

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri AMK

Rakennesuunnittelu

2020

Heikki Auer

SUUNNITTELUAJAN ARVIOINTI

Yrityksen asuntorakentamisen
rakennesuunnitteluun kuluvan keston tutkiminen
järjestelmätietojen perusteella

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri

Ohjaaja DI Olli Hautaniemi ja arkkitehti SAFA Tapio Keiramo

2020 | 45 sivua, 0 liitesivua

Heikki Auer

SUUNNITTELUAJAN ARVIOINTI

Yrityksen asuntorakentamisen rakennesuunnitteluun keston tutkiminen järjestelmätietojen perusteella

Tässä Ramboll Finland Oy:n kanssa yhteistyössä tehdyssä opinnäytetyössä tutkittiin asuntorakentamisen rakennesuunnittelun kestoja. Tavoitteena oli selvittää, mitä rakennesuunnittelun kestojaan liittyviä järjestelmätietoja löytyy.

Ramboll Finland Oy tarjoaa rakennesuunnittelua lukuisiin kohteisiin koko Suomen alueella. Erityisesti asuntorakentamisessa halutaan säilyttää tarjousten kilpailukyky perustamalla tarjoushinnoittelu yhä enemmän tietoon. Tässä insinöörityössä tutkittiin, mitä tietoa rakennesuunnitteluun kuluva ajasta löytyy kahdesta eri järjestelmästä, BIM-järjestelmästä sekä ajanseurantajärjestelmästä.

Työssä saatiin kerättyä tutkimukseen perustuvia todisteita käytössä olevien ohjelmien sisältämän tiedon soveltamisesta rakennesuunnittelun keston ja sitä kautta kustannusten muodostumiseen. Nykyinen tiedonkeruumääritys ei suoraan tue tarjousvaiheen tuntimääräarvion tekemistä, joten työn tuloksena on ehdotus siitä, miten rakennesuunnittelun ajan kestoja pystytään jatkossa paremmin mittaamaan sekä ennustamaan.

Rakenteiden erilaisuuksista johtuvista syistä ja ohjelmien vajaista tiedoista johtuen järjestelmien tiedot antavat vajaan kuvan rakennesuunnitteluun kuluva ajasta, joten tämän tutkimuksen tietoja voidaan käyttää ainoastaan suuntaa antavana tietona.

ASIASANAT:

Asuntorakentaminen, työmääräarvio, rakennesuunnittelu, tarjousprosessi, Tekla Structures, Maconomy

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil Engineering

Instructors Olli Hautaniemi, M.Sc. and Tapio Keiramo, Architect SAFA

2020 | 45 pages, 0 pages in appendices

Heikki Auer

ASSESSMENT OF DESIGN TIME

Studies on the duration of the structural design of a company residential construction based on system data

In this thesis, which was carried out in collaboration with Ramboll Finland Oy, the duration of the structural design of residential construction was studied. The aim was to determine what kind of system information related to the duration of structural design is found.

Ramboll Finland Oy offers structural design for numerous sites throughout Finland. In residential construction, in particular, the aim is to maintain the competitiveness of offering by basing offer pricing increasingly on information. The purpose of this thesis was to study what information on the structural design time can be found in two different systems, the BIM system and the time tracking system.

In this thesis, evidence based on research was collected on the information contained in the programs, and their application to the duration of structural design and thus to the formation of costs.

Due to structural differences and lack of application data, the data gives an underestimation of the time spent on structural design, so the data from this study can only be used as indicative data.

The current data collection definition does not directly support the estimation of the number of hours in the tender phase, so the result of the work is a proposal on how the duration of the structural design period can be better measured and predicted in the future.

KEYWORDS:

Residential construction, workload assessment, structural planning, bidding process, Tekla Structures, Maconomy.

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET	7
1 JOHDANTO	8
1.1 Työn tausta	8
1.2 Työn tarkoitus ja tavoite	8
1.3 Ramboll Finland Oy	9
2 ASUINRAKENNUKSEN RAKENNESUUNNITTELU	10
2.1 Rakennesuunnittelun tehtävät	10
2.2 Rakennesuunnittelu tietomallilla, YTV 2012	11
2.3 Rakennusprojektin rakennesuunnittelun vaativuus ja suunnittelijan pätevyudet	12
2.4 SKOL-luokat	13
2.5 Rakennusmateriaalin vaikutus	15
3 VALITUT PROJEKTIT	16
3.1 Projekti 1	16
3.2 Projekti 2	17
4 RAMBOLLIN TAPA ARVIOIDA RAKENNESUUNNITTELUN KESTOA	19
4.1 Haastattelu 1	19
4.2 Haastattelu 2	20
5 JÄRJESTELMIEN TIEDOT	24
5.1 BIM-järjestelmän (Tekla Structures) tiedot	24
5.1.1 Ajanseuranta Tekla Structuressa	24
5.1.2 Raportit	25
5.1.3 Vertailu	26
5.2 Ajanseurantajärjestelmän (Maconomy) tiedot	29
5.2.1 Ajanseurannan vaiheistus	29
5.2.2 Raportit	32
5.2.3 Vertailu	32
5.3 Tietojen yhdistämiskelpoisuus	35
5.4 Johtopäätelmä	37
6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖS	38

6.1 Yhteenveto	38
6.2 Järjestelmätietojen yhdistämisestä	39
6.3 Ehdotus ajanseurantajärjestelmän rakenteesta	39
LÄHTEET	41

KUVAT

Kuva 1. Projekti 1 generoituna Tekla Structurella.	17
Kuva 2. Projekti 2 generoituna Tekla Structurella.	18
Kuva 3. Tekla mallin komponentin muutoshistoria (käyttäjätunnukset poistettu).	25
Kuva 4. Tekla mallin komponentin muutoshistoria raportissa (käyttäjätunnukset poistettu).	26
Kuva 5. Tekla-piirustuksen muutoshistoria (käyttäjätunnukset poistettu).	26
Kuva 6. Projekti 1, projektin jaottelu.	30
Kuva 7. Projekti 2, projektin jaottelu.	31
Kuva 8. Projekti 1, valmisosasuunnittelun jaottelu.	31

KUVIOT

Kuvio 1. Projekti 1, mallin komponenttien luonnit ja muutokset kuukausittain.	28
Kuvio 2. Projekti 2, mallin komponenttien luonnit ja muutokset kuukausittain.	28
Kuvio 3. Suunnittelutuntien jakautuminen projektin keston mukaisesti.	33
Kuvio 4. Projekti 1, tunnit SKOL-luokittain.	34
Kuvio 5. Projekti 2, tunnit SKOL-luokittain.	34
Kuvio 6. Projekti 1, yhdistetyt tunnit ja mallinnustapahtumat.	36
Kuvio 7. Projekti 2, yhdistetyt tunnit ja mallinnustapahtumat.	36

TAULUKOT

Taulukko 1. Erot RAK18 ja asuntosuunnittelun tehtäväluetteloiden välillä päätasolla.	11
Taulukko 2. Mallinnuksen tarkkuustaso (YTV 2012c).	12
Taulukko 3. Asuntorakentamisen suunnittelutöiden jaottelu työmääräarvioita varten.	21
Taulukko 4. Tehtävätason jakaminen yksityiskohtaisemmiksi työmääräarvioiksi.	22
Taulukko 5. Suunnitteluprojektin tuntimääräarvio jaoteltuna suunnitteluvaiheisiin sekä SKOL-luokkiin.	23
Taulukko 6. Projektin Tekla-mallissa olevat komponenttien luomiset ja muutokset.	27
Taulukko 7. Projektien suhdeluvut, mallinnustapahtumat/rakennusneliöt.	27

Taulukko 8. Projekti 2, listaus projektinnumeroista.	29
Taulukko 9. Ehdotus projektin ajanseurannan tarkennetuksi jaotteluksi.	40

KÄYTETYT LYHENTEET

BIM	rakennuksen tietomallintaminen, <i>Building Information Modeling</i> , (YTV 2012)
brm ²	rakennuksen bruttoala neliömetreinä (RT 12-11055)
EBITA	taloushallinnan termi, liikevoitto + aineettomien hyödykkeiden poistot ja arvonalentumiset (Inderes.fi)
htm ²	rakennuksen huoneistoala neliömetreinä (RT 12-11055)
hym ²	hyötyala neliömetreinä (RT 12-11055)
SKOL	suunnittelu- ja konsultointiyrietykset SKOL ry (SKOL Ry)
tietomalli	rakennuksen kolmiulotteinen digitaalinen kuvaus, joka sisältää rakennuksen tiedot (YTV 2012 Osa 1)
YTV 2012	<i>yleiset tietomallivaatimukset</i> 2012, Senaattikiinteistöjen laatima tietomallinnusvaatimuskokoelma (YTV 2012 Osa 1)

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Rakennesuunnittelun toteutumisen lähtökohtana on aina tarjoustoiminnan pohjalta saatu tilaus. Tarjouksen hinnoittelu on kriittinen tekijä laatukriteerien ohella, ja näistä muodostuu kokonaisuus, joka kilpailee muitten yritysten tarjousten kanssa. Tarjouksen hinnoittelu riippuu kohteen tiedoista, rakenteesta, laajuudesta, vaativuustasoista ja ajoituksesta, sekä myös markkinoilla vallitsevasta tilanteesta.

Opinnäytetyön tilaajana on Ramboll Finland Oy:n Rakennesuunnittelun osaston alla toimiva Asuntorakentaminen-osasto. Rambollin tarjoustoiminnassa on katsottu oleelliseksi, että tarjoushinnoittelua tehdessä rakennesuunnittelun kustannukset on arvioitu todellisuutta vastaaviksi. Rakennesuunnittelun keston arvioinnista on olemassa sangen vähän materiaalia, ilmeisesti ainakin siksi, että yritykset haluavat pitää tapansa arvioida yritysalaisuutena.

1.2 Työn tarkoitus ja tavoite

Työn tarkoituksen on tutkia, mitä tietoja BIM- ja ajanseurantajärjestelmistä löytyy rakennesuunnittelun kestosta, ja miten tätä tietoa voidaan käyttää hyväksi tulevissa tarjoushinnoitteluissa sekä miten kerättäviä tietoja pitäisi tarkentaa, jotta kestoarvot vastaavat mahdollisimman hyvin toteutuvaa.

Tämän opinnäytetyö on tarkoitus toteuttaa laadullisena tutkimuksena, jossa vertaillaan valittuja projekteja tapaustutkimuksena sekä haastatteluihin pohjautuen.

Tutkimuskysymykset ovat seuraavat:

Mitä tietoja järjestelmistä löytyy, mikä voisi auttaa parantamaan tarjousten hinta-arviota?

Mitä tietoa pitäisi kerätä, että jatkossa voidaan ennustaa tarkemmin rakennesuunnittelun kustannuksia?

Työn kohteeksi on rajattu kaksi Rambollin valitsemaa rakennusprojektia, jotka kuvaavat Rambollin asuntosuunnittelun rakennesuunnittelua laajasti. Koska haluttiin saada kattava kuva projektien ajankäytöstä, valittiin yhdeksästä projektista nykymallisen

ajanseurannan piirissä olevat, Tekla Structures -ohjelmalla mallinnetut, ja tyypillistä asuntorakentamista edustavat projektit. Tutkittavat järjestelmät ovat Tekla Structures (BIM) sekä Maconomy (ajanseuranta).

1.3 Ramboll Finland Oy

Ramboll on vuonna 1945 perustettu kansainvälinen suunnittelu- ja konsultointialan yritys. Säätiöomisteisessa yhtiössä työskentelee 16 500 eri alojen ammattilaista globaalisti. Rambollin toimialat ovat kiinteistöt ja rakentaminen, infra ja liikenne, kaupunkisuunnittelu, vesi, ympäristö ja terveys, energia sekä johdon konsultointi. Vuonna 2019 Ramboll-konsernin liikevaihto oli 1,89 miljardia euroa. (Ramboll Finland 2020).

Suomessa Ramboll Finland Oy toimii maanlaajuisesti 2 500 asiantuntijan voimin, ja liikevaihto on 240 miljoonaa euroa, Suomen pääkonttori sijaitsee Espoossa. Rambollin asiakkaita ovat ministeriöt, valtion virastot ja laitokset, kaupunkien ja kuntien organisaatiot, teollisuus, satamat, rakennusliikkeet sekä yritykset ja yhdistykset. (Ramboll Finland 2020).

2 ASUINRAKENNUKSEN RAKENNESUUNNITTELU

Rakennesuunnittelun tehtävänä on tuottaa rakennuksen rakennesuunnitelmat tavalla, joka ottaa huomioon lait, asetukset ja ohjeet, rakennuttajan taloudelliset ja muut siihen kohdistuvat vaatimukset koko rakennuksen elinkaaren aikana (RIL 299-1-2013). Rakennesuunnittelun tarjouksissa ja sopimuksissa noudatetaan yleisesti Konsulttitoiminnan yleisiä sopimusehtoja KSE 2013 (RT-11143). Asuntorakentamiselle on erillinen ohjetiedosto RT-10828, asuntokohteiden suunnittelusopimusten laatiminen, johon sisältyy täytömalli rakennesuunnittelusopimuksesta.

2.1 Rakennesuunnittelun tehtävät

RT 103087, Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo RAK18, määrittelee rakennesuunnittelun tehtävät rakentamisen eri vaiheissa. Jokainen vaihe on jaettu tehtäviin ja tulokseen. Lisäksi jokaiselle vaiheelle on eritelty erikseen tilattavat tehtävät. Näiden lisäksi rakennesuunnittelijan toimeksiantoon voi kuulua myös tuote- ja valmisosasuunnittelun sekä rakennusfysikaalisen suunnittelun tehtäviä.

RT 10-10827, Asuntosuunnittelun tehtäväluettelo, määrittelee toimialakohtaisen tehtäväluettelon asuntosuunnitteluun. Tähän ohjeeseen on valittu toimialakohtaisia tehtäviä projektin eri vaiheissa, jotta voidaan helpommin yhteensovittaa eri toimialojen tehtäviä keskenään. Tehtävät on listattu supistetussa muodossa, ja koska ohjeessa viitataan vanhentuneeseen RT-korttiin RT 10-10577, RAK 95, tehtävien järjestykset ja sisältö poikkeavat hieman RAK18:sta. Selkeästi RT 10-10827 on ajanmukaistamisen tarpeessa.

Taulukossa 1 on kuvattu Rakennesuunnittelun tehtäviä RAK18 ja Asuntosuunnittelun tehtäväluetteloita keskenään, jolloin voidaan todeta, että RAK 18 on tarkentunut huomattavasti. Lisäksi on huomioitava, että RAK18:n erillistehtävät ovat jokaisen rakennusvaiheen alla ja Asuntosuunnittelun tehtäväluettelossa yhtenä erillisenä kohtana.

Taulukko 1. Erot RAK18 ja asuntosuunnittelun tehtäväluetteloiden välillä päätasolla.

Erot tehtäväluetteloiden pääotsikkotasolla	
RAK18, RT 103087	Asuntosuunnittelun tehtäväluettelo, RT 10-10827
Tarveselvitys	Tarveselvitys
Hankesuunnittelu	Hankesuunnittelu
Suunnittelun valmistelu	
Ehdotussuunnittelu	Luonnosuunnittelu
Yleissuunnittelu	
Rakennuslupatehtävät	
Toteutussuunnittelu	Toteutus suunnittelu
Rakentamisen valmistelu	
Rakentaminen	Rakennusaikaiset tehtävät
Käyttöönotto	Käyttöön- ja vastaanottoon liittyvät tehtävät
Takuuaika	Käytön aikaiset tehtävät
	Erillistehtävät

Kuitenkin käytännössä jokainen kohde on yksilöllinen, ja samalla myös eriteltävät tehtävät ovat erilaisia. Tämä asettaa vaatimuksia tarjoukselle ja sopimukselle, jotta voidaan yksiselitteisesti kirjata rakennesuunnittelun laajuus. (RT 103087, 2019.)

2.2 Rakennesuunnittelu tietomallilla, YTV 2012

YTV 2012, Yleiset tietomallivaatimukset, osa 5, käsittelee rakennesuunnittelun mallintamista ja rakennesuunnittelijan tuottamien tietomallien vaadittua tietosisältöä. Rakennuksen tietomallien käytöllä pyritään hallittuun päätöksentekoon ja tiedonkulun tukemiseen suunnitteluryhmän sisällä sekä suunnittelijoiden, tilaajan ja urakoitsijan välillä.

Ohje kattaa rakennesuunnittelijan tuottaman suunnittelumallin, jota kutsutaan jatkossa rakennemalliksi. Rakennemalli kehittyy ja tarkentuu suunnitteluprosessin edetessä. Ohjeessa viitataan, että kuvatut suunnitteluvaiheet noudattavat TELU 08 Rakennesuunnittelun tehtäväluettelon vaiheita. Tällaista tehtäväluetteloa ei valitettavasti löydy Rakennustiedon RT Tietoväylä -palvelusta edes vanhentuneena.

YTV 2012 määrittelee myös mallinnuksen tarkkuustasot osan 5 liitteessä. Tarkkuustason voidaan viitata sekä tarjouspyynnössä, tarjouksessa ja työmääräarviota tehtäessä, tarkkuustasot on esitetty taulukossa 2. Liitteessä on lisäksi Talo 2000 -hankenimikkeistön rakennusosien mukaisesti mallinnukselta vaadittu tarkkuustaso rakennusosille hankintoja palvelemaan suunnitteluvaiheeseen.

Taulukko 2. Mallinnuksen tarkkuustaso (YTV 2012c).

Mallinnuksen tarkkuustaso	Mallinnuksen tarkkuustason kuvaus
1	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein.
2	Mallinnetaan perusgeometrian osalta oikein niin, että rakenteiden kokonaismäärät selviävät mallista. Rakenteet elementoidaan.
3	Mallinnetaan tyyppielementit ja tyyppipaikallavalut geometrian ja sijainnin osalta oikein liittymiseen, raudoitteeseen ja valutarvikkeeseen. Teräskokoonpanoista tehdään betonielementtejä vastaavat mallikokoonpanot liitoksineen (liittopilareihin myös raudoitteet). Muut osat mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein liittymiseen ja valutarvikkeeseen.
4	Mallinnetaan elementit ja paikallavalut geometrian ja sijainnin osalta oikein liittymiseen, raudoitteeseen ja valutarvikkeeseen. Teräskokoonpanot mallinnetaan konepajatasolle (liittopilareihin myös raudoitteet). Paalutarkkeet siirretään malliin ja paalut mallinnetaan toteuman mukaan.

2.3 Rakennusprojektin rakennesuunnittelun vaativuus ja suunnittelijan pätevyudet

Yhtenä päätökijänä työmääräarvioissa on rakennettavan kohteen vaativuus sekä suunnittelijan pätevyysvaatimukset. Maankäyttö- ja rakennuslaissa määritellään suunnittelu-tehtävien vaativuusluokat sekä suunnittelijoiden kelpoisuusvaatimukset (Lakimuutos 41/2014). Ympäristöministeriö on julkaissut ohjeen kantavien rakenteiden suunnittelu-tehtävien vaativuusluokista, sekä rakennusfysikaalisten suunnittelutehtävien ja kosteusvaurion korjaussuunnittelutehtävien vaativuus, jossa on esitetty luokat sekä tarkempi

ohje kohteen kuvauksesta (YM1/601/2015). Luokat ovat kantavien rakenteiden suunnittelutehtävissä seuraavat:

- vähäinen kantavien rakenteiden suunnittelutehtävä
- tavanomainen kantavien rakenteiden suunnittelutehtävä
- vaativa kantavien rakenteiden suunnittelutehtävä
- poikkeuksellisen vaativa kantavien rakenteiden suunnittelutehtävä.

Rakennusfysiikan ja kosteusvauriokorjauksen osalta luokat ovat samat, paitsi vähäinen suunnittelutehtävä on jätetty määrittelemättä. (YM1/601/2015). Helsingin kaupungin Topten-käytännöistä löytyy edellä mainittujen lisäksi rakennesuunnittelijantehtävän vaativuusluokka vaativa+ (V+), joka tarkoittaa Vaativa-luokkaa silloin, kun kerroskorkeus ylittää 8 kerrosta, sekä jännevälit ovat suuremmat kuin 15 m.

Vastaavasti Ympäristöministeriö on julkaissut ohjeen rakennusten suunnittelijoiden kelpoisuudesta, joka kuvaa edellä mainitun ohjeen luokkiin ohjeen koulutuksesta sekä kokemuksesta. (YM2/601/2015).

Edellisten ohjeiden lisäksi jokainen kunta ja kaupunki tulkitsee pätevyysvaatimukset omalla tavallaan, joten on havaittavissa paikallista vaihtelua eri kaupunkien välillä. Ratkaisuksi tähän vaihteluun ovat suurimmat kunnat julkaisseet oman tulkintansa rakennesuunnittelijan pätevydestä, ns. Topten-kortissa, jossa on esitetty yhdessä kooste säädöksestä, ympäristöministeriön ohjeesta, ja rakennusvalvonnan tulkinnasta. (Topten-käytäntö).

2.4 SKOL-luokat

SKOL ry on suunnittelu- ja konsultointialan yritysten toimialajärjestö. Yhdistyksen tavoitteena on edistää hyvää suomalaista suunnittelua ja konsultointia, joka ratkaisee yhteiskunnan ja elinkeinoelämän merkittäviä tulevaisuuden haasteita. SKOL on Teknologiateollisuuden jäsen ja suunnittelu- ja konsultointiala on yksi Teknologiateollisuuden viidestä päätoimialasta. (SKOL ry 2020b).

SKOL on julkaissut koulutus- ja kokemustaustaan perustuvan henkilöryhmittelyn, jonka perusteella voidaan kiinnittää tehtävän edellyttämän pätevyyden omaava henkilö työtä

suorittamaan. Tätä jaottelua voidaan myös käyttää tarjousten hinnoitteluissa, työnsuunnittelussa sekä tehtävien jaossa. (SKOL ry 2020a.).

SKOL-henkilöryhmittelyn mukaiset tehtävät ovat seuraavat (SKOL ry 2020a):

E Johtavat asiantuntijat / erityisasiantuntijat

- Erittäin suuren ja laajaa kokemusta vaativan hankkeen johtaminen tai sen pääsuunnittelu.

- Erityisasiantuntemusta vaativa selvitys tai suoritus.

01 Johtavat konsultit / johtavat erikoissuunnittelijat / johtavat arkkitehdit

- Suuren tai vaativan hankkeen johtaminen tai sen pääsuunnittelu.

- Vaativa tekninen johtamistehtävä tai erikoisalan vaativa konsulttityö.

02 Vanhemmat konsultit / vanhemmat erikoissuunnittelijat / vanhemmat arkkitehdit

- Hankkeen tai sen laajan osatehtävän johtaminen tai sen pääsuunnittelu.

- Korkean tason asiantuntijatehtävä tai vastuullinen konsulttityö.

03 Konsultit / erikoissuunnittelijat / kokeneet toimistoarkkitehdit

- Hankkeen tai sen osan päällikkötehtävä tai sen erityistä kokemusta vaativa suunnittelu- ja tutkimustyö.

- Erikoisalan asiantuntijatehtävät tai vastuullinen konsulttityö.

04 Suunnittelijat / toimistoarkkitehdit

- Kokemusta ja ammattitaitoa edellyttävä, itsenäisesti suoritettava, vaativa suunnittelu- ja tutkimustyö.

05 Nuoremmat suunnittelijat

- Suunnittelu- tai tutkimustyö kokeneemman henkilön johdolla ja valvonnassa.

06 Suunnitteluassistentit / tekniset avustajat / avustavat suunnittelijat

- Avustavan tai aloittelevan suunnittelijan, suunnitteluassistentin tai teknisen avustajan tehtävät.

- Kokemusta vaativa tekninen avustajatehtävä.

07 Avustajat ja harjoittelijat

- Piirtäjän, laborantin, kartoittajan, kairaajan, harjoittelijan yms. suunnittelua avustavat työt.

2.5 Rakennusmateriaalin vaikutus

Asuntorakentamisen tyypillinen runkomateriaali on betoni, ja onkin mielenkiintoista seurata puurakentamisen laajenemista asuntorakentamiseenkin.

Helsingin kaupungin Kehittyvä kerrostalo -ohjelmassa on vertailtu puu- ja betonirakentamista toisiinsa, ja ohjelmassa rakennettiin kaksi puukerrostaloa yht. 5 125,5 brm² ja kaksi betonikerrostaloa yht. 5 130,5 brm².

Ohjelmassa todettiin samankaltaisten kerrostalojen suunnitteluajan olevan betonirakenteisena 30 % nopeampi kuin puurakenteisena. Tämä johtuu tutkimuksen mukaan siitä, että betonirakenteita on suunniteltu jo miltei 50 vuotta, betonielementit ovat vakiintuneita, ja puurakenteiden tuuli- ja vetokuormien mitoitus tehtiin normaalia tarkemmin. (Kehittyvä kerrostalo).

Tulevaisuudessa on odotettavissa, että suunnitteluajojen ero pienenee, kun puutalojen suunnittelusta tulee samanlainen rutiini kuin betonirakenteista.

3 VALITUT PROJEKTIT

Projektit valittiin yhdeksästä toteutuneesta projektista, josta valittiin kaksi tarkastelua varten. Valinnan kriteereinä oli edustava laajuus sekä mallinnus Teklalla, jolloin valituiksi tulivat kaksi projektia, joista käytetään nimityksiä Projekti 1 sekä Projekti 2.

Koska valittuja kohteita on vain kaksi, tutkimusta on pidettävänä laadullisena, koska määrä ei oikeuta tilastolliseen tutkimiseen.

3.1 Projekti 1

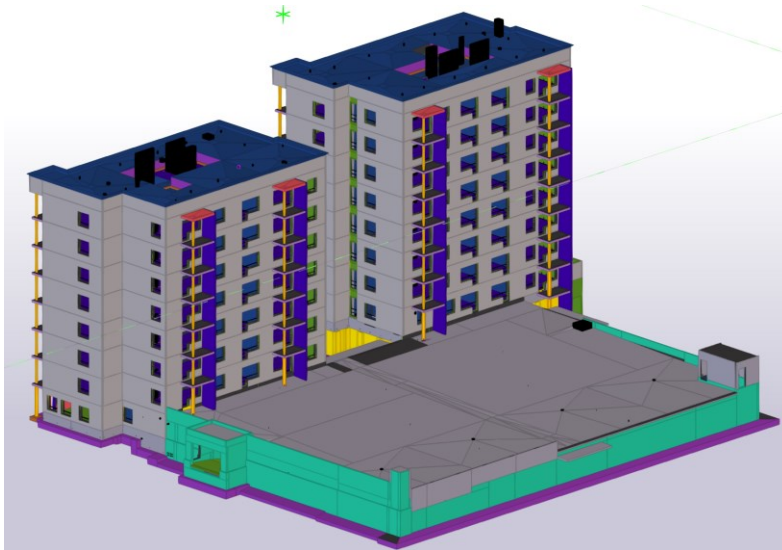
Rakennus sijaitsee Helsingin Pohjois-Haagan kaupunginosassa. Projekti sisältää kaksi pistetaloa yhdellä porrashuoneella ja autotallin, yhteensä 8017 brm², 4006,5 hym².

Tilaus sisälsi asuntopuunnittelun tehtäväluettelo RT10-10827:n pääkohtien 3–7 rakennesuunnittelutehtävät sekä erillistehtävistä kohdan 8.9, elementtisuunnittelu. Tietomallinnuksen tarkkuus oli valittu YTV 2012 taso 2 ja suunnittelutehtävän vaativuusluokka on vaativa+, sisältäen asuinrakennusten seuraamusluokkana CC3 ja pysäköintihallin seuraamusluokkana CC2. Runkomateriaaleiksi oli valittu betoni.

Pistetaloit ovat 8–9 kerroksisia, joka kasvattaa seuraamusluokkaa ja terästen määrää, tosin kerroksissa ja parvekkeissa on paljon toistoa, jolla voidaan nopeuttaa suunnittelua. Rakennus on perustettu osittain maanvaraisesti, osittain ryömintätilaisesti rinnetontille, ja autotalli on perustettu maanvaraisesti. Rakennuksen julkisivu on muurattu tiili.

Suunnittelun haasteista mainittakoon väestönsuojatilat, jotka ensin suunniteltiin elementtirakenteisena ja vaihdettiin myöhemmin paikallavaluksi. Toisena haasteena olivat rakennuttajan valitsevat kylpyhuone-elementit, joiden käyttäminen tarkoittaa isoa reikää väli- ja yläpohjassa. Tämä aiheuttaa lisätöitä rakennuksen jäykistyksen suunnittelussa. Rakennukseen oli valittu rakennesuunnittelua helpottavat esivalmistetut ilmanvaihtokonehuoneet.

Kuvassa 1 on esitetty rakennuksen kuva generoituna Tekla Structures -mallista.



Kuva 1. Projekti 1 generoituna Tekla Structurella.

3.2 Projekti 2

Rakennus sijaitsee Helsingin Kuninkaantammen kaupunginosassa. Projekti sisältää yhden lamellitalon, jossa on 5 porrashuonetta ja autohalli, yhteensä 10 053 brm², 7 755 hym².

Tilaus sisälsi asuntopuunnittelun tehtäväluettelo RT10-10827:n pääkohtien 3–7 rakennuspuunnittelutehtävät sekä erillistehtävistä kohdat 8.1, 8.2, 8.5 ja 8.6. Projektiin kuului myös rakenne- ja betonivalmisosasuunnittelun välisten tehtävärajausten määrittely, koska ne tulivat eri toimistoilta. Tietomallinnuksen tarkkuudeksi oli valittu YTV 2012 taso 2, ja suunnittelutehtävän vaativuusluokka on vaativa+, joista jälkimmäinen tarkoittaa asuinrakennusten seuraamusluokkana CC2. Runkomateriaaleiksi oli valittu betoni.

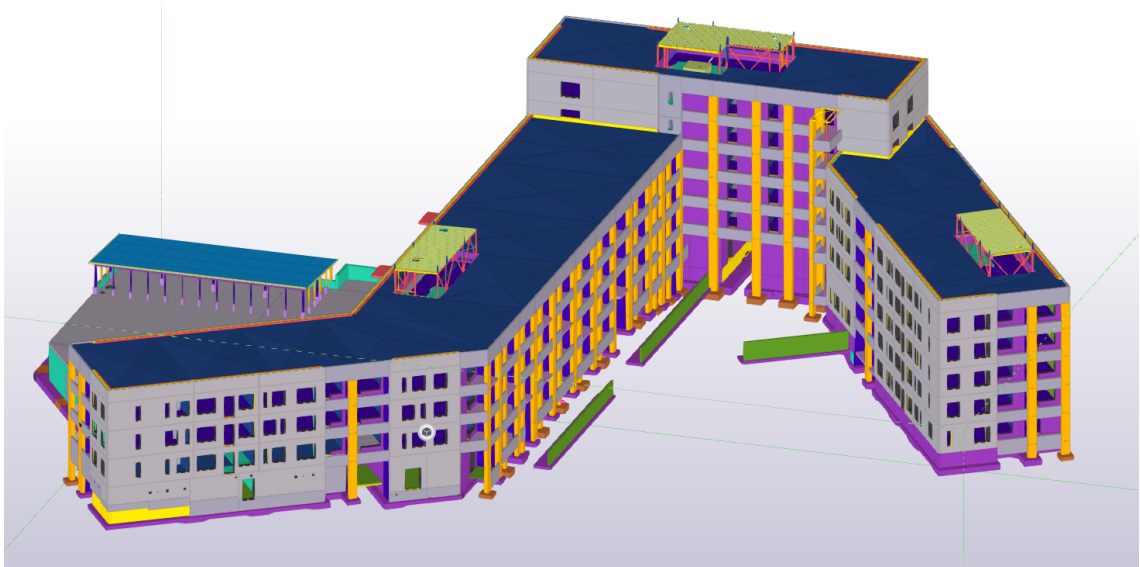
Talon lamellit ovat erikorkuisia, vaihtelevasti 4–6 kerroksisia, sisältäen maanalaisen pysäköintihallin. Rakennus on perustettu osittain maanvaraisesti ja osittain ryömintätalaisesti ja sisältää väestönsuojatilat.

Suunnittelun haasteita oli tässä projektissa sängen paljon. Seuraavaan listaan on koottu niistä suurimmat:

- Kaksi sisääntulokäytävää rakennuksen alla.
- Vaihtuvat parvekelinjat.
- Autohalli pihakannen alapuolella, osittain maan alla.

- Keskenään erilaisten ilmanvaihtokonehuoneiden paikallaanrakennettavat teräs-rungot, joita ei voitu sijoittaa kantavien linjojen päälle.
- Yhteen lamelliin oli sijoitettu 4.5 m korkea liiketila.
- Lamellien välillä oli korkeuseroja myös alapohjien osalta, johtuen vaihtuvasta kerrosluvusta (4–6 kerrosta), mistä syystä tarvittiin vesikattoleikkauksia enemmän kuin normaalisti. Edellä mainituista syistä rakennukseen jouduttiin valitsemaan vaativia rakenteita, mikä osaltaan pitkitti suunnittelutyötä.
- Yhteensovitus naapuritontin rakennuksien kanssa on vaativa rajoitetun tilan takia.

Kuvassa 2 on esitetty rakennuksen kuva generoituna Tekla Structures -mallista.



Kuva 2. Projekti 2 generoituna Tekla Structurella.

4 RAMBOLLIN TAPA ARVIOIDA RAKENNESUUNNITTELUN KESTOA

Aineisto kerättiin haastattelemalla. Koska osasto on sangen uusi ja käytännössä tarjouksia tekee kaksi henkilöä, luonnollinen valinta oli, että molempia haastateltiin ja heidän menetelmiään laskea rakennesuunnittelun kestoa verrattiin keskenään.

Haastattelut toteutettiin yksilöhaastatteluna, jotka toteutettiin etäyhteydellä. Haastattelu kesti noin tunnin, ja haastattelukysymyksenä oli seuraava teema:

1. Miten tarjousprosessissa arvioidaan asuntosuunnitteluun kuluva aika?

4.1 Haastattelu 1

Haastattelut tehtiin 25.9.2020 ja 2.11.2020. Haastateltavana oli Miikael Nelimarkka, yksikön päällikkö, Betonirakenteet ja asuntorakentaminen.

Tarjousprosessin tavoitteena on tuottaa tarjouslaskenta ja tarjous siten, että tuntimäärät ovat luotettavat, ja siten, että normaalin rakennuksen tarjouksen tekemiseen menee enintään tunti aikaa. Rakennesuunnitteluun kuluva aika arvioidaan tarjouspyynnössä esitettyjen tietojen perusteella. Yleensä siinä esitetään rakennuksen koko huoneistoalana, hyötyalana, bruttoalana, tai kerrosalana, joista viimeisin on asuntorakentamisessa yleisin. Tarjouspyynnöissä esitetyt pinta-alat noudattavat pääpiirteittäin standardia SFS 5139 (RT 12-11055).

Ensimmäinen arvio rakennesuunnittelun kestosta tehdään kertomalla em. kerrosala kokemusperäisellä neliökustannuksella, josta saadaan arvio kokonaishinnasta. Neliökustannus on valittu myös siitä syystä, että se kuvastaa myös markkinoiden kilpailutilannetta, eli sitä hintatasoa, jolla tarjouskilpailun voi voittaa. Kokonaishinta jaetaan keskintuveloituksella, josta tuloksena arvio tuntimäärästä. Vertailuhintana käytetään myös em. kokonaishintaa jaettuna tiedossa olevilla bruttoneliöillä, huoneistoalalla tai hyötyalalla, jolloin saadaan neliöhintaa verrattua aikaisempiin vastaaviin projekteihin.

Aiempi hinta-arvio tarkistetaan myös toisella laskentamenetelmällä, jossa arvioitu tuntimäärä jaetaan projektin vaiheisiin:

- luonnossuunnittelu
- lupasuunnittelu
- toteutussuunnittelu
- rakentamisen aikainen suunnittelu

Tätä jaottelua käytetään resurssitarpeen arviointiin, sekä suunnitteluajan määrittämiseen. Useasti projektit myydään markkinahintaan ja kokonaishinnalla, jolloin käytettävissä on rajoitettu aika, ja tällaiset projektit nähdään myös osana rakennesuunnittelun parantamisprosessina, suunnittelu on voitava suorittaa käytettävissä olevana aikana.

Tarjousvaiheessa tehdään myös käyttökate-laskenta (EBITA). Laskennassa arvioidaan aiemman tuntiarvion jakautuminen eri SKOL-luokille, joista erikseen määritellyn SKOL-luokkakohtaisen keskihinnan mukaisesti lasketaan koko projektin käyttökate. Laskennassa esitetyllä tuntiarviolla tarkennetaan resurssisuunnittelua.

Edellä mainituilla kapasiteettitarpeet arvioidaan ja lisätään kapasiteettivarauksiin resurssinhallintajärjestelmässä (SilverBucket), jossa näkyvät jo aiemmin allokoitujen työmäärien yksiköille, sekä vapaa kapasiteetti, ja voidaan määrittellä projektin aloitusaika ja resurssit.

4.2 Haastattelu 2

Toisena haastateltavana tässä työssä oli Rambollin asuntorakentamisen osaston päällikkö Katja Suovo. Haastattelu tehtiin 28.9.2020.

Rakennesuunnittelun ajan määrittäminen alkaa tarjouspyynnössä olevien tietojen ryhmittelyllä suunnitteluvaiheiden mukaisesti. Käytössä on Asuntorakentamisen tehtäväluettelon mukainen jaottelu, joita on osittain päivitetty vastaamaan RAK18 listaa sekä yrityksen tarjous/suunnitteluprosessia, esimerkkinä valmisosasuunnittelun siirtäminen toteutussuunnittelun vaiheeseen erillistehtävänä. Työn jaottelu on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Asuntorakentamisen suunnittelutöiden jaottelu työmääräarvioita varten.

Vaihe	Tehtävä
Tarjousvaihe	Tarjous
Työsuunnittelu	Projektin suunnittelu
3 Luonnossuunnittelu	3.1 Ehdotuksen laatiminen 3.2 Luonnoksen laatiminen
4 Toteutussuunnittelu	4.1 Alustavien teknisten suunnitelmien laatiminen 4.2 Rakennuslupa- ja markkinointiasiakirjojen laatiminen 4.3 Suunnitelmien laatiminen urakkalaskentaa varten 4.4 Täydentävien suunnitelmien laatiminen 8.9 Erillistehtävät / elementtisuunnittelu
5 Rakennusaikaiset tehtävät	5.1 Rakennustyön valvonta 5.2 Urakoitsijoiden ja tavarantoimittajien tuotantosuunnitelmien tarkastaminen
6 Käyttöön ja vastaanottoon liittyvät tehtävät	6.1 Käyttö- ja huoltosuunnitelmien laatiminen 6.2 Vastaanottotarkastukset
7 Käytönaikaiset tehtävät	7 Käytönaikaiset tehtävät
Projektin päätös	Projektin päätös

Tehtävät on edelleen jaettu pienempiin yksiköihin, tässä työn tuloksiin, joihin jokaiseen on kokemusperäisesti arvioitu tulokseen tarvittava työmäärä. Tämä jaottelu toimii samalla alustavana tehtävälistanä suunnitteluprosessille, jolloin suunnittelun ohjaus on nopeampi aloittaa. Lisäksi on huomattava, että tässä vaiheessa on otettu huomioon myös YTV 2012 mukainen mallinnustarkkuus, joka suoraan vaikuttaa kestoajoihin. Esimerkki jaottelusta on taulukossa 4, jossa on eräässä projektissa arvioidut tunnit kahdelle toteutussuunnittelun vaiheelle.

Taulukko 4. Tehtävätason jakaminen yksityiskohtaisemmiksi työmääräarvioiksi.

Tehtävä	Työmääräarvio	Mallin tarkkuus	Tehtävän tulos
4.3 Suunnitelmien laatiminen urakkalaskentaa varten	70	-	rakennelaskelmien laatiminen, palotekninen mitoitus
	60		Salaojat ja radon
	200		perustusten suunnittelu: detaljit, leikkaukset, tyyppiratkaisujen mallintaminen
	60	YTV2	perustusten mallintaminen
	20		routasuojauksen suunnittelu
	170		runkorakenteiden suunnittelu: detaljit, leikkaukset, tyyppiratkaisujen mallintaminen
	100	YTV2	rungon mallintaminen
	140		ulkoseinärakenteiden suunnittelu: detaljit, leikkaukset, tyyppiratkaisujen mallintaminen
	100	YTV2	ulkoseinärakenteiden mallintaminen
	120		vesikattorakenteiden suunnittelu: detaljit, leikkaukset, tyyppiratkaisujen mallintaminen
	120	YTV2	vesikattorakenteiden mallintaminen
	14		tasopiirustukset: tekstit, tarkastus
	112		tasopiirustukset: tuottaminen mallista, mittojen ja leikkaus-ym. merkintöjen täydentäminen
	60		täydentävien rakenteiden suunnittelu: katokset, teräsrakenteet ym.
	120		elementtiurakka-asiakirjojen laatiminen: elementtityöseloste, tyyppielementit, tyypilliset liitokset, julkisivukaaviot
	0	-	yksityiskohtainen laatutason määrittely rakennesuunnittelijan tehtäviin liittyen
	20	-	pihan tasaussuunnitelman tarkastaminen osaltaan
70	-	RAK-suunnitelmien yhteensovitus muiden suunnittelualojen suunnitelmien kesken	
0	-	osallistuminen urakkaneuvotteluun	
4.4 Täydentävien suunnitelmien laatiminen	200		toteutus suunnitelmien täydentäminen
	60		kohdan 4.3 tulosteiden täydentäminen
	30		reikäpiirustusohjeet: tekstit, ohjeet
	20		reikäpiirustusohjeet: tuottaminen mallista
	90	-	reikien tarkastaminen rakenteellisesti, yhteensovitus TATE-suunnittelijoiden kanssa

Yksityiskohtaiset työmääräarviot lasketaan takaisin yhteen vaihetasolle, jossa arvioidaan kullekin vaiheelle rakennesuunnittelun vaikeustaso, ja tämän perusteella valitaan yksi tai useampi suunnitteluhenkilöstön vaadittava SKOL-luokka. Kunkin vaiheen tunnit jaetaan näiden SKOL-luokkien kesken, jolloin samalla saadaan käsitys projektin eri vaiheissa tarvittavasta henkilöstöstä. Nämä tiedot yhdistettynä resurssinhallintajärjestelmään antavat käsityksen, millä aikataululla olemassa olevilla resursseilla projekti voidaan toteuttaa. Ohessa taulukko 5, jossa kuvataan suunnitteluprojektin eri vaiheiden tuntimääriä jaoteltuna SKOL:n mukaisiin vaativuustasoihin.

Taulukko 5. Suunnitteluprojektin tuntimääräarvio jaoteltuna suunnitteluvaiheisiin sekä SKOL-luokkiin.

Tehtävä	Tarjousva ihe	Työnsuun nittelu	3 Luonnoss uunnittelu	4 Toteutus uunnittelu	5 Rakennus aikaiset tehtävät	6 Käyttöön ja vastaanot toon liittyvät tehtävät	7 Käytönaik aiset tehtävät	Projektin päätös	Yhteensä
Työmääräarviot tehtävatasolta	15	45	187	2219	158	10	0	30	2664
SKOL 01	5	10	127	93	70	5		9	319
SKOL 02	10	35	60	82	38	5		15	245
SKOL 03									0
SKOL 04				1258	50			2	1310
SKOL 05				756				2	758
SKOL 07				30				2	32
Yhteensä (tarkistus)	15	45	187	2219	158	10	0	30	2664

Vaihetasolla lasketaan myös yhteen koko projektin työmääräarvio, josta lasketaan myös yksikkökustannukset, esim. työmäärää kuvaava luku tuntia/htm², jota käytetään vertailussa muihin kohteisiin.

5 JÄRJESTELMIEN TIEDOT

5.1 BIM-järjestelmän (Tekla Structures) tiedot

5.1.1 Ajanseuranta Tekla Structuressa

Tekla Structures on Yhdysvaltalaisen Trimble Inc. tuottama tietomallinnusohjelmisto, jota käytetään rakennuksen mallintamiseen. Sillä luodaan, yhdistellään, hallitaan sekä jaetaan tietomalleja, jotka mahdollistavat kaikkien materiaalien ja monimutkaisempienkin rakenteiden käytön. Lisäksi Tekla Structuresilla voi luoda tarvittavat piirustukset ja raportit. Tekla on alun perin suomalainen yritys, joka syksyllä 2011 siirtyi Trimble Inc:in omistukseen. (Tekla.com)

Ilmeisesti suomalaisen alkuperän takia ohjelma on levinnyt laajasti suomalaisiin rakennesuunnittelua tekeviin yrityksiin.

Trimble Inc. on kansainvälinen ja monialainen paikkatietopohjaiseen teknologiaan keskittynyt yritys. Edistykselliset Tekla-ohjelmistot tietomallintamiseen ja rakennesuunnitteluun kuuluvat Trimblen tuotevalikoimaan. Suomessa ohjelmistoa myy Trimble Solutions Oy, Espoo. (Tekla.com).

Opinnäytetyössä tutkittiin Tekla Structures -ohjelman ominaisuuksia malleista sekä ohjelman laajasta aineistosta (Teklastructures.support.tekla.com). Aikaan liittyviä viittauksia haettiin useilla hakusanoilla, kuten "time", "timestamp", "history", "planning", "user" jne, joista kaikki viittaukset suunnittelu-aikaan johtavat "Model History" -attribuutteihin. Asia varmistettiin lisäksi yrityksen BIM-tukiosastolta, ohjelmassa ei ollut varsinaista ajanseurantajärjestelmää, ja yleisesti pidettiin ajan mittaukseen liittyvän runsaasti epävarmuustekijöitä. Rambollilla käytetään Tekla Structuresin työryhmäominaisuutta, Tekla Model Sharing, jolla useampi käyttäjä voi mallintaa samaa kokonaisuutta, ja Tekla hallitsee eri komponenttien muutoksia. Käyttäjän tekevät muutoksia omassa mallissa, ja muutokset jaetaan muille eräajona, Write out -komennolla, sekä muiden muutokset saadaan omaan käyttöön, Read in -komennolla. Työryhmätyöskentely mahdollistaa laajojenkin projektien hallinnan. (Teklastructures.support.tekla.com).

Tekla Structures kerää tiimikäytössä (Shared Model) mallihistoriaa, kunhan keräys on kytketty päälle XS_COLLECT_MODEL_HISTORY -asetuksella. Komponenttien

attribuuteista löytyvät luomis- ja muutosajat, jotka voidaan generoida koko mallista "Model_History_Report" -raportilla. (Teklastructures.support.tekla.com).

5.1.2 Raportit

Tekla Structures kerää tietoa mallin muutoshistoriasta, jolloin mallin komponenteissa on tiedot luontiajasta sekä kaikista muutoksista. On erityisesti huomattava Tekla Structures mallinnuksen erilaiset tyylit eri henkilöillä, joskus on helpompi tuhota olemassa oleva komponentti ja luoda alusta asti uusi, jolloin poistettua komponenttia ei enää löydy tiedoista.

Teklan komponentit eivät sisällä tietoa projektin vaiheista eikä tietoa muutoksiin kulu- neesta ajasta, ja esim. rakennesuunnittelu ja betonielementtien valmisosasuunnittelu kä- sittelee samaa komponenttia/kokoonpanoa, ja heidän muutoksensa näkyvät samassa listassa. Käyttäjätunnuksista voisi erotella rakennesuunnittelun ja valmisosasuunnittelun toisistaan osittain, mutta tässä tutkimuksessa oli päätetty jättää henkilötiedot pois tieto- suoja-asetuksen perusteella. Jaottelua hankaloittaisi myös se, että samat henkilöt voivat tehdä molempia suunnittelulajeja.

Ohessa esimerkki mallin muutoshistoriatiedoista (kuva 3).

Owner	:	RAMBOLL/	[REDACTED]
Temporary ID	:	47554255	
Created	:	02.08.2018 13:39:58	[REDACTED]
Modified	:	26.09.2018 16:11:46	[REDACTED]
History			
02.08.2018 13:39:58		insert	[REDACTED]
02.08.2018 13:54:47		insert	[REDACTED]
09.08.2018 17:57:12		update	[REDACTED]
10.08.2018 16:53:53		update	[REDACTED]
10.08.2018 17:15:25		update	[REDACTED]
10.08.2018 18:41:10		update	[REDACTED]
10.08.2018 21:07:00		update	[REDACTED]
13.08.2018 11:58:09		update	[REDACTED]
26.09.2018 16:11:46		update	[REDACTED]

Kuva 3. Tekla mallin komponentin muutoshistoria (käyttäjätunnukset poistettu).

Muutoshistoria koko mallille on saatavana myös raporttimuodossa, jossa raportti on .xsr- muotoa ja on saatavissa joko komponenteille tai koko mallille (kuva 4). Raportti löytyy

Reports-valikosta, ja on osittain räätälöitävissä. Raportit ovat sangen suuria, Projekti 1, 36848 riviä ja Projekti 2, 30465 riviä.

Part	ID:47554255]		
		insert	02.08.2018 10:39:58
		insert	02.08.2018 10:54:47
		update	09.08.2018 14:57:12
		update	10.08.2018 13:53:53
		update	10.08.2018 14:15:25
		update	10.08.2018 15:41:10
		update	10.08.2018 18:07:00
		update	13.08.2018 08:58:09
		update	26.09.2018 13:11:46

Kuva 4. Tekla mallin komponentin muutoshistoria raportissa (käyttäjätunnukset poistettu).

Myös piirustuksista löytyy muutosaikaleimoja, ja näistä ilmenee, että piirustuksiakin muutetaan yleisesti lukuisia kertoja (Kuva 5).

Drawing	G [14]		
		insert	13.08.2018 13:25:24
		insert	13.08.2018 13:38:11
		insert	13.08.2018 13:39:05
		update	14.08.2018 10:47:27
		update	20.08.2018 08:07:00
		update	23.08.2018 12:46:45
		update	27.08.2018 14:52:18
		update	28.08.2018 10:55:53
		update	29.08.2018 13:49:11
		update	03.09.2018 07:54:59
		update	03.09.2018 13:26:41
		update	04.09.2018 14:33:43
		update	05.09.2018 10:16:44
		update	06.09.2018 15:15:21
		update	12.02.2019 14:06:51
		update	13.02.2019 08:58:02
		update	04.03.2019 13:16:29

Drawing	G [15]		
---------	--------	--	--

Kuva 5. Tekla-piirustuksen muutoshistoria (käyttäjätunnukset poistettu).

5.1.3 Vertailu

Käytössä olevista raporteista verrattiin ensin tapahtumien määrää kahden projektin välillä, (taulukko 6). Taulukot on luotu muuntamalla järjestelmän tuottama .xsr-tiedostotyyppi ensin txt-tiedostoksi, sitten muuntamalla se Excel-muotoon käyttämällä soveltuvia

sarakeveveyksiä. Loppukäsittely on tehty Excelin Pivot-taulukointiominaisuudella, jolla saadaan muokattua haluttu näkymä raportista.

Luomiset-sarake kuvaa hyvin kohteen kokoa ja muotoa, Projekti 2:n mallissa on luotu tuplasti mallin komponentteja Projekti 1:een nähden, vaikka jälkimmäisessä on mukana valmisosasuunnittelu

Taulukko 6. Projektin Tekla-mallissa olevat komponenttien luomiset ja muutokset.

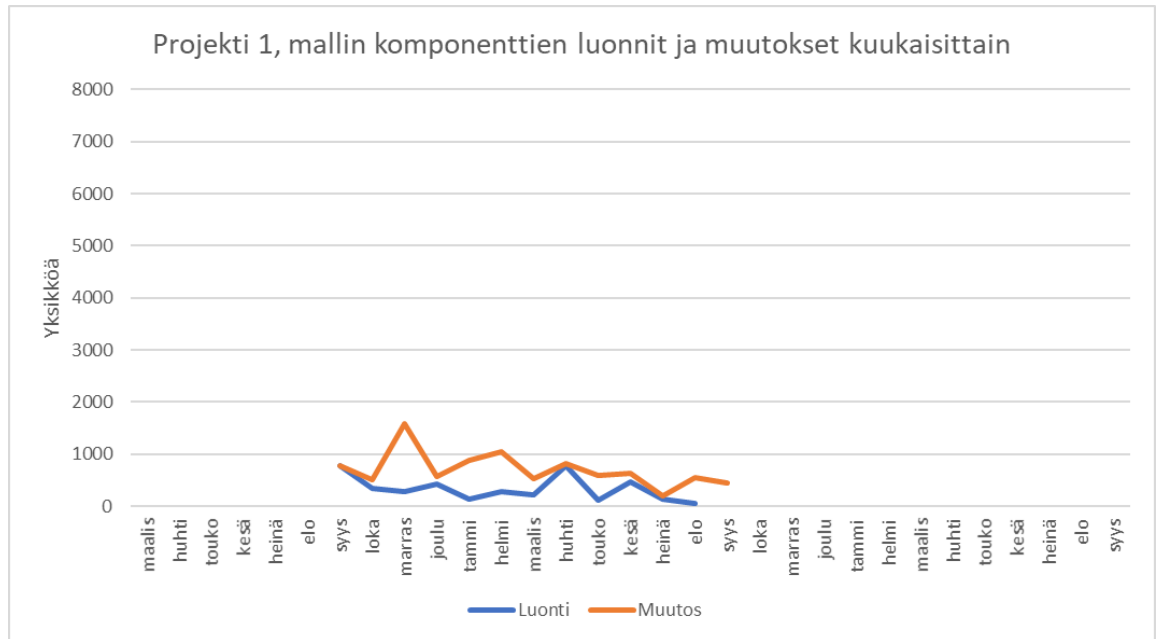
	Luomiset	Muutokset	Yhteensä
Projekti 1	4008	9877	13885
Projekti 2	8686	8882	17568

Kun verrataan näiden kahden projektin suhdelukuja rakennusneliöt/ mallinnustapahtumat (taulukko 7), huomataan että Projekti 2:n projektissa on mallinnettu suhteessa enemmän Teklan komponentteja kuin Projekti 1:n. Tämän selittänee rakenteiden monimutkaisempi rakenne. Samalla huomataan Projekti 1:n kohteessa tapahtuneen valmisosasuunnittelun vaikutus muutosmäärään, käytännössä valmisosasuunnittelu tarkoittaa yksityiskohtien lisäämistä malliin. Kun vertaillaan näiden kahden kohteen suhdelukuja keskenään, ei rakennesuunnitteluun kuluva ajasta löydy indikaatiota. Komponenttimäärä sekä muutoksen määrä kertovat kohteen monimutkaisuudesta sekä suunnittelun sisällöstä.

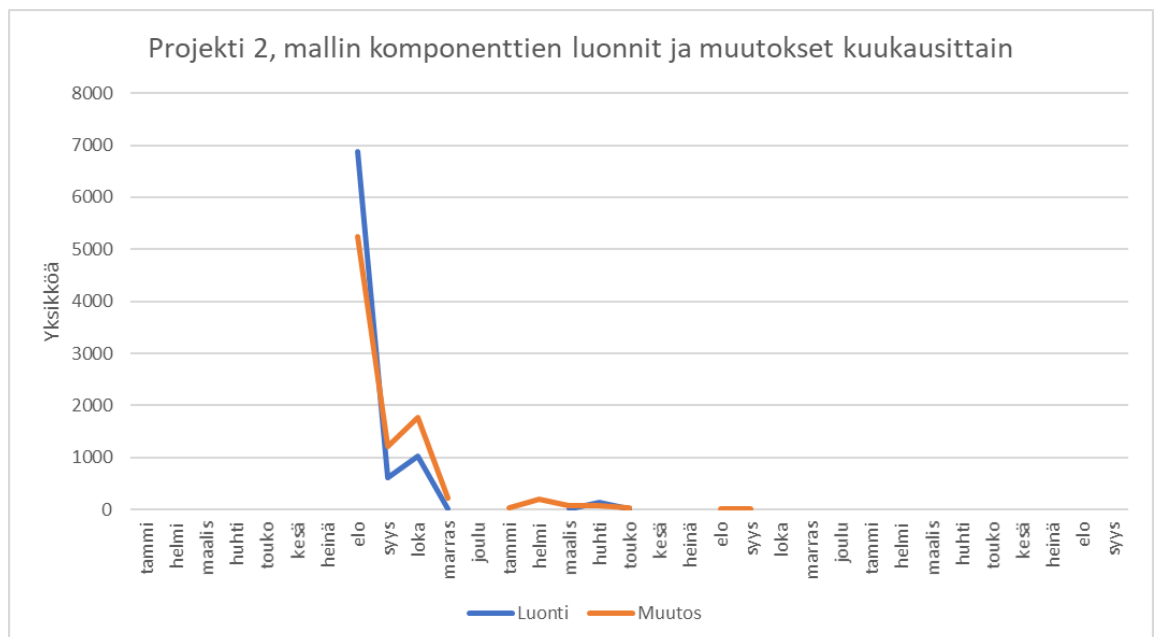
Taulukko 7. Projektien suhdeluvut, mallinnustapahtumat/rakennusneliöt.

Suhdeluvut yks/p-a		Luomiset	Muutokset	Yhteensä
Projekti 1		4008	9877	13885
brm2	8017	0,50	1,23	1,73
htm2	4006	1,00	2,47	3,47
Projekti 2		8686	8882	17568
brm2	10247	0,85	0,87	1,71
htm2	7755	1,12	1,15	2,27

Ajallisesti tarkasteltuna projektit ovat sangen erilaisia, Projekti 1:n mallinnus jakautuu tasaisesti noin kahdelletoista kuukaudelle, ja Projekti 2:n mallinnus jakautuu noin kolmen kuukauden sisälle, joista ensimmäisenä kuukautena selvä huippu (kuvio 1 ja 2).



Kuvio 1. Projekti 1, mallin komponenttien luonnit ja muutokset kuukausittain.



Kuvio 2. Projekti 2, mallin komponenttien luonnit ja muutokset kuukausittain.

5.2 Ajanseurantajärjestelmän (Maconomy) tiedot

5.2.1 Ajanseurannan vaiheistus

Maconomy on Yhdysvaltalaisen Deltek inc. tuottama toiminnanohjausjärjestelmä (ERP), joka integroi tuotantoa, jakelua, tarjouksia, laskutusta ja ajanseurantaa ym. yrityksen tarpeen mukaisesti. Tässä opinnäytetyössä käytetään ajanseurantamoduulin tietoja.

Deltek Inc. on johtava kansainvälinen ohjelmistojen ja ratkaisuiden tuottaja projektiympäristössä toimiville yrityksille (Deltek.com)

Tämän opinnäytetyön yhteydessä käsitellään Maconomyn ajanseurantamoduulia, johon projektin tuntiraportointi perustuu. Suunnittelija merkitsee jokaiselle projektinumerolle ja tehtävälle oman päiväkohtaisen ajankäyttönsä, jotka hyväksytetään järjestelmässä viikoittain.

Ajanseurannassa henkilöstö merkitsee päiväkohtaiset tehdyt tunnit projektille tai sen alanimerolle, sekä täyttää tarkennuksen tehtävästä. Ihmisen toiminta onkin tärkein tuloksiin vaikuttava tekijä tietojen tarkkuudessa.

Jokainen rakennesuunnittelun projekti perustetaan ajanseurantajärjestelmään, ja sille määritellään yksi pääprojekti ja sen alle tarpeen mukaan osaprojekteja. Numeroita valitaan tarpeen mukaan, kun halutaan esim. erotella rakennesuunnittelu ja valmisosasuunnittelu toisistaan, tai ulkomaisen yksikön tekemät tunnit erotellaan hallinnollisista syistä. Myös lisätöitä varten voidaan ottaa oma osaprojektinumero, jolloin kustannusten erittely on helpompaa. Ohessa taulukko 8, Projekti 2:n projektinumerot.

Taulukko 8. Projekti 2, listaus projektinumeroista.

Project Number	Project Name
1510039224	
1510039224-001	Projekti 2 - REC
1510039224-002	Projekti 2, Lisätyö 1: IV-konehuoneiden rungot
1510039224-003	Projekti 2, Lisätyö X: Parvekekaiteiden muutos
1510039224-004	Projekti 2, Lisätyö 2: Vesikaton räystääselementit ja RIPRAP räystäät
1510039224-005	Projekti 2, Lisätyö 3: Vesikaton suojakiveyksen poistaminen
1510039224-006	Projekti 2, Lisätyö 4: Maanvaraiset kuitubetonilattiat
1510039224-007	Projekti 2, Lisätyö 5: Parvekekaideosien tarkastus ja mitoitus

Seuraavaksi jokaiselle projektinumerolle valitaan tehtävät (Task). Nämä kuvastavat projektin seurattavia vaiheita. Vaiheistuksen määrittely vaihtelee projektin tarpeen mukaan, ja tämä vaiheistus esitetään myös asiakkaalle menevissä veloituksissa.

Kahden valitun projektin vaiheistukset eroavat toisistaan, esim. oheisessa kuvassa 6, Projekti 1:n jaottelussa on suunnittelutunnit laitettu yhdelle alanumerolle 100 (Tunnit), ja lisäksi on useita pienempiä ns. vakiovaiheita.

Home							Budgeting	Progress Evaluation	Invoicing	Closing	Procurement	Lookup	Lookup
Overview	Information	Customer	Tasks	Prices	Main Project	Collaboration	Employee Control	Request for Customer	RamLink				
Task	Description		Blocked	Derived Act. No.	Activity Name								
1	100	Tunnit	<input type="checkbox"/>	100	Billable hours, fee								
2	150	Lisätyöt	<input checked="" type="checkbox"/>	100	Billable hours, fee								
3	200	Muu oma tuotanto (maasto, kopiot jne.)	<input type="checkbox"/>	200	Billable Commerce (use only for sales orders / credit orders)								
4	210	Laskutettava alihankinta ja -konsultointi	<input type="checkbox"/>	210	Billable consultancy								
5	220	Laskutettavat muut palvelut	<input type="checkbox"/>	220	Billable external purchased goods								
6	230	Läpilaskutettavat kulut	<input type="checkbox"/>	220	Billable external purchased goods								
10	299	Laboratorio	<input type="checkbox"/>	200	Billable Commerce (use only for sales orders / credit orders)								
7	415	Ei-laskutettavat matkakulut	<input type="checkbox"/>	415	Non billable costs, mileage, travel and accommodation								
8	490	Ei-laskutettavat muut kulut	<input type="checkbox"/>	490	Non billable costs, other								
9	500	Läpilaskutettavat kulut (blockaa 230, jos otat tämän käyttöön)	<input checked="" type="checkbox"/>	500	Reimbursable expenses								
11	699	Ennakkolaskutus	<input type="checkbox"/>	699	Invoice on Account								

Kuva 6. Projekti 1, projektin jaottelu.

Projekti 2:n jaottelu on sekoitus RAK18 ja Asuntosuunnittelun tehtäväluettelon pääjaottelua, ja lisäksi on otettu tilauksen yksityiskohdat, jotka voidaan laskuttaa lisätyönä. Molemmissa on jaottelussa mukana ns. yrityksen vakiorivit. Kuvassa 7 on esitetty Projekti 2:n jaottelu.

Home		Budgeting	Progress Evaluation	Invoicing	Closing	Procurement	Lookup	Lookup	
Overview	Information	Customer	Tasks	Prices	Sub Projects	Collaboration	Employee Control	Request for Customer	RamLink
Task	Description		Blocked	Derived Act. No.	Activity Name				
1	100	Ehdotussuunnittelu	<input checked="" type="checkbox"/>	100	Billable hours, fee				
2	101	Luonnossuunnittelu	<input checked="" type="checkbox"/>	100	Billable hours, fee				
3	102	Rakennuslupa-asiakirjat	<input checked="" type="checkbox"/>	100	Billable hours, fee				
4	103	Urakkalaskenta-asiakirjat	<input checked="" type="checkbox"/>	100	Billable hours, fee				
5	104	Täydentävät suunnitelmat	<input checked="" type="checkbox"/>	100	Billable hours, fee				
6	105	Työmaakaikaiset tehtävät	<input type="checkbox"/>	100	Billable hours, fee				
7	106	IV-konehuoneiden rungot (mahdollinen lisätyö)	<input checked="" type="checkbox"/>	100	Billable hours, fee				
8	107	Parvekekaiteiden muutos (mahdollinen lisätyö)	<input checked="" type="checkbox"/>	100	Billable hours, fee				
9	150	Lisätyöt	<input checked="" type="checkbox"/>	100	Billable hours, fee				
19	190	Alkuperäisen baseline budjetin vienti projektille	<input checked="" type="checkbox"/>	100	Billable hours, fee				
10	200	Muu oma tuotanto (maasto, kopiot jne.)	<input type="checkbox"/>	200	Billable Commerce (use only for sales orders / credit orders)				
11	210	Laskutettava alihankinta ja -konsultointi	<input type="checkbox"/>	210	Billable consultancy				
12	220	Laskutettavat muut palvelut	<input type="checkbox"/>	220	Billable external purchased goods				
13	230	Läpilaskutettavat kulut	<input type="checkbox"/>	220	Billable external purchased goods				
17	299	Laboratorio	<input type="checkbox"/>	200	Billable Commerce (use only for sales orders / credit orders)				
14	415	Ei-laskutettavat matkakulut	<input type="checkbox"/>	415	Non billable costs, mileage, travel and accommodation				
15	490	Ei-laskutettavat muut kulut	<input type="checkbox"/>	490	Non billable costs, other				
16	500	Läpilaskutettavat kulut (blockaa 230, jos otat tämän käyttöön)	<input checked="" type="checkbox"/>	500	Reimbursable expenses				
18	699	Ennakkolaskutus	<input type="checkbox"/>	699	Invoice on Account				
20	860	Maksettava vahingonkorvaus asiakkaalle	<input type="checkbox"/>	474	Non billable costs, indemnifications				
21	861	Vahinkovakuutuskorvaus vakuutusyhtiöltä	<input type="checkbox"/>	474	Non billable costs, indemnifications				

Kuva 7. Projekti 2, projektin jaottelu.

Lisäksi valmisosasuunnittelun osiolle voidaan perustaa oma projektinumero, jolloin vaiheistus seuraa valmisosasuunnittelun etenemistä, ja oheisessa tapauksessa jaottelu on tehty myös valmisosatyypeittäin (Projekti 1). Kuvassa 8 on esitetty Projekti 1:n valmisosasuunnittelun jaottelu.

Home		Budgeting	Progress Evaluation	Invoicing	Closing	Procurement	Lookup	Lookup	
Overview	Information	Customer	Tasks	Prices	Main Project	Collaboration	Employee Control	Request for Customer	RamLink
Task	Description		Blocked	Derived Act. No.	Activity Name				
13	ELE-101	Kaaviot ja mittapiirustukset	<input type="checkbox"/>	100	Billable hours, fee				
14	ELE-102	Detaljit	<input type="checkbox"/>	100	Billable hours, fee				
15	ELE-103	Tarkastukset	<input type="checkbox"/>	100	Billable hours, fee				
21	ELE-REV	Revisiot	<input type="checkbox"/>	100	Billable hours, fee				
23	ELE-AK	Sokkelipalkki	<input type="checkbox"/>	100	Billable hours, fee				
27	ELE-AV	Sokkeli (maanpaine, yksi kuori)	<input type="checkbox"/>	100	Billable hours, fee				
30	ELE-CL	Parvekelaatta	<input type="checkbox"/>	100	Billable hours, fee				
31	ELE-CP	Parvekepilari	<input type="checkbox"/>	100	Billable hours, fee				
35	ELE-K	Palkki	<input type="checkbox"/>	100	Billable hours, fee				
36	ELE-KE	Kuorielementti	<input type="checkbox"/>	100	Billable hours, fee				
37	ELE-L	Massiivilaatta	<input type="checkbox"/>	100	Billable hours, fee				
38	ELE-O	Ontelo- ja kuorilaatat	<input type="checkbox"/>	100	Billable hours, fee				
40	ELE-M	Parvekepieli	<input type="checkbox"/>	100	Billable hours, fee				
43	ELE-Sisäkuori	Sisäkuoret	<input type="checkbox"/>	100	Billable hours, fee				
45	ELE-TKE	Tukimuurielementti	<input type="checkbox"/>	100	Billable hours, fee				
46	ELE-TT	TT-laatta	<input type="checkbox"/>	100	Billable hours, fee				
47	ELE-V	Väliseinä	<input type="checkbox"/>	100	Billable hours, fee				
48	ELE-VSP	Seinämainen palkki	<input type="checkbox"/>	100	Billable hours, fee				

Kuva 8. Projekti 1, valmisosasuunnittelun jaottelu.

5.2.2 Raportit

Raportit on ajettu massaotona Maconomystä Excel-tiedostoon siten, että kaikki henkilöihin viittaavat tiedot on poistettu. Raportissa on seuraavat kentät:

- projektin numero (Project No.)
- projektin nimi, lisättyä tuntikirjaajan oma kuvaus osiosta (Project Name)
- tehtävän alanumero (Task)
- tehtävän kuvaus (Task Desc.)
- ilmoitettu tekopäivä (Entry Date)
- SKOL-luokka (Local Spec. 3)
- kuvaus tehtävästä, suunnittelijan vapaamuotoisesti lisäämä (Daily Description)
- tehtyjen tuntien lukumäärä (Quantity, Reg.)

Massaraporteista on helposti muokattavissa erilaisia otoksia, joilla saadaan kuvattua rakennesuunnittelun ajankäyttöä erilaisista näkökulmista.

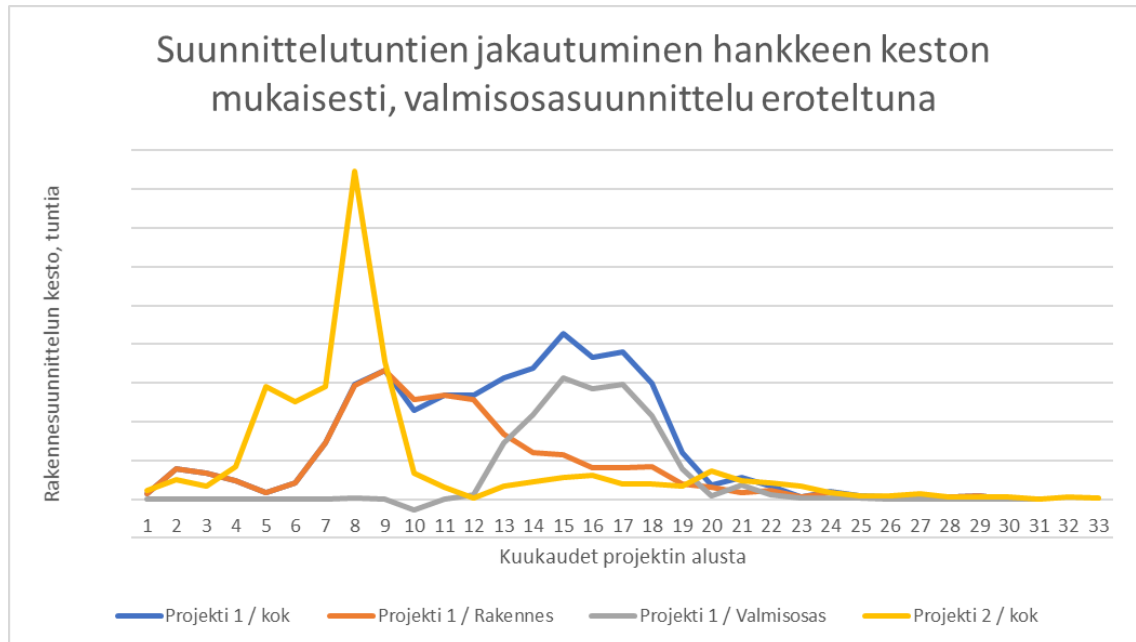
Raportit ovat sangen suuria, Projekti 1, 2563 riviä ja Projekti 2, 1646 riviä. Käyttäjien lisäämä kenttä "Daily descriptions" kuvaa ko. rivin selitettä, mutta koska kenttä on käyttäjälle vapaa kirjoittaa, ei kentästä saada vertailukelpoista tietoa kuin yksittäisriveille. Kentän vaihtelevuutta kuvastaa erilaisten kuvausten määrä, Projekti 1, 1489 kpl ja Projekti 2, 1103 kpl.

5.2.3 Vertailu

Käytettävistä raporteista muokattiin ensin näkymät kokonaistunteihin, jaoteltuna rakennesuunnitteluun sekä valmisosasuunnitteluun. Tunnit on eroteltu toisistaan Excelin suodatusominaisuudella, rajoittaen "Project Name" -kenttää, jossa valmisosasuunnittelun tunnit on eritelty omalle projektinumerolle. Tässä opinnäytetyössä tutkittiin suhdelukuja suunnittelutunnit ilman lisätoita pinta-alayksikköä kohden. Suhdeluvut jaettiin projekteittain bruttoneliöihin ja hyötyneliöihin. Tuloksista voidaan nähdä, että rakennesuunnittelun suhdeluku bruttoneliöihin ovat projekteissa sangen lähellä toisiaan, mutta jotta tätä voidaan pitää yleisenä arvona, olisi tehtävä laajempi tilastollinen tutkimus.

Toinen kiinnostava alue on tuntien jakautuminen ajan suhteen. Kuviossa 3, jakauma keston mukaisesti, voidaan huomata Projekti 1:n suunnittelun jakautuneen noin vuoden

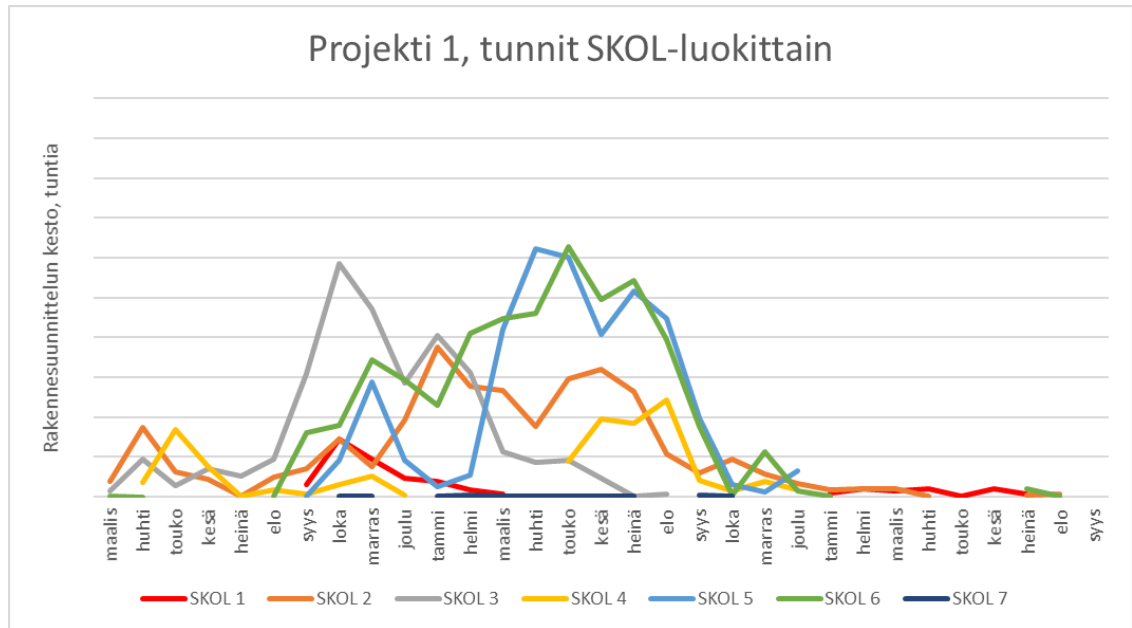
ajalle, ainakin osittain valmisosasuunnittelun osuuden takia, kuten Tekla-mallin tietojenkin perusteella (luku 5.1), sekä Projekti 2:n suunnittelutuntien muodostavan korkean ja ajallisesti lyhyen piikin. Kuviossa 3 on Projekti 1:n kohdalta esitetty rakennesuunnittelu ja valmisosasuunnittelu sekä kokonaisaika, jotta vertailu Projekti 2:een onnistuu.



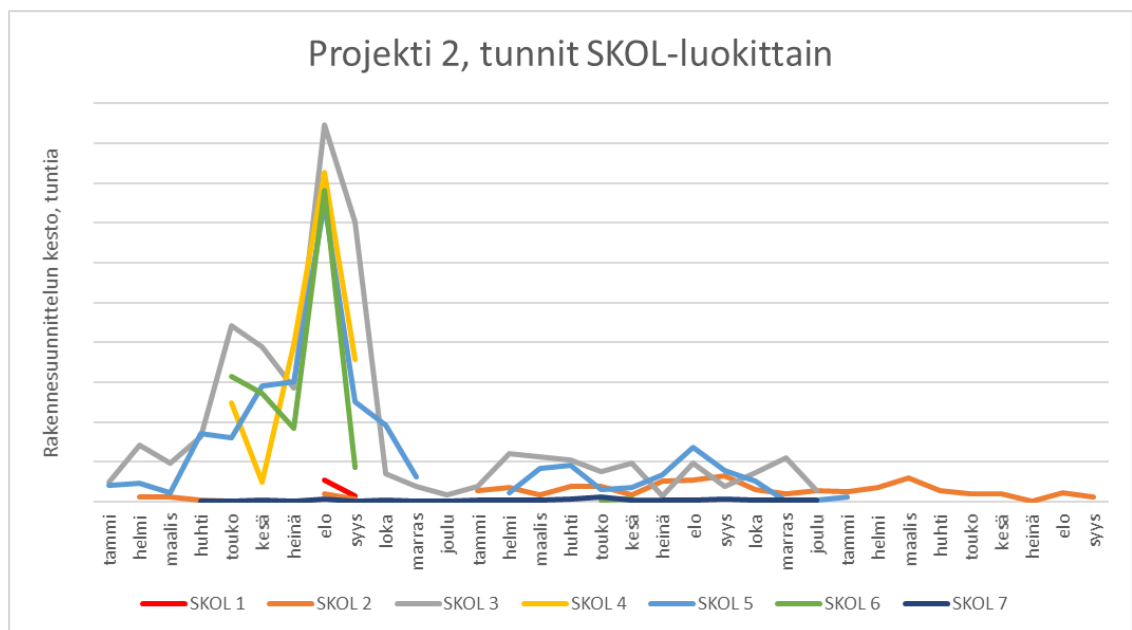
Kuvio 3. Suunnittelutuntien jakautuminen projektin keston mukaisesti.

Seuraavaksi tarkastellaan rakennesuunnittelun tunteja SKOL-luokittain, koska niitä käytetään kustannusperusteina. Kummankin projektin kaikki tunnit laskettiin kuukausittain, jolloin saadaan vertailtu tehtyä. Kuvioissa 4 ja 5 on esitetty tunnit SKOL-luokittain jaoteltuna, ja voidaan havaita Projekti 1:n tapauksessa kuvion muodon noudattavan rakennesuunnittelun ja valmisosasuunnittelun jakoa, tämä johtunee siitä, että valmisosasuunnittelua tekevät pääosin SKOL 5–6 pätevyysin olevat henkilöt.

Yhtenä erona projektien välillä on eritasoisten resurssien käyttö eri projektin vaiheissa. Projekti 1:n projektissa on käytetty SKOL 1:stä projektin alkuvaiheessa sangen paljon ja pidempään verrattuna Projekti 2:een, lisäksi SKOL 2 käyttö on myös suurempaa.



Kuvio 4. Projekti 1, tunnit SKOL-luokittain.



Kuvio 5. Projekti 2, tunnit SKOL-luokittain.

5.3 Tietojen yhdistämiskelpoisuus

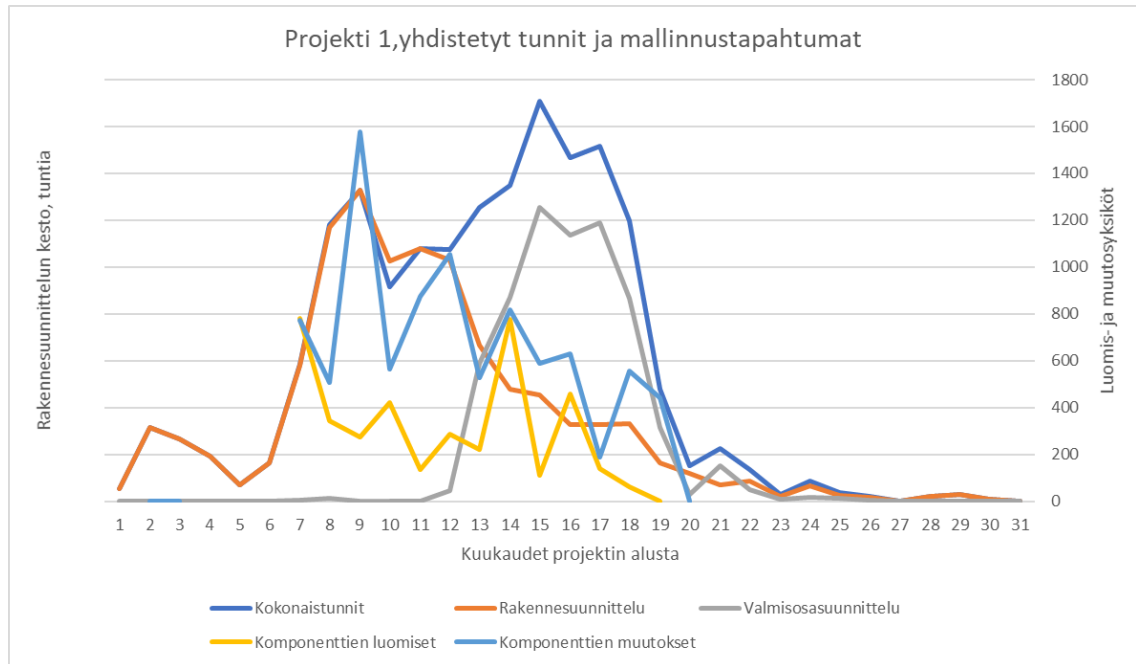
Järjestelmien tietoja tutkittaessa tuli pian selväksi, että Teklassa on rajoitetusti tietoa mallinnukseen käytetystä ajasta, sekä projektin jaottelun mukaisista tiedoista ei voida erottaa. Jotta tällaista tietoa voitaisiin kerätä, pitäisi Tekla kerätä tietoa mallinnuksen kestosta, rakennesuunnittelun vaiheesta sekä pitää tallessa poistettujen komponenttien ja kokoonpanojen tiedot.

Ajanseurantajärjestelmä kerää tarkkaan tuntitietoa perustuen työntekijöiden kirjauksiin, joten raporttien oikeellisuutta voidaan pitää hyvänä. Kuitenkin on huomattava, että jotta eri projektit olisivat vertailukelpoisia keskenään, olisi ajanseurannan jaottelun oltava samanlainen.

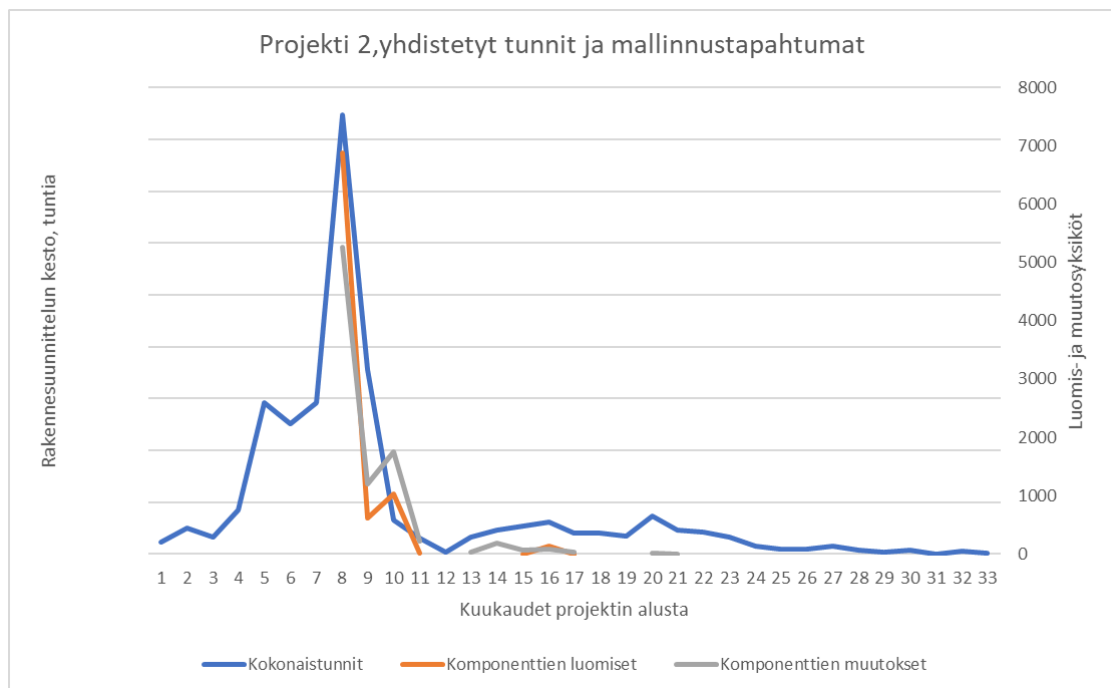
Kuviossa 6 on yhdistetty Projekti 1:n tuntimäärät sekä Teklan tapahtumien määrät sekä kuviossa 7 Projekti 2:n vastaavat.

Projekti 2:n yhdistetyssä sekä tuntikirjaukset että mallitapahtumat ovat sangen samanmuotoisia, sekä ajoittuvat huippukuormitukseen samalla tavalla.

Projekti 1:n yhdistetyssä on huomattava muutoksien korkea osuus, sekä tuntimäärän korkea osuus projektin loppuvaiheessa, jolloin kuitenkin mallinnustapahtumien osuus on jäänyt huomattavan pieneksi. Tämä ilmiö voi olla osittain selitettävissä valmisosasuunnittelun vaiheella, esimerkiksi huhtikuussa uusien komponenttien osuus on suuri, ja tuossa vaiheessa on varsinainen rakennesuunnittelu jo tehty, minkä kuvio 6 osoittaa.



Kuvio 6. Projekti 1, yhdistetyt tunnit ja mallinnustapahtumat.



Kuvio 7. Projekti 2, yhdistetyt tunnit ja mallinnustapahtumat.

5.4 Johtopäätelmä

Tietojen yhdistäminen kertoo projektin kulusta hyvin, kuten Projekti 2:n tapauksessa (kuvio 7), jossa selkeästi molemmat järjestelmät kuvaavat tuntihuipun kulkua. Tämä sama ilmiö toistuu Projekti 1:n tapauksessa vain osittain, rakennesuunnittelun vaiheessa, muttei enää valmisosasuunnittelun vaiheessa.

Kuitenkaan suoraa yhteyttä tuntimääräarvioon ei löydy kuin ajanseurannan bruttoneliövertailussa.

6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖS

6.1 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, mitä tietoja BIM- ja ajanseurantajärjestelmistä löytyy rakennesuunnittelun kestoon liittyen, ja miten tätä tietoa voidaan käyttää hyväksi tulevilla tarjoushinnoituksilla sekä miten kerättäviä tietoja pitäisi tarkentaa, jotta kestoarvot vastaavat mahdollisimman hyvin toteutuvaa.

BIM-järjestelmästä (Tekla Structures) löytyy rajoitetusti tietoa, ja saatavat tiedot kuvaavat enemmän projektin kulkua kuin suunnitteluajaa. Jotta suunnitteluajalle löytyisi mittattavia tietoja, se vaatisi ohjelmallisia muutoksia eli erillisen ohjelman sisällä olevan keräysjärjestelmän.

Ajanseurantajärjestelmästä (Maconomy) löytyy parhaiten suunnitteluajaa kuvaavia tietoja, ja projektirakenne kannattaisi jakaa tehtäviä pienempiin osiin, jotta rakennesuunnittelun kestoa pystyttäisiin jatkossa arvioimaan paremmin. Tarjouksen tuntimääräarvioissa on myös oleellista kehittää tarjous- ja jälkilaskentaprosesseja siten, että tarjousta tehtäessä on helposti saatavilla vertailu etukäteen arvioitujen tuntien määrästä sekä toteutuneista tuntimääristä.

Rakennemateriaalin vaikutus suunnitteluun kannattaa ottaa huomioon, kuten luvun 2.5 puurakentamisen tapauksessa, jossa suunnitteluajaa on pidempi. Valmius arvioida puurakenteiden suunnitteluajoja antaa etulyöntiaseman tarjouksiin.

Tämän opinnäytetyön tutkimus on laadullinen tutkimus, jossa tarkoituksena on pyrkiä ymmärtämään tutkittavaa ilmiötä, tässä suunnitteluajoihin liittyvää tietoa. Tutkimus perustuu suppeasti kahteen valittuun projektiin, sekä kahdesta järjestelmästä saataviin tietoihin, joten tilastollista tarkastelua ei voitu tehdä, joten luotettavuutta (reliabiliteetti) ei voida arvioida.

Valittuja projekteja voidaan kuitenkin pitää tyypillisinä asuntorakentamisen rakennesuunnittelun projekteina, ja opinnäytetyössä havaitut seikat kuvaavat ajankäyttöä ja mallinustapahtumia hyvin, joten tutkimusta voidaan pitää pätevänä (validiteetti).

Havaintojen lisäksi opinnäytetyössä on rakennesuunnitteluun liittyviä tulkintoja, silloin kun tarkempaa tietoa ilmiön ympäriltä ei ole olemassa sekä prosessien parantamisen ehdotuksissa.

6.2 Järjestelmätietojen yhdistämisestä

Asuntorakentamisen rakennesuunnittelun arviointi perustuu pitkälti projektin pilkkomiseen osiin, vaikeusasteen arviointiin, vertailuun aiempiin projekteihin sekä henkilökohtaiseen kokemukseen.

Ohjelman Tekla Structures sisältämät tiedot eivät sinällään pidä sisällään sovellettavaa tietoa, ja koska rakennesuunnitteluun kuuluu paljon muutakin kuin mallintamista, ei mallinnusjärjestelmän tietoja voida nykyisellään käyttää tuntimäärän arviointiin, mutta tietoja voidaan käyttää, kun tutkitaan projektin kulkua. Järjestelmän huonoja puolia ovat myös poistettujen komponenttien tiedon poistuminen. Jotta järjestelmän tietoja voitaisiin käyttää, olisi toimittajan rakennettava ohjelman sisään erillinen ajanseuranta.

Maconomyn tiedot sisältävät henkilöstön kirjaamat tunnit, ja niistä saatavaa tietoa voidaan verrata jälkilaskemissa tarjousta tehtäessä arvioituihin tunteihin. Kuitenkin tuntien jaottelun pitäisi olla kaikissa projekteissa mahdollisimman samanlainen. Tämän hetken raportoinnin perusteella voidaan arvioida tuntimäärää vain projektin jaottelun perusteella. Lisäksi ihmisten käyttäytyminen vaikuttaa tiedon oikeellisuuteen, eli jos tunnit kirjataan harvoin, voi tuntijaotteluun tulla suoraviivaistuksia todellisten tuntimäärien sijasta. Jotta jatkossa voidaan paremmin ennustaa suunnitteluun kuluva aikaa, on ajanseurannan jaottelua tarkennettava.

6.3 Ehdotus ajanseurantajärjestelmän rakenteesta

Järjestelmätiedoista saadaan kerättyä monenlaista tietoa, mutta jotta tätä tietoa voidaan tehokkaasti hyödyntää uusissa tarjouksissa, on järjestelmätietojen rakenteita tarkistettava sekä saatava tiedot kerättyä sopivalla tasolla.

Nykyinen tapa Rambollilla palvelee enemmän laskutusta, ja jotta jatkossa päästään parempaan arviointiin, on projektin rakennetta tarkennettava. Ajanseurannan on kuitenkin oltava helppokäyttöinen ja yksinkertainen, jotta saadaan henkilöstö kirjaamaan tunnit mahdollisimman oikeellisesti.

Asuntosuunnittelun tehtäväluettelo RT 10-10827 kuvaa kohdennetusti asuntosuunnittelua, ja Ramboll käyttää tarjouslaskennassaan jo osittain samankaltaista jakoa, joten tämän käyttäminen onkin luonnollinen jatke tarkennukselle. Tällä perusteella ehdotus ajanseurannan tarkentamiseksi on taulukon 9 mukainen. Käytännössä ehdotuksenkin mukainen jaottelu pitää aina tarkentaa kulloisen kohteen mukaan, esim. jokaiselle rakennukselle erilliset numerot toteutussuunnitteluun.

Taulukko 9. Ehdotus projektin ajanseurannan tarkennetuksi jaotteluksi.

Nimi
Luonnossuunnittelu
3 Kokoukset ja palaverit
3.1 Ehdotuksen laatiminen
3.2 Luonnoksen laatiminen
Toteutussuunnittelu
4 Kokoukset ja palaverit
4.1 Alustavien teknisten suunnitelmien laatiminen
4.2 Rakennuslupa- ja markkinointiasiakirjojen laatiminen
4.3 Suunnitelmien laatiminen urakkalaskentaa varten
4.4 Täydentävien suunnitelmien laatiminen
8.9 Erillistehtävät / Elementtisuunnittelu
Rakennusaikaiset tehtävät
5 Kokoukset ja palaverit
5.1 Rakennustyön valvonta
5.2 Urakoitsijoiden ja tavaratoimittajien tuotantosuunnitelmien tarkastaminen
Käyttöön ja vastaanottoon liittyvät tehtävät
6.1 Käyttö- ja huoltosuunnitelmien laatiminen
6.2 Vastaanottotarkastukset
Lisä- ja muutostyöt
Lisätyö 1
Lisätyö 2
Lisätyö 3
Lisätyö n

Mahdollisia jatkotutkimuksia aiheeseen liittyen ovat ajanseurannan toteutuminen käytännössä, rakennesuunnittelun keston arvioimisen parametrimalli sekä suunnittelun kustannusrakenteen tutkiminen suuremmalla otannalla.

LÄHTEET

Deltek.com. Deltek. Inc. yhtiön omistama deltek.com sivusto, viitattu 5.9.2020. <https://www.deltek.com>

Henttinen, T. 2019. YTV2020 – Yleisten tietomallivaatimusten jatkokehitys, Oulun kaupunki, Suomi, 2019, viitattu 30.8.2020. https://www.ouka.fi/documents/486338/18504205/YTV2020+%E2%80%93+Yleisten+tietomallivaatimusten+jatkokehitys_Tomi+Henttinen.pdf

Inderes.fi. Inderes Oy:n verkkosivusto osakesijoittajille. viitattu 2.11.2020. <https://www.inderes.fi/fi/kysymys/minne-katosi-d-ebitdasta>

Kehittyvä kerrostalo, Helsingin kaupunki. viitattu 2.11.2020. <https://www.hel.fi/kanslia/kehittyva-kerrostalo-fi/hankkeet/puu-ja-betonirakentamisen-vertailu>

Lakimuutos 41/2014. Laki maankäyttö- ja rakennuslain muuttamisesta. Finlex.fi, viitattu 15.9.2020. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140041>

SKOL ry 2020a. SKOL:in henkilöryhmittely, SKOL Ry sivusto, viitattu 1.9.2020. http://skolry.fi/sites/skol/files/file_attachments/skol_henkiloryhmittely.pdf

SKOL ry 2020b. SKOL Ry sivusto, viitattu 1.9.2020. <https://skol.teknologiateollisuus.fi>

Ramboll Finland 2020. Rambollin suomenkielinen sivusto, viitattu 1.9.2020. https://fi.ramboll.com/ramboll_finland_oy

RT 103087. 2019. Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo RAK18. Rakennustieto Oy.

RT 10-10577. 1995. Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo RAK 95. Rakennustieto. Korvattu.

RT 10-10827. 2004. Asuntosuunnittelun tehtäväluettelo. Rakennustieto Oy.

RT 10-10828. 2004. Asuntokohteiden suunnittelukohteiden laatiminen. Rakennustieto Oy.

RT 12-11055. 2011. Rakennusten pinta-alat SFS 5139. Rakennustieto Oy.

RT 13-11117. 2013. Arkkitehdin työmäärän arviointi rakennushankkeessa. Rakennustieto Oy.

RT 13-11143. 2014. Konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot KSE 2013. Rakennustieto Oy.

RIL 299-1-2013. 2013. Rakennesuunnittelun asiakirjaohje. Tekstiosa. Suomen Rakennusinsinöörin liitto RIL Ry.

Tekla.com. Trimble Inc. yhtiön omistama Tekla.com sivusto, viitattu 5.9.2020. <https://www.tekla.com/fi>

Teklastructures.support.tekla.com. Tekla Structures tukisivusto kirjautuneille käyttäjille, viitattu 27.10.2020. <https://teklastructures.support.tekla.com>

Topten-käytäntö. pksrava.fi sivusto, suurten kaupunkien rakennusvalvontojen yhteistyö, viitattu 15.9.2020. <https://www.pksrava.fi/asp2/default.aspx>

YM1/601/2015. Ympäristöministeriön ohje rakentamisen suunnittelutehtävien vaativuusluokista. https://www.edilex.fi/data/rakentamismaaraykset/YM_ohje_rakennusten_suunnittelijoiden_kelpoisuudesta_paiv01042015.pdf

YM2/601/2015. Ympäristöministeriön ohje rakennusten suunnittelijoiden kelpoisuudesta. https://www.edilex.fi/data/rakentamismaaraykset/YM_ohje_rakennusten_suunnittelijoiden_kelpoisuudesta_paiv01042015.pdf

YTV 2012a. Osa 1. Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 1 - Yleinen osuus. Buildingsmart.fi 2012, viitattu 1.9.2020. http://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_1_yleinen_osuus.pdf

YTV 2012b. Osa 5. Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 5 - Rakennesuunnittelu. Buildingsmart.fi 2012, viitattu 1.9.2020. http://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_5_rak.pdf

YTV 2012c. Osa 5 liite. Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Täydentävä liite RAK tilaajan ohje. Buildingsmart.fi 2012, viitattu 1.9.2020. http://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/YTV2012_Taydentava_liite_RAK_Tilaajan_ohje.pdf