



TIETOMALLIN HYÖDYNTÄMINEN MÄÄRÄLASKENNASSA JA AIKA- TAULUTTAMISESSA

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma			
Työn tekijä Mika Lämsä			
Työn nimi Tietomallin hyödyntäminen määrälaskennassa ja aikatauluttamisessa.			
Päiväys	27.4.2015	Sivumäärä/Liitteet	34/3
Ohjaajat) lehtori Viljo Kuusela, opettaja Matti Ylikärppä			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Pöyry Finland Oy			
Tiivistelmä <p>Tämä opinnäytetyö tehtiin Pöyry Finland Oy:n Oulun toimistolle. Toimistolla tehtävä rakennesuunnittelu tehdään pääosin tietomallintamalla. Työn tarkoitus oli kehittää tietomallista tehtävää määrälaskentaa ja tutkia soveltuuko <i>Tekla Structures</i>-ohjelmisto yleisaikataulun laatimiseen. Työssä käytettiin referenssinä Pöyryllä suunnitellun Kevitsa Column Cell - projektin tietomallia.</p> <p>Työ aloitettiin selvittämällä mitä määrälaskennalta halutaan, mitä se on nykyään ja miten sitä voitaisiin kehittää. Ensiksi työssä selvitettiin ongelmakohdat. Koska mallinnustavat ovat monesti jopa käyttäjäkohtaisia, tietomalleja on vaikea hyödyntää tehokkaasti. Tarkoitus oli tutkia löytyykö <i>Organizer</i> työkalusta apukeino tietomallipohjaiseen määrälaskentaan. Työssä aloitettiin <i>Organizer</i> työkalun käyttö ensimmäistä kertaa Pöyryllä, minkä vuoksi ohjeita työkalun käyttöön ei juuri ollut. <i>Organizerin</i> käyttö opeteltiin työn aikana tarvittavassa laajuudessa.</p> <p>Työssä selvitettiin lisäksi soveltuuko <i>Task Manager</i> - työkalu aikataulun laadintaan <i>Teklan</i> mallista. Tietomalli tuotetaan joka tapauksessa, joten aikataulu tietomallista tulisi sivutuotteena.</p> <p>Työssä saatiin selville, että määrälaskenta tietomallista helpottuu huomattavasti <i>Organizer</i> - työkalua käyttämällä. Lisäksi havaittiin, että <i>Organizer</i> soveltuu hyvin myös mallin tarkasteluun sekä korjaamiseen. <i>Organizer</i> työkalulla myös mallin lohkominen ja jaottelu tapahtuu suhteellisen helposti.</p> <p>Aikatauluosiossa huomattiin, ettei <i>Task Manager</i> ainakaan vielä sovellu aikataulun tuottamiseen Pöyryllä tehdyistä tietomalleista. Työkalussa on vielä paljon kehitettävää niin ohjelmistotoimittajan kuin ohjelmiston käyttäjienkin puolelta. Yleisaikataulua ei saatu laadittua, tämän vuoksi tässä työssä tyydyttiin tekemään aikataulu vain osasta runkotoita.</p>			
Avainsanat Tietomalli, yleisaikataulu, tietomallipohjainen määrälaskenta			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Construction Management			
Author Mika Lämsä			
Title of Thesis Utilizing building information modeling in quantity calculation and scheduling			
Date	27 April 2015	Pages/Appendices	34/3
Supervisor(s) Mr Viljo Kuusela, Lecturer and Mr Matti Ylikärppä, Full-Time Teacher			
Client Organisation /Partners Pöyry Ltd, Finland			
<p>Abstract</p> <p>This thesis was made for the Civil Engineering and Construction Management departments of Pöyry Finland Ltd, Oulu. Structural planning is usually made by building information modeling, BIM. The aim of this thesis was to develop quantity calculation in information modeling using a program called <i>Tekla Structures</i> and to research how scheduling could be done with this program. The Kevitsa Column Cell –project information model was used as a reference in the thesis.</p> <p>The thesis was started by finding out what the key areas for developing quantity calculation were. First the most problematic parts were determined. The way of using information models is in many cases user-specific and this made it difficult to utilize BIM efficiently. The aim was to study if the <i>Organizer</i> software could be a proper tool for quantity calculation in BIM. <i>Organizer</i> was a new tool in the Pöyry office and thus it was never used before. The use of the tool was learned during the research. The thesis also included a research about <i>Task Manager</i>, a scheduling tool in <i>Tekla Structures</i>. The aim of the research was to find out if <i>Task Manager</i> was suitable for planning a general timetable.</p> <p>As a result of the thesis <i>Organizer</i> was found to be a productive tool for quantity calculation. <i>Organizer</i> proved to be suitable for surveying and repairing the information model. With the use of <i>Organizer</i> parceling and divisioning the model proved to be relatively easy too.</p> <p>As another result it was found out that <i>Task Manager</i> was not suitable for making timetables from models made by the Pöyry office. There will be a lot of development to be made by the software developer as well as the software users. It was not possible to draw up a general timetable with the use of the tool, but a timetable for a part of the general timetable was successfully made.</p>			
Keywords Building Information Model, general timetable, BIM based quantity calculation			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
1.1	Taustaa.....	5
1.2	Tavoite ja rajaukset.....	6
2	MÄÄRÄLASKENTA	7
2.1	Mitä on määrälaskenta.....	7
2.2	Määrälaskenta tietomallista	7
2.3	Talo 80 -nimikkeistöjärjestelmä.....	8
3	YLEISAIKATAULU	10
4	TIETOMALLINTAMINEN JA TEKLA STRUCTURES-MALLINNUSOHJELMISTO.....	12
4.1	Tietomallintaminen	12
4.2	Tekla Structures.....	13
4.2.1	Tekla Structures -rakennesuunnitteluohjelma.....	13
4.2.2	Organizer -työkalu	14
4.2.3	Task Manager -työkalu	14
5	MÄÄRÄLASKENTA JA AIKATAULUN LAADINTA TEKLA STRUCTURES -OHJELMISTOLLA.....	15
5.1	Kohteen esittely	15
5.2	Organizer -työkalun ominaisuuksien selvittäminen.....	16
5.3	Määrälaskenta Organizer -työkalun avulla	21
5.4	Task Manager -työkalun ominaisuuksien selvittäminen.....	23
5.4.1	Task Managerin laskukaavojen laskennan tarkastus	25
5.4.2	Alustava yleisaikataulu Task Manager -työkalun avulla	27
6	TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	32
	LÄHTEET	34
	LIITE 1 ORGANIZER -TYÖKALULLA TULOSTETTU RAPORTTI	35
	LIITE 2 MÄÄRÄLASKENTARAPORTTI	36
	LIITE 3 TASK MANAGER -TYÖKALULLA TULOSTETTU AIKATAULU.....	37

1 JOHDANTO

1.1 Taustaa

Pöyryllä on ollut käytössä *Tekla Structures* -rakennesuunnitteluohjelma jo monta vuotta. Ohjelma on kehittynyt sinä aikana huomattavasti. *Tekla* kehittää ohjelmaa jatkuvasti ja käyttää apuna käyttäjiltä tullutta palautetta. Pöyryn sisältä löytyy oma kehitystiimi ohjelman ylläpitoa ja kehittämistä varten. Kehitystiimi tekee jatkuvasti työtä projektien ohessa ja pyrkii siihen, että Pöyryllä on ohjelman uusi versio käytössä heti kun se on julkaistu ja version uudet ominaisuudet on sisäistetty. Pöyryn rakennesuunnittelupuolella *Tekla Structures* on tärkein työkalu.

Rakennesuunnittelupuolella mallit tehdään sellaiseen muotoon, että niistä saadaan tuotettua tarvittavat suunnitelmat asiakkaalle. Johtuen tiukasta aikataulusta osa malleista saattaa mennä siihen kuntoon, että sieltä haettava tieto on vaikeasti saatavissa. Yleensä kun malleista tarvitaan jotakin, esimerkiksi määrätietoja, tiedot joutuu hakemaan se rakennesuunnittelija, joka on mallinnuksen tehnyt. Tarkoitus olisi kuitenkin, että mallit tehdään niin, että ne olisi helposti myös muiden hyödynnettävissä ja tiedon hakeminen olisi helppoa ja loogista kenelle vain.

Viime vuosina tietomallintaminen (BIM, Building Information Modeling) on huomattavasti kehittynyt eteenpäin. Mallin osat eivät enää sisällä pelkästään mittatietoja vaan myös esim. materiaali ja asennustietoja. Kauan on puhuttu siitä, että kuinka tehdään tietomallinnusta (4-5D), mutta todellisudessa ei vielä ole tehty ihan täysimääräistä tietomallintamista, vaan enemmän on tehty pelkkää mallintamista (3D). Tietomallia halutaan kehittää toimimaan paremmin myös rakennustyömaan ja rakennuttajan tarpeita varten. Tästä saadaankin käsite "5D" eli lisätään malliin myös aikataulutus (4D) ja kustannusohjaus.

Tietomallin kaikkia hyötyjä ei varmasti ole vielä osattu ottaa käyttöön. Suurin kompastuskivi taitaa olla rakennustyömailla mistä löytyy suurin "vastarinta" tietomallien käyttöä kohtaan. Tietomallin hyödyntämistä työmailla on kuitenkin viety paljon eteenpäin viime vuosina. Työmailla pyritään hyödyntämään tietomallia aina vain enemmän. Kuitenkin täysi hyöty saadaan irti vasta, kun työmailla on saatu asianmukainen koulutus tietomallinnuksesta ja suunnittelutoimistot tekevät tietomallin palvelemaan myös työmaata. Suunnittelutoimistot tekevät tällä hetkellä tietomallin lähestulkoon vain omia tarpeita varten eli sellaiseen vaiheeseen, että sieltä saadaan tarvittavat suunnitelmat ja piirustukset tulostettua ja toimitettua asiakkaalle.

1.2 Tavoite ja rajaukset

Opinnäytetyön tavoitteena on monipuolistaa *Tekla Structures* -rakennesuunnitteluohjelman käyttöä Pöyryllä. Työssä käytettävä versio ohjelmasta on 20.0. Tarkoitus on perehtyä, miten ohjelman määrälaskenta- ja aikatauluosat toimivat, ja miten niitä saataisiin kehitettyä. Määrälaskennan kehittämisessä keskitytään ohjelman *Organizer* -lisäosaan. Aikatauluosiossa aloitetaan *Task Manager* -lisäosan käyttö, ja pyritään saamaan siitä käytettävä työkalu Pöyrylle. Näiden kahden lisäosan hallinta voi mahdollisesti tukea Pöyryn tarjoustoimintaa, ja toivottavasti myös parantaa tietomallinnuksen lopputulosta Pöyryllä.

Pöyryn rakennuttamisen puolella tehdään perinteisesti yleisaikataululuonnos jo urakkalaskentavaiheessa. Kun urakkaa kilpailutetaan, pyydetään urakoitsijoilta omaa aikataulua urakkatarjouksen liitteeksi, joka pohjautuu Pöyryllä tehtyyn aikataululuonnokseen. Tarkoitus on selvittää soveltuuko *Task Manager* yleisaikataululuonnoksen tekoon. Koska urakkalaskentavaiheessa on yleensä jo mallinnettu rakennusosat siihen tarkkuuteen, että tietomallista on mahdollista saada riittävän tarkat määrät yleisaikataululuonnosta varten.

Tavoite on saada tehtyä malliin osiin liitetty yleisaikataulu oikeilla työsaavutuksilla laskettuna. Oikeilla työsaavutuksilla tarkoitetaan niitä saavutuksia millä aikatauluja lasketaan oikeaoppisesti, esimerkiksi anturoiden muotit m^2/h ja betonit m^3/h . Työsaavutuksella tarkoitetaan aikayksikössä tuotettujen suoritteiden lukumäärää. Tätä varten täytyy löytää järkevä tapa laskea määriä mallista. Tarkoitus olisi, ettei mallista joudu yksitellen liittämään osia aikatauluun, vaan että saadaan osat tuotua aikatauluun niin kuin ne on mallinnettu, eli tasoittain tai tunnuksittain.

Organizerin käytön opettelu ja sisäistämisen tavoitteena on opetella uusi tapa luetteloida ja lohkoa mallia määrälaskentaa sekä tarkastusta varten. Työssä käytetään pohjana Talo 80 -nimikkeistöjärjestelmää, joka on Pöyryllä yleisimmin käytetty järjestelmä määrälaskennassa. Tarkoitus on kehittää määrälaskentaa etsimällä uusia keinoja tietomallipohjaiseen määrälaskentaan, oli se sitten urakoitsijan tai rakennuttajan määrälaskentaa. *Organizerin* kautta olisi tarkoitus löytää helpompi ja nopeampi tapa valita tiettyjä osia mallista, sekä saada heti käytettävä luettelo, missä näkyy osien määrät halutussa muodossa. Ymmärtääkseni juuri tämä työkalu soveltuu siihen hyvin.

2 MÄÄRÄLASKENTA

2.1 Mitä on määrälaskenta

Määrälaskennan tarkoitus on saada riittävät materiaalmäärien tiedot suunnitelmista. Käytetyn litteointijärjestelmän tulee olla yhtenäinen (esim. talo-80) sekä käytetyt laskentaperusteet samoja kaikkien osapuolten kesken. Määrälaskennan voi tehdä itse tai tilata työn esim. määrälaskentatoimistolta. Määrälaskennan on syytä tehdä osaava henkilö tai henkilökunta. Määrälaskennan tulos on määräluettelo, josta löytyy suunnitelmista laskettavissa olevat määrät. (Perttilä, Sättilä ja Rakentajain Kustannus Oy 1985, 44–45.)

Pöyryllä tehtävä määrälaskenta tapahtuu yleensä suunnitteluvaiheen aikana. Laskentatapa riippuu täysin siitä mitä siltä halutaan, esim. kustannusarviointiin ja alustavia rakennusaikatauluja varten tarvittava laskenta on alustavaa rakennusosalaskentaa. Määrälaskentaa tehdään myös toteutuneista määristä suunnittelun loppuvaiheessa. Tässä työssä käytettävä laskenta on alustavaa rakennusosalaskentaa.

Alustavassa rakennusosalaskennassa mallista lasketaan määriä mallissa olevien rakennusosien perusteella, esimerkiksi kantavien seinien ja erilaisten välipohjien määrät. Lasketut määrät muodostavat perinteisen rakennusosamääräluettelon. Määräluettelo voidaan hyödyntää määrämuutosten selvittämiseen ja kustannusarviointiin suunnittelun ohjaamiseksi sekä alustavan rakennusaikataulun ja tuotantoratkaisujen arviointiin. Alustavaan rakennusosalaskentaan tarvitaan vähintään alustava rakennusosamalli. (Yleiset tietomallivaatimukset 2012, osa 7, 11.)

Alustavassa rakennusosamallissa laskija tekee mallissa olevien rakennusosien ja tyyppirakenteiden perusteella oletuksia rakennusosien tarkemmista tyypeistä ja määristä. Mallin objektit ovat rakennusosia, esimerkiksi seinä mallinnetaan yhtenä objektina eikä seinän jokaista rakennekerrosta erikseen. Rakennusosamallissa tarkemmat tyyppitiedot löytyvät mallista, joten laskija tekee vähemmän oletuksia. (Yleiset tietomallivaatimukset 2012, osa 7, 12.)

2.2 Määrälaskenta tietomallista

Tietomallintamisen avulla saadaan helpompi, nopeampi ja laadukkaampi määrälaskenta. Tietomalli olisi hyvä saada käyttöön jo tarjous- ja urakkalaskentavaiheeseen, jotta tarjouslaskentaa saataisiin nopeutettua ja urakkatarjousista saataisiin keskenään vertailukelpoisempia. Tarjousvaiheen määrälaskenta tietomallista tarkastaisi itse tietomallin, määrätiedot sekä suunnitelmat. Määrätietojen tarkkuusaste sekä tarkastus jo tarjouslaskentavaiheessa vähentäisivät toteutuksen aikana tulevia lisä- ja muutostöitä. (Mäki, Rajala & Penttilä 2010, 9.)

Määrätiedot tietomallissa palvelevat työmaata myös toteutuksen aikana niin aikataulusuunnittelussa, kustannuslaskennassa kuin myös työmaan logistiikan ja hankintojen suunnittelussa. Kohteissa, jotka

ovat erityisen haastavia tai monimuotoisia korostuu tietomallin hyöty. Määrätietojen hakeminen tietomallista on nopeampaa kuin käsin laskeminen. Se, että tietomallista saadaan tarkat määrätiedot edellyttää, että malli on tehty riittävän kattavasti ja tarkasti. Tämä haastaa suunnittelijat, mallintajat sekä hankkeen suunnitteluaikeita laadinnan. Varsinkin tarjouslaskentavaiheessa näin laajan mallin tekeminen on haastavaa. Tietomallin saattaminen oikeaan tarkkuuteen oikeassa ajassa edellyttää riittävää suunnitteluaikeaa, resursseja sekä tietämystä mitä mallinnetaan ja milloin. On erittäin tärkeää, että tarvittavat asiat mallinnetaan oikein. (Mäki, Rajala & Penttilä 2010, 9.)

Tietomalleihin perustuva laskenta muuttaa määrälaskijoiden työtä merkittävästi, rutiinityö vähenee ja samalla ammattitaidon vaatimus kasvaa. Määrälaskijoista tulee yhä vahvemmin määräasiantuntijoita. Rakennuksen tietomalli ei kuitenkaan ratkaise kaikkia määrälaskentaan liittyviä kysymyksiä tai ongelmakohtia, eikä mallista voida laskea kaikkia hankkeen aikana tarvittavia määrätietoja. Määräasiantuntijan ammattitaitoa tarvitaan yhä laskennan lähtötietojen ja lähtömateriaalin arvioinnissa, laskennan kattavuuden varmistamisessa, vaihtoehtojen esille tuomisessa ja tulosten jäsentämisessä. (Yleiset tietomallivaatimukset, osa 7, 5.)

2.3 Talon 80 -nimikkeistöjärjestelmä

Määrälaskennassa käytettäviä erilaisia ohjeita ja nimikkeistöjärjestelmiä löytyy useampia. Nämä järjestelmät ja ohjeet antaa selvät neuvot miten määrät mitataan ja lasketaan sekä miten määräluettelot laaditaan. Pöyryllä käytetään yleisimmin Talon 80 – nimikkeistöä. Talon 80 soveltuu parhaiten Pöyryn tarpeisiin, koska nimikkeistö soveltuu parhaiten teollisuuskohteisiin. Suurin syy Talon 80 suosioon on se, että se on ns. tuttu ja turvallinen. Se on ollut pitkään käytössä rakennusalalla. Suuriosa urakoitsijoista käyttää järjestelmää, ja koska nimikkeistöjärjestelmän käyttö pitää olla yhtenäistä ja laskentaperusteiden samoja, käytetään sitä myös Pöyryllä.

Talon 80 -nimikkeistöjärjestelmä (kuvat 1 ja 2) kehitettiin edistämään yhtenäisten käsitteiden, tietojen ja menetelmien aikaansaantia alalle. Nimikkeistöjärjestelmän kehityksestä ja ylläpidosta vastasi ns. Talon 80 -ryhmä, joka koostui eri urakoitsijoista, rakennuttajista, suunnittelijoista ja rakennusalan järjestöistä. Talon 80 -nimikkeistöjärjestelmässä on säilytetty Talon 70 -järjestelmän periaatteet ja rakenne entisellään. TALON 80 -järjestelmä on edeltäjänsä tiukempi ja vaativampi. Järjestelmässä on pyritty yhdenmukaistua kansainväliseen "Bills of Quantities" käytäntöön. Järjestelmä on tarkoitettu käytettäväksi kaikissa talonrakennushankkeissa pientaloista isoihin teollisuuskohteisiin. (Talon 80 -ryhmä, Rakentajain Kustannus Oy 1985, 5–7.)

0 Rakennuttajan kustannukset	1 Maa- ja pohjarakennus	2 Perustukset ja ulkop. rakenteet	3 Runko- ja vesikattorakenteet	4 Täydentävät rakenteet	5 Pintarakenteet	6 Kalusteet, varusteet, laitteet	7 Kone-tekniiset työt	8 Työmaan käyttö-kustannukset	9 Työmaan yhteis-kustannukset
01	11 Raivaus ja purku	21 Anturat	31	41 Ikkunat	51 Vesikate	61 Kalusteet	71 Lämpö-, vesi- ja viemäri-työt	81 Työn- aikai- set ra- kenteet	91 Työmaan hallinto
02 Rahoitus- kulut	12 Maan- kaivu	22 Perus- muurit, -palkit ja -pilarit	32 Kantavat välisei- nät ja pilarit	42 Erityis- ikkunat	52 Sisäsei- nien pin- taraken- teet	62 Varusteet	72 Ilman- vaihto- työt	82 Työnai- kaiset asen- nukset	92 Avusta- vat rakennus- työt
03 Suunnit- telu ja tutkimus	13 Louhinta	23 Kantava alapohja	33 Laatat ja palkit	43 Ovet	53 Sisäkatto- jen pin- tarakenteet	63 Laitteet ja koneet	73 Sähkö- työt	83 Työmaan koneet ja laitteet	93 Ulkomai- sen toi- minnan eri- tyiskus- tann.
04 Yhtiö- kulut, osuudet korvaukset	14 Pohjaraken- teet ja -vah- vistus	24	34 Portaat	44 Erityis- ovet.	54 Porras- huoneen pin- tarakenteet	64 Tilaryh- mäkalus- teet	74 Siirto- tekniikka	84 Työkoneet, työkalut ja -väli- neet	94 Talvi- lisätyöt
05 Rakennut- taminen ja val- vonta	15 Salaojat ja putki- johdot	25 Väestön- suoja- rakenteet	35 Ulko- seinät	45 Kevyet väli- seinät	55 Ulko- seinien pin- tarakenteet	65	75	85 Työmaan käyttö- tarvikkeet	95 Urakka- hinnan muutokset
06 Liittymis- maksut	16 Täyttö ja tiiv- istys	26 Maan- varainen laatta	36 Ulkotasot ja par- vekkeet	46 Erityis- välisei- nät, jako- seinät	56 Lattian pin- tarakenteet	66	76	86 Käyttö- aineet ja energia	96 Sopimus- pohjaiset erityis- kustann.
07 Markki- nointi	17 Rakennus- alueen rakenteet	27 Erityis- rakenteet	37 Ullakko ja katto- rakenteet	47 Kaiteet, hoitotasot ja -sillat	57 Erityis- tilojen pin- tarakenteet	67 Väestön- suoja- varusteet	77	87 Työmaa- kuljetuk- set	97 Työnteki- jöiden palkan- lisät
08 Ulkomai- set toimin- nan erityis- kustann.	18 Ulko- varusteet	28 Ulko- puoliset rakenteet	38 Tiia- elementit	48 Hormit, tulisijat, kanavat, piiput	58 Maalaus, tapetointi	68	78 Rakennut- tajan hankinto- jen aput.	88 Ulkomaisten toimin- nan erityis- kustann.	98 Työnteki- jöiden sos.kulut
09	19	29	39	49	59	69	79	89	99

Kuva 1. Rakennusosanimikkeet taulukko (Talo 80 -ryhmä, Rakentajain Kustannus Oy 1985, 112).

1 Muottityö	2 Raudoitus ja betoni-työ	3 Metallijä pelti-työ	4 Muuraus Rappaus Laatoitus	5 Elementti-työ	6 Puu- ja levytyö	7 Lämmön ja äänen eristys	8 Veden ja kosteuden-eristys	9 Muut työt
11 Lautamuottityö	21 Raudoitus	31	41 Tiili- muuraus	51 Betoni- elementti-työ	61 Puurunko-työ	71 Pehmeä mineraa- liivilla	81 Sively- eristys	91 Luonnon- kivi-työ
12 Levy- muottityö	22 Betonointi	32	42	52 Kevyt- betoni- elementti-työ	62 Levytyö	72 Kova mineraa- liivilla	82 Bitumi- kermi- eristys	92 Lasi- levy-työ
13 Kasetti- muottityö	23 Betonin jälkityö	33 Teräs- runkotyö	43 Harkko- muuraus ja ladonta	53 Metallijä elementti-työ	63 Puu- verhouk	73 Ruisku- eristys	83 Muu kermi- eristys	93 Matto- työ
14 Suur- muottityö	24 Betoni- pintojen hionta	34	44	54 Tiili- elementti-työ	64	74 Sulu- muovi- eristys	84 Muovi- kalvo- eristys	94 Muovi-, levy- ja profiili- työ
15 Pöytä- muottityö	25	35 Muoto- tankotyö	45 Ohut- rappaus	55	65 Rakennus- puusepäni- työ	75 Kevyt- sora- eristys	85 Valu- eristys	95 Maalaus ja tape- tointi
16 Kulma- ja tunneli- muottityö	26 Pinta- betoni- työ	36 Peltityö	46 Rappaus	56 Puu- elementti- työ	66 Listoitus	76 Kevyt- betoni- eristys	86 Metallijä levy- eristys	96
17 Erityis- muottityö	27 Sementti- työ	37 Muoto- levytyö	47 Tasoite- työ	57 Element- tien jälkityö	67 Heloitus	77 Muu läm- mön ja äänen eristys	87	97
18 Muottien purku ja puhdistus	28 Betoni- massan valmistus	38 Muu metalli- työ	48 Laatoitus	58 Element- tien saumaus	68	78 Paperi- eristys	88	98
19	29	39	49	59	69	79	89	99

Kuva 2. Suoritusnimikkeet taulukko (Talo-80 -ryhmä, Rakentajain Kustannus Oy 1985, 113).

3 YLEISAIKATAULU

Aikataulu kirjassa yleisaikataulusta kerrotaan seuraavaa: Yleisaikataulun tarkoitus on esittää koko hankkeen suunniteltu työnkulku. Päätoteuttajan yleisaikataulu on työmaalla toteutuksen ja ajoituksen ohjauksen mallina. Yleisaikataulussa mitoitetaan myös pääresurssit, joten aikataulu on lähtötietona myös resurssisuunnitelmille, kuten työvoima-, hankinta- ja kalustosuunnitelmille, sekä tarkemman tason suunnitelmille, kuten rakentamisvaihe- ja viikkoaikatauluille kuten myös tehtäväsuunnitelulle. (Aikataulukirja 2013, 27.)

Alustava yleisaikataulu on karkea yleisaikataulu, jonka tarkoitus on mm. selvittää tärkeimmät työvaiheet ja -menetelmät sekä hankkeen kesto ja tärkeimpien resurssien kuormitus. Alustava yleisaikataulu laaditaan hankkeelle jo ennen rakentamispäätöstä tai urakkatarjouksen antamista. Alustavassa yleisaikataulussa käytetään tehtävien kestoissa kokonaisaikoja, työvaiheaikaa T4. Alustavan yleisaikataulun pohjalta täydennetään hankkeelle yleisaikataulu. Yleisaikataulu on yhteisesti sovittu hankkeen toteutusaikataulu. Sopimusneuvotteluissa yleisaikataulu tarkastellaan yhdessä ja tarvittaessa sitä muokataan ja tarkennetaan. Yleisaikataulu tarkennetaan sitten työvaiheikatauluksi palvelemaan työmaata ja eri urakoitsijoiden töiden yhteensovittamista. Yleisaikataulun pohjalta tehdään työvaiheikataulut ja työvaiheikataulujen pohjalta taas viikkoaikataulut. Aikataulujen muodoissa eroina ovat laadinnan ajankohta, sisällön tarkkuustaso ja käyttötarkoitus. (Aikataulukirja 2013, 27.)

Työvaiheikataulu on eri osapuolten keskeisin informaatioväline ja työnaikaisen valmiusasteen seurannan peruste työmaalla. Edellä mainittujen lisäksi sen perusteella voidaan mm. suunnitella ja arvioida myös työnaikaista suunnitelma-aikataulua. Hankkeen onnistunut toteutus edellyttää, että suunnitelma-aikataulu, työmaan työvaiheikataulu ja hankinta-aikataulu toimivat yhteen. Työvaiheikataulun tarkoitus on toimia rakennuskohteen toteuttamisprosessin punaisena lankana. Työvaiheikataulu perustuu tehollisiin työvuoroaikoihin, T3 sekä erillisiin häiriöpelivaroihin. Tehtävien häiriöt eli yli tunnin mittaiset keskeytykset käsitellään ja esitetään aikatauluissa pelivaroina, joilla luodaan tehtäväkokonaisuuksien ja rakennusvaiheiden välille puskureita. (Aikataulukirja 2013, 27.)

Viikkoaikataulun tarkoitus on varmistaa lyhyellä aikavälillä työn tavoitteiden toteutuminen, resurssien tehokas käyttö sekä riittävyys. Aika- ja määrätavoitteiden perusteella voidaan arvioida mitä resursseja tarvitaan ja verrata niitä käytettävissä oleviin. Viikkoaikataulu on myös sivu- ja aliurakoitsijoiden toimintaohje sekä työkonttien nokkamiesten tiedonlähde. Tavoitteet saadaan yleisaikataulun tai työvaiheikataulun perusteella. Tavoitteeksi voidaan asettaa esimerkiksi tietty rakenne, lohko tai kerros ja niiden valmius tiettyinä päivinä. Viikkoaikataulussa selvitetään myös miten tavoitteisiin päästään ottaen huomioon käytettävissä olevat resurssit, niiden mahdollinen lisätarve ja vapautumiset. (Aikataulukirja 2013, 31.)

Aikataulun laadinnassa ensiksi tehdään rakennusteknisille töille aikataululuonnos. Luonnokseen sovitetaan mukaan talotekniikkatyöt välitavoitteineen. Nimikkeitä valitaan alustavaan yleisaikatauluun kohteen laajuuden ja monimuotoisuuden mukaan yleensä 20–40, joskus useampiakin. Tehtä-

vänimikkeet valitaan työmaan suunnitelmien perusteella. Sen jälkeen voidaan laatia koko työmaan työvaiheikataulu. (Aikataulukirja 2013, 27.)

Kaikki aikataulutehtävät, niin omat, kuin myös aliurakoitsijoiden tehtävät mitoitetaan esimerkiksi Rakennustöiden menekkirjan mukaisesti ja laskemalla määrät tietomallista, suunnitelmista tai arvioimalla. Rakennusteknisten töiden lisäksi myös talotekniikkatyöt suunnitellaan mitoittamalla tehtävät riippuvuudet huomioiden. Tehtävien kestoja määriteltäessä työnsuunnittelija käyttää omien tietojensa apuna edellisten toteutuneiden kohteiden jälkilaskentatietoja, sekä yrityskohtaisia, ja julkisia tuotantotiedostoja. Yleisaikataulun nimikkeistön karkeudesta johtuen erityisesti kriittisten tehtävien ajoitus pitää suunnitella usein tarkemmin jaotellen kuin mitä aikataulussa esitetään. Esim. tehtävä "anturat" sisältää muottityön, raudoituksen ja betonoinnin. Laaditut laskelmat ja avustavat suunnitelmat on syytä säilyttää tarkempia suunnitteluvaiheita ja aikatauluja varten. (Aikataulukirja 2013, 28.)

Aikataulusuunnittelussa käytettävät työmenekkiäsitteet (Aikataulukirja 2013, 49):

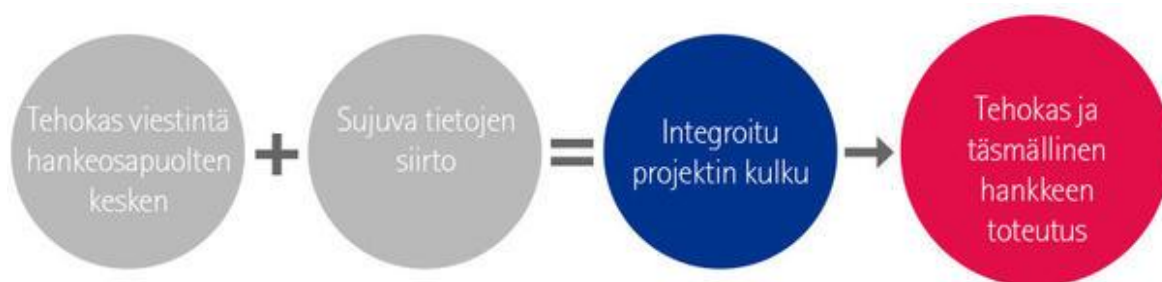
- Tehollinen aika, työvuoroaika eli T3-aika. T3-ajat ovat tavoitteellisia työmenekkejä, jotka eivät sisällä yli tunnin mittaisia häiriöitä tai keskeytyksiä. T3-aikaa käytetään rakentamisvaiheikataulujen, viikkoaikataulujen ja tehtäväsuunnitelmien tehtävien kestojen laskennassa.
- Kokonaisaika, työvaihe aika eli T4-aika. T4 sisältää kaikki työhön käytetyt tunnit, myös tunnin mittaiset ja sitä pidemmät työn keskeytykset. T4-aikaa käytetään kustannusten arviointiin ja yleisaikataulujen laadintaan. $T4 = T3 \times TL3$.
- Työvaiheen lisäaikakerroin eli TL3-kerroin. Työvaiheen lisäajat ovat vähintään tunnin mittaisia työn keskeytyksiä, pieniä erillisiä työvaiheita ja koneiden ja laitteiden rikkoutumisia tai huoltoja, odotusajoja, tapaturmia, säähaittoja tms. TL3-kerroin vaihtelee 1,10...1,30 välillä työlajista riippuen. Pakkaspäivät eivät kuulu lisäaikoihin.

4 TIETOMALLINTAMINEN JA TEKLA STRUCTURES-MALLINNUSOHJELMISTO

4.1 Tietomallintaminen

Tietomallintaminen eli BIM (Building Information Modeling) (kuva 3) tarkoittaa kolmiulotteisen virtuaalimallin tekemistä rakennuksista. Tietomalli sisältää detaljit rakennuksien tiloista, komponenteista ja materiaaleista ominaisuustietoineen. Tietomallin sisältämää tietoa voidaan hyödyntää eri prosesseissa. Rakennushankkeen osapuolet hyötyvät tietomallin runsaasta tila- ja materiaalitiedosta. Markkinoilla on paljon erilaisia mallintavia suunnitteluohjelmia. Tiedonsiirto eri ohjelmien välillä perustuu IFC-standardin käyttöön. (Vuorinen 2010, 190.)

Mallintamisen avulla mahdolliset virheet havaitaan jo suunnitteluvaiheessa. Näin rakennusprosessi on ennalta tarkastettu ja virheisiin ehditään puuttua ennen varsinaista rakentamista. Suunnitelmien havainnollistaminen, määrä- ja kustannuslaskenta, hankinnat sekä aikataulu-, kustannus- ja tuotannon suunnittelu helpottuu huomattavasti tietomallin avulla. Hyödyt näkyvät lopputuloksen laadussa. Lupa-asiat, markkinointi, tilankäytön suunnittelu ja kohteen ylläpito – älykkään 3D-mallin hyöty näkyy kaikissa näissä. Kun kohde saadaan valmiiksi, siirtyy malli asiakkaan hallittavaksi. Asiakas näkee mallin avulla havainnollisemmin tilojen toiminnallisuuden sekä arkkitehtonisen laadun. Virtuaalimalli helpottaa myös viranomaisarviointia sekä nopeuttaa kaavoitus- ja rakennuslupaprosesseja. Malliin sidotut määrä- ja kustannuslaskelmat mahdollistavat helpomman ja nopeamman hinnoittelun sekä vaihtoehtoisten suunnitelmien arvioinnin. Malliin tallennettu tila-, materiaali-, laite- ja kalustetieto voidaan hyödyntää rakennuksen ylläpidossa. Virtuaalimallia voidaan käyttää myös markkinoinnissa, kun kuvantoja saadaan sisältä ja ulkoa, 2D:nä ja 3D:nä. (Vuorinen 2010, 190.)



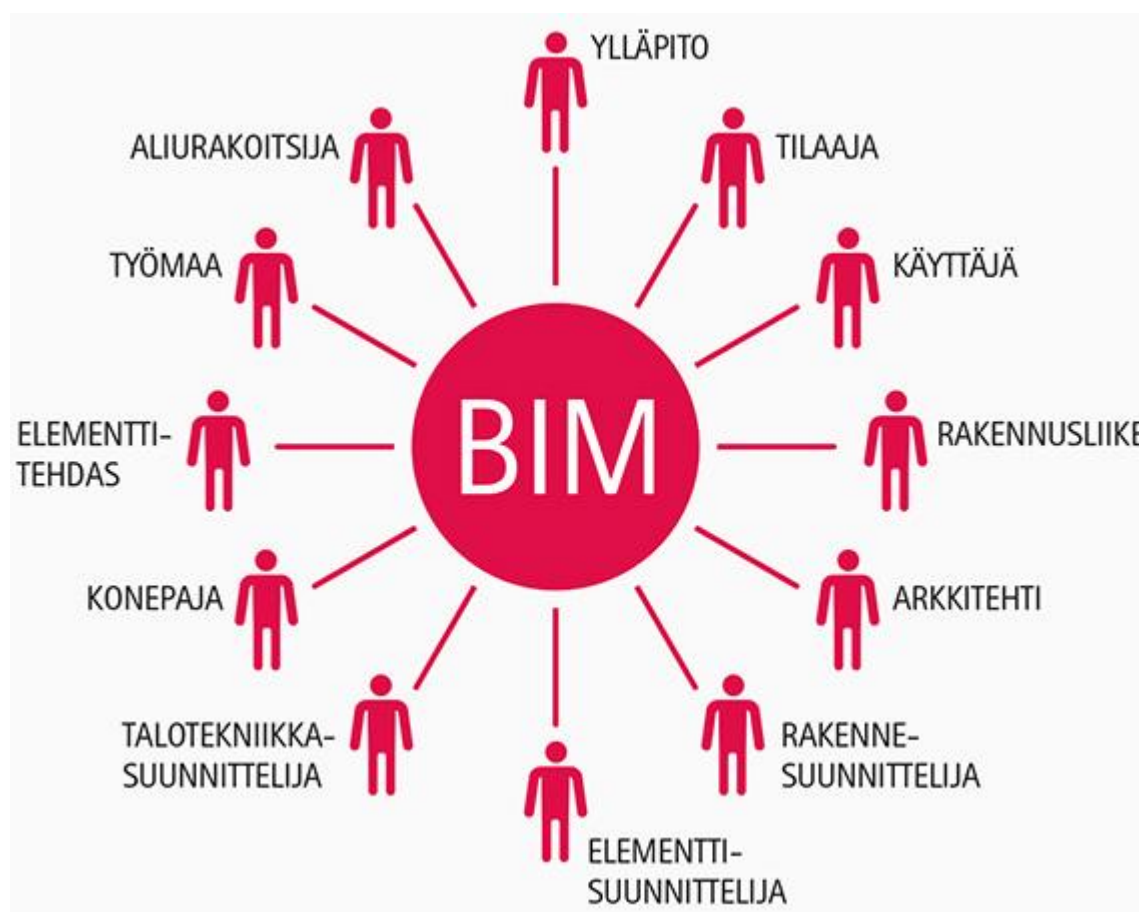
Kuva 3. Mitä BIM on? (Tekla.com)

4.2 Tekla Structures

4.2.1 Tekla Structures -rakennesuunnitteluohjelma

Teklan BIM- eli rakennustietomallinnusohjelmistot tehostavat työn tekemistä koko rakennusalalla. *Teklan* ohjelmistoja käytetään eri puolilla maailmaa kaikenlaisten rakenteiden ja yksityiskohtaisten tietomallien luomiseen, yhdistämiseen, hallintaan ja jakeluun. (Tekla.com.)

Tekla Structuresilla tehdyt mallit sisältävät tarkan, luotettavan ja yksityiskohtaisen tiedon, jota tarvitaan onnistuneeseen tietomallinnukseen ja hankkeen toteutukseen. *Tekla Structures* sujuvoittaa työnkulkua sekä sen avulla saadaan toteuttamiskelpoisemmat tietomallit (kuvio 4). *Tekla Structures* toimii vaikeimpienkin rakenteiden ja kaikkien materiaalien kanssa. Ohjelmiston avulla on rakennettu ja suunniteltu mm. urheiluareenoita, öljynporauslauttoja, tehtaita, pilvenpiirtäjiä ja siltoja. Keskeisiä hyötyjä ovat yhteistyö ja liitynnät toisiin ohjelmistoihin, kaikkien mahdollisten materiaalien mallinnus, kaikenkokoisten ja monimutkaisten rakenteiden mallinnus, tarkat ja toteutuskelpoiset mallit ja tiedonkulku suunnittelun aloittamisesta aina työmaalle saakka. (Tekla.com.)



Kuvio 4. BIM avoimuus ja yhteistyö (Tekla.com).

4.2.2 Organizer -työkalu

Organizer on päivittäinen työkalu mallitiedon ja objektin ominaisuuksien hallintaan sekä objektien jaotteluun. *Organizer* -työkalun avulla pääsee sisälle kaikkeen mallitietoon mukaan lukien IFC - tietoihin samasta paikasta sekä voi hallita mallia tehokkaasti. *Organizer* on tehokas työkalu kaikille hankkeen osapuolille, jotka käyttävät mallin tietoja. (Teklastructures.support.tekla.com.)

Esimerkiksi työnjohtajat voivat katsoa ja luoda raportteja osien ja kokoonpanojen keskeisistä ominaisuuksista, kuten määrätiedoista. Suunnittelijat voivat tarkastaa osien, kokoonpanojen tai valuyksiköiden ominaisuudet missä vaiheessa suunnittelua tahansa, varmistaen, että ne ovat kuten suunniteltu. Luomalla kategorioita voi helposti tarkastaa esimerkiksi, jos elementit ovat liian painavia tai raudoitukset liian pitkiä sekä saada osien tilannetiedot. *Organizer* on aina ajan tasalla, koska sen voi synkronisoida mallin kanssa. *Organizerin* avulla mallista saa välittömän palautteen ja raportteja voi luoda miten haluaa. (Teklastructures.support.tekla.com.)

Organizer muodostuu kahdesta työkalusta:

- *Object Browser* työkalun avulla voit tarkastaa ja luoda raportteja mallin tiedoista perustuen tekemiisi valintoihin.
- *Categories* työkalulla voit visuaalisesti määrittellä rakennukselle lokaatiot joissa mallin osat päivittyvät automaattisesti. Voit myös määrittellä kategorioita erilaisten ominaisuuksien avulla. Valmiita suodattimia käyttämällä kategorian sisältö päivittyy automaattisesti, kun mallissa tapahtuu muutoksia. Kategorian sisältöä voi muokata myös manuaalisesti. (Teklastructures.support.tekla.com.)

4.2.3 Task Manager -työkalu

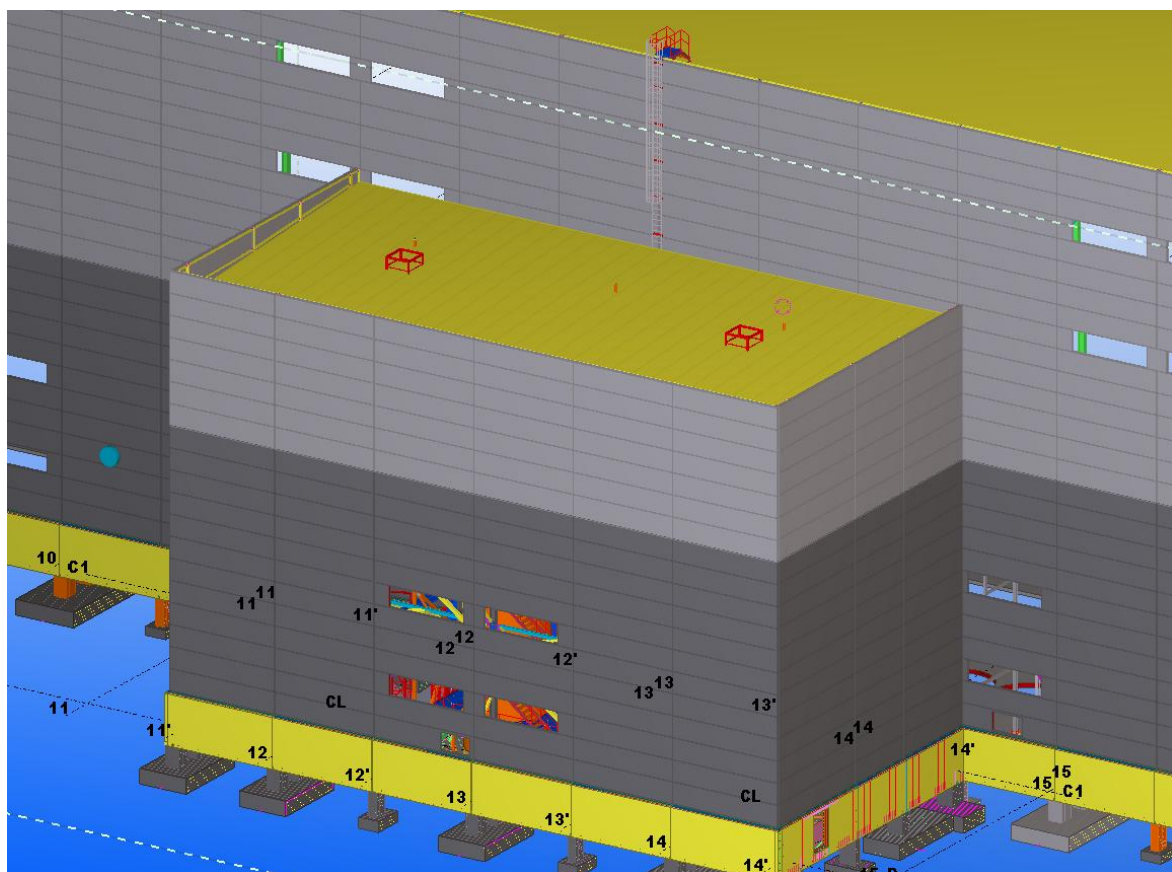
Task Manager on työkalu urakoitsijoille, alihankkijoille ja projektipäälliköille. *Task Manager* -työkalun avulla voi sisällyttää aikatietoja *Tekla Structures* 3D-malliin ja hallita aikatauluja eri tasoilla ja eri vaiheissa koko projektin ajan. *Task Managerin* avulla voit luoda, tallentaa ja hallita ajoitettuja tehtäviä sekä linkittää tehtävät ks. objekteihin mallissa. Tehtävien perusteella voit luoda kustomoituja mallinäkyymiä sekä kattavia 4D-simulaatioita hankkeen etenemisestä. Tehtäviä voi luoda interaktiivisesti tai tuomalla tehtäviä toisista aikatauluohjelmista, kuten esimerkiksi MS Office Project tai Primavera P6. Import – komennon toimivuuden ansiosta voi säilyttää mitä tahansa aikatauluja, mitä on luotu mallin ulkopuolella siten, että aikataulu- ja organisaatitiedot pysyvät ennallaan. Tuotuja aikatauluja voi täydentää tarkemmin *Task Managerissa*. (Teklastructures.support.tekla.com.)

Yllämainittu työnkulku vastaa sitä mitä löytyy normaalista projektin toimituksesta – lisääntynyt tieto aktiviteeteista, jotka tukevat korkeamman tason projektien tavoitteita ja välitavoitteita. *Task Manager* antaa loogisen paikan säilyttää näitä tietoja ja auttaa laajentamaan tehtävien hallintaa vahvoihin 3D esityksiin. (Teklastructures.support.tekla.com.)

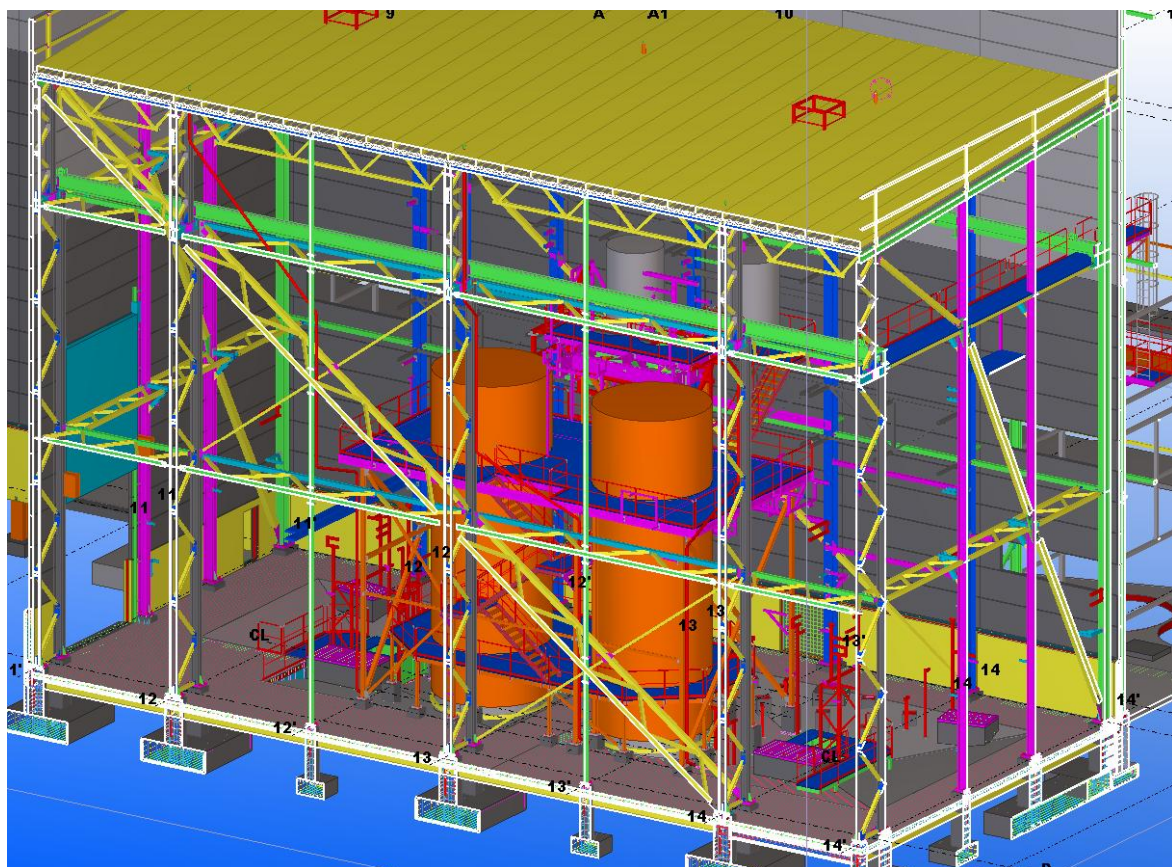
5 MÄÄRÄLASKENTA JA AIKATAULUN LAADINTA TEKLA STRUCTURES -OHJELMISTOLLA

5.1 Kohteen esittely

Opinnäytetyötä varten tarvittiin tietomalli minkä pohjalta aikataulu ja määrälaskenta voitaisiin tehdä. Tietomallin täytyi olla uudehko, johtuen siitä, että vanhemmat tietomallit ovat tehty *Teklan* vanhemmilla versioilla. Tietomallina käytettiin valmista Kevitsa Column Cell -projektin mallia, kuvat 5 ja 6. Column Cell -projektissa on kyse Kevitsan nikkeli- ja kuparikaivoksen rikastamon laajennuksesta. Laajennus on kerrosalaltaan noin 640 m² ja tilavuudeltaan noin 15 700 m³. Malli on tehty *Tekla Structures* 20.0 versiolla. Tarkkuudeltaan malli on valmis rakennesuunnittelun rakennusosamalli. Mallista on jo tuotettu kaikki suunnitelmat ja piirustukset. Malli sisältää Column Cell -projektin laajennuksen kokonaisuudessaan sekä vanhoja rakenteita vain liittyviltä osiltaan. Mallia vielä hieman kevennettiin vanhoilta rakenteiltaan siinä vaiheessa, kun siitä tehtiin kopio tätä työtä varten.



Kuva 5. Column Cell -projekti, laajennusosa



Kuva 6. Column Cell -projekti, laajennusosa ilman seinäelementtejä

5.2 Organizer -työkalun ominaisuuksien selvittäminen

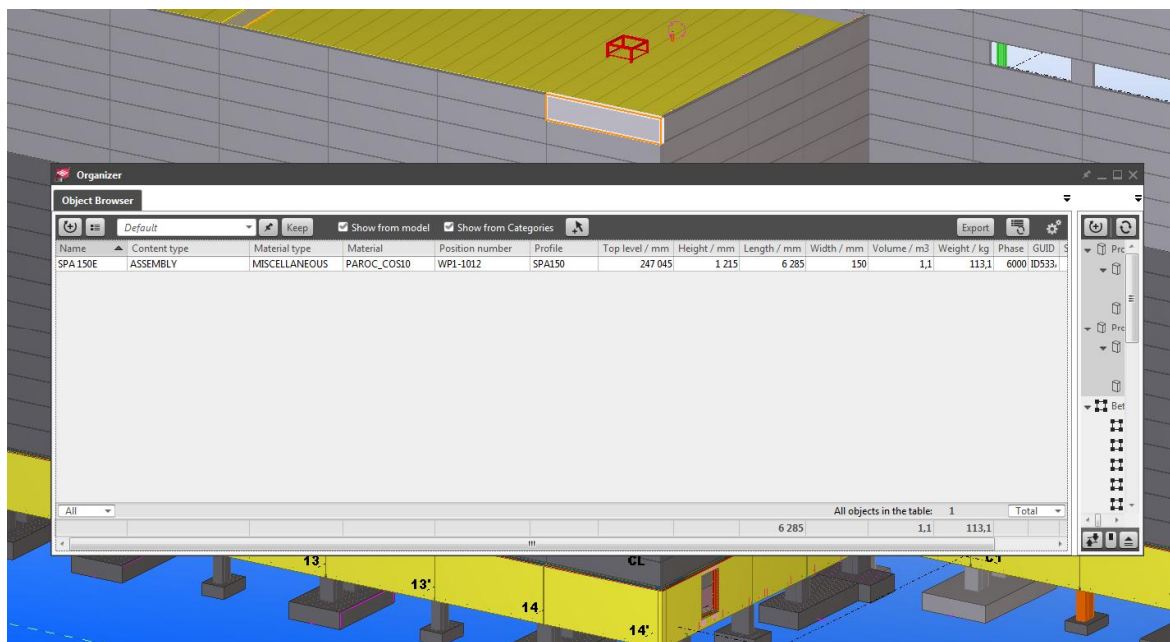
Tarkoituksena tässä työssä on perehtyä *Tekla Structures* -ohjelman sisältävään *Organizer* -työkaluun, joka monilta ominaisuuksiltaan soveltuu mitä ilmeisimmin myös mallista tehtävään määrälaskentaan.

Pöyryllä on ollut käytössä valmiita raporttipohjia Excel -muodossa, joihin saa tuotua tiedot suoraan mallista. Raporttipohjia löytyy moneen eri tarkoitukseen, esim. oma pohja raudoituksille ja oma pohja betonikuutioille jne., mutta niitä ei voi käyttää mihinkään muuhun tarkoitukseen. Excel -tiedosto ottaa vastaan vain juuri sille pohjalle luodun tiedon mallista. Esim. valuyksiköitä varten on oma tiedostopohja mallissa "POYRY_Valuyksikon_sisalto.Excel", joka osaa luetteloida valuyksiköistä oleellimmat tiedot vain siihen Excel -taulukkoon mikä on tehty ks. tietoja varten. Eli aina kun mallista halutaan sellaisia tietoja mihin ei ole valmista raporttipohjaa, pitäisi pyytää, että sellainen tehtäisiin. Tai mikä yleisintä; tiedot joko haetaan monesta eri pohjasta tai sitten suoraan mallista jolloin dokumentointi suoritetaan laskijan omalla määrittelemällä tyylillään. Eli lyhyesti sanottuna; on erittäin työlästä tehdä niin paljon raporttipohjia, että ne kattaisivat kaikki mahdolliset määrälaskennan tarpeet. Näin ollen on syytä etsiä vaihtoehtoisia tapoja suorittaa määrälaskentaa tietomallista, joka parantaa lopputulosta, on helpompaa sekä saada laskennasta yhtenäisempää, ja lopputuloksesta luotettavampaa.

Organizer -työkalu löytyy *Teklassa* ylävalikosta kohdasta *Tools* ja *Organizer*. Heti käynnistyksen jälkeen *Organizer* kysyy halutaanko se synkronisoida mallin kanssa. Tämä on syytä tehdä aina, kun

malliin on lisätty jotain. Ensivaikutelmaltaan *Organizer* on aika monimutkaisen näköinen työkalu. *Organizerin* käyttäminen ei kuitenkaan ole yhtään monimutkaista.

Organizerin sisällä on kaksi työkalua, *Object Browser* sekä *Categories*. *Object Browser* on se varsinkin raportteja tekevä työkalu. Jo pelkästään valitsemalla mallista jokin osa, *Object Browser* näyttää osasta heti kaikki oleellisemmat tiedot omissa sarakkeissaan sekä laskee yhteen joko kaikki tai vain valitut sarakkeet. Esimerkiksi kuvassa 7 on valittuna yksi sandwich elementti. Oletuksena *Object Browser* listaa osasta mm. nimen, profiilin, position, materiaalin, mittatiedot sekä painon. Erilaisia listauksia (template) löytyy montaa vaihtoehtoa, mutta niitä voi tehdä myös itse tai tuoda tallennettuja templateja import komennolla. Valmiissa listauksissa on myös aikataulutietoja kalastelevia templateja. Tämä tietenkin vaatii sen, että osiin olisi lisätty aikataulutietoja, mitä tässä mallissa ei ole tehty. *Object Browserissa* voi muuttaa myös mittayksiköt esim. tuumiksi tai jaloiksi.

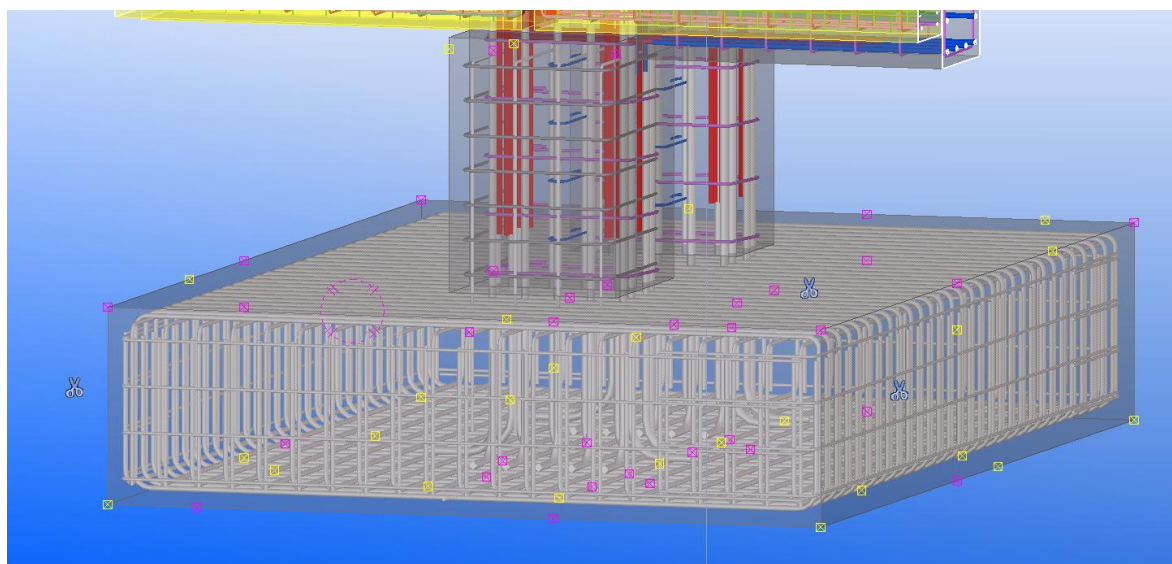


Kuva 7. *Object Browser*, kuorielementin listaus

Object Browserista saadaan raportteja tulostettua Excel-muotoon export komennolla. Mallikansiossa on valmiita pohjia, jotka tulostavat tiedot asiallisesti Excel taulukkoihin. Pohjissa on kaksi eri vaihtoehtoa, joko kokonaan tyhjä tai sitten sellainen, jossa on *Teklan* oma logo. Kuvassa 8 on esimerkki Excelistä, jossa *Teklan* logo. Tähän raporttiin on valittu kuvassa 9 näkyvän anturan raudoitus, ja listaus templateista valinta rebar.

Name	Size / mm	Grade	Quantity	Length / mm	Rebar shape	Position number	Cast unit position number	Weight of group / kg	Weight of single bar / kg	Class	Phase
6	REBAR	32 A500HW	2	2 720 B	R1-110	CF-11		34,4	17,2	11	1000
7	REBAR	32 A500HW	2	2 720 B	R1-110	CF-11		34,4	17,2	11	1000
8	REBAR	32 A500HW	5	2 740 B	R1-111	CF-11		86,7	17,3	11	1000
9	REBAR	32 A500HW	2	2 720 B	R1-110	CF-11		34,4	17,2	11	1000
10	REBAR	12 A500HW	4	2 260 B	R1-24	CF-11		8,1	2	14	1000
11	REBAR	32 A500HW	2	2 720 B	R1-110	CF-11		34,4	17,2	11	1000
12	REBAR	32 A500HW	5	2 740 B	R1-111	CF-11		86,7	17,3	11	1000
13	REBAR	12 A500HW	7	2 030 D	R1-26	CF-11		12,7	1,8	15	1000
14	REBAR	12 A500HW	12	2 430 U	R1-25	CF-11		25,9	2,2	12	1000
15	REBAR	32 A500HW	5	2 740 B	R1-111	CF-11		86,7	17,3	11	1000
16	REBAR	12 A500HW	12	2 430 U	R1-25	CF-11		25,9	2,2	12	1000
17	REBAR	12 A500HW	4	3 730 B	R1-153	CF-11		13,2	3,3	6	1000
18	REBAR	12 A500HW	4	5 130 B	R1-21	CF-11		18,2	4,6	6	1000
19	REBAR	12 A500HW	4	5 130 B	R1-21	CF-11		18,2	4,6	6	1000
20	REBAR	12 A500HW	4	5 130 B	R1-21	CF-11		18,2	4,6	6	1000
21	REBAR	20 A500HW	30	4 390 D	R1-76	CF-11		326	10,8	8	1000
22	REBAR	16 A500HW	21	5 800 D	R1-53	CF-11		192,8	9,2	7	1000
23	REBAR	20 A500HW	30	4 270 D	R1-152	CF-11		316,7	10,5	4	1000
24	REBAR	20 A500HW	21	5 870 D	R1-1	CF-11		294,3	14	3	1000
25	REBAR	32 A500HW	5	2 740 B	R1-111	CF-11		86,7	17,3	11	1000
26											
27											
28	Total		428	181	68 840			1 749,50	206,2		20 000,00
29											
30											
31											
32											

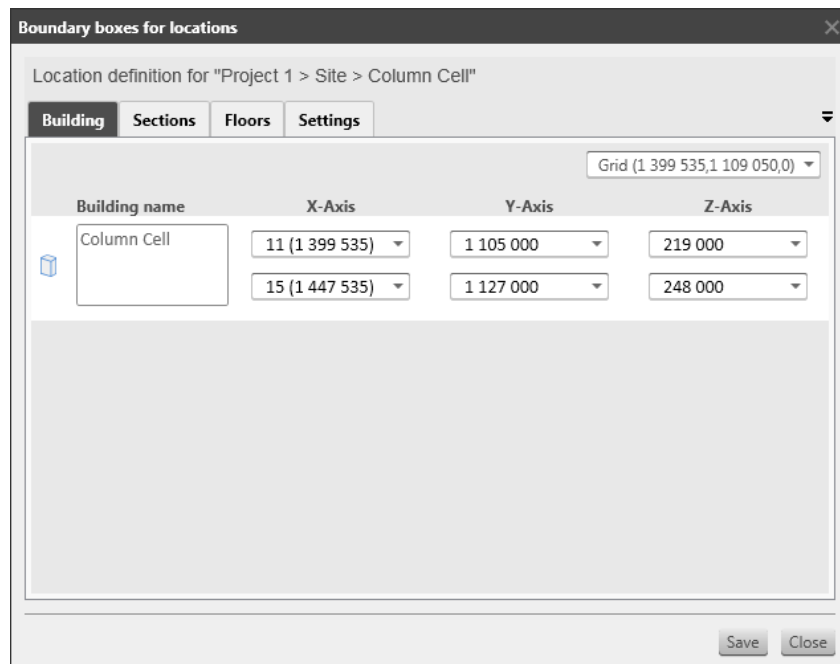
Kuva 8. Object Browserista tulostettu raportti Excel-muotoon



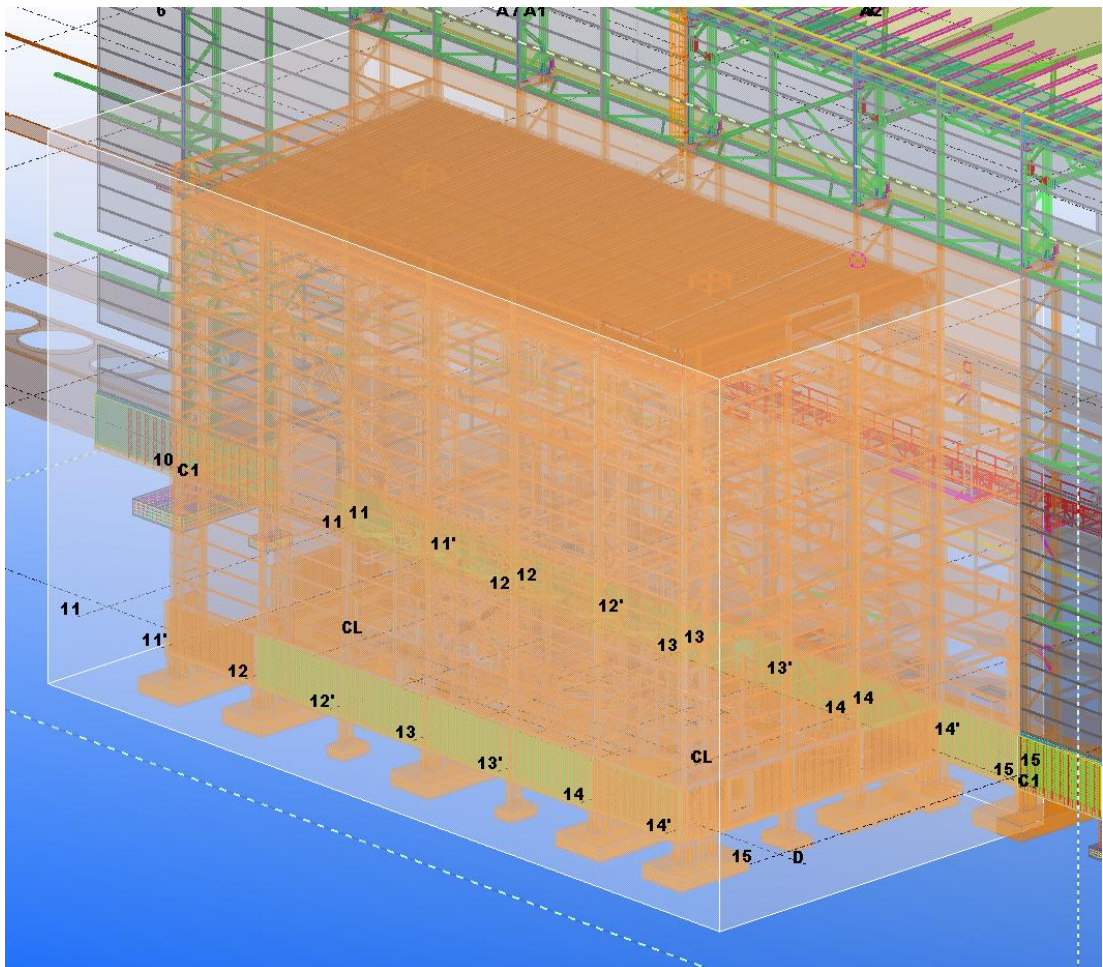
Kuva 9. Antura, josta tehtiin raportti kuvassa 8

Object Browser soveltuu myös mallin tarkastamiseen. Työkalu listaa automaattisesti kaikki mallista valitut osat ja näyttää niistä valitun templatien mukaiset tiedot. Jos näissä tiedoissa näkee virheen jossakin osassa, esimerkiksi positionumero tai materiaali on väärin, voi listauksesta suoraan valita osan myös mallissa ja päästä näin korjaamaan ks. virheen.

Categories -työkalu soveltuu mallin lohkomiseen ja jaotteluun todella hyvin. Työkalulla voi itse määrittellä lohkojen rajat koroilla ja koordinaateilla, eli piirtämällä kolmiulotteisen laatikon, jonka sisällä olevat osat tulevat valituiksi (kuvat 10 ja 11). Tai käyttää valmiita suodattimia mallin jaotteluun (*Object Group – Selection Filter*). Valitsemalla kategorian näkyy valinta mallissa joko korostettuna tai normaali valintana riippuen siitä kumpaa vaihtoehtoa haluaa käyttää. Valitut osat näkyvät heti myös *Object Browserin* listauksessa.



Kuva 10. Kolmiulotteisen valintalaatikon piirtäminen

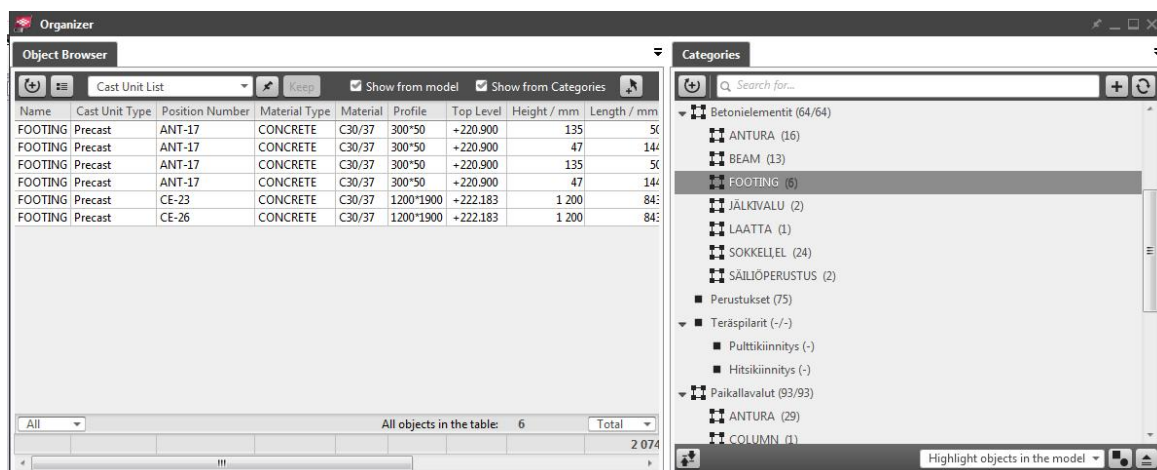


Kuva 11. Valintalaatikko eli "Bounding Box"

Categories työkalussa on myös mahdollisuus tallentaa tehtyjä asetuksia erilliseen tiedostoon export komennolla. Näitä tiedostoja voi sitten hyödyntää muissa malleissa. Saman lailla työkalussa voi tuoda jo valmiit asetukset kategorioihin erillisestä tiedostosta.

Nämä kaksi *Organizerin* sisällä olevaa työkalua muodostavat hyvän työkalun mallitiedon jäsentämiseen, määrälaskentaan, tarkastukseen, lohkomiseen ja visualisointiin. *Organizer* palvelee näin ollen kaikkia hankkeen osapuolia. Synkronisointi mallin kanssa tekee *Organizerista* myös parhaan mahdollisen reaaliaikaisen tarkastus- ja määrälaskentatyökalun mallin sisällä.

Erittäin tärkeää *Organizerin* toiminnan ja käytön kannalta on oikein mallinnus. Toki *Organizerin* kautta väärin mallinnetut osat löytää helposti ja voin näin käydä korjaamassa. Mutta jos malli on iso, on tämä työ erittäin työlästä. Työssä käytetyssä mallissa kategorioita tulee paljon ylimääräisiä johtuen mallinnustavasta. Kuvassa 12 näkyy hyvä esimerkki siitä, kun mallinnustavassa on virheitä. Kuvasta näkee kuinka paikallavalurakenteita on päätynyt elementtien sekaan, koska mallissa osan *Cast Unit* välilehdellä kohdassa *Cast Unit Type* on valinta "precast". *Organizer* myös ilmeisesti tulkitsee valuyksiköt elementeiksi, ja sen takia elementtien alta löytyy myös anturoita jotka ovat oikein mallinnettu mutta tehty valuyksiköiksi.



Kuva 12. *Organizer* kategorioita

Organizerin käyttöönotto ei siis tapahdu ihan hetkessä. Kuten lähes kaikki muutkin työkalut *Teklas*sa, vaatii *Organizer* – työkalu myös valmistelua. Pitää luoda *Object Browseriin* valmiita listauksia ja raporttipohjia sekä *Categories* osioon olisi syytä tehdä valmiita kategorioita, jotka osaavat kalastella oikeat tiedot mallista. Mallinnustapa on varmasti jossain määrin erilainen joka ikisessä toimistossa. Mallinnustavoissa löytyy eroja mm. osien positioinnissa, user defined attributes kenttien käytössä ja phaseissa. Tästä syystä *Teklan* valmiit taulukoinnit, kategoriat ynnä muut asetukset ovat harvoin suoraan hyödynnettävissä. *Organizerin* lopullinen käyttöönotto vaatii työtä ensin paikalliselta *Tekla* tuelta/asiantuntijalta.

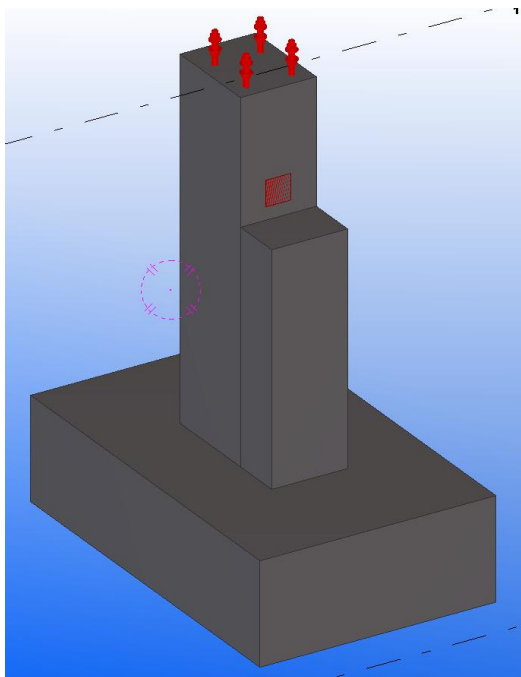
5.3 Määrälaskenta Organizer -työkalun avulla

Organizerin avulla tehtävä määrälaskenta tapahtuu samalla tavalla, kuin määrälaskenta tietomallista yleensäkin. Eroina jo käytetyssä ja *Organizerin* tavassa on, että *Organizerin* avulla määrätiedot saadaan suoraan malliin listattua ilman varsinaisia raporttipohjia. Pelkästään valitsemalla halutut osat mallista listaa Organizer näiden osien tiedot suoraan *Object Browseriin*. Määrälaskennan dokumentointi pitää silloin tehdä itse, jos määrätietoja ei tulosteta raporttipohjille. Myös *Organizerissa* on vaihtoehtona tulostaa määrätietoja raporttipohjille, mutta valmiita raporttipohjia jotka toimivat *Organizerin* kanssa ei ole vielä tässä vaiheessa tehty Pöyrylle.

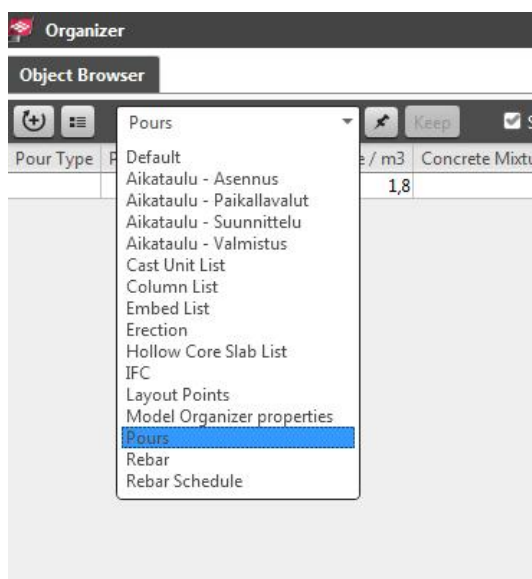
Määrät lasketaan mallista Talo 80 -nimikkeistöjärjestelmän ohjeistuksen mukaisesti. Määrälaskenta mallista suoraan ohjeistuksen mukaisesti ei kuitenkaan aina toimi niin kuin pitäisi. Otetaan esimerkiksi kevyet väliseinät, seinien määrät lasketaan neliöinä vähentämättä alle 1 m² kokoisia aukkoja. Kun *Teklassa* lasketaan pintojen neliöitä, laskukaavat vähentävät kaikki aukot pois määrästä. Tämän takia osa määrälaskennasta pitää tehdä mittamalla määrät mallista käyttämättä valmiita laskukaavoja.

Jotta *Organizerin* hyödyistä määrälaskennassa saadaan jonkinlainen kuva, otetaan esimerkkinä perustuksen määrien laskeminen (kuva 13). Määrälaskentaraaportti tehdään Pöyryllä tässäkin kohteessa käytettyyn raportointipohjaan, joka on Excel -muodossa. Määrälaskennassa muottineliöt lasketaan tässä kohteessa aina lautamuotteina. Määrälaskenta aloitetaan Talo 80 mukaisesti ns. alhaalta ylöspäin, mutta nyt jätetään ennalta sovitusti maa- ja pohjarakentaminen väliin, joka tässä tapauksessa tarkoittaa, että aloitetaan anturasta. Talo 80 mukaan rakentamisosa on 21 Antura ja sille halutaan laskea lautamuottityö, betonointi ja rauditus. Ensiksi lasketaan muottityö, Talo 80 mukaan suoritus 11 Lautamuottityö. Määrälaskentaraaporttiin koodataan 21 11 Anturan lautamuottityö. Anturan rauditus on 21 21 ja betonointi 21 22. Tällä tavalla koodataan kaikki perustuksen osat määrälaskentaraaporttiin ja katsotaan ohjeistuksesta miten määrät lasketaan näille osille.

Määrälaskenta *Organizerilla* tehdään niin, että ensiksi mallista valitaan rakennusosa ja sen jälkeen valitaan *Object Browserista* sopiva *Template* mikä listaa halutut tiedot oikein. Valmiita *Templateja* on jonkin verran ja niitä voi tehdä myös lisää omien tarpeiden mukaan. Kokeilemalla kaikki sopivan nimiset läpi, löytyi muottineliöt ja betonoinnin oikein laskeva *Template* nimellä "Pours" eli betonointi (Kuva 14 ja 15). Rauditukset saadaan listattua *Templatella* "Rebar".



Kuva 13. Perustus määrälaskentaan



Kuva 14. Valittu Template muottityölle ja betonoinnille

 A screenshot of the 'Organizer' software interface showing the 'Pours' list. The 'Object Browser' panel is open, and the 'Pours' dropdown menu is set to 'Pours'. The table below shows the following data:

Pour Type	Pour Number	Material	Volume / m3	Formwork_area_WallGroundslabColumn	Formwork_area_beam	Top Level	Bottom Level	Weight / kg
		C30/37	1,8	4,320	7,400	+219.900	+219.300	4 620,0

Kuva 15. Pours Templaten listaamat tiedot

Valitun anturan koko on 1 400x 2 200x600 ja käsin lasketut muottineliöt ovat 4,32 m² ja kuutiot 1,8 m³. Tämän pikaisen tarkastuksen jälkeen voidaan todeta, että *Organizer* laskee muottineliöt ja kuu-

tiot oikein. Raudoitus saadaan samalla tavalla, valitaan ensin halutut raudat mallista ja otetaan sille Templateksi "Rebar". Liitteessä 1 on valitun anturan raudoitus tulostettuna Excel -muotoon.

Peruspilarin määrien laskenta tehdään aivan samalla tavalla anturan kanssa. Talo 80 mukainen koodaus tulee myös samalla tavalla, ainoastaan rakennusosa muuttuu. Peruspilari on mallinnettu kahdesta erillisestä osasta ja tämän takia *Organizer* ei osaa laskea muottineliöitä oikein. *Organizer* laskee kaikkien sivujen neliöt muottineliöihin, joten kahden erillisen osan jokainen sivu tulee mukaan eli osien väli tulee kahdesti mukaan vaikka sen ei pitäisi tulla ollenkaan. Tämä virhe pitää korjata raporttiin käsin laskemalla. *Organizer* saa tulokseksi $6,31 \text{ m}^2$, tästä määrästä pitää kuitenkin vähentää osien väli kaksi kertaa eli $6,31 \text{ m}^2 - 0,61 \text{ m}^2 \times 2 = 5,09 \text{ m}^2$. Liite 2 on perustuksesta tehty määrälaskentraportti.

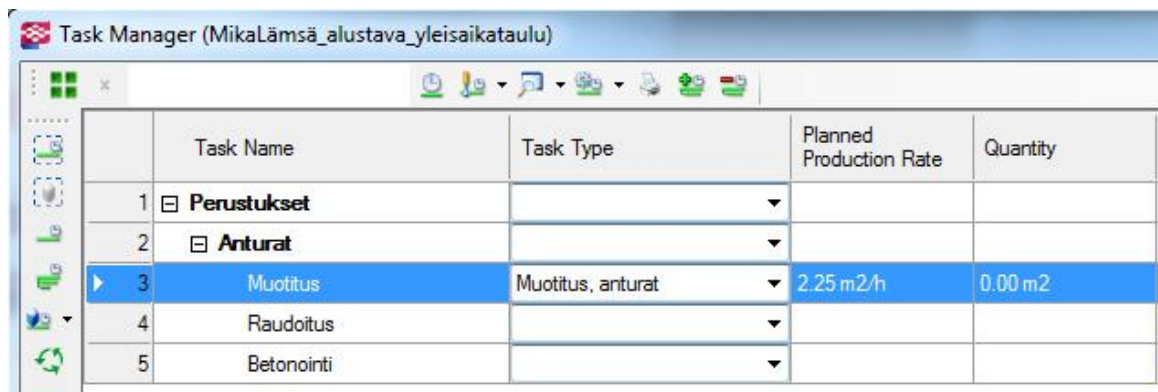
Organizer soveltuu siis todella hyvin määrälaskentaan jo tässä vaiheessa, vaikka mitään omia *Templateja* tai laskukaavoja ei ole tehty. Määrälaskennan voi tehdä kahdella eri tapaa, joko ottamalla tiedot suoraan *Object Browserista*, tai sitten tulostamalla määrät raporttiin Excel -muotoon. Mutta kuitenkin muutkin tavat laskea määriä mallista, vaatii myös *Organizer* hieman apuja kun halutaan laskea ohjeiden mukaisesti tai kun mallinnustavoissa on poikkeamia.

5.4 Task Manager -työkalun ominaisuuksien selvittäminen

Task Manager työkalu löytyy *Teklasta* ylävalikosta kohdasta tools ja *Task Manager*. Valinta käynnistää *Task Managerin* omaan erilliseen ikkunaan. Koska *Task Manager* on vielä alkutekijöissä eikä Pöyrylläkään ole sitä vielä koskaan käytetty, pitää ensiksi selvittää toimiiko työkalu Pöyryllä tuotetun mallin kanssa. Heti ensimmäinen ongelma aikataulussa tulee siinä, että taskeja ei ole tehty eli mitään valmiita pohjia ei ole. Pitää itse luoda kaikki taskit, kuten anturan raudoitus, muotitus, betonointi ja niin edelleen. Myös menekit ja saavutukset pitää itse lisätä ohjelmaan.

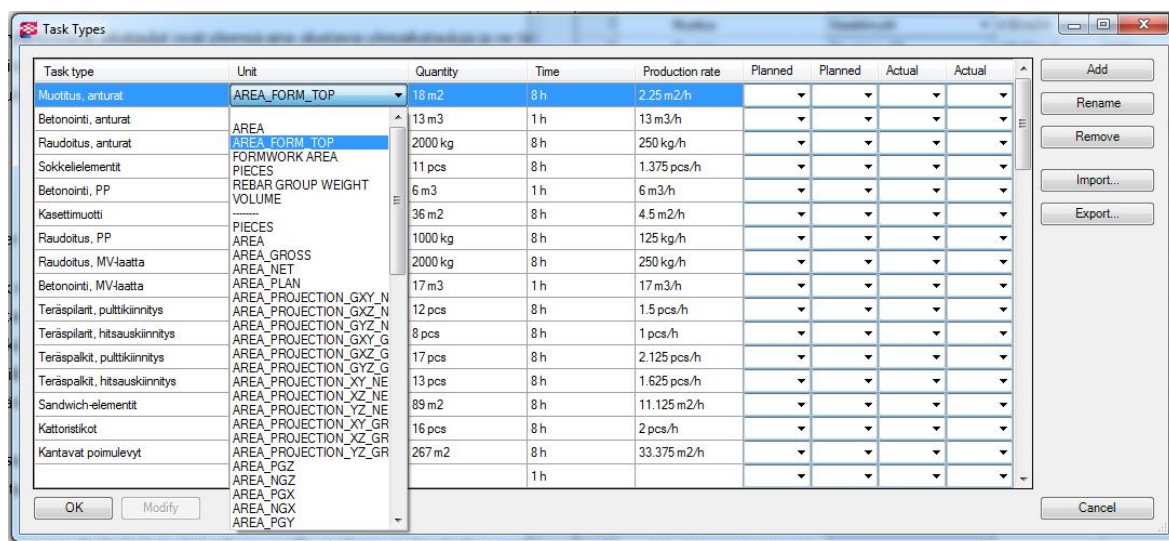
Task Manager on ominaisuuksiltaan kuten suurin osa muistakin aikatauluohjelmista. *Task Manageriin* saa määriteltä oman kalenterin työpäivineen, pyhineen ja seisakkeineen. Työkalun alle voi tehdä useamman eri aikataulun "scenarion" sekä tuoda ja viedä aikatauluja import ja export komennoilla. Resurssit voidaan samaten luoda tai tuoda muualta valmiina. Perustoiminnot kuten riippuvuudet ja alitehtävien lisääminen toimivat samalla tavalla muiden ohjelmien kanssa. Kätevää ohjelmassa on, että MS projektilla tehty aikataulu voidaan tuoda ohjelmaan pohjaksi ja linkittää valmiit tehtävät malliin, jolloin määrätiedot tehtäville tulevat suoraan mallista. Suurin hyöty ohjelmassa on se, että sen saa linkitettyä malliin, joten aikataulusta saadaan visuaalinen sekä työn etenemistä on helppo seurata mallin avulla. *Task Manager* ei kuitenkaan synkronoidu mallin kanssa. Eli jos mallinnetaan jotakin kokonaan uusia osia, kuten perustuksia lisää – ne pitää manuaalisesti lisätä *Task Manageriin*. Mutta esim. anturan raudoituksen määrän muututtua, muutos näkyy aikataulussa vain päivitys nappia painamalla. *Task Manager* toimii siis samoin kuin muut aikatauluohjelmat, ainoa ero on, että määrät saadaan suoraan mallista.

Task Managerissa luodaan tehtävät itse, sen mukaan mitä tarvitaan. Luodaan aluksi ensimmäinen työ eli "task" mitä aikataulussa aletaan tehdä, eli perustukset, ja sille alitehtävä eli "sub task" anturat, jolle taas sub taskeja kolme; muotitus, raudoitus ja betonointi (kuva 16). Sen jälkeen taskille pitää antaa task type, jossa määritellään työsaavutukset, menekit ja työvuorot. Ongelmaksi tässä koi-tuu se, että taskeille pitää myös itse määrittellä mitä laskukaavaa *Task Manager* käyttää (kuva 17). Se mikä vaihtoehto on oikea, selviää oikeastaan vain kokeilemalla.



	Task Name	Task Type	Planned Production Rate	Quantity
1	Perustukset			
2	Anturat			
3	Muotitus	Muotitus, anturat	2.25 m2/h	0.00 m2
4	Raudoitus			
5	Betonointi			

Kuva 16. Taskien lisääminen



Task type	Unit	Quantity	Time	Production rate	Planned	Planned	Actual	Actual
Muotitus, anturat	AREA_FORM_TOP	18 m2	8 h	2.25 m2/h				
Betonointi, anturat	AREA	13 m3	1 h	13 m3/h				
Raudoitus, anturat	AREA_FORM_TOP	2000 kg	8 h	250 kg/h				
Sokkelelementit	FORMWORK AREA	11 pcs	8 h	1.375 pcs/h				
Betonointi, PP	PIECES	6 m3	1 h	6 m3/h				
Kasettimuotti	REBAR GROUP WEIGHT VOLUME	36 m2	8 h	4.5 m2/h				
Raudoitus, PP	PIECES	1000 kg	8 h	125 kg/h				
Raudoitus, MV-laatta	AREA_GROSS	2000 kg	8 h	250 kg/h				
Betonointi, MV-laatta	AREA_NET	17 m3	1 h	17 m3/h				
Terasplatt, pulttikiinnitys	AREA_PLAN	12 pcs	8 h	1.5 pcs/h				
Terasplatt, hitsauskiinnitys	AREA_PROJECTION_GXY_N	8 pcs	8 h	1 pcs/h				
Teraspalkit, pulttikiinnitys	AREA_PROJECTION_GXY_G	17 pcs	8 h	2.125 pcs/h				
Teraspalkit, hitsauskiinnitys	AREA_PROJECTION_GYZ_N	13 pcs	8 h	1.625 pcs/h				
Sandwich-elementit	AREA_PROJECTION_XY_NE	89 m2	8 h	11.125 m2/h				
Kattoristikot	AREA_PROJECTION_XY_GR	16 pcs	8 h	2 pcs/h				
Kantavat poimulevyt	AREA_PROJECTION_XZ_GR	267 m2	8 h	33.375 m2/h				
	AREA_PGZ		1 h					
	AREA_NGZ							
	AREA_PGX							
	AREA_PGX							
	AREA_PGZ							

Kuva 17. Task types valinnat ja valmiit laskukaavat

Kuvassa 17 näkyy osittain myös task typeille valittavat aloituksen ja lopetuksen päivämäärät "Planned start date" ja "Planned end date", sekä toteutuneet päivämäärät "Actual start date" ja "Actual end date". Nämä kohdat kalastelevat mallin osista päivämäärät, jos ne on lisätty osien UDA-kenttiin. Aikatauluun saa siis suoraan mallin osien tiedoista aikataulujanat, niin suunnitellun aikataulun, kuin myös toteutuneen. Tässä työssä tätä osa-aluetta ei käytetä eikä tutkita tarkemmin.

Valitsemalla tehdyn taskin ja klikkaamalla hiiren kakkospainiketta pääsee valikkoon "task information". Sieltä pääsee ks. taskille määrittelemään kaikki tarvittavat tiedot aikataulua varten. Tätä kautta määritellään myös tehtävien väliset riippuvuudet välilehdeltä "dependencies". Kuvassa 18 näkyy task information välilehdeltä "objects" taskille valitut osat luettelona. Objects välilehti soveltuu hyvin tarkistukseen, kun halutaan tietää tarkalleen mitä valittu task sisältää. Kuvassa 18 näkyy valittuna

tehtävä anturoiden muotitus ja siellä oleva ylimääräinen osa "sidepalkki". Valitsemalla osan ja klikkaamalla hiiren kakkospainiketta voin poistaa sen taskilta.

Order	Object type	Name	Profile	Workload	Planned Start Date	Planned End Date	Planned Work Duration	Actual Start Date	Actual End Date	Actual Work Duration	X	Y	Z
01	-1	Assembly	ANTURA	2200*5030	46.6 m2			0.0 h		0.0 h	1441529.85...	1122155.69...	219897.319...
02	-1	Assembly	ANTURA	850*1000	17.5 m2			0.0 h		0.0 h	1423534.99...	1123741.44...	220129.172...
03	-1	Assembly	ANTURA	1400*2200	17.9 m2			0.0 h		0.0 h	1405548.61...	1115510.45...	219902.917...
04	-1	Assembly	ANTURA	2800*4600	35.7 m2			0.0 h		0.0 h	1405529.28...	1109018.64...	219911.276...
05	-1	Assembly	ANTURA	1000*2000	22.0 m2			0.0 h		0.0 h	1429535.00...	1124323.57...	220006.370...
06	-1	Assembly	SIDEPAKKI	381*550	4.4 m2			0.0 h		0.0 h	1438547.50...	1108324.99...	221340.000...
07	-1	Assembly	ANTURA	850*1200	26.5 m2			0.0 h		0.0 h	1435535.00...	1123889.73...	220128.890...
08	-1	Assembly	ANTURA	1400*2200	12.2 m2			0.0 h		0.0 h	1441525.17...	1115250.02...	219955.138...
09	-1	Assembly	ANTURA	2800*4600	35.3 m2			0.0 h		0.0 h	1441538.42...	1109037.04...	219921.832...
10	-1	Assembly	ANTURA	1000*2000	22.0 m2			0.0 h		0.0 h	1417535.00...	1124323.57...	220006.370...
11	-1	Assembly	ANTURA	2800*4600	30.4 m2			0.0 h		0.0 h	1411535.00...	1109029.06...	219905.941...
12	-1	Assembly	ANTURA	2200*5030	46.6 m2			0.0 h		0.0 h	1405540.14...	1122155.69...	219897.319...
13	-1	Assembly	ANTURA	850*1000	17.5 m2			0.0 h		0.0 h	1411534.99...	1123741.44...	220129.172...
14	-1	Assembly	ANTURA	3200*4600	31.7 m2			0.0 h		0.0 h	1435535.00...	1109031.23...	219879.227...
15	-1	Assembly	ANTURA	1200*1800	10.9 m2			0.0 h		0.0 h	1429535.00...	1108239.05...	219995.136...
16	-1	Assembly	ANTURA	1200*1800	10.9 m2			0.0 h		0.0 h	1417535.00...	1108239.05...	219995.136...
17	-1	Assembly	ANTURA	2800*4600	30.4 m2			0.0 h		0.0 h	1423535.00...	1109029.06...	219905.941...

Kuva 18. Task information ikkunan välilehti "objects"

Teklan oppilaitosvastaavan Mikko Raikan mukaan *Teklan* 20.0 versio on sellainen, jossa task types ja work types osiot eivät toimi aivan halutulla tavalla. Päivitys on tulossa uuteen versioon, mutta sain tarvittavat tiedostot sähköpostin välityksellä. Mikon ohjeistuksen mukaan asensin nämä tiedostot mallikansioon, ja *Task Manager*, ja sen laskukaavat toimivat siten hieman paremmin. Mikko ohjeisti myös *Task Managerin* käytössä ja selvisi, että objektit mallista pitää tuoda *Task Manageriin* assembly valinnalla eli kokoonpanoina, joka tarkoittaa esimerkiksi perustuksesta tehtyä valuyksikköä jossa peruspilari ja valutarvikkeet ovat liitetty anturaan muodostaen yhden kokoonpanon "perustus". Näin myös laskukaavat, niin uudet kuin vanhat toimivat oikein. Seuraavassa osiossa tarkistetaan toimiiko laskukaavat todellakin oikein.

5.4.1 Task Managerin laskukaavojen laskennan tarkastus

Laskennan tarkastamiseen kokeilen kuvassa 19 näkyvän perustuksen muottineliöiden laskemista. Malli on täynnä perustuksia, jotka ovat tehty monista osista valuyksiköiksi, vaikka osat eivät edes koskisi toisiinsa. Laskennassa käytetään ohjeistettua task types ikkunan unit kohdan laskukaavaa "FORMWORK AREA" ja valinta mallista tehdään assemblyinä. Perustuksesta käsin lasketut muottineliöt ovat: antura 3,6 m², alempi peruspilarin osa 3,24 m² ja ylempi peruspilarin osa 1,314 m², joka yhteensä tekee 8,154 m². Ja *Task Managerin* laskutavan mukaan neliöt ovat 10,85 m². Ei täsmää.

Seuraavaksi tarkistetaan laskeeko *Task Manager* peruspilarin osat erikseen, niin että osien väli laskeetaan mukaan. Kapeammassa osassa peruspilaria kaikkien pintojen muottineliöt ovat yhteensä 3,744 m² ja matalammassa osassa yhteensä 2,025 m², kun tähän lisätään anturan neliöt tulee muottineliöistä yhteensä 9,369 m². Ei vieläään täsmää.

Task Manager laskee siis vieläkin eri tavalla muottineliöt. Kun tarkastellaan valittua perustusta, näkyy siinä olevan myös valutarvikkeita. Koska *Task Manager*issa osien lisääminen taskeille tehdään assembly valinnalla, tulee mukaan kaikki valuyksikössä olevat osat eli myös valutarvikkeet. Perustuksessa on kiinni sokkelielementtien kiinnitystä varten JPL150 tartuntalevy sekä teräspilarin asennusta varten peruspultteja 4xHPM30P. Voidaan kuitenkin päätellä, että näistä osista ei voi tulla noin $1,5 \text{ m}^2$ puuttuvaa erotusta. Sitten kun perustuksesta irrottaa valutarvikkeet tulee *Task Managerin* mukaan muottineliöitä $10,04 \text{ m}^2$. Eli valutarvikkeet olivat mukana muottineliöissä, mutta vieläkin eivät luvut täsmää. Seuraavaksi kokeillaan irrottaa raudoitteet perustuksesta. Tulos on vieläkin $10,04 \text{ m}^2$ eli raudoitteet eivät häiritse muottien laskentaa.

Seuraavana epäily suuntaa kohti mallinnusosia. Antura on mallinnettu pad footing työkalulla ja pilarit concrete column työkalulla. Lasketaan mukaan vielä pilareiden ylä- ja alapinnat. Korkeamman pilarin ylä- ja alapinnan neliöt ovat yhteensä $0,405 \text{ m}^2$ ja matalamman $0,27 \text{ m}^2$, se tekee yhteensä $0,675 \text{ m}^2$, kun tämä tulos lisätään aiempaan kaikkien pintojen määrään tulee vastaukseksi $0,675 \text{ m}^2 + 9,369 \text{ m}^2 = 10,044 \text{ m}^2$. Tulos täsmää siihen, kun perustuksesta irrotetaan valutarvikkeet, ja lasketaan anturan muotitus oikein, ja peruspilareista kaikki pinnat.

Eli selvästi *Task Manager* ei osaa laskea neliöitä oikein. Yhtenä ongelmana tässä on mallinnustyyli, koska pilari on mallinnettu kahdesta eri osasta. Toinen ongelma on *Task Managerin* laskukaavassa, se ei osaa jättää valutarvikkeita pois laskuista, eikä laskea pilareiden muottineliöitä, ainakaan jos ne on mallinnettu concrete column työkalulla. Kokeilemalla kaikki osat erikseen *Task Manager* osaa laskea muottien pinnat, mutta ongelma tulee siinä vaiheessa vastaan, kun valinta tehdään assemblynä. Silloin *Task Manager* lisää muottineliöihin pilareiden ylä- ja alapinnat.

Kokeilemalla kaikki mahdolliset muottipinta-alojen sekä muidenkin pinta-alojen laskukaavat läpi, ei mikään niistä laske muottineliöitä oikein tässä mallissa olevista perustuksista. Ohjelma on täysin riippuvainen mallinnustyylistä tai osaavista laskukaavojen koodaajista.

Työn edetessä päätettiin, että tehdään *Task Managerilla* sellainen aikataulu mitä Pöyryn rakennuttamisen puolella yleensä tarvitaan, mutta otetaan siitäkin vielä rakennusosia pois. Eli tehdään suuntaa antava aikataulu pelkästään osasta runkotöitä. Esimerkiksi perustuksista haetaan kuinka paljon aikaa menee koko perustuksiin. Ei lasketa erikseen anturoita tai peruspilareita tai niiden muottitöitä, raudoitusta ja betonointia. Johtuen *Task Managerin* laskuvirheistä tehdään aikataulu vain perustuksista, ulkoseinäelementeistä sekä teräspilareista. Näille haetaan Pöyryllä käytetyt yksiköt laskennan pohjaksi, eli perustuksille kuutiot (m^3), ulkoseinäelementeille neliöt (m^2) ja teräspilareille kilot (kg). Tällä aikataululla saadaan selville minkälaisen aikataulun *Task Managerilla* voi suurin piirtein tuottaa. Työssä käytetään tahdistavan työryhmän työsaavutusta.

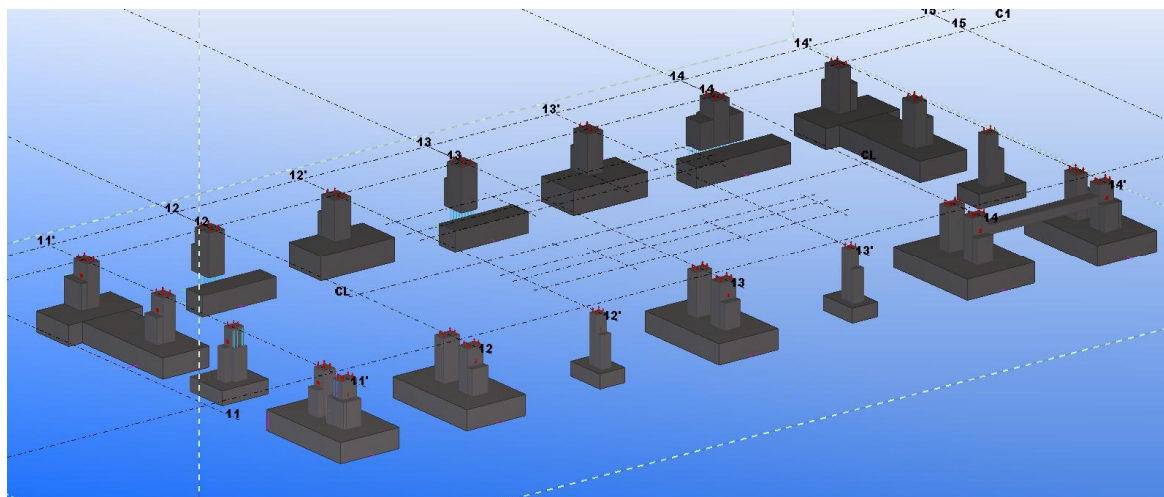
Aikataulussa käytetään T4-kokonaisaika eli työnvaiheikaa. T4 sisältää kaikki työhön käytetyt tunnit, myös tunnin mittaiset ja sitä pidemmät keskeytykset. Kokonaisaika käytetään mm. alustavien yleisaikataulujen suunnittelussa. Työsaavutukset lasketaan suositeltavien työryhmän kokojen mukaan. T4-aika muodostuu kertomalla T3-työvuoroaika TL3-lisäaikakertoimella (Kuvio 20). (Rakennustöiden menekit, 8)

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 työehtosopi- muksen mu- kaiset tauot	
Kokonaisaika (työnvaiheika) T4			

Kuvio 20. Ajankäytön käsitteet (Rakennustöiden menekit 2014, 8).

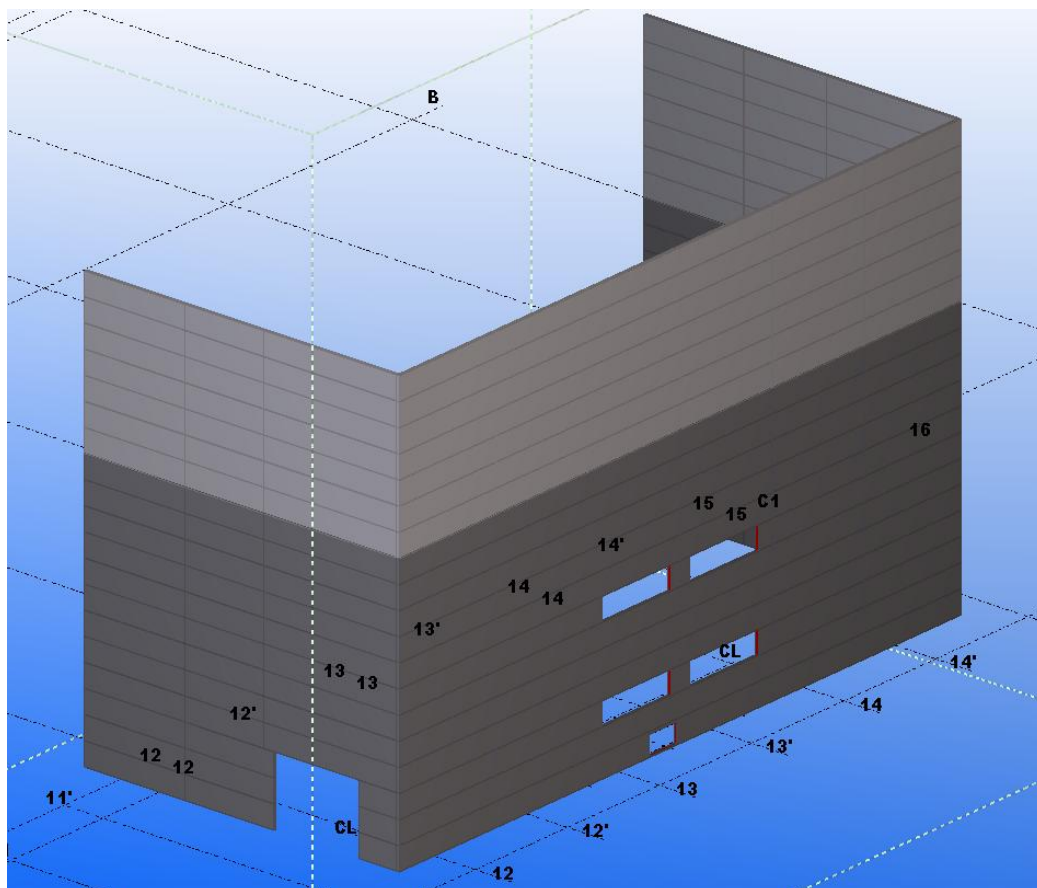
Aikataulun tekeminen aloitetaan luomalla tehtävä "perustukset". Tehtävälle määritellään resurssit esim. "Betoni Yritys Oy", yksikkö " m^3 " sekä työsaavutus " m^3/h ". Työsaavutus lasketaan laskemalla ensiksi käsin perustuksen muottityöt, rauditus sekä betonointi, josta saadaan aika kuinka kauan perustuksen rakentamiseen menee. Perustuksen kuutiot jaetaan sitten siihen tarvittavalla ajalla, josta saadaan työsaavutus m^3/h . Tämä tehdään kaikille perustuksille, jonka jälkeen lasketaan kaikkien perustuksien saavutukset yhteen ja jaetaan tulos perustuksien lukumäärällä. Laskennassa käytetään apuna *Organizeria* raudituksen ja kuutioiden osalta, mutta johtuen virheellisestä laskutavasta, muottineliöt lasketaan käsin.

Koska anturoilla ja peruspilareilla on eri työsaavutukset, lasketaan ne kuitenkin erikseen kuten yllä ja tehdään alitehtävät perustuksille. Alitehtävien välille laitetaan loppu-alku riippuvuus. Kun arvot ovat saatu kohdalleen, valitaan mallista rakennusosat tehtäville (kuva 21). *Task Manager* laskee näistä osista määritellyn laskukaavan mukaan kuutiot ja vertaa sitä työsaavutukseen, josta saadaan sitten jana piirrettyä aikatauluun.



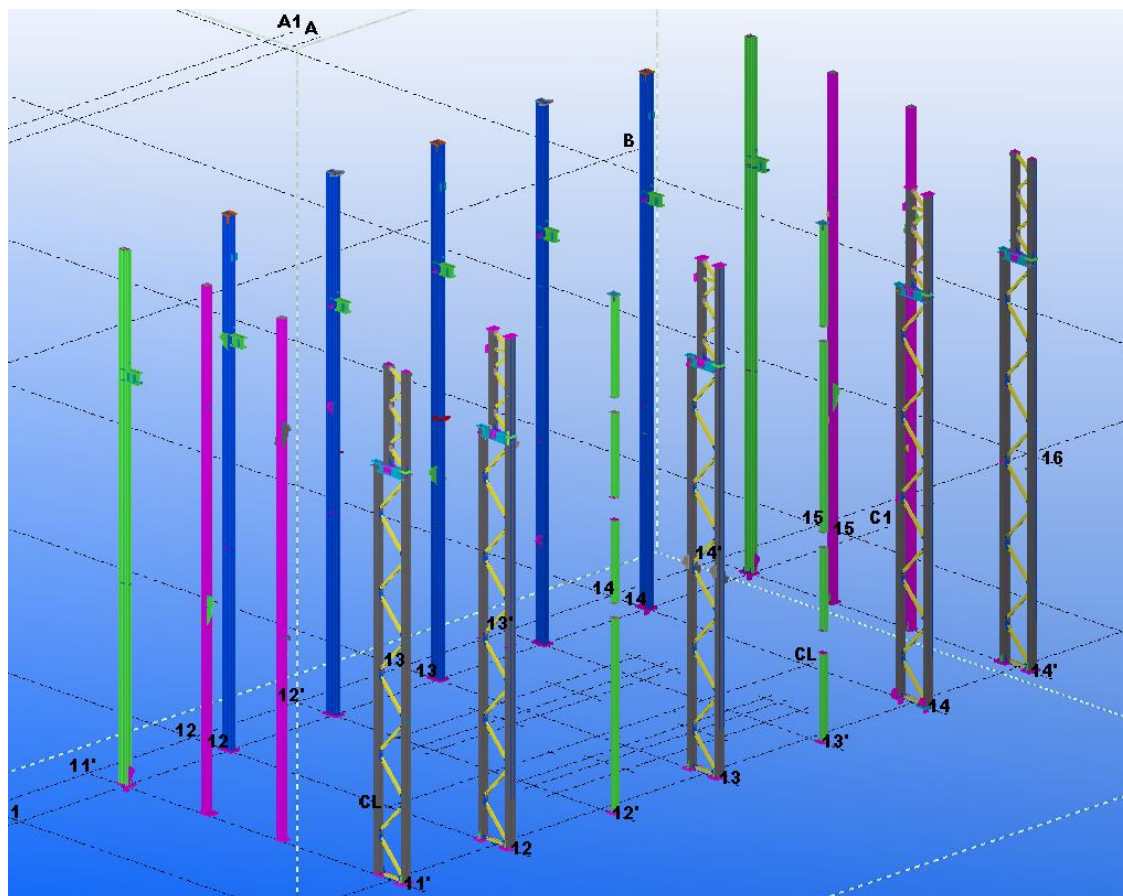
Kuva 21. Perustukset

Seuraavaksi lisätään ulkoseinäelementit aikatauluun vastaavalla tavalla (kuva 22). Normaalisti tällaiset sandwich-paneelit lasketaan neliöiden mukaan, mutta *Task Manager* ei osaa laskea neliöitä oikein, joten laskenta tehdään kappaleittain. Mallissa on paljon erikokoisia sandwich-paneeleja, joten lasketaan näiden kokojen keskiarvo ja siitä määrä kuinka monta kappaletta saadaan asennettua tunnissa. Laskenta tehdään käsin laskukoneella. Sandwich-paneelien työsaavutus on helppo tarkastaa laskemalla neliöt käsin, ja vertaamalla tulosta siihen mitä *Task Manager* saa kappaleista.



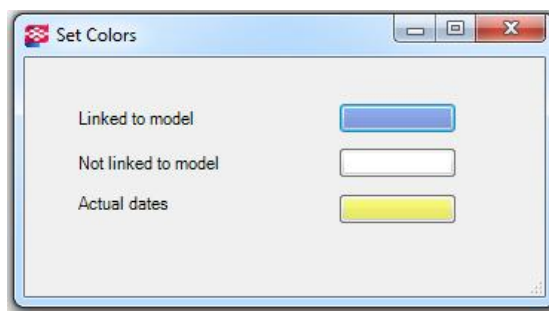
Kuva 22. Sandwich-paneelit

Teräspilareiden laskennassa haluttiin laskea saavutus kilojen mukaan. Normaalilla tavalla laskettaessa pilarit laskettaisiin kappaleittain. Tässä mallissa on yhteensä 29 kpl teräspilareita (kuva 23). Laskemalla kauanko kestää asentaa 29 kpl pilareita on helppo saada tulos sille, kuinka paljon kiloja saadaan asennettua tunnissa, jakamalla kilot kestolle.



Kuva 23. Teräspilarit

Kaikkien tarvittavien tehtävien ollessa aikataulussa, voidaan alkaa työstämään muita asetuksia, kuten päivämääriä ja riippuvuuksia. Päivämääriin asetellaan muutamat vapaapäivät ja lisätään juhlapyhät, kuten pääsiäinen ja vappu. Aikatauluun tulee näkyviin määritellyt vapaapäivät ja juhlapyhät eli "non-working periods", ja aikataulun jana pitenee sen verran kuinka paljon päiviä on määritetty. Useammissa aikatauluohjelmissa jana katkeaa loman kohdalta, jotta lomat näkyvät paremmin, mutta *Task Managerissa* jana on edelleen yhtenäinen. Ääkkösiä ei voi kirjoittaa, esim. pääsiäinen näkyy "p??si?inen". Päivät näkyvät aikataulussa epäselvästi, eikä tätä asetusta voi mistään muuttaa. Lomat näkyvät ainoastaan eri värinä eikä loman selitystä saa sarakkeisiin lisättyä. Ainoat värit mitä *Task Managerissa* voi määrittää näkyvät kuvassa 24.



Kuva 24. Väriasetukset *Task Manager*issa

Task Manager lisää työaikaa tehtäville, vaikka niille ei ole määritelty saavutuksia eikä lisätty mitään rakennusosia, kuten otsikoille. Mitään järkevää syytä tälle ei löytynyt. Aluksi näytti, että *Task Manager* pyöristää alitehtävien summan ylöspäin päivän tarkkuuteen, mutta ei kuitenkaan aina. Kuvassa 25 on esimerkki, miten *Task Manager* lisää aikaa runkotöille vaikka runkotöillä ei ole muita alitehtäviä, kuin pilarit. Tästä syystä poistetaan otsikoinnit aikataulusta.

4	☐ Runko				5/5/2015	2.67 d
5	Pilarit	Teräspilarit, p...	3325.00 kg/h	64284.67 kg	5/5/2015	2.42 d

Kuva 25. Työajat tehtävillä

Kun aikataulu on saatu valmiiksi, kokeillaan tulostamista. Tulostusasettelussa ei ole paljon vaihtoehtoja eikä näkymää pysty räätälöimään kunnolla. Lopullinen tuloste pdf:ksi on suoraan sanoen karsea. Pekkasia tai juhlapyhä ei näy ollenkaan. Mutta kun vaihtoehtoja ei ole, tehdään tuloste niin hyväksi näillä asetuksilla kun pystyy (Liite 1).

6 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tavoitteena oli tutkia voidaanko tietomallista tehtävää määrälaskentaa kehittää sekä soveltuuko tietomalli yleisaikataulun laadintaan. Työlle otettiin pohjaksi Kevitsan Column Cell -projektista tehty tietomalli. Kyseinen malli oli siinä mielessä todella hyvä pohjamalli, koska siinä oli mallinnustavoissa virheitä. Työssä tutkittiin *Tekla Structuresin Organizer* sekä *Task Manager* -työkalujen toimintaa. Tarkoituksena olisi saada nämä työkalut käyttöön myös Pöyryllä tehtävään tietomallintamiseen. Olettaen, että nämä työkalut soveltuvat käytettäväksi sekä ovat ominaisuuksiltaan sellaisia jotka kehittävätkin Pöyryllä tehtävää tietomallintamista. Tarkoituksena oli, että itse mallintamiseen ei tehtäisi mitään muutoksia tai korjauksia vaan tutkitaan nimenomaan sitä, miten työkalut soveltuvat tuotettuun tietomalliin.

Määrälaskennan kannalta tutkimuksessa selvisi, että laskennassa voidaan hyödyntää *Organizerin* ominaisuuksia ja niiden hyödyntäminen varmasti helpottaa ja jouduttaa tietomallipohjaista määrälaskentaa. Mutta *Organizer* vaatii kuitenkin pohjatyötä toimiakseen parhaalla mahdollisella tavalla. Valmiita listauksia löytyy kyllä moneen tarpeeseen, mutta räätälöintiä listauksilla olisi syytä tehdä tarpeen mukaan. Esimerkiksi tässä työssä käytin *Organizeria* apuna, kun laskin perustuksien raudoite- ja tilavuusmääriä. Vaikka tiedot ovat yhdessä rakennusosassa, tarvitsin silti kahta erillistä listautta, koska ei löytynyt valmiista pohjaa, joka osaa laskea molemmat tiedot oikein. *Categories* puolen mallin jaottelu on kätevä, mutta vaatii valmistelua. Jos tätä työkalua käyttää malliin suoraan synkronoimalla mallin kanssa, niin jaottelusta tulee suoraan sen näköinen kuin mallistakin. Eli jos on mallinnettu väärin, se näkyy täällä, esimerkiksi voi mennä anturoita elementtirakenteiden sekaan tai palkkeja pilareiden sekaan.

Organizer soveltuu erittäin hyvin myös mallin tarkasteluun ja korjaamiseen. Valitsemalla rakennusosia mallista näkyy valinta saman tien listauksissa ja, jos siellä näkyy esim. väärällä positiolla tai materiaalilla olevia osia, pääsee ne *Organizerin* kautta valitsemaan suoraan ja korjaamaan mallissa. Myös *Categories* puolen väärät jaottelut kertovat onko mallissa jotain väärin, ja samalla tavalla, sitäkin kautta osat pääsee korjaamaan helposti.

Tutkimuksessa selvisi, että *Task managerissa* on paljon ongelmia. Ja aikataulun tekeminen työkalulla on vähintäänkin haastavaa. Esimerkiksi muottitöiden laskeminen osoittautui mahdottomaksi tehdä työkalulla. Kun ajatellaan yleisaikataulun suunnittelua, niin yksi kriittisistä tehtävistä on anturat, ja ne pitäisi laskea tarkemmin, eli muotitus, raudoitus ja betonointi erikseen. Kun suunnitellaan kyseistä työvaihetta, siis anturoita, niin muottityöt ja raudoitus voivat mennä pienellä viiveellä limittäin. Heti ensimmäisen anturan muotituksen valmistuttua voidaan anturaa alkaa raudoittamaan muottityöryhmän ollessa jo seuraavan anturan kimpussa.

Johtuen virheellisistä laskutavoista, ei *Task Managerilla* voinut tehdä toimivaa aikataulua. Työssä päädyttiin tekemään aikataulu vain siinä määrin, että nähdään onnistuuko työkalulla ylipäätään tuottaa aikataulua. *Task Managerissa* on valmiita laskukaavoja rakennusosille, mutta ne eivät palvele suoraan kaikkia tarpeita. Esimerkiksi jos halutaan pelkästään anturasta laskea muottineliöt, rau-

doitus tai betonikuutiot, pitäisi anturan mallinnus olla tehty niin, että antura olisi oma valuyksikkönsä ilman peruspilaria.

Task Manager on täysin riippuvainen siitä miten malli on tehty. Jos perustuksista tekee valuyksiköitä eli liittää peruspilarin anturaan on *Task Managerin* käyttö vaikeampaa, kun halutaan laskea pelkääntään anturan määrät. Tällä hetkellä *Task Manageriin* on tehty valmiita laskutapoja, joissa osat valitaan mallista assembly valinnalla eli kokoonpanoittain. Näitä valmiita laskutapoja pitäisi muokata käyttäjän tarpeiden mukaan. *Task Manager* laskee kyllä oikein, jos vain laskutapa kohtaa mallinnustavan. Otetaan esimerkiksi taas perustukset. Pöyryllä tehdään perustuksista valuyksiköitä sen takia, koska piirustukset tuotetaan tietyllä tavalla. Kun perustus on valuyksikkö osaa piirustuksen ohjaus luetteloita sen sisällä olevat valutarvikkeet ja raudoitukset oikein sekä jäsenellä peruspilareiden ja anturoiden tiedot omiin kohtiin.

Molemmat työkalut ovat siis hyvin pitkälti riippuvaisia mallinnustavasta. En sanoisi, että mallinnustavaa pitäisi muuttaa, vaan sitä, että sitä pitäisi noudattaa. Eli kun on sovittu tietyt pelisäännöt miten pitää rakennusosia mallintaa, pitäisi näitä sääntöjä ehdottomasti myös noudattaa. Mallintamalla rakennusosat oikein välttää monilta vaikeuksilta jälkikäteen. Koska suunnittelijat itse eivät yleensä määrälaskentaa tai aikatauluja tee, niin helposti voidaan ajatella, että se ei ole niin justinsa onko osissa oikeat nimet, phaset, positioinnit tai edes oikealla työkalulla mallinnettu. On sitten laskijan vitseaus hakea tiedot mallista, kun niitä ei löydykään sieltä mistä pitäisi tai niillä nimikkeillä kun pitäisi. Silloin ajankäyttö ei ole tehokasta, kun laskija joutuu kuitenkin kysymään suunnittelijalta mistä mikäkin rakennusosa löytyy. Käytännössä silloin hyvin monesti päädytään siihen, että suunnittelija joutuu hakemaan määrät mallista laskijan odottaessa vieressä.

Työn alussa asetettuja tavoitteita ei kaikkia saatu täytettyä. Kunnollista aikataulua ei saatu tuotettua mallista. Työssä itse aikataulun tekemisestä *Task Managerilla* menikin aika siihen, että tutkittiin toimiiko työkalu niin kuin pitäisi. Jos mallista haluaa nykyisellä työkalulla aikataulun tuotettua, pitäisi ensiksi perehtyä siihen miten laskukaavat laskevat määrät rakennusosista ja tehdä mallinnus sen mukaan. Tässä vaihtoehdossa ei varmastikaan ole järkeä kenenkään mielestä, koska mallinnustavat ovat pitkän kehitystyön tuloksena syntyneet. Pikemminkin *Task Manager* pitäisi sulauttaa käytettyjen mallinnustapojen kanssa toimimaan, niin että itse mallinnukseen ei tarvitse tehdä muutoksia. Pidettäisiin vain siitä kiinni, että mallinnetaan ohjeiden mukaan. *Organizer* taas on työkalu jonka käyttöä voin suositella kaikille TS-käyttäjille. Mutta vain versiosta 20.0 eteenpäin.


Työssä saavutetut tulokset edesauttavat kyseisten työkalujen käyttöönottoa Pöyryllä. Työ sisältää paljon oppia siitä miten työkalut toimivat ja mitä hyötyä niistä on. Myös ongelmakohtat on esitetty ja korjaustoimenpiteisiin on tehty ehdotuksia.

LÄHTEET

- MÄKI, Tarja, RAJALA, Marko & PENTTILÄ, Hannu. 2.3.2010. Tietomallintaminen korjausrakentamisessa. Hyötyjä, haasteita ja kehitysehdotuksia. Haastattelututkimus 06-09/2009. Tietoa Finland Oy. Dokumentti opinnäytetyöntekijän hallussa.
- PERTTILÄ, Heikki, SÄTILÄ, Heikki, Rakentajain Kustannus Oy. 1985. Rakentamistalous 2. Rakennuttaminen. Jyväskylä: Gummerus Oy.
- RAKENNUSTIETO OY. 2012. Aikataulukirja 2013. 12., uudistettu painos. Viro: Meedia Zone OÜ.
- RAKENNUSTIETO OY. 2014. Rakennustöiden menekit 2015. Tampere: Tammerprint Oy.
- TALO 80 -ryhmä, Rakentajain Kustannus Oy. 1989. Määrälaskentaohje. Talo 80 -nimikkeistöjärjestelmän mukaan. 3. täydennetty painos. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- TAURIAINEN, Matti. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset. Osa 7. Määrälaskenta.
- Tekla.com. [verkkoaineisto]. [viitattu 2015-01-11]. Saatavissa: <http://www.tekla.com>. Polku: tekla.com. Tietoa Teklasta. Building & Construction. Mitä on BIM?.
- Tekla.com. [verkkoaineisto]. [viitattu 2015-01-11]. Saatavissa: <http://www.tekla.com>. Polku: tekla.com. Tietoa Teklasta. Building & Construction.
- Tekla.com. [verkkoaineisto]. [viitattu 2015-01-11]. Saatavissa: <http://www.tekla.com>. Polku: tekla.com. Tuotteet. Tekla Structures.
- Teklastructures.support.tekla.com. [verkkoaineisto]. [viitattu 2015-01-11]. Saatavissa: <http://teklastructures.support.tekla.com>. Polku: Ohjeet. Advanced Modeling Guide. Organizer.
- Teklastructures.support.tekla.com. [verkkoaineisto]. [viitattu 2015-01-14]. Saatavissa: <http://teklastructures.support.tekla.com>. Polku: Ohjeet. Task Manager Guide. Introduction to Task Manager.
- VUORINEN, Merja. 2010. Tulevaisuuden toimisto rakentuu tietomallintamisen (BIM) avulla. RAKENNUSTIETO OY. Rakentajain kalenteri 2011. 95. vuosikerta. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy.

LIITE 1 ORGANIZER -TYÖKALULLA TULOSTETTU RAPORTTI

Object Browser

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
1	 <p>PO.Box 1, Street address 1, 12345 City 1 Tel. 555 1234567, Fax 555 7654321 Email: first.last@company.com</p>											
2												
3	Project name:											
4	Project address:											
5	List date:											
6	Project number:											
7	Revision, date:											
8	Cast unit position number											
9	Weight of group / kg											
10	Weight of single bar / kg											
11	Class											
12	Phase											
13	Name	Size / mm	Grade	Quantity	Length / mm	Rebar shape	Position number	Cast unit position number	Weight of group / kg	Weight of single bar / kg	Class	Phase
14	REBAR	20	A500HW	2	2740 B	R1-5	R1-5	CF-6	13,6	6,8	6,8	11
15	REBAR	20	A500HW	4	2740 B	R1-5	R1-5	CF-6	27,1	6,8	6,8	11
16	REBAR	12	A500HW	3	2430 B	R1-40	R1-40	CF-6	6,5	2,2	2,2	14
17	REBAR	20	A500HW	2	2740 B	R1-5	R1-5	CF-6	13,6	6,8	6,8	11
18	REBAR	20	A500HW	4	2740 B	R1-5	R1-5	CF-6	27,1	6,8	6,8	11
19	REBAR	12	A500HW	3	1980 B	R1-93	R1-93	CF-6	5,3	1,8	1,8	6
20	REBAR	12	A500HW	3	2780 B	R1-32	R1-32	CF-6	7,4	2,5	2,5	6
21	REBAR	12	A500HW	3	1980 B	R1-93	R1-93	CF-6	5,3	1,8	1,8	6
22	REBAR	12	A500HW	3	2780 B	R1-32	R1-32	CF-6	7,4	2,5	2,5	6
23	REBAR	16	A500HW	11	2120 D	R1-77	R1-77	CF-6	37	3,3	3,3	8
24	REBAR	16	A500HW	9	2880 D	R1-58	R1-58	CF-6	41,1	4,6	4,6	7
25	REBAR	20	A500HW	11	2070 D	R1-64	R1-64	CF-6	56,4	5,1	5,1	4
26	REBAR	20	A500HW	9	2870 D	R1-6	R1-6	CF-6	63,9	7,1	7,1	3
27												
28												
29												
30												
31												
32												
33												
34												
35												
36												
37												
38												
39												
40												
41												
42												
43												
44												
45												
46												
47												
48												
49												
50												
51												
52												
53												
54												
55												
56												
57												
58												
59												
60												
61												
62												
63												
64												
65												
66												
67												
68												
69												
70												
71												
72												
73												
74												
75												
76												
77												
78												
79												
80												
81												
82												
83												
84												
85												
86												
87												
88												
89												
90												
91												
92												
93												
94												
95												
96												
97												
98												
99												
100												
101												
102												
103												
104												
105												
106												
107												
108												
109												
110												
111												
112												
113												
114												
115												
116												
117												
118												
119												
120												
121												
122												
123												
124												
125												
126												
127												
128												
129												
130												
131												
132												
133												
134												
135												
136												
137												
138												
139												
140												
141												
142												
143												
144												
145												
146												
147												
148												
149												
150												
151												
152												
153												
154												
155												
156												
157												
158												
159												
160												
161												
162												
163												
164												
165												
166												
167												
168												
169												
170												
171												
172												
173												
174												
175												
176												
177												
178												
179												
180												
181												
182												
183												
184												
185												
186												
187												
188												
189												
190												
191												
192												
193												
194												
195												
196												
197												
198												
199												
200												
201												
202												
203												
204												
205												
206												
207												
208												
209												
210												
211												
212												
213												
214												
215												
216												
217												
218												
219												
220												
221												
222												
223												
224												
225												
226												
227												
228												
229												
230												
231												
232												
233												
234												
235												
236												
237												
238												
239												
240												
241												
242												
243												
244												
245												
246												
247												
248												
249												
250												
251												
252												
253												
254												
255												
256												
257												
258												
259												
260												
261												
262												
263												
264												
265												
266												
267												
268												
269												
270												
271												
272												
273												
274												
275												
276												
277												
278												
279												
280												
281												
282												
283												
284												
285												
286												
287												
288												
289												
290												
291												
292												
293												
294												
295												
296												
297												
298												
299												
300												
301												
302												
303												
304												
305												
306												
307												
308												
309												
310												
311												
312												
313												
314												
315												
316												
317												
318												
319												
320												
321												
322												
323												
324												
325												
326												
327												
328												
329												
330												
331												
332												
333												
334												
335												
336												
337												
338												
339												
340												
341												
342												
343												
344												
345												
346												
347												
348												
349												
350												
351												
352												
353												
354												
355												
356												
357												
358												
359												
360												
361												
362												
363												
364												
365												
366												
367												
368												
369												
370												
371												
372												
373												
374												
375												
376												
377												
378												
379												
380												
381												
382												
383												
384												
385												
386												
387												
388												
389												
390												
391												
392												
393												
394												
395												
396												
397												
398												
399												
400												
401												
402												
403												
404												
405												
406												
407												
408												
409												
410												
411												
412												
413												
414												
415												
416												
417												
418												
419												
420												
421												
422												
423												
424												
425												
426												
427												
428												
429												
430	</											

FQM KEVITSA MINING OY

14.4.2015

LIITE 2 MÄÄRÄLASKENTARAPORTTI

FQM KEVITSA MINING OY											
COLUMN CELL -PROJEKTI											
BETONITYÖURAKKA											
Talo 80 koodi											
RO	SU	J	NIMIKE	YKS	TARKENNE	MÄÄRÄ	URAKOITSIJA TÄYTTÄÄ (alv 0%)	YHT. €	TOTEUTUNUT MÄÄRÄ	YHT.	HUOM.
21	11		PILARIANTURAT								
			Anturan muotittiyö	m2		4,32					
21	21		Anturoiden raudoitus A 500 HW	kg		311,6					
21	22		Betonointi C30/37	m3	XC2	1,8					
22			PERUSPILARIT								
22	11		Peruspilarin muotittiyö	m2		5,09					
22	21		Peruspilarin raudoitus A 500 HW	kg		32,6					
22	22		Betonointi C30/37	m3	XC3;XF1	0,7					
22	25		Jälkivalu sis. muolin - C40/50 kutistumaton	m3	h = 70mm	0,018					
22	31		Peruspulitit, hankinta ja asennus - HPM 30/P - JPLR 150x150	kpl	hankinta + asennus	4,0					
				kpl		1,0					

Pöyry Finland Oy

