

Från punktmoln till 3D-modell

Modellering av byggnader i Archicad och Revit

Oskar Mattsson

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för lantmäteriteknik

Vasa 2017



EXAMENSARBETE

Författare: Oskar Mattsson

Utbildning och ort: Lantmäteriteknik, Vasa

Handledare: Leif Östman & Mikael Holm

Titel: Från punktmoln till 3D-modell, modellering av byggnader i Archicad och Revit

Datum 7.4.2017 Sidantal 41

Bilagor -

Abstrakt

I examensarbetet undersöktes olika metoder att skapa modeller av existerande byggnader i Archicad och Revit med ett punktmoln som utgångspunkt. Syftet var att pröva olika programvaror och se hur de kan utnyttjas när man arbetar med ett punktmoln.

I teoridelen behandlas skapandet av ett punktmoln och punktmolnets egenskaper samt modellering av byggnader. Olika programvaror som använts vid bearbetningen av punktmolnen och som hjälp vid modelleringen presenteras. Modellering av byggnader med Sketchup och möjligheterna med Autocad testades även som jämförelse.

Till slut går man igenom hur man kan arbeta med punktmoln i Revit och Archicad. Olika tilläggsprogram samt deras funktioner som använts presenteras och analyseras. För- och nackdelar och skillnader mellan de olika programmen och arbetssätten jämförs.

Språk: svenska

Nyckelord: punktmoln, modellering, Archicad, Revit

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Oskar Mattsson

Koulutus ja paikkakunta: Maanmittaustekniikka, Vaasa

Ohjaajat: Leif Östman & Mikael Holm

Nimike: Pistepilvestä 3D-malliksi, rakennusten mallintaminen Archicad- ja Revit-ohjelmilla

Päivämäärä 7.4.2017 Sivumäärä 41

Liitteet -

Tiivistelmä

Lopputyössä kartoitettiin eri tapoja mallintaa olemassa olevia rakennuksia Archicad- ja Revit-ohjelmilla, kun lähtöaineistona on pistepilvi. Työn tarkoituksena oli kokeilla eri ohjelmia ja miten niitä voidaan hyödyntää, kun työskennellään pistepilven kanssa.

Teoriaosassa käsitellään pistepilven luontia ja sen ominaisuuksia sekä rakennusten mallintamista. Pistepilven käsittelyssä ja mallintamisessa apuna käytetyt ohjelmat esitellään. Rakennusten mallintamista Sketchupilla ja Autocadin tarjoamia mahdollisuuksia kokeiltiin myös vertailukohdan saamiseksi.

Lopuksi käydään läpi, miten pistepilvien kanssa voi työskennellä Archicadissa ja Revitissä sekä esitellään ja analysoidaan käytettyjä lisäohjelmia ja niiden toimintoja. Eri ohjelmia ja työtapoja verrataan toisiinsa ja käydään läpi niiden hyvät ja huonot puolet.

Kieli: ruotsi

Avainsanat: pistepilvi, mallintaminen, Archicad, Revit

BACHELOR'S THESIS

Author: Oskar Mattsson

Degree Programme: Land Surveying

Supervisors: Leif Östman & Mikael Holm

Title: From Point Cloud to 3D-model, Modelling of Buildings with Archicad and Revit

Date April 7, 2017 Number of pages 41

Appendices -

Abstract

In this thesis, different methods to create models of existing buildings in Archicad or Revit with a point cloud as basis were investigated. The purpose of this work was to try out different software and how they can be exploited when you work with point clouds.

The theoretical part covers the qualities and creation of a point cloud and modelling of buildings. Different software programs that are used to modify the point cloud or to assist with the modelling are introduced. Modelling of buildings with Sketchup and the possibilities provided by Autocad were also tried out as comparison.

Finally, we examine how to work with point clouds in Archicad and Revit. Different plugins that were used are introduced and analysed. Advantages and disadvantages with different ways to work and different programs are compared and discussed.

Language: Swedish

Key words: point cloud, modelling, Archicad, Revit

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Tidigare examensarbeten	2
2	Punktmoln.....	3
2.1	Fotogrammetri	3
2.2	Laserskanning.....	4
2.3	Punktmolnets kvalitet och egenskaper.....	6
2.4	Användning och modellering av punktmoln	7
3	Modeller.....	8
3.1	Modellering av byggnader	8
3.2	Utmaningar och problem vid modellering	10
3.3	Kombinering av punktmoln och modeller.....	11
3.4	Koordinatsystem vid modellering	11
4	Programvaror	12
4.1	Format	12
4.2	Pointcab	14
4.3	Recap.....	17
4.4	Autocad	17
4.4.1	Shape extraction	18
4.4.2	Undet for Autocad	19
4.5	CloudCompare	21
4.6	3D-win	22
4.7	SketchUp.....	23
4.7.1	Trimble scan explorer extension.....	24
4.7.2	Undet4SketchUp	25
5	Archicad och Revit	26
5.1	Archicad	26

5.1.1	Pointcab 4BIMm.....	30
5.2	Revit.....	31
5.2.1	Pointcab4Revit	33
5.2.2	Scan to Bim.....	34
6	Sammanfattning och diskussion.....	37
	Källförteckning	40

1 Inledning

Användningen av punktmoln har ökat i och med att laserskanningstekniken har blivit lättillgängligare och datorerna har blivit effektivare. Ett punktmoln innehåller mycket information men i ett format som inte alltid är lätt att utnyttja. Därför är det ofta fördelaktigt att skapa en tredimensionell modell på basen av punktmolnet. I detta examensarbete koncentrerar man sig på modellering av byggnader. Modellering av befintliga byggnader är vanligt vid sanerings- och renoveringsprojekt. När man vill modellera en befintlig byggnad är ett punktmoln en bra utgångspunkt. Från punktmolnet får man ut både exakta mått och information om ytornas färg, form och material.

Målet med detta examensarbete är att kartlägga olika metoder för att få fram en tredimensionell modell i Archicad eller Revit ur ett punktmoln. Dessa programvaror valdes för att de var lättillgängliga och allmänt använda. De finns installerade på Yrkeshögskolan Novias datorer, samt kan laddas ner med studielicens av studerande. Archicad och Revit är även de mest använda programmen inom arkitektplanering i Finland (Jäväjä, 2016 s.39). Övriga program som använts i examensarbetet har valts för att de är lättillgängliga eller för att man velat se hur de kan underlätta skapandet av en modell. Möjligheterna med att använda ett punktmoln i Autocad och SketchUp har även undersökts, eftersom programmen används allmänt.

Programvarorna har testats genom att ett punktmoln, som man sett till att har lämpligt format, storlek och koordinatsystem, tas in i programvaran. Därefter har olika funktioner för hur punktmolnet och skärningar ur det kan visas, samt för hur olika strukturer kan modelleras automatiskt eller manuellt prövats. Man har försökt hitta metoder som skulle göra modelleringen enklare och snabbare för att spara tid och pengar.

Examensarbetet har gjorts i samarbete med Oy MapTeam AB där Mikael Holm har fungerat som handledare. Man har även använt material från Ristikari skola i Jakobstad som MapTeam framställt åt arkitektbyrån Nurminen, Antila & Co.

1.1 Tidigare examensarbeten

Det har gjorts en del examensarbeten som helt eller delvis behandlar samma problematik som detta examensarbete. Roope Huhtala har skrivit ett examensarbete om användningen av punktmoln när man skapar BIM-modeller. Han skapade en modell i Archicad av en byggnad som hade laserskannats. Han använde en version av Archicad där man inte direkt kunde ta in punktmoln så han var tvungen att använda flera andra program till hjälp för att få importerat en skärning ur punktmolnet till Archicad (Huhtala 2015).

Henna Kiviranta har skrivit ett examensarbete om användningen av punktmoln vid sanering av byggnader. Målet var att skapa en modell av byggnaden i Tekla Structures och hon prövade bland annat att använda VR Mesh Reverse för att skapa en yta som man skulle kunna ta in i Tekla Structures. Slutsatsen var att det inte lönade sig att skapa en yta av punktmolnet med VR Mesh Reverse och att det finns flera moment som kan skapa problem under processen (Kiviranta, 2014). Veera Kari har i sin tur skrivit ett examensarbete om användningen av punktmoln när man bygger ett kärnkraftverk. Målet var även här att skapa en modell i Tekla Structures. Man utnyttjade även Autocad vid skapandet av modellen (Kari, 2014).

Jämförelse av programvaror för konstruktion i råa punktmoln är ett examensarbete av Martin Eriksson och Karl Grönlund där de jämför olika programvaror. De har bland annat jämfört Scan to BIM, Autocad och Revit som även behandlas i detta examensarbete. De har gått igenom programmen och skapat flödesscheman för hur man kan gå till väga när man arbetar med ett punktmoln i dem. Det som blir lite oklart är hur mycket de prövat själv och hur mycket de förlitat sig på programvarutillverkarnas information (Eriksson & Grönlund, 2012).

I detta examensarbete har jag delvis använt andra programvaror och mer gått in för att jämföra de olika programvarornas egenskaper. Jag har även strävat till att använda punktmoln som inte skapats enbart för det aktuella programmet och att pröva de funktioner jag skriver om själv.

2 Punktmoln

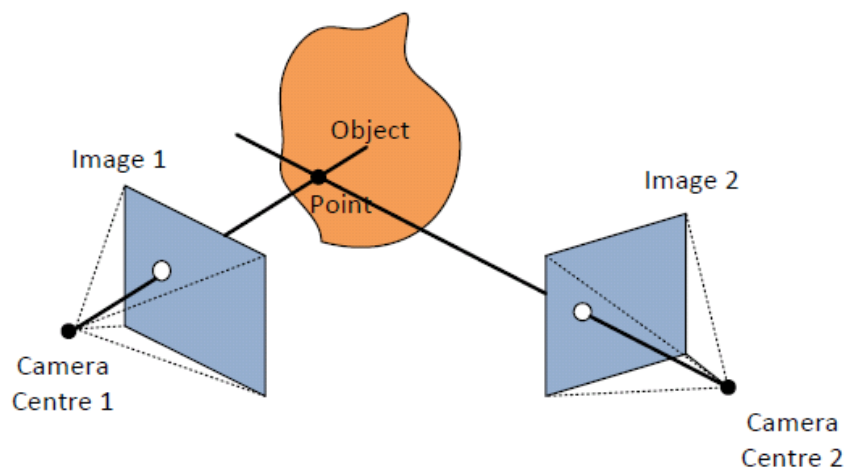
Ett punktmoln består av punkter som man får med hjälp av laserskanning eller fotogrammetri. Varje punkt har en bestämd x- och y-koordinat samt höjd. Antalet punkter i ett punktmoln räknas i miljoner. Punkter som skapas med hjälp av fotogrammetri får en färg emedan laserskannade punkter kan färgläggas med hjälp av fotografier. Punktmoln kan användas när reoveringar eller saneringar av byggnader planeras. Punktmoln kan även användas: när man gör kartor över ett område, vid dokumenteringen av arkeologiska utgrävningar, vid skapande av modeller och kopior av historiska föremål och byggnader (Joala, 2006). Punktmoln används också när man gör datorspel och animationer. I detta kapitel behandlas i korthet olika sätt att framställa punktmoln samt punktmolnens egenskaper och deras betydelse vid användningen av ett punktmoln.

2.1 Fotogrammetri

Inom fotogrammetri använder man flera överlappande fotografier för att skapa en tredimensionell yta. Tidigare behövdes det en människa för att registrera varje punkt men i dagens läge räknar datorer ut höjden och koordinaterna på punkterna. Med hjälp av signaler som mäts in får man fotografierna och punktmolnet in i det koordinat- och höjdsystem man vill använda.

När ett fotogrammetriskt punktmoln skapas måste man först ta reda på kamerans position, vinkling och vilka parametrar kameran har haft när man tagit bilderna. Detta kan räknas ut med hjälp av bilderna. Bilderna måste först kombineras till en bildmosaik med hjälp av signaler eller andra fixpunkter som syns på bilderna. Varje punkt av objektet syns på flera bilder och när man vet kamerans position och parametrar kan man räkna ut tredimensionella koordinater för punkterna. Koordinaterna bestäms genom att en linje från kamerans centrum dras till varje pixel och därefter räknas det ut var dessa linjer korsar varandra (Figur 1). Bildandet av ett punktmoln från bilder sker långt automatiskt och det

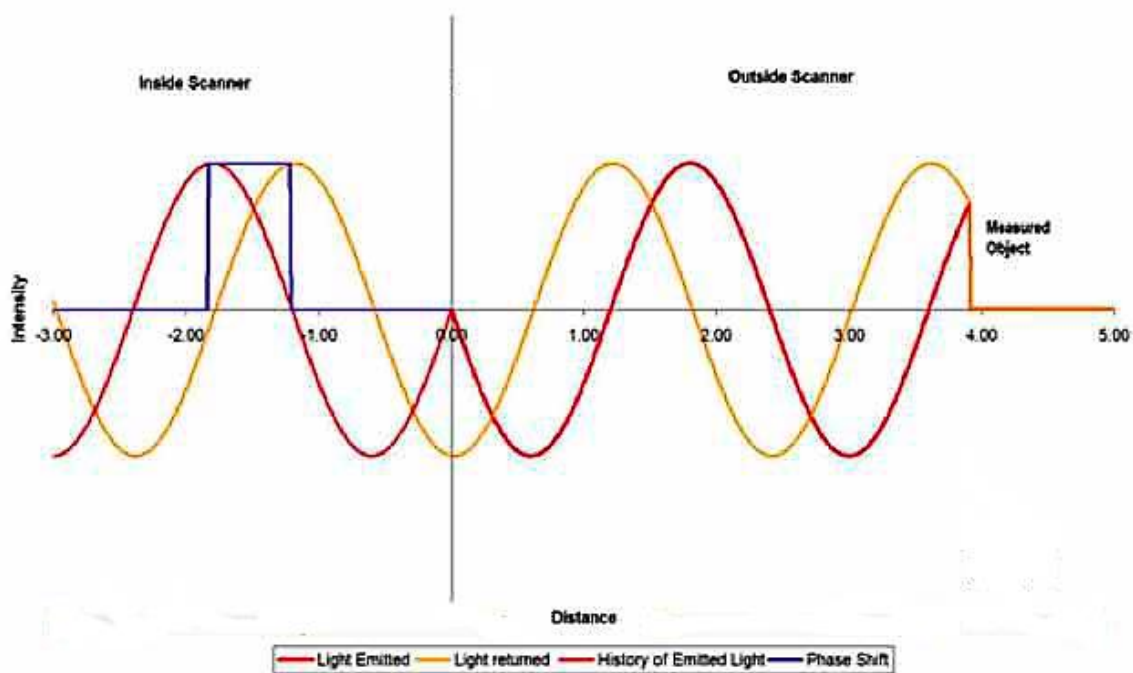
kräver en del datorkapacitet för att löpa smidigt (Kodde, 2016).



Figur 1. Med hjälp av flera bilder som överlappar varandra kan man räkna ut tredimensionella koordinater för varje punkt.

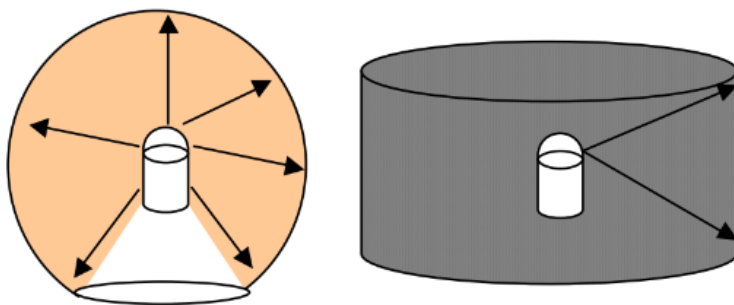
2.2 Laserskanning

Med en laserskanner får man ett tredimensionellt punktmoln av objektet eller området som skannas. Laserskannern sänder ut en laserstråle och med hjälp av den mäter skannern avståndet till målet. Avståndet räknar skannern ut endera enligt tiden det tar för laserstrålen att nå målet och reflekteras tillbaka eller enligt laserimpulsens fasförskjutning (Figur 2). Laserskannern håller även reda på i vilken vinkel laserstrålen gick ut och när man vet vinklarna och avståndet kan man räkna ut koordinater för varje enskild punkt. Laserskannrar som använder sig av strålens färdtid kallas även pulsskannrar och är noggrannare framförallt på längre avstånd men mätningen tar mer tid. Maskiner som utnyttjar laserstrålarnas fasförskjutning för att mäta avståndet är snabbare men max avståndet är kortare. För att mäta byggnader och andra detaljerade objekt anses fasdifferens skannrar vara bättre (Alonso, 2011). Förutom koordinater sparas även ett intensitetsvärde för varje punkt. Med hjälp av intensiteten får man reda på information om ytans struktur och material (Joala, 2006).



Figur 2. En laserskanner kan beräkna avståndet med hjälp av fasförskjutningen mellan utgående och inkommande laserstrålar (FARO, u.å.)

Det finns olika slags laserskannrar för olika ändamål. Laserskannrar kan användas från satelliter, flygplan eller drönare när man kartlägger ett område. I detta arbete hänvisas till punktmoln som är skannade med en terresterlaserskanner eller en drönare som möjliggör att man enkelt kan skanna även takkonstruktioner. En terrester laserskanner används då avståndet till objektet är 1-300m. Noggrannheten varierar beroende på utrustning, signaler och avstånd, men håller sig under 2cm. Terrestra laserskannrar brukar delas in i fyra grupper enligt hur skannern rör sig. De vanligast använda är laserskannrar som gör en kupol- eller cylinderformad rörelse (Figur 3). En laserskanner som rör sig i en kupolformad bana skannar även uppåt vilket är fördelaktigt när man skannar insidan av byggnader. Inom industrin används laserskannrar som mäter objekt med noggrannheter under 1mm på korta avstånd (Joala 2006).



Figur 3. Terresterlaserskannrar rör sig vanligtvis i en kupol eller cylinder formad bana.

2.3 Punktmolnets kvalitet och egenskaper

Det finns flera aspekter som påverkar ett punktmolns kvalitet och egenskaper. De tre viktigaste är:

1. Den enskilda punktens noggrannhet
2. Punktmolnets täthet
3. Kvaliteten på sammanslagningen av punktmolnen

Den enskilda punktens noggrannhet beror till stor del på utrustningen och hur man använt sig av den. Eftersom det i ett punktmoln finns många punkter nära varandra har det inte så stor betydelse om en enskild punkt av någon orsak har sämre noggrannhet, eftersom medeltalet ändå blir noggrant. Då man använder sig av en enskild punkts koordinater måste man ändå komma ihåg att beakta vilken noggrannhet de enskilda punkternas koordinater har.

Punktmolnets täthet är avståndet från en punkt till nästa punkt. Vanligtvis används laserskannade punktmoln som grund för modellering. Speciellt när man vill modellera viktiga detaljer, som formen på rör eller balkar har punktmolnets täthet en avgörande roll. Desto längre avståndet mellan laserskannern och målobjektet är desto glesare blir punktmolnet. Ett glesare punktmoln har betydligt mindre filstorlek och därför kan det ibland vara fördelaktigt med ett glesare punktmoln.

Då en byggnad eller ett rum skannas med laserskanner måste det göras flera skanningar för att alla sidor på balkar och väggar skall synas. Sammanslagningen av dessa punktmoln kan ske på flera olika sätt. Det noggrannaste sättet är att använda gemensamma signaler så att

det vid varje skanning syns åtminstone tre gemensamma signaler med vars hjälp man kan sammanslå punktmoln i ett och samma koordinatsystem. Som signaler kan man använda platta eller bollformade signaler. Flera program har egenskaper som skall klara av att automatiskt känna igen signalerna och föga samman punktmolnen. Signalerna kan även mätas fast med takymeter för att enkelt kunna föra in punktmolnen i ett yttre koordinatsystem. Gemensamma detaljer ur punktmolnet kan användas istället för signaler. Då blir resultatet i regel mindre noggrant. Punktmoln som har minst trettioprocent överlappning kan man kombinera med varandra genom att visa tre gemensamma punkter i båda punktmolnen varefter programmet räknar ut transformationsparametrar för punkternas koordinater så att punktmolnen skall kunna föras in i samma koordinatsystem. När punktmoln som består av flera skanningar sammanslås använder man sig vanligtvis av en kombination av olika metoder. Sammanslagningen av punktmoln är ett kritiskt skede som har gjort att flera projekt har misslyckats (Joala, 2006).

2.4 Användning och modellering av punktmoln

Det finns flera fördelar med att använda ett punktmoln jämfört med andra mätningstekniker. Man kan mäta farliga eller svåråtkomliga objekt från avstånd. Ett punktmoln ger vanligtvis en fullständig dokumentering av objektet, så man behöver inte åka ut och mäta på nytt ifall man kommer på någon ny detalj som är av intresse. Ett och samma punktmoln kan användas till flera ändamål direkt eller i framtiden. (Olsson m.fl. 2013)

Av ett punktmoln går det att generera triangelnät eller polygonytor. Om ett punktmoln innehåller för tätt med punkter kan det göra behandlingen svårare. Därför kan det vara nödvändigt att göra punktmolnet glesare före skapandet av modeller. Man kan även behöva redigera bort punkter som beskriver omgivningen eller andra detaljer som inte skall ingå i modellen (Hyypä m.fl. 2009).

Att använda punktmoln direkt kan vara problematiskt eftersom filstorleken ofta är stor. En modell kan innehålla samma eller mer information men ändå ha en mindre filstorlek. Punktmoln kan skapas och sparas i många olika format, vilket betyder att det kan vara svårt att utnyttja ett punktmoln för en användare som inte är van med att använda punktmoln eller om programvaran inte stöder formatet i fråga.

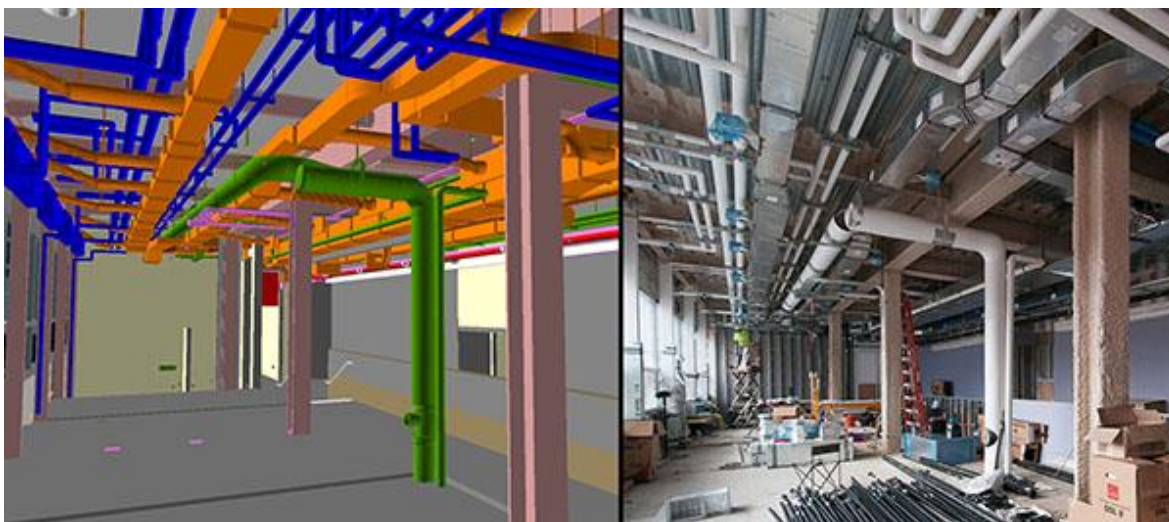
3 Modeller

Modeller av verkligheten kan skapas på flera olika sätt till flera olika syften. En modell innehåller det som anses vara viktigt i ett visst sammanhang. Jämfört med ett punktmoln kan man i en bra modell ha mer information, tydligare framställt och en betydligt mindre filstorlek. I detta kapitel behandlas modeller av byggnader som används när man bygger, sanerar eller renoverar. Modellerna kan innehålla, förutom måtten och rätta dimensionerna, information om material och egenskaper som kan utnyttjas.

I examensarbetet behandlas inte TIN-modeller som skapas genom triangulering eller polygonytor som skapas med trianguleringen som bas. Nackdelen med dessa är att filstorleken ofta blir större än punktmolnet som man utgick från. Det är således viktigt att fundera på hur tätt punktmoln det är ändamålsenligt att använda när man skapar en triangulering eller polygonyta. En modell som bildas av triangulering eller av en polygonyta är ett objekt och det är svårt att koppla information om olika delar som består av olika material. För modellering av terrängen eller enskilda detaljer som utsmyckningar på husväggar lämpar sig polygonytor väl.

3.1 Modellering av byggnader

BIM som står för Building Information Model har blivit en central del av många byggnadsprojekt. I BIM ingår en 3D-modell av byggnaden och gårdsområden samt information om tekniken, byggnadsprocessen och livscykel (Figur 4). Målet med modelleringen av byggnader är att garantera kvalitet, effektivitet och säkerhet för planerings och byggnadsprocessen (YTV del1 2012). I ett BIM-projekt kan flera yrkesmän från olika branscher införa material som skapats med olika programvaror. Från en modell där det ingår information om konstruktioner och material går det att räkna ut bland annat pris och energieffektivitet för byggnaden (Jävåjä, 2016 s. 15-16).



Figur 4. BIM modell där olika konstruktioner och rör har färg enligt deras funktion. Fotografi av samma utrymme till höger (Princeton University 2012).

Vid sanerings- och renoveringsprojekt görs i regel någon slags relationsmodell upp. Utgångspunkten till relationsmodellen kan vara gamla ritningar, ett punktmoln eller andra mätningar. Relationsmodellen kan till exempel vara en tredimensionell modell av byggnaden eller tvådimensionella ritningar som kompletteras med fotografier. Modellerings av befintliga byggnader är relativt tidskrävande och genom att effektivare använda sig av den information som finns i ett punktmoln kan man spara tid och pengar (Rajala, 2009).

Noggrannhetskraven för modellerna varierar i olika projekt. Minimikraven för noggrannheten och innehållet för modellerna i Finland hittas i Rakennus Tieto:s 10-11208 Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 3. Arkkitehtisuunnittelu. Tilaajan ohje, Mallinnustarkkuus. I saneringsprojekt är minimikravet för byggnadens hörnpunkter 10 mm, väggar och plana ytor 25 mm och tak och andra oregelbundna konstruktioner 50 mm (YTV del 3, 2016).

Man har börjat med datormodellering av byggnader i slutet av 1990-talet. Det blir allt vanligare med tredimensionell modellering av byggnader men det kommer inte att ersätta tvådimensionella ritningar inom närframtiden. I en komplett BIM modell ingår information av flera planerare. Det är enklare att hitta fel och kontrollera att de olika planerarnas arbete går ihop i en 3D-modell. Från modellen går det enkelt att skapa bilder och annat visualiserande material till beslutfattare, beställare, eventuella köpare av fastigheten eller lägenheter (YTV del 1, 2012).

En del programvaror klarar av att helt eller delvis känna igen plan och andra ytor ur ett punktmoln och kan modellera väggar eller rita linjer längs kanterna på dessa strukturer. Det har utvecklats och utvecklas olika algoritmer för detta som lägger olika vikt på olika faktorer. Algoritmerna analyserar inte enbart punkternas position utan använder även information om till exempel intensitet och i vilken skanning punkten registrerats (Ochmann, 2015).

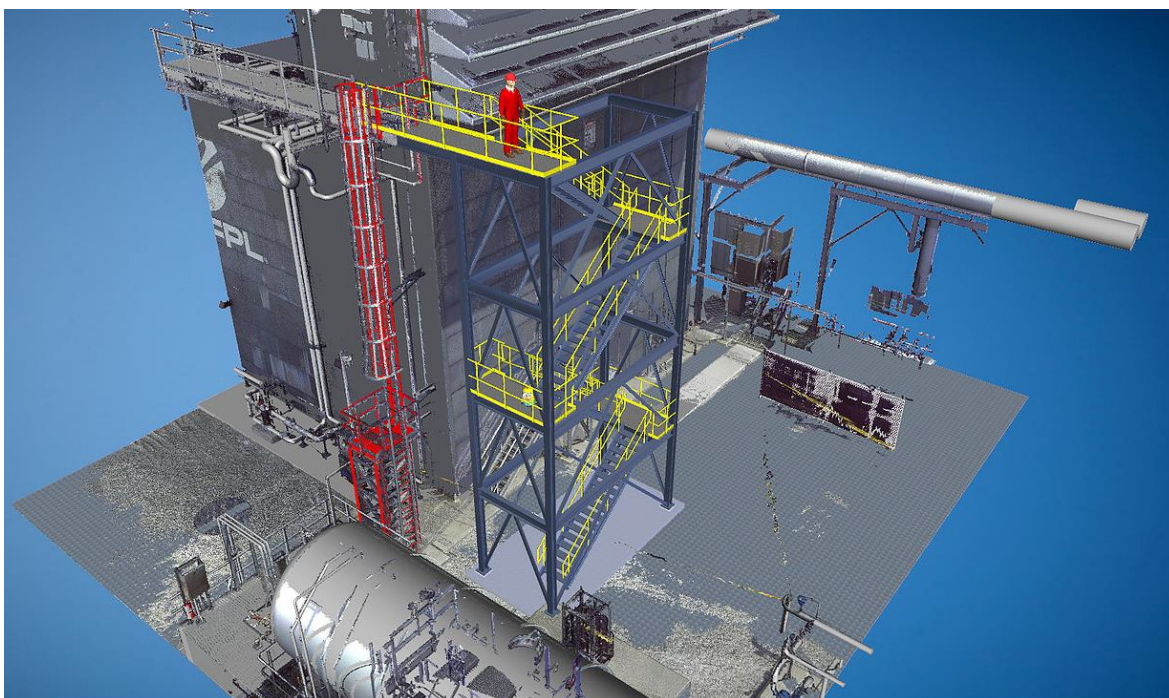
3.2 Utmaningar och problem vid modellering

Det finns en del utmaningar och problem vid modellering i synnerhet av befintliga byggnader. Mycket information om mått, material och färger måste fås in i en modell. Ett bra alternativ är att använda sig av ett punktmoln men man kan även använda sig av till exempel fotografier och punkter mätta med takymeter. Gamla ritningar kan även utnyttjas då modellen skapas. Ett problem är att man oftast är tvungen att använda sig av flera olika program för att behandla utgångsinformationen, skapa modellen och eventuellt få in den i någon större helhet. Olika program stöder olika format och använder sig av olika koordinater för att placera modellerna. Oftast ingår flera parter vid kartläggning, modellering, planering, och genomförande av ett renoverings- eller saneringsprojekt. De olika parterna har olika tillgång och kunskap av att använda olika programvaror vilket utökar behovet att överföra data från ett program till ett annat. (YTV del 3, 2012).

Det har skapats ett standardformat för överföring av modeller från en programvara till en annan, IFC som de flesta programmen stöder men det kvarstår fortfarande problem (Buildingsmart, u.å.). Meningen är att olika yrkesmän skall kunna använda de program de behöver. Överföringen av information till och från modellen sker med hjälp av IFC-formatet. IFC innehåller information om material och struktur och objektens tredimensionella form samt placering. Det finns flera olika IFC-format av vilka de nyaste och enklast att använda är IFC 4. Modellering kräver fortfarande ganska mycket manuellt arbete och målet är att man skulle kunna göra större delar av modelleringen automatiskt (Jävåjä, 2016 s. 20-24).

3.3 Kombinerad av punktmoln och modeller

Modelleringen tar tid och i synnerhet ifall en förändring enbart berör en del av byggnaden planeras, kan det vara fördelaktigt att planera direkt in i punktmolnet eller modellera endast delar eller vissa strukturer av byggnaden (Figur 5). I dagens läge klarar flera modelleringsprogram av att visa punktmoln. Datorernas kapacitet har också ökat, vilket möjliggör direkt användning av punktmoln. Man kan t.ex. se om eller var och hur nya maskiner, produktionslinjer eller andra utrymmen passar in utan att behöva göra en modell av hela byggnaden. (Landtech, 2013)



Figur 5. En ny trappuppgång har modellerats direkt i ett punktmoln av den existerande byggnaden (Moodey engineering inc u.å.).

3.4 Koordinatsystem vid modellering

Ett punktmoln måste vara i ett koordinatsystem. Även de tredimensionella modeller som skapas med hjälp av punktmolnet är i ett koordinatsystem. I regel är det meningen att modellerna kommer att användas som utgångspunkt vid vidare planering av något sanerings- eller renoveringsprojekt. Ett punktmoln som skapats via laserskanning eller fotogrammetriskt är vanligtvis i något världsomfattande koordinatsystem som är lämpligt (Olsson m.fl. 2013). Tomtens utsträckning bestäms av koordinaterna i stadens koordinatsystem på områden med bindande detaljplan. Städerna i Finland använder sig idag

allmänt av GK:n koordinater. En del städer använder sig fortfarande av kkj eller något eget koordinatsystem. På byggen används däremot ofta av ett eget koordinatsystem med origo i något hörn av byggnadsplatsen (YTV del 3, 2012).

Det har fördelar att planera i samma koordinatsystem som man bygger i. Dessutom är de flesta modelleringsprogram inte planerade för att använda världsomfattande koordinater som har origo vid ekvatorn. Enligt föreskrifterna för planering och modellering av byggnader i RT skall avståndet till origo i ett planeringsprojekt inte överskrida 2 km. Koordinatsystemet skall bestämmas i ett så tidigt skede som möjligt av planeringsprocessen och samma koordinatsystem skall användas i alla planer. Koordinatsystemets nordriktning skall sammanfalla med den nordriktning stadens koordinatsystem har och alla koordinater skall vara positiva (YTV 2016).

4 Programvaror

I detta kapitel beskrivs de program som använts i detta examensarbete och deras egenskaper när det gäller hantering av punktmoln och skapande av 3D-modeller. Archicad och Revit och tillägsprogram som direkt är kopplade till dem behandlas inte i detta kapitel utan de behandlas i kapitel 5. I detta kapitel behandlas programvaror som använts för att redigera eller transformera punktmolnet eller på annat sätt underlätta skapandet av modellerna i Revit och Archicad. Även Autocad och Sketchup har behandlats i detta kapitel, eftersom man enbart i mindre utsträckning har provat dem för att kunna jämföra med Archicad och Revit. Olika program stöder olika format och överföring mellan olika programvaror skapar ofta problem. Därför har man ägnat en skild underrubrik åt de olika formaten och vilka program som stöder dem.

4.1 Format

Olika programvaror använder sig av olika format. I vilken mån programmen klarar av att läsa in andra format varierar. En del tillverkare vill skydda sina programvaror genom att endast möjliggöra användning av deras egna format. Överföring av data mellan olika program är ett erkänt problem när man arbetar med punktmoln och modeller (Jävåjä, 2016 s.20-24).

För att åskådliggöra vilka format som kan användas med vilka program har man skapat en tabell (Tabell 1). I tabellen har man inkluderat olika punktmolns format, samt en del andra allmänt använda format. Vissa format är förknippade med en viss tillverkare och då har tillverkarens namn skrivits ut längst till vänster. I tabellen har inte alla format för alla program inkluderats utan man har försökt plocka ut de allmännaste och mest relevanta.

Tabell 1. Tabell över olika format som går att importera i programvarorna som använts

	Archicad	Pointcab	Recap	Revit	Autocad	Cloud Compare	Undet
Punktmoln	<i>xyz</i>	<i>xyz</i>	<i>xyz</i>	<i>txt</i>		<i>xyz txt</i>	<i>xyz</i>
		<i>asc</i>	<i>asc</i>	<i>asc</i>		<i>asc</i>	<i>asc</i>
		<i>las laz</i>	<i>las</i>	<i>las</i>		<i>las laz</i>	<i>La slaz</i>
Leica		<i>ptg ptx pts</i>	<i>ptx pts ptg prj</i>	<i>ptx pts ptg</i>		<i>ptx pts</i>	<i>pts</i>
Topcon			<i>cl3 clr</i>	<i>cl3 clr</i>			<i>cl3 clr</i>
Faro		<i>fws fls lsproj</i>	<i>fls fws xyb</i>	<i>fls fws</i>			<i>fls fws lsproj</i>
Autodesk			<i>pcg</i>	<i>pcg</i>			
Riegel			<i>rds</i>	<i>rds</i>			
Zoller&Frohlich		<i>zfs zfprj</i>	<i>zfs zfprj</i>	<i>zfs zfprj</i>			<i>zfs</i>
	<i>e57</i>	<i>e57</i>	<i>e57</i>	<i>e57</i>		<i>e57</i>	<i>e57</i>
Autodesk			<i>rcp rcs</i>	<i>rcp rcs</i>	<i>rcp rcs</i>		
Övriga	<i>dxg dwg</i>			<i>dxg dwg</i>	<i>dxg dwg</i>	<i>dxg</i>	<i>dxg dwg</i>
	<i>shp</i>			<i>shp</i>	<i>shp</i>	<i>shp</i>	
	<i>ifc</i>	<i>ifc</i>		<i>ifc</i>			

Motsvarande tabell har gjorts för vilka format som kan exporteras ur de olika programmen (Tabell 2). Då man jämför dessa tabeller märks tydligt att möjligheten att exportera filer är mer begränsat, vilket delvis beror på att många av programmen är modelleringsprogram som använder sig av andra format. Syftet med dessa tabeller är att man enkelt skall kunna se,

vilka format som kan användas för att kunna överföra data från ett program till ett annat. De olika modelleringsprogrammets egna projektformat har inte inkluderats.

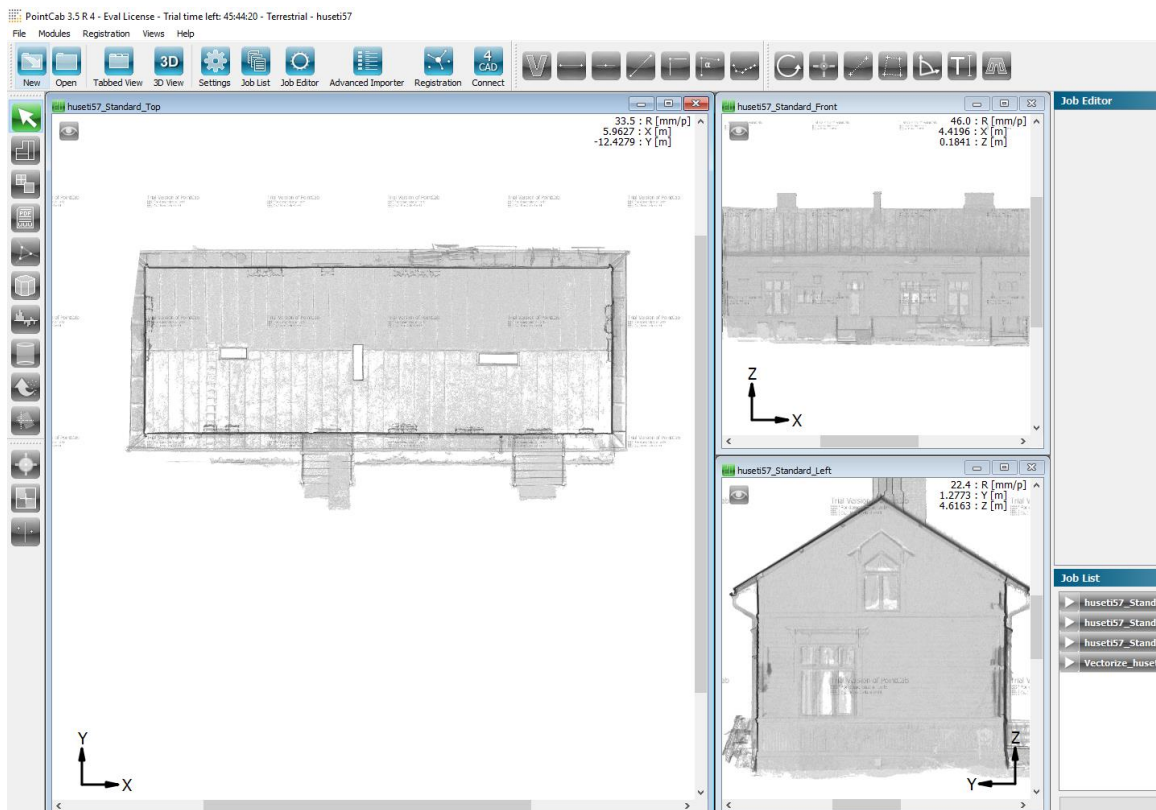
Tabell 2. Tabell över formaten som går att exportera ur de olika programvarorna som använts.

	Archicad	Pointcab	Recap	Revit	Autocad	Cloud Compare	SketchUp Pro
Punktmoln						<i>xyz txt</i> <i>las laz</i> <i>asc</i>	
Leica			<i>pts</i> <i>e57</i>			<i>pts</i> <i>e57</i>	
Autodesk			<i>pcg</i>				
Autodesk			<i>rcp rcs</i>	<i>rcp rcs</i>			
Övriga	<i>dxw dwg</i>	<i>dxw dwg</i>		<i>dxw dwg</i>	<i>dxw dwg</i>		<i>dxw dwg</i>
	<i>ifc</i>			<i>ifc</i>			<i>ifc</i>

4.2 Pointcab

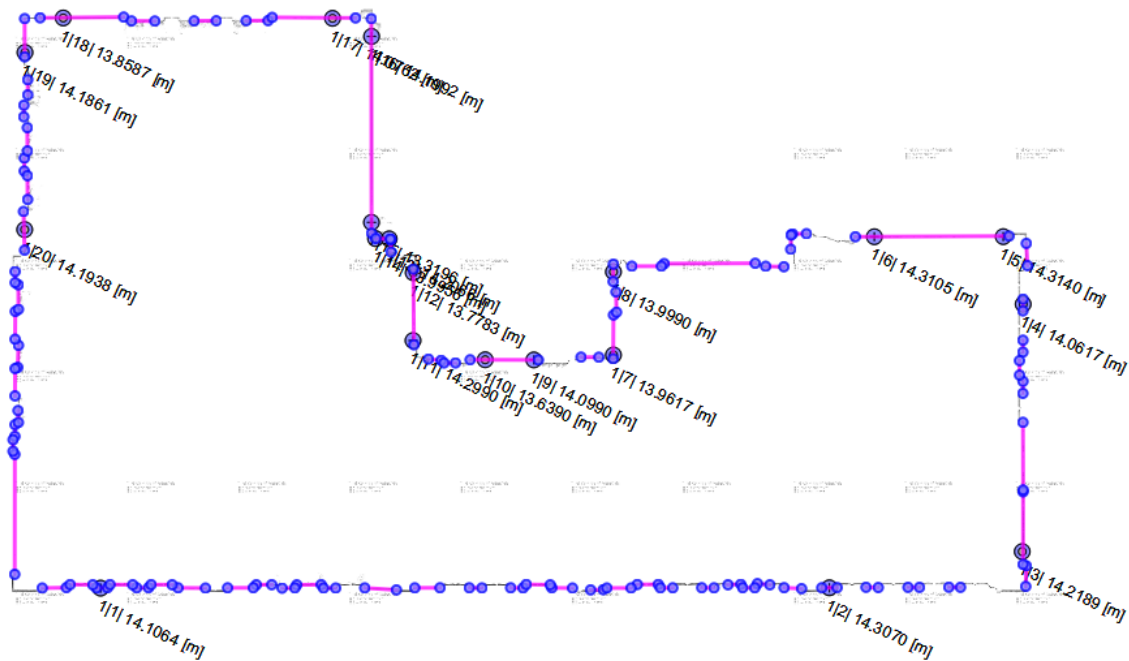
Pointcab är ett program för att behandla punktmolnsdata men framförallt för att underlätta skapandet av två- och tredimensionella modeller ur det. Pointcab skapar en rasterbild av punktmolnet när man laddar upp det (Figur 6). Fördelarna med att använda en rasterbild är att filstorleken blir mindre och gränserna mellan olika ytor syn tydligare i rasterbilden. Nackdelarna blir att det inte går att snurra på bilden eller röra sig som i ett tredimensionellt punktmoln. Det går att skapa skärningar eller ändra på koordinatsystemet i Pointcab. Själva punktmolnet förändras inte utan alla förändringar gäller bilderna som Pointcab skapar ur punktmolnet. Det går enkelt att välja ut punkter med tredimensionella koordinater som man kan föra in i ett annat program. I Pointcab går det att skapa vektorer av till exempel en

skärning som kan exporteras för att få ritningar för en byggnad. Det går också att skapa polygonytor av valda delar i Pointcab (Pointcab u.å.).



Figur 6. Pointcab skapar automatiskt rasterbilder från tre riktningar av punktmolnet. Tilläggsbilder och skärningar går att generera enligt behov.

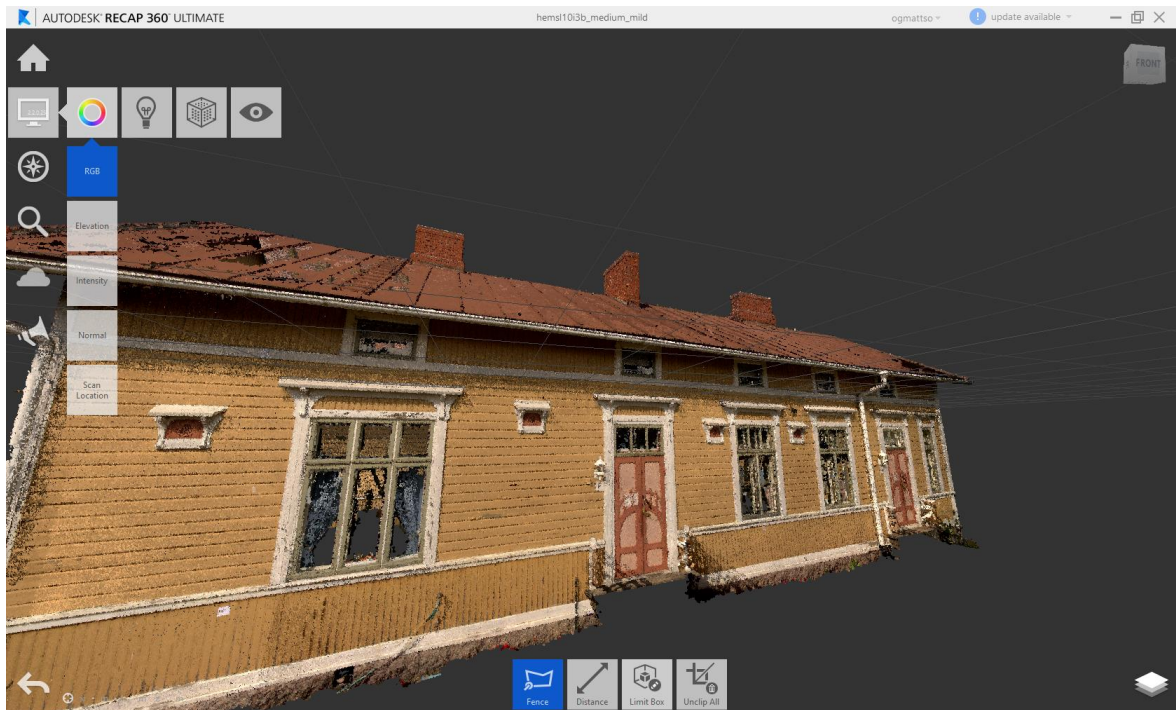
I detta examensarbete användes Pointcab 3.5 med en prövolicens som tillät att programmet användes i 48 timmar med begränsade möjligheterna att exportera filer från programmet. Programmet laddades ner från BIMm GmbH:s hemsida tillsammans med Pointcab4BIMm tillägget till Archicad. I Pointcab gick det enkelt att skapa en skärning på önskad höjd med valda dimensioner. Vektoriseringsverktyget som finns i programmet användes för att vektorisera skärningen men resultatet var inte användbart i sig utan skulle ha krävt editering (Figur 7). Man kommer lättare undan med att själv rita vektorerna på skärningen, vilket går att göra med programmet.



Figur 7. Resultatet av automatiska vektoriseringen i PointCab. Vektorerna syns som rosa och de blå bollarna är ändpunkterna.

4.3 Recap

Recap är Autodesk's program för hantering av punktmoln. Det går att beskära punktmolnet med hjälp av flera olika funktioner. Med Recap går det även att konvertera punktmolnets format till både rcs och rcp som stöds av Autodesk's programvaror eller andra allmänt använda format. Recap har relativt få funktioner och är således enkelt att använda (Figur 8).



Figur 8. Recap har få funktioner men de är tydliga och enkla att använda.

I detta examensarbete användes Recap 360 för att editera punktmolnet och för att skära ut valda delar ur punktmolnet. Programmet har även använts för att transformera koordinater till bland annat e57 formatet som stöds av Archicad.

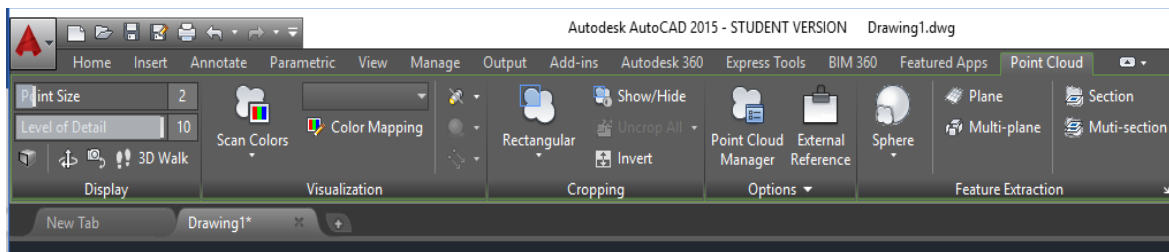
4.4 Autocad

Autocad är ett allmänt använt planeringsprogram från Autodesk. Från början är Autocad planerat för tvådimensionella ritningar. I dagsläget går det att planera även tredimensionellt men programmet. Det går enkelt att ta in ett punktmoln i Autocad som är i rcs eller rcp format som används av Autodesk programvaror. Punktmolnet kommer in som ett länkat objekt och man kan inte editera eller utnyttja enskilda punkter. Punktmolnet sparas inte i dwg-filen utan enbart det länkade punktmolnets placering i projektet finns sparad. Punktmolnsdatat finns i

den länkade rcp- eller rcs -filen. Det går att använda punktmolnet som grund att rita på men man bör beakta att det inte går att ta tag i de enskilda punkterna och att det blir lätt svårt att orientera sig när man ritar linjer i ett tredimensionellt punktmoln.

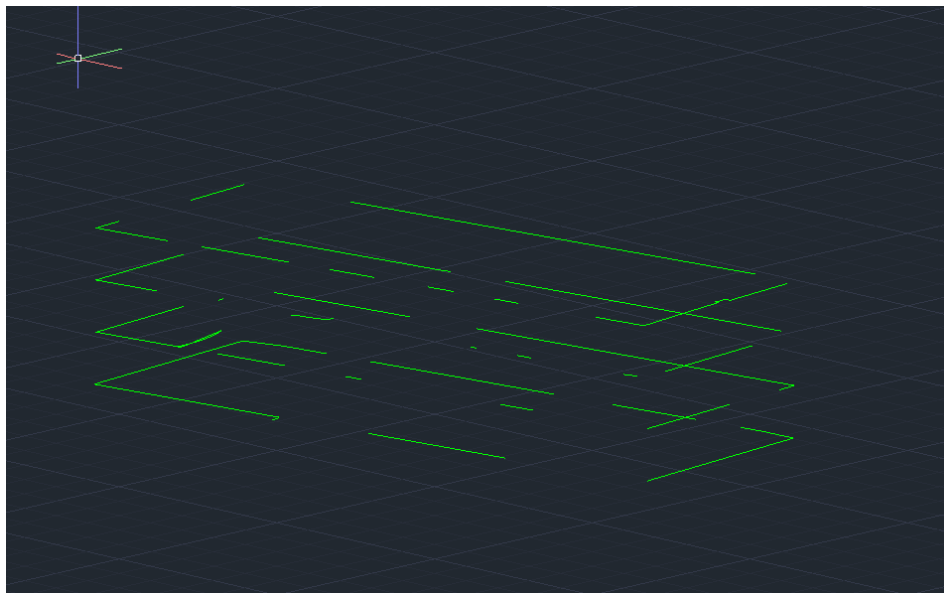
4.4.1. Shape extraction

Shape extraction är en tilläggsmodul för Autocad som är gratis och kan laddas ner från Autodesk's hemsida (Figur 9). Shape extraction stöder enbart Autocad version 2015 och 2014. I Shape extraction går det att ändra på hur punktmolnet visas och skapa t.ex. skärningslinjer eller känna igen enkla former (Autodesk, u.å.). De flesta av funktionerna som finns i Shape extraction ingår i punktmolnsbehandlingsfliken som finns i Autocad 2016.



Figur 9. Punktmolnspanelen i Autocad som blir tillgänglig när man laddar ner Shape extraction.

Att skapa skärningslinjer med Shape extraction gick enkelt och snabbt. Att använda skärningslinjerna direkt som de skapats kan vara svårt men med lite modifikation går det att använda dem som utgångspunkt vid modellering (Figur 10). Det går även enkelt att själv rita linjer som går att utnyttja vid vidare modellering. Det går att ställa in punktmolnets genomskinlighet och vilken del av punktmolnet som visas för att underlätta ritandet. Shape extraction lyckades hitta en cylinder formad vägg men noggrannheten var dålig. Hur programmet placerade ut cylindern berodde på var man valde den så kallade utgångspunkten. Autocad kollapsade flera gånger när man arbetade med punktmolnet.

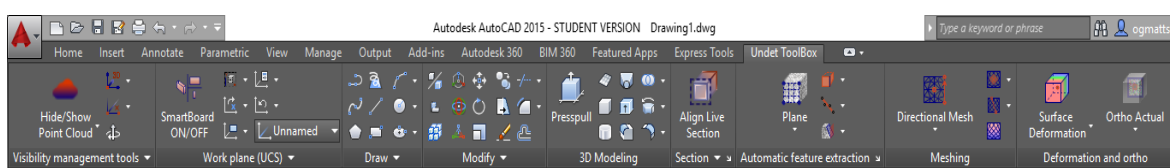


Figur 10. Skärningslinjer på fyra olika höjder genererade automatiskt med Shape extraction. Man ser dörröpningsar och fönster men även andra luckor finns.

4.4.2 Undet for Autocad

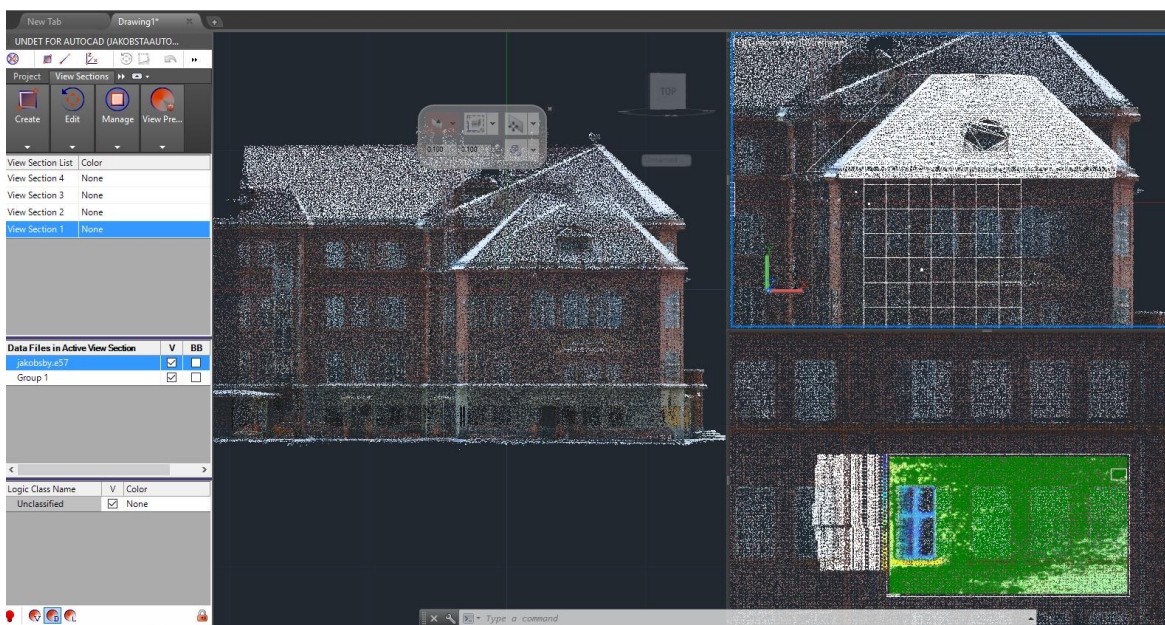
Undet for Autocad är ett tilläggsprogram för hantering av punktmoln i Autocad. I detta examensarbete användes en 7 dagars prövolicens av Undet for Autocad V2. Med tilläggsprogrammet går det att ändra på punktmolnets färgsättning, navigera i punktmolnet, skapa polygonytor och automatiskt känna igen enkla former som plan, cylinder, klot och skärningslinjer (Undet u.å.).

När man arbetar med Undet for Autocad använder man sig av en tilläggspanel i Autocad (Figur 11). Man skall inte ta in punktmolnet som vanligt i Autocad utan punktmolnet skall indexeras till en ipcp-fil med hjälp av Undet-indexer som följer med tilläggsprogrammet. När programmet indexerat om punktmolnet går det att ta in det till Autocad. Som utgångspunkt visas endast en kraftigt utglesad version av punktmolnet men det går att skapa så kallade sektioner där man ser en tätare version av en del av punktmolnet.



Figur 11. Undet for Autocads tilläggspanel

Undet for Autocad har inte det mest användarvänliga upplägget. Det finns många funktioner med flera steg som måste utföras för att uppnå ett resultat. Programmet hittade plana ytor och det går att ställa in parametrar som tjocklek och kurvatur men i testpunktmolnet blev planen väldigt små. Alternativt om man ställde in tjockleken på över 30cm blev de bildade planen för stora och noggrannheten dålig. Detta beror antagligen på att det var en tegelbyggnad med ojämn fasad. Programmets funktion för att analysera hur väl punkterna i punktmolnet sammanfaller i ett plan prövades och resultatet verkade bli ganska bra. Att punktmolnet är så glesat och att man är tvungen att hoppa mellan olika tredimensionella sektioner och hela punktmolnet gör att det känns arbetsamt att arbeta med programmet. Möjligheten att ha uppe en delad vy underlättar dock en del (Figur 12). Det gick relativt snabbt att bilda en polygonyta av en del av punktmolnet när man kommit på hur man skall gå till väga.

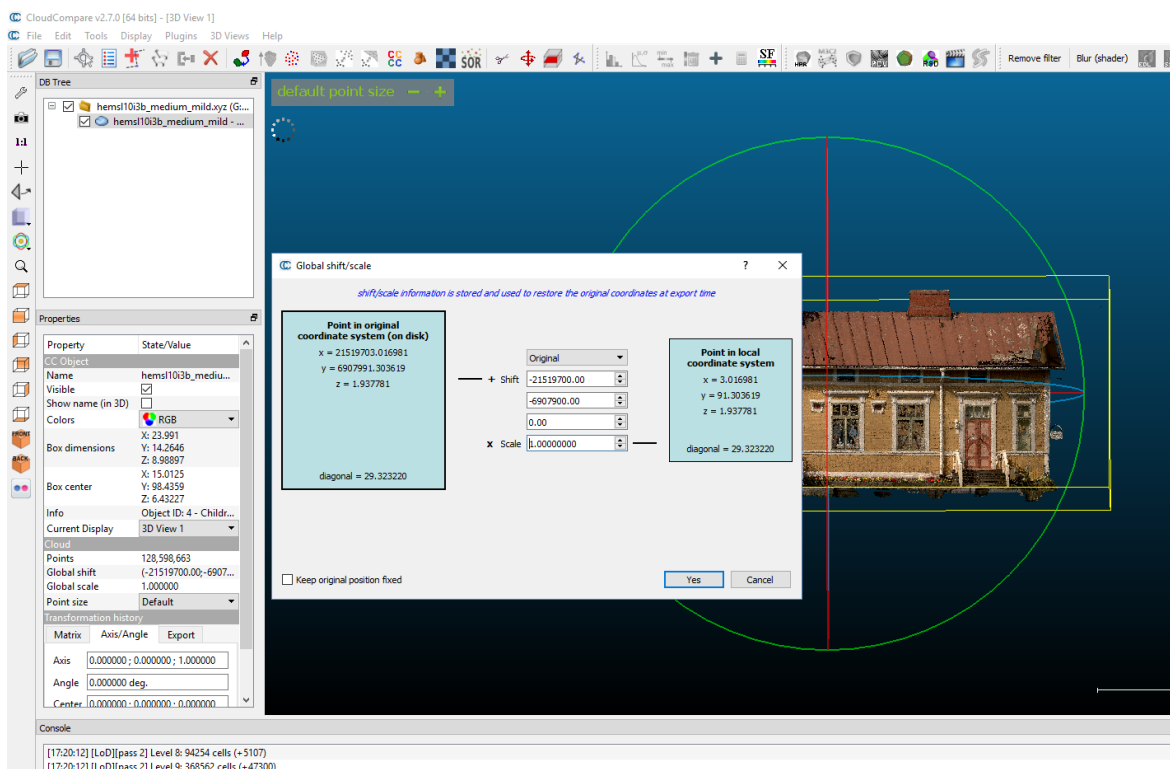


Figur 12. Det går att ha uppe en tredelad vy när man använder Undet for Autocad. I bilderna ser man att punktmolnet är kraftigt utglesat. Upp till vänster syns en polygonyta (på taket) och ett plan som skapats med programmet. Ned till vänster syns resultatet av en analys av hur väl i plan punkterna i punktmolnet är.

4.5 CloudCompare

CloudCompare är ett open source program för hantering av punktmoln och i viss mån även trianguleringar samt polygonytor (CloudCompare, u.å.). Det finns betydligt fler funktioner än i Recap men programmet är mindre användarvänligt. CloudCompare är ursprungligen utvecklat för att man skall kunna jämföra punktmoln med varandra (CloudCompare, u.å.).

I detta examensarbete har CloudCompare v2.7.0 använts för att göra punktmolnet glesare vilket underlättar och gör det snabbare när olika funktioner skall prövas i andra programvaror. I CloudCompare går det att välja vilket avstånd man vill ha mellan punkterna eller ange antalet punkter i det nya glesare punktmolnet, vilket är behändigt. CloudCompare har även använts för att ändra på koordinaterna för punkterna i punktmolnet för att få det importerat till andra program (Figur 13).

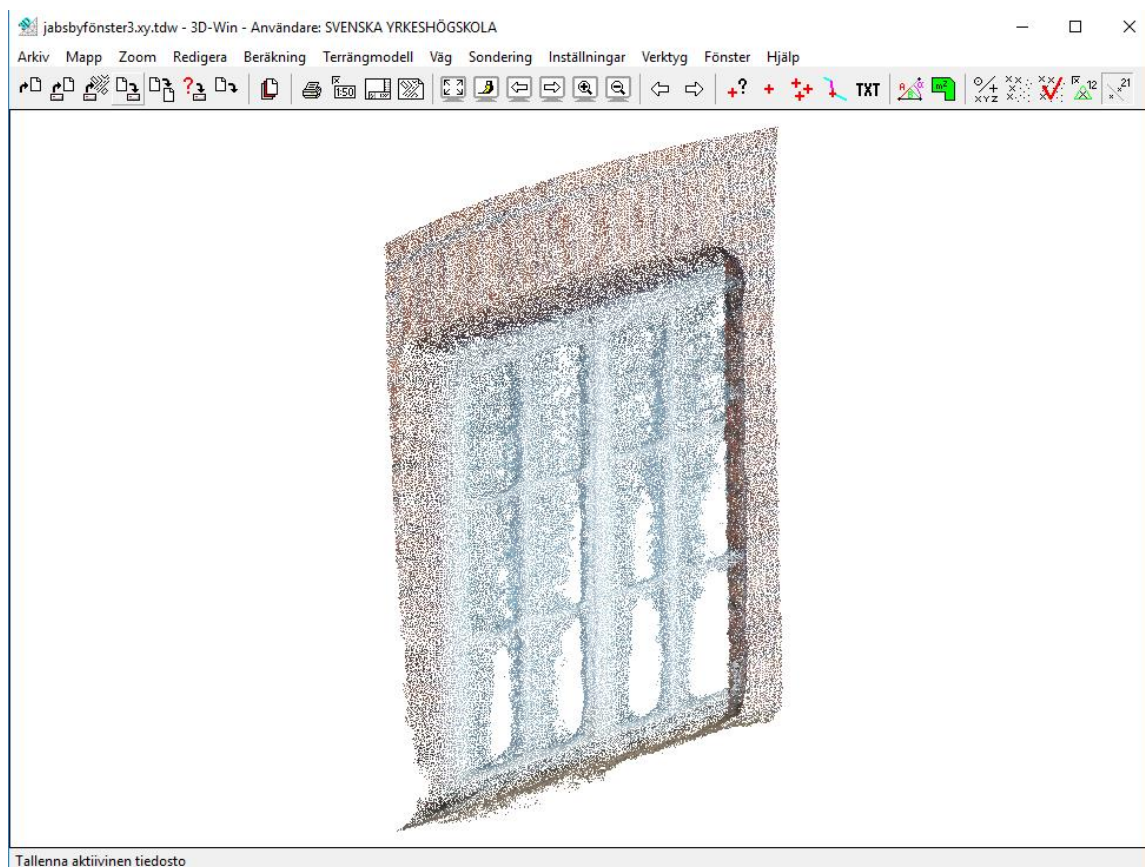


Figur 13. CloudCompare användes för att ändra på koordinaterna för punktmolnets punkter.

4.6 3D-win

3D-win är ett finskt program som är utvecklat av 3D-systems främst för hantering av mätdata från takymetrar eller GPS. Det går att utföra geodetiska beräkningar och transformera både koordinatsystem och format på filen. Det går även att ta in data från planeringsprogram och framställa utskrifter och terrängmodeller med programmet (3D-systems u.å.).

I detta examensarbete användes 3D-win 6.1 för att få punkterna i ett punktmoln sparade som dwg-punkter, vilket möjliggjorde att det gick att få in dem i Revit family och hantera dem på annat sätt i flera program som Autocad (Figur 14). I 3D-win finns en funktion som möjliggör att det går att själv definiera från vilken kolumn och rad programmet läser in koordinaterna och höjderna på punkterna samt färgkoder eller intensitetsvärden. Det går alltså att importera olika punktmolnsformat som är uppbyggda så att ett dylikt tillvägagångssätt går att tillämpa t.ex, txt, xyz, ptc. Det finns också en funktion för importering av punktmoln i las format i programmet. Antalet punkter som 3D-win klarar av att hantera är begränsat, eftersom det inte i första hand är planerat för hanteringen av punktmoln. I detta arbete var det enbart en del detaljer som fönster och dörrar som man ville ha in i Revit family och man således behövde få konvertera till dwg-format. Därför skars först detaljerna ur punktmolnet ut i Recap varefter de importerades till 3D-win.



Figur 14. 3D-win användes för att transformera punkterna som beskrev ett fönster till dwg-punkter som sedan kunde importeras till Revit Family

4.7 SketchUp

SketchUp är Trimbles programvara för modellering och visualisering. I detta examensarbete har man använt en 30 dagars prövolicens av SketchUp Pro 2017 (Trimble, 2017). Jämfört med Archicad och Revit är SketchUp mera inriktat på skisser och visualisering. Ytorna byggs upp av linjer och det finns till exempel inte väggar med färdiga väggstrukturer och material. Detta gör att det känns enkelt att modellera även komplicerade strukturer med programmet. Resultatet blir en tredimensionell modell men inte en modell som direkt kan utnyttjas som BIM. Det finns mycket tilläggsmoduler och färdiga objekt som går att ladda ner fritt till Sketchup. Man får upp projektfilerna även med den enklare SketchUp make-versionen som fritt kan laddas ner.

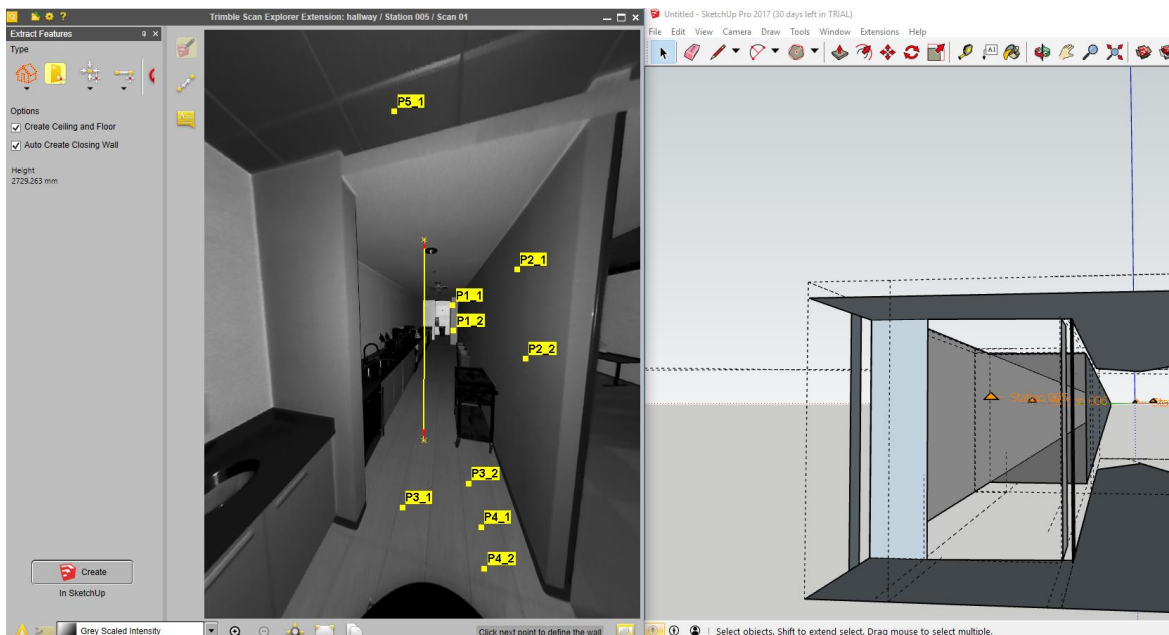
Det går inte att importera punktmoln direkt till SketchUp utan man måste använda sig av ett tillägsprogram. Man kan importera en dwg/dxf-fil med linjer eller punkter men punkterna visas som svarta kors så nyttan att importera ett punktmoln som är i dwg/dxf-format är begränsat. Det känns lättare och framförallt friare att rita med SketchUp jämfört med Archicad och Revit, eftersom man mer arbetar med linjer och ytor, inte färdiga strukturer.

Däremot krävs det mer arbete att skapa en noggrann modell. Det märks att programmet inte är skapat enbart för modellering av byggnader och man är till exempel tvungen att först skapa öppningar i väggen och sedan placera eller rita in fönster. Man har satsat på det visuella och det går snabbt att få fram modeller som ser fina ut. Information om material och deras egenskaper finns inte på motsvarande sätt sammanlänkat som i Archicad och Revit.

4.7.1 Trimble scan explorer extension

Trimble scan explorer extension är ett tillägsprogram för SketchUp Pro som är tillverkat av Trimble. Tillägsprogrammet skapar bilder av punktmolnet som har en mindre filstorlek. Det går endast att importera punktmoln i Trimble Realworks rwp-format till programmet. Med programmet kan man automatiskt skapa linjer längs hörnen i punktmolnet. Det går även att modellera väggar i SketchUp genom att visa två punkter på bilden och att rita linjer och punkter enligt koordinaterna från bilden i SketchUp. (Trimble 2016).

Eftersom det enbart går att importera punktmoln i Trimble Realworks rwp format användes undantagsvis vid testningen av programmet punktmoln som laddades ner från programvarans hemsida. Det går relativt snabbt att bilda hörnlinjerna som bra kan användas som stöd vid modellering i SketchUp. Att orientera sig enbart med linjerna kan vara svårt om man har en större eller mer komplex byggnad. När man modellerar väggarna med hjälp av att visa först tak och golv och sedan två punkter på varje vägg i tillägsprogrammet är det viktigt att man framskrider i ordningsföljd så att väggarna bildas rätt (Figur 15). Både när man bildar väggarna och skapar hörnlinjerna verkar väggarna längs långa korridorer bli en aning sneda.

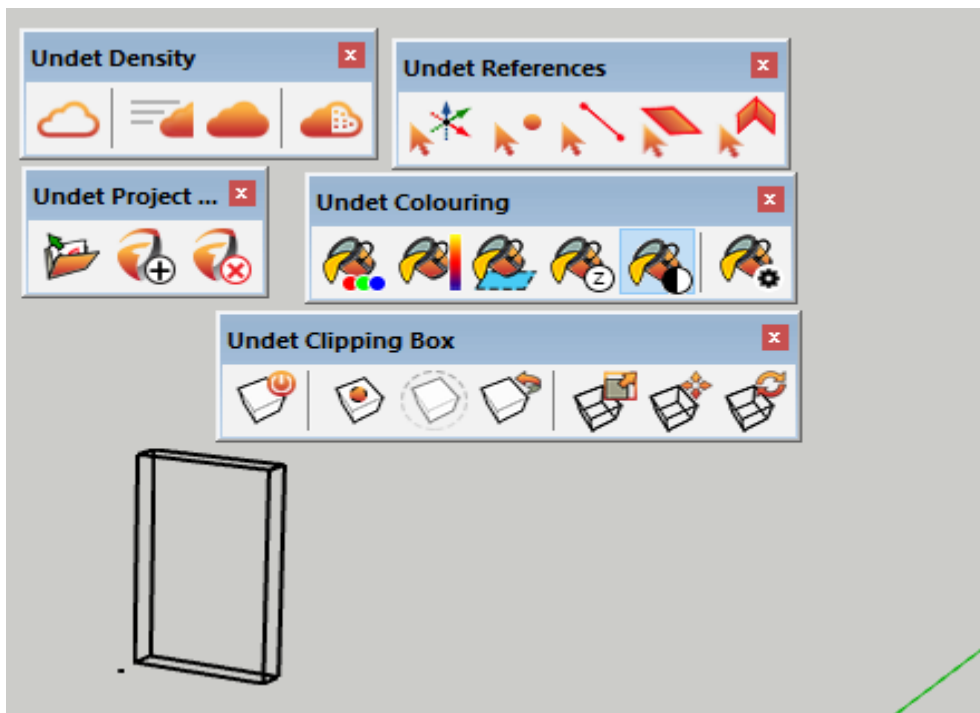


Figur 15. Hörnlinjer och väggar skapade med Trimble scan explorer extension. Scan explorer fönstret med bilden som är genererad från punktmolnet till vänster och SketchUp med modellen till höger.

4.7.2 Undet4SketchUp

Undet4SketchUp V1 är ett tillägsprogram av Undet som möjliggör fram för allt importeringen av flera vanliga punktmolnsformat som e57, las och pts till SketchUp. Det går även att ändra på punktmolnets synlighet, färgsättning och snappa fast till punkterna i punktmolnet. Det finns funktioner för igenkänning och bildande av plan, kantlinjer och triangulering i tillägsprogrammet. Man använde en prövolicens på två dagar av Undet for SketchUp (Undet.u.å.).

Undet4SketchUp kommer in som nya paneler i SketchUp (Figur 16). För att få in punktmolnet indexerar Undet4SketchUp om punktmolnet och bildar en ipcp-fil och tillhörande stödfile. Det oindexerade punktmolnet går att ta in i SketchUp. Trots flera försök gick det inte att få punktmolnet och synas i SketchUp. Det gick att bilda ipcp-filen och få in punktmolnet så att man kunde snappa i punkter men det syntes inte. Enligt Aurelijus Petraitis produktchef på Undet berodde detta på datorns grafikkort (personlig kommunikation 19.01.2017). Drivrutinerna på grafikkortet uppdaterades men man lyckades inte lösa problemet inom tidsfristen för prövolicensen. Senare prövades även Undet4SketchUp V2 men problemen kvarstod. Antivirusprogrammet blockerade även en del av Undets filer som måste återställas för att programmet skulle fungera.



Figur 16. När man installerar Under for SketchUp får man nya paneler med funktioner som gör det möjligt att importera punktmoln och ändra på punktmolnets utseende.

5 Archicad och Revit

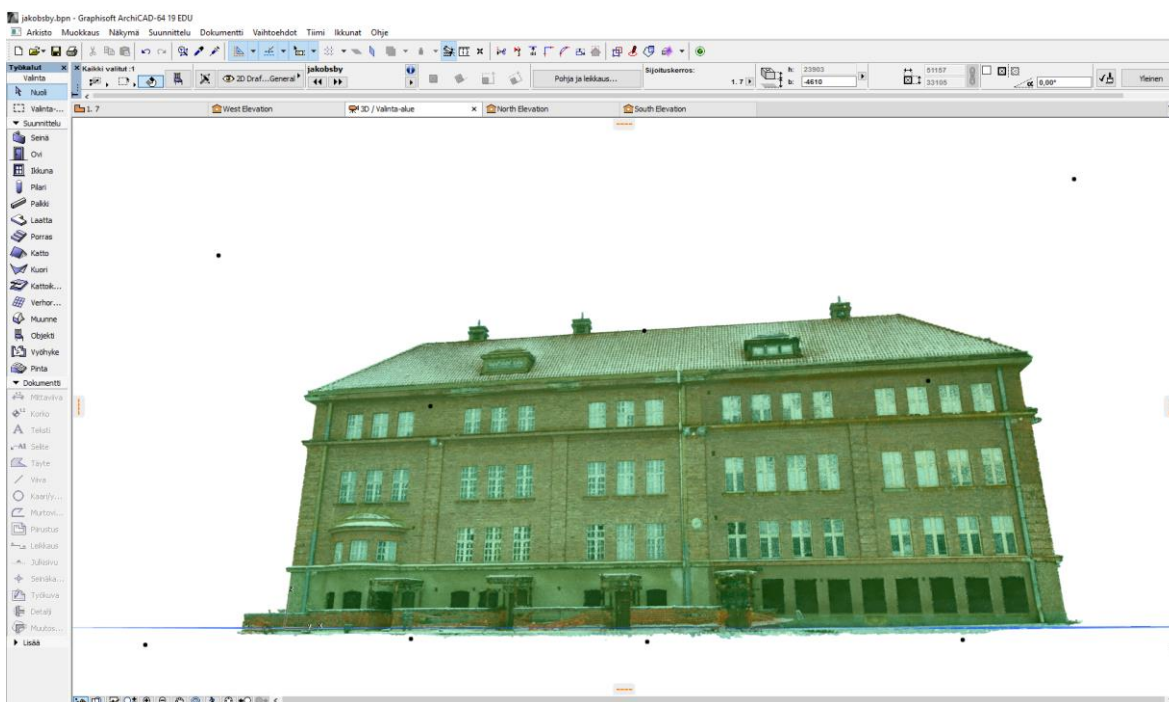
I detta kapitel behandlas Archicad och Revit och hur man kan skapa tredimensionella modeller av byggnader med dem. Även tilläggsprogram som kan användas i Archicad eller Revit behandlas i detta kapitel. Dessa program används till exempel för att överföra koordinater från Pointcab direkt till modelleringsprogrammet.

5.1 Archicad

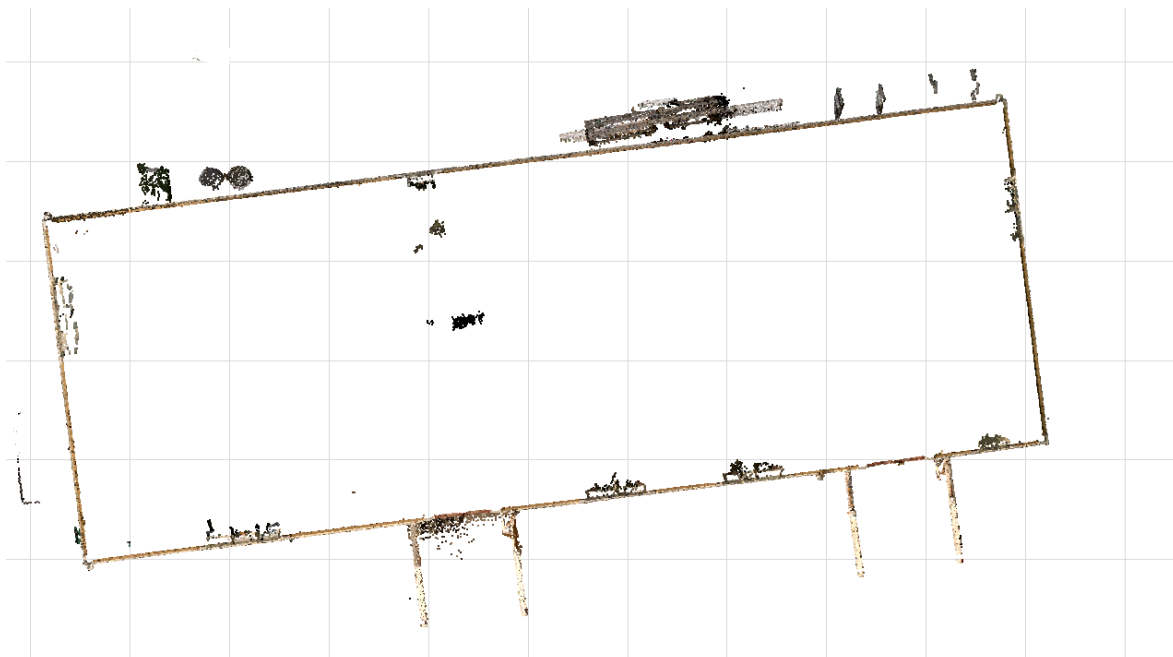
Archicad är ett modelleringsprogram som är tillverkat av Graphisoft. I Archicad kan man planera och visualisera byggnader och deras omgivning tredimensionellt. Archicad 19 är första versionen av Archicad som stöder direkt import av punktmoln. Det går att importera punktmoln med upp till några hundra miljoner punkter. Punktmolnet skall vara i xyz eller e57 format för att gå att importera till Archicad (Traser 2016).

När man importerar ett punktmoln till Archicad skapar programmet ett lcf-objekt av det (Figur 17). Det går inte att editera punktmolnet i Archicad. Däremot kan man flytta på objektet och ändra på dess storlek. Det går även att snappa fast i enskilda punkter ur

punktmolnet när man modellerar. Det lönar sig att placera punktmolnet på första våningen. Då kan man se en genomskärning av det på våning ett och man kan enkelt börja modellera väggarna på denna genomskärning (Figur 18). Onödiga objekt som bråte som lämnats att stå mot väggarna stör inte eftersom vägglinjerna klart syns från genomskärningen. För att få bättre noggrannhet på hörnen av byggnaden lönar det sig att rita in väggarna längs vägglinjerna och sedan förlänga dem ut till hörnen. Det finns en automatisk funktion som förlänger två väggar i Archicad tills de möts och bildar ett hörn.



Figur 17. Ett punktmoln som importerats till Archicad. De svarta punkterna är hörnpunkter på objektet som Archicad skapat.



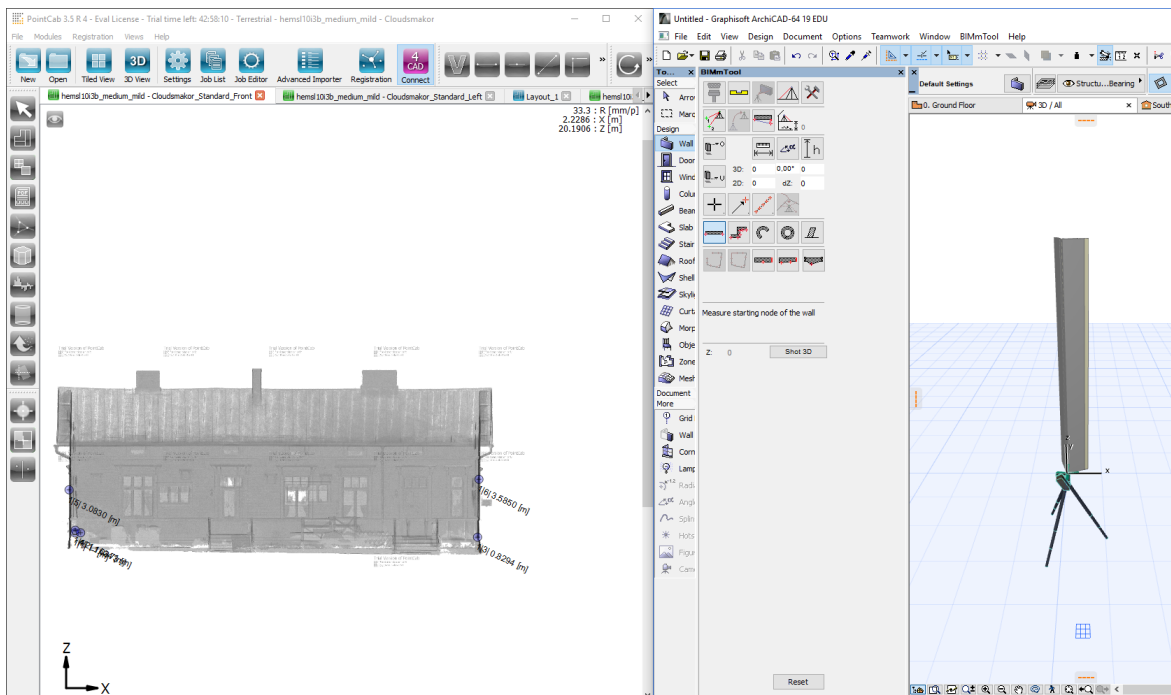
Figur 18. Genomskäring av punktmolnet på våning ett. Här kan man enkelt modellera in väggarna.

Det går enkelt att modellera väggar och tak med punkter ur punktmolnet som utgångspunkt men när man börjar modellera fönster dörrar och andra detaljer blir det problem, eftersom punktmolnet nu täcks av väggarna som man modellerat i Archicad. En lösning till detta att ställa in egenskaperna för väggarnas yta så att den blir transparent. Nu går det att se punktmolnet genom väggarna och placera ut fönster och dörrar enligt hur de syns in punktmolnet. Att släcka lagret för väggelementet är inte ett alternativ, eftersom fönster och dörrar är kopplade till samma väggobjektlager som väggen. Att skapa en modell genom att modellera på punktmolnet i Archicad går relativt snabbt. När man börjar modellera detaljer som trappräcken och stuprör börjar det ta tid (Figur 19).



Figur 19. Modell med punktmolnet av släckt. Detaljer som stupränna och räcken har lämnats bort.

Att importera ett punktmoln direkt till Archicad lämpar sig för visualisering men även som grund för modellering. För att Archicad skall klara av att indexera om punktmolnet till ett användbar lcf-fil måste punktmolnet vara i ett koordinatsystem där koordinaternas värden inte är för stora. Det går inte att använda ett punktmoln som är i ett världsomfattande koordinatsystem (Figur 20). Det kan även vara fördelaktigt att göra punktmolnet glesare för att minska på filstorleken. När man försökte föra in stora punktmoln kraschade programmet flera gånger och blev långsamt. Detta kan givetvis även bero på datorns kapacitet.



Figur 21. Med pointcab4BIMm går det att direkt överföra punkter från Pointcab till Archicad då man har båda programmen uppe samtidigt.

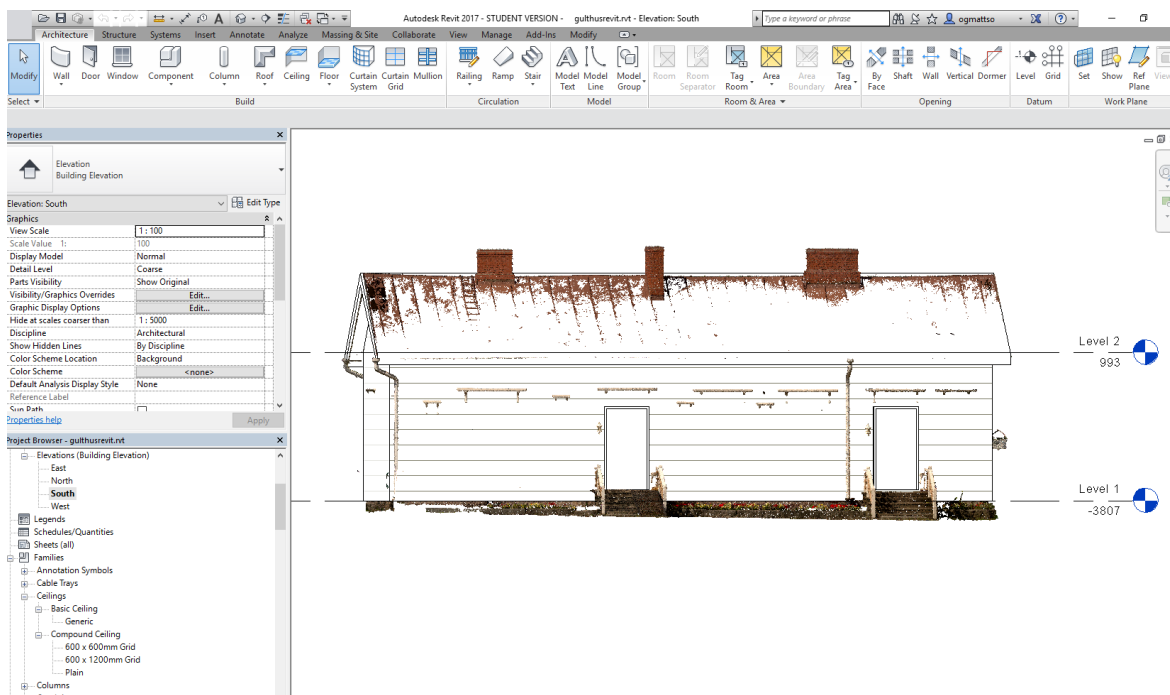
Trots flera försök lyckades man inte få programmen att samarbeta så att man skulle ha lyckats skapat en skalenlig modell i Archicad med hjälp av PointCab4BIMm. Detta kan delvis bero på de begränsningar som ingick i testversionen samt på att instruktionerna för hur man skall använda programmet var bristfälliga.

5.2 Revit

Revit är Autodesk's program för modellering av byggnader. Jämfört med Archicad finns det fler funktioner för att arbeta med punktmoln i Revit. Revit kan läsa in många olika punktmolnsformat men skapar ett rcp version av det som programmet klarar av att visa. Det går inte att editera punktmolnet i Revit eftersom det sparas som en skild fil och inte som en del av Revit projektet. Man kan däremot välja ut vilka delar ur punktmolnet som visas (Turner, 2014).

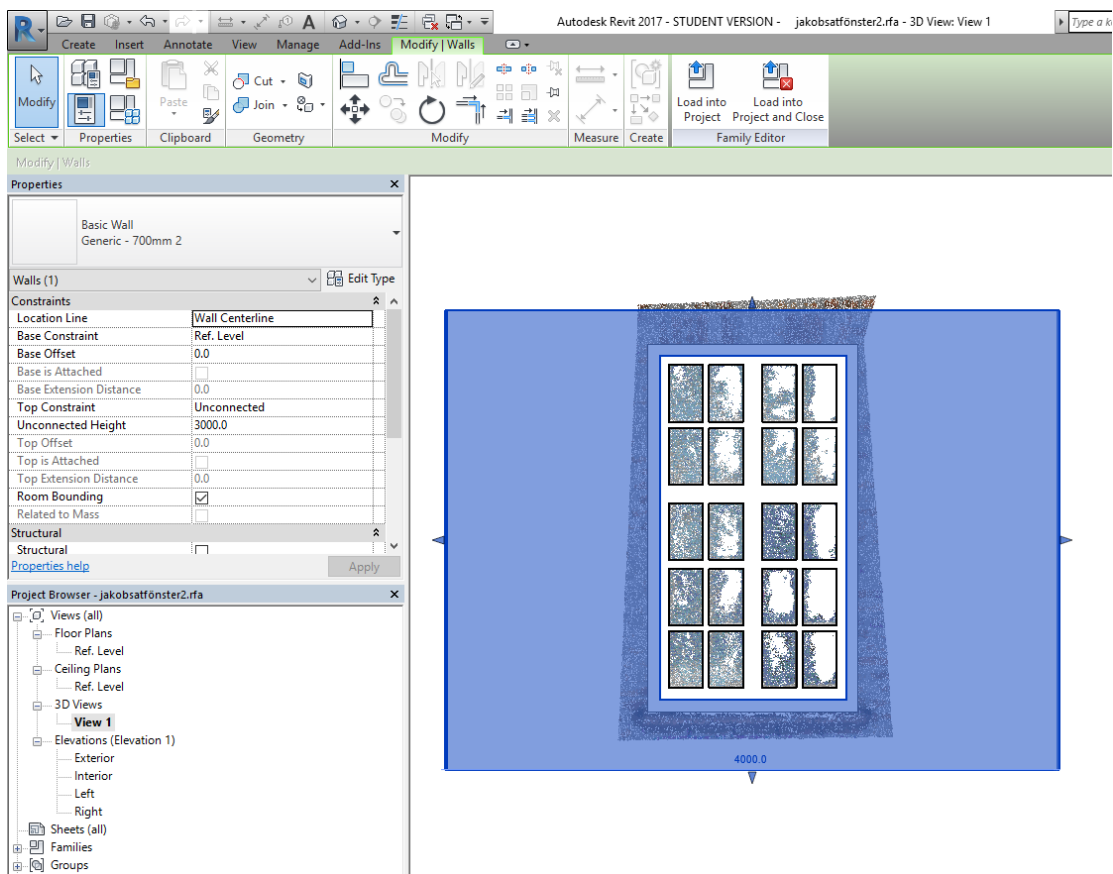
I detta arbete har man använt Revit 2017 och 2016. När man arbetar med Revit bör man komma ihåg att det inte går att spara projekt i en nyare version av programmet så att de skulle gå att öppna i en äldre version. Överförandet av objekt måste i dylika fall ske via dwg- eller

ifc-format och en del information går förlorad. I Revit går det enkelt att ställa in höjden för våningarna grafiskt (Figur 22). Det lönar sig att välja höjderna på våningarna så att man får en skärning som går att använda när man ritar in väggarna.



Figur 22. Det går enkelt att ställa in höjderna på våningarna i Revit. Modellen syns med grundinställningar som vit i Revit.

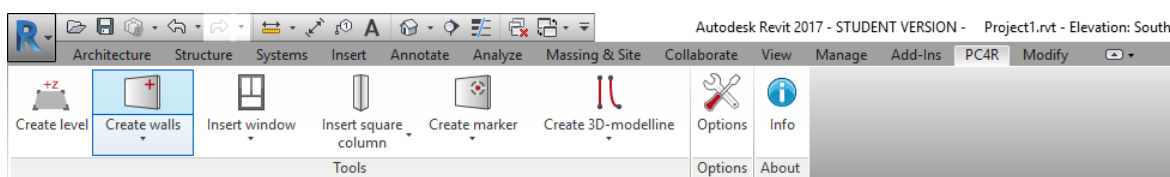
Det går relativt enkelt att modellera in väggarna och taket i Revit. Att skapa fönster och dörrar tar mer tid eftersom de måste skapas skilt i Revit Family. Det går inte att importera punktmolnet direkt till ett Revit Family dokument. Det går att importera punktmolnet till Autocad och där rita in eller generera de viktigaste kantlinjerna på objekten som man sparar i dwg-format. När man importerar en dwg-fil till Revit Family bör man komma ihåg att den inte skall vara i ett världsomfattande koordinatsystem. Alternativt går det att ta måtten ur punktmolnet som man har samtidigt uppe i ett annat fönster. En tredje metod är att skära ut fönstren ur punktmolnet och använda ett annat program, till exempel 3D-Win som klarar av att transformera punkterna till dwg-punkter. När man transformerat punkterna till dwg-punkter går det att läsa in dem i Revit Family och använda dem som grund för modelleringen (Figur 23)



Figur 23. Det går att läsa in dwg-punkter i Revit Family och använda som grund för modellering av bland annat fönster.

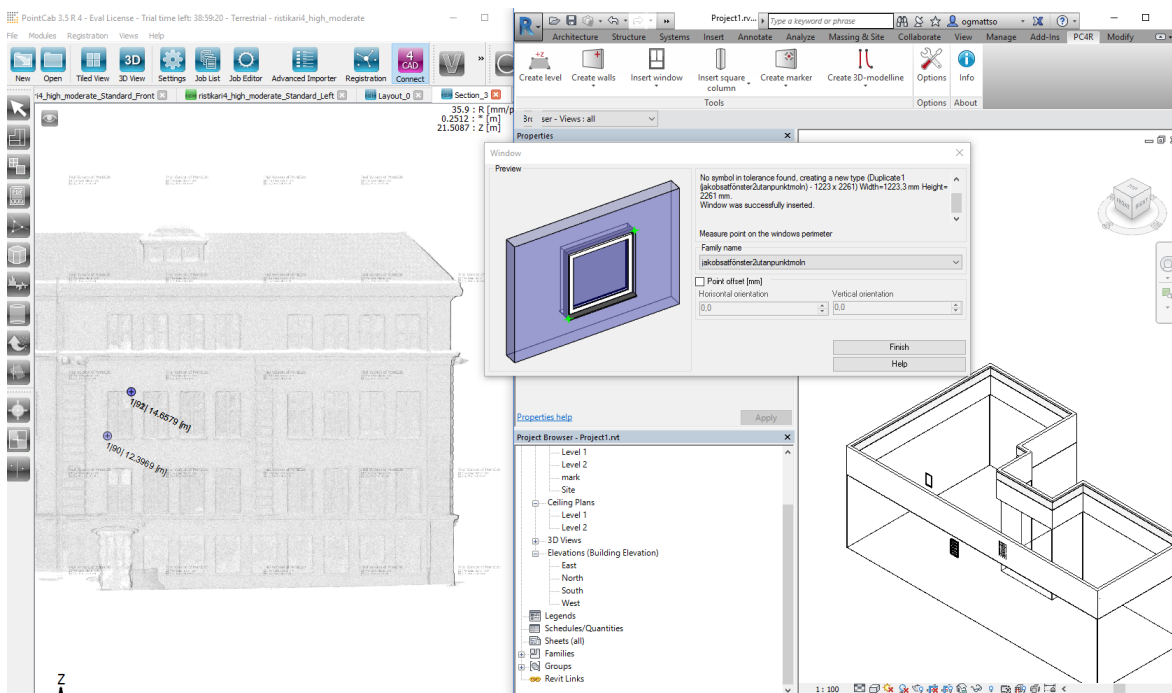
5.2.1 Pointcab4Revit

Pointcab4Revit är ett tilläggsprogram för Revit som möjliggör att man kan flytta över punkter från Pointcab till Revit på motsvarande sätt som Pointcab4BIMm fungerar för Archicad. Pointcab4Revit är tillverkat av Pointcab GmbH. Det går att definiera våningshöjder, rita väggar och placera ut fönster och dörrar med hjälp av tillägget (PointCab, u.å.). När man laddat ner och installerat programmet finns det en tilläggspanel i Revit med nya funktioner (Figur 24).



Figur 24. Pointcab4Revit panelen som möjliggör överföringen av data i realtid från Pointcab.

Av Pointcab4Revit användes en gratis 30 dagars prövolicens tillsammans med Pointcab 3.5 som beskrivits tidigare i kapitel 4.2. Pointcab4Revit var betydligt enklare att komma igång med jämfört med Pointcab4BIM. Det fanns även bättre med instruktioner för hur man skall använda programmet. Båda programvarorna är i första hand utvecklade för användning av laserskannade punktmoln och i detta examensarbete användes i huvudsak fotogrammetriska punktmoln, vilket kom fram vid användningen av vissa funktioner. Utgångspunkten i programmen är att man har ett punktmoln från insidan av byggnaden. Det går enkelt att modellera väggar med hjälp av programmet genom att man visar två punkter i rätt ordning från varje vägg. När man gått igenom alla väggar binder programmet ihop dem i Revit (Figur 25). Det går inte att backa när man ritar väggarna utan ifall man klickar fel får man börja om från början.

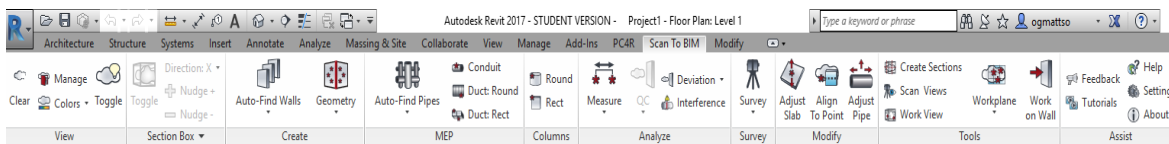


Figur 25. När man visar två punkter i Pointcab ritas Revit en vägg som passar in med punkterna när man använder Pointcab4Revits väggverktyg.

5.2.2 Scan to Bim

Scan to BIM är en tilläggsprogramvara som är utgiven av Imaginite Technologies. Scan to BIM är planerat för att skapa modeller av byggnader i Revit med ett punktmoln som

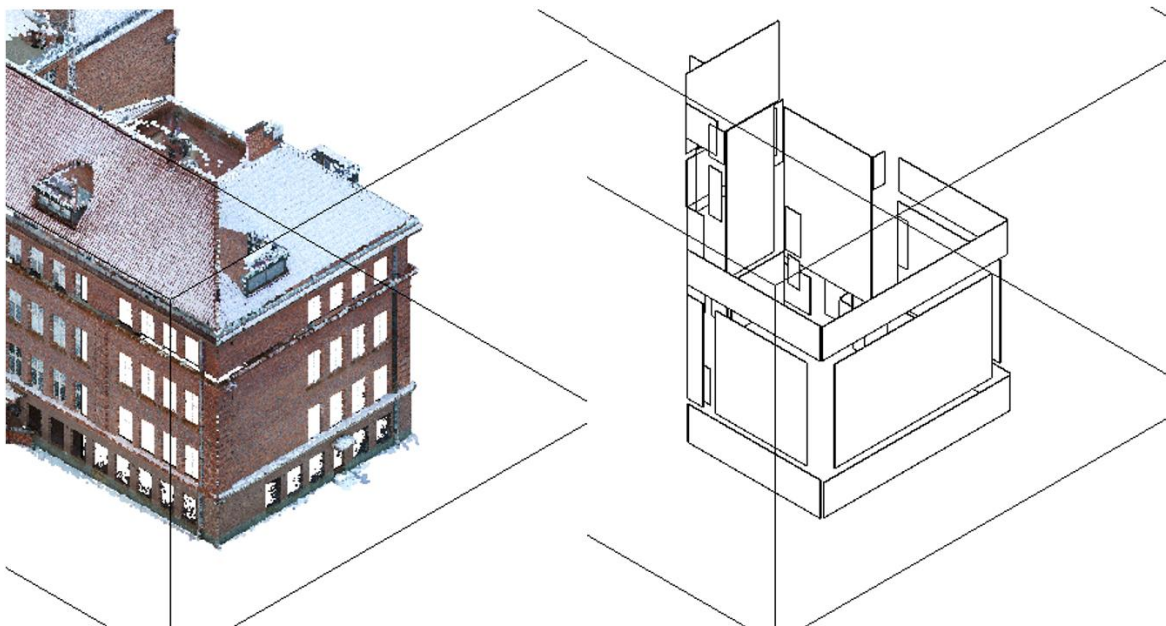
utgångspunkt. Med programvaran går det att känna igen väggar och andra plana ytor och skapa Revit-strukturer av dem. Tilläggsprogrammet kan även göra olika mätningar av bland annat lutningar av ytor som skapat och analysera avvikelser mellan punktmolnet och modellen. Det finns också funktioner för igenkänning av olika slags rör i tilläggsprogrammet. Även Scan to BIM kommer som en tilläggspanel till Revit (Figur 26) (Turner 2014).



Figur 26. Scan to BIM:s tilläggspanel i Revit.

Av Scan to BIM användes en 21 dagars provlicens som man fick via programtillverkarens hemsida. Med Scan to BIM arbetar man med punktmolnet i Revit. Det finns en funktion i tilläggsprogramvaran som gör det möjligt att enkelt släcka punktmolnet i en viss vy.

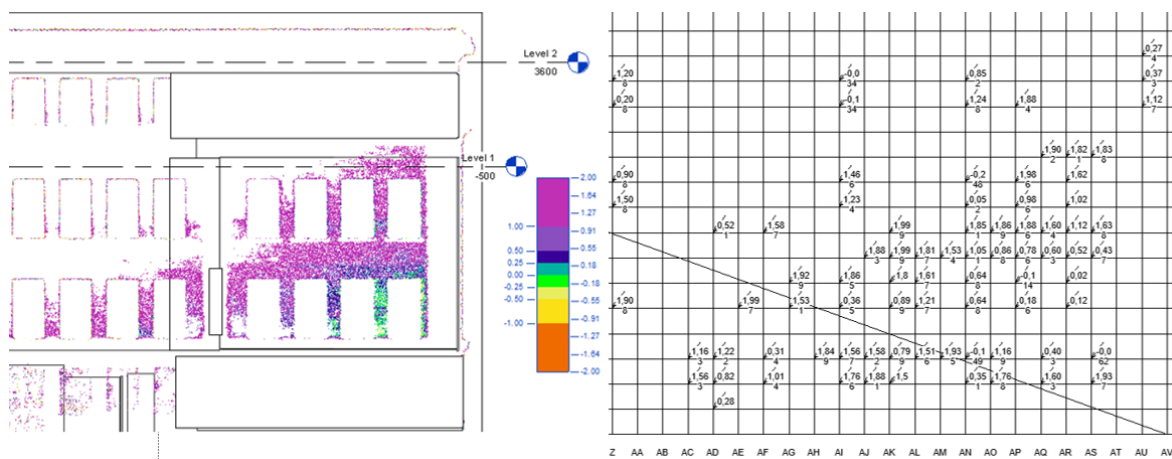
Verktyget för att hitta väggar har en funktion där det automatiskt hittar väggarna inom ett valt område. Funktionen testades men eftersom punktmolnet som användes var av en byggnad som hade hörnpelare och andra utsprång delades de bildade väggarna i många delar (Figur 27). Det går att ställa in flera parametrar som minimilängd och höjd samt maximiavstånd mellan punkterna inom ytan och längs med ytan. Eventuellt skulle det ha gått att få ett bättre resultat med ytterligare testning med olika värden för parametrarna.



Figur 27. Den automatiska funktionen för att hitta väggar testades. Resultatet med punktmolnet släckt till höger och med punktmolnet till vänster.

Scan to Bim kan känna igen väggar halv automatiskt genom att man visar tre punkter ur punktmolnet åt programmet som känner igen ytan och dess storlek och bildar en vägg i Revit. Även här går det att ställa in maximivståndet för punkterna inom planet (tjocklek) och längsmed planet (utsträckning). Man kan välja om Scan to BIM skall rita in väggen rakt och i rätvinkel till horisontalplanet, vilket Revit vanligtvis gör, eller om man vill att väggen ritas exakt enligt lutningarna i punktmolnet. Eftersom punktmolnet avbildar verkligheten är väggarna inte alltid raka. Halvautomatiska igenkänningen av väggar fungerade bra. De modellerade väggarna blir större än de verkliga och man måste skära hörnen med Revits funktion för bildandet av hörn. Motsvarande halvautomatiska funktioner finns även för igenkänning av cylindriska väggkonstruktioner och glasväggar som det är meningen att man skall använda som fönster. Igenkänningen av de cylindriska väggarna fungerade genom att man med en ruta visad var i punktmolnet väggen befinner sig och sedan bildade tillägsprogrammet väggen. Man måste välja en del där det inte finns några fönster för att detta skulle lyckas. Höjden på väggen går att dra upp i efterhand.

Det går att analysera och visualisera skillnader mellan punktmolnet och modellen med Scan to BIM och få ut skillnaden mellan en modellerad vägg eller ett plan endera som färgkarta eller som siffror (Figur 28). Det går att ställa in toleranser och färgsättning för resultatet på analysen.



Figur 28. Skillnaden mellan punktmolnet och den modellerade väggen till vänster som färgkarta och till höger som siffror

6 Sammanfattning och diskussion

Archicad 19 är första versionen av programmet med stöd för direkt importering av punktmoln medan det i Revit har varit möjligt att arbeta med punktmoln redan tidigare. Detta märks genom att det finns fler funktioner och tillägsprogram för att arbeta med punktmoln i Revit. Revit och Archicad verkar delvis vara programvaror med olika betoning. Archicad lämpar sig väl även för visualisering av områden och det finns färdiga objekt, fönster och dörrar som kan användas. När man modellerat någonting går det att ta i ett hörn och tänja ut eller dra in hörnet, vilket kan vara praktiskt när det finns ett punktmoln att gå efter. I Revit ligger fokus mera på strukturer och man är ofta tvungen att modellera fönster och dörrar från början, eftersom det finns få färdiga modeller. Det går inte heller att ta i ett hörn på fönster eller tak och ändra deras storlek eller form utan man är tvungen att gå tillbaka och ändra på utgångslinjerna.

Pointcab4Revit och Pointcab4BIMm bygger på samma princip, att man med hjälp av bilder som bildats ur punktmolnet i Pointcab skall kunna skapa en modell i Revit eller Archicad utan att behöva ta in punktmolnet i själva modelleringsprogrammet. Det finns för- och nackdelar med att inte ha modellen och punktmolnet i samma program. Man ser tydligt både modellen och punktmolnet samtidigt. Ingendera är i vägen för varandra och man behöver inte släcka och tända lager eller ändra på transparensen. Modelleringsprogrammen blir dessutom lätt långsamma när man har ett punktmoln i dem. Nackdelen med att inte ha punktmolnet och modellen i samma program är att man inte lika lätt kan jämföra

punktmolnet med modellen och märka små skillnader som lätt uppstår när man arbetar tredimensionellt. Man behöver även två skärmar för att effektivt klara av att arbeta med två program samtidigt. Både Pointcab4Revit och Pointcab4BIMm fokuserar på modelleringen av väggar och utplacering av fönster och andra element. Detta är funktioner som går relativt enkelt och snabbt att göra även utan tilläggsprogrammen. Vid modellering av tak, trappor eller andra strukturer får man inte lika mycket hjälp av programmen och man kan bli tvungen att ta in punktmolnet i modelleringsprogrammet. Alternativt kan man försöka klara sig enbart med de linjer och punkter som går att skapa med tilläggsprogrammen. Även i Scan to BIM ligger fokus på modellering av väggarna. Noggrannheten på placeringen av väggarna blir antagligen bättre med tilläggsprogrammen än om man enbart använder Revit eller Archicad, fast man inte sparar mycket tid. Trimble scan explorer extension för SketchUp fungerar på motsvarande sätt som Pointcab4Revit och Pointcab4BIMm men tillsammans med SketchUp. På grund av formaten var det inte möjligt att använda samma punktmoln som man använde i de övriga programmen men det verkade som om resultatet i SketchUp skulle vara mindre noggrant då det kommer till mått och vinklar. På basen av de funktioner och tilläggsprogram som prövats i detta examensarbete hittades inte sådana fördelar att det skulle löna sig att ta in och arbeta med punktmolnet i Autocad innan man börjar med modelleringen i Archicad eller Revit. Ifall man arbetar med ett modelleringsprogram som inte stöder importering av punktmoln som SketchUp eller Revit Family kan det vara fördelaktigt att importera stödlinjer som man skapat i Autocad på basen av punktmolnet.

Det har varit intressant att pröva på olika program och deras funktioner. Man märker att det finns skillnader mellan verkligheten och tillverkarnas marknadsföringsmaterial. Ibland har det gått flera dagar innan man lyckats få in punktmolnet korrekt i programmet. Speciellt olika funktioner för automatisk vektorisering och igenkännande av plan eller andra geometriska former hade brister. Utplaceringen av väggar genom att ge två eller tre utgångspunkter fungerade däremot bra i flera program. Scan to BIM lyckades även hitta cylinderformade väggar noggrant. Alla program som prövades fick man inte att fungera korrekt. Jag har lärt mig en hel del under examensarbetsprocessen om hur det är att arbeta med punktmoln och om olika modelleringsprogram och deras funktioner. I synnerhet modelleringsprogrammen har en massa funktioner finns det fortfarande mycket att lära sig och många saker har tagit lång tid när man har funderat och tagit reda på hur man skall göra.

Modelleringen av byggnader tar fortfarande en del tid och jag tror att man i framtiden oftare kommer att ha in punktmolnet i modelleringsprogrammet och enbart modellerar det som skall förnyas eller är speciellt viktigt i projektet. Måtten, material och utseende ser man direkt

ur punktmolnet som kan släckas och tändas enligt behov. Ifall utvecklingen går i denna riktning betyder det att tilläggsprogram som bygger på samma princip som Pointcab4Revit och Pointcab4BIMm inte kommer att användas utan tilläggsprogram som underlättar användningen av punktmolnen direkt i modelleringsprogrammet kommer att ta över. Någonting man ytterligare kunde undersöka är modelleringsegenskaperna i program som i första hand är planerade för behandling av punktmoln och hur dessa strukturer går att överföra och utnyttja i modelleringsprogram. Examensarbetet behandlar nuläget och eftersom det ständigt sker utveckling av befintliga programvaror och skapas nya, kommer situationen att se annorlunda ut redan om något år.

Källförteckning

3D-system u.å. *3D-win*. <http://www.3d-system.fi/index.php/3d-win> [hämtat 29.12.2016]

Alonso S, Rubio M, Martin F & Fernández G. 2011 *Comparing time-of-flight and phase-shift. The survey of the royal Pantheon in the basilica of San Isidor (León)*. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XXXVIII-5/W16, 2011 <http://www.int-arch-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/XXXVIII-5-W16/377/2011/isprsarchives-XXXVIII-5-W16-377-2011.pdf> [hämtat 06.12.2016]

Autodesk u.å. *Point Cloud Feature Extraction 2015*.

https://apps.autodesk.com/MEP/en/Detail/HelpDoc?appId=8803117352142221591&appLang=en&os=Win32_64 [hämtat 16.11.2016]

BIMm GmbH. u.å. <http://bimm-gmbh.de/en/portfolio/pointcab4bimm/> [hämtat 10.11.2016]

Buildingsmart u.å. *Open Standards – the basics*.

<http://buildingsmart.org/standards/technical-vision/open-standards-101/> [hämtat 20.11.2016]

CloudCompare u.å. <http://www.cloudcompare.org/> [hämtat 16.11.2016]

Faro u.å. *Comparing Phase Shift and Time of Flight* figur http://blog-uk.faro.com/wp-content/uploads/2011/06/SFDC_04MKT_0245-Comparing-Phase-Shift-and-Time-of-Flight.bmp [hämtat 06.12.2016]

Gönlund K. & Eriksson M. 2012 *Jämförelse av programvaror för konstruktion i råa punktmoln*. Byggteknik, Uppsala universitet. Examensarbete.

Huhtala, R. 2015 *Pistepilven hyötykäyttö tietomallinnuksessa. Rankennustekniikan koulutusohjelma*, Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Hyypä, H., Ahlavuo, M. & Kukko, A. 2009. *Lähilaserkeilauksella kohde kolmiulotteiseksi*. Maanmittauslaitos. Positio 1/2009, s. 18-21.

Joala, V. 2006. *Laserkeilauksen perusteita ja mittauksen suunnittelu*. Leica Oy. 30.11.2006.

http://www.leica.fi/Geo/lisatietoa/HDS_Laserkeilaus/pdf/Laserkeilauksenperusteita.pdf [hämtat 8.11.2016]

Jäväjä, Päivi & Lehtoviita Timo. 2016. *Tietomallintaminen talonrakennustyömaalla*
Rakennustieto Helsingfors 2016

Kari, V. 2011. *Laserkeilaus ja pistepilven käsittely ydinvoimarakentamisessa. Rakennustekniikan koulutusohjelma*. Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Kiviranta H. 2014. *Pistepilvidatan tehokas hyödyntäminen rakennesuunnittelussa ja prosessi*, Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Kodde, M 2016. *Dense Image Matching*. *GIM international*. 15.07.2016. <https://www.gim-international.com/content/article/dense-image-matching-2> [hämtat 17.11.2016]

Landtech 2013. *Revit and Point Clouds*. 29.05.2013.
<https://www.youtube.com/watch?v=r2USf6vS2pA> [hämtat 6.12.2016]

Moody engineering inc u.å. figur <http://www.moodyeng.com/3d-scanning> [hämtat 18.01.2017]

Ochmann S, Vock R, Wessel R & Klein R 2015. *Automatic reconstruction of parametric building models from indoor point clouds*. *Computers & Graphics*, Volume 54 February 2016 s. 94-103 <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0097849315001119> [hämtat 23.03.2017]

Olsson P, Rost H och Reshetyuk Y 2013. *Geodetisk och Fotogrammetrisk mättnings- och beräkningsteknik kapitel 16 Laserskanning* s 270-279.
<https://www.lantmateriet.se/globalassets/om-lantmateriet/var-samverkan-med-andra/handbok-mat--och-kartfragor/utfigurning/kompendium20131028.pdf> [hämtat 04.01.2017]

Pointcab u.å. <http://www.pointcab-software.com/en/> [hämtat 10.11.2016]

Pointcab u.å. *PointCab and Autodesk Revit: PointCab4Revit plug-in* <http://www.pointcab-software.com/en/tutorials/cad-tutorials/revit-tutorials/> [hämtat 04.01.2017]

Princeton University, 2012 *How Building Information Modeling (BIM) Improves the Design and Construction Process* figur <http://www.princeton.edu/us/dining/news/archive/index.xml?id=8217> [hämtat 06.12.2016]

Rajala, M. 2009. *Laserkeilausmittaus ja rakennuksen inventointimalli*, Rakentajan kalenteri 2009 <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK090701.pdf> [hämtat 23.03.2017]

Tracer, Ference. 2016. *The Making of Point Clouds in ARCHICAD 19*. Shoegnome
19.1.2016. <http://www.shoegnome.com/2016/01/19/making-point-clouds-archicad-19/>
[hämtat 15.11.2016]

Trimble 2016. *Trimble Scan Explorer Extension*.
<https://extensions.sketchup.com/en/content/trimble-scan-explorer-extension> [hämtat
18.01.2017]

Trimble 2017. *SketchUp Pro* <http://www.sketchup.com/products/sketchup-pro> [hämtat
18.01.2017]

Turner, Beau. 2014. *Overview of scan to BIM 2015.1*. film
[http://portal.imaginit.com/Technical-Resources/Videos-eSeminars/eSeminars-
Player/VideoId/782](http://portal.imaginit.com/Technical-Resources/Videos-eSeminars/eSeminars-Player/VideoId/782) [hämtat 17.11.2016]

Undet u.å. *Undet for Autocad V2* <http://www.undet.com/software/for-autocad-v2/> [hämtat
21.02.2017]

Undet u.å. *Undet for SketchUp V1* <http://www.undet.com/software/for-sketchup-v1> [hämtat
18.01.2017]

YTV del 1 2012. RT 10 -11066. *Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 1. Yleinen osuus*.
mars 2012 <https://ezproxy.novia.fi:2201/kortistot/tuotteet/108093.html.stx> [hämtat
20.11.2016]

YTV del 3 2016. RT 10-11208. *Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 3.*
Arkkitehtisuunnittelu. Tilaajan ohje. Mallinnustarkkuus. Januari 2016
<https://ezproxy.novia.fi:2201/kortistot/tuotteet/113082.html.stx> [hämtat 20.11.2016]

YTV del 4 2016. RT 10-11211. *Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 1. Yleinen osuus,*
Osa 4. Talotekninen suunnittelu Talotekniikan vaatimuksia mallinnukselle, Täydentävä
liite. Januari 2016 <https://ezproxy.novia.fi:2201/kortistot/tuotteet/113126.html.stx> [hämtat
20.11.2016]

YTV del 3 2012. RT 10 -1106. *Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 3.*
Arkkitehtisuunnittelu. Mars 2012
<https://ezproxy.novia.fi:2201/kortistot/tuotteet/108095.html.stx> [hämtat 20.11.2016]