

Tietomallintaminen korjausrakentamisessa

**Ohjeistus tietomallin
aloittamisesta korjausrakentamisprojektissa**



Ylemmän ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Hämeenlinnan ammattikorkeakoulu Visamäki, rakentaminen

Kevätlukukausi, 2020

Piia Puranen

Rakentamisen koulutus
Hämeenlinnan ammattikorkeakoulu

Tekijä	Piia Puranen	Vuosi 2020
Työn nimi	Tietomallintaminen korjausrakentamisessa, Ohjeistus tietomallin aloittamisesta korjausrakentamisprojektissa	
Työn ohjaajat	Ville Pulkkinen (HAMK), Aalto Seppo (HAMK), Suomela, Sami (Ramboll Finland Oy), Vikki, Kim (Ramboll Finland Oy).	

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa ohje Autodesk Revitillä tehtävän mallintamisen prosessista ja tietomallin aloittamisesta korjausrakentamisen projektissa. Tarve tutkimukselle on muodostunut, kun suurempia peruskorjauskohteita on alettu suunnittelemaan tietomallipohjaisesti. Opinnäytetyö on toteutettu Ramboll Finland Oy:n toimeksiannosta korjausrakentamisen rakennesuunnitteluun liittyvän tietomalliprojektin aloitusprosessin selventämiseksi.

Projektityön pohjalta muodostui neljä mahdollista toimintatapaa käyttää saatua inventointimalliaineistoa: referenssinä pienissä muutostöissä tai rakennemallin mallinnuksessa, muokata natiivimallista rakennemalli tai kääntää saatu ifc-malli Revit-malliksi. Inventointimallin toimitusmuoto (ifc-malli vai natiivimalli käytetyssä tietomalliohjelmamuodossa) vaikuttaa osaltaan sen käyttötapaan.

Prosessikuvauksen laatimisen yhteydessä pyrittiin havainnoimaan myös mitä vaikutuksia eri toimintatavan valinnalla on. Yleisesti tietomallinnusprojektissa suurin vaikuttaja on mallintamiseen käytettävä aika suhteessa tarkoituksenmukaiseen lopputulokseen. Käytettyyn aikaan puolestaan vaikuttaa mallintajan osaaminen tietomalliohjelman hallinnassa. Tämän lisäksi inventointimallin tarkkuudella ja luotettavuudella on merkittävä osa jatkossa tehtävään suunnitteluun (tietomallinnus tai perinteisempi CAD-suunnittelu) suunnittelualasta riipumatta.

Avainsanat Korjausrakentaminen, korjaussuunnittelu, tietomallintaminen, Autodesk Revit -tietomalliohjelma.

Sivut 85 sivua, joista liitteitä 13 sivua

Construction and Environmental Engineering
Häme University of Applied Sciences

Author	Piia Puranen	Year 2020
Subject	Building information modeling in renovation, Instructions for starting a BIM model in a renovation project	
Supervisors	Ville Pulkkinen (HAMK), Aalto Seppo (HAMK), Suomela, Sami (Ramboll Finland Oy), Vikki, Kim (Ramboll Finland Oy).	

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to provide instructions on the modeling process of Autodesk Revit and on starting a building information model in a renovation project. The need for research has arisen when larger renovation projects are started to plan with 3D-modeling. The thesis has been done for Ramboll Finland Oy to clarify the startprocess of a building information model in a renovation project.

Based on the project work, four possible ways of using the obtained inventory model data were formed: as a reference in a smaller project or modeling a structure model , modify the native model to a structure model or blow up the obtained ifc model into a Revit model. The delivery format of the inventory model (ifc model or native model in the same program format as used) seems to contribute to its use.

While making the process description, an attempt was also made to observe the effects of the choice of a different approach. In general, in a building information modeling project, the biggest influence is the time spent on modeling in relation to the appropriate outcome. The time spent, in turn, is affected by the modeler's expertise in managing the model program. In addition, the accuracy and reliability of the inventory model play an important role in future design (building information modeling or more traditional CAD design), regardless of the design field.

Keywords Renovations, renovation planning, building information modeling, Autodesk Revit software.

Pages 85 pages including appendices 13 pages

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty Hämeenlinnan ammattikorkeakoulun rakennus- ja yhdyskuntatekniikan ylempää ammattikorkeakoulututkintoa varten. Opinnäytetyö on toteutettu Ramboll Finland Oy:n toimeksiannosta tutkia korjausrakentamisen tietomalliprojektin aloitusprosessia.

Haluan kiittää Ramboll Finland Oy:tä mahdollisuudesta opetella uusi aihepiiri, tietomallintaminen korjausrakentamisen projektissa. Kiitokset myös työn ohjaajille ohjauksesta ja palautteista opinnäytetyön aikana.

Erityiskiitokset Jatalle, isälleni ja Antille.

Vantaalla 26.5.2020

Piia Puranen

SISÄLLYS

LYHENTEET JA TERMIT	1
1 JOHDANTO.....	1
1.1 Tutkimuksen tausta.....	1
1.2 Tutkimuksen tavoitteet	1
1.3 Tutkimuksen rajaukset	2
2 KEHITTÄMISTYÖN TIETOPERUSTA	2
2.1 Korjausrakentaminen	2
2.1.1 Korjausrakentamisen käsitteitä.....	2
2.1.2 Suomen rakennuskanta	4
2.1.3 Rakennuksen elinkaari	7
2.2 Korjausrakentamishanke	8
2.2.1 Korjaushankkeen yleinen kulku.....	8
2.2.2 Rakennushankkeen osapuolet	11
2.3 Korjaussuunnittelu	12
2.3.1 Korjaussuunnittelun lähtötiedot	12
2.3.2 Tyypilliset vauriomekanismit.....	17
2.3.3 Korjaussuunnittelun suunnittelutehtävät.....	17
2.3.4 Korjaussuunnitelmat.....	18
2.3.5 Korjaussuunnittelun vaativuusluokat	19
2.3.6 Korjaussuunnittelun kelpoisuusvaatimukset	22
2.3.7 Korjausmenetelmien yleiset valintaperusteet	22
2.4 Tietomallintaminen korjausrakentamishankkeessa	24
2.4.1 Tietomallintamisen perusteet	24
2.4.2 Lähtötilanteen mallinnus	28
2.4.3 Tietomalliselostus	29
2.4.4 Tiedonsiirto suunnitteluosapuolten välillä	29
2.4.5 Suunnitelmien laadunvarmistus.....	29
2.5 Tietomallinnusohjelmat yleisesti	30
2.5.1 Tekla Structures -ohjelma	31
2.5.2 Autodesk Revit -ohjelma	32
2.5.3 Vertex Systems -ohjelma.....	33
3 KORJAUSRAKENTAMISPROJEKTIN TIETOMALLIN ALOITUS.....	34
3.1 Prosessikuvaus	34
3.1.1 Autodesk Revit -tietomalliohjelman yleiskäsitteitä.....	34
3.1.2 Inventointimallin tarkastus	36
3.1.3 Tilanne 1, ifc-malli.....	37
3.1.4 Tilanne 2, natiivimalli Revitillä.....	37
3.1.5 Tilanne 3, ifc-mallin muutos Revit-malliksi	42
3.2 CASE-kohteen esittely	44
3.2.1 Alakoulu, rakennus 1.....	45
3.2.2 Yläkoulu, rakennus 2.....	47
3.2.3 Laajennus, rakennus 3	49

3.3	Rakennesuunnittelu	49
3.3.1	Tietomallivaatimukset.....	49
3.3.2	Rakennemalli	49
4	TULOKSET JA HAVAINNOT	54
4.1	Inventointimallin tarkastus.....	54
4.2	Inventointimallin käyttö korjausrakentamisprojektissa	54
4.2.1	Pienet suunnitteluprojektit	55
4.2.2	Peruskorjaushankkeet.....	55
5	YHTEENVETO.....	56
5.1	Yleistä	56
5.2	Havainnot projektityön tuloksista.....	57
5.3	Kehitysehdotukset	58
	LÄHTEET.....	59

LIITTEET

Liite 1 Prosessikuvaus

Liite 2 Työohje

LYHENTEET JA TERMIT

2D	kaksiulotteinen
3D	kolmiulotteinen
BIM	Building Information Model = rakennuksen tietomalli
IFC	Industry Foundation Classes, avoimen standardin mukainen tiedostomuoto 3D-malleille
inventointimalli	olemassa olevan rakennuksen tietojen kartoitus yhdeksi digitaalseksi kokonaisuudeksi
laserkeilaus	tapa saada kohteesta mittatarkka kolmiulotteinen malli kohteeseen koskematta
natiivimalli	inventointimalli, joka on tallennettu tietomalli-ohjelman tallennusmuotoon
Revit	Autodesk Revit -tietomalliohjelma
tietomalli	rakennuksen ja rakennusprosessin koko elinkaaren aikaisten tietojen kokonaisuus digitaalisessa muodossa
TS	Tekla Structure -tietomalliohjelma
yhdistelmämalli	eri suunnittelualojen IFC-mallien kokoomamalli, josta tarkastetaan suunnitelmapäällekkäisyydet, -ristiriidat ja -puutteet
YTV 2012	Yleiset tietomallivaatimukset 2012

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen tausta

Opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa ohje Autodesk Revitillä tehtävän mallintamisen prosessista ja tietomallin aloittamisesta korjausrakennesuunnitteluprojektissa. Korjausrakentamisen suunnittelua viedään laajenevassa määrin tehtäväksi tietomallinnuksena, jolloin prosessi inventointimallista lopullisiin rakennesuunnitelmiin saataisiin tehtyä yhdellä ohjelmalla.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet

Haasteena on tällä hetkellä lähtötietona tulevan inventointimallin laatu ja miten se saadaan tehokkaasti muokattua lähtötiedoksi rakennesuunnittelulle, tai miksi saatua lähtötietomateriaalia ei voida käyttää rakennesuunnittelussa. Ongelmia voi tulla eri suunnitteluohjelmista tehtyjen IFC-mallien kääntämisessä eli konvertoinnissa toiseen tietomalliohjelmaan, esimerkiksi ArchiCAD:sta tehty IFC-malli käännetään käytettäväksi Revitissä.

Esimerkkinä epäloogisuudesta lähtötietomallissa voi olla usean kerroksen korkeisten pilareiden katkeaminen kerrostason kohdalla (pilarista puuttuu kerrostason korkeinen pala), rakennemallissa nämä tulisi korjata yhteneviksi pilareiksi. Tai laattataso leikkaa seinälinjaa, jolloin se tulisi korjata siten, että seinälinja nousee laattatason päältä.

Mikäli mallit on toteutettu YTV 2012:n mukaisesti, niin mallista tulee siivota rakennesuunnittelulle ylimääräiset objektit pois. Nämä objektit ovat esimerkiksi sisustuselementtejä, koristeita tai vesi- ja viemäripisteitä. Rakennesuunnitteluun käytettävässä mallissa tulee olla kantavat rakenteet, vesikattorakenteet ja portaat tai muut siirtymiseen käytettävät rakenteet.

Opinnäytetyössä hyödynnetään tulevaa suunnitteluprojektia, jonka kautta tuotetaan opinnäytetyön tavoitteena oleva ohjeistus ja prosessikuvaus Revit-tietomallintamisesta. Projektissa käytettävä inventointimalli tulee ulkopuoliselta tuottajalta.

Tietomalliprojekteihin tehdään YTV 2012:n mukainen tietomallintamishoje, jossa määritetään tietomallinnuksen tavoitteet ja käyttötarkoitus projektissa, käytettävissä olevat lähdetiedot, vastuuhenkilöt osa-alueittain, tietomallin tekniset vaatimukset, käytettävät ohjelmistot, kunkin suunnittelualan tehtävät ja tarkkuustaso, miten tietomalli jaetaan ja yhteensovitetaan, mitä kautta suunnitelmat jaetaan sekä projektin päättäminen, tehdäänkö esimerkiksi toteumamallia vai ei.

1.3 Tutkimuksen rajaukset

Opinnäytetyö rajataan aikataulullisista syistä yhden suunnitteluprojektin aikatauluun, jolloin tuotettava ohje, prosessikuvaus sekä ohjelman käytön hallinta muodostuvat tätä kautta.

Ohjeesta ja prosessikuvauksesta tulee työversio 1, joka on pohjana tulevaisuudessa tehtävälle kehitystyölle.

2 KEHITTÄMISTYÖN TIETOPERUSTA

Kehittämistyön tietoperusta on jaettu neljään eri asiakokonaisuuteen, joista ensimmäisessä käsitellään korjausrakentamisen käsitteitä, Suomen rakennuskantaa, rakennuksen elinkaarta ja olemassa olevien rakenteiden selvityksiä.

Toisessa osassa käsitellään korjaussuunnittelun tyypilliset vauriomekanismit, korjaushankkeen yleinen kulku, korjaustyön suunnittelutehtävät, korjaussuunnittelun vaativuusluokat ja kelpoisuusvaatimukset, korjaussuunnittelun lähtötiedot sekä korjausmenetelmien yleiset valintaperusteet. Kolmannessa osassa käsitellään korjausrakentamishankkeen yleinen kulku ja rakennushankkeen osapuolet.

Neljännessä osassa käsitellään tietomallintamista korjausrakentamishankkeessa: tietomallintamisen perusteet, lähtötilanteen mallinnus, tietomalliselostus ja suunnitelmien laadunvarmistus. Viidennessä osassa tarkastellaan tietomallinnusohjelmia yleisesti, tietomallinnusohjelmat ovat Tekla Structure, Autodeks Revit ja Vertex systems -ohjelmat.

2.1 Korjausrakentaminen

Korjausrakentaminen on olemassa olevan rakennuksen tai rakenteen korjaamista tai muuttamista toimivampaan muotoon.

2.1.1 Korjausrakentamisen käsitteitä

Korjausrakentamiseen liittyy käsitteitä, jotka jakautuvat olevan rakennuskannan kunnan arviointiin ja tutkimuksiin sekä olevan rakennuskannan korjaamiseen. Olevan rakennuksen kunnan ja käyttöhistoriaan selvittämiseen liittyviä käsitteitä ovat inventointi, kuntoarvio ja kuntotutkimus. Olevan rakennuksen korjaamiseen liittyviä käsitteitä ovat konservointi, kunnostus, korjausrakentaminen, peruskorjaus, perusparantaminen, rekonstruointi, restaurointi, uusiminen ja vuosikorjaus.

Ympäristöministeriön ylläpitämän Kulttuuriympäristömme.fi -palvelun (Kulttuuriympäristömme, 2015) mukaan edellä luettellut käsitteet on mää-

ritelty taulukkoon 1, jossa on ensiksi kuvattu olevan rakennuksen kunnon ja käyttöhistorian käsitteet, sitten olevan rakennuksen korjaukseen liittyvät käsitteet.

Taulukko 1. Korjausrakentamisen käsitteitä.

Käsite	Selite
Inventointi	Inventointi on järjestelmällistä tiedon hankintaa ja tallentamista maisemasta, rakennetusta ympäristöstä tai muinaisjäännöksistä.
Kuntoarvio	Rakennetun kiinteistön, rakennuksen tai sen osan kunnon ja korjaustarpeiden selvittäminen aistivaraisesti ja kokemusperäisesti ainetta rikkomattomia menetelmiä.
Kuntotutkimus	Rakennuksen, rakennelman tai kiinteistöön kuuluvien laitejärjestelmien yksityiskohtainen tutkinta korjaustarpeiden selvittämiseksi. Kuntotutkimuksessa otetaan näytteitä ja tehdään mittauksia myös rakenteiden sisältä.
Konservointi	Konservointi on rakennuksen, rakennusosan tai pintakäsittelyn suojaamista tuhoutumiselta ja niissä olevien vikojen korjaamista konservoinnin asiantuntijan toimenpiteillä.
Kunnostus	Toimenpide, jolla rakenne tai kohde korjataan käytön tai säilymisen kannalta riittävään kuntoon.
Korjausrakentaminen	Tarkoitetaan lähes kaikkea toimintaa, jolla rakennuksen tai sen osien kuntoa ylläpidetään tai parannetaan paremmin soveltumaan tarkoitukseensa.
Peruskorjaus	Suhteellisen suurena hankkeena toteutettava korjausrakentaminen. Peruskorjauksessa voidaan esimerkiksi korjata rakennusta, rakennuksen osia tai taloteknisiä järjestelmiä tai laitteita.
Perusparantaminen	Korjausrakentaminen, jossa kohteen laatutaso nostetaan olennaisesti alkuperäistä paremmaksi.
Rekonstruointi	Rakennuksen tai rakennuksen osan rakentaminen uudelleen säilyneiden osien ja/tai asiakirjojen perusteella.

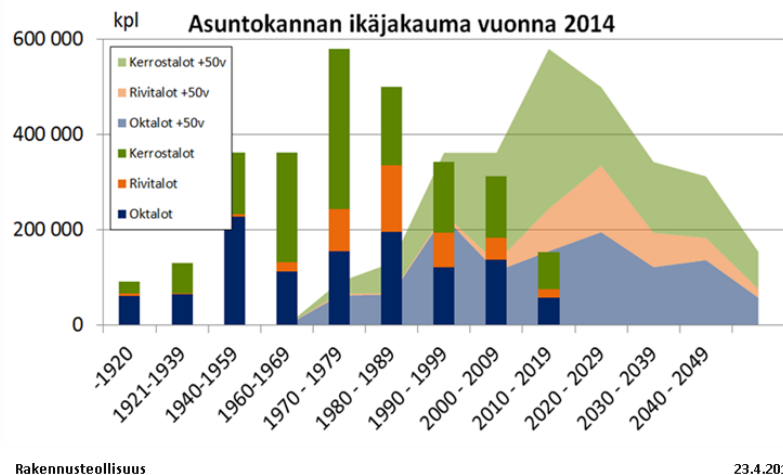
Käsite	Selite
Uusiminen	Toimenpide, jossa kohde tai merkittävän monet sen osista korvataan uusilla.
Vuosikorjaus	Vuositalousarvioon sisältyvä tavanomainen kiinteistön korjaus. Korjaukset voivat olla joko kuntoarvion perusteella ennakoituja tai ennakoimattomia.

2.1.2 Suomen rakennuskanta

Tilastokeskuksen mukaan (Tilastokeskus, 2019) Suomen rakennuskanta käsitti vuonna 2018 1,5 miljoonaa rakennusta, lukuun ei ole laskettu kesämökkejä eikä maatalous- tai muita talousrakennuksia. Koko rakennuskannasta 85 prosenttia oli asuinrakennuksia, joista suurin osa on erillisiä pientaloja. Rakennuskannasta 15 prosenttia on muita kuin asuinrakennuksia, joita on yhteensä 230 000. Asuinrakennuksista 60 prosenttia on rakennettu vuonna 1970 tai sen jälkeen.

Kuvassa 1 on esitetty asuntokannan ikäjakauma vuodelta 2014 (Rakennusteollisuus, 2019).

Asuntokannan ikäjakauma vuonna 2014



Kuva 1. Asuntokannan ikäjakauma vuonna 2014 (Rakennusteollisuus, 2019)

Kuvassa 2 ROTI 2019 -hankkeen (ROTI-hanke, 2019) mukaan Suomen kansallisvarallisuudesta 83 prosenttia on sidoksissa kiinteistö- ja rakentamisalaan, tästä luvusta rakennuksiin on sijoitettu 45 prosenttia ja loput 38 prosenttia infraan.

Kiinteistö- ja rakentamisala vastaa 15 % Suomen bruttokansantuotteesta ja työllistää 500 000 ihmistä, eli 20 % kaikista työllisistä. Rakentamisalan

energiankulutus on merkittävä eli noin 35 prosenttia Suomen kokonaisenergiankulutuksesta.

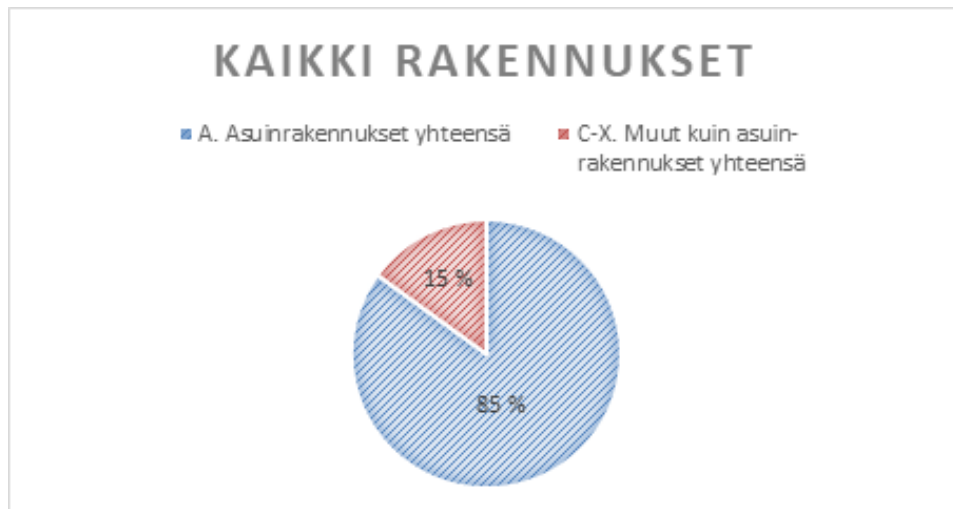


Kuva 2. Roti 2019, rakennetun omaisuuden tila (ROTI-hanke, 2019)

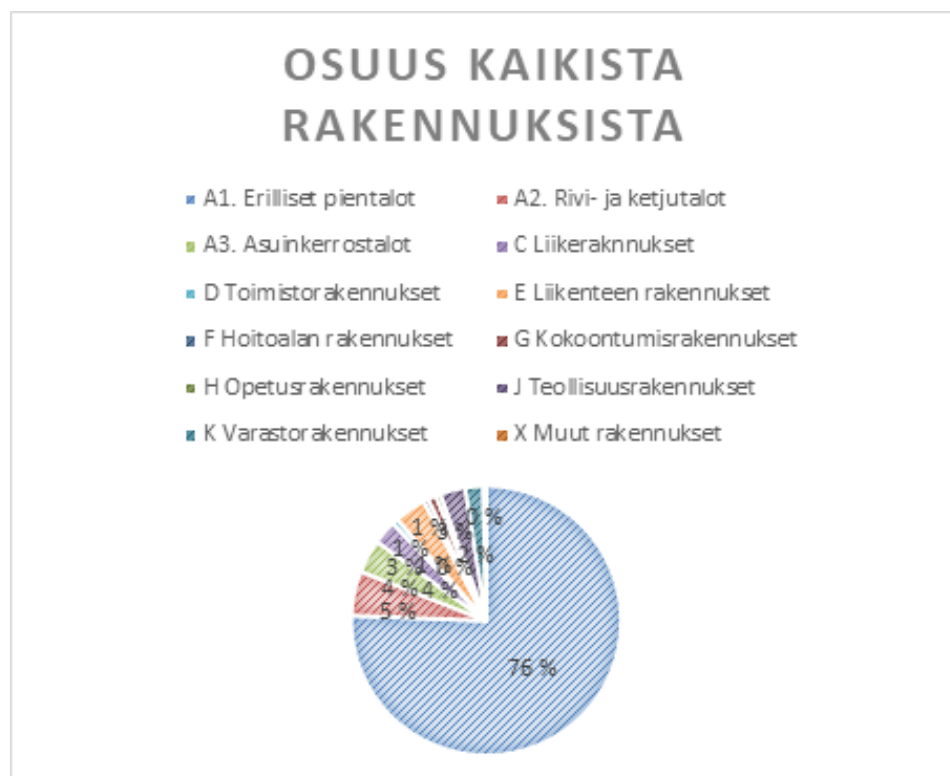
Taulukoissa 2 ja 3 on esitetty piirasdiagrammin muotoon Suomen rakennuskanta, joka on laadittu Tilastokeskuksen *Rakennuskanta 2018, taulukko 3 Rakennukset käyttötarkoituksen mukaan 31.12.2018* (Tilastokeskus, 2019) tilastosta.

Taulukossa 2 on esitetty kaikki rakennukset, jakauma asuin- ja muiden kuin asuinrakennusten suhteesta ja taulukossa 3 on esitetty piirasdiagrammin muotoon eri rakennusmuotojen osuus kaikista rakennuksista.

Taulukko 2. Kaikki rakennukset, jakauma asuin- ja muiden kuin asuinrakennusten suhteesta (Tilastokeskus, 2019).



Taulukko 3. Osuus kaikista rakennuksista (Tilastokeskus, 2019).



2.1.3 Rakennuksen elinkaari

Rakennuksen elinkaareella tarkoitetaan ajanjaksoa määnkäytön ja rakentamisen suunnittelusta, raaka-aineiden hankintaan sekä rakennuksen purkuun ja purkutuotteiden lajitteluun asti (Rakennusteollisuus, 2020).

Kuvassa 3 on esitetty yleisellä tasolla rakennuksen elinkaari.



Kuva 3. Rakennuksen elinkaari (Rakennusteollisuus, 2020)

Suomen rakennuskannasta huomattava osa niin asuin- kuin julkisista rakennuksista on peruskorjausikäisiä. Tällä hetkellä vuonna 1960 - 1980 -luvulla valmistuneet rakennukset alkavat olla korjaustarpeessa julkisivujen, vesikaton ja vesi- ja viemärijärjestelmien osalta. Myös rakennuksen sadevedenpoistojärjestelmä sekä rakennuksen ulkopuolinen perusmuurin vedeneristys ja salaojitus vaativat korjausta tai uusimista.

Rakennusteollisuuden *Korjaustarpeet ja kustannukset, perustietoa* (Rakennusteollisuus, 2020) mukaan Suomen korjausrakentamisen osuus talonrakentamisesta on pienempi kuin muissa pohjoismaissa. Arvion mukaan Suomessa osuus on 50 prosenttia, Ruotsissa hieman enemmän noin 60 prosenttia ja Tanskassa noin 70 prosenttia. Tämä voi osaltaan johtua siitä, että Suomen kaupungistuminen on tapahtunut muita pohjoismaita myöhempään.

Erilaisilla rakennuksilla on erilainen elinkaari ja rakennuksen elinkaareen vaikuttaa rakennusaikaiset materiaalivalinnat sekä käytönaikaiset huolto- ja korjaustoimenpiteet ennen kuin rakennus saavuttaa korjaustarpevaiheen. Rakennuksen ylläpitoon, huoltoon ja korjaamiseen vaikuttaa korjausrakentamisen kulttuuri sekä rahoitus.

Esimerkiksi kunnissa rakennuskannan heikoin osuus on ikääntyneet palvelurakennukset, lähiökerrostalot sekä vanhat rivi- ja omakotitalot. Käy helposti niin, että ennakoivaan kunnossapitoon tarkoitettua rahaa ohjataan kiiretöihin, jolloin pienet korjaustarpeet laajenevat laiminlyöntien kautta suuremmiksi korjauksiksi.

Rakennuksissa on myös enenevässä määrin tekniikkaa, jolloin yleisesti rakennusten ylläpitoon, huoltoon sekä korjaamiseen vaaditaan yhä enemmän osaamista ja investointeja.

Rakennuksen purkaminen tulee olemaan jatkossa todennäköisempi vaihtoehto heikkokuntoiselle, hankalasti korjattavalle, muuntojoustamattomalle ja energiasyöpöille rakennukselle (Rakennusteollisuus, 2020).

Kuitenkin suurin osa peruskorjausikään tulleista rakennuksista voidaan korjata vastaamaan nykytarpeiden vaatimuksia. Tällöin rakennuksen korjausprosessi muuttuu korjausrakentamishankkeeksi.

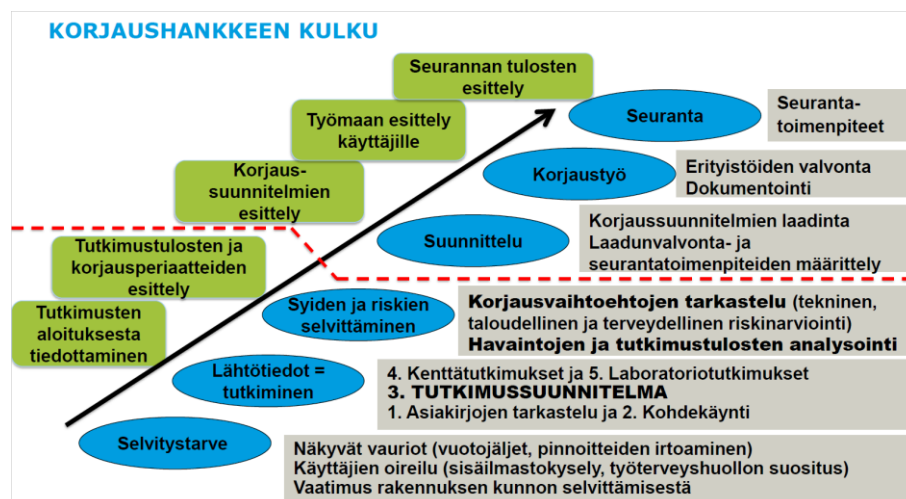
2.2 Korjausrakentamishanke

2.2.1 Korjaushankkeen yleinen kulku

Korjausrakentamisen erikoistumiskoulutus, hankesuunnittelu/sisäilmakorjaukset, Ramboll Finland Oy -korjausrakentamisen luentomateriaalin (Turunen, 2019, s. 4) mukaan Korjaushanke jaottuu kahteen osaan: selvitysosaan sekä suunnittelu-, korjaus- ja seurantaosaan.

Selvitystarpeen käynnistää kohteen näkyvät vauriot, käyttäjien oireilu sekä vaatimus rakennuksen kunnon selvittämisestä. Selvitystä seuraa lähtötietojen keruu ja tutkimusten aloitus. Tällöin tehdään asiakirjojen tarkastelu ja kohdekäynnit, joiden pohjalta laaditaan tutkimussuunnitelma. Tutkimussuunnitelman pohjalta aloitetaan kenttä- ja otettujen materiaalinäytteiden laboratoriotutkukset.

Kuvassa 4 on esitetty vuokaavion muodossa korjaushankkeen kulku.



Kuva 4. Korjaushankkeen kulku (Turunen, 2019, s. 4)

Tutkimusten jälkeen seuraa havaintojen ja tutkimustulosten analysointi, minkä pohjalta tehdään korjausehtojen tarkastelu. Selvitysoosan jälkeen seuraa korjaussuunnittelu-, korjaustyö- ja seurantaosio.

Rakennustietosäätiön julkaisemassa ohjekorttisarjassa *Talonrakennushankkeen kulku* esitetään rakennushankkeen osapuolet (RT 10-11222), toteutusmuodot (RT 10-1223), rakennushankkeen vaiheet ja osittelu (RT 10-11224), rakennushankkeen kesto ja aikataulu (RT 10-11225), kustannusten muodostuminen ja ohjaus (RT 10-11226) sekä riskien ja laadunhallinta (RT 10-11255). Ohjekortissa RT10-11256 esitellään johdanto *Talonrakennushankkeen kulku* -ohjekorttisarjaan.

Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo RAK18 -ohjekortin (RT 103087) hankkeen tehtäväkokonaisuudet ovat tarveselvitys, hankesuunnittelu, suunnittelun valmistelu, ehdotussuunnittelu, yleissuunnittelu, rakennuslupatehtävät, toteutussuunnittelu, rakentamisen valmistelu, rakentaminen, käyttöönotto ja takuu aika.

Korjaussuunnitteluun liittyvät tehtäväkokonaisuudet määräytyvät kunkin suunnitteluprojektin mukaisesti. Projekti voi olla hankesuunnitteluvaihe, jonka jälkeen toinen rakennesuunnittelutoimisto jatkaa toteutussuunnitteluvaiheen osalta tai sama rakennesuunnittelutoimisto jatkaa hankesuunnittelusta aina työmaavaiheeseen saakka.

2.2.1.1. Tarveselvitys

Tarveselvityksessä perustellaan tilahankinnan tarpeellisuus tai olemassa olevan tilan muutostarve, kuvataan alustavasti tarvittavat tilat ja niille asetettavat vaatimukset, tutkitaan vaihtoehtoiset käyttömahdollisuudet sekä arvioidaan eri ratkaisujen edullisuus (RT 103087 Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo RAK18, s.3).

2.2.1.2. Hankesuunnittelu

Hankesuunnittelussa asetetaan rakennushankkeelle täsmälliset laajuutta, toimivuutta, laatua, kustannuksia, ajoitusta ja ylläpitoa koskevat tavoitteet. Hankesuunnittelun tuloksena syntyy hankesuunnitelma, joka muodostuu projektiohjelmasta ja hankeohjelmasta. Valmisteluun kuuluu tarvittavien selvitysten teettäminen ja toteutusmuodon alustava määrittäminen (RT 103087 Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo RAK18, s.4).

2.2.1.3. Suunnittelun valmistelu

Suunnittelun valmistelussa organisoidaan suunnittelu, pidetään mahdolliset suunnittelukilpailut, käydään tarvittavat neuvottelut, valitaan suunnittelijat ja tehdään suunnittelusopimukset (RT 103087 Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo RAK18, s.5).

2.2.1.4. Ehdotussuunnittelu

Ehdotussuunnittelussa laaditaan vaihtoehtoiset suunnitteluratkaisut asetettujen tavoitteiden täyttämiseksi (RT 103087 Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo RAK18, s. 6).

2.2.1.5. Yleissuunnittelu

Yleissuunnittelussa ehdotussuunnitelma kehitetään toteutuskelpoiseksi yleissuunnitelmaksi. Yleissuunnitelma kohdistuu sekä rakennuksen kiinteään perusosaan, että muuntuvien tila-alueiden suunnitteluun. Yleissuunnitelma voi sisältää erilaisia vaihtoehtoja tilaratkaisuiksi (RT 103087 Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo RAK18, s. 7).

2.2.1.6. Rakennuslupatehtävät

Rakennuslupatehtävissä selvitetään hankkeen edellyttämät lupamenettelyt, varmistetaan suunnittelijoiden kelpoisuus ja pääpiirustusten hyväksyttyvyys sekä laaditaan lupahakemus tarvittavine asiakirjoinen (RT 103087 Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo RAK18, s. 9).

2.2.1.7. Toteutussuunnittelu

Toteutussuunnittelussa yleissuunnitelma kehitetään rakentamisen ja hankinnan edellyttämiksi mitoitetuiksi suunnitelmiksi ja tuotemäärittelyiksi. Toteutussuunnitteluun sisältyy tuote- ja järjestelmäosasuunnittelu (RT 103087 Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo RAK18, s. 10).

2.2.1.8. Rakentamisen valmistelu

Rakentamisen valmistelussa organisoidaan rakentaminen, kilpailutetaan rakentamistehtävät, käydään sopimusneuvottelut ja tehdään urakka- ja hankintasopimukset (RT 103087 Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo RAK18, s. 16).

2.2.1.9. Rakentaminen

Rakentamisessa varmistetaan sopimuksenmukainen toteutus, tavoitteet täyttävä lopputulos sekä tarvittavat käyttö- ja ylläpitovalmiudet. Rakennuksen valmistuminen todetaan.

Rakentamisvaiheessa suunnittelija suorittaa viranomaisten määräämät sekä tilaajan kanssa erillistehtävinä sovitut valvonta- ja selvitystehtävät. Suunnittelija suunnittelee rakentamisen aikaiset muutokset ja toimittaa muutosdokumentit viranomaisille vastaanotossa (RT 103087 Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo RAK18, s. 17).

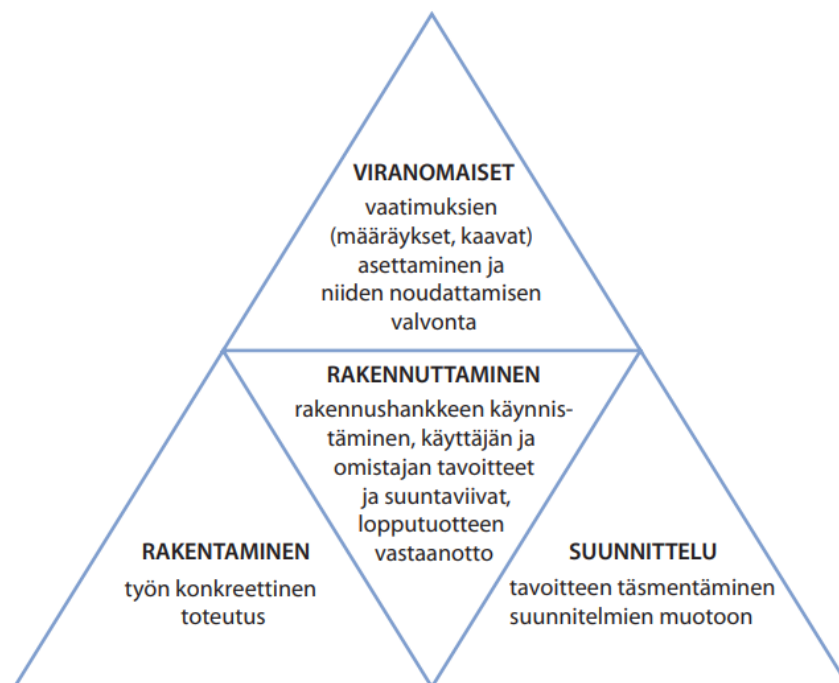
2.2.1.10. Käyttöönotto

Käyttöönotossa varmistetaan järjestelmien toiminta ja annetaan käytön opastus. Vaiheen tuloksena rakennus otetaan käyttöön (RT 103087 Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo RAK18, s. 18).

Takuuaikana seurataan rakennuksen toimivuutta, tehdään takuuajan säädöt, pidetään tarvittavat tarkastukset ja korjataan mahdolliset puutteet (RT 103087 Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo RAK18, s. 19).

2.2.2 Rakennushankkeen osapuolet

Rakennushankkeen osapuolet voidaan jakaa kuvan 8 mukaisesti osioihin: rakennuttaminen, suunnittelu, rakentaminen ja valvonta eli viranomaiset. Rakennuttamisen tehtäviin kuuluvat rakennushankkeen käynnistäminen, käyttäjän ja omistajien tavoitteiden toteuttaminen sekä lopputuotteen vastaanotto. Suunnittelun tehtäviin kuuluvat tavoitteiden täsmentäminen suunnitelmien muotoon. Rakentamisen tehtäviin kuuluu työn konkreettinen toteutus. Viranomaisen tehtäviin kuuluvat vaatimuksien, kuten määräykset ja kaavat asettaminen ja niiden noudattamisen valvominen.



Kuva 5. Rakennushankkeen osapuolet (RT 10 - 11222 Talonrakennushanneen kulku, rakennushankkeen osapuolet 2016 , s.1)

Oleellinen osa korjausrakentamishanketta on korjaussuunnittelu, jossa haetaan vaihtoehtoiset tavat, miten korjaus tapahtuu.

2.3 Korjaussuunnittelu

Korjausrakennesuunnitteluun liittyvät tehtävät ovat pääasiassa samanlaiset kuin uudisrakennesuunnittelussa. Korjaussuunnittelussa lähtötietomateriaali koostuu olevan rakennuksen erilaisista tutkimuksista ja alkupe-
räisistä suunnitelma-asiakirjoista, kun uudisrakennesuunnittelussa lähtö-
tietomateriaalina on tontin geologiset selvitykset ja arkkitehdin luonnok-
set.

Korjaussuunnittelussa kohteena on aina olemassa oleva rakennus. Korjaus-
suunnittelu voi kohdistua yksittäiseen rakenteeseen tai kokonaiseen ra-
kenneosaan. Korjaus voi olla vaurioituneen rakenteen korjaus tai kokonai-
sen rakennuksen perusparantaminen.

Korjaustyö voi vaatia rakennuslupaa sellaiseen korjaus- ja muutostyöhön,
joka on verrattavissa rakennuksen rakentamiseen, sekä rakennuksen
laajentamiseen tai sen kerrosalaan laskettavan tilan lisäämiseen (Maan-
käyttö- ja rakennuslaki 1999/132, 18 luku §125 *Rakennuslupa*).

2.3.1 Korjaussuunnittelun lähtötiedot

Maankäyttö- ja rakennuslain (Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999/132 §
120c) mukaan tarvittavan erityissuunnitelman laatii erityissuunnittelija.
Erityissuunnittelijan on huolehdittava, että hänellä on käytössään suunnit-
telussa tarvittavat lähtötiedot, ja että erityissuunnitelma täyttää raken-
tamista koskevien säännösten ja määräysten sekä hyvän rakennustavan
vaatimukset.

Lisäksi hänen on tehtävä erityissuunnitelmaan rakennustyönaikaiset muu-
tokset sekä laadittava 117 i §:n mukainen rakennuksen käyttö- ja huolto-
ohje oman erityisalansa osalta.

Maankäyttö- ja rakennuslain (Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999/132 § 117
i) mukainen käyttö- ja huolto-ohje on laadittava rakennuksen korjaus- ja
muutostyössä tai käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä silloin, kun
toimenpide edellyttää rakennuslupaa.

Käyttö- ja huolto-ohjetta ei kuitenkaan tarvitse laatia tilapäiselle eikä
määräaikaiselle rakennukselle, sellaiselle loma- tai virkistyskäyttöön tar-
koitetulle rakennukselle, jota ei käytetä ympärivuotisesti, eikä tuotanto- ja
varastorakennukselle, jossa ei pysyvästi työskennellä.

Käyttö- ja huolto-ohjeen tulee sisältää rakennuksen käyttötarkoitus ja
rakennuksen ominaisuudet sekä rakennuksen ja sen rakennusosien ja
laitteiden suunniteltu käyttöikä huomioon ottaen tarvittavat tiedot raken-
nuksen asianmukaista käyttöä ja kunnossapitovelvollisuudesta huolehti-
mista varten.

Maankäyttö- ja rakennuslain (Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999/132 § 120c) mukaan, mikäli erityissuunnitelman on laatinut useampi kuin yksi erityissuunnittelija, rakennushankkeeseen ryhtyvän on nimettävä heistä yksi tämän erityisalan kokonaisuudesta vastaavaksi erityissuunnittelijaksi. Vastaavan erityissuunnittelijan on huolehdittava, että erillistehtävinä laaditut suunnitelman osat muodostavat keskenään toimivan kokonaisuuden.

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen kosteusteknisestä toimivuudesta (782/2017 §3) mukaan pääsuunnittelijan, rakennussuunnittelijan ja erityissuunnittelijan on tehtäviensä mukaisesti huolehdittava rakennuksen suunnittelusta siten, että rakennus käyttötarkoituksensa mukaisesti täyttää sen kosteustekniselle toimivuudelle asetetut olennaiset tekniset vaatimukset. Suunnittelijan on rakennuksen korjaus- ja muutostyössä tai käyttötarkoituksen muutoksessa selvitettävä rakennuksen rakennusai- kainen rakentamistapa ja rakenteen kosteustekninen toimivuus.

Rakennuksen, rakenteiden ja rakennusosien on oltava sisäiset ja ulkoiset kosteusrasitukset huomioon ottaen kosteusteknisesti toimiva niiden suunnitellun teknisen käyttöajan ajan. Rakennuksen liian suuri kosteuspitoisuus tai kosteuden kertyminen rakennuksen osiin tai sisäpinoille ei saa vaurioittaa rakennusta eikä aiheuttaa rakennuksessa oleskeleville terveys- haittaa

Rakennusfysikaalisten korjaus- ja muutostöiden tai kosteusvauriokorjauksen suunnittelija näin ollen vastaa rakennuksen kunnosta tehtyjen selvitysten riittävydestä ja sisällöstä eli erityissuunnittelun lähtötiedoista (Turunen, 2019, s. 12).

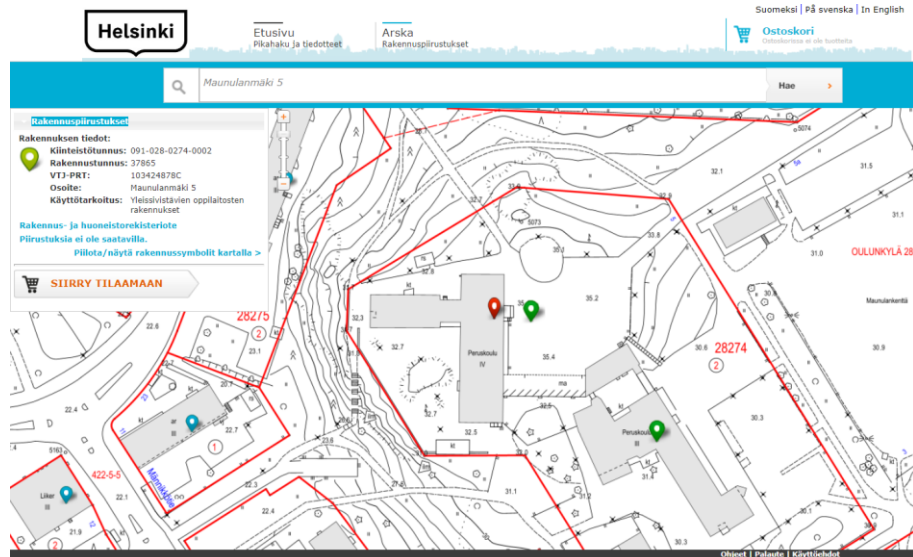
Korjausrakentamisen projekteissa alkutilanteen lähtötietomateriaalina toimivat alkuperäiset suunnitelma-asiakirjat, tehdyt kuntotutkimukset (rakenne, LVIS) ja haitta-ainekartoitukset sekä muut asiakirjat ja mittaukset, joissa on kartoitettu rakennuksen tilojen käytettävyyttä ja tilojen mittatietoja, kuten laserkeilaus.

2.3.1.1. Vanhat suunnitelma-asiakirjat

Vanhojen suunnitelma-asiakirjojen saatavuus voi vaihdella huomattavasti eri korjausrakentamisen projekteissa kohteen iästä ja sijainnista riippuen.

Isommissa kaupungeissa, lähinnä pääkaupunkiseudulla, on käytössä sähköinen asiakirja-arkisto, pienemmissä kunnissa ja kaupungeissa suunnitelmat voivat olla joko mikrofilmeinä, paperitulosteina, suunnitelma-asiakirjat ovat kohteen omassa arkistossa, niitä ei löydy olleenkaan tai osa suunnitelmista puttuu.

Kuvassa 6 on esitetty Helsingin kaupungin arkiston sähköisen asiointipalvelu ARSKA.



Kuva 6. ARSKA arkiston sähköinen asiointipalvelu (Helsingin ARSKA, 2020)

Paperisten suunnitelma-asiakirjojen kunto on voinut ajansaatossa huonontua lukukelvottomaksi tai suunnitelma-asiakirjojen skannauksessa ei ole käytetty riittävää resoluutiota.

Timo Turusen (Turunen, 2019, s. 26) laatiman *Korjausrakentamisen erikoistumiskoulutus, hankesuunnittelu/sisäilmakorjaukset, Ramboll Finland Oy* -korjausrakentamisen luentomateriaalin mukaan vanhat suunnitelmat on alun perin esitetty arkkitehdin leikkauspiirustuksissa ja erillisissä rakennusselostuksessa. 1960-lukua ennen rakennesuunnitelmissa esitettiin pääsääntöisesti vain kantavia rakenteita ja perustusleikkauksia. 1960-luvun jälkeen, etenkin isoissa kohteissa laadittiin erilliset rakennetyypit ja ne tulivat osaksi rakennusselostusta. 1980 -luvulla rakennetyypit esitettiin rakennesuunnitelmissa. Alapohjan alapuoliset betonikanaalit, joissa kulkee lämpöjohdot, vesi- ja viemäriputket, on saatettu esittää vain LVI-suunnitelmissa.

Vanhat suunnitelma-asiakirjat toimivat myös kuntotutkimusten lähtötietomateriaalina kartoitettaessa nykytietämyksen mukaisia riskirakenteita tai mahdollisia haitta-ainepitoisia rakennusmateriaaleja.

2.3.1.2. Kuntotutkimukset ja haitta-ainekartoitus

Kuntotutkimuksessa rakennusta ja rakenteita tarkastellaan aistivaraaisesti sekä rakenneavausten, materiaalinäytteenoton, rakenteiden kosteus- sekä sisäilmaolosuhdemittausten (mittausloggerit, joilla tarkastellaan tietyn ajanjakson ajan esimerkiksi tilan lämpötilaa, suhteellista kosteutta, painesuhteita tai hiilidioksidipitoisuutta) kautta.

Yleensä tutkimuskohteista laaditaan tutkimussuunnitelma, jossa esitetään alustavat rakenneavauspaikat ja kohteella tehtävät mittaukset. Tutkimus-

suunnitelman laadinnan yhteydessä käydään läpi saatavilla olevat vanhat suunnitelma-asiakirjat, joiden pohjalta tehdään myös riskirakennetarkastelu. Sisäilmaolosuhdemittausten avulla päästään osittain käsiksi talotekniikan (ilmanvaihto, lämmitys, jäähdytys) toimintaan ja sen mahdollisiin puutteisiin.

Vanhoista suunnitelma-asiakirjojen pohjalta tehdään ennen vuotta 1994 rakennettuihin rakennuksiin suunnitelma haitta-ainekartoituksen pohjaksi. Suomessa on käytetty asbestia rakennusmateriaaleissa vuosien 1922 – 1992, erityisen runsaasti asbestia on käytetty vuosina 1963 – 1979. Asbestin ja muiden haitta-aineiden käytöllä on haettu palon- ja kulutuksen kestävyttä. Asbestia on käytetty lämmöneristeissä, tasoitteissa, rakennuslevyissä, liimoissa, kaakeleissa, muovimatoissa sekä vesikatto- ja julkisivumateriaaleissa. Asbestipurkutyöstä tuli luvanvaraista 1988 alkaen ja asbestipitoisten rakennusmateriaalien valmistus ja maahantuonti kiellettiin vuoden 1993 alussa sekä myyminen ja käyttöönotto vuoden 1994 alusta (Työsuojelu, 2020).

Kuvassa 7 on esitetty rakenneavaus, joka kohdistuu maanvastaisen ulkoseinän ja alapohjarakenteen liitokseen, kuvassa myös materiaalinäytteenotto vedeneristeestä käytetystä pikisivelistä.



Kuva 7. Rakenneavaus ja materiaalinäytteenotto kuntotutkimuksen yhteydessä (Puranen, 2014)

2.3.1.3. Laserkeilaus

RT 103133 Rakennuksen laserkeilaus (2019, s.1) mukaan laserkeilaus on optinen menetelmä, joka perustuu lähetetyn valon (laserpulslien) ja pinnoista takaisin heijastuneiden paluupulslien kulkeman ajan mittaamiseen.

Tällä tavoin muodostuu etäisyyshavaintojen sarja, josta muodostuu kolmiulotteinen pistepilvi.

Pistepilvellä tarkoitetaan joukkoa kolmiulotteisia koordinaatteja, jossa jokaisella pisteellä voi olla koordinaattitietojen lisäksi ominaisuus, kuten väri- ja intensiteettiarvoja sekä pulssin aaltomuotoja.

Pistepilvet koostuvat usein jopa sadoista miljoonista - miljardeista mittapisteistä riippuen mitattavan rakennuksen ja toteutettujen mittausten laajuudesta, käytetyistä mittauslaitteistoista ja halutusta yksityiskoh-taisuustasosta.

Pistepilvää voidaan hyödyntää esimerkiksi korjausrakentamishankkeissa ja kiinteistöomaisuuden dokumentointiin. Pistepilvestä on mahdollista mitata koordinaatteja, etäisyyksiä ja pinta-aloja sekä tutkia laserpisteistön ominaisuustietoja.

Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osan 2 (2012, s.4) mukaan laserkeilauksen mittaustarkkuuden vaatimus on kohinan eli virheen osalta suurimmillaan $\pm 10\text{mm}$ ja resoluution eli pistetiheyden oltava alle 5 mm välein.

Inventointimallissa pyritään pitämään mittapoikkeamat sallituissa rajoissa, jotka ovat rakennuksen nurkkapisteissä 10 mm, pinnoilla (seinät ja lattiat) 25 mm sekä vanhojen epäsäännöllisten rakenteiden, kuten vesikatot, osalta 50 mm (YTV 2012 osa 2, 2012).



Kuva 8. Esimerkki kolmiulotteisesta pistepilvestä (toteutus Tampereen ammattikorkeakoulu (TAMK)) (RT 103133 *Rakennuksen laserkeilaus*, 2019, s. 1)

2.3.2 Tyypilliset vauriomekanismit

Tyypillisiä vaurimekanismeja ovat kosteusvaurio ja home- tai muu mikrobikasvusto.

Kosteusvaurio tarkoittaa liiallisesta tai pitkäaikaisesta kosteudesta aiheutunutta materiaalin tai rakenteen kosteussietokyvyn ylittymistä. Tai materiaalin ominaisuuksien muuttumista siten, että rakenne tai rakenteen osa tulee korjata tai vaihtaa. Kosteusvaurio ei aiheuta välttämättä mikrobivaurioita.

Home- tai muu mikrobikasvusto katsotaan vaurioksi, mikäli kasvustoa esiintyy määrällisesti paljon tai sellaisessa kohdassa, että se heikentää materiaalin teknisiä tai esteettisiä ominaisuuksia. Mikrobikasvusto voi myös aiheuttaa hajuja tai terveydelle haitallisia päästöjä sisäilmaan.

Rakennuksen sisäpuolisissa rakenteissa tai ulkovaipan sisäosissa esiintyviä mikrobikasvustoja pidetään yleensä vaurioina todennäköisen sisäilma-yhteyden takia (Turunen, 2019, s. 3).

2.3.3 Korjaussuunnittelun suunnittelutehtävät

Ympäristöministeriön *Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakennusten korjaus* -julkaisun (Ympäristöministeriö, 2019, s. 23) mukaan korjaussuunnittelun suunnittelutehtävät ovat hanke- ja yleissuunnitteluvaiheessa lähtötietojen riittävydentarkastelu, mahdollisten jatkotutkimusten määrittely sekä rakennusosakohtainen yhteenveto korjaustavoista.

Toteutussuunnittelussa tehtäviä ovat purku- ja korjaussuunnitelmat sekä työselostukset, työmaan olosuhdehallintaa koskevat vaatimukset sekä korjaustöiden laadunvarmistusta koskevat vaatimukset.

Korjaustöiden toteutusvaiheessa tehtäviä ovat työvaiheiden katselmukset, korjaussuunnitelmien tarkentaminen ja täydentäminen sekä seuranta-suunnitelman laadinta.

Korjaustyön vastaanottovaiheessa tehtäviä ovat huoltokirjatietojen täydentäminen sekä loppudokumenttien laadinta.

Kuvassa 9 on esitetty korjaussuunnittelun tehtävät eri suunnitteluveiheissa.



Kuva 9. Korjaushankkeen eri vaiheissa korjaussuunnittelijalle sekä tilaajalle ja erilliselle sisäilma-asiantuntijalle kuuluvat tehtävät (Ympäristöministeriö, 2019, s. 23).

Rakennustekniset korjaukset parantavat yleensä huomattavasti rakennuksen vaipan ilmanpitävyyttä, minkä vaikutus rakennuksen ilmanvaihtoon on otettava huomioon.

Ilmanvaihtojärjestelmään tehtävät muutokset on suunniteltava ja järjestelmä säädettävä siten, että sisätilat ovat mahdollisimman tasapaineisia ulkoilmaan verrattuna ja painesuhteet pysyvät hallittuina ilmanvaihdon kaikilla eri käyttöasetuksilla. Näiden tehtävien hoitaminen edellyttää ilmanvaihto- ja rakennusautomaatio suunnittelijoiden käyttämistä (Ympäristöministeriö, 2019, s. 24).

2.3.4 Korjaussuunnitelmat

Ympäristöministeriön *Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakennusten korjaus* -julkaisussa (Ympäristöministeriö, 2019, s. 2) on esitetty korjauskohteesta laadittavat korjaussuunnitelmat: rakennetyypit, paikannuskaaviot, rakenneleikkaukset ja detaljipiirustukset sekä työselostukset.

Korjaustyötä varten tehtävät rakennetyypit sisältävät jäävien rakennekerrosten lisäksi uudet rakennekerrokset yksityiskohtaisine materiaalitietoineen. Työnsuoritusta ja työturvallisuutta koskevat yksityiskohtaiset ohjeet pyritään yleensä esittämään erillisissä työselostuksissa.

Korjaustyötä varten tehtävissä mittapiirustuksissa tai paikannuskaavioissa esitetään jäävien ja uusien rakennusosien rakennetyyppien sekä lisäksi rakenneleikkausten ja detaljipiirustusten sijaintimerkinnot. Rakennusta ympäröivän maanpinnan korkeusasemat ja kallistukset esitetään pinnantasaussuunnitelmassa ja rakennuksen salaojitus salaojasuunnitelmassa.

Niiden laadinta voi kuulua myös piha-, pohjarakennus- tai LVI-suunnittelijalle. Eri suunnittelualojen suunnitelmien yhteensovittamisesta on huolehdittava.

Rakenneleikkauksissa esitetään eri rakennusosiin liittyvät lämmön-, veden- ja kosteudeneristykset sekä ilman- ja höyrynsulut liitoksineen, saumoineen sekä läpivientikohtineen. Lisäksi niissä näytetään rakennusosien tuuletusjärjestelyt, miten veden ja kosteuden tunkeutuminen rakenteiden sisään estetään sekä miten ulkoverhouksen taakse tunkeutunut vesi ja kosteus pääsevät poistumaan rakenteita vahingoittamatta.

Rakennusosien liitosten, saumojen ja läpivientikohtien luotettavan toteutuksen varmistamiseksi sekä suunnitelmien luettavuuden ja ymmärrettävyyden parantamiseksi niistä on tehtävä rakenneleikkauksia täydentävät yksityiskohtaiset detaljipiirustukset.

Korjaussuunnittelija laatii suunnitelmat yhteistyössä rakennussuunnittelijan (arkkitehdin) kanssa, jotta niissä esitetyt ratkaisut täyttävät teknisten vaatimusten lisäksi rakennuksen arkkitehtuurille asetetut tavoitteet. Perinteisten pystysuuntaisten detaljien tueksi on tapauskohtaisesti piirrettävä myös vaakasuuntaiset detaljit esimerkiksi ikkunoiden ja ulkoseinän liittymistä.

Rakennus- tai korjaustyöselostus ja erilliset työselostukset täydentävät suunnitelmia, ja niiden sekä Rakennustöiden yleisten laatuvaatimusten (RYL) muodostaman kokonaisuuden avulla määritellään rakennuksen laadulliset ominaisuudet. Ne täydentävät toisiaan niin, että RYL:ssä esitetään hankkeesta toiseen samanlaisina esiintyvät laatuvaatimukset, kun taas rakennus- ja työselostuksissa esitetään hankekohtaisesti määriteltävät laatuvaatimukset.

Kun selostuksissa viitataan RYL:iin, tulevat voimaan niiden julkaisujen määräykset ja ohjeet, joihin RYL:n kyseisessä kohdassa viitataan (SisäRYL 2013). Erillisiä työselostuksia suositellaan laadittavaksi esimerkiksi purkutöistä, vaativista vedeneristystöistä ja rakenteiden ilmanpitävyyden parantamiseen tähtäävistä korjauksista.

2.3.5 Korjaussuunnittelun vaativuusluokat

Maankäyttö- ja rakennuslain (Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999/132 § 120d) mukaan suunnittelutehtävät kuuluvat vaativuusluokkiin, joita ovat vaativa suunnittelutehtävä, tavanomainen suunnittelutehtävä ja vähäinen suunnittelutehtävä.

Vaativuusluokka määräytyy suunnittelutehtävän arkkitehtonisten, toiminnallisten ja teknisten vaatimusten, rakennuksen ja tilojen käyttötarkoituksen, rakennuksen terveellisyyden ja energiatehokkuuteen liittyvien sekä rakennusfysikaalisten ominaisuuksien, rakennuksen koon, rakennussuoje-

lun sekä kuormitusten ja palokuormien, suunnittelu-, laskenta- ja mitoitusmenetelmien, kantavien rakenteiden vaativuuden ja ympäristöstä ja rakennuspaikasta aiheutuvien vaatimusten perusteella.

Sen lisäksi, mitä edellä 1 momentissa säädetään, voi suunnittelutehtävän vaativuusluokka olla poikkeuksellisen vaativa, jos jokin 2 momentissa tarkoitetuista vaatimuksista tai ominaisuuksista on poikkeuksellinen.

Samassa rakennushankkeessa voi olla eri vaativuusluokkiin kuuluvia suunnittelutehtäviä. Valtioneuvoston asetuksella voidaan antaa tarkempia säännöksiä suunnittelutehtävän vaativuusluokan määräytymisestä.

Valtioneuvoston asetuksen (Valtioneuvoston asetus rakentamisen suunnittelutehtävien vaativuusluokkien määräytymisestä 214/2015 § 23) mukaan rakennusfysikaalinen suunnittelutehtävä on tavanomainen, jos suunniteltava rakennus on teknisiltä ja toiminnallisilta vaatimuksiltaan tavanomainen ja suunnittelussa voidaan käyttää yleisiä suunnitteluohjeita ja vakiintuneita ratkaisuja eikä rakennuksen ympäristöstä tai rakennuspaikasta aiheudu suunnittelulle erityisiä vaatimuksia.

Rakennusfysikaalinen korjaus- ja muutostyön suunnittelutehtävä on tavanomainen, jos korjaus- ja muutostyön tekniset ja toiminnalliset vaatimukset ovat yksinkertaiset eikä rakennuksen ympäristöstä, rakennuspaikasta tai rakennuksen käyttötarkoituksesta tai ominaisuudesta aiheudu suunnittelulle erityisiä vaatimuksia.

Kosteusvaurion korjaustyön suunnittelutehtävä on tavanomainen, jos suunnittelun kohteessa on selkeästi määritettäviä ja rajattavia kosteus- tai homevaurioita eikä rakennuksen käyttötarkoituksesta tai ominaisuudesta aiheudu suunnittelulle erityisiä vaatimuksia.

Valtioneuvoston asetuksen (Valtioneuvoston asetus rakentamisen suunnittelutehtävien vaativuusluokkien määräytymisestä 214/2015 § 23) mukaan rakennusfysikaalinen suunnittelutehtävä on vaativa, jos:

- 1) suunniteltavaan rakennukseen kohdistuvasta rakennusfysikaalisesta rasituksesta aiheutuu erityisiä vaatimuksia suunnittelulle; taikka
- 2) suunniteltavan rakennuksen käyttötarkoituksesta tai ominaisuudesta aiheutuu erityisiä vaatimuksia rakennusfysikaaliselle suunnittelulle.

Rakennusfysikaalinen korjaus- ja muutostyön suunnittelutehtävä on vaativa, jos korjaus- ja muutostyön tekniset tai toiminnalliset vaatimukset ovat korkeat tai rakennuksen ympäristöstä, rakennuspaikasta tai rakennuksen

käyttötarkoituksesta tai ominaisuudesta aiheutuu suunnittelulle erityisiä vaatimuksia.

Kosteusvaurion korjaustyön suunnittelutehtävä on vaativa, jos suunnittelun kohteessa on laajoja kosteus- tai homevaurioita tai vaurioiden korjaus edellyttää rakenteiden kosteufysikaalisen toiminnan merkittävää muuttamista.

Valtioneuvoston asetuksen (Valtioneuvoston asetus rakentamisen suunnittelutehtävien vaativuusluokkien määrytymisestä 214/2015 § 23) mukaan rakennusfysikaalinen suunnittelutehtävä on poikkeuksellisen vaativa, jos:

- 1) suunniteltavaan rakennukseen kohdistuvasta voimakkaasta rakennusfysikaalisesta rasituksesta aiheutuu poikkeuksellisia vaatimuksia suunnittelulle;
- 2) suunniteltavan rakennuksen käyttötarkoituksesta, rakenteiden vaativuudesta tai muusta ominaisuudesta aiheutuu poikkeuksellisia vaatimuksia rakennusfysikaaliselle suunnittelulle; taikka
- 3) suunnittelu edellyttää uusien tai muutoin erittäin vaativien suunnittelu-, laskenta- tai mitoitusmenetelmien käyttöä.

Rakennusfysikaalinen korjaus- ja muutostyön suunnittelutehtävä on poikkeuksellisen vaativa, jos korjaus- ja muutostyön tekniset tai toiminnalliset vaatimukset ovat poikkeuksellisen korkeat tai rakennuksen ympäristöstä, rakennuspaikasta tai rakennuksen käyttötarkoituksesta tai ominaisuudesta aiheutuu suunnittelulle poikkeuksellisia vaatimuksia.

Kosteusvaurion korjaustyön suunnittelutehtävä on poikkeuksellisen vaativa, jos:

- 1) rakennuksessa on laajoja rakenteiden sisäisiä kosteus- tai homevaurioita aikaisemmasta kosteusvaurion korjauksesta huolimatta;
- 2) rakenteiden kosteufysikaalinen toiminta on varmistettava erityisillä teknisillä järjestelmillä tai erityismenetelmillä; taikka
- 3) rakennuksen käyttötarkoituksesta, sisäilmaston tavoitetasosta tai muusta ominaisuudesta aiheutuu suunnittelulle poikkeuksellisia vaatimuksia.

2.3.6 Korjaussuunnittelun kelpoisuusvaatimukset

Maankäyttö- ja rakennuslain (Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999/132 § 120e) mukaan suunnittelijoiden on oltava luonnollisia henkilöitä. Rakennussuunnittelijan ja erityissuunnittelijan kelpoisuusvaatimuksena on:

- 1) vaativassa suunnittelutehtävässä kyseiseen suunnittelutehtävään soveltuva, rakentamisen tai tekniikan alalla suoritettu korkeakoulututkinto, aiempi ammatillisen korkea-asteen tutkinto tai sitä vastaava tutkinto sekä vähintään neljän vuoden kokemus tavanomaisista suunnittelutehtävistä ja vähintään kahden vuoden kokemus avustamisesta vaativissa suunnittelutehtävissä;
- 2) tavanomaisessa suunnittelutehtävässä kyseiseen suunnittelutehtävään soveltuva, rakentamisen tai tekniikan alalla suoritettu tutkinto, joka on vähintään aiemman teknikon tai sitä vastaavan tutkinnon tasoinen, sekä vähintään kolmen vuoden kokemus avustamisesta vähintään tavanomaisissa suunnittelutehtävissä.
- 3) vähäisessä suunnittelutehtävässä rakennuskohteen ja suunnittelutehtävän laatu ja laajuus huomioon ottaen riittävä osaaminen.

Rakennussuunnittelijan ja erityissuunnittelijan kelpoisuusvaatimuksena poikkeuksellisen vaativassa suunnittelutehtävässä on kyseiseen suunnittelutehtävään soveltuva, rakentamisen tai tekniikan alalla suoritettu ylempi korkeakoulututkinto sekä vähintään kuuden vuoden kokemus vaativista suunnittelutehtävistä.

Pääsuunnittelijan on täytettävä rakennus- tai erityissuunnittelijan kelpoisuusvaatimukset vähintään samalta tasolta kuin kyseisen rakennushankkeen vaativimmassa suunnittelutehtävässä. Hänellä on lisäksi oltava asiantuntemus ja ammattitaito johtaa suunnitelmien yhteensovittamista.

Pääosa 2 ja 3 momentissa edellytetystä kokemuksesta on oltava kyseisen suunnittelualan suunnittelutehtävistä. Korjaus- tai muutostyön suunnittelijalla tulee olla kokemusta korjausten tai muutostöiden suunnittelutehtävistä.

2.3.7 Korjausmenetelmien yleiset valintaperusteet

Timo Turusen (Turunen, 2019, s. 26) laatiman *Korjausrakentamisen erikoistumiskoulutus, hankesuunnittelu/sisäilmakorjaukset, Ramboll Finland Oy* -korjausrakentamisen luentomateriaalin mukaan korjausmenetelmien valintaa voidaan tarkastella neljältä näkökulmalta, jotka ovat tekninen näkökulma, terveydellinen näkökulma, taloudellinen näkökulma sekä käyttäjien näkökulma.

Teknisen näkökulman mukaan tulisi ottaa huomioon seuraavat kohdat: rakennuksen tai rakenteen rakennusfysikaalisen toimivuuden parantaminen, nykymääräysten mukaisen tason tavoittelu on epärealistista (esimerkiksi lämmönläpäisykerroin, U-arvo), ilmanvaihdon osalta edellytetään vähintään sisäilmaluokan S2 mukaista tasoa.

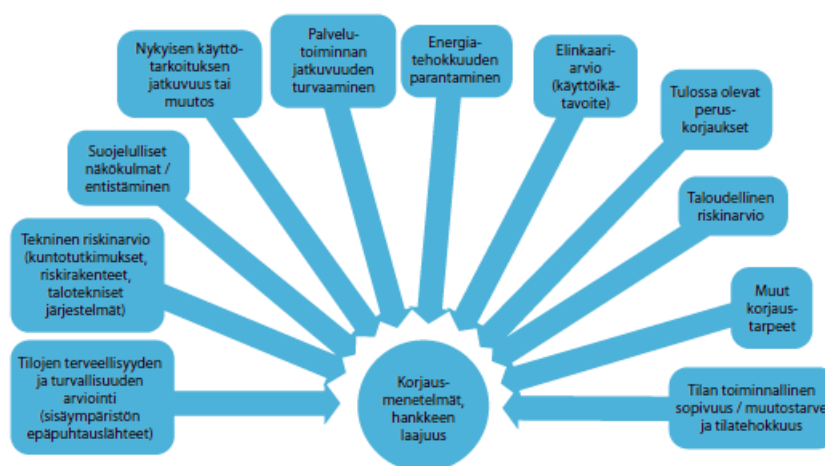
Terveydellisen näkökulman mukaan huomioon tulisi ottaa seuraavat kohdat: arvioitava rakenteissa todettujen epäpuhtauksien pääsy sisäilmaan eli osa altistumisolosuhteiden arviointia sekä sisäilmastokyselyn tulosten arviointi. Terveydellisen näkökulman antaa rakennusterveysasiantuntija sekä terveydenhuoltoammattilainen, kuten työterveyslääkäri.

Taloudellisen näkökulman mukaan huomioon tulisi ottaa seuraavan peruskorjauksen ajankohta, vuokrasopimuksen pituus, korjausmenetelmien kustannusten suuri vaihtelu sekä korjauskustannuksia arvioitaessa tulee miettiä muoden rakennusosien purkutarpeet.

Käyttäjien näkökulman mukaan tulisi huomioida käyttäjien haluavan riskittömän korjausvaihtoehdon, korjausvaihtoehtoja on pohdittava perusteellisesti ja tehtävä päätös asiantuntijaryhmässä sekä valittua vaihtoehtoa tulee perustella käyttäjille huolellisesti ja avoimesti.

Muita korjausmetelmän valintaan vaikuttavia tekijöitä voivat olla rakennuksen suojelullinen näkökulma, nykyisen käyttötarkoituksen jatkuvuus tai muutos, palvelutoiminnan jatkuvuuden turvaaminen, energiatehokkuuden parantaminen tai muut korjaustarpeet.

Kuvassa 10 on esitelty korjausmenetelmän valintaan vaikuttavia tekijöitä.



Kuva 10. Kosteus- ja mikrobivaurioituneen rakennuksen korjausmenetelmien valintaan vaikuttavia tekijöitä (Ympäristöministeriö, 2019, s.35)

Korjausvaihtoehdot voidaan ryhmittää viiteen osaan (Turunen, 2019, s. 27):

- 1) Rakennuksen käytöstä luopuminen ja väistötiloihin siirtyminen
- 2) Lyhytaikaisen käytön varmistavat toimenpiteet ennen varsinaisten korjausten alkua
- 3) Korjaus, jossa vaurioitunut materiaali jätetään rakenteeseen ja epäpuhteuksien pääsy sisäilmaan estetään
- 4) Peruskorjaus tai korjaus, jossa vaurioituneet rakennusmateriaalit uusitaan
- 5) Rakennuksen purkaminen ja uudisrakennuksen rakentaminen tilalle.

Korjaustapoja voidaan luonnehtia olevan kahdenlaisia: kevyt ja raskas korjaus. Raskaassa korjaustavassa vaurioitunut materiaali poistetaan ja jäävät pinnat puhdistetaan sekä tilalle rakennetaan uudet rakenteet. Rakenteita uusittaessa laajasti, tulee tilojen lopullinen käyttötarkoitus olla selvillä. Kevyessä korjauksessa vaurioitunut materiaali jätetään sekä tätä ympäröivät pinnat ja liittymät tiivistetään ja kapseloidaan eli estetään haitallisten yhdisteiden pääsy sisäilmaan (Turunen, 2019, s. 28).

Etenkin suojelluissa rakennuksissa voidaan joutua käyttämään kevyttä korjaustapaa, koska sisäkatto-, lattia- tai seinäpinnat voivat olla suojeltuja. Suojelluissa rakennuksissa rakennussuojellullisten näkökohtien sekä rakennusten turvallisen käytön yhteensovittaminen voi olla erittäin haastavaa (Turunen, 2019, s. 28).

Korjaussuunnittelussa olevan rakennuksen hahmottamiseen ja suunnitelmien laatimiseen hyödynnetään kasvavassa määrin tietomallintamista. Olevan rakennuksen nykytila voidaan mallintaa inventointimalliksi, joka palvelee lähtötietona tulevalle korjaussuunnittelulle.

2.4 Tietomallintaminen korjausrakentamishankkeessa

2.4.1 Tietomallintamisen perusteet

Rakennesuunnittelun tietomallinnus on myös osa monia korjausrakentamisen projekteja, jolloin on muodostunut tarve määritellä ohjeistus tietomallinnuksen tueksi. Rakennustietosäätiö on julkaissut neljätoistaosaisen julkaisusarjan *Yleiset tietomallivaatimukset 2012*, jossa esitetään mitä ja millä tasolla mallinnetaan sekä mitä dokumentteja ja tietosisältövaatimuksia halutaan.

Julkaisusarja *Yleiset tietomallivaatimukset 2012* sisältää seuraavat osat:

1. Yleinen osuus
2. Lähtötilanteen mallinnus
3. Arkkitehtisuunnittelu
4. Talotekninen suunnittelu
5. Rakennesuunnittelu
6. Laadunvarmistus
7. Määrälaskenta
8. Mallien käyttö havainnollistamisessa
9. Mallien käyttö talotekniikan analyyseissä
10. Energia-analyysit
11. Tietomallipohjaisen projektin johtaminen
12. Tietomallien hyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana
13. Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa
14. Tietomallien hyödyntäminen rakennusvalvonnassa

Tässä opinnäytetyössä keskitytään osioihin 2. *Lähtötilanteen mallinnus* ja 5. *Rakennesuunnittelu* korjausrakentamisen rakennesuunnittelun näkökulmasta.

”Kiinteistöjen ja rakennuksien mallinnuksen tavoitteena on suunnittelun ja rakentamisen laadun, tehokkuuden, turvallisuuden ja kestäväen kehityksen mukaisen hanke- ja elinkaari-prosessin tukeminen. Tietomalleja hyödynnetään koko rakennuksen elinkaaren ajan, lähtien suunnittelun alusta ja jatkuen rakennusprojektin jälkeen käytön ja ylläpidon aikana.” (Rakennustieto Oy, 2012, *Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 2. Lähtötilanteen mallinnus*, s.2)

”Vanhojen rakennusten rakenteet ovat lähes aina jossain määrin vinoja, kaltevia, kaarevia tai muuten geometrialtaan epämääräisiä. Pyrkiminen ”absoluuttiseen” tarkkuuteen inventointimallissa ei ole tarkoituksenmukaista.” (Rakennustieto Oy, 2012, *Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 2. Lähtötilanteen mallinnus*, s.5).

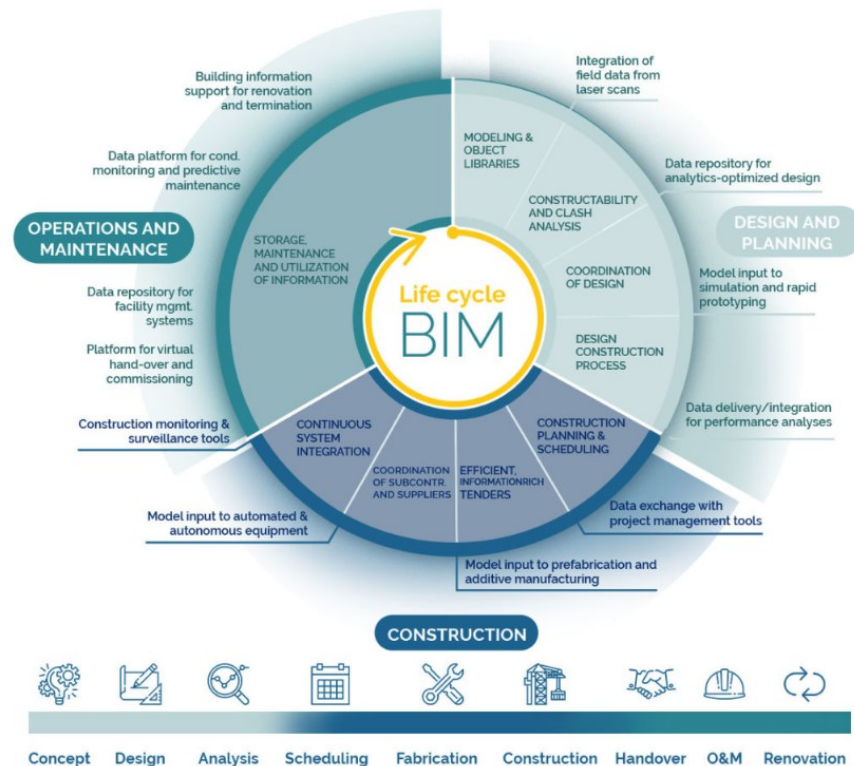
Käytännön hankkeessa tämä voi näkyä inventointimallin ja laserkeilauksesta tehdyn pistepilvimallin eroavaisuutena, joka voi johtua esimerkiksi, että mallintaminen on tehty ennen laserkeilausta tai esimerkiksi mallissa on muutettu jotain rakennetta, kuten seinää, joka on sidoksissa muihin rakenteisiin ja näin muuttaa myös viereistä rakennetta.

”Korjausrakennuskohteissa mallinnuksen laajuus sovitaan aina projekti-kohtaisesti. Mallinnuksen laajuuteen ja tarkkuuteen vaikuttaa hankkeessa mahdollisesti teetettävän lähtötietomallin soveltuminen rakennesuunnittelijan käyttöön.” (Rakennustieto Oy, 2012, *Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 5. Rakennesuunnittelu*, s.3).

Käytännössä tämä tarkoittaa rakennemallin kannalta, että hankekohtaisesti määritetään mitä mallinnetaan, esimerkiksi mallinnetaan vain uudet

rakenteet tai mallinnetaan vain tietty osa rakennuksesta tai mallinnetaan kaikki rakenteet.

Kuvassa 11 on esitetty tietomallin elinkaari suunnittelusta, rakentamiseen ja huoltotoimenpiteisiin sekä korjauksiin.



Kuva 11. Life Cycle BIM (CEMEX ventures, n.d.)

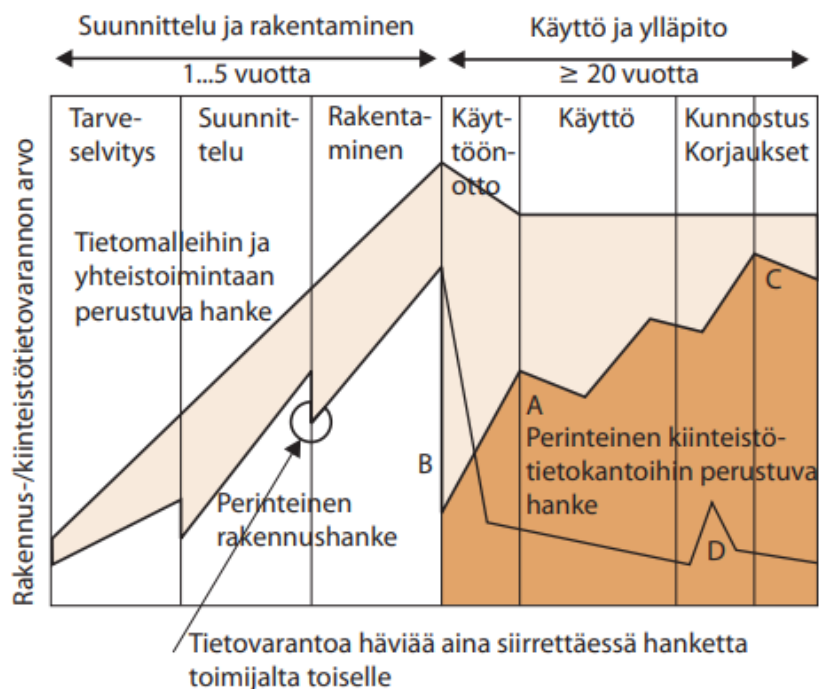
Rakennustietosäätön *RT 10 - 10992 Tietomallinnettava rakennushanke, ohjeita rakennuttajalle* -ohjekortin (2010, s.2) mukaan perinteisessä piirustuksiin perustuvassa suunnittelussa ja toteutuksessa rakennushankkeen lähtötietomateriaalin (dokumentoitu tieto) merkitys kasvavat suunnittelun ja rakentamisen edetessä.

Siirryttäessä hankevaiheesta toiseen, dokumentoituja tietoja häviää jonkin verran, koska osa tiedoista joudutaan muokkaamaan uuteen muotoon hankevastuun siirtyessä toimijoilta eteenpäin. Rakennuksen valmistumisen ja luovutuksen yhteydessä dokumentoituja tietoja häviää huomattava määrä, kun suunnittelun ja rakentamisen tuottama tieto siirretään toteutussuunnitelmista kiinteistönhallinnan tietokantoihin ja huoltokirjoihin.

Kiinteistön jokapäiväisessä käytössä kaikkea suunnittelussa ja rakentamisessa tuotettua tietoa ei tarvita. Tämän tiedon tulee kuitenkin olla käytettävissä suunniteltaessa huolto- ja korjaustöitä.

Käytettäessä tietomallipohjaista suunnittelua periaatteena on, että kerran digitaalisesti luotu tieto on käytettävissä jatkossa mahdollisimman helposti ja täydellisesti uudelleen rakennuksen koko elinkaaren ajan.

Kuvassa 12 on esitetty rakennushankkeen vaiheita ja hankkeen eri vaiheissa tuotettavien tietosisältöjen määrää. Kaavion viivojen kulma kuvaa sitä painotusta, jolla eri hankevaiheessa tuotetaan ja ylläpidetään tietoa.



Kaavion viivojen kulma kuvaa sitä panostusta, jolla eri hankevaiheessa tuotetaan ja ylläpidetään tietoa.

- A Kiinteistötietokannan rakentaminen
- B Kiinteistönhallinnan kytkeminen käyttäjän omiin toiminnan tukipalveluihin
- C Kiinteistötietokannan ylläpitäminen
- D Piirustusdokumenttien päivittäminen korjausten ja kunnostusten yhteydessä

Kuva 12. Rakennushankkeen vaiheita ja hankkeen tietovarantoa kuvaava kaavio (RT 10 - 10992 Tietomallinnettava rakennushanke, ohjeita rakennuttajalle 2010 , s.2)

Artikkelin *BIM in building renovation projects: what is the useful minimum information requirement?* (Helander, Singh, 2016, s. 67, 82 - 83) mukaan tietomallien käyttö korjausrakentamisessa on hyödyllistä, jotta välttyttäisiin tietosisältöjen häviämislähtä eri vaiheiden välillä.

Helanderin ja Singh:n mukaan syy rakennuksen korjaustarpeeseen on, että rakennus ei kohtaa käyttäjän tarpeita. Syitä voivat olla rakennuksen ikään-

tyminen, virheet, joita on tehty suunnittelussa tai rakentamisen aikana tai mihin rakennusta on aiemmin käytetty.

Rakennuksen ikääntyminen ei viittaa suoraan rakennuksen ikään vaan enemmän sen käyttötarkoitukseen tai käyttäjän muuttuneisiin tarpeisiin. Rakennuksen ikääntymistä voivat olla tekninen ikääntyminen, käyttötarkoituksen ikääntyminen, taloudellinen ikääntyminen tai sijainnillinen ikääntyminen.

Artikkelissa selvitetään, mitä vähimmäistietoja tulee tietomallista löytyä rakennuksen korjausprojektin alkuvaiheessa. Helanderin ja Singh:n loppu-tuleman mukaan tietomallin varhaiset tietovaatimukset voivat olla rakenteelliset ominaisuudet, tilaominaisuudet, maasto-ominaisuudet, MEP-systeemiominaisuudet (mechanical, electrical, plumbing), korjaus- ja tutkimustiedot ja asiakirjojen oikeellisuus.

Jotta hallittaisiin tätä tietomäärää, tulisi tehdä kaksi inventointimallia. Toinen rakenteellinen runkomalli, jonka tekee rakennesuunnittelija ja toinen tilamalli, jolla arvioidaan tai havainnoidaan rakennuksen käyttöä.

Mallit tulisi luoda mahdollisimman varhaisessa vaiheessa projektia, tämä tarkoittaa sitä, ettei malli voi alkuu sisältää kaikkea tietoa aluksi. On siis tärkeää pystyä työskentelemään tietosisällöltään keskeneräisen mallin kanssa, mitä voidaan tarkentaa myöhemmässä vaiheessa.

Tietomallin huolto tulisi olla yhtä tavanomainen osa rakennuksen huoltoa kuin rakennuksen konkreettiset huoltotoimenpiteet, ja tietomallin päivittämisen kustannukset tulisi olla osa rakennuksen ylläpidon budjettia.

2.4.2 Lähtötilanteen mallinnus

Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osan 2 (2012, s.2 ja 5) mukaan tontin ja olemassa olevan rakennuksen mallinnus tehdään paikalla tehtävien mitausten, inventointien ja tutkimuksien perusteella. Näitä tietoja täydennetään olemassa olevien piirustusten ja muiden dokumenttien pohjalta.

Vaaditusta tarkkuustasosta riippuen tarpeellisten lähtötietojen selvittäminen voi edellyttää myös erityisalojen suunnittelijoiden ja muiden konsulttien asiantuntemusta. Tontin mallin tulee olla vähintään kolmiulotteinen pintamalli. Muilta osin alueosat mallinnetaan projektikohtaisesti sovitulla tarkkuudella.

Lähtötilanteen mallintamisen kannalta keskeisimmät vaatimukset liittyvät rakennettavan tontin ja sillä mahdollisesti olevien rakennusten tilojen ja rakenteiden mallinnukseen. Rakennettavan tontin tieto mallista käytetään

nimitystä "tontin malli" ja olemassa olevan rakennuksen tietomallista nimitystä "inventointimalli".

Korjausrakentamiskohteista vaaditaan sekä tontin malli että inventointimalli, kun taas uudisrakentamiskohteissa vaaditaan vain tontin malli.

2.4.3 Tietomalliselostus

Tietomalliselostus on kuvaus mallin sisällöstä; mihin tarkoitukseen malli on julkaistu, mikä on mallin tarkkuus- ja valmiusaste sekä millaisia järjestelmien ja rakennusosien nimeämiskäytäntöjä on käytetty.

Selostuksessa esitetään myös lokitiedot, puutteet, keskeneräisyydet ja muu vastaavat tieto, mitä mallista ei muuten ole nähtävissä, mallinnustavoitteista sekä mahdollisista poikkeamista yleisiin tai sovittuihin vaatimuksiin nähden. Tietomalliselostus päivitetään ennen tietomallin välitalennusta projektipankkiin laajemmissa peruskorjaushankkeissa.

2.4.4 Tiedonsiirto suunnitteluosapuolten välillä

Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osan 1 (2012, s.2) mukaan julkisissa hankkeissa kaikkien vähintään IFC 2x3 sertifioitujen mallinnusohjelmien käyttö on mahdollista, mutta hankekohtaisesti voidaan määrittää erityisvaatimuksia esimerkiksi käytettävän IFC-version tai erityisominaisuuksien suhteen.

Mikäli käytettävä IFC-versio halutaan vaihtaa suunnitteluprojektin aikana, tulee osapuolien yhdessä sopia ohjelmiston vaihdosta sekä testata ennen lopullista käyttöönottopäätöstä onnistuuko tiedonsiirto halutulla tavalla uudella ohjelmaversiolla.

2.4.5 Suunnitelmien laadunvarmistus

Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osan 1 (2012, s.5) mukaan suunnittelun aikaisten työmallien laadunvarmistuksesta vastaavat suunnittelijat ja sitä valvoo tietomallikoordinaattori. Työmallit ovat keskeneräisiä, joten erilaiset törmäykset ja virheet eri suunnittelualojen tietomallien kanssa kuuluvat prosessiin.

Suunnittelijoiden on valvottava oman mallinsa teknistä laatua ja varmistettava, etteivät ne sisällä muita kuin normaaliin suunnittelun keskeneräisyyteen liittyviä virheitä. Esimerkiksi toisen suunnittelualan tietomalli ei saa näkyä esimerkiksi rakennesuunnittelun tietomallissa, vaikka muita tietomalleja olisi käytetty lähtötietona.

Tilaajan määrittelemissä vaiheissa tietomallit tarkistetaan *Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osan 6. Laadunvarmistus ja tietomallien yhdistä-*

minen mukaisesti. Näiden tarkistuspisteiden laatuvaatimukset ovat huomattavasti työmallien julkaisuprosessin laatuvaatimuksia korkeammat, ja jokainen suunnitteluosapuoli vastaa oman suunnittelutietomallinsa tarkistamisesta ennen virallista laadunvalvontaa.

Virallisesta laadunvalvonnasta vastaa hankkeen tietomallikoordinaattori tai muu tilaajan määrittelemä taho.

2.5 Tietomallinnusohjelmat yleisesti

BIM Handbook, A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors -teoksen (2008, s.149-151) mukaan BIM-suunnittelua (Building Information Modeling) voidaan pitää suunnittelukäytäntöjen suunnanmuuttajana, toisin kuin CAD-suunnittelua (Computer Aided Design), joka automatisoi ensisijaisesti perinteistä piirtotuotantoa.

Automatisoimalla rakennemallien yksityiskohdat, BIM-suunnittelussa voidaan korostaa enemmän konseptisuunnittelua. Muut suorat edut ovat menetelmiä, jotka takaavat johdonmukaisuuden kaikissa piirustuksissa ja raporteissa, automatisoimalla alueellisten häiriöiden tarkastukset, tarjoamalla vahvan perustan analysointi-, simulointi-, kustannussovellusten liittämiseksi ja visualisoinnin parantamiseksi projektin kaikilla asteilla ja vaiheissa.

Tietomallintaminen tarjoaa haasteita ja mahdollisuuksia suunnittelutoimistoille. Tilaajille selviä taloudellisia etuja ovat suunnitelmien yhteensovitus ja häiriöiden vähentyminen työmaalla.

BIM-integraatio tarjoaa analysointiin ja simulointiin, suunnittelun laadun parantamiseen sekä suunnittelun alkuvaiheeseen omistajille arvoa tai joltain suurempaa kuin mahdolliset säästöt rakennuskustannuksissa; suunnittelun laatu on kestävä ja tarjoaa etuja rakennuksen koko elinkaaren ajan.

Kehittämällä näitä ominaisuuksia ja palveluita, voidaan helpottaa suunnittelun perusteita uudessa ja toistuvassa työssä, mitä voivat hyödyntää niin suuret kuin pienet suunnittelutoimistot. BIM lisää arvoa, jota suunnittelijat voivat tarjota asiakkaille ja yleisölle.

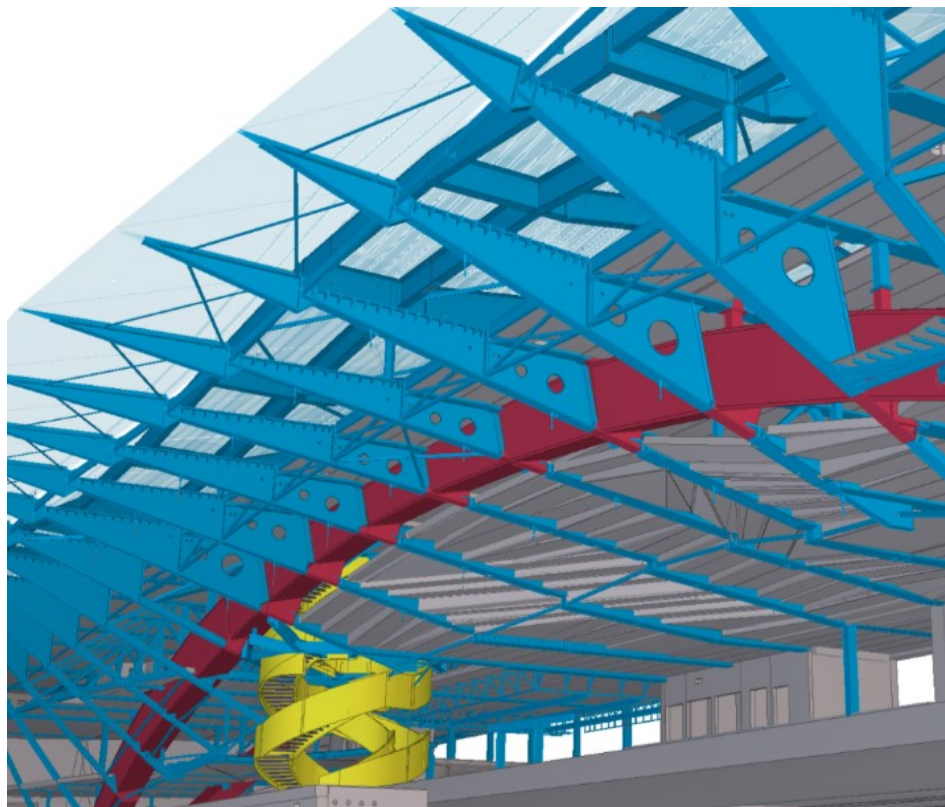
2.5.1 Tekla Structures -ohjelma

Tekla Structures on tietomalliohjelmisto, joka on alun perin kehitetty suomalaisen Tekla Oyj:n toimesta ja myyty yhdysvaltalaiselle Trimble Inc:lle. Tekla Structuresin käyttö perustuu makrojen käyttöön, millä mahdollistetaan mittaparametrien mukaan mukautuvien liitos- ja raudoitustyyppien toiminta ohjelman sisällä.

TS mallinuksessa hyödynnetään väri- ja numerokoodausta eri rakenneosille, mitä puolestaan voidaan hyödyntää eri numerokoodin omaavien objektien samanaikaisessa muokkaamisessa sekä määrälaskennassa (Ristola, 2019, s.8)

Ohjelmisto on yhdistettävissä useisiin laskentaohjelmistoihin Tekla Open API -ohjelmointirajapinnan avulla. Ohjelmiston tukemia tiedonsiirtomuotoja ovat mm. SDF, CIS/2 ja IFC. (Tekla, 2019).

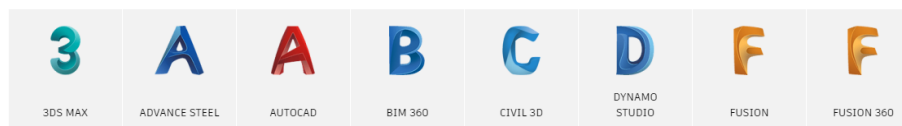
Kuvassa 13 on esitetty Tekla-malli, Helsingin pääkirjasto Oodi, joka on mallinnettu Ramboll Finlandin toimesta.



Kuva 13. Tekla-malli pääkirjasto Oodista (Ramboll, 2019)

2.5.2 Autodesk Revit -ohjelma

Autodesk Revit on tietomallinnusohjelmisto, jolla voidaan tuottaa suunnitelmia, jossa yhdistyvät rakenne-, arkkitehti- ja talotekniikkasuunnittelu. Ohjelmalla tuotettua mallia voidaan hyödyntää esimerkiksi lämpö- ja kosteuskäyttäytymisen simuloinnissa. Ohjelma on yhteensopiva muiden suunnitteluohjelmien kanssa IFC-standarin kautta. (Revit, 2019)



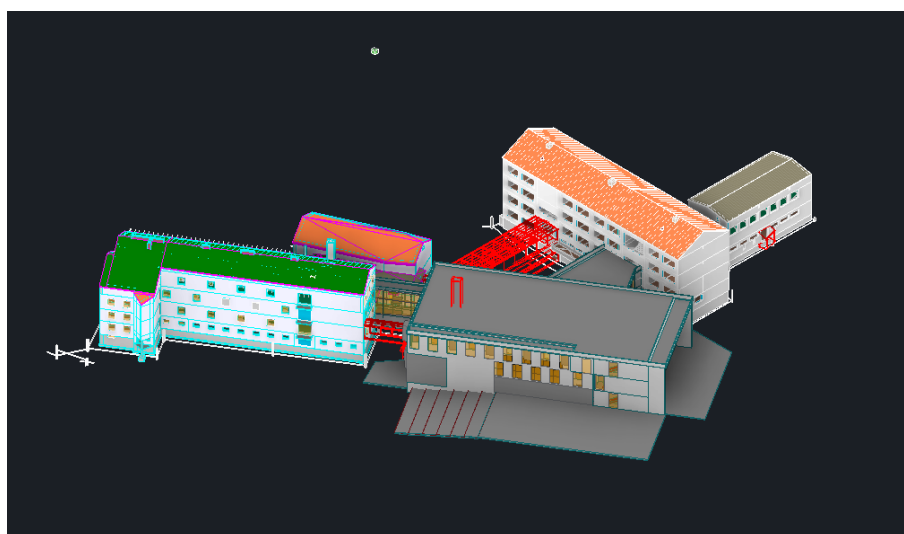
Kuva 14. Autodesk Revitin kanssa yhteensopivia suunnitteluohjelmia (Autodesk Inc, 2020)

Revitissä hyödynnetään parametrista mallintamista, jolla tarkoitetaan projektin kaikkien elementtien välisiä suhteita, mitkä mahdollistavat koordinaation ja muutostenhallinnan. Revit-mallissa jokainen piirrosarkki, 2D- ja 3D-näkymä sekä aikataulu ovat saman virtuaalisen rakennusmallin tietojen esitys. (Revit, 2020)

Revitin omistaa kansainvälinen Autodesk-yhtiö. Revit hyödyntää värikoodausta eri rakennetyypeissä kuten TS. (Ristola, 2019, s.10)

Revitillä voidaan määrittää värikoodauksen lisäksi rakenteille tarkat rakennekerrokset, jolloin esimerkiksi mallinnetun seinärakenteen sisälle voidaan määrittää sisä- ja ulkopinta, eristekerrokset, höyrynsulku ja kantava runkorakenne.

Kuvassa 15 on esitetty Autodesk Revit -malli, Maunulan ala-aste.



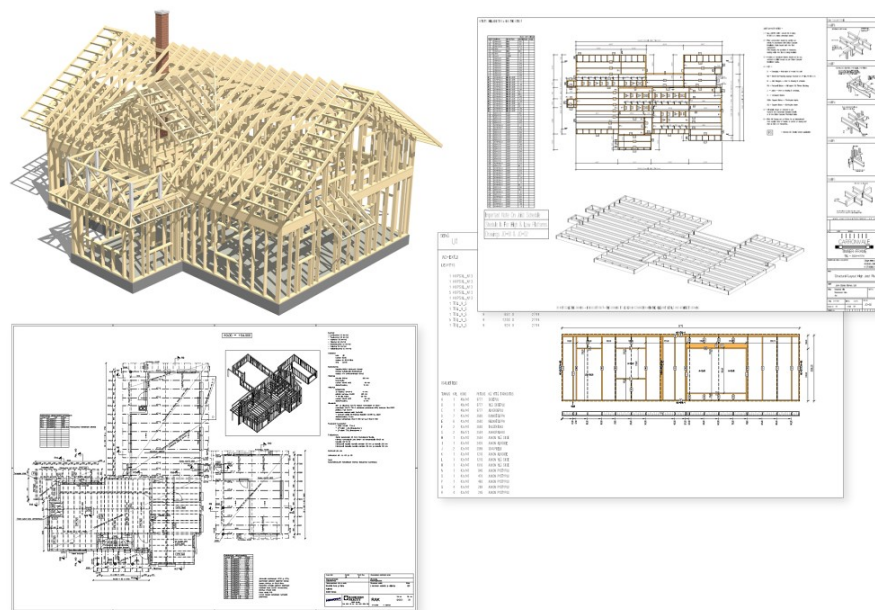
Kuva 15. Revit-malli Maunulan olevat koulurakennukset ja uusi laajennus (Puranen, 2020)

2.5.3 Vertex Systems -ohjelma

Vertex Systems on kotimainen BIM-ohjelmisto teolliseen rakentamiseen. Toimialoja ovat koneenrakennus, laitos- ja prosessiteollisuus, sähkö ja automaatio, teollinen rakentaminen sekä kalusteiden valmistus.

Ohjelma on yhteensopiva muiden suunnitteluohjelmien kanssa IFC-standardin kautta. Ohjelman rakennesuunnitteluosiossa esitetään Vertex BD:llä tehtävää suunnittelua kevyillä rankajärjestelmillä, puulla tai teräksellä. (Vertex, 2019).

Ohjelma ei ole niin käytetty tai tunnettu kuin Tekla Structures tai Autodesk Revit rakennesuunnittelua tekevissä isommissa suunnittelutoimistoissa.



Kuva 16. Vertex rakennesuunnittelu (Vertex Systems, 2020)

3 KORJAUSRAKENTAMISPROJEKTIN TIETOMALLIN ALOITUS

3.1 Prosessikuvaus

Opinnäytetyössä tutkitaan käytännön kokeilun ja projektityön kautta, mitä tulee huomioida saadusta inventointimalliaineistosta ennen kuin se voidaan hyväksyä vastaanotetuksi ja miten inventointimallia voidaan käyttää jatkossa rakennetietomallin ja rakennesuunnitelmien teossa. Tarve tutkimukselle on muodostunut, kun suurempia peruskorjauskohteita on alettu suunnittelemaan tietomallipohjaisesti.

Yleisesti tietomallintaminen ja tätä koskeva kirjallisuus on suunnattu uudissuunnitteluun, jolloin ohjeistuksia sovelletaan korjausrakentamisen tarpeisiin. Tietomalliohjelmissa haasteeksi muodostuvat vanhojen rakenteiden poikkeavuus uudissuunnittelun teräs- tai betonirakenteisiin, jotka yleisesti ovat kohtalaisen selkeitä.

Inventointimallintamisessa kohdataan kaikki rakentamisvariaatiot nykypäivästä rakennuskannan vanhimpaan osaan asti, jolloin eteen voi tulla tarve yksinkertaistaa rakenteita, jotta tietomalli ei detaljiikaltaan kasva tarpeettoman suureksi.

Opinnäytetyön liitteenä 1 on esitetty prosessikuvaus vuokaaviomuodossa, liitteenä 2 on esitetty työohjeena kaksi yleisintä tapaa käsitellä ulkopuoliselta tuottajalta saatua inventointimalliaineistoa. Opinnäytetyössä käsitellään ulkopuoliselta tuottajalta saatavaa inventointimalliaineistoa neljällä tilannekuvauksella.

3.1.1 Autodesk Revit -tietomalliohjelman yleiskäsitteitä

Aloitettaessa projektia Autodesk Revit -tietomalliohjelmalla alkuun luodaan uusi projektitiedosto ja haetaan käyttöön valmis Project Template -aloituspohja.

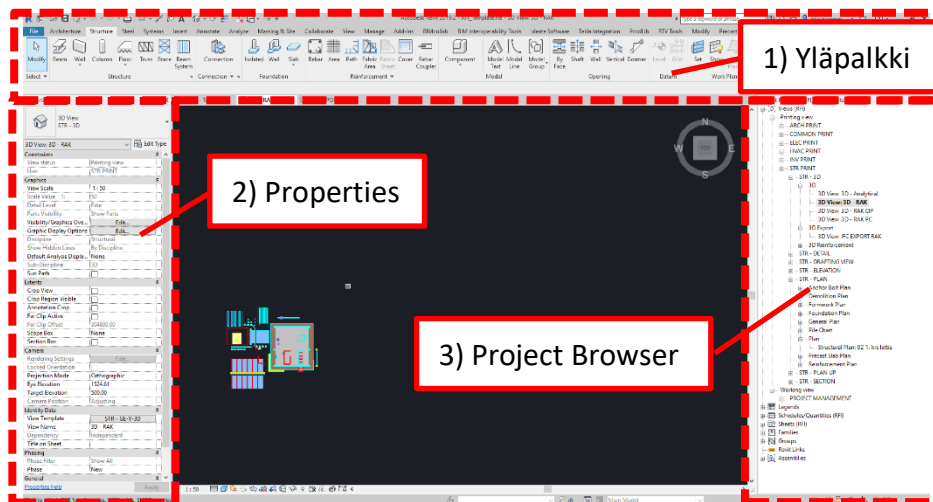
Aloituskäytössä on kuvan 17 mukaisesti 1) yläpalkki, 2) Properties-valikko sekä 3) Project Browser -valikko. Keskialueella on työskentelyikkuna, johon avautuu eri välilehdille taso-, leikkaus- ja luonnostelunäkymät sekä 3D-työnäkymät.

Yläpalkista löytyvät kaikki mallintamiseen tarvittavat mallinnustyökalut, yleisasetusten muokkausvälilehdet, tietokirjastot eri tuotevalmistajien valmiista objekteista eli familyistä sekä tulostusohjelmavalikko.

Properties-valikosta säädetään työnäkymien ja valittujen rakenneosien tietosisältöä ja asetuksia.

Project Browser -valikosta hallitaan projektin työnäkymiä, tulostusnäkyymiä, Legends eli kaavioita ja yleistekstejä, Schedules/Quantities eli lueteloita ja taulukoita, Families eli Revitin objekteja. Revitin objekteja voivat olla muokattavia parametrejä sisältävät palkit, esimerkiksi venepalkit.

Groups eli ryhmät-työkalulla tehtyjä tekstejä tai rakenteita, kuten tasopiirroksen rakennetyyppitekstit tai kattotuolit sekä Assemblies eli kokoonpano-osia, kuten muottinäkyymiä, raudoite- ja valutarvikeluetteloita.



Kuva 17. Aloituskäyttö, Revit 2019 (Puranen 2020)

Työskenneltäessä tietomalliohjelman kanssa on yleisesti hyvä mieltää ajatusmalli että, jos jokin haluttu asia ei näy, on syytä tarkistaa näkymäasetukset:

- 1) Properties -valikon kohdat
 - Visibility/Graphics Overrides
 - View Template
 - Discipline (Coordination, ARK, RAK, ...)
 - Detail Level (fine, medium, coarse)
 - Extents (näkömääräajukset)
 - Phasing → Phase (New, Existing)
- 2) Yläpalkin välilehdet
 - Insert → Manage Links
- 3) Työskentelyikkuna
 - työnäkymä-alapalkin hehkulamppu-symboli (väliaikainen piilotus).

3.1.2 Inventointimallin tarkastus

Saatu inventointimalli tarkastetaan visuaalisesti ennen sen hyväksymistä vastaanotetuksi. Inventointimallia verrataan muuhun käytettävissä olevaan lähtötietoaineistoon, kuten laserkeilauksen pistepilvitiedosoihin, vanhoihin suunnitelma-asiakirjoihin sekä tietomalliselostukseen. Mittapoikkeamakohdissa tarkastetaan satunnaisotantana onko poikkeama YTV 12 esittämän mittatoleranssin puitteissa.

Projektityössä tarkastus tehtiin BIM osastopäällikkö Kim Vikkin toimesta tekemällä visuaalinen yleistarkastus sekä pistepilviaineiston ja inventointimallin vertaaminen toisiinsa. Epäkohdat, jotka eivät olleet YTV 12 esittämän mittatoleranssin puitteissa koottiin kuvakaappauksina yhteen ja toimitettiin sähköpostilla inventointimallin laatijaosapuolelle.

Inventointimallin geometriaa sekä koordinaatistoa tarkastetaan esimerkiksi Solibri Model Viewer:llä. Tällöin voidaan havainnoida esimerkiksi sijaitseeko kohde todelliseen karttapohjaiseen päin, onko ifc-mallista nähtävissä epäkohtia, kuten puuttuvia seiniä tai rakenteiden epäjatkuvuutta. Seuraava toimenpide on linkittää saatu inventointimalli sekä pistepilvitiedostot Autodesk Revit -tietomalliohjelmaan.

Osa inventointimallin ohjelmistokohteisista epäkohdista ei välttämättä näy ifc-katseluohjelman kautta. Näkymävirheitä voi muodostua myös siirrettäessä ifc-tiedosto Revit-työpohjalle.

Havaitut poikkeamat ja epäkohdat reklamoidaan inventointimallin tekijäosapuolelle, jotta korjaukset tulevat projektin kaikkien suunnitteluosapuolten käyttöön.

Kuvassa 18 rakennuksen yleisnäkymää tarkasteltuna Solibri Model Viewer v9.8 -katseluohjelmalla.



Kuva 18. Yleisnäkö, Solibri Model Viewer v9.8 (Puranen 2020)

3.1.3 Tilanne 1, ifc-malli

Käytännön tutkimus aloitettiin tarkastelemalla kuvitteellista tilannetta, jossa lähtötiedoksi on saatu ulkopuolelta tullut ifc-muotoinen inventointimalli eikä Revitillä tehtyä natiivimallia ole saatu.

Visuaalisen tarkastuksen jälkeen ifc-malli linkitetään Autodesk Revit -työpohjaan. Inventointimalli toimii referenssitiedostona projektissa, joka voi olla suuruusluokaltaan pieni muutostyö, osan rakennusta käsittävä muutostyö tai laajempi peruskorjaus.

Tehtäessä peruskorjaustason rakennemallia käyttämällä lähtötietoaineistona ifc-muotoista inventointimallia, tulee rakennemallin mallintamiseen resursoida käytettäväksi enemmän työtunteja kuin tapauksessa, jossa natiivimalli muokataan rakennemalliksi, koska uusien rakenteiden mallintamiseen kuluu enemmän aikaa kuin valmiiden rakenteiden kääntämisessä rakenteelliksi.

Pienemmissä projekteissa voi rakennemalli koostua vain uusista rakenteista ja niistä vanhoista kantavista rakenteista, joihin uudet rakenteet liittyvät.

3.1.4 Tilanne 2, natiivimalli Revitillä

Toisessa käytännön tutkimuksessa (projektityö) tarkastellaan tilannetta, jossa lähtötiedoksi on saatu ulkopuolelta tullut ifc-muotoinen inventointimalli sekä natiivimalli, joka on tehty Autodesk Revit:illä. Etenemisvaihtoehtoina on tutkittu miten lisätä saatuun Revit-muotoiseen natiivimalliin halutut lähtötietoasetukset ja toisena vaihtoehtona, miten haluttuun asetus pohjaan tuodaan toisen Revit-tiedoston sisältö.

Tietosisältöä tai asetuksia voidaan tuoda Revit-projektista toiseen ainakin viidellä tavalla. Lähtötilanteessa avataan samaan työnäkymään se tiedosto josta materiaalia halutaan tuoda ja se tiedosto mihin materiaalia tuodaan. Alla on lueteltu tietosisältöjen ja asetusten siirtotavat:

- 1) Copy + Paste → ctrl c + ctrl v (käy viivatyypin ja tekstiasetusten siirtoon)
- 2) Transfer Project Standards (siirrettäessä asetuksia tai näkymiä)
- 3) Familyiden tuonti → Valitaan haluttu family → valitaan "Edit Family" → "Load into Project" (käy yksittäisen familyn kohdalla)
- 4) Insert from File → Insert Views from File (tulostusnäkyvien, taulukoiden ja luonnosnäkyvien tuonti)
- 5) Legends (toistuvat yleistekstit) → avataan Project Browser-valikosta uusi Legends-ikkuna, johon tuodaan haluttu teksti tai muu tietosisältö, jota halutaan toistaa projektissa, valittu legend-teksti raahataan tulostusnäkyvässä (Sheets) haluttuun kohtaan.

Tämä toimintatapa on varsin työläs; suuren osan asetusten hallinnasta ja näkymistä joutuu tekemään manuaalisesti sekä poistamaan lähtötiedoston aiemmin luodut tulostustasot, joissa voi työprojektin kannalla olla ei käytettävää aineistoa. Tätä toimintatapaa on hyvä hyödyntää, kun halutaan siirtää projektista toiseen yksittäisiä teksti- tai viivatyyppejä tai familyitä.

Toinen tapa on siirtää saadusta natiivimallitiedostosta sisältö haluttuun asetus pohjaan. Tätä on tutkittu kokeellisesti kahdella tavalla.

Natiivimallin sisällön tuonti haluttuun asetus pohjaan voidaan teoriassa tehdä valitsemalla natiiviprojektista 3D-näkymästä ylivetoalinnalla haluttu rakenne/rakennosa/rakennus.

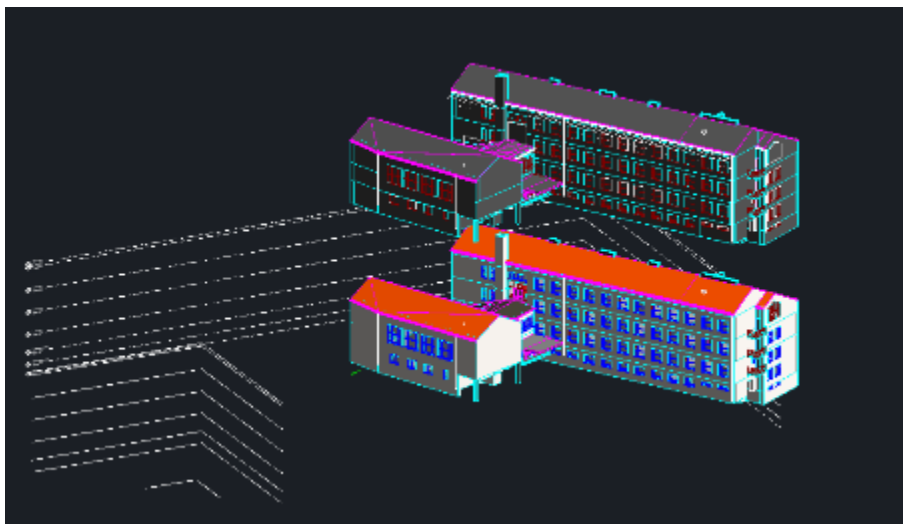
Jotta siirrossa säilyisi haluttu korkomaailma, tulee lisäksi leikkausnäkömäästä valita korkotasot painamalla Ctrl + ylivetoalinnalla valintaan korkonäkymät, samalla voi hakea tasonäkymästä moduliviivastot samalla Ctrl + ylivetoalinnalla.

Kun 3D-näkymä, korkonäkymät sekä moduliviivat on valittu siirretään valittu aineisto "Modify | Levels → Clipboard → Copy to Clipboard", tämän jälkeen avataan tiedosto, johon haettu aineisto halutaan siirtää, avataan tasonäkymä ja tuodaan aineisto "Modify → Clipboard → Paste → Paste to"

Aineiston siirrossa kestää tuotavan asian koosta riippuen hetki, jonka jälkeen ohjelma todennäköisesti antaa virheilmoituksen useasta epäjatkuvuus-, liitos- sekä sijaintikohdistista.

Tämä ei ole suositeltava tapa toimia, sillä siirrettäessä leikepöydän kautta suuria tietosisältäjä on mahdollista, että kaikki olennainen tietosisältö ei siirry halutulla tavalla.

Kuten kuvasta 19 havaitaan rakennus on pääasiallisesti siirtynyt tiedostosta toiseen, mutta rakennemalli on väärällä tasolla, taustalla näkyvissä ifc-tiedosto referenssinä, mihin kohtaan siirron olisi pitänyt tulla. Sijaintivirhe johtuu siitä, että ennen siirtoa tulee uuteen tiedostoon luoda oleviksi samat korkeustasot kuin tiedostossa, josta tietomalli siirretään.



Kuva 19. Väärä sijainti, Revit 2019 (Puranen 2020)

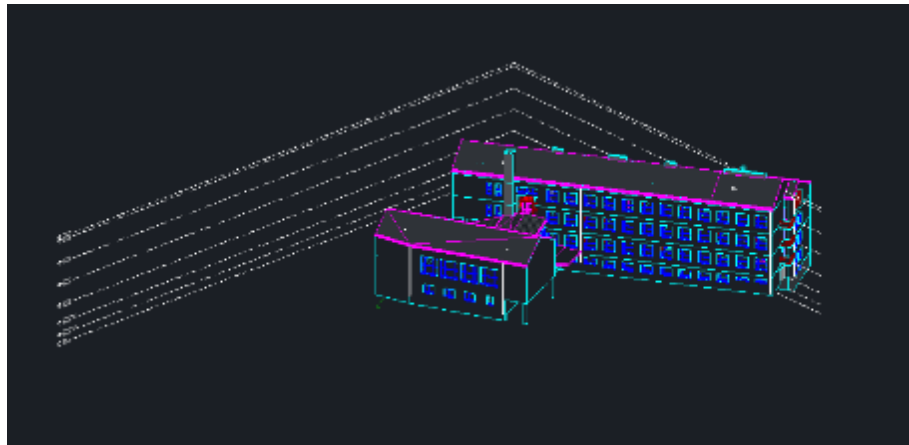
Tehokkaampi tapa siirtää haluttu inventointimalli Revit-tiedostosta toiseen on tuoda Revit-malli linkittämällä ”Link Revit”-komennon kautta. Tämän jälkeen 3D-näkymässä valitaan tuotu Revit-linkki ja suoritetaan ”Bind Link”-komento.

Siirrettävän tiedoston koosta riippuen menee hetki ennen kuin siirto tapahtuu. Tämän aikana ohjelma huomioi, että siirrettävä aineisto on suuri ja halutaanko tästä huolimatta jatkaa. Tiedoston siirron aikana tulee seuraavia huomiota:

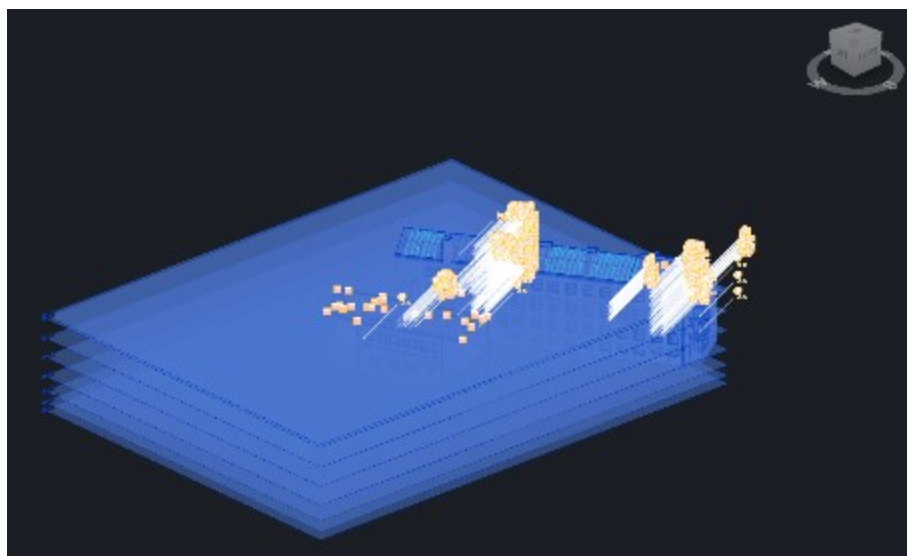
- Duplicate Types = joitain tiedostoja/tietosisältöjä on jo olemassa, mutta ne ovat erinimisiä kuin tiedostossa, josta tietomallia kopioidaan. Siirrossa huomioidaan ne tiedostot/tietosisällöt, mihin siirtoa ollaan tekemässä
- Errors, Warnings = tiedoston siirron aikana tulee virhe- ja varoitusilmoituksia, jotka tulee kuitata ennen kuin Revit jatkaa tiedoston siirtoa. Yleensä virheilmoitukset ja varoitukset koskevat seinä- ja/tai lattialiitoksia.

BIM-osastopäällikkö Kim Vikkin (haastattelut 9.10.2019) mukaan siirrettäessä natiivimallista tietosisältöä uuteen aloituspohjaan tulee haasteena eteen se, miten alkuperäinen malli on tehty; esimerkiksi onko käytetty pilareiden tekemiseen pilarityökalua, vai onko rakenne tehty luonnosmateriaalina, jolloin sillä ei ole niin sanottua tietosisältöä ja sen hallinta on hankalampaa.

Kuvista 20 ja 21 nähdään, että siirron jälkeen tietomalli on edelleen yhtenäinen Group-kokonaisuus. Group-toiminnon purkaminen tehdään valitsemalla 3D-näkymässä group-malli ja suoritetaan ”Ungroup”-komento.



Kuva 20. Group-näkymä 3D, Revit 2019 (Puranen 2020)



Kuva 21. Ungroup-toiminto, Revit 2019 (Puranen 2020)

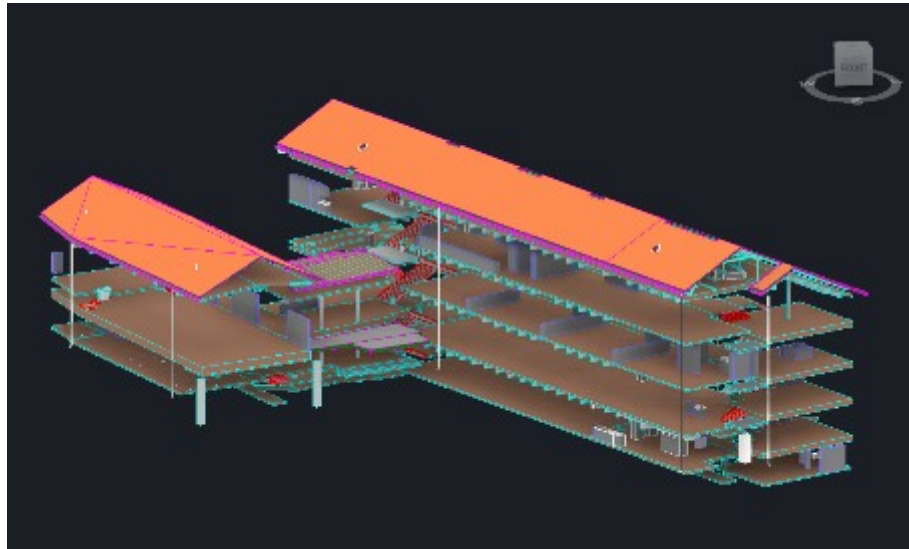
Natiivimallin siirto- ja purkutoimenpiteiden jälkeen tietomallin sisältö voidaan muokata rakennemalliksi. Näkymäasetuksilla tarkistetaan onko tietomallin siirto onnistunut suunnitellusti ja onko tietomalliin määritetty rakenteellisia osia, kuten kantavia seinälinjoja.

Aluksi tietomallista poistetaan kaikki ylimääräiset familyt eli objektit, kuten sisustuselementit, koristeet, säilytys- ja vesikalusteet. Mikäli nämä familyt vain määritetään pois näkyvistä, ne voivat tulla uudelleen näkyviin luotaessa uusia taso- tai leikkausnakymiä, jolloin ne tulisi jälleen määritellä pois näkyvistä.

Phasing-asetuksella tarkastetaan onko tietomallin rakenteet määritelty tekovaiheessa oleviksi vai uusiksi. Inventointimallissa on oletuksena, että

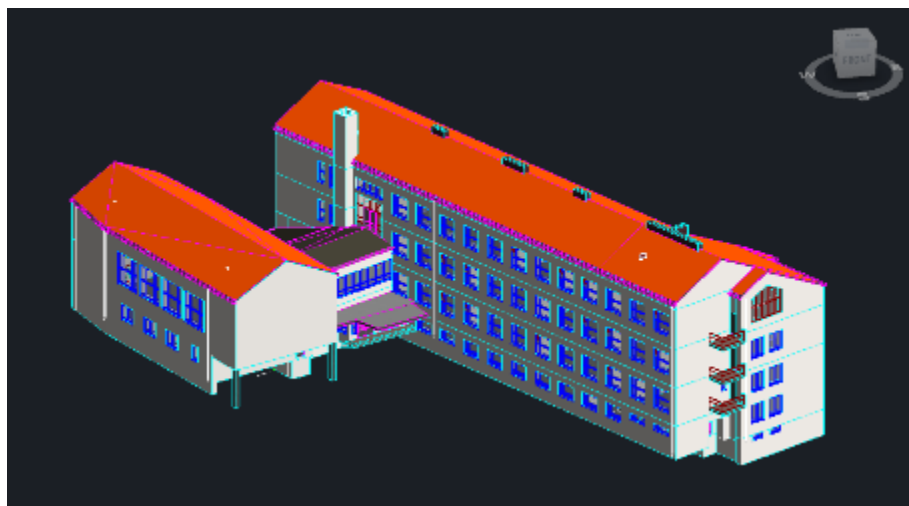
kaikki rakenteet ovat olevia. Mikäli näin ei ole, tulee uudet rakenteet muuttaa oleviksi. Tässä toimenpiteessä on apuna ”Filter”-toiminto.

Kuvan 22 mukaisesti lähtötilanne tietomallin muokkaukseen rakenne-malliksi voi olla merkittävästi puutteellinen. Tällöin todellinen tilanne tarkastetaan ”Discipline - Coordination” -näkömaografiikalla, jolloin päästään muuttamaan esimerkiksi massiivitiiliseinärakenteet kantaviksi rakenteiksi.



Kuva 22. 3D - RAK -näkömä, Revit 2019 (Puranen 2020)

Kuvan 23 näkömässä ovat nähtävissä kaikki rakennemallissa olevat rakenteet ja familyt, kun 3D -näkömän asetukseksi on valittu ”Discipline - Coordination”.



Kuva 23. 3D yleisnäkömä, Revit 2019 (Puranen 2020)

3.1.5 Tilanne 3, ifc-mallin muutos Revit-malliksi

Kolmannessa käytönnän tutkimuksessa tarkastellaan tilannetta, jossa lähtötiedoksi on saatu ulkopuolelta tullut ifc-muotoinen inventointimalli joka halutaan kääntää Revitissä muokattavaksi tietomalliksi.

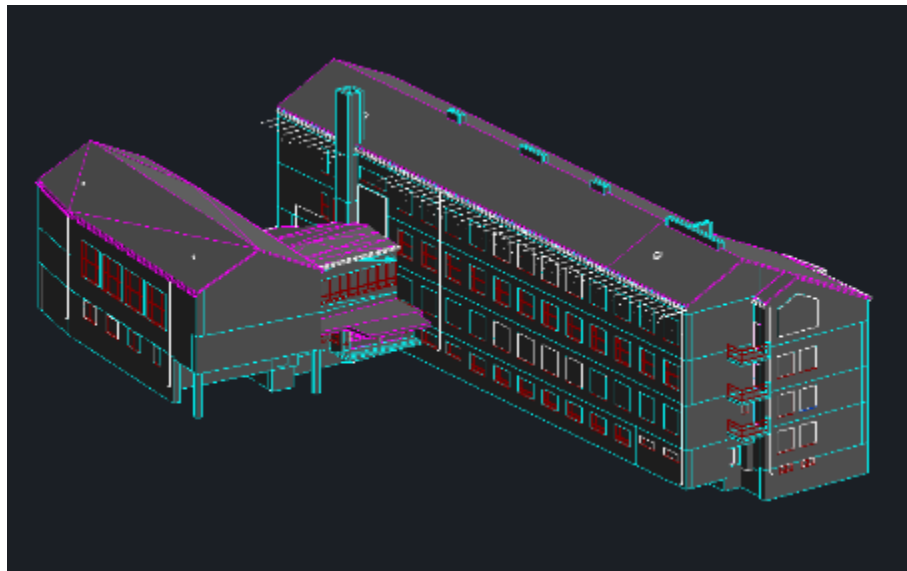
BIM-osastopäällikkö Kim Vikkin (haastattelut 9.10.2019 ja 10.2.2020) mukaan käännettäessä esimerkiksi ArchiCAD tietomallista tuotettua IFC-mallia Revit:iin, on havaittu usein häiriöitä tietomallissa.

Alustavat toimenpiteet ovat samanlaiset kuin edellisessä tutkimuksessa, jossa tietomalli tuodaan haluttuun aloituspohjaan. Ifc -malli tuodaan yläpalkin "Insert → Link → Link IFC". Tämän jälkeen valitaan 3D-näkymässä tietomalli ja valitaan yläpalkista "Modify | RVT Links → Link → Bind Link" .

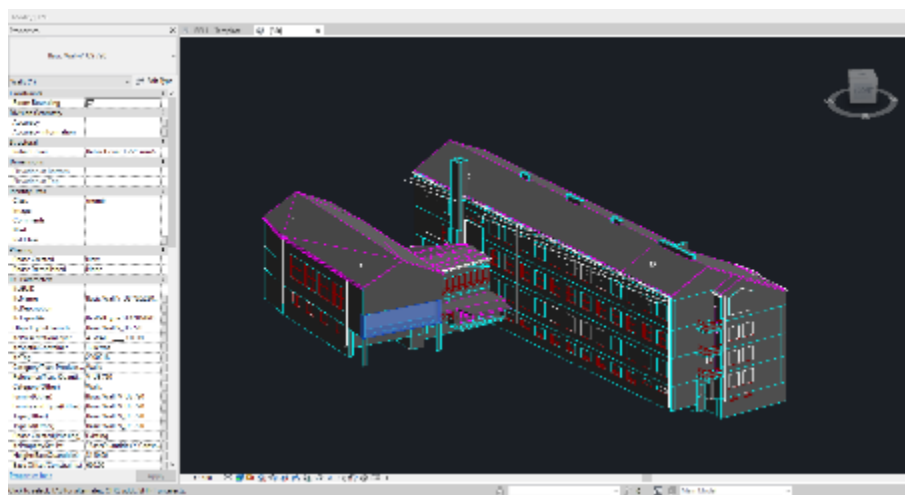
Tiedoston siirron aikana tulee "Duplicata Types" ja "Errors/Warnings" -huomiota. "Bind Link" -toiminnon jälkeen tietomalli on muuttunut "Groupiksi", joka puretaan "Ungroup" -komennolla.

Kuvista 24 ja 25 nähdään, että yleisesti rakenteet ovat jakautuneet seinä-, laatta-, pilari- ja palkkirakenteiksi, kun Ifc-mallin on muutettu Revit-malliksi. Rakenteilla ei ole kuitenkaan samaa tietosisältöä kuin siirrettäessä saman toiminnon avulla Revit -tietomalliohjelmalla tehtyä natiivimallia toiseen Revit-tiedostoon.

Esimerkiksi seinärakenteille ei voi antaa rakenneominaisuutta tai muuttaa valittua seinätyyppiä Revit-pohjan omaksi rakenteeksi.

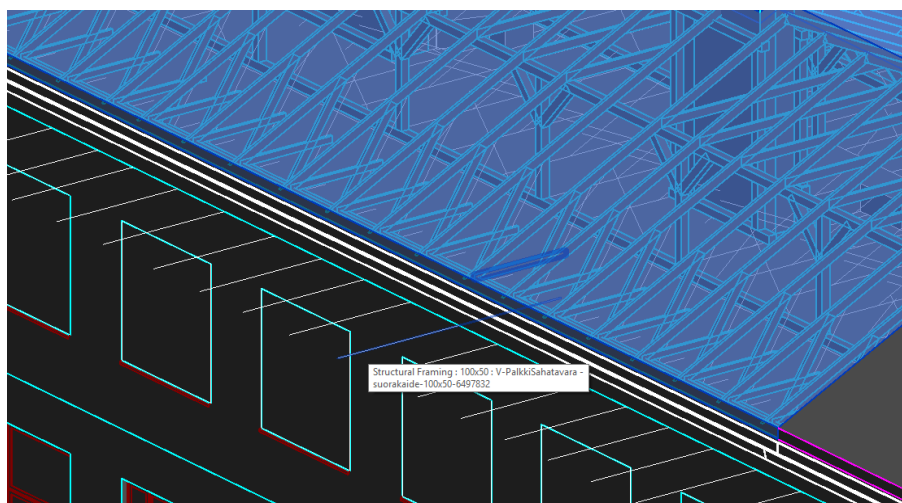


Kuva 24. Ifc-linkin muutos Revit-malliksi I, Revit 2019 (Puranen 2020)

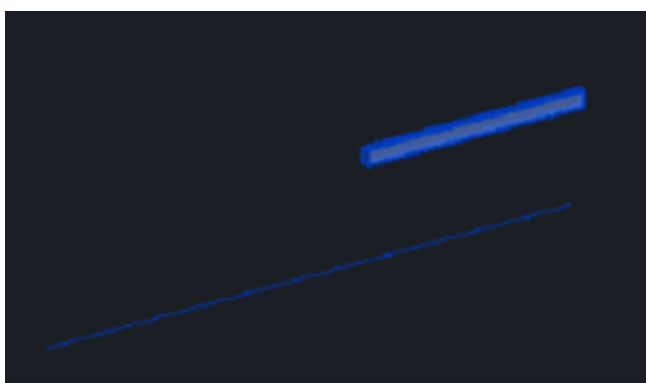


Kuva 25. Ifc-linkin muutos Revit-malliksi II, Revit 2019 (Puranen 2020)

Tarkasteltaessa siirrettyä mallia voidaan huomata, että muun muassa vesikattorakenteessa näkyy kattotuolin vaakasuuntaisen tukipuuhan liittyvä viivatiedosto, jota ei voi poistaa tai muokata (kuvat 26 ja 27).



Kuva 26. Epäkohtia mallissa, Revit 2019 (Puranen 2020)



Kuva 27. Temporary Hide/Isolate -näkyvä vaakapuusta, Revit 2019 (Puranen 2020)

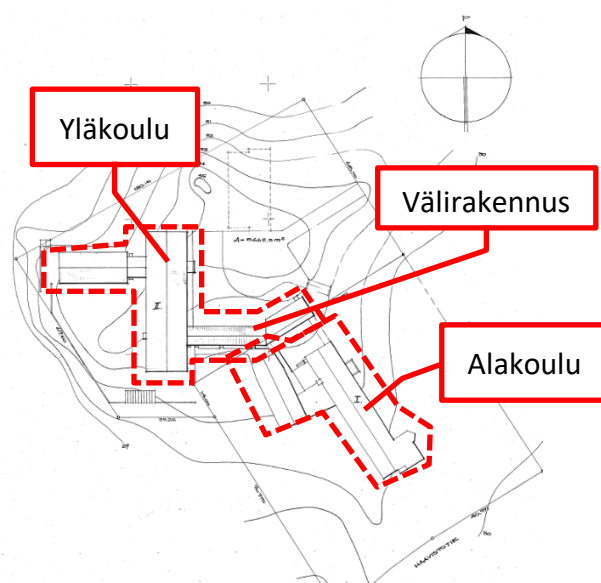
Ifc-mallin räjäytys voi tulla siinä tilanteessa hyödylliseksi, jos saadusta tietomallista halutaan poistaa esimerkiksi yksittäinen pilari, palkki tai seinä, jolloin mallinnuta ei tarvitse aloittaa tyhjästä ja 3D-muotoinen esitystapa säilyy.

3.2 CASE-kohteen esittely

Maunulan rakennushistoriaselvityksen (2018, s. 4 - 6) mukaan Maunulan ala-asteen koulu ja Månsas lågstadieskola sijaitsevat osoitteessa Maunulanmäki 5, 00630 Helsinki. Koulu muodostuu kahdesta rakennuksesta: alakoulusta ja yläkoulusta sekä näiden välissä olevasta välirakennuksesta. Alakoulurakennus on valmistunut vuonna 1951 ja yläkoulurakennus sekä välirakennus vuonna 1957. Koulurakennuksia ei ole suojeltu asemakaavassa, mutta ne sijaitsevat valtakunnallisesti merkittävällä rakennetun kulttuuriympäristön (RKY) alueella.

Kohteeseen tehtävään perusparannukseen ja laajennukseen kuuluvat hankesuunnittelun rakennesuunnittelutehtävät. Tavoitteena on toteuttaa kohteeseen laaja talotekninen perusparannus sekä laajennus, millä ajanmukaistetaan olemassa olevia opetustiloja. Alakoulun ja yläkoulun väliin tehtävällä uudella laajennuksella lisätään tiloja uuden oppimisympäristön tavoitteiden mukaisesti. Alakoulun ja yläkoulun välinen vanha välirakennus puretaan.

Hankesuunnittelun tavoitteellinen aikataulu on elokuusta 2019 toukokuuhun 2020. Opinnäytetyössä käytetään jatkossa alakoulurakennuksesta nimeä rakennus 1, yläkoulurakennuksesta nimeä rakennus 2 ja uudisosasta nimeä rakennus 3.



Kuva 28. Asemapiirros vuodelta 1960. (Helsingin kaupungin rakennusvirasto, 1960)

3.2.1 Alakoulu, rakennus 1

Alakoulurakennus on tilavuudeltaan 16 491 m³ ja kerrosala on 4 195 k-m². Koulu on toiminut Maunulan kansakouluna vuosina 1951 - 1976 sekä vuodesta 1977 eteenpäin Maunulan ala-asteena.

Vanhojen rakennesuunnitelmien (rakennesuunnitelmat alakoulu, 1947 - 1949) mukaan alakoulun perustukset ovat teräsbetoniset antura-perusmuurirakenne sekä teräsbetoniset anturat ja pilarit. Kantava ulko- ja väliseinät ovat massiivitiilimuurausta, jotka on rapattu molemmilta pinoilta. Tiilimuuratuissa seinärakenteissa kulkee ilmanvaihtohormeja. Ulkoseinissä ja väliseinissä on välipohjien teräsbetonisia palkkeja.

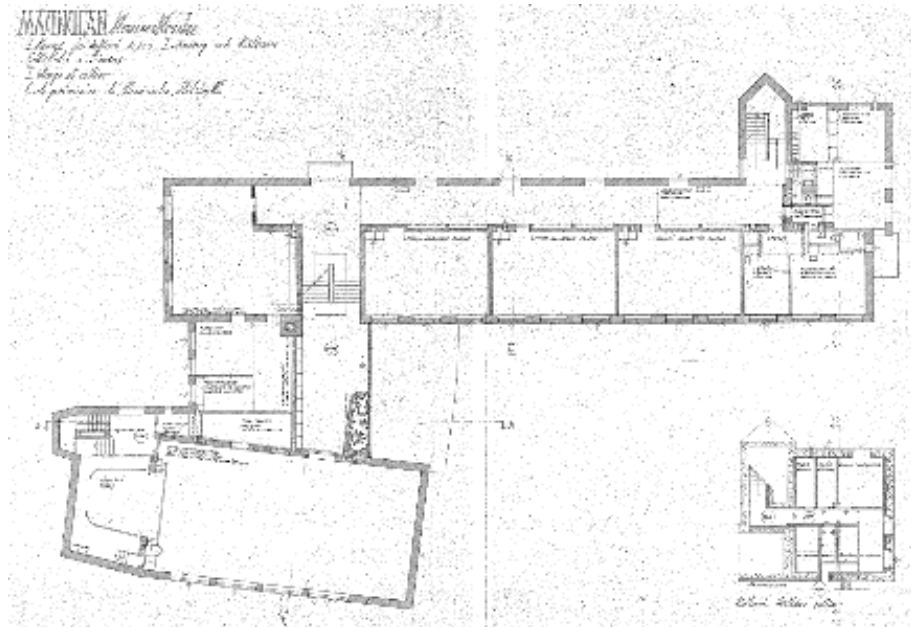
Alapohjarakenne on maanvastainen teräsbetonilaatta, jossa on käytetty pikisivelyä/valuasfalttia vedeneristeenä. Sekä luokkatilasiiven että liikuntasalin alapohjarakenteen alla kulkee putkikanaali, josta haarautuu matalampia sivuhaaroja ulkoseinälinjoille. Putkikanaaliin on jätetty muottilautoja paikalleen.

Rakennuksen välipohjarakenteet ovat teräsbetonisia ylä-alalaattapalkistoja, ylälaattapalkistoja, alalaattapalkistoja sekä massiivilaattoja. Välipohjarakenteiden palkit ovat suorakaidepalkkeja tai venepalkkeja. Käytävätilojen laatoissa, eteläpäädyn parvekelaatoissa ja katoksissa on käytetty lisäksi ratakiskoja ja teräksestä tehtyjä I-palkkeja.

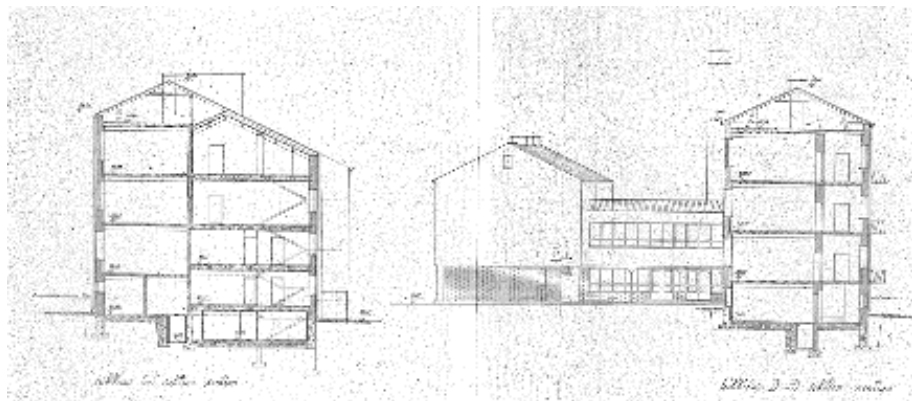
Rakennuksen lämmöneristeenä on käytetty yläpohjassa lastuvillalevyjä (Toja) sekä ulkoseinissä ja välipohjissa korkkieristettä, sahanpurua, kutterinlastua, koksia ja tiilenpalasia. Juhlasalin ja juhlasalin aulan yläpohjaeristeenä on käytetty kevytbetonia. Todennäköistä on, että ylä-alalaattapalkistoihin on jätetty muottilaudat paikoilleen.

Orgaanista eristettä ja kotelolaattoihin paikoilleen jätettyjä muottilautoja voidaan pitää mahdollisena riskirakenteena. Alapohjarakenteen, maanvastaisen ulkoseinärakenteiden sisältämä pikisively sekä vesikaton tervapahvi ovat haitta-ainepitoista.

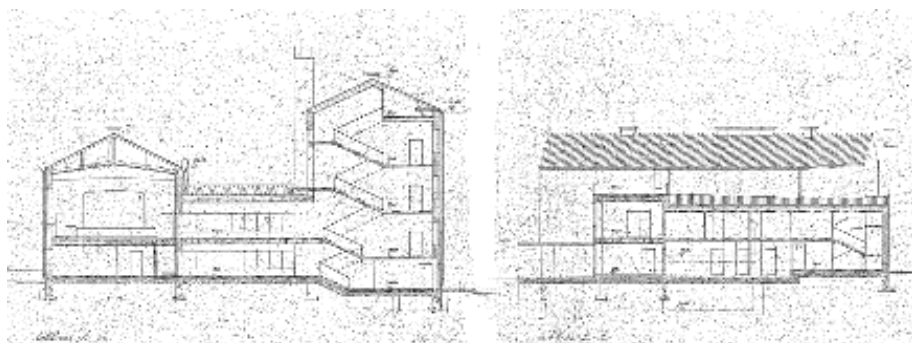
Kuvissa 29 - 31 on esitetty Maunulan kansakoulun, alakoulurakennus, nykytilapiirustukset: ensimmäisen- ja kellarikerroksen tasopiirros sekä leikkauspiirroksia vuodelta 1960.



Kuva 29. Maunulan kansakoulu (alakuulu) nykytilannepiirustus I (1960)



Kuva 30. Maunulan kansakoulu (alakuulu), nykytilannepiirustus II (1960)



Kuva 31. Maunulan kansakoulu (alakuulu) nykytilannepiirustus III (1960)

3.2.2 Yläkoulu, rakennus 2

Yläkoulurakennus on tilavuudeltaan 13 438 m³ ja kerrosala on 3 422 k-m². Koulussa on toiminut vuosina 1956 - 1976 Maunulan kansakoulu ja Månsas svenska skola, vuodesta 1977 eteenpäin Maunulan ala-aste ja Månsas lågstadskola.

Vanhojen rakennesuunnitelmien (rakennesuunnitelmat yläkoulu, 1955 - 1956 ja Maunulan rakennushistoriaselvityksen, 2018) mukaan koulu-rakennus koostuu kahdesta osasta: luokkasiivestä ja juhlasalisiivestä.

Rakennuksen nelikerroksisessa luokkasiivessä on välipohjarakenteena ylälaattapalkisto luokkatiloissa ja aulatioissa on ylä-ala-laattapalkisto. Por-taissa on kotelorakenteita, joihin on jätetty muottilaudat rakenteen sisään.

Luokkasiiven alla on korkea ryömintätila, josta on putkikanaaliyhteydet juhlasalisiiven sekä välirakennuksen alle. Luokkasiivessä on alapohjaraken-teen betonisen kaksoislaattarakenteen eristeenä sementtilastulevy ja ryö-mintätilan puolella lisälämmöneristeenä polystyreenilevytys. Luokkasiiven ullakkotila on kahteen osastoon jaettu ja lämmittämätön, vesikatto on savitiiltä.

Ylärakennuksen pitkät julkisivut ovat betonirakenteisia ja ne on lämpö-rapattu, eristeenä on kevytbetoni. Päädyissä ulkoseinärakenne on tiili-villa-tiilirakenne, julkisivuna on puhtaaksi muurattua kalkkihiekkatiiltä.

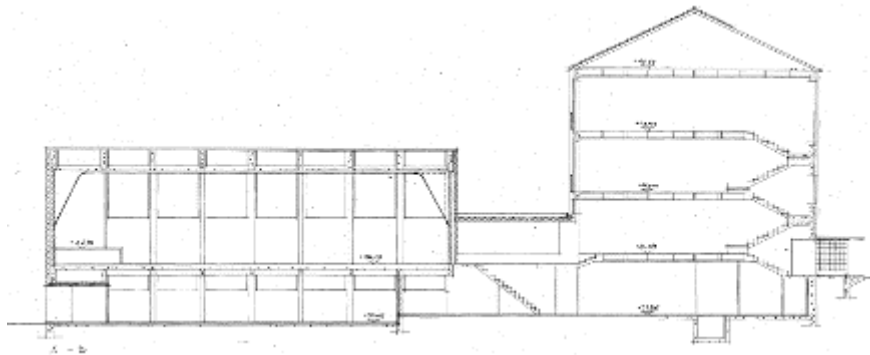
Juhlasalisiivessä välipohjarakenteena on alalaattapalkisto ja alapohjara-kenteena maanvastainen laatta. Ulkoseinärakenne on vastaava kuin luok-kasiiven päädyissä: tiili-villa-tiilirakenne, julkisivut ovat puhtaaksi muu-rattua kalkkihiekkatiiltä.

Juhlasalin yläpohja on alalaattapalkisto. Yläpohjaeriste sijaitsee lappeen suuntaisesti, heti vesikatteena olevan pellin alla ja rakennetta on lisäläm-möneristetty mineraalivillalla. Vesikatteena on pinnoittamaton konesau-mapelti.

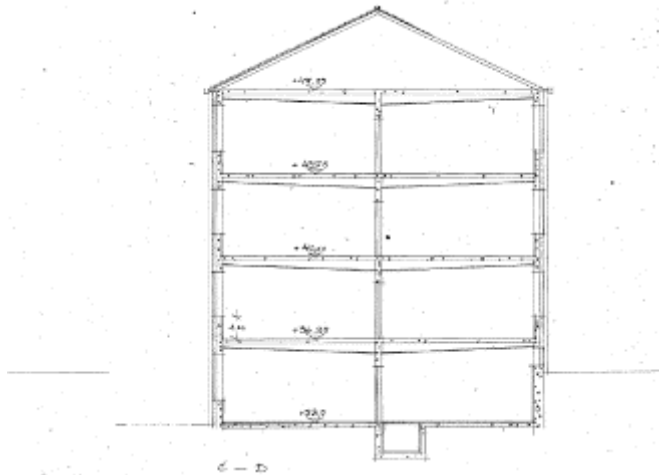
Kuvissa 32 - 34 on esitetty Maunulan uuden kansakoulun, yläkoulu, nyky-tilapiirustukset: ensimmäisen- ja kellarikerroksen tasopiirros sekä leik-kauspiirroksia vuodelta 1960.



Kuva 32. Uusi kansakoulu (yläkoulu), nykytilannepiirustus I (1960)



Kuva 33. Uusi kansakoulu (yläkoulu), nykytilannepiirustus II (1960)



Kuva 34. Uusi kansakoulu (yläkoulu), nykytilannepiirustus III (1960)

Purettava välirakennus on itäpäädystään 3-kerroksinen ja muuten kerroksia on vain yksi, osittain maanvastainen kerros. Välirakennuksen käyttötilojen alapohja on maanvastainen teräsbetoninen kaksoislaatta. Ulkoseinät ovat sisäpinnasta lähtien tiili-villa-betonirakenteiset ja julkisivut on

rapattu. Välipohjana on betoninen kaksoislaatta, jonka eristeenä on sementtilastulevy. Vesikatteenä on konesaumapelti.

3.2.3 Laajennus, rakennus 3

Rakennuksen 1 ja 2 väliin sijoittuva rakennus 3 eli laajennus tulee yhdistämään molemmat vanhat koulurakennukset toisiinsa. Uudisosan liittämässä kahteen olemassa olevaan rakennukseen suunnittelua helpottaa merkittävästi käytettävä tietomalli, joka perustuu todelliseen korko- ja sijaintimaailmaan.

Yhtenäisestä tietomallista päästään helposti tarkastelemaan todellista korkomaailmaa, jolla olevat rakennukset saadaan liitettyä toisiinsa, joka puolestaan helpottaa jatkossa tehtävää suunnittelua, jossa nykypäivänä tulee ottaa esteettön liikkuminen julkisessa rakennuksessa huomioon.

3.3 Rakennesuunnittelu

Peruskorjauksen hankesuunnittelussa tehtäviä rakennesuunnitelmia ovat rakennemallinnus Revitillä, vanhojen rakennetyyppien AutoCAD:lla tehtävä inventointi 2D-muotoon, uusien rakenne- ja purkutyyppien suunnittelu AutoCAD:lla sekä korjaustarveselvitys.

3.3.1 Tietomallivaatimukset

Tietomallintamisen projektisuunnitelman mukaan (13.9.2019, s. 4) hankkeessa edellytetään käytettäväksi ohjelmistoja, joilla voidaan natiivimallien lisäksi tuottaa vähintään IFC 2x3 -standardin mukaisia tietomalleja. Tietomallintamisessa noudatetaan YTV 2012 tarkkuustasoa 2.

Inventointimalliselostuksen mukaan (14.10.2019, s. 1 - 2) kohteen laserkeilaus on tehty kesällä 2018, mallin toimitusmuoto on IFC 2x3 sekä Revit 2019. Mallin origo on esitetty malliin kuutiolla, jonka koordinaatiston pohjoinen on sama kuin ETRS GK 25:n. Huomioitavana lisätietona on esitetty, ettei vesikattoa ole vielä kuvattu.

3.3.2 Rakennemalli

Rakennemallin työstäminen aloitettiin rakennuksesta 1 joulukuussa 2019 saadusta inventointimallista, jonka natiivimuoto on tehty Revitillä. Rakennuksen 2 inventointimallin valmistumisaikataulu oli tammikuussa 2020. Rakennemalleista tuotetaan lisäksi tietomalliselosteet ja tietomallin vaihe-ilmoitus, joilla seurataan rakennemallin valmiusastetta. Tietomallin vaihe-ilmoitukseen kootaan lähtötietojen saanti, mallin eteneminen, havaitut

ristiriitaisuudet, tarkastukset ja muut havainnot mallinnustyön aikana. Tietomallin vaiheilmoitusta päivitetään mallinnustyön edetessä.

Inventointimallin muutos rakennemalliksi aloitetaan poistamalla ylimääräiset objektit. Nämä objektit ovat muun muassa sisustuselementtejä, koristeita tai esimerkiksi vesi- ja viemäripisteitä. Mallista tarkastetaan näkyvätkö kantavat rakenteet ja verrataan rakenteita alkuperäisiin rakennesuunnitelmiin. Etenkin seinälinjojen kohdalla voi olla, ettei natiivimallin tekijä ole määrittänyt niitä rakenteellisiksi, jolloin ne eivät näy automaattisesti rakennemallissa.

Pilari- ja palkkirakenteiden kohdalla on myös saatettu käyttää luonnosmateriaalia, jolloin niiden muuttaminen ja hallinta ei ole yhtä helppoa kuin jos rakenne olisi tehty oikealla mallinustyökalulla.

Inventointimallin mittatarkkuus rakenteissa tulee huomioida. Tarkkuus-
tasot rakenteissa voi olla esitetty kohdassa "Properties → Identity data → Comment" esimerkiksi tekstillä: mitattuja tai osittain mitattuja tai lähötieto perustuu vanhoihin suunnitelma-asiakirjoihin.

Laserkeilatuissa kohteissa yleensä tasopintojen korkotiedot ja seinämäpaksuudet ovat ns. mitattuja, mutta kotelorakenteiden sisäpuoliset rakenteet, kuten ylä-alalaattapalkistojen laattapaksuudet ja palkkitiedot ja sijainnit voivat perustua suuntaa-antavasti alkuperäisiin suunnitelma-asiakirjoihin tai kuntotutkimuksen yhteydessä tehtyyn rakenneavauksen tietoon.

Rakennuksen 1 osalta rakennemallin muutoksen haasteena on ollut inventointimallin rakenteiden kääntäminen olemassa oleviksi rakenteiksi. Tällä on vaikutusta jatkosuunnittelussa työvaiheiden "phasing" kanssa.

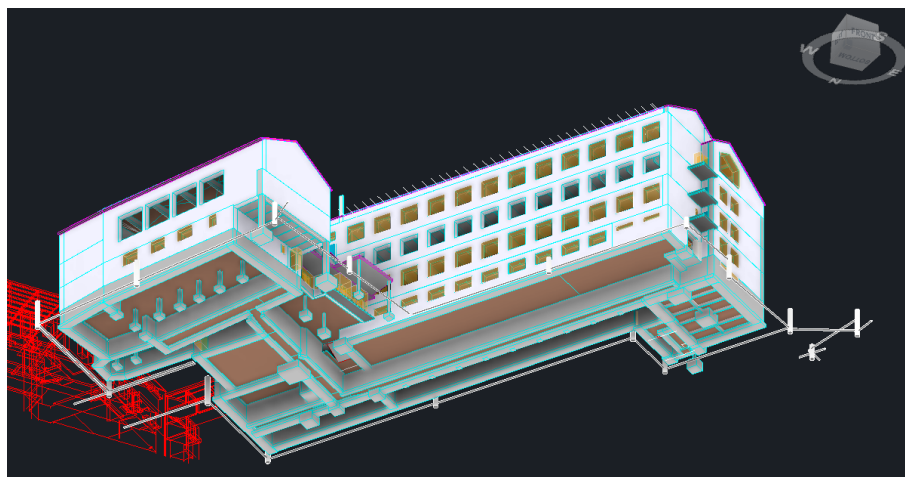
Muutettaessa rakenneosien phasing-asetuksia eri rakenteiden asetusten hallinta yhtäaikaisesti ei yleensä onnistu, jolloin eri rakenteet tulee valita yksitellen, kuten seinärakenteet. Isossa tietosisällössä, jossa eri seiniä voi olla useita kymmeniä tai satoja, on vaikutusta onko rakenne mallinnettu seinätyökalulla vai luonnosmateriaalilla, joka on määritetty seinäksi. Tällöin seinät voi joutua valitsemaan yksitellen, jotta asetuksia pääsee muokkaamaan.

Rakennuksen 1 rakennemalliin mallinnettiin välipohjarakenteiden laatta-palkkirakenteet ja perustukset vanhojen rakennesuunnitelmien pohjalta. Näitä ei inventointimalliin ollut alun perin mallinnettu. Puuttuvien rakenteiden mallinnus tehdään projektikohtaisesti tarpeen mukaan.

Mikäli välipohjarakenteita aukotetaan esimerkiksi uusien talotekniikka läpivientien vuoksi, on hyvä olla havainnollistettu rakennemalliin, että välipohjarakenteessa on palkkeja, joita ei lähtökohtaisesti tule rikkoa tai välipohjarakenne vaatii uusia tukirakenteita. Tai rakennuksen ulkopuolelle tehdään uudet salaojitukset ja sokkelin veden- ja lämmöneristys.

Vanhoissa rakennesuunnitelmissa esitetyt välipohjarakenteiden palkkirakenteet ovat pääsääntöisesti olleet poikkileikkaukseltaan suorakulmaisen mallisia tai palkin keskiosalta laajenevia venepalkkeja, joihin löytyy yleisesti varsin hyvin valmiita familyitä, joiden parametritietoja muokkamalla saadaan kohtaan sopiva palkkirakenne.

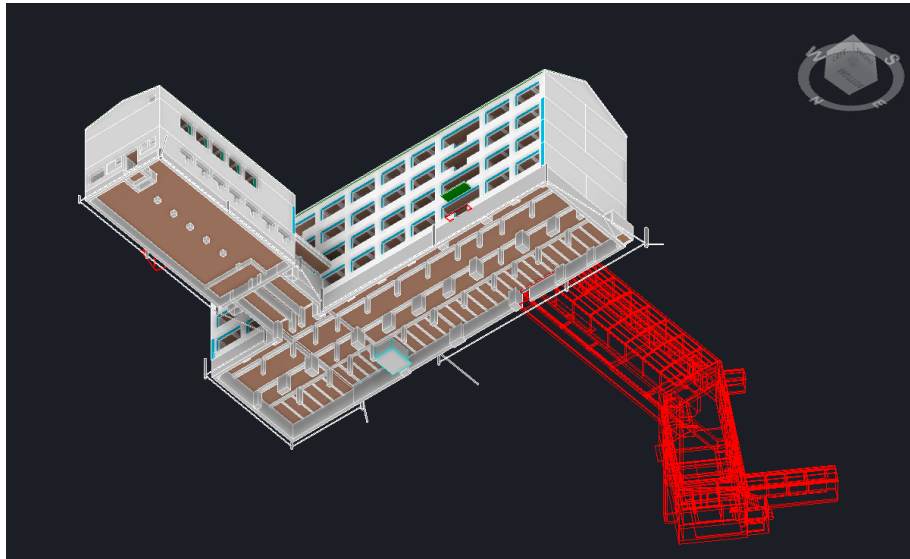
Kuvassa 35 on esitetty rakennuksen 1 perustukset ja salaojat 3D-näky-
mässä.



Kuva 35. Rakennus 1 perustukset ja salaojat, Revit 2019 (Puranen 2020)

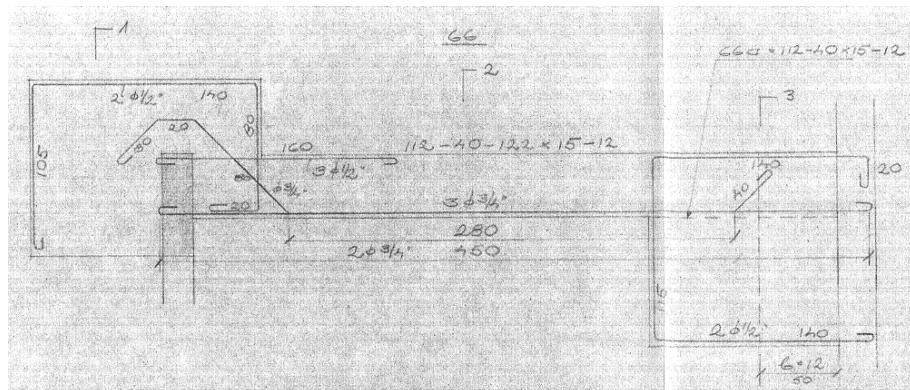
Rakennuksen 2 rakennemallin kohdalla vastassa oli rakennuksen 1 kaltainen tilanne, jossa ylimääräisten objektien poiston jälkeen rakenteet tuli muuttaa olemassa oleviksi ennen mallinnuksen jatkamista. Puuttuvat palkki- ja laattarakenteet mallinnettiin vanhojen suunnitelma-asiakirjojen pohjalta.

Kuvassa 36 on esitetty rakennuksen 2 perustukset ja salaojat 3D-näky-
mässä.



Kuva 36. Rakennus 2 perustukset ja salaojat, Revit 2019 (Puranen 2020)

Rakennuksen 2 väli- ja yläpohjarakenteiden palkkirakenteet olivat monimuotoisemmat verrattuna rakennukseen 1. Esimerkiksi luokkasiiven porrasnousujen päätypalkit pohjakerroksen katossa muodostuvat päätyjen korkeista neliöstä ja väliosan suorakaideosasta, palkin paksuus myös ohenee ulkoseinää kohti (kuva 37).



Kuva 37. Maunulan peruskoulu, yläkoulu, pohjakerroksen katto, RAK piir.nro 15, palkki 66 (1955)

Monimuotoisen palkkirakenteen kohdalla voidaan luoda uusi family, muuttuvine parametreineen, mutta vastaan tulee kysymys, antaako monimuotoisen palkin mallintaminen lisäarvio rakennemalliin vai voidaanko palkki esittää yksinkertaisempana muotona. Tällöin lisäämällä palkin sisältämään tietokuvaukseen tarkempi kuvaus palkin muodosta ja viittaus vanhaan rakennesuunnitelmaan. Palkin muodon tieto on olennainen

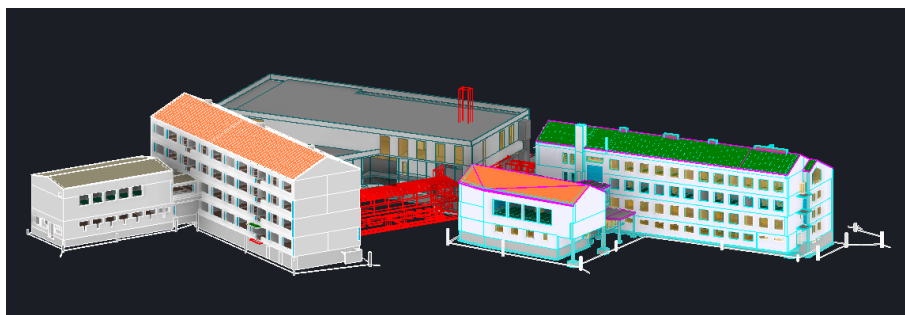
esimerkiksi tilanteessa, jossa seinärakennetta, jossa kyseessä oleva palkki on, aiotaan aukottaa.

Molempien rakennemallien perustusten korkomaailma perustuu arvioon vanhoista rakennesuunnitelmista, joissa korkotietoja ei ole esitetty.

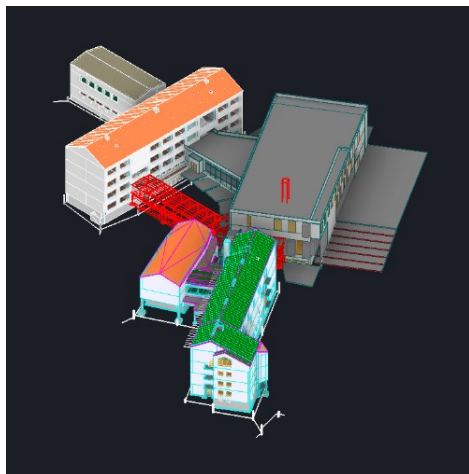
Molemmissa rakennuksissa oli havaittavissa ristiriitaisuuksia etenkin lattia- ja seinärakenteissa: laserkeilattun tiedon pohjalta mallinnettujen rakenteiden paksuus poikkesi vanhojen suunnitelma-asiakirjojen sekä kuntotukimusten yhteydessä tehtyjen rakenneavaus mittatiedoista.

Osassa epäkohdista todennäköinen selitys lienee, että esimerkiksi rakennusaikana tehdyt laattavalut on tehty noin suunnilleen mittatoleranssien suuntaan, mikä puolestaan vaikuttaa rakenteen kokonaispaksuuteen. Seinärakenteissa voi olla rakennuksen sisäpuolella levyrakenteita, joita alkuperäisissä suunnitelma-asiakirjoissa ei ole esitetty.

Kuvissa 38 ja 39 on esitetty samaan näkymään opinnäytetyöhön liittyvän projektin rakennukset, rakennus 1 (alakoulu) vihreäkattoinen oikealla ja alakulmassa sekä rakennus 2 (yläkoulu) oranssikattoinen vasemmalla, on muokattu inventointimallista rakennemalliksi Revitillä. Harmaana näkyvä rakennus on rakennus 3 laajennusosa. Pisteviivalla näkyy rakennusten väliin jäävä purettava välirakennus.



Kuva 38. Rakennus 1, 2 ja 3 I, Revit 2019 (Puranen 2020)



Kuva 39. Rakennus 1, 2 ja 3 II, Revit 2019 (Puranen 2020)

4 TULOKSET JA HAVAINNOT

Tässä osiossa käydään läpi projektityön pohjalta saatuja tuloksia ja havainnot. Osio koostuu inventointimallin tarkastuksesta ja saadun inventointimallin käytöstä korjausrakentamisprojektissa.

4.1 Inventointimallin tarkastus

Inventointimallin tarkastuksessa tulee huomioida mihin tarkkuustasoon inventointimalli on määritelty ja mallinnettu sekä mitä lähtötietoaineistoa on käytettävissä visuaalisen tarkastuksen tueksi.

Visuaalinen tarkastus voidaan aloittaa esimerkiksi tietomallin katsontaohjelmalla, kuten Solibri Model Viewerillä. Katseluohjelmalla voidaan tarkastaa mallin yleisilme sekä leikkaustoiminnon kautta rakenteiden sijoittumista toisiinsa nähden, kuten onko jatkuvat pilarit mallinnettu katkeamattomina ja nousevatko seinät välipohjarakenteen päältä tai onko seinä- tai lattiarakenteiden sisään mallinnettu kantavia runkorakenteita, kuten palkki- ja pilarirakenteita.

Inventointimallin tarkastuksen yhteydessä kirjataan havaitut epäkohdat ylös ja reklamoidaan ne tietomallin tekijäosapuolelle, joka tekee tarvittavat korjaukset, jotta yhtenäinen lähtötietomalli on kaikkien suunnitteluosapuolten käytössä. Mikäli jotain tietomallin epäkohtaa ei voida korjata, tulee tämän tiedon olla kirjattu tietomalliasiakirjoihin.

Inventointimallin laadunvarmistun (visuaalinen tarkastus, vertaaminen muuhun lähtötietomateriaaliin ja poikkeamien kirjaus) on syytä tehdä huolella, jotta jatkossa tehtävän mallintamistyön aikana ei tule huomattavia muutoksia. Tietomallin tarkkuuteen vaikuttaa oleellisesti myös se, että kohteen laserkeilaus toteutetaan myöhemmässä vaiheessa. Tällöin muutoksia tulee todennäköisesti näkyvien kantavien rakenteiden sijaintiin ja rakennepaksumuksiin, minkä korjaukseen voi upota huomattava työmäärä. Tällöin voidaan myös kyseenalaistaa inventointimallin käytettävyys, mikäli mitta- ja korkotiedot ovat vain suuntaa-antavia.

4.2 Inventointimallin käyttö korjausrakentamisprojektissa

Inventointimallin tarkastuksen ja hyväksynnän jälkeen inventointimallia voidaan hyödyntää rakennesuunnittelussa taustalla olevana referenssitiedostona tai muokata inventointimallista rakennemalli.

4.2.1 Pienet suunnitteluprojektit

Käytettäessä inventointimallia referenssitiedostona voidaan työmäärällisesti nähdä paremmaksi käyttää tätä pienemmissä suunnitteluprojekteissa. Pienet suunnitteluprojektit voivat koskea yksittäistä tilaa tai osaa rakennuksesta, jolloin koko rakennuksen kattavaa rakennemallia ei projektin laajuuden vuoksi ole mielekästä tehdä. Mikäli koko rakennuksen kattava rakennemalli halutaan tehdä referenssitiedoston pohjalta on, joko mallintamiseen varattava aikaa tai muutettava referenssinä oleva ifc-tiedosto Revit-malliksi niin sanotusti räjäyttämällä se.

Käännettäessä ifc-malli muokattavaksi Revitissä vastaan tulee haaste mallin käytöstä: ifc-mallin rakenteiden muokattavuus ei ole vastaava kuin jos Revitillä tehdyn natiivimallin siirtää haluttuun työpohjaan. Rakenteiden parametrejä kuten dimensioita, vaiheistusta tai muotoa ei voi muuttaa. Ne voidaan poistaa ja mallintaa haluttu rakenne tilalle.

Projektityössä havaittiin, että muokattaessa ArchiCAD-ohjelmasta käännettyä Revit-tiedostoa, voi muutos aiheuttaa virhenäkymiä. Esimerkiksi muutettaessa vaiheistuksesta ”uusi” rakenteita ”oleviksi” rakenteiksi, rakenteet voivat muuttua tasaisen harmaaksi kokonaisuudeksi, josta rakenteita ei erota toisistaan. Tällöin käytettävissä ei ole vaiheistuksen mahdollisuutta tehtäessä tulostusnäkyviä Revit-ohjelmasta.

Kuitenkin, mikäli vain osaa rakenteista halutaan ja aiotaan muokata, mutta projektin laajuuden kannalta tarvitaan koko rakennusta käsittävä rakenne-malli, voidaan ifc-tiedoston räjäytyksellä Revit-malliksi luoda aikasäästöä.

4.2.2 Peruskorjaushankkeet

Suuremmissa peruskorjaushankeissa rakennemalli on parempi muokata natiivimallista, joka ideaalitulanteessa on tehty samalla suunnitteluohjelmalla kuin millä rakennemalli aiotaan tehdä.

Inventointimallin muutos rakennemalliksi aloitetaan saadusta natiivimallin siirrosta työpohjaan, jossa on valmiiksi halutut asetukset. Suuremmilla suunnittelutoimistoilla on omat aloituspohjat, joissa on valmiiksi yrityksen logot, yhteystiedot ja käytetty suunnitelmien nimeämisformaatti sekä mallintamista nopeuttavat family-arkistot, viivatyyppit ja valmiit yleistekstit.

Korjausrakentamisen projekteissa lähtötilanteessa rakenteiden tulisi olla inventointimallissa olevia, näin ei kuitenkaan kaikkissa tapauksissa ole. Yksi iso työvaihe inventointimallin muutoksessa rakennemalliksi on rakenteiden ja rakenneosien muutos oleviksi rakenteiksi. Valittaessa koko tietomalli käsittelyyn, joudutaan usein kääntötyö tekemään osissa filteröinti-toiminnon avulla.

Kun tietomalli on saatu muokattua olevaksi, tarkastetaan näkymäasetusten avulla mitkä rakenteet ovat jo määritelty rakenteellisiksi ja mitkä eivät. Tämä työvaihe johtuu siitä, että yleensä inventointimallin on tehnyt arkkitehtitoimisto tai joku muu taho kuin rakennesuunnittelija. Tällöin kantavien rakenteiden todenmukaisuus voi olla puutteellinen.

Näiden toimenpiteiden jälkeen mallinnetaan puuttuvat kantavat rakenteet, joita voivat olla esimerkiksi kaksoislaattapalkistojen palkit ja seinärakenteissa olevat seinämälliset teräsbetonipilarit, joita ei laserkeilauksessa ole voitu todentaa.

Mikäli käytössä ei ole natiivimallia, joka on tehty samalla suunnitteluohjelmalla kuin millä rakennemalli tehdään, voidaan lähtötiedoksi saatua ifc-muotoista inventoitimallia käyttää referenssinä, jonka mukaan rakennemalli mallinnetaan alusta asti. Tällöin voidaan myös hyödyntää ifc-mallin kääntämistä Revit-malliksi ja hyödyntää esimerkiksi käännetyn mallin julkisivut ja vesikaton, mutta mallintaa rakennuksen sisäpuoliset kantavat rakenteet.

5 YHTEENVETO

5.1 Yleistä

Korjausrakentamisen projekteista tehdään tällä hetkellä suurempia peruskorjaushankkeita tietomallintamalla. Rakennesuunnittelun tietomalli pyritään pitämään mahdollisimman yksinkertaisena eli ylimääräisiä objekteja ei mallinneta, jolloin tiedostokoko ei kasva liian suureksi. Suuren tiedostokoon, esimerkiksi 1 gigatavu, hallinta ja käyttö on hidasta.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa korjausrakentamisen projektin tietomallinnuksen aloituksen prosessikuvaus ja työohje käytettäväksi Autodesk Revit -tietomalliohjelmassa. Osana opinnäytetyötä oli oppia käyttämään Autodesk Revit -tietomalliohjelmaa. Lähtötilanne opinnäytetyön alkuvaiheessa ohjelman käytöstä oli vähäistä, jolloin todellisen projektityön tekeminen tietomallinnusohjelmalla oli tärkeää jatkossa tulevien työprojektien kannalta.

Haasteena, etenkin tietomallinnuksen alkuvaiheessa, oli käytetyn tietomalliohjelman yleinen hallinta, muun muassa mistä ja miten hallitaan työnäkymiä, tulostusnäkyviä tai esimerkiksi miten 2D-tasonäkymään tehdään avustavat viivarajaukset mallintamista varten.

Mallinnustyön edetessä havaittiin aikaa vieviä haasteita, joita olivat: seinärakenteiden liittyminen, kun seinien kulma toisiinsa nähden oli jotain muuta kuin tasan 90 astetta. Palkkirakenteet, jotka ovat seinärakenteen sisällä ja joiden tulee näkyä erillisinä rakenteina leikkausnäkyvässä. Tasopiirrosten näkymäsyvyyksien määrittäminen, kun rakennuksessa samaan kerrok-

seen mielleltävät tasot poikkeavat huomattavasti korkeusasemalta toisistaan.

5.2 Havainnot projektityön tuloksista

Inventointimallin tarkkuudella ja luotettavuudella on merkittävä osa jatkossa tehtävään suunnitteluun (tietomallinnus tai perinteisempi CAD-suunnittelu) suunnittelualasta riipumatta. Lähtökohtaisesti inventointimalli tehdään, kun rakennus saavuttaa peruskorjausvaiheen. Tätä ennen on voitu kohteeseen tehdä kuntotutkimuksia, haitta-ainekartoitus, talotekniikan kuntoarvio sekä kohteen laserkeilaus, joiden pohjalta yhdessä alkuperäisten suunnitelma-asiakirjojen kanssa laaditaan inventointimalli.

Inventointimallin luotettavuuteen vaikuttaa käytetty lähtötietomateriaali: mihin korkomaailma, rakennekaksuudet ja rakenteiden sijainnit perustuvat. Osa rakenteista voi olla kuvattu inventointimallissa mitatuksi, osittain mitatuksi, lähtötieto perustuu vanhoihin suunnitelma-asiakirjoihin tai rakenneavaukseen. Kuitenkin on muistettava, että vanhat rakenteet ovat jossain määrin aina geometrialtaan epätarkkoja, jolloin tietomallin mitoissa pyritään pitäytymään YTV 12 mukaisessa mittapoikeamatoleransseissa.

Projektityön pohjalta muodostui neljä mahdollista toimintatapaa käyttää saatua inventointimalliaineistoa: referenssinä pienissä muutostöissä tai rakennemallin mallinnuksessa, muokata natiivimallista rakennemalli tai kääntää saatu ifc-malli Revit-malliksi. Inventointimallin toimitusmuoto (ifc-malli vai natiivimalli käytetyssä tietomalliohjelmamuodossa) vaikuttaa osaltaan sen käyttötapaan.

Ensimmäisessä tapauksessa saatua ifc-mallia voidaan käyttää referenssi-tiedostona, joka soveltuu niin pieniin muutostöihin tai peruskorjauksen rakennemallin pohjaksi. Toisessa tapauksessa käyttöön saatu natiivimalli voidaan muokata rakennemalliksi, joka soveltuu peruskorjausprojekteihin. Kolmannessa tapauksessa saatu ifc-malli käännetään Revit-malliksi, jotta olemassa olevia rakenteita saadaan poistettua ja tilalle mallinnettua uusia rakenteita ilman, että mallinnetaan rakennemallia kokonaan alusta. Tämä toimintatapa soveltuu sekä pieniin muutostöihin että suppeampiin peruskorjausprojekteihin.

Prosessikuvauksen laatimisen yhteydessä pyrittiin havainnoimaan myös mitä vaikutuksia eri toimintatavan valinnalla olisi. Yleisesti tietomallinnusprojektissa suurin vaikuttaja on mallintamiseen käytettävä aika suhteessa tarkoituksenmukaiseen lopputulokseen, mikä riippuu hankkeen laajuudesta, miten monimutkaisia mallinnettavat rakenteet ovat sekä miten tarkkaan halutaan mallintaa. Käytettyyn aikaan puolestaan vaikuttaa mallintajan osaaminen tietomalliohjelman hallinnassa.

Tehtäessä rakennemalli lähtötietomateriaalista muokaamalla: natiivimallin muutos rakennemalliksi tai ifc-mallin muutos Revit-malliksi, voidaan

välttää mallintamiseen tulevia rakenteen sijainti- tai paksuusvirheitä. Virheitä voi muodostua, mikäli rakennemallia lähdetään mallintamaan referenssinä käytettävän ifc-mallin pohjalta. Lisäksi mallintamiseen kuluu enemmän aikaa, kuin jos olevan rakenteen kääntää rakenteelliseksi sekä muokkaa sen materiaali- ja tiet ominaisuuksia.

Nykyään on mahdollista tehdä 3D-mallista otetusta leikkauksista rakennetyypit sekä tarkemmat leikkaukset valmiiden detail componenttien (lämmöneristeet, raudoitukset, työsaumat), viivamäärittysten sekä rasterityyppien avulla. Vaikka Revitistä löytyy lähes samat ominaisuudet tehdä 2D-kuvia, nämä tehdään pääsääntöisesti vielä AutoCAD:lla.

5.3 Kehitysehdotukset

Opinnäytetyöhön liittyvässä työprojektissa vanhojen rakennetyyppien inventointi tehtiin vielä 2D-muotoon AutoCAD:lla. Valmiit suunnitelmat ovat vielä toistaiseksi 2D-tulosteita ja 3D-muotoista tietomallia käytetään edelleen vain eri suunnitelmien yhteensopivuuden tarkastamiseen sekä kohteen yleiseen hahmottamiseen, ei esittämään suunnitelmia pelkäämään.

Tarkempien detaljien mallintaminen 3D-muotoon on toisaalta vielä kohtalaisen työlästä, aikaavievää ja nostaa tiedostokokoa, jolloin tietomallin hallinta ja käytettävyys voi hidastua merkittävästi. Näin on perusteltua käyttää toistaiseksi 2D-piirtämistä esittämään tarkempia suunnitelmia, kuten detaljeja ja rakennetyyppejä.

Korjausrakentamisessa haasteena on että kukin kohde on erilainen ja tyyppidetalljikokonaisuuksia on haastava tai mahdoton mallintaa niin, että mallintamiseen käytetty aika olisi kohtuullinen haluttuun lopputulokseen nähden.

Tulevaisuudessa voi olla tilanne, että suunnitelmat ovat pelkäämään 3D-muotoisia, tällöin haasteena voi olla työmaaolosuhteissa suunnitelmien tarkasteluun käytettävien laitteiden soveltuvuus: työmaatoimistossa voi tarkastella tietomallia sopivalla katseluohjelmalla, mutta esimerkiksi rauditusolosuhteissa kannettavan tietokoneen käyttö voi olla vaikeaa ja mahdollisesti aiheuttaa vaaratilanteita.

Mikäli tulevaisuudessa työmailla keskitytään käyttämään laajemmin digitaalista suunnitteluaineistoa, on todennäköisesti suunnitelmien katsontalaitteiden kehityttävä käyttöympäristöön soveltuvammiksi. Myös tietomalliohjelman kehitys, jotta revisioitaessa suunnitelmia ja niitä katsottaessa digitaalisessa muodossa, ohjelma osaisi suunnata huomion muutoskohtiin esimerkiksi värimuutoksella tai tekstihuomiolla 3D-näkymässä. Tämä toiminto on esitetty nykyään revisiopilvellä sekä nimiön yläpuolisella revisio-tietolistauksella 2D-tulosteissa.

LÄHTEET

Lait, teokset, opinnäytetyöt, verkkosivut:

Alkuperäiset skannatut rakenne- ja arkkitehtisuunnitelmat, alakoulu vuodelta 1947 - 1949 ja yläkoulu vuodelta 1955 - 1956. Haettu 25.10.2019 projektin lähtötietomateriaalikansioista

Arima I. (2019). *Maunulan ala-aste, Tietomallintamisen projektisuunnitelma*. Helsinki: Sweco PM Oy. Haettu 20.10.2019 projektin lähtötietomateriaalikansioista

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. & Liston, K. (2008) *BIM Handbook, A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. New Jersey, USA: John Wiley & Sons, Inc.

Heikinheimo, M., Hägerström, S. & Solin, A. (2018). *Rakennushistoriaselvitys Maunulan ala-aste ja Månsas lågstadieskola*. Helsinki: Arkkitehtitoimisto ark-byroo.

Helander, D., Singh, V. (2016). BIM in building renovation projects: what is the useful minimum information requirement? *Int. J. Product Lifecycle Management*, Vol. 9, No. 1, s. 65 – 86.

Kulttuuriympäristömme. (2015). *Käsitteitä*. Haettu 3.5.2020 osoitteesta [https://www.kulttuuriymparistomme.fi/fi-FI/Tutki_ ja_tutustu/Kasitteita](https://www.kulttuuriymparistomme.fi/fi-FI/Tutki_ja_tutustu/Kasitteita)

Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999/132 17 luku §117 i *Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje* Haettu 19.5.2020 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132#L17P117i>

Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999/132 17 luku §120 d *Suunnittelutehtävien vaativuusluokat*. Haettu 19.5.2020 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132#L17P120d>

Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999/132 17 luku §120 e *Suunnittelijoiden kelpoisuusvaatimukset*. Haettu 19.5.2020 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132#L17P120e>

Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999/132 18 luku §125 *Rakennuslupa*. Haettu 17.5.2020 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132#L18P125>

Rakennusteollisuus. (2020). *Korjaustarpeet ja kustannukset, perustietoa*. Haettu 3.5.2020 osoitteesta <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa- alasta/Korjausrakentaminen1/Rakennuskanta/>

Rakennusteollisuus. (2020). Rakennuksen elinkaari kestävän rakentamisen lähtökohtana. Haettu 3.5.2020 osoitteesta <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Kestava-rakentaminen/Rakennuksen-elinkaari/>

Rakennustietosäätiö RTS 2019 (2019) *Rakennuksen laserkeilaus*. Haettu 3.5.2020 osoitteesta <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%20103133>

Rakennustietosäätiö RTS 2019 (2019) *Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo RAK18*. Rakennustieto Oy, RT 103087. Haettu 3.5.2020 osoitteesta <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%20103087>

Rakennustietosäätiö RTS 2010 (2010) *Tietomallinnettava rakennushanke, ohjeita rakennuttajalle*. Rakennustieto Oy, RT 10-10992. Haettu 4.4.2020 osoitteesta <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2010-10992>

Rakennustietosäätiö RTS ja COBIM -hankkeen osapuolet (2012) *Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 1. Yleinen osuus*. Rakennustieto Oy, RT 10-11066. Haettu 3.5.2020 osoitteesta https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2010-11066?external_system=Juha&page=1

Rakennustietosäätiö RTS ja COBIM -hankkeen osapuolet (2012) *Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 2. Lähtötilanteen mallinnus*. Rakennustieto Oy, RT 10-11067. Haettu 10.9.2019 osoitteesta <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2010-11067>

Rakennustietosäätiö RTS ja COBIM -hankkeen osapuolet (2012) *Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 5. Rakennesuunnittelu*. Rakennustieto Oy, RT 10-11070. Haettu 10.9.2019 osoitteesta <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2010-11070>

Rakennustietosäätiö RTS 2016 (2016) *Talonrakennushankkeen kulku, rakennushankkeen osapuolet*. Rakennustieto Oy, RT 10-11222. Haettu 29.3.2020 osoitteesta <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2010-11222>

Rakennustietosäätiö RTS sr 2017 (2017) *Talonrakennushankkeen kulku, yleistä*. Rakennustieto Oy, RT 10-11256. Haettu 29.3.2020 osoitteesta <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2010-11256>

Ramboll Finland Oy. Sisäinen SharePoint, RFI Revit ohjeet. Haettu 9.9.2019

Revit. (2019). *Toimialat rakennesuunnittelu -esittely*. Haettu 5.10.2019 osoitteesta <https://www.autodesk.fi/products/Revit/structure>

Revit. (2020). *Parametrinen suunnittelu*. Haettu 31.1.2020 osoitteesta <http://help.autodesk.com/view/RVT/2019/ENU/?guid=GUID-71F2C8EE-2A90-4076-A6C7-702082566DDF>

ja

<http://help.autodesk.com/view/RVT/2019/ENU/?guid=GUID-D8835F8E-1330-4DBC-8A55-AF5941056C58>

Ristola, T. (2019). *Tekla Structuresin ja Autodesk Revitin vertailu tietomallintamisessa*. Opinnäytetyö, Rakennustekniikan amk-tutkinto, Metropolia AMK. Haettu 1.10.2019 osoitteesta <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201904296416>

Tekla. (2019). *Tuotteet esittely*. Haettu 5.10.2019 osoitteesta <https://www.tekla.com/fi/tuotteet/tekla-structures>

Tilastokeskus. (2019). *Rakennuskanta 2018*. Haettu 3.5.2020 osoitteesta http://www.stat.fi/til/rakke/2018/rakke_2018_2019-05-21_kat_002_fi.html

Turunen, T. (2019). *Korjausrakentamisen erikoistumiskoulutus hankesuunnittelu/sisäilmakorjaukset, Ramboll Finland Oy - korjausrakentamisen luentomateriaali*. Haettu 24.1.2019 <https://moodle.hamk.fi>

Työsuojelu. (2020). *Asbesti*. Haettu 24.5.2020 osoitteesta <https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/rakennusala/asbesti>

Valtioneuvoston asetus 214/2015 7 luku §23 *Poikkeuksellisen vaativa rakennusfysikaalinen suunnittelutehtävä ja kosteusvaurion korjaustyön suunnittelutehtävä*. Haettu 20.5.2020 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150214#Pidp445950880>

Vertex Systems. (2019). *Rakennesuunnittelun esittely*. Haettu 5.10.2019 osoitteesta <https://www.vertex.fi/web/fi/rakennussuunnittelu>

Wilska, P. (2019). *Inventointimalliselostus, Maunulan ala-aste, rakennus 1*. Helsinki: Helsingin kaupunki - Kaupunkiympäristö, Tilapalvelut - Rakennussuunnittelu. Haettu 3.11.2019 projektin lähtötietomateriaaliansiosta

Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2019 § 3 *Rakennuksen kosteusteknisen toimivuuden olennaiset tekniset vaatimukset*. Haettu 19.5.2020 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170782#Pidp446330736>

Ympäristöministeriö. (2019). *Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakennusten korjaus*. Haettu 21.5.2020 osoitteesta https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161855/YM_2019_18_211019.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Taulukot:

Tilastokeskus (2019). Taulukko 1 Kaikki rakennukset, jakauma asuin- ja muiden kuin asuinrakennusten suhteesta. Taulukkoaineisto haettu 3.5.2020 osoitteesta http://www.stat.fi/til/rakke/2018/rakke_2018_2019-05-21_kat_002.fi.html

Tilastokeskus (2019). Taulukko 2 Osuus kaikista rakennuksista. Taulukkoaineisto haettu 3.5.2020 osoitteesta http://www.stat.fi/til/rakke/2018/rakke_2018_2019-05-21_kat_002.fi.html

Haastattelut:

Vikki, K. (2019). BIM osastopäällikkö, Ramboll Finland Oy. Haastattelu 9.10.2019

Vikki, K. (2019). BIM osastopäällikkö, Ramboll Finland Oy. Haastattelu 19.12.2019

Vikki, K. (2020). BIM osastopäällikkö, Ramboll Finland Oy. Haastattelu 10.2.2020

Kuvalähteet:

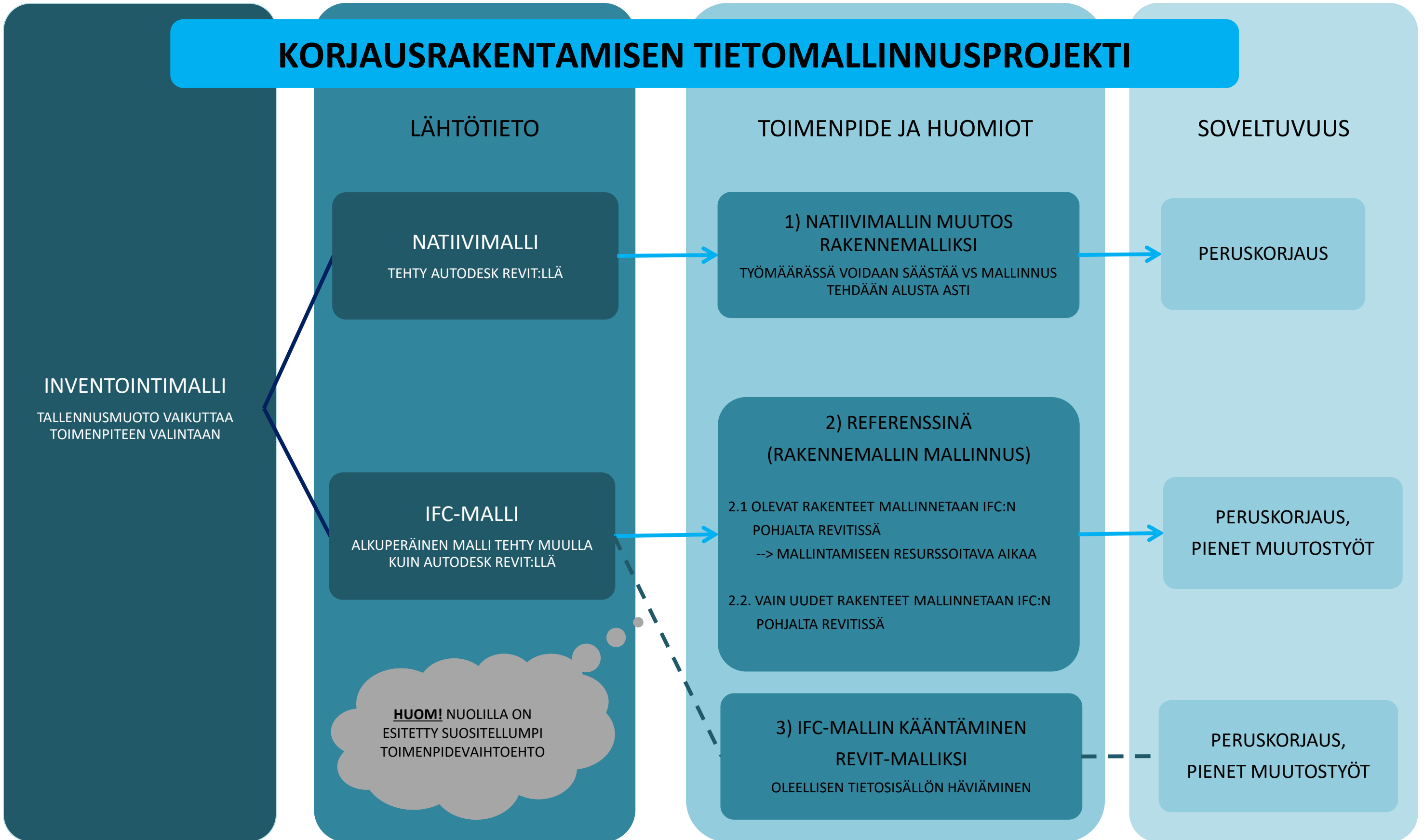
Rakennusteollisuus. (2019.).	Kuva 1	Asuntokannan ikäjakauma vuonna 2014. Haettu 7.5.2020 osoitteesta https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Talous-tilastot-ja-suhdanteet/Kuviopankki/Korjausrakentaminen/
ROTI 2019 -hanke. (2019).	Kuva 2	Roti 2019, rakennetun omaisuuden tila. Haettu 7.5.2020 osoitteesta https://www.ril.fi/fi/alan-kehitys-2/roti-2019
Rakennusteollisuus. (n.d.).	Kuva 3	Rakennuksen elinkaari. Haettu 3.5.2020 osoitteesta https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Kestava-rakentaminen/Rakennuksen-elinkaari/

Turunen, T. (2019).	Kuva 4	Korjaushankkeen kulku. Haettu 24.1.2019 https://moodle.hamk.fi
Rakennustietosäätiö. (2016).	Kuva 5	Rakennushankkeen osapuolet, RT 10-11222. Haettu 29.3.2020 osoitteesta https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2010-11222
Helsingin ARSKA. (2020).	Kuva 6	ARSKA arkiston sähköinen asiointipalvelu. Haettu 7.5.2020 osoitteesta https://asiointi.hel.fi/arska/map2.aspx?source=arska&raki=103424878C&ratu=37865&avain=37865&x=6679517&y=25496063&katunimi=Maunulanm%C3%A4ki&numero=5&prop=091-028-0274-0002
Puranen, P. (2014)	Kuva 7	Rakenneavaus ja materiaalinäytteenotto kuntotutkimuksen yhteydessä, kuva otettu 17.11.2014
Rakennustietosäätiö. (2016).	Kuva 8	Esimerkki kolmiulotteisesta pistepilvestä (toteutus Tampereen ammattikorkeakoulu (TAMK)). Haettu 9.5.2020 osoitteesta https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%20103133?external_system=Juha&page=1
Ympäristöministeriö. (2019).	Kuva 9	Korjaushankkeen eri vaiheissa korjaussuunnittelijalle sekä tilaajalle ja erilliselle sisäilma-asiiantuntijalle kuuluvat tehtävät. Haettu 21.5.2020 osoitteesta https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161855/YM_2019_18_2_11019.pdf?sequence=4&isAllowed=y
Ympäristöministeriö. (2019).	Kuva 10	Kosteus- ja mikrobivaurioituneen rakennuksen korjausmenetelmien valintaan vaikuttavia tekijöitä. Haettu 21.5.2020 osoitteesta https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161855/YM_2019_18_2_11019.pdf?sequence=4&isAllowed=y
CEMEX ventures. (n.d.).	Kuva 11	Life Cycle BIM. Haettu 9.5.2020 osoitteesta https://www.cemexventures.com/discover-how-bim-is-implemented-in-each-phase-of-the-construction-industry/
Rakennustietosäätiö. (2010).	Kuva 12	Rakennushankkeen vaiheita ja hankkeen tietovarantoa kuvaava kaavio. Haettu 4.4.2020 osoitteesta https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2010-10992

Ramboll Finland Oy. (2019).	Kuva 13	Tekla-malli pääkirjasto Oodista. Haettu 3.5.2020 Ramboll SharePoint.
Autodesk Inc. (2020).	Kuva 14	Autodesk Revitin kanssa yhteensopivia suunnitteluohjelmia. Haettu 7.5.2020 osoitteesta https://www.autodesk.com/autodesk-university/
Vertex Systems. (2020).	Kuva 16	Vertex rakennesuunnittelu. Haettu 3.5.2020 osoitteesta https://www.vertex.fi/web/fi/rakennussuunnittelu#rak
Puranen, P. (2020).	Kuva 17	Aloituskäyttö. Kuvakaappaus ohjelmasta Revit 2019.
Puranen, P. (2020).	Kuva 18	Yleiskäyttö, Solibri Model Viewer v9.8. Kuvakaappaus ohjelmasta Solibri Model Viewer v9.8
Puranen, P. (2020).	Kuva 19	Väärä sijainti. Kuvakaappaus ohjelmasta Revit 2019
Puranen, P. (2020).	Kuva 20	Group-näkymä 3D. Kuvakaappaus ohjelmasta Revit 2019.
Puranen, P. (2020).	Kuva 21	Ungroup-toiminto. Kuvakaappaus ohjelmasta Revit 2019.
Puranen, P. (2020).	Kuva 22	3D - RAK -näkö. Kuvakaappaus ohjelmasta Revit 2019.
Puranen, P. (2020).	Kuva 23	3D yleiskäyttö. Kuvakaappaus ohjelmasta Revit 2019.
Puranen, P. (2020).	Kuva 24	Ifc-linkin muutos Revit-malliksi I. Kuvakaappaus ohjelmasta Revit 2019.
Puranen, P. (2020).	Kuva 25	Ifc-linkin muutos Revit-malliksi II. Kuvakaappaus ohjelmasta Revit 2019.
Puranen, P. (2020).	Kuva 26	Epäkohtia mallissa. Kuvakaappaus ohjelmasta Revit 2019.
Puranen, P. (2020).	Kuva 27	Temporary Hide/Isolate -näkö vaakapuusta. Kuvakaappaus ohjelmasta Revit 2019.
Helsingin kaupungin rakennusvirasto. (1960).	Kuva 28	Asemapiirros vuodelta 1960. Haettu 20.10.2019 projektin lähtötietomateriaalikansista
Helsingin kaupungin rakennusvirasto. (1960).	Kuva 29	Maunulan kansakoulu (alakoulu), nykytilannepiirustus I. Haettu 20.10.2019 projektin lähtötietomateriaalikansista.
Helsingin kaupungin rakennusvirasto. (1960).	Kuva 30	Maunulan kansakoulu (alakoulu), nykytilannepiirustus II. Haettu 20.10.2019 projektin lähtötietomateriaalikansista.
Helsingin kaupungin rakennusvirasto. (1960).	Kuva 31	Maunulan kansakoulu (alakoulu), nykytilannepiirustus III. Haettu 20.10.2019 projektin lähtötietomateriaalikansista.

Helsingin kaupungin rakennusvirasto. (1960).	Kuva 32	Uusi kansakoulu (yläkoulu), nykytilannepiirustus I. Haettu 20.10.2019 projektin lähtötietomateriaalikansiosta.
Helsingin kaupungin rakennusvirasto. (1960).	Kuva 33	Uusi kansakoulu (yläkoulu), nykytilannepiirustus II. Haettu 20.10.2019 projektin lähtötietomateriaalikansiosta.
Helsingin kaupungin rakennusvirasto. (1960).	Kuva 34	Kuva 25 Uusi kansakoulu (yläkoulu), nykytilannepiirustus III. Haettu 20.10.2019 projektin lähtötietomateriaalikansiosta.
Puranen, P. (2020).	Kuva 35	Rakennus 1 perustukset ja salaojat. Kuvakaappaus ohjelmasta Revit 2019.
Puranen, P. (2020).	Kuva 36	Rakennus 2 perustukset ja salaojat. Kuvakaappaus ohjelmasta Revit 2019.
Helsingin kaupungin rakennusvirasto. (1955).	Kuva 37	Maunulan kansakoulu (yläkoulu), pohjakerroksen katto, RAK piir.nro 15, palkki 66. Haettu 18.4.2020 projektin lähtötietomateriaalikansiosta.
Puranen, P. (2020).	Kuva 38	Rakennus 1, 2 ja 3 I. Kuvakaappaus ohjelmasta Revit 2019.
Puranen, P. (2020).	Kuva 39	Rakennus 1, 2 ja 3 II. Kuvakaappaus ohjelmasta Revit 2019.

KORJAUSRAKENTAMISEN TIETOMALLINNUSPROJEKTI



REVIT KORJAUSRAKENTAMISPROJEKTIN ALOITUS

Piia Puranen
Toukokuu 2020

SISÄLLYSLUETTELO

1 PROJEKTIN ALOITUS, KUN INVENTOINTIMALLI TEHDÄÄN RAMBOLLIN TOIMESTA.....	2
2 PROJEKTIN ALOITUS, KUN INVENTOINTIMATERIAALI TULEE MUUALTA.....	2
2.1 INVENTOINTIMALLIN IFC-MALLI REFERENSSINÄ.....	2
2.2 INVENTOINTIMALLI REVIT-MUODOSSA, MUUNNOS RAKENNEMALLIKSI	5
2.3 INVENTOINTIMALLI IFC-MUODOSSA, OLEVIEN RAKENTEIDEN TUONTI REVITTIIN KÄÄNTÄ- MÄLLÄ IFC.....	10

1 Projektin aloitus, kun inventointimalli tehdään Rambollin toimesta

Inventointimallissa hyödynnetään värikoodausta, tarkempi ohjeistus löytyy Ramboll SharePointista: SharePoint → RFI Revit → Documents → Värimalli, Tarkkuus.

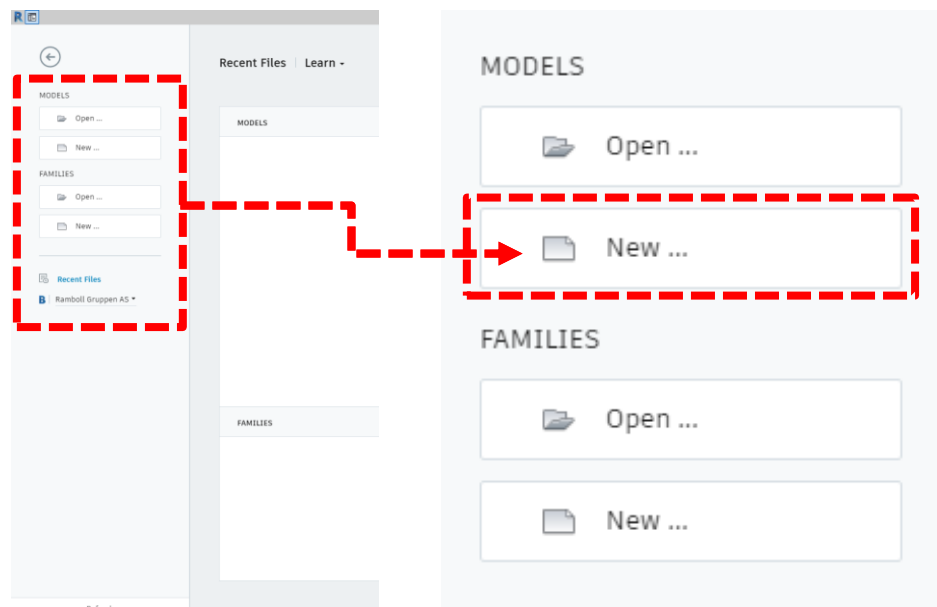
2 Projektin aloitus, kun inventointimateriaali tulee muualta

2.1 Inventointimallin ifc-malli referenssinä

Tietomalliprojektin aloitusvaiheessa luodaan uusi Revit-pohja, johon saatu ifc-muotoinen lähtötietomalli tuodaan linkittämällä. Tarkastetaan saadun ifc -mallin origon sijainti ja onko tietomalli todelliseen pohjois-etelä-suuntaan vai onko mallin pohjoinen suoraan ylöspäin, esimerkiksi Solibri Model Viewerillä.

Kuvat 1 - 2:

Revit:ssä perustetaan uusi projekti "models → new" ja haetaan valmis Project Template -tiedostopohja.

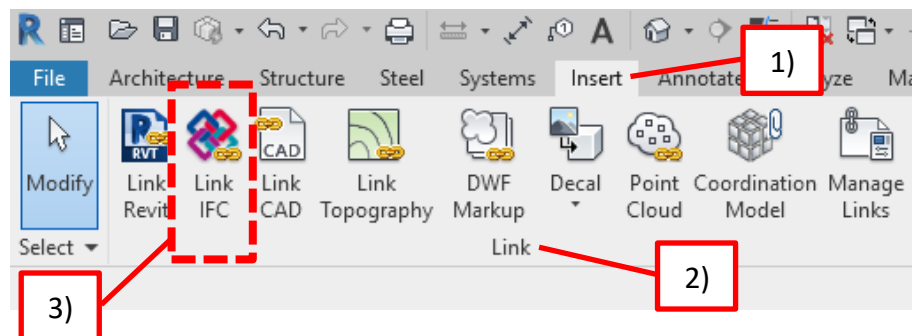


Kuva 1 Models, Revit 2019 (Puranen 2020)

Kuva 2 Models-New, Revit 2019 (Puranen 2020)

Kuva 3:

Ifc -malli tuodaan Revit-ohjelmaan 1) Insert-välilehden kautta kohdasta 2) Link 3) Link IFC. Revit konvertoi ifc -mallin soveltuvaksi.

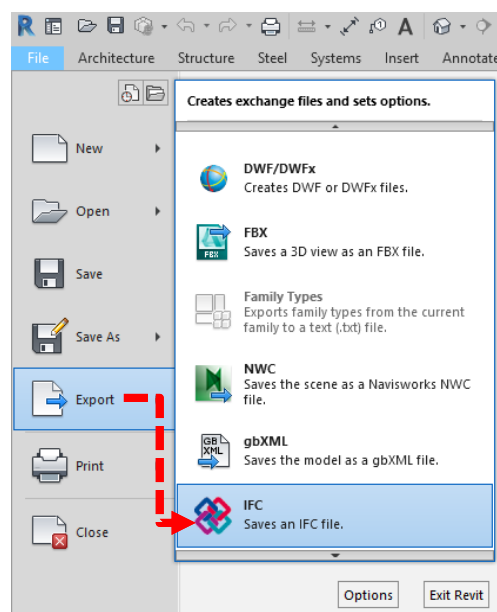


Kuva 3 Insert, Revit 2019 (Puranen 2020)

Kuva 4:

Projektikansioon luodaan kansio, johon Revit-malli tallennetaan, vaihtoehtoisesti tiedosto tallennetaan pilvipalvelimelle, josta löytyy erillinen ohjeistus: SharePoint → RFI Revit → Documents → Revitin avaaminen Central Model tilassa.

Revit-tiedostosta tehdään export-toiminnon kautta ifc-malli, joka on yhteensopiva muiden suunnittelualojen tietomallien kanssa.

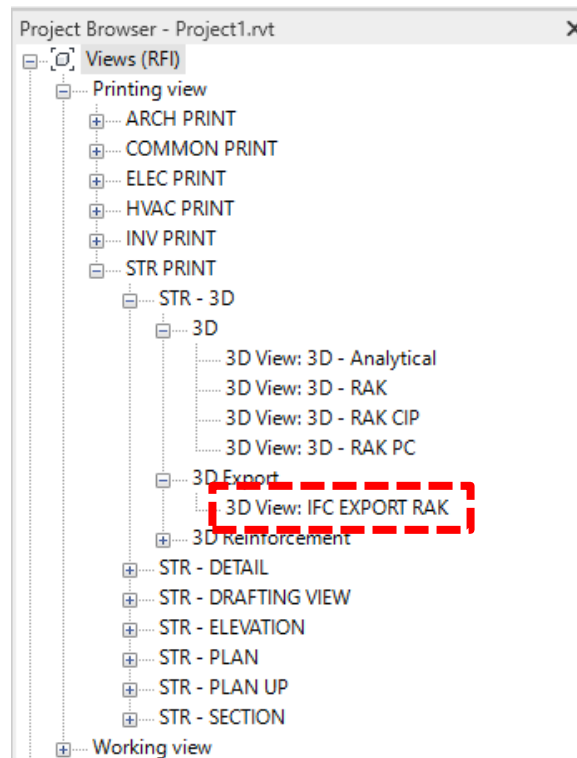


Kuva 4 Export ifc I, Revit 2019 (Puranen, 2020)

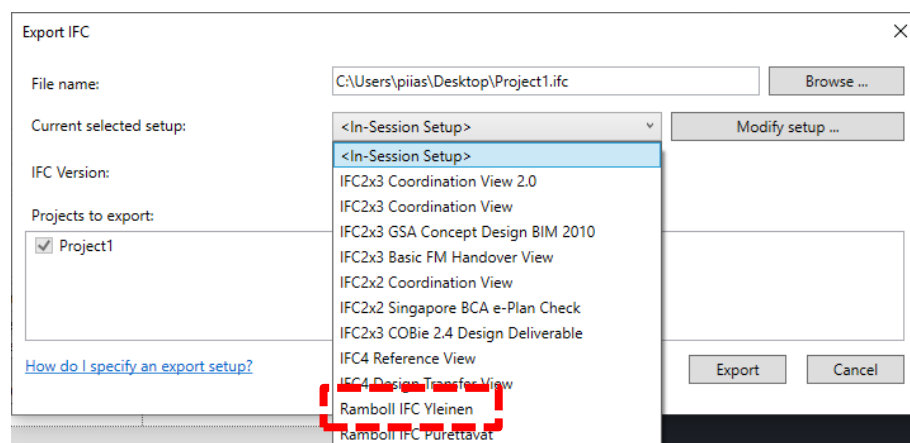
Kuvat 5 - 6:

Ennen rakennemallin kääntöä ifc-malliksi tulee tarkastaa näkymästä STR PRINT → 3D Export → 3D View: IFC EXPORT RAK, että käännettävään RAK ifc-malliin ei jää ylimääräisiä familyitä tai epäolennaisia rakenteita.

Rakennemallin exportoinnissa setup-valikosta valitaan ”Yleinen”.



Kuva 5 Export ifc II Revit 2019 (Puranen 2020)



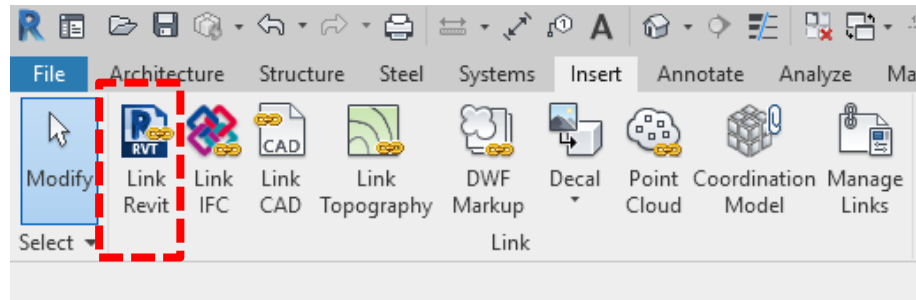
Kuva 6 Setup-valikko Revit 2019 (Puranen 2020)

2.2 Inventointimalli revit-muodossa muunnos rakennemalliksi

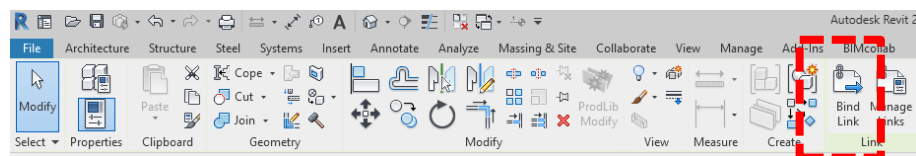
Natiivimallin tuonti Revit-tiedostosta toiseen on linkittää se haluttuun aloitus-pohjaan ja kiinnittää se.

Kuvat 7 - 8:

Valitaan yläpalkista "Insert → Link Revit → haetaan haluttu tiedosto → valitaan 3D-näkymässä tuotu Revi-linkki → Modify/RTV-links → Bind Link".



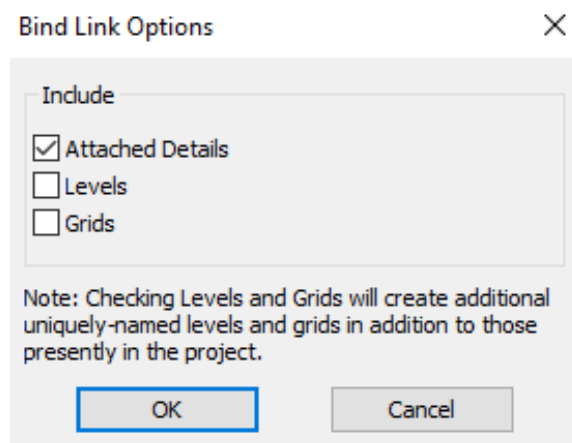
Kuva 7 Link Revit, Revit 2019 (Puranen 2020)



Kuva 8 Bind Link I, Revit 2019 (Puranen 2020)

Kuva 9:

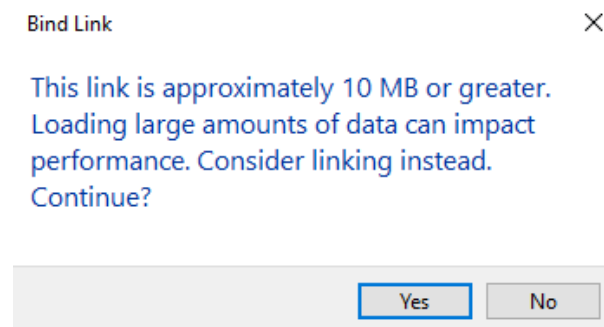
Tämän jälkeen ohjelma kysyy Bind Link Options, mitä halutaan kiinnittää. Valitaan kaikki vaihtoehdot ja kuitataan ok.



Kuva 9 Bind Link Options, Revit 2019 (Puranen 2020)

Kuva 10:

Tämän jälkeen tulee huomio, että siirrettävä tiedosto on suurikokoinen ja tällä voi olla vaikutusta siirron lopputulokseen. Kuitataan "Yes".

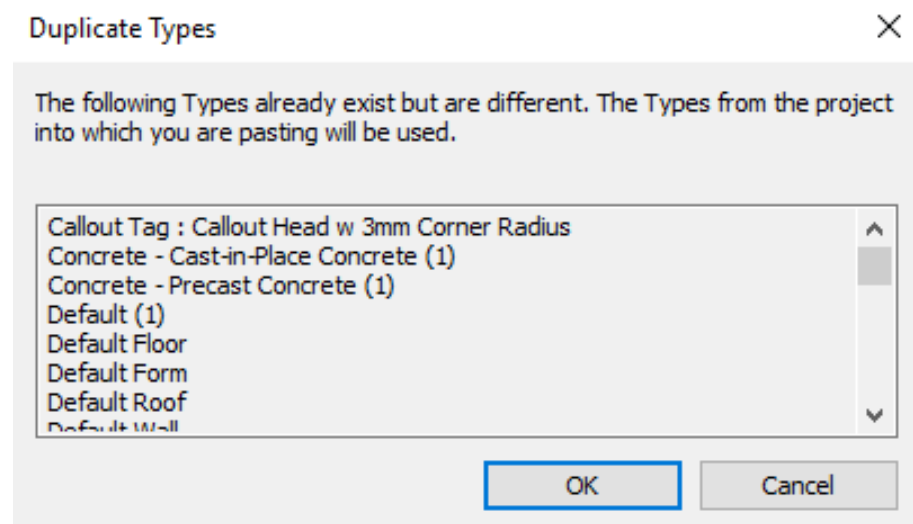


Kuva 10 Bind Link II, Revit 2019 (Puranen 2020)

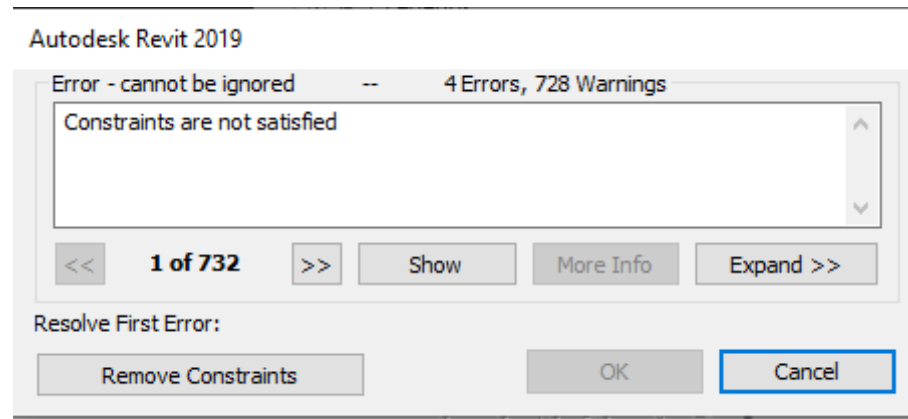
Kuvat 11 - 14:

Tiedoston siirron aikana tulee seuraavia huomiota:

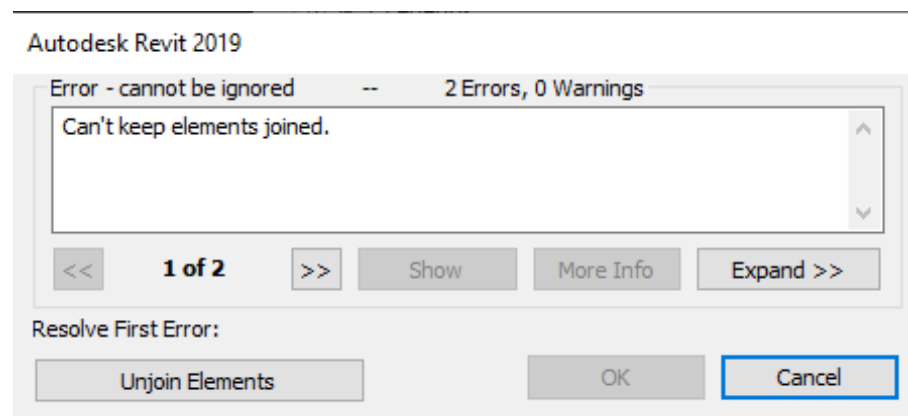
- Duplicate Types = joitain tiedostoja/tietosisältöjä on jo olemassa, mutta ne ovat erinimisiä kuin tiedostossa, josta tietomallia kopioidaan. Siirrossa huomioidaan ne tiedostot/tietosisällöt, mihin siirtoa ollaan tekemässä.
-
- Errors, Warnings = tiedoston siirron aikana tulee virhe- ja varoitusilmoituksia, jotka tulee kuitata ennen kuin Revit jatkaa tiedoston siirtoa. Yleensä virheilmoitukset ja varoitukset koskevat seinä- ja/tai lattialiitoksia.



Kuva 11 Duplicate Types, Revit 2019 (Puranen 2020)



Kuva 12 Errors-Warnings II, Revit 2019 (Puranen 2020)



Kuva 13 Errors-Warnings III, Revit 2019 (Puranen 2020)

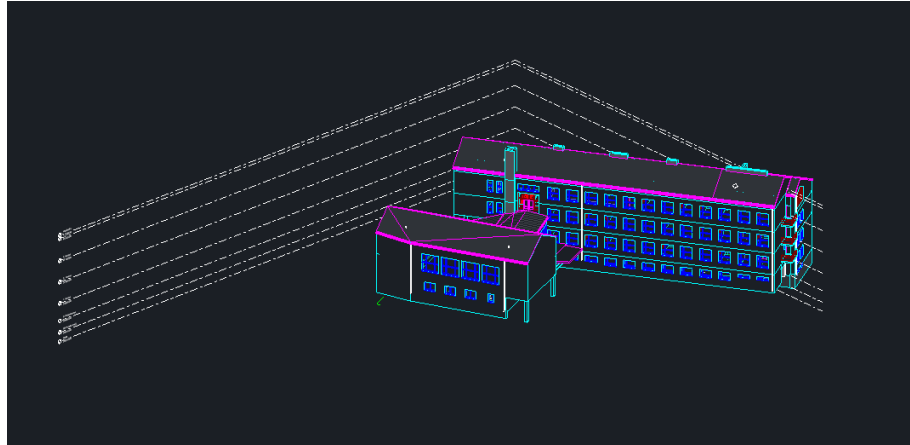
Warning

Group members had to be "moved to the project" (removed from their group instance) because they were not consistent with the group type definition.

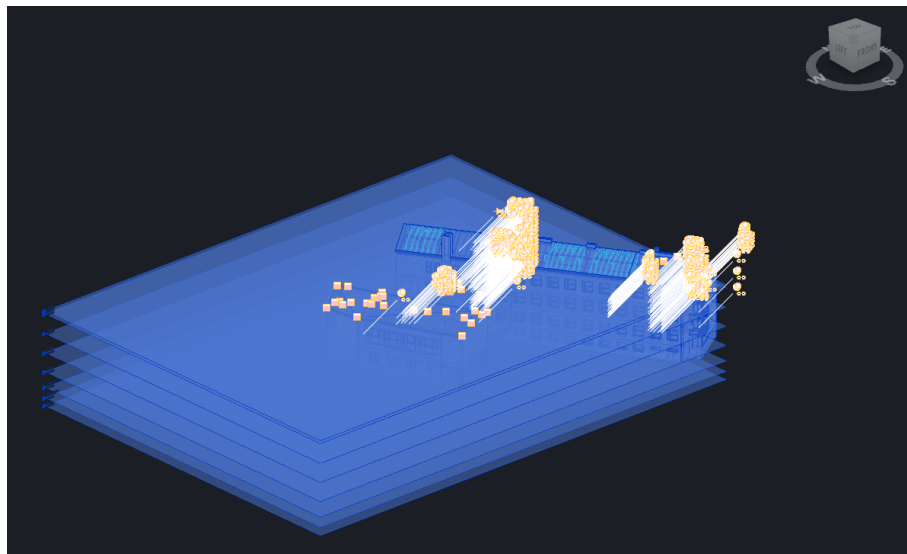
Kuva 14 Errors-Warnings IV, Revit 2019 (Puranen 2020)

Kuvat 15 - 17:

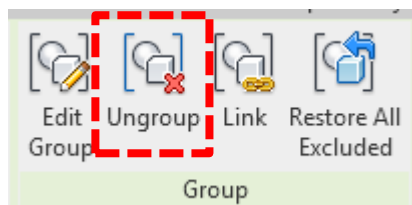
Revit-mallin Bind Link -toiminnon jälkeen tietomalli on edelleen yhtenäinen Group-kokonaisuus. Group-toiminnon purkaminen tehdään valitsemalla 3D-näkymässä group-malli, minkä jälkeen yläpalkin modify-välilehdelle tulee näkyvä ”Group → Ungroup”



Kuva 15 Group-näkymä 3D, Revit 2019 (Puranen 2020)



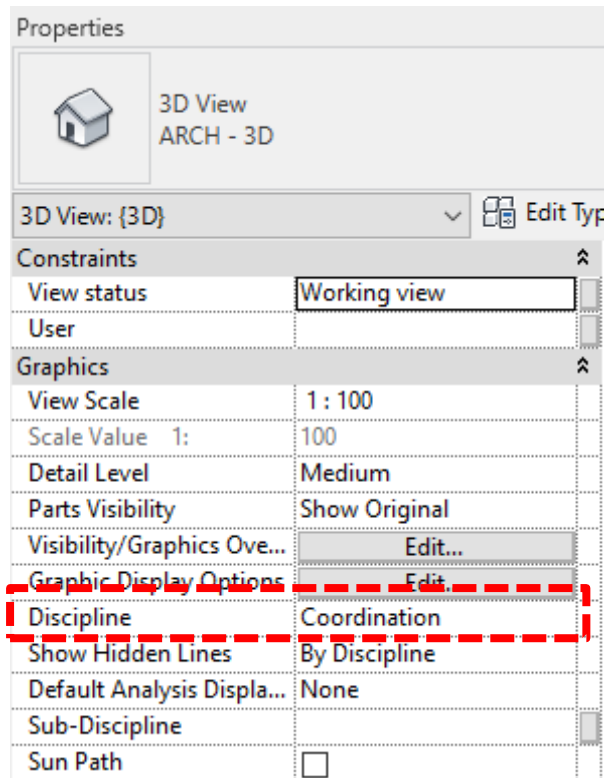
Kuva 16 Ungroup-toiminto I, Revit 2019 (Puranen 2020)



Kuva 17 Ungroup-toiminto II, Revit 2019 (Puranen 2020)

Kuva 18:

Tietomallin siirron onnistumista tarkastellaan 3D yleisnäkymän kautta, jonka näkymägraafiikaksi on valittu "Properties → Graphics → Discipline → Coordination". Tästä alkaa natiivimallin muutos rakennemalliksi.



Kuva 18 Properties → Discipline → Coordination grafiikalla, Revit 2019 (Puranen 2020)

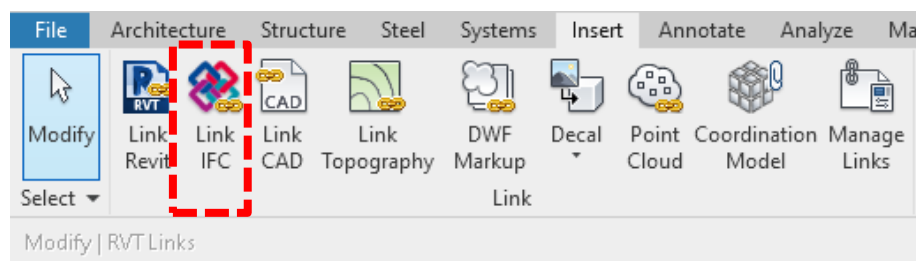
2.3 Inventointimalli ifc-muodossa, olevien rakenteiden tuonti revittiin kääntämällä ifc

Projektissa, jossa lähtötiedoksi on saatu ulkopuolelta tullut ifc-muotoinen inventointimalli, joka halutaan konvertoida Autodesk Revit muotoiseksi, projektin aloittaminen etenee seuraavasti:

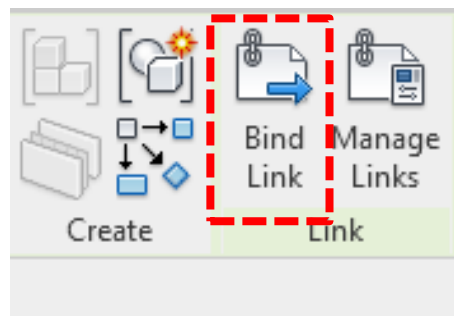
Kuvat 19 - 21:

Ifc -malli tuodaan "Insert → Link → Link IFC". Tämän jälkeen valitaan 3D-näkyvässä tietomalli ja valitaan yläpalkista "Modify | RVT Links → Link → Bind Link", kuvat 45. - 47. Valitaan "Bind Link options" valikosta kaikki ja kuitataan valinta ok.

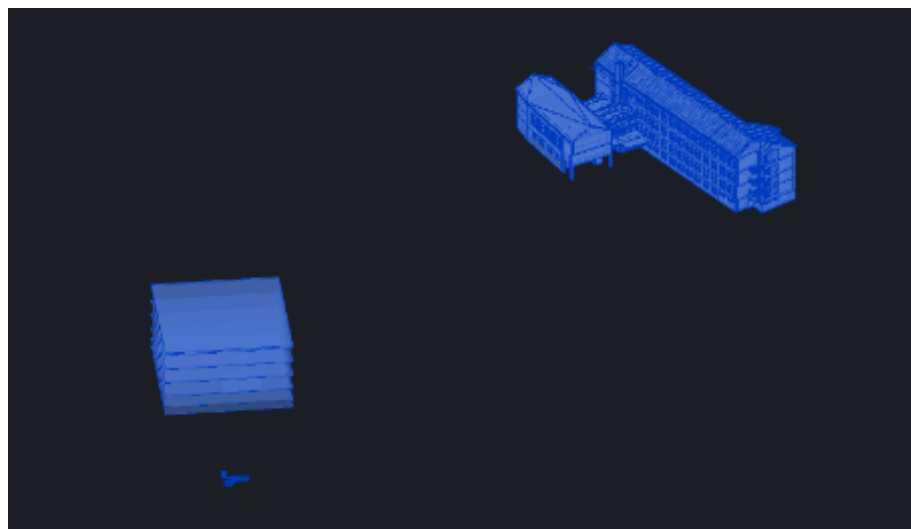
Ifc-linkin kiinnityksen jälkeen Revit huomioi, että linkki on kooltaan 10 MB tai suurempi, kuitataan jatkaminen kohdasta "Yes".



Kuva 19 Insert - Link IFC, Revit 2019 (Puranen 2020)



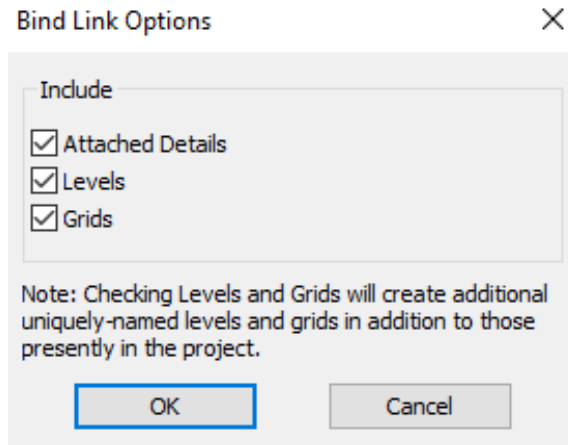
Kuva 20 Modify | RVT Links - Link - Bind Link I, Revit 2019 (Puranen 2020)



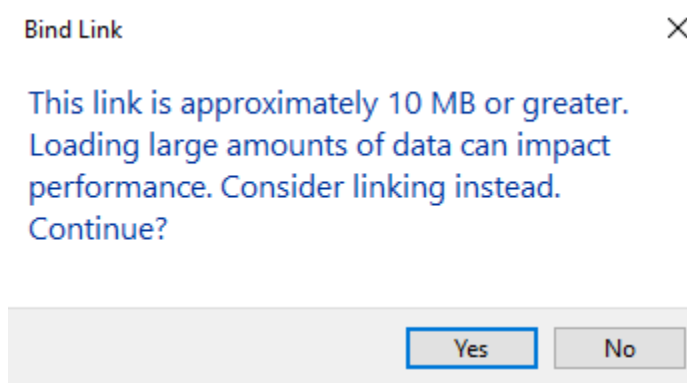
Kuva 21 Modify | RVT Links - Link - Bind Link II, Revit 2019 (Puranen 2020)

Kuvat 22 - 25:

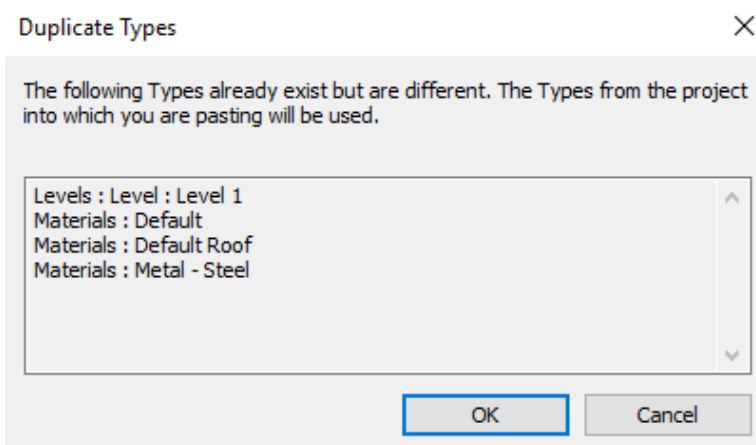
Revit-mallin Bind Link -toiminnon aikana ohjelma esittää huomioita jo olevista asetuksista ja varoituksia, jotka tulee kuitata, jotta ohjelma jatkaa tietomallin kääntämistä.



Kuva 22 Bind Link Options, Revit 2019 (Puranen 2020)

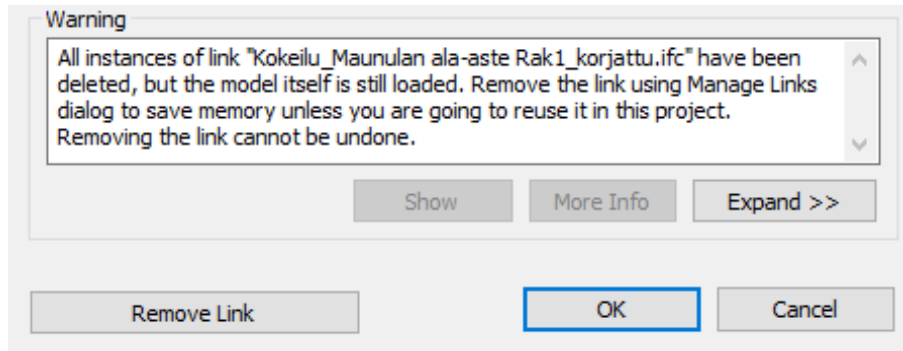


Kuva 23 Warning Bind Link, Revit 2019 (Puranen 2020)



Kuva 24 Duplicate Types, Revit 2019 (Puranen 2020)

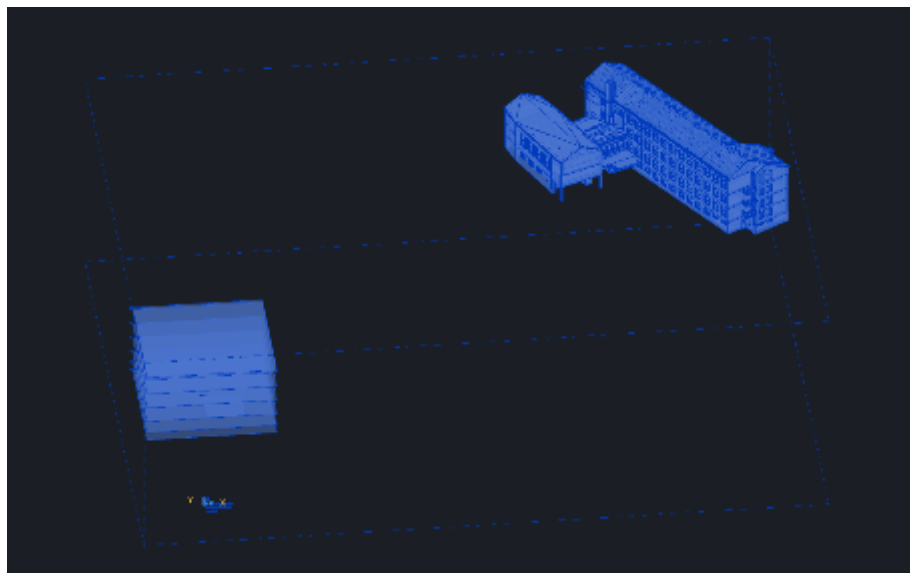
Autodesk Revit 2019



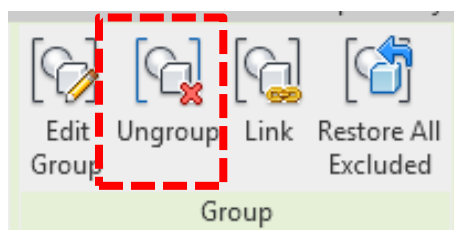
Kuva 25 Warning Bind Link, Revit 2019 (Puranen 2020)

Kuvat 26 - 27:

Revit-mallin Bind Link -toiminnon jälkeen tietomalli on edelleen yhtenäinen Group-kokonaisuus. Group-toiminnon purkaminen tehdään valitsemalla 3D-näkymässä group-malli, minkä jälkeen yläpalkin modify-välilehdelle tulee näkymä "Group → Ungroup"



Kuva 26 Group-näkymän purku I, Revit 2019 (Puranen 2020)



Kuva 27 Group-näkymän purku II, Revit 2019 (Puranen 2020)