



SAVONIA

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

AIKATAULUTTAMINEN

Tietomallit ja ohjelmat

TEKIJÄ: Mikko Snell

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Mikko Snell			
Työn nimi Aikatauluttaminen - tietomallit ja ohjelmat			
Päiväys	27.4.2014	Sivumäärä/Liitteet	56/4
Ohjaaja(t) Lehtori Viljo Kuusela ja pt. tuntiopettaja Juha Pakarinen			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Lemminkäinen Infra Oy, kehityspäällikkö Juha Pohjola			
Tiivistelmä			
<p>Lemminkäinen Infra Oy:lla on käytössään monia aikatauluohjelmia, joista osa ei tue työskentelyä tietomallipohjaisten suunnitelmien kanssa. Tietomallintamisen yleistyessä ja kustannustehokkuuden nimissä yrityksessä on päätetty etsiä parhaiten heidän käyttöönsä soveltuva ohjelma. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli löytää omakohtaisen ohjelma- ja käytettävyystudkimuksen sekä kyselyhaastattelujen avulla paras aikatauluohjelma yrityksen käyttöön. Lisäksi tavoitteena oli tutkia tietomalliohjelma <i>Tekla Structuresia</i> ja projektinhallintaohjelma <i>DynaRoadia</i>, jotka ominaisuuksiensa puolesta eivät soveltuisi laajempaan käyttöön, mutta olisivat tietyllä infrarakentamisen osa-alueella paras valinta aikataulun laatimiseen.</p> <p>Infrarakentamisen monipuolisuudesta johtuen yrityksellä oli tutkimustyön aloittamishetkellä käytössä monia eri aikatauluohjelmistoja, joista tarkastelukohteiksi valikoitiin soveltuvimmat ohjelmistot. Tutkimustyön kohteiksi otettiin <i>TCM Planner</i> ja <i>Vico Control</i>, joita arvioitiin käyttäen apuna omakohtaista ohjelmistotestausta, käytettävyystudkimusta ja Lemminkäisen henkilöstön kanssa käytyjä haastatteluja. <i>PlaNet</i> rajattiin poistuvana ohjelmana pois arvioinnista. Toiseksi vapaamuotoisten haastattelujen ja omakohtaisen käytön perusteella opinnäytetyössä tutkittiin tietomalliohjelmisto <i>Tekla Structuresin Construction Manager</i> -moduulin tarjoamia työkaluja aikataulujen tekemiseen. Lisäksi vapaamuotoisten haastattelujen ja omakohtaisen käytön perusteella tutkittiin projektinhallintaohjelma <i>DynaRoadin</i> tarjoamia työkaluja suurten infrastruktuurihankkeiden hallitsemiseksi.</p> <p>Lopputuloksena saatiin <i>TCM Plannerin</i> ja <i>Vico Controllin</i> välinen ohjelmistoverailu, joka käsittää aikatauluohjelmien käytetyimmät ominaisuudet ja käyttötarkoitukset. Molemmat omakohtaisessa testauksessa mukana olleista ohjelmistoista tarjoavat monipuoliset työkalut erilaisten aikataulujen laatimiseen. Parhaaksi aikatauluohjelmistoksi valikoitui kuitenkin <i>Vico Control</i> parempien tietomalliin linkittyvyysominaisuuksiensa ja aikataulujen esittämisoimainisuuksiensa ansiosta. On kuitenkin huomioitava, että suurten ja paljon massansiirtoja sisältävien infrahankkeiden hallinnoimiseen ja aikataulutukseen <i>DynaRoad</i> on vertaansa vailla oleva ohjelma. <i>Tekla Structures CM</i> -lisämoduulilla varustettuna tarjoaa puolestaan talonrakennusta sisältävien tietomallipohjaisten infrahankkeiden aikataulutukseen monipuoliset työkalut.</p>			
Avainsanat Aikataulut, tietomallit, BIM, ohjelmat			
Julkinen			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme In Construction Engineering			
Author(s) Mikko Snell			
Title of Thesis Scheludes – BIM and Programs			
Date	27.4.2014	Pages/Appendices	56/4
Supervisor(s) Lecturer Mr. Viljo Kuusela, full-time teacher Mr. Juha Pakarinen			
Client Organisation /Partners Lemminkäinen Infra Oyj, development manager Mr. Juha Pohjola			
<p>Abstract</p> <p>Lemminkäinen Infra Oy has in use many schedule programs of which some do not support working with data model based plans. As data modeling becomes more common and in terms of cost-efficiency the company decided to search for a program which would best serve their interest. The aim of this thesis was to discover the best schedule program for the company's usage based on personal experience of programs, usability research, and interviews. In addition, one objective was to research a data modeling program called <i>Tekla Structure</i> and a project management program called <i>DynaRoad</i> although they would not fit for extensive usage based on their characteristics but would be the best choice for schedules in some sectors in infra building.</p> <p>Due to the diversity of infra building in the company, the company was using different schedule programs at the beginning of the research of which the most suitable programs were selected for inspection. The selected programs were <i>TCM Planner</i> and <i>Vico Control</i>. They were analyzed with the help of personal program testing experience, usability research, and interviews made with Lemminkäinen's staff. <i>PlaNet</i> was eliminated from the analysis as a disappearing program. Secondly, based on informal interviews and personal user experience the thesis researched the tools <i>Tekla Structure Construction Manager</i> module offered for schedule making. In addition, based on the informal interviews and personal user experience <i>DynaRoad's</i> tools were researched for administering large infrastructure projects.</p> <p>As a result, a program comparison between <i>TCM Planner</i> and <i>Vico Control</i> including the most used characteristics and purposes of use of the schedule programs was gained. Both programs included in personal testing offer diverse tools for different schedule formulating. <i>Vico Control</i> got selected as the best schedule program because of better data modeling linking characteristics and schedule presenting characteristics. Also it is worth noticing that managing and scheduling infra projects which include lots of large mass transferring, <i>DynaRoad</i> is a great program choice. <i>Tekla Structure</i> with the CM-module on other hand offers versatile tools for the scheduling of infra projects including data modeling-based house building.</p>			
Keywords Scheludes, BIM, programs			
Public			

ALKUSANAT

Haluan kiittää Lemminkäinen Infra Oy:n henkilöstöä ja ohjaajaani, kehityspäällikkö Juha Pohjolaa opinnäytetyöni ohjaamisesta. Erityiskiitokset haluan esittää tietomalliasiantuntija Matti Partaselle, jolta sain huomattavasti tietoa ja materiaalia opinnäytetyötäni varten.

Kiitos myös Savonia-ammattikorkeakoulun lehtorille Viljo Kuuselalle työni ohjaamisesta sekä läheisilteni henkisen tuen antamisesta.

Tutkimustyössä esitettyihin kuviin on tekijänoikeuksien haltijoiden lainauslupa.

Kuopiossa 27.4.2014

Mikko Snell

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
1.1	Tausta ja tavoitteet	7
1.1.1	Tutkimustyön rajaus	8
1.1.2	Tutkimustyön haasteet	9
1.2	Lyhenteet ja määritelmät	9
2	TIETOMALLINTAMINEN RAKENTAMISESSA	11
2.1	Infratietomalli	12
2.2	COBIM ja YTV 2012	13
2.3	InfraTM ja InfraFINBIM	13
2.4	Tietomalliohjelmistot	15
2.5	Tietomallipohjaisen määrälaskennan ja aikataulutuksen edellytykset	16
3	AIKATAULUT RAKENTAMISESSA JA AIKATAULUOHJELMISTOT	17
3.1	Aikataulutyyppit	19
3.1.1	Jana-aikataulu	19
3.1.2	Vinoviiva-aikataulut	21
3.1.3	Valvontavinjetit	22
3.1.4	Lukujärjestys	22
3.2	Aikatauluohjelmistot	23
3.2.1	TCM Planner	23
3.2.2	Vico Control	24
3.2.3	DynaRoad	24
4	OHJELMISTOJEN KÄYTETTÄVYYS JA TOIMINNALLISUUS	25
4.1	Ohjelmistojen käytettävyys	25
4.2	Lemminkäisen asettamat kriteerit	26
4.2.1	Paras käytettävyys ja toiminnallisuus	26
4.2.2	Soveltuvuus Lemminkäisen yleiseen tietoarkkitehtuuriin	27
4.2.3	Riittävän suuri ja vakaa ohjelmistotoimittaja	27
4.2.4	Muut vaatimukset	28
4.3	Aikatauluohjelmien tutkiminen	28
5	OHJELMISTOJEN TUTKIMINEN	29

5.1	Omakohtainen ohjelmistotestaus	29
5.1.1	Ohjelmistojen käyttöönotto	29
5.1.2	Lähtötietojen syöttäminen ohjelmistoihin, valikot ja ominaisuudet	31
5.1.3	Aikataulutehtävien tekeminen ohjelmistoilla	34
5.1.4	Tulostusominaisuudet.....	39
5.1.5	Käytettävyytutkimus	40
5.2	Tekla Structures Construction Management	41
5.3	DynaRoad	46
5.4	Ohjelmistojen arviointi yleisten ja teknisten ominaisuuksien perusteella.....	49
5.4.1	Yhteensopivuus tietomalliohjelmien kanssa	50
5.4.2	Lisensointi ja käyttöönottokustannukset	52
5.4.3	Sovelluksen vaatimat tietokannat ja tietoliikenneyhteydet.....	53
5.4.4	Riittävän suuri ja vakaa ohjelmistoimittaja	53
6	TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	55
	LÄHTEET	57
	LIITE 1: KÄYTETTÄVYYSTUTKIMUKSEN VASTAUSLOMAKKEET	59

1 JOHDANTO

Rakennusala on elänyt viimeisen vuosikymmenen murrosvaihetta, jossa perinteisestä 2D-suunnittelusta on siirrytty kolmiulotteiseen suunnitteluun ja sitä kautta tietomallintamiseen. On kuitenkin huomioitava, että suunnittelun lähtökohtana voi olla monia eri tarpeita ja toivomuksia. Suunnittelupuolella on ollut ristiriitainen vastaanotto uudistuksiin, kun ei ole ymmärretty eroa mm. 3D-geometriamallien ja esimerkiksi määrälaskennan tarpeiden välillä. Niin tilaaja kuin urakoitsijatkin ovat havainneet, että tietomallintamisella voidaan entisiä menettelytapoja helpommin hallinoida rakennuksen suunnittelua, rakentamista, käyttöä ja ylläpitoa. Kun kaikki rakennushankkeessa tarvittava tieto löytyy yhdestä rakennuksen tietomallista, on kaikkien osapuolten helpompi seurata hankkeen etenemistä aina suunnittelusta valmistumiseen saakka, unohtamatta mallinnuksen tuomia hyötyjä kunnossapitoon. Mitä huolellisemmin kohde on mallinnettu – mikä edellyttää laadukasta suunnittelua – sitä helpompi sen avulla on laatia mm. aikatauluja tuotannon tueksi. Hyvin suunniteltu rakennushankkeen aikataulu on puolestaan merkki siitä, että hankkeen kaikki vaiheet on huomioitu ja ajalliset riskit minimoitu.

Lemminkäinen Infralla (jäljempänä LMK Infra) on meneillään yhä useampia tietomallinnusta hyödynnäviä rakennusurakoita, joista saatavia tietoja ja kokemuksia tullaan käyttämään opinnäytetyön lähtöaineistona. Lisäksi hyödynnetään Lemminkäinen Talon (jäljempänä LMK Talo) puolelta saatuja kokemuksia tietomallien ja aikatauluohjelmien käytöstä.

Lemminkäinen on suuri suomalainen rakennusliike. Sen päätoimialaa ovat talonrakennus, infrarakentaminen ja talotekniikka. Päämarkkina-alueena ovat Suomen lisäksi kaikki Itämeren maat. Yrityksen liikevaihto oli vuonna 2013 noin 2,2 miljardia euroa, josta kansainvälisen toiminnan osuus oli noin kolmannes. Yritys työllistää keskimäärin 7 800 henkilöä, joista noin 37 % toimii ulkomailla. Lemminkäinen -konserniin kuuluva Lemminkäinen Infra Oyj toimii infrarakentamisen kaikilla osa-alueilla. Toimintaan kuuluvat esim. päällystys- ja kiviainestoiminta, maa- ja väylärakentaminen sekä insinööri- ja kalliorakentaminen (Lemminkäinen.fi).

1.1 Tausta ja tavoitteet

Lemminkäinen Infra Oyj:ssä on päätetty, että yritetään löytää paras ohjelmistovaihtoehto urakoiden aikataulutukseen. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on vertailla ja tutkia aikataulutushjelmia, jotka täyttäisivät mahdollisimman hyvin seuraavat kriteerit:

- paras käytettävyys ja toiminnallisuus
- soveltuvuus Lemminkäisen yleiseen tietoaarkkitehtuuriin
- riittävän suuri ohjelmistotalo ohjelman takana, millä taataan ohjelmiston kehitys ja jatkuvuus
- muut vaatimukset.

Lemminkäinen Infra Oy:n vuonna 2011 kirjattuun tietomallistrategiaan kuuluvat seuraavat asiat (Pohjola, 2011):

- tietomallien käytöllä tavoitellaan parempaa tuottavuutta ja kilpailukykyä omaan toimintaan sekä sujuvampaa palvelua asiakkaille:
 - *aika- ja materiaalisäästöjä sekä virheettömämpää rakentamista*
 - *rakentamisen eri vaiheiden aikana syntyneen tiedon parempaa siirtymistä ja säilymistä vaiheesta toiseen.*
- *KVR-urakoinnissa tavoitteena on mallipohjainen suunnittelu, työsuunnittelu sekä suunnittelunohjaus malleja käyttäen vuonna 2014*
- *koneohjauksen täysi hyödyntäminen rakentamisessa vuonna 2014*
- *päällystystöissä tavoitteena on koneohjausmallien tilaaminen, tuottaminen sekä koneohjauksen käyttäminen soveltuvilla työmailla vuonna 2013 (jyrsintä ja päällystäminen)*
- *täydet edellytykset tietomallimaailmassa toimimista varten vuonna 2014*
- *malleja hyödynnetään pitkäkestoisten urakoiden ylläpidossa ja HYP:n toiminnassa 2014.*

Työn tavoitteet ovat:

- löytää Lemminkäinen Infra Oy:n käyttöön parhaiten soveltuva aikataulusohjelmisto. Ohjelmiston valinnassa kiinnitetään huomiota käytettävyyteen, toiminnallisuuteen sekä tiedon siirtämiseen tietomallista ja päinvastoin. Soveltuvimman ohjelmiston etsimisessä kiinnitetään erityistä huomiota Lemminkäinen Infra Oy:n asettamille kriteereille ohjelmiston suhteen sekä käytettävyytutkimuksen tuloksiin.
- tutkia, mitä asioita tietomallilta vaaditaan, jotta mallista saatavat tiedot sellaisenaan mahdollistaisivat aikataulun teon.
- tutkia projektinhallintaohjelmistojen *DynaRoadin* ja *Tekla Structuresin* tarjoamia työkaluja projektinhallinnan näkökulmasta

1.1.1 Tutkimustyön rajaus

Opinnäytetyön tutkimustyö rajoitetaan koskemaan aikataulu- ja tietomalliohjelmien käyttöä Lemminkäisen merkittävimmissä infrahankkeissa, joita ovat tällä hetkellä muun muassa Länsimetron asemurakat sekä Tampereen rantatunneli. Lisäksi hyödynnetään Lemminkäinen Talon aikataulutustietoja Kastellin monitoimitalo -hankkeeseen liittyen sekä päällystystyömailta saatuja kokemuksia. Tutkimuksessa painotetaan aikatauluohjelmien käyttöä ja niiden keskinäistä vertailua. Lemminkäinen Infrassa (myöhemmin LMK Infra) ei ole tällä hetkellä päätetty, mitä aikatauluohjelmistoa yhtiössä tulisi ensisijaisesti käyttää. Opinnäytetyön keskeisenä tavoitteena on löytää haastattelujen ja omaehtoisen testauksen avulla Lemminkäinen Infra Oy:n käyttöön parhaiten soveltuva aikataulusohjelmisto. Ensisijaisesti parasta ohjelmistoa etsitään perinteisen 2D-suunnittelun kannalta, mutta tarkoituksena on tutkia aikataulusohjelmistojen tietomallipohjaisen suunnittelun tarpeita ajatellen. Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia LMK Infran hankkeissa käytettäviä aikataulusohjelmia ja verrata niiden soveltuvuutta eri aikataulujen tekemiseen mm. tietomallista saatavien tietojen avulla. Opinnäytetyössä tutkitaan lisäksi mitä asioita tietomallissa on oltava, jotta aikataulusta saadaan mahdollisimman realistinen ja paikkansapitävä.

Opinnäytetyön tutkimuksen kohteena olevien aikataulu- ja tietomalliohjelmien käytettävyyttä tarkasteltaessa keskitytään vain perinteisen tietokoneella tapahtuvan työskentelyn kannalta. Ohjelmistojen mahdollisiin mobiili- tai tablettikäyttöliittymiin ei oteta tässä opinnäytetyössä kantaa ja ne rajataan tutkimustyön ulkopuolelle.

1.1.2 Tutkimustyön haasteet

Opinnäytetyön haasteena voidaan pitää sitä, että infra-alalla kokonaisvaltaista tietomallintamista ei ole käytetty laajalti. Aiemmat kokemukset tietomalleista ovat pääosin painottuneet maa- ja insinöörirakentamisen kohteisiin, joskin LMK Infra on pilotoinut VT13:n jyräntä- ja päällystysurakan koneohjauksella tietomallia hyödyntäen. Infrapuolelle ollaan vasta nyt luomassa tietomallintamisen yhteisiä pelisääntöjä, jotka ovat talopuolella olleet käytössä jo useamman vuoden ajan. Opinnäytetyön tarkoituksena on löytää parhaiten soveltuva aikataulusohjelmisto yrityksen käyttöön, jolloin olisi tärkeää haastatella mahdollisimman montaa henkilöä, jotka päivittäin työskentelevät tietomalli- ja aikatauluohjelmien parissa. Johtuen tietomallintamisen tilanteesta infrapuolella, joudutaan haastattelu-joukko jättämään kuitenkin varsin suppeaksi.

1.2 Lyhenteet ja määritelmät

4D	Kolmiulotteinen tietomalli, johon on liitetty aikataulus
5D	Kolmiulotteinen tietomalli, jossa on mukana aikataulus ja kustannusohjaus
ACN	Assembly Controlling Number juokseva yksilöllinen numero mallinnettaville osille
Allianssiurakka	Tilaaajan, suunnittelijoiden ja urakoitsijan muodostama yhteistyöryhmä. Allianssimuotoisella urakalla pyritään parantamaan rakentamisen tuottavuutta, parantamaan hankkeen tiedonkulkua ja toimimaan avoimemmin.
BIM	Building Information Model, rakennuksen tietomalli
BuildingSMART Finland	Suomalaisten kiinteistönomistajien, suunnittelutoimistojen, ohjelmistalojen ja muiden rakennusalan yritysten muodostama yhteistyöfoorumi.
COBIM	Senaatti-kiinteistöjen mallintamisohjeiden laajentamis- ja päivittämisshanke
IFC	Industry Foundation Classes Talorakennuksen tietomallinnuksessa käytettävä avoin tiedonsiirtoformaatti ohjelmasta toiseen siirtoa varten
Infra TM	Infra-alan kehityshanke tuotemallipohjaisten elinkaaritietojen yhteiskäyttöön
IM3	Inframodel 3 LandXML-standardiin perustuva avoin menetelmä infratietojen siirtoon
Lemon	Lemminkäisen intranet

Pset	IFC-standardin vastine Teklan UDA-attribuuttitiedolle
Ratu Net	Tuotannosuunnittelun tietopankki edistämään hyvää rakennustapaa Sisältää mm. laskentatietoja urakkalaskentaan
Törmäystarkastelu	Visuaalinen vs. ohjelmallinen päällekkäisyyksien tarkasteleminen (Esim. Solibri tai Navisworks)
UDA	User Defined Attribute Tekla Structures –ohjelmistossa annettavaa tietoa tietomallin osalle
Yhdistelmämalli	Kaikki suunnittelualat ovat yhdistettynä samaan malliin
YTV 2012	Yleiset tietomallivaatimukset 2012

2 TIETOMALLINTAMINEN RAKENTAMISESSA

Suurten tilaajaorganisaatioiden, kuten Senaatti-kiinteistöjen ja Liikenneviraston halukkuus siirtyä perinteisestä suunnittelusta kohti tietomallinnusta on vauhdittanut mallintamisen käyttämistä suunnittelun työkaluna. Senaatti-kiinteistöt on toiminut talonrakennuspuolella tietomallinnuksen uranuurtana toteuttaessaan vuonna 2001 ensimmäisen pilottikohteen tietomallinnuksen avulla ja vuodesta 2007 vaatinut rakennuskohteissaan käytettävän tietomallinnusta. Liikennevirasto ja kaikki suuret kaupungit ovat tehneet yhteisen päätöksen, jonka pohjalta 1.5.2014 jälkeen alkavissa hankkeissa edellytetään uusimman Inframodel 3 -tiedonsiirtoformaatin käyttöä (Senaatti.fi & RYM.fi).

Tietomallintamisella saavutettavat keskeiset hyödyt suunnittelussa ovat

- kohteen tarkasteleminen virtuaalisesti ennen toteutusta
- eri suunnitteluratkaisujen vertailu monesta eri näkökulmasta
- hankkeen sisäisen tiedonkulun parantaminen eri tahojen välillä
- mallin ollessa ajantasalla se palvelee niin käyttöä, ylläpitoa kuin korjaamistakin
- materiaalimenekkien pienentäminen
(Buildingsmart.fi).

Tietomallintamisella saavutettavat keskeiset hyödyt aikataulutuksessa ovat

- hankkeen havainnollistaminen näkymien määrittämisen kautta → kokonaisuuksien lohkominen helpommin käsiteltäviksi osakokonaisuuksiksi
- määrätietojen vieminen suoraan mallista aikataulusohjelmistoon
(Buildingsmart.fi).

Tietomallintamisella saavutettavat keskeiset hyödyt rakentamisessa:

- Rakennushanke on tuotantomallin avulla helpommin käsiteltävissä → selvät virheet on helppo havaita mallia tarkastelemalla.
- rakennushankkeen kaikki vaiheet voidaan simuloida ennen kuin ensimmäistäkään työvaihetta on vielä oikeasti aloitettu
- tietomallista saatavat tiedot voidaan toimittaa tavarantoimittajille esim. elementtitehtaaseen
- työmaan hankintatoimintaa pystytään ohjaamaan suoraan mallista saatavilla tiedoilla
- tietomallin avulla voidaan ohjata työmaan tuoteosatoimistusten logistiikkaa
- 3D-mallista on suoraan nähtävissä miten jokin työvaihe on suunniteltu rakennettavaksi vrt. ta-soppiirustukset
- työmaalla pystytään helpommin ja nopeammin reagoimaan lisä- tai muutostöiden aiheuttamiin suunnitelmamuutoksiin. Esimerkiksi tehdyistä suunnitelmamuutoksista voi tietomallista tarvittaessa ottaa tarvittavat leikkaus- tai detaljipiirustukset.
(Mäki, Paavola, Kerosuo ja Miettinen 2012, 5).

Tietomallintamisella saavutettavat keskeiset hyödyt ylläpitovaiheessa ovat

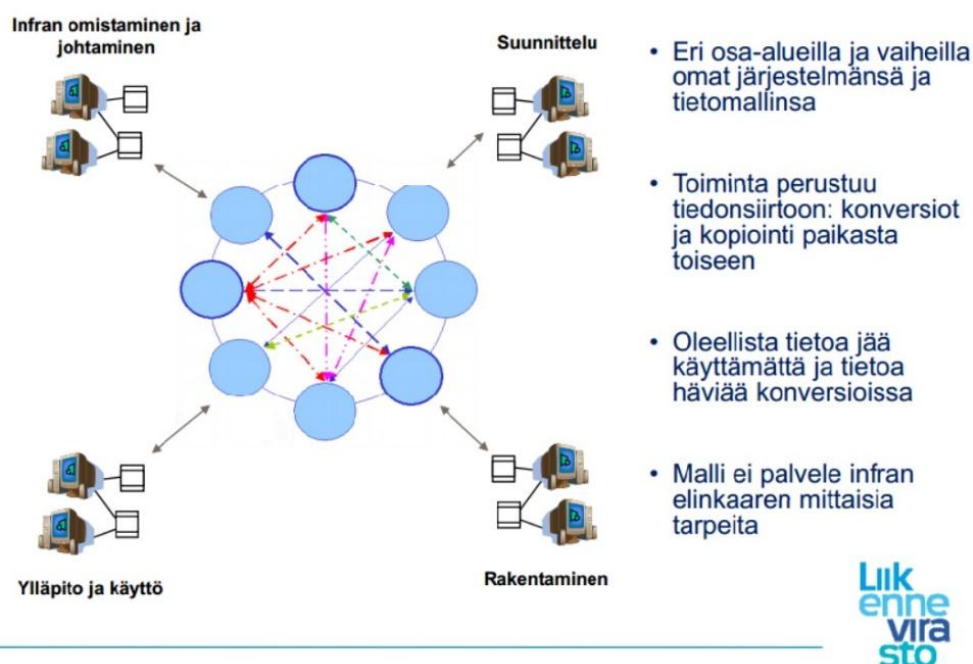
- kaikki hankkeen suunnitelmamateriaalit siirtyvät tietomallin muodossa ylläpitävälle taholle
- hankkeen kaikki tiedot ovat käytettävissä koko rakennuskohteen elinkaaren ajan, mikä edellyttää tietomallin jatkuvaa ylläpitoa

Hyvin tehty tietomalli palvelee niin suunnittelijan, rakennuttajan, rakentajan kuin loppukäyttäjänkin etua. Tietomallin avulla pystytään tukemaan tilaajan päätöksentekoprosessia, sen avulla voidaan sitouttaa rakennushankkeen eri osapuolet tiiviimmin yhteen, havainnollistaa eri suunnitteluratkaisua ja yhteensovittaa eri suunnitelmia toisiinsa. Lisäksi tietomalliin voidaan liittää muun muassa kustannus- ja elinkaarianalyseja (Buldingsmart.fi).

2.1 Infratietomalli

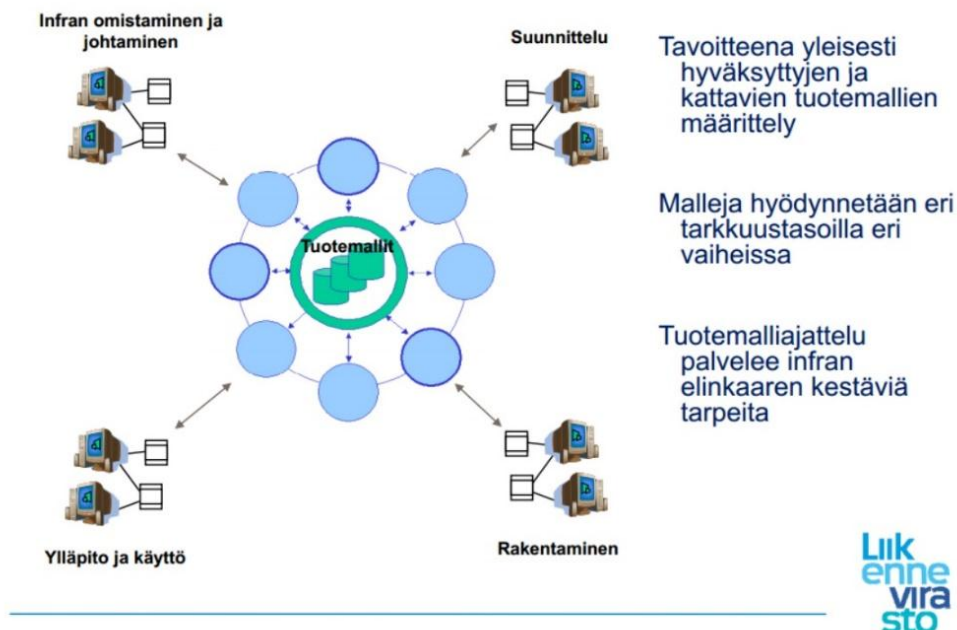
Infran tietomalli ei välttämättä ole niin selkeä kokonaisuus kuin rakennuksen tietomalli. Inframallista voidaan erottaa maastomallin lisäksi taitorakenteet, esimerkiksi sillat ja melusteet. Erotettuja malleja kutsutaan taitorakennepaikan tietomalleiksi. Talonrakennusalaan verrattuna infrapuolella ei vielä ole laajassa käytössä tuotemallipohjaista ratkaisua, joskin alalla on kunnostauduttu koneohjauksessa ja toteutuneen laadun valvonnassa. Kehitystyötä kuitenkin vielä riittää ennen kuin yhdestä, koko väyläverkoston kattavasta tietomallista löytyy kaikki tarvittava tieto hankkeeseen liittyen. Infrapuolella mallintamista käytetään lähinnä suunnittelussa sekä toteutuksessa (mm. koneohjauksessa ja paikalleenmittauksessa). Ylläpitoon sekä kunnossapitoon liittyviä sovelluksia on varsin vähän saatavilla. Alla olevissa kuvioissa on havainnollistettu tuotetietojen hallitsemisen eroja nykytilanteen ja tuotemallipohjaisen hallitsemisen välillä.

INFRAN TUOTETIETOJEN HALLINTA, NYKYTILANNE



KUVIO 1. Infran tuotetietojen hallinta, nykytilanne (Liikennevirasto.fi).

INFRAN TUOTETIETOJEN HALLINTA TUOTEMALLIPOHJAISESTI



KUVIO 2. Infran tuotetietojen hallinta tuotemallipohjaisesti (Liikennevirasto.fi).

2.2 COBIM ja YTV 2012

Tietomallipohjaisen rakentamisen yleistymisen 2000-luvun loppupuolella käynnisti kehitysprojektin yhteisten toimintaohjeiden luomiselle. Aiemmin alalla käytössä olleet Senaatti-kiinteistön vuonna 2007 julkaisemat tietomallivaatimukset ovat saaneet jatkoa COBIM-hankkeen tuloksena syntyneistä yleisistä tietomallivaatimuksista (YTV 2012). Hankkeen takana on rakennustietosäätiö RTS ja alan suurimmat vaikuttajat aina rakennusliikkeistä suunnittelu- ja insinööritoimistoihin. Päivitettyjen tietomallivaatimusten tavoitteena oli rakentamisen toimintatapojen yhdenmukaistaminen ja vakinaistaminen. Projektissa käytettiin apuna tilaajapuolen aikaisemmat ohjeistukset, kokemukset ja yksittäisten henkilöiden seikkaperäiset kokemukset tietomallin käytöstä rakennusurakassa. Voidaan siis sanoa, että maassamme otettiin vuonna 2012 käyttöön kansalliset tietomallivaatimukset talonrakennusalalle. BuildingSMART Finland on Rakennustietosäätiö RTS:n perustama tietomallintamisen yhteistyöfoorumi, jonka taustalla on ollut noin 70 talonrakennusalan organisaatiota. BuildingSMART Finland vastaa YTV 2012 -ohjeiden ylläpidosta ja päivityksestä (Rakennuslehti.fi).

2.3 InfraTM ja InfraFINBIM

Infra-alalla koettiin olevan tarvetta COBIM -hankkeen kaltaiselle yhteistyöfoorumille, joten alan suurimmat toimijat yhdessä Rakennustietosäätiön kanssa käynnistivät alan oman pilottihankkeen, InfraTM:n vuonna 2009. Hankkeen tavoitteena oli vauhdittaa ja edistää infra-alan muutosta kohti tietomallipohjaista käyttöä. Pitkän ajan tähtäimeksi otettiin infran koko elinkaaren kattava avoin ja yhtenäinen tuotemallistandardi. Tavoitteena on, tietomallia voidaan hyödyntää aina suunnittelun tilaamisesta projektin ylläpitovaiheeseen asti (Infrabim.fi).

Infra FINBIM -työpaketti käynnistettiin vuonna 2010. Paketin johdosta infra-alalle on syntynyt yhteinen nimikkeistö, avoin tiedonsiirtoformaatti ja yleiset tietomallivaatimukset. Inframodel 3 (IM3)-tiedonsiirtoformaatti on kansainväliseen LandXML-standardiin perustuva avoin menetelmä infratietojen siirtämiseen. Formaattia on tarkoitus hyödyntää niin suunnittelussa kuin mittaus- ja koneohjausohjelmistoissakin. Formaatile on luotu yhtenäinen sisältö, jotta tiedonsiirto suunnittelu- ja toteutusmallien välissä sujuisi saumattomasti. Infra-alallakin mallinnusohjelmia on käytetty, mutta yhteisen tiedonsiirtoformaatin puuttuessa malleja ei ole voitu hyödyntää laajemmassa mittakaavassa. Infra-alallakin Infra FINBIM-työpakettiin kuuluu myös mallinnusvaatimusten ja -ohjeiden laatiminen ja pilotointi, infra-alan nimikkeistöjen päivitys ja hankintamenettelyjen kehittäminen (Infrabim.fi).

Yleiset inframallivaatimukset 2014, tilanne helmikuussa 2014 (Infrabim.fi):

1. "Tietomallipohjaisen hankkeen johtaminen
2. Yleiset vaatimukset
3. Lähtötietojen vaatimukset; Lähtötilamallit
4. Inframalli ja mallinnus hankkeen eri suunnitteluvaiheissa
5. Rakennemallit; Osamallit (tekniikkamallit), maa-, pohja- ja kalliorakenteet, päällys- ja pintarakenteet (RO nimikkeet 1000-2000) ja maarakennustöiden toteutusmallin (koneohjausmalli) laadintaohje
6. Rakennemallit; Osamallit (tekniikkamallit), järjestelmät (RO nimikkeet 3000)
7. Rakennemallit; Osamallit (tekniikkamallit), rakennustekniset rakennusosat (RO nimikkeet 4000)
8. Inframallin laadunvarmistus
9. Määrälaskenta, kustannusarviot
10. Havainnollistaminen
11. Tietomallin hyödyntäminen eri suunnitteluvaiheissa, infran rakentamisessa sekä infran käytössä ja ylläpidossa"

Inframallit – ohjeet ja vaatimukset

Termit

- Infran mallintamisen termistö on määritelty
- InfraBIM sanasto

Nimikkeistö

- Yhteinen kieli siitä mitä siirretään.
- Infra-nimikkeistön laajentaminen tietomallinnusta tukeväksi

Formaatti

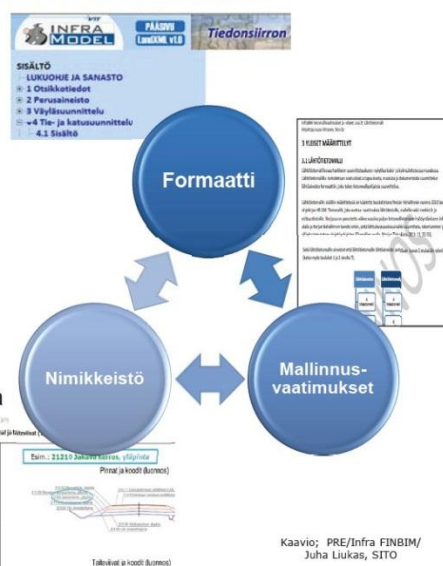
- Inframodel / LandXML-tiedonsiirron kehittäminen
- Inframodel3
 - Tulossa käyttöön vaatimuksena 1.5.2014

Mallinnusohjeet

- Mitä ja miten mallinnetaan
- Mitä tietoa siirretään



Built Environment Process Reengineering



Yllä olevassa kuvassa on havainnollistettu infra-alan kehitystä. Infra FINBIM -hanke päättyy 30.4.2014 ja toimintaa jatketaan BuildingSMART Finlandin alaisuudessa toimivassa toimialaryhmässä. Infra-alan liittyessä mukaan BuildingSMART Finlandin toimintaan, yhteistyöfoorumin jäsenkuntaan odotetaan liittyvän noin 30 - 40 infra-alan merkittävää toimijaa. Hankkeen yhteydessä alalla otettiin yhteiseksi visioksi, että alan suuret toimijat tilaavat vuonna 2014 ainoastaan tietomallipohjaisia palveluja (Infrabim.fi).

2.4 Tietomalliohjelmistot

LMK Infralla on käytössään kaksi tietomalliohjelmistoa. *Tekla Structures* (myöh. Tekla) vähemmässä määrin myös *Novapoint*, jota ei tässä opinnäytetyössä käsitellä. *Teklassa* tiedonsiirto ohjelmasta toiseen tapahtuu IFC-tiedonsiirtona. *Teklalla* pystytään tekemään myös aikatauluja suoraan tietomallista viemättä niitä toiseen, erilliseen aikataulusohjelmaan.

Tekla Structures on alun perin suomalainen, mutta vuonna 2011 yhdysvaltalaisen Tribble-konsernin omistukseen siirtynyt moduulipohjainen tietomallinnusohjelmisto. Ohjelmistolla pystytään mallintamaan mistä tahansa materiaalista suunniteltuja kaikenlaisia rakenteita. Ohjelmistolla pystytään siirtämään dataa Tekla Open API -rajapinnan kautta tai tiedostopohjaisesti esimerkiksi IFC-muodossa. Ohjelmiston tukemia tiedonsiirtoformaatteja ovat muun muassa DGN ja DWG. *Tekla Structures* voidaan yhdistää myös moniin tuotannon-, resurssinsuunnittelussa tai koneohjauksessa käytettäviin järjestelmiin, mitä käytetään rakennustuoteteollisuudessa ja rakennustyömailla. Automaattinen tiedonsiirto edellä mainittuihin järjestelmiin vähentää huomattavasti manuaalisia töitä ja virheitä. Joskin Lemminkäisen henkilöstöltä saadun palautteen mukaan automaattiseen tiedonsiirtoon kannattaa varautua vielä toistaiseksi hivenen varauksella, sillä se ei ole toiminut täysin moitteettomasti. Mallista saatavat piirustukset päivittyvät automaattisesti tehtäessä malliin muutoksia. *Tekla Structuresilla* onnistuu myös määrälaskenta. Ohjelmisto pystytään yhdistämään projektinhallintasovelluksiin, joten esimerkiksi aikataulujen ja materiaalityökalujen visualisointi helpottuu huomattavasti (katso kuva 31 sivulla 52). Mallinnustyökalujen avulla onnistuu muun muassa asennusjärjestyksen määrittely, rakennusvaiheen aikataulujen hallitseminen ja määrittäminen, tiettyjen tehtävien kohdistaminen mallin objekteihin ja törmäystarkastelujen tekeminen (Tekla.com).

Tekla Structuresista on saatavilla monia eri ohjelmistoversioita, jotka soveltuvat ominaisuuksiensa ja lisenssimaksujen puolesta eri käyttötarkoituksiin. Tarjolla on muun muassa vaihtoehdot niin betonielementtien suunnitteluun ja -valmistukseen, teräsrakennesuunnitteluun ja -valmistukseen kuin kaikki ominaisuudet sisältävä Tekla Structures Full. Tekla Structures -suunnittelukonfiguraation päälle voidaan lisäksi asentaa Construction Management -moduuli (jäljempänä Tekla CM). Esimerkeiksi moduulin Model Organizer -ominaisuus antaa työkalut mallin luokitteluun ja jäsentelyyn ja Task Manager on työkalu aikataulujen suunnitteluun ja seurantaan (Tekla.com).

Tekla BIMsight on ilmainen ohjelmisto rakennusalan eri tietomallien tarkastelemiseen ja rakennushankkeen osapuolten väliseen kommunikointiin. Ohjelmistolla pystytään muun muassa jakamaan ja yhdistämään malleja, tehdä törmäystarkasteluja ja viestiä kommenttien avulla projektin eri osapuoli-

nen kanssa. Ohjelmaa voidaan käyttää mobiilisti iOS-käyttöjärjestelmää tukevilla puhelimissa. (Tekla.com; Jylhä 2014-02-25.)

2.5 Tietomallipohjaisen määrälaskennan ja aikataulutuksen edellytykset

Yleisissä tietomallivaatimuksissa, osa 7:ssä (Buldingsmart.fi) on listattu asiat, joiden onnistunut toteutus mahdollistaa tietomallipohjaisen määrälaskennan ja sitä kautta aikataulutuksen:

- mallintaminen on johdonmukaista
 - o rakennus- ja tekniikkaosat mallinnetaan projektikohtaisten vaatimusten mukaisesti
 - o käytetty mallinnustapa dokumentoidaan tietomalliselostukseen
- mallilta edellytettävä tarkuustaso on sovittu etukäteen kaikkien hankkeen osapuolten kesken
 - o määrälaskenta on johdonmukaista ja yksiselitteistä
- mallinnuksessa käytetään määrälaskennan kannalta sopivinta työkalua
 - o esimerkiksi katto mallinnetaan kattotyökalulla
- rakennus- ja talotekniikkaosien tunnistaminen
 - o mallista pitää pystyä erottelemaan esim. putkelle suunniteltu käyttötarkoitus
- mallista löytyy keskeiset mittatiedot
 - o kappalemäärä, korkeus, pinta-ala jne.
- ohjelmiston käyttö ja tiedonsiirto
 - o suositeltavaa on käyttää aina alkuperäistä tiedostomuotoa, mikäli se on mahdollista. Mikäli joudutaan käyttämään esim. IFC-tyyppistä tiedostomuotoa, on varmistuttava mitkä kaikki rakennusosat ovat mukana mallissa.

Vaikka useimmat yllä olevista asioista viittasivat talonrakennukseen, pätevät monet asioista sellaiseen tai hivenen muutettuna myös infran tietomallinnukseen.

3 AIKATAULUT RAKENTAMISESSA JA AIKATAULUOHJELMISTOT

Aikataulut ovat koko rakennushankkeen mukana kulkevia ajallisia suunnitelmia. Aikatauluja luodaan moneen käyttöön rakennushanketta tukemaan. Erilaisia ajallisia suunnitelmia tehdään niin hankinta-prosesseja kuin suunnitteluakin tukemaan. Ensimmäinen aikataulu luodaan jo projektin hankesuunnitteluvaiheessa rakennuttajan luodessa raameja hankkeen oletetulle kestolle. Rakennuttajan tekemään aikataulua kutsutaan projekti aikatauluksi eli hanke aikatauluksi. Tässä vaiheessa rakennuttajan on tehtävä selväksi itselleen mitä merkittäviä välitavoitteita rakennushankkeeseen sisältyy. Hanke aikataulu luo perustan kaikille muille sen jälkeen tehtäville aikatauluille, minkä vuoksi sen tulisi olla ennen kaikkea realistinen.

Rakennushankkeen pääurakoitsija puolestaan luo yleisaikataulun, joka puolestaan pilkotaan pienempiin osiin aina työsisällöiltään tarkasti määriteltäviin tehtäväkohtaisiin aikatauluihin. Aikataulun laatijan tulee tunnistaa mitkä tehtävät tulee olla suoritettuina ennen kuin voidaan siirtyä uuteen tehtävään eli aikatauluttajan tulee tunnistaa tehtävien väliset riippuvuudet. Esimerkiksi ennen maankaivutöiden aloittamista tulee mahdollisten maakaapelin ja putkien sijainnit olla tiedossa. Yleisaikataulu toimii karkeana jakona eri työvaiheiden tarvitsemalle ajankäytölle, kun taas projektin edetessä tehtävien ja tarkennettavien rakentamisvaihe aikataulujen avulla pidetään huoli tavoitteisiin pääsemisestä. Aikataulujen laadinnassa on tärkeää, että aikataulut laaditaan alusta pitäen realistiselta pohjalta, huomioiden niin työkohteen luonteen ja olosuhteet sekä käytettävissä olevat resurssit. Työmenekkejä ja -saavutuksia laskettaessa käytetään apuna Ratu-tiedostoista löytyviä lukuja, mutta kokenut aikataulun laatija pystyy hyödyntämään käytettävissä olevan työvoiman heikkouden ja vahvuudet työsaavutuksia määritellessään. Laadittujen aikataulujen on tarkoitus pitää työmaan henkilöstö ajantasalla mitä on tehty suhteessa tavoiteltuihin työmääriin ja mitä töitä tulevaisuudessa tullaan tekemään.

Rakentamisaikaan vaikuttavat seuraavat tekijät (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 45):

- rakentamisaikaiset olosuhteet, koska infra-ala erityisen altis eri vuodenaikojen tuomille haasteille
- rakennusmateriaalit ja niiden saatavuus
- rakentamistapa
- urakan toteutusmuoto ja -tapa.

Rakennushankkeille lasketaan usein niin kutsuttu normaalikesto, joka pohjautuu 1980-luvun tutkimuksiin. Normaalikeston laadinnassa on tutkittu useamman rakennusliikkeen urakoita ja niissä toteutuneita kesotja ja kokonaistyömenekkejä. Normaalikeston avulla voidaan vertailla esim. tarjouspyynnössä esitetyn urakka-ajan kireyttä ja laskukaavan avulla laskettua normaalikestoa. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 64)

Isojen kohteiden (kokonaistyötuntimäärä yli 10 000 tth) laskentakaava (KAAVA 1. Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 66):

$$T_n = 4,6 * \ln(\text{hankkeen kokonaistyötuntimäärä}) - 36,6$$

jossa T_n = hankkeen normaalikesto

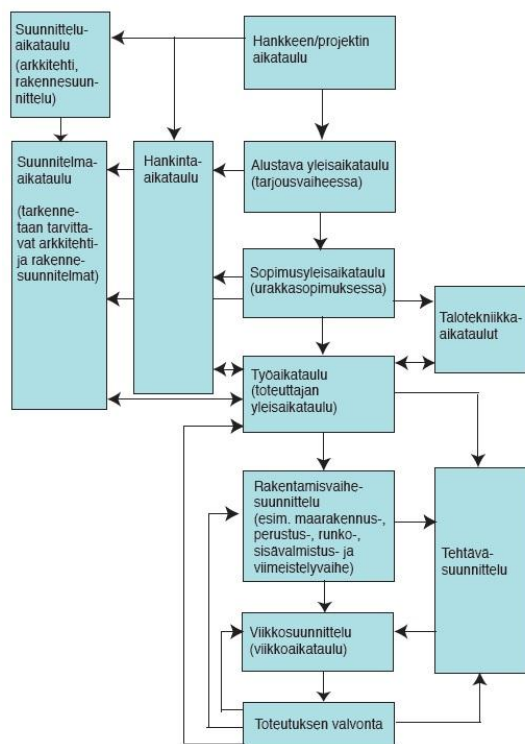
Pienten kohteiden (kokonaistyötuntimäärä alle 10 000 tth) laskentakaava (KAAVA 2. Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 66):

$$T_n = 2 + \frac{3,8 * \text{hankkeen kokonaistyötuntimäärä}}{10\,000}$$

jossa T_n = hankkeen normaalikesto

Pääurakoitsijan tilaajalle tekemä sopimusyleisaikataulu tehdään kokonaisuajan (T4) mukaan, joka sisältää kaikki työhön käytetyt tunnit, mukaan lukien tunnit ja pidemmän mittaiset keskeytykset. Pääurakoitsijan omaan aja aliurakoitsijoiden käyttöön tekemä työaikataulu tehdään tehollisten työvuoroaikojen (T3) mukaisesti, mikä ei pidä sisällään yli tunnin kestäviä häiriöitä tai keskeytyksiä. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 45)

Henkilönä emeritusprofessori Jouko Kankainen voidaan nostaa esiin nykyisten, Suomessa käytettävien aikataulutuskäytäntöjen ja -ohjelmistojen uranuurtajana (Jylhä 2014-02-25). Kankainen työskenteli Tie- ja vesirakennushallituksessa vuosina 1968–1981, jona aikana hän teki tuotantoteknistä tutkimus- ja kehitystyötä, muun muassa aikataulujen laadinta- ja ohjausjärjestelmien kehittämistä (Inf-rarakentaja 2010, 25). Vuosina 1981–1999 työskennellessään Teknillisessä Korkeakoulussa apulaisprofessorina ja myöhemmin vuosina 1999–2009 Kankainen on julkaissut yhteensä noin 250 teosta rakennusalaan käsittelevien kirjojen, tutkimusraporttien, tiedostojen ja artikkelien muodossa (Jouko Kankainen, CV). Kankainen oli mukana myös kehittämässä *DYNAProjectia*, joka toi ilmestyessään 2000-luvun alkupuolella rakentamiseen vinoviiva-aikataulut ja valvontavinjetit ohjelmistomuodossa, käyttäen hyväksi RATU-tiedostoja. Kankainen luonnehtikin ennen *DYNAProjectia* julkaistuja aikataulutushjelmistoja lähinnä piirustustyökaluiksi. Ohjelma tunnetaan nykyisin *Vico Controllina* (Rakennuslehti, 2002)



KUVIO 4. Talonrakennushankkeen aikataulusuunnittelun eteneminen (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 40)

Yllä olevassa on kuvattu tyypillisen talonrakennushankkeen aikataulusuunnittelun eteneminen. Valtaosa kuvion tiedoista pätee myös infrahankkeisiin. Tietomallintamisen yleistyessä tietomallista saadaan yhä enemmän tietoa aikataulujen laatimisen helpottamiseksi. Esimerkiksi Matinkylän asemahankkeessa tietomallin avulla tehdään suunnitelma-aikataulu, jossa rakennettavaksi tulevista elementeistä valitaan aina kiireellisimmät osat, joiden ACN-numerot lähetetään suunnittelutoimistolle ja ilmoitetaan milloin tarkemmat piirustukset tulisi olla valmiina. Suunnitelma-aikataulua eli piirustus-aikataulua hyödynnetään sellaisissa urakoissa, joissa suunnitelmien tarkkuustaso ei vielä tarjouskilpailuajana täytä rakentamisen edellytyksiä.

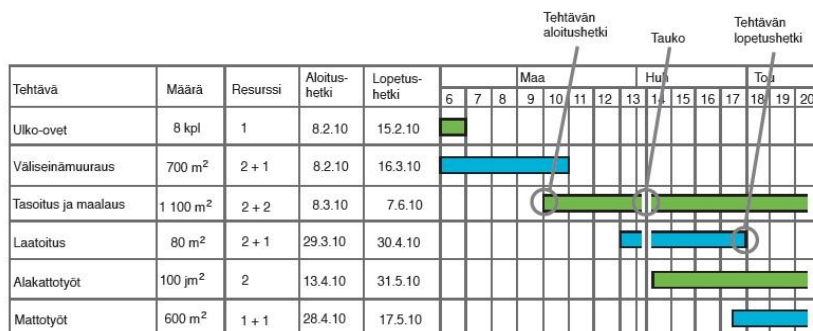
3.1 Aikataulutyytit

Aikataulutyyppinä on monia erilaisia; jana-aikataulu soveltuu havainnollisuutensa ansiosta paremmin yleisaikataulun tekemiseen tai yhteisten töiden sopimiseen viikkotasolla, kun taas paikka-aikatauluun on sisällytetty enemmän tietoa ja täten se soveltuu paremmin tuotannon suunnitteluun ja -ohjaukseen. Valvontavinjettiä käytetään taasen työnjohdon apuna työn valvomiseen ja työnohjaukseen. Tärkeää on, että työmaalla pystytään hyödyntämään eri aikataulutyyppien niiden vahvuudet ja heikkoudet tiedostaen (Koskenvesa ja Sahlstedt 2011, 21).

3.1.1 Jana-aikataulu

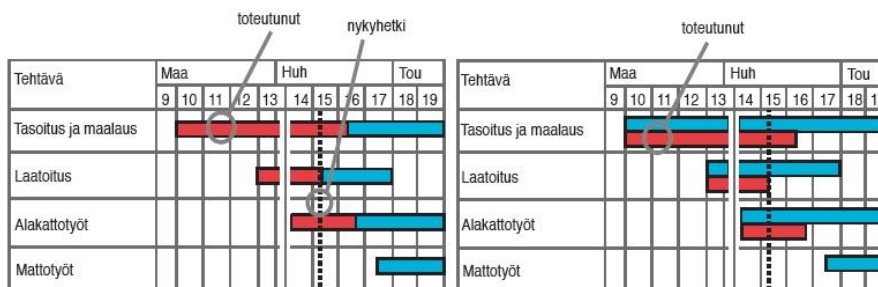
Jana-aikataulu on hyvin yleisessä käytössä kaikilla rakennustyömailla ja aikataulutyyppi perustuukin taulukkoon piirrettyihin eri mittaisiin janoihin. Aikataulutyyppin käyttäminen edellyttää, että hanke on lohkottu helposti hahmotettaviin osakokonaisuuksiin. Janojen avulla pystytään helposti esittämään

mm. hankkeen kokonaiskesto ja arvioidut kestot eri työvaiheille. Yksinkertaisimmillaan selitykseksi voidaan laittaa tehtäväluettelo, aloitusaika, lopetusaika ja nykyhetki sekä kalenteri viikottain eriteltyinä. Jana-aikatauluun voidaan kuitenkin lisätä käytettävät resurssit ja mahdolliset tauot, mm. lomajat (Koskevesa ja Sahlstedt 2011, 21).



KUVIO 5. Jana-aikataulu (Koskevesa ja Sahlstedt 2011, 21)

Jana-aikatauluun voidaan myös lisätä töiden toteutumatietoja, minkä ansiosta yhdellä silmäyksellä voidaan nähdä työmaan tilanne tietyllä hetkellä. Erilaisia värejä käyttämällä aikataulusta saa varsin havainnollisen. Esitysmuodon heikkoutena pidetään puutetta esittää työtehtävien etenemistä ajan ja paikan suhteen, jollei aikataulun tehtäviä jaeta tarkemmin osakohteisiin. Jana-aikataulu pohjautuu Gantt-kaavioon, jossa pystyakselilla on lueteltu tehtävät työt ja vaaka-akselilla lukee kuluva aika (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 22).



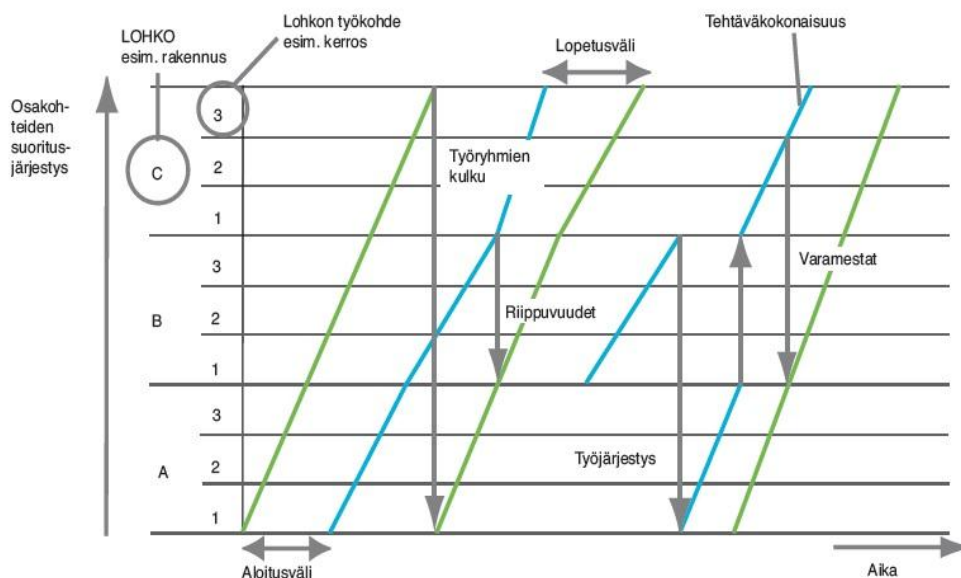
KUVIO 6. Jana-aikataulu toteutumatiiedoilla (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 22)

Pohjois-Suomen ja Pohjois-Ruotsin urakoista vastaava henkilö haastatelllessani (Kuusisto 2014-03-14) tuli ilmi, että jana-aikataulu on aikataulutyyppinä kyllin riittävä heidän käyttöönsä. Suurempia päällystysurakoita suorittavia työryhmiä on rajallinen määrä ja niiden hallinnointi onnistuu parhaiten sellaisella aikataululla, josta selviää työn aloituspäivä, kesto ja lopetuspäivä. Päällystysurakoitsija toimii harvoin pääurakoitsijana ja päällystysryhmät ovat pääosin riippumattomia toisistaan, joten jana-aikataulu on luonteva valinta heidän käyttöönsä. Kuusiston mukaan päällystystöiden työryhmäkohtaiset tehotiedot ovat melko pitkälti vakioita ja kohteen kesto on helppo määrittää, kunhan vain päällystettävä pinta-ala on tiedossa. Pienissä ja monimutkaisissa kohteissa on toki huomioitava laipioitynä tapahtuvan massanlevityksen osuus, mutta kokenut työnjohtaja huomioi sen aikataulua tehdessään. Päällystystöiden aikataulutuksessa *PlaNet* on ajanut hyvin asiansa tähän mennessä.

3.1.2 Vinoviiva-aikataulut

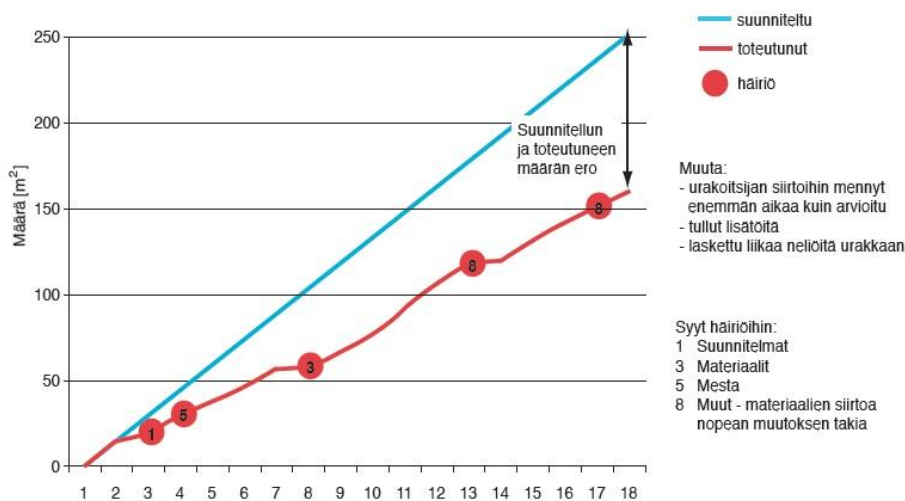
Työmailla yleisesti käytettyjä vinoviiva-aikatauluja ovat paikka-aikakaavio ja tuotantokaavio. Paikka-aikakaaviolla pystytään kuvaamaan hankkeen etenemistä ajan ja paikan suhteen, kun taas tuotantokaaviossa kuvataan hankkeen etenemistä ajan ja tuotannon määrän suhteen. Yhdistävä tekijä erilaisille vinoviiva-aikatauluille on, että viivan kaltevuus kuvaa töiden suoritusnopeuden.

Paikka-aikakaavion käyttäminen edellyttää tuotannon sitomista tiettyyn paikkaan ja aikaan. Aikataulutettava kohde jaetaan osakohteisiin, jotka asetetaan suoritusjärjestyksen mukaisesti järjestyseen. Tuotanto jaetaan samalla tavoin osakohteisiin. Tehtäville määritetään arvioitu kesto ja käytettävät resurssit. Lopuksi paikka-aikakaavioon kirjataan kriittiset ja toisista työkohteista riippuvaiset aikataulutehtävät. Pystyakseliin merkitään suorituspaikka, esimerkiksi rakennuslohko ja vaak akselissa esitetään työaika päivinä tai viikkoina. Pystyviivojen avulla pystytään merkitsemään erityistä huomiota vaativat seikat, esimerkiksi rakennushankkeen virallinen välitavoite tai osaluovutus. Paikka-aikakaavio soveltuu erinomaisesti eri työvaiheiden seurantaan eri kohteissa sekä työnseurantaan mahdollisia aikatauluun pidentävästi tai lyhentävästi vaikuttaaviin asioihin silmällä pitäen. Paikka-aikakaavion valvonta tahtuu valvontavinjetin avustuksella ja tuotantoteutumat merkitään kaavioon katkoviivalla tai toteutumaviivalla. Jana-aikatauluun verrattuna paikka-aikakaaviolla pystytään paremmin havainnollistamaan työn tuotantonopeus, paikkatiedon yhdistäminen aikatauluun ja työvaiheiden keskinäisen riippuvuuksien merkitseminen (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 25).



KUVIO 7. Paikka-aikakaavion toimintaperiaate (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 25)

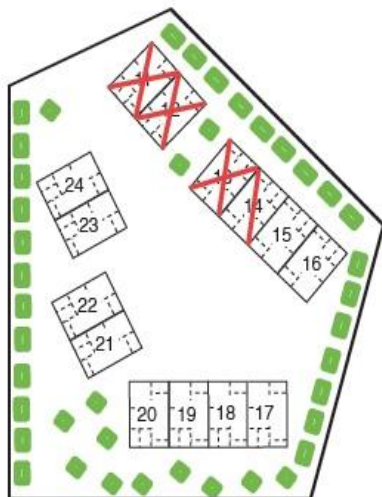
Tuotantoaikakaavio soveltuu erityisen hyvin yksittäisen työvaiheen tai -tehtävän edistymisen seurantaan. Vaaka-akselilla kuvataan toteutusaika valitussa yksikössä ja pystyakselille merkitään suoritteet määrinä tai prosentteina. Tuotantoaikakaaviosta pystytään selvästi näkemään työn suunnittelun ja toteutuneen suoritemäärän erotus.



KUVIO 8. Tuotantoaikakaavio (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 27)

3.1.3 Valvontavinjetti

Valvontavinjetti on taulukko, johon merkitään tehtävän hierarkia, valvottava tehtävä ja kohde, jonka valmistumista valvotaan. Vinjetti voidaan myös muodostaa esimerkiksi piirustuksen päälle, mihin merkitään värittämällä ja/tai rastittamalla valmistuneet ja keskeneräiset kohteet. Vinjetillä pystytäänkin vaivattomasti seuraamaan työvaiheiden tai osakohteiden valmiusasteet.



KUVIO 9. Valvontavinjetti aluesuunnitelmassa (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 30)

Tehtävä	Kerros ja B-porras					
	A1	A2	A3	B1	B2	B3
Kiviväliseinät	5	5	7	7	12	12
	8	7	7	11	12	12
Betonipintojen jälkityö	10	10	11	12	13	13
	11	11	12	12	13	14
Levyväliseinät ja -katot	11	11	12	14	16	17
	11	12	13	15	17	17
Lattialaatoitus	14	14	13	18	17	17
	14	14	14	18	18	17
Tasoitetyöt	17	16	14	21	20	18
	18	17	16	23	21	20

ei ajankohtainen
 ajallaan
 etujasssa
 jäljessä
 työtä ei aloitettu
 työstä tehty 50 %
 työ valmis

11 työ alkanut ennen viikkoa 11
15 työ loppunut viikon 15 jälkeen
 vinovivat kertovat, että työ on valmis

KUVIO 10. Valvontavinjetti (värit & rastit) (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 31)

3.1.4 Lukujärjestys

Lukujärjestys on kätevä työkalu viikkotaiseen tai kahden viikon jaksoissa tehtävään työsuunnitelmaan. Lukujärjestystä voidaan muokata niin koko työmaan, yhden työryhmän kuin yhden työmiehenkin tarpeisiin sopivaksi. Viikkotasolla lukujärjestys voidaan muokata jopa tuntikohtaiseksi ja siihen voidaan merkitä suoritteiden vastuuhenkilö tai -ryhmä.

LUKUJÄRJESTYS

VKO 38

	MA 20.9.	TI 21.9.	KE 22.9.	TO 23.9.	PE 24.9.
7.00 - 9.00	US M.P.L tilattu Skpi	M/P asennus	Ontelot lähtee 7.15 Ontelot 8.00	Betoco varattiin U-asennus 7.15	Ontelojuotos 7.15 Ontelojuotos 8.30
9.15 - 11.00	väliseinät 10.00		Ontelot 9.15 Ontelot 10.00	Väliseinärungot alkaa.	Muuraukset Ratolle
11.30 - 13.30		US 11.30 S25, M, L8, L11 L12	L9, L10 11.30		IV-konjunktio 11.30 laittavaksi
13.45 - 15.30	Suunnat 9 -krs.		Hormiasennus	VIKKOPALAVERI	

MUUTA: Ma 20.9. imuriasennus 1-8 krs.

KUVIO 11. Viikon tarkkuudella tehty lukujärjestys (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 38)

3.2 Aikatauluohjelmistot

Aikatauluohjelmistot ja niillä työskentely ovat luonteva jatkumo sille työlle, joka ennen tehtiin käsi-työnä. Nykyiset aikataulutushjelmistot mahdollistavat annettujen työmäärien ja resurssien pohjalta monimutkaistenkin rakennushankkeiden aikatauluttamisen.

3.2.1 TCM Planner

TCM planner on Tocomanin TCM-tuoteperheeseen kuuluva aikatauluohjelmisto. Ohjelmiston taustalla ovat *PlaNNet*-aikataulutushjelmiston tekijät, mistä syystä ohjelmistossa on havaittavissa *PlaNNettiin* liittyviä yhteneväisyyksiä. Nykyisessään muodossaan *TCM Planner* on kuitenkin monipuolisempi ohjelma kuin alkuperäinen *PlaNNet* tai *PlaNNet+*. Ohjelmalla pystytään luomaan perinteisiä jana-aikatauluja tai informatiivisempia paikka-aikakaavioita, mihin pystytään yhdistämään myös resurssi- ja suoritiedot. Aikatauluseuranta voidaan hoitaa seurantajan avustuksella tai työntekopaikan mukaan tehtynä matriisina. *TCM Planner* on kehitetty erityisesti rakennusalan tarpeita silmilläpitäen. Tocoman on kotimainen ohjelmistotalo. *TCM Plannerista* löytyvät mm. ominaisuudet:

- janaaavio, laajennettavissa esim. tehtävän laajuudella
- suorite- tai resurssipohjainen aikataulusuunnittelu
- paikka-aikakaavio
- tavoiteaikataulu
- seurantajana
- samassa aikataulussa voidaan ilmaista suunniteltu, tavoiteltu ja toteutunut tilanne
- toteutumamatriisi
- tehtävärekisteri
- monipuolinen mahdollisuus tietojen taulukointiin

- integraatio muihin TCM-ohjelmistoihin, mutta toimii myös itsenäisenä ohjelmistona
- suomenkielinen käyttöliittymä
(Tocoman.fi).

3.2.2 Vico Control

Vico Control on Vico Softwaren kehittämä rakennusalan käyttöön tarkoitettu sijaintipohjainen tuotannonohjausjärjestelmä. Vico Software kuuluu Yhdysvaltalaiseen Trimble-konserniin, joka omistaa myös Teklan. Oletuspakettiin kuuluvat aikataulusuunnittelun, tuotannonohjauksen, hankinnat ja riskienhallinnan. Ohjelma on kustomoitavissa erilaisiin käyttötarpeisiin ja lisosina tarjotaan mm. tarkennettu suunnittelu ja kustannushallinta. *Vico Control* tarjoaa mm. seuraavat ominaisuudet:

- janakaavio
- paikka-aikakaavio
- tehtyjen aikataulujen tarkkuustason valinta esitettäessä -> ei ole pakko esittää siinä tarkkuustasossa, missä suunnitelmat on tehty
- riippuvuusnäkymien teko
- määräluettelot
- resurssien ja materiaalin käytönseuranta
- sijaintikohtainen työryhmien jako
- valvontavinjetti ja toteumatietojen syöttötyökalut
- projektin linkitys ja ennusteet
- riskien analysointi monien työkalujen avulla
- suomenkielinen käyttöliittymä
(Vicosoftware.fi).

3.2.3 DynaRoad

DynaRoad on alun perin suomalainen, mutta noin puoli vuotta sitten japanilaisen Topcon-konsernin omistukseen siirtynyt projektinhallintaohjelma. Ohjelmaa käytetään pääasiassa suurissa infrastruktuurihankkeissa. Sillä pystytään suorittamaan muun muassa massatasapainon ja massatalousalueiden suunnittelua, projektien aikatauluttamista, projektien valvontaa. Lisäksi ohjelma sisältää työkalut massansiirtojen suunnitteluun. Ohjelmaan on saatavilla suomenkielinen käyttöliittymä. Ohjelma koostuu seuraavista moduuleista:

- DynaRoad Plan (suunnittelu)
- DynaRoad Schelude (aikataulu)
- DynaRoad Control (valvonta)
(Dynaroad.com).

4 OHJELMISTOJEN KÄYTETTÄVYYS JA TOIMINNALLISUUS

4.1 Ohjelmistojen käytettävyys

Wille Kuutti (2003, 13) kirjoittaa kirjassaan käytettävyydessään seuraavasti:

Käytettävyys tuotteen ominaisuutena kuvaa, kuinka sujuvasti tuotteen toimintoja käyttäjä käyttää päästäkseen haluamaansa päämäärään. Käytettävyydessä on siis kyse ihmisten ja koneen vuorovaikutuksesta. Englanninkielessä käytetäänkin termin käytettävyys "usability" rinnalla usein ihminen-tietokone -vuorovaikutusta (Human-Computer Interaction, HCI tai Computer-Human Interaction, CHI) puhuttaessa tietoteknisten sovellusten käytettävyydestä. Käytettävyys ei ole pelkästään tietoteknisten tuotteiden ominaisuus. Myös aivan tavallisella ovella tai vaikkapa hanalla on käyttöliittymä, jonka yksi ominaisuus on käytettävyys. Käytettävyys voi olla hyvä tai huono, esimerkiksi oven käyttöliittymästä ei välttämättä saa selville mistä reunasta ovi pitäisi avata. Käyttöliittymä voi pienillä muutoksia muuttua käytettävyydeltään hyväksi, kun oveen lisätään pieni visuaalinen vihje, sen käytettävyys on paljon parempi.

Ja toisessa kappaleessa Kuutti (2003, 13) jatkaa vielä seuraavasti:

Käytettävyys koostuu osa-alueista. Niitä ovat opittavuus, muistettavuus, tehokkuus, pieni virhealttius ja miellyttävyys. Käytettävyyden ja käyttöliittymien yhteydessä puhutaan usein intuitiivisesta käyttöliittymästä. Intuitiivisuus on tavallaan tuttuus aikaisemman kokemusmaailman valossa. Jos törmäämme kadulla laitteeseen, joka ei ole ennestään tuttu, mutta muistuttaa kovin aikaisemmin tuntemiamme laitteita, se on intuitiivinen ja osaamme käyttää sitä. Intuitiivisuus on kuitenkin hyvin yksilöllinen käsite, koska se perustuu yksilön aikaisempaan kokemusmaailmaan. Jokin asia voi olla yhdelle intuitiivinen ja toiselle täysin epäintuitiivinen.

Käytettävyyteen kuuluu myös tutkia menetelmiä ja ominaisuuksien tutkiminen, mitkä tekevät tuotteesta hyvän tai huonon. Tutkimusalana käytettävyys on hyvin epätyypillinen, koska hyvän käytettävyydetutkijan tulisi olla samanaikaisesti tekniikan, kaupallisen alan, psykologian kuin monen muunkin alan asiantuntija. Standardi ISO 9241-11 (Käytettävyyden määrittely ja arviointi, 14) määrittelee käytettävyyden sanoin "Tarkkuus, tehokkuus ja tyytyväisyys, jolla määritellyt käyttäjät saavuttavat määritellyt tavoitteensa tietyssä ympäristössä". Standardi määrittelee käytettävyydessä tarkasteltavaksi kohteiksi käyttäjän, hänen tehtävänsä, työvälineensä ja toimintaympäristönsä. (Kuutti 2003, 16)

Hyvä käytettävyys on täten niin tuotteen valmistajan kuin käyttäjänkin etu. Valmistaja hyötyy hyvästä käytettävyydestä mm. seuraavasti:

- markkinointi helpottuu
- käyttäjät tekevät vähemmän virheitä → vähemmän reklamaatioita
- asiakastytyväisyys kasvaa → käyttäjä valitsee saman valmistajan tuotteen myös seuraavalla kerralla.

Käyttäjä hyötyy hyvästä käytettävyydestä mm. seuraavanlaisesti:

- työskentely tai käyttäminen on mielekkäämpää → tehokkuus kasvaa
- ohjelmiston käyttäminen on mielekästä → tehokkuus kasvaa.

Tohtori Jacob Nielsen tunnetaan käyttöliittymien käytettävyyden tutkijana. Niin kutsutulla Nielsenin listalla voidaan kuvata, mitä ominaisuuksia hyvän käytettävyyden omaava ohjelmisto sisältää.

Wille Kuutti (2013, 49) on kirjassaan *Käytettävyys, suunnittelu ja arviointi* listannut Nielsenin listan:

- *vuorovaikutuksen käyttäjän kanssa tulee olla yksinkertaista ja luonnollista*
- *vuorovaikutuksessa tulee käyttää käyttäjän kieltä*
- *käyttäjän muistinkuormitus tulee minimoida*
- *käyttöliittymän tulee olla yhdenmukainen*
- *järjestelmän tulee antaa käyttäjälle kunnollista palautetta reaaliajassa*
- *ohjelmassa ja sen osissa tulee olla selkeät poistumistiet*
- *oikopolkuja ja tehokasta työskentelyä tulisi tukea*
- *virheilmoitusten tulee olla selkeitä ja ymmärrettäviä*
- *virhetilanteisiin joutumista tulisi välttää*
- *käyttöliittymässä tulee olla kunnolliset avustustoiminnot ja dokumentaatio.*

Käytettävyys on annetuista kriteereistä tärkein, sillä vaikka ohjelma täyttäisi muuten annetut ehdot, mutta jos sen käyttäminen on hankalaa tai muuten epämieluisaa niin se ei ikinä tule saavuttamaan suuren yleisön suosiota. Hyvän käytettävyyden tavoittelu tulisi täten olla lähtökohta aina, kun mietitään hyväksi havaitusta ohjelmasta siirtymistä uuteen, vielä vähäiselle käytölle jääneen ohjelmaan. Julkisen hallinnon monet IT-hankinnat ovat hyviä esimerkkejä siitä, että hankintaa tehdessä on unohdettu kysyä loppukäyttäjän mielipidettä asiasta ja täten hyvinkin kallis investointi on mennyt osittain tai jopa kokonaan hukkaan.

4.2 Lemminkäisen asettamat kriteerit

Lemminkäinen on asettanut koko konsernin kattaavat kriteerit, joihin tulee kiinnittää huomiota uutta ohjelmaa tai ohjelmistoa valitessa ja vertaillessa. Rakennusosalalla työskentelevä on voinut selvittää vielä tähän päivään saakka ilman syvällistä perehtymistä tietotekniikkaan, joten parasta mahdollista aikataulusuunnittelua valitessa on syytä huomioida myös sellaisen henkilöt, joiden tietotekniikkataidot ovat vähäiset. Suosimalla hyvän käytettävyyden omaavia ohjelmistoja luodaan työpaikalle kannustava ja motivoiva ilmapiiri, mikä omalta osaltaan auttaa omaksumaan uusien ohjelmistojen käyttämistä. Näin pidetään mahdollisimman matalana kynnyksen uusien asioiden oppimiselle.

4.2.1 Paras käytettävyys ja toiminnallisuus

Käytettävyyden kannalta on syytä kiinnittää huomiota ainakin seuraaviin asioihin:

- onko pelkistäminen mahdollista, esim. valikkojen karsiminen mahdollista? Muun muassa *Tekla Structuresia* pitää moni työmaan henkilöstöstä liian monimutkaisena
- käyttäjäprofiilit
- työkalupalkit
- käytön selkeys ja johdonmukaisuus. Esim. onko ohjelman eri toiminnot tehty saman kaavan mukaisesti vai onko jokainen toiminto erilainen käyttää.
- omaksuttavuus / intuitiivisuus – vaatiiko paljon opettelua?
- onko jonkun jo käytössä olevan ohjelmiston käyttäjien helppo omaksua? Esim. *TCM Planner* on helposti omaksuttava *PlaNetin* käyttäjille (Sovellusarviointi, 2014).

4.2.2 Soveltuvuus Lemminkäisen yleiseen tietoarkkitehtuuriin

- tiedonsiirto - liittymät ja rajapinnat. Muun muassa IFC ja aikataulutiedon siirtotiedostot. LMK Talon puolella on kiinnitetty tähän erityistä huomiota käytettäessä *Tekla Structuresia* ja *PlaNestia* tai *TCM Planneria*.
- tehotietojen tuonti (mikäli käytettävissä on yhtiön omaa tietoa yleisten lähteiden lisäksi)
- sovelluksen vaatimat tietokannat alustoiheen – esim. TCM-tietokanta vaatii SQL-palvelimen
- tietoliikenneyhteydet, jos erityisvaatimuksia. Esim. Jatkuvat yhteydet tietokantoihin tai lisenssi-palvelimiin
- ohjelmiston räätälöitävyys ja konfiguroitavuus Lemminkäisen tarpeisiin esim. SAP:n ja/tai muun Lemminkäisen käytössä olevan järjestelmän tai tietokannan kanssa
- lisensointi – kelluva, paikallinen, lisenssilainat
- ostettu lisenssi vai vuokrattu lisenssi (subscription)
- ohjelmiston vaatima sovellusalusta
- järjestelmävaatimukset suhteessa jo käytössä oleviin työasemiin ja palvelimiin
- tulostaminen ja listaukset. Esim. PDF-tulostus (Kojima 2014-02-26; Jylhä 2014-04-05).

On syytä huomoida, että *Tekla* ja *Vico Software* kuuluvat molemmat samaan Trimble-konserniin, mikä voidaan nähdä sekä positiivisena että negatiivisena asiana. Positiivisena seikkana voidaan pitää sitä, että saman konsernin tuotteissa kiinnitetään varmasti normaalia enemmän yhteensopivuuteen. Negatiivisena seikkana voidaan pitää sitä, että mikäli Inframodel-tiedonsiirtoformaatti jäisi liian väljäksi niin Trimbellä saattaisi olla houkutus haitata ohjelmistojensa yhteensopivuutta kilpailevien ohjelmistojen kanssa (Kojima 2014-02-26).

4.2.3 Riittävän suuri ja vakaa ohjelmistotoimittaja

Lemminkäisen näkökulmasta tarkasteltuna ohjelmistokehityksen jatkuvuus ja vuorovaikutus ohjelmistotoimittajan kanssa ovat tärkeitä asioita valintaa tehdessä. *TCM Plannerin* taustalla toimiva Tocosoftware Oy on osa vuonna 1989 perustettua Tocoman -yhtyrühmää. Vico Software Oy on puolestaan perustettu 2007. Ohjelmistotoimittajaa valittaessa on syytä kiinnittää huomiota ainakin seuraaviin seikkoihin:

- sovelluksen valmistajan strategia – esim. mikä on ohjelmistotoimittajan kasvustrategia yms.
- Lemminkäisen asema asiakkaana → yrityksen vaikutusmahdollisuudet ohjelmiston kehitykseen
- ohjelmistotoimittajan markkina-alue(et) ja paikallinen edustus
- ohjelmistovirheet. Kuinka nopeasti ohjelmistotalo reagoi ohjelmistovirheisiin? (Sovellusarviointi, 2014).

4.2.4 Muut vaatimukset

- ohjelmiston kokonaiskustannukset mukaan lukien koulutukset ja ylläpitokustannukset tukipalveluineen
- LMK Infran henkilöstön tämän hetkinen ohjelmisto-osaaminen -> onko ohjelmiston käyttö helpposti opittavissa. Esim. *PlaNet* → *TCM Planner*
- henkilöstön muutosvastarinta?
- muualta saadut kokemukset ja arviot
- ohjelmiston käyttöön saatavilla olevat ohjeistukset. Esim. opetusvideot Youtubessa (Sovellusarviointi, 2014).

4.3 Aikatauluohjelmien tutkiminen

Aikatauluohjelmistojen tutkiminen suoritetaan kahdessa osassa. Ensimmäisessä osiossa tarkoituksena on testata ohjelmistoja uutena käyttäjänä – jollaiseksi itseni luen – jolloin saadaan myös realistinen kuva siitä, kuinka helppoa ohjelmistojen käyttöönotto on noviisikäyttäjälle. Valtaosa LMK Infran henkilöstöstä on käyttänyt aiemmin vain *PlaNetia* aikataulutukseen, jolloin asetun käyttäjänä samalla viivalla kuin suurin osa testattavien ohjelmistojen potentiaalisista käyttäjistä. Arvioin ohjelmistoja edellisessä kappaleessa mainituin kriteerein.

Toisessa osiossa haastattelen LMK Infran henkilöstöä, jotka ovat työnsä puolesta tekemisissä eri aikataulutushjelmien kanssa. Haastateltavat henkilöt työskentelevät yrityksessä niin päällystyspuolen, maa- ja väylärakentamisen kuin kalliorakentamisenkin parissa. He ottavat kantaa ohjelmistolle annettuihin kriteereihin ammattilaisen näkökulmasta katsottuna. Joukossa on myös tietohallinnossa työskenteleviä ammattilaisia.

Haastattelijoukko on pyritty keräämään siten, että kyselytuloksia saadaan mahdollisimman kattavasti LMK Infran liiketoiminta-alueilta. Haastattelututkimuksen perusteella otetaan myös kantaa ohjelmistojen yleiseen ja tekniseen soveltuvuuteen LMK Infran käytössä.

5 OHJELMISTOJEN TUTKIMINEN

5.1 Omakohtainen ohjelmistotestaus

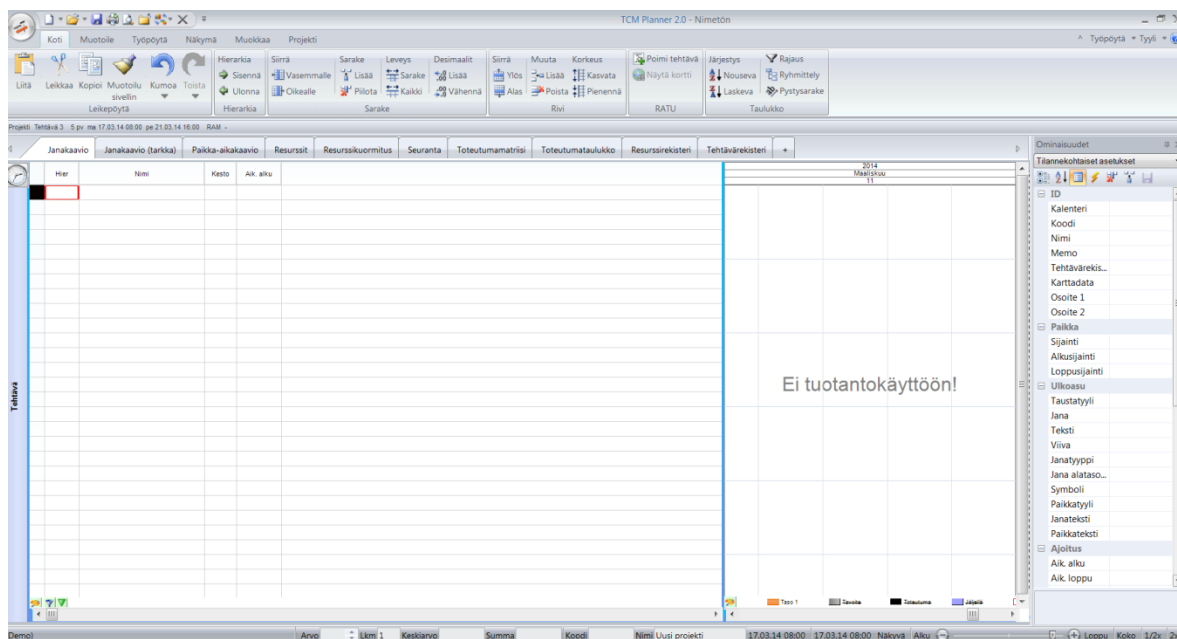
Omakohtaisessa testauksessa on tarkoitus tutkia ohjelmilla luotuja aikataulua LMK:n eri urakkakohteista; perinteisiä jana-aikataulua ja informatiivisempia vinoviiva-aikatauluja. Tarkoituksena on myös tutkia, kuinka helppoa noviisikäyttäjän olisi luoda oma aikataulu ohjelmistolla ja tutkia käytettävyyttä. Testauksella on tarkoitus simuloida aikatauluohjelmiston tyyppillistä käyttöä työmaalla ja voidaan sanoa, että kahdella edellä mainitun aikataulun luominen riittäisi useammalle rakennustyömaalla työskentelevälle. Täten saadaan melko realistinen kuva ohjelmiston soveltuvuudesta työmaakäyttöön. Lisäksi tutkin muita aikataulutushjelmistosta löytyviä ominaisuuksia ja muun muassa tietojen viemistä tietomalliohjelmistosta aikataulutushjelmistoon sekä päinvastoin.

Alun perin testattavana piti olla kolme ohjelmistoa; *TCM Planner*, *Vico Control* ja *Tekla Construction Management*, mutta oman tietotaitoni puutteesta ja lisenssiongelmista johtuen viimeisin mainittu jää omakohtaisessa testauksessa vähäiselle huomiolle ja ohjelmistosta saaduissa kokemuksissa tukeudutaan hyvin paljon LMK Infran tietomalliasiantuntija Matti Partaseen, jolla on yli kymmenen vuoden kokemus tietomallinnuksesta. Tilaajan puolelta esitettiin vielä maaliskuuhun vaihteessa toive, että opinnäytetyössä huomioitaisiin neljäntenä aikataulutushjelmistona *DynaRoadin* tuomat mahdollisuudet osana aikataulun suunnittelua. Ohjelmistoa arvioidaan omakohtaisen testauksen, LMK Infran projekti-insinööri Matti Aitomaalta ja Topconin edustajan Henry Stenbergiltä saatujen tietojen pohjalta.

5.1.1 Ohjelmistojen käyttöönotto

TCM Plannerin käyttöönotto vaikuttaa helpolta sellaiselle henkilölle, jolla on vähäinen kokemus ohjelmistosta tai kokemusta ei ole laisinkaan. Ohjelma avautuu janakaavio -näkyymään. Käyttökieli on suomi ja aloitusnäkyymässä toiminnot on selkeästi jaoteltu kuuden eri päävalikon alle. Ensivaikutelma ohjelmistosta on hyvä ja valikot vaikuttavat loogisesti järjestellyiltä. Projektien perustaminen onnistuu klikkaamalla 'Työpöytä' ja valitsemalla 'Ominaisuudet'. *PlaNetin* käyttäjälle *TCM Plannerissa* on paljon yhtäläisyyksiä ja siksi *PlaNetin* käyttäjälle ohjelman omaksuminen lienee helppoa, koska käyttöliittymät muistuttavat paljon toisiaan. Käytettävissä on myös Tocosoftin julkaisema suomenkielinen ohjetiedosto (http://www.tocoman.net/tcmlplanner/TCM_Planner-ohje_2_0.pdf), josta löytyy kattavasti tietoa muun muassa projektin perustamiseen, aikataulujen laadintaan ja aikataulujen tulostamiseen liittyen. *TCM Plannerin* ylärivillä olevaan pikavalintapalkkiin saa laitettua haluamansa ja yleisimmin käytössä olevat painikkeet, mutta tarvittaessa koko palkin saa myös pois näkyvistä. Käyttöliittymältään *TCM Planner* on miellyttävä ja helposti lähestyttävän oloinen.

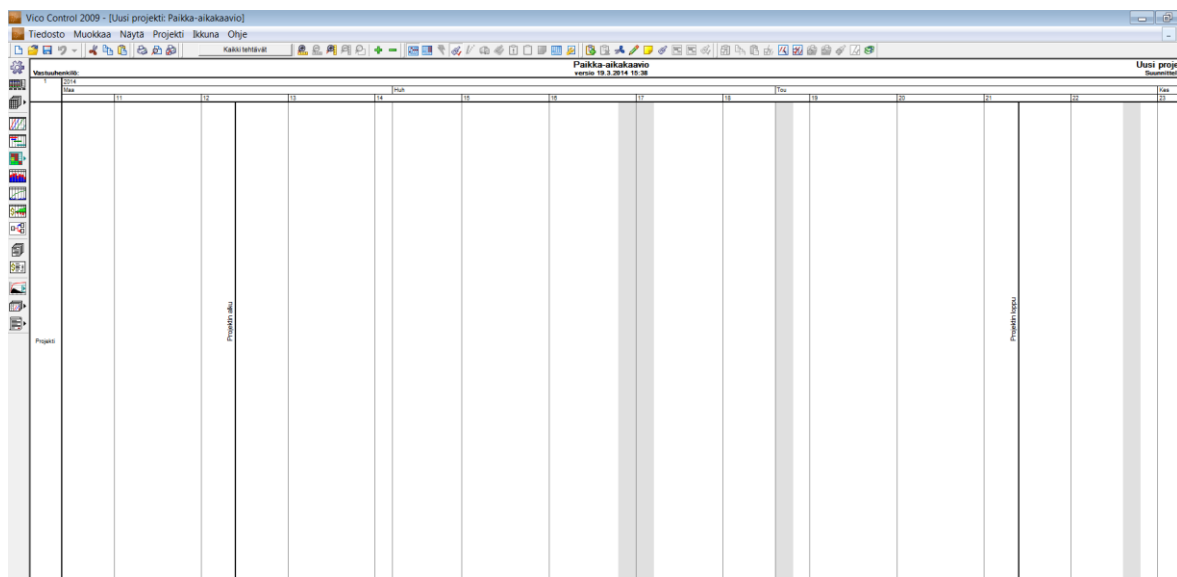
Ohjelmiston käyttöönotto vaikuttaa sujuvan vaivattomasti ja vaikutelma on, että ohjelmiston omaksuminen ja käyttöönotto olisi valtaosalle LMK Infran henkilöstöstä helppoa.



KUVA 1. TCM Plannerin uuden projektin aloitusnäky (Snell 2014-03-18)

Vico Controllin käyttöönotto aiheuttaa ristiriitaisemman ensivaikutelman. Ohjelman käynnistyessä valitaan uuden projektin luomisen tai jo olemassa olevan projektin avaamisen välillä. Uuden projektin luomisen jälkeen hankkeelle luodaan perustiedot, minkä jälkeen avautuu tyhjä paikka-aikakaavio-näkymä. Käyttökieli on suomi, mutta tukitoiminnot ja manuaalit on saatavilla vain englanninkielisenä. Itsessään ohjelmistotoimittajan ohjelmistotuki vaikuttaa monipuoliselta ja *Controllille* tarjolla oleva manuaali (http://www.vicosoftware.com/Portals/658/docs/Vico_Control_User_Guide.pdf) onkin kiitettävän laaja. Englanninkielen vaatiminen ohjelmistotuen saamiseksi voi kuitenkin olla kynnyksymys monelle käyttäjälle. Ohjelman aloitusnäky on laitettu hyvin paljon informaatiota. Vasemmalle on laitettu eri näkymien ja aikatauluuotojen painikkeet ja ylös on sijoitettu mm. eri tehtävien ja näkymien valitsimet. *Vico Controllista* ei löydy mahdollisuutta muokata valikkonäkymiä mieleiseksi. Käyttöliittymältään ohjelma on melko karu ja käyttöliittymä ei itsessään houkuttele käyttäjäksi, mutta se ei toisaalta kerro mitään sen ominaisuuksista.

Kokonaisuudessaan *Vico Controlin* käyttöönotto edellyttää jonkinlaista perehtyneisyyttä ja opastusta aikatauluohjelmien käyttöön. *Control* ei varsinaisesti ulkoasullaan kutsu käyttäjää kokeilemaan itseään ja ohjelmiston laaja työkaluvalikoima antaa käyttäjälleen sekavan kuvan sen tarjoamista eduista.



KUVA 2. *Vico Control 2009* uuden projektin aloitusnäky. (Snell 2014-03-18)

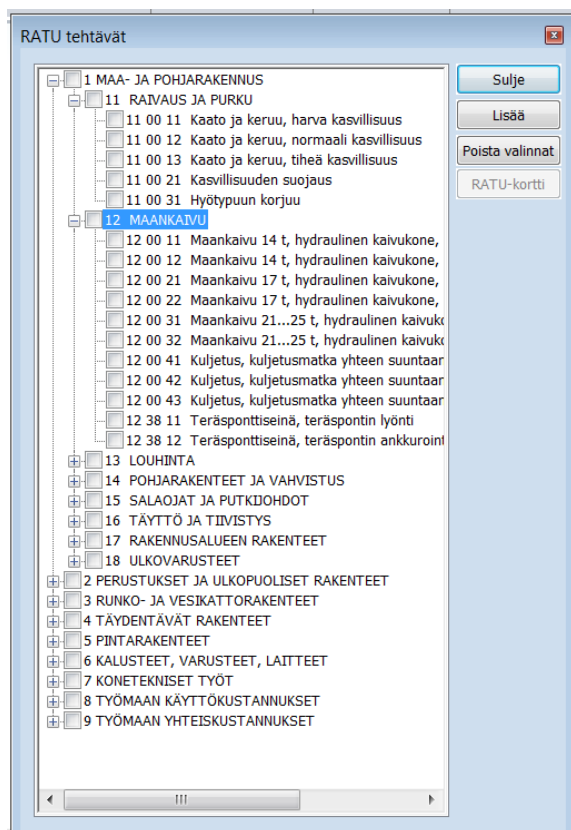
Molemmissa testattavissa ohjelmistoissa on varsin paljon tietoa näkyvillä, mikä saattaa hämmentää kokematon tietokoneohjelmien käyttäjä. Molemmilla ohjelmilla on tarjota myös esimerkkiprojekteja omatoimisen opiskelun ohjeksi. Sen lisäksi käyttöönoton helpottamiseksi ohjelmistoihin on kuitenkin saatavilla Youtubessa julkaistuja opetusvideoita, joilla pääsee ensikäyttäjä helposti alkuun. Videoiden havainollisuus voi olla monelle käyttäjälle houkuttelevampi vaihtoehto tietokoneohjelmaan tutustumiseen kuin ohjekirjan lukeminen. On kuitenkin syytä huomioida, että *TCM Plannerin* opetusvideot ovat suomeksi ja *Vico Controllin* videoiden esityskielenä on englanti. Vico Software mainostaa internet-sivuillaan sijaitsevaa Vico Software -yhteisöä (<http://www.vicoforum.com>), joka on Controlin käyttäjien yhteinen keskustelupalsta. Palstalla voi kysyä vinkkejä ohjelmiston käyttöön ja vastavasti jakaa omia kokemuksiaan muille käyttäjille.

TCM Plannerin (Tocoman, 2014) tukemat käyttöjärjestelmäalustat ovat laajemmat (Windows 8, Windows 7, Windows Vista sekä Windows Server 2007 ja 2008) kuin *Vico Controllin* (Vico Software, 2014) tukemat käyttöjärjestelmäalustat Windows 7 tai Windows Vista julkaistut versiot ennen Q2 2013. Lemminkäisen työasemilla on pääosin käytössä Windows 7, joten mitään käyttöjärjestelmäpäivityksiä ei vaadita ohjelmistojen käyttöönottamiseksi. Muut vaatimukset noudattelevat pitkälti peruskäyttöön suunniteltujen tietokoneiden ominaisuuksia, joten erityisiä muita vaatimuksia ohjelmistojen käyttöön ei ole.

5.1.2 Lähtötietojen syöttäminen ohjelmistoihin, valikot ja ominaisuudet

Vaikka useassa firmassa käytetään aikataulujen laadinnassa omia tehotietoja, on tässä osiossa kiinnitetty huomiota RATU-tietokannan tuomiseen ohjelmiin. On syytä huomata, että tietokanta on ainakin toistaiseksi suunniteltu talonrakentamista varten, joten infrarakentamisen puolella käyttö jää vähäiseksi. *TCM Plannerissa* aikataulutietojen syöttäminen ohjelmistoon on tehty helpoksi. Rakennustietosäätiön tietopalvelusta Ratu NET (RTS:n jäsenet) saavat ladattua RATU-yleisaikataulutiedoston. Tiedosto löytyy kirjoittamalla hakukenttään *TCM Planner*. Tietoja voidaan käyttää sellaisenaan tai tiedoston sisältämiä menekkitietoja pystyy muokkaamaan myös omaan käyt-

töön sopivaksi. Oletuksena paketissa tulee mukana talonrakentamisen nimikkeistö, työsaavutus- ja työryhmätiedot. Vaihtoehtoisesti ohjelmaan voidaan luoda myös täysin oma työmenekkitietokanta ja hyödyntää sitä. Tarvittaessa tietoihin pystytään helposti lisäämään myös mm. kustannustiedot. Ohjelmassa käyttäjä rastittaa aikatauluun haluamansa tehtävät, minkä jälkeen valitaan 'lisää' ja valitut kohteet ilmestyvät jana-aikatauluun. Tämän jälkeen valitun kohteen tietoja pääsee muokkaamaan hankkeeseen sopiviksi. Toimintaperiaate on varsin yksinkertainen ja sopii aloittelevalle käyttäjälle. RATU-tietojen lisäksi TCM tarjoaa asiakkailleen neljä kertaa vuodessa päivittyvää TCM Kustannustieto -pakettia (Tocoman, 2014)



KUVA 3. TCM Plannerin RATU-tiedoston pääikkuna alasvetovalikkoineen (Snell 2014-03-20)

Controlliin vastaavan RATU-yleisaikatiedoston löytyminen ei ollut aivan yhtä helppoa, mutta lopulta löydän Ratu NET:stä vastaan tiedoston ja saan tuotua sen ohjelmaan. Käyttäjystävällisempää toki olisi, jos viitetiedosto löytyisi kirjoittamalla hakukenttään '*Vico Control*', sen sijaan että hakusanaksi pitää kirjoittaa '*viitetiedosto*'. Kuten *TCM Plannerissa*, voidaan *Controllissa* työaikatiedostoon lisätä myös tarkentavia tietoja, esimerkiksi kustannus- ja resurssitiedot. RATU-menekkitiedot on listattuna yhdeksi pitkäksi listaksi ja käyttäjä pääsee helposti muokkaamaan haluamiaan kohteen tietoja. Kerralla pystyy luomaan silmäyksen kaikkiin käytettävissä oleviin tietoihin ja tämä listaustyylinen ratkaisu on selkeä.

Tavoitemääräluettelo												
Tehtävätyyppi: Aikataulu												
Suoritenäkymä												
Panosnäkyvä												
Panoslaji												
Hierarkia	Hyväksyt	Koodi	Nimi	Määrä	Yksikkö	PL	€/ yks.	€	Sosiaalikulut€	Menekki	Tunnit	Resurssit
Vapaat määrät												
1	<input type="checkbox"/>	1	MAA- JA POHJARAKENNUS	0	M2		0	0	0			
2	<input type="checkbox"/>	11	RAIVAUS JA PURKU	0	M2		0	0	0			
3	<input type="checkbox"/>	11 00 11	Kaato ja keruu, harva kasvillisuus	0	M2		0	0	0	0.001	0	
4	<input type="checkbox"/>	11 00 12	Kaato ja keruu, normaali kasvillisuus	0	M2		0	0	0	0.002	0	
5	<input type="checkbox"/>	11 00 13	Kaato ja keruu, tiheä kasvillisuus	0	M2		0	0	0	0.004	0	
6	<input type="checkbox"/>	11 00 21	Kasvillisuuden suojaus	0	KPL		0	0	0	1	0	
7	<input type="checkbox"/>	11 00 31	Hyötypuun korjuu	0	M2		0	0	0	0.005	0	
8	<input type="checkbox"/>	12	MAANKAIVU	0	M2		0	0	0			
9	<input type="checkbox"/>	12 00 11	Maankaivu 14 t, hydraulinen kaivukone, kaivuluokka E1...E3, H2, K1	0	M3KTR		0	0	0	0.015	0	
10	<input type="checkbox"/>	12 00 12	Maankaivu 14 t, hydraulinen kaivukone, kaivuluokka H3, M1, M2	0	M3KTR		0	0	0	0.012	0	

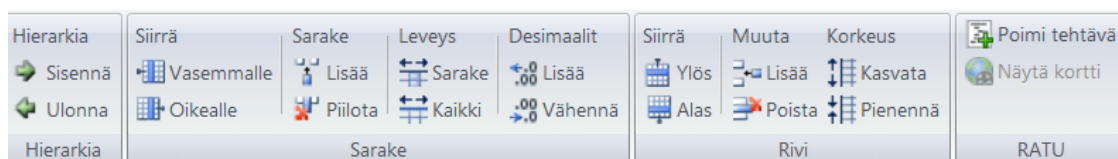
KUVA 4. *Vico Controllin* RATU-tiedostoon pohjautuva tavoitemääräluettelo (Snell 2014-03-20)

Päivittämällä RATU-menekkitiedoston aina uusimpaan versioon käyttäjä varmistaa, että käytössä on varmasti uusin ja ajan tasalla oleva menekkitietokanta. RATU-tiedostoa käyttämällä aikataulun laati- ja pystyy vertailemaan alan yleisiä työtehoja verrattuna yrityksensä työsaavutustietoihin. Muiden asetusten tarkistamisen lisäksi on syytä varmistaa, että käytössä ovat oikeat kalenteritiedot, mikä tarkoittaa muun muassa oikeaa työvuoron ja -viikon pituutta. Oletuksena ohjelmissa on 8 tunnin työvuoro ja 5 päivän työviikko.

Molemmat ohjelmistot tukevat lähtötietojen tuomista ohjelmistoon useamassa tiedonsiirtoformaatis- sa. On yleistä, että esimerkiksi määräluettelo on valmiina xls-formaatissa. *TCM Plannerin* tukemia tiedostomuotoja ovat XLS-, XML- ja *MS Project* -tiedostot. *Vico Control* tukee tietojen tuomista edel- listen lisäksi *Primaverasta*. Molemmat ohjelmistot tukevat myös tietojen tuomista muista saman oh- jelmistotoimittajan tekemistä sovelluksista, mikä on syytä huomioida esim. kustannuslaskentaohjel- maa valitessa.

Nielsenin listaa hyödyntäen on ilmi tullut seuraavia asioita:

- *TCM Planner* on toimintaperiaatteiltaan helppokäyttöinen, ohjelmistossa on oletusasetuksilla kerrallaan näkyvissä vain yksi päävalikko kuudesta. Käyttöliittymä noudattelee ajatukseltaan sa- maa kuin esim. *Microsoftin Office* -tuoteperheen ohjelmistot ja täten aloittelevankin käyttäjän on helppo ymmärtää ohjelman toimintaperiaate. Päävalikoiden jakamisen kuuteen osaan mahdollis- taa sen, että valikkorakenteet pysyvät yksinkertaisina ja täten käyttäjän muistikuormitus vähe- nee.
- *TCM Plannerin* helppokäyttöisyys voi kuitenkin kääntyä myös itseään vastaan ammattilaisen käy- tössä. Ammattilainen voi hyvinkin kokea, että käyttöliittymä on liian informatiivinen ja tietoa ker- rallaan liikaa näkyvissä. *Vico Controllista* saa selkeästi sellaisen vaikutelman, että ohjelmisto on suunnattu jo hieman edistyneimmille käyttäjille.
- *TCM Plannerissa* kaikkien painikkeiden toiminta ilmenee ilman hiiren viemistä painikkeen päälle.



KUVA 5. Osa *TCM Plannerin* valikkorivistä (Snell 2014-03-20)

- *Vico Controllissa* on paljon pieniä kuvakkeita, joiden toiminnasta ei saa selkoa ilman painikkeen viemistä kuvakkeen päälle. Nimikkeistöjen näkyminen helpottaisi ohjelmistoon tutustumista



KUVA 6. Osa *Vico Controllin* valikkorivistä (Snell 2014-03-20)

- Suomenkielinen opetusmateriaali ja ohjetiedostot ovat oikeasti tärkeitä aloittelevalle käyttäjälle, jonka englanninkielen taitoja voidaan kuvata sanoilla tyydyttävä tai heikko. Tocomanin tarjoamat tukipalvelut *TCM Plannerille* ovat kattavat, mutta eivät kuitenkaan niin kattavat kuin Vico Softwaren tukipalvelut *Controllille*. Suomenkielisyys on kuitenkin suuri etu tässä vertailussa.
- *Vico Controllissa* selviää vähäisemmillä ponnistuksilla halutun lopputuloksen saamiseksi, kunhan ensin opettelee ohjelmiston kuvakkeet ulkoa ja tietää mistä löytyy mikäkin ominaisuus. Ohjelmiston omaksuttavuus tosin tuntuu monimutkaiselta vielä monen viikon käytön jälkeenkin.
- Lisensointi ja sen myötä ohjelmistojen toiminta on toiminut vaihtelevalla menestyksellä. Ohjelmiston käytön kannalta on mielekästä, mikäli jatkuvaa yhteyttä lisenssipalvelimiin ei tarvitsisi pitää päällä

5.1.3 Aikataulutehtävien tekeminen ohjelmistoilla

Tässä osiossa tarkastellaan ohjelmistojen helppokäyttöisyyttä ja käytettävyyttä aikataulujen luomisen kannalta. Edellisissä otsikoissa mainitut toimenpiteet tehdään yleensä vain kerran, mutta aikataulutehtävien ja kokonaisten aikataulujen luonti on toistuvaa. Siinä tapauksessa, että asetusten yms. lähtötietojen syöttäminen vaatisikin erityistä perehtyneisyyttä ohjelmiston käyttöön, voidaan se suorittaa ohjatusti ammattilaisen johdolla. Sen sijaan aikataulutehtävien syöttäminen ja päivittäminen aikataulua laatiessa on juurikin sitä leipätyötä, joka kuuluu jokaisen rakennustyömaan arkeen. On siis tärkeää, että ohjelmiston käyttäjä kokee aikataulun laatimisen miellyttäväksi.

Jana-aikataulutyyppin luomiseksi tarvittavia tietoja ovat ainakin tehtävänimikkeet ja tehtävän oletettu kesto. Tarvittaessa tietoja voidaan muun muassa täydentää suoritemäärillä ja menekkitiedoilla. Vionoviiva-aikataulun luomiseksi edellytetään lisäksi osakohdejakoja, joita ovat lohkot ja työkohteet. Järkevää olisikin käyttää rinnakkain jana-aikataulua ja paikka-aikakaaviota, joka paljastaa tuotannon viivästykset tai ongelmat nopeammin kuin jana-aikataulu.

Aikataulua luodessa on hyvä pitää mielessä, että aikataululle voi olla käyttöä niin jananuodossa kuin paikka-aikakaavionakin. Jotta aikataulusta saadaan mahdollisimman käyttökelpoinen, olisi sen sisältämien aikataulutehtävien tiedoissa oltava:

- mitä ja kuinka paljon on suunniteltu tehtäväksi
- resurssitiedot
- menekkitiedot
- riippuvuudet eri tehtävien välillä.

Lisäksi aikatauluttamisessa voidaan suorittaa myös suunnittelunohjausta, jolloin voidaan merkitä suunnittelijoille tiedoksi mihin mennessä tietyn lohkon tai kerroksen osien täytyy olla suunniteltuna.

Tarvittaessa tietoja voidaan täydentää mm. merkitsemällä aikatauluun riskit, lisäämällä vastuuhenkilön ja kustannustiedot. Riippuvuustyyppjä ohjelmistoissa on monia erilaisia. Tehtävien kestot voidaan määrittää seuraavilla tavoilla:

- manuaalisesti ilman pohjatietoja
- perustuen määriin ja työsaavutuksiin eli kapasiteettipohjaisesti (yks/pv tai yks/h)
- käytettäviin resursseihin nähden eli resurssipohjaisesti (työntekijät, työkoneet jne.).

Uuden tehtävän luominen on molemmissa ohjelmistoissa helppoa, joskin käytettävyyden kannalta paremmalta vaihtoehdolta vaikuttaa *Vico Controllin* esitystapa, jolla yhden tehtävän tiedot on esitetty yhdessä isossa laatikossa ja oikean välilehden valitsemisella pääsee käsiksi haluamiinsa tietoihin. *TCM Plannerissa* uuden aikataulutehtävän luomisen jälkeen tehtävän tiedot ovat listattuna oikealla olevassa valikossa, joissa sijaitsevia pudostusvalikkoja painamalla pääsee muokkaamaan tarvittavia tietoja. Alla olevissa kuvissa on valittu sama aikataulutehtävä tietojen muokkaamisen pohjaksi.

Tehtävän muokkaus: PORAUS JA PANOSTUS, SYVYYS 1-2 M, PORAVAUNU (Kokonaisvalvontamäärä: 0.0 PORAREIKä, Suunniteltu työsaavutus: 1.0 /tv)

Tehtävän osa: Poraus ja panostus, syvyys 1-2 m, pora

Jaa osiin... Yhdistä... Kopioi

7: Valvonta	8: Kustannus	9: Menoerät	10: Ulkoasu	11: Lisätietoja
1: Perustiedot	2: Resurssit	3: Riippuvuudet	4: Määrät	5: Kesto
6: Riskit				

Tunniste

Koodi: 13 00 22 Hae oletukset

Nimi: Poraus ja panostus, syvyys 1-2 m, pora

Osatehtävän nimi:

Ajoitus

Aloitushetki: 2.5.2012 Aikaisin mahdollinen

Lopetushetki: 15.5.2012 Rytmitetty

Kesto: 10 työvuorua Aikaisin alku ja rytmitetty

Kalenteri: Projektkalenteri Muokkaa

Paikkojen suoritusjärjestys

Project

Ylöspäin

Alaspäin

Käännä

Muokkaa...

Projektin oletukset

Tuo

Vie

Paikkojen tarkkuus: 1

Toimittaja: <ei valintaa> Uusi

Vastuuhenkilö: <ei valintaa> Uusi

Käytä riippuvuusjärjestystä

<< OK ja edellinen OK ja seuraava >>

OK Peruuta

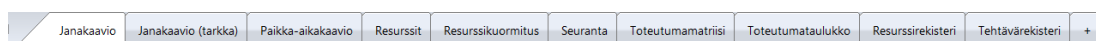
KUVA 7. *Vico Controllin* aikataulutehtävän muokkausikkuna. (Snell 2014-03-25)

ID	
Kalenteri	Perus
Koodi	13 00 22
Nimi	Poraus ja panostus, syvyys 1-2 m...
Memo	
Tehtävärekisterin nimi	
Karttadata	
Osoite 1	
Osoite 2	
Paikka	
Ulkoasu	
Ajoitus	
Aik. alku	06.11.13 08:00
Aik. loppu	06.11.13 08:00
Ajoitus	ASAP
Edeltäjät	
Seuraajat	
Myöhäisin alku	05.11.13 16:00
Myöhäisin loppu	06.11.13 08:00
Pakkoalku	
Pakkoloppu	
Alkuhälytys	
Loppuhälytys	
Suunnitelma	
Kesto yks	Oletus
Yks	porareikä
Resurssit	2 RAM

KUVA 8. TCM Plannerin aikataulutehtävän muokkausikkuna. (Snell 2014-03-25)

Tarvittavien tietojen ollessa huolellisesti syötettynä ohjelmaan, voidaan aikatauluun liittyviä tietoja ja ominaisuuksia näyttää eri näkymissä. Valikkorivillä voidaan muun muassa valita aikataulun esittämismuoto. TCM Plannerissa eri näkymiä ovat:

Janakaavio, janakaavio (tarkka), paikka-aikakaavio, resurssit, resurssikuormitus, seuranta, toteutumamatriisi, matriisitaulukko, resurssirekisteri ja tehtävärekisteri. Haluttuja näkymiä voidaan poistaa käytöstä tai lisätä oman mieltymyksen mukaisesti.



KUVA 9. TCM Plannerin aikataulutyyppien esitystavan valintarivi (Snell 2014-03-25)

Vico Controllissa vastaavasti vasemmalla sijaitsee pystysuuntainen valikkorivi, joissa voidaan muun muassa vaihtaa aikataulun esitysmuotoa. Ohjelmassa eri valikkovaihtoehdot (ylhäältä alaspäin lueteltuna) ovat:

Projektin asetukset, määräluettelo, paikka-aikakaavio, janakaavio, valvontavinjetti, resurssikuvaajanäkymä, resurssihistogramminäkymä, kassavirtanäkymä, tekstiraporttinäkymä, simulointivalikko, aikatauluvalikko ja lokivalikko.

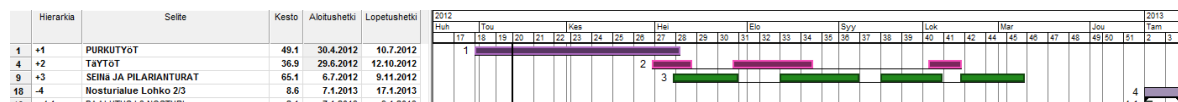


KUVA 10. *Controllin* pystyvalikko (Snell 2014-03-25)

Alla olevat kuvakaappaukset ovat esimerkkejä samanlaisen jana-aikataulun muuttamisesta paikka-aikakaavioksi:



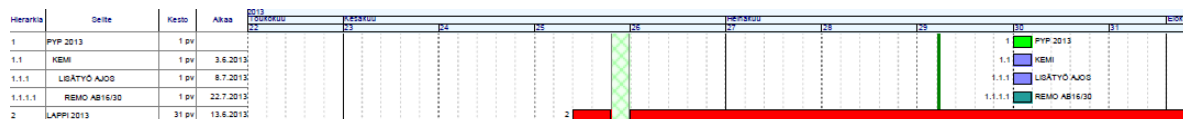
KUVA 11. *TCM Plannerin* jana-aikataulu Matinkylän asemaurakan alkuvaiheista (Snell 2014-03-25)



KUVA 12. *Vico Controllin* jana-aikataulu Kastellin monitoimitalon alkuvaiheista (Snell-2014-03-25)

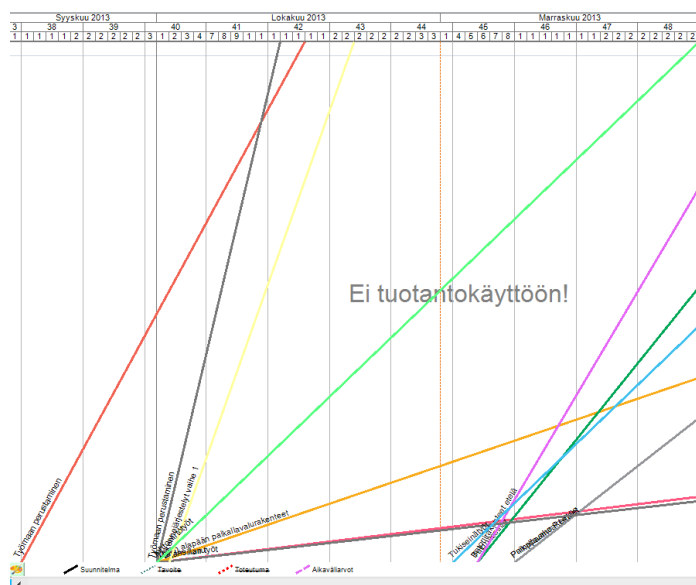
Kuvavertailulla on tarkoitus osoittaa, että jana-aikataulua käytettäessä ei pääse syntymään kovin suurtakaan vastakkainasettelua testattavien ohjelmien välillä. Käyttäjä saa molemmissa ohjelmissa valita lukuisten vaihtoehtojen joukosta mieluisensa näytettävät sarakkeet. Kuvavertailun tarkoituksena on osoittaa, että mikäli pitää jana-aikataulua kyllin riittävänä omaan käyttöönsä niin *TCM Plannerin* ja *Vico Controllin* eroavaisuudet rajoittuvat melko pitkälti ulkoasuseikkoihin.

Vertailun vuoksi alla on käytöstä poistuvalla *PlaNetilla* luodusta aikataulusta kuvakaappaus. Jana-aikataulujen ulkonäölliset erot toisiinsa nähden ovat melko vähäiset.

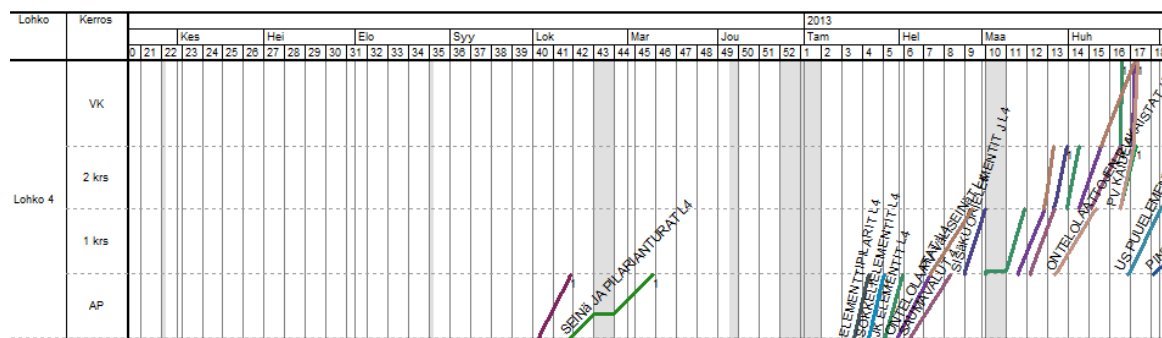


KUVA 13. Päällystysurakointiin *PlaNetilla* tehty aikataulun osa (Snell 2014-03-25)

Alla olevat kaksi paikka-aikakaavioista otettua kuvakaappausta ovat edellisistä jana-aikataulutyyppisistä esimerkeistä muokattuja aikataulutyypppejä.



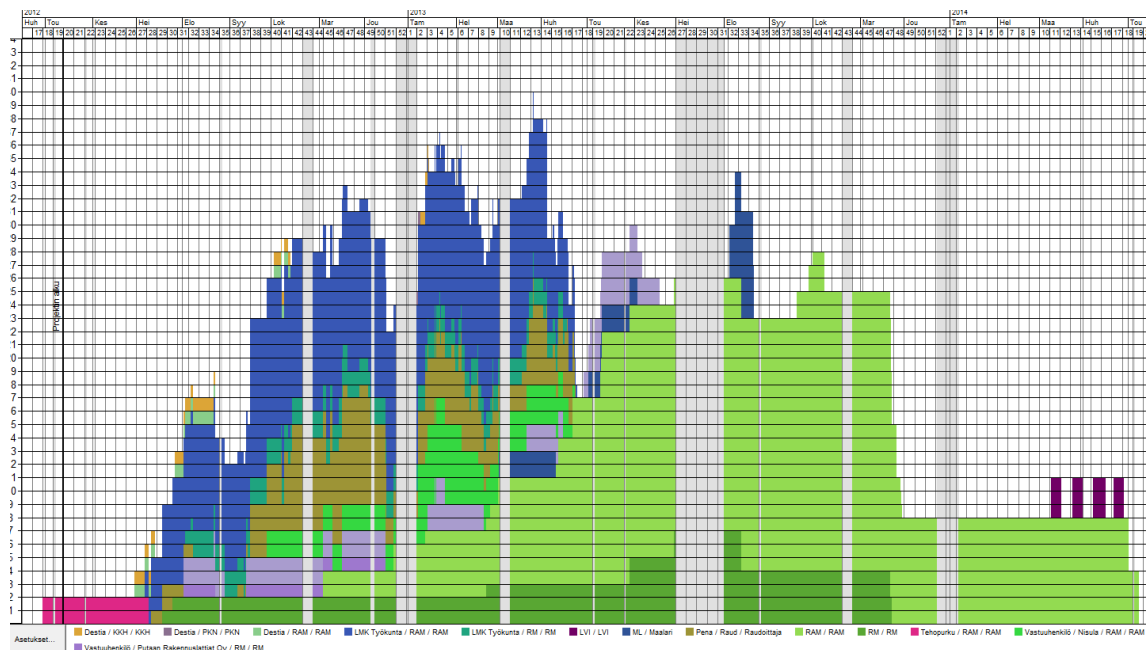
KUVA 14. TCM Plannerin paikka-aikakaavio Matinkylän urakan alkuvaiheista (Snell 2014-03-25)



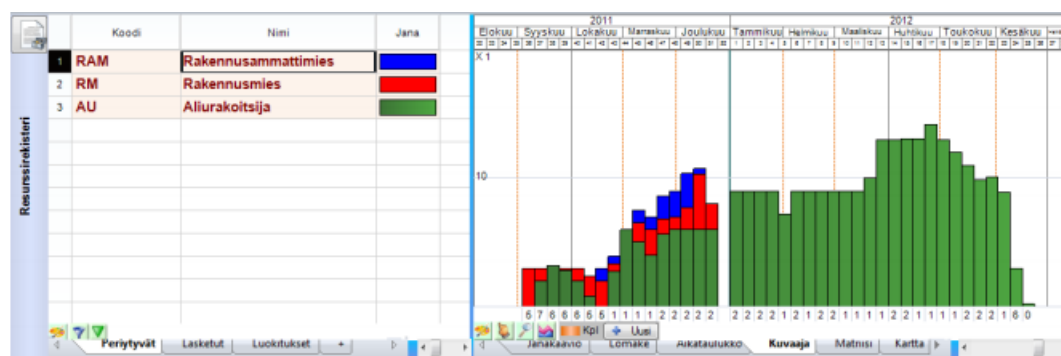
KUVA 15. Vico Controllin paikka-aikakaavio Kastellin monitoimitalon urakasta (Snell 2014-03-25)

Näkymiä saa haluamansa mukaan muokattua. Esimerkiksi *Controllissa* pystyy järjestelemään paikka-aikakaavion näkymät tehtävätasoin, vastuuhenkilöittäin, lohkoittain ja niin edelleen. Edellyttäen tietysti, että aikataulu on suunniteltu tarvittavalla tarkuustasolla.

Kolmantena käyttökelpoisena ominaisuutena otetaan esimerkiksi vielä resurssikuvaaja, jolla pystytään tarkkailemaan muun muassa työmaalla työskentelevien henkilöiden määrää. Riittävällä tarkkuudella tehty aikataulu mahdollistaa yhdellä vilkaisulla työmaan resurssitilanteen tietyllä hetkellä. Kullakin työryhmällä, aliurakoitsijalla yms. on oma väri kuvaajassa, mikä tekee kuvaajan tulkitsemisesta nopeaa. Alla esimerkki molempien ohjelmistojen resurssinäkymistä:



KUVA 16. *Vico Controlin* resurssikuvaaja (Snell 2014-03-04)



KUVA 17. *TCM Plannerin* resurssikuvaaja (Tocoman 2014-03-04)

Perustyöskentelyyn suunnitellut aikatauluominaisuudet ovat kummassakin käytetyssä ohjelmassa samanlaiset. Mikäli kuitenkin käyttäjä tarvitsee aikatauluja esimerkiksi lohkoittain, kerroksittain tai vastuuhenkilöittäin nousee *Vico Control* vertailussa edukseen. Aikataulutyyppien esittämistapa on ohjelmistossa käytännössä rajaton. *TCM Plannerissa* onnistuu myös ryhmittelemään tiedot valittujen kenttien mukaisesti. *TCM Plannerissa* on kuitenkin vähemmän valmiiksi annettuja tehtäväkenttiä ja niiden luominen jälkikäteen manuaalisesti on työläämpää. Rakennushankkeiden monimutkistuessa ja urakoinnin pirstoutuessa yhä pienempiin osiin on tärkeää, että ohjelmasta saa mahdollisimman vähäisellä vaivalla aikataulun haluamallaan tavalla esitettynä. Control erottuu siis edukseen aikataulutyyppien koskevassa vertailussa.

5.1.4 Tulostusominaisuudet

Aikatauluohjelman yksi tärkeistä ominaisuuksista on tietojen tulostaminen. Entistä useammin suunnitelma-asiakirjat liikkuvat sähköisessä muodossa osapuolelta toiselle, joten on luontevaa edellyttää aikatauluohjelmalta perinteisen paperitulostuksen lisäksi PDF-tulostusominaisuutta. Molemmat testatuista ohjelmista tukevat paperitulostamisen ohella PDF- ja XPS-muotoon tallentamista digitaalista siirtoa tai myöhempää tulostamista varten. Lisäksi käytettävissä on tulosta tiedostoon -valinta, mutta

sille on nykypäivänä hyvin vähän tai ei laisinkaan käyttöä. Microsoftin sivujen mukaan (Microsoft, 2014) tulostaminen tiedostoon on alkujaan DOS-pohjaisille käyttöjärjestelmille suunniteltu rinnakkaistulostimille. Nykyiset USB-tulostimet eivät edes välttämättä tue tulostamista tiedostoon.

TCM Planner kanssa on lisäksi mahdollista tallentaa tietty aikataulu tai sen osa kuvatiedostona myöhemmää käyttöä varten. Ohjelman tukemia tiedostomuotoja kuvatallennukseen ovat Bitmap-, JPEG-, PNG-, GIF- ja TIFF-tiedostomuodot. Ominaisuus voi olla käytännöllinen, mikäli on tekemässä esitystä ja Windowsin Print Screen -toiminto ei jostain syystä ole käyttökelpoinen ratkaisu. *Vico Controllista* ei vastavaa kuvan tallennusmahdollisuutta löydy.

5.1.5 Käytettävyytutkimus

Käytettävyytutkimus suoritetaan opinnäytetyötä varten luodun kyselykaavakkeen avulla. Kaavakkeessa on käytetty apuna Nielsenin listalta löytyviä käytettävyyteen liittyviä asioita. Tutkimus koostuu viidestätoista kysymyksestä, joita arvioidaan numeroin 1-5 (1 = täysin eri mieltä & 5 = täysin samaa mieltä).

Käytettävyytutkimukseen osallistui itseni lisäksi päällystyksen työpäällikkö Mikko Kuusisto, jonka vastauskaavakkeet ovat liitteenä. Hänen arviointituloksia käsittelen tarkemmin opinnäytetyön johtopäätöksissä.

Omakohtaisen käytettävyytutkimuksen arvosanoja on lyhyesti selostettu alla olevassa taulukossa.

TAULUKKO 1. Sanallinen arviointi omakohtaisesta käytettävyytutkimuksesta (Snell 2014-05-04)

1. Aikatauluohjelmisto soveltuisi säännölliseen käyttöön

- Molempien ohjelmistojen arvosana 5. Molemmat ohjelmistot soveltuvat päivittäiseen käyttöön. Erot ohjelmistoissa syntyvät käyttöönoton helppoudessa ja ohjelmistojen tarjoamien työkalujen monipuolisuudella. On kuitenkin syytä huomioida, että *Vico Control* toimii paremmin yhteistyössä esim. Teklan kanssa.

2. Ohjelmisto oli liian monimutkainen

- *TCM Planner* 4 ja *Vico Control* 2. *Vico Control* on noviisikäyttäjänä vaikeampi ottaa käyttöön. Ohjelmiston käyttöliittymä voi vaikuttaa vaikeasti lähestyttävältä. *TCM Planner* tuntuu alusta pitäen selkeämmältä.

3. Ohjelmisto oli helppokäyttöinen

- *TCM Planner* 5 ja *Vico Control* 2. *TCM Plannerin* suomenkieliset ohjemateriaalit tekevät ohjelmiston käytön helpoksi aina käyttöönotosta lähtien. *Vico Controlin* kanssa sinuiksi pääseminen ottaa oman aikansa, minkä jälkeen käyttö on loogista ja sujuvaa.

4. Ohjelmiston käyttö vaatii kokeneen käyttäjän opastusta

- *TCM Planner* 4 ja *Vico Control* 5. Mikäli ohjelmiston käyttäjällä ei ole laisinkaan aiempaa kokemusta aikataulutushjelmista, sujuu molempien ohjelmistojen käyttöönotto huomattavasti helpommin ammattilaisen opastuksella. *TCM Plannerin* parempi arvosana on perusteltavissa suomenkieliselä ja laajalla ohjemateriaalilla.

5. Ohjelmiston eri toiminnot linkittyvät toisiinsa hyvin

- *TCM Planner* 4 ja *Vico Control* 5.. Molemmat ohjelmistot ovat tasavahvoja toimintojen linkittymisen suhteen. *Vico Control* ansaitsee kuitenkin paremman arvosanan toimintojen monipuolisuudellaan ja esim. aikataulutehtävää luodessa kaikki tarvittava tieto on esitetty selkeästi samassa laatikossa.

6. Ohjelmistossa oli liikaa epäjohtonmukaisuuksia

- TCM Planner 1 ja Vico Control 2. Kiistatonta on, että TCM Planner on nopeampi ottaa käyttöön, kun taas Vico Control palvelee käyttäjänsä tehokkaammin pidemmän käyttöjakson jälkeen. Kokematon käyttäjä ei osaa välttämättä hakea Controllista oikeaa tietoa oikeasta paikasta.

7. Uskon, että moni oppii käyttämään ohjelmistoa nopeasti

- TCM Planner 5 ja Vico Control 4. TCM Planner ansaitsee laajojen tukimateriaalien takia korkeimman arvosanan. Yhdessä monipuolisten tukimateriaalien ja MS Office –tyylisen käyttöliittymän kanssa kokematon käyttäjä pääsee melko nopeaksi sinuiksi ohjelmiston kanssa. Vico Control puolestaan vaatii käyttöönotossaan käyttäjältään enemmän, minkä jälkeen kärsivällisyys palkitaan monipuolisine työkaluineen.

8. Ohjelmistoa oli hankala käyttää

- TCM Planner 1 ja Vico Control 4. TCM Plannerin käyttö on alusta pitäen helppoa, kun taas Vico Controlin valikkorakenteet vaativat totuttelua.

9. Oloni oli luottavainen käyttäessäni ohjelmistoa

- Molemmat ohjelmistot 5. Molemmilla ohjelmistoilla pystyy suoriutumaan niistä tehtävistä, joihin ne on suunniteltukin. Missään vaiheessa testausjaksoa ei pääsyt syntymään sellaista kuvaa, että joku testatuista asioista ei onnistuisi ohjelmistoilla.

10. Ennen käyttöä minun piti opetella paljon asioita

- Molemmat ohjelmistot 4. Molempien ohjelmistojen kohdalla tutustuin ohjemateriaaleihin ennen käyttöönottoa. En kuitenkaan osaa sanoa oliko siitä hyötyä, koska oppimistyylini vaatii konkretiaa ohjekirjan ohelle ja pelkkä manuaalin lukeminen ei sitä juuri tukenut.

11. Ohjelma mahdollistaa oikopolkujen käytön

- Molemmat ohjelmistot 4. Kumpikin ohjelmisto mahdollistaa valikoiden ja ikkunoiden näkymien mukauttamisen. Varsinaisia pikakomentoja ei testijakson aikana tullut testattua, mutta muuten ulkoasun muokattavuus on riittävällä tasolla.

12. Virheilmoitukset olivat ymmärrettäviä

- 3 eli en osaa sanoa. Lukuun ottamatta lisenssivirheistä johtuvia ilmoituksia en saanut testausjaksoni aikana ainuttakaan virheilmoitusta. En siis osaa vastata virheilmoitusten ymmärrettävyyteen.

13. Avustustoimintojen käyttäminen oli helppoa

- TCM Planner 5 ja Vico Control 4. TCM Plannerin kattavien suomenkielisten ohjemateriaalien (pdf-tiedostot ja opetusvideot) ansiosta ohjelmisto ansaitsee paremman arvosanan. Vico Controlille on myös saatavalla kattavat avustusmateriaalit, mutta ne ovat englanniksi.

14. Ohjelma palveli tarkoituksessaan hyvin

- Molemmat ohjelmistot 5. Molemmilla ohjelmistoilla pystyy arvioni mukaan suoriutumaan niistä tehtävistä, joita työmaalla voi tulla vastaan.

15. Yleisarvosana ohjelmistolle (1=huono, 5=kiitettävä)

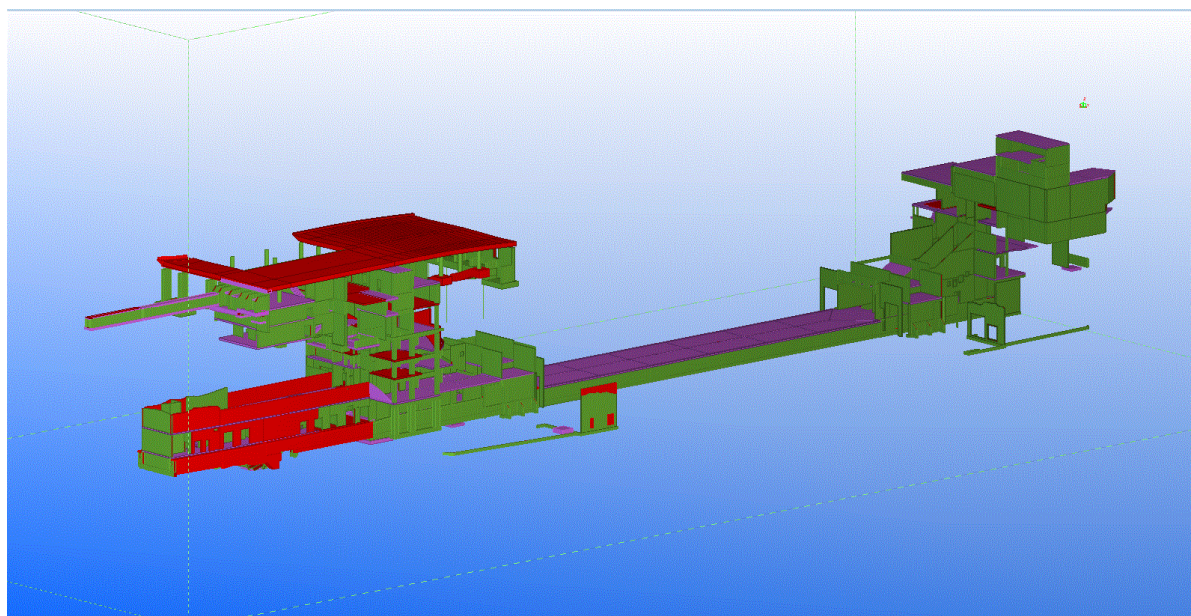
- Molemmat ohjelmistot arvioin nelosen arvoisiksi. Minun testausjaksoni aikana molemmat ajoivat hyvin asiansa. Jokaisen on kuitenkin tehtävä oma päätöksensä kummankin ohjelmiston kohdalla sen mukaan, mitä ominaisuuksia ja toimintoja arvostaa enemmän. TCM Planner tarjoaa helposti käyttöönotettavan hieman suppeamman aikataulutusratkaisun, kun taas Vico Control tarjoaa hivenen vaikeasti käyttöönotettavan aikataulutusratkaisun paremmilla yhteensopivuuksilla esim. saman emoyhtiön (Trimble) Tekla-ohjelmiston kanssa.

5.2 Tekla Structures Construction Management

Infrarakentamisen monipuolistuessa moniin LMK Infran rakennushankkeisiin kuuluu nykyisin talonrakennukseksi miellettyjä osioita. Hyvänä esimerkkinä voidaan mainita Lemminkäisen urakkakohteet Länsimetrossa, pysäköintiluolasto Kivisydän Oulussa ja Tampereen rantatunneli. *Tekla Structures Construction Management* on tietomallinnusohjelmisto, jota on käytetty Lemminkäisen talonrakennuspuolella jo vuodesta 2004. Tässä kappaleessa on tarkoitus esitellä tietomalliasiantuntija Matti

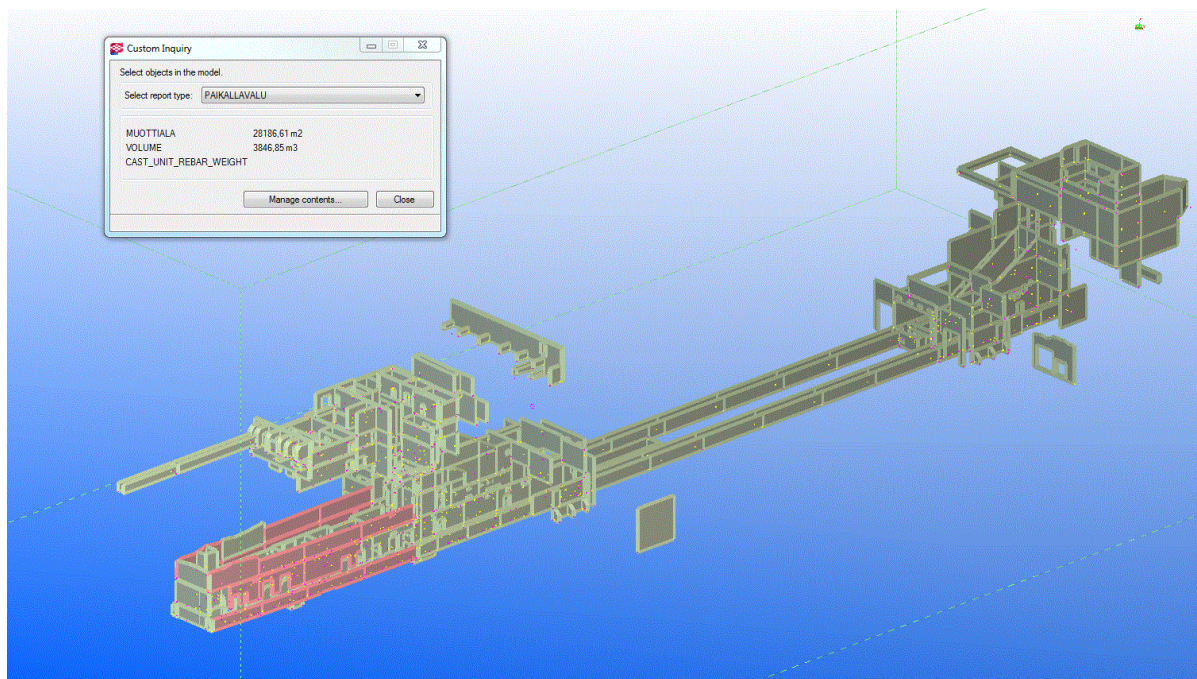
Partasen tekemien kuvakaappauksien avulla tietomalliohjelman tuomia mahdollisuuksia ja työkaluja infrahankkeiden hallintaan ja aikataulutukseen. Partasen käytössä oleva *Tekla Structures 20.0* ei vielä opinnäytetyön aloittamishetkellä ollut julkisessa käytössä. Esimerkkikohteena kaikissa kuvakaappauksissa on LMK Infran asemaurakka Matinkylässä.

Tietomallin avulla pystytään luomaan yleiskatsaus ja tekemään tarkasteluja rakennushankkeesta, sen osasta tai tietystä rakenteesta. Tarvittaessa näkymää voidaan kääntää, pyörittää ja lähentää sekä loitontaa tarvittaessa. Perinteiseen 2D-suunnitteluun verrattuna tietomalli on huomattavasti havainnollisempi. Alla olevassa kuvassa on mallista valittu näytettäväksi kaikki suunnitellut osat, mutta näytettäviä osia voidaan vähentää tai lisätä tarpeen mukaan.



KUVA 18. Aseman tietomalli kokonaisuudessaan (Partanen 2014-04-09)

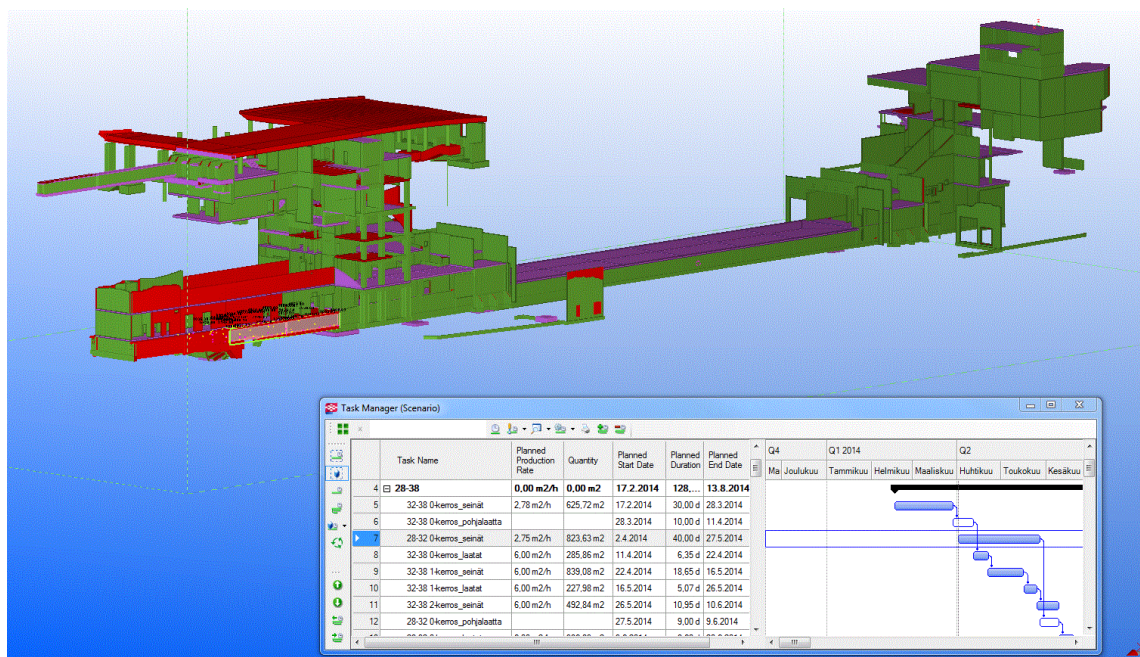
Tietomallista pystytään valitsemaan halutut osat ja keräämään niistä haluttuja tietoja. Tietomallin avulla voidaan mallista laskea Custom Inquiry -työkalun avulla perinteisen määrätietojen esimerkiksi valutyön edellyttämät muottipinta-alat sekä -tilavuudet, kuten alla olevassa esimerkikuvassa on tehty. Johtuen raudoitustietojen puuttumisesta IFC-mallista esimerkkiprojektissa, ei näkyvissä ole paikallavalujen raudoitustietoja. Oletuslaskentatyökalujen lisäksi ohjelmaan on mahdollista luoda omia rajaehjoja laskennan suorittamiseksi. Haastattelun perusteella (Partanen 2014-04-09) käsinlaskemiseen verrattuna mallista eri suureiden mittaaminen on huomattavasti nopeampaa. Mitä suurempi ja monimutkaisempi kohde on kyseessä, sitä suurempi on ajankäyttöön liittyvä hyöty.



KUVA 19. Valittujen paikallavalurakenteiden muottiala ja tilavuus (Partanen 2014-04-09)

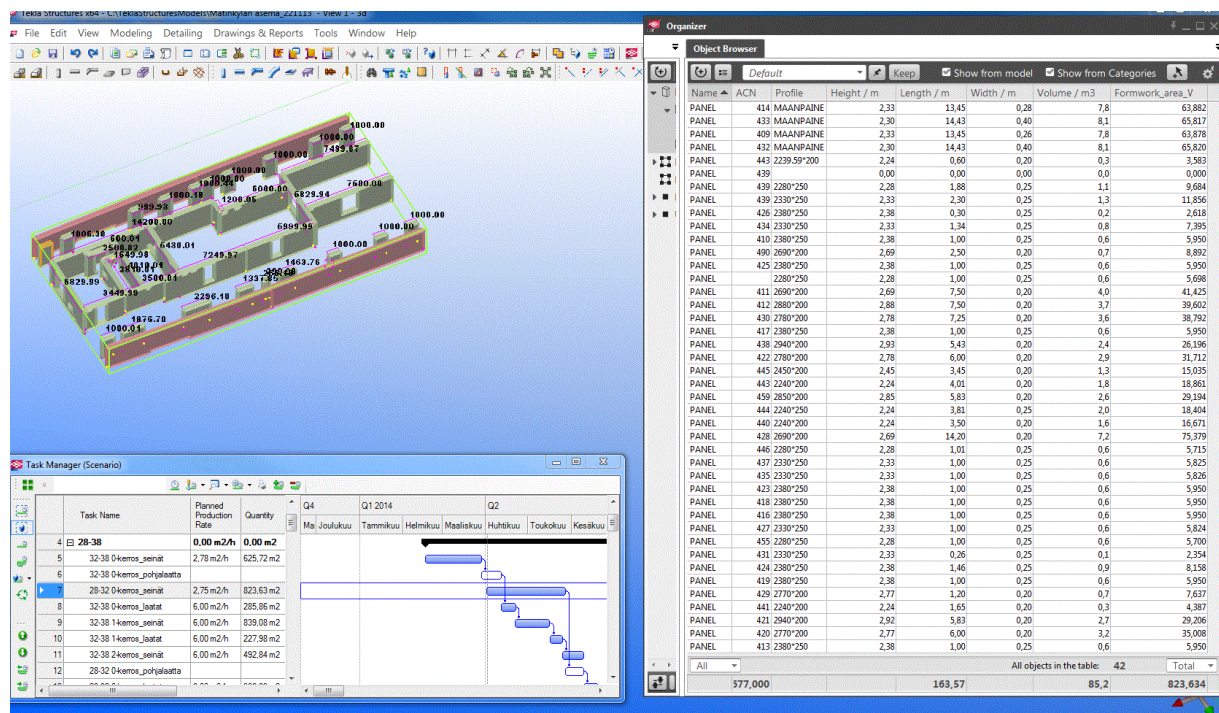
Tietomallin ollessa huolellisesti tehty, pystytään mallin pohjalta luomaan eri työvaiheiden aikatauluja. Mallista saatavat määrätiedot siirtyvät suoraan ohjelman sisällä Task Manageriin, joka laskee annettujen menekkitietojen perusteella aikataulun projektille. Tekla Structuresin aikatauluohjelma ei vielä itsessään ole niin kehittynyt kuin erilliset aikatauluohjelmat, mutta siitä voidaan viedä tiedot edelleen erilliseen ohjelmaan ja jatkaa aikataulun laatimista siellä, mikäli tarvetta monipuolisemmalle aikataulutukselle on. Esimerkkikohteessa ongelmia aikataulutukseen aiheuttivat elementit, joita ei pystynyt yksilöimään mallista siten kuin ne rakentamisessa ovat, esimerkiksi kolme kerrosta käsittävä elementti on todellisuudessa yhden kerroksen käsittävä elementti.

Määrälaskennan ja aikataulujen teon kannalta ylimääräistä vaivaa aiheutti natiivimallin puuttuminen. IFC-muodossa olevassa tietomallissa näkyvät ainoastaan ne asiat ja elementit, mitkä tallennusvaiheessa on valittu siirtymään mallin mukana. Esimerkiksi raudoitustiedot puuttuivat mallista täysin. Alla olevassa kuvassa on tietomallista saatavien tietojen pohjalta luotu janamuotoinen yleisaikataulu.



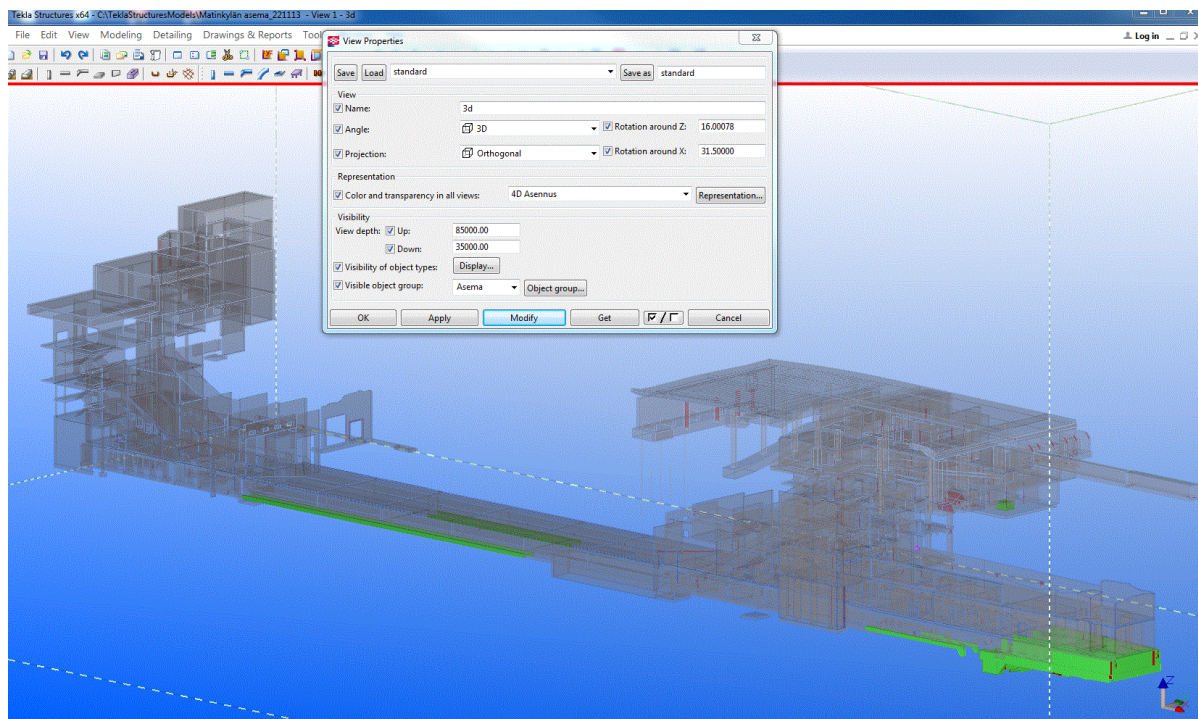
KUVA 20. Tietomallin pohjalta tehty aikataulu (Partanen 2014-04-09)

Organizer -työkalulla ohjelmassa voi tarkastella yksityiskohtaista luetteloa mallissa olevista rakenteista, esimerkiksi seinistä. Organizerin näyttämiä tietoja voi muokata haluamukseen. Työkalua voidaan hyödyntää myös aikataulujen tekemisessä ja sen lukemisessa. Jälkikäteen voidaan tarkistaa, mitä rakenteita kuuluu tietyllä aikataulutehtävälle. Alla olevassa esimerkikuvassa kuvassa on havainnollistettu mitä seiniä kuuluu valitulle aikataulutehtävälle.

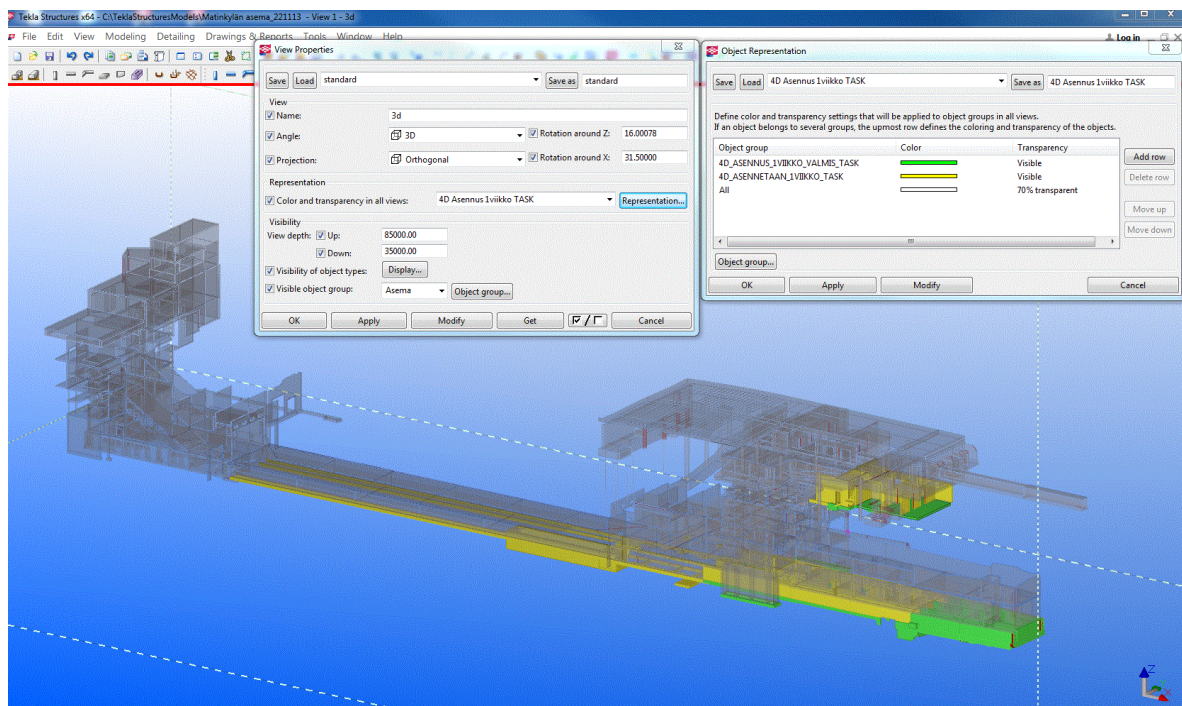


KUVA 21. Aikataulutehtävälle kuuluvien seinien yksityiskohtainen luettelo (Partanen 2014-04-09)

Urakoitsijan lisäksi tilaajaa ja tilojen mahdollista käyttäjää voi kiinnostaa töiden etenemismuutos suhteessa suunniteltuun aikatauluun. Kun tietomallin pohjalta on tehty aikataulu, voidaan Teklalla esitellä hankkeen toteumatilannetta annetulla ajanhetkellä. Alla olevassa esimerkkikuvassa on vihreällä merkitty jo rakennettu osa. Toisessa kuvassa on esitetty toteumatilanne suhteessa suunniteltuun aikatauluun.



KUVA 22. Toteumatilanne tietomallissa (Partanen 2014-04-09)



KUVA 23. Aikataulun mukainen tilanne mallissa (Partanen 2014-04-09)

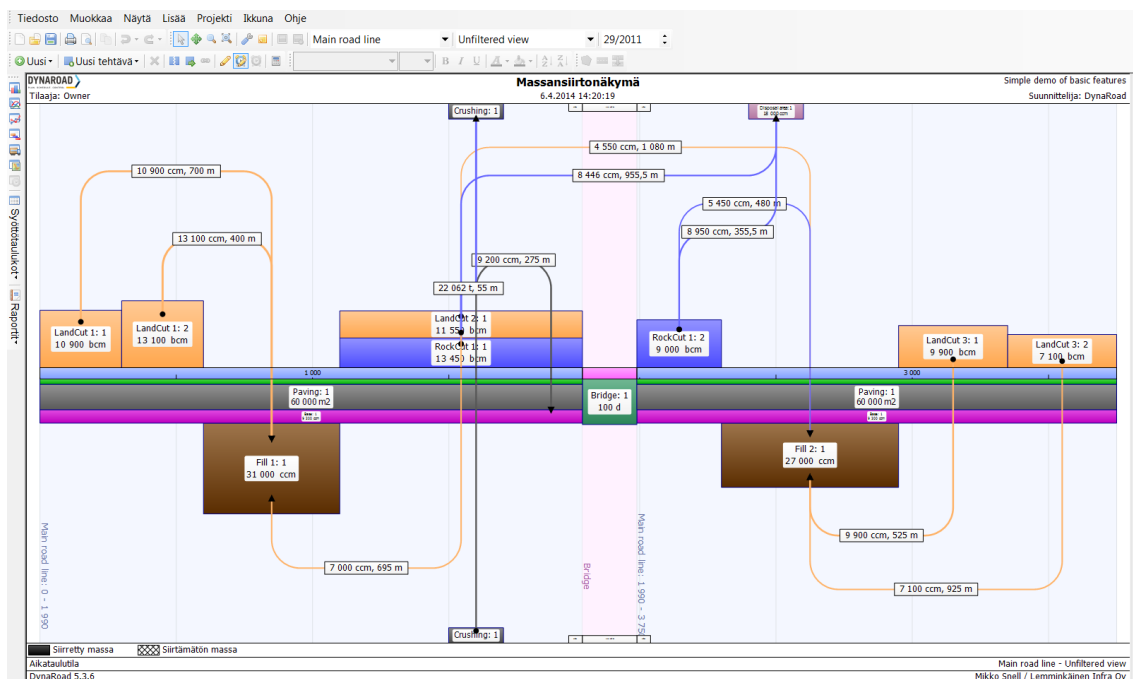
Vaikka *Tekla Structuresilla* on melko vähän tekemistä perinteisen infrarakentamisen kanssa, on ohjelman tuomat hyödyt alalle kiistattomat. Kuten yllä olevista kuvista voidaan todeta, ovat tietomallintamisen tuomat mahdollisuudet kiistattomia niin aikataulujen tekemisen kuin muunkin projektinhallinnan kannalta tarkasteltuna.

5.3 DynaRoad

DynaRoad on valmistajan mukaan suurten infrahankkeiden läpiviemiseen suunniteltu projektinhallintaohjelma (DynaRoad.fi). Tosiasia on, että LMK Infran urakoimista kohteista on jotain muuta kuin suuria, joten pelkästään tästä syystä ohjelmisto nykyisellään tuskin tulee yleistymään suuren käyttäjäkunnan työasemiin. Suurissa infrahankkeissa ohjelma on kuitenkin parempi kuin mikään muu opinnäytetyön muista ohjelmista, joten tästä syystä *DynaRoad* otettiin mukaan tarkasteluun. Ohjelma soveltuu käytettäväksi muun muassa tie- ja ratahankkeissa sekä tunneli- ja aluerakentamisessa. Suurin hyöty ohjelmasta saadaan suurista maansirtotöitä edellyttävissä rakennushankkeissa. Tarkoituksena ei ole vertailla sitä muihin ohjelmiin, koska ohjelma sisältää lukuisia ominaisuuksia, joita muista ohjelmista ei löydy ja vastaavasti testattavista ohjelmista löytyy monia ominaisuuksia, joita *DynaRoadista* ei löydy. Ohjelman vahvuuksista esimerkkejä ovat muun muassa massansiirtojen ja massatasapainoon liittyvät työkalut. Opinnäytetyössäni esiintyvät muut ohjelmat ja *DynaRoad* eivät siis varsinaisesti kilpaile keskenään.

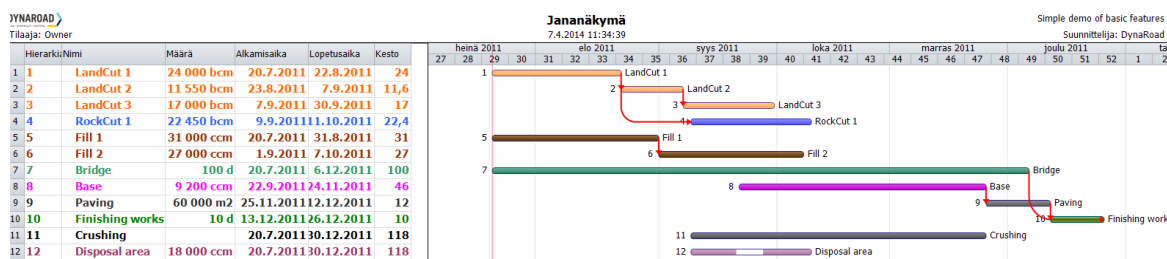
Seuraavana on tarkoitus esitellä ohjelman tärkeimpiä ominaisuuksia ohjelman tarjoamien demotiedostojen avustuksella. *DynaRoadin* käyttöönotto on helppoa ja suomenkielisen manuaalin (<http://www.dynaroad.com/download/Ohjekirja-5.3.6.pdf>). Demotiedostojen avulla pääsee helposti tutustumaan ohjelman tarjoamiin ominaisuuksiin. Ohjelman esittelyssä on käytetty apuna LMK Infran projekti-insinööri Matti Aitomaata sekä *DynaRoadin* edustajan Henry Stenbergin online-kokouksessa esittelemiä ohjelman ominaisuuksia.

DynaRoad ei itsessään ole tietomallinnusohjelma, mutta se tukee määrätietojen tuomista tietomalliohjelmista. Ohjelmaan saa tuotua määrätiedot tietomalliohjelmasta, esimerkiksi Novapointista XLS- tai XML-muodossa. Tiedot voidaan tuoda ohjelmaan paalukohtaisesti eroteltuna tai koko väylän käsittävänä summataulukkona. Määrätietojen tuomisen jälkeen ja resurssitietojen syöttämisen jälkeen ohjelma tekee asetusten pohjalta massansiirtosuunnitelman tiettyyn tarkkuustasoon ja paikkaan sijoittuna, mitä pystyy muokkaamaan haluamakseen. Massansiirtonäkymässä näkyvät leikkausmassat yläpuolella, keskellä tielinjaus ja täyttömassat alapuolella. Läjitysalueet, väliavarastot, varamaa- ja murskausalueet sijoittuvat näkymän ylä- ja alareunaan. Näkymään voidaan lisätä kohteiden väliset siirrot annettujen rajaehtojujen mukaisesti. Ohjelmassa voidaan valita lisäksi tarkasteltava viikko, jolloin graafisesti on nähtävissä kuinka paljon massoja on siirretty tai vielä siirtämättä tiettyinä ajankohdina.



KUVA 24. DynaRoadin massansiirtonäkymä (Snell 2014-06-04)

Syötettyjen tietojen pohjalta ohjelma laatii samanaikaisesti jana-aikataulua ja paikka-aikakaaviota, josta ohjelma käyttää nimeä tieaikanäkymä. Toiseen aikataulunäkymään tehty muutos päivittyy myös toisessa aikataulunäkymässä. Suurten maamassojen siirtämisessä jana-aikataulun heikkoudet korostuvat, koska ongelmat ja ristiriitaisuudet tehtävien välillä eivät paljastu janojen avulla.



KUVA 25. Demotiedostosta luotu jananäkymä (Snell 2014-06-04)

Tieaikanäkymässä tielinja näkyy vaakasuoraan merkittynä paaluluviittain annetulla tarkkuudella, aika on merkittynä pystysuoraan. Suoritteiden tekijärjestys on luettavissa seuraamalla paalua ylhäältä alaspäin. Tieaikanäkymään tehty sijaintimuutos päivittyy myös massansiirtonäkymään ja päinvas-toin. Ohjelmassa on 'Laske siirrot' -komento, jolla se laskee tehdyt muutokset uudelleen. Tarvittaes-sa ohjelmassa voidaan kokeilla eri vaihtoehtoja massatasapainon ja ajomatkojen suhteen ja löytää täten kustannustehokkain ratkaisu helposti.



KUVA 26. Demotiedoston pohjalta luotu tieaikaanäkymä (Snell 2014-06-04)

Ohjelman raportointityökalut ovat monipuoliset. Eri raportointivaihtoehdoista voidaan tärkeimpänä mainita muun muassa raportit lähteittäin, kohteittain, lajeittain ja päivittäin. Alla on esitettyä kaksi demotiedostosta otettua raporttia; massojen yhteenvedo ja matkajakauma.

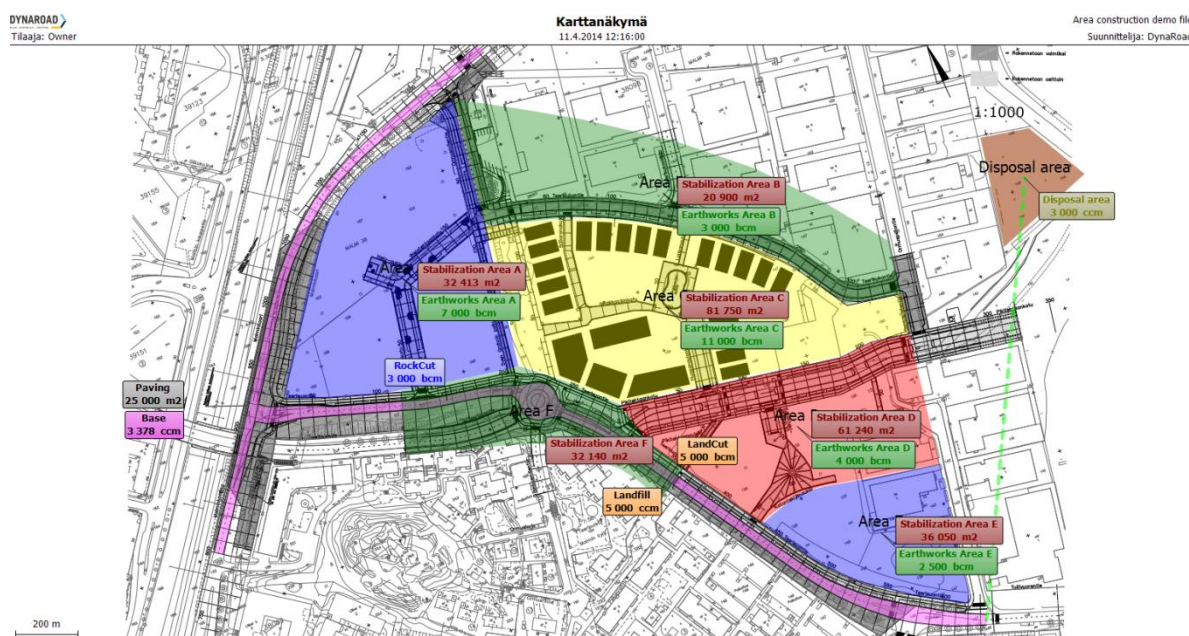
Massojen yhteenvedo		
Leikkaukset	Simple demo of basic features	Yhteensä
LandCut1	52 550 bcm	52 550 bcm
RockCut1	22 450 bcm	22 450 bcm
Yhteensä	75 000 bcm	
Penkereet	Simple demo of basic features	Yhteensä
Base	9 200 ccm	9 200 ccm
Fill	58 000 ccm	58 000 ccm
Yhteensä	67 200 ccm	
Massanvaihdot	Yhteensä	
Läjitysalueet	Simple demo of basic features	Yhteensä
Disposal area	18 000 ccm	18 000 ccm
Varamaa-alueet	Yhteensä	
Muut tehtävät	Simple demo of basic features	Yhteensä
Bridge	100 d	100 d
Finishing works	10 d	10 d
Paving	60 000 m2	60 000 m2
Yhteensä	110 d, 60 000 m2	

KUVA 27. DynaRoadin tulostama massojen yhteenvetoraportti (Snell 2014-04-07)

Matkajakauma								
Simple demo of basic features								
Etäisyys (m)	Aggregate		Earth			Rock		
	Yhteensä (t)	Murskaamosta täyttöön (t)	Yhteensä (bcm)	Leikkauksesta täyttöön (bcm)	Yhteensä (bcm)	Leikkauksesta täyttöön (bcm)	Leikkauksesta murskaukseen (bcm)	
	Suunniteltu	Suunniteltu	Suunniteltu	Suunniteltu	Suunniteltu	Suunniteltu	Suunniteltu	
0 - 249	0	0	0	0	0	8 171	0	8 171
250 - 499	22 062	22 062	13 100	13 100	13 100	9 000	9 000	0
501 - 999	0	0	34 900	34 900	34 900	5 279	5 279	0
1 000 - 1 999	0	0	4 550	4 550	4 550	0	0	0
Yhteensä	22 062	22 062	52 550	52 550	52 550	22 450	14 279	8 171
Painotettu ajomatka (m)	275	275	655	655	655	406	607	55
Siirtämätön massa	0	0	0	0	0	0	0	0

KUVA 28. DynaRoadin tulostama matkajakaumaraportti (Snell 2014-04-07)

Hankkeen seurantaan ja havainnollistamiseen liittyen ohjelma sisältää karttatyökälu, jolla hankkeen etenemistä voidaan kuvata kartan avulla. Ohjelma näyttää taustakartan päällä eri värein mikä työvaihe on valitulla ajanjaksolla kulloinkin meneillään ja työkalun avulla voidaan ilmaista esimerkiksi mikä alue on liikennekelpoinen ja mikä alue on varattu työmaakäyttöön. Tarvittaessa näkymästä voidaan suodattaa tarpeettomia tietoja pois. Työkalu on varsin käyttökelpoinen vaikkapa rakennusprojektin lähialueilla asuvien ihmisten kanssa käytyyn tiedonvaihtoon tehdyistä ja tulevista töistä.



KUVA 29. DynaRoadin karttatyökalu (Snell-2014-04-07)

Kokeneen *DynaRoadin* käyttäjän (Aitomaa, 2014) kanssa käydyn keskustelun pohjalta voidaan todeta, että suurissa infrahankkeissa ohjelman edut nousevat parhaiten esiin. Jo muutaman tunnin työskentely ohjelman parissa antaa suuntaa-antavat projektihallintatiedot. *DynaRoad* tarjoaa monia sellaisia ominaisuuksia, joita ei muista ohjelmista löydy. Samaan aikaan on tiedostettava, että suuren käyttäjäkunnan ohjelmaa siitä ei kuitenkaan tule, koska suuret infrahankkeet muodostavat suhteellisen pienen osan kaikista LMK Infran aikataulutusta vaativista rakennushankkeista.

5.4 Ohjelmistojen arviointi yleisten ja teknisten ominaisuuksien perusteella

Edellä mainituissa kappaleissa on otettu ohjelmistojen muun muassa käyttöönottoon, helppokäyttöisyyteen, yleisesti käytettyihin toimintoihin ja tarjolla oleviin tukipalveluihin. Nyt tarkastellaan oh-

jelmistöjä muilla ennalta määrätyillä kriteereillä, joihin ei vielä opinnäytetyössä ole tarkemmin otettu kantaa. Listaus on pyritty järjestämään kriteerien tärkeysjärjestyksessä.

5.4.1 Yhteensopivuus tietomalliohjelmien kanssa

Vaikka tietomallinnus on infra-alalla vielä yleistymässä ja mallinnuksen käyttö rakennushankkeissa on vielä vähäistä, on syytä ottaa huomioon alan kehitysprojektit, esimerkiksi tietomallintamisen lisääminen rakennushankkeissa. Tästä syystä kriteereissä kiinnitetään erityistä huomiota aikatauluohjelmistojen yhteensopivuuteen tietomalliohjelmien kanssa. Tietomallien käyttö aikataulujen tekemisessä voidaan karkeasti ottaen jakaa kahteen eri osaan: tietomalleista tuotavaan tietoon kertaluonteisesti, esimerkiksi määräluetteloiden muodossa ja aikataulujen tekemiseen tietomallia jatkuvasti hyödyntäen. Molemmat testatuista aikatauluohjelmista tukevat tietojen tuomista tietomalliohjelmista, muun muassa määräluettelot voidaan tuoda XLS-muodossa.

Mikäli käytössä on kuitenkin tietomalli, johon tehdään muutoksia ja tehtyjä muutoksia hyödynnetään myös aikataulutuksessa, on mielekkäämpää laajentaa vertailu koskemaan ohjelmistovalmistajien siihen suunniteltuja tuotteita. Opinnäytetyön tekemisen yhteydessä on muodostunut sellainen käsitys, että ohjelmistotoimittajat ylipäättänsä puhuisivat mieluummin erilaisista ohjelmistoratkaisuista yksittäisen ohjelman sijaan. Tietomallinnuksen yleistyessä on tavoitteena, että niin aikataulu- kuin kustannustiedotkin kulkisivat tietomallin mukana ja ei olisi enää tarvetta eritellä eri tietoja eri tiedostoiksi.

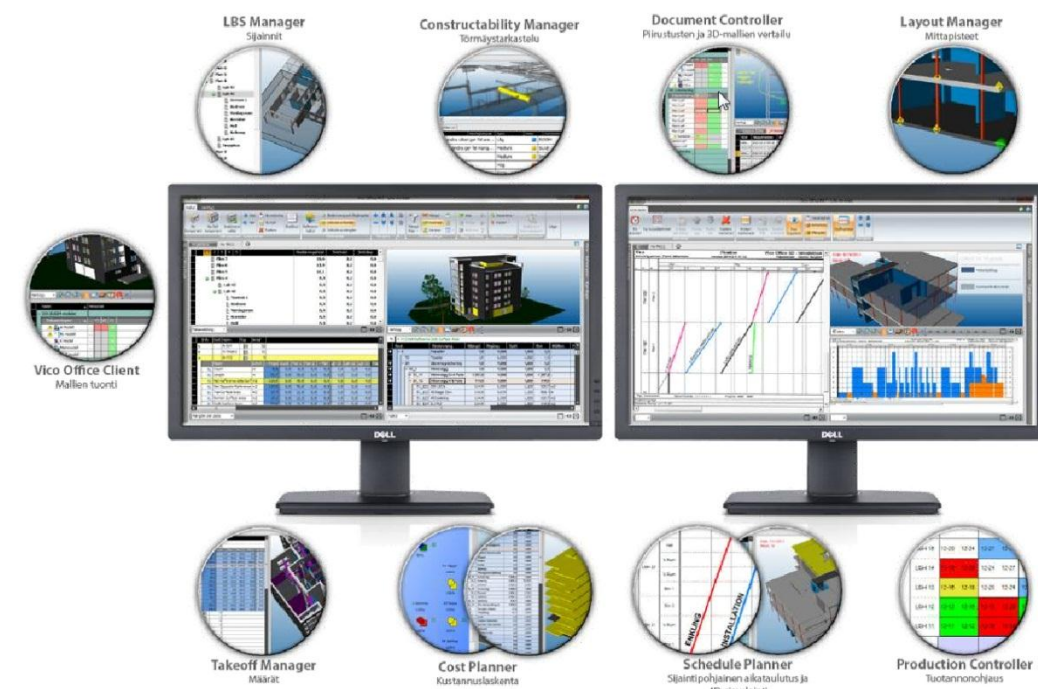
TCM Pro Tocomanin kehittämä ohjelmistoratkaisu kustannuslaskentaohjelmisto, joka on laajennettavissa eri moduulein. Esimerkiksi *TCM Planner* on yksi ohjelmistoratkaisusta erotettu itsenäinen ohjelma. Tocoman on kehittänyt tarkoitukseen BIM-alustasta riippumattoman *iLink*-ohjelman, joka kytkee suunnittelijan tuottaman mallin *TCM Tuotannon* kustannustietokantaan, mistä puolestaan suoritteet määrineen ja sijaintineen pystytään tuomaan *TCM Planneriin* (Tocoman, 2012). Aikatauluohjelmistossa ei kuitenkaan ole suoraa linkitystä tietomalliin ja tietojen muuttaminen toisessa ei tee muutosta toisessa ohjelmassa sekä päinvastoin. Aikatauluohjelmassa tehdyt muutokset voidaan kuitenkin viedä takaisin tietomalliin manuaalisesti, tehdä muutokset objekteihin ja tuoda tiedot takaisin aikatauluohjelmaan. Alla olevassa kuvassa on havainnollistettu Tocomanin kehittämä ohjelmistoratkaisu:

TCM Pro ratkaisuun on saatavissa seuraavat laajennusosat:



KUVA 30. TCM Pro -ohjelmistoratkaisu eri laajennusosineen (Tocoman.fi)

Tässä yhteydessä on myös syytä mainita, että *Vico Control 2009*, johon ei enää ole tiedossa päivityksiä ja on täten käytöstä poistuva ohjelma ja *Schedule Planner Standard* on korvaava tuote. *Vico Office* on Vico Softwaren kehittämä ohjelmistoratkaisu. *Schedule Planner* on osa suurempaa kokonaisuutta ja toimii *Vico Controllin* tavoin erillisenä ohjelmana. *Vico Office* toimii periaatteessa samalla tavoin kuin TCM:n kehittämä ratkaisu, mutta nyt voidaan puhua aidosta 5D-ratkaisusta, jossa niin tietomalli kuin kustannus- ja aikataulutiedotkin linkittyvät toisiinsa. Olennaista on se, että tietoja voidaan muokata Vico Officen puolella ja tiedot kulkeutuvat yhtensä pakettina ilman erillistä tietojen tuomista ja viemistä eri ohjelmiin. *Vico Office* on BIM-alustasta riippumaton, mutta ohjelmistotalo kuuluu samaan konserniin tietomalliohjelmisto *Teklan* kanssa, mikä on syytä huomioida, mikäli käytössä on jo esimerkiksi Tekla Structures. Haastattelujen pohjalta useampi henkilö kehui *Vico*-ohjelmien hyviä integraatio-ominaisuuksia tietomalleihin. Hyvänä esimerkkinä *Vico*-ohjelmistojen linkittyvyysominaisuuksista tietomalliin voidaan mainita, että niin määrälaskenta-, aikataulu- kuin kustannuslaskentatehtävistä voidaan valita haluttu rivi, jolloin ohjelma valitsee mallista tehtävään liittyvät osat ja näyttää mitä osia siihen on sisällytetty. Ominaisuuden avulla täysin ulkopuolinenkin henkilö voi selvittää nopeasti mitä tehtäviä millekin riville on sisällytetty (Mäläskä 2014-04-17; Partanen 2014-04-19). Alla olevassa kuvassa on esitetty Vico Softwaren kehittämä ohjelmistoratkaisu:



KUVA 31. Vico Office -ohjelmistoratkaisu eri laajennusosineen (Vicosoftware.fi)

5.4.2 Lisensointi ja käyttöönottokustannukset

Lemminkäisen tietohallinnon kanssa käytyjen keskustelujen pohjalta (Kojima 2014-02-28) lisenssi-ratkaisut voidaan karkeasti jaotella kahteen ryhmään; kone- ja käyttäjäkohtaisiin lisensseihin sekä kelluviin verkkolisensseihin. Kone- ja käyttäjäkohtainen lisenssi tarkoittaa, että jokaisella käyttäjällä tulee olla oma lisenssi koneellaan. Kelluva verkkolisenssi tarkoittaa, että lisenssit sijaitsevat lisenssi-palvelimella ja sovellus hakee sieltä käyttöoikeustiedot – esim. mikäli 1000 hengen yrityksellä on 10 lisenssin käyttöoikeus niin kuka tahansa luvan saaneista voi hyödyntää lisenssiä, kunhan kerrallaan on käytössä enintään 10 lisenssiä. Tarvittaessa kelluvia verkkolisenssejä voidaan lainata myös yrityksen ulkopuoliseen käyttöön esim. toisen yrityksen mittamiehelle. Testatuissa ohjelmistoissa lisenssi-ratkaisut oli testaushetkellä toteutettu seuraavasti:

- *TCM Planner* – käyttäjäkohtaiset lisenssit
- *Vico Control* – kelluvat verkkolisenssit
- *Tekla* – kelluvat verkkolisenssit, jotka voidaan lainata ulkopuoliseen käyttöön
- *DynaRoad* – käyttäjäkohtainen lisenssi

Käyttäjäkohtaiset lisenssit ovat useimmiten laajennettavissa verkkolisensseiksi, mikäli käyttäjien määrä kasvaa riittävän suureksi. Pienellä käyttäjämäärällä käyttäjäkohtainen lisenssi on usein käytökelpoisempi ratkaisu.

Parasta lisensointitapaa on vaikea määrittellä, koska se on hyvin paljon riippuvainen käyttäjien määrästä. Ostolisenssi on usein paras vaihtoehto silloin, kun tarkoituksena on käyttää ohjelmistoa pitkään. Vuokralisenssi tulee kyseeseen silloin, kun käyttötarve käyttää ohjelmistoa on tilapäinen tai lisenssitarve kasvaa suunnitellusta käyttäjämäärästä hetkellisesti. Kelluvat lisenssit yhdistettynä

lisenssilainoihin mahdollistavat yritykselle kustannustehokkaan ja joustavan lisensointitavan vähäisemmällä lisenssimäärillä (Kojima 2014-04-11).

Yrityksen kannalta yksi tärkeimmistä kriteereistä on ohjelman tai ohjelmiston käyttöönotosta aiheutuvat kustannukset. Käyttöönoton kustannuksiksi saatetaan helposti mieltää vain ohjelman lunastamisesta ja lisensoinnista aiheutuvat kustannukset, mutta ne ovat vain osa kokonaiskustannuksista. Liiketoimintajärjestelmäohjelmistoissa lisenssikustannusten osuus on noin 10–30 % hankinnan kokonaiskustannuksista. Muita kustannuksia ovat mm. käyttöönoton sisäiset henkilötyökulut, konsultointikulut järjestelmän sovittamisesta yrityksen käyttöön, ulkopuoliset koulutuskulut, työajan menetykset järjestelmään kouluttautumisessa ja laitekustannukset (palvelimet, työasemien uudistaminen) (Jylhä 2014-04-10). Tietojärjestelmästä syntyvät kulut voidaan karkeasti ottaen jakaa seuraavasti (Tieke.fi):

1. *valmistavat tehtävät (vaatimusmäärittely ja resursointi)*
2. *projektin osto ja käynnistys (tarjouspyynnöt, toimittajat valinta ja sopimukset)*
3. *projektin läpivienti (projektiin käytettävä sisäinen työ, laitteistot, toimittajan työ)*
4. *ohjelmiston käyttöönotto ja läpivienti (koulutus, käyttöönottomaksut ja lisensointi)*
5. *ohjelmiston ylläpito, ylläpitomaksut ja jatkokehitys*

Kustannuksista osa on kertaluonteisia ja osa jatkuvia ylläpitokustannuksia.

Opinnäytetyötä varten pyydettiin lisenssihinnat Lemminkäisen hankinnoista vastaavalta henkilöltä, mutta hinnat eivät ole vertailukelpoisia keskenään johtuen toisistaan poikkeavista käyttäjämääristä. Yleisluontoisesti voidaan todeta, että vähän käytössä olevat ohjelmat ovat kalliita yksikköhinnaltaan ja vastaavasti paljon käytössä olevat ohjelmat ovat edullisempia yksikköhinnaltaan. Lisensointitapa vaikuttaa lisäksi hinnan muodostumiseen. Lemminkäisellä on myös jonkin verran käyttämättömiä lisenssejä, jotka on syytä huomioida seuraavia ohjelmistohankintoja pohdittaessa.

5.4.3 Sovelluksen vaatimat tietokannat ja tietoliikenneyhteydet

Kumpikaan testatuista ohjelmistoista ei itsenäisenä ohjelmana vaadi erillisiä tietokantoja toimiakseen. Mikäli käytössä on myös *TCM Pro* tai *TCM Tuotanto*, tarvitaan lisäksi SQL-palvelin (Tocosoft 2014-04-14). Vastaavasti *Vico Office* keskitetyillä tietokannoilla vaatii myös SQL-palvelimen toimiakseen.

Lemminkäisen rakennushankkeet sijaitsevat usein tietokannassa, joka sijaitsee SQL-palvelimella. Laskenta ja aikataulutus perustuvat SQL-palvelimella sijaitseviin tietokantoihin, joista saadaan nimikkeet, rakennetyypit, panokset ja työtehot (Kojima 2014-04-11).

5.4.4 Riittävän suuri ja vakaa ohjelmistotoimittaja

Käyttökelpoisimpia ohjelmia valitessa on muiden kriteerien lisäksi syytä arvioida ohjelmistotoimittajan asemaa ja asennoitumista Suomen kokoiseen markkina-alueeseen. Ei riitä, että ohjelma täyttää kaikki asetetut vaatimukset käyttöönottohetkellä. On lisäksi varmistettava, että toimitta-

jalla on myös halua kehittää ja jalostaa ohjelmia oman kehitys- ja tutkimustyön lisäksi asiakkailta saatujen käyttökokemusten perusteella. Yhteistyön sujuvoittamiseksi on ohjelmistoimittajalla hyvä olla myynti- ja käyttöopastushenkilöstöä Suomessa. Taustatietona sanottakoon, että tutkimustyössä mukana olleista ohjelmista *TCM Planner* on kokonaan suomalainen yritys, kun taas muut ohjelmistot ovat ulkomaalaisia ja viime vuosina siirtyneet suomalaisesta omistuksesta ulkomaalaiseen omistukseen, mutta joilla on paikallinen edustus ja aktiivista toimintaa Suomessa. Suomenkielistä tukea ja palvelua on siis saatavilla kaikilta opinnäytetyössä mukana olleille ohjelmistoille.

Haastattelututkimuksen mukaan (Partanen, 2014) ohjelmistotalot ovat halukkaita kehittämään ohjelmiaan annetun palautteen perusteella. Esimerkkinä voidaan mainita Partasen tekemä yhteistyö *Teklan* kanssa, mikä on alkanut vuonna 2004 ja jatkuu edelleen IFC-tietomallinnusta tukevien infraprojektien parissa. Vuorovaikutus muidenkin ohjelmistoimittajien kanssa on ollut saumatonta ja palautetta on otettu avoimesti vastaan sekä mahdollisia ohjelmistovirheitä on tutkittu ja korjattu yhdessä.

Aiemmin toteutuneet yrityskaupat, esimerkiksi *Teklan* päätyminen Trimblen omistukseen ja *DynaRoadin* päätyminen Topconin omistukseen) ovat merkkejä siitä, että Suomessa tehdään hyviä tietokoneohjelmia. Suomen rakennusmarkkina on suhteellisen pientä verrattuna muualla maailmassa tapahtumaan rakentamiseen, mutta Lemminkäisen kokemukset ohjelmistotaloista ovat osoittaneet, että nyt ja jatkossa kaikki ohjelmistotoimittajat pystyvät vastaamaan heille annettuihin vaatimuksiin ja haasteisiin.

6 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyössä mukana olleet ohjelmat voidaan jakaa karkeasti ottaen kahteen eri ryhmään: laajempaan käyttöön soveltuvat ja pienemmän käyttäjäkunnan käyttöön soveltuvat ohjelmat. *TCM Planner* ja *Vico Control* edustavat aikatauluohjelmia, jotka soveltuvat rakennushankkeiden aikataulujen tekemiseen riippumatta siitä, ovatko ne tietomallintamalla tehty vai ei. Samoin ne edustavat perinteistä käsitystä aikatauluohjelmasta. *Tekla Structures* ja *DynaRoad* ovat omalla toiminta-alueellaan ainoita ohjelmia markkinoilla. *Tekla Structures* soveltuu talonrakennusta sisältävien rakennushankkeiden hallitsemiseen ja aikataulujen tekemiseen. Jo ensimmäisten tietomallinnusta hyödyntävien infrahankkeiden aikana ohjelma on osoittanut käyttökelpoisuutensa ja tulee varmasti yleistymään LMK Infran ohjelmistona niin tietomallien tarkastelussa kuin aikataulujen tekemisessäkin. *DynaRoad* on projektinhallintaohjelmisto, jonka yhtenä osa-alueena aikataulu-työkalu tarjoaa verrattomat työkalut laajojen infrastruktuurihankkeiden aikataulutukseen. Mitä laajempi ja monimutkaisempi infrahanke on kyseessä, sitä ylivoimaisempi *DynaRoad* on suhteessa muihin esitettyihin ohjelmiin.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin tiivis esitelmä kahden yleisimmän aikatauluohjelman tarjoamista ominaisuuksista ja käytettävyydestä tutkimus, jonka perusteella voi tehdä päätelmiä ohjelman soveltuvuudesta laajempaan käyttöön LMK Infralle. Lisäksi opinnäytetyössä arvioitiin testattujen ohjelmien soveltuvuutta erilaisiin käyttötarkoituksiin. Tutkimuksessa kiinnitettiin huomiota työmaahenkilöstön yleisimmin käyttämiin ominaisuuksiin eli ohjelman käyttöönottoon, lähtötietojen syöttämiseen ja asetusten kuntoon laittamiseen sekä eri aikataulujen laatimiseen ja tulostusominaisuuksiin. Omakohtaisen käyttötutkimuksen lisäksi arvioinnissa kiinnitettiin huomiota Lemminkäisen asettamiin kriteereihin ohjelmistojen koskien.

TCM Planner ja *Vico Control* palvelevat kumpikin tasavertaisesti siinä tarkoituksessa, mihin ne on kehitettykin; aikataulujen laatimiseen. On kyse perinteisestä jana-aikataulusta tai paikka-aikakaaviosta niin kummallakin ohjelmalla pystytään sellainen luomaan. Olennainen ero ohjelmien välillä kuitenkin syntyy siinä, että käytetäänkö apuna määrä- ja resurssitietoja ja vaaditaanko ohjelmalta muutakin kuin pelkkää aikataulutusta. *TCM Planner* pohjautuu hyvin pitkälti *PlaNetiin*, jossa lähtötietoja aikataulun laatimiseen ei vaadittu ja täten *Plannerissa* niiden syöttäminen ei ole välttämätöntä. *Vico Controllissa* aikataulujen luominen on puolestaan alusta pitäen pohjautunut määrä- ja resurssitietojen hyödyntämiseen ja ohjelma ei anna helposti edes luotua aikataulua, jossa lähtötietoja ei ole käytettävissä. *Controllin* perusajatuksena on ohjelman alkuajoista lähtien ollut, että hyvä aikataulutehtävä sisältäisi sijainti-, määrä-, resurssi- ja menekkitiedot (Mäläskä 2014-04-17).

Molemmat ohjelmat vaativat johdetusti ohjatun koulutuksen käyttöönoton yhteydessä, jotta ohjelmien ominaisuudet tulevat varmasti tutuksi kaikille. *TCM Planner* on noviisin kannalta helpompi käyttöönotettava ja tarjoaa miellyttävän, helposti opeteltavan käyttöliittymän. Helposta käytettävyydestä antaa viitteitä myös käytettävyydestä tutkimukseen osaa ottanut päällystyksen työpäällikön mielipide *TCM Plannerista* ja *Vico Controllista*. Hänen mielipide (Kuusisto 2014-04-07) on, että *TCM Planner* on

huomattavasti helpompi omaksua uutena käyttäjänä kuin *Vico Control*. Käyttöliittymä muistuttaa olemukseltaan hyvin paljon Microsoftin Office-ohjelmistoja, mikä voi olla syynä helppoon omaksumiseen. TCM Plannerin etuna on myös aikataulun luominen paaluväleittäin, mikä on etenkin tie- ja väylähankkeissa eduksi. Myös kartan käyttäminen aikataulutuksen apuna on hyvä lisä ohjelmaan. Noviisikäyttäjän on helpompi mieltää TCM Planner omaksi ohjelmakseen.

Vico Control vastaavasti vaatii käyttäjältä enemmän alussa, eikä varsinaisesti olemuksellaan houkuttele käyttäjäksi. Karuhkosta käyttöliittymästä huolimatta ohjelma tarjoaa monipuolisemman ominaisuusvalikoiman aikataulujen luomiseksi sekä muuhun projektinhallintaan. Mikäli tarkoituksena on hyödyntää Trimble-konsernin tuotteilla luotuja tietomalleja ja tarkoituksena ei ole hankkia laajempaa ohjelmistoratkaisua, on suositukseni aikatauluohjelmaksi *Vico Control*. *Controllilla eli* nykyiseltä nimeltään *Schedule Planner Standardilla* on selvitykseni mukaan paremmat mahdollisuudet hyödyntää tietomalleja ja niistä saatavia tietoja. 4D-simulaatio-ominaisuudet tuovat lisäarvoa ohjelman käyttöön ja mitä lähempänä ollaan tietomallien ja aikataulujen yhteensovittamista, sitä vähemmän joudutaan samoja asioita tekemään useampaan kertaan.

Opinnäytetyötä tehdessä tuli ilmi, että rakennusalalla tehdään yllättävän paljon asioita niin siten kuin aina on tehty. Uusien asioiden ja ohjelmien omaksuminen ja käyttöönotto tulee olemaan hidas prosessi, sillä muutosvastarinta on paikoitellen hyvinkin voimakasta. Vanhoista tavoista ja käytännöistä on vaikea luopua. *PlaNet* on ja tulee olemaan vielä pitkään monella yrityksellä käytössä ja sitä myöten myös jana-aikataulu tulee olemaan vielä pitkään suosituin aikataulun esittämistapa. Paikka-aikakaavion tuomat hyödyt ovat vielä sisärajovaiheessa ja monet mieltävät sellaisen vaikeaksi tehdä ja tulkitä. On selvää, että pelkkää jana-aikataulua tarkastelemalla ei voi tutkia ja havaita ongelmia tai epäkohtia vähänkin monimutkaisemmassa hankkeessa. Paikka-aikakaavion hyödyt nähtyään moni käyttäjästä olisi arvioni mukaan valmis kokeilemaan sellaista myös itse. Asianmukaisella koulutuksella ja käyttöönottovaiheessa tarjottavilla tukipalveluilla pystytään takamaan, että uuden ohjelman ominaisuudet ja työkalut tulevat esitellyiksi ja noviisikäyttäjänkin on helppo ottaa ohjelma käyttöönsä.

Opinnäytetyön kannalta olisi ollut mielekkäämpää, jos käytettävyytutkimukseen olisi ottanut useampi henkilö osaa kuin yksi henkilö lisäkseni, mutta puhelin- ja sähköpostitse käytyjen haastattelujen avulla sain kerättyä hyvin paljon arvokasta tietoa. Hyvänä jatkotutkimuskohteena olisi tutkia *TCM Pron* ja *Vico Officen* tarjoamia työkaluja ja ominaisuuksia projektinhallinnan parantamiseen. Viime aikoina tuottavuuden parantaminen on noussut julkisuuteen alalla kuin alalla ja siinä uudet, entistä tuottavimmat toimintatavat ja työmenetelmät ovat avainasemassa.

LÄHTEET

Aitomaa, Matti. [sähköpostikeskustelut] [2014-03-27 – 2014-04-10] Kuopio.

Buildingsmart.fi. [verkkoaineisto]. [viitattu 2014-01-14] Saatavissa: <http://buildingsmart.fi/>
Polku: <http://buildingsmart.fi/>. YTV2012. Osa 1 Yleinen osuus.

Buildingsmart.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2014-04-03] Saatavissa: <http://www.buildingsmart.fi/>
Polku: <http://www.buildingsmart.fi/>. YTV 2012. Osa 7 Määrälaskenta.

Dynaroad.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2014-04-05] Saatavissa:
<http://www.dynaroad.com/download/Ohjekirja-5.3.6.pdf>

Infrabim.fi. [verkkoaineisto]. [viitattu 2014-01-18] Saatavissa:
http://www.infrabim.fi/infrabim_uusi/index.html

Infrabim.fi. [verkkoaineisto]. [viitattu 2014-01-19] Saatavissa:
http://www.infrabim.fi/InfraBIM_tiedote_15012014.pdf

Infrabim.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2014-02-20] Saatavissa: <http://www.infrabim.fi/>
Polku: <http://www.infrabim.fi/>. YIV 2014.

Kojima, Jun; Jylhä, Jouko. [sähköpostikeskustelut]. [2014-02-25 – 2014-04-15] Kuopio.

Koskevesa, Anssi ja Sahlstedt, Satu 2011. Rakennushankkeen suunnittelu ja ajallinen ohjaus. Helsinki: Rakennustieto

Kuusisto, Mikko. [sähköposti- ja puhelinkeskustelut] [2014-02-25 – 2014-04-07] Kuopio.

Kuutti, Wille 2003. Käytettävyyden suunnittelu ja arviointi. Saarijärvi: Talentum.

Käytettävyyden määrittely ja arviointi. 1998. Näyttöpäätteillä tehtävän toimistotyön ergonomiset vaatimukset. Osa 11: käytettävyyden määrittely ja arviointi. SFS-ISO 9241-11. Vahvistettu 1998. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

Lemminkäinen.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2014-01-09] Saatavissa: <http://www.lemminkainen.fi/>
Polku: www.lemminkainen.fi. Yritys.

Liikennevirasto.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2014-01-14] Saatavissa: http://portal.liikennevirasto.fi
Polku: http://portal.liikennevirasto.fi. Palveluntuottajat. Tietomallit. Mikä on tietomalli?

Liikennevirasto.fi. [verkkoaineisto]. [viitattu 2014-01-19] Saatavissa:
http://www.infrabim.fi/infrabim_uusi/Pilottipaiva3/Tirkkonen_LiViBIM_TT_kalvot_26012012.pdf

Lindberg, Rita; Sahlstedt, Satu ja Koskevesa, Anssi 2012. Aikataulukirja 2013. 12. uudistettu painos. Viro: Rakennustieto.

Liukas, Juha [verkkoaineisto]. [viitattu 2014-02-20] Saatavissa:
Yrityksen sisäisessä Lemon-verkossa

Microsoft.fi. [verkkoaineisto]. [viitattu 2014-06-04]. Saatavissa:
<http://windows.microsoft.com/fi-fi/windows/print-to-file#1TC=windows-7>

Mäki, Tarja; Paavola Sami; Kerosuo, Hannele ja Miettinen, Reijo 2012. [verkkoaineisto]. [viitattu 2014-02-26] Saatavissa:
http://www.academia.edu/1644124/Tietomallintamisen_kaytot_rakentamisessa

Mäläskä, Mikko. [sähköpostikeskustelut] [2014-04-17 – 2014-04-22] Kuopio.

Partanen, Matti. [haastattelut puhelimitse, sähköpostitse ja kasvotusten] [2014-01-03 - 2014-04-15] Espoo.

Pohjola, Juha. Lemminkäisen tietomallistrategian esittely [verkkoaineisto]. [viitattu 2014-02-24]
Saataavissa: Yrityksen sisäisessä Lemon-verkossa

Rakennuslehti.fi. [verkkoaineisto]. [viitattu 2014-01-15] Saataavissa:
<http://www.rakennuslehti.fi/uutiset/rakentaminen/27955.html>

RYM.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2014-03-25] Saataavissa: <http://rym.fi/>
Polku: <http://rym.fi/>. Uutiset.

Senaatti.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2014-01-18] Saataavissa: <http://yhteiskuntavastuu.senaatti.fi/>
Polku: <http://yhteiskuntavastuu.senaatti.fi/>. Caset. Kehitystoiminta.

Sovellusarviointi [verkkoaineisto] [viitattu 2014-02-27]. Saataavissa:
Yrityksen sisäisessä Lemon-verkossa

Snell, Mikko 2014. Sovellusarvioinnissa käytetyt kuvakaappaukset eri ohjelmistoista.
Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.

Tekla.com. [verkkoaineisto]. [viitattu 2014-01-19] Saataavissa:
<http://www.tekla.com/fi/tuotteet/tekla-structures>
<http://www.tekla.com/fi/tuotteet/tekla-bimsight>

Tekla. [verkkoaineisto]. [viitattu 2014-04-05] Saataavissa:
<http://www.tekla.com/fi/tekla-structures-ohjelmistookoonpanot>
<http://www.tekla.com/fi/tietoa-teklasta/tapahtumat/mit%C3%A4-suunnittelija-tai-valmistaja-tekee-construction-management>

Teknillinen Korkeakoulu, Arkkitehtiosasto. Tuotemallintamisen periaatteet, 2005. [viitattu 2014-01-18]. Saataavissa: http://arkit.tkk.fi/kurssit/A91181/tuotemallintamisen_periaatteet.htm

Tieke.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2014-04-14]. Saataavissa:
<http://www.tieke.fi/display/tiehan/2.+Tietotekniikka+investointina>
Tocosoft. [sähköpostikeskustelu] [2014-04-14] Kuopio.

Tocoman.fi. [verkkoaineisto]. [viitattu 2014-04-01]: Saataavissa:
http://www.tocoman.net/tcmplanner/tcm_planner-asennusohje.pdf

Tocoman.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2014-01-21] Saataavissa:
<http://www.tocoman.fi/ohjelmistot/tuotteet/tcmplanner>

Toivanen, Tapani. [sähköpostikeskustelu] [2014-03-07] Kuopio.

Vicosoftware.com Vico Control esittely, 2014 [viitattu 2014-01-21]. Saataavissa:
<http://www.vicosoftware.com/>
Polku: <http://www.vicosoftware.com/>. Finnish. Tuotteet. Cotrol 2009.

Vicosoftware.com. [verkkoaineisto]. [viitattu 2014-04-01] Saataavissa:
<http://www.vicosoftware.com/vico-office-system-requirements/tabid/88526/Default.aspx>

LIITE 1: KÄYTETTÄVYYSTUTKIMUKSEN VASTAUSLOMAKKEET

Testaaja:	Mikko Snell
Koulutus:	Rakennusinsinööriopiskelija
Testaajan ikä (vuosina):	25
Kokemus rakennusalalta (vuosina):	4
Kokemus aikataulusohjelmista (vuosina):	0
Kokemus tietomalliohjelmista (vuosina):	3
Tietokoneen käyttötaidot	5
Käyttämäni aikatauluohjelmisto oli:	TCM Planner

1	täysin eri mieltä
2	osittain eri mieltä
3	en osaa sanoa osittain samaa mieltä
4	täysin samaa mieltä
5	

Arvioi seuraavia asioita:

1. Aikatauluohjelmisto soveltuisi säännölliseen käyttöön	5
2. Ohjelmisto oli liian monimutkainen	2
3. Ohjelmisto oli helppokäyttöinen	5
4. Ohjelmiston käyttö vaatii kokeneen käyttäjän opastusta	4
5. Ohjelmiston eri toiminnot linkittyvät toisiinsa hyvin	5
6. Ohjelmistossa oli liikaa epäjohdonmukaisuuksia	1
7. Uskon, että moni oppii käyttämään ohjelmistoa nopeasti	5
8. Ohjelmistoa oli hankala käyttää	1
9. Oloni oli luottavainen käyttäessäni ohjelmistoa	5
10. Ennen käyttöä minun piti opetella paljon asioita	4
11. Ohjelma mahdollistaa oikopolkujen käytön	4
12. Virheilmoitukset olivat ymmärrettäviä	3
13. Avustustoimintojen käyttäminen oli helppoa	5
14. Ohjelma palveli tarkoituksessaan hyvin	5
15. Yleisarvosana ohjelmistolle (1=huono, 5=kiitettävä)	4

Testaaja:	Mikko Snell
Koulutus:	Rakennusinsinööriopiskelija
Testaajan ikä (vuosina):	25
Kokemus rakennusalalta (vuosina):	4
Kokemus aikataulusohjelmista (vuosina):	0
Kokemus tietomalliohjelmista (vuosina):	3
Tietokoneen käyttötaidot	5
Käyttämäni aikatauluohjelmisto oli:	Vico Control

1	täysin eri mieltä
2	osittain eri mieltä
3	en osaa sanoa
4	osittain samaa mieltä
5	täysin samaa mieltä

Arvioi seuraavia asioita:

1. Aikatauluohjelmisto soveltuisi säännölliseen käyttöön	5
2. Ohjelmisto oli liian monimutkainen	4
3. Ohjelmisto oli helppokäyttöinen	2
4. Ohjelmiston käyttö vaatii kokeneen käyttäjän opastusta	5
5. Ohjelmiston eri toiminnot linkittyvät toisiinsa hyvin	4
6. Ohjelmistossa oli liikaa epäjohdonmukaisuuksia	2
7. Uskon, että moni oppii käyttämään ohjelmistoa nopeasti	4
8. Ohjelmistoa oli hankala käyttää	4
9. Ohjelma oli luottavainen käyttäessäni ohjelmistoa	5
10. Ennen käyttöä minun piti opetella paljon asioita	4
11. Ohjelma mahdollistaa oikopolkujen käytön	4
12. Virheilmoitukset olivat ymmärrettäviä	3
13. Avustustoimintojen käyttäminen oli helppoa	4
14. Ohjelma palveli tarkoituksessaan hyvin	5
15. Yleisarvosana ohjelmistolle (1=huono, 5=kiitettävä)	4

Testaaja:

Mikko Kuusisto

Koulutus:

Diplomi-insinööri

Testaajan ikä (vuosina):

33

Kokemus rakennusalalta (vuosina):

10

Kokemus aikataulusohjelmista (vuosina):

7

Kokemus tietomalliohjelmista (vuosina):

0

Tietokoneen käyttötaidot

5

Käyttämäni aikatauluohjelmisto oli:

TCM Planner

- | | |
|---|-------------------------------------|
| 1 | täysin eri mieltä |
| 2 | osittain eri mieltä |
| 3 | en osaa sanoa osittain samaa mieltä |
| 4 | mieltä |
| 5 | täysin samaa mieltä |

Arvioi seuraavia asioita:

- Aikatauluohjelmisto soveltuisi säännölliseen käyttöön
- Ohjelmisto oli liian monimutkainen
- Ohjelmisto oli helppokäyttöinen
- Ohjelmiston käyttö vaatii kokeneen käyttäjän opastusta
- Ohjelmiston eri toiminnot linkittyvät toisiinsa hyvin
- Ohjelmistossa oli liikaa epäjohtomukaisuuksia
- Uskon, että moni oppii käyttämään ohjelmistoa nopeasti
- Ohjelmistoa oli hankala käyttää
- Oloni oli luottavainen käyttäessäni ohjelmistoa
- Ennen käyttöä minun piti opetella paljon asioita
- Ohjelma mahdollistaa oikopolkujen käytön
- Virheilmoitukset olivat ymmärrettäviä
- Avustustoimintojen käyttäminen oli helppoa
- Ohjelma palveli tarkoituksessaan hyvin
- Yleisarvo sana ohjelmistolle (1=huono, 5=kiitettävä)

5
2
4
2
3
2
4
2
4
1
3
3
3
4
4

16. Vapaa palaute ohjelmistosta.

Kerro mm. hyvistä ja huonoista puolista. Miksi ohjelma soveltuisi tai miksi ei soveltuisi laajempaan käyttöön?

TCP Planner huomattavasti yksinkertaisempi verrattuna Vico Controlliin!

17. Kerro vapaasti, mitä ominaisuuksia tai toimintoja hyvältä

aikataulusohjelmistolta odotat.

Mahdollisimman yksinkertainen käyttöliittymä on asfalttipuolelle tärkeintä

Aikataulusuoritus tehdään yleensä pelkkänä yksinkertaisena janakaaviona.

Testaaja:	Mikko Kuusisto
Koulutus:	Diplomi-insinööri
Testaajan ikä (vuosina):	33
Kokemus rakennusalalta (vuosina):	10
Kokemus aikataulusohjelmista (vuosina):	7
Kokemus tietomalliohjelmista (vuosina):	0
Tietokoneen käyttötaidot	5
Käyttämäni aikatauluohjelmisto oli:	Vico Control

1	täysin eri mieltä
2	osittain eri mieltä
3	en osaa sanoa
4	osittain samaa mieltä
5	täysin samaa mieltä

Arvioi seuraavia asioita:

1. Aikatauluohjelmisto soveltuisi säännölliseen käyttöön	3
2. Ohjelmisto oli liian monimutkainen	4
3. Ohjelmisto oli helppokäyttöinen	2
4. Ohjelmiston käyttö vaatii kokeneen käyttäjän opastusta	4
5. Ohjelmiston eri toiminnot linkittyvät toisiinsa hyvin	3
6. Ohjelmistossa oli liikaa epäjohtonmukaisuuksia	3
7. Uskon, että moni oppii käyttämään ohjelmistoa nopeasti	3
8. Ohjelmistoa oli hankala käyttää	4
9. Oloni oli luottavainen käyttäessäni ohjelmistoa	2
10. Ennen käyttöä minun piti opetella paljon asioita	3
11. Ohjelma mahdollistaa oikopolkujen käytön	3
12. Virheilmoitukset olivat ymmärrettäviä	3
13. Avustustoimintojen käyttäminen oli helppoa	3
14. Ohjelma palveli tarkoituksessaan hyvin	2
15. Yleisarvo sana ohjelmistolle (1=huono, 5=kiitettävä)	3

16. Vapaa palaute ohjelmistosta.

Kerro mm. hyvistä ja huonoista puolista. Miksi ohjelma soveltuisi tai miksi ei soveltuisi laajempaan käyttöön?

TCP Planner huomattavasti yksinkertaisempi verrattuna Vico Controlliin!

17. Kerro vapaasti, mitä ominaisuuksia tai toimintoja hyvältä

aikataulusohjelmistolta odostat.

Mahdollisimman yksinkertainen käyttöliittymä on asfalttipuolelle tärkeintä

Aikataulusuoritus tehdään yleensä pelkkänä yksinkertaisena janakaaviona.