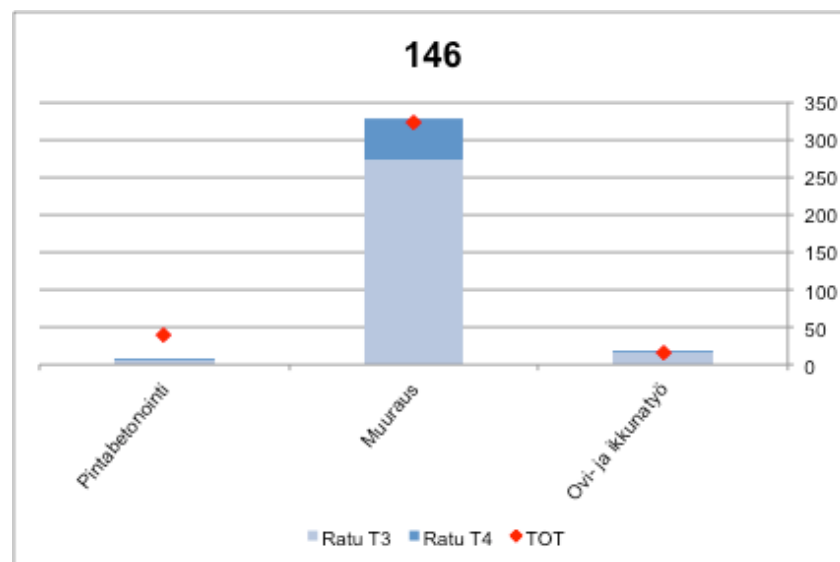
Kohde oli jaettu lohkoihin ja lohkot mestoihin. Mattoasentajat työskentelivät samassa lohkossa samanaikaisesti ja heille oli jaettu mestat jotka olivat työn alla. Mattoasentajia haastatteleamalla kirjattiin päivät jolloin olivat aloittaneet ja lopettaneet kyseisen mestan.

Päivämäärien perusteella kohdennettiin kulunseurannasta saadut tunnit tehtyyn työhön. Mattoasentajia oli neljä, joista kaksi työskenteli yksin ja kahden hengen porukka koostui kokeneesta asentajasta ja oppipojasta, joka opiskeli kokeneemman asentajan opastuksella maton asennusta. Tämä oppipoika on laskettu mukaan työmenekkiin, joka nostaa työhön käytettyä aikaa.

Kohteessa tehtyä listoitusta yritettiin seurata. Ongelmaksi muodostui suoritemäärien laskenta, jota ei voitu tarkasti määrittää vastaamaan kahden viikon seurantajakson työntekijätuntimäärää. Tiedonkeruu työntekijää haastattelemalla ei myöskään onnistunut, koska työntekijä ei muistanut, eikä pitänyt kirjaa, mitä hän oli tehnyt ja missä hän oli milloinkin työskennellyt.

3.2.7 Työmaa 146

Työmaa 146 oli yhden rapun ja viiden kerroksen uudiskerrostalokohde, jossa pääuraakoitsijan työnjohtona työskenteli vain työmaamestari. Tässä kohteessa kaikkien työlajien työntekijätuntimäärä oli työmaamestarilla tiedossa. Työlajikohtaiset muuttujat pystyi selvittämään työmaamestaria haastattelemalla. Suoritemäärät pystyi laskemaan suunnitelmista ja työlajikohtainen eteneminen havainnoitiin työmaakäyntien yhteydessä kohteessa vieraillemalla. Työmaalla työskenneltiin säännöllisesti täysiä työvuoroja ja tuntien tarkistamiseen ei ollut tämän vuoksi tarvetta. Työmaamestari käytti kulunseurantaa ainoastaan tarkastaakseen työvuorojen määrän ja ajankohdat, jotka aliurakoitsijoiden työntekijät olivat olleet työmaalla.



Kuva 24. Työmaan 146 seurattut työt ja niiden toteutuneet työnkestot verrattuna Ratu-työmenekeillä laskettuihin työnkestoihin (tth).

Pesuhuoneiden lattiavalut kallistuksineen tehtiin pintabetonointina. Pintabetonoinnin teki kohteessa työskennellyt kolmen hengen työryhmä. Pesuhuoneiden koko oli noin 5

neliötä asuntoa kohden ja asuntoja oli kerroksessa 7 kappaletta. Työryhmä joutui vaihtamaan mestaa seitsemän kertaa kerroksessa ja työmaamestarin mukaan työ oltaisiin voitu suorittaa kahdella työntekijällä. Mestarin arvion mukaan työryhmän koko oli liian suuri ja tämä syy nostaa kohteen työmenekkiä. Pintabetonointi teetettiin aliurakkana, jolloin työryhmän koko ei vaikuttanut aiheutuneisiin kustannuksiin ja työ suoritettiin asetetun aikataulun mukaisesti.

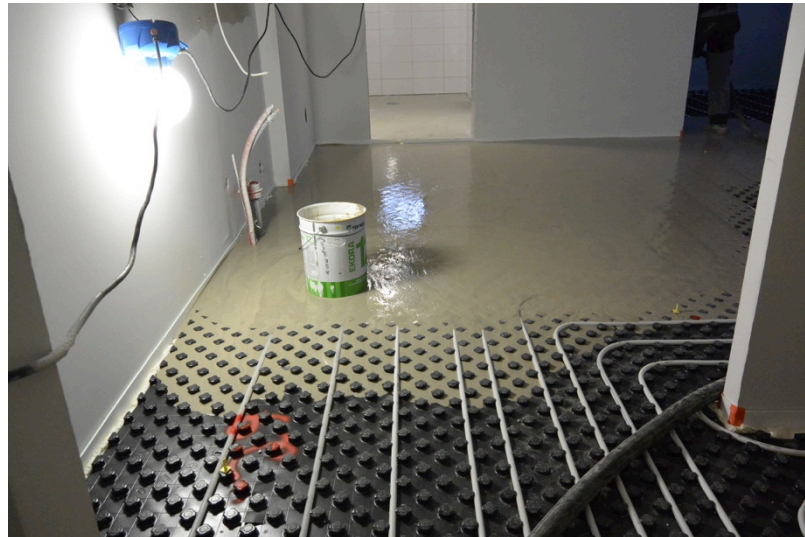
Pesuhuoneiden seinät muurattiin siten, että ennen pintavalua muurattiin ensimmäinen kierros, kuten kuvassa 25. Tämä alin kierros toimi samalla pintabetonoinnin rajauksena, jolloin vähennettiin ylimääräistä työtä muottien rakentamisesta. Muuraustyön työmenekkiä tämä kuitenkin nosti, sillä työtä ei päästy tekemään yhtäjaksoisesti mesta kerrollaan. Muuraustyön toteumatietoa saatiin neljästä työkokonaisuudesta, kolme työsuoritusta yhden kerroksen mittauksia ja yhden työsuorituksen mittaus kahdesta kerroksesta. Muurauksen työryhmä koostui yhdestä muurarista ja yhdestä apumiehestä ja työryhmä vaihtui toiseen ensimmäisen kahden kerroksen jälkeen, jolloin



Kuva 25. Muurauksen alajuoksun käyttö pesuhuoneen pintavalun stopparina.

Parvekkeiden ovet asensi rakennusliikkeen kaksi omaa työntekijää, jotka tekivät asennuksen muiden töiden lomassa tunti-tunti. Ovet kannettiin kerroksiin ja asennettiin paikoilleen. Asennettavia ovia oli viisi kappaletta. Näin vähäinen määrä onnistui siirtoineen ja asennuksineen ongelmitta.

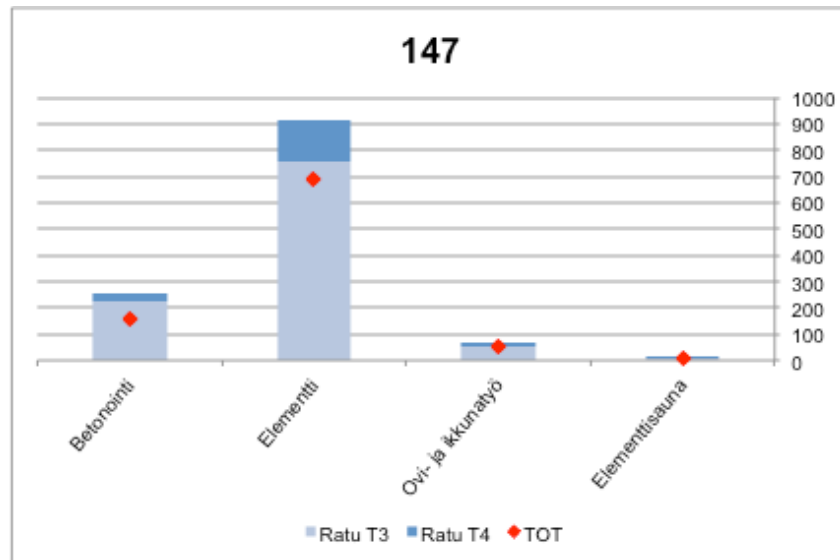
Asuntojen lattiatasoite tehtiin kipsimassalla. Ontelokentän päälle asennettiin muovinen nappulamatto johon voitiin sijoittaa lattialämmitysputket. Tämän jälkeen tasoite levitettiin lattialle kuten normaalin pintabetoni. Työmenekkiä ei voitu määrittää koska tällaiselle työlle ei löytynyt aiempaa työmenekkiä, tai muita kohteita. Työmenekin määrittämisessä tulee ottaa huomioon työnosat, nappulamatto, putket sekä massa.



Kuva 26. Lattiatasoitus kipsimassalla.

3.2.8 Työmaa 147

Työmaa 147 oli yhden rapun ja kahdeksan kerroksen uudiskerrostalokohde. Kohteessa työskenteli pääurakoitsijan työnjohtona kolme henkilöä. Työnjohto oli hyvin selvillä työmaalla käynnissä olevista töistä ja työntekijät tekivät täysiä päiviä, jolloin kulunseurantaa ei tarvinnut käyttää muistin tukena.



Kuva 27. Työmaan 147 seurattut työt ja niiden toteutuneet työnkestot verrattuna Ratu-työmenekeillä laskettuihin työnkestoihin (tth).

Kerrostalon runko tehtiin betonielementeistä ja välipohjat tehtiin paikallavaluna. Elementtiasennus teetettiin pääurakoitsijan omilla työntekijöillä urakkatyönä. Välipohjien valoi aliurakoitsija. Työnjohto oli aikatauluttanut työt siten, että välipohjat valettiin aina perjantaisin, jolloin elementtiasennuksia voitiin jatkaa maanantaina. Työmaa oli sitoutunut asetettuun aikatauluun. Ensimmäisen kerroksen elementtiasennuksen viivästyessä, välipohja valettiin lauantaina. Tällä toimenpiteellä työnjohto varmisti aikataulussa pysymisen muiden kerroksien osalta.



Kuva 28. Välipohja valmiina valua varten.

Ovet- ja ikkunat asensi aliurakoitsija. Ovet ja ikkunat oli tilattu paikalleentoimitettuina, mikä tarkoittaa, että ovi- ja ikkunatoimittaja hoita myös niiden asennuksen. Työnjohto kertoikin tämän olevan halvempi vaihtoehto kuin teettää asennus omilla miehillä urakalla.



Kuva 29. Parvekkeen ovi asennettuna karmiruuveilla, vaihtoehtoinen asennustapa kii-
loille.

Elementtisaunat asensi yksi työntekijä. Saunaelementit oli nostettu valmiissa nipuissa kerrokseen rungon rakentamisen mukana. Asentaja oli saunaelementtitoimittajan oma asentaja. Saunojen pystytys tapahtui kellontarkasti ja pysyi linjassa aiempien menekkien kanssa.

3.2.9 Työmaa 148

Työmaa 148 oli uudiskerrostalokohde, jossa kerrostalo rakennettiin puisista tilaelementeistä. Vuonna 2013 kesällä suoritettiin puutyölajien erillistutkimusta ja tällöin ei päästy seuraamaan puisten tilaelementtien asennusta kerrostalokohteessa. Tässä kohteessa seurattiin vain puisten tilaelementtien asennusta paikan päällä seuraamalla. Työmaavierailut tapahtui kuten Ratu-työmailla, kahden viikon välein. Tilaelementtejä asennettiin noin viikon välein ja asennustyötä tehtiin yksi työvuoro kerrallaan. Elementtien nosto ja paikalleen asennus tapahtui yhtenä päivänä. Valmistelevat työt ja elementtien kiinnitykset kestivät näiden välisen ajanjakson.



Kuva 30. Tilaelementin asennusta.

Ratu-työmaa -tutkimusmenetelmään tämä työmaa ei soveltunut, koska elementtiasennuksien välillä tapahtuvan työn arviointi ja havainnointi oli hankalaa. Asennusryhmän johtaja ei pystynyt tarkasti kuvaamaan mitä töitä minäkin päivänä tehtiin. Tämä johtui siitä, että kuuden hengen työryhmä toimi pääsääntöisesti itseohjautuvasti ja heidän tekemänsä työ lähes kokonaisuudessaan elementtien valmistelevaa tai viimeistelevää työtä.

4 TUTKIMUSTAPOJEN VERTAILU

4.1 Ratu-työmaat

4.1.1 Ratu-työmaiden tulokset

Työmailta saadut tulokset kirjattiin standardiaikajärjestelmään. Standardiaikajärjestelmät tasapainotettiin vasta tutkimuskauden lopulla, kuten aikaisemmissakin ratu-tutkimuksissa on toimittu. Ratu-työmaan vaativuutta kasvatti se, että jokaisen seurattavan työläjin standardiaikajärjestelmä tulee olla rakennettu ja järjestelmien tulee olla yhdenmukaisia työläjien välillä. Tämä kasvatti tutkimuksessa työaikaa huomattavasti ja viivästytti tuloksien kirjaamista järjestelmään ja sitä kautta tuloksia ei päästy vertailemaan kesken tutkimusjakson.

Standardiaikajärjestelmään kirjatut toteumatiedot taulukoidaan työläjeittäin, liite 2. Tässä taulukossa nähdään kuinka suuri ero on tutkijan tekemän havainnon nykyisestä työmenekistä

Työmaatutkimuksen jälkeen standardiaikajärjestelmään kootut työläjit katsotaan läpi ja suuret erot toteutuneen ja Ratu-arvon välillä otetaan tarkempaan käsittelyyn. Jos näitä eroja ei saada korjattua työmaakohtaisilla eroavaisuuksilla, voidaan Ratu-ohjausryhmän päätöksellä toteuttaa erillistutkimus, jossa seurataan paikan päällä työmenetelmiä ja -menekkiä.

4.1.2 Ratu-työmaa -tutkimuksen tuloksien vaikutus

Ratu-työmaa -tutkimuksessa tehty monen työläjin päällekkäinen tutkimus toi lisää huomioita työläjien riippuvuuksista samoihin työnosiin. Nämä työläjeista riippumattomat työnosat ovat siirrot, aloittavat ja lopettavat työt sekä päivävakio. Tutkimuksessa saatiin selvitettyä näiden hukkien osuutta työsuorituksissa. Hukat ja niiden osuus työstä on tärkeää huomioida menekkien käytössä työmaiden aikataulujen laadinnassa.

Tutkittuja työmenekkejä ja niiden työnosa-aikoja vertailtaessa huomattiin kuinka pitkissä työsuorituksissa, yli yhden työvuoron suorituksissa, on oma työnosa-aika, 0,5 h / työntekijä / työvuoro. Tätä voidaan kutsua päivävakioksi. Tämä päivävakio, hukan työnosa-aika, saatiin selville kun verrattiin aikaisemmin saatuja työvuoron kestäneitä työsuorituksia ja Ratu-työmaa -tutkimuksessa mitattuja pitempiä työsuorituksia.

Ratu-tutkimuksessa on aikanaan huomioitu tuntitöiden ja urakkatöiden eroavaisuuksia. Ratu-menekkiejä kerättiin aiemmin pääosin urakkatöistä ja nyt tutkimuksen aikana huomattiin kuinka suuri ero työntekijän motivaatiossa on työn tekemiseen riippuen siitä tehdäänkö se urakalla vai tuntitöinä. Eräältä työntekijältä kysyttäessä asennuksen arvioidusta kestosta, hän kertoi asennustyöstään:

”Teen tuntitöinä näitä asennuksia, joten minulla menee noin viikko tämän kerroksen asentamisessa. Jos tekisin urakalla, tekisin varmaan puolet nopeammin. Urakalla tehdessä tehdään nopeammin ja tuntitöinä sitten taas hitaammin, sama raha minulle näistä asennuksista pitää jäädä käteen.”

Työmaa 148 kuvastaa sitä kuinka Ratu-työmaa -tutkimuksen yhteydessä voitiin suorittaa erillistutkimusta. Työmaalla käytiin tekemässä seurantaan tilaelementtien asennuksesta ja tämä kirjattiin tarkasti omaan standardiaikajärjestelmään. Tuosta työstä ei kuitenkaan koostettu omaa Ratu-korttia työmenekeille ja –menetelmille, vaan sillä tarkasteltiin edelliskesänä tehdyn tutkimuksen tulosten oikeellisuutta. Samalla pystyttiin tarkentamaan standardiaikajärjestelmätiedoston työnosia ja tallentamaan tämä tiedosto myöhempiä tutkimuksia varten.

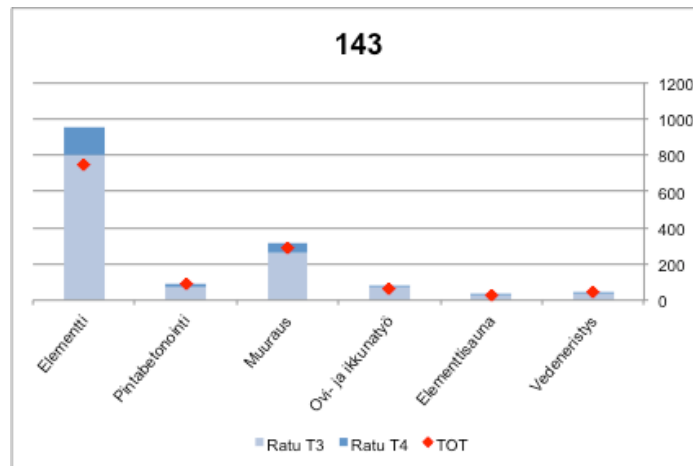
4.1.3 Työmaapalaute

Työmailta kerätty tieto Ratu-tutkimusta varten käsiteltiin ja annettiin riittävän anonyymissä muodossa myös mukana olleiden Ratu-työmaiden käyttöön. Työmaalta saatu työlaajikohtainen toteumatieto voidaan palauttaa käsiteltynä jos työmaalta saadaan tarkat määrät ja kestot. Palautteessa voidaan verrata työläjin asuntokohtaista kestoa tai menekkiä, mutta tämä vaatisi työmaalta asuntokohtaisen tuntimäärän seuraamisen.

Kuvassa 31 on työmaan 143 työmaapalautteen kansilehti, johon on koottu työmaalla tutkitut työläjit ja niiden keston vertailu Ratu-työmenekkiin. Jokaisen työmaa työmaapalautteessa on yksilöllinen kansilehti jossa on erikseen koostettuna työmaalla tutkitut työläjit. Muut työmaapalautteen sivut käsittävät kaikki tutkimuksen aikana mukana olleet työmaat, työläjeittäin jäsennehtynä, kuva 32.

Ratu

Pvm 13.10.2014
 Työmaa Rakennusurakoitsija, Osoite, Paikkakunta
 Työmaapäällikkö, Puhelinnumero
 Työmaan numero 143



Työlaji	Työmaa	Ratu T3	Ratu T4	TOT
Elementti	Työmaa 143	797	1036	747
Pintabetonointi	Työmaa 143	74	96	93
Muuraus	Työmaa 143	265	344	287
Ovi- ja ikkunatyö	Työmaa 143	68	89	63
Elementtisauna	Työmaa 143	26	31	27
Ulkopuolinen vedeneristys	Työmaa 143	37	48	42

Mittaviivan tutkija on käyttänyt saamiaan em. arvoja omassa tutkimuksessaan, eikä näin ollen vastaa kyseisten arvojen luotettavuudesta muussa mahdollisessa jatkokäytössä.

Mittaviiva Oy
 Oskar Leinonen
 oskar.leinonen@mittaviiva.fi
 puh. 050-3054725

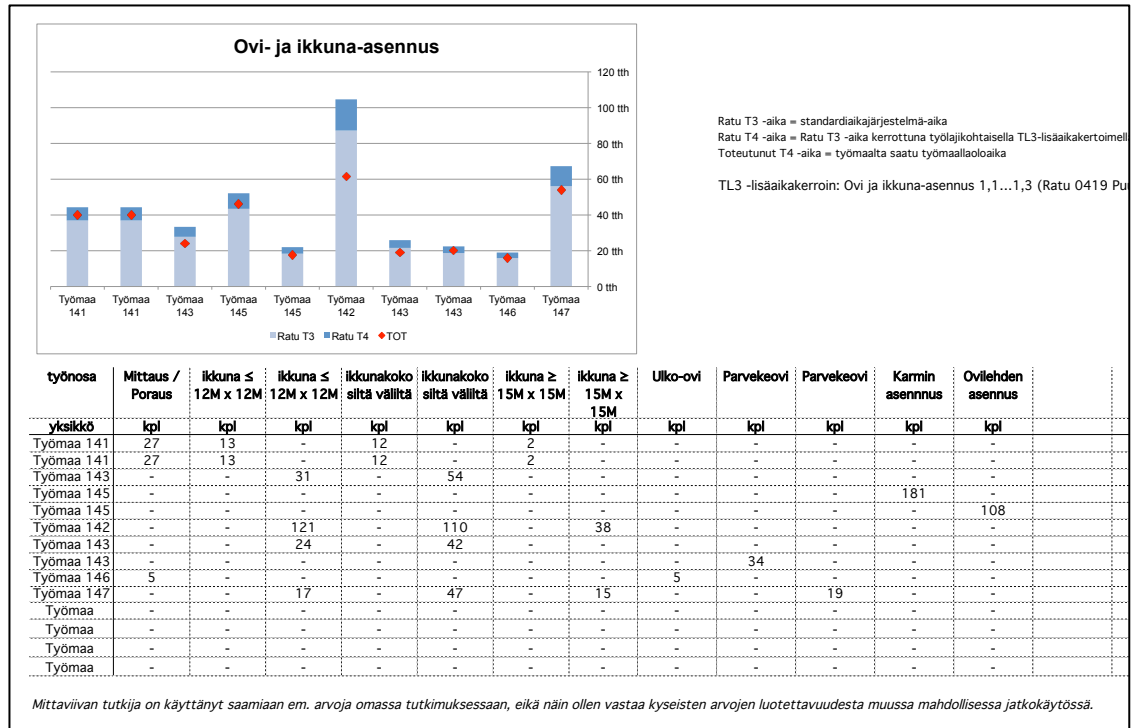


mittaviiva oy

<http://www.ratu-hanke.fi>

Kuva 31. Työmaapalautteen työmaakohtainen kansisivu.

Ratu-työmailla vieraillessa kerroskohtainen eteneminen oli työjohtajille helpompi seurata, mutta kiireisimmillä työmailla tämäkin koitui liian haastavaksi. Suurin osa työlajeista vertaillaankin kokonaisuuksina joka sisältää kaiken tehdyn työn.



Kuva 32. Työmaapalautteen ote sivulta, ovi- ja ikkunatöiden vertailu työmaittain. Pylväsdiagrammin arvot ovat työntekijätuntia, tth.

Kuvassa 32 on vertailtu työmailta saatujen ovi- ja ikkuna-asennuksien toteutuneita suoritusajakoja Ratu-menekkien vastaaviin arvoihin. Jokaisesta työmailta tutkituista työlajeista tehtiin vastaava työajakohtainen työmaiden vertailukuvaaja. Nämä kuvaajat jaettiin työmaille palautteena, liite 2. Työmaapalautteessa oli ainoastaan kuvaaja, josta pystyi tarkastelemaan käytettyjä työntekijätunteja, sekä taulukoidut määrät jotka kyseisenä aikana oli työssä suoritettu.

Työmaille palautetta viedessä työnjohto toivoi, että työmaapalautteeseen tulee kirjata työajakohtaisesti kohteen muuttujat, kuten työtä suorittanut työryhmän koko, työmaan (kohteen) tyyppi, säätilat työn aikana, työkalujen rikkoutuminen tai mahdolliset toimistusten viivästymiset. Tällä tavoin työmaan käyttöön annettu palaute palvelee paremmin heitä ja työnjohto pystyy vertaamaan omaa työmaataan paremmin muihin työmaihiin. Työnjohto pystyy myös arvioimaan muilla työmailta tehtyjä töitä ja niiden onnistumisia, onko työryhmä koolla vaikutusta työn etenemiseen tai onko muilla muuttujilla vaikutusta työn suoritukseen ja menekkiin.

4.2 Vertailu Ratu-työmaan ja erillisprojektien tuloksista

4.2.1 Ratu-työmaa

Ratu-työmailla tehty tutkimus on kysellen ja havainnoimalla tehty tutkimus. Tällöin työlaji saattaa sisältää mahdollisesti joitain sellaisia muuttujia joita ei pystytä havaitsemaan ilman, että työtä olisi seurattu paikan päällä.

Ratu-työmaan vahvuutena on ennalta sovitut käynnit. Käynnit sovittiin sen mukaisesti kuinka työt olivat työmaalla edenneet. Kerrostalotyömailla joissa tutkimuksen alla oli kaikki mahdolliset työlajit, vierailtiin säännöllisesti kahden viikon välein. Toteumatiedon mittaamisen kannalta hankalat työmaat sovittiin erikseen. Käynteihin vaikutti työläjien eteneminen.

Taulukossa 3 keltaisella merkatut työmaat olivat kerrostalokohteita, työmaat 141, 143, 146 ja 147. Toimitilakohteita olivat työmaat 142, 144 ja 145. Taulukosta 1 voidaan päätellä että kerrostalokohteista saatiin enemmän toteumatietoa kuin toimitilakohteista.

Taulukko 3. Ratu-työmailta kerätyn toteumatiedon kappalemäärä kohteittain. Kerrostalokohteet keltaisia, toimitilakohteet harmaita.

Työlaji / Työmaa nro.	141	142	143	144	145	146	147	Yht. (kpl)
Betonointi							8	8
Betonielementtityö			6				7	13
Kalusteasennus	2							2
Pintabetonointi			4	2		2		8
Teräsrunkotyö				2				2
Teräselementtiasennus				1				1
Muuraustyöt			2			4		6
Ovi- ja ikkunatyö	2	1	3		2	1	1	10
Elementtisaunan asennus			2				1	3
Ulkopuolinen vedeneristys	1		3					4
Sisämaalauk	4							4
Mattotyö					3			3
Kaikki työlajit	9	1	20	5	5	7	17	64

Toimitilakohteiden ongelmana oli tehdyn työn määrän mittaaminen. Tämä johtui kohteen laajuudesta, jolloin töitä saatettiin tehdä aamupäivä eri mestassa kuin iltapäivä, ja mestat saattoivat vaihtua päivän aikana monestikin. Toimitilakohteissa myös työryhmien koko oli huomattavasti suurempi kuin kerrostalokohteissa ja tämä tarkoitti sitä, että toteuman mittaaminen saatettiin tehdä vain yhden työntekijän osalta.

Kerrostalokohteet olivat pienempiä kuin toimitilakohteet. Tästä johtuen työnjohto oli paremmin selvillä kuinka paljon mikäkin työlaji oli edennyt. Työnjohto pystyi myös paremmin arvioimaan töiden etenemisen.

Työnjohdon perehdytys työn mittaamiseen oli myös työlästä, jolloin toimitilakohteissa monelle työnjohtajalle työmenekkien mittaamisen periaatteiden opastaminen vei aikaa. Usein työnjohto ei ensimmäisellä tai toisella kertaa ymmärtänyt mistä oli kyse ja työsaavutuksen ja tuntien kirjaaminen epäonnistui. Myöskin työnjohdon kiire isoissa kohteissa osoittautui ongelmalliseksi. Kiireessä monesti töitä karsittiin ja työsaavutuksien ja tuntien kirjaaminen koettiin turhaksi lisätyöksi.

4.2.2 Erillisprojekti

Erillisprojektit on suoritettu keskittyen yhteen talo 2000 -nimikkeistön mukaisen päälaajiryhmän työlajeihin. Kesällä 2013 suoritettiin puutyölajitutkimusta. Tutkimus suoritettiin paikan päällä työtä seuraamalla. Työnseuranta saattoi kestää yhdestä tunnista koko työpäivän kestäneeseen seurantaan. Työn vaihe ja suoritettu työmäärä vaikuttivat seurannan keston. Seurannan tarkoituksena oli saada mahdollisimman kattava kuva koko työn suorituksesta.

Työmailta saatu toteumatieto kirjattiin standardiaikajärjestelmään. Standardiaikajärjestelmän työnosa-ajat mahdollisti työn seuraamisen siten, ettei koko työsuoritusta tarvitse mitata ja seurata alusta loppuun. Standardiaikajärjestelmään kirjatut toteumatiedot tarkistetaan, jokainen työmaalla seurannan aikana suoritettu työnosa tulee olla kirjattuna. Tämän jälkeen standardiaikajärjestelmä voidaan tasapainottaa. Tasapainottamalla kohteet saatetaan työnosa-aikoja muuttamalla ennalta määrätyn maksimipoikkeaman väliin. Tällöin voidaan havaita muuttuneet työnosa-ajat ja nämä työlaajin työsuoritukseen kuuluvat työnosa-ajat yhdessä muodostavat työlaajikohtaisen työmenekin. Kohteista kerättyjen toteumatietojen vähimmäismäärä on 10 kappaletta. Tätä vähemmällä määrällä tulokset eivät ole luotettavia.

Standardiaikajärjestelmän viritys tapahtuu täydentämällä kaikki kohteessa suoritettut työnosat ja tarvittaessa näitä työnosaaikoja muutetaan siten, että kaikkien kohteiden toteutuneen ajan ja standardiaikajärjestelmän työosa-aikojen erotus on maksimissaan 10 prosenttia.

Erillisprojekteissa paikan päällä tehty seuranta on havainnollistanut tutkijalle työlaajin työmenetelmät ja tutkija on voinut kysyä tarkentavia kysymyksiä työsuorituksesta. Standardiaikajärjestelmää täytettäessä kohteesta saadun toteumatiedon sisältämät työnosat on tutkijan helppo kirjata, koska seurannan aikana suoritettut työnosat ovat tutkijan tiedossa. Kuitenkin, jos kirjauksen jälkeen tutkimuksen lopussa tapahtuvan standardiaikajärjestelmän tasapainotuksen yhteydessä havaitaan puutteita kohdetiedoissa, tutkija

voi tarkastaa ottamistaan kuvista tai voidaan ottaa yhteyttä työmaalle selvittää työnjohdolta epäselvä kohta. Tämä ei kuitenkaan takaa sitä että tutkija tai työnjohto muistaisi työsuoritus kokonaan, jolloin tutkijan on jätettävä kyseinen kohde huomioimatta standardiaikajärjestelmän tasapainotuksessa.

Taulukossa 4 on taulukoitu työlajeittain saadut toteumatiedot. Jokaista työlajia olisi saatava vähintään kymmenen toteumatietoa jotta standardiaikajärjestelmän viritys voidaan tehdä luotettavasti. Toteumatieto on kerätty kahden tutkijan voimin, eri paikkakunnilta.

Taulukko 4. Puutyöläjien Ratu-tutkimuksessa saadut toteumatiedot.

Työlaji	Toteumatiedot
51 Puurunkotyö	18
52 Ovi- ja ikkunatyö	17
53 Puuelementtityö	46
54 Väliseinätyö	8
55 Levytyö	7
56 Sisäpuutyö	23
57 Kalustetyö	9
58 Kalustepuusepäntyö	0
Yhteensä	128

4.2.3 Vertailu

Taulukkoon 5 on koottu tutkijoiden käyttämät tuntimäärät tutkimuksen aikana. Työmaakäynnit sisältävät tutkijan käyttämän ajan työmaavierailuissa. Puuratu-tutkimuksessa, vuonna 2013, työmaakäynnin aikana tutkija on seurannut työtä ja havainnoinut työlajin muuttujia. Tällöin tutkija on tehnyt sekä työmenekki- että työmenetelmätutkimusta. Ratu-työmaa -tutkimuksen työmaakäynneillä pääpaino on ollut työnjohtoa haastattelemalla ja kyselemällä työlajikohtaisen saavutusten ja kestojen selvittämisessä. Tällöin ei työmenetelmiä ole aivan täysipainoisesti tutkittu, vaan tutkija on käynyt työmaalla havainnoimassa muuttujia, jotka ovat mahdollisesti vaikuttaneet työmenekkeihin.

Taulukko 5. Tutkijoiden käyttämä tuntimäärä tutkimuksittain

	Tutkija 1	Tutkija 2	Yht
Puuratu 2013			
Työmaakäynnit	269 tth	262 tth	531 tth
Suunnittelu ja kirjaustyö	271 tth	356 tth	627 tth
Ratu-työmaa 2014			
Työmaakäynnit	211 tth		211 tth
Suunnittelu ja kirjaustyö	274 tth		274 tth

Kuitenkin pitää huomioida, että puutyöläjien Ratu-tutkimuksessa työmenetelmiä on päivitetty puuelementtien asennuksessa ja uusia työmenetelmiä on tullut tilaelementtien asennukseen. Näiden työmenetelmien selvittäminen on lisännyt tutkijoiden käyttämää aikaa työmaakäynneillä sekä työmenetelmien kirjauksessa.

Taulukossa 6 on esitetty vertailu tutkimusmuotojen välillä. Saatu työmenekki on aika, joka on käytetty saadun työmenekin tutkimiseen ja määrittämiseen. Työmenekki sisältää työmaan hankinnan, työmaakäynnin ja seurannan teon, standardiaikajärjestelmään kirjauksen ja tasapainotuksen. Laatu ei korvaa määrää, mutta liian pieni otoskoko voi tuoda virheellisiä tuloksia ja otoskoon kasvaessa suuremman määrän tarkastelu tuo luotettavuutta saatuihin tuloksiin.

Taulukko 6. Tutkimusmuotojen ajankäytön ja työsaavutuksen sekä saadun työmenekin vertailu.

	Puuratu 2013	Ratu-työmaa 2014
Tunnit	1158 tth	485 tth
Toteumatieto	128 kpl	64 kpl
Työmenekki	9,05 tth / kpl	7,58 tth / kpl

Erillistutkimuksessa on seurattu työtä työvuoron ajalta ja tätä saatua toteumatietoa on käsitelty STJ:ssä. Ratu-työmaatutkimuksen aikana tehty havainto osoittaa, kuinka yhden työvuoron seurannat eroaa koko työsuorituksen seurannasta. Työvuoron ja suorituksen aikana voi olla, ettei työ keskeydy kertaakaan, mutta työvuoro voi toisaalta kulua pelkästään korjauksiin, siirtoihin tai muihin valmisteleviin töihin. Näitä muuttujia ei välttämättä havaitse lyhyen seurannan yhteydessä.

Tässä luvussa kerrotaan kuinka Ratu-työmaa -tutkimusmenetelmä soveltuu Ratu-tutkimuksen tekoon. Ratu-työmailta saatuja tuloksia verrataan aikaisempaan, erillisprojektina suoritettuun tutkimukseen.

Työmailta saatu pitkän aikavälin toteumatieto kertoo, kuinka hyvin työläjikohtainen työmenekki vastaa toteutunutta kohdetta. Koko kohteen toteumatieto sisältää työssä kohdattava hukat ja muut yllättävät esteet ja tämä tieto on tärkeää Ratun yleisimmässä käyttötarkoituksessa, aikataulusuunnittelussa.

Osakohteiden ja koko kohteen toteumatietojen vertailussa voidaan havaita kuinka työn eteneminen nopeutuu, kun aloittavat työt on hoidettu. Myös työnsuunnittelu paranee, kun kohteen muuttujat tulevat paremmin työntekijän tietoon. Kuten myös kohdattavat ongelmat tunnistetaan ja niitä pystytään paremmin ennakoimaan ja niihin pystytään valmistautumaan. Yleensä teollisessa rakennustuotannossa ongelmat toistuvat samoina kerros- tai asuntokohtaisesti.

Koskenvesa on todennut, että kaikkia työnosa-aikoja ei tarvitse työmaalla mitata, vaan pelkkä osa riittää. Tällöin Ratu-työmailta tehty tutkimus on oivallinen tapa seurata ja mitata jo tunnettujen ja riittävän lähellä toteutunutta työsuoritusta olevia työnosa-aikoja. Ratu-työmailta saadut tulokset antavat riittävän suurella otannalla kerättynä kattavan tiedon tämän hetkisten Ratu-työmenekkien vastaavuudesta toteutuneisiin työkohteisiin.

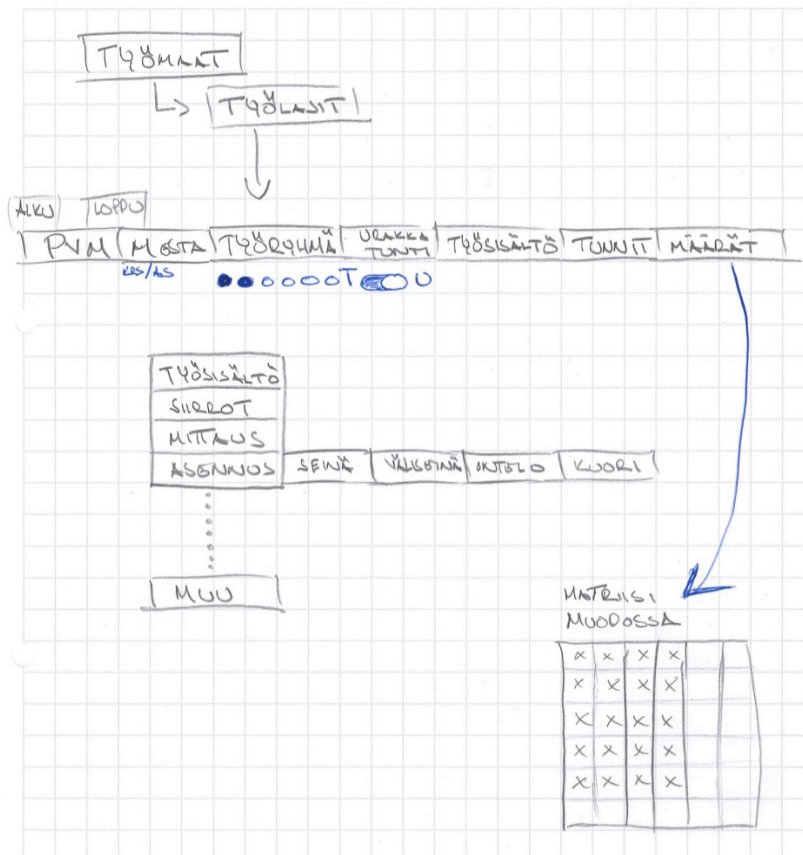
5 RATU-TUTKIMUSMALLI

5.1 Ratu-työmaa –tutkimus

5.1.1 Keräys

Tulosten keräystä suoraan älylaitteelle ei tehty tämän tutkimuksen aikana. Perinteistä kynää ja paperia on vaikea korvata tietoteknisesti, johtuen tutkittavien työlajien monimuotoisuudesta. Sovellusta ja sen käyttöliittymää hahmoteltiin tutkimuksen aikana, mutta sovelluksen rakentaminen tapahtuu myöhemmin.

Tietokantaa voidaan käyttää tiedonkeruun apuna. Tiedonkeruun yhteydessä ruutupaperille kerätty tieto voidaan yhtälailla syöttää suoraan sähköiseen muotoon, esimerkiksi tablettia, kämmentietokonetta, hyväksi käyttäen. Kuvassa 33 on esitetty Mittaviivan tutkijoiden haastattelun pohjalta hahmoteltu malli kuinka tämä sähköinen tiedonkeruu voisi toimia.



Kuva 33. Tiedonkeruun sähköinen malli hahmoteltuna haastattelun aikana.

Tiedonkeruu -ohjelmaan tulee kirjata ero, onko tutkija käynyt työmaalla seuraamassa työtä, koska työmaalla havainnointi tuo esille asioita, joita ei muista lomakkeeseen täyttää. Visuaalinen havainnointi on tärkeää muuttujien mittaamisessa, kuten myös työntekijöiden haastattelu, josta voi käydä ilmi muuttujia työn aikana, jotka ovat vaikuttaneet työmenekkiin.

5.1.2 Käsittely

Työmaalta saatujen työsuoritusten syöttämisen yhteydessä tutkija tarkastaa mitkä standardiaikajärjestelmässä olevat työnosat kuuluivat toteutuneeseen työsuoritukseen. Tarvittaessa tarkennukset on kysely työmaalta puhelimitse tai seuraavalla käyntikerralla. Normaalisti standardiaikajärjestelmä tasapainotettaisiin tässä vaiheessa, mutta Ratu-työmaatutkimuksessa sitä ei tehdä. Tasapainottamatta nähdään todelliset erot työmaiden välillä ja voidaan pohtia ovatko erot työmaariippuvaisia. Päätöksen menekkien muuttamisesta tekee Ratu-ohjausryhmä tutkijan tekemien perusteltujen havaintojen pohjalta.

Kuvaajista voidaan tulkita onko työläjin menekit muuttuneet vai onko eroavaisuudet kohdekohtaisten muuttujien syytä. Tämän koosteen perusteella voidaan tehdä päätös tasapainotetaanko standardiaikajärjestelmä ja muutetaanko menekkejä. Ratu-ohjausryhmä tekee päätöksen muutetaanko menekkejä vai tarvitaanko työläjikohtaista erillistutkimusta. Erillistutkimuksella tutkitaan onko työläjin kohdalla muuttuneet työmenetelmät, vai johtuuko työmenekin muutos jostain muusta muuttujasta.

5.1.3 Tallennus

Tutkimusjakson aikana Ratu-työmailta saatu tieto tallennetaan standardiaikajärjestelmään. Tutkimusjakson jälkeen standardiaikajärjestelmiin kirjattu tieto säilytetään muuttumattomana. Ratu-työmaa –tutkimuksen jälkeen tehtävä mahdollinen erillistutkimus voi hyödyntää näitä jo Ratu-työmailta saatuja kohteiden toteumatietoja.

5.1.4 Tietokanta

Tiedon tallennus tehdään tulevaisuudessa tietokantaan. Tässä työssä ei rakennettu toimivaa tietokantaa johtuen suuresta työmäärästä, jonka tietokannan muodostaminen olisi vaatinut. Tietokantaa kuitenkin hahmoteltiin ja sille määriteltiin raja-ehtoja, jotta se voisi toimia tutkimuksen apuna. Pallas oli 1990-luvun alussa todennut, että Ratu-kortit tulisi olla yhdenmukaisia, jotta tietokanta pystyisi niitä hyödyntämään. Nykyään Ratu-kortit tehdään samalla pohjalla jolloin tietokanta pystyy käsittelemään tiedot yhtäläillä. Ongelma on Ratu-korttien laadinta, joka tehdään käsin taittovaiheessa. Standardiaikajärjestelmien yhdenmukaistaminen ja niiden siirto tietokantaan helpottaa taittovaiheessa

työtä, koska tällöin käsityö vähenisi. Pallaksen ajatuksen mukaisesti tällä hetkellä on kaikki edellytykset rakentaa Ratu-tiedonkeruu ja -käsittely tietokantapohjaiseksi.

Tietokanta muodostuu alkioista ja työnosa-ajat voivat olla alkioina tietokannassa. Nämä työnosa-aika-alkiot yhdessä muodostavat kokonaisuuksia, kuten Ratumenekin. Esimerkiksi aloittavat työt voivat olla oma alkionsa, koska aloittavat työt ovat monessa työlajissa samantyyppiset. Tällöin yhtä alkioita voidaan hyödyntää monessa eri työlajissa. Työnosa-aika-alkioon tehty muutos vaikuttaa tällöin kaikkiin työlajeihin, jotka käyttävät kyseistä alkioita. Myös työmenetelmät kirjataan tietokantaan, samantyyppisesti kuin työnosa-ajat. Työmenetelmä-alkioon tehty muutos tulee koskea kaikkia työlajeja, jotka käyttävät kyseistä työmenetelmä-alkioita.

Ratu-tutkimuksessa käytetyt standardiaikajärjestelmä-tiedostot on hankala liittää tietokantaan, koska työlajin sisäisiä työvaiheita voi tulla lisää joka seurannan yhteydessä. Kuitenkin Ratu-työmenekki voidaan liittää T2+ -aikoina tietokantaan. Työmenekkien siirto tietokantaan onkin suoritettu vuoden 2015 lopulla. Kuvassa 34 ylempänä on rakenne työmenekkien tietokannasta ja alempana on tietokannasta koostetut menetelmäkuvaukset Ratu-ohjetiedostoon.

Menekin otsikko	Alaotsikko	Menekkirivi	Työsaavutustyyppi	Menekkiluku	Menekkisumma	Menekin yksikkö
Massapäälytystyö	Pohjan esikäsitteily	- jyrästä ja imurointi	[Null]	[Null]	0.06	tth/m ²
Massapäälytystyö	Pohjan esikäsitteily	- sinkopuhdistus	[Null]	[Null]	0.03	tth/m ²
Massapäälytystyö	Pohjan esikäsitteily	- pohjustus	[Null]	[Null]	0.03	tth/m ²
Massapäälytystyö	Pohjan esikäsitteily	- pinnoitus	[Null]	[Null]	0.04	tth/m ²
Massapäälytystyö	Massapäälytystyö	- itsesilillä massa 2 mm, sekoitus ja levitys	työsaavutus	[Null]	0.11	tth/m ²
Massapäälytystyö	Massapäälytystyö	- itsesilillä massa 2 mm, sekoitus ja levitys, parve	työsaavutus	[Null]	0.2	tth/m ²
Massapäälytystyö	Massapäälytystyö	- hierrettävä massa 4 mm, sekoitus, levitys ja hie	[Null]	[Null]	0.16	tth/m ²
Massapäälytystyö	Massapäälytystyö	- lakkaus kertaalleen	[Null]	[Null]	0.03	tth/m ²
Massapäälytystyö	Massapäälytystyö	- jaikalistojen teko, h = 50 mm	[Null]	[Null]	0.04	tth/m
Massapäälytystyö	Yhteensä	- betonilattia, hionta, pohjustus, hie	työnkesto	[Null]	0.34	tth/m ²
Massapäälytystyö	Yhteensä	- betonilattia, jyrästä, pohjustus, itsesilillä massa	työnkesto	[Null]	0.27	tth/m ²
Massapäälytystyö	Yhteensä	- parveke, hionta, itsesilillä massapäälytys ja laki	työnkesto	[Null]	0.38	tth/m ²
Listoitus	Siirrot	- nosturin valmistelu	[Null]	[Null]	16	tth/kerta
Listoitus	Siirrot	- nosturisiirto 1. ... 4. krs	[Null]	[Null]	0.2	tth/siirto

Ratu menetelmäkuvaustesti

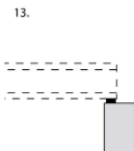
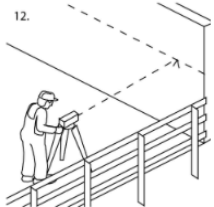
Sisällysluettelo:

1155
1161
247
248
249
250
251
252
253
254
255
260

Aloittavat työt

1. Ennen työn aloittamista sovitaan työn toteutukseen liittyvät asiat aloituspalaverissa, johon osallistuvat työntekijät ja työnjohtajat. Palaverissa käydään läpi elementtien asentamisen aikataulu, kalusto, suunnitelmat, laadunvarmistus, työturvallisuus ja työmenetelmä sekä sovitaan mallityökäytännöstä. Varmistetaan, että työssä on käytössä tarvittavat uusimmat suunnitelma-asiakirjat, kuten urakkaohjelma, elementtiasennussuunnitelmat, rakennepiirustukset ja käydään suunnitelmat läpi. Käydään läpi mm. kohteen esittely, työn opastus, käytettävät työmenetelmät ja -järjestys, koneet ja laitteet, runkorakenteiden työaikaiset tuennat ja vahvistustyöt, työturvallisuusasiat, kuten henkilökohtaiset suojaimet ja toiminta vaaran tai onnettomuuden sattuessa. Varmistetaan materiaalien hankinnan ja vastaanoton aikataulujen paikkansapitävyys. Verrataan eri menetelmävaihtoehtoja ja tarkistetaan lopullisen rakenteen laatuvaatimukset.

2. Varmistetaan, että elementtiasennuksen ja sen aputöiden yhteydessä ei ole päällekkäisiä työturvallisuutta ja työterveyttä häiritsevää tai vaarantavaa työvaihetta. Asennustyön eteneminen ja limitys muuhun työhön suunnitellaan mahdollisimman keskeyttämättömäksi. Työryhmällä on uusi työkohteeseen edellisen valmistuessa. Kaluston siirrot pidetään vähäisinä. Tarpeeton kulku työkohteesta estetään.



Elementtiasennus

Paikalleenmittaus

12. Elementtien asennuspaikat mitataan paikoilleen rakennuksen mittalinjoista tai -pisteistä esimerkiksi tasolaserilla ja mitalla tai takymetrillä. Asennuslinjat ja paikat merkitään niin, että ne ovat näkyvissä asennustyön edetessä. Elementin oikea korkeusasema mitataan vaaituskojeella tai tasolaserilla ja mitalla.

Alustan taseus

13. Asennustyön yhteydessä elementit säädetään vaakasuoraan sopivankorkuisilla asennuspaloilla. Asennuspalojen tulee olla ruostumattomia, tai on varmistettava riittävä terästen peitesyvyys juotosvalussa.

Kuva 34. Tietokannan käyttö ja sovellutus. Ylempänä tietokannassa olevia Ratu-menekkejä, keskellä ja alempana tietokannasta koostetut menetelmäkuvaukset.

Tulevaisuuden tavoitteena on käyttää tietokantaa apuna tiedonkeruun yhteydessä, tällöin tietokantaan tallennetut työseurannat voisi jalostaa suoraan menekeiksi. Tämän tutkimuksen yhteydessä tietokannan muodostaminen työmenekkien ja -menetelmien käyttöön koettiin liian suuritöiseksi, joten Ratu-tiedoston liittäminen tietokantaan tullaan tekemään myöhemmin.

5.2 Tutkimuksen tulevaisuus

5.2.1 Ratu-työmaan hyödyt

Ratu-työmaa -tutkimus soveltuu Ratu-tiedon keruuseen. Toteumatiedon saaminen työmailta edellyttää työnjohtajan sitoutumista tiedon keräykseen. Työnjohtajan paneutuminen työn etenemisen sekä siihen käytetyn ajan seurantaan antaa tutkijalle tarvittavan tiedon. Työlajikohtaisten muuttujien havainnointi onnistuu tutkijalta työmaakäyntien yhteydes-

sä ja työnjohtoa haastatteleamalla voidaan kysellä mahdollisia ongelmia, joita työn suorituksen yhteydessä on voinut ilmetä.

Ratu-työmaan yksi vahvuuksista on tutkijan säännöllinen vierailu työmaalla. Työmaakäynnin jälkeen tutkija tekee toteumatiedon kirjaukset standardiaikajärjestelmään. Kirjauksen yhteydessä havaitut mahdolliset puutteet ja virheet voidaan tarkentaa seuraavan työmaakäynnin yhteydessä ja korjata tämän jälkeen.

Työmaavierailujen aikana osoittautui työnjohdon arvion ja toteutuneen työn vertailussa parhaiksi työlajeiksi tahdistavat työt, koska näiden töiden etenemä oli tarkkaan mietitty ja työnjohto ei antanut lipsua aikataulusta. Jos työ näytti kestävän liian pitkään tai tuli vaara että työ ei sujukaan aikataulun mukaisesti, työnjohto teki tarvittavat toimenpiteet työn sujuvuuden mahdollistamiseksi, kuten työryhmän koon kasvattaminen sekä ylitöiden tai viikonloppujen teettäminen. Näissä tahdistavissa töissä oli monessa kohteessa käytössä vakiintunut työryhmä, joka suoritti työn urakalla. Tämä oli yksi keino työnjohdolta sitouttaa työryhmä tekemäänsä työhön, josta hyötynä oli aikataulussa pysyminen. Monesti työt, jotka eivät olleet niin kiireellisiä tai kriittisiä teetätettiin tuntitöinä, muiden töiden ohessa. Tällöin työhön käytettyä aikaa ei kirjattu tai mitattu ja työnkesto annettiin arviona.

5.2.2 Ratu-työmaan ongelmat

Työmenetelmien muuttuminen ei tule selville pelkästään työmaalla työnjohdon luona henkilöstötiloissa käymällä. Työmenetelmien muutoksen havaitsemiseen tarvitaan työn seurantaa joka tulee tehdä työtä vierestä seuraamalla sekä työntekijöitä haastatteleamalla.

Ratu-työmaiden käyttö korjausrakentamisessa tai uudenaikaisissa rakentamistavoissa, kuten puisten tilaelementtien seurannassa ei onnistunut, koska tarvittava pohjatieto työmenetelmistä ja standardiaikajärjestelmän työnosista on puutteellinen. Myöskin vakiintuneet käytännöt innovatiivisessa rakentamisessa ovat erilaisia työmaiden välillä. Rakennusosateollisuuden tekemä valmiusaste vaikuttaa siihen mitä työmailla tehdään.

Tutkimusjaksolla käytettiin kulunseurantaa tarkistamaan työntekijöiden tekemät työvuorot kahden viikon välein tehtyjen työmaakäyntien välillä. Vuosi tutkimusjakson jälkeen, syksyllä 2015, todettiin ettei työmaahenkilökunta voi tulostaa kulunseurannasta kuin työmaalla kyseisellä hetkellä olevat työntekijät. Työntekijät ja työnantaja ovat sopineet, ettei kulunseurantaa voida käyttää palkanmaksun perusteena, jolloin kulunseurantaa ei voi käyttää kuin viranomaisen, heidän tarkastuksiinsa. Tämä poistaa mahdollisuuden käyttää kulunseurantaa Ratu-tutkimuksessa ja lisää tutkijan riippuvuutta työnjohdon panoksesta tutkimukseen.

Kuvassa 35 on laite jolla kirjaudutaan kulunseurantajärjestelmään, väärin nimettynä kulunvalvonnaksi. Kulunseuranta kirjaa työmaalla olevat henkilöt, eikä pidä tarkkaa tietoa siitä kuka on työskentelemässä ja kuka mahdollisesti tauolla.



Kuva 35. Kulunseurantajärjestelmän sisäänkirjautumislaitte työmaalla henkilöstötilojen luona.

Kuvassa 36 näkyvä kulunvalvonta kirjaa portista kuljettaessa työmaalle menon tai poistumisen. Kulunvalvonnassa on tarkka tieto siitä kuka on työmaa-alueella. Molemmissa järjestelmissä on heikkoutensa, koska kirjaamatta jättäminen aiheuttaa epäselvyyksiä järjestelmään kirjautumisessa.

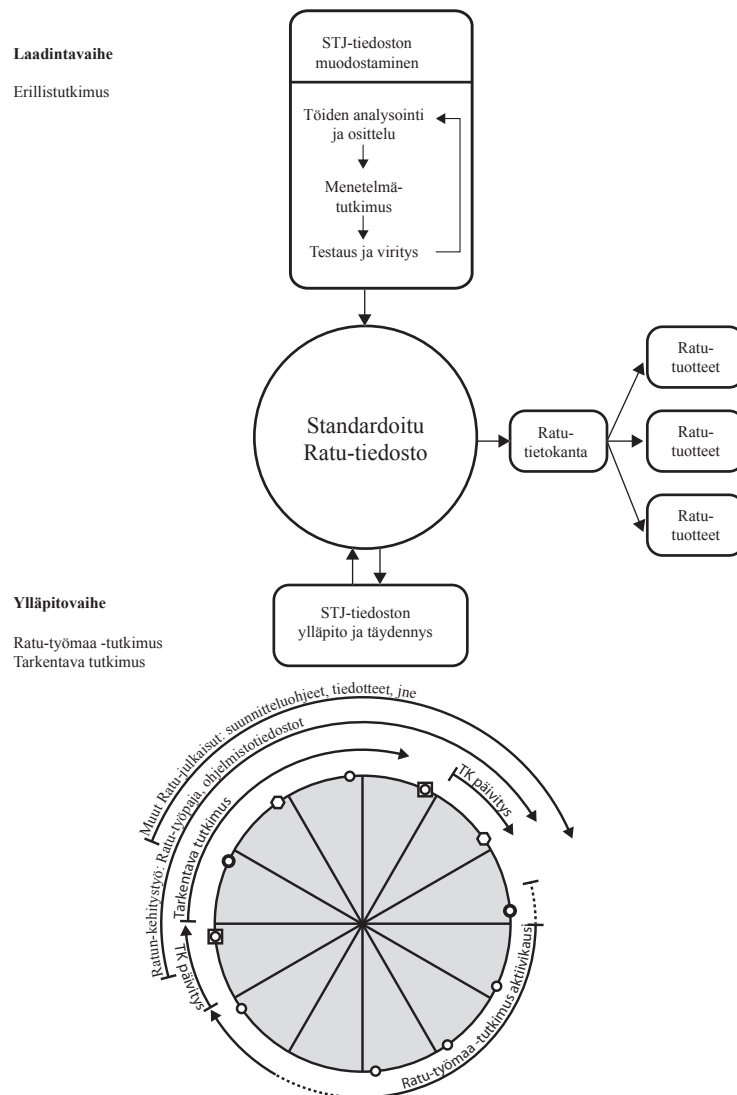


Kuva 36. Aidatulle työmaa-alueelle kulku tapahtuu kulunvalvontaportin kautta.

5.2.3 Ratu-tutkimus tulevaisuudessa

Tutkimuksen tuotoksena on kuvan 37 mukainen tutkimusrakenne. Laadintavaiheessa työlajia tutkitaan paikan päällä havainnoimalla työmenekkiä sekä -menetelmiä. Erillis- tutkimuksen perusteella laaditaan työlajikohtainen standardiaikajärjestelmä, jonka pohjana käytetään STJ-mallitiedostoa, sekä kirjataan työmenetelmät. Tutkimuksen perusteella rakennetaan standardoitu Ratu-tiedosto, joka mallin pohjalta rakennuttuna on yhteneväinen kaikkien työlajien osalta.

Ratu-tiedostoa päivitetään ja ylläpidetään vierailemalla Ratu-työmaille ympärivuotisesti. Syksyisin, tutkimusjakson päätyttyä, tutkija esittelee Ratu-työmailta saadut tulokset Ratu-ohjausryhmälle. Ratu-ohjausryhmä tekee tuloksien perusteella päätökset suorittaanko työlajikohtainen tarkentava tutkimus. Tarkentavassa tutkimuksessa tutkitaan työlajin työmenekkiä ja -menetelmiä paikan päällä seuraamalla. Ratu-työmailta saatuja tuloksia voidaan hyödyntää tarkentavan tutkimuksen tuloksissa.



Kuva 37. Ratu-tutkimuksen nykykuoto Ratu-tiedoston ympärillä.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Ratu-työmaa -tutkimus on taloudellisempi tutkimustapa Ratu-tutkimuksen suorittamiseen, kuin erillistutkimuksina suoritettavat tutkimukset. Ratu-työmailta kerättyihin työmenekkeihin käytettiin vähemmän aikaa kuin erillisprojekteina tehdyissä tutkimuksissa. Tutkimustavassa on heikkoutensa kuten kaikissa aikaisemmissa Ratu-tutkimustavoissa. Ratu-työmaa -tutkimusta tehdessä pystyttiin huomioimaan heikkoudet ja täten välttämään niitä. Myös aikaisempien tutkimusten vahvuudet olisi pitänyt huomioida paremmin ja hyödyntää niitä Ratu-työmaa -tutkimuksessa.

Ratu-työmailta kerätty tiedon määrä on suuri ja sen käsittely täytyy olla hyvin organisoitua. Tutkimustapa soveltuu paremmin päivitystutkimukseksi kuin varsinaiseksi työmenetelmä ja -menekkitutkimukseksi. Tutkimuksessa käytetyt Ratu-työmaat olivat aktiivisia ja niiltä saatiin riittävästi tietoa tutkimusta varten. Työmailta saatu tieto on oltava helposti laskettavissa ja mitattavissa, joten työlajeiksi valikoitui yleensä kriittisen polun työläjit. Kriittisen polun työläjit ovat usein tarkkaan suunniteltuja ja tällöin saadut työn kestot pitävät paikkansa nykyisten työmenekkien kanssa, kuten tässä tutkimuksessa. Tutkimukselle tärkeät työläjit, eli työläjit joita ei ole aiemmin tutkittu ja työläjit joissa olisi mahdollisesti tapahtunut muutoksia, ovat raskaita tutkijalle tutkia ja mitata. Tällöin paras tapa olisi käyttää seurantatutkimusta.

Ratu-työmaa -tutkimustapa toi esille kuinka aiemmat kokeillut tutkimusmuodot ovat omalta osaltaan toimivia. Suurimmaksi haasteeksi ja kulmakiveksi tutkimuksessa nousi suuren tietomäärän käsittely. Tietokanta, jota tässä tutkimuksessa ei rakennettu, voisi helpottaa saadun tiedon käsittelyä ja näin säästää aikaa ja rahaa entistä enemmän. Tutkijan tiedon käsittelyyn käyttämä aika voidaan näin ollen käyttää uuden tiedon hankintaan ja saada näin suurempi otanta työmaita varten.

Ratu-työmailta kerätyn tiedon käsittelyä varten rakennettava tietokanta vaatii jokaiselta työläjiltä tarkat tiedot työnosista ja -vaiheista, sekä tutkijan tulee olla tietoinen tutkittavien työläjin muuttujista ja työnosista. Ratu-työmaa -tutkimustapa tarvitsee paljon pohjatieto toimiakseen sekä tietokannalta että tutkijalta.

Työmaapalaute koettiin tärkeäksi osaksi tutkimusta. Työmaapalaute tulisi jalostaa sellaiseen muotoon, josta olisi hyötyä työmaalle ja sitä kautta saataisiin työmaa sitoutumaan tutkimukseen. Työmaat ovat kiinnostuneita miten työmaat ovat voineet tehdä työn nopeammin tai hitaammin ja mitkä ovat olleet tähän vaikuttavat tekijät. Työmaita ei

niinkään kiinnosta töiden osuminen Ratu-menekkeihin, ellei niiden perimmäisiä syitä tiedetä. Tutkimuksessa tehty työmaapalaute oli raskastekoinen ja vei paljon aikaa. Kun työmaat eivät tuntuneet saavan työmaapalautteesta hyötyä, tämänkin ajan tutkija olisi voinut käyttää tiedon tutkimiseen. Tietokannasta suoraan tulostettava, hyvin työmaata palvele palaute olisi optimaalinen ratkaisu ajankäytön ja hyödyn kannalta.

LÄHTEET

1. Nora Wind et al., Rakennustöiden menekit 2015, Helsinki: Rakennustieto Oy, 2014, 165 sivua. ISBN 978-952-267-077-9
2. Jacobsson, S, Produktionsdata, Byggförbundet, Tukholma, 1972, 71 sivua
3. Tiula, Martti, Rakennustiedon historiikki. Helsinki: Rakennustieto Oy, 2002, 298 sivua. ISBN 951-682-683-0
4. Koskenvesa, Anssi, Ratu-tuotantotiedoston tiedonkeruun kehittäminen, Diplomityö, Teknillinen Korkeakoulu, Espoo, 1989, 84 sivua
5. Mittaviivan tutkija Koskenvesa, Anssi, Haastattelu 13.1.2015
6. Mittaviivan tutkija Lindberg, Rita, Haastattelu, 2.1.2015
7. Drewin, F J, Construction Productivity, Elsevier, New York, 1982, 150 sivua
8. Pussinen, Tarja, Puutöiden standardiaikajärjestelmän käyttö työmaan suunnittelussa, Diplomityö, Teknillinen Korkeakoulu, Espoo, 1997, 68 sivua
9. Kivimäki, Christian, Pintatöiden työmenekit ja aikataulukirjan käyttö rakennustyömailla, Diplomityö, Tampereen Teknillinen yliopisto, Tampere, 2009, 72 sivua
10. Mittaviivan tutkija Kivimäki, Christian, Haastattelu, 8.12.2014
11. Currie, R. M., Work Study, Pitman, Singapore, 1976 326 sivua
12. Standardiaikajärjestelmä yhdenmukaistaa Ratu-tiedoston 410-T, Rakennustieto Oy, 1993
13. Rakennustyön lisäajat 1190-S, Rakennustieto Oy, 2000
14. Ratu-ohjausryhmän kokouspöytäkirja, 2.3.2012
15. Pallas, Jukka, Ratu-tuotantotiedostojen atk-ratkaisun suunnittelu, Diplomityö, Teknillinen Korkeakoulu, Espoo, 1992, 84 sivua

16. Mittaviivan tutkijat: Kivimäki, Christian; Lahtinen, Matti; Wind, Nora, Haastattelu, 9.10.2014
17. Ratu-ohjausryhmän kokouspöytäkirja, 31.1.2014
18. [https://www.rakennusteollisuus.fi/Documents/Toimialat/Talonrakennus/ Alue-toimistot/Uusimaa/Nolla_tapaturmaa_Harmaan_talouden_torjunta_TRT_Uusimaa_26_2_2014.pdf](https://www.rakennusteollisuus.fi/Documents/Toimialat/Talonrakennus/Alue-toimistot/Uusimaa/Nolla_tapaturmaa_Harmaan_talouden_torjunta_TRT_Uusimaa_26_2_2014.pdf) (viitattu 6.10.2014 klo 10.51)
19. Ratu-ohjausryhmän kokouspöytäkirja, 15.6.2010
20. Ratu-ohjausryhmän kokouspöytäkirja, 25.8.2010
21. Ratu-ohjausryhmän kokouspöytäkirja, 2.5.2012

LIITTEET

1. Laki työturvallisuuslain muuttamisesta
2. Työmaapalaute

Liite 1.

Laki työturvallisuuslain muuttamisesta

364/2013

Annettu Helsingissä 24 päivänä toukokuuta 2013

Laki työturvallisuuslain muuttamisesta

Eduskunnan päätöksen mukaisesti muutetaan työturvallisuuslain (738/2002) 63 §:n 2 momentti, sellaisena kuin se on laissa 1232/2011, sekä lisätään lakiin uusi 52 b § ja 53 §:ään, sellaisena kuin se on osaksi laissa 1232/2011, uusi 2 momentti, jolloin nykyinen 2 ja 3 momentti siirtyvät 3 ja 4 momentiksi, seuraavasti:

52 b §

Luettelo yhteisellä rakennustyömaalla työskentelevistä

Pääurakoitsijan tai muun päätoteuttajan on pidettävä työturvallisuuden varmistamiseksi ja tässä laissa säädettyjen velvoitteiden valvontaa varten ajantasaista luetteloa yhteisellä rakennustyömaalla työskentelevistä työntekijöistä ja itsenäisistä työnsuorittajista. Luettelosta on käytävä ilmi:

- 1) henkilön etu- ja sukunimi, syntymäaika ja veronumero;
- 2) työmaalla työskentelyn alkamis- ja päättymispäivämäärä;
- 3) työntekijän työnantajan nimi ja Y-tunnus tai sitä vastaava ulkomainen tunniste;
- 4) lähetetyistä työntekijöistä annetun lain (1146/1999) 4 a §:ssä tarkoitetun edustajan nimi ja yhteystiedot Suomessa.

Luetteloon voidaan jättää merkitsemättä tilapäisesti tavaraa työmaalle kuljettavat.

Työnantajan on annettava työntekijöistään pääurakoitsijalle tai muulle päätoteuttajalle tarpeelliset tiedot 1 momentissa tarkoitetun luettelon pitämistä varten.

Pääurakoitsijan tai muun päätoteuttajan on säilytettävä 1 momentissa tarkoitettu luettelo kuusi vuotta sen vuoden päättymisestä, jona työmaa valmistui.

Luetteloon kerättävien henkilötietojen käsittelyyn ja rekisteröidyn henkilön oikeuksiin sovelletaan muutoin henkilötietolakia (523/1999).

Mitä tässä pykälässä säädetään pääurakoitsijasta ja muusta päätoteuttajasta, sovelletaan rakennuttajaan, jos työmaalla ei ole pääurakoitsijaa tai muuta päätoteuttajaa.

Edellä 1 momentissa tarkoitettua luetteloa ei tarvitse pitää työmaalla, jossa rakennusta tai sen osaa rakennetaan tai korjataan rakennuttajana olevan yksityishenkilön omaan käyttöön

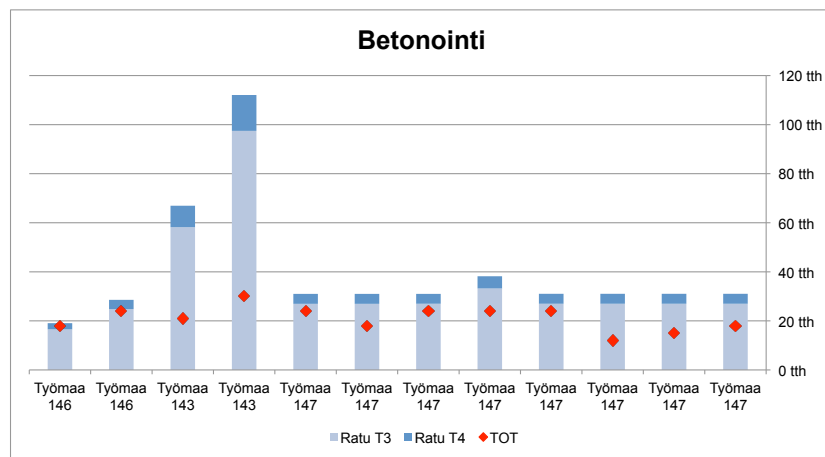
Liite 2.

Työmaapalaute

Ratu

Pvm
Työlaji

2.10.2014
Betonointi



Ratu T3 -aika = standardiaikajärjestelmä-aika
Ratu T4 -aika = Ratu T3 -aika kerrottuna työlajikohtaisella TL3-lisäaikakertoimella, virhepalkki esittää kertoimen vaihteluväliä
Toteutunut T4 -aika = työmaalta saatu työmaallaoloaika

TL3 -lisäaikakerroin: Betonointi 1,15 (Ratu 0403 Betonointi)

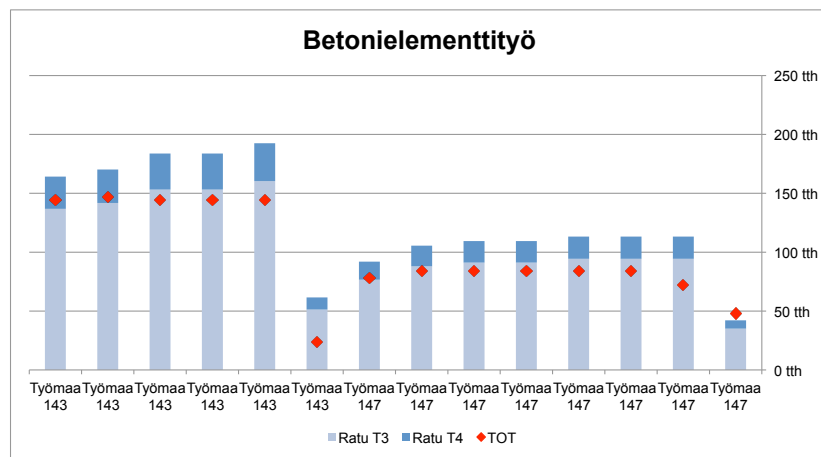
työnosa yksikkö	Pintavalu m3	Laatat m3	Pintavalu m3	Hierto m3															
Työmaa 146	12,2	-	12,2	12,2															
Työmaa 146	18,3	-	18,3	18,3															
Työmaa 143	69,7	-	69,7	-															
Työmaa 143	116,7	-	116,7	-															
Työmaa 147	-	336	-	-															
Työmaa 147	-	336	-	-															
Työmaa 147	-	336	-	-															
Työmaa 147	-	414	-	-															
Työmaa 147	-	336	-	-															
Työmaa 147	-	336	-	-															
Työmaa 147	-	336	-	-															
Työmaa 147	-	336	-	-															
Työmaa	-	-	-	-															
Työmaa	-	-	-	-															

Mittaviivan tutkija on käyttänyt saamiaan em. arvoja omassa tutkimuksessaan, eikä näin ollen vastaa kyseisten arvojen luotettavuudesta muussa mahdollisessa jatkokäytössä.

Mittaviiva Oy
Oskar Leinonen
oskar.leinonen@mittaviiva.fi
puh. 050-3054725

<http://www.ratu-hanke.fi>
<http://www.mittaviiva.fi>





Ratu T3 -aika = standardiaikajärjestelmä-aika
Ratu T4 -aika = Ratu T3 -aika kerrottuna työlajikohtaisella TL3-lisäaikakertoimella, virhepalkki esittää kertoimen vaihteluväliä
Toteutunut T4 -aika = työmaalta saatu työmaallaoloaika

TL3 -lisäaikakerroin: Betonielementtityö 1,1...1,3 (Ratu 0392 Väli- ja ulkoseinäelementtityö)

työno	siirrot yht.	väliseinäel	ulkoseinäel	kuorieleme	pilarielemen	porraselem	parvekela	parvekelaat	parvekekaid	parvekepieli	hormieleme	parvekelaat	parvekepieli	hormieleme			
yksikkö	kpl	mentti	ementti	ntti	tit	entti	atta	ta	e	elementti	ntti	ta	elementti	ntti			
Työmaa 143	128	17	38	-	-	2	7	-	7	14	2	-	-	-			
Työmaa 143	145	23	35	-	-	2	7	-	7	14	2	-	-	-			
Työmaa 143	145	23	35	-	-	2	7	-	7	14	2	-	-	-			
Työmaa 143	145	23	35	-	-	2	7	-	7	14	2	-	-	-			
Työmaa 143	145	23	35	-	-	2	7	-	7	14	2	-	-	-			
Työmaa 143	38	-	-	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Työmaa 147	55	9	18	4	6	-	-	6	-	6	2	6	6	2			
Työmaa 147	64	12	23	-	6	-	-	6	-	6	7	6	6	7			
Työmaa 147	64	12	23	-	6	-	-	6	-	6	7	6	6	7			
Työmaa 147	64	12	23	-	6	-	-	6	-	6	7	6	6	7			
Työmaa 147	64	12	23	-	6	-	-	6	-	6	7	6	6	7			
Työmaa 147	64	12	23	-	6	-	-	6	-	6	7	6	6	7			
Työmaa 147	64	12	23	-	6	-	-	6	-	6	7	6	6	7			
Työmaa 147	64	12	23	-	6	-	-	6	-	6	7	6	6	7			

Mittaviivan tutkija on käyttänyt saamiaan em. arvoja omassa tutkimuksessaan, eikä näin ollen vastaa kyseisten arvojen luotettavuudesta muussa mahdollisessa jatkokäytössä.

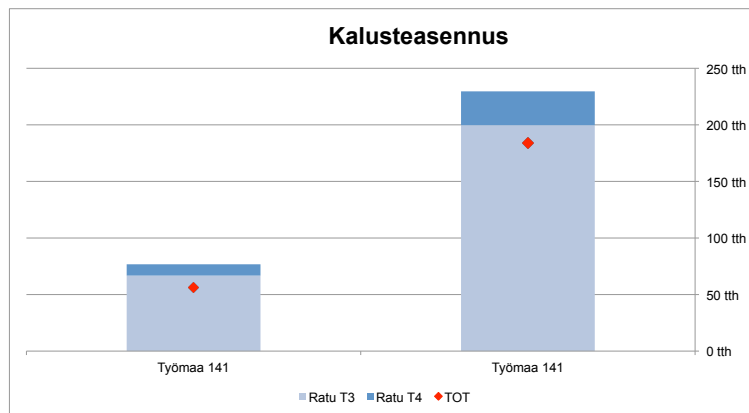
Mittaviiva Oy
Oskar Leinonen
oskar.leinonen@mittaviiva.fi
puh. 050-3054725

<http://www.ratu-hanke.fi>
<http://www.mittaviiva.fi>

Ratu

Pvm
Työlaji

2.10.2014
Kalusteasennus



Ratu T3 -aika = standardiaikajärjestelmä-aika

Ratu T4 -aika = Ratu T3 -aika kerrottuna työlajikohtaisella TL3-lisäaikakertoimella, virhepalkki esittää kertoimen vaihteluväliä

Toteutunut T4 -aika = työmaalta saatu työmaallaoloaika

TL3 -lisäaikakerroin: Kalusteasennus 1,1...1,2 (Ratu 0421 Kiintokalustaminen, kalusteasennus)

työno	pöytäkaapit	seinäkaapit	komerokaapit	kiinnitys puuseinään	kiinnitys kiviseinään	kiinnitys puuseinään	kiinnitys kiviseinään	kiinnitys puuseinään	kiinnitys kiviseinään	tiskialtaiden upotus	peitellistat	kalusteiden helat	puu ja melamiinit	komerokaapit	kiinnitys puuseinään	kiinnitys kiviseinään	komerokaapit	kiinnitys puuseinään	kiinnitys kiviseinään
yksikkö	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl
Työmaa 141	29	31	13	9	23	24	8	1	11	6	8	91	8	9	6	3	17	15	2
Työmaa 141	92	92	40	32	63	67	28	4	32	18	25	266	25	28	21	7	49	43	6
Työmaa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Työmaa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Työmaa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Työmaa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Työmaa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Työmaa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Työmaa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Työmaa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Työmaa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Työmaa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Työmaa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Työmaa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Työmaa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Työmaa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Työmaa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Työmaa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Työmaa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Mittaviivan tutkija on käyttänyt saamiaan em. arvoja omassa tutkimuksessaan, eikä näin ollen vastaa kyseisten arvojen luotettavuudesta muussa mahdollisessa jatkokäytössä.

Mittaviiva Oy

Oskar Leinonen

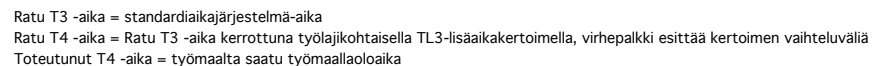
oskar.leinonen@mittaviiva.fi

puh. 050-3054725

<http://www.ratu-hanke.fi>

<http://www.mittaviiva.fi>



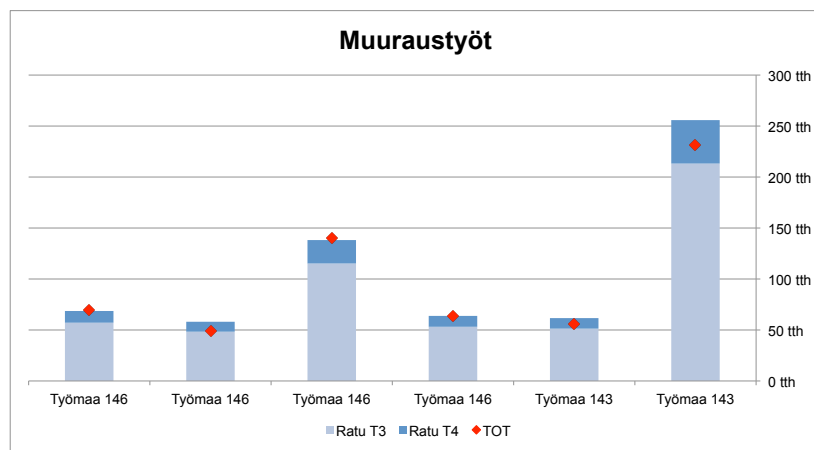
[illegible]

Mittaviiva Oy
Oskar Leinonen
oskar.leinonen@mittaviiva.fi
puh. 050-3054725

<http://www.ratu-hanke.fi>
<http://www.mittaviiva.fi>



2.10.2014
Muuraustyöt



Ratu T4 -aika = standardiaikajärjestelmä aika
 Ratu T4 -aika = Ratu T3 -aika kerrottuna työajakohtaisella TL3-lisäaikaakertoimella, virhepalkki esittää kertoimen vaihteluväli:
 Toteutunut T4 -aika = työmaalta saatu työmaallaoloaika

TL3 -lisääikakerroin: Harkkomuuraus 1,1...1,3 (Ratu 42-0290 Harkkomuuraus)

[illegible]

Mittaviivan tutkija on käyttänyt saamiaan em. arvoja omassa tutkimuksessaan, eikä näin ollen vastaa kyseisten arvojen luotettavuudesta muussa mahdollisessa jatkokäytössä.

Mittaviiva Oy
Oskar Leinonen
oskar.leinonen@mittaviiva.fi
puh. 050-3054725

<http://www.ratu-hanke.fi>
<http://www.mittaviiva.fi>

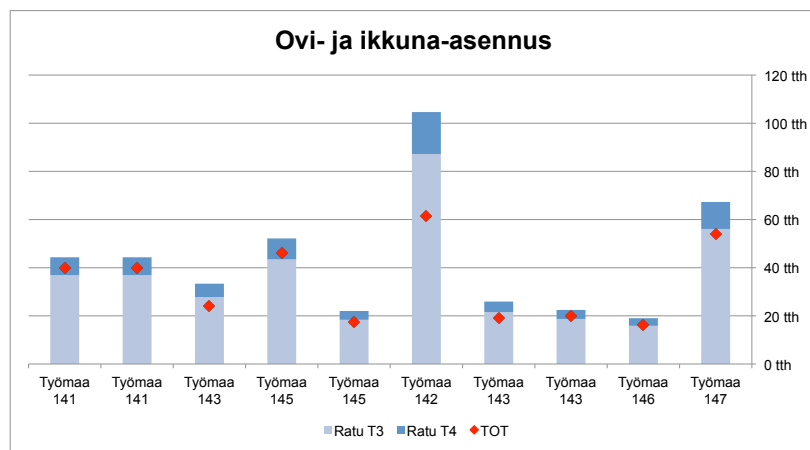


mittaviiva oy

Ratu

Pvm
Työlaji

2.10.2014
Ovi- ja ikkuna-asennus



Ratu T3 -aika = standardiaikajärjestelmä-aika
Ratu T4 -aika = Ratu T3 -aika kerrottuna työlajikohtaisella TL3-lisäaikakertoimella, virhepalkki esittää kertoimen vaihteluväliä
Toteutunut T4 -aika = työmaalta saatu työmaallaoloaika

TL3 -lisäaikakerroin: Ovi ja ikkuna-asennus 1,1...1,3 (Ratu 0419 Puuvalmisosarakentaminen, puuikkunat ja -ovet)

työnosa	Mittaus / Poraus	ikkuna ≤ 12M x 12M	ikkuna ≤ 12M x 12M	ikkunakoko siltä väliltä	ikkunakoko siltä väliltä	ikkuna ≥ 15M x 15M	ikkuna ≥ 15M x 15M	Ulko-ovi	Parvekeovi	Parvekeovi	Karmin asennus	Ovilehden asennus					
yksikkö	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl	kpl					
Työmaa 141	27	13	-	12	-	2	-	-	-	-	-	-					
Työmaa 141	27	13	-	12	-	2	-	-	-	-	-	-					
Työmaa 143	-	-	31	-	54	-	-	-	-	-	-	-					
Työmaa 145	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	181	-					
Työmaa 145	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	108					
Työmaa 142	-	-	121	-	110	-	38	-	-	-	-	-					
Työmaa 143	-	-	24	-	42	-	-	-	-	-	-	-					
Työmaa 143	-	-	-	-	-	-	-	-	34	-	-	-					
Työmaa 146	5	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-					
Työmaa 147	-	-	17	-	47	-	15	-	-	19	-	-					
Työmaa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
Työmaa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
Työmaa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
Työmaa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					

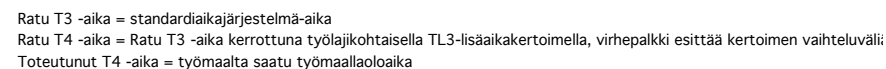
Mittaviivan tutkija on käyttänyt saamiaan em. arvoja omassa tutkimuksessaan, eikä näin ollen vastaa kyseisten arvojen luotettavuudesta muussa mahdollisessa jatkokäytössä.

Mittaviiva Oy
Oskar Leinonen
oskar.leinonen@mittaviiva.fi
puh. 050-3054725

<http://www.ratu-hanke.fi>
<http://www.mittaviiva.fi>



mittaviiva oy



TL3 -lisäaikakerroin: Saunan puutyöt 1,1...1,2 (Ratu 0434 Saunan puutyöt)

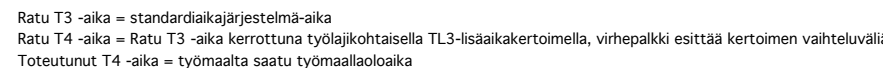
[illegible]

Mittaviivan tutkija on käyttänyt saamiaan em. arvoja omassa tutkimuksessaan, eikä näin ollen vastaa kyseisten arvojen luotettavuudesta muussa mahdollisessa jatkokäytössä.

Mittaviiva Oy
Oskar Leinonen
oskar.leinonen@mittaviiva.fi
puh. 050-3054725

<http://www.ratu-hanke.fi>
<http://www.mittaviiva.fi>





TL3 -lisäaikakerroin: Sisämaalaus 1,1...1,2 (Ratu 73-0309 Sisämaalaus)

[illegible]

Mittaviivan tutkija on käyttänyt saamiaan em. arvoja omassa tutkimuksessaan, eikä näin ollen vastaa kyseisten arvojen luotettavuudesta muussa mahdollisessa jatkokäytössä.

Mittaviiva Oy
Oskar Leinonen
oskar.leinonen@mittaviiva.fi
puh. 050-3054725

<http://www.ratu-hanke.fi>
<http://www.mittaviiva.fi>

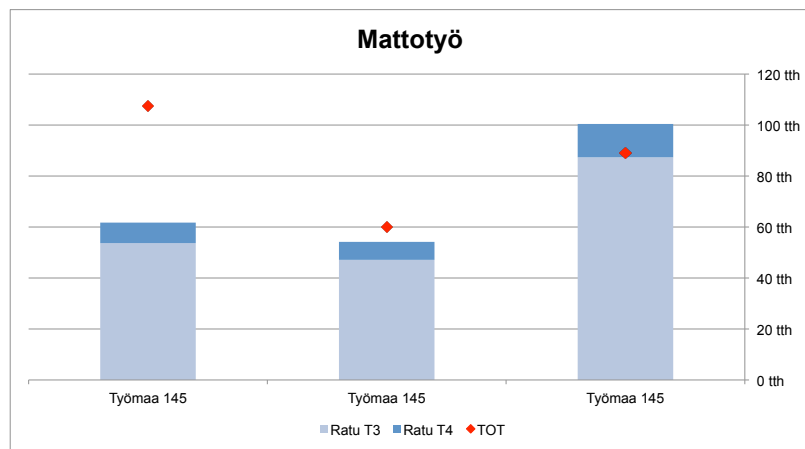


mittaviiva oy

Ratu

Pvm
Työlaji

2.10.2014
Mattotyö



Ratu T3 -aika = standardiaikajärjestelmä-aika

Ratu T4 -aika = Ratu T3 -aika kerrottuna työlajikohtaisella TL3-lisäaikakertoimella, virhepalkki esittää kertoimen vaihteluväliä

Toteutunut T4 -aika = työmaalta saatu työmaallaoloaika

TL3 -lisäaikakerroin: Mattotyö 1,1...1,2 (Ratu 75-0313 Mattotyö, kuivat tilat)

työno	Tasoitus	Primer	Hionta + imurointi	Täysimuovi , hitsisauma															
yksikkö	m2	m2	m2	m2															
Työmaa 145	369	369	369	369															
Työmaa 145	322	322	322	322															
Työmaa 145	339	339	678	339															
Työmaa	-	-	-	-															
Työmaa	-	-	-	-															
Työmaa	-	-	-	-															
Työmaa	-	-	-	-															
Työmaa	-	-	-	-															
Työmaa	-	-	-	-															
Työmaa	-	-	-	-															
Työmaa	-	-	-	-															
Työmaa	-	-	-	-															
Työmaa	-	-	-	-															
Työmaa	-	-	-	-															
Työmaa	-	-	-	-															
Työmaa	-	-	-	-															
Työmaa	-	-	-	-															

Mittaviivan tutkija on käyttänyt saamiaan em. arvoja omassa tutkimuksessaan, eikä näin ollen vastaa kyseisten arvojen luotettavuudesta muussa mahdollisessa jatkokäytössä.

Mittaviiva Oy
Oskar Leinonen
oskar.leinonen@mittaviiva.fi
puh. 050-3054725

<http://www.ratu-hanke.fi>
<http://www.mittaviiva.fi>



mittaviiva oy