

**YHTEISTEN TIETOMALLINTAMISKÄYTÄNTÖJEN POTENTIAALI
RAKENNESUUNNITTELUN TEHOSTAMISESSA**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Hämeen ammattikorkeakoulu, rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

kevät, 2018

Tuomo Pelkonen

Rakennustekniikka
Visamäki

Tekijä	Tuomo Pelkonen	Vuosi 2018
Työn nimi	Yhteisten tietomallintamiskäytäntöjen potentiaali rakennesuunnittelun tehostamisessa	
Työn ohjaajat	Tomi Karppinen (HAMK), Jyrki Jalli (IdeaStructura Oy)	

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli pohtia, miten Tekla Structuresin ominaisuuksia ja tietomallintamisen etuja saadaan hyödynnettyä rakennesuunnittelutoimistossa ja miten yrityksen sisäiset käytännöt ja yhteiset toimintatavat vaikuttavat tietomallintamisen laatuun, tehokkuuteen ja mallintamisen mielekkyyteen. Opinnäytetyö pyrki myös selvittämään, mitkä ovat keskeisiä asioita, joita tulee opettaa yrityksen sisäisissä tietomallintamiskoulutuksissa. Yrityksen työntekijöitä on tarkoitus opastaa niin, että tietomallinnusprojekteissa olisi yhteiset ja selkeät toimintatavat. IdeaStructurassa on kehitteillä Tekla Fast Track -koulutus, joka tähtää uusien työntekijöiden opettamiseen taitaviksi ja tehokkaiksi Tekla Structuresin käyttäjiksi. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli osaltaan myötävaikuttaa mainitun koulutusohjelman kehittämiseen.

Avainsanat BIM, tietomallinnus, Tekla Structures

Sivut 57 sivua, joista liitteitä 7 sivua

Degree Programme in Construction Engineering
Visamäki

Author	Tuomo Pelkonen	Year 2018
Subject	The benefits of common building information modelling practices within a construction engineering company	
Supervisor	Tomi Karppinen (HAMK), Jyrki Jalli (IdeaStructura Oy)	

ABSTRACT

The purpose of this Bachelor's thesis was to discuss how a construction engineering company can benefit from utilizing the features of Tekla Structures and the advantages of building information modeling. The goal was to examine what common modeling practices inside a company can contribute to the quality, efficiency and the meaningfulness of a modeling process.

Another aim was to find out the essential issues and matters which are to be trained to the employees. Employees are intended to be guided towards common building information modeling working methods and procedures.

IdeaStructura is creating a Tekla Fast Track programme, which aims at training skilled and competent users of Tekla Structures. The results of the thesis can be used to develop this training programme.

Keywords BIM, Building information modeling, Tekla Structures

Pages 57 pages including appendices 7 pages

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
1.1	Tekla Structures.....	1
1.2	Tietomallintamisen ja perinteisen suunnittelun erot	2
1.3	Tietomallintamisen piirustukset	3
2	ELEMENTTIPIIRUSTUKSET.....	4
2.1	Elementtipiirustukset ja niiden automatisointi	4
2.2	Mitä kannattaa automatisoida?.....	5
2.3	Kokemukset elementtipiirustusten automatisoinnista	6
2.4	Ontelolaattojen mittalaput	7
3	TIETOMALLINTAMISEN EDUT RAKENNUSPROJEKTISSA.....	8
3.1	Tiedon ajantasaisuus.....	8
3.2	Laadunvarmistus	9
3.3	Törmäystarkastelu.....	10
3.4	Muutosten hallinta.....	12
3.5	Määrälaskenta.....	13
3.6	Simulaatiot ja rakenteiden mitoittaminen.....	14
3.7	Rakentamisen aikatauluttaminen	15
3.8	Suunnittelun visuaalisuus.....	16
3.9	Tietomallipohjainen reikä- ja varaussuunnittelu	18
3.10	Reikä- ja varaussuunnittelu YTV 2012 mukaan.....	19
3.11	Hole Reservation Manager – reikäkierron aputyökalu	20
3.12	Clash check manager reikäkierron apuvälineenä	22
3.13	Elementtipiirustusten sähkömerkinnät	23
4	YHTEISET TIETOMALLINNUSKÄYTÄNNÖT.....	24
4.1	YTV2012.....	24
4.2	BEC 2012, elementtisuunnittelun mallinnusohje	25
5	TIETOMALLIN VAATIMUKSET	26
5.1	Projektikohtaiset vaatimukset ja mallintamisen tarkkuus.....	26
5.2	IFC-rakennemalli	28
6	YKSI TIETOMALLI, MONTA MALLINTAJAA	31
6.1	Multi-user-tila.....	31
6.2	Tekla Model Sharing.....	32
7	TIETOMALLIN LAADUN PARANTAMINEN	34
7.1	Laadun parantaminen Template Editorin avulla.....	34
8	YRITYKSEN SISÄISET TIETOMALLINNUSKÄYTÄNNÖT.....	36
8.1	Yhteisten tietomallinnuskäytäntöjen edut	36

8.2	UDA-kenttien mukauttaminen.....	37
8.3	Yrityksen sisäiset tietomallinnuskäytännöt: vaarat	38
8.4	Mitkä tietomallin attribuutit tulee täyttää yhteisten sääntöjen mukaan?.....	39
9	YHTEENVETO JA POHDINTA.....	43
	LÄHTEET	45

Liitteet

Liite 1	Reikämallin vientiohje talotekniikkasuunnittelijoille 8 (Creating 3D provisions for voids information models using MagiCAD)
Liite 2	Betonielementtien valutarvikkeiden class-listaus (BEC2012, versio 1.09)
Liite 3	Tekla Structuresin numerointisuosituslista

TERMIT JA LYHENTEET

IFC

Industry foundation classes. BuildingSMARTin kehittämä käyttöjärjestelmästä riippumaton, standardisoitu, avoin tietomallitiedostoformaatti. IFC on kehitetty parantamaan erilaisten tietomallinsohjelmien yhteensopivuutta.

YTV 2012

Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Monen osapuolen rahoittaman COBIM-kehityshankkeen tulos. Useasta osasta koostuva asiakirjakokonaisuus, johon on koostettu tietomallintamiprojektin hyväksi havaittuja käytäntöjä ja ohjeistusta eri suunnittelualojen yhteistoiminnasta.

BEC 2012

Betonielementtiteollisuuden ja Tekla Oyj:n tietomallipohjaista betonielementtisuunnittelua kehittävä projekti.

Assembly ja sub assembly

Tekla Structures -ohjelman useita osia ja sub assemblyjä sisältävä kokoonpano tai kokonaisuus. Assembly voi olla esimerkiksi kattoristikko tai liittopilari. Assemblyn hierarkiataso on 0.

Sub assembly on kappaleiden hierarkiassa alemmalla tasolla oleva kokoonpano, esimerkiksi betonielementin eriste, vaijerilenkki tai teräslevy. Sub assemblyn hierarkiataso on 1 tai suurempi numero, eli se on liitetty osaksi jotain suurempaa kokonaisuutta.

Cast unit

Valuysikkö. Kokoonpano, jonka pääosan materiaali on betoni. Esimerkiksi betonielementti ja sen eristeet, valutarvikkeet ja raudoitukset.

CIP

Cast in place, paikallavalu.

BIM

Building information modeling, tietomallinnus.

Tekla Structures

Alun perin Tekla Oyj:n kehittämä tietomallinnusohjelmisto.

ACN

Assembly control number. Tekla Structuresin käyttämä objektin tai assemblyn uniikki tunnistenumero, joka auttaa yksilöimään elementit tehtaalla ja työmaalla.

UDA

User defined attribute. Tietomallintajan malliin syöttämä attribuuttitieto.

DWG

Autodeskin kehittämä suljettu tiedostomuoto, joka sisältää kaksi- ja kolmiulotteista piirustustietoa sekä metadataa.

Prefix

Tekla Structuresin tietomallissa olevan kappaleen etuliite, joka vaikuttaa numerointiin. Betonielementeille etuliitteet valitaan Elementtisuunnittelu.fi -sivuston elementtitunnuslistasta.

Multi-user mode

Multi-user-tilassa avattu tietomalli on samaan aikaan monen tietomallintajan työstettävissä. Tällöin useat käyttäjät ottavat yhteyttä serverikoneeseen, jolla tietomalli on.

Template Editor, TplEd, TempEd

Tekla Structuresin mukana tuleva työkalu, jolla voi noutaa, prosessoida ja esittää tietoa Tekla Structuresin natiivimallista.

BuildingSMART

Kansainvälinen organisaatio, joka tähtää erilaisten rakennus-alalla käytettävien ohjelmien välisen informaationkulun parantamiseen.

Class

Tekla Structuresin malliobjektille annettava numero, joka auttaa objektien jakamisessa eri ryhmiin.

Filter

Tekla Structuresissa erilaiset suodattimet ovat keskeinen osa työskentelyä. Niillä valitaan esimerkiksi piirustuksissa näkyvät kappaleet tai mallinnuspuolella valittavat ja näkyvät objektit. Filatteri on ehtolauseita ja sääntöjä sisältävä ohje, jolla tietokone osaa ryhmitellä kappaleita niiden ominaisuuksien perusteella.

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on tehty IdeaStructura Oy:lle. Työn tekijä työskentelee kyseisessä yrityksessä rakennesuunnittelijana ja opiskelee Hämeen ammattikorkeakoulun rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutusohjelmassa.

IdeaStructura Oy on vuonna 2011 perustettu rakennusalan asiantuntijayritys, joka tarjoaa rakennetekniikan, korjausrakentamisen, rakennusfysiikan ja sisäilmatekniikan suunnittelupalveluita. Kasvuyritys työllistää noin 50 henkilöä Helsingissä, Hämeenlinnassa ja Kokkolassa. Tietomallinnus Nemetschekin Allplanilla on ollut osana IdeaStructuran osaamista yrityksen perustamisesta lähtien korjausrakentamisen projekteissa. Viime vuosina mallintamista on alettu hyödyntää myös uudisrakennusprojekteissa osana elementti- ja rakennesuunnittelua. Tekla Structuresin käyttäjämäärän kasvua ja käytön laajentuessa kaikkiin kolmeen toimipisteeseen tarve yhteisille käytännöille ja sisäisille koulutuksille kasvaa. Jatkossa eri toimipisteissä työskentelevien henkilöiden tulee työstää etänä tietomalleja yhdessä, minkä seurauksena kaikille tulee olla selvää, kuinka malleja käsitellään ja muokataan (IdeaStructura Oy).

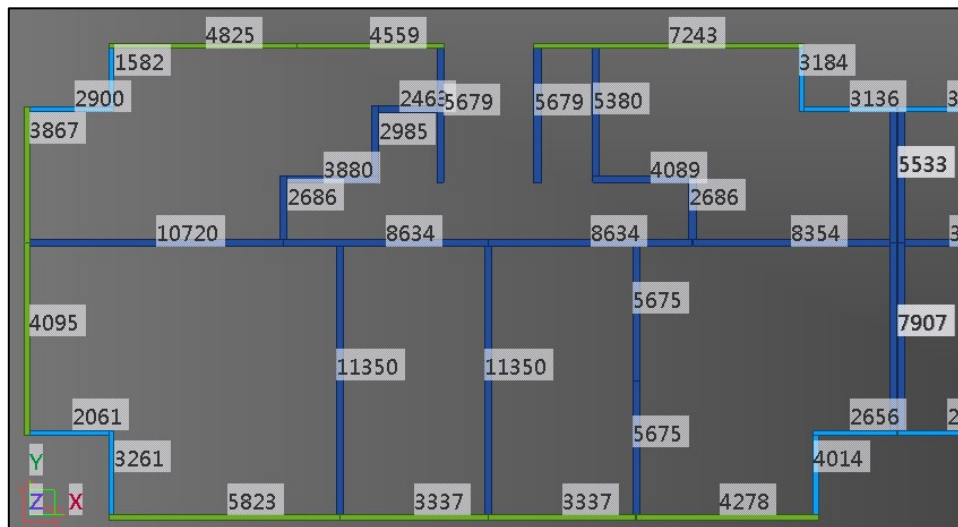
1.1 Tekla Structures

Tekla Structures on vuonna 2004 julkaistu, Xsteel-nimisen teräsrakenteiden suunnitteluohjelman pohjalta kehitetty tietomallinnusohjelmisto. Alun perin Tekla Oy:n ja nykyään Trimble-konsernin ylläpitämän Tekla Structuresin historia alkoi vuonna 1966, kun Helsingissä perustettiin maa-rakennukseen sekä rakenne- ja tiesuunnitteluun keskittyvä Teknillinen las-kenta Oy, joka toi Xsteelin kaupallisen version markkinoille vuonna 1993.

Teklan tietomallinnusohjelmistolla on maailmanlaajuinen käyttäjäkunta: vuonna 2010 ohjelman lisenssejä oli myyty lähes kaksikymmentä tuhatta yli sataan maahan. Vuoteen 2018 mennessä lisenssejä on Suomessa tuhansia. Ohjelmaan on mahdollista ostaa eri käyttöön tarkoitettuja ja eri hintaluokan kokoonpanoja, joista jokainen on räätälöity tiettyyn tarkoitukseen sopivaksi (Trimble Solutions 2015c).

1.2 Tietomallintamisen ja perinteisen suunnittelun erot

Tietomallintamisen ja CAD-pohjaisen suunnittelun ero ei ole ainoastaan kolme- tai kaksiulotteisuus. Suunniteltaessa kohdetta tietomallipohjaisesti sisällytetään malliin projektille oleellista ja suunnittelun eri vaiheissa hyödynnettävää tietoa. Rakennusosaa kuvaava objekti voi sisältää informaatiota esimerkiksi aikataulusta, materiaaliominaisuuksista, asennuksesta ja muusta tiedosta, jota hyödynnetään valmiiden teknisten piirustusten, raporttien ja listojen tekemisessä. CAD-suunnittelussa sen sijaan tuotetaan viivoja, jotka sisältävät tiedot ainoastaan viivasta itsestään: viivan paksuus, väri, piirustustaso, tyyppi sekä viivan alku- ja loppukoordinaatit. 2D-piirustuskäyttö saattaa olla laajoja kohteita suunnitellessa sekava ja vaikea hahmottaa. Piirretyt viivat voidaan erottaa toisistaan pääasiassa niiden värin ja tason perusteella. Tietomallintamisessa geometrian luominen sen sijaan on havainnollisempaa ja selkeämpää; mallia voi tarkastella monelta suunnalta ja objektien väriä vaihtaa ja suodattaa niiden ominaisuuksien perusteella (Trimble Solutions Oy 2017k). Objekteissa olevaa tietoa saadaan näkyviin myös mallinnettaessa (Trimble Solutions Oy 2017h). Esimerkiksi alustava elementtien paino on hyödyllinen tieto elementtien saumajakoja suunnitellessa (Kuva 1).



Kuva 1. Betonielementeistä saadaan reaaliaikainen painotieto elementti-saumajako suunnittelun tueksi.

1.3 Tietomallintamisen piirustukset

Tietomalliin syötetty tieto vaikuttaa usein moneen piirustukseen. Esimerkiksi useaan kerrokseen ulottuvan pilarielementin paksuuden vaihtaminen vaikuttaa jokaisen kerroksen tasopiirustukseen ja lisäksi elementtisuunnittelua tehtäessä elementtipiirustukseen. Tietomallintamisessa tasokuvien piirustusmerkintöjen tekstit ja rakenteiden geometriaa kuvaavat viivat päivittyvät automaattisesti. Mallissa tapahtuneet geometrian ja mittojen muutokset esitetään piirustuksessa havainnollisesti revisiopilvellä mallintajalle. AutoCAD-pohjaisessa 2D-suunnittelussa piirtäjän tulee muuttaa manuaalisesti jokaisen taso- ja leikkauspiirustuksen pilarit ja niihin liittyvät mitta- ja viiteviivat. Manuaalisessa piirtämistyössä virheiden ja eri piirustusten välillä olevien tietojen ristiriitojen esiintymismahdollisuus on suurempi, ja epähuomiossa joku piirustuksista voi jäädä päivittämättä. Tietomallintamisen suuria etuja ovat virheiden pois karsiutuminen paremman havainnollisuuden vuoksi, toistosta aiheutuvan työn vähentäminen ja eri piirustuksissa näkyvien tietojen yhteneväisyys.

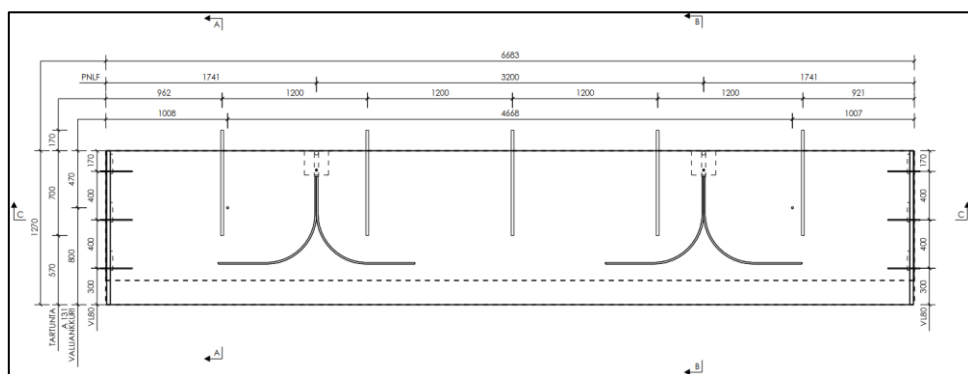
Tietomallintaminen sopii hyvin suurille, monia työntekijöitä vaativille suunnittelukohteille sen mahdollistaman multi-user-työskentelyn vuoksi. Malli voi sijaita pilvessä tai serverikoneella, josta usea työntekijä voi työstää sitä samanaikaisesti. Natiivimallin tiedostojen ollessa esimerkiksi Tekla Model Sharing -palvelussa voivat mallin parissa työskentelevät rakenne-suunnittelijat olla tarvittaessa eri toimipisteessä, kaupungissa tai jopa maassa (Trimble Solutions Oy 2017e). Multi-user-työskentely antaa monia mahdollisuuksia, mutta asettaa erityisiä vaatimuksia jäsenyteenneelle suunnittelutyölle, suunnittelun johtamiselle ja erityisesti muutosten hallinnalle.

2 ELEMENTTIPIIRUSTUKSET

2.1 Elementtipiirustukset ja niiden automatisointi

Tekla Structuresissa lopullisten betonielementtipiirustusten luomisen työmäärään ja sujuvuuteen voidaan vaikuttaa elementtien mallintamiseen käytetyllä vaivalla, huolellisuudella ja yhdenmukaisuudella. Jos elementtien betoniosien, varusteiden ja raudoitusten nimet, hierarkiatasot, materiaalit, classit, geometria, sijainnit ja UDA-tiedot ovat kunnossa, elementtipiirustusten ulkonäkö, mitoitus sekä varusteluetteloiden ja merkintöjen luonti voidaan automatisoida tehokkaaksi (Kuva 2). Elementin lähes kaikki merkinnät ja mittaviivat voidaan ohjelmoida piirustus pohjaan valmiiksi, mutta vain jos mallintaja toimii määritettyjen mallinnussääntöjen mukaan.

Kaikki niin sanottu äly Tekla Structuresin piirustusten automatisoinnissa perustuu suodattimiin, jotka taas perustuvat tietomallin objektien ominaisuuksien tarkasteluun (Trimble Solutions Oy 2017g). Jos mallintaja ei ole asettanut kappaleiden ominaisuuksia kuntoon, ei automatisointi toimi. Jos esimerkiksi piirustus pohjan hakaraidoituksien näkyvyys ja niiden piirustusmerkintöjen automatisointi pohjautuvat raudoituksen class-ominaisuuden huomioon ottavaan suodattimeen, jää rauditus mahdollisesti merkitsemättä tai piirtymättä, jos tietomallintaja ei ole asettanut hakaraidan classia oikein. Piirustusten merkintöjen automatisointi on vaativa tehtävä, koska siinä mallintajan tulee hallita piirustusten asetukset, suodattimet, mittaviivojen luonti ja muut lopulliseen kuvaan tulevien piirustusasetusten muokkaaminen (Trimble Solutions Oy 2018e).



Kuva 2. Näkymä AS-elementin piirustuksesta. Hyvin automatisoituun elementtipiirustukseen ei tarvitse lisätä manuaalisesti mittoja tai merkintöjä.

2.2 Mitä kannattaa automatisoida?

Kuten kaikessa piirustusten automatisoinnissa ja valmiiden asetusten sekä piirustus pohjien luonnissa Tekla Structuresilla, myös elementtipiirustusten automatisoinnissa pitää löytää tasapaino sille, mikä automatisoidaan ja mikä jää työntekijän manuaalisesti tehtäväksi. Vaikka yrityksessä olisikin yhtenäiset työtavat, kaikki noudattaisivat niitä ja automatisoidut piirustus pohjat ja asetukset pääasiassa toimisivatkin, tulee aina olemaan muuttuvia tekijöitä, joiden vuoksi automatisoidut pohjat eivät välttämättä sovellu käytettäväksi. Poikkeustilanteen tullessa eteen tulee mallintajan osata tehdä piirustus itse manuaalisesti tai selvittää, mikä aiheuttaa poikkeuksen, jonka takia piirustus pohja ei toimi.

Tasapaino automatisoinnissa tuleekin miettiä eri piirustusten osiin käytetyn ajan kautta: mihin piirustusten teossa menee eniten aikaa? Mitkä asiat tehdään joka kerta ja mitkä vain harvoissa tapauksissa? Jokaiseen elementtipiirustukseen tulee lähes joka piirustuksessa samat tietokentät sekä piirustus nimiö, joten niiden luonnin kannattaa olla selkeää ja valmiiksi hiotua. Myös viivatyyppien ja eri objektien näkyvyysasetuksien on hyvä olla ennalta määriteltynä, jotta niiden muokkaamiseen ei tarvitse käyttää ylimääräistä aikaa. Valmiiden mittaviivojen, piirustusmerkintöjen ja tekstien valmiiksi määrittelyn ja piirtymisen automatisoinnin kohdalla alkaa taas olla kyseenalaista, onko se kannattavaa.

Tekla Structuresissa omien asetusten, piirustus pohjien, komponenttien ja muiden mukautettujen ominaisuuksien luonnissa tulee ottaa myös huomioon tietomallinnusohjelmiston nopea kehittyminen. Trimble julkaisee Teklasta vähintään joka vuosi uuden version, mikä johtaa siihen, että yrityksen tulee päivittää ja ylläpitää omia toimintatapojaan ja taitojaan, jos uusien versioiden ominaisuudet halutaan ottaa käyttöön. Trimble ottaa ohjelman käyttäjien palautteen ja kehitysehdotukset hyvin vastaan, joten Tekla Structures paranee koko ajan alan vaatimuksien tarpeisiin sopivaksi. Tällä hetkellä suurta päänvaivaa ja työtä aiheuttava ongelma voi olla vuoden päästä helposti uusilla työkaluilla hoidettavissa.

Yhtenä esimerkkinä uudessa TS 2018 -versiossa on uusi, betonielementtien tiilipintojen tekoon tarkoitettu tehokas työkalu. Aiemmin tiilikappaleet on tehty pintakäsittelytyökalulla tai manuaalisesti tiiliä mallintamalla. Jos yritys olisi ehtinyt luomaan tarkat työkalut ja -tavat tiilipintojen luontiin, menisivät ne nyt hukkaan. Liian pitkälle viety Teklan mukauttaminen tai yrityksen sisäisten työkalujen luominen voikin olla työskentelyn joustavuutta huonontava hidaste. Yrityksen ei kannata ottaa käyttöön mitään käytäntöjä, joka estää uusimman ohjelmaversion käyttöönoton.

2.3 Kokemukset elementtipiirustusten automatisoinnista

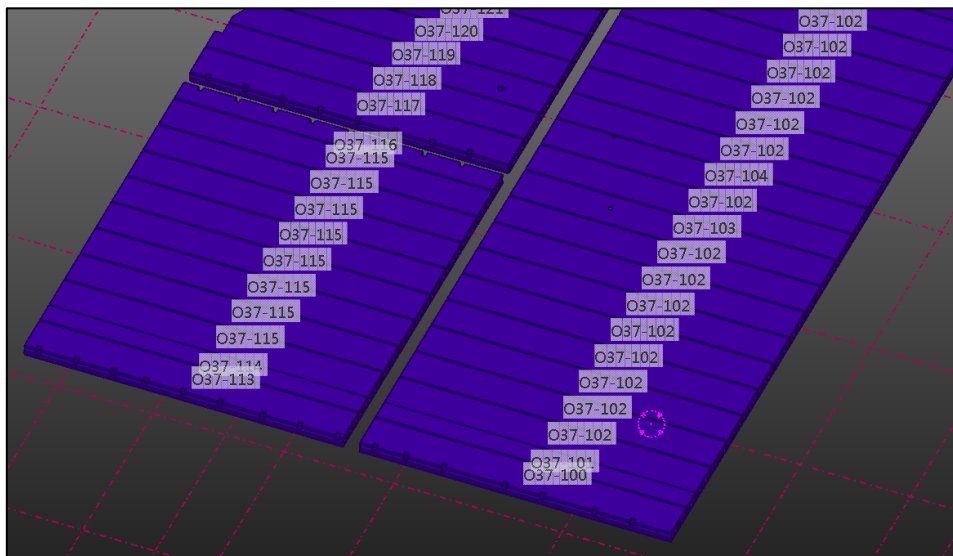
IdeaStructura Oy:ssä on kolmessa viimeisimmässä betonielementtisuunnitteluprojektissa käytetty mahdollisimman pitkälle vietyä piirustusten automatisointia, ja se on jokaisessa yksittäisessä projektissa vähentänyt virheitä, työmäärää ja tehnyt piirustusten luonnista sujuvampaa. Tavoitteena on ollut, että piirustukset olisivat heti niiden luomisen jälkeen mahdollisimman valmiita ja että merkintöjen ja viivojen muokkaukseen käytettävä aika saataisiin minimoitua. Näiden kolmen projektin elementtipiirustus pohjat eivät toisaalta olisi toimineet välttämättä muissa kuin näiden kyseisten projektien täsmälleen oikein tehdyissä elementeissä. Jossain projektissa elementtitehdas haluaa vaijerilenkkien mitoituksen kotelon alareunaan, kun toinen tehdas taas haluaa sen vaijeriosan kohdalle. Jossain projektissa käytetään eri valutarvikkeita kuin toisessa. Muuttujia on eri elementtityyppien, valutarvikkeiden ja ulkoisten tekijöiden vuoksi paljon, ja ne kaikki aiheuttavat sen, että kaikkiin rakennusprojekteihin sopivaa universaalia, automatisoitua elementtipiirustus pohjaa on mahdotonta luoda.

Tästä mahdottomuudesta huolimatta yhden projektin samantyyppisille elementeille on monesti kannattavaa tehdä mahdollisimman pitkälle automatisoitu elementtipiirustus pohja. Jos projektissa on esimerkiksi viisikymmentä ruutuelementtiä, joille tehdään projektikohtainen elementtipiirustus pohja, joka säästää jokaisen elementin piirustuksen tekemisessä viisitoista minuuttia, voidaan piirustus pohjan asetusten luontiin ja automatisointiin käyttää yli kaksitoista tuntia ja silti päästä ajallisesti samaan tulokseen. Automatisoinnin etuna on työhön kuluvan ajan lisäksi huomiotava myös piirustusten luonnin mielekkyyden parantuminen. Liikaa toistuvuutta sisältävä, puuduttava liukuhihnatyyppinen työskentely kuten satoihin piirustuksiin mittaviivojen tekeminen tekee työntekijän helposti sokeaksi omille virheilleen ja piirustuksissa oleville puutteille. Tietokone taas ei tee virheitä vaan täsmälleen sen, mitä sille on ohjeistettu.

2.4 Ontelolaattojen mittalaput

Ontelolaattojen mittalapukkuvien luominen Tekla Structuresissa on nopea prosessi. Usein siinä vaiheessa, kun kyseisten piirustusten luonti tulee ajankohtaiseksi, on ontelolaattojen geometria muovautunut kuntoon jo muun suunnittelun ja mallintamisen ohessa. Ennen piirustusten luontia suunnittelija asettaa ontelolaattojen tunnukset ja numeroinen johdonmukaiseen järjestykseen assemblyjen automaattinumeroinnilla (Kuva 3). Mittalapukkujen luonti on toiminto, joka kannattaa automatisoida mahdollisimman hyvin. Ontelolaatat ovat muihin elementtityyppeihin verrattuna niin yksinkertaisia ja keskenään samankaltaisia geometrialtaan ja varusteiltaan, että valmiin kuvan automatisoitu mitoittaminen on suositeltavaa ajan säästön, työskentelyn mielekkyyden ja mittalapukkujen yhdenmukaisuuden kannalta. Piirustusten luomisen jälkeen suunnittelijan tehtäväksi jää vain mittalapukkuvien läpikäynti, tulostus ja julkaiseminen. Verrattuna Autocad-pohjaiseen ontelolaattasuunnitteluun ja piirustusten luontiin tietomallipohjainen työskentely on paljon joustavampaa ja tehokkaampaa.

Ontelolaatoista on mahdollista saada myös Template Editorin tai Organizerin avulla tulostettu, taulukkomuotoinen raportti ontelolaattojen ominaisuuksista ja tiedoista.



Kuva 3. Ontelolaattojen numeroinnin esittäminen mallissa.

3 TIETOMALLINTAMISEN EDUT RAKENNUSPROJEKTISSA

3.1 Tiedon ajantasaisuus

Tietomallintamisen käyttäminen rakennusprojektissa parantaa suunnitelmien ja teknisten piirustusten ajantasaisuutta. Se, että piirustusten geometria, mittaviivat ja tietoa sisältävät tekstit päivittyvät tietomallin päivityessä, vähentävät inhimillisten virheiden syntymistä. 2D-suunnittelussa suunnittelija ei aina välttämättä muista tai huomaa päivittää kaikkia tarvittavia tietoja suunnitelmiin, ja näin urakoitsija ja muut suunnittelijat saavat käytettäväkseen ristiriitaista tai vanhaa tietoa.

Tietomallintamisprojekteissa virheiden aiheutumiseen ja tiedon ajantasaisuuteen voidaan vaikuttaa aktiivisella suunnittelijoiden välisellä kommunikatiolla, mallien ristiin tarkastamisella ja jokaisen mallintajan suorittamalla laaduntarkkailulla. Kaikissa projekteissa ei tehdä mallien virheitä ja konflikteja karsivaa IFC-mallien ristiin tarkastelua, vaikka se on oleellinen osa tietomallintamista. YTV2012:n mukaan yhdistelmämallin teko on tietomallikoordinaattorin tehtävä (BuildingSmart 2012). Tietomallikoordinaattorin tehtävä on myös raportoida yhdistelmämallissa havaitsemistaan virheistä pääsuunnittelijalle ja muille suunnittelijoille. Jos tietomallikoordinaattoria ei ole nimetty, jää vastuu mallien yhteensovittamisesta ja muutostilanteiden valvonnasta pääsuunnittelijalle eli arkkitehdille.

Tietomallinnusprojekteissa suunnittelijat ja urakoitsijat eivät tavallisesti jaa keskenään tietomalleja natiivi- eli alkuperäismuodossa. Tietomallista tehdään yleiseen IFC-tietomalliformaattiin muutettu tiedosto, jonka ajantasaisuuteen otetaan kantaa IFC-tiedoston kanssa toimitettavassa tietomalliselostuksessa. Selostukseen kirjataan malliin tehdyt viimeisimmät muutokset, puutteet ja huomioon otettavat asiat. IFC-mallin ajantasaisuus on hyvä kommentoida tietomalliselostukseen, jotta törmäystarkastelun tekevä henkilö ja muut IFC-mallia hyödyntävät suunnittelijat saavat nopean yleiskuvan mallin tilasta. YTV2012:n osassa 5 on esitetty esimerkki tietomalliselostuksesta (BuildingSmart 2012).

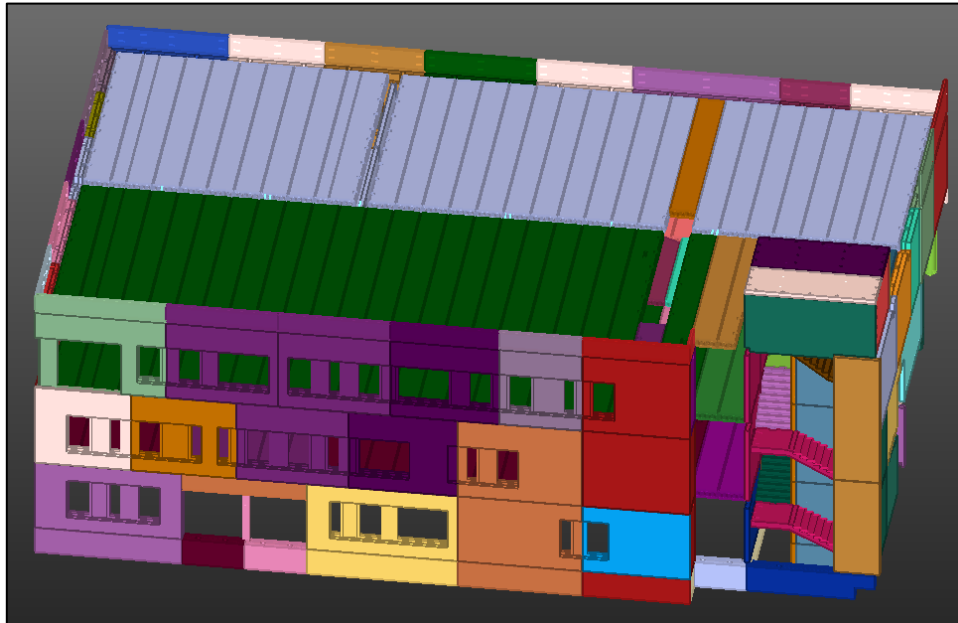
IFC-malliin voidaan sisällyttää ajantasaisuustietoa myös kappale- tai elementtikeräyksittäin. Betonielementin status voidaan määrittellä vaikkapa keskeneräiseksi, valmiiksi geometrialtaan tai täysin valmiiksi. Kappaleisiin lisättävän tiedon määrä riippuu täysin projektin tarpeista ja käyttäjän työtavoista.

3.2 Laadunvarmistus

Tietomallintajan tekemä laadunvarmistus on jatkuvaa tiedon ja kappaleiden geometrian ajantasaisuuden tarkkailua. Suunnittelijan tulee seurata muiden osapuolten suunnitelmia ja työskentelyä projektipankkiin ladattujen piirustusten ja IFC-mallien avulla. Törmäystarkasteluiden ja jatkuvan suunnittelijoiden välisen kommunikoinnin myötä virheet, väärinkäsitykset ja ongelmat saadaan ratkaistua varhaisessa vaiheessa, jolloin säästytään turhilta lisäkustannuksilta ja -töiltä.

Tekla Structures tarjoaa suunnittelijalle mallin tietosisällön tarkastamiseen tehokkaan työkalun, Organizerin, jolla kappaleiden attribuutteja saa helposti tarkasteltua ja muutettua. Organizerillä kappaleiden, kokoonpanojen, elementtien ja raudoitusten ominaisuudet saadaan nopeasti koostettua taulukkomuotoon, jossa tietomallin keskenään samankaltaisia osia voidaan yhdistellä ryhmittäin. Ryhmät voidaan värjätä mallissa valmiin väripaletin mukaan, jolloin virheitä voidaan etsiä visuaalisesti (Kuva 4). Organizerillä esimerkiksi betonielementin valutarvikkeet ja raudoitukset voidaan värjätä elementin id-tunnuksen mukaan, jolloin varusteosasta näkee heti, jos sitä ei ole liitetty oikeaan elementtiin. Kappaleiden värjäys voidaan tehdä myös vaikkapa kappaleen assemblyn hierarkiatason mukaan, jolloin saadaan näkyviin, jos elementin osia ei olla liitetty elementtiin oikealla tavalla. Tällä tavoin koko rakennuksen virheiden tarkastelu on nopeaa ja selkeää. Organizeriä pystytään hyödyntämään niin monella tavalla, että sen käytön opettelu tehokkaan työskentelyn välineenä on toivottavaa, ellei jopa välttämätöntä.

Viimeisimmissä IdeaStructuran tietomallinnusprojekteissa Organizeria on hyödynnetty onnistuneesti esimerkiksi mallin tietosisällön ja attribuuttitietojen oikeinmukaisuuden ja yhtenäisyyden varmistamisessa sekä korkotietojen oikeellisuuden ja kappaleiden geometrian tarkastamisessa.



Kuva 4. Elementtien pituuksien havainnollistaminen värein.

3.3 Törmäystarkastelu

Rakennusprojektin eri vaiheissa tietomallikoordinaattori tai muu taho tekee eri suunnitteluosapuolien välisiä tietomallien törmäys- ja yhteensopivuustarkasteluja esimerkiksi tehtävään soveltuvalla Nemetschekin Solibri Model Checkerillä. IFC-mallien ristiintarkastelun tuloksena suunnittelijoille julkaistaan yhdistelmämalli ja raportti, josta selviävät malleissa esiintyvät konfliktit, jotta asianmukaisesti korjaustoimiin voidaan ryhtyä. Kyseinen törmäystarkastelu ottaa usein kuitenkin huomioon vain kahden eri tietomallin törmäykset, jolloin yhden tietomallin sisäiset päällekkäisyydet jäävät noteeraamatta.

Tietomallissa kahden erillisen elementin betoniosat voivat olla osittain toistensa sisällä, jolloin elementit eivät sovi työmaalla paikoilleen. Päällekkäisyysongelma jää helposti huomaamatta, jos törmäyksiä ei etsitä ja korjata. Tekla Structuresissa on kappaleiden törmäystarkasteluun tarkoitettu työkalu, Clash Check Manager, joka tarkastaa haluttujen kappaleiden päällekkäisyydet ja listaa konfliktit selkeään, suodatettavaan listaan (Kuva 5). Suunnittelija voi priorisoida ja merkata yksittäisten törmäysten statuksen myöhempää käsittelyä varten (Trimble Solutions Oy 2017c). Törmäystarkastelu on suositeltavaa suorittaa tasaisin väliajoin suunnittelun edetessä.

Flag	Number	Type	Status	Priority	Date Modified	Object ID	Assembly ID	Object Name
✖	1	Is inside			13.1.2018 16:45	1480055; 16393763	1480057; 16393768	KUORIELEMENTTI; TRR23
✖	2	Is inside			13.1.2018 16:45	1480055; 16393696	1480057; 16393699	KUORIELEMENTTI; TRR23
✖	3	Is inside			13.1.2018 16:45	1480055; 16393629	1480057; 16393632	KUORIELEMENTTI; TRR23
✖	4	Is inside			13.1.2018 16:45	1480055; 16393562	1480057; 16393565	KUORIELEMENTTI; TRR23
✖	5	Is inside			13.1.2018 16:45	1480055; 16393494	1480057; 16393498	KUORIELEMENTTI; TRR23
✖	6	Is inside			13.1.2018 16:45	1480055; 16393426	1480057; 16393430	KUORIELEMENTTI; TRR23
✖	7	Is inside			13.1.2018 16:45	3330556; 16391372	3330560; 16391376	ULKOKUORI; TRR23
✖	8	Is inside			13.1.2018 16:45	3330556; 16391304	3330560; 16391308	ULKOKUORI; TRR23
✖	9	Is inside			13.1.2018 16:45	3330556; 16391236	3330560; 16391240	ULKOKUORI; TRR23
✖	10	Is inside			13.1.2018 16:45	3330556; 16391168	3330560; 16391172	ULKOKUORI; TRR23
✖	11	Is inside			13.1.2018 16:45	3330556; 16391100	3330560; 16391104	ULKOKUORI; TRR23
✖	12	Is inside			13.1.2018 16:45	3330556; 16391032	3330560; 16391036	ULKOKUORI; TRR23
✖	13	Is inside			13.1.2018 16:45	3330483; 16390964	3330487; 16390968	ULKOKUORI; TRR23

Ready 216 clashes (0 hidden) ..:

Kuva 5. Clash Check Manager, törmäystarkastelun tulokset.

3.4 Muutosten hallinta

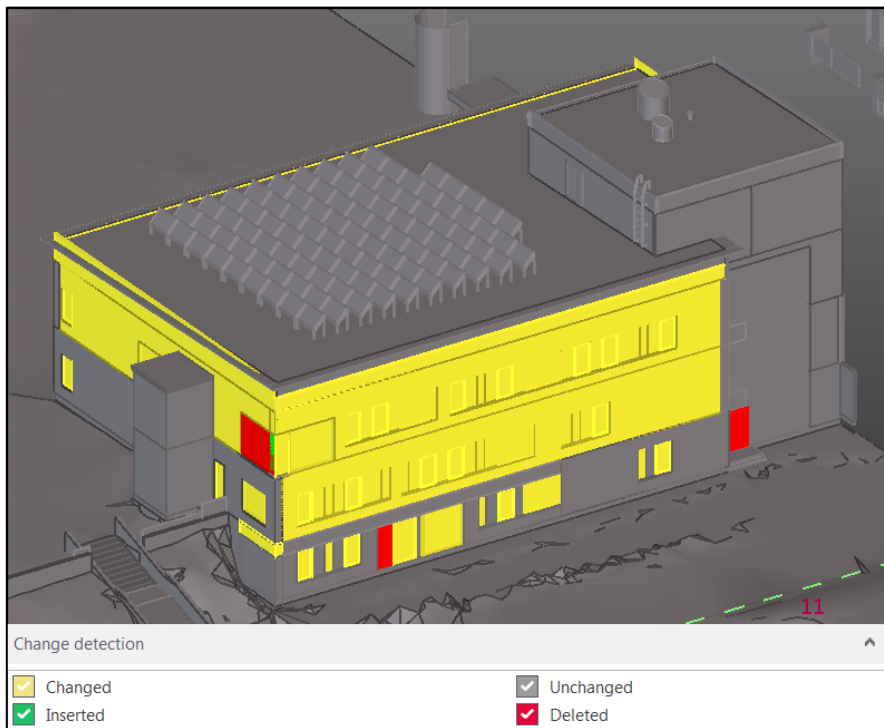
Tietomallintamisessa muutosten hallinta on tärkeää. Tekla Structures näyttää referenssimalleina käytettyjen IFC-mallien muutokset värikoodauksella. Vihreä kuvaa uutta, keltainen muuttunutta, punainen poistettua ja harmaa muuttumatonta rakenneosaa. Käyttäjän valitessa muuttuneen kappaleen kertoo Tekla taulukkomuodossa, mitkä objektin ominaisuuksista ovat muuttuneet. Väreillä havainnollistettu muutosten seuranta helpottaa suunnitelmissa muuttuneen geometrian paikallistamista.

Muutosten hallinta on otettu huomioon myös monissa Teklan työkaluissa, kuten IFC-pohjaisen reikäkierron mahdollistavassa Hole reservation managerissa sekä Teklan IFC-mallista natiiviobjektiksi konvertoivassa työkalussa. Molemmat työkalut käyttävät samaa värikoodausta, vihreä, keltainen ja punainen (Kuva 6; Trimble Solutions Oy 2017d).

Teklan muutoksenhallintatyökalut perustuvat objektin tunnistamiseen sen numero- tai kirjainmuotoisen GUID- tai ID-tunnisteen mukaan. Tämän vuoksi on tärkeää, että muutettavia kappaleita ei poisteta ja luoda uutta tilalle. Oikea tapa on muokata jo olemassa olevaa geometriaa. Näin tunnistee säilyy ja muutoksenhallinta tunnistaa kappaleen. Tämä sama periaate koskee talotekniikkasuunnittelijoiden luomia reikävaraus-IFC-malleja, joita käytetään YTV2012:n mukaisessa reikä- ja varaussuunnittelussa.

Tietomallintamisessa piirustusten muutoksien hallinta on CAD-pohjaista suunnittelua selkeämpää ja tehokkaampaa. Luodut piirustukset näkyvät Tekla Structuresin *Piirustuslista*-ikkunassa, jossa näkyy myös, onko piirustuksiin tullut muutoksia, koska piirustus on luotu ja koska piirustusta on muokattu. Myös piirustuksissa olevat merkinnät ja tekstit päivittyvät sitä mukaa kun tietomallin objekteihin syötetään uutta informaatiota. Tekla Structures näyttää piirustuksissa tapahtuneet muutokset revisiopilvimerkinnöin, jotka eivät näy tulostettaessa (Trimble Solutions Oy 2017g). 2D-suunnittelussa kaikki muutokset piirustuksiin ovat manuaalisia, ja tieto piirustusten nimistä, numeroista, päivämääristä ja mittakaavoista on koostettuna ainoastaan taulukkomuotoiseen, käsin kirjoitettuun asiakirjaluetteloon.

Tietomallipohjainen suunnittelu takaa projektitietojen muuttuessa tietojen päivittymisen kaikkiin suunnitelmiin tasopiirustuksista elementtisuunnitelmiin. CAD-työskentelyssä suuria muutoksia tehtäessä on monesti helpompaa piirtää koko piirustus uudelleen sen muokkaamisen sijaan. Tämä varmistaa 2D-suunnitelmissa sen, ettei vanhaa ja virheellistä tekstiä ja geometriaa vahingossa jää piirustuksiin.



Kuva 6. Arkkitehtimallin muutosten vertaaminen ja havainnollistaminen.

3.5 Määrälaskenta

Rakennuksen tietomallintaminen tehostaa määrälaskentaa. Mallin määrätiedot ovat hyödynnettävissä rakennusprojektin eri päätöksentekovaiheissa. Määrätietoja saadaan arkkitehdin, rakennesuunnittelijan sekä talotekniikka- ja sähkösuunnittelijan tietomalleista. Määrien mittaaminen mallista tehdään tietokoneavusteisesti manuaalisen mittaamisen sijaan. Määrälaskija ei saa kaikkea tarvittavaa laskentatietoa tietomalleista, koska esimerkiksi projektikohtainen tietomallinnuksen tarkkuustaso vaikuttaa mallissa olevan sisällön laajuuteen. Aina ei ole oleellista mallintaa kohdetta eristeitä ja pintamateriaaleja myöten. Määrälaskijan tulee ammattitaitonsa avulla arvioida tietomallista saatavaa määrätietoa. Lisädokumentit kuten rakennustapaselostus tukevat määrälaskentaa, joten pelkän tietomallin varaan ei tule jäädä.

Määrälaskijan näkökulmasta on tärkeää, että malliin syötetty tieto on johdonmukaista ja selkeää. Kappaleiden sisältämän informaation tulee olla ajan tasalla. Tietomallin nimeämis- ja luokittelukäytännöt tulee selvittää tietomalliselosteesta.

Tietomallin ollessa tarkasti todellisuutta vastaava geometriansa ja objektien materiaalimäärittelyiden puolesta voidaan rakennusosat tunnistaa ja jaotella ohjelmallisesti. Määrien laskeminen on nopeaa ja luotettavaa, ja laskenta voidaan tehdä vaivattomuutensa vuoksi useasti projektin edetessä. Rakennemallin tehokas hyödyntäminen urakoitsijan tai tilaajan suorittamassa määrälaskennassa hyötyy mallintajan ja määrälaskijan välisestä

yhteistyöstä. Mallintajan olisi hyvä tietää, millä tavalla ja minkälaisilla työkaluilla määrälaskija laskee tietomallin määriä. Määrälaskija taas hyötyisi, jos olisi selkeästi tiedossa, mitä kaikkea tietoa malliin on syötetty ja millä tarkkuudella mallinnus on tehty.

3.6 Simulaatiot ja rakenteiden mitoittaminen

Rakennusprojekteissa tehtävät jäykistyslaskelmat ja eri rakennusosille tulevien kuormien laskennat voidaan toteuttaa tietomallinnusohjelmistoa hyväksi käyttäen siirtämällä tietomallin kolmiulotteinen geometriatieto FEM-laskentaohjelmaan. Mukana voidaan siirtää myös rakennemallin materiaali- ja profiilitiedot sekä informaatio rakenteiden liitoksien ja tukien ominaisuuksista. Myös laskentamallin kuormatiedot, varmuuskertoimet ja kuormitusyhdistelmät siirtyvät FEM-laskentaohjelmistoon Tekla Structures -ohjelmassa tehtävän analyysimallin mukana.

Teklassa tehtävän rakennemallin luonnissa tulee huomioida laskentaohjelmaan vietävän tiedon oikeellisuus. FEM-ohjelmalla analysoitavan mallin tietoja ja geometriaa voidaan muokata laskentaohjelmankin puolella, mutta asettamalla rakenteiden profiilit, materiaalit, geometria ja solmupisteiden ominaisuudet oikein jo tietomallinnusohjelman puolella säästetään suunnittelussa vaivaa.

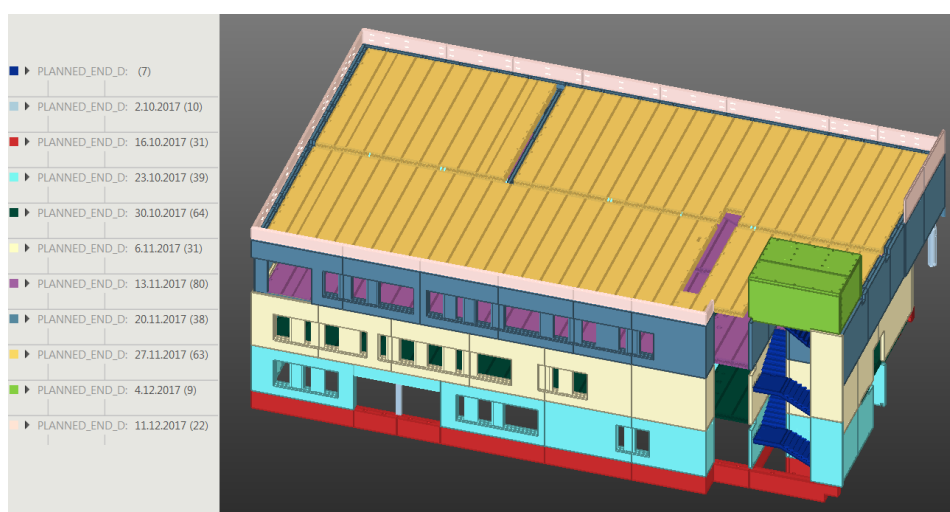
Jotta laskentamalli olisi hyödynnettävissä suoraan Tekla Structuresista tuonnin jälkeen mahdollisimman vähäisillä muutoksilla ja korjauksilla, tulee mallintaminen tehdä oikeaoppisesti. FEM-laskentaohjelmistoissa on tärkeää, että eri rakennekappaleiden päiden solmupisteet osuvat kohdakkain ja luovat nivelen. Teklassa kappaleiden kuten pilareiden ja palkkien mallintaminen ei vaadi solmujen osumista toisiinsa. Mallintaessa ei ole välttämätöntä, että esimerkiksi ontelolaatan keskilinjan alku- ja loppupisteet ovat palkin alku- ja loppusolmujen muodostaman suoran varrella. Tästä johtuen tietomallin hyödyntäminen FEM-mallin luonnissa vaatii toimenpiteitä ja oikeanlaisen mallintamistavan heti projektin alusta lähtien. Solmupisteiden oikeanlainen sijainti FEM-ohjelmassa voidaan varmistaa mallintamalla Teklassa kaikki jäykistävät ja kantavat rakenneosat moduuliverkoston mukaan. Tämän jälkeen kappale siirretään x-, y- ja z-akseleiden suunnassa oikealle paikalleen parametrisesti kappaleen tai komponentin ominaisuuksia muuttamalla. Tämän jälkeen solmupisteiden risteykset sijaitsevat myös FEM-mallissa moduuliverkostossa ja ne voidaan liittää toisiinsa jäykästi tai nivelenä.

Tekla Structuresissa luodun rakennemallin käytön hyödyntämismahdollisuudet FEM-mallin luomisessa vaativat lisätutkimustyötä. Jotta ohjelmien yhteistoimintaa tukeva työjärjestys ja järkevät käytännöt saadaan määritettyä, tulee projektissa olla mukana sekä Tekla Structuresin että FEM-laskentaohjelman toiminnot tunteva suunnittelija. Kyseinen suunnittelija tietää ohjelmistojen mahdollisuudet, rajoitteet ja vaatimukset.

3.7 Rakentamisen aikatauluttaminen

Tekla Structures tarjoaa erinomaiset puitteet rakentamisen aikatauluttamiseen. Esimerkiksi elementtisuunnittelussa elementteihin voidaan syöttää tieto suunnitelluista ja toteutuneista suunnittelun aloitus- ja lopetuspäivämääristä. Elementteihin saadaan myös vastaavat tiedot elementtitehtaan valmistus- ja työmaan asennuspäivämääristä. Tietomalli voidaan värjätä näitä tietoja käyttäen (Kuva 7), jolloin saadaan visuaalinen yleiskuva projektin etenemisestä ja tieto siitä, minkä elementtien suunnitelmat tulee priorisoida tehtäväksi ensimmäisenä. Suunnittelijan kannattaa siis syöttää urakoitsijalta, tilaajalta ja elementtitehtaalta saamansa määräpäivät tietomallin objekteihin, jotta aikataulutus ja erilaisten raporttien sekä listojen tekeminen helpottuvat.

Tekla Structures -ohjelmiston kehittäjä Trimble Solutions Oy tarjoaa projektin eri osapuolten väliseen viestintään ja tietojen jakamiseen alustariippumatonta Trimble Connect -pilvipalvelua, jonka avulla elementtitehdas ja urakoitsija pystyvät siirtämään aikataulutietoa suunnittelijalle (Trimble Solutions Oy 2017f). Urakoitsija käyttää työmaalla taulutietokonetta, jossa katseltavaan tietomalliin merkataan asennetut ja työmaalle saapuneet elementit. Elementtitehdas syöttää puolestaan selainpohjaisella käyttöliittymällä Trimble Connectiin elementtien valmistukseen liittyvän statuksen. Nämä tiedot siirretään rakennesuunnittelijan Tekla-malliin, josta mallin muokkaaja näkee, mihin elementteihin ei voida enää tehdä muutoksia. Lopulta mallissa on syötettynä suunnitellut ja toteutuneet elementtien suunnitteluun, valmistamiseen ja asentamiseen liittyvät päivämäärät. Suomessa Trimble Connectin käyttöä osapuolten välisessä kommunikoinnissa on jo hyödynnetty pilottiprojektissa.



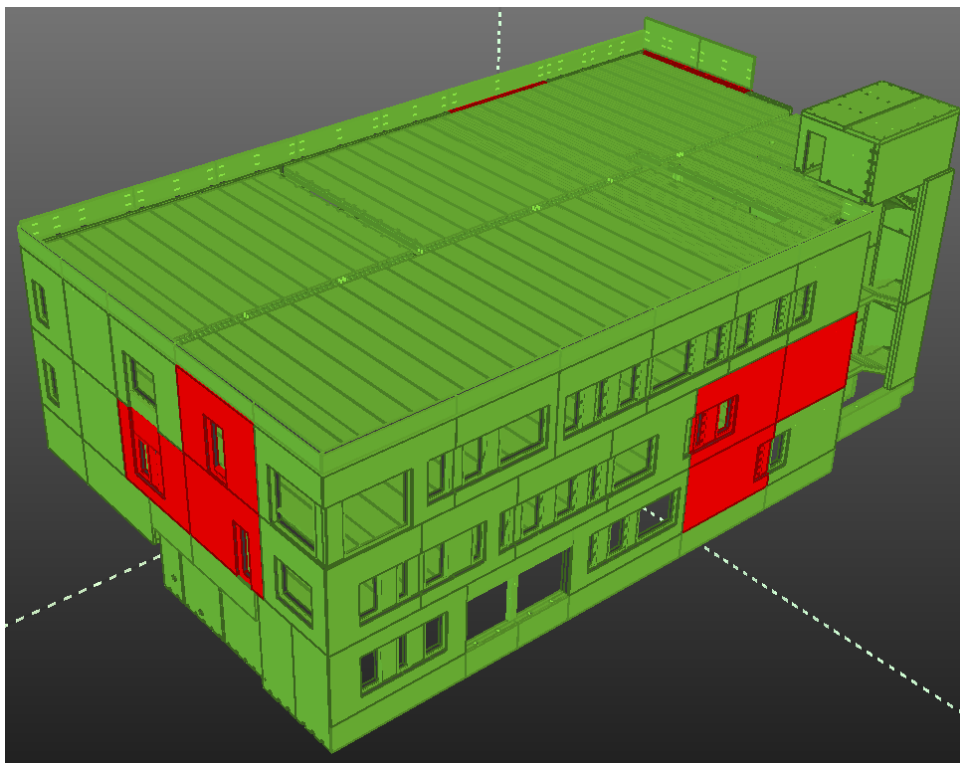
Kuva 7. Elementtien aikataulun havainnollistaminen Organizerillä.

3.8 Suunnittelun visuaalisuus

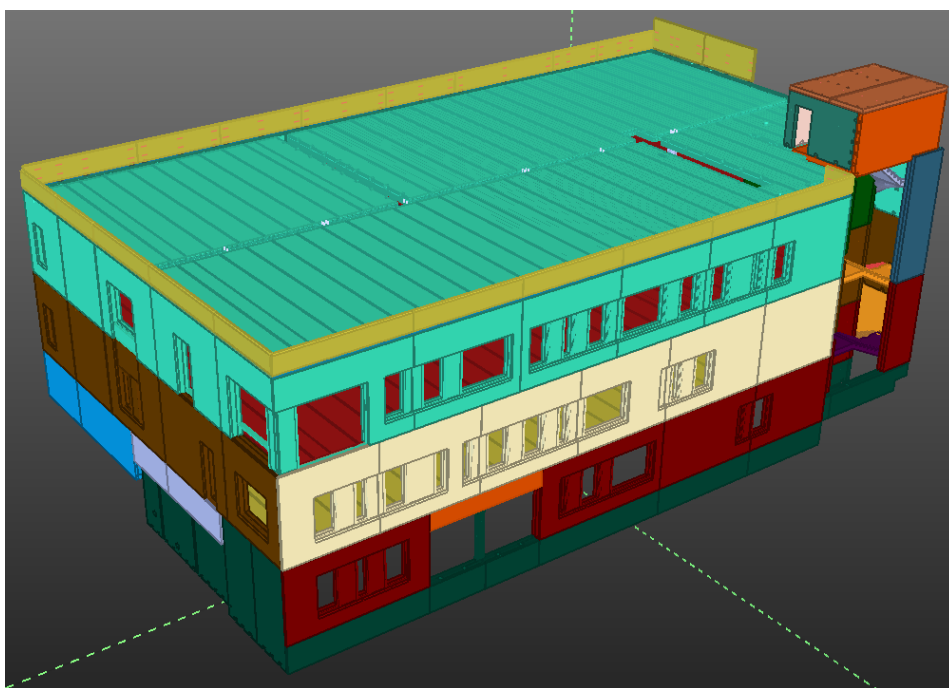
Tietomallintaminen on kolmiulotteisuutensa ja mallinnettujen kappaleiden sisältämän informaation ansiosta perinteistä CAD-pohjaista suunnittelua havainnollisempaa. Mallinnetusta rakennuksesta saa suodatettua pois tieltä haluamansa rakenneosat ja värjättyä eri objektit valitsemiensa ominaisuuksien mukaan (Kuva 8, Kuva 9). Tietomallin puutteet, virheet ja keskeneräiset rakennuksen osat havaitsee helposti värjäämällä oleelliset objektit selkein värein Teklan näkymätyökaluilla ja asettamalla senhetkiselletyövaiheelle epäoleelliset mallin osat esimerkiksi läpinäkyvän harmaaksi. Betoniterästen asettelu elementteihin on selkeämpää, kun pääteräkset, haat, tartuntateräkset ja valutarvikkeisiin kuuluvat raudat ovat eri värisiä ja kaikki ylimääräinen on suodatettu pois. 2D-työskentelyssä rakenneosia kuvaavat kappaleet ovat informaatiota sisältämättömiä viivoja, joten niiden jaottelu ja suodattaminen ei ole niin monipuolista kuin tietomallintamisessa.

Käytännössä suodattaminen 2D-suunnittelussa perustuu piirretyn viivan ominaisuuksiin: onko suodatettava osa viiva, ympyrä vai suorakaide? Millä piirustustasolla viiva on tai mikä sen pituus tai väri on? CAD-ohjelmassa erilaisia rakenneosia kuvaavat viivat asetetaan usein eri tasoille tai ne värjätään erivärisiksi. Tietomallintamisessa kappaleet sisältävät jo valmiiksi ominaisuuksia, joiden mukaan niitä voidaan älykkäästi suodattaa tilanteen mukaan. Tekla Structuresin vakionäkymässä objektien värit perustuvat niille annettuun class-numerointiin (Trimble Solutions Oy 2018c), johon Tekla Structures tarjoaa valmiin, joskin kehitystä kaipaavan numerointisuosituslistan (Liite 3).

Selkeän, visuaalisen puolensa ansiosta tietomallintaminen vähentää myös suunnittelun virheitä. Rakennuksen suunnittelun ongelmakohtat ja haasteelliset arkkitehtisuunnittelun ratkaisut huomataan suunnittelun varhaisessa vaiheessa. Kaksiulotteista piirtämistä käytettäessä eri suunnittelu-alojen tasopiirustusten, detaljien ja leikkausten vertaaminen on työlästä ja turhauttavaa. Kolmiulotteisessa suunnittelussa mallia katsotaan eri suunnista kaiken geometriatiedon ollessa havainnollisesti esillä. On selvää, että jälkimmäisessä vaihtoehdossa suunnittelija saa nopeammin selkeän ja tarkan kokonaiskuvan.



Kuva 8. Elementtien painon visualisointi reaaliaikaisesti Object Representation -ominaisuudella. Yli 10 tuhatta kiloa painavat kivet näkyvät punaisena.



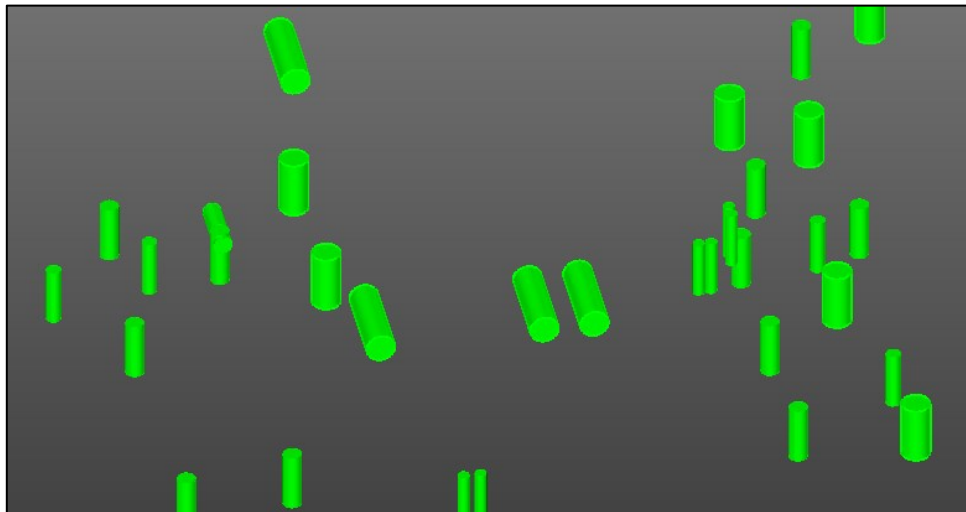
Kuva 9. Elementtien alapintojen korkojen visualisointi virheiden löytämistä varten Organizerin värjäystoiminnon avulla.

3.9 Tietomallipohjainen reikä- ja varaussuunnittelu

Tietomallinnettavassa projektissa reikä- ja varaussuunnittelu voidaan tehdä tietomallipohjaisena, 2D-pohjaisena tai niiden yhdistelmänä. Käytäntöjä on useita, joten niistä ja reikäsuunnittelun vastuualueista tuleekin sopia eri alan suunnittelijoiden ja tilaajan kesken projektikohtaisesti. YTV2012:n viidennen osan kohdassa 5.4.2 esitetään kolme eri vaihtoehtoa reikäpiirustusten tekoprosessille. Kaikissa vaihtoehdoissa hyödynnetään saman asiakirjan kohdan 5.4.1 ohjeita (BuildingSmart 2012).

Tietomallipohjainen törmäystarkastelu eri alojen suunnittelijoiden kesken helpottaa talotekniikan läpivientien toteutettavuuden tarkistamista. Tietomallit yhdistämällä näkee esimerkiksi suoraan, tuleeko reikä ohuen palkin kohdalle, onko elementtisuunnittelijan ja rakennesuunnittelijan mallissa reikä putken kohdalla tai törmäävätkö LVI- ja sähkösuunnittelijan putket keskenään. 2D-pohjaisessa reikäkierrossa reikien korot ovat ainoastaan tekstimuotoisena, jolloin kokonaisuuden hahmottaminen voi olla vaikeaa, ja toteutuskelvottomat reiät voivat mennä piirustuksissa työmaalle saakka.

Tietomallipohjaisessa varaussuunnittelussa talotekniikkasuunnittelijat toimittavat rakennesuunnittelijalle kerroskohtaiset, reikävarausobjektit sisältävät IFC-mallit, joissa reikävaraukset ovat hieman seinää paksumpia kapaleita (Kuva 10). Esimerkiksi D50-reikä 160 mm paksussa seinässä voi olla halkaisijaltaan 50 mm ja pituudeltaan 200 mm:n lieriö. Reikävarausobjektien tulee olla oikeassa sijainnissa ja niistä tulee ilmetä, minkä suunnittelu- alan reiästä on kyse. TATE-suunnittelijoiden reikävarausmallit tuodaan referenssiksi rakennemalliin reikiä varten. Tietomalliin kannattaa ottaa referenssiksi myös talotekniikan suunnittelijoiden IFC-mallit, jolloin voidaan varmuuden vuoksi tarkastella, että kaikille putkille ja johdoille on luotu tarvittavat reikävarausobjektit. 2D-reikävaraussuunnittelussa reikätasopiirustuksen ja talotekniikkatasopiirustuksen päällekkäin asettaminen tuottaa monen projektin kohdalla lukukelvottoman tuloksen, mutta tietomallintamalla varausten tarkastelu on havainnollista ja selkeää.



Kuva 10. Reikävarausmallin reikävarauskappaleita.

3.10 Reikä- ja varaussuunnittelu YTV 2012 mukaan

YTV 2012 esittää kolme eri vaihtoehtoa tietomallipohjaiseen reikä- ja varaussuunnitteluun. 2D-reikäpiirustusdokumenttien eli reikätasopiirustusten laatijan tulisi olla selvillä jo suunnittelusopimusten tekovaiheessa. Sopimuksessa on hyvä viitata johonkin YTV 2012:n reikäpiirustusten tekoprosessin toimintatavan vaihtoehtoon tai johonkin niiden variaatioon. Ensimmäisessä kolmesta vaihtoehdosta talotekniikkasuunnittelija tekee 2D-reikäpiirustukset rakennesuunnittelijan toimittamien lähtötietojen perusteella. Piirustusten tulostamisen tekee rakennesuunnittelija, joten reikien toteutuskelpoisuuden tarkastamien jää rakennesuunnittelijalle 2D-piirustuksia apuna käyttäen. Ensimmäinen vaihtoehto ei siis hyödynnä reikien tarkastamisessa tietomallintamisen etuja (BuildingSmart 2012).

Toisessa tekoprosessivaihtoehdossa hyödynnetään tietomallintamista paremmin, mutta rakennesuunnittelijan työmäärä reikäpiirustusten teossa on suurempi. Vaihtoehdossa numero kaksi talotekniikkasuunnittelija toimittaa rakennesuunnittelijalle kerroskohtaiset reikävarausmallit, joiden pohjalta tehdään reikien toteutettavuuden tarkastelu ja luodaan reikätasopiirustukset. Etuna vaihtoehdossa on se, että piirustusten luonti tapahtuu Teklan piirustustyökaluja ja tietomallinnuksen etuja käyttäen; reikävarauksen korkoasema ja reikäobjektissa olevat kokotiedot voidaan tulostaa piirustukseen objektin absoluuttisen koron ja koon mukaan.

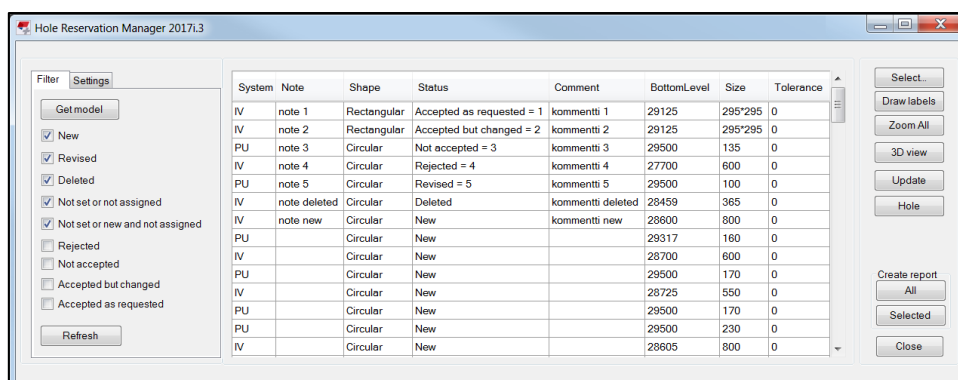
Kolmas vaihtoehto eroaa vaihtoehdosta kaksi vain hieman. Siinä rakennesuunnittelija lähettää lähes valmiin 2D-reikäpiirustuksen TATE-suunnittelijalle mittaviivojen piirtoa varten. Mitoitus tehdään kantaviin rakenteisiin tai moduuliviivastoihin. Lopuksi kuva lähetetään vielä rakennesuunnittelijalle, joka tekee tulosteet ja toimittaa reikäkuvat jakeluun.

IdeaStructuran aikaisemmissa mallinnusprojekteissa on käytetty pääasiassa vaihtoehtoa numero kaksi. Se on reikien siirtelyn ja muutosten kannalta joustavin. Jos rakennesuunnittelija toteaa, että reikä on rakenteellisesti huonossa paikassa, hän voi siirtää reikää parempaan paikkaan ja ilmoittaa asiasta TATE-suunnittelijalle. Reiän siirto päivittyy Teklasta tulostettavaan tasopiirustukseen, ja sen korkomerkinnot ja mittaviivat ovat ajan tasalla.

3.11 Hole Reservation Manager – reikäkierron aputyökalu

Tekla Structuresin lisäosien lataussivustolta, Warehousesta, on saatavilla IFC-pohjaiseen reikäkiertoon soveltuva työkalu, Hole Reservation Manager (Kuva 11). Sillä talotekniikkasuunnittelijoiden reikämallien avulla rei'itetään Tekla-mallin rakenneosat. Rakennesuunnittelija valitsee reikätyökalussa yksittäiselle reiälle jonkin sen kuudesta statuksesta: “accepted as requested = 1”, “accepted but changed = 2”, “not accepted = 3”, “rejected = 4”, “revised = 5” tai “deleted”. Tämän lisäksi suunnittelija voi laittaa omia muistiinpanojaan note-sarakkeeseen ja raporttiin tulostuvan kommentin comment-sarakkeeseen. Statuksen valitsemisen jälkeen kappaleella voi tehdä natiivin reikäobjektin, jonka nimeksi tulee “VOID” (Trimble Solutions Oy 2015a).

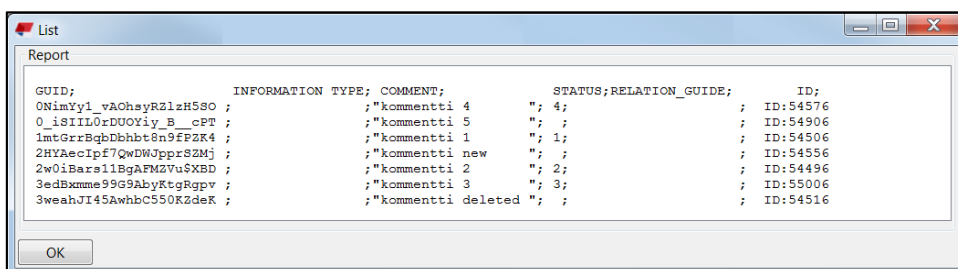
Hole Reservation Managerista saa tulostettua tarpeen mukaan raportin joko valituista tai kaikista kappaleista (Kuva 12). Esimerkiksi huonossa sijainnissa olevaan reikään voi valita statusnumeroksi 2 ja laittaa kommenttikenttään tiedon, mihin suuntaan reikää pitää siirtää. Kun suunnittelija on käynyt kaikki reiät läpi, hän voi tulostaa raportin ja lähettää sen talotekniikkasuunnittelijalle mahdollisia muutoksia varten. Koska raportin statukset ovat numeromuotoisia, ne tulee selventää tekstiselitteellä. Hole Reservation Managerin luomien rei'ityskappaleiden sisälle kirjoittuu tiedot reiän ominaisuuksista (Kuva 13), joten niitä voi käyttää hyödyksi reikätasopiirustusta ja sen piirustusmerkintöjä luotaessa (Trimble Solutions Oy 2015a).



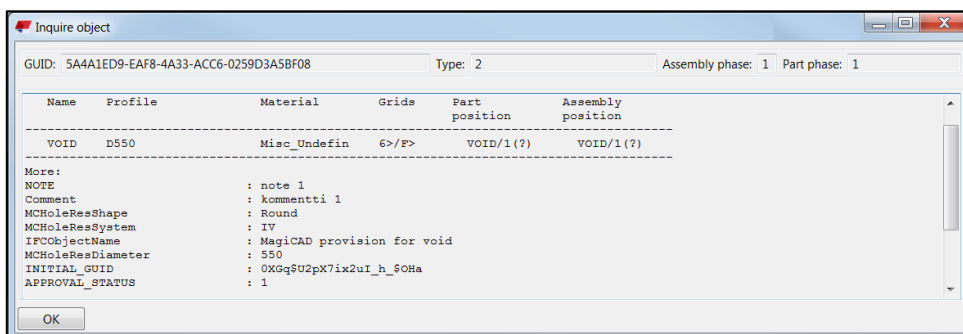
Kuva 11. Hole Reservation Manager.

Hole Reservation Managerin toiminnan vaatimuksena on se, että talotekniikkasuunnittelijoiden käyttämällä MagiCADilla luodussa IFC-reikämallissa on IFC-standardin sopimuksen CV-2x3-157 mukaiset tiedot (BuildingSmart 2008; Aaltonen 2018). Standardin mukainen IFC-reikämalli ei ole itsestäänselvyys, sillä IdeaStructuran neljässä viimeisimmässä tietomallinnusprojektissa kolmessa on ollut puutteelliset LVI-reikämallit. Jos reikämallissa ei ole oikeanlaisia, tarvittuja attribuuttitietoja, Hole Reservation Manager ei pysty käsittelemään sitä. Lisäosa ilmoittaa, että on tapahtunut virhe.

LVI- ja sähkösuunnittelija voi varmistaa tarvittavien attribuuttien sisällyttämisen reikämalliin noudattamalla MagiCADin oppaan "Creating 3D provisions for voids information models using MagiCAD" ohjetta sivun 6 mukaan (Liite 1). Rakennesuunnittelija voi varmistaa reikä-IFC:n ohjeidenmukaisuuden avaamalla IFC:n tekstieditorilla ja etsimällä tekstiä "Pset_ProvisionForVoid" (Aaltonen 2018). Jos tekstiä ei löydy, IFC:tä ei olla viety MagiCAD-natiivimallista ulos oikeaoppisesti, eikä malli toimi Hole Reservation Managerilla. Rakennesuunnittelijan on hyvä ohjeistaa LVI- ja sähkösuunnittelijoita tästä ominaisuudesta ennen reikäkierron aloittamista, jotta ylimääräiseltä työltä säästytään.



Kuva 12. LVIS-suunnittelijoille tarvittaessa tulostettava reikäraportti.



Kuva 13. Hole Reservation Managerilla luotuun reikäkappaleeseen siirtyvät automaattisesti tiedot LVIS-suunnittelijan reikä-IFC:stä.

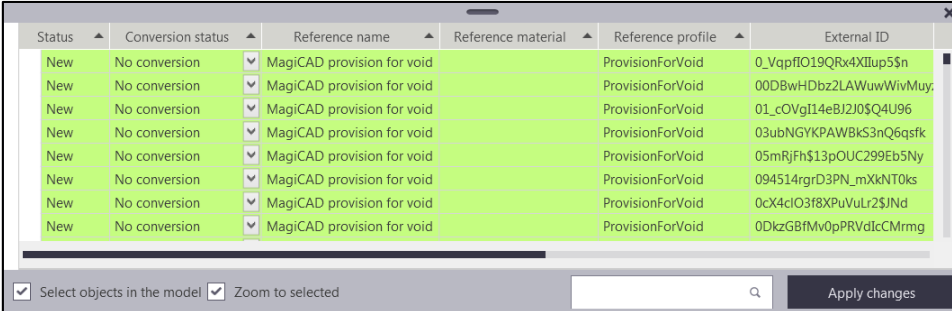
3.12 Clash check manager reikäkierron apuvälineenä

Jos jostain syystä Hole Reservation Manageria ei voida käyttää, esimerkiksi reikä-IFC:n puutteellisista attribuuttitiedoista ja talotekniikkasuunnittelijan käyttämän tietomalliohjelmiston puutteista johtuen, täytyy rakennobjektien rei'itys tehdä manuaalisesti.

Vaihtoehtoinen tapa luoda reikiä talotekniikkasuunnittelijoiden IFC-mallien geometrian avulla on muuntaa referenssimalli natiiviojekteiksi IFC change managementin avulla (Kuva 14). Kyseinen Tekla Structuresin vakiotyökalu näyttää muuttuneet, uudet ja poistetut reikävarausobjektit keltaisella, vihreällä ja punaisella värillä. Värikoodatut statukset mahdollistavat muutosten seurannan, joka toimii vain, jos IFC-mallin luonut talotekniikkasuunnittelija on noudattanut hyviä tietomallinnuskäytäntöjä; muutunutta kappaletta ei poisteta ja luoda uudelleen. Kappaletta muokataan, jotta sen ID säilyy ja rakennesuunnittelijan tietomallinnusohjelma tunnistaa sen samaksi, mutta muuttuneeksi reiäksi.

Rei'itystekniikka, jossa talotekniikkasuunnittelijan IFC-malli konvertoidaan Tekla Structuresin natiiviojekteiksi ja jossa kyseisillä objekteilla rei'itetään tietomallin rakenneosat, vaatii suunnittelijalta valppautta. Manuaalisessa reikien luonnissa tulee olla tarkkana, jotta talotekniikkasuunnittelijan IFC-mallista poistetut reiät tulevat myös rakennemallissa poistetuksi ja jotta siirtynyttä reikää siirretään, eikä vain luoda uutta reikää uuteen sijaintiin.

Kun reikä-IFC:n pohjalta on luotu natiivikappaleita, voidaan Clash Check Managerin avulla tarkastaa, missä reikäkappale törmää rakennekappaleeseen (Trimble Solutions 2017c). Jos reikäkappale ja esimerkiksi betoniseinä törmäävät toisiinsa, on reikä joko tekemättä tai se on tehty väärään sijaintiin (Kuva 15).



Status	Conversion status	Reference name	Reference material	Reference profile	External ID
New	No conversion	MagiCAD provision for void		ProvisionForVoid	0_VqpffO19QRx4Xllup55n
New	No conversion	MagiCAD provision for void		ProvisionForVoid	00DBwHDbz2LAWuwWivMuy
New	No conversion	MagiCAD provision for void		ProvisionForVoid	01_cOVgI14eBJ2J0SQ4U96
New	No conversion	MagiCAD provision for void		ProvisionForVoid	03ubNGYKPAWBkS3nQ6qsfk
New	No conversion	MagiCAD provision for void		ProvisionForVoid	05mRjFh\$13pOUC299Eb5Ny
New	No conversion	MagiCAD provision for void		ProvisionForVoid	094514rgrD3PN_mXkNT0ks
New	No conversion	MagiCAD provision for void		ProvisionForVoid	0cX4clO3f8XPuVuLr2SJNd
New	No conversion	MagiCAD provision for void		ProvisionForVoid	0DkzGBfMv0pPRVdIcCmrg

Kuva 14. Reikä-IFC:n objektien muuttaminen natiivimuotoon IFC change managementilla.

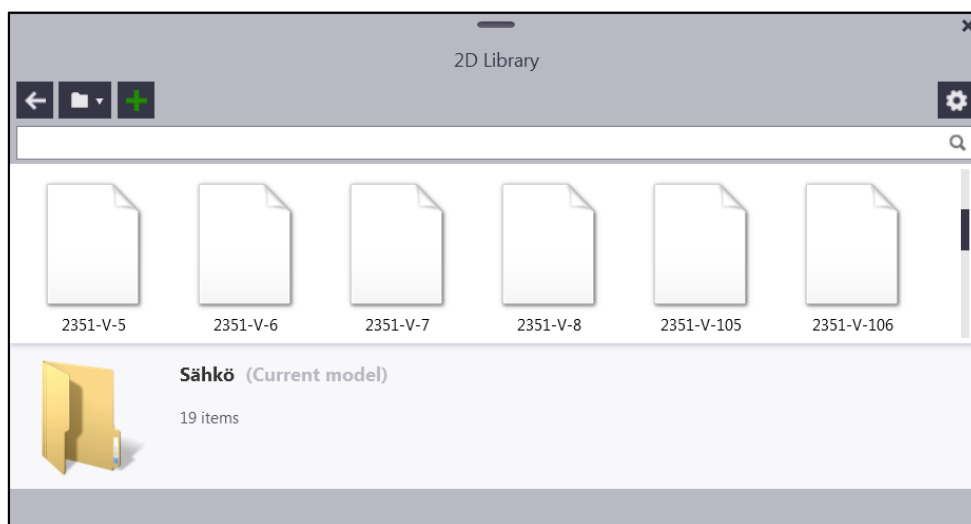
Flag	Number	Type	Status	Priority	Date Modified	Object ID	Assembly ID	Object Name
	5	Clash			25.2.2018 15:27	897599; 11778579	897602; 11778581	ONTELOLAATTA; VOID
⚠	6	Clash			25.2.2018 15:27	177225; 11534898	177228; 11534901	VÄLISEINÄ; VOID
⚠	7	Clash			25.2.2018 15:27	177101; 11534898	177104; 11534901	VÄLISEINÄ; VOID
⚠	8	Clash			25.2.2018 15:27	176977; 11534819	176980; 11534822	VÄLISEINÄ; VOID
⚠	9	Clash			25.2.2018 15:27	157940; 11534819	157942; 11534822	VÄLISEINÄ; VOID
⚠	10	Clash			25.2.2018 15:27	2203443; 11534819	2203445; 11534822	PILARI; VOID
⚠	11	Clash			25.2.2018 15:27	187243; 11531812	187246; 11531815	PILARI; VOID
⚠	12	Clash			25.2.2018 15:27	187226; 11520159	187229; 11520162	PILARI; VOID
★	22	Clash			25.2.2018 15:27	897391; 11779014	897394; 11779016	ONTELOLAATTA; VOID
★	23	Clash			25.2.2018 15:27	896709; 11778946	896712; 11778948	ONTELOLAATTA; VOID
★	24	Clash			25.2.2018 15:27	897352; 11778657	897355; 11778659	ONTELOLAATTA; VOID
★	25	Clash			25.2.2018 15:27	897352; 11778651	897355; 11778653	ONTELOLAATTA; VOID

Kuva 15. Jos reikäobjekti ja betoniosa törmäävät, reikä on tekemättä tai se on väärässä sijainnissa.

3.13 Elementtipiirustusten sähkömerkinnät

Elementtisuunnittelussa yhdenlainen käytäntö saada sähkömerkinnät elementtipiirustuksiin on, että elementtisuunnittelija lähettää sähkösuunnittelijalle elementtipiirustuksen kaksiulotteisen DWG-piirustuksen sekä elementtikaavion elementin paikantamista varten. Sähkösuunnittelija tekee tarvittavat sähkövarausmerkinnät ja lähettää muokatut piirustukset takaisin elementtisuunnittelijalle. Hyväksi havaittuna keinona elementtisuunnittelijan kannattaa liittää sähkömerkinnät ja sähkömerkintöjen selityskentät Tekla Structuresin piirustuksiin uudella 2D-library-ominaisuudella (Kuva 16; Trimble Solutions Oy 2018e). Näin lopullinen piirustusten tulostus sähkömerkintöineen tehdään suoraan Teklasta. Tämä mahdollistaa elementin raudoittamisen ja piirustuksen muokkaamisen myös sillä välin, kun alustavan elementtipiirustuksen DWG on sähkösuunnittelijan käsiteltävänä.

Sähkömerkintöjen selitykset -kenttä kannattaa pitää erillisenä DWG-tiedostona, jotta sen muokkaaminen jälkikäteen on helpompaa ja sen sijoittaminen piirustukseen on joustavampaa. Elementin tekeminen täysin valmiiksi ennen sähkösuunnittelijalle lähettämistä ja piirustuksen tulostaminen DWG-piirustuksesta on huono käytäntö, jos piirustukseen jostain syystä pitää tehdä muutoksia. 2D-libraryn käyttäminen Teklassa mahdollistaa elementin muokkaamisen aina piirustuksen tulostamishetkeen asti ja piirustuksen revisiointiin ilman AutoCADin tai muun 2D-piirustusohjelman apua. 2D-kirjastossa käytettävät detaljit kannattaa tallentaa mallikansion Drawing Details -aliansioon, jotta ne siirtyvät muille käyttäjille Teklan Model Sharing -ominaisuutta käytettäessä.



Kuva 16. Sähkösuunnittelijan DWG-muotoiset sähkömerkinnät Tekla Structuresin piirustuspuolen 2D-libraryssä.

4 YHTEISET TIETOMALLINNUSKÄYTÄNNÖT

4.1 YTV2012

Kansalliset Yleiset Tietomallivaatimukset, eli YTV 2012 julkaistiin Espoossa vuonna 2012. Rahoittajina ja taustajoukkoina on noin viisikymmentä yritystä ja organisaatiota. Mukana on suurimmat rakennusliikkeet, lukuisia suunnittelutoimistoja ja kaupunkeja. Julkaisusarja on laajan, COBIM-nimisen kehityshankkeen lopputulos, jolla pyrittiin määrittelemään ohjeistus rakennusalalla nopeasti kasvavaan tietomallinnuksen käyttöön.

YTV 2012 koostuu tällä hetkellä neljästätoista osasta ja neljästä täydentävästä liitteestä, jotka on kaikki käännetty neljälle eri kielelle: englanti, saksa, viro ja espanja. Osista viimeisin eli osa 14 – Tietomallien hyödyntäminen rakennusvalvonnassa – on julkaistu vuonna 2014. Tietomallihankkeiden osapuolten pitää tutustua oman alansa vaatimusten lisäksi vähintäänkin yleiseen osuuteen ja laadunvarmistuksen periaatteisiin. Projektia tai projektin tiedonhallintaa johtavan henkilön on osattava ja hahmotettava YTV 2012 -dokumenteista koostuva kokonaisuus (BuildingSmart 2012).

YTV 2012 kattaa uudis- ja korjausrakentamisen sekä mallinnetun rakennuksen käytön ja ylläpidon. Yleiset tietomallivaatimukset 2012 ovat:

- Osa 1 - Yleinen osuus
- Osa 2 - Lähtötilanteen mallinnus
- Osa 3 - Arkkitehtisuunnittelu
- Osa 4 - Talotekninen suunnittelu
- Osa 5 - Rakennesuunnittelu

- Osa 6 - Laadunvarmistus
- Osa 7 - Määrälaskenta
- Osa 8 - Havainnollistaminen
- Osa 9 - Mallien käyttö talotekniikan analyyseissä
- Osa 10 - Energia-analyysit
- Osa 11 - Tietomallipohjaisen projektin johtaminen
- Osa 12 - Tietomallien hyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana
- Osa 13 - Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa
- Osa 14 - Tietomallien hyödyntäminen rakennusvalvonnassa

YTV2012 Täydentävä liite - ARK Tilaajan ohje

YTV2012 Täydentävä liite - RAK Tilaajan ohje

YTV2012 Täydentävä liite - Talotekniikan määrälaskentaohje

YTV2012 Täydentävä liite - Talotekniikan mallinnusvaatimuksia

4.2 **BEC 2012, elementtisuunnittelun mallinnusohje**

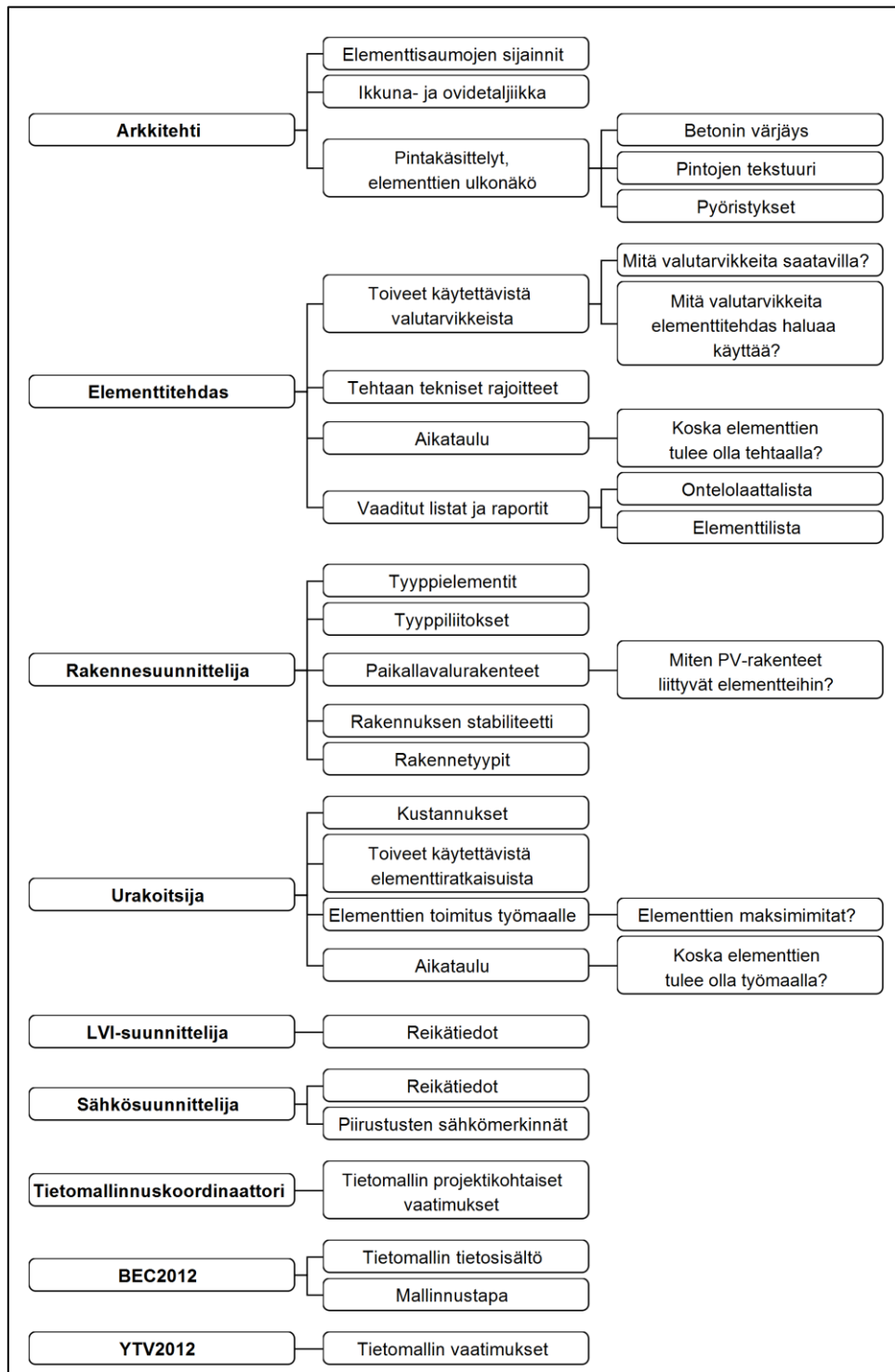
BEC2012 on vuosina 2011–2012 betonielementtiteollisuuden, rakenne-suunnittelijoiden ja Tekla Oyj:n yhdessä kehittämät betonielementtien mallinnusohjeet. Ohjeistus koskee 3D-suunnittelua, tietomallinnusta ja tiedonsiirtoa. BEC2012 ohjeistaa mallintavia konsultteja mallin tietosisällön luomisessa ja pyrkii varmistamaan mallien samankaltaisuuden suunnittelutoimistosta ja mallintajasta riippumatta. Tämä mahdollistaa sen, että mallia voidaan käyttää esimerkiksi elementti-, tarvike- ja määräluetteloiden luomiseen. BEC2012 opastaa mallintajalle myös hyväksi havaittuja ja suositeltavia yleiskäytäntöjä mallintavaan elementtisuunnitteluun, piirustusten luomiseen ja suunnittelijoiden väliseen työskentelyyn (Betoniteollisuus ry).

5 TIETOMALLIN VAATIMUKSET

5.1 Projektikohtaiset vaatimukset ja mallintamisen tarkkuus

Tietomalli voi projektista riippuen olla erittäin tarkasti mallinnettu ja paljon tietoa sisältävä tai vain rakennuksen kantavat rakenteet sisältävä 3D-malli. Mallin tietosisältö ja mallinnettavat kappaleet määrittyvät projektin luonteen ja tilaajan vaatimusten mukaan. YTV2012:n osa 5 listaa rakennemallin vähimmäis- ja projektikohtaiset vaatimukset. Lista tulee käydä läpi tilaajan kanssa heti projektin alussa, jotta jokaiselle osapuolelle on selvää, mitä ja missä laajuudessa kappaleita mallinnetaan. YTV2012 on jaotellut rakennemallin tietosisältövaatimukset kolmeen eri vaiheeseen: yleissuunnitteluun, hankintoja palvelevaan suunnitteluun ja toteutussuunnitteluun. Rakennemallin tietosisältöön on otettu kantaa YTV2012:n täydentävässä liitteessä, rakennesuunnittelun tilaajan ohjeessa. Tilaajan ohjeessa esitetään mallinnuksen tarkkuustasot numeroin yhdestä neljään. Ohje myös luetteloii rakennemallilta vaadittavat tiedot: nimi, profiili, kerros, materiaali, tunnus, status, lohko, ACN ja class. Näiden lisäksi luettelossa on listattuna myös Teklan automaattisesti kappaleisiin lisäämät tiedot: korko-, pinta-ala-, tilavuus-, mitta- ja painotiedot. Viimeiseksi luetellut kappaleiden ja elementtien geometriatiedot Tekla laskee oikein, jos mallinnuksessa on noudatettu BEC 2012 -mallinnusohjetta.

BEC 2012:n ja YTV2021:n lisäksi mallintamiselle on vaatimuksia monelta eri projektin osapuolelta. Kuvassa 17 on esitetty, mitä eri osapuolten tarpeita ja lähtötietoja tietomallipohjaisessa elementtisuunnittelussa tulee ottaa huomioon. Lähtötiedot rakennesuunnittelijalta, arkkitehdiltä, urakoitsijalta, tilaajalta, elementtitehtaalta, sähkösuunnittelijalta, LVI-suunnittelijalta sekä tietomallikoordinaattorilta ohjaavat elementtisuunnittelijan työtä.

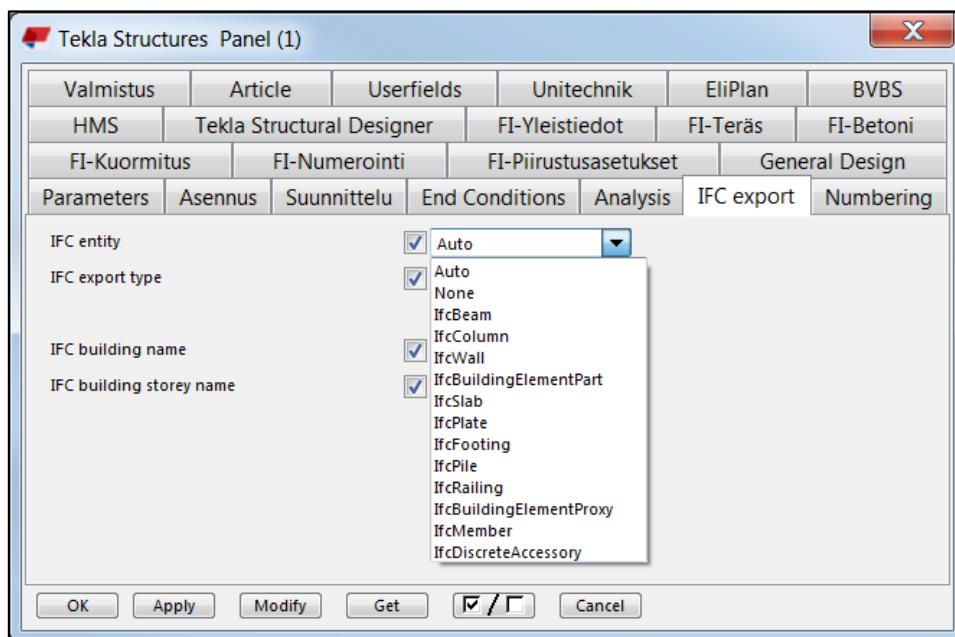


Kuva 17. Elementtisuunnittelijan on otettava huomioon tietomallipohjaiseen elementtisuunnitteluun vaikuttavat tekijät.

5.2 IFC-rakennemalli

Rakennesuunnittelijan Tekla Structuresta tuotu IFC-rakennemalli julkaistaan muiden suunnittelijoiden käytettäväksi usein sähköpostin välityksellä tai projektipankkiin. Mallin tarkoitus on havainnollistaa kantavien rakenteiden sijainnit ja geometria. Rakennesuunnittelijan malli voidaan yhdistää arkkitehdin ja talotekniikkasuunnittelijoiden mallien kanssa yhdistelmämalliksi, josta tarkastetaan ristiin eri suunnittelualojen mallien ajantasaisuus ja yhteensopivuus. Projektin alkuvaiheessa tehdään usein koordinaattisten yhtenevyyden tarkastus mallin origoon asetetun, kuutiometrin kokaisen kohdistuskuution avulla. Tällä varmistetaan se, että suunnittelijoiden moduuliviivastojen sijainnit ja korkolukemat täsmäävät.

IFC-rakennemallin vaatimukset muiden suunnittelijoiden näkökulmasta ovat ne, että objekteista tunnistaa sen nimen, tyyppin ja materiaalin. Kappaleen tärkeimmät ominaisuudet ovat, että sen nimestä tietää, mistä rakennesosasta on kyse ja mitkä ovat kappaleen mitat ja muodot. Tekla Structuresin IFC-export-työkalulla rakennemalliin voi sisällyttää automaattisesti BEC 2012 -mukaiset tilavuus- ja painotiedot. Myös tiedot siitä, onko kappaleen tyyppi laatta, pilari tai palkki, tulee Teklasta automaattisesti, jos kappaletta mallinnettaessa on käytetty oikeaa työkalua. Jos esimerkiksi pilari on mallinnettu kääntämällä palkki pystyasentoon, tulee kappaleen IFC-asetuksista muuttaa IFC-entiteetin tyyppi.

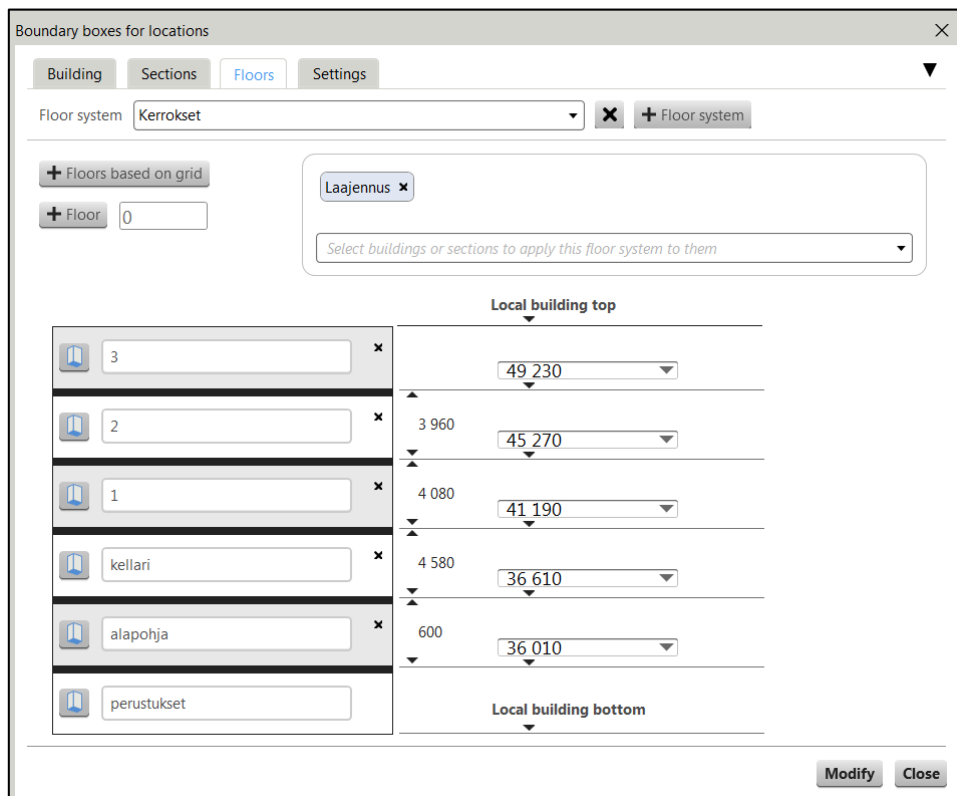


Kuva 18. Kappaleiden IFC-viennin tyyppi. Tyyppiä "None" käytetään, jos objektia ei haluta viedä IFC-malliin.

Hyvän IFC-mallin tärkeä ominaisuus on myös se, että sen kappaleisiin on syötetty kerros- ja lohkotiedot, jotta IFC-mallin tarkastelijat pystyvät suodattamaan tarvittaessa eri kerroksia näkyviin. Myös kappaleiden nimet ovat tehokkaita näkymän suodatuksessa. Arkkitehti pystyy esimerkiksi piilottamaan IFC-katseluohjelmassa ontelolaatat pois näkyvistä, jos ne on nimetty yhdenmukaisella tavalla. Tietomallista, jossa tiedot ja nimet eivät ole yhdenmukaisia, tulee sekava kuva ja objektien suodattaminen on työlästä.

Tekla Structuresissa tietomallin kappaleiden tietosisällön muokkaamiseen ja oikeellisuuden tarkastamiseen on tehokas työkalu nimeltään Organizer. Kyseisellä työkalulla valittujen tai suodatettujen kappaleiden ja kokoonpanojen tiedot ovat näkyvillä taulukkomuodossa. Objektit voidaan ryhmitellä Organizerissä ominaisuuksien mukaan, joten tietosisältöjen erot näkyvät selkeästi. Kappaleet voidaan myös nopeasti värjätä minkä tahansa kappaleen ominaisuuden perusteella, jolloin virheellistä tietoa tai geometriaa sisältävän objektin huomaa mallista helposti (Trimble Solutions Oy 2016f).

Luodessa muille suunnittelijoille ja projektipankkiin julkaistavaa IFC-mallia tulee IFC-tiedoston tiedostonimi olla sama koko projektin ajan. Tämä helpottaa muutoksien seurantaa ja selkeyttää IFC-mallin päivittämistä projektipankkiin ja käyttämistä referenssimallina. Hyvästä tiedostonimestä selviää myös suunnitteluala, esimerkiksi RAK_Projektinimi.ifc. Nimeämiskäytäntö valitaan mallinnusprojektin alussa.



Kuva 19. Tekla Structuresin Organizerillä pystyy ylläpitämään kappaleiden kerros- ja lohkotietoja korkojen ja koordinaattien avulla.

Tekla Structuresista tuodusta IFC-tietomallista on hyötyä työmaalla. Urakoitsijan vaatimukset tietomallille ovat erilaiset kuin arkkitehdillä ja talotekniikkasuunnittelijoilla. Työmaalle toimitetussa tietomallissa tärkeitä tietoja ovat BEC2012:n mukaiset määrä-, mitta- ja painotiedot. Nämä tiedot tulevat Teklasta automaattisesti, mutta vain, jos mallinnuksessa on käytetty BEC2012-oppaan mukaisia mallinnustapoja mm. geometrian luonnissa ja reikien leikkaamisessa (Betoniteollisuus ry 2016). Urakoitsijalle tärkeitä tietoja ovat myös elementtejä yksilöivät ACN-numerot, elementtitunnukset, elementtien sarjanumerot ja kerros- sekä lohkotiedot (Betoniteollisuus ry 2016).

Suunnittelun alkuvaiheessa elementtejä yksilöivät ACN-numerot ovat tunnistenumeroita, joita käytetään ennen elementtien sarjanumeroiden määrittämistä. Ne luetteloidaan elementtikaavioissa elementtitunnuksen alla ja elementtiluettelossa. ACN-numerot säilyvät elementeillä projektin loppuun asti, vaikka elementtitunnus tai piirustusnumeron numerotunniste muuttuisikin. Täten onkin tärkeää, että elementin ACN-numeroa ei vaihdeta kesken suunnittelun. Jos elementti tuhoetaan ja tilalle tehdään uusi, tulee ACN-numero siirtää uuteen elementtiin manuaalisesti (Betoniteollisuus ry 2016).



Kuva 20. ACN auttaa yksilöimään elementit tehtaalla ja työmaalla.

Rakennesuunnittelijan tietomalliin eli rakennemalliin tulee mallintaa kaikki kantavat ja ei-kantavat betonirakenteet. Sen lisäksi malliin tulee sisällyttää kaikki tilaa vievät rakenteet ja rakennustuotteet, joiden geometrialla on merkitystä muille suunnittelijoille.

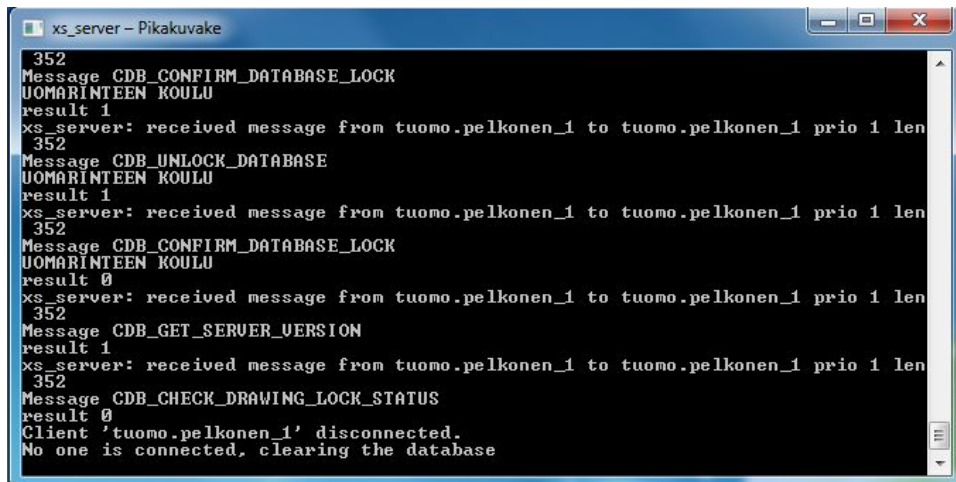
6 YKSI TIETOMALLI, MONTA MALLINTAJAA

Multi-user-työskentely eli monen työntekijän yhteistyöskentely yhden tietomallin parissa on otettu hyvin huomioon Tekla Structures -ohjelmistossa. Mallia voi työstää samaan aikaan kaksi tai useampia mallintajia. Vaihtoehtoja on useita, mutta kaksi tehokasta tapaa ovat Tekla Model Sharing -palvelun käyttö ja Multi-user-serverin kanssa työskentely. Tekla Model Sharing hyödyntää Trimblen tarjoamaa pilvipalvelua, ja Multi-user-serveri perustuu siihen, että tietomalli on käytettävissä yrityksen serverillä käynnissä olevan ohjelmiston avulla. Multi-user-serverin käyttö vaatii etäyhteyden serveriin VPN-tunnelilla tai lähiverkkoyhteydellä. Tekla Model Sharing perustuu pilvipalveluun, joten se vaatii ainoastaan toimivan Internet-yhteyden. Etuna oman serverin käytössä on se, että toimintatavasta ei aiheudu lisäkustannuksia, jos yrityksellä on käytössä joka tapauksessa koko ajan päällä oleva serveri. Model Sharingin käytössä ovat etuina joustavuus ja kehittyneempi muutosten seuranta.

6.1 Multi-user-tila

Tekla Structures Multi-user-työskentely perustuu yrityksen tietokoneella käynnissä olevaan serveriohjelmistoon (Kuva 21), joka jakaa tietomallin työntekijöiden käyttöön (Trimble Solutions Oy 2016e). Tietomallin kaikki tiedostot ovat kyseisellä serverillä, eikä niiden muokkaaminen etätyöskentelyllä onnistu ilman Internet-yhteyttä ja virtuaalista erillisverkkoa eli VPN:ää. Serverillä olevien tietomallitiedostojen varmuuskopiointi on varmistettava, jotta kiintolevyn hajotessa menetetty työpanos on vain päiviä kuukausien sijaan.

Usean työntekijän työstäessä mallia konflikteja sattuu. Työntekijät saattavat muokata saman mallin samaa kappaletta yhtäaikaisesti. Multi-userserveriä käytettäessä konfliktitilanteessa viimeiseksi tallentavan työntekijän muutos jää voimaan. Tallennustilanteessa Tekla Structures näyttää listan muutosten törmäyksistä. Listassa muutoksia ei ole selvennetty kovin tarkasti, vaan riveillä näkyvät ainoastaan objektin tunnistetiedot.



```

xs_server - Pikakuvake
352
Message CDB_CONFIRM_DATABASE_LOCK
UOMARINTEEN KOULU
result 1
xs_server: received message from tuomo.pelkonen_1 to tuomo.pelkonen_1 prio 1 len
352
Message CDB_UNLOCK_DATABASE
UOMARINTEEN KOULU
result 1
xs_server: received message from tuomo.pelkonen_1 to tuomo.pelkonen_1 prio 1 len
352
Message CDB_CONFIRM_DATABASE_LOCK
UOMARINTEEN KOULU
result 0
xs_server: received message from tuomo.pelkonen_1 to tuomo.pelkonen_1 prio 1 len
352
Message CDB_GET_SERVER_VERSION
result 1
xs_server: received message from tuomo.pelkonen_1 to tuomo.pelkonen_1 prio 1 len
352
Message CDB_CHECK_DRAWING_LOCK_STATUS
result 0
Client 'tuomo.pelkonen_1' disconnected.
No one is connected, clearing the database

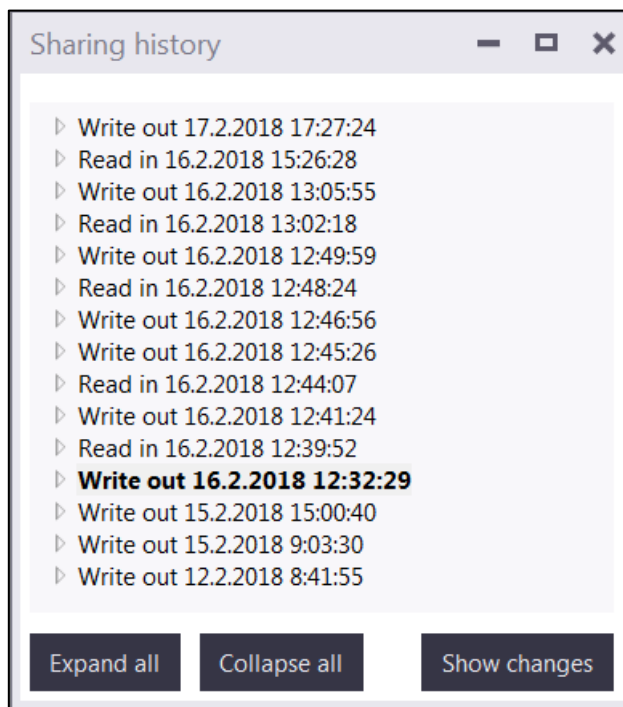
```

Kuva 21. Käynnissä oleva Multi-user-palvelinohjelma.

6.2 Tekla Model Sharing

Tekla Model Sharing -ominaisuuden avulla tietomallia voi muokata globaalisti. Ei ole väliä, ovatko työntekijät eri kaupungeissa tai jopa eri maissa. Mallia voi työstää samaan aikaan tai eri aikoihin eri aikavyöhykkeillä. Jokaisella mallia muokkaavalla osapuolella on paikallinen kopio tietokoneellaan. Mallin tiedostot synkronisoidaan Internetin välityksellä Microsoft Azure -pohjaiselle pilvipalvelimelle. Tekla Model Sharing siirtää verkon välityksellä ainoastaan tehdyt muutokset, joten siirretyn tiedon määrä verkossa on vähäisempää verrattuna Multi-user-serverin käyttöön. Internet-yhteys tarvitaan ainoastaan synkronoidessa, joten yhteydetön työskentely on mahdollista (Trimble Solutions Oy 2016d).

Verrattuna Tekla Structures Multi-user-serverin käyttöön, muutosten seuranta ja eri työntekijöiden muutoksista johtuvien konfliktien selvitys on selkeämpää. Muutosten jakaminen toisille työntekijöille tapahtuu write out -napilla, ja muiden työntekijöiden tekemät muutokset haetaan omalle tietokoneelle read in -napilla. Jos usean mallintajan muutoksissa on yhteentörmäyksiä, priorisoidaan ensimmäisen työntekijän pilvipalveluun lähettämät muutokset (Trimble Solutions Oy 2016c). Konfliktin sattuessa myöhemmin synkronoivan työntekijän muutokset kirjoitetaan yli. Toisin sanoen, jos write out -ominaisuutta käytettäessä Tekla Structures havaitsee pilvipalvelun mallissa olevan muutoksia, ladataan ne ensin koneelle ja vasta sen jälkeen lähetetään omat muutokset. Jos toinen käyttäjä muuttaa kappaleen materiaalia ja toinen saman kappaleen pituutta, tapahtuu konflikti ja ensimmäisen tallentajan muutokset jäävät voimaan. UDA-tietojen muutosten ollessa kyseessä jakaminen on toimivampaa; konflikteja syntyy ainoastaan, jos käyttäjät ovat muokanneet täsmälleen samaa tietokenttää. Samaan kappaleeseen voidaan siis tehdä eri UDA-kenttien muutoksia yhä aikaisemmin (Trimble Solutions Oy 2016c).



Kuva 22. Jakohistoriassa näkyvät muutosten pilveen kirjoitus ja sieltä luku.

Pilvipalveluun tallentamiset ja palvelusta lataamiset näkyvät jakohistoriassa (Kuva 22), jonka kautta pääsee tarkastelemaan myös, mitä on muutettu, lisätty tai poistettu. Muutoslistassa (Kuva 23) on eritelty mallikansion sisällä olevien tiedostojen, kuten referenssitiedostojen, muutokset, piirustusten muutokset ja mallin kappaleiden muutokset. Uudet kappaleet on värjätty vihreällä, muutetut keltaisella ja poistetut punaisella. Konfliktitilanteissa status-sarakkeessa lukee conflict (Trimble Solutions Oy 2018k).

Jotta konfliktit vältetään ja tehtyä työtä ei menisi hukkaan, tulisi eri mallintajien työskennellä mallin eri osissa. Yhdessä mallintaessa on tärkeää pitää yhteyttä puhelimen tai sähköpostin välityksellä, jotta kaikille osapuolille on selvää, kuka tekee ja mitä tehdään.

Organizerin tiedot eivät synkronoidu Tekla Model Sharingin välityksellä. Jos esimerkiksi kerrostiedot halutaan jakaa eri osapuolten kesken, tulee se tehdä Organizerin export- ja import-ominaisuuksia käyttämällä ja siirtämällä tiedot toisen työntekijän koneelle manuaalisesti (Trimble Solutions 2016b). Jos kerrostietoja ei viedä kaikkien osapuolten Organizereihin, kirjoittuvat kerrostietokentät yli toisen työntekijän toimesta tyhjillä tiedoilla.

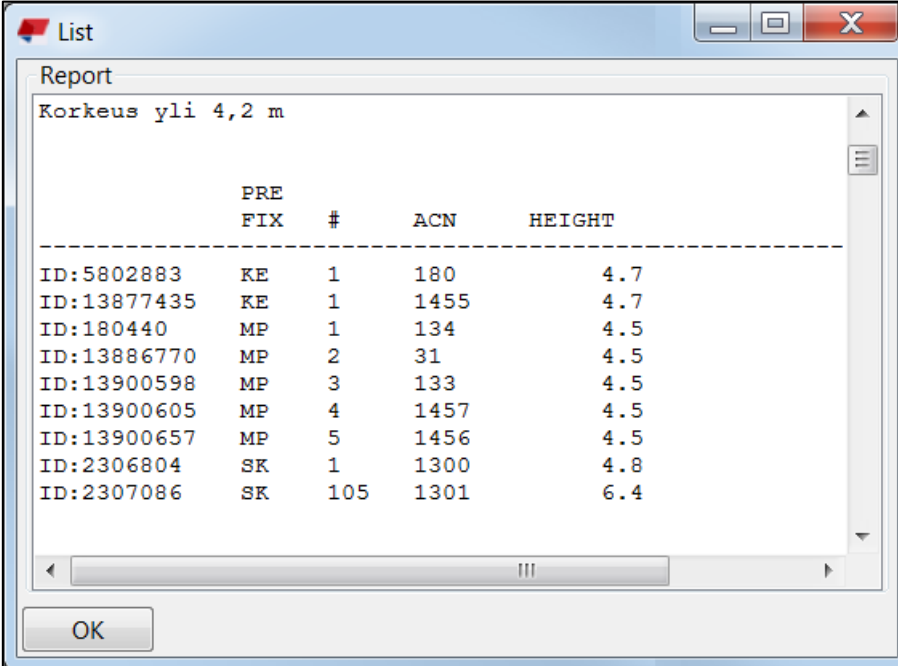
Status	Name	Type	GUID	Modified by	Modified on
Modified	VÄLISEINÄ	Part	IDC073D019-EEDC-427...	Tuomo Pelkonen	16.2.2018 10:32
Modified	VÄLISEINÄ	Cast unit	ID70777D85-9A71-450...	Tuomo Pelkonen	16.2.2018 10:32
Modified	VÄLISEINÄ	Part	IDEC5D5176-E1A0-4F32...	Tuomo Pelkonen	16.2.2018 10:32
New	ULKOKUORI	Cast unit	ID7926E467-58C8-400C...	Tuomo Pelkonen	16.2.2018 10:32
New	ULKOKUORI	Part	IDC7D23AC2-9DDD-4C...	Tuomo Pelkonen	16.2.2018 10:32
New	ULKOKUORI	Cast unit	ID881BD963-BB26-4E43...	Tuomo Pelkonen	16.2.2018 10:32
New	ULKOKUORI	Part	ID227F7A87-43BC-41B8...	Tuomo Pelkonen	16.2.2018 10:32
New	ULKOKUORI	Cast unit	ID0D58F5BB-A2ED-44E...	Tuomo Pelkonen	16.2.2018 10:32
New	ULKOKUORI	Part	ID8A6A26EE-0AF1-4A10...	Tuomo Pelkonen	16.2.2018 10:32
New	ULKOKUORI	Cast unit	IDFF712E8E-AAC6-4629...	Tuomo Pelkonen	16.2.2018 10:32

Kuva 23. Tekla Model Sharing -mallin muutokset näkyvät muutoslistassa.

7 TIETOMALLIN LAADUN PARANTAMINEN

7.1 Laadun parantaminen Template Editorin avulla

Template Editor on Tekla Structuresin mukana tuleva tiedonkäsittely- ja grafiikkaohjelma, jota voi hyödyntää tietomallinnuksen apuna monella tapaa. Esimerkiksi kaikki Teklan piirustusohjelmien taulukot, nimiöt, raamit ja tietokentät on tehty Template Editorilla. Ohjelmalla voi tehdä vaikka automaattisen elementtipiirustusluettelon, joka ottaa piirustuksen päivämäärät, nimet ja revisiotiedot mallista. Template Editoria voi käyttää uusissa Tekla Structures -versioissa jopa piirustusmerkintöjen ja mittaviivojen tekstien tekemiseen. Työkalu hakee tietomallin attribuuttikentistä tietoa ja prosessoi sitä erilaisten matemaattisten ja tekstiä käsittelevien ohjelmointifunktioiden ja ehtolausekkeiden avulla. Organizeriin verrattuna Template Editor vaikuttaa vanhahtavalta, mutta on monikäyttöisempi ja laajempi ohjelmointikielensä vuoksi. Template Editorin vähäisenä rajoituksena mielikuvituksen ohella on kaavakentän merkkirajoitus, joka kaksinkertaistettiin Tekla Structures 2017i -versiossa kahdestatuhannesta merkistä neljäntuhanteen merkkiin (Trimble Solutions 2018d).



Report
Korkeus yli 4,2 m

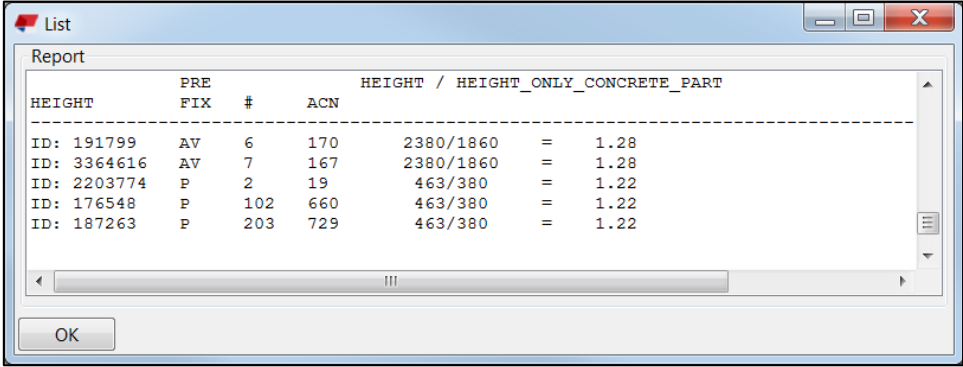
ID	PRE FIX	#	ACN	HEIGHT
ID:5802883	KE	1	180	4.7
ID:13877435	KE	1	1455	4.7
ID:180440	MP	1	134	4.5
ID:13886770	MP	2	31	4.5
ID:13900598	MP	3	133	4.5
ID:13900605	MP	4	1457	4.5
ID:13900657	MP	5	1456	4.5
ID:2306804	SK	1	1300	4.8
ID:2307086	SK	105	1301	6.4

OK

Kuva 24. Template Editorilla luotujen raporttien ja apulistojen monimutkaisuutta ja hyödyllisyyttä rajoittavat vain mielikuvitus ja taidot. Kuvassa näkyvät yli 4,2 m korkeat elementit, jotka ovat kääntökiviä.

Tietomallin laadun parantaminen Template Editorin avulla perustuu valmiiden, virheitä etsivien raporttien luomiseen. Koska Template Editor pääsee käsiksi lähes kaikkeen Tekla Structuresilla luodun natiivimallin tietoon, sitä voi käyttää raporttien ja piirustus pohjien luonnin lisäksi laadun varmistamiseen sekä virheiden ja ongelmakohtien etsimiseen. Mallintajan käytössä voi olla esimerkiksi tarkistuslista, joka varmistaa, että mallinnus on tehty yrityksen hyvien tietomallinnustapojen mukaisesti. Jos mallista löytyy virheitä, voi lista kertoa, missä virheitä on ja miten ne tulee korjata.

Lista voi tarkistaa, että mallissa ei ole liian painavia, pitkiä tai korkeita elementtejä. Myös osien, raudoitusten, valuyksiköiden ja kokoonpanojen hierarkian, tunnusten, materiaalien, luokkien, nimien, elementtien valmistustietojen ym. tarkastaminen onnistuu Template Editorilla luotujen työkalujen avulla. Suunnittelijalta säästyy aikaa, jos virheet huomataan ja korjataan mahdollisimman aikaisessa mallinnusvaiheessa. Yrityksellä tulisikin olla hyvät, yhdessä kehitetyt ja hyvin ohjeistetut Template Editor -pohjat, jotka varoittavat virheistä ja ohjaavat mallinnusta.



The screenshot shows a window titled 'List' with a 'Report' tab. The report contains a table with the following data:

HEIGHT	PRE FIX	#	ACN	HEIGHT / HEIGHT_ONLY_CONCRETE_PART	
ID: 191799	AV	6	170	2380/1860	= 1.28
ID: 3364616	AV	7	167	2380/1860	= 1.28
ID: 2203774	P	2	19	463/380	= 1.22
ID: 176548	P	102	660	463/380	= 1.22
ID: 187263	P	203	729	463/380	= 1.22

Kuva 25. Suuri elementin valuyksikön korkeuden suhde valuyksikön betoniosien korkeuden suhteeseen merkitsee usein sitä, että osa raudoituksista on liitetty väärään elementtiin.

8 YRITYKSEN SISÄISET TIETOMALLINNUSKÄYTÄNNÖT

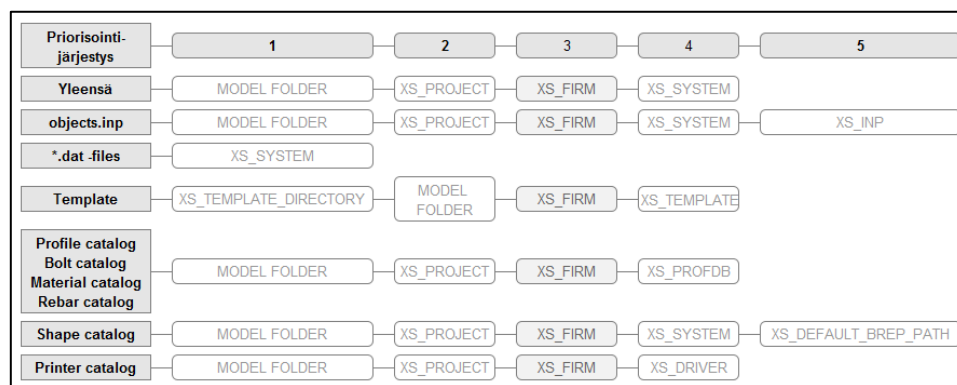
Jokaisessa Tekla Structuresia tai muuta tietomallinnusohjelmaa käyttävässä suunnittelutoimistossa on muodostunut sisäisiä käytäntöjä. Käytännöt on voitu muodostaa konsultin tai tietomallinnusta ohjaavan suunnittelijan kanssa. Käytännöt ovat voineet muodostua myös työskentelyn ohessa mallintajien sopiessa, mitä sääntöjä mallinnuksessa tulee noudattaa, jotta yhdessä työskentely on mielekästä ja tehokasta. Yhteisistä tietomallinnustavoista voidaan tehdä yrityksessä käytettävä dokumentaatio, joka ohjaa tietomallinnusta ja neuvoo yrityksessä aloittavaa uutta mallintajaa.

8.1 Yhteisten tietomallinnuskäytäntöjen edut

Ohjeita noudatettaessa Tekla Structuresin raportointi- ja piirustus pohjat sekä suodattimet ja erilaiset työkalut toimivat oletetulla tavalla. Suuri osa Teklan piirustus- ja näkymätyökaluista pohjautuu kappaleiden ominaisuuksiin perustuvaan suodatukseen, joka hyötyy suuresti siitä, että kaikki tietomallintajat työskentelevät saman, sovitun kaavan mukaan. Jos esimerkiksi valmiiksi tehty perustuspiirustus pohja suodattaa näkyviin ainoastaan prefixin PV-A sisältävät anturat, eivät toivotut kappaleet näy, jos tietomallintaja ei ole varmistanut, että anturoiden prefix on PV-A. Usean suunnittelijan työstämä tietomalli voi aiheuttaa turhautumista, jos joku tietomallintajista ei noudata yhteisiä sääntöjä. Tietomallin siistiminen ja yhteisistä säännöistä poikkeavat työtavat aiheuttavat lisätyötä. Tietomallin kappaleiden attribuuttien ja ominaisuuksien yhdenmukaisuuden tarkastamisessa on hyvä käyttää Teklan Organizer -työkalua. Teklan työkalujen ja komponenttien standard-vakioasetukset voi korjata valmiiksi yrityksen tyylien ja käytäntöjen mukaisiksi (Trimble Solutions Oy 2018f). Tämä varmistaa sen, että jokaisen työntekijän ei tarvitse tehdä työkalujen asetusten muutoksia jokaiseen uuteen projektiin erikseen. Yrityksen piirustus- ja raporttipohjat sekä vakioasetukset ja yhteiset tiedostot tallennetaan

Teklan asetuksissa määriteltävän XS_FIRM-muuttujan mukaiseen tiedostojajointiin. XS_FIRM määrittää, mistä kansiossa yrityksen yhteiset asetukset noudetaan. Kyseinen kansio voi sijaita verkkolevyllä tai mallintajan tietokoneella. XS_FIRM on kansio, jonka sisältöä tulee muokata vain tiettyjen, Teklan käytön kehityksestä vastaavien henkilöiden (Trimble Solutions Oy 2018j).

Huhtikuussa 2018 pidetyssä IdeaStructuran sisäisessä palaverissa todettiin, että XS_FIRM-kansion käyttö verkkolevyllä on liian hidasta. Tekla Structures käy läpi kansion tiedostot usein käytön aikana, ja joidenkin valintaikkunoiden avautuminen voi kestää jopa kymmenen sekuntia verkkolevyä käytettäessä. Hyvä sijainti kyseiselle kansiolle on mallintajan tietokoneen kiintolevy. Päivitykset kansiolle ja sen tiedostoille tehdään määräjain tietotekniikkatukihenkilön toimesta.

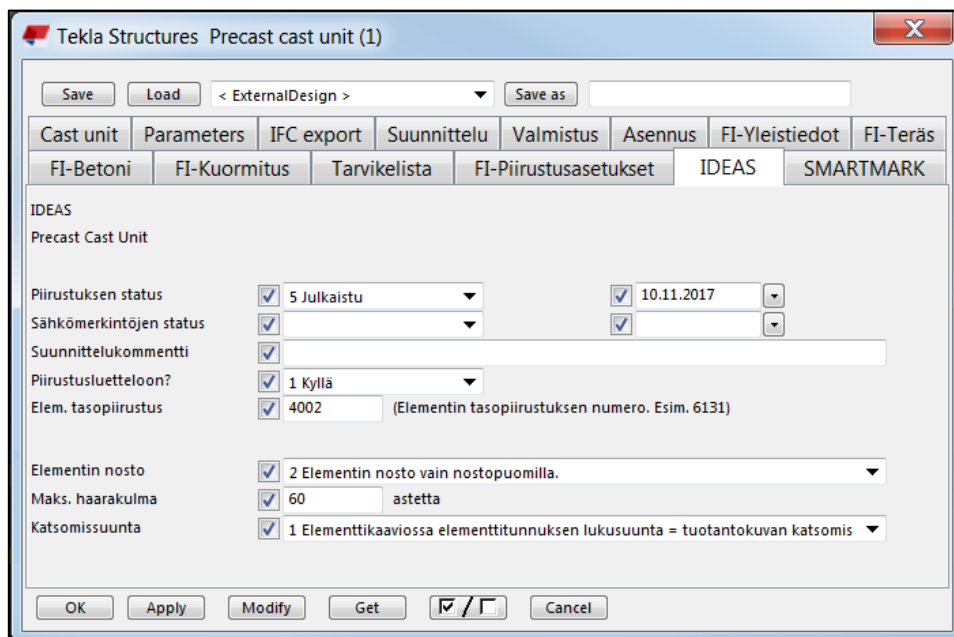


Kuva 26. Yrityksen sisäisten käytäntöjen mukaan tehtyjen työkalujen, piirustusohjelmien ja asetustiedostojen lukujärjestys.

8.2 UDA-kenttien mukauttaminen

Jossain vaiheessa vastaan voi tulla tilanne, jossa Tekla Structuresin tai sen Suomi-ympäristön mukana tulevat UDA-kentät elementeissä, osissa, pulteissa, raudoituksissa, piirustuksissa tai projektitiedoissa eivät ole riittäviä. Tähän ongelmaan auttaa UDA- eli User Defined Attributes -kenttien lisääminen INP-tiedoston avulla (Trimble Solutions Oy 2016a). Tiedosto sisältää metatiedot uusista kentistä (Trimble Solutions Oy 2018a). Kuvassa 27 näkyy esimerkki mukautetun UDA-välilehden kentistä. Kenttien tiedot voidaan tulostaa piirustukseen tai niitä voidaan käyttää aikataulutuksessa tai raporteissa ja suodattimissa kuten muitakin UDA-tietoja.

Luomalla yrityksen käyttöön mukautettuja tietokenttiä voidaan tietomallin sisältöä laajentaa tarpeiden mukaan. Uudet lisätyt tietokentät voidaan myös viedä IFC-malliin (Trimble Solutions Oy 2017a).



Kuva 27. Mukautettujen UDA-kenttien lisääminen on mahdollista.

8.3 Yrityksen sisäiset tietomallinnuskäytännöt: vaarat

Tekla Structures on täysin kustomoitavissa yrityksen tarpeiden ja tietomallinnustapojen mukaiseksi. Muokkausmahdollisuus on etu, mutta liiasta komponenttien ja piirustus pohjien luontiin ja muokkaukseen käytetystä ajasta voi olla myös haittaa. Tekla Structuresin ohjelmistoversion päivittyessä ja ohjelmiston muuttuessa yrityksen luomat käytännöt, vakioasetukset ja työtavat voivat vanhentua. Moni yritys joutuu jatkamaan vanhan version käyttämistä, koska yrityksen tietomallinnusjärjestelmän ja menetelmien päivittäminen olisi kallis ja työläs prosessi. Nämä raskaan järjestelmän luoneet suunnittelutoimistot eivät pääse hyödyntämään uusia ja mahdollisesti tehokkaita työkaluja, joita Tekla Structures kehittää. Viimeisimmissä 2017-, 2017i- ja 2018-versioissa on monia parannuksia ja uusia työkaluja, jotka tehostavat tietomallinnusprosessia. Joidenkin suurten yritysten koko tietomallipohjainen suunnittelu saattaa olla erittäin riippuvainen ulkopuolisen tahon kehittämistä, mittatilaustyönä luoduista komponentista, joiden toimintaa ei voida varmistaa ohjelmiston päivittyessä.

Huonona puolena raskaiden tai monimutkaisten tietomallinnusohjeistusten ja -käytäntöjen käyttöönotossa on joustamattomuuden lisäksi myös se, että työntekijät eivät välttämättä noudata niitä. Jos piirustus pohjien, suodattimien tai muiden työkalujen toiminta perustuu siihen, että tietomallintaja on täyttänyt mallinnuskappaleiden attribuutit ja tiedot täsmälleen kohta kohdalta oikein, on järjestelmän käytössä suuri virheen syntymisen vaara. Tietomallinnuskäytäntöjen ja ohjeiden tuleekin tehdä kompromissi. Niiden tulee olla niin tiukat, että Teklan työkaluista saadaan kaikki etu, mutta kuitenkin niin löyhät, että yhteisistä käytännöistä perustuva järjestelmässä on jonkin asteinen virheensietokyky ja että ohjeiden noudattaminen on työntekijän näkökulmasta luontevaa ja vaivatonta.

8.4 Mitkä tietomallin attribuutit tulee täyttää yhteisten sääntöjen mukaan?

NAME

Objektin nimet ovat olennainen osa tietomallia. Jokaisella kappaleella, raudoituksella, partilla, kokoonpanolla, reiällä, valuyksiköllä ja pultilla on nimi. Sen tulisi olla kappaleetta kuvaava, selkeä ja yhdenmukainen kaikissa mallin kappaleissa. Nimessä ei tule olla välilyöntiä (Trimble Solutions Oy 2017b). Esimerkiksi ruutuelementin osille annetaan BEC2012:n mukaisesti seuraavanlaiset nimet: sisäkuorelle SISÄKUORI, eristeelle ERISTE ja ulkokuorelle ULKOKUORI (Betoniteollisuus ry 2016). Elementin valuyksikön nimeksi annetaan RUUTUELEMENTTI. Kokoonpano ja valuyksikkö saavat nimensä main partilta, jos sitä ei muuta. Numerointisuositus.pdf-asiakirjan nimisarakeessa on lista eri valuyksiköille ja kokoonpanoille soveltuvista nimistä (Liite 3).

Kappaleen nimeämisessä on tärkeää noudattaa yhdenmukaisuutta. Jos mallissa on esimerkiksi kappale nimeltä ANTURA, tulee voida olettaa, että kaikkien vastaavanlaisten perustusobjektien nimi on myös ANTURA. Tämä helpottaa kappaleiden suodattamista ja käsittelyä. Nimien yhdenmukaisuutta voidaan tarkastella Organizerillä ja ryhmittelemällä objektit keskenään nimien mukaan. Nimien eroavaisuus voi aiheuttaa sekaannuksia IFC-mallia tarkasteltaessa. Kustannuslaskija voi olettaa, että kappaleissa on jotain eroavaisuutta, jos niiden nimet poikkeavat toisistaan.

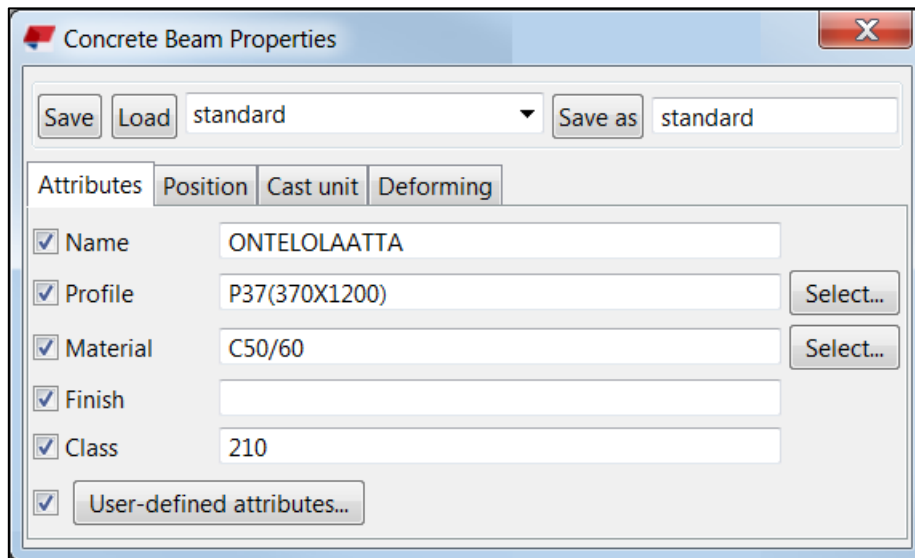
CLASS

Class on mallinnusobjektille annettava numero. Valutarvikkeiden class valitaan BEC2012:n sivun 30 taulukon mukaan. Numero valutarvikkeelle määräytyy väliltä 100–104 sen mukaan, mitä tietoja valutarvikkeesta halutaan tulostaa elementtipiirustuksen tarvikelistaan (Liite 2).

Jos kyseessä ei ole betonielementtitehtaalla valettavan elementin valutarvike, valitaan objektin class Numerointisuositus.pdf-asiakirjan mukaisesti (Liite 3). Kyseinen lista on tosin vajavainen rakennesuunnittelua ajatellen. Class 324:ää on käytetty virheellisesti kahteen kertaan, listalla on joidenkin yksittäisen tuotevalmistajan tuotteille omat classit ja joitakin erittäin oleellisia rakenneosia puuttuu kokonaan, esimerkiksi puurakenteet, salaojat, reiät, jatkuva antura ja osa Elementtisuunnittelu.fi-sivuston elementtitunnuslistan elementtityypeistä. Tämän lisäksi lista on ristiriidassa BEC2012-suunnitteluohjeen kanssa. Yrityksen olisikin hyvä tehdä oma sisäinen numerointilistansa, jossa on otettu huomioon yrityksen tarpeet. Ainoita kriittisiä classeja, jotka pitää jättää ennalleen, ovat 100–104 (Liite 2). Virallinen numerointilista on mutkikasta päivittää: jotkut yritykset ovat saattaneet perustaa tietomallintamisprosessinsa sen varaan, ja niiden päivittäminen uuden listan mukaiseksi saattaa olla työlästä.

Käytettävä class-listaus on hyvä laittaa projektipankkiin tietomalliselostuksen liitteeksi, jotta projektissa mukana olevien muiden suunnittelualojen osapuolet ovat selvillä, mitä IFC-mallin objektit kuvaavat.

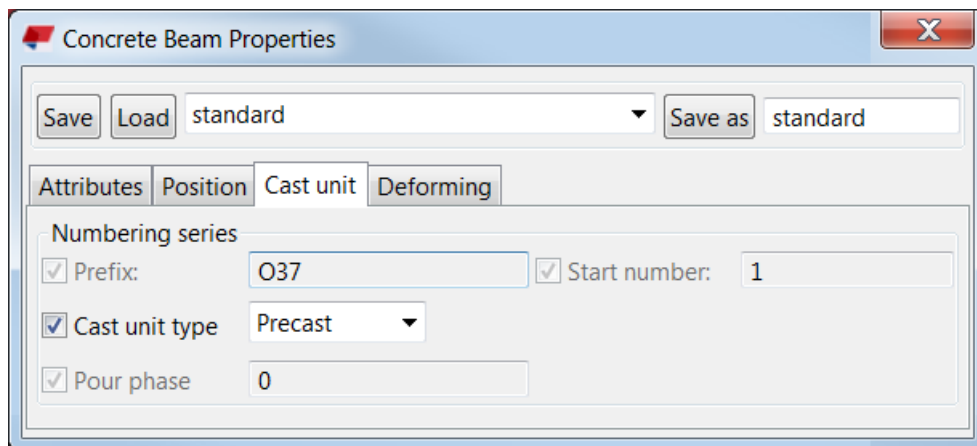
Vakiona Teklassa kappaleiden värit riippuvat kappaleen part-asetuksesta. Värejä on neljätoista, ja ne toistuvat numeroiden kerrannaisilla. Kappaleilla, joiden classit ovat 2, 16, 30, 44, on kaikilla punainen väri. Tämä tulee ottaa huomioon yrityksen omaa numerointi- ja nimeämisohjetta luotaessa (Trimble Solutions Oy 2018c).



Kuva 28. Ontelolaatan class 210 tulee Numerointisuositus.pdf-asiakirjasta. 210 on numeron 14 kerrannainen, joten ontelolaatat ovat vakiona sinisiä.

PREFIX

Prefix eli etuliite on usealla eri objektityypillä, kuten esimerkiksi osalla, kokoonpanolla, pultilla ja raudoituksella. Ominaisuus vaikuttaa numerointiin, joten sen on oltava oikein. Prefix on myös ominaisuus, jota on tehokasta käyttää piirustuksessa ja mallissa suodatukseen (Kuva 29). Mallintajan tulee pystyä oletamaan, että tietomallin kaikkien paikallavaluuanturoiden prefix on PV-A ja kaikkien väliseinäelementtien V. Prefix määräytyy Elementtisuunnittelu.fi-sivuston elementtitunnuslistan (Elementtisuunnittelu) sekä Teklan Suomi-ympäristön mukana tulevan Numerointisuositus.pdf-asiakirjan perusteella (Liite 3). Prefix näkyy myös elementti- ja ta-sopiirustuksissa, joten sen täytyy olla oikein.



Kuva 29. Ontelolaatan prefix O37 näkyy ontelolaatan mittalappukuvassa sekä ontelolaattatasopiirustuksessa.

KERROSTIETO

Mallin kappaleiden kerrostieto on oleellinen asia heti mallinnuksen alkuvaiheessa. Se siirtyy muille suunnittelijoille jaettavaan IFC-malliin ja sitä voi hyödyntää monella tapaa piirustusten teossa ja kappaleiden suodatuksessa. Esimerkiksi ensimmäisen kerroksen katon rakennetasopiirustukseen voi suodattaa näkyviin kyseiseen kerrokseen kuuluvat kappaleet ja elementtipiirustusluettelon voi tulostaa kunkin elementin kerrostiedon.

Kerros-, rakennus- ja lohkotiedot voidaan syöttää kappaleiden UDA-tietoihin manuaalisesti tai Organizerin avulla parametrisesti (Trimble Solutions Oy 2015b). Ensin mainittu tapa on työläs, joten on suositeltavaa käyttää Organizeria. Käytännössä tietojen määrittäminen tapahtuu asettamalla ensin koordinaatit, jotka määrittelevät mallin kappaleet nimettyihin laatikoihin, "boundary boxeihin". Näiden laatikkojen sisään jäävät mallikappaleet kuuluvat laatikon nimen mukaiseen rakennukseen. Rakennus jaetaan samalla menetelmällä osioihin ja lopuksi korkoasemien mukaan kerrokseen. Korkoasemina on hyvä käyttää arkkitehdin valmiiden lattiapintojen mukaisia korkoja (Kuva 31), jolloin esimerkiksi ensimmäisen kerroksen katon ontelolaatat saavat kerrostiedoksi kerroksen yksi. Organizerissä on myös mahdollista asettaa kokoonpano manuaalisesti johonkin luoduista kerroskategorioista (Trimble Solutions 2018g).

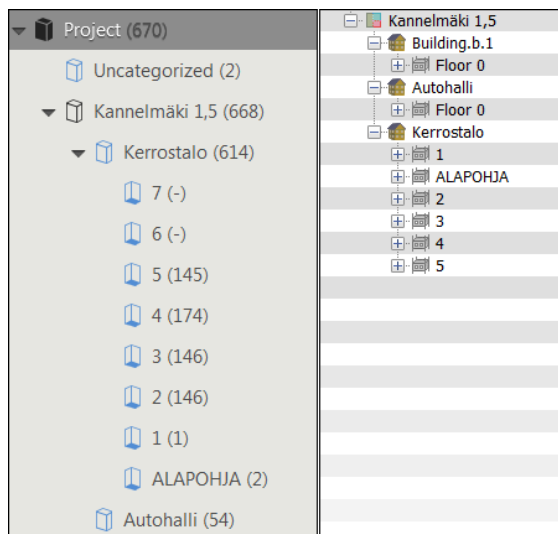
Local building top	
7	48 400
6	3 000 45 400
5	3 000 42 400
4	3 000 39 400
3	3 000 36 400
2	3 000 33 400
1	4 500 28 900
ALAPOHJA	Local building bottom

Kuva 30. Kerrosten korot on otettu arkkitehdin tasopiirustuksista.

Vakioasetuksilla Organizer sijoittaa kappaleet laatikoihin niiden tilavuuden painopisteen perusteella, joten monikerrospilarit tulee siirtää manuaalisesti oikeaan kerrokseen (Trimble Solutions Oy 2018i). Useiden kerrosten läpi meneville rakenteille annetaan kerrostiedoksi alin kerros, jossa ne esiintyvät (Betoniteollisuus ry 2016). Kerrosten niminä on hyvä käyttää arkkitehtisuunnitelmien mukaisia kerrosnimiä, jotta IFC-mallien tiedot vastaavat toisiaan. Esimerkiksi kuvan 30 tapauksessa arkkitehti on määrittänyt ensimmäisen kerroksen nimeksi 1. kerros, vaikka joku voisi nimetä kerroksen nimellä KELLARI tai K1, koska kerros on osittain maanpinnan alla. Selkeys on eduksi kerroksia nimitessä, joten 1. kerroksen nimeksi voi antaa lyhyesti numeron yksi. Kun Organizerin tiedot päivitetään painamalla päivitysnappia, siirtyvät koordinaattien mukaiset tiedot mallin assemblyjen sisään tietokenttiin LBS_BUILDING, LBS_SECTION ja LBS_FLOOR, joista ne ovat hyödynnettävissä piirustuksia ja tietomallia työstäessä (Trimble Solutions Oy 2018i).

IFC-mallin vientivaiheessa tulee Organizer synkronisoida ja käyttää "locations from Organizer" -valintaa, jotta tiedot siirtyvät IFC-malliin (Trimble Solutions Oy 2018h). Kerrostietojen syöttäminen Organizerin avulla varmistaa sen, että jokaisella kappaleella on varmasti tiedot kunnossa, jos kappale osuu johonkin rakennus-, kerros- tai lohkomääritelmään. Kerrostiedot manuaalisesti syöttämällä jää aina vaaraksi, että tietoja puuttuu. Kuvassa 31 on esimerkki, miten puuttuvat tiedot vaikuttavat IFC-tiedostoon viedyn mallin kerrostietoihin. Kuvassa vasemmalla on kerrostiedot Organizerissa ja oikealla vastaavat tiedot luodussa IFC-mallissa (Kuva 31). Autohalliin ei olla määritely kerroksia, joten sen kappaleiden kerrostiedoiksi tulee "Floor 0". Kaksi kappaletta eivät osu mihinkään rakennuksen sijaintiin

määrittelevään laatikkoon, joten niiden kerrostieto on Organizerissä “Uncategorized” ja IFC-mallissa “Building.b.1”. Tietomallintajan tulee varmistaa, että kaikilla kappaleilla on kerrostieto, jotta IFC-mallia on selkeää käyttöä.



Kuva 31. Vasemmalla kerrostiedot Organizerissa ja oikealla viedyn IFC-mallin vastaavat tiedot Solibri Model Viewerissä.

9 YHTEENVETO JA POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoitus oli pohtia ja suunnitella, miten tietomallintamisen etuja saadaan hyödynnettyä rakennesuunnittelutoimistossa tehokkaasti ja mitä yrityksen sisäisissä koulutuksissa ja sähköisessä ohjeistuksessa pitää ottaa huomioon. Työ oli pääsääntöisesti itsenäistä, mutta tukea sai tarvittaessa Tekla Structuresin käyttäjäavusta ja kattavista, verkosta löytyvistä käyttöoppaista. Suurimman osan tietomallinnusohjelman käytännöistä ja hyvistä toimintatavoista oppii kuitenkin työn ohessa kokemuksen ja kokeilun kautta. Eri tietomallinnusprojektien aikana huomaa, mitkä asiat ovat oleellisia ja vaikuttavat piirustusten luonnin ja mallinnuksen mielekkyyteen ja selkeyteen. Työkavereita opettaessa ja ohjeistaessa on saanut hyvin näkökulmaa ja ajatuksia toimivista työtavoista. Yksin työskennellessä työskentelyratkaisut ovat helposti liian monimutkaisia ja huonosti koko yrityksen käyttöön skaalautuvia. Ottaessa huomioon, että koko yrityksen tulisi toimia samojen tapojen ja ohjeiden mukaisesti, pitää kaikki saada dokumentoitua selkeään ja ymmärrettävään muotoon. Jos opastus ei ole selkeää, täytyy yrityksen tietomallinnusta ohjaavan henkilön sähköposti ja puhelin muiden mallintajien yhteydenotoista ja kysymyksistä.

IdeaStructurassa on aloitettu luomaan sisäisiä oppaita, jotta uudet mallintajat saavat heti Tekla Structuresin käytön alkuvaiheessa ohjeet, mitä työkaluja eri rakenneosien mallintamiseen kannattaa käyttää, mitä tietoja tietomalliin tulee syöttää ja miten eri työvaiheet käsitellään onnistuneesti. Jokaisen mallintajan tietokoneelle asetetaan XS_FIRM-kansio, jonne kerätään tarpeelliset asetustiedostot, komponentit ja niiden valmiiksi syötetyt attribuuttitiedot BEC2012-oppaan ja numerointisuosituslistan mukaan. Myös työkalujen, kuten reikäkierrossa käytettävän Hole Reservation Managerin asetustiedostot, ovat käytössä XS_FIRM-kansion kautta. Näin jokaisen työntekijän ei tarvitse perehtyä asetusten hakemiseen Teklan Warehouse-komponenttisivuston kautta.

Tekla Structuresin Suomi-ympäristön Numerointisuositus-asiakirjan pohjalta kootaan paranneltu, IdeaStructuran sisäiseen käyttöön tarkoitettu lisätausta, joka opastaa rakennusprojektissa tarvittavien rakenneosien class-, prefix- ja nimitiedot. Numerointilistausta voidaan liittää myös IFC-mallin mukana toimitettavaan tietomalliselostukseen kustannuslaskijan lähtötiedoksi. Numerointisuositus-asiakirjan avulla kaikille on selvää tietomallin osien ominaisuudet, mikä auttaa tietomallin sisällön suodattamisessa ja kokonaisuuden hallinnassa Organizerin kautta. XS_FIRM-kansioon kerätään perustarpeet täyttävät materiaali- ja profiilikirjastot ja piirustusohjat erilaisten tasopiirustusten ja leikkausten luontiin. Myös mahdollisimman helppokäyttöiset piirustusohjat yleisimpien elementti- ja ontelolaattakuvien tekemiseen ovat suunnittelun alla.

Opinnäytetyön tilaaja on ollut tyytyväinen tehtyyn työhön. Johtopäätöksien ja työn teon aikana opittujen asioiden pohjalta on hyvä työstää yrityksen sisäistä ohjeistusta. Työ on otettu käyttöön IdeaStructurassa ohjeistuksen laadinnan avuksi.

LÄHTEET

IdeaStructura Oy (2018). IdeaStructura. Haettu 08.04.2018

<https://www.ideastructura.com>

BuildingSmart (2008). #CV-2x3-157. Haettu 08.04.2018 osoitteesta

<http://www.buildingsmart-tech.org/implementation/ifc-implementation/ifc-impl-agreements/cv-2x3-157>

Betoniteollisuus ry (2016), BEC2012 Elementtisuunnittelun mallinnusohje v109. haettu 08.04.2018 osoitteesta

http://www.elementtisuunnittelu.fi/Download/23982/BEC2012%20Elementtisuunnittelun%20mallinnusohje_v109.pdf

BuildingSmart (2012), Yleiset tietomallivaatimukset YTV2012. Haettu 08.04.2018 osoitteesta

<https://buildingsmart.fi/yleiset-tietomallivaatimukset-ytv/>

Trimble Solutions Oy (2018a), Properties of the objects.inp file. Haettu 08.04.2018 osoitteesta

https://teklastructures.support.tekla.com/2018/en/sys_objects_inp_properties

Trimble Solutions Oy (2017a), Defining property sets in the .inp file. Haettu 08.04.2018 osoitteesta

https://teklastructures.support.tekla.com/190/en/int_defining_property_sets_in_inp_file

Trimble Solutions Oy (2018b), Define drawing views. Haettu 08.04.2018 osoitteesta

https://teklastructures.support.tekla.com/2018/en/dra_drawing_views

Aaltonen, O (2018). Tekla 2017i Hole reservation manager error (Tekla):068600268. Sähköpostiviesti lähetetty 19.2.2018

Trimble Solutions Oy (2015a). Tietomallipohjainen reikäkierto. Haettu 08.04.2018

<https://www.tekla.com/fi/tietoa-meist%C3%A4/webinaarit/tietomallipohjainen-reik%C3%A4kierto>

Trimble Solutions Oy (2018c). Change the color of a model object. Haettu 08.04.2018

https://teklastructures.support.tekla.com/2018/en/mod_changing_color_of_part

Trimble Solutions Oy (2017b). Dialog box elements. Haettu 08.04.2018
https://teklastructures.support.tekla.com/fi/190/en/gen_dialog_box_elements

Trimble Solutions Oy (2018d). Template Editor improvements. Haettu 08.04.2018
https://teklastructures.support.tekla.com/2017i/en/rel_2017i_template_editor_improvements

Trimble Solutions Oy (2018e). 2d library in drawings. Haettu 08.04.2018
https://teklastructures.support.tekla.com/fi/2018/en/dra_details_in_drawing_2d_library

Trimble Solutions Oy (2017c). Clash Check Manager. Haettu 08.04.2018
https://teklastructures.support.tekla.com/190/en/mod_clash_check_manager

Elementtisuunnittelu. Elementtitunnukset. Haettu 08.04.2018
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/elementtitunnukset>

Trimble Solutions Oy (2016a). Example: Create and update a user-defined attribute (UDA). Haettu 08.04.2018
https://teklastructures.support.tekla.com/2016/en/sys_example_creating_and Updating_uda

Trimble Solutions Oy (2017d). Convert IFC objects into native Tekla Structures objects. Haettu 08.04.2018
https://teklastructures.support.tekla.com/2017i/en/int_conversion_management

Trimble Solutions Oy (2017e). Tekla Model Sharing. Haettu 08.04.2018
<https://www.tekla.com/fi/tuotteet/tekla-model-sharing>

Trimble Solutions Oy (2015b). Organizing the model to buildings, sections and floors. Haettu 08.04.2018
https://teklastructures.support.tekla.com/210/en/mod_organizing_the_model_to_location_categories

Trimble Solutions Oy (2018f). Standard files. Haettu 08.04.2018
https://teklastructures.support.tekla.com/2018/en/sys_standard_files

Trimble Solutions Oy (2018g). Report Organizer location categories. Haettu 08.04.2018
https://teklastructures.support.tekla.com/fi/2018/en/mod_reporting_in_organizer

Trimble Solutions Oy (2018h). Export a Tekla Structures model or selected model objects to an IFC file. Haettu 08.04.2018

https://teklastructures.support.tekla.com/fi/2018/en/int_exporting_into_ifc

Trimble Solutions Oy (2018i). Create location categories manually in Organizer. Haettu 08.04.2018

https://teklastructures.support.tekla.com/2018/en/mod_creating_location_categories_manually_in_organizer

Trimble Solutions Oy (2018j). XS_FIRM. Haettu 08.04.2018

https://teklastructures.support.tekla.com/2018/en/XS_FIRM

Trimble Solutions Oy (2016b). How to share Organizer data in Tekla Model Sharing. Haettu 08.04.2018

https://teklastructures.support.tekla.com/2016/en/ms_organizer_data_sharing

Trimble Solutions Oy (2018k). Detect sharing changes and view sharing history in Tekla Model Sharing. Haettu 08.04.2018

https://teklastructures.support.tekla.com/2018/en/ms_sharing_history

Trimble Solutions Oy (2016c). Conflict handling and limitations in Tekla Model Sharing. Haettu 08.04.2018

https://teklastructures.support.tekla.com/2016/en/ms_conflicts_in_model_sharing

Trimble Solutions (2016d). Multi-user system. Haettu 08.04.2018

https://teklastructures.support.tekla.com/fi/2016i/en/sys_multiuser_multiuser_system

Trimble Solutions Oy (2016e). Tekla Structures multi-user server. Haettu 08.04.2018

https://teklastructures.support.tekla.com/2016/en/sys_multiuser_multiuser_system_ts_server

Trimble Solutions Oy (2016f). Create a color set in Organizer. Haettu 08.04.2018

https://teklastructures.support.tekla.com/fi/2016/en/mod_creating_a_color_set_in_organizer

Trimble Solutions Oy (2017f). Trimble Connect – rakentamisen yhteistyöalusta. Haettu 08.04.2018

<https://www.tekla.com/fi/tietoa-meist%C3%A4/webinaarit/trimble-connect-rakentamisen-yhteisty%C3%B6alusta>

Trimble Solutions Oy (2017g). Change symbols in drawings. Haettu 08.04.2018
https://teklastructures.support.tekla.com/fi/2017/en/dra_change_symbols

Trimble Solutions Oy (2017h). Part labels. Haettu 08.04.2018
https://teklastructures.support.tekla.com/190/en/mod_part_labels

Trimble Solutions Oy (2017i). Filtering object using a view filter. Haettu 08.04.2018
https://teklastructures.support.tekla.com/190/en/mod_filtering_objects_using_view_filter

Trimble Solutions Oy (2015c). Edistyksellisiä ohjelmistoja rakennusalalle. Haettu 08.04.2018
<https://www.tekla.com/fi/tietoa-meista/lyhyesti>

Trimble Solutions Oy (2017j). Tekla Structures configurations. Haettu 08.04.2018
https://teklastructures.support.tekla.com/fi/191/en/ts_configurations

Trimble Solutions Oy (2017k). Filtering techniques. Haettu 08.04.2018
https://teklastructures.support.tekla.com/2017i/en/mod_possible_values_in_filtering

Reikämallin vientiohje talotekniikkasuunnittelijoille Reikämallin vientiohje talotekniikkasuunnittelijoille (Creating 3D provisions for voids information models using MagiCAD 2016, 6)



Exporting void provision files in IFC format

When the void provisions have been modelled to the DWG drawings, storey-specific IFC files are produced based on them. These files are then submitted to the structural designer.

The IFC files are created by using MagiCAD's IFC Export function. The setting of the storey-specific reference point (or origo) should be WCS. The size of the provisions and other relevant tags and data can be saved as attribute data by selecting **Provisions for Voids** from the *Property Settings*.

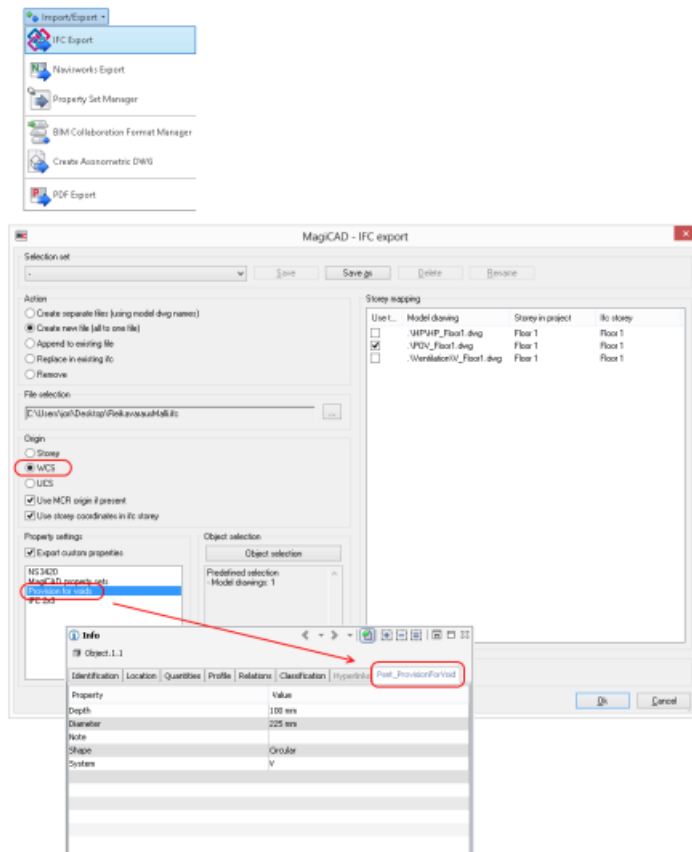


Image 5: IFC export

Betonielementtien valutarvikkeiden class-listaus (BEC2012, versio 1.09, 2016, 33)

OSAT	CLASS	YKS	ESIM
EI TULE RAPORTTEIHIN/TAULUKOIHIN	0		URAT
NIMI + MATERIAALI + UDA:PRODUCT DESCRIPTION	100	KPL	SBKL, HPKM
NIMI + PROFIIILI + PITUUS + MATERIAALI + UDA:PRODUCT DESCRIPTION	101	KPL	PUTKI,
NIMI + WIDTH + HEIGHT + PITUUS + MATERIAALI + UDA:PRODUCT DESCRIPTION	102	KPL	NEOPRENELAPPU
NIMI + PROFIIILI + MATERIAALI + UDA:PRODUCT DESCRIPTION	103	M	NEOPRENENAUHA, SAHATAVARA, SÄHKÖPUTKI
NIMI+MATERIAALI+PAKSUUS + UDA:PRODUCT DESCRIPTION	104	M2	ERISTE
RAUDOITTEET (TARVIKKEET)	CLASS	YKS	ESIM
NIMI + MATERIAALI + UDA:PRODUCT DESCRIPTION	100	KPL	KIERREHAKA
NIMI + HALKAISIJA + PITUUS + MATERIAALI + UDA:PRODUCT DESCRIPTION	101	KPL	TARTUNTA
NIMI + HALKAISIJA + MATERIAALI + UDA:PRODUCT DESCRIPTION	103	M	SÄHKÖPUTKI
EI TULE RAPORTTEIHIN/TAULUKOIHIN	102		
VERKOT	CLASS	YKS	ESIM
NIMI + MATERIAALI + UDA:PRODUCT DESCRIPTION	100	KPL	LEUKAVERKKO
NIMI + HALKAISUJA/SILMÄKOKO + MATERIAALI + UDA:PRODUCT DESCRIPTION	VAPAA	KG	TAVALLISET VERKOT

Kappaleen 8 alun esimerkki TS:ssä:

TARVIKE (TYYPPI,KOKO,LAATU)	MÄÄRÄ	YKS	CLASS
EPS150	3,6	m2	Osa 104
OL-E-240	5,8	m2	Osa 104
SBKL 150x150	1,0	kpl	Osa 100
AEP400 PA	5,0	kpl	Osa 100
NEOPREENINAUHA 20x10 SHORE60	14,2	m	Osa 103
NEOPREENI 200x300 SHORE60	2,0	kpl	Osa 101
NEOPREENI 8 mm	0,5	m2	Osa 104
Tappi T16 L=1200 A500HW	2,0	KPL	Raudoite 101
VAKIOTERÄSPUTKI 100X60 S=2 mm	4,0	KPL	Osa 100
TW25 I=1800 M24-170	4,0	KPL	Raudoite 101
PUUTAVARA 50X100 SAHATTU	7,6	m	Osa 103
KIERRESAUMAPUTKI D150 L=380	6,0	KPL	Osa 101
PUTKILÄPIVIENTIVARAUS PLV 50X90	2,0	KPL	Osa 100
S-PISTEKOLO	2,0	KPL	Osa 100
SEWATEK-LÄPIVIENTI	1,0	KPL	Osa 100
NOSTOLENKKI JB20	2,0	kpl	Osa tai raudoite 100
NOSTOLENKKI PB16 LISÄTAIVUTUS	2,0	kpl	Osa tai raudoite 100
TERÄSVERKKO 8-150 B500K	12,8	KG	Vapaa class
LEUKAVERKKO L18/10 B500K	6,0	KPL	Verkko 100
KIERREHAKA K7 750x750 60 kier B400	2,0	KPL	Raudoite 100
KLINKKERILAATTA	12,5	m2	
KL 285x85/85 SAHARA SILEÄ	268,0	kpl	
ERIKOISTERÄSOSA KTS.KUVA	4,0	kpl	Osa 100

HUOM: Jos valutarvikkeen materiaali on Undefined, materiaali ei tule listautua taulukoihin.

Tekla Structuresin numerointisuosituslista, sivu 1

Nimi	Name	Class	Assembly	Part	Plate	Rakennosa	Structure	TERÄS / STEEL
PYSTYRAKENTEET	VERTICAL STRUCTURES	1-20	Prefix and start number					Oletusosa / default profile
VALSSATTU_PILARI	ROLL_COLUMN	1	CI	PI	L1	Valssattu pilari	Hot rolled column	HEA300
WI_PILARI	WI_COLUMN	2	WCI	WPI	L1	Hitsattu I-pilari	Welded I/H column	WI400-10-15x200
WP_PILARI	WB_COLUMN	3	WCI	WPI	L1	Hitsattu kotelopilari	Welded box column	WB400-20-20x400/25
PUTKIPILARI	PIPE_COLUMN	4	CI	PI	L1	Putkipilari, pyöreä tai suor	Pipe column, round or re	P200*200*10
SEINA_SIDE	VER_BRACE	5	VVI	VPI	L1	Seinäside	Vertical brace	CFRH5200*5
SEINA_WB_SIDE	VER_WB_BRACE	6	WVI	VPI	L1	Hitsattu koteloseinäside	Welded box brace	WB400-20-20x400/25
KEHYSELEMENTTI	FRAME	7	F1	FP1	L1	Ikkuna-, ovi- tai	Window, door or	
EXTRA_OSA	EXTRA_PART	20	EXI	EXPI	EXL1	aukkokehys	opening frame	CFRH5100*4
						Extra-osa	Extra part	
VAAKARAKENTEET	HORIZONTAL STRUCTURES	21-40						
SEKUNDAARI_PALKKI	SEC_BEAM	21	SBI	PI	L1	Sekundaari-palkki	Secondary beam	IPE200
PRIMAARI_PALKKI	PRIM_BEAM	22	B1	PI	L1	Primääripalkki	Primary beam	IPE300
WI_PALKKI	WI_BEAM	23	W1	WPI	L1	Hitsattu I-palkki	Welded I-beam	WI400-8-15x200
WI_KATTILAPALKKI	WI_BOILER_BEAM	24	W1	WPI	L1	Hitsattu I-palkki kattilapalkkina	Welded I-beam in a boiler building	WI1000-20-25x300
WB_KATTILAPALKKI	WB_BOILER_BEAM	25	W1	WPI	L1	WB-palkki kattilapalkkina	Welded box beam in a	WB1000-15-20x300/25
TASO_SIDE	HOR_BRACE	26	H1	I	L1	Tasoside	Horizontal brace	CFRH5150*5
NOSTINPALKKI	HOIST_BEAM	27	HB1	PI	L1	Hitsattu tai valssattu I-palkki	Welded or hot rolled I-beam	HEB300
NOSTURIRATAPALKKI	CRANE_BEAM	28	HR1	HRP1	HL1	Nosturirata-palkki	Crane beam	HEB300
HQ_PALKKI	HQ_BEAM	29	HQ1	HQP1	WQL1	HQ-palkki	HQ beam	HQ320-5-15x190-15x500
WQ_PALKKI	WQ_BEAM	30	WQ1	WQP1	WQL1	WQ-palkki	WQ beam	WQ320-5-15x190-15x500
DELTA_PALKKI	DELTA_BEAM	31	D1	DP1	DL1	Delta-palkki	Delta-beam (Peikko)	D32-300
KVATRO_PALKKI	KVATRO_BEAM	32	KV1	KVP1	KVPL1	Kvatro-palkki	Kvatro beam (Teräselementti)	
KYNNELLEVVY	CHEC_PLATE	33	CPI		CPL1	Kynnellevy	Steel plate with	
EXTRA_OSA	EXTRA_PART	34	EXI	EXPI	EXL1	Extra-osa	checkered pattern	
							Extra part	
RISTIKORAKENTEET	TRUSS STRUCTURES	16						
RISTIKKO	TRUSS	16	TRI	TP1	TL1	Ristikko	Truss	
ASENNUSOSAT	ERECTION PARTS	17						
ASENNUSLEVVY	EREC_PLATE	17	EPL1		EL1	Yksittäisiä asennusosia. Käytetään mahd. ilman kokoonpanotunnusta, koska ei asetettävissä kaikissa systeemi-liitoksissa.	Loose parts used in erection of a building. Possibly without assembly prefix as they cannot be set on some system connections.	
ASENNUSOSA	EREC_PART	17	EP1	EP1				
L-TERÄKSET (LIITOKSISSA)	CLIP ANGLES (IN CONNECTIONS)	18						
L_TERÄS	CLIP_ANGLE	18	X1	XP1	XP1	L-teräs liitoksessa	Clip angle	
PORTAAT JA TIIRKKAAT	STAIRS AND LADDERS	41-50						
PORRAS	STAIR	41	SSI	SSPI	SSL1	Porrasreiliankku	Load bearing stair beam	UNP160
ASKELMA	STEP	42	ST1	STPI	STL1	Porraskelma	Stair step	

Tekla Structuresin numerointisuosituslista, sivu 2

KÄSIKAIDE	RAILING	43	EHR1	EHRP1	EHRL1	Elementtikaide	Stair assembly	
KÄSIKAIDE	RAILING	44	HR1	HRP1	HRL1	Irtokaide	Stair assembled at construction site	
TIKAS	LADDER	45	LR1	LRP1	LRL1	Tikas	Laddered	
VALUTARVIKKEET	EMBEDS (IN CONCRETE)	99-101						
VALUTARVIKE	EMBED	99				Valutarvike	Embed	
VALUTARVIKE	EMBED	100				Vakio valutarvike	Standard embed	
VALUTARVIKE	EMBED	101	EX1	EXPI	EXL1	Erikoin valutarvike	Special embed	
KUORIRAKENTEET	CLADDING STRUCTURES	102-						
POIMULEVY	CORRUGATED_SHEET	102	CS1	CSP1	CSP1	Poimulevy	Corrugated sheet	
FASETTI	FACET	103	LA1	LAP1	LAP1	Rannila Fasetti	Facet (Rannila)	
KASETTI	CASSETTE	104	CA1	CAP1	CAP1	Rannila Liberta	Liberta (Rannila)	
SW_PANEELI	SW_PANEL	105	SP1	SP1	SP1	Rannila Panel 3Lock	Panel 3Lock (Rannila)	
KASETTI	CASSETTE	106	LT1	LTP1	LTP1	Rannila Casetti	Casette (Rannila)	
ORSI	PURLIN	107	PU1	PUP1	PUP1	Teräselementti Kvatro	Kvatro (Teräselementti)	
NORDICON	NORDICON	108	NO1	NOP1	NOP1	C-, H- tai Z-orsi	Cold rolled purlin	
PELTI	SHEET	109	FL1	FLP1	FLP1	TC-, TU-, tai TUL-Nordicon	TC, TU or TUL purlin (Ruukki Nordicon)	
K_POIMULEVY	BEARING_SHEET	110	CS1	CSP1	CSP1	Pellitykset	Sheetings	
SW_PANEELI	SW_PANEL	111	CE1	CEP1	CEP1	Kantava poimulevy	Load bearing corrugated sheet	
						Teräselementti Kvatro	Kvatro panel (Teräselementti)	
Nimi	Name	Class	Cast Unit	Part	Plate	Rakenneseosa	Structure	BETONELEMENTTI / CONCRETE ELEMENT
Runkoelementit	Framework elements	201-209	Prefix and start number					Oletusosa / default profile
PILARI	COLUMN	201	P1			Suorakaidepilari	Rectangle beam	380*380
PILARI	COLUMN	202	P1			Pyöreä pilari	Round column	D380
SUORAKAIDEPALKKI	RECTANGLE_BEAM	203	JK1			Jännebetonipalkki, suorakaide	Rectangle beam, prestressed	780*380
SUORAKAIDEPALKKI	RECTANGLE_BEAM	204	K1			Suorakaidepalkki	Rectangle beam, Gnathic beam,	780*380
LEUKAPALKKI	GNATHIC_BEAM	205	JK1			Jämmitetty leukapalkki	prestressed	RCL300*600-400*150
LEUKAPALKKI	GNATHIC_BEAM	206	K1			Leukapalkki	Gnathic beam	RCL300*600-400*150
MATALALEUKAPALKKI	LOW_GNATHIC_BEAM	207	JK1			Matalaleukapalkki	Gnathic beam, low height	RCDL280*375*580*100*100
HI-PALKKI	RIDGE_I-BEAM	208	HI1			HI-palkki	Ridge I-beam	
I-PALKKI	I-BEAM	209	I1			I-palkki	I-beam	
Laattaelementit	Slab elements	210-215						
ONTELOLAATTA	HOLLOW_CORE_SLAB	210	OL1			Ontelolaatta	Hollow core slab	P27(265X1200)
KUORILAATTA	FLOOR_PLANK	211	KL1			Kuorilaatta	Floor plank below a cast in situ slab	KL100(100X1200) TT350*3566-120-50-1460-0.03-150-0.25
TT-LAATTA	TT-SLAB	212	TT1			TT-laatta	TT-slab	
HTT-LAATTA	RIDGE_TT-SLAB	213	HTT1			HTT-laatta	Ridge TT-slab	

Tekla Structuresin numerointisuosituslista, sivu 3

PORRASLAATTA	STAIR SLAB	214	L1				Porraslaatta	Stair slab	260*3000
LEPOTASOLAATTA	LANDING	215	L1				Lepotasolaatta	Landing	260*3000
TEK-LAATTA	TEK-SLAB	216	TEK1				TEK-Laatta	TEK-slab	
Sainäelementit	Wall elements	220-229							
SANDWICH	SANDWICH	220	R1				Ei-kantava sandwich	Non bearing sandwich	
SANDWICH	SANDWICH	221	S1				Kantava sandwich	Bearing sandwich	
SOKKELI	SOCLE	222	AR1				Ei-kantava sokkeli	Non bearing socle	
SOKKELI	SOCLE	223	AS1				Kantava sokkeli	Bearing socle	
SOKKELI	SOCLE	224	AV1				Sokkeli	Socle	
ULKOKUORI	OUTER_SHELL	225	KE1				Ulkokuori	Outer shell	2985*70
SISAKUORI	INNER_SHELL	226	RK1				Ei-kantava sisäkuori	Non bearing inner shell	2950*80
SISAKUORI	INNER_SHELL	227	SK1				Kantava sisäkuori	Bearing inner shell	2450*180
VÄLISEINÄ	INTERNAL_WALL	228	V1				Väliseinä	Internal wall	2685*200
MAANPAINESEINÄ	GROUND_PRESSURE_WALL	229	MP1				Maanpaineseinä	Ground_pressure_wall	2685*200
Parveke-elementit	Balcony elements	250-							
PARVEKELAATTA	BALCONY SLAB	250	CL1				Parvekelaatta	Balcony slab	
PARVEKEPIILARI	BALCONY COLUMN	251	CP1				Parvekepiilari	Balcony column	D250
PARVEKEPIELI	BALCONY WALL	252	M1				Parvekepieli	Balcony wall	2985*180
PARVEKEKAIDE	BALCONY RAILING	253	Z1				Parvekekaide	Balcony railing	1080*100
PARVEKEKATTOLAATTA	BALCONY ROOF	254	CL1				Parvekkeen kattolaatta	Balcony roof slab	
Muut-elementit	Other elements	260-							
PAALU	PILE	260	PA1				Paalu	Pile	
HISSIKUULU	ELEVATOR_SHAFT	261	HKU1				Hissikuulu	Elevator shaft	
HISSIKATTO	ELEVATOR ROOF	262	HKA1				Hissikatto	Elevator roof	
HISSIPOHJA	ELEVATOR_FLOOR	263	HPO1				Hissipohja	Elevator floor	
PORRASELEMENTTI	STAIR	264	PO1				Porraselementti	Stair element	
Perustukset	Foundations	310-							PAIKALLAVALU / CAST IN SITU
ANTURA	FOOTING	302	PV-A1				Antura	Pad footing	1500*1500
PAALUANTURA	PILE FOOTING	303	PV-PA1				Paaluantura	Pile cap footing	1500*1500
PERUSPIILARI	FOUNDATION COLUMN	304	PV-PP1				Peruspiilari	Foundation column/pillar	480*480
PERUSMUURI	FOUNDATION WALL	305	PV-PM1				Perusmuuri	Foundation wall	300*600
SOKKELIPALKKI	SOCLE	306	PV-SPI				Sokkelipalkki	Socle beam	300*600
KONEPERUSTUS	MACHINE FOUNDATION	307	PV-KP1				Koneperustus	Machine foundation in a factory	
Runkorakenteet	Framework structures	320-							
PILARI	COLUMN	320	PV-P1				Pilari	Column	480*480
PALKKI	BEAM	322	PV-K1				Palkki	Beam	780*380
LAATTA	SOLID SLAB	323	PV-L1				Laatta	Slab	200
LEPOTASOLAATTA	LANDING	324	PV-LL1				Lepotasolaatta	Landing	250
MAANVARAINENLAATTA	GROUND SLAB	325	PV-ML				Maanvarainenlaatta	Solid slab on ground	100
PINTALAATTA	SURFACE SLAB	326	PV-PL				Pintalaatta	Solid slab on a plank or hollow core slab	60

Tekla Structuresin numerointisuosituslista, sivu 4

SEINA	WALL								Seinä	Solid wall	2685*200
Liittorakenteet	Composite structures	324	PV-V1								
LIITTOPILARI	COMPOSITE COLUMN	330	LP1						Liittopilari	Composite column	
LIITTOPALKKI	COMPOSITE BEAM	331	LK1						Liittopalkki	Composite beam	
LIITTOAALTA	COMPOSITE SLAB	332	LL1						Liittoaaltoa	Composite slab	
Muut rakenteet	Other structures	340									
TIILISEINÄ	BRICK_WALL	340	M-TS1						Tiiliseinä	Brick wall	
HARKKOSEINÄ	BLOCK_WALL	341	M-HS1						Harkkoseinä	Block wall	
ERISTE	INSULATION	342	ERI						Eriste	Thermal insulation	
KANAALISEINÄ	CHANNEL_WALL	343	PV-KAS1						Kanaalin_seinä	Channel wall	
KANAALIPOHJA	CHANNEL_FLOOR	344	PV-KAP1						Kanaalin_pohja	Channel floor	
PORRAS	STAIR	345	PV-PO1						Porras	Stair	
PORRASHUONE	STAIR_ROOM	346	PV-PH1						Porrashuone	Stair room	
HISSIKUJLU	ELEVATOR_SHAFT	347	PV-KH1						Hissikuilu	Elevator shaft	
MUOTTIPELTI	MOULD_SHEET	348	MUP1						Muottipelti	Corrugated sheet working as a slab mould	
Nimi	Name	Class	Cast Unit	Part	Plate	Rakenneosa	Structure	KAIKKI MATERIAALIT / ALL MATERIALS	Oletusosa / default profile		
Valmiit rakenteet	Existing structures	400									
NYKYINEN	EXISTING	400	NYK1	NYK1			Existing structure				
PURETTAVA	TO_BE_DEMOLISHED	401	PUR1	PUR1			Structure to be demolished				
REFERENSSI	REFERENCE	402	REF1	REF1	REF1		Reference structure designed (e.g. structure designed by another company)				
Nimi	Name	Class	Rebar	Rakenneosa	Structure	REINFORCEMENT					
Elementtien raudoitteet	Element reinforcement	500									
PAATERAS	MAIN_BAR	500	" / 1"				Main bar				20
HAKA	STIRRUP	501	" / 1"				Haka				8
RIPUSTUSTERAS	HANG_BAR	502	" / 1"				Ripustusteräs				8
NOSTOLENKKI	LIFTING_ANCHOR	503	" / 1"				Nostolenkki				φ12
TARTUNTA	DOWEL	504	" / 1"				Tartunta				16
JÄNNEPUNOS	STRAND	505	" / 1"				Jännepunos				12,6
Erikkiset rakenneosat esim. anturat	Separate structures e.g. footings	520									
PAATERAS	MAIN_BAR	520	RPI				Main bar				20
HAKA	STIRRUP	521	RH1				Haka				8
RIPUSTUSTERAS	HANG_BAR	522	RR1				Ripustusteräs				8
NOSTOLENKKI	LIFTING_HOOK	523	RNI				Nostolenkki				φ12
TARTUNTA	DOWEL	524	RT1				Tartunta				16
SISÄTERAS	INSIDE_BAR	525	RS1				Sisäteräs				20

Tekla Structuresin numerointisuosituslista, sivu 5

ULKOTERÄS	OUTSIDE_BAR	526	RU1			Ulkoteräs	Outside_bar	20
LISÄTERÄS	SIDE_BAR	527	RL1			Lisäteräs	Side_bar	20
Paikallavaulun raudoitteet	Cast in situ reinforcement	540-						
yPy	uSt	540	yPy1			Yläpinnan ylempi teräs	Upper surface top bar	12
yPa	uSb	541	yPa1			Yläpinnan alempi teräs	Upper surface bottom bar	12
aPy	lSt	542	aPy1			Alapinnan ylempi teräs	Lower surface top bar	12
aPa	lSb	543	aPa1			Alapinnan alempi teräs	Lower surface bottom bar	12
Verkot	Meshes	560-						
ypSUORAKAIDE	usRECTANGLE	561	SV1			Suorakaideverkko	Rectangle mesh	8/8 150/150
apSUORAKAIDE	lsRECTANGLE	561	SV1			Suorakaideverkko	Rectangle mesh	8/8 150/150
TAIVUTETTU	BENT	561	TV1			Taivutettu verkko	Bent mesh	8/8 150/150
ypMONIKULMIO	usPOLYGON	561	MV1			Monikulmio	Polygon	8/8 150/150
apMONIKULMIO	lsPOLYGON	561	MV1			Monikulmio	Polygon	8/8 150/150