

Jarmo Koskinen

## Tekla Structures export

DWG drawing export -työkalu & IFC export

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

17.4.2018

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Jarmo Koskinen Tekla Structures export DWG drawing export -työkalu & IFC export 41 sivua + 0 liitettä 17.4.2018
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennustekniikka
Ammatillinen pääaine	Rakennetekniikka
Ohjaajat	Osastopäällikkö Jarkko Vitikainen Lehtori Mervi Toivonen
<p>Tämä opinnäytetyö kertoo yksityiskohtaisesti, miten määrittää Tekla Structures mallinnusohjelmassa DWG drawing export -työkalulle asetukset sekä käyttöohjeet työkalun käyttämiseen. Lisäksi työssä tehtiin myös IFC export -työkalulle käyttöohjeet.</p> <p>Opinnäytetyö tehtiin Sitowise Oy:lle. Opinnäytetyössä tehtiin valmiit asetukset DWG drawing export -työkalulle, jolla voidaan tasopiirustuksia viedä DWG-muotoon. Työkalulla saavutetaan yrityksen käytössä erilaisia mahdollisuuksia viedä Teklasta Autocadiin tasokuvia, jolloin voidaan tarvittavia tasoja sammuttaa. Työkalua käyttämällä saadaan koko yrityksen käyttöön yhdenmukaiset asetukset. Tasopiirustuksien vientiin DWG-muotoon. Työkalulla saavutetaan myös asianmukainen lopputulos toimipisteestä riippumatta. Yrityksen lisäksi myös muut osapuolet pystyvät hyödyntämään tasopiirustuksia, jossa voidaan tarvittaessa sammuttaa tasoja.</p> <p>DWG drawing export -työkalu on uusi. Tämän työkalun opettelu lähti liikkeelle tutustumalla työkaluun ja sen toimintoihin. Huomioita vaati myös Sitowisellä valmiina olevat Rak-tasasetukset, joita käytettiin hyödyksi työkalun asetuksia tehdessä.</p> <p>Opinnäytetyössä tutustuttiin IFC-export työkaluun. Tutustuminen alkoi käyttämällä IFC:n vientityökalua ja opettelemalla sen periaatteita ja mitä asioita pitää ottaa missäkin vaiheessa huomioon, kun tekee Teklasta mallinviennin IFC-muotoon.</p> <p>DWG drawing export -työkalu vaatii käyttäjältä tietämystä eri tasojen merkityksestä ja miksi asioita halutaan määrittää eri tasolle. Työkaluna DWG drawing export vaikuttaa toimivan hyvin. Muutamia virheitä ja puutteita havaittiin työkalua käytettäessä ja asetuksia tehdessä. Trimblen asiantuntijoihin on oltu yhteydessä ongelmien selvittämiseksi ja virheiden ratkaisemiseksi.</p>	
Avainsanat	Export, DWG, IFC, Tekla Structures

Author Title Number of Pages Date	Jarmo Koskinen Tekla Structures Export, DWG Drawing Export Tool and IFC Export 41 pages + 0 appendices 17 April 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Professional Major	Structural Engineering
Instructors	Jarkko Vitikainen, Department manager, Sitowise Oy Mervi Toivonen, Principal Lecturer
<p>This thesis describes in detail how to configure both the settings and user guide for the DWG drawing export tool in the Tekla Structures modeling program. This thesis is also about creating a user guide to the IFC export tool.</p> <p>The thesis was made by the assignment of Sitowise Oy. In this thesis the settings are ready-made to be used in the DWG formatting.</p> <p>With the tool, there are various opportunities for the company to transfer plan drawings from Tekla to Autocad, so that the necessary levels can be turned off.</p> <p>By using the tool, it is possible to configure the same settings to be used in the entire company and to take contracted export drawings to the DWG format. With the tool it becomes possible to achieve the exact same result not depending on the location.</p> <p>Not only the company but also other parties are able to use the plan drawing in which levels can also be switched off if needed.</p> <p>The DWG Drawing Export Tool is new. Learning this tool started by familiarizing with the tool and its features. Attention was also required for Sitowise's ready-made Rak-level settings that were used to make the tool settings.</p> <p>In the thesis the IFC export tool was explored. It was started by using the IFC export tool and learning its principles and issues that should be taken into consideration when Tekla's model is exported to IFC.</p> <p>The DWG drawing export tool requires the user to know the importance of different levels and why things should be set to different levels. As a tool, DWG drawing export seems to perform well. A few errors and shortcomings were noticed when the tool was used and adjustments were made. Trimble's experts were consulted to solve the errors and shortcomings.</p>	
Keywords	Export, IFC, DWG, Tekla Structures

# Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Taustat ja tavoitteet	1
1.2	Sitowise Oy	2
1.3	Tekla Structures	2
2	YTV 2012 Yleiset tietomallivaatimukset	2
2.1	Yleiset tietomallivaatimukset	3
2.2	Rakennesuunnittelun yleiset tietomallivaatimukset	4
2.3	Laadunvarmistuksen tietomallivaatimukset	6
3	DWG DRAWING EXPORT -KÄYTTÖOHJEET	6
3.1	Työkalu ja hyödyntäminen	6
3.1.1	Työkalu	6
3.1.2	Hyödyntäminen	7
3.2	Työkalun käyttöohje	7
3.2.1	AloitUS	7
3.2.2	Työkalun options-välilehti	9
3.2.3	Työkalun layer rules -välilehti	12
3.2.4	Exportin vienti DWG-muotoon	12
4	DWG DRAWING EXPORT ASETUKSET	13
4.1	AutoCAD-asetukset	13
4.2	Teklan selection filter	14
4.3	Työkalun Layer rules -välilehden asetukset	17
4.3.1	Välilehden layer rules -asetuksien toiminnot	17
4.3.2	Komentorivien määrittäminen	20
4.3.2.1	Osien komentorivit	20
4.3.2.2	Raudoitusten komentorivit	21
4.3.2.3	Mittaviivojen komentorivit	22
4.3.2.4	Merkkien komentorivit	22
4.3.2.5	Leikkausmerkintöjen komentorivit	23
4.3.2.6	Tekstien komentorivit	23
4.3.2.7	Graafisten komentorivit	24
4.3.2.8	Pulttien komentorivi	24

4.3.2.9	DWG-tiedostojen komentorivi	24
4.3.2.10	Piirustuksien raamin ja nimiön komentorivi	25
4.3.2.11	Grid-verkon komentorivit	25
4.3.2.12	Komentorivi kaikille muille osille, joita ei ole määritelty	26
5	IFC export	26
5.1	Käyttö ja hyödyntäminen	26
5.1.1	IFC export -työkalun käyttö ja hyödyntäminen	26
5.1.2	Taustatietoa IFC exportista	27
5.2	Ohjeistus	27
5.2.1	Mallin tarkistus IFC-vientiä varten	27
5.2.2	IFC export	33
5.2.3	IFC export -tiedoston avaaminen	38
6	Johtopäätökset	39
	Lähteet	41

## Lyhenteet

BIM	BIM on lyhenne sanoista <i>Building Information Modelling</i> eli rakennuksen tietomallintaminen.
DWG	AutoCAD-tiedoston formaatti. DWG-tiedostot on suunnittelualoilla yleisin käytettävä tiedostomuoto.
DXF	CAD-tiedostomuoto, joka mahdollistaa tietojen siirtoa eri CAD-ohjelmien välillä.
IFC	Tietomallinnuksessa käytettävä standardi tiedonsiirtoon suunnitteluohjelmien väillä.

# 1 Johdanto

## 1.1 Taustat ja tavoitteet

Opinnäytetyö toteutetaan Sitowise Oy:lle. Opinnäytetyön tavoitteena on saada yrityksen käyttöön DWG drawing export -työkalulle valmiit asetukset. Näillä asetuksilla saavutetaan yrityksen käytössä yhdenmukainen sekä samanlainen lopputulos toimipisteestä riippumatta.

Toinen tavoite opinnäytetyössä on tehdä opastus kyseiseen DWG drawing export -työkaluun sekä IFC export -työkaluun käyttöön. Käyttöohjeilla on tarkoitus auttaa niitä, jotka eivät ole vielä export-työkaluja käyttäneet. Silloin myös he voivat saada hyvän lopputuloksen tai vaihtoehtoisesti ongelman sattuessa apua ongelmatilanteen ratkaisemiseksi.

IFC export ja DWG drawing export ovat osa mallinnukseen liittyvistä työkaluista, joilla voidaan jakaa erilaista tietoa eri osapuolien kesken ja nykyisin myös moni tilaaja vaatii IFC-mallia, joka tulee IFC exportista.

Opinnäytetyössä tutkitaan ja tutustutaan uuteen DWG drawing export työkaluun. Työkalulla on tarkoitus viedä valmiita piirustuksia Teklasta DWG-muotoon, jossa voidaan sammuttaa tasoja piirustuksesta. Tasoasetuksina opinnäytetyössä tullaan käyttämään Sitowisellä jo olemassa olevia Rak-taso-asetuksia.

Lähtökohtaisesti opinnäytetyö tullaan toteuttamaan Tekla Structures 2016i -versiolla. Tekla Structures -ohjelmalla on tarkoitus viedä AutoCADiin Teklassa tehtyjä piirustuksia. Teklassa oleva malli viedään vuorostaan IFC-muotoon, jolloin sitä voi hyödyntää Solibri viewer ja Solibri Checker -ohjelmilla.

## 1.2 Sitowise Oy

Sitowise Oy on syntynyt vuonna 2018. Sitowise syntyi, kun kaksi yritystä yhdistyi. Yhdistyneet yritykset olivat Wise Group Oy ja Sito Oy. Sitowise on Suomen suurin kotimaassa toimiva, suomalaisomisteinen rakennetun ympäristön suunnittelu- ja konsultointiyritys. Sitowise toimii Suomessa 18 eri paikkakunnalla sekä Norjassa, Virossa, Puolassa ja Latviassa. Yrityksessä suunnitellaan mm. talo- ja infrasuunnittelua. Yritys myös tarjoaa konsultointi- ja rakennuttamispalveluja.[3.]

## 1.3 Tekla Structures

Tekla on tietomallinnusohjelma, jolla tehdään 3D-malleja. Mallit ovat virtuaalisia, ja niitä käytetään eri rakennuksien tietomalleina, jotka tulevat vastaamaan todellista rakennuskohdetta. Tekla Structures -ohjelma toimii kaikkien eri materiaalien kanssa. Tekla-ohjelmia käyttämällä voidaan mallintaa tarkasti erilaisia liitoksia, sekä pystytään katsomaan, onko asennusjärjestyksellä merkitystä lopputuloksen saavuttamiseksi. Trimble on ostanut Teklan vuonna 2011. Tekla on Trimblen Bim-ohjelma. Trimble järjestää asiakkaille teknistä sekä käyttäjätukea. Trimble on kansainvälinen yritys ja toimii useissa eri maissa. [4.]

## 2 YTV 2012 Yleiset tietomallivaatimukset

Yleisten tietomallivaatimusten lähtökohtana ovat olleet tilaajaorganisaatioiden aikaisemmin käytössä olleet ohjeet sekä niistä saadut käyttökokemukset ja myös tietomallipohjaisen suunnittelun kokemukset vaatimusten tekijöiltä. Tietomallivaatimukset luovat hyvän pohjan rakennuksen eri osapuolten väliseen yhteistyöhön. Suunnittelijoiden väliset tietomallit jaetaan IFC-muodossa, koska IFC on käytettävä standardi tiedonsiirron välikäsenä eri suunnitteluohjelmien välillä. YTV2012 tietomallivaatimuksia tulee noudattaa,



jotta kaikki osapuolten väliset tiedonsiirrot tulevat toimimaan ja ovat myös oikeassa tiedostomuodossa.

## 2.1 Yleiset tietomallivaatimukset

Kiinteistöjen ja rakennuksien mallinnuksen tavoite on suunnittelun ja rakentamisen laadun, tehokkuuden, turvallisuuden ja kestävä kehityksen mukaisen hanke- ja elinkaari-prosessin tukeminen. Tietomalleja hyödynnetään koko rakennuksen elinkaaren ajan, lähtien suunnittelun alusta ja jatkuen vielä rakennusprojektin jälkeenkäytön ja ylläpidon aikana. [6. s.5.]

Yleisissä tietomallinnusvaatimuksissa on asetettu mallitekniisiä vaatimuksia. Tällaisia mallitekniisiä vaatimuksia ovat mm.

**Käytettävät ohjelmistot** tulee mainita jo tarjousvaiheessa. Tulee kertoa, mitä mallinnusohjelmaa käytetään ja kyseisen mallinnusohjelman versio sekä mitä IFC-ohjelmaa tulee käyttää. Jos tarvitsee kesken projektin vaihtaa mallinnusversiota, se tulee eri osapuolien kanssa sopia erikseen. Ennen version vaihtoa tulee myös testata, että version vaihto onnistuu ja se on mahdollinen.[6.]

**Mallien luovuttaminen tilaajalle ja projektin muille osapuolille** tulee sopia projekti-kohtaisesti, sekä määrittää sen laajuus työn aikana. Projektin valmistuttua tulee luovuttaa kaikki sähköinen materiaali tilaajalle.[6.]

**Mittayksiköt ja koordinaatisto** tulee määrittää, jotta koko rakennus on positiivisella puolella. Projektikoordinaatisto tulee olla X- ja Y-suuntaan sekä tulee olla määritetty koordinaatistoon origo lähellä rakennusta. Pitää myös olla dokumentoituna projektikoordinaatiston sijainnit kunnan koordinaatiossa.[6.]

**Mallien mittatarkkuuden** tulee olla normin mukaiset.

Rakennusosamallissa tulee mallintaa todelliset sovitukset eli nimellismittojen käyttö ei siinä vaiheessa ole sallittua, vaan kaikkien mallin osien tulee olla mallinnettuja todellisilla mitoilla. [6. s.8]

**Mallinnuksessa käytettävät työkalut** tulee olla ohjelmien omia mallinnustyökaluja. Mallinnettavat osat tulee tehdä oikeilla työkaluilla ja ne osat, joille ei ole mallinnustyökalua, voidaan tehdä soveltaen.[6.]

**Rakennukset, kerrokset ja lohkot** tulee olla tarkasteltavissa omanaan.

Yleisvaatimuksena on, että kaikki suunnittelualat mallintavat rakennukset kerroksittain, vaikka mallinnusohjelmat tukisivatkin muuntotyypistä mallinnustapaa. [6. s.9.]

**Mallin nimeämisessä ja arkistoinnissa** tulee käyttää tilaajan CAD-ohjetta.

**Tietomalliselostuksessa** tulee kuvata mallin sisältö, käytetyt työtavat sekä mahdolliset poikkeamat yleisistä tietomallivaatimuksista.[6.]

**Tietomallikoordinaattori** tulee olla hankkeessa. Tietomallikoordinaattorin tehtäviä on raportoida havaitsemansa virheet suunnittelijoille. Hän vastaa myös mallin päivittämisestä sekä huolehtii mallin yhteensopivuudesta.[6.]

### **Mallien julkaisu**

Hankkeen virallisissa julkaisupisteissä, kuten rakennuslupa tai urakkalaskenta, tietomallit ja niistä tuotetut dokumentit toimivat päätöksenteon välineinä. Puhtaassa tietomallipohjaisessa suunnitteluprosessissa ei voida erottaa suunnitelmia ja tietomalleja, joten niiden tulisi olla julkaisukelpoisia samanaikaisesti. [6. s.10]

### **Työmallit**

Varsinaiseen julkaisu- ja laadunvarmistusprosessin mukaiseen tarkistukseen tietomallit toimitetaan projektiaikataulun mukaisesti ainoastaan tietyistä suunnitteluvaiheista. [6. s.10]

**Tietomallien laadunvalvontaa** hoitavat työn aikana suunnittelijat. Tietomallikoordinaattori valvoo tätä. Työvaiheessa on aina törmäyksiä sekä virheitä, mutta niiden tulee olla vain keskeneräisyydestä johtuvia virheitä.[6.]

## **2.2 Rakennesuunnittelun yleiset tietomallivaatimukset**

Rakennesuunnittelun tietomallinnusvaatimuksissa on asetettu mallin tarkkuus ja sisältövaatimukset eri suunnitteluvaiheissa. Tällaisia vaatimuksia ovat mm.

**Mallinnettavat rakenteet**, näihin vaatimuksiin kuuluvat kaikki kantavat ja ei-kantavat betonirakenteet, jotka tulee mallintaa, sekä tilat, joilla on merkitystä myös muiden suunnittelijoiden suunnitelmien kannalta.

Rakenteet tulee mallintaa siten, että tietoa siirrettäessä rakennusosan sijainti, nimi/tyyppi ja geometria siirtyvät rakennusosan mukana.[7.s.6.]

**Rakennetyypit** ovat rakennesuunnittelijan vastuulla. Rakennetyypit tulee olla projekti-ryhmän saatavilla.

**Lohko- ja kerrosmäärittelyt** tulee määrittellä rakennemalliin, että ne myös siirtyvät IFC-tiedostoon. Lohko- ja kerrosmäärittelyjä voidaan hyödyntää tarkistuksessa sekä määräluettelossa.

### **Numerointi ja nimeäminen**

Osat tulee numeroida yksilöllisesti, jolloin ne ovat tunnistettavissa koko hankkeen ajan aina valmistuksesta asennukseen. Projektiryhmän käyttöön on jaettava nimeämis- ja numerointilista helpottamaan mallin käyttöä. Rakenteiden numerointi tulee olla loogisessa järjestyksessä sekä tilaajan hyväksymällä tavalla, jolloin osia pystyy erottelemaan määrälaskennassa sekä logistiikassa.[7.]

**Mallin valmiusaste** esitetään joko mallissa tai kirjataan tietomalliselostukseen. Projekti-kohtaisesti voidaan sopia valmiusasteen esittelytapa. Mallitiedon hyödyntämisen kannalta tulee tietää rakennusosien valmiusaste, koska mallissa voi olla suunnittelultaan eri vaiheissa olevia rakennusosia. [7.]

**Laadunvarmistus** tulee rakennesuunnittelijan tehdä ennen kuin hän julkaisee suunnitelmia tai mallia, että se vastaa yrityksen laatu järjestelmää.

Malleista on ennen niiden luovuttamista ja jakamista muille osapuolille poistettava varsinaiseen suunnitelmaan kuulumattomat tasot ja mallinnuskomponentit tietomallivaatiusten laadunvarmistusosan mukaisesti. [7.]

### 2.3 Laadunvarmistuksen tietomallivaatimukset

Laadunvarmistuksella tarkoitetaan tässä yhteydessä rakennuksen suunnitelmien laadun parantamista siinä määrin kuin se on tietomallipohjaisten suunnitelmien avulla tehtävissä. On huomattava, että suunnittelussa on suunnittelualasta riippuen muitakin laadunvarmistamiseen liittyviä tehtäviä. [8. s.2.]

Laadunvarmistuksessa keskeiset tavoitteet ovat kunkin suunnittelijan omien suunnitelmien laadun parantaminen ja sen ylläpito sekä tiedonsiirron parantaminen muiden osapuolien kanssa ja tällä tavoin koko suunnitteluprosessin tehostuminen. Laadun parantaminen mallipohjaisessa suunnittelussa on tilaajan ja suunnittelijoiden yhteistyötä, joilla on tarkoituksena parantaa suunnitelmien laatua. Laadunvarmistuksella on myös tarkoitus saada suunnitelmat vastaamaan tilaajan tarpeita enemmän sekä parantaa rakentamisen aikataulua ja mahdollistaa myös kustannusten ennakoitua. [8.]

Laadunvarmistuksen yhteydessä tarkoitetaan tietomallia, joka on suunnittelijan käyttämän ohjelman alkuperäisformaattissa oleva malli, tästä tehdään IFC-malli.[8.]

## 3 DWG DRAWING EXPORT -KÄYTTÖOHJEET

### 3.1 Työkalu ja hyödyntäminen

#### 3.1.1 Työkalu

DWG drawing export on työkalu, jolla voidaan viedä Teklasta piirustuksia DWG tai DXF -muotoon. Teklassa on myös muitakin vaihtoehtoja viedä piirustuksia DWG-muotoon, mutta tällä työkalulla voidaan ohjata kaikki vietävät osat omalle tasolle. Tämä työkalu eroaa muista Teklassa olevista vientityökaluista, koska tällä voi viedä osat eri tasoille sekä niitä voi hallita. Tämä työkalu on tällä hetkellä kuitenkin hidaskäyttöisempi kuin muut Teklasta löytyvät työkalut.

Asetukset tulevat AutoCADsta ja Teklasta. AutoCADn ja Teklan eri osien määrittelyyn on erilaisia mahdollisuuksia. Näiden välillä on myös helppo valita, kummasta halutaan käyttää mitään asetusta. Asetuksien vaihtoehdot ovat väri, viivan tyyli ja viivan paksuus. Teklasta käyttämällä asetuksia väri, viivan tyyli ja viivan paksuus tulevat piirustuksesta

sellaisenaan kuin ne ovat. Tämän takia niitä ei pysty erikseen hallitsemaan. Vuorostaan vietäessä piirustus AutoCAD-asetuksia käyttämällä, pystytään hallitsemaan väriä, viivatyilyä sekä viivan paksuutta. Hallitsemisella tarkoitetaan eri värien, viivatyilien sekä viiva paksuuksien vaihtamista sekä määrittämistä.

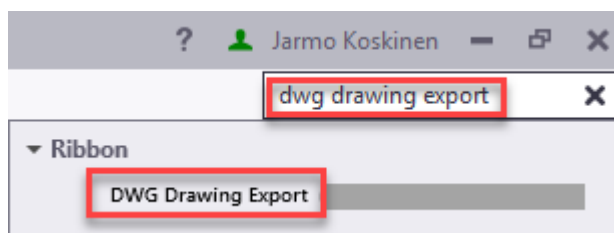
### 3.1.2 Hyödyntäminen

Työkalun suurin hyöty on oikeastaan siinä, että kun tiedosto on viety DWG-muotoon ja se avataan AutoCAD:ssä, voidaan huomata, kuinka helposti ja nopeasti saadaan esimerkiksi tasokuvasta sammutettua eri tasossa muutamilla painalluksilla sekä vastaavasti myös, kuinka nopeasti saadaan ne takaisin käyttöön. Tällöin ei tarvitse poistaa mitään osia tasopiirustuksesta. Esimerkiksi tasoja tulee sammuttaa, kun tarvitsee tasokuvan, jossa on määritelty kaikkien paikallavalettavien osien sijainti, tällöin saadaan kaikki muut mittaviivat, tunnukset ja merkit pois näkyvistä.

## 3.2 Työkalun käyttöohje

### 3.2.1 Aloitus

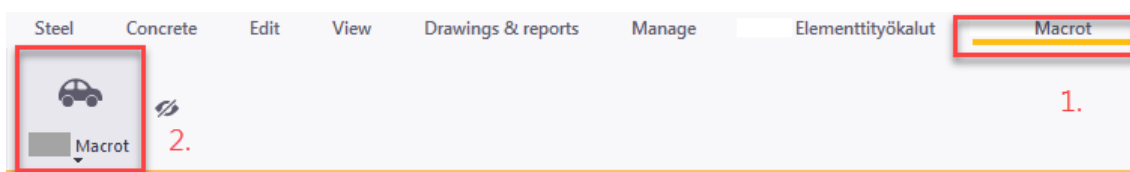
DWG drawing export -työkalulla aloittaminen; ensimmäiseksi täytyy avata työkalu ja se tapahtuu helpon Teklan oikeassa ylänurkassa olevasta hakuvalikosta (kuva 1).



Kuva 1. Hakukenttä, johon on kirjoitettu työkalun nimi.

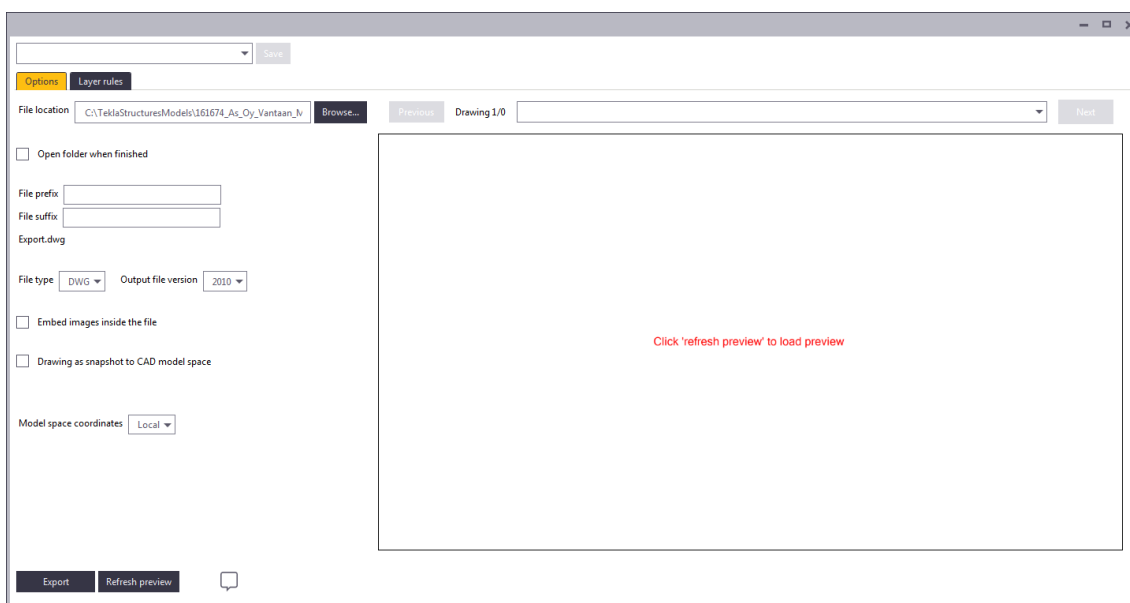
Hakukenttään kirjoitetaan DWG drawing export, jonka jälkeen valitaan kyseinen työkalu käyttöön klikkaamalla sitä. DWG drawing export -työkalun voi myös joissakin versioissa

löytää ylävalikosta Macrot-välilehdeltä, jolloin työkalun saa huomattavasti nopeammin käyttöön kuin hakukentän kautta etsimällä. (Kuva 2.)



Kuva 2. Työkalu löytyy Macrot-välilehdeltä. Ensin Macrot-välilehdelle, sen jälkeen Macrot-alasve-tovalikosta valitaan DWG drawing export -työkalu.

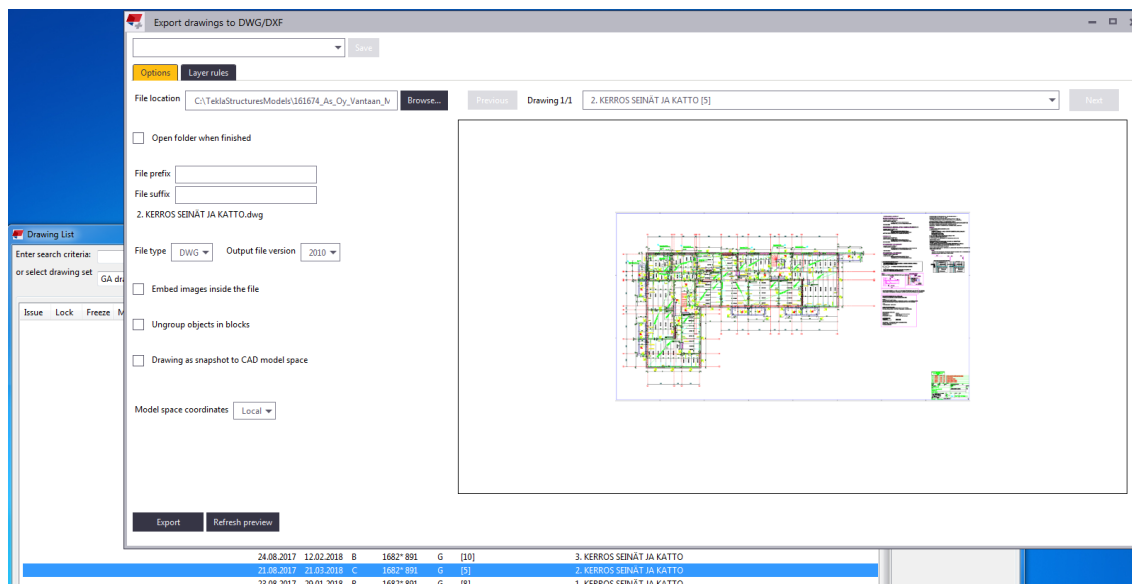
Kun ohjelma on haettu, avautuu kuvan 3 mukainen ikkuna. Siellä määritellään vientiasetuksia, sekä minne Teklasta viety piirustus tallentuu.



Kuva 3. DWG drawing export -työkalu

Ylhäältä vasemmalta löytyy kuvan 3 mukaisesti alasetovalikko, josta saa valmiita asetuksia suoraan käyttöön, jos niitä on tehty valmiiksi.

Piirustuksen saa työkaluun käyttöön, kun avaa piirustusluettelon mallin puolella, joko ihan pikanäppäimiä käyttämällä (ctrl+L) tai avaamalla sen piirustusvälilehdeltä. Kun piirustusluettelo on avattu, valitaan sieltä piirustus, joka halutaan viedä DWG-muotoon painamalla sitä kerran, jolloin se tulee aktiiviseksi (Kuva 4).



Kuva 4. Valittu piirustus näkyy sinisellä työkalun alla olevassa piirustusluettelossa. Piirustus on tuotu työkalun käyttöön.

Palataan takaisin DWG drawing export -työkaluun ja vasemmalta alhaalta valitaan refresh preview, jolloin saadaan vietävä piirustus työkalun käyttöön. Tämä toiminto kestää hetken, kun piirustus latautuu DWG drawing export -työkalun käyttöön. Latautunut piirustus näkyy kuvassa 4 oikealla puolella olevassa ikkunassa.

### 3.2.2 Työkalun options-välilehti

Tässä kohdassa kerrotaan, mitä toimintoja DWG drawing export -työkalun options-välilehdellä on ja mitä asioita tulee niistä ottaa huomioon, kun on tekemässä Teklasta vientiä DWG-muotoon (kuva 5).

Options Layer rules

File location  Browse...

Open folder when finished

File prefix

File suffix

Testi\_3. KERROS SEINÄT JA KATTO.dwg

File type  Output file version

Embed images inside the file

Ungroup objects in blocks

Drawing as snapshot to CAD model space Scale

All included objects will go to model and paper space

Model space coordinates

Kuva 5. Työkalun options-välilehti ja sen vaihtoehdot ja määritelmät

**File location** -kenttä kertoo, minne vietävä tiedosto tallentuu. Yleensä se tallentuu mallin mallikansioon ja siellä PLOT FILES -kansioon. Jos haluaa päästä heti avaamaan viedyn tiedoston, tulee laittaa valinta (kuva 5.) **open folder when finished**, jolloin kansio aukeaa suoraan, kun vienti on valmis.

**File prefix** -kohtaan voidaan kirjoittaa esimerkiksi tekstiä, jolloin ne tulevat piirustuksen nimen eteen.

**File suffix** -kenttään puolestaan voidaan kirjoittaa myös tekstiä, jolloin teksti, joka siihen kirjoitetaan, tulee piirustuksen nimen perään.



**File type** -alasuovavolikosta löytyy kaksi vaihtoehtoa; DWG ja DXF. Näistä valitaan, kumpaa formaattia haluaa käyttää, jolloin saadaan tiedostosuoraan oikeaan formaattiin. DXF ja DWG on tietojen yhteensopivuuden AutoCADin ja muiden ohjelmien välillä toimiva formaatti. Molemmat ovat Autodeskin kehittämii formaatteja ja DWG on nykyään lähes syrjäyttänyt DXF formaatin tiedonsiirrossa. DWG on AutoCADn oma tallennusmuoto.

**Output file** -versiossa voidaan valita eri version, esimerkiksi 2010 tai 2013 sekä muun vanhemman version välillä. Tässä kannattaa tietysti miettiä sitä, että jos tarvitsee jakaa muille sama kyseinen DWG-tiedosto, että myös muut saavat sen auki.

**Embed images inside the file** - tämän tulee olla aktiivinen, kun viedään piirustuksessa olevia kuvatiedostoja työkalulla DWG-muotoon. Esimerkiksi jos piirustukseen on sisällytetty valokuvia, voidaan ne viedä tällä valinnalla DWG-muotoon. [5.]

**Ungroup objects in blocks** -tekstin edessä on valintaruutu ja jos sen valitsee aktiiviseksi, niin kaikki piirustuksesta vietävät osat tulevat yksittäisinä viivoina. Jos jättää tämän laittamatta, saadaan esimerkiksi ontelolaatta tai parvekelaatta omanaan yhtenäisinä viivoina. Tämä on tärkeä ottaa huomioon sen kannalta, että kummalla tavalla halutaan lopputulokseen päästä.

**Drawing as snapshot to CAD model space**, tämän on oltava aktiivinen. Muussa tapauksessa piirustuksen sisällä olevat DWG-tiedostot, piirustuksen raamit ja nimiöt jäävät tulematta Teklasta vietäessä piirustusta DWG-muotoon.

**Scale**-kohta skaalaa vietävän tiedoston haluttuun mittakaavaan ja tähän kenttään tulee kirjoittaa sama mittakaava, joka on Teklasta vietävässä piirustuksessa, eli tasokuvassa se on 1:50. Tällöin tulee laittaa scale-kohtaan 50.

**Model space coordinates**, tätä pystyy vaihtamaan local ja model välillä, kun drawing as snapshot to cad model space ei ole aktiivisena. Jos drawing as snapshot to cad model space on aktiivisena, käytössä on ainoastaan local. Local vie 0-pisteeseen AutoCAD-koordinaatistossa. Model vie AutoCADssä 0-pisteen vastaamaan Teklassa olevaa 0-pistettä.

### 3.2.3 Työkalun layer rules -välilehti

Silloin kun käytetään valmiita asetuksia, layer rules -välilehdellä tulee tarkistaa kaikki komentorivit. Tarkistuksessa riittää kun käydään komentorivit läpi ja katsoo, että alin komento on aina ALL-komento sekä tarkistetaan, käytetäänkö Teklasta vai DWGstä tulevia asetuksia. (Kuva 6.)

Asetukset tai miten komentorivejä tulee määrittää, löytyvät tämän opinnäytetyön asetukset-osiossa, jossa on enemmän tietoa komentoriveistä.



Kuva 6. DWG ja TEKLA -asetuksien valinta.

Tässä on ensimmäisenä DWG-asetukset valittuna. Painamalla DWG-painiketta se muuttuu Teklasta tuleviin asetuksiin ja samoin toimii myös toisinpäin.

DWG ja Teklan valintanäppäin toimii värin, viivatyylin ja viivan paksuuden valinnassa ainoastaan layer rules -välilehdellä. DWG-valinnasta tulevia asetuksia pystytään muokkaamaan DWG template asetuksista, kun piirustusta viedään DWG-muotoon toisin kuin Teklasta tulevalla valinnalla, jolloin väri, viivatyyli ja viivan paksuus vastaavat jo piirustuksessa olevaa muotoaan.

### 3.2.4 Exportin vienti DWG-muotoon

Tämän jälkeen, kun on tarkistettu, että kaikki asetukset ovat kunnossa ja päästään tiedostoa viemään DWG-muotoon, export-painikkeesta painamalla alkaa piirustuksen export-vaihe ja näytölle ilmestyy export-vaiheen tila, joka kertoo, miten vienti etenee.

Kuitenkin jos sattuu käymään niin, että tulee error-viesti näytölle, tämä kertoo yleensä tästä, että jokin asetetus on virheellisesti asetettu. Esimerkiksi annetut komentorivit on määritetty niin, jolloin ALL-komento on järjestyksessä LINES edellä tai ALL-komento puuttuu. ALL-komentorivi ohjaa kaiken tämän määrittelemälleen tasolle ja jos ALL-komento puuttuu, mutta on muu komentorivi, esimerkiksi LINES määritelty, jää osia määrittelemättä kokonaan.

Avataan viety tiedosto tuplapainalluksella tiedostosta, jonka jälkeen se aukeaa AutoCAD:ssä. Kun viety tiedosto on avautunut AutoCAD:ssä, tulee painaa kahdesti rullaa (zoom extend). Tällä tavoin näkymä siirtyy suoraan piirustuksen kohdalle, koska avattaessa tämä ei välttämättä ole suoraan piirustuksen kohdalla vaan jossain päin AutoCAD näkymää.



Kuva 7. Layer properties manager -merkki, josta saa tasojen hallinnan auki.

Avataan **layer properties manager**, (Kuva 7) jossa päästään sammuttamaan tarvittaessa tasoja. Huomataan myös, että tasojen nimet vastaavat DWG drawing export -työkalun Target layer -kohtaan asetettuja tason nimiä. Tällöin ne on myös helppoa etsiä ja tietää, minkä tason sammuttaa milloinkin. Tämä toiminto on tämän työkalun suurimpia hyötyjä, jonka takia tätä kannattaa käyttää.

## 4 DWG DRAWING EXPORT ASETUKSET

Tämä DWG drawing export -työkalu tarvitsee AutoCAD-tiedoston, jossa on valmiit tasoasetukset AutoCAD:n. AutoCAD-asetuksia saadaan hyödynnettyä Teklasta viettäessä piirustuksia DWG-muotoon.

### 4.1 AutoCAD-asetukset

AutoCAD-asetukset ovat Taso-asetuksia, joihin on jo valmiiksi määriteltä, mille tasolle mikäkin osa menee ja osille on valmiiksi määriteltä viivan paksuus, viivan tyyppi sekä viivan väri. Tasoilla tarkoitetaan piirtoheitinperiaatetta, jolloin voi olla useita kalvoja samanaikaisesti päällekkäin, jolloin kaikki on yhtäaikaaisesti käytössä. Tasot ovat myös kes-

keinen työkalu piirustuksien hallinnassa. Tällöin arkkitehti voi määrittää kalusteet ja seinäratkaisut omalle tasolleen, kun taas LVI- ja sähkösuunnittelija käyttävät arkkitehdin tasoja pohjana omille suunnitelmilleen. [1.]

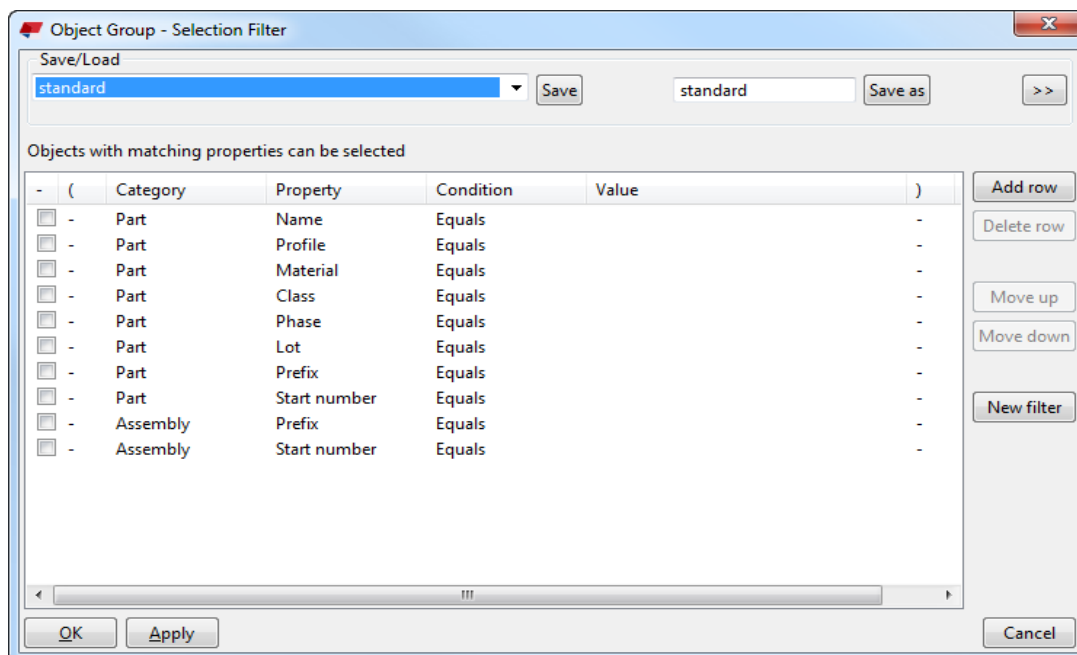
Tällöin voidaan tasoja sammuttaa yhdellä painalluksella, jolloin tarpeettomat tasot saadaan pois näkyvistä. Tällöin ne eivät esimerkiksi tule lainkaan tulostukseen mukaan. Myös yhtä helposti saadaan sammutetut tasot takaisin näkyviin. [1.]

#### 4.2 Teklan selection filter

Selection filter on suodatin, jota käytetään valintasuodattimena ominaisuuksien, piirustusten sekä analyysien osien valintaan.

Kannattaa tarkistaa Teklan puolella olevat selection filterin asetukset. Näitä selection filtereitä käytetään DWG drawing export -työkalussa, joilla object filtering etsii piirustuksesta osia.

Selection filteriin päästään helpoiten käsiksi pikanäppäimellä (ctrl+g) tai vaihtoehtoisesti tuplapainamalla taustaa, jolloin aukeaa Object group -ikkuna.(kuva 8.)



Kuva 8. Selection filter -ikkuna

Object filtering etsii Selection filterin asetuksia käyttämällä eri osia. Tällöin saadaan halutut osat tarkasti omalla tasolle. Selection filter -asetukset ovat helppo tehdä ja niitä voidaan kopioida aina tarvittaessa myös muihin malleihin. Tällöin ei tarvitse joka kerta tehdä kaikkia asetuksia uudelleen.

Esimerkissä tehdään Selection filter. Väliseinät filteeröidään, joko nimen tai tunnuksen mukaan, kuitenkin helpompi on suodattaa tunnuksen mukaan ja se on V. Tämä tapahtuu kuvan 9 mukaisesti Assembly - > Prefix - > Equals - > (value-kenttään) V . Kaikki muut rivit poistetaan Selection filteeristä, koska niillä ei ole merkitystä filteerissä. Se tapahtuu valitsemalla rivi/rivit ja painamalla delete row -painikkeesta.

- (	Category	Property	Condition	Value	)	And/...
<input checked="" type="checkbox"/>	- Assembly	Prefix	Equals	V	-	And

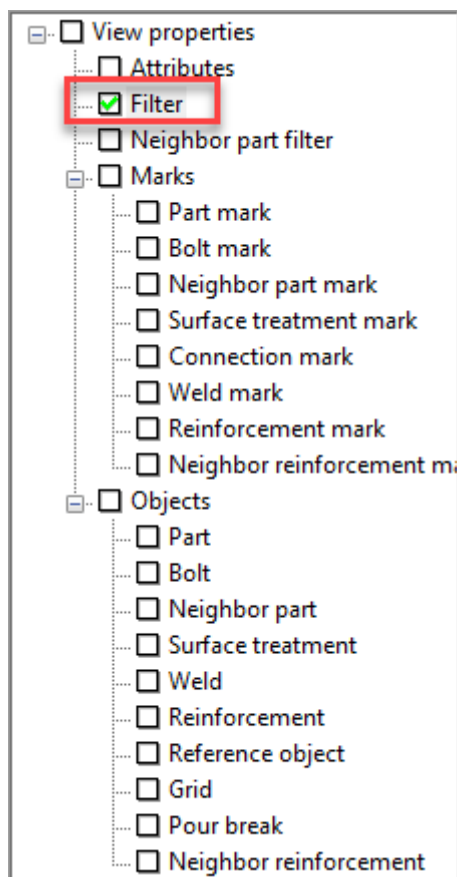
Kuva 9. Selection filterillä rajataan väliseinät.

Samalla periaatteella voidaan myös esimerkiksi kaikki laatat filteeröidä. Tällöin kannattaa huomioida myös se, että laattoja on yleensä aina eri tunnuksella olevia, jolloin jokaiselle ei tarvitse tehdä omaa filteeririviä. Riittää, kun kaikki tunnuksat kirjoitetaan Value-kenttään. Kun kirjoittaa Value-kenttään tunnuksia, kannattaa huomioida, ettei kirjoita kaikki

tunnuksia yhteen, jolloin filtteri ei toimi. Tunnukset tulee kirjoittaa aina tunnusväli, seuraava tunnus. Esimerkkinä CL CX; tällä periaatteella tulee kirjoittaa eli jos kirjoittaa samat tunnuksset CLCX yhteen, filtteri ei toimi.

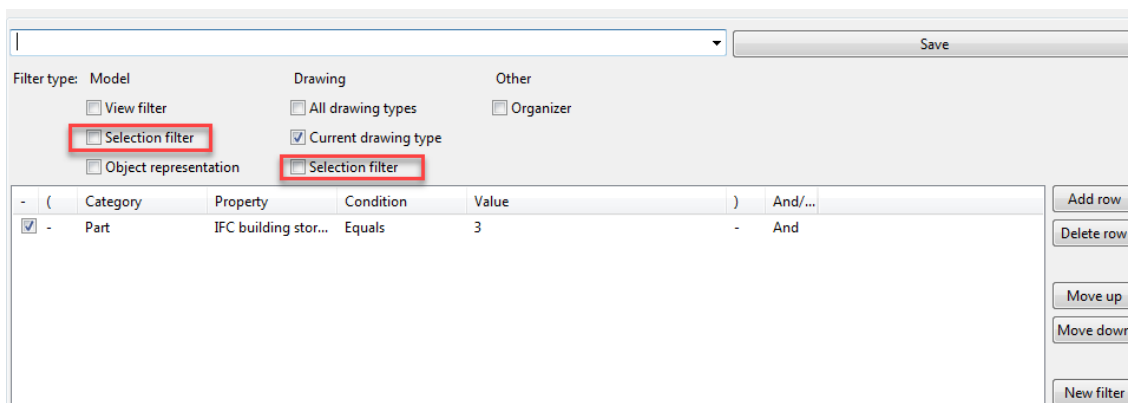
Tämän jälkeen täytyy tallentaa asetukset kuvan 8 oikealla puolella olevasta save as -painikkeesta. Sen viereiseen kenttään tulee kirjoittaa selkeä ja tunnistettava nimi, mitä filtteri pitää sisällään. Tämän jälkeen tulee painaa save as -painikkeesta.

Tietysti voi myös käyttää piirustusasetuksia ja niiden filtereitä. Jos käyttää valmiita piirustusfilttereitä, kannattaa käydä tarkistamassa, että Selection filter on käytössä. Tämän pääsee helpoiten tarkistamaan avaamalla piirustuksen ja tuplapainalluksilla piirustuksen näkymän raamia, jolloin aukeaa view properties (kuva 10) ja sieltä filter -välilehdelle.



Kuva 10. View properties -ikkuna

Alasvetovalikosta löytyy tehdyt filter-asetukset avaamalla sekä valitsemalla, mitä tarvitsee piirustusasetuksista ja valitsee Selection filterien valintaruudut. (kuva 11.) Sen jälkeen tallentaa save-painikkeesta. Näin tulee käydä kaikki Selection filter -valinnat läpi, joita tulee käyttämään Teklasta viettäessä piirustusta DWG-muotoon.



Kuva 11. Piirustusasetuksissa Selection filterin määrittäminen.

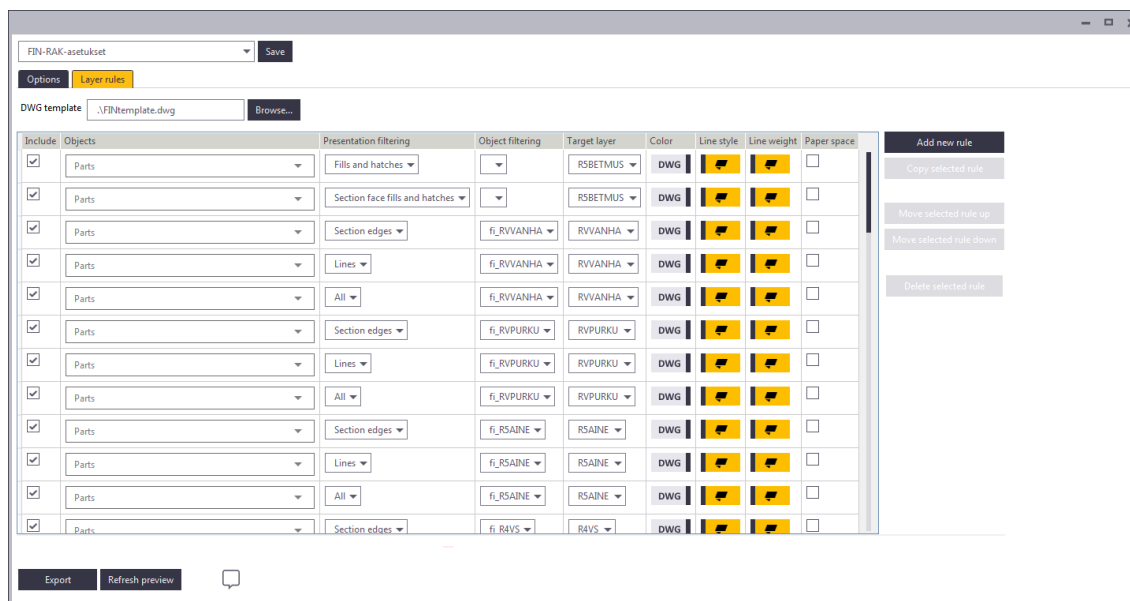
Tällä tavoin, kun on määriteltä piirustus asetukset filterin kautta, täytyy sulkea ja käynnistää DWG drawing export -työkalu uudelleen, jolloin asetukset tulevat käyttöön. Jos Selection filter on kuitenkin ollut jo piirustusasetuksissa aktiivisena, silloin ne ovat jo työkalun käytettävissä.

### 4.3 Työkalun Layer rules -välilehden asetukset

#### 4.3.1 Välilehden layer rules -asetuksien toiminnot

Tällä välilehdellä määritellään eri osien määräytyminen DWG exportin tasolle, millä perusteella mikään osa menee millekin tasolle.

Sitowiseltä löytyy jo aikaisemmin tehtynä Rak-tasojen, joita on käytetty pohjana tässä opinnäytetyössä. Tasojen värit hyödynnetään suoraan olemassa olevista Rak-tasojen määrittämisestä. Tällöin voidaan käyttää kommenttivälilyöntä värin valinnassa sitä, että värit tulevat AutoCADin puolelta. Viivojen tyyli ja paksuus on haluttu niin, että silloin hyödynnetään Teklasta tulevaa viivatyyliä ja paksuutta (kuva 12).



Kuva 12. Työkalun Layer rules -ikkuna

DWG template -kohtaan (kuva 12.) tulee laittaa DWG-asetuksien kansio, jossa on määritelty halutut asiat. Kun halutaan käyttää layer rules -asetuksia, jotkut asetukset tulevat suoraan AutoCAD:stä. Helpoiten kyseisen DWG-kansion saa käyttöön browse-painiketta painamalla ja sen jälkeen etsii, minne on DWG-kansion tallentanut.

Jos ei ole valmiita DWG-asetuksia käytettävissä, niin voi myös ottaa kaiken Teklasta, jolloin hyödynnetään piirustuksessa olevia värejä ja viivatyyppejä piirustuksen viennissä AutoCADiin.



Taulukko 1. DWG drawing export -työkalun layer rules -välilehdellä oikeassa reunassa olevat painikkeet sekä niiden merkitykset.

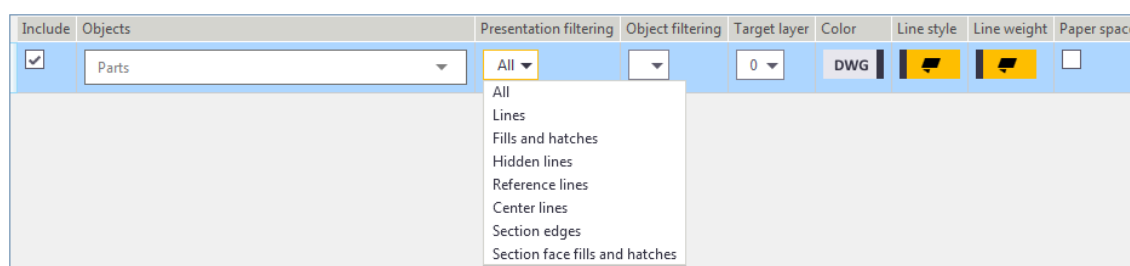
Add new rule	Tästä painikkeesta luodaan uusi komento rivi. Uusi luotu komentorivi menee aina alimmaisiksi komentorivilistauksessa.
Copy selected rule	Tästä painikkeesta luodaan valitusta komentorivistä kopio. Kopio saadaan kopioidun rivin alapuolelle, jolloin säästetään turhalta rivien liikuttelulta.  Kopioi riittävä määrä rivejä ja muuta vasta sen jälkeen rivejä tarpeen mukaiseksi.
Move selected rule up	Tällä painikkeella liikutellaan valittua/valittuja komentorivejä ylöspäin listauksessa.  Liikuteltaessa useita rivejä ne saadaan valituksi helposti painamalla ctrl pohjaan ja sen jälkeen hiirellä valiten halutut rivit.
Move selected rule down	Tämä toiminto toimii samalla tavalla kuin edellinen, mutta tässä siirrellään komentorivejä alaspäin.
Delete selected rule	Tällä painikkeella poistetaan valittuja komentorivejä listauksesta.

## 4.3.2 Komentorivien määrittäminen

### 4.3.2.1 Osien komentorivit

Parts objectin asetuksiin kuuluvia osia ovat piirustuksessa olevat esimerkiksi elementit tai paikallavalettavat osat.

Presentation filteringin alta löytyy paljon eri vaihtoehtoja (kuva 13). Tulee kuitenkin ottaa huomioon asetuksia tehdessä, että ALL-komento pitää olla komentoriveistä alimmaisena. Muussa tapauksessa se yliajaa muut komentorivit. Komentorivejä ei tarvitse tehdä jokaiselle presentation filteringin alta löytyvälle vaihtoehdolle. Riittää, kun tekee niille omat rivit, jotka halutaan samalle tasolle. Ne tulee erotella muista riveistä ohjaamalla ne omalle tasolleen.



Kuva 13. Parts-asetukset, Presentation filter -vaihtoehdot.

Hatches eli täytteet; niitä käytetään korostamaan esimerkiksi paikalla-valettavia betoni- osia. Esimerkiksi paikalla-valukaistat.

Esimerkiksi, jos haluaa hatches:n omalle tasolle ja muut omalleen, riittää, kun tekee kahdelle hatches presentation filtering:lle omat rivit. Ne voidaan asettaa, vaikka samalle tasolle menemään. Kaikki muut voidaan ajaa ALL-komennolla menemään omalle tasolleen.

Object filtering tulee käyttää siinä tapauksessa, kun aletaan eri osia ohjaamaan eri tasolle. Object filtering etsii piirustuksesta selection filter:n määritelmien mukaan. Voidaan myös object filtering -kenttä jättää tyhjäksi, silloin se ohjaa kaikki Parts-osat, joita ei ole vielä määritetty. Tällöin ne osat ohjautuvat automaattisesti target layerin määrittäville tasolle. (kuva 13.)

Target layer -kohdassa määritellään, mille tasolle mitkäkin osat ohjataan. Esimerkiksi kantavat seinät voidaan ohjata omalle tasolle ja ei-kantavat seinät toiselle tasolle. Laatat puolestaan voidaan ohjata kaikki samalle tasolle, vaikka käytettäisiin eri object filtering -määritelmiä. Kun samalle tasolle määritellään samanlaisia osia, ne pystytään myös yhdellä kertaa sammuttamaan.

Esimerkiksi voidaan laittaa kaikki laatat menemään omalle tasolleen. Silloin pitää object filtering asetetaan laattoja rajaavaksi. Vuorostaan voidaan portaita halutessaan myös suodattaa, niin object filtering -asetus tulee asettaa niitä rajaavaksi.

Samoja object filtering -asetuksia tulee käyttää niin part, dimensions, kuin mark -kohdissa. Asetuksia tehdessä pystytään kaikkia kolmea eri kohtaa hallitsemaan helposti.

#### 4.3.2.2 Raudoitusten komentorivit

Rengas- ja saumateräksien määrittäminen tapahtuu samalla tavalla molempien osalta. Ainoa ero on object filtering, jonka avulla ohjelma etsii piirustuksesta rengas- ja saumateräksiset. (Kuva14.)

Raudoituksille, kun määrittää asetuksia, kannattaa myös määrittellä sellainen komentorivi, joka rajaa kaikki muut raudoitukset omalle tasolleen. Tällaisen komentorivin määrittäminen tapahtuu samalla tavalla, kuin rengas- ja saumateräksien komentorivit. Tähän muille raudoituksille erona tulee jättää object filtering -kenttä kokonaan tyhjäksi. Kannattaa myös laittaa nämä muut raudoitukset menemään eri tasolle kuin rengas- ja saumateräksiset.

Objects reinforcements eroaa muista, koska siinä on presentation filtering:n alla ainoastaan ALL-valinta.



Kuva 14. Raudoitusasetukset

#### 4.3.2.3 Mittaviivojen komentorivit

Dimensions eli mittaviivat. Nämä kannattaa määrittellä sen mukaan, kuinka tarkasti haluaa mittaviivojen hallittavuuden säilyttää Teklasta viedessään piirustusta DWG-muotoon. Näitä dimensions-asetuksia tehdessä kannattaa määrittää kuvan 15 mukaisesti alimmaiseksi jälleen oma ALL-komentorivi. ALL-komentorivin yläpuolelle tulee asettaa eri osille omat rivit.



Kuva 15. Mittaviiva-asetukset

Kuitenkin esimerkiksi ontelolaattojen mittaviivat tulee erotella muista elementeistä omalle tasolleen. Tämän saa tekemällä oman dimensions-komentorivin ontelolaattojen mittaviivoilla. Object filtering -kentässä tulee käyttää samaa filteriä, jota on käytetty ontelolaattojen part-komentorivissä. Ontelolaattojen mittaviivat kannattaa kuitenkin ohjata eri tasolle kuin itse ontelolaatat tai ontelolaattojen tunnuksset.

Dimensions-komento etsii piirustuksesta ja asettaa mittaviivat, joiden päätepisteet osuvat object filtering -asetuksien mukaisiin paikkoihin. Esimerkiksi ontelolaattojen mittaviivat määräytyvät sen mukaisesti, osuuko mittaviiva ontelolaattaan vai ei. Kun mittaviivat osuvat ontelolaattaan, mittaviiva tulee ontelolaattojen mittaviivojen asettamalle tasolle. Jos mittaviiva ei osu ontelolaattaan, se menee 0-tasolle. (kuva 15.)

#### 4.3.2.4 Merkkien komentorivit

Mark eli merkit kannattaa määrittää esimerkiksi seuraavasti jos halutaan, että kaikki teksti menee omalle tasolleen. Nämä merkit toimivat esimerkiksi elementtien tunnuksina tasopiirustuksessa.

Muussa tapauksessa kuitenkin riittää kuvan 16 mukaisesti määrittäykset, jossa on käytetty paikallavalukaistojen määrittämistä. Siinä on laitettu kaikki osat menemään samalle tasolle ALL-komennolla ja LINE eli viivat on haluttu jättää pois. Se tapahtuu jättämällä komentorivin alussa include-kenttä tyhjäksi.



Kuva 16. Merkkiasetukset

#### 4.3.2.5 Leikkausmerkintöjen komentorivit

Section mark pitää sisällään leikkausnuolet ja leikkausmerkinnät. Leikkausmerkinnät ja leikkausnuolet tulee määrittää omalle tasolle, jolla ne voidaan halutessa sammuttaa. Section mark -kohtaan riittää yhden rivin määrittäminen kuvan mukaisesti, koska leikkausnuolet ja leikkausmerkinnät on hyvä olla samalla tasolla, jolloin ne toimivat yhdessä (kuva 17).



Kuva 17. Leikkausnuolet ja leikkausmerkinnät -asetukset

#### 4.3.2.6 Tekstien komentorivit

Piirustukseen text-toiminnolla lisätyt tekstit saadaan ohjattua omille tasoilleen (kuva 18.) mukaisesti. Includella on jätetty viivat pois, jolloin tekstin ympärille ei tule raameja. Tällä ei ole oikeastaan merkitystä, mille tasolle viivat ohjataan. Tässä tapauksessa, koska includelta jättämällä valinnan pois, niitä osia ei sisällytetä lainkaan Teklasta viedessään tiedostoa DWG-muotoon.

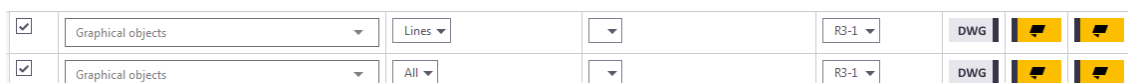


Kuva 18. Piirustuksessa olevat tekstien asetukset

#### 4.3.2.7 Graafisten komentorivit

Graphical objects, tähän komentoon kuuluvat esimerkiksi ontelolaattojen aukot, joihin on laitettava viivalla tasokuvassa risti aukon merkiksi, kuten myös ontelolaattojen lävistävät viivalla tehdyt välipohjan merkintäviivat.

Tähän graphical objects -komentoriviin riittää myös pelkästään ALL-komento (Kuva 19), kun ohjataan kaikki kyseiset viivat samalle tasolle AutoCAD:ssä.



Kuva 19. Piirustuksessa viivalla tehdyt merkintäasetukset

#### 4.3.2.8 Pulttien komentorivi

Pultit ohjautuvat objects-haulla omalle layerille. Kuvan mukaisilla asetuksilla ohjataan kaikki pultit automaattisesti samalle tasolle (Kuva 20). Pulteille voi myös halutessaan asettaa eri object filtering -asetuksia, joilla se etsii mallista tietynlaisia pultteja, joita voidaan asettaa sen jälkeen omille tasoilleen. Presentation filtering:n alta ei löydy pulttien osalta mitään muita vaihtoehtoja kuin tuo ALL.



Kuva 20. Pulttien määrittelevät asetukset

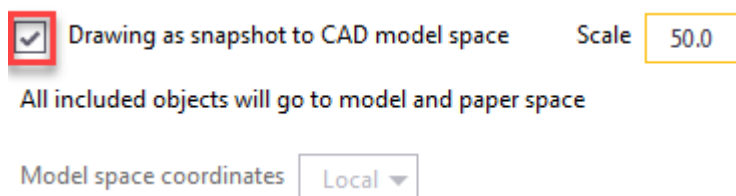
#### 4.3.2.9 DWG-tiedostojen komentorivi

DWG-tekstit tai tiedostot, jotka ovat piirustukseen liitettynä, saadaan ohjattua tällaisella tavalla kuvan 21 mukaisesti omalle tasolle.



Kuva 21. DWG-tiedostoja määrittelevä asetetus

DWG-tiedostot vaativat myös näkyäkseen huomion options-välilehdeltä (Kuva 22), että Drawing as snapshot to CAD model space on aktiivinen. Muussa tapauksessa, kun vie-  
dään Teklasta tiedosto DWG-muotoon, jäävät DWG-tiedostot tulematta kokonaan.



Kuva 22. Drawing as snapshot to CAD model space tulee olla aktiivinen

#### 4.3.2.10 Piirustuksien raamin ja nimiön komentorivi

Piirustuksen raamit ja nimiö saadaan kuvan 23 mukaisesti tulemaan omalle tasolle vietäessä Teklasta piirustusta DWG-muotoon. Nämä piirustuksen raamit ja nimiö eivät myöskään tarvitse erillisiä objects filtereitä, riittää ainoastaan target layer.



Kuva 23. Piirustuksen raamin ja nimiön asetukset

Raamit ja nimiö tarvitsevat options-välilehdellä huomion samalla tavalla, kuin DWG files -osiossa. Drawing as snapshot to CAD model space tulee olla aktiivinen.

#### 4.3.2.11 Grid-verkon komentorivit

Gridit eli moduliverkot puolestaan on hyvä asettaa kahdella eri tasokäskyllä, joilla ohjataan oikeille tasoille gridin viivat ja tekstitunnukset. Ylempi käsky määrittää gridien tekstiä, jolloin ne saadaan omalle tasolle, jolla saavutetaan sille eri viivapaksuus kuin itse grid-verkolle (Kuva 24).

Grideille ei tarvitse määrittää erikseen omia object filtereitä, koska työkalu osaa ne etsiä suoraan objects-haulla, mutta target layer on hyvä asettaa, jolloin ne voidaan myös tarpeen mukaan AutoCADissa piilottaa yhdellä painikkeella.



Kuva 24. Grid -verkko ja tekstien asetukset

#### 4.3.2.12 Komentorivi kaikille muille osille, joita ei ole määriteltä

Tämä ALL-toiminto tulee olla alimmainen, koska komentorivilistauksessa aletaan tekemään Teklasta piirustuksen vientiä DWG-muotoon (Kuva 25). Työkalu aloittaa ylhäältä alaspäin käymään vietävää piirustusta läpi ja asettaa ne komentorivien mukaisessa järjestyksessä oikeille tasoille.



Kuva 25. Tämä komento vie kaikki, mitä ei ole vielä määritetty, tasolle 0.

Kaikki osat, joille ei ole omaa määritelmää, on asetettu menemään 0-tasolle. Tällä tavoin voidaan sammuttaa kaikki muut näkyvistä ja katsoa, mitkä kaikki osat ovat menneet 0-tasolle. Tällä saavutetaan se, että voidaan asettaa lisää ehtoja määrittämään niille osille tasoja ja filttäreitä.

## 5 IFC export

### 5.1 Käyttö ja hyödyntäminen

#### 5.1.1 IFC export -työkalun käyttö ja hyödyntäminen

IFC exporttia voidaan käyttää rakennusmallin tarkistamiseen, jolloin voidaan tarkistaa ja välttää se, etteivät eri rakenteet törmää keskenään jo ennen rakennusvaihetta.

Malli on viety Teklasta ja avattu esimerkiksi Solibrin checker -ohjelmalla. Voidaan myös tarkistaa malli, että siihen on otettu mukaan sähkö- ja LVI-mallit. Tällöin huomataan myös, ettei ole jäänyt tekemättä tarvittavia reikiä elementteihin. Tällöin ne voidaan vielä lisätä. Voidaan myös tarkistaa, etteivät sähkö- ja LVI-malli törmäile keskenään.



## 5.1.2 Taustatietoa IFC exportista

Tässä opinnäytetyössä tehdään Teklasta vienti IFC-muotoon. Avataan Teklasta viety IFC-tiedosto Solibri viewerillä.

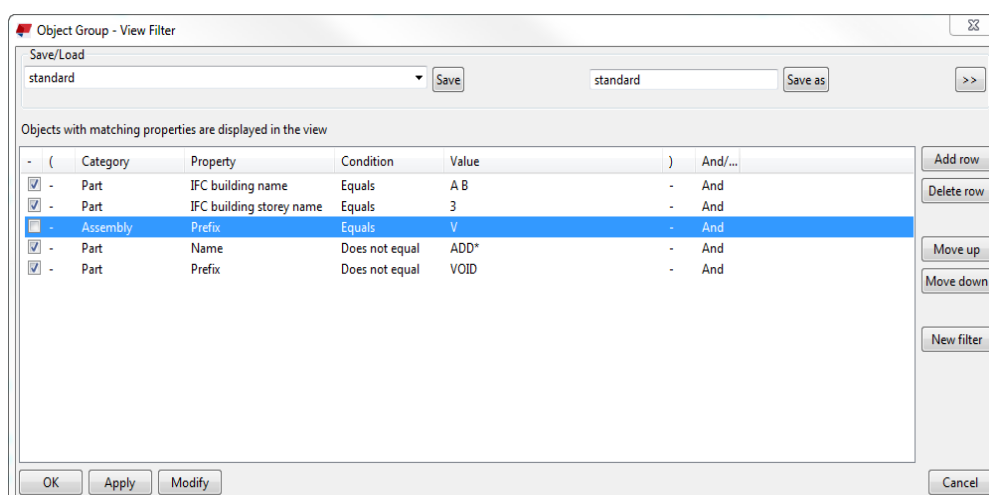
Tekla structures 2016i -versiossa on myös valmiit asetukset siihen, miten mallia voidaan viedä IFC-muotoon. Asetukset kuitenkin sopivat Teklan BIMsight-katseluohjelmaan, mutta tässä opinnäytetyössä ei ole siihen tutustuttu.

## 5.2 Ohjeistus

### 5.2.1 Mallin tarkistus IFC-vientiä varten

Malli on hyvä tarkistaa ennen kuin tekee Teklasta IFC-viennin DWG-muotoon turhien virheiden välttämiseksi. Mallin tarkistamisessa tulisi ainakin tarkistaa, että kerros- ja lohkotiedot ovat oikein. Tarkistettaessa on hyvä käydä kaikki kerrokset yksitellen läpi.

Kerrosten tarkistus tapahtuu helpoiten rajaamalla, mitä mallissa näytetään ja mitä mallissa ei näytetä. Tämä tapahtuu helpoiten tuplapainalluksella taustaa, jolloin aukeaa view properties -ikkuna, jossa painetaan object group -painiketta, jolloin aukeaa object group-view filter -ikkuna. (kuva 26.)

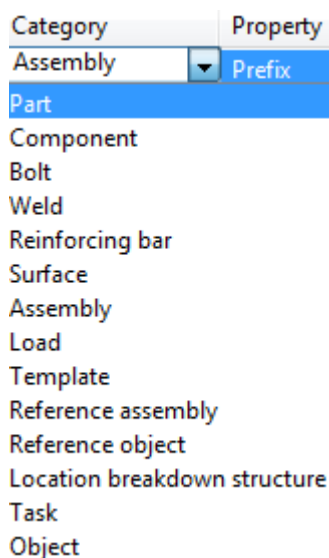


Kuva 26. Object group view filter -valinnat

Object group view filter -ikkunalla päästään rajaamaan, mitä mallin puolella halutaan näyttää, esimerkiksi vaikka 3. kerros. Object group view filter -ikkunalla 3. kerroksen valitseminen tapahtuu seuraavast: Ensimmäisenä otetaan standard-asetukset käyttöön save/load-välilehden alta, jos standard-asetukset eivät ole jo käytössä.

Tämän jälkeen niitä voidaan alkaa muokkaamaan lisäämällä rivejä (add row) tai poistamalla rivejä (delete row). Rivien järjestyksellä on myös merkitystä rajauksen kannalta, koska siinä järjestyksessä, kun rivit otetaan käyttöön, rajausjärjestys määräytyy sen pohjalta, missä järjestyksessä ne ovat listauksessa ja listaus alkaa ylhäältä eteenpäin rajaamaan näkyvissä olevaa mallia. Rivejä pystyy myös siirtämään ylös (move up) tai vaihtoehtoisesti siirtämään alaspäin (move down).

Rajaus saadaan valitsemalla category-kenttään sen alavetovalikosta (Kuva 27.) hakemalla part. Tämän jälkeen siirrytään property-kohdan alle, jossa on oma alavetovalikko, josta haetaan IFC Building name ja valitaan tämä. Tämän jälkeen voidaan siirtyä condition-kohtaan, jossa on jälleen oma alavetovalikko. Siellä on vain vaihtoehtona equals tai does not equals, jolloin valitaan, halutaanko näyttää vai ei. Tässä tapauksessa halutaan näyttää, jolloin valitaan equals. Value-kohtaan asetetaan tässä tapauksessa, mitä halutaan näyttää. Siihen tulee silloin kirjoittaa A B ja nämä tulee kirjoittaa erikseen. Tällöin saadaan A- sekä B-raput näkyviin. Kuitenkin, jos tässä kohdassa valittaisiin vain A rajaus, käyttöönotossa näkyviin jää ainoastaan A-rappu. Rajaus saadaan käyttöön painamalla modify-painiketta.



Kuva 27. Object group -ikkunan, category-alasvetovalikon eri vaihtoehdot.

Seuraavaksi määritellään se, mikä kerros halutaan näyttää näkymässä. Tällöin muokataan seuraavaa riviä sen mukaisesti, että category-kenttään valitaan jälleen part. Property-kenttään laitetaan IFC building storey name ja, kun halutaan näyttää, niin Condition-kohtaan equals. Value-kenttään kirjoitetaan tällä kertaa 3. Näin ollen nämä kaksi ehtoa rajaavat mallista näkymää niin, että näkyy ainoastaan 3. kerros A- sekä B-rapusta. Value-kenttään olisi voitu myös kirjoittaa esimerkiksi 3 4 5 ja nämä kaikki erikseen, jolloin olisi saatu näkymään 3-5 kerrokset A- ja B-rapusta.

Nyt, kun on rajattu näkymä niin, että näkyvissä on A- ja B-rapusta 3. kerros. halutaan, vielä rajata esimerkiksi pelkkiin väliseiniin A- ja B-rappujen 3. kerroksen osalta voidaan asettaa myös ehto niihin. Category-kohtaan valitaan nyt alasvetovalikosta assembly. Property-kohtaan valitaan prefix. Tämän jälkeen voidaan valita, halutaanko näyttää vai ei, joten valitaan equals, kun halutaan näyttää ja value-kenttään kirjoitetaan V, joka on väliseiniin prefix-tunnus. Näin ollen malliin jää näkyviin A- ja B-rapusta kolmannen kerroksen väliseinät.

Palautetaan nyt kuitenkin näkyviin mallin A- ja B-rapun 3. kerros kokonaan poistamalla täppä tuosta väliseiniin rajausehdon alusta, jonka jälkeen painetaan modify ja malliin tulee takaisin kaikki A- ja B-rapun 3.kerrokseen kuuluvat osat.

Jos halutaan vielä jättää pois tulevasta viennistä mahdolliset apupalikat sekä sähkö- ja LVI-varaukset lisätään molemmille omat rivit. Apupalikat ja varaukset sähköltä ja LVI:ltä ovat categoryltä part. Propertyltä apupalikat ovat name ja varaukset vuorostaan prefix. Molempiin laitetaan condition-kohtaan does not equals. Value kenttään vuorostaan kirjoitetaan apupalikoiden riviin ADD\*, jolloin kaikki, joiden nimessä on alku ADD poistuvat mallin näkymästä. Varausten Value-kenttään vuorostaan kirjoitetaan VOID, jolloin sähkö- ja LVI-varaukset häviävät mallin näkymästä.

Näiden rajausasetuksien jälkeen on hyvä tallentaa asetukset myös sen varalta, jos tarvitsee rajata mallia myöhemmin. Asetuksien tallentaminen tapahtuu (kuva 26.) ikkunassa oikealla olevasta painikkeesta save as. Sitä ennen kannattaa viereiseen kenttään kirjoittaa esimerkiksi jokin tunnistettava nimi, jonka löytää myös myöhemmin tarvittaessa asetuksia ladatessa. Tämän jälkeen kannattaakin vasta painaa save as -painiketta.

Sen jälkeen, kun on asetukset tallennettu tunnistettavaksi ja huomaakin, että vielä pitää tehdä muutoksia juuri tehtyihin asetuksiin. kannattaa se tehdä vasemmalla ylhäällä olevasta alasvetovalikosta omat asetukset, jonka jälkeen korjataan asetukset oikeiksi. Alasvetovalikon vieressä olevasta save-painikkeesta painamalla korjatut asetukset yliajavat virheelliset asetukset. Siinä kohtaa ei kuitenkaan kannata yliajaa korjattua asetusta, jos asetusta tarvitsee vain hetkellisesti eikä ole todellinen virhe kyseessä.

Kun halutaan poistaa kaikki rajausehdot pois käytöstä, mennään jälleen object group view filter -asetuksiin, jossa poistetaan kaikki aktiiviset rajaustapät pois käytöstä, jonka jälkeen painetaan modify-painiketta. Rajauksien poistamisen jälkeen malli palaa kokonaisuudessaan näkyviin.

Näiden tehtyjen asetuksien jälkeen on hyvä tarkistaa ja käydä kerroksittain läpi koko malli. Tässä vaiheessa voi vielä huomata esimerkiksi jonkun seinän tai laatan puuttuvan, vaikka se kuuluisi esimerkiksi 3. kerrokseen. Siinä kohtaa tulisi ottaa koko malli takaisin näkyviin ja katsoa kyseistä elementtiä ja tarkistaa se. Tarkistus kannattaa aloittaa elementeillä IFC building name ja IFC building storey name, koska ne voivat joko tässä tapauksessa puuttua kokonaan tai vaihtoehtoisesti olla virheelliset.

Teklassa on valintanäppäimet, joilla valitaan eri tavalla osia (Kuva 28). Select components -valinnalla voidaan valita eri osia, jotka eivät ole komponentteja. Selected object

in components -valinnalla puolestaan voidaan valita komponenteista eri osia yksitellen. Tämä toiminto vastaa Select components -valintaa, mutta eroaa juuri toisistaan komponentin ja ei-komponentin valintamahdollisuudella. Select assemblies -valinnalla voi valita koko osan kokoonpanon yhdellä kertaa tai ei-komponentti osan. Vuorostaan Select object in assemblies toimii samalla tavalla kuin Select assemblies -valinta, mutta tätä käytetään komponentteihin.

1. 2. 3. 4.

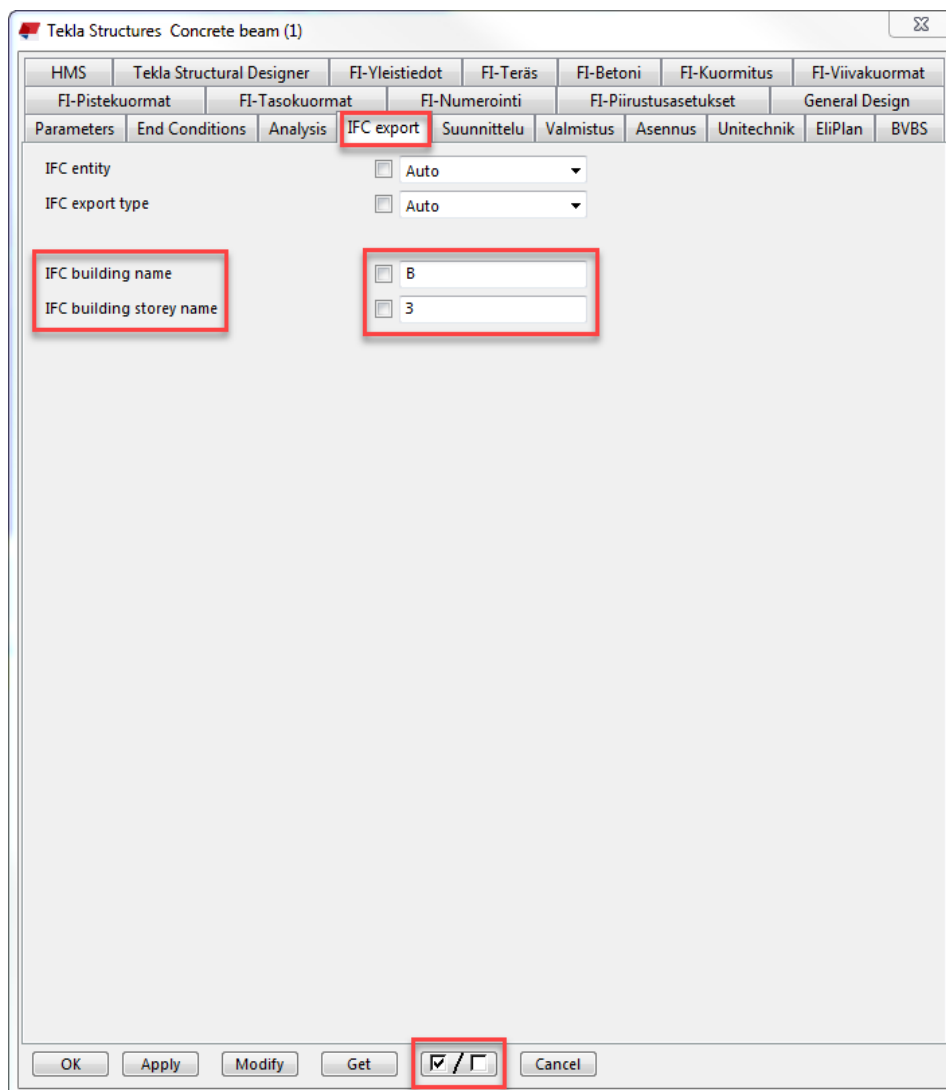


1. Select components
2. select object in components
3. Select assemblies
4. Select object in assemblies

Kuva 28. Teklan valintanäppäimet.

Elementin IFC export tietoja pääsee muokkaamaan, jos ei ole kyseessä komponentti select components -valinnalla tuplapainamalla elementtiä tässä tapauksessa, esimerkiksi väliseinää, joka on tehty concrete panel -työkalulla. Jos kyseessä onkin komponentti eli esimerkiksi ulkoseinä, joka on tehty wall layout työkalulla, pitää valita select objects in components -valinta ja tuplapainaa komponentin pääosaa eli sisäkuorta. Tällöin ollaan samassa tilanteessa komponentista tai ei-komponentista riippumatta.

Tämän jälkeen aukeaa elementin tiedot, jolloin valitaan user-defined attributes. Tämän jälkeen aukeaa uusi ikkuna, jossa on monia eri välilehtiä. Sieltä mennään IFC export -välilehdelle (kuva 29). Sieltä löytyvät IFC building name ja IFC building storey name, joiden kenttiin tarvittaessa korjataan tiedot. Sekä voidaan IFC entity-kohtaan valita suoraan osille oma yksikkö esimerkiksi seinät laittaa IFCwall. IFC entity-valinta voidaan myös jättää auto valinnalle, joka on standard. Sekä esimerkiksi apupalikoille voidaan määrittää none-valinta, jolloin ne eivät tule lainkaan IFC vientiin mukaan.



Kuva 29. IFC building name ja IFC building storey namen määrittäminen

Kun tiedot on korjattu oikeaksi, painetaan alarivissä kaikki valituksi sekä valinnat pois -näppäintä. Sen jälkeen painetaan IFC building name ja IFC building storey name valinnat aktiivisiksi.

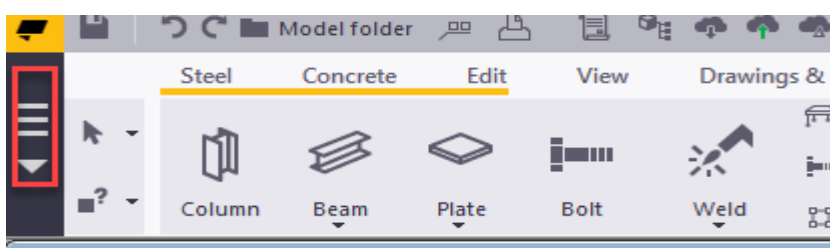
Tämän jälkeen voidaan muuttaa esimerkiksi useamman elementin tiedot yhdellä kertaa kun valitsee tämän jälkeen elementit, joiden tietoja haluaa muokata. Sen jälkeen, kun halutut elementit on valittu, painetaan alarivistä modify. Tämän jälkeen tiedot ovat muuttuneet ja ikkunan voi sulkea ylhäältä ruksia painamalla.

Voidaan vielä halutessaan tarkistaa, että menivätkö tiedot perille elementteihin. Avataan elementti uudelleen edellisten ohjeiden mukaisesti ja mennään IFC export -välilehdelle.

Tarkistetaan, onko tieto mennyt elementille. Aina tieto ei välttämättä mene perille ja toimenpiteen voi joutua suorittamaan uudelleen.

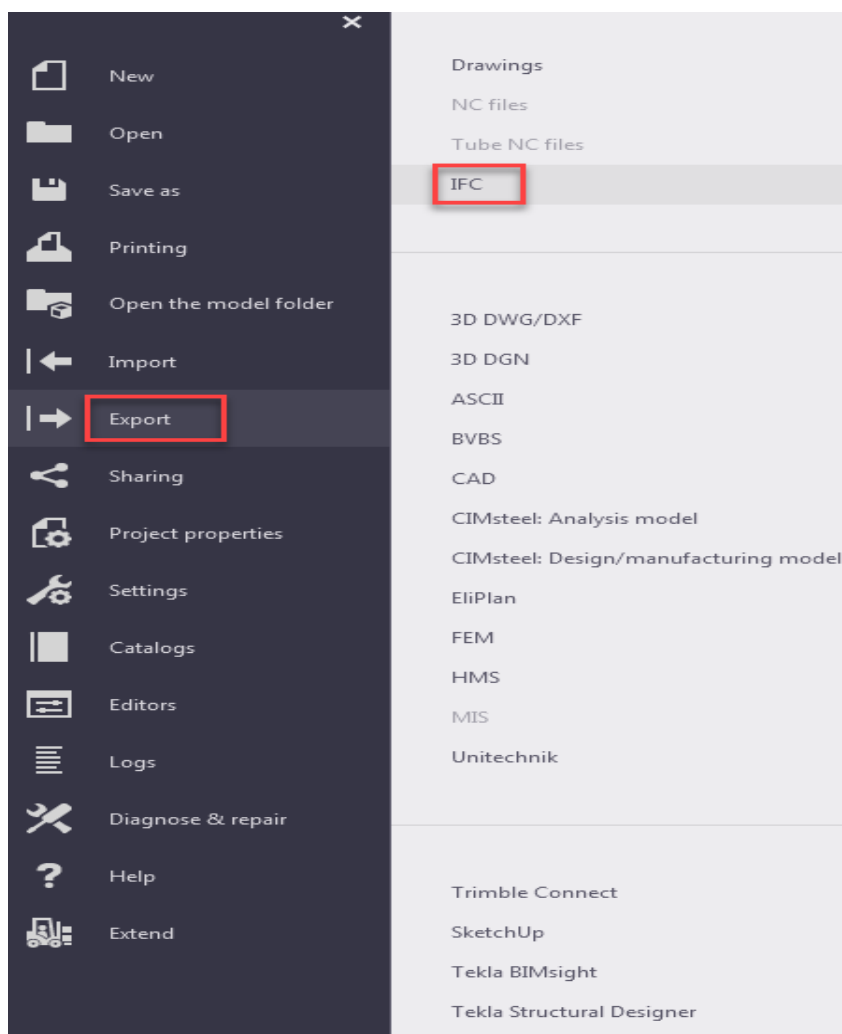
### 5.2.2 IFC export

IFC exportin pääsee tekemään Tekla Structuresissa seuraavasti: Mennään (kuva 30.) mukaisesti ohjelman vasemmassa yläkulmassa sijaitsevaan alasvetovalikkoon, joka aukeaa klikkaamalla. Tämä alasvetovalikko on myös yleinen asetusvalikko.



Kuva 30. Yleinen asetusvalikko

Tämän jälkeen aukeaa kuvan 31 mukainen valikko, sieltä valitaan Export, jonka jälkeen aukeaa toinen valikko, josta löytyy eri export-mahdollisuuksia, jonne export-tiedostoja voi liittää. Tässä tapauksessa, kun ollaan tekemässä IFC exporttia, niin valitaan IFC.

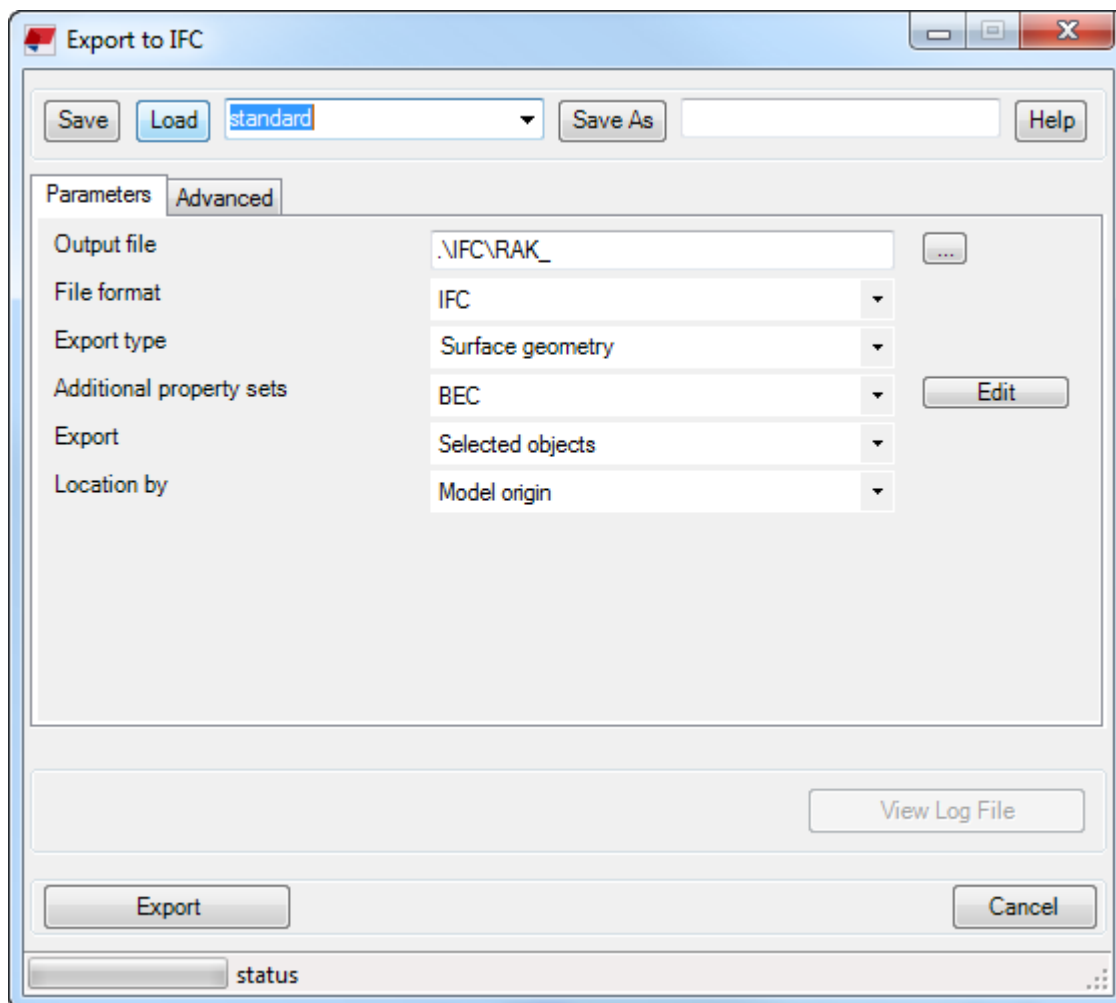


Kuva 31. Asetusvalikon kautta löytyvä IFC export -työkalu

Tämän jälkeen, kun on kuvan 31 mukaan avattu IFC export -työkalu, aukeaa kuvan 32 mukainen valikko, josta päästään viennissä käytettäviä asetuksia valitsemaan.

Vaihtoehtoisesti, jos on valmiit asetukset viennille tehty, voidaan ne ottaa suoraan yläriivin alasvetovalikosta käyttöön valitsemalla ne asetukset, jonka jälkeen vain load ja asetukset tulevat käyttöön.





Kuva 32. IFC export -työkalu

Näitä asioita on valittavana **Parameters**-välilehdellä ja niitä kannattaa myös ottaa huomioon.

**Output file** kertoo, minne viety tiedosto tallentuu. Tämä on yleensä mallin mallikansio ja sieltä IFC-kansio.

**File format** eri formaatteja, johon muotoon IFC viennin voi tehdä. Näitä eri muotoja ovat IFC, IFC XML, Zipped IFC ja Zipped IFC XML. Kun tehdään IFC.vienti ja käytetään Solibrin viewer tai Checker ohjelmaa, formaatin pitää olla IFC.

**Export type;** tässä on valittavina coordination view 1.0, coordination view 2.0 sekä surface geometry. Surface geometry on näistä se, jota tulee käyttää, koska se on näistä katseluohjelmaan parhaiten soveltuva. Coordination view 2.0 soveltuu parhaiten Teklan omaan Bimsight-ohjelman käyttöön. Tällä saadaan vietyä myös raudoitteet samalla kertaa. Coordination view 1.0 soveltuu parhaiten eri ohjelmien välillä jaettavan tiedon jakamiseen.

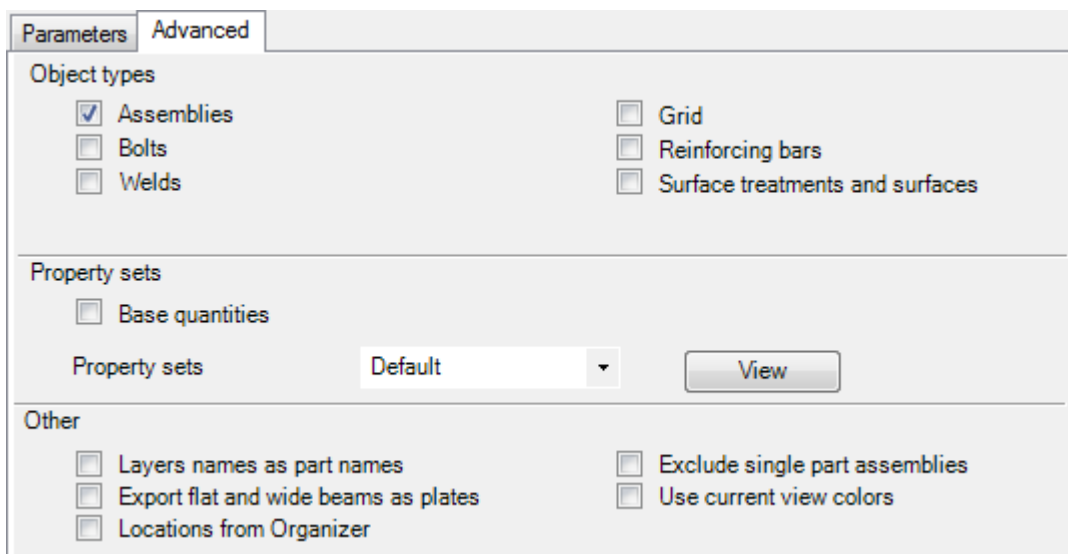
**Additional property sets;** tähän kenttään löytyy paljon eri vaihtoehtoja, joita käyttää ja voidaan myös luoda kokonaan itse uuden edit-näppäimen kautta.

Kun tekee Teklasta mallin vientiä IFC-muotoon, tulee käyttää IFC-mallia Solibri-ohjelmilla. Kannattaa tähän asettaa valikosta valmis asetus BEC.[5.]

**Export;** tällä tarkoitetaan, mitä viedään. Voidaan joko valita mallista suoraan kaikki All object käyttämällä tai vaihtoehtoisesti voidaan valita mallista valitut osat Selected-valintaa käyttämällä.

**Locations by;** tässä vuorostaan valitaan work plane ja model origin välillä, kumpaa käytetään. Näistä tulee käyttää Model origin -vaihtoehtoa. Model origin:lla tarkoitetaan mallissa olevaa koordinaatistoa. Vuorostaan work plane IFC-vientiä varten voi tehdä väliaikaisen työtason, jota käyttää IFC-viennissä koordinaatistona.

Advanced-välilehdellä on vaihtoehtoja asetuksille. Nämä asetukset muodostuvat kolmesta pääosiosta, jotka ovat Object types, Property sets ja Other (Kuva 33). Näissä kaikissa voi valita, mitä halutaan esittää IFC-mallissa.



Kuva 33. IFC export -työkalun Advanced-välilehti

**Object types** -osiossa voi määrittää eri asioiden näyttämistä IFC-mallissa, nämä asiat ovat osat, pultit, hitsit, gridit, raudoitukset ja pintakäsittelyt.

Näistä riittää, kun asettaa Assemblies eli osat valinnan aktiiviseksi yleisesti käytettäessä.

**Property sets** -osiossa on valittavana base quantities. Tämä tarkoittaa, halutaanko näyttää lisätietoja IFC-mallissa. Tätä voidaan käyttää apuna määrälaskennassa. IFC-malliin viedyistä lisätietoihin kuuluvat pituus, korkeus, paksuus, netto pinta-ala, ulkopinta-ala, netto tilavuus ja netto paino.[5.]

Tätä ominaisuutta ei tarvitse käyttää, jos tekee IFC-viennin mallin tarkistusta varten.

**Other**-asetus-kohdissa voidaan määrittää, käytetäänkö asetetun näkymän asetuksia vai halutaanko jättää yksittäisiä osia pois. Käytetäänkö sijaintina organanizer, josta voi tulla sijaintiasetus.[5.]

Näistä asetuksista ei tarvitse laittaa mitään valintaa aktiiviseksi.

Kun on tarkistettu parameters ja advanced -välilehdet, että kaikki halutut asiat on joko valittuna tai jätettynä pois.

Voidaan tämän jälkeen valita toisella valinnalla (kuva 28.) mallista oikealta alhaalta vetämällä vasemmalle ylös kaikkien osien yli. Tällöin kaikki osat tulevat mallista valituiksi, jotka ovat sillä hetkellä mallissa näkyvissä. Tämän jälkeen painetaan export-näppäintä.

Tämän jälkeen mallin vienti lähtee käyntiin ja (kuva 32) export-painikkeen alla on statuskenttä, jossa nähdään, missä vaiheessa vienti menee. Tämä vientivaihe kestää muutamia minuutteja yleensä riippuen tietysti vietävän mallin suuruudesta ja kuinka paljon ja kuinka tarkasti. Otetaanko esimerkiksi raudoitukset mukaan, jolloin mallin vienti IFC muotoon kestää kauemmin.

### 5.2.3 IFC export -tiedoston avaaminen

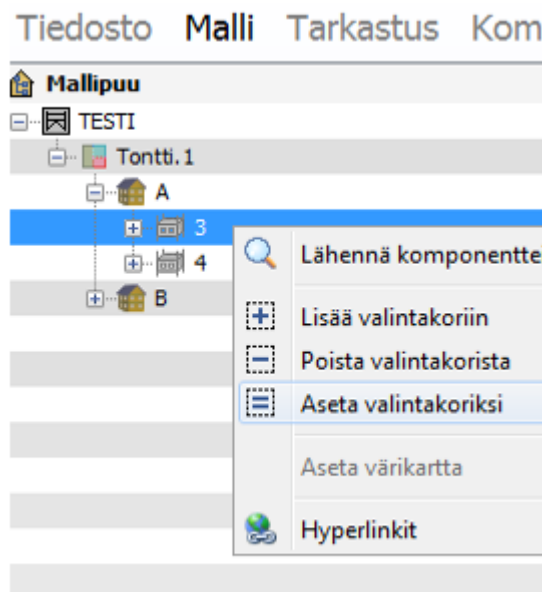
Saman IFC export- tiedoston voi avata Solibri viewer tai Solibri checker -ohjelmalla. Kun Teklasta on malli viety IFC-muotoon, tästä voidaan käyttää käsitteenä IFC-malli.

Tässä kohdassa vielä kerrotaan, mitä on hyvä tarkistaa IFC-mallista, kun sen on exportannut, vaikka olisi Teklan puolella tarkistanut mallin. Vaikka pääosalla olisi IFC-tiedot oikein, se ei välttämättä tarkoita sitä, että kaikilla osilla, jotka kuuluvat pääosan kokoonpanoon, olisi IFC-tieto oikein. Tämän takia, kun solibri viewer -ohjelmalla tarkistaa tehdyn IFC-mallin, löytää myös ne virheelliset osat, jotka kuuluvat väärään kokoonpanoon.

Avataan export -tiedosto Solibri viewer -ohjelmalla, jonka jälkeen mennään malli-välilehdelle.

Malli-välilehdellä on mallipuu. (Kuva 34.) Tämän mallipuu tekstin vieressä on laatikko ja sen sisällä on + merkki. Painetaan + merkki painiketta, jonka jälkeen avautuu Teklasta viety IFC-malli. Tämän jälkeen jatketaan avaamista tontti-välilehdelle saakka.

Kun päästään tontti-välilehdelle niin huomataan, että sinne on muodostunut IFC building nimen mukaisesti A- ja B-raput. Niiden alta löytyvät IFC building storey nimen mukaisesti kerroskohtaisesti kerrokset. Näitä päästään tarkistelemaan, kun valitaan kuvan 34 mukaisesti 3. kerros. Painetaan hiiren oikealla painikkeella, jolloin aukeaa valikko, josta valitaan aseta valintakoriksi.



Kuva 34. Solibri viewer -ohjelmassa mallipuun rakenne

Tämän jälkeen 3. kerros on ainoastaan mallin puolella valittuna, jolloin voidaan sitä tarkastella vielä uudemman kerran. Tällöin voidaan huomata, ettei kolmanteen kerrokseen kuulu esimerkiksi 2. tai 4. kerroksen kuuluvia osia. Jolloin siinä tapauksessa 2. tai 4. kerroksesta puuttuisi kokonaan kyseiset osat. Kuitenkin jos on käynyt niin, että jokin osa on mennyt väärälle kerrokselle, joudutaan silloin käydä Teklan puolella korjaamassa tiedot oikeiksi. Tämän jälkeen täytyy tehdä IFC-mallin vienti Teklasta uudelleen.

## 6 Johtopäätökset

Opinnäytetyössä tehdyt asetukset DWG drawing export -työkalulle ovat vasta ensimmäiset, jotka tulevat käyttöön yrityksessä. Nämä asetukset tulevat vielä muuttumaan, kun saadaan käyttäjäkokemuksia, sekä ratkaisuja työkalussa ilmenneihin ongelmatapauksiin.

Työkalu on myös todella tarkka, että asetukset pitää olla määritelty oikein, koska muuten työkalu ei toimi oikein ja tällöin ei saavuteta haluttua lopputulosta.

Kun Teklasta on viety piirustus DWG-muotoon ja avattu piirustus AutoCAD:ssä, piirustus voi näyttää siltä miltä pitääkin, mutta se on yksi iso block. Tässä tapauksessa tulee block

räjäyttää, sen jälkeen todellisuus paljastuu. Suurin osa osista voi olla 0-tasolla, vaikka niiden pitäisi olla, jollain määritetyllä tasolla. Tämä kertoo juuri sitä, kuinka tarkasti asetukset tulee määrittää.

Silloin kun asetukset toimivat oikein, lopputulos on hyvä. Tämä myös nopeuttaa suunnittelutehtäviä, koska ei tarvitse tasosta mitään poistaa yksitellen vaan ne saadaan sammutettua AutoCAD:ssä layer properties manager -valikosta.

Tässä opinnäytetyössä tehtyjen käyttöohjeiden perusteella saadaan IFC export, sekä DWG drawing export -työkaluilla tehtyä koko yrityksen käytössä yhdenmukaiset sekä toimivat viennit, niin DWG-muotoon, kuin IFC-muotoon.

Näistä käyttöohjeista on hyötyä suunnittelijoille, joilla ei ole työkaluista kokemusta tai he tarvitsevat tukea IFC tai DWG -muotoon viennissä.

## Lähteet

- 1 Illikainen, Kimmo: AutoCAD 2006. 1.Painos huhtikuu 2006. WS Bookwell, Porvoo 2006. ISBN 951-846-265-8
- 2 Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry: RIL 229-2-2006. Rakennesuunnittelun asiakirjaohje Lähdetieto Lähdetieto Lähdetieto Hakapaino OY, 2006 ISBN 951-758-461-X.
- 3 Sitowise Oy. Sitowise yritys. <https://www.sitowise.com/fi> Luettu 6.4.2018
- 4 Tekla Oy. Tekla Suomi. <https://www.tekla.com/fi> Luettu 8.4.2018
- 5 Trimble. Tekla Structures support. <https://teklastructures.support.tekla.com> Luettu 1.4.2018
- 6 Building Smart, Yleiset tietomallivaatimukset, Yleinen osuus. <https://buildingSMART.fi/yleiset-tietomallivaatimukset-ytv/> Luettu 9.4.2018
- 7 Building Smart, Yleiset tietomallivaatimukset, Rakennesuunnittelu <https://buildingSMART.fi/yleiset-tietomallivaatimukset-ytv/> Luettu 10.4.2018
- 8 Building Smart, Yleiset tietomallivaatimukset, Laadunvarmistus <https://buildingSMART.fi/yleiset-tietomallivaatimukset-ytv/> Luettu 11.4.2018