

Fotogrammetri och 3D-modell

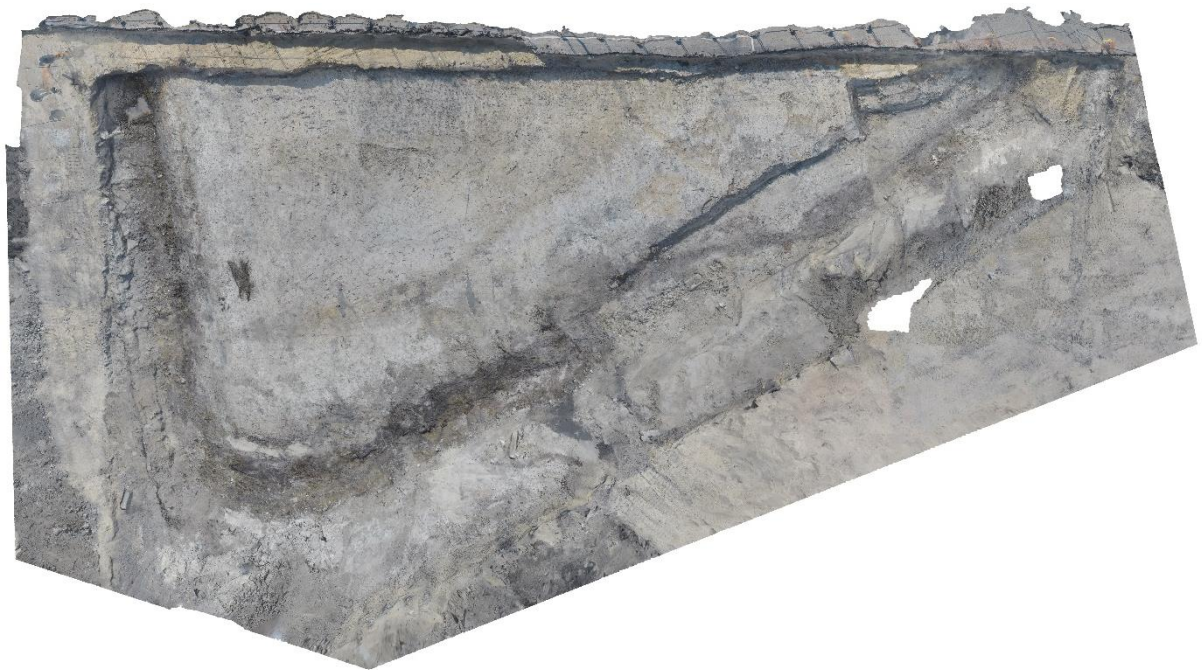
Contregarden – utanverk vid Kristianstads befästningar

Teknisk rapport 1

2022

Fredrik Larsson

Sydsvensk Arkeologi



Fotogrammetri och 3D-modell

Contregarden – utanverk vid Kristianstads befästningar

Kristianstad, Skåne län

Fotogrammetri och 3D-modell
Contregarden – utanverk vid Kristianstads befästningar
Fredrik Larsson

Teknisk rapport 1
2022
L1990:493
Kristianstad 4:47
Kristianstads kommun i Skåne län
Sydsvensk Arkeologi Rapport 2022:38 (ingår som bilaga 5)

© Sydsvensk Arkeologi 2022

Omslagsbilder: Framsidesbild. Ortofoto från 3D-modell över contregarden.

Kartmaterial: Kartor ur allmänt kartmaterial, © Lantmäteriverket, I2014/00893

Administrativa och tekniska uppgifter

Län Skåne

Kommun Kristianstad

Socken Kristianstad

Fastighet Kristianstad 4:47

Koordinatsystem Sweref 99TM

Höjdmodell RH2000

X koordinat: 6210464

Y koordinat: 447072

M.ö.h.: 2,0 m

3D-modell utförd av Fredrik Larsson, Sydsvensk Arkeologi AB

Kameror för datainhämtning:

GoPro Hero 5 Black, Samsung Xcover 5 (mobil)

Bildupplösning GoPro Hero 5 Black: 4000x3000 72 dpi, Samsung Xcover 5: 3456x4608 72 dpi

Dator

CPU Intel Core i7-8665U CPU @1.90 ghz

GPU Intel UHD Graphics 620

Programvaror

3D-modell Agisoft Metashape Professional v 1.8.4.14671

För rektifiering ArcGIS 10.7.1

Antal foton 714

Överensstämmande foton (align): 650 stycken

Väder vid tid för fotografering: Skarp sol, torra förhållanden

Innehåll

Sammanfattning

Inledning

Bakgrund och Syfte

Metod

Fotogrammetri

Undersökningsresultat

Datainhämtning

Bildkvalité

Bearbetning

Arbetsmodell

Ortofoto och koordinatsättning

Frågor och svar kring modellen

Framtida användningsområde och vidare bearbetning

Sammanfattning

En 3D-modell framställdes över en vinklad vallanläggning, en så kallad contregarde i samband med att Sydsvensk Arkeologi AB genomförde en arkeologisk schaktningsövervakning år 2021. Då undersökningsytan låg närmare än 150 meter till bebyggelse och var i direkt anslutning till järnväg valdes användande av drönare bort som metod, då det skulle ta för lång tid att få tillstånd för drönarflygning. I stället användes en GoPro-Hero 5 Black kamera kompletterat med foton från en mobil Samsung Galaxy Xcover 5. Bilderna bearbetades i Agisoft Metashape Professional v 1.8.4.14671 och omvandlades genom algoritmer till en 3D-modell och ett ortofoto över contregarden gjord genom fotogrammetri.

Inledning

Bakgrund och syfte

I samband med att Sydsvensk Arkeologi AB genomförde en arkeologisk schaktningsövervakning år 2021 genomfördes en fotografering och datainhämtning i fält av de påträffade arkeologiska lämningarna i form av en contregarde. Syftet med att skapa en 3D-modell över contregarden var att kunna belysa och visualisera de arkeologiska lämningarna som dessa såg ut under pågående undersökning. En 3D-modell skulle kunna användas i den nyuppförda byggnaden för att illustrera platsens historiska djup. Syftet med datainhämtningen och skapandet av en 3D-modell var även tänkt att fungera som en test inför kommande undersökningar i liknande miljöer. Tanken var även att kunna belysa möjligheter och svårigheter för metoderna samt hur ett inhämtat material kan användas på flera olika sätt, utifrån samma grunddata i form av foton och inmätningar.

Metod

Den ursprungliga tanken var att en drönare skulle användas för datainhämtningen, men området låg mycket nära järnvägen och regelverket gällande drönare hade också förändrats innan den arkeologiska undersökningen påbörjades. Metoden kom att anpassas till detta och i stället för en drönare användes en GoPro Hero 5 Black monterad på en fyra meter lång fotostång samt en Samsung Xcover 5 mobiltelefon för datainhämtningen i form av foton. Mätpunkter för referenskoordinaterna till modellen mättes in med en RTK-GPS i Sweref 99TM, höjdsystem RH2000. Fotona kom sedan att användas för att genom fotogrammetri och programmet Agisoft Metashape Professional göra en 3D-modell som visar de arkeologiska lämningarna som påträffades i samband med den arkeologiska undersökningen. På grund av tidsbegränsning inom projektet och då vissa svårigheter förelåg att koordinatsätta själva modellen (se avsnittet om bearbetning nedan) gjordes en rektifiering av en renderad bild av 3D-modellen i ArcGIS.

Fotogrammetri

3D-modeller har använts sedan 1700-talet i form av fysiska avbildningar i gips och trä av, exempelvis antika skulpturer. Det finns två grundtyper av 3D-modeller inom arkeologin: tolkade och verklighetsbaserade modeller. Tolkade 3D-modeller är sådana som exempelvis ett rekonstruerat långhus som utgör en hypotetisk rekonstruktion av hur det kan ha sett ut mer eller mindre grundat på arkeologiska och naturvetenskapliga resultat samt tolkningar. En verklighetsbaserad 3D-modell är en modell som visar hur det såg ut på den plats och vid den tidpunkten data exempelvis foton inhämtades (Dell'Unto & Landeschi 2022:20). För att dokumentera contregarden valdes fotogrammetri som metod för datainhämtning och bearbetning, vilket innebär att en verklighetsbaserad 3D-modell kan skapas av grävningssytan. Fotogrammetri som metod i programmet Agisoft Metashape fungerar mycket förenklat på följande sätt:

Ett digitalt foto består av en mycket stor mängd pixlar som är mycket små fyrkanter. Zoomar man in på ett digitalt foto tillräckligt mycket kommer man att se de enskilda pixlarna och att varje pixel har en specifik

färg. Detta är dessa pixlar som utgör själva fotot. För att fotona ska fungera för en modell bör en enskild detalj vara med på minst tre foton och vara fotograferat från olika vinklar. Mellan foton bör det också vara 60–80% överlapp för att beräkningarna ska kunna utföras korrekt. Programmet genomför beräkningarna genom att använda matematiska algoritmer där foton och deras enskilda pixlar samt deras position jämförs i förhållande till varandra. De mest lämpliga punkterna väljs ut och bildar ett 3D-moln av punkter, det vill säga att varje enskild pixel har x, y och z-koordinater. Vidare bearbetning innebär att programmet binder samman punkterna (*vertices*) i punktmolnet med hjälp av linjer (*edges*) så att ytor (*faces*) mellan punkterna skapas. Sista steget är att en textur läggs på som består av enskilda delar från foton som läggs på själva modellen för att ge dess verkliga utseende.

Undersökningsresultat

Datainhämtning

Arkeologerna Claes Pettersson och Tony Björk vid Sydsvensk Arkeologi som utförde den arkeologiska undersökningen genomförde också datainhämtningen i fält. Först togs en serie av foton med en GoPro-kameran monterad på en fyra meter hög fotostång. Kameran tog foton från en position på cirka fyra till fem meter ovanför avbanad markyta. 714 foton togs över hela ytan som var 1821 m² stor. Vädret vid datainhämtningen 7 juni år 2021 var mycket varmt och värmer rekord slogs i delar av landet under månaden. Vid fotograferingen var det mycket skarp sol och området runtomkring bestod av öppna ytor, vilket innebar att den avbanade undersökningsytan som till stora delar bestod av lera torkade ut mycket snabbt. Detta innebar också att färgningar som varit mycket tydliga vid schaktningen var betydligt mer gråaktiga i samband med fotograferingen. Foton togs vid ett par olika tillfällen under dagen, vilket ledde till något olika ljusförhållande.

Koordinatpunkter i form av fotokryss lades ut på ytan med 8–12 meters mellanrum, totalt sex stycken punkter. Dessa mättes in med RTK-GPS i koordinatsystem Sweref99TM och höjdsystem RH2000. Koordinatpunkterna märktes upp med siffror så att dessa skulle kunna användas för koordinatsättningen av modellen.

En del skuggor fanns på ytan i samband med fotografering från byggstängslet som omgärdade området, men även från enstaka lyktstolpar. Den skarpa solen innebar också att arkeologerna och fotostången gav upphov till skuggor som kom med på många av foton. De optimala förhållandena för fotografering är ganska starkt solsken som täcks av tunna molnslöjor som ger ett bra och skuggfritt naturligt ljus.

Efter fotograferingen med GoPro-kameran skickades foton till arkeolog Fredrik Larsson vid Sydsvensk Arkeologi för en första snabbtest; en kontroll om tillräckliga data i form av heltäckande foton över ytan fanns och fungerade för en 3D-modell. En modell i låg upplösning togs snabbt fram och analyserades. Resultaten var lovande, men den motsatta sidan på modellen i förhållande till själva contregården behövde några kompletterande foton, främst för texturen till modellen. Då tiden var begränsad och detta sågs som något av en pilotstudie och metodutveckling togs 55 kompletterande foton med en Samsung Galaxy Xcover 5 mobiltelefon inom det område som behövde kompletteras. Denna datainhämtning skedde dagen efter, då väderförhållandena var samma, men vissa förändringar av ytan hade skett jämfört med tidigare dags bildserie. Samtliga foton togs utan blix och utan optisk eller digital inzoomning. Efter att datainhämtning i form av fotografering och inmätning slutförts samt att fältarbetet var avslutat kunde bearbetning och framtagande av en 3D-modell över grävningssytan påbörjas.

Bildkvalité

Första steget i skapandet av modellen var att först manuellt utvärdera de foton som tagits i fält. Vid den manuella granskningen kunde vissa saker konstateras. På många av foton fanns skuggor av arkeologerna och/eller fotostången. Agisoft Metashape är förhållandevis bra på att automatiskt filtrera bort skuggor som är tillfälliga, till exempel en persons skugga som endast finns med på ett eller ett fåtal foton. Ytterligare ett par saker som kunde observeras var att skruven till kamerafästet ibland hade släppt vilket innebar att

kameran fick en annan vinkel och mer av själva fotostången kom med på foton. Vid ett par tillfällen fanns också bildserier tagna, det vill säga många foton på en plats. Det hade att göra med att kameran som var kopplad till en mobil genom Bluetooth ibland tappade kontakt och i vissa lägen gick automatiskt över i att fotografera en serie i stället för enskilda stillbilder. Det skarpa solskenet gjorde det även något problematiskt att se på mobilens display för exakta inställningar och kamerans position. Då ett syfte med modellen var att se möjligheter och svårigheter togs beslutet att använda alla foton i Agisoft Metashape för att se hur programmet skulle hantera dessa då skuggor, ljus, tidspress vid fotografering många gånger inte går att undvika i samband med en arkeologisk undersökning. Det gällde således att kunna hämta data i fält, även när förhållandena inte var optimala.

Steg två var att ladda in samtliga foton både från GoPro och från mobilkameran i programmet Agisoft Metashape Professional som är det program som användes för framtagandet av 3D-modellen. Totalt var det 714 foton. Programmet har möjlighet att utvärdera foton sett till suddigheten, förvrängning av fotot med mera, genom en funktion som heter estimate image quality. För foton ett bildvärde under 0,5 bör dessa inte användas vid framtagandet av modellen. I fallet med contregarden hade samtliga foton ett bildvärde över 0,5 och bilden med högst bildvärde hade ett värde på 0,875299. Detta innebar att även i detta steg valdes samtliga foton att användas för modellberäkningar och bearbetningen kunde påbörjas.

Bearbetning

Hela bearbetningsprocessen i Agisoft Metashape kom att bestå av fyra steg: align, dense cloud, mesh och texture. Att koordinatsätta modellen i Metashape valdes bort då det i detta specifika fall skulle varit för tidskrävande och förenat med vissa svårigheter (se avsnittet om ortofoto och koordinatsättning för vidare diskussion kring detta).

Align

Steg ett var att kontrollera pixlarnas överensstämmelse mellan foton och att rikta in (align) samt placera pixlarna (punkterna) med bäst koordinater i x-, y- och z-led så ett enkelt punktmoln i 3D kunde skapas (*sparse cloud*). Av 714 foton kunde 650 sättas in i ett lokalt koordinatsystem där punkterna endast förhåller sig till varandra. Vad gäller antal punkter har Metashape två huvudsakliga punkttypen keypoint och tie point som går att påverka. Keypoint är en ”intressant” punkt för programmet på något som tycks vara ett viktigt område eller som går att tydligt definiera i foton när det enkla punktmolnet skapas. Keypoints används för att beräkna kamerans relativa position vid för de olika platser där foton togs. En tiepoint är en keypoint som programmet lokaliserar i två eller fler foton. Det enkla punktmolnet kom att bestå av 574 560 punkter. Keypoint och tie point limit angavs till 0 för att lokalisera så många punkter som möjligt, även om det kan göra att mer brus uppträder, det vill säga icke relevanta punkter också skapas i punktmolnet. För exaktheten i punktmolnet använde programmet relativa koordinater och alignment sattes till medium inställning. Högre än medium inställning kräver oftast många timmars arbete för en dator, ibland dagar, men ger mer exakta resultat. Då programmet genom algoritmerna hade placerat alla punkterna i punktmolnet var det totalt 64 foton som Metashape inte kunde placera korrekt. 55 av dessa var mobilfoton och övriga nio var från GoPro-kameran. Att mobilfoton inte kunde användas kan bero på att dessa foton togs dagen efter då området hade förändrats jämfört med föregående dag, vilket gör det betydligt svårare för programmet. På platsen som tidigare var en plan yta i första bildserien kunde nu en dumphög finnas och därför kunde inte foton bindas samman. Att några av GoPro-kamerans foton inte heller direkt kunde lokaliseras och knyts samman tillsammans med övriga foton kan också bero på vissa förändringar då foton med GoPro-kameran tagits med ett par timmars mellanrum, vilket även här kan innebära att området förändrats mellan foton. Tidsåtgången för datorn att skapa ett enkelt punktmoln var 1 h 59 minuter för att matcha bilderna och 26 minuter och 7 sekunder för att sätta samman det enkla punktmolnet.

Dense cloud

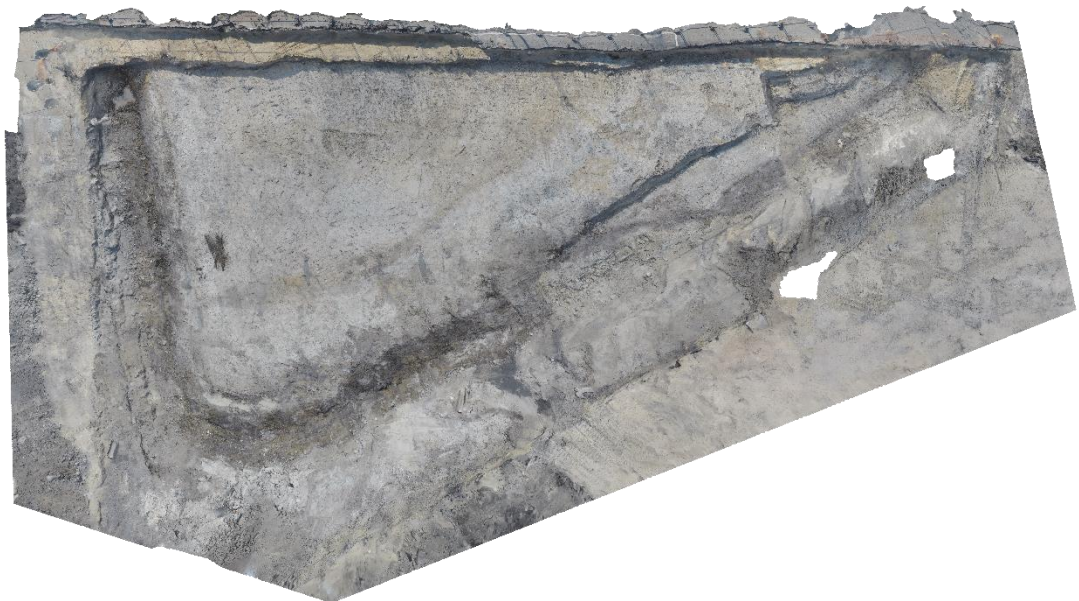
Steg två var att göra ett tätare punktmoln, ett så kallat *dense cloud*, vilket innebar att finare detaljer i geometrin syns i den slutgiltiga modellen. Dense cloud bestod av totalt 18 692 627 punkter. För dense cloud användes medium inställning. Tiden för datorn att processa dense cloud var 48 min och 48 sekunder för att skapa depth maps samt ytterligare 1 h och 12 minuter för att skapa dense cloud generation parameters.

Mesh

Steg tre var att låta programmet binda samman alla punkter med linjer (edges) så att ytor, så kallade faces skapades och resultatet var en 3D-modell. Skapandet av modellen utgick från det tätare punktmolnet (dense cloud). Totala antalet ytor (faces) uppgick till 37 375 268 ytor vilket är en mycket högupplöst modell. Tidsåtgången för programmet för att skapa modellen var 21 minuter och 28 sekunder.

Texture

Det avslutande steget för beräkningar av 3D-modellen var att lägga textur på modellen. Textur är det utseende som fås genom att programmet lägger på foton på de skapade ytorna på meshen. För att få bästa möjliga resultat användes maximal upplösning på 16 184 pixlar för texturen. Det tog programmet cirka 7 minuter att dela upp modellen i flera sektorer för att sedan kunde applicera texturen. Applicering av texturen utifrån foton tog 2 h 16 minuter och 22,16 GB RAM-minne användes i detta steg, vilket innebar att datorn maximerade användandet av datorns RAM-minne. Detta var på totalt 32 GB då Windows samt flera andra applikationer som alltid finns i bakgrunden också förbrukar en del RAM-minne.



Figur 1. Slutresultat av 3D-modellen över contregarden. Ett gott resultat sett till förutsättningarna. Vidare bearbetning hade kunnat lösa ytterligare en del av de problem som påverkat modellen, främst gällande texturen.

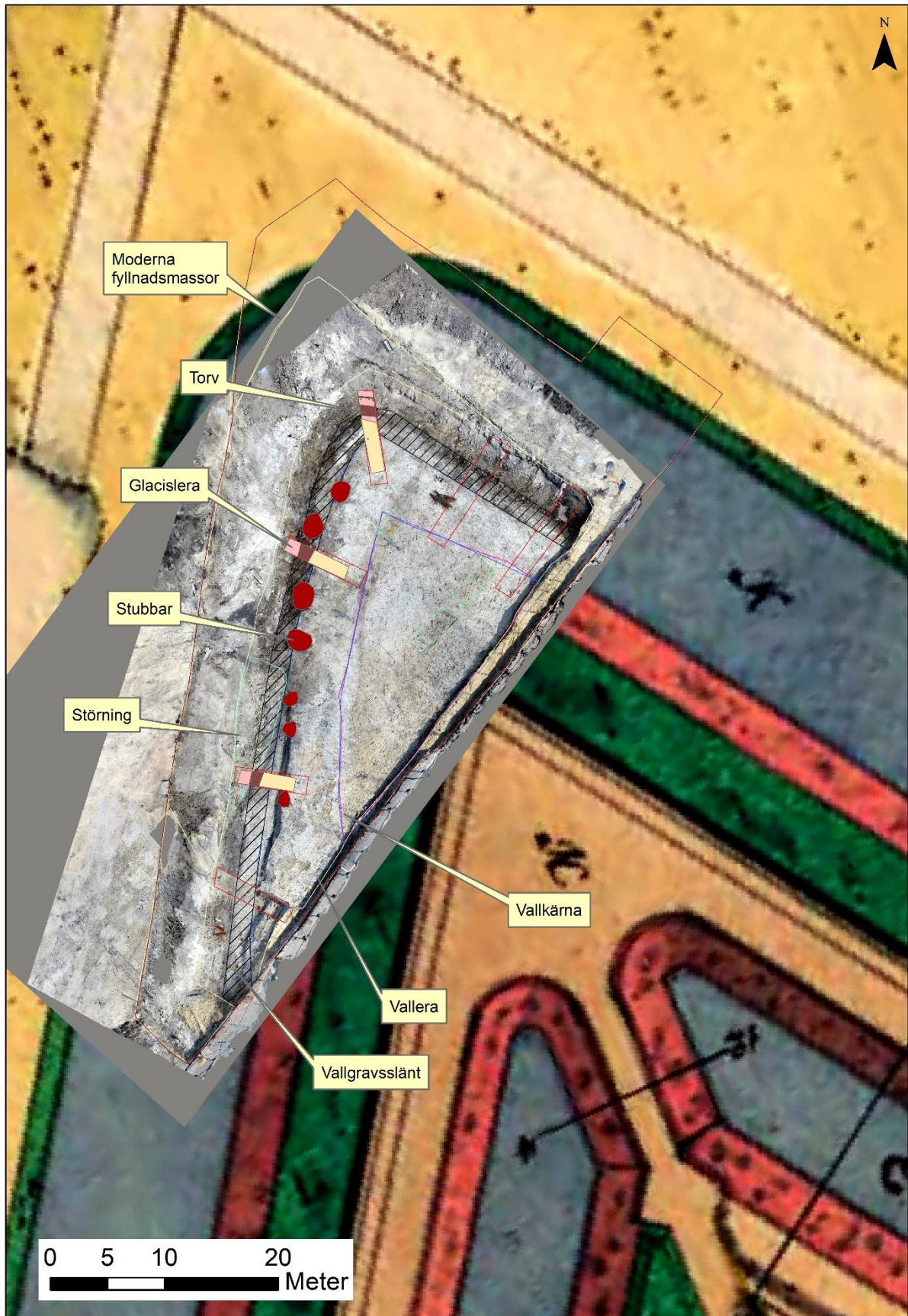
Resultatet av fotogrammetrin

Resultatet blev en 3D-modell som i detta fall tillsammans med inmätningarna används som en arbetsmodell som går att vidareutveckla på flera olika sätt. Modellen gör det möjligt att visa hela grävningssytan ovanifrån såsom den såg ut i samband med datainhämtningen, vilket gör att strukturer, färgningar med mera kan observeras. Ovanifrån-perspektivet som 3D-modellen skapar var inte heller möjligt för arkeologerna att ha då grävningen genomfördes. 3D-modellen är alltså en typ av verklighetsbaserad modell och inte en tolkning. Jämförs modellen med exempelvis en ritad anläggning på ritfilm så är ritningen en tolkning av det arkeologen iakttog i fält. En 3D-modell återger korrekt hur anläggningen såg ut då fotona togs och är ingen tolkning. En ritfilm tolkas således i två steg, en 3D-modell i tolkning.

Det enda som påverkat modellen är tre faktorer: hur arkeologerna tog foton, hur upptorkat det var i marken vid datainhämtningen och hur kameran uppfattar färger och ljus. På ett par ställen togs för få foton, vilket har skapat ett par hål i modellen, det var också något blött i detta område, delvis med vatten synligt, vilket Agisoft Metashape har svårt att hantera då det är jämna ytor med kraftig reflektion av ljus. Det innebär att det blir svårt att kunna beräkna pixlarnas position korrekt. Då det var mycket varmt när datainhämtningen genomfördes hade grävningssytan torkat upp, vilket gjorde att färgskiftningar som syntes när det var nyschaktat inte längre var speciellt synliga, utan hela området hade ett mycket grått utseende.

En kamera även med en bra fotolins är inte lika bra på att uppfatta små skillnader i färgnyanser som det mänskliga ögat. Detta får dock ses som av något underordnad betydelse då även människor uppfattar färger och nyanser som något olika, även om samma yta betraktas vid samma tidpunkt.

Genom vidare bearbetning av modellen skulle den kunna användas tillsammans med LIDAR-data, historiska kartor och som en fristående terrängmodell (DEM-modell) över ytan. Den kan också användas för förmedling till allmänheten, dels genom att ha olika annoteringar som kan visa på de olika delar av befästningsverket som undersöktes, dels utgöra en del av en 3D-rekonstruktion där contregarde och andra delar av befästningsverket återskapas.



Figur 2. Inmätningar och rektifierat skärmlägg av 3D-modellen på 1766-års karta, vilket visar att kartan stämmer väl överens med de påträffade arkeologiska lämningarna.

Ortofoto och koordinatsättning

För att en 3D-modell ska få korrekt storlek kan modellen koordinatsättas i Agisoft Metashape. Det kan ske antingen genom antingen genom att programmets egna markörer lagts ut över ytan och mäts in i fält så att koordinaterna sedan kan lagras i programmet. Det går även att använda någon annan form av koordinatpunkter som läggs ut över ytan och mäts in i fält med koordinater som lagras i programmet. Det gör att programmet kan skala modellen till rätt storlek och det gör även att modellen går att mäta på. Detta innebär att arkeologen som analyserar modellen kan använda modellen och få fram exakta mått på nya kontexter som observeras i modellen, men som inte observerades i fält. Då modellen är verklighetsbaserad innebär det att ny information och kunskap kan fås fram genom modellen, dokumentation som antingen inte var möjlig att genomföra i fält eller som det saknades tid för. Genom en 3D-modell och koordinatsättning sker ett korrekt återskapande av den aktuella grävningssytans utseende vid ett givet tillfälle och nya frågor kan ställas till materialet. Flera modeller kan användas för att jämföra och utvärdera samt till att omvärdera delar av grävningresultaten.

I fallet med contregården valdes det att använda anläggningspinnar som koordinatkryss vilka mättes in med RTK-GPS. Koordinatkryssen gavs både inmättningsid och ett koordinatkryssnummer så att det skulle vara lättare att para ihop rätt koordinatkryss på ett foto med rätt inmätta punkt. Olyckligtvis visade det sig att från höjden som fotona togs blev upplösningen inte tillräcklig för att kunna utläsa siffrorna på de enskilda koordinatkryssen. 3D-modellen till rapporten var främst tänkt som en arbetsmodell. Ytorna var generellt väldigt gråa, vilket gjorde orienteringen på ytan vid inzoomning problematisk och därför koordinatsattes inte modellen i Metashape. Gällande möjligheten att använda sig av de foton som inte kunde passas in med övriga foton valdes detta bort då manuella punkter måste placeras i respektive foton, vilket skulle varit genomförbart, men dock ganska tidskrävande.

I stället så skapades ett ortofoto över modellen och en högupplöst renderad bild exporterades som sedan har rektifierats mot de inmätta koordinatkryssen. Det fungerade väl i detta sammanhang då grävningssytan var förhållandevis plan och vallgraven kom inte att grävas i botten. Att mäta dess djup blev därför inte aktuellt.

Frågor och svar kring modellen

Hur står är felmarginalen på det rektifierade ortofotot i ArcGIS i förhållande till de inmätta mätpunkterna?

Felmarginalen för det rektifierade ortofotot är cirka 0,02 meter, vilket är detsamma som felmarginalen på en RTK-GPS. Så sammanlagd felmarginal från GPS och rektifiering är mellan 0,01–0,04 meter, vilket får ses som helt acceptabelt.

Varför finns det hål i modellen?

Hålen i modellen beror på att det dels fanns vattenpölar som reflekterar som programmet har svårt att hantera, dels något få foton i detta område tagna från en vinkel som täckte området där hålen fanns.

Fanns det andra sätt datainhämtningen hade kunnat genomföras på?

Datainhämtningen hade kunnat genomföras med drönare, men tiden för att få flygtillstånd inom detta område pga. närheten till järnvägen gjorde att denna metod valdes bort. Den LIDAR-data som finns visade dagens markyta och inte den avschaktade, så att använda befintliga LIDAR-data var inte relevant. Skulle ny LIDAR-data inhämtas hade det behövt ske genom antingen satellit, flygfotografering eller drönare med LIDAR-sensor; metoder som i detta fall antingen var omöjliga att genomföra eller bedömdes som alltför kostsamma.

Ett alternativ hade varit att mäta terrängpunkter enligt koordinatsystem över hela ytan för att skapa modeller utifrån detta, men det hade inte blivit lika exakt över hela ytan, dels hade inte utseendet blivit verklighetsbaserat som på en 3D-modell. Sett till tid, rådande budget och kostnadseffektivitet var fotostäng det bästa alternativet.



Figur 3. Contregarden sett från sidan, observera sluttningen ned i vallgraven i böger bildkant.

Utvärdering

Sett till målsättningen att ta fram en arbetsmodell i 3D för contregarden får detta ses som ett lyckat resultat. Vissa svårigheter förelåg, främst gällande att koordinatsätta hela modellen då foton inte var tillräckligt högupplösta för att man skulle kunna läsa siffrorna på foton med koordinatpunkterna. Det är möjligt att koordinatsätta modellen, men skulle vara något mer tidskrävande arbete på grund av detta. Några fler foton skulle tagits i området som var svårt för programmet att återskapa. Den kompletterande fotoserien som togs med mobil hade programmet svårt att automatiskt para ihop med den tidigare inhämtade fotoserien från GoPro-kameran. Det hade varit möjligt genom att manuellt para ihop punkter i foton från respektive fotoserie för att få dessa att bättre passa ihop, detta gjordes inte på grund av tidskäl.

På grund av det varma vädret torkade undersökningsytan upp mycket snabbt. Men hade datainhämtningen skett samma dag som schaktningen eller om grävningssytan fuktats/vattnats hade färgerna framträtt betydligt bättre. Fästet som höll GoPro-kameran på stängen lossnade ibland, vilket innebar att kameran hamnade i fel vinkel varvid arkeologerna kom med på flera foton, vilket fick maskas bort. Det kom dock att störa något när texturen skulle skapas. Trots att maskning och ghostfilter applicerades kom enstaka skuggor och färg av arkeologernas kläder med i texturen. Ytterligare bearbetning av texturen skulle löst detta. Gällande framtida användning av fotostång är det viktigt att kontrollera att märkningen på de inmätta koordinatpunkterna syns på foto och att kameran hela tiden sitter i rätt vinkel på stängen för att undvika att stång eller arkeologer kommer med på foton. Vidare arbeten med att knyta samman de foton som inte kunde passas in med övriga foton, koordinatsättning av modellen i Metashape och mer arbete med texturen hade sannolikt gett en något bättre modell.

Slutresultatet blev en arbetsmodell som kan användas i tolkningsarbetet av arkeologer och som även skulle kunna användas i förmedling till allmänheten. Den kan även användas som en del av rekonstruktion i 3D av en större del i befästningsverket. Modellen har också gett mycket värdefull kunskap som verktyg för utvärdering och vidare metodutveckling, främst gällande datainhämtningen.

Framtida användningsområden och vidare bearbetning

Fotogrammetri är en effektiv och värdefull arbetsmetod som har visat sig fungerat väl inom arkeologin. Den skapade modellen kan nu och genom vidare bearbetning ligga till en grund både för framtida förmedling, djupare spatiala och topografiska analyser av contregarden. 3D-modellen kan även användas som en del i en 3D-rekonstruktion av utanverken i den norra delen av Kristianstad.

Referenser

Dell'Unto, N. & Landeschi, G. 2022. *Archaeological 3D GIS*. Routledge.

Ordlista

Agisoft Professional Photoscan	Metashape (tidigare)	Används för att bland annat göra 3D-modeller utifrån fotogrammetri.
ArcGis		Ett antal avancerade GIS-program som flitigt används inom arkeologi i Sverige bland annat Arcmap.
Align		Att rektifiera eller passa in foton med varandra i Agisoft Metashape
Anläggning		Arkeologiska lämningar i form av nedgrävningar (t.ex. stolphål, gropar, härdar, gravar etc.)
Avbaning		Borttagande av jordlager med grävmaskin
DEM		Digital Elevation model, en form av terrängmodell
Dense cloud		Det förtätade punktmolnet av pixlar från foton som skapas i Agisoft Metashape med x,y,z-koordinater.
Exploateringsområde		Det område som skall bebyggas eller tas i anspråk inom ramen för en exploatering
Fornlämning		Lämning efter människors verksamhet under forna tider, som har tillkommit genom äldre tiders bruk och är varaktigt övergiven. Lämningen behöver vara tillkommen före år 1850, eller i fråga om fartyglämning, förlist före 1850 (Kulturmiljölagen 2 kap.). Se även RAÄ-nr.
GIS		Geografiska Informationssystem
GPS (ibland RTK GPS)		Används för inmätning av bl.a. arkeologiska lämningar
Inmätningpunkter		De specifika koordinatpunkterna som ligger till grund för att rektifiera in exempelvis ortofoto
Intrasis		Statens historiska museers program för hantering och lagring av arkeologiska data. Här samlas och analyseras all dokumentation. I Intrasis finns även karta över inmätt data (som görs med GPS).
KML		Kulturmiljölagen
LiDAR		(Light Detection Ranging). En optisk avkänningsteknik som används för att bestämma position eller andra egenskaper hos avlägsna föremål genom reflekterat laserljus, t.ex. en markytas topografiska läge. LiDAR-data kan användas t.ex. till 3D-modeller.
Lämningsnummer		Numrering av fornlämningar i Riksantikvarieämbetets fornlämningsregister, sökbart i sök- och karttjänsten Fornsök
Mesh		Den grundmodell som består av vertices (punkter), edges (linjer) och faces (ytor).
Ortofoto		Det är en geometriskt korrigerad bild på exempelvis en arkeologisk undersökningsyta sett uppifrån.
RAÄ-nr		Inventarienummer i Riksantikvarieämbetets tidigare fornlämningsregister
Rektifiera		Anpassa äldre kartor till moderna koordinatsystem genom att dra ihop eller tänja kartbilden
Sparse cloud		Ett enklare punktmoln av pixlar med x-, y- och z-koordinater skapat utifrån ett antal foton.
Texture/textur		En ytas utseende och beskaffenhet. Skapas inom fotogrammetrin utifrån de tagits och som applicerats på modellen.