



NYA MÖJLIGHETER MED 3D-MODELLER FRAMSTÄLLDA MED HJÄLP AV HEXAKOPTER

**ERFARENHETER FRÅN FASTIGHETSUTVECKLINGSPROJEKT SAMT
VÄGANLÄGGNINGSPROJEKT**

Andreas Furenberg
Peab Sverige AB 2014

SBUF 

Förord

Denna rapport presenterar resultatet av utvecklingsprojektet ”Nya möjligheter med 3D-modeller framställda med hjälp av hexakopter”, vars syfte är att undersöka hur nya framsteg inom obemannade farkoster samt 3D-bildbehandlingsteknik kan generera värde inom bygg- och anläggningsprojekt i Sverige.

Projektet finansierades av Peab Sverige AB, Spotscale AB samt Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond (SBUF).

Projektets referensgrupp bestod av följande personer:

Joakim Jeppson, Skanska

Andreas Fransman, NCC

Jens Kindt, NCC

Rogier Jongeling, PlanB AB

Göteborg, maj 2014

Andreas Furenberg

Sammanfattning

Peab har tillsammans med teknikföretaget Spotscale AB undersökt hur 3D-modeller av fastigheter och anläggningar kan användas i den operativa verksamheten.

Studien påbörjades i december 2013 med inledande intervjuer med fastighetsutvecklare och byggprojektledare på plats i två pågående projekt för att skapa en tydligare bild av hur den operativa verksamheten ser ut och vilka behov som idag finns. Efter 3D-scanning av områdena och demonstratorutveckling av funktionalitet kring 3D-modellerna (vintern 2013-2014) har uppföljningsintervjuer utförts (april 2014).

Intervjuerna med fastighetsutvecklare visade att det först och främst fanns behov för ett enkelt och effektivt verktyg för förändringsvisualisering som kan användas i dialog med interna och externa parter. Demonstratorarbetet resulterade därför i en webb-app för framtagning av skissartade förslag. Uppföljningen visade att de framtagna 3D-modellerna och det tillhörande verktyget uppfyllde förväntningarna och gav konkret nytta som dialogredskap med politiker, kommunala tjänstemän, interna beslutsprocesser samt i möten med arkitekter.

Intervjuerna med byggprojektledare på anläggningsplatsen visade att både noggrann och visuell 3D-information skulle vara mycket användbar i relation till de metoder för massuppskattningar som används idag. Scanningen genomfördes därför med noggrannheten på <3.6 cm från de uppmätta kontrollpunkterna och demonstratorn fokuserade på att visualisera noggrann förändringsanalys mellan scanningarna. Här visades uppföljningen att de producerade dataseten var tillräckligt noggranna för användarfallet samt att effektiv visualisering kan tydliggöra resultaten.

Slutsatserna var att tekniken visat sig lyckad i de båda användningsfallen och 3D-modellerna visar både tillräckligt noggrannhet och visuell kvalitet för det de är tänkta till. Vikten av effektiva, lätthanterliga verktyg för att visa resultaten framkom tydligt.

Innehållsförteckning

Bakgrund	1
Fastighetsutveckling	2
Teknisk metod	3
Resultat	3
3D-modell	3
Spotplanner	3
Integration	5
Uppföljning av användarnyttan	6
Anläggning	6
Teknisk metod	7
Insamling av data	7
Tidsåtgång	7
Resultat	7
Noggrannhet	9
Presentation	9
Slutsatser	11

Bakgrund

Radiostyrd helikopter (hexakopter) utrustad med kameror med hög bildupplösning innebär nya möjligheter för 3D-datainsamling i många branscher. Peab har tillsammans med teknikföretaget Spotscale utrett tillämpningen av denna nya teknik både inom byggnad och anläggning.

Eftersom 3D-rekonstruktion från foto är en relativt ny teknik som möjliggjorts på grund av intensiv forskning inom bildbehandling och datorseende är de praktiska erfarenheterna idag relativt begränsade. Hur utvecklingen inom detta område kan gynna byggbranschen och byggprocessen är därmed ett outforskat område. Syftet med detta pilotprojekt var att praktiskt tillämpa den metod för 3D-visualisering som Spotscale AB utvecklat och sprida den till så många aktörer i den svenska byggbranschen som möjligt.

Önskemålen från Peab sida har varit att få en första bild av hur högupplösta 3D-modeller framställda med Spotscales teknik kan användas i den dagliga verksamheten och därför valdes två testobjekt ut där aktuella problemställningar fanns. Lyckholms fabriker i Göteborg var ett utvecklingsprojekt där en ny fas av ombyggnationer just var på väg att inledas och testområdet i Ulricehamn representerade ett pågående anläggningsprojekt med en aktiv kontinuerlig förändring av massor/landskap.

Fastighetsutveckling

En inledande intervju genomfördes med Elin Andersson-Strützke, fastighetsutvecklare på Lyckholms fabriker i Göteborg med följande sammanfattade resultat:

- Att skapa/visa förslag i 3D-modeller är intressant i olika skeden under en intensiv period på några veckor i taget spridda under flera års tid.
- I tidiga skeden är det viktigt med skissartade presentationer för att inte låsa mottagaren. Man vill undvika att prata om detaljer och istället jobba med schematiska block och boxar i form av skisser.
- I senare skeden (när man bestämt hur det skall se ut) är det mer intressant med detaljerade vyer/flygningar/interaktivitet för att kunna sälja området till eventuella hyresgäster.
- Framtagning av presentationsmaterial sker ofta med kort varsel (med önskad leveranstid på ett par veckor) från det att man behöver materialet. Man beställer material när det behövs och inte innan.
- Om modellen kan användas av konstruktörerna för projektering är det en bonus så att nyttan av 3D-modellen blir större.
- Det hade varit bra med ett verktyg där fastighetsutvecklaren själv kan leka med förslag, välja vad som skall tas bort av det gamla, sätta in volymer för att visa förändring med mera. Detta verktyg måste gå att lära sig på nolltid och får inte vara tidskrävande att arbeta med.
- Det finns en risk att det tar för lång tid att visa olika förslag om man måste skicka förändringsförslag till extern part flera gånger för insättning i modellen. Det måste gå fort för fastighetsutvecklaren att få fram visningsmaterial då man ofta saknar tillräcklig framförhållning.
- Fotomontage och filmmontage är intressanta produkter att lätt ta fram för utskrift eller för att snabbt skicka en bild på ett förslag till en mottagare.

Efter denna inledande intervju togs beslutet att fokusera projektet kring den konkreta nyttan av 3D-modellen i det aktuella skedet samt att modellen sedan skulle utgöra en grund för vidare arbete i senare skeden. Då planeringen av Fas 2 rymdes inom projektiden togs ett verktyg fram för leverans i mars 2014 med ovanstående kravbild som grund.

Teknisk metod

Byggnader och omgivning scannades med sensorer monterade på en UAV-helikopter. Resultatet blev en stor mängd data som bearbetades automatiskt med fotogrammetriska processer till ett högupplöst punktmoln, som sedan automatiskt triangulerades till en geometri. Slutligen generades en textur från ursprungsbilderna, det vill säga bilder som klistrades på 3D-modellen.

Resultat

3D-modell

Resultatet är en mycket naturlig och högupplöst 3D-modell av Lyckholms-området.

Spotplanner

För att ytterligare visa hur den skapade 3D-modellen kan förbättra visualisering och planering av byggnation i befintlig bebyggelse utvecklades en applikation kallad Spotplanner. Detta är en lättanvänd mjukvara som kan köras i en web-brower, exempelvis Google Chrome. Spotplanner visualiserar den scannade omgivningen på ett naturtroget vis och låter användaren navigera runt i modellen på ett sätt som gör det lätt att känna igen sig i omgivningen.

Skapa byggnader

Spotplanner erbjuder ett användarvänligt sätt att interaktivt skapa nya byggnader i den befintliga omgivningen. Användaren kan kontrollera olika färg och form på byggnader, antal våningar samt vånings- och bjälklags-höjd. Area i kvadratmeter rapporteras per våning, byggnad och totalt. På detta vis kan man mycket snabbt skapa och förmedla en vision, samt direkt få en uppskattning på planerad våningsyta.

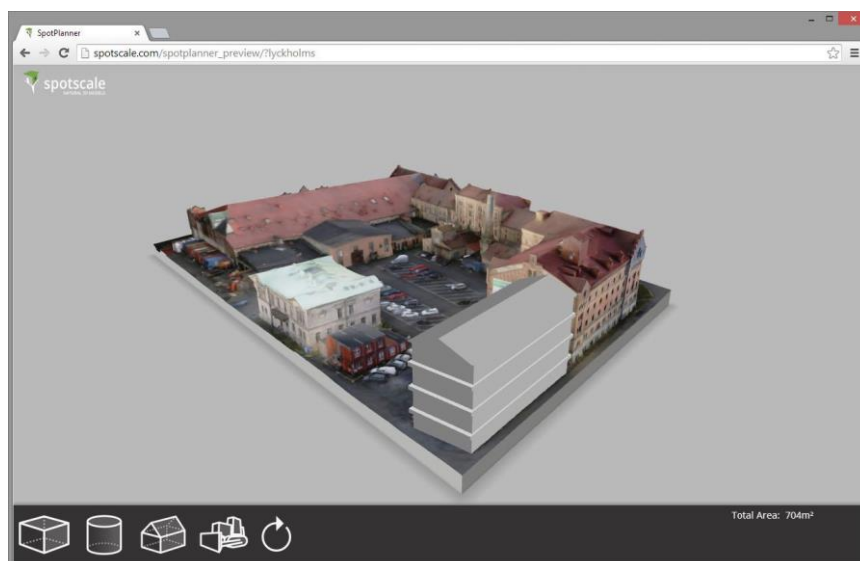


Bild 1. Inplacering av nya byggnader.

Riva gamla byggnader

Existerande byggnader kan jämnas med marken för att ge plats åt nya byggnader. 3D-modellen bearbetades med en semi-automatisk process utanför Spotplanner för att separera rivningsbara byggnader från resten av modellen. I Spotplanner är rivningen en smidig funktion där man efter aktivering av ett Bulldoze-verktyg kan klicka på en byggnad så att den på ett automatiskt och mjukt sätt trycks ned och ersätts av en asfalts-grund. Därefter kan man placera nya byggnader på samma yta.

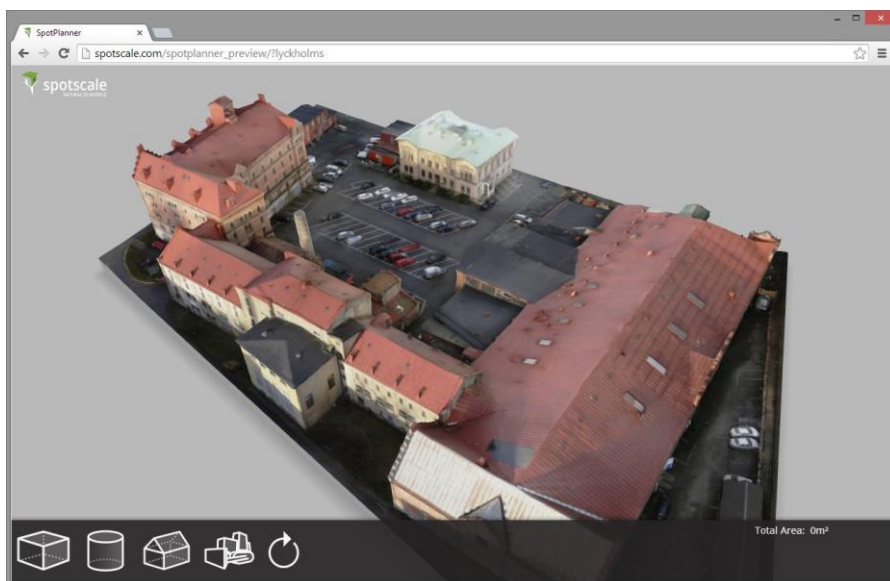


Bild 2. Vy innan nytt förslag.

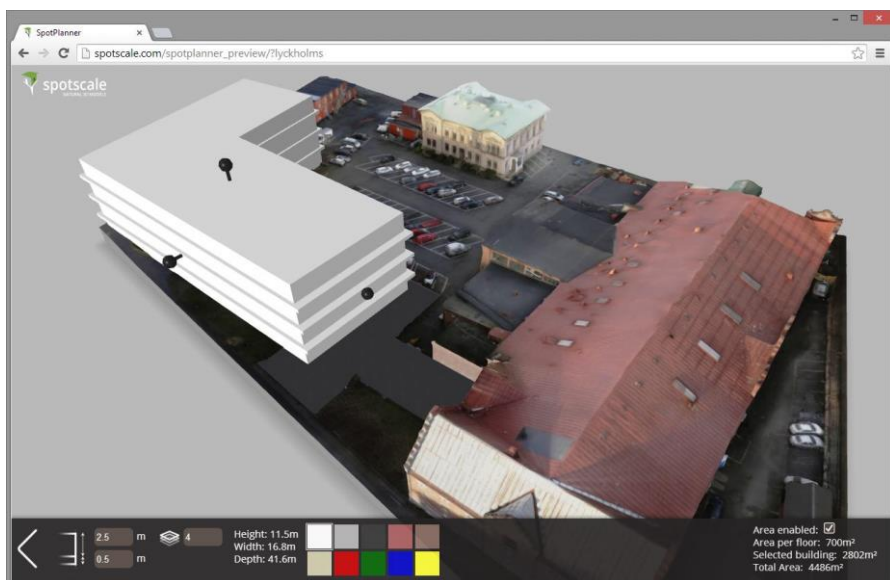


Bild 3. Vy efter nytt förslag.

Integration

Möjligheten att integrera de genererade 3D-modellerna i andra verktyg har undersökts, i avsikt att utreda hur t.ex. arkitekter skulle kunna arbeta vidare på 3D-modellerna och kombinera dem med annat material. Verktygen som testades var Sketchup, Navisworks och ArchiCAD. Genom att exportera 3D-modellerna på enkla standardformat från Spotscales processer och i förekommande fall installera nödvändiga plugins till målverktyget löser man alltid denna typ av integration. Vissa verktyg har dock inte stöd för texturer men då går modellen att användas utan dessa.

För att undersöka möjlig integration med lasermätta punktmoln, sammanfördes ett punktmoln från den automatiska bildbehandlingsprocessen med ett laserpunktmoln och de riktades in i förhållande till varandra.



Bild 4. Kombination mellan lasermätt punktmoln och punktmoln från bildbehandlingsprocess.

Detta ger möjlighet till att kombinera detaljerad geometri baserat på laserpunktmoln och Spotscales punktmoln för högre placerade delar, t.ex. tak. Slutligen kan allt textureras med högupplösta bilder för att resultera i en naturtrogen, extremt detaljerad och måttriktig 3D-modell.

Genom att använda laserpunktmolnet som utgångspunkt kunde Spotscales data anpassas och justeras in med en standardavvikelse på <math><3.6\text{ cm}</math> från lasermolnet.

Uppföljning av användarnyttan

Efter att webbappen utvecklats testades funktionaliteten på plats hos Elin i Göteborg och feedback var följande:

- Verktuget är mycket användbart i nuvarande skede för dialog med politiker, kommunala tjänstemän, interna beslutsprocesser samt i möten med arkitekt.
- Verktuget bör anpassas för att fungera på äldre hårdvara (ca 3 år gammal) för att det skall fungera hos alla användare inom Peab.
- Det skulle vara önskvärt att kunna ange fasadtyper i tillägg till färger
- Ytor bör kunna representeras (markobjekt).
- En annan önskvärd funktion är att kunna lägga in solstudier för att visualisera hur det nya objektets skuggor kommer vandra under dagen.

Feedbacken resulterade i ett antal ändringar som implementerats utanför ramen av detta SBUF-projekt och dialogen kring fortsatta användningsområden fortgår.

Anläggning

En inledande intervju genomfördes med Magnus Eliasson på Peab Anläggning Väst i tidigt skede med följande resultat:

- Att få data som är möjligt att genomföra mätningar på i befintliga verktyg kan ersätta manuella mätningar.
- Punktmoln används i dagsläget för motsvarande mätningar gjorda manuellt med hjälp av GPS.
- Visuella data kan vara intressant att använda som ett lager ovanpå befintliga ritningar i CAD-format för relationshandlingar mellan beställare och Peab. Detta för att användas som avstämningsmaterial för att visuellt visa hur resultatet är vid leveransdatum.
- Den viktiga aspekten för att kunna använda data är noggrannheten. Är den inte tillräckligt högupplöst eller har för låg precision är den inte användbar.
- Generering och insamling av data behöver kunna genomföras på rimlig tid för att data ska vara tillräckligt aktuell för användning. I dagsläget vill man göra en mätning varannan vecka men i realiteten sker det vanligtvis en gång i månaden. Om insamlingen av data är smidigare med Spotscales metoder innebär det att man kan få mer data mot en mindre arbetsinsats.

Teknisk metod

Med tidigare metoder har uppmätning av volymdata skett genom att manuellt mäta punkter med hjälp av GPS och använda resulterande data i form av ett punktmoln i verktyg såsom SBG Geo eller Gemini. Med Spotscales metod har motsvarande men mer högupplöst data genererats med hjälp av fotogrammetriska processer på data från en högupplöst sensor från en UAV-helikopter.

Insamling av data

Första steget i den automatiska processen för att generera en högupplöst texturerad terräng var att fotografera den aktuella anläggningen med hjälp av en högupplöst sensor monterad på UAV-helikoptern. Insamlingen av data skedde genom att ta flygfoton från olika höjd för att kunna utvärdera vilken noggrannhet som uppnås och för att utvärdera vilken flyghöjd som är lämplig.

För att säkra att tillräcklig data var insamlad genomfördes flygningarna i förutbestämda mönster som överlappar varandra i så stor utsträckning att önskad kvalitet kunde uppnås.

Det insamlade materialet bearbetades först till ett högupplöst punktmoln genom fotogrammetri. Det punktmolnet motsvarar en mer detaljerad variant av de data som med tidigare metoder mäts upp manuellt.

Tidsåtgång

Insamlingen av data för den aktuella anläggningen tog cirka 5 mantimmar att genomföra jämfört med minst 16 mantimmar som det skulle ha tagit att genomföra manuellt. Samma anläggning scannades flera gånger för att få tillgång till data från olika tidpunkter för att senare kunna visualisera förflyttningar av olika massor.

Resultat

Den resulterande datamängden är för högupplöst och för att kunna hantera den i programvaror som SBG Geo och Gemini så behövdes datamängden samplas ned den till lämplig storlek samt begränsas efter det område som är intressant att undersöka. De data som levererades och testades var högupplösta polygonmodeller samt högupplösta punktmoln.

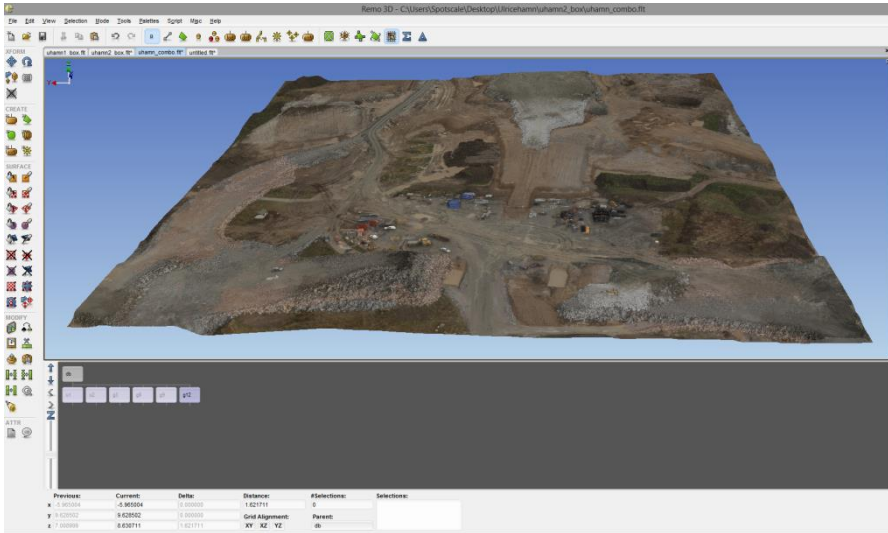


Bild 5. 3D-modell från tillfälle 1.

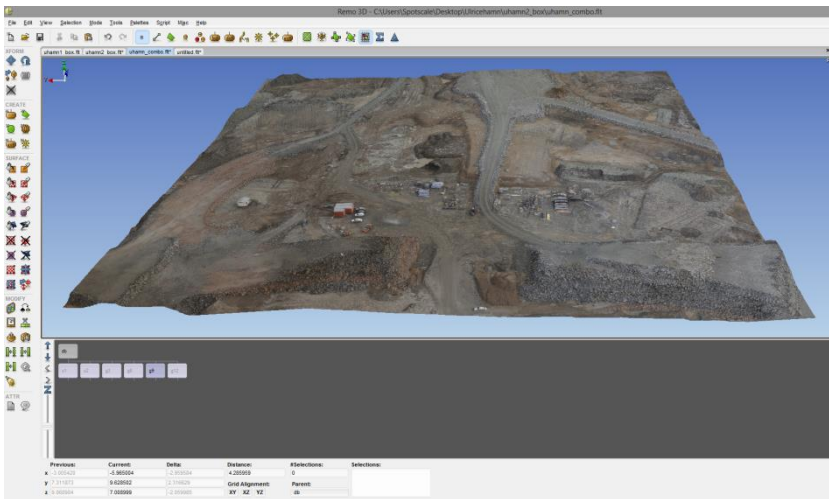


Bild 6. 3D-modell från tillfälle 2.

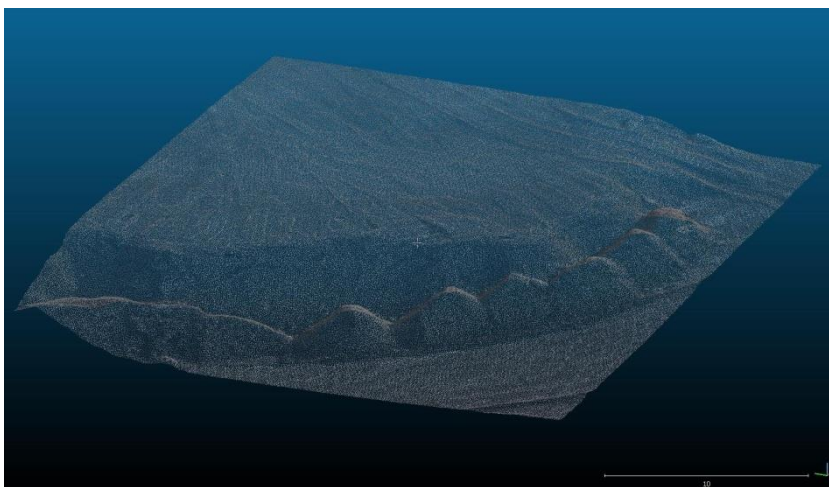


Bild 7. Detaljerat punktmoln.

Noggrannhet

För att kunna mäta den noggrannhet som uppnåddes togs mätvärden på flera kontrollpunkter med hjälp av en lokal basstation som gav en GPS-noggrannhet på <3 cm. På en flyghöjd av i genomsnitt 40 meter från marken nåddes en noggrannhet på <7.8 cm från kontrollpunkterna. På en lägre flyghöjd på 15 meter förbättrades noggrannheten till <3.6 cm från de uppmätta kontrollpunkterna. Den noggrannhet Spotscale kan erbjuda håller därför en tillräckligt hög kvalitet för att användas inom anläggning.

Presentation

De modeller som genererades tillsammans med textur bearbetades och skillnaderna mellan flygningarna visualiserades genom att texturera volymkillnaderna med lämpliga färger och stolpar för att visa var en ökning respektive minskning av material har skett. Resultatet bearbetades och presenterades i verktyget Remo 3D.

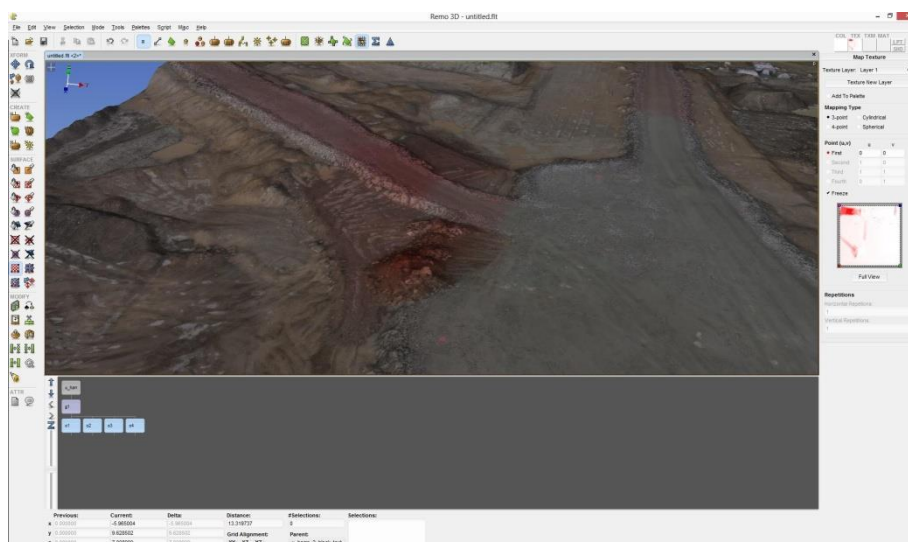


Bild 8. Förändringsanalys med hjälp av färg.

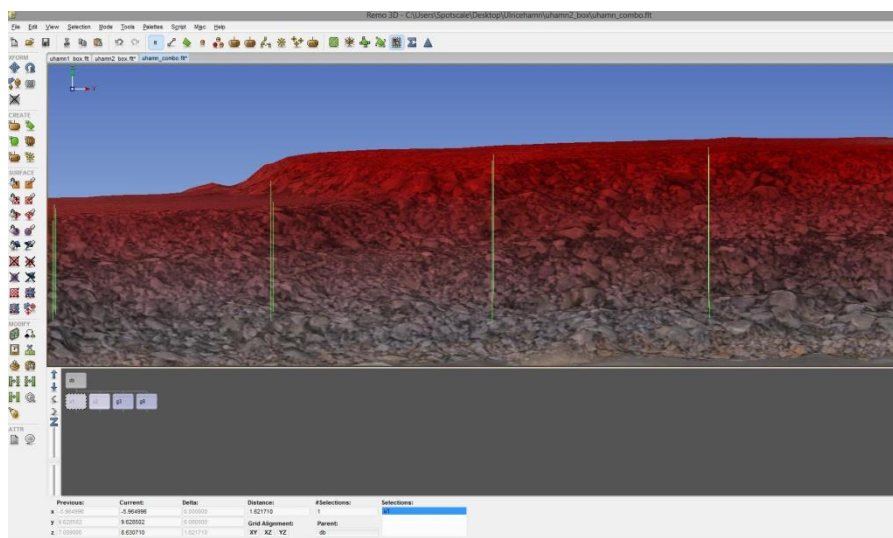


Bild 9. Förändringsanalys med färg och staplar i genomskärning

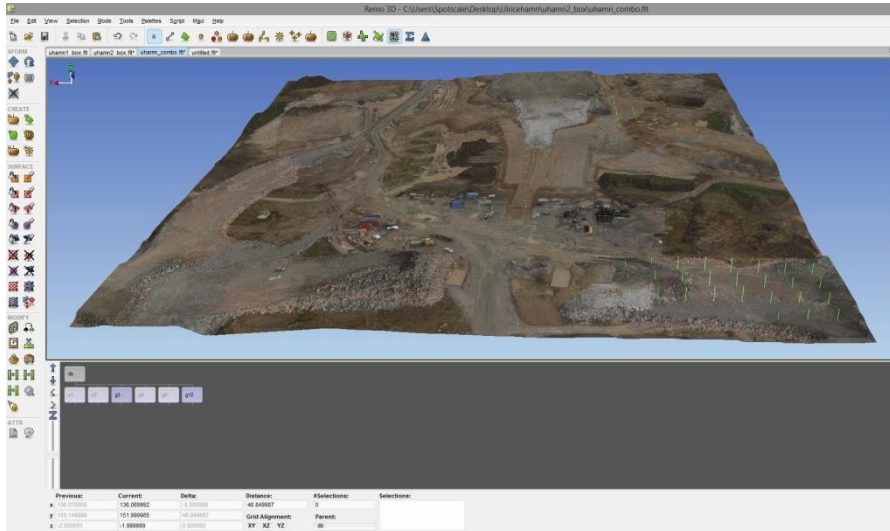


Bild 9. Förändringsanalys med staplar.

Uppföljning av användarnytta

Efter flygning och generering av data verifierades noggrannheten och data testades i de verktyg som används av Magnus Eliasson på Peab Anläggning Väst. Visualiseringar av volymförändringar gjordes och presenterades med följande feedback:

- Noggrannheten på <3,6cm är definitivt tillräckligt bra för volymeräkningar jämfört med manuellt uppmätta data samt andra mätningssmetoder från luften som tidigare använts haft en nivå på <10 cm noggrannhet.
- Punktmolnen som Spotscale levererat går att använda i befintliga verktyg men oftast är dataseten större än vad verktygen är anpassade för vilket gör att det kan bli ohanterligt.
- Volymförändringsvisualiseringarna är helt klart användbara i relationshandlingssyfte för att kunna visa beställaren hur arbetet fortskridit och ha tydligt underlag för del-fakturering.
- En simpel visualiseringsmjukvara skulle vara användbar för relationshandlingar men då är det önskvärt att ha ett simpelt mätverktyg för att kunna visa exempelvis vägbredd eller sträckning av vägräcke.

Feedbacken resulterade i att data delades upp i mindre delar men bibehållen noggrannhet och upplösning vilket innebär att data går att hantera i befintliga verktyg. En befintlig viewer som Spotscale utvecklat anpassades som demonstrator för att kunna göra enkla mätningar i en texturerad modell.

De högupplösta texturerade polygonmodellerna kan även användas tillsammans med en anpassad version av Spotplanner som beskrivs i avsnittet för Problem inom byggnad ovan, för att kunna nyttjas i olika relationshandlingar med beställare. På så sätt kan man enkelt visualisera framstegen på anläggningen och med en enkel mätfunktion kontrollera att olika mått är enligt avtal och överenskommelser.

Slutsatser

I båda projekten har 3D-modellerna visat på en stor potential i nytta. I fastighetsutvecklingsprojektet ligger nyttan i att på ett enkelt och effektivt sätt representera förändringarna i de dialoger som förs i de tidiga skedena. Eftersom det är verifierat tekniskt att modellerna fungerar i att använda i programvaror som används i senare skeden är bedömningen att nyttan kommer att utökas senare.

I anläggningsprojektet har det bevisats att denna metod ger en betydligt bättre tydlighet i beslutsunderlag än vad som varit möjligt med tidigare tekniker. Den visuella 3D-bilden i kombination med en högupplöst volymmodell utgör en bra grund för beslut i fält.

Den noggrannhet som använts i scanningen av de båda projekten bedöms vara fullt tillräckliga för användarfallen vilket var en av de grundläggande frågeställningarna inför projektet. Den bildbaserade metoden kan därför ses som ett fullgott alternativ till laserscanning från marken i dessa användarfall. Att använda sig av bildbaserad automatisk modelleringsteknik med hjälp av hexakopter bedöms därför som en lovande teknik för dessa typer av projekt.