

Arne Anderson Stamnes

Georadar-undersøkelse av «Kapellet» i Erkebispegården, Trondheim

**NTNU Vitenskapsmuseet
arkeologisk rapport 2015-8**



NTNU Vitenskapsmuseet arkeologisk rapport 2015-8

Arne Anderson Stamnes

**Georadar-undersøkelse av «Kapellet» i
Erkebispegården, Trondheim.**

NTNU Vitenskapsmuseet arkeologisk rapport

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

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

Referanse

Stamnes, Arne Anderson 2015: NTNU Vitenskapsmuseet arkeologisk rapport 2015/8. Georadarundersøkelse av «Kapellet» i Erkebispegården, Trondheim

Trondheim, Februar 2015

Utgiver

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

Ansvarlig signatur

Birgitte Skar (seksjonsleder)

Kvalitetssikret av

Ellen Grav Ellingsen (serieredaktør)

Publiseringstype

Digitalt dokument (pdf)

Forsidefoto

Arne i arbeid. Foto: Kjersti Kristoffersen, NDR

www.ntnu.no/vitenskapsmuseet

ISBN 978-82-8322-029-2
ISSN 2387-3965

Sammendrag

Stamnes, Arne Anderson 2015: NTNU Vitenskapsmuseet arkeologisk rapport 2015/8. Georadarundersøkelse av «Kapellet» i Erkebispegården, Trondheim

I november 2014 utførte NTNU Vitenskapsmuseet, på oppdrag fra Nidarosdomens Restaureringsarbeider (NDR), en georadarundersøkelse av «Kapellet» i Erkebispegården, Trondheim. Kapellet er det østre rommet i Vesthuset, en bygning i nordfløyen av Erkebispegården, som antagelig er bygget på midten av 1200-tallet. Selve hovedformålet med rommet er ukjent, så NDR ønsket å få utført en georadarundersøkelse for å bedre belyse den opprinnelige funksjonen til rommet. I alt ble 49 georadar-profiler målt inn med meget høy tetthet, med signaler ned til 3,5-4 meter. Det ble vist at de øverste 100-120 centimeterne under dagens gulvnivå i all hovedsak besto av ganske homogene masser, med kun noen enkelte mulige steiner eller andre konstruksjoner med avvikende respons. Ved denne dybden var det indikasjoner på et lagskille- muligens overgangen til den sterile grunnen, siden det ved omtrent denne dybden er kjent at en påtreffer leira utenfor bygningen. Et lineært avvik skjærer fra ca. midt på østveggen mot midten av bygningen. Dette kan være en grøft eller en annen konstruksjon, men dette er vanskelig å avgjøre ut fra georadar-dataene alene, da de ikke forekommer i et system eller har en annen gjenkjennelig form. Ved ca. 195-200cm dyp er det et annet lagskille som er litt vanskeligere å tolke, men det er mulig det angir tykkelsen i rasmassene man vet at undergrunnen består av eller eventuelt er en form for lagskille inne i selve rasmassene.

Nøkkelord: Georadar – Erkebispegården – Middelalder

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

Summary

Stamnes, Arne Anderson 2015: NTNU Vitenskapsmuseet arkeologisk rapport 2015/8. Georadarundersøkelse av «Kapellet» i Erkebispegården, Trondheim

The NTNU University museum performed a ground penetrating (GPR) survey within the room "Kapellet", in Vesthuset – a building in the northern section of the Archbishops Palace in Trondheim. The building is assumed to be constructed sometimes around 1250 AD. The main purpose of the room is unknown, so The Restoration Workshop at Nidarosdomen (NDR), requested a geophysical survey to help shed lights on the original purpose of the building. 49 GPR sections was surveyed, with a geophysical response down to depths of about 3.5-4 meters. It became clear that the first 100-120 centimeters below the present floor levels were relatively homogenous, with only few contrasting geophysical responses – possibly stones or other constructions. At this depth, a layer was relatively consistent all throughout the survey area, and is interpreted as the natural clay from an earlier landslide which for most of this part of the city is the natural subsoil on which all medieval cultural deposits rest on. A linear anomaly cuts from the eastern wall, towards the centre of the room – possibly a ditch or another archaeologically relevant construction. At approximately 195-200cm depth there is another layer, which is hard to interpret. It is possible that it is the depth of the clay layer, or it is some form of layering within the clay landslide.

Key words: Ground Penetrating Radar – The Archbishops Palace – The Medieval Ages

Arne Anderson Stamnes, NTNU University Museum, NTNU Vitenskapsmuseet, NO-7491 Trondheim, Norway

Arkivreferanser

Stamnes, Arne Anderson 2015: NTNU Vitenskapsmuseet arkeologisk rapport 2015/8. Georadarundersøkelse av «Kapellet» i Erkebispegården, Trondheim

AskeladdenID
Saksnummer (ePhorte)

87588/90288
2014/20864

Fylke
Kommune
Gårdsnavn
Gårdsnummer
Lokalitet
Kulturminnetype
Datering

Sør-Trøndelag
Trondheim
Erkebispegården – Arkitekt Christies gt. 1a
400/5
"Kapellet" i Vesthuset, Erkebispegården
Steinbygning
Høymiddelalder

Innhold

Sammendrag.....	5
Summary.....	6
Arkivreferanser.....	7
1 Bakgrunn for undersøkelsen.....	10
1.1 Områdebeskrivelse.....	11
1.2 Kulturhistorisk bakgrunn og tidligere registreringer.....	12
2 Undersøkelsens rammer.....	17
2.1 Tid, deltagere.....	17
2.2 Problemstillinger.....	17
2.3 Metode og fremgangsmåte.....	17
2.3.1 Georadar.....	17
2.3.2 Om tolkningen av georadar-data.....	18
2.4 Dataprosessering.....	19
2.5 Dokumentasjon.....	21
2.6 Formidling.....	21
3 Resultater.....	22
3.1 Georadar – 400 Mhz antenne.....	22
3.1.1 Utvalgte profiler.....	22
3.1.2 Utvalgte dybdeskiver.....	24
3.2 Tolkning.....	26
3.3 Konklusjon.....	28
4 Litteratur.....	29
5 Vedlegg.....	30

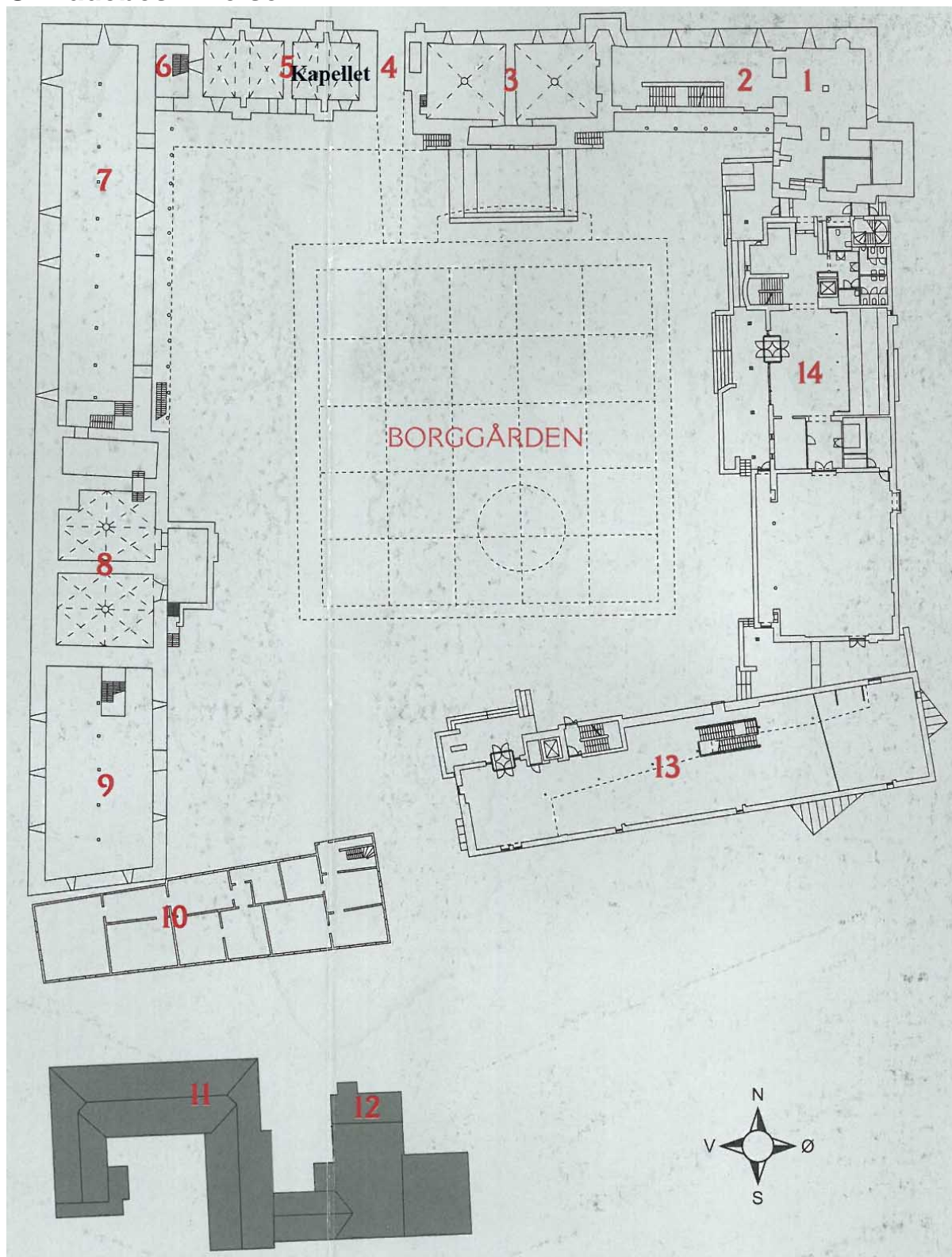
Figurliste

Figur 1: "Kapellet" - markert som nr. 5 på kartet.	11
Figur 2: Kapellet slik det ser ut til vanlig.	12
Figur 3: Bildet viser utgravningssjakt fra 1959.	13
Figur 4: Bildet viser fundamentene til Vesthuset sett fra nord.	14
Figur 5: Kart og profiler fra Bergquist's graving i 1987. Lag 29 er den sterile leira.	14
Figur 6: Snitt BB viser gulvet i kapellet sett fra vest, slik arkitekten planla det.	15
Figur 7: Snitt FF viser omtrentlig gulvnivå før gulvet ble lagt.	16
Figur 8: Hyperbler over en mur ved datainnsamlingen, og resultatet etter migrering.	18
Figur 9: Eksempel fra rådata fra linje 27, omtrent midt i rommet.	19
Figur 10: Skjermplokk fra GPR slice som viser effekten av FK-filtrering.	20
Figur 11: Venstre figur viser FK-filtrert data, høyre viser data etter background removal og migrering.	20
Figur 12: Målinger med georadar inne i "kapellet"	21
Figur 13: Plassering av de utvalgte profilene ERK 13 og ERK 27.	22
Figur 14: Linje 13 i profil, både som prosessert data og med kun kraftige refleksjoner.	23
Figur 15: Linje 27 i profil, både som prosessert data og med kun kraftige refleksjoner.	23
Figur 16: Dybdeskive ved ca. 31-40cm dyp.	24
Figur 17: Dybdeskive ved ca. 81-90cm dyp.	25
Figur 18: Dybdeskive ved ca 131-140cm dyp.	25
Figur 19: Dybdeskive ved ca. 251-260cm.	26
Figur 20: Dybdeangivelser til identifiserte avvik.	27
Figur 21: Arkeologisk tolkning av de geofysiske avvikene.	27

1 Bakgrunn for undersøkelsen

Kjersti Kristoffersen fra Nidarosdomens Restaureringsarbeider (NDR) tok i oktober 2014 kontakt med NTNU Vitenskapsmuseet angående å få utført en geofysisk undersøkelse av et rom i Erkebispegården kalt «Kapellet». Vitenskapsmuseet utarbeidet da et budsjett og en prosjektbeskrivelse for en slik undersøkelse.

1.1 Områdebeskrivelse



Figur 1: "Kapellet" er et rom i nordre del av borggården til Erkebispegården, og er det østlige rommet som er markert som nr. 5 på kartet.



Figur 2: Kapellet slik det ser ut til vanlig. Foto: Kjersti Kristoffersen, NDR

1.2 Kulturhistorisk bakgrunn og tidligere registreringer

I det foreslåtte undersøkelsesområdet i Erkebisppegården har det så vidt en kan se aldri vært gravd under gulvet. Dendrodateringer og steinhuggermerker indikerer at hvelvet er bygget rundt 1250. Rommet ble først tatt i bruk som kapell i 1997. Det er blant annet observert noen kanaler i veggene, men det er ukjent hvilken funksjon de har hatt. Rommene er også omtalt som «Kaminrommene». Det er observert sot og spor etter bruk av åpen ild i rommene, men selve kaminene ser ikke ut til å ha vært anvendt (Hommedal 1997). Rommet ligger i førsteetasjen under det som er antatt å være erkebiskopens private gemakker. Disse gemakkene ble dekorert med flotte kalkmalerier på 1600-tallet. Det er mulig at underetasjen har vært brukt som kornlager eller kjøkken på et tidspunkt, og det er kun tilgang til rommene via borggården i sør (Nordeide 2003: 119-121). Andre bruksområder som er foreslått er lagerrom, fengsel, fyrrom for tjenere, bustadsrom for tjenere, eller gjort tilgjengelige for erkebiskopens kanselli som skrivestue eller arkiv (Hommedal 1997).

Retten nord for inngangsportalen ble det i 1957 gravd en grøft på tvers av inngangspartiet, langs nordsiden av nordfløyen på Erkebisppegården. Dessverre finnes det ingen rapport fra denne gravingen, men det finnes noen foto. Bl.a. ble det funnet et hjørne av et laftabygg rett vest for den første murstøtten vest for portalen. Denne laftabygningen ble ¹⁴C-datert (TA 204) til 1050 ± 100 BP, kalibrert alder 890-1150 AD (Reed 1998). I 1912 skal det også ha blitt funnet en rekke dyrebein rett nord for Vesthuset (Hommedal 1997). I utgravningsrapporten fra gravingen foran vestfronten i 1996, kommer det frem av et bilde av fundamentene (se figur 3), at Vesthuset har fundamenter som stikker ca. 70-80cm ned, og at det under der er et lag med klebersteinsflis før en kommer ned på steril leire. Ut ifra bildene her, virker det som om leira er ca. 1-1.2 meter under dagens

bakkenivå (Reed 1998:86). Bergquist's skisser (figur 5) fra 1987 viser en tilsvarende situasjon (Bergquist 1987).

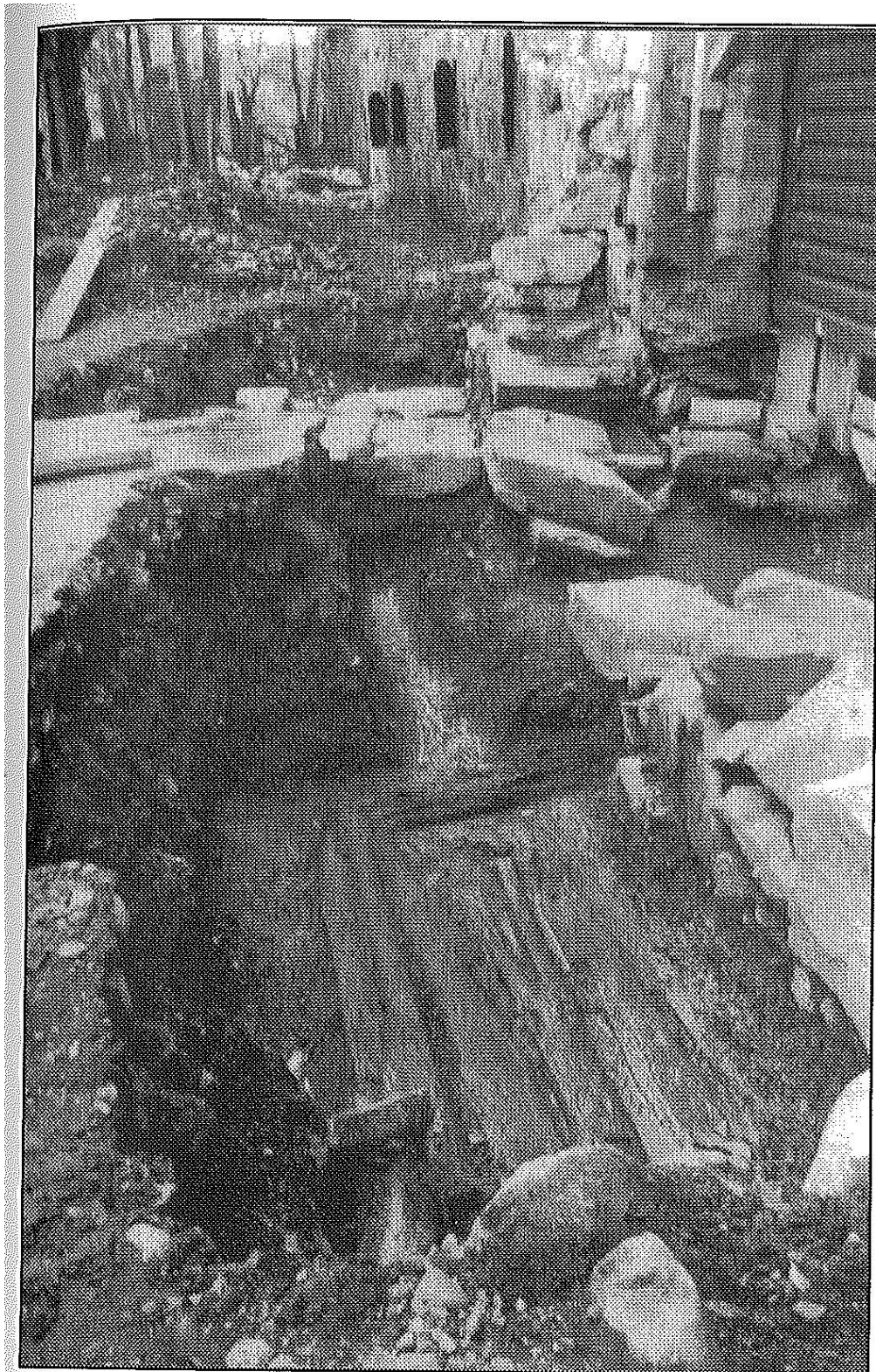


Plate 2

Lafted building found during excavations in 1959.

Figur 3: Bildet viser utgravningssjakt fra 1959 (fra Reed 1998:11)



Plate 31

The foundations of Vesthuset from north.

Figur 4: Bildet viser fundamentene til Vesthuset sett fra nord (Fra Reed 1998: 86)

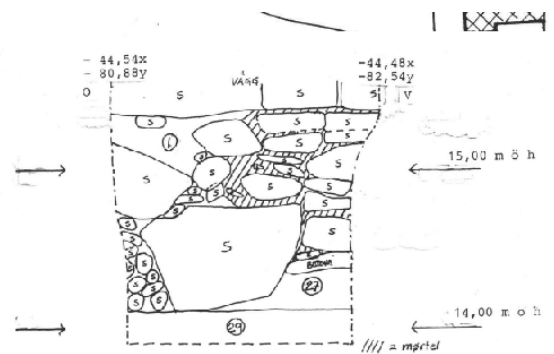
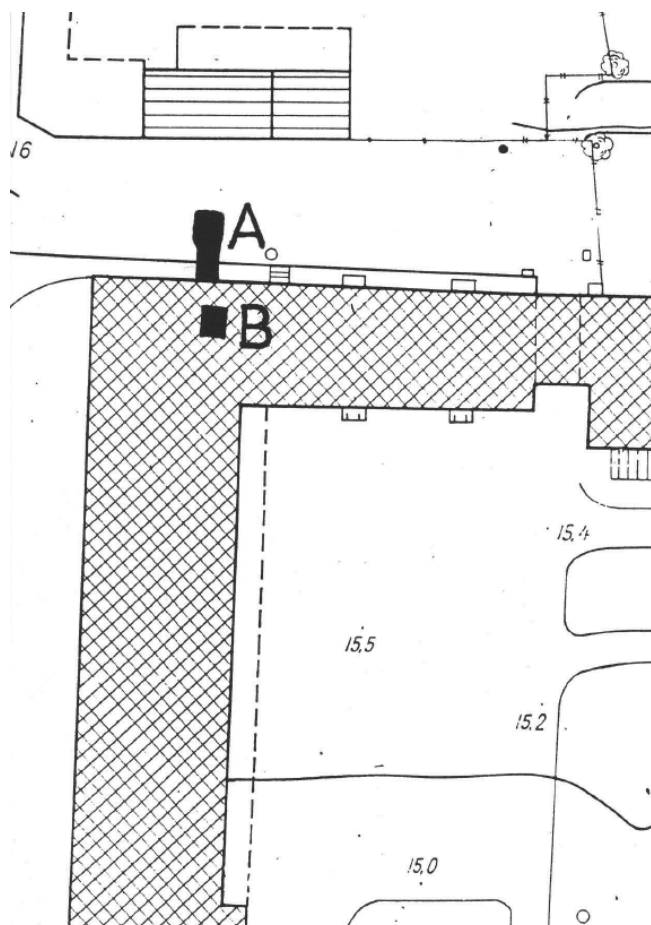


Fig. 11. SCHAKT A: PROFIL MOT SÖDER - VÄSTFLYGELNS FUNDAMENT.

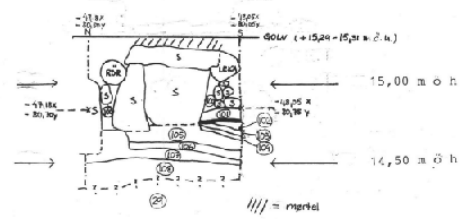


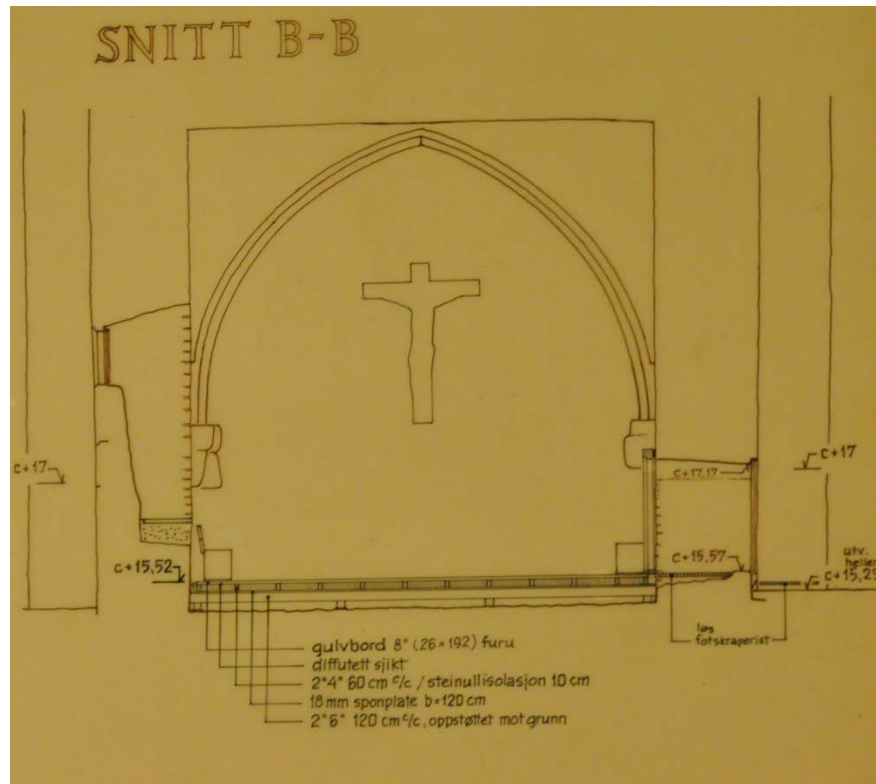
Fig. 12. SCHAKT B: PROFIL MOT ÖST

Skala 1:20

[Lagerbeskrivningar: Se Bilaga 2.]

Figur 5: Kart og profiler fra Bergquist's graving i 1987. Lag 29 er den sterile leira. Fra NDRs arkiv

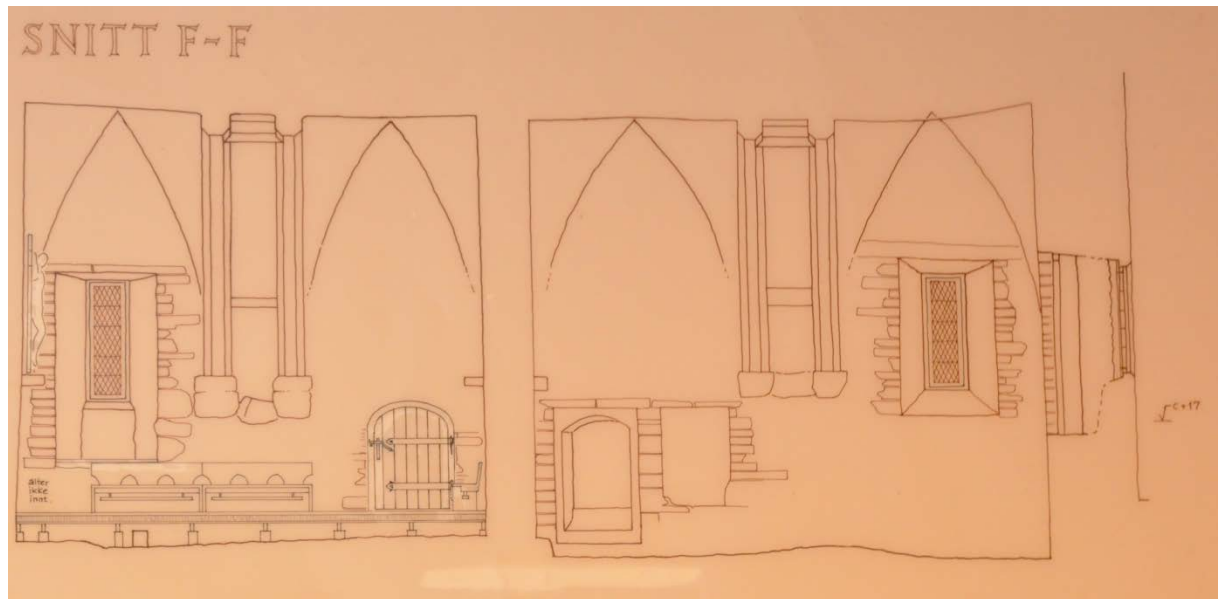
I forbindelse med tilretteleggingen av gulv i kapellet, ble det også laget noen skisser av hvordan arkitekten så for seg at gulvet skulle legges (figur 6 og 7). Det er usikkert om gulvet ble lagt akkurat på dette viset (Kjersti Kristoffersen pers. medd.).



Figur 6: Snitt BB viser gulvet i kapellet sett fra vest, slik arkitekten planla det. Fra NDR sitt arkiv

Figur 6 viser et planlagt gulv med furubjelker, et diffutett sjikt, steinull, sponplate, oppstøtting mot grunnen og hvilende bjelker i bunnen. Et slikt gulv vil være mellom 30-40 cm tykt etter planen. Det er også markert at gulvet ligger på ca. 15,52m.o.h.

Fra en nivellering utenfor nordsiden av portalen er dagens markoverflate lagt til 15,54 moh. Ut ifra foto på utsiden av Vesthuset og profiltegninger (figur 4 og 5), er det derfor grunn til å anta at steril grunn, i dette tilfellet leire, bør være ved ca. 14,2-14,4 moh. i dette området, noe som tilsvarer 1,0-1,2 meter under dagens gulv i kapellet – gitt at det ikke er gravd ut større deler av undergrunnen forut for byggingen av Vesthuset. Foto av fundamentene (figur 3 og 4) burde kanskje indikere at nettopp dette er tilfellet, men det er ikke sikkert.



Figur 7: Snitt FF viser omtrentlig gulvnivå før gulvet ble lagt. Venstre skisse er sett fra nord.

Figur 7 viser hvordan den opprinnelige gulvflaten tilsynelatende har skrånet fra vest mot øst.

2 Undersøkelsens rammer

Undersøkelsen ble utført av NTNU Vitenskapsmuseet tirsdag den 11. november 2014.

2.1 Tid, deltagere

Feltarbeidet var ledet av Arne Anderson Stamnes, med god hjelp av Kjersti Kristoffersen fra NDR. Arbeidet ble utført den 11. november 2014, og tok ca. 5 timer i felt.

2.2 Problemstillinger

På oppdrag fra NDR ble det ønsket å bedre belyse den opprinnelige funksjonen til rommet, ved hjelp av en georadar-undersøkelse. Dette gjøres ved å søke hvorvidt det finnes konstruksjoner i undergrunnen som kan bidra til å belyse dette. Dette kan være seg enten spor etter murverk eller andre konstruksjoner, samt stratigrafiske opplysninger, som kan gi ny informasjon om hva som måtte befinne seg under gulvet.

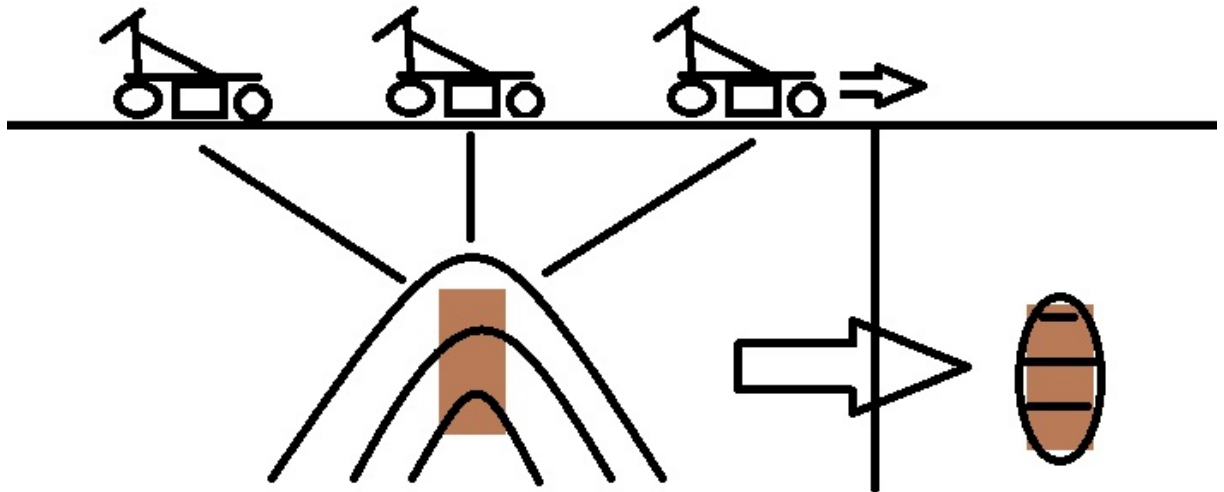
Målsetningen for denne undersøkelsen vil derfor være å samle inn, prosessere, tolke og evaluere de innsamlede geofysiske dataene for å søke svar på problemstillingene presentert ovenfor.

2.3 Metode og fremgangsmåte

2.3.1 Georadar

Ved å sende pulser av elektromagnetiske bølger ned i undergrunnen og måle tiden det tar for disse bølgene til å bli reflektert tilbake til en mottaker, kan man danne seg et detaljert bilde av undergrunnen. Hvor signalet møter ulike lag eller forskjeller i undergrunnen, vil noe av energien bli reflektert mens noe av energien vil fortsette dypere ned i undergrunnen og reflektert av strukturer dypere ned i bakken. Det er stor grad endringer i materialets elektriske lederevne (konduktivitet), med et mindre bidrag av forskjeller i de magnetiske egenskapene, som utgjør om et materiale har kontrast som skaper en refleksjon av de elektromagnetiske bølgene. Ved å samle inn en hel rekke profilbilder kan man sette disse sammen til plankart for spesifikke dybder i såkalte "time slices"- eller "dybdeskiver". Denne metoden er regnet som godt egnet til å oppdage grøfter, groper, murverk og er den metoden som med høyst sikkerhet kan påvise stolpehull. Ved bruk av en 400Mhz-antenne er det antatt at man kan få resultater ned til ca. 0-4 m dyp og få respons fra objekter med en størrelse på ca. 5-15 cm – avhengig av undergrunnen og mulighetene for korrekt migrering. Siden georadarsignalet går ned i bakken omtrent som en kjegle, hvor bunnen av kjegla vil være større ved større dyp. Migrering bidrar til å redusere dette fotavtrykket.

Migrering er en analyse av hastigheten signalet går igjennom bakken. Denne hastigheten kan være ulik i forskjellige dyp, og det kan være vanskelig å få en korrekt analyse for hele undersøkelsesområdet. En respons fra et konkret objekt vil ha form som en svak bue, også kjent som en *hyperbel*. Ved korrekt beregning av hastigheten til signalet er det mulig å kollapse hyperbelen til et konkret punkt, som vil være mer representativ for hva som befinner seg nede i bakken. Denne prosesseringsmetoden vil gi mer korrekt dybdeangivelse, samtidig som en vil få mer fokuserte og detaljerte dybdeskiver.



Figur 8: Hyperbler over en mur ved datainnsamlingen, og resultatet etter migrering. (Etter Goodman og Piro 2013:49f)

Hvis en har en rekke ulike lagskinner nedover i bakken, eller spredt utover undersøkelsesområdet, vil det være vanskelig å få en korrekt migrering over hele undersøkelsesområdet og ved alle dyp.

En antenne med høyere senterfrekvens vil ikke kunne nå så dypt, men kunne fange opp like mindre strukturer eller objekter. En høyere senterfrekvens vil ikke nå så dypt, men kunne fange opp mindre objekter. Ideelt sett bør man ha minst to målinger innen en struktur for en sikrere påvisning. Ved å foreta målinger i linjer hver 12,5 cm med en 400 Mhz antenne, bør strukturer på en størrelse på ca 25 meter i omkrets kunne påvises hvis de består av et materiale med den nødvendige kontrasten sammenlignet med omgivelsene. (Gaffney & Gater 2003: 47-51, Conyers 2004, Stamnes 2010). Ved denne undersøkelsen ble det derfor anvendt en GSSI Sir 3000 GPR med en 400Mhz-antenne. Med denne antenne ble det undersøkt i alt 49 profiler, og totalt 335,65 lengdemeter.

2.3.2 Om tolkningen 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 virrvarr 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. Samtidig er det viktig å se bilder av både plan- og profil i sammenheng for å øke forståelsen av de innsamlede dataene. 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.

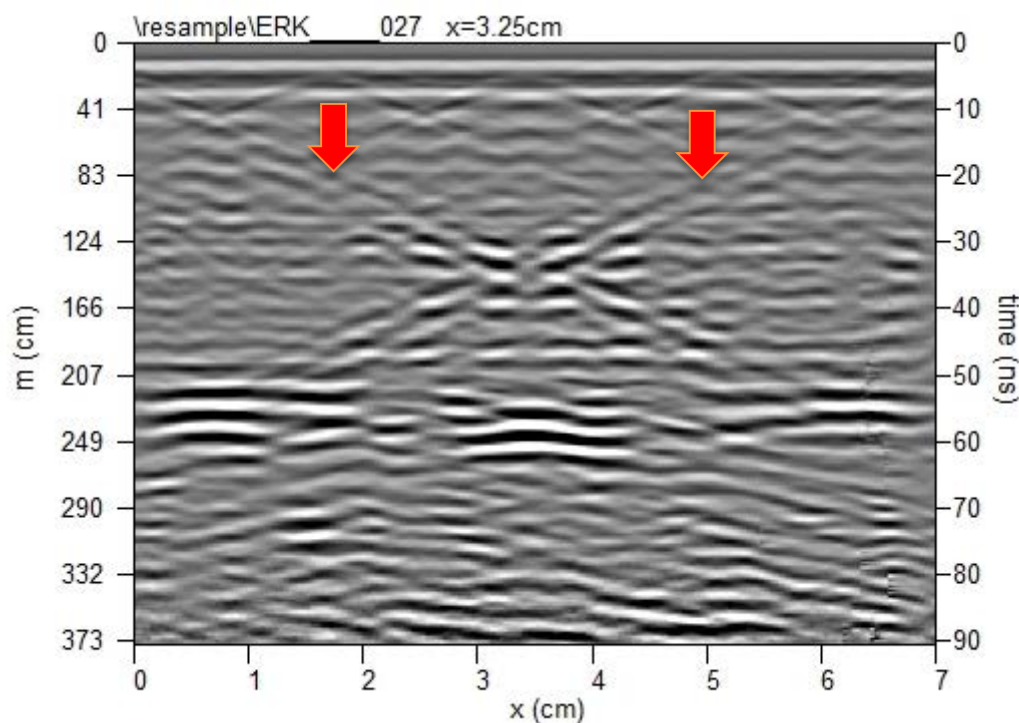
Den arkeologiske bakgrunnskunnskapen man har om en lokalitet og forventningene man har til funn et undersøkelsesområde spiller også en rolle. Anomalier bør ha en form og/eller geofysisk signatur som kan tolkes som arkeologisk, eller fremstå i et system eller en kontekst som indikerer et arkeologisk opphav. Som eksempel kan stolpehull nevnes: enkeltliggende stolpehull kan derfor være vanskelig å erkjenne, mens systematiske rader av stolpehull med en tilstrekkelig geofysisk kontrast er lettere å gjenkjenne. Hvis man forventer spor etter graver eller en hustuft, kan det brukes for argument for en arkeologisk tolkning av ellers diffuse geofysiske anomalier som eller kanskje ville blitt avskrevet. På denne måten er

tolkningen alltid påvirket av de forventningene man har til funn, samt forkunnskaper og erfaring. I tillegg er det alltid en mulighet til feiltolkninger, hvor man spesifikt leter etter noe man forventer skal være til stede, og dermed enten overser andre muligheter eller rett og slett tolker for mye inn i dataene. Enhver tolkning presentert nedenfor bør dermed sees med en viss sunn skeptisisme. Derimot kan det også argumenteres for at en bedre, og muligens mer korrekt tolkning er mulig å oppnå med en mer detaljert fagkunnskap om de strukturene som potensielt kan eller bør være til stede.

2.4 Dataprosessering

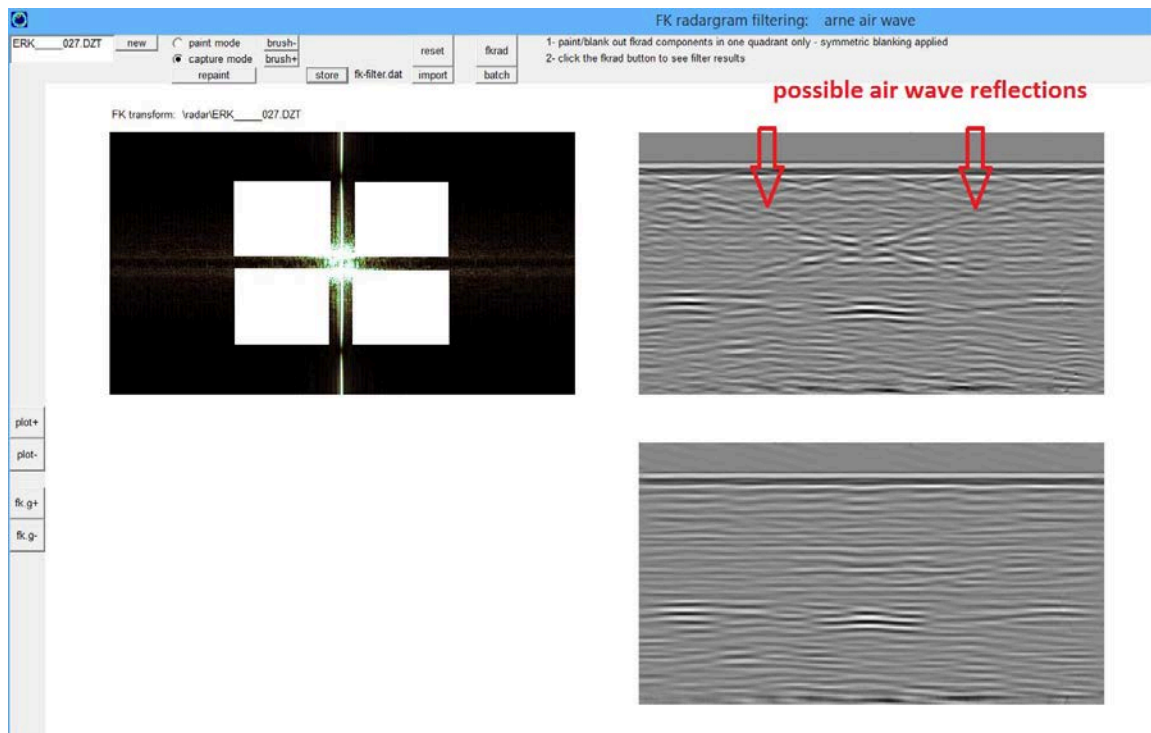
Nedenfor er alle prosesseringssteg for georadarundersøkelsen oppsummert. Data presentert som dybdeskiver i denne rapporten er behandlet på følgende måte i GPR-slice:

Først ble dataene forsterket gjennom funksjonen "Gain", for å kompensere for signaltap ved større dybder. Antenne har til en viss grad et skjold («Shielding») som skal forhindre eksterne forstyrrelser, men det er også slik at ytre konstruksjoner kan påvirke dataene, og gi falske refleksjoner. Det ble klart at en del refleksjoner fra vegger og konstruksjoner skinte igjennom, og skapte skrå linjer i profilene.



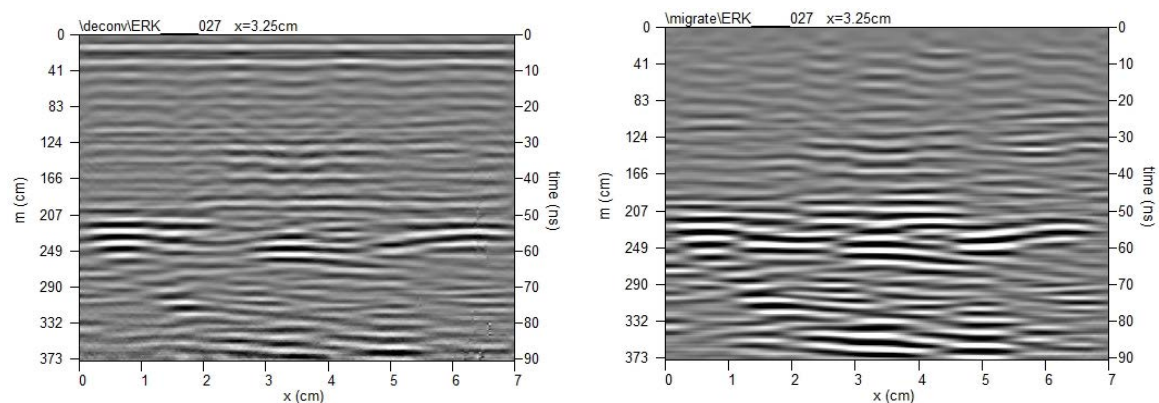
Figur 9: Eksempel fra rådata fra linje 27, omtrent midt i rommet. De skrå linjene angitt med røde piler er radiosignaler fra ytre elementer, trolig sideveggene, som gir falske refleksjoner i bakken.

Ved hjelp av funksjonen «FK filtering», som kan anvendes til fjerne observert støy eller fremheve elementer i dataene. FK- står for for en todimensjonell «Fourier Transform», hvor en kan fjerne spesifikke frekvenser fra dataene, og på den måten dempe eller fjerne skrånende responser fra dataene. Utvikler av programvaren, Dean Goodman, hjalp til med å teste denne funksjonaliteten på datasettet, og tilsvarende prosess har blitt utført på dataene presentert i denne rapporten (figur 10).



Figur 10: Skjermpot fra GPR slice som viser effekten av FK-filtrering. Øvre plot med røde piler viser rådata, nedre plot viser filtrert resultat. Fra Dean Goodman.

Etterfølgende ble datasettet band-pass filtrert, slik at alle responser under 185 Mhz og over 650 ble fjernet fra dataene. Dette kan bidra til å fjerne ytterlige støy fra datasettet. Etter dette ble det kjørt «Background removal» for å fjerne horisontale striper i dataene (figur 12). Til sist ble dataene migrert og hilbert-filtrert . En gjennomsnittlig RDP-verdi på 13.06 ble brukt ved migreringen av 400Mhz-datasettet. Dette tilsvarer en signalhastighet i bakken på 0.083 m/ns.



Figur 11: Venstre figur viser FK-filtrert data, høyre viser data etter background removal og migrering.

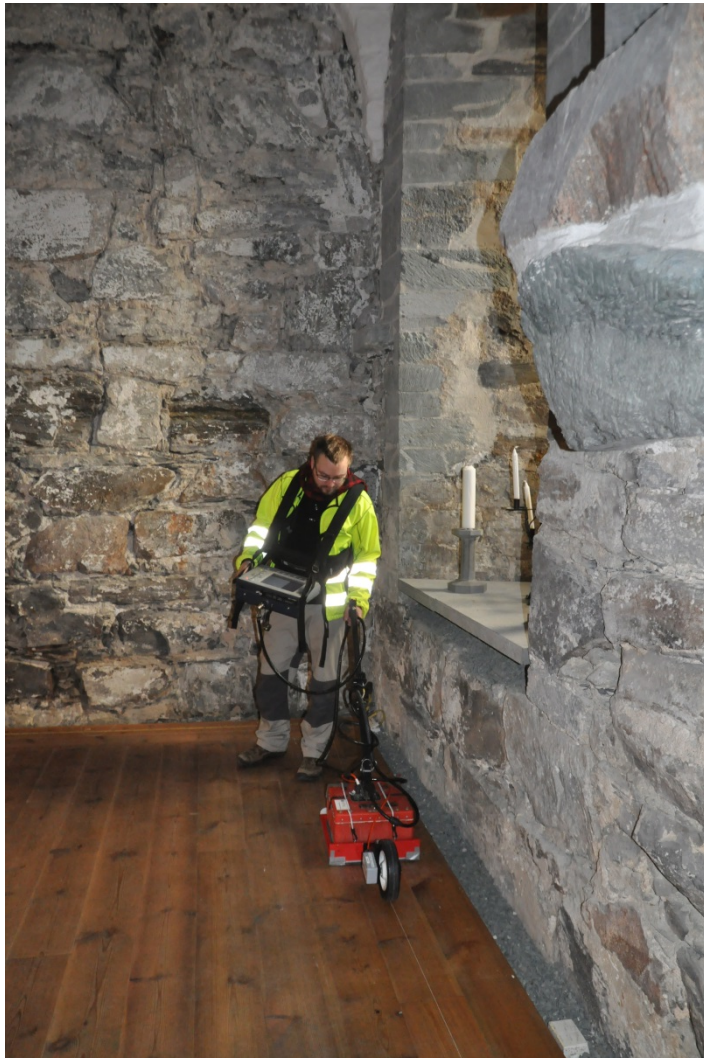
Vi ser at denne databehandlingen bidrar til å gjerne skrå-linjer med overflaterrefleksjoner, og at kontinuerlige ekko blir fjernet ved background removal. Migreringen bidrar til å fokusere eventuelle punktresponser og fremhever horisontale lagskiller. Resultatet blir et datasett som er antatt å bedre representere fysiske forandringer i undergrunnen.

2.5 Dokumentasjon

Et koordinatsystem ble planlagt over gulvets gulvplan, ved å legge til parallelle linjer langs henholdsvis rommets vestre og østre vegg. Avstanden fra veggene til start og slutt punkt for hver parallelle linje ble notert på en tegning, og siden georeferert i programvaren ArcGis 10.1 inn på en plantegning over Erkebispegården. Det ble målt fra vest mot øst, hvor linje 1 er mot nord og øker mot sør. Startpunkt for den nord-sørgående grunnlinjen er i nordvest 23 cm fra veggene mot nord og 62 cm fra veggene mot vest. Slutt punktet er 27 cm fra veggene mot sør og 52 cm fra veggene mot vest. Den østre sluttlinja har startpunkt 33cm fra veggene mot nord og 23 cm fra veggene mot øst. Slutt punkt for den østre sluttlinja er 28 cm fra veggene mot sør og 31 cm fra veggene mot øst.

2.6 Formidling

Det var ingen besøkende i forbindelse med feltarbeidet, og det har ikke vært noen oppslag i media i forbindelse med dette prosjektet.



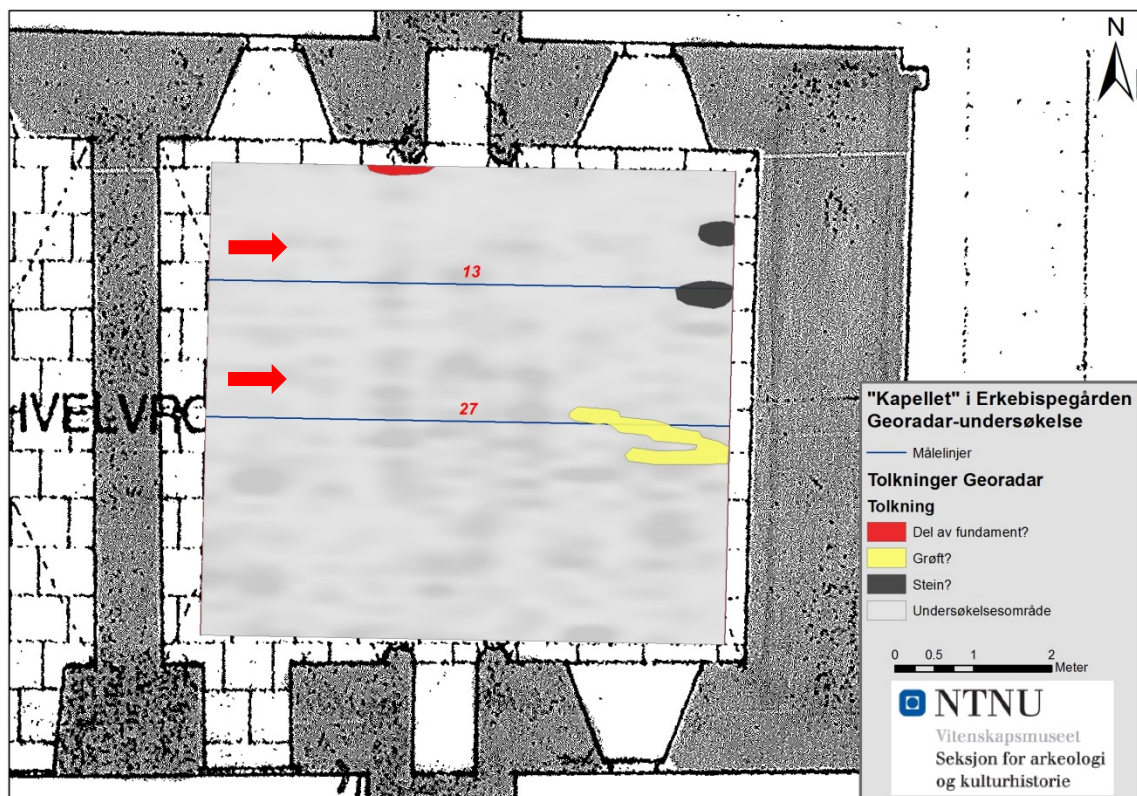
Figur 12: Arne Anderson Stamnes fra NTNU Vitenskapsmuseet foretar målinger med georadar inne i "kapellet". Foto: Kjersti Kristoffersen, NDR.

3 Resultater

Nedenfor presenteres kart over undersøkelsesområdet, geofysiske data fra undersøkelsen i plan og profil, samt geofysiske og arkeologiske tolkninger. Enkelte dybdeskiver og profiler vil bli presentert for seg i rapportdelen. I appendikset vil alle profiler og dybdeskiver bli hver for seg.

3.1 Georadar – 400 Mhz antenne

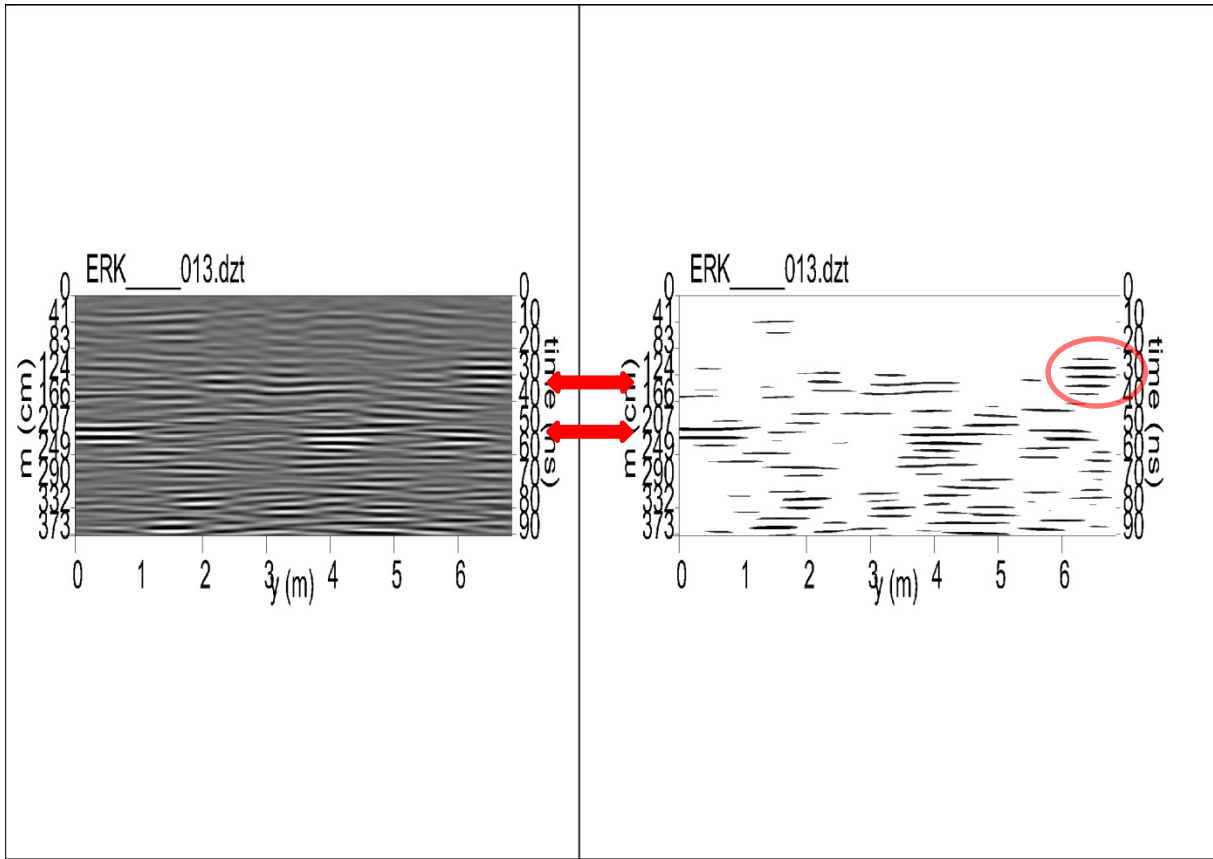
3.1.1 Utvalgte profiler



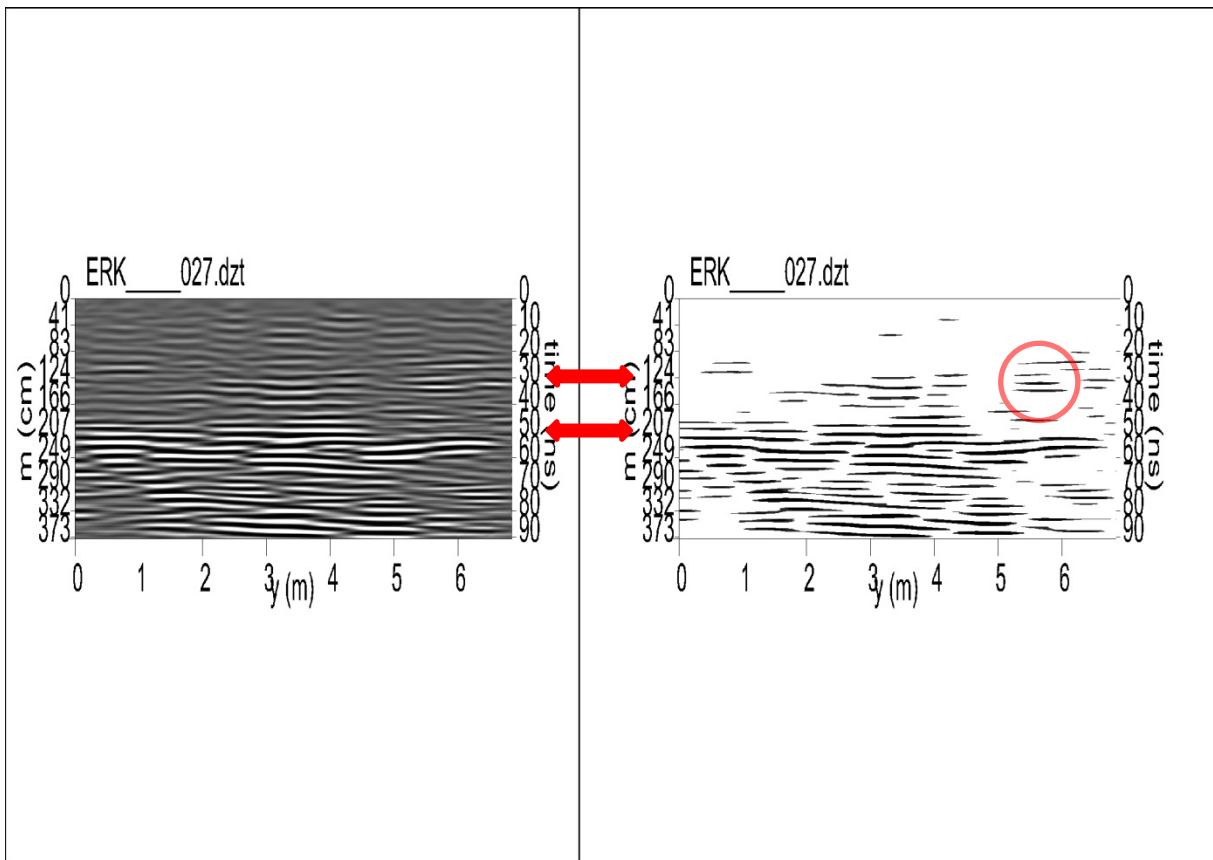
Figur 13: Plassering av de utvalgte profilene ERK 13 og ERK 27. Rød pil angir måleretning.

Figur 14 og 15 viser de to utvalgte profilene ERK 13 og ERK 27. Alle linjene er målt fra venstre mot høyre. Høye del av illustrasjonene viser de kraftigste utslagene langs profilene. Resten av de prosesserte profilene presenteres i appendikset. Profilene viser at de øverste 80-100cm er relativt «stille», i den forstand at det er få eller ingen endringer, som indikerer en relativ homogen masse uten særlige forstyrrelser.

De røde pilene viser omtrentlig dybde for tolkede viktige lagskiller. Vi vet fra målinger fra overflaten på utsiden av Vesthuset at det er leire ca. 1-1.2m under bakken. Det er omtrent ved denne dybden at vi observerer en tendens til mer kraftige, parallelle refleksjoner. Normalt vil leire, og da spesielt fuktig leire, ha en veldig attenuerende effekt, men vi vet fra tidligere undersøkelser foran vestfronten (Strandli et. al. 2007) at georadar-signaler til en viss grad er istand til å penetrere ned i leira i deler av området. I tilfellet «kapellet», kan det hende at undergrunnen her er langt mindre fuktig, og det kan forklare at vi ser ytterligere refleksjoner fra lagskiller dypere nede.



Figur 14: Linje 13 i profil, både som prosessert data og med kun kraftige refleksjoner.

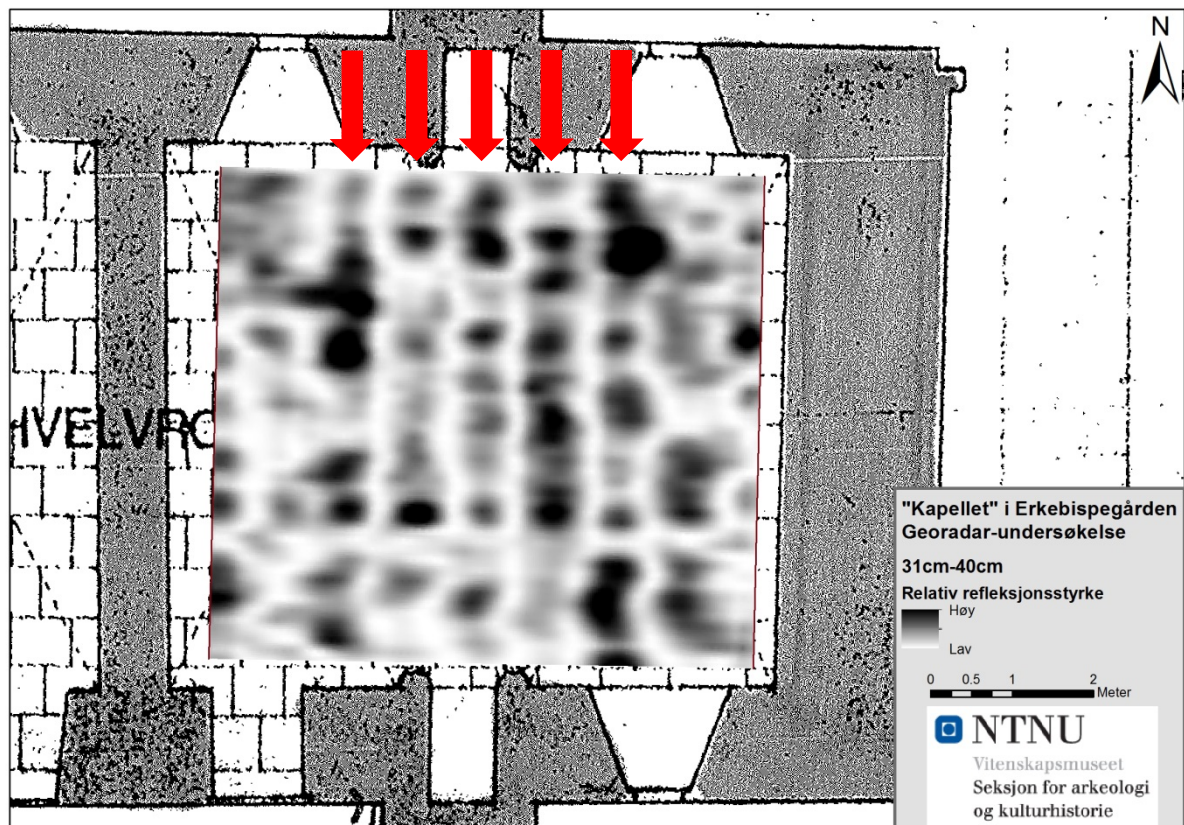


Figur 15: Linje 27 i profil, både som prosessert data og med kun kraftige refleksjoner.

Lagskillet ved ca. 195-200cm, 48-50ns, er en kraftig refleksjon, og under dette er det tendenser til kraftige parallelle refleksjoner. Det lar seg ikke gjøre å skille ut klare strukturer innenfor disse skillene. Disse lagskillene er kraftigere midt i rommet, enn ute ved kantene. Dette kan være et tegn på at en mottar signaler reflektert fra nord- og sørsiden av rommet, som ikke lot seg gjøre å fjerne på samme måte som langs linjene slik figur 11 og 12 viser. Det er ikke trolig at dette lagskillet kun er signalstøy fra sidene, da en ser kraftige refleksjoner i omtrent samtlige profiler ved denne dybden. Hva dette lagskillet vi ser i de geofysiske dataene representerer, er vanskelig å avgjøre sikkert. Det kan være at dette er den faktiske overgangen til leira, og at dette er den faktiske dybden som ble gravd ut i forbindelse med byggingen av Vesthuset. Figur 3-5 av fundamenteringen til bygningen taler imot en slik tolkning. Refleksjonene kan også stamme fra lagskiller i de kjente rasmassene, eventuelt bunnen av leira fra rasmassene i dette området. Mest sannsynlig er det natur, og ikke kultur, vi observerer her.

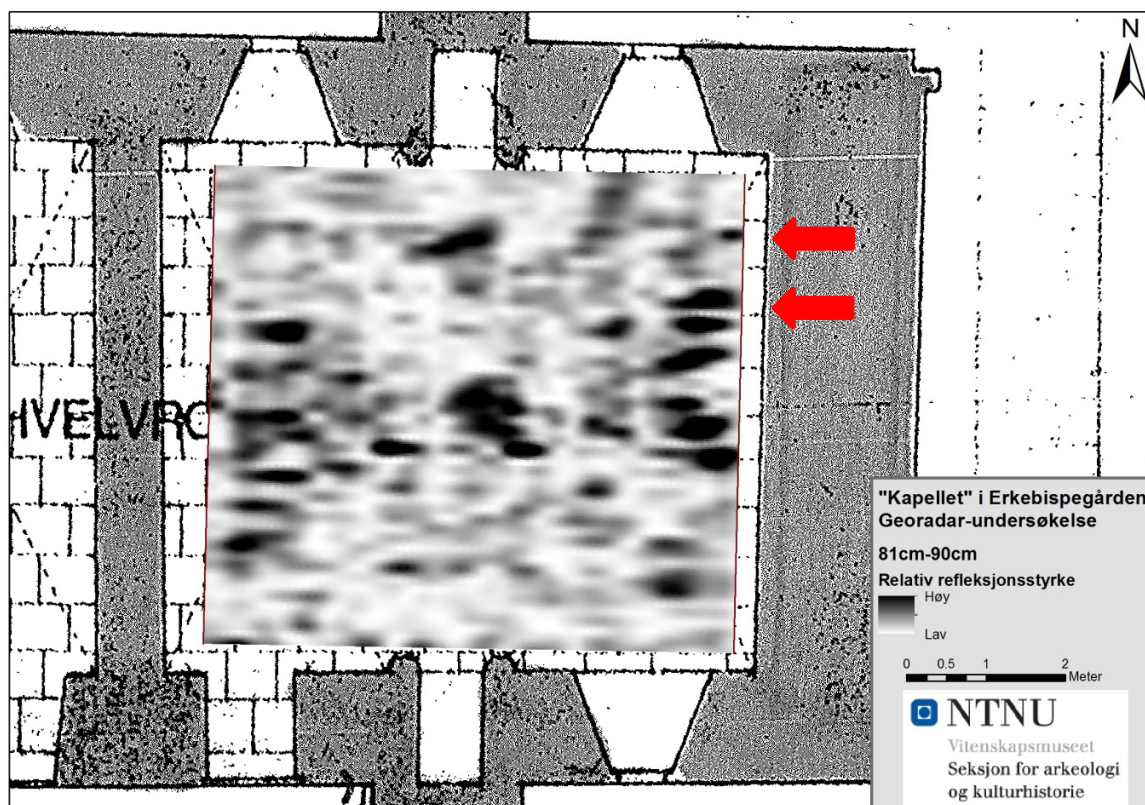
3.1.2 Utvalgte dybdeskiver

Her vil utvalgte dybdeskiver presenteres. Resten av de prosesserte dybdeskivene presenteres i appendixet.

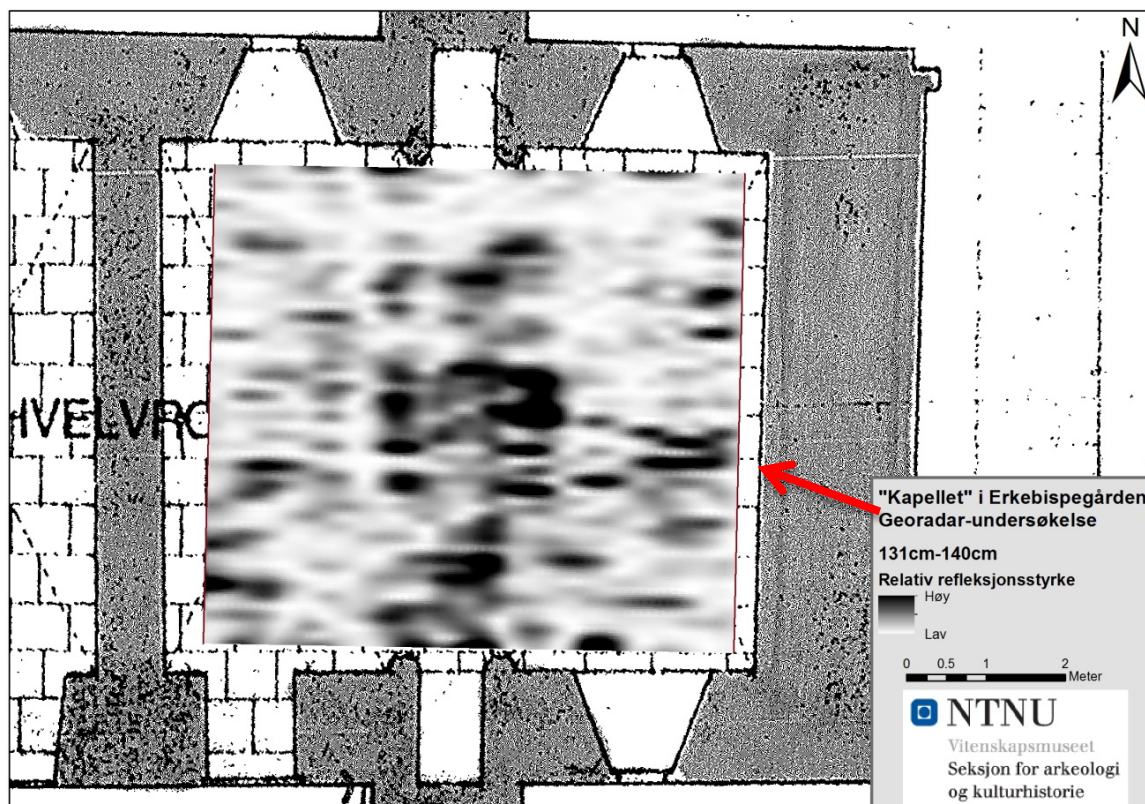


Figur 16: Dybdeskive ved ca. 31-40cm dyp.

De røde pilene angir soner med kraftige responser som går nogenlunde N-S. Det er antatt at dette er isolasjonsplater med steinull som skaper denne responsen. Arkitektens plan involverer bruken av slikt materiale (se figur 5). Disse er synlige på flere dybdeskiver. På figur 17 markerer to piler isolerte avvik ved østveggen, som kan sees i flere dybdeskiver. Disse er tolket som mulige steiner, og ikke elementer fra lagskiller som kan sees med høy refleksjonsstyrke.

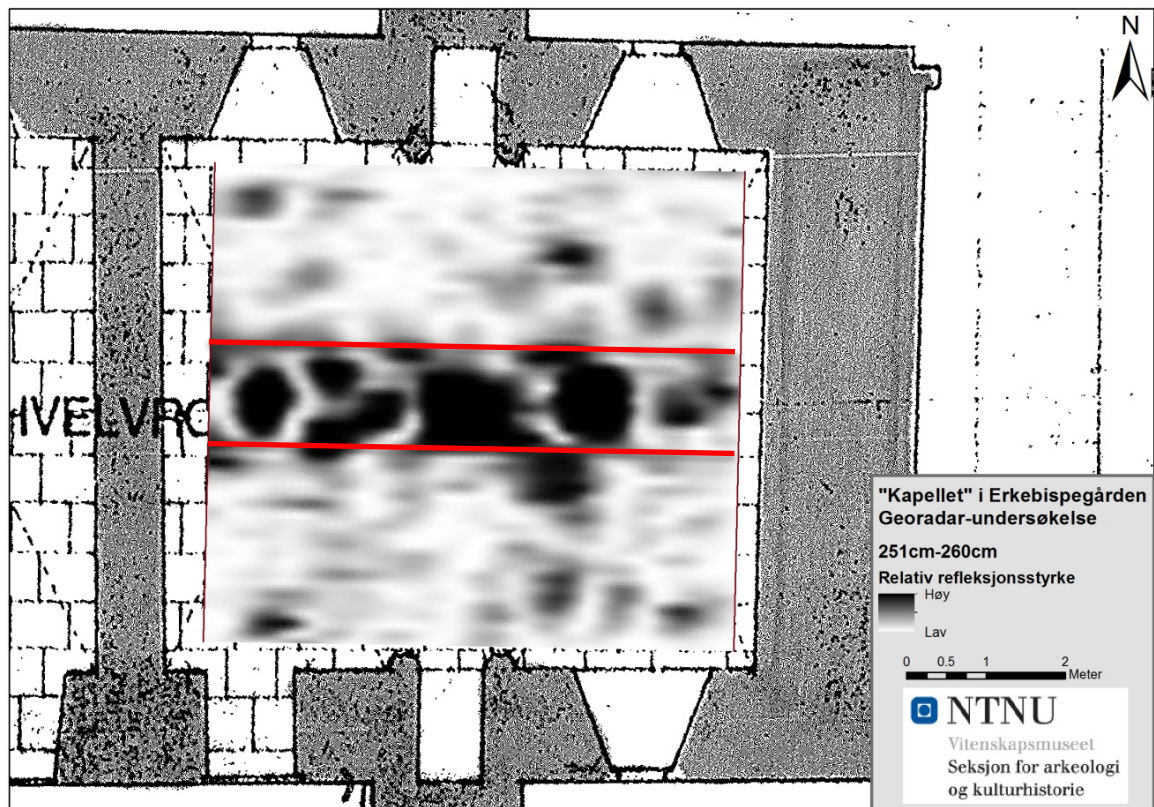


Figur 17: Dybdeskive ved ca. 81-90cm dyp



Figur 18: Dybdeskive ved ca 131-140cm dyp.

I figur 18 angir den røde pilen en svak og relativt smal linje som strekker seg fra veggene i øst og vest-nordvestover mot midten av rommet. Dette avviket er tolket som en mulig smal grøft.

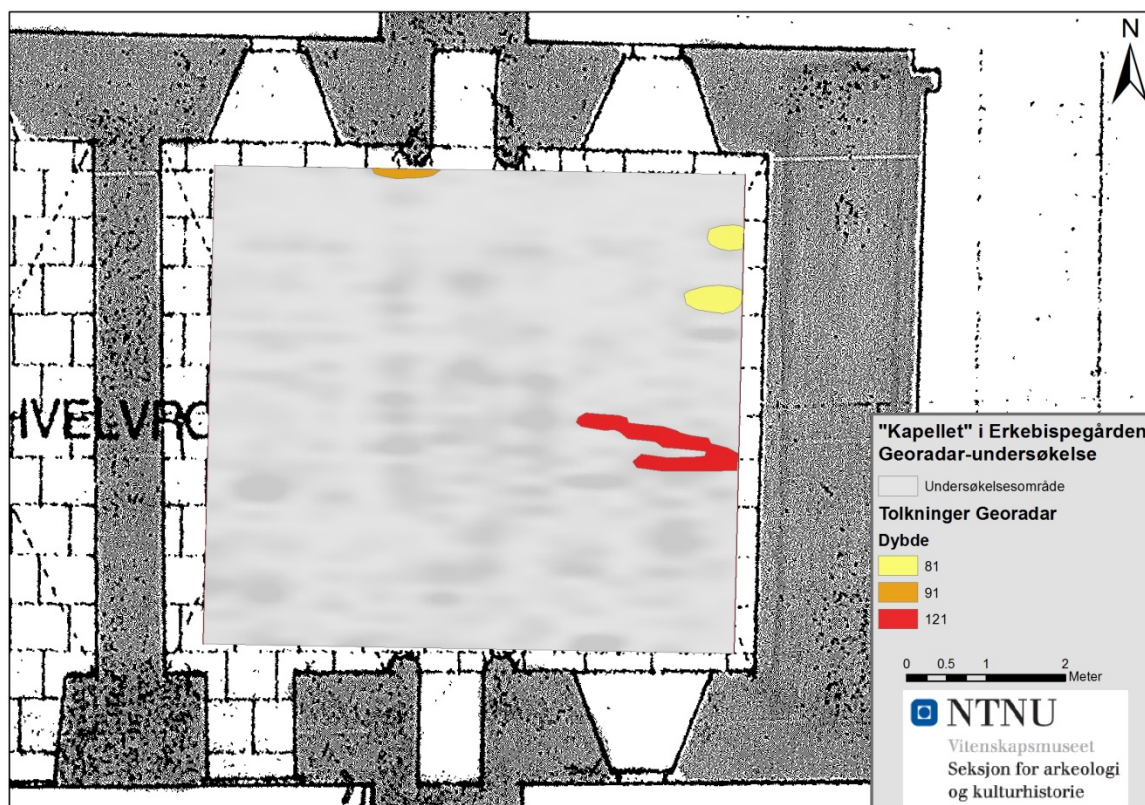


Figur 19: Dybdeskive ved ca. 251-260cm.

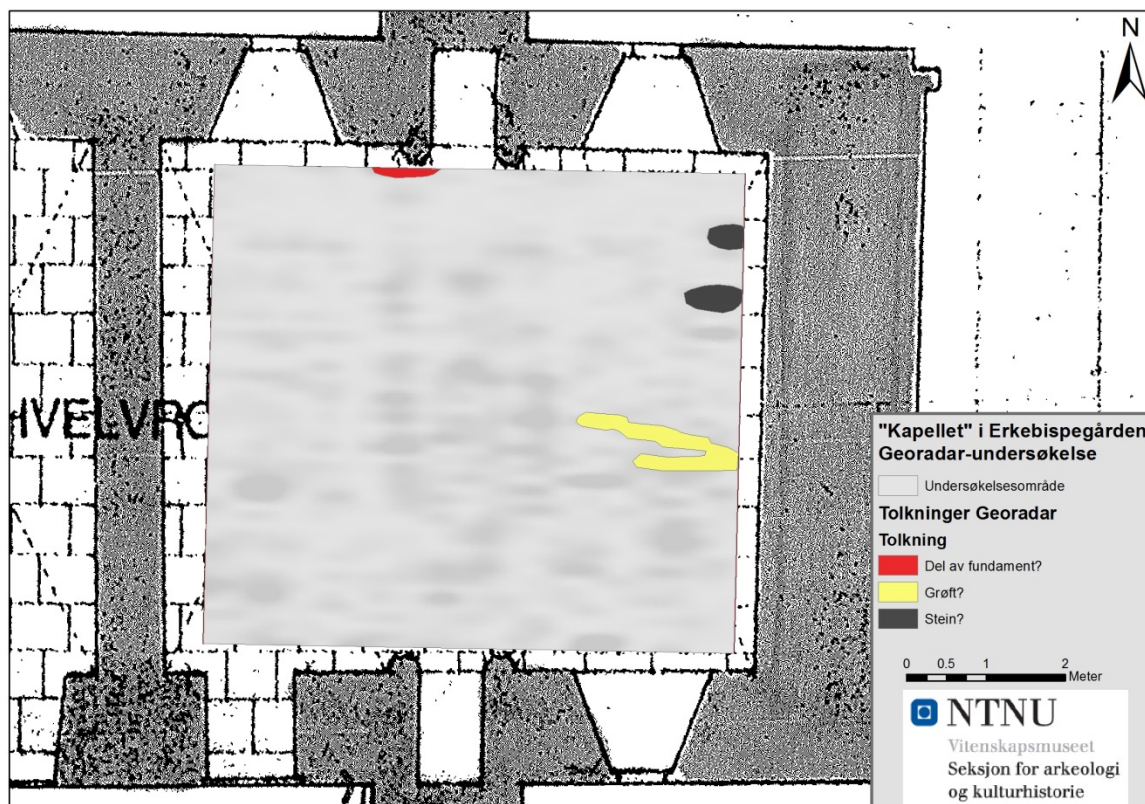
Figur 20 viser hvordan det tilsynelatende danner seg et bånd i midten av rommet, i øst-vestlig retning. Dette er tolket som radiobølger fra georadaren, som blir reflektert av nord- og sørveggene. Selv om det lot seg gjøre å slette signalene langs profilene fra øst- og vestveggene, slik illustrert i figur 10, er det antatt at båndet vi ser her er forårsaket av en tilsvarende forstyrrelse.

3.2 Tolkning

Nedenfor er identifiserte geofysiske avvik presentert. Selv om en rekke andre mulige avvik kan antydes, er det disse som er utvalgt som arkeologisk interessante gjennom studier av alle avvik i plan og profil. Mange andre kraftige reflektorer i plan viser seg å være deler av lagskiller slik diskutert og presentert i del 3.1.1. og figur 13 til 14. Alle avvik isolert og presentert i figur 20 og 21 er kraftige reflektorer. I østlige delen er det to avvik som fremstår mer tydelig innenfor den øverste meteren, og da mer spesifikt i den lagsonen som ellers har relativt homogene responser. Det er derfor mulig at dette er steiner eller andre mer hardpakkede strukturer. De påtreffes ved ca. 81 cm og nedover. I mot nordveggen er det også en kraftig respons i det øvre horisontale sjiktet ved ca. 91 cm og nedover. Dette avviket er bare synlig i den nordligste profilen, og er derfor tolket som en mulig del til fundamentet til veggene – muligens en stein som stikker mer ut enn resten av fundamentet. Mest interessant er kanskje et lineært anomali som påtreffes ved en dybde på ca. 120 cm. Dette stikker ut fra østveggen og strekker seg mot midten av rommet, og sees i profil som en kraftig respons som ligger litt høyere i mot vest enn mot veggene i øst. Det er mulig dette er en grøft eller øvre del av en mur. På figur 21 er avviket angitt som en «grøft?».



Figur 20: Dybdeangivelser til identifiserte avvik.



Figur 21: Arkeologisk tolkning av de geofysiske avvikene.

3.3 Konklusjon

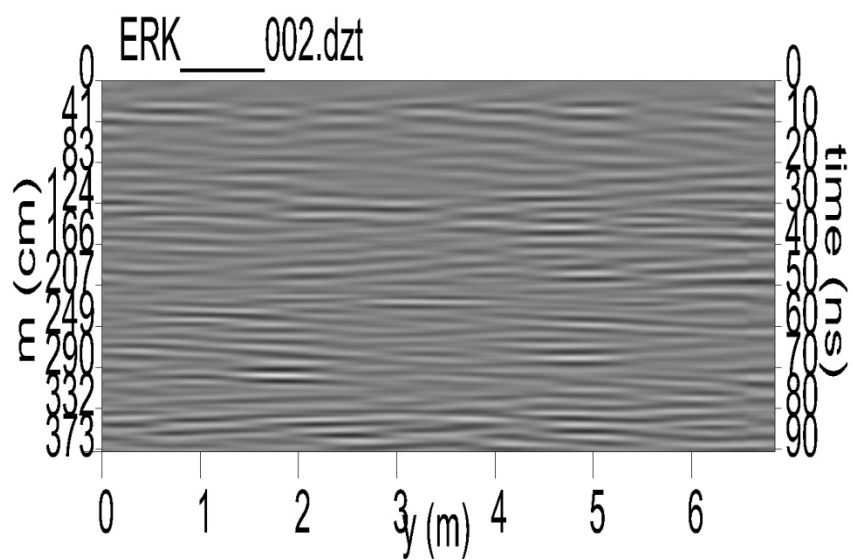
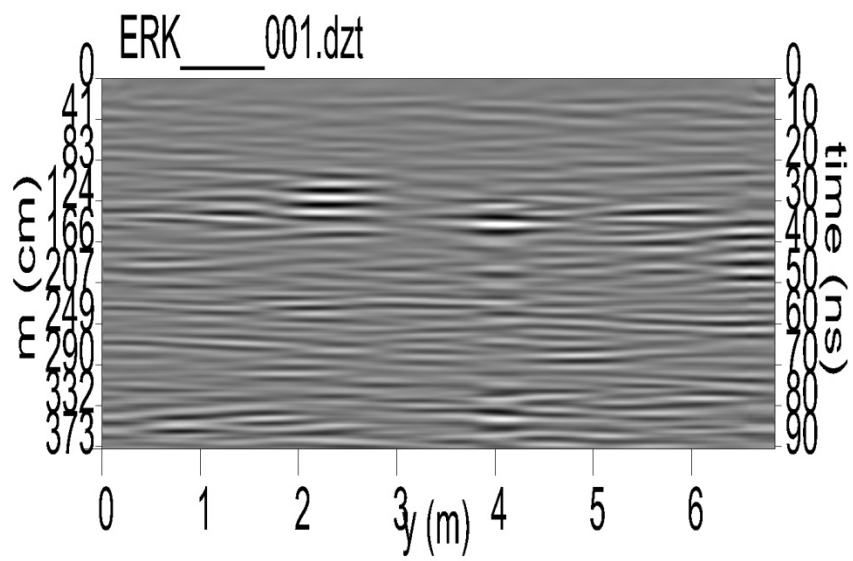
I alt ble 49 georadar-profiler målt inn med meget høy tetthet, med signaler ned til 3,5-4 meter. Det ble vist at de øverste 100-120 centimeterne under dagens gulvnivå i all hovedsak besto av ganske homogene masser, med kun noen enkelte mulige steiner eller andre konstruksjoner med avvikende respons. Ved denne dybden var det indikasjoner på et lagskille- muligens overgangen til den sterile grunnen, siden det ved omtrent denne dybden er kjent at en påtreffer leira utenfor bygningen. Et lineært avvik skjærer fra ca. midt på østveggen mot midten av bygningen. Dette kan være en grøft eller en annen konstruksjon, men dette er vanskelig å avgjøre ut fra georadar-dataene alene, da de ikke forekommer i et system eller har en annen gjenkjennelig form. Ved ca. 195-200cm dyp er det et annet lagskille som er litt vanskeligere å tolke, men det er mulig det angir tykkelsen i rasmassene man vet at undergrunnen består av eller eventuelt er en form for lagskille inne i selve rasmassene.

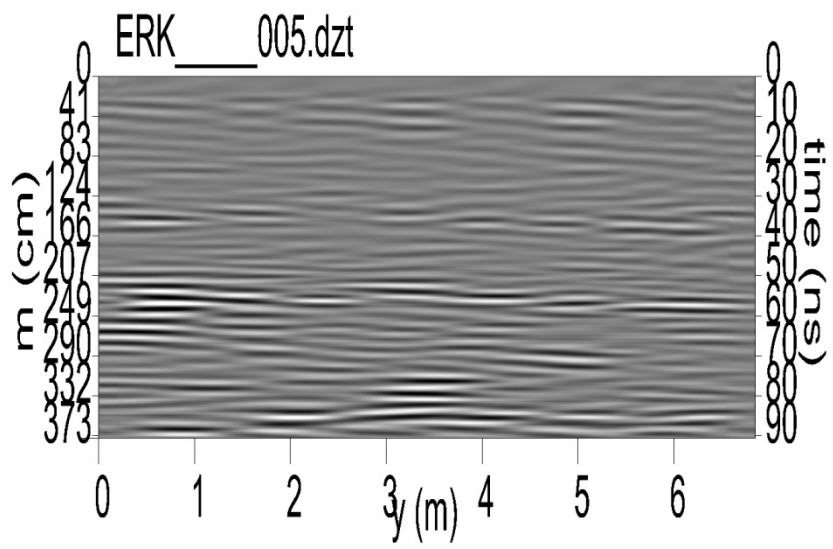
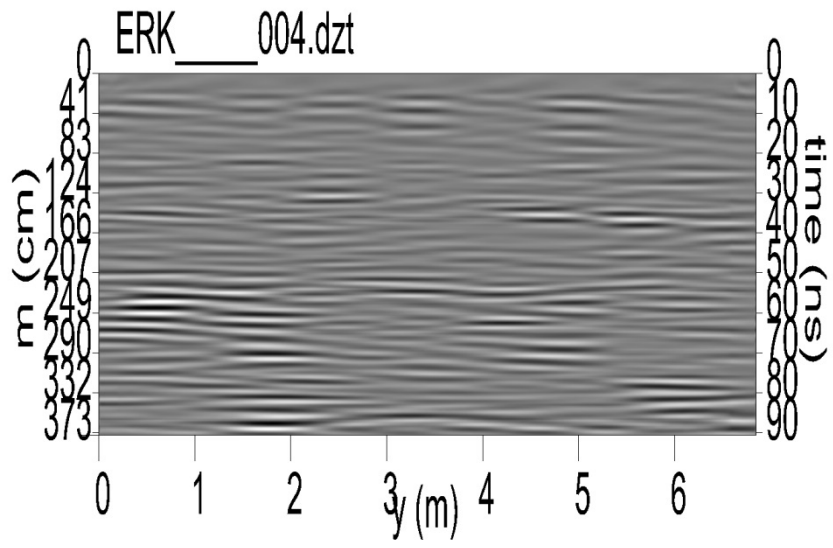
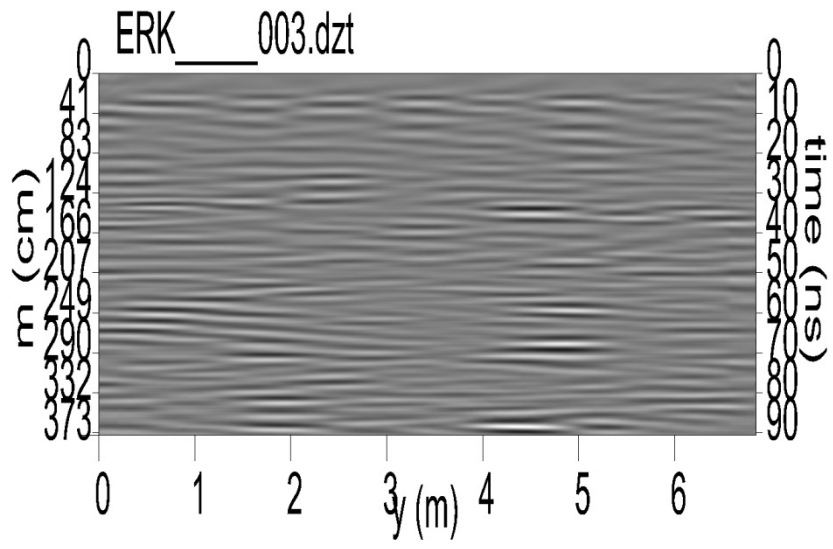
4 Litteratur

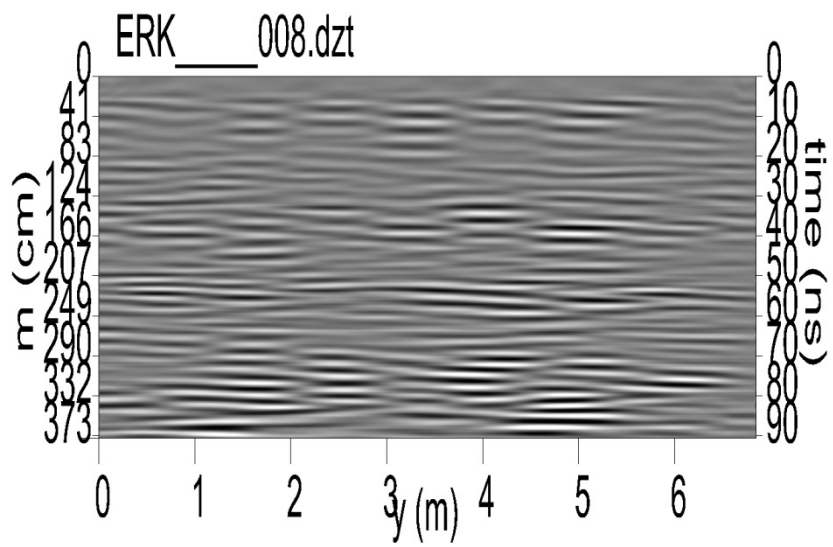
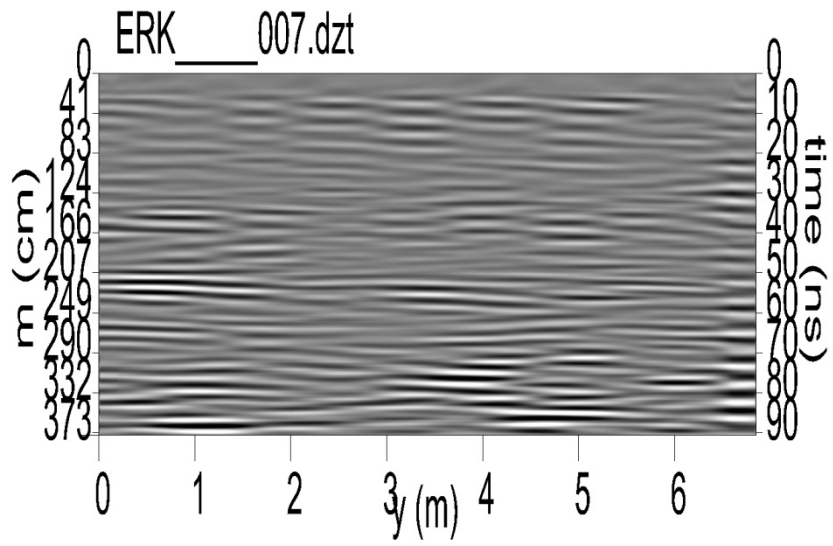
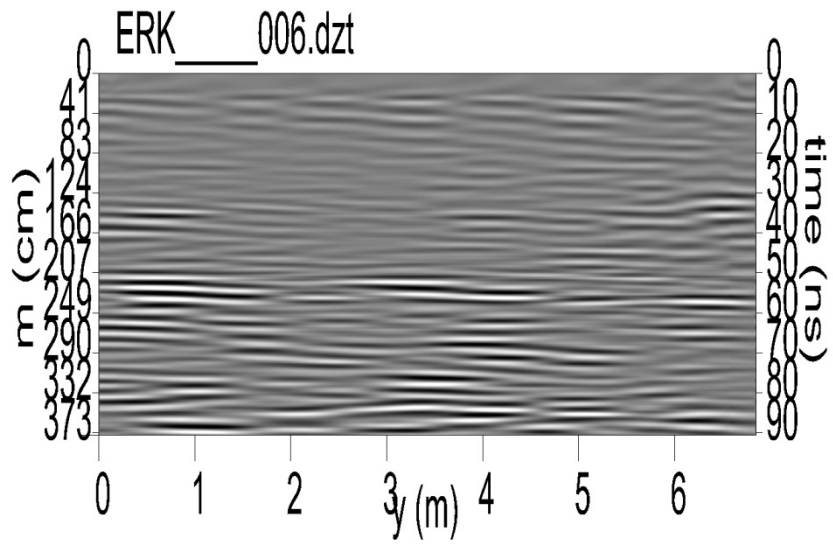
- Bergquist, Ulla 1987. *Arkeologisk forundersøkelse i forbindelse med installasjon av sprinklere for brannsikring*. Innberetning TA 1987/4 Erkebispegården. Riksantikvarens arkiv.
- Conyers, L.B. 2004. *Ground Penetrating Radar for Archaeology*. Plymouth, AltaMira Press.
- Gaffney, C and J. Gater 2003. *Revealing the buried past. Geophysics for Archaeologists*. Stroud, Tempus Publishing Ltd.
- Goodman, D. and S. Piro 2013. *GPR Remote Sensing in Archaeology*. Springer, Heidelberg.
- Hommedal, Alf Tore 1997. «Dei gløymde romma» i Erkebispegården. *Spor* nr 1 1997, side 17-19. Utgitt av NTNU Vitenskapsmuseet i Trondheim.
- Reed, Ian 1998. *Excavations outside the west front of Nidarod Cathedral in Trondheim Part 1*. NINA/NIKU Oppdragsmelding 055. Trondheim.
- Stamnes, A.A. *Developing a Sequential Geophysical Survey Design for Norwegian Iron Age Settlements*. Upublisert mastergradsavhandling ved University of Bradford. Tilgjengelig på nett:
https://www.academia.edu/5795264/Developing_A_Sequential_Geophysical_Survey_Design_For_Norwegian_Iron_Age_Settlements - sist besøkt 05.02.2015
- Strandli, C.W, A. Bjerkhagen, I.Dragland og A.A. Stamnes 2007. *Archaeology and Geophysics. Exploring for Ancient Subsurface Structures Surrounding the Nidaros Cathedral in Trondheim*. Upublisert rapport. Statoil Summer Project 2007.

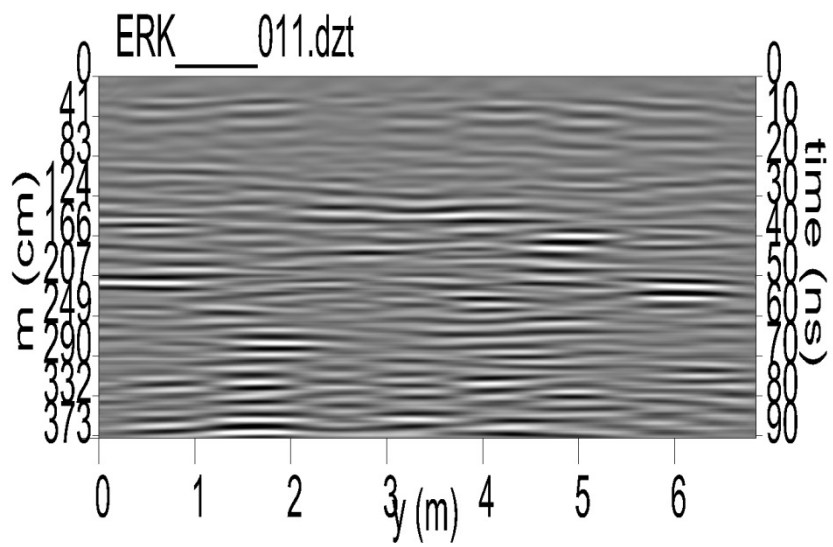
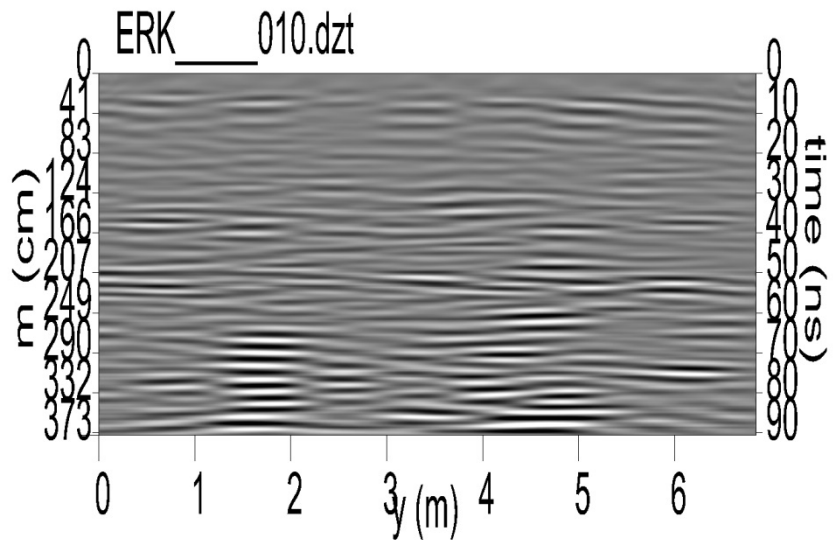
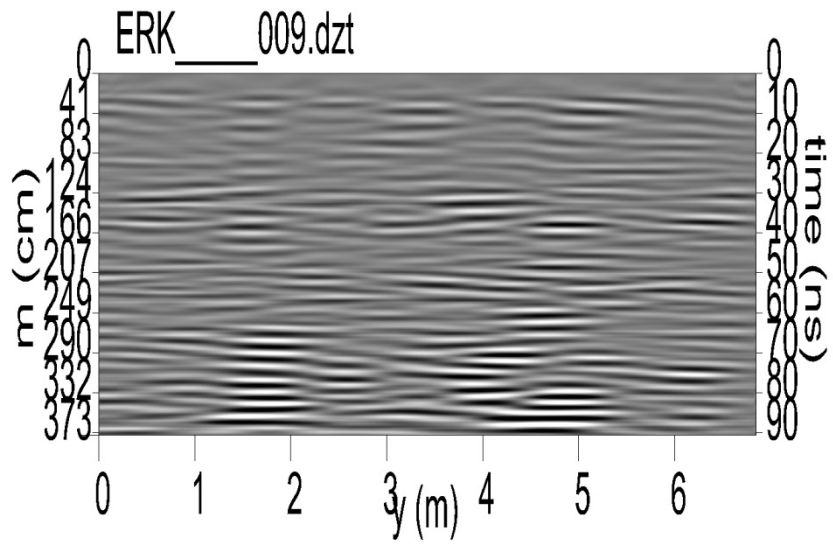
5 Vedlegg

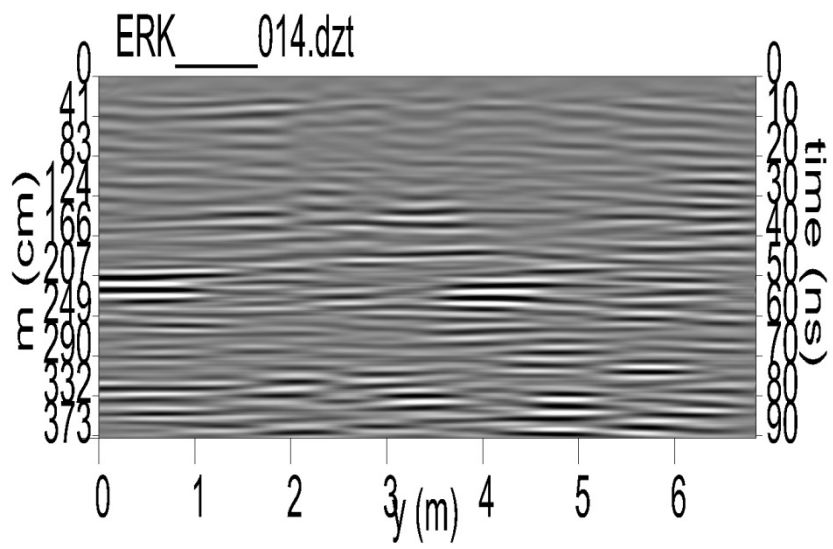
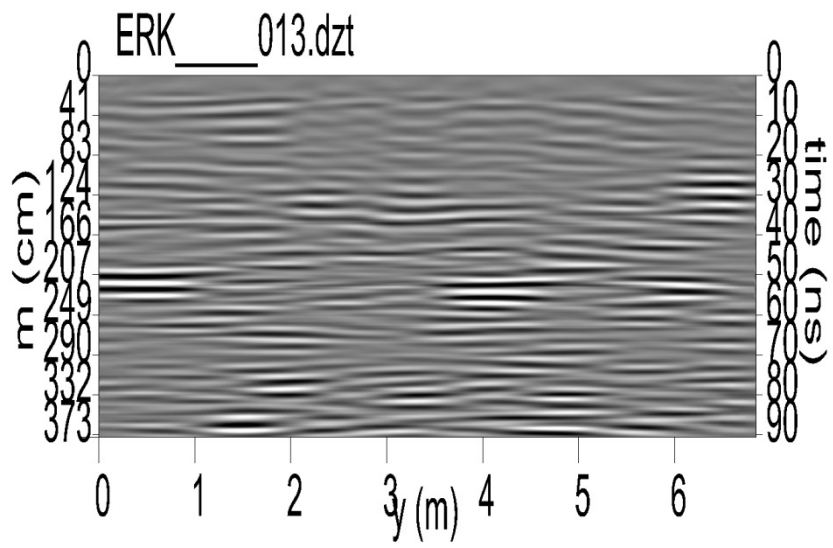
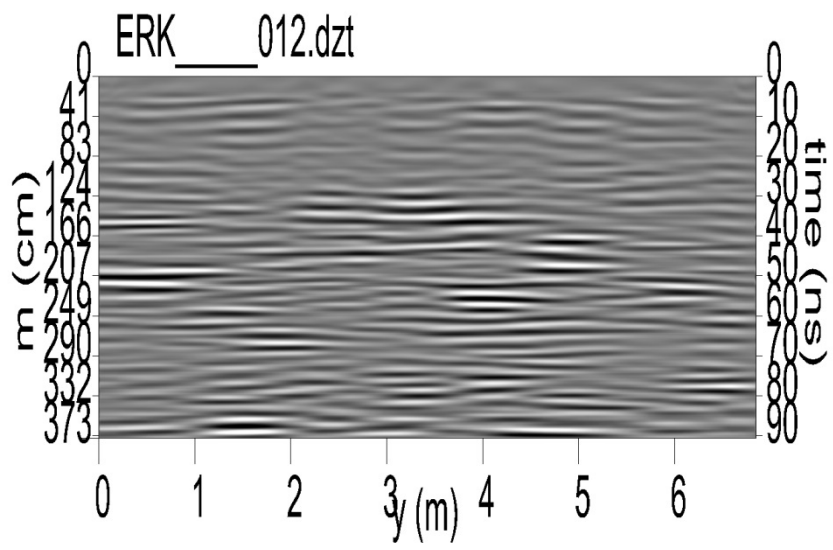
Vedlegg 1 Profiler

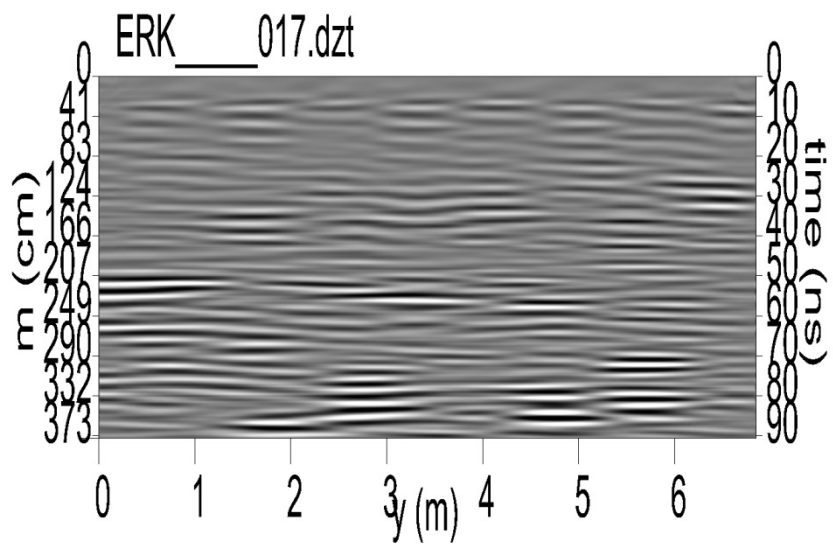
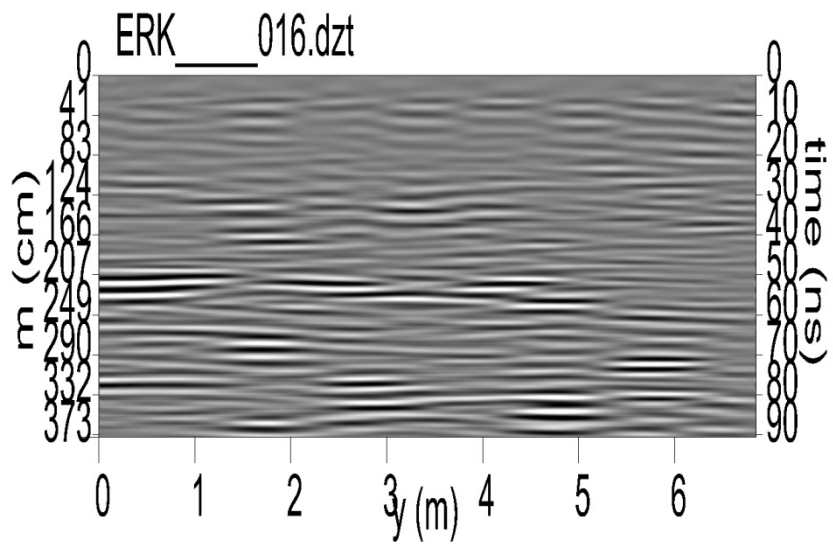
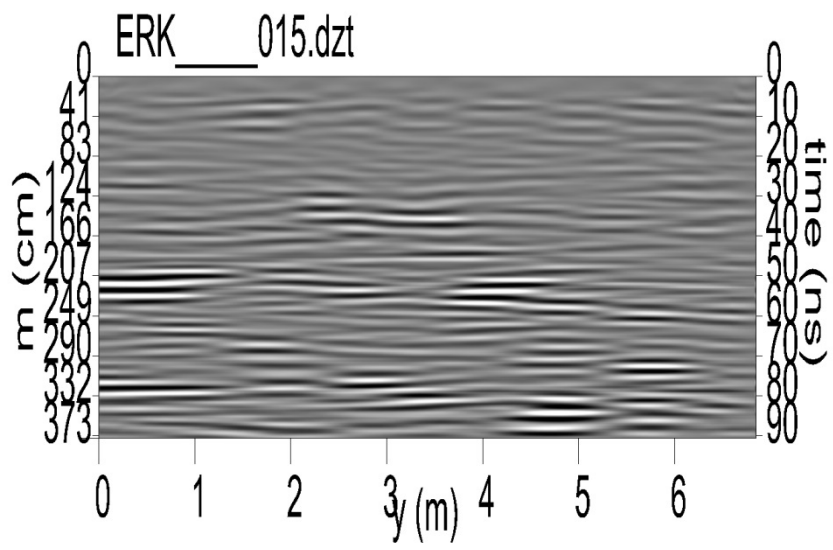


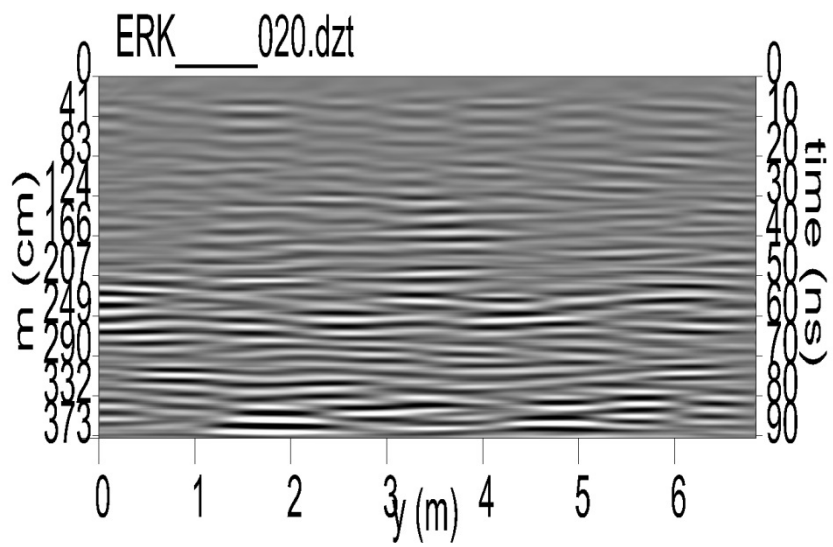
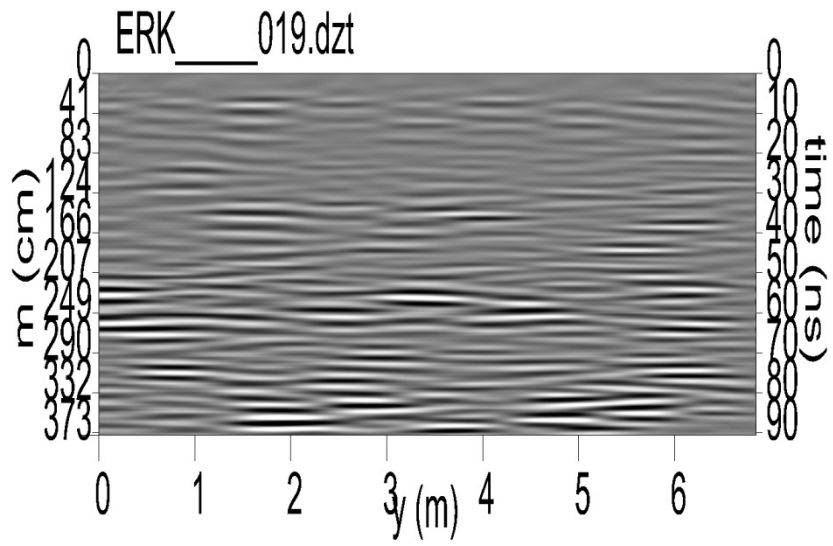
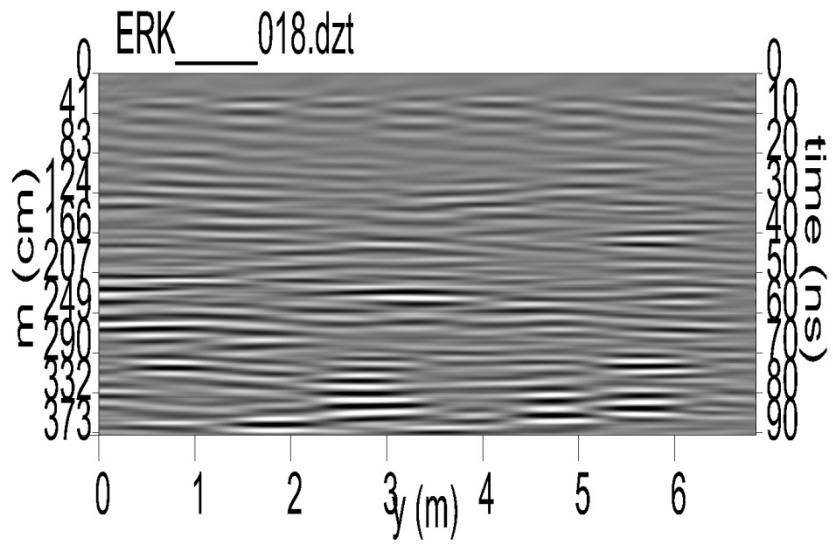


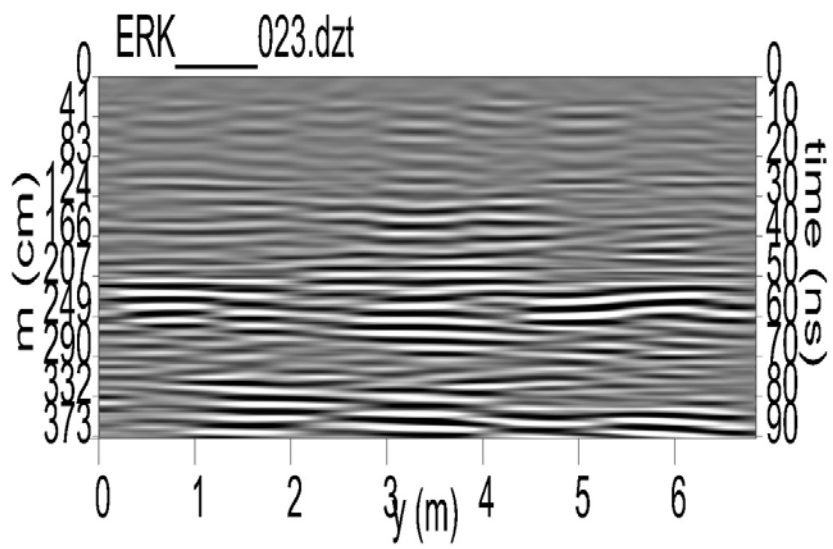
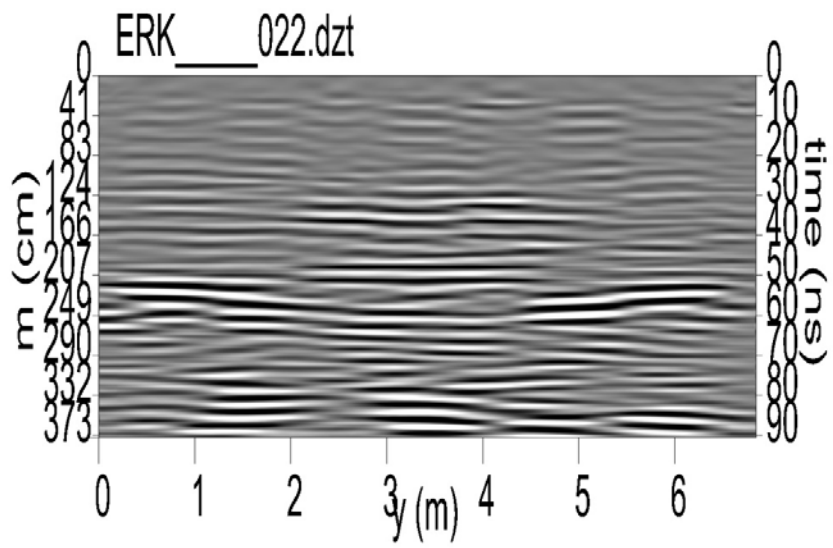
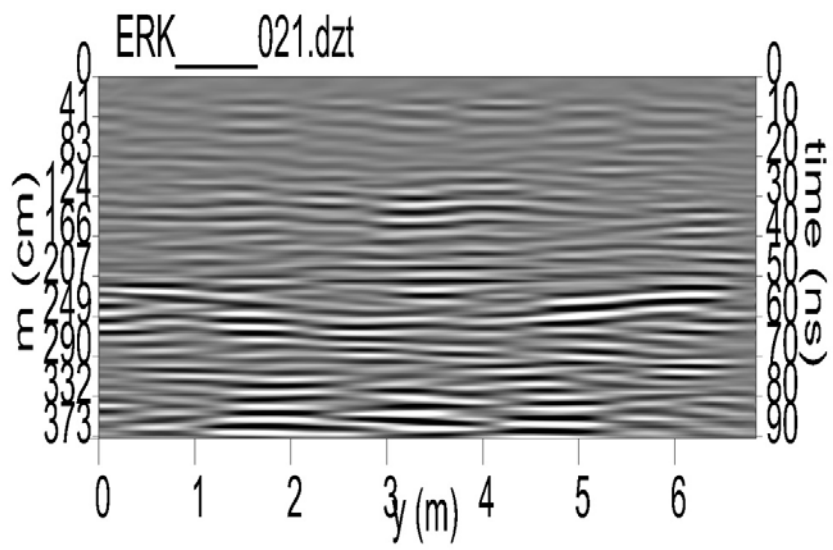


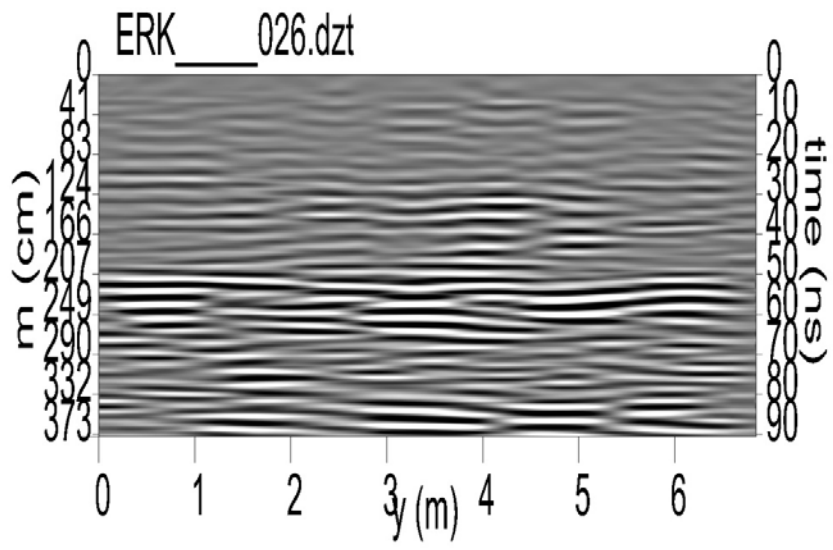
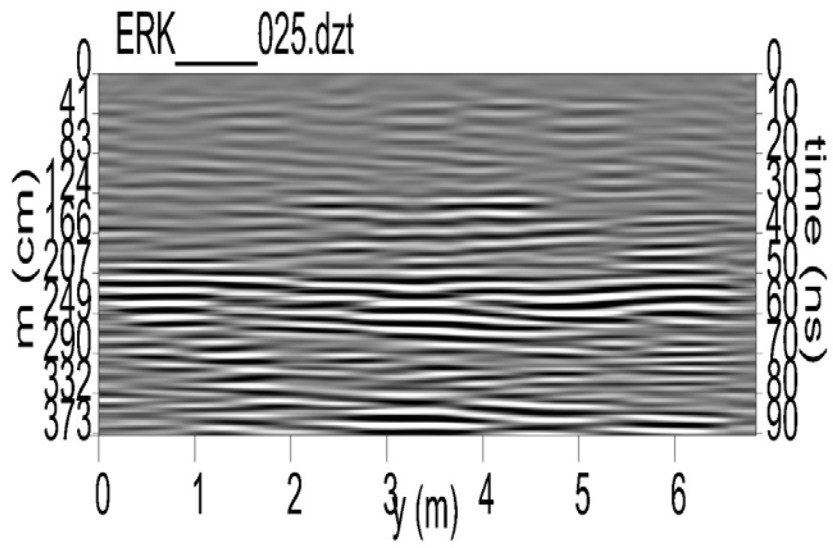
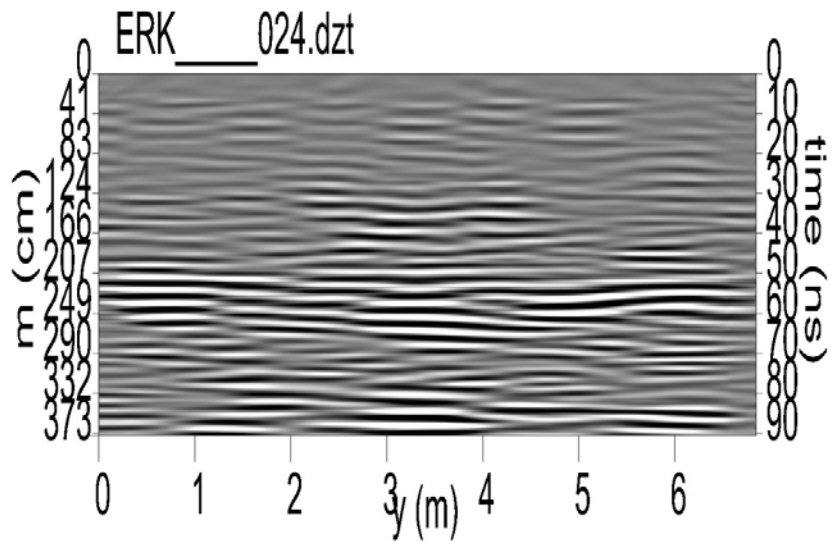


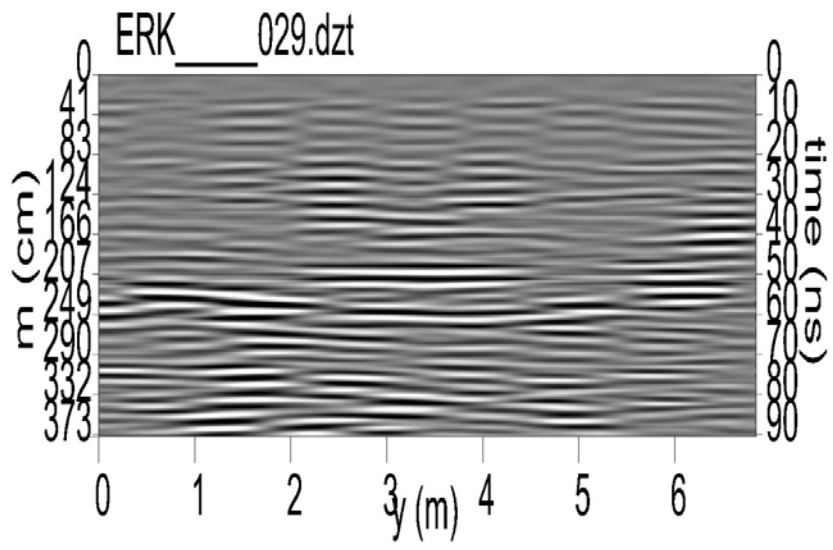
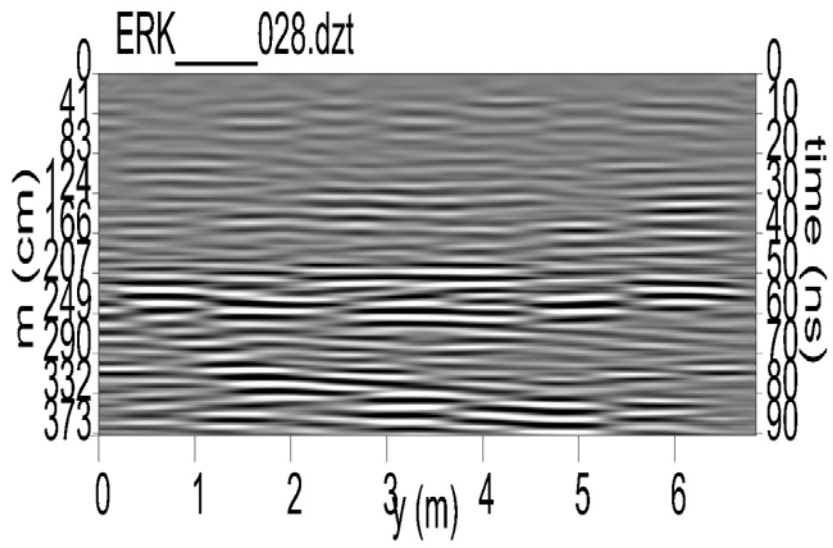
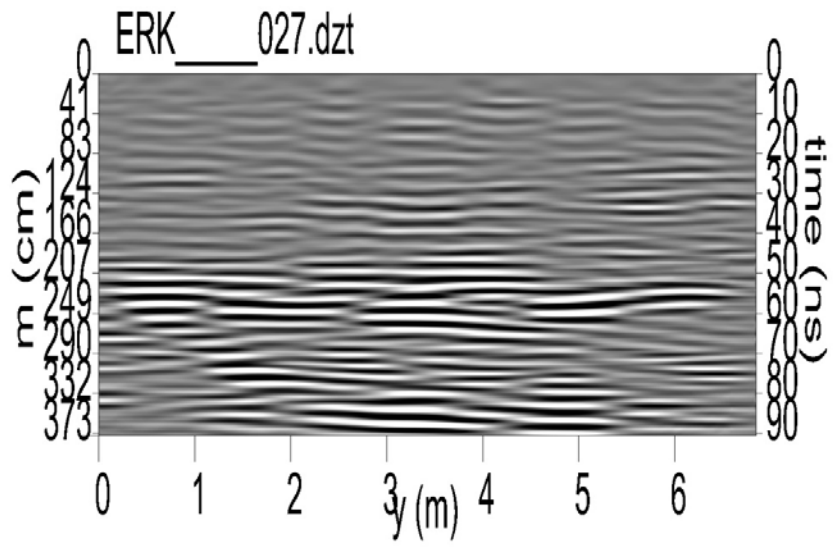


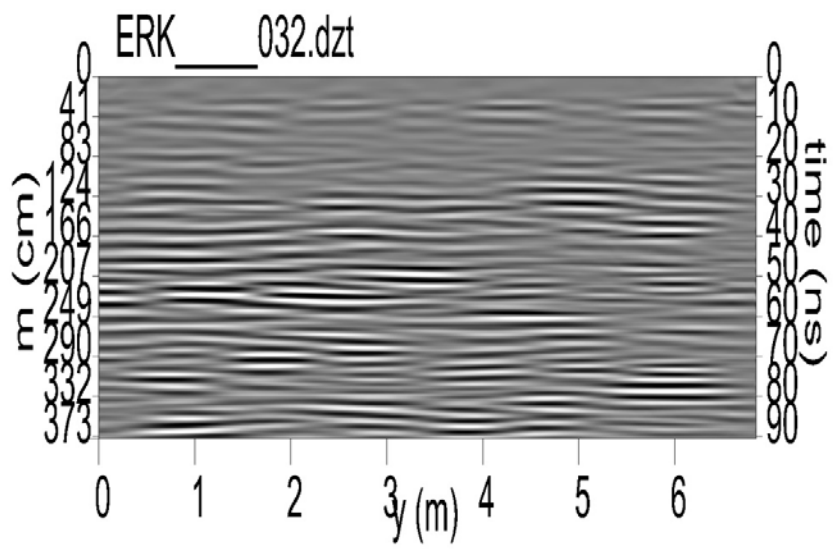
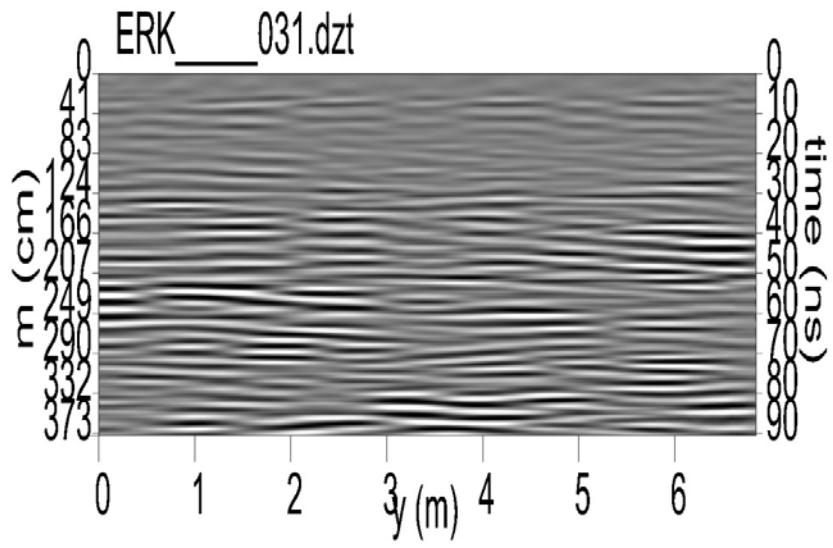
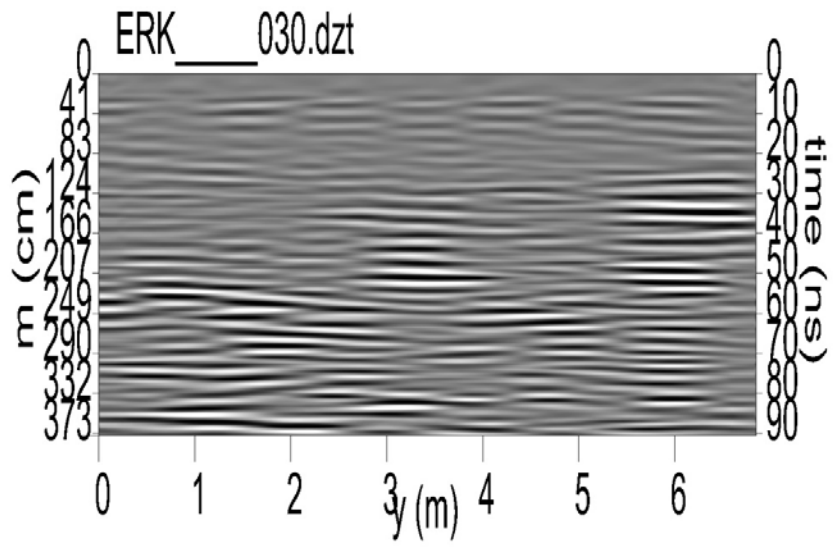


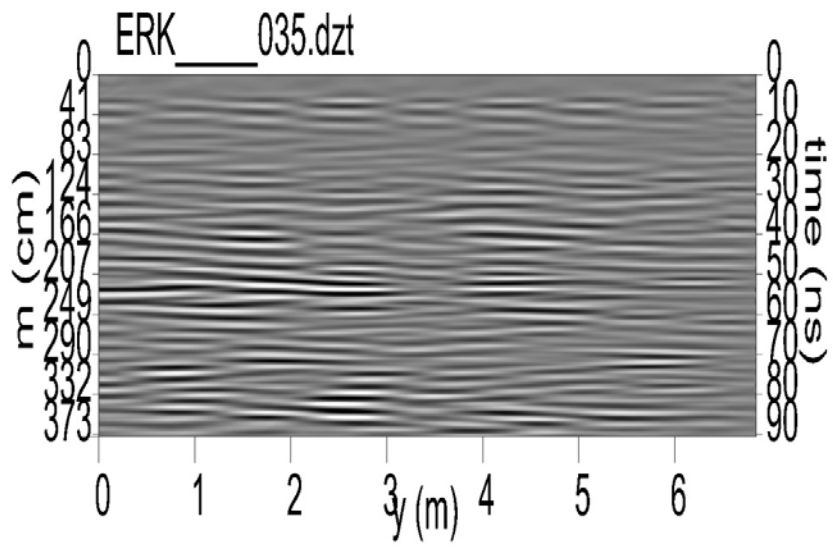
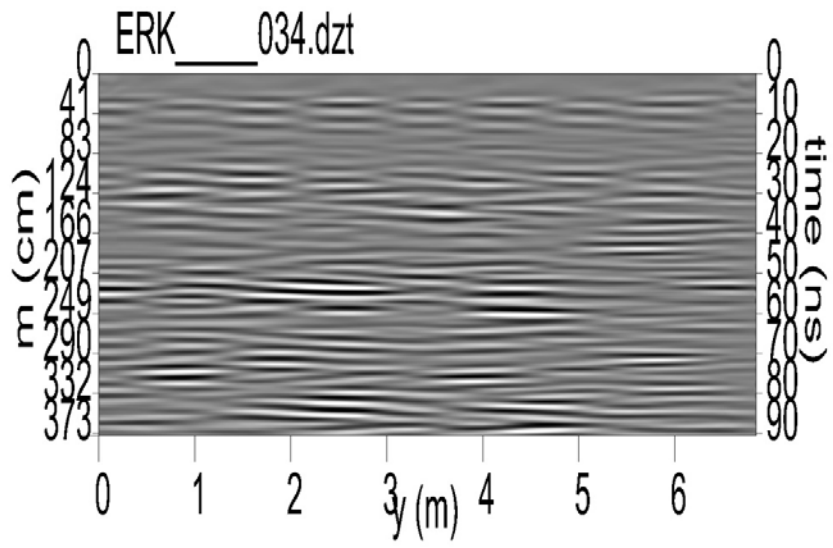
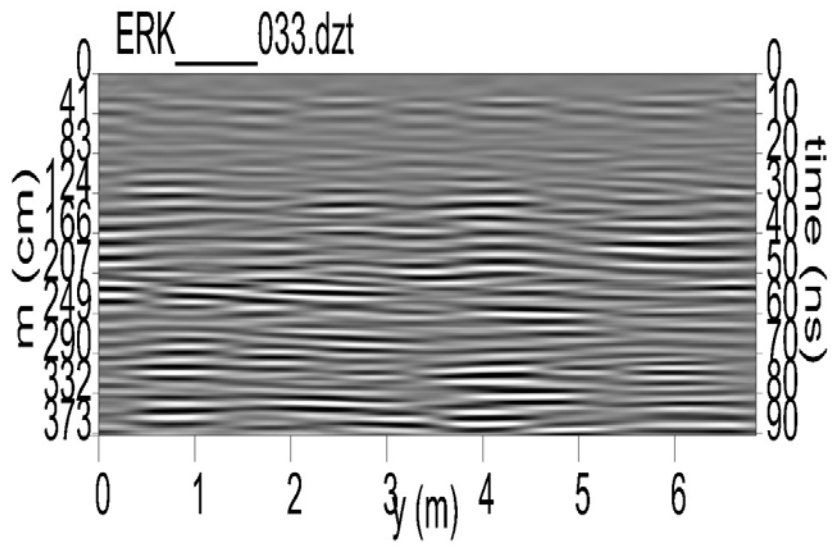


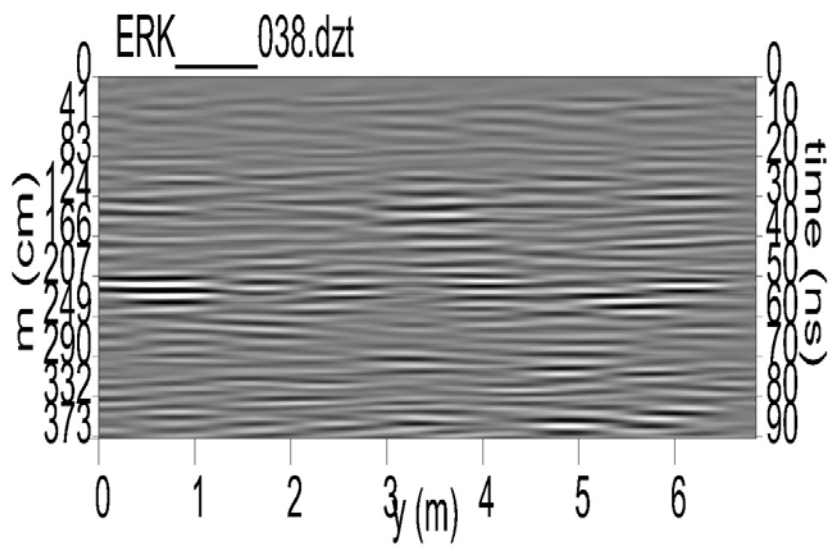
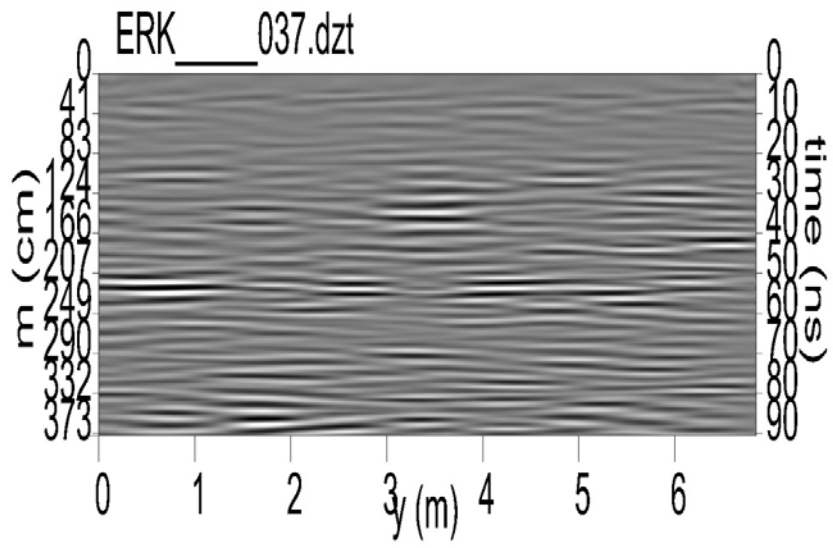
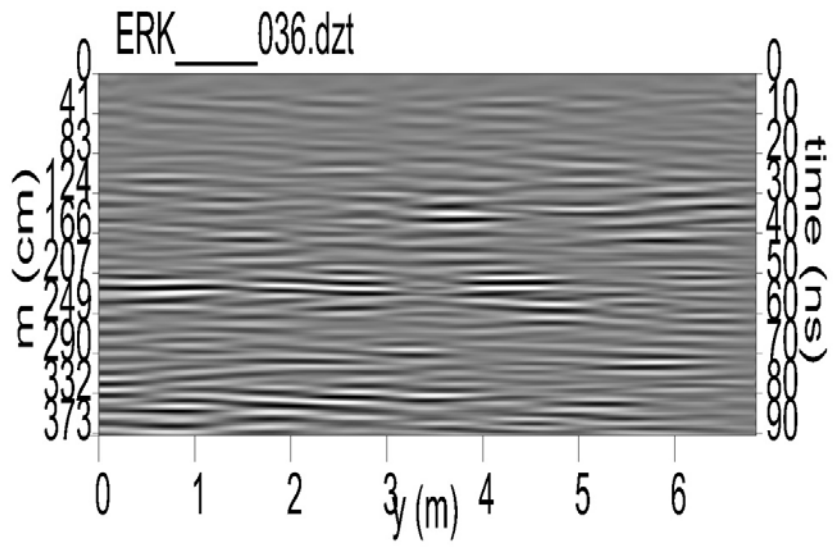


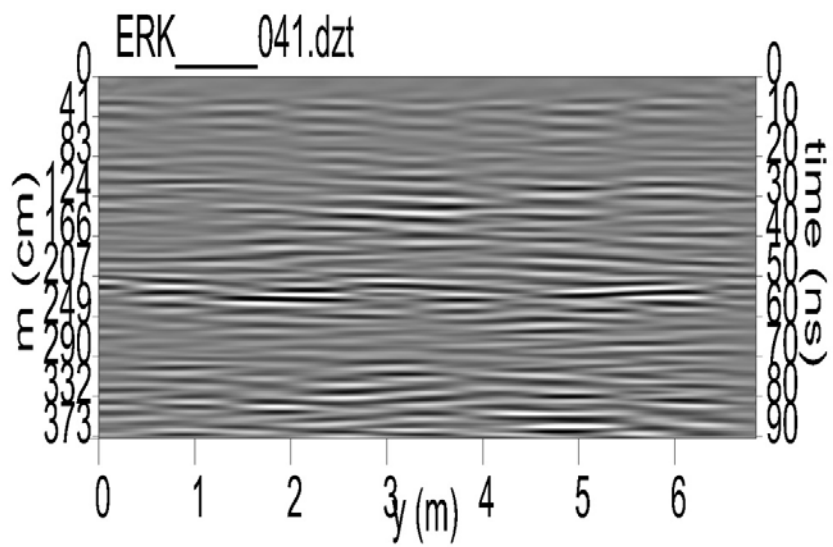
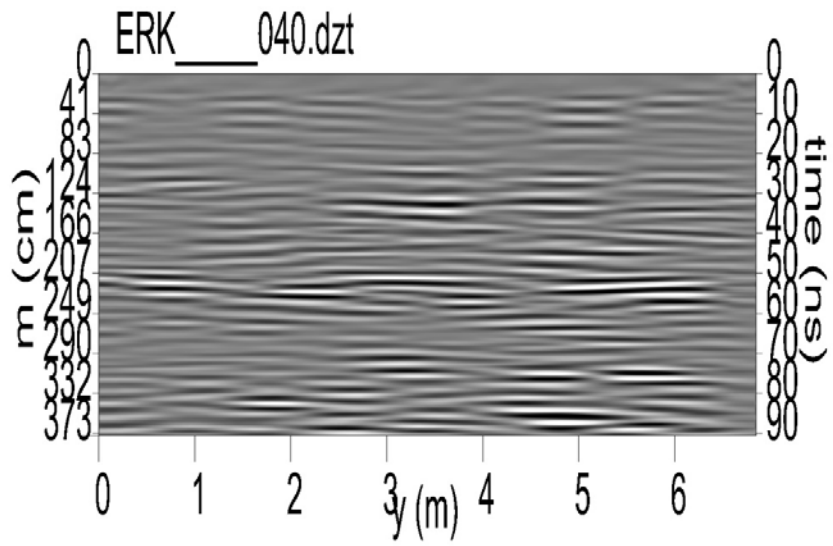
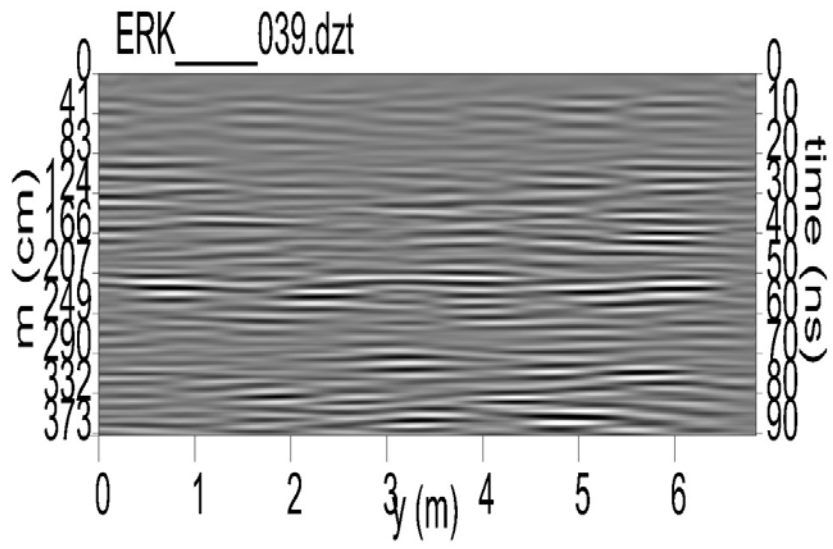


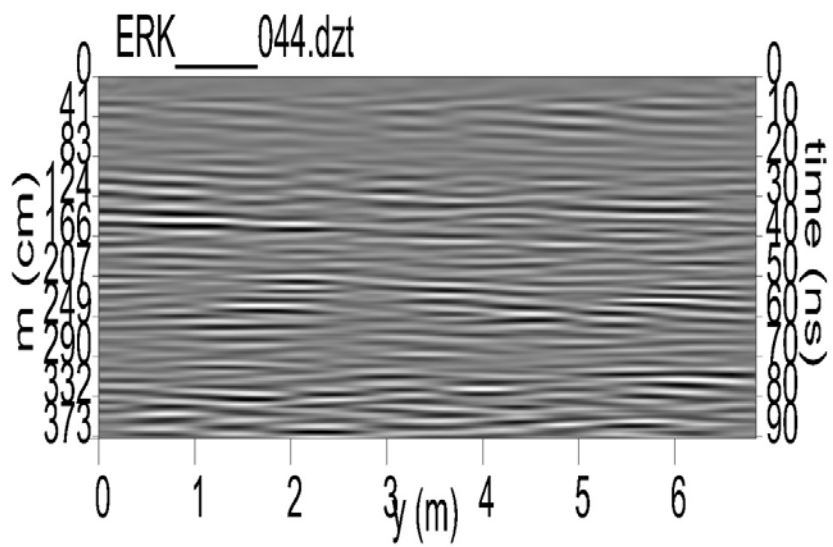
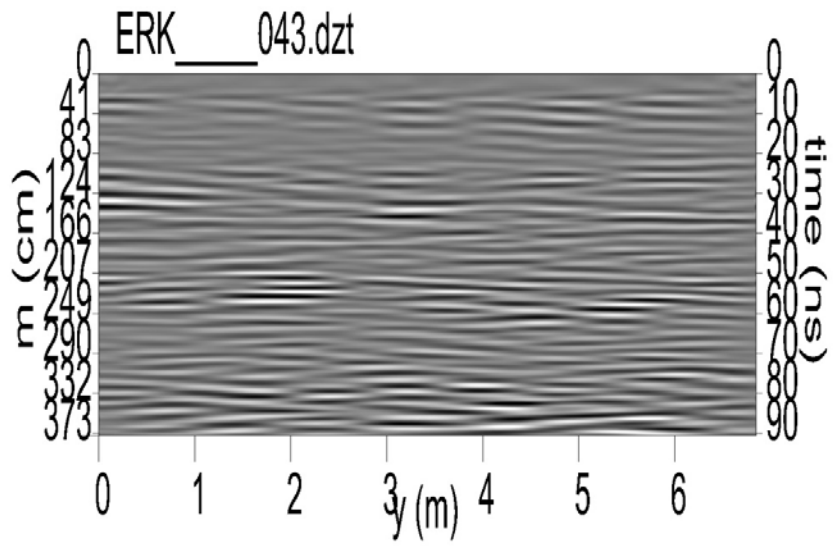
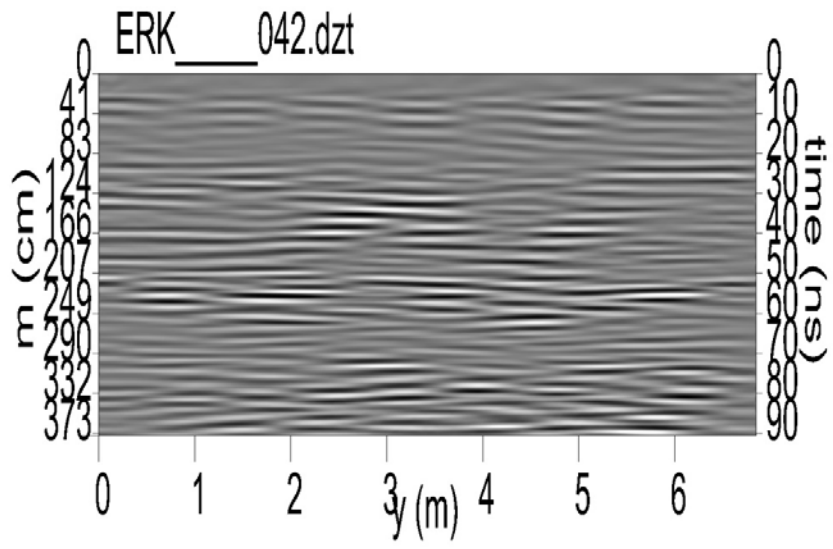


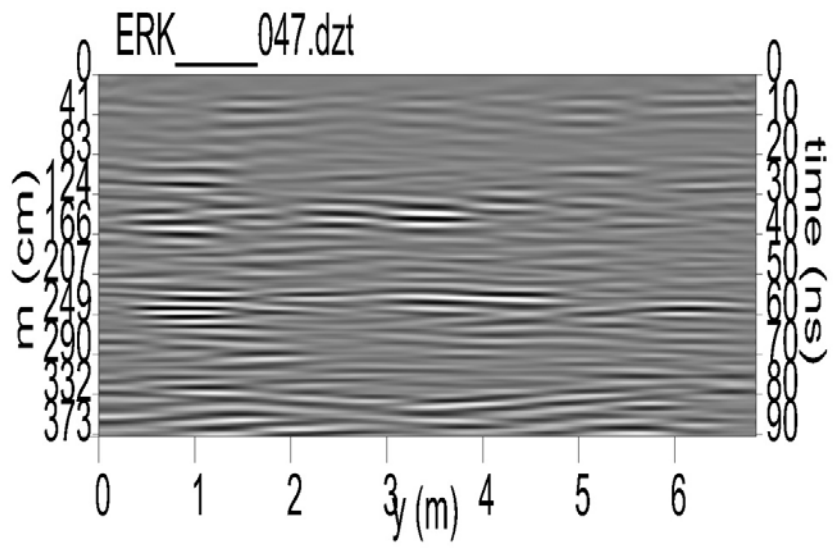
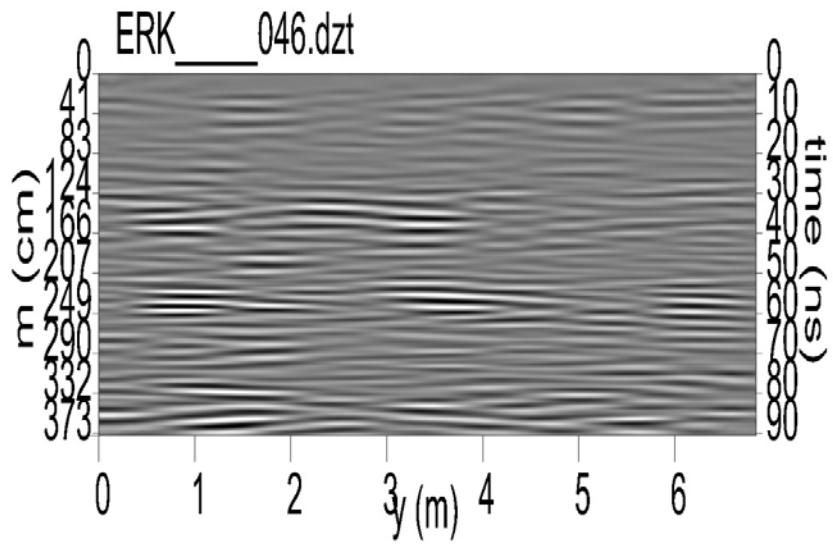
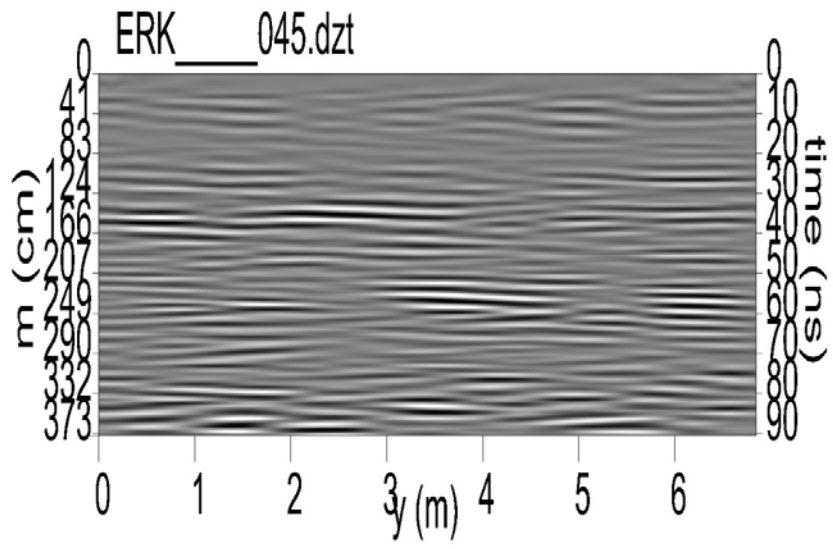


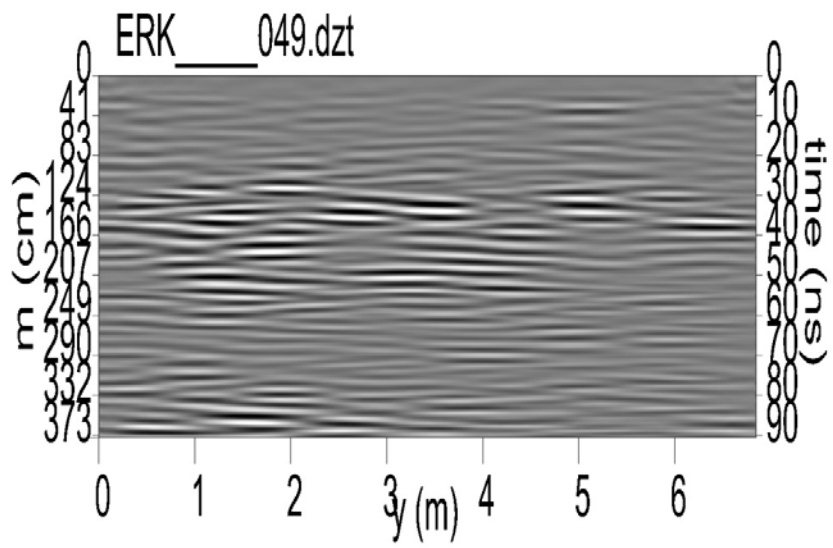
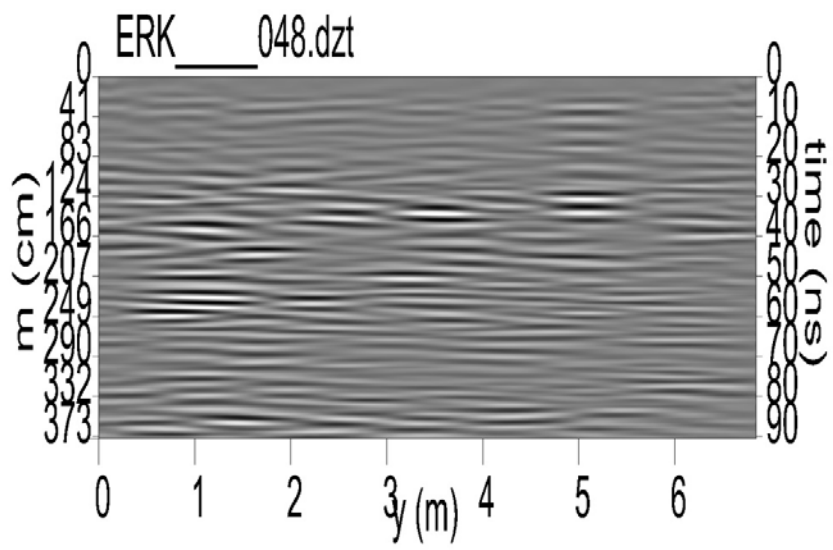




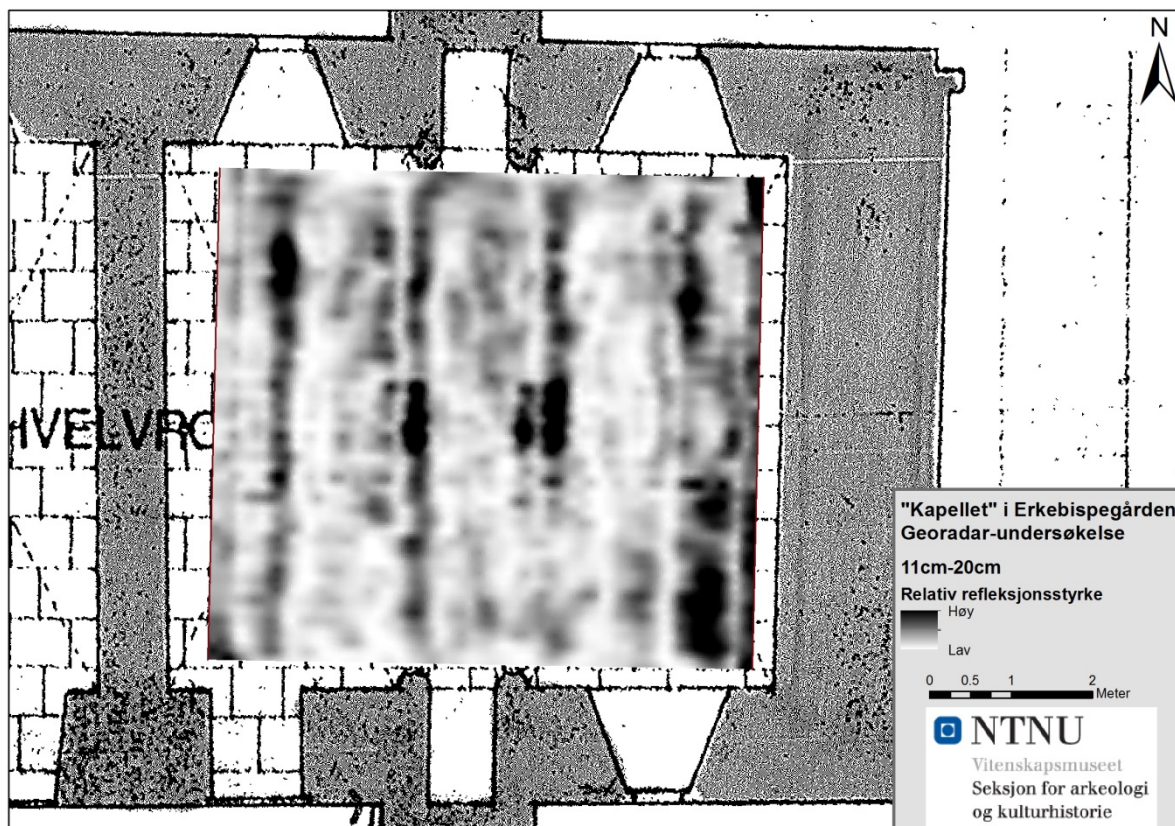
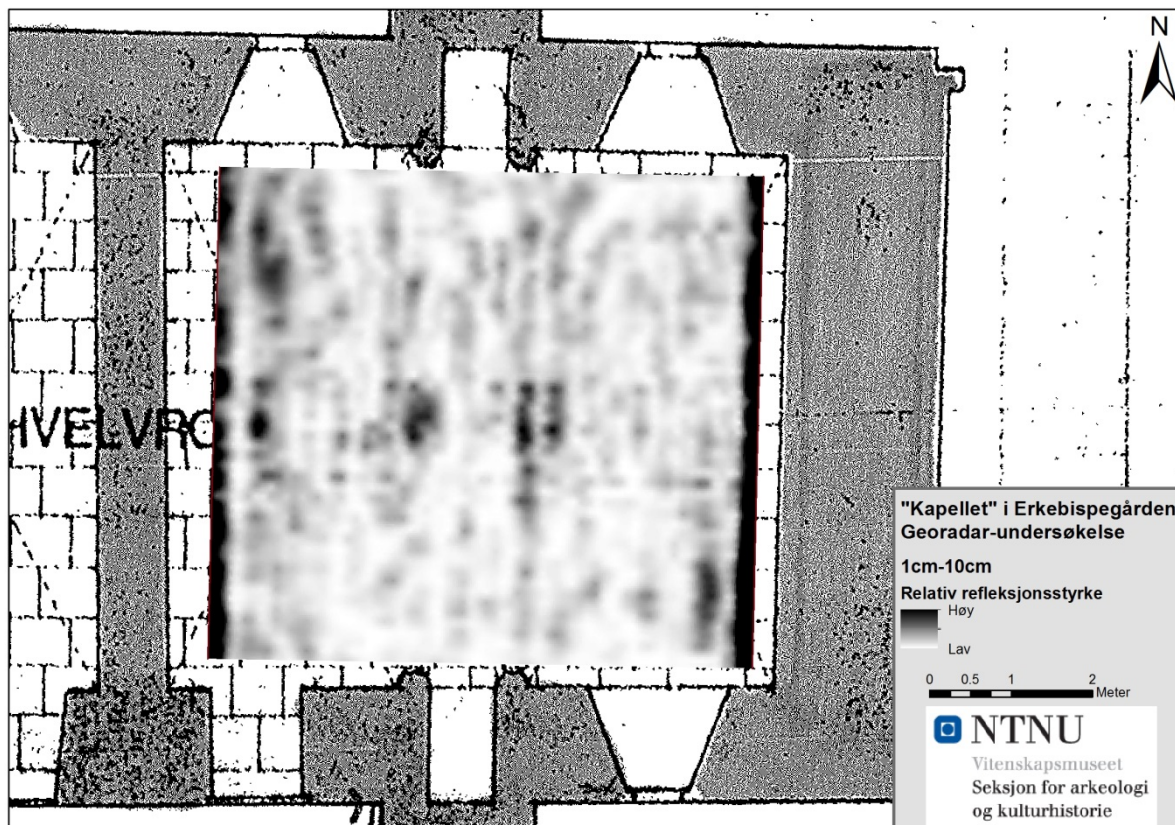


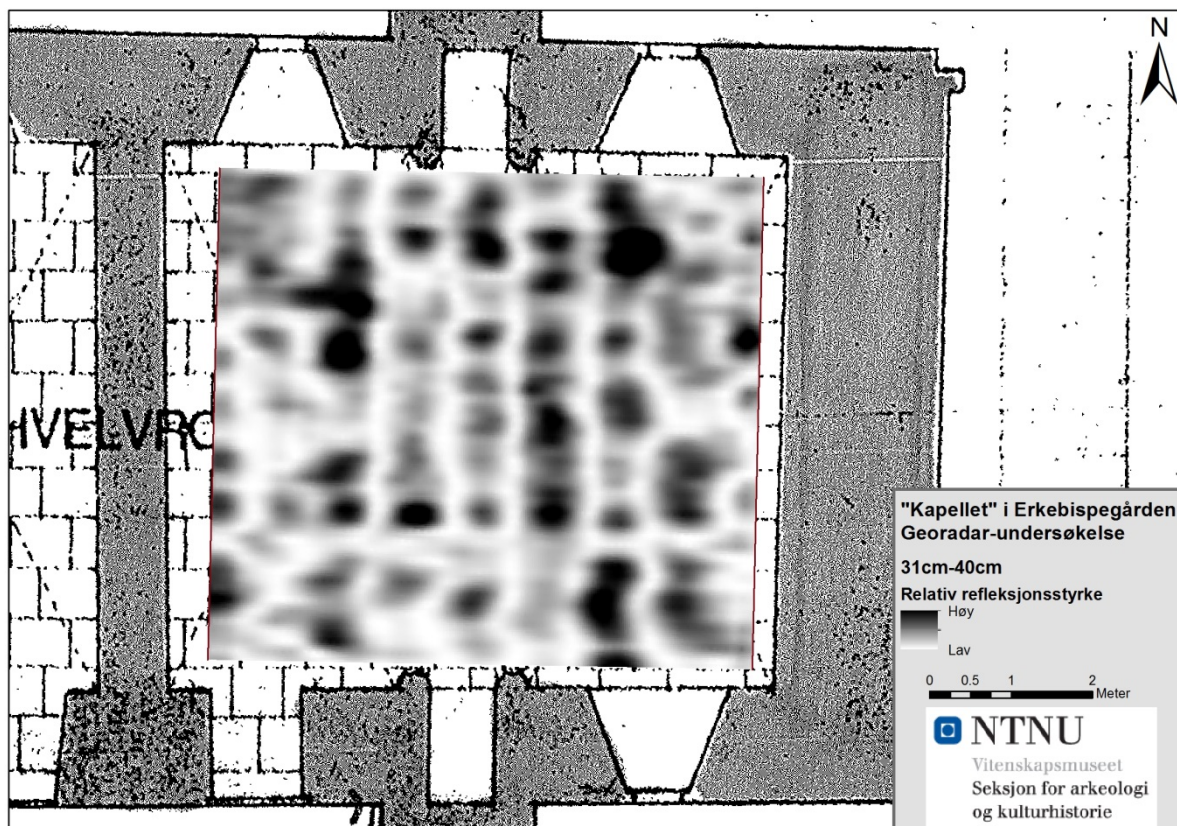
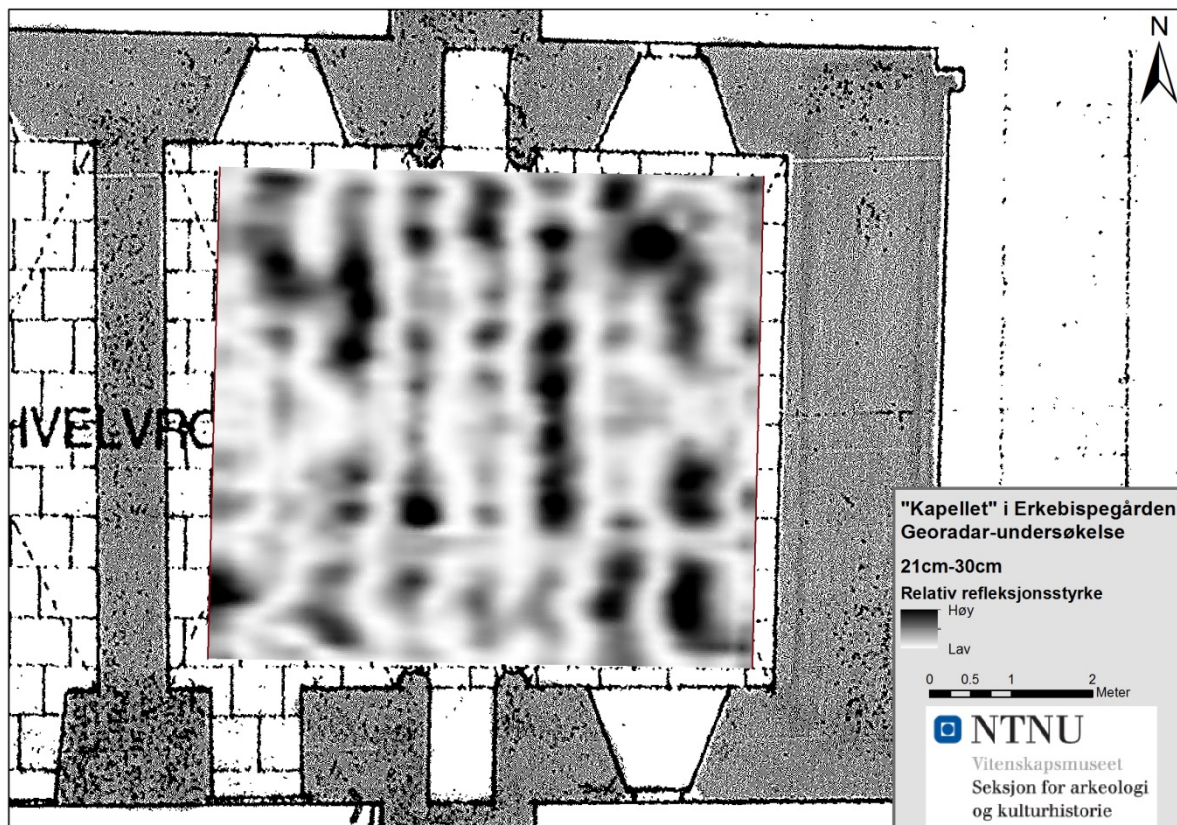


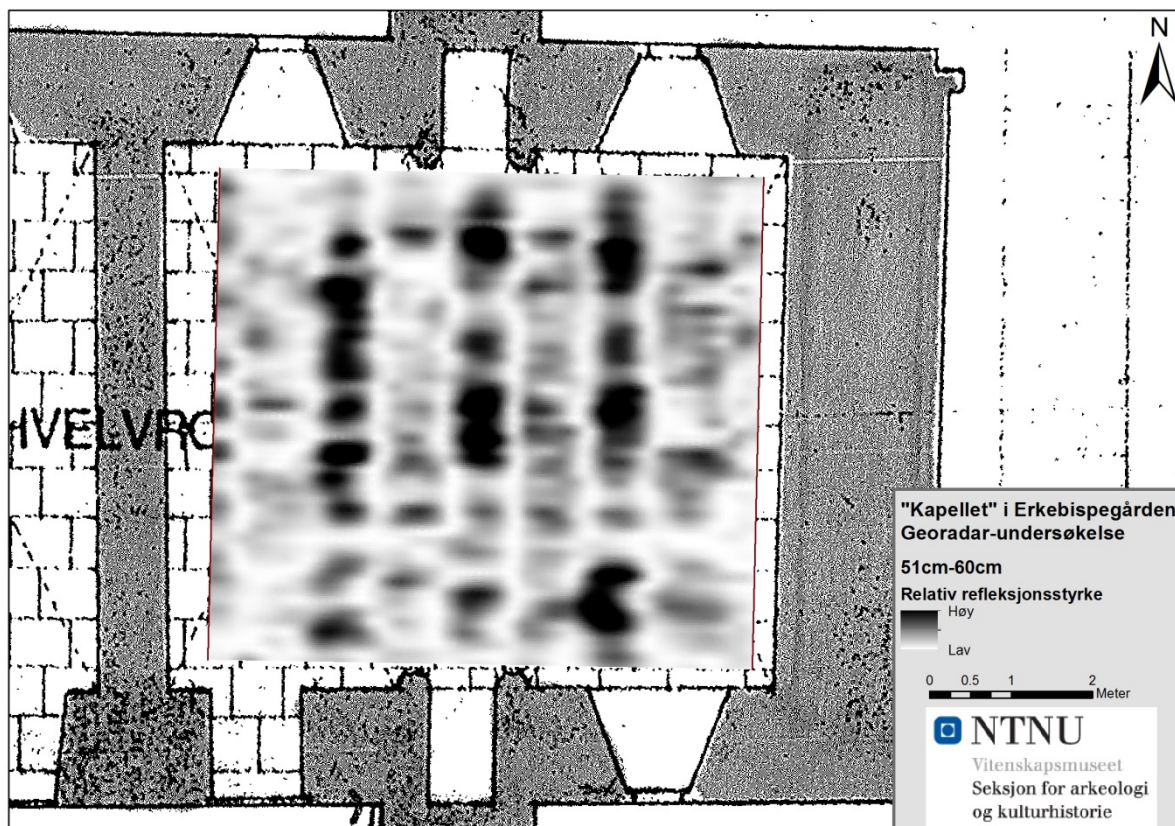
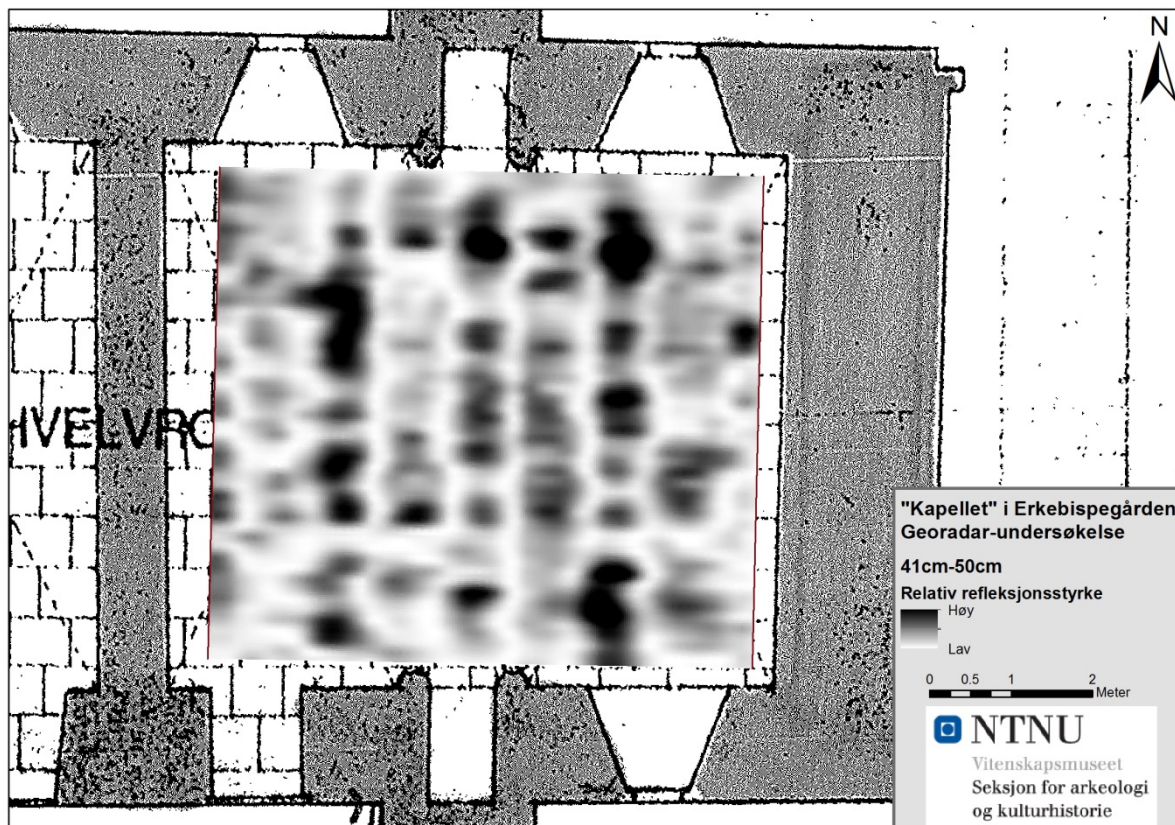


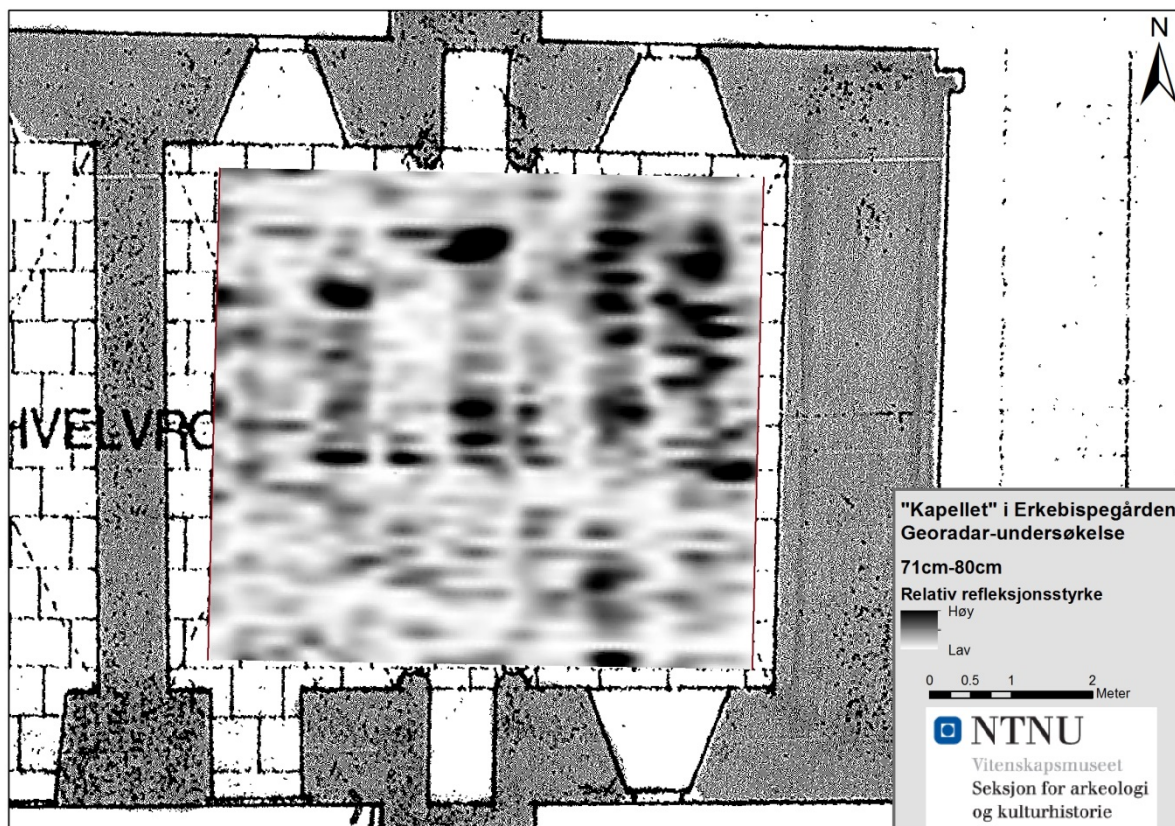
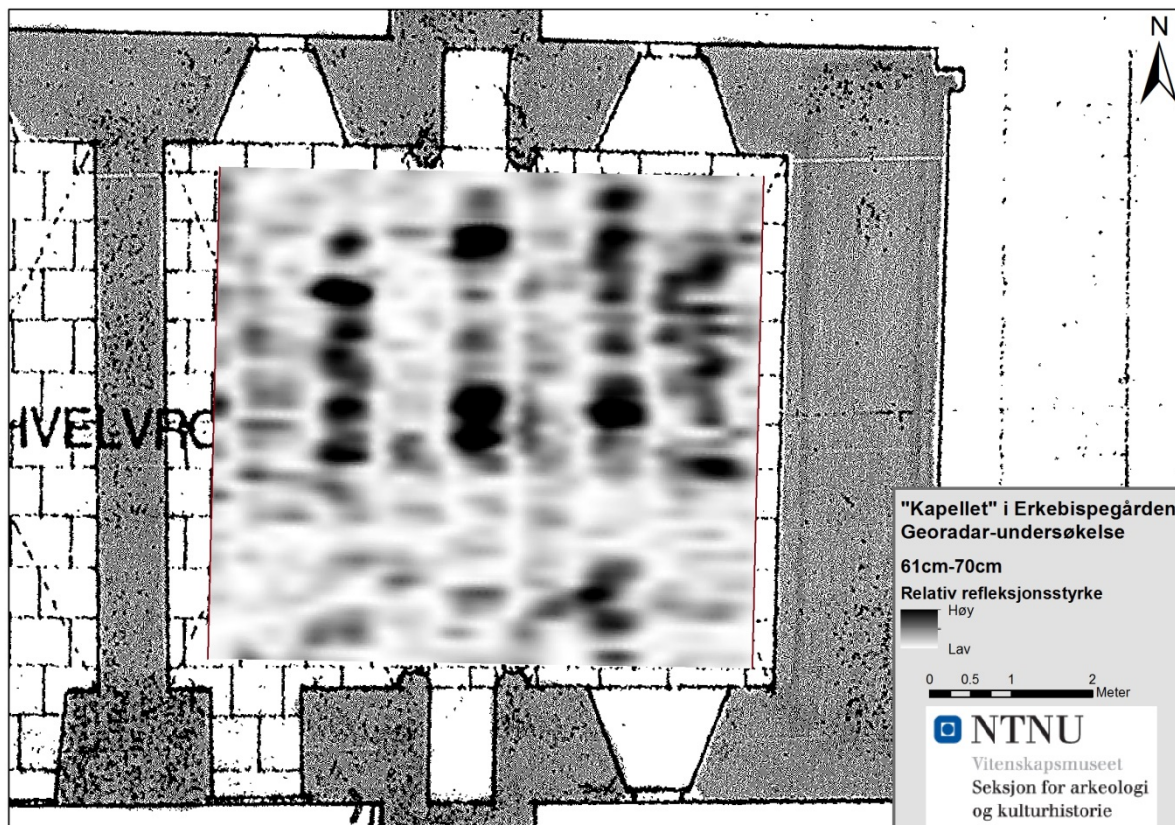


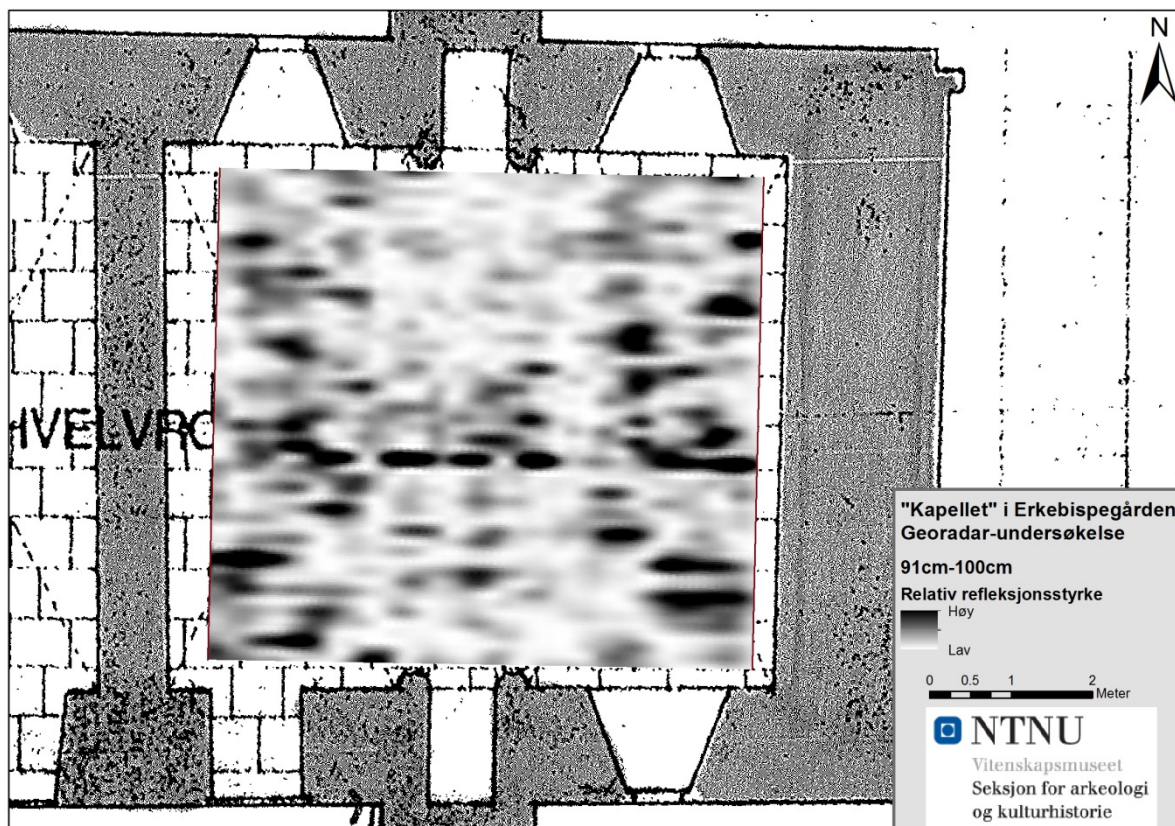
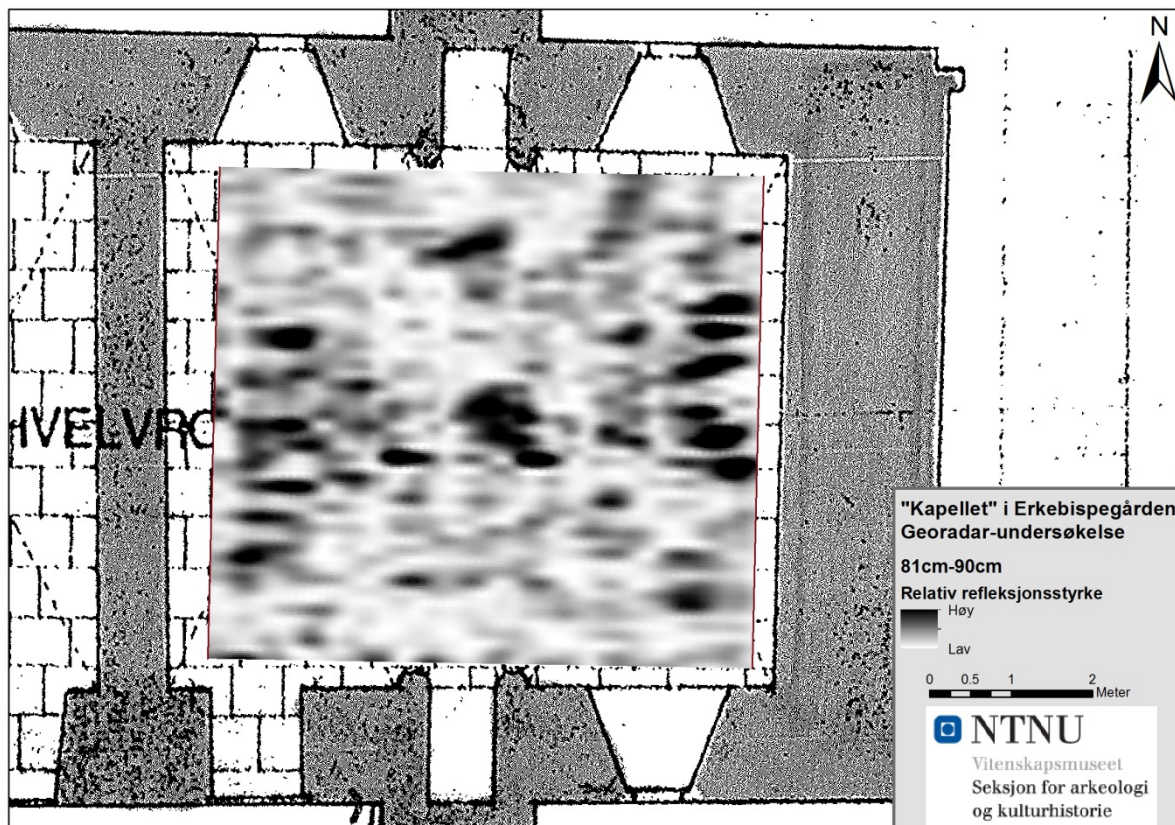
Vedlegg 2 Dybdeskiver

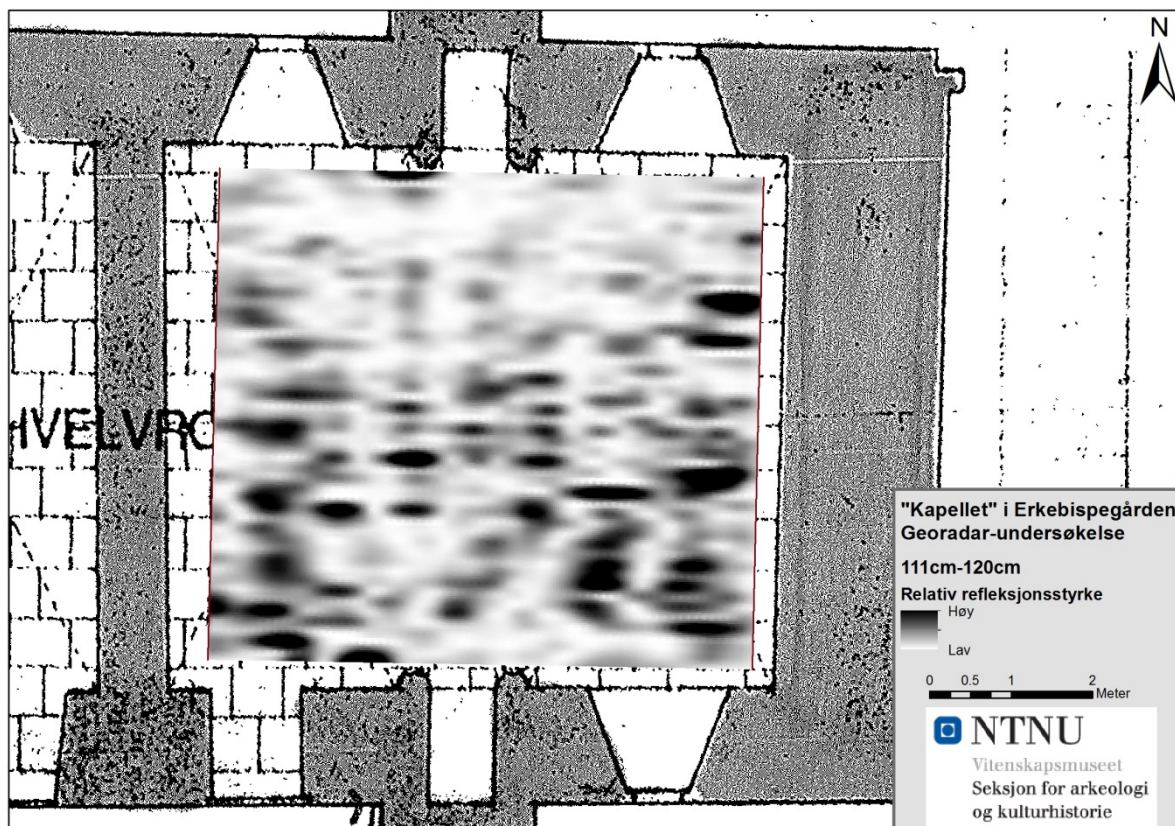
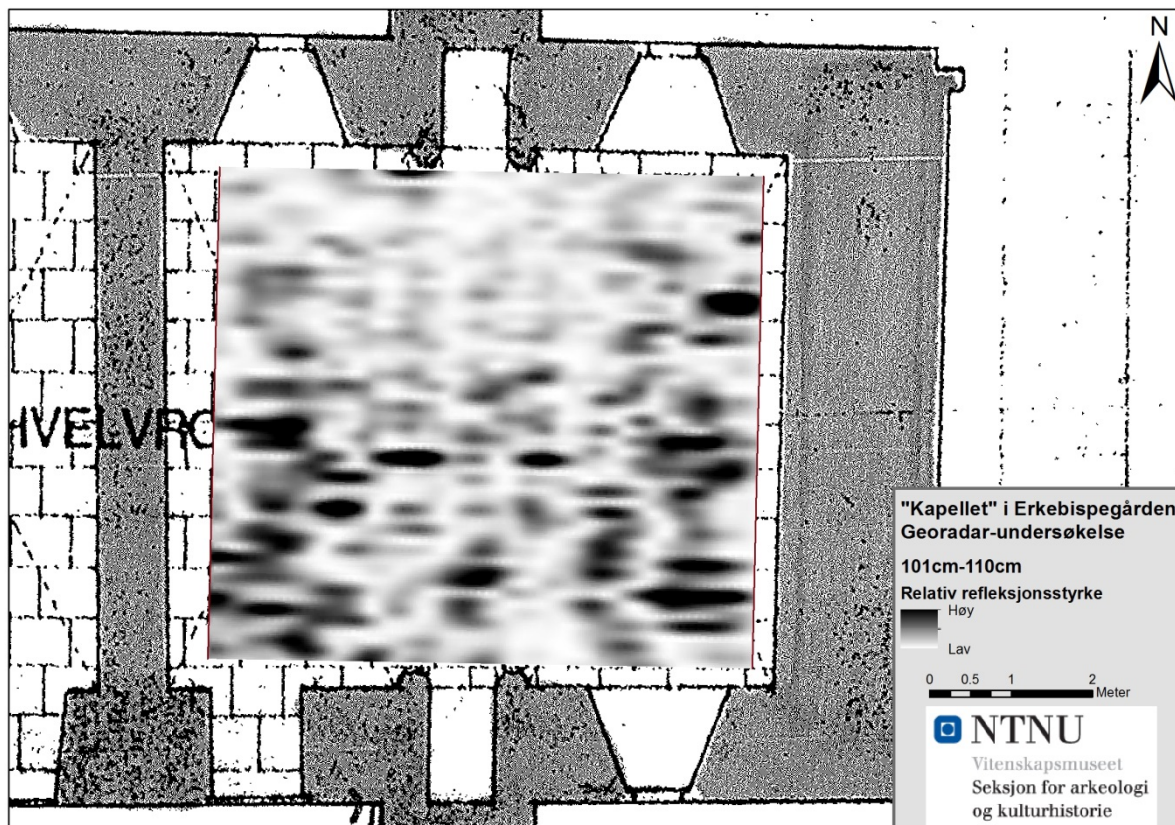


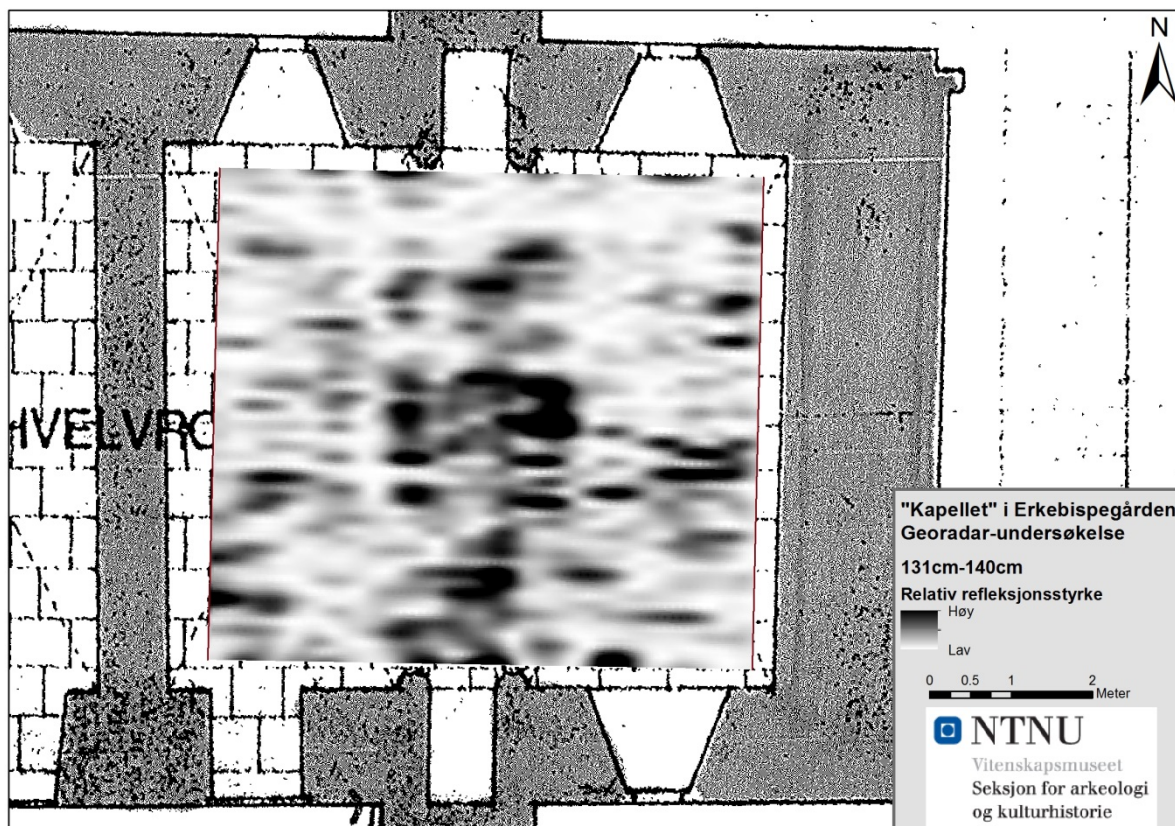
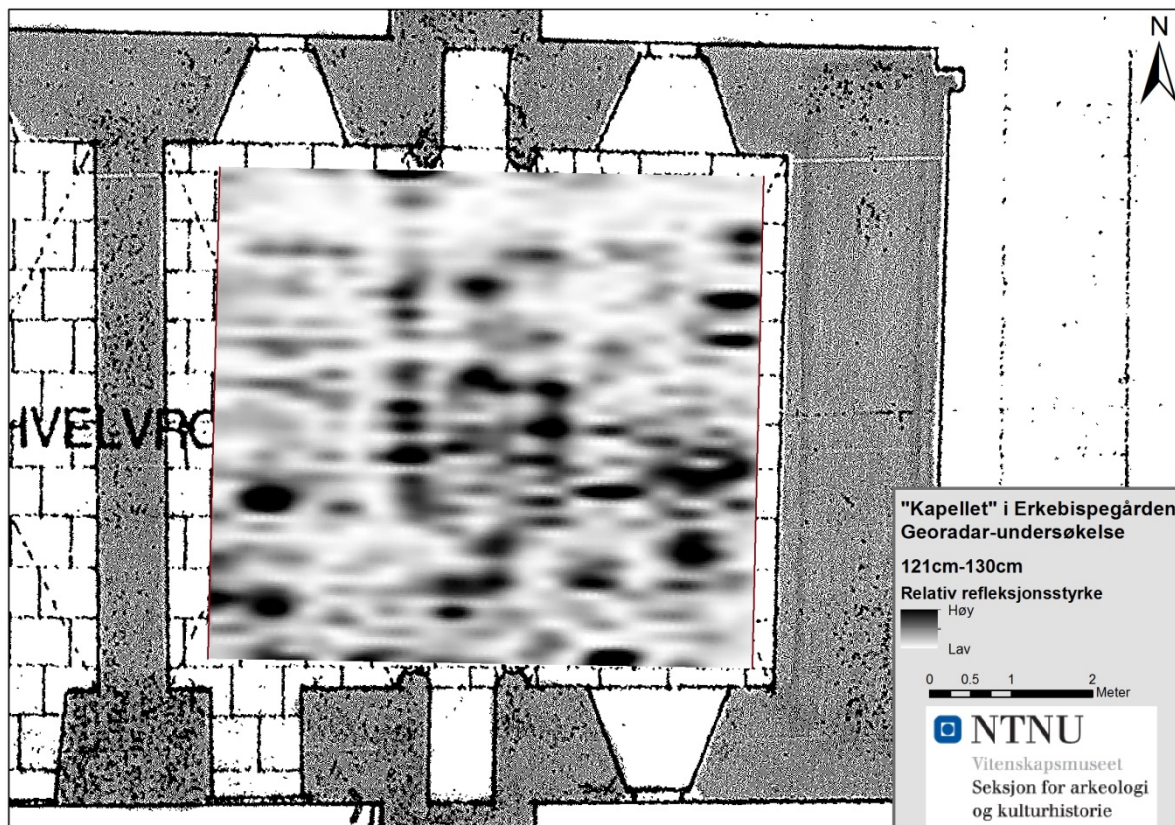


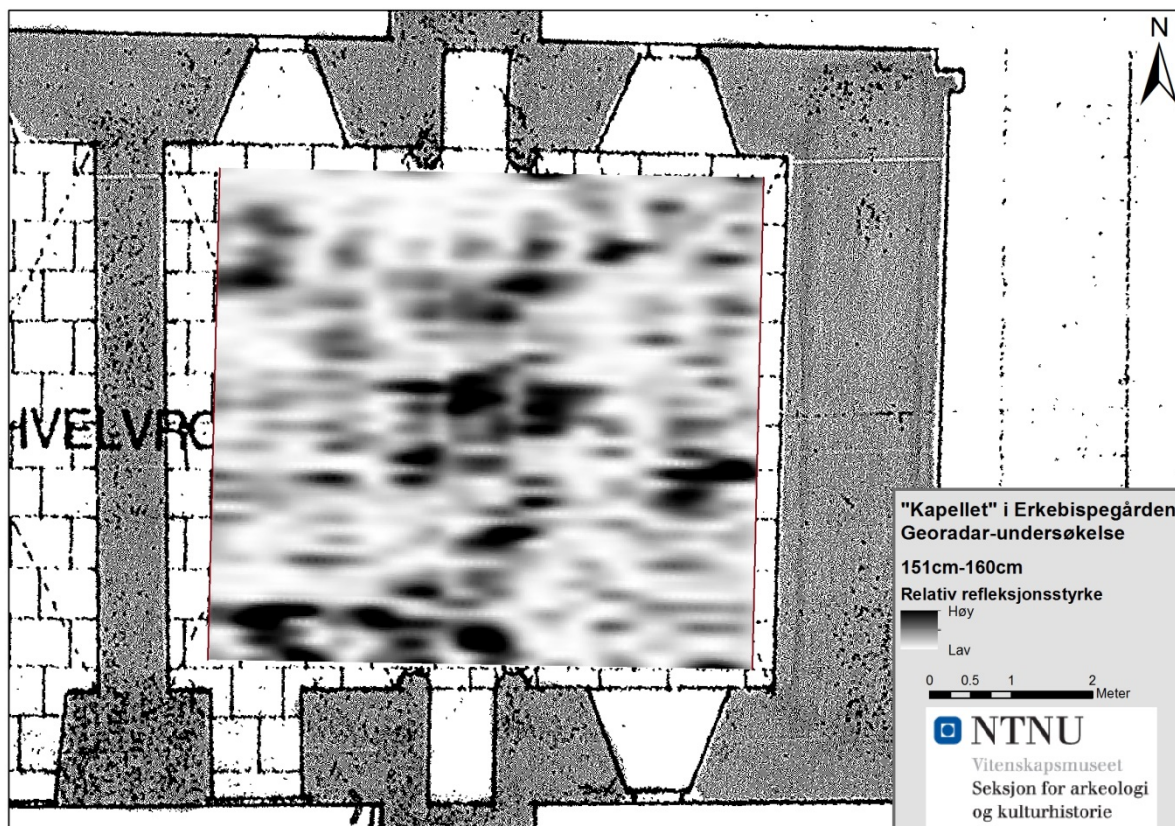
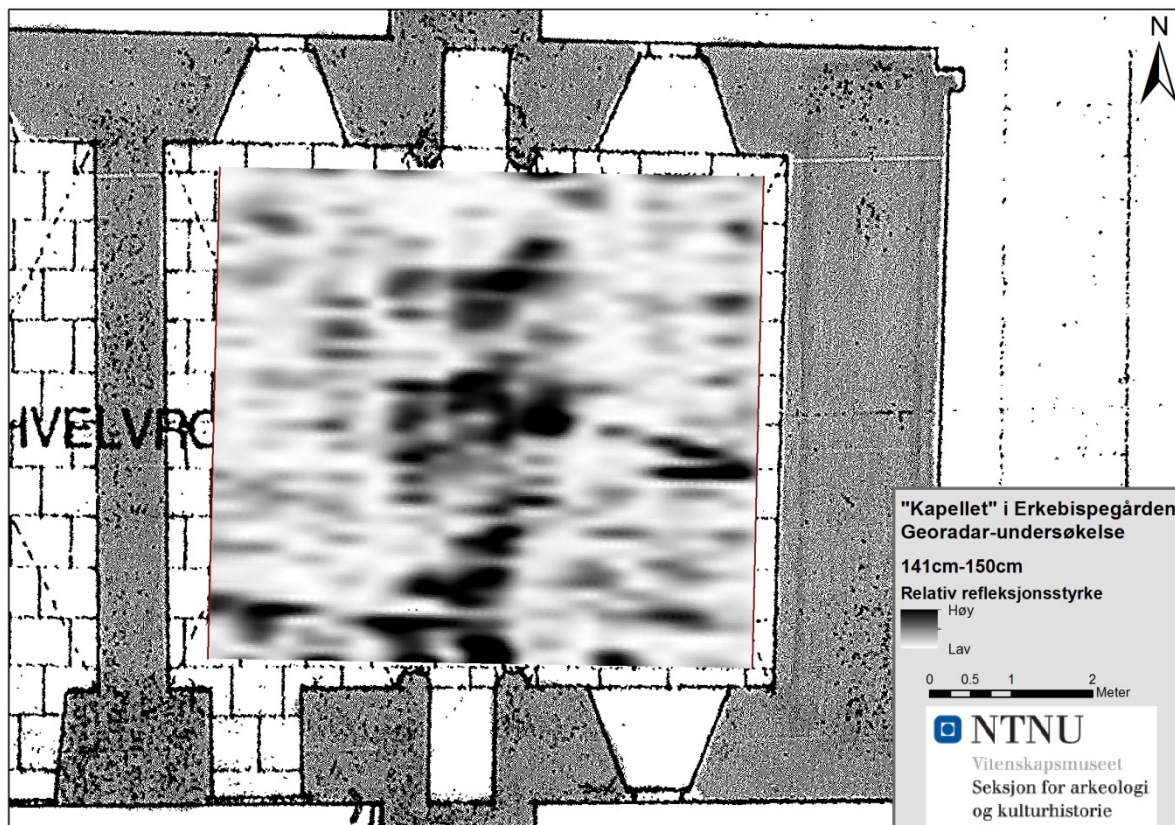


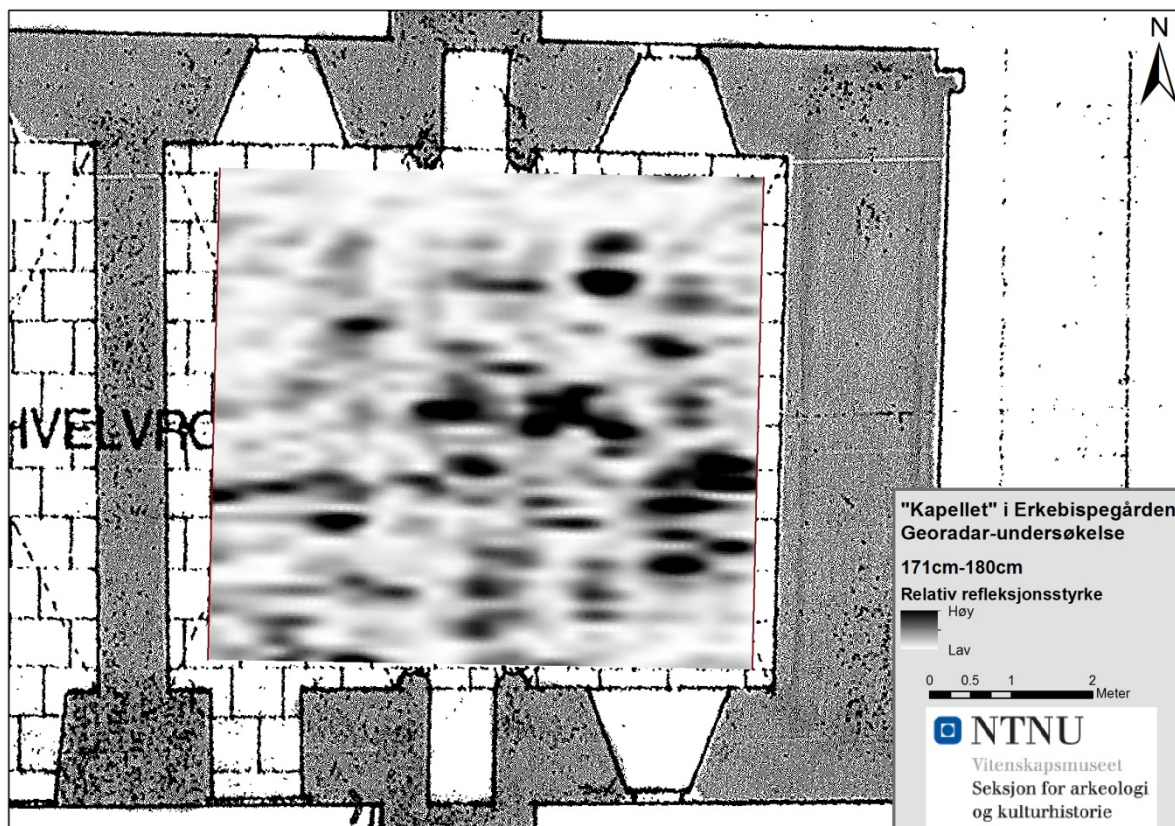
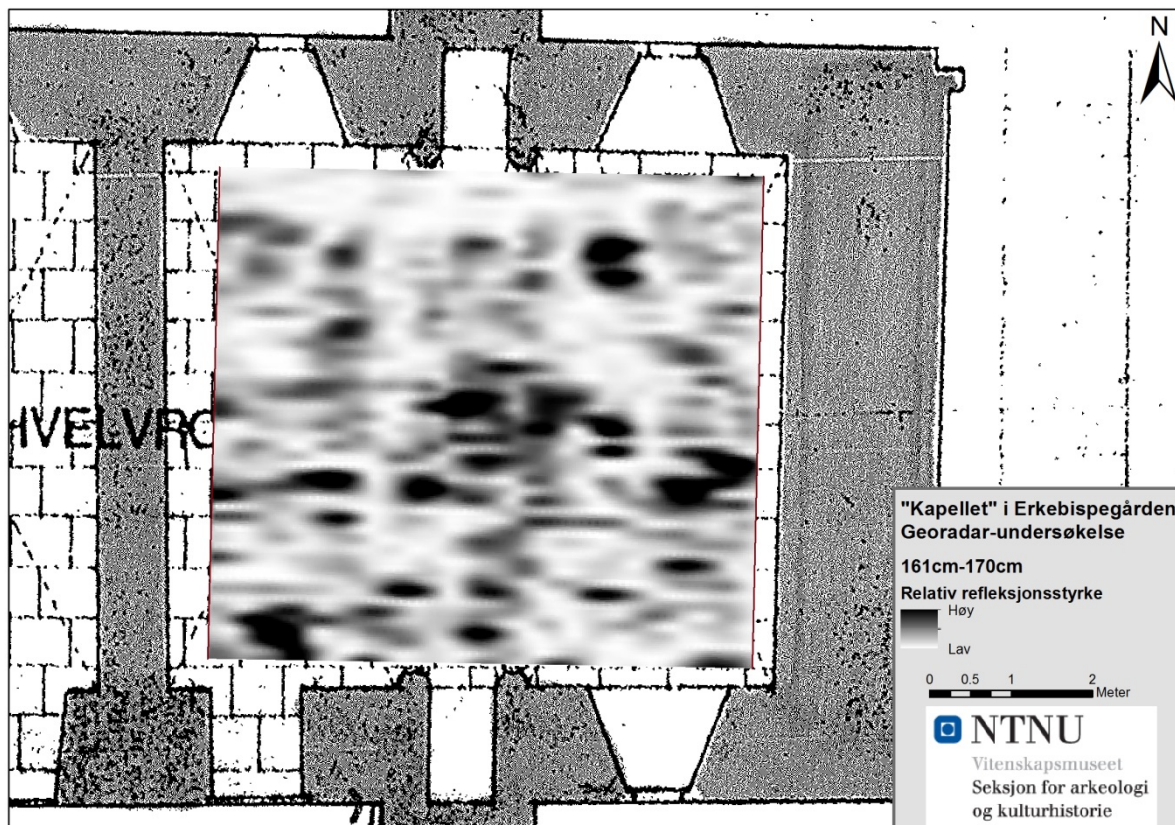


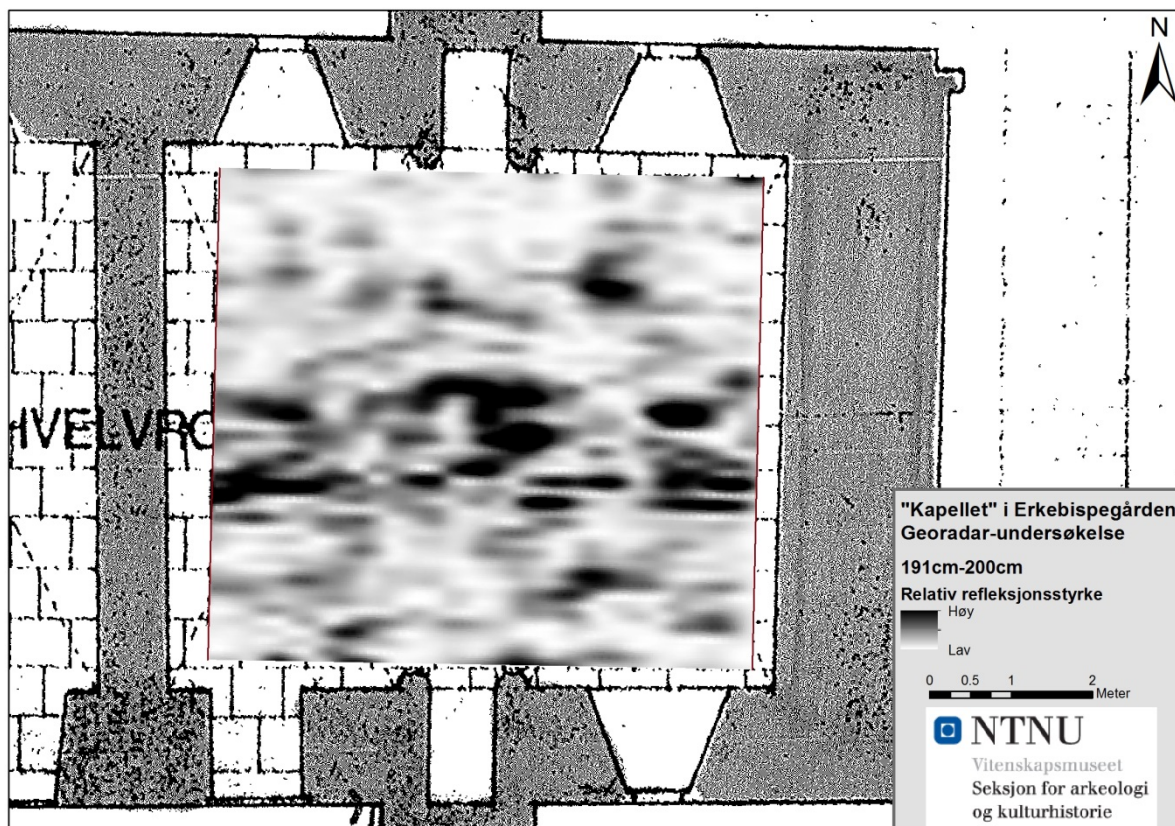
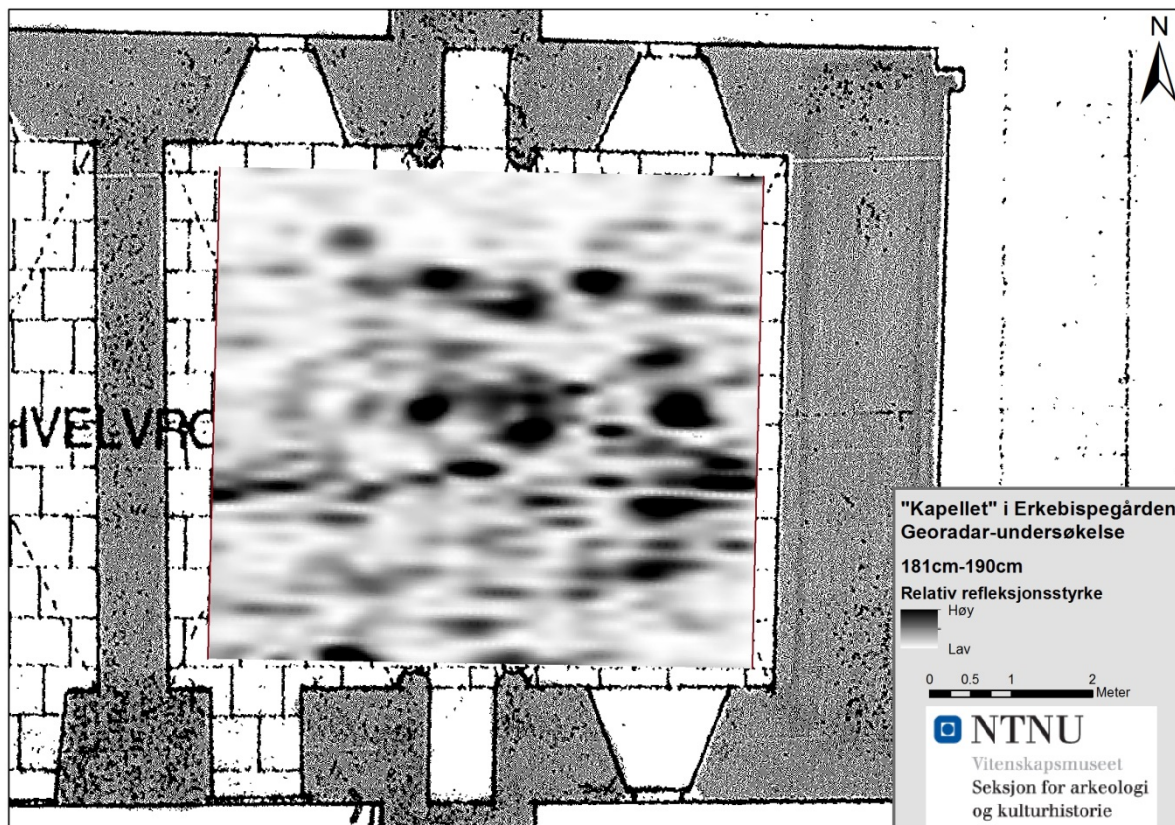


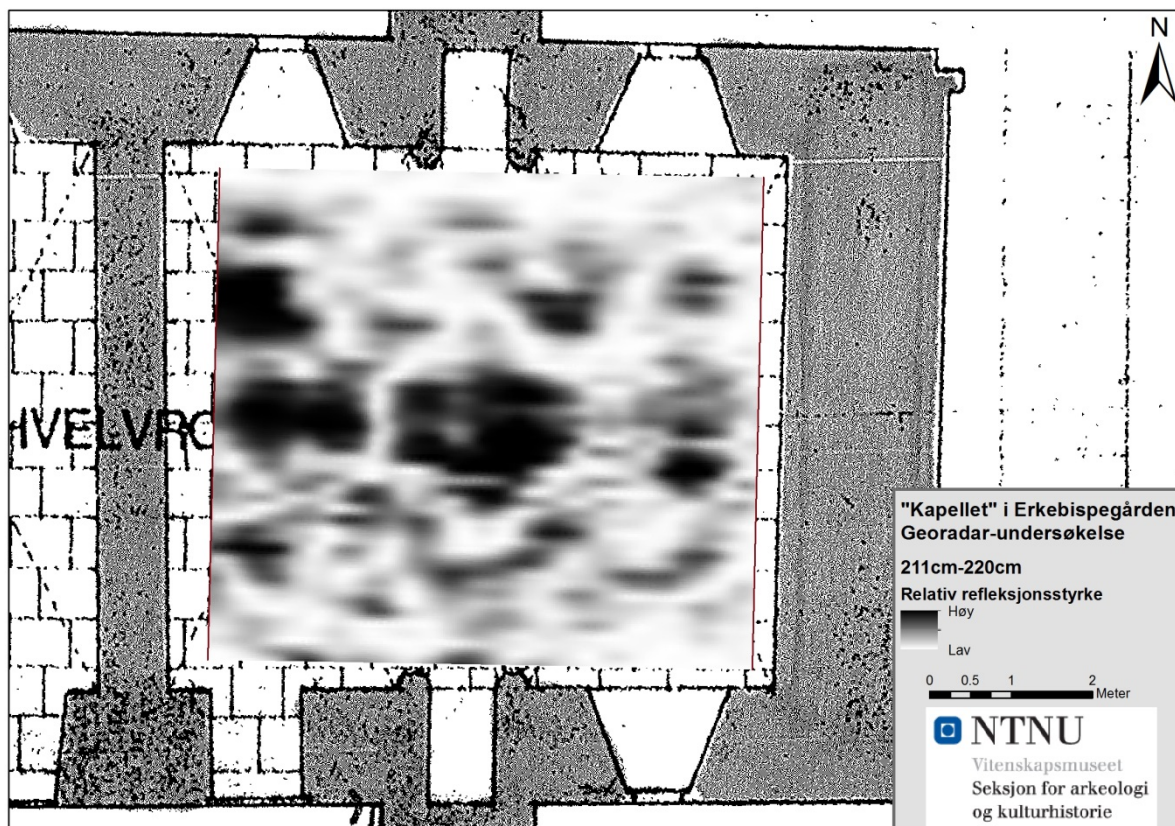
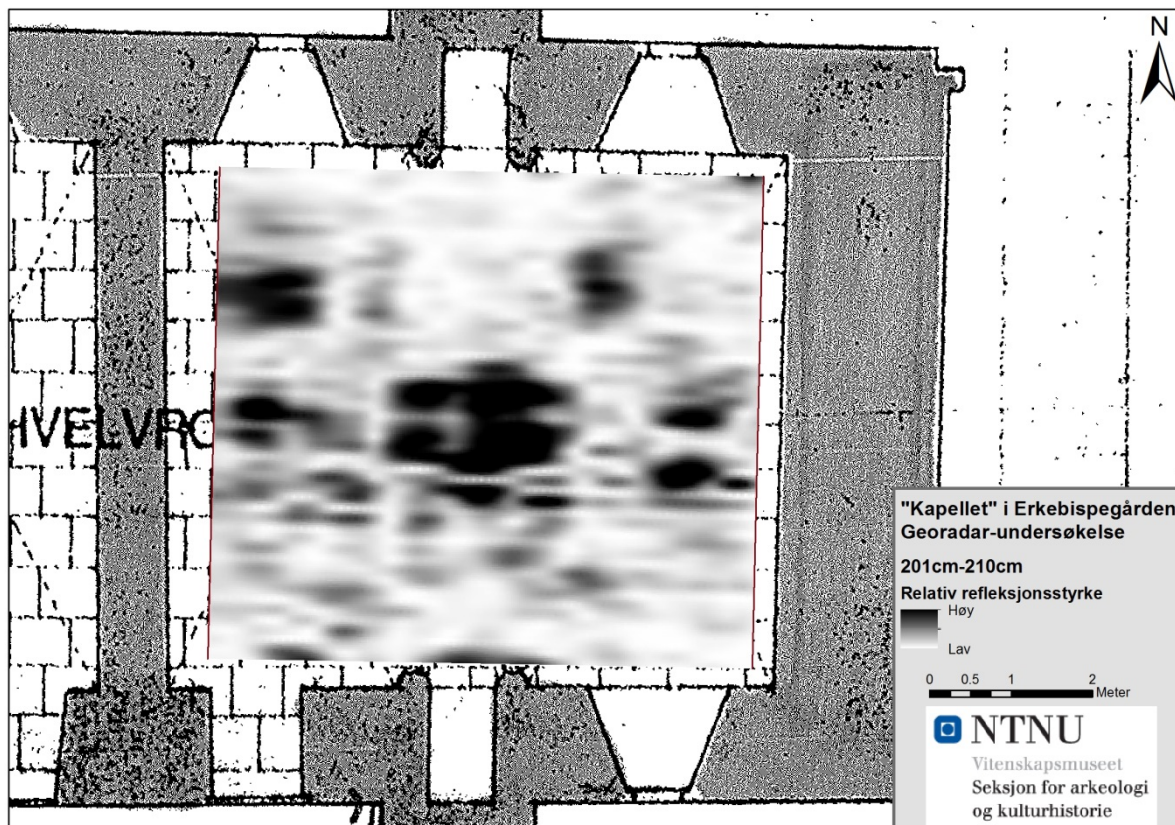


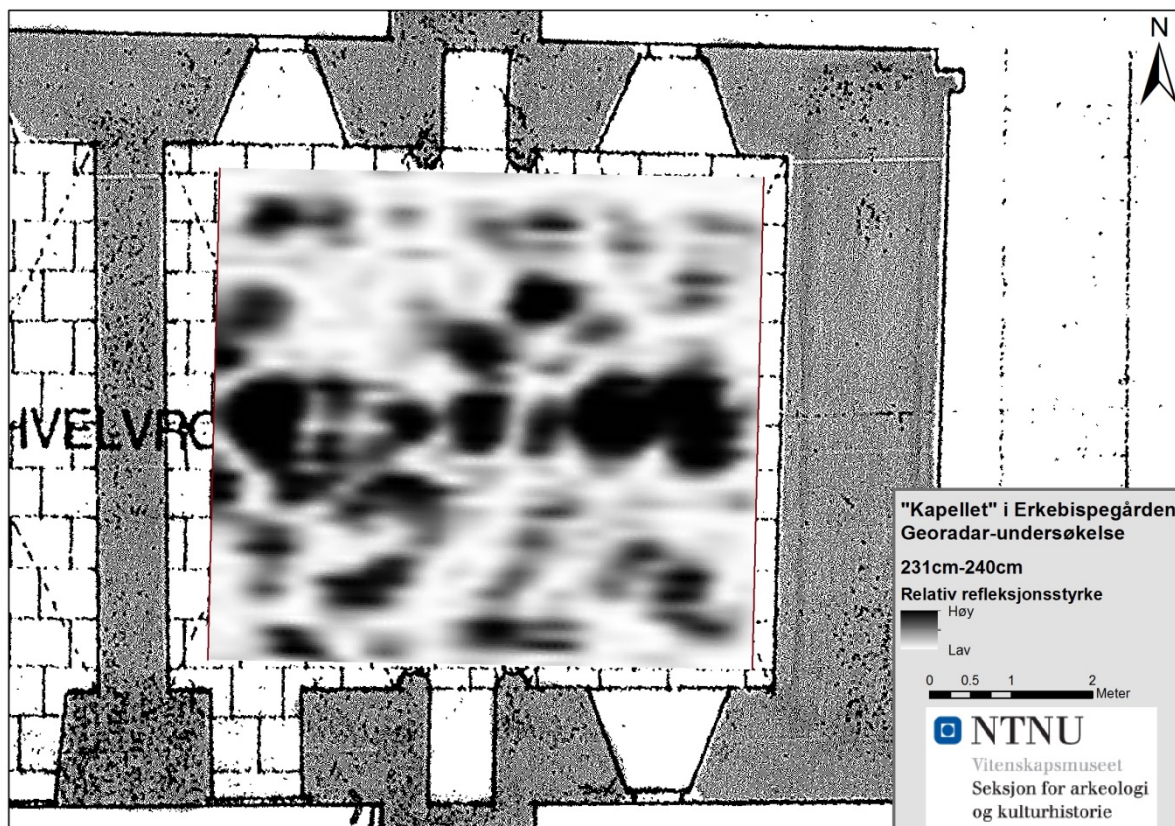
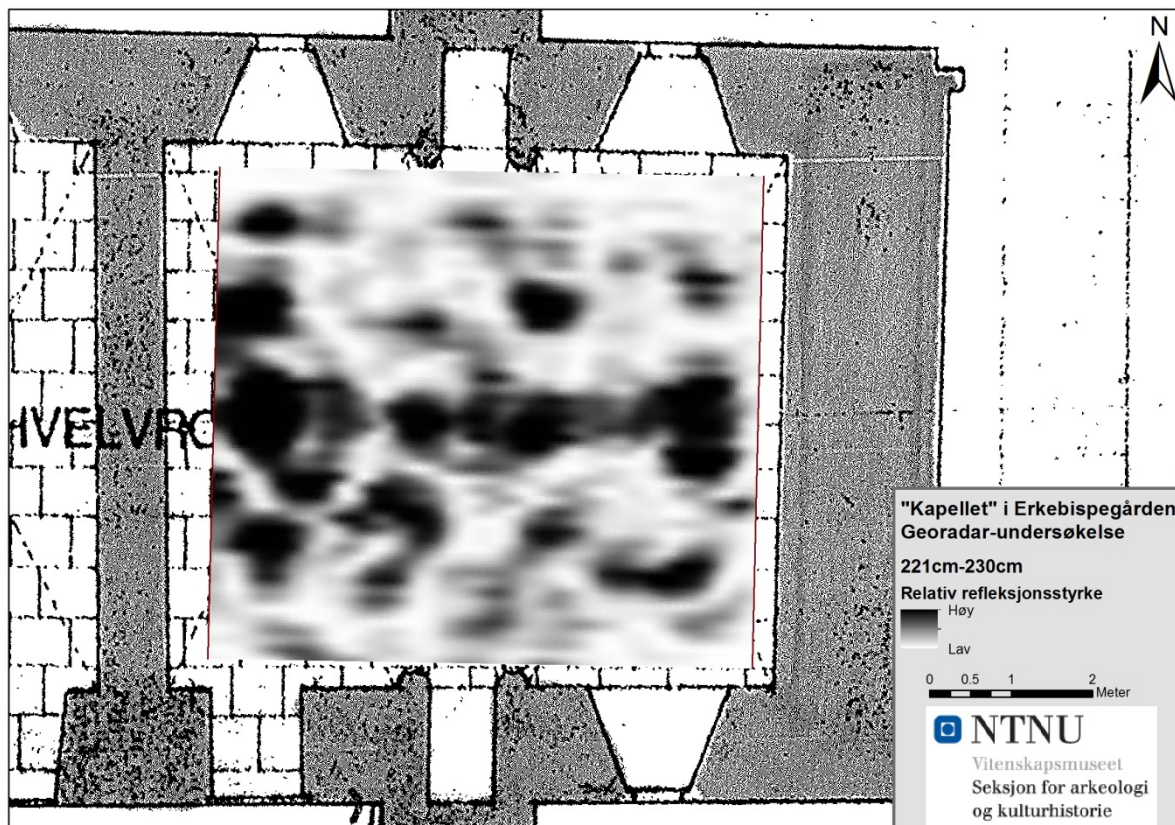


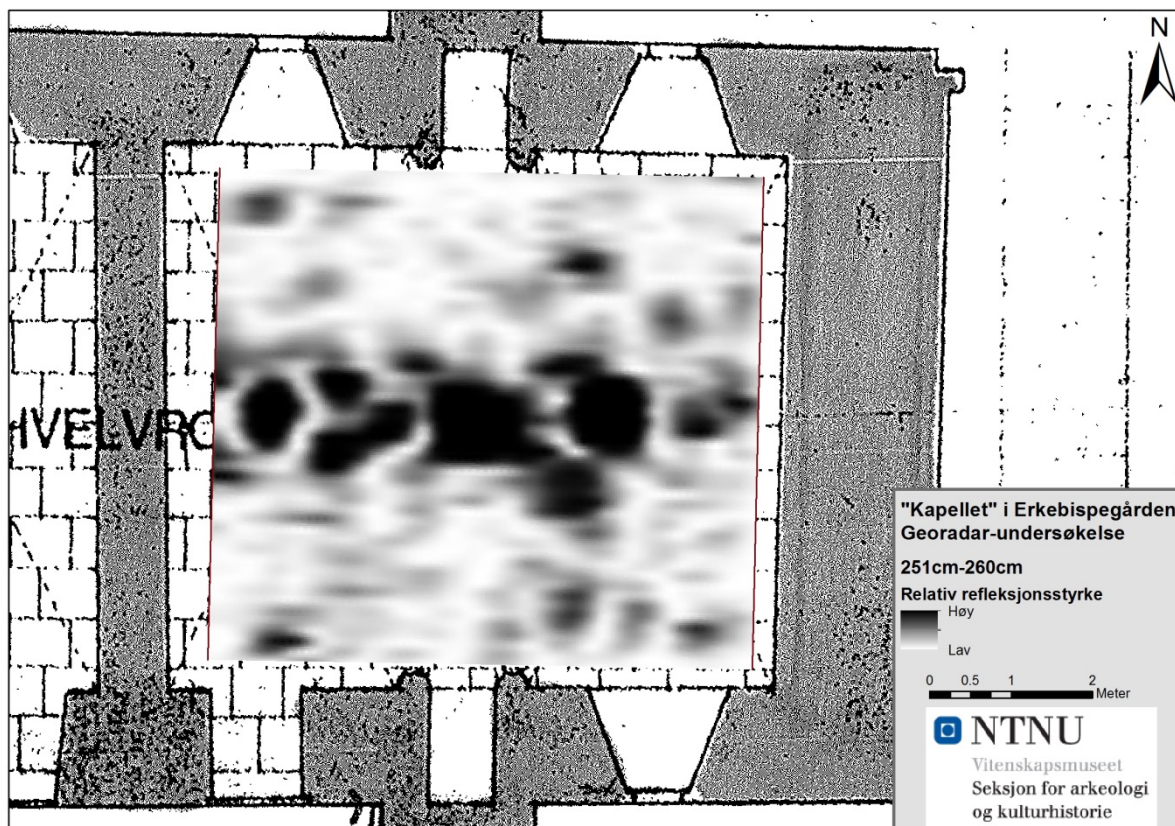
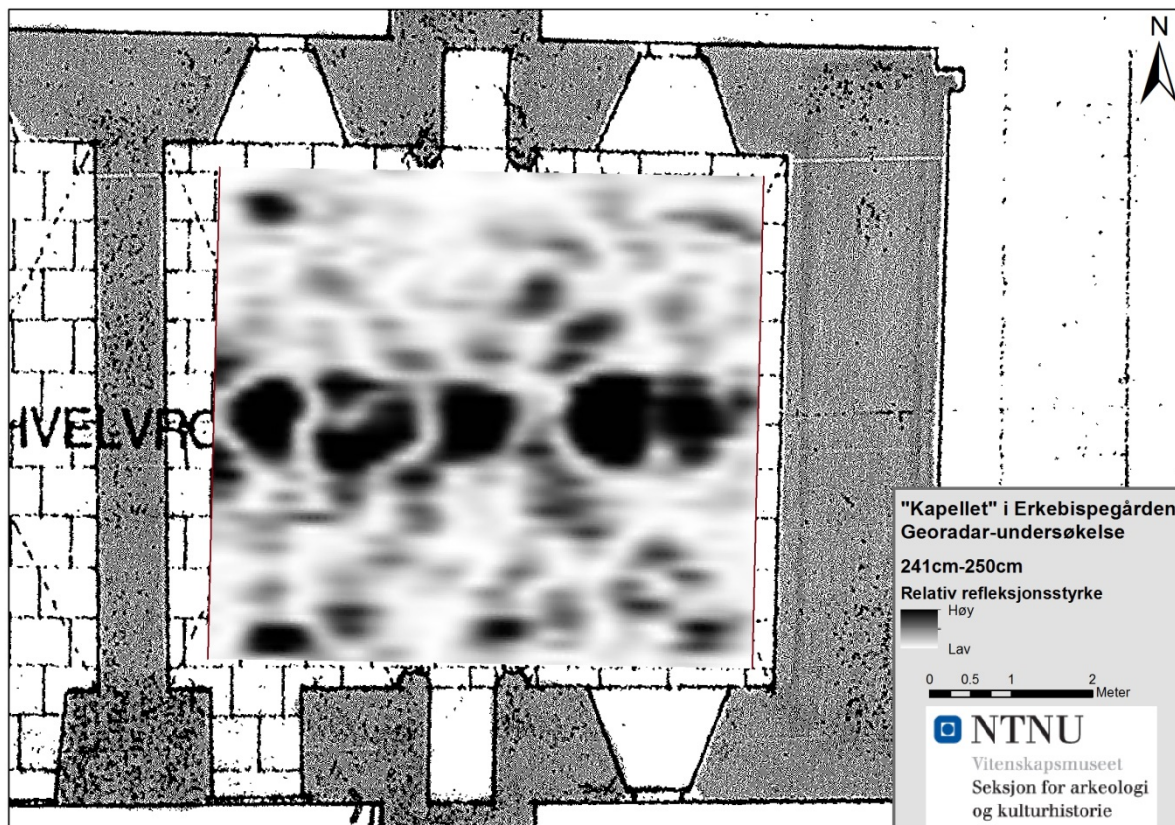


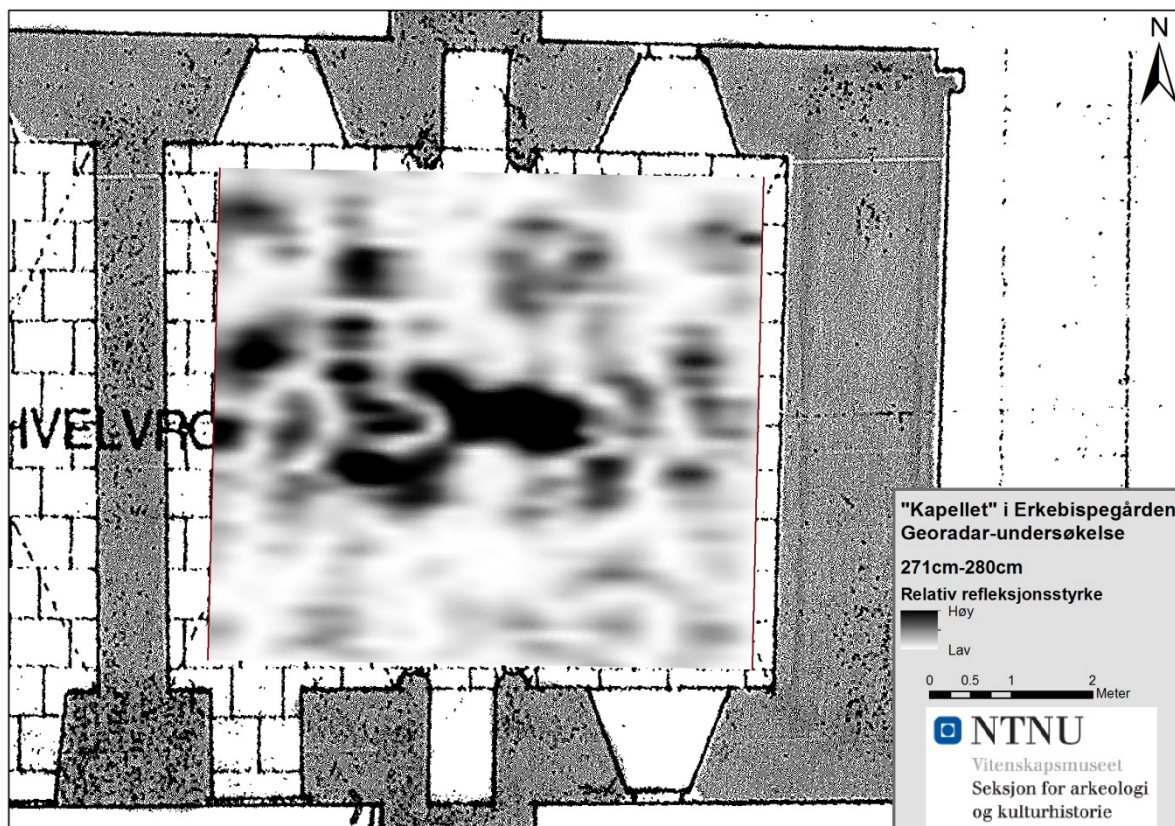
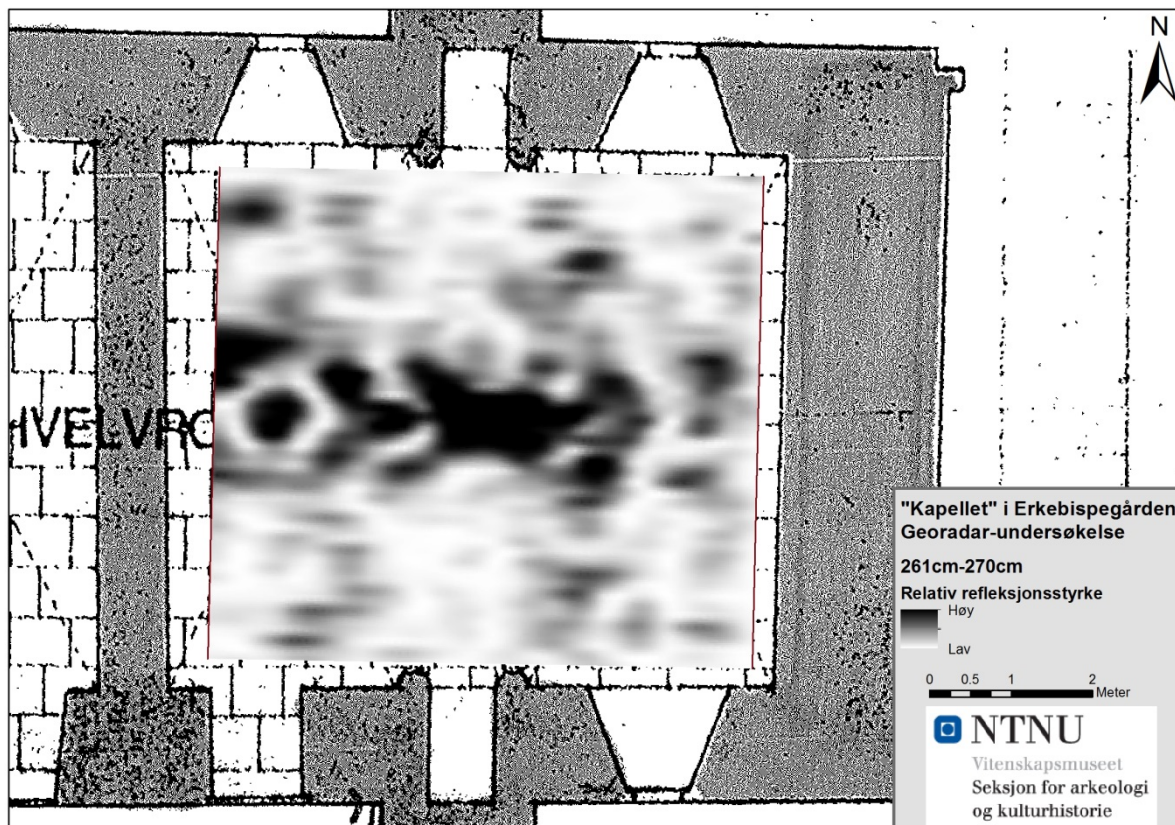


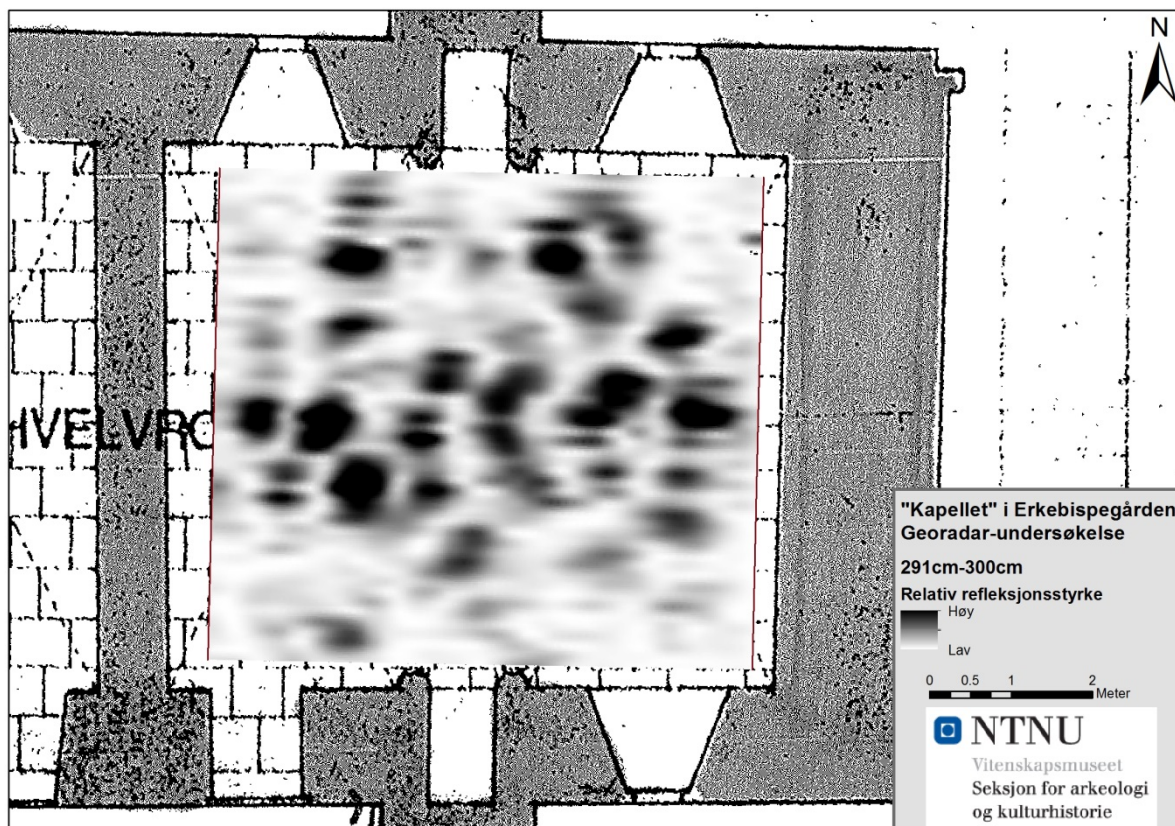
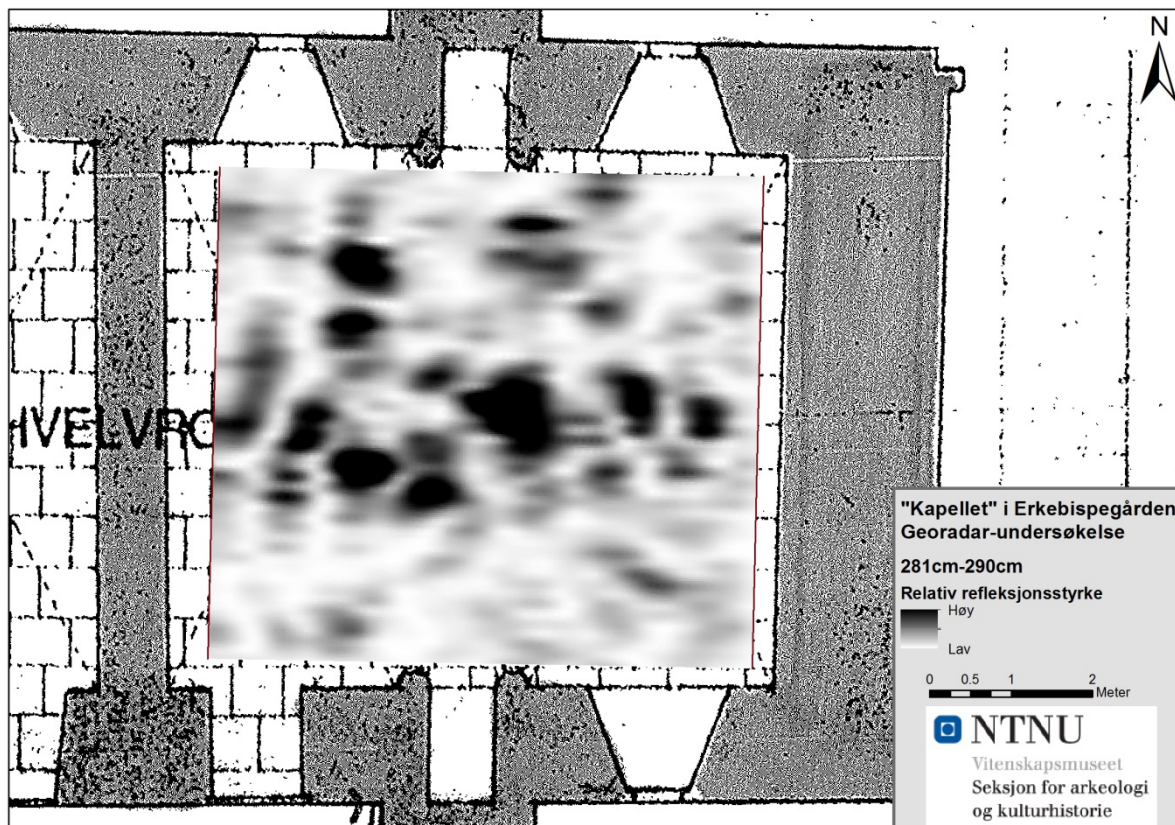


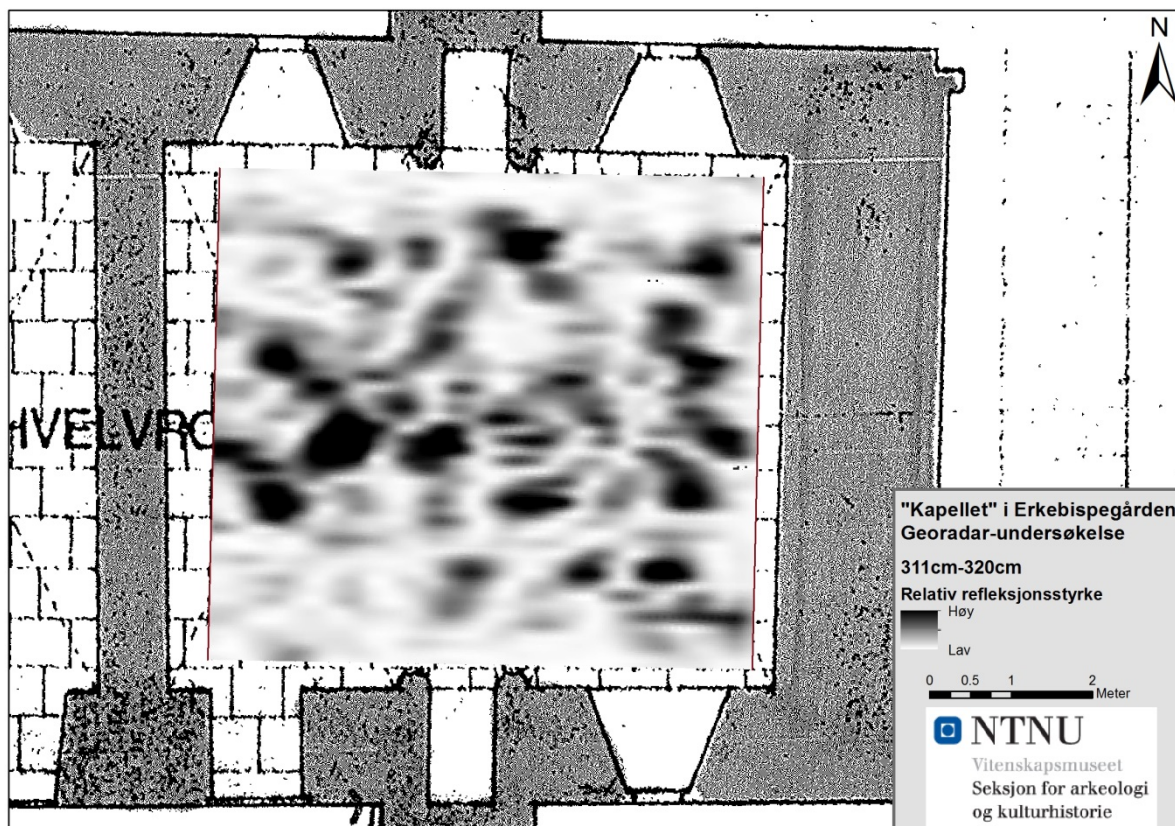
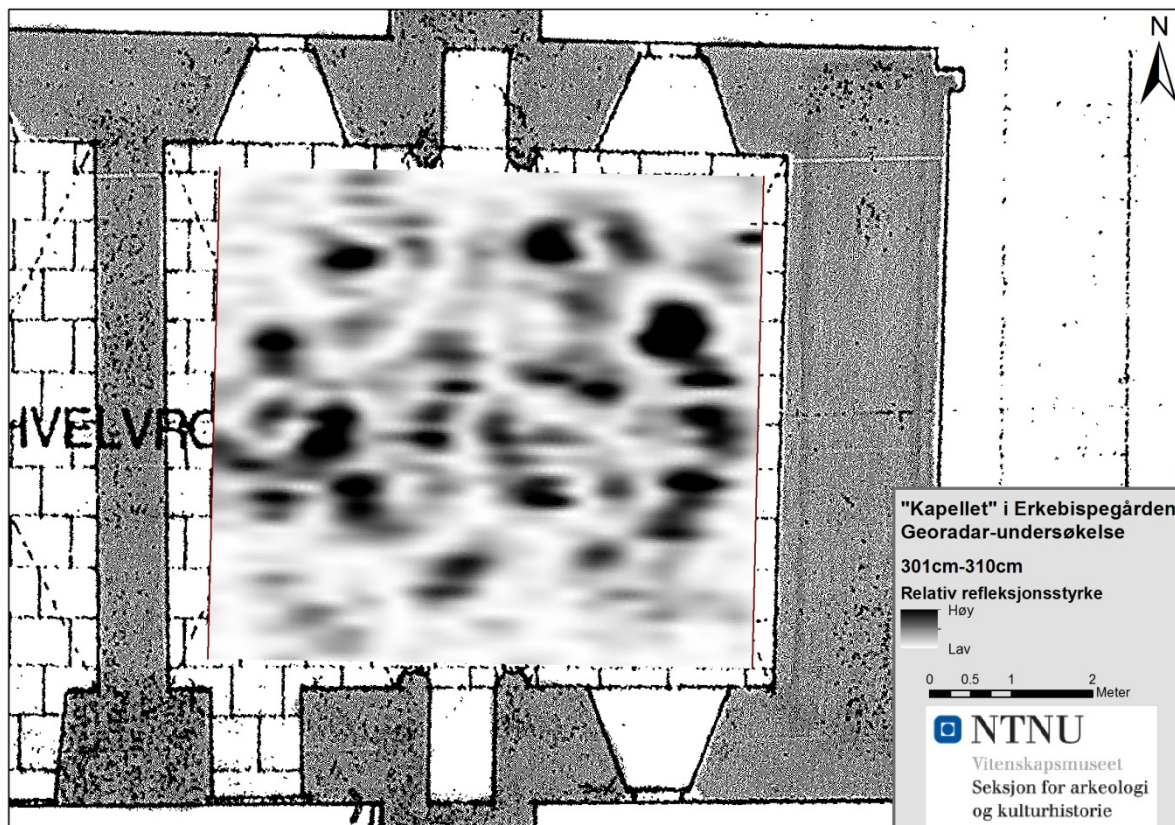


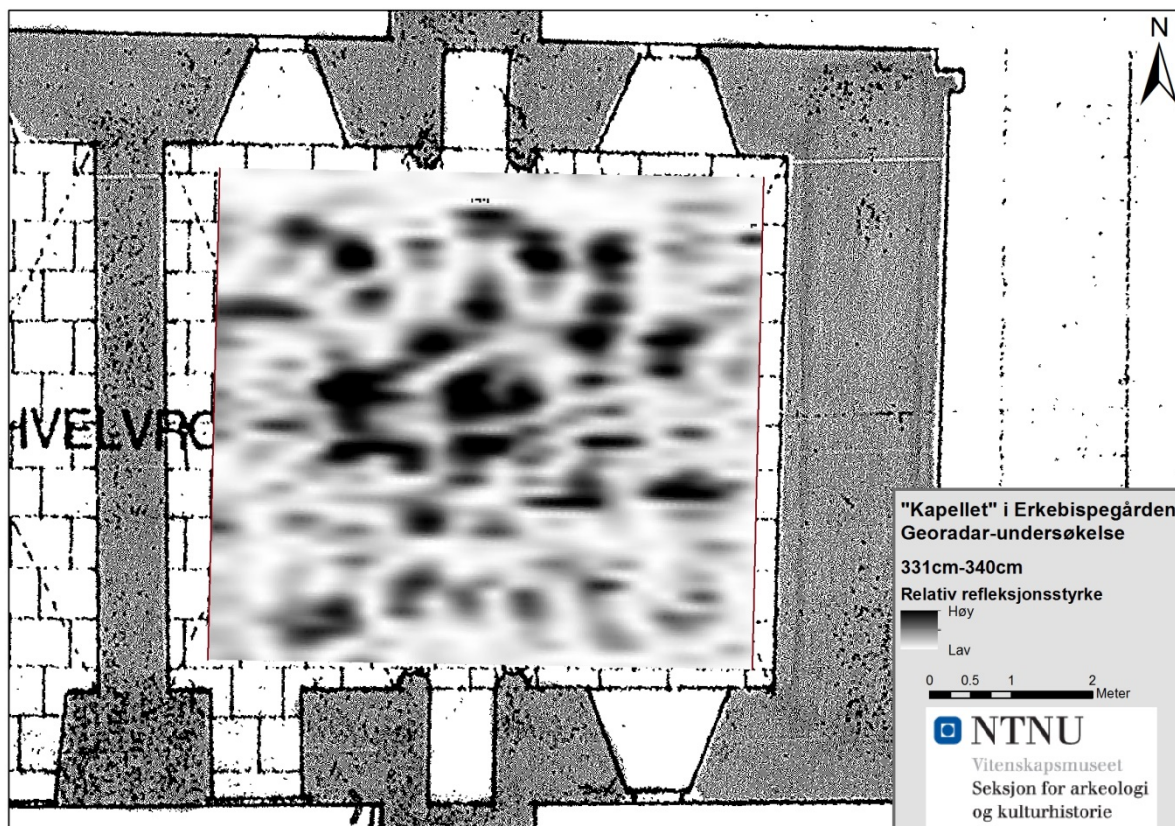
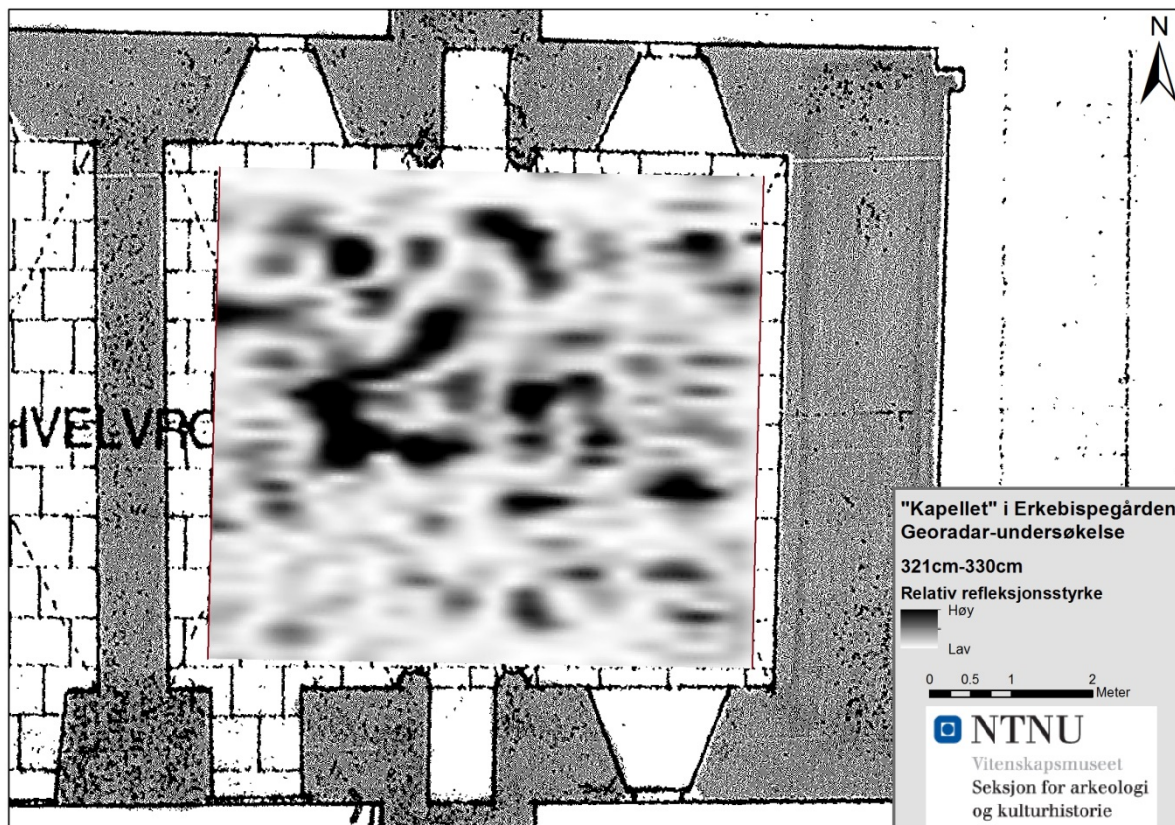


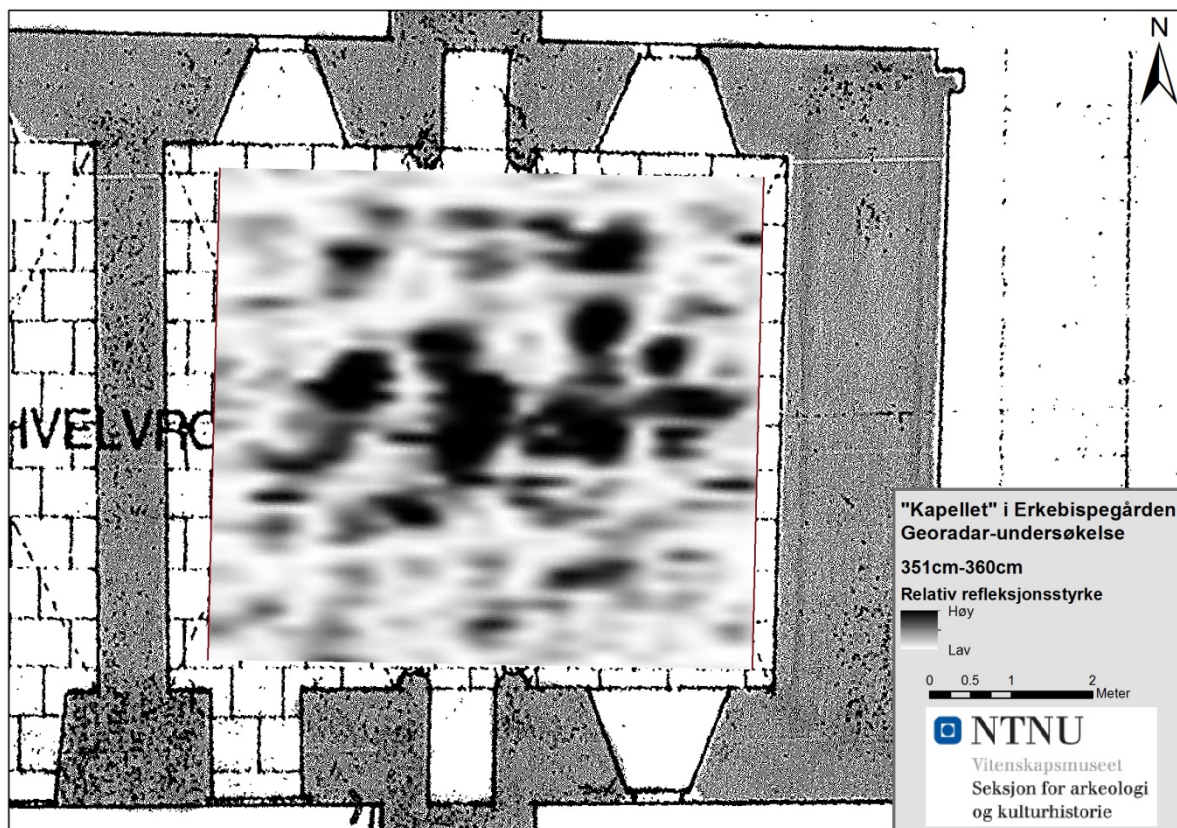
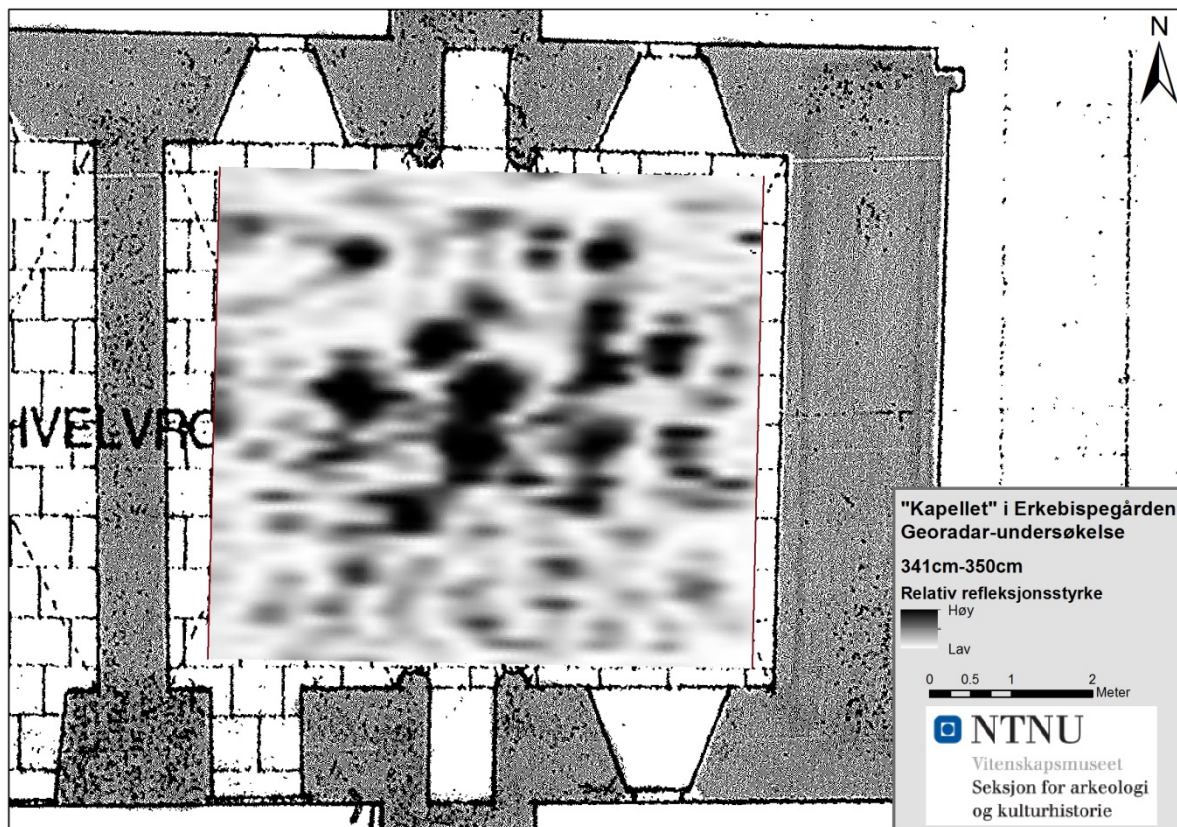


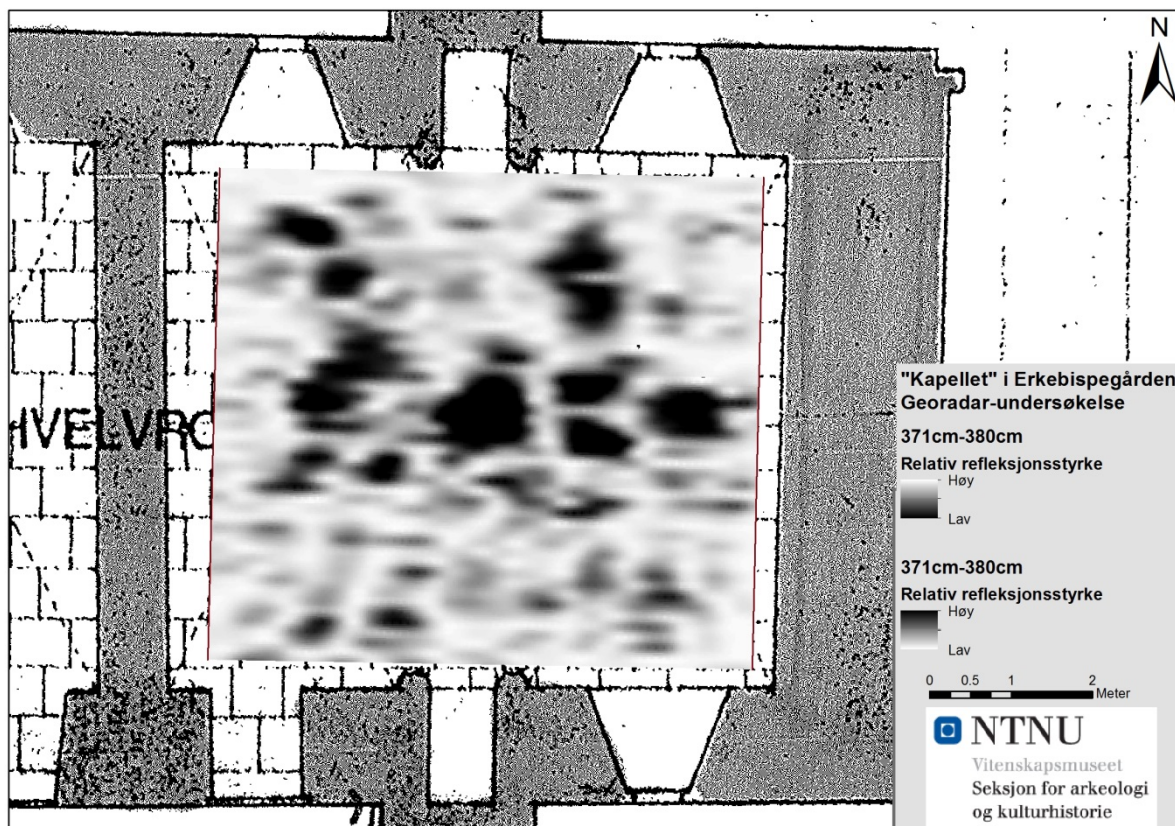
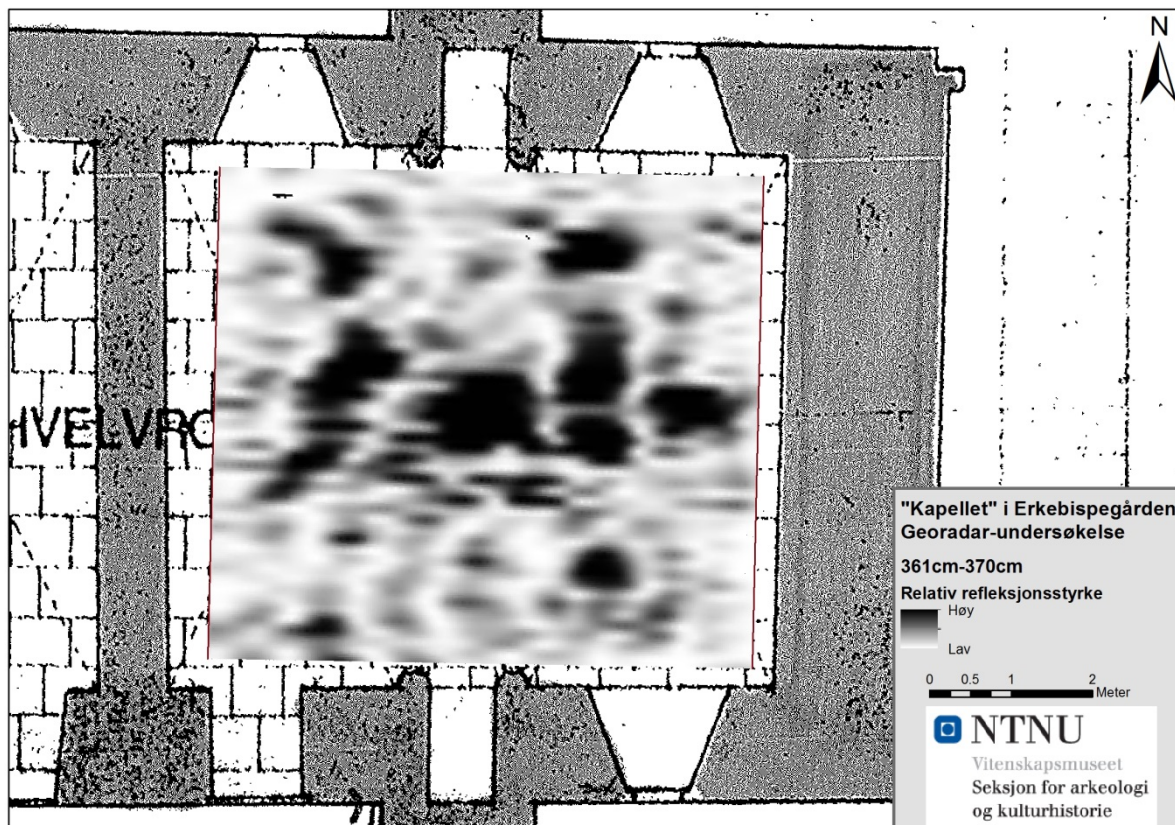












NTNU Vitenskapsmuseet er en enhet ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, NTNU.

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 978-82-8322-029-2

ISSN 2387-3965

© NTNU Vitenskapsmuseet

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

www.ntnu.no/vitenskapsmuseet