

## 4c Fotogrammetri

### Generelt

Fotogrammetri kan brukes til å dokumentere profiler, flater, strukturer, gjenstander mm. Metoden egner seg svært godt til 3d-dokumentasjon. Det genereres imidlertid store mengder bildefiler som kan kreve stor plass, og en bør derfor være bevisst på hva en ønsker å dokumentere og hvorfor. Denne oversikten vil gi et overblikk over fotografering for fotogrammetri, hvordan bruke Agisoft PhotoScan og når fotogrammetri egner seg.

### Framgangsmåte

Her forklares en grunnleggende framgangsmåte for å lage en modell av en flate. For mer utfyllende informasjon se PhotoScans egen manual som du finner på menylinja i programmet: «**Help**» → «**Contents**» → «**Innhold**». Her finner du beskrivelser for hvert ledd av prosessen, hva de ulike boksene og valgmulighetene betyr osv.

### Kort forklaring av metoden

Digital fotogrammetri er en metode hvor fotografier brukes til å gjenskape fysiske motiv digitalt i 3D. Opprinnelig går fotogrammetri ut på å kunne måle en virkelig avstand ut i fra et bilde, men i arkeologimiljøet i dag er dette en term som forbindes med digital rekonstruksjon av flater, profiler, strukturer eller gjenstander i 3d.

Det første som bør være på plass er utstyr og programvare. For å kunne produsere en fotogrammetri trengs:

- Et godt digitalt kamera som lar seg feste til fotostang
- Fotostang
- Ipad eller smarttelefon med app for fjernutløsning av kamera (avhengig av kameramerke)
- Egnede programvare, som Agisoft PhotoScan Professional
- Markører for georeferering
  - Disse kan produseres i PhotoScan på følgende vis:  
Tools → Markers → Print Markers → Marker type: 12 bit/ Center point radius, mm: <13/ Targets per page: 6 → OK  
Dette generer en PDF med en stor mengde markører med unike numre. Disse kan printes ut og lamineres til bruk i felt.
- Innmålingsutstyr
- Evt. målestokker

### Fotografering i felt

Det anbefales å benytte fotostang når større flater skal dokumenteres. Dette gjør det mulig å sørge for god overlapp og gjør det enklere å dekke større områder på kortere tid. Det kan være nyttig å reflektere over hvor stor oppløsning som kreves på modellen i etterkant, ettersom bilder tatt nærmere bakken vil gi høyere oppløsning.

Fotografering med fotostang kan benyttes til å:

- Fotografere større flater som for eksempel avdekt areal etter avtorving
- Fotografere større strukturer som gravrøyser, gravhauger ol.
- Fotografere strukturer eller kontekster uten å gå for nære

God planlegging er viktig før fotograferingen iverksettes. Vurder vær og vindforhold. Er lysforholdene svært skiftende vil dette kunne slå negativt ut. Sterk vind vil kunne gjøre det vanskelig å holde fotostangen stabilt, samt at funnposer og annet løstøre vil kunne blafre og forpurre sluttresultatet. Perfekt fotovær er stille og overskyet.

Hvis modellen skal georefereres må markører legges ut og måles inn. Antallet markører vil avhenge av størrelsen på objektet som skal dokumenteres, men det kan være lurt å benytte en god del ettersom programvaren kan ha problemer med å gjenkjenne markørene. En modell krever minst tre punkter for å kunne georefereres, og en markør må være synlig på minst to bilder for at den skal kunne brukes. Det er imidlertid lurt å ha flere markører enn du strengt tatt behøver. Gjenskinn og andre forhold kan forstyrre markørene på foto, så det er kjekt å ha noen ekstra. Markørene generert i PhotoScan genereres med et nummer som kan benyttes ved innmåling. Det er også viktig at en markør ikke flyttes etter innmåling ettersom disse kan benyttes i flere fotoserier.

Ikke fest de automatisk genererte markørene med spiker midt i. Markørene festes i hjørnene. Spiker midt i kan ødelegge den automatiske gjenkjenningen i PhotoScan etterpå.

De to viktigste tingene å sørge for ved fototaking til fotogrammetri er å ha **god overlapp** (60-80%) mellom bildene, og samtidig holde kameraet **så loddrett som mulig** mot flaten som skal dokumenteres. Med god overlapp får du et godt resultat, og det er mye bedre å ta for mange bilder enn for få! Ligg heller nærmere 80% overlapp enn 60%. Det kreves minst tre bilder av et område for at programvaren skal danne punkter til punktskyen. Husk også at det er viktig å dokumentere ytterkantene av motivet for å sørge for at avgrensningen blir tilfredsstillende. For eksempel kan det være lurt å ta bilder som dekker et stykke utenfor feltavgrensningen, for å sørge for kanten blir ordentlig definert. Riktig vinkel er viktig for å unngå fordreining og feil i 3d-prosesseringen. 90 grader er optimalt, men et slingringsmonn på 20-25 grader vil gi akseptable bilder.

Det er viktig å jobbe systematisk, spesielt når større flater skal dokumenteres. Gangretning og orientering av kamera vil være avhengig av lokale forhold på lokaliteten, men vær nøye med å unngå å ta bilder av deg selv (føttene dine kan fort stikke ut fra bildekanten) eller steder du tidligere har gått (fotavtrykkene kan virke forstyrrende). Å gå i et slangemønster vil kunne fungere godt i mange tilfeller.

I fotolista kan bildene fint samles på ett skjema hvor første og siste bilde noteres. Det kan også være lurt å notere hvilke markører som er tiltenkt modelleringen i etterkant.

Husk å tenk gjennom hva formålet med fotogrammetrien er. Dette kan være styrende for den praktiske gjennomføringen i felt. Ulike formål stiller ulike krav til nøyaktighetsnivå og oppløsning. Noen ganger kan det være kjappere å tegne en rask skisse, hvis det ikke kreves særskilt god dokumentasjon av objektet.

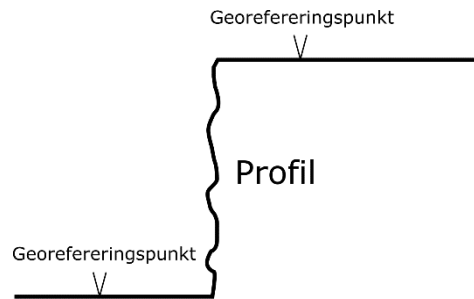
Viktige ting å tenke på ved ulike motiv:

**Større flater og felt:** I visse tilfeller kan det være nødvendig å rense feltet (vurderes ut ifra dokumentasjonens hensikt), men det viktigste er å fjerne redskaper og andre ting som ikke skal være med. Er det liten høydeforskjell på feltet spiller det ingen rolle hvilken vei du går, ved større høydeforskjell bør du begynne i bunnen og bevege seg mot det høyeste punktet. Større terrengforstyrrelser som groper og hauger kan kreve flere bilder, fra forskjellige vinkler, for å dekke hele objektet.

For store modeller av lokalitet og landskap kan droner benyttes til fotografering.

**Strukturer:** Bør renses godt før fotografering. Er det fare for mye gjenskinn ved sterkt lys, kan en presenning eller lignende benyttes for å gi skygge. Bruk fotostang ved behov – for å unngå å trække på steiner eller avsette fotavtrykk. En liten målestokk i kanten av strukturen kan være hensiktsmessig for å enkelt kunne tegne inn målestokk i etterkant (hvis strukturen skal rentegnes digitalt). Sørg for å få god dekning i kroker og kroker.

**Profil:** Bør renses godt, og utstikkende røtter ol. bør klippes ned. Sørg for at profilen er mest mulig 90 grader. Ta godt med bilder rundt større, utstikkende steiner. En liten målestokk (eks. 5cm) er hensiktsmessig også her. Georefereringspunkter kan plasseres på toppen og bunnen av profilen. Dette sørger for god dokumentasjon av høydeforskjellen mellom topp og bunn.



Figur 1: Eksempel på utsetting av georeferansepunkt ved fotogrammetri av profil.

### Bearbeiding i Agisoft PhotoScan 1.3.4 (64 bit)

Etter at bildene fra felt er importert på PC kan de bearbejdes videre til 3d-modeller og ortofoto i PhotoScan. Det er lurt å holde orden på bildene med en ryddig mappestruktur ettersom det kan bli en god del bilder etter hvert.

Slik går du frem i PhotoScan:

#### Det grunnleggende – Align photos, dense cloud, mesh og texture



1. Først må du importere bilder. På menylinja velger du: «**Workflow**» → «**Add photos**». Manøvrer deg fram til mappen du lagret bildene i, velg bildene du ønsker å importere og trykk «**åpne**».
2. Det kan være lurt å gå gjennom bildene for å luke ut uklare bilder eller bilder med uønskete forstyrrelser.
3. Gå så til «**Workflow**» → «**Align photos**» for å bygge en punktsky. Velg «**Accuracy**» ut i fra ønsket kvalitet og hurtighet på modellbyggingen.
4. Når punktskyen er etablert må du gå gjennom og sjekke at kameraene er riktig plassert. Vri litt på modellen og sjekk at det ikke stikker opp punktflater hvor det ikke skal være noe. Da kan du eventuelt bygge punktskyen på nytt, forsøke å fjerne ett eller flere kamera eller ta en ny bildeserie.
5. Når punktskyen («**Tie points**») er ferdig får du opp en modell bestående av mange punkter. Denne danner grunnlag for videre teksturering og modellbygging.
6. Det neste du gjør er å gå til «**Workflow**» → «**Build dense cloud**». Her velger du kvalitet og trykker «**OK**».
7. Neste steg i prosessen er å bygge et nett eller et grid ut fra punktene: «**Workflow**» → «**Build mesh**».
  - a. Her kan du velge «**Surface type**» som enten er «**Arbitrary**» eller «**Height field**». «**Arbitrary**» er først og fremst for modellering av ujevne overflater og gjenstander, og bruker mer minne. «**Height field**» kan brukes på modeller av flate områder og terreng, og bruker mindre minne.
  - b. «**Face count**» angir antall punkter i «nettet» og brukes for å angi detaljgraden i 3d-modellen. Her kan du sette «**High (359,303)**» som et utgangspunkt, men du kan godt prøve å øke verdien under «**custom**» hvis du ønsker en mer detaljert modell.
  - c. Du trenger ikke tukle med det som står under «**Advanced**».
8. Til slutt skal du teksturere modellen: «**Workflow**» → «**Build Texture**».

- a. «**Mapping mode**»
    - i. «**Generic**»: Ingen antakelser blir gjort av teksturert flate. Kan benyttes dersom «**Adaptive orthophoto**» eller «**Orthophoto**» ikke gir et bra resultat.
    - ii. «**Orthophoto**»: Modellen tekstureres ut ifra en ortografisk projeksjon. Denne fungerer best på horisontale flater.
    - iii. «**Adaptive orthophoto**»: Separerer horisontale og vertikale flater. Fungerer best på modeller hvor du ønsker å teksturere mer geometrisk varierte objekt. For eksempel hvis du ønsker å kombinere en vertikal profil med en horisontal utgravd flate.
    - iv. «**Spherical**»: For runde gjenstander
    - v. «**Single camera**»: Tekstur generert fra ett enkelt bilde
  - b. «**Blending mode**» kan settes til «**Mosaic**».
  - c. «**Texture size/count**» kan settes til 4096, som er standard. Med verdier over dette vil ikke modellen kunne leses av Adobe Acrobat ved eksport.
  - d. Du trenger ikke tukle med det som står under «**Advanced**».
9. Alle disse trinnene kan du kjøre som én prosess ved å gå på «**Workflow**» → «**Batch process**» og velge de ulike trinnene fra «**Job type**» ved å klikke på «**Add job**». Husk å husk av for «**save project after each step**».

### Georeferering

For å kunne bygge en DEM (Digital Elevation Model), eller en høydemodell, må modellen først georefereres. Dette kan gjøres manuelt eller automatisk.

#### Manuell georeferering

1. Høyreklikk i 3d-modellen på det punktet du vil georeferere (dvs. et punkt du kjenner koordinatene til). Velg deretter «**Create marker**». Hvis det ikke er mulig å gjenkjenne punktene i 3d-modellen kan du manuelt legge inn punktene på enkeltbildene.
2. Når du har valgt alle punktene du vil referere går du til «**Reference**»-vinduet i «**Workspace**»-menyen, som du finner til venstre i programvinduet.
3. Her vil du finne de ulike punktene under «**Markers**» hvor du kan skrive inn X, Y og Z-verdier og eventuelt endre navn på punktene. OBS! I PhotoScan er X øst, mens Y er nord. Dette er motsatt til hva som kommer inn fra måleboka.
4. Når alle punktene er plassert der de skal være med korrekte koordinater velger du «**settings**» som er markert med et -symbol lengst til høyre på verktøylinjen under «**reference**». Her skal du velge «**Coordinate System**»: «**WGS 84 / UTM zone 32N**» (OBS! **33N** for Nordland og Troms). Trykk deretter «**OK**». Da skal modellen automatisk justere seg etter georefereringen.
5. Du kan også laste inn koordinatene fra en .txt-fil, slik at du slipper å skrive inn alle koordinatene manuelt. Marker først alle referansemarkørene i modellen og gi de samme navn som i .txt-filen du vil importere koordinatene fra. Klikk deretter på «**import**»-symbolet:  og velg filen med koordinater. Obs! Husk at du må bruke . og ikke , for å skille desimaler. Oppsettet i .txt-filen må være slik:

Navn	Øst	Nord	Z/høyde
xxxxx	<tab>xxxxxx.xxx	<tab>xxxxxxx.xxx	<tab>x.xx

Eks: 1BG234    499019.270    7052743.393    24.847

Automatisk georeferering (forutsetter at du har benyttet deg av PhotoScans autogenerated markører)

1. **«Tools»** → **«Markers»** → **«Detect markers»**. Velg 12 eller 16 bit avhengig av hva du valgte når du lagde markørene.
2. Importer deretter koordinatene på samme måte som forklart i punkt 5 over. Pass bare på at navnene på koordinatene i .txt-filen samsvarer med navnene på de ulike punktene i PhotoScan.
3. Velg deretter koordinatsystem på samme måte som nevnt under punkt 4 over.

#### DEM og ortofoto

Etter georeferering kan du bygge en digital høydemodell av terrenget (DEM). Ortofoto kan du også generere uten at modellen er georeferert, men omtales her sammen med bygging av DEM for enkelthetskyld.

#### DEM

1. **«Workflow»** → **«Build DEM»**.
  - a. **«Projection»** → **«Geographic»**. Velg ønsket koordinatsystem: **«WGS 84 / UTM zone 32N»** → **«OK»**.
2. Programmet bygger da en digital høydemodell over området. Denne kan brukes videre i havnivåmodeller eller andre modelleringer som krever høydedata. Du kan også legge inn konturlinjer ved å høyreklikke på **«DEM»** under **«Workspace»** når modellen er ferdig og velg **«Generate contours»**. Velg ønsket **«Interval (m)»**, for eksempel 0.2m, og trykk **«OK»**.

#### Ortofoto

1. **«Workflow»** → **«Build orthomosaic»**
  - a. Hvis modellen er georeferert velger du **«Geographic»** og ønsket koordinatsystem (se over).
  - b. Hvis modellen ikke er georeferert velger du **«Planar»** og så **«Top XY»** for å få et ortofoto rett ovenfra. **«Current view»** gir et bilde fra det perspektivet du har på 3d-modellen.
  - c. **«Pixel size (m)»** angir kvaliteten på ortofotoet.
  - d. Trykk **«OK»** når du er ferdig.

#### Eksportering

Når du er ferdig kan du eksportere DEM'en eller ortomosaikken til ArcMap på følgende måte:

1. Høyreklikk på ønsket modell i **«Workspace»**-vinduet → **«Export DEM»/«Export Orthomosaic»** → Eksporter i ønsket filformat. **«Pixel size»** angir oppløsning, **«No data value»** trenger du ikke røre. Husk å velg ønsket koordinatsystem, hvis det ikke kommer opp automatisk.
2. Trykk **«Export»**. Du får nå muligheten til å lagre en georeferert TIFF på et ønsket sted. Når du har lagret filen kan du åpne ArcMap og legg til bildet.

#### Mer informasjon

For mer informasjon se hjelpemanualen i PhotoScan som gir instruksjoner for fotografering i tillegg til hvordan programvaren brukes. Det finnes også brukerveiledninger fra andre landsdelsmuseer på nett, men vær oppmerksom på at disse kan være noe foreldet. Du kan også forsøke å Google problemer eller spørsmål på engelsk. Ta ellers kontakt med museets GIS-ansvarlig eller prosjektleder for videre hjelp.