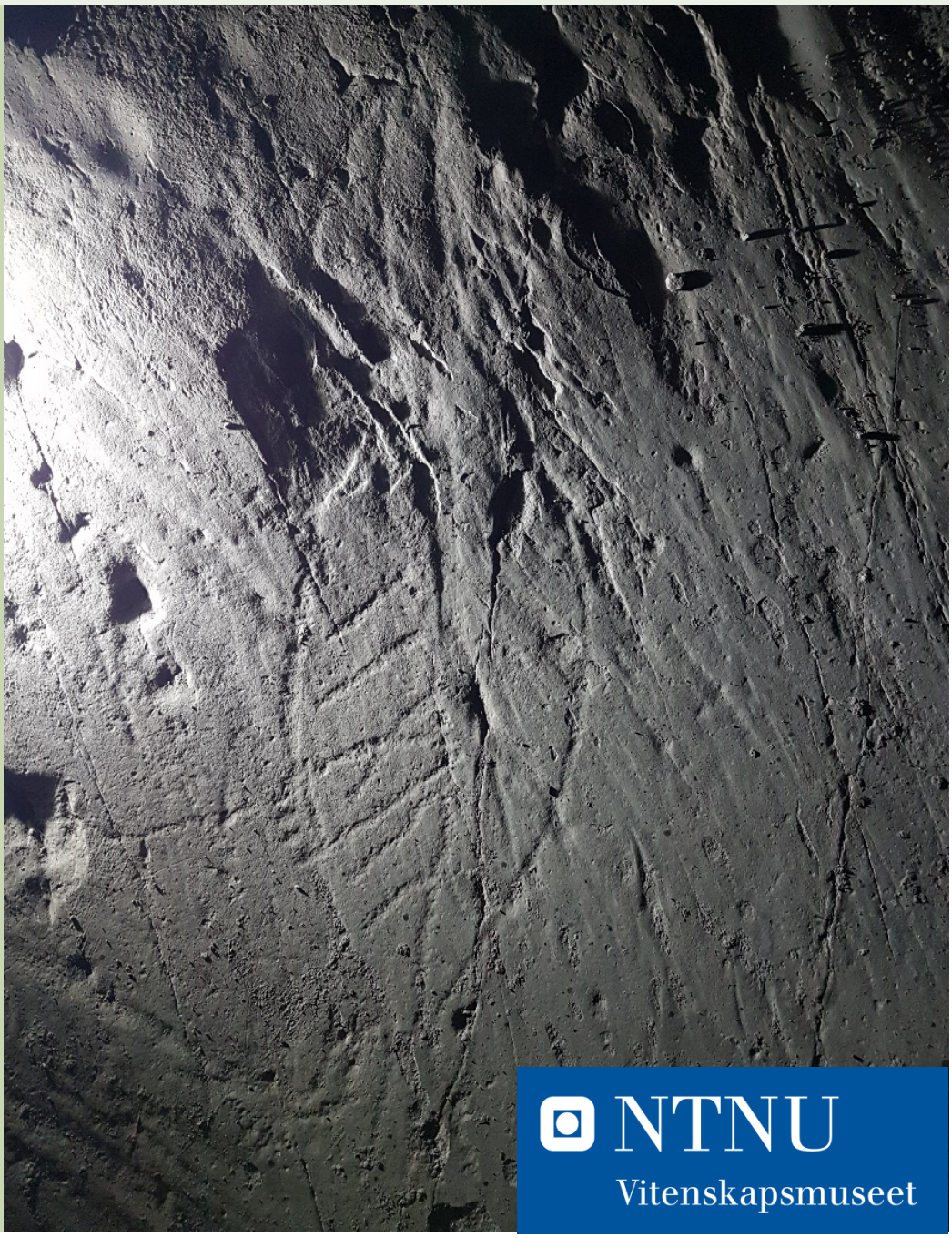
Lene V. Kirkhus og Heidrun Stebergløkken

Dokumentasjon av helleristningsfelt Hammer IX, Steinkjer, Trøndelag

NTNU Vitenskapsmuseet
arkeologisk rapport 2019-5



NTNU
Vitenskapsmuseet

NTNU Vitenskapsmuseet arkeologisk rapport 2019:5

Lene V. Kirkhus og Heidrun Stebergløkken

Dokumentasjon av helleristningsfelt Hammer IX, Steinkjer kommune, Trøndelag

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
Kirkhus, L. V. og Steberg løkken, H. 2019: NTNU Vitenskapsmuseet arkeologisk rapport 2019:5. Dokumentasjon av helleristningsfelt Hammer IX, Steinkjer kommune, Trøndelag

Trondheim, januar 2019

Utgiver
NTNU Vitenskapsmuseet
Institutt for arkeologi og kulturhistorie
7491 Trondheim
e-post: postmottak@museum.ntnu.no

Ansvarlig signatur
Bernt Rundberget (instituttleder)

Kvalitetssikret av
Ellen Grav Ellingsen (serieredaktør)

Publiseringstype
Digitalt dokument (pdf)

Forsidefoto
HvalFuglFot, Da62701_003, Foto: Lene V. Kirkhus, NTNU Vitenskapsmuseet

www.ntnu.no/vitenskapsmuseet

ISBN 978-82-8322-180-0
ISSN 2387-3965

Sammendrag

Kirkhus, L. V. og Stebergløkken, H. 2019: NTNU Vitenskapsmuseet arkeologisk rapport 2019:5. Dokumentasjon av helleristningsfelt Hammer IX, Steinkjer kommune, Trøndelag

Høsten 2018 gjennomførte NTNU Vitenskapsmuseet en ny-dokumentasjon av helleristningsfeltet Hammer IX (Askeladden ID 36555) i Steinkjer kommune, Trøndelag. Prosjektet er finansiert med BERG-midler (Bevaringsprogrammet for bergkunst, Riksantikvaren), og vi ønsket en ny-dokumentasjon, og samtidig få mulighet til å teste nye metoder for dokumentasjon. Det har i de senere årene blitt gjort funn av flere figurer på motsatt side av de kjente figurene. Det var derfor viktig å gjøre en ny dokumentasjon for å få oversikt over figuromfanget, og få sikret materialet for ettertiden. Vi har erfart at en flermetodisk dokumentasjon er det beste for å fange opp flere elementer, både gjennom tradisjonelle og digitale metoder.

Nøkkelord: Bergkunst – dokumentasjon – 3D skanning - fotogrammetri

Kirkhus, L. V. og Stebergløkken, H., NTNU Vitenskapsmuseet, Institutt for arkeologi og kulturhistorie, NO-7491 Trondheim

Summary

Kirkhus, L. V. og Stebergløkken, H. 2019: NTNU Vitenskapsmuseet arkeologisk rapport 2019:5. Dokumentasjon av helleristningsfelt Hammer IX, Steinkjer kommune, Trøndelag

In the autumn of 2018, the NTNU University Museum carried out a new documentation of the rock carving field Hammer IX (Askeladden ID 36555) in Steinkjer municipality, Trøndelag. Through cooperation with the Directorate for Cultural Heritage, funding was sought through BERG for new documentation, and at the same time being given the opportunity to test new methods for documentation. Several figures have been discovered in the recent years, further east of the known figures. It was therefore important to make a new documentation to get an overview of the figure scope, and to secure the material for posterity. We have found that multi-methodical documentation is the best way to capture more elements, both through traditional and digital methods.

Key words: Rock art – Documentation – 3D-Scanning – Photogrammetry - Tracing

Kirkhus, L. V. and Stebergløkken, H., NTNU University Museum, Department of Archaeology and Cultural History, NO-7491 Trondheim

Arkivreferanser

Hammer IX 2018

AskeladdenID	36555-1
Saksnummer (ePhorte)	2018/700
Fotonr	Da62701
Dronefoto	Da62776
Fotogrammetri	Da62777
Kalkering	Da62778
Frottage	Da62779
Skanning	Da62784
Kalkering	Tb661
Frottage	Tb662

Fylke	Trøndelag
Kommune	Steinkjer
Gårdsnavn	Hammer
Gårdsnummer	458/1
Lokalitet	Hammer IX
Kulturminnetype	Bergkunst
Datering	Steinalder/bronsealder

Innhold

1. Bakgrunn for undersøkelsen 8
1.1. Områdebeskrivelse 9
1.2. Kulturhistorisk bakgrunn og tidligere registreringer 10
2. Undersøkelsens rammer 13
2.1 Tid, deltagere 13
2.2 Problemstillinger 14
2.3 Dokumentasjon og metode 15
2.4 Formidling 16
3. Gjennomføring 17
4. Resultat 23
4.1 Figurer 23
4.2 Dokumentasjonsmetoder 30

Figurliste

Figur 1 Periodetabell. Illustrasjon: NTNU Vitenskapsmuseet 8
Figur 2 Oversikt over Hammer IX 9
Figur 3 Oversikt over gården Hammer og områdene rundt. 10
Figur 4 Kalkering gjort av Egil Bakka i 1977. 11
Figur 5. Hjortspringbåten var en av tolv figurer som ble dokumentert av Egil Bakka i 1977 14
Figur 6 Innmåling av fastpunkter til bruk i fotogrammetri 16
Figur 7 Feltet ved ankomst 17
Figur 8 Berget blir kostet etter avtorving 17
Figur 9 Telt og presenning ble satt opp over lokaliteten 18
Figur 10 Feltet og figurene ble også fotografert underveis i dokumentasjonen. 18
Figur 11 Bergflaten ble skannet i seksjoner 19
Figur 12 Resultat av fotogrammetri. Ortofoto 21
Figur 13 Heidrun i arbeid med kalkering 21
Figur 14 James gjør frottage 22
Figur 15 Den nyoppdagede bergkunsten gjort i 2012 23
Figur 16 Hval/fugl/fot. Bilde er tatt under nattlysing 24
Figur 17 Hvalbjørnen på Hammer V. 25
Figur 18 To figurer i en (Hvalfigur og elgfigur fra samme utsnitt, med ulik lysvinkel) 26
Figur 19 Detaljene av "hval med ører" 27
Figur 20 Tre sjeldne motiver. 27
Figur 21 Tydelige slipespor på bergflaten. 28
Figur 22 Det ble dokumentert 12 hvalfigurer på lokaliteten. 28
Figur 23 En naturtro "avtegning" av en fot 29
Figur 24 Resultat av fotogrammetri, 3D-Skanning, kalkering og frottage 30
Figur 25 Frottage og kalkering «Hjortspringbåten» 32
Figur 26 Kalkering og frottage. Fuglefigurer, 1 elgfigur og muligens elg-ører 32
Figur 27 Kalkering og frottage en hvalfigur med indre mønster 33
Figur 28 Kalkering og frottage. Håndavtrykk 33
Figur 29 Kalkering og frottage. En "todelt" fiskefigur. 34
Figur 30 Fotogrammetri og 3D-Skanning tydelige huggespor 35
Figur 31 Utsnitt fra fotogrammetri og skanning 36
Figur 32 Utsnitt fra fotogrammetri og skanning. Fuglefigur, elgfigur og ører. 38
Figur 33 Utsnitt fra fotogrammetri og skanning. Hvalfigur med indre mønster 39

1. Bakgrunn for undersøkelsen

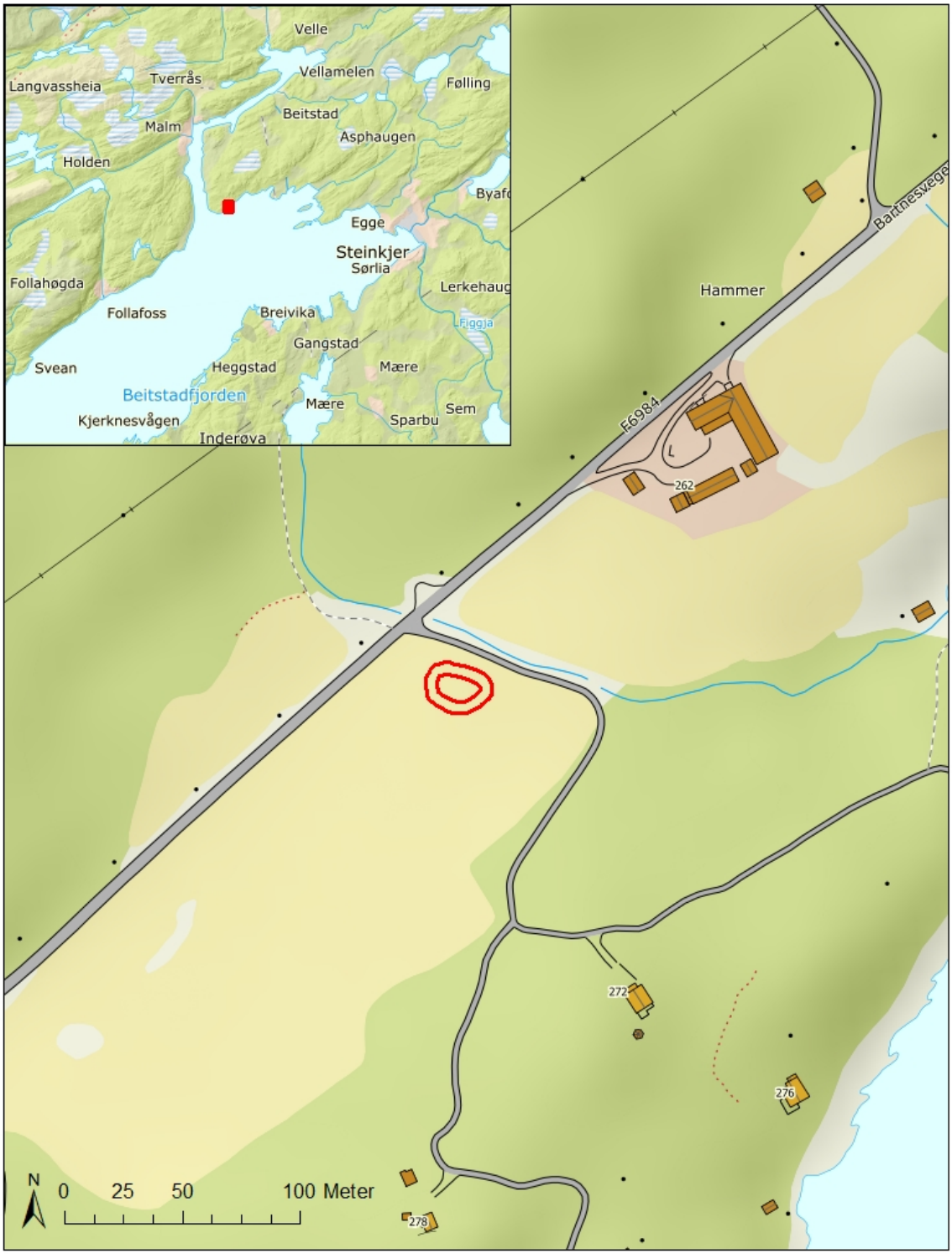
Følgende rapport omhandler dokumentasjon av bergkunstlokaliteten Hammer IX i Steinkjer kommune i Trøndelag. Dokumentasjonen er finansiert gjennom Riksantikvarens bevaringsprogram for bergkunst (BERG). I de senere år har det blitt oppdaget flere figurer øst for de kjente figurene. For å sikre materialet for ettertiden var det nødvendig med en ny-dokumentasjon av feltet.

Ved å foreta en ny-dokumentasjon av bergkunsten på Hammer IX fikk en samtidig mulighet til å teste ut nye dokumentasjonsmetoder, og se hvordan disse fungerer i forhold til de tradisjonelle dokumentasjonsmetodene, om de supplerer de vanlige metodene, og vurdere hvilke fordeler og ulemper disse har.

Steinalder
Eldre steinalder (9500-4000 f.Kr.)
Tidligmesolitikum (9500-8000 f.Kr.)
Mellommesolitikum (8000-6500 f.Kr.)
Senmesolitikum (6500-4000 f.Kr.)
Yngre steinalder (4000-1800 f.Kr.)
Tidligneolitikum (4000-3300 f.Kr.)
Mellomneolitikum (3300-2300 f.Kr.)
Senneolitikum (2300-1700 f.Kr.)
Bronsealder
Eldre bronsealder (1700-1100 f.Kr.)
Yngre bronsealder (1100-500 f.Kr.)
Jernalder
Eldre jernalder (500 f.Kr. – 575 e.Kr.)
Førromersk jernalder (500 f.Kr.-0)
Romertid (0-400 e.kr.)
Eldre romertid (0-150 e.Kr.)
Yngre romertid (150-400 e.Kr)
Folkevandringstid (400-575 e.Kr.)
Yngre jernalder (575-1030 e.Kr.)
Merovingertid (575-800 e.Kr.)
Vikingetid (800-1030 e.Kr.)

Figur 1. Periodetabell. Illustrasjon: NTNU Vitenskapsmuseet

1.1. Områdebeskrivelse



Figur 2 Oversikt over Hammer IX. Lokaliteten er markert med rødt. Ill: Lene V. Kirkhus, NTNU Vitenskapsmuseet

Lokaliteten Hammer IX (Askeladden ID 36555-1) ligger på sørsiden av Beitstadhalvøya, innerst i Trondheimsfjorden, omtrent 15 km nordvest for Steinkjer sentrum. Bergkunstfeltet ligger på en bergnabb, ca. 30 moh., i et område som i dag blir benyttet som dyrka mark på eiendommen Hammer

Gnr 458/1. Her har man god utsikt ut mot Beitstadfjorden mot sør og øst. Gårdstunet til eiendommen ligger ca. 100 meter nordøst fra Hammer IX. Lokaliteten ligger bare 20 meter sør for Bartnesvegen som går rundt halvøya. Nord for vegen skrår terrenget gradvis oppover, og terrenget blir mer kupert og består av utmark.

Beitstadhalvøya er rik på kulturminner med blant annet 3 bygdeborger og en rekke gravminner. Her det er en tett konsentrasjon av helleristningsfelt som Hammer, Bardal, Skjevik, Elnan, Benan, Tessem og Liamyra. På gården Hammer alene er det registrert hele 17 helleristningsfelt spredt over et større areal.

Figur 3 Da62701_004. Oversikt over gården Hammer og områdene rundt. Sett mot vest. Foto: Øyvind Ødegaard, NTNU Vitenskapsmuseet

1.2. Kulturhistorisk bakgrunn og tidligere registreringer

Det er pr. dags dato registrert 1700 bergkunstlokaliteter med over 31.000 figurer i Norge, og det dukker stadig opp nye funn. I Midt-Norge er det registrert over 300 lokaliteter, og et utvalg av disse har blitt tilrettelagt for publikum. Et av de største og mest kjente i regionen er Leirfall utenfor Hegra (Sognnes 1999:80, www.riksantikvaren.no 2019).

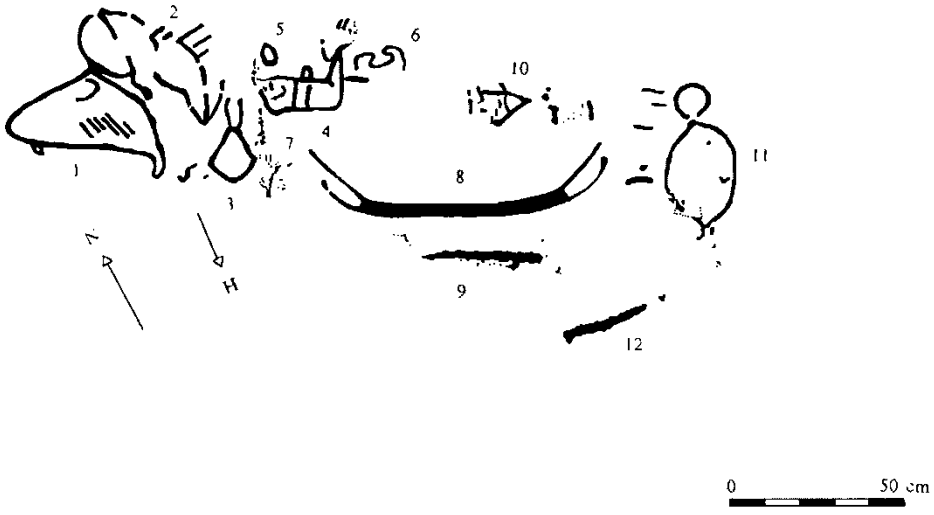
Det er en rekke bergkunstfelt i Midt-Norge, men de er dominert av relativt få motivtyper. De fleste motivene består av båter, dyr, fotspor, geometriske figurer og groper (Sognnes 1999:17). Bergkunsten i Norge omfatter figurer som er skåret, malt eller hugd. Det er huggeteknikken (prikkhugging) som er den mest utbredte teknikken i Norge.

Det er vanlig å dele inn bergkunsten inn i to faser; veideristning og jordbruksristning (Sognnes: 2001:12). Veideristningen (nordlig tradisjon) den eldste og er ofte lokalisert i tilknytning til vann. Figurene består gjerne av dyrefigurer, båter, geometriske mønstre, og av og til menneskefigurer. Motivene er datert hovedsakelig til steinalder, og i Trøndelag hovedsakelig til neolitikum.

Jordbruksristningene (sørlig tradisjon) er ofte datert fra slutten av steinalderen, og fortsetter gjennom bronsealder og begynnelsen av jernalder. De vanligste motivene innen jordbruksristninger er skålgroper, solsymboler, hester, båter og fotsåler (Sognnes 1999:17).

I Steinkjer er Bardal-feltet tilrettelagt for publikum og kjent for sine mange overhogninger. Dette er et av de mest figurrike feltene, hvor vi finner jordbruksristninger som er hugget over veideristningene. Dette kan tyde på en svært langvarig bruk av feltet. En sameksistens av begge ristningstradisjoner finner vi også på Hammer. Denne sameksistensen ser vi imidlertid ikke på nordsiden av Beitstadhalvøya.

At det har vært bergkunst på gården Hammer har vært kjent i lang tid. Allerede i 1909 gjorde Karl Rygh gjorde sine undersøkelser på Hammer, det ble dog ikke foretatt en fullstendig dokumentasjon (Bakka 1988:11). Grundige undersøkelser og dokumentasjon ble ikke foretatt før i 1977-1980 tallet av Egil Bakka. Alle de 17 feltene på Hammer ble da dokumentert med kalkering, fotografi, gode beskrivelser av bergtyper og flate, ristningsteknikk, bevaringstilstand og beskrivelse av hver enkelt figur (Bakka 1988:15). På Hammer IX består bergkunsten av begge tradisjoner (den sørlige og nordlige tradisjon).



Figur 4 Kalkering gjort av Egil Bakka i 1977. Bildet er hentet fra «Rapport Arkeologisk serie 1988-7. Helleristningane på Hammer i Beitstad, Steinkjer, Nord-Trøndelag. Granskingar i 1977 og 1981»

Bergkunstmuseet v/ arkeolog Helle Vangen Stuedal har sammen med studenter ved studie for kulturminneoppsyn ved HiNT hatt 2 ekskursjoner på Hammer. Der har de utført praktiske oppgaver som blant annet innebærer å lete etter kjente felt som er registrert, men ikke gjenfunnet, samt å lete etter bergkunst (Vangen Stuedal 2014:1). I 2012 fikk studentgruppen i oppgave å avtorve og kontrollere et område som tidligere har blitt målt inn. Det viste seg at bergflaten var uten bergkunst, og at innmålingen av feltet derfor må ha vært feil. Det ble derimot oppdaget ristninger nord for det tidligere innmålte feltet, som besto av nye uoppdagede figurer (Vangen Stuedal 2014:1).

Som de tidligere dokumenterte motivene på Hammer IX, var disse nyoppdagede motivene fra både den sørlige og nordlige tradisjonen, og besto av hånd-, båt-, hval-, mulige hestefigurer, samt

skålgroper (Vangen Stuedal 2014:4). De nye figurene ble fotografert, men ikke dokumentert ytterligere. Bergkunsten som ble dokumentert i 1977, ble ikke gjenfunnet (Vangen Stuedal 2014:5).

I 2014 ble det derfor foretatt en ny ekskursjon, der studentene skulle gjenfinne bergkunsten som ble dokumentert av Egil Bakka i 1977. Det ble avtorvet ca. 2 kvm i nord, og den tidligere dokumenterte bergkunsten ble gjenfunnet (Vangen Stuedal 2014:1).

Siden de siste undersøkelsene i 2014 har den avtorvede bergflaten vært eksponert. Det har ikke vært utført noen skjøtsel, og det har dermed oppstått en del skorpelav og alger på den eksponerte bergflaten. I 2015 ble feltet kontrollregistrert/målt inn av Geir Grønnesby (NTNU Vitenskapsmuseet) og Lars Forseth (Trøndelag fylkeskommune) (Grønnesby 2016).

2. Undersøkelsens rammer

Etter at Hammer IX ble dokumentert av Egil Bakka i 1977, er det oppdaget flere figurer på berget som ikke har blitt grundig dokumentert. For å sikre det nye kildematerialet for ettertiden, var det nødvendig med en ny-dokumentasjon av feltet.

NTNU Vitenskapsmuseet har i de seneste årene, brukt fotogrammetri aktivt under arkeologiske undersøkelser, med gode resultater. Tradisjonelt har dokumentasjon av bergkunst bestått av kalkering, frottage og foto. Nyere tids dokumentasjonsmetoder som fotogrammetri har tilført et nytt perspektiv til bergkunstforskningen. Erfaringsvis viser det seg at alle metodene supplerer hverandre på en god måte.

Den teknologiske/ digitale utviklingen har gjort det mulig å ta i bruk nye dokumentasjonsmetoder av bergkunsten. På bergkunstlokalitetene blant annet i Tanum i Bohuslän har det siden tidlig 1990-tall vært jobbet mye med ulike dokumentasjonsmetoder, og i de senere år er blant annet 3D-laserskanning og fotogrammetri prøvd ut. «*Fotogrammetri og 3D-skanning har åpnet for detaljstudier, der studier av teknikk/huggespor han bidra til en annen forståelse og nye perspektiv av denne typen studier» (Stebergløkken 2018).*

NTNU Vitenskapsmuseet ville teste ut disse metodene på Hammer IX i forbindelse med ny-dokumentasjon av lokaliteten. Vi kontaktet derfor Institutt for teknisk kybernetikk, da de besitter en skanner egnet for forsøket (HandyScan 700). Ekspertise herfra bidro til denne delen av dokumentasjonen i felt. *«Ved å teste laserskanning vil dette kunne gi en kompetanseheving for prosjektdeltakerne som har overføringsverdi til andre prosjekter både innad her ved NTNU Vitenskapsmuseet, men også på nasjonalt nivå.» (Ibid).*

2.1 Tid, deltagere

Dokumentasjon foregikk i perioden 10. september - 21. september 2018.

Prosjektleder: Heidrun M. V. Stebergløkken (6 dager)

Feltleder Lene Vestrum Kirkhus (10 dager)

I samarbeid mellom NTNU Vitenskapsmuseet og Aalborg Universitet deltok arkeolog og PhD-kandidat James Dodd som gjesteforsker på hele dokumentasjonsprosjektet/undersøkelsesperioden (7 dager)

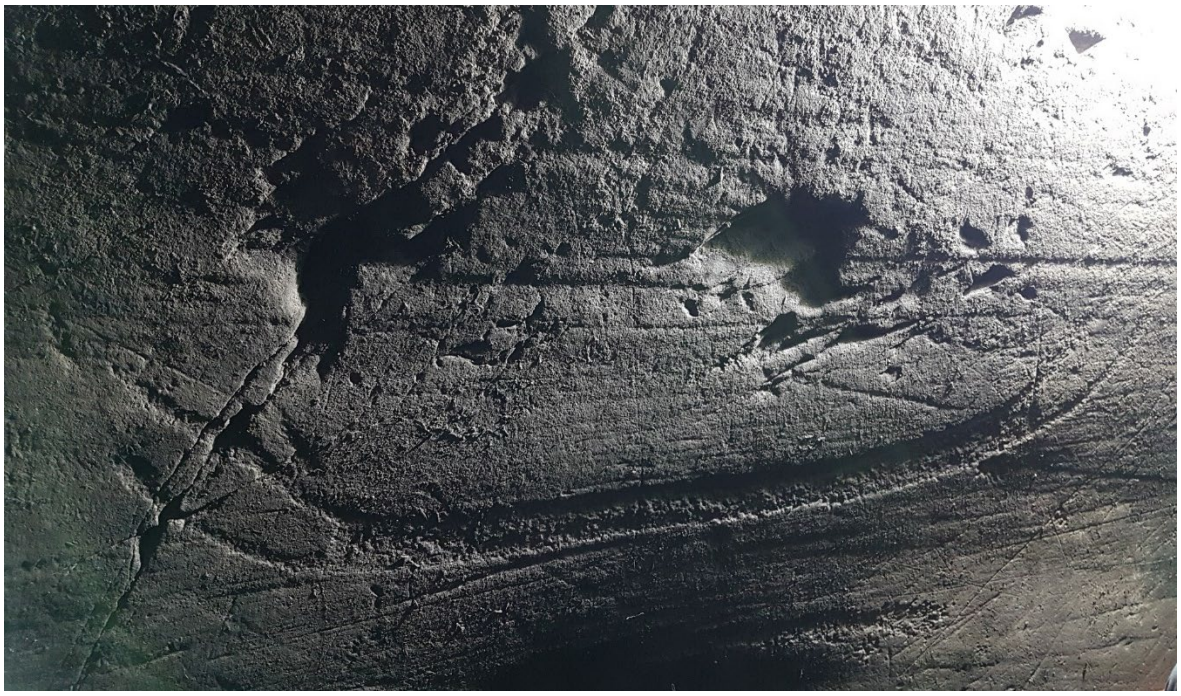
Daniel Gimse Elstad ved NTNU Institutt for teknisk kybernetikk (2 dager)

Grunneier stilte med gravemaskin (2 timer)

Det ble til sammen brukt 18 dagsverk på undersøkelsen.

Etterarbeid og rapportskriving ble utført av Lene V. Kirkhus i perioden 02.01.-29.01.2019.

Etterarbeid av laserskanning ble utført av Daniel Gimse Elstad ved NTNU Institutt for teknisk kybernetikk, 4 dager.



Figur 5.Da62701_001. Hjortspringbåten var en av tolv figurer som ble dokumentert av Egil Bakka i 1977. Sett mot nord. Foto: Lene V. Kirkhus, NTNU Vitenskapsmuseet

2.2 Problemstillinger

Dokumentasjonen av bergkunsten Hammer IX ble finansiert gjennom Riksantikvarens Bevaringsprogram for bergkunst (BERG). Da det på 1990-tallet ble oppdaget at mange av lokalitetene var skadet som følge av naturlige nedbrytningsprosesser og som følge av menneskelig aktivitet, ble det satt i gang tiltak for å dokumentere og sikre bergkunstfeltene (www.riksantikvaren.no 2019).

Formålet med BERG er å sikre og dokumentere bergkunsten, samt gjøre dokumentasjonen tilgjengelig for publikum. Et utvalg av feltene vil bli skjøtslet og tilrettelagt for publikum i et langtidsperspektiv, mens de øvrige felt som blir dokumentert blir tilgjengeliggjort digitalt.

«Gjennom bevaringsprogrammet blir bergkunsten dokumentert ved hjelp av ulike metodar som for eksempel fotografering, avteikning og tilstandsregistrering. Som ein del av programmet blir det også arbeidd med å utvikle nye dokumentasjonsmetodar. Data om bergkunsten skal gjerast tilgjengeleg i kulturminnedatabasen Askeladden. For utvalde lokalitetar blir det laga skjøtselsplanar som skal sikre at bergkunsten blir tatt vare på i eit langsiktig perspektiv. I tillegg til vegetasjonsskjøtsel, blir lokalitetane også sikra gjennom andre former for skjøtsel/sikring som frostsikring, vasking og reinsking av bergflatene.» (www.riksantikvaren.no 2019)

Gjennom dokumentasjon får en samlet inn informasjon om hvilke figurer som befinner seg på bergflatene og omfanget av disse, men også informasjon om tilstanden på bergflaten og bergkunsten blir registrert. De dokumenterte lokalitetene blir registrert i bergkunstkatalogen ved NTNU Vitenskapsmuseet, kulturminnebasen «Askeladden», og i digitale rapportsamlinger ved landsdelsmuseene.

Hammer IX er ikke egnet for tilrettelegging, men vil bli tilgjengelig digitalt for publikum. Hovedmålet for prosjektet på Hammer IX var derfor å foreta en grundig dokumentasjon av bergkunsten og slik sikre materialet for ettertida. Det ga også muligheten for å få testet nye dokumentasjonsmetoder. Ved utprøving av nye metoder og sammenligning av resultatene, vil en kunne finne ut om en metode supplerer eller kan erstatte en annen. *«… Denne metodeutviklingen har dermed et større FoU-*

potensial både i forvaltningssammenheng, men også forskningssammenheng ved at nye dokumentasjonsverktøy gir bedre dokumentasjonsmuligheter. Dette åpner også for samarbeid med andre aktører som benytter seg av tilsvarende metoder» (Stebergløkken 2018).

2.3 Dokumentasjon og metode

Nattlysning: Det har vist seg nyttig å gjennomføre nattlysning av et felt for å best mulig kunne oppdage bergkunst/huggespor i berget. Lykter gjør det mulig å kontrollere lysforholdene og skygger, slik at alle detaljer fra figuren blir dokumentert. Vi bruker oljefritt kritt for å markere kanten av figurlinjene hvor vi ser huggespor. Usikre områder blir stiplet for å kunne studeres nærmere i dagslys og evt. med hjelpemiddel som pledd og lykter eller speil.

Kalkering: Dette blir gjort ved å legge store transparente plastduker (PVC voksduk 275g/m^3) over feltet, og tegne inn de oppkrittede figurene, sprekker i berget, bergets utstrekning og form med vannfast tusj. Denne dokumentasjonen gir en plantegning av berget i skala 1:1. Plastdukene blir siden scannet inn, og bildene satt sammen og redigert i Photoshop.

I etterarbeidsfasen har kalkeringen blitt scannet og lagt inn digitalt i fotobasen under **Da62778.** Originalene er arkivert i TopArk ved NTNU Vitenskapsmuseet under **Tb-nr. 661**.

Frottage: Er en metode for å dokumentere nivåforskjeller i berget, og gir et «negativt» bilde av berget der fordypninger og bergkunstfurer vil fremstå som hvite parti. For å gjøre en frottage legges papir over feltet og bruker karbonpapir (blåkopi-papir) til å stryke over papiret med. Med å bruke denne metoden får en fram teksturen på berget og figurene.

I etterarbeidsfasen har frottagen blitt scannet og lagt inn digitalt i fotobasen under **Da62779.** Originalen er arkivert ved TopArk ved NTNU Vitenskapsmuseet under **Tb-nr. 662**.

Fotogrammetri: Er en digital dokumentasjonsmetode som går ut på å ta en serie med overlappende bilder. Før fotografering blir faste referansepunkter lagt på og rundt ytterkanten av det som skal dokumenteres. Disse blir målt inn med GPS. Bildene og datainnmålingen legges så inn i et dataprogram som syr bildene sammen. Dette en dokumentasjonsmetode som rommer mange muligheter i etterarbeid og videre forskning. Her vil en ha mulighet til å studere bergkunsten tredimensjonalt, lage tredimensjonale replika av bergflaten, studere helling på bergflaten med mer. Bildene gir mulighet til å få detaljstudier av huggespor og dybde på figurene, og det vil være mulig å 3D-modeller av motiv og felt. Dette krever gode bilder med høy oppløsning. Det er mest gunstig å gjøre fotogrammetrien etter at figurer er oppkrittet dersom man trenger nærstudier av ortofoto. Ved studier av 3D-modell med strukturflate (uten fotolag), er ikke oppkrittingen tilgjengelig. Disse strukturlagene kan transporteres til et dataprogram (Meshlab), hvor en kan manipulere modellene med skygge og lys. Her er det også mulig å tegne oppå modellen. Det er derfor mange analysemuligheter, som kan gjøres i ettertid ved ulike formål og forskningsmål eller formidlingsmål. Denne metoden er både tids- og kostnadsbesparende, og vil i noen tilfeller kunne overta for tradisjonell kalkering på sikt der det er mulig. Da må imidlertid huggesporene være godt synlige.

Bildene fra fotogrammetri og ortofoto er lagret i fotobasen Musit med **Da62777 (001-1495).**

3D-skanning: Er en digital dokumentasjonsmetode som går ut på å skanne objekter, og med de innsamlede data generes en Mesh (3D-modell). Modellen vil gi gode bilder på teksturen i berget. Selve skanningen går raskt, og det er mulig å digitalisere fysiske objekter, også bergflater.

På Hammer IX ble det benyttet en Creaform Handyscan 700. Skanneren var koblet direkte opp mot en bærbar PC (Dell Precision 7510 Laptop). Dette gjør at vi kan hele tiden se hva som blir skannet direkte på PC. Det ble brukt Position Targets with Black Contour 1 (Target Points) ble lagt ut over bergflaten/ feltet som reflekterer data tilbake til skanneren. Dette gjør også at skanneren hele tiden

kjenner seg igjen på bergflaten. Som med fotogrammetrien er dette en dokumentasjonsmetode som rommer mange muligheter for etterarbeid og videre forskning. Her vil en ha mulighet til å studere bergkunsten tredimensjonalt, samt lage tredimensjonale replika av bergflaten, studere helling på bergflaten med mer. 3D-modellen gir mulighet til å få detaljstudier av huggespor og dybde på figurene.

Råfilene og stl-filer fra laserskanningen er lagt inn i en mappe som intrasis-prosjekt ved NTNU Vitenskapsmuseet. Snapshots av skanningene er lagt inn i fotobasen Musit under nummmer **Da62784**

Feltfoto og dronefoto:

Bilder er arkivert i Fotobasen Musit, under nummer **Da62701.**

Det ble brukt drone til å ta oversiktsbilder av feltet og landskapet rundt, dette ble utført av Øyvind Ødegaard, NTNU Vitenskapsmuseet. Utvalgte drone-bilder fra er arkivert i Fotobasen Musit under **Da62776.**

Innmåling av punkter for fotogrammetri ble utført av Øyvind Ødegaard ved NTNU Vitenskapsmuseet. Til innmåling ble det brukt en Leica Viva GPS med cpos-korreksjon, som gir et presisjonsnivå på +-2cm.

Figur 6 Da62701_78. Innmåling av fastpunkter til bruk i fotogrammetri. Foto: Lene V. Kirkhus, NTNU Vitenskapsmuseet

2.4 Formidling

Det var 10 stk. innom feltet i løpet av 2 uker. Besøkende fikk omvising. De fleste hadde tilhørighet på Beitstad, og var interessert i arbeidet som her ble utført. Grunneier og naboer ble invitert til å delta på nattlysingen.

3. Gjennomføring

Figur 7 Da62701_010 Feltet ved ankomst, sett mot øst. Foto: Lene V. Kirkhus, NTNU Vitenskapsmuseet

Dokumentasjonen av bergkunsten på Hammer IX foregikk i flere faser.

Først måtte feltet renses for vegetasjon som hadde vokst opp i løpet av de siste årene. Siden figurene lå så tett inntil torven ble det valgt å utvide feltet ved å fjerne mer torv på den nordlige delen av bergflaten. Dette ble i all hovedsak utført manuelt med spade. I den nordlige delen av berget var jordlaget så tykt at det ble valgt å fjerne massene med gravemaskin. Arbeidet ble nøye overvåket og utført med stor forsiktighet. Jord og grus ble børstet forsiktig bort med kost.

Figur 8 Da62701_032 Berget blir kostet etter avtorving. Sett mot nord. Foto: Lene V. Kirkhus, NTNU Vitenskapsmuseet

Figur 9 Da62701_042 Telt og presenning ble satt opp over lokaliteten for å holde bergflaten tørr. Sett mot NV. Foto: Lene V. Kirkhus, NTNU Vitenskapsmuseet

Værforholdene gjorde til at vi måtte sette opp telt over feltet for at dokumentasjonen skulle være gjennomførbar. Presenninger ble brukt som vegger, og gjorde at vi klarte å dekke det meste av bergflaten. Det blåste og regnet i lengre perioder av dokumentasjonsarbeidet, og gjorde arbeidet utfordrende.

Figur 10 Da62701_069 Feltet og figurene ble også fotografert underveis i dokumentasjonen. Sett mot sør. Foto: Lene V. Kirkhus, NTNU Vitenskapsmuseet

Figur 11 Da62701_039: Bergflaten ble skannet i seksjoner. De hvite prikkene på berget er Target Points som måtte klistres på bergflaten før skanning kunne gjennomføres. Foto: Lene V. Kirkhus, NTNU Vitenskapsmuseet

Laserskanning/ 3D skanning:

Skanningen og etterarbeidet av denne ble utført av Daniel Gimse Elstad ved NTNU Institutt for teknisk kybernetikk. Resultatene vi redegjør for her, er blitt gjort gjennom tilbakemelding og diskusjon med Gimse Elstad.

Vi opplevde både fordeler og ulemper ved bruk av skanneren under selve dokumentasjonen.

Ulempene viste seg raskt ved at det måtte klistres rundt 100 Target Points innenfor 1 kvm flate, noe som er tidkrevende, men som også kan resultere i at enkelte Target Points ble satt på huggespor som ikke blir oppdaget før i etterkant av arbeidet. Punktene vil da dekke huggespor og gi en slett flate, som blir synlig når som zoomer helt inn på bildene. For at skanningen skal bli optimal må targetpointsene ligge i ro, og det er derfor gunstig at bergflaten ikke er våt og at ikke vinden får tak. Bergflaten kunne skannes selv om den var fuktig, men det kan oppstå målestøy på dataene.

Fordelene var at selve skanneren var enkel å bruke og veide lite. Skanningen av bergflaten gikk ganske raskt, selv om en må gå sakte over for å få med all skanndata ned til 0.2 mm. En mesh-modell var synlig på bærbar PC underveis i skanningen slik at en hele tiden kunne følge med. Det var også rom for å starte/ stoppe skanningen for å legge til eller fjerne manglende/ feil data. Dette var svært nyttig.

Under denne dokumentasjonen ble det brukt en skanner som var avhengig av strøm, og da beliggenheten til feltet er uten strømforsyning, måtte generator brukes for å få strøm til skanner og bærbar PC. (På grunn av følsom elektronikk, ville det vært mest gunstig å bruke en inverter). Bruk av generator var noe som fungerte utmerket i felt, og teltet gjorde også at lysforholdene ble gode for utføringen av skanningen.

Skanneren er liten og lett, og ved bruk av batteriløsning er bruk av slikt utstyr portabelt, men det krever ekspertise på utstyr, bearbeiding av data, samt tilgang på kraftig PC.

Det er utviklet en nyere versjon av skanneren der det ikke er nødvendig å bruke Target Points. Dette vil være vesentlig tidsbesparende. Denne typen skannere vil trolig derfor også være mindre væravhengige, så lenge bergflaten er tørr.

Denne dokumentasjonsmetoden begrenser berøring med bergflaten i motsetning til frottage og kalkering. Det forhindrer ikke tråkk på berget ved dokumentasjon av større flater, men det unngås berøringer og direkte kontakt med bergflaten som er viktig dersom bergflatene det jobbes med er svært sårbare. Dette var ikke en utfordring ved Hammer, men ved andre bergflater med kritisk forvitring kan 3D-skanning derfor være en god dokumentasjonsmetode.

Det ferdige bearbeidete resultatet er godt, og med en videreutvikling av de tekniske utfordringene vil dette kunne være en god fremtidig metode for å dokumentere bergkunst. Denne problematikken blir beskrevet nærmere i kapittelet om resultat.

Etterarbeidsfasen: Arbeidet krever programvare som støtter 3D-modeller. På grunn av filstørrelsen, var det nødvendig å dele opp skanningen av berget i 9 deler eller seksjoner.

Fotogrammetri

Fotogrammetri ble utført av James Dodd, Aarhus Universitet i samarbeid med NTNU Vitenskapsmuseet.

For å få et optimalt resultat av fotogrammetri er det viktig med oppholdsvær og gode lysforhold (ikke direkte sol). I løpet av dokumentasjonen på Hammer IX var været en faktor som ga store utfordringer, noe som dessverre også har gitt utslag i resultatet.

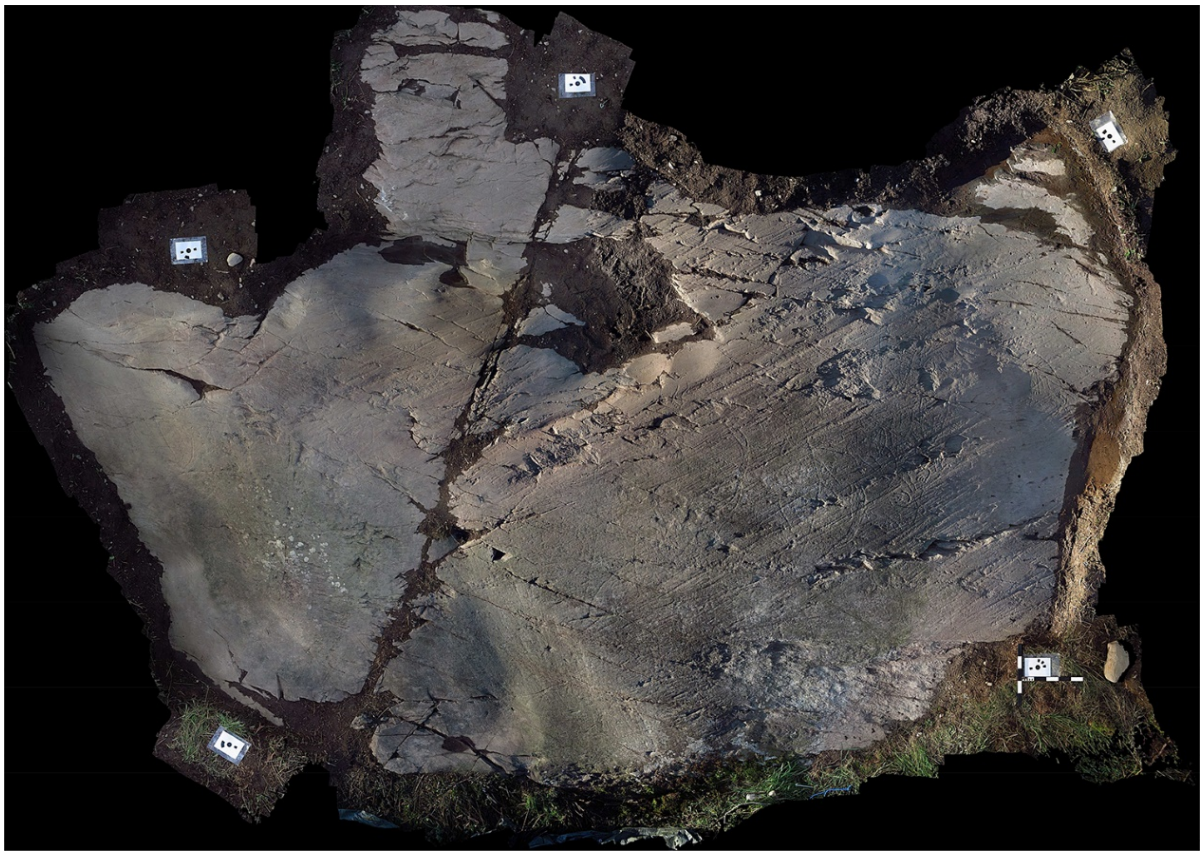
Fastpunkt ble lagt rundt feltet og målt inn med GPS. Innmålingene viser bergets posisjon i landskapet.

For å utarbeide et ortofoto og en 3D modell kreves det at det blir tatt mange bilder med høy oppløsning, 2/3 av forrige bilde bør overlappes. Dette gir store filer med tanke på lagring og bearbeiding. På Hammer IX er det tatt en serie på 1500 bilder av bergflaten som er satt sammen til ortofoto (Figur 12) med programvaren Agisoft. Programvaren lager også 3D-modeller av bergflaten.

For mer detaljerte informasjon om bearbeiding av dataene fra fotogrammetrien, se vedlegg.

3D-modeller gir en god framstilling av bergflatens formasjon, og gir god informasjon om hvordan figurer relaterer seg til hverandre, naturlige formasjoner eller sprekker i bergflaten. Det er altså mulig å se figurene på bergflaten, men det knytter seg større utfordringer til detaljstudier av figurer, figurfurer og hoggespor. Det er filstørrelsene som utgjør den største utfordringen, fordi man trenger en svært høyoppløselig fil for å kunne gå nært inn på detaljer. Dette gjør også at modellene blir vanskeligere å bearbeide. James Dodd så på disse utfordringene, og til tross for mange foto og høyoppløselig fotogrammetrimodell, blir de små detaljene borte: «*Rock art is characterised by small details: be it depressions of the surface, or fleks of paint. Even on high quality, only 25 % of the original information on the image is used during dense surface reconstruction. However, processing in higher quality has quadratic implications for computing power for processing and viewing*."

I etterarbeidsfasen var datamengden tung å jobbe med. Store filer krevde maskin med stor ytelse for å bearbeide dataene, og for å lage modeller. Resultatet av 3D-modellen (Mesh) er en mer grovkornet utgave av skanningen. Her finnes det noen løsninger som kan lette etterarbeidet, enten ved å ta færre foto, eller dele berget inn i seksjoner slik det ble gjort med skanningen (HandyScan700).



Figur 12 Da62777. Resultat av fotogrammetri. Ortofoto utarbeidet av: James Dodd, Aarhus University in collaboration with NTNU-Vitenskapsmuseet Processed on the Danish National High Performance Computer, Abacus 2.0, part of the Danish e-Infrastructure Collaboration (DeIC).

Figur 13 Da62701_059 Heidrun i arbeid med kalkering, Det meste av dokumentasjonsarbeidet foregikk under tak, et lavt tak sådan. Foto: Lene V. Kirkhus, NTNU Vitenskapsmuseet

Kalkering: I forkant av kalkering er det nødvendig å gjennomføre nattlysing. Under nattlysingen blir bergflaten studert, lyst opp fra siden og kjent på med fingrene etter huggespor og naturlige dannelser i bergflaten. Figurene ble så krittet opp. Vi brukte også pledd og lommelykter på dagtid, for å etterse oppkrittingen. Det var utfordrende å se hoggespor på flere av figurene, og noen av figurene var svært grunne eller huggespor var forvitret vekk. Det ble brukt god tid på å gå over bergflaten, og ble sett over flere ganger av ulike personer. Oppkrittingen gjorde at kalkeringen ble enklere, da flere av figurene var utsatt for erosjon og var utydelig i dagslys. At vi jobbet under telt gjorde at vi på dagtid mistet sidelys, og noe som gjør tolkningen av huggespor er utfordrende. Det ble lagt ut plastduker på feltet, som ble nummerert og sydd sammen med krysspunkt. Figurene ble tegnet med svart tusj, naturlige skader og sprekker på bergflaten ble markert med rød tusj. Skader som så ut til å være oppstått i nyere tid ble markert med blått. Dette kan dreie seg om plog/ skader etter grabb.

Figur 14 Da_62701_047 James gjør frottage Foto: Lene V. Kirkhus, NTNU Vitenskapsmuseet

Frottage: Den største utfordringen med frottage er at man er avhengig av oppholdsvær og fullstendig tørr bergflate. På Hammer IX hadde vi utfordringer med begge. Deler av berget var tørt der teltet hadde stått, men deler av berget som stakk utenfor ble vått og vanskelig å få tørt. Vi måtte derfor flytte teltet for å la områder tørke opp. Tross utfordringene, klarte vi å få gjennomført en dokumentasjon med frottage som ble et viktig supplement. Lange papirremser ble trukket over felt med ristningsfigurer. Karbonpapir ble brukt for å gjøre frottagen, og et negativt avtrykk vises på papiret. Frottagen ble så fiksert med gress, som gjør at karbonet ikke gnis utover og frottagen bevares.

4. Resultat

4.1 Figurer

I løpet av undersøkelsen i 2012 ble det registrert flere figurer på den nordvestvendte flaten. Disse ble fotodokumentert og det står beskrevet at de omfatter *«… hender, båter av mange former, hvaler, skålgroper, muligens hester*» (Stuedal 2014:4). Det totale antallet nye ristninger var ikke kjent, og heller ikke utstrekningen av figurene. Som var bakgrunnen for undersøkelsen høsten 2018.

Figur 15 Den nyoppdagede bergkunsten gjort i 2012 ble fotografert. Figurene omfatter hender, båter og hvalfigurer. Sett mot vest. Foto: Helle Vangen Stuedal, Bergkunstmuseet

Bergkunsten på de dokumenterte Hammer-lokalitetene har likhetstrekk med andre felt i Midt-Norge, som Evenhus, Bardal og Lånke. Av de 17 lokalitetene på Hammer har 8 av dem veideristningstradisjon, 6 jordbruksristningstradisjon, mens 3 lokaliteter ristningsfigurer fra begge tradisjoner (Hammer I, V og IX). På Hammer er det i hovedsak flest fuglefigurer og hvaler. Disse motivene har variasjon både mellom feltene og innad på selve feltet, og det er flere av disse som har indre mønster (Stebergløkken 2016:228ff).

I løpet av undersøkelsen høsten 2018 ble nye områder avdekket, og det ble foretatt en grundig dokumentasjon. Det var imidlertid vanskelig å si eksakt hvor mange ristningsfigurer som er på lokaliteten, da flere av figurene er ufullstendige og sterkt forvitret. Men et omtrentlig tall er omlag 30 nye figurer. Motivene består av båter, føtter, hender, elg, hvaler, fugler, båter av sørlig og nordlig

tradisjon, linjer og rundinger, samt en rekke linjestumper, ufullstendige og ubestemmelige figurer (se vedlegg 2). Det ble også dokumentert slipespor på bergflaten (Figur 21)

Enkelte figurer bærer preg av slitasje/erosjon, mens andre er ufullstendige, og består av linjer som er vanskelig å tyde. Det ser ut til at flere av motivene også overhugges, eller at linjer fra tidligere hugde ristninger ble utnyttet til å utarbeide nye. De nyoppdagede ristningene tilhører begge ristningstradisjoner. Det kan vitne om en kontinuitet over en lengre periode, trolig fra yngre steinalder til bronsealder, kanskje til og med eldre jernalder (hjortspringbåter).

Hammer IX ligger 31 moh, noe som gir en maksimumsdatering på ca. 4400 BP (isobase 43, høyde 28) (Stebergløkken 2016:339). Figurene tilhørende nordlig tradisjon kan derfor ikke være eldre enn dette.

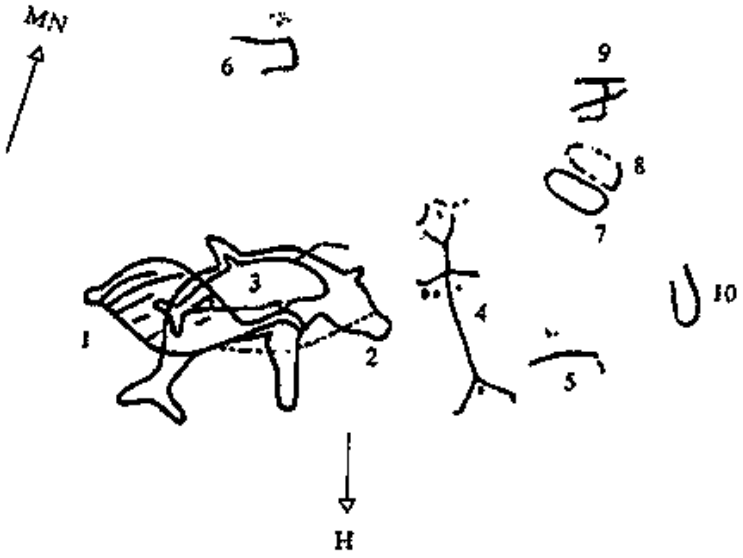
Figur 16 Da62701_003 Hval/fugl/fot. Bilde er tatt under nattlysing. Sett mot vest. Foto: Lene V. Kirkhus, NTNU Vitenskapsmuseet

Under avtorvingen av bergflaten ble det oppdaget et spesielt motiv. En figur bestående av flere elementer: «Hvalfuglfot-figuren». Denne ligger nederst på en glatt flate, der berget skrår ned mot øst. Figuren er orientert vest-øst, og er i underkant av 1 meter lang. Huggesporene er nesten ikke synlig, selv om figuren framtrer tydelig med riktig lysvinkel. Dette er en av de største motivene på

lokaliteten. Hodet ser ut som en blanding av hval og fuglehode, mens kroppen har likhetstrekk med fuglekropp med indre mønster, innflettet i dette mønsteret kan en se en fotsåle med 5 tær (Figur 16).

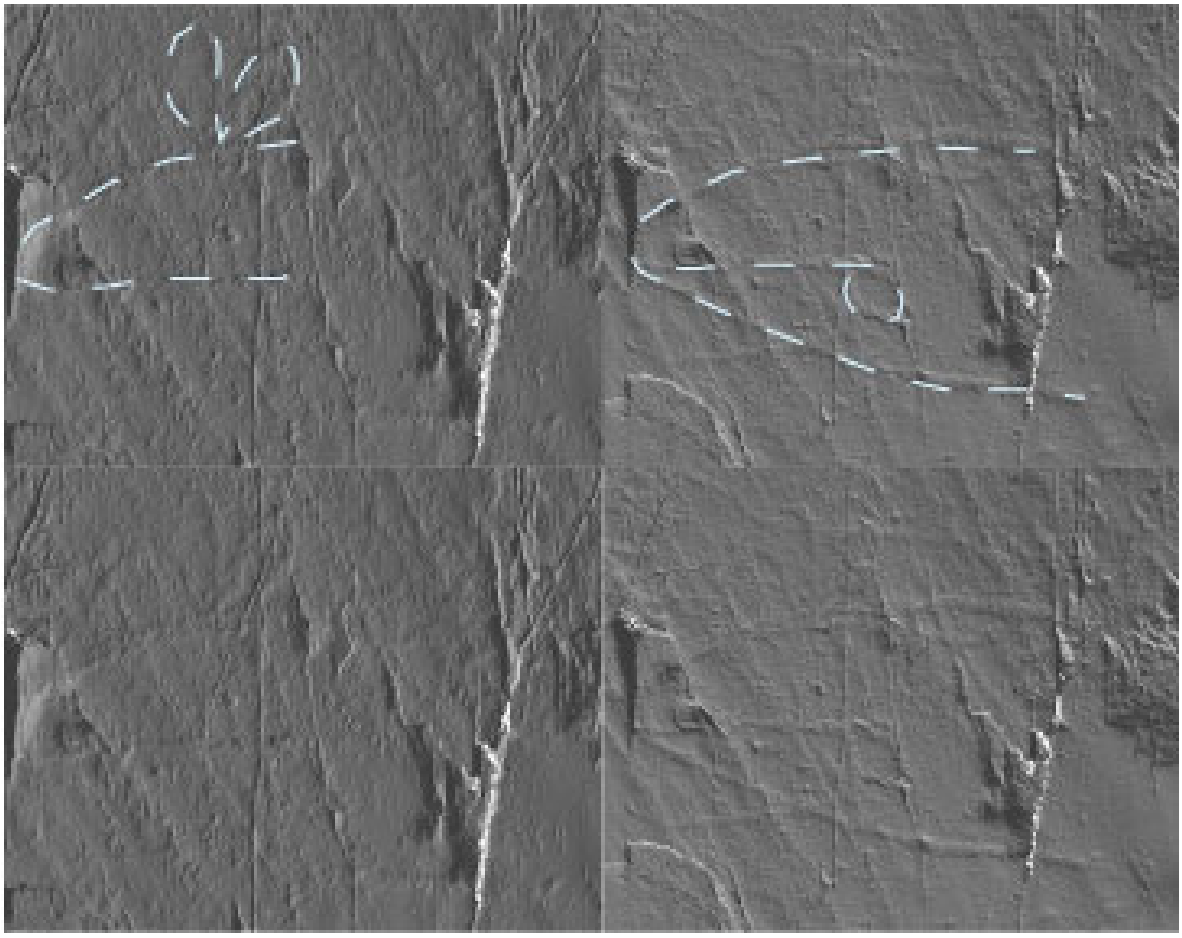
Omkring 100 meter nordvest for lokaliteten ble det i 1977 dokumentert en lignende figur, altså en sammenblanding av flere figurer, på lokaliteten Hammer V (Figur 17). Dette ekstraordinære motivet «Hvalbjørnen» beskrives av Bakka (1977:24): «*Heilt einestående figur med hovud og frambein som bjørn, ryggugg og spord som en kval. Gjennom hovudet, frambeinet og under buken er ei veik, bogen linje som berre er synleg i serleg godt lys. Ho kan tenkjast vera rest av ei nedre konturline på ei opphavleg kval*…» (Bakka 1988:24).

Det har blitt gjennomført flere grundige undersøkelser av denne figuren, og det kan se ut til at det er en hel bjørnefigur, men der furene på bakparten nå er så svake at det er vanskelig å påvise (Sognnes 1999:29). Kanskje en kan fremtidig 3D-skanning gi svar på dette. Det er uansett en spesiell ristning, som viser likhetstrekk til Hval-fugl-fot-figuren på Hammer IX, der elementer av flere motiv er flettet inn som tilsynelatende ett helhetlig motiv.



Figur 17 Hvalbjørnen på Hammer V. Lokaliteten ligger bare 100 meter nordvest for Hammer IX. Bilde hentet fra Bakka 1988

Under arbeidet med frottagen, ble det oppdaget en hvalfigur med ører. Denne så vi ikke under nattlysing eller arbeidet med kalkering. Ved nærmere granskning av skanning og frottage viser det seg at det her dreier seg om to figurer. Dette kommer klart frem når man skifter lysvinkel på den skannende modellen i Meshlab. Det kan se ut som om linjene fra ene figuren er benyttet til å lage en overlappende figur, slik at de bygger bevisst på hverandre (Figur 18). Kanskje var det slik at elgen bare skulle være synlig fra en bestemt vinkel, mens hvalen trer frem i det man beveger seg over bergflaten.

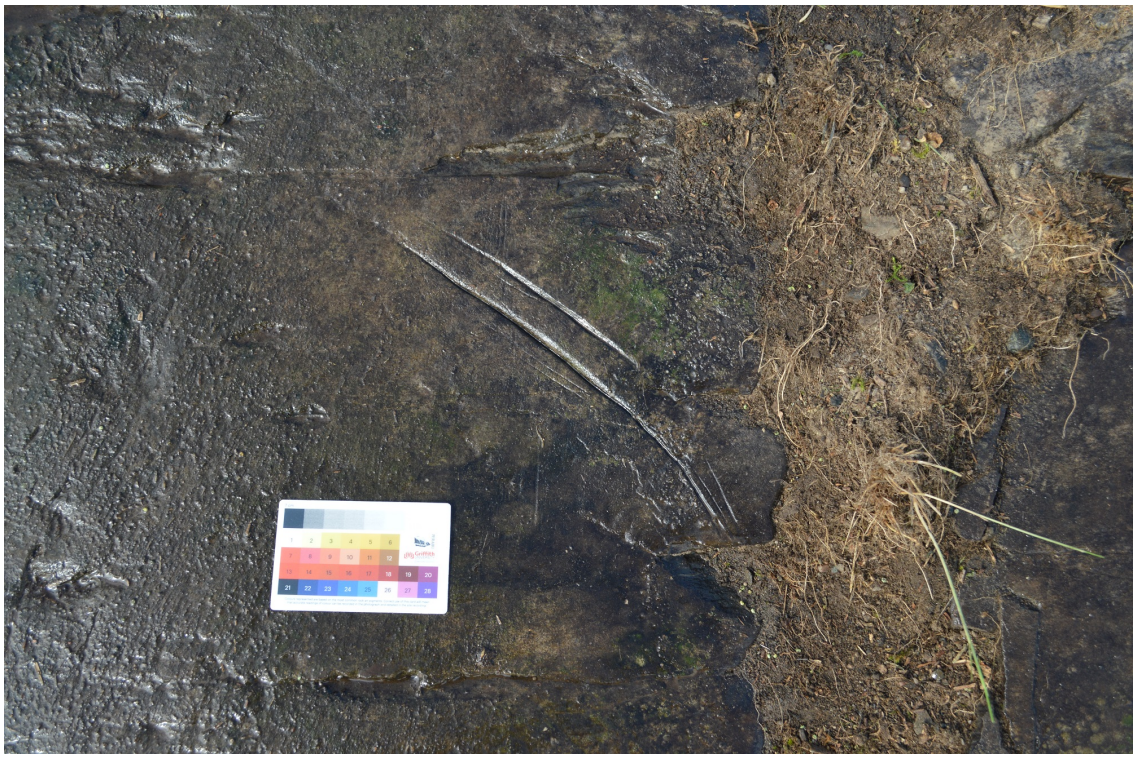


Figur 18 To figurer i en (Hvalfigur og elgfigur fra samme utsnitt, med ulik lysvinkel). De to til venstre elgfigur med og uten markering. Annen lysvinkel kommer hvalfigur opp. Ill: Lene V. Kirkhus, NTNU Vitenskapsmuseet

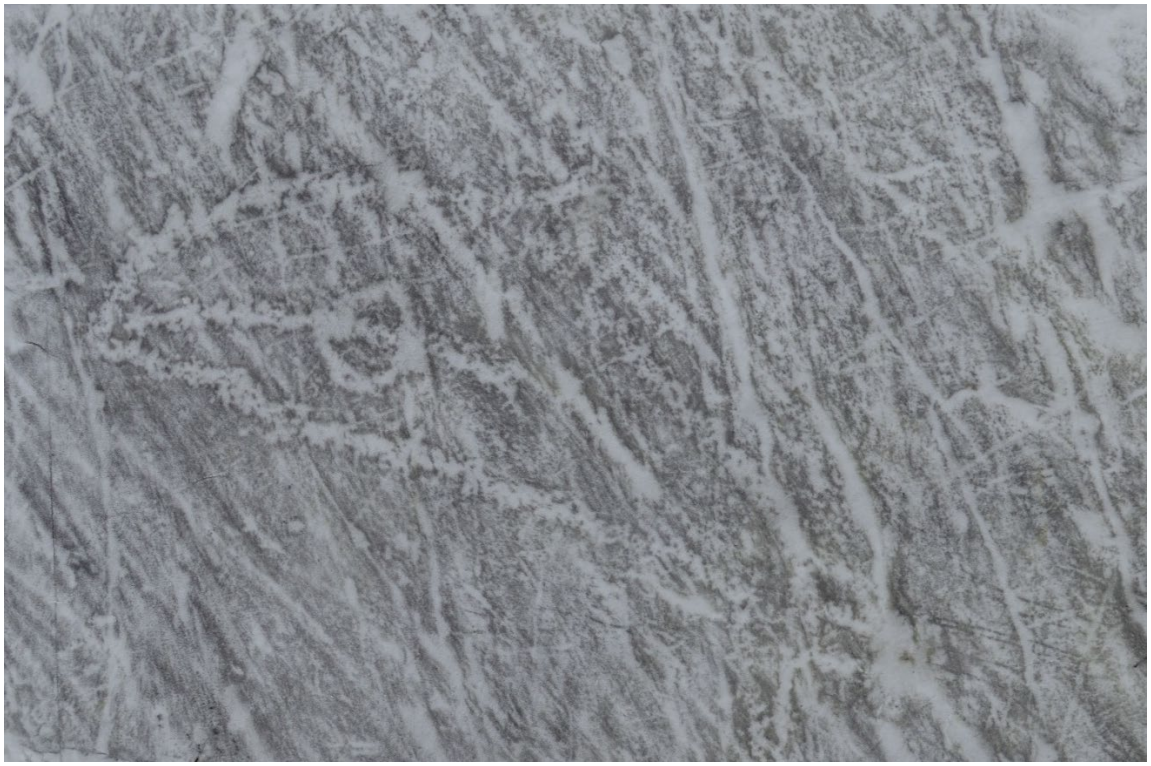
Figur 19 Detaljene av "hval med ører" kommer godt fram på frottage. Ill: HS og LVK, NTNU Vitenskapsmuseet

Det ble dokumentert 3 håndavtrykk på lokaliteten (Figur 20). Dette er et motiv som en sjelden finner blant bergkunsten i Midt-Norge (Sognnes 2001:56), og av det rike motivutvalget i regionen har det bare blitt dokumentert på 6 lokaliteter tidligere. Ett av disse ligger på Skjevik noen km øst for Hammer (Grønnesby 2016:16).

Figur 20 Da62701_23 Tre sjeldne motiver. Håndflatene ligger tett inntil hverandre. Alle er avtrykk er av venstre hånd. Sett mot vest. Foto: Lene V. Kirkhus, NTNU Vitenskapsmuseet



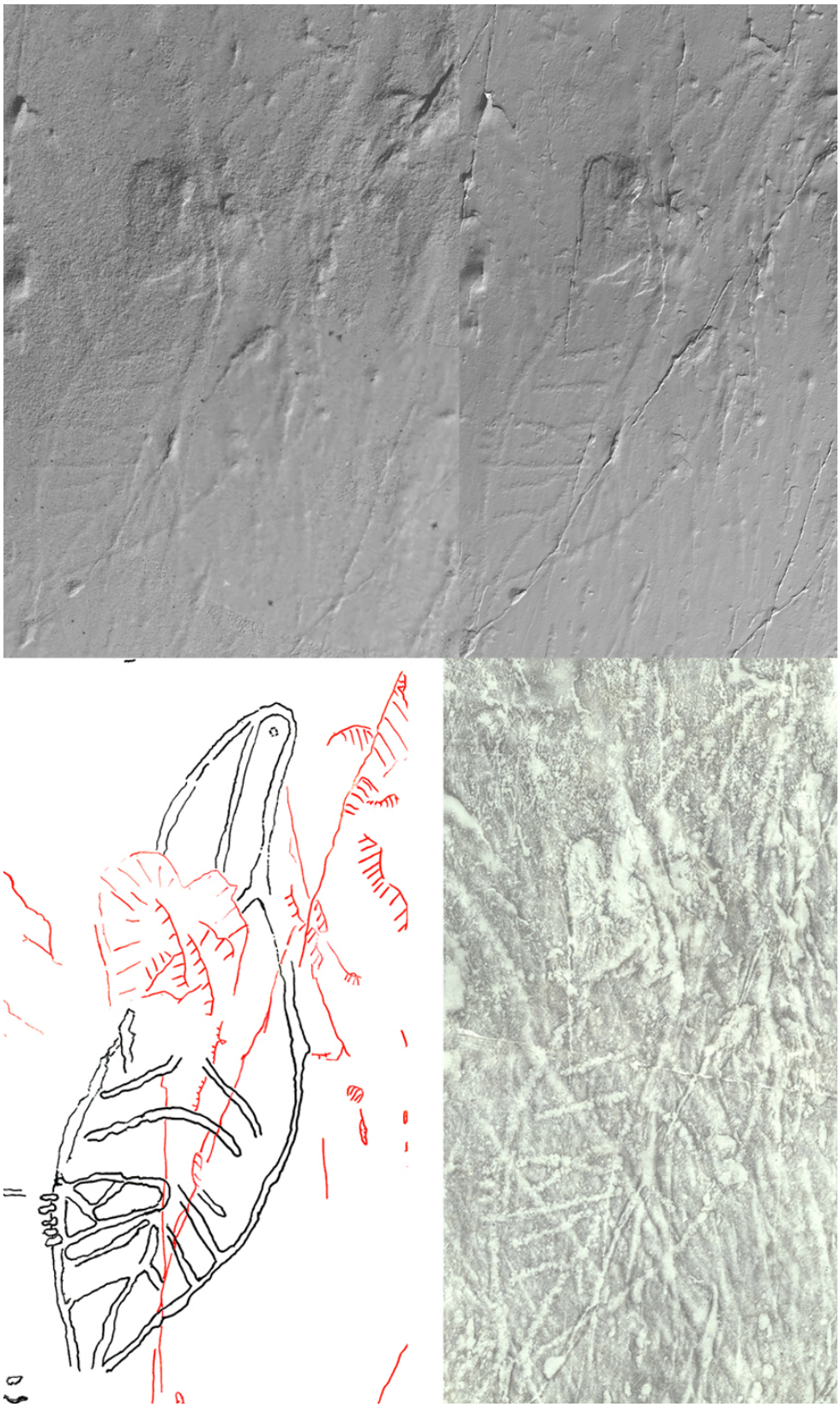
Figur 21 Da62701_018 Bilde 0093 . Tydelige slipespor på bergflaten. Mot nord. Foto: Lene V. Kirkhus, NTNU Vitenskapsmuseet



Figur 22 Da62701_075. Det ble dokumentert 12 hvalfigurer på lokaliteten. Denne nydelige hvalfiguren med indre mønster lå adskilt fra de andre ristningsfigurene. Her utsnitt fra frottage. Foto: Lene V. Kirkhus, NTNU Vitenskapsmuseet

Figur 23 Da62701_002 en naturtro "avtegning" av en fot. Sett mot SV. Foto: Lene V. Kirkhus, NTNU Vitenskapsmuseet

4.2 Dokumentasjonsmetoder



Figur 24 øverst til venstre er resultat av fotogrammetri (Da62777), øverst til venstre 3D-Skanning (Da62784_4). Kalkering (Da62778_1) nederst til venstre, Nederst til høyre resultat av frottage (Da62779_1). Ill: Lene V. Kirkhus, NTNU Vitenskapsmuseet

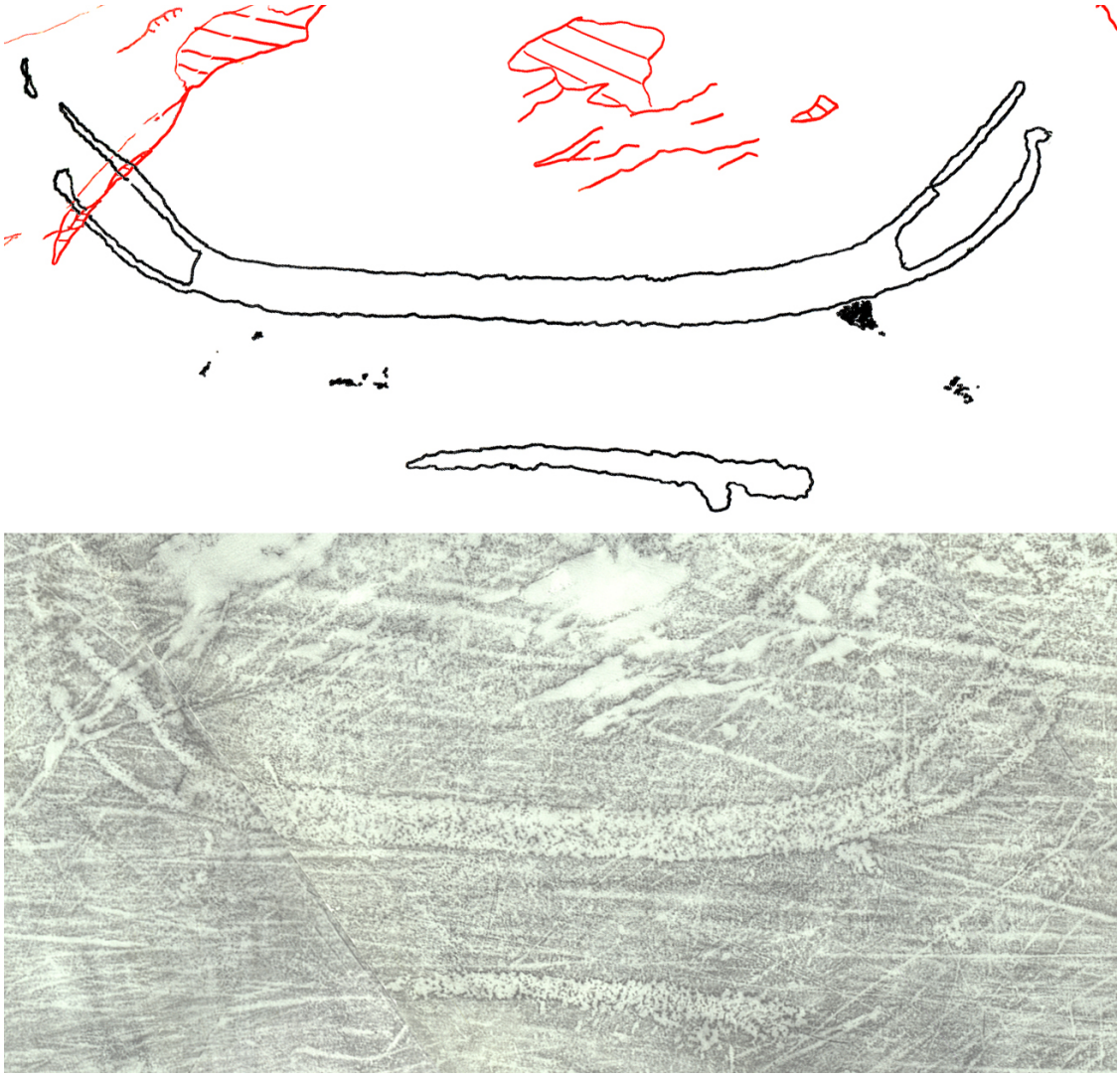
Til tross for utfordringer med været, ble alt av den planlagte dokumentasjonen utført. Den flermetodiske fremgangsmåten har gitt gode resultater for sammenligning.

4.2.1 De tradisjonelle dokumentasjonsmetodene

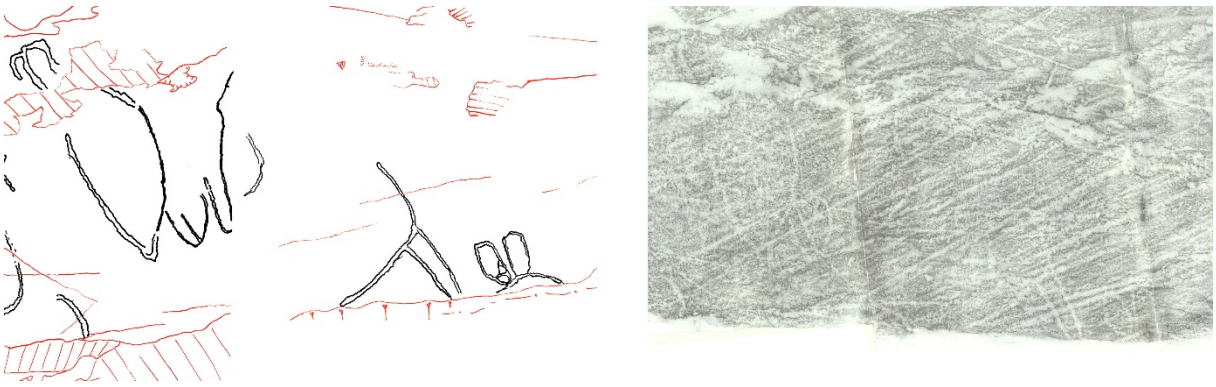
Kalkeringen blir en tolkning av det vi ser på bergflaten, og er dermed en mer subjektiv forståelse av bergkunsten. Når det er sagt, er det den metoden der forskeren kommer i nærkontakt med bergkunsten, og kan ta og føle på bergkunsten og se figurene og hvordan de fremstår ulikt i forhold til lys/skygge, fukt/tørr bergflate/ og skiftende værforhold. Alle disse elementene spiller inn i forståelsen og tolkningen av figurene. Kalkeringer gir kun en 2D-fremstilling av bergkunsten, hvor figurer og huggespor/natur tolkes av forskeren, og diskutert med kollegaer mens en jobber i felt. Dette kan være siste gang en forsker er fysisk tilstede på akkurat dette feltet, og hvor den første tolkningen av bergflaten og figurene blir gjort. Å jobbe aktivt på bergflaten og samtidig oppleve landskapet vil også være av betydning for forståelsen av landskapet feltet ligger i.

Frottagen kan gir et negativt avtrykk av bergflaten, og kan vise detaljrik informasjon av bergflaten. En svakhet med denne metoden er at tynne/svake striper og spor ofte ikke vises på avtrykket. Metoden krever nærkontakt med berget, og en må derfor være varsom med å lage frottage spesielt på sårbare flater. Er flaten veldig sårbar, er dette den dokumentasjonsmetoden som bør nedprioriteres. Også ved denne metoden blir bergkunsten presentert i 2D, og i reell målestokk (1:1).

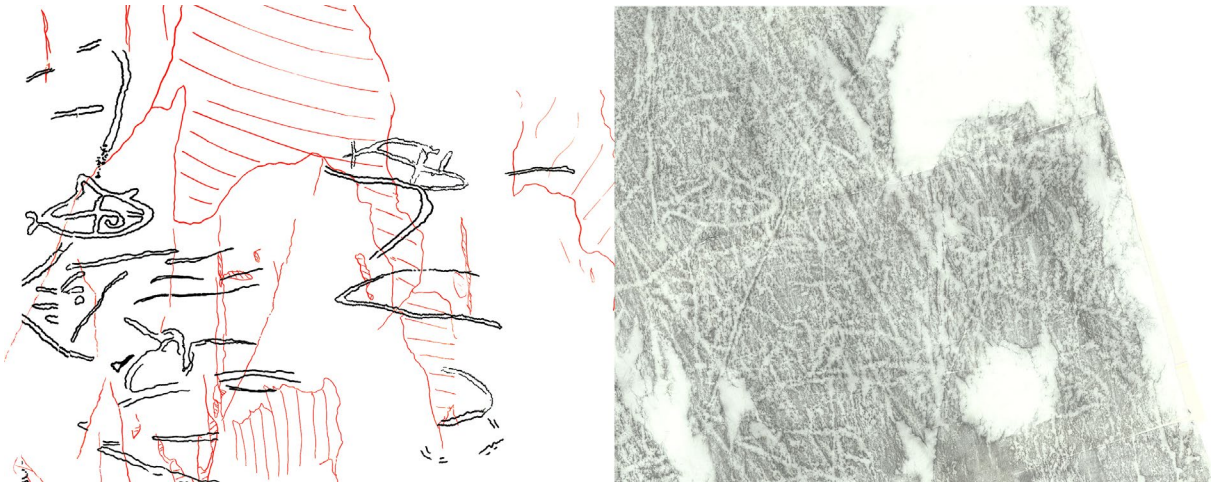
Nedenfor er utsnitt fra kalkeringer og frottage satt sammen for sammenligning av metodene.



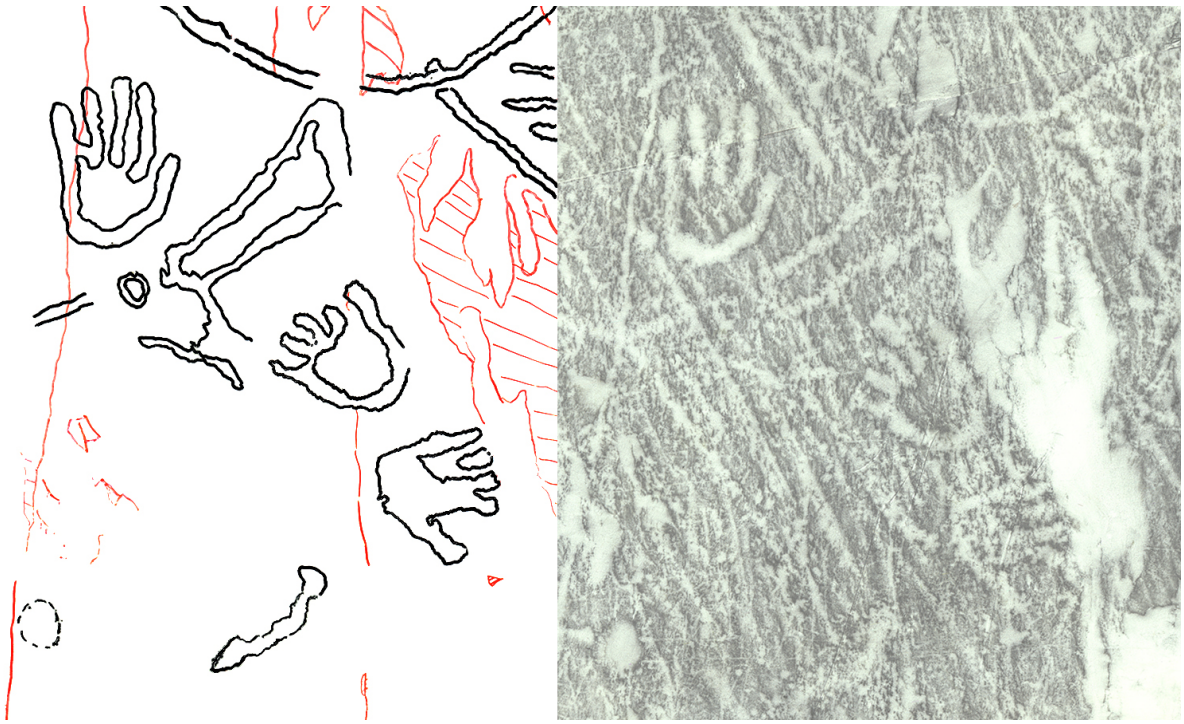
Figur 25 (Frottage Da62779_2 og kalkering Da62778_1). På frottagen (nederst) får en tydelig fram hoggesporene på «Hjortspringbåten», og de tette og jevne huggesporene i skroget på båten. Ill: HS og LVK, NTNU Vitenskapsmuseet



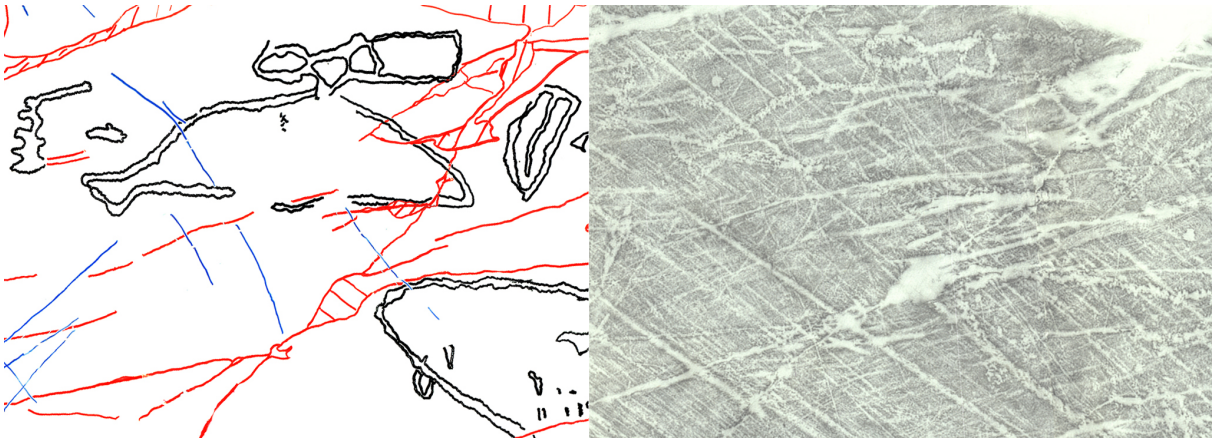
Figur 26 (t.v. kalkering Da62778_1, t.h. frottage Da62779_1). Fuglefigurer, 1 elgfigur og muligens elg-ører til høyre. Detaljer kommer tydeligere fram på frottage (høyre), enn på kalkeringen. Ill. HS og LVK, NTNU Vitenskapsmuseet



Figur 27 (t.v. kalkering Da62778_1, t.h. frottage Da62779_1). Når en ser på frottage (høyre) vises en hvalfigur med indre mønster, denne ble ikke gjenkjent under nattlysing og kalkering. Ill. HS og LVK, NTNU Vitenskapsmuseet

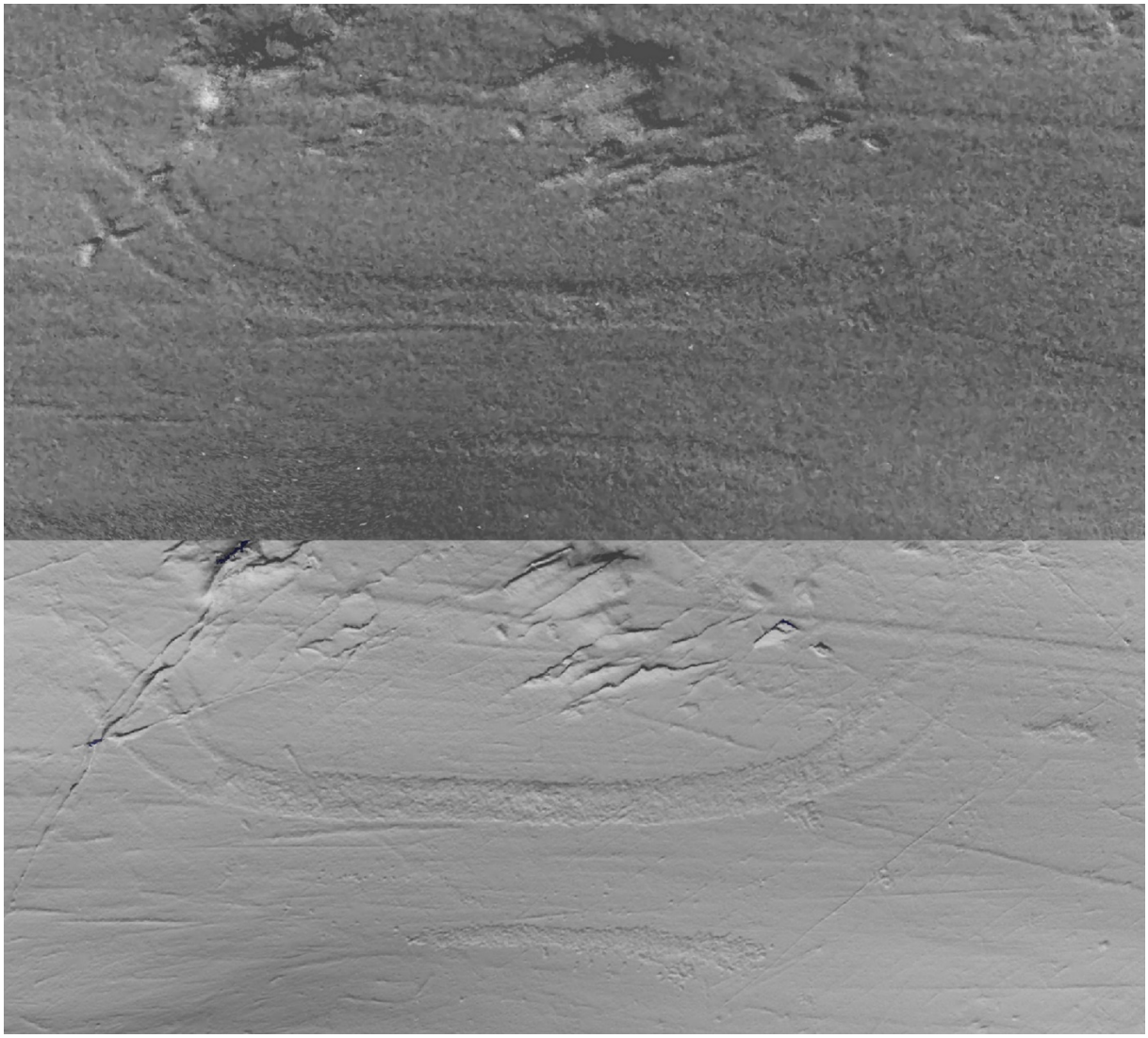


Figur 28 (t.v. kalkering Da62778_1, t.h. frottage Da62779_1) Håndavtrykkene kommer godt fram på både kalkeringen og på frottage. Ill: HS og LVK, NTNU Vitenskapsmuseet



Figur 29 (t.v. kalkering Da62778_1, t.h. frottage Da62779_2).) En "todelt" fiskefigur. Det kan se ut som figuren er laget på to forskjellige perioder, eller av forskjellige kunstnere. Ill: HS og LVK, NTNU Vitenskapsmuseet

4.2.2 3D-Skanning og fotogrammetri



Figur 30 (Utsnitt fra Fotogrammetri Da62777 øverst og 3D-Skanning Da62784_8) . Det er verdt å merke seg de tydelige huggesporene som vises på det nederste bilde. Ill: HS og LVK, NTNU Vitenskapsmuseet

3D-skanning/ Laserskanning

3D-skanning av berget viser seg som en god metode for å få fram teksturen, og dermed variasjoner i bergflaten, og huggesporene kommer tydelig fram. Studier av 3D-Skanningene vil kunne gi mulighet for flere oppdagelser av hittil ukjente ristninger/ figurer, og er godt egnet for videre forskning. Ved oppdagelser av nye figurer på skanninger vil en nødvendigvis måtte vende tilbake til bergflaten for å få avkreftet/ bekreftet nye funn.

Om en skal studere detaljer, ristningsfurer og hoggespor vil en være avhengig av å jobbe med 3D-modeller i tilpassede programmer. Vi har brukt programmet Meshlab der en kan snu på modellen og stille inn lysvinkler, og zoome inn på enkelte figurer.

På figur (Figur 30 Hjortspringbåt) kommer detaljene i båtfiguren godt til syne. Og en ser tydelig huggesporene inne i båtskroget. Under båten er det en samling med huggespor, og flere huggespor spredt rundt denne. Ved nærmere studier av huggesporene kan det se ut som det danner et mønster. En tolkning kan være at det her dreier seg om omriss av en speilvendt båtfigur (påbegynt båtfigur). Ved nærmere studier av figuren og huggespor vil dette kanskje gi svar. Det som var åpenbart, var at dette ikke kommer fram verken på frottage, kalkering eller fotogrammetri.

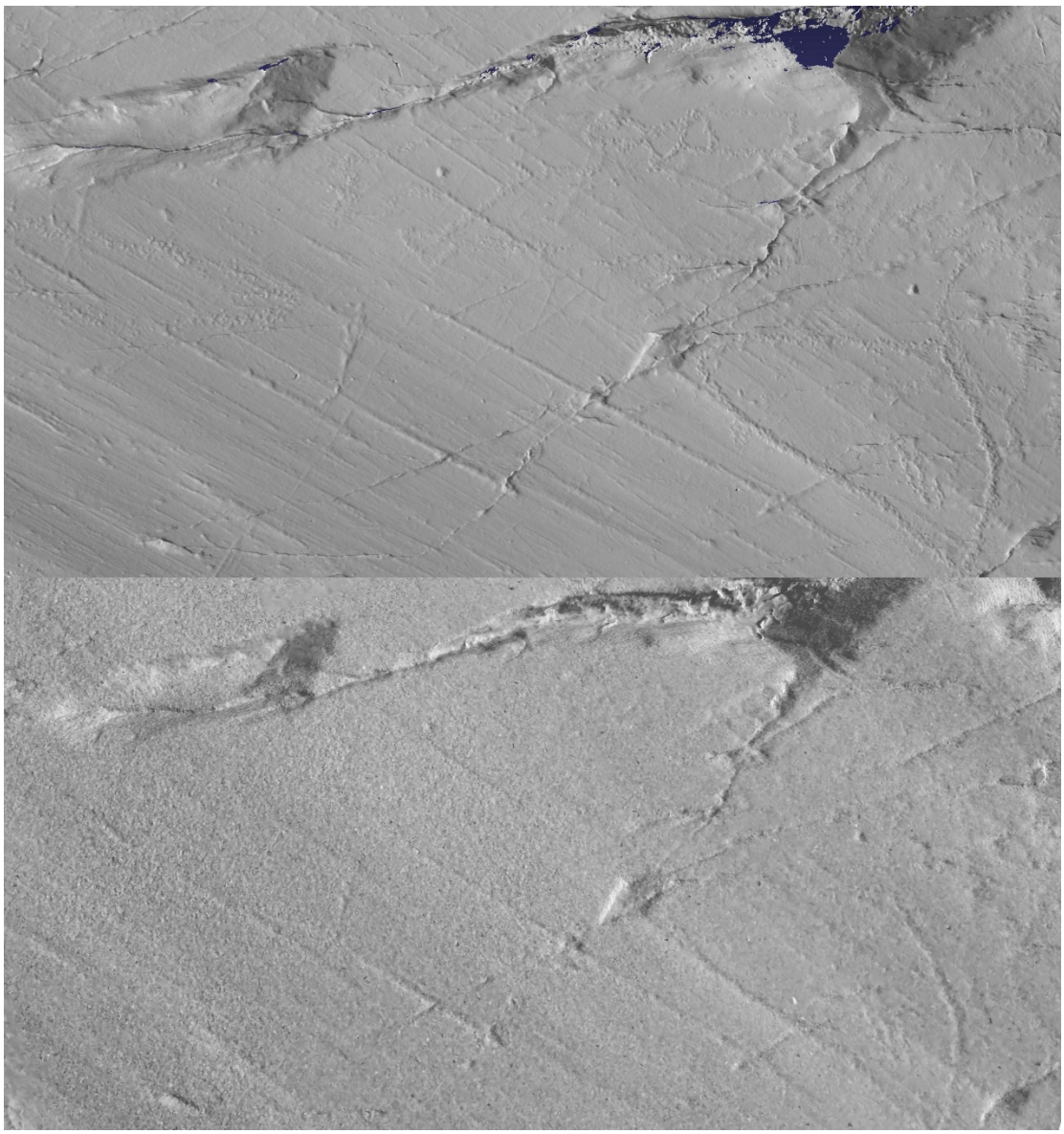
Fotogrammetri

Fotogrammetri er kostnadsbesparende og effektiv metode å bruke under feltarbeid. Det går forholdsvis raskt å ta bilder, og det ikke behov for avansert utstyr annet enn ett digitalkamera.

I bergkunstsammenheng vil fotogrammetri være en god dokumentasjonsmetode for å få fram teksturen i berget, og for å kunne få inntrykk av selve bergflaten.

På Hammer IX erfarte vi at fotolaget (ortofoto) egner seg best for å se hvordan bergflaten fremstår i helhet, med struktur og formasjon. Et slikt fotolag er ikke tilgjengelig med den laserskannede modellen, da den kun generer en mesh.

Figur 31 er et godt eksempel på hvordan lysforhold spiller inn. På grunn av at lyskilden (sollys) faller inn skrått mot berget, kastes skygge over flaten med hoggespor og figurer. Som en ser på Figur 31 vises ikke hvalfigurene til venstre og øverst på utsnitt fra fotogrammetri. For å få et optimalt resultat trengs gode vær- og lysforhold, og ved å evt. kjøre modellen i seksjoner, ville disse figurene kommet bedre fram også på fotogrammetri.



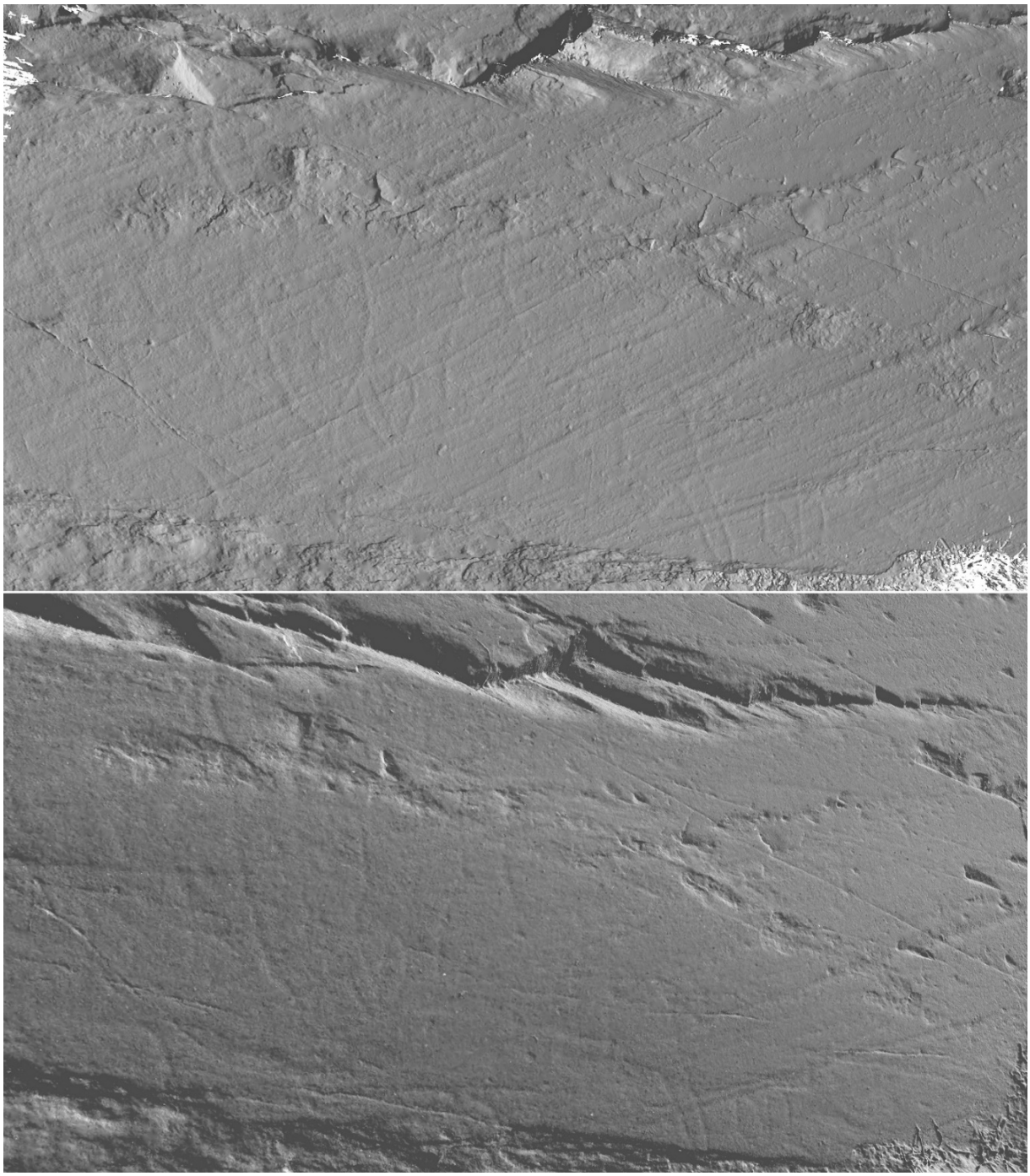
Figur 31 (Utsnitt fra Da62777 og 62784_8). På denne delen av feltet kommer forskjellene tydelig fram. Fotogrammetrien fanger ikke opp sporene bergflaten. Ill: HS og LVK, NTNU Vitenskapsmuseet

I dette arbeidet ble det jobbet med en 3D-modell (mesh) av hele bergflaten. Ved å dele opp modellen i seksjoner ville det gjort den mer håndterlig å jobbe med. I tillegg kunne bedre vær- og lysforhold gitt et langt bedre resultat.

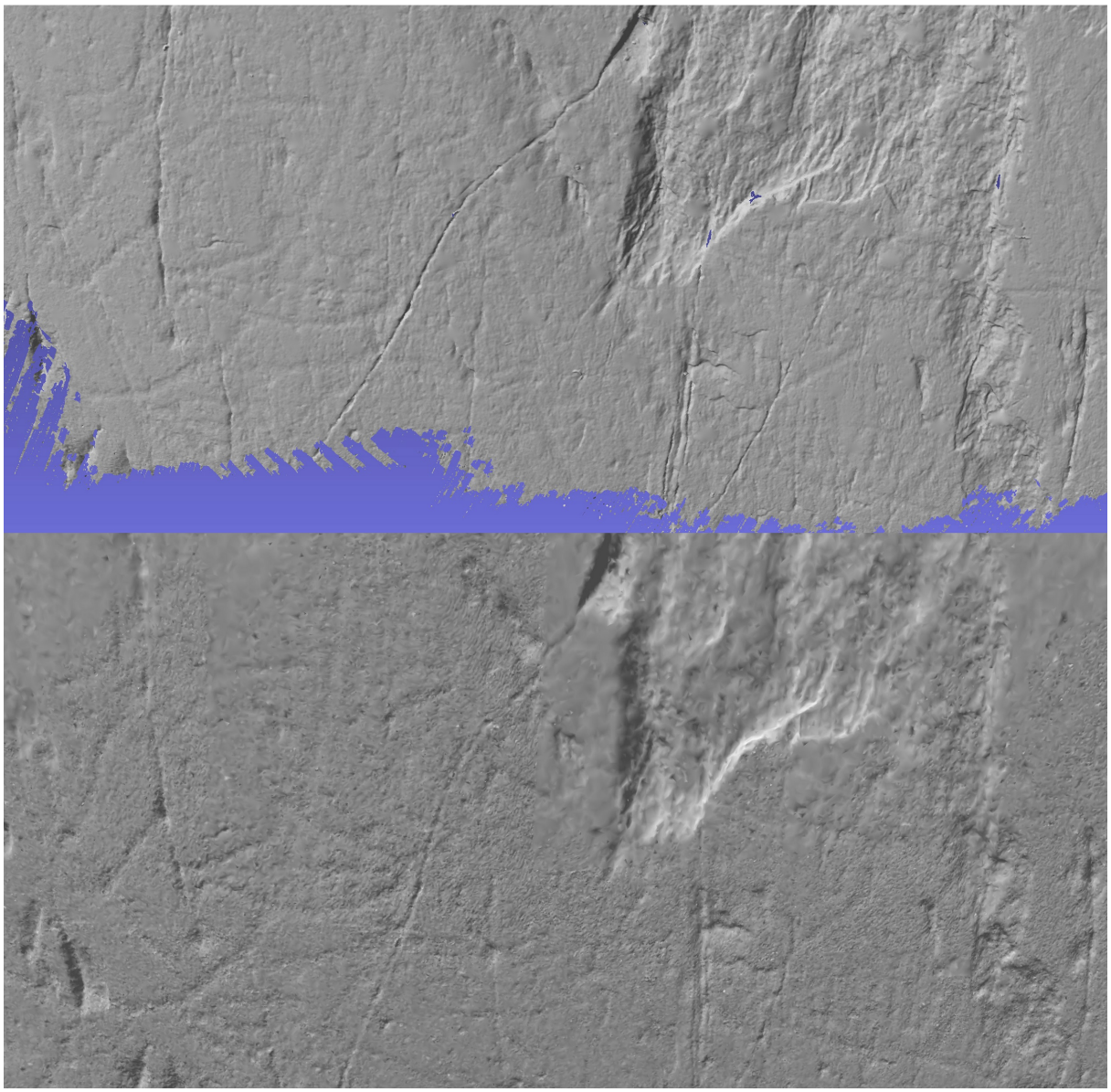
Ved studering av 3D modellen av bergflaten i Agisoft kom ikke figurmaterialet til sin rett, og det var vanskelig å se figurene. Vi valgte derfor heller å jobbe i programmet Meshlab, der en har mulighet å vri på modellen, zoome inn og stille lysvinkler for å få fram huggespor i berget.

Resultatet av fotogrammetrien på Hammer IX viser at det er vanskelig å dokumentere hele bergflater og samtidig få godt nok resultat til å gjøre detaljstudier. Her har nok også værforholdene hatt mye å si. Å dokumentere mindre seksjoner vil være en fordel for detaljstudier.

Bildene som er tatt ved fotogrammetri blir lagret på Musit i JPG-format, og vil være tilgjengelig for å kunne lage egne 3D-modeller uavhengig av utvikling av programvarer. Ved å bearbeide dataene i programmer som Agisoft og Meshlab, kan man forbedre resultat, skarphet, kontrast og farger, lys.



Figur 32 (Utsnitt fra Da62777 og skann Da62784_3). Fuglefigur, elgfigur og ører. 3D-Skann øverst. Fotogrammetri nederst. Ill.: HS og LVK, NTNU Vitenskapsmuseet



Figur 33 (Utsnitt fra Da62777 og Da62784_5). 3D-skann øverst, fotogrammetri nederst. Hvalfigur med indre mønster (på begge bildene) i høyre hjørne. Ill: HS og LVK, NTNU Vitenskapsmuseet

4.3 Avsluttende kommentarer

3D-skanning viste seg å gi de beste resultatet av de to metodene som ble testet. En får tydelig fram bergflatens tekstur, figurene vises tydelig (spesielt på glatte flater), både skader og sprekker på bergflaten er tydelige på skanningene. Det som overrasket mest var at den fanget opp detaljer på mikroplan, og der enkelte huggespor utenfor figurene vises tydelig. Også detaljer vi ikke så ved nattlysning, eller de andre dokumentasjonsmetodene fikk frem ble tydelige her.

Vi erfarte at en ved å bruke 3D-Skanning og fotogrammetri kreves kompetanse å jobbe med rådata, og at det tar tid å jobbe med, det tar tid å prosessere og det tar stor (digital) lagringsplass.

En vil trolig også møte utfordringer på sikt i forhold til stadig utvikling av programvarer og filformater, og hvordan fremtidige programvarer støtter de gamle lagrede filformatene. Dette er også en medvirkende årsak til at vi ikke ønsker å basere oss utelukkende på digitale dokumentasjonsmetoder.

Strukturen/ teksturen i berget kommer godt frem ved de bearbeidede dataene som ble samlet inn ved bruk av fotogrammetri og 3D-skanning. Metodene er forholdsvis enkle å benytte i felt, og har man tilgang til PC kan en kjapt sjekke om dokumentasjonen er tilstrekkelig. Begge metodene er skånsomme mot bergflaten og figurmaterialet, da man ikke behøver å berøre bergflaten i samme grad som ved kalkering og frottage hvor en har nærkontakt med berget.

En stor fordel ved bruk av disse dokumentasjonsmetodene vil være at det gir mulighet for forskning og formidling på andre måter. De fleste felt som dokumenteres blir ikke tilrettelagt for publikum. De digitale dataene gir imidlertid mulighet til å oppleve felt og motivene «live» i 3D.

Fordelen med de innsamlede dataene du får ved kalkering og frottage er at den viser bergkunsten/ristningene i sann størrelse (1:1 målestokk), er fysisk lagret og dermed lett tilgjengelig for forskere uten den tekniske innsikt som er nødvendig for å jobbe med dette.

Alle dokumentasjonsmetodene er nyttige måter å dokumentere bergkunst på, og vi ser at metodene supplerer hverandre i tolkningen av figurer og felt. Det kan være at en metode avdekker noe, som en annen ikke gjør. Det er derfor viktig at en benytter seg av flere metoder for å samle inn mest mulig informasjon. Det er viktig å være oppdatert og benytte nye digitale metoder, men slik det er i dag er vi skeptisk til at det skal erstatte og være styrende for dokumentasjonen. De fungerer imidlertid utmerket et supplement ved en dokumentasjon, og sammen gir alle metodene en bedre forståelse av bergkunstfeltene.

På grunnlag av resultatet i vår undersøkelse mener vi at det kan argumenteres for at en fortsatt bør bruke de tradisjonelle metodene aktivt. Vi mener at 3D-skanning og fotogrammetri, med de nevnte utfordringene, ikke er tilstrekkelig utviklet til å erstatte de fra de tradisjonelle metodene enda. Det er heller ikke sikkert det bør være et mål å begrense det metodiske arbeidet til en metode, men heller se på hvordan hver og en av de ulike metodene kan bedres og optimaliseres.

Nærkontakten mellom bergflaten og forskeren, og det å kunne ta og føle på bergkunsten og se figurene og hvordan de fremstår ved ulike forhold kan bare oppleves i felt er viktig. Dette er sentralt for både i henhold til forståelsen og tolkningen av figurene.

Rapporten er ikke en fullstendig analyse av alle figurer, men det er trukket fram muligheter for analyse ved hjelp av ulike metoder. Kildegrunnlaget er nå sikret for videre analyse og forskning.

Litteratur

Bakka, E. 1988: *Rapport Arkeologisk serie 1988-7. Helleristningane på Hammer Beitstad, Steinkjer, Nord-Trøndelag. Granskingar i 1977 og 1981*. Rapport arkeologisk serie 1988 (7), Trondheim: Universitetet i Trondheim. Vitenskapsmuseet.

Grønnesby, G. 2006: *Helleristningene på Tessem, Beitstad, Nord-Trøndelag. Som del av en muntlig kunnskapsoverføring* (side 211-222). Samfunn, symboler og identitet – Festskrift til Gro Mandt på 70-års dagen.

Grønnesby G. 2016: *NTNU Vitenskapsmuseet arkeologisk rapport 2016:8. Kalkering av helleristninger på* Beitstad, 1997-2015.

Sognnes, K. 1987: *Bergkunsten I Stjørdal 2: Typologi og kronologi i Nedre Stjørdal*, Gunneria 56. Universitetet i Trondheim Vitenskapsmuseet

Sognnes, K. 1999: *Det levende berget*, Trondheim: Tapir forlag.

Sognnes, K. 2001: *Prehistoric Imagery and Landscapes Rock art in Stjørdal, Trøndelag, Norway*, I BAR International series 998 2001, Archeopress, Oxford

Stebergløkken, H. 2016*: Bergkunstens gestalter, typer og stiler. En metodisk og empirisk tilnærming til veidekunstens konstruksjonsmåter i et midtnorsk perspektiv*. Avhandling for graden philosophiae doctor. Trondheim: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.

Stebergløkken 2018: *Søknad på midler innen Bevaringsprogrammet for bergkunst (BERG) prosjektåret 2018*. NTNU Vitenskapsmuseet, s. 9-10. Journalnr. (ePhorte 2018/700).

Stuedal, H. V. (2014*): Notat om bekreftelse på funn av nye helleristninger ved Hammer 458/1 i Steinkjer 5. mai 2014.* Stjørdal: Bergkunstmuseet Det magiske berget

Elektroniske kilder:

Riksantikvaren:

https://www.riksantikvaren.no/Prosjekter/Bevaringsprogramma/Bevaringsprogrammet-for-bergkunst sist besøkt 24.01.19

https://www.riksantikvaren.no/Tema/Arkeologiske-kulturminner/Bergkunst sist besøkt 28.01.19

2. **Vedlegg**

Vedlegg 1 Fotoliste Da_62701
Vedlegg 2 Kalkering Da_62778_1
Vedlegg 3 Kalkering Da_62778_2
Vedlegg 4 Frottage Da_62779_1
Vedlegg 5 Frottage Da_62779_2
Vedlegg 6 Frottage Da_62779_3
Vedlegg 7 Skann Del 1
Vedlegg 8 Skann Del 2
Vedlegg 9 Skann Del 3
Vedlegg 10 Skann Del 4
Vedlegg 11 Skann Del 5
Vedlegg 12 Skann Del 6
Vedlegg 13 Skann Del 7
Vedlegg 14 Skann Del 8
Vedlegg 15 Skann Del 9
Vedlegg 16 Processing Report

Vedlegg 1 Fotoliste Da_62701

Drone

fotokort_id	Filnavn	Motiv	Sett mot	Fotograf	Opptaksdato
382929	Da_62776_001.JPG	Oversikt Hammer IX og område		Øyvind Ødegård	10.10.2018
382930	Da_62776_002.JPG	Oversikt Hammer IX og område		Øyvind Ødegård	10.10.2018
382931	Da_62776_003.JPG	Oversikt Hammer IX og område		Øyvind Ødegård	10.10.2018
382932	Da_62776_004.JPG	Oversikt Hammer IX og område		Øyvind Ødegård	10.10.2018
382934	Da_62776_005.JPG	Oversikt Hammer IX og område		Øyvind Ødegård	10.10.2018
382935	Da_62776_006.JPG	Oversikt Hammer IX og område		Øyvind Ødegård	10.10.2018
382936	Da_62776_007.JPG	Oversikt Hammer IX og område		Øyvind Ødegård	10.10.2018
382937	Da_62776_008.JPG	Oversikt Hammer IX og område		Øyvind Ødegård	10.10.2018
382938	Da_62776_009.JPG	Oversikt Hammer IX og område		Øyvind Ødegård	10.10.2018
382939	Da_62776_010.JPG	Oversikt Hammer IX og område		Øyvind Ødegård	10.10.2018
382940	Da_62776_011.JPG	Oversikt Hammer IX og område		Øyvind Ødegård	10.10.2018
382941	Da_62776_012.JPG	Oversikt Hammer IX og område		Øyvind Ødegård	10.10.2018
382942	Da_62776_013.JPG	Oversikt Hammer IX og område		Øyvind Ødegård	10.10.2018
382943	Da_62776_014.JPG	Oversikt Hammer IX og område		Øyvind Ødegård	10.10.2018
382944	Da_62776_015.JPG	Oversikt Hammer IX og område		Øyvind Ødegård	10.10.2018

Fotogrammetri

fotokort_id	Filnavn	Motiv	Sett mot	Fotograf	Opptaksdato
383076	Da_62777.JPG	Ortofoto Da_62777_001 (_002-1496)	NNV	James Dodd	14.09.2018

3D-skanning

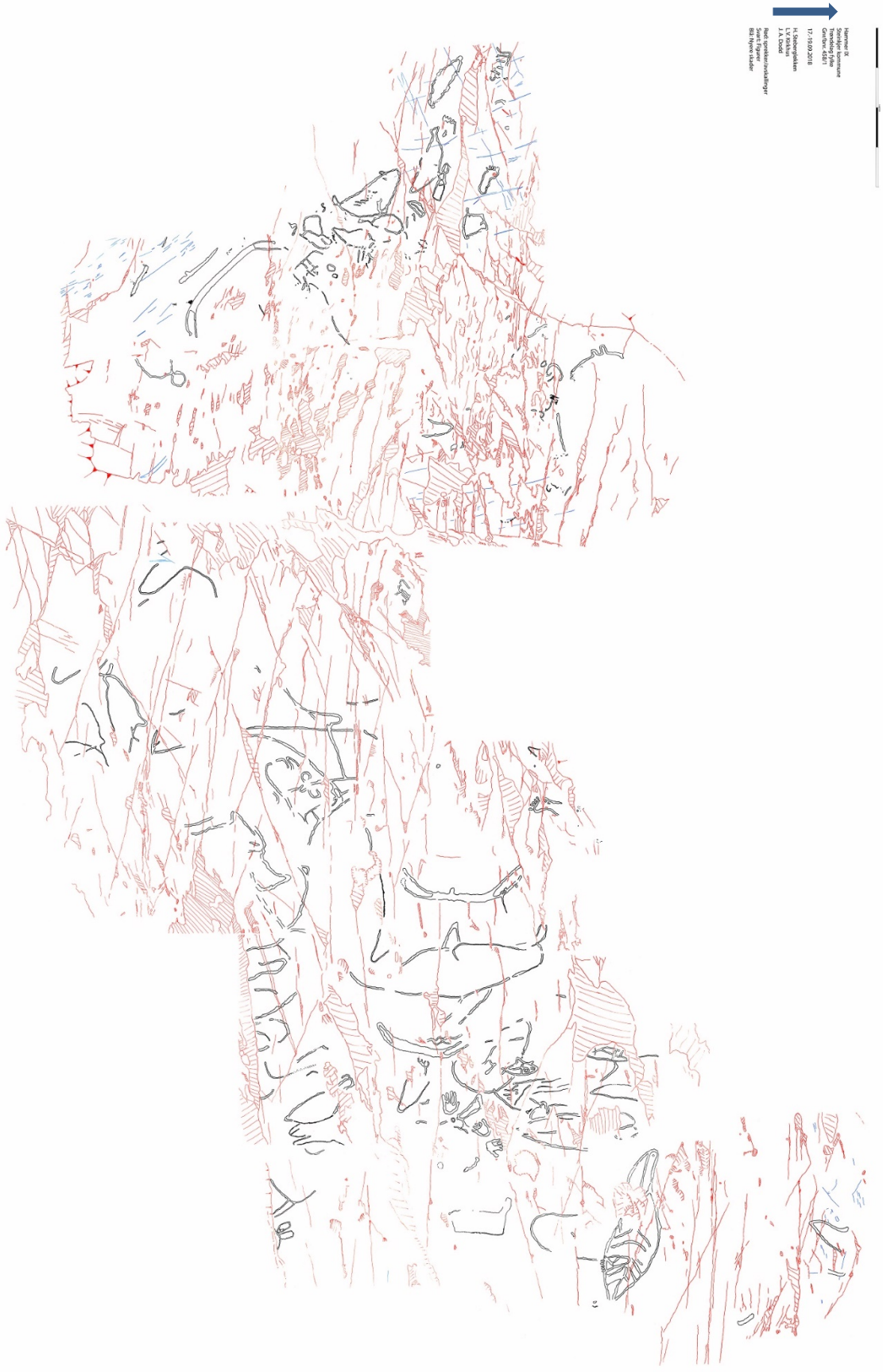
fotokort_id	Filnavn	Motiv	Sett mot	Fotograf	Opptaksdato
382980	Da_62784_001.JPG	Del 1: Fugl, hval, hjortspringbåt, fisk med indre mønster		Daniel Gimse Elstad	13.09.2018
382981	Da_62784_002.JPG	Del 2: Fisk med indre mønster, hval med indre mønster		Daniel Gimse Elstad	13.09.2018
382982	Da_62784_003.JPG	Del 3: Elg og elgører, 3 Håndflater, hval med elgører, fisk med indre mønster		Daniel Gimse Elstad	13.09.2018
382983	Da_62784_004.JPG	Del 4: Hval med elgører, hval med indre mønster, HvalFuglFot		Daniel Gimse Elstad	13.09.2018
382984	Da_62784_005.JPG	Del 5: Hjortspringbåt, fotspor		Daniel Gimse Elstad	13.09.2018
382985	Da_62784_006.JPG	Del 6: Hvalfigurer		Daniel Gimse Elstad	13.09.2018
382986	Da_62784_007.JPG	Del 7: Ubestemmelig figur, del av stor Hjortspringbåt, slipespor, halv hvalfigur		Daniel Gimse Elstad	13.09.2018
382987	Da_62784_008.JPG	Del 8: Stor Hjortspringbåt, hvalfigurer, veideristningsbåt, fotspor		Daniel Gimse Elstad	13.09.2018
382988	Da_62784_009.JPG	Del 9: Ny hvalfigur med indre mønster, elghode og ører		Daniel Gimse Elstad	13.09.2018

Foto

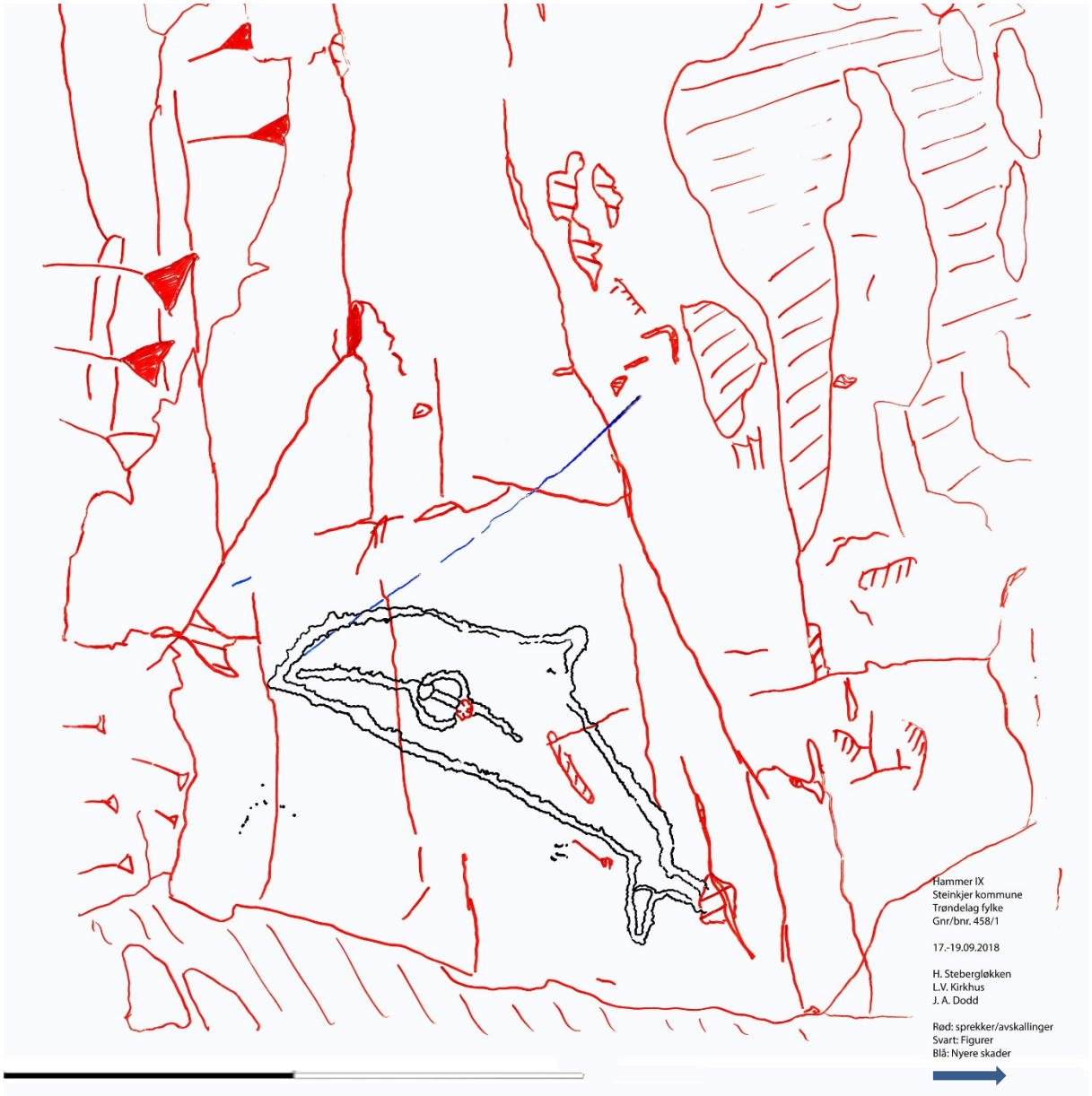
fotokort_id	Filnavn	Motiv	Sett	Fotograf	Opptaksd
382239	DA_62701_014.TIF	Hvalfigur vestlig del av felt, etter kosting	N	Lene. V. Kirkhus	11.09.2018
382058	Da_62701_001.TIF	Hjortspringbåt dokumentert av Bakka	N	Lene. V. Kirkhus	11.09.2018
382059	Da_62701_002.TIF	Fotsåler	SV	Lene. V. Kirkhus	11.09.2018
382060	Da_62701_003.TIF	hva/fugl/fot	V	Lene. V. Kirkhus	11.09.2018
382061	Da_62701_004.TIF	Dronefoto	V	Øvind Ødegaard	10.10.2018
382062	Da_62701_005.TIF	Hammer 9 ved ankomst	S	Lene V. Kirkhus	10.09.2018
382063	Da_62701_006.TIF	Hammer 9 ved ankomst	NV	Lene V. Kirkhus	10.09.2018
382064	Da_62701_007.TIF	Hammer 9 ved ankomst	N	Lene V. Kirkhus	10.09.2018
382065	Da_62701_008.TIF	Hammer 9 ved ankomst	Ø	Lene V. Kirkhus	10.09.2018
382066	Da_62701_009.TIF	Synlig bergflate ved ankomst	V	Lene V. Kirkhus	10.09.2018
382067	Da_62701_010.TIF	Synlig bergflate ved ankomst	Ø	Lene V. Kirkhus	10.09.2018
382068	Da_62701_011.TIF	Heidrun avtorver	NØ	Lene V. Kirkhus	10.09.2018
382069	Da_62701_012.TIF	Heidrun koster berg	NØ	Lene V. Kirkhus	11.09.2018
382070	Da_62701_013.TIF	Heidrun koster berg	Ø	Lene V. Kirkhus	11.09.2018
382072	Da_62701_015.TIF	Fugl/fotsål/hvalfigur i østre del av felt	V	Lene V. Kirkhus	11.09.2018
382073	Da_62701_016.TIF	Fisk lengst vest i felt	NV	Lene V. Kirkhus	11.09.2018
382074	Da_62701_017.TIF	Båtfigur vestre del av felt	N	Lene V. Kirkhus	11.09.2018
382075	Da_62701_018.TIF	Slipespor	N	Lene V. Kirkhus	11.09.2018
382076	Da_62701_019.TIF	Fotsåler	V	Lene V. Kirkhus	11.09.2018
382077	Da_62701_020.TIF	Båtfigur østre del av felt	NV	Lene V. Kirkhus	11.09.2018
382078	Da_62701_021.TIF	Liten hvalfigur og flere figurer	V	Lene V. Kirkhus	11.09.2018
382079	Da_62701_022.TIF	Håndflater	V	Lene V. Kirkhus	11.09.2018
382080	Da_62701_023.TIF	Håndflater	V	Lene V. Kirkhus	11.09.2018
382081	Da_62701_024.TIF	Oversikt østre del av felt	V	Lene V. Kirkhus	11.09.2018
382082	Da_62701_025.TIF	Oversikt østre del av felt	V	Lene V. Kirkhus	11.09.2018
382083	Da_62701_026.TIF	Fugl/fotsål/hvalfigur i østre del av felt	V	Lene V. Kirkhus	11.09.2018
382084	Da_62701_027.TIF	Veideristningsbåt	V	Lene V. Kirkhus	11.09.2018
382085	Da_62701_028.TIF	Oversikt felt	VSV	Lene V. Kirkhus	11.09.2018
382086	Da_62701_029.TIF	Oversikt etter rensing	N	Lene V. Kirkhus	11.09.2018
382087	Da_62701_030.TIF	Oversikt etter rensing	SV	Lene V. Kirkhus	11.09.2018
382088	Da_62701_031.TIF	Etter avtorving og avgrensing mot nord arb. Bilde	V	Lene V. Kirkhus	12.09.2018
382089	Da_62701_032.TIF	Etter avtorving og avgrensing mot nord arb. Bilde	N	Lene V. Kirkhus	12.09.2018
382090	Da_62701_033.TIF	Hvalfigur øverst (i nord) på feltet	VSV	Lene V. Kirkhus	12.09.2018
382091	Da_62701_034.TIF	Hvalfigur øverst (i nord) på feltet	VSV	Lene V. Kirkhus	12.09.2018

382092	Da_62701_035.TIF	Arbeidsbilde, utfordring med å sette opp telt	S	Heidrun Stebergløkken	13.09.2018
382093	Da_62701_036.TIF	Arbeidsbilde, Daniel skanner felt, Targetspoints hvit	V	Heidrun Stebergløkken	13.09.2018
382094	Da_62701_037.TIF	Arbeidsbilde, James fester på Target Points	N	Heidrun Stebergløkken	13.09.2018
382095	Da_62701_038.TIF	Arbeidsbilde, James, Heidrun og Daniel	NØ	Lene V. Kirkhus	13.09.2018
382096	Da_62701_039.TIF	Arbeidsbilde, James og Daniel skanner	V	Lene V. Kirkhus	13.09.2018
382097	Da_62701_040.TIF	Arbeidsbilde, Alle deltar i scanning	N	Lene V. Kirkhus	13.09.2018
382098	Da_62701_041.TIF	Target Points	S	Lene V. Kirkhus	13.09.2018
382099	Da_62701_042.TIF	Arbeidsbilde, oppsetting av telt, klargjøring frottage	NV	Lene V. Kirkhus	17.09.2018
382100	Da_62701_043.TIF	Arbeidsbilde, klargjøring for frottage	SV	Lene V. Kirkhus	17.09.2018
382101	Da_62701_044.TIF	Arbeidsbilde, James gjør frottage	SV	Lene V. Kirkhus	17.09.2018
382102	Da_62701_045.TIF	Arbeidsbilde, James og Heidrung gjør Frottage	N	Lene V. Kirkhus	17.09.2018
382103	Da_62701_046.TIF	Frottage, hender og båt	V	Heidrun Stebergløkken	17.09.2018
382104	Da_62701_047.TIF	Arbeidsbilde, James gjør frottage	NV	Lene V. Kirkhus	17.09.2018
382105	Da_62701_048.TIF	Nattlysing, båtfigur	VSV	Lene V. Kirkhus	17.09.2018
382106	Da_62701_049.TIF	Nattlysing, hender	VSV	Lene V. Kirkhus	17.09.2018
382107	Da_62701_050.TIF	Nattlysing, veideristningsbåt	NV	Lene V. Kirkhus	17.09.2018
382108	Da_62701_051.TIF	Nattlysing, båt og hval	SV	Lene V. Kirkhus	17.09.2018
382109	Da_62701_052.TIF	Nattlysing, båt og hval	NV	Lene V. Kirkhus	17.09.2018
382110	Da_62701_053.TIF	Nattlysing, båtfigur	V	Lene V. Kirkhus	17.09.2018
382111	Da_62701_054.TIF	Nattlysing, båtfigur og mønster	V	Lene V. Kirkhus	17.09.2018
382112	Da_62701_055.TIF	Nattlysing, Hval/fugl/fot	V	Lene V. Kirkhus	17.09.2018
382113	Da_62701_056.TIF	Nattlysing, hvalfigur	V	Lene V. Kirkhus	17.09.2018
382114	Da_62701_057.TIF	Nattlysing, Handflate	V	Lene V. Kirkhus	17.09.2018
382115	Da_62701_058.TIF	Nattlysing, mønster, båt	NV	Lene V. Kirkhus	17.09.2018
382116	Da_62701_059.TIF	Arbeidsbilde, Heidrun kalkerer	NV	Lene V. Kirkhus	18.09.2018
382117	Da_62701_060.TIF	Arbeidsbilde, felt	Ø	Lene V. Kirkhus	18.09.2018
382118	Da_62701_061.TIF	Kalkering, hvalfigur	NØ	James Dodd	18.09.2018
382119	Da_62701_062.TIF	Kalkering, båt vestre del	N	James Dodd	19.09.2018
382120	Da_62701_063.TIF	Kalkering, hval vestre del	N	James Dodd	19.09.2018
382121	Da_62701_064.TIF	Situasjon, felt og telt	NNØ	Lene V. Kirkhus	19.09.2018
382122	Da_62701_065.TIF	Situasjon, tilstand i vær og vind (hval/fugl/fot)	VSV	Lene V. Kirkhus	19.09.2018
382123	Da_62701_066.TIF	Ny figur i østre del av felt	SØ	Lene V. Kirkhus	19.09.2018
382124	Da_62701_067.TIF	Fotfigur i sollys	S	Lene V. Kirkhus	19.09.2018
382125	Da_62701_068.TIF	Arbeidsbilde, James kalkerer	S	Lene V. Kirkhus	19.09.2018
382126	Da_62701_069.TIF	Arbeidsbilde, James dokumenterer kalkering vestre del	S	Lene V. Kirkhus	19.09.2018
382128	Da_62701_070.TIF	Fotfigur	SØ	Lene V. Kirkhus	19.09.2018
382130	Da_62701_071.TIF	Tilstand telt ved frottage	S	Lene V. Kirkhus	20.09.2018
382132	Da_62701_072.TIF	Frottage, båtfigur	N	James Dodd	20.09.2018
382134	Da_62701_073.TIF	Frottage, hvalfigur	N	James Dodd	20.09.2018
382136	Da_62701_074.TIF	Frottage, hvalfigur	NV	Lene V. Kirkhus	20.09.2018
382138	Da_62701_075.TIF	Frottage, hvalfigur	V	Lene V. Kirkhus	20.09.2018
382140	Da_62701_076.TIF	Arbeidsbilde, James fikserer frottage med gress	VNV	Lene V. Kirkhus	20.09.2018
382142	Da_62701_077.TIF	Frottage, hval/fugl/fot	V	Lene V. Kirkhus	20.09.2018
382144	Da_62701_078.TIF	Øyvind måler felt	S	Lene V. Kirkhus	10.10.2018
382146	Da_62701_079.TIF	Oversikt over Hammer	Ø	Lene V. Kirkhus	10.10.2018
382148	Da_62701_080.TIF	Øyvind styrer drone over feltet	N	Lene V. Kirkhus	10.10.2018
382150	Da_62701_081.TIF	Øyvind styrer drone over feltet	N	Lene V. Kirkhus	10.10.2018

Vedlegg 2 Kalkering Da_62778_1

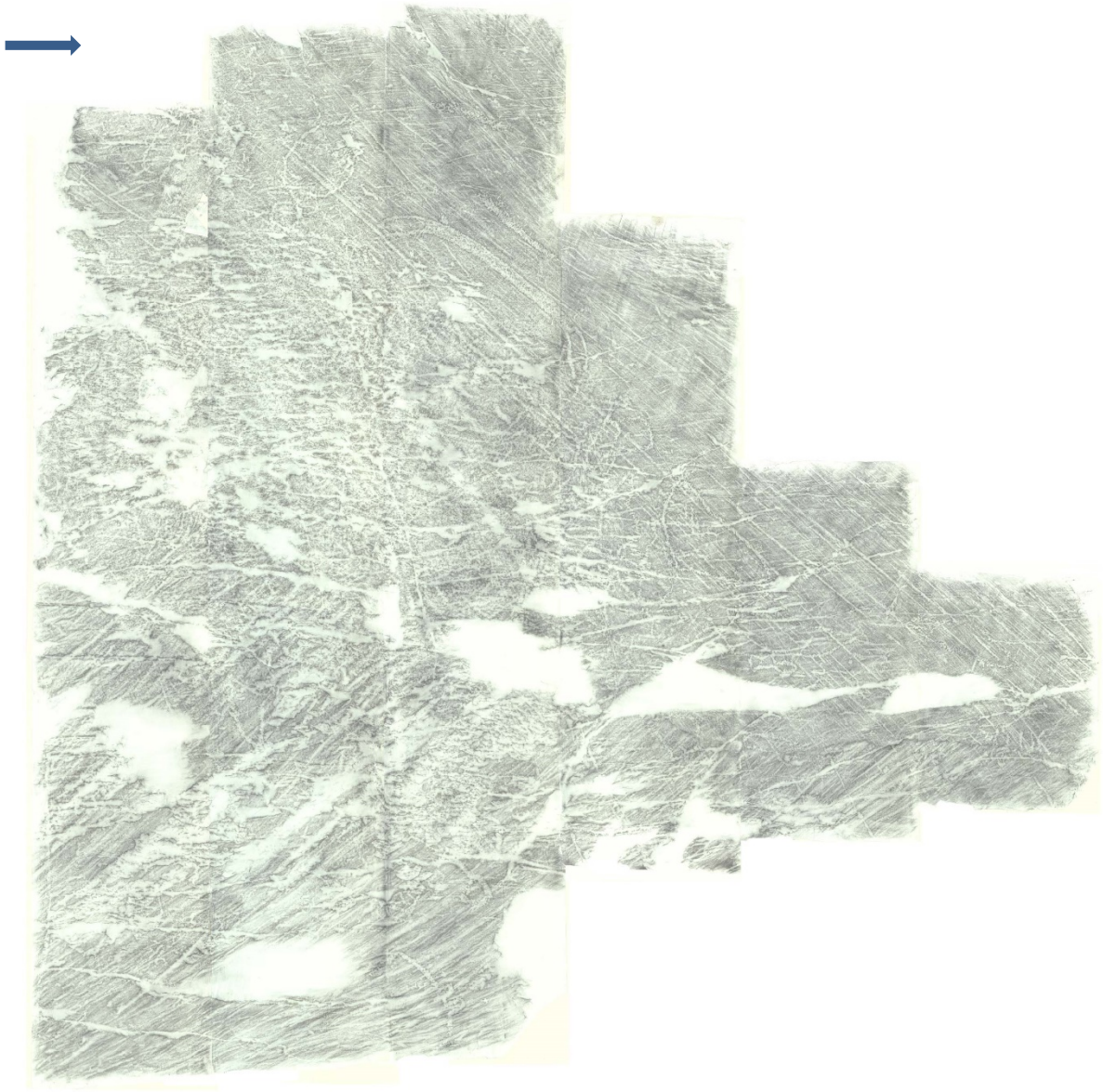


Vedlegg 3 Kalkering Da_62778_2

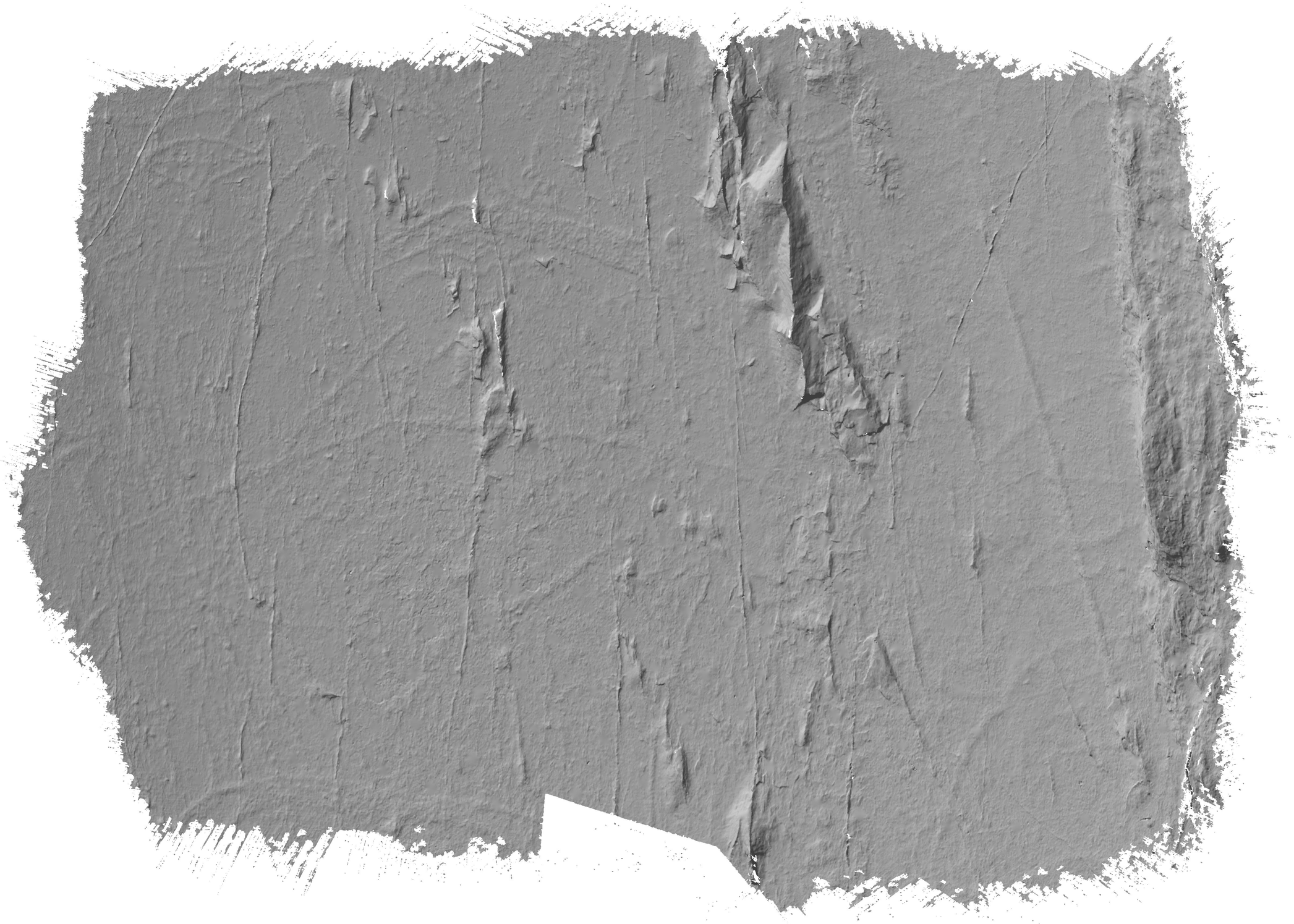


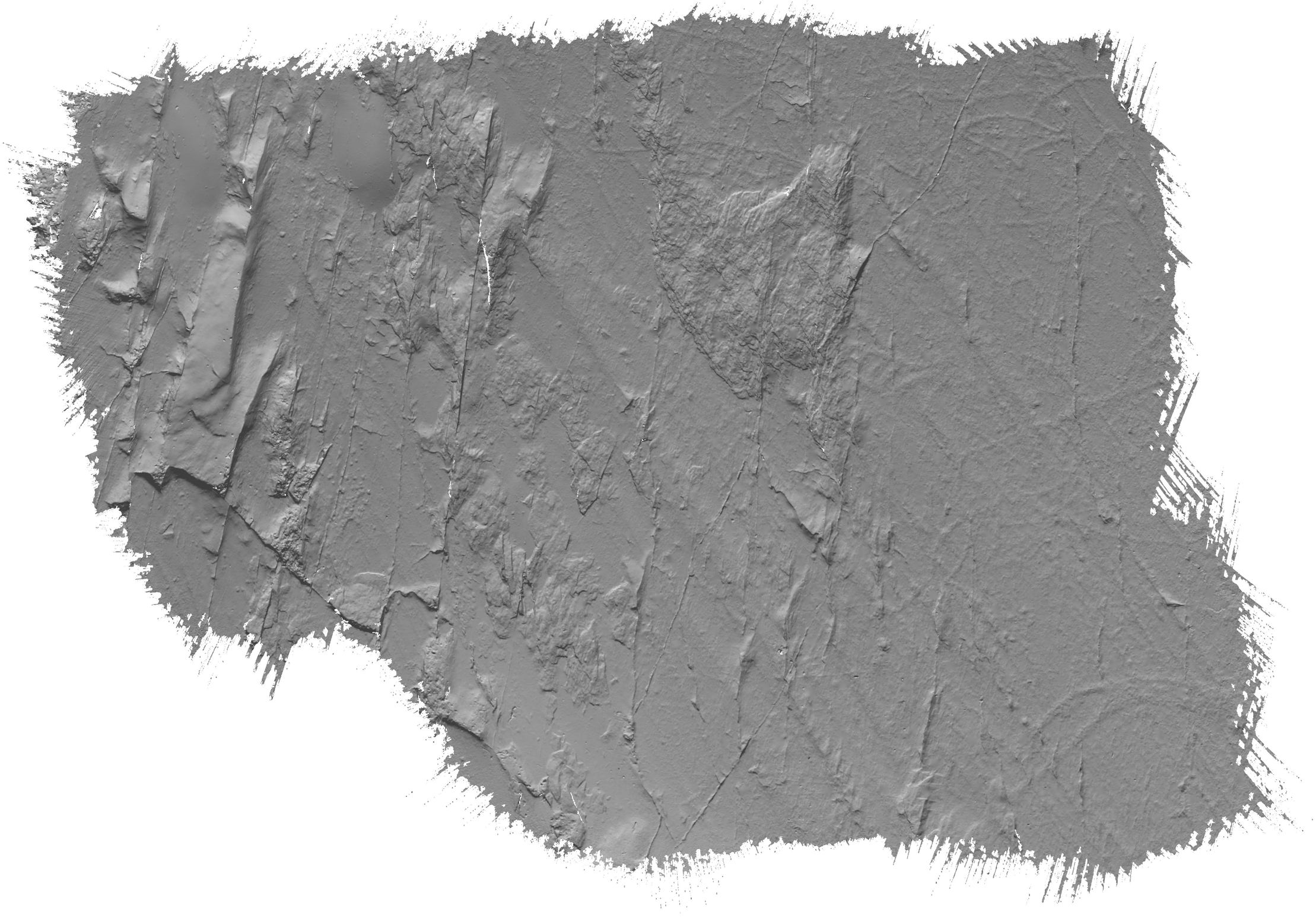
Vedlegg 4 Frottage Da_62779_1

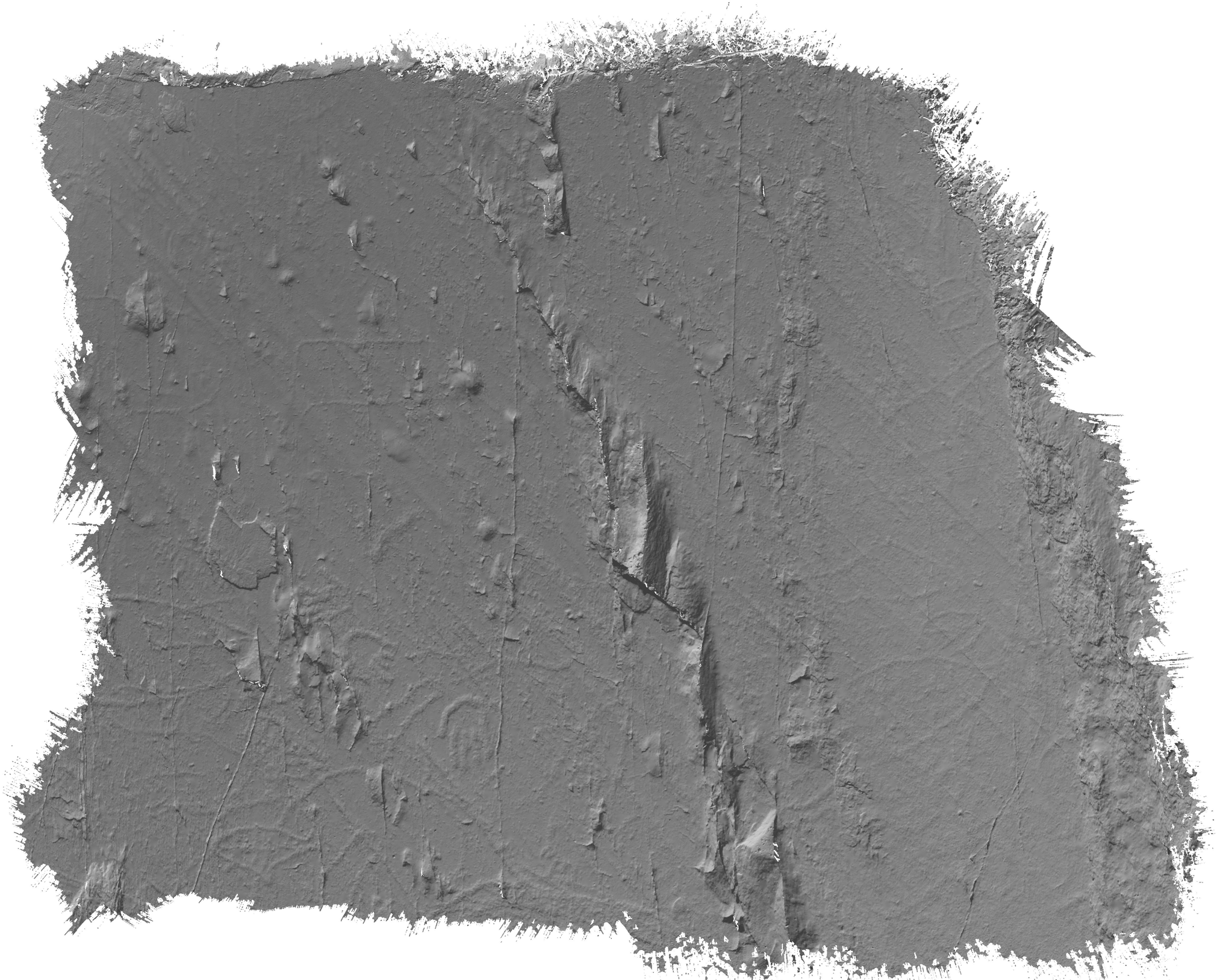
Vedlegg 5 Frottage Da_62779_2

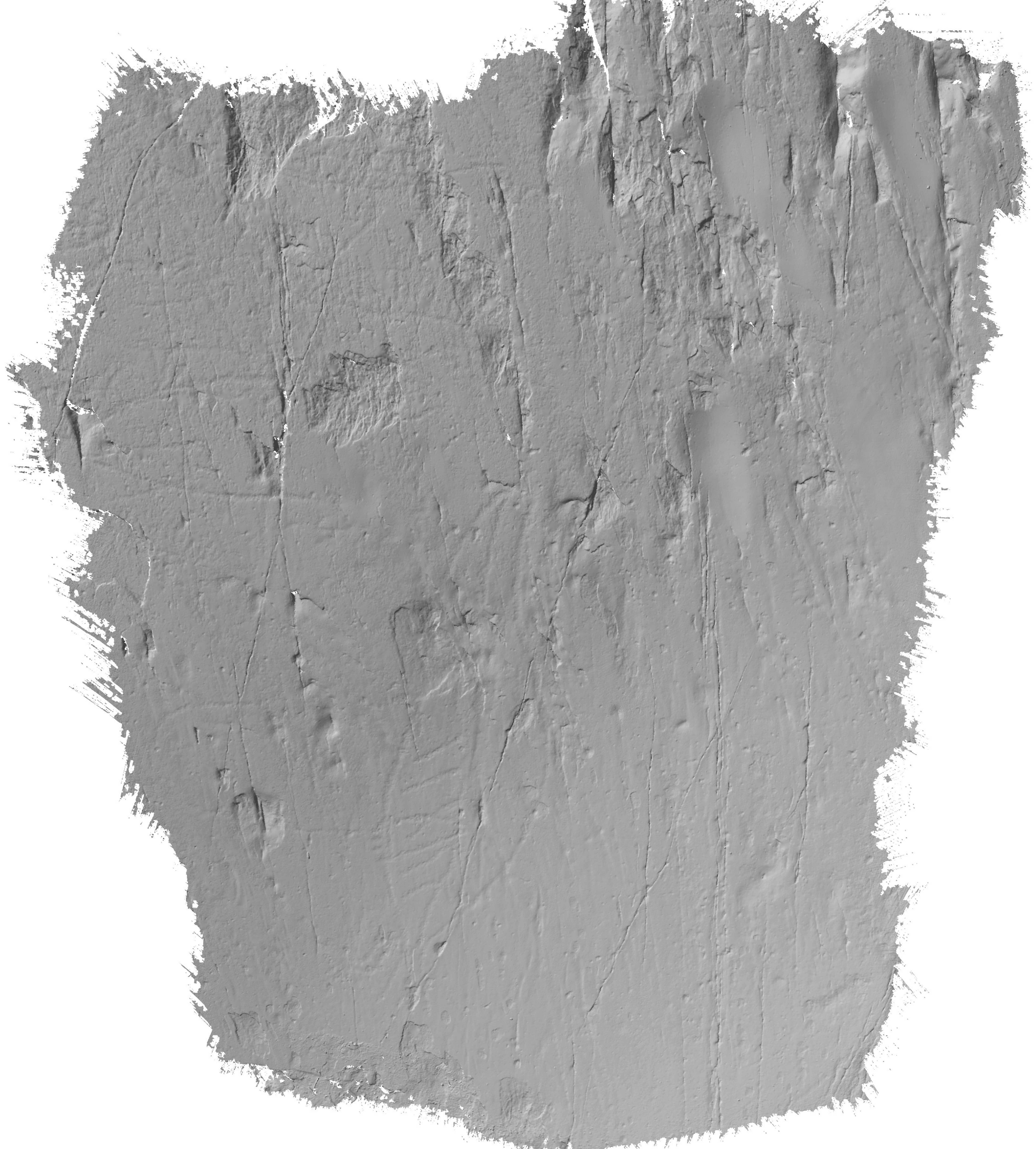


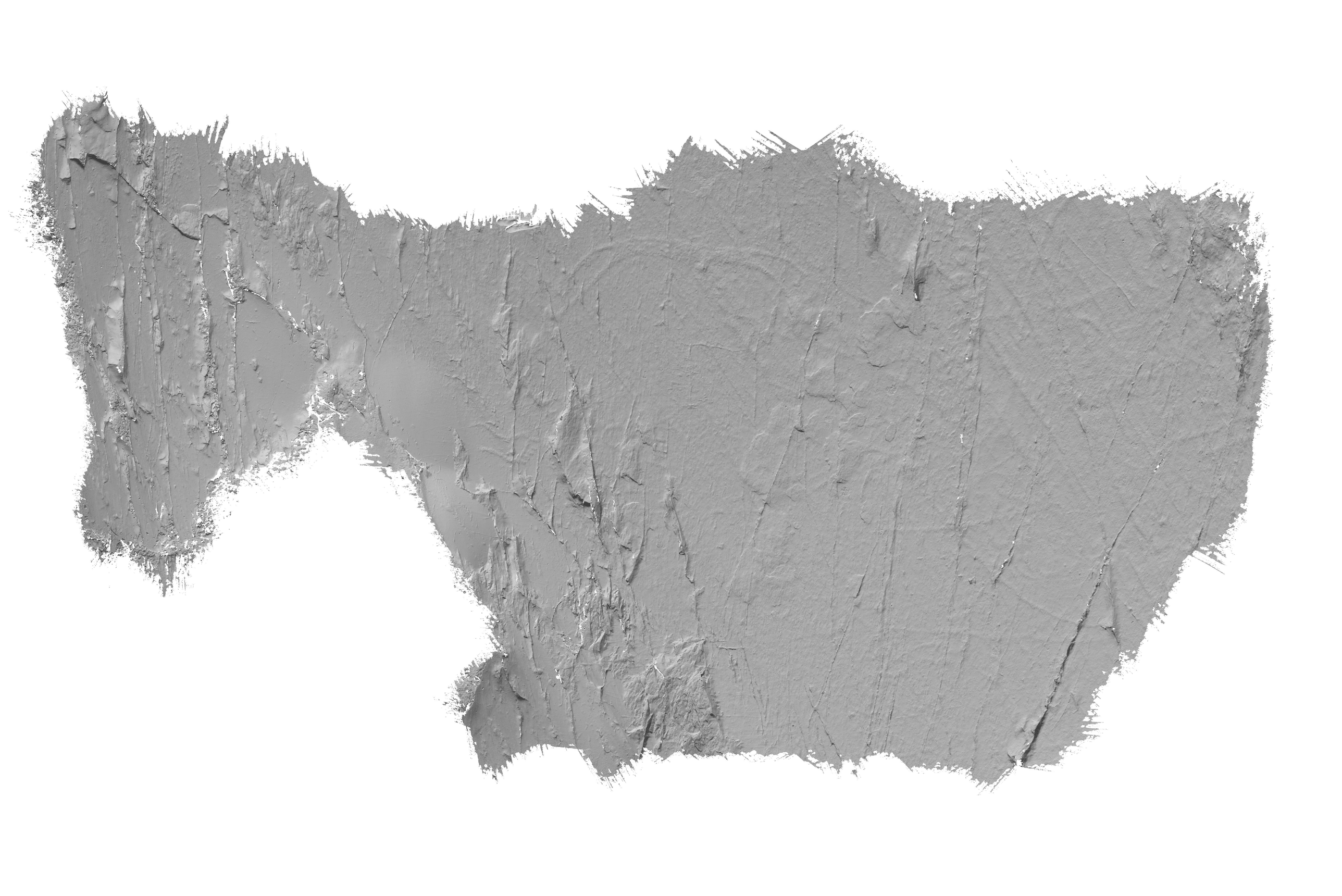
Vedlegg 6 Frottage Da_62779_3

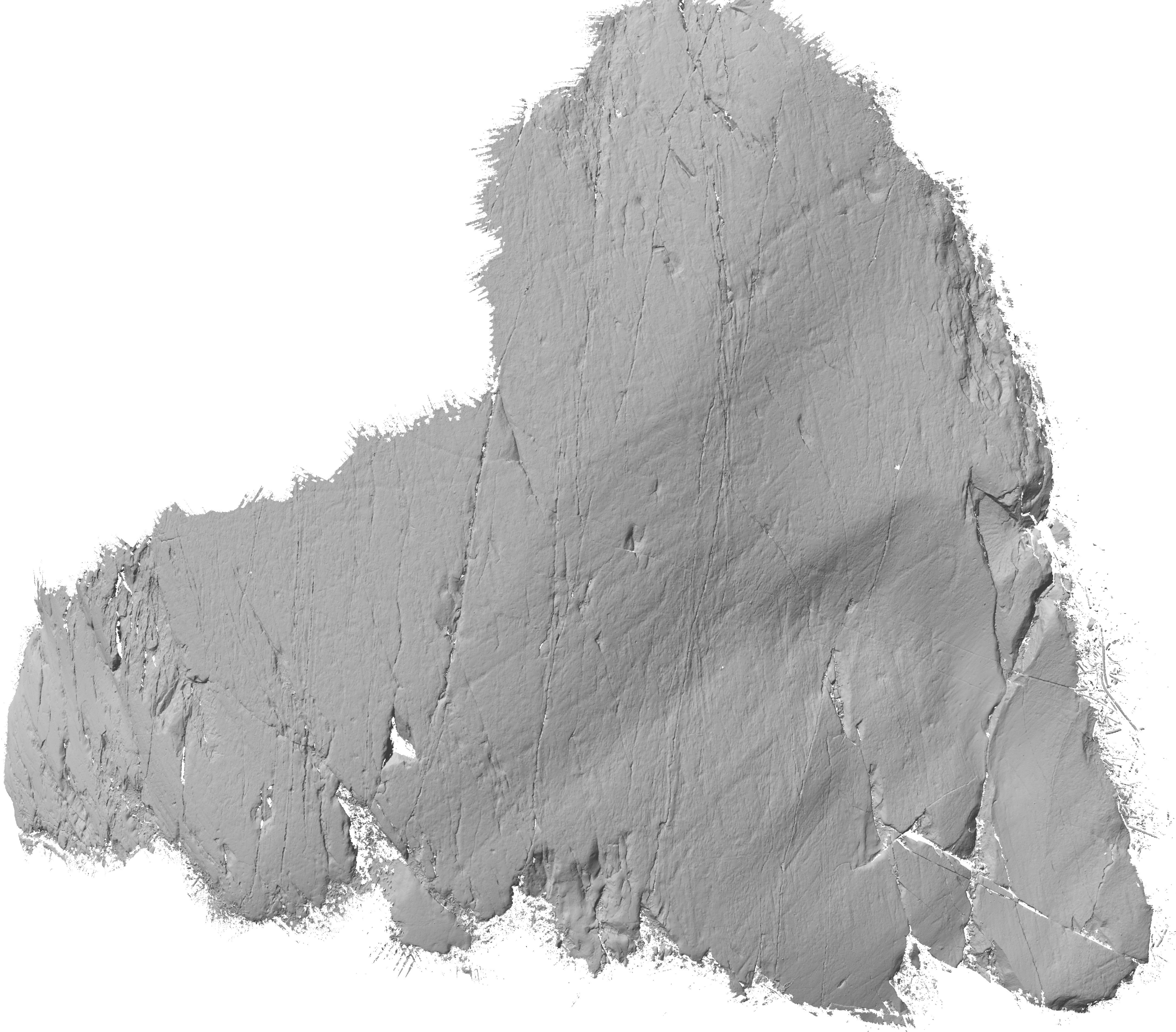


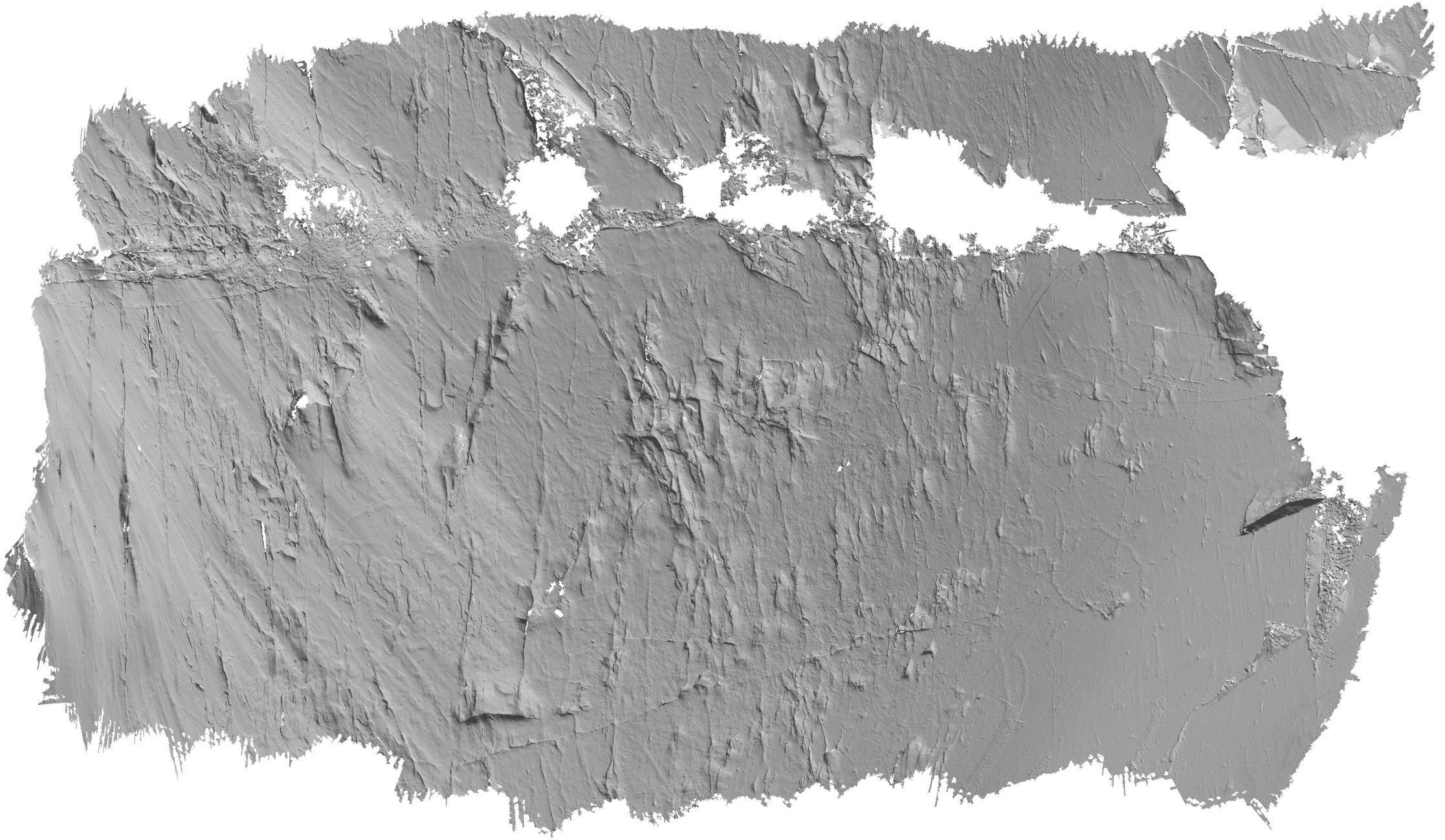


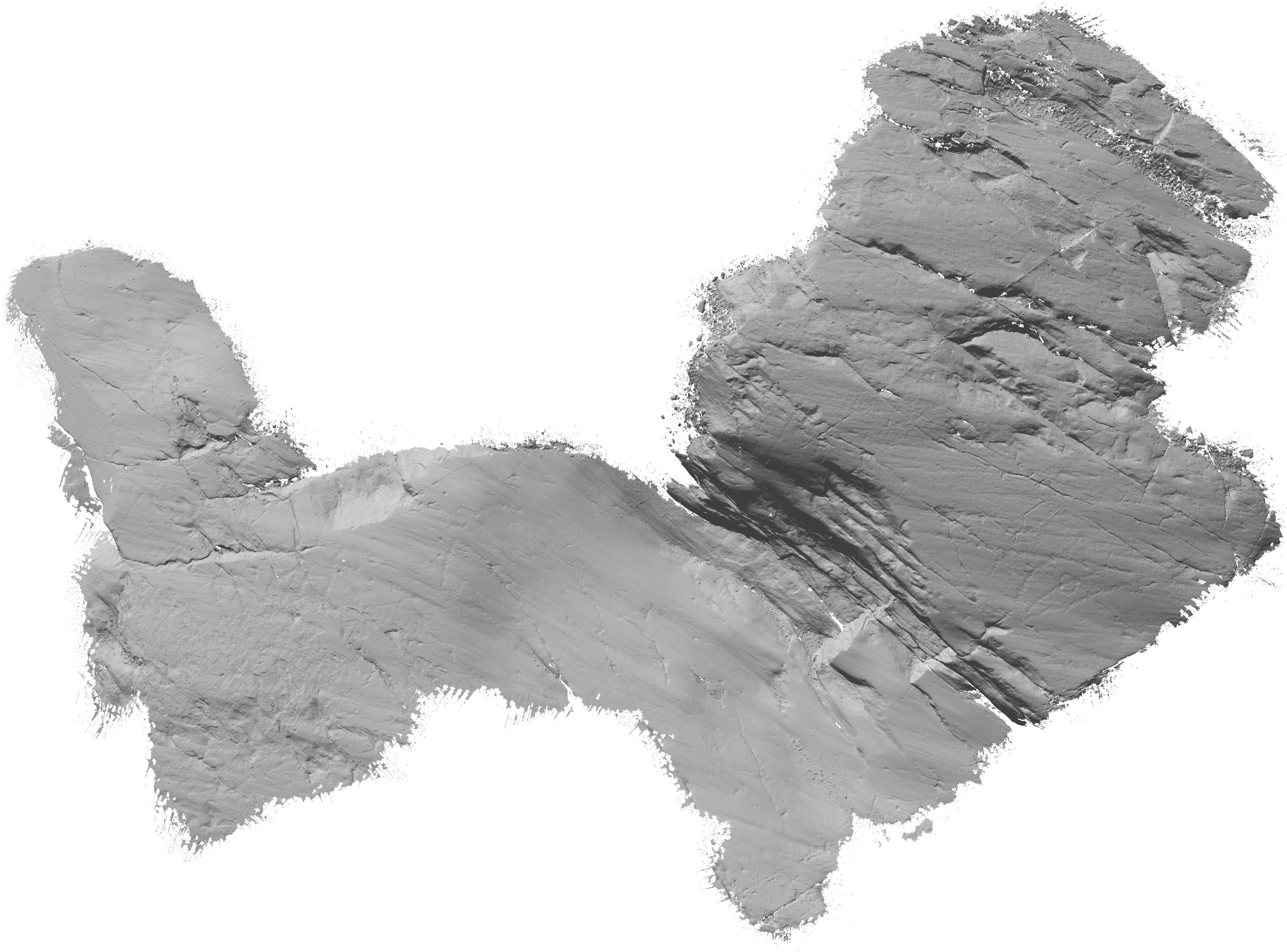












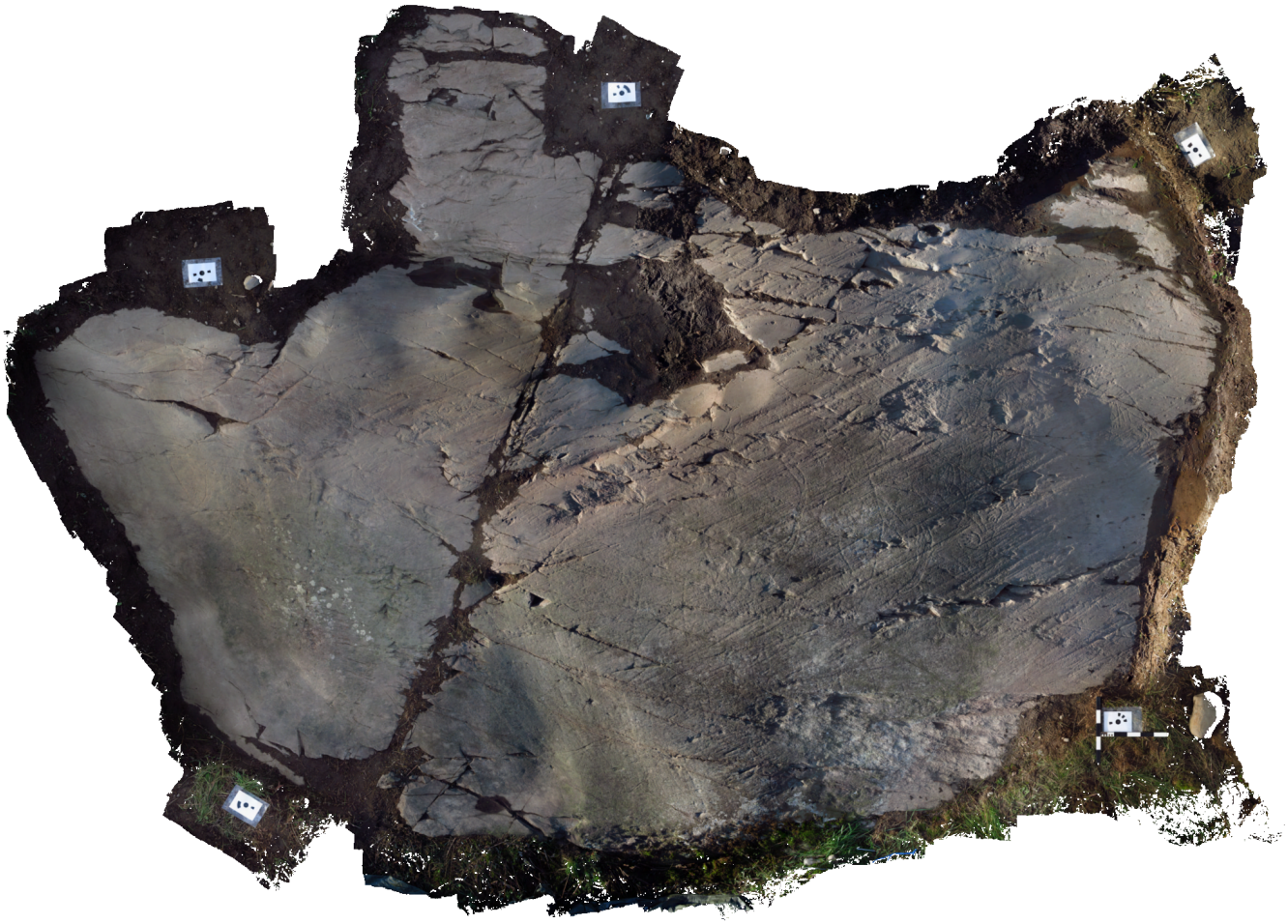
36555-1, Hammer IX, Steinkjer k.

Medium Quality
Processing Report

James Dodd, Aarhus University in collaboration with NTNU-Vitenskapsmuseet

Processed on the Danish National High Performance Computer, Abacus 2.0, part of the Danish e-Infrastructure Collaboration (DeIC).

16 September 2018



Survey Data

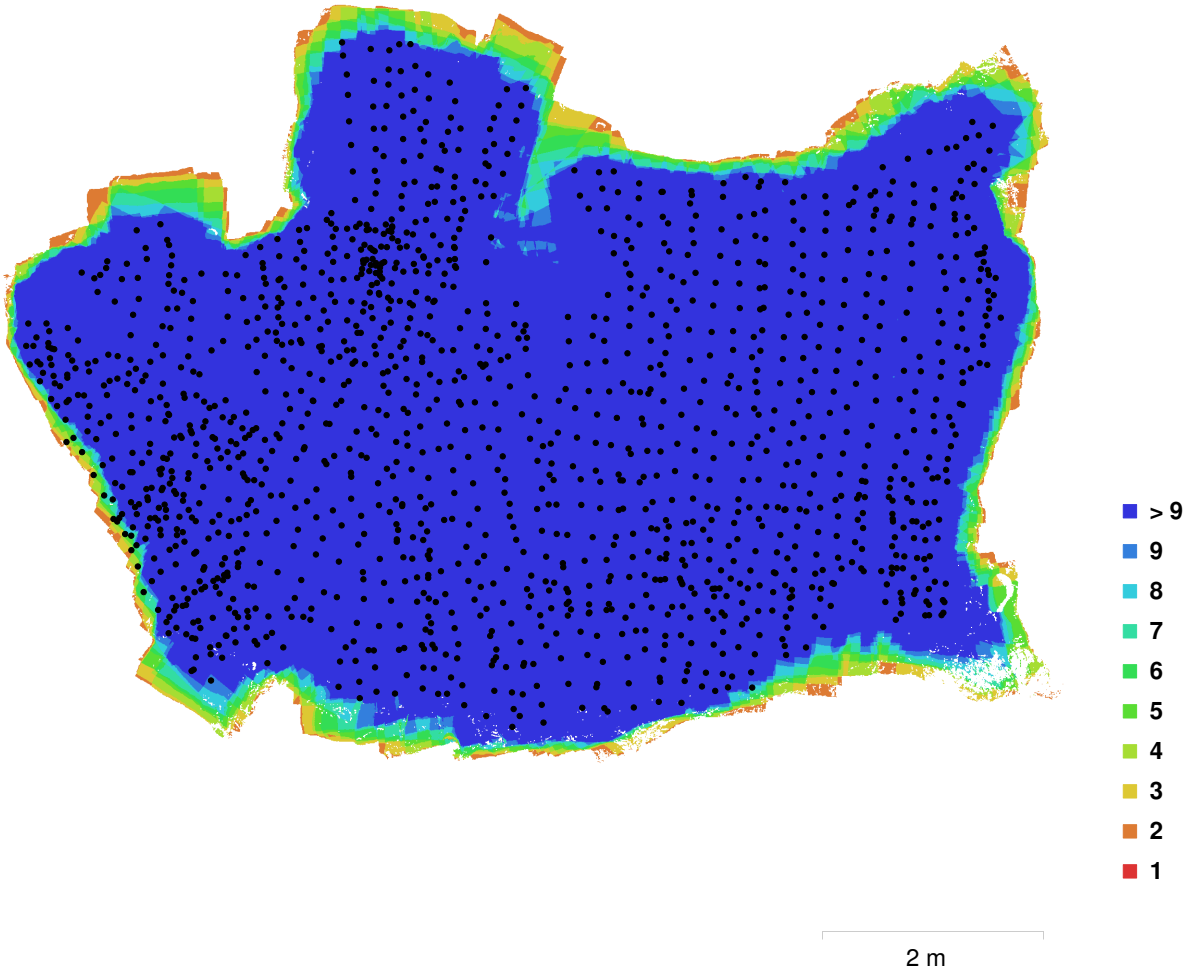


Fig. 1. Camera locations and image overlap.

Number of images:	1,495	Camera stations:	1,495
Flying altitude:	88.5 cm	Tie points:	180,642
Ground resolution:	0.23 mm/pix	Projections:	1,824,973
Coverage area:	46.8 sq m	Reprojection error:	0.869 pix

Camera Model	Resolution	Focal Length	Pixel Size	Precalibrated
Canon PowerShot SX150 IS (5 mm)	4320 x 3240	5 mm	1.43 x 1.43 um	No

Table 1. Cameras.

Camera Calibration

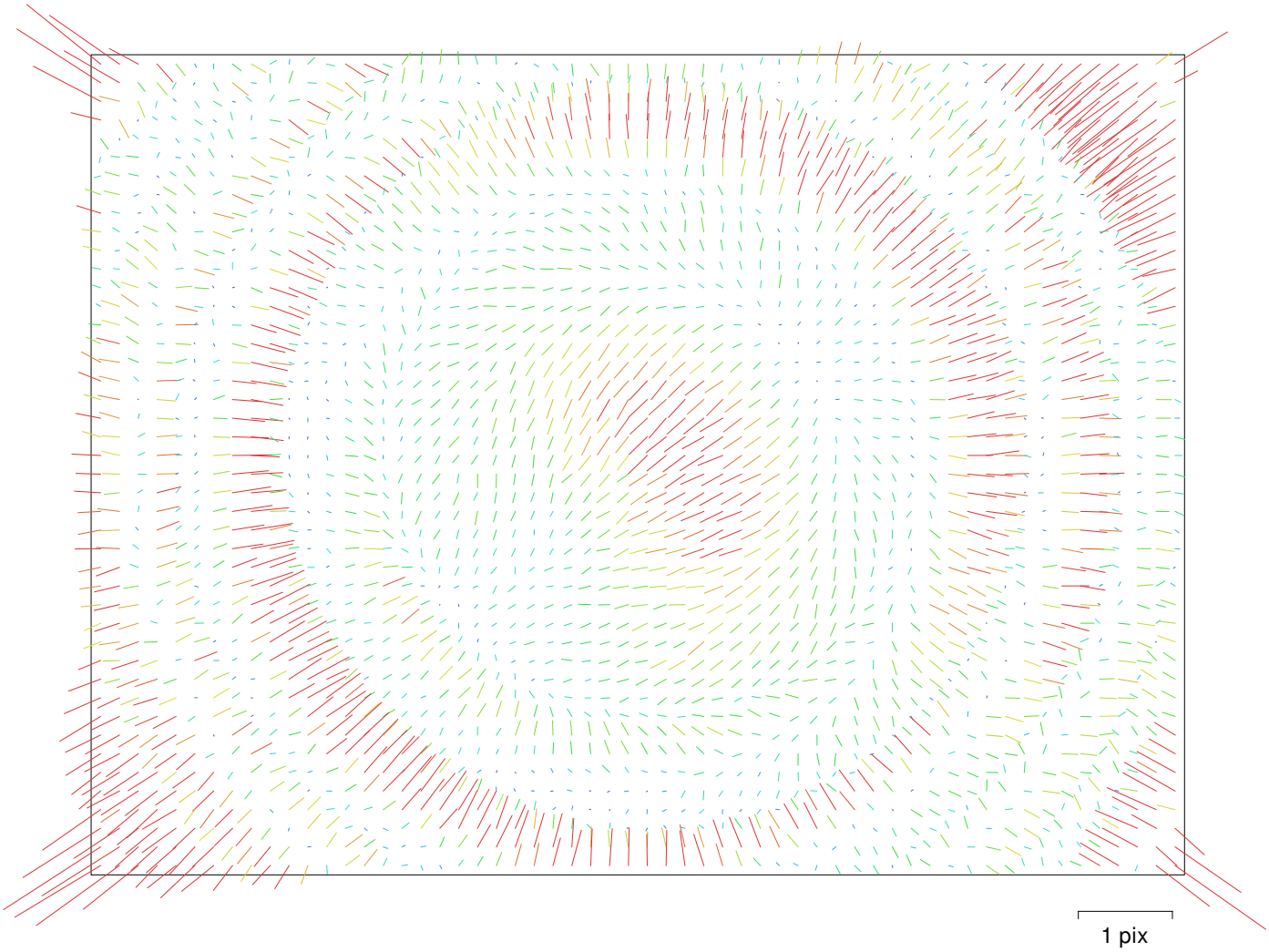


Fig. 2. Image residuals for Canon PowerShot SX150 IS (5 mm).

Canon PowerShot SX150 IS (5 mm)

1495 images

Resolution	Focal Length	Pixel Size	Precalibrated
4320 x 3240	**5 mm**	**1.43 x 1.43 um**	**No**

Type:	Frame	F:	3577.69
Cx:	-12.3362	B1:	-0.0507186
Cy:	28.1977	B2:	-0.610889
K1:	-0.0751239	P1:	0.000278793
K2:	0.0909433	P2:	0.000511114
K3:	-0.173005	P3:	0
K4:	0.155673	P4:	0

Ground Control Points

Fig. 3. GCP locations.

Label	XY error (m)	Z error (m)	Error (m)	Projections	Error (pix)
point 1	0.00150179	0.000390689	0.00155178	22	0.224
point 2	0.00103638	-0.000207152	0.00105688	22	0.028
point 3	0.000313191	-8.21433e-05	0.000323784	22	0.282
point 4	0.000462749	-0.000435351	0.000635348	22	0.060
point 5	0.00044032	0.000369862	0.000575047	20	0.151
point 6	0.00069755	-0.000165519	0.000716919	20	0.069
point 7	0.000341892	0.000141643	0.000370072	20	0.577
point 8	0.000466133	0.000138228	0.000486197	25	0.501
point 9	0.00124156	-0.000151573	0.00125078	25	0.474

Label	XY error (m)	Z error (m)	Error (m)	Projections	Error (pix)
Total	**0.000829846**	**0.000262079**	**0.000870247**		**0.334**

Table 2. Control points.

Digital Elevation Model

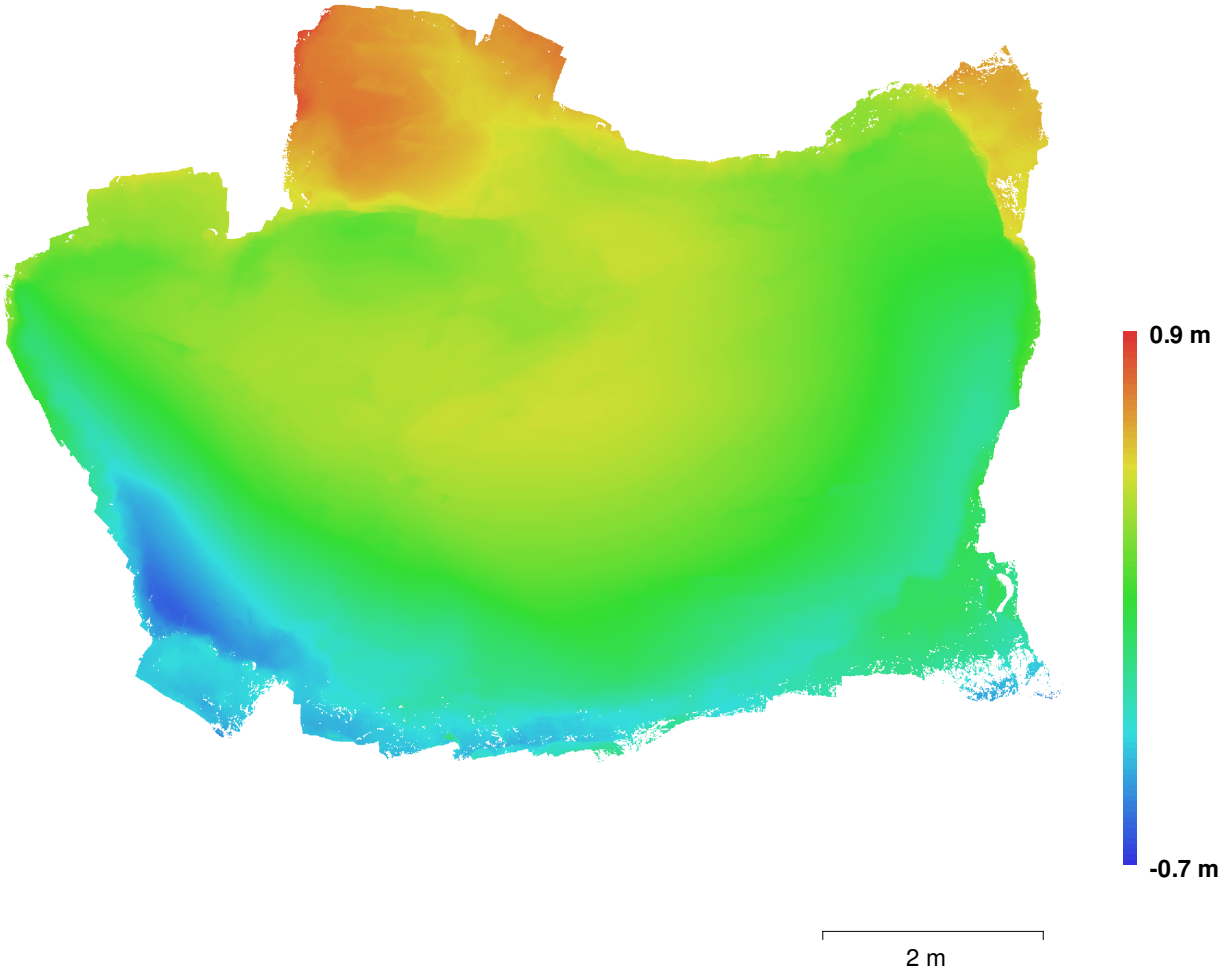


Fig. 4. Reconstructed digital elevation model.

Resolution:	0.921 mm/pix
Point density:	1.17802e+06 points per sq m

Processing Parameters

General	
Cameras	1495
Aligned cameras	1495
Markers	9
Coordinate system	ETRS89 / UTM zone 33N (EPSG::25833)
Point Cloud	
Points	180,642 of 444,316
RMS reprojection error	0.234265 (0.869048 pix)
Max reprojection error	0.704553 (43.3006 pix)
Mean key point size	3.54344 pix
Effective overlap	17.0267
Alignment parameters	
Accuracy	High
Pair preselection	Disabled
Key point limit	40,000
Tie point limit	4,000
Constrain features by mask	No
Matching time	21 hours 31 minutes
Alignment time	11 minutes 50 seconds
Depth Maps	
Count	1495
Reconstruction parameters	
Quality	Medium
Filtering mode	Mild
Processing time	2 hours 35 minutes
Dense Point Cloud	
Points	75,816,081
Reconstruction parameters	
Quality	Medium
Depth filtering	Mild
Processing time	46 minutes 10 seconds
Model	
Faces	5,054,405
Vertices	3,040,528
Texture	4,096 x 4,096, uint8
Reconstruction parameters	
Surface type	Arbitrary
Source data	Dense
Interpolation	Disabled
Quality	Medium
Depth filtering	Mild
Face count	5,054,405
Processing time	52 minutes 1 seconds
Texturing parameters	
Mapping mode	Adaptive orthophoto
Blending mode	Mosaic
Texture size	4,096 x 4,096
UV mapping time	1 minutes 1 seconds
Blending time	2 minutes 21 seconds
DEM	
Size	10,811 x 7,711
Coordinate system	WGS 84 / UTM zone 33N (EPSG::32633)
Reconstruction parameters	
Source data	Dense cloud
Interpolation	Disabled
Orthomosaic	

Size	42,018 x 29,942
Coordinate system	WGS 84 / UTM zone 33N (EPSG::32633)
Channels	3, uint8
Blending mode	Mosaic
Reconstruction parameters	
Surface	Mesh
Enable color correction	No

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 978-82-8322-180-0

ISSN 2387-3965

© NTNU Vitenskapsmuseet
Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

www.ntnu.no/vitenskapsmuseet

NTNU
Vitenskapsmuseet