

GEORADARUNDERSØKELSE VED FALKENSTEN RENSEANLEGG.

Gbnr 30/1, Horten kommune

Unhammer, Ole Fredrik, Kristiansen, Monica





Norsk institutt for kulturminneforskning (NIKU)
 Storgata 2, Postboks 736 Sentrum, 0105 Oslo
 Telefon: 23 35 50 00
www.niku.no

| | | |
|--|--|---|
| Tittel Georadarundersøkelse ved Falkensten Renseanlegg. Gbnr 30/1, Horten kommune | Rapporttype/nummer NIKU Rapport 263 | Publiseringsdato 27.10.2023 |
| | Prosjektnummer 1022683 | Sider 34 |
| | Avdeling Digital arkeologi | Tilgjengelighet Åpen |
| Forfatter(e) Unhammer, Ole Fredrik, Kristiansen, Monica | ISSN 2703-7797 ISBN 978-82-8101-409-1 | Oppdragstidspunkt / periode utført 07092023 |
| | Forsidebilde Planområde sett i nordvestlig retning | |

| |
|---|
| Prosjektleder Ole Fredrik Unhammer |
| Prosjektmedarbeider(e) Monica Kristiansen |
| Kvalitetssikrer Knut Paasche |

| |
|---|
| Oppdragsgiver / finansiert av Vestfold og Telemark Fylkeskommune, Kulturarv |
|---|

| |
|--|
| Sammendrag Vestfold og Telemark Fylkeskommune, avdeling Kulturarv, bestilte høsten 2023 en geofysisk undersøkelse i forbindelse med arbeid med reguleringsplan for Falkensten Renseanlegg i Horten kommune. Dette ble gjort på bakgrunn av behovet for en arkeologisk registrering av planområde som inneholdt et større areal med dyrket mark. Man ønsket en geofysisk forundersøkelse for å kunne påvise kulturminner i området og vurdere behov og strategi for eventuell sjakting av området. Undersøkelsen ble utført 07.09.2023. Det ble ikke identifisert anomalier i de geofysiske dataene som med rimelig sikkerhet tolkes som arkeologiske. Til gjengjeld er det identifisert en stor mengde anomalier fra moderne aktivitet (drenering, V/A) over størstedelen av det undersøkte området, samt en større paleokanal. |
| Abstract Vestfold and Telemark County Municipality, section for cultural heritage commissioned a geophysical survey from NIKU in connection with work on a zoning plan for Falkensten wastewater treatment plant. This work required an archaeological survey, and because large parts of the survey area was farmland it was concluded that a geophysical survey would be well suited. Results from this survey would in turn be used to consider the need for, and strategy of a subsequent mechanical trenching. The geophysical survey was carried out on the 7 th of September 2023. Results from the geophysical survey did not identify any anomalies interpreted to be of archaeological nature. The survey did however identify a large number of anomalies related to modern human activity (drainage, water pipes) as well as paleochannels. |

| |
|--|
| Emneord Geofysikk, Georadar, Gpr, Bakkepenetrerende radar, Falkensten renseanlegg, Vestfold og Telemark Fylkeskommune, Jorde |
| Keywords Geophysics, Geophysical survey, GPR, Ground Penetrating Radar, Falkensten, Vestfold og Telemark Fylke, Field |

Avdelingsleder
 Knut Paasche

Innholdsfortegnelse

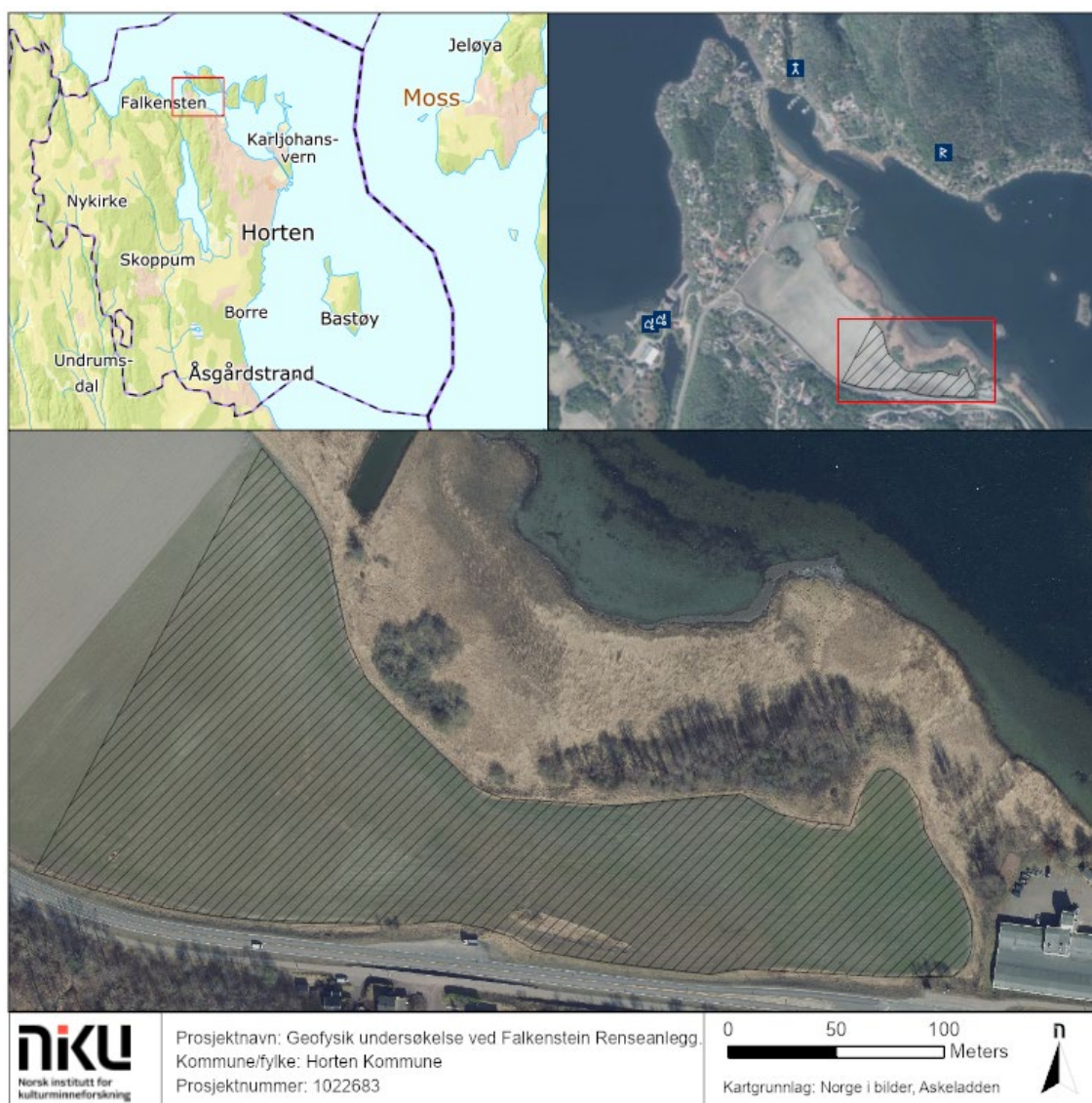
| | | |
|-----|--------------------------------------|----|
| 1 | Innledning | 7 |
| 2 | Områdebeskrivelse | 7 |
| 3 | Metode | 8 |
| 3.1 | Georadar | 8 |
| 3.2 | Gjennomføring av undersøkelsen | 8 |
| 4 | Resultater | 10 |
| 4.1 | Moderne strukturer | 11 |
| 4.2 | Naturlige strukturer | 12 |
| 4.3 | Andre anomalier | 12 |
| 5 | Sammendrag | 12 |
| 6 | Referanser | 12 |

1 Innledning

I forbindelse med reguleringsplanarbeid for Falkenstein Renseanlegg i Horten kommune er det planlagt gjennomføring av en arkeologisk registrering. Deler av planområdet er dyrket mark og vel egnet for motoriserte geofysiske undersøkelser. Vestfold og Telemark Fylkeskommune bestilte derfor en geofysisk undersøkelse av NIKU for å kunne vurdere behovet for sjaktning og eventuelt hvordan disse skal legges opp. Undersøkelsen ble utført 07.09.2023.

2 Områdebeskrivelse

Undersøkelsesområdet (Figur 1) måler ca. 4,2 hektar og utgjør den østlige 1/3 av jordet (gbnr 1/30) på Røremarka. Det grenser mot sjøen i nord, Falkenstein Renseanlegg i øst og Falkensteinveien (F310) i sør. Området heller fra veien (8 moh) ned mot sjøen (1,7 moh). Registrerte kulturminner i nærområdet inkluderer et løsfunn av flint, samt Løvøya kapell i nord og Falkenstein Bruk som jordet faller under. Størsteparten av jordsmonnet i undersøkelsesområdet er registrert som gleysol og består av siltig mellomleire med lite grus som periodevis er mettet av grunnvann (<https://kilden.nibio.no>).



Figur 1: Undersøkelsesområdet ligger nordvest for Horten sentrum, dekker ca. 4,2 hektar og utgjør 1/3 av jordet på Røremarka som inngår i Falkenstein bruk (gbnr 1/30). Øvrige registrerte kulturminner i området er Løvøya kapell og et løsfunn av flint.

3 Metode

3.1 Georadar

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 reflekteres når de treffer ulike objekter og materialer med ulike geofysiske egenskaper. Retursignalene sendes opp til en mottakerantenne i georadaren, hvor de registreres og digitaliseres. Tiden fra de elektromagnetiske bølgene sendes ut til de returneres til antennen måles i antall nanosekunder (ns), og vil blant annet indikere 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 absorberende eller reflekterende materialer. De returnerte signalene fremstilles i en profil, et slags digitalt tverrsnitt av jordsmonnet. Slik kan man ved hjelp av radarteknologi generere et tredimensjonalt bilde av jordsmonnet og eventuelle strukturer under bakken (ibid).

Informasjonen som anskaffes med en georadar angir de ulike materialenes og objektenes geofysiske egenskaper i form av om de er absorberende eller reflekterende, samt hvilken dybde de befinner seg på. Stein og andre solide materialer, samt luft, vann og fuktig jord er eksempler på materialer som normalt sett reflekterer radarsignaler, mens leire og silt er typiske absorberende masser. Hvorvidt strukturer eller objekter vil synes i radardataene, avhenger imidlertid 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. Større nedgravninger kan også detekteres, særlig dersom det er tilstrekkelig fysisk kontrast mellom fyllmassen og det omkringliggende jordsmonnet. Det er normalt sett vanskelig å dokumentere strukturer mindre enn 0,5 m i diameter ved hjelp av georadar.

I arkeologisk sammenheng anvendes bølgefrequenser mellom 100-1000 MHz. De lavfrekvente signalene har størst gjennomtrengingsevne, og vil dermed gå dypere ned i bakken. Antenner som sender ut høyere frekvenser vil ha lavere gjennomtrengingsevne, men vil imidlertid gi data med langt høyere oppløsning. Valg av radarantenne vil derfor avhenge av undersøkelsesområdets topografi så vel som stratigrafi. I de fleste arkeologiske prospekteringer anvendes det oftest antenner med en senterfrekvens på 400-500MHz, som har en gjennomtrengningsdybde på 1,5-3 m og samtidig opprettholder en tilfredsstillende oppløsning (Gustavsen et.al 2013, 51).

3.2 Gjennomføring av undersøkelsen

Undersøkelsen ved Falkenstein Renseanlegg ble utført med et radarsystem av typen MALÅ MIRA (MALÅ Imaging Radar Array), et integrert 16-kanals radarsystem med senterfrekvens på 400MHz, der de enkelte radarantennene er plassert med 10,5 cm mellomrom. Antennene sitter i en hydraulisk styrt kasse, og drives fremover av et Kubota flerfunksjonskjøretøy (forsidebilde). Posisjoneringen av systemet utføres med en RTK GPS av typen Altus Septentrio. Under datainnsamlingen mates informasjon fra antenner og GPS-system inn i en prosesseringsenhet, der posisjoneringsinformasjon og radardata kobles sammen. Hele systemet kontrolleres ved hjelp av en visningsenhet i førerhuset, der informasjon om kjøretøyets posisjon og de innhentede dataene også vises i sanntid.

Prosesseringen av de innsamlede dataene ble utført ved hjelp av programvaren ApSoft 2.19.07, utviklet av det internasjonale forskningsprosjektet Ludwig Boltzmann Institute for Archaeological Prospection and Virtual Archaeology (LBI ArchPro). I programmet bearbeides den innsamlede informasjonen med hensikt å optimalisere den digitale gjengivelsen av landskapet under bakken. Prosesseringen starter med å koble de innsamlede georadardataene med posisjoneringsdataene, slik at hver av de mottatte geofysiske refleksjonene koordinatfestes. Ved å sette sammen denne informasjonen genereres det et tredimensjonalt datavolum som illustrerer de geofysiske forholdene både horisontalt og vertikalt, og disse dataene kan igjen prosesseres, manipuleres og presenteres på ulike måter for å frembringe en best mulig gjengivelse av de elementene man ønsker å undersøke.

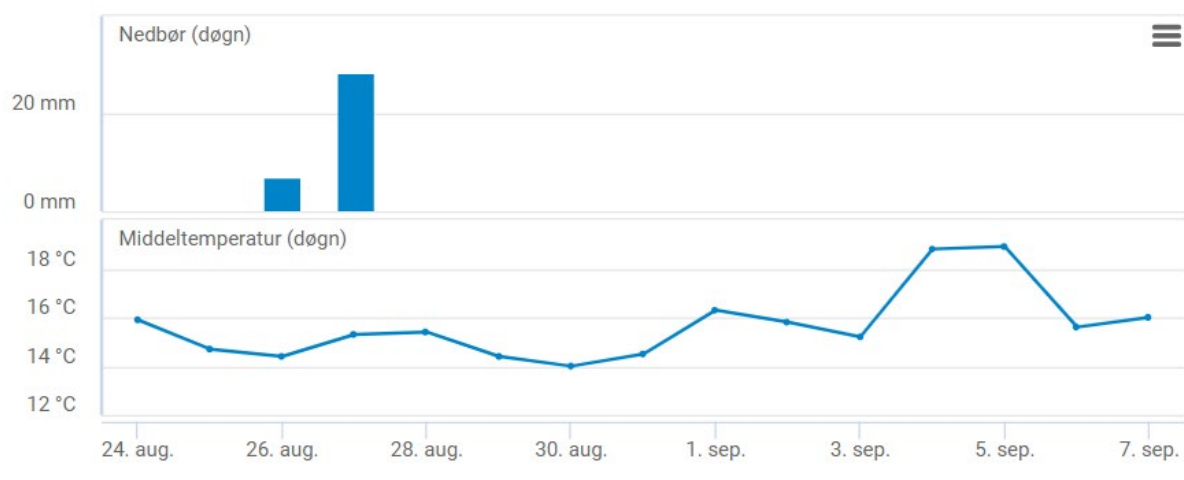
Fra de prosesserte, tredimensjonale datasettene ble det utarbeidet horisontale fremstillinger av jordsmonnet, såkalte dybdeskiver, av det undersøkte området. Dybdeskivene kan noe enkelt beskrives som digitale framstillinger eller gjengivelser av de geofysiske forholdene under bakken.

Georadardataene fra undersøkelsesområdet ved Falkensten Renseanlegg ble prosessert med flere ulike innstillinger. Under bearbeidingen av dataen ble det avdekket forstyrrelser (støy) i deler av datasettet. Dette forekom bare i et avgrenset tidsrom og førte til støy i den lavere delen av dataen. Det var ikke mulig å registrere denne interferensen mens undersøkelsen pågikk og kilden er usikker, men ved hjelp av filtrering var det mulig å fjerne det meste av støyen og likevel sikre et godt resultat. Støyen er synlig i den nordlige delen av dataen og kommer til syne på 0,8m og blir gradvis kraftigere i dybden. Resultatene i denne rapporten (Vedlegg A) ble vurdert som best og hadde følgende innstillinger:

- Filter: Lower Double Antenna Frequency (LD, Higher Double Antenna Frequency (HD), 2D Kirchhoff-Migration
- Hastighet
 - Time ns: 4.9340 Velocity ms/ns 0.09000
 - Time ns: 9.0742 Velocity ms/ns 0.08750
 - Time ns: 13.2144 Velocity ms/ns 0.09000
 - Time ns: 21.4948 Velocity ms/ns 0.08500

Dybdeskivene ble deretter importert i ArcGIS geodatabase og analysert videre gjennom ArcGIS Pro 3.1.0 ved å organisere dybdeskivene i et Mosaic Datasets og benytte Range funksjonen for å visualisere georadardataene i ulike dybder. Tolkningen av de geofysiske anomalierne baseres i hovedsak på å gjenkjenne strukturenes form, og å relatere disse til eventuelle arkeologiske, moderne eller geologiske/naturlige fenomener. Dette betyr at strukturer som ikke har en unik geometrisk form og størrelse kan være vanskelig å tolke med sikkerhet i analysen ble det benyttet historiske kartdata fra Norge i bilder som sammenlikningsgrunnlag for å kunne skille ut strukturer fra nyere tid. Strukturenes beliggenhet og øvrige kontekst spilte derfor en stor rolle i tolkningen av deres funksjon og alder.

På undersøkelsestidspunktet var området stubbåker, og bakken var tørr og fast. Det hadde ikke regnet på 11 dager, var overskyet og ca. 16 grader (Figur 2 se <https://seklima.met.no>). Dette er å regne som gode forhold for en geofysisk undersøkelse.



Figur 2: Det hadde ikke regnet på over en uke og bakken var tørr ved undersøkelsestidspunktet ([https://seklima.met.no/days/sum\(precipitation_amount%20P1D\),mean\(air_temperature%20P1D\)/custom-period/SN27160/nb/2023-08-24T00:00:00+02:00;2023-09-07T23:59:59+02:00](https://seklima.met.no/days/sum(precipitation_amount%20P1D),mean(air_temperature%20P1D)/custom-period/SN27160/nb/2023-08-24T00:00:00+02:00;2023-09-07T23:59:59+02:00)).

4 Resultater



Figur 3: Flesteparten av anomaliene identifisert i den geofysiske dataen tolkes som spor av moderne aktivitet, mest dominerende av disse er dreneringsgrøfter (gul). En liten serie nord/sørgående reflekterende striper midt i undersøkelsesområdet (lilla) har ikke vært mulig å identifisere. I øst og vest forekommer det anomalier som er tolket til tidligere vannløp (skravert blå).

4.1 Moderne strukturer

I undersøkelsesområdet er det påvist flere avlange og relativt smale anomalier som på bakgrunn av deres form, størrelse, organisering og geofysiske respons er tolket som moderne grøfter hovedsakelig relatert til drenering. (Figur 3). Grøftene er hovedsakelig synlige øst og vest i undersøkelsesområde. I vest fremstår disse anomaliene mer strukturerte mens flere av grøftene i øst ikke har et like uniformt mønster. Kun et fåtall av denne typen anomalier forekommer i den midtre delen av undersøkelsesområdet. Dette kan enten representere et faktisk fravær av drenering i disse områdene, eller skyldes forskjeller i grunnforholdene, som lokalt har påvirket synligheten til dreneringsgrøftene. Denne kategorien av anomalier ligger på varierende dybde. De grunneste kommer til syne ca. 0.3 m under bakken, mens de dypeste kommer til syne ca. 1 m under bakken. Anomaliene ligger hovedsakelig grunnere i øst en i vest.

Vest i undersøkelsesområdet er det påvist en bredere (ca. 5 m) nord/sørgående anomali. Denne sammenfaller med en stripe vegetasjon som deler jordet på et tidligere tidspunkt og er synlig i blant annet flyfoto fra 1956 (Figur 4 anomali 1). Dette er trolig en bekk eller kanal basert på det som ser ut til å være utløpet nord i fjære og dens sammenfall med paleokanalen i området (Figur 3).

Sentralt sør i undersøkelsesområdet kommer 2 sirkulære anomalier til syne 0,1 m under overflaten. Disse måler ca. 4,5 m i diameter. Den vestlige av disse anomaliene fremstår som grunn og forsvinner etter ca. 0,3 m mens den østlige fortsetter noe dypere. I et oversiktsbilde fra 2010 sammenfaller disse to anomaliene med aktivitet på jordet. Det er ikke mulig å fastslå hva slags aktivitet dette er, men det kan se ut til at overflaten er brutt (Figur 4, anomali 2).



Figur 4: Ved å sammenligne historiske bilder med den geofysiske dataen ble det avdekket sannsynlige kilder til en bred nord sørgående anomali i vest (1) og to sirkulære anomalier sentralt i sør (2). Det kan også observeres at en bredere øst/vest gående anomali (3) sammenfaller med tre forstyrrelser i markflaten.

En bred (ca. 4 m.) anomali strekker seg fra øst mot vest sentralt i undersøkelsesområdet. I øst avslutter den etter en brå vending i sørlig retning (Figur 4, anomali 3). Anomalien har ikke en skarp definisjon og kommer gradvis til syne mellom 0,6 og 0,9 m dybde. Den går parallelt med en av de tydelige grøftanomaliene beskrevet i kapittel 4.1 (Figur 3), men har en noe kortere utstrekning. Den treffer også tre av aktivitetssonene observert på bildet fra 2010. Ut ifra disse observasjonene er det naturlig å anta at også denne anomalien er et resultat av moderne aktivitet.

4.2 Naturlige strukturer

Helt øst og vest i undersøkelsesområdet forekommer det større anomalier som ut fra form og beliggenhet er tolket til å stamme fra tidligere vannløp, gjerne referert til som *paleokanaler* (Figur 3). Dette fenomenet har størst utbredelse og er tydeligst i vestlige delen av undersøkelsesområdet. Disse anomaliene er synlige mellom 0,2 og 1,6 m under bakken.

4.3 Andre anomalier

Sentralt i undersøkelsesområdet kommer en rekke med avlange anomalier til syne mellom 0,4 og 0,6 m under bakken (Figur 3). Disse har en bredde på mellom 0,5-1 m og en lengde som varierer fra 5-8 m. Ved første øyekast fremstår anomaliene som parallelle, men ved nærmere analyse ser man at de har variert avstand og krummer svakt i ulike retninger. Det ikke mulig å fastslå hva som forårsaker disse anomaliene.

5 Sammendrag

Georadarundersøkelsen ved Falkensten Renseanlegg påviste en høy grad av moderne aktivitet hovedsakelig tolket til å stamme fra grøfter knyttet til drenering. Det var også mulig å påvise at noen anomalier sammenfaller med nyere aktivitet identifisert i historiske flyfoto. I områdets vestlige og østlige del er det identifisert paleokanaler. Det er ikke påvist anomalier som med rimelig sikkerhet kan sies å være av arkeologisk relevans, men, sentralt i undersøkelsesområdet er det identifisert en serie nord/sørgående anomalier som ikke har latt seg tolke ut ifra form, størrelse, beliggenhet og geofysisk respons. Disse har varierende form (lengde, bredde og krumming), og har ikke tydelige likhetstrekk til kjente strukturer.

6 Referanser

Conyers, L.B. 2012. Interpreting Ground-penetrating Radar for Archaeology. Left Coast Press inc. Walnut Creek, California.

Gustavsen, L., Paasche, K. & Risbøl, O. 2013. Arkeologiske undersøkelser: En vurdering av nyere avanserte arkeologiske registreringsmetoder i forbindelse med vegutbyggingsprosjekter. Oslo. Statens vegvesens rapporter 192.

Nettressurser:

Askeladden: <https://askeladden.ra.no>

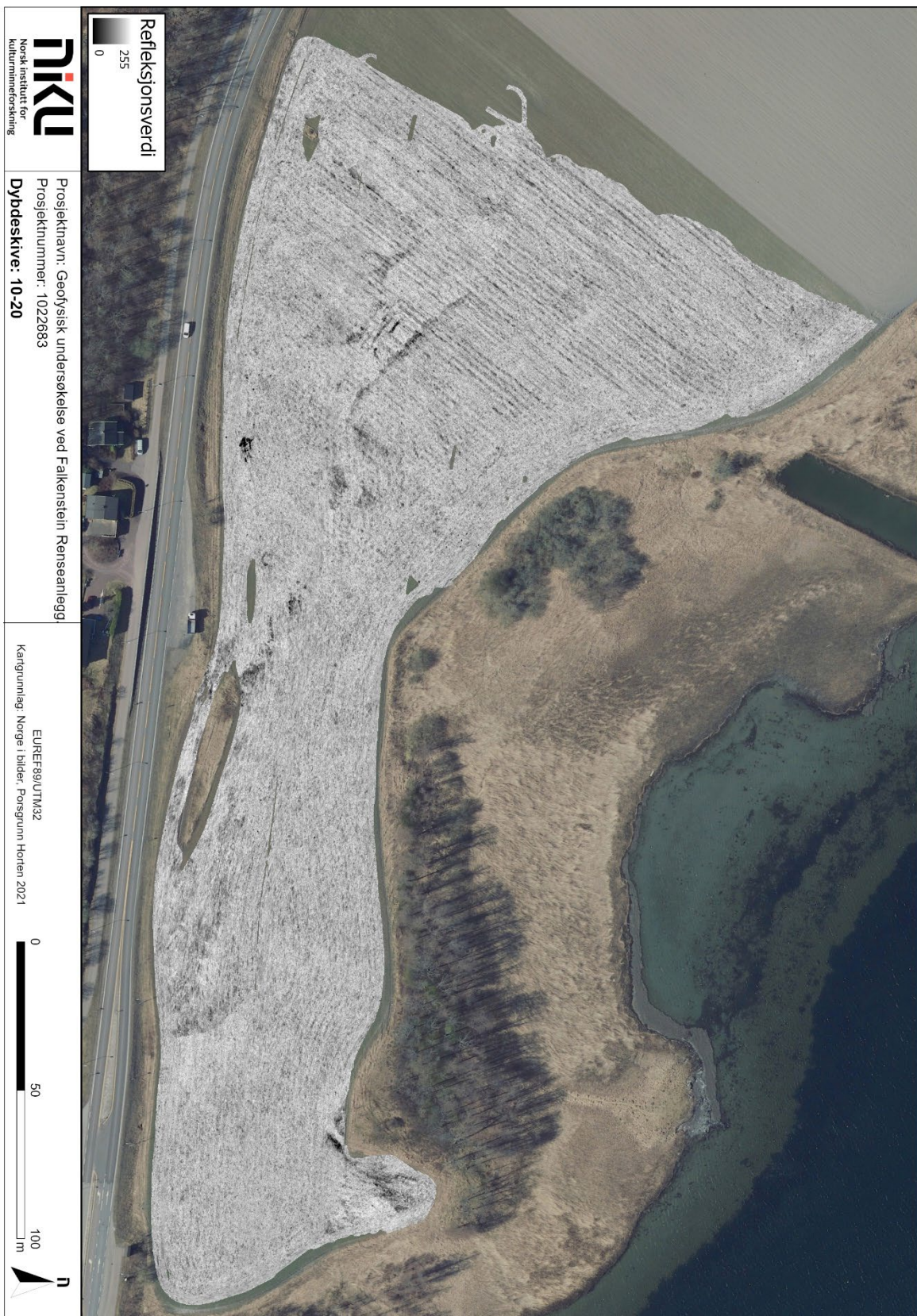
Norgeskart: <https://www.norgeskart.no/>

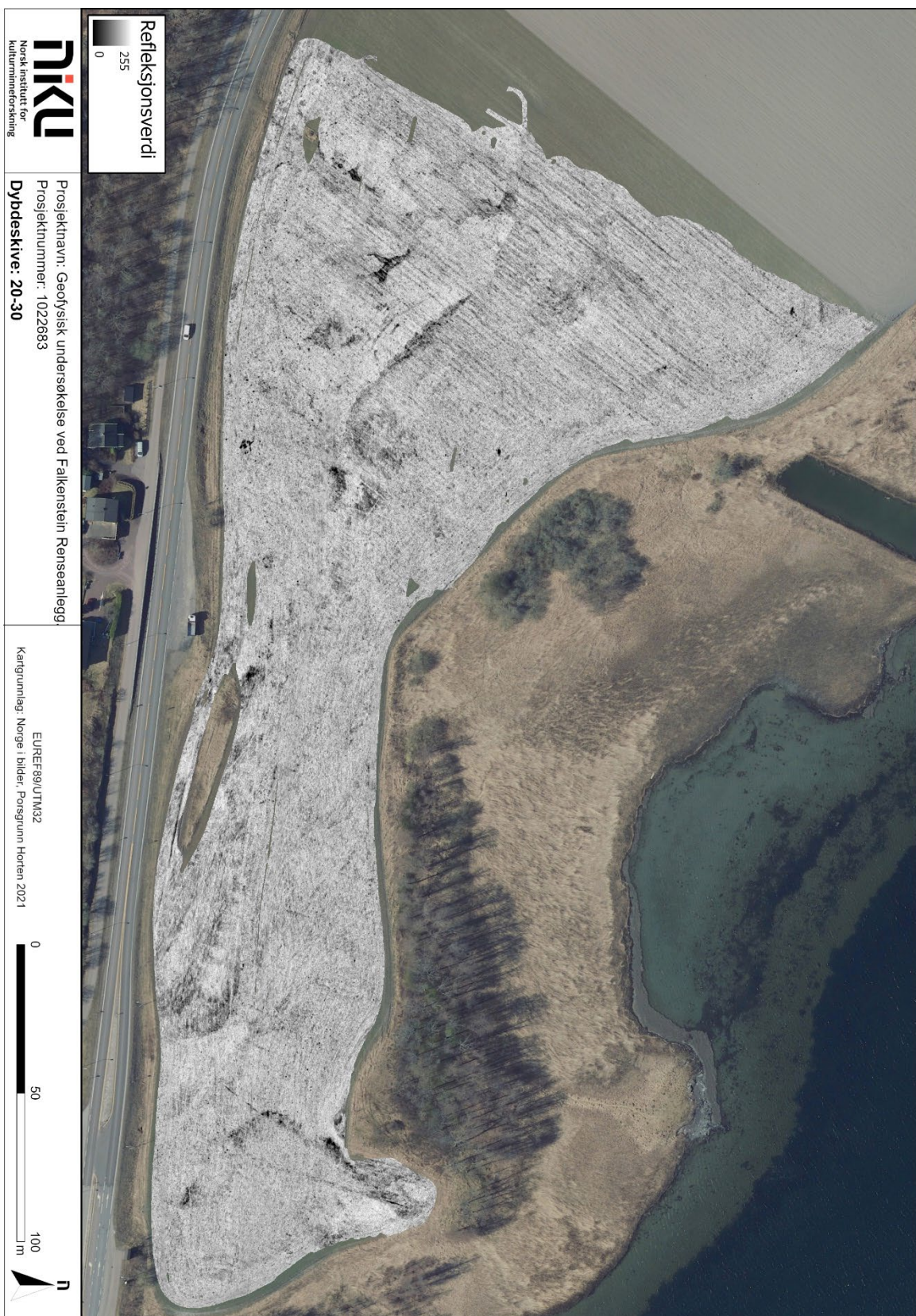
Norge i bilder: <https://norgeibilder.no>

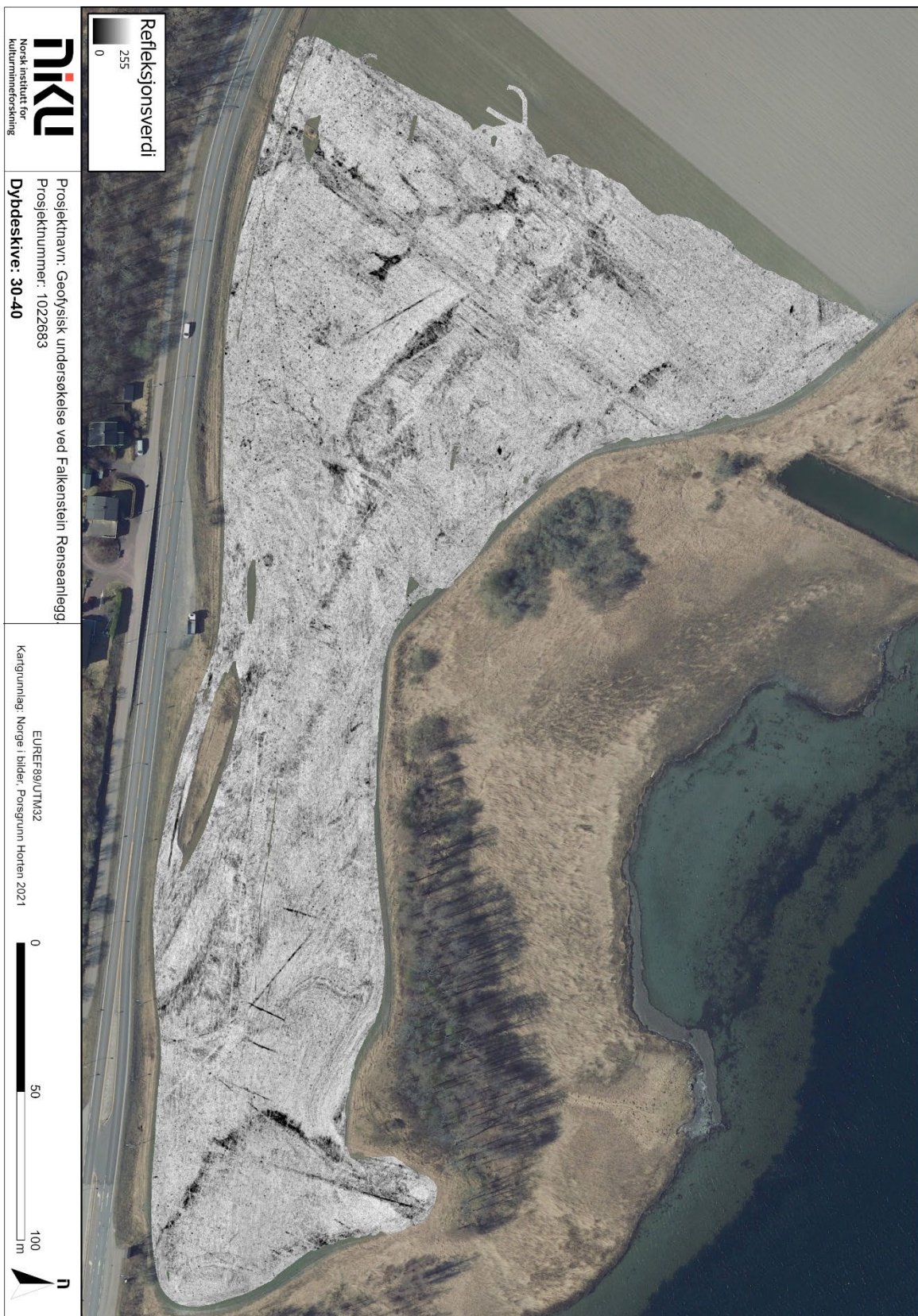
Kilden, Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO): <https://kilden.nibio.no>

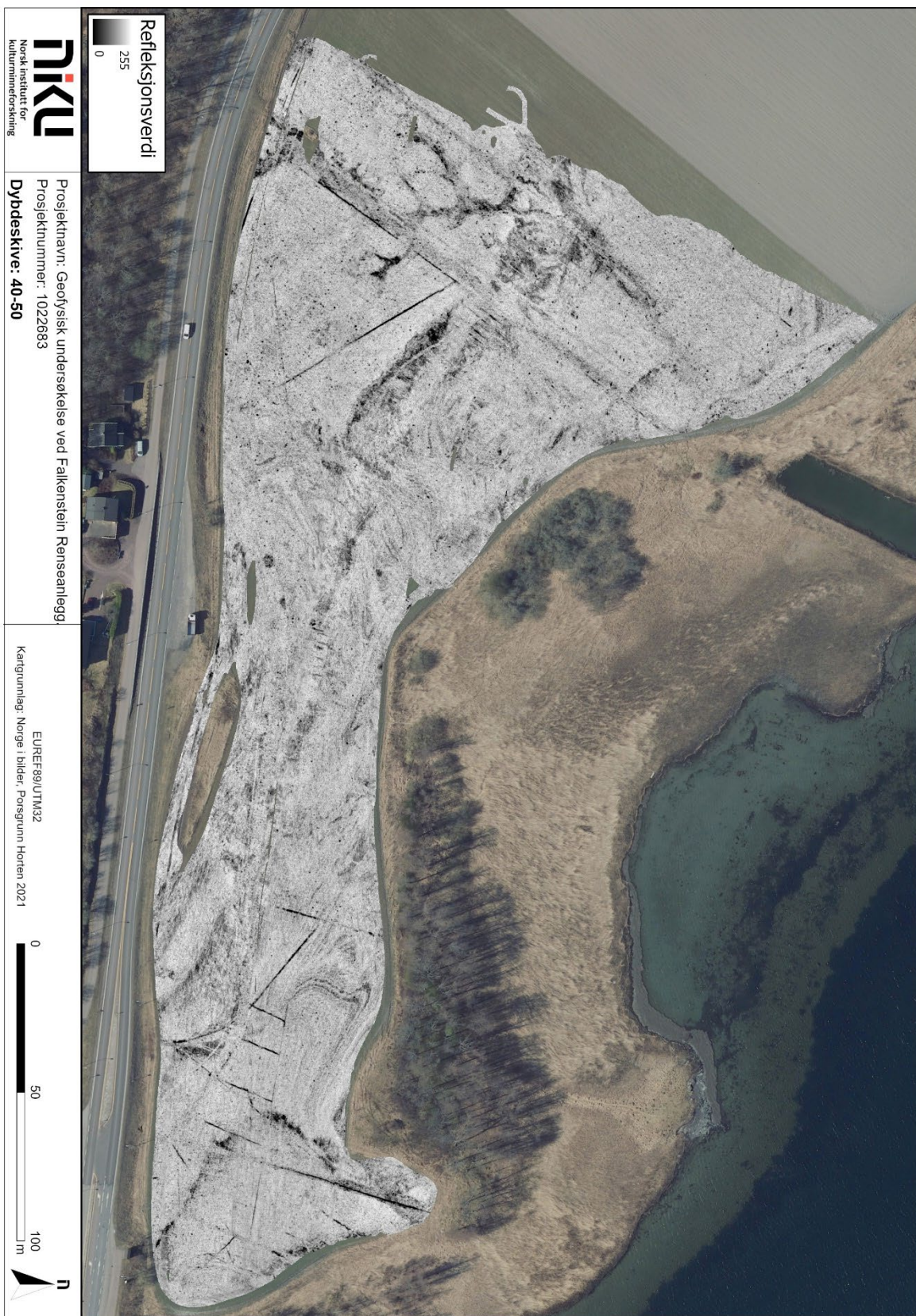
Vedlegg A: Dybdeskiver 10cm

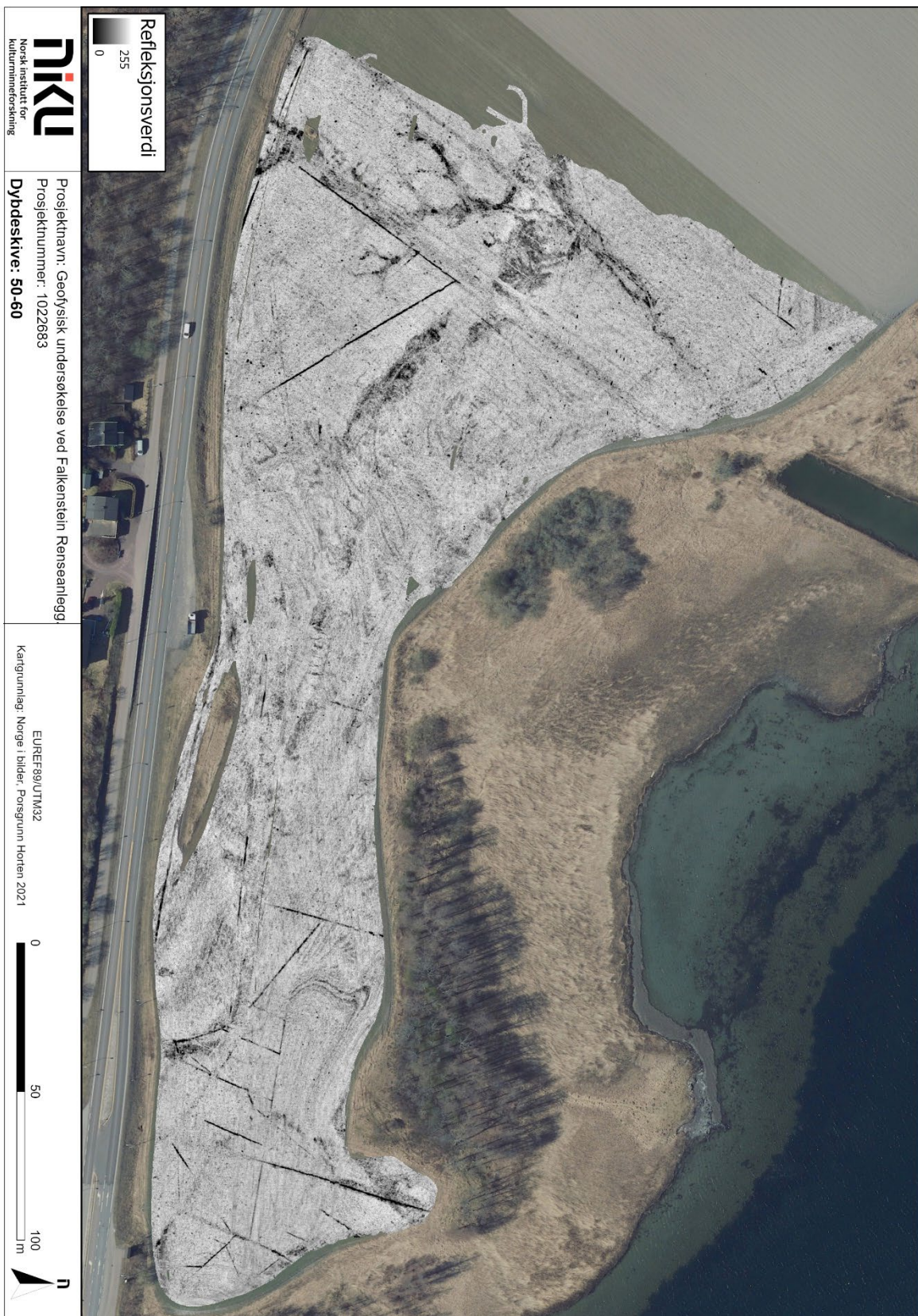


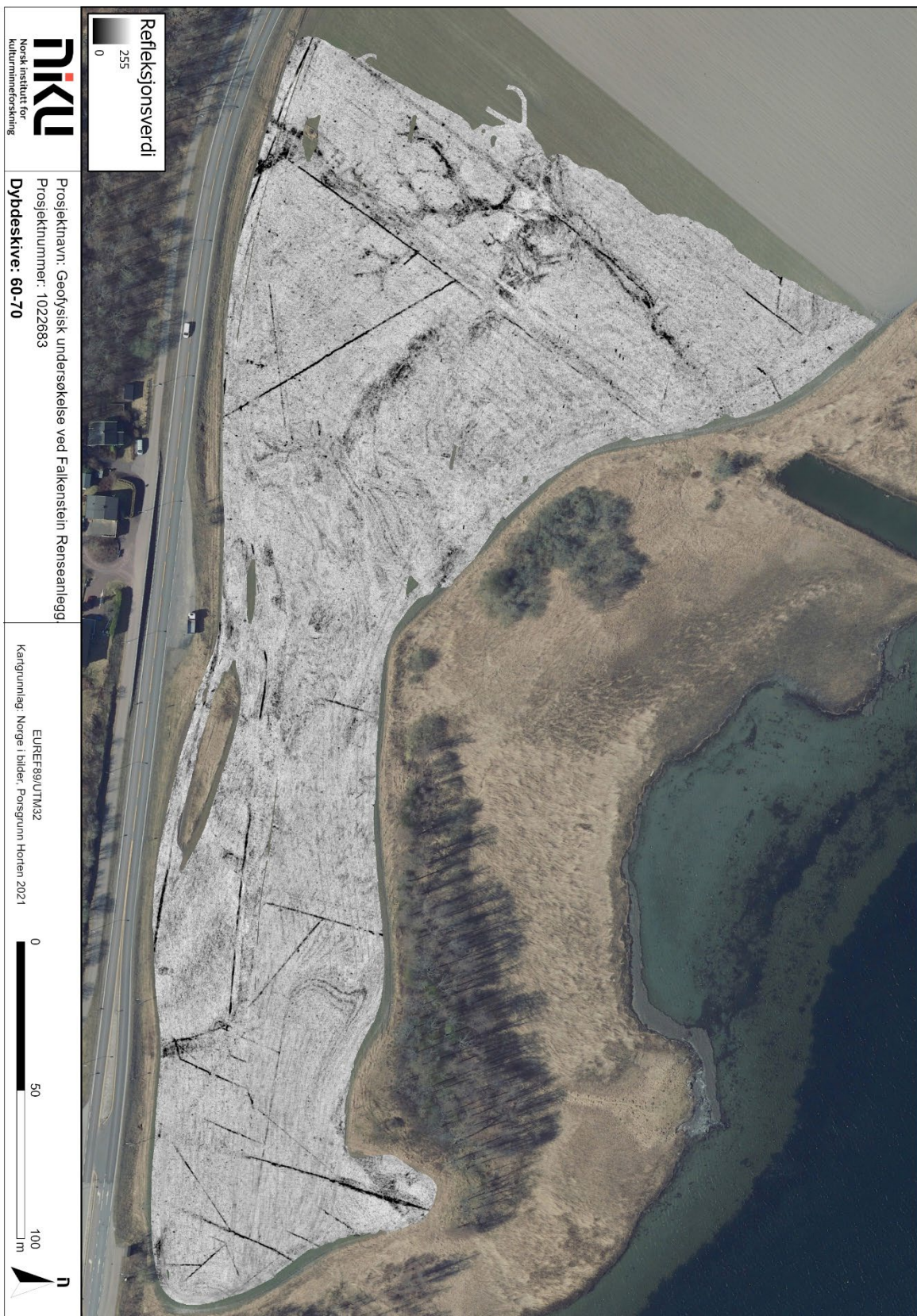


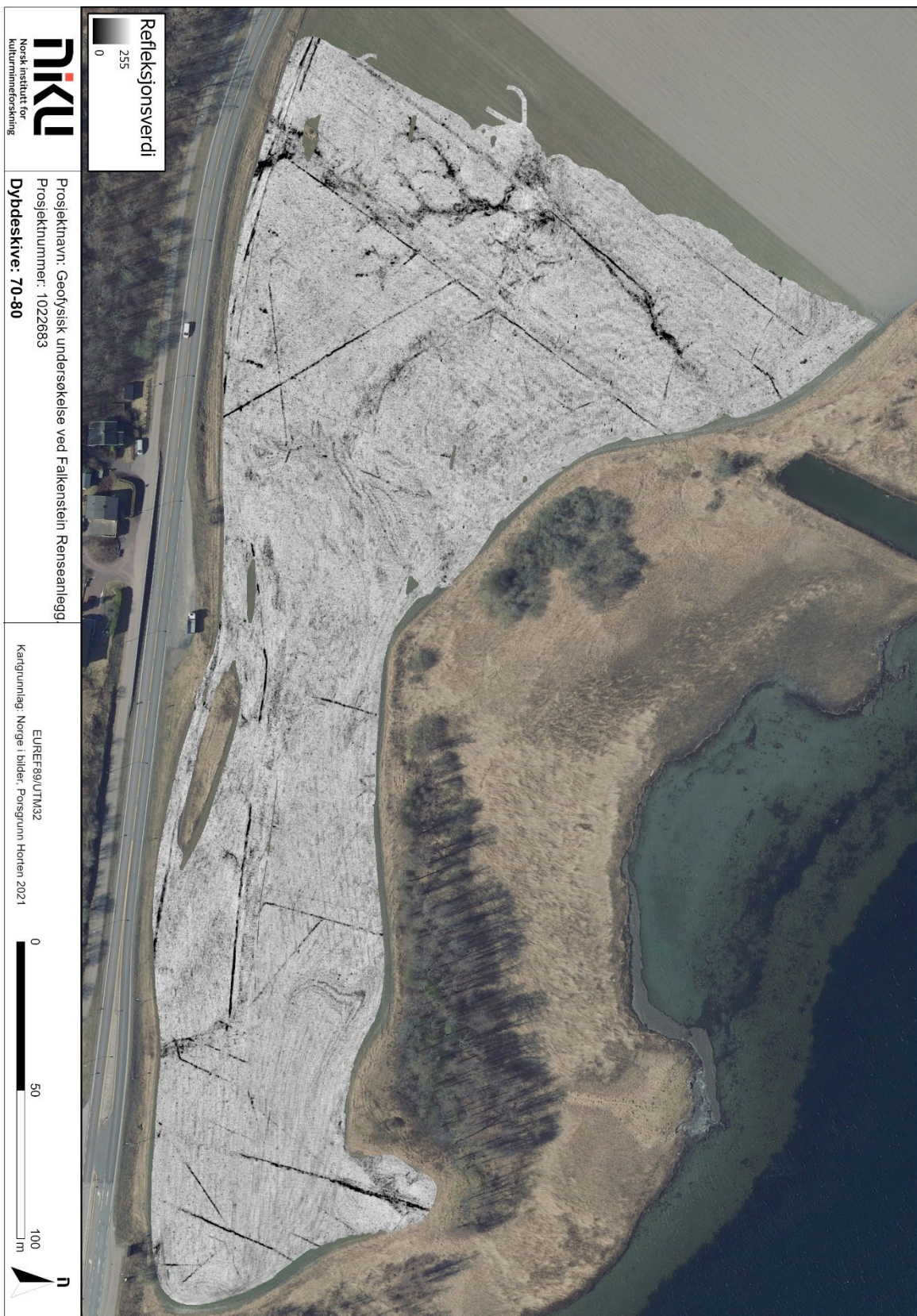


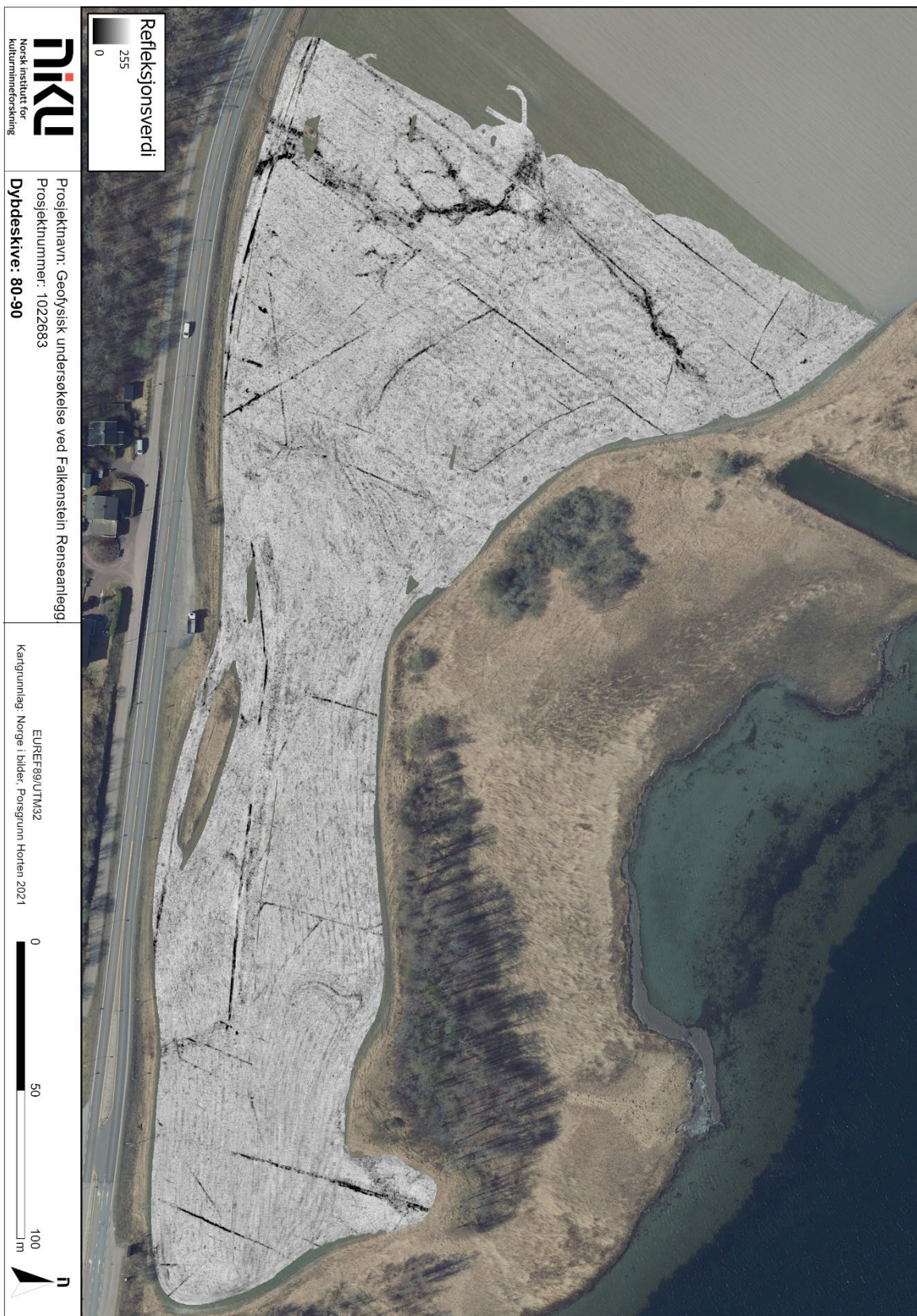


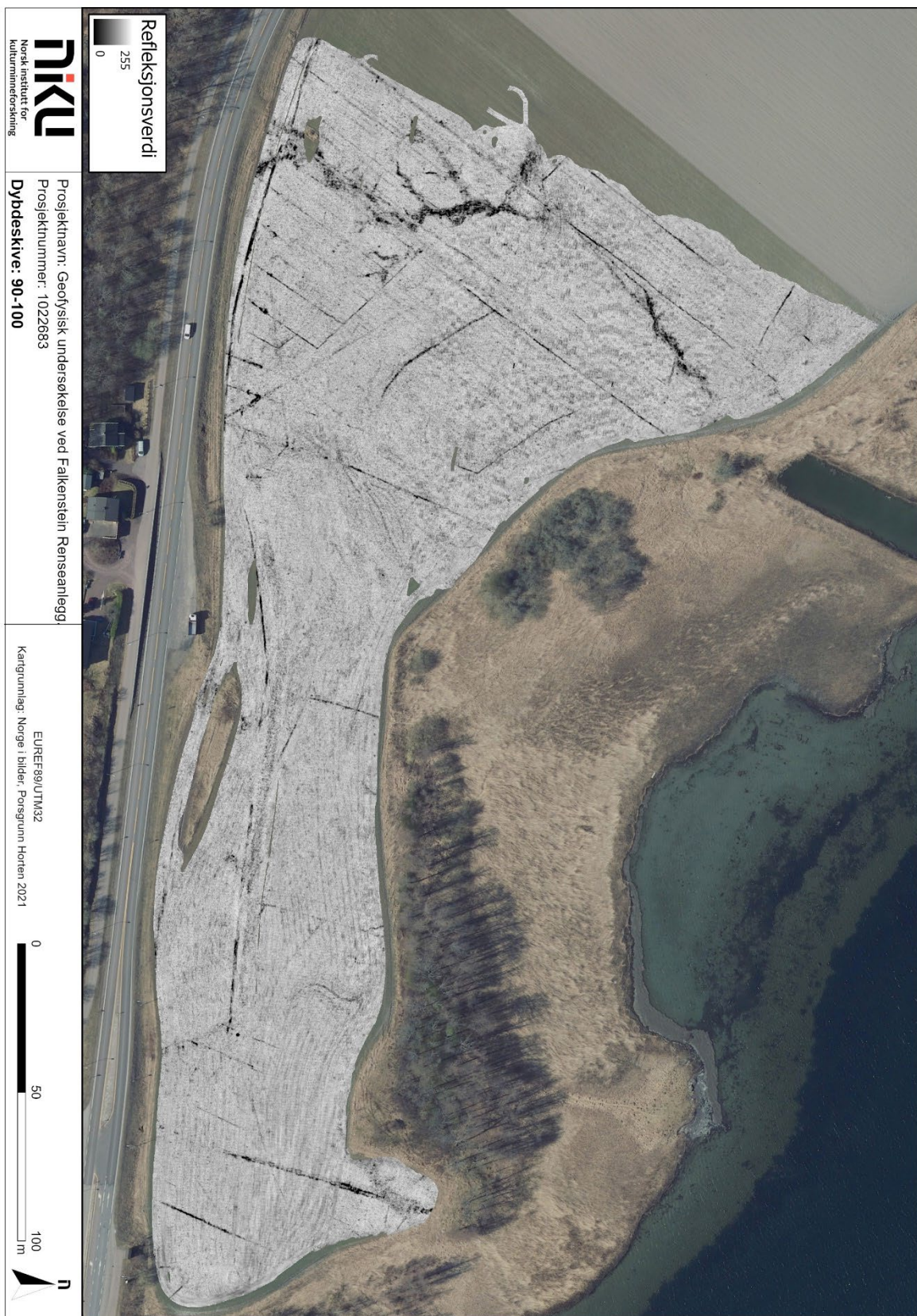


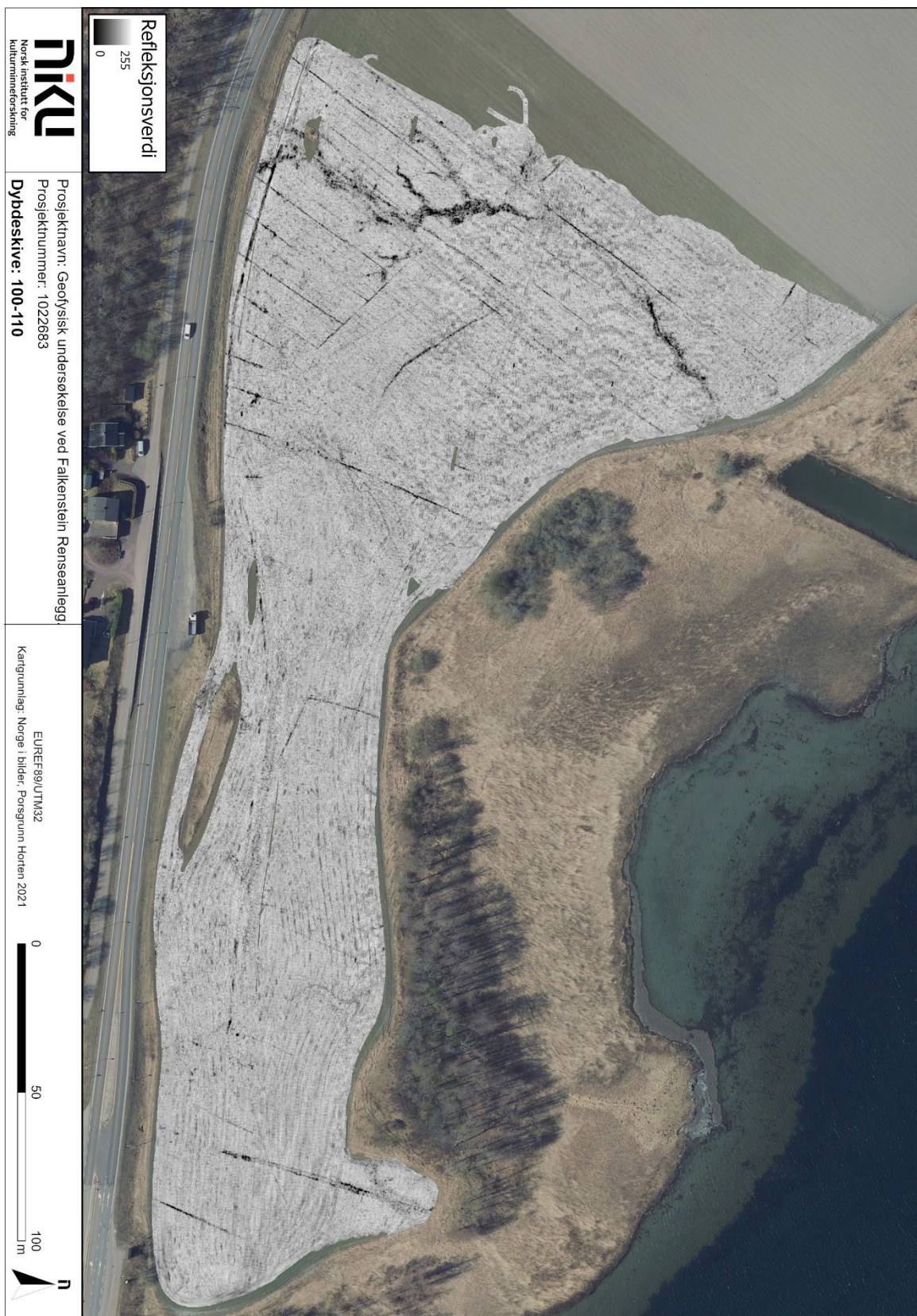


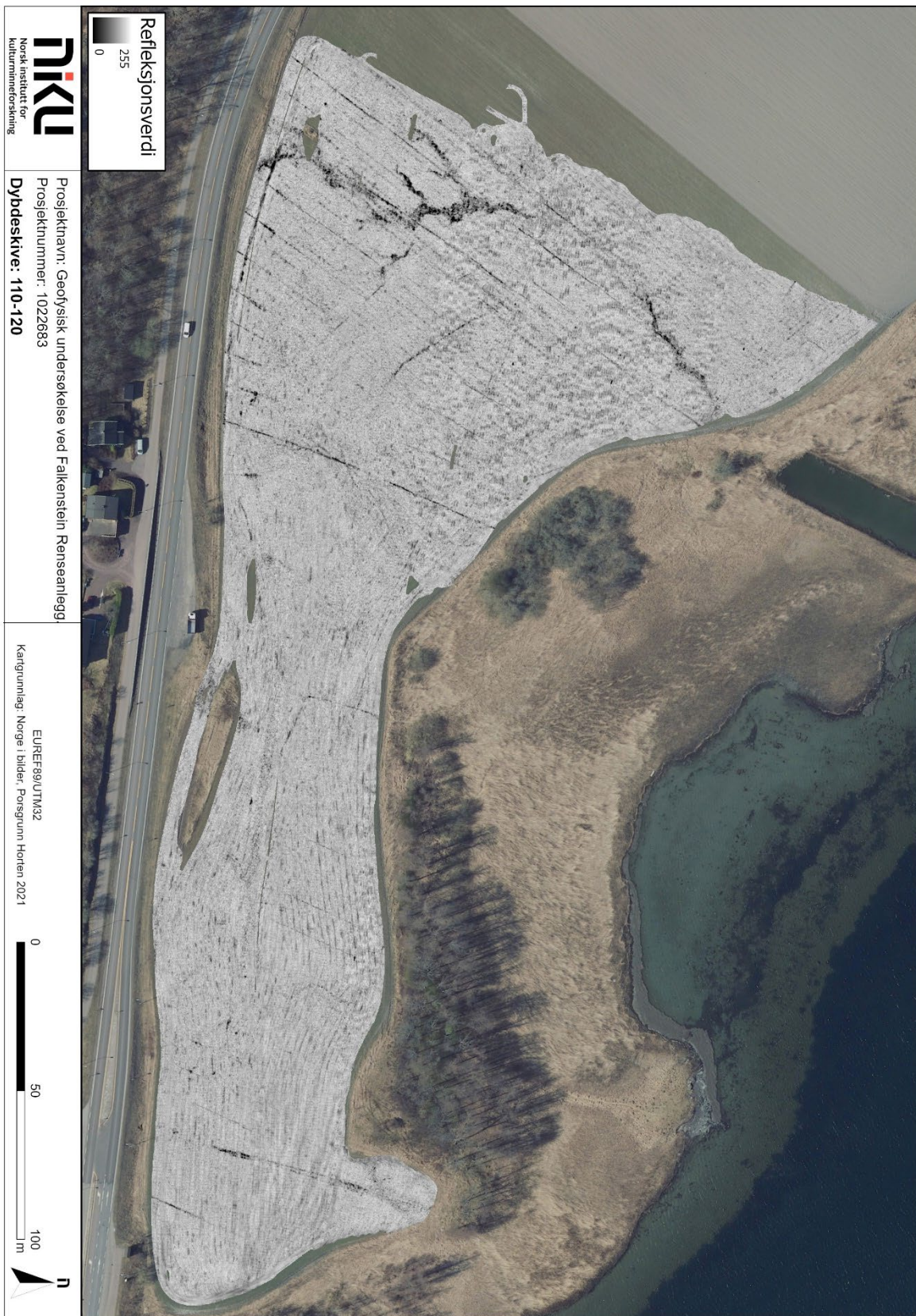


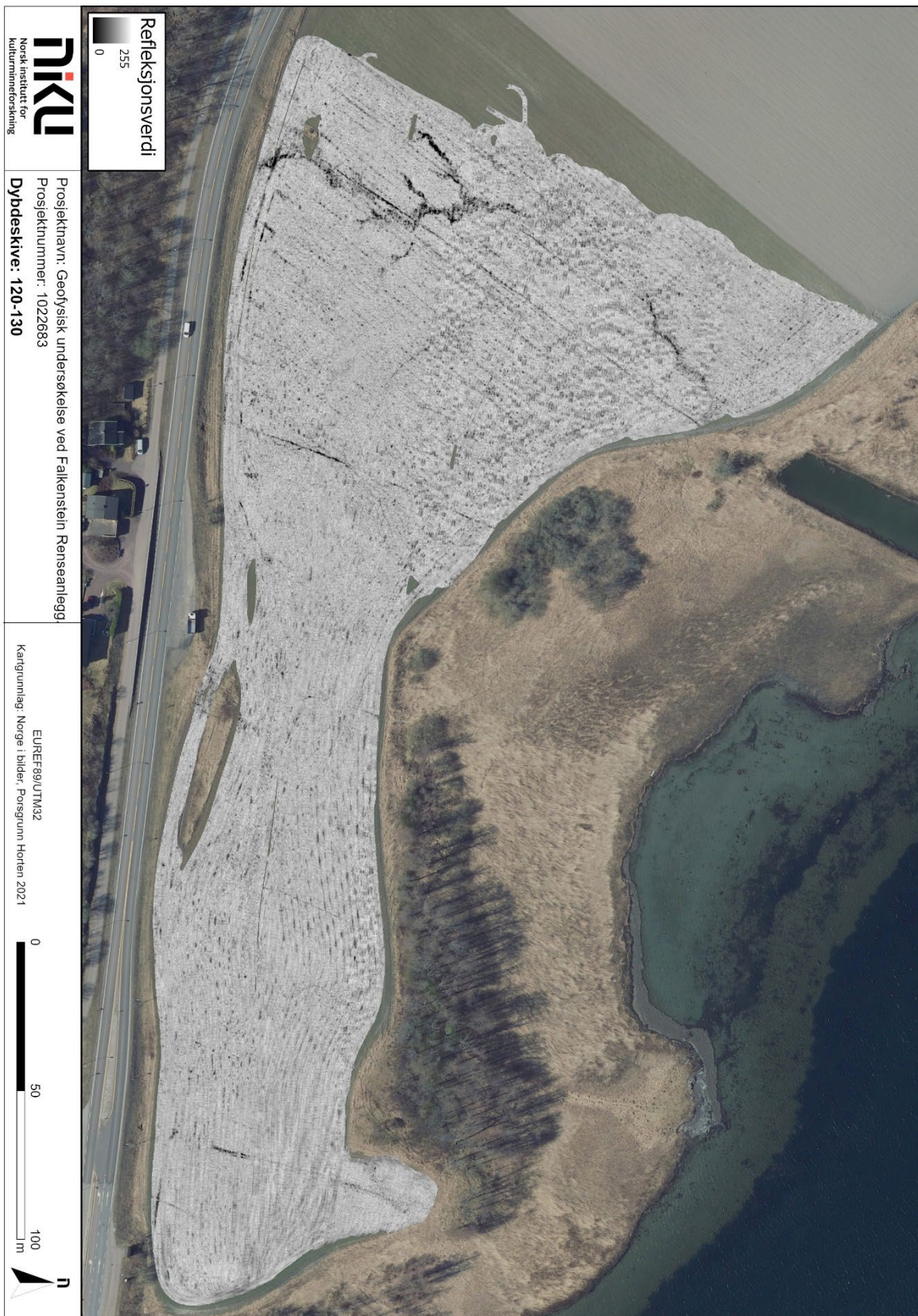


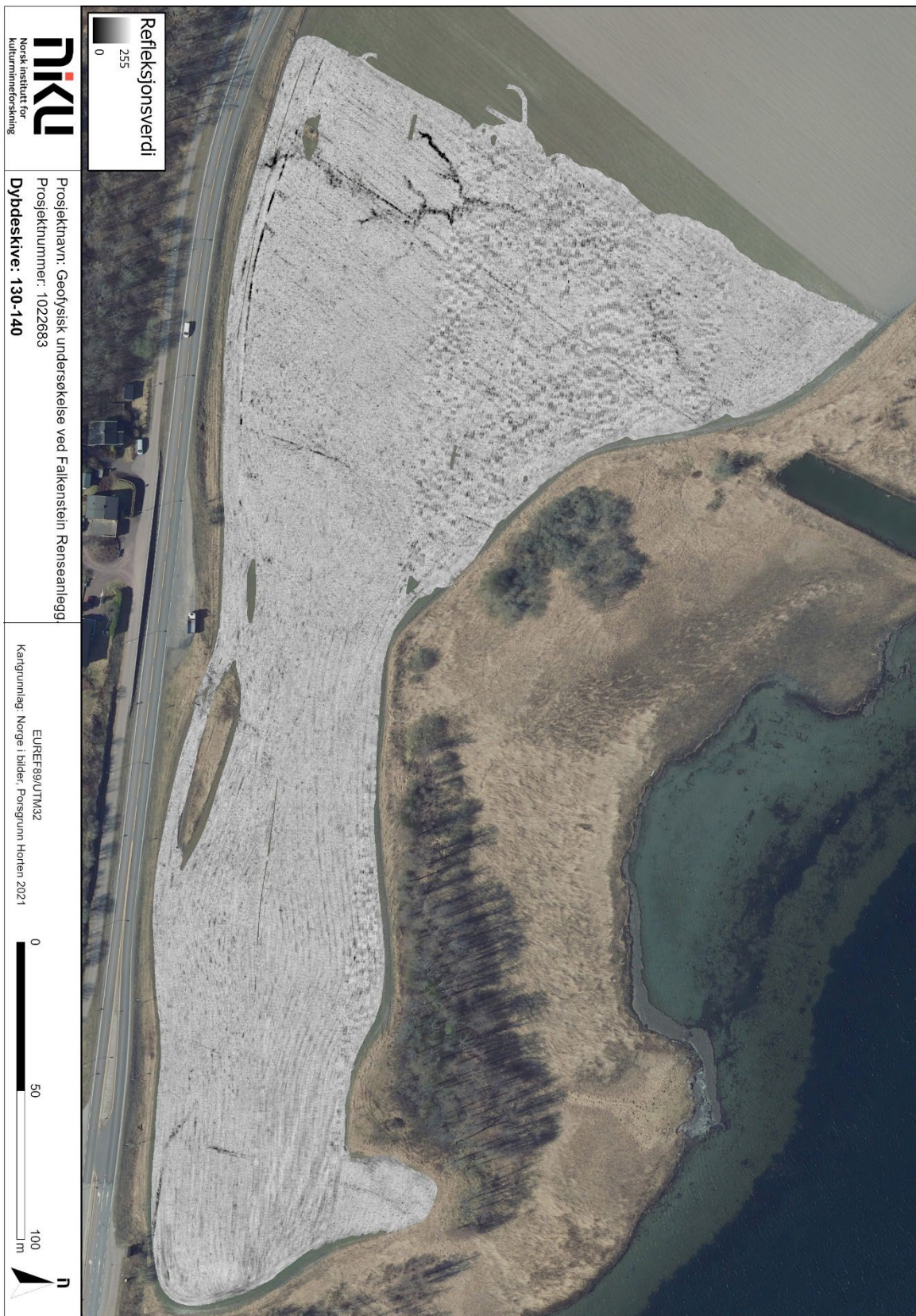


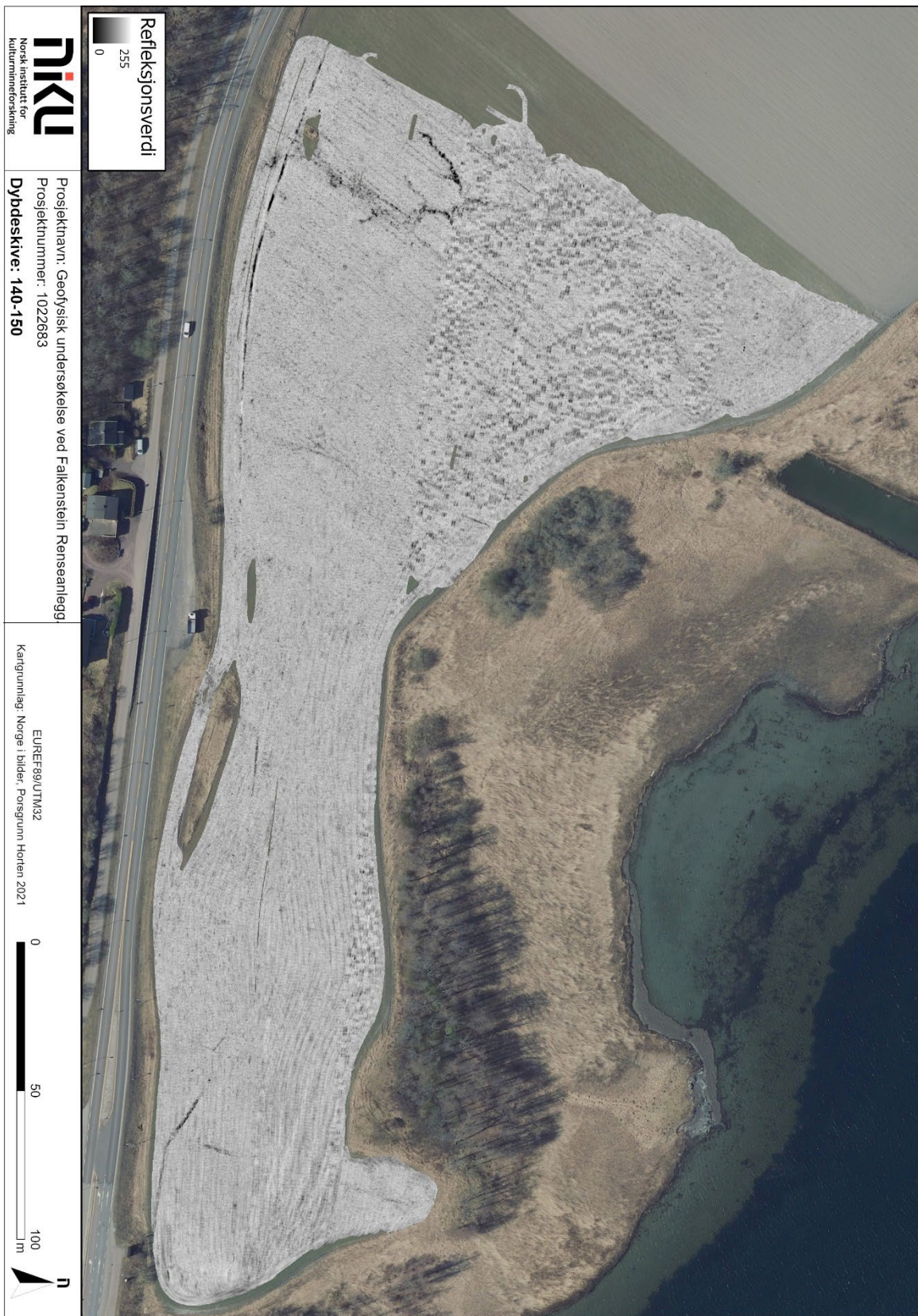


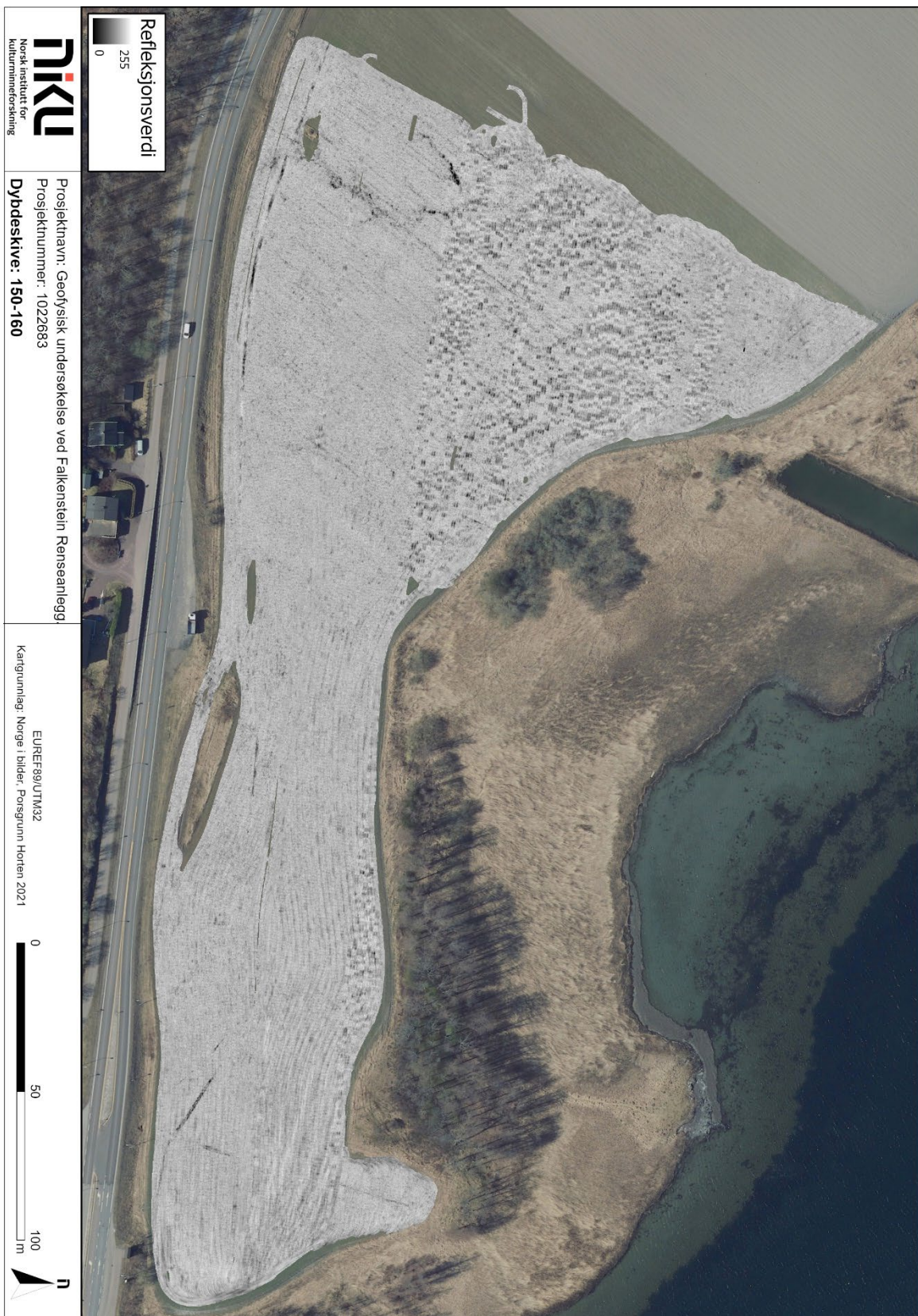


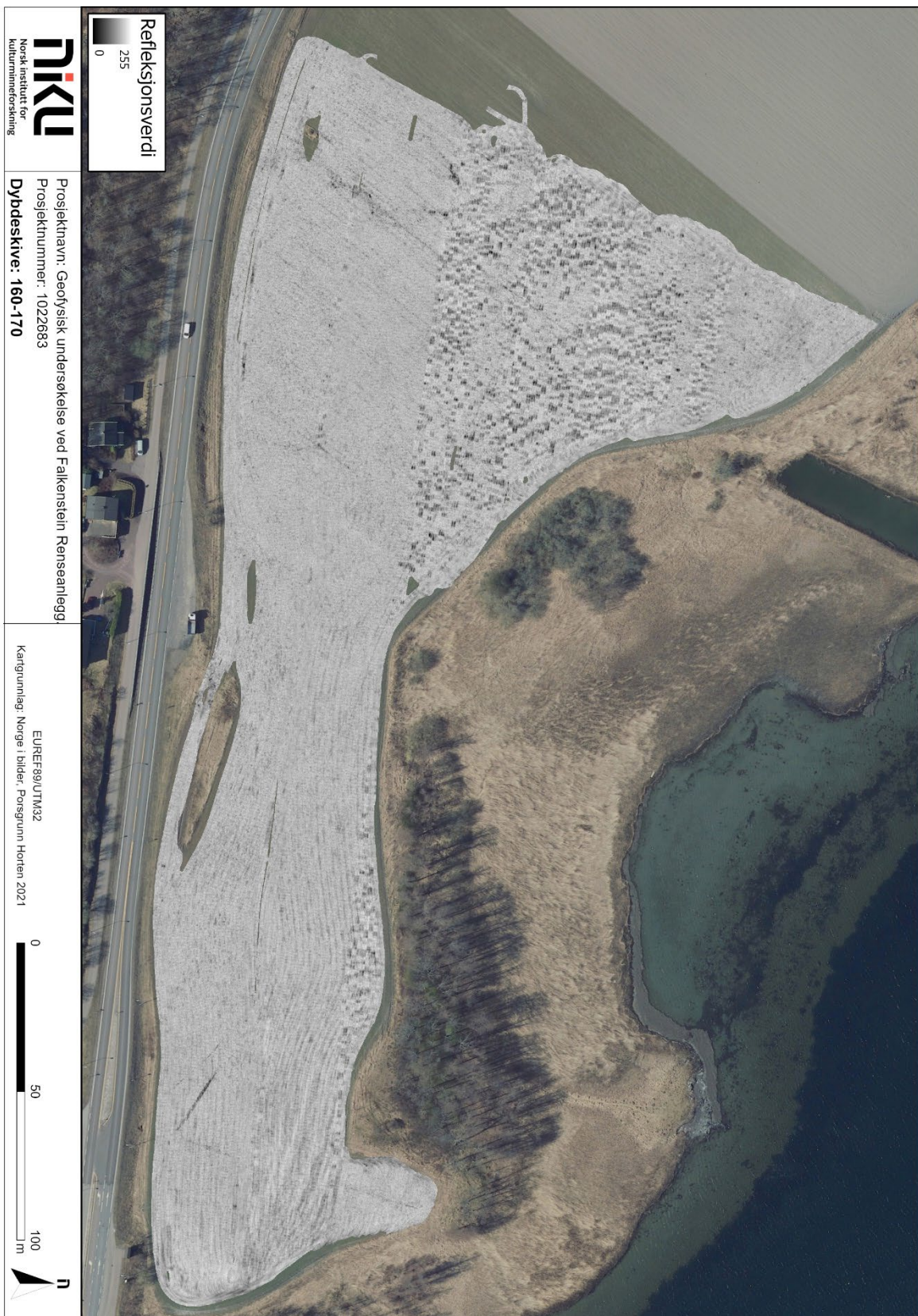


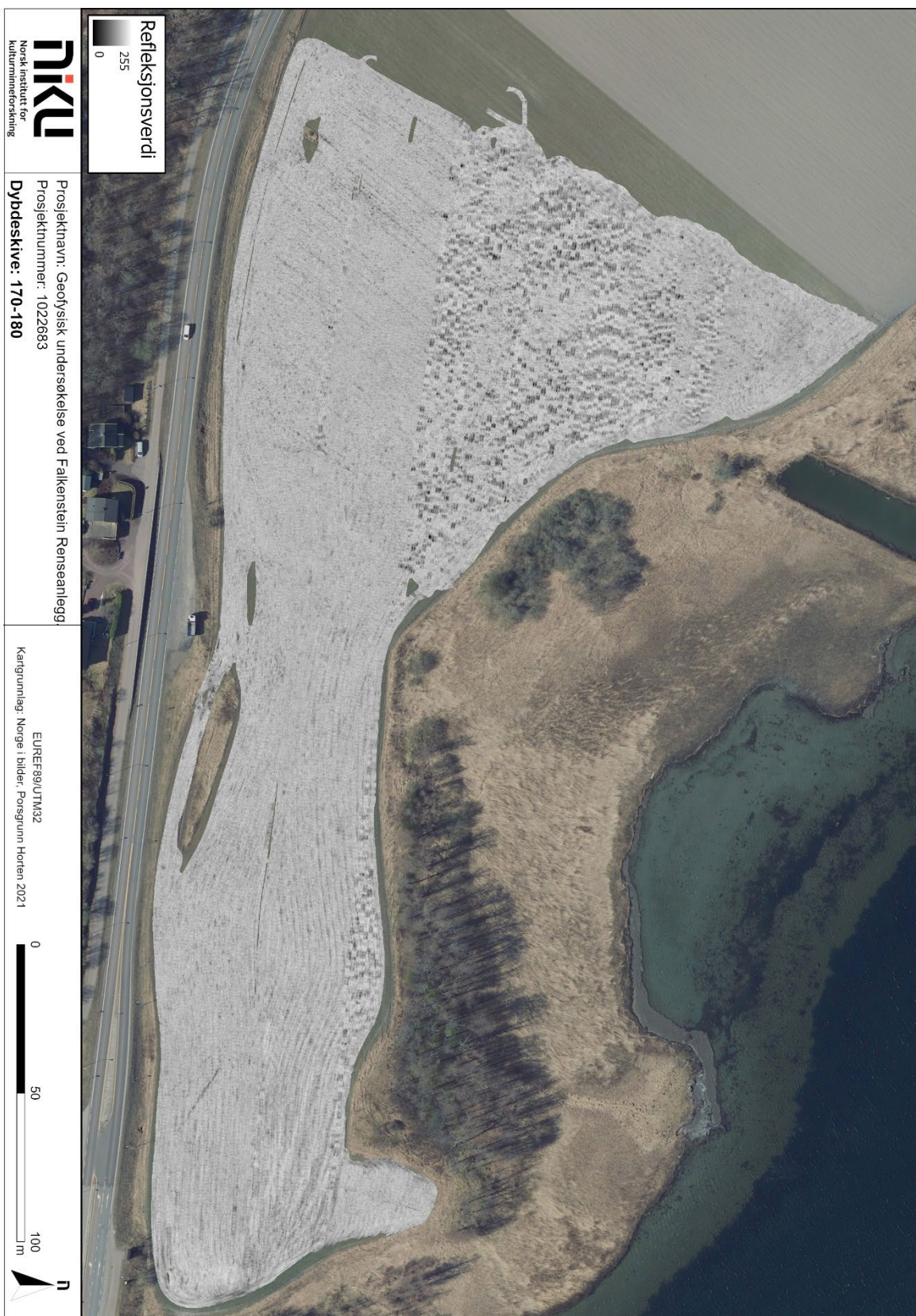


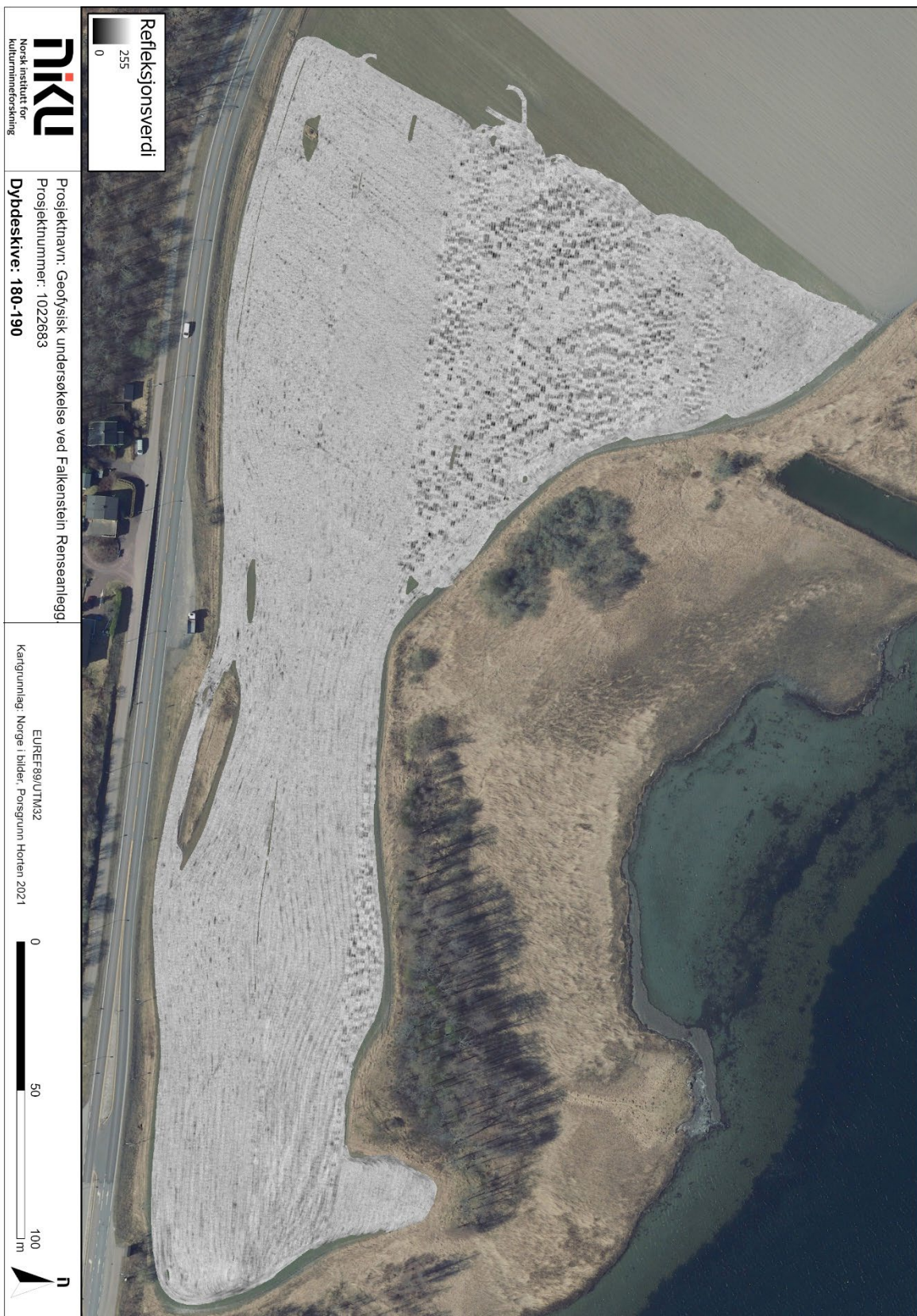


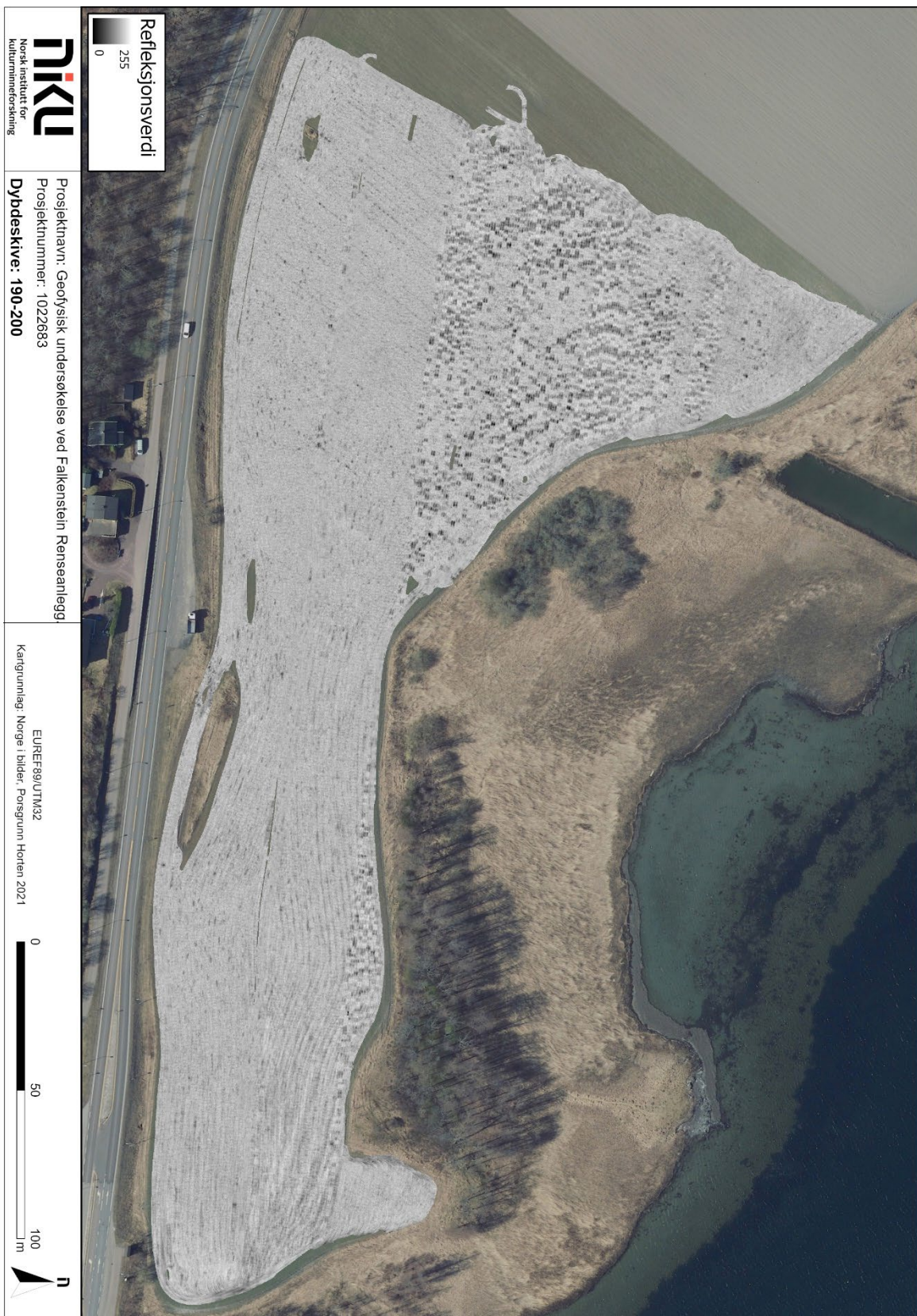


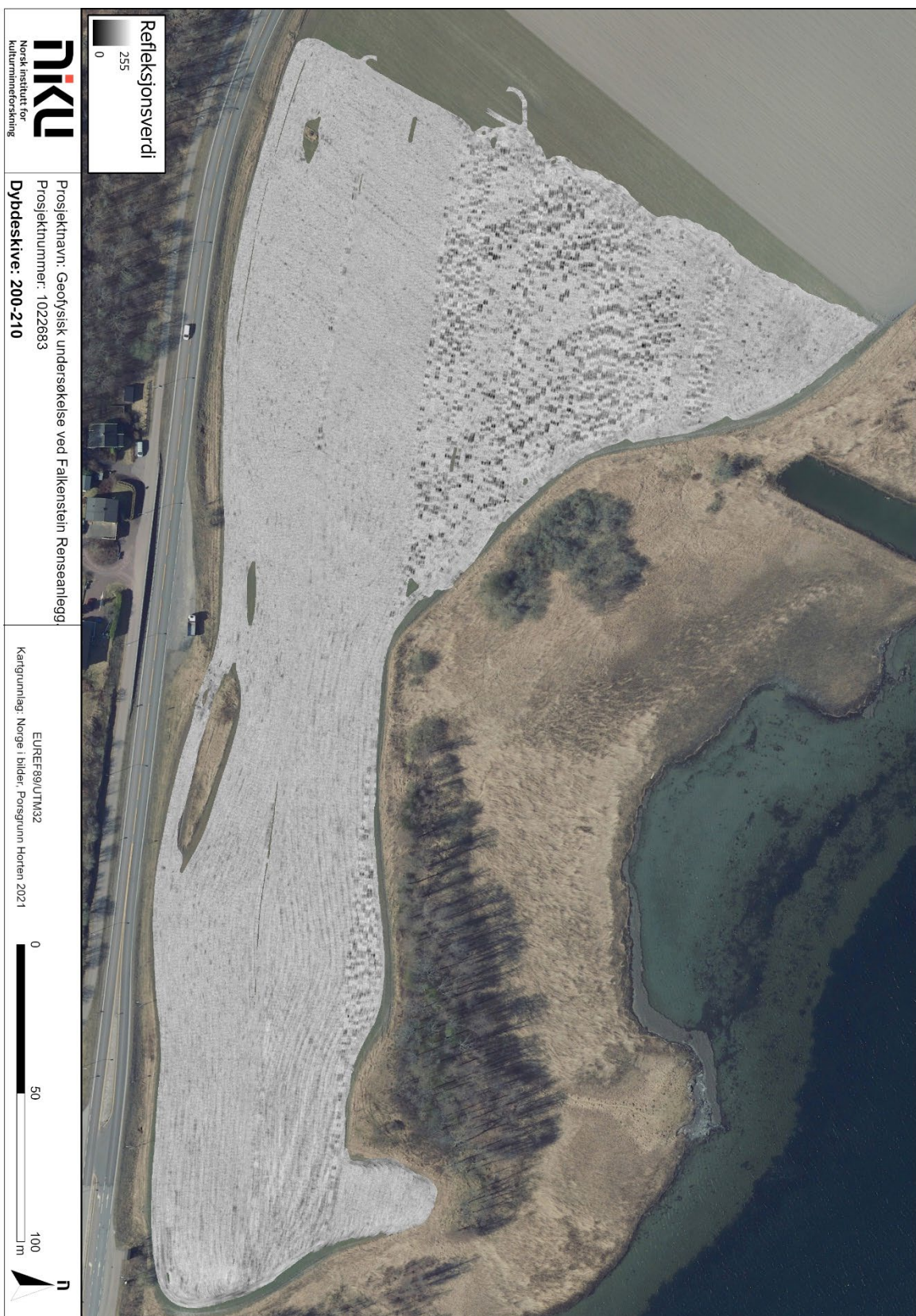












Norsk institutt for kulturminneforskning er et uavhengig forsknings- og kompetansemiljø med kunnskap om norske og internasjonale kulturminner.

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

NIKU Rapport 263

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