



## GEORADARUNDERSØKELSER VINTERSTID

Delprosjekt 5 av FoU-prosjektet «Arkeologi i veien?»

Manuel Gabler, Erich Nau,  
Lars Gustavsen og Monica Kristiansen







Tittel Georadarundersøkelser vinterstid Delprosjekt 5 av FoU-prosjektet «Arkeologi i veien?»	Rapporttype/nummer NIKU Oppdragsrapport 129/2018	Publiseringsdato 01.12.2018
	Prosjektnummer 1021252	Oppdragstidspunkt 01.01.-31.12.2018
	Forsidebilde Georadarundersøkelser ved Hjerkin. Foto: MG/NIKU	
Forfatter(e) Manuel Gabler, Erich Nau, Lars Gustavsen og Monica Kristiansen	Sider 74	Tilgjengelighet Åpen
	Avdeling Digital dokumentasjon, kulturminner og landskap	

Prosjektleder Manuel Gabler
Prosjektmedarbeider(e) Erich Nau, Lars Gustavsen, Monica Kristiansen
Kvalitetssikrer Knut Paasche

Oppdragsgiver(e) Statens vegvesen Vegdirektoratet / Eva Smådahl, Seksjon: Miljø, Postboks 8142 Dep, 0033 OSLO
--

<p>Sammendrag</p> <p>Siden 2014 har NIKU, i samarbeid med Statens vegvesen, og i forbindelse med FoU-prosjektet «Arkeologi i veien?» brukt motorisert georadar for storskala arkeologisk prospektering i forskjellige landsdeler i Norge. Resultatene har i stor grad vært lovende og metoden har vist seg å være et effektivt verktøy for inngrepsfri kartlegging av arkeologiske strukturer. Metoden har også vist seg å ha sine begrensninger, og ved siden av de rent geofysiske begrensninger (kontrast, fuktighet, osv.) var tilgangen til dyrket mark ofte en faktor som har redusert effektiviteten i felt og i den generelle prosjektgjennomføringen. For å utvide feltsesongen til å også omfatte vinteren ble det i 2018 gjennomført et testprosjekt hvor målsetningen var å teste georadar på vinterføre. NIKUs georadarsystem ble i denne sammenheng mekanisk tilpasset til kjøring på snø, og deretter ble utstyret testet på utvalgte områder hvor det befinner seg kjente arkeologiske strukturer under overflaten (Borre, Lågendalen, Øvre Eiker/Sem, Stange). Testene ble utført på forskjellige snødybder. Til slutt ble resultatene fra alle undersøkelsene, både på barmark og snø, analysert og sammenlignet i et geografisk informasjonssystem (GIS). I tillegg ble det vinteradapterte georadarsystemet brukt for å gjennomføre undersøkelse på Dovre i sammenheng med prosjektet «Kongevegen over Dovrefjell» for å identifisere vegtraseen i områder hvor veien ikke lenger er synlig i terrenget. Resultatene er svært lovende og det viste seg at arkeologiske strukturer kunne identifiseres selv under 1 m tykk snø. Likevel har resultatene også vist begrensninger og spesielt i Sem kunne veldig tydelige arkeologiske strukturer ikke påvises under 40 cm tykk snø. Prosjektet demonstrer tydelig potensialet av kjøring på vinterføre, men viser også at det eksisterende datagrunnlaget for sammenheng mellom snø og markforhold er for lite for en kvalitativ bedømming av når det er meningsfylt å bruke georadar på snø for arkeologiske undersøkelser.</p>
--

Emneord georadar, arkeologiske undersøkelser, vinter, snø
--

Avdelingsleder

Knut Paasche

## Forord

NIKU ønsker å takke Statens vegvesen Vegdirektoratet for nært og godt samarbeid i forbindelse med FoU prosjektet «*Arkeologi i veien?*». Spesielt Eva Smådahl og Ann Kristin Engh har bidratt med stort engasjement i prosjektet noe vi er veldig takknemlige for. I tillegg vil vi rette en takk til arkeologene fra Hedmark og Buskerud fylkeskommune for deres støtte for å gjennomføre undersøkelsene i Stange og på Sem. Vestfold fylkeskommunes hjelp i forbindelse med deres monitoring-prosjekt og tilgangen til åkrene på Borre og Odberg var veldig vellykket, og vi retter her en spesiell takk til Christer Tønning og Petra Schneidhofer.

Under prosjektet på Dovrefjell var støtte fra Statens vegvesen, Norsk villreinsenter/Pilgrimssenter Dovrefjell i Hjerkin og Oppland fylkeskommune uerstattelig. Takk til Marit Johansson, Hans Jacob Dahl, Nina Hilde og Øystein R. Andersen for deres hjelp med logistikk og gjennomføring av feltarbeidet, men også med deres kunnskap om undersøkelsesområdets arkeologiske bakgrunn.



## Innholdsfortegnelse

1	Innledning.....	7
2	Områdebeskrivelse.....	7
2.1	Dovrefjell .....	7
2.1.1	Parsell 2: Åteigen-Fokstua .....	9
2.1.2	Parsell 4: Hjerkin.....	11
2.1.3	Parsell 8: Rise.....	13
3	Metode.....	15
3.1	Georadar (GPR).....	15
4	Resultater .....	17
4.1	Resultater av GPR undersøkelser med og uten snø .....	17
4.1.1	Borre .....	19
4.1.2	Odberg.....	21
4.1.3	Stange .....	24
4.1.4	Øvre Eiker / Sem .....	26
4.2	Resultater Dovrefjell.....	28
4.2.1	Parsell 2: Åteigen-Fokstua .....	28
4.2.2	Parsell 4: Hjerkin.....	29
4.2.3	Parsell 8: Ris.....	35
5	Sammendrag og diskusjon .....	37
6	Referanser .....	38
	Vedlegg A – Arkeologisk tolkning .....	38
	A.1: Parsell 4 - Hjerkin .....	38
	A.2: Parsell 8 – Ris .....	41
	Vedlegg B – GPR dybdeskiver .....	42
	B1: Parsell 4 – Hjerkin.....	42
	B2: Parsell 8 – Ris.....	58



## 1 Innledning

Statens vegvesen Vegdirektoratet og Norsk institutt for kulturminneforskning (NIKU) startet i 2014 et forsknings- og utviklingsprosjekt (FoU) som omhandler bruk av fjernmålingsmetoder for registrering av arkeologiske kulturminner i forbindelse med veiutbyggingsprosjekter. Formålet med prosjektet er å teste ut hvorvidt disse metodene kan supplere noen av de tradisjonelle arkeologiske metodene som brukes til registrering av kulturminner, for på den måten å veilede arkeologer som skal sjakte eller undersøke områder på konvensjonell måte. Statens vegvesen Vegdirektoratet ønsker i samarbeid med NIKU å utrede hvorvidt og hvordan disse metodene kan effektivisere planarbeidet og gjennomføringen av veiprosjekter.

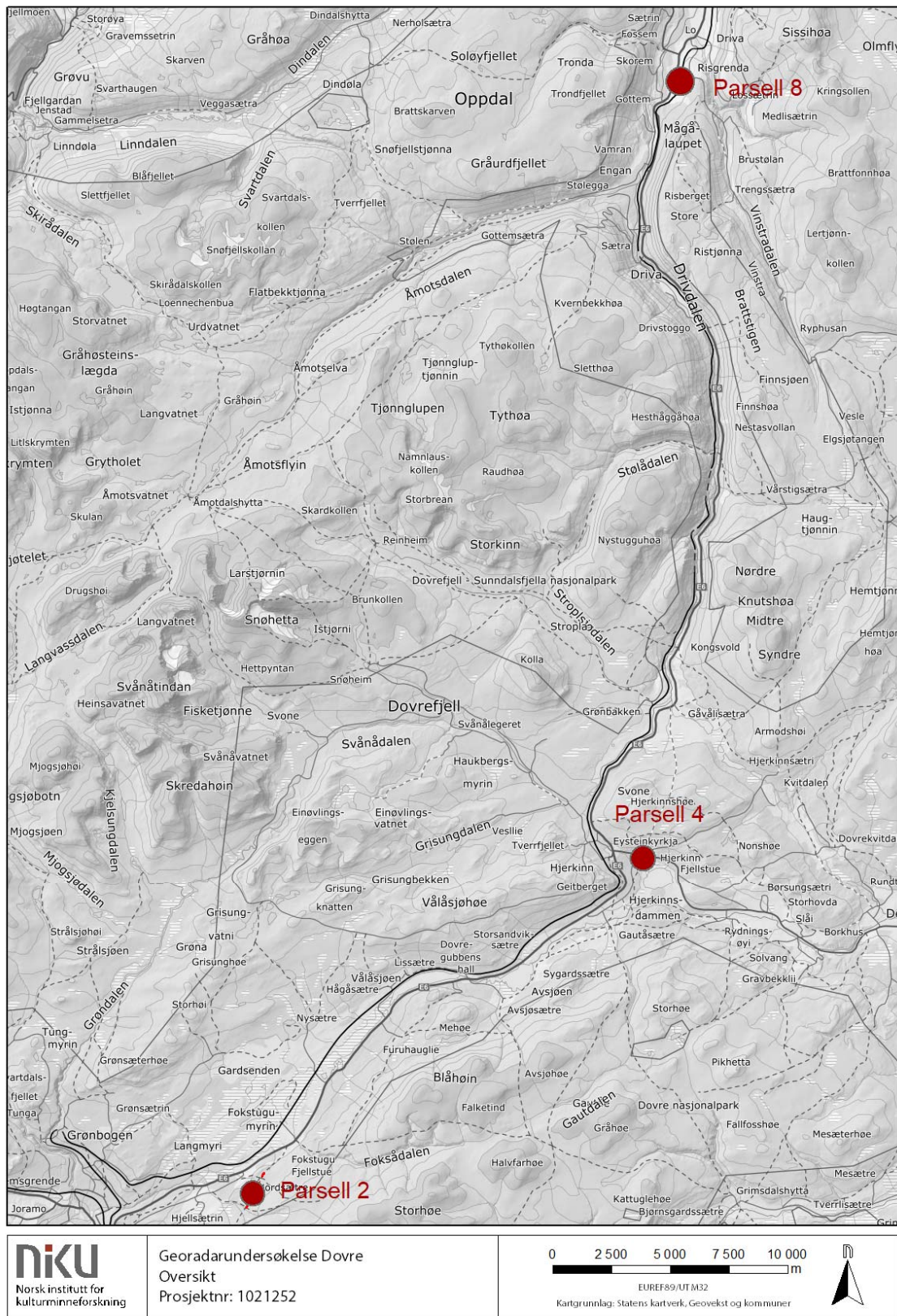
I de siste årene har NIKU brukt motorisert georadar for storskala arkeologisk prospektering i forskjellige landsdeler i Norge. Resultatene har i stor grad vært lovende og metoden har vist seg å være et effektivt verktøy for inngrepsfri kartlegging av arkeologiske strukturer (Gustavsen m.fl. 2013, Gustavsen m. fl. 2016a, Gustavsen m.fl. 2016b, Paasche m.fl. 2016, Gabler m.fl. 2018). Metoden har også vist seg å ha sine begrensinger, og ved siden av de rent geofysiske begrensningene (kontrast, fuktighet, osv.) har tilgangen til dyrket mark ofte vært en faktor som har redusert effektiviteten i felt og i den generelle prosjektgjennomføringen. I løpet av året er det vanligvis bare mulig å utføre motoriserte georadarundersøkelser innenfor to relativt korte tidsperioder; mellom snøsmelting og våronna, samt mellom siste innhøsting og eventuell høstpløying. I vekstsesongen og på vinteren er jordene som regel utilgjengelige for denne type undersøkelser. For å utvide feltsesongen til også å omfatte vinteren, og dermed gjøre tilgangen til dyrket mark enklere, ble det i 2018 gjennomført et testprosjekt hvor målsetningen var å teste georadar på vinterføre. NIKUs georadarsystem ble i denne sammenheng mekanisk tilpasset til kjøring på snø, og deretter ble utstyret testet på utvalgte områder hvor det allerede har blitt utført georadarundersøkelser på barmark, og hvor det befinner seg kjente arkeologiske strukturer under overflaten (Borre, Lågendalen, Øvre Eiker/Sem, Stange). Testene ble utført på forskjellige snødybder. Til slutt ble resultatene fra alle undersøkelsene, både på barmark og snø, analysert og sammenlignet i et geografisk informasjonssystem (GIS).

For å teste systemet i et konkret prosjekt ble det valgt ut områder på Dovrefjell for vinterkjøring. Prosjektets målsetning var å identifisere traseen for den gamle Kongevegen i områder hvor den er ikke lengre synlig på overflaten. På områdene med vanskelige topografiske forhold, samt i myr, vil snødekket og frossen mark utgjøre en fordel for motorisert georadar, da snøen dekker ujevnt terreng som ellers kan skade utstyret, og gjør også myrområder tilgjengelige for undersøkelse.

## 2 Områdebeskrivelse

### 2.1 Dovrefjell

På Dovrefjell var det planlagt å undersøke tre forskjellige områder (parsell 2, 4 og 8) ved hjelp av motorisert georadar (fig.1). Hovedmålet var å kartlegge deler av den Gamle Kongevegens trasé som er ikke lengre synlig på overflaten. Resultatene skal inngå i prosjektet «*Kongevegen over Dovrefjell*» og derfor orienterer seg følgende parsellnumrene etter boken *Kongevegen over Dovrefjell* (Johansson 2018).



Figur 1. Oversikt over undersøkelsesområdene på Dovrefjell.

### **2.1.1 Parsell 2: Åteigen-Fokstua**

Parsell 2 ligger i omtrent nord-sørlig retning mellom Åteigen og Fokstua fjellstue. Innenfor delstrekningen Hondyrju-Fokstua, hvor det befinner seg et stort myrområde, er Kongevegen ikke lengre synlig i dag. I dette området har kongevegen to registrerte vegtraseer som tolkes som en eldre og yngre fase av vegen. Generelt er myr vanskelig å undersøke med georadar, men når myren er frossen og dekket med snø er forholdene lovende for testing av georadar. Det var planlagt å undersøke fire områder (fig.2) i parsell 2, med en samlet størrelse på 1,5 hektar. Målingene ble gjennomført 05.04.2018, været var overskyet med temperatur på ca. 0°C og bakken var dekket med 20-120 cm tykk puddersnø.





### 2.1.2 Parsell 4: Hjerkin

Undersøkelsesområdet i parsell 4 fokuserer på arealer direkte sør for Hjerkin Fjellstue (fig.3). Ved siden av Kongevegen finnes det en registrert hustuft (ID: 11607) og basert på skriftlige kilder (se nedenfor) forventer man at det befinner seg rester av en gammel kirke/kapell i området. Målet var å identifisere Kongevegtraseen på åkeren sør for Hjerkin fjellstue, hvor den er ikke lengre synlig på overflaten. I tillegg skulle undersøkelsen forsøke å lokalisere kirken og eventuelt andre, ukjente arkeologiske strukturer i nærheten av Kongevegen. Undersøkelsesområdet har en ujevn topografi, måler ca. 2,3 hektar og var dekket av 0-80 cm dyp snø. Målingene ble gjennomført 05.-06.04.2018. Den 05.04.2018 var det snøvær og en temperatur på ca. 0°C, og den 06.04.2018 var det sol og ca. -4 til 1°C.

#### **Utdrag fra skriftlige kilder om kirken på Hjerkin- fra Jan Brendalsmo (NIKU)**

##### **HJERKINN, gnr. 1 Hjerkin (Dovre sogn).**

*En kirke på Hjerkin er nevnt på 1430-tallet, og den hadde da en liten inntekt av en skyldpart i gården Klett i Oppdal (AB s. 48), rineligvis til bygningens vedlikehold – derunder alterbelysning. Hiorthøy (1786:5) nevner kort at det skal ha stått «et hedensk Capel [...] hvor Kiendetegn af dets murede Indhegning endnu sees» på Hjerkin, mens Schøning (I:1f) er mer detaljert: «Strax sønden for [benævnte Gaard] Hiærken, og nedenfor den Bakke, paa hvilken Gaarden staaer, ligger en jevn Plads, paa hvilken berettes, at en Kirke eller et Kloster skal i gamle Dage have staaet. Stedet selv bær derom Vidne. Jeg besaa det Nøie, og fant der en Huuse-Tomt, sat med Steene, som fra Øst til Vest var 32, men fra Sør til Nord 24 Skridt lang og breed. Denne Tomtes Størrelse og Beliggenhed stadfæste, at her maa have staaet en Kirke». Tradisjon og beskrivelse av den vest-øst orienterte tuften rett sør/ned for gårdshusene, og hvor det på 1800-tallet skal være funnet skjelettresten (NG 11), må kunne oppfattes som lokalitet for kirke med kirkegård. Strekingen over Dovre trolig var en av de mest trafikkerte veistrekninger i Norge i middelalderen, og det er derfor sannsynlig at det har stått kirke på dette stedet allerede tidlig i middelalderen. Drøye 100 m vest for Hjerkin gård og fjellstue er det en lokalitet kalt Eysteinskyrkja, men dette er et nybygd kapell. Middelalderkirken skal derimot ha stått rett ned for nåværende gårdstun. I ettertid ble det bygd et hus over tufta, og i 1854 ble veien til Follidal anlagt rett over stedet. Ifølge tradisjonen ble det da funnet en del menneskebein, og disse skal ha blitt lagt inn i grunnmuren på et hus som da ble reist. Flata nedenfor veien kalles fortsatt Kyrkjebakken. Det har vært arkeologiske undersøkelser i dette området i 1957 og 1982, men kirken skal ikke ha blitt påvist. Derimot er det registrert tykke kulturlag (gårdshaug) og ei hustuft på ca. 10x20 m, datert til 1100-tallet (Kaas & Engen 2003:20f). Det lå ingen skyldparter i Hjerkin til mensa ved Lesja hovedkirke på 1570-tallet (St. 172f) og som kunne indikert et tidligere prestebol til kirken på Hjerkin. Sogn til eller prest ved kirken i middelalderen er ikke nevnt i de foreliggende kilder. Gården Hjerkin lå i øvre almenning (kongsallmenningen) og uten andre gårder i nærheten, slik at dens opprinnelige grenser er uklare – i den grad den har hatt en avgrensning (Kaas & Engen 2003:18). Et stykke av Fokstugumyre rett ned for Lesjabekk vokterbolig kort vei vest for Vålåsjøen kalles Kyrkjelåttan. Gamle Kongevegen går gjennom tunet på Hjerkin. Mellom 1770-årenes gårdstun og stedet der Schøning mente å observere kirketufta var det «i en Kreds eller Cirkel, omsat med maadelig store Kampesteene, men i midten besat med fire, hvoraf de 2de største staae mod Sør og Nord, i form af et Ruder-Blad» (Schøning I:1f). (kartreferanse: CD 099-5-0).*

*Kirken: 1430-tallet (Af Kletta, vj spon oc ij spon Hiærtkinz kirkio luter, bygt fire øre, AB s 48)*

*Fabricasogn: Oppdal (gnr. 198-201 Klette)*







### **2.1.3 Parsell 8: Rise**

Innenfor parsell 8, som strekker seg fra Nerlia til Rise (fig.4), er Kongevegen ikke lengre synlig på overflaten. Området er i dag beitemark og den gamle ferdselsveien er trolig pløyd bort. Målet med undersøkelsen var å forsøke å lokalisere eventuelle rester av Kongevegen ved hjelp av georadar. Det var planlagt å undersøke tre åkere med en samlet størrelse på 5,6 hektar (fig.4). Undersøkelsen ble gjennomført 09.04.2018 på frossen mark. På grunn av plussgrader dagene før var området nesten snøfritt, med store is-/vannflater på deler av åkrene. Det var mulig å gjennomføre georadarundersøkelser frem til ca. kl. 12:00, da det fortsatt var minusgrader i bakken. På grunn av stigende temperaturer senere på dagen myknet markoverflaten og georadaren forårsaket spor i overflaten. Undersøkelsen måtte derfor avbrytes for ikke å ødelegge beitemarken, og kun midten av åkeren kunne derfor undersøkes.



### 3 Metode

De geofysiske undersøkelsene på Dovre ble gjennomført i tidsrommet 04. – 10. april 2018. Det opprinnelige målet var at ca. 9,4 hektar skulle undersøkes i løpet av feltoppholdet, men på grunn av stedvis utilgjengelige områder og utfordrende værforhold ble dekningsgraden redusert til ca. 6 hektar. Valg av områder, organisering av tiltrede, informasjon og avtaler med grunneier ble utført i samarbeid med Statens Vegvesen, Pilgrimssenteret og Oppland fylkeskommune. Valg av undersøkelsesområder var basert på tre målsetninger; å kartlegge områder hvor Kongevegen ikke lengre er synlig på overflaten, områder som er ikke tilgjengelig på sommeren/barmarkssesongen (myr), og områder hvor det tidligere er registrert andre arkeologiske strukturer (Hjerkin). For å gjennomføre undersøkelsene måtte NIKUs motorisert georadar først ombygges for kjøring på snø. I denne prosessen ble georadaren utstyrt med snøbelter og det mekaniske festet for georadarboksen ble i samarbeid med NIKUs partnerinstitusjon «*Ludwig Boltzmann Institute for Archaeological Propection and Virtual Archaeology (LBI ArchPro)*»<sup>1</sup> utviklet for at georadaren skulle gli på den snødekte overflaten.

De følgende underkapitlene beskriver metoden og utstyret som ble benyttet under undersøkelsene.

#### 3.1 Georadar (GPR)

Georadar (eng: *Ground Penetrating Radar – GPR*) er en variant av vanlig radarteknologi, og kan på mange måter sammenliknes med et ekkolodd. En senderantenne i georadaren sender ut høyfrekvente elektromagnetiske bølger ned i bakken, som enten reflekteres eller absorberes når de treffer på visse jordmasser, lagskiller eller objekter under overflaten. Hvorvidt signalene *reflekteres* avhenger av materialenes geofysiske egenskaper, samt at det er tilstrekkelig geofysisk kontrast mellom lagene eller objektene. Kontrasten er avhengig av materialenes elektriske ledenevne samt magnetiske egenskaper. Når bølgene treffer på absorberende masser, tappes de for energi ved å fortsette nedover i bakken uten å sendes tilbake til overflaten. Når de reflekteres, sendes retursignalene opp til en mottakerantenne i georadaren, hvor de registreres og digitaliseres. Ved å måle tiden fra de elektromagnetiske bølgene sendes ut til de returneres til antenne, kan man blant annet kalkulere dybden til de ulike strukturene eller objektene (Conyers 2012:25). Retursignalene vil, i tillegg til en relativ dybdeinformasjon, ha en «signatur» som angir om de er returnert fra relativt absorberende eller reflekterende materialer. De returnerte signalene konverteres til digitale profiler som gir et slags digitalt tverrsnitt av jordsmonnet. Datasettene består av en mengde slike profiler som ligger parallelt og tett inntil hverandre, og ved å interpolere mellom profilene kan man bygge opp et tredimensjonalt bilde av jordsmonnet og eventuelle strukturer under bakken.

Informasjonen som anskaffes med en georadar angir de ulike materialenes og objektenes geofysiske egenskaper, dvs. hvorvidt de er absorberende eller reflekterende, samt hvilken dybde de befinner seg på. Hvorvidt strukturer eller objekter vil synes i radardataene, avhenger av en god kontrast mellom de ulike materialene. Georadar er derfor særlig godt egnet for å kartlegge solide, reflekterende objekter og strukturer, slik som murverk, steiner, hardpakkede overflater, luft- eller vannfylte hulrom, større metallobjekter, osv. Nedgravninger som kokegroper, ildsteder og stolpehull kan også detekteres, men dette avhenger av at det finnes en tilstrekkelig fysisk kontrast mellom fyllmassen og det omkringliggende jordsmonnet, samt at strukturene er av en viss størrelsesorden. I flate bølger strukturer

---

<sup>1</sup> <http://archpro.lbg.ac.at/>

og lag være større enn avstanden mellom radarantennene, og de bør samtidig være dypere eller tykkere enn én bølgelengde av signalet (Conyers 2004:64).

I arkeologisk sammenheng anvendes fortrinnsvis instrumenter med senterfrekvenser i området 100-1000 MHz. De lavfrekvente signalene har størst gjennomtrengingsevne og vil dermed gå dypere ned i jordsmonnet. Antenner som sender ut høyere frekvenser vil ha lavere gjennomtrengingsevne, men vil imidlertid gi data med langt høyere vertikal oppløsning. Valg av radarantenne vil derfor avhenge av hvor dypt man ønsker å nå med instrumentene samt hvilken type arkeologi som forventes innenfor området. I de fleste arkeologiske sammenhenger anvendes antenner med en senterfrekvens på 400-500 MHz. Disse antennene har en gjennomtrengingsdybde på 1,5-3 m og opprettholder samtidig en tilfredsstillende vertikal oppløsning (Gustavsen m.fl. 2013).

Georadarundersøkelsen ble utført med et radarsystem av typen MALÅ MIRA III (**Malå Imaging Radar Array**). Dette er et motorisert georadarsystem bestående av 8 mottaker- og 9 senderantener (16 radarkanaler) som hver har en senterfrekvens på 400 MHz. Antennene er montert i to rekker med 10,5 cm avstand, slik at de til enhver tid dekker et område på 178,5 cm bredde. Radarsystemet ligger i en beskyttende boks og er montert på en hydraulisk lift foran på et terrenggående kjøretøy med snøbelter (Kubota RTV X-900). Ved hjelp av det hydrauliske systemet i kombinasjon med en optimert feste- og glidplate kan radarantennene føres over snødekte overflater, og på den måten kan datainnsamlingen også optimaliseres til vinterbruk (fig. 5). Systemet føres med en hastighet på 5-8 km/t, og under optimale forhold vil man kunne dekke et areal på 3-4 hektar i løpet av en arbeidsdag. Posisjoneringen av radarsystemet utføres ved hjelp av en RTK GPS-antenne av typen JAVAD Sigma med CPOS-abonnement i rover-konfigurasjon.

Georadar- og posisjoneringsdataene blir kontrollert og visualisert under kjøringen ved hjelp av de spesialutviklede programvarene MIRASoft (MALÅ), samt LoggerVis (LBI ArchPro). Feltloggeren som brukes til dette formålet er en robust PC av typen Tank-700.



Figur 5. Georadarsystem av typen MALÅ MIRA med vinterutstyr. Foto: EN/NIKU.

## 4 Resultater

Følgende kapittelet presenteres resultatene fra de geofysiske undersøkelsene på snø dekket mark.

### 4.1 Resultater av GPR undersøkelser med og uten snø

Det vinteradapterte georadarsystemet ble testet på fire utvalgte områder hvor det allerede har blitt utført georadarundersøkelser på barmark, og hvor det befinner seg kjente arkeologiske strukturer under overflaten (Borre, Lågendalen, Øvre Eiker/Sem, Stange – Fig. 6). Testene ble utført på forskjellige snødybder og resultatene ble deretter sammenlignet i GIS.





Figur 6. Undersøkelserområder for sammenligning av resultatene med og uten snø.

#### 4.1.1 Borre

Borre har vært undersøkt arkeologisk ved flere anledninger og er en velkjent og historisk viktig plass med et stort antall bevarte gravhauger. Restene av den i dag rekonstruerte Borrehallen ble funnet ved hjelp av georadar i 2007 (Trinks 2007). Videre undersøkelser ved hjelp av georadar i 2008 og 2013 bekreftet de første resultatene. I 2015 etter en periode med sterk nedbør, ble området undersøkt med et MIRA-system og resultatene viste ingen geofysisk kontrast i de arkeologiske strukturene som har vært påvist tidligere. Dette var alarmerende ettersom en så en stor endring i resultatene var ikke forventet. Derfor har Vestfold fylkeskommune gjennomført et monitoring-prosjekt for å måle fysiske egenskaper (vannmengde, elektrisk motstand og temperatur) i jordsmonnet ved hjelp av sensorer som ble nedgravd i marken. Tre steder ble valgt ut for å plassere sensorer (to i arkeologiske strukturer og en i naturlig løsmasse). I tillegg ble en lokal værstasjon installert for å måle temperatur, nedbør og solintensitet. Ved siden av de permanente sensorene ble området undersøkt ved hjelp av en enkeltkanals georadar (Sensor & Software 500MHz) én gang per måned for å identifisere hvor mye de målte faktorene påvirker georadarresultatene. De første resultatene bekreftet forventningene om at faktorer som nedbør og jordfuktighet påvirker resultatene i stor grad. Spesielt resultatene på frossen mark i januar 2017 har vist seg som veldig lovende med hensyn til gjennomføring av georadarundersøkelser (Schneidhofer m.fl. 2018).

Sommeren 2016 ble området undersøkt med NIKUs MIRA-system under tørre forhold med gode resultater. De arkeologiske strukturene vises godt i dybdeskivene og dataene er brukt for å sammenligne med resultatene fra kjøring på snø. Den 09.02.2018 undersøkte vi området med det vinteradapterte MIRA systemet (fig.7). Undersøkelsesområdet omfatter 0,6 hektar og marken var frossen og dekket med ca. 5-10 cm kompakt, tørr snø. Temperaturen på undersøkelsestidspunktet var -3°C.



Figur 7. Georadarundersøkelse ved Borre. Foto: MG/NIKU.

Resultatene fra kjøringen bekrefter resultatene fra Vestfold fylkeskommunes monitoring-prosjekt og viser at et tynt, kompakt og tørt snødekke over frossen mark er velegnet for georadarundersøkelser. Som figur 8 viser, er kontrasten i de arkeologiske strukturene mye tydeligere enn på dataene fra sommeren 2016. I tillegg gir snødekket en fint og jevnt underlag for georadarboksen, noe som reduserer små ujevnheter i terreng og således øker datakvaliteten.





**Figur 8. Sammenligning av GPR dybdeskiver uten snø (venstre) og med snø (høyre). Resultatene viser at arkeologiske strukturer (markert i rødt) er bedre synlig ved vinterkjøringen.**

#### 4.1.2 Odberg

I 2007 gjennomførte Rikstantikvarieämbetet UV Teknik en georadarundersøkelse med en enkeltkanals Sensors og Software (500 MHz) georadarsystem ved Odberg i Lågendalen i Vestfold (Trinks 2007). Resultatene viste en overpløyd gravhaug med et sentralt gravkammer og mange groper i det tilstøtende nærområdet.

Den 12.02.2018 undersøkte vi det samme området med det vinteradapterte MIRA systemet (fig.10). Undersøkellesområdet omfatter 0,35 hektar, marken var frossen, pløyd, dekket med ca. 80-100 cm snø (fig. 9) og temperaturen var -1°C.

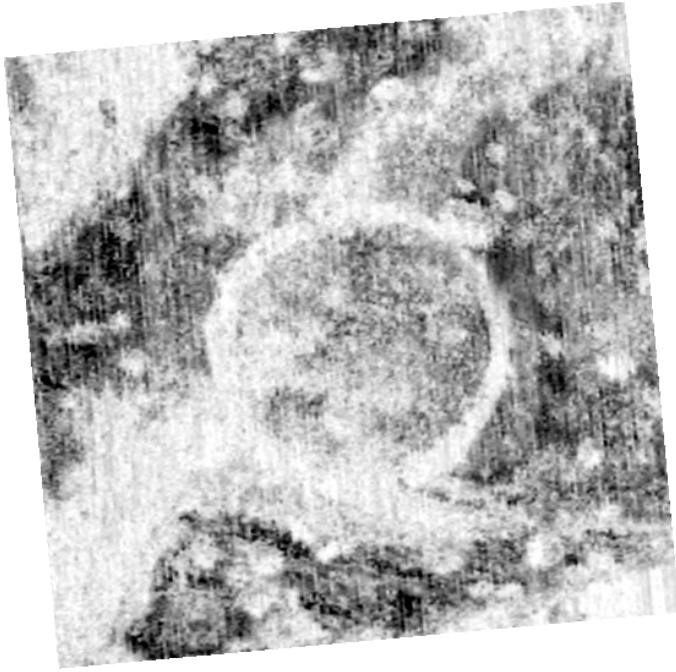


Figur 9. Snødybde ved undersøkelsene på Odberg. Foto: EN/NIKU.



Figur 10. Georadarundersøkelse ved Odberg. Foto: EN/NIKU.

På grunn av det tykke snødekket var det ikke forventet å få bra resultater og problemer med GPSen gjorde undersøkelsene krevende. Likevel kunne alle tidligere kjente anomalier identifiseres (fig. 11 og 12) selv om anomaliene fra snøkjøringen er dårligere definert enn fra undersøkelsene gjennomført ved tørre forhold uten snø. Dette skyldes den store avstanden fra radarantenna til dybden av anomalier pga. det tykke snølaget.



Figur 11. GPR dybdeskiver fra Odberg uten snø fra 2007. Bilde: Trinks (RAÄ).



Figur 12. GPR dybdeskiver fra Odberg med snø fra 2018. Resultatene på snøføre viser et mindre klart bilde enn fra 2007. Allikevel kan man klart identifisere arkeologiske strukturer i dybdeskivene.

### 4.1.3 Stange

NIKU gjennomførte høsten 2017 georadarundersøkelser i området Ottestad stasjon – Åkersvika i Stange kommune, Hedmark fylke (Gustavsen 2017). Undersøkelsene ble gjennomført på oppdrag fra Hedmark fylkeskommune, som et ledd i registreringen av automatiske kulturminner i forbindelse med utbygging av Dovrebanen. Det ble påvist enkelte mulige kokegroper, levninger etter utpløyde røyser, i tillegg til moderne inngrep som eksempelvis dreneringsgrøfter og avløpsrør. Anomaliene ble delvis sjaktet og kunne bekreftes som arkeologiske strukturer.

Den 02.03.2018 undersøkte vi åkeren hvor det ble påvist et stort antall kokegroper med det vinteradapterte MIRA systemet (fig. 14). Undersøkelsesområdet omfattet 2,2 hektar, marken var frossen, pløyd, dekket med ca. 30-50 cm snø (fig. 13) og temperaturen var -11 til -8°C.

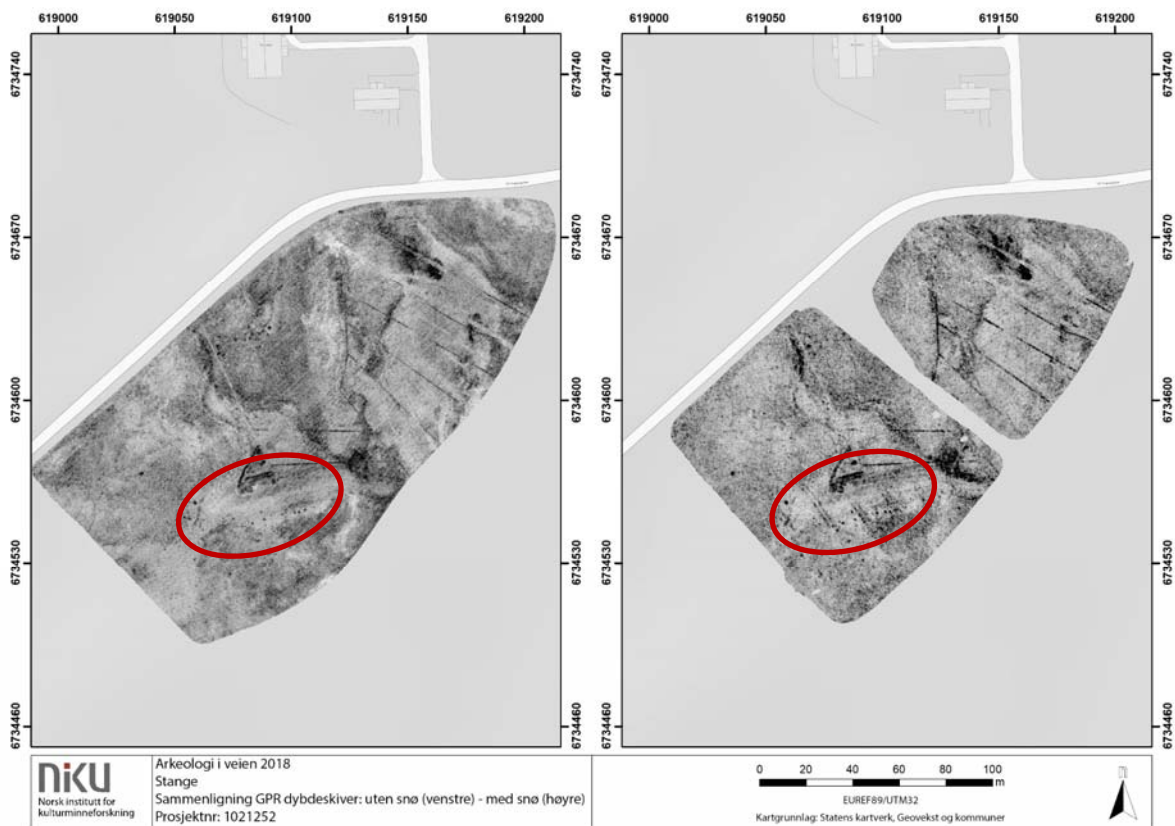
Resultatene viser at vi i georadardataene kunne identifisere alle de tidligere kjente anomaliene selv om åkeren var pløyd og dekket med ca. 30-50 cm snø. Allikevel er visualiseringen av anomaliene fra snøkjøringen mindre klare enn fra undersøkelsene under tørre forhold og uten snø. Dette skyldes den noe større avstanden fra radarantenna til anomaliene pga. det tykke snølaget. I dybdeskivene fra vinterkjøringen ser man i tillegg noen lineære anomalier over noen av kokegropene. Disse anomaliene er fra sjaktingen som ble gjennomført etter den første georadarundersøkelsen (fig. 15).



Figur 13. Snødybde ved undersøkelsene i Stange. Foto: MG/NIKU.



Figur 14. Georadarundersøkelser i Stange. Foto: LG/NIKU.



Figur 15. Sammenligning av GPR dybdeskiver uten snø (venstre) og med snø (høyre). Resultatene viser et mindre klart bilde på snøføre, men likevel kan man klart identifisere arkeologiske anomalier (markert i rødt).

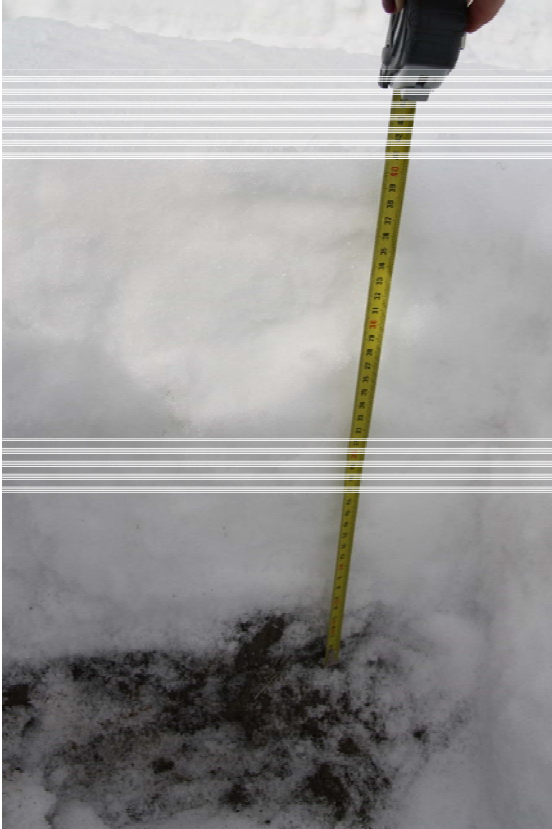
#### 4.1.4 Øvre Eiker / Sem

NIKU gjennomførte i 2017 georadarundersøkelser på Sem, Øvre Eiker kommune, Buskerud fylke (Kristiansen og Gabler 2017). Det kunne påvises et stort antall anomalier tolket som levninger etter menneskelig aktivitet fra både forhistorisk og historisk tid. Spesielt herregårdsanlegget, også kalt «kongens hus», en lokalitet som er godt kjent fra både skriftlige kilder og generell lokal tradisjon, vises veldig tydelig i georadardataene.

Den 21.03.2018 undersøkte vi åkeren med det vinteradapterte MIRA-systemet (fig. 17). Undersøkelsesområdet omfatter 2,8 hektar, marken var frossen, pløyd, dekket med ca. 40 cm snø (fig. 16) og temperaturen var +1 til +5°C.

Resultater var skuffende og dybdeskiver fra vinterkjøringen viser nesten ingen arkeologiske anomalier enda det er mange svært tydelige påviste strukturer under bakken (fig. 18). På grunn av de tre tidligere vinterkjøringsresultatene var det ikke forventet å få såpass dårlige resultater. Grunnen til de negative resultatene er ikke helt klar men mest sannsynlig er det avhengig av temperaturen. I motsetning til de andre områdene var det plussgrader når vi undersøkte Sem. Det førte til at snøen begynte å smelte og den elektriske motstand i snøen blir signifikant mindre, noe som påvirker georadarsignalet svært mye (Schneidhofer m.fl. 2017, Granlund 2007). Således viser resultatene en veldig viktig begrensing for undersøkelser i vinterstid på snø. Det er ikke snødybden alene som påvirker resultatene, men andre faktorer som man i tillegg må ta hensyn til. Disse faktorene er ikke undersøkt i detalj ennå og videre forskning er nødvendig for å forstå sammenhengen mellom ulike geofysiske faktorer som temperatur, snøkonsistens, overgang mellom snø og mark, elektrisk motstand av snø og i marken, osv.





Figur 16. Snødybde ved undersøkelsene på Sem. Foto: MG/NIKU.



Figur 17. Georadarundersøkelser ved Sem. Foto: MG/NIKU.



**Figur 18. Sammenligning av GPR dybdeskiver uten snø (venstre) og med snø (høyre). Resultatene viser ingen arkeologiske strukturer på snøføre, enda de er veldig tydelig synlig på undersøkelser uten snø.**

## 4.2 Resultater Dovrefjell

I det følgende kapittelet vil resultatene fra de geofysiske undersøkelsene på Dovrefjell presenteres som forenklete tolkningskart. Vi refererer samtidig til Vedlegg B som inneholder dybdeskiver fra de ulike områdene, samt Vedlegg A for større versjoner av tolkningskartene.

### 4.2.1 Parsell 2: Åteigen-Fokstua

Undersøkelsen i parsell 2 viste seg dessverre å være umulig å gjennomføre. Grunnet svært porøs og stedvis dyp puddersnø var det ikke mulig å føre radarsystemet over tiltaksområdet. Puddersnøen samlet seg i områder med busker og trær og kunne ikke bære vekten av det motoriserte utstyret (fig.6). Forholdene var så utfordrende at utstyret ikke engang kom seg fra parkeringsplassen til undersøkelsesområdet. Alternative veier til feltet hadde samme beskaffenhet, og forsøket måtte derfor avbrytes av sikkerhetsmessige hensyn. Til tross for det negative resultatet ble forsøket en viktig erfaring i prosjektet, da det tydelig viste begrensningene av vinterundersøkelser.





Figur 19. MIRA som satt seg fast i dyp puddersnø. Foto: MG/NIKU

#### 4.2.2 Parsell 4: Hjerkin

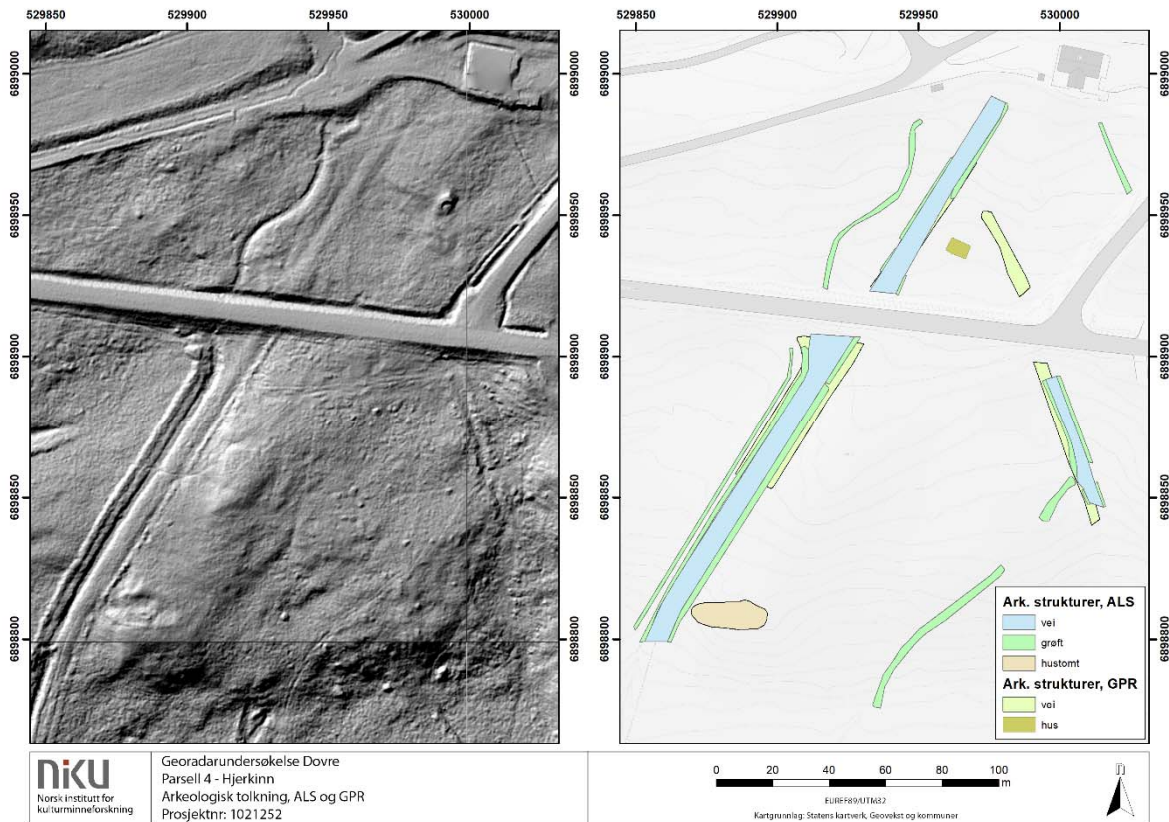
##### Delområde 1:

Sør for Hjerkin fjellstue ble det undersøkt to områder (fig.3). På åkeren sør for riksveg 29 (delområde 1) er Kongevegen restaurert og generelt veldig godt bevart. En tuft ved siden av vejen er synlig i topografien, og er registrert i Askeladden (ID: 11607).

Kongevegen viser seg veldig tydelig i georadardataene, og fremstår som parallelle, lineære, reflekterende anomalier med ca. 1,8-2 m bredde og 8 m avstand. De er synlige mellom 40-110 cm dybde og strekker seg gjennom undersøkelsesområdet i omtrent nordøst-sørvestlig retning. Vest for kongevegen viser det seg en annen lineær struktur som ligger parallelt med Kongevegen. Strukturen er 3,5 m bred. Den fremstår absorberende fra 10-80 cm og veksler til reflekterende fra 80-110 cm dybde. Den tolkes som en grøft som har en forbindelse til Kongevegen (fig. 8; Vedlegg A.1).

I den østre delen av feltet er det observert lineære strukturer med ca. 2-3 m bredde som strekker seg gjennom undersøkelsesområdet i omtrent nordvest-sørøstlig retning. Anomaliene ligger ca. 20-100 cm under overflaten og er også synlige i ALS-dataene fra området. De er delvis synlig i dagnes topografi som grøfter og er muligens gamle veirester som fortsetter inn i delområde 2. Den nevnte hustuften kunne bare delvis undersøkes og viser ingen tydelige spor i georadardataene. Veggrestene er svært tydelige i ALS dataene og terreng, men er ikke mulig å påvise i georadardataene. Innenfor hustuften

ser man imidlertid to reflekterende anomalier ved 40-80cm dybde som kan være mulige rester av et kulturlag (fig. 8; Vedlegg A.1).



**Figur 20. Tolkning av arkeologiske strukturer i ALS og georadardataene.**

#### Delområde 2:

Den mest tydelige anomalien i delområde 2 viser seg direkte på overflaten og fortsetter ned til 100 cm dybde. Anomalien bukker seg gjennom undersøkelsesområdet i nord-sørlig retning og er ca. 55 m lang og 2 m bred. Strukturen viser seg først som en absorberende anomali, men blir reflekterende ved ca. 30 cm dybde. Strukturen tolkes som en moderne grøft (Vedlegg A.1).

I delområde 2 er Kongevegen ikke lengre synlig på overflaten. Både ALS- og georadardataene viser imidlertid tydelige lineære strukturer som strekker seg gjennom undersøkelsesområdet i nordost-sydvestlig retning. Strukturenes beliggenhet tyder på at de representerer Kongevegen. Veien er ikke like synlig i radardataene som i delområde 1, men viser tydelige fragmenterte, parallelle anomalier med reflekterende egenskaper. De lineære strukturerne er ca. 0,5-2 m brede og ligger med ca. 6 m avstand til hverandre. De er synlige ved 40-100 cm dybde. Anomaliene representerer en klar fortsettelse av den synlige Kongevegen i delområde 1, og tolkes som rester av veigrøfter (Vedlegg A.1).

I feltets østre del er det påvist lineære strukturer med ca. 0,4-3m bredde ved ca. 20-80 cm dybde under overflaten. Anomaliene strekker seg gjennom undersøkelsesområdet i omtrent nordvest-sørøstlig retning, og er fra synlige grøfter og er en fortsettelse av de mulige veirestene i delområde 1. Anomaliene strekker seg direkte mot Kongevegen, og de to veiene hadde sannsynligvis deres

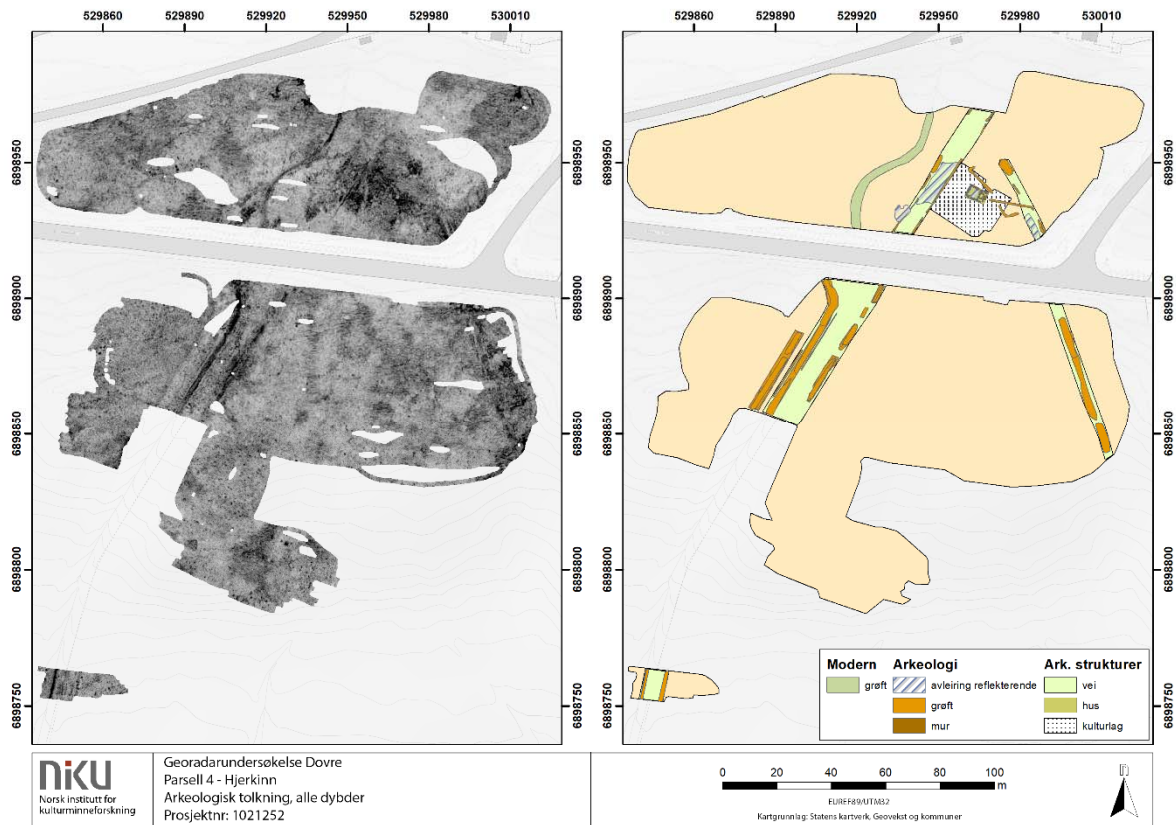
krysspunkt direkte sør for Hjerkin fjellstue. Veirestene er imidlertid fragmenterte, og selve krysningen mellom veiene er ikke synlig i georadardataene (Vedlegg A.1).

To reflekterende og ca. 0.8 m brede anomalier viser seg i 40-60 cm dybde. De viser en øst-vest/nordvest-sørøst orientering. Deres funksjon er ikke helt tydelig - kanskje de er også gamle veigrøfter og har en mulig tilknytning til den østre vei (Vedlegg A.1)?

Øst for Kongevegen er det påvist et tydelig avgrenset, rektangulært område som orienterer seg i rett vinkel til veitraséen (fig. 9-10). Området måler ca. 18x23 m og består av flere reflekterende anomalier beliggende ca. 60-90 cm dybde under snøoverflaten. Anomaliene tolkes som kulturlag. I midten av området kan man i tillegg se en rektangulær struktur med en størrelse på 5,8x7,8 m (fig. 9-10). Den består av ca. 0.4 m brede lineare, reflekterende anomalier og er orientert i omtrent nordvest-sørøstlig retning. Strukturen er vanskelig å identifisere innenfor det store kulturlaget, men har en tydelig nok avgrensning og tolkes som mulige murrestene/vegggrøfter av en bygning. I den sørvestlige delen av bygningen kan man se et ca. 1 m bredt opphold i muren som tolkes som en inngang. Mulige murrester på innsiden av den rektangulære strukturen antyder at bygningen hadde to rom med en størrelse på henholdsvis 4 x 4,2 m (vestre del) og 4 x 1,8 m (østre del).

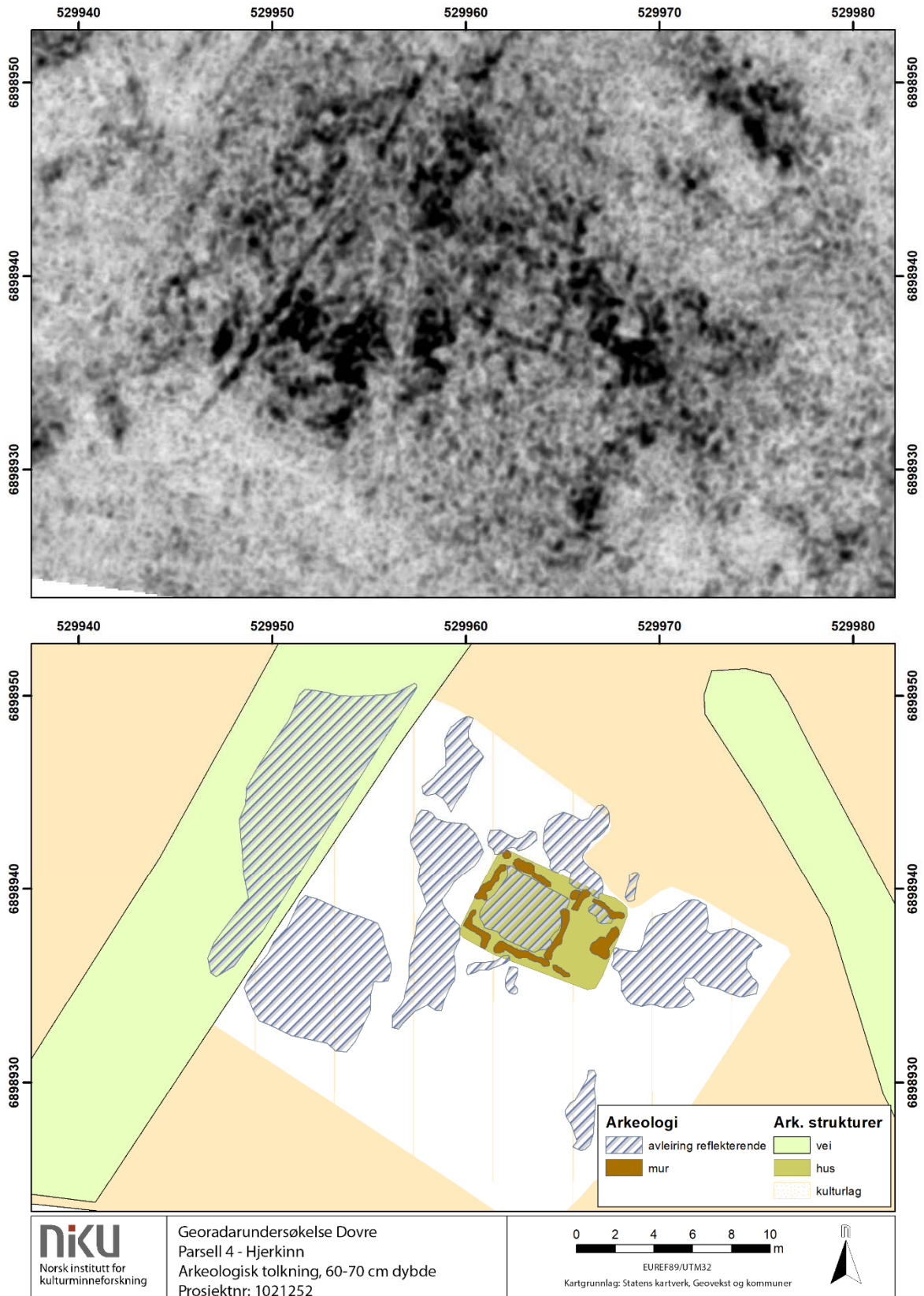
Funnet av det tydelig avgrensede aktivitetsområdet, samt restene av en antatt bygning, reiser spørsmålet om hvorvidt de påviste anomaliene representerer den gamle kirken/ hus-tomte som er nevnt i de skriftlige kilder? Det er ikke enkelt å besvare dette kun på grunnlag av georadardataene, men det fins noen elementer som stemmer godt med de skriftlige kildene. Området befinner seg direkte sør fra Hjerkin fjellstue på «en Plateau», som nevnt av Schøning. Likevel passer bygningens størrelse ikke sammen med hans beskrivelse av kirken, som skal ha målt 24x32 skritt. Her må det understrekes at «skritt» er ikke en presis måleenhet, og at det kan variere med faktor på 0,6-0,9 jamført med meter. Når man bruker en faktor på 0,7 er størrelsen i beskrivelse ca. 16,8x22,4 m. Hvis man jamfører den oppgitte størrelsen med de eldste kapeller/kirker i Norge, er det usannsynlig at kirken var så stor. Men det er mulig at den større rektangulære anomalien som vi ser i georadardataene er området som Schøning beskrev som «Huuse-Tomt». Det er derfor mulig at vi har lokalisert en kirkegård med et lite kapell/gudshus, og at bygningen er nevnte kirken. Videre undersøkelser er imidlertid nødvendig for å komme nærmere en tolkning av de påviste anomaliene.

Det må imidlertid understrekes at snødybden i undersøkelsesområdet varierer fra 0 til 80 cm, og dybdeinformasjonen i georadardataene er således beregnet i forhold til snøens overflate. Dybdeinformasjonen er derfor ikke korrekt med tanke på strukturenes beliggenhet under markoverflaten.

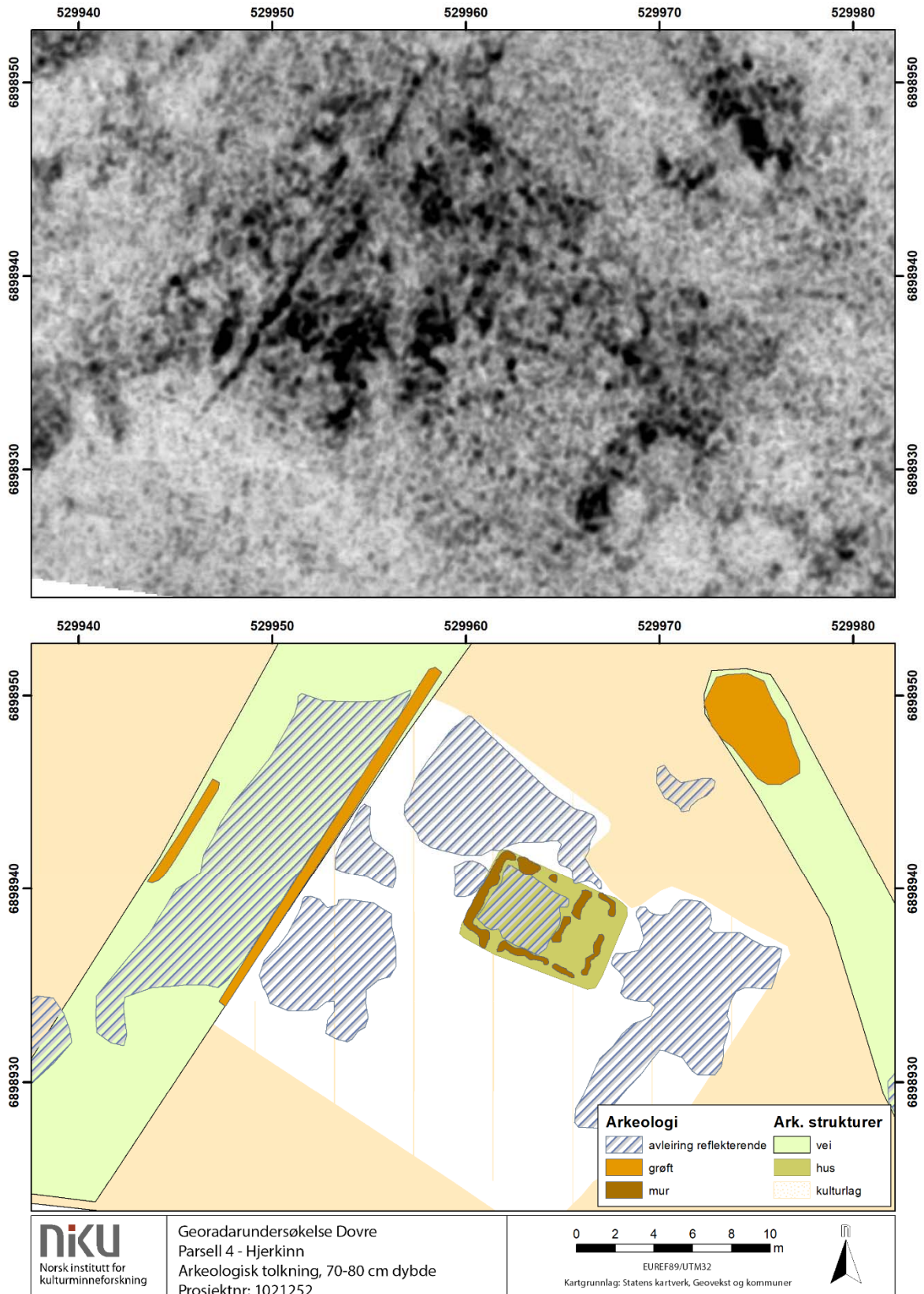


Figur 21. Arkeologisk tolkning av georadardataene, alle dybder.





Figur 22. Arkeologisk tolkning av georadardataene, 60 – 70cm dybde.



Figur 23. Arkeologisk tolkning av georadardataene, 70 – 80cm dybde.

### 4.2.3 Parsell 8: Ris

I feltets søndre del er det observert noen lineære strukturer som strekker seg gjennom undersøkelsesområdet i ulike retninger. Anomaliene er ca. 1 m brede og er synlig på ca. 30-100 cm dybde. De viser seg hovedsakelig som reflekterende anomalier, men noen får en absorberende karakter fra 60-100 cm dybde. Anomaliene tolkes som moderne dreneringsgrøfter (Vedlegg A.2).

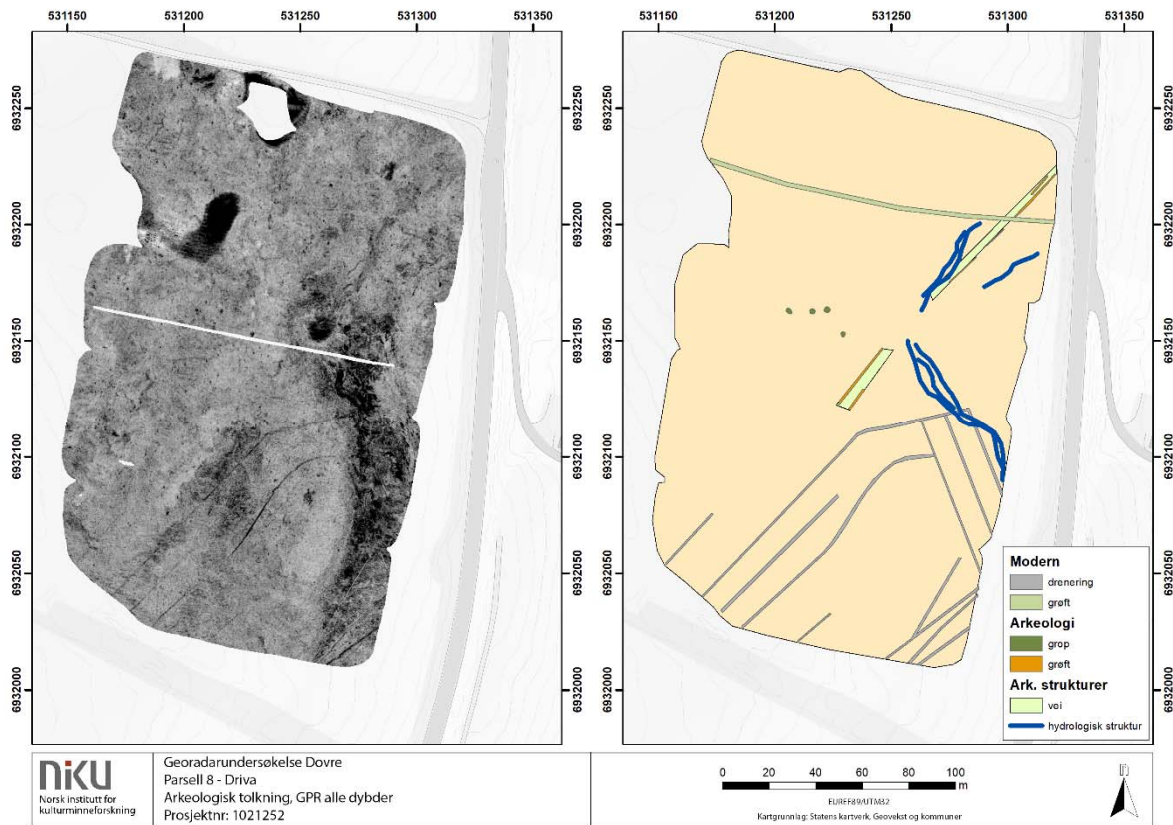
I undersøkelsesområdets nordlige del strekker det seg en 1 m bred, absorberende og lineær anomali over hele feltet i øst-vestlig retning. Den er synlig på 10-60 cm dybde. Anomalien tolkes som en moderne grøft, eller muligens en gammel åkergrense (Vedlegg A.2).

To store reflekterende anomalier påvist i feltets sentral/nordlige del er fra vann på overflaten. Vannet reflekterer hele radarenergien og ingen informasjon fra dypere strukturer er tilgjengelig i dette området. I øst kan man dessuten se flere store anomalier som bukker seg gjennom undersøkelsesområdet i en dybde på 50-120 cm. De varierer mellom å være reflekterende til absorberende og har etter all sannsynlighet en naturlig beskaffenhet. På grunn av deres form og karakter tolkes de som naturlige hydrologiske strukturer (Vedlegg A.2).

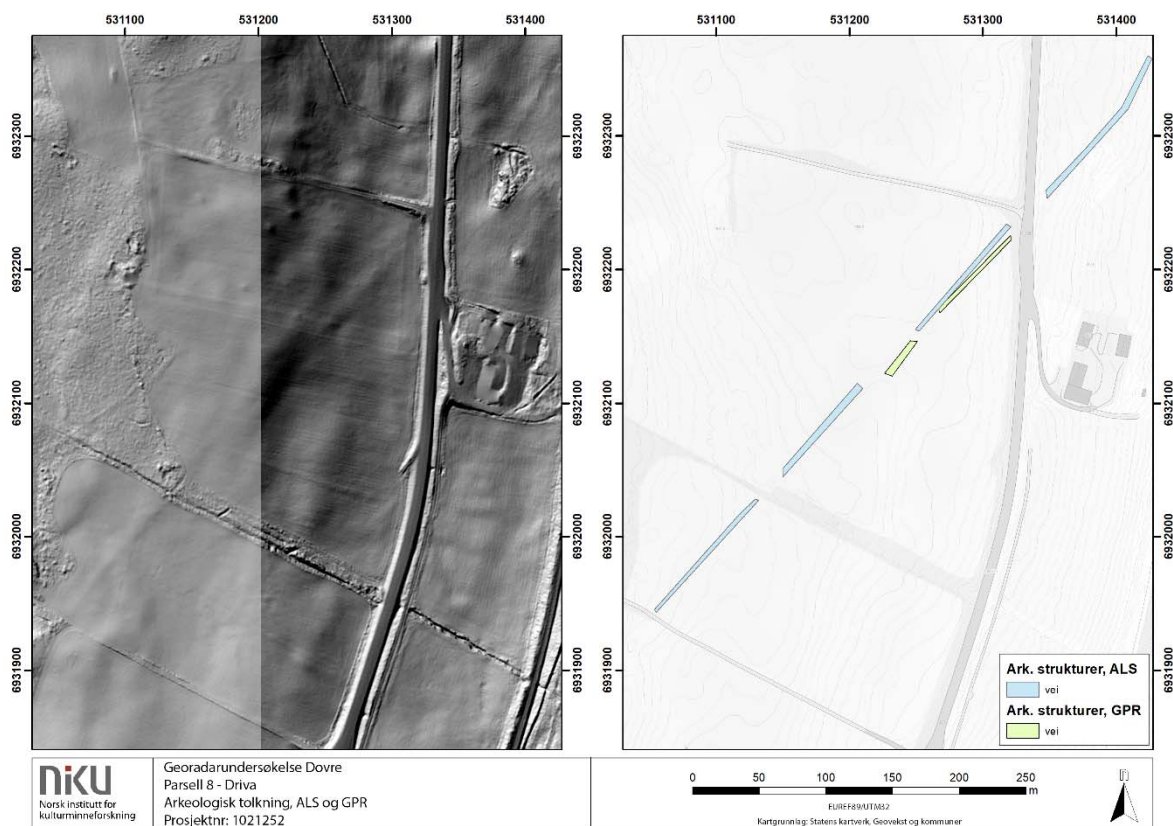
I undersøkelsesområdets sentrale del er det påvist fire runde, reflekterende anomalier med diameter på ca. 2 m. De viser seg på 60-80 cm dybde. Anomaliene skiller seg tydelig fra omgivelsene og tolkes som mulige arkeologiske groper (fig.11, Vedlegg A.2).

I ALS-dataene viser det seg en tydelig lineære og ca. 5 m bred struktur som strekker seg gjennom undersøkelsesområdet fra sørvest til nordøst (fig.12). Strukturen går på tvers av alle moderne åkeravgrensninger og veiløp, og tolkes som den gamle Kongevegens trasé. I georadardataene er det på samme sted påvist noen 0,5 m brede lineære anomalier med samme orientering som strukturen i ALS-dataene (Vedlegg A.2). De har en reflekterende karakter og er synlig ved 10-50 cm dybde. Strukturene er relativt fragmenterte og er kun synlige i nordøstre del av undersøkelsesområdet. I noen områder løper de imidlertid parallelt med en avstand på ca. 5 m og ser ut til å samsvare godt med den antatte veistrukturen i ALS-dataene. Anomaliene tolkes derfor som deler av den gamle Kongevegen, muligens i form av veigrøfter. Georadardataene antyder at de gjenværende levningene av Kongevegen er fragmenterte og dårlig bevart. Store deler av veien er pløyd bort, og i tillegg viser hydrologiske strukturer i georadardataene at vann også har påvirket og ødelagt Kongevegen. Likevel kunne georadardataene bekrefte funnet i ALS-dataene, og ut fra de samlede resultatene kan man med relativt stor sikkerhet rekonstruere Kongevegens trasé innenfor undersøkelsesområdet.





Figur 24. Arkeologisk tolkning av georadardataene, alle dybder.



Figur 25. Tolkning av arkeologiske strukturer i ALS og georadardataene.



## 5 Sammendrag og diskusjon

Resultatene av vinterundersøkelsene har demonstrert at georadarundersøkelse på snødekket mark har et stort potensial. De mekaniske tilpasningene av MIRA-systemet fungerer generelt sett veldig bra. Spesielt på dyrket mark med snø fungerer utstyret godt, og undersøkelser av større områder er nesten like effektivt som under tørre forhold. I tillegg gjør snø det også mulig å undersøke ujevnt terreng som er ikke mulig å kjøre på tørre forhold. Eksempelvis kunne området på Hjerkinna aldri ha vært kjørt under tørre forhold ettersom at bakken er så ujevn at den ville ha gitt dårlige resultater, og at man i tillegg risikerer å ødelegge utstyret. Som dataene fra Borre demonstrerer er et tynt, tørt og kompakt snølag perfekt for georadarundersøkelser på grunn av at man oppnår en perfekt kobling av radarboksen til grunnen. Likevel finnes det også begrensninger. Som man kunne se på Dovre må snøen ha tilstrekkelig bra konsistens for å bære vekten av utstyret og tykk puddersnø gjør det umulig å undersøke områder med motorisert georadar pga. at man setter seg fast.

Undersøkelsene har demonstrert at snødybde ikke er den mest kritiske faktoren for å få bra resultater. Opp til 1 m snø kan gi fortsatt bra nok resultater for å identifisere arkeologiske strukturer i marken. Likevel blir datakvaliteten mindre med større avstand av radarantenna til marken. Dersom kravene for undersøkelse er å få mest mulig opplysning vil vi derfor ikke anbefale å gjennomføre undersøkelser på et tykt snølag. Men for å identifisere potensial av arkeologiske strukturer i et område som f.eks. i et registreringsprosjekt er resultatene brukbare. Det viste seg også at bøndene var veldig interessert i at vi gjorde undersøkelser på snø og det var enkelt å få tilgang til snødekt dyrket mark.

De største begrensningene for vinterkjøring er de geofysiske faktorene. Som beskrevet (Schneidhofer m.fl. 2017) påvirker de georadardataene svært mye, også uten snø. På vinterkjøring kommer snøforholdene i tillegg til faktorene i marken som gjør avgjørelsen om man kan forvente bra resultater enda vanskeligere. Dessverre finnes det så langt ikke et tilstrekkelig bra nok datagrunnlag for å gi en kvalitativ bedømming. Som resultatene fra Sem viser kan det hende at man ikke ser noe i dataene selv om det finnes veldig tydelige strukturer i marken.

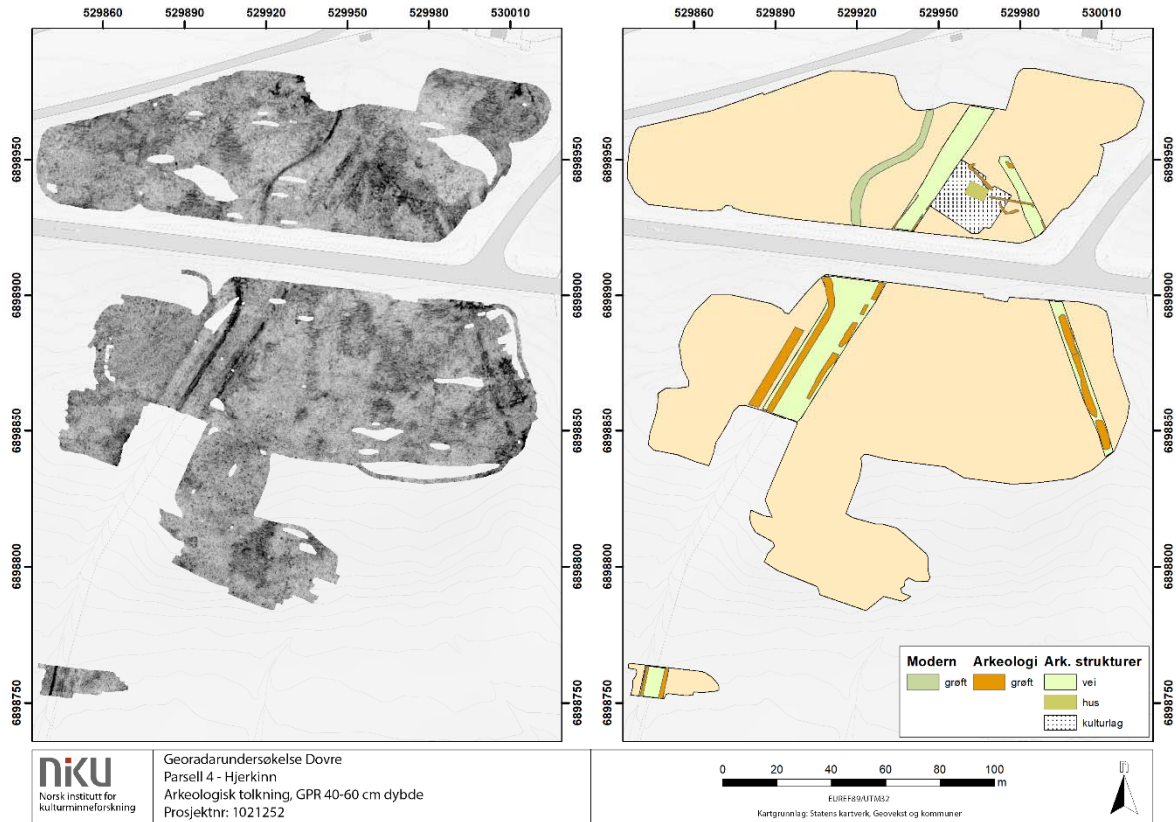
Fra resultatene i prosjektet kan man som en tommelfingerregel si at snøen må være tørr, det må ha minusgrader og marken må være frossen for at man kan få bra resultater. Likevel vet vi ikke hvordan de forskjellige jordsmonnsforholdene (sand, leire, osv.) i sammenheng med frost og forskjellige snøforhold påvirker resultatene. Derfor er det særlig viktig at man fortsetter og utvider monitoring-prosjektet som ble startet av Vestfold fylkeskommune, og gjerne i sammenheng med et videre prosjekt i regi av Statens vegvesen og NIKU. Disse grunnleggende resultatene kan hjelpe oss å forstå sammenheng mellom de geofysiske faktorene og gir muligheter for å fremskaffe en bedre, kvalitativ bedømming, for på den måten å kunne øke sjansen for at georadarundersøkelse gir bra resultater.

## 6 Referanser

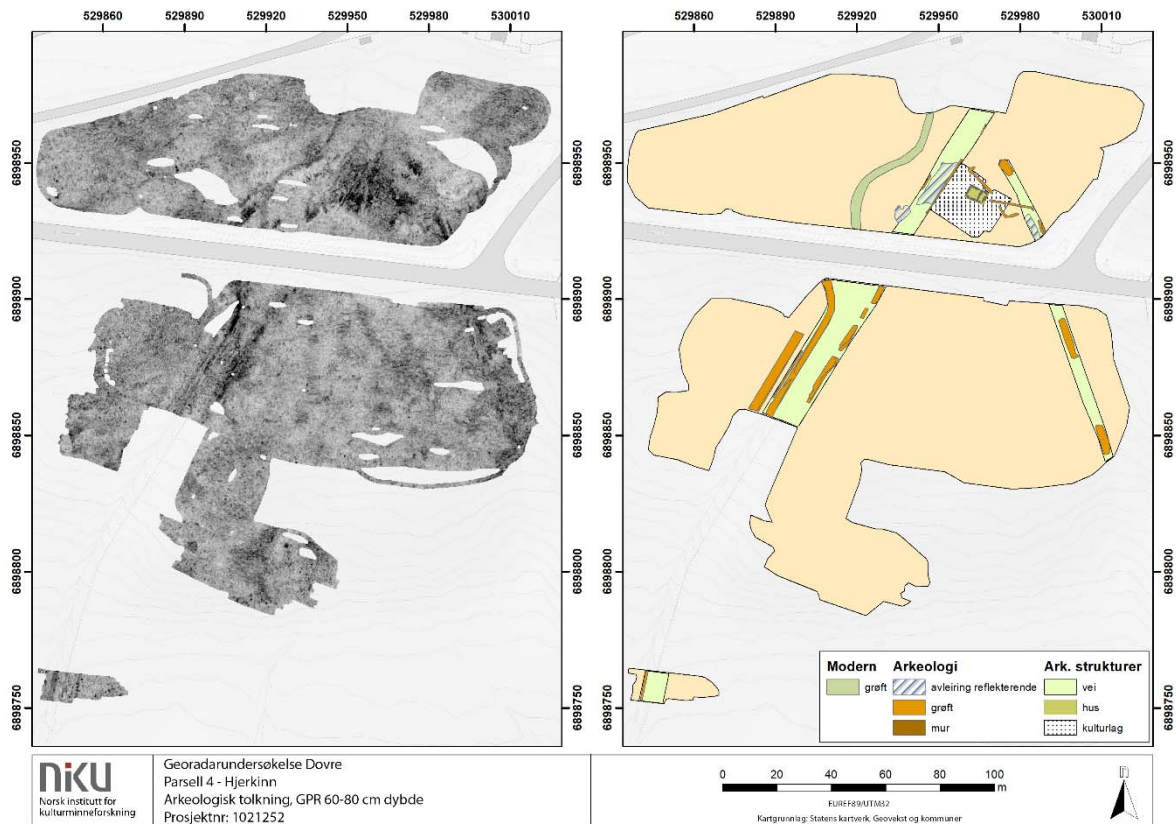
- Conyers, L. B. 2004. *Ground-Penetrating Radar for Archaeology*, Walnut Creek, CA, AltaMira Press.
- Conyers, L. B. 2012. *Interpreting Ground-penetrating Radar for Archaeology*, Walnut Creek, CA, Left Coast Press, Inc.
- Gabler M., Nau E., Gustavsen L. og Kristiansen M. 2018. Georadarundersøkelser langs Hålogalandveien 2017. Troms Fylkeskommune. *NIKU Oppdragsrapport 11/2018*. Oslo.
- Granlund N. 2007. Improving Snow Water Equivalent Estimates with Ground Penetrating Radar. Laboratory Test of Snow Wetness Influence on Electrical Conductivity of Snow. *Masters Thesis. Luleå University of Technology, Luleå*.
- Gustavsen L., Paasche K. og Risbøl, O. 2013. Arkeologiske undersøkelser: En vurdering av nyere avanserte arkeologiske registreringsmetoder i forbindelse med vegutbyggingsprosjekter. *Statens vegvesens rapporter 192*. Oslo: Vegdirektoratet.
- Gustavsen L., Nau E. og Kristiansen M. 2016a. Georadarundersøkelser langs E39 i Randaberg og Stavanger kommuner, Rogaland fylkeskommune. *NIKU Oppdragsrapport 78/2016*. Oslo.
- Gustavsen L., Nau E., Kristiansen M. 2016b. Georadarundersøkelser langs E136 i Rauma kommune, Møre og Romsdal fylkeskommune. *NIKU Oppdragsrapport 139/2016*. Oslo.
- Gustavsen L. 2018. Georadarundersøkelser mellom Ottestad stasjon og Åkersvika. *NIKU Oppdragsrapport 118/2017*. Oslo
- Johansson M. 2018. Kongevegen over Dovrefjell. En kartlegging av den historiske veien og mulighetene i dag. *Rapport fra Forsprosjekt Kongevegen over Dovrefjell 2017*. Statens vegvesen Vegdirektoratet.
- Kristiansen M. og Gabler M. 2017. Sem, Øvre Eiker. Georadarundersøkelse ved gnr 73 bnr 21, Øvre Eiker kommune, Buskerud fylke. *NIKU Oppdragsrapport 157/2017*. Oslo.
- Paasche K., Gustavsen L., Kristiansen M. og Nau E. 2016. Arkeologi i veien? *NIKU Oppdragsrapport 163/2016*. Oslo.
- Schneidhofer P., Toning Ch., Lia V., Baldersdottir B., Øhre J.-K., Gustavsen L., Nau E., Kristiansen M., Trinks I., Gansum T., Paasche K., Neubauer W. 2018. Investigating the influence of seasonal changes on high-resolution GPR data: the Borre Monitoring Project. I: *Jennings B., Gaffney C., Sparrow T., Gaffney S. (eds) 2017. AP2017, 12<sup>th</sup> International Conference of Archaeological Prospection*. Oxford.
- Trinks I., Karlsson P., Hinterleitner A., Lund K., Larsson L.-I. 2007. Preliminary Results of the Archaeological Prospection Survey at Borre, October 2007. *Survey report. Riksantikvarieämbetet Stockholm*.

## Vedlegg A – Arkeologisk tolkning

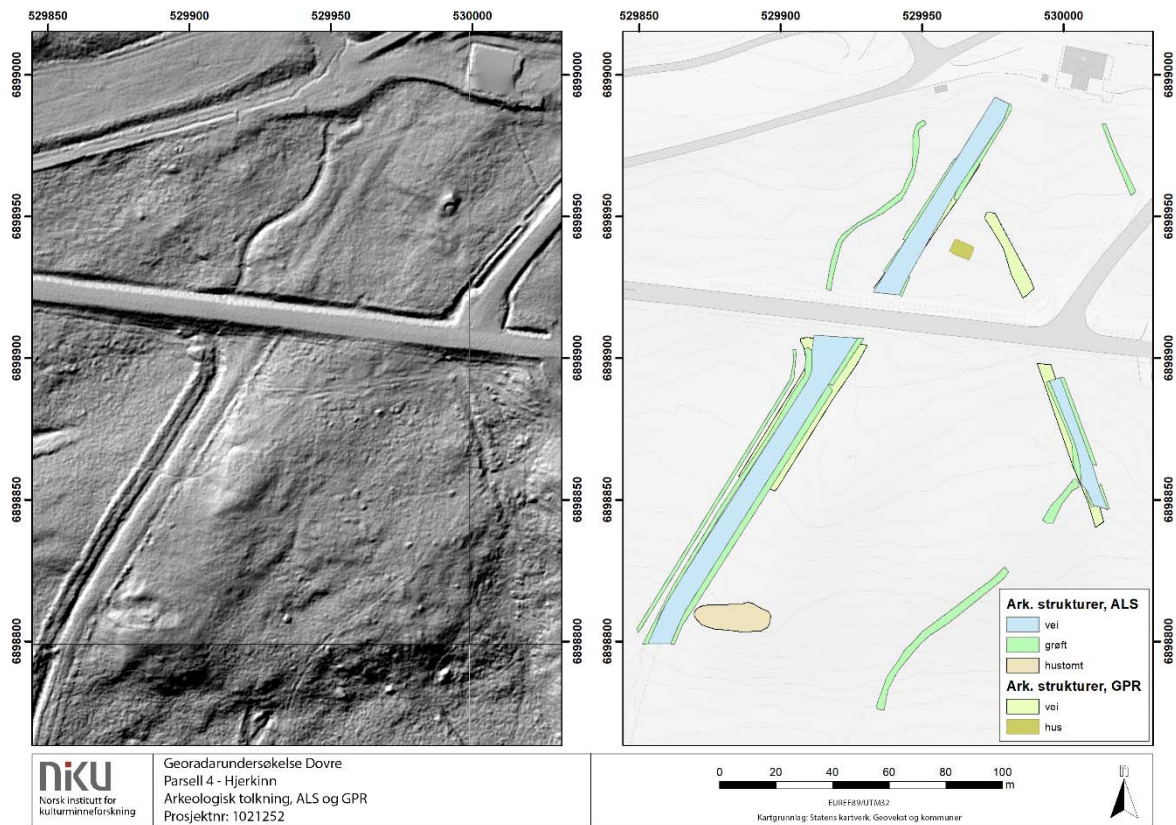
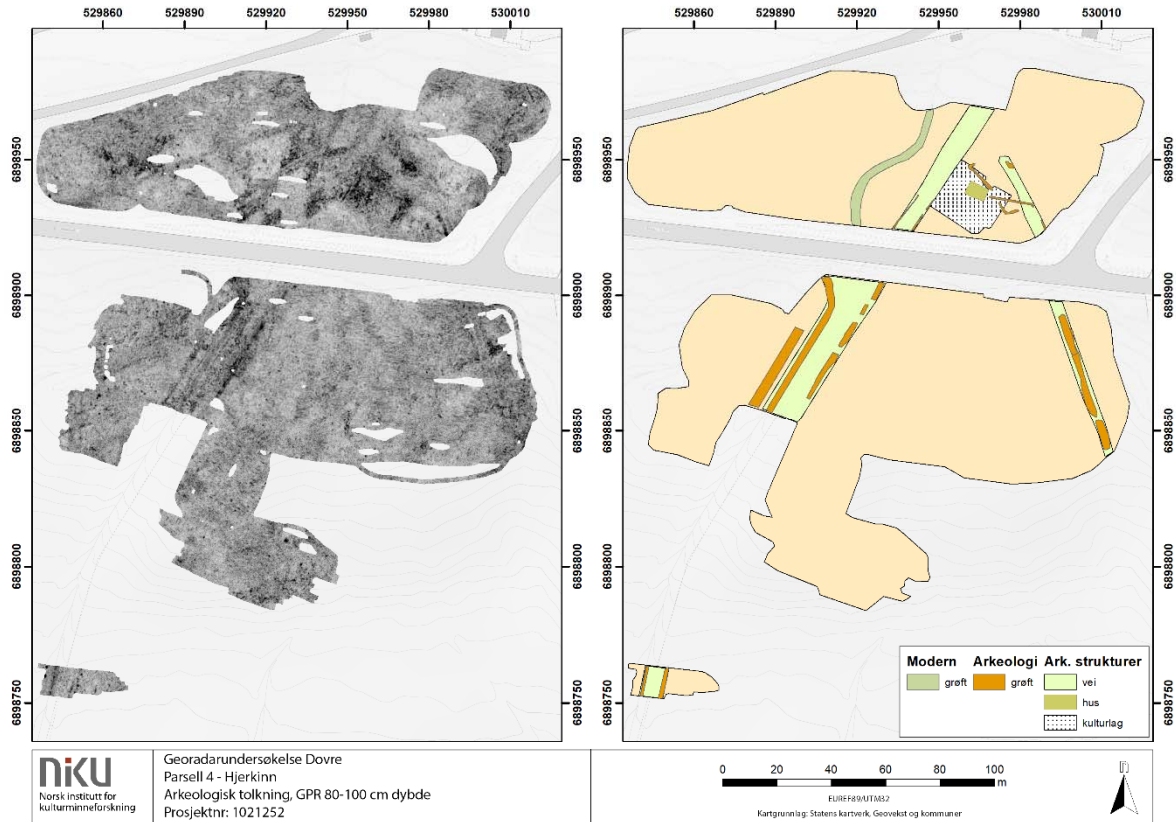
### A.1: Parsell 4 - Hjerkin



Georadarundersøkelse Dovre  
 Parsell 4 - Hjerkin  
 Arkeologisk tolkning, GPR 40-60 cm dybde  
 Prosjektnr: 1021252

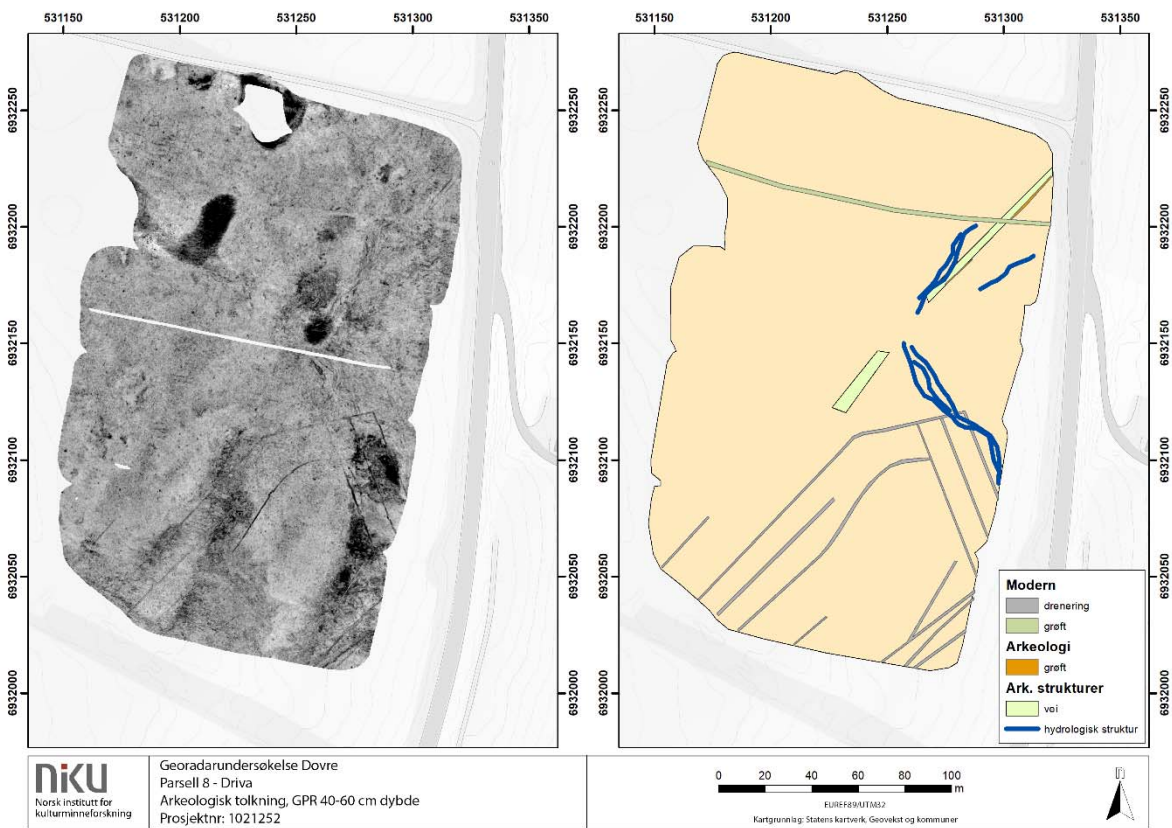


Georadarundersøkelse Dovre  
 Parsell 4 - Hjerkin  
 Arkeologisk tolkning, GPR 60-80 cm dybde  
 Prosjektnr: 1021252

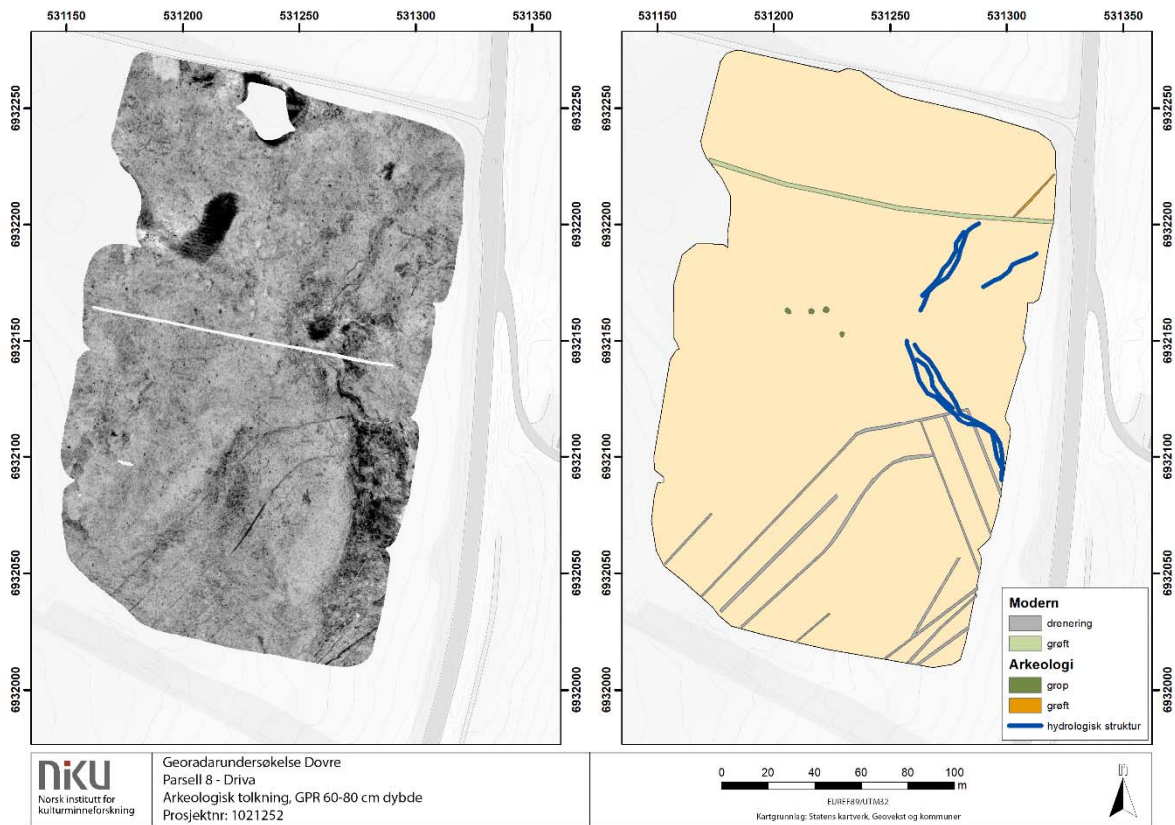




## A.2: Parsell 8 - Ris

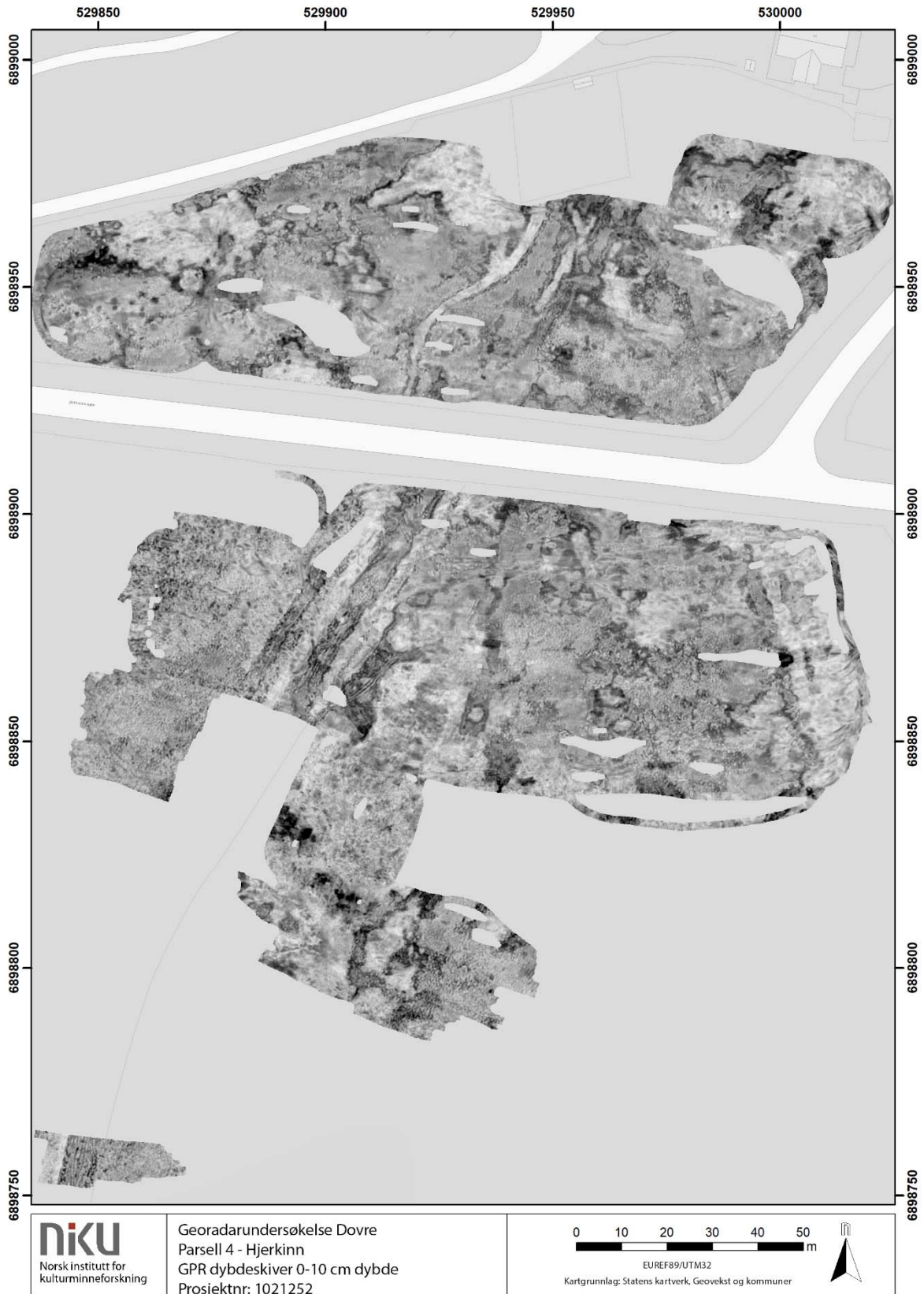


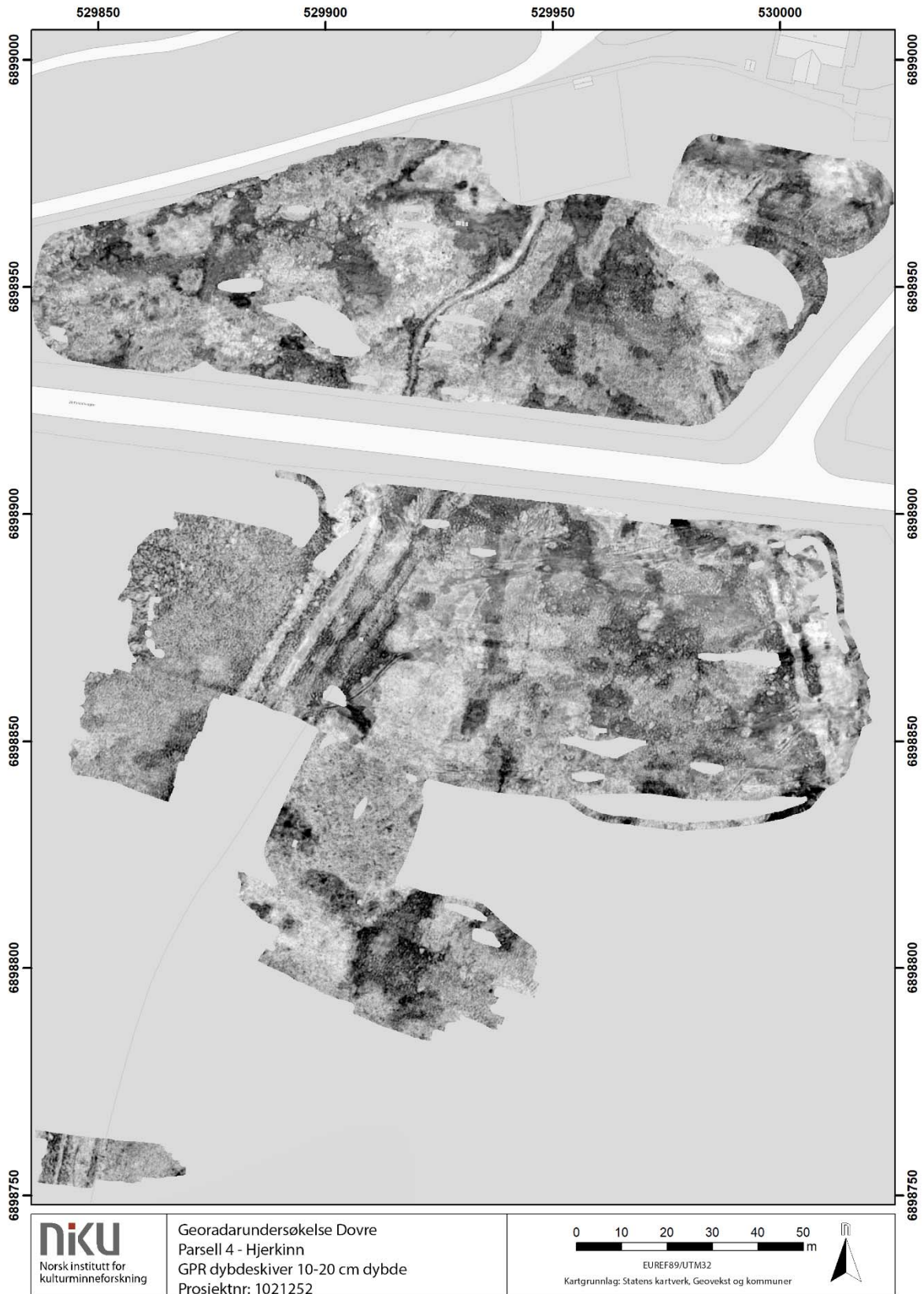




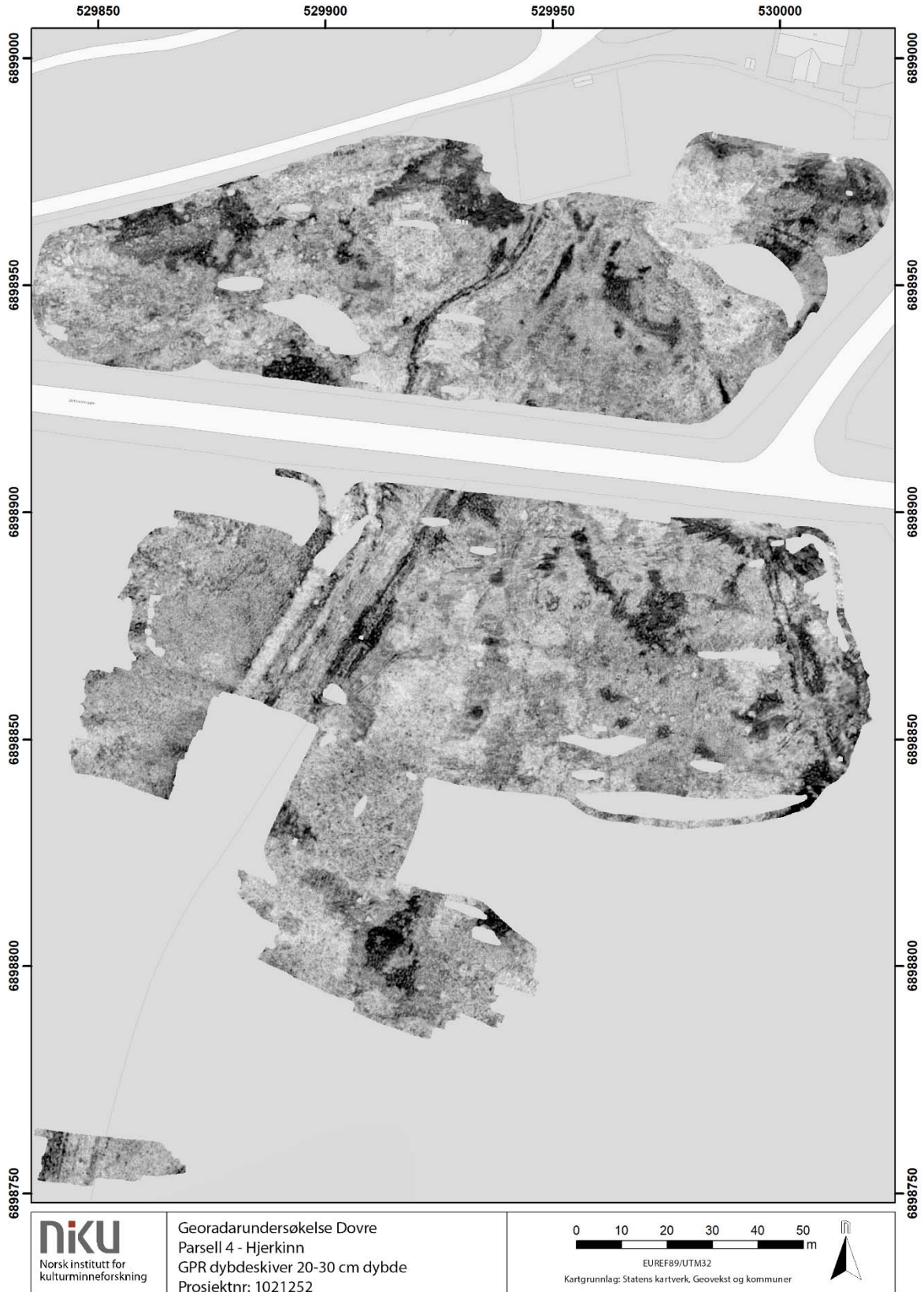
## Vedlegg B - GPR dybdeskiver

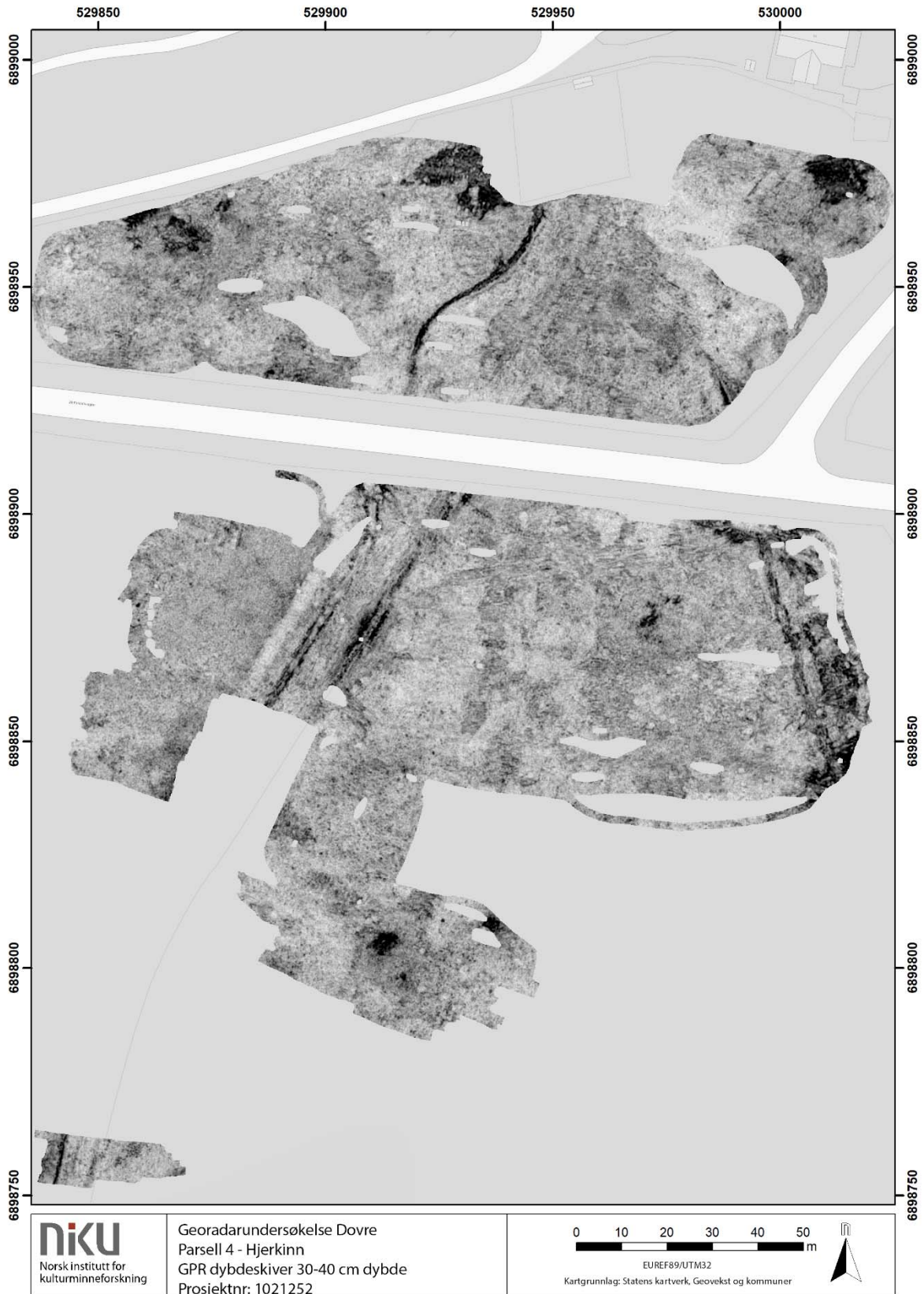
### B1: Parsell 4 - Hjerkin



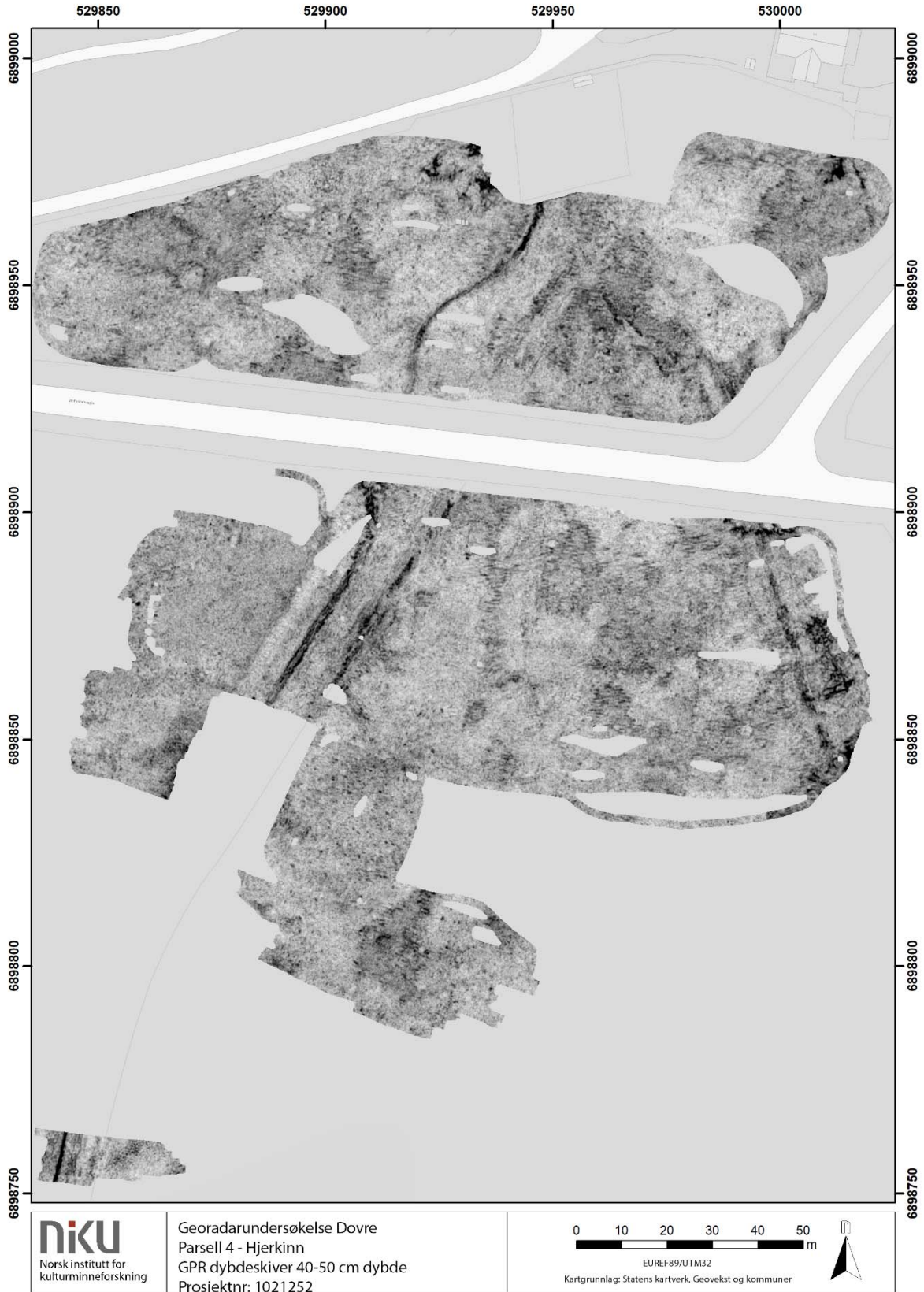


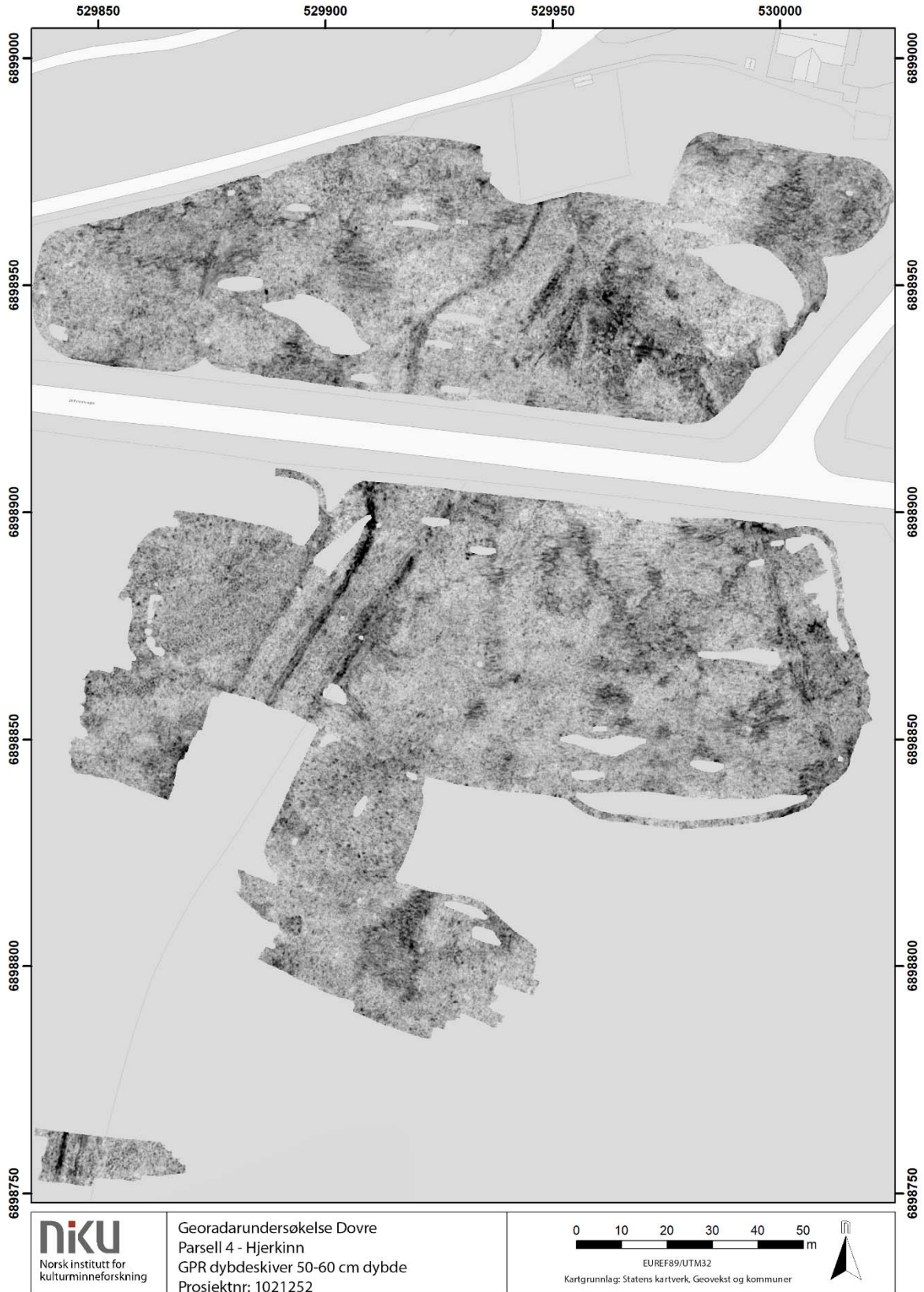


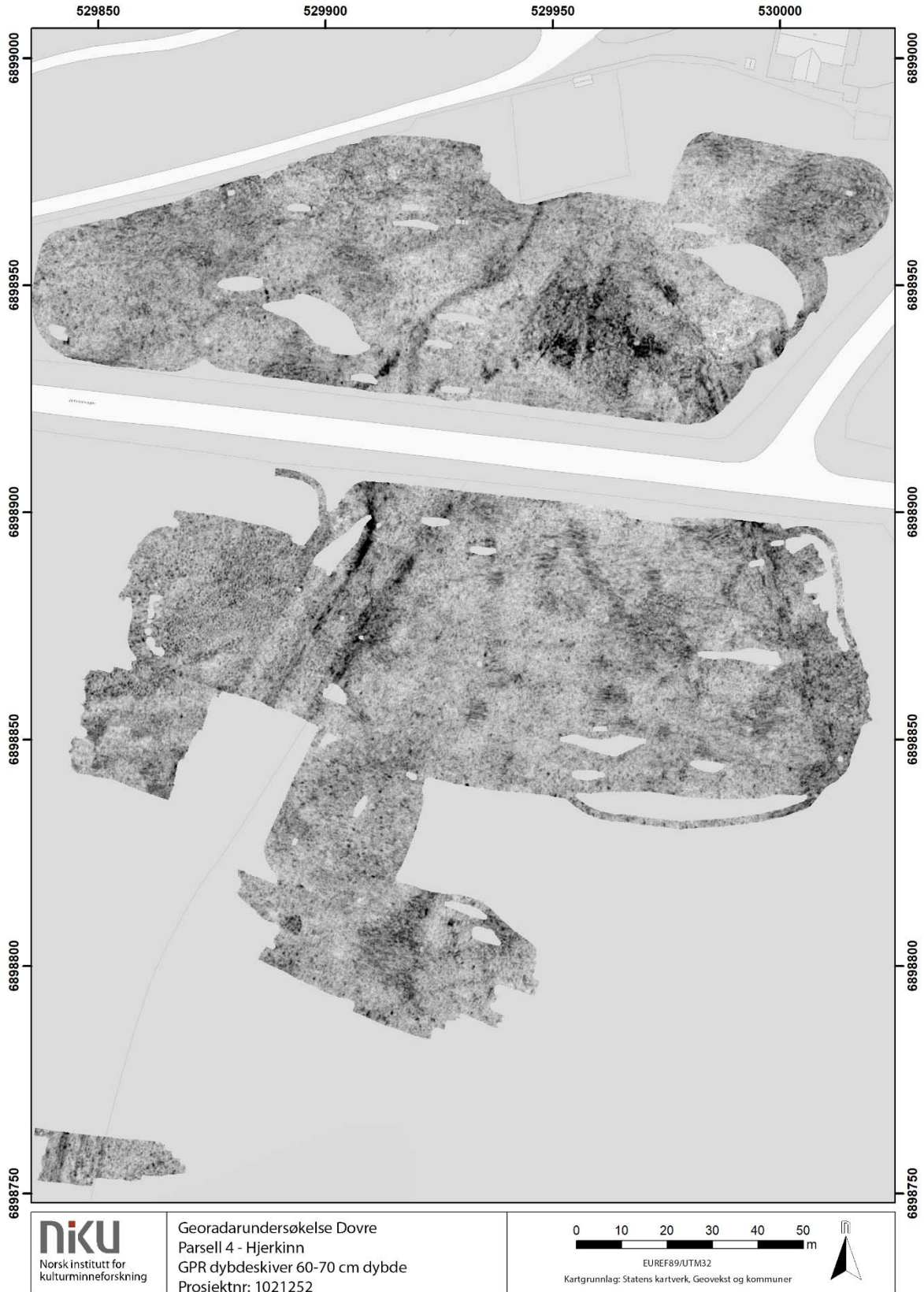




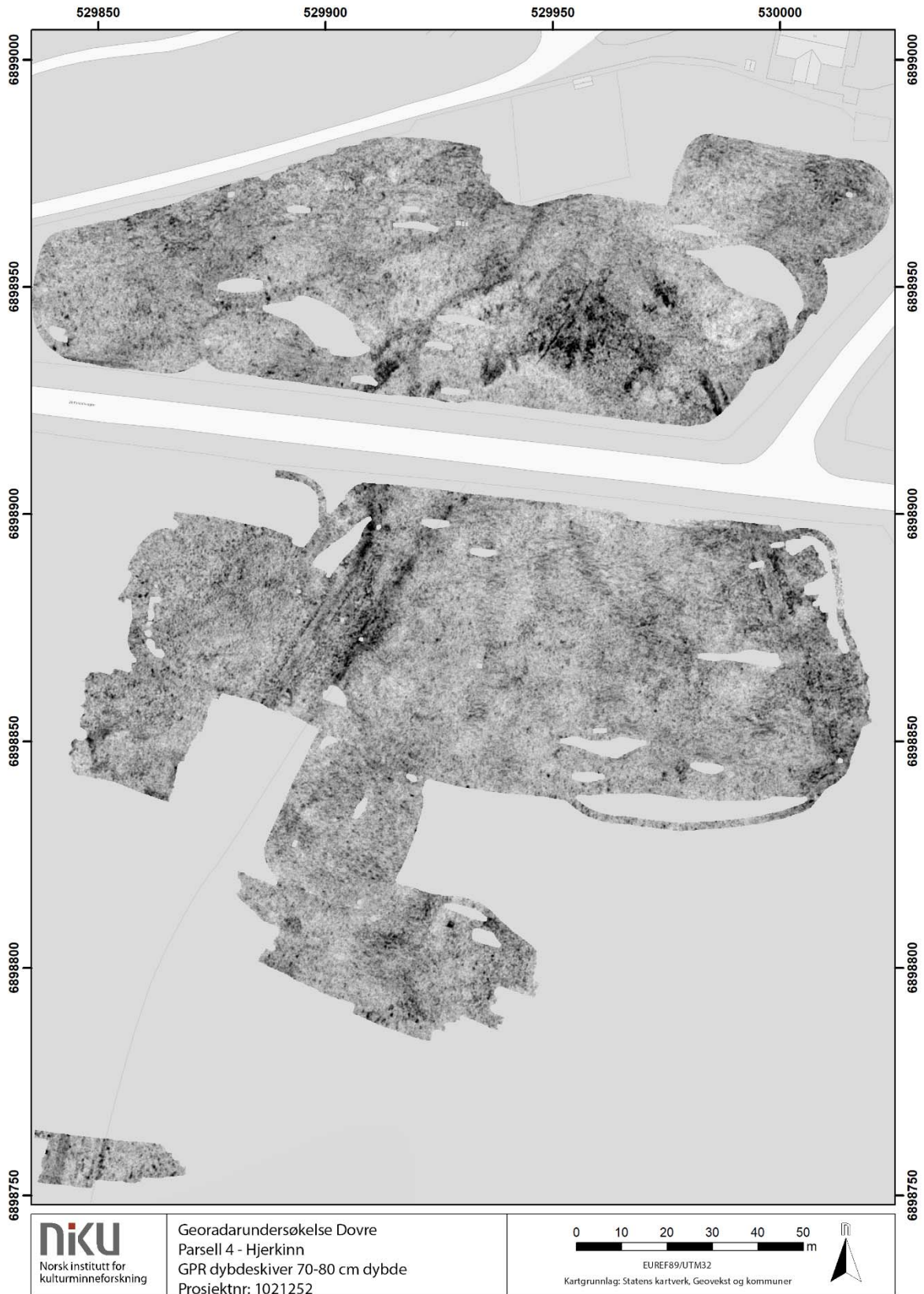


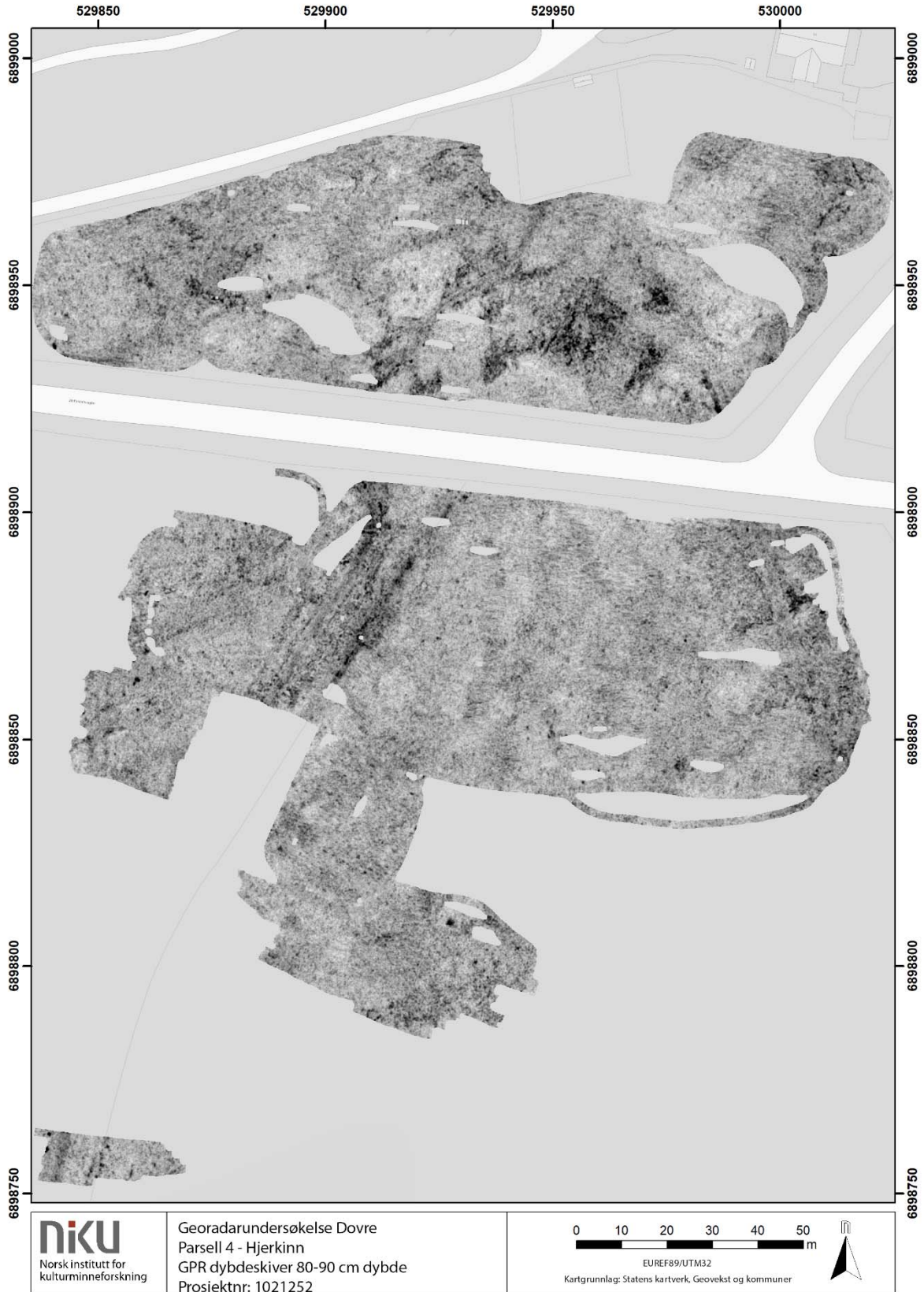




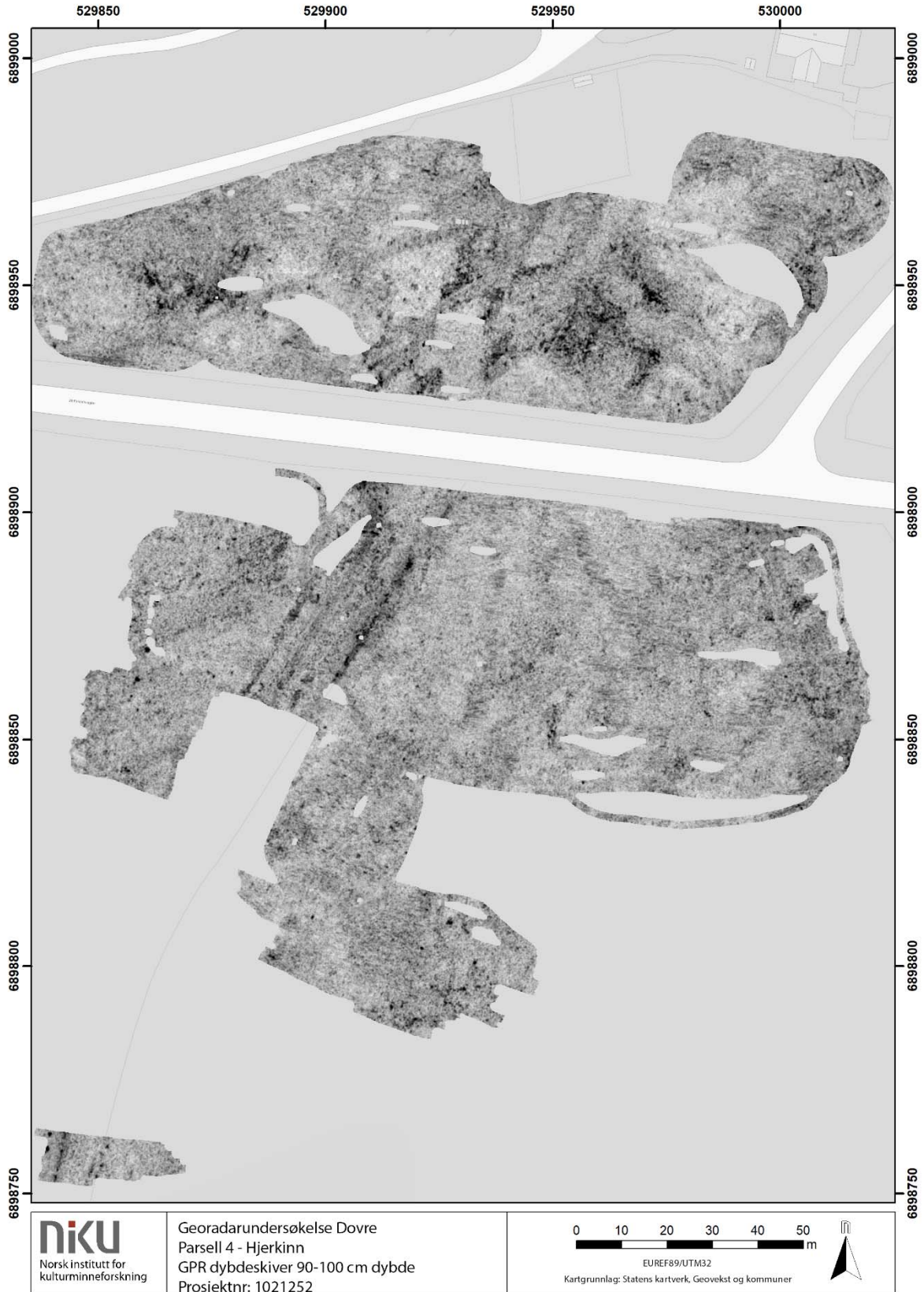


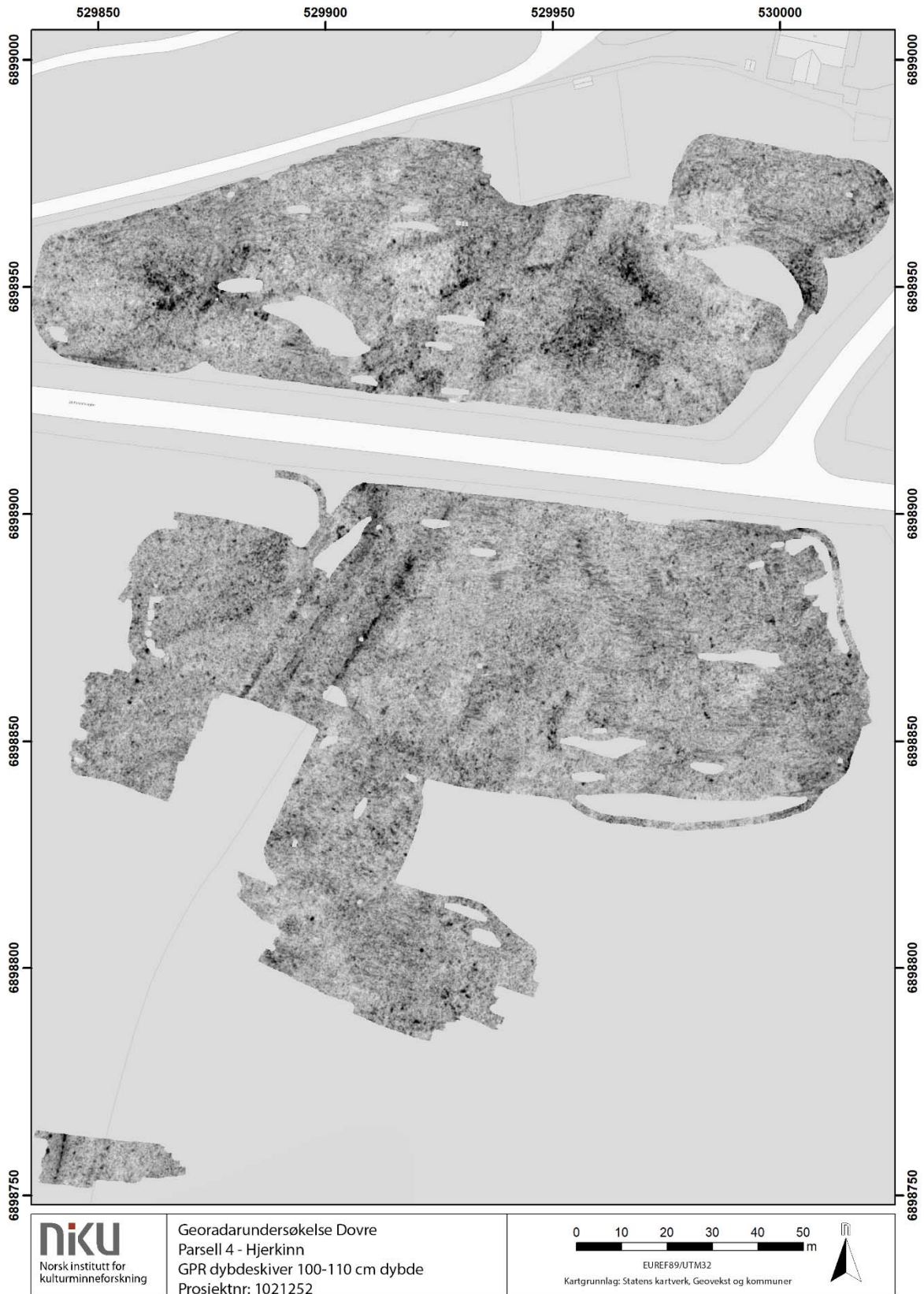


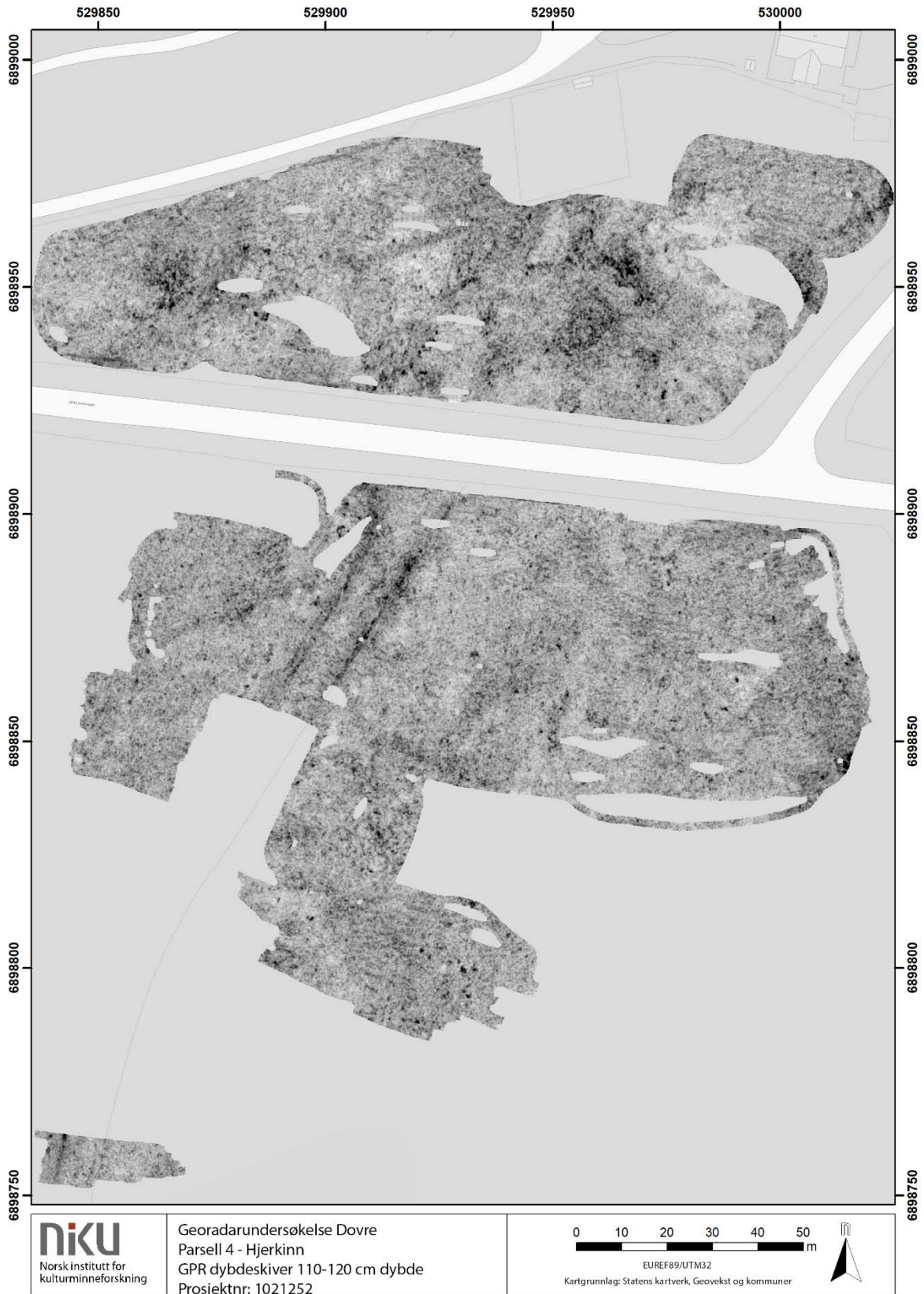




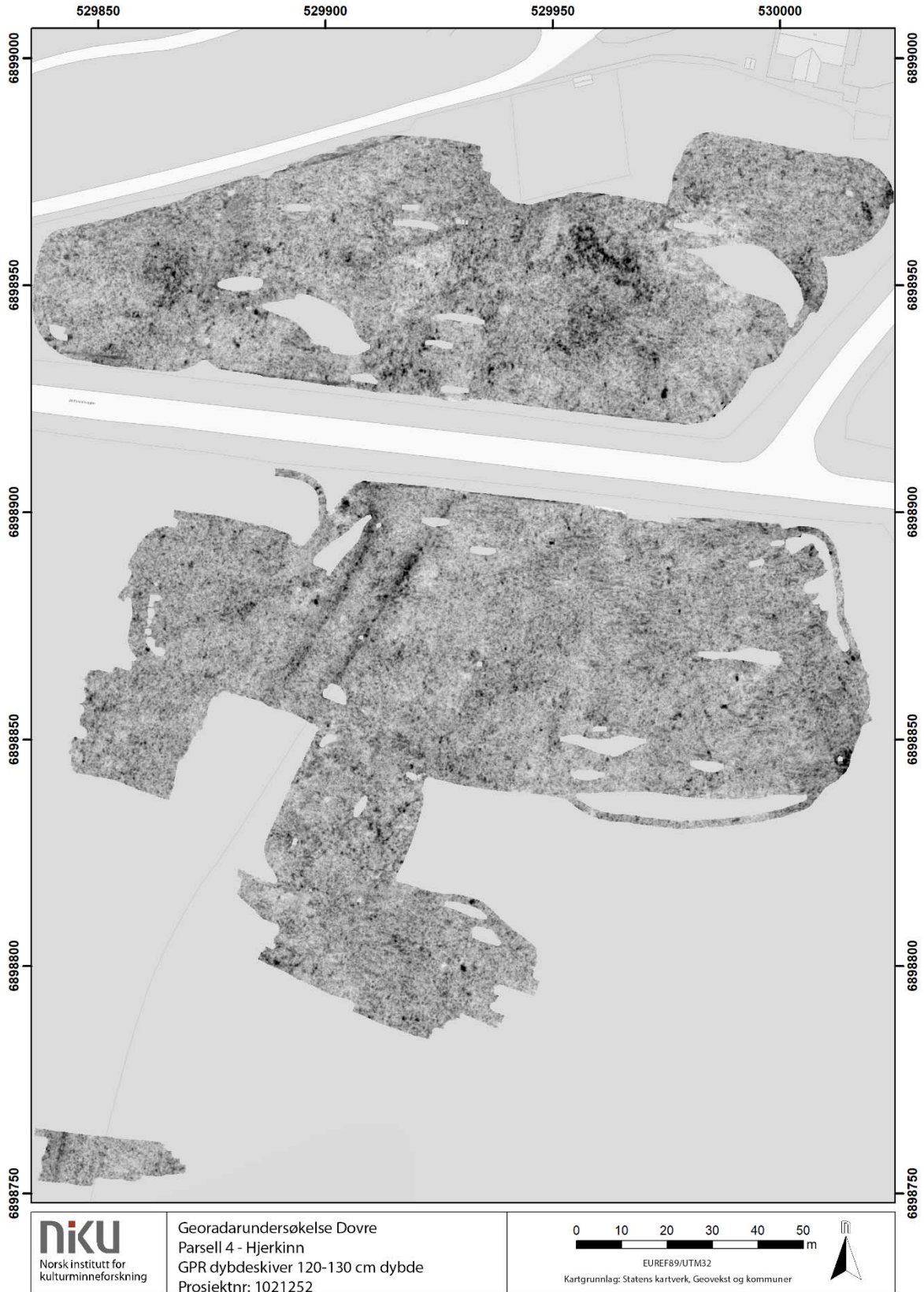




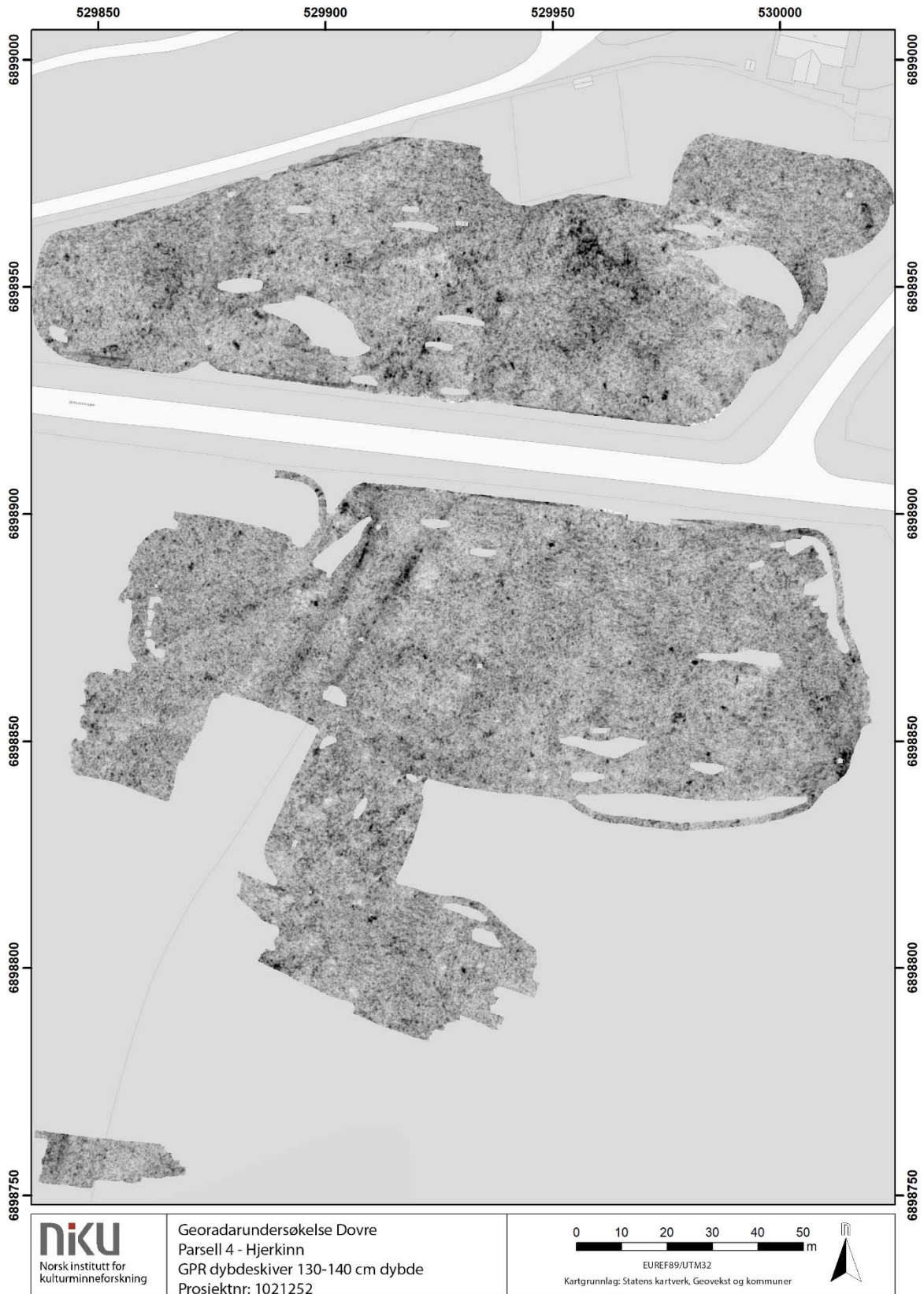


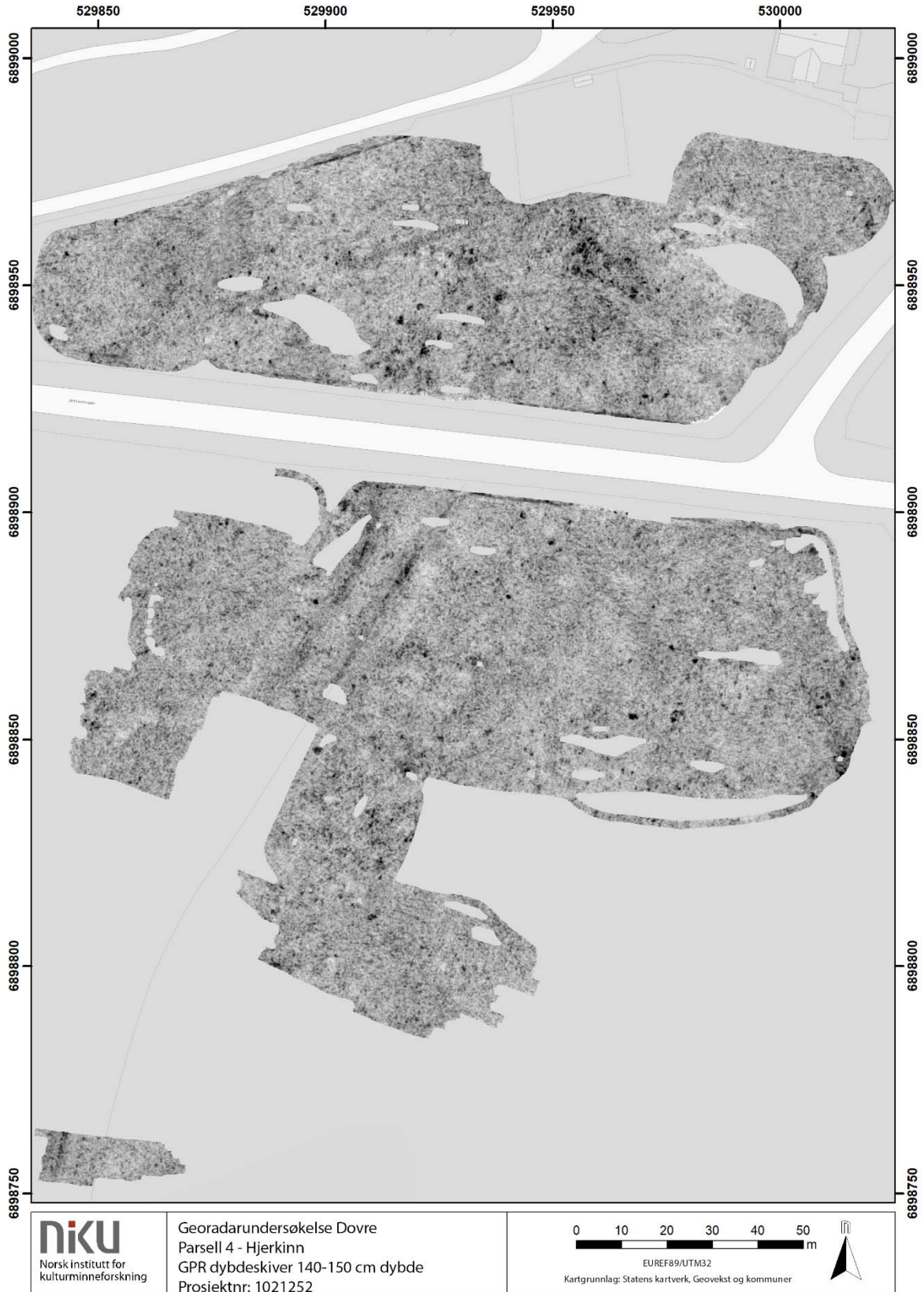






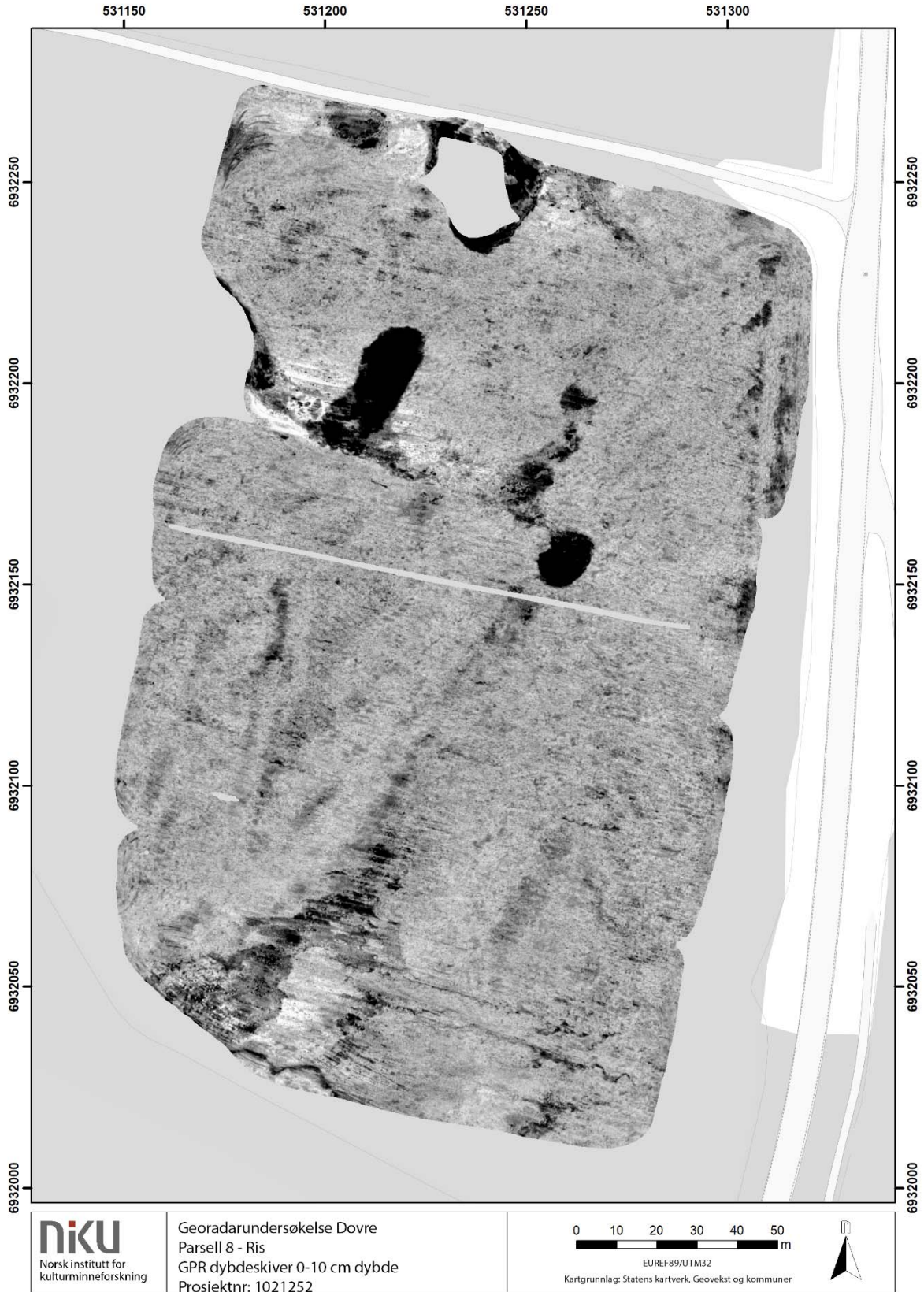






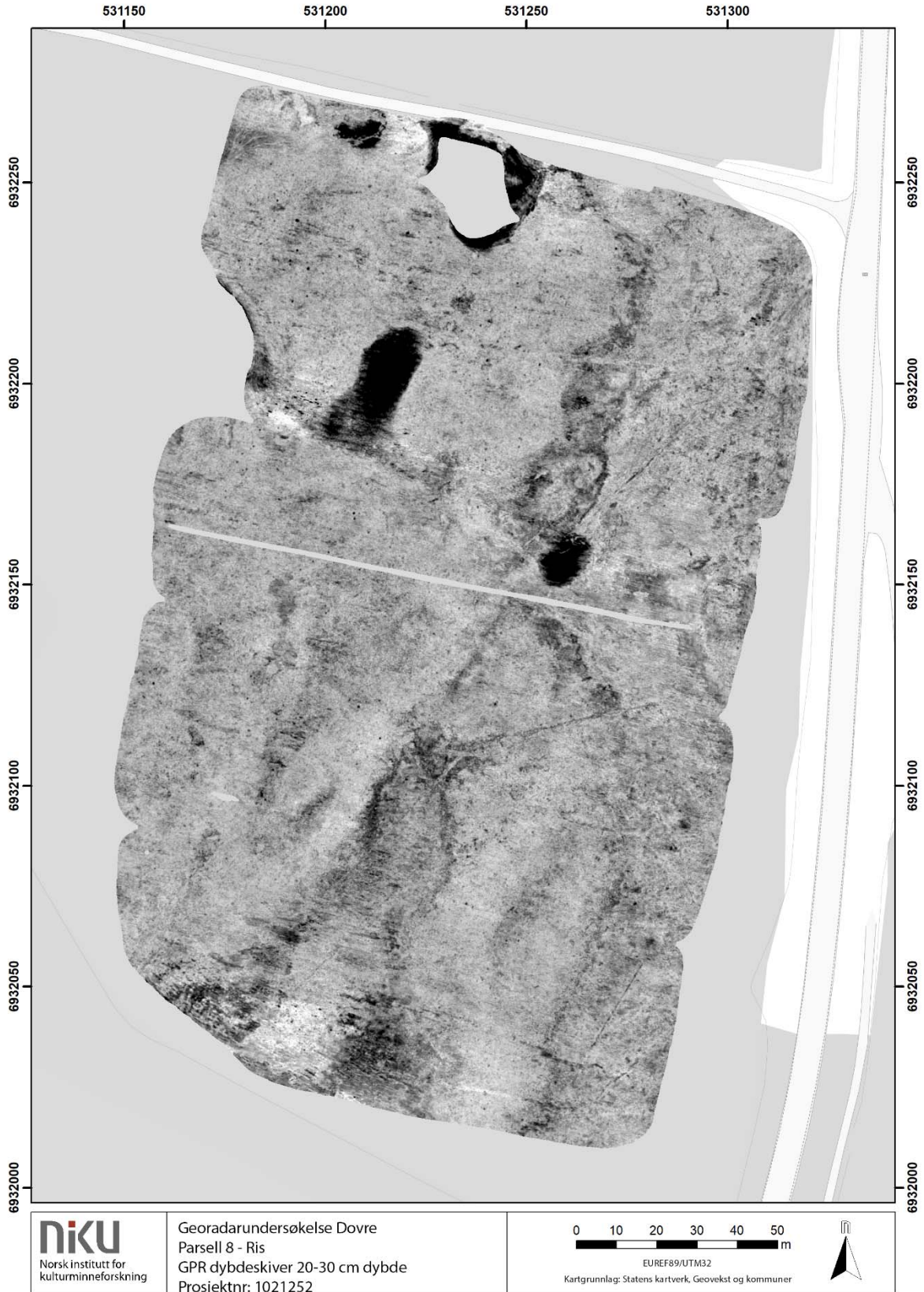
## **B2: Parsell 8 - Ris**



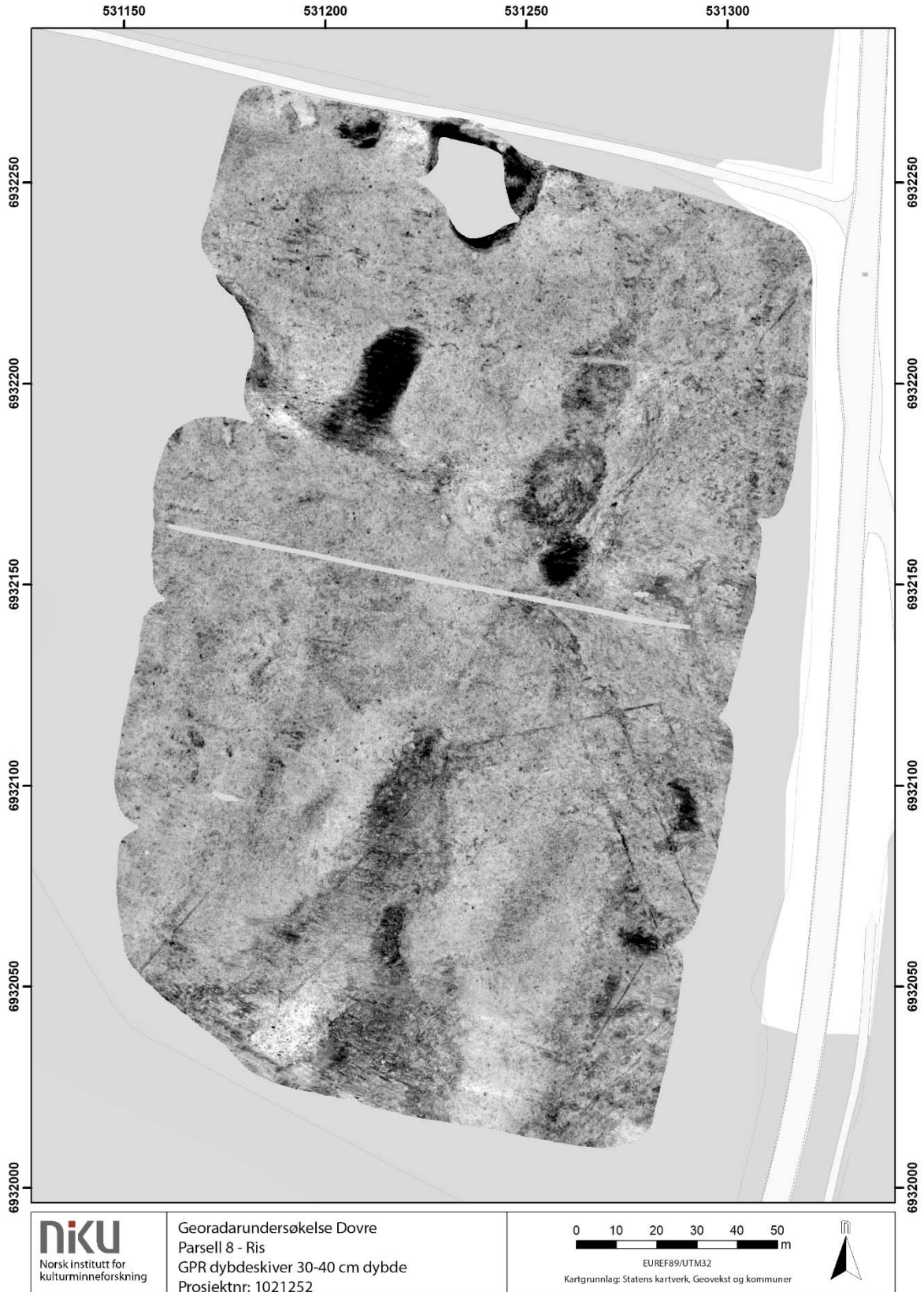


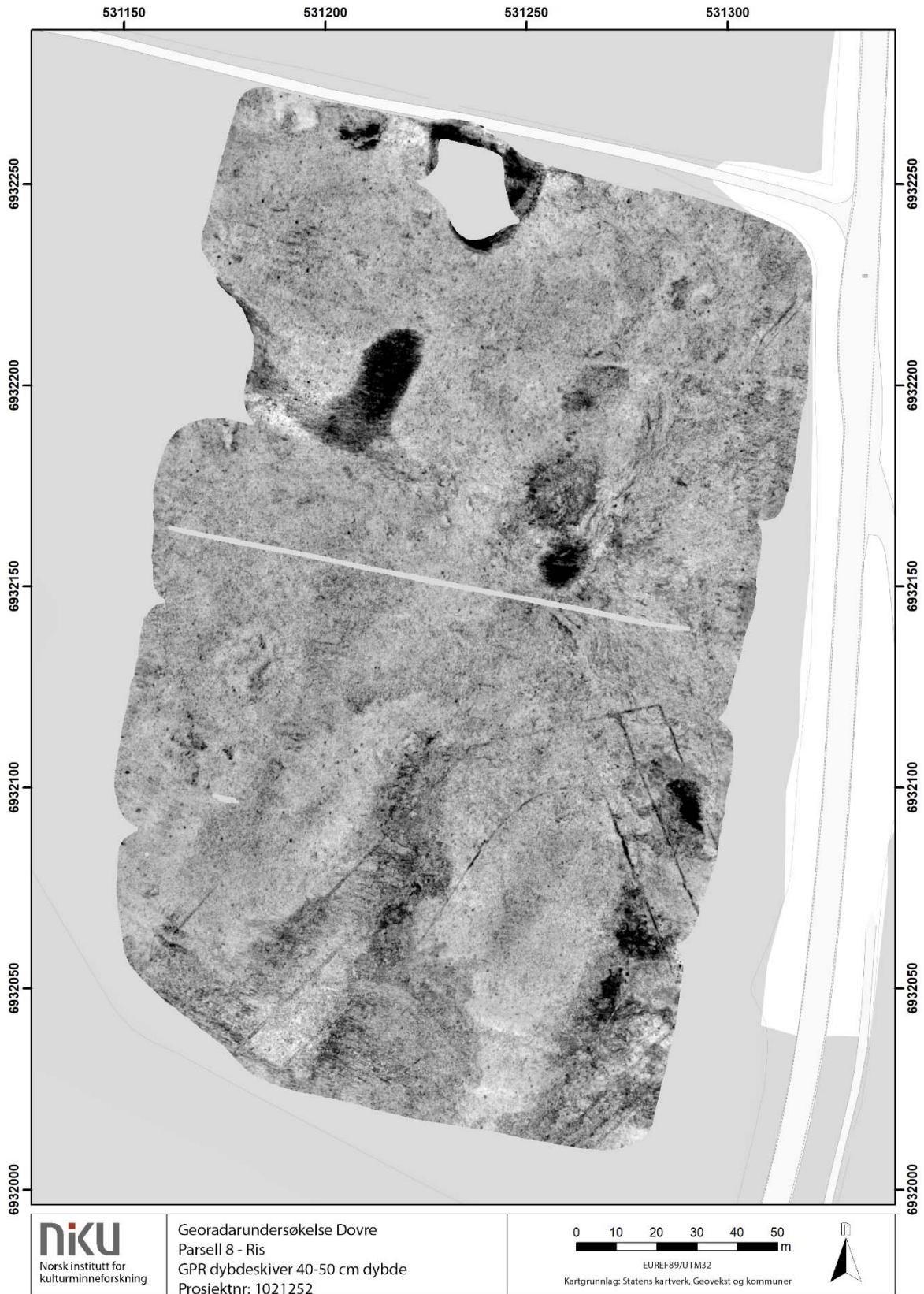




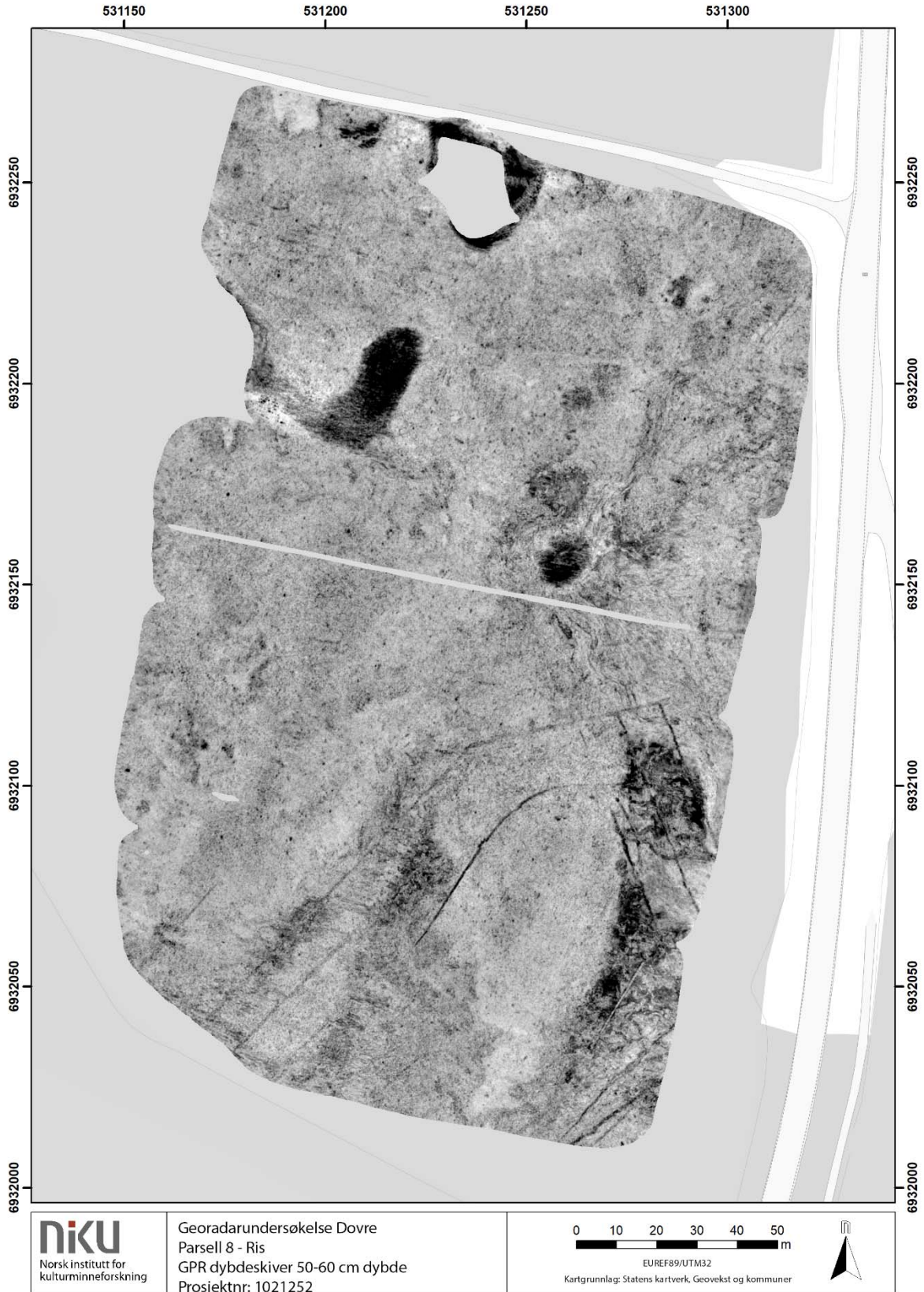


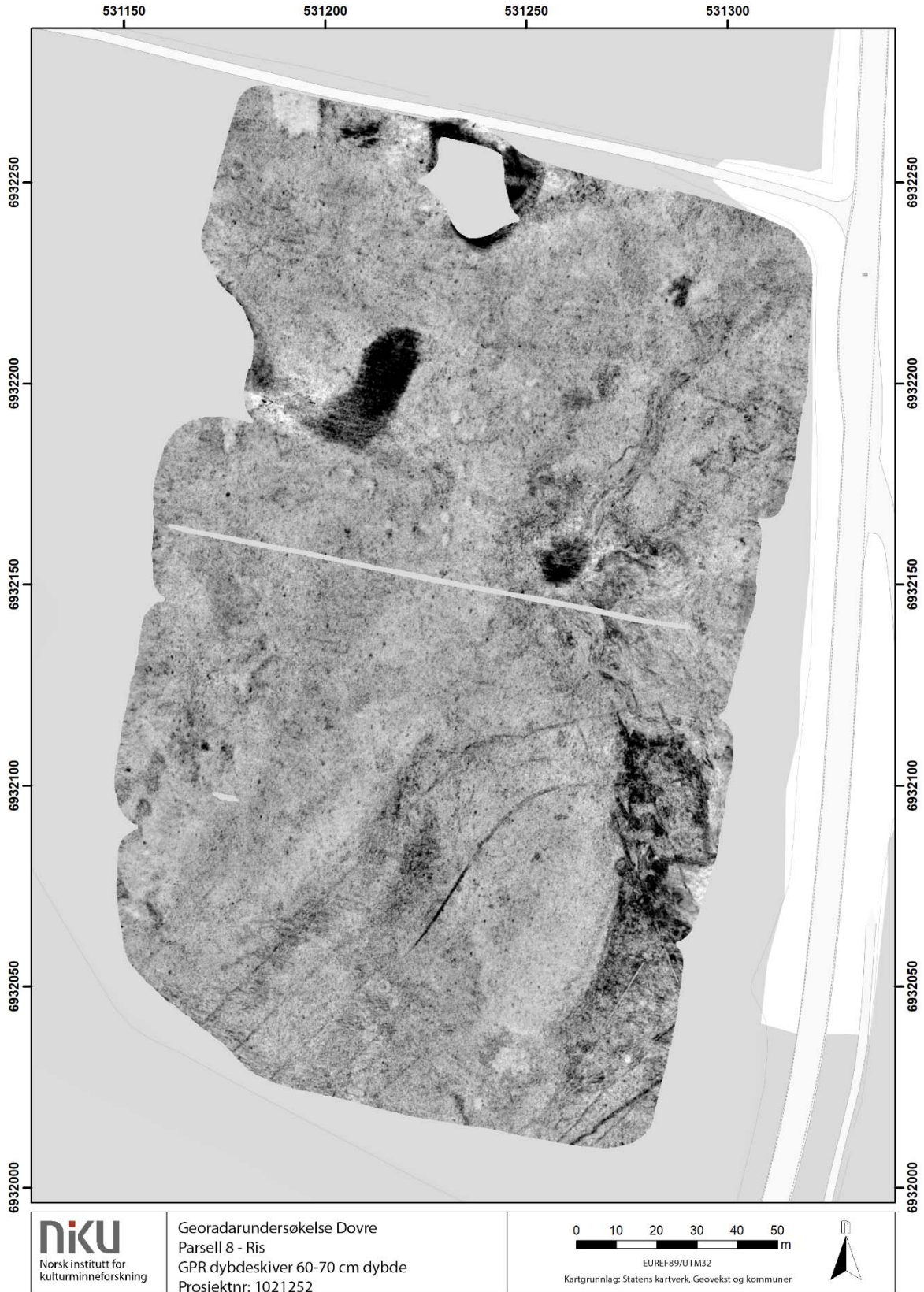




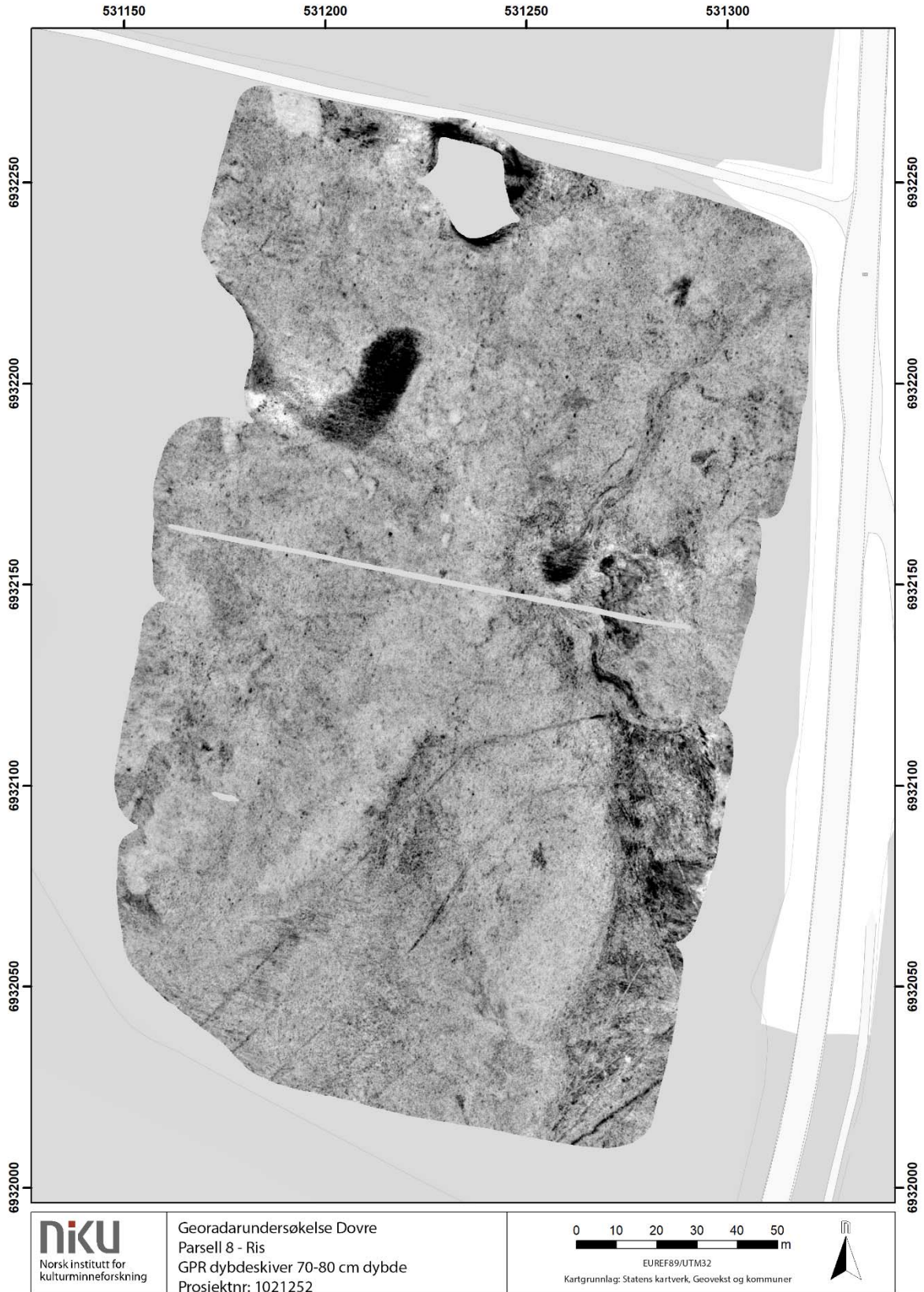






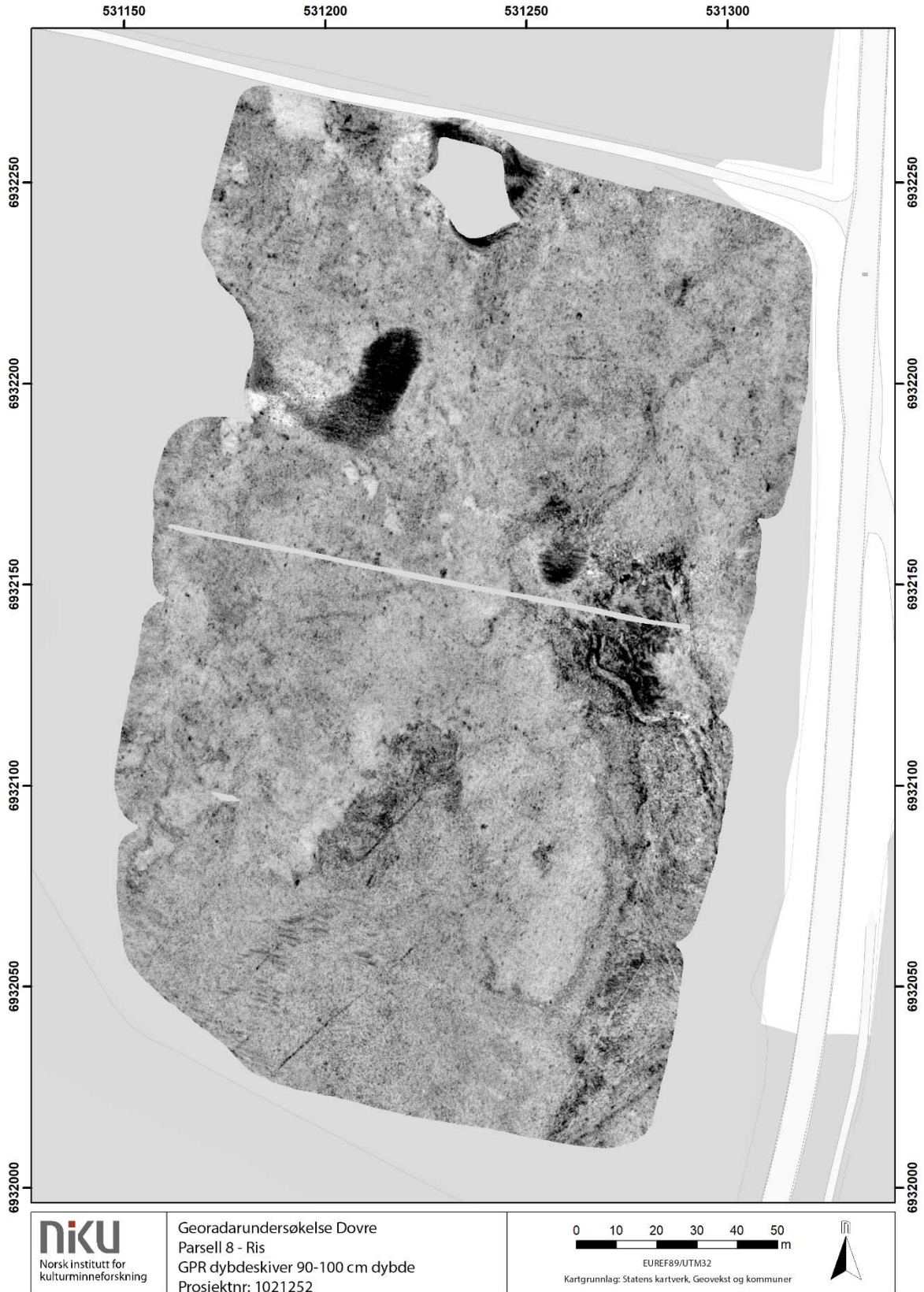


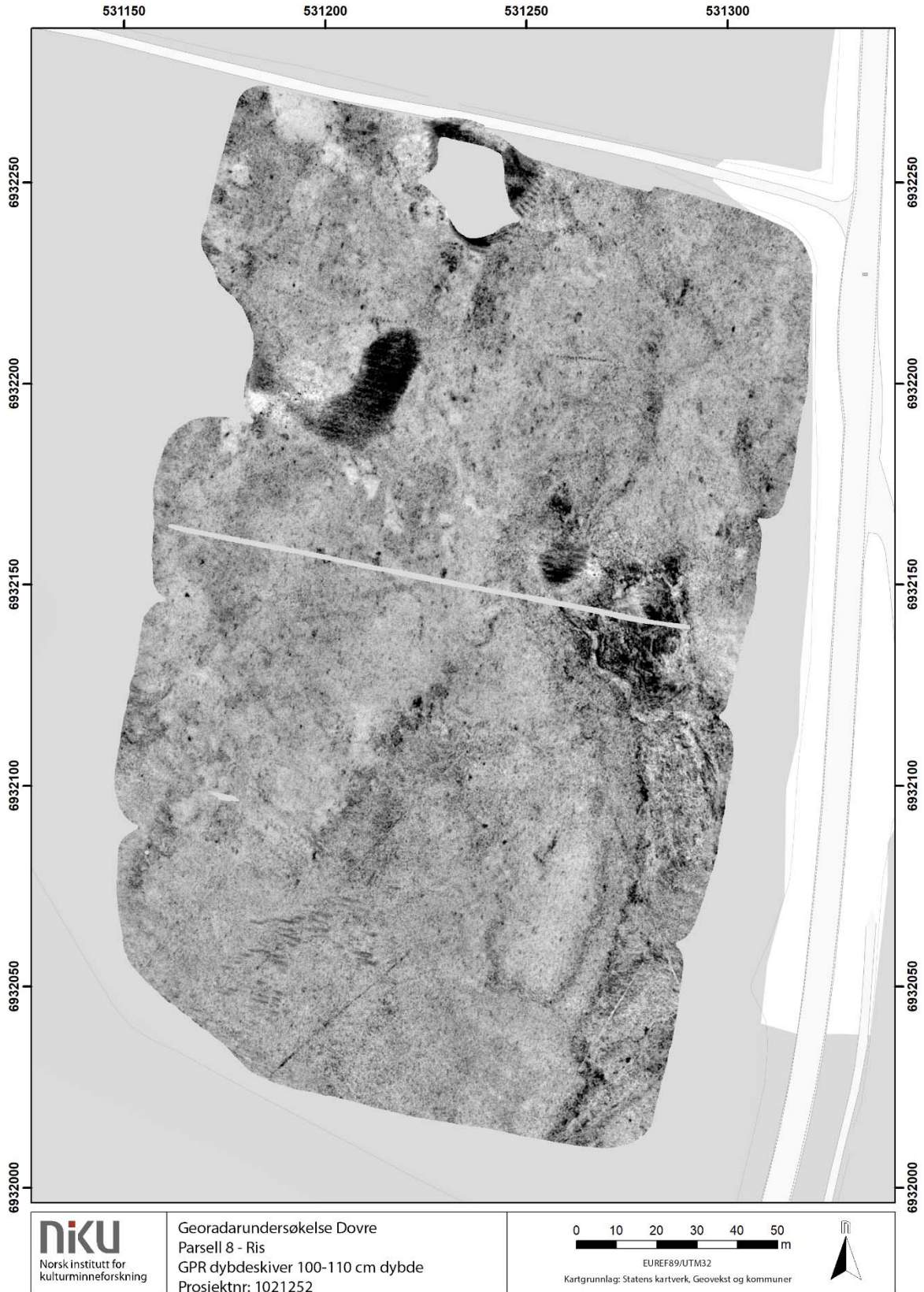




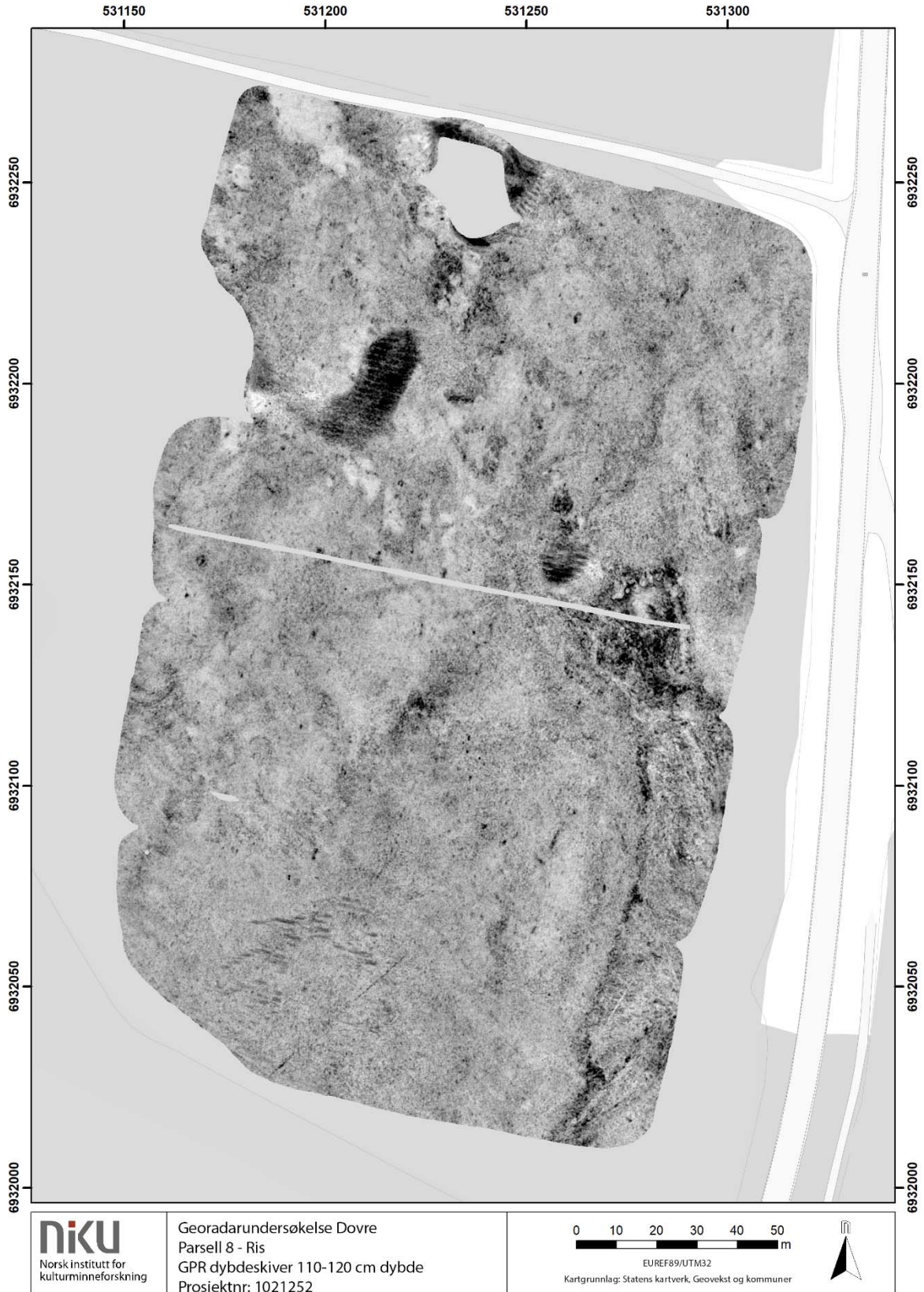


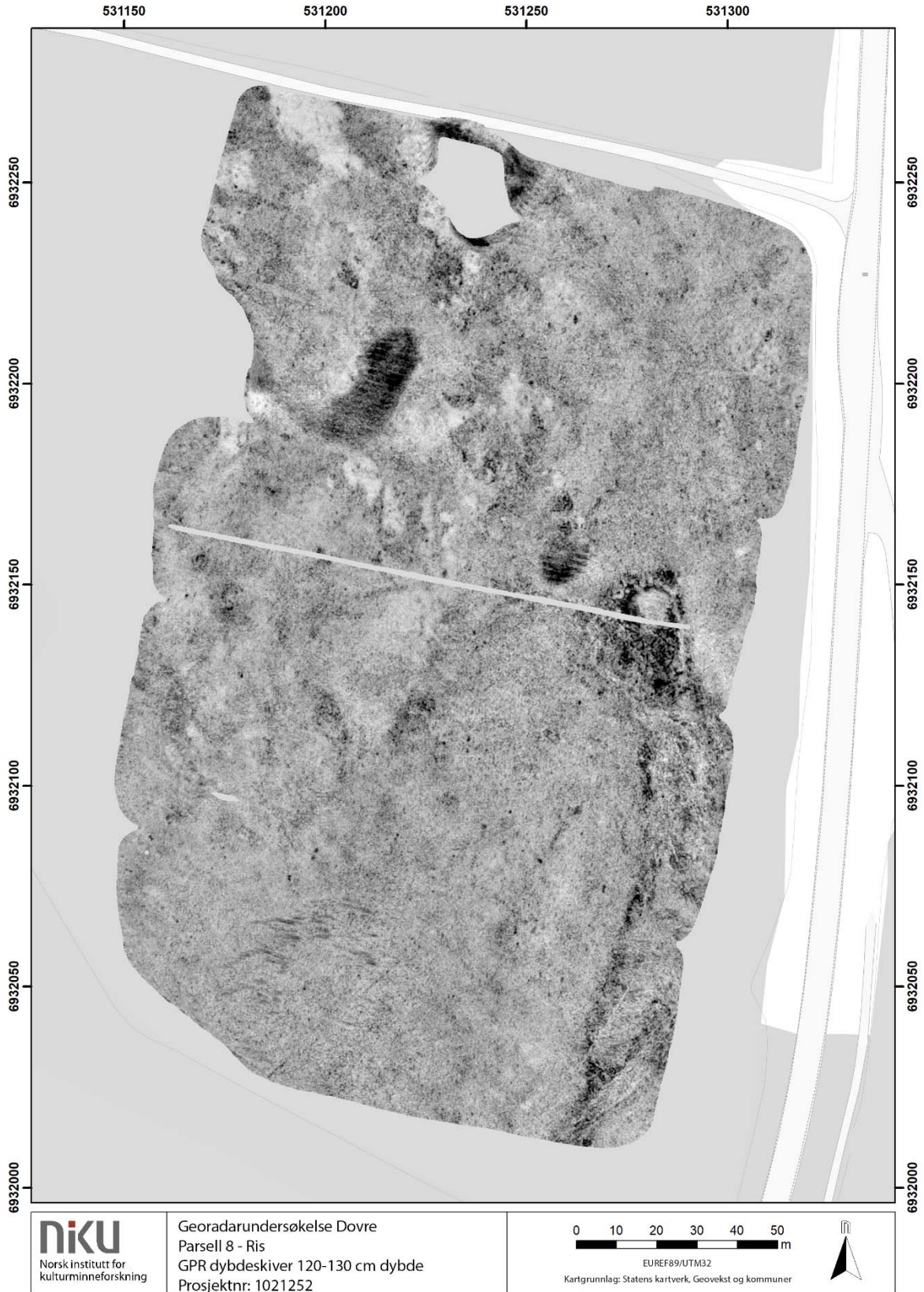






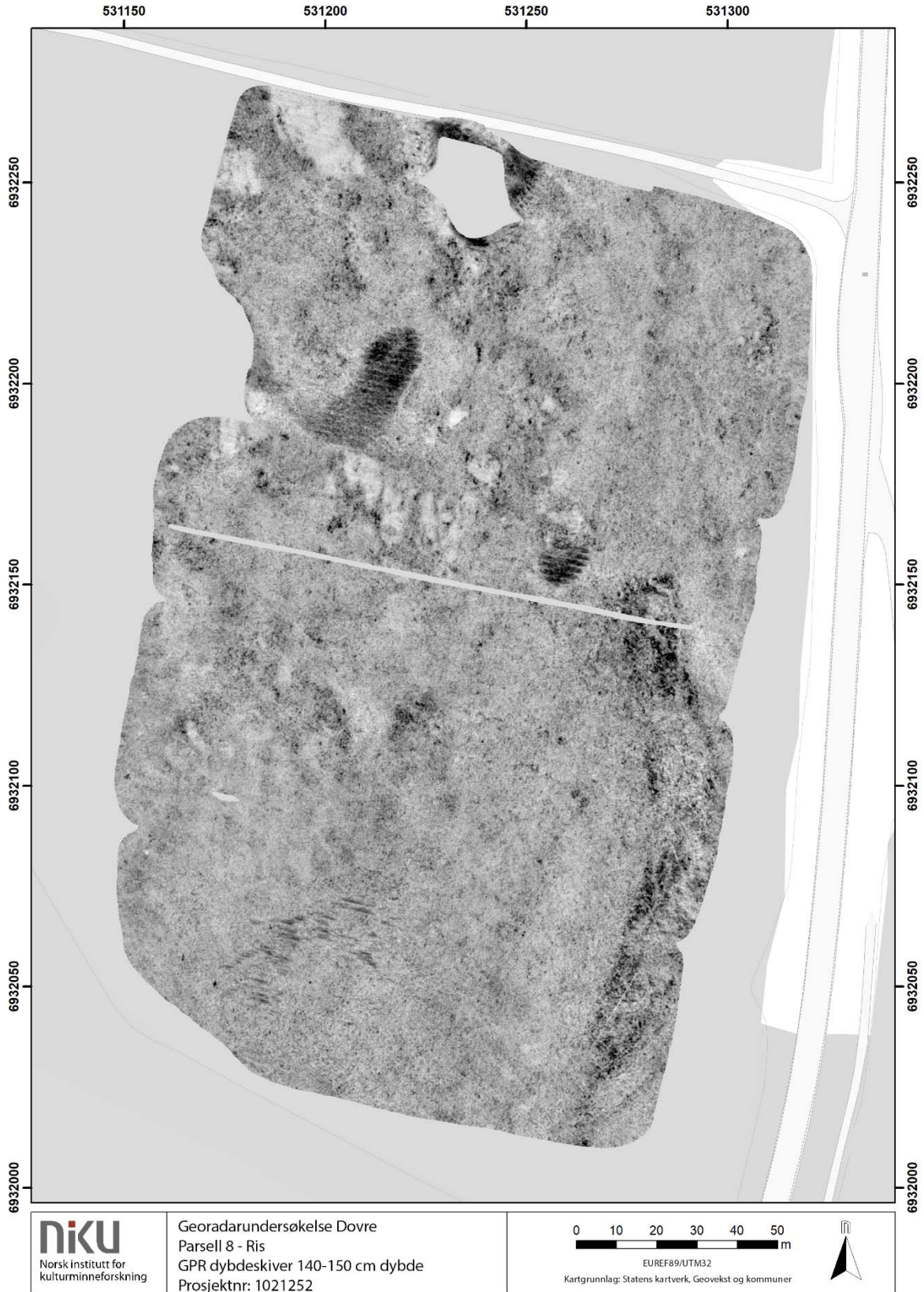












Norsk institutt for kulturminneforskning er et uavhengig forsknings- og kompetansemiljø med kunnskap om norske og internasjonale kulturminner.

Instituttet driver forskning og oppdragsvirksomhet for offentlig forvaltning og private aktører på felter som by- og landskapsplanlegging, arkeologi, konservering og bygningsvern.

Våre ansatte er konservatorer, arkeologer, arkitekter, ingeniører, geografer, etnologer, samfunnsvitere, kunsthistorikere, forskere og rådgivere med spesiell kompetanse på kulturarv og kulturminner.

[www.niku.no](http://www.niku.no)

NIKU Oppdragsrapport 129/2018

**NIKU hovedkontor**  
Storgata 2  
Postboks 736 Sentrum  
0105 OSLO  
Telefon: 23 35 50 00

**NIKU Tønsberg**  
Farmannsveien 30  
3111 TØNSBERG  
Telefon: 23 35 50 00

**NIKU Bergen**  
Dreggsallmenningen 3  
Postboks 4112 Sandviken  
5835 BERGEN  
Telefon: 23 35 50 00

**NIKU Trondheim**  
Kjøpmannsgata 1b  
7013 TRONDHEIM  
Telefon: 23 35 50 00

**NIKU Tromsø**  
Framsenteret  
Hjalmar Johansens gt.  
14  
9296 TROMSØ  
Telefon: 77 75 04 00