

Mikko Suhonen

# Tietomallin taloteknisten yhteentörmäysten kartoittaminen ja mallin versioiden välinen vertailu

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari, LVI (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Opinnäytetyö

02.12.2018

Tekijät Otsikko  Sivumäärä Aika	Mikko Suhonen Tietomallin taloteknisten yhteentörmäysten kartoittaminen ja mallin versioiden välinen vertailu 43 sivua 02.12.2018
Tutkinto	rakennusmestari, LVI (AMK)
Tutkinto-ohjelma	rakennusalan työnjohto
Ammatillinen pääaine	LVI-tekniikka
Ohjaajat	lehtori Markku Leino tietomalliasiantuntija Janne Salin
<p>Opinnäytetyön aihe on tietomallin taloteknisten yhteentörmäysten kartoittaminen ja mallin versioiden välinen vertailu. Yhteentörmäys kartoittamisessa käytettävä uusi kartoitustapa on täysin uusi menetelmä ja perustuu omaan tapaan työskennellä. Revisiointiosuus kertoo tavoista vertailla mallin versioita eri aikajaksoilta. Opinnäytetyön pohjalta on tehty opetusmateriaali, joka on jäänyt yrityksen käyttöön. Materiaali on tehty käyttäen tietomallien analysointiin tarkoitettua Solibri Model Checker -ohjelmistoa. Työn tarkoituksena on tuoda syventävää käytön osaamista tietomallintamisen analysointi ohjelmistotyökaluihin.</p> <p>Työn tavoitteena on luoda paremmat valmiudet tietomallin analysoinnissa käytettävien ohjelmistojen käyttöä varten. Kokonaisuudessaan prosessi tapahtui töiden ohella tehtävänä projektina. Ensimmäisenä koottiin yhteen opetusmateriaali aiheesta diaesitysmuotoon. Tämän jälkeen pidettiin materiaalin pohjalta koulutuksia, ja sen jälkeen opinnäytetyön kirjoittamisen osuus käynnistyi. Lopputuloksena saatiin toimiva opetusmateriaali ja opinnäytetyökokonaisuus, jotka toimivat opettavana materiaalina tietomallien analysointiin tarkoitettujen ohjelmien käyttöä varten.</p>	
Avainsanat	LVI, tietomalli, BIM, Solibri Model Checker, IFC, yhteentörmäys, revisio

Authors Title Number of Pages Date	Mikko Suhonen Surveying Building Services Clashes in BIM Model and Verifying Model Versions 43 pages 2 December 2018
Degree	Bachelor of Construction Management
Degree Programme	Construction Site Management
Specialisation option	HVAC Engineering
Instructors	Markku Leino, Senior Lecturer Janne Salin, BIM Specialist
<p>The aim of the bachelor's thesis was to map building services collisions of an information model, and to compare the model versions. The method used was completely new, created in this final year project. The thesis showed how to compare model versions from different time periods. Based on the final year project, a training material was made available for a company. The material was made with Solibri Model Checker software, which is used in the analysis of information models. The thesis provides a way to advance the employees' skills in the use of information modeling software tools.</p> <p>The final year project created an improved way of using the software that is meant for the analysis of data models. The project included the creation of a training material in slide show format, which was used in training sessions. The thesis resulted in a functional training material for the use of software for analyzing data models.</p>	
Keywords	HVAC, information model, BIM, Solibri Model Checker, IFC, collision, revision

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Tietomallintaminen Tripla-projektissa	1
2.1	Tripla-projekti	1
2.2	Solibri Model Checker	4
3	Yhteentörmäykset	6
3.1	Tarkastusten ajaminen	8
3.1.1	Oikean roolin aktivoiminen	8
3.1.2	Säännöstön asettaminen	10
3.1.3	Tarkastus	11
3.2	Tulosten tarkastelu	12
3.2.1	Kuvakulma	12
3.2.2	Valinta	13
3.2.3	Mallin maalaaminen	14
3.2.4	Yhteentörmäyskonfliktien valinta	16
3.2.5	Yhteentörmäyskonfliktien korostus	17
3.2.6	Yhteentörmäystarkastus ja katselmointiprosessin lopputulos	19
3.3	Yhteentörmäysten raportointi	20
3.3.1	Yhteentörmäysraportin ajaminen	20
3.3.2	Kuvallinen raportointi yhteentörmäyksistä	22
4	Revisiointi	23
4.1	Tietomallien vertailu	25
4.1.1	Roolin aktivointi tietomallien vertailussa	25
4.1.2	Uuden ja vanhan mallin valmistelu	26
4.1.3	Vanhan mallin lisääminen	28
4.1.4	Mallien revisioiden vertailusäännöstö	29
4.1.5	Säännöstön asetusten muuttaminen ja asettaminen	31
4.1.6	Revisiointitarkastuksen ajo	33
4.2	Eroavaisuuksien tarkastelu	34
4.2.1	Lisätyt komponentit	34

4.2.2	Poistetut komponentit	35
4.2.3	Mallien vertailu keskenään	36
4.3	Tietomallien muutosten raportointi	37
4.3.1	Mallien revisiointiraportin ajaminen	37
4.3.2	Revisiointiraportti tekstimuodossa	38
4.3.3	Revisiointiraportointi kuvallisesti	39
5	Tietomallintamisen tulevaisuus	40
6	Yhteenveto	41
	Lähteet	43

## Lyhenteet

BIM	Building Information Model. Rakennuksen tietomalli, joka on rakennuksen ja rakennusprosessin elinkaaren sisältämien tietojen kokoilma 3D-mallinnettuna digitaalisessa muodossa.
IFC	Industry Foundation Classes. Tietomallinnuksessa käytettävä tiedostomuoto, joka on jatkuvasti kehittyvä rakennusalan ISO/PAS 16739 -standardi oliopohjaisen tiedon siirtämisestä tietokonejärjestelmästä toiseen.
SMC	Solibri Model Checker. Rakennusalan tietomallien analysointi ohjelma, jota käytetään rakennushankkeiden tietomallinnusten tarkastelussa.
YIT	Yleinen Insinööritoimisto, YIT Rakennus Oy. Rakennusalan suuryritys, joka toimii Suomen lisäksi muualla Euroopassa ja on tällä hetkellä Suomen suurin rakennusalan yritys.
YTV2012	Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Senaatti-kiinteistöjen vuonna 2007 julkaisema tietomallivaatimusten päivitys, joka tapahtui COBIM-hankkeen muodossa vuosina 2011–2012.

## 1 Johdanto

Opinnäytetyö toteutetaan YIT Rakennus Oy:n Tripla-hankkeen yhteydessä. Sen pääasiallinen tavoite on edistää tietomallien analysointi ohjelmistojen käytön syvempää osaamista. Myös uudet tavat kuinka Solibri Model Checker -tietomallinnusohjelmalla yhteentörmäys- ja revisiotarkastuksia käytetään oikein työn laadun parantamiseksi ovat keskeisessä osassa.

Työn tilaajana toimii YIT Rakennus Oy. Tavoitteena on, että työ antaa tilaajalle arvoa opettamalla henkilöstöä käyttämään Solibri Model Checker -ohjelmistoa edistyneemmin. Syy miksi työn aiheeksi valittiin yhteentörmäykset ja revisiointi, johtuu siitä, että ne ovat hyvin keskeisiä ja tärkeitä menetelmiä tietomallien analysoinnissa. Solibri Model Checker -ohjelmiston käyttö työmailla on yleistynyt ja on vahvasti osana tulevaisuuden rakentamista.

Opinnäytetyö koostuu kokonaisuudessaan itse opinnäytetyöstä ja opetusmateriaalista, jonka teen opinnäytetyön pohjalta. Työssä ilmenevät uudet työskentelymenetelmät ovat minun kehittämiä. Opinnäytetyössä kertyneen tiedon opettamisessa ja jakamisessa käytetään aiheesta tekemääni Yhteentörmäykset ja Revisiointi LVI -opetusmateriaalia. Opinnäytetyön sisältö kulkee yhdessä opetusmateriaalin kanssa, ja työssä käytetään samoja kuvia ja opetusmenetelmiä.

## 2 Tietomallintaminen Tripla-projektissa

### 2.1 Tripla-projekti

YIT Rakennus Oy:n tilaamassa ja rakennuttamassa Tripla-hankkeessa tietomallintaminen on jo hyvin suuressa roolissa. Mallintaminen on edistynyt siihen tasolle, että se on yksi suunnittelun ja työnjohdon työtehtävien kulmakivistä. Koko Tripla-hankkeen lähes kaikki suunnitelmat on laadittu tietomallintamalla. Malleja on hyödynnetty jo suunnittelunohjauksessa ja työnjohdossa monen vuoden ajan talotekniikan ja rakennustekniikan töissä. Kaikki projektin sisältämät tiedostot ovat YIT Rakennus Oy:n Sokopro-tietojärjestelmästä, ja tämä tekee tiedonsiirrosta erittäin helppoa hankkeessa. [1, s. 60.]



Kuva 1. Pohjoinen näkymä

Kokonaisuudessaan Tripla on mittakaavaltaan noin kolmen Kampin kauppakeskuksen kokoinen. Keski-Pasilasta tulee Triplan myötä Helsingin uusi ja elävä keskus vuosikymmenen taitteeseen. Tripla on kolmen korttelin kokonaisuus, johon kuuluu kauppakeskus, pysäköintilaitos, joukkoliikenneasema, asuntoja, hotelli ja toimistoja (kuvat 1–4). [1, s. 60.]



Kuva 2. Fredikan terassi

Tietomallintamista hyödynnetään Tripla-hankkeessa yhtäaikaaisesti suunnittelussa ja työnjohdossa. Työnjohdossa keskitytään rakennushankkeen tämänhetkisiin ja lähitulevaisuudessa tuleviin osa-alueisiin ja suunnittelussa hankkeen kokonaisvaltaiseen suunnitteluun. Kokonaisvaltaiseen suunnitteluun kuuluvat hankkeen kaikki osa-alueet, jotka



on jaettu osioihin kauppakeskus, joukkoliikenteen keskusta, keskikokoiset toimistokorttelit, jättimäinen parkkihalli, neljä asunto-osakeyhtiötä, hotelli, pari uutta katua, junanradan lisäraide ja väliaikainen juna-asemarakennus siltoineen. [1, s. 60.]



Kuva 3. Firdonkatu



Kuva 4. Tripla ylhäältä

IFC-malleja on hankkeessa noin 100 kappaletta ja yhdistelmämalleja noin 10. Tietomäärä on poikkeuksellisen suuri. Toteutussuunnittelun ja talonrakennustöiden alettua mallien sisältämä tietomäärä on lisääntynyt alkuperäisestä koostaan moninkertaisesti. Hankkeen mallien hyödyntämisessä käytetään ohjelmia Solibri Model Checker, Tekla, ja muutamia erilaisia mobiilisovelluksia. [1, s. 60.]

## 2.2 Solibri Model Checker

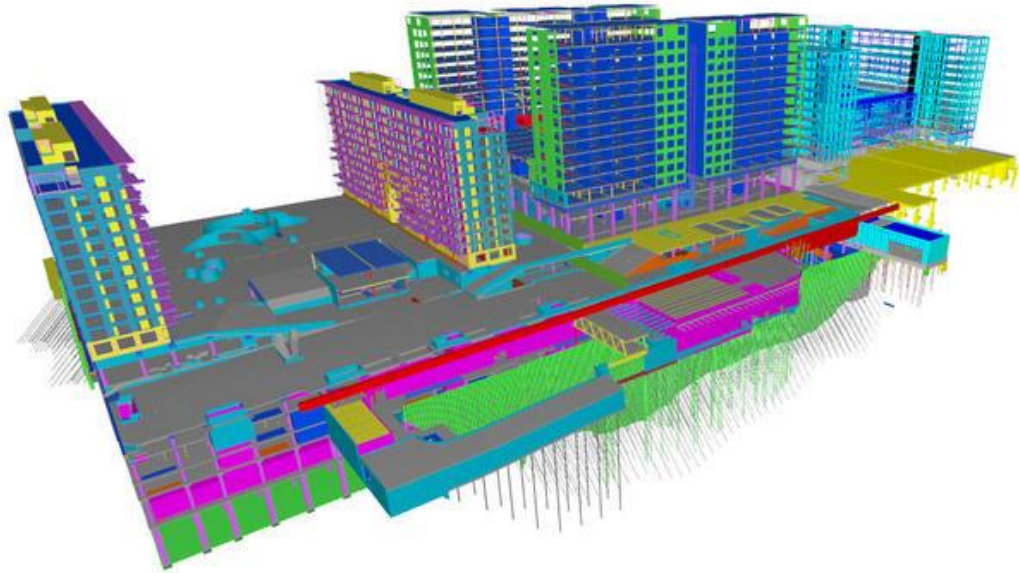
Solibri Model Checker tarkoittaa rakennusalan tietomallien analysointiohjelmaa, jota käytetään rakennushankkeiden tietomallinnusten tarkastelussa. Solibri Model Checker on maksullinen versio Solibri Model Viewer -ohjelmasta, joka mahdollistaa IFC-mallien katselmoinnin ja työstämisen ammattikäytössä laajemmin kuin Viewer-versio (kuvat 5–7). Industry Foundation Classes (IFC) tarkoittaa tietomallinnuksessa käytettävää tiedostomuotoa, joka on jatkuvasti kehittyvä rakennusalan ISO/PAS 16739 -standardi oliopohjaisen tiedon siirtämisestä tietokonejärjestelmästä toiseen. Solibri Model Checker pystyy IFC-mallin tarkastelun lisäksi erilaisiin tarkastuksiin ja mallien välisiin yhteentörmäystarkastuksiin. [1, s. 42–44.]

Malleja voidaan tarkastella halutulla tavalla liikkuen mallin sisällä ja sen ulkopuolella. Graafinen näkymä helpottaa kohteen havainnointia ja hahmottamista. Mallista pystyy myös poimimaan haluttuja tietoja eri komponenteista ja tavaramääreistä. Massalaskenta, yhteentörmäystarkastelu ja mallirevisiointien tarkastelu ovat SMC:llä hyvin toteutettavissa. Samoin SMC mahdollistaa erilaisten osien mittaamisen ja kokonaisvaltaisen tiedon saannin halutusta komponentista. [1, s. 42–44.]

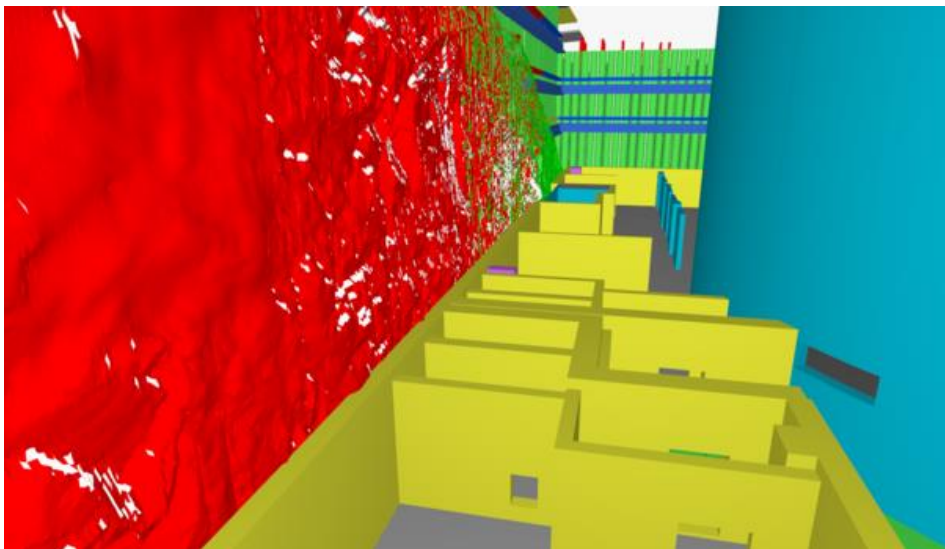
SMC soveltuu erityisesti suunnittelumallien laadunvarmistukseen ja niiden keskeiseen yhteensopivuuden varmistamiseen. SMC on myös markkinoiden ainoa ohjelma, joka tarkistaa tietomallivaatimukset tietomallin kannalta YTV2012:n mukaisesti. YTV2012 tarkoittaa yleisiä tietomallivaatimuksia 2012. Se on senaattikiinteistöjen vuonna 2007 julkaisema tietomallivaatimusten päivitys, joka tapahtui COBIM-hankkeen muodossa vuosina 2011–2012. [1, s. 42–44.]

Ydinasia ohjelman käytössä on säännösten käyttäminen oikein ja niiden hyödyntämisen osaaminen. Säännöt mahdollistavat yhteentörmäystarkastelun lisäksi monia muita hyödyllisiä toimintoja, kuten raporttien luomisen ja mallien välisten revisiointien

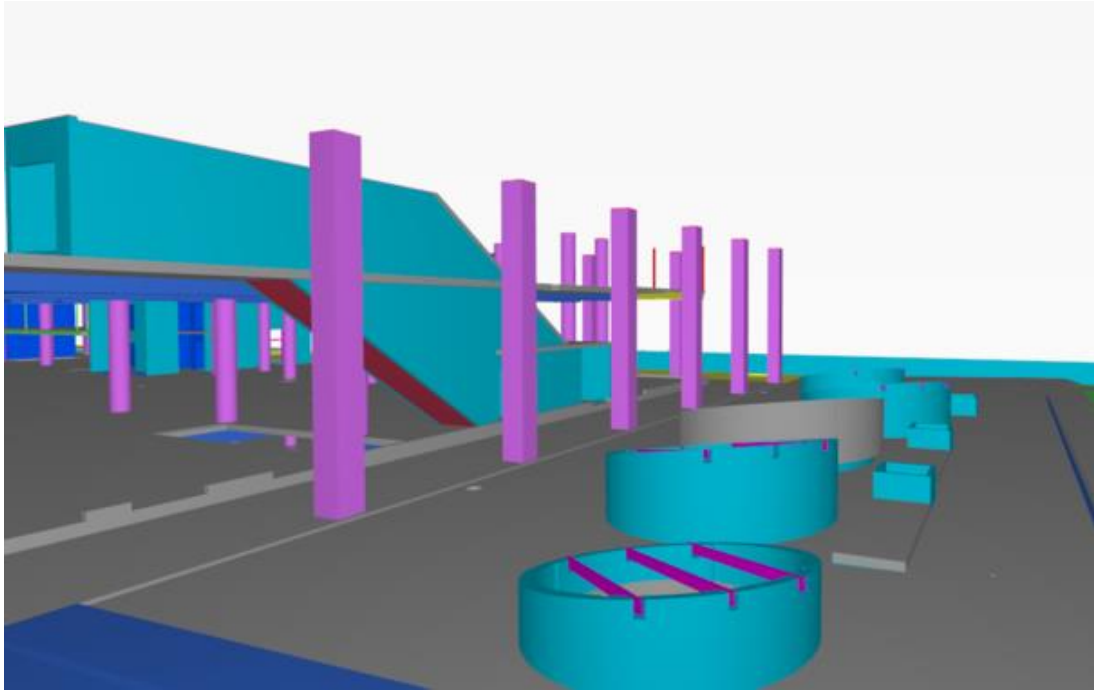
tarkastelun. Ohjelma mahdollistaa useista IFC-mallitiedostoista yhdistetyn Solibri yhdistelmämallin rakentamisen. Solibri Model Checker kykenee myös lukemaan DWG-tiedostoja, jotka ovat AutoCAD-ohjelman natiivitiedostomuoto. [2, s. 22.]



Kuva 5. Tripla tietomallinnettuna



Kuva 6. Kalliopinta tietomallinnettuna



Kuva 7. Arkadin pilarit

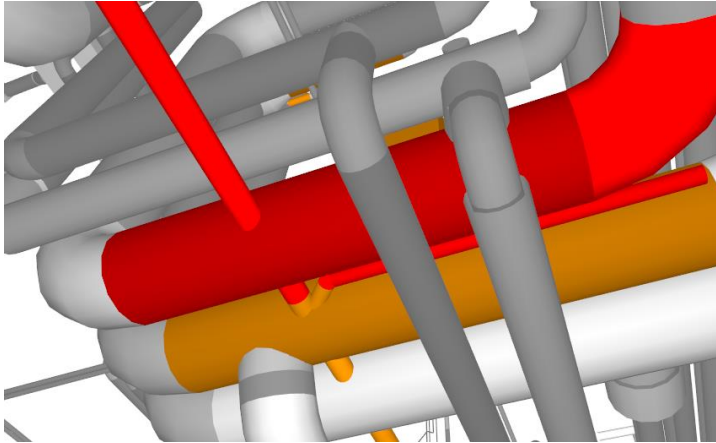
Tietomallintamista hyödynnetään Tripla-hankkeessa kokonaisvaltaisesti työnjohtajien ja insinöörien työtehtävissä. Myös hankkeen aliurakoitsijat ovat veloitettuja käyttämään työssään tietomallinnusta. Tietomalleja käytetään hankkeen suunnittelusta työmaalla ratkaistaviin asioihin. Taloteknisissä töissä tietomallit ovat suuressa roolissa. Ohjelmistolla tehdään muun muassa yhteentörmäystarkastelua, määrälaskentaa, asennustöiden valvontaa, revisio vertailua ja työnsuunnittelua. [1, s. 42–44.]

### 3 Yhteentörmäykset

Kokonaisuudessaan SMC:llä yhteentörmäysten ajamisen ja tarkastelun prosessilla haetaan helposti tarkasteltavaa mallia, josta pystyy hahmottamaan virhekohtat luotettavasti ja nopeasti. Termillä ajaminen tarkoitetaan ohjelman tarkastelu prosessin käynnistämistä. Komponentilla tarkoitetaan mallin sisällä olevia tavaroita. Säännöstö tarkoittaa sääntöä, jonka mukaan tarkastelu suoritetaan. Käytännössä SMC:llä ajetaan talotekniikkamallien komponenttien väliset leikkaukset ja säännöstön mukainen tarkastus sekä väritetään virhekohtat korostetuilla väreillä kuten kuvassa (kuva 8). Värjäämme muun maailman mallissa harmaaksi tarkastelun helpottamiseksi. Käymme myös läpi hyviä tulosten raportointitapoja, jotka ovat hyödyllisiä työnjohdolle ja suunnittelijoille tiedon eteenpäin saamisessa mahdollisimman havainnollisesti ja tarkasti.



Geometriamallinnuksen tarkkuus on pidettävä tasolla, jolla tekniikka on asennettavissa. Tämä tarkoittaa sitä, että tekniikan lievät päällekkäisyydet ovat hyväksyttävissä, kunhan asentaminen on mahdollista ilman että kustannuksiin ja aikatauluihin tulee huomattavia vaikutuksia. On tärkeää huomioida talotekniikan eristepaksuudet, kun mallista otetaan mittoja ja muuta tietoa ulos. [3, s. 33.]



Kuva 8. Yhteentörmäys

Lopuksi työssä käydään läpi, mitä SMC tarkalleen tekee ajaessaan yhteentörmäystarkasteluja ja mistä tiedosta raportit koostuvat. Työssä on kuvattu myös yleistä teoriaa SMC:stä liittyen yhteentörmäysten tarkasteluun. Kokonaisuudessaan on tarkoitus, että lukija oppii yhteentörmäystarkastelun prosessin ja oleellisen sisällön. Koko ohje yhteentörmäysten tarkastusten ajamisesta, tarkastelusta ja raportoinnista sisältyy tekemääni opetusmateriaaliin Yhteentörmäykset ja Revisiointi LVI-opetusmateriaali.

Kaikki talotekniikan järjestelmät on toteutettava kokonaisuudessaan siten, että ne on mahdollista toteuttaa tietomallinnusohjelmilla. Tarkat vaatimukset ovat YTV2012 osassa 4 Talotekninen suunnittelu. Laadun varmistamisen kannalta on hyvä ottaa huomioon muutamia tyypillisiä asioita, jotka tulevat usein esiin tietomallinnuksessa. SMC näyttää mahdollisesti turhia törmäyksiä johtuen tuplakomponenteista tai seinäkontakteista. Nämä ovat korjattavissa suunnittelijoiden kautta tai poistamalla itse tuplakomponentit mallista. Säännösten muokkaaminen on myös hyvä tapa päästä eroon turhista virheilmoituksista. [4, s. 17.]

### 3.1 Tarkastusten ajaminen

Ensimmäisenä prosessissa pitää saada SMC ajamaan tarkastukset, kuten kuvataan kuvassa (kuva 9). Tämä tarkoittaa sitä, että SMC ajaa tarkastuksen käyttäen talotekniikkamallien komponenttien välisten leikkausten säännöstöä. Tällöin SMC tarkastelee kaikkia kohtia mallissa, kartoittaen kohdat, jossa LVI-tekniikka törmää keskenään yhteen.



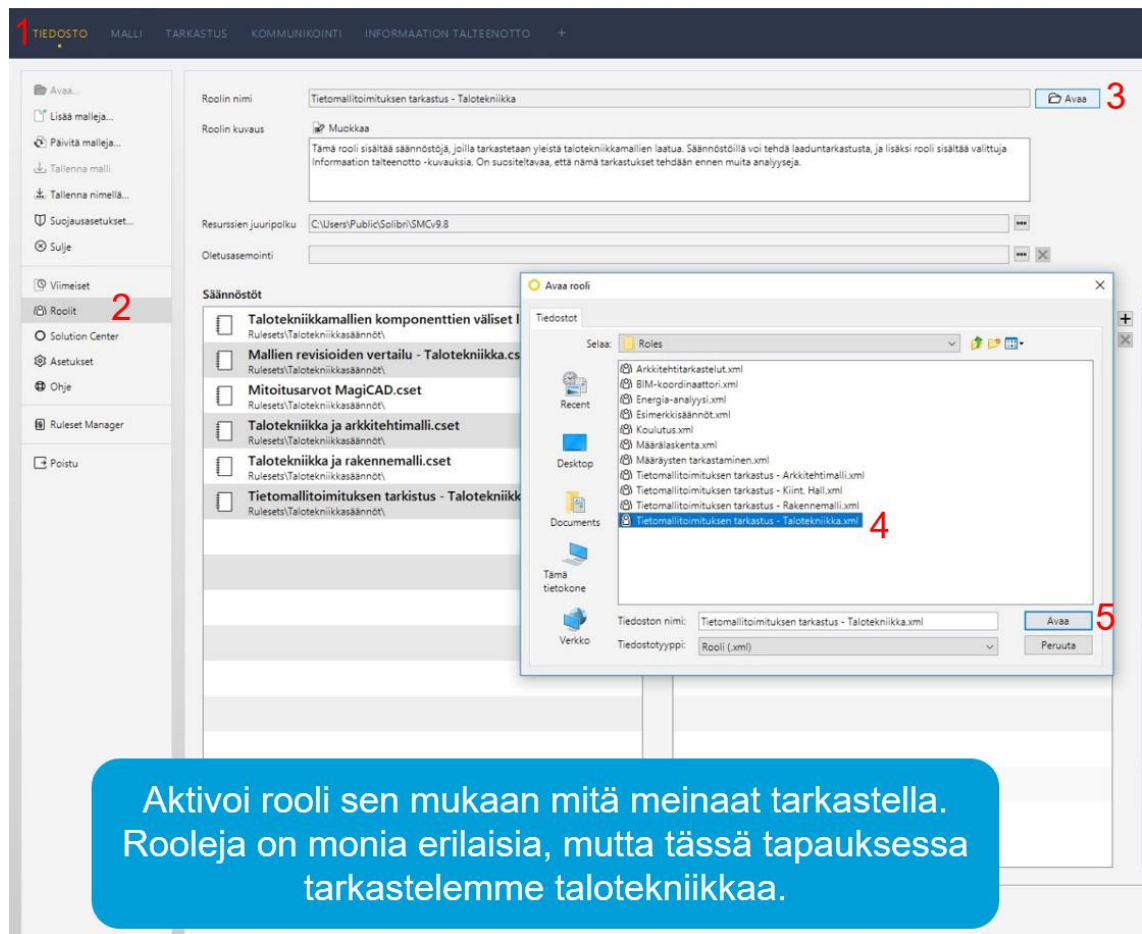
Kuva 9. Yhteentörmäystarkastus

Ennen tarkastusvaihetta on käytävä läpi muutamat asetukset ja lisättävä oikeat säännöt, jotta ohjelma saadaan toimimaan halutulla tavalla. Ensimmäisenä on aktivoitava rooli "Tietomallitoimituksen tarkastus – Talotekniikka.xml"-valikosta. Tämän jälkeen aktivoidaan oikea säännöstö "Talotekniikkamallien komponenttien väliset leikkaukset" -kohdan "Lisää säännöstöjä" -osiosta ja tämän jälkeen voidaan ajaa tarkastus "Tarkasta"-painikkeesta. Riippuen tietokoneesta tarkastuksessa menee noin 10–30 minuuttia.

#### 3.1.1 Oikean roolin aktivoiminen

SMC:n käytössä oikean roolin aktivoiminen on tärkeää. Se määrittää asetuksia ja säännöstöjä automaattisesti roolin mukaan helpottaen työskentelyä. Rooleja on aloittain monia erilaisia, mutta tässä tapauksessa tehdään talotekniikan tarkastelua ja käytetään "Tietomallitoimituksen tarkastus – Talotekniikka.xml" -roolia. Riippuen siitä, millä kielellä

SMC on asennettu, roolimallien nimet ovat hieman erilaisia. Opinnäytetyöni on tehty suomenkielisen SMC:n pohjalta.

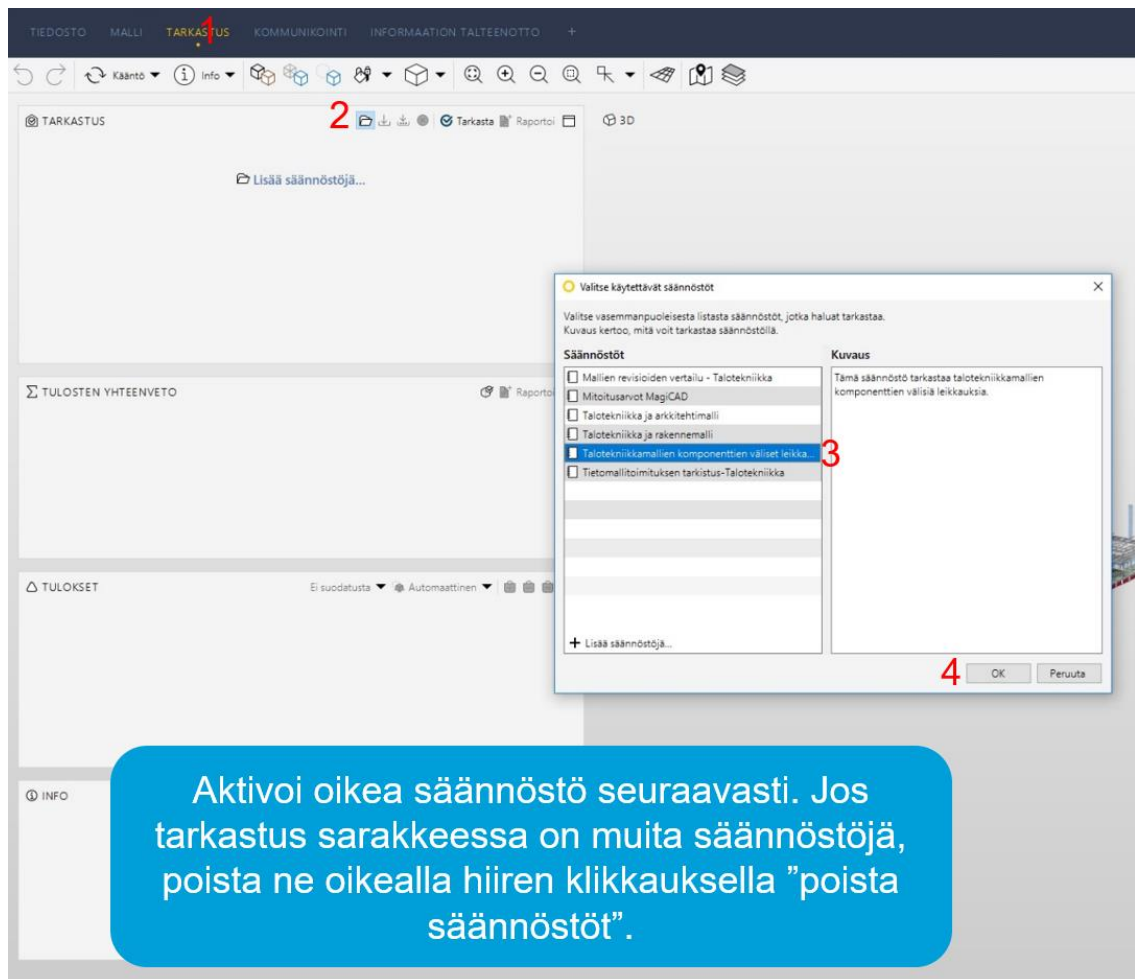


Kuva 10. Rooli

Rooli "Tietomallitoimituksen tarkastus – Talotekniikka.xml" on tarkoitettu eri talotekniikan asioiden tarkasteluun. Perussäännöt, jotka on aktivoitu rooliin, on mallien revisioiden vertailu, mitoitusarvot MagiCAD, talotekniikka ja arkkitehtimalli, talotekniikka ja rakennemalli, talotekniikanmallien komponenttien väliset leikkaukset ja tietomallitoimituksen tarkistus. Kuvassa (kuva 10) näkyy roolimallien valintavalikko. Valikkoon päästään tiedostopäävalikon alta sivusarakeesta painamalla "Rooli"-painiketta.

### 3.1.2 Säännöstön asettaminen

Säännöt asetetaan ”Tarkistus”-otsikon alta ”Lisää säännöstöjä” -painikkeesta. Yhteentörmäystarkastelua varten on asetettava päälle ”Talotekniikkamallien komponenttien väliset leikkaukset” -säännöstö. Ajetuna säännöstö tarkastelee yhteentörmäyksiä talotekniikan komponenttien välillä ja osoittaa ne käyttäjälle. Kuvasta 11 näkee, miltä säännöstöjen valintaikkuna näyttää.



Kuva 11. Säännöstö

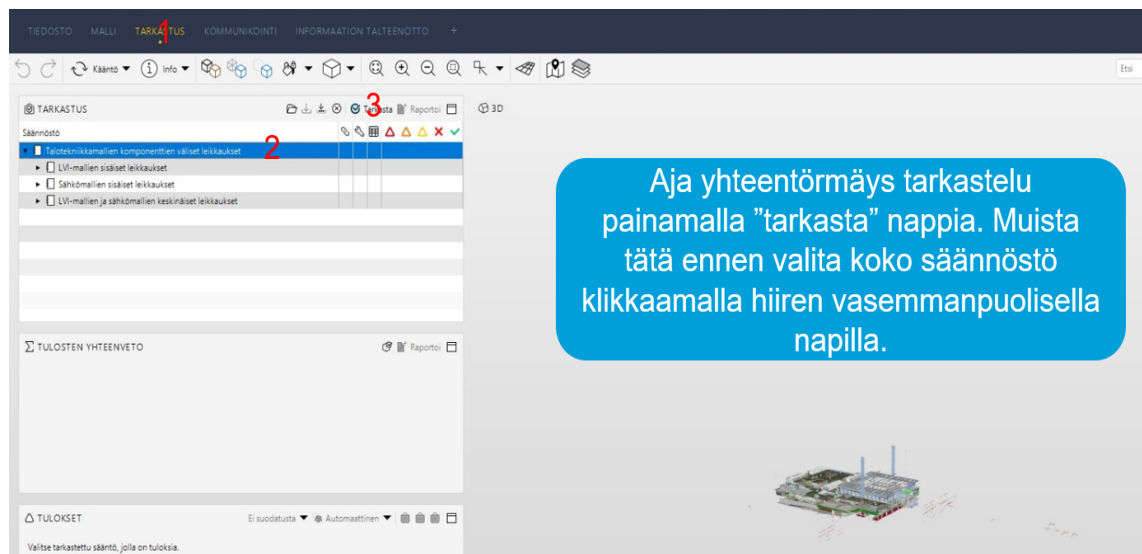
Ennen tai jälkeen oikean säännöstön latausta tarkastuslistasta kannattaa poistaa valmiina olevat ylimääräiset säännöstöt, jotta oikean säännöstön tarkistuksen latausaika pienenee ja vältetään ristikkäisyyksiltä. Säännöstöjen asetuksia pystyy muokkaamaan klikkaamalla hiiren oikean puolen napilla säännöstöä tarkastuslistasta. Yleisimmät käytetyt asetukset ovat ”Poista” ja ”Ota pois käytöstä”, jotka saadaan määriteltyä oikein ajettava säännöstö.



Parametrit osiosta pystytään myös määrittelemään asetuksia tarkemmin. Yhteentörmäystarkastelussa ei ole tarvetta muuttaa asetuksia muuten kuin poistamalla kokonaan tai poistamalla käytöstä ylimääräiset säännöt. Kokonaisuutta katsottuna kaikissa tarkastustyyppien ajamisissa säännösten ja niiden asetusten oikein valinta on hyvin tärkeää, jotta saadaan halutut tulokset oikein ja luotettavasti.

### 3.1.3 Tarkastus

Tarkastuksen ajaminen aloitetaan painamalla ”Tarkasta”-painiketta, kuten kuvassa (kuva 12) näytetään. On tärkeää huomioida, että muita säännöstöjä ei ole aktivoituna ennen tarkastuksen ajamisen aloittamista ja että halutun säännösten kaikki osa-alueet ovat aktivoituna.

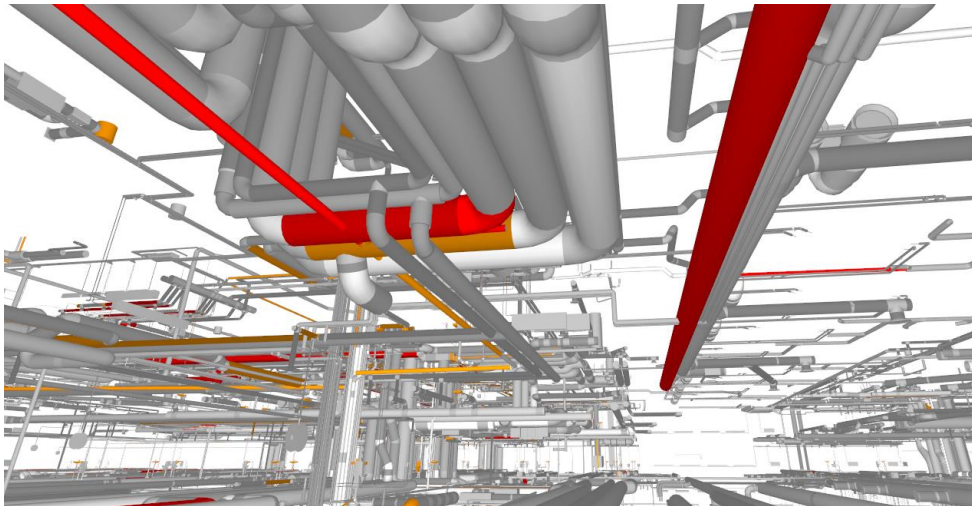


Kuva 12. Tarkastus

Riippuen tietokoneesta tarkastuksen ajaminen voi viedä noin 10–30 minuuttia. Joskus SMC-asetuksissa voi olla rajoitteita päällä, jotka vaikuttavat kuinka paljon ohjelma pystyy käyttämään tietokoneen tehoista. On tärkeää, että kaikki tällaiset asetukset ovat kytkettyä pois päältä, jotta tarkastus saadaan ajettua mahdollisimman nopeasti.

### 3.2 Tulosten tarkastelu

Tulosten tarkastelussa on järkevää hyödyntää SMC:n sisäisiä ominaisuuksia ja asettaa ohjelma korostamaan virhekohtia. On hyödyllistä värjätä ei-olennaiset komponentit esimerkiksi harmaalla värillä, jotta tarkastelu helpottuu huomattavasti. Kokonaisuudessaan tulosten tarkasteluprosessissa saadaan aikaiseksi malli kuten kuvassa 13.



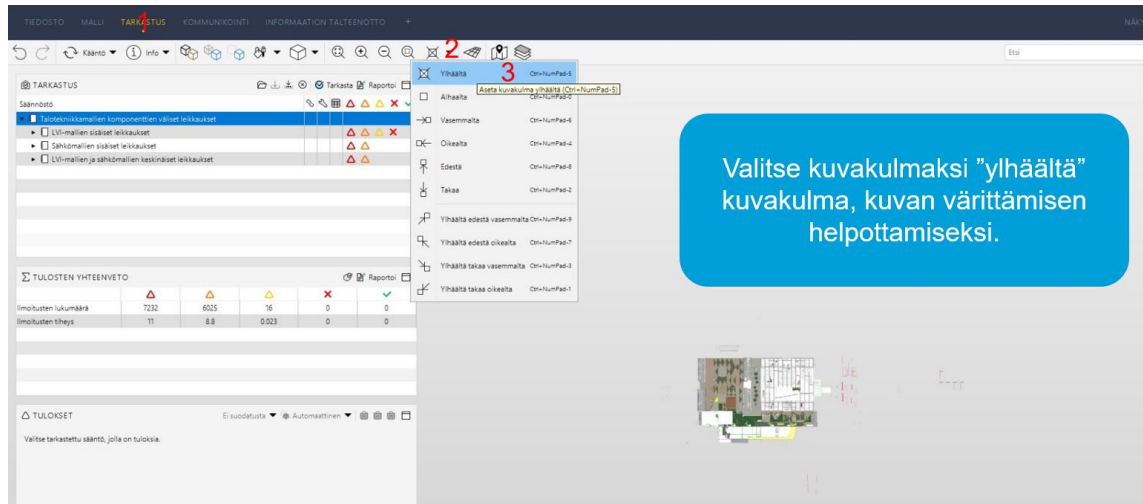
Kuva 13. Korostettu malli

Jotta päästään kuvan 13 ”Korostettu malli” -tilaan, on aloitettava värjäämällä malli oikein. Tämä aloitetaan siirtymällä ensin ylhäältä näkymään ja valitsemalla koko malli. Kun koko malli on valittuna, siirrytään ”Maalaa valitut komponentit” -osioon eli väripalettiin ja värjätään koko malli harmaaksi. Tämän jälkeen värjätään kaikki ajettut tuloskohdat punaisella, oranssilla ja keltaisella valitsemalla tuloskohdat kerrallaan ja värjäämällä ne väripaletin avulla. Lopputuloksena syntyy helposti tarkasteltava malli, jossa on korostettuna halutut komponentit.

#### 3.2.1 Kuvakulma

Mallin tarkastelu oikeasta kuvakulmasta on tärkeä taito SMC:n käytössä. Se helpottaa ja mahdollistaa monien eri toimintojen käytön varsinkin isoissa kohteissa kuten kauppakeskus Triplassa. Jotta saamme väritettyä säännöstöjen mukaisesti osoitetut komponentit, on väritettävä kauppakeskus ensin täysin harmaaksi. Tätä varten on valittava kauppakeskus kokonaisuudessaan. Parhaiten tämä onnistuu menemällä kuvakulmavalikkoon

ja painamalla näkymä ”ylhäältä” painikkeesta päälle. Tällä menetelmällä saamme kaupakeskuksen näkymän yläpuolelta, joka helpottaa valitsemista huomattavasti. Näkymä ylhäältä SMC:ssä on havainnollistettu kuvassa (kuva 14).

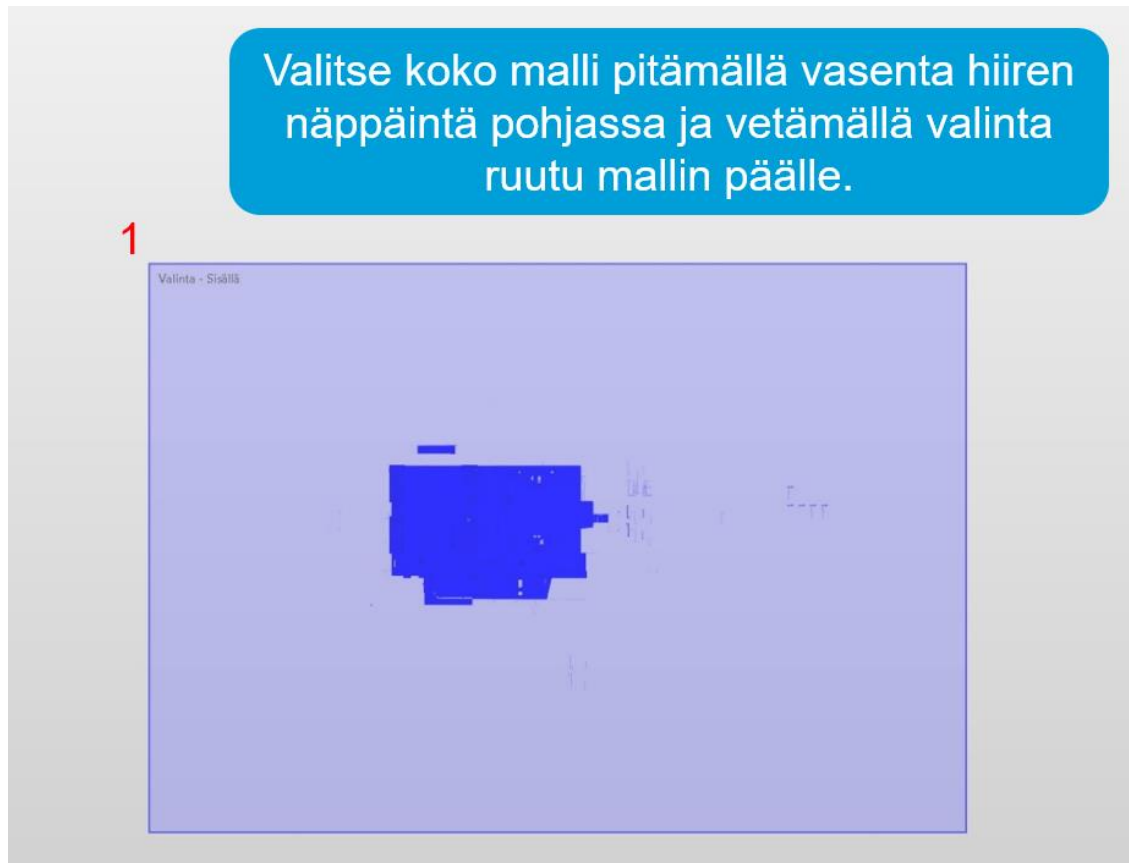


Kuva 14. Kuvakulma ylhäältä

Kun kuvakulma on asetettu 'ylhäältä' -asentoon, pystymme valitsemaan koko kaupakeskuksen helposti. On myös mahdollista valita eri osia kaupakeskuksesta tarpeen mukaan.

### 3.2.2 Valinta

Valitseminen tapahtuu painamalla vasemman hiiren nappi pohjaan hetkeksi, jolloin syntyy pieni valintaikkuna. Tämän jälkeen vedetään sininen valinta-alue koko kaupakeskuksen päälle kuten kuvassa 15 ja päästetään irti hiiren vasemmasta painikkeesta. Tällöin on valittu kaupakeskus koko mallista.

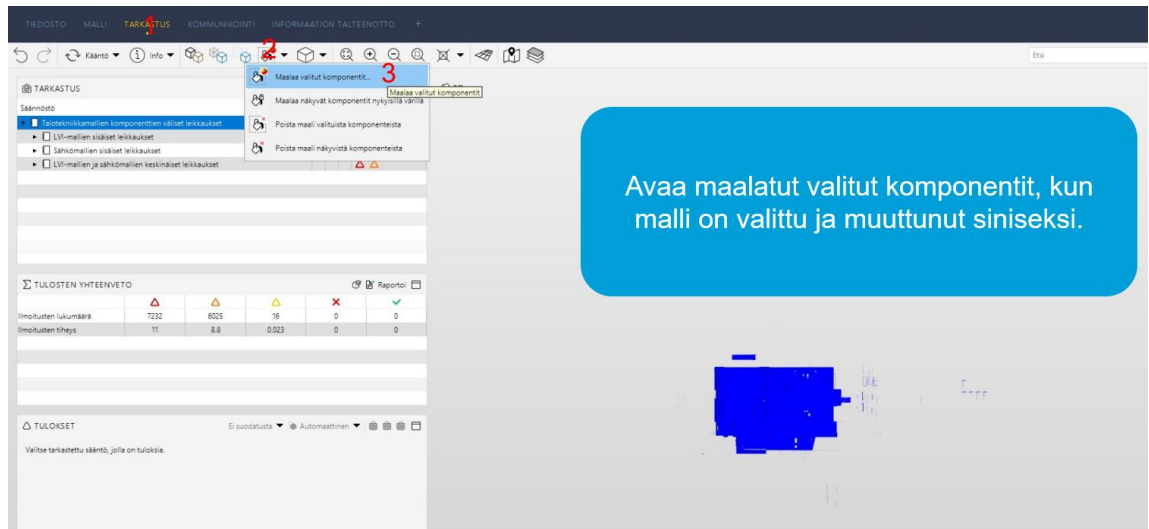


Kuva 15. Valinta

Mallista pystyy tällä tavoin valitsemaan eri osa-alueita haluamansa mukaan. Pystytään esimerkiksi valitsemaan alueita lohkoittain eri kerroksista valitsemalla ensin mallipuusta näkyviin määrätyn kerroksen ja valitsemalla valinnalla tietyn lohkon tai huoneen.

### 3.2.3 Mallin maalaaminen

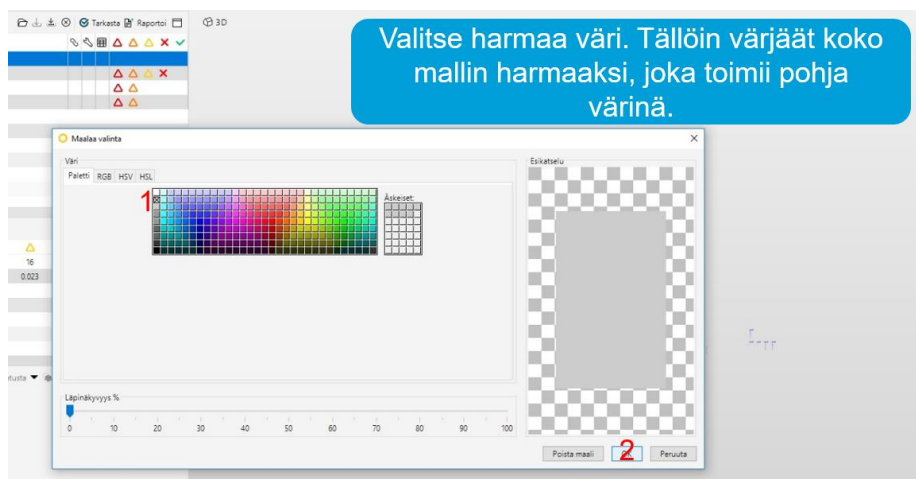
Jotta malli saadaan oikeanlaiseksi tarkastelua varten, se on ensin maalattava harmaaksi. Tämän helpottaa mallin tarkastelua huomattavasti vaiheessa, jolloin yhteentörmäyskohdat on maalattu virhekohtia korostavilla väreillä. Mallin eri osa-alueiden maalaaminen on myös hyvä tapa selventää, kun tarkastellaan muita säännösten mukaisia asioita.



Kuva 16. Maalaustyökalu

Maalaaminen tapahtuu maalaustyökalulla. Työkalu on työkalurivissä nimellä ”Maalaa valitut komponentit” kuvan 16 mukaisesti. Samassa työkaluhakemistosta on myös muita maalaustyökaluja, kuten ”Maalaa näkyvät komponentit nykyisellä värillä ja poista maali valitusta tai näkyvistä komponenteista”.

SMC:n värivalinnoissa on monia eri värejä, mutta on järkevää käyttää mallin tarkastelussa sellaisia värejä, jotka erottuvat toisistaan hyvin. Hyvä peruspohjaväri, josta kaikki muut värit erottuvat, on harmaa. Käytämme tätä keksimässäni mallin tarkastelutavassa.



Kuva 17. Väripaletti

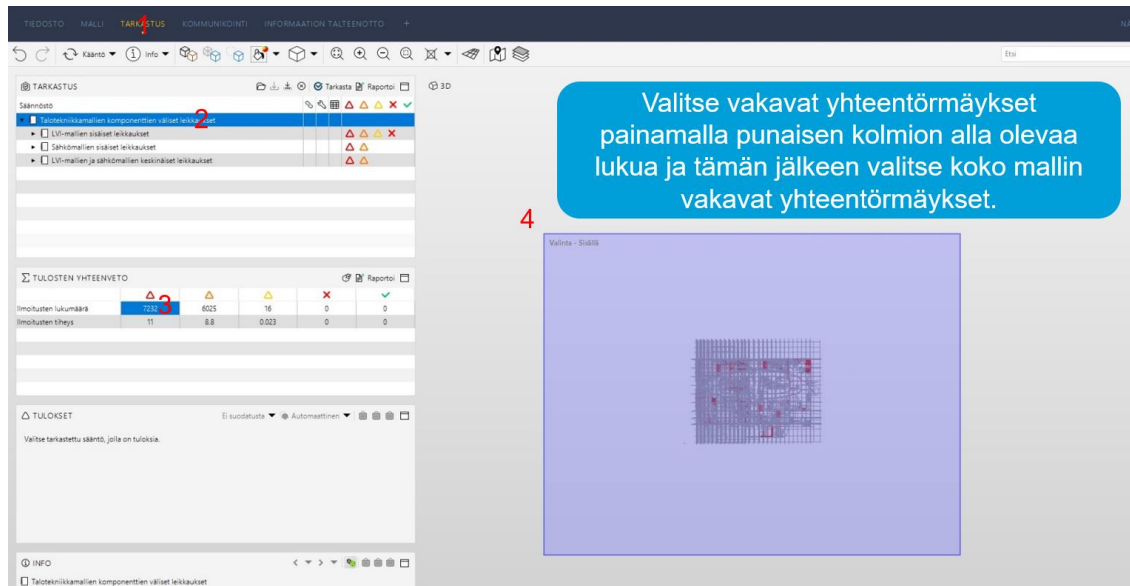
Väripaletista haluamansa värin pystyy asettamaan läpinäkyväksi asteilta 0-100 %, mutta tässä tapauksessa on järkevää valita normaali harmaa väri 0 % läpinäkyvyydellä. Jotta saamme mallin sisäisen tekniikoiden tarkastelun mahdollisimman selväksi, tämä helpottaa myös mallin tarkastelua ja tärkeiden kohtien hahmottamista (kuva 17).

#### 3.2.4 Yhteentörmäyskonfliktien valinta

Kun SMC on ajanut sääntöjen mukaiset tarkistukset, tulee ”Tulosten yhteenveto” -valikkoon näkyviin kaikki virhekohdat. Punainen kolmio tarkoittaa kriittisiä yhteentörmäyskonflikteja, oranssi keskitason yhteentörmäyskonflikteja ja keltainen lieviä yhteentörmäyskonflikteja.

Painamalla virhekohtien määriä ilmoittavia lukuja ilmoituskolmioiden alapuolelta saadaan näkyviin kyseiset virhekohdat korostetusti ilman muita mallin osia. Tämä on tärkeä osa tulevaa virhekohtien maalausta ja katselmointia varten. Riippuen mallista lukumäärät vaihtelevat, mutta on hyvä ottaa huomioon muutamia seikkoja.

- Useasti mallissa saattaa olla tuplakomponentteja, jotka on hyvä saada poistettua, jotta malli ei näytä ylimääräisiä korostettuja kohtia.
- Tuplakomponenttien poistaminen on mahdollista ottamalla tuplakomponentteja osoittavat säännöt pois käytöstä.
- Tuplakomponentit osoittava säännöstö löytyy LVI-mallien sisäisten leikkausten alta ”Säännöt”-kategoriasta.
- Säännöstö pitää olla poistettu käytöstä ennen säännösten mukaista tarkistuksen ajamista.
- Massalaskentaa tehdessä säännöstöjä hyväksi käyttäen on tuplakomponentit aina poistettava.



Kuva 18. Kriittisten konfliktien valinta

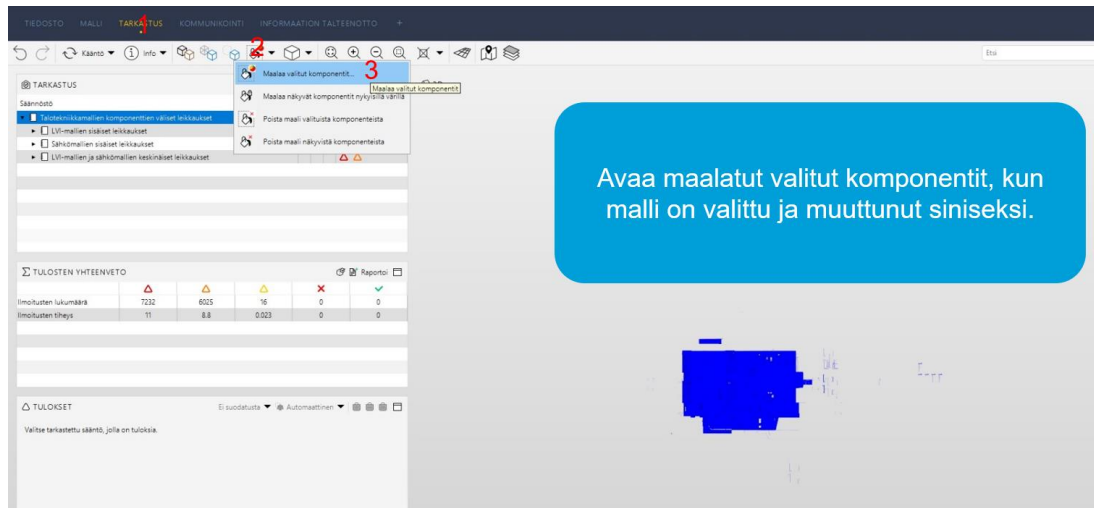
Korostettujen virhekohtien valinta tapahtuu samalla tavalla kuin aikaisemmassa vaiheessa, jossa maalattiin mallin runko. Ensin on painettava haluttua virhekategoriain lukua, ja tämän jälkeen virhekohdat valitaan ylänäköymän kuvakulmatoimintoa käyttäen, kuten kuvassa (kuva 18) esitetään.

### 3.2.5 Yhteentörmäyskonfliktien korostus

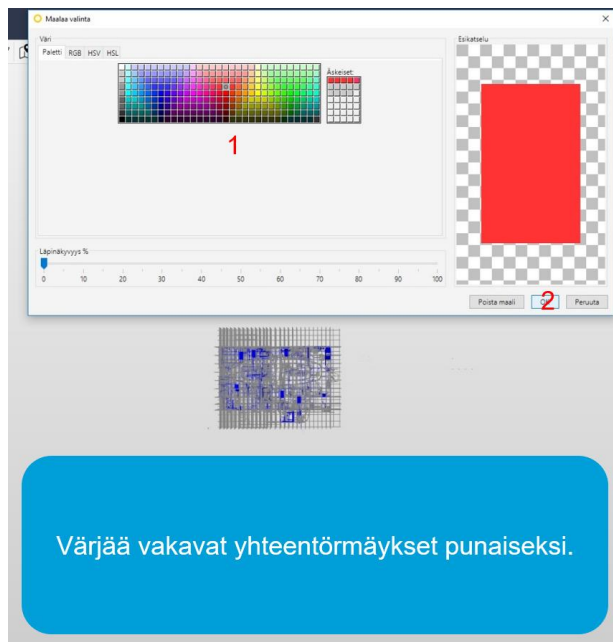
Kun haluttu virhekohtakategoria on valittu, tapahtuu näiden korostaminen värjäämällä käyttäen väripalettia (kuva 19). Kriittiset yhteentörmäykset värjätään käyttäen punaista väriä. Kaikki värit ovat väripaletissa, ja niiden käyttö arkityöskentelyssä SMC:llä on suositavaa. SMC:ssä on myös valmiita väripaketteja, joita voidaan käyttää mallin tarkasteluun.

Järkevä värien käyttö korostuksessa on tärkeää. Punainen, oranssi ja keltainen -yhdistelmä muun harmaan mallin kanssa on hyvä tapa saada asiat selkeästi ja helposti tarkasteltavaksi. Kuten kuvassa 20 esitetään, väri vaihtoehtoja on paljon, mutta tässä tapauksessa punainen väri valinta on paras ja SMC:n omien konfliktien värien mukainen.

Kaikki väri valinnat, jotka tehdään konfliktikohtien korostamiseksi, on järkevää tehdä täysin näkyvällä värillä. Läpinäkyvyyttä on hyvä käyttää tietyissä tilanteissa muihin mallin rakenteisiin, jotta saadaan tiettyjä asioita näkyviin oikeilla tavoilla.



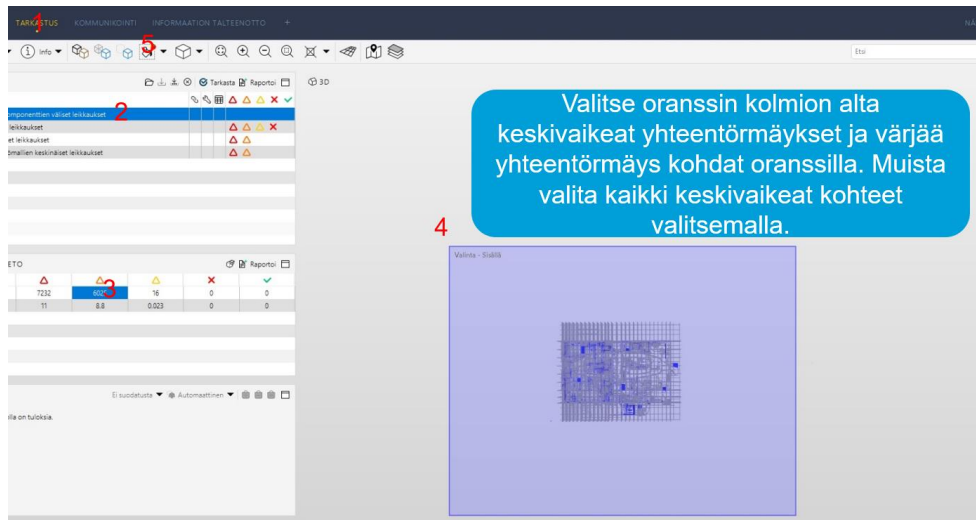
Kuva 19. Maalaustoiminto



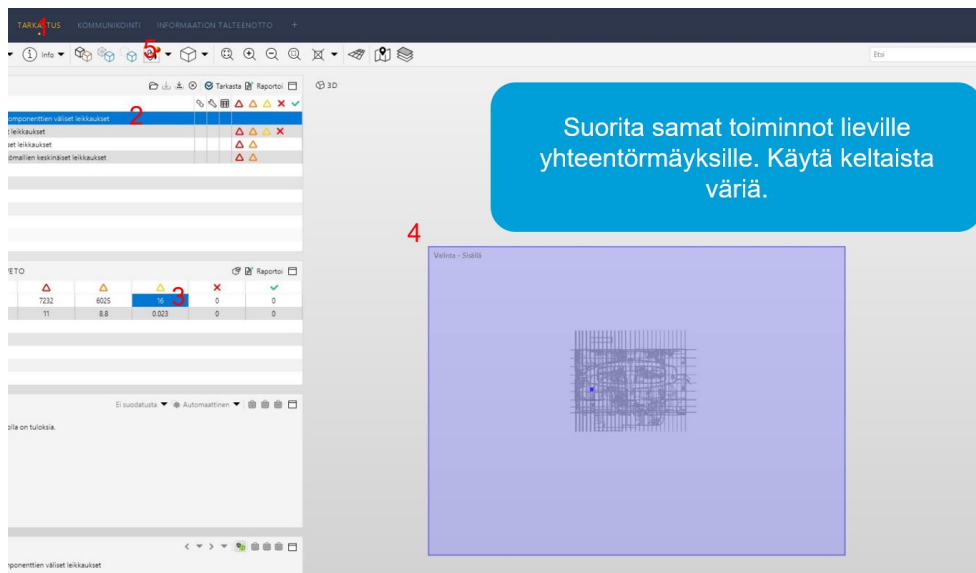
Kuva 20. Konfliktien korostus

Muiden korostettavien konfliktikohtien korostus tapahtuu samalla tavalla kuin kuvissa (kuva 21, kuva 22). Maalausta ennen on korostettavat kohdat valittava painamalla kategorian alla olevaa määrännumeroa, jotta saadaan valittua halutut virhekohtat. Tämän jälkeen maalaus tapahtuu väripaletin kautta.





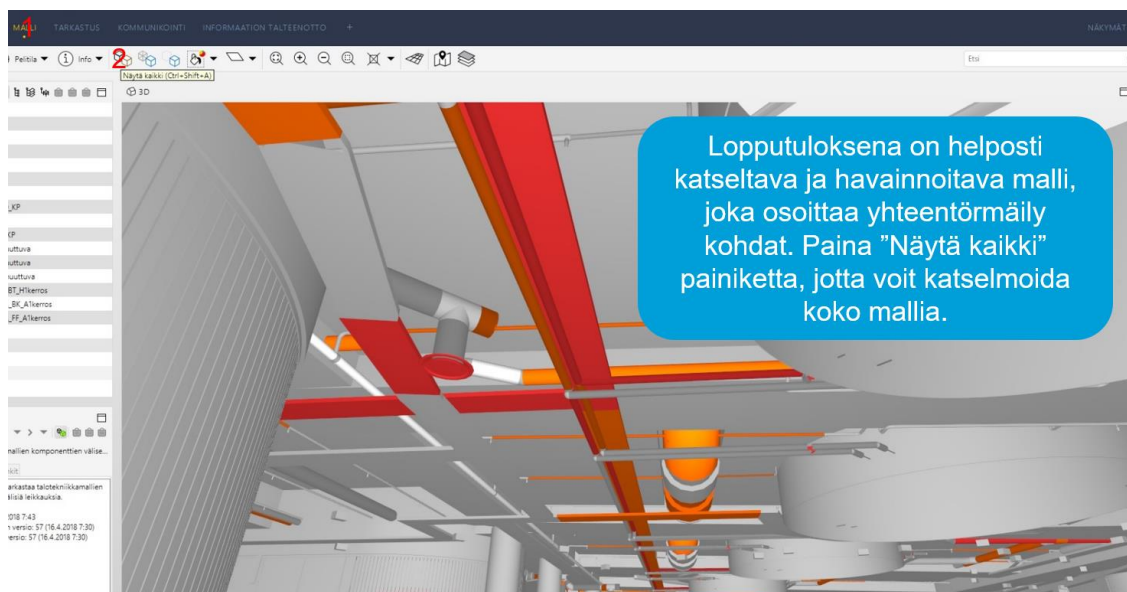
Kuva 21. Keskitason konfliktien korostus



Kuva 22. Lievien konfliktien korostus

### 3.2.6 Yhteentörmäystarkastus ja katselmointiprosessin lopputulos

Konfliktikohtien maalaamisen jälkeen on koko prosessi valmis. Lopputuloksen saa näkyviin painamalla "Näytä kaikki" -painiketta työkaluvalikosta (kuva 23). Lopputulosten katselmointiin voidaan käyttää monia eri lähestymistapoja. Pääasia on kumminkin saatu lopputulos, joka helpottaa jokapäiväistä työskentelyä konfliktikohtien kartoittamisessa.



Kuva 23. Yhteentörmäystarkastelun prosessin lopputulos

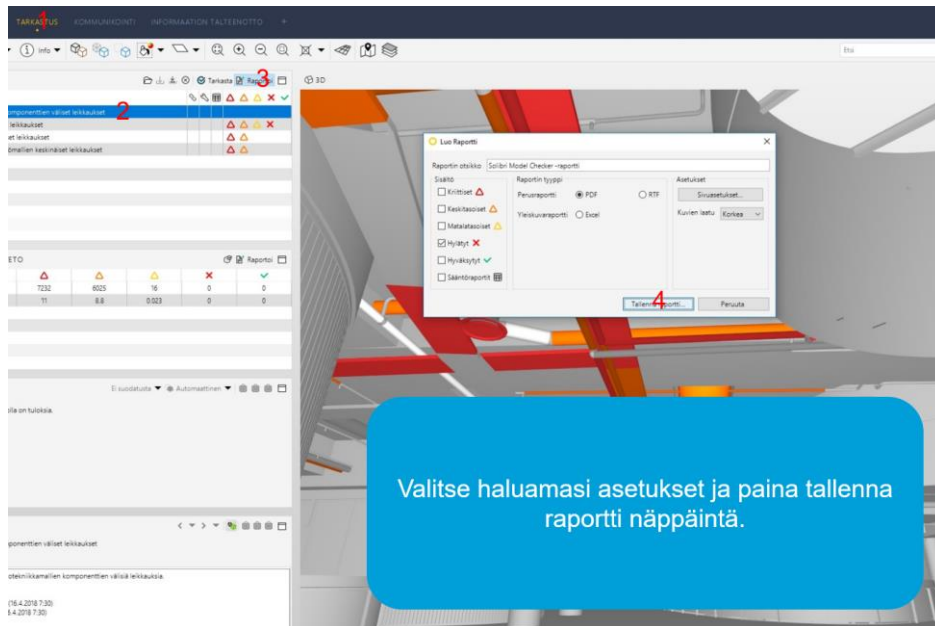
### 3.3 Yhteentörmäysten raportointi

Saatujen tulosten raportointi on hyvin tärkeää, ja siihen on olemassa monia erilaisia tapoja useisiin työtehtäviin. Kaksi normaalia tapaa ovat raportin ajaminen ja kuvien ottaminen mallista. Raportin luominen mallin pohjalta on kätevä tapa saada mallista ulos tietoa tekstimuodossa.

Tätä ominaisuutta on järkevä käyttää työtehtävissä, joissa pitää saada laitettua määriä tai muita tekstimuodossa olevia tietoja eteenpäin esimerkiksi aliurakoitsijoille tai suunnittelijoille. Kuvien ottaminen mallista soveltuu hyvin kaikkiin työtehtäviin, joissa täytyy saada jotain konkreettista tietoa eteenpäin mahdollisimman visuaalisella ja havainnollisella tavalla.

#### 3.3.1 Yhteentörmäysraportin ajaminen

Raportin ajaminen tapahtuu "Tarkastus"-välilehden kautta "Raportoi"-painikkeesta (kuva 24).



Kuva 24. Raportin ajaminen

Raportin ajamisen asetussivustalla saa valittua monia erilaisia asetuksia ja valintoja. Samoin raportin otsikon valinta ja sivunasetteluasetukset ovat tässä valikossa. Riippuen virheiden määrästä mallissa ja muista vaikuttavista tekijöistä raportin koko vaihtelee huomattavasti (kuva 25). Kuvan raportti on ajettu tehdasasetuksilla, joita Solibri Model Checker ehdottaa.

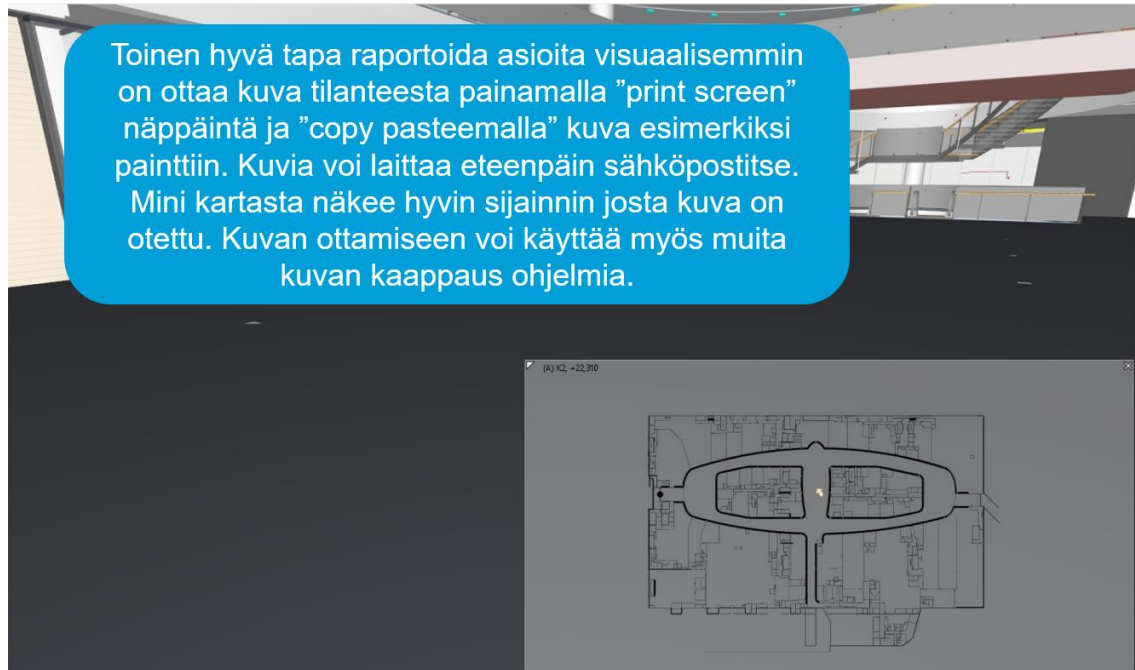
Raportissa on monia asioita, joita voidaan käyttää oikealla tavalla tilanteesta ja tarpeesta riippuen.

Solibri Model Checker -raportti						
Mallin nimi	Triipia_K_AR_K_TATE Versio: 9.8					
Tarkastaja	mikko.suhonen@yit.fi					
Organisaatio	YIT Information Services Oy					
Aika	2018-04-16 08:30:33					
ARK_K (A)	Aika: 2018-04-05 16:48:50 Sovellus: ArchiCAD-64 IFC: IFC2X3					
LL_K (B)	Aika: 2018-04-05 09:52:17 Sovellus: MagiCAD VP 2018 UR-3.1 IFC: IFC2X3					
LJ_K (C)	Aika: 2018-04-05 09:27:47 Sovellus: MagiCAD VP 2018 UR-3.1 IFC: IFC2X3					
LL_K (D)	Aika: 2018-04-05 09:22:32 Sovellus: MagiCAD VP 2018 UR-3.1 IFC: IFC2X3					
LV_K (E)	Aika: 2018-04-05 09:14:57 Sovellus: MagiCAD VP 2018 UR-3.1 IFC: IFC2X3					
SAH_K (F)	Aika: 2018-04-05 12:16:01 Sovellus: MagiCAD-E 2017.50 IFC: IFC2X3					
SPR_K (G)	Aika: 2018-03-29 12:00:47 Sovellus: MagiCAD VP 2018 UR-3.1 IFC: IFC2X3					
BMJ_BIO_KP (H)	Aika: 2017-12-20 06:02:20 Sovellus: SolidWorks 2011 IFC: IFC2X3					
BMJ_KP (I)	Aika: 2018-01-29 06:18:43 Sovellus: SolidWorks 2011 IFC: IFC2X3					
KAASU_KP (J)	Aika: 2017-05-22 09:49:36 Sovellus: MagiCAD V&P 2016.11 UR-1 IFC: IFC2X3					
LJ_K_muuttava (K)	Aika: 2018-04-05 09:06:31 Sovellus: MagiCAD VP 2018 UR-3.1 IFC: IFC2X3					
LJ_K_muuttava (L)	Aika: 2018-04-05 09:31:32 Sovellus: MagiCAD VP 2018 UR-3.1 IFC: IFC2X3					
LV_K_muuttava (M)	Aika: 2018-04-05 09:36:35 Sovellus: MagiCAD VP 2018 UR-3.1 IFC: IFC2X3					
ARK_HBT_H1kerros (A1)	Aika: 2018-01-15 14:50:05 Sovellus: ArchiCAD-64 IFC: IFC2X3					
ARK_A_BK_A1kerros (A2)	Aika: 2018-01-08 16:57:22 Sovellus: ArchiCAD-64 IFC: IFC2X3					
ARK_A_FF_A1kerros (A3)	Aika: 2018-01-08 16:50:21 Sovellus: Not Defined IFC: IFC2X3					
Talotekniikkamallien komponenttien väliset leikkaukset	Hyy	Hyl	Vak	Nor	Vah	Kommentti
LV1-mallien sisäiset leikkaukset		X	x	x	x	

Kuva 25. Raportti

### 3.3.2 Kuvallinen raportointi yhteentörmäyksistä

Kuvallinen raportointi on tehokas tapa tuoda ulos asioita mallista ja viedä niitä eteenpäin halutuille tahoille. Paras tapa tähän on ottaa kuvakaappaus mallista SMC:n käytön aikana. On tärkeää ottaa kuva mahdollisimman selkeästi ja merkitä myös kohta mallista, josta kuva on otettu. Yksi hyvä tapa on jättää SMC:n karttaominaisuus päälle, jotta tämä näkyy kuvakaappauksessa (kuva 26).



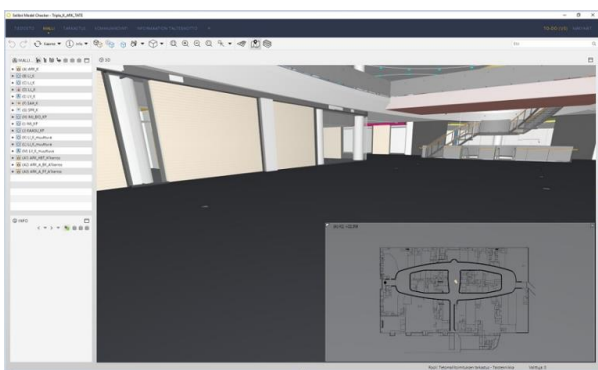
Kuva 26. Kuvakaappaus

Kuvakaappaus tapahtuu helpoiten painamalla tietokoneen "Print Screen" nappia. Tämän jälkeen kuva saadaan siirrettyä copy/paste-toiminnolla haluttuun kuvankäsittelyohjelmaan. SMC:ssä on sisällä myös kuvankaappaustoiminto ja kuvankäsittelytoimintoja. Molempia voi käyttää tilanteen mukaisesti. Windowsin oma "snipping tool" on myös varsin toimiva työkalu kuvien ottamisessa ja liittämässä.

Ero näiden kahden tavan välillä on, että SMC:n sisäinen kuvankaappausmenetelmä ei kopioi, Windows-työpöytä kuvaa ja SMC:n sisäiset kuvankäsittelymenetelmät ovat hienan alkeellisia. Hyvä tapa on esimerkiksi käyttää SMC:n sisäistä kuvankaappausmenetelmää ja siirtää kuva ulkoiseen kuvankäsittelyohjelmaan. Solibrin 3D-näkymän saa helposti kopioitua 'Kopioi kuva'-komennolla hiiren kakkospainikkeella Solibrissa.

Tällä tavalla tiedon lisääminen kuvaan ja muut halutut toiminnot ovat parempia ja nopeampia. Kuvankäsittelyohjelmia on monia erilaisia ja tasoisia, mutta yleiseen kuvankäsittelyyn Windowsin oma 3D Paint on oikein hyvä ohjelma. Myös alkuperäinen Paint käy hyvin tehtävään, mutta 3D Paintissa on paljon hyviä toimintoja ja se on huomattavasti helpompi käyttää.

Riippuen kuvienkäsittelytaidoista ja vaaditusta kuvien tasosta on oikeanlaisen kuvankäsittelyohjelman valinta tärkeää. Normaalisissa työnjohtajan ja insinöörin työssä 3D Paint ja Paint ovat riittävän hyviä työkaluja perusinformaation lisäämiseen ja asioiden osoittamiseen (kuva 27).



Kun kuva on ”copy pastettu  
painttiin”, kuva pitää tallentaa  
haluttuun paikkaan.  
Esimerkiksi omien  
työmaakuvien kansioon.

Kuva 27. Kuvankäsittelyohjelma

## 4 Revisiointi

SMC mahdollistaa vanhojen ja uusien mallien vertailemisen keskenään erilaisia asetuksia ja säännöstöjä käyttäen (kuva 28). Tämä tarkoittaa, että on mahdollista vertailla kahden eri tietomallin sisältöä. Tätä kokonaisuutta kutsutaan opinnäytetyössä termillä revisiointi. Revisiotarkastelussa samasta tietomallista avataan kaksi eri versiota. Tarkastuksen avulla saadaan selville malleissa olevat eroavaisuudet. Revisiotarkastuksen avulla voidaan mm. selvittää, mitä uusia komponentteja malliin on lisätty ja mitkä komponentit ovat poistuneet. On myös mahdollista tarkistaa, ovatko komponentit lisääntyneet ja ovatko niiden tunnistetiedot muuttuneet.



Mallien välisistä eroista pystytään myös luomaan kätevästi raportteja ja tiedottamaan kuvallisesti tilanteista oikeille tahoille. Tärkeää revisioinnissa on asetusten oikein asettaminen ennen säännösten mukaista tarkastusten ajamista.



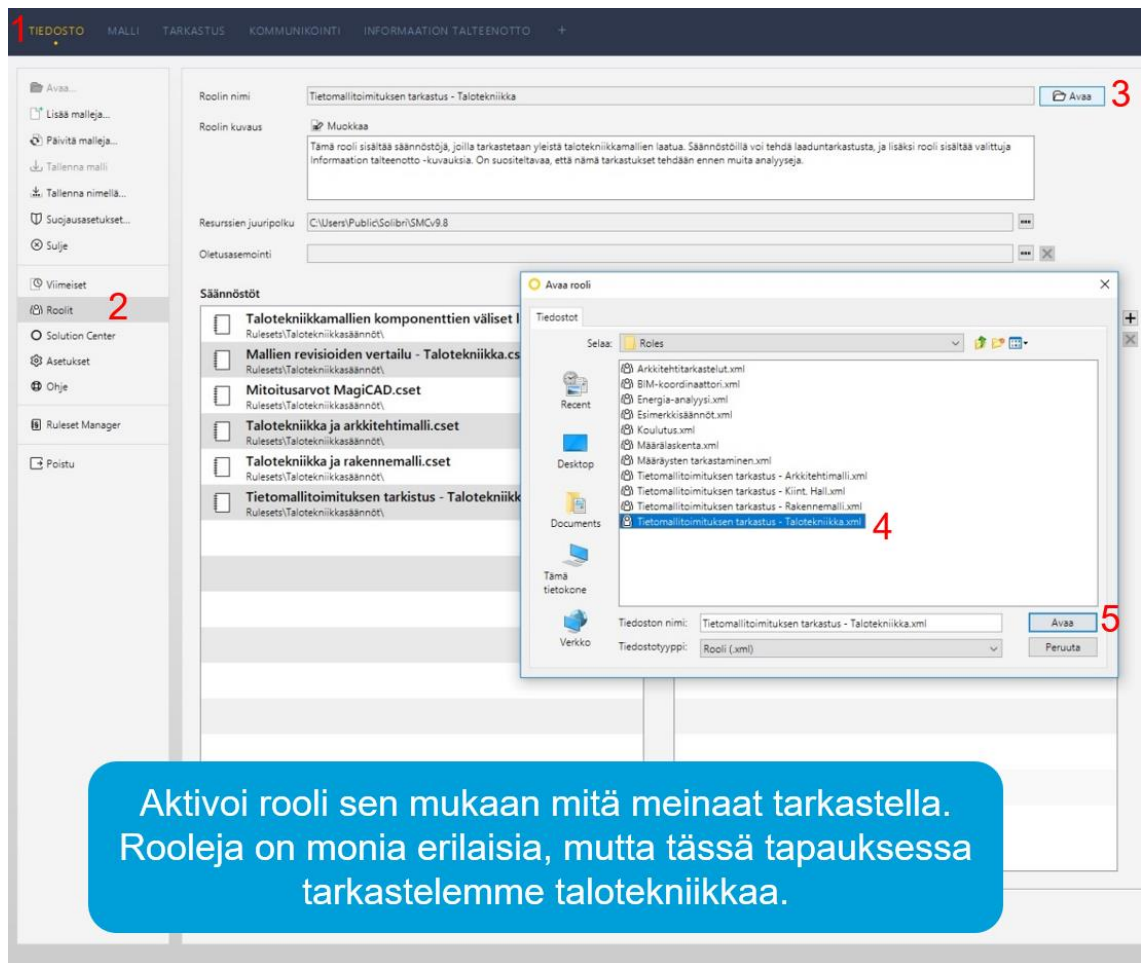
Kuva 28. Revisiointi

Oikean roolimallin aktivoiminen ja vanhemman tietomallin oikein nimeäminen on myös olennaista tarkistaa ja vaihtaa tarvittaessa. Uuden ja vanhan mallin vertailussa pystyy myös soveltamaan maalaustoimintoja tarkastelun helpottamiseksi.

Mallien keskenään vertailu on tärkeää työnjohtajille ja insinööreille heidän työssään projektin etenemisen aikana. Mallien välisellä vertailulla pysytään kartalla siitä, mitä tekniikkaa on tullut, tai poistunut kohteesta ja onko siihen tullut suunnitelmamuutoksia. Kaikki tämä vaikuttaa projektiin, ja sen valvominen on tärkeää työtä.

Revisioiden tarkastelu SMC-ohjelmalla tekee uusien ja vanhojen mallien välisestä vertailusta huomattavasti tarkempaa ja luotettavampaa. Tietomallinnuksen tuoman digitaalisen datan suoraan siirtämisen ja vertailun mahdollisuuden ansiosta säästetään vanhoihin menetelmiin verrattuna huomattavasti aikaa, työtä ja säästytään monilta virheiltilä, jotka eivät välttämättä olisi muuten olleet havaittavissa. [5, s. 3.]





Kuva 30. Roolimalli tietomallien vertailussa

Mallien keskenään vertailemisessa käytetään säännöstöä, joka vertaa uutta ja vanhaa mallia keskenään. Tämä säännöstö on talotekniikan alan lisäksi, myös rakennustekniikasta, ja on myös mahdollista suorittaa samankaltaiset vertailut molemmilla osa-alueilla. Joissakin tapauksissa roolimalleja ja säännöstöjä voi joutua muokkaamaan tai rakentamaan itse.

#### 4.1.2 Uuden ja vanhan mallin valmistelu

Ennen mallien välistä vertailun aloittamista on tärkeää asetella ja nimetä uusi ja vanha malli oikeisiin kansioihin. Vanha malli pitää myös hyvin todennäköisesti nimetä uudelleen, jotta mallit pystyvät erottamaan toisistaan mallipuunäkymässä. Tämä helpottaa työskentelyä ja edistää virheetöntä työskentelytapaa.



Riippuen yrityksen tietomallien säilytystavoista ja työkuultuureista on ensin ladattava uusi tai vanha malli projektipankista tai muusta vastaavasta tietokannasta (kuva 31).

The screenshot shows a file management interface with a list of files. The files are listed in a table with columns for Name, Size, Date Added, and Content. The files are sorted by date added, with the most recent at the top. The files are:

Nimi	Koko	Lisääjä	Lisätty	Sisältö
Erikoisversiot malleista		JSa	22.8.2016	
Kerroskohtaiset tiedostot		JSa	22.8.2016	
Reikävaraukset		MSo	2.9.2016	
LI_K.ifc	233,63 I	SLa	19.4.2018	Ilmanv.
LI_K_muuttuva.ifc	19,29 M	SLa	19.4.2018	IV, K-lo
LI_P.ifc	187,34 I	JAA	18.4.2018	Ilmanv.
LJ_K.ifc	44,59 M	SLa	19.4.2018	Jäähdy
LJ_K_muuttuva.ifc	13,29 M	SLa	19.4.2018	Jäähdy
LJ_P.ifc	22,77 M	JAA	18.4.2018	Jäähdy
LL_K.ifc	86,94 M	SLa	19.4.2018	Lämmi
LL_P.ifc	79,4 Mt	JAA	18.4.2018	Lämmi
LV_K.ifc	103,65 I	JLe	19.4.2018	Vesi ja
LV_K_muuttuva.ifc	9,73 Mt	SLa	19.4.2018	Vesi ja
LV_P.ifc	168,57 I	JAA	18.4.2018	Vesi ja
LVI_KP_Tietomalliselostus.pdf	470 kt	JLe	29.3.2017	Tietom

The blue callout box contains the following text:

Lataa vanha versio kellon kuvasta. Tässä tapauksessa lataamme LI\_K vanhan version. Kyseessä on siis kauppakeskuksen vanha ilmanvaihtokuva. Muista nimetä vanha tiedosto esim. LI\_K\_VANHA.

Kuva 31. Vanhan tietomallin lataaminen

Tässä tapauksessa Sokopro-tietokannassa vanhat kuvat ovat kellokuvion alla vasemmalla puolella tiedostoa. Uusimman tiedoston saa ladattua painamalla suoraan tiedoston alleviivattua nimeä. Tietomallien päivytyspäivämäärät näkyvät aina tiedoston vieressä olevasta aikasarakkeesta.

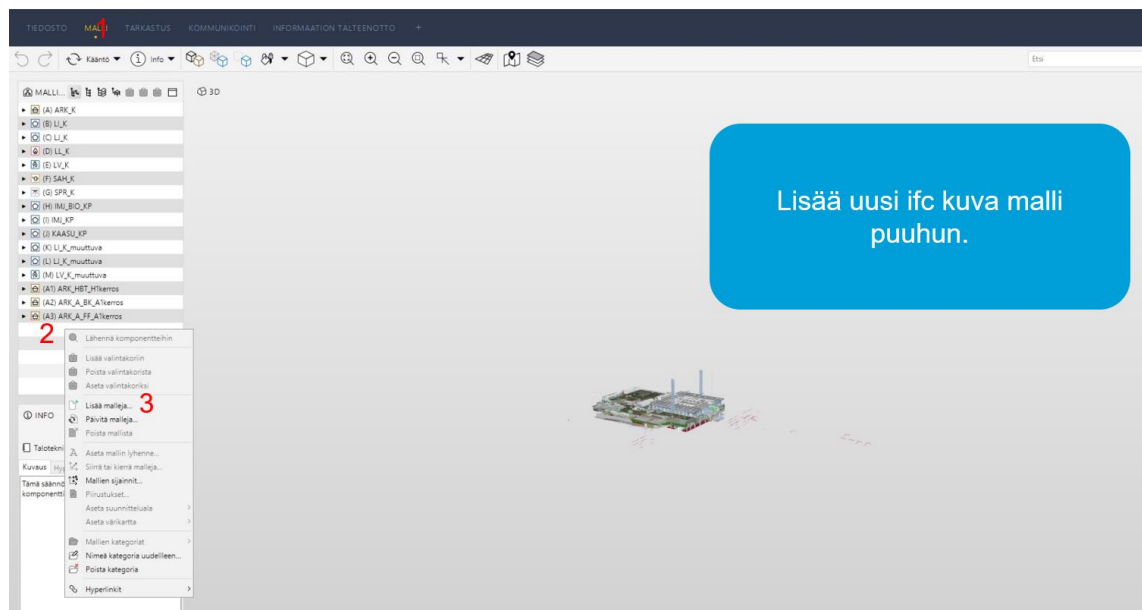
Kun halutut tiedostot on ladattu, ne on järkevää siirtää oikeaan kansioon tai työpöydälle tarkastelun ajaksi. Vanha malli kannattaa nimetä esimerkiksi siten, että uuden mallin nimi

on Malli1 ja vanhan mallin nimi on Malli1\_Vanha. Mallit voidaan myös nimetä ja järjestää hyvin aikajärjestykseen, joka helpottaa laajempaa mallien tarkastelu- ja vertailutyötä.

#### 4.1.3 Vanhan mallin lisääminen

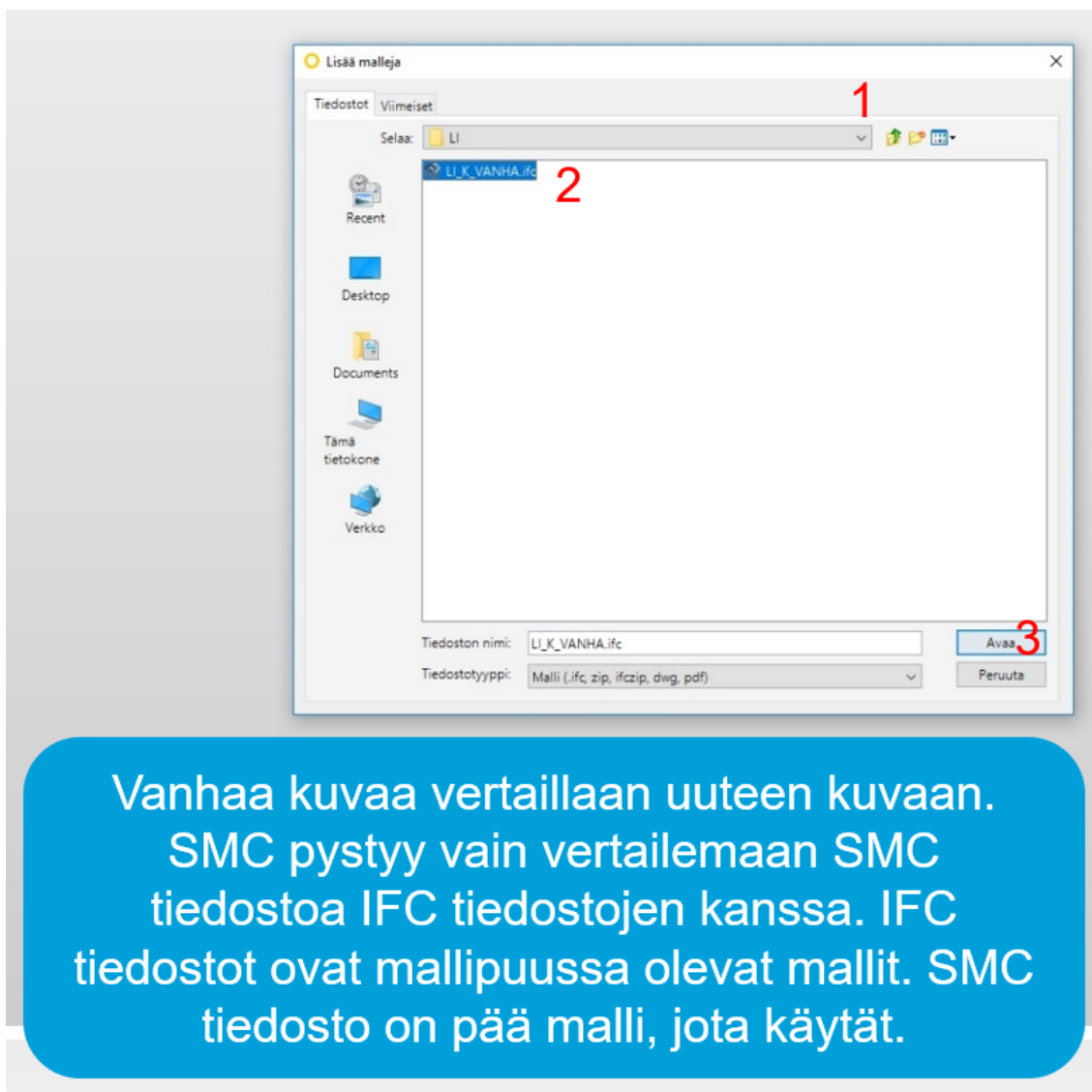
SMC-tietomalli on kokoilma ifc-tietomallitiedostoista, jotka ovat mallipuussa. Lisäämällä ifc-tiedostoja tietomallipuuhun saadaan näkyviin haluttuja rakennus- ja talotekniikan osaluueita.

Jotta vanhan ja uuden mallin välinen vertailu pystytään aloittamaan, on lisättävä ensin vanha malli mallipuuhun klikkaamalla oikean puoleisella hiiren näppäimellä mallipuun tyhjää kohtaa. Tämän jälkeen on valittava ”Lisää malleja” -valinta (kuva 32).



Kuva 32. IFC-mallien lisääminen mallipuuhun

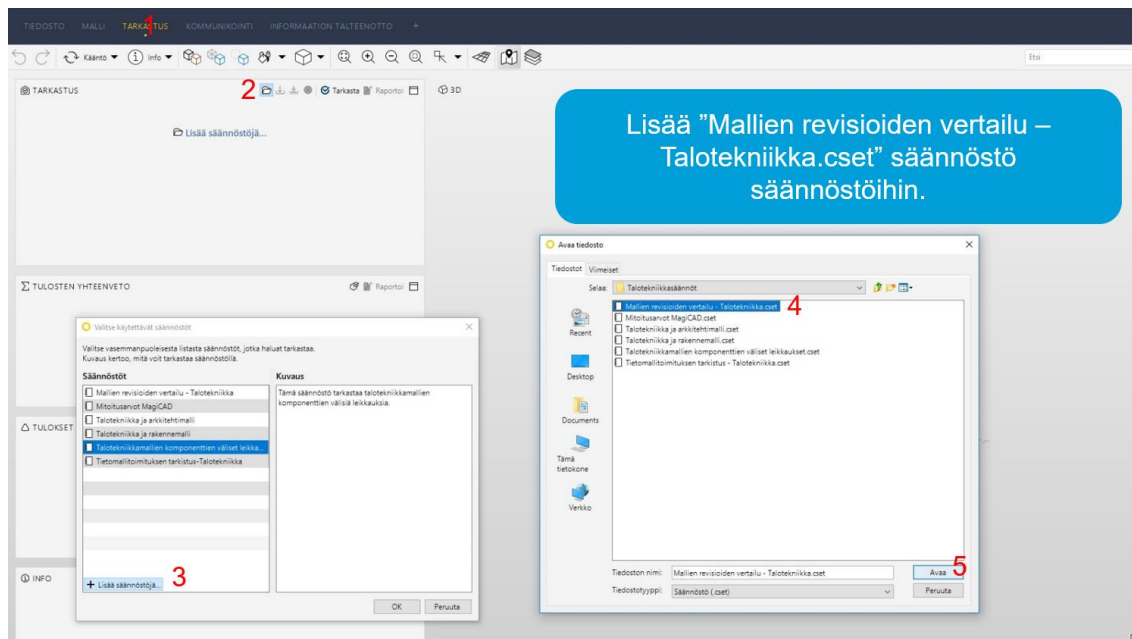
Vanha IFC-malli lisätään mallipuuhun valitsemalla se kansioista, johon se on sijoitettu (kuva 33). On myös hyvä ottaa huomioon, että SMC pystyy vertailemaan keskenään vain ja ainoastaan IFC-tiedostoja. SMC-tiedostojen keskenään vertailu ei ole mahdollista.



Kuva 33. Vanhan IFC-mallin kansio

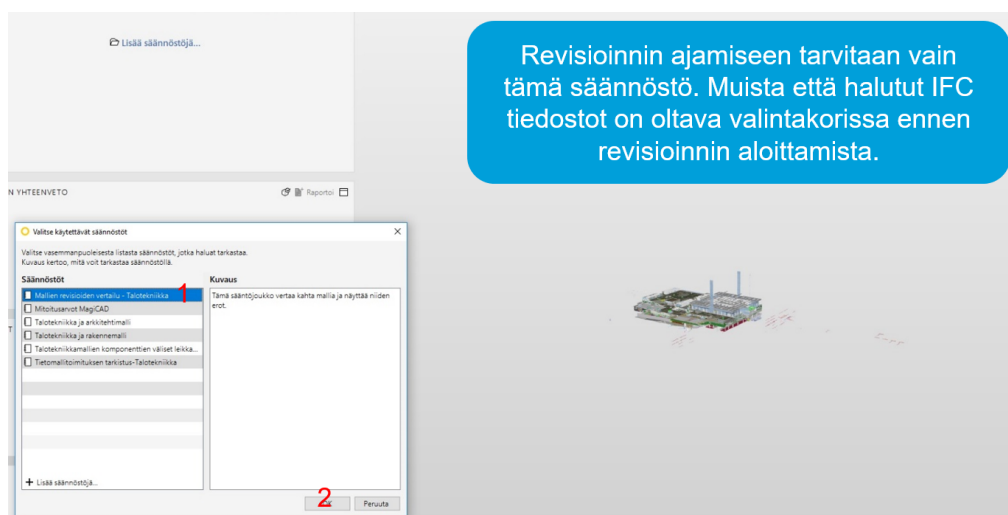
#### 4.1.4 Mallien revisioiden vertailusäännöstö

Uusien ja vanhojen mallien vertailemiseksi käytetään säännöstöä ”Mallien revisioiden vertailu – Talotekniikka.cset”. Tämä säännöstö on ”Lisää säännöstöjä” -osiossa. Joissakin tapauksissa säännöstö voi löytyä suoraan etusivulta, mutta on myös mahdollista, että säännöstön joutuu hakemaan ”Lisää säännöstöjä” -osiosta (kuva 34).



Kuva 34. Enemmän säännöstöjä

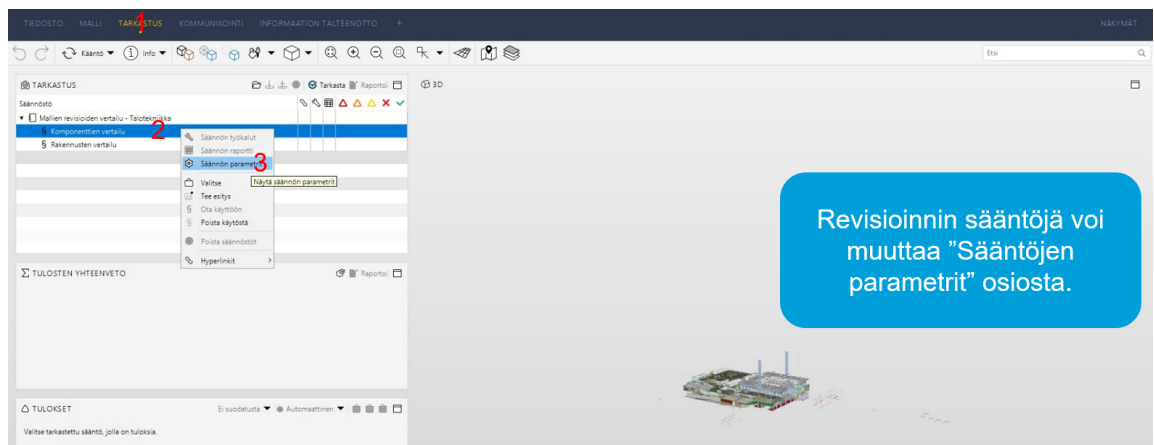
Säännöstö "Mallien revisioiden vertailu – Talotekniikka.cset" tarkastelee uuden ja vanhan mallin eroavaisuuksia ja kykenee näyttämään ne tarvittavalla tavalla. Säännöstön ajamisen jälkeen on myös mahdollista luoda raportti sen pohjalta. Kun säännöstö on lisätty "Lisää säännöstöjä" -osiosta, tämä löytyy päävalikosta ja valinta tapahtuu tämän kautta (kuva 35).



Kuva 35. Säännöstöjen päävalikko

#### 4.1.5 Säännöstön asetusten muuttaminen ja asettaminen

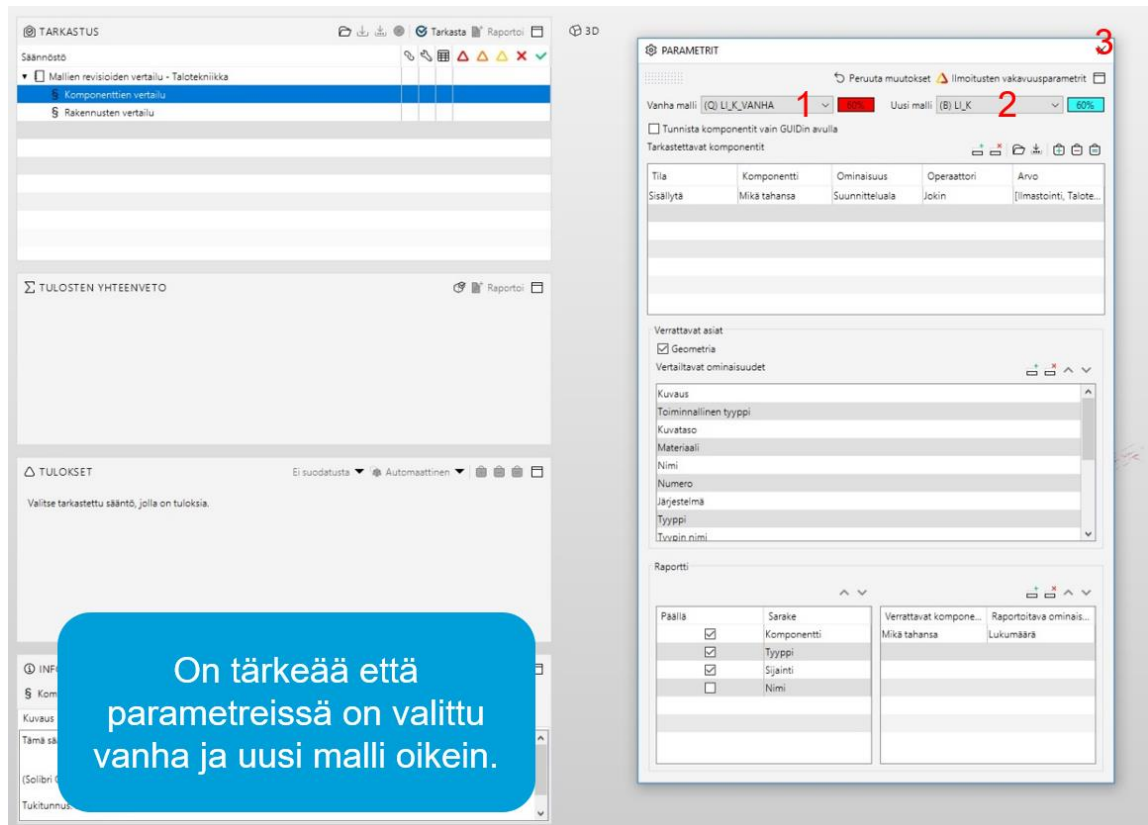
Ennen säännöstöjen mukaista tarkistuksen ajamista on tehtävä muutamia asetusmuutoksia, jotta mallien välinen keskinäinen vertailu onnistuu oikealla tavalla. Säännöstön asetusten muutososioon pääsee avaamalla ”Mallien revisioiden vertailu – Talotekniikka.cset” -osion painamalla pientä nuolinäppäintä valintasarakkeen vasemmalla puolella. Tämän jälkeen painetaan oikealla hiiren klikkauksella ”Komponenttien vertailu” -alaotsikosta ”Säännön parametrit” (kuva 36).



Kuva 36. Säännön parametrit

Sääntöjen parametrejä pystyy muuttamaan tällä tavalla jokaisesta luodusta säännöstä. Kaikki tarvittavat säännöstöjen asetusmuutokset on tehtävä ennen tarkistuksen ajamista toimiakseen oikein. Jos asetukset jäävät asettamatta ennen tarkastuksen ajamista ja näitä yrittää jälkikäteen muuttaa, on tarkastus ajettava uudestaan.

Tärkein asetusmuutos, joka on tehtävä ennen tarkistuksen ajamista on uuden ja vanhan mallin määrittäminen (kuva 37). Tämä on tehtävä jokainen kerta, kun uusia ja vanhoja malleja vertaillaan keskenään.



Kuva 37. Uusi ja vanha malli

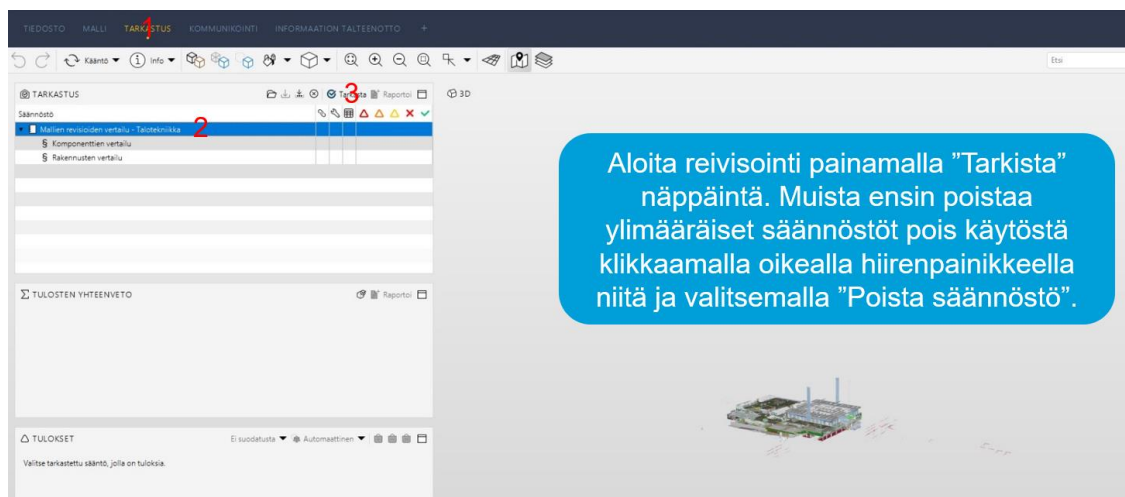
Parametrien asetusikkunasta löytyy myös monia muita käytännöllisiä asioita, joilla voidaan muuttaa ja rajata tarkistettavia asioita. ”Tarkasteltavat komponentit” -osiosta voidaan asettaa määräyksiä, miten komponentteja tarkastellaan ja mitä kaikkia asioita huomioidaan, esimerkiksi pelkästään ilmanvaihtokomponentit. Tällä tavalla pystytään tarkastelemaan haluttuja asioita.

”Verrattavat ominaisuudet” -osiosta saadaan määritettyä, mitä valittujen komponenttien sisällä verrataan ja tarkistellaan. Tämä tarkoittaa sitä, että halutusta osa-alueesta pystytään tekemään tarkastus, joka soveltuu tilanteeseen. Esimerkiksi SMC voidaan asettaa tarkistamaan ilmanvaihtokanavia määrätyillä kriteereillä. Tämä helpottaa lopputuloksen tarkastelua ja parantaa tulosta. Verrattavia määreitä voivat olla esimerkiksi komponenttien läheisyydet muihin komponentteihin, tai vaikka komponenttien sijainnit kohteessa kerrostarkkuudella. ”Raportti”-osiosta määritetään asetukset, joita raportin luonnissa käytetään.

Tärkein asetus on kuitenkin uuden ja vanhan mallin asettaminen. Tämä tapahtuu osioista ”Uusi malli” ja ”Vanha malli”. Valitseminen tapahtuu osoittamalla SMC:lle mallin IFC-tiedoston tämänhetkinen olinpaikka tietokoneella normaalisti klikkaamalla valikkojen kautta. Samoin tässä vaiheessa on mahdollista valita väritykset uudelle ja vanhalle mallille väriruudun kautta klikkaamalla väripaletti auki. Väripaletista saa valittua halutut värit ja niiden läpinäkyvyysprosentit. Kun kaikki halutut asetukset ovat asetettu, on painettava valikko kiinni oikeasta ylänurkasta ”x”-painikkeesta. Tällöin asetukset tulevat voimaan tarkastukseen ajossa.

#### 4.1.6 Revisiointitarkastuksen ajo

Revisiointitarkastuksen ajo käynnistetään ”Tarkista”-painikkeesta tarkastuslohkon oikeasta yläkulmasta (kuva 38). Tarkastuksen aikana SMC tarkastelee ja analysoi mallia annettujen säännösten ja niihin asettamien sääntöjen mukaisesti.



Kuva 38. Revisiointitarkastuksen aloittaminen

Koko tarkistusprosessissa menee tietokoneesta riippuen noin 10–30 minuuttia. Jos tietokone, jolla revisiointitarkastusta tehdään, on erittäin huono suoritusnopeudeltaan, voi tarkistusprosessissa mennä jopa tunnista kahteen tuntiin.

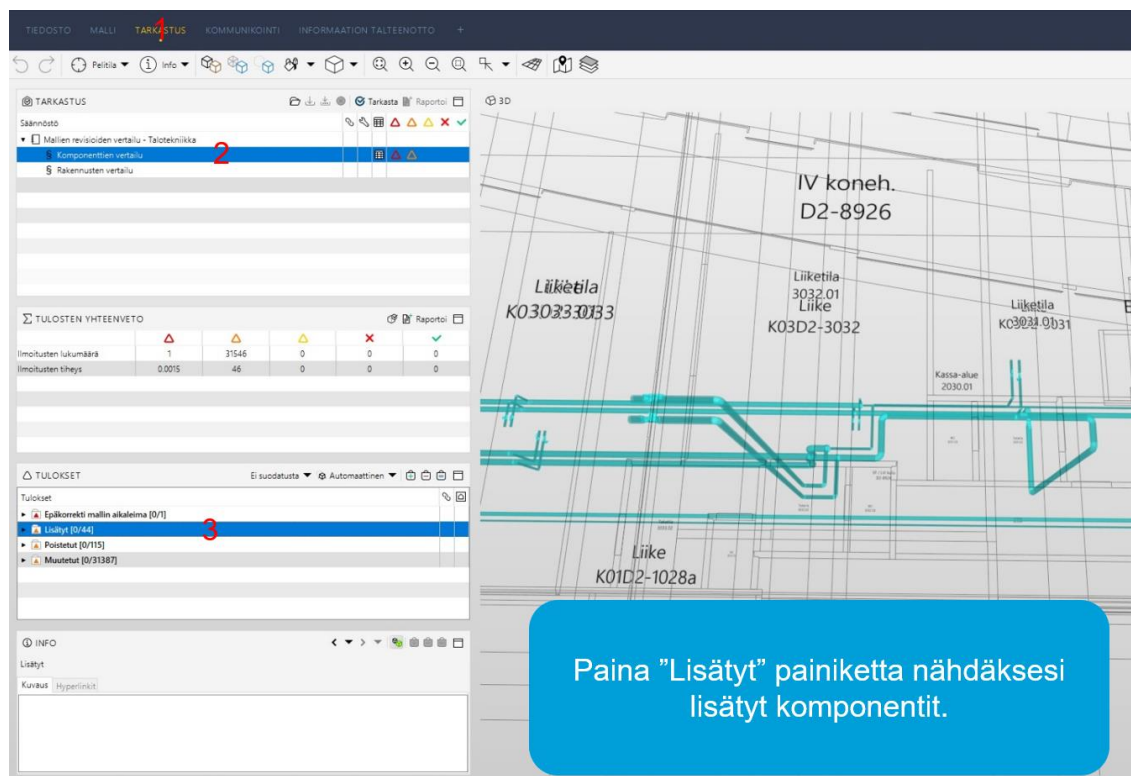


## 4.2 Eroavaisuuksien tarkastelu

Tarkistusprosessin jälkeen on mahdollista katselmoida mallia erottaen lisätyt, poistetut ja muutetut komponentit toisistaan. Tämä auttaa mallissa muuttuneiden asioiden tarkastelua ja nopeuttaa työskentelyä varsinkin isoissa kohteissa.

### 4.2.1 Lisätyt komponentit

SMC pystyy osoittamaan malliin lisätyt komponentit klikkaamalla painiketta ”lisätyt” tulokset-osiosta (kuva 39). Lisättyjen komponenttien tarkastelussa on järkevää käyttää hyväkseen moduulilinjoja oikean paikan löytämisessä. Tämä on hyvä tapa hahmottaa uusimman mallin kanssa, mihin uusia komponentteja on lisätty.



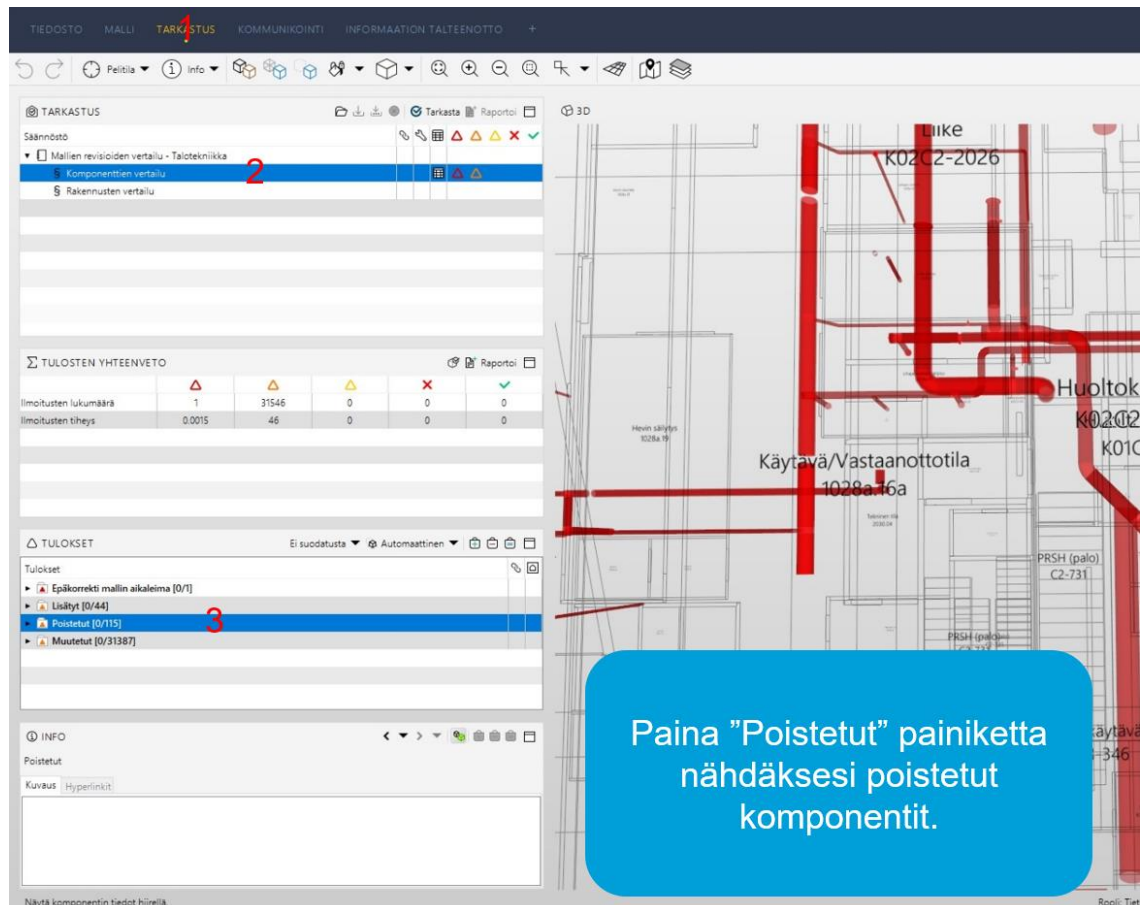
Kuva 39. Lisätyt komponentit

Lisätyt komponentit pystyy myös tarvittaessa värittämään halutulla värillä. Tämä helpottaa lisättyjen komponenttien tarkastelua mallia lähemmin tarkasteltaessa.



## 4.2.2 Poistetut komponentit

Poistettujen komponenttien tarkastelu tapahtuu hyvinkin samalla tavalla kuin lisättyjen komponenttien tarkastelu. SMC pystyy osoittamaan mallista poistetut komponentit klikkaamalla painiketta ”poistetut” tulokset-osiosta (kuva 40).



Kuva 40. Poistetut komponentit

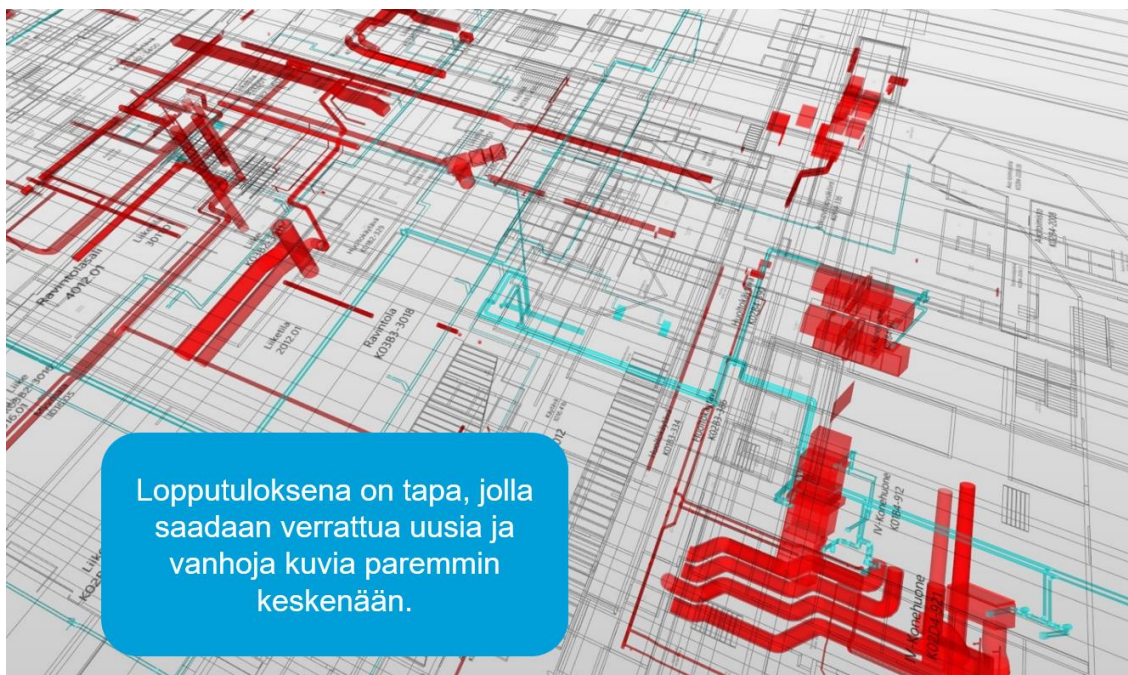
Poistettujen komponenttien tarkastelussa käytetään samoja keinoja kuin lisättyjen komponenttien tarkastelussa, kun halutaan helpottaa mallin katselmointia ja tutkia muutoskohtia. Moduulilinjojen käyttö uusimman mallin kanssa on hyvä keino tarkastella poistettujen komponenttien vaikutuksia työmaahan. Samoin poistettujen komponenttien värittäminen väripaletilla käyttäen helpottaa tarkastelua.

#### 4.2.3 Mallien vertailu keskenään

Kokonaisuudessaan mallien keskenään vertailussa on järkevää käyttää SMC-toimintoja hyödyksi mahdollisimman hyvin riippuen tarpeesta ja tilanteesta. On suositeltavaa käyttää pelkkää tietomallia asioiden selvittämiseen, jos se on vain mahdollista ja tietomalli on määritelty ensimmäiseksi ohjaa antavaksi lähteeksi.

Pelkän tietomallin käyttäminen tarkistelussa on eduksi helppouden ja päivitettävyyden kannalta. Samoin mallista näkee selvästi kaikki muutokset, ja niihin reagointi on nopeaa, koska nämä löytyvät heti kun mallin revisiointisäännöstö on ajettu. Samoin tietomallintamisen tuomat muokkaukset, kuten väripaletin käyttö, ovat huomattavaa tarkastelua helpottavaa etua.

Mallin tarkastelun kokonaisuus uusien ja vanhojen kesken on SMC:ssä käytännöllinen. Asioiden tarkasteluun vaikuttaa moni asia projektin suunnitteluvaiheessa, kuten kuinka malli on mallinnettu ja kuinka aikataulussa mallin päivitys ja suunnittelu on. Kun nämä kaikki asiat ovat kunnossa, toimii mallin tarkastelu hyvin (kuva 41).



Kuva 41. Mallivertailun lopputulos

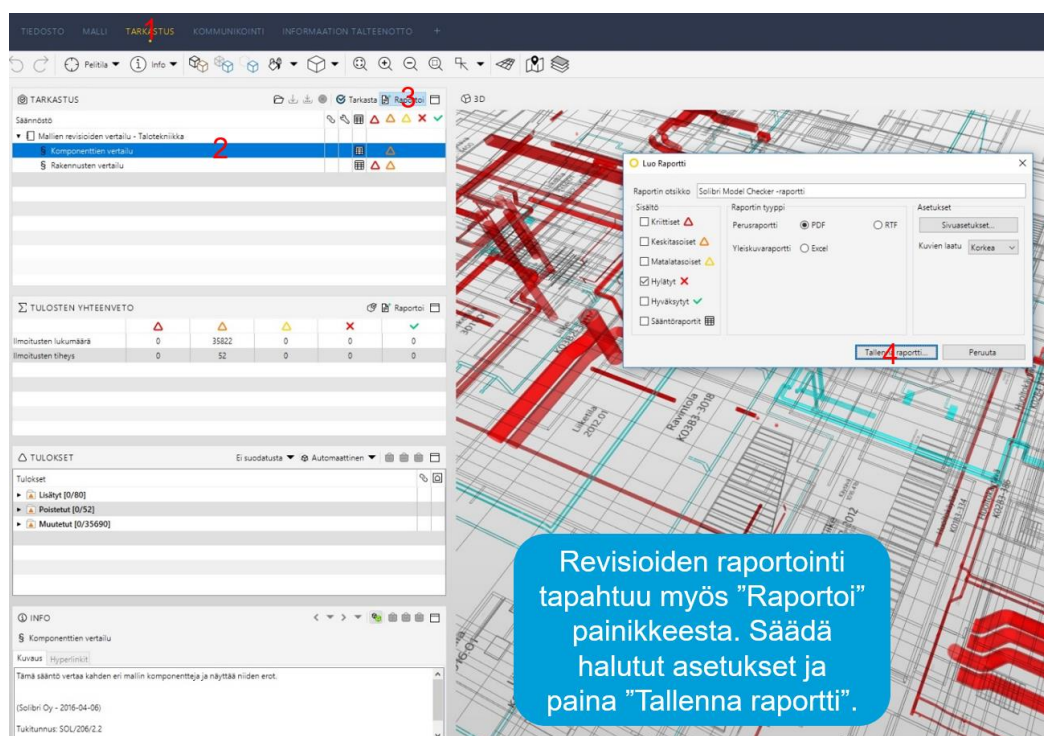
### 4.3 Tietomallien muutosten raportointi

Mallien välisten muutosten raportointiin käytetään kirjoitettua ja kuvallistettua raportointitapaa. Raportointia on hyvä käyttää tarvittavan tilanteen mukaan tekstillisesti tai kuvallisesti riippuen työtehtävästä ja vastaanottavan osapuolen tarpeista. Tekstipohjainen raportointitapa on järkevä ja nopea tapa antaa raakaa tietoa mallista ulos, ja kuvallinen raportointitapa sopii hyvin työnjohtajan käyttöön.

Kuvallinen raportointitapa sopii hyvin tarkemmin havainnollistamisen mahdollisuuden kannalta tiedon jakamiseen aliurakoitsijoille ja työntekijöille. Tekstipohjainen raportointitapa soveltuu hyvin datan ja massojen nopeaan raportointiin ja välittämiseen.

#### 4.3.1 Mallien revisiointiraportin ajaminen

Revisiointiraportin ajaminen tapahtuu painamalla ”Raportoi”-painiketta Tarkastus-välilehdestä. Kun painiketta on painettu, aukeaa asetusten säätöikkuna, josta pystyy muokkaamaan raportoinnin asetukset haluamallaan tavalla (kuva 42).



Kuva 42. Revisiointiraportin asetussivuna

Asetusikkunasta pystyy säätämään, missä muodossa raportin haluaa tulostaa ja mitä siinä halutaan sisältää. Myös sivunasetteluasetukset ja kuvien laatuasetus ovat tässä valikossa. Raportin pystyy nimeämään tässä vaiheessa haluamallaan tavalla. Lopputuloksena saadaan tarpeisiin vastaava tekstillinen raportointi mallin datasta ja määristä.

#### 4.3.2 Revisiointiraportti tekstimuodossa

Raportointia tekstillisesti käytetään yleisesti työtehtävissä, jossa halutaan saada tuotua tietoa ja määriä mallista erilaisiin tilanteisiin ja tarkoituksiin. Tekstillinen raportti kykenee kertomaan mallista asioita, kuten kriittisten, keskitasoisten ja matalatasoisten virheiden määrän ja hylättyjen ja hyväksytyjen päätösten määrän. Näitä toimintoja on hyvä hyödyntää esimerkiksi, kun halutaan tuoda tietoa eteenpäin aliurakoitsijoille tai suunnittelijoille.

Raporttiin tulee annettujen sääntöjen mukaisilla menetelmillä jokaisesta IFC-mallista kerätyt tiedot. Raportin sisältämät IFC-tiedostot näkyvät raportin alkuvaiheessa etusivulla (kuva 43).

Raportilla voidaan selventää ja todeta asioita.

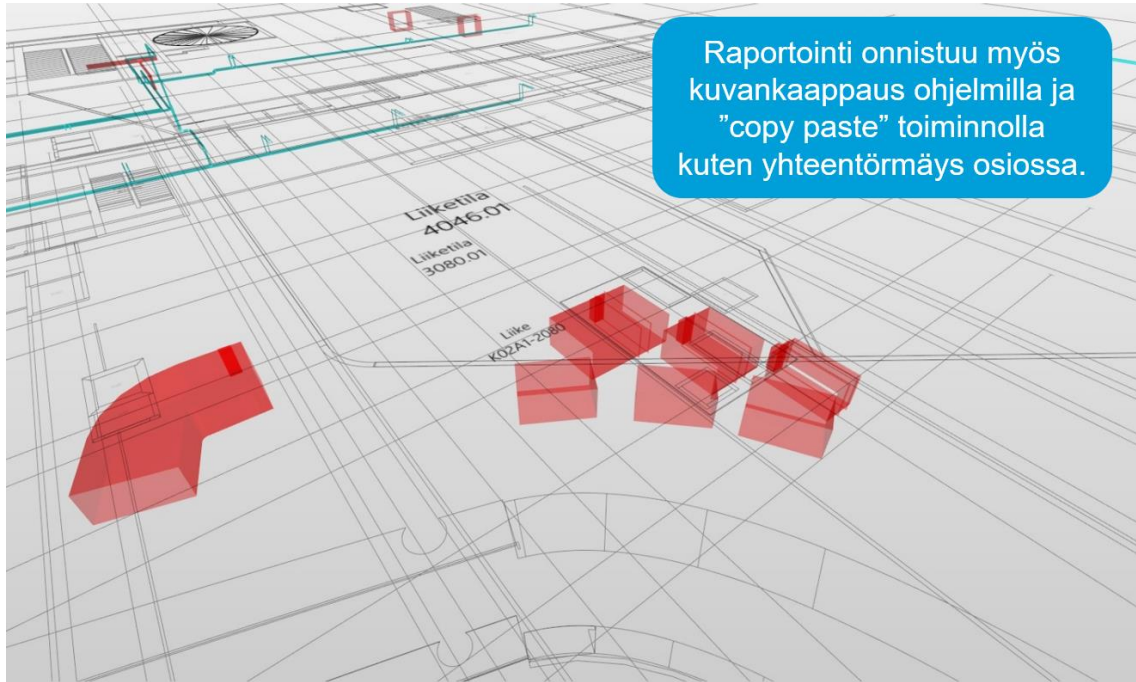
Solibri Model Checker -raportti	
Mallin nimi	Tripla_K_ARC_TATE Versio: 9.8
Tarkastaja	mikko.suhonen@yit.fi
Organisaatio	YIT Information Services Oy
Aika	2018-04-18 10:05:25
ARK_K (A)	Aika: 2018-04-05 16:48:50 Sovellus: ArchiCAD-64 IFC: IFC2X3
LI_K (B)	Aika: 2018-04-05 09:52:17 Sovellus: MagiCAD VP 2018 UR-3.1 IFC: IFC2X3
LJ_K (C)	Aika: 2018-04-05 09:27:47 Sovellus: MagiCAD VP 2018 UR-3.1 IFC: IFC2X3
LL_K (D)	Aika: 2018-04-05 09:22:32 Sovellus: MagiCAD VP 2018 UR-3.1 IFC: IFC2X3
LV_K (E)	Aika: 2018-04-05 09:14:57 Sovellus: MagiCAD VP 2018 UR-3.1 IFC: IFC2X3
SAH_K (F)	Aika: 2018-04-05 12:16:01 Sovellus: MagiCAD-E 2017.50 IFC: IFC2X3
SPR_K (G)	Aika: 2018-03-29 12:00:47 Sovellus: MagiCAD VP 2018 UR-3.1 IFC: IFC2X3
IMJ_BIO_KP (H)	Aika: 2017-12-20 06:02:20 Sovellus: SolidWorks 2011 IFC: IFC2X3
IMJ_KP (I)	Aika: 2018-01-29 06:18:43 Sovellus: SolidWorks 2011 IFC: IFC2X3
KAASU_KP (J)	Aika: 2017-05-22 09:49:36 Sovellus: MagiCAD V&P 2016.11 UR-1 IFC: IFC2X3
LI_K_muuttuva (K)	Aika: 2018-04-05 09:06:31 Sovellus: MagiCAD VP 2018 UR-3.1 IFC: IFC2X3
LJ_K_muuttuva (L)	Aika: 2018-04-05 09:31:32 Sovellus: MagiCAD VP 2018 UR-3.1 IFC: IFC2X3
LV_K_muuttuva (M)	Aika: 2018-04-05 09:36:35 Sovellus: MagiCAD VP 2018 UR-3.1 IFC: IFC2X3
ARK_HBT_H1kerros (A1)	Aika: 2018-01-15 14:50:05 Sovellus: ArchiCAD-64 IFC: IFC2X3
ARK_A_BK_A1kerros (A2)	Aika: 2018-01-08 16:57:22 Sovellus: ArchiCAD-64 IFC: IFC2X3
ARK_A_FF_A1kerros (A3)	Aika: 2018-01-08 16:50:21 Sovellus: Not Defined IFC: IFC2X3
LI_K_VANHA (Q)	Aika: 2018-03-15 11:01:23 Sovellus: MagiCAD VP 2018 UR-2 IFC: IFC2X3

Kuva 43. Tekstipohjainen revisiointiraportti



### 4.3.3 Revisiointiraportointi kuvallisesti

Kuvallinen raportointi onnistuu hyvin käyttämällä Windowsin kuvankaappaustoimintoa painamalla "Print Screen" -painiketta ja tämän jälkeen käyttämällä "Copy/Paste"-toimintoa. Kuva kaapataan SMC-mallista kohdasta, josta halutaan saada vietyä tietoa eteenpäin (kuva 44). Myös SMC:n sisäinen kuvankaappaustoiminto on hyvä, ja näitä kahta tapaa kannattaa käyttää sen mukaisesti, minkälaisen kuvan tarvitsee.



Kuva 44. Kuvallisen raportoinnin kohde

Tämän jälkeen kuva liitetään esimerkiksi Windowsin Paint 3D -ohjelmaan, jossa sitä pystytään käsittelemään halutulla tavalla. Kuvankäsittelyn jälkeen kuva voidaan liittää sähköpostiin liitteenä ja kuva voidaan vielä selventää kirjoittamalla sähköpostiin tarvittavat tiedot kuvasta.

Kuvankaappaustyylistä raportointia on hyvä käyttää, jos halutaan saada mahdollisimman visuaalisesti tietoa mallista eteenpäin. Mallin talotekniikan ja rakennustekniikan tarkastelussa ja arjen työjohtotehtävien hoitamisessa kuvankaappausmenetelmä raportointi on ideaalinen tapa selvittää työmaan asioita ja kertoa niistä eteenpäin tarvittaville tahoille.

## 5 Tietomallintamisen tulevaisuus

Tietomallintaminen on olennainen osa nykyaikaista rakentamista ja tulevaa kehittyvää rakennusala. Rakennusala on myös tulevaisuudessa erittäin digitalisoitunutta, ja tämä on hyvä asia tuottavuuden ja työturvallisuuden kannalta. Ilman tietomallintamista on vaikea saada suuria askelia digitalisaation hyödyntämisessä rakentamisessa ja rakennustuotannossa, koska kaikki digitalisaation tuomat edut tarvitsevat luotettavan pohjan, johon kaikki perustuu. [1, s. 102.]

Muihin teollisuuden aloihin verrattuna rakennusalan digitalisoituminen on ollut hidasta. Rakennusalan digitalisaatio vaikuttaa vahvasti koko rakennusalaan ja sitä kautta muihin teollisuuden aloihin ja koko Suomen teollisuuteen. Tämä vaikuttaa yhteiskuntamme tuottavuuteen ja tehokkuuteen hyvin paljon. Tuottavuutta ja rakennusten käytettävyyttä pystytään parantamaan huomattavasti tietomallintamisella, koska tietomallintaminen tuo yhteiskunnalle huomattavasti paremmat mahdollisuudet suunnitella ja rakentaa noudattaen hyvää rakennustapaa. [1, s. 102.]

Suurimmat hyödyt tietomallintamisesta saadaan käytettyä, kun tietomallintamista hyödynnetään koko hankkeen elinkaaren aikana. Hankkeiden työmaavaiheessa on tietomallintamisessa todettu olevan kiistattomasti hyötyä hankkeen kannalta. Tämän takia on havaittu tuottavuuden kasvua johtuen rakentamisen laadun noususta. Urakoitsijat ja tilaajat ovat ottaneet tietomallintamista enemmän käytäntöön aikataulusuunnittelussa ja hankkeiden suunnittelussa. [1, s. 102.]

Tietomallintamisella saadaan tehostettua määrälaskentaa sekä tarjouslaskentavaiheessa että työmaan hankinnoissa. Samoin mobiililaitteiden hyödyntäminen tietomallintamisen kanssa työmailla ja hankkeissa on yleistynyt ja on tulevaisuudessa entistä vahvemmin osa rakennushankkeita. [1, s. 102.]

Vaikka rakennusalan digitalisoituminen on jo hyvin käynnistynyt, haasteita on vielä edessä. Tietomallinnuksessa käytettävien ohjelmien tehokas hyödyntäminen on jokseenkin hankalaa yleisesti rakennusosalalla toimiville toimihenkilöille, ja tämä tuottaa haasteita ohjelmista saatavan hyödyn valjastamisessa. Nuoret alalle valmistuneet ja valmistuvat oppivat ja osaavat käyttää tietotekniikkaa huomattavasti keskivertoa paremmin, ja tämä on tulevaisuuden kannalta erittäin hyvä asia. [1, s. 102.]

Tulevaisuudessa kaikki suunnittelu voidaan hyvinkin toteuttaa 3D-maailmassa, kun kaikki komponentit ovat tarpeeksi kehittyneitä. Komponentit, joihin pysytään liittämään kaikki tarvittava data aikataulutuksesta kustannus- ja määrälaskentaan, tekee rakennusalan digitalisaation hyödyistä merkittävät. Tie tähän on jo alkanut, ja kehitys on nopeaa. Tämä tarkoittaa haasteita ja kehittymistä rakennusalan toimihenkilöille työssään, mutta myös parempaa ja hyvää rakennuslaatua Suomeen. [6, s. 2.]

## 6 Yhteenveto

Tietomallin taloteknisten yhteentörmäysten kartoittaminen ja mallin versioiden välinen vertailu -opinnäytetyöllä tuotiin rakennusalalle käytössä hyväksi havaittuja työskentelytapoja Solibri Model Checker -ohjelmistolla. Opinnäytetyön ydinaihe oli yhteentörmäystarkastelu ja uusien ja vanhojen mallien välinen vertailu eri aikajaksoina. Suuressa osassa työssä on kehittämäni tapa kartoittaa virhekohtia mallista. Työstä laadittiin myös kattava opetusmateriaali YIT Rakennus Oy:n haltuun.

Opinnäytetyön aikana havaittiin yhteentörmäystarkastelun olevan hyvinkin suotavaa arjen töissä. Samoin mallien välisten vertailuiden eri aikajaksolta on helpottanut huomattavasti työskentelyä. Työ on saanut aikaiseksi YIT Tripla -hankkeessa talotekniikan ja rakennustekniikan tietomallintamisessa edistystä. Talotekniikan yhteentörmäyspalaverissa pystytään nyt paikantamaan virhekohdat jo ennen palaverin alkua nopeasti ja tarkasti. Tämä säästää huomattavan paljon aikaa ja pienentää todennäköisyyttä sille, että tapahtuisi virheitä.

Kokonaisuudessaan opinnäytetyö edistää ihmisten työskentelyä tietomallintamisen parissa ja tuo lisää tietoa tietomallien analysointiohjelmistoista. Tämän opinnäytetyön tuloksena laadittu Solibri Model Checker Yhteentörmäykset ja Revisiointi LVI -opetusmateriaali selostaa hyvinkin yksityiskohtaisesti, kuinka kaikki vaiheet tehdään SMC:llä. Opetusmateriaali on luotu diaesitys muodossa.

Työn tavoitteet saatiin kaikilta osin saavutettua. Ellei työtä olisi tehty, tietomallintamista ei osattaisi hyödyntää parhaalla mahdollisella tavalla. Virheiden määrästä johtuvat kustannukset olisivat korkeammat ja työskentely olisi hitaampaa. Selvittämättä jäi muutamia asioita suunnittelijoiden työstä, jotka heijastuvat suoranaisesti tietomallintamiseen työmailla.

Yksi näistä asioista oli törmäystarkastelussa havaitut tuplakomponentit. Nämä saattavat johtua suunnittelijoiden suunnitteluvirheistä tai siitä, kuinka AutoCAD dwg natiivitiedostoa ei ole osattu muuntaa IFC-mallitiedostoksi oikein. Jatko tutkimuksena tulisi selvittää johtuivatko tuplakomponentit suunnitteluvirheistä, vai mahdollisista IFC-tallennusvirheistä. Mahdollisen IFC-tallennusvirheen voisi tarkistaa MagiCad-ohjelmassa suunnittelijan natiivimallista.

Tietomallintamisen tutkimista olisi hyvä jatkaa yrityksessä olevan tietomallintamisesta vastaavan henkilön toimesta. Olisi tärkeää, että jokainen toimihenkilö osaisi käyttää säännöstöjä oikein. Tätä pitäisi jatkuvasti kouluttaa kaikille työpaikalla, jossa tietomallintaminen on käytössä hankkeissa ja aikataulusuunnittelussa.

Tietomallin taloteknisten yhteentörmäysten kartoittaminen ja mallin versioiden välinen vertailu on hyödyksi jokaiselle tietomallinnusohjelmaa käyttävälle henkilölle ja yritykselle. Työstä saatavaa tietoa olisi hyvä käyttää tulevaisuudessa henkilöstön tietomallinnuskouluttamisessa. Opetusmateriaali soveltuu erinomaisesti henkilöstön opettamiseen. Opetusmateriaalin pohjalta on saatu hyvää palautetta sen toimivuudesta, joten uskon siitä olevan hyötyä vielä jatkossa pidempään henkilöstön tietomallinnuskouluttamisessa.



## Lähteet

- 1 Jäväjä, Päivi; Lehtoviita, Timo. 2016. Tietomallintaminen talonrakennustyömaalla. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 2 Vallenius, Vertti. 2014. Tietomallinnus rakennusyrityksen suunnittelunohjauksessa. Opinnäytetyö(YAMK). Hämeen ammattikorkeakoulu.
- 3 Rakennustietosäätiö RTS. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset osa 4 Talotekninen suunnittelu. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS.
- 4 Rakennustietosäätiö RTS. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset osa 6 Laadunvarmistus. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS.
- 5 Haapasalo, Tuula. 2008. Vanhan rakennuksen tietomallinnus linjasaneerauksessa. Insinöörityö. Stadia Helsingin Ammattikorkeakoulu.
- 6 Perttula, Tiina. 2014. Katsaus tietomallien tulevaisuuteen. Liikenteen suunta: 2/2014.



