

Arne Anderson Stamnes og Raymond Sauvage

Geofysisk undersøkelse på Mannsfjellet, Olstad i Skaun kommune

**NTNU Vitenskapsmuseet
Arkeologisk rapport 2016-7**



NTNU Vitenskapsmuseet arkeologisk rapport 2016:7

Arne Anderson Stamnes og Raymond Sauvage

Geofysisk undersøkelse på Mannsfjellet, Olstad i Skaun kommune

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

Stamnes, Arne Anderson og Raymond Sauvage 2016: NTNU Vitenskapsmuseet arkeologisk rapport 2016:7. Geofysisk undersøkelse på Mannsfjellet, Olstad i Skaun kommune.

Trondheim, Desember 2016

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

Bernt Rundberget (seksjonsleder)

Kvalitetssikret av

Ellen Grav Ellingsen (serieredaktør)

Publiseringstype

Digitalt dokument (pdf)

Forsidefoto

Oversiktsbilde av Mannsfjellet sett fra sør, Da61127, Foto: Kristin Eriksen, NTNU Vitenskapsmuseet

www.ntnu.no/vitenskapsmuseet

ISBN 978-82-8322-081-0
ISSN 2387-3965

Sammendrag

Stamnes, Arne Anderson og Raymond Sauvage 2016: NTNU Vitenskapsmuseet arkeologisk rapport 2016:7. Geofysisk undersøkelse på Mannsfjellet, Olstad i Skaun kommune.

I august 2014 ble det funnet en rekke gjenstander fra yngre jernalder med metallsøker på Mannsfjellet på gården Olstad i Skaun kommune, Sør-Trøndelag. En påfølgende etterundersøkelse utført i månedskiftet september/oktober samme år førte til videre funn av våpen, skjoldbule og en lærpung med arabiske mynter. Det ble antatt at disse funnene stammer fra et gravfelt. Siden det var sannsynliggjort at funnene stammer fra et større gravfelt, ble det på vegne av Riksantikvaren utført en geofysisk undersøkelse av området med følgende problemstillinger: 1. kartlegge tilstedeværelsen av jordgravde strukturer, deres skadeomfang og status, 2. kartlegge tykkelsen på matjordlaget, og 3. kartlegge spredning av metallutslag. Denne undersøkelsen ble utført den 18 og 19 oktober 2016 som en kombinasjon av georadar, gradiometer og fotogrammetri. De innsamlede dataene ble behandlet og analysert for å belyse problemstillingene for undersøkelsen. Det ble ikke påvist jordgravde strukturer som kan relateres til gravanlegg, men derimot en stor mengde plogfurer. Enkelte av disse er ikke større enn 10cm i tverrsnitt. Det var også mulig å antyde omtrentlig dybde på matjordlaget over hele området og dybden ned til grunnfjell på enkelte området. Gradiometerundersøkelsene viste sterkt magnetisk undergrunn nord i undersøkelsesområdet, og enkelte metallutslag sør i feltet, men ingen av disse sammenfalt med kjente punkter for metallsøkerutslag fra 2014. Fotogrammetrien gav en detaljert høydemodell, som ble anvendt til å studere mikrotopografiske forskjeller og produsere detaljerte høydekart. Disse observasjonene viser ingen svake forhøyninger som er mulig å tolke i retning av mulige gravminner, men gir ny informasjon om lokaltopografien generelt. Det antas at eventuelle nedgravninger vil ha blitt oppdaget av georadaren. Eventuelle tidligere graver og gravfunn har derfor trolig blitt bygget på en måte som ikke involverer tydelige nedgravninger i bakken, og den store mengden pløyefurer som ble påvist sannsynliggjør at eventuelle gjenstander kan være pløyd rundt innenfor området. Fremtidig pløying vil involvere en enda større risiko for at disse flyttes ytterlig vekk fra sin opprinnelige kontekst.

Nøkkelord: Georadar, Gradiometer, Metallsøker, Fotogrammetri, Yngre Jernalder

Arne Anderson Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet, Seksjon for arkeologi og kulturhistorie, NO-7491 Trondheim

Summary

Stamnes, Arne Anderson and Raymond Sauvage 2016. Geofysisk undersøkelse på Mannsfjellet, Olstad i Skaun kommune. – NTNU Vitenskapsmuseet arkeologisk rapport 2016-X

In August 2014 a metal detectorist discovered several objects from the Young Iron Age on the hill called Mannsfjellet at the Olstad-farm in Skaun municipality, Sør-Trøndelag County. This was followed by a small excavation performed by the NTNU University Museum in September/October the same year. This led to the finds of a Viking-Age sword and shield boss, as well as a leather pouch containing amongst other things several Arabic coins. Since it was assumed that this find was a remain from a larger collection of burials in the area, the NTNU University Museum performed a geophysical investigation and photogrammetric documentation on behalf of the Directorate for Cultural Heritage. This investigation was performed on the 18th and 19th of October. The objectives of this investigation was to: 1. Map the presence of dug features, their condition and status, 2. Map the thickness of the topsoil and 3. Map the spread of metal objects as detectable with a gradiometer. The investigation performed was a combination of a ground penetrating radar and gradiometer-surveys, as well as making a detailed landscape model by photogrammetry of aerial images photographed from a drone. The collected data was processed and analyzed to answer these objectives. No dug features relating such as pits or ditches relating to prehistoric activity was detected, but the radar survey detected a large amount of plough furrows which were in average at 20-50cm depth and down to about 10cm across. From this radar-dataset it was also possible to indicate the approximate depth of the topsoil, as well as the depth down to the bedrock in certain areas. The gradiometer survey revealed a strongly magnetic bedrock in parts of the investigation area. This prevented a possible detection of archaeological observation especially in the northern parts of the investigation area. In other parts of the area investigated with the gradiometer we could detect some anomalies interpreted as metal objects, but the position of these did not match known metal detecting hits from the 2014-investigation. The photogrammetry produced a highly detailed terrain model, but no microtopographical evidence revealed additional cultural historically interesting observations. It is assumed that any future ploughing will make the possibilities for in-situ documentation more difficult.

Key words: Ground Penetrating Radar, Gradiometer, Metal detecting, Photogrammetry, Early Iron Age

Arne Anderson Stamnes, The NTNU University Museum, Section for Cultural History and Archaeology, NO-7491 Trondheim, Norway.

Arkivreferanser

Geofysisk undersøkelse på Mannsfjellet, Olstad i Skaun kommune

AskeladdenID	177751 og 177752
Journalnummer (ePhorte)	2016/3877
Fotonr	Da 61126-61127

Fylke	Sør-Trøndelag
Kommune	Skaun
Gårdsnavn	Olstad
Gårdsnummer	180/1
Lokalitet	Mannsfjellet
Kulturminnetype	Gravfelt
Datering	Yngre jernalder

Innhold

Sammendrag	4
Summary	5
Arkivreferanser	6
1. Bakgrunn for undersøkelsen	9
1.1. Kulturhistorisk bakgrunn og tidligere registreringer	10
1.2. Skadeomfang og trusselbilde.....	11
2. Undersøkelsens rammer	12
2.1. Tid, deltagere	12
2.2. Problemstillinger.....	12
2.3. Metode	13
2.3.1 Georadar	13
2.3.2 Magnetometer	13
2.3.3 Tolkning av geofysiske data	14
2.4. Dataprosessering	15
2.5. Dokumentasjon	15
2.6. Formidling.....	15
3. Resultater	17
3.1. Georadar	17
3.1.1 Dybdeskiver	17
3.1.2 Georadar – tolkninger	24
3.1.3 Pløyefurer	26
3.1.4 Tykkelse av matjord og dybde til fjell.....	26
3.2. Gradiometer	30
3.2.1 Dataplot	31
3.2.2 Observasjoner i gradiometer-dataene.....	36
3.3. Fotogrammetri.....	36
3.4. Metodiske observasjoner	38
4. Sammenfattende tolkninger, konklusjon og anbefalinger	39
4.1. Anbefalinger	39
5. Litteratur.....	40
Vedlegg.....	41

Figurliste

Figur 1: Utgravningen av sverdet (T 26507) på Olstad i forbindelse med etterundersøkelsen av funnstedet i 2014.....	9
Figur 2: Dronebilde over funnstedet på Mannsfjellet på gården Olstad.....	10
Figur 3: Datainnsamling i praksis.....	12
Figur 4: Oversiktskart over undersøkelsesområdet og de anvendte metodene.....	16
Figur 5: Dybdeskive fra ca 2,8-14,5cm dybde.....	17
Figur 6: Dybdeskive fra ca 9-20,1cm dybde.....	18
Figur 7: Dybdeskive fra ca 14,5-22,8 cm dybde.....	19
Figur 8: Dybdeskive fra ca 20,1-31,1cm dybde.....	20
Figur 9: Dybdeskive fra 25,6-36,7cm dybde.....	21
Figur 10: Dybdeskive fra 31,1-42,2cm dybde.....	22
Figur 11: Dybdeskive fra 36,7-47,7cm dybde.....	23
Figur 12: Arkeologiske tolkninger presentert over dybdeskive fra ca. 25,6-36,7cm.....	24
Figur 13: Fremheving av observerte pløyefurer.....	25
Figur 14: Eksempel på tolkninger av stratigrafiske lag.....	26
Figur 15: Plot av matjordstykkelsen i undersøkelsesområdet.....	27
Figur 16: Matjordtykkelse sett i sammenheng med registrerte gravhauger, metallsøkerutslag og funnsted for deler av bronsespenne.....	28
Figur 17: Dybde til berg sør i undersøkelsesområdet.....	29
Figur 18: Prosesserte data $\pm 28nT$	31
Figur 19: Prosesserte data $\pm 14nT$	32
Figur 20: High Pass-filtrerte data. ± 1 Standardavvik.....	33
Figur 21: Tolkninger av magnetometer-dataene.....	34
Figur 22: Tolkninger og high-pass filtrerte data sett i sammenheng med påviste metallsøkerutslag og funn av deler av bronsespenne.....	35
Figur 23: Fotogrammetrimodell med kameraposisjoner.....	36
Figur 24: Høydemodell fra Olstad, med høydekoter.....	37

1. Bakgrunn for undersøkelsen

Den 14 august 2014 ble det funnet en øks (T26353:1) og et sverd (T26507) på gården Ostad i Skaun kommune. NTNU Vitenskapsmuseet foretok følgende en etterundersøkelse av funnstedet den 29. september til 4 oktober 2014. Et område på 3x3m ble undersøkt, og de omliggende områdene undersøkt med metallsøker. Undersøkelsen førte til at en delvis intakt grav fra vikingtid ble påvist med funn av våpen, inkludert sverd, øks, skjoldbule og en lærpung med bl.a. arabiske sølvmynter (T 26353:1-35, 26507:1) fra en og samme grav samt to funn av smykker (T26465:1,2) fra en annen antatt forstyrret grav fra merovingertid i nærområdet. Det var forut for den geofysiske undersøkelsen antatt at funnene stammer fra et gravfelt som har dekket et minst 30x40m stort område, hvor ingenting er synlig i dag.



Figur 1: Utgravningen av sverdet (T 26507) på Olstad i forbindelse med etterundersøkelsen av funnstedet i 2014. Da 57914

Området ligger i dag på flatere topp av dyrkamark, hvor det i dag dyrkes gras. De har AskeladdenID 177751 og 177752. De arkeologiske undersøkelsene viser at gjenstandsfunnene ligger svært grunt, og påviste pløyefurer viser at skadepotensialet ved ny pløying er stort da disse delvis kuttet den påviste graven. Sør-Trøndelag Fylkeskommune har vært i dialog med grunneier i forhold til å begrense jordbruksdriften i hht. kml §3 andre ledd. Grunneier mottar i dag skjøtselstilskudd for ikke å pløye innenfor lokalitetsgrensene, noe Vitenskapsmuseet per i dag anser som det beste sikringstiltaket. Grunnet stor sjanse for naturlig forvitring og potensiell skade ved ny pløying er Sør-Trøndelag fylkeskommune av den oppfatning at den delen av gravfeltet som ligger i dyrkamark bør graves ut i sin helhet og kunnskapsverdiene sikres gjennom fagmessige utgravninger. Fylkeskommunen vurderer dette arealet til å være omtrent 1490 m². Ut over metallsøkerfunn og en generell vurdering av topografi er det ingen tilgjengelige kilder som bekrefter størrelsen og omfang, og kunnskapen om gravfeltet og det kunnskapspotensialet som er relatert til de allerede innkomne funnene er begrenset. NTNU Vitenskapsmuseet foreslo etter dialog med Riksantikvaren en geofysisk undersøkelse for kartlegge og vurdere både tilstandsgrad og potensiell skadeomfang ved

videre pløying av området. Skulle det bli nødvendig å vurdere en utgravning kan resultater fra de geofysiske undersøkelsene fungere som grunnlagsdata for en mer detaljert prosjektbeskrivelse og utgravningsbudsjett.

1.1. Kulturhistorisk bakgrunn og tidligere registreringer

Gravfeltet på Mannsfjellet henvender seg klart utover mot fjorden og innseglinga til Trondheimsfjorden i nord.



Figur 2: Dronebilde over funnstedet på Mannsfjellet på gården Olstad. På motsatt side av fjorden kan det middelalderske Byneset kirke skimtes, og i det fjerne sees Rissa mot nord i retning Ørlandet. Foto: Kristin Eriksen, NTNU Vitenskapsmuseet, Da61127

Sør for gården Olstad ligger det høydedrag med navnet Våttan, som antas å være en gammel vardeplass. I tillegg til gravene på Mannsfjellet ligger det et område med graver fra yngre jernalder på en høyereliggende brink umiddelbart sørøst for tunet (uten askeladden id.). Herfra skal det ha kommet et yngre jernalders sverd til museet i 1988 (T 21229) av Petersens type H (Stenvik 1988). I tillegg er det flere andre løsfunn som er lagt inn i askeladden fra områdene rundt gården. Disse inkluderer følgende funn:

<i>Askeladden id</i>	<i>Gjenstandstype</i>	<i>Periode</i>
220755	Lite, rektangulært vektlodd	Yngre Jernalder/Middelalder
220757	½ Thaler i sølv	
220759	Mulig ringspenne	Yngre jernalder?
220760	Konisk spinnehjul i bly	Yngre jernalder/Middelalder

Fra Skaun som kommune er det kjent en rekke funn av både våpengraver og smykkefunn fra yngre jernalder. Med unntak av et par funn fra 80-tallet og metallsøkerfunnene fra Olstad, er de fleste andre funn tilkommet museet før andre verdenskrig. Olstad er ikke nevnt i sagalitteraturen, men flere andre gårder i Skaun er: Snefugl, Saltnes og Husby. Husaby i Skaun skal ha vært Einar Tambarskjelves (980-1050 e.Kr.) hjemgård. Denne gården ligger i Børsa, ca. 3,2 km i luftlinje øst-sørøst for Olstad. Fra Husaby til Gimse i Melhus skal Einar Tamberskjelve ha latt bygge et veifar, og en kavelvei i dette strekket har blitt datert til denne perioden. Tidligere flateavdekkinger i regi av NTNU Vitenskapsmuseet og maskinelle påvisningsundersøkelser fra fylkeskommunen har påvist svartjordslag og bosetningsspor fra eldre og yngre jernalder/middelalder på Saltnes (Vennatrø 2001, Øien 2004), samt betydelig jordbruksbosetning på Jyssa (Øien 2015:7-12).

Samlet sett gir disse funnene et bilde av et innholdsrikt kulturlandskap, men delvis desimert av jordras, maskinell oppdyrking og nyere tids utbygging. De materielle sporene i landskapet har kun sporadisk vært gjenstand for systematiske arkeologiske undersøkelser. Kulturlandskapet langs dalsidene er i større grad intakt, og kan kaste lys over spor som eller har gått tapt andre steder i kommunen. Dette gjør metallsøkerfunnene fra Olstad spesielt interessant fra et kulturhistorisk perspektiv.

1.2. Skadeomfang og trusselbilde

Det ble i forbindelse med ettergraving av metallsøkerfunnene vist at det er nærliggende sannsynlig at det er flere graver innenfor lokalitetsgrensene som hittil har vært ukjent. Funnene av likearmede spenner i nærhet til den undersøkte grava, samt flere positive metallsøkerutslag underbygger denne tolkningen. I tillegg ble det flere forhøyninger innenfor den dyrkede terrassen som er tolket som mulige graver. Flere detektorpåvisninger utført i forbindelse med ettergravningen ble ikke gravd opp.

Den arkeologiske undersøkelsen viser at det er et veldig tynt matjordslag, hvor tykkelsen av pløyelaget varierte mellom 17-28 cm der hvor arkeologiske gjenstander ble avdekket. Pløyefurene som ble påvist i området stakk 15-20 cm ned i sandjorda. Denne sandjorda låg under 7-10cm med torvlag, så plogfurene var i alt 23-30cm dyp fra overflata og skar noen ganger ned i flussberget. Plogfurene var veldig tett plassert i forhold til hverandre. For sverdet og skjoldbulen med de kufiske sølvmyntene og skinnposen var det med centimetersmargin at gjenstandene ikke hadde blitt berørt av pløyningen, og flere andre gjenstander ble funnet i massene til de tømte plogfurene.

Grunnet den nærliggende risikoen for at økt pløying vil skade andre graver og gjenstander i området, har fylkeskommunen tatt initiativ for å begrense jordbruksdriften i hht. kml §3 andre ledd.

2. Undersøkelsens rammer

Undersøkelsen ble utført av NTNU Vitenskapsmuseet, på oppdrag av Riksantikvaren med midler tildelt over statsbudsjettet 2016 kap. 1429 post 70.

2.1. Tid, deltagere

Feltarbeidet ble utført av Arne Anderson Stamnes og Kristin Eriksen fra NTNU Vitenskapsmuseet. Det ble kjørt med georadar, målt med gradiometer samt fotografert med drone. Sistnevnte for å produsere en høyoppløselig terrengmodell. Arbeidet ble utført den 18 og 19 oktober 2016.



Figur 3: Datainnsamling i praksis. Georadarutstyret består av et antennesystem montert på et tilhengerfeste, som så blir trukket bak et kjøretøy med tilhengerfeste. Dette bildet er fra et prosjekt på gården Rygg på Frosta, Nord-Trøndelag. Foto: Arne Anderson Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet. Da61126

2.2. Problemstillinger

Den geofysiske undersøkelsen på Olstad hadde som målsetting å:

- kartlegge tilstedeværelsen av jordgravde strukturer, deres skadeomfang og status
- kartlegge tykkelsen på matjordslag
- kartlegge spredning av metallutslag

Dette innsamlede kunnskapsmaterialet vil bidra til en økt forståelse av lokaliteten, samt bidra til å bedre den fremtidige forvaltningen av området gjennom bedre kartfesting og bidra til mer presise budsjetter for en eventuell utgravning vil også øke kvaliteten på en fremtidig prosjektplan for undersøkelsen av området skulle det vise seg nødvendig.

Bruk av inngrepsfrie metoder vil kunne bidra med å avklare skadepotensialet ved fortsatt pløying gjennom å måle tykkelsen av matjordlaget over området, samtidig som en får kartlagt eventuelle bevarte fotgrøfter, nedgravninger og andre strukturer under bakkeplan. Bruk av magnetiske målemetoder kan kartlegge spredningen av utslag av større metallobjekter. Normalt blir kraftige magnetiske utslag assosiert med moderne forstyrrelser, men på Olstad er metallsøkerfunnene fra en kontekst med relativt tynn matjord med på å sannsynliggjøre at kraftige magnetometerutslag kan relateres til forhistoriske anlegg eller funn.

2.3. Metode

Problemstillingene ble undersøkt ved å gjennomføre et feltarbeid med to ulike geofysiske metoder, samt fotogrammetri.

2.3.1 Georadar

Ved å sende elektromagnetisk energi ned i undergrunnen og måle tiden det tar for noe av energien å bli reflektert tilbake til en mottaker, kan man danne seg et detaljert bilde av undergrunnen. Hvor signalet møter ulike lag eller forskjeller i undergrunnen, vil noe av energien bli reflektert mens noe av energien vil fortsette dypere ned i undergrunnen og reflektert av strukturer og lag dypere ned i bakken. Det er stor grad endringer i materialets elektriske ledesevne (konduktivitet), med et mindre bidrag av forskjeller i de magnetiske egenskapene, som utgjør om et materiale har kontrast som forårsaker en refleksjon av de elektromagnetiske bølgene. Ved å samle inn en hel rekke profilbilder kan man sette disse sammen til plankart for spesifikke dybder i såkalte "time slices"- eller "dybdeskiver". Denne metoden er regnet som godt egnet til å oppdage grøfter, groper, murverk og er den metoden som med høyst sikkerhet kan påvise stolpehull. Konvensjonelle georadar-systemer anvender antenner som sender pulser i bakken ved en gitt senterfrekvens, mens NTNU Vitenskapsmuseets georadar baserer seg sending av kontinuerlige signaler som sender en gitt tidsperiode på ulike frekvenser. Dette prinsippet kalles «step frequency». Signaler med lavere senterfrekvens vil kunne nå dypere, men ikke kunne fange opp like små strukturer eller objekter. En høyere senterfrekvens vil ikke nå så dypt, men kunne fange opp mindre objekter. Ideelt sett bør man ha minst to målinger innen en struktur for å påvise den positivt. Utstyret som ble brukt ved denne undersøkelsen var et "step frequency" 3d-radar Geoscope Mark IV med en 1,8m bred DXG1820 bakkekoblet antenne-enhet. Denne har 20 antenneelement montert med 7,5cm mellomrom og kan operere på en rekke frekvenser – i dette tilfellet mellom 200-3000 Mhz. (Gaffney and Gater 2003-51; Stamnes 2010, 2011; Conyers 2013). For hvert antenneelement får man en profil av undergrunnen og de geofysiske kontrastene der. Det er viktig å være klar over at dybdeangivelse er et estimat, der signalet kan bevege seg med ulik hastighet i undergrunnen avhengig av materialet. Ved å måle egenskaper ved enkelte utslag kan dette estimeres sånn omtrentlig, så dybdeangivelser videre i rapporten må ansees å ikke være absolutte.

Typisk vil veldig fuktig undergrunn attenuere mer av signalet, noe som gir lavere geofysisk kontrast. Veldig elektrisk ledende undergrunn, typisk gjerne saltholdig og finkornede masser (leire, og spesielt blåleire) vil være et potensielt problem, og kan attenuere det aller meste av energien. I slike tilfeller vil slike løsmasser fungere som «lokk» som skjuler all informasjon fra den dybden den påtreffes og lenger ned i bakken (Conyers 2013; Goodman and Piro 2013). Ca. 1735 m² ble undersøkt med denne metoden.

2.3.2 Magnetometer

Hvis en struktur har et materiale med høyere eller lavere magnetiske egenskaper enn det omliggende materialet, kan det bli detektert med et magnetometer. Jordas magnetfelt, som er relativt kraftig, vil alltid påvirke alt omkring oss, slik at materiale som i utgangspunktet ikke er magnetisk kan inneha en svakt indusert magnetisme som resultat av denne påvirkningen. Et magnetometer måler variasjoner i jordas magnetfelt, og ved å ha to magnetometre montert over hverandre kan man fjerne effekten av jordas magnetfelt og bare måle variasjoner i styrken til et lokalt magnetfelt forårsaket av magnetiseringen av strukturer under bakken. Dette kalles et gradiometer. Typiske strukturer som kan detekteres med et gradiometer kan være grøfter, groper,

kokegroper eller steinstrukturer. Metoden er regnet som velegnet til å detektere spor etter brenning eller industriell aktivitet og kan ha en relativt høy romlig oppløsning, gjerne strukturer med en diameter ned mot 0,5 m. En struktur fylt med et mer magnetisk susceptibelt materiale enn omgivelsene vil da på våre breddegrader gi måling hvor man har positive verdier litt forskjøvet mot sør i forhold til sentrum av strukturen og hvor den absolutte styrken på den negative delen av signalet er på ca. 9,5 % av den positive. Ved induert magnetisme, altså et materiale som bare blir magnetisk ved tilstedeværelsen av et eksternt magnetfelt, vil den positive målingen også være assosiert med negative verdier mot nord for de positive målingene. Ved egenmagnetiske, eller magnetisk remanente materialer, kan den negative målingen være til hvilken som helst retning. Et materiale med innhold av for eksempel jernmineraler kan bli remanent magnetisk når det blir utsatt for temperaturer over ca. 550–600 °C (Curie temperaturen), og kjølt ned igjen. Dette kalles termoremanent magnetisme. Arkeologiske spor som skjærbrent stein, kokegroper, jerngjenstander eller slagge er eksempel på strukturer som i tillegg til den positive målingen kan ha en negativ måling som ikke er rettet mot nord. (Aspinall *et al* 2009, Gaffney & Gater 2003: 36-42). Målingene ble utført med et Bartington Grad 601-2 system med to fluxgate gradiometer-sensorer. I alt ca. 2085 m² undersøkt med denne metoden.

2.3.3 Tolkning av geofysiske data

Data innsamlet med georadar har en høy detaljgrad, og kan fremstå som meget kompleks. Signalene som presenteres er summen av en databehandlingsprosess, og det er mulig å presentere resultatene på en rekke måter. Resultatene kan fremstå som et uoversiktlig mengde av anomalier på et kart, og det er viktig å være klar over at det beste inntrykket av dataene får man når de sees som en animasjon – hvor øyet legger bedre merke til endringer eller likheter hvis de fremstår på samme sted som en del av en hurtig sekvens eller animasjon. Dette gjør tolkningsprosessen tidkrevende som et resultat av at man har data fra forskjellige dybder som enkelte planbilder i et digitalt kartprogram – og ønsker å presentere dette enten samlet eller som tolkninger for forskjellige dyp. Praksisen på dette er forskjellig, men det mest vanlige er ett bilde i plan av ulike tolkninger, uavhengig av hvilken dybde de fremstår ved. Anomalier kan analyseres og kategoriseres ytterligere, ut ifra deres geofysiske respons i plan- og profil, samt dybde. Tilsvarende er det for de magnetiske anomaliene, hvor den magnetiske geofysiske responsen ut ifra størrelse, form, kontrast og type respons gir ytterligere informasjon som bidrar til å karakterisere opprinnelsen for den geofysiske anomalien.

Den arkeologiske bakgrunnskunnskapen man har om en lokalitet og forventningene man har til funn et undersøkelsesområde spiller også en rolle. Anomalier bør ha en form og/eller geofysisk signatur som kan tolkes som arkeologisk, eller fremstå i et system eller en kontekst som indikerer et arkeologisk opphav. Som eksempel kan stolpehull nevnes: enkeltliggende stolpehull kan derfor være vanskelig å erkjenne, mens systematiske rader av stolpehull med en tilstrekkelig geofysisk kontrast er lettere å gjenkjenne. Hvis man forventer spor etter graver eller en hustuft, kan det brukes for argument for en arkeologisk tolkning av ellers diffuse geofysiske anomalier som eller kanskje ville blitt avskrevet. På denne måten er tolkningen alltid påvirket av de forventningene man har til funn, samt forkunnskaper og erfaring. I tillegg er det alltid en mulighet til feiltolkninger, hvor man spesifikt leter etter noe man forventer skal være til stede, og dermed enten overser andre muligheter eller rett og slett tolker for mye inn i dataene. Enhver tolkning presentert nedenfor bør dermed sees med en viss sunn skeptisisme. Derimot kan det også argumenteres for at en bedre, og muligens mer korrekt tolkning er mulig å oppnå med en mer detaljert fagkunnskap om de strukturene som potensielt kan eller bør være til stede.

2.4. Dataprosessering

Følgende parametere ble anvendt i programvaren 3d-radar Examiner for databehandling av georadar-dataene. Oppstillingen er med i rapporten av hensyn til etterprøvbarehet og eventuell reprosessering av dataene, og vil derfor i stor grad være av teknisk karakter.

FUNKSJON	PARAMETRE
INTERFERENCE SUPPRESSION	Power limit (db) 10 - Output percentage disabled
ISDFT	Attenuation 0,01 - Window type Tukey, Tukey alpha 0,2 - Use full BW enabled - Max frequency 2990 - frequency cut off limit 500
AUTOSCALE	Percentage below max 100 - Multiplier 10 - time to remove (ps) 10
BGR (HIGH PASS)	Filter length 10 - BGR removal (%) 100 - Start depth (ns) 0,1 - transition zone size (ns) 1
BGR (MEAN)	BGR removal (%) 85
MIGRATION (TIME-DOMAIN)	Maximum radius (m) 0,45 - Half angle (degrees) 50
GENERAL	Epsilon 3,8 – time ground (ns) 0

Magnetometer-dataene ble importert inn i programvaren TerraSurveyor versjon 3.0.31.0. Følgende operasjoner ble utført:

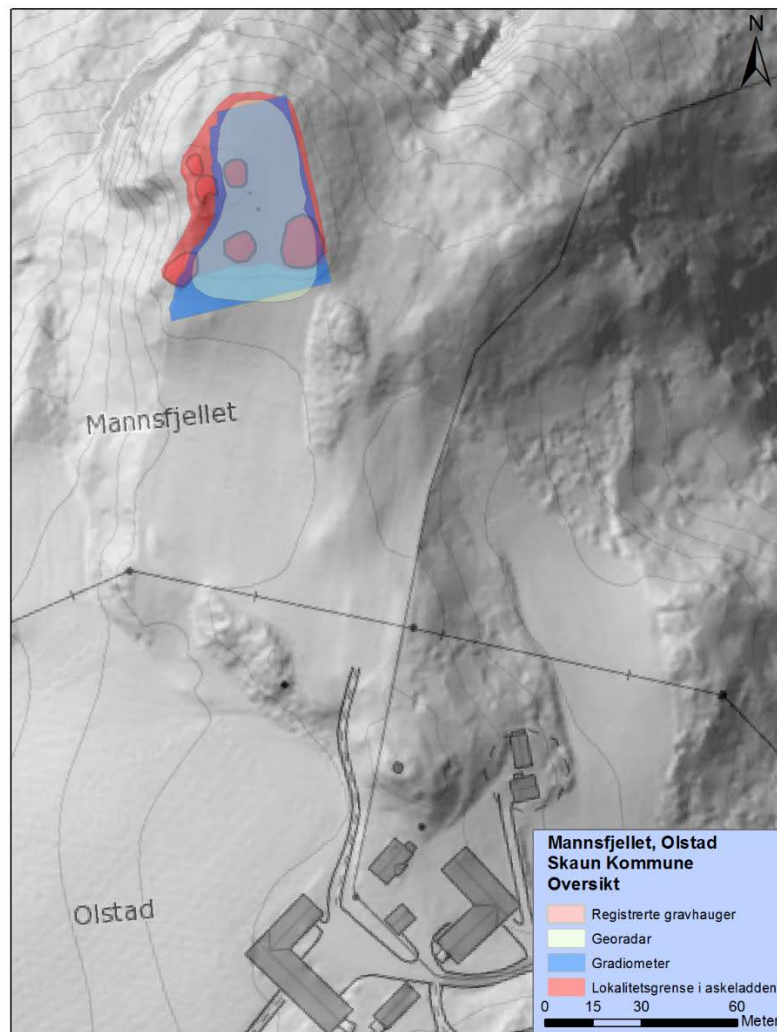
FUNKSJON	PARAMETRE
DESTRIPE	Mean Traverse, 1.5 Std threshold
MOVE	Manuell justering av unøyaktigheter
HIGH PASS	Gaussian, Filter window 21x21

2.5. Dokumentasjon

Utstyret som ble brukt ved denne undersøkelsen var et "step frequency" 3d-radar Geoscope Mark IV med en 1,8m bred DXG1820 bakkekoblet antenne-enhet. Innmålingen foregikk ved automatisk innsamling av data, hvor georadar-utstyret er koblet til en Leica Viva RTK-GPS med cpos-presisjon. Dette gir en geografisk presisjon på $\pm 2-3$ cm under normale mottaksforhold. Dataene er samlet inn med 3d-radars egen innsamlingssoftware, og databehandlet i programvaren 3d-radar Examiner. Dataene er innsamlet i koordinatsystemet WGS84 – UTM32N. I tillegg ble magnetometerundersøkelsen utført med et Bartington Grad 601-dual instrument, med 20x20m rutenett. Disse ble planlagt på bakgrunn av tilgjengelige kart og flyfoto og stukket ut med samme GPS. Magnetometerdataene ble innsamlet fra øst mot vest, med målinger hver 12,5cm langs linjene og 50cm mellom hver linje. I tillegg ble det utført fotogrammetri ved hjelp av en DJI Phantom 3 professional Drone og programmet Agisoft Photoscan. Formålet var å lage en detaljert 3d-modell for undersøkelse av eventuelle mikrotopografiske observasjoner.

2.6. Formidling

Det var ingen representanter fra media eller kulturminnevernet på besøk da undersøkelsen ble utført. Derimot kom flere lokale grunneiere og naboer forbi, som var veldig interessert i arbeidet som foregikk.



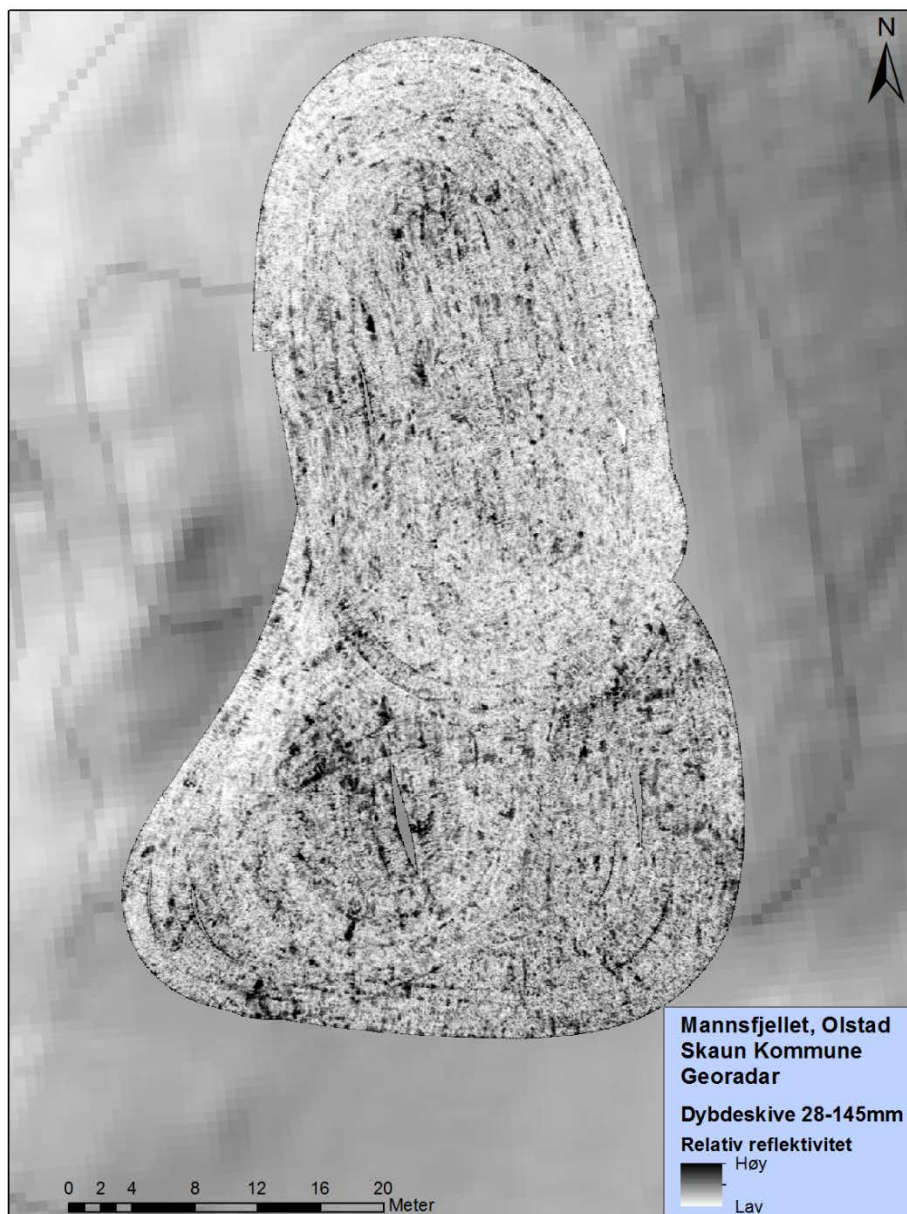
Figur 4: Oversiktskart over undersøkelsesområdet og de anvendte metodene

3. Resultater

3.1. Georadar

I dette avsnittet vil først flere dybdeskiver bli presentert. Disse er fremstillet ved å plassere en rekke profiler ved siden av hverandre, og «skjære» disse horisontalt ved en viss dybde. På denne måten skaper man kart over alle refleksjoner ved en gitt dybde. Disse er «tykke» skiver, altså gjennomsnittet av alle refleksjoner over en gitt dybdeområde ned i bakken. I appendikset er en serie tynne skiver med tverrsnitt ca. hver tredje centimeter presentert.

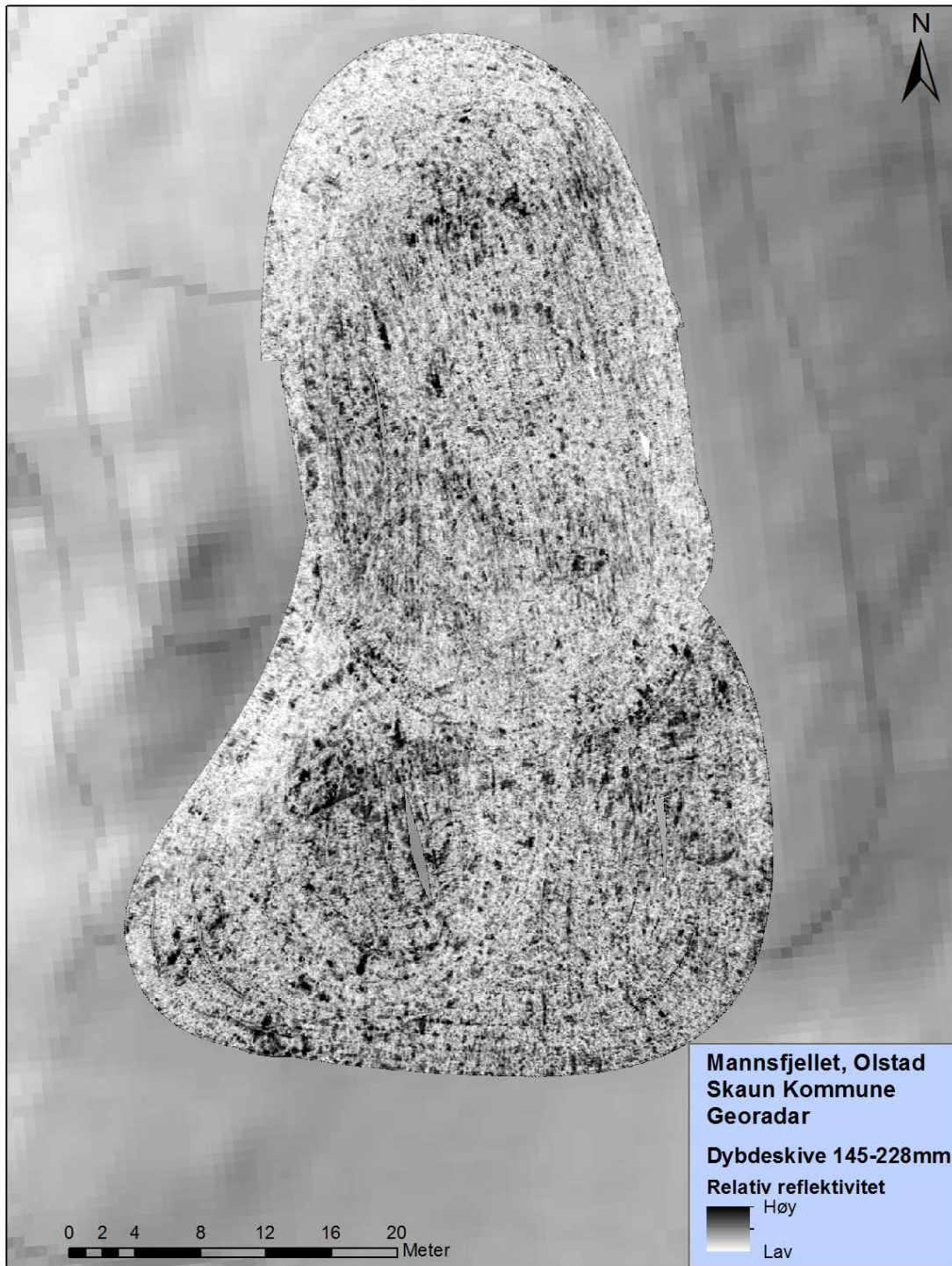
3.1.1 Dybdeskiver



Figur 5: Dybdeskive fra ca 2,8-14,5cm dybde



Figur 6: Dybdeskive fra ca 9-20,1cm dybde



Figur 7: Dybdeskive fra ca 14,5-22,8 cm dybde



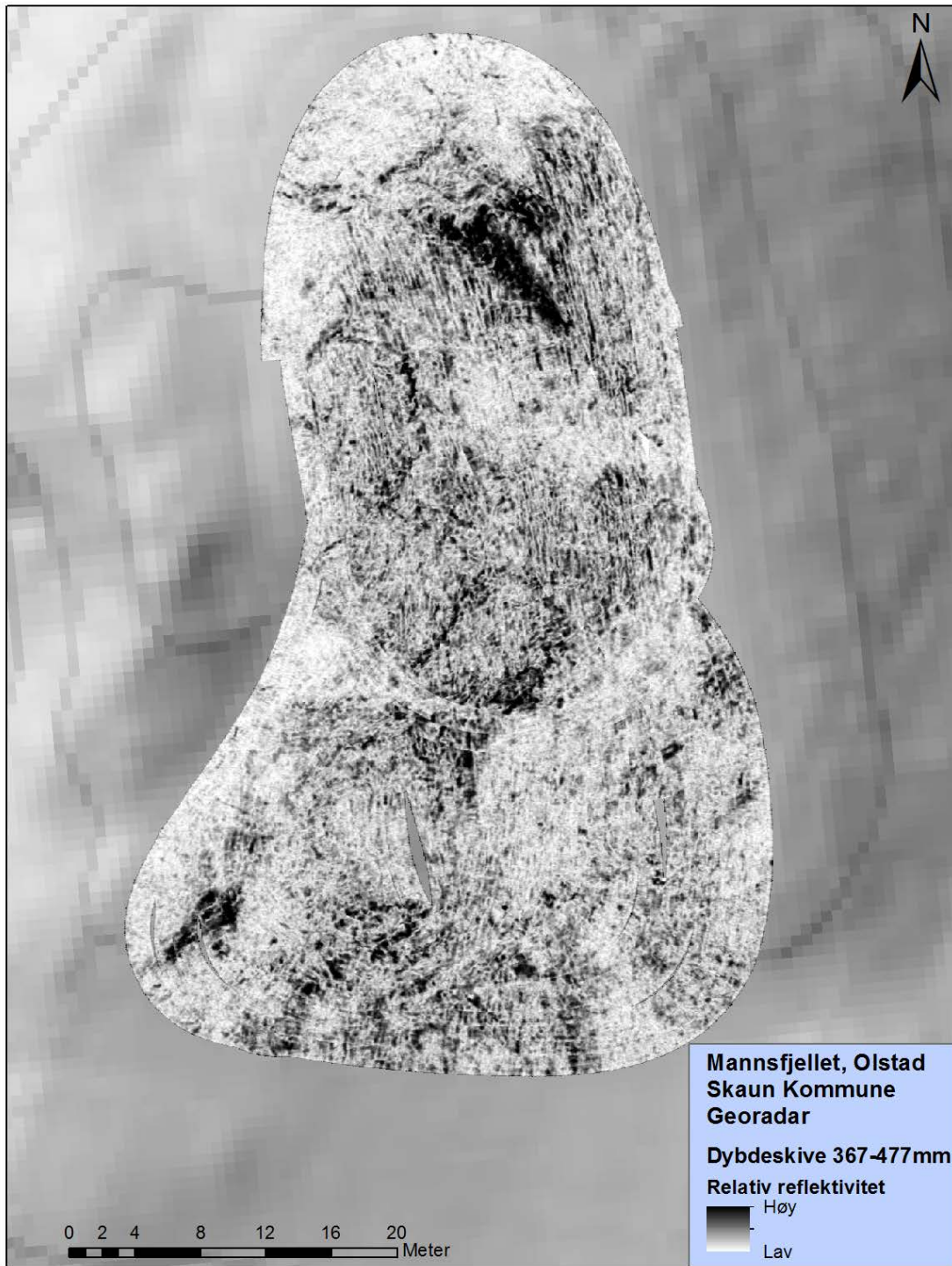
Figur 8: Dybdeskive fra ca 20,1-31,1cm dybde



Figur 9: Dybdeskive fra 25,6-36,7cm dybde



Figur 10: Dybdeskive fra 31,1-42,2cm dybde



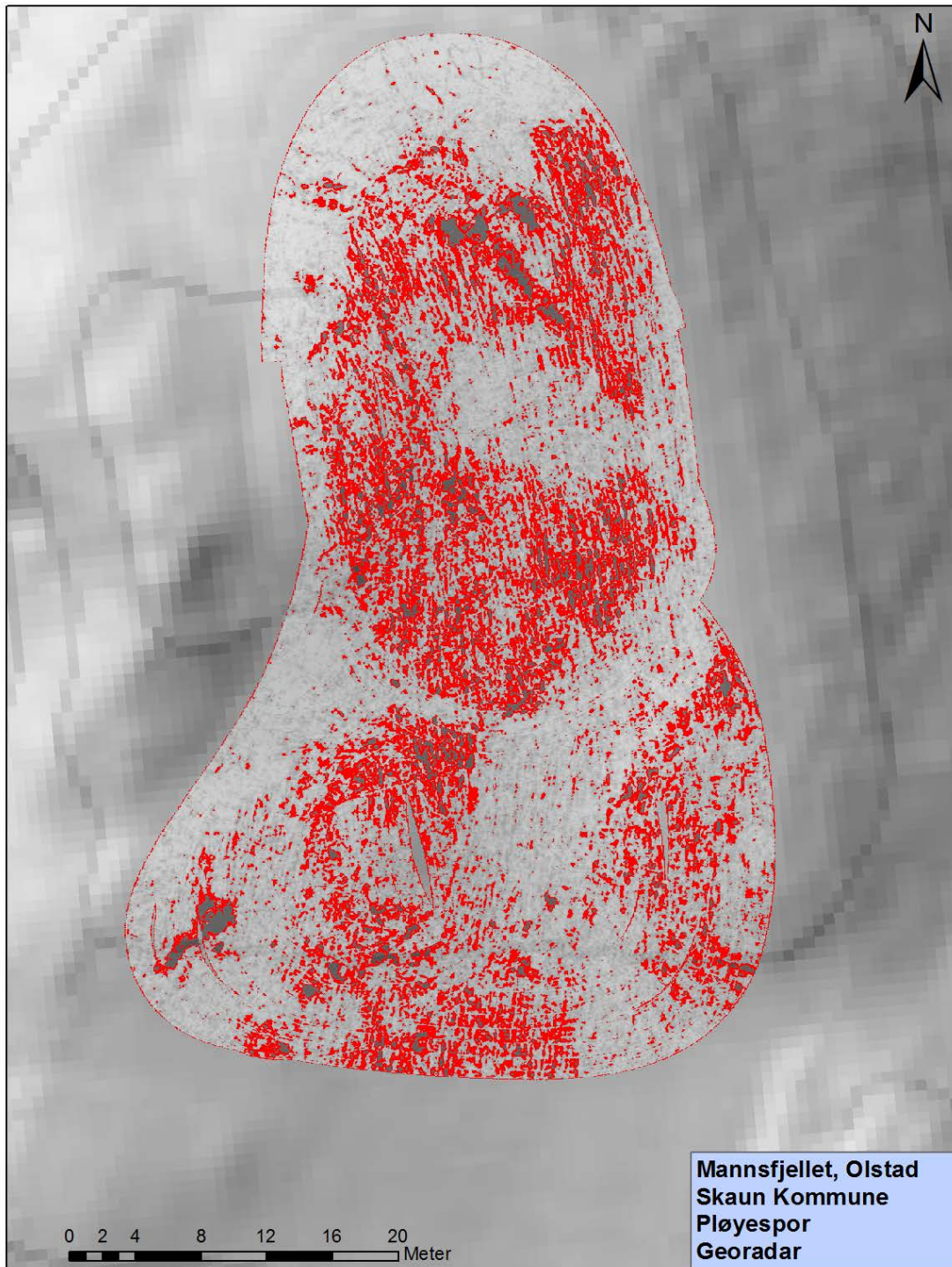
Figur 11: Dybdeskive fra 36,7-47,7cm dybde

3.1.2 Georadar – tolkninger



Figur 12: Arkeologiske tolkninger presentert over dybdeskive fra ca. 25,6-36,7cm. Legg merke til alle stripene fra pløyefurene.

I Figur 12 er det presentert en arkeologisk tolkning av georadardataene. I dataene er ser vi ingen tydelige fotgrøfter, groper eller nedgravninger, men derimot en rekke pløyefurer. Kraftige refleksjoner, trolig forårsaket av en annen bergartstype – potensielt grunnfjell, er synlige fra ca. 20 cm dybde. I sentrale deler av området mot nord er det en sone med annen, med homogen, undergrunn. I dette området synes ikke plogfurene veldig tydelig med den kontrasten som er presentert i Figur 5 til Figur 11, men hvis man øker kontrasten i 3d-examiner programvaren, ser man at det også er spor etter pløyefurer også her.



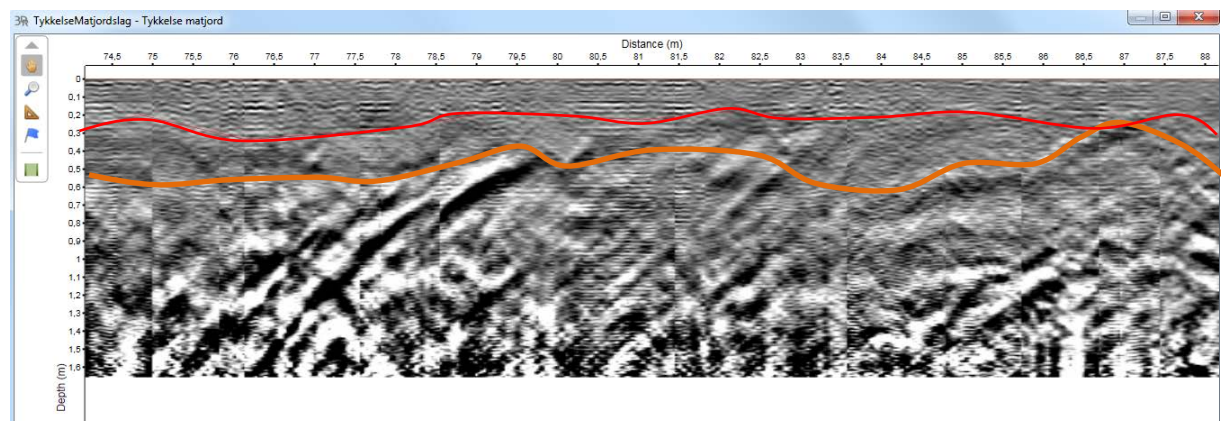
Figur 13: Fremheving av observerte pløyefurer. Manipulasjon av georadar-responsen ved ca. 25,6-36,7cm

3.1.3 Pløyefurer

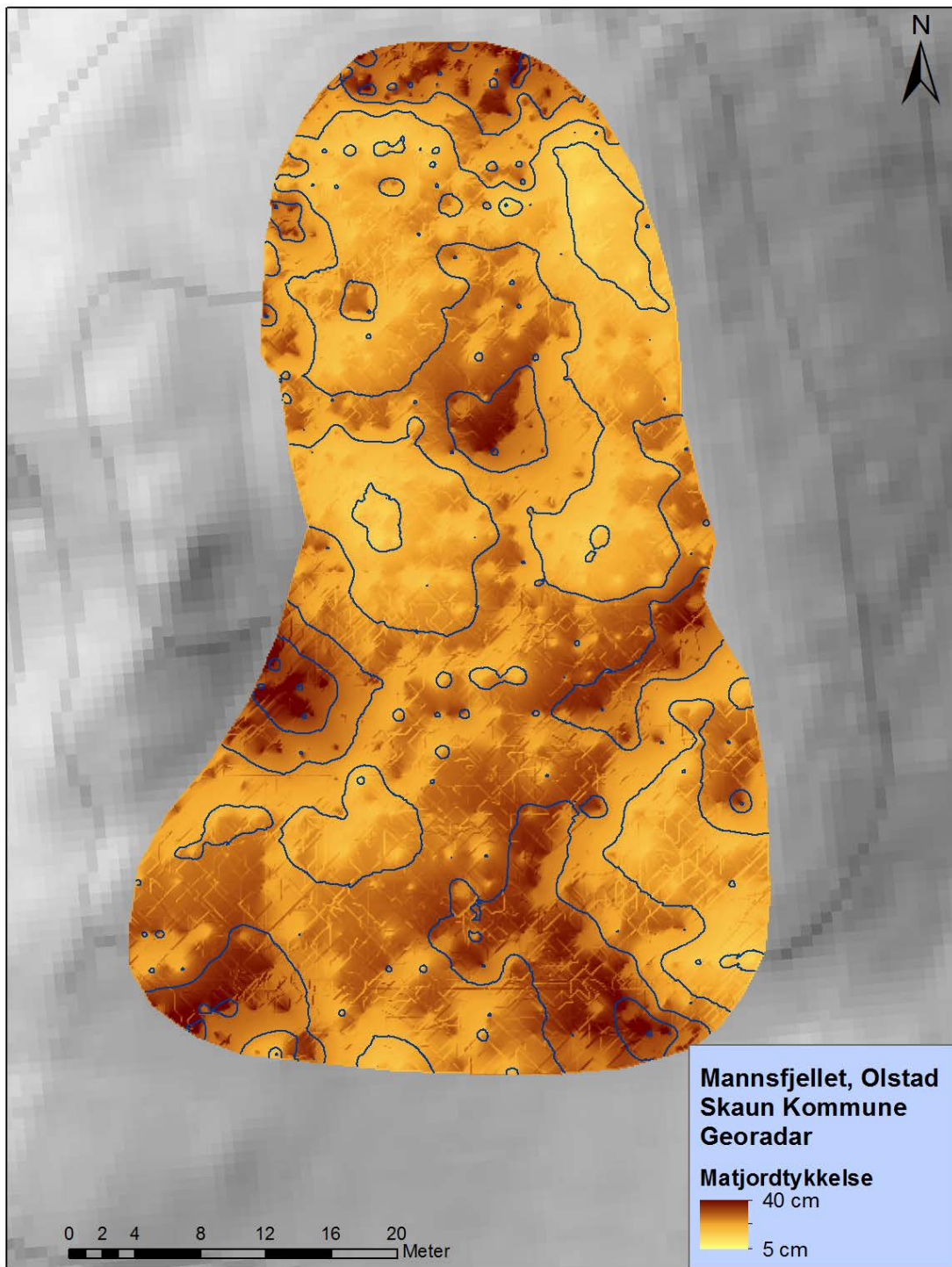
I Figur 8 til Figur 11, sees mangfoldige pløyefurer. De begynner å vises ved ca. 20cm dybde, og er synlige til ca. 50cm. Dybde. Sammenligning med utgravningsresultatene fra 2014 viser et meget godt sammenfall. I Figur 13 er disse fremhevet for dybdene 25,6-36,7cm. Noen av disse har et tversnitt på ca. 10cm, noe som viser at georadaren har potensialet til å lokalisere selv små nedgravninger. Gitt at kontrasten mellom pløyefurene og eventuelle arkeologiske nedgravninger er lik, vil det tilsi at vi burde ha sett eventuelle arkeologiske nedgravninger i dataene når pløyefurene fremstår såpass tydelige. Ved utgravingen i 2014 var det bare svake antydninger til en mulig nedgravning omkring funnstedet for sverdet og skjoldbulen (Vennatrø and Ystgaard In Press). Det virker å være mellom 20 og 40cm mellom hver pløyefure.

3.1.4 Tykkelse av matjord og dybde til fjell

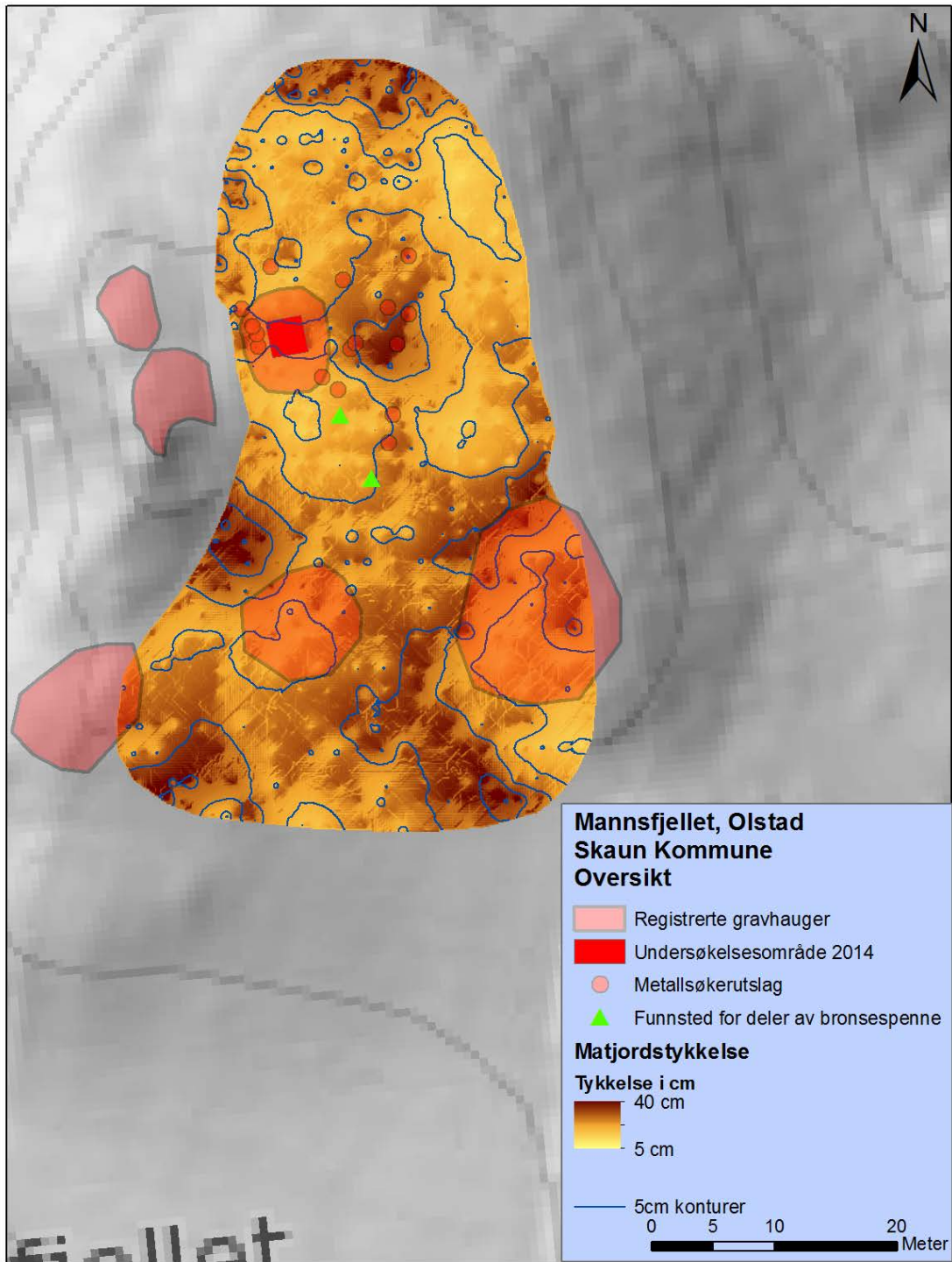
På bakgrunn av en tolkning av georadarprofilene ble det kartlagt hva som er tolket som overgangen mellom matjord og undergrunn, samt dybde ned til fjell. Dette ble gjort ved å sette markeringer i programvaren, og annotere markeringen til tolket stratigrafiske overgang. Figur 14 viser hvordan dette ser ut i en georadarprofil. Hvert knekkpunkt blir så eksportert til ArcMap, og på bakgrunn av hvert punkt med posisjonsinformasjon og dybde ble det laget interpolerte kart over de aktuelle områdene.



Figur 14: Eksempel på tolkninger av stratigrafiske lag. Den røde linja er hva som er tolket som overgang mellom matjord og undergrunnen, mens den oransje linja indikerer tolket dybde til grunnfjell



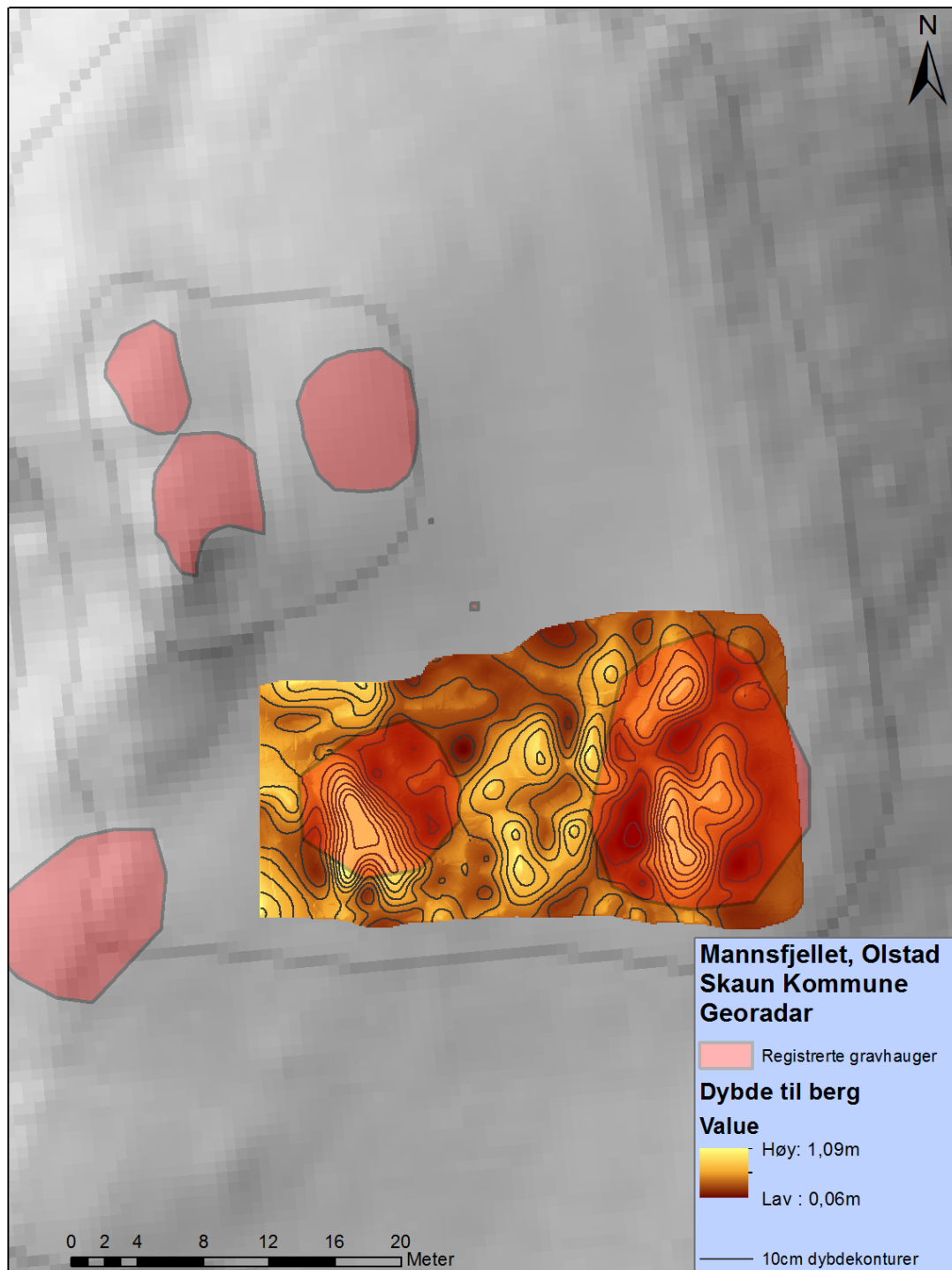
Figur 15: Plot av matjordstykkelsen i undersøkelsesområdet



Figur 16: Matjordtykkelse sett i sammenheng med registrerte gravhauger, metallsøkerutslag og funnsted for deler av bronsspenne

Figur 15 og Figur 16 gir noen interessante observasjoner. Tilsynelatende varierer matjordstykkelsen mellom 7 og 38cm, og er i snitt 22cm (estimerte, omtrentlige tall). Interessant er det også å observere at det øst for undersøkelsesområdet fra 2014 er en rekke metallsøkerutslag i eller ved en sone med økt matjordstykkelse. Det er også mulig å se at det er liten matjordstykkelse over de to potensielle gravminnene sør i undersøkelsesområdet.

Hvis vi ser på tykkelsen til det som er tolket som grunnfjell i dette området, får vi følgende kart:



Figur 17: Dybde til berg sør i undersøkelsesområdet

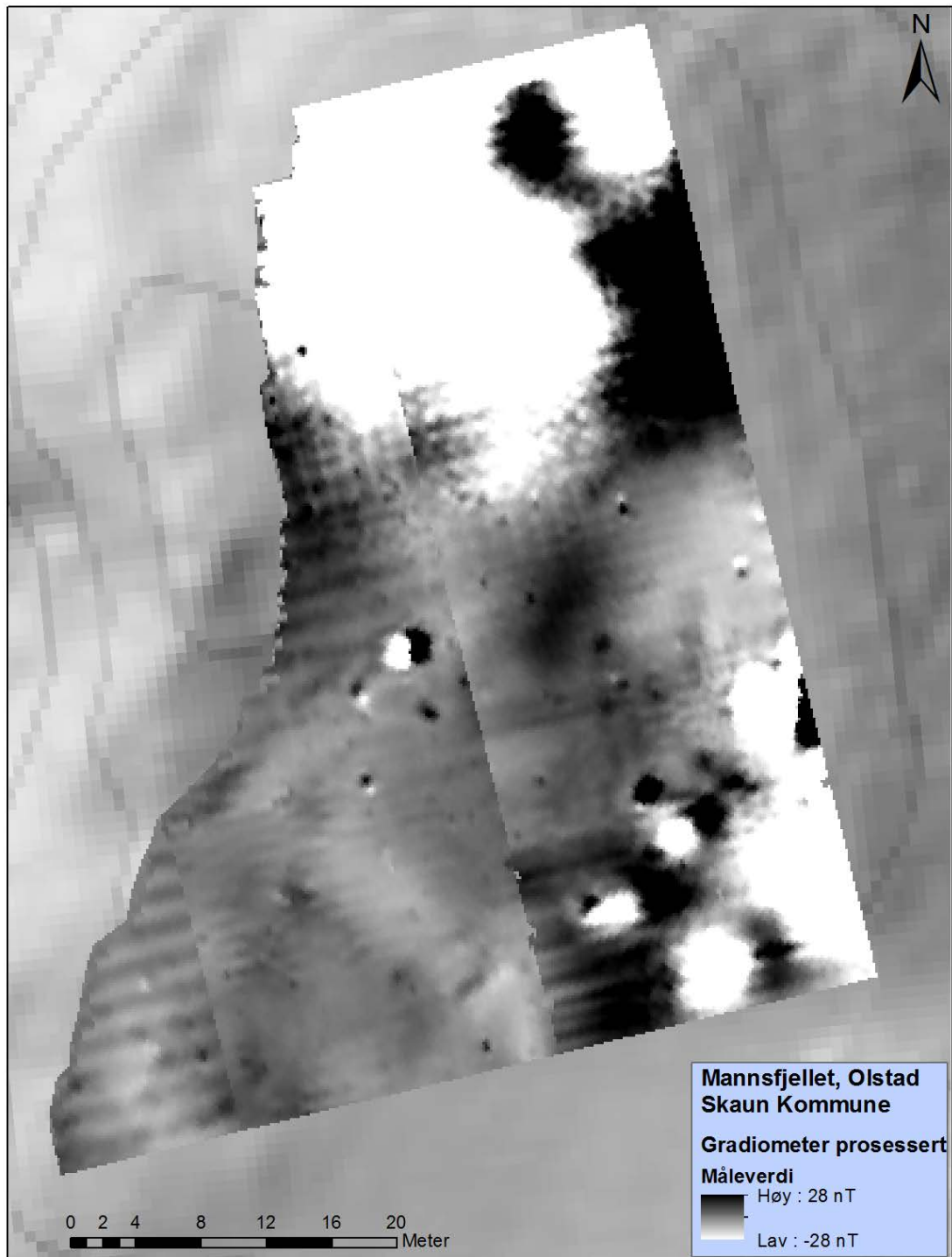
Her er det åpenbart at det er grunt ned til den kraftige refleksjonen tolket som berg på toppen av begge forhøyningene. Dette kan tas som indikasjon på at disse potensielle gravminnene enten ikke er menneskeskapte formasjoner, eller at de kan være hauger konstruert omkring allerede eksisterende forhøyninger.

3.2. Gradiometer

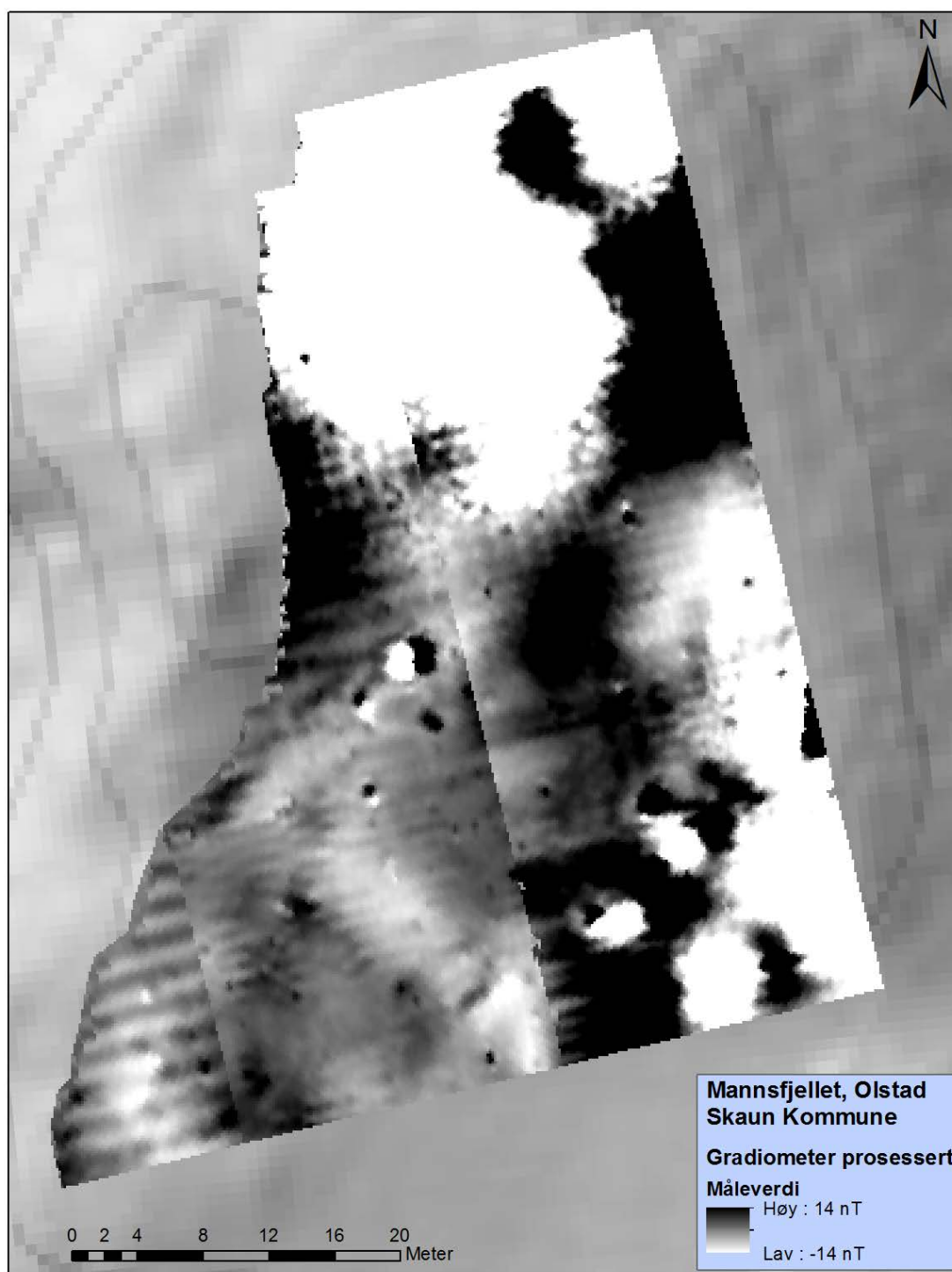
I dette avsnittet vil prosesserte dataplot bli presentert. Dette er de innsamlede dataene etter at de er behandlet i programvaren TerraSurveyor. Typisk er det at man forsøker å balansere ut ulikheter mellom de to sensorene, samt filtrere for å fremheve eventuelle observasjoner. På Olstad var det problematisk å finne et magnetisk «stille» område for å balansere instrumentet. Dette er gjerne et tegn på magnetisk undergrunn, enten grunnet geologi eller moderne forstyrrelser. De innsamlede dataene tyder på geologiske forstyrrelser. I følge NGU sine tilgjengelige kart¹ er grunnfjellet grønnstein, som er en metamorf bergart. Metamorfe bergarter er som regel omdannet under varme og trykk, noe som kan føre til at de får høyere magnetiske egenskaper.

¹ <http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/> - sist besøkt 24.11.2016

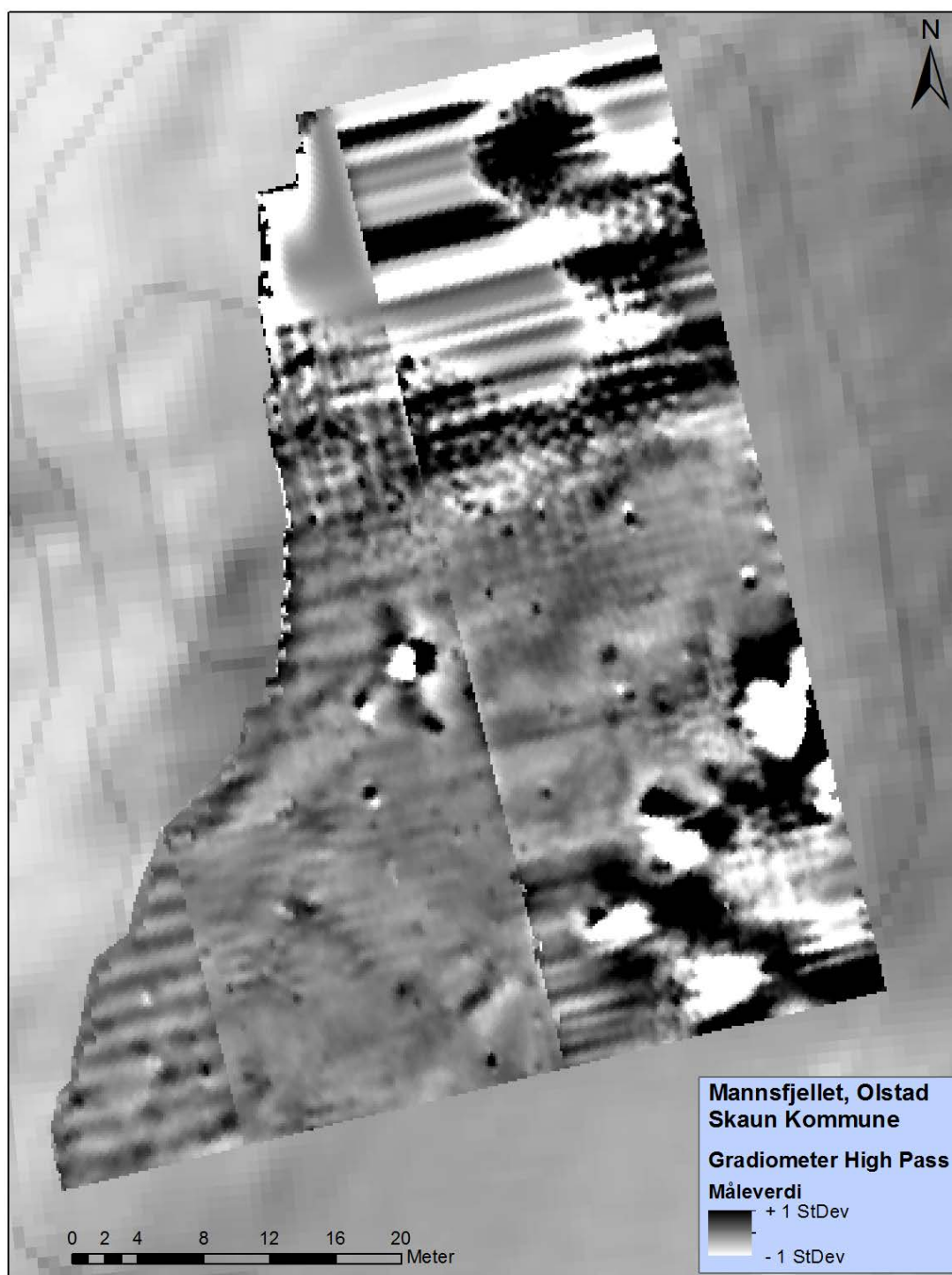
3.2.1 Dataplot



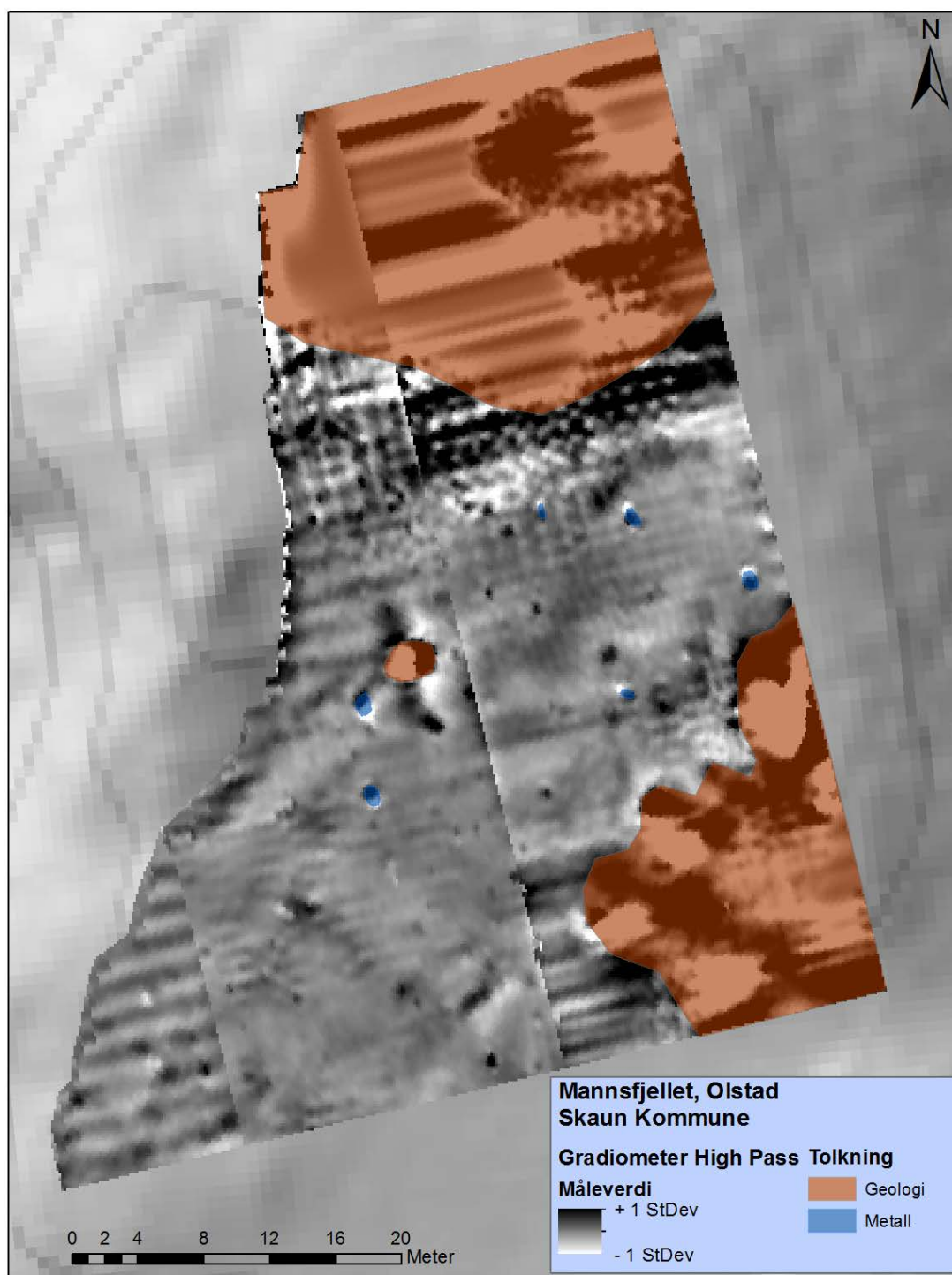
Figur 18: Prosesserte data $\pm 28\text{nT}$



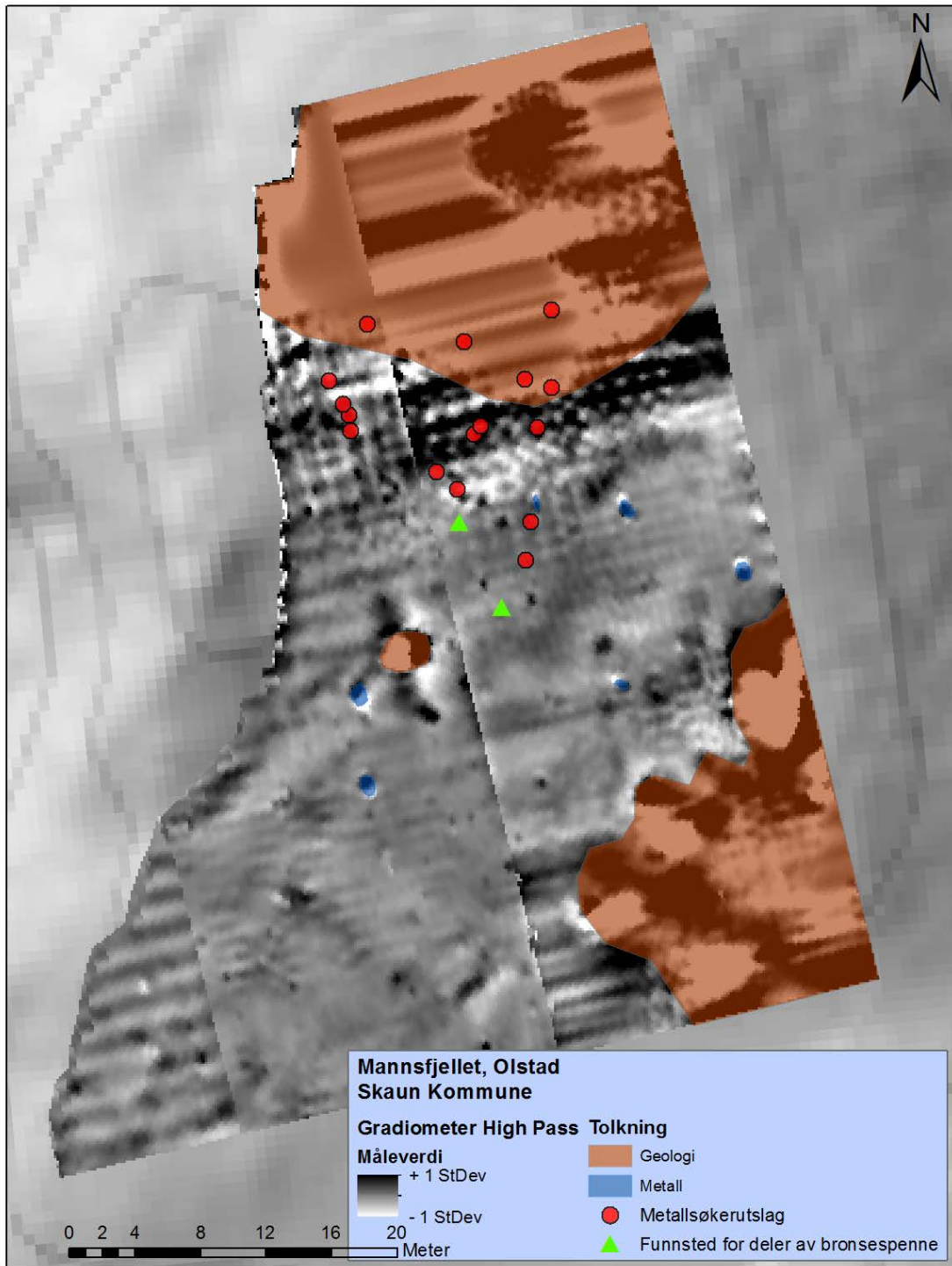
Figur 19: Prosesserte data $\pm 14\text{nT}$



Figur 20: High Pass-filtrerte data. ± 1 Standardavvik. Denne måten å filtrere dataene forsøker å fjerne store forskjeller i dataene.



Figur 21: Tolkninger av magnetometer-dataene.



Figur 22: Tolkninger og high-pass filtrerte data sett i sammenheng med påviste metallsøkerutslag og funn av deler av bronsepenne

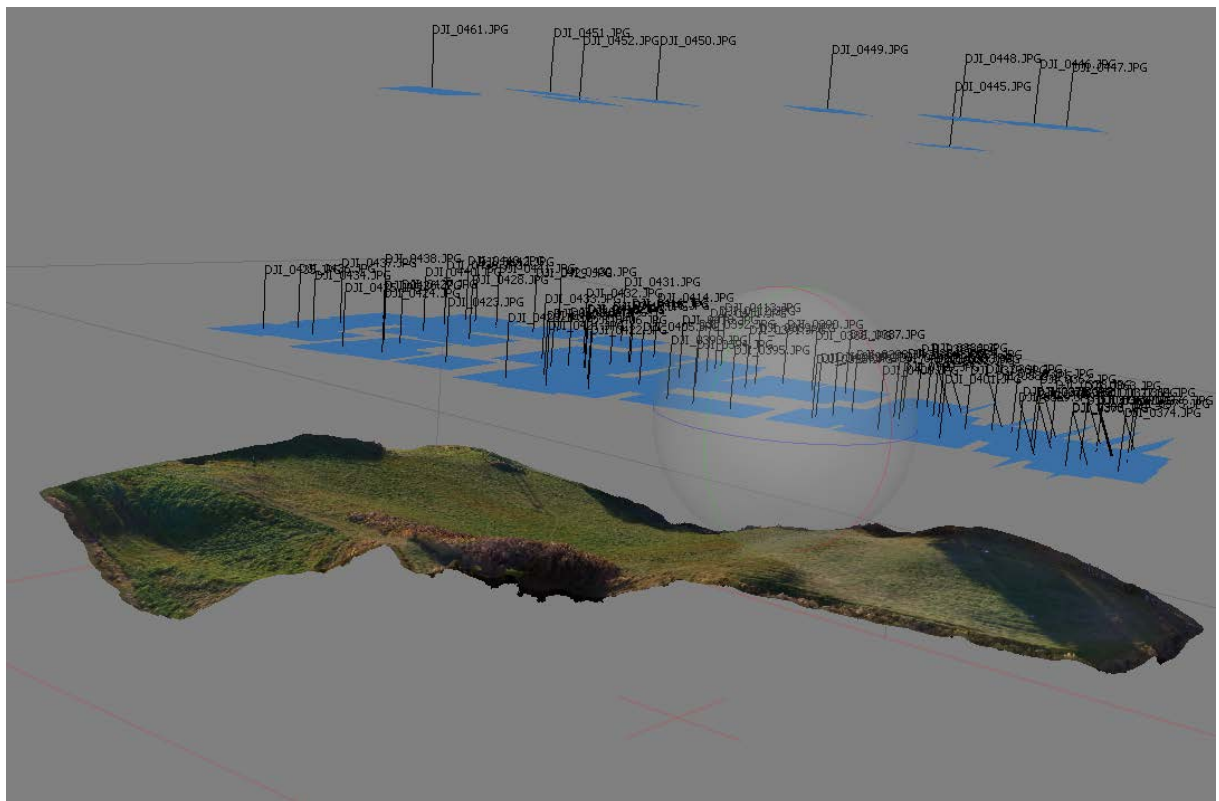
3.2.2 Observasjoner i gradiometer-dataene

Dataene bærer preg av soner med kraftige utslag, som virker å være forårsaket av magnetisk geologi. Dette harmonerer godt med en respons som er forventet fra metamorf geologi nær overflaten. Vi ser også tendenser til striper i dataene, noe som kan forklares med suboptimal balansering av sensorene, noe som gjerne skjer når det i utgangspunktet er stor variasjon i undergrunnen.

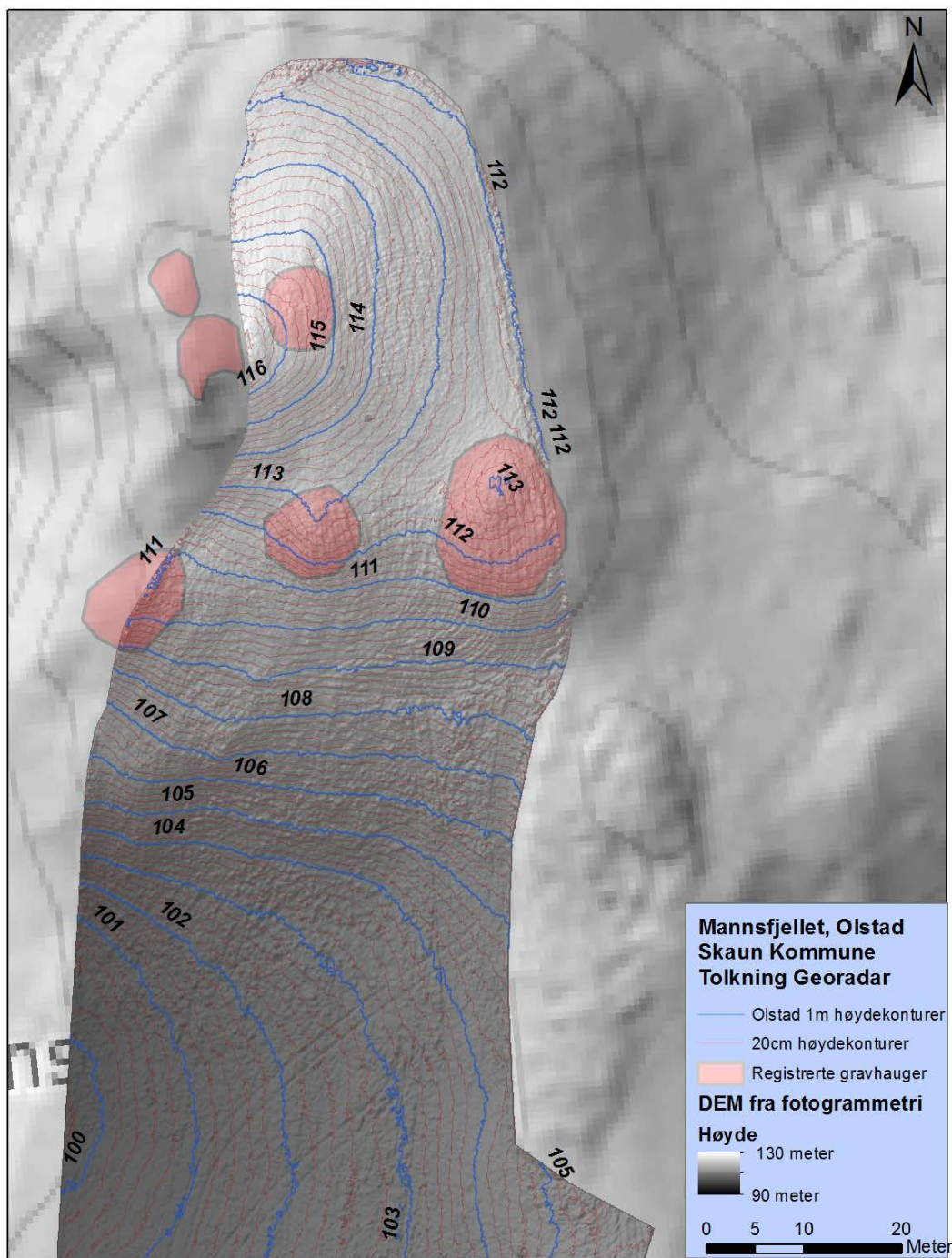
Som vi ser i Figur 21 og Figur 22, er det flere kraftige dipoler – altså utslag med kraftig positiv (sort) og negativ (hvit) del. Hvis den negative delen peker i en annen retning enn nord, er dette ofte resultatet av et objekt eller en struktur med iboende (remanent) magnetisme. Dette er ofte tolket som metallobjekter. Vi ser også at ingen av disse er påvist på eller ved kjente metallsøkerutslag. Dessverre er det også slik at innen sonen med mange metallsøkerutslag, markert mer røde prikker i Figur 21 og Figur 22, er det høye verdier og store soner med kraftige utslag forårsaket av geologien. Dette gjør at eventuelle sammenfall mellom metallgjenstander og de magnetiske målingene blir maskert av de geologiske utslagene. De observerte metallutslagene kan heller ikke knyttes til andre utslag som kan tolkes i retning av fotgrøfter, groper eller andre arkeologiske strukturer synlige i de magnetiske dataene.

3.3. Fotogrammetri

Det ble tatt overlappende flybilder fra drone, som senere ble importert i programvaren Agisoft Photoscan. På bakgrunn av databehandling her ble det produsert en høydemodell (se Figur 23). Denne georefererte høydemodellen ble importert inn i ArcMap, og det ble ekstrahert høydekoter for hver 20 cm på bakgrunn av høydemodellen.



Figur 23: Fotogrammetrimodell med kameraposisjoner. Produsert av Kristin Eriksen, NTNU Vitenskapsmuseet, Da61127



Figur 24: Høydemodell fra Olstad, med høydekoter

3.4. Metodiske observasjoner

Når det kommer til bruken av gradiometer på Olstad, er det åpenbart at grønnstein nær overflata gir kraftig magnetisk respons som maskerer eventuelle arkeologiske observasjoner. Det ble gjort enkelte utslag som er tolket som metallobjekter, men ingen av disse er i nærheten av andre geofysiske observasjoner. Det lot seg gjøre å oppdage pløyefurer som hadde et tverrsnitt helt ned på ca. 10cm, og dataene har høy kvalitet og oppløsning. Bruken av fotogrammetri fra drone ga en veldig høyoppløselig høydemodell.

4. Sammenfattende tolkninger, konklusjon og anbefalinger

Det lot seg gjøre å detektere plogfurer helt ned i ca. 10cm i tverrsnitt, og undersøkelsesområdet virker som å være veldig påvirket av pløyningen. Det er uvisst hvor lenge siden sist pløyning, men sett i sammenheng med resultatene fra gravingen i 2014 og den høye tettheten av pløyespør, er det åpenbart at fremtidig pløyning vil innebære en stor risiko for eventuelle forhistoriske anlegg. Vi klarte i dette tilfellet ikke å påvise eventuelle andre forhistoriske anlegg, men antar at hvis de har samme type fyll og geofysisk kontrast som pløyefurene vil vi ha sett eventuelle groper, nedgravninger eller fotgrøfter. Matjordslaget virker å være ca. 22cm tykt i snitt, men varierer mellom ca. 7 og 38cm. Dybde til grunnfjell og tykkelse av matjordslag sår tvil om de registrerte forhøyningene faktisk er konstruerte gravminner. Det kan de så klart enda være, men i så fall er de konstruert over tidligere naturlige forhøyninger, noe som ikke er uvanlig ved anleggelse av forhistoriske graver.

For gradiometerdataene gjorde den metamorfe undergrunnen bestående av hovedsakelig grønnstein til at resultatene i liten grad var egnet til å påvise nedgravninger. Enkelte mulige metallutslag kunne like vel observeres, men få samme sted som metall søkerutslagene fra 2014.

Det er nærliggende å anta at eventuelle nedgravninger ville ha blitt oppdaget med georadaren. Måleresultatene peker i retning av at det er få jordgravde arkeologiske strukturer i området. Undersøkelsene fra 2014 viser også at en eventuell grav kan være svært grunn, og ikke nødvendigvis ha en kontrast som er synlig hverken for geofysiske måleapparater eller det blotte øyet. Graven kan karakteriseres som en samling in situ gravgods rett under matjorda, uten synlig nedgraving. Det kan dermed hende at det i sammenheng med ytterligere gravanlegningen slettes ikke har vært nedgravninger, noe som gjør at eventuelle funn fra graver er spredt utover, i tillegg til in situ samlinger som har unngått plogen. Det at det er pløyefurer over hele området, viser også at hele området har vært berørt av moderne jordbruksaktivitet, og at eventuell fremtidig pløyning kan være en risiko for videre desimring av eventuelle in situ gjenstander og eventuelle rester som er kamuflert av den store mengden pløyefurer, i tillegg til allerede oppøyde løsfunn i matjordslaget.

4.1. Anbefalinger

Siden det ikke ble oppdaget jordgravde og tydelige arkeologiske strukturer, men samtidig ble påvist tynt matjordslag og en mengde plogfurer, viser det at området trolig er veldig ødelagt og eventuelle gjenstander og arkeologiske strukturer er under høy risiko ved videre pløyning. Ved en eventuell arkeologisk undersøkelse i fremtiden vil det kunne anbefales å utføre og/eller kombinere følgende tiltak:

1. Systematisk metalløk. Systematisk metalløk kan være en måte å lokalisere og avgrense eventuelle samlinger med gravfunn og løsfunn, og få en bedre kontroll på lokalitetsgrensene. Eventuell påvisning uten gravning etterfulgt av tetthetsanalyse i et GIS kan gi et godt prognosekart og et utgangspunkt for videre arbeid. Dette bør i såfall gjøres på et systematisk vis, med utsetting av rutenett, gode instruksjoner, samme tidsbruk på hver rute o.l. for et statistisk sammenlignbart resultat.
2. Forsiktig avtorving og åpning av mindre områder med høyt funnpotensial, f.eks. 3x3 eller 4x4 lik undersøkelsen i 2014. Dette kan utføres på områder med konsentrasjon av metallutslag, eller for et større areal for å påvise og undersøke konteksten til metalløkerfunnene og eventuelt bekrefte tolkningen av de geofysiske dataene.

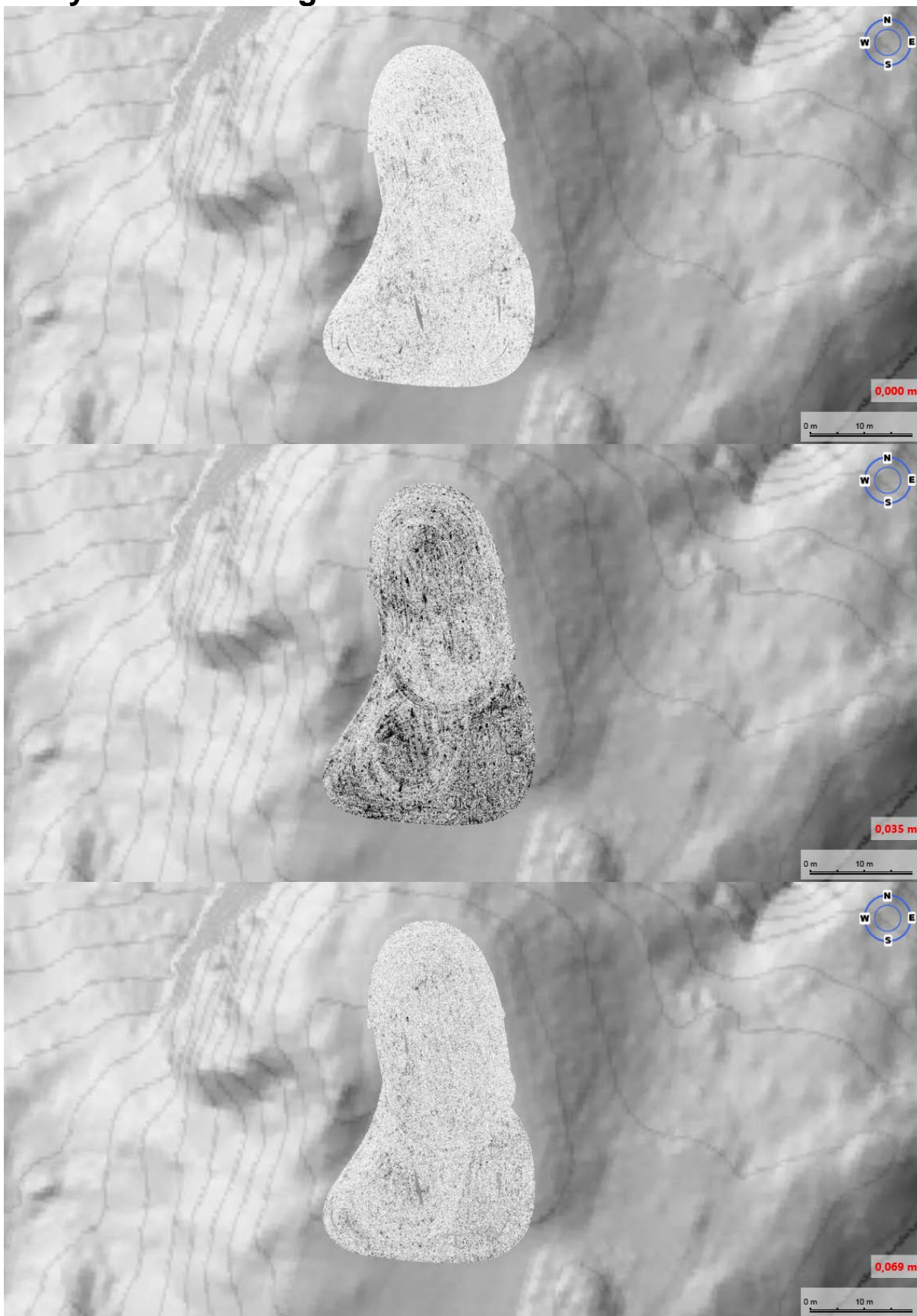
5. Litteratur

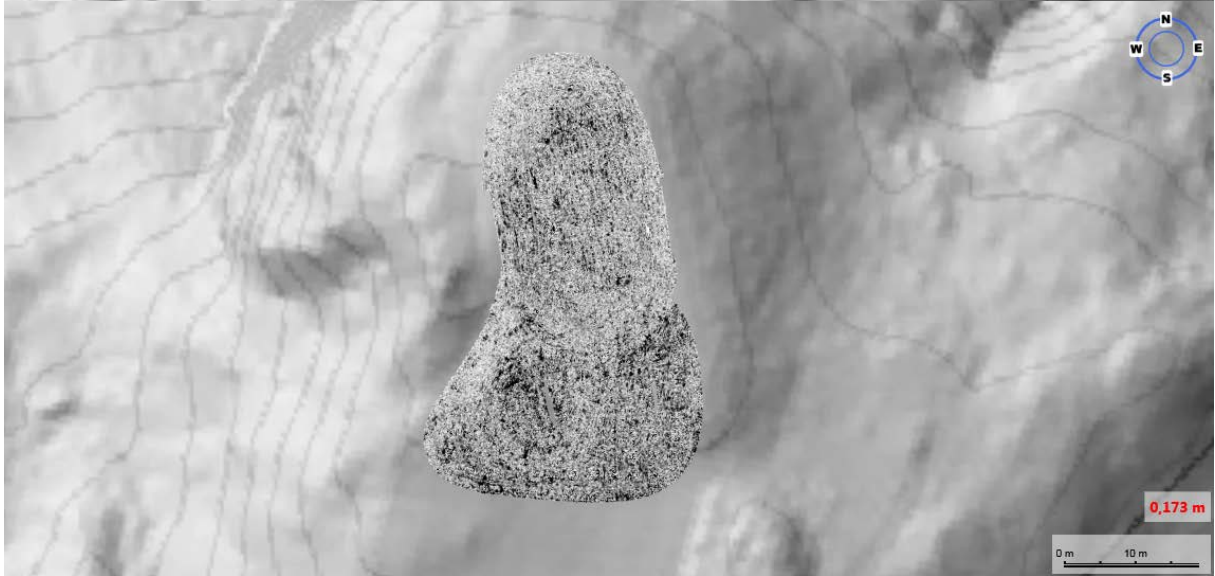
- Conyers, Larry B. 2013: *Ground-penetrating radar for archaeology*. Geophysical methods for archaeology, AltaMira Press. Plymouth, United Kingdom.
- Gaffney, Chris and John Gater 2003: *Revealing The Buried Past*. Tempus. Stroud.
- Goodman, Dean and Salvatore Piro 2013: *GPR Remote Sensing in Archaeology*. Geotechnologies and the Environment, vol. 9. Springer Berlin Heidelberg. Berlin Heidelberg.
- Stamnes, Arne Anderson 2010: Developing a Sequential Geophysical Survey Design for Norwegian Iron Age Settlements. MSc. Division of Archaeological, Geophysical and Environmental Sciences. University of Bradford. Bradford.
- 2011: Georadar avdekker fortidsminner. *Spor - populærarkeologisk tidsskrift*:(1):30-33.
- Vennatrø, Ragnar and Ingrid Ystgaard In Press: Våpenggrav fra vikingtid på lokaliteten Mannsfjellet, Olstad, gnr. 180/3, Skaun kommune, Sør-Trøndelag, Trondheim, Norway, NTNU Vitenskapsmuseet

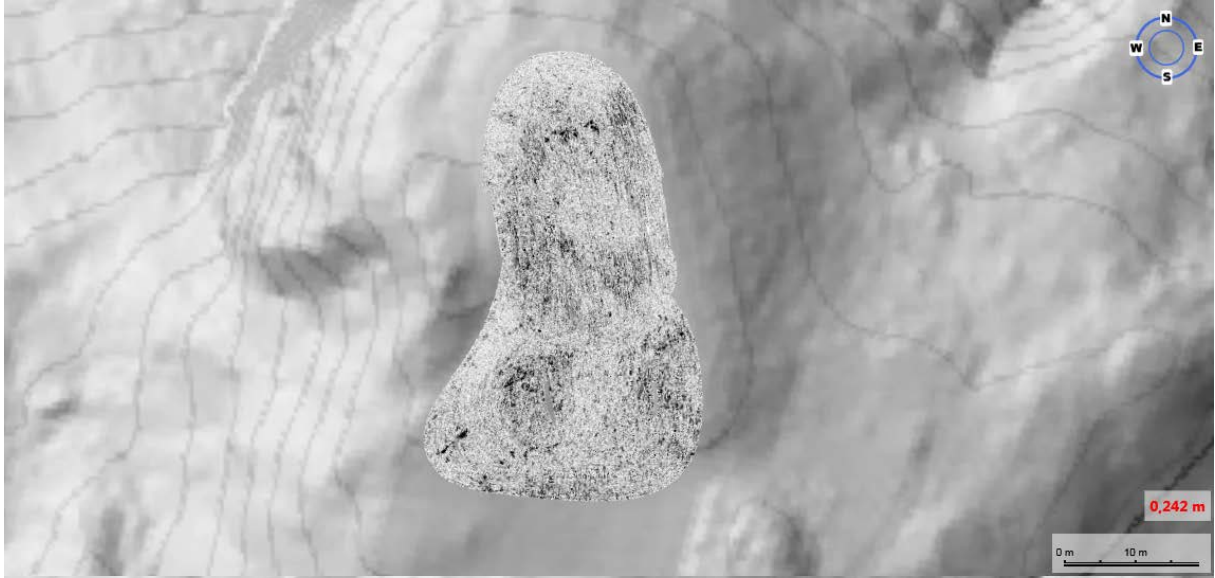
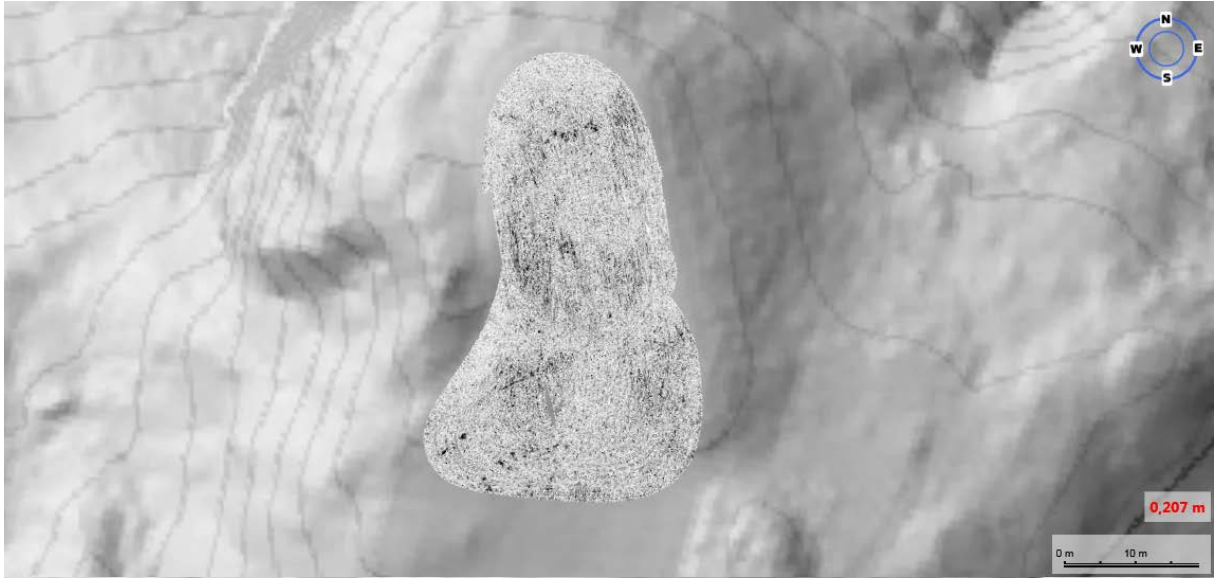
Vedlegg

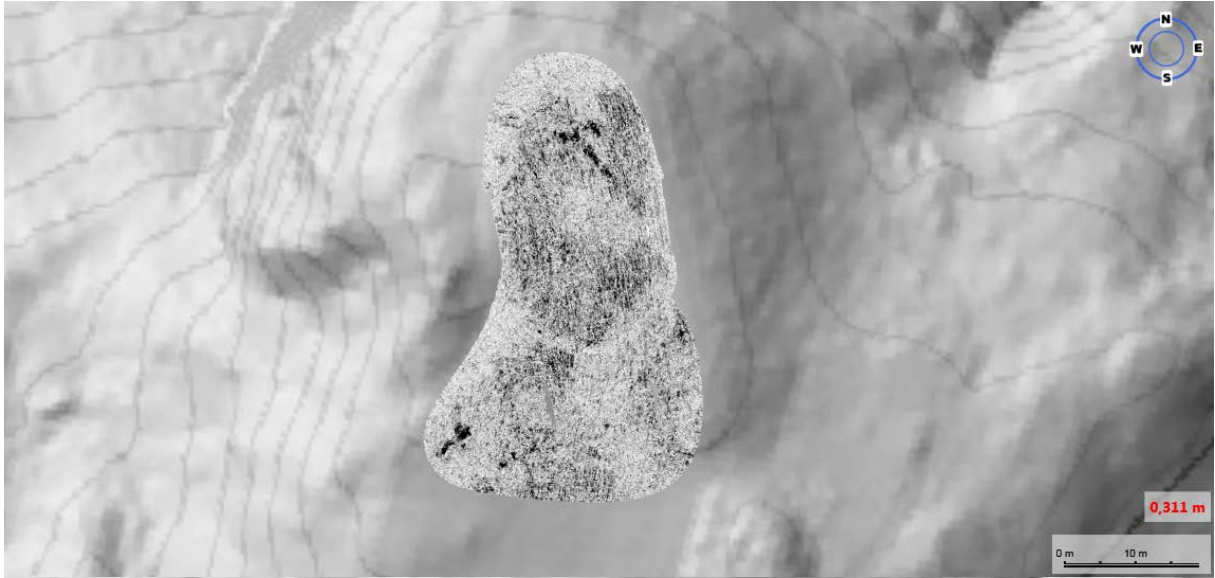
Data prosessering – Georadar – kilder: Conyers 2004, Goodman og Piro 2013.	
Stacking	Legger sammen flere pulser fra et og samme målepunkt, kan man fjerne høyfrekvent eller tilfeldig støy fra signalene, og samtidig forsterke små, subtile signaler.
Resample	Hvis hastigheten man har gått varierer over en lokalitet, må dataene «resamples» for å angi et konstant antall pulser for hver gitt avstand.
DC drift removal	Flytter oscillasjoner i radarpulsene tilbake rundt null-punktet
Bandpass filtrering	Eliminerer frekvenser utenfor antennens hovedbåndbredde og med det reduserer støy
Spectral Whitening	En variant av Bandpass filtrering, hvor data fra ulike overflater med variert utseende blir bedre balansert og skaper mer jevnt pulser. I stedet for å fokusere på styrken til refleksjonene, er det faseforandringene som anvendes som fokus.
Gaining	Forsterking av signalet som blir reflektert. Typisk er mye energi reflektert høere oppe, men signalet og refleksjonene dabber av nedover i bakken. Gaining vil forsterke dette, og settes manuelt for å få en jevn som mulig respons uavhengig av dybden signalet stammer fra.
Background removal	Fjerner "ringing", instrument-støy og minimerer koblingseffekten nær overflaten
Migration	Lokalisere radar-profilene bedre i forhold til deres posisjon i jorda. Kollapser signaler til deres opprinnelige posisjon eller kilde, og anvendes til å anslå omtrentlig den hastigheten signalet reiser gjennom undergrunnen.
Hilbert transform	Forsterker små forskjeller i grunnen ved å matematisk konvertere positive og negative pulser til et signal som bare har positive verdier med styrke tilsvarende kontrasten i refleksjonene til energien.

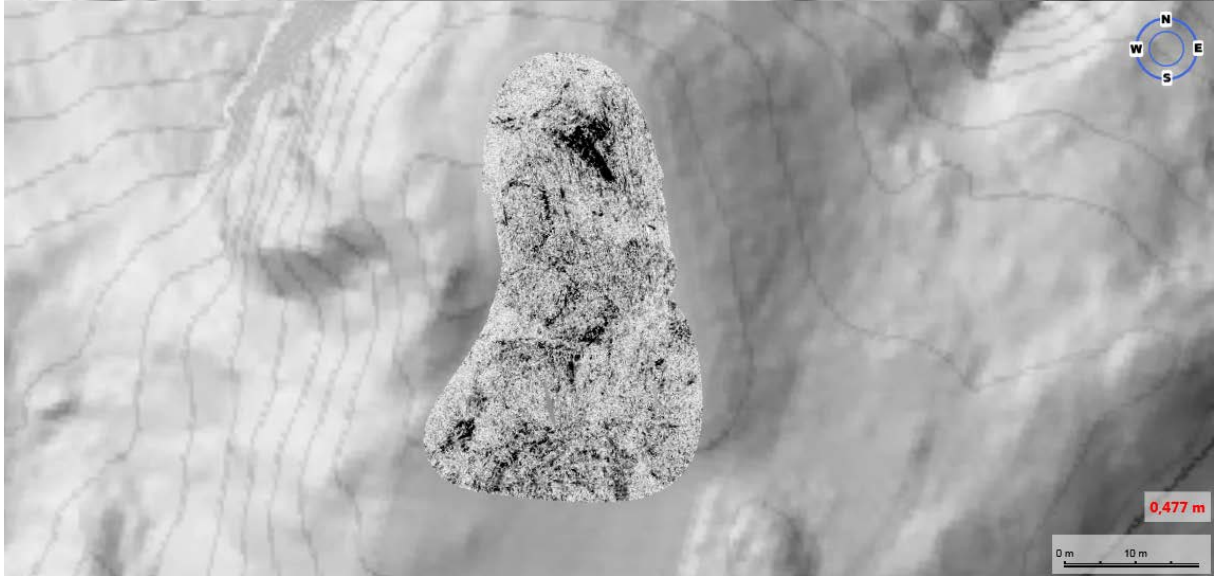
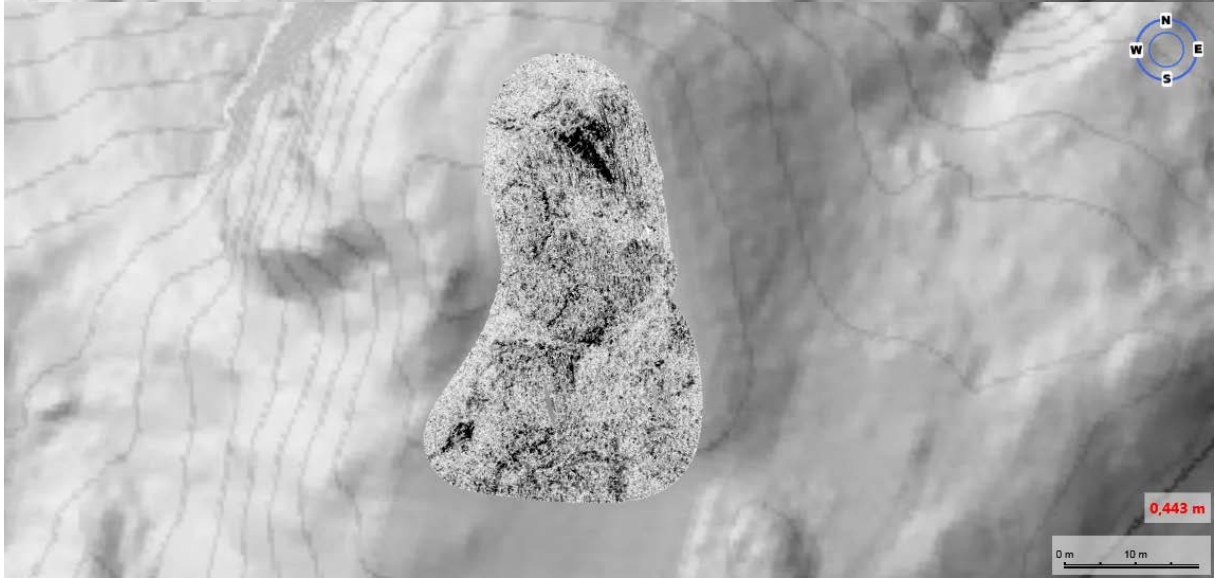
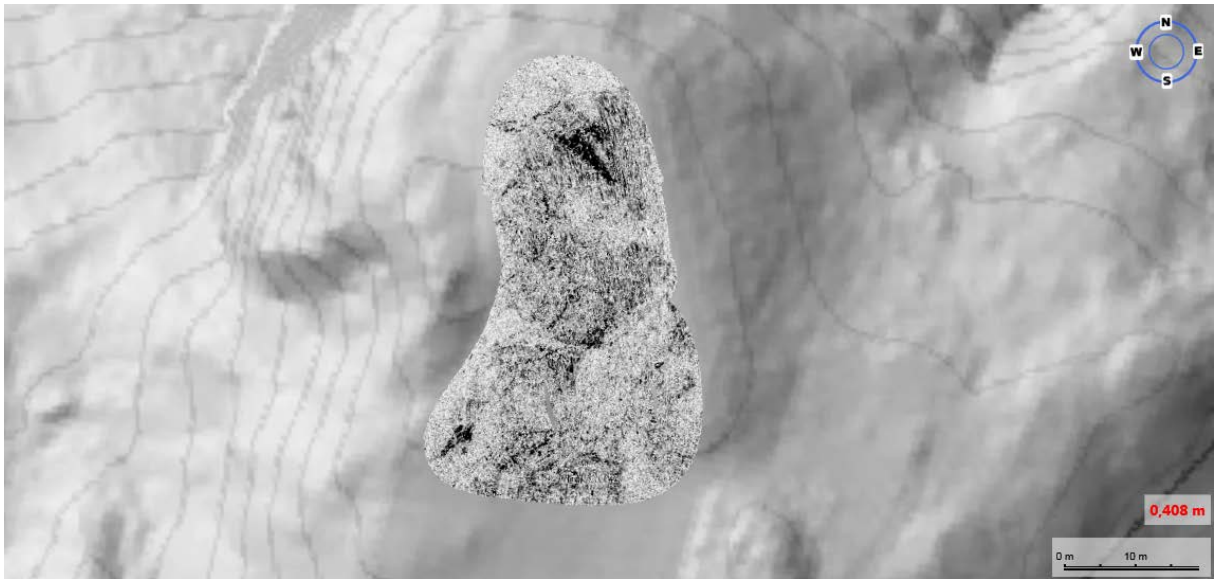
Dybdeskiver fra georadar

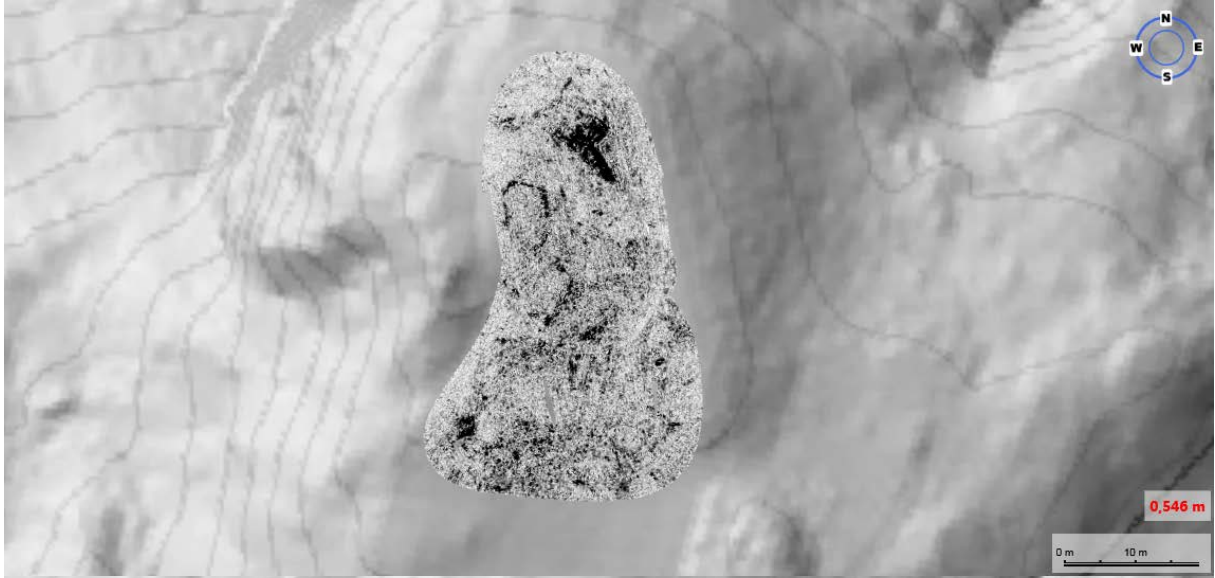
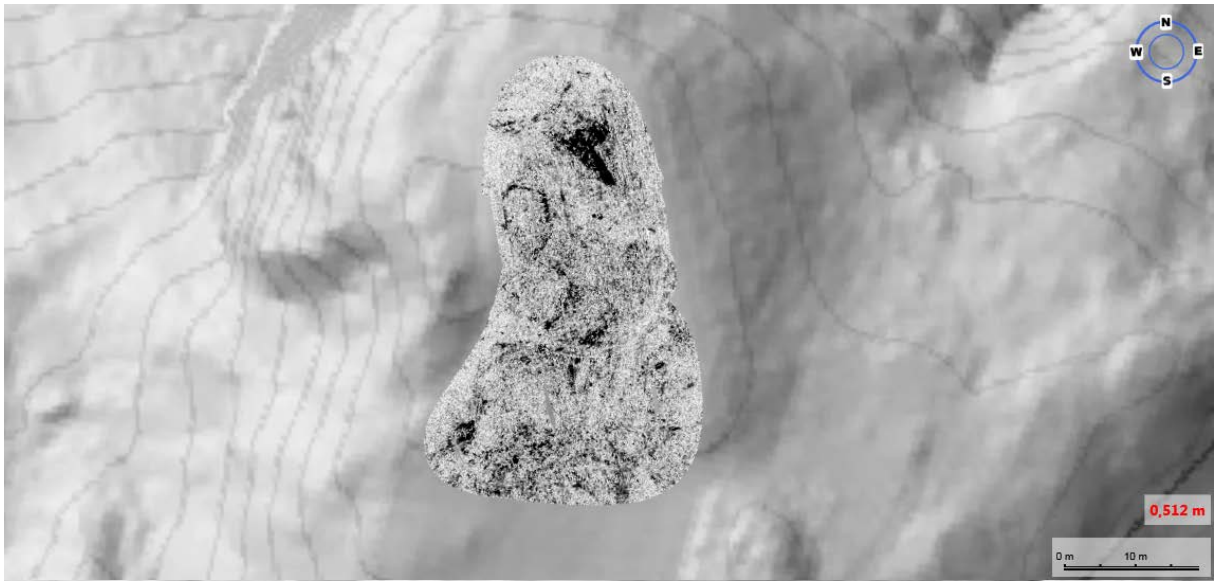


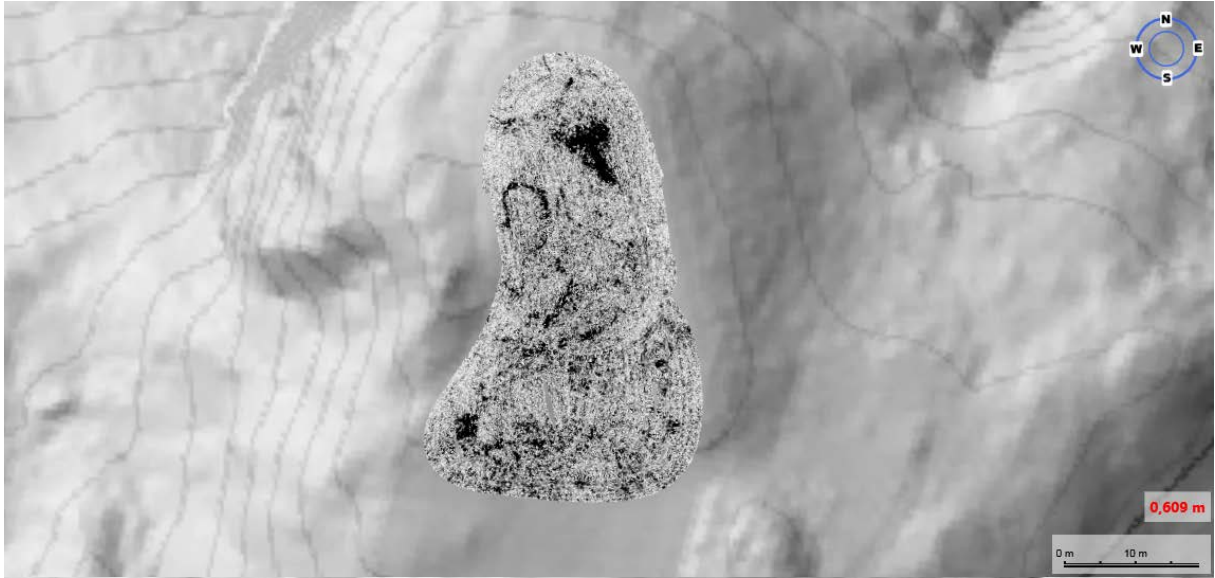












NTNU Vitenskapsmuseet er en enhet ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, NTNU.

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 978-82-8322-081-0

ISSN 2387-3965

© NTNU Vitenskapsmuseet

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

www.ntnu.no/vitenskapsmuseet