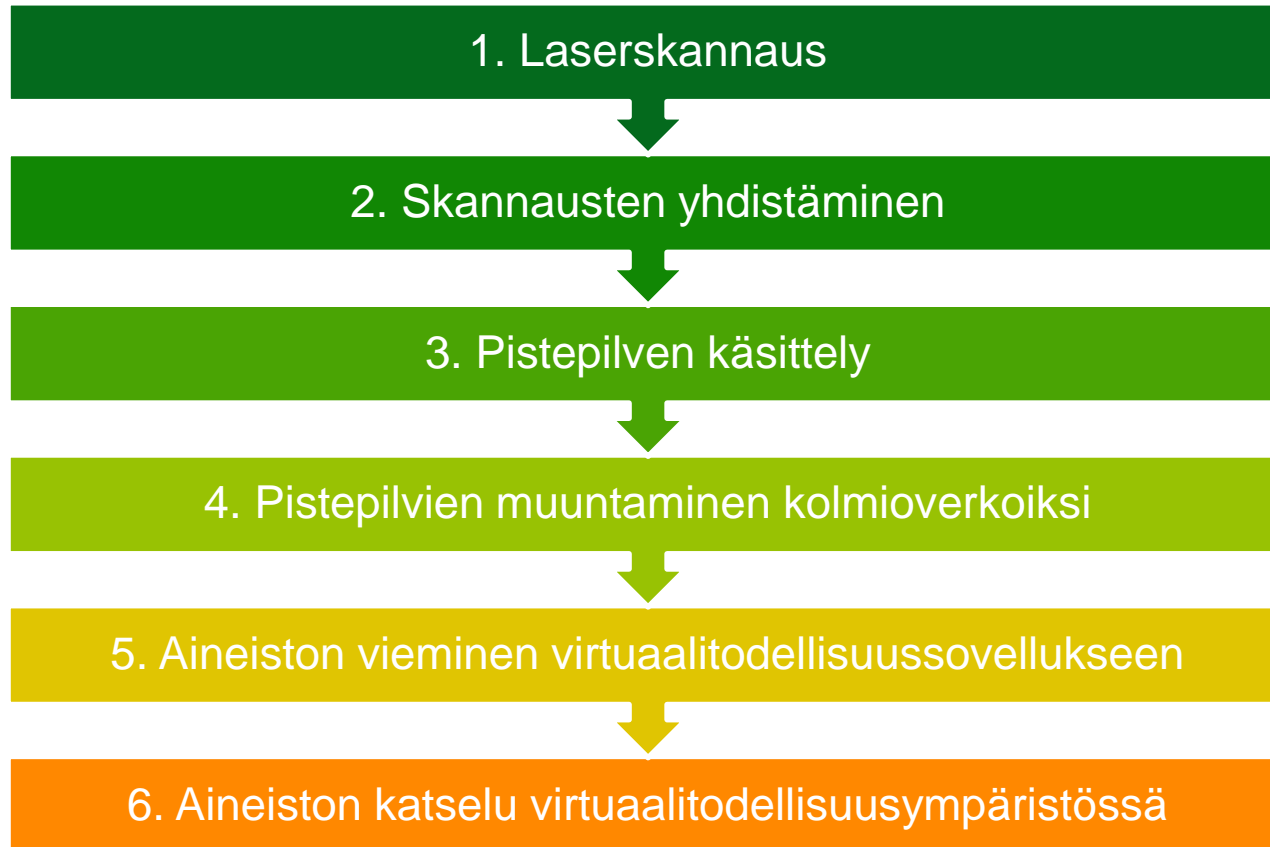


# Pistepilvestä virtuaalimalliksi työpolku

ProDigiOUs-hanke:  
Osallistava Virtuaalitodellisuus -työpaja  
13.02.2018

# Työpolku



**Tietomallinnuksen  
työpolku**

# 1. Laserskannaus



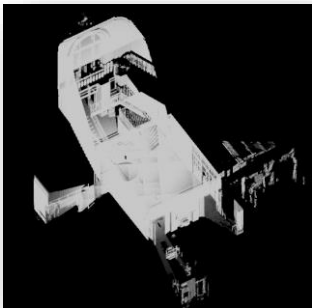
- Hyvä 3D-laserskannausprojekti lähtee aina etukäteissuunnittelusta
  - mitä varten kohde laserkeilataan
  - => ajoitus, työnkulku, laitteen asetukset yms.
- Toteutus
  - Sisätiloissa kiinnitetään huomiota kattavuuteen ja tilasta toiseen siirtymiin
  - Mieti resoluution ja valaistuksen vaikutukset
  - Huomioi heijastavat ja läpinäkyvät pinnat
  - Päätä: tähysten kanssa vai ilman tähyksiä; tarvitaanko georeferointia vai ei
- Laittevalmistajia on useita esim. Faro, Leica, Z&F, Riegl, jne.
  - Tiedosta laitekohtaiset rajoitukset ja mahdollisuudet



# 2. Skannausten yhdistäminen

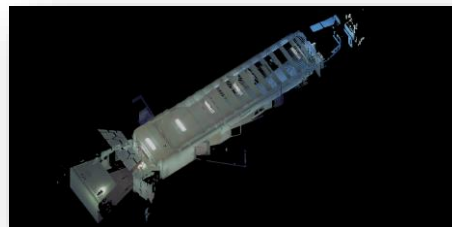
- Pistepilviaineiston koostaminen on (semi)automaattista
  - Ohjelma purkaa/indeksoi raakadatan ymmärtämäänsä muotoon
  - Ohjelma tekee oletussuodatuksia => laadukkaat pisteet jäävät
  - Yksittäiset skannaukset rekisteröidään yhdeksi pistepilveksi eli tuodaan ne samaan koordinaatistoon joko tähyksien avulla yhdistämällä, tai cloud-to-cloud -tyyppisillä algoritmeilla
  - Tarvittaessa tehdään georeferointi eli pistepilvi saatetaan valittuun paikkatietokoordinaatistoon
- Huomioitava:
  - Rekisteröinnin onnistuminen/tarkkuus
  - Datan ryhmittely
- Esimerkissä käytetty Faro Scene-ohjelmaa
  - muilla laitevalmistajilla omat ohjelmat ja vaihtoehtoisesti voi käyttää myös esim. Autodesk ReCap Pro -ohjelmaa

Scan 1



+

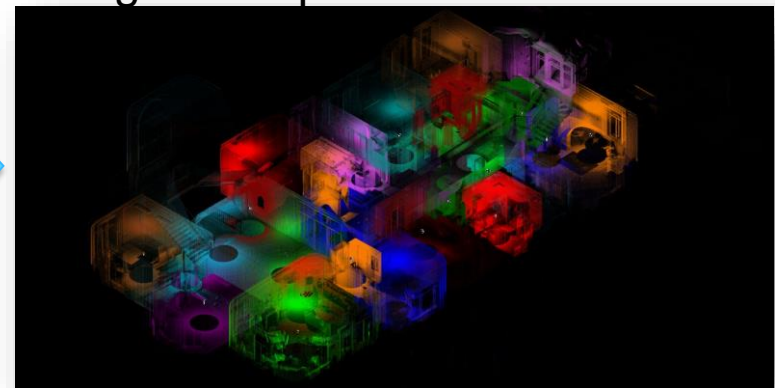
Scan 2



etc.

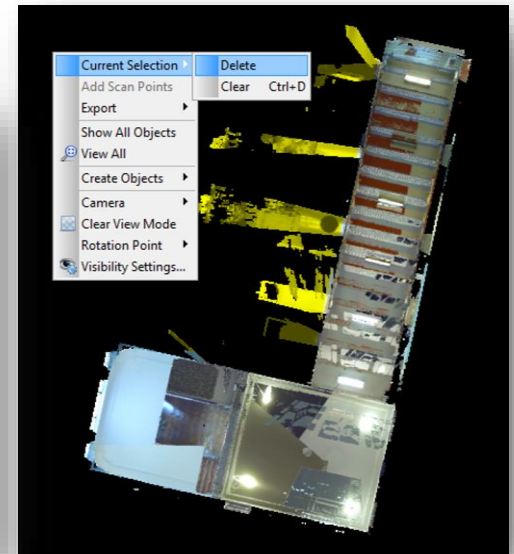
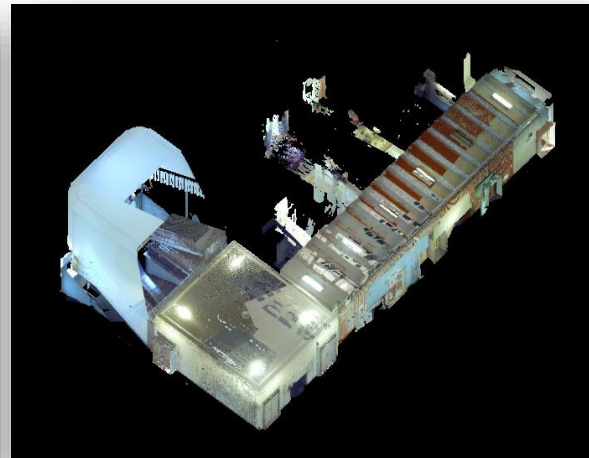
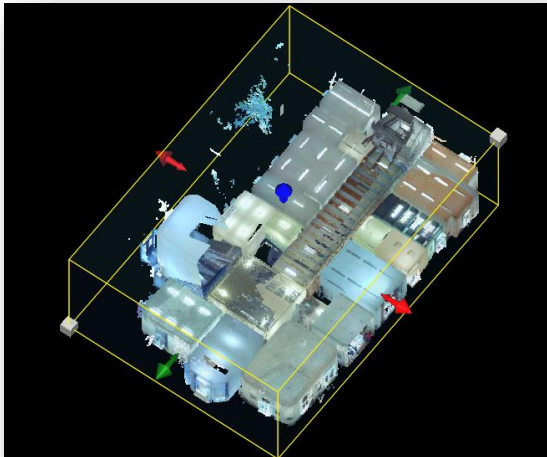


Registered point cloud



# 3. Pistepilven käsittely

- Pistepilven valmistelu seuraaviin vaiheisiin/ohjelmiin vaatii yleensä editointia:
  - Värit, yksinkertaisimmillaan luodaan automaattisesti skannerin ottamista kuvista
  - Tarpeettomien pisteiden/kohinan poistaminen, automaattisesti suodattamalla ja/tai käsin poistamalla
  - Pistetiheyden säätäminen, usein alkuperäistä pienempi pistetiheys riittää
  - Pistepilven segmentointi eli pilkkominen sopiviksi kokonaisuuksiksi käsiteltävyyden helpottamiseksi
  - Koordinaattimuunnokset (jos tarpeen)
- Demossa on käytetty Faro Scene –ohjelmaa, mutta tarjolla on useita eri vaihtoehtoja
  - Sekä lisensoituja ohjelmia, esim. Autodesk ReCap,
  - että avoimen lähdekoodin ohjelmia, esim. CloudCompare



# 4. Pistepilven muuntaminen kolmioverkoksi

- Jotta pistepilveä voidaan hyödyntää virtuaalimaailmassa tulee pistepilvi muuntaa kolmioverkkomalliksi ( mesh – malli )
- Löytyy sovelluksia erilaisilta valmistajilta
- Keilausaineistojen monimuotoisuus verrattuna perinteisen maastomallin kolmioverkon ( yksi pinta ) muodostamiseen käytettävistä aineistosta on merkittävä
  - useita eri tasoissa ja suunnissa olevia pintoja
  - vaatii monipuolisimpia algoritmeja
- Tässä demossa pistepilvestä luotu mesh-malli on muodostettu Autodeskin ReCap ohjelmistolla
- Pilven koordinaatiston ja asemoinnin voi määrittellä ReCap ohjelmassa

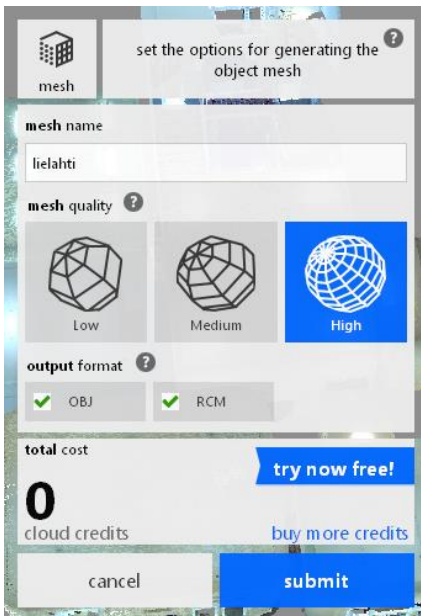
# Mesh-malli Case ReCap

- ReCap ohjelmasta löytyy pilvipalveluna toimiva työkalu joka muuntaa pistepilviaineiston Mesh-malliksi
  - Rajoituksena on näkyvän alueen ( Limit Box ) mitta 30m
  - Demossa käytetty aineisto jouduttiin tekemään kahdessa osassa





# Mesh-malli Case ReCap



- Sovellus tekee kaiken lähes automaattisesti eikä tässä ole juurikaan säädettäviä asetuksia
  - nimi
  - tarkkuus, kolme tasoa
  - formaatti OBJ / RCM
    - RCM Autodeskin oma formaatti
- Kun laskenta on valmis tulos tallentuu A360 Drive – pilvipalveluun josta se on ladattavissa
- Hyödyntää tekstuurien muodostamisessa keilaimen ottamaa kuvamateriaalia



# 5. Aineiston vieminen virtuaalitodellisuussovellukseen

- Sovelluksen tehtävänä mm. renderöinti, törmäystarkastelu, fysiikkamoottori, animaatiot ja muistinhallinta
  - Pelimoottorit (esim. Unity ja Unreal Engine) yleisesti käytettyjä tähän tarkoitukseen
- Aineiston 3D-mallista (kolmioverkko ja tekstuurit) luodaan peliobjekti sovellukseen vietäessä
  - Objektin ominaisuudet (esim. interaktio käyttäjän kanssa) muokattavissa komponenteilla ja skripteillä
- Objektille lisättävä törmäystieto (collider): generoidaan automaattisesti tai luodaan manuaalisesti primitiiveistä (vain yksinkertaisissa tapauksissa)
- Erityistä huomiota kiinnitettävä 3D-mallien skaalaukseen (usein tiedostomuotoriippuvaisia) sekä koordinaatistoihin (erityisesti useita tiedostoja käyttäessä)
  - Mallien käsittely (esim. verkon muokkaaminen) yleensä helpompaa muissa sovelluksissa

# 5. Aineiston vieminen ja katselu virtuaalitodellisuusympäristössä – Työpolku-esimerkki

[http://prodigious.tamk.fi/files/2018/02/vr\\_example.wmv](http://prodigious.tamk.fi/files/2018/02/vr_example.wmv)

# Tietomallinnuksen työpolku

- Jos pistepilven lisäksi virtuaalimallissa halutaan esittää uutta suunnitteluaineistoa täytyy pistepilviaineisto viedä lähtöaineistoksi tietomallinnussovellukseen

# Tietomallinnuksen työpolku

1. Käsittelyn pistepilven tuonti tietomallinnussovellukseen



2. Tietomallinnus

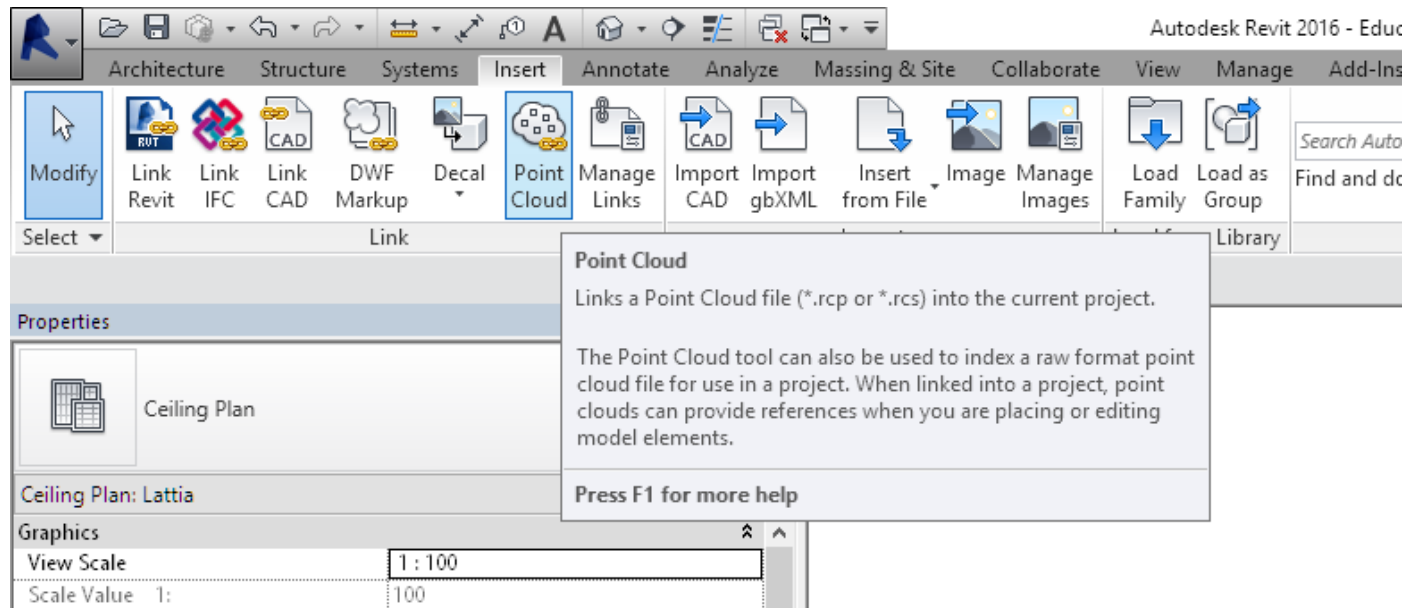


3. Aineiston vieminen virtuaalitodellisuussovellukseen

# CASE AUTODESK REVIT

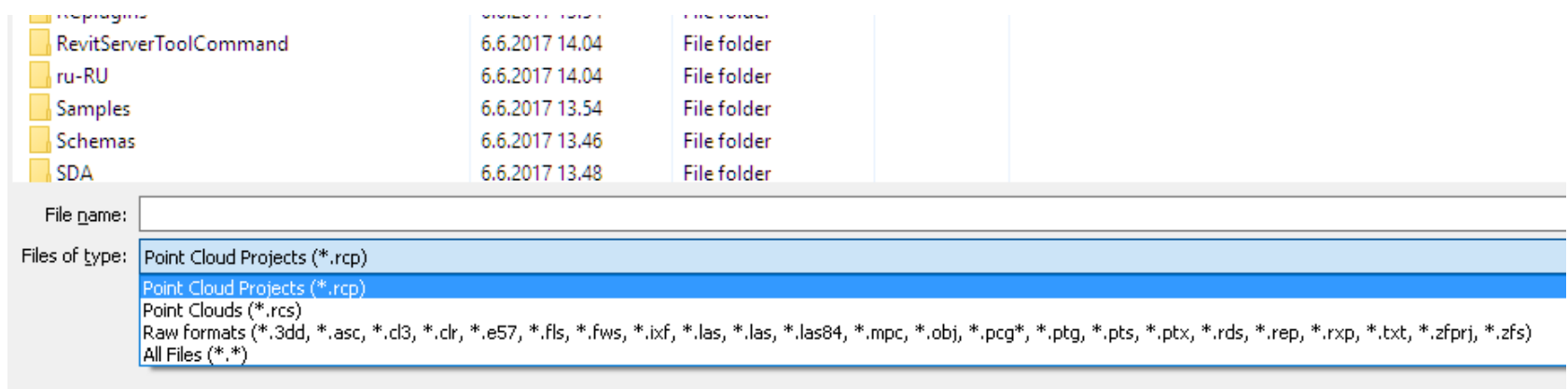
# Case Revit step 1

- Tuodaan ja tarvittaessa muunnetaan pistepilvi ohjelmistoon
  - ReCap- ohjelmistolla luotua aineistoa ei tarvitse muuntaa



# Case Revit step 1

- Tuodaan ja tarvittaessa muunnetaan pistepilvi ohjelmistoon
  - tukee monien eri valmistajien pistepilvi-formaatteja



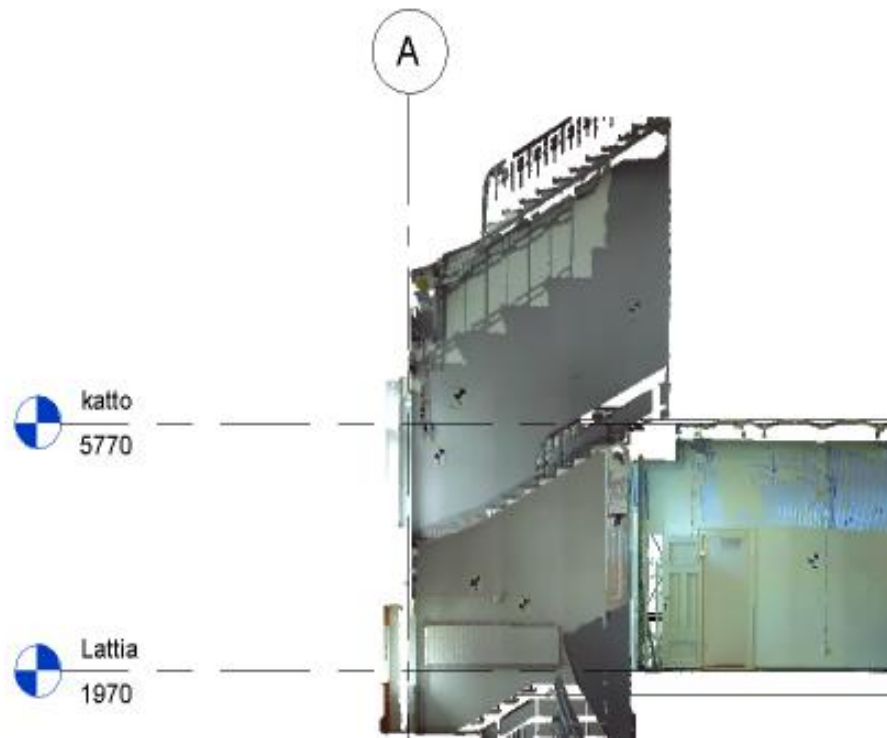
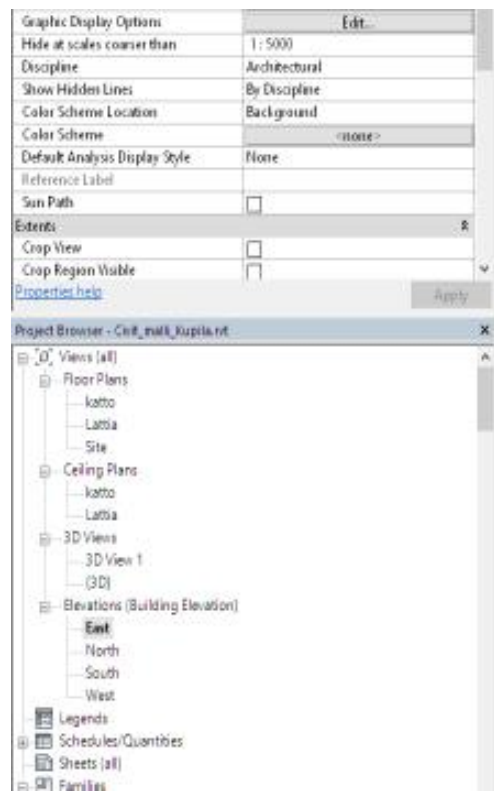


# Case Revit step 2

- Tarvittaessa tehdään pistepilven asemointi
  - koordinaatisto, kierrot
    - On voitu tehdä jo aikaisemmassa vaiheessa
  - Asemoitu pistepilvi toimii suunnittelun referenssiaineistona

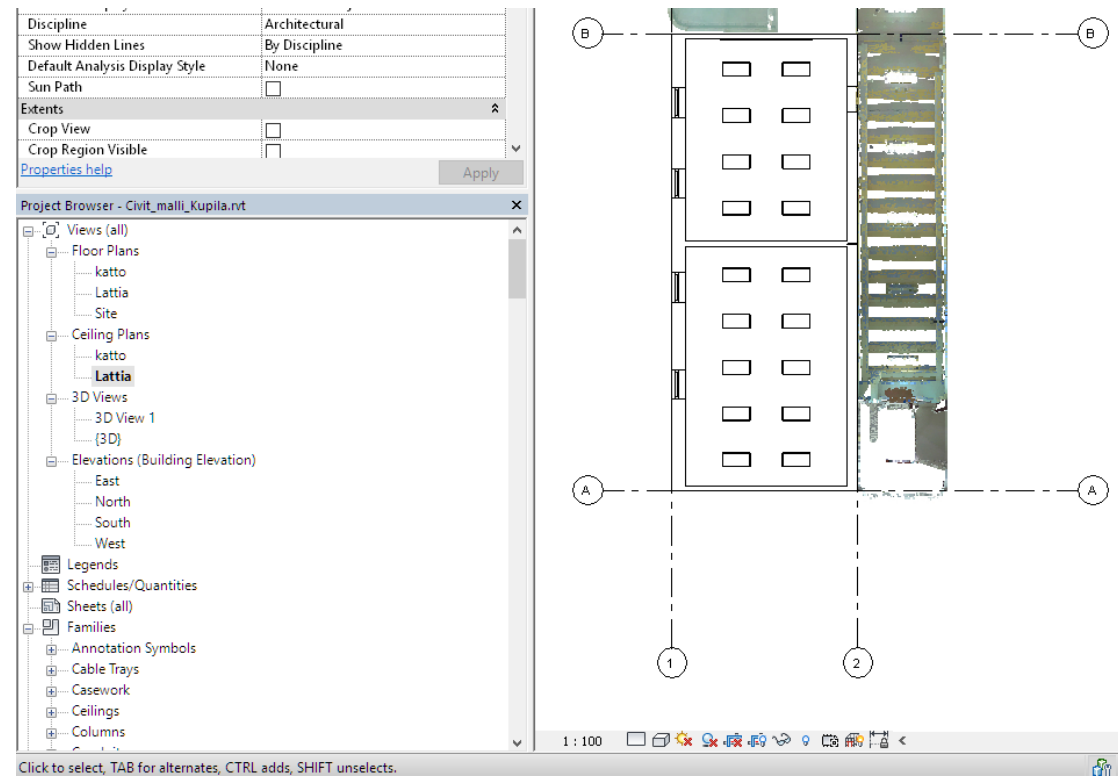
# Case Revit step 3

- Määritellään pistepilven avulla korkeustasot ja viitelinjat



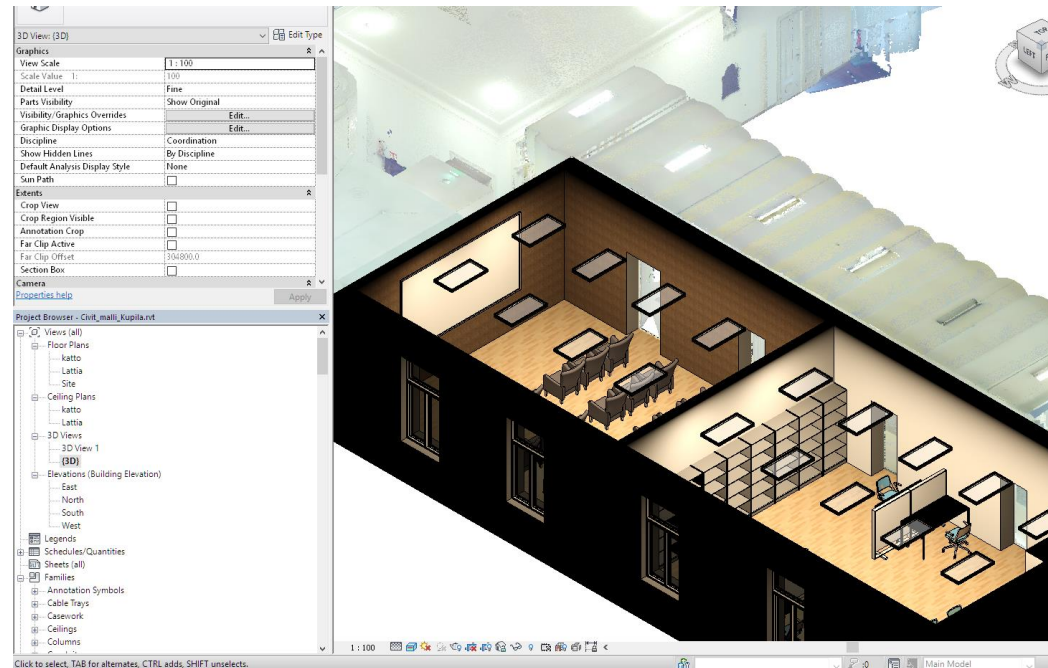
# Case Revit step 3

- Määritellään pistepilven avulla korkeustasot ja viitelinjat
  - ( kuvassa jo myös mallinnetut uudet tilat )



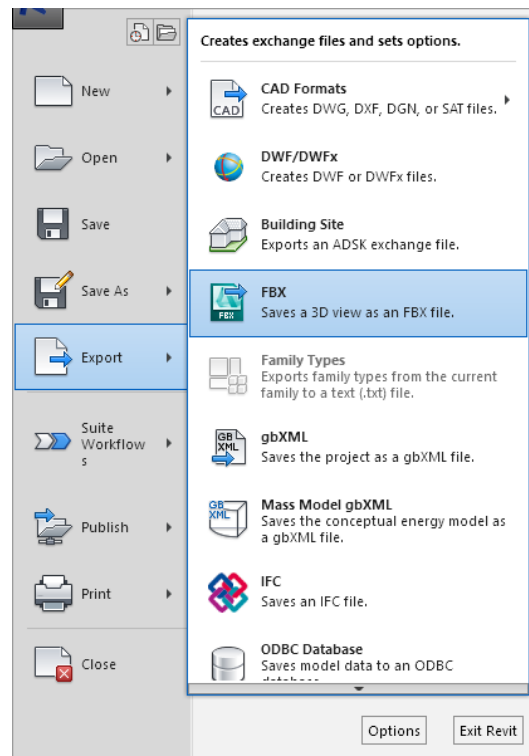
# Case Revit step 4

- Viitelinjojen ja korkeustasojen avulla mallinnetaan joko olemassa olevat tai uudet tilat
- Lisätään myös tarvittavat ovet, ikkunat, kalusteet ja valaisimet
  - Samalla voidaan tarkastella mallin yhteensopivuutta pistepilviaineistoon



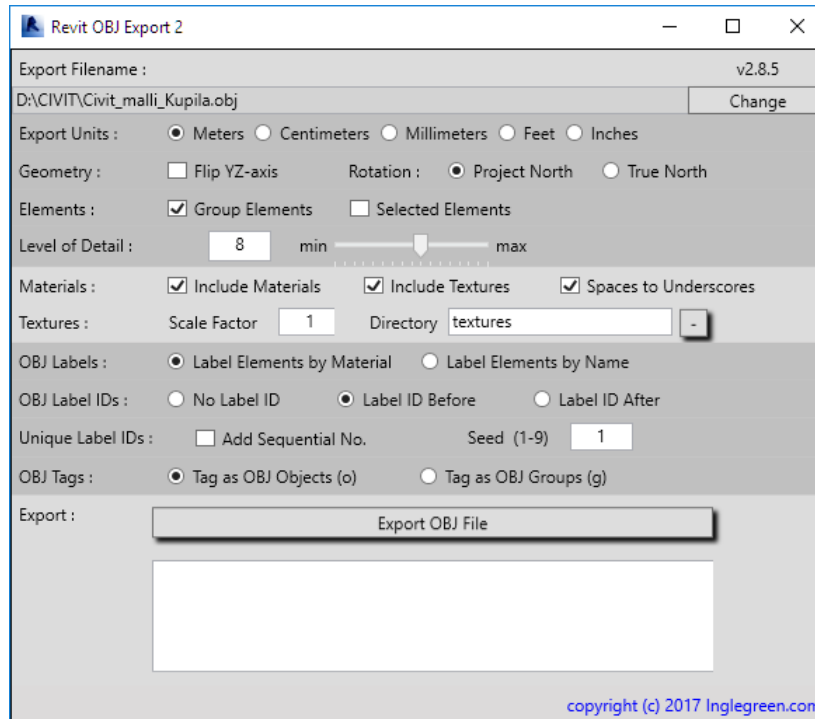
# Case Revit step 5

- Tehty malli voidaan tallentaa eri formaateissa jatkohyödyntämistä varten
- Revit , FBX-formaatti sopii VR-maailmaan, 3D-näkymästä



# Case Revit step 5

- Tehty malli voidaan tallentaa eri formaateissa jatkohyödyntämistä varten
- Ilmainen lisäosa Revit ohjelmistoon, käytetty tässä demossa
  - tallentaa mallin OBJ-formaatissa



# Huomioita

- Koordinaatistot ja mittayksiköt
  - Pistepilvestä muodostetun mesh-mallin ja suunnitteluohjelmistoilla mallinnettujen tilojen tallentamisessa eri formaattiin tulee ottaa huomioon että kaikki saadaan samaan koordinaattijärjestelmään ja käytetään samoja mittayksiköitä
- Käytettävät tekstuurit, nimet
  - 3D-malleissa käytään usein tekstuureita ( kuvatiedosto ).
  - Kun esimerkiksi suunnitteluohjelmistolla tehty malli muunnetaan eri formaattiin siirtyvät mukana kyseisen ohjelmiston käyttämät tekstuurit
  - Osa ohjelmista ei ymmärrä tekstuureja joissa on esim: ä, ö tai erikoismerkkejä.

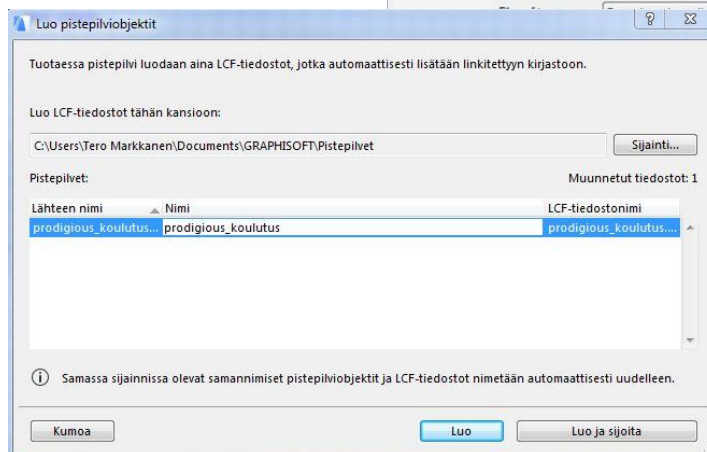
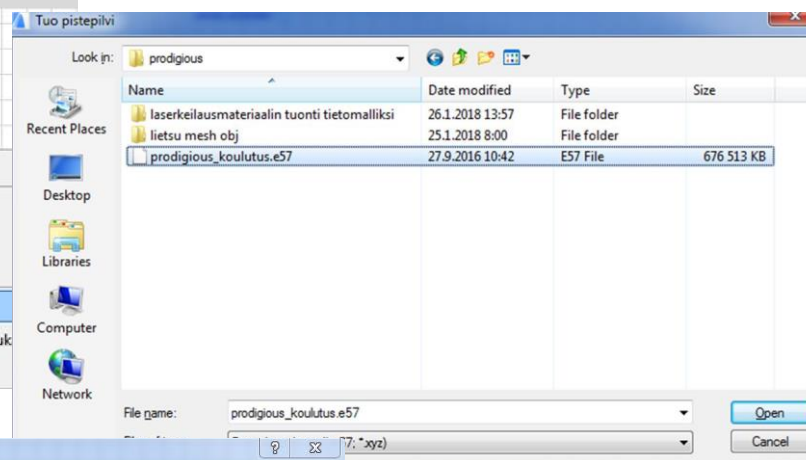
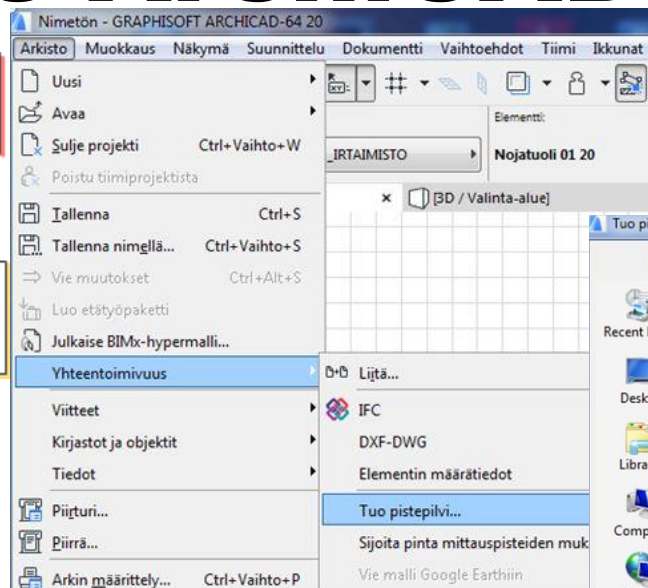
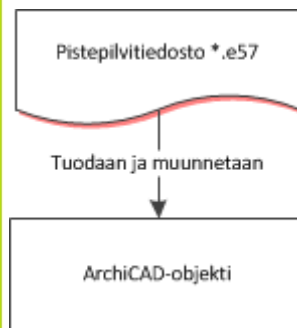


# Huomioita

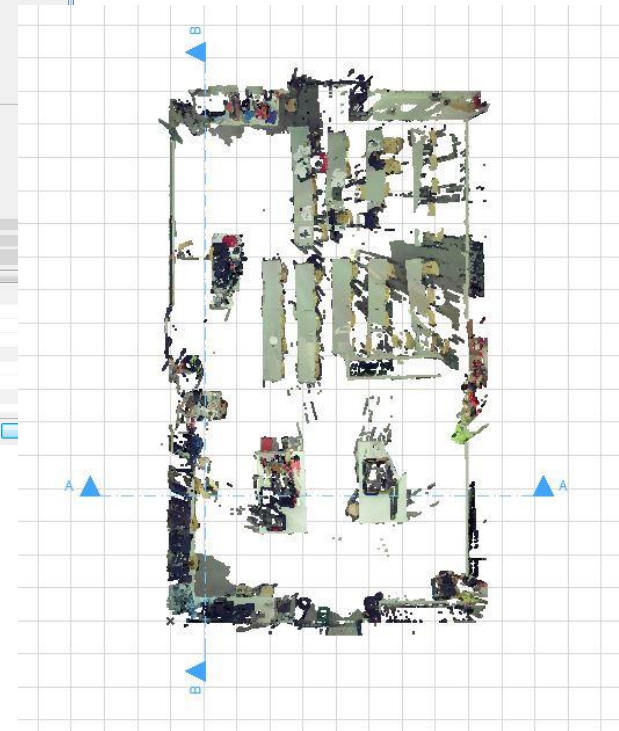
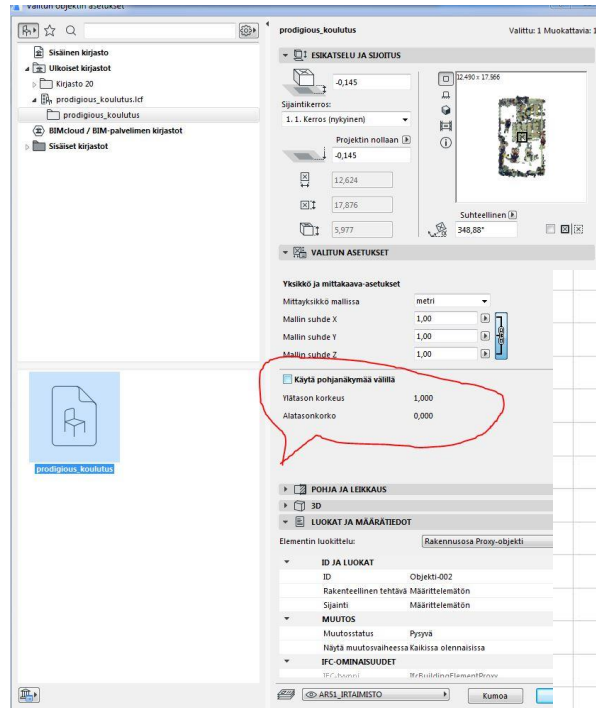
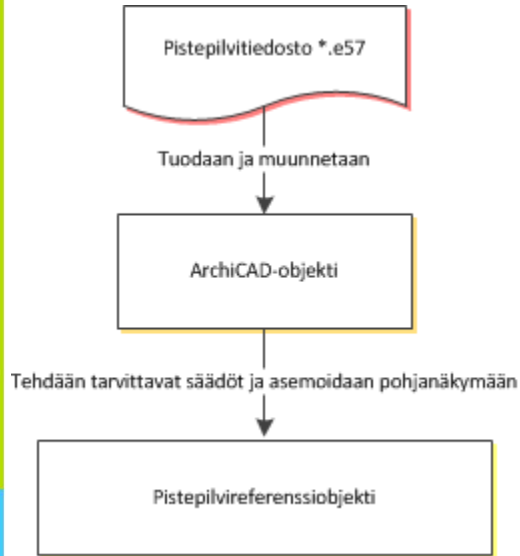
- ReCap ohjelmistolla mesh-mallia luotaessa haluttiin oviaukkojen kohdalle aukot jotta näistä päästään VR-maailmassa kulkemaan läpi
  - Ongelmia aiheutui kun osa ovista oli ollut toisessa tilassa keilausvaiheessa auki ja vastakkaisesta tilasta keilatessa kiinni, tai kiinni kummassakin
    - Vaati luodun mesh-mallin editointia jälkikäteen
      - leikattiin aukot kolmioverkkoon
    - Tämä aiheuttaa myös virheitä tekstuureihin jotka syntyvät mesh-mallia luotaessa

# CASE GRAPHISOFT ARCHICAD

# Case ArchiCAD step 1



# Case ArchiCAD step 2



# Case ArchiCAD step 3

Pistepilvitiedosto \*.e57

Tuodaan ja muunnetaan

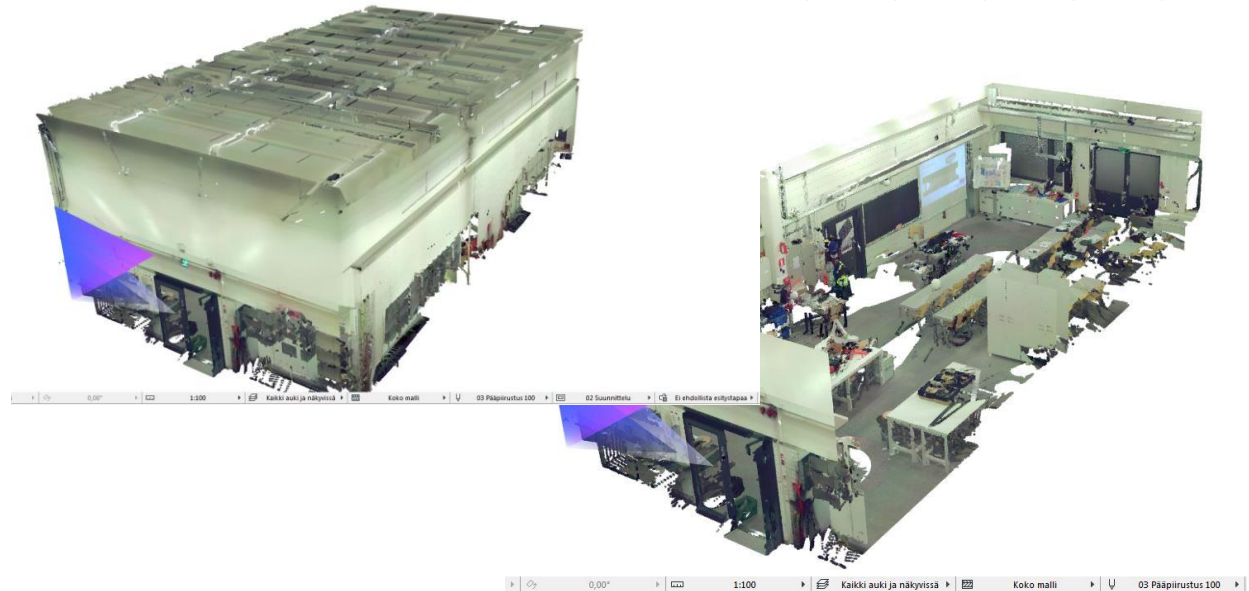
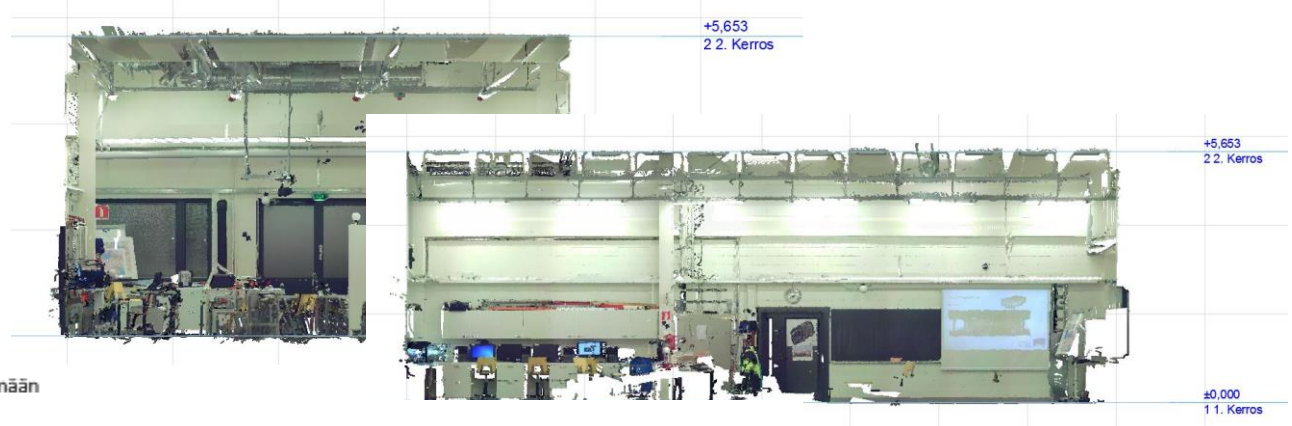
ArchiCAD-objekti

Tehdään tarvittavat säädöt ja asemoidaan pohjanäkymään

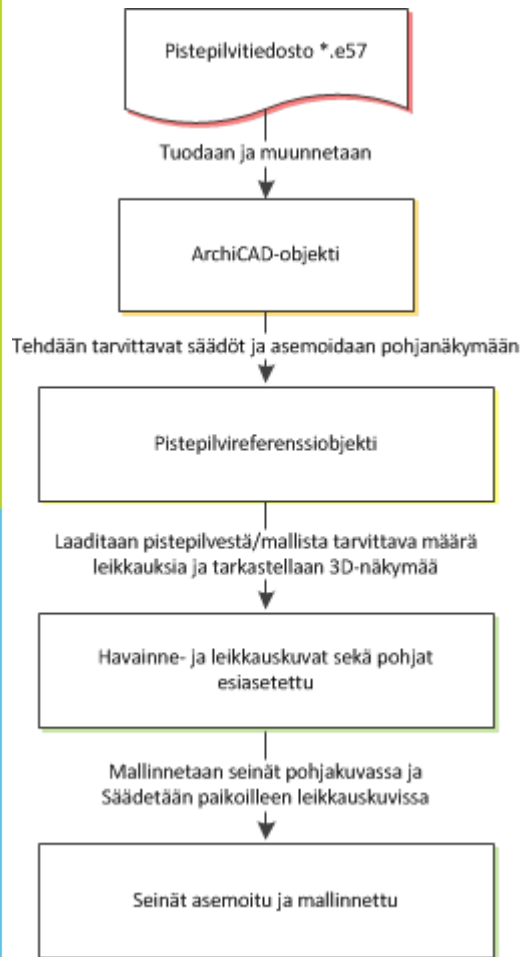
Pistepilvireferenssiobjekti

Laaditaan pistepilvestä/mallista tarvittava määrä leikkauksia ja tarkastellaan 3D-näkymää

Havainne- ja leikkauskuvat sekä pohjat esiasetettu

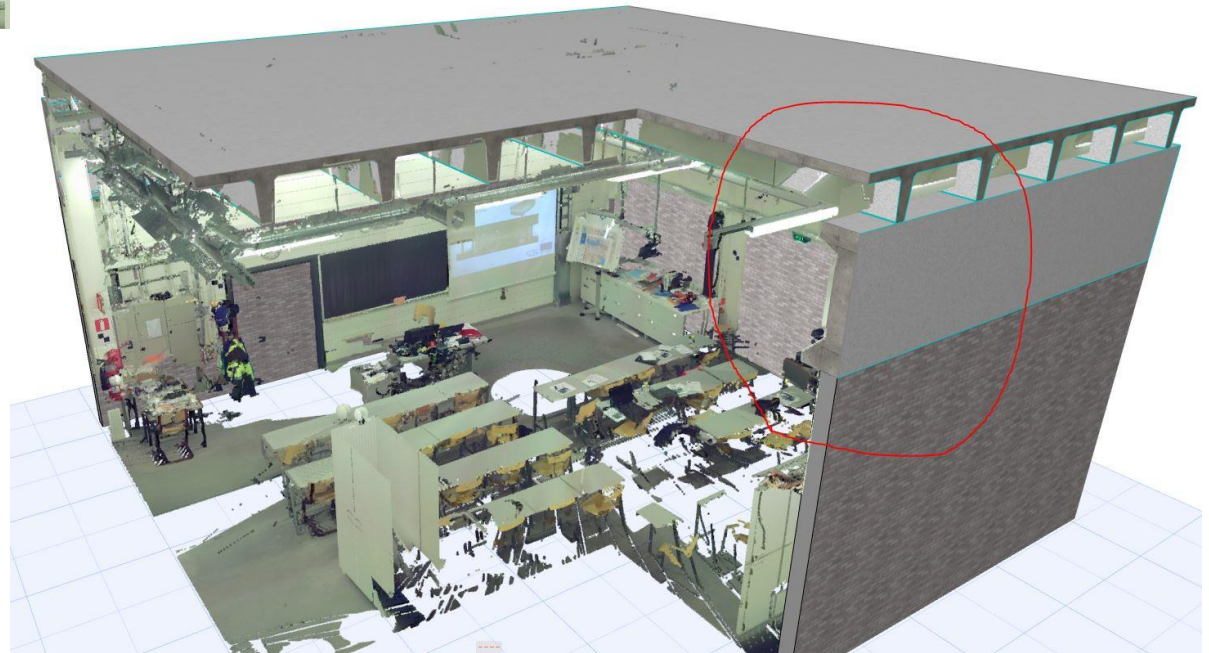
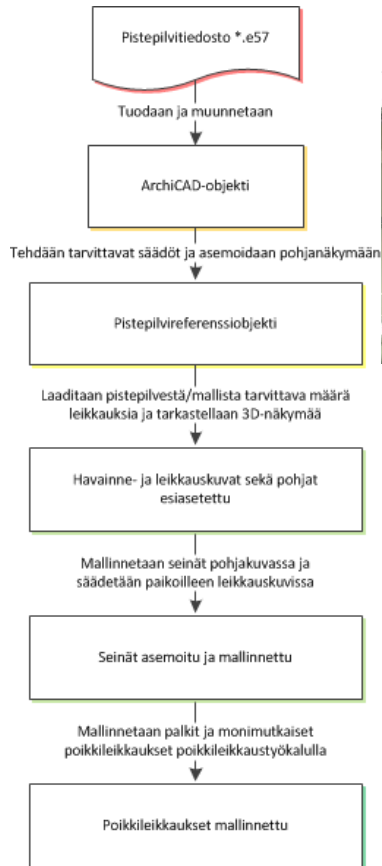


# Case ArchiCAD step 4



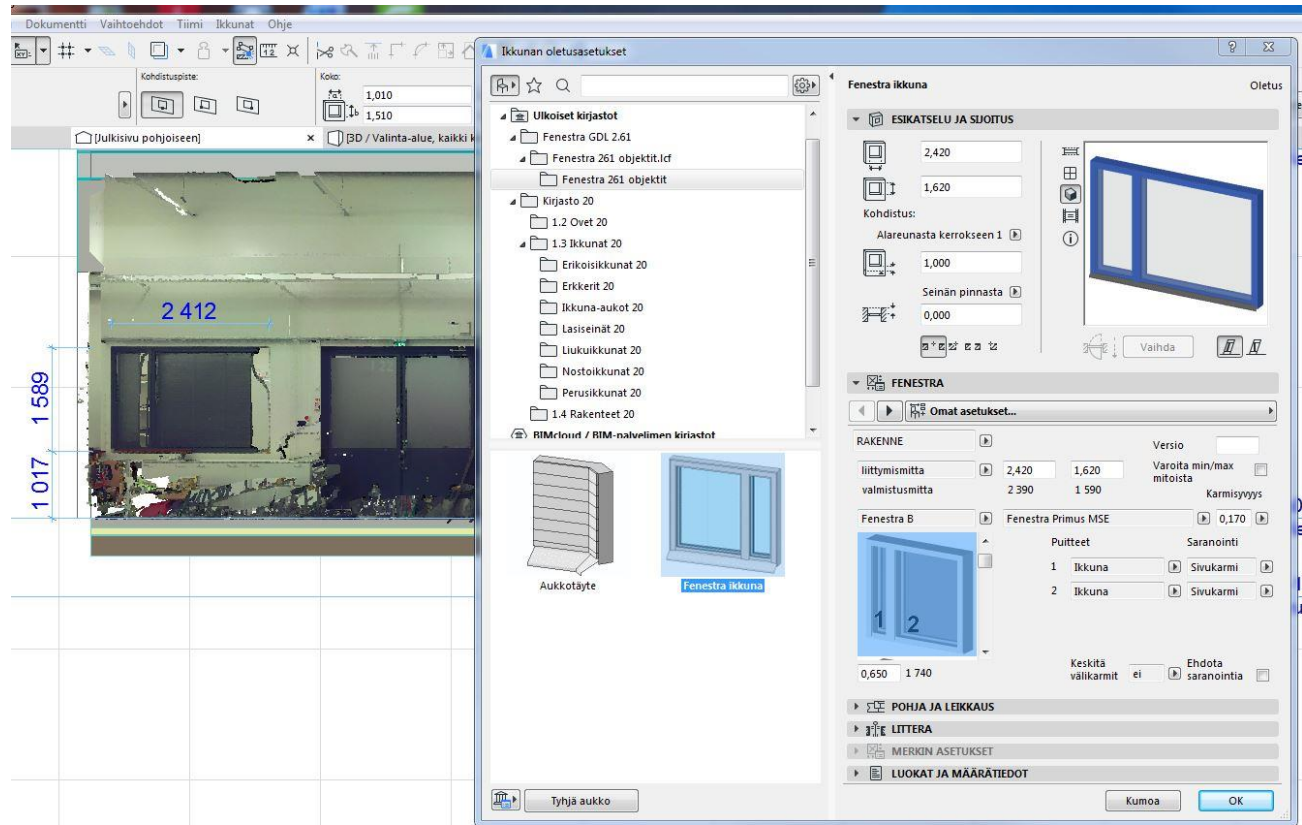
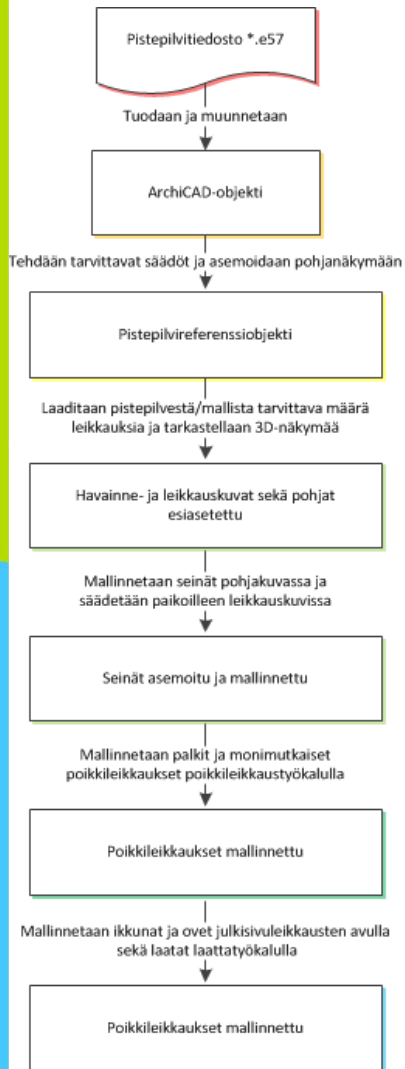


# Case ArchiCAD step 5

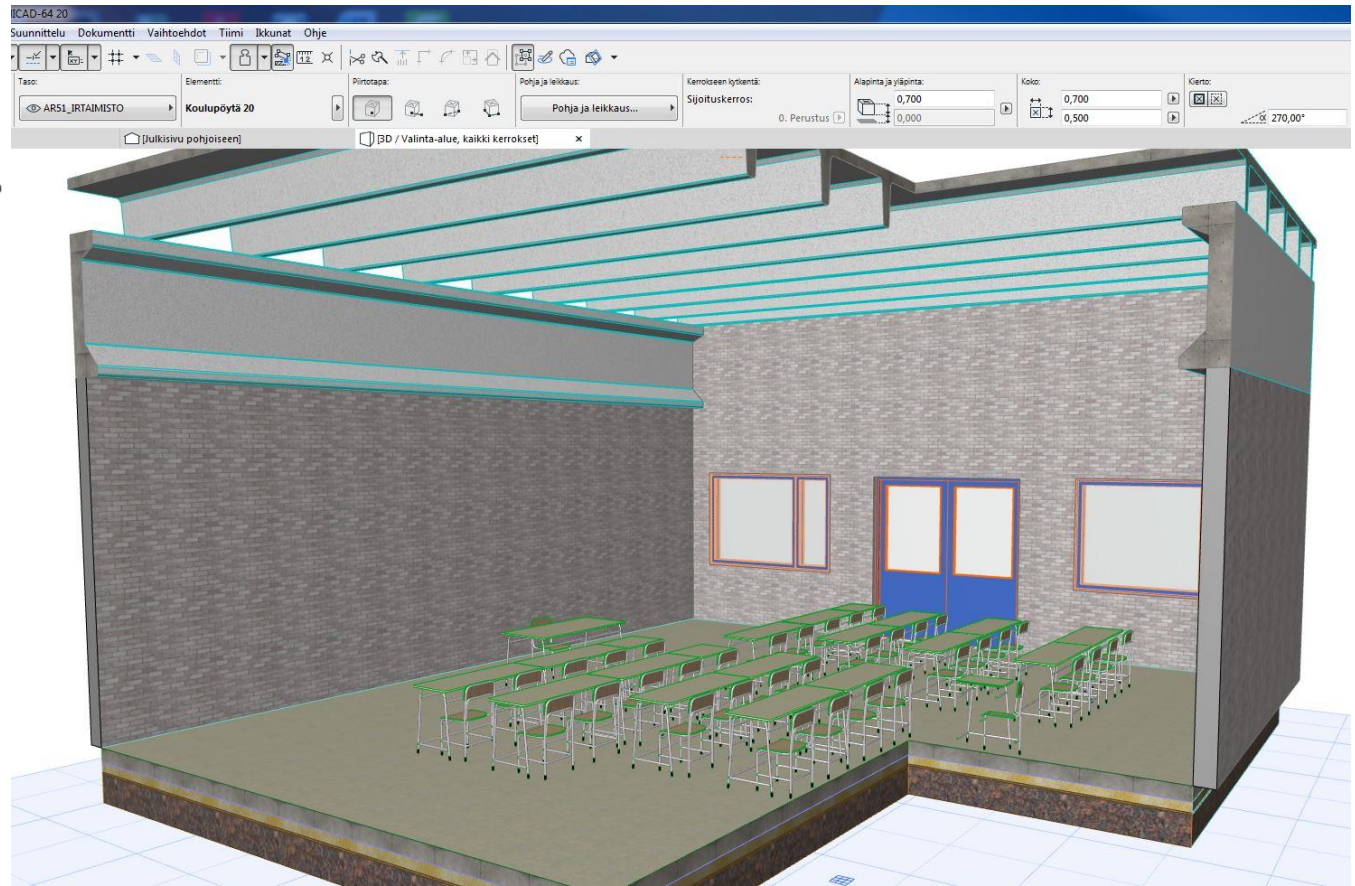
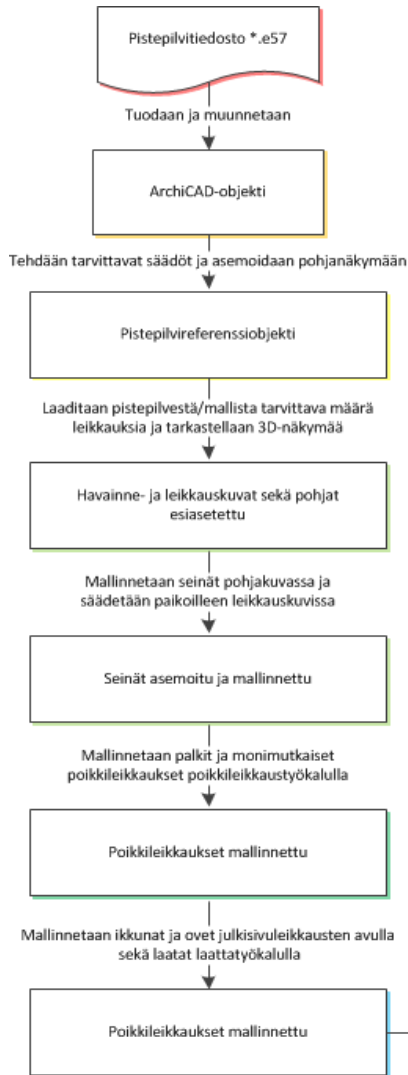




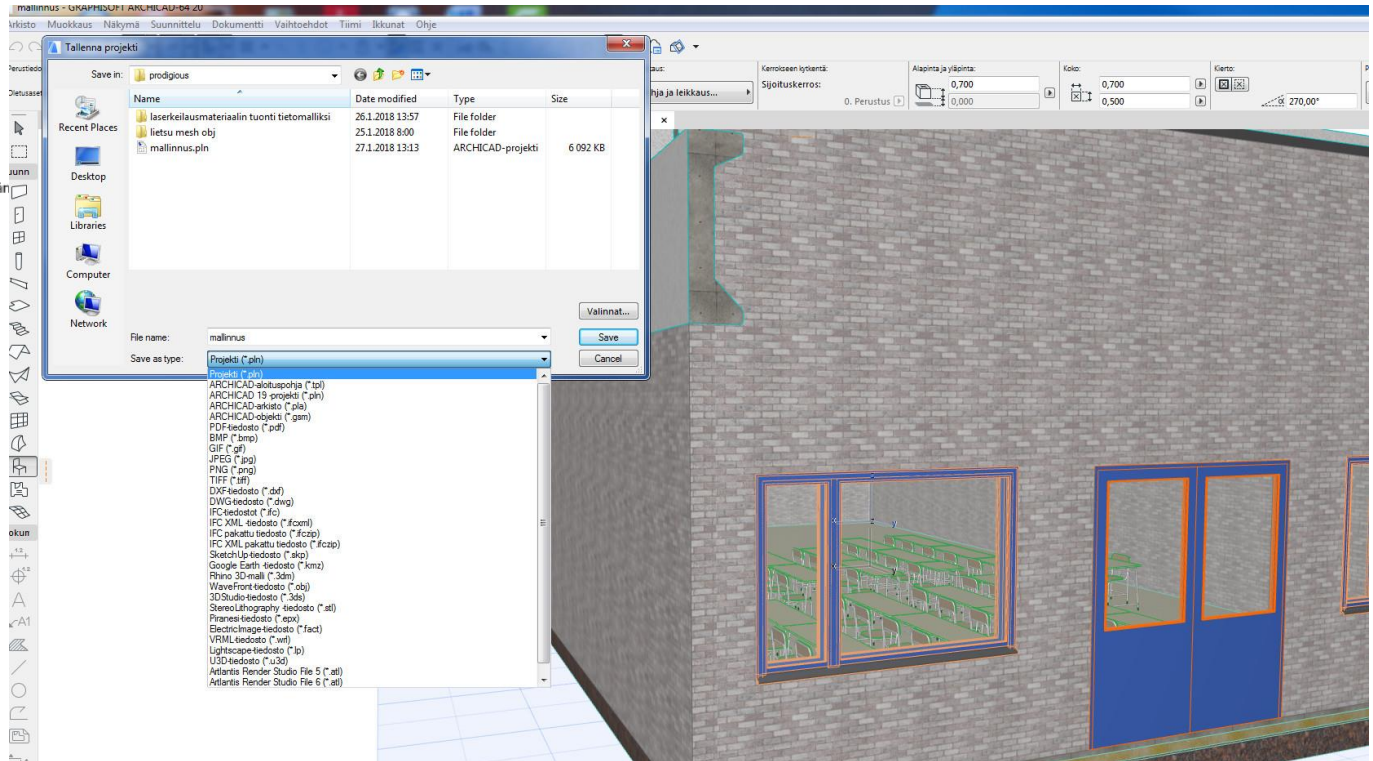
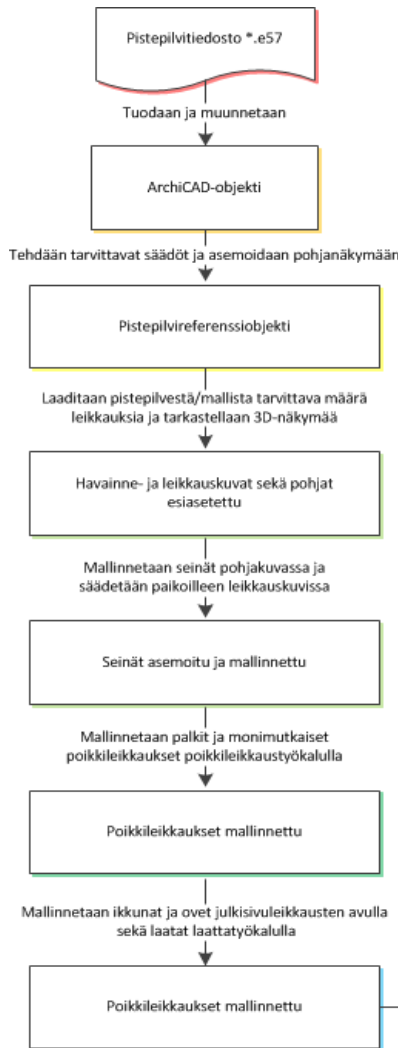
# Case ArchiCAD step 6



# Case ArchiCAD step 7

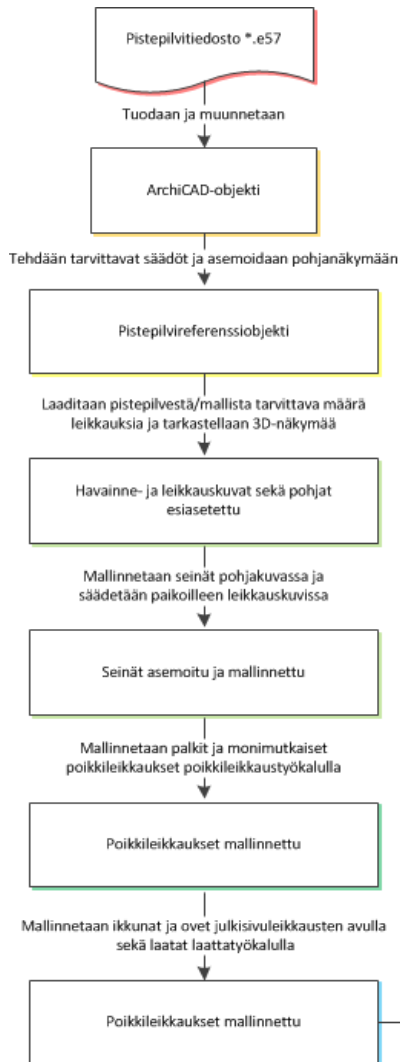


# Case ArchiCAD step 8





# Case ArchiCAD step 9



**Seinät**

Täysi Elementin ID	Seinätyyppi	Tilavuus [m³]	Paksuus [m]	Korkeus [m]	Nettopituus sisäpinn...	Nettopituus ulkopinn...	Nettopinta-ala sisäpi...	Nettopinta-ala ulkopi...
Ulkoseinä-009	Yleinen - rakente...	10,97	200	5 623	9,526	9,926	54,87	54,87
Ulkoseinä-010	Yleinen - rakente...	12,18	200	3 759	15,997	16,397	60,88	60,88
Ulkoseinä-011	Yleinen - rakente...	8,01	200	5 623	7,126	7,526	39,86	40,04
Ulkoseinä-012	Yleinen - rakente...	12,03	200	3 759	15,997	16,397	60,13	60,13
							215,74 m²	215,92 m²

**Palkit**

Rakennusmateriaali / Poikkileikkaus	Määrä	Pituus oikea
Primaaripalkki	1	16,397
Primaaripalkki	1	16,397
TT laatta	2	32,794 m
TT laatta	1	9,926
TT laatta	1	9,926
TT laatta	1	9,926
TT laatta	1	9,926
TT laatta	1	9,926
TT laatta	1	9,926
TT laatta	7	69,482 m
TT laatta	9	102,276 m

# 3. Aineiston vieminen virtuaalitodellisuussovellukseen

- Aineiston 3D-mallista luodaan (peli)objekti vastaavasti kuin laserskannatusta datasta luodulle aineistolle
  - Molemmissa tapauksissa VR-sovellus vaatii 3D-tiedoston kolmioverkkona (esim. \*.fbx)
  - Riippuen pelimoottorin valinnasta, myös osa sovelluskohtaisista tiedostomuodoista voi olla tuettuna
- Tiedostomuodot sekä aineiston skaalaus ja koordinaatisto huomioitava

