Arne Anderson Stamnes og Monica Kristiansen

Geofysiske undersøkelser av Peter Egges Plass, Trondheim

NTNU Vitenskapsmuseet
arkeologisk rapport 2014-9

NTNU
Vitenskapsmuseet

NTNU Vitenskapsmuseet arkeologisk rapport 2014-9

Arne Anderson Stamnes og Monica Kristiansen

Geofysiske undersøkelser av Peter Egges plass, Trondheim

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
Stamnes, A. og Kristiansen, M. 2014: NTNU Vitenskapsmuseet arkeologisk rapport 2014/9.
Geofysiske undersøkelser av Peter Egges Plass, Trondheim

Trondheim, september 2014

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

Ansvarlig signatur
Birgitte Skar (seksjonsleder)

Kvalitetssikret av
Ellen Grav Ellingsen (serieredaktør)

Publiseringstype
Digitalt dokument (pdf)

Forsidefoto
Utsetting av elektroder for måling av elektrisk resistanseprofil, 2. juli 2014
Foto: Arne Anderson Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet

www.ntnu.no/vitenskapsmuseet

ISBN 978-82-8322-007-0
ISSN 2387-3965

Sammendrag

Stamnes, A. og Kristiansen, M. 2014: NTNU Vitenskapsmuseet arkeologisk rapport 2014/9.
Geofysiske undersøkelser av Peter Egges Plass, Trondheim

NTNU Vitenskapsmuseet i samarbeid med NIKU utførte på vegne av Riksantikvaren og Koteng eiendom en geofysisk undersøkelse av Peter Egges Plass i forbindelse med forarbeidene til en reguleringsplan på området. Formålet var å danne seg et godt bilde av forstyrrelser i undergrunnen forut for videre saksbehandling, da det var usikkert hvor mye av området som var påvirket av moderne infrastruktur, kjellerbygninger og annen aktivitet. Det var også et mål å påvise eventuelle graver, stratigrafiske forhold, samt utbredelsen til bevarte kulturlag.

I perioden 30. juni til 4. juli ble det derfor utført undersøkelser med georadar, samt målinger av den elektriske ledeevnen i undergrunnen. Grunnet dybden til de antatte kulturlagene, ble en kombinasjon av 400Mhz og 250Mhz georadarundersøkelser sammen med de elektriske målingene ansett som velegnet for å svare på de problemstillingene som var satt opp på forhånd.

Det lot seg gjøre å påvise en mengde med moderne infrastruktur ved ulike dybder, samt flere anomali som er tolket som kulturhistoriske. Disse kan være rester etter eldre husgrunner, lagskiller og konstruksjoner. I tillegg ble det påvist en rekke anomali som var vanskelig å tolke som arkeologiske, siden de ikke hadde noen form, retning eller geofysisk kontrast som kunne bekrefte en slik tolkning. Det ble også klart at sentrale deler av parkeringsplassen hadde et dekke – saltblandet subbus, som ikke var fordelaktig for en georadarundersøkelse – da den regelrett slukte mye av energien. Målingene på asfalt og brostein hadde langt bedre penetrasjon. De elektriske målingene viste seg dessuten å være en god metode for å kombinere med georadarmålinger samt prøveboringer.

De elektriske målingene gjorde det mulig å anslå omtrent dybden på det moderne dekket, mulig utstrekning av kulturlag, antyde formen og retningen på en mulig plattform eller terrassekant, samt vise flere soner som kan tolkes som forhistoriske konstruksjoner.

Nøkkelord: Georadar – Elektriske motstandsmålinger – middelalder – kulturlag - bevaringsgrad

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

Monica Kristiansen, NIKU, Postboks 736 Sentrum, 0105 Oslo

Summary

Stamnes, A. og Kristiansen, M. 2014: NTNU Vitenskapsmuseet arkeologisk rapport 2014/9.
Geofysiske undersøkelser av Peter Egges Plass, Trondheim

The NTNU Museum of Natural History and Archaeology undertook, in collaboration with the Norwegian Institute for Cultural Heritage Research, a geophysical survey at the Peter Egges Square in downtown Trondheim. The survey was conducted on behalf of The Directorate For Cultural Heritage and Koteng Eiendom. The aim was to gain a better impression of the impact modern infrastructure and past building activity have had on the preservation conditions in the area. As this is a central part of the medieval and Viking age city centre of Nidaros, it is an important national monument with preserved cultural layers of up to 5-6 meters in depth. It was also hoped that some archaeological remnants as constructions, graves, walls or similar, could be detected within the survey area.

Between the 30th of June and the 4th of July, a geophysical survey combining the usage of ground penetrating radars with several central frequency antennas (250 and 400Mhz), as well as an Electrical Resistivity Tomography measurements were performed.

We were able to locate and delimit a range of modern infrastructure installations at various depths within the area, as well as several anomalies and areas with concentration of geophysical contrasting anomalies. Several of these anomalies have been interpreted as of possible cultural historical origin, i.e. 16-1800s or potentially pre-reformation of age. Sadly, the main parts of the parking lot in the survey area were covered by gravel that had been salted to prevent dust flying into the air – called subbus. This cover attenuated much of the radar signal pulses, hindering decent reflections of energy, and this preventing good subsurface coverage. The radar-survey on paved surfaces and asphalt had good data penetration and subsurface resolution.

The earth resistivity survey performed very well as a counterpart to the radar survey, giving a good impression of the depth of the modern top layers, the location of subsurface constructions, and the possible preservation of cultural layers and a possible platform or terrace.

Key words: Ground Penetrating Radar – Earth Resistivity Tomography – Medieval Cultural Layers - Preservation

Arkivreferanser

Geofysiske undersøkelser av Peter Egges Plass, Trondheim.

AskeladdenID	90288
Journalnummer (ePhorte)	2014/7143
Fylke	Sør-Trøndelag
Kommune	Trondheim
Gårdsnavn	Søndre gate 7-11, Krambugata 2a, 2b og 4, Dronningens gate 1B, Peter Egges Plass 2
Gårdsnummer	401
Lokalitet	Middelalderbyen i Trondheim
Kulturminnetype	Bosetnings- og aktivitetsområde
Datering	Middelalder, etterreformatorisk, moderne

Innhold

1 Innledning……10
1.1 Områdebeskrivelse 10
1.2 Tidligere registreringer og undersøkelser 10
1.2.1 Arkeologiske undersøkelser ved Folkbibliotekstomta……10
1.2.2 NIKUs undersøkelse av utbredelse og tykkelse på kulturlag……13
1.2.3 Moderne forstyrrelser……..16
2 Bagrunn for undersøkelsen……..19
2.1 Tid, deltagere 19
2.2 Problemstillinger 19
2.3 Metode og fremgangsmåte 20
2.3.1 Georadar 20
2.3.2 Elektrisk resistansemålinger 21
2.4 Prosessering 22
2.5 Dokumentasjon 23
2.5.1 Oppløsning 24
3 Resultater…….. 25
3.1 Elektriske motstandsmålinger…… 25
3.1.1 Elektriske resistivitetsprofiler…….. 27
3.1.2 Dybdeskiver – Elektrisk resistivitet 36
3.2 Tolkninger av elektriske resistivitetsdataene 46
3.2.1 Moderne observasjoner - resistivitetsmålinger 46
3.2.2 Kulturhistoriske observasjoner - resistivitetsmålinger 55
3.3. Georadar 55
3.4 Tolkninger av georadar-data……..55
3.4.1 Undersøkelse med 400Mhz-antenne 56
3.4.2 Tolkninger av datasettet fra 400Mhz-undersøkelsen 61
3.5 Generelle bemerkninger om georadar-undersøkelsen……71
3.5.1 Moderne observasjoner i 400Mhz-datasettet 71
3.5.2 Kulturhistoriske observasjoner i 400Mhz-datasettet 73
3.5.3 Undersøkelsen med 250-Mhz-antenne 74
3.5.4 Tolkninger av observasjoner i en dybde fra 0-100cm dybde 79
3.5.5 Observasjoner i 250Mhz-datasettet for anomali ved dybder fra 0-100cm 86
3.5.6 Tolkninger av observasjoner i en dybde fra 100cm dybde og nedover 86
3.5.7 Observasjoner i 250Mhz-datasettet 91
3.6 Sammenfattende tolkning 93
4 Konklusjon……..95
5 Vedlegg……96
5.1 Vedlegg 1 Litteratur: 96
5.2 Vedlegg 2 Dybdeskiver Georadar 400Mhz 97
5.3 Vedlegg 3 Dybdeskiver Georadar 250Mhz 159

Figurliste

Figur 1: Kart; parsellinndeling og rester etter den eldste bebyggelsen 11
Figur 2: Kart som viser forstyrrelser av de middelalderske kulturlag..... 12
Figur 3: Kart over boreprøver utført i 2007 13
Figur 4: Foto fra funn av skjeletter i 1978 15
Figur 5: Flyfoto fra 1937 over undersøkelsesområdet. 17
Figur 6: Kart som viser kjente kabler og rør innenfor undersøkelsesområdet..... 18
Figur 7: Prinsippet bak målinger av elektrisk resistanse..... 21
Figur 8: Elektrodeoppsett i felt..... 22
Figur 9: Utsett av koordinatsystem og utplassering av kjørelinjer. 25
Figur 10: Oversikt over undersøkelsesområdet for elektriske motstandsmålinger. 26
Figur 11: Resistivitetsmålinger fra trasé X7. 27
Figur 12: Resistivitetsmåling fra trasé X8.5. 27
Figur 13: Resistivitetsmåling fra trasé X10. 28
Figur 14: Resistivitetsmåling fra trasé X11.5. 28
Figur 15: Resistivitetsmåling fra trasé X13. 29
Figur 16: Resistivitetsmåling fra trasé X14.5. 29
Figur 17: Resistivitetsmåling fra trasé X16. 30
Figur 18: Resistivitetsmåling fra trasé X17.5. 30
Figur 19: Sammenligning mellom boreprøve åtte på trasé X8.5 31
Figur 20: Sammenligning mellom boreprøve 4 på trasé X11.5 32
Figur 21: Sammenligning mellom boreprøve 5 på trasé X14.5 33
Figur 22: Forslag til tolkning av de elektriske resistivitetsprofilene..... 34
Figur 23: Sammenligning mellom boreprøve 3 på trasé X1335…… 35
Figur 24: Sammenligning mellom boreprøve 2 på trasé X13 36
Figur 25: Dybdeskive over elektriske motstandsmålinger ved ca. 0.2m dybde..... 37
Figur 26: Dybdeskive over elektriske motstandsmålinger ved ca. 0.63m dybde..... 38
Figur 27: Dybdeskive over elektriske motstandsmålinger ved ca. 1.12m dybde..... 39
Figur 28: Elektriske motstandsmålinger ved 1.64m dybde. 40
Figur 29: Dybdeskive over elektriske motstandsmålinger ved ca. 2.35m dybde..... 41
Figur 30: Dybdeskive over elektriske motstandsmålinger ved ca. 3.1m dybde..... 42
Figur 31: Dybdeskive over elektriske motstandsmålinger ved ca. 3.96m dybde..... 43
Figur 32: Dybdeskive over elektriske motstandsmålinger ved ca. 4.96m dybde..... 44
Figur 33: Dybdeskive over elektriske motstandsmålinger ved ca. 6.1m dybde..... 45
Figur 34: Elektriske observasjoner som er tolket som moderne..... 47
Figur 35: Kart som angir øverste nivået til de moderne observasjonene. 48
Figur 36: Kart som angir omtrentlig bunnen til de moderne observasjonene..... 49
Figur 37: Plasseringen av de antatt moderne observasjonene. 50
Figur 38: Tolkning av mulige kulturhistoriske observasjoner. 51
Figur 39: Kart som angir øverste nivået til de kulturhistoriske observasjonene. 52
Figur 40: Kart som angir omtrentlig bunnen til de kulturhistoriske observasjonene…….. 53
Figur 41: Kart som angir de kulturhistoriske observasjonene..... 54
Figur 42: Kjøring av georadar.. 56
Figur 43: Dybdeskive fra 30-35cm dybde, med eksempler på enkelte av tolkninger..... 57
Figur 44: Dybdeskive fra 60-65cm dybde, med eksempler på enkelte av tolkningene. 58
Figur 45: Dybdeskive fra 87-93cm dybde, med eksempler på enkelte av tolkningene. 59
Figur 46: Dybdeskive fra 153-158cm dybde, med eksempler på enkelte av tolkningene. 60
Figur 47: Kart over den geofysiske kontrasten til anomali tolket som moderne. 61
Figur 48: Tolkninger av georadar-datasettet. 62
Figur 49: Tolkninger av georadar-datasettet. 63
Figur 50: Dybder på anomaliene tolket som moderne. 64
Figur 51: Kart over identifiserte lag tolket som moderne. 65
Figur 52: Beregnet dybde til lagene som er antatt å være moderne. 66
Figur 53: Den geofysiske kontrasten til anomali som kan ha kulturhistorisk relevans. 67
Figur 54: Dybde til anomali tolket som kulturhistorisk interessante. 68

Figur 55: Tolkning av anomali vurdert til å være av kulturhistorisk interesse. 69
Figur 56: Kulturhistoriske anomali vs. plassering av bygninger revet på 1960-tallet. 70
Figur 57: Sammenligning mellom ERT-data og 200Mhz georadardata i søndre deler av X13..... 72
Figur 58: Sammenligning mellom resistivitetsdata og 400Mhz georadardata. 73
Figur 59: Lag rett øst for utspring på Søndre gate 9. 74
Figur 60: Dybdeskive fra 49-53cm dybde, med eksempler på enkelte av tolkningene. 75
Figur 61: Dybdeskive fra 77-86cm dybde, med eksempler på enkelte av tolkningene. 76
Figur 62: Dybdeskive fra 133-142cm dybde, med eksempler på enkelte av tolkningene. 77
Figur 63: Dybdeskive fra 161-170cm dybde, med eksempler på enkelte av tolkningene. 78
Figur 64: Anomali tolket som lag i dybder fra 0-100cm 79
Figur 65: Geofysisk kontrast til identifiserte lag fra 0-100cm 80
Figur 66: Dybde til identifiserte lag fra 0-100cm dybde 81
Figur 67: Geofysisk konstrast til observasjoner i dybder fra 0-100cm. 82
Figur 68: Dybde til observasjoner i dybder fra 0-100.. 83
Figur 69: Tolkninger av observasjoner i dyder fra 0-100cm. 84
Figur 70: Tolkninger fra 0-100cm vs kart over infrastruktur og bygninger revet på 1960-tallet..... 85
Figur 71: Den geofysiske kontrasten til anomali identifisert i en dybde fra 100cm og dypere 87
Figur 72: Anslått dybde til anomali identifisert dypere enn 100cm 88
Figur 73: Tolkninger til anomali identifisert dypere enn 100cm 89
Figur 74: Anomali fra 100cm eller dypere. 90
Figur 75: Dataplot som viser hvordan den omtalte gropa fremstår i profil 91
Figur 76: Dataplot som viser hvordan den omtalte mulige muren fremstår i profil 92
Figur 77: Dataplot som viser hvordan det omtalte laget fremstår i profil 92
Figur 78: Sammenfattende tolkninger 93

1. Innledning

På vegne av Riksantikvaren og Koteng Eiendom utførte NTNU Vitenskapsmuseet i samarbeid med NIKU en geofysisk undersøkelse av Peter Egges Plass i Trondheim i perioden 30. juni-4 august 2014. Undersøkelsen har flere formål, bl.a. å kartlegge omfanget av moderne inngrep og påvirkninger i undergrunnen, samt ulike problemstillinger knyttet til arkeologiske forhold- inkludert stratigrafi, topografi, utbredelse av kulturlag og mulig tilstedeværelse av en eldre kirkegård. Rapporten er utarbeidet av Arne Anderson Stamnes ved NTNU Vitenskapsmuseet, med bidrag fra Monica Kristiansen – NIKU. Prosjektleder ved NTNU Vitenskapsmuseet har vært Anne Haug.

1.1. Områdebeskrivelse

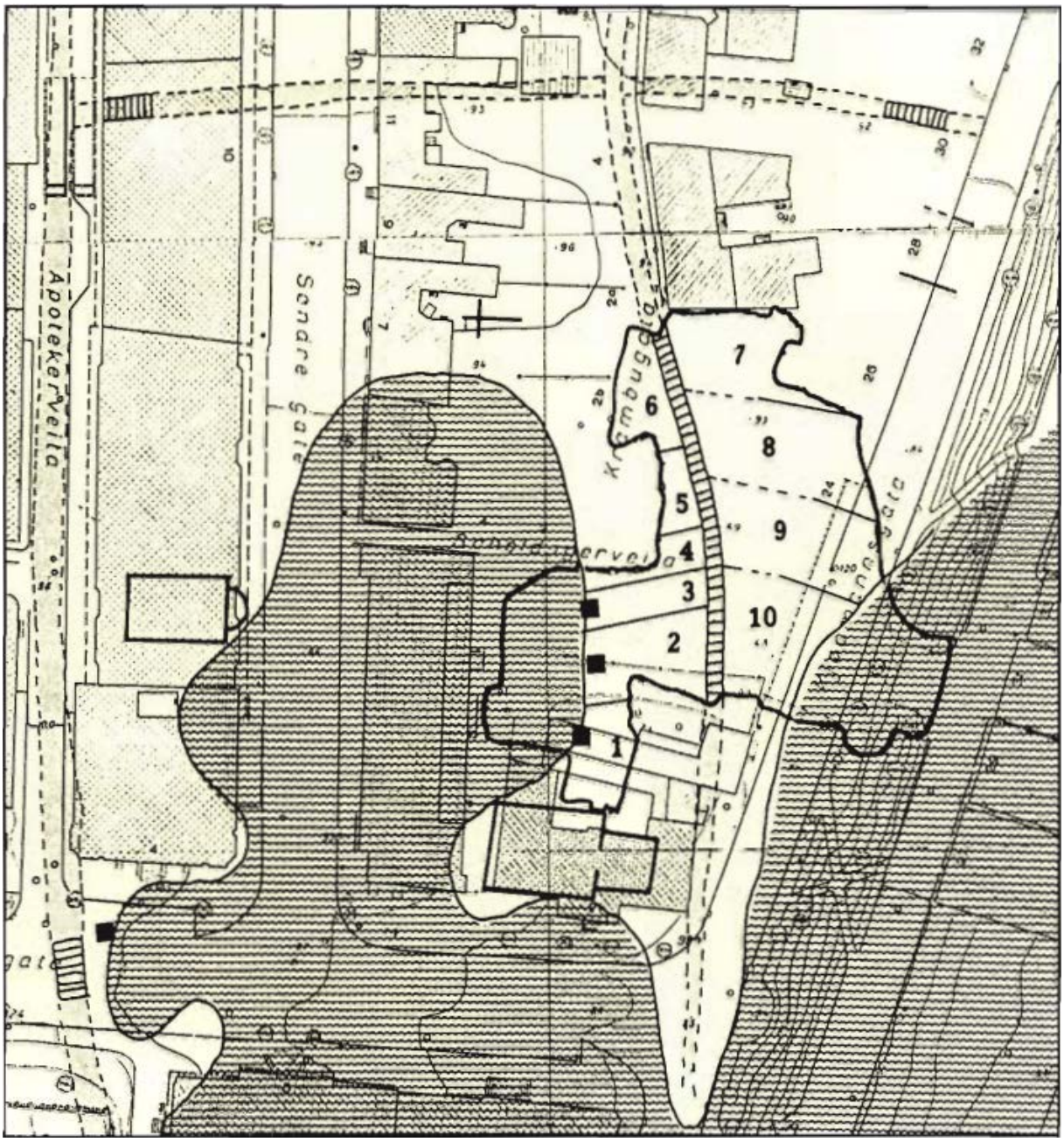
Prøveboringer utført av NIKU i samarbeid med Bioforsk og Rambøll i 2007, viste at kulturlagenes tykkelse varierer mellom 1-4m. Sedimentene som danner undergrunnen består av fluviale sand- og grusmasser (Petersén 2007). Området er sentralt plassert innenfor kulturminnet «Middelalderbyen i Trondheim», Askeladden id.nr. 90288. I dag er området omkranset av moderne bebyggelse, men ved omkring år 1000 var deler av området en grunn bukt med en parsellinndeling mot den gamle strandlinja (se figur 1). Det var tidligere antatt at det gamle terrenget skrånet mot sør og sørøst fra en sandbanke mellom ei lone omkranset av bebyggelse og Nidelva. I løpet av århundrene etter dette ble denne lona sannsynligvis gjenfylt med påførte rester og avfall, og ble etter hvert tørt land. Prøveboringene fra 2007 indikerte at den opprinnelige naturbakken var ujevn, og at det muligens er en knekk i terrenget, med et betydelig mer lavtliggende område mot sør enn mot nord i området.

1.2. Tidligere registreringer og undersøkelser

1.2.1. Arkeologiske undersøkelser av Folkebibliotekstomta i årene 1973-1985

I årene 1973-1985 ble det utført ekstensive undersøkelser på Folkebibliotekstomta i forbindelse med planene om et nytt hovedbibliotek for Trondheim kommune. Undersøkelsene ble utført over i alt 9 gravesesonger, hvor totalt 3250 m² ble undersøkt, og ca. 5500m³ med jordmasser ble gravd ut. I alt ble det lagt inn ca. 110 årsverk i arbeidet. Innenfor området var det bevarte kulturlag og bebyggelsesspor i en tykkelse av 1,5 og ned til over 5m meters dybde. Det ble identifisert 12 bosetningsfaser, den eldste varte fra 900-tallets slutt til 1025 og den yngste varer fra ca. 1600 og frem til i dag. I alt ble det undersøkt noe over 200 bygninger, ca. 100 veiter, gårdsplasser, brønner og avfallsgroper, 389 graver tilhørende Olavskirken. Denne kirka ligger nå delvis innlemmet under tak inne i Folkebiblioteket. Det ble også funnet ca. 200 000 enkeltgjenstander. Det ble klart at bosetningene inndelte seg i parseller som opprinnelig ble lagt inn imot ei lita lun bukt (også kalt lone). Denne bukta ble i løpet av fase 3 (1075-1125) tørt land, trolig som en kombinasjon av en landheving på ca. 4mm pr år, men også gjennom massiv dumping av bygnings- og husholdningsavfall i bassenget. Ved slutten av 1000-tallet var det meste av brakkvannsområdet innenfor det utgravde arealet tørt land. Kaupmannastredet, det opprinnelige gateløpet, følger i stor grad løpet til dagens Krambugata, og har eksistert helt tilbake til fase 1, selv om det i løpet av tiden gikk fra å være kanskje en 1-2m bred sti til å bli en opptil 5m bred, trebrolagt gate i fase 9 (1275-1375) og 10 (1325-1475). Parsellene låg stort sett øst-vest orientert, og var lagt vinkelrett

mot Kaupmannastedet. I de tidligste fasene var retningen på parsellene delvis styrt av naturlige begrensninger i mot bukta i vest (Christophersen et al. 1988, Christophersen 1989, 1992a og b).



Figur 1: Kart som viser parsellinndeling og rester etter den eldste bebyggelsen på Folkebibliotekstomta tegnet over et moderne bykart. Strandlinja for ca. år 1000 er lagt inn på kartet. Korset markerer påviste middelalderske graver. Fra Christophersen 1992a, 9f.

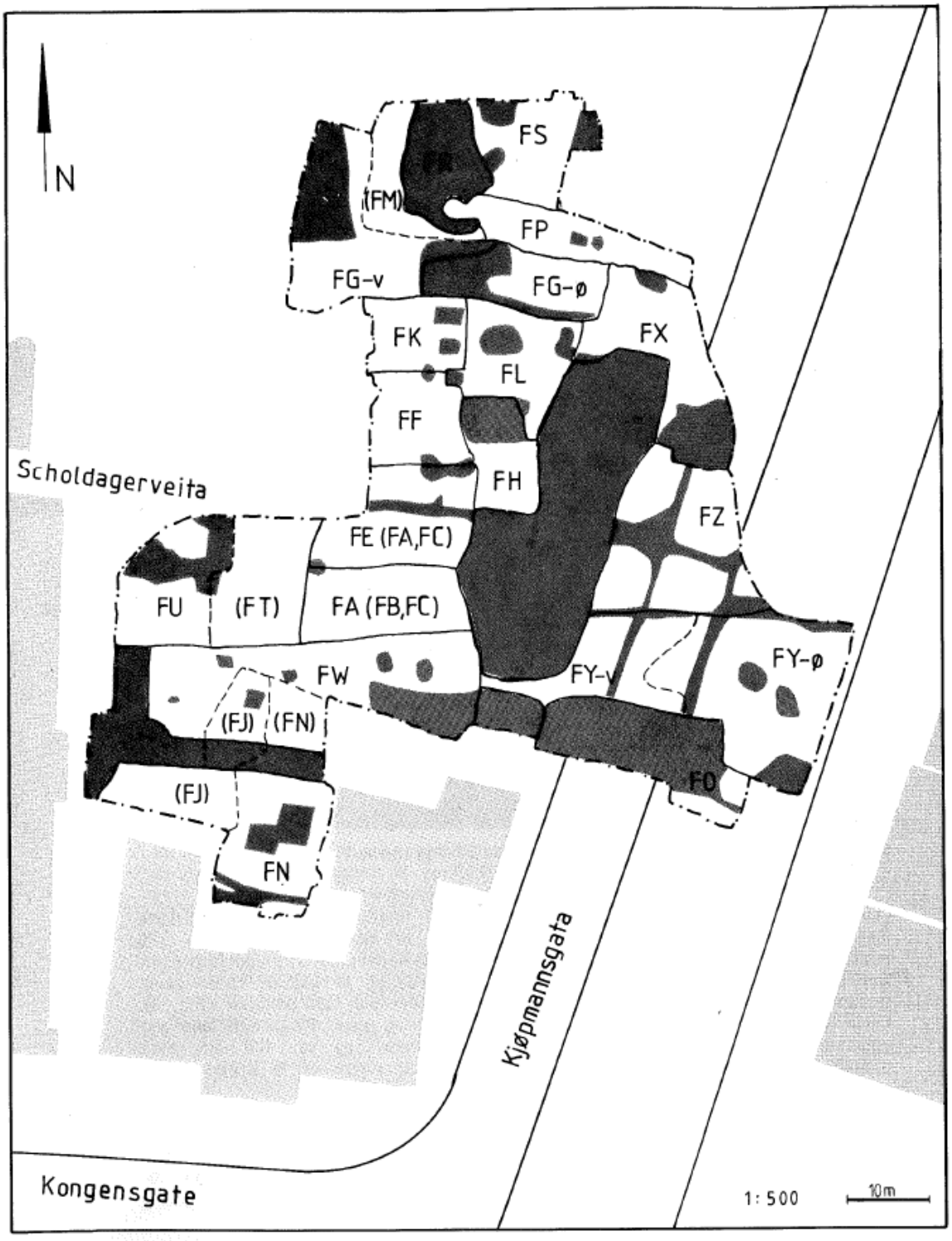
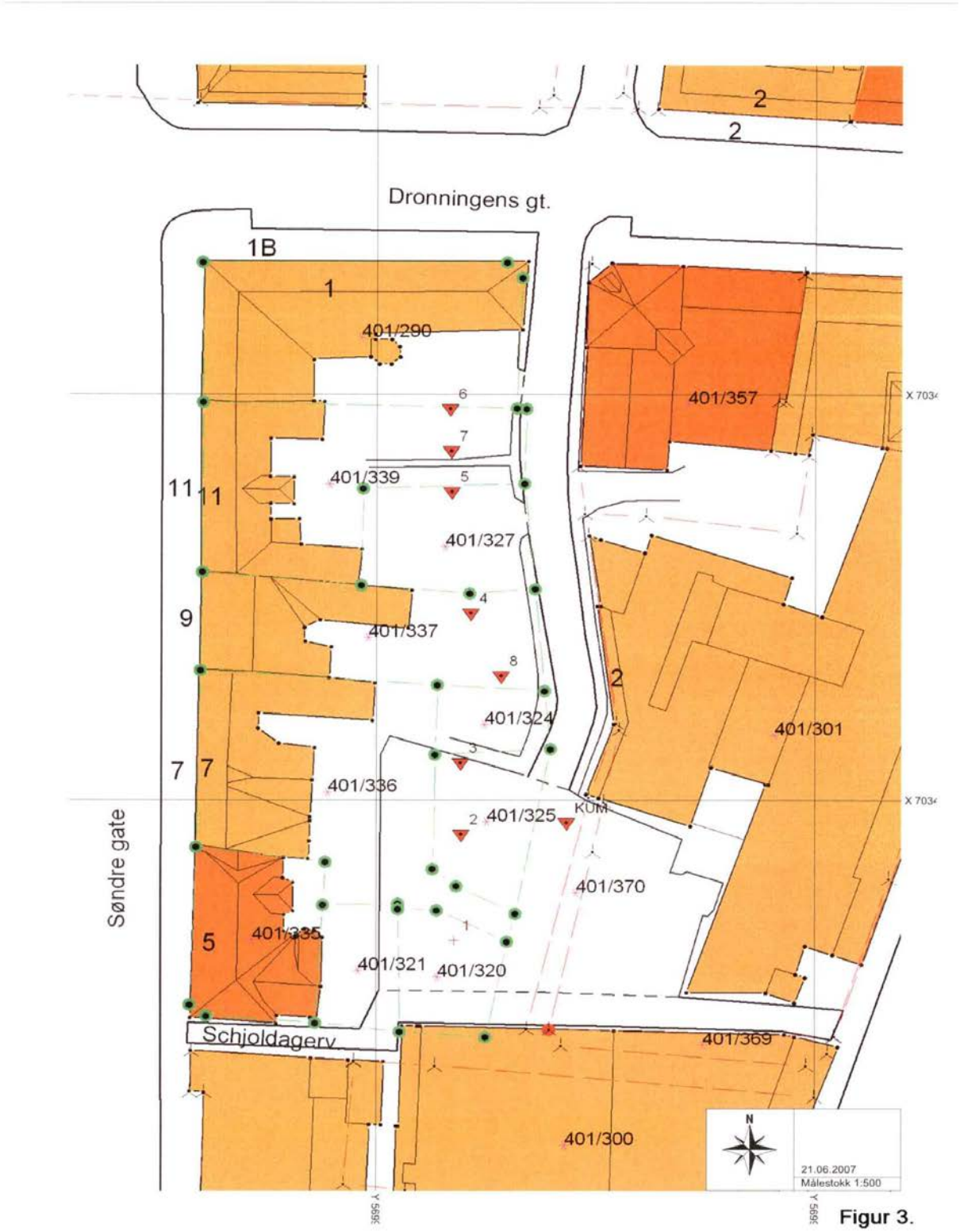


Fig. 3. FOLKEBIBLIOTEKSTOMTEN
Oversikt over delfelt

grense mellom delfelt
periodisk oppdeling av delfelt
periodisk feltbetegnelse i parentes
forstyrrelse av middelalderske kulturlag

Figur 2: Kart som viser forstyrrelser av de middelalderske kulturlagene på folkebiblioteksttomta. Fra Christophersen *et al.* 1988:12f

1.2.2. NIKUs undersøkelse av utbredelse og tykkelsen til kulturlag ved hjelp av boreprøver



Figur 3: Kart over boreprøver utført i 2007 av NIKU og Bioforsk i samarbeid med Rambøll AS. Kart av NIKU

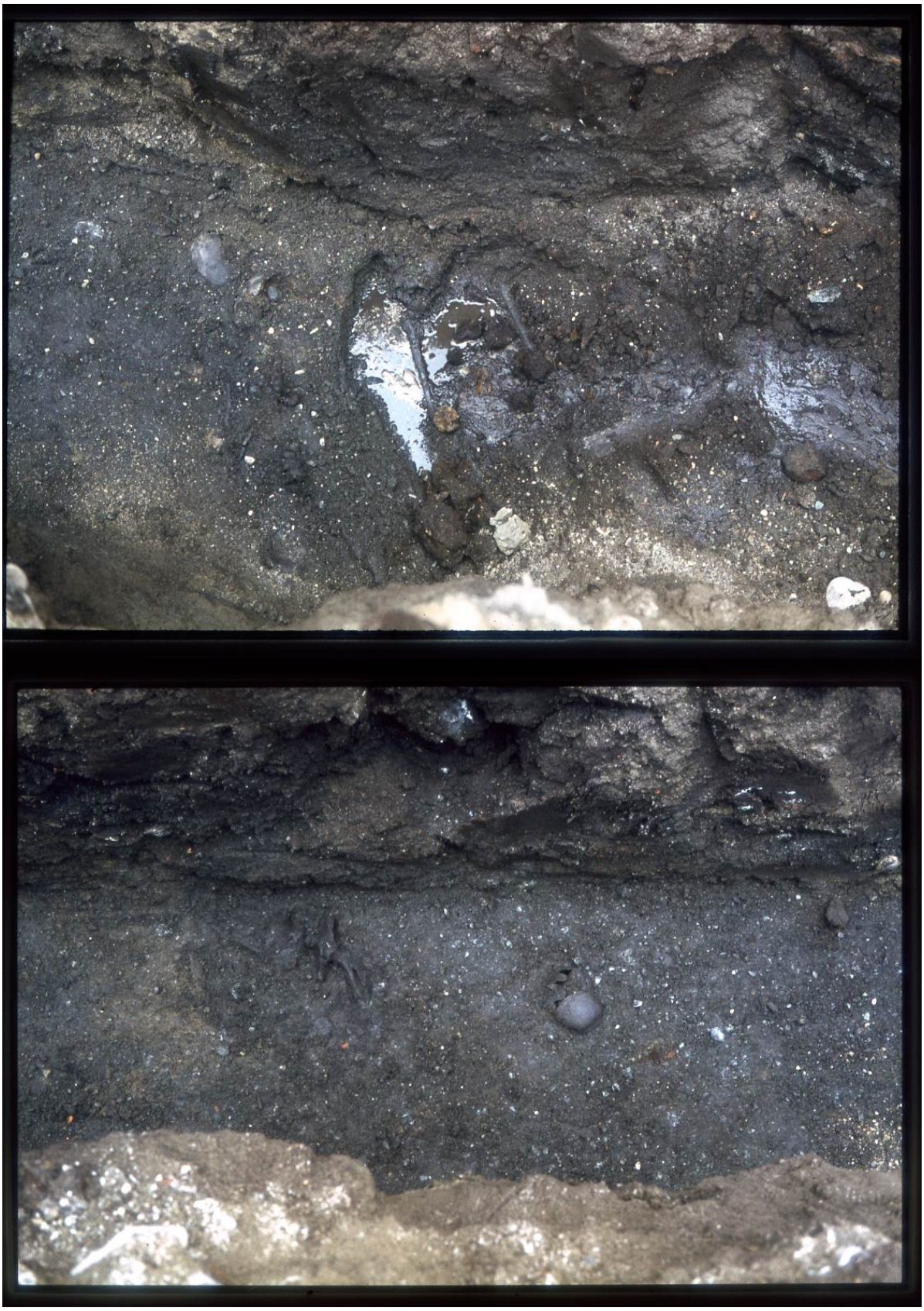
I 2007 utførte NIKU i samarbeid med Rambøll AS og Bioforsk åtte boreprøver i området mellom Dronningens gate og inngangen til folkebiblioteket i Schjoldagerveita. Syv av disse prøveboringene er innenfor det reguleringsområdet som nå behandles av Riksantikvaren. Boreprøvene er nummerert fra sør mot nord, og er markert på figur 3 og 10.

Boreprøve / boret dybde	Dybde til steril	Antall kulturlag	Tykkelse av etterreformatoriske lag	Tykkelse av påviste førreformatoriske kulturlag
1 – 6 m	5,15 m	13	1,64 m	3,5 m
2 - 5 m	5 m	12	1,39 m	2,75m
3 - 5,4 m	5,3 m	14	2,2 m	3,2m
4 - 4 m	2,85 m	5	2,1 m	0,75m (usikkert om man nådde helt ned)
5 - 2,1m	2,1 m	8	1,29 m	0,8 m
6 - 2m	1,8 m	0	Alt moderne	(ikke påvist kulturlag)
7 - 2,6m	2,6m	3	2,6m (ikke eldre enn 1600-tallet)	0
8 – 4,8 m	4,65 m	11	3,05 m	1,75m

Spesielt i boreprøve 1-3 og 8 ble det påtruffet tykke lagdelte kulturlag med vekslende grad av komprimering, og med tydelig stratifisering som kan knyttes til bosetning og byggeaktivitet over lang tid. I boreprøve 1-3 ble det også påtruffet leirelag i de nedre lag som kan være spor etter oppbygde terrasser, med spor etter eldre kulturlag under disse igjen. Kulturlagene besto i stor grad av mørk, humusblandet sand. Lenger nord i boreprøve 4 og 5 var det tydelig at tykkelsene på kulturlagene avtar. Det ble ikke påtruffet middelalderske kulturlag i prøve 6 og 7. Naturbakken virket generelt ujevn, og dybden var høyest i de sørlige boreprøvene og lavest i de nordlige boreprøvene. Det er en nivåforskjell på 4,3m over 65,55m, med mindre variasjoner. Det er en sjanse for at forstyrrelsene påvist i nord er av lokal karakter, hvor utstrekningen til de moderne eller etterreformatoriske forstyrrelsene er uvisst. Bevaringsforholdene var også bedre for de prøvene som låg sør for prøve 4.

TA 1978/5

I forbindelse med gravning av en grøft i retning nogen lunde N-S gravd øst for bygningene langs Søndre gate, ble det påvist tre graver. Opplysningene er relativt fragmentariske, men gravene skal ha blitt påtruffet ca. 1m under dagens overflate i rommet mellom Søndre gate 7 og 9. Orienteringen skal i følge de som fulgte gravingen ha vært nogen lunde øst-vest, og tilsynelatende in-situ. Foto fra funnet viser skjelettrester under ganske mørk brun jord, som trolig er kulturlag. Det kommer ikke klart frem på bildene om det er tydelige gravkutt i den underliggende massen.



Figur 4: Foto fra funn av skjeletter i 1978. TA1978/5. Foto Ian Reed, NIKU

TA 38 – Kloakkgraving i 1893

I forbindelse med gravning av en kloakkledning øst for Søndre gate 7 ble det i 1893 påtruffet «sterkt fremtrædende lag af bebyggelse», med lag av brandgrus og forråtnede planker ned mot ca. 3m, og under det igjen et 2 fot tykt moselag før man påtraff blåleire ved ca. 4 m dyp. Det er beskrevet 4 lag med bebyggelse, på omtrent 3,10m, 2,4m, 1,9m og 1,2m. Stokkene de påtraff er beskrevet som gran eller furu av «alminnelige dimensjoner». Disse hadde alle en retning på tvers av Krambugata. Det kan være enten rester av middelalderske trehus, men også muligens en trebrolegging. Det ble også påtruffet brolegging og murrester på gårdsplassen. Det ble påtruffet en én alen bred mur som gikk parallelt med Gate ved ca. 7 fots dyp, oppført av gråstein og kalk. Under selve Søndre gate, antagelig østveggen av størhuset, ble det påtruffet en tilsvarende mur i samme retning og dybde. Dette blir da i moderne mål tilsvarende en ca. 60cm bred mur ca. 2,2m dypt. Kartavmerkingen er angitt som relativt sikker.

TA 330 – Graving av ny kjeller under Søndre gate 7

Det ble i 1909 gravd en ny kjeller under Søndre gate 7, helt ned mot ca. 5m dyp. Det er påpekt at det her ble påtruffet adskillige kranier og andre ben av mennesker. Det var ellers vanskelige graveforhold på tidspunktet, og det er uklart om dette er spor etter intakte begravelser, eller om dette har vært spor etter utfyllingsmasser med benrester som har blitt tilført området.

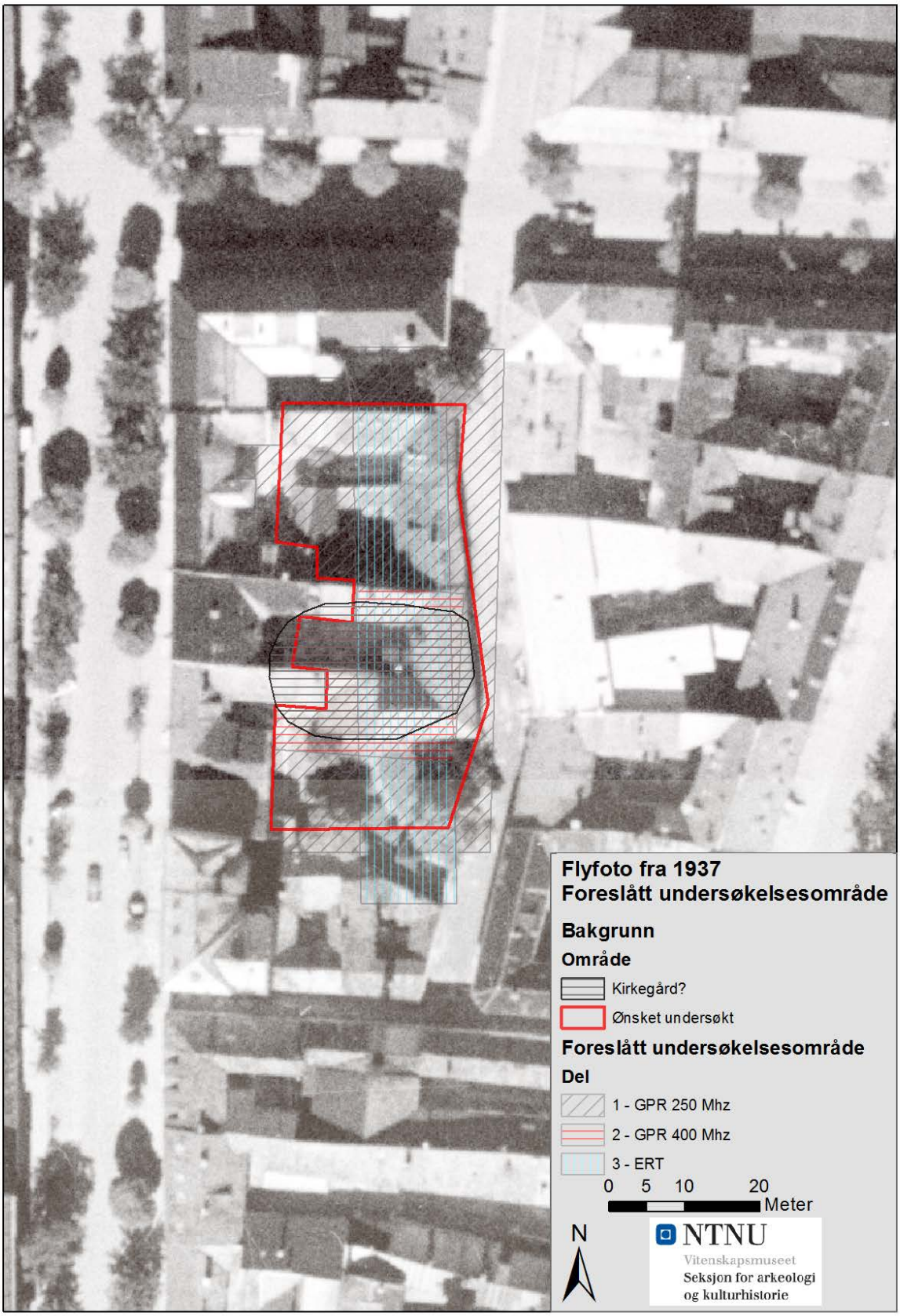
TA333 – Graving i gårdsrommet til Søndre gate 11

Klebersteinsskål funnet ved ca. ved ca. 1,5m dyp (T 155350) ved grunngraving i gårdsrommet Det ble gravd ca. 1,5m, men under det skulle man ha støtt på treverk. Det er også funnet to gjenstander til ved tidligere anledninger i området: T 2900: Bennål, T2901: «Sænkesten av eiendommelig form».

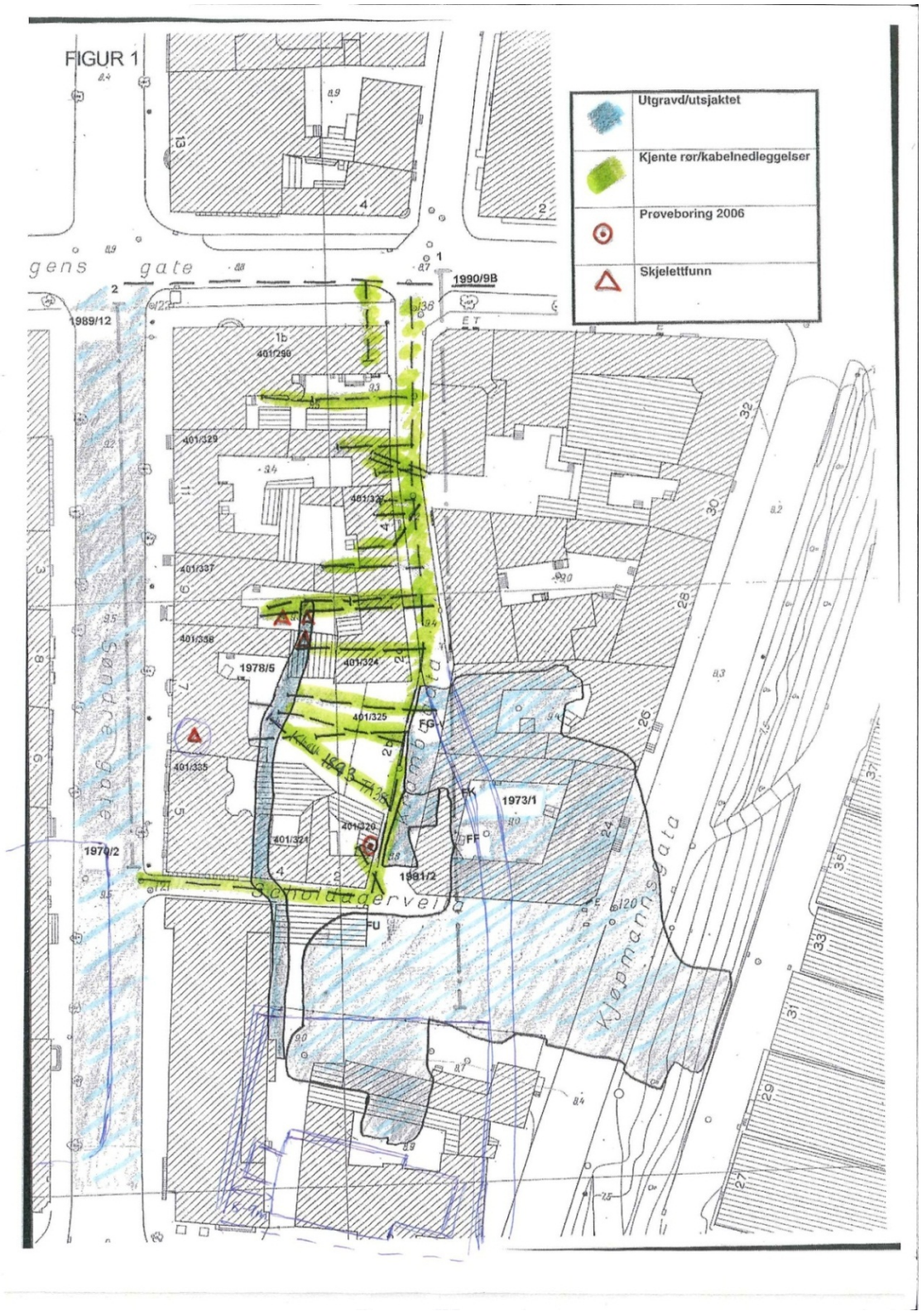
1.2.3. Moderne forstyrrelser

Det skal også finnes spor etter kjellere mot Krambugata i den nordlige delen i følge kilder fra det topografiske arkiv. Eller skal det etter sigende bare være kjellere mot Søndre Gate og Dronningens gate. Flyfoto fra 1939, 1947, 1857 og 1964 viser bebyggelse i den sentrale delen av plassen, men det er ikke kjent at det skal ha vært kjellere i disse byggene (se figur 6).

Det er også grunn til å anta at det er en hel rekke nye og gamle kabler og rør i området (se figur 6,49,70 og 74). Figur 6 presentert nedenfor skal i følge Anna Petersén hos NIKU være fra Trondheim kommunes arkiver.



Figur 5: Flyfoto fra 1937 over undersøkelsesområdet. Kilde: Norgeibilder.no



Figur 6: Kart som viser kjente kabler og rør innenfor undersøkelsesområdet. Fra NIKUs arkiver, publisert i Pétersen 2007.

2. Bakgrunn for undersøkelsen

Riksantikvaren ved Sissel Ramstad Skoglund tok den 17. mars kontakt med NTNU Vitenskapsmuseet for bestilling av en prosjektbeskrivelse og budsjett for en geofysisk undersøkelse av et område rett nord for dagens folkebibliotek. Planområdet er en del av en reguleringsplan for Søndre gate 7-11, Krambugata 2-4 og Peter Egges Plass i Trondheim. Reguleringsplanområdet ligger innenfor «Middelalderbyen i Trondheim», Askeladden id. 90288, som er et automatisk fredet kulturminne etter kulturminneloven §4, første ledd. Riksantikvaren har derfor behov for å få gjennomført ulike forundersøkelser som grunnlag for å vurdere om og på hvilke vilkår tiltak etter reguleringsplanen kan tillates. Det ble oppfordret til å ta kontakt med NIKU for å avklare hvorvidt et samarbeid kunne være hensiktsmessig. NTNU Vitenskapsmuseet utarbeidet en prosjektbeskrivelse med sikte på å utføre denne undersøkelsen i samarbeid med NIKU, og det ble lagt opp til en undersøkelse hvor en kombinerte georadarundersøkelser med to ulike frekvenser med elektriske motstandsmålinger, for best mulig å besvare de aktuelle problemstillingene for undersøkelsen.

2.1. Tid, deltagere

Undersøkelsen ble foretatt mellom 30. juni og 4. juli av Nanna Louise Abel og Arne Anderson Stamnes fra NTNU Vitenskapsmuseet, samt Monica Kristiansen fra NIKU. Det var, med unntak av enkelte korte regnbyger på undersøkelsens andre dag, varmt og tørt i løpet av de dagene undersøkelsen foregikk.

2.2. Problemstillinger

Riksantikvaren opplyser i sin oppdragsbestilling at de ikke har tilstrekkelig kunnskap om omfanget av intakte kulturlag i planområdet til å gjøre de vurderinger som er nødvendig i forbindelse med planarbeidet. Det er uklart hvor mye som er sjaktet ut i forbindelse med eldre inngrep i grunnen, annet enn de inngrepene som allerede er kartlagt av Riksantikvaren. Omfanget og plasseringen av moderne infrastruktur som kabler og rør er også delvis uavklart, selv om noen kart eksisterer. På bakgrunn av tidligere utgravninger og ulike arkivopplysninger har man også dannet seg et generelt bilde av de naturtopografiske forholdene innenfor undersøkelsesområdene, men igjen er ikke registreringene tilstrekkelige til å kunne si i mer detalj hvordan landskapet så ut, og dermed også si mer om hvordan kulturlagsdybdene varierer innenfor planområdet.

Riksantikvaren vurderer etter samtale med Arne Stamnes ved NTNU Vitenskapsmuseet at undersøkelse med georadar og Electrical Resistivity Tomography (ERT) kan bidra til å belyse spørsmål omkring følgende forhold:

- Kulturlagenes omfang i utstrekning og dybde
- Stratigrafiske forhold og arkeologiske konstruksjoner
- Den naturlige undergrunnens høydestruktur
- Omfang og plassering av moderne forstyrrelser som kjellere og teknisk infrastruktur
- Utstrekning og dybde til den mulige gravplassen.

Geofysiske undersøkelser kan i tillegg gi et godt utgangspunkt for en eventuell konvensjonell arkeologisk forundersøkelse, dersom Riksantikvaren vurderer at det blir behov for det.

2.3. Metode og fremgangsmåte

Det er spesielt to geofysiske metoder som er anvendelige for å besvare de aktuelle problemstillingene – georadar (GPR) og ERT (Earth Resistance Tomography). Disse to metodene er i stor grad komplementære, i det at de opererer med to forskjellige prinsipper.

2.3.1 Georadar

En georadar sender pulser med elektromagnetisk energi ned i bakken, og denne vil bli reflektert ved ulike lagskiller hvor det er tilstrekkelig kontrast mellom lagene. Kontrasten er avhengig av lagenes ledeevne for strøm samt magnetiske egenskaper. Ved å måle tiden det tar før et signal blir reflektert, samt styrken på refleksjonen, kan det la seg gjøre å danne et bilde av undergrunnen. Typisk vil man samle inn en rekke profiler, eller radargram, som så kan settes sammen til et 3d-bilde av aktivitet i undergrunnen – også kjent som ”time slice” eller dybdeskive. Slik kan man undersøke endringer i undergrunnen ved forskjellige dyp, samt få et bilde av stratigrafiske forhold, nedgravd infrastruktur og områder med forstyrrelser. Teknikken kan også anvendes til å få et bilde av naturforholdene i området. Dybden og størrelsen på reflektorer man kan oppdage er avhengig av flere ting: anvendt frekvens på antennen, dybden til reflektorer og hastigheten signalet har når det går igjennom i undergrunnen. En høyere frekvens har en mindre båndbredde, og kan dermed oppdage mindre strukturer, men når derimot ikke så dypt. Omvendt blir det for antenner med en lavere frekvens, og lavere båndbredde (Gaffney and Gater 2003, Conyers 2004). NTNU Vitenskapsmuseet har en 400 Mhz antenne, og denne kan nå ned mot 4 meter, men vanligvis omkring 2-2,5m i undergrunn med ordinær matjord. Ved en mer sandig, tørr undergrunn kan dybden man kan nå ned til sannsynligvis være større. Det er anbefalt at man legger profilene på tvers av eller skrått på eventuelle murer, strukturer eller kabler man ønsker å detektere.

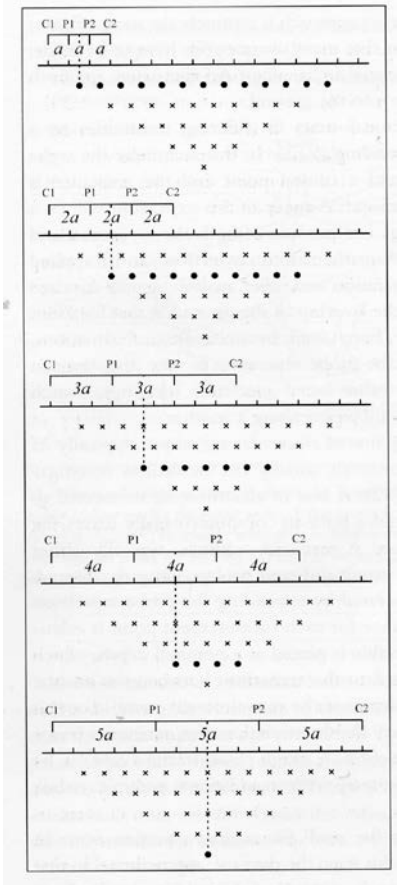
Siden det er kjent kulturlagsdybder ned mot 5 meter, ble det foreslått at man undersøker hoveddelen av området med en 250Mhz antenne med 25 cm mellom hver linje. En slik antennefrekvens kan i teorien nå ned til ca. 6m dyp, avhengig av undergrunnsforholdene. Det ble lagt en grunnlinje ca. øst-vest nord i området, og så gikk vi sikk-sakk mellom denne og en sluttlinje i sør langt nord-sørgående linjer med 25cm mellomrom. For området hvor det tidligere var påvist graver, ble det anvendt en 400 eller 500Mz antenne- frekvenser som vanligvis kan gi data ned til 2-2,5m og ideelle for lokaliseringen av arkeologiske mål. Ved å måle i retning nord-sør, kunne man treffe på eventuelle graver tilnærmet vinkelrett på typisk kristne gravers øst-vestlige orientering. En slik måleretning ville også korrespondere mer til en vinkelrett passering av potensielle middelalderske parsellgrenser slik vi kjenner dem fra gravingen på folkebibliotekstomta. Kartmarkering av kjente kabler viser også en tendens til at de er lagt øst-vest, så en måleretning på nord-sør vil også øke sjansen for å påtreffe disse. Generelt kan det sies at erfaringene med anvendelse av georadar i urbane arkeologiske områder med tykke kulturlag er begrenset i Norge. Det var derfor forventet at det ville være vanskelig å oppdage små lagforandringer og komplekse stratigrafiske oppbygde lag og arkeologiske kontekster fra hverandre. Samtidig var det grunn til å anta at en kunne danne seg et godt bilde av moderne forstyrrede områder og infrastruktur. Det var også forventet at metoden skal være behjelpelig med å påvise arkeologiske strukturer med klar kontrast til sine omgivelser som store groper og tydelige murverk.

2.3.2 Elektrisk resistansemålinger

Dette er en elektrisk metode hvor man måler variasjoner i jordas ledeevne for strøm. På engelsk kalles metoden Earth Resistance Tomography, gjerne forkortet ERT. Ved å sette elektroder i bakken med jevn avstand langs en lang linje, kan man forandre avstandene mellom elektrodene man bruker til å lede strøm i bakken, og hvilke elektroder man bruker til å måle forandringer i ledeevnen. Ved stadig å utvide avstanden over samme punkt, kan man undersøke variasjoner i jordas ledeevne ved forskjellige dyp og sette sammen lange profiler som også korrigeres for topografiske endringer. Disse kan igjen settes sammen til dybdeskiver på samme måte som georadar-data. Denne metoden har ikke den samme romlige oppløsningen som georadar, men kan nå langt dypere. Med denne metoden kan man dermed danne seg et bilde av lag og endringer i den elektriske ledeevnen i bakken. I motsetning til jordradar er det egenskapene til lagene i seg selv som kartlegges, og ikke lagskillene (Gaffney and Gater 2003). Metoden har tidligere vært anvendt for å kartlegge utbredelsen av kulturlag både i Tønsberg og på Åker på Hamar (Bergersen *et al.*2008, Martens *et al.* 2008). Typisk vil hardpakkede lag, murverk, pukkstein og tørre områder lede strøm relativt dårlig og dermed gi høye resistivitetsmålinger. Motsatt vil grøfter, groper og lag som er fuktige, eller holder godt på fuktigheten, lede strøm relativt godt og dermed ha en lav elektrisk resistivitet (Gaffney and Gater 2003). Det er dermed grunn til å anta at fuktige kulturlag vil ha en lav elektrisk resistivitet. NTNU Vitenskapsmuseet har en Tigre64 med to kabeltromler med i alt 64 elektroder. I felt måles en tilsynelatende resistivitet («apparent resistivity» på engelsk), som kan viderebearbeides og konverteres til faktiske resistivitetsmålinger i et dataprogram gjennom en prosess som kalles inversjon. Dette forklares ytterligere under prosessering senere i rapporten.

Denne metoden mer tidkrevende i felt, og vi målte i alt 8 nord-sør gående linjer N-S med ca. 1,5m mellomrom hver linje, med startpunkt 10 meter lenger sør enn fra georadaren av den enkle grunn at området fra grunnlinja for georadaren og 10 meter sør for denne var asfaltert. Elektrodeavstanden var på 0,8 meters mellom hver elektrode. På denne måten ble det meste av den foreslåtte plasseringen av bygningen med forretninger og kontor undersøkt. Dette danner et komplementært bilde av deler av undersøkelsesområdet som også ble undersøkt med georadar. De elektriske resistansemålingene er også mulig å sammenligne med målepunktene for boreundersøkelsene utført i 2007, og på den måten vil disse boreprofilene være til god hjelp til tolkning av disse resultatene.

I forbindelse med utsetting av elektroder, ble det boret hull med slagbor, hvorpå en hamret ned elektrodene med en hammer. I noen tilfeller kan måleapparatet ha problemer med høy elektrisk kontaktmotstand, noe som kan hindre gode og konsistente målinger. For å forhindre dårlig kontakt mellom elektroder og underlag, ble hver elektrode vannet med en saltvannsoppløsning. Spesielt i feltets sørlige ende var det problemer med høy elektrisk kontaktmotstand, hvor elektrodene ble slått ned mellom steinene i broleggingen. Her vil det i utgangspunktet være høy elektrisk motstand uansett, siden det er vanskelig å lede strøm gjennom stein, så det er mulig advarselen fra apparatet om høy kontaktmotstand ikke reflekterer en feil med en elektrode, men den faktiske motstanden. I så fall vil målingene gi et tolkbart og pålitelig resultat, noe vi



Figur 7: Prinsippet bak målinger av elektrisk resistanse. Ved økt elektrodeseparasjon vil man kunne måle dypere ned i bakken, og dermed angi en måleverdi for den elektriske resistiviteten i dypere lag. Fra Gaffney og Gater 2003.

antar er tilfellet her ved denne undersøkelsen. Dog kan det hende at den høye kontaktmotstanden i overflaten til en viss grad påvirker målingene dypere nede. I tilfeller hvor det ikke er mulig å kjøre ned elektrodene i bakken, kan man lage en base av bentonittleire og trykke elektrodene flatt nede i denne massen- noe som vil lede tilstrekkelig med strøm ned i bakken. Siden vi her kunne slå ned elektrodene mellom steinene, ble dette ikke gjort ved denne undersøkelsen.

Figur 8: Elektrodeoppsett i felt. Foto: Arne Anderson Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet.

2.4. Prosessering

I tabellen på side 95 er alle prosesseringssteg for georadarundersøkelsene oppsummert. Dataene presentert i plan i denne rapporten har blitt behandlet på følgende måte i programmet GPS-Slice:

Gain, Resample, Whiten, Background removal, Boxcar, Migrert og Hilbert-filtrert. En gjennomsnittlig RDP-verdi på 11.36 ble brukt ved migrering av 250-Mhz datasettet, tilsvarende en signalhastighet i bakken på 0.089 m/ns. For 400Mhz-datasettet ble det anvendt en gjennomsnittlig RDP-verdi på 13.05, tilsvarende en signalhastighet i bakken på 0.083 m/ns.

Beskrivelsen nedenfor er en teknisk gjennomgang av databehandlingen til de elektriske motstandsmålingene, og er tatt med i rapporten i tilfelle noen ønsker å gjenta de prosesseringsstegene som ble utført på de innsamlede dataene. De elektriske

motstandsmålingene ble behandlet i programmene Res2dInv og Res3dInv fra Geomoto Software for inversjon og videre eksport til et format som kunne importeres som punkter inn i ArcMap for videre interpolering, databehandling og presentasjon i dette programmet. For å få til dette, ble de inverterte dataene eksportert ut fra Res2dInv og Res3dInv til et tekstformat. Dette ble editert i notepad, konvertert til excel-regneark som igjen ble importert inn i ArcMap. På denne måten kunne punktene med motstandsmålinger for profiler og dybdeskiver bearbeides i programvareutvidelsen Geostatistical Analyst i ArcMap for en optimal interpolering og dataeksport i et rasterformat.

I Res2dInv ble bruken av «extended model» haket av til «nei», samt at en fulgte anbefalingene til programmet om å anvende en cellevidde i en modell som var halvparten så bred som avstanden mellom hver elektrode. Bortsett i fra dette ble standardverdiene i programmet anvendt. Programmet kan i utgangspunktet angi måleverdier for området utenfor det som egentlig ble målt – en form for ektrapolering. Ved å si nei til denne funksjonen, får man et mer representativt bilde av resistivitetsprofilene som faktisk ble målt, og hvilke områder man har måleverdier fra ved ulike dyp. I tillegg til dette kalkulerer programmet en matematisk modell, hvor den tilsynelatende resistiviteten beregnes om til den spesifikke resistiviteten for de ulike delene av undergrunnen. Dette gjøres ved at bakken deles i blokker som tilordnes en bestemt resistivitetsverdi, som etterfølgende blir justert i flere trinn kalt iterasjoner, inntil responsen fra den teoretiske modellen ligner de dataene som faktisk blir målt. Slik får man til slutt en mer representativ og korrekt bilde av de elektriske variasjonene i undergrunnen (NGNU 2014).

2.5. Dokumentasjon

Et koordinatsystem ble planlagt på bakgrunn av digitale kart og oversikter over det planlagte tiltaket. Punktene ble så etterfølgende stukket ut med CPOS GPS av merket Topcon HiperII. Det ble stukket ut en grunnlinje liggende øst-vest nord i området, samt parallelle linjer til denne ved henholdsvis 20, 40 og 60 meter vekk fra denne. Målband ble lagt ned langs de parallelle linjene, og tau ble strukket fra grunnlinja og ned til sluttlinja 50m lenger sør, slik at det var mulig å gå med georadaren langs tauene ved en avstand på 25cm. Det Undersøkelsesområdene ble planlagt slik at de ville dekke det planlagte tiltaket, i tillegg til at et mindre område ble undersøkt mer i detalj i nærområdet av gravene som ble påvist i 1978 i håp om at dette kunne bidra til å avgrense en potensiell kirkegård. I ettertid ble alle planbilder fra de ulike geofysiske metodene georeferert til riktig geografisk plassering. De georefererte planbildene ligger vedlagt rapporten på en DVD.

2.5.3 Oppløsning

Følgende parametere ble anvendt med de forskjellige målemetodene på denne undersøkelsen:

Georadar 250 Mhz	Sensors & Software Noggin Gold	Georadar 400 Mhz	GSSI Sir-3000
Lengdemeter	5860.5 m	**Lengdemeter**	2435 m
Areal	1469m²	**Areal**	614.5 m²
Orientering	S-N	**Orientering**	S-N
Datainnsamling	Sikk-Sakk	**Data innsamling**	Parallell
Intervall mellom traversene	0,25 m	**Intervall mellom traversene**	0,25 m
Målinger langs traversene	0,025 m	**Målinger langs traversene**	0.025 m
Antenne (senterfrekvens)	250	**Antenne (senterfrekvens)**	400 Mhz
Tidsintervall	144.4ns	**Tidsintervall**	55ns

Elektriske resistansesmålinger	Allied Tigre 64 Earth Resistivity Meter
Lengdemeter	403,2m
Areal	529,4m²
Orientering	S-N
Datainnsamling	Parallelle
Intervall mellom traversene	1,5 m
Elektrodeseparasjon	0,8 m
Aktive nivå/Maksimal dybde	14/5,8m

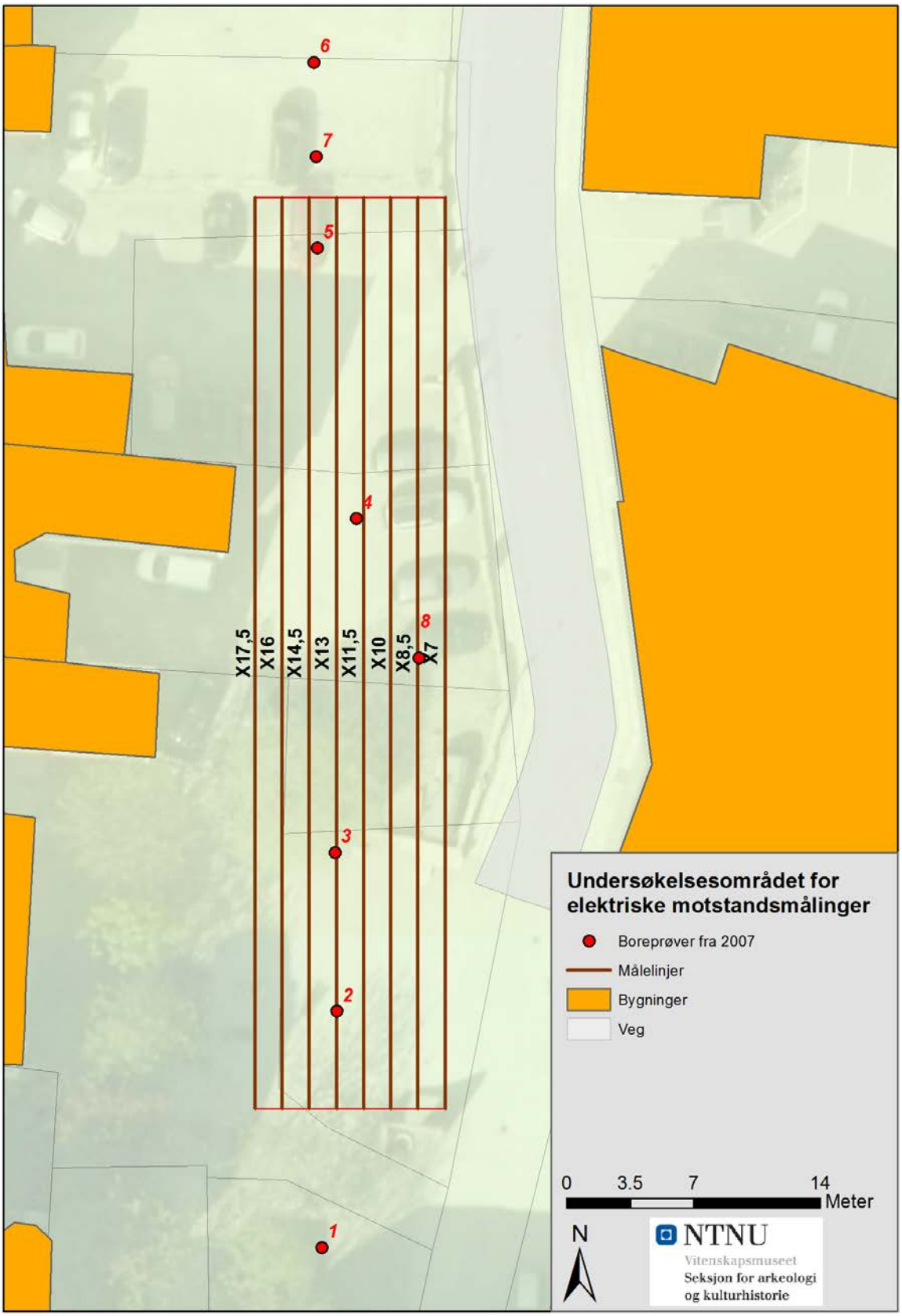
3. Resultater

Nedenfor presenteres kart over oversiktsområdet, samt geofysiske og arkeologiske tolkninger. Dybdeskivene er presentert for seg selv i appendikset. Enkelte utvalgte profiler vil også bli presentert, for å gi et bilde av de rådende stratigrafiske forholdene.

3.1. Elektriske motstandsmålinger

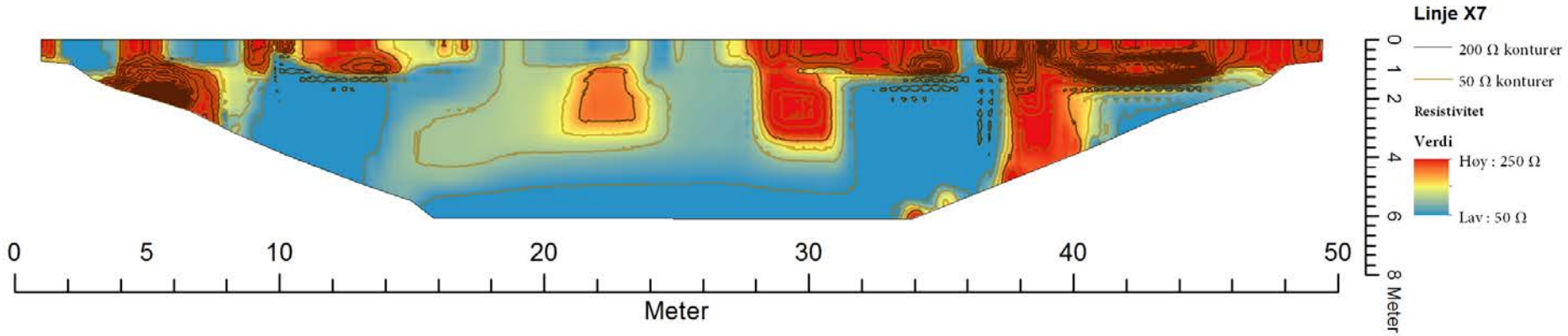
Det ble innsamlet i alt 8 resistivitetsprofiler som hver var 50,4 meter lange, og nådde ned til en teoretisk dybde på ca. 6 til 6,8 meter. En slik dybdeangivelse vil alltid være litt omtrentlig, siden antagelsen om oppnåelig dybde er basert på en modell hvor den elektriske ledeevnen er lik for hele arealet man måler på. Virkeligheten er i de aller fleste tilfeller annerledes, men det er mulig å eventuelt sammenligne slike profiler med boreprøver eller kilder for å bekrefte dybdeangivelsen til slike data. Heldigvis har vi fra 2007 en rekke slike boreprøver, som er tatt innenfor det området som ble undersøkt. Ikke alle boreprøver er tatt eksakt på samme sted som der hvor profilene passerer, men siden de elektriske motstandsmålingene tross alt måler et visst volum, og dette volumet øker i bredde når elektrodeseparasjonen øker, er det antatt at boreprøvene er temmelig representative for de elektriske motstandsprofilene også. Oversikt over alle linjene vises i figur 10. De er nummerert X7, X8.5 etc., etter plassering vest for første linja av georadar-undersøkelsen med 250Mhz-antenna. Linjene er plassert likt som georadar-linjene, noe som gjør det mulig å sammenligne de elektriske målingene direkte med georadar-dataene

Figur 9: Utsett av koordinatsystem og utplassering av kjørelinjer. Foto: Julian P. Cadamarteri, NIKU

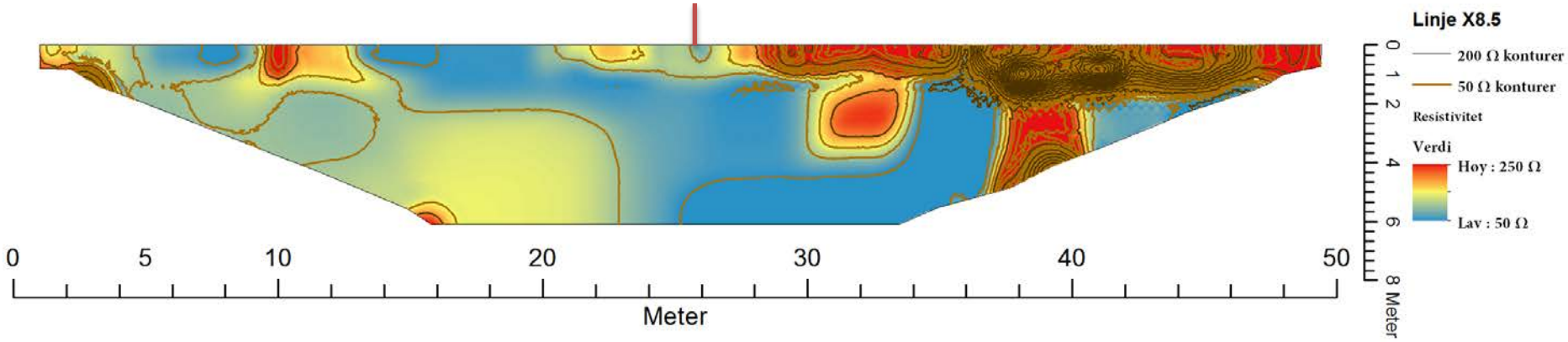


Figur 10: Oversikt over undersøkelsesområdet for elektriske motstandsmålinger. Plassering av boreprøver er angitt som røde prikker. Illustrasjon Arne A. Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet

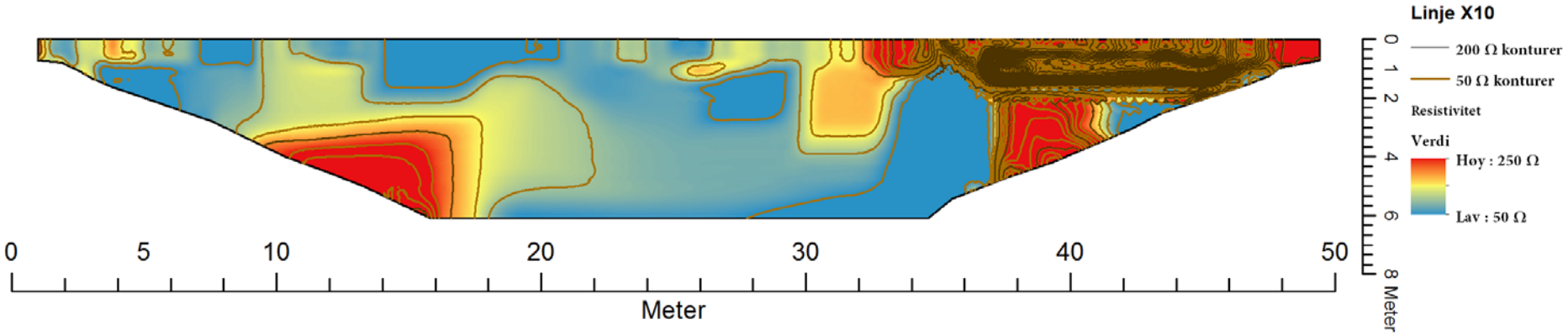
1.1.1. Elektriske resistivitetsprofiler



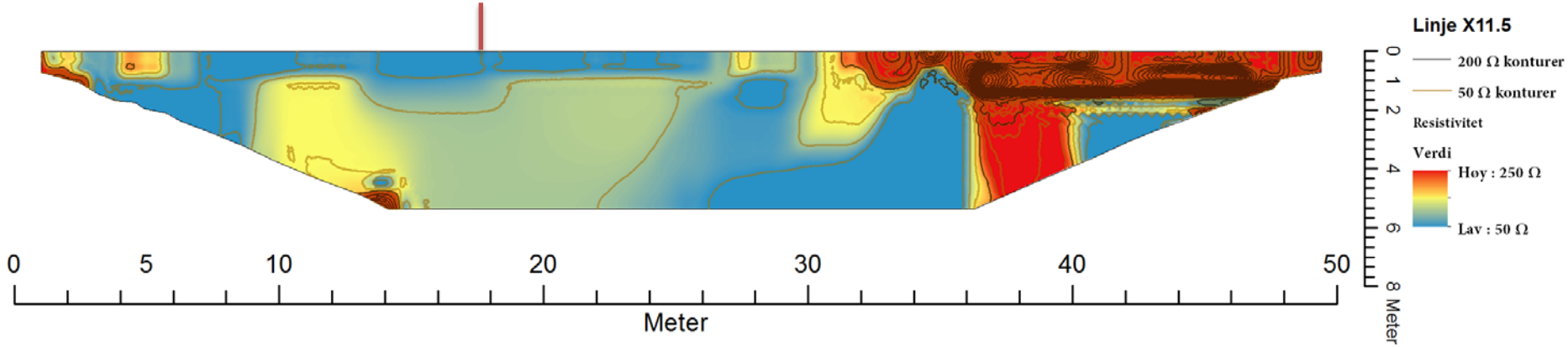
Figur 11: Resistivitetsmålinger fra trasé X7. Nord til venstre, sør til høyre. Illustrasjon Arne A. Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet



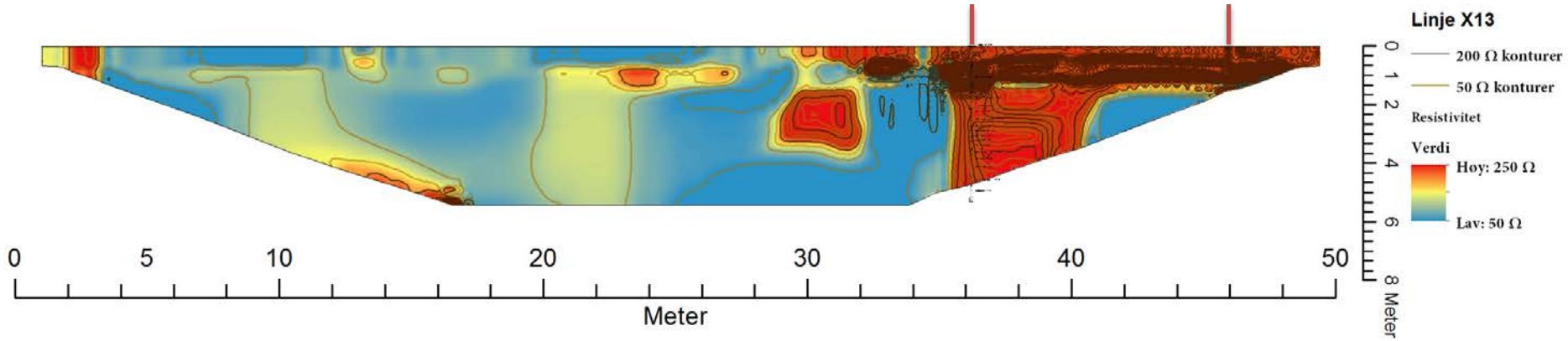
Figur 12: Resistivitetsmåling fra trasé X8.5. Nord til venstre, sør til høyre. Rød strek angir plassering for boreprøve 8. Illustrasjon Arne A. Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet



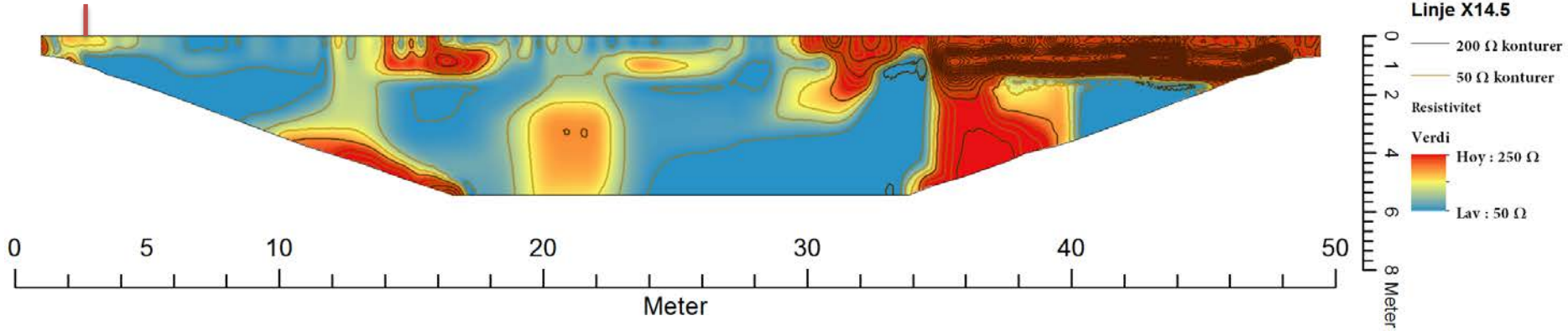
Figur 13: Resistivitetsmåling fra trasé X10. Nord til venstre, sør til høyre. Illustrasjon Arne A. Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet



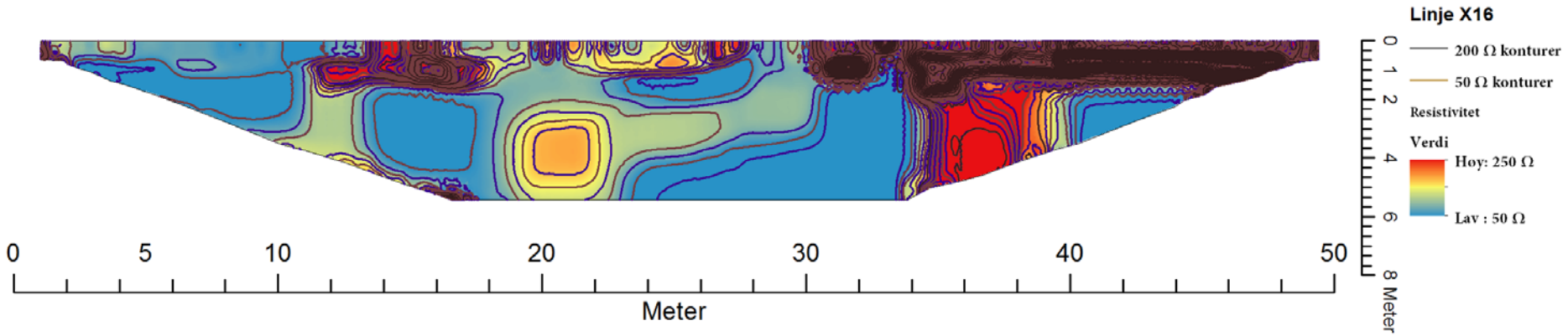
Figur 14: Resistivitetsmåling fra trasé X11.5. Nord til venstre, sør til høyre. Rød strek angir plassering for boreprøve 4. Illustrasjon Arne A. Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet



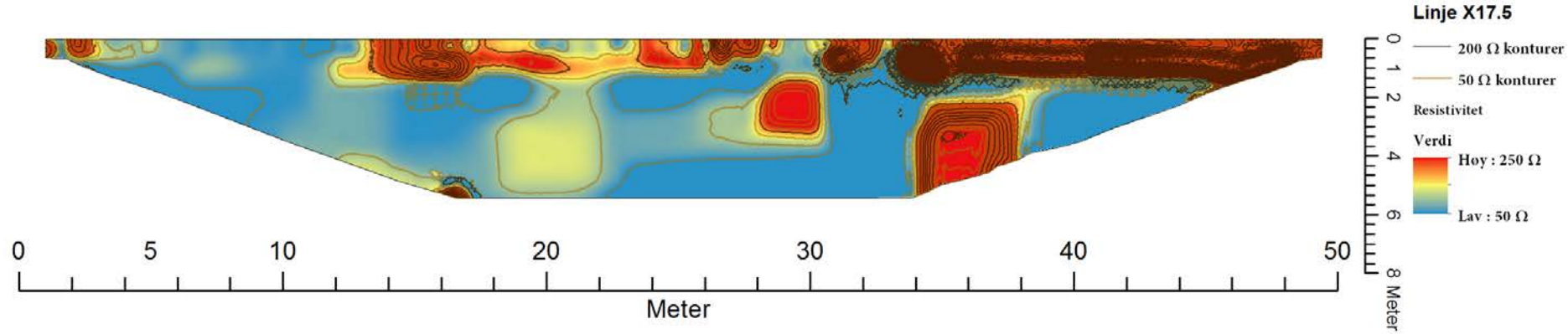
Figur 15: Resistivitetsmåling fra trasé X13. Nord til venstre, sør til høyre. Rød strek angir plassering for boreprøve 3 og 2. Illustrasjon Arne A. Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet



Figur 16: Resistivitetsmåling fra trasé X14.5. Nord til venstre, sør til høyre. Rød strek angir plassering for boreprøve 5. Illustrasjon Arne A. Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet



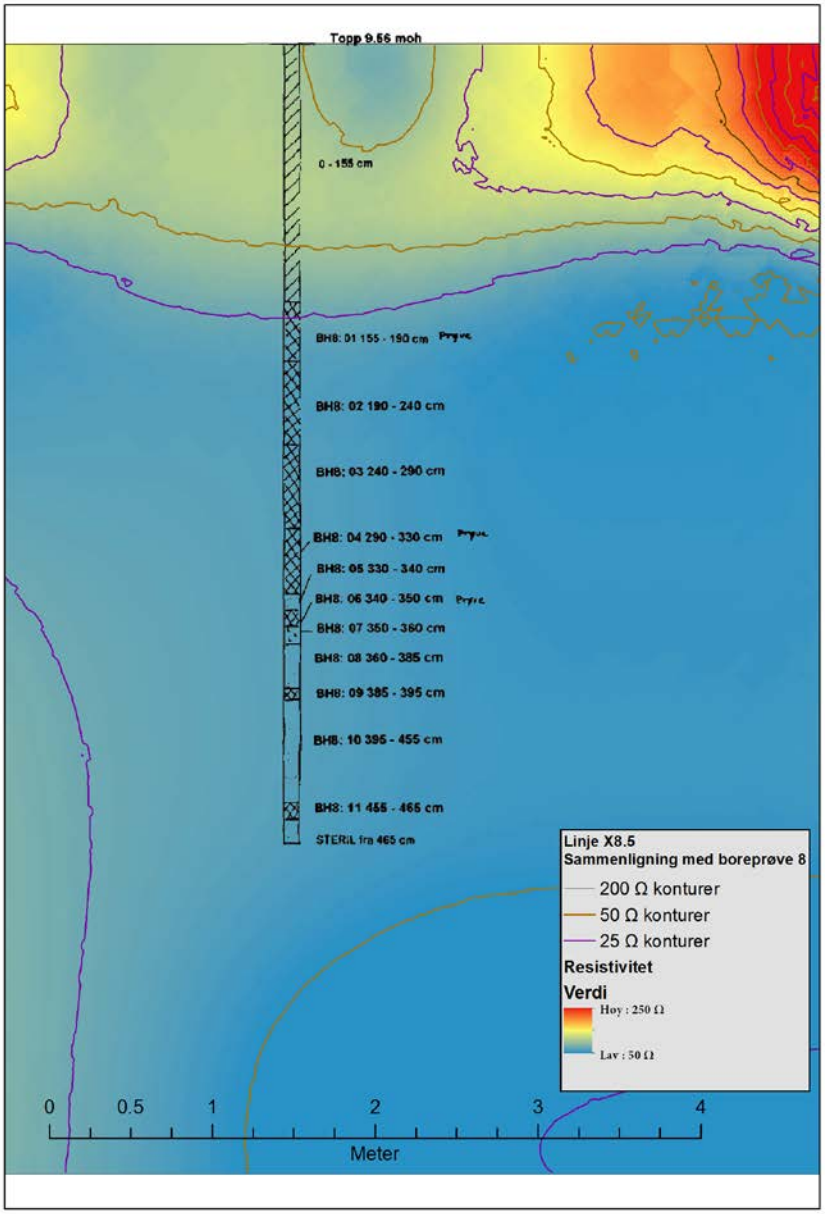
Figur 17: Resistivitetsmåling fra trasé X16. Nord til venstre, sør til høyre. Illustrasjon Arne A. Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet



Figur 18: Resistivitetsmåling fra trasé X17.5. Nord til venstre, sør til høyre. Illustrasjon Arne A. Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet

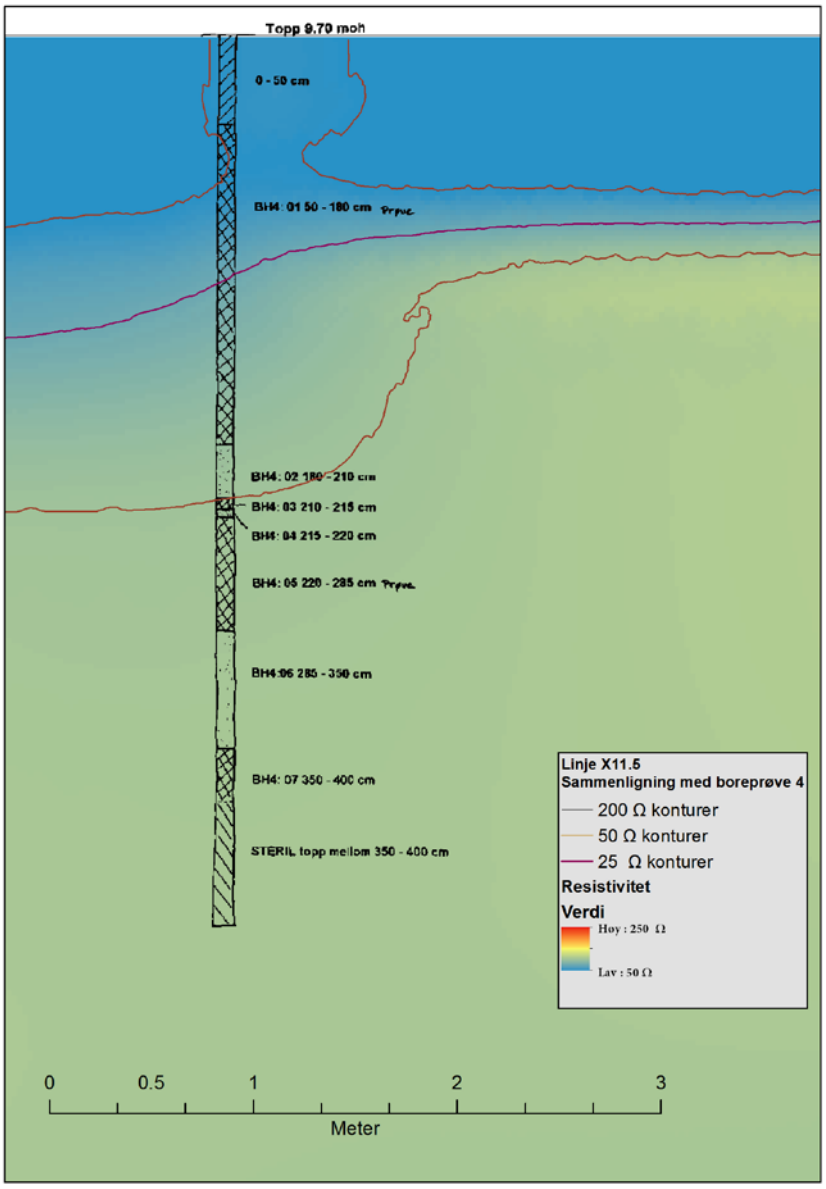
De mest åpenbare observasjonene er forskjellen mellom topplagene i sør, versus topplagene i nord. Som vi vil se senere i rapporten, virker det som om mye av den elektromagnetiske energien blir attenuert, dvs. oppslukt, av topplagene i grusen på parkeringsplassen, og vi mistenker derfor at subbusen her har blitt saltet. Den vil dermed bli veldig elektrisk ledende, og gi lav elektrisk resistivitet. Spesielt i den øverste meteren på traséX10 og X11,5, figur 13 og 14, er det tydelig at det er en klar og stor forskjell mellom overflatemassene på parkeringsplassen, og brosteinen i sør.

Ved å ta en nærmere sammenligning mellom boreprøvene fra 2007 og de elektriske motstandsmålingene, kan vi få litt mer hjelp til tolkning:



Figur 19: Sammenligning mellom boreprøve åtte på trasé X8.5, omtrent 25,5 meter fra starten av linja. Illustrasjon Arne A. Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet

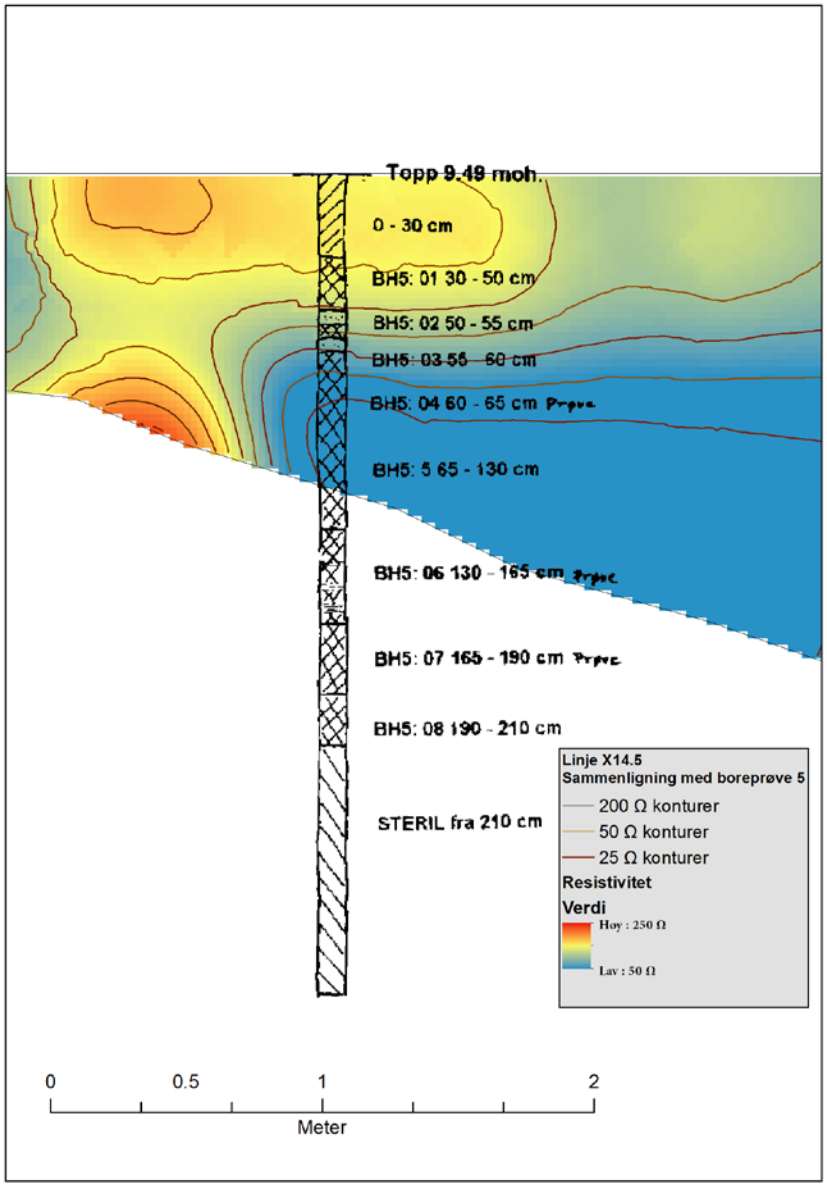
I følge NIKU sin rapport, skal de øverste 155cm være toppmasse av godt pakket grov steinblandet grus. Skillet mellom denne toppmassen og de underliggende kulturlagene fremstår også ganske klart, men variasjoner i de ulike kulturlagene påtruffet under dette kommer ikke klart frem. Sterilen var grå grov leirblandet sand med mye stein i forskjellige størrelser, og skiller seg heller ikke nevneverdig fra kulturlagene. Det er tydelig at langs denne traséen har alle lag, inkludert sterilen en langt lavere elektrisk motstand på omkring 60-70 Ω. Toppmassene har her en resistivitet på 85-110 Ω.



Figur 20: Sammenligning mellom boreprøve 4 på trasé X11.5, omtrent 17,7 meter fra starten av linja. Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet

For plasseringen av boreprøve 4 langs traséen virker det som toppmassene har en annen, og langt lavere resistivitet enn de ved boreprøve 8, med en resistivitet på ca. 51 Ω. Også i denne profilen virker det som om overgangen mellom toppmasser og underliggende masser kommer frem. Her har de underliggende massene en høyere resistivitet enn boreprøve 8. Lag BH4: 03 og nedover har i følge NIKUs rapport fra 2007 (Petersén 2007) middelalderkarakter, og det går et skille ved ca. 100 Ω omtrent ved dette laget. Det var ved denne boringen også litt usikkert om man faktisk hadde påtruffet sterilen, eller om en var i fyllmassene til en større oppfylling eller plattform. Det er ingen klare skiller på denne dybden, men resistiviteten er temmelig lik den lenger sør (til høyre på figuren).

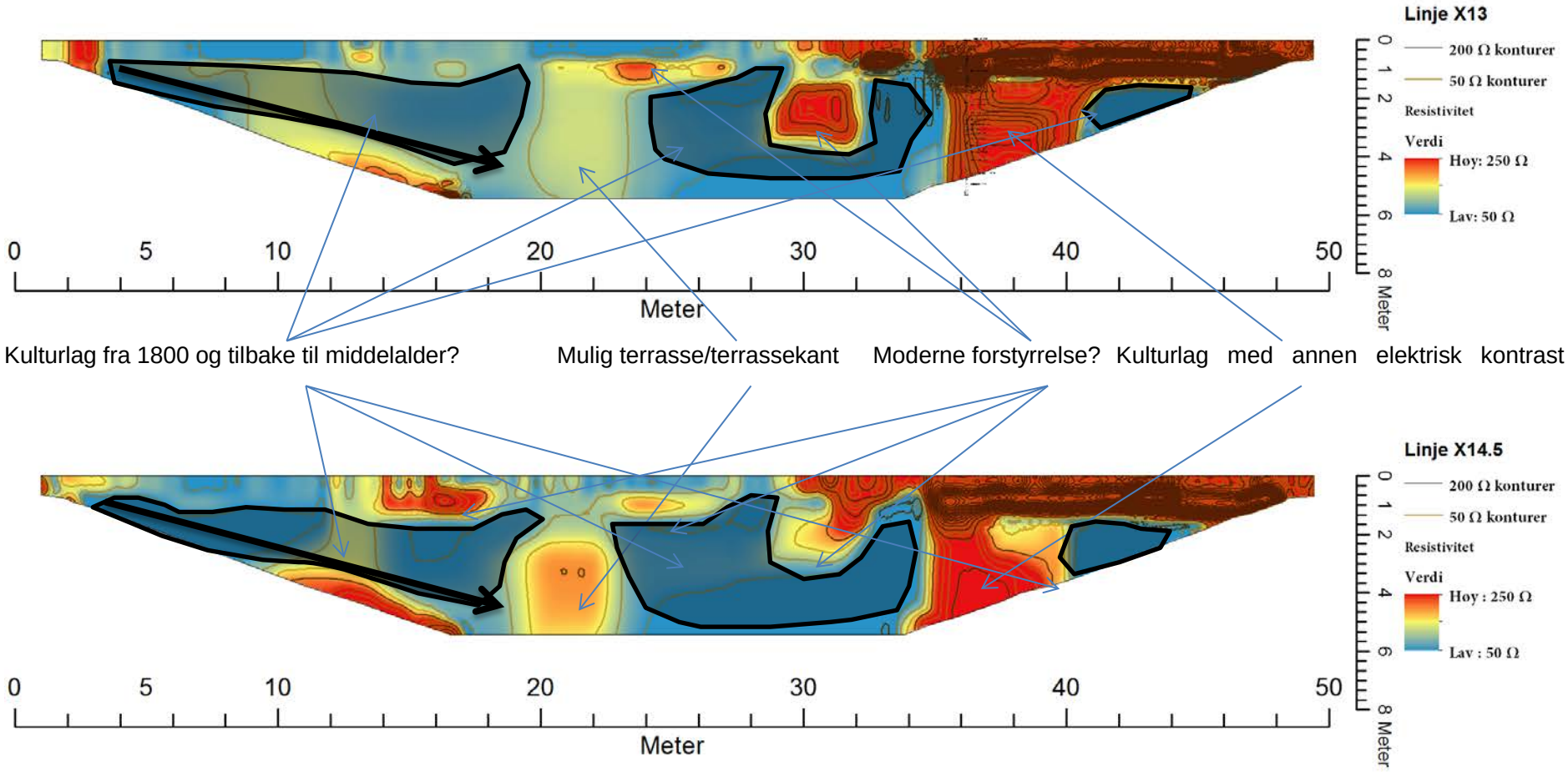
Resistiviteten er her også omtrent den samme langt høyere oppe lenger sør, med lite variasjon- noe som kan indikere en homogen, og kanskje oppbygget masse. Målingene motbeviser i alle fall ikke en teori om en oppbygget terrasse herfra og lenger sør. Vi kommer tilbake til denne teorien når vi ser på dybdeskivene fra resistivitetsdataene.



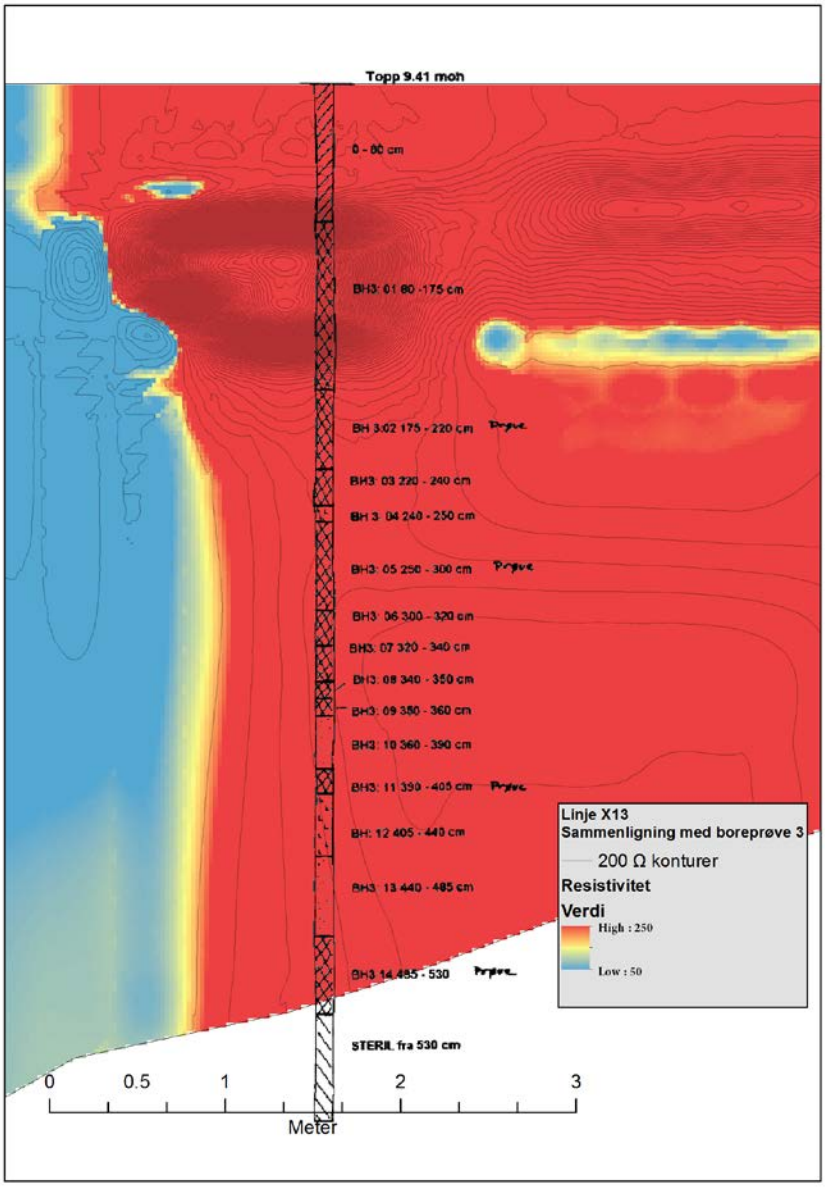
Figur 21: Sammenligning mellom boreprøve 5 på trasé X14.5, omtrent 2,8 meter fra starten av linja.
Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet

Ved denne traséen er det også et tilfelle hvor resistiviteten er relativt høy i toppmassene og lagene under- hvor både BH5:01 og BH5:02 var definert som toppmasser. Det øverste laget var grus/pukk, og så var det ulike lag med sand mikset med grus og stein. Første laget definert som bosetningslag, trolig fra 16-1800-tallet, var lag BH5:05, hvor hele laget har lav resistivitet. Det er godt sammenfall mellom overgangene til lag BH5:05. Hvis vi ser på figur 15 over hele profilen, ser vi et belte fra ca. 2,5m fra nord og mot sør som har en dybde på mellom 1,3 og 2,6 meter ved ca. 12m mot sør, og hvor det kan se ut som det faller mot sør.

Faktisk så viser omtrent alle profiler, bortsett fra X7, en skrånende overgang fra ca. 3-4m sør mot ca. 18 m mot sør, hvorpå det er en konsentrasjon med høy resistanse i profilene.



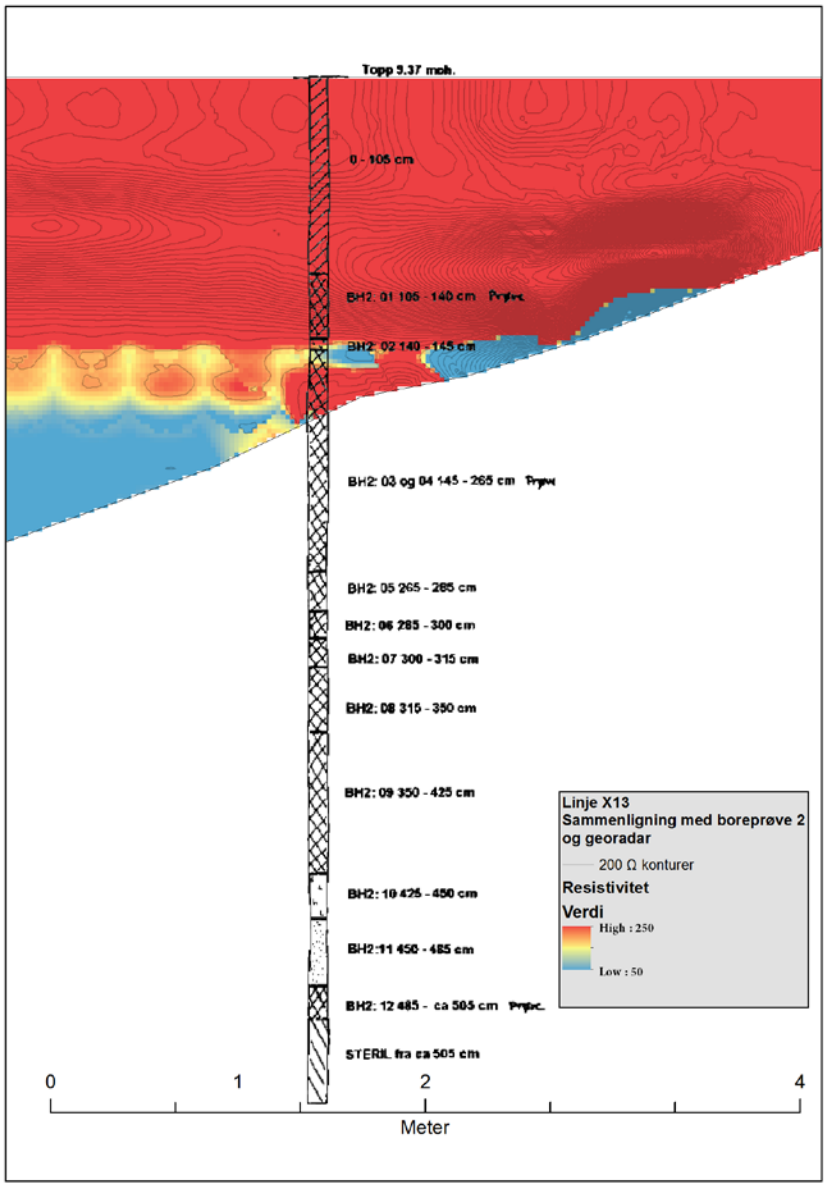
Figur 22: Forslag til tolkning av de elektriske resistivitetsprofilene. Som eksempel er det tegnet inn en pil som markerer en skrånende tendens i traséX13 og X14.5. Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet



Figur 23: Sammenligning mellom boreprøve 3 på trasé X13, omtrent 36,2 meter fra starten av linja.
Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet

Toppmassene kommer tydelig frem, og det virker også som om laget BH3:01, som også var definert som en påført oppfyllingsmasse, har en klar og kraftig resistivitet. Laget under det (BH3:02) er også tolket som et 18-1600tallslag, og var variert med mange komponenter. Under dette er det middelalderlag av ulik karakter (BH3:03-BH03:14), noen ganske fuktig, noen kompakte, og med en god del funn (Petersén 2007). Disse kulturlagene har en resistivitet med verdier mellom 700 og 980 Ω.

Boreprøve 2 (figur 24) har også påvist klare kulturlag, under et lag med henholdsvis 1 meter med med grov stein, grus og pukkstein. Under denne var det et annet moderne lag med middels fin sand, treflis og noe steingods, som er tolket som et moderne påfyllingslag som er påført. Her er det også veldig klar kontrast mellom topplagene, og lagene under. Akkurat i bunnen av resistivitetsmodellen er det noen kraftigere målinger hvor resistivitetsverdiene øker opp mot en 800-900 Ω, mens det umiddelbart til venstre, altså mot nord, er relativt lave målinger. Det er derfor uklart om det i den søndre delen er slik at kulturlag får relativt høy resistivitet med verdier opp mot 700-900 Ω, eller om de lave resistivitetsmålingene mellom disse to beskriver et annet fenomen. Det er mulig at den høye resistiviteten i disse lagene er et prosesseringsavvik grunnet den store kontrasten mellom brosteinen i toppen og lagene under, hvor de kraftige kontrastene påvirker de matematiske beregningene som utføres i forbindelse med inversjonen og databehandlingen. Jeg finner det litt merkelig, siden vi fremdeles finner et godt sammenfall mellom kontrastene i lagene, spesielt mellom topplagene og de underliggende kulturlagene slik vi ser i toppen på boreprøve 2 og 3 (figur 23 og 24).

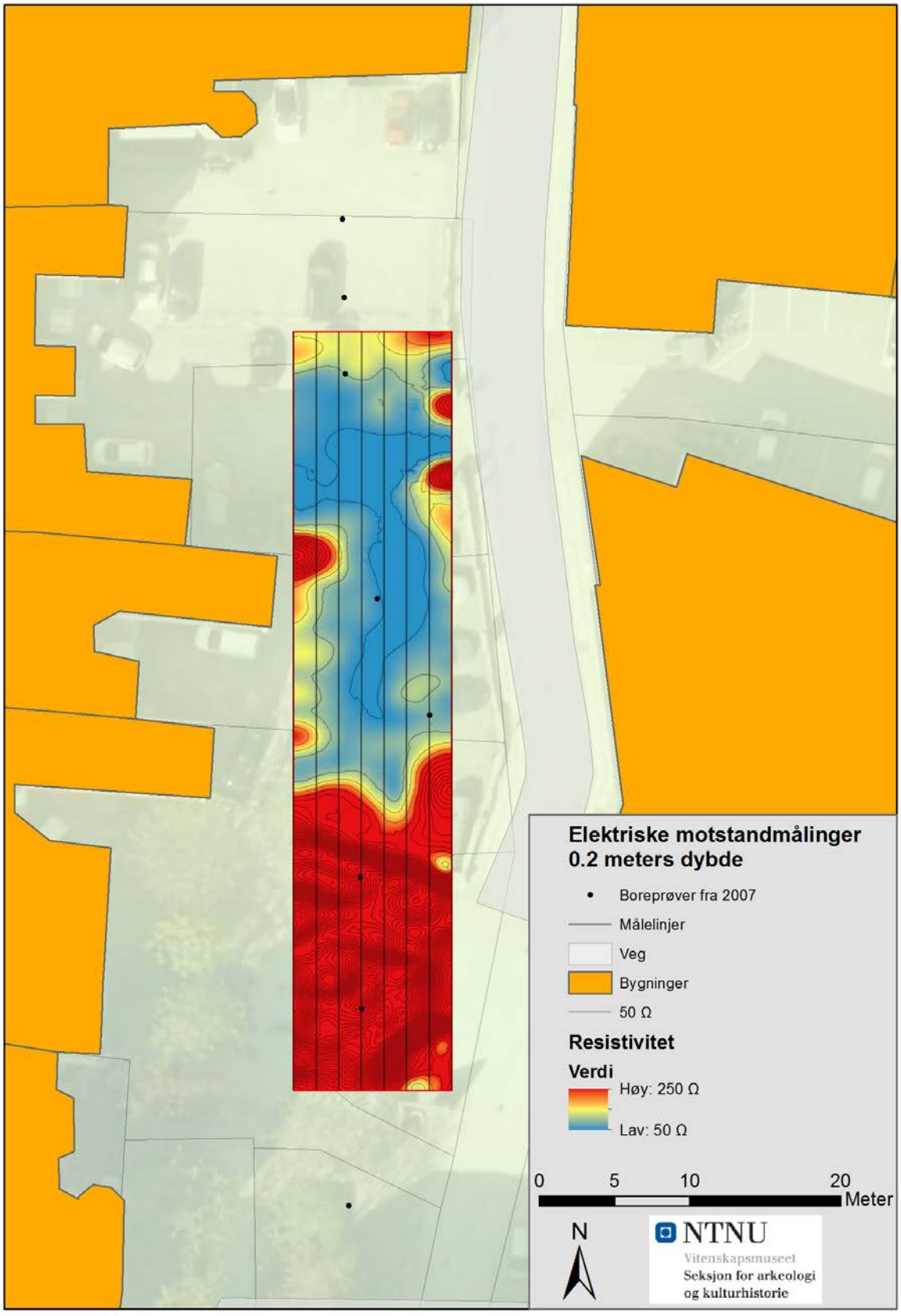


Figur 24: Sammenligning mellom boreprøve 2 på trasé X13, omtrent 45m fra starten av linja. Boreprøve 2 er ca. 8,7m sør for boreprøve 3.
Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet

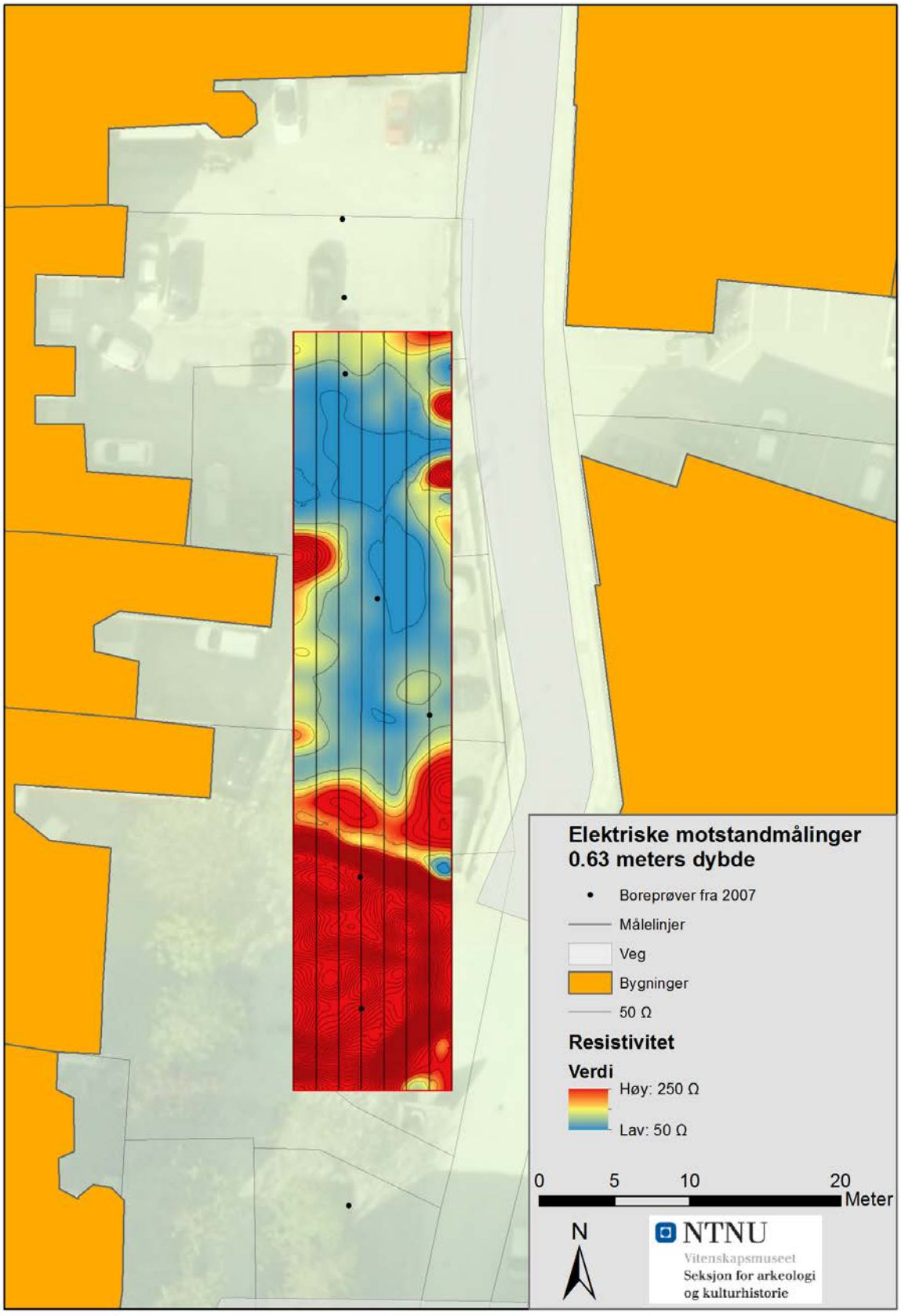
På de påfølgende sidene presenteres en rekke dybdeskiver basert på de resistivitetsprofilene som er presentert ovenfor. På den måten kan eventuelle høye og lave målinger presenteres som kart over den elektriske motstanden ved ulike nivåer nedover i bakken.

1.1.2. Dybdeskiver – Elektrisk resistivitet

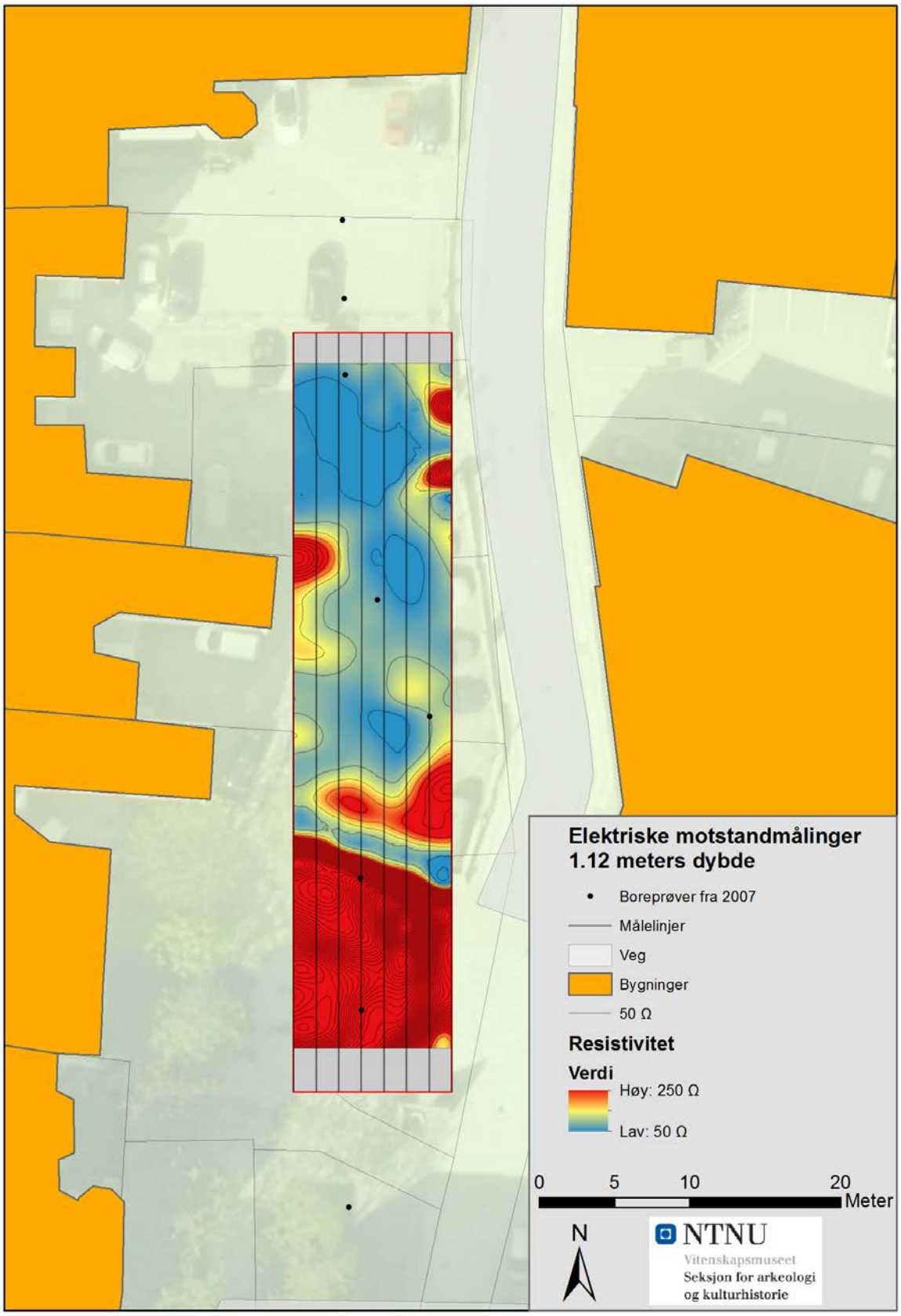
På de følgende sidene vil alle dybdeskivene fra 3d-inversjonen av resistivitetsprofilene presenteres.



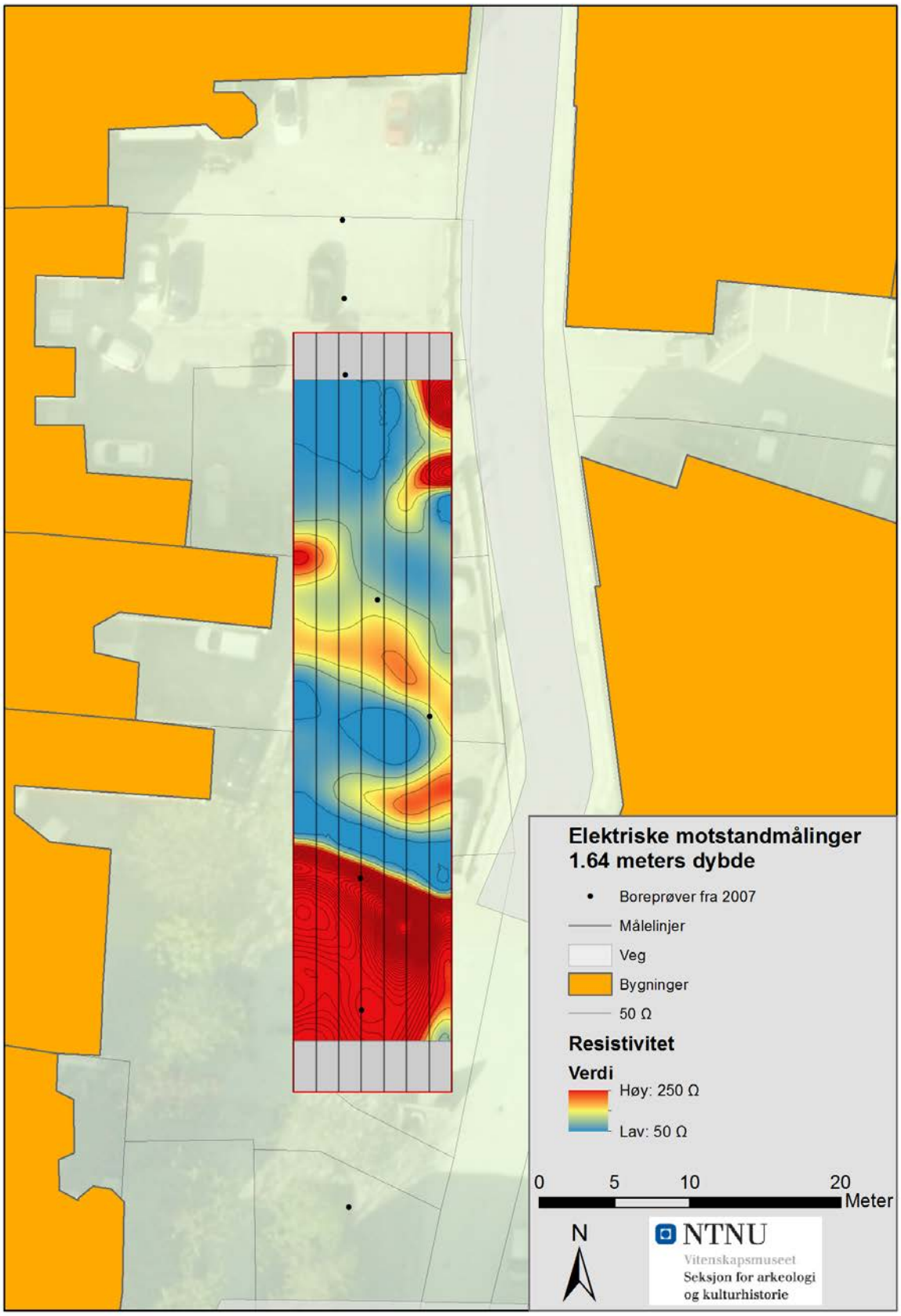
Figur 25: Dybdeskive over elektriske motstandsmålinger ved ca. 0.2m dybde. Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet



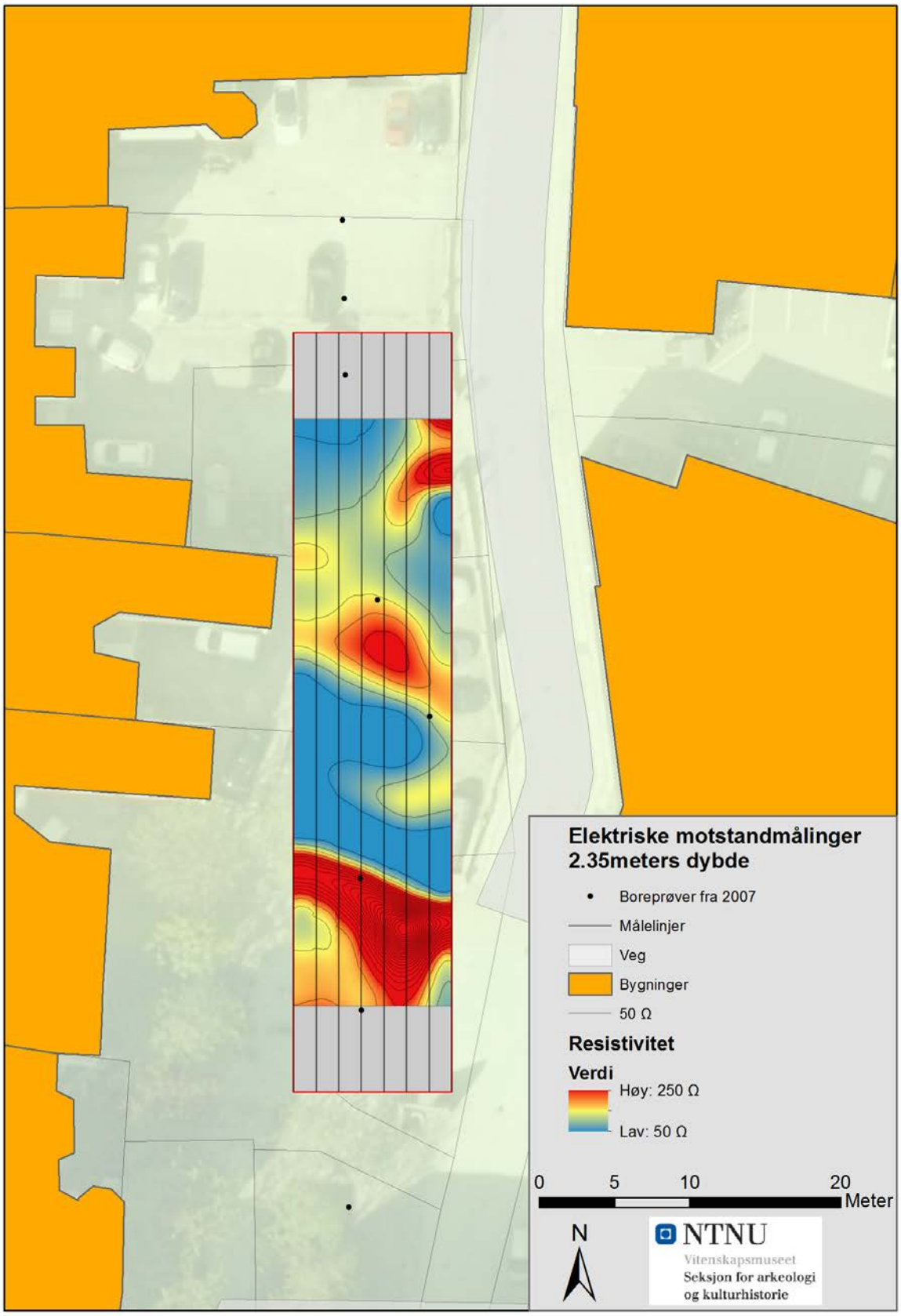
Figur 26: Dybdeskive over elektriske motstandsmålinger ved ca. 0.63m dybde
Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet



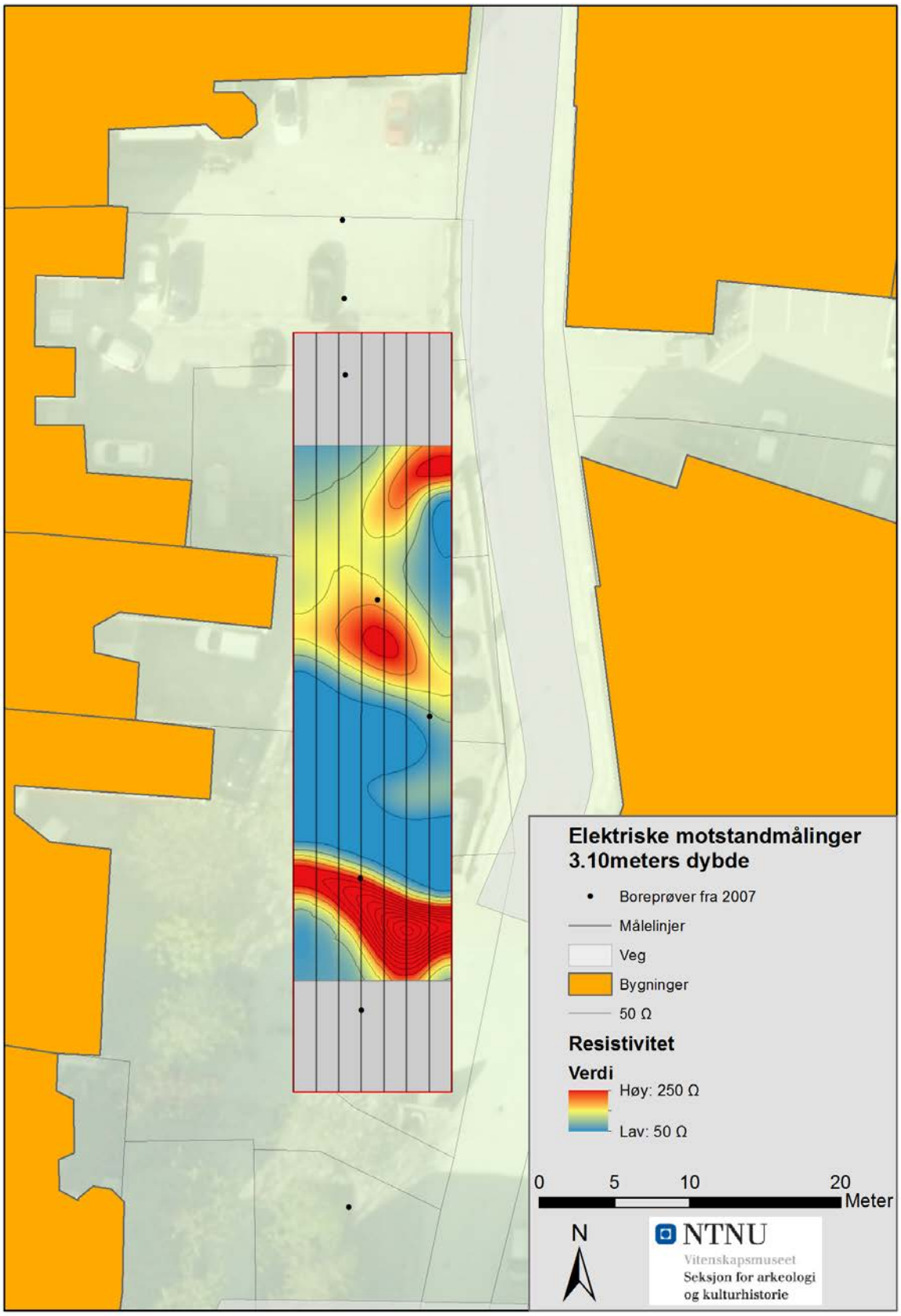
Figur 27: Dybdeskive over elektriske motstandsmålinger ved ca. 1.12m dybde
Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet



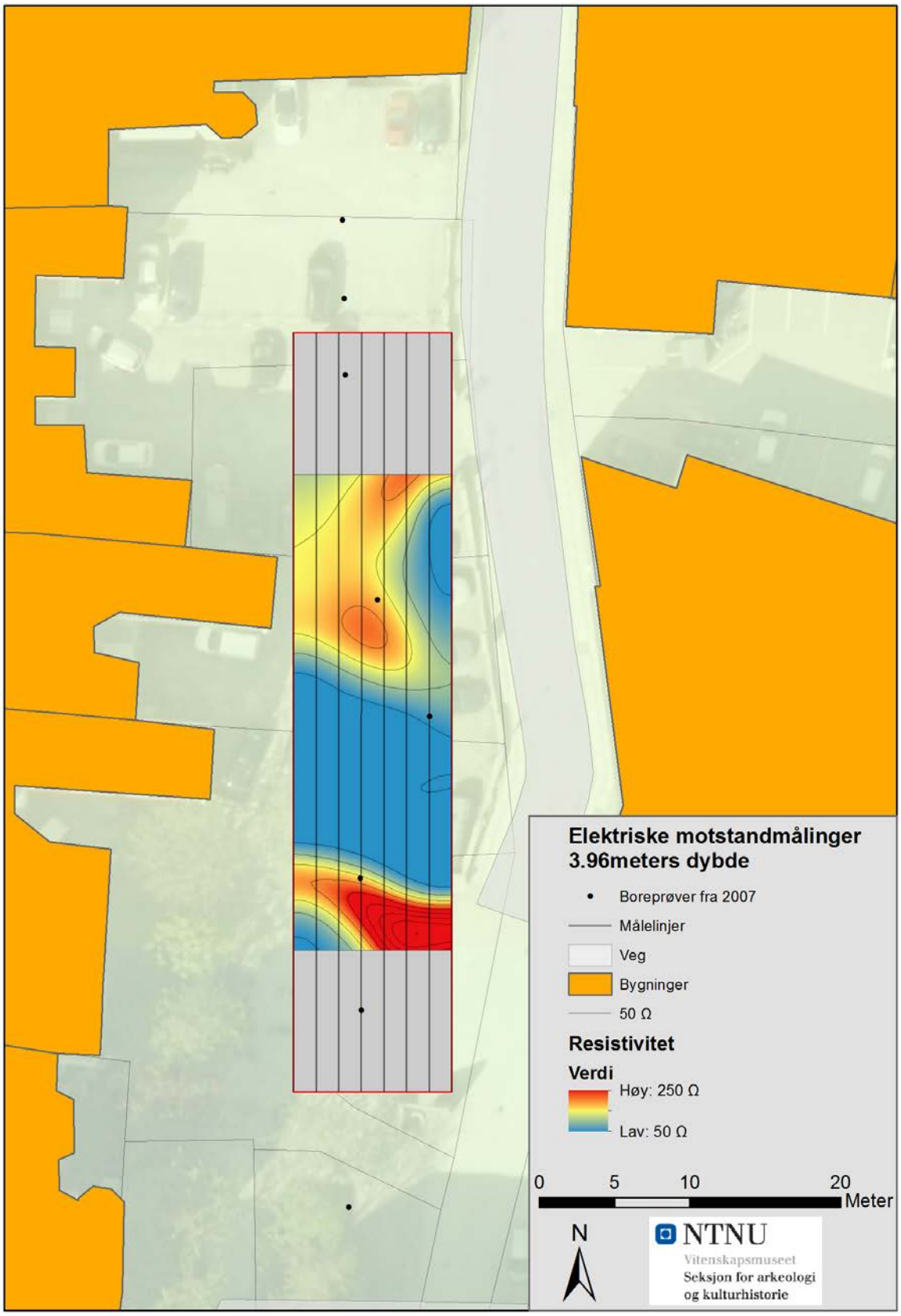
Figur 28: Elektriske motstandsmålinger ved 1.64m. dybde.
Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet



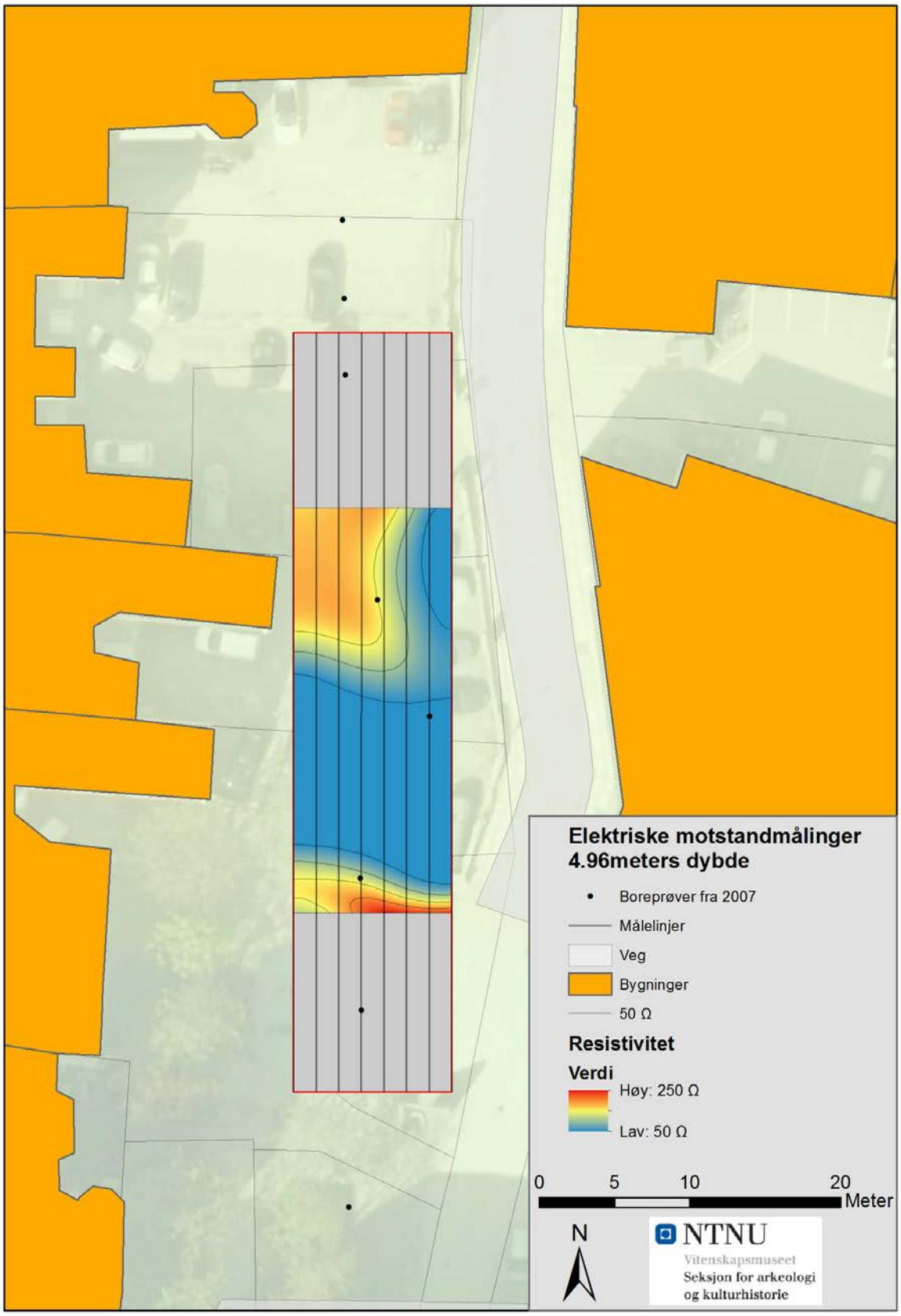
Figur 29: Dybdeskive over elektriske motstandsmålinger ved ca. 2.35m dybde. Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet



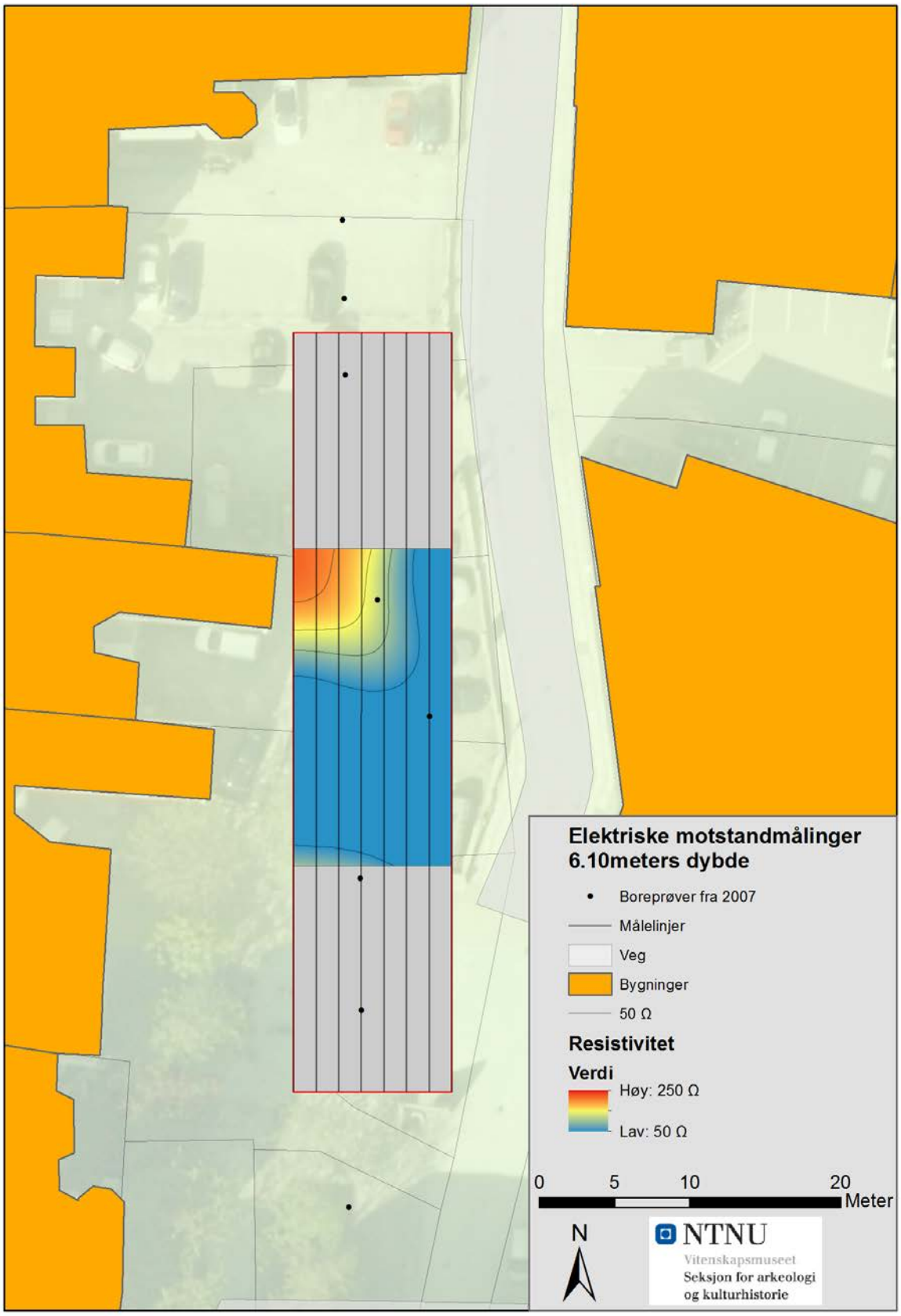
Figur 30: Dybdeskive over elektriske motstandsmålinger ved ca. 3.1m dybde. Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet



Figur 31: Dybdeskive over elektriske motstandsmålinger ved ca. 3.96m dybde. Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet



Figur 32: Dybdeskive over elektriske motstandsmålinger ved ca. 4.96m dybde. Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet



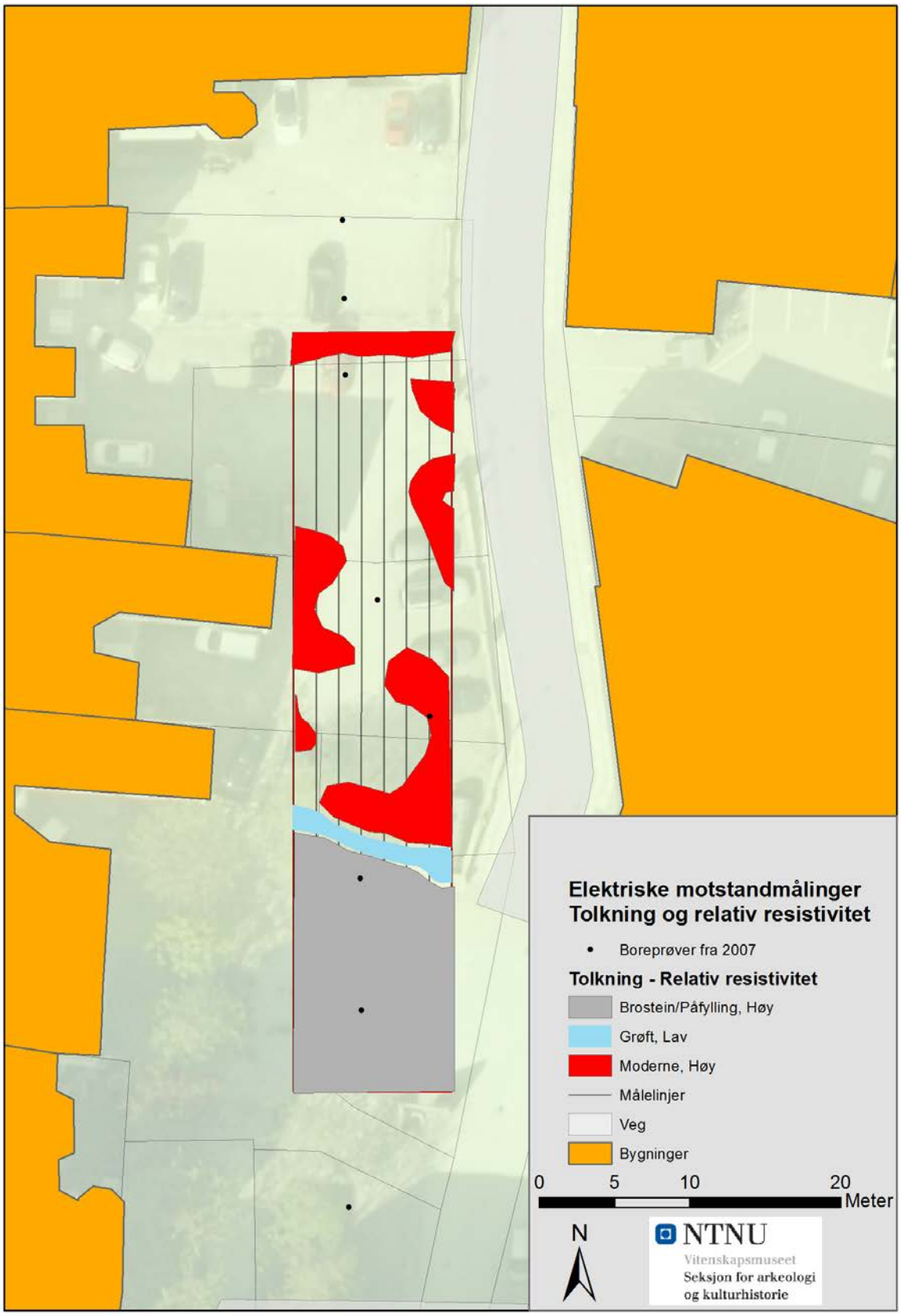
Figur 33: Dybdeskive over elektriske motstandsmålinger ved ca. 6.1m dybde. Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet

3.2. Tolkninger av elektriske resistivitetsdataene

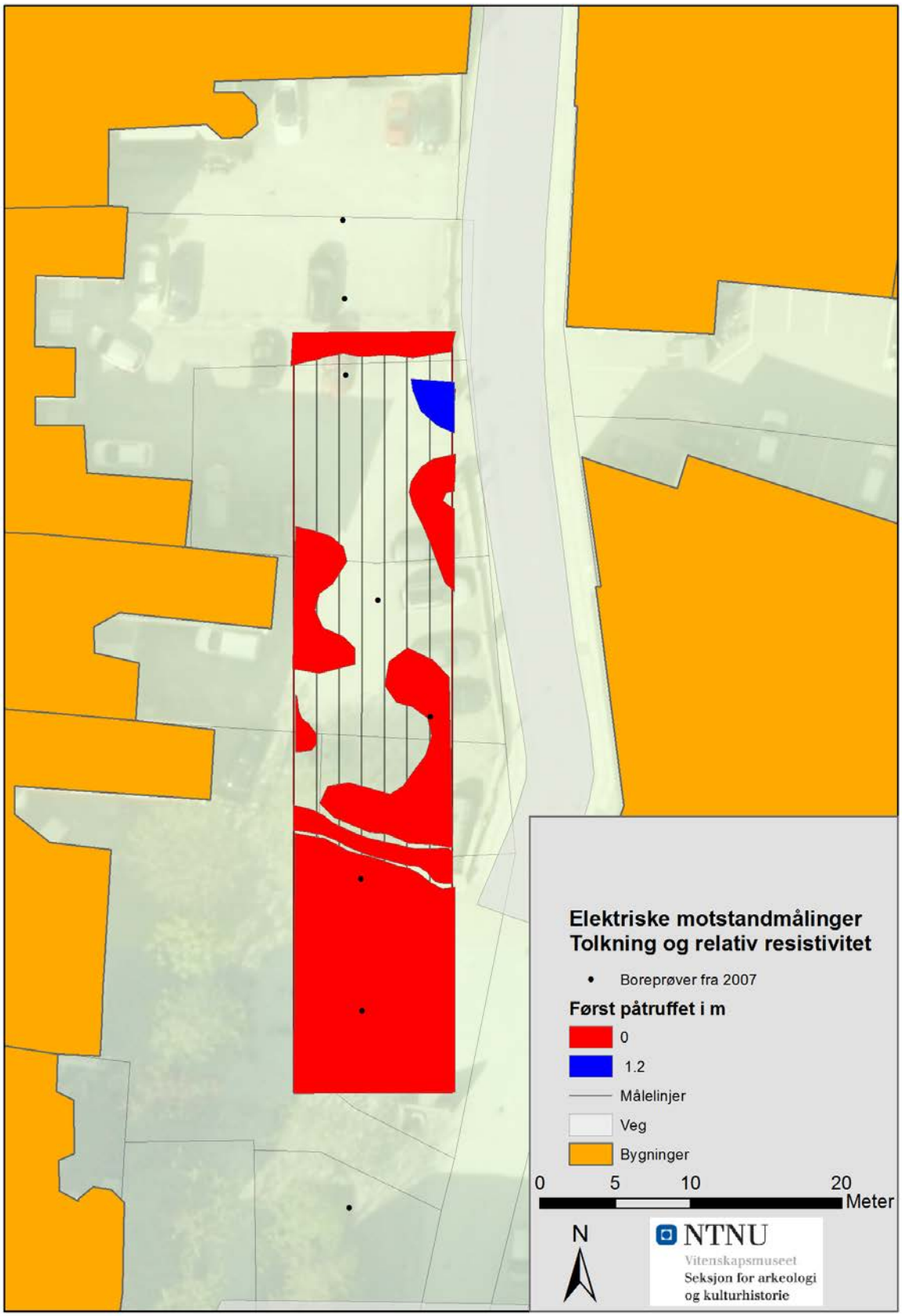
De følgende tolkningene er basert på en analyse og sammenligning mellom hver enkelt resistivitetsprofil og den påfølgende 3d-inversjonen, hvor dataene er satt sammen til dybdeskiver i programmet Res3dInv, og deretter importert inn i ArcMap. Tolkningene deles inn i de elektriske anomaliene som er tolket som moderne påvirkning, og de observasjonene som er tolket som av kulturhistorisk interesse, og følgelig antatt som eldre aktivitet. Hver observasjon er avgrenset og øvre og nedre dybde er tolket og tegnet inn. Avgrensningene og dybdeangivelsene må tolkes som veiledende, siden metoden ikke er designet til å vise lagskillene, men heller fyllene i seg selv. Alle kanter, hjørner og overganger vil derfor bli litt diffuse. Noen lag og observasjoner har også ulik dybde, spesielt hvis de har en stor utstrekning. Tolkningsforslagene er delt i to – med et sett med illustrasjoner for de antatt moderne observasjonene og deres topp og bunn, og et annet sett med illustrasjoner for de observasjoner som er tolket som kulturhistorisk interessante.

3.2.1. Moderne observasjoner - resistivitetsmålinger

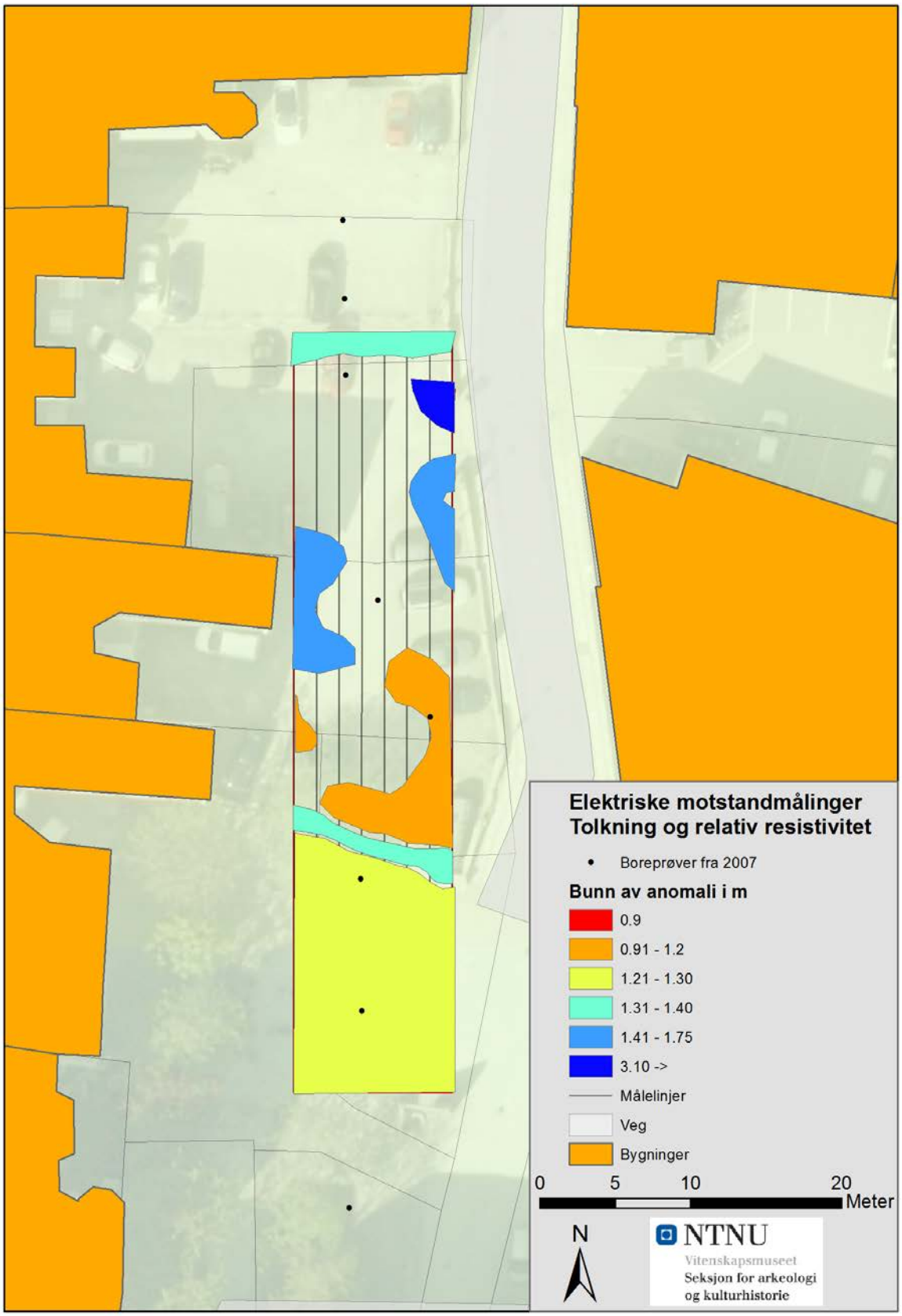
Flere områder er identifisert og tolket som moderne observasjoner (se figur 34-37 på de neste sidene). Med unntak av et avvik, er de fleste tilsynelatende moderne aktivitet som påtreffes allerede ved dagens markoverflate. Bare en observasjon strekker seg med en dybde som er opp mot 3 meter eller mer. Resten har maks en dybde på maksimalt 175cm. Sammenligningen med den tidligere plasseringen av en rekke bygninger som ble revet på 60-tallet, gir ikke noe umiddelbart inntrykk av sammenfall- selv om noen av områdene med høy resistivitet ligger innenfor eller i kanten av plasseringen av disse bygningene. Spesielt avviket rett øst for den mest utstikkende fløyen østover, tilhørende søndre gate 9, kan muligens relateres til en tidligere bygning. Det er mulig at byggeaktiviteten ellers har påvirket undergrunnen i og rundt området. En kjellernedgang som er angitt på et åpent område øst for Søndre gate 11, kunne ikke antydes- og dermed heller ikke bekreftes, på denne måten. Selv om trasé 13 bare så vidt sneier denne, er det likevel grunn til at å anta at denne konstruksjonen kunne oppfanges rett ved nedgangen til en slik struktur. Anomalien med størst dybde kan være en rest av en kjeller, men resten ser mest ut til å være spor etter moderne gravninger eller steder hvor subusen har blitt brutt eller påvirket av en eller annen grunn.



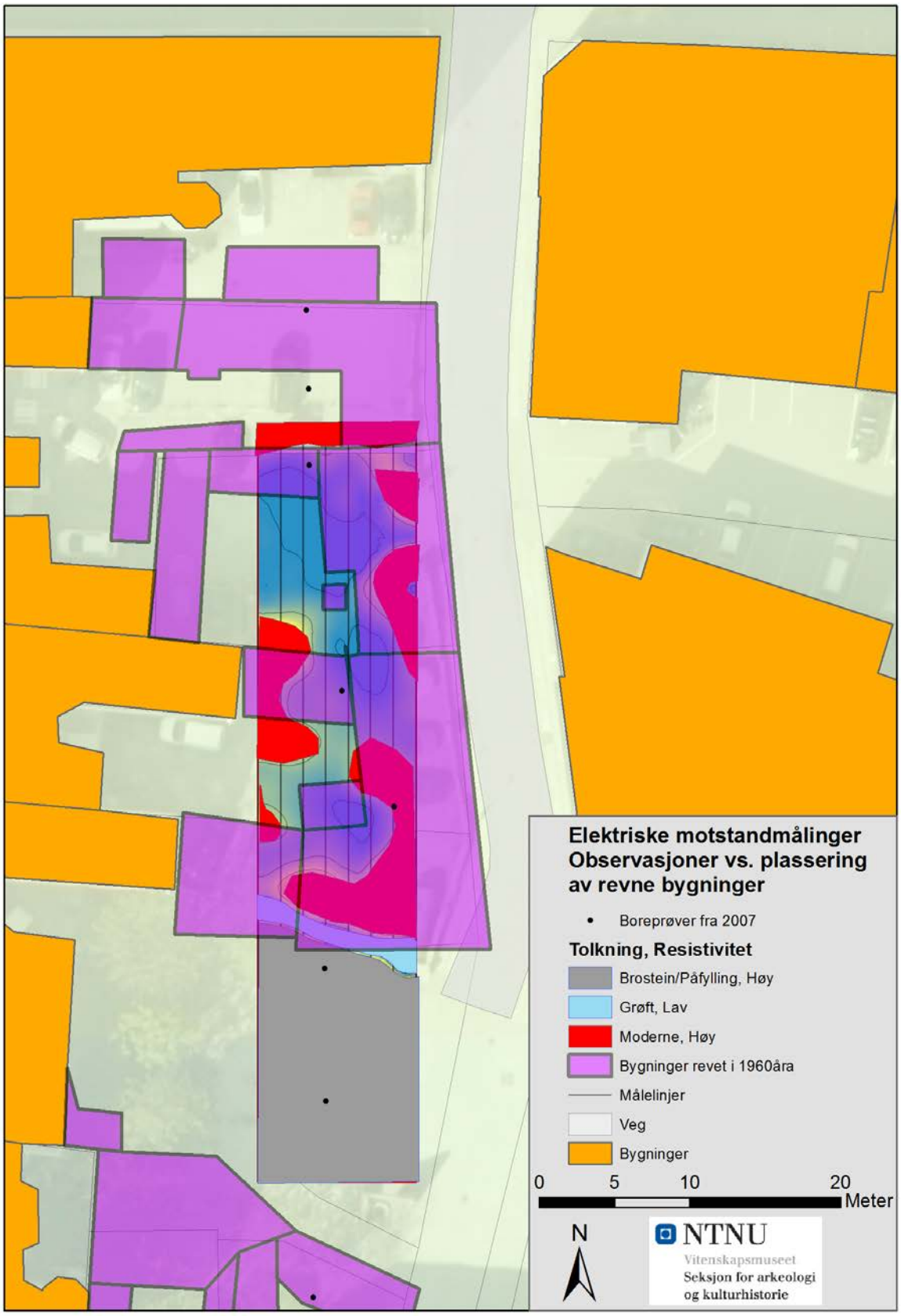
Figur 34: Elektriske observasjoner som er tolket som moderne.
Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet



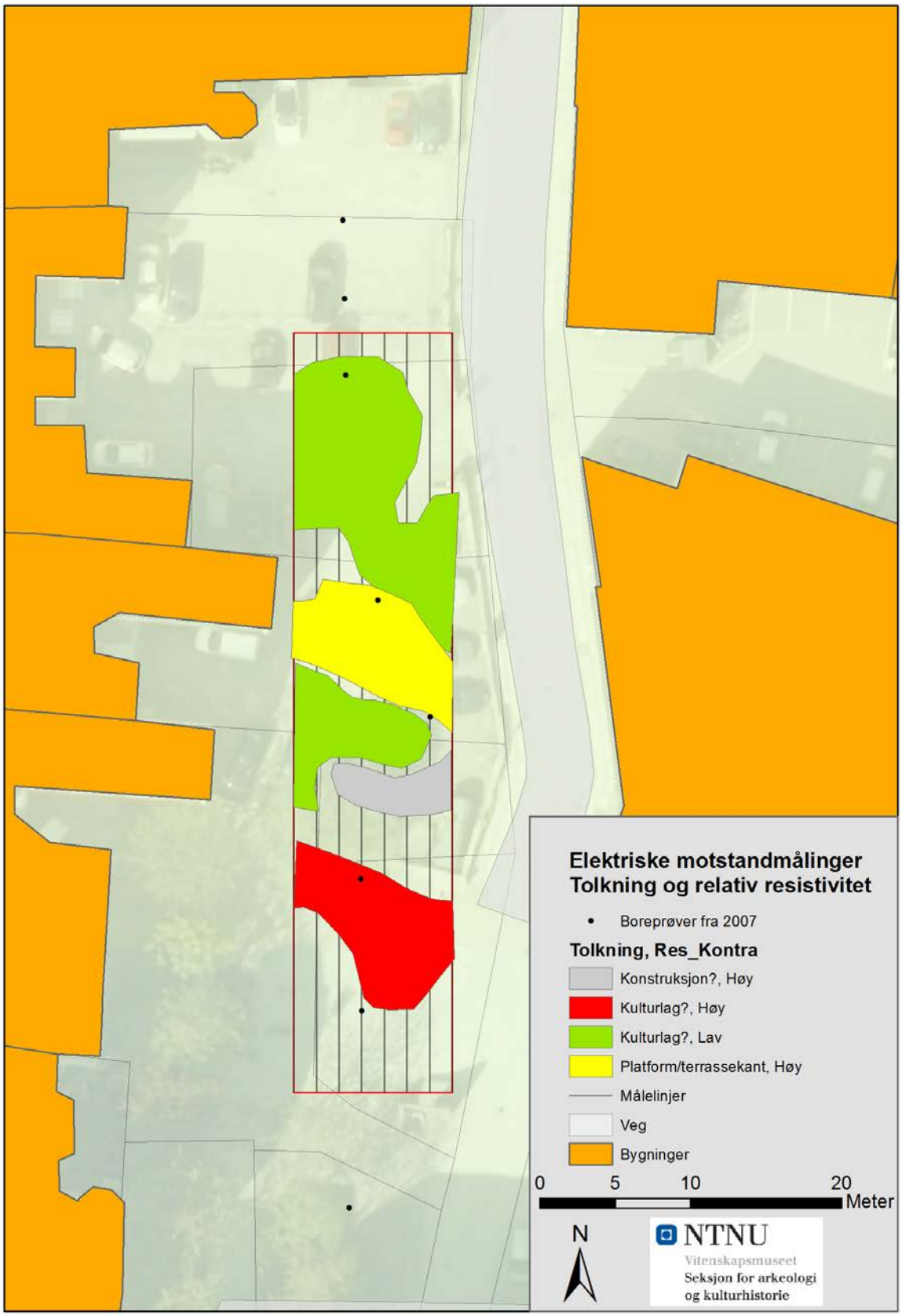
Figur 35: Kart som angir øverste nivået til de moderne observasjonene. Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet



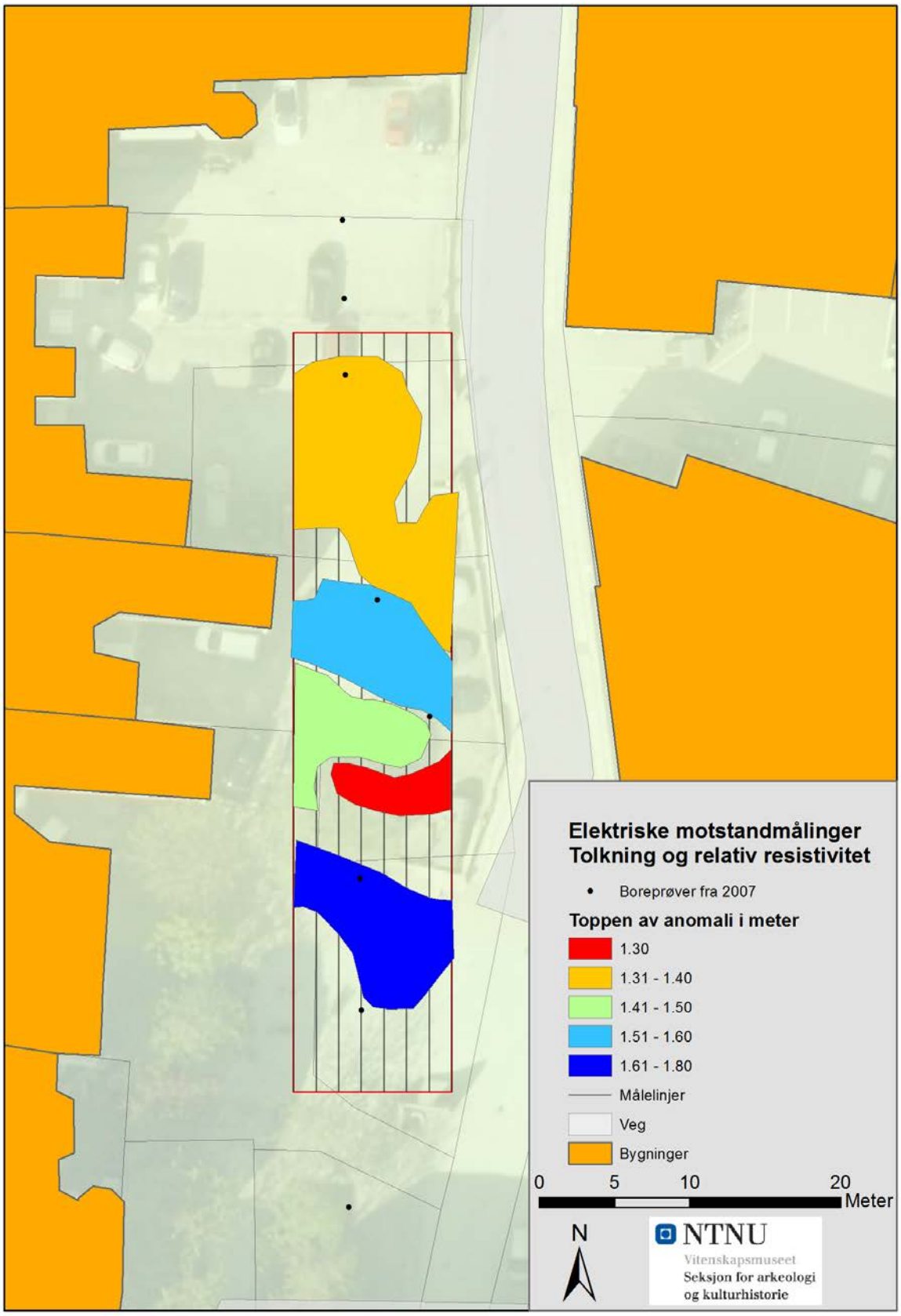
Figur 36: Kart som angir omtrentlig bunnen til de moderne observasjonene. Noe variasjon kan forekomme innenfor områdene, og dybdeangivelsen bør antas å angi en minimum- og ikke maksimumsdybde. Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet



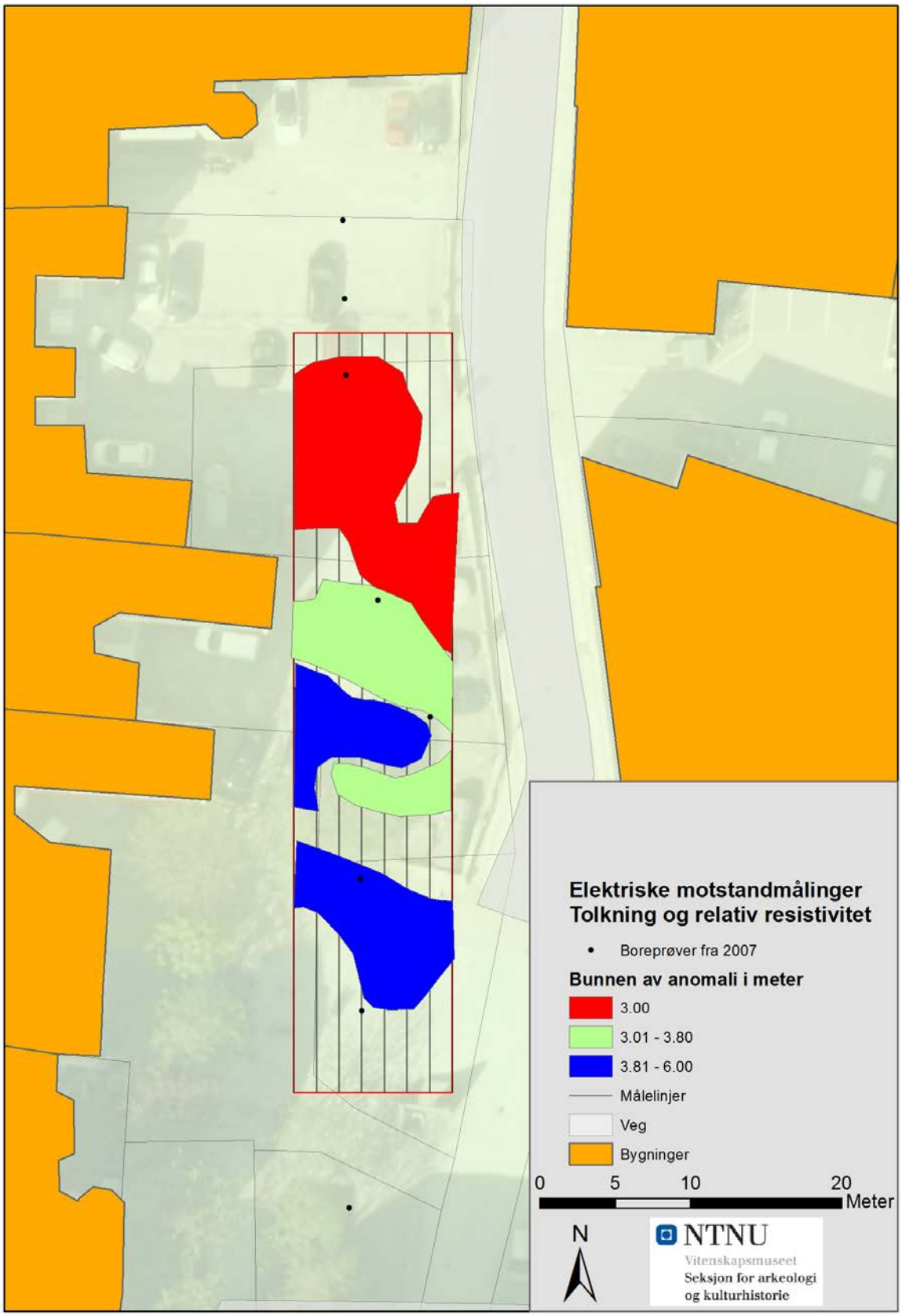
Figur 37: Plasseringen av de antatt moderne observasjonene versus den omtrentlige plasseringen av bygningene som ble revet på 60-tallet. Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet



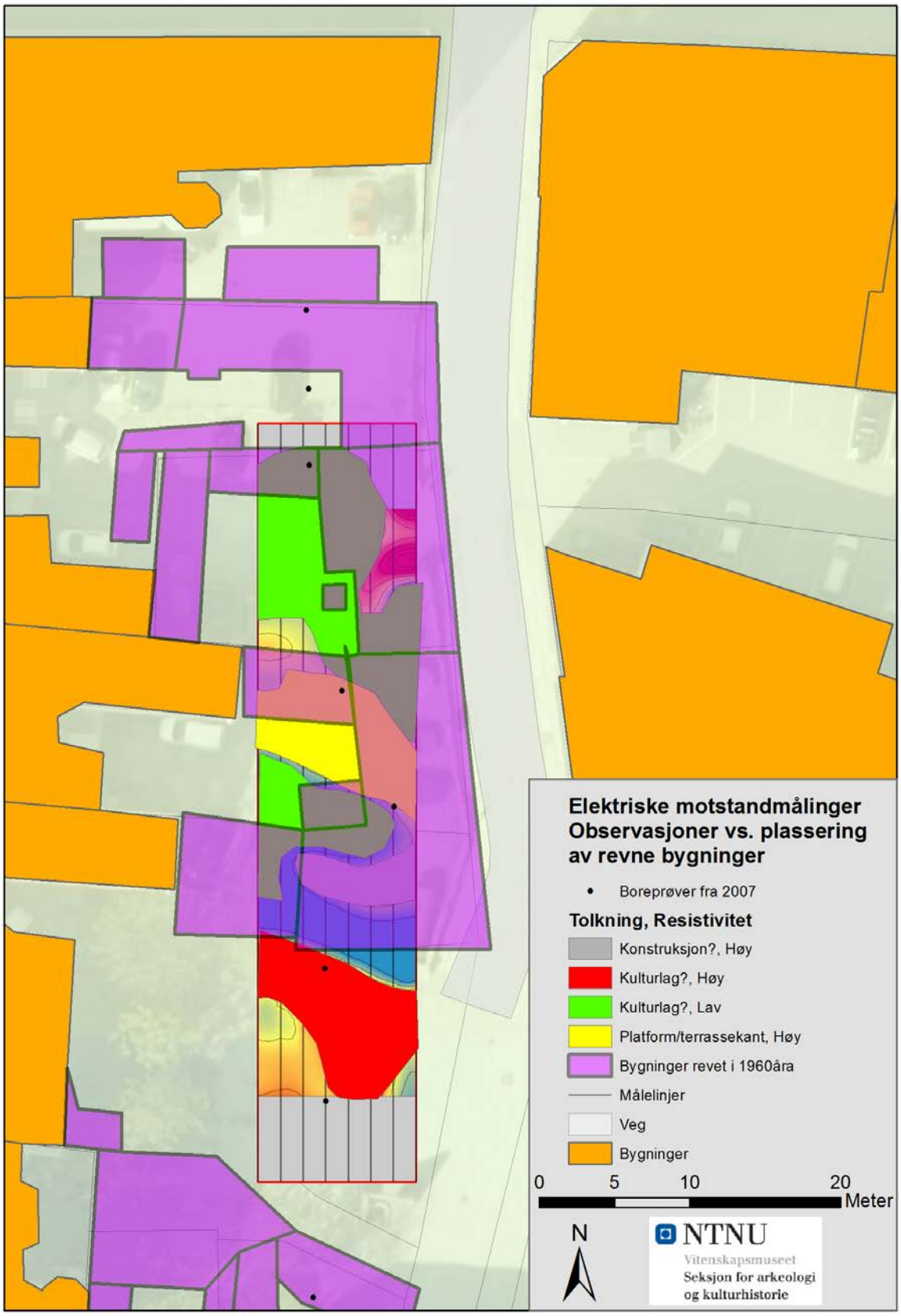
Figur 38: Tolkning av mulige kulturhistoriske observasjoner.
Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet



Figur 39: Kart som angir øverste nivået til de kulturhistoriske observasjonene. Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet



Figur 40: Kart som angir omtrentlig bunnen til de kulturhistoriske observasjonene. Noe variasjon kan forekomme innenfor områdene. Dybdeangivelsen bør antas å angi en minimum- og ikke maksimumsdybde. Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet



Figur 41: Kart som angir de kulturhistoriske observasjonene versus plasseringen av bygninger som ble revet på 1960-tallet. Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet

3.2.2. Kulturhistoriske observasjoner - resistivitetsmålinger

De tolkningsforslagene som er presentert, er basert på en sammenligning av resistivitetsprofiler, boreprøver og observasjoner i plan. Innenfor alle områder tolket som kulturlag med lav resistivitet var det sammenfall mellom resistivitetsverdiene og boreprøvene i felt. Det var litt vanskelig å angi nedre dybde, da overgangen til steril i boreprøvene ikke alltid sammenfalt med en endring i resistivitetsverdiene. Derimot var det i alle prøvene et sammenfall mellom toppmassene i prøveboringene og endringer i resistivitetsverdiene ved samme dybde. I tilfeller med pukk og grove masser, var det høye resistivitetsverdier, og der hvor den saltholdige subbusen ikke var brutt eller endret på noen måte, var det lave resistivitetsverdier. Det er derfor grunn til å anta at avgrensede høyere resistivitetsverdier i dypere lag er spor etter konstruksjoner med en klar kontrast. Dette er årsaken til tolkningsforslaget med mulig plattform/terrassekant og konstruksjon. Det som fremstår som litt merkelig, er at en sone med kulturlag fikk relativt høye resistivitetsverdier. Disse låg innenfor boreprøve 3, hvor det i NIKUs rapport er beskrevet at de organiske lagene var generelt litt mindre bevart her en i boreprøve 2 og 8 (figur 24 og 19). Det fremstår likevel som litt merkelig at de elektriske måleverdiene skal variere så mye for de ulike områdene med kulturlag, og det er mulig at dette er en anomali skapt som følge av kalkuleringen av den matematiske inversjonsmodellen. Dette er vanskelig å gi et klart svar på, siden overgangene mellom topplagene og påførte masser med høy resistivitet sammenfaller godt i boreprøve 2 og 8 (figur 24 og 19). Det er foreslått en tolkning om at det nordlige området med mulige kulturlag, er dypere mot sør enn mot nord (se figur 22). Dette basert på en liten tendens til at dybden til de lave resistivitetsverdiene faller sørover mot det som er tolket som en mulig terrassekant/plattform. Er denne tolkningen av en plattform eller terrassekant korrekt, virker det også som om den har klarer kanter mot nord- og sør, enn hva ble antydet i prøveboringene fra 2007 (Petersén 2007).

3.3. Georadar

Det ble foretatt målinger med både 400Mhz og 250Mhz antenner, hvor en høyere frekvens vil kunne oppdage strukturer og objekter som er mindre i størrelse, men være mer begrenset i dybden man kunne nå. En lavere frekvens vil derfor teoretisk sett ha lavere romlig oppløsning, men større dybdepenetrasjon. NIKU hadde hovedansvaret for datainnsamling og tolkning av datasettet fra 250Mhz-antenna, mens NTNU Vitenskapsmuseet hadde hovedansvaret for målingene og tolkningene av datasettet med 400Mhz-antenna.

3.4. Tolkninger av georadar-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 virvar 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, og de presenterte tolkningene er et resultat dette.

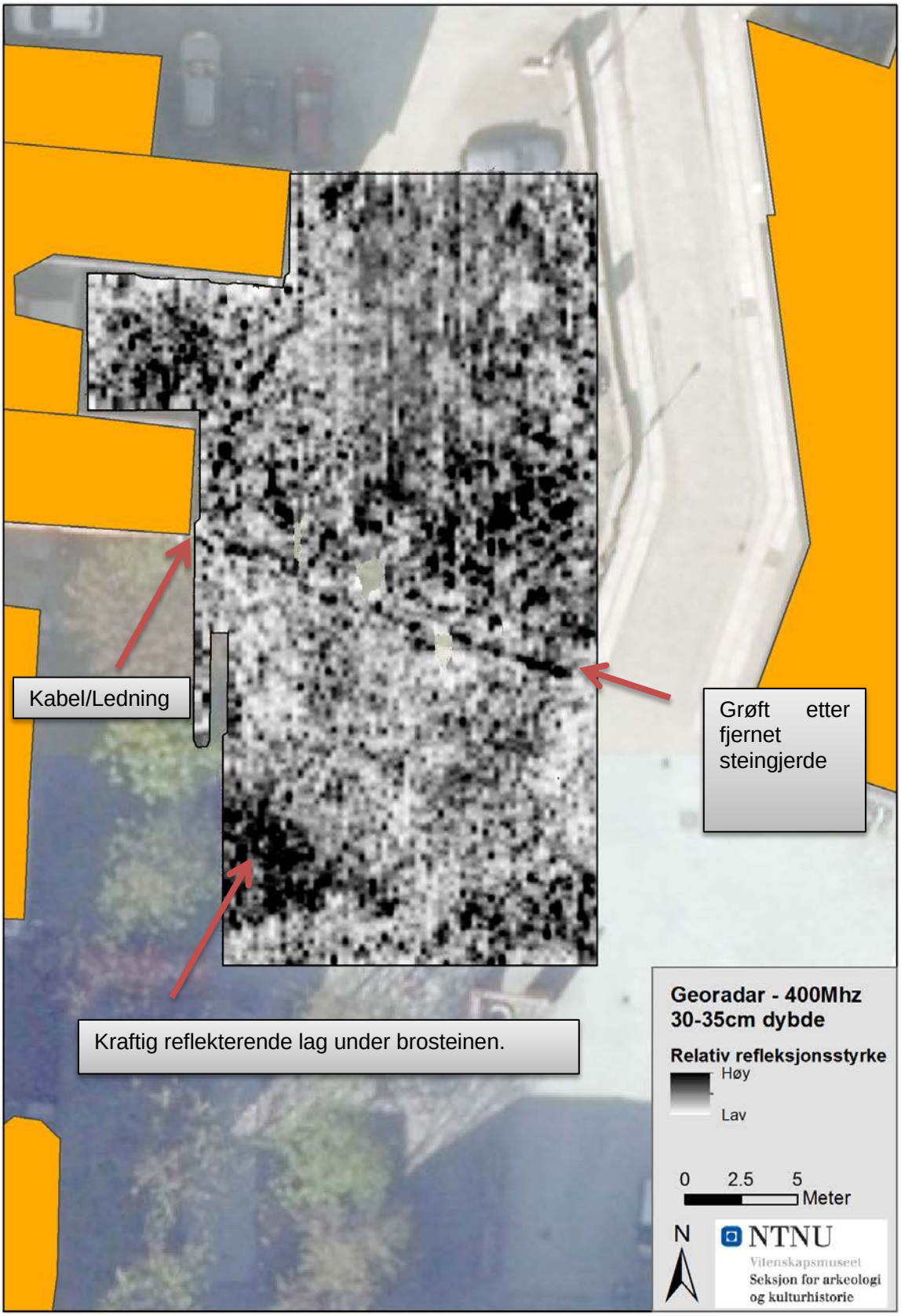
Den arkeologiske bakgrunnskunnskapen man har om en lokalitet og forventningene man har til funn et undersøkelsesområde spiller også en rolle. Anomalier bør ha en form og/eller

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.

3.4.1. Undersøkelse med 400Mhz-antenne

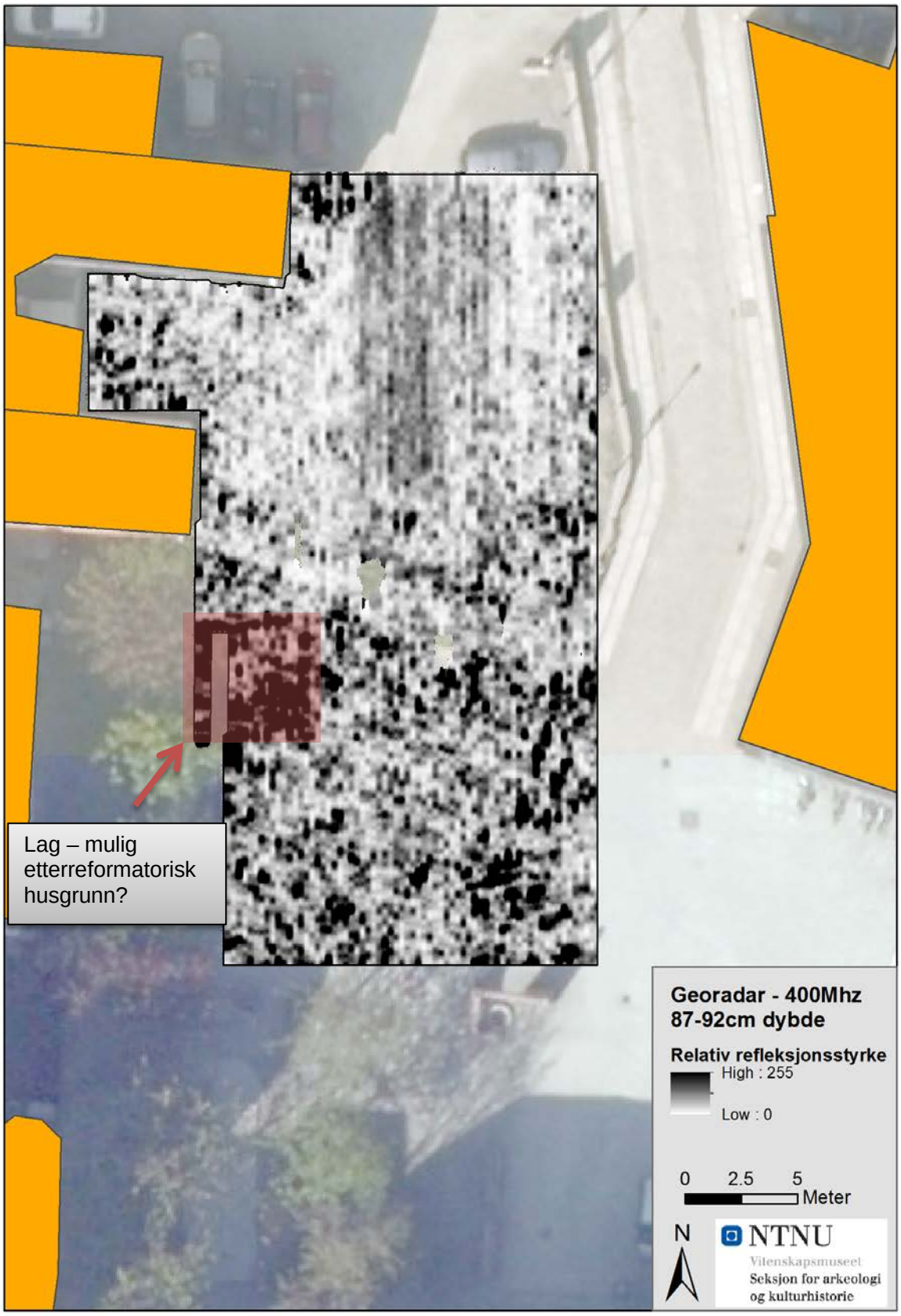
Samtlige dybdeskiver vil bli presentert som vedlegg, mens utvalgte dybdeskiver og en tolkning bli presentert her.

Figur 42: Kjøring av georadar. Nanna noterer posisjon, Monica triller vogn.
Foto: Julian P. Cadamarteri, NIKU.

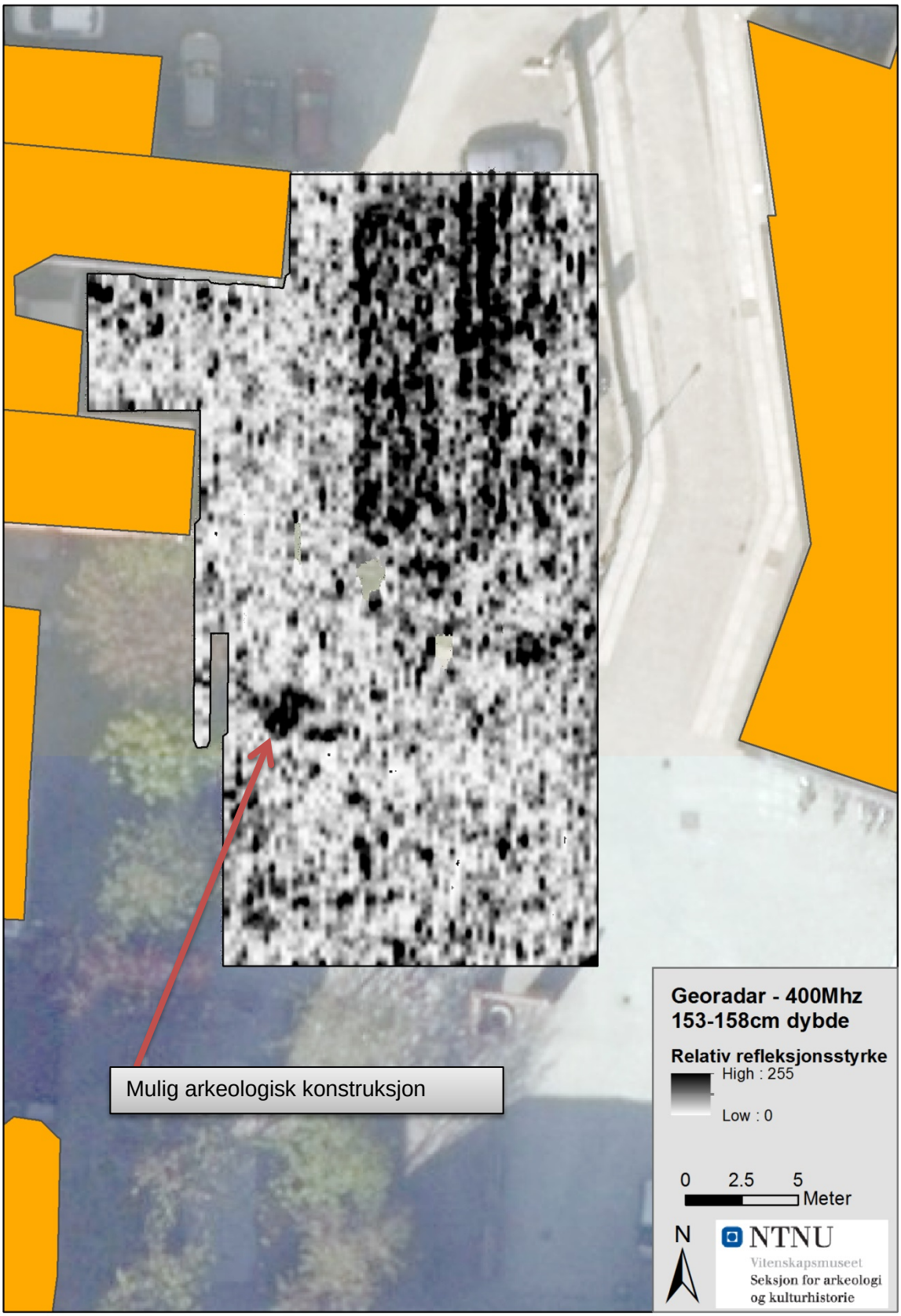


Figur 43: Dybdeskive fra 30-35cm dybde, med eksempler på enkelte av tolkninger. Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet

Figur 44: Dybdeskive fra 60-65cm dybde, med eksempler på enkelte av tolkningene. Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet



Figur 45: Dybdeskive fra 87-93cm dybde, med eksempler på enkelte av tolkningene. Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet

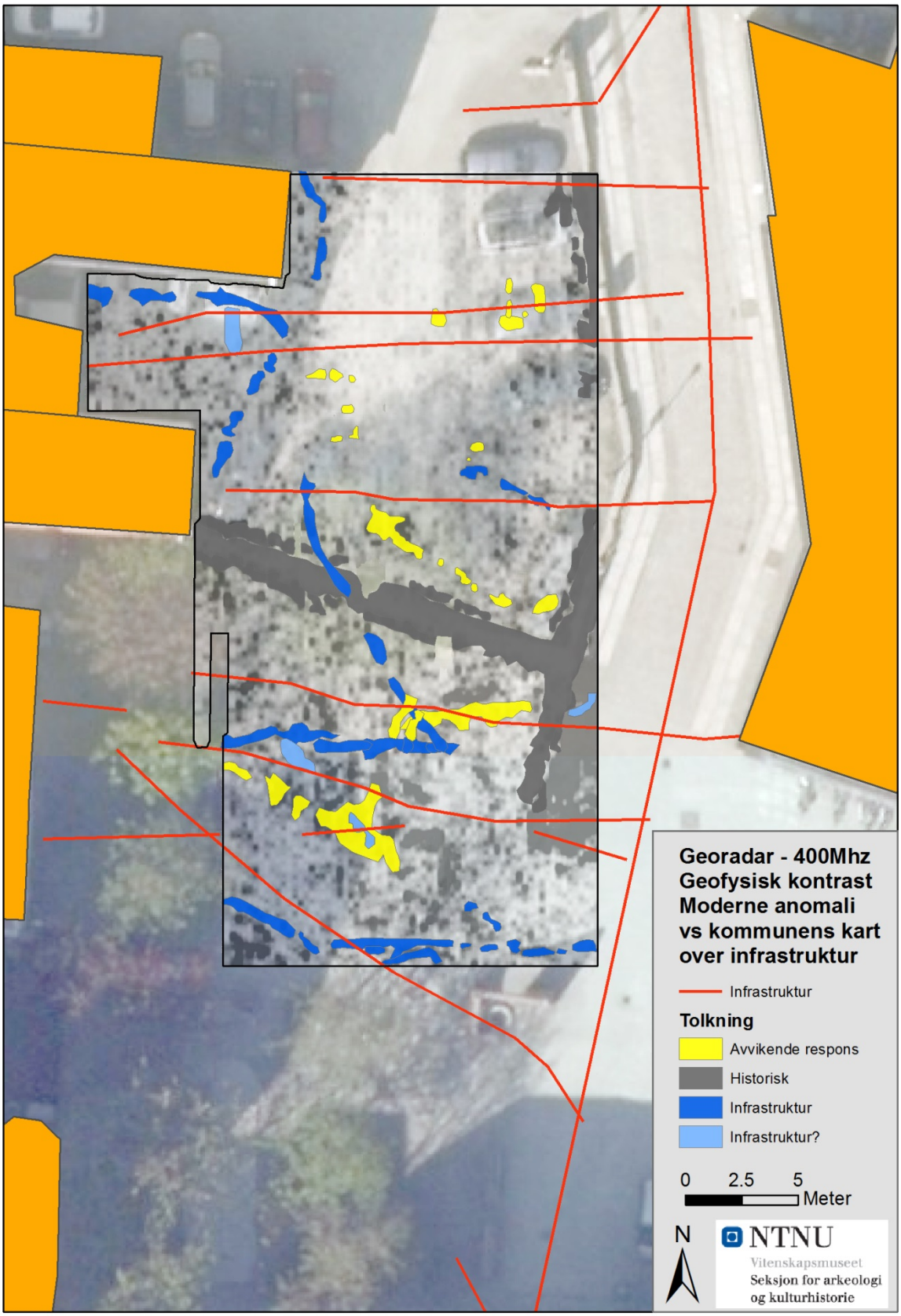


Figur 46: Dybdeskive fra 153-158cm dybde, med eksempler på enkelte av tolkningene. Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet

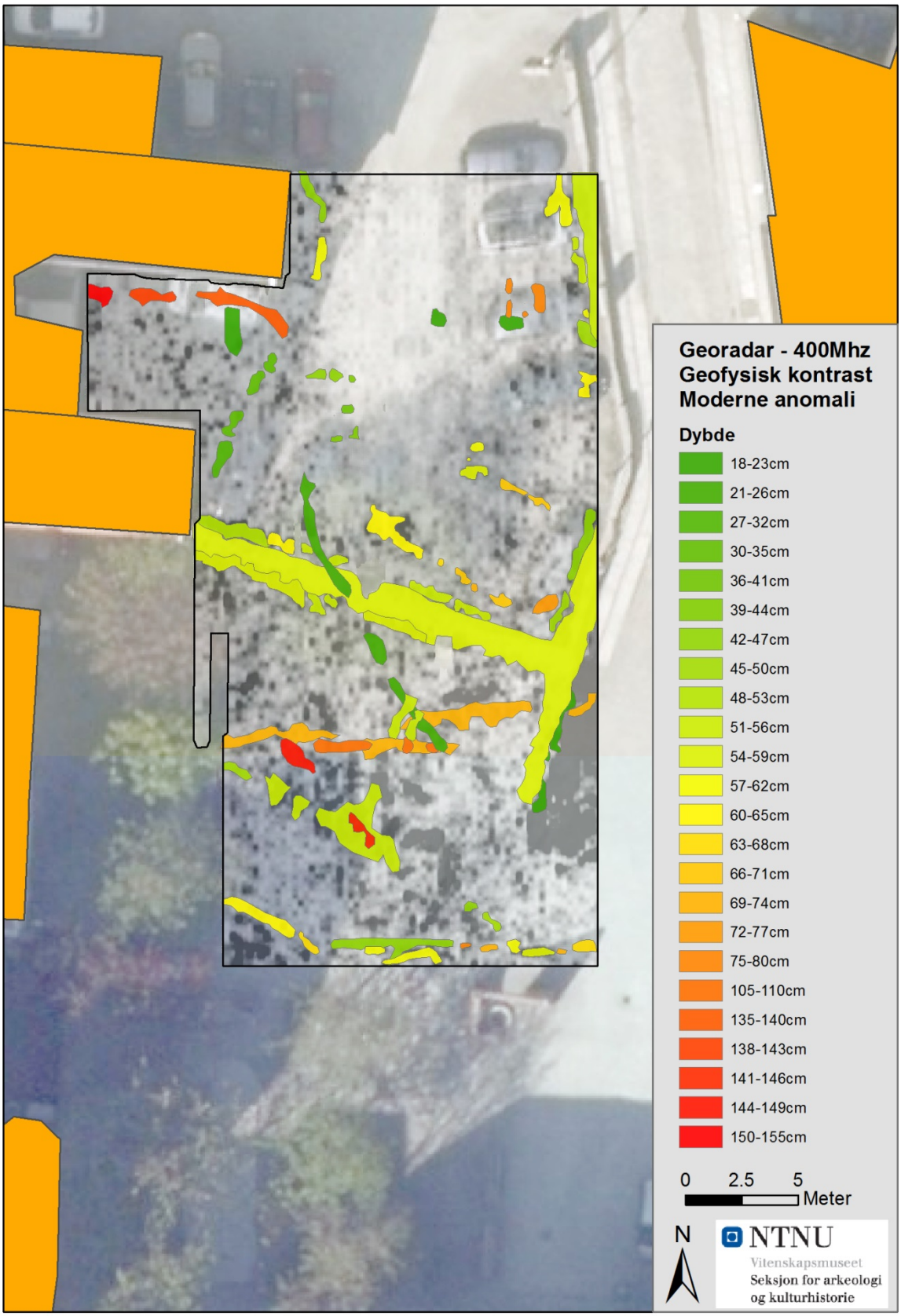
3.4.2. Tolkninger av datasettet fra 400Mhz-undersøkelsen

Figur 47: Kart over den geofysiske kontrasten til anomali tolket som moderne. Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet

Figur 48: Tolkninger av georadar-datasettet. Kartet viser anomali som er antatt å være moderne. Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet

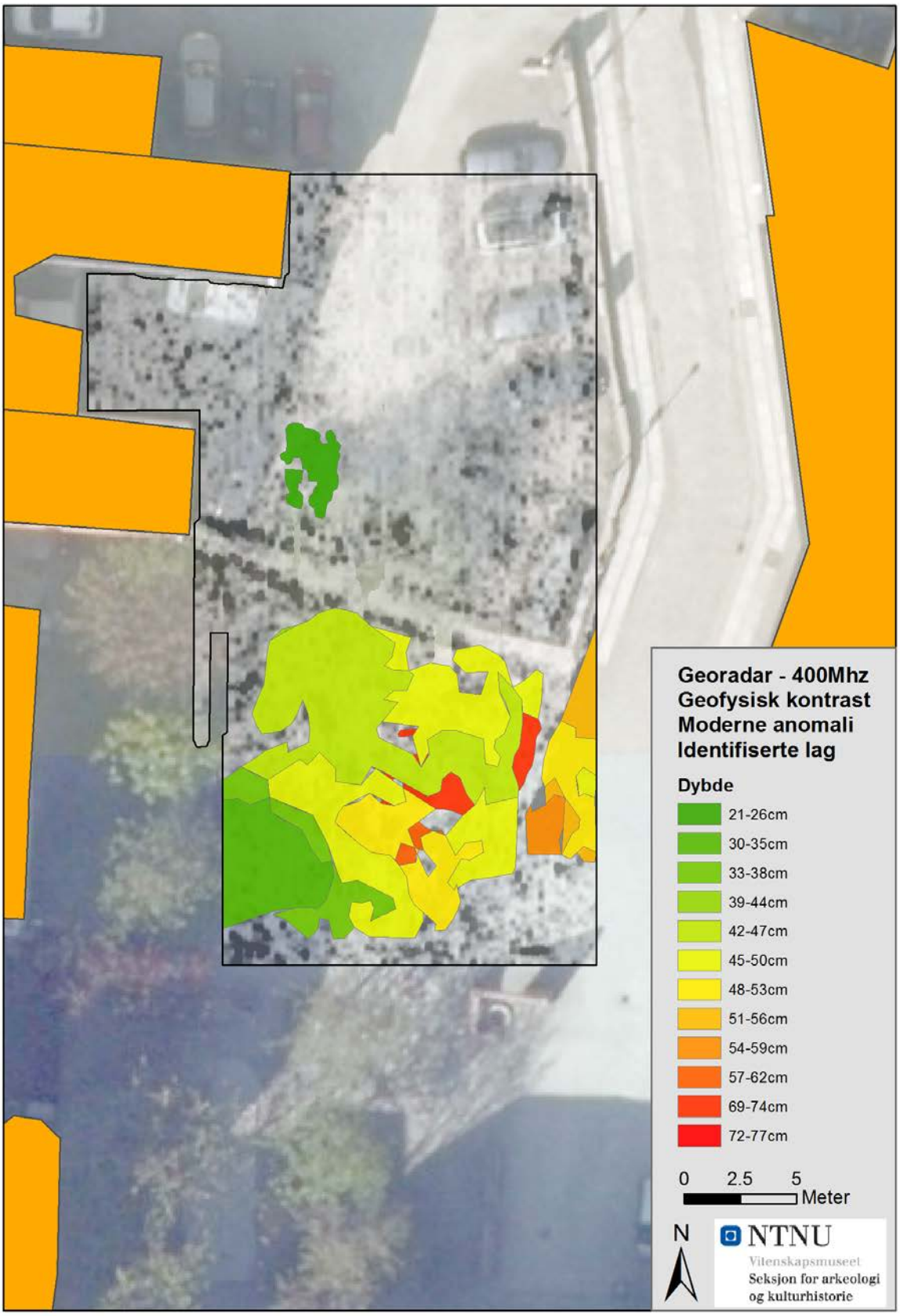


Figur 49: Tolkninger av georadar-datasettet. Kartet viser anomali som er antatt å være moderne sammenlignet med plasseringen av infrastruktur i følge kommunens kart (se figur 6). Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet

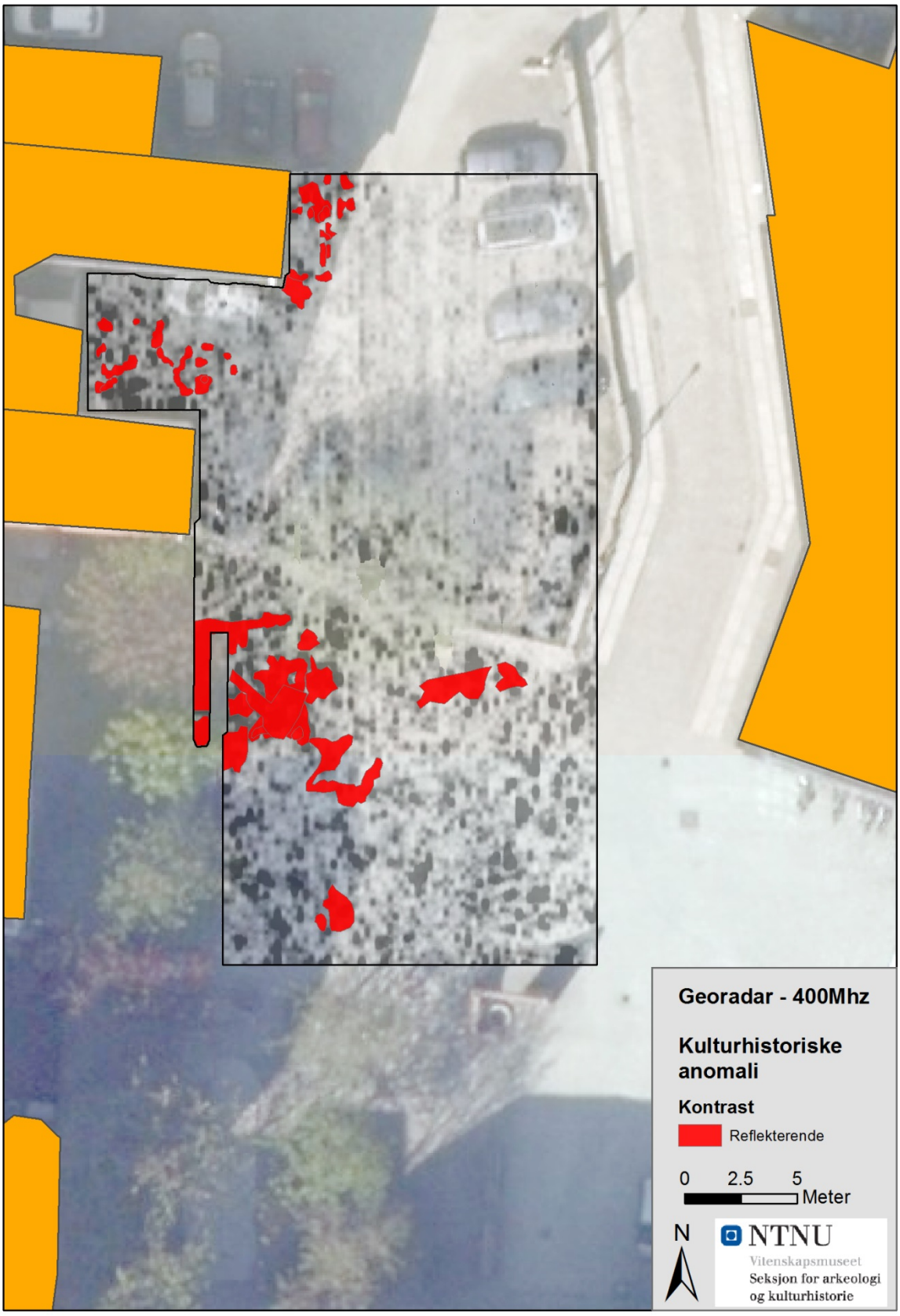


Figur 50: Dybder på anomaliene tolket som moderne. Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet

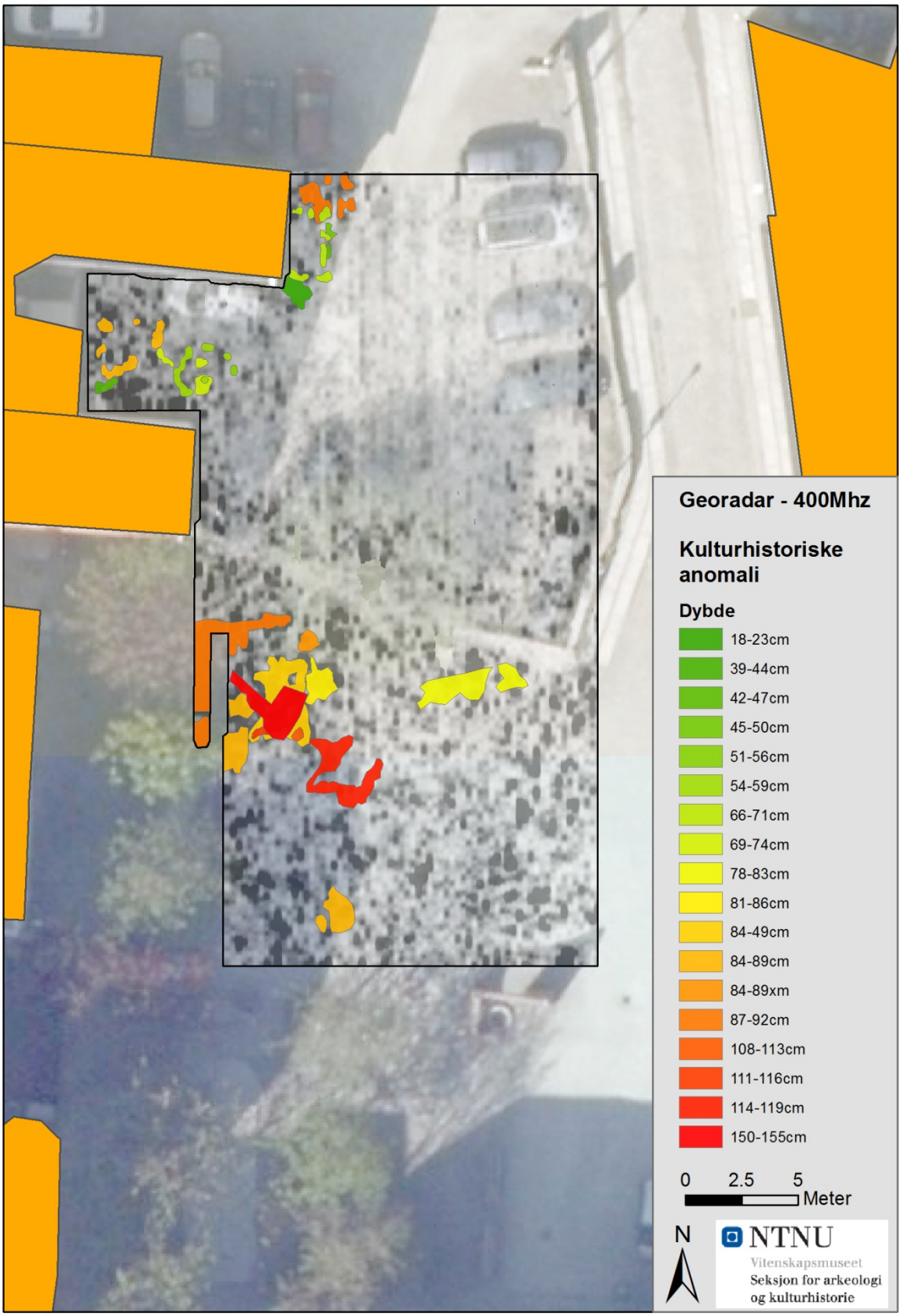
Figur 51: Kart over identifiserte lag tolket som moderne. Kartet viser den geofysiske kontrasten til anomaliene. Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet



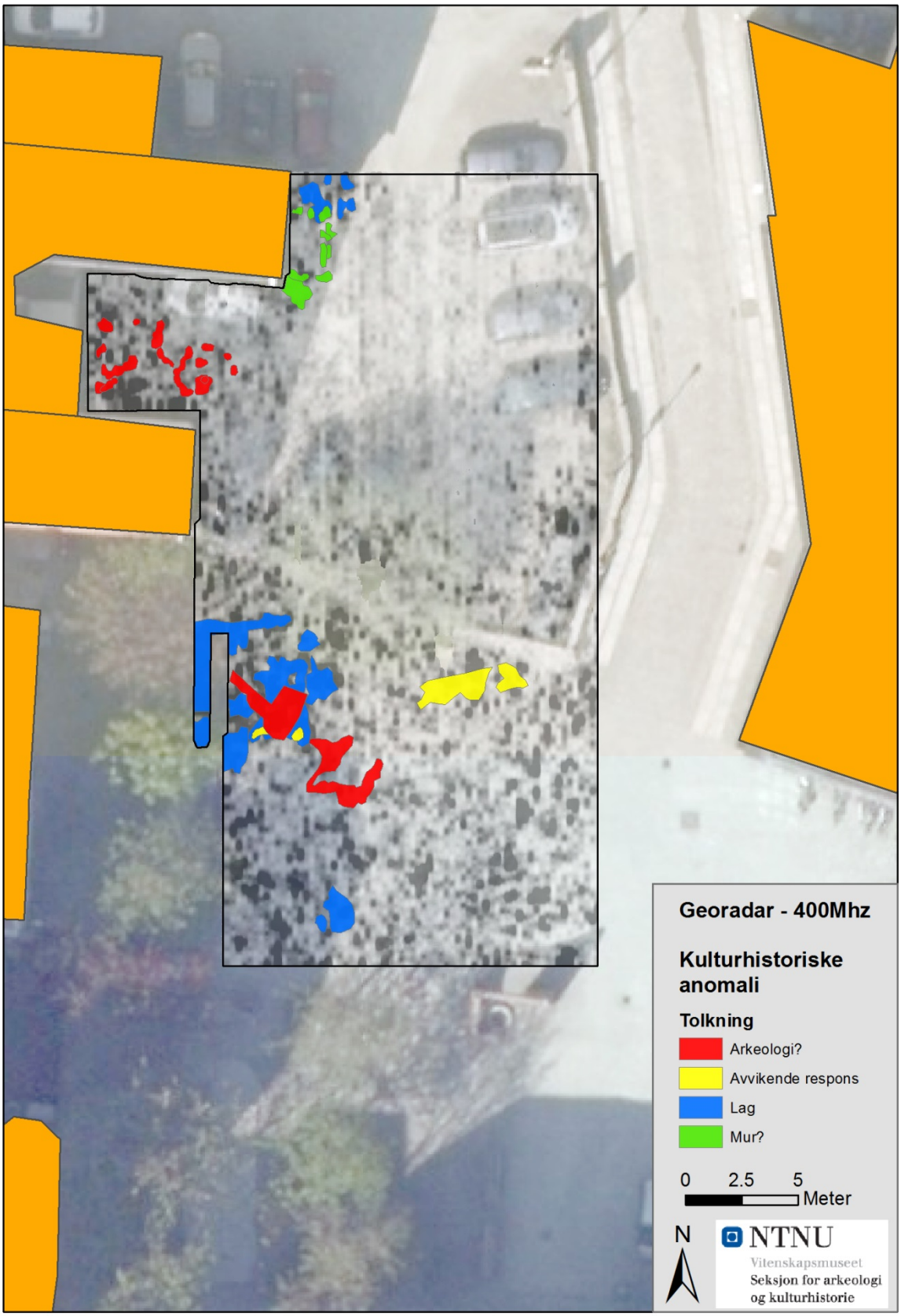
Figur 52: Beregnet dybde til lagene som er antatt å være moderne. Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet



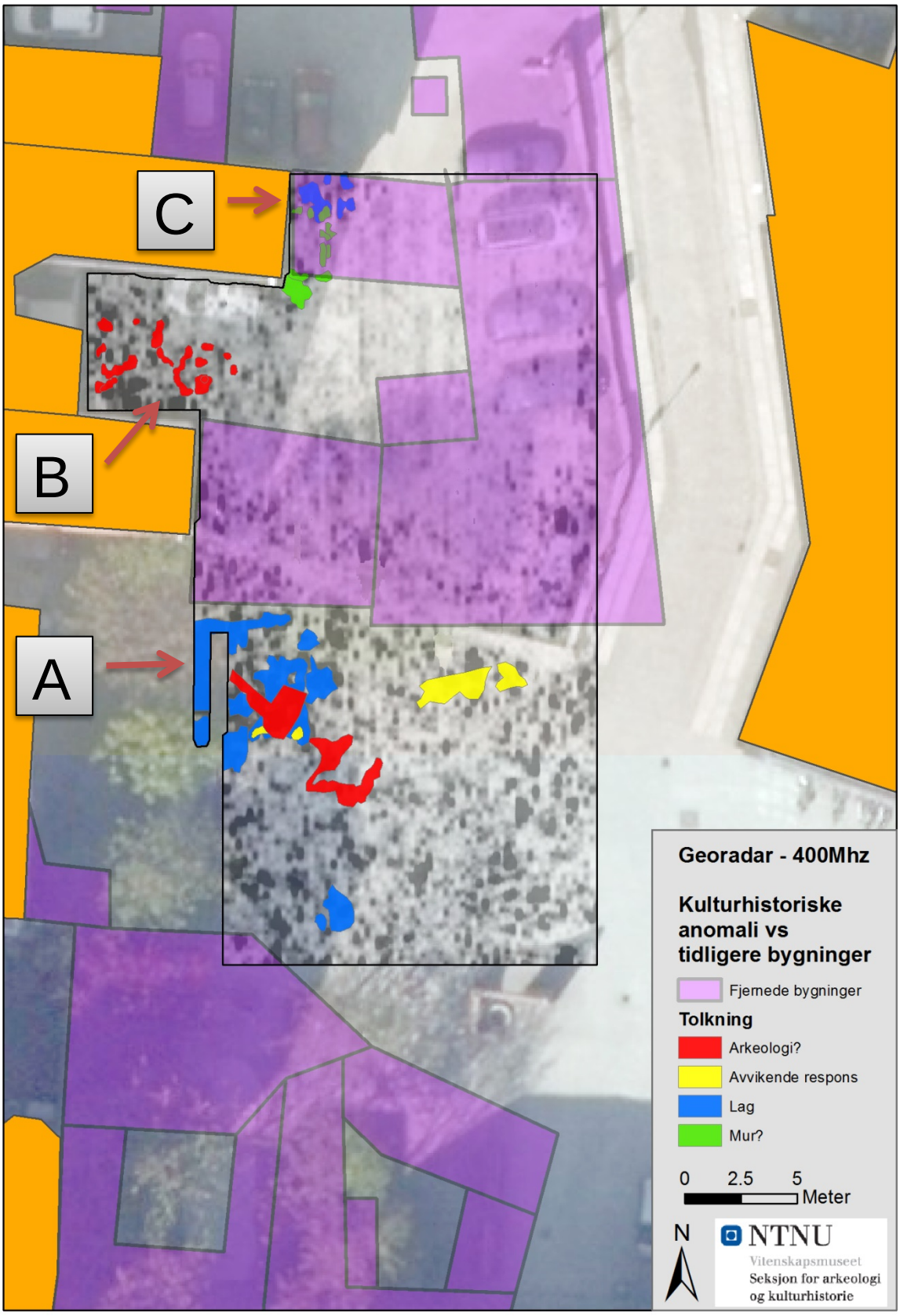
Figur 53: Den geofysiske kontrasten til anomali som kan ha kulturhistorisk relevans. Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet



Figur 54: Dybde til anomali tolket som kulturhistorisk interessante. Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet



Figur 55: Tolkning av anomali vurdert til å være av kulturhistorisk interesse. Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet



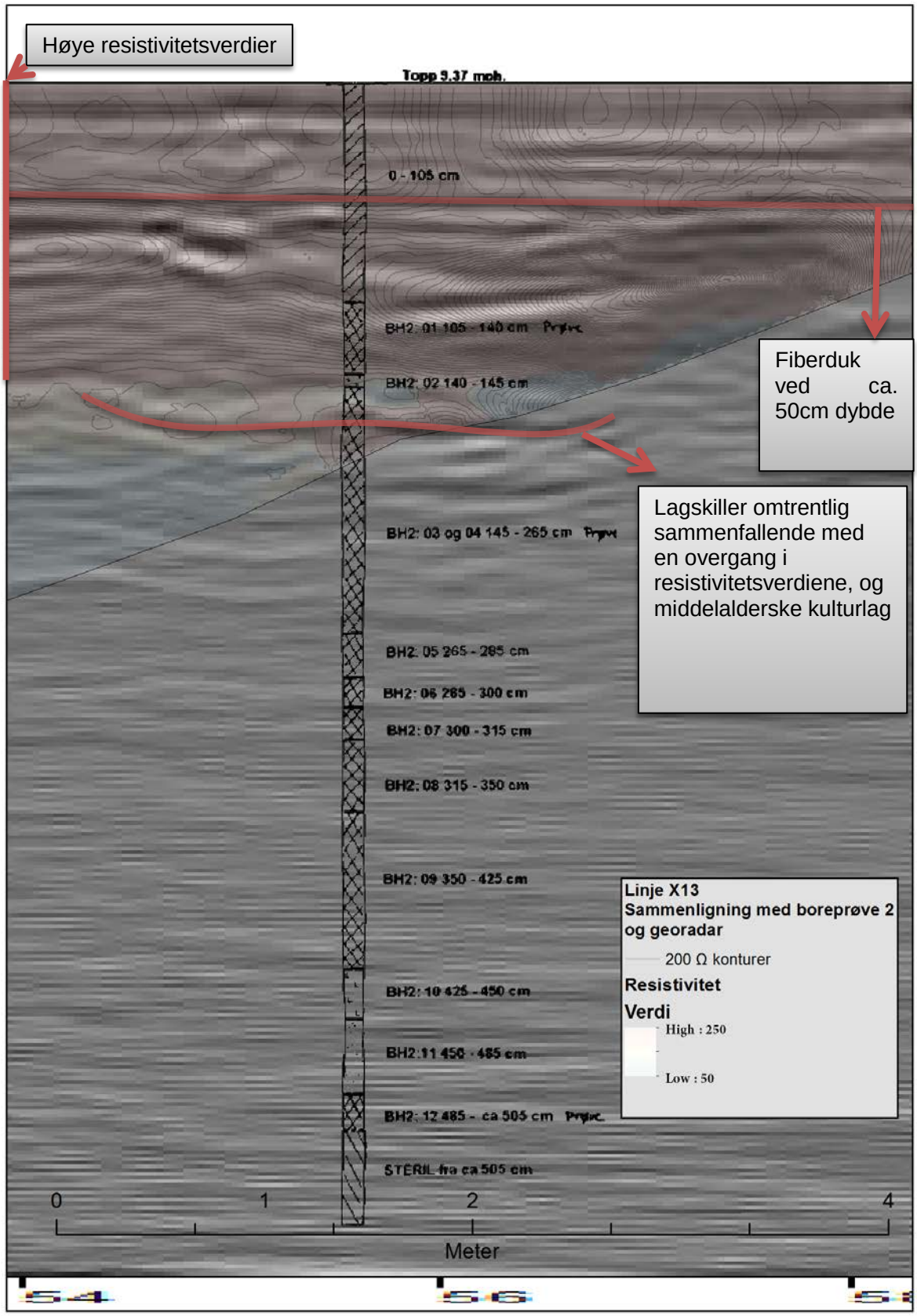
Figur 56: Sammenligning mellom kulturhistoriske anomali vs. plassering av bygninger revet på 1960-tallet. Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet

3.5. Generelle bemerkninger om georadar-undersøkelsen

Det viste seg at overflatematerialet i den grusbelagte parkeringsplassen absorberte en hel del av energien til signalene radaren sendte ned i bakken. Dette kalles attenuering. Fra det meste av den grusbelagte plassen er det derfor begrenset hvor mye informasjon vi kan få datasettet. For området dekket med brostein lengst mot sør, samt området dekket med asfalt mot nord, var penetrasjonen langt høyere, og signalene ble attenuert på langt nær like mye. Sannsynligvis er subbusen som dekker overflaten veldig saltholdig, etter jevnlig salting for å forhindre at det støver. Effekten av dette blir at overflaten blir veldig elektrisk ledende, og dermed «stjeler» signalet som ellers ville ha gått dypere ned i undergrunnen. Trolig er det dette vi observerer i de ulike datasettene.

3.5.1. Moderne observasjoner i 400Mhz-datasettet

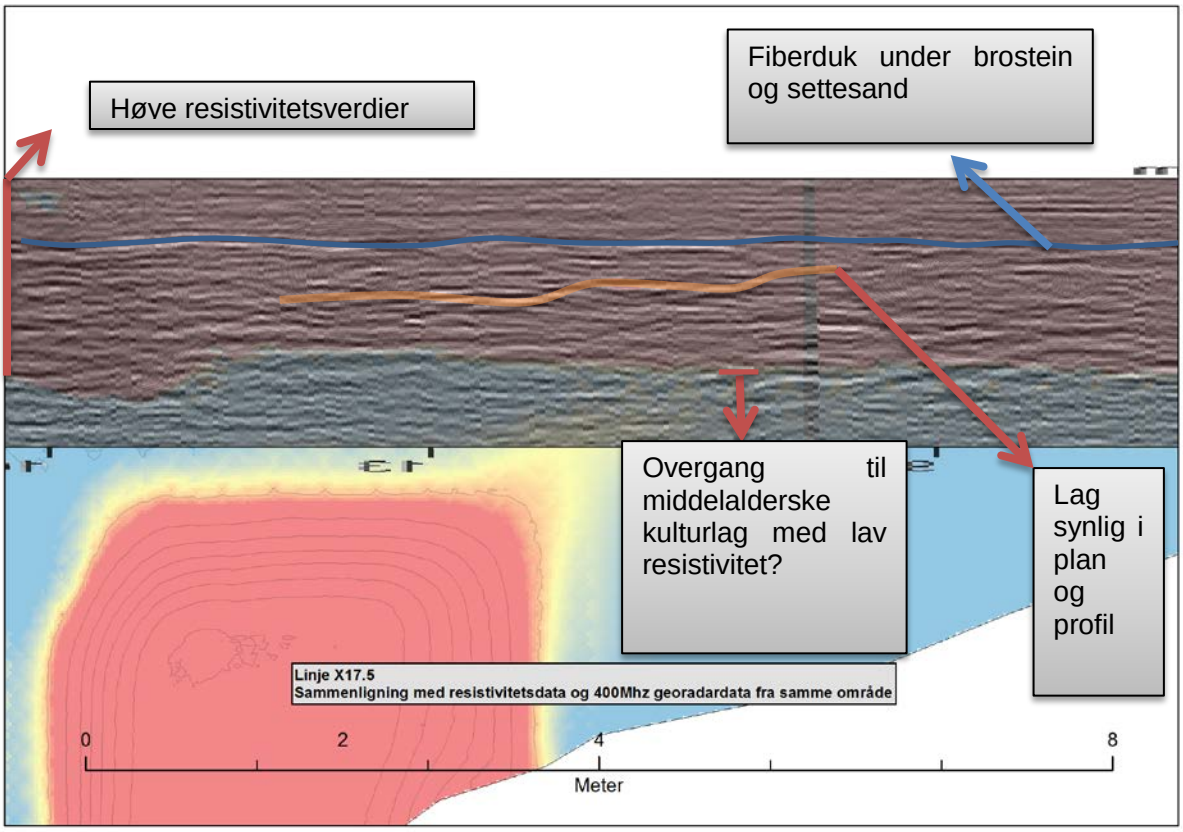
Denne undersøkelsen ble foretatt for å øke sjansen for å detektere mulige graver innenfor området hvor det ble påtruffet graver i 1978 (TA1978/5). Det undersøkte området ble utvidet i areal sammenlignet med det prosjekterte arealet, da datainnsamlingen gikk relativt hurtig i felt. Dessverre viste det seg at penetrasjonen var dårlig innenfor parkeringsplassen. Et lag ble observert under brosteinen, ved mellom 30-60cm dybde. Dette er trolig korresponderende til det nivået hvor en fiberduk ble lagt for å preservere kulturlagene i dypere nivå ved broleggingen av plassen. Det er derfor grunn til å anta at Mye av de observasjonene som er dypere ned kan være kulturhistorisk interessante. Boreprøver og resistivitetsdata har dog vist at det er moderne lag i ca. 1-1,4m dybde i dette området. En rekke lineære avvik tolket som infrastruktur ble identifisert, og en sammenligning med et kart fra kommunen viser lite sammenfall (se figur 6 vs. Figur 49). Anomali tolket som infrastruktur ved en dybde på over 1-1,4m er derfor spesielt interessante, siden de kan peke i retning av forstyrrede inngrep hvor en har håp om å påvise kulturlag i profilene uten forstyrre områdene enda mer. En mulig kabel eller rør som går øst-vest gjennom bakgården og inntil Søndre Gate 9 er da særskilt interessant, samt en øst-vestgående mulig kabelgrøft over det brolagte området. En kabel eller et rør som går skrått i det sørøstre hjørnet hjørnet av feltet kan sammenfalle med kloakken gravd i 1893 (TA 1893), men det er også en mulighet for at to dypereliggende avvik litt lenger nordøst for dette også kan være indikasjoner på denne kloakkgrøfta. Siden det i beskrivelsene fra 1893 er beskrevet lag ned mot ca. 3,1m, er det grunner til å tro at denne ligger temmelig dypt.



Figur 57: Sammenligning mellom ERT-data og 200Mhz georadardata i søndre deler av X13. Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet

3.5.2. Kulturhistoriske observasjoner i 400Mhz-datasettet

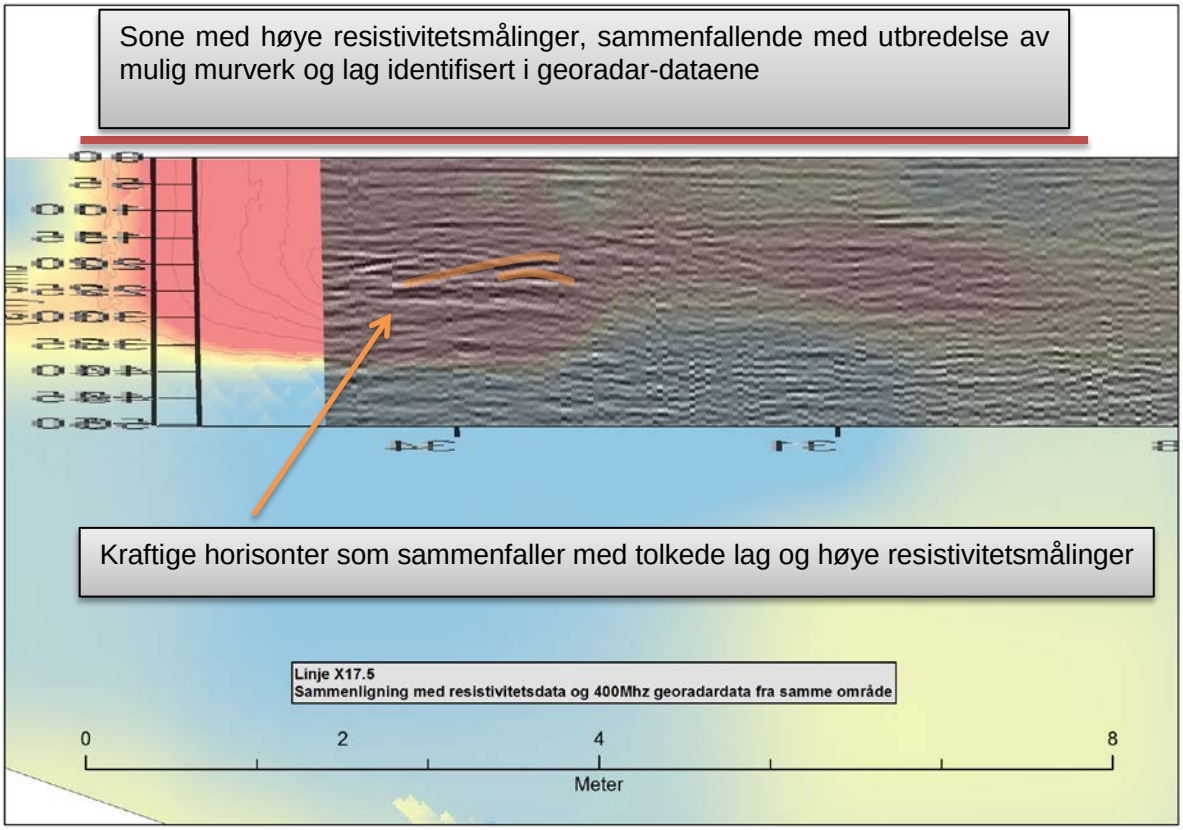
De anomaliene som er tolket som lag i vestre del av brosteinsområdet, ligger på et nivå som i resistivitetsdataene er innenfor sonen med høye måleverdier. Disse er merket med bokstaven «A» i figur 56 og 78. Ut ifra boreprøve 2 litt lenger unna, kan det tyde på at alle avvik innenfor denne høyresistivitetssonen trolig er relativt moderne, med en mulighet for at de kan være fra 16-1800-tallet. I figur 58 under, ser vi en sammenligning mellom georadar i profil fra dette laget, og resistivitetsdataene:



Figur 58: Sammenligning mellom resistivitetsdata og 400Mhz georadardata over mulig lag. Resistansetrasé X17.5, mot sør. Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet

Denne undersøkelsen var spesielt rettet i mot å påvise graver i området omkring stedet det ble påtruffet graver i 1978. Dessverre var det bare et lite område hvor signalene penetrerte skikkelig gjennom subbusen, og det er det lille innhakket mot Søndre gate 9. Innenfor her ble det påtruffet enkelte kraftige anomali, men ingen av dem har en form som er gjenkjennelig som noe arkeologisk. Disse er merket «B» på figur 56 og 78. Plasseringen og dybden gjør at de er tolket som mulig arkeologisk. Det lot seg derfor ikke gjøre å identifisere noen graver med sikkerhet.

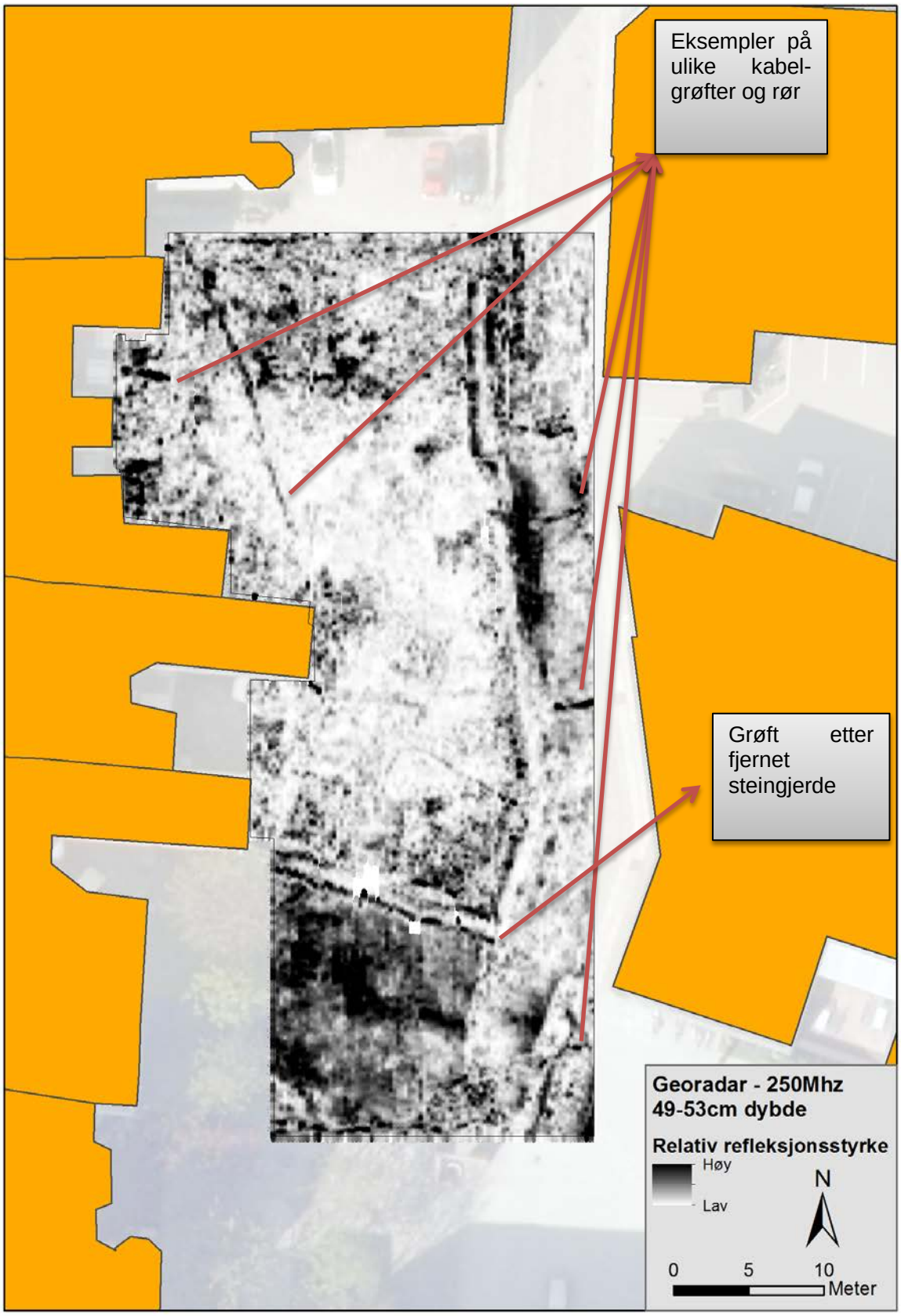
Lengst nordvest i søkeområdet er det noen anomalier tolket som mulig mur og et lag som har enten en form eller en plassering som gjør de interessant. Disse er merket «C» på figur 56 og 78. De anomaliene som er tolket som mur ligger generelt ikke spesielt dypt, og kan være relativt moderne av den grunn. De anomaliene som er tolket som lag, ligger litt dypere. Begge avvik ligger innenfor en sone med høy resistivitet, noe som indikerer potensielt murverk eller steinfylte masser (se figur 59 nedenfor).



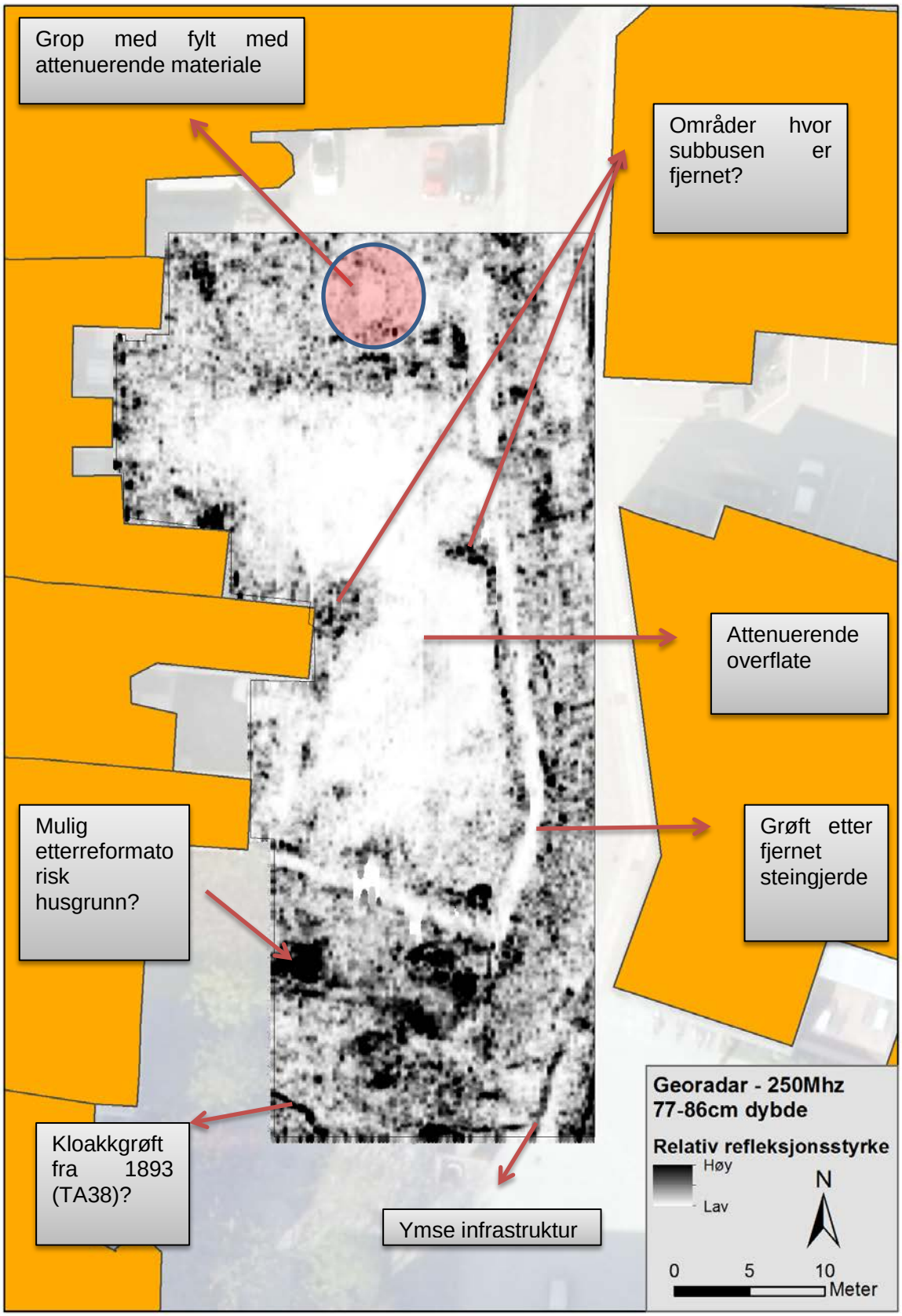
Figur 59: Lag rett øst for utspring på Søndre gate 9 sammenlignet med georadar- og elektriske måledata. Trase X17.5.
Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet

3.5.3. Undersøkelsen med 250-Mhz-antenne

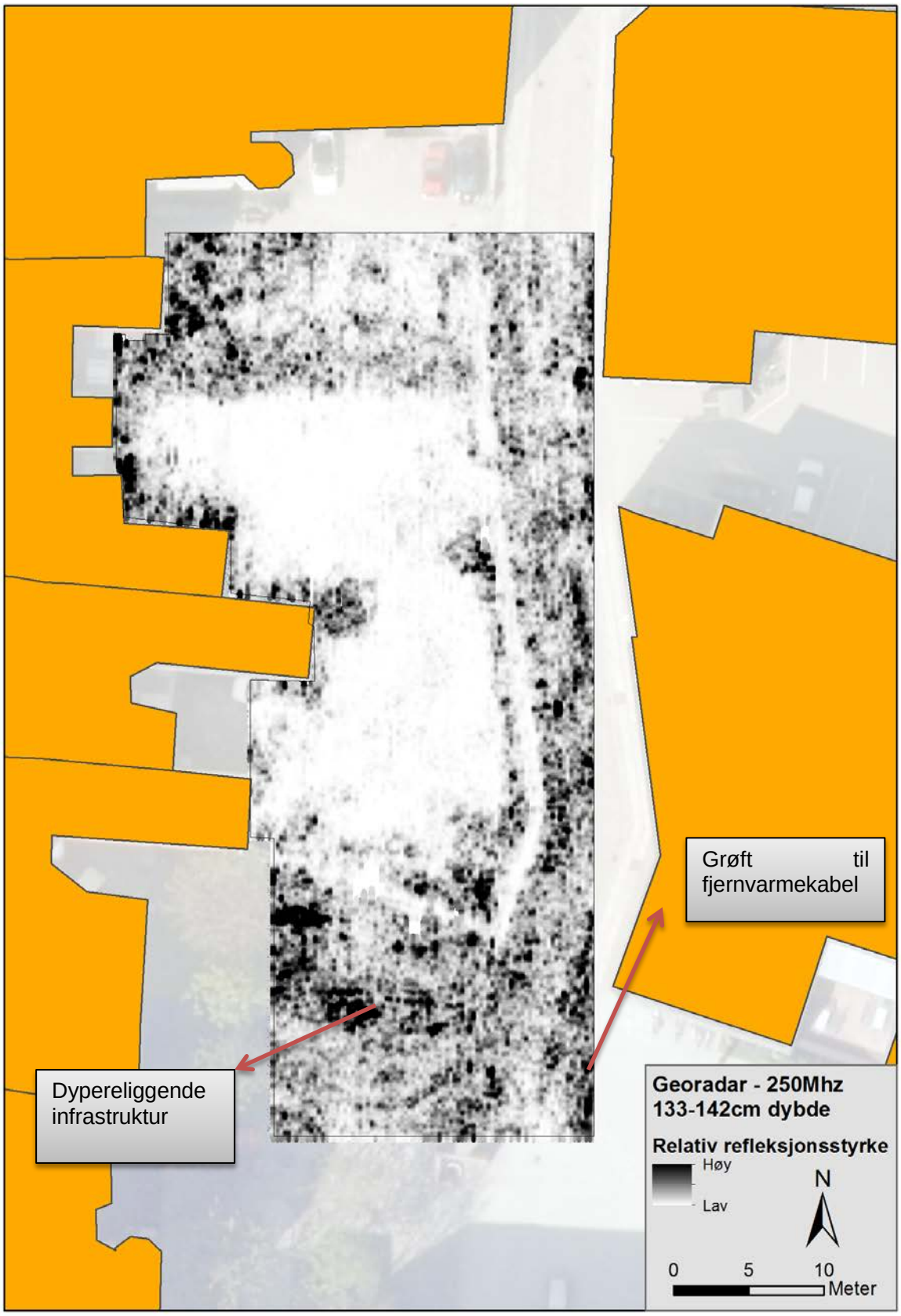
NIKU har hatt hovedansvaret for feltundersøkelsen og tolkningene for dette datasettet. Visualisering og presentasjon ble utført av rapportansvarlig. Samtlige dybdeskiver vil bli presentert som vedlegg, mens utvalgte dybdeskiver og tolkninger blir presentert her. Tolkningene blir delt i to- ett sett for anomali identifisert i dybder mellom 0-100cm, og et sett for tolkninger i lag dypere enn 100cm. Kontrast, dybder og tolkning vil bli presentert for hvert sett med illustrasjoner.



Figur 60: Dybdeskive fra 49-53cm dybde, med eksempler på enkelte av tolkningene. Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet



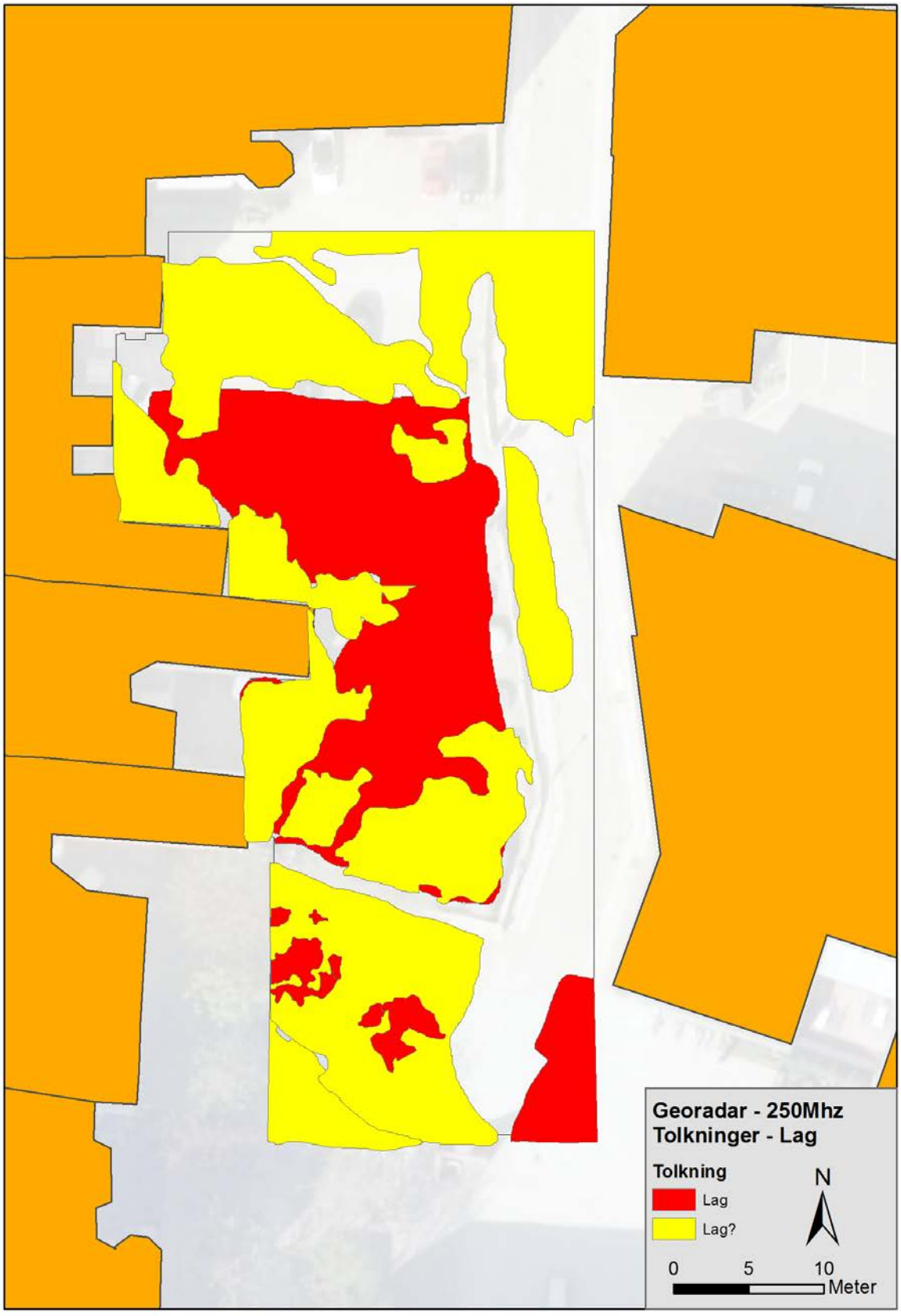
Figur 61: Dybdeskive fra 77-86cm dybde, med eksempler på enkelte av tolkningene. Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet



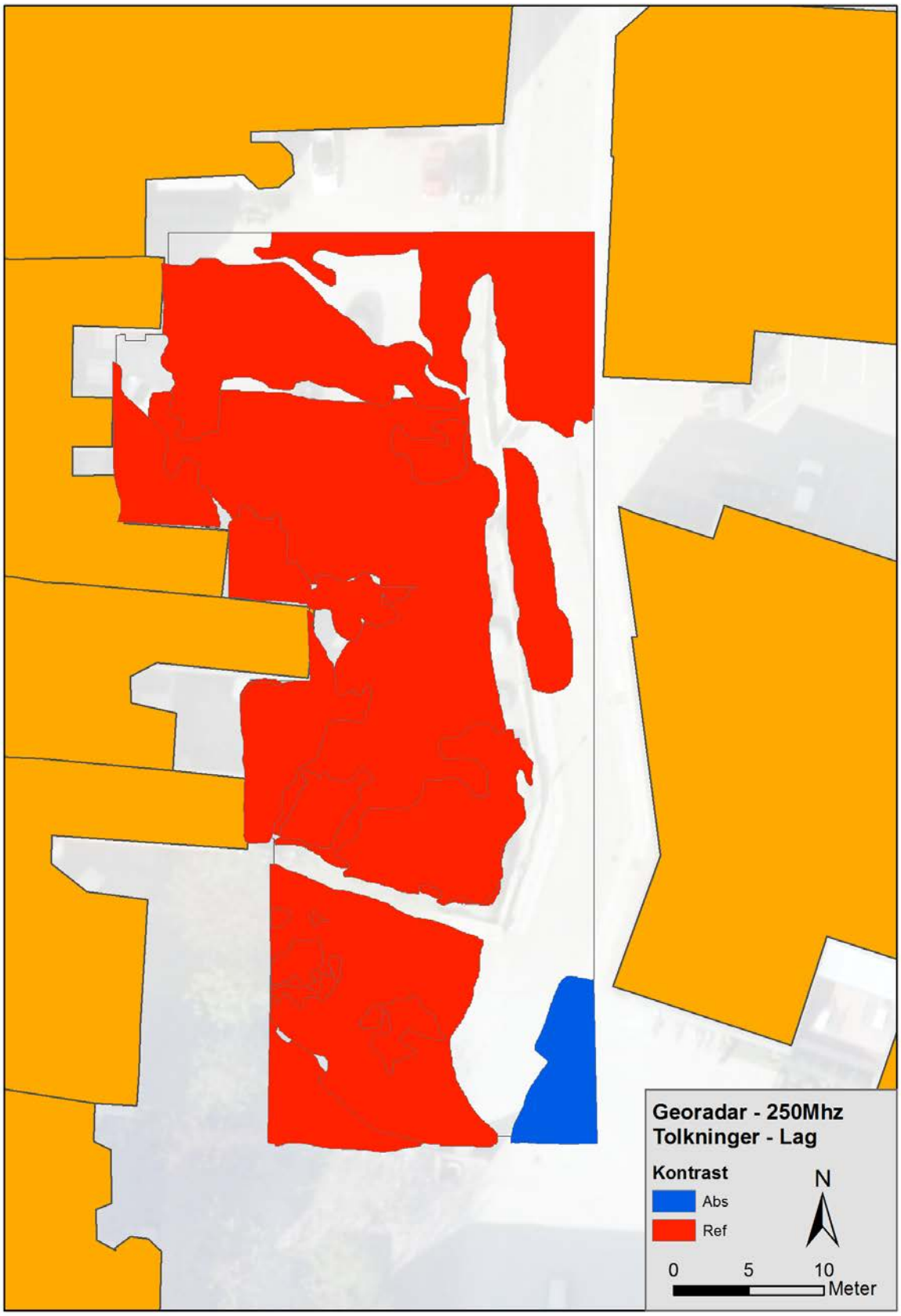
Figur 62: Dybdeskive fra 133-142cm dybde, med eksempler på enkelte av tolkningene. Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet

Figur 63: Dybdeskive fra 161-170cm dybde, med eksempler på enkelte av tolkningene. Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet

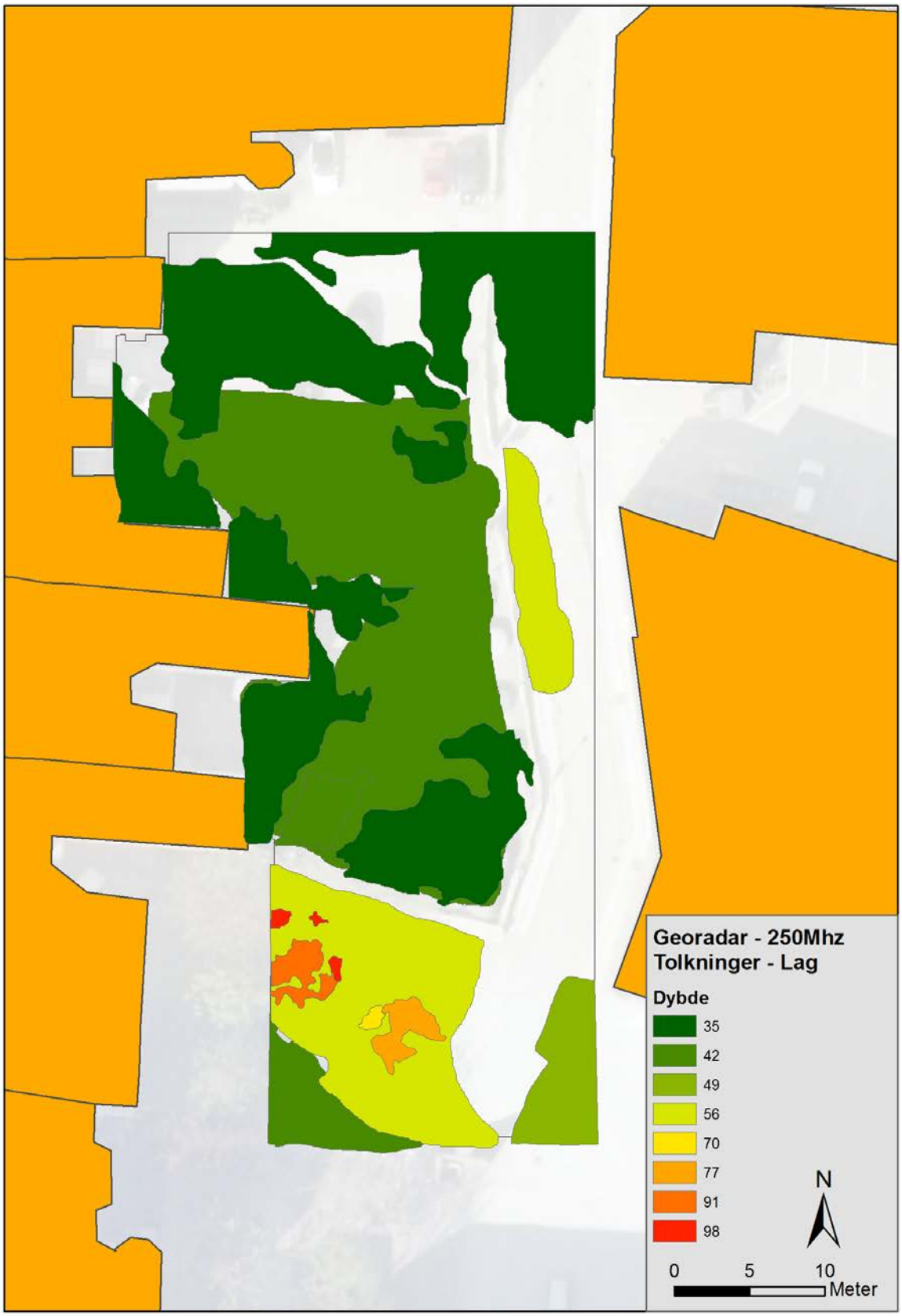
3.5.4. Tolkninger av observasjoner i en dybde fra 0-100cm dybde



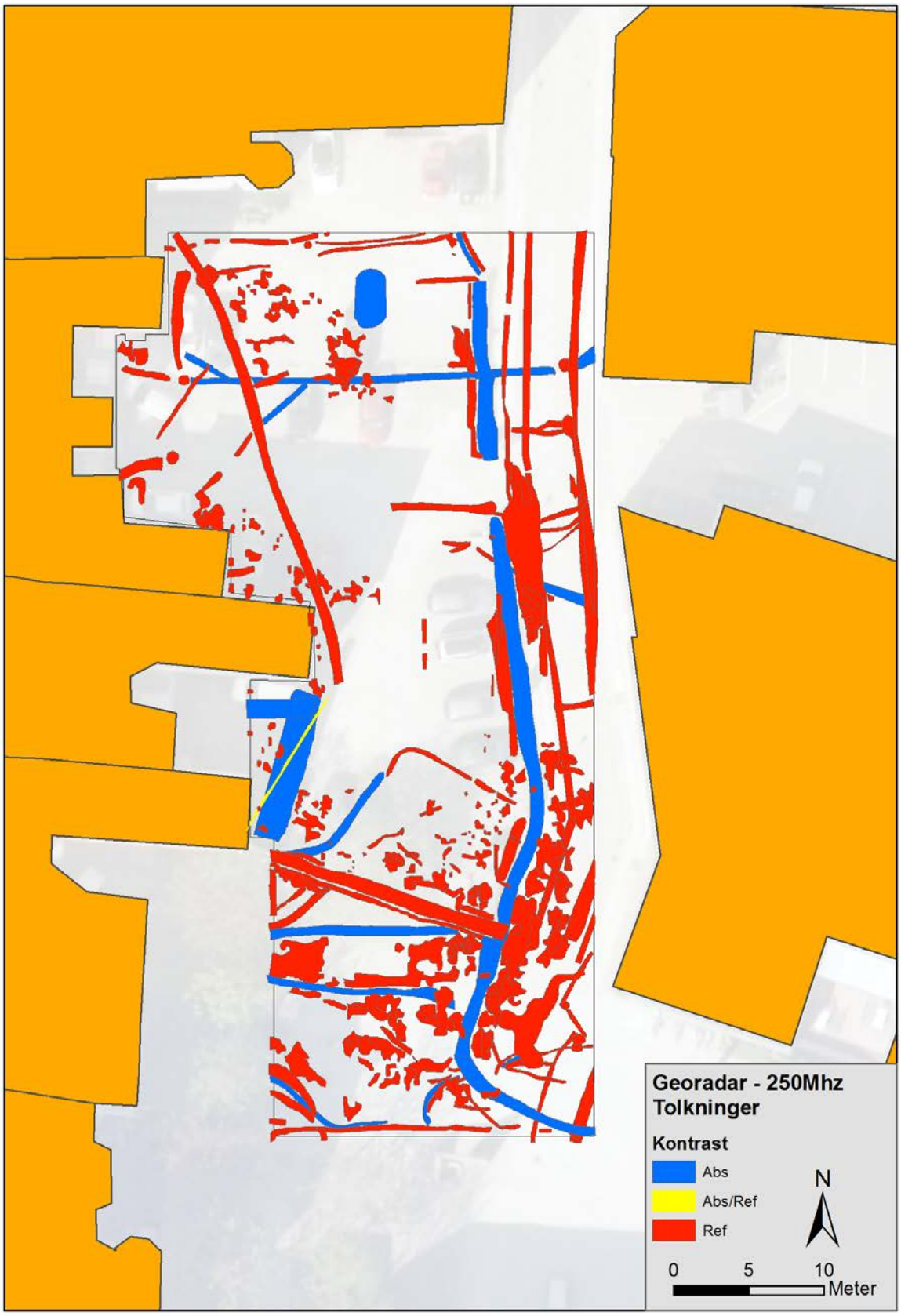
Figur 64: Anomali tolket som lag i dybder fra 0-100cm.
Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet



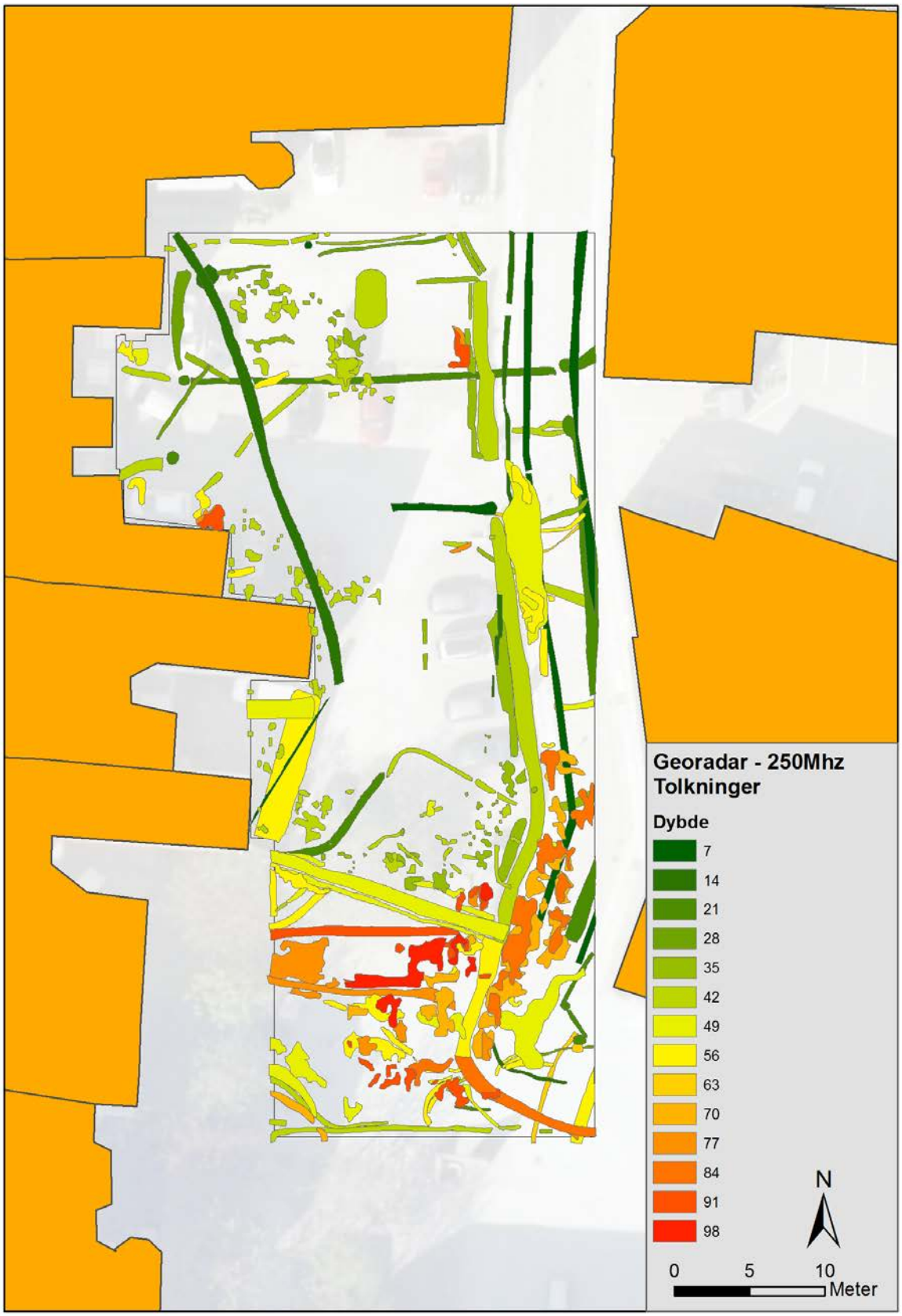
Figur 65: Geofysisk kontrast til identifiserte lag fra 0-100cm.
Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet



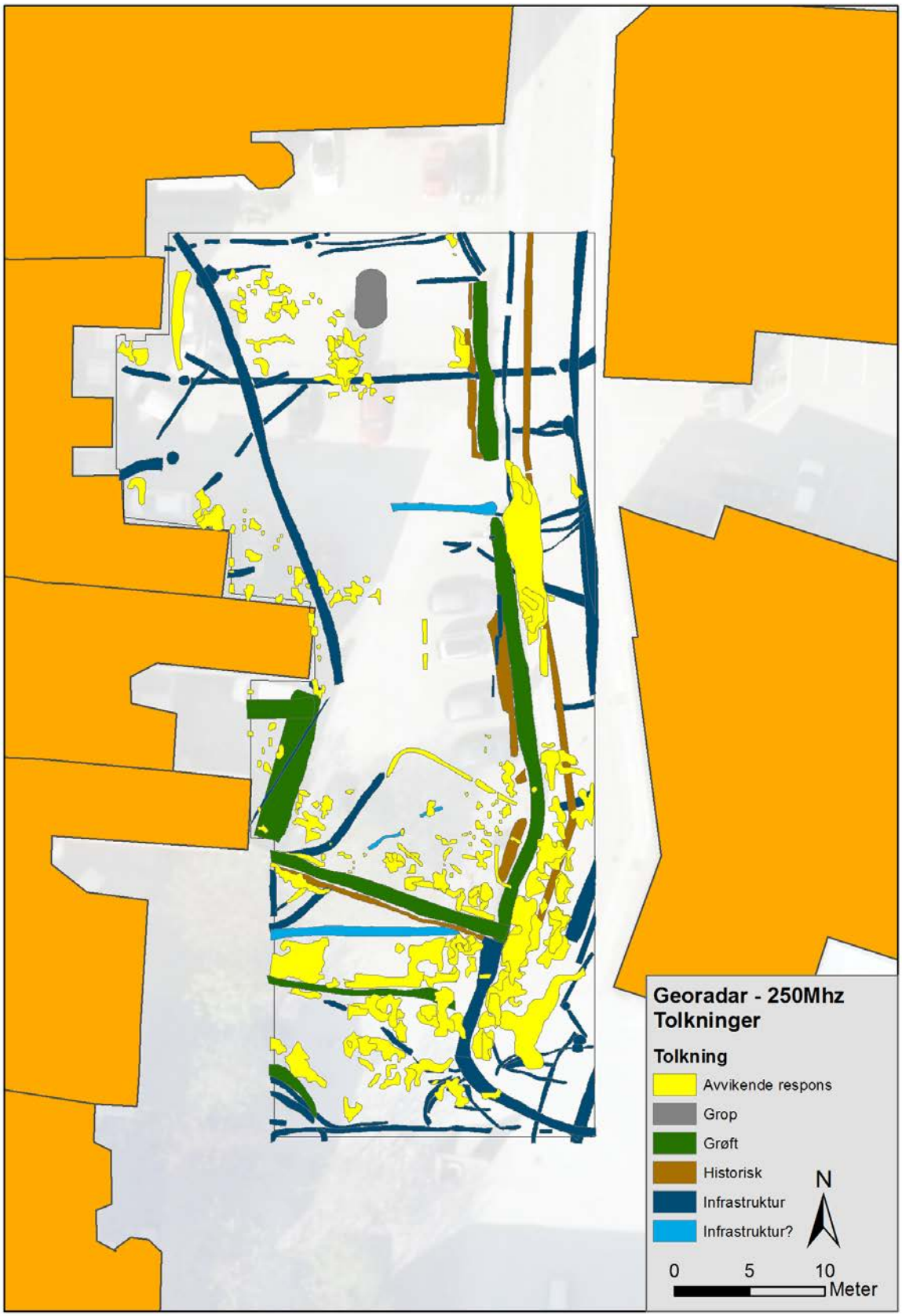
Figur 66: Dybde til identifiserte lag fra 0-100cm dybde.
Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet



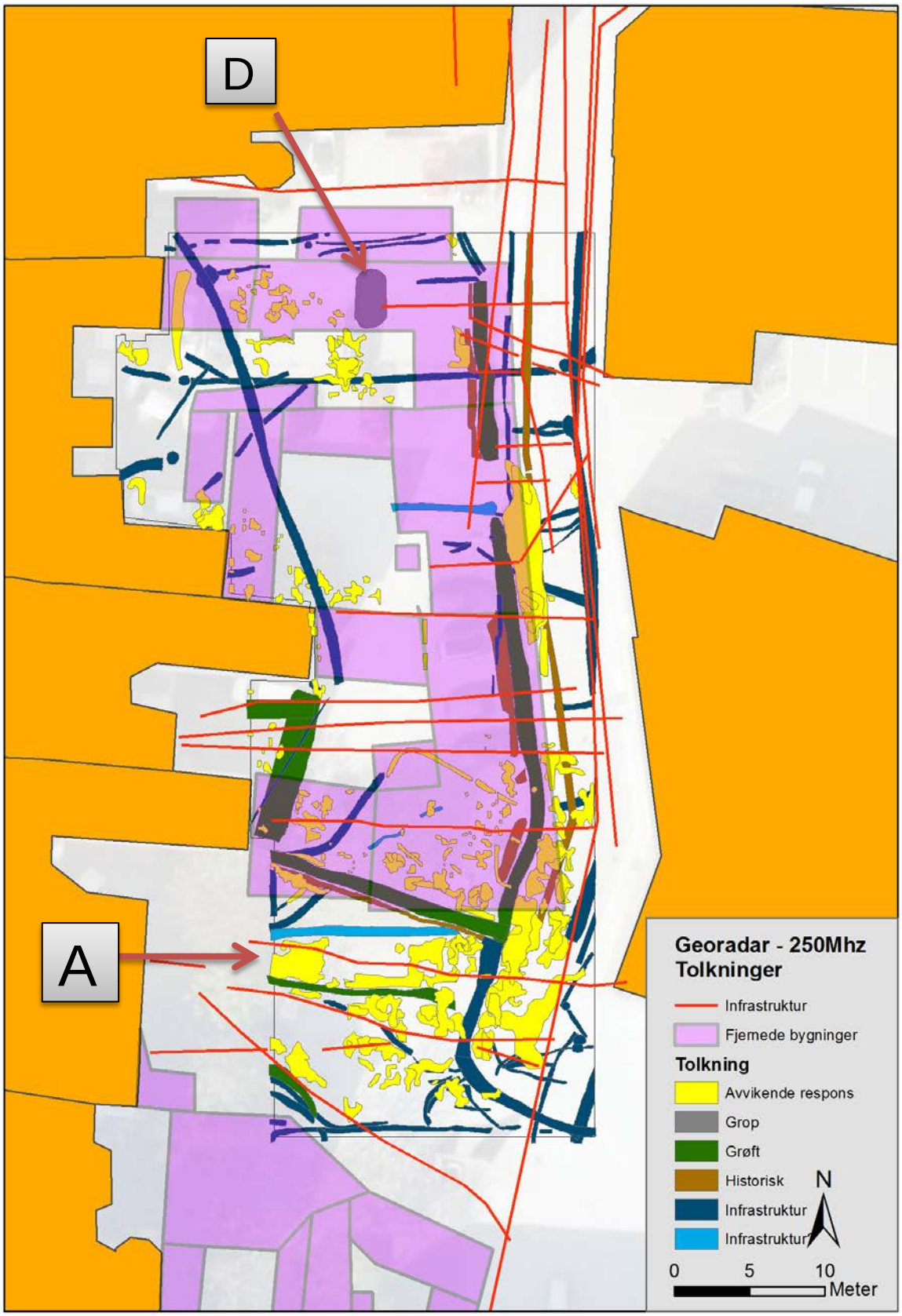
Figur 67: Geofysisk konstrast til observasjoner i dybder fra 0-100cm. Lag utelatt. Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet



Figur 68: Dybde til observasjoner i dybder fra 0-100. Lag utelatt.
Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet



Figur 69: Tolkninger av observasjoner i dyder fra 0-100cm. Lag utelatt. Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet



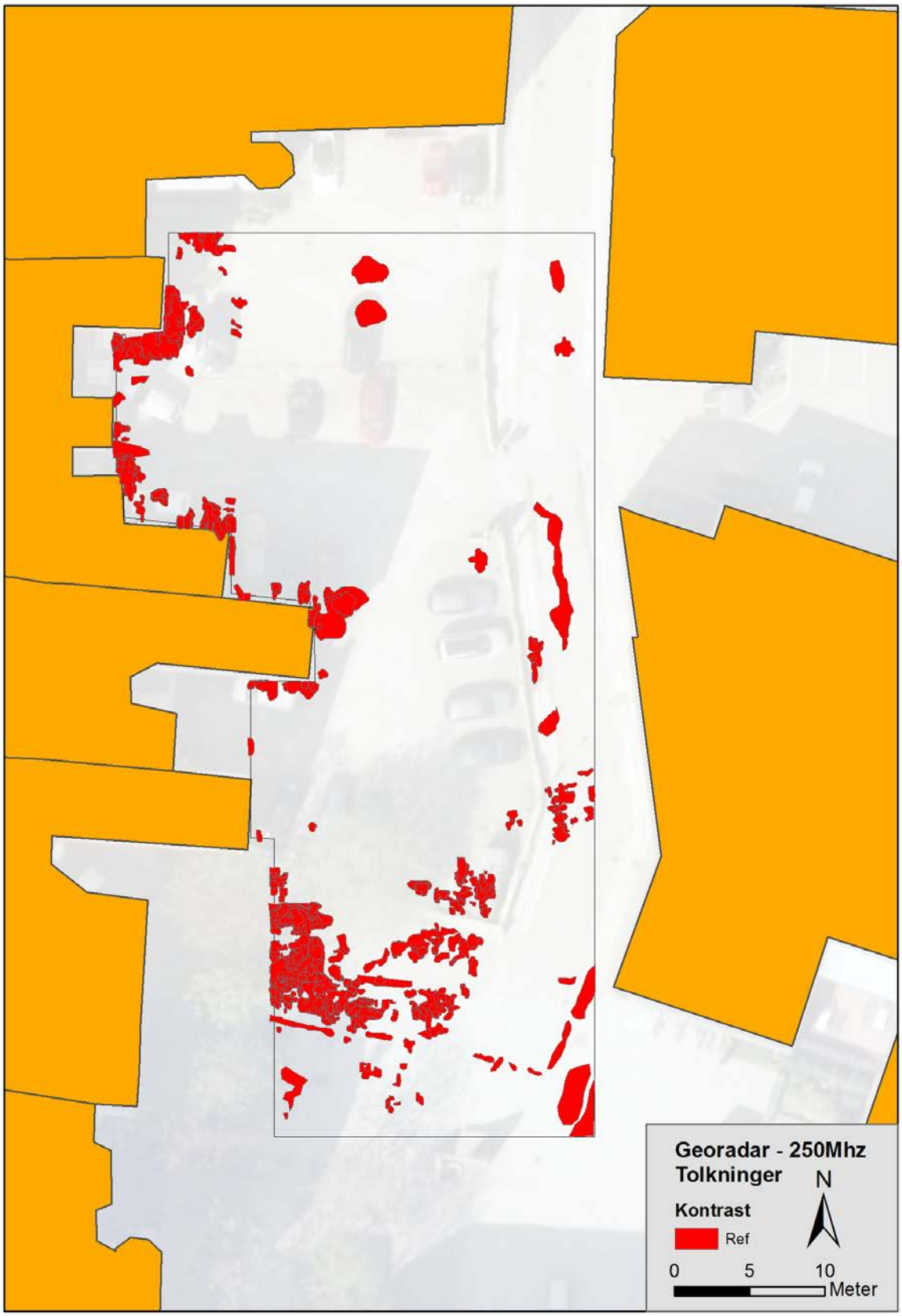
Figur 70: Sammenligning mellom tolkninger fra 0-100cm versus kart over infrastruktur og plasseringen av bygninger revet på 1960-tallet.
Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet

3.5.5. Observasjoner i 250Mhz-datasettet for anomali ved dybder fra 0-100cm

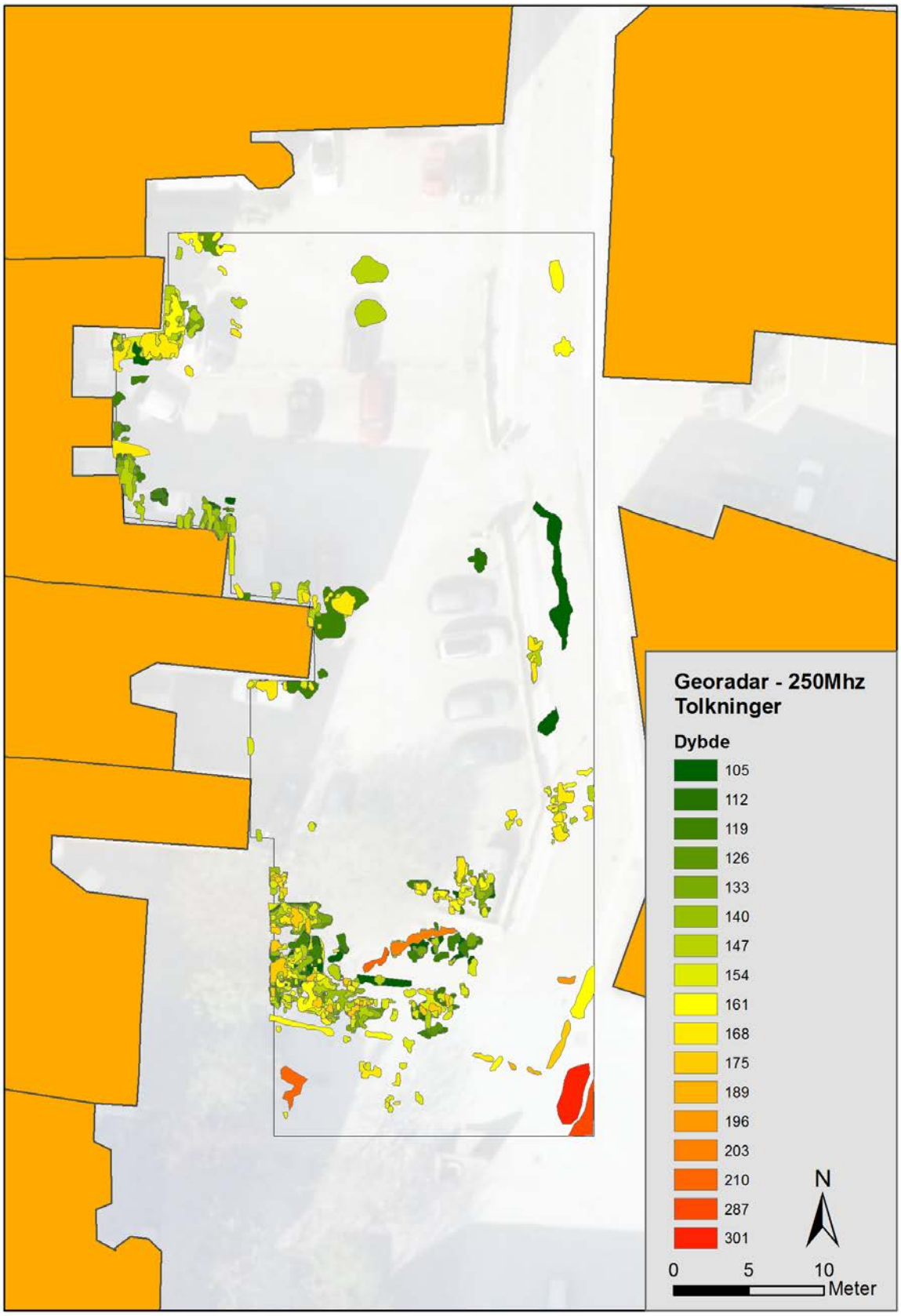
Hvis en sammenligner kartet over antatt plassering av infrastruktur i følge Trondheim kommunes kart og data fra Trondheim bydrift og Trønderenergi. Noen kabeltraséer sammenfaller rimelig godt, mens andre virker til dels forskutt med opp mot 2 meter. Dessuten er det noen av de øst-vestlige antydede kablene fra Trondheim kommunes kart som ikke er synlige i de geofysiske dataene – spesielt innenfor området dekket av attenuerende subbus. Utgravningsgrøft fra 1978 (TA1978/5) vises også som et attenuerende område mellom søndre gate 7 og 9 kan sees. Målingene over Krambugata, den asfalterte delen av parkeringsplassen samt innfor det brolagte området i sør gir et godt bilde over plasseringen av moderne inngrep og infrastruktur. Det går en rekke kabler og grøfter på t vers av Krambugata, og datasettet gir et godt bilde av området påvirket av denne aktiviteten i området. Selv om en kan anslå dybden til selve rørene, er det litt vanskelig å avgjøre dybden som kabelgravinga har påvirket i disse områdene, altså bunnen av gravingen hvor rørene er lagt. En god del av denne infrastrukturen kan påtreffes relativt grunt i de midtre delene av Krambugata og i den nordlige delen av undersøkelsesområdet. For den brolagte, sørlige delen av undersøkelsesområdet virker det som infrastrukturen ligger dypere. En grop angitt i den nordlige del av området, kan også sees som to relativt runde og reflekterende anomali langt dypere ned, og det er godt mulig at denne gropa er en gjenfylt avfallsgrop eller et tidligere kjellerhull (Merket «D» på figur.70, 74 og 78) For den brolagte delen av undersøkelsesområdet, i mot sør, vet vi fra arkivkilder, boreprøver og resistivitetsdataene at de moderne lagene i stor grad er fra 100-150cm dype. Det er mulig at enkelte konsentrasjoner av avvikende respons og anomali tolket som lag dypere enn 70cm kan være fra etterreformatoriske husgrunner, eller annen aktivitet (Merket «A» på figur 70,74 og 78). Dog stammer avvikene på en slik dybde fra aktivitet som er eldre enn 16-1800tallet.

3.5.6. Tolkninger av observasjoner i en dybde fra 100cm dybde og nedover

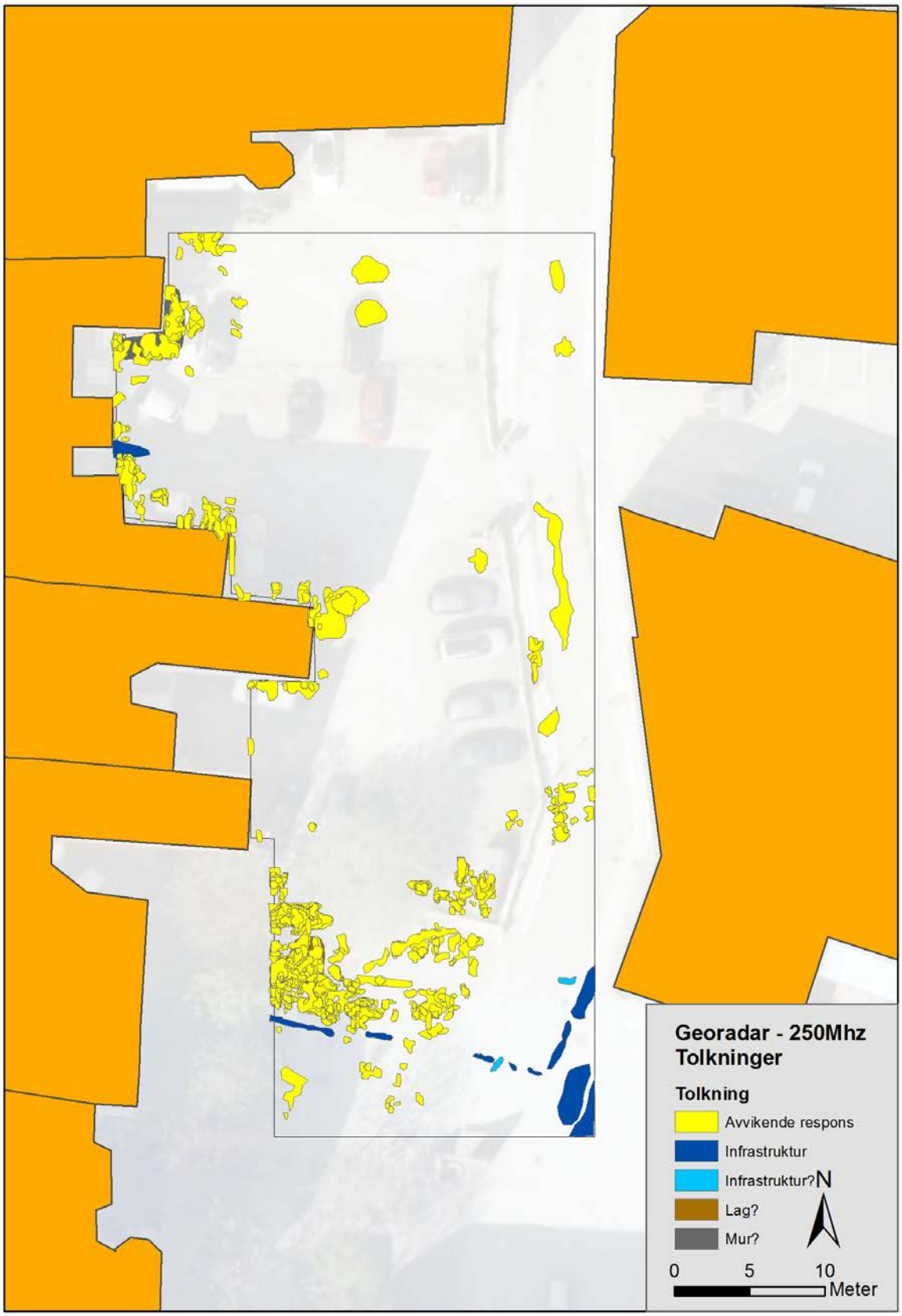
På de neste sidene vil alle observasjoner som har en dybde fra 100cm og dypere bli presentert.



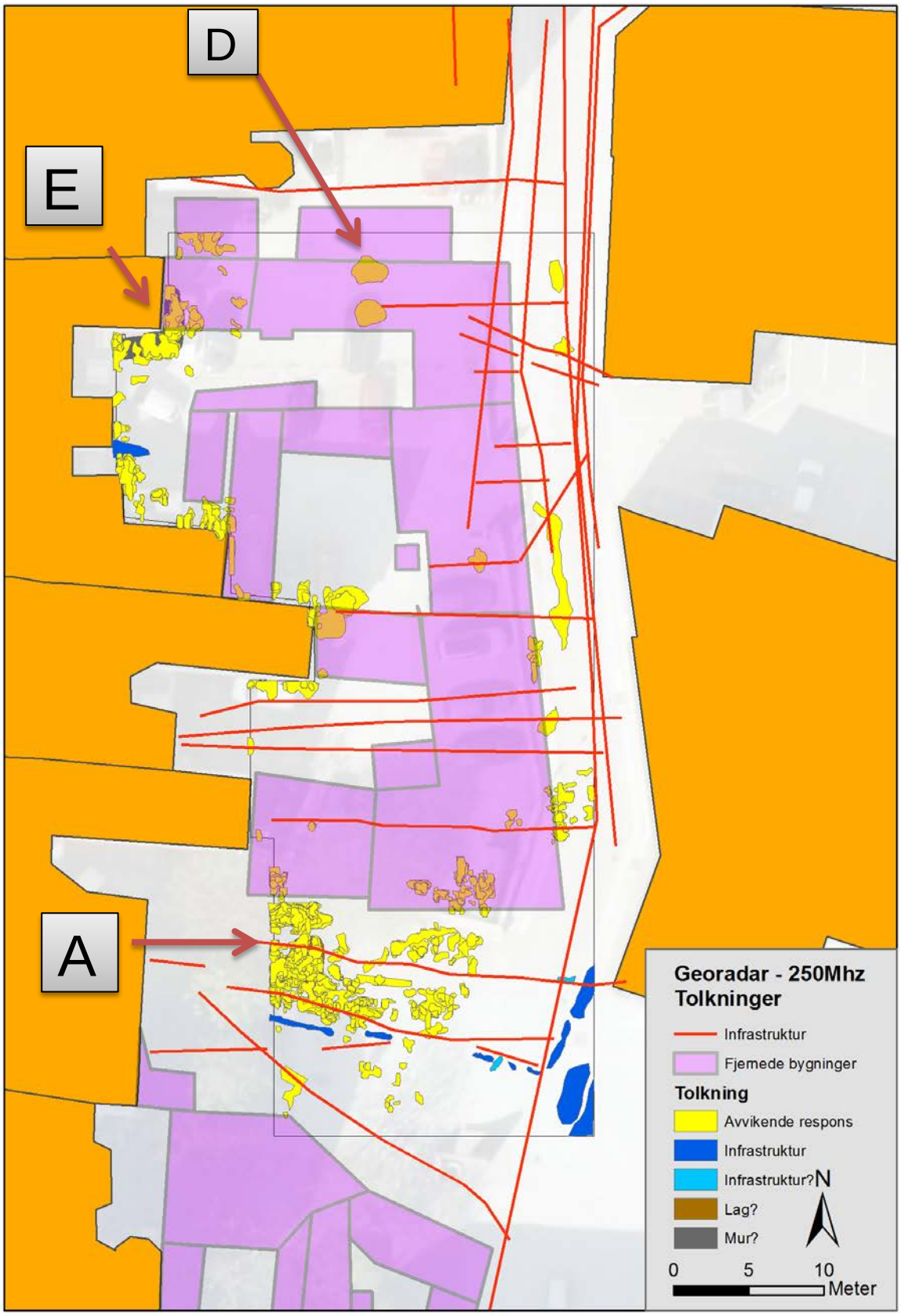
Figur 71: Den geofysiske kontrasten til anomali identifisert i en dybde fra 100cm og dypere. Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet



Figur 72: Anslått dybde til anomali identifisert dypere enn 100cm. Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet



Figur 73: Tolkninger til anomali identifisert dypere enn 100cm.
Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet

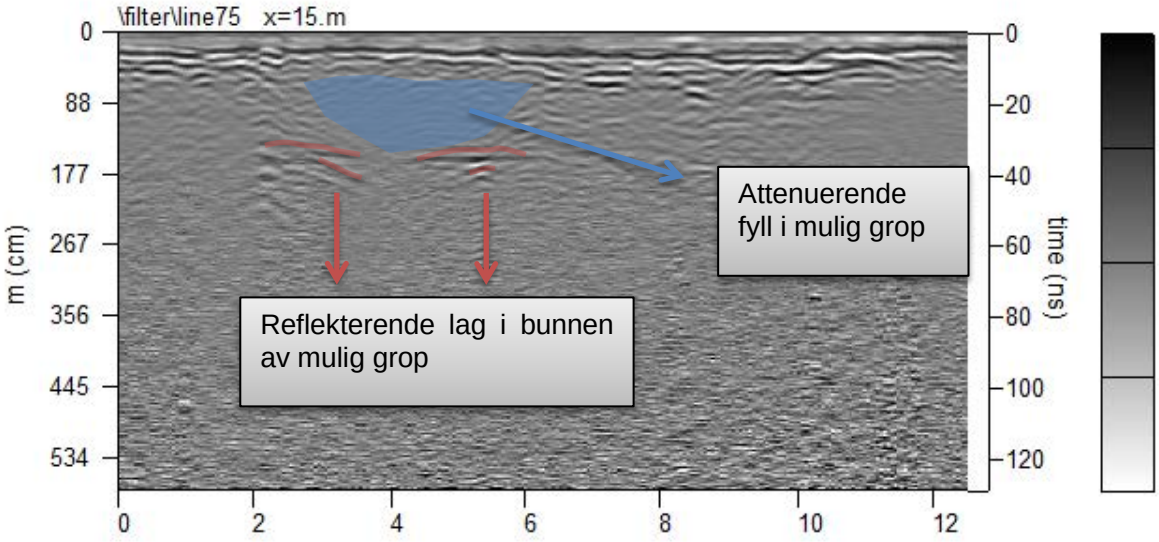


Figur 74: Anomali fra 100cm eller dypere sammenlignet med plasseringen av revne bygninger og kjent infrastruktur. Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet

3.5.7. Observasjoner i 250Mhz-datasettet for anomali ved dybder fra100cm og nedover

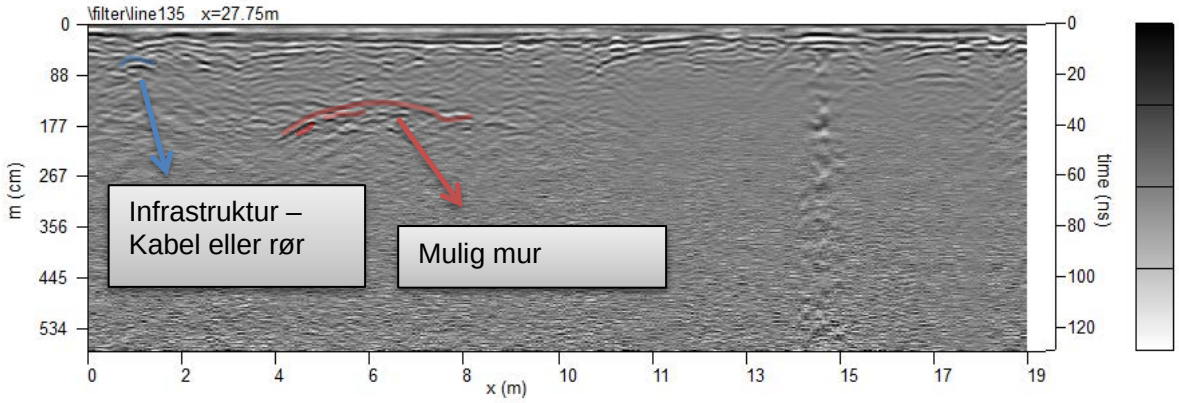
De anomaliene tolket som infrastruktur ligger ved en dybde under 150cm, og dermed er det overhengende sjanse for at disse er gravd ned i kulturhistoriske lag. Dette er såfremt tolkningene er korrekte. Ellers er det en rekke anomali som er kraftige nok til at de er synlige i datasettet, men som ikke har en form eller retning som er direkte gjenkjennelige. De kan være arkeologiske konstruksjoner, mer tilfeldig spredte lommer med mer fuktig masse som følgelig skaper en geofysisk kontrast, eller lagskiller som bare fremstår som små bruddstykker med uklare former i plan. I den sentrale delen av undersøkelsesområdet gjør overflaten at vi ikke får noen data fra disse dybdene her. Enkelte områder er det dog verdt å kommentere nærmere:

- På den nordlige delen, omtrent midt i undersøkelsesområdet, sees to omtrentlig runde avvik som kan sees i bunnen av det som tidligere er tolket som en grop (Merket «D på figur 70,74 og 78). Disse kan være en fyllmasse i bunnen av en større grop som kanskje er opp mot 140cm dyp. Gropen ligger midt langs en øst-vestlig akse til en bygning som ble revet på 1960-tallet.



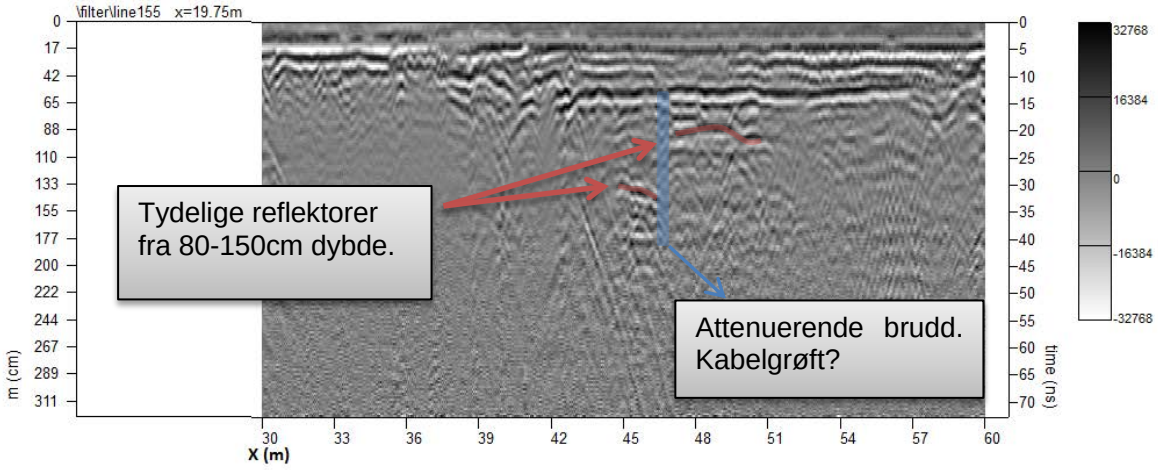
Figur 75: Dataplot som viser hvordan den omtalte gropa fremstår i profil (250Mhz antenne - umigrert). Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet

- Område med avvik i nordlige del av Søndre Gate 11 er tolket som en mur. Det er mulig at dette er dype spor etter en byggegrop fra konstruksjonen av denne bygningen (Merket «E» på figur 74 og 78).



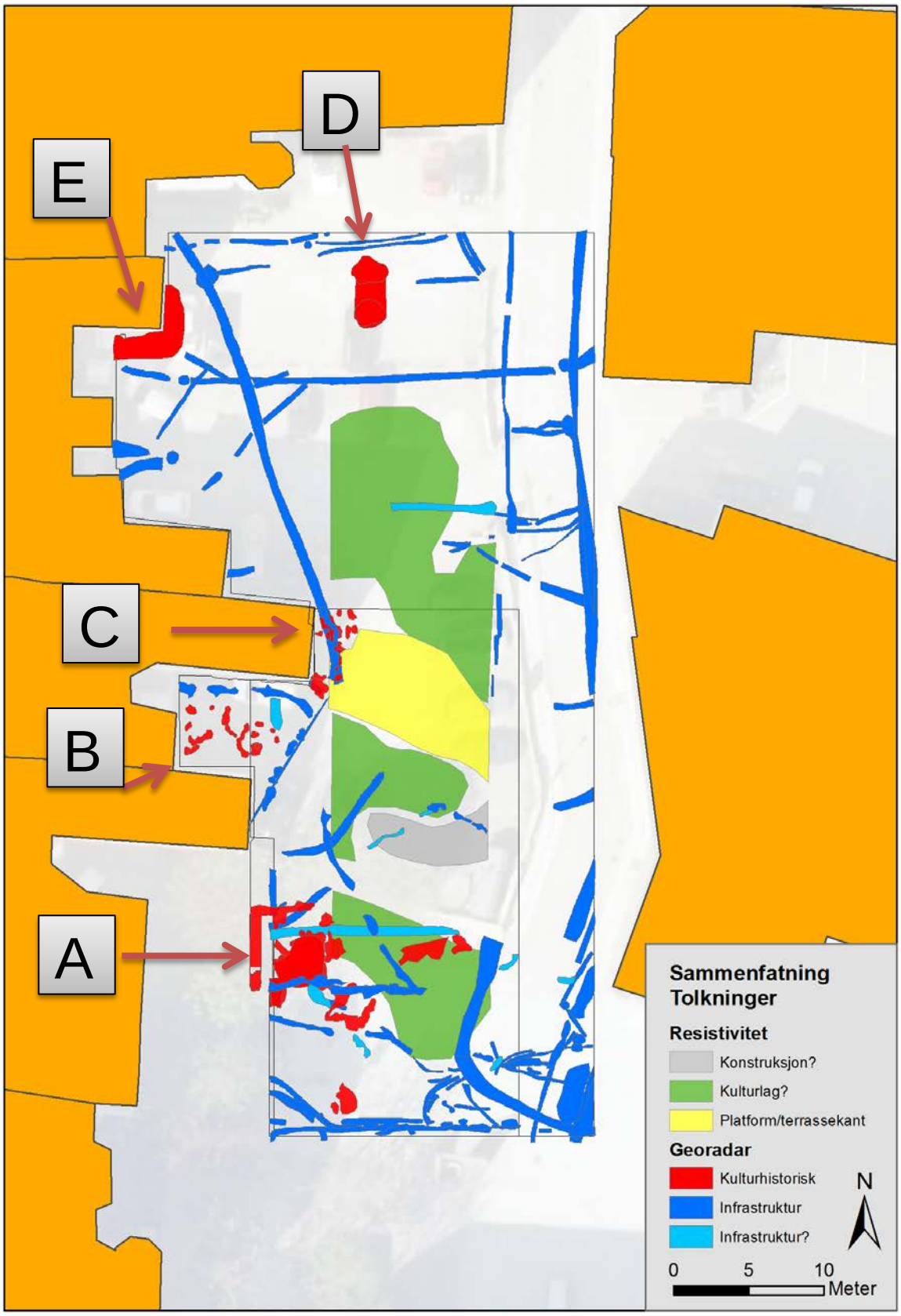
Figur 76: Dataplot som viser hvordan den omtalte mulige muren fremstår i profil (250Mhz antenne - umigrert). Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet

- I den østlige delen av den brolagte delen, sør i undersøkelsesområdet, er det en rekke anomali i dybder fra 100-165 cm.(Merket «A» på figur 70, 74 og 78). I samme område ble det identifisert et mulig lag i både 250 og 400Mhz datasettene. Det er også til dels høye resistivitetsverdier i dette området ved denne dybden. Det er mulig dette området med avvik er spor etter ett etterreformatorisk byggverk, og det er litt vanskelig å avgjøre om dette er spor etter ulike former for etter-reformatiske forstyrrelser, eller mulig arkeologiske konstruksjoner. I alle fall i dybder fra 80-150cm er det flere anomali tolket som lag, samt en rekke enkeltliggende anomali innenfor dette området, som til sammen har en viss rektangulær form. 400Mhz-datasettet viser også at denne sonen med anomali også strekker seg vestover i samme retning. 250Mhz-datasettet viser dessuten samt at det er gravd en mulig kabelgrøft rett igjennom området, som har til dels et absorberende fyll.



Figur 77: Dataplot som viser hvordan det omtalte laget fremstår i profil (250Mhz antenne - umigrert). Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet

3.6. Sammenfattende tolkning



Figur 78: Sammenfattende tolkninger. Illustrasjon Arne A.Stamnes, NTNU Vitenskapsmuseet

Samlet sett ble det i tolkningene av georadar-dataene spesielt trukket frem 5 soner med avvik som ble spesielt diskutert i rapporten. Avvik «A» er et område med flere markante reflektorer som alle til sammen utgjør en rektangulær form. Dybdene er som regel mellom 80-150cm, altså innenfor det vi ut ifra resistivitetsdataene antar er moderne masser. Det er dog mulig at dette er lag og områder med avvikende respons som stammer fra en husgrunn, med muligheter for at dette er utsjaktede masser. Området ligger også innenfor et areal der en sammenligning mellom boreprøver og resistivitetsdataene indikerer kulturlag, spesielt på dypere nivå – her ned mot 5 meter. Denne strukturen er kuttet av en nyere grøft. Anomali merket «B» er innenfor et område hvor det er forventet å finne graver. Selv om vi ser enkelte avvik innenfor dette området, lot det seg dessverre ikke gjøre å avgrense hverken kirkegård eller enkeltliggende graver. Avvik merket «C» er relativt grunne, og er innenfor en sone med antatt moderne masser. Det er mulig dette er 16-1800talls murverk knytte til utspringet på Søndre gate 9. Området har også høye resistivitetsverdier. Anomali merket «E» er også tolket som mulige murrester knyttet til konstruksjonen av Søndre gate 11. Anomali merket» D» er en grop gjenfylt med attenuerende materiale, trolig sand. I bunnen er det trolig mer steinfylte og kompakte masser. Gropa er trolig opp mot 150cm dyp, kanskje litt mer.

Det var også antatt at enkelte avfallsgroper, murer og tilsvarende skulle kunne være mulig å påtreffe innenfor området. Dessverre ble det med unntak av grop «D», ikke klart avgrenset noen slike groper. Det er dog mulig at det gjemmer seg flere interessante arkeologiske strukturer innenfor alle anomaliene som er kategorisert som «Avvikende respons» på figur 55,66 og 73. Georadardataene ga i stor grad et veldig godt bilde av plassering og utstrekning til infrastrukturen som er gravd ned i området. Området ser til selv ut til å være veldig påvirket av denne aktiviteten. Den attenuerende massen gjorde det dessverre vanskelig å si noe om de sentrale, grusfylte delene av parkeringsplassen på bakgrunn av georadardataene.

Her hadde vi derimot elektriske resistivitetsdata, som i grove trekk var til god hjelp til å anslå plasseringen av substansielle strukturer, dybde på toppmassene mulig utstrekning av kulturlag samt indikere størrelse og utrekning på en mulig plattform/terrassekant. Denne terrassekanten så ut til å ende mye bråere enn tidligere antatt, samt at det nord om dette ser ut til å være lag med lav resistivitet- tolket som kulturlag, som blir dypere og dypere mot den nordlige kanten av denne mulige terrassekanten. Det er mulig at de faktisk er dypere enn overflaten til terrassekanten mot nord. Sammenligningen mellom resistivitetsdataene og boreprøvene ga til dels veldig god korrelasjon, hvor spesielt dybden på topplagene og påfylningsmassene stemte veldig godt. Tydelige avvik i profilene langt under toppmassene, kan være rester etter førreformatoriske konstruksjoner. Selv om det var vanskelig å skille ulike kulturlag fra hverandre, ga sammenligningene uansett et godt generelt bilde på hvilke resistivitetsverdier vi kunne forvente av kulturlagene, og hvilke dybder de hadde. Dybden til steril grunn var noe verre å anslå med sikkerhet, men i enkelte deler var det relativt høye resistivitetsverdier ved større dybder. Andre steder var resistivitetsverdiene på dybder tilsvarende steril grunn ut fra boreprøvene tilsvarende eller temmelig nære de resistivitetsverdiene vi fant i kulturlagene umiddelbart ovenfor.

Det lot seg gjøre å få resistivitetsdata til dybder ned mot 6 meter, men dypere undersøkelser var også teknisk mulig. Georadar-dataene ga sjelden resultater dypere enn 1,5 meter for 400Mhz-datasettet, og for det meste ikke mer enn 2,5 meter for 250Mhz-datasettet. Enkelte veldig kraftige konstruksjoner, altså spesielt fjernvarmekabelen i sørøstre hjørne, kunne sees ned mot 3,1 meter eller der omkring.

4. Konklusjon

Riksantikvaren ønsket å utføre geofysiske undersøkelser på Peter Egges Plass, for å danne seg et bedre bilde av følgende faktorer:

- Kulturlagenes omgang i utstrekning og dybde
- Stratigrafiske forhold og arkeologiske konstruksjoner
- Høydestrukturen til undergrunnen
- Omfang og plassering av moderne forstyrrelser som kjellere og teknisk infrastruktur
- Utstrekning og dybden til den mulige gravplassen.

En rekke av disse elementene kunne påvises ved hjelp av en kombinasjon av to ulike georadar-undersøkelser samt elektriske resistivitetsmålinger. Totalt sett kunne man indikere den omtrentlige utstrekningen til kulturlag, en rekke grøfter og rør som trolig relaterer seg til infrastruktur og tekniske installasjoner i området. På bakgrunn av resistivitetsdataene kunne man også forelå en mulig avgrensning til en plattform /terrasse kant, samt indikere andre mulige konstruksjoner langt dypere ned enn toppen av de påfylte massene.

En større grop fylt med sand og med mer reflekterende materiale er påvist i undersøkelsesområdets nordlige del. En mulig husgrunn fra 16-1800-tallet er påvist i sørvest i undersøkelsesområdet, i vestkanten av det brolagte området. Denne er kuttet av en grøft. Ellers ble det påvist en rekke anomali som kan være av kulturhistorisk interesse, og en lang rekke avvik som ikke lot seg gjøre å tolke som kulturhistorisk ut ifra deres form eller geofysiske kontrast.

5. Vedlegg

5.1. Vedlegg 1 Litteratur:

Bergersen, Ove, Thomas Hartnik, Esther Bloem, Anna H. Petersén 2008. Vurdering av bevaringstilstand og forhold I kulturlag I mettet/umettet sone ved Nedre Langgate 43, Tønsberg. Arkeologi, jordfaglig og geofysisk analyse. *NIKU Rapport nr. 67 – 2008. Biofork Vol 3 Nr. 175 – 2008.*

Christophersen, Axel 1989. Landet byen bygde – tverrfaglig samarbeid kaster nytt lys over jernalderens natur- og kulturlandskap på Nidarnes-halvøya. *Spor* nr. 2, 1989, side 22-25

Christophersen, Axel 1992a. Folk og bebyggelse i Middelalderens Trondheim. *Spor* nr 2 1992, side 4-11.

Christophersen, Axel 1992b (red). *I Kongers Kaupang og Bispers By*. *Arkeologi forteller byhistorie.* Strindheim Trykkeris Forlag. Riksantikvaren, Utgravningskontoret i Trondheim.

Christophersen, Axel, E. Jondell, O. Marstein, S.W. Nordeide og I.W.Reed 1988. *Utgravning, kronologi og bebyggelsesutvikling.* Fortiden i Trondheims bygrunn: Folkebibliotekstomten. Meddelelser nr 13. Riksantikvaren, Utgravningskontoret for Trondheim.

Conyers, L.B. 2004. *Ground Penetrating Radar for Archaeology.* Plymouth, AltaMira Press.

Gaffney, C and J. Gater 2003. *Revealing the buried past. Geophysics for Archaeologists.* Stroud, Tempus Publishing Ltd.

Goodman, D. and S.Piro 2013. *GPR Remote Sensing in Archaeology.* Springer Verlag Berlin Heidelberg.

Martens, Vibeke Vandrup, Annika Haugen, Hilde Rigmor Amundsen, Thomas Hartnik, Esther Bloem, Jan Anders Finstad 2008. Forprosjekt 2, miljøovervåkning Åker Gård gnr. 7/bnr.201, Hamar, Hedmark. *NIKU Rapport, arkeologi nr. 60, 2008, Biofork Vol 3 Nr. 139 -2008, Multiconsult 117036 – 2.*

NGU-nett 2014. *Metodebeksrivelse 3d Resistivitetsmålinger.* Elektronisk dokument: http://www.ngu.no/upload/Norges%20geologi/Geofysikk/Bakkegeofysikk/Elektriske%20metoder/2D-RES-Metodebeskrivelse.pdf sist besøkt 08.09.2014

Petersén, Anna 2007. *Søndre gate 5-11, Dronningens Gate 1B, Petter Egges Plass, Trondheim kommune, Sør-Trøndelag Fylkeskommune.* Arkeologisk forundersøkelse (tilstandsvurdering av kulturlag) i forbindelse med forslag til reguleringsplan. Rapport Arkeologiske Utgravninger Trondheim TA 2007/10, NIKU, Trondheim.

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.

5.2. Vedlegg 2 Dybdeskiver Georadar 400Mhz

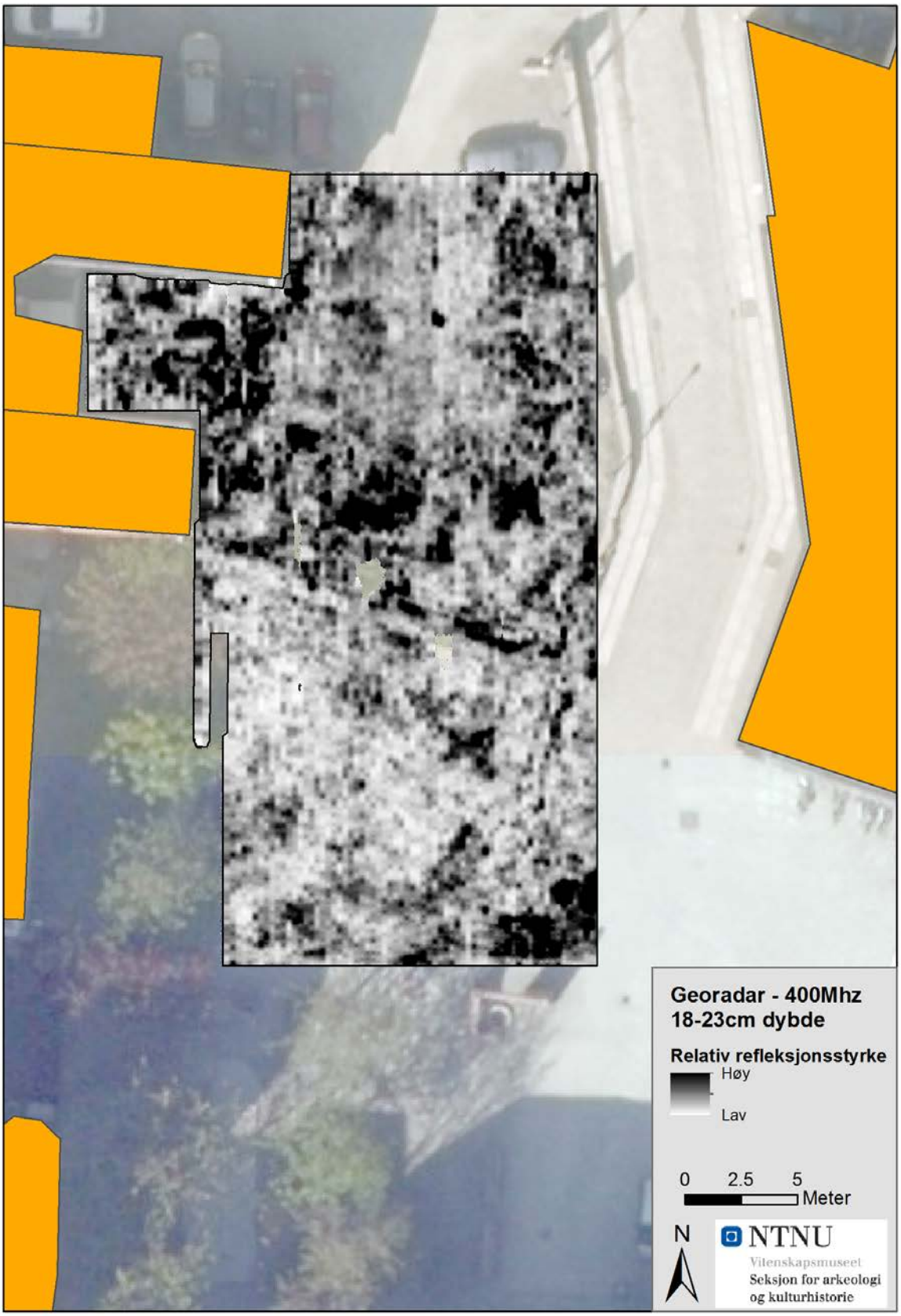
Georadar - 400Mhz
3-8cm dybde
Kulturhistoriske anomali
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
0 2.5 5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi og kulturhistorie

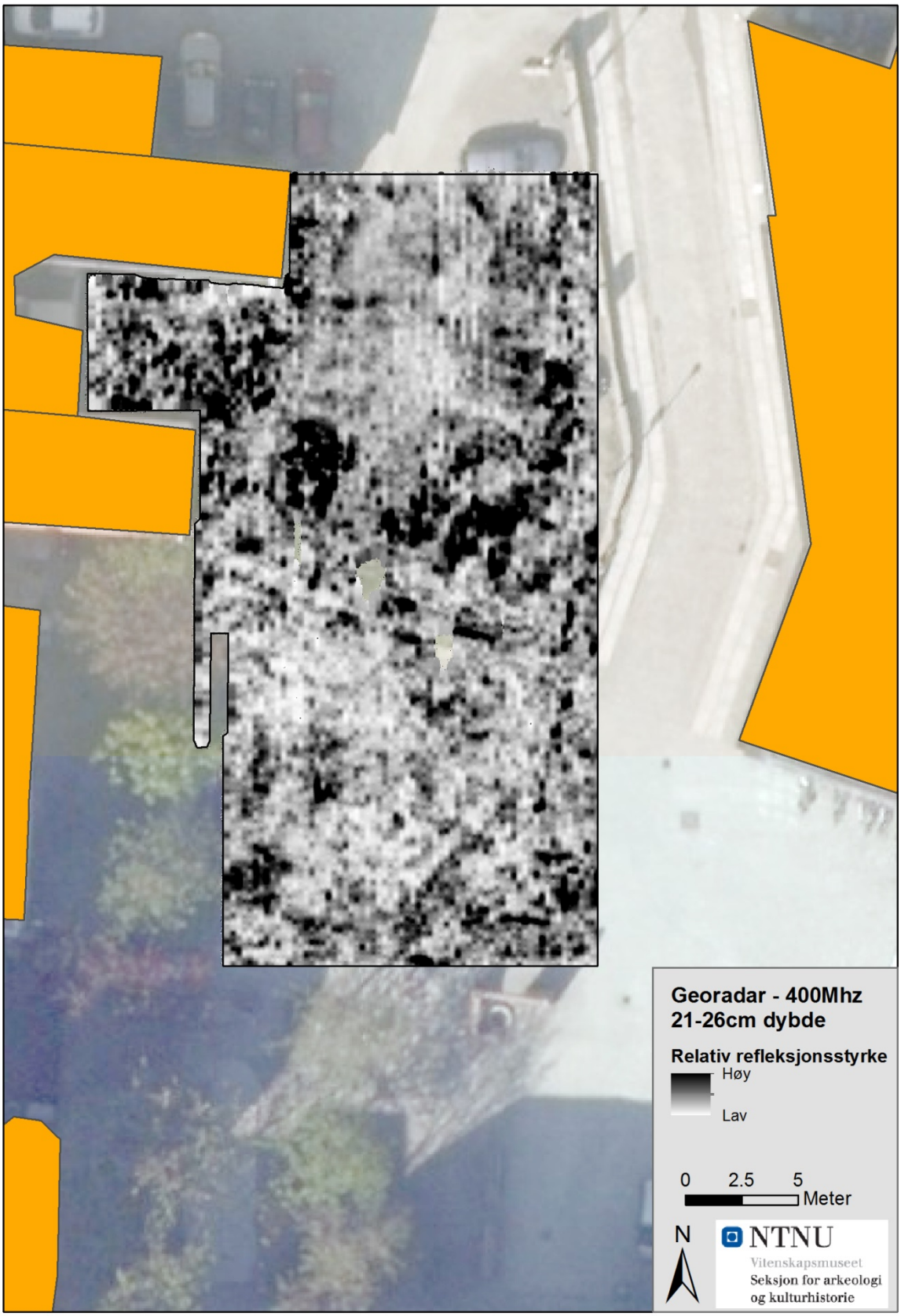
Georadar - 400Mhz
6-11cm dybde
Kulturhistoriske anomali
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
0 2.5 5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi og kulturhistorie

Georadar - 400Mhz
9-14cm dybde
Kulturhistoriske anomali
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
0 2.5 5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi og kulturhistorie

Georadar - 400Mhz
12-17cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

Georadar - 400Mhz
15-20cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie


Georadar - 400Mhz
18-23cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie


Georadar - 400Mhz
21-26cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

Georadar - 400Mhz
24-29cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

Georadar - 400Mhz
27-32cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

Georadar - 400Mhz
30-35cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

Georadar - 400Mhz
33-38cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

Georadar - 400Mhz
36-41cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

Georadar - 400Mhz
39-44cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

Georadar - 400Mhz
42-47cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

Georadar - 400Mhz
45-50cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

Georadar - 400Mhz
48-53cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

Georadar - 400Mhz
51-56cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

Georadar - 400Mhz
54-59cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

Georadar - 400Mhz
57-62cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0 2.5 5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

Georadar - 400Mhz
60-65cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

Georadar - 400Mhz
63-68cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0 2.5 5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

Georadar - 400Mhz
66-71cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0 2.5 5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

Georadar - 400Mhz
69-74cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

Georadar - 400Mhz
72-77cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

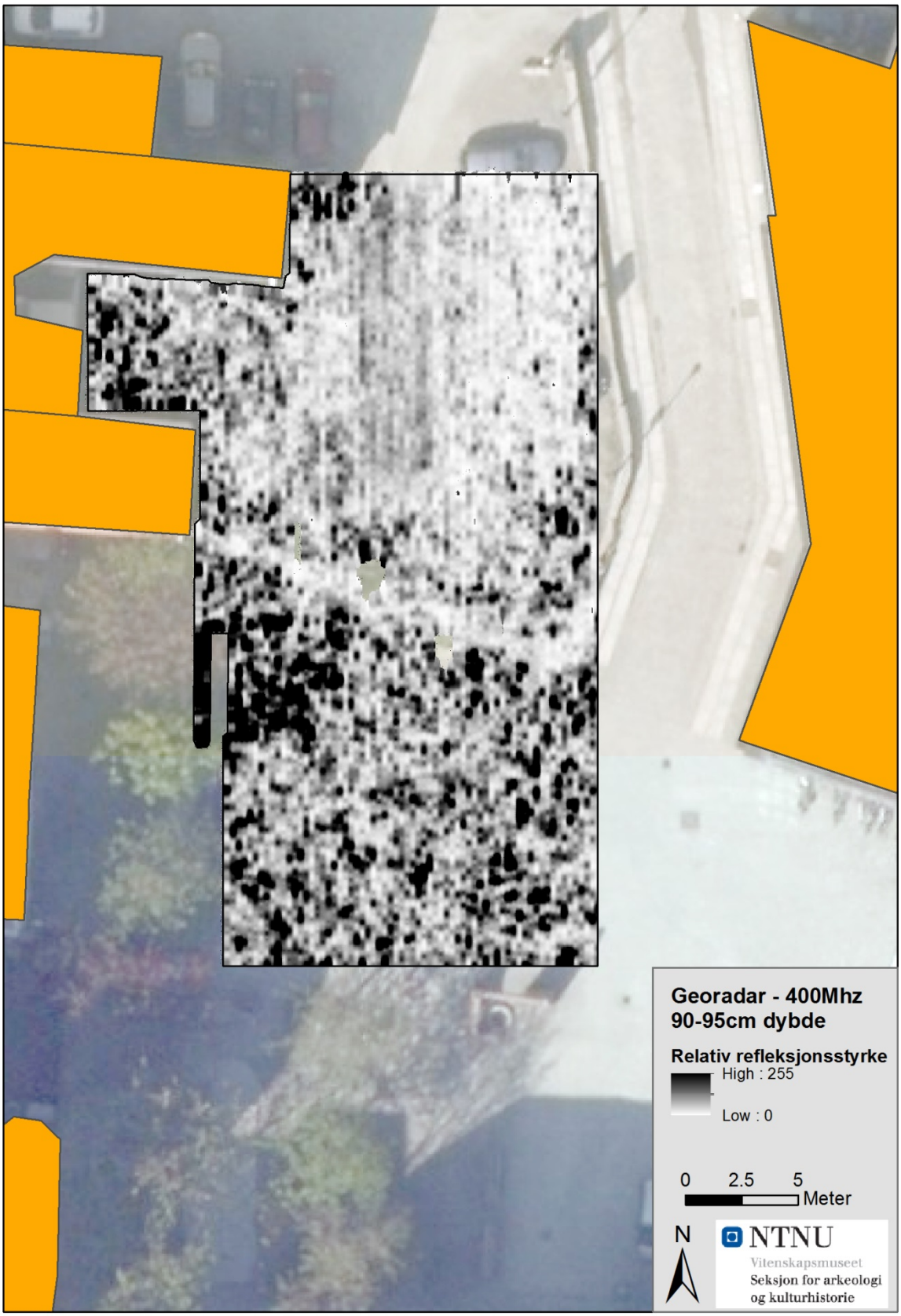
Georadar - 400Mhz
75-80cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

Georadar - 400Mhz
78-83cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

Georadar - 400Mhz
81-86cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

Georadar - 400Mhz
84-89cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

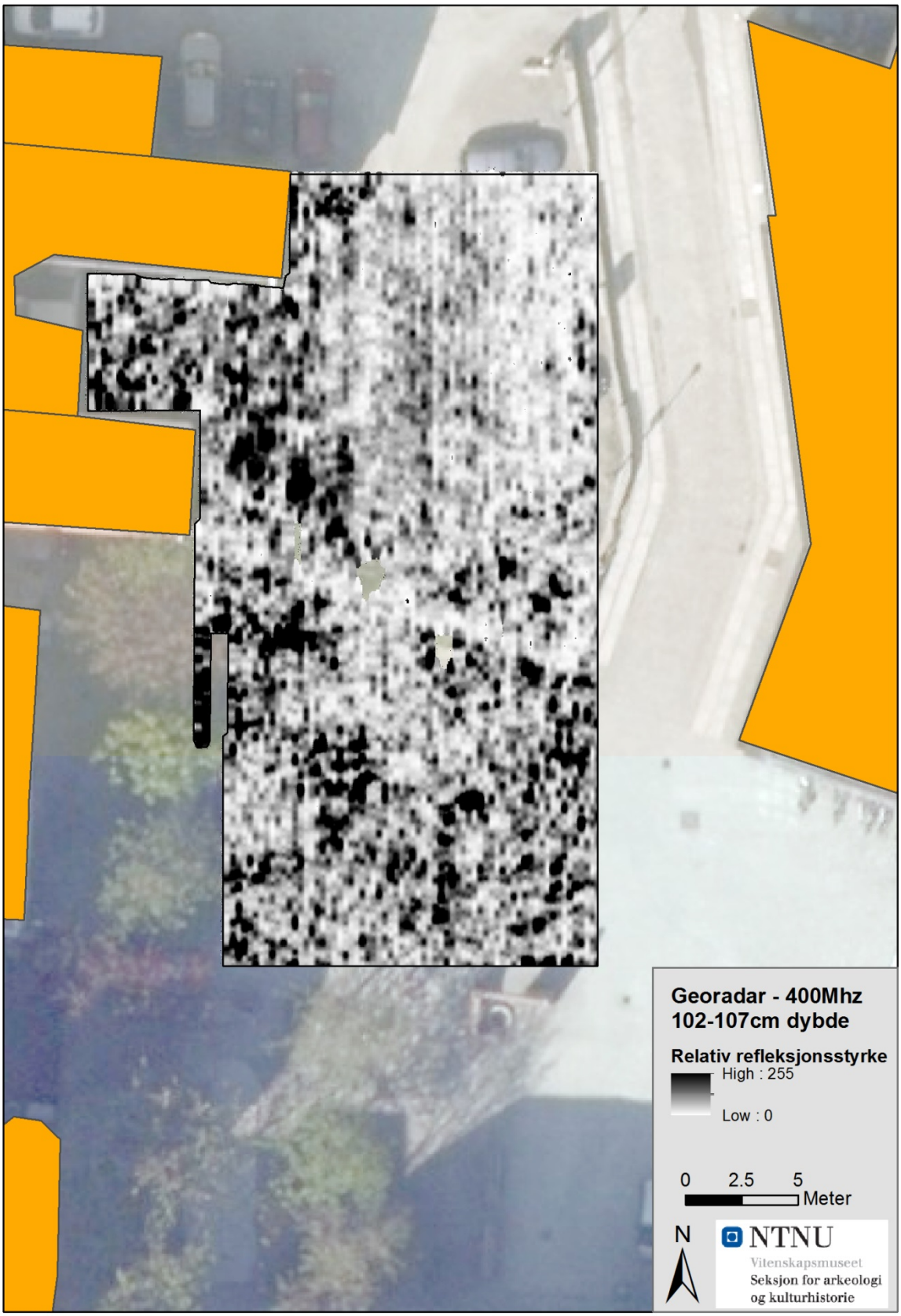
Georadar - 400Mhz
87-92cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

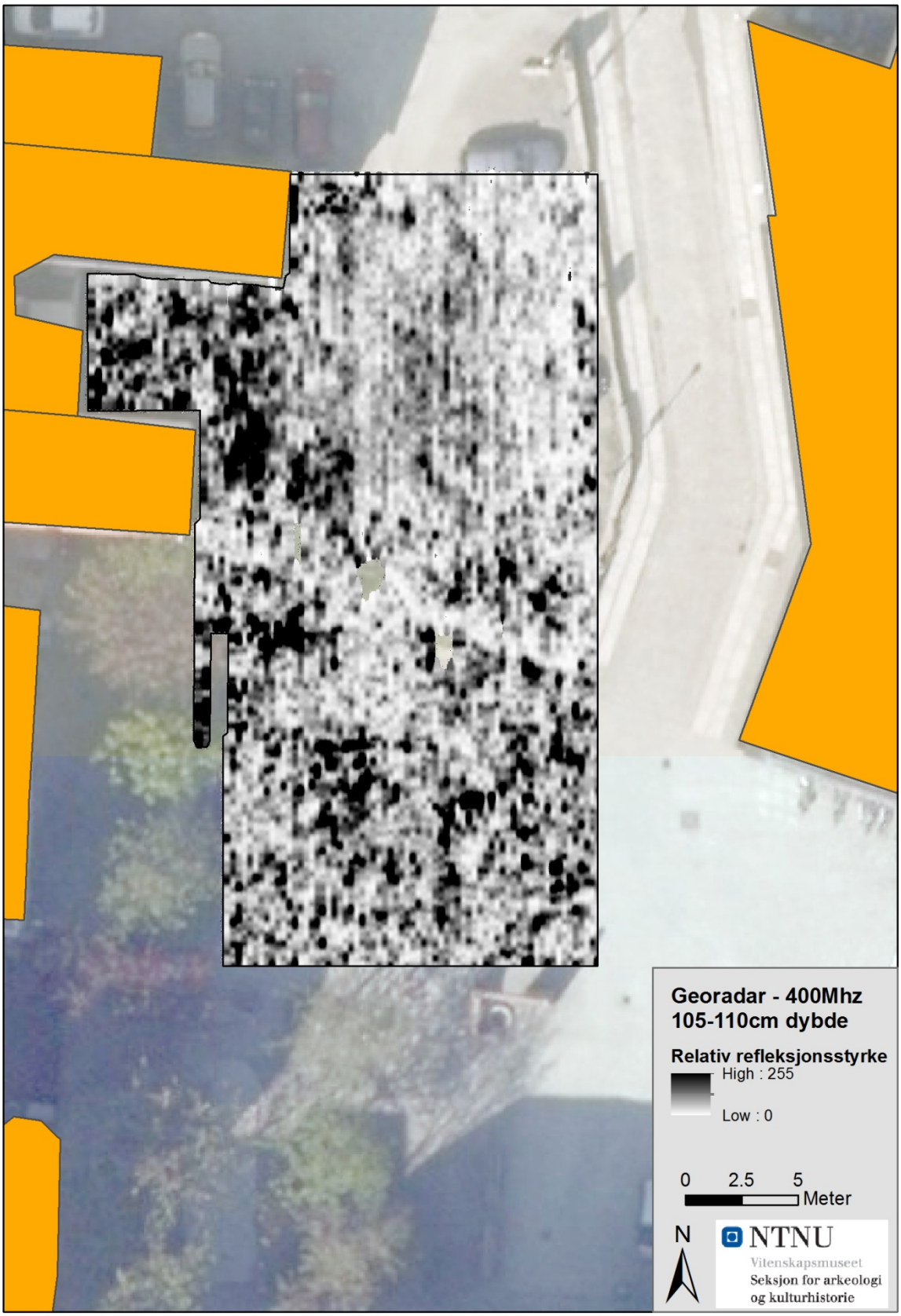

Georadar - 400Mhz
90-95cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

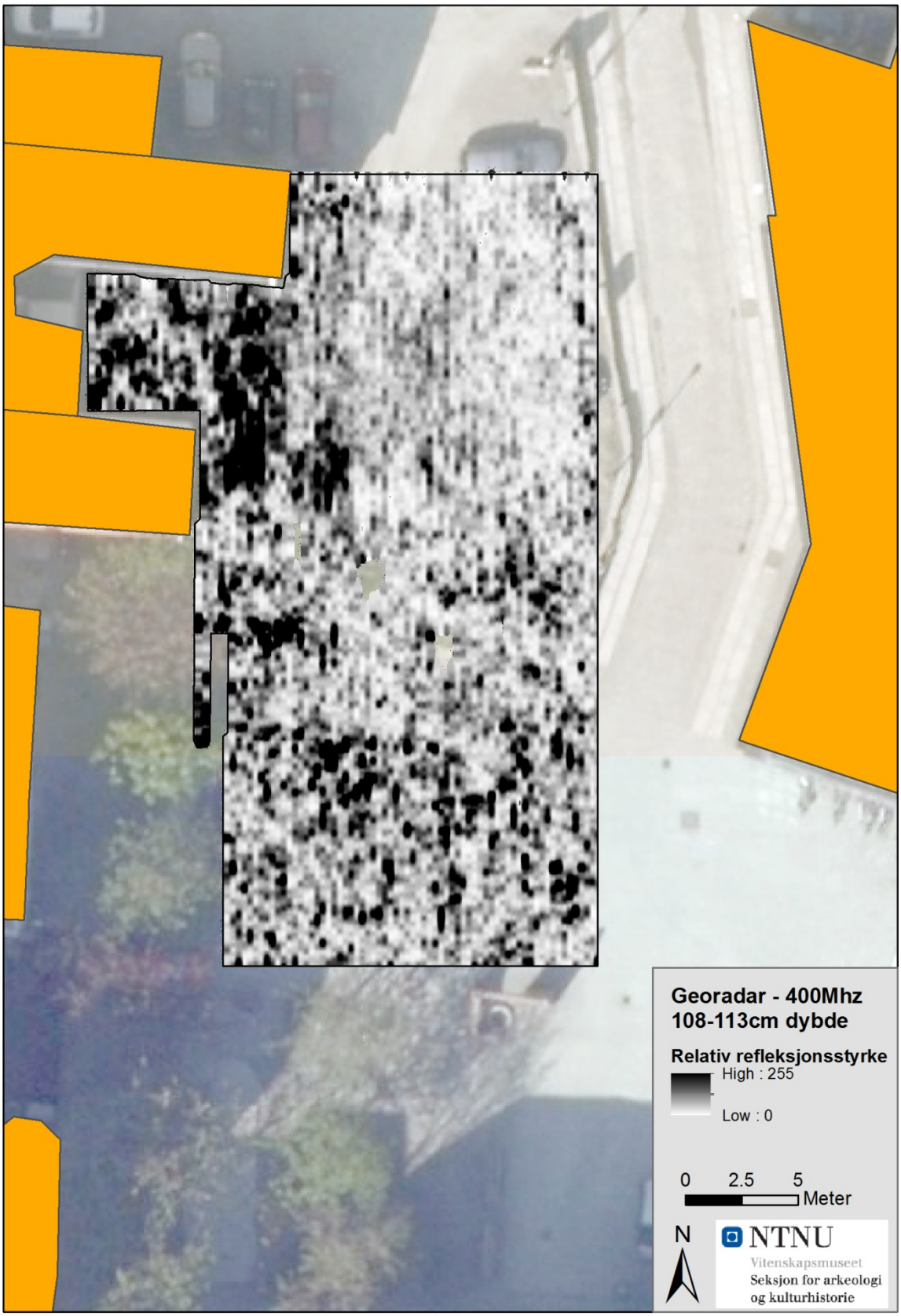
Georadar - 400Mhz
93-98cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

Georadar - 400Mhz
96-101cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

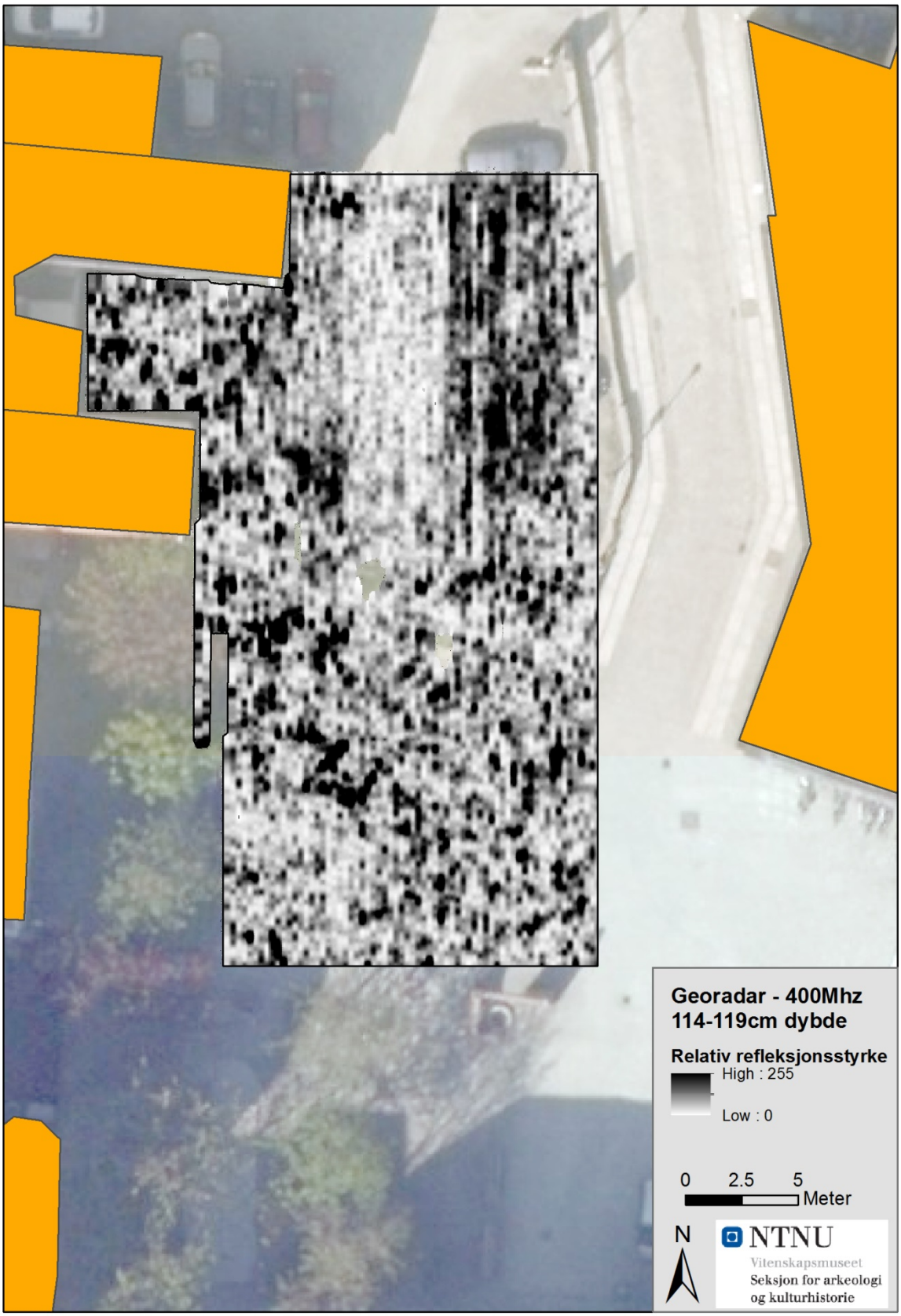
Georadar - 400Mhz
99-104cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

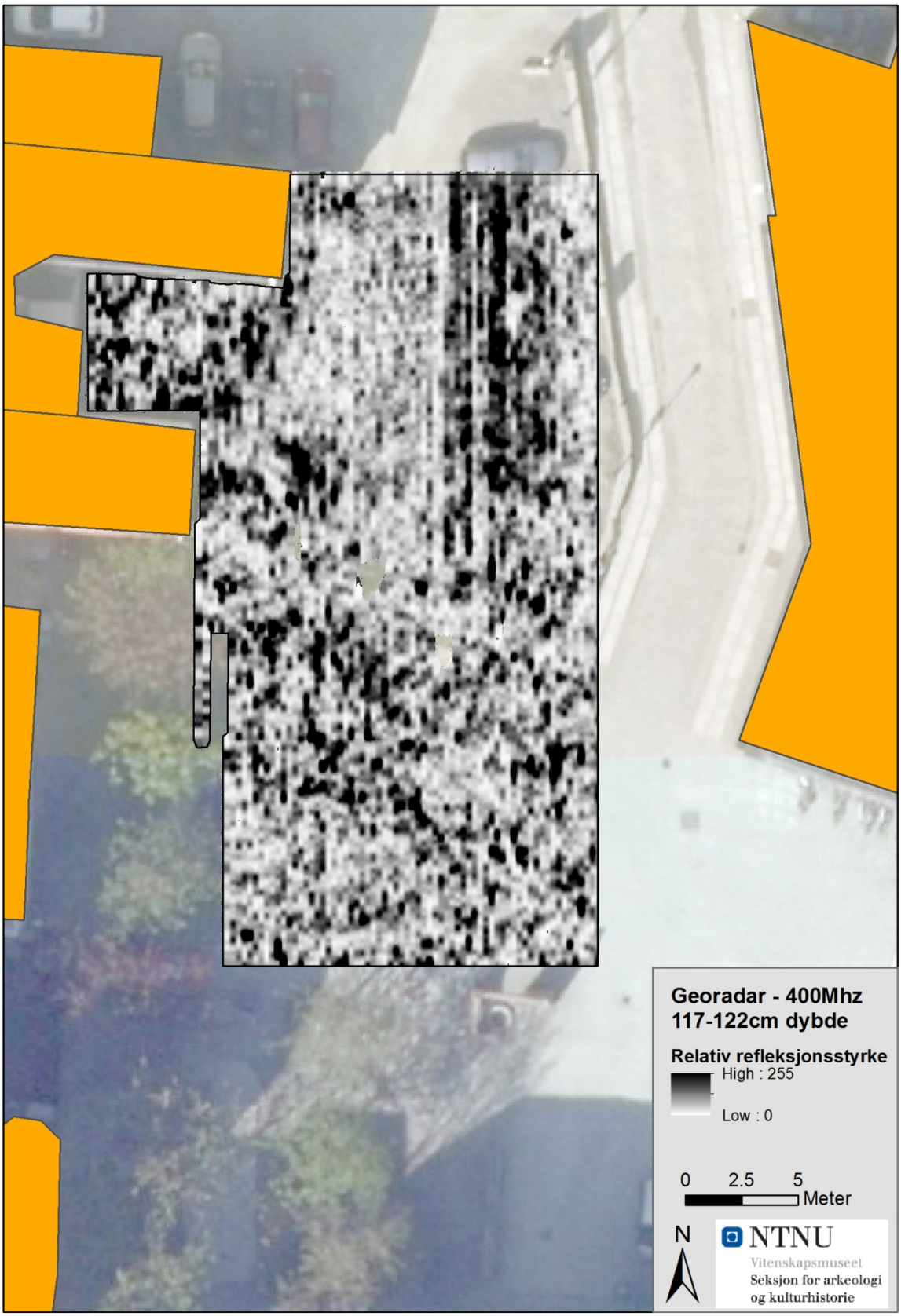

Georadar - 400Mhz
102-107cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

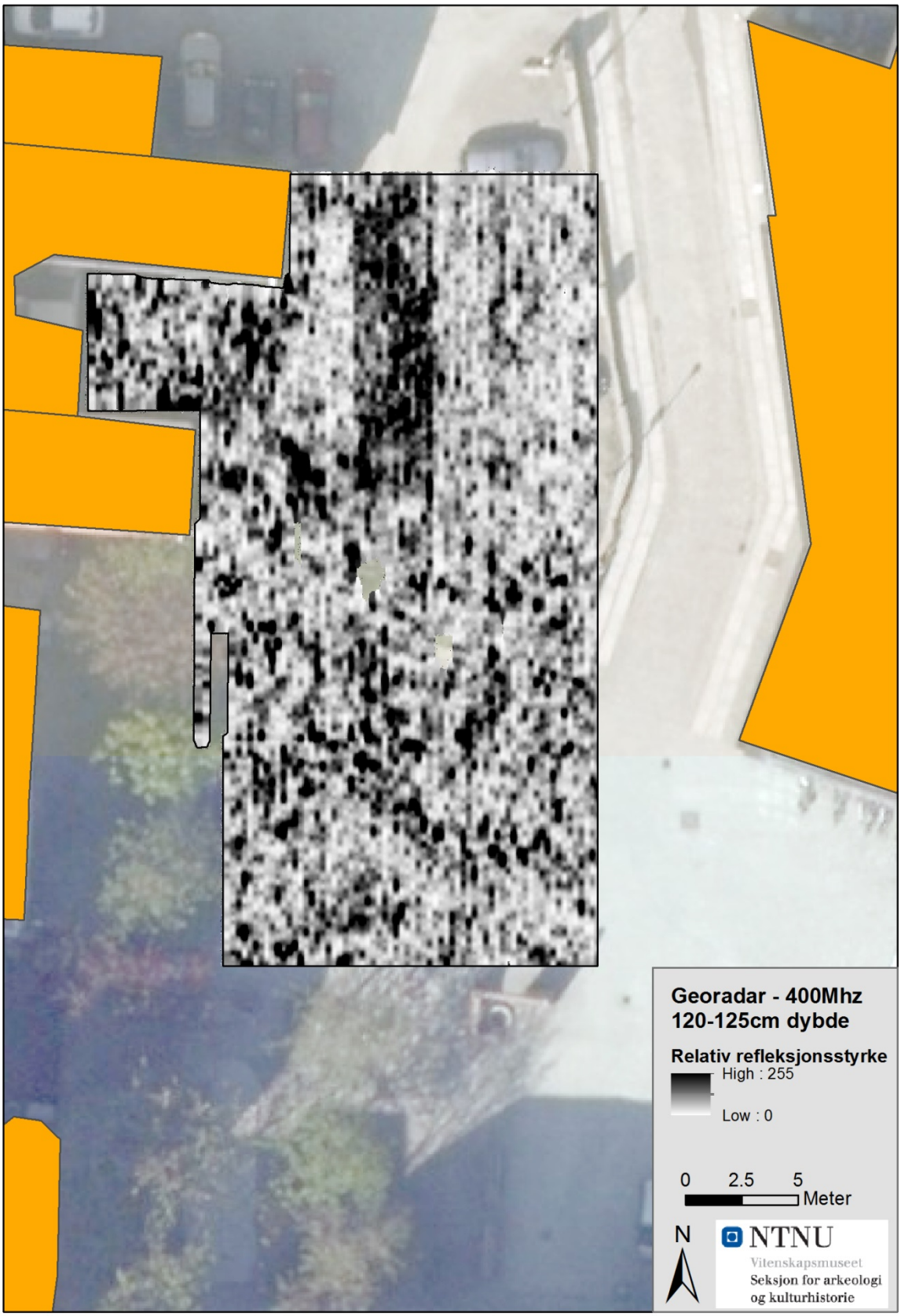

Georadar - 400Mhz
105-110cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

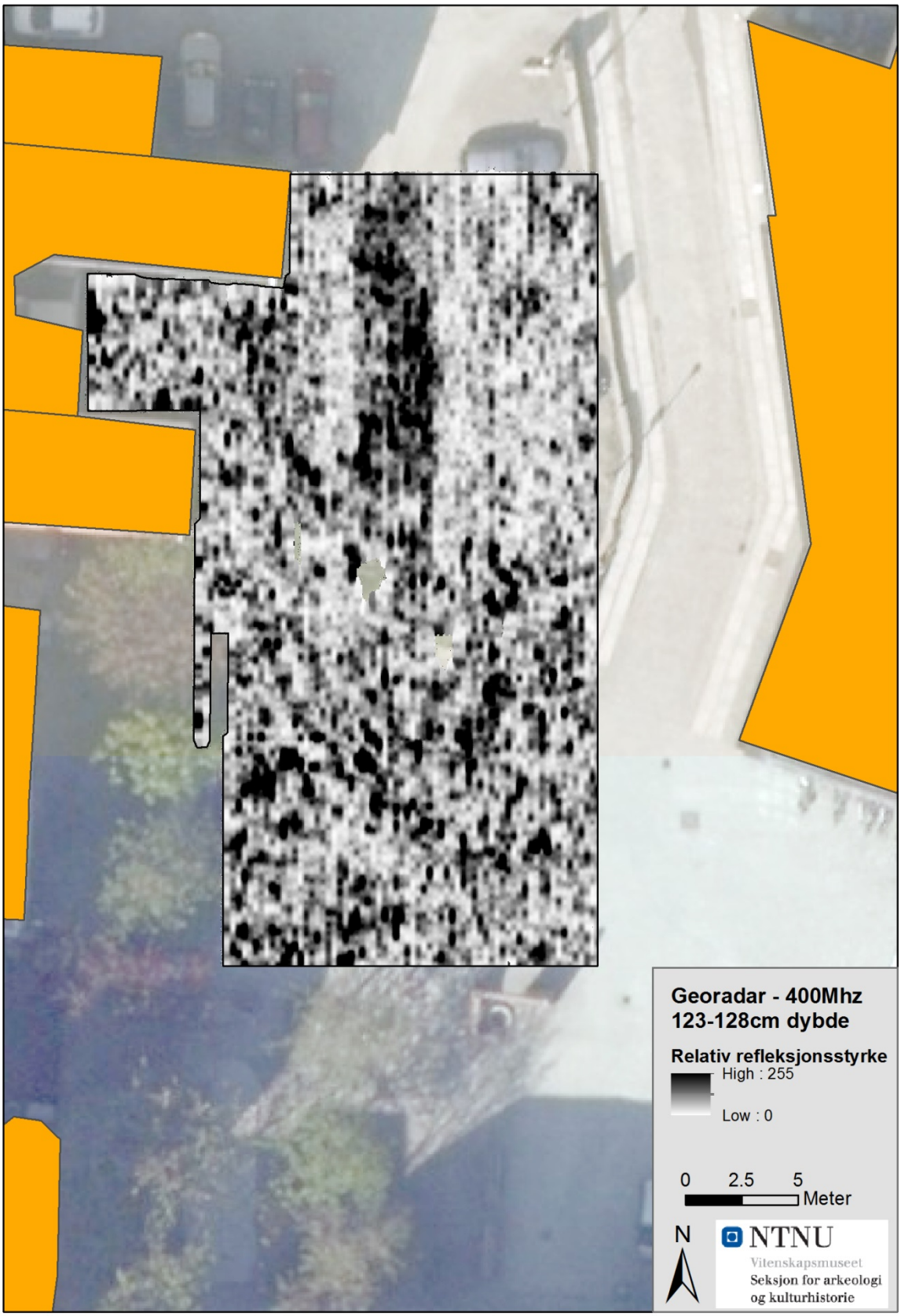

Georadar - 400Mhz
108-113cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

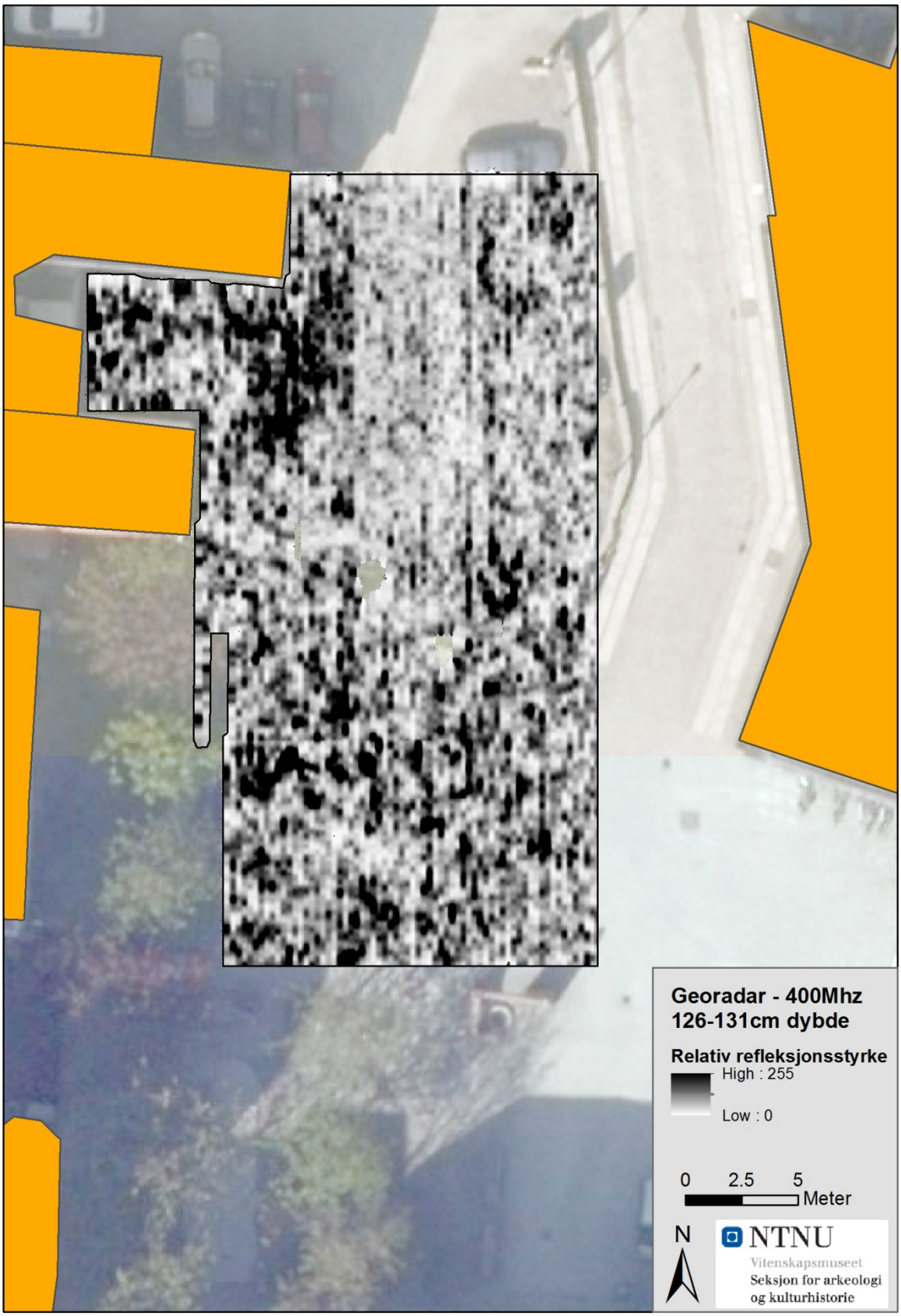
Georadar - 400Mhz
111-116cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

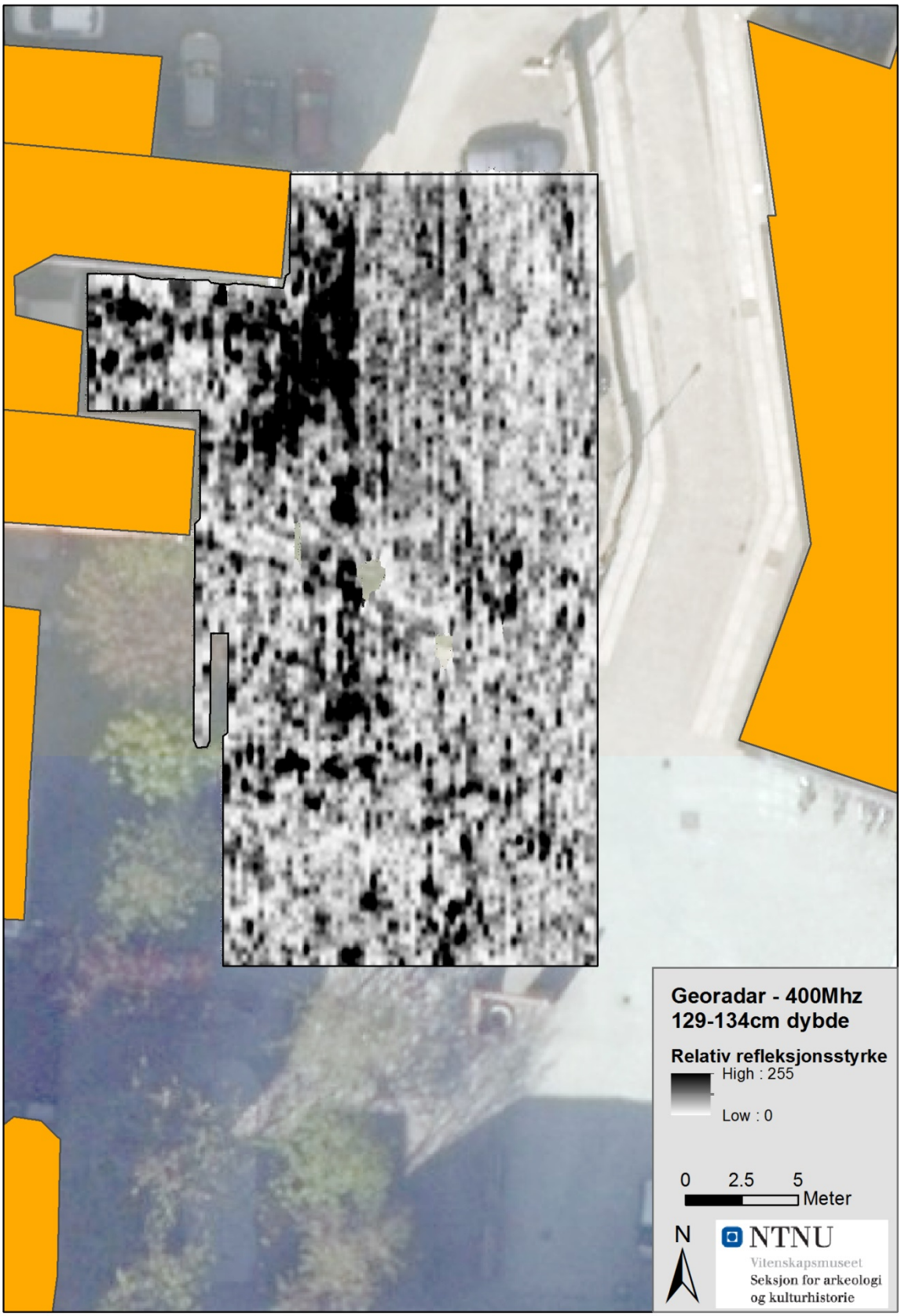

Georadar - 400Mhz
114-119cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

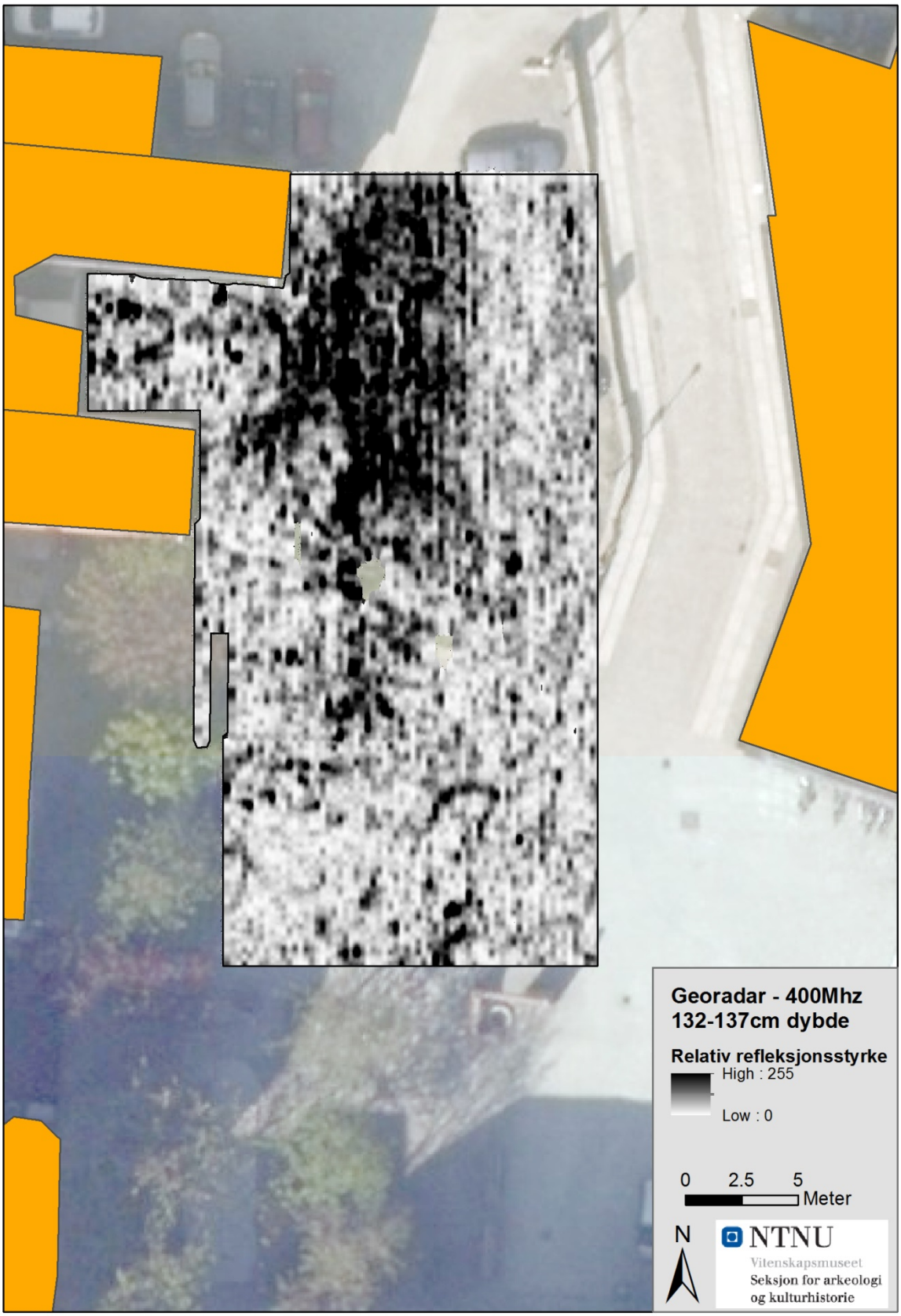

Georadar - 400Mhz
117-122cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie


Georadar - 400Mhz
120-125cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie


Georadar - 400Mhz
123-128cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

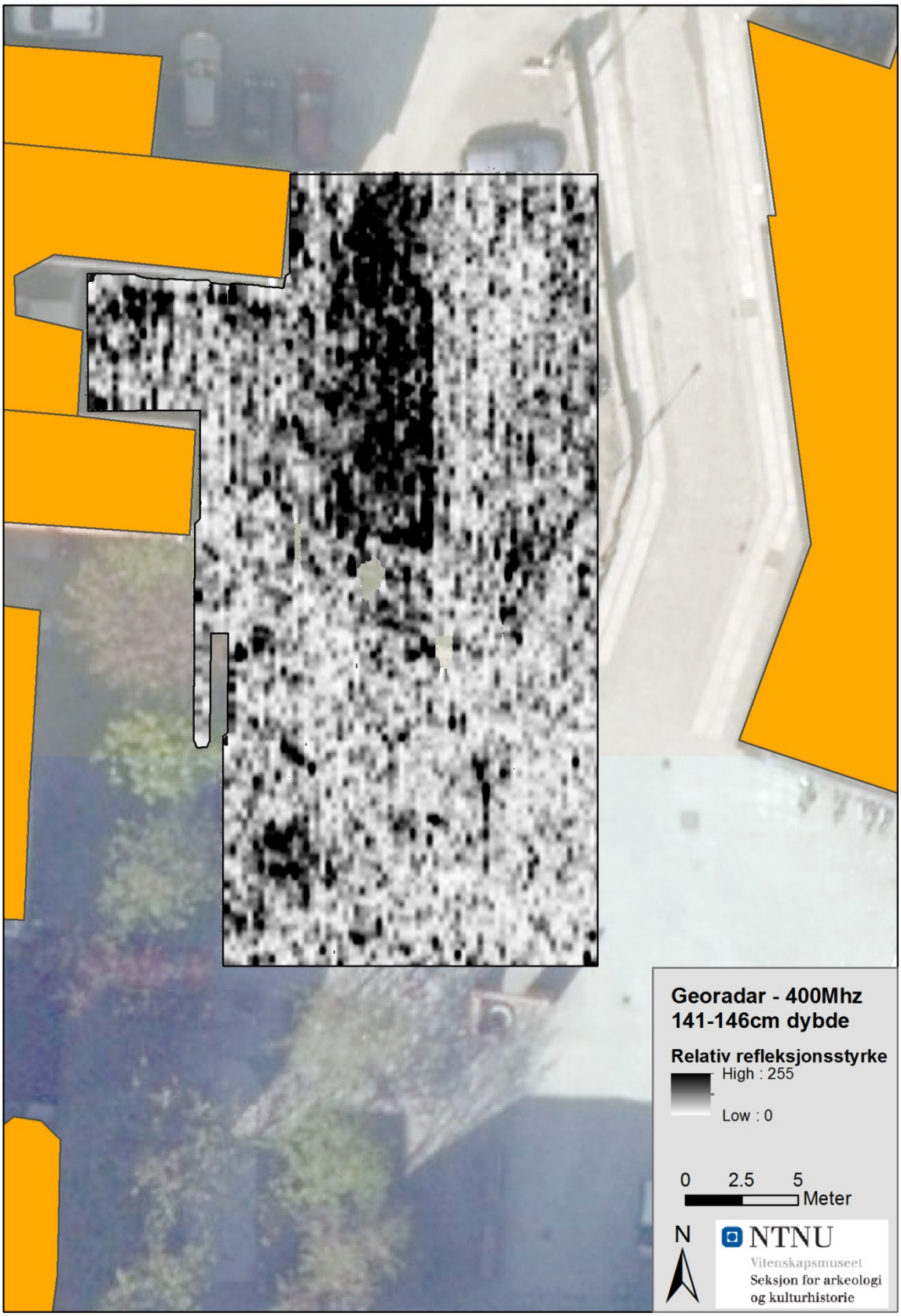

Georadar - 400Mhz
126-131cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie


Georadar - 400Mhz
129-134cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie


Georadar - 400Mhz
132-137cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

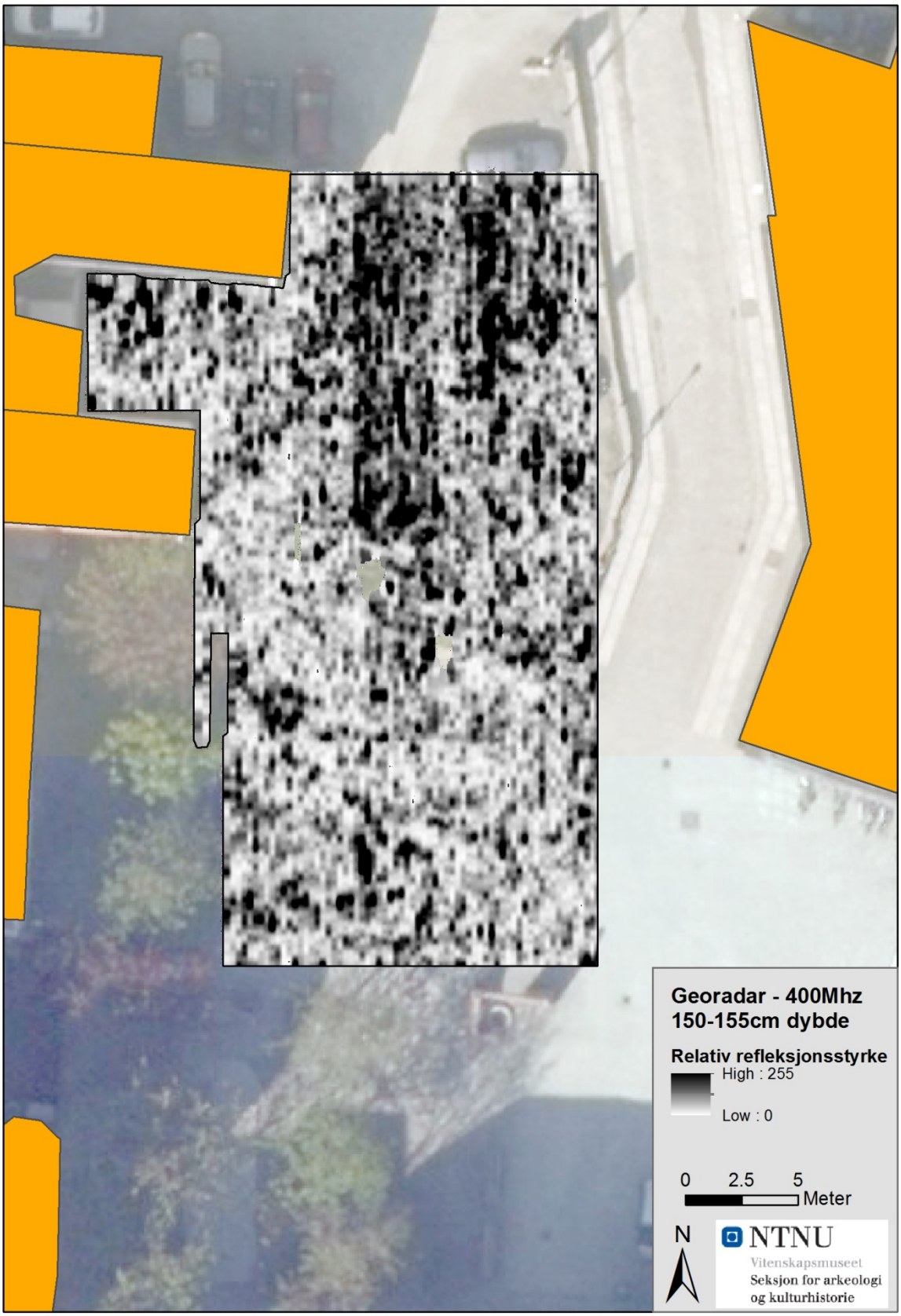
Georadar - 400Mhz
135-140cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

Georadar - 400Mhz
138-143cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

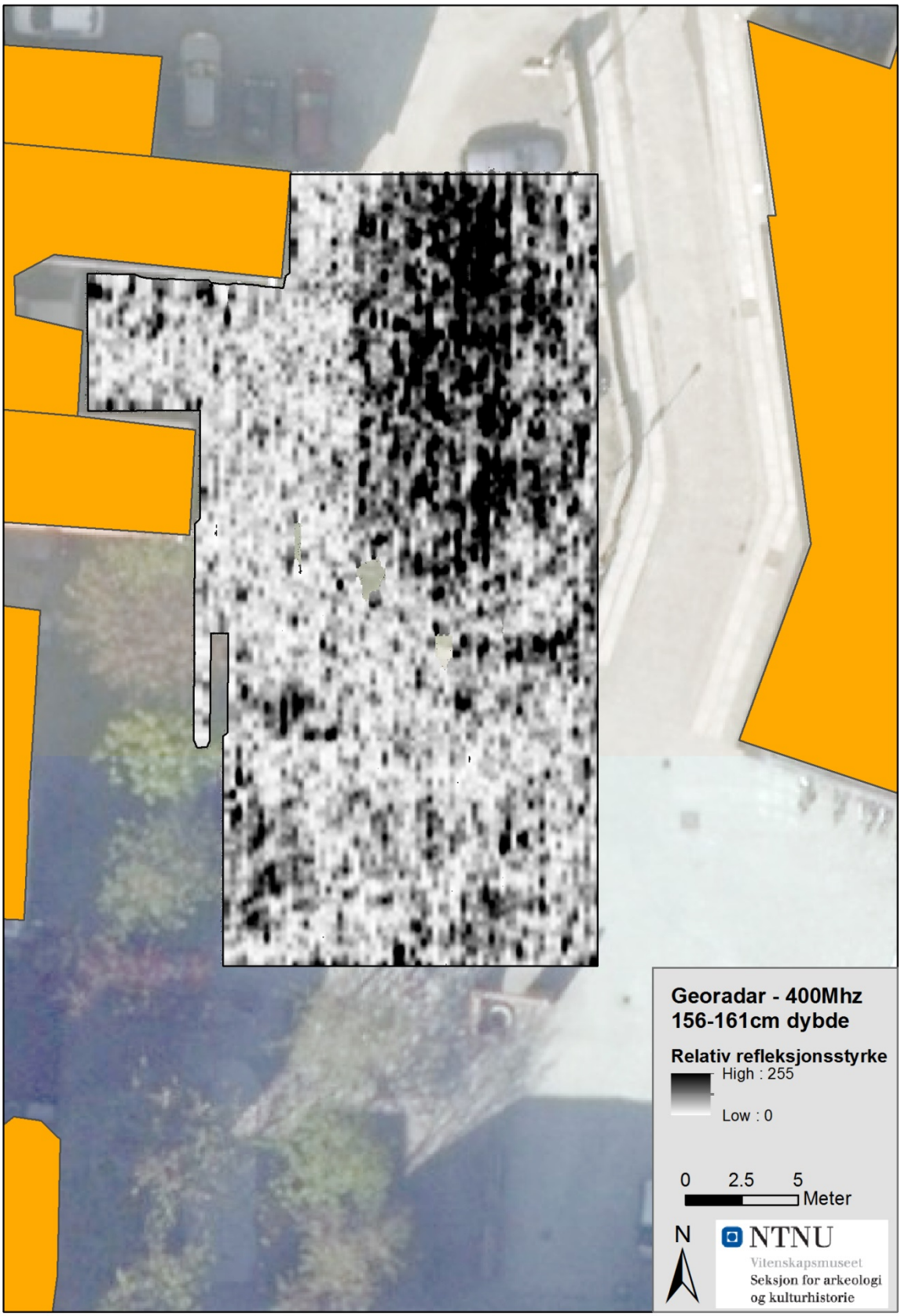

Georadar - 400Mhz
141-146cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

Georadar - 400Mhz
144-149cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0 2.5 5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

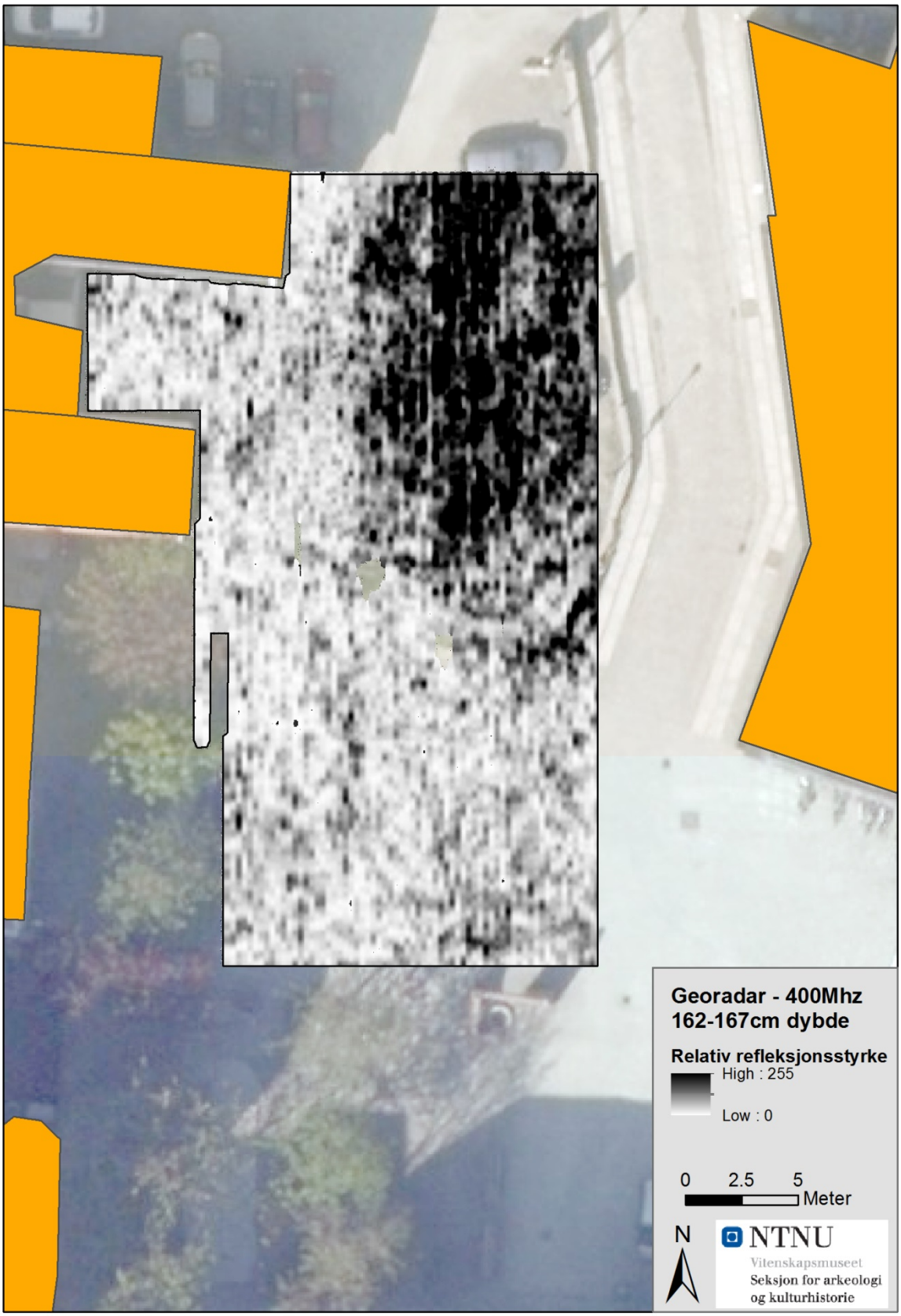
Georadar - 400Mhz
147-152cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0 2.5 5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie


Georadar - 400Mhz
150-155cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

Georadar - 400Mhz
153-158cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

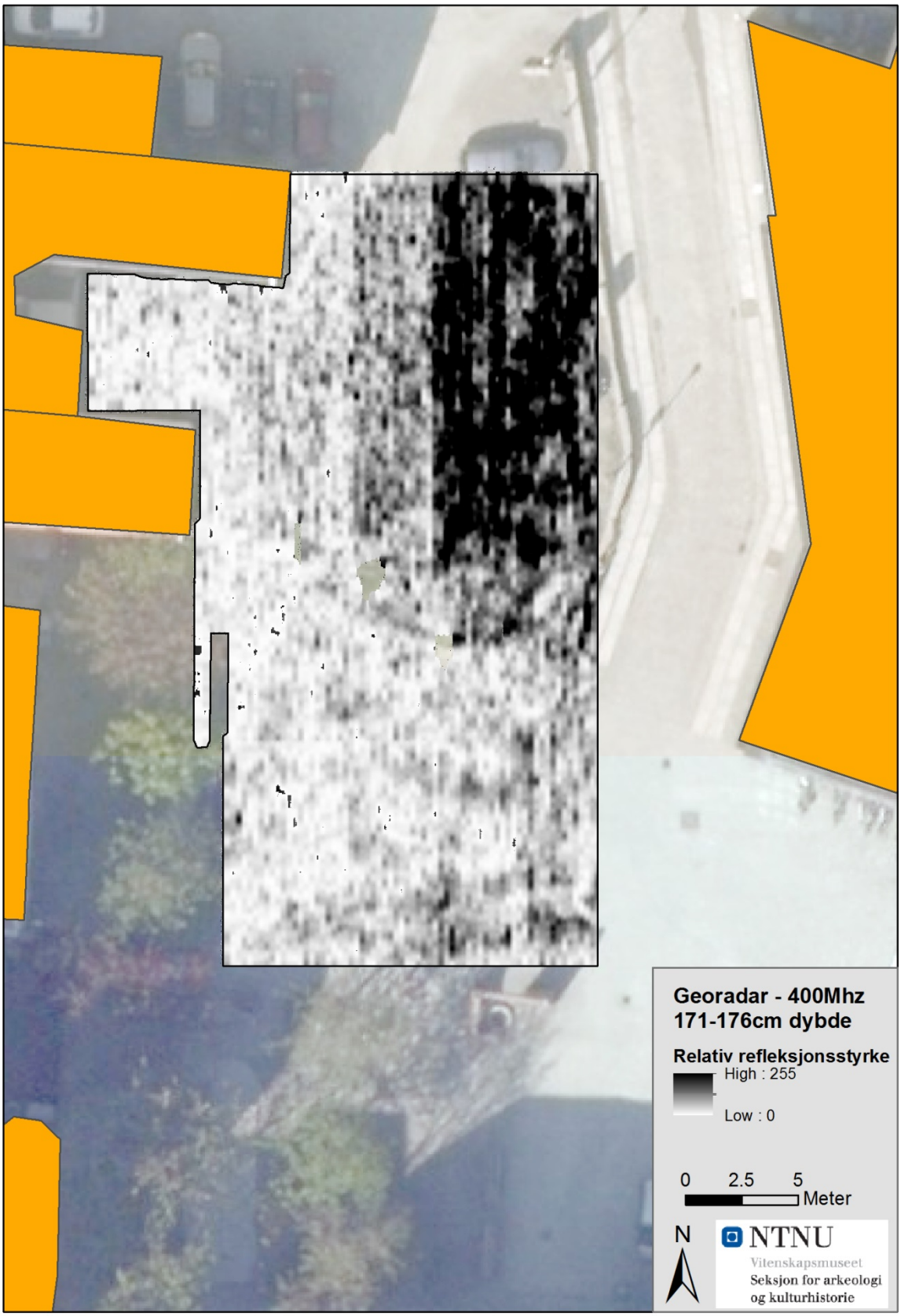

Georadar - 400Mhz
156-161cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

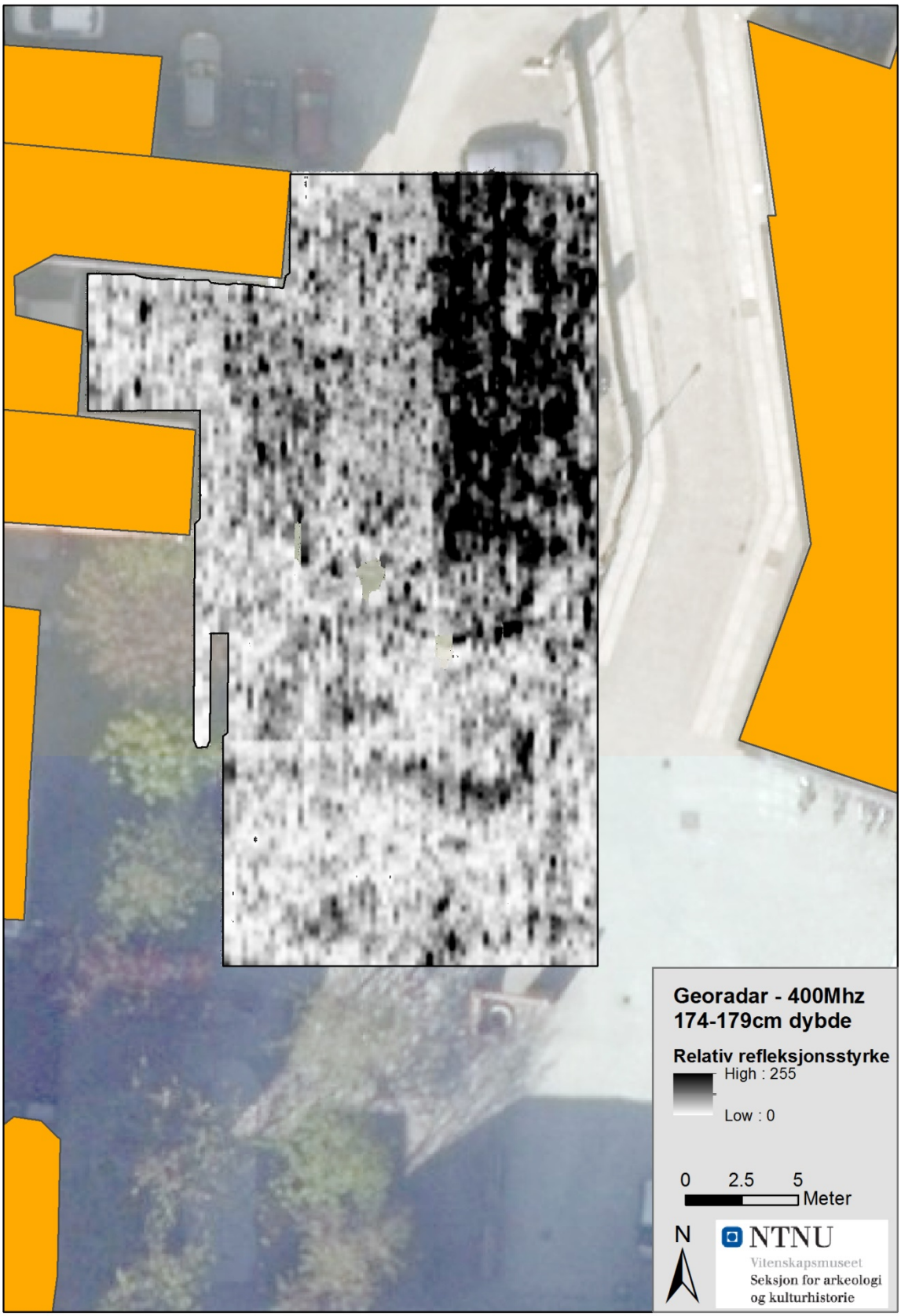
Georadar - 400Mhz
159-164cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie


Georadar - 400Mhz
162-167cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

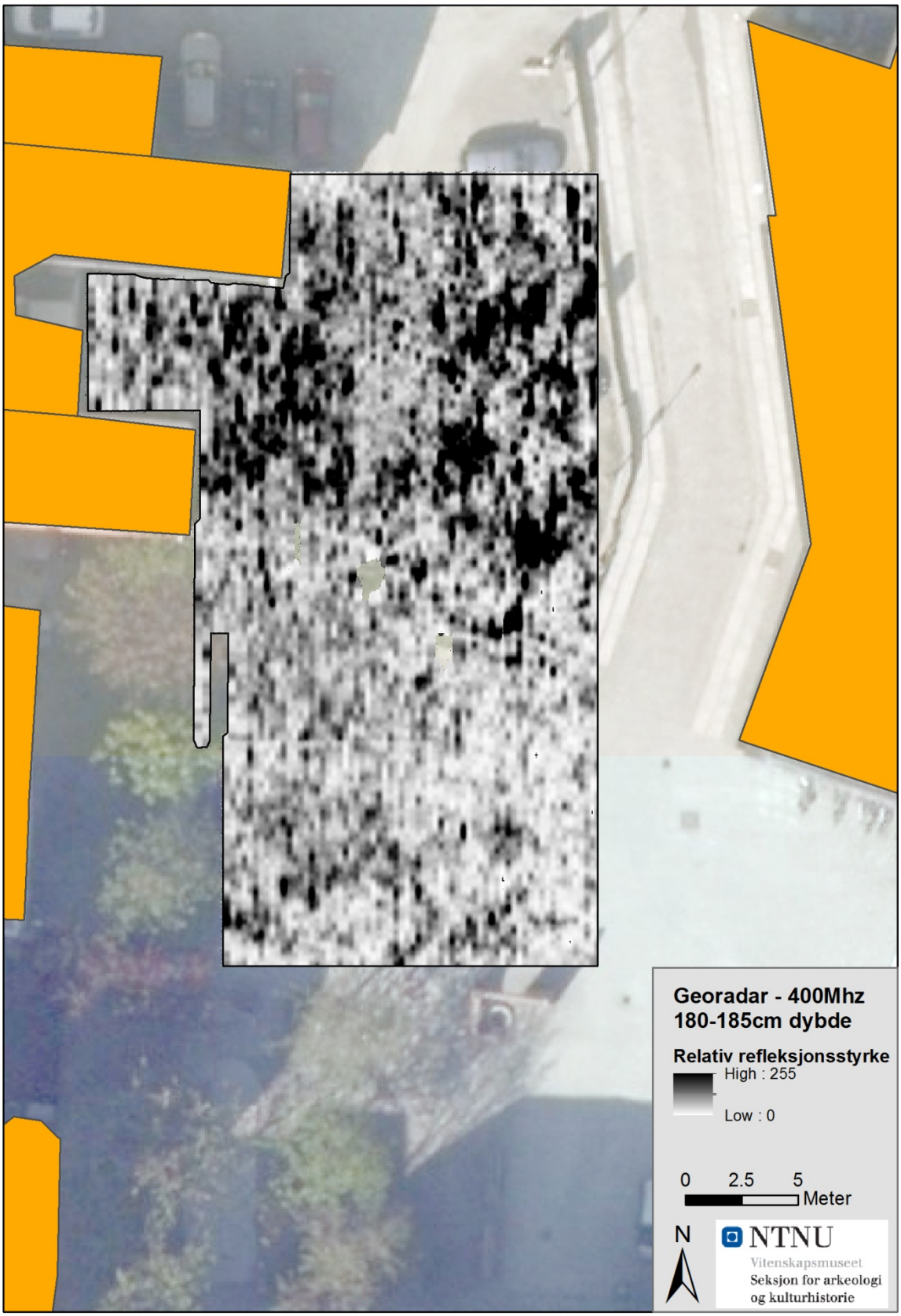
Georadar - 400Mhz
165-170cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

Georadar - 400Mhz
168-173cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie


Georadar - 400Mhz
171-176cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

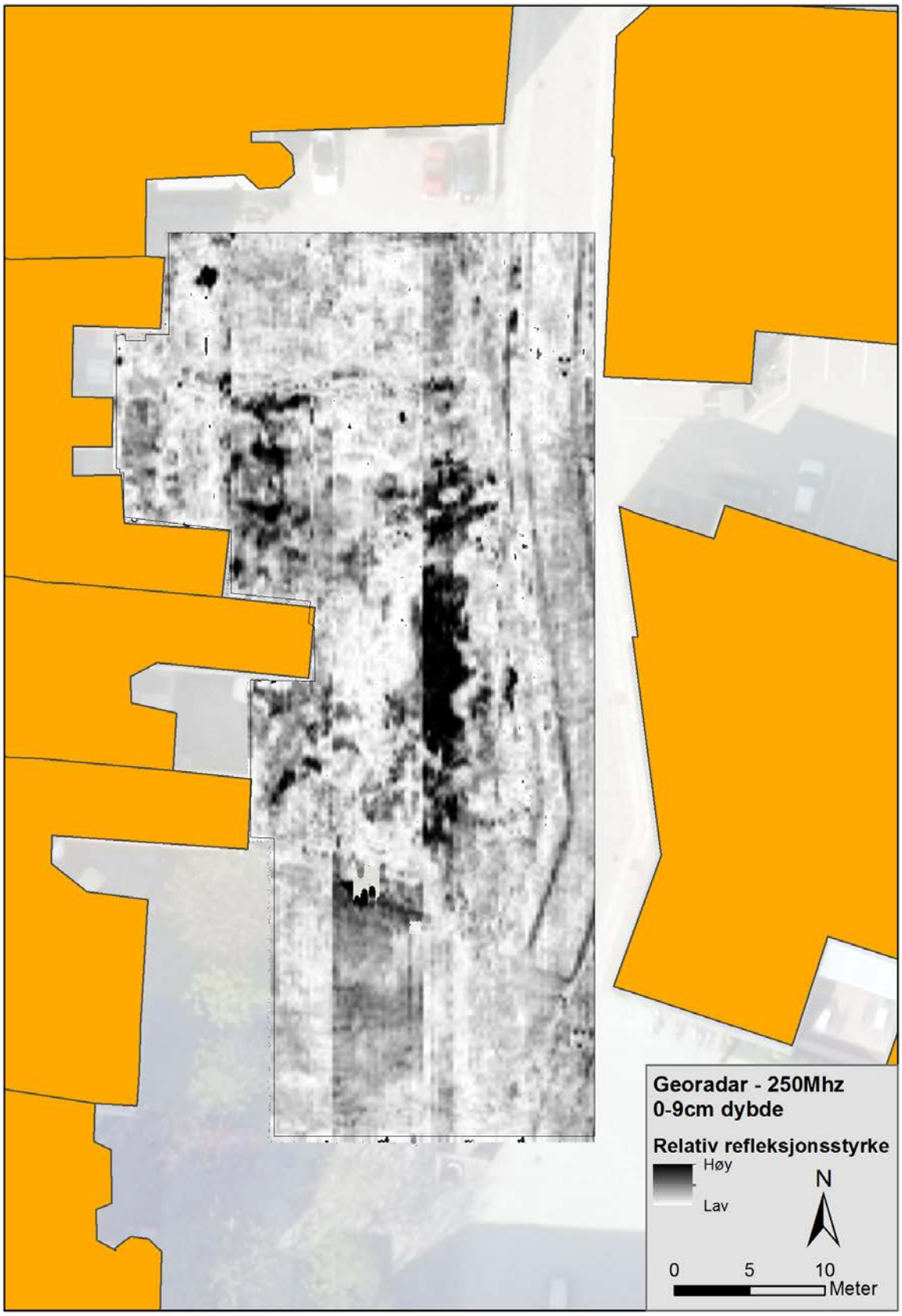

Georadar - 400Mhz
174-179cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

Georadar - 400Mhz
177-182cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie


Georadar - 400Mhz
180-185cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

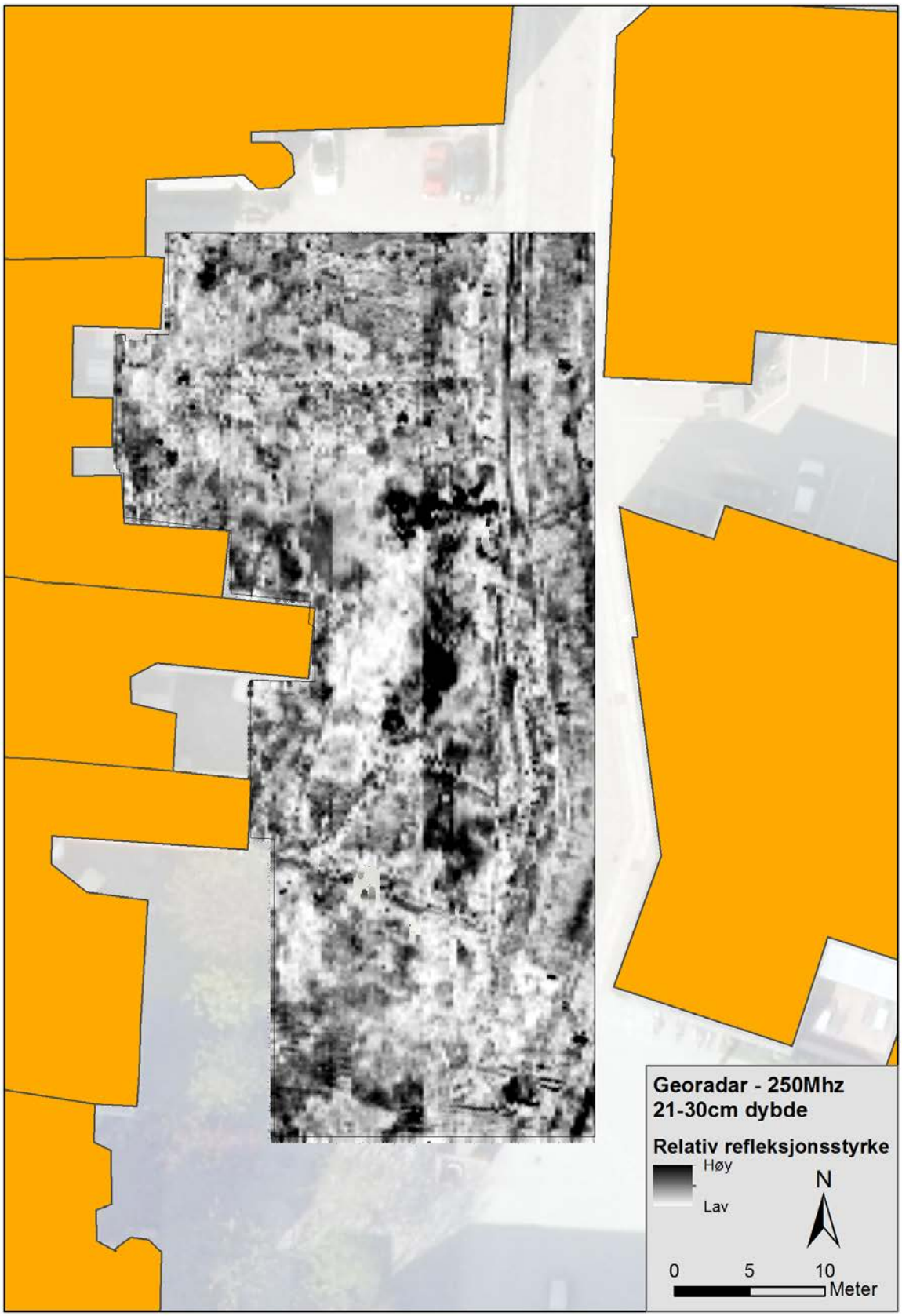
Georadar - 400Mhz
183-188cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
High : 255
Low : 0
0
2.5
5
Meter
N
NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for arkeologi
og kulturhistorie

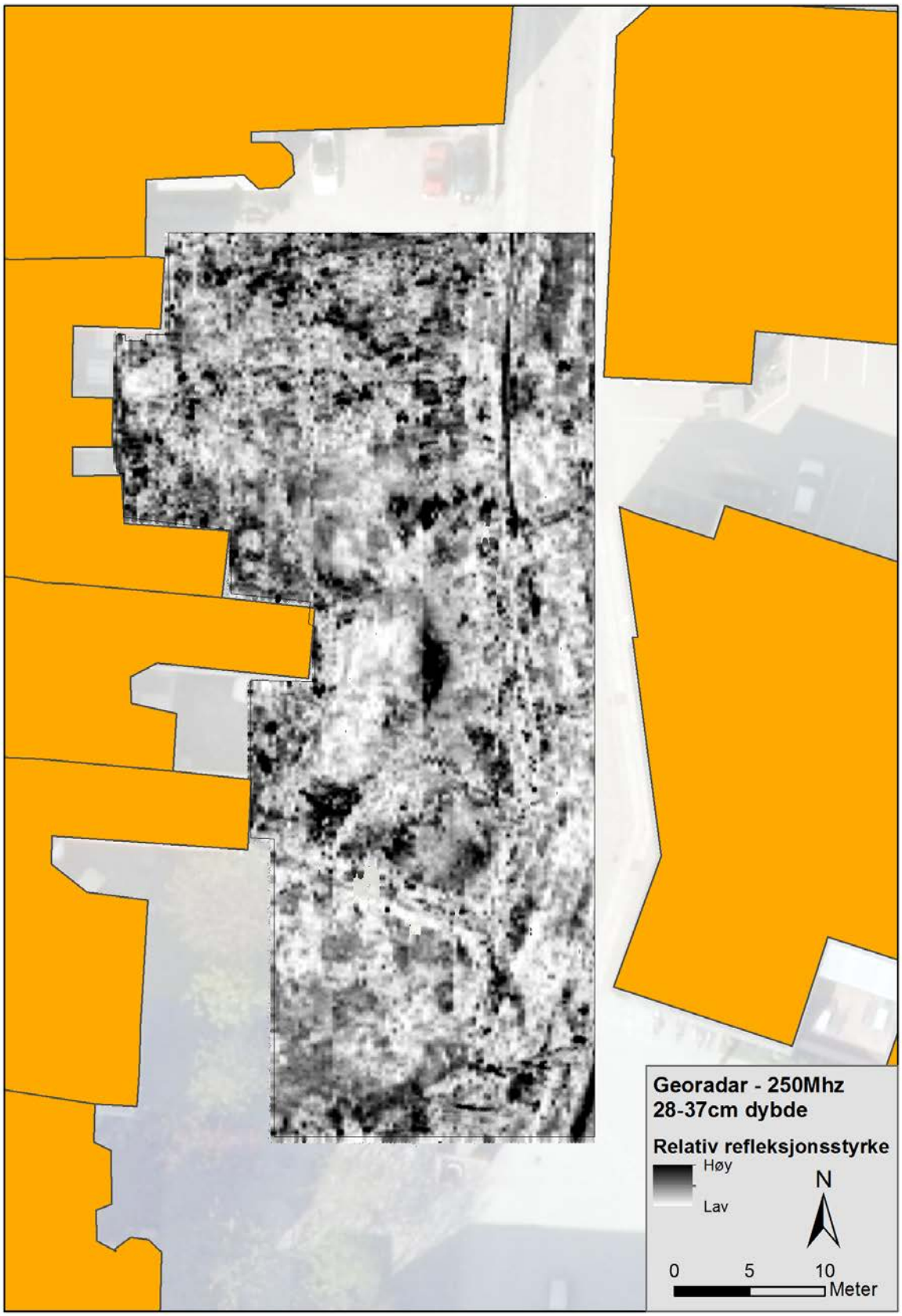
5.3. **Vedlegg 3 Dybdeskiver Georadar 250Mhz**

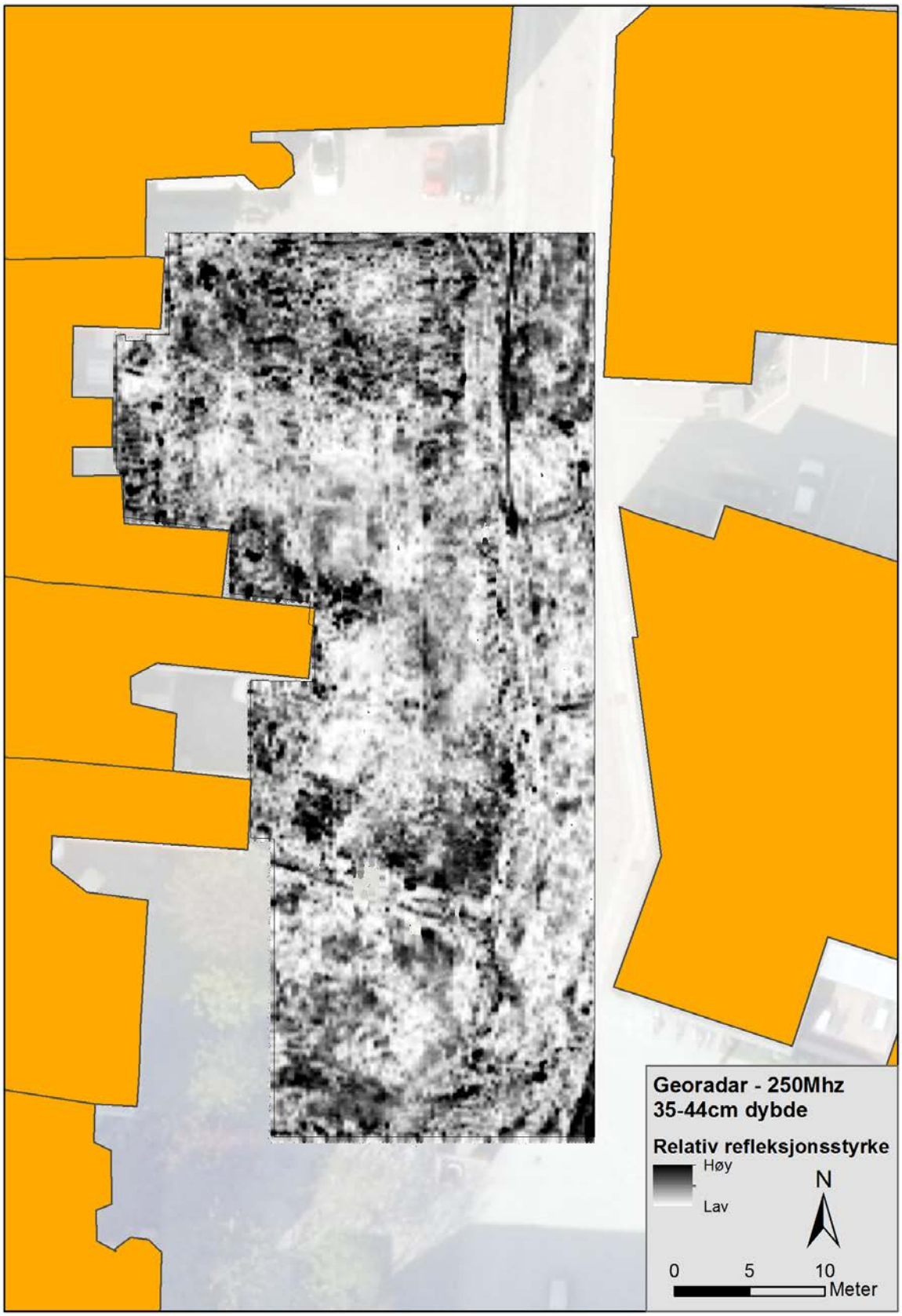


Georadar - 250Mhz
7-16cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter

Georadar - 250Mhz
14-23cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter

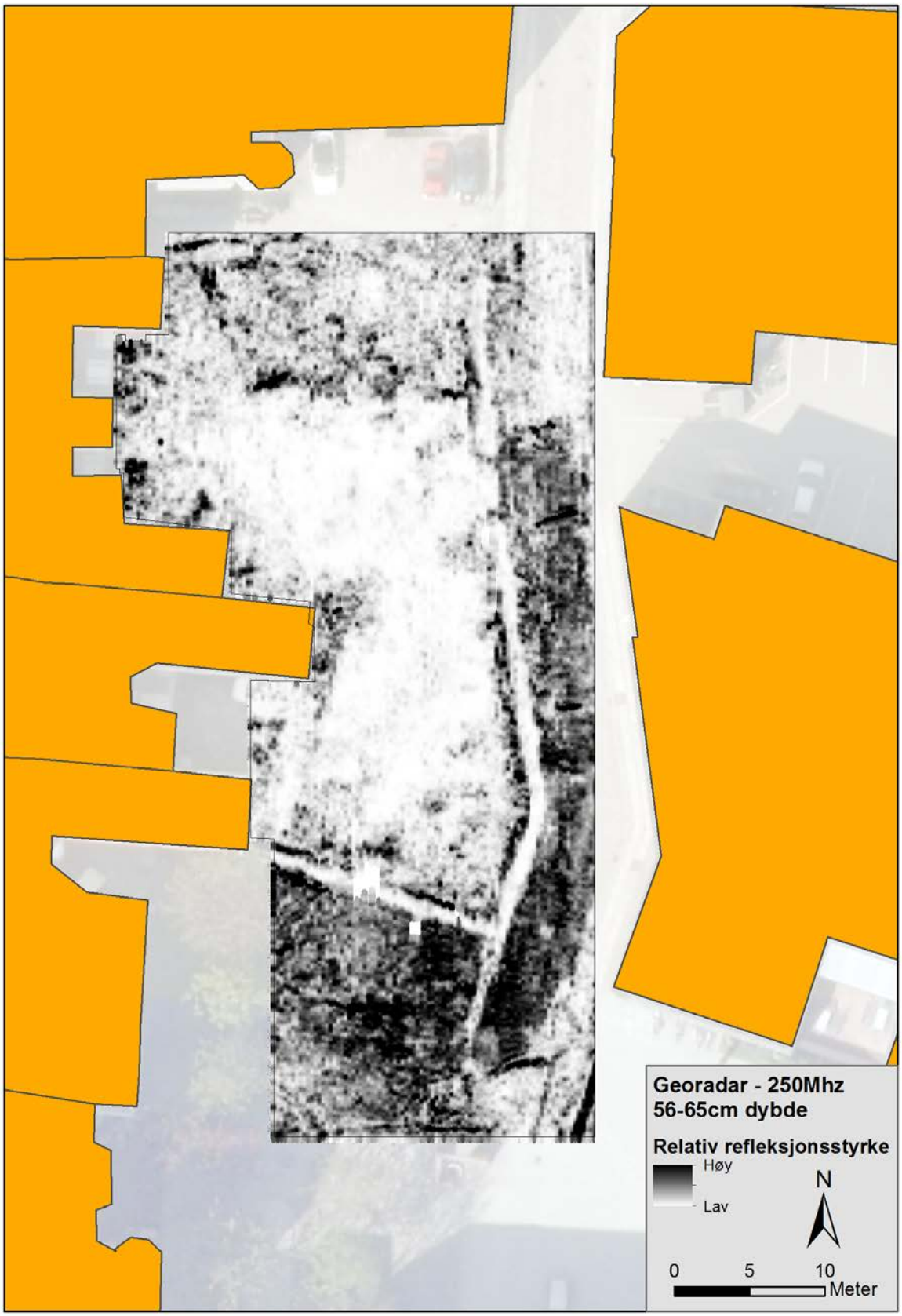

Georadar - 250Mhz
21-30cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter


Georadar - 250Mhz
28-37cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter


Georadar - 250Mhz
35-44cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter

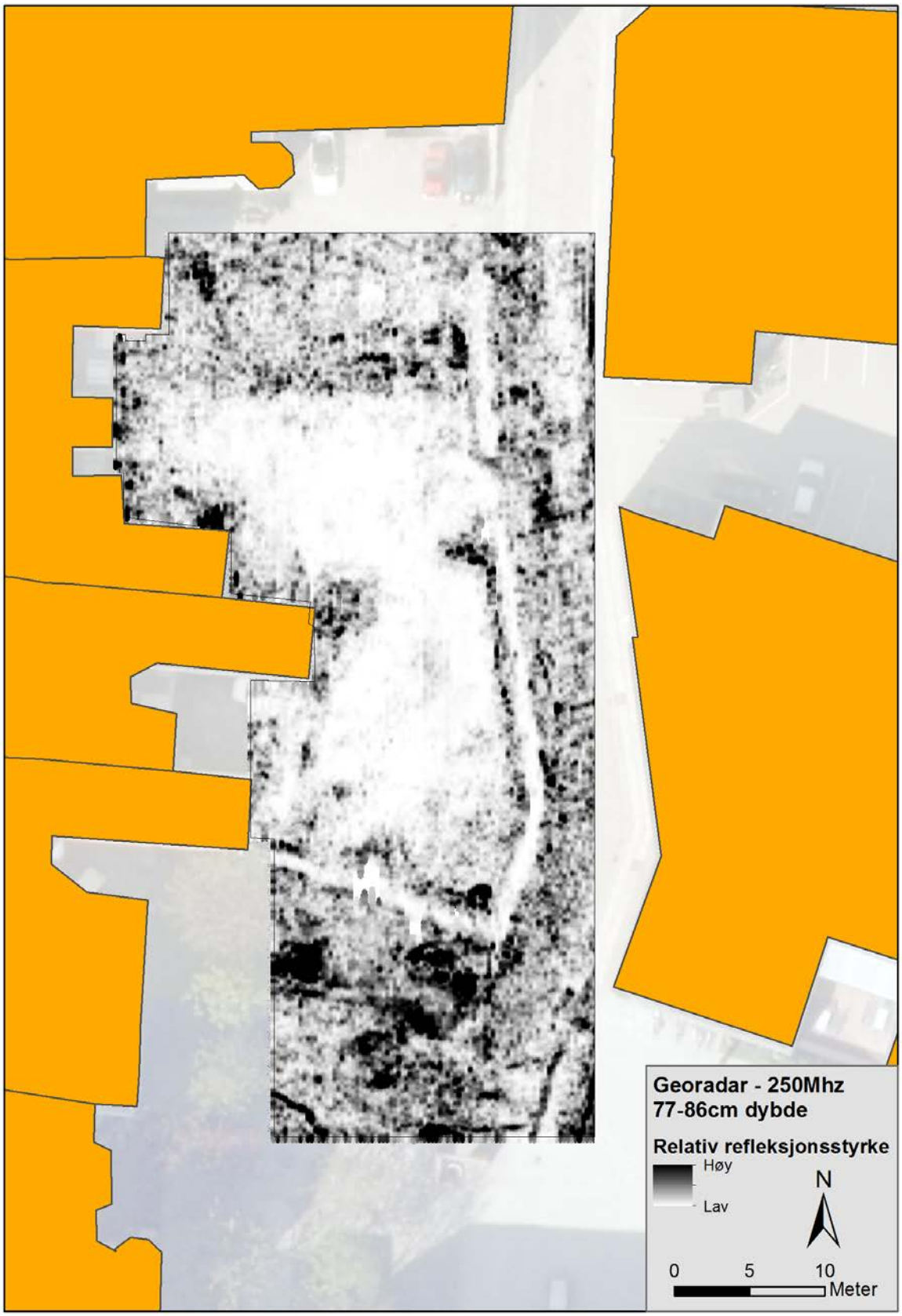
Georadar - 250Mhz
42-51cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter

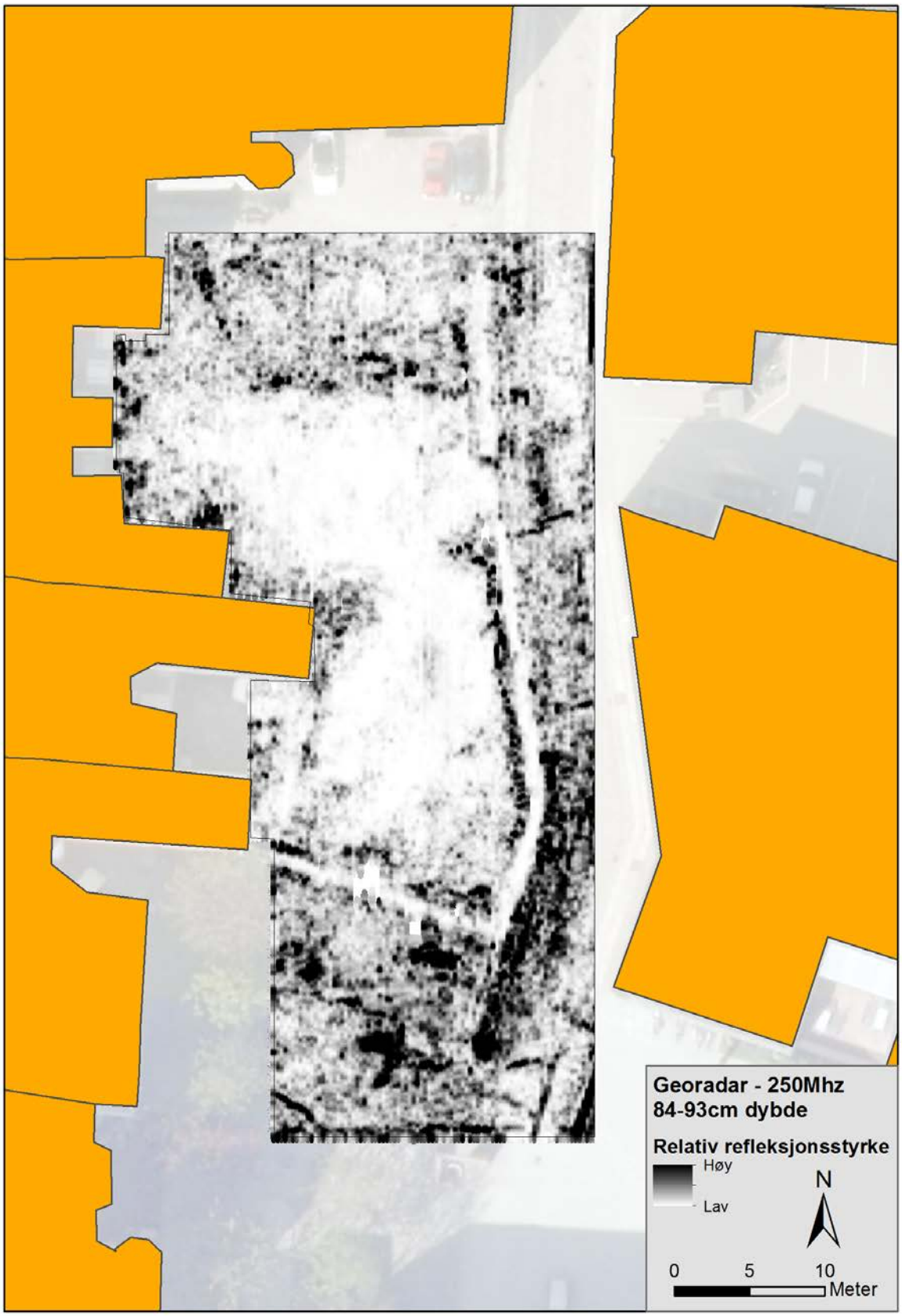
Georadar - 250Mhz
49-53cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter

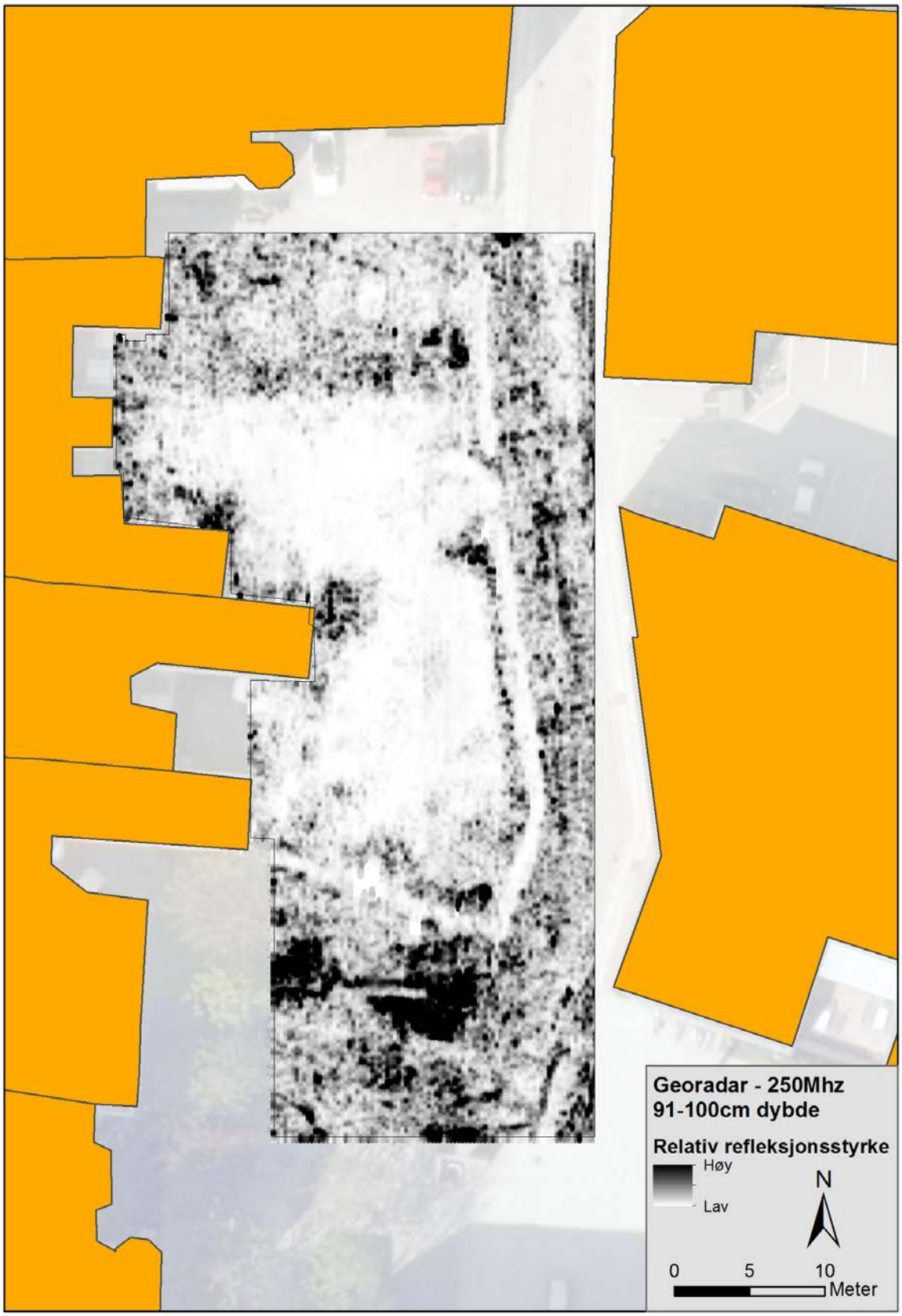

Georadar - 250Mhz
56-65cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter

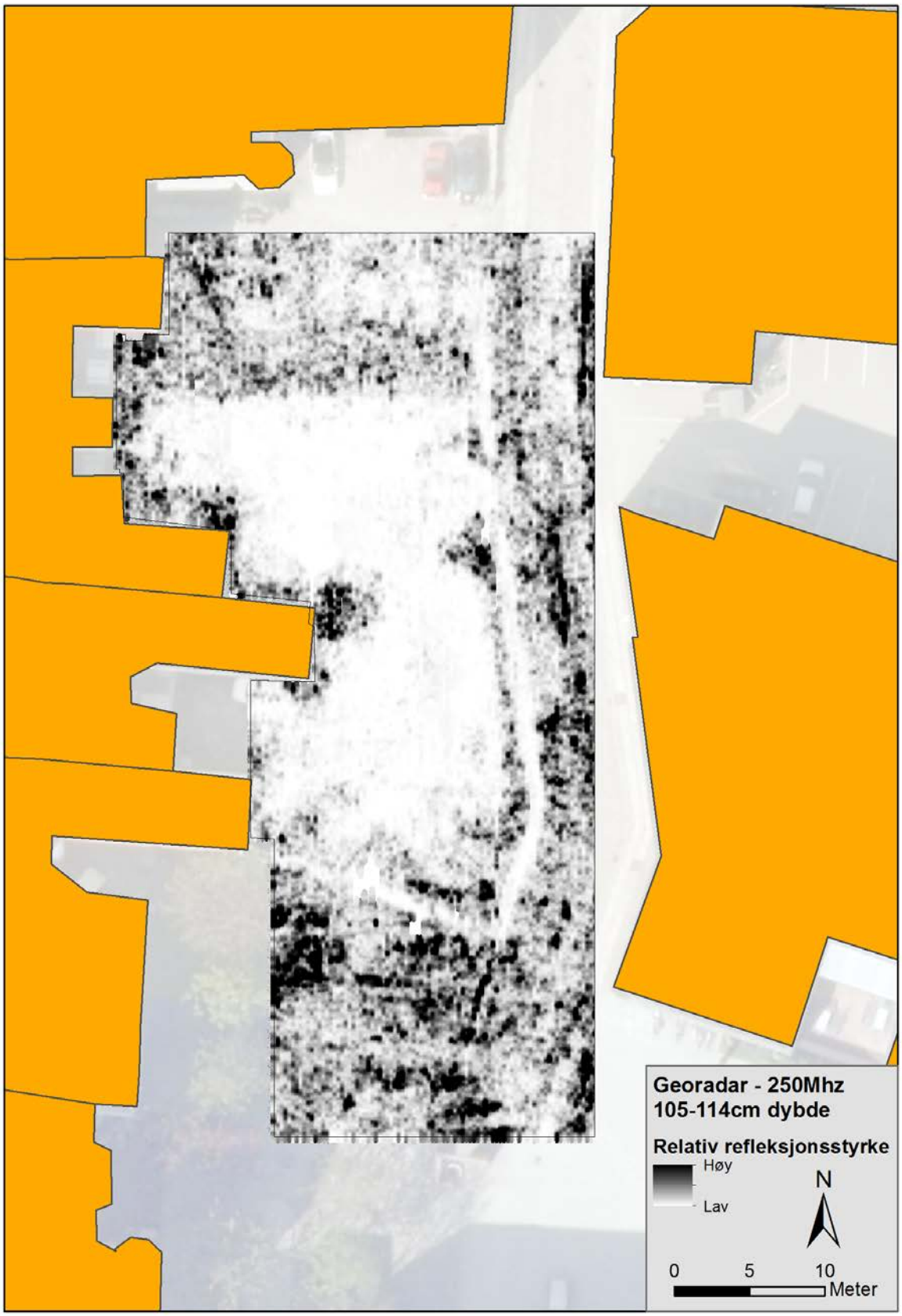
Georadar - 250Mhz
63-72cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter

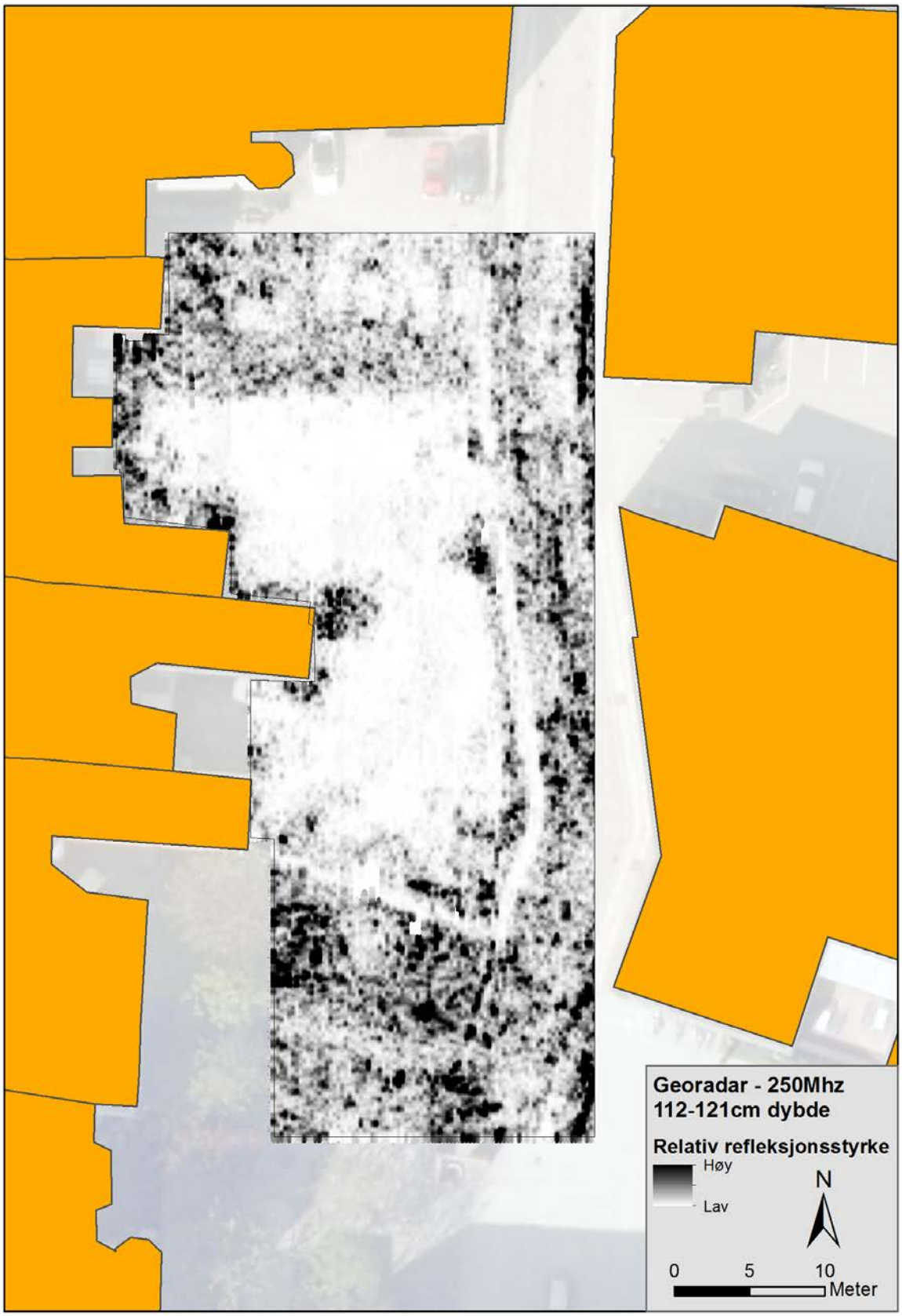
Georadar - 250Mhz
70-79cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter

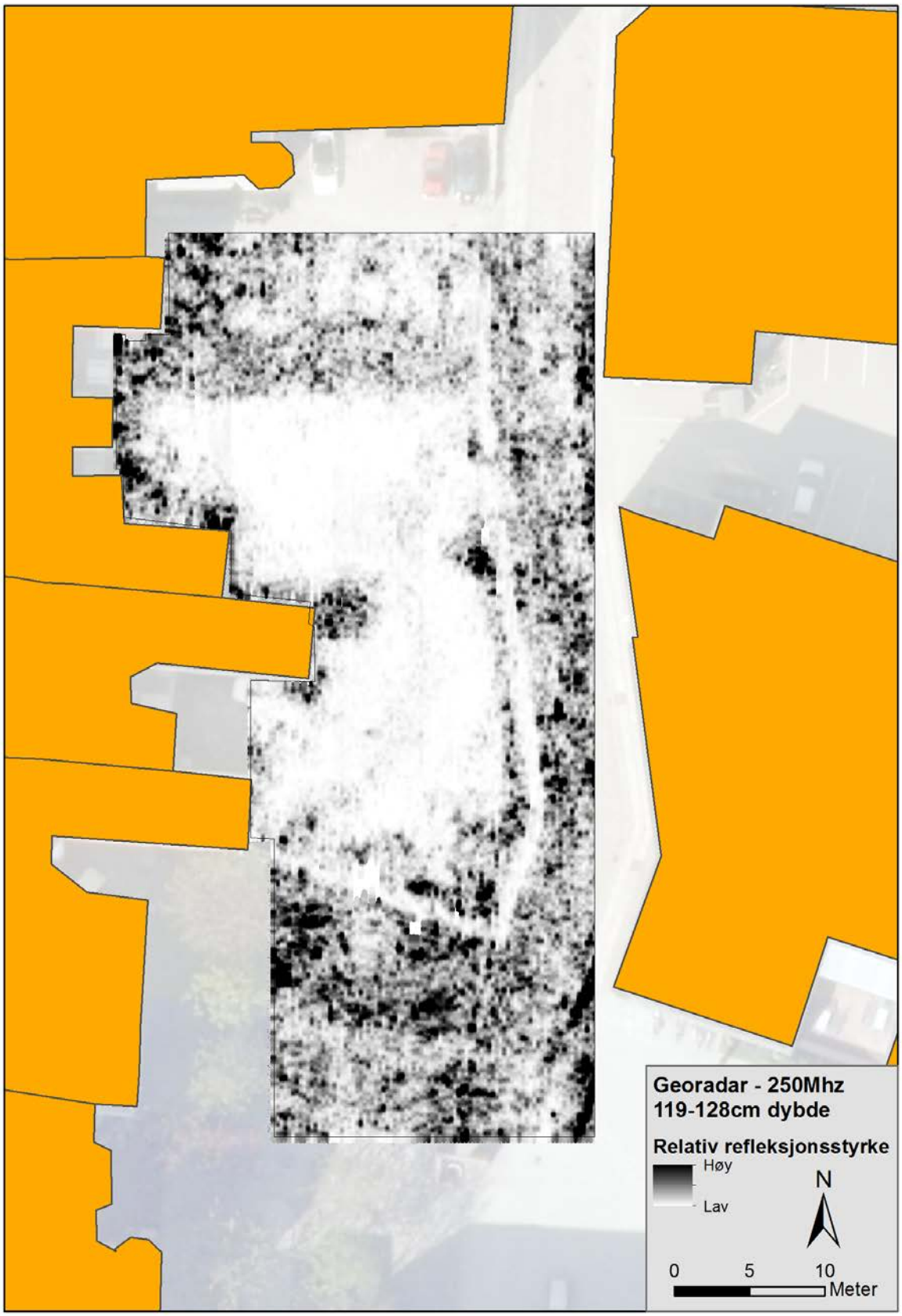

Georadar - 250Mhz
77-86cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter

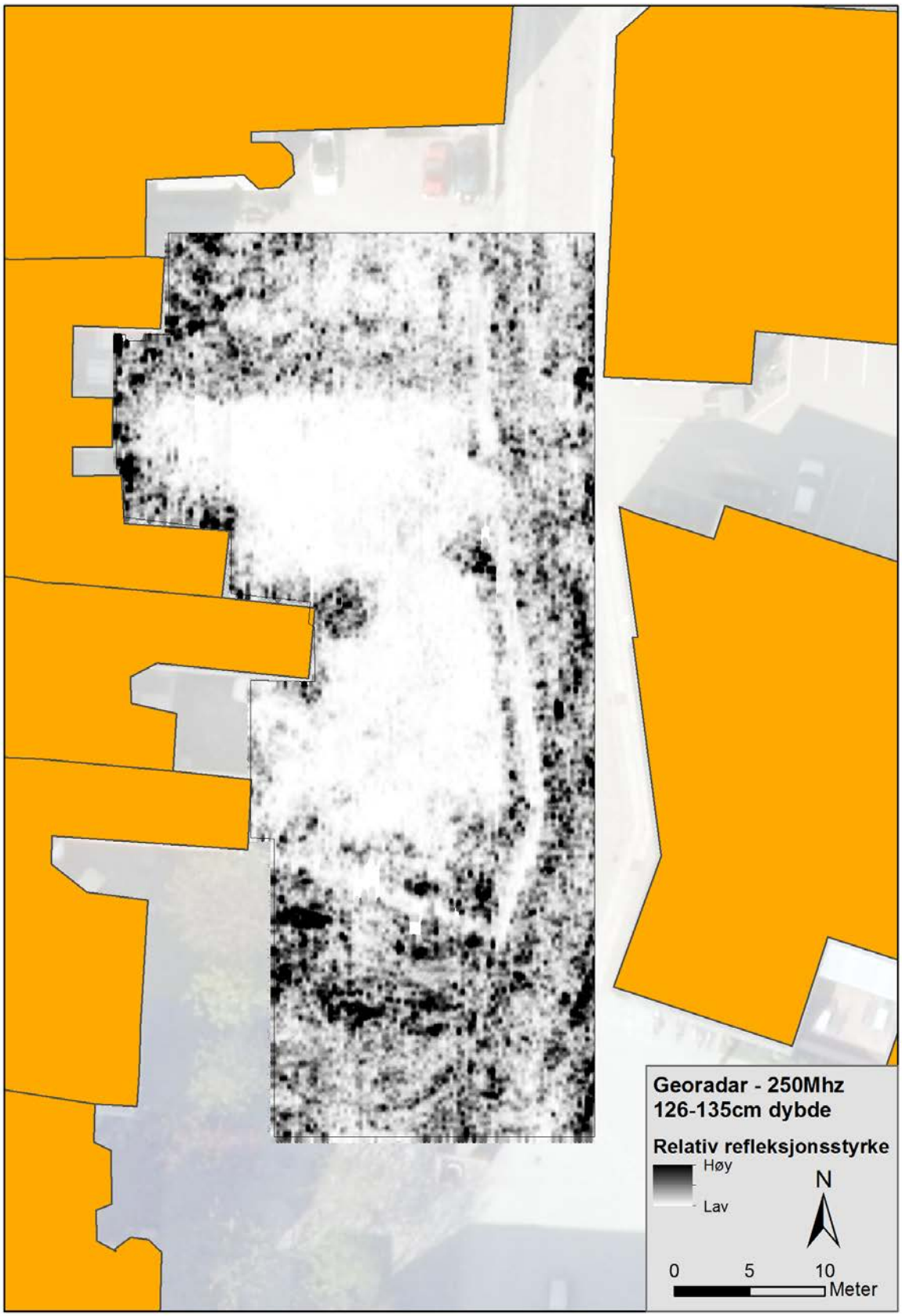

Georadar - 250Mhz
84-93cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter

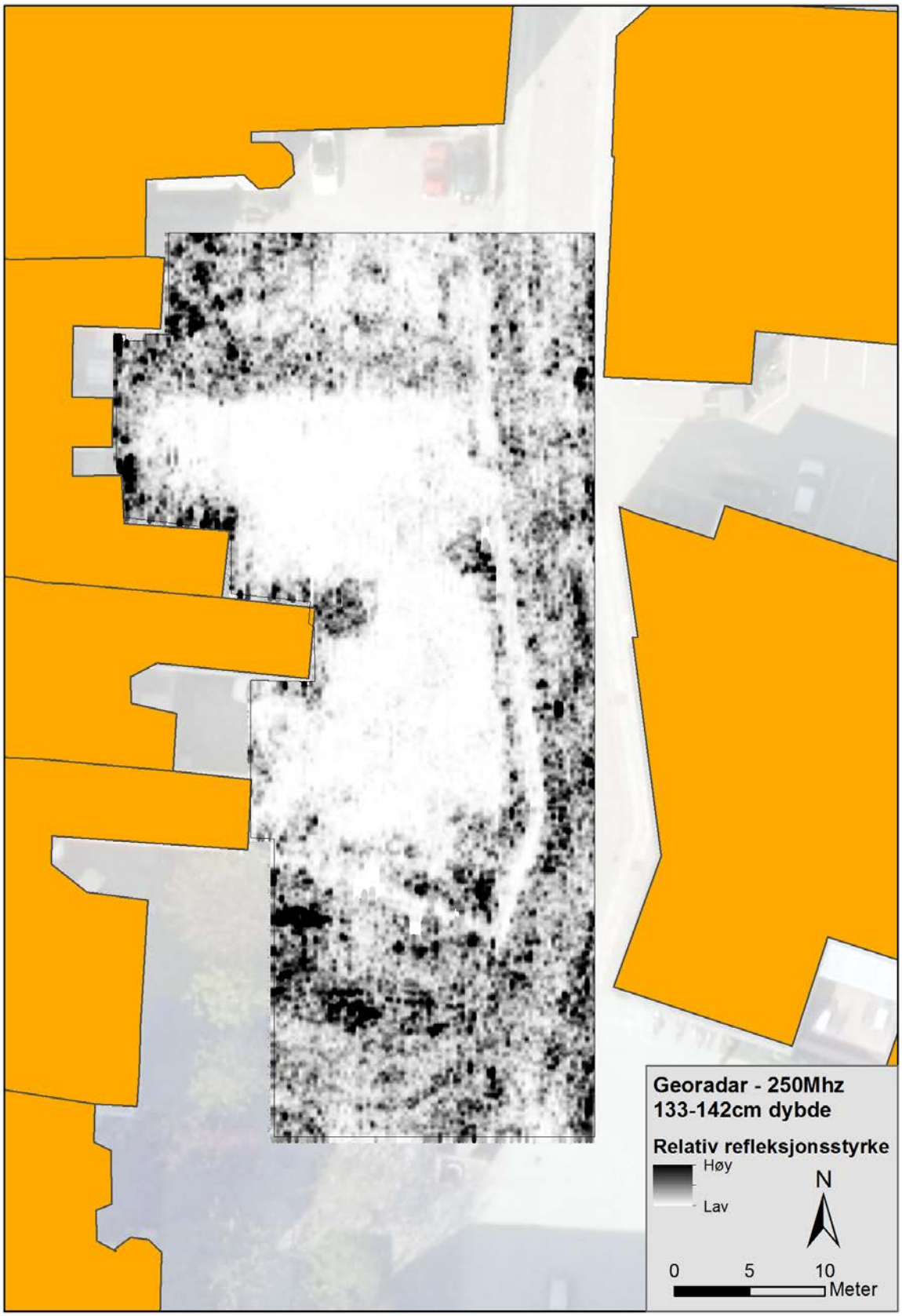

Georadar - 250Mhz
91-100cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter

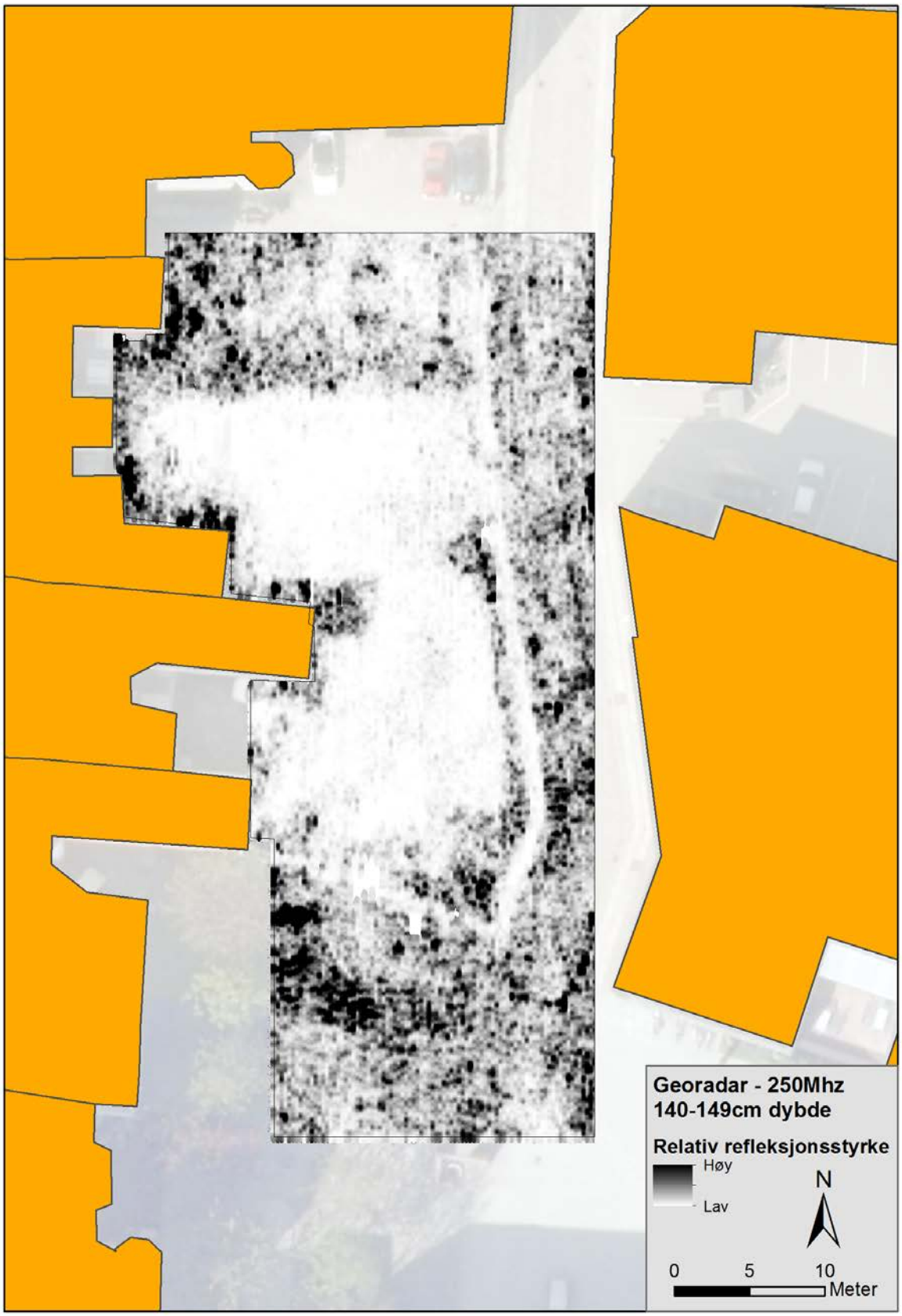

Georadar - 250Mhz
105-114cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter

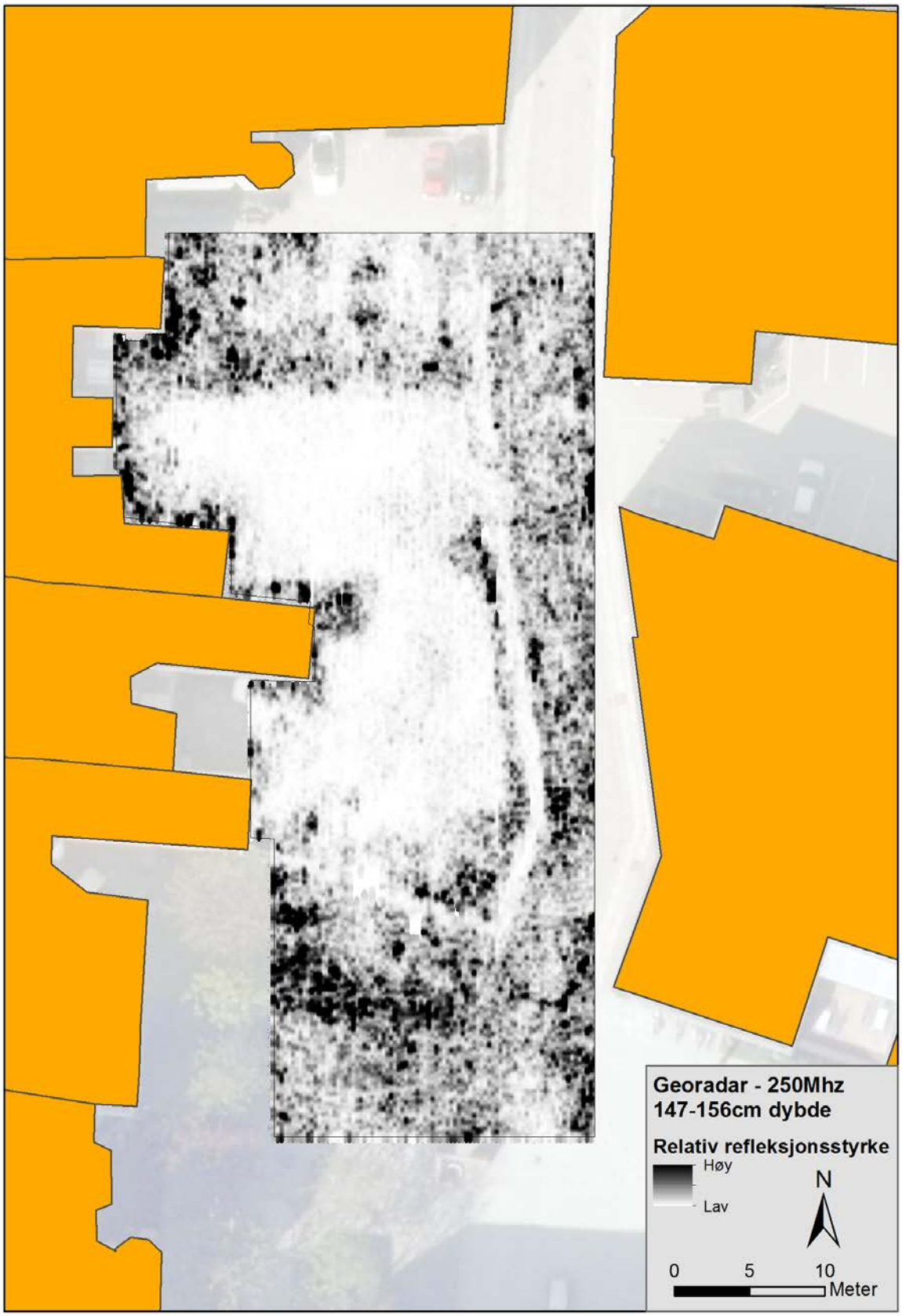

Georadar - 250Mhz
112-121cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter

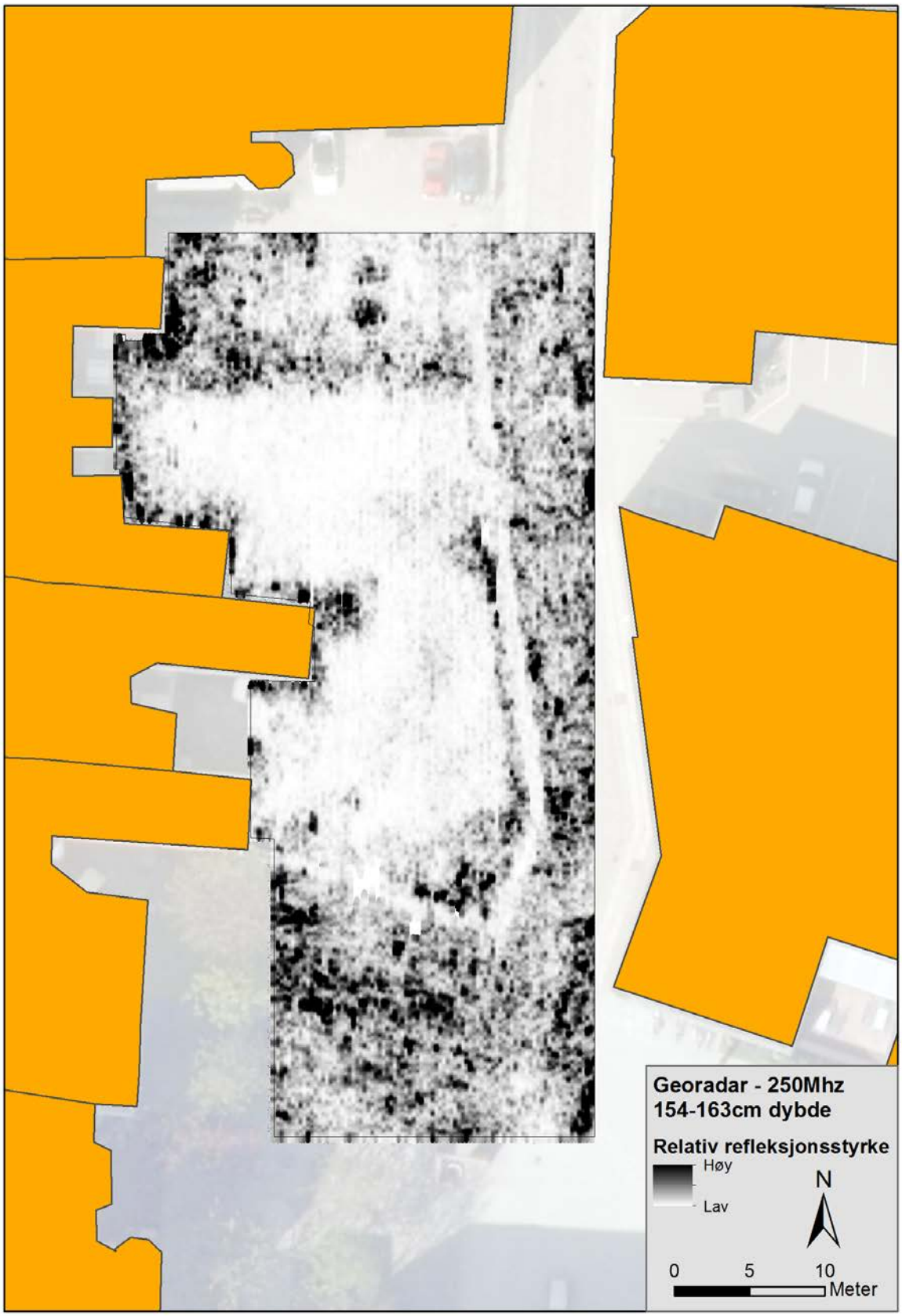

Georadar - 250Mhz
119-128cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter

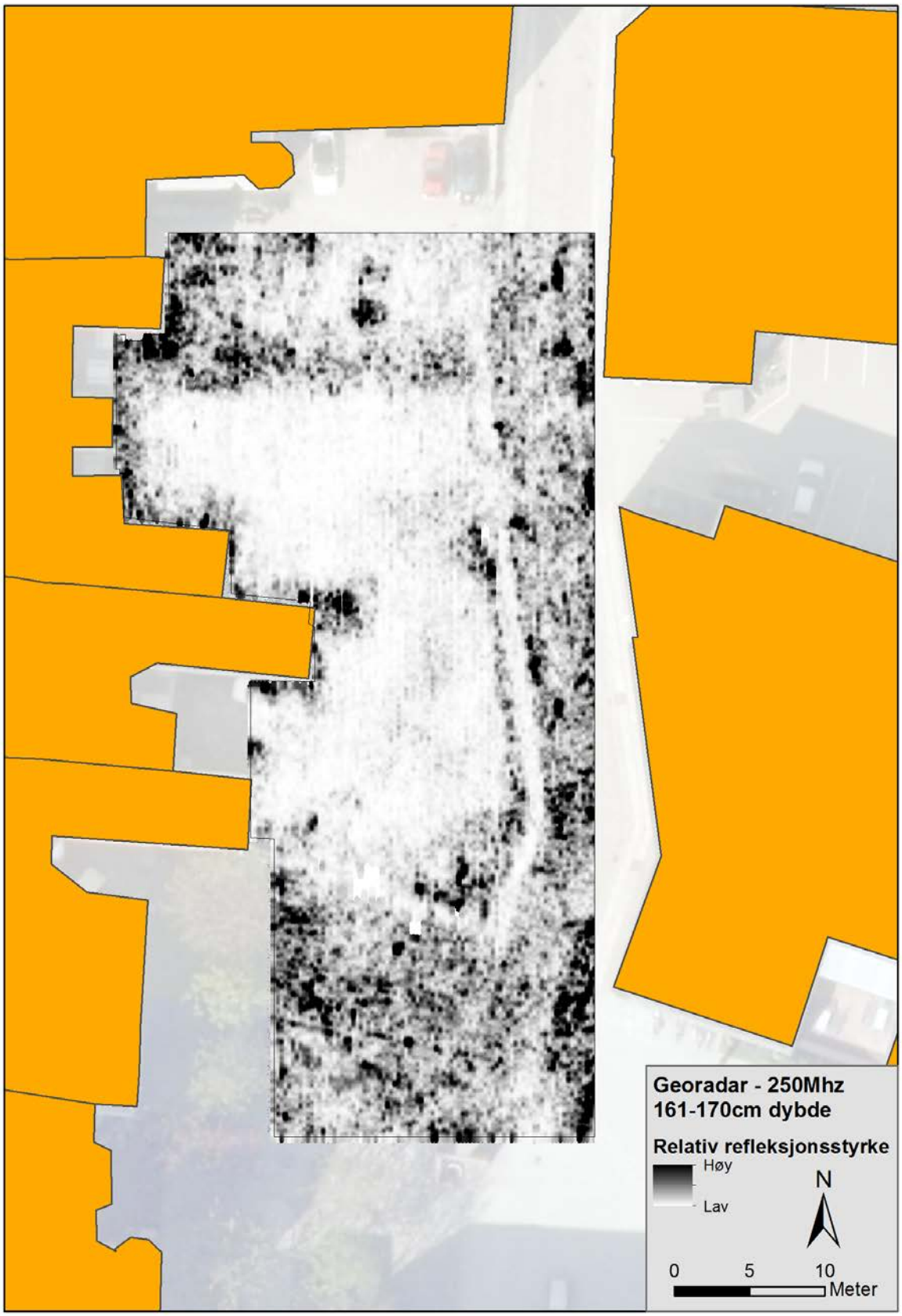

Georadar - 250Mhz
126-135cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter

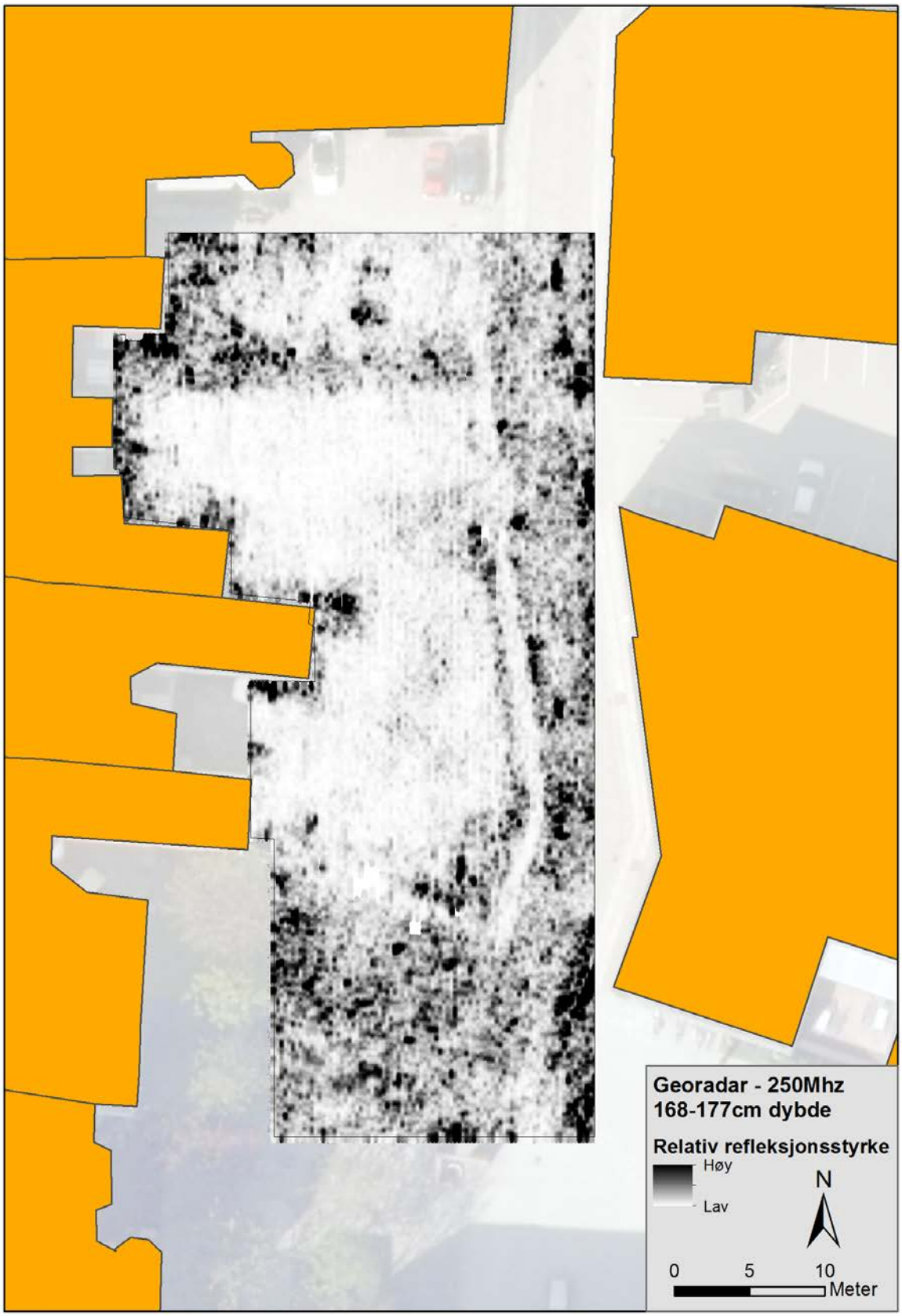

Georadar - 250Mhz
133-142cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter

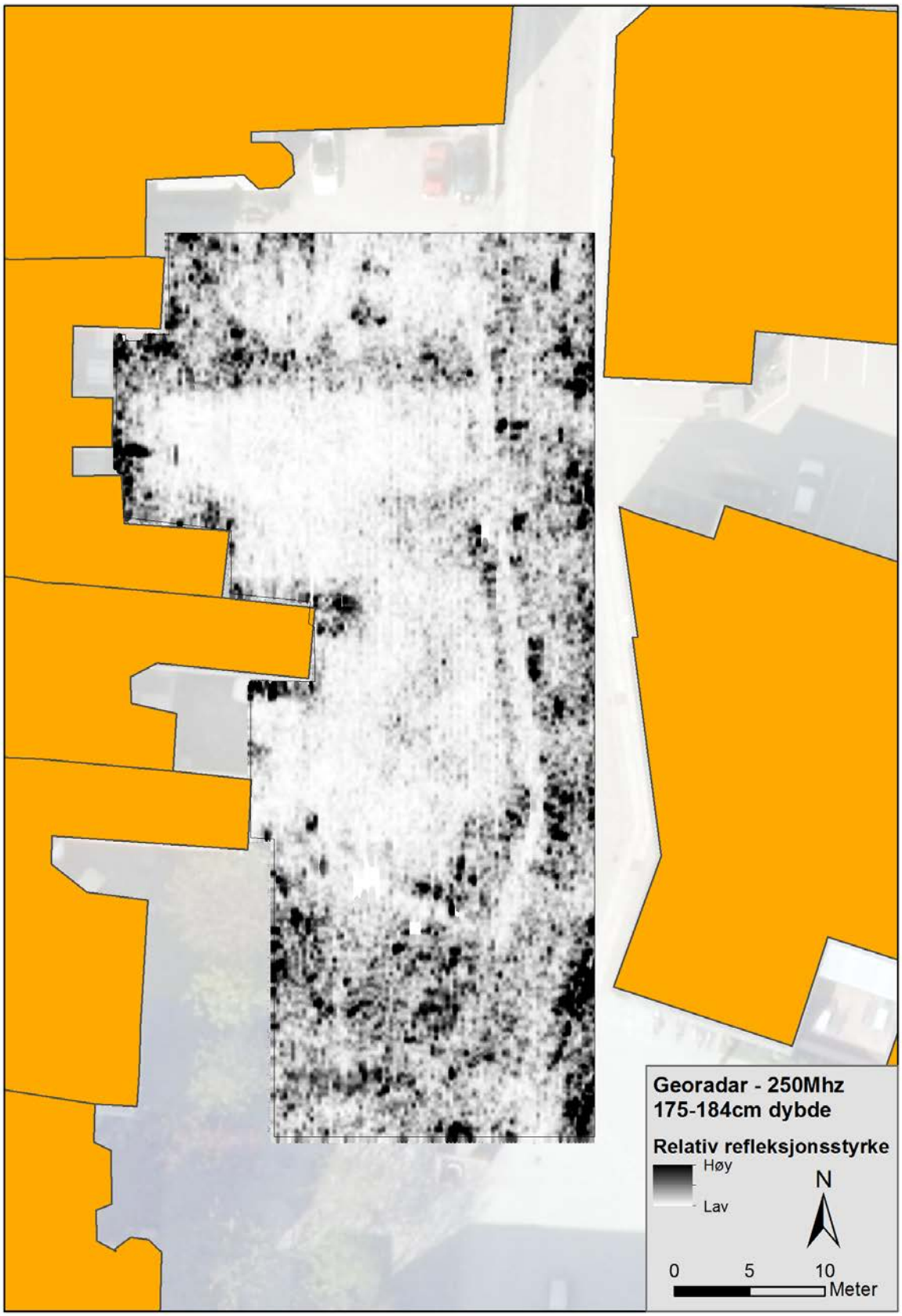

Georadar - 250Mhz
140-149cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter

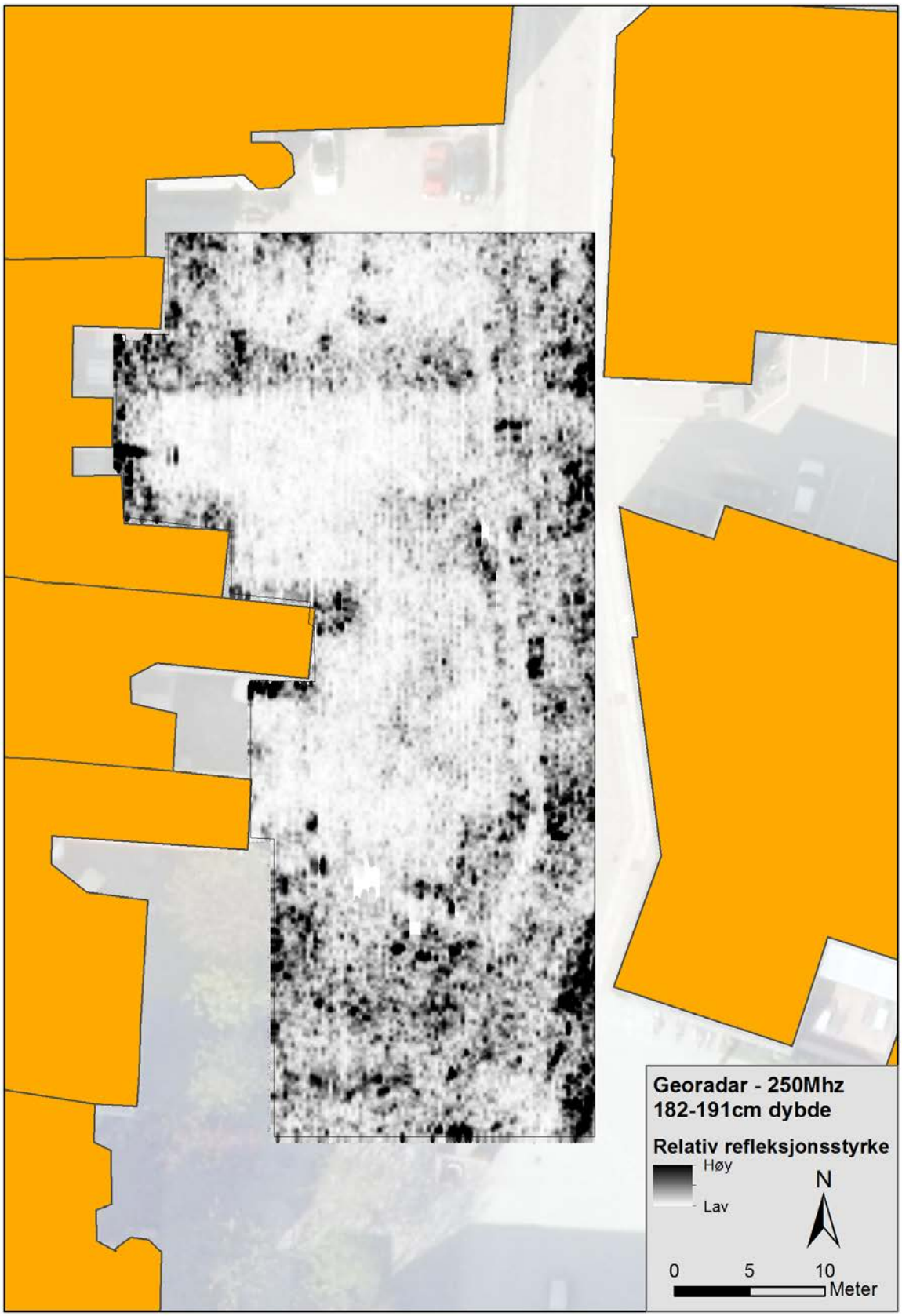

Georadar - 250Mhz
147-156cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter

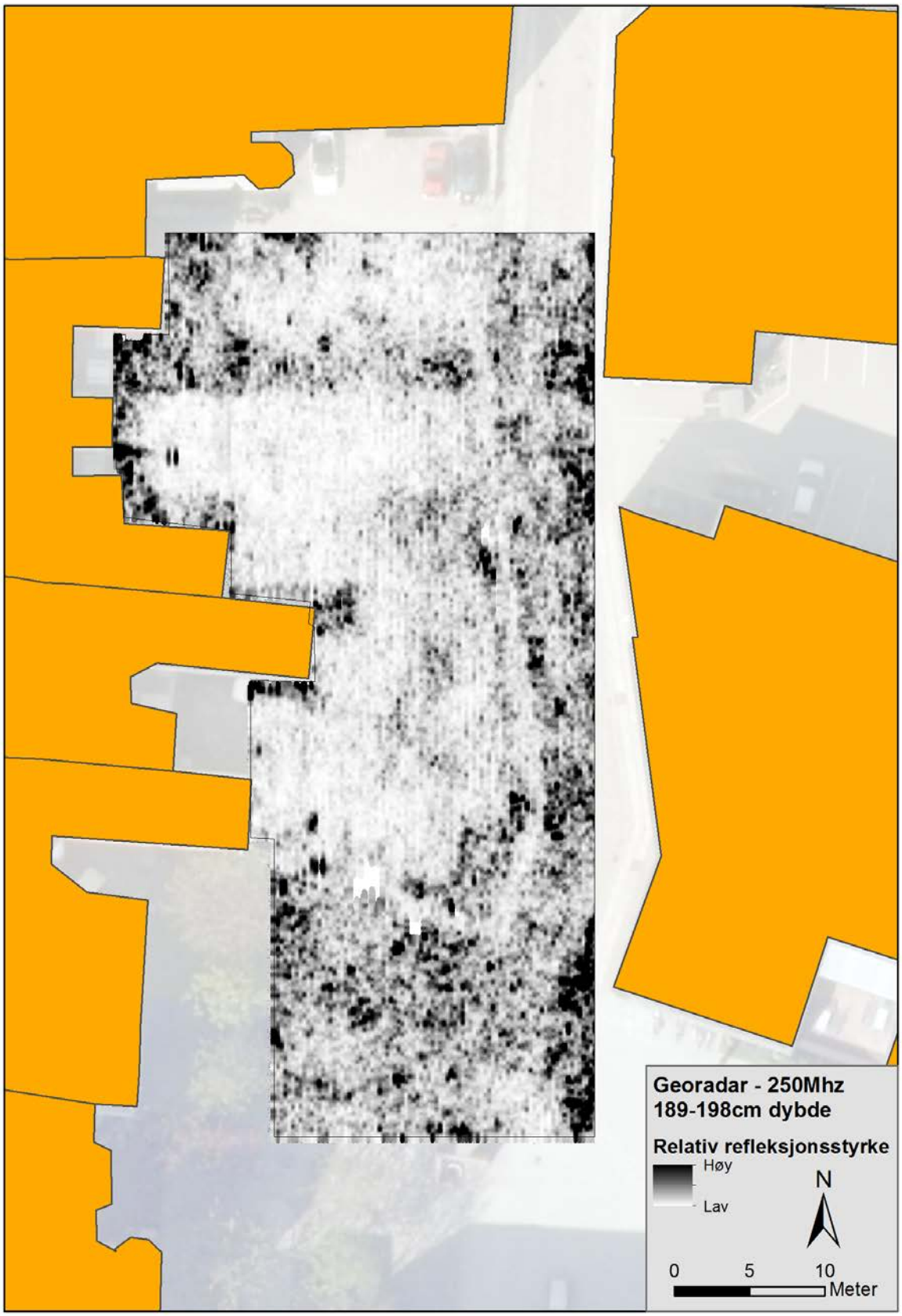

Georadar - 250Mhz
154-163cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter

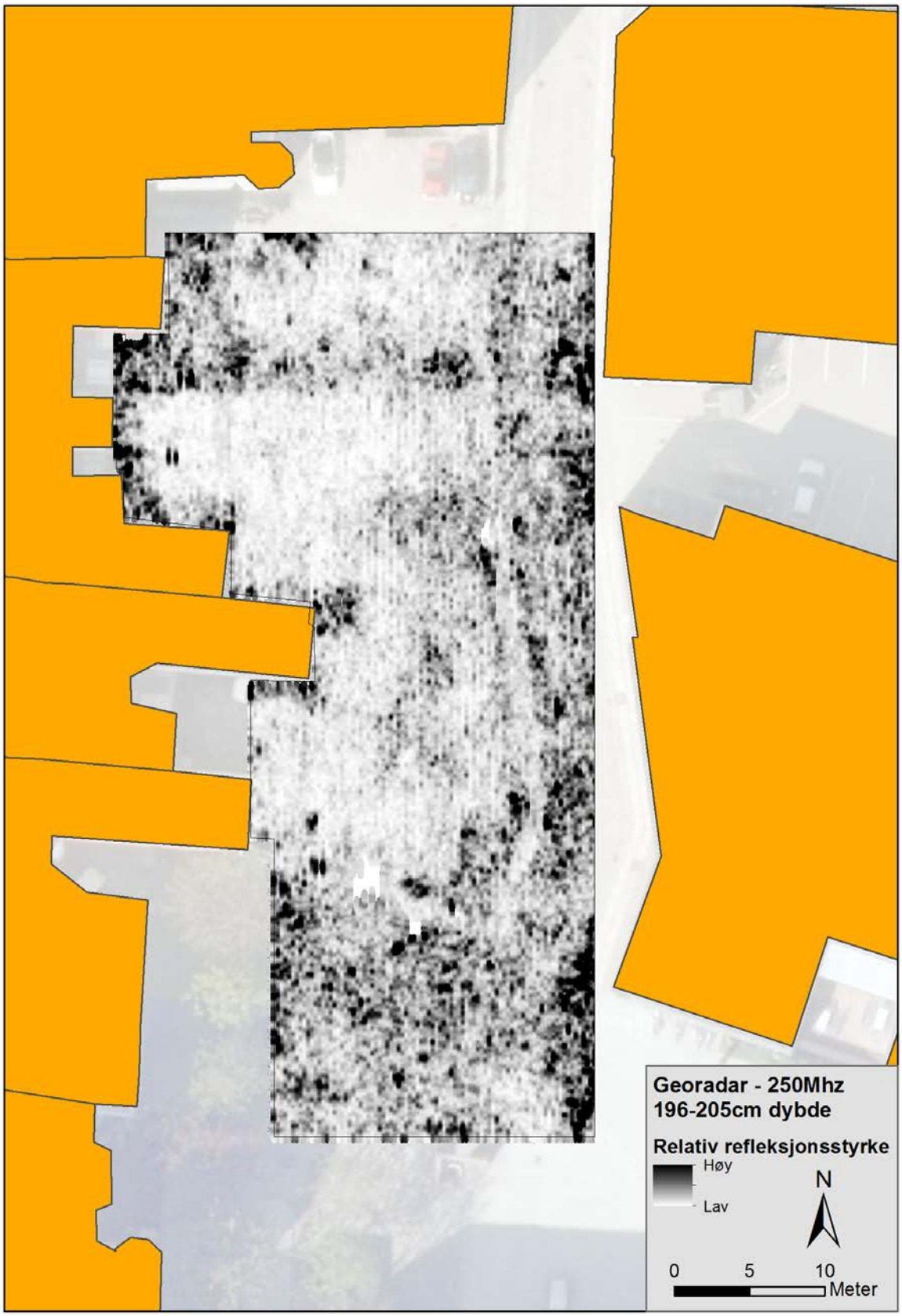

Georadar - 250Mhz
161-170cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter

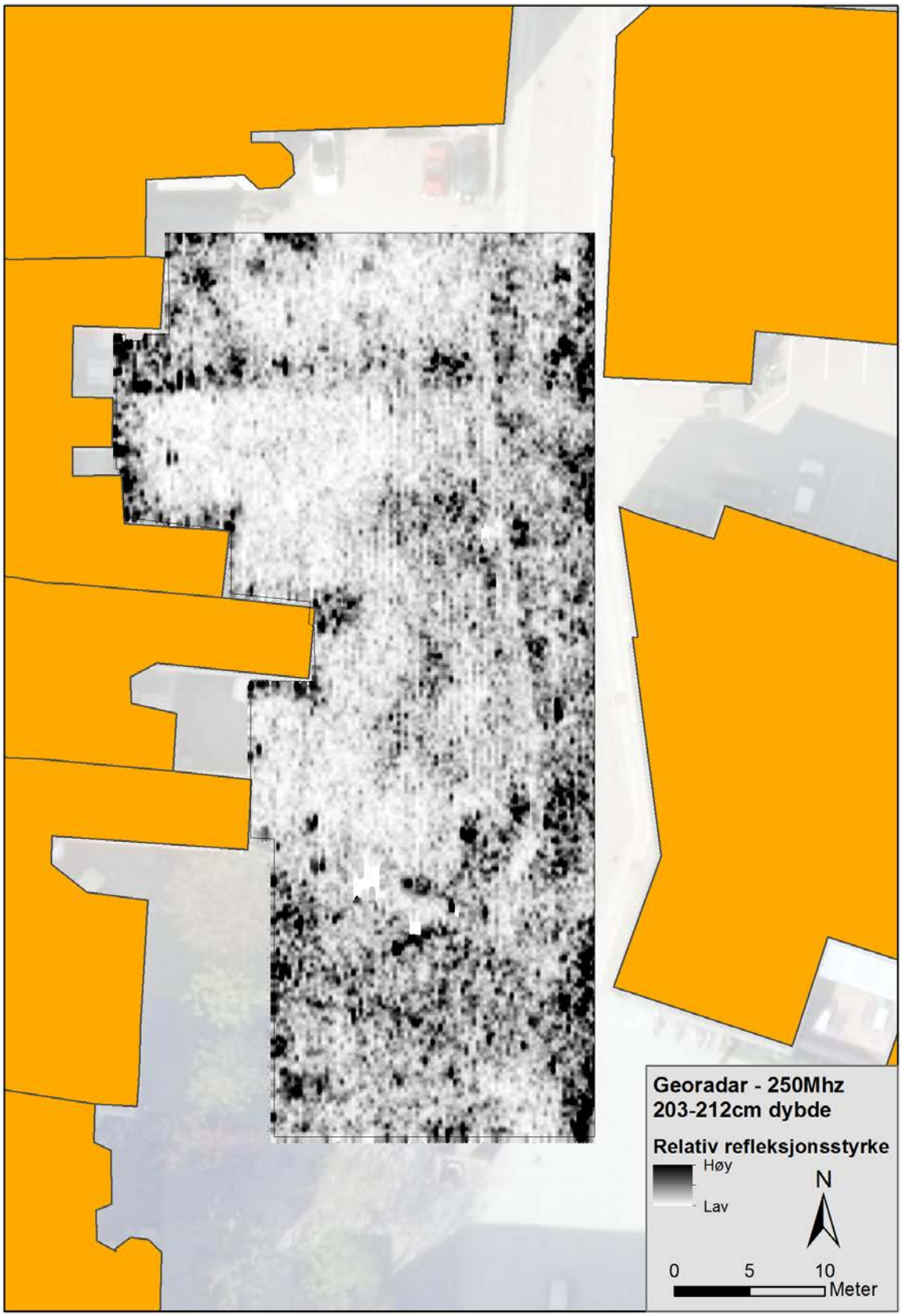

Georadar - 250Mhz
168-177cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter

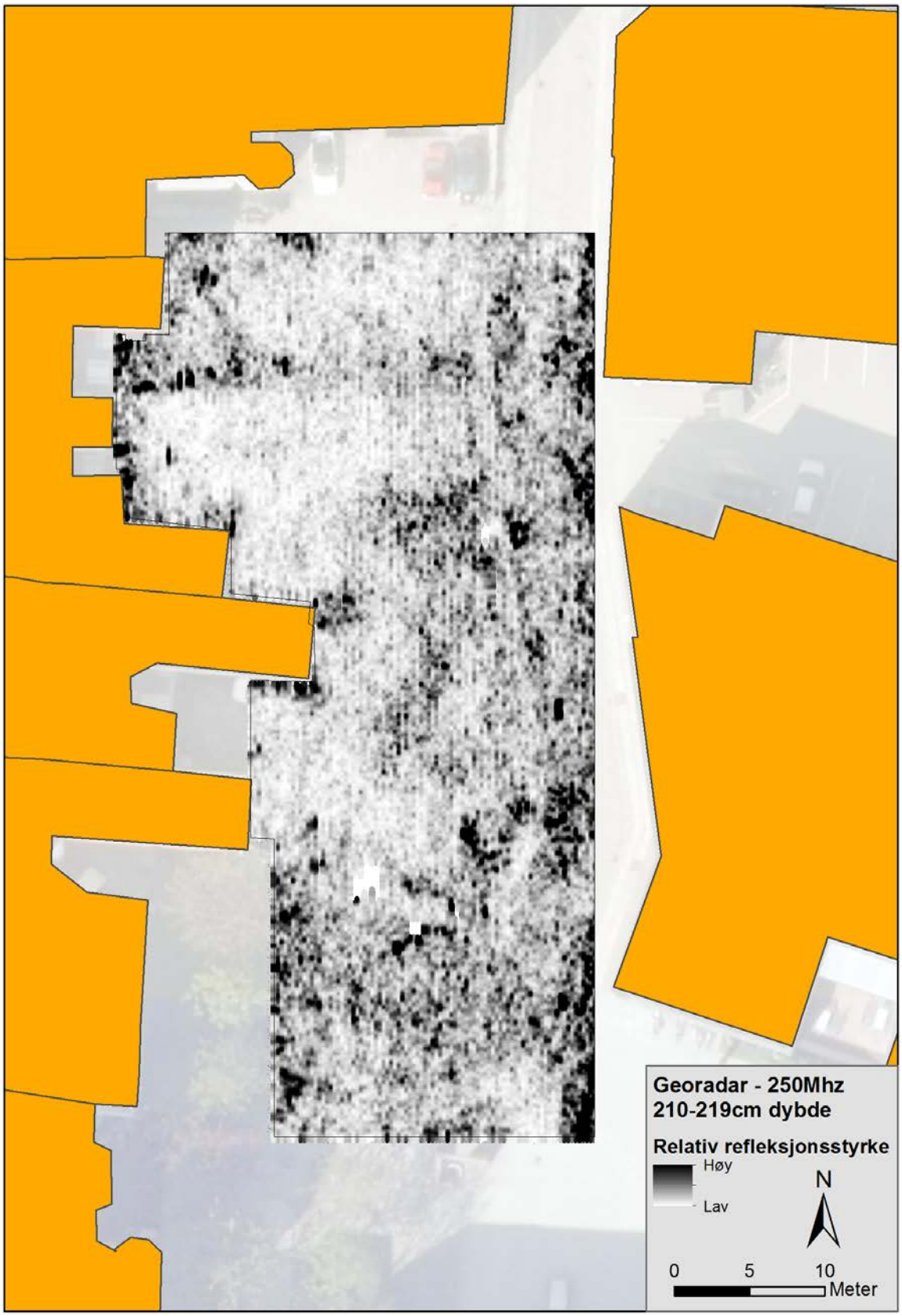

Georadar - 250Mhz
175-184cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter

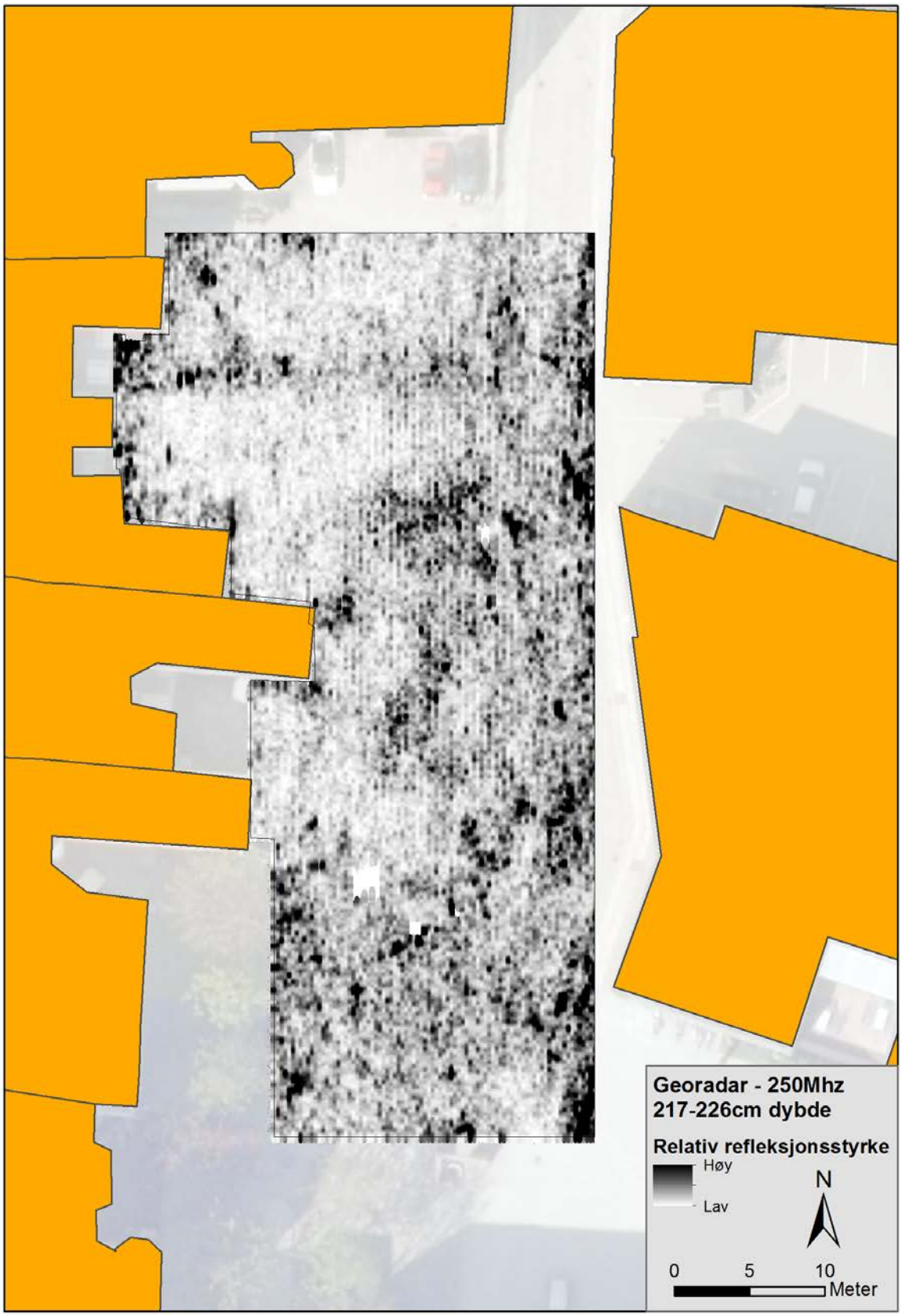

Georadar - 250Mhz
182-191cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter

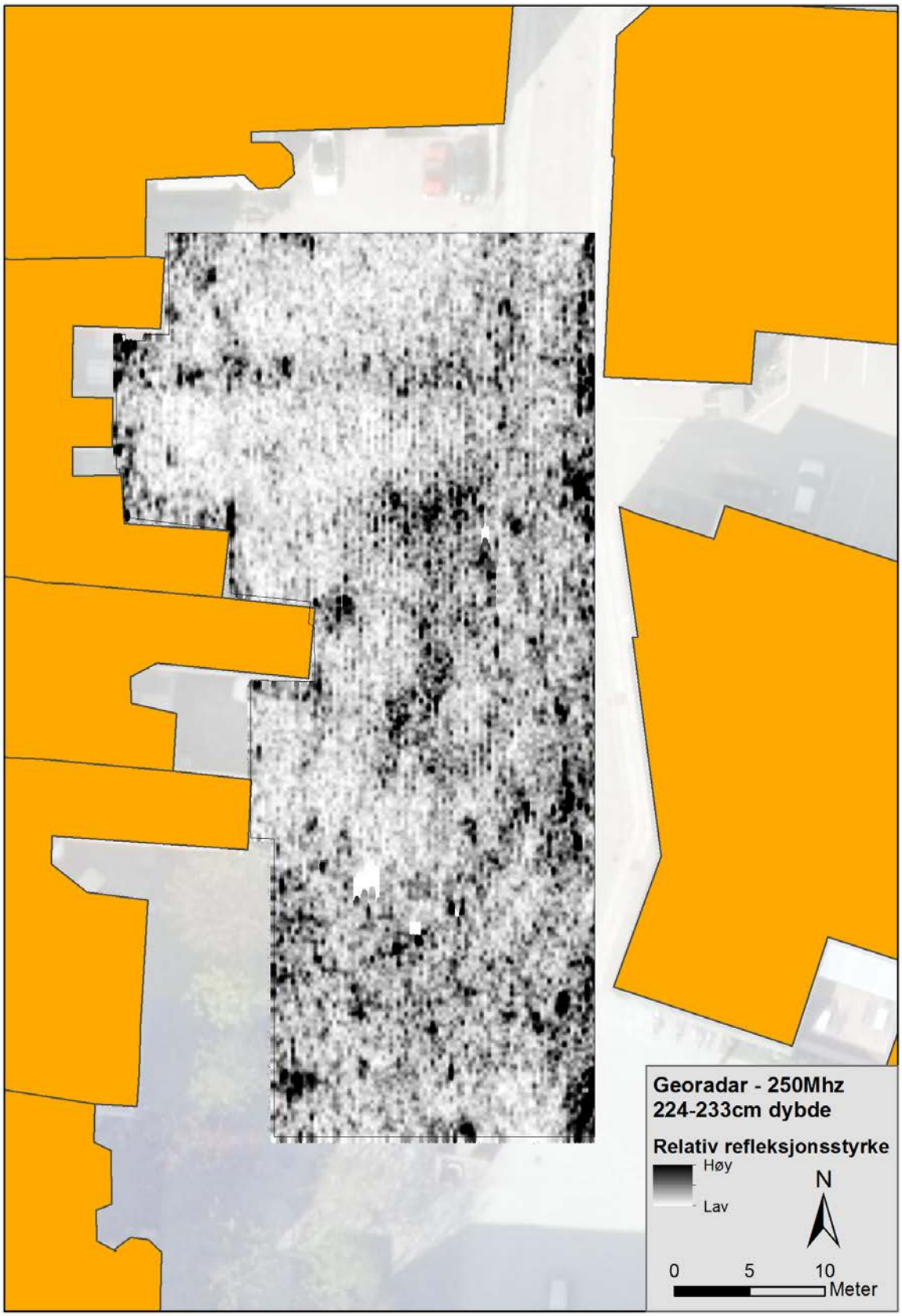

Georadar - 250Mhz
189-198cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter

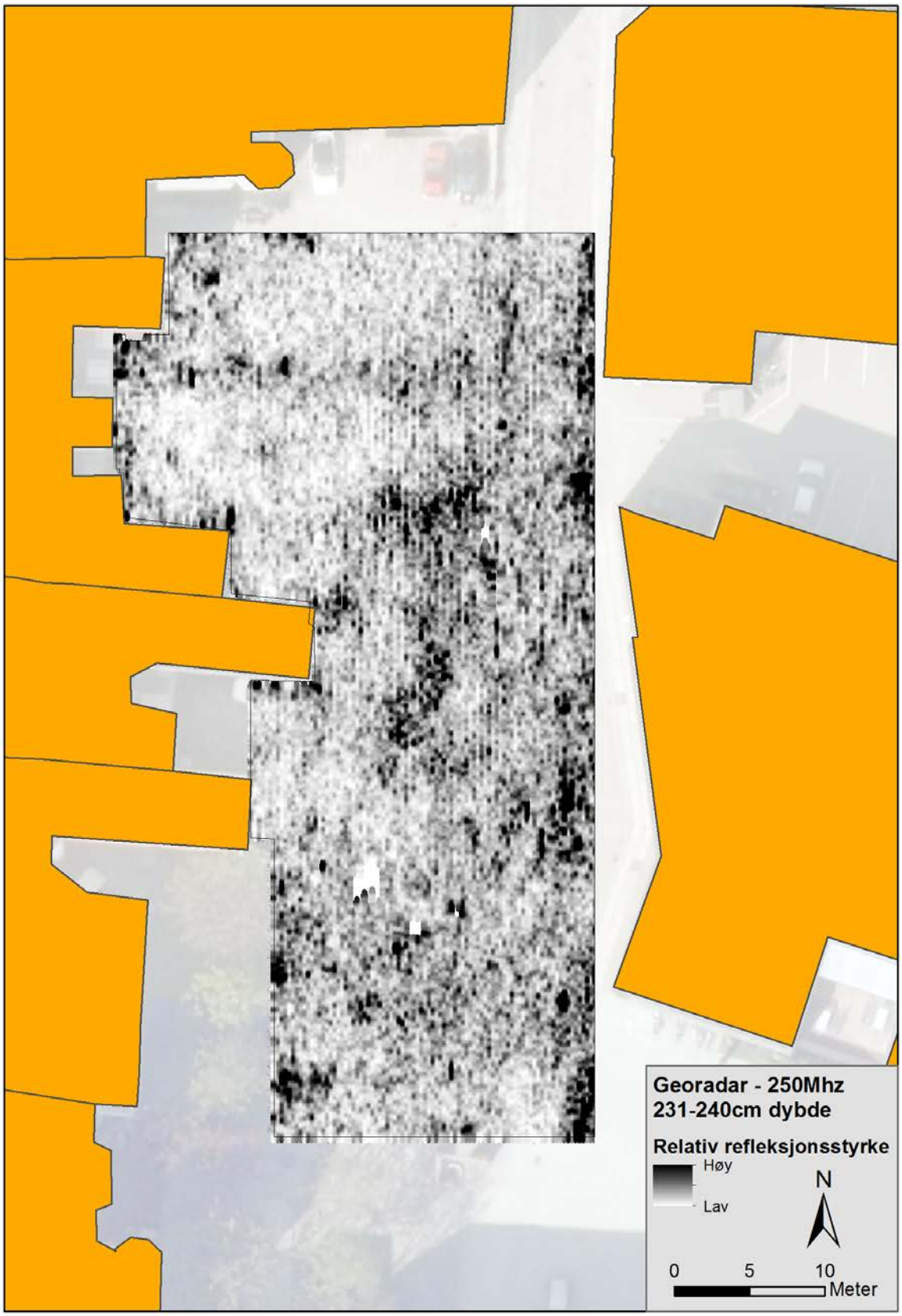

Georadar - 250Mhz
196-205cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter

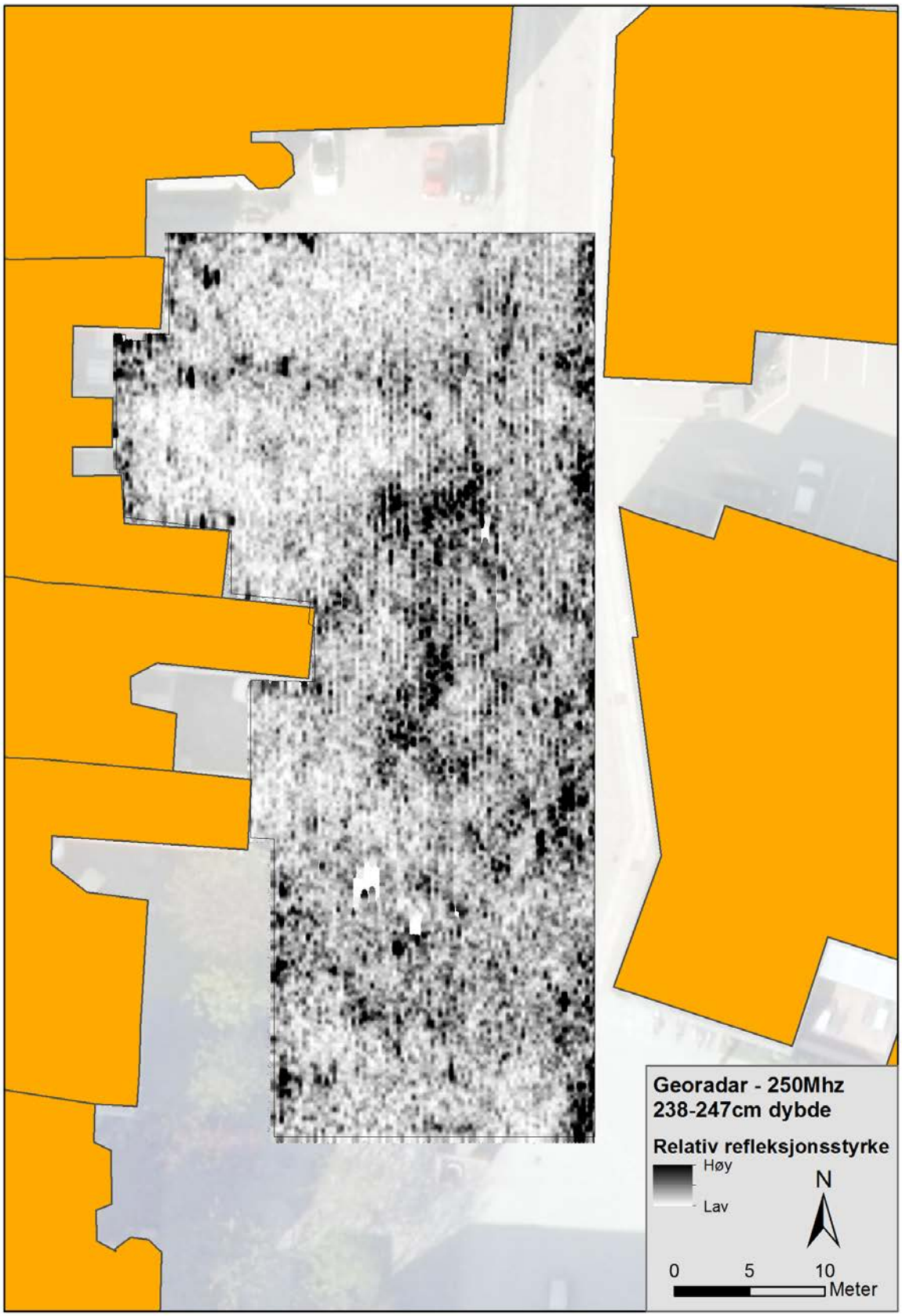

Georadar - 250Mhz
203-212cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter

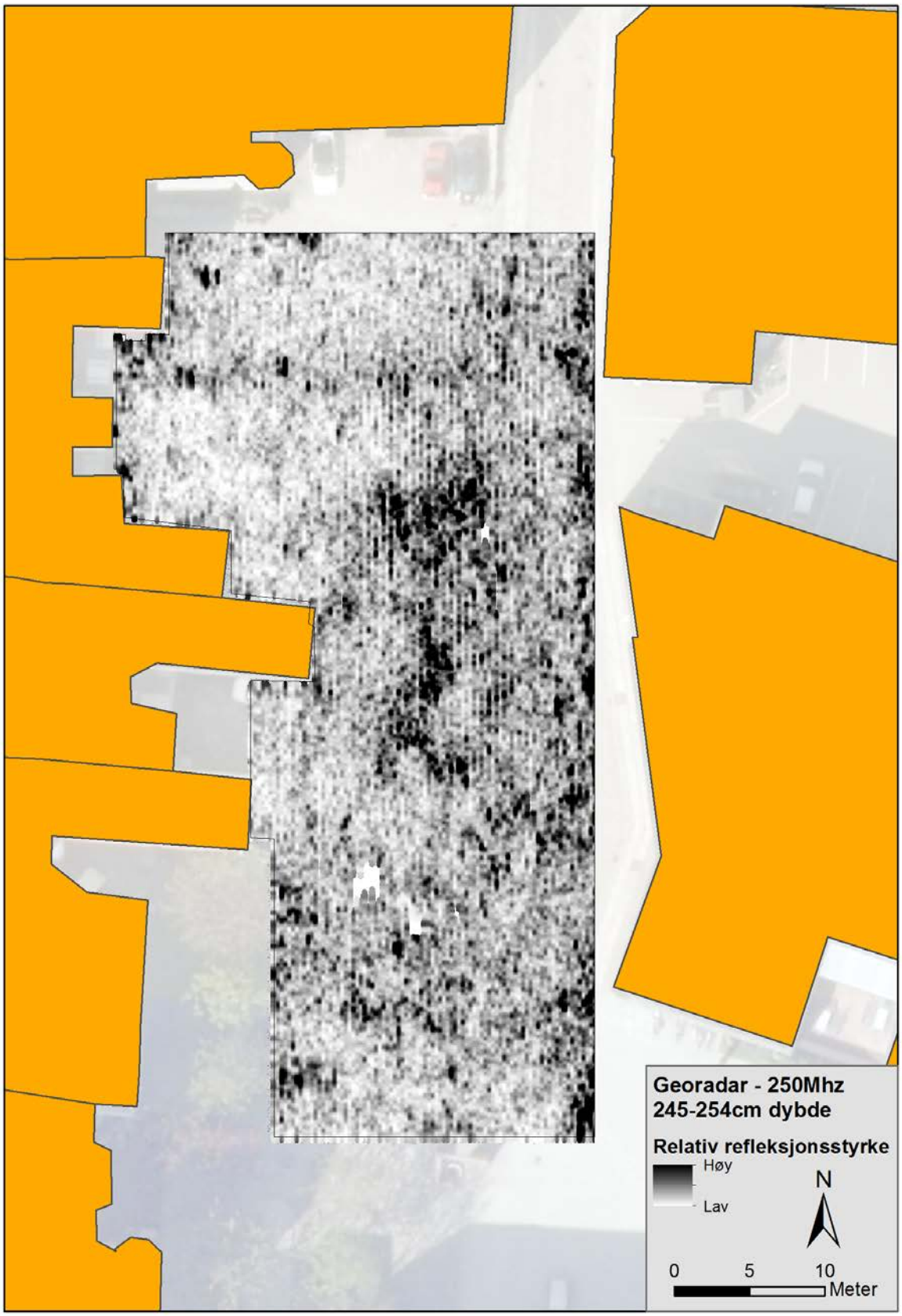

Georadar - 250Mhz
210-219cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter

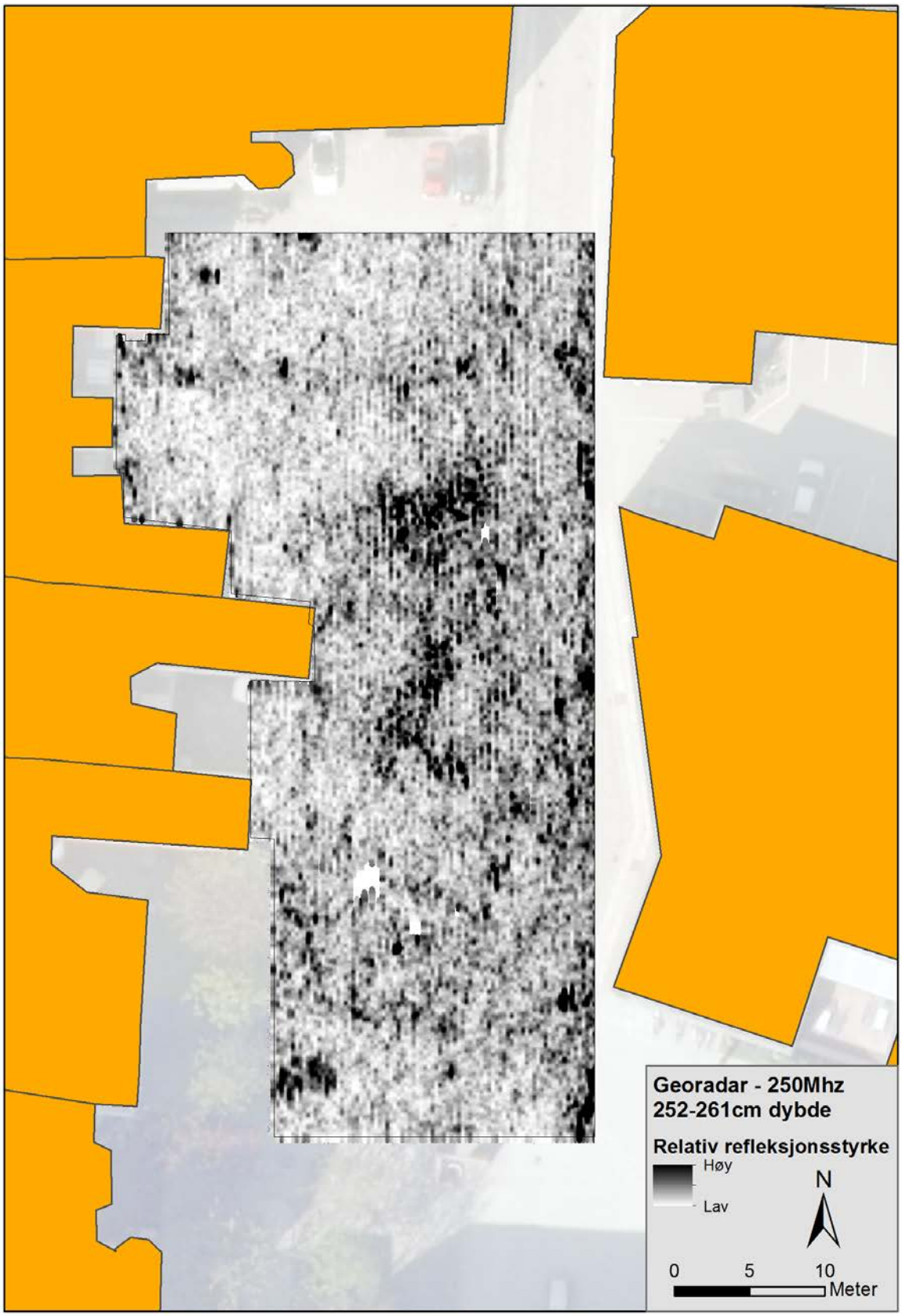

Georadar - 250Mhz
217-226cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter

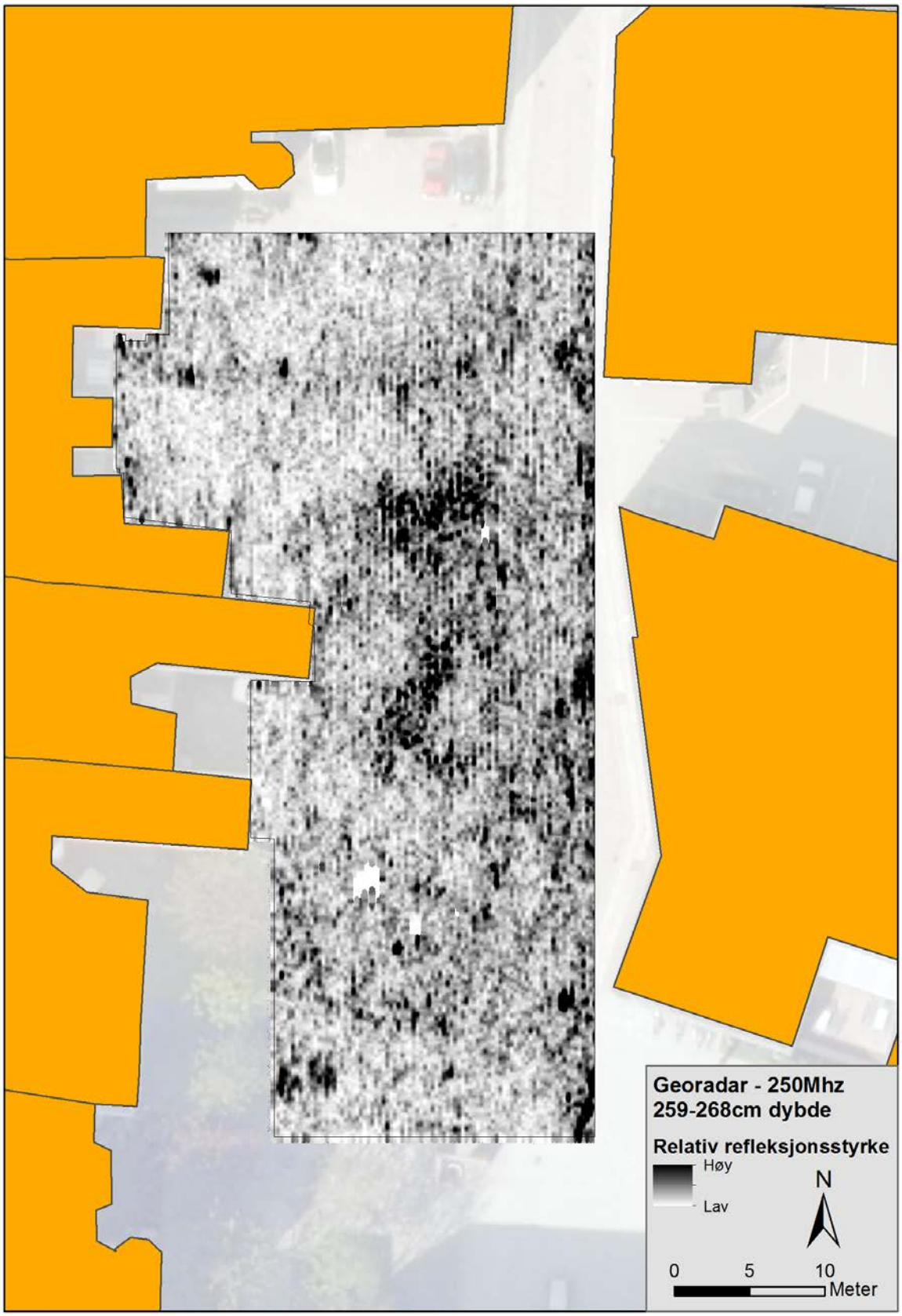

Georadar - 250Mhz
224-233cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter

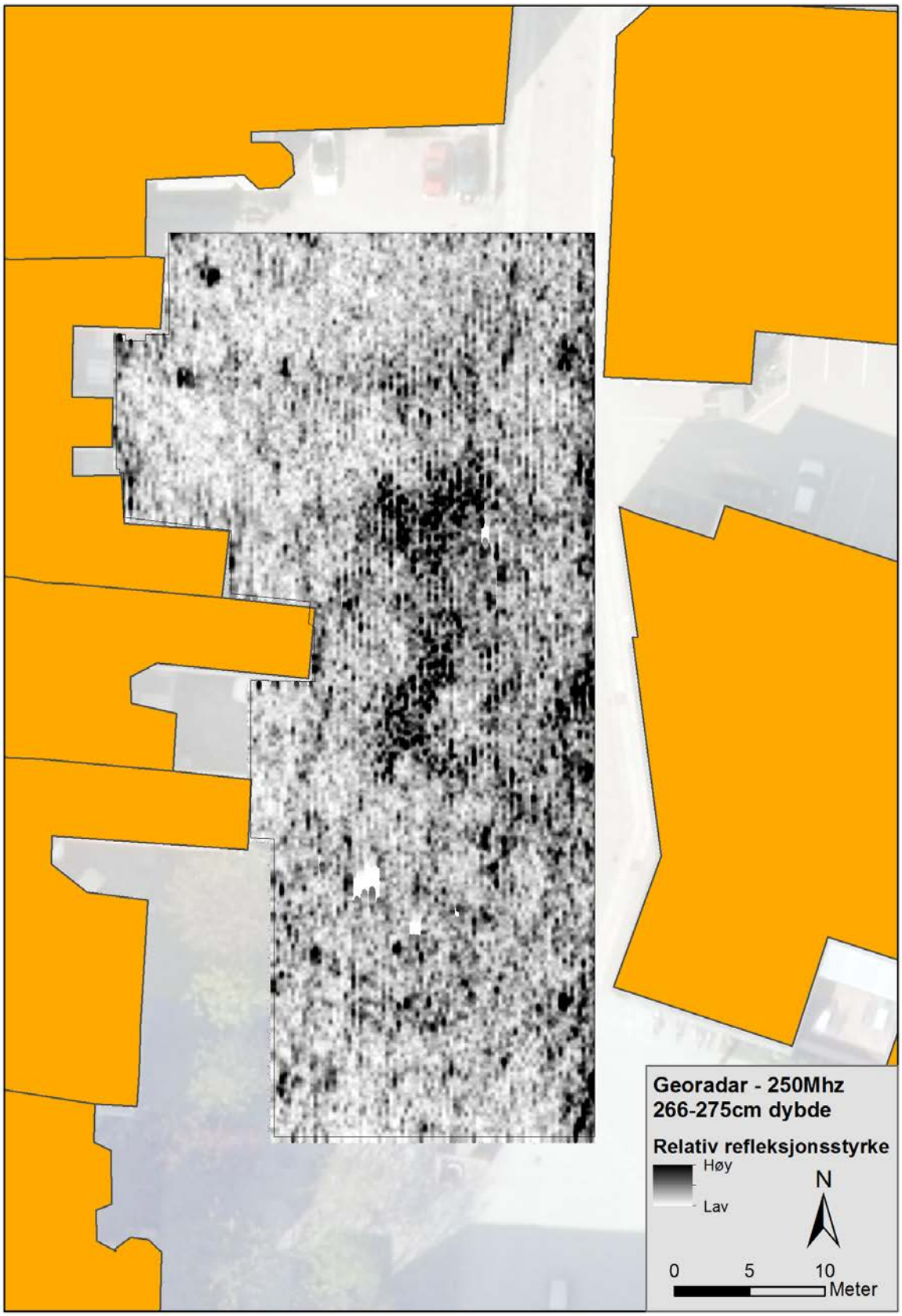

Georadar - 250Mhz
231-240cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter

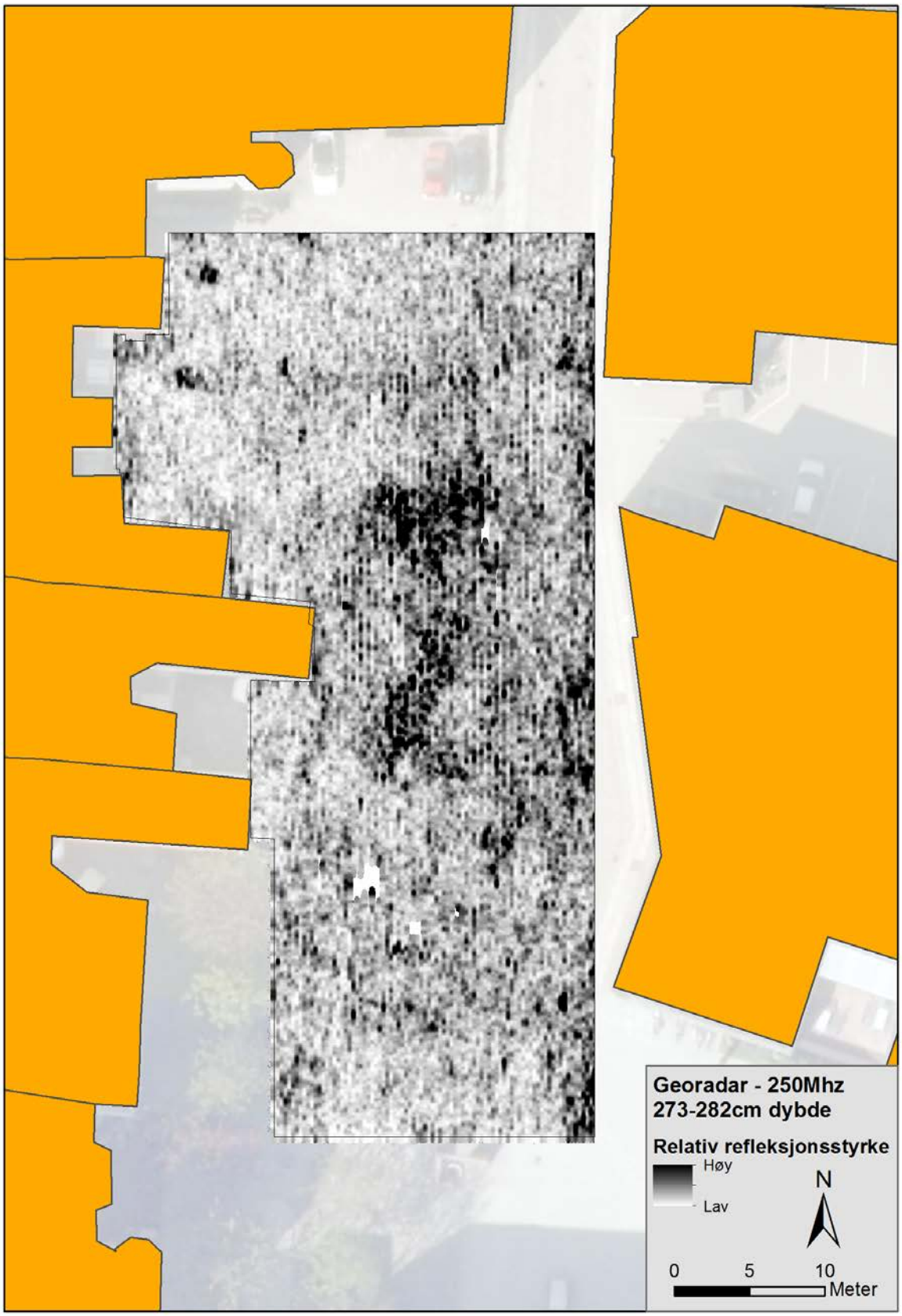

Georadar - 250Mhz
238-247cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter

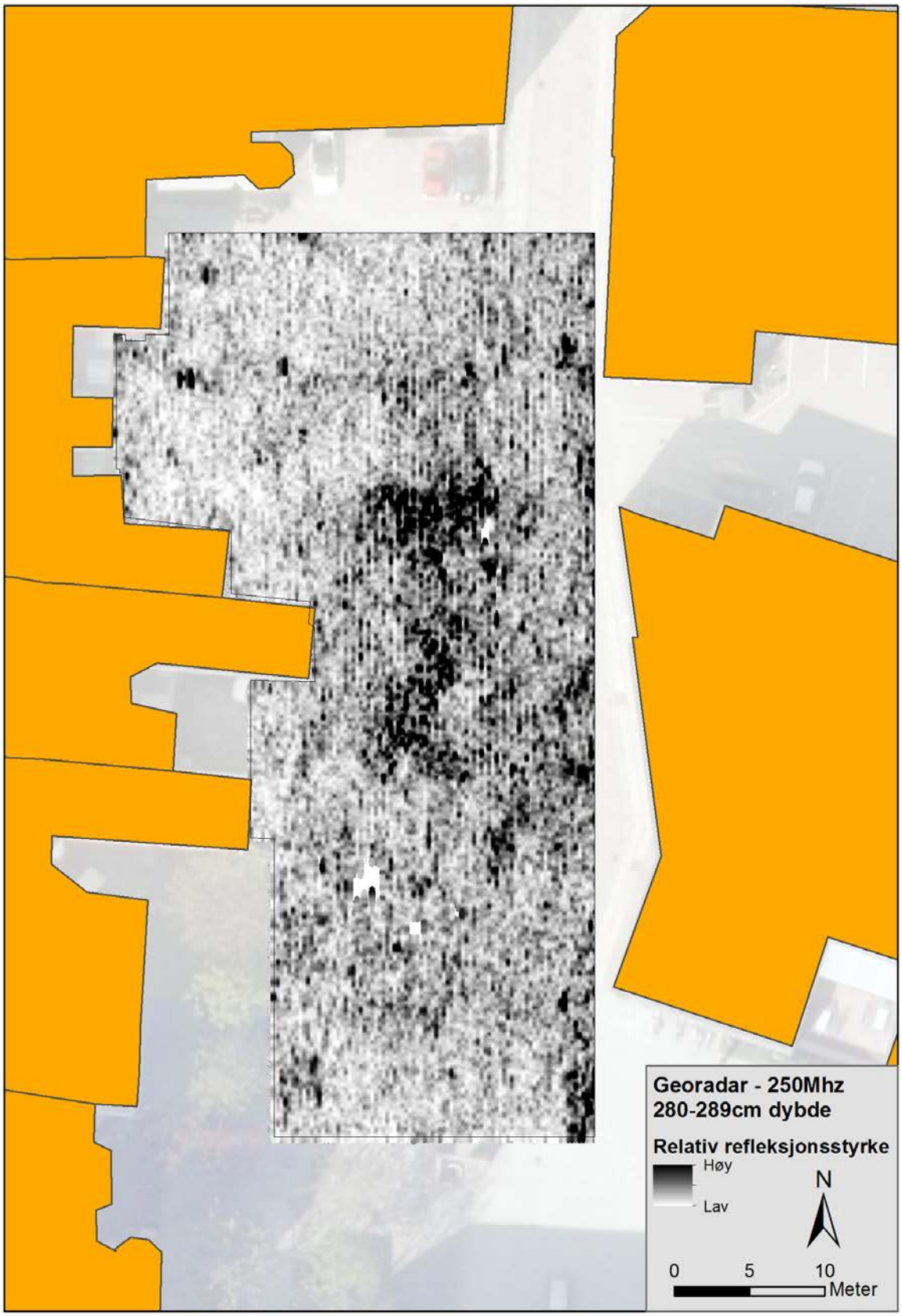

Georadar - 250Mhz
245-254cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter

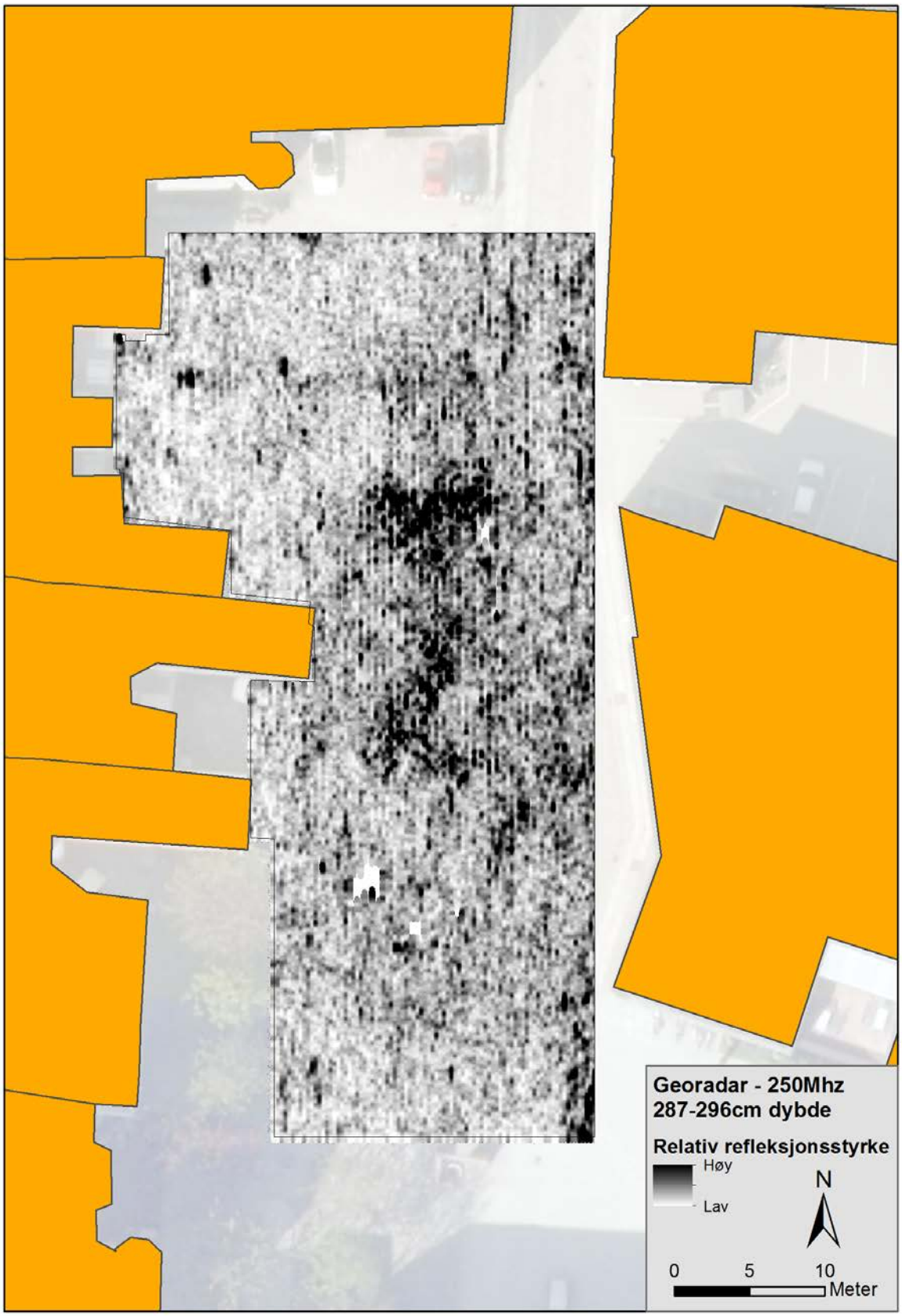

Georadar - 250Mhz
252-261cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter

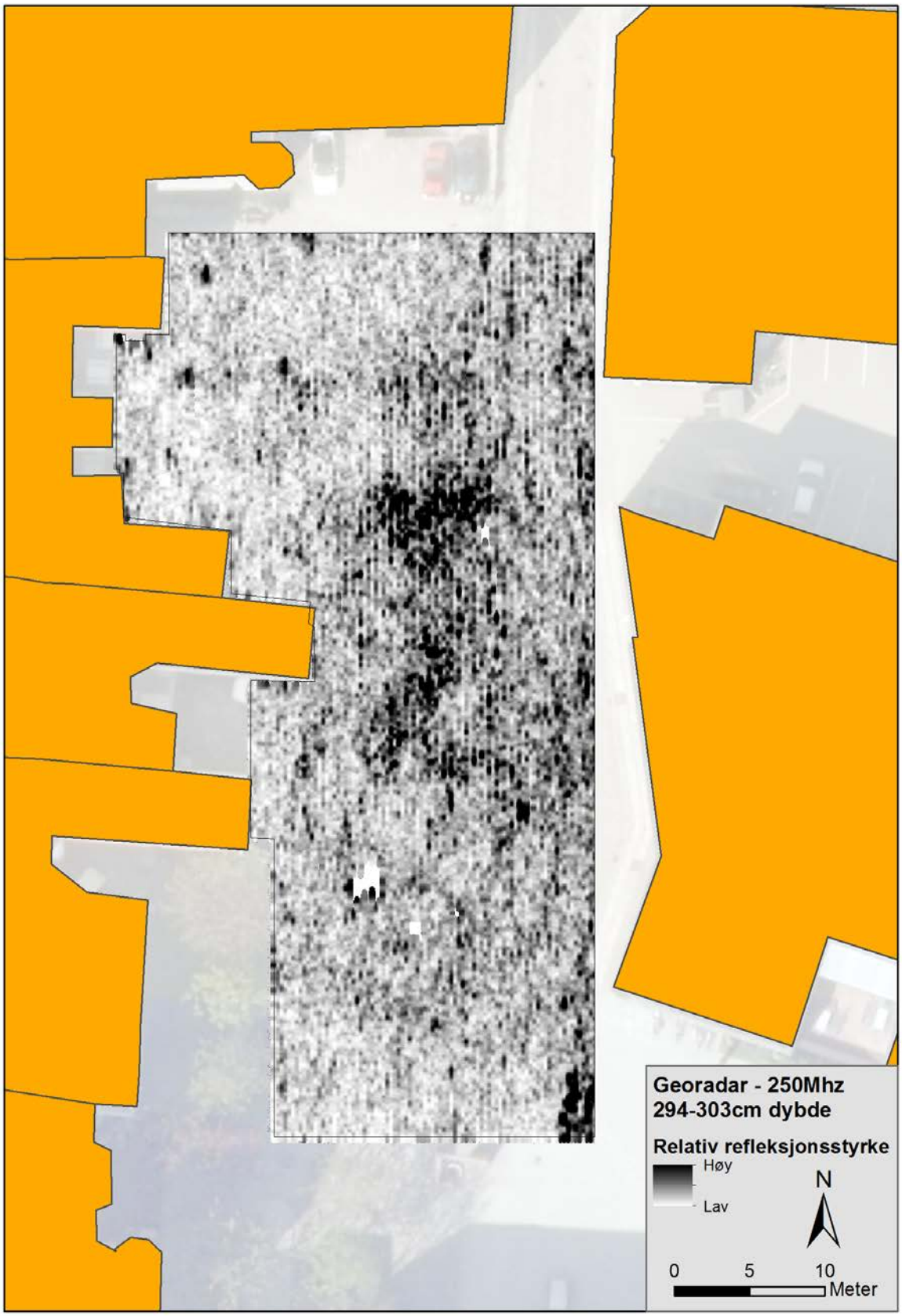

Georadar - 250Mhz
259-268cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter

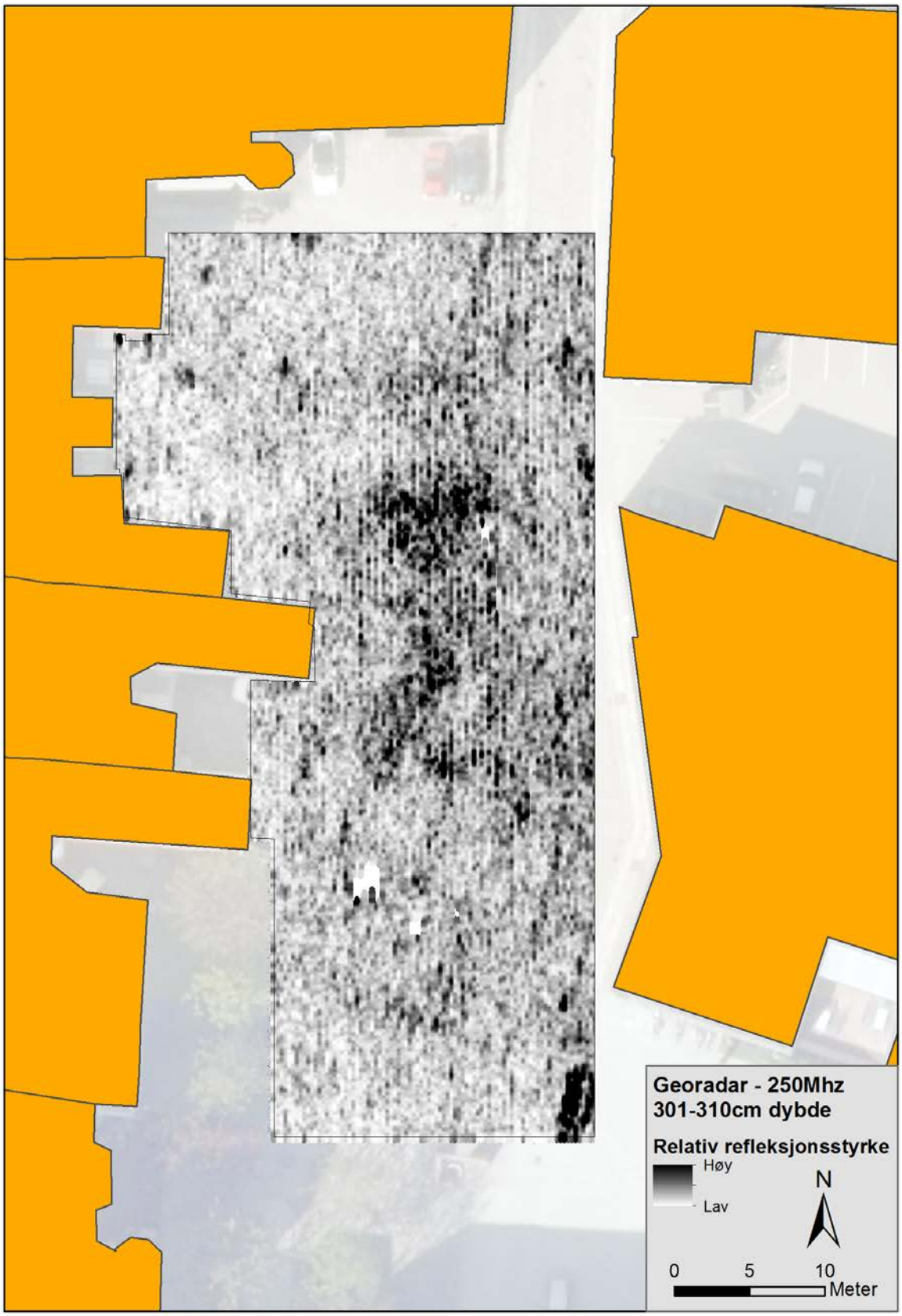

Georadar - 250Mhz
266-275cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter

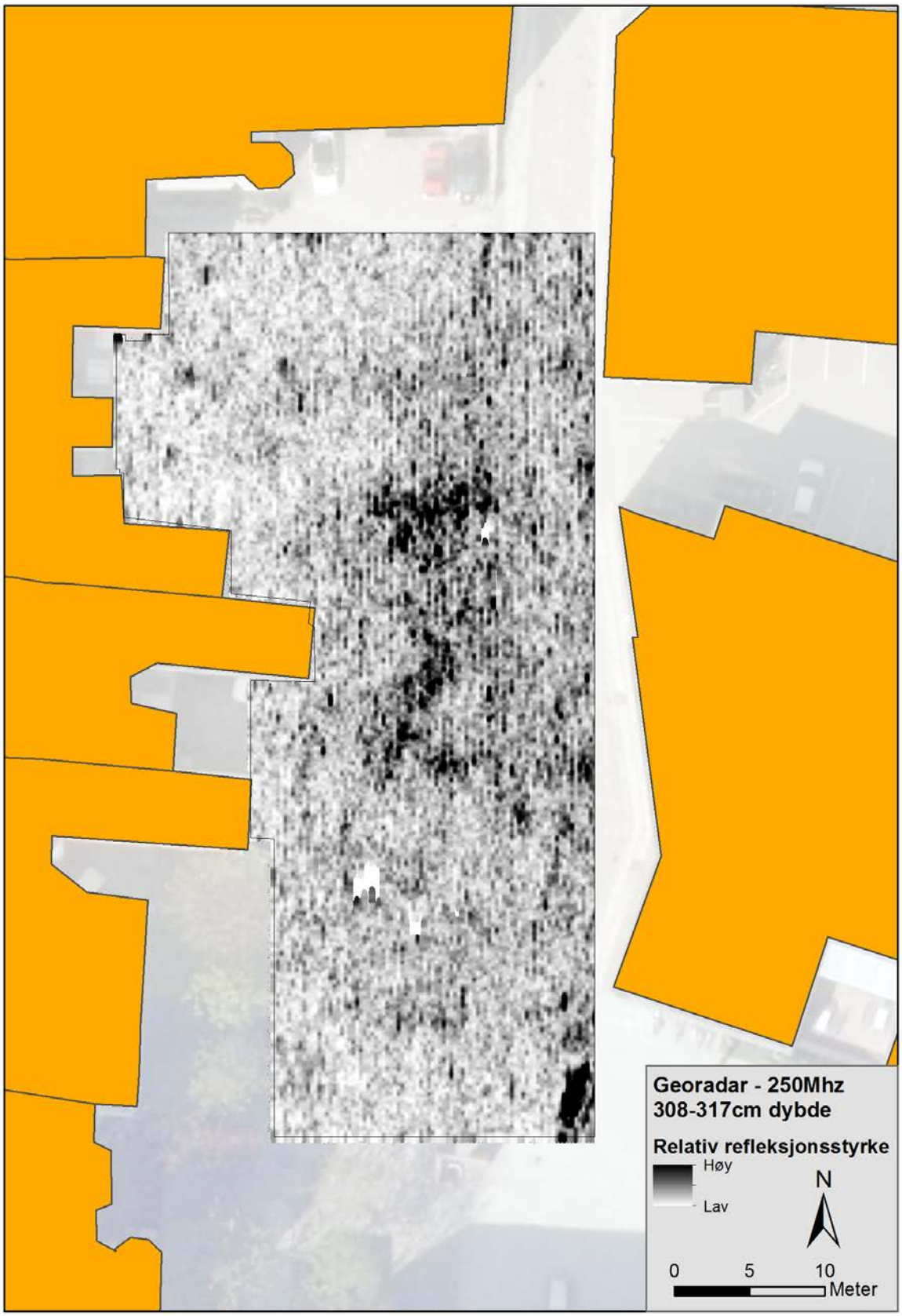

Georadar - 250Mhz
273-282cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter

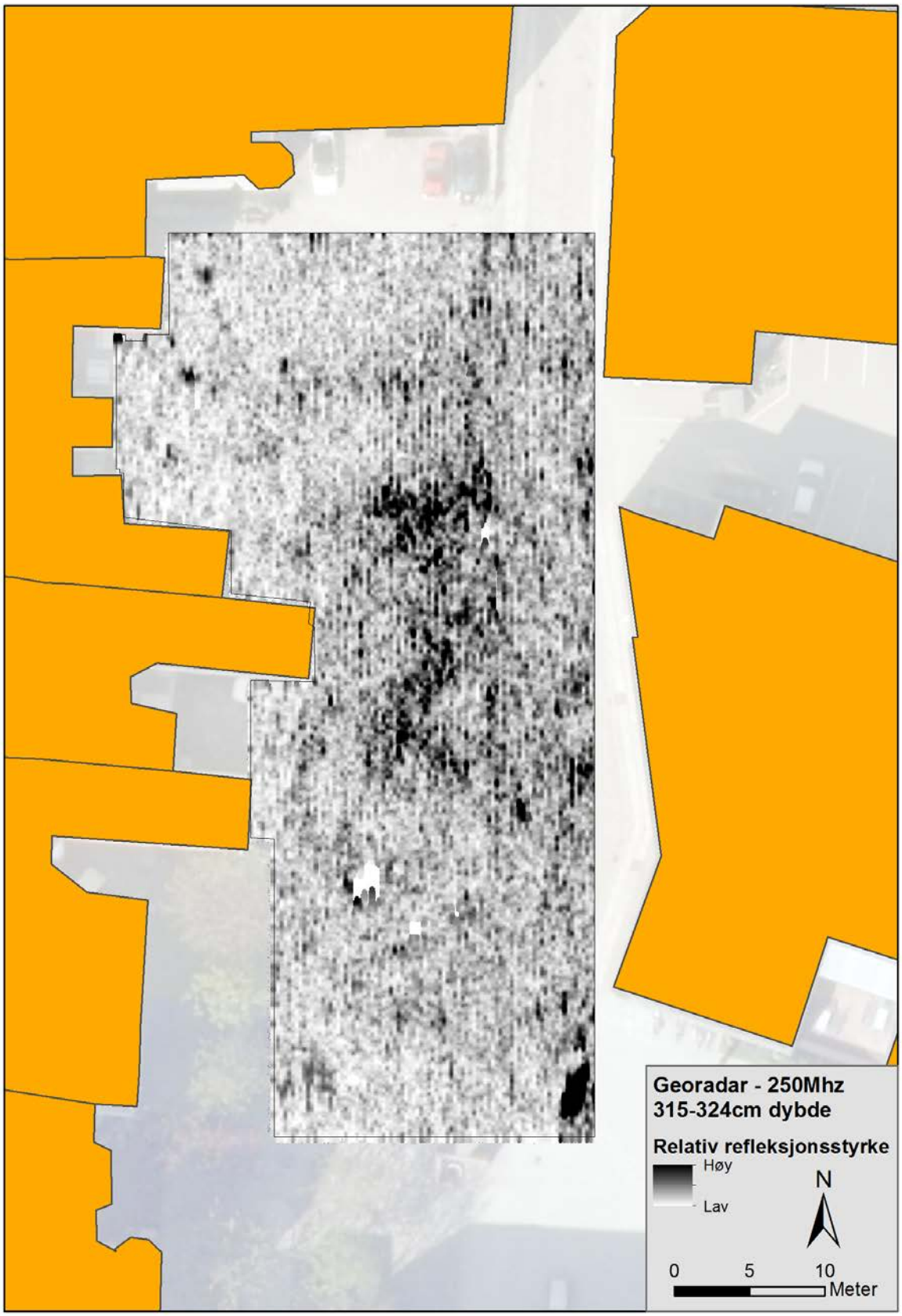

Georadar - 250Mhz
280-289cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter

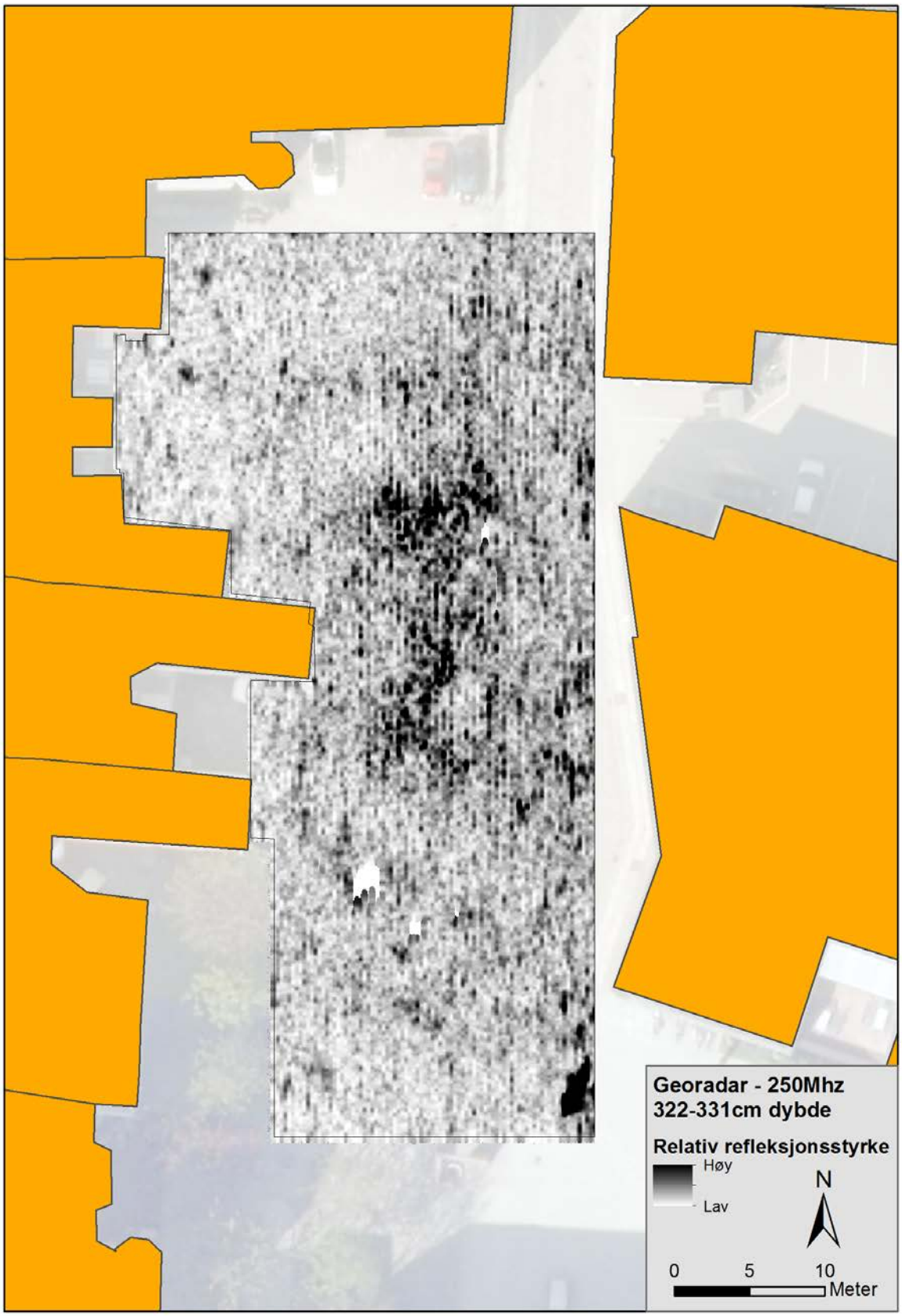

Georadar - 250Mhz
287-296cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter

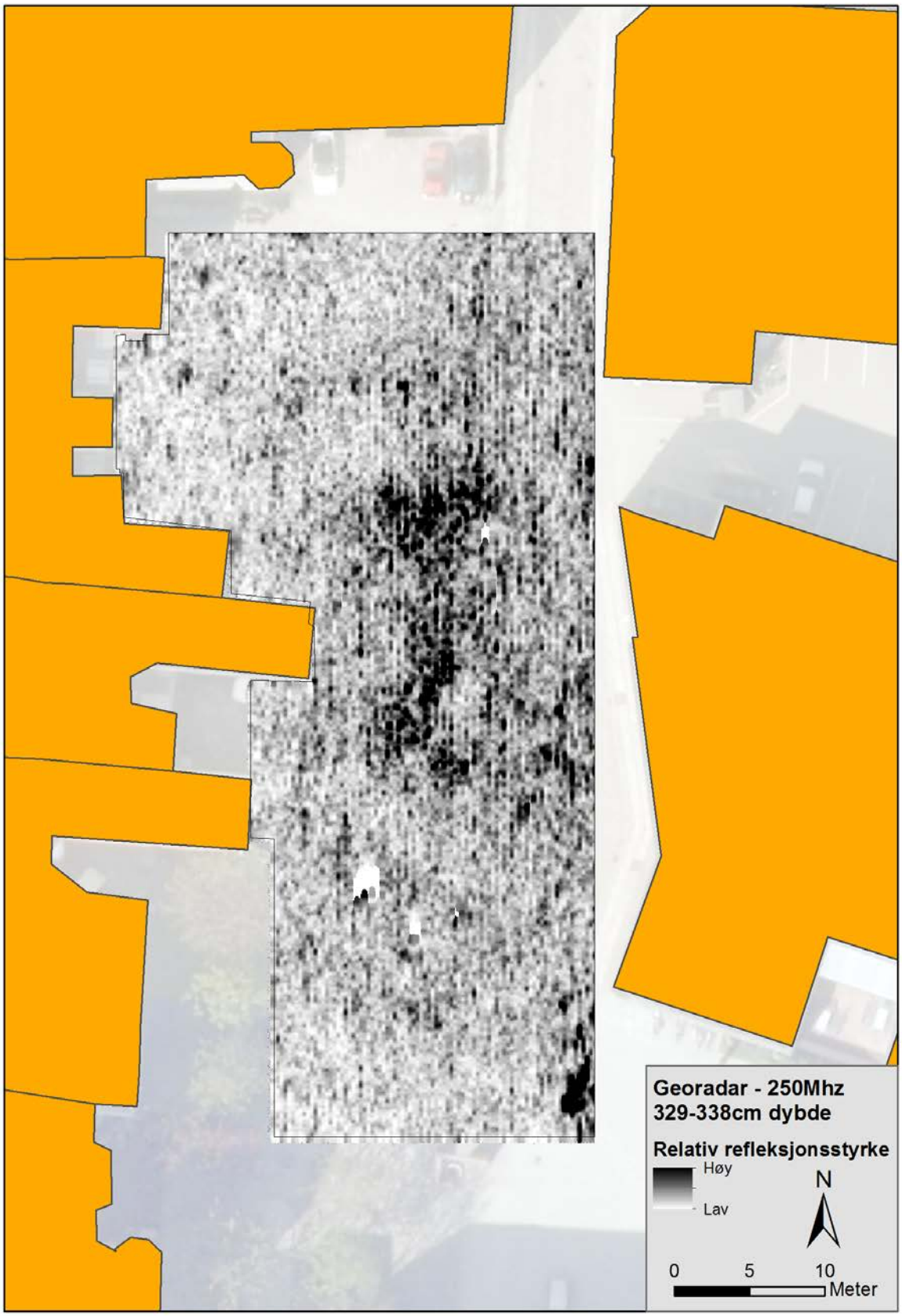

Georadar - 250Mhz
294-303cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter

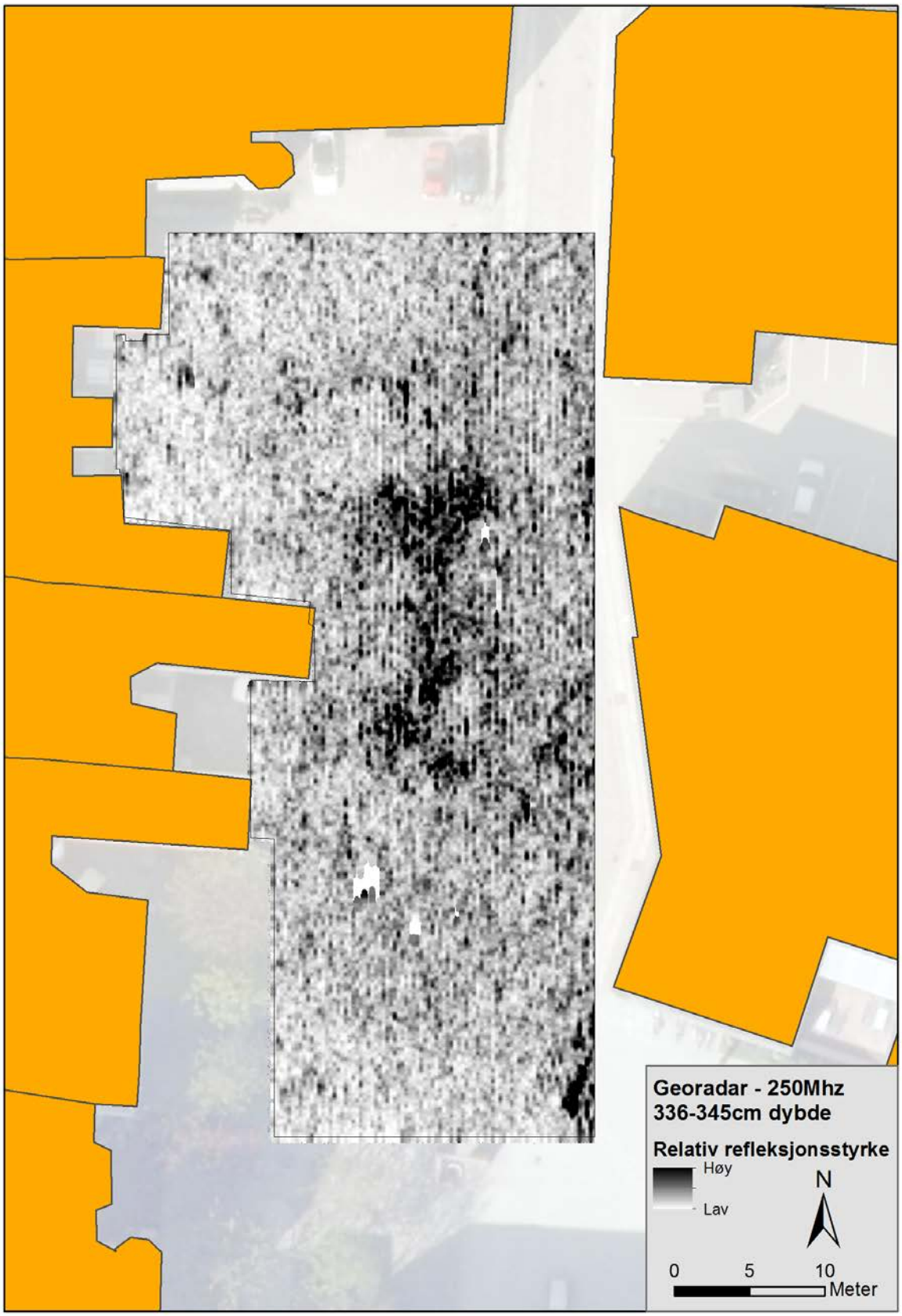

Georadar - 250Mhz
301-310cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter

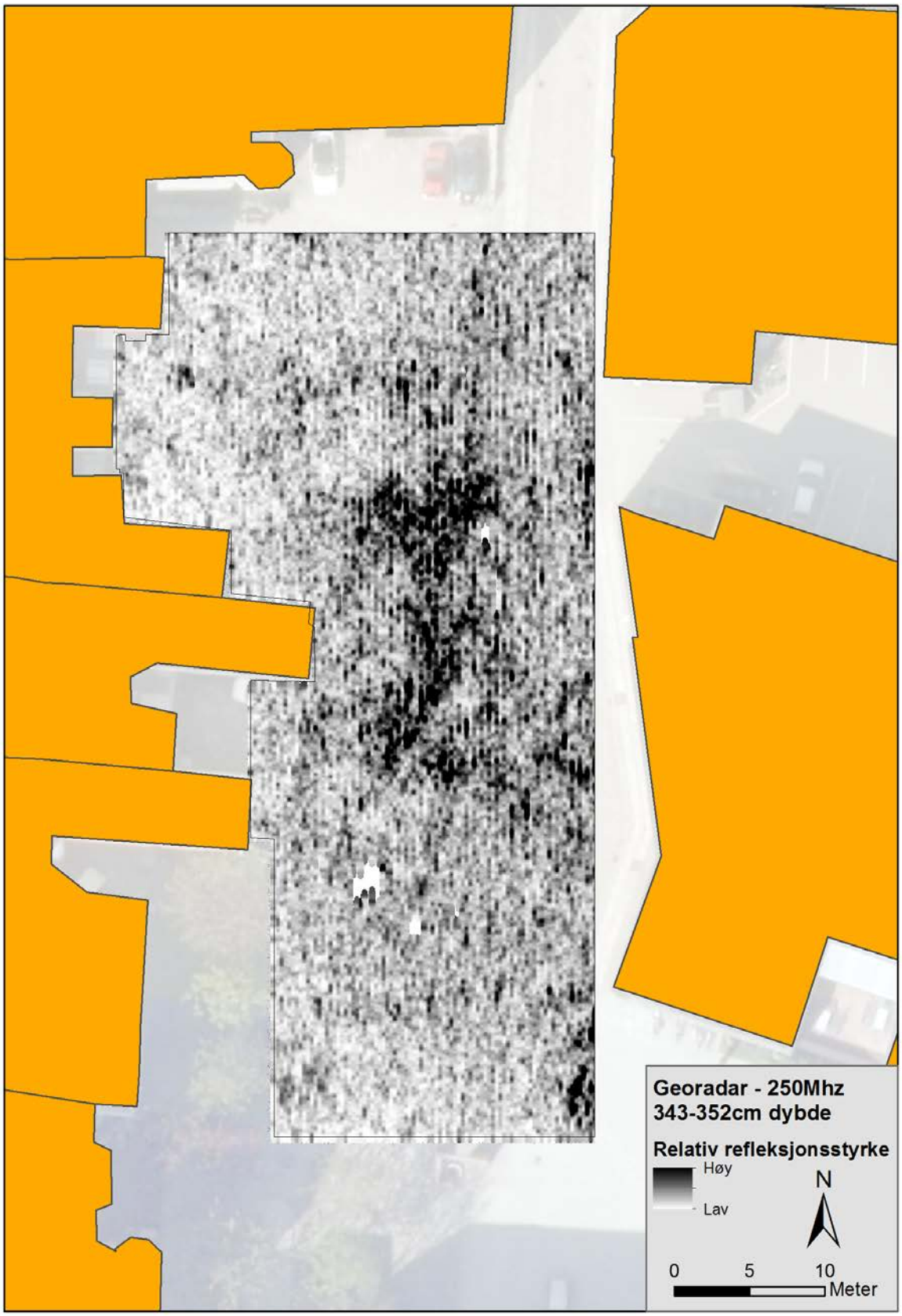

Georadar - 250Mhz
308-317cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter


Georadar - 250Mhz
315-324cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter


Georadar - 250Mhz
322-331cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter


Georadar - 250Mhz
329-338cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter


Georadar - 250Mhz
336-345cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter


Georadar - 250Mhz
343-352cm dybde
Relativ refleksjonsstyrke
Høy
Lav
N
0
5
10
Meter

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 978-82-8322-007-0
ISSN 2387-3965

© NTNU Vitenskapsmuseet
Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

www.ntnu.no/vitenskapsmuseet

NTNU
Vitenskapsmuseet