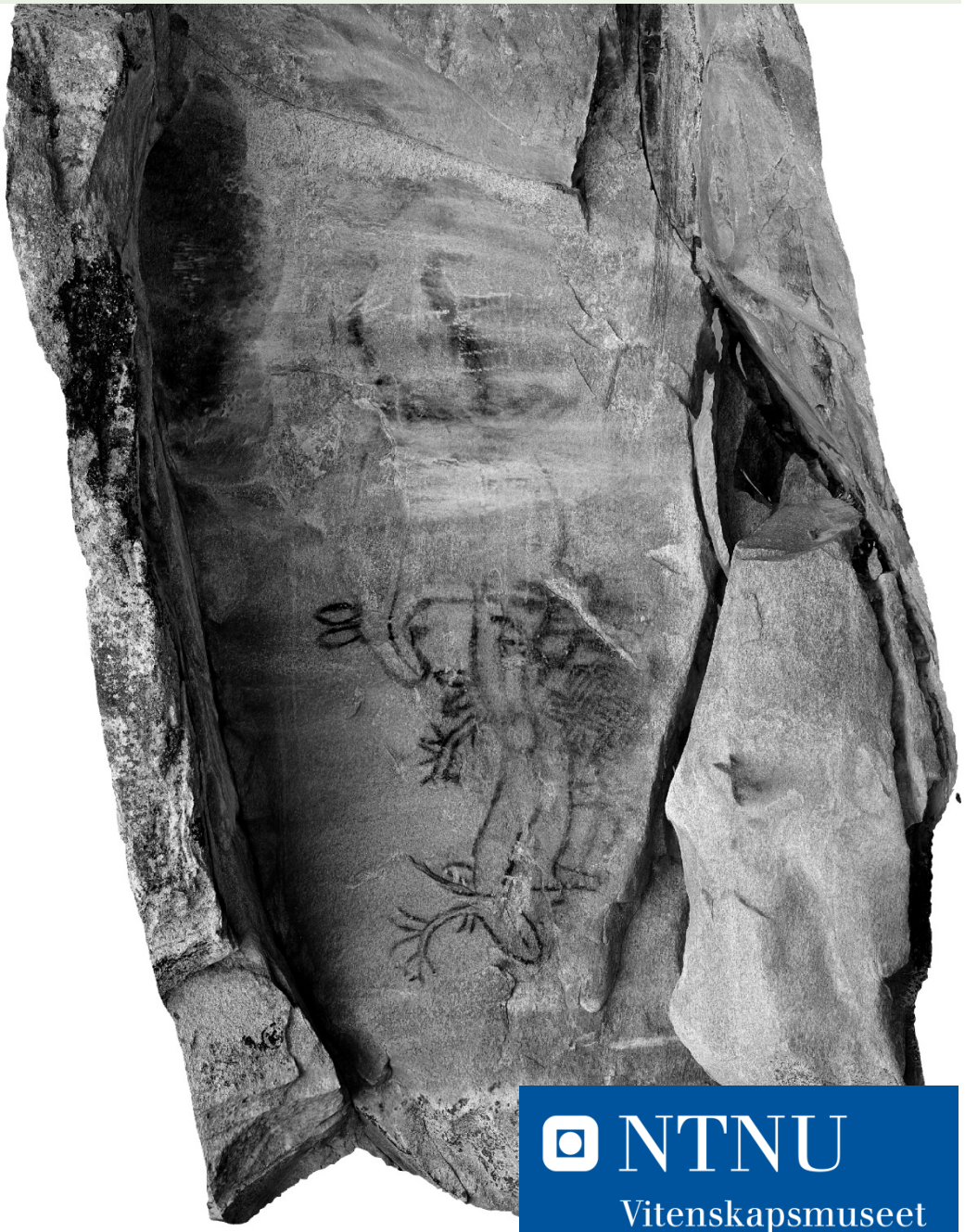
Raymond Sauvage, Åge Hojem og Eva Lindgaard

Dokumentasjon av bergkunst med fotogrammetri, Honnhammer I og III



NTNU Vitenskapsmuseet
arkeologisk rapport 2015-10

NTNU
Vitenskapsmuseet

NTNU Vitenskapsmuseet arkeologisk rapport 2015-10

Raymond Sauvage, Åge Hojem og Eva Lindgaard

Dokumentasjon av bergkunst med fotogrammetri, Honnhammer I og III

NTNU
Vitenskapsmuseet

NTNU Vitenskapsmuseet arkeologisk rapport

Dette er en elektronisk serie fra 2014. Serien er ikke periodisk, og antall nummer varierer per år. Rapportserien benyttes ved endelig rapportering fra prosjekter eller utredninger, der det også forutsettes en mer grundig faglig bearbeidelse.

Tidligere utgivelser: http://www.ntnu.no/vitenskapsmuseet/publikasjoner

Referanse
Sauvage, R., Hojem, Å. & Lindgaard, E. 2015: NTNU Vitenskapsmuseet arkeologisk rapport 2015/10. Dokumentasjon av bergkunst med fotogrammetri, Honnhammer I og III

Trondheim, februar 2015

Utgiver
NTNU Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi og kulturhistorie
7491 Trondheim
Telefon: 73 59 21 16/73 59 21 45
e-post: post@vm.ntnu.no

Ansvarlig signatur
Birgitte Skar (seksjonsleder)

Kvalitetssikret av
Ellen Grav Ellingsen (serieredaktør)

Publiseringstype
Digitalt dokument (pdf)

Forsidefoto
Honnhammer I ortofoto manipulert i Dstretch. Foto og bearbeiding Raymond Sauvage og Åge Hojem, NTNU Vitenskapsmuseet.

www.ntnu.no/vitenskapsmuseet

ISBN 978-82-8322-031-5
ISSN 2387-3965

Sammendrag

Sauvage, R., Hojem, Å. & Lindgaard, E. 2015: NTNU Vitenskapsmuseet arkeologisk rapport 2015/10. Dokumentasjon av bergkunst med fotogrammetri, Honnhammer I og III

September 2014 gjennomførte NTNU Vitenskapsmuseet digital dokumentasjon av to bergkunst felt på den kjente bergkunstlokaliteten Honnhammer, i Tingvoll på Nordmøre. Ved å bruke digital fotogrammetri ble det rekonstruert nøyaktige og meget detaljerte overflatemodeller av lokalitetene. I tillegg ble det benyttet metoder for fargemanipulering som kunne fremheve pigmenter og synliggjøre svake/usynlige deler av malerier. De to metodene ble kombinert i ferdige modeller og ortofoto. Forsøket viser at metodene kan erstatte tradisjonell kalkering på denne typen lokaliteter. I tillegg er metoden kostnadseffektiv og har lave investeringskostnader. Av hensyn til naturlig nedbrytning av bergkunsten på Honnhammer, anbefales digital fotogrammetri sammen med fargemanipulasjon som foretrukket dokumentasjonsform for sikring av tredimensjonal informasjon ex-situ.

Nøkkelord: Bergkunst – Hellemalerier – Oppmåling – Fotogrammetri – Arkeologi – Honnhammer

Raymond Sauvage, Åge Hojem & Eva Lindgaard, NTNU Vitenskapsmuseet, Seksjon for arkeologi og kulturhistorie, NO-7491 Trondheim

Summary

Sauvage, R., Hojem, Å. & Lindgaard, E. 2015: NTNU Vitenskapsmuseet arkeologisk rapport 2015/10. Dokumentasjon av bergkunst med fotogrammetri, Honnhammer I og III

In September 2014, the NTNU University Museum conducted a digital survey of two painted rock art fields at the well-known rock-art site at Honnhammer in Tingvoll, Møre and Romsdal County. By using digital photogrammetry, it was possible to reconstruct highly detailed and accurate three-dimensional surface models of both fields. Methods for colour manipulation that can accentuate pigments and thus highlight weak / invisible parts of paintings were employed. The two methods were combined in finished models and orthophotographic images. The survey strongly supports the potential for replacing the more traditional means of surveying localities of this type, such as tracing. In addition, the method is cost-effective, and requires minimum financial investment. Finally, in relation to the natural degradation of the painted rock-art fields at Honnhammer, digital photogrammetry in combination with color manipulation is recommended as the documentation form of choice for securing the three-dimensional information ex-situ in archives.

Key words: Rock art – Painted rock art – Survey – Photogrammetry – Archaeology – Honnhammer

Raymond Sauvage, Åge Hojem & Eva Lindgaard, NTNU University Museum, Department of Archaeology and Cultural History. NO-7491 Trondheim

Arkivreferanser

Sauvage, R., Hojem, Å. & Lindgaard, E. 2015: NTNU Vitenskapsmuseet arkeologisk rapport 2015/10. Dokumentasjon av bergkunst med fotogrammetri, Honnhammer I og III

AskeladdenID	67129 og 105928
Journalnummer (ePhorte)	2014/10774
Fotonr	[Da57708-57709]

Fylke	Møre og Romsdal
Kommune	Tingvoll
Gårdsnummer	87/1
Gårdsnavn	Honnhammer
Lokalitet	Honnhammer

Innhold

Sammendrag....3
Summary....4
Arkivreferanser....5
1. Innledning....8
1.1. Områdebeskrivelse.... 8
1.1.1. Honnhammer I ID 67129....10
1.1.2. Honnhammer III ID 105928....11
2. Bakgrunn for undersøkelsen....12
2.1. Tid, deltagere....12
2.2. Problemstilling....12
2.3. Metode....13
3. Resultater....16
3.1. Honnhammer I ID 67129....16
3.2. Honhammer III ID 105928....21
4. Resultat / diskusjon....27
Litteraturliste....29

Figurliste

Figur 1. Oversiktskart over Bergkunstfelter på Honnhammerneset og Hinna. Raymond Sauvage, NTNU Vitenskapsmuseet 9
Figur 2. Kalkering av felt I etter Gjessing 1939 10
Figur 3. Kalkering av felt I etter Norsted 2006.....11
Figur 4. Kalkering av felt III i 2010. Kalkert av Eva Lindgaard, NTNU Vitenskapsmuseet 11
Figur 5. Overflatemodell Felt I, NTNU Vitenskapmuseet. Klikk for å aktivere modellen i Adobe Reader. 16
Figur 6. 3D-modell av Felt I med umanipulert tekstur. NTNU Vitenskapsmuseet. Klikk for å aktivere modellen i Adobe Reader.....17
Figur 7. 3D-modell av Felt I med manipulert tekstur i sorthvitt. NTNU Vitenskapsmuseet. Klikk for å aktivere modellen i Adobe Reader. 17
Figur 8 3D-modell av I Felt I fargemanipulert LXX i Dstretch. NTNU Vitenskapmuseet. Klikk for å aktivere modellen i Adobe Reader.....18
Figur 9. Ortofoto over Felt I fargemanipulert CRGB. Foto og manipulasjon: Åge Hojem og Raymond Sauvage, NTNU Vitenskapsmuseet 19
Figur 10. Ortofoto over Felt I fargemanipulert sorthvitt. Foto og manipulasjon: Åge Hojem og Raymond Sauvage, NTNU Vitenskapsmuseet 20
Figur 11 Overflatemodell av Felt III. NTNU Vitenskapmuseet. Klikk for å aktivere modellen i Adobe Reader. 21
Figur 12. 3D-modell av Felt III med umanipulerte farger. NTNU Vitenskapsmuseet. Klikk for å aktivere modellen i Adobe Reader.....22
Figur 13. 3D-modell av Felt III med manipulert tekstur i sorthvit, NTNU Vitenskapsmuseet. Klikk for å aktivere modellen i Adobe Reader. 22
Figur 14. 3D-modell av Felt III med manipulerte farger LXX i Dstretch, NTNU Vitenskapsmuseet. Klikk for å aktivere modellen i Adobe Reader. 23
Figur 15. Ortofoto over Felt III fargemanipulert CRGB. Foto og manipulasjon Åge Hojem og Raymond Sauvage, NTNU Vitenskapsmuseet 24
Figur 16. Ortofoto over Felt III fargemanipulert sorthvitt. Foto og manipulasjon Åge Hojem og Raymond Sauvage, NTNU Vitenskapsmuseet 25
Figur 17. Skålgrop Felt III, overflatemodell, NTNU Vitenskapsmuseet.....26

1. Innledning

Tredimensjonal dokumentasjon av bergkunsten på Honnhammer ble løftet fram som et prioriteringsområde i forbindelse med NTNU Vitenskapsmuseets søknad til Riksantikvarens bevaringsprogram for bergkunst (BERG) for 2014. September 2014 gjennomførte museet feltarbeid, med formål om full tredimensjonal dokumentasjon ved hjelp av metoden digital fotogrammetri og forsøk med digital pigmentfremheving på fotomateriale.

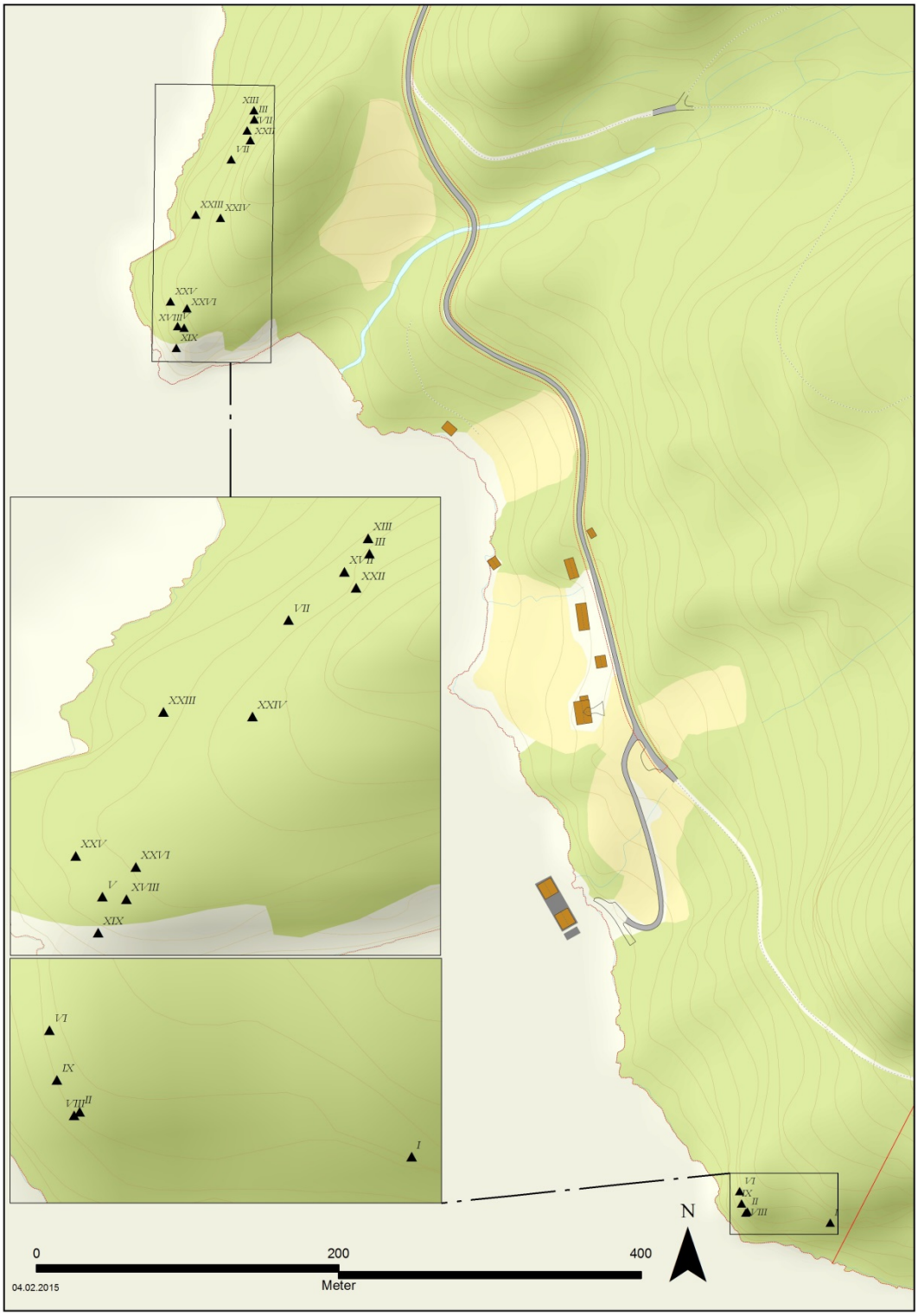
Denne rapporten presenterer resultater fra dette arbeidet på to prioriterte felt: Honnhammer I (ID 67129) og Honnhammer III (ID105928). Rapporten er utarbeidet av Raymond Sauvage og medforfattere var Åge Hojem og Eva Lindgaard.

1.1. Områdebeskrivelse

Hellemaleriene på Honnhammer ligger i et dramatisk landskap med bratte stup ned mot Tingvollfjorden, feltene er plassert på klippevegger og hellere med utsikt over Tingvollfjorden og over til Rausand i sørvest. Flere aspekter ved Honnhammer gjør bergkunsten unike i norsk, så vel som nordisk sammenheng. Det finnes trolig rundt 30 felt på Honnhammerneset og Hinna, som er et relativt lite geografisk område. Enkelte figurer er også særegne for Honnhammer, som et firefotet landdyr, som mest av alt ligner en skilpadde, og et konturmalt kors.

Berggrunnen på Honnhammer består av middels- til grovkornet granittisk gneis. Da magma stivner nede i jordskorpen, dannes magmatiske dypbergarter. Granitt er en dypbergart som stivner sakte og får store mineralkorn. Gneisen er metamorf, det vil si den er omdannet fra andre bergarter ved hjelp av endrede trykk- og temperaturforskjeller. Granittisk gneis er granitt som har endret egenskaper ved metamorfose. Vegetasjonen på Honnhammer består av glissen blandingsskog, også kalt kratt- eller knausskog, hvor furu dominerer, og jordsmonnet består av podsol. I tillegg til furu er det innslag av einer, osp, bjørk, rogn i tresjiktet, mens røsslyng dominerer feltsjiktet.

Lokalitetene ligger på høyder mellom 10 og 30 meter over havet. Med utgangspunkt i strandlinjekurve for området kan dette indikere en maksalder fra 8000 til 3000 år før nåtid. Den store høydevariasjonen mellom feltene kan imidlertid indikere at det ikke nødvendigvis er en direkte sammenheng mellom strandlinje og hellemalerienes alder. Forholdet indikerer også at det har blitt produsert bergkunst på Honnhammer over et langt tidsspenn.



Figur 1. Oversiktskart over Bergkunstfelter på Honnhammerneset og Hinna. Raymond Sauvage, NTNU Vitenskapsmuseet

1.1.1. Honnhammer I ID 67129

Honnhammer I ligger under et lite overheng på en berghylle sikret av metallgjerde på Hinna. Bergflatene er sør/-sørøstvendte. Bergarten i dette området er middels- til grovkornet, og det finnes både en hvit og en svakt gulbrun utfelling på feltet. Det er mulig at utfellingene skyldes vann som arbeider seg inn i sprekker oven-/innenfra berget.

Feltet består av fem hele og fragmentariske hjortedyrfigurer, samt tre eller fire geometriske mønstre. Gjessing (1939) tolket to av hjortedyrene som hjort, trolig fordi de var utstyrt med hjortegevir, selv om kroppen var lik de øvrige hjortedyrene på feltet. To andre hjortedyr på Honnhammer I har Gjessing tolket som elg, trolig på grunn av hengende hud under halsen, og antydning til pukkel på ryggen. Samtlige hjortedyr på felt I er utstyrt med ører og indre kroppslinjer i en eller annen form.

I tillegg til hellemaleriene er det påvist to eller tre båtristninger. Båtfigurene er rektangulære og har høye stevner. Skroget på båtene er fylt med indre vertikale linjer. Disse båtfigurene ligner steinalderens båter og er av Sognnes stildatert til tidlig bronsealder (Sognnes 1994). Båtfigurene vitner om at Honnhammer I fortsatt ble brukt til kulturytring etter jegersteinalderen. Det finnes også to geometriske mønstre i form av sikksakk/rombe-mønstre og en ringfigur med tverrstrek. Ringfigurer med indre kors eller hjulkors er meget vanlige på svensk bronsealdersbergkunst, og forekommer også i enkelte tilfeller på ristninger fra bronsealderen i Midt-Norge. Ringfiguren på Honnhammer I er med sin ene tverrstrek sjelden.

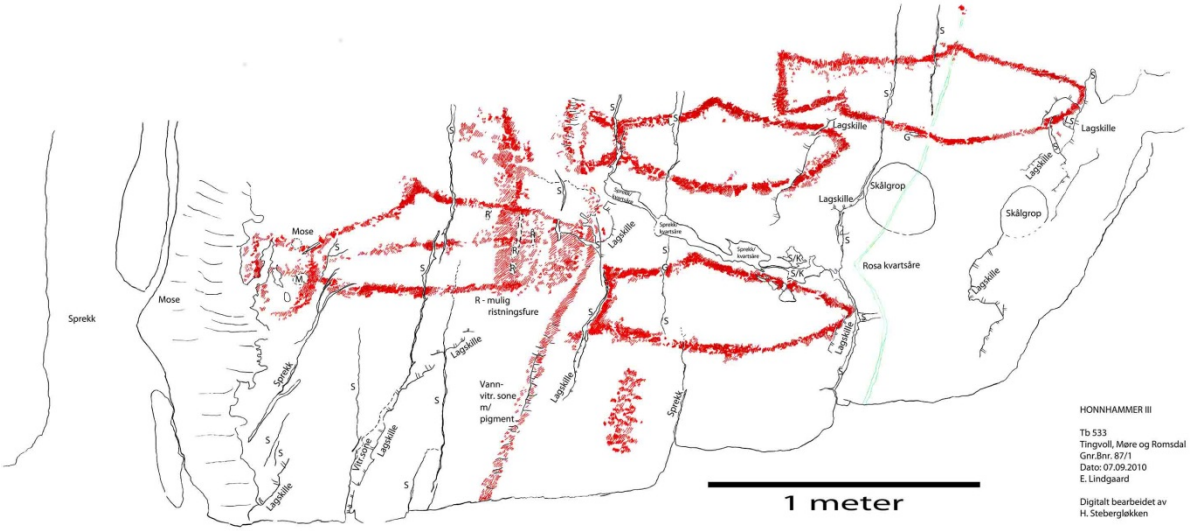
Figur 2. Kalkering av felt I etter Gjessing 1939

Figur 3. Kalkering av felt I etter Norsted 2006

1.1.2. Honnhammer III ID 105928

Honnhammer III ligger på Honnhammerneset. Maleriene er plassert på nederste del av en høy klippevegg, som ligger i bratt terreng opp fra sjøen. Bergflaten står vinkelrett på bakken, er vestvendt, og består av middels- til grovkornet gneis. Utfellinger har farget berget rødbrunt/okerfarget på deler av feltet, mens bergarten i seg selv er grå.

Dette feltet består av fire konturmalte fisker, trolig lakser, samt noen linjefragment. I tillegg finnes to større skålgroper på Honnhammer III. Fisk er et relativt sjeldent motiv på bergkunsten fra yngre steinalder i Norge. Det andre fiskemotivet som finnes på et hellemaleri i Midt-Norge ligger på Teksdal i Bjugn kommune på Fosenhalvøya. Teksdalfisken ser også ut til å være en laks, men er fylt med farge, ikke konturmalt som laksene på Honnhammer III. Ellers finnes det 12 fisker på en helleristning i Kvennavika i Mosvik kommune på samme halvøy. Disse fiskefigurene er blitt tolket som kveiter. Honnhammer III er 4,5 meter langt og 1,5 meter høyt.


Sprekk
Mose
Mose
Sprekk
Lagskille
Lagskille
Lagskille

2. Bakgrunn for undersøkelsen

Bergkunsten på Honnhammer er blitt registrert med tanke på kartlegging av tilstand og bevaring i flere omganger. Det nasjonale bergkunstprosjektet var et viktig utgangspunkt for dette arbeidet. Bakgrunnen for Bergkunstprosjektet var alarmerende rapporter om tilstanden til deler av den forhistoriske bergkunsten. Sentralt i prosjektet sto dokumentasjons- og sikringsarbeid. Honnhammer-feltene ble blant annet registrert av botaniker, geolog, konservator og arkeolog i årene 1997-1999. Kartleggingen resulterte i at det ble påvist en rekke natur- og menneskeskapte skader og hærverk på flere av feltene. På Honnhammer I (ID 67129), som har vært et tilrettelagt felt siden 60-tallet, har venstre del av feltet vært sterkt utsatt for hærverk. Maleriene er påført maling eller oljekritt, åpenbart med sikte på å gjøre figurene mer synlige. Frostsprengning og avskalling ble også avdekket som et problem på flere felt, deriblant felt III (ID 105928) hvor periodisk tilsig av vann fra sprekker inni berget kan bidra til frostsprengning på kalde dager om høsten og på våren (Lindgaard 2015). Enkelte felt slik som Felt VIII er ekstra utsatt for avskalling. Her er avskallingen i ferd med å spre seg innunder figurer, noe som vil føre til at maleriene vil forsvinne på sikt. Da Honnhammer ble befart av deltagerne på bergkunstseminaret i 2006 var de sjokkert over feltenes tilstand. Riksantikvaren har siden 2006 ansett Honnhammer-feltene som sentrale i nasjonal målestokk.

Som følge av at enkelte av feltene er sterkt truet av avskalling har det blitt gjennomført flere befaringer og forsøk med konservatorer, med formål å finne metoder for å stanse nedbrytningen og konsolidere bergflaten (Lindgaard 2015). Konsolideringsforsøk har i stor grad vært mislykket. NTNU Vitenskapsmuseet har gjennomført konserveringsforsøk på bergflater nær felt VIII for å avklare om det lar seg gjøre å utvikle vellykkede konsolideringsmetoder. Arbeidet ble kombinert med logging av klimadata for å finne fram til den beste metoden. Av ulike årsaker ble arbeidet avsluttet før man konkluderte (Lindgaard 2015). Følgen av dette er at man i fra et konserveringsstandpunkt mener at det er meget krevende å utvikle metoder som stanser nedbryting av bergkunsten på Honnhammer. Dette har gjort at dagens holdning dreier seg bort fra konsolideringsforsøk til fokus på dokumentasjon. Ved å gjøre en best mulig dokumentasjon vil det være mulig å bevare kildeverdien i bergkunsten ex-situ i form av arkivmateriale som gi et mest mulig fullstendig bilde. Dokumentasjon av hele felter i 3D vurderes derfor som en hensiktsmessig metode.

2.1. Tid, deltagere

Dokumentasjon av Honnhammer I og III ble gjennomført 1.-5. september 2014. Arbeidet i felt ble utført av arkeolog Raymond Sauvage og fotograf Åge Hojem. Prosjektleder var arkeolog Eva Lindgaard. Alle prosjektdeltagere var tilknyttet NTNU Vitenskapsmuseet.

Selve dokumentasjonen av de to feltene ble gjennomført over ca. 3 dv. i felt. I tillegg ble det brukt 1 dagsverk til bytte av batterier i klimaloggere og tilleggsdokumentasjon på noen øvrige felter.

2.2. Problemstilling

Formålet med årets prosjekt var å gjenskape tredimensjonale modeller som viser både bergflatens form og farge, samt plasseringen av malerier på bergflaten. Videre var det et mål

å undersøke om det var mulig å fremheve svake og utydelige malerier. Samlet var det ønskelig å undersøke om dette kan erstatte kalkering på denne typen lokaliteter, som er en forholdsvis tidkrevende og dermed kostbar metode.

2.3. Metode

3D-dokuementasjon kan bidra til å lukke gapet mellom bevaring in-situ og ex-situ i magasin og arkiv (De Rau et.al 2013). Metoden bør helst være kostnadseffektiv, rask, nøyaktig og enkel å håndtere (ibid.). Digital fotogrammetri er en metode for å gjenskape en scene eller et objekt i 3D, som de siste årene har fått en betydelig økt anvendelse innenfor arkeologisk dokumentasjon. På engelsk omtales det bakenforliggende prinsippet som *Structure From Motion* (SFM). Med utgangspunkt i en serie to-dimensjonale bilder tatt opp med et kamera som flyttes rundt et motiv, er det mulig å rekonstruere motivets tredimensjonale geometri og kamerats eksakte posisjon under opptak av bildene.

Benyttet verktøy for fotogrammetrisk rekonstruksjon er programmet *Photoscan* fra den russiske produsenten Agisoft er en kraftig programpakke som muliggjør digital fotogrammetri og tredimensjonal rekonstruksjon ved hjelp av SFM. Programmet har automatiserte trinn og krever et minimum av manuell bearbeiding av bildene. Photoscan er relativt billig og brukervennlig.

Siden fotogrammetri baserer seg på foto er det avgjørende å ha gode og skarpe bilder som grunnlag for modellene. Det er i utgangspunktet ingen begrensninger i hvilket kamera man kan bruke, men det anbefales å benytte et godt kamera med en bra linse som tar skarpe bilder. I felt benyttet vi et Sony QX100 kamera montert på en inntil 7 m lang fotostang i karbonfiber. For å sikre jevn kvalitet på foto-opptakene i felt hadde fotograf fra museet ansvar for opptakene i felt. Fotoopptakene kan med fordel gjøres i overskyet vær eller i skyggehelling. Det ”flate” lyset gir forholdsvis lav kontrast og fungerer best for postprosessering i de valgte programmene. Opptakene gjøres i RAW-format som konverters til tiff eller jpg før prosessering i Photoscan.

Tabell 1 Utsyr brukt til dokumentasjon i felt. PC med god kapasitet og lisenser på programvare til fargemanipulering (Photoshop og Dstretch) kommer i tillegg.

Utstyr brukt til dokumentasjon i felt		**Pris med moms (2014)**
Kamera	Sony QX100	2800,-
Fotostang	K-tek K251 med K-tek KCAMBH Cold Shoe (kamerafeste)	7800,-
Programvare	Agisoft Photoscan	4600,- (pris for universiteter og læresteder)

Dokumentasjon

For at bildene og modellene skal få en kjent målestokk er det nødvendig å referere modellen i postprosesseringen til kjente referansepunkt. Dette kan være en målestokk med kjent størrelse som vises på bildet, eller man kan bruke referansemerker som blir innmålt med

geografiske koordinater i felt. På dette prosjektet valgte vi å bruke referansepunkter på bergflatene som ble innmålt med en totalstasjon. Totalstasjonen ble etablert ved hjelp av fastpunkter stukket ut med RTK-GPS med CPOS possisjonering. Referansesystemet var ETRS89 UTM 32N med høydesystem NN2000. Vegetasjonen i området, særlig ved felt I gjorde at det var utfordrende å få gode målinger for etablering av fastpunkter. På grunn av dette måtte fastpunktene etableres et stykke unna feltet og totalstasjonen etablert i flere omganger til endelig oppstilling. Dette fører til at usikkerheten vokser en del i forhold til koordinater på kartet, kanskje inntil 60 mm, mens innbyrdes nøyaktighet mellom målepunktene er < 10 mm.

Alle foto som er brukt som grunnlag for modellene er lagret i MUSITs fotobase. Felt I under **Da57708** og Felt III under **Da57709**. Dette sikrer langtidslagring av rådata som gjør det mulig å gjenta prosessen i fremtiden.

Postprosessering fotogrammetri
Alle foto ble prosessert i Agisoft Photoscan sammen med referansepunkter. Alle bildene ble prosessert i Agisoft Photoscan og ble brukt til å bygge en punktsky (dense cloud). Ved å kjøre prosesseringen på høyest mulig innstilling var det mulig å en punktsky med noe over 100 000 000 målepunkter med X-, Y- og Z –verdier. Dette tilsvarer ca. 170 punkter pr cm^2. Ut fra punktskyen ble det bygget en høyoppløselig tredimensjonal modell (mesh). Dette fikk imidlertid liten innvirkning på modellen sett fra normale betraktningsvinkler. Modellen ble deretter gitt tekstur via Photoscan. Teksturen ble fargemanipulert (se nedenfor) og det var mulig å føre denne tilbake på modellen over feltet. I original form utgjør modellen med tekstur et en høyoppløselig og nøyaktig dokumentasjon på lokalitetens tilstand på tidspunktet for opptak, og kan derfor betraktes som en fullverdig god dokumentasjon av den faktiske statusen på feltet.

Postproduksjon foto
To ulike program ble brukt til postmanipulering og pigmentfremheving på foto og modellene:

Adobe Photoshop (PS6) ble brukt til -optimalisering av fotoopptak og s/hv manipulering. Med PS6 kan man gå inn i bilder og manipulere farge for farge, og gjør det mulig å velge forskjellige fargerom som RGB, CMYK og ren sort/hvit. Ved manipulering innenfor s/hv tar man utgangspunkt i gråskalaen og manipulerer bildene via div. fargefilter. Ved å manipulere gråtoner fordelt på RGB-verdiene er det mulig å fremheve den røde fargen i pigmentene på bergkunsten og maleriene kommer tydeligere fram. PS6 ble også brukt til generell optimalisering av bildene. Innstillingene som ble benyttet var: Rødt -200 %, gult 55 %, grønt 300 %, cyan -200 %, blått 300% og magenta -200 %.

Det andre programmet som ble benyttet var Image J/D-Strech, som er et pigmentfremhevingsprogram for bergkunst. Programvaren gir ikke et naturlig rent faremessig bilde, men gir høy kontrastering av bildets fargelag. Fargerommet CRGB og LXX viste seg å være spesielt egnet il fremheving av fargen rød på Honnhammer.

På hver lokalitet ble det fargemanipulert en tekstur til 3D-modellen og et ortofoto fra Photoscan. Det ble laget en s/hv utgave og en utgave i CRGB i D-strech.

Eksport av resultater

De ferdige modellene ble eksportert til formatet Universal 3D (U3D) i fire utgaver: En nøytral gjengivelse av overflaten i 3D uten tekstur, en med umanipulert tekstur, en manipulrt i s/hv og en manipulert i CRGB. U3D er et standardformat for distribusjon av tredimensjonal grafikk og kan integreres i PDF-dokumenter som manipulerbare figurer. I denne rapporten er resultatene fra feltarbeidet implementert som manipulerbare, tredimensjonale modeller. Modellene kan ses ved å åpne dokumentet i Adobe Reader eller tilsvarende, både på Mac, PC og nettbrett. Det må understrekes at de integrerte modellene har noe lavere kvalitet enn det som er mulig å oppnå, men er tilstrekkelig til bruk i rapportsammenheng. Høyoppløselige utgaver finnes ved NTNU Vitenskapsmuseet.

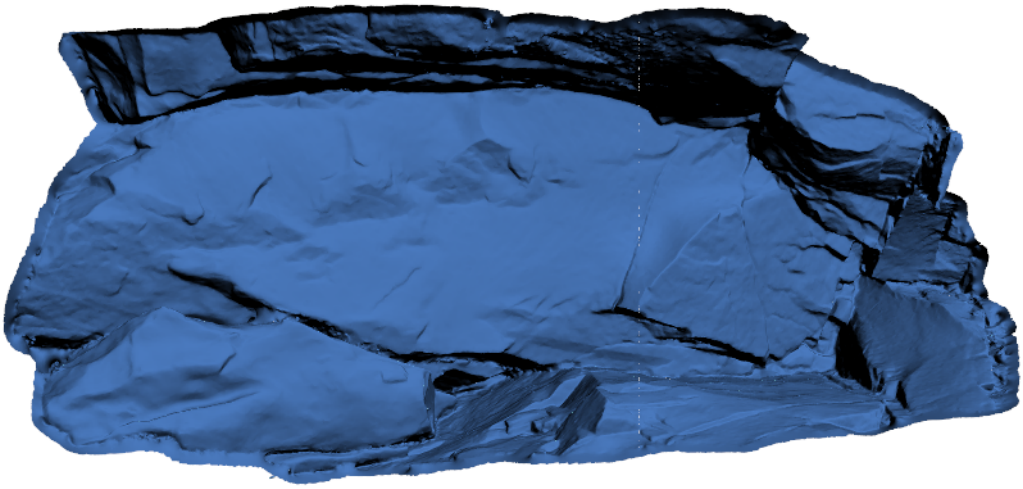
I tillegg ble det eksportert et ortofoto fra hver modell. Ortofoto er en flat ortometrisk korrekt projeksjon av objektet, og kan sammenlignes med flyfoto. Ortofoto konstrueres i Photoscan med utgangspunkt i tredimensjonal informasjon om scenen og sammensettes sømløst av fotografiene som modellen bygger på.

3. Resultater

Nedenfor presenteres resultatene fra de to prioriterte lokalitetene 2014. Modellene er lagt inn som tredimensjonale objekter i dokumentet, og kan betraktes og manipuleres dersom rapporten leses på PC eller nettbrett. For nettbrett anbefales Adobe Reader for å kunne se modellene.

3.1. Honnhammer I ID 67129

Det ble innsamlet 49 foto ved hjelp av fotostang. Bilder ble tatt slik at de overlappet mest mulig i tre høyder. Det ble også satt ut fire referansepunkter som ble innmålt med totalstasjon for georeferering. Forsøket med å gjenskape overflaten på bergflaten på Honnhammer I ved hjelp av SFM og fotogrammetri ble meget vellykket. På de høyeste innstillingene ble det mulig å gjenskape overflaten med inntil 170 punkt pr cm^2, en meget høy oppløsning. Til praktisk bruk er det ikke nødvendig men en såpass høy oppløsning, men det viser hva som er mulig å oppnå med råbildene. Med den høyeste oppløsningen vil det også kunne være mulig å studere små høydevariasjoner i bergflaten, slik at man kan studere nedbrytingsprosesser og forvitring i detalj.



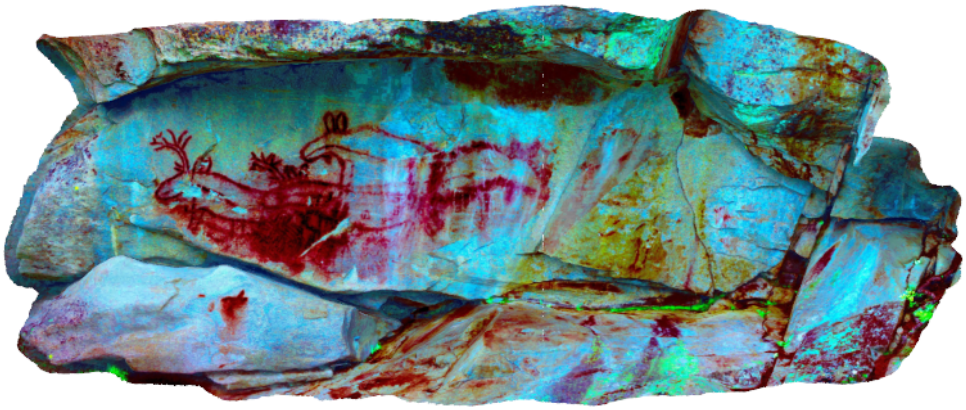
Figur 5. Overflatemodell Felt I, NTNU Vitenskapmuseet. Klikk for å aktivere modellen i Adobe Reader.

Videre ble det rekonstruert en tekstur med utganspunkt i alle opptakene som ble gjort. I original form utgjør modellen med tekstur et en høyoppløselig og nøyaktig dokumentasjon på lokalitetens tilstand på tidspunktet for opptak, og kan derfor betraktes som en fullverdig god dokumentasjon av den faktiske statusen på feltet.

Figur 6. 3D-modell av Felt I med umanipulert tekstur. NTNU Vitenskapsmuseet. Klikk for å aktivere modellen i Adobe Reader.

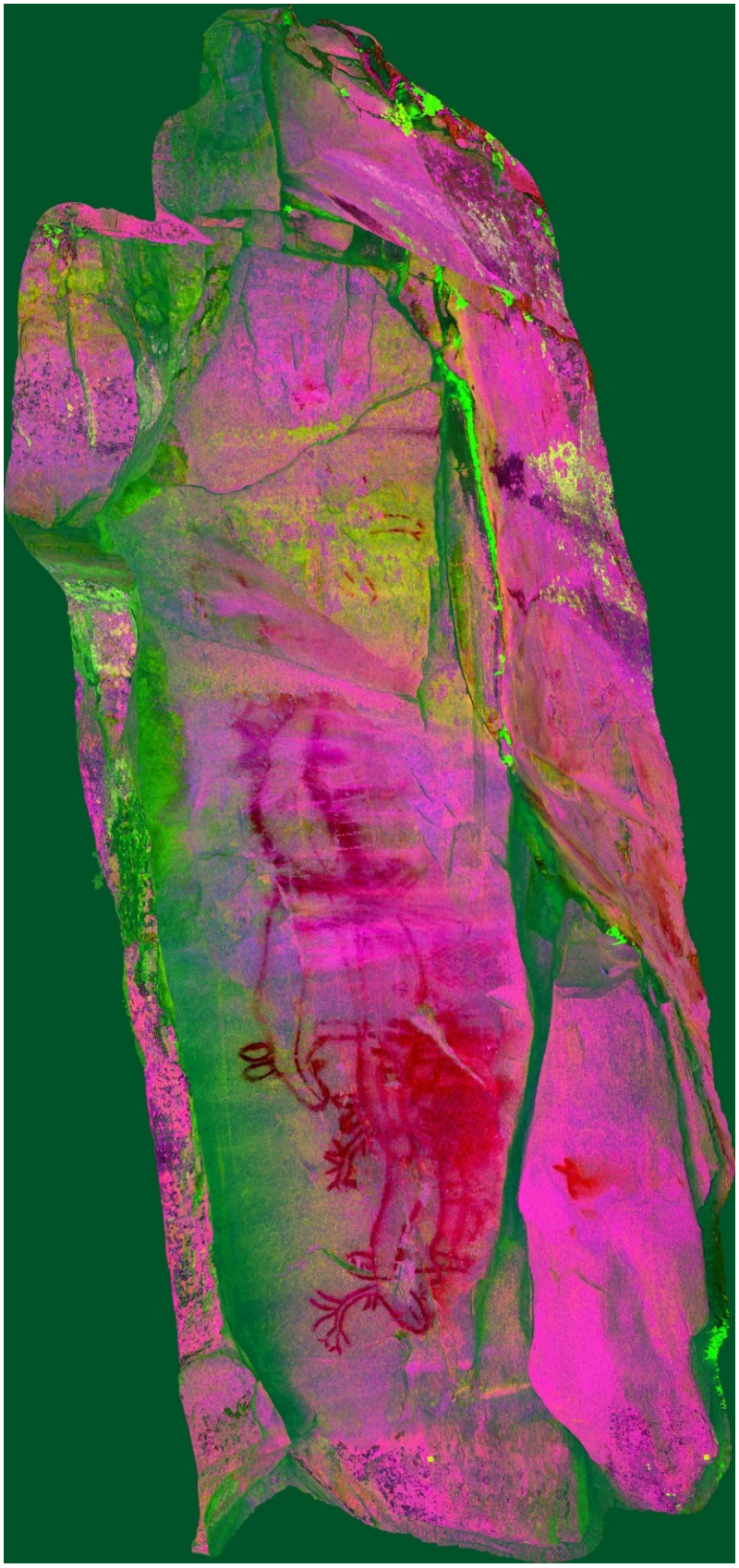
Figur 7. 3D-modell av Felt I med manipulert tekstur i sorthvitt. NTNU Vitenskapsmuseet. Klikk for å aktivere modellen i Adobe Reader.

De manipulerte utgavene med utgangspunkt i sorthvitt og fargerommene LXX og CRGB viser tydelig svake og utydelige malerier, som vanskelig kan betraktes på den umanipulerte modellen. Sammenlignet med kalkeringene virker modellen å inneha en høy grad av detaljering og er sammenlignbar med kalkeringenes detaljer. I tillegg er det mulig å betrakte hvordan maleriene ligger plassert på bergflaten og hvilke vinkler de har i forhold til hverandre, i tre dimensjoner. Dette er et aspekt som i liten grad kommer fram på kalkeringene.



Figur 8 3D-modell av I Felt I fargemanipulert LXX i Dstretch. NTNU Vitenskapmuseet. Klikk for å aktivere modellen i Adobe Reader.

I tillegg til modellene, ble det tatt ut ortofoto av maleriene. Ortofoto kan sammenlignes med kalkeringene ved at det gir et flatt inntrykk av bergflaten og det ikke er mulig å studere hvordan maleriene følger bergflatens form. Orotofoto gir imidlertid et godt utgangspunkt for å jobbe videre med fargemanipulering for å fremheve figurer og for å forsøke å tolke detaljer i motivene. Ortofotoet kan i detaljeringsgrad sammenlignes med Terje Norsteds kalkering fra 2000-tallet. Bruker vi denne som fasit ser vi at de fleste ellementer er med i de manipulerte ortofotoene. Vi ser også partier, sørlig på høyre del av bergflaten, der det vises partier med farge som ikke er til stede i kalkeringen, dette gjelder særlig rester etter et mindre hjortedyr. Denne figuren vises på Gjessings kalkering fra 1939, men er ikke tilstede på Norsteds kalkering. Dette antyder at fargepigmenter er blitt mer utydelig over tid, og at det er målbare forskjeller fra 1939 til 2000-tallet for hva som kan sees med det blotte øyet. Foto og fargemanipulasjon kan imidlertid fortsatt få frem en del av detaljene som ikke nødvendigvis var synlig under kalkeringsprosessen. Det er imidlertid viktig å være oppmerksom på at pigmentenes synlighet varierer etter ulike faktorer, særlig lys, klima og fuktighet.



Figur 9. Ortofoto over Felt I fargemanipulert CRGB. Foto og manipulasjon: Åge Hojem og Raymond Sauvage, NTNU Vitenskapsmuseet

Figur 10. Ortofoto over Felt I fargemanipulert sorthvitt. Foto og manipulasjon: Åge Hojem og Raymond Sauvage, NTNU Vitenskapsmuseet

3.2. Honhammer III ID 105928

Honnhammer III ble dokumentert med fotostang på samme måte som for felt I. Det ble innsamlet tilsammen 30 foto ved hjelp av fotostang. Det ble også satt ut fire referansepunkter som ble innmålt med totalstasjon for georeferering. På høyest mulig innstilling ble det også her mulig å bygge en meget høyoppløselig modell med ca. 170 målepunkter pr cm^2. I felt la vi vekt på å dokumentere hele den loddrette bergflaten som utgjør lokaliteten. Vi gjorde dette for å få en totaldokumentasjon av formen på berget slik at figurene kan settes i en større mikrotopografisk sammenheng, og med tanke på å undersøke om det fantes utydelige/svake malerier i områder av berget som ikke er lett tilgjengelig for visuell inspeksjon.

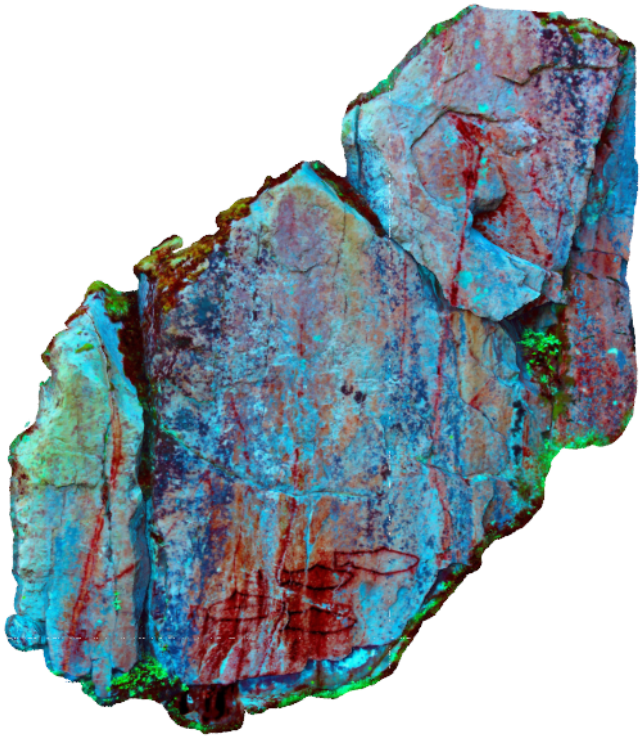
Som på felt I ble det rekonstruert en tekstur med utgangspunkt i fotoene. Teksturen dekker hele bergflaten og gjengir overflaten i naturtro detalj. På modellen ser vi antydninger til rødfarget pigment flere steder på veggen, ikke bare ved laksene. Det er også antydninger til at naturlige årer og sprekker i berget er oppmalt med rødfarge.

Figur 11 Overflatemodell av Felt III. NTNU Vitenskapmuseet. Klikk for å aktivere modellen i Adobe Reader.

De manipulerte utgavene med utgangspunkt i sorthvitt og CRGB fremhever figurene betraktelig og man ser tydelig at det er påført pigment på berget flere steder enn rundt selve fiskemotivet. Vi ser også tydelig fire, kanskje flere «loddrette» striper med rødfarge. Enkelte av disse ser ut til å gå helt fra toppen av bergveggen og helt ned til nivå med fiskemotivene. En av disse starter fra toppen til høyre på bergveggen, der man kan ane en svak antydning til en form/figur, og går ned like til høyre for fiskene, nesten som et fiskesnøre.

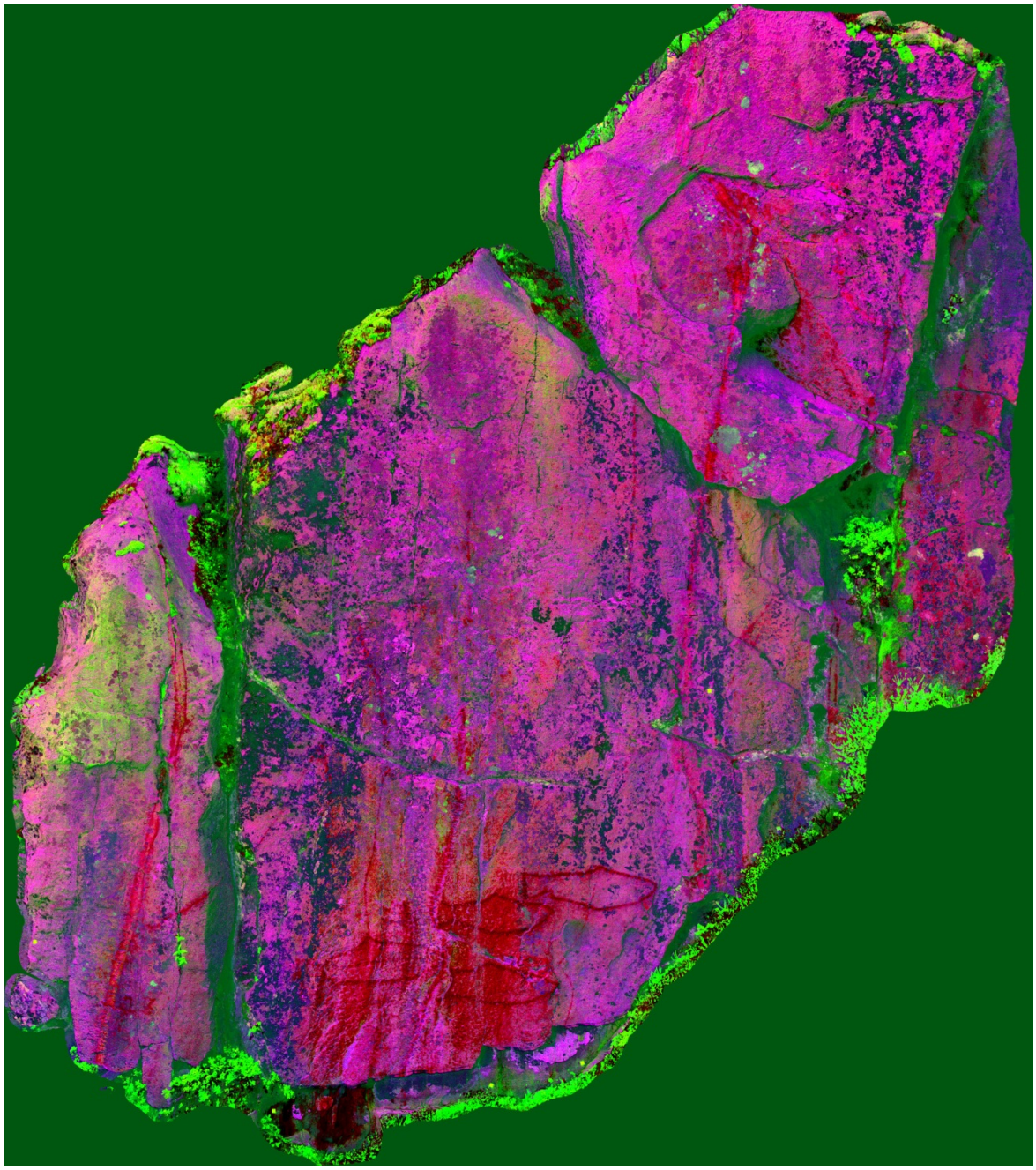
Figur 12. 3D-modell av Felt III med umanipulerte farger. NTNU Vitenskapsmuseet. Klikk for å aktivere modellen i Adobe Reader.

Figur 13. 3D-modell av Felt III med manipulert tekstur i sorthvit, NTNU Vitenskapsmuseet. Klikk for å aktivere modellen i Adobe Reader.



Figur 14. 3D-modell av Felt III med manipulerte farger LXX i Dstretch, NTNU Vitenskapsmuseet. Klikk for å aktivere modellen i Adobe Reader.

I tillegg til modellene, ble det tatt ut ortofoto av maleriene. Ortofoto kan sammenlignes med kalkeringene ved at det gir et flatt inntrykk av bergflaten og det er ikke mulig å studere hvordan maleriene følger bergflatens form. Orotofoto gir imidlertid et godt utgangspunkt for å jobbe videre med fargemanipulering for å fremheve figurer og for å forsøke å tolke detaljer i motivene. Sammenlignet med NTNU Vitenskapsmuseets kalkering av fiskemoteivene ser vi omtrent samme detaljeringsgrad i det manipulerte ortofotoet fra 2014, men det er også mulig å skimte langt mer pigment enn det som har vært synlig for det blotte øyet, særlig de loddrette linjene/sprekkene med påført pigment.



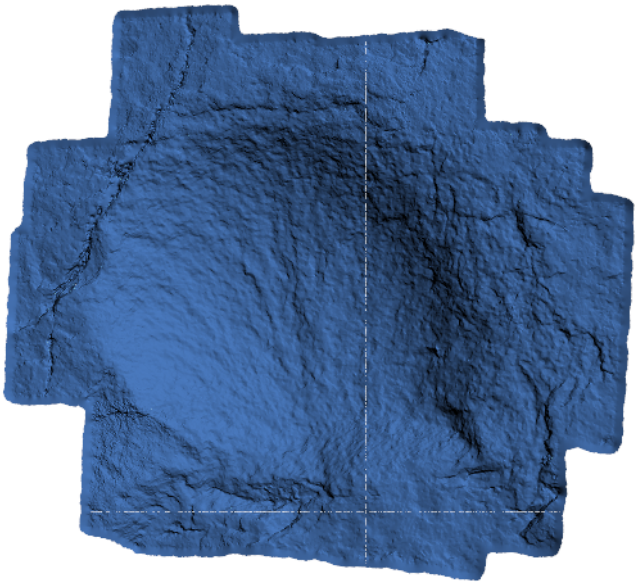
Figur 15. Ortofoto over Felt III fargemanipulert CRGB. Foto og manipulasjon Åge Hojem og Raymond Sauvage, NTNU Vitenskapsmuseet

Figur 16. Ortofoto over Felt III fargemanipulert sorthvitt. Foto og manipulasjon Åge Hojem og Raymond Sauvage, NTNU Vitenskapsmuseet

Et annet interessant moment er at utbredelse av mose/lav og vegetasjon på bergveggen blir svært tydelig på fotoet som er manipulert i farger. På Honnhammer III er lav/mose tidligere fjernet med ulike metoder (se Lindgaard 2015). På ortofotoet ser man tydelig hvilke partier som har vært renset for vegetasjon. Siden ortofotoet her geometrisk korrigert er det mulig å ta ut faktiske mål og gjøre beregninger på vegetasjonens utbredelse, eventuelt nye ortofoto vil være sammenlignbare med eldre. Ved å sammenligne modeller fra år til år, har man en mulighet for å undersøke den årlige tilveksten og vurdere eventuelle konserverende tiltak.

Skålgrop

Som tilleggsdokumentasjon på felt III gjennomførte vi detljerte opptak av en mulig skålgrop mellom fiskefigurene. Opptakene ble gjennomført med håndholdt kamera og besto av 17 foto tatt med ca. 20-30 cm avstand fra bergveggen. Formålet var å undersøke om en høyoppløselig overflatemodell kunne gi svar på om gropen er menneskeskapt og således en virkelig skålgrop.



Figur 17. Skålgrop Felt III, overflatemodell, NTNU Vitenskapsmuseet.

.

4. Resultat / diskusjon

På begge feltene fikk vi meget gode resultater som gir en god tredimensjonal fremstilling av bergflatene. Detaljgraden i den genererte punktskyen kunne i begge tilfeller bli så høy som 170 punkt pr m^2. Dette er meget høyt og er i svært mange tilfeller alt for høy oppløsning til praktisk bruk. Det viser imidlertid mulighetene i teknologien. Til modeller som skal legges ved rapporter av denne typen kan man redusere punktmengden betraktelig og fortsatt oppnå en meget detaljert gjengivelse.

Alternativet til fotogrammetri på denne typen lokaliteter er først og fremst laserscanning, noe som også gir detaljert gjengivelse av flaten. Flere faktorer gjør imidlertid at man bør velge SFM-teknologi basert på foto. For det første er fotogrammetri betydelig mer kostnadseffektivt. En laserscanner kan ha innkjøpskostnader mellom NOK 400 000 til 1 500 000[1]. Komplett utstyr foro fotogrammetri med Agisoft Photoscan har en betydelig lavere investeringskostnad. Settet som ble brukt i år, kamera, fotostang og programvare, samt lisens på Agisoft Photoscan kostet ca. 15 200,-. Det er imidlertid viktig å merke seg at denne kostnaden er basert på priser tilgjengelig for Universiteter og undervisningsinstitusjoner. For andre institusjoner er Photoscan en god del dyrere.

For det andre gir Photoscan mulighet til å bruke bildene til å gjengi overflatens farge i tillegg til form, en operasjon som ofte må gjøres i tillegg ved laserscanning. Dette muliggjør manipulering av fargerom i bildene for å fremheve svake elementer som utviska pigmenter på bergflaten. Forsøkene etter feltarbeidet på Honnhammmer 2014 viser at dette er en prosess som gir gode muligheter til å få fram utydelige og svake figurer. Ved å inkorporere manipulerte teksturer i modellene kan det nye bildet vurderes i 3D på bergflaten og muliggjør at man kan kartlegge hvordan maleriene er plassert i forhold til hverandre i tre dimensjoner.

Forholdet mellom fotogrammetri, pigmentfremheving og manuell kalkering er et annet sentralt vurderingstema. Tradisjonelt kalkeringsarbeid kan være tidkrevende og kostbart. På ristningslokaliteter må figurene først krittes opp ved hjelp av nattlysning, før de deretter kalkeres på folien. På malerilokaliteter som Honnhammer slipper man dette trinnet i prosessen, men det kan fort bli vanskelig å se pigmentene i berget. Videre må plastfilm legges på bergflatene, et arbeid som i mange tilfeller er praktisk vanskelig og suksessfaktoren blir ofte væravhengig. Videre skal folien klippes til, settes sammen og kopieres/scannes ned til et brukbart format. Deretter rentegnes figurene på skjerm. Til sammen utgjør denne prosessen mange trinn fra felt til ferdig kalkering som gir mange timeverk. Dersom vi sammenligner med arbeidsflyten for dokumentasjon av malerier med fotogrammetri og fargemanipulering, ser vi at prosessen er mindre arbeidskrevende og det er færre arbeidstrinn. I tillegg oppnår man en mye mer utfyllende dokumentasjon ved at hele bergflaten/veggen dokumenteres i 3D og det blir mulig å studere bergkunsten i relasjon til mikrotopografi og hvordan de ligger på bergflaten. Dette er forhold som ikke uten videre kan dokumenteres med kalkering. Ut fra en slik vurdering ser vi at digital fotogrammetri er en mindre arbeidskrevende prosess i felt og etterarbeid. Opptakene går raskt og det er betydelig færre prosesstrinn fram mot ferdig produkt. I tillegg til at tidsbruken går ned, er også investeringskostnadene for nødvendig utstyr og programvare relativt lave. I tillegg er produktet mye mer fullstendig ved at det gir en mer total og objektiv dokumentasjon enn

[1] Opplysninger innhentet fra Kulturhistorisk Museum, Universitetet i Oslo

tradisjonelle metoder, man får blant annet dokumentert bergflatenes nøyaktige form og struktur, og alt kan relateres i tre dimensjoner.
Dersom vi sammenligner kvaliteten på gjengivelse av de malte figurene gjennom fargemanipulerte modeller (figur 6-16) kontra kalkeringene (vist i fig. 2-4) ser vi at modellene får fram alle figurer som kan ses på modellene. Vi ser også at fargemanipuleringen har fått fram svake og usynlige pigmenter som det ofte vil være vanskelig å se med det blotte øyet. Dersom man først og fremst er ute etter figurene er det fullt mulig å rentegne ortofoto fra modellene, noe som vil gi et tilnærmet likt bilde som kalkeringen – med de ekstra malingspartiene som ikke var synlig ved kalkering.

Samlet kan man vurdere årets forsøk med digital fotogrammetri og pigmentfremheving på Honnhammer felt I og III som vellykket. Vi lyktes med å gjenskape tredimensjonale modeller som viser bergets form og farge og malerienes nøyaktige plassering på bergflatene. Pigmentfremheving i kombinasjon med de tredimensjonale modellene gjorde at det var mulig å få fram utydelige og usynlige deler av malerier/pigment. Dersom resultatene vurderes opp mot tradisjonell kalkering, tyder årets dokumentasjonsprosjekt mot at denne typen arbeid helt kan erstatte kalkering på lokaliteter med hellemaleri.

Et såpass vellykka resultatet gjør at vi anbefaler at dokumentasjon av bergkunsten på Honnhammer bør fortsette med utgangspunkt i samme metode. Erkjennelse av at lokalitetene på sikt står i fare for å bli ytterligere skadet er stor, og flere av naturprosessene er vanskelig å stanse. Fokus på nøyaktig dokumentasjon for bevaring og sikring av kildemateriale bør derfor være et fokusområde fremover i tid. Vi anbefaler på sikt at alle lokaliteter gis en tilsvarende dokumentasjon som felt I og III.

Litteraturliste:

De Reu, J., G. Plets,Geert, P. De Smedt, M. Bats, B. Cherretté, W. De Maeyer, J. Deconynck, D. Herremans, P. Laloo, M. Van Meirvenne, W. De Clercq 2013: Towards a three-dimensional cost-effective registration of the archaeological heritage. *Journal of Archaeological Science 40 (2013)*, S. 1108-1121.

Gjessing, G. 1936: Nordenfjeldske ristninger og malinger av den arktiske gruppe. Institutt for sammenliknende kulturforskning, Oslo.

Kjelman, E. 2012: From 2D to 3D – A photogrammetric revolution in archaeology? Master's Thesis in Archaeology. Faculty of Humanities, Social Sciences and Education. Department of Archaeology and Social Anthrapology. University of Tromsø.

Lindgaard, E. 2015: Oppsummering av sikringsarbeid foretatt 1994-2014 på bergmalerier på Honnhammer. Under publisering i *NTNU Vitenskapsmuseet arkeologisk rapport.*

Norsted, T. 2006. Honnhammer (Hinna, felt l og VIII) i Tingvoll. Dokumentasjon og konsolideringsforsøk 2006. Rapport Kunst og inventar nr. 46/2006

Schmeikal, K. og Seibel, S. 2007: Preservation of Rock Art: Report from field work 2007.

Sognnes, K. 1994: Engravings found at Rock Painting Sites in Trøndelag. International newsletter on Rock Art (I.N.O.R.A.) p (1994), s. 5 – 7.

NTNU Vitenskapsmuseet er en enhet ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, NTNU.

NTNU Vitenskapsmuseet skal utvikle og formidle kunnskap om natur, kultur og vitenskap. Museet skal sikre og forvalte de vitenskapelige samlingene og aktivisere dem gjennom forskning, formidling og undervisning.

Seksjon for arkeologi og kulturhistorie har forvaltningsansvar for automatisk fredete kulturminner og skipsfunn i Nordmøre, Sør-Trøndelag, Nord-Trøndelag, nordlige Romsdal og Nordland til og med Rana. Seksjonen foretar arkeologiske undersøkelser på kulturminner over og under vann, i henhold til kulturminneloven.

ISBN 978-82-8322-031-5
ISSN 2387-3965

© NTNU Vitenskapsmuseet
Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

www.ntnu.no/vitenskapsmuseet

NTNU
Vitenskapsmuseet