

Efterforskning og kortlægning af resterende sandressourcer i bygherreområde 562-AE Thyborøn, Nordsøen for Kystdirektoratet

Niels Nørgaard-Pedersen, Luna H. Winther & Lars G. Rödel

Efterforskning og kortlægning af resterende sandressourcer i bygherreområde 562-AE Thyborøn, Nordsøen for Kystdirektoratet

Niels Nørgaard-Pedersen, Luna H. Winther & Lars G. Rödel

Indhold

1.	Introduktion	3
1.1	Formål	3
2.	Undersøgelsesområde	4
3.	Tidligere undersøgelser	5
4.	Survey udførelse	7
4.1	Opmålingsskib	7
4.2	Udstyr og software	8
4.3	Dataprocessering og tolkning	10
5.	Survey resultater	11
5.1	Sejllinjer.....	11
5.2	Bathymetri.....	11
5.3	Side scan mosaik	13
5.4	ROV verifikationsdyk.....	14
5.5	Substrattypekortlægning	16
5.6	Menneskeskabte spor.....	17
5.7	Seismik tolkning.....	17
6.	Ressourcekortlægning	19
7.	Referencer	21

Bilag

A1: Kortbilag – Sejlinjer

A2: Kortbilag – Bathymetri baseret på multibeam opmåling

A3: Kortbilag – Hældning

A4: Kortbilag – Side-scan sonar mosaik

A5: Kortbilag – Substrattypekort med ROV positioner

A6: Kortbilag – Spor efter menneskelig aktivitet

A7: Kortbilag – Kortlagt ressourcemægtighed

1. Introduktion

For at sikre forsyningssikkerheden af sand til kystfodringen har Kystdirektoratet (KDI) flere bygherretilladelser til råstofindvinding af sand på havet. WSP/GEUS har for KDI fået til opgave at udføre en marin geofysisk kortlægning efterfulgt af miljøundersøgelser i de eksisterende bygherreområder på strækningen mellem Nymindegab og Lodbjerg i Nordsøen. Områderne omfatter 578-AA Husby Klit, 562-AD Ferring, 562-PA Thyborøn, og 562-AE Thyborøn samt en 500 m omgivende påvirkningszone omkring områderne. Nærværende rapport omhandler ressourcekortlægning og miljøundersøgelser af 562-AE Thyborøn.

Der er foretaget fulddækkende geofysisk kortlægning med side scan sonar, multibeam og Innomar sedimentekkolod. Substrattypekortlægning er understøttet af ROV videodyk på udvalgte positioner. GEUS har stået for den geofysiske kortlægning, mens WSP har udført ROV verifikationer.

1.1 Formål

Formålet med de geofysiske undersøgelser er at foretage en detaljeret kortlægning af bygherreområdet med henblik på at afgrænse de resterende ressourceområder samt at beskrive og vurdere omfang og kvalitet af resterende ressourcer. Herudover skal kortlægningen danne baggrund for videre miljøundersøgelser og miljøvurdering af de biologiske interesser i efterforskningsområdet inkl. den omgivende 500 m zone.

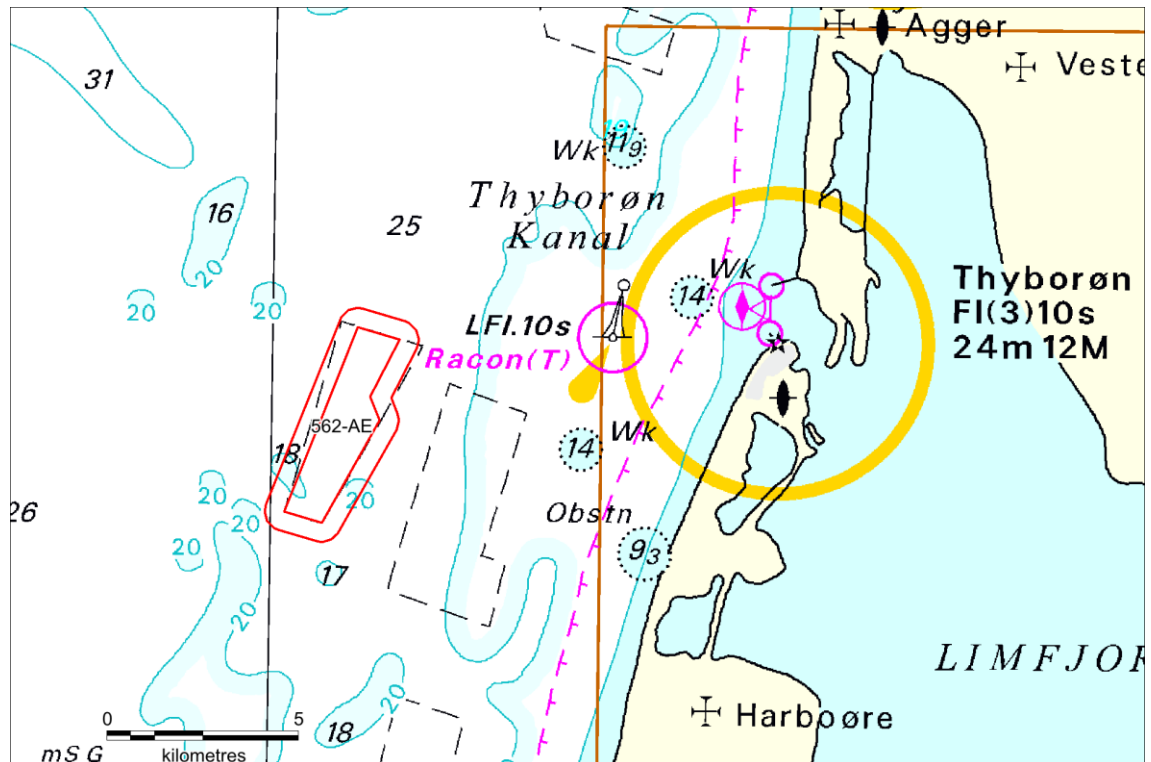
Der udarbejdes følgende kortbilag:

- a) Kort over sejllinjer
- b) Kort over områdets bathymetri
- c) Kort over områdets hældninger
- d) Kort over side scan sonar data
- e) Kort over overfladesedimentets sammensætning
- f) Kort over spor af menneskelig aktivitet
- g) Kort over råstoffressourcens udbredelse og volumen

Alle resultater, positioner, sejllinjer, kort og tolkninger af indsamlede data afleveres til Miljøstyrelsen i form af råstof rapport med MapInfo GIS lag.

2. Undersøgelsesområde

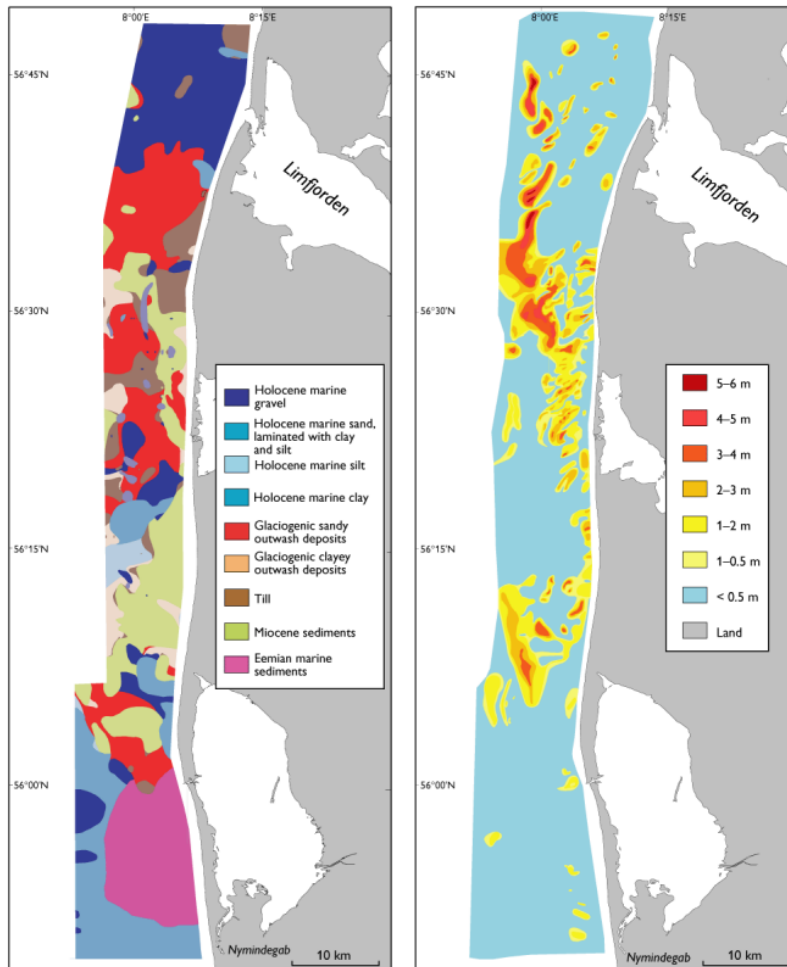
Bygherreområde 562-AE Thyborøn udgør et areal på ca. 6,0 km² og er beliggende ca. 8 km vest for Harbøre Tange (Figur 1). Området er et aktivt indvindingsområde, hvor Kystdirektoratet i en længere årrække har indvundet sand til kystfordringsprojekter på den jyske vestkyst.



Figur 1. Undersøgelsesområde 562-AE inkl. 500 m zone.

3. Tidligere undersøgelser

Sandforekomsten blev oprindeligt identificeret på baggrund af den geologiske kortlægning af Vestkysten udført for Kystdirektoratet af GEUS i 1998 og 1999 (GEUS, 1999). Kortlægningen underbyggede at der i området forefandt en op til ca. 3-4 m tyk ressourceenhed bestående af holocænt marint mobilt sand (Figur 2). Der blev identificeret underliggende tidligt holocæn Aggerler aflejringer i den nordlige del, og smeltevandsaflejringer i den sydlige del af området.



Figur 2. Kortlægning af mægtigheden af marint mobilt sand (th) og ældre underliggende kvartære og prækvartære aflejringer langs den jyske Vestkyst (Leth et al., 2004).

Der ikke boringer fra selve indvindingsområdet i GEUS boringsdatabase Jupiter. Nær liggende boring 560712.2 nord for området indeholder 6 cm sand overlejrende 5,9 m siltet ler med slirer af sand (formodet tidlig holocæn Aggerler). Boring 560720.3 fra den centrale vestlige del af området indeholder 5,85 m mellem-grovkornet marint sand. Boring 560809.656

sydøst for området indeholder 0,54 m fint-mellemkornet marint sand overlejrende 3,2 m siltet ler med sandslirer (formodet tidlig holocæn Aggerler), og 1.2 m leret og gruset marint sand.

Der blev foretaget miljøundersøgelse af 562-AE området i 2013 (Orbicon, 2013).

4. Survey udførelse

Mobilisering af surveyskibet MV Annette Christina blev udført d. 16. juni 2020 i Hvide Sande havn. I den forbindelse blev der påsvejet stævnør til montering af kombineret side scan sonar/multibeam (Edgetech 6205) og rør til montering af Innomar transducer (Pinger) blev monteret på bagbords side i eksisterende beslag. GEUS' surveycontainer med optageudstyr og overvågningsmonitors blev monteret på agterdækket.

Survey af 562-AD Ferring foretoges i perioden 22-23 juni 2020. Forud for survey start blev der foretaget patchtest og kalibrering af Multibeam på vrug ved område 578-AA Husby Klit. Linjeafstanden i området var på 100 m og surveyhastigheden blev holdt på ca. 7 knob. Side scan sonar range var indstillet til 75 m, hvilket medfører et overlap på ca. 50 m mellem linjerne. Der blev dagligt udført SVP profilering (lydhastighedsmåling) af vandsøjlen.

Vejr og sø var under survey fint med bølgehøjde <1m under første halvdel af survey og bølgehøjde <0,5 m under den sidste halvdel. Datakvalitet var overvejende fin således, at der kan opnås fuld dækning for side scan sonar og multibeam data over surveyområdet. Data-dækning for side scan sonar og Innomar subbottom profiler blev checket efter fuldførelse af området.

Følgende personer deltog i det akustiske survey:

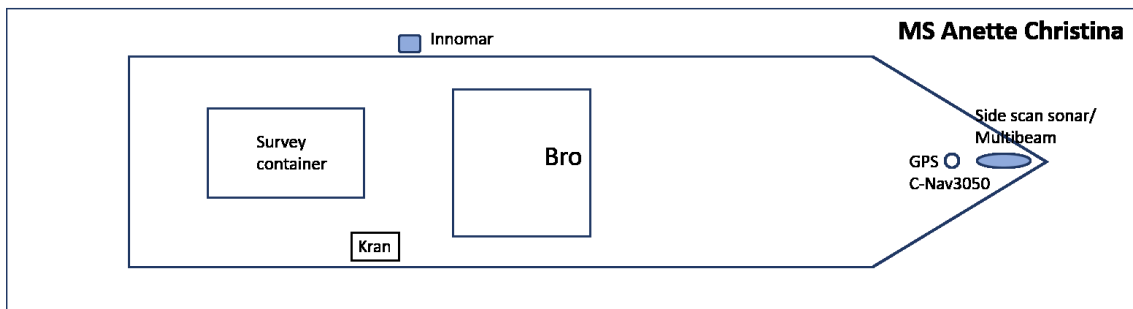
- Niels Nørgaard-Pedersen, GEUS (Geolog, seniorforsker og projektleder)
- Jørgen O. Leth, GEUS (Geolog, seniorrådgiver)
- Lars Georg Rödel, GEUS (Senior marintekniker)
- Sigurd B. Andersen, GEUS (Marintekniker)

4.1 Opmålingsskib

Surveyskibet *MS Anette Christina* chartret gennem FOGA Aps. blev benyttet til geofysisk opmåling (Figur 3). I Figur 4 ses skitse af udstyrsopsætning.



Figur 3. Surveyskibet MS Anette Christina



Figur 4. Surveyudstyr opsætning på MS Anette Chistina.

4.2 Udstyr og software

Den geofysiske opmåling inkluderede side-scan sonar, multibeam, og sedimentekkolod. I Tabel 1 ses oversigt over udstyrsspecifikationer.

Tabel 1. Oversigt over anvendt surveyudstyr.

Udstyr	Model	Specifikationer
GPS positionering	Applanix PosMv 5	
Integreret side scan sonar/ multibeam	Edgetech 6205	230/550/1600kHz
Sedimentekkolod (pinger)	Innomar Medium	Primær frekvens 8 kHz

Positionering

Til positionering blev der benyttet en Applanix PosMv 5 modtager. GPS/GNSS/L modtageren benytter NTRIP korrektioner, hvor med der opnås en horisontal nøjagtighed på 0.1m og en vertikal nøjagtighed bedre end 0.3m. Dybdemåling relativt til referencepunkt bliver dermed automatisk tidevandskorrigeret. I forbindelse med mobilisering bliver offset fra GPS-antennen til sonar-transduceren opmålt. Under survey bliver antennepositioner og korrigerede navigationsdata fordelt på datastrengen til softwaren for de individuelle optageinstrumenter. GPS højden beregnes på basis af geoid adskillelse (DKGE-OID02).

Bathymetri

Vanddybder blev opmålt i forhold til DVR90 med Edgetech 6205 Multi phase Echosounder'en der var monteret under stævnen i en dybde af 3 meter under vandlinjen. Instrumentets 230 kHz frekvens benyttes til bathymetriopmålingen og position, højde, roll/pitch/heave kompenseres af en motion sensor forbundet til Applanix PosMv 5 modtageren. Kombinationen af de to instrumenter giver en absolut nøjagtighed på 0.3 m. RTK værdier nedtages kontinuerligt under survey. Kortvarige perioder hvor internetforbindelse mistes fører dog til manglende RTK værdier. Dataopsamling foregår i Edgetech software'n Discovery, og data-filer registreres i Edgetech JSF format. I forbindelse med opmålingen blev der foretaget patchtest af sonar'en på en markant bundform. Patchtest data blev senere benyttet til kalibrering af sonar og endelig processering af dybde data. JSF filerne blev processeret dagligt for at checke datakvalitet. Heave og SVP (lydhastighedsprofiler) blev importeret til SonarWiz projekt for at korrigere rådata. Datasættet blev rensed for 'outliers' og data blev begrænset til 140 grader interval for at ekskludere større unøjagtighed på ydre strålevifte. Det rensede datasæt blev eksporteret som Geotiff fil for at skabe et overbliksbillede og ligeledes som et ESRI grid, der kan viderebehandles med GIS software.

Side scan sonar havbundsoverflade kortlægning

EdgeTech 6205 side-scan sonar'en opererer med frekvenserne 230 og 550 kHz. Den optimale opløsning i sejlrretningen er på ca. 4.5 cm. Data blev optaget i Edgetech JSF format med Sonarwiz 7 software. Der blev benyttet en range på 75 m til hver side af skibet. Ved en sejllinje afstand på 100 m på dybder i intervallet 15-30 m betyder det, at der er ca. 50% overlap mellem sejllinjerne.

Innomar højopløseligt sedimentekkolod

Der blev benyttet et Innomar SES-2000 Medium parametrisk subbottom profiler til kortlægning af de øvre 5-10 m af havbunden. Penetrationsdybden i finkornede bløde sedimenter kan være bedre end 50 m, men tilstedeværelse af hårde, stenede eller sandede lag vil typisk reducere penetrationen meget. Erfaringsmæssigt kan sandede lag med en tykkelse på op til 5-10 m typisk registreres. Den vertikale opløsning er op til ca. 5 cm afhængigt af den benyttede puls. Alle data bliver korrigeret for roll og heave med en motionsensor (SMC), som er placeret på skibet direkte over transduceren.

4.3 Dataprocessering og tolkning

De seismiske data er blevet processeret, tolket og bearbejdet til kort, og resultaterne er præsenteret i GIS-programmet MapInfo. Nedenstående Tabel 2 giver en oversigt over databearbejdning og tolknings dataformater, software og slutprodukter.

Tabel 2. Oversigt over datatyper og -formater.

Datatype	Dataformat	Data- og tolkeprogram	Slutprodukt
Positionering	ASCII tekst	NaviPac, Hypack, MapInfo	Sejllinjekort
Bathymetri	ASCII tekst	Edgetech Discovery, SonarWiz 7 MapInfo Vertical Mapper	Dybdekort, Hældningskort
Side scan	Jsf konverteret til geotiff	SonarWiz 7, Mapinfo	Havbunds sedimentkort, menneskelig aktivitet
Innomar	Optaget i Raw format. Konverteret til SEGY med SesConvert64	Kingdom, Innomar, Mapinfo	Havbunds sedimentkort og ressourcekort

5. Survey resultater

Survey data er blevet processeret, tolket og bearbejdet til førstegenerationskort. På baggrund af side scan sonar data er der udvalgt positioner til ROV videodyk og herudover er tidligere ROV positioner udvalgt til fornyet ROV dyk. Efter gennemførelse af ROV dyk i 2021 af WSP er analyseresultater inddraget i endelig udfærdigelse af tolkede substrattypekort. Der er udarbejdet kortbilag for sejllinjer, dybdeforhold, hældningsforhold, side scan sonar mosaik, substrattyper, spor efter menneskelig aktivitet og ressourcemægtighed.

I det følgende beskrives analyser og tolkning af data. Kortpræsentationer kan findes i bilagene til denne rapport.

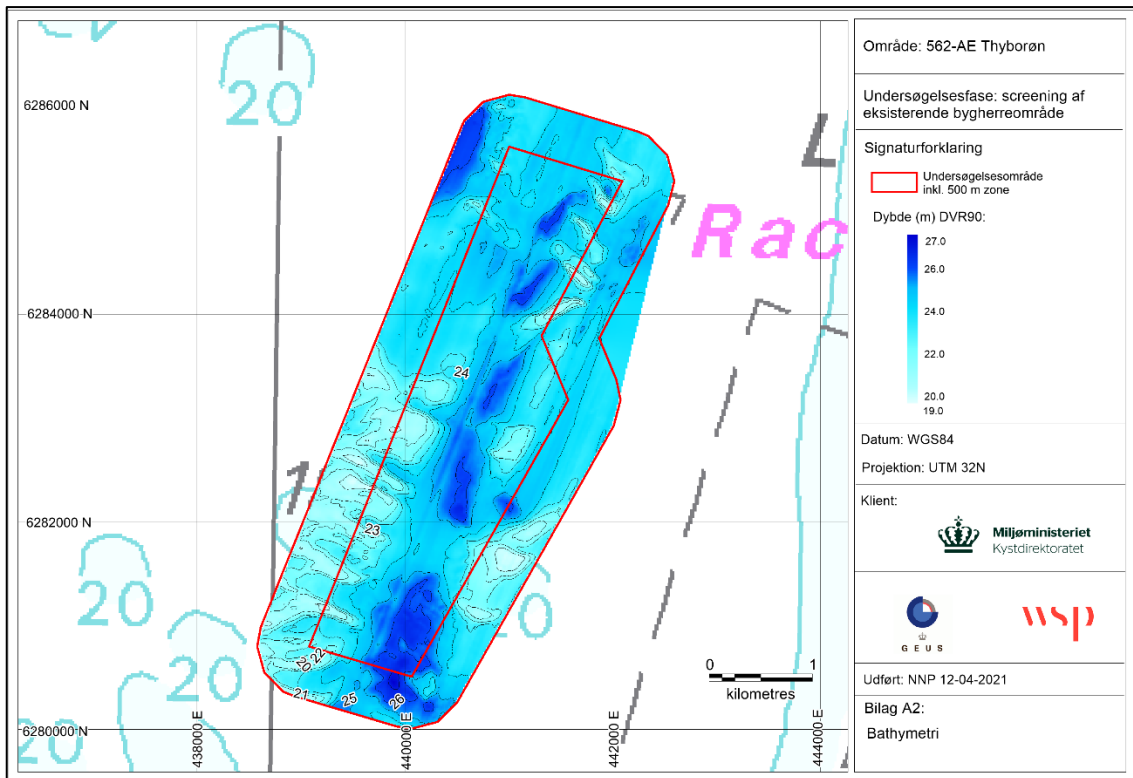
5.1 Sejllinjer

Der blev sejlet i alt 25 NNØ-SSV gående linjer svarende til ca. 132 linjekm over 562AE området inkl. omgivende 500 m zone (Kortbilag A1). Linjerne blev sejlet med en indbyrdes afstand på 100 m. Linje 11 blev gentaget, efter at det var konstateret at side scan sonar data ikke var blevet optaget. Linjerne er nummereret 562AE_xx fra vest (562AE_01) til øst (562AE_25).

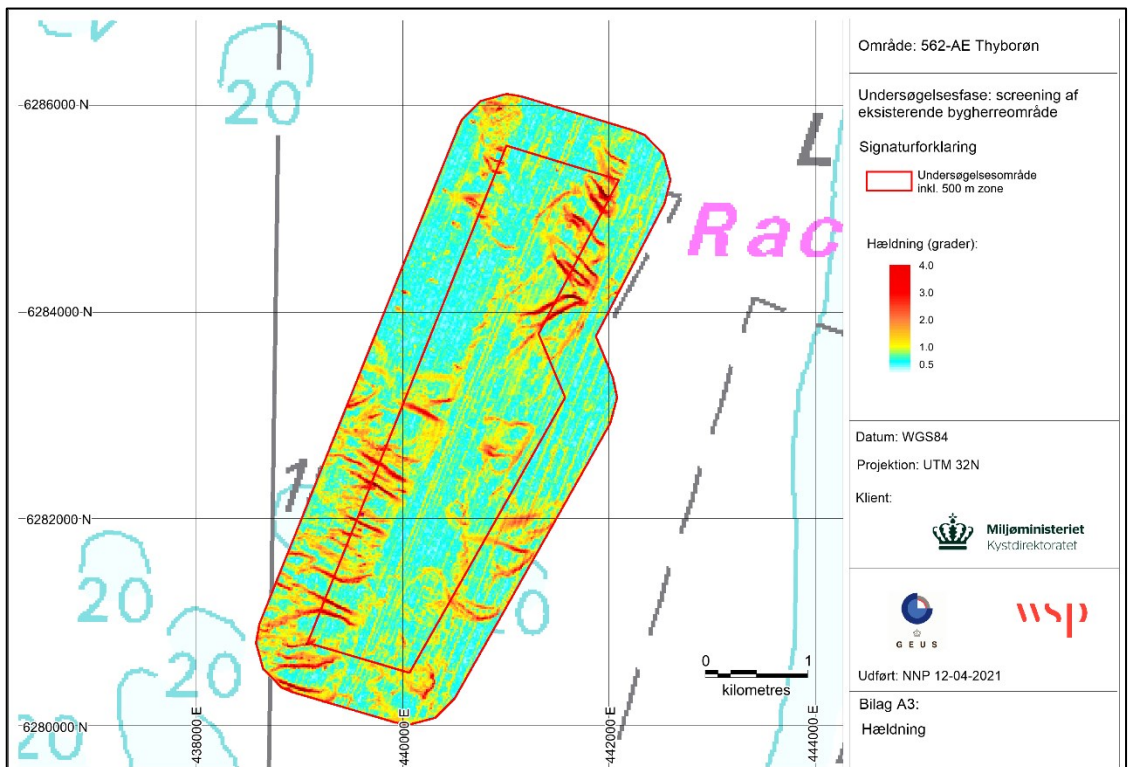
5.2 Bathymetri

De processerede data fra multibeamopmålingen er eksporteret som højopløselig xyz gridfil og data er regriddede i Vertical Mapper og plottet med dybdefarvekode og 1 m konturlinjer i forhold til DVR90 (Figur 5, Kortbilag A2). Herudover er der på baggrund af dybdedata beregnet hældningsforhold i grader, og data er ligeledes eksporteret som gridfil, regriddet i Vertical Mapper, og plottet med farvekode (Figur 6, Kortbilag A3).

Dybdedata viser at dybden i området varierer fra ca. 19 m til ca. 27 m. Der er overordnet set god overensstemmelse med søkortets 20 m konturlinje. De laveste dybder på 19-20 m findes i den sydvestlige del af området og de største dybder på ca. 26-27 m i den centrale og den nordvestlige del af området. Plot af hældningsdata viser at hældningen ikke overstiger ca. 4 grader. De største hældninger findes generelt på lineare til let krummede ryglignende strukturer i de mere lavvandede dele af området. Sammenligning med dybdedata og side scan sonar mosaik underbygger, at de største hældninger er relateret til sandbundformer.



Figur 5. Dybdeforhold (m, DVR 90) baseret på multibeam opmåling (Kortbilag A2).



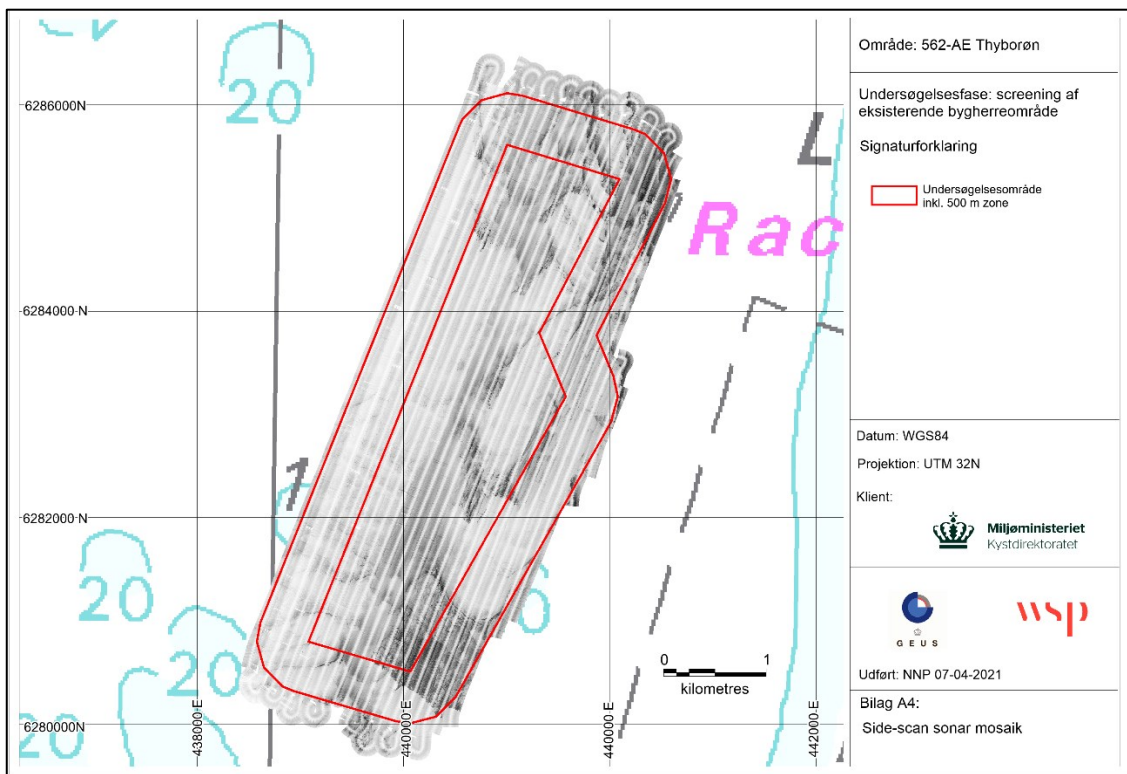
Figur 6. Hældningsforhold (grader) baseret på multibeam opmåling (Kortbilag A3).

5.3 Side scan mosaik

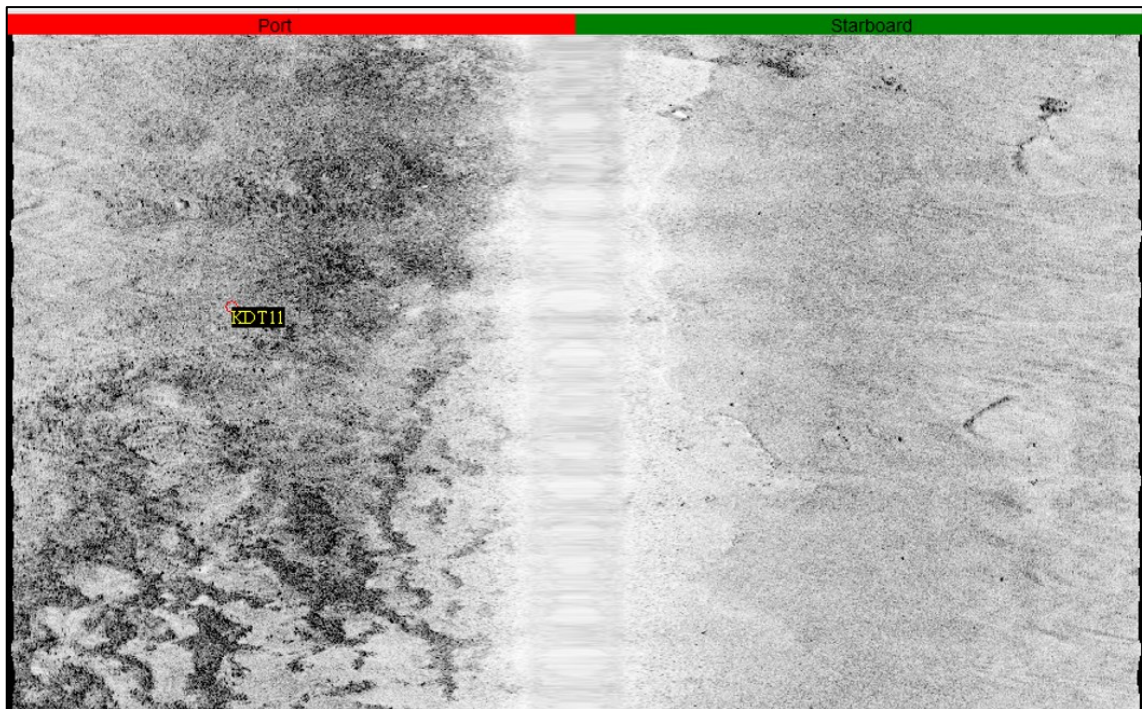
Der er genereret højopløselige geotiff filer (tiles) af de processerede side-scan sonar data og tiles er plottet i Mapinfo (Figur 7, Bilag A4).

Side-scan mosaikken viser dominerende lysere områder repræsenterende lavere reflektiv sandbund. Her ses ligeledes rygge og trug af store bundformer orienteret i flere retninger. I den sydlige, nordvestlige (500 m zone) og nordøstlige del af området se markante havbundspartier domineret af mørkere højere reflektiv havbund, repræsenterende et mere gruset-grovsandet sediment, med stedvis forekomst af større sten (Figur 8).

Der er kun observeret få spor efter menneskelig aktivitet (kortbilag A6). Der er sandsynligvis tale om spor efter trawlfiskeri.



Figur 7. Side-scan sonar mosaik (kortbilag A4).



Figur 8. Eksempel på side-scan sonar billede fra den centrale del af området (ROV dyk position KD562AE-11) med sandet-gruset småstenet bund (substrattype 2) og stedvise partier med større sten (substrattype 3).

5.4 ROV verifikationsdyk

Der er af WSP foretaget ROV verifikationsdyk fordelt på 20 positioner, der tidligere har været foretaget dyk på, samt et ekstradyk foretaget på station KD562AE-17e. ROV dykkene påviser at havbunden er domineret af finkornet sand, med en tendens til at være af mere finkornet og siltet karakter i den østlige del af undersøgelsesområdet (substrattype 1b grænsende til type 1a). Mindre områder med forekomster af større sten (substrattype 3 og 4) er påvist omkring ROV stationerne KD562AE-05,-11, og -18. Ligeledes indikerer ROV observationer fra station KD562AE-11, og -17 at ældre lerlag stedvist er blottet på havbunden (substrattype 1c).

Table 1. ROV stationer med substratbeskrivelse og klassifikation.

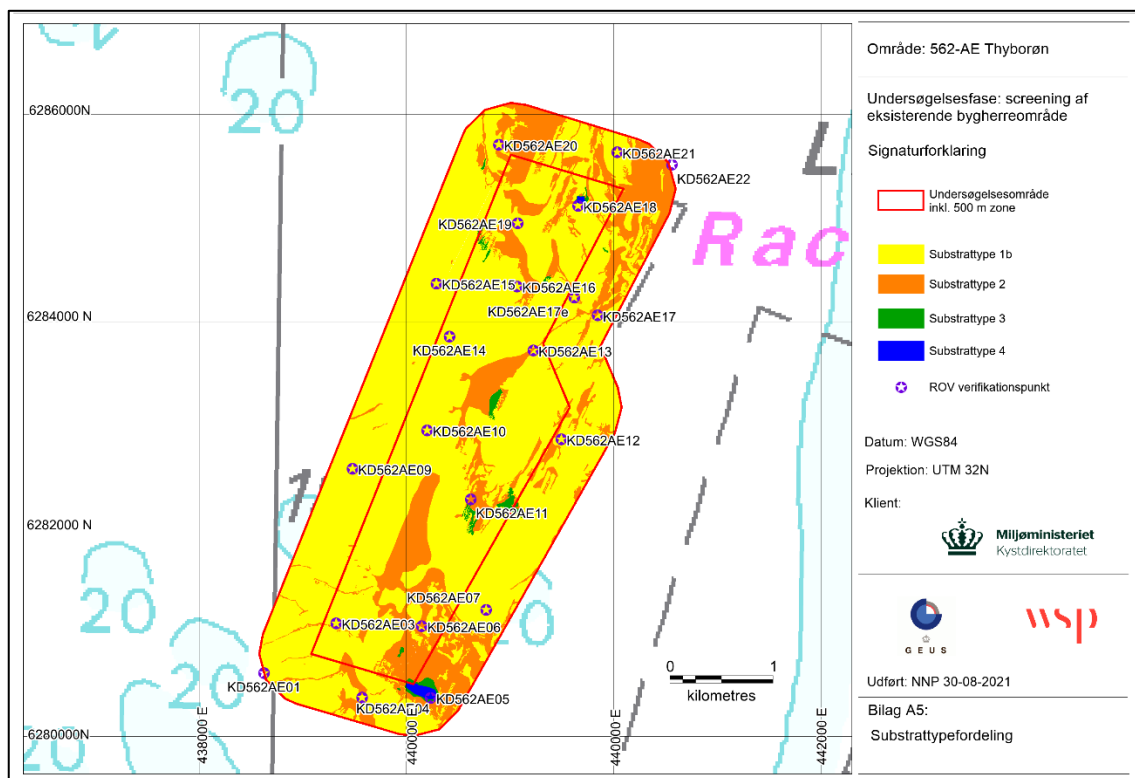
Punkt	Substratbeskrivelse	Primær substrat	Sekundær substrat
KD562AE01	Sandbund, finkornet, mellemstørrelse bølgeribber, enkelt små huller efter muslinger, små skalfragmenter	1b	0
KD562AE03	Sandbund, helt fint sand, resterne af bølgeribber, begyndende udvisket, kan kategoriseres som bølgeriller, ren sandbund	1b	0

KD562AE04	Sandbund, tydelige bølgeribber, fint-til-siltet sand, marint sne, nogenlunde sigtbarhed, skalfragmenter, huller fra muslinger, mørkere sand,	1b	0
KD562AE05	50 m fra udpegningspunkt pga. fiskenet. Spredte store sten, substrattype 3 og 4, marint sne	4	0
KD562AE06	Sandbund med bølgeribber, marint sne, 1b grænsende til 1a, tydelige spor fra muslinger under sandet og børsteorme, forefindes ler og sten, spredte skalfragmenter	1b	0
KD562AE07	Meget finkornet sand, fine lave bølgeribber, marint sne, del spor af bundfauna, muslingehuller, grå plamager med silt	1b	0
KD562AE09	Finkornet sandbund, tydelige bølgeribber, spor i sandet efter bundfauna aktiviteter, muslingeskaller på bunden, marint sne,	1b	0
KD562AE10	Finkornet sandbund med små skarpe bølgeripper, marint sne, udmærket sigtbarhed, bundfauna aktivitet, ren sandbund ingen silt	1b	0
KD562AE11	Store sten, bølgeribber i sandet, marint sne, lokalt type 1b, ren finkornet sandbund, små klynger af store sten, lokalt type 3, lokalt fald på 1 meter muligvis forårsaget af lokale strømningsforhold, lerskrænt til stede, samling af store sten	2-3	1b/1c
KD562AE12	fint sand, måske siltet, homogen spredning af skalfragmenter, huller fra muslinger, bunden ser blød ud, udmærket sigtbarhed, marint sne tilstede, skaller fra muslinger mv. enkelte sorte plamager, siltede mudrede udgave	1b	0
KD562AE13	Ren sandbund, fint sand med svage bølgeribber, en smule siltet, muslingehuller, ringe sigtbarhed, muslingeskaller, marint sne, grænsende til 1a idét der er siltet bund	1b	0
KD562AE14	Tydelige tegn på bundfauna aktivitet, god sigtbarhed, meget finkornet sandbund tæt på siltet, mængde muslingeskaller, mørkere lag mudder, marint sne, grænsende til 1a bund	1b	0
KD562AE15	meget fin sandbund, bølgeribber, skal fra muslinger, marint sne, muligvis siltet, sigtbarheden er god, huller fra muslinger,	1b	0
KD562AE16	fin-kornet sandbund, markante bølgeribber, marint sne, ok sigtbarhed, ren sandbund uden forekomster af grus	1b	0
KD562AE17	ler på bunden, muligvis udpeget som 1c, en del huller i leret efter muslinger,	1c	0
KD562AE17e	sandbund med svage udviskede bølgeribber, enkelte skalfragmenter, muslingeskaller	1b	0
KD562AE18	meget fin sandbund, muligvis silt,	1b	4
KD562AE19	fint sand, skaller, marint sne, huller fra muslinger	1b	0
KD562AE20	meget fin-kornet måske siltet sandbund, tydelige bølgeribber, skalfragmenter, lerlag nedad, marint sne, blød bund	1b	0
KD562AE21	Meget finkornet sandbund, udviskede bølgeribber, marint sne, lav sigtbarhed	1b	0
KD562AE22	groft sand, grus, småsten, skaller, kraftige bølgeribber, marint sne, en del fordybninger fra muslinger	1b	0

5.5 Substrattypekortlægning

Der er foretaget substrattypekortlægning baseret på tolkning af side scan sonar mosaik, gennemgang af hver enkelt side-scan linje, samt observationer fra ROV dyk.

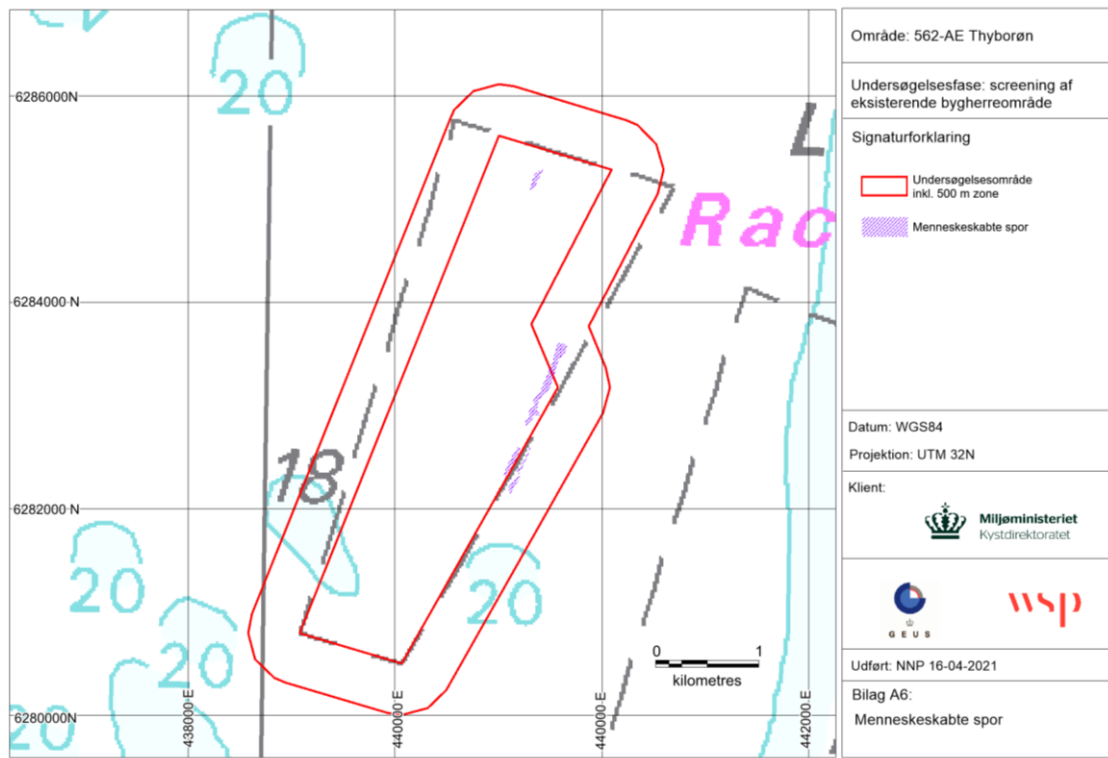
Undersøgelsesområdet er domineret af finsandet substrattype 1b med bølgeribber som jf. ROV dyk i specielt den østlige del af området er grænsende til meget finsandet og siltet type 1a (Figur 9). I dele af området findes større sammenhængende partier af højere reflektiv type 2 havbund (gruset til småstenet sandbund). Det har på baggrund af de side scan-sonar data ikke været muligt at kortlægge pletvis forekomst af blottede ældre lerlag, som observeret på ROV station KD562AE-11 og -17. Det kan ikke udelukkes at fint opbrokket ler (med relativ høj refleksion) udgør dele af områderne karakteriseret som substrattype 2. Herudover findes stedvist mindre partier af substrattype 3 (sand, grus og småsten med 10-25% dækning af sten >10 cm i diameter). Substrattype 4 (stenrev med >25% dækning af sten >10 cm i diameter) er kun påvist i påvirkningszonen i den sydøstlige del af undersøgelsesområdet samt i et mindre område ved ROV station KD562AE-18 i den nordlige del af indvindingsområdet.



Figur 9. Substrattype fordeling (kortbilag A5).

5.6 Menneskeskabte spor

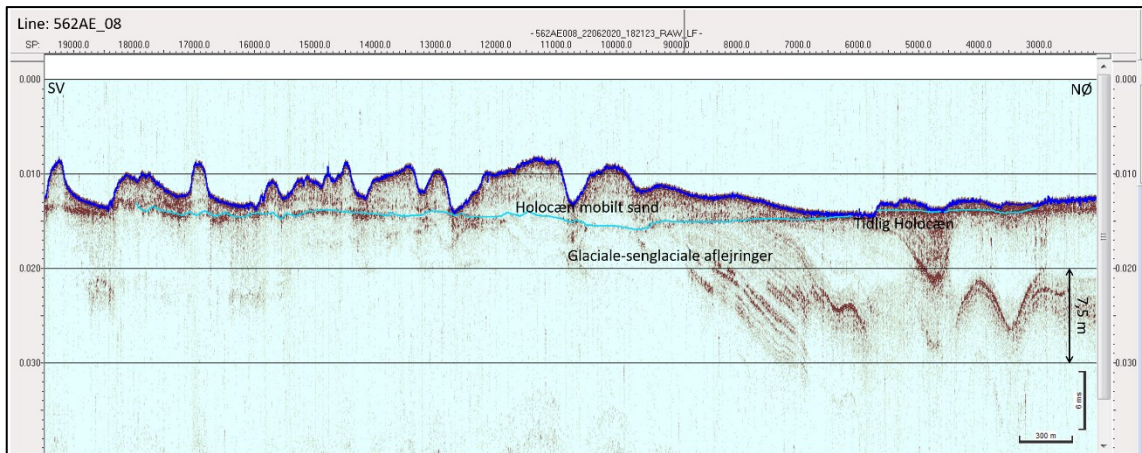
Der er kun observeret få formodede trawlspor i den østlige og nordlige del af området (Figur 10).



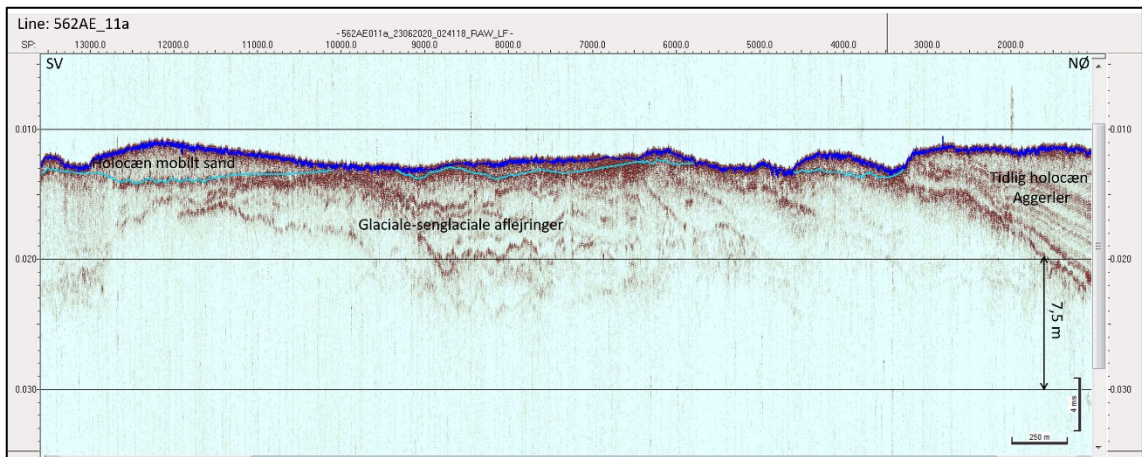
Figur 10. Menneskeskabte formodede trawlspor (Kortbilag A-6).

5.7 Seismik tolkning

Basis af den mobile sandenhed beskrevet i afsnit 3. samt havbundsreflektoren er tolket på Innomar subbottom profiler data, med 100 m mellem sejllinjerne. Basis af den mobile sandenhed har kunnet traces over dele af området. I den sydligste og nordligste del samt langs den centrale akse af området er det mobile sand generelt fraværende. I den nordlige del af området ser fint lagdelt Aggerler således ud til at nå helt op til havbunden. I den centrale og østlige del af området ligger formodede smeltevanddannelse helt op til havbunden. Se eksempler på tolkede Innomarprofiler i Figur 12 og Figur 13.



Figur 11. Eksempel på tolket Innomar profil af linje 562AE_08. Basis af holocænt mobilt sand (ressource) er markeret med lys blå streg.

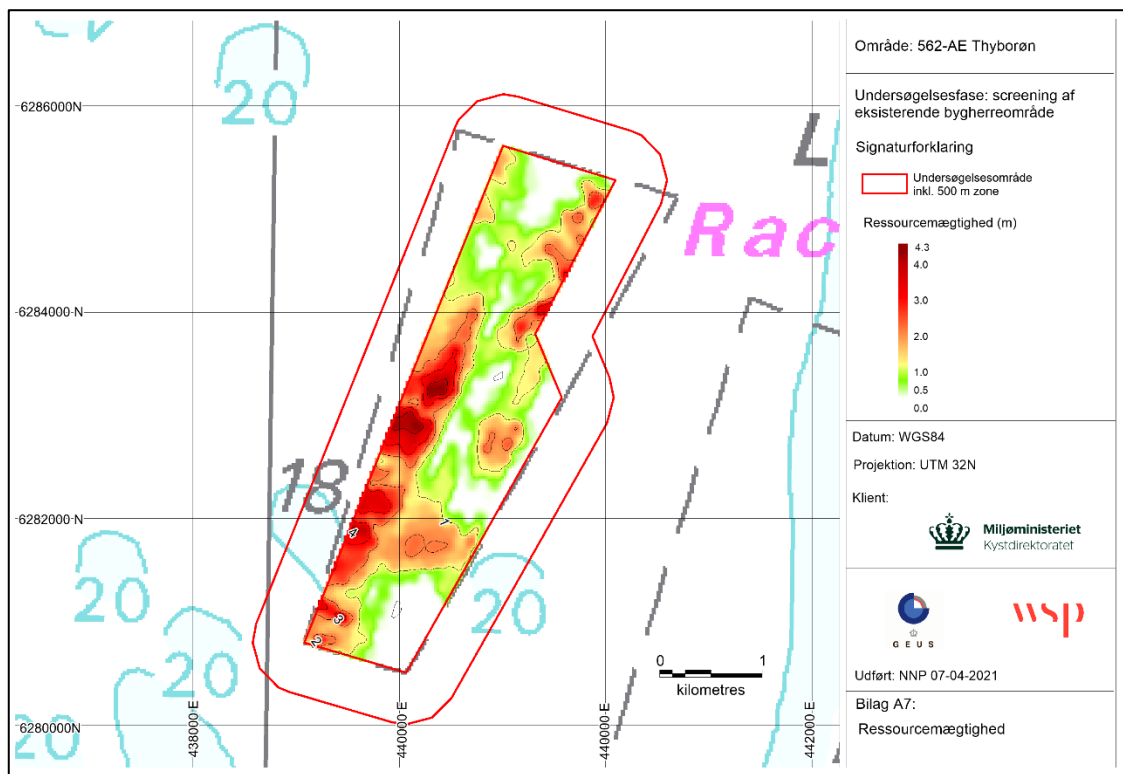


Figur 12. Eksempel på tolket Innomar profil af linje 562AD_11a. Basis af holocænt mobilt sand (ressource) er markeret med lys blå streg.

6. Ressourcekortlægning

På baggrund af detaljeret seismisk kortlægning af Innomar sediment-ekkoloddata er der kortlagt en sandressourceenhed, svarende til enheden mellem havbund og basis af mobilt holo-cænt sand. Enheden må generelt antages at udgøre restressourcen i området.

Den kortlagte sandressource har en varierende mægtighed på op til ca. 4,3 m (Figur 13). De største mægtigheder ses i den vestlige del af området. Der er dog store partier i den centrale, nordlige og sydøstlige del hvor ressourcemægtigheden er nær 0.



Figur 13. Kortlagt mægtighed af sandressource (kortbilag A7).

Der er foretaget en volumetrisk opgørelse af den kortlagte restressource som vist i Tabel 3.

Tabel 3. Opgørelse af restressource.

Bygherreområde	Restressource (mio m ³)	Restressource hvis 0,5 m efterlades (mio m ³)
562-AE Thyborøn	7.9	5.7

Undersøgelserne har godtgjort at der under den mobile sand ressourceforekomst må formodes at være en kompleks lagserie af smeltevandsaflejringer som kan være både af leret, siltet sandet og stenet karakter. Der er dog ingen boringer i indvindingsområdet, der kan verificere dette nærmere. Der ser kun ud til at være meget begrænsede ressourcemængder i den nordlige del af området hvor Aggeleret ligger helt op til havbunden.

Da ressourceforekomsterne kun dækker dele af området, og da de langs hovedparten af den centrale NNØ-SSV akse er meget tynde eller fraværende, må det antages, at sammenlignelige substrattyper ved indvinding til bund i ressourceenheden, allerede er tilstede i området. Der er således isolerede partier af substrattype 3 og større områder med substrattype 2 langs den centrale akse.

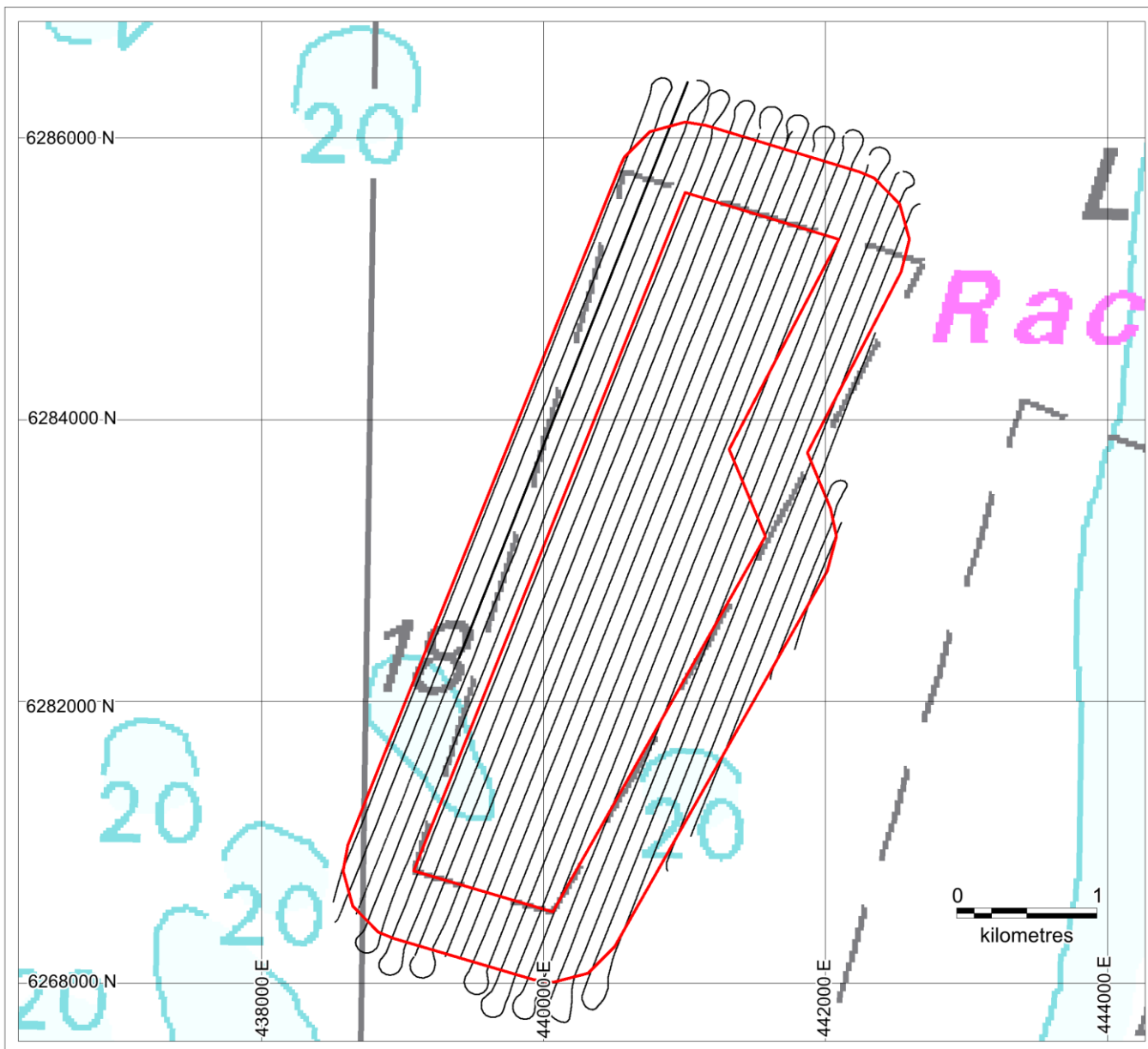
7. Referencer

GEUS, 1999: Geologisk kortlægning af Vestkysten. Regionalgeologisk tolkning af kystzonen mellem Lodbjerg og Nymindegab Udført for Kystinspektoratet i 1998 og 1999. GEUS Rapport 1999, nr. 75.

Leth, J.O., Larsen, B., Anthony, D., 2004. Sediment distribution and transport in the shallow coastal waters along the west coast of Denmark., Geol. Survey of Denmark and Greenland Bulletin 4, 41-44.

Anthony, D. & Leth, J.O. 2002: Large-scale bedforms, sediment distribution and sand mobility in the eastern North Sea off the Danish west coast. Marine Geology 182, 247–263.

Orbicon 2013 for Kystdirektoratet: Miljøredegørelse for indvinding af sand til kystfodring – Indvindingsområde 562-AE, Thyborøn.



Område: 562-AE Thyborøn

Undersøgelsesfase: screening af eksisterende byherreområde


Signaturforklaring



- Undersøgelsesområde inkl. 500 m zone
- Sejllinje

Datum: WGS84

Projektion: UTM 32N

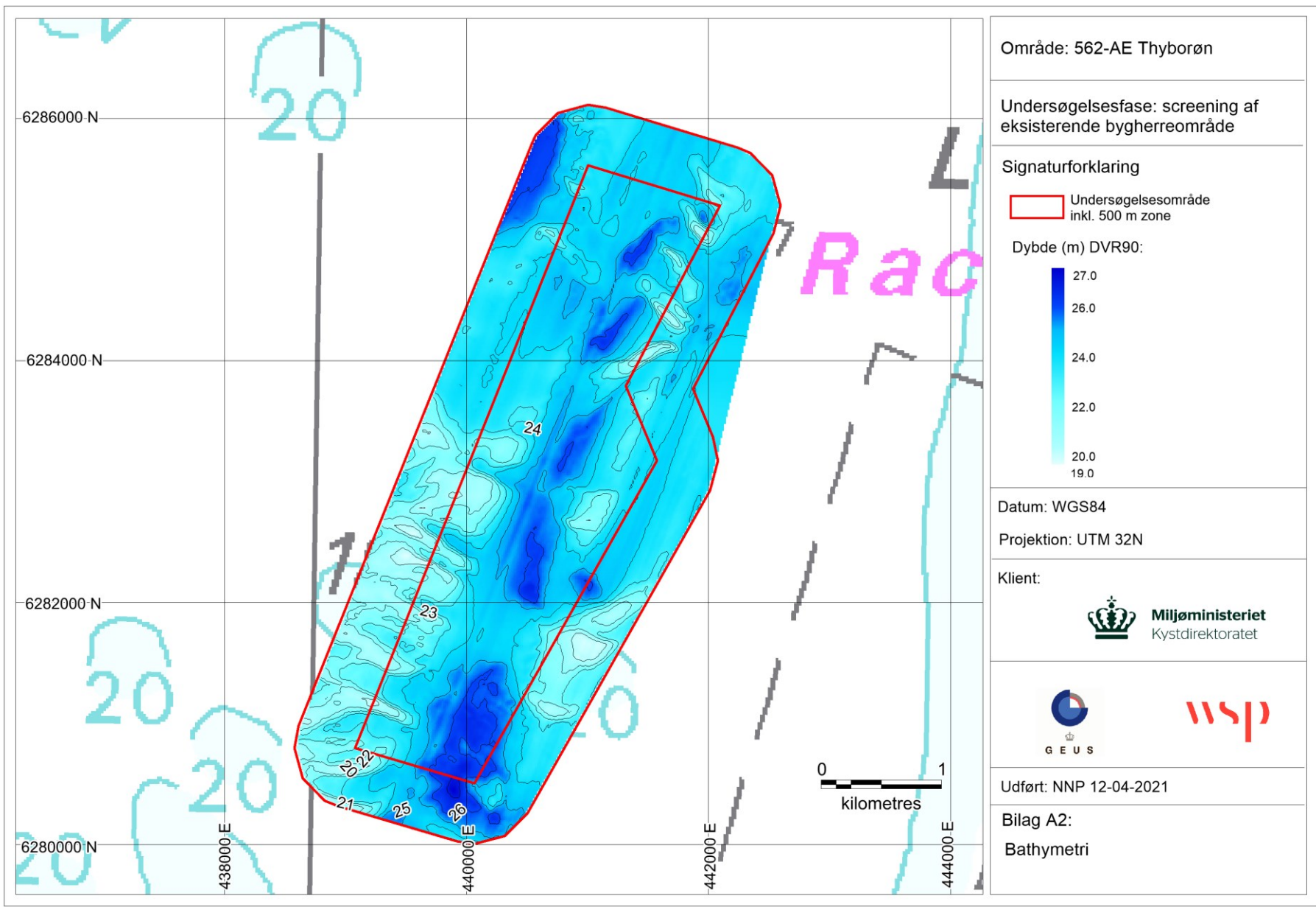
Klient:



Udført: NNP 07-04-2021

Bilag A1:
Sejllinjer



Område: 562-AE Thyborøn

Undersøgelsesfase: screening af eksisterende bygherreområde

Signaturforklaring

Undersøgelsesområde inkl. 500 m zone

Dybde (m) DVR90:



Datum: WGS84

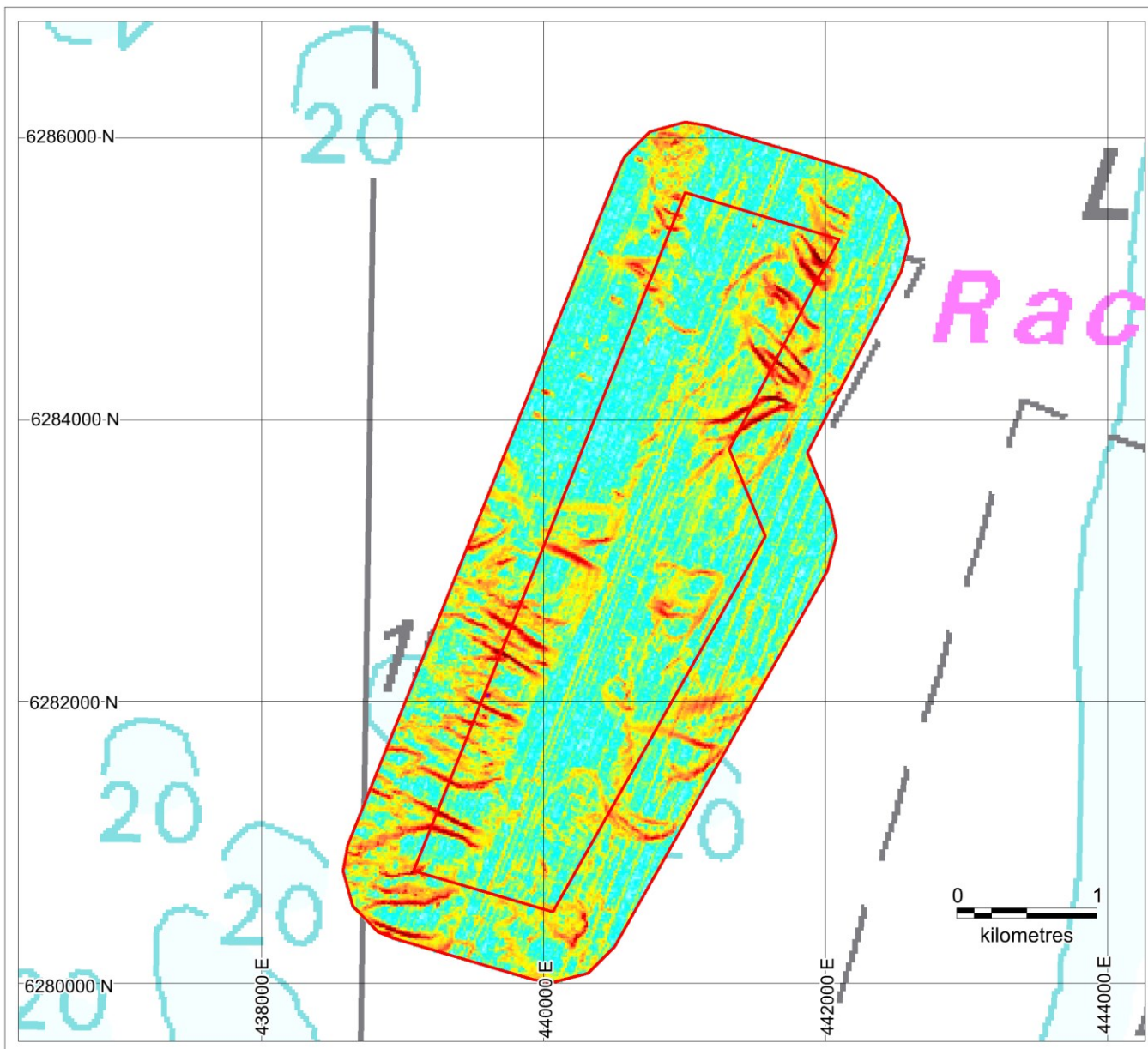
Projektion: UTM 32N

Klient:



Udført: NNP 12-04-2021


Bilag A2:
Bathymetri



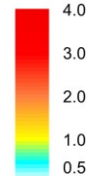
Område: 562-AE Thyborøn

Undersøgelsesfase: screening af eksisterende byherreområde

Signaturforklaring

 Undersøgelsesområde inkl. 500 m zone

Hældning (grader):



Datum: WGS84

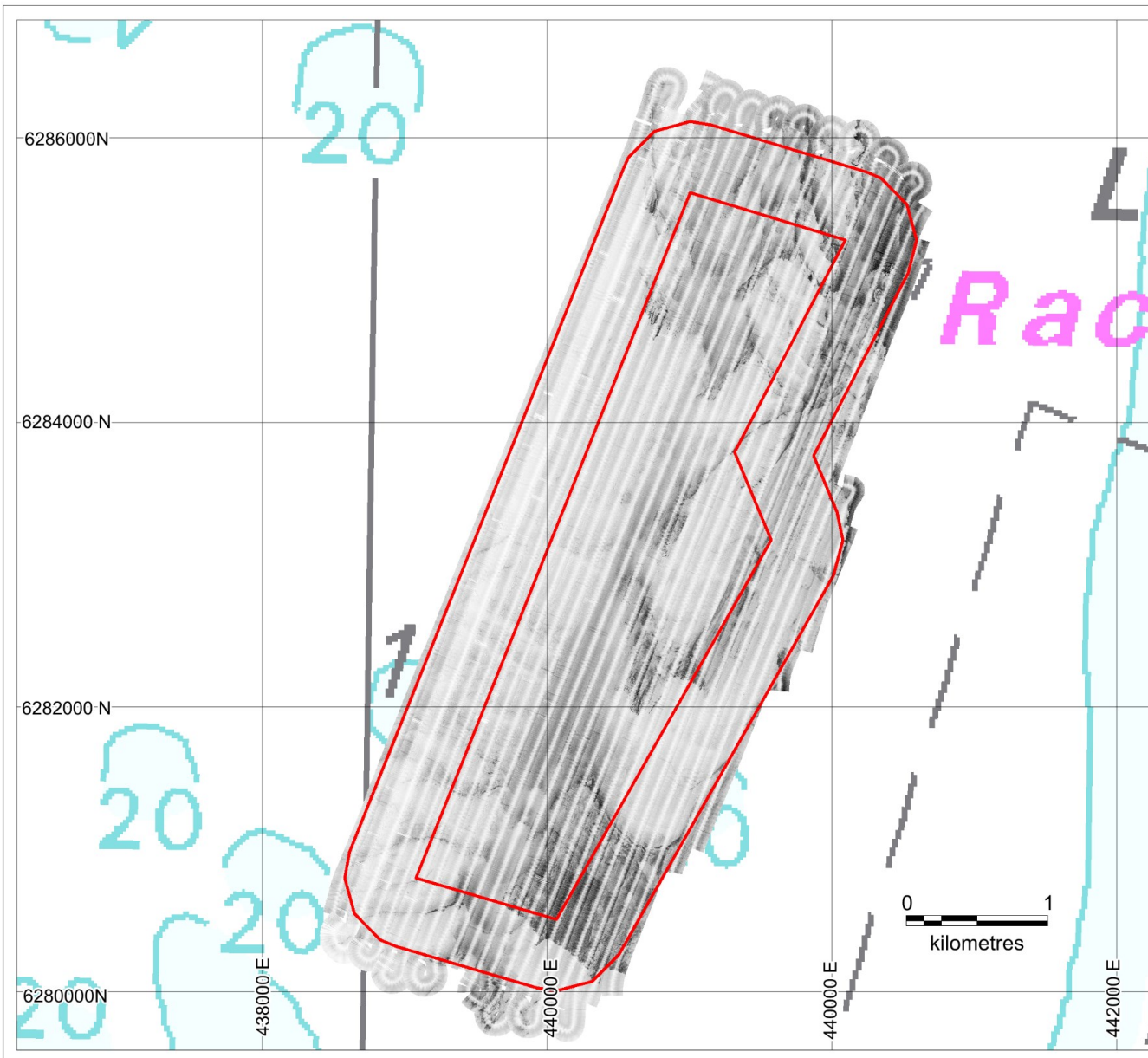
Projektion: UTM 32N

Klient:



Udført: NNP 12-04-2021


Bilag A3:
Hældning



Område: 562-AE Thyborøn

Undersøgellesfase: screening af eksisterende bygherreområde

Signaturforklaring

 Undersøgelsesområde inkl. 500 m zone

Datum: WGS84

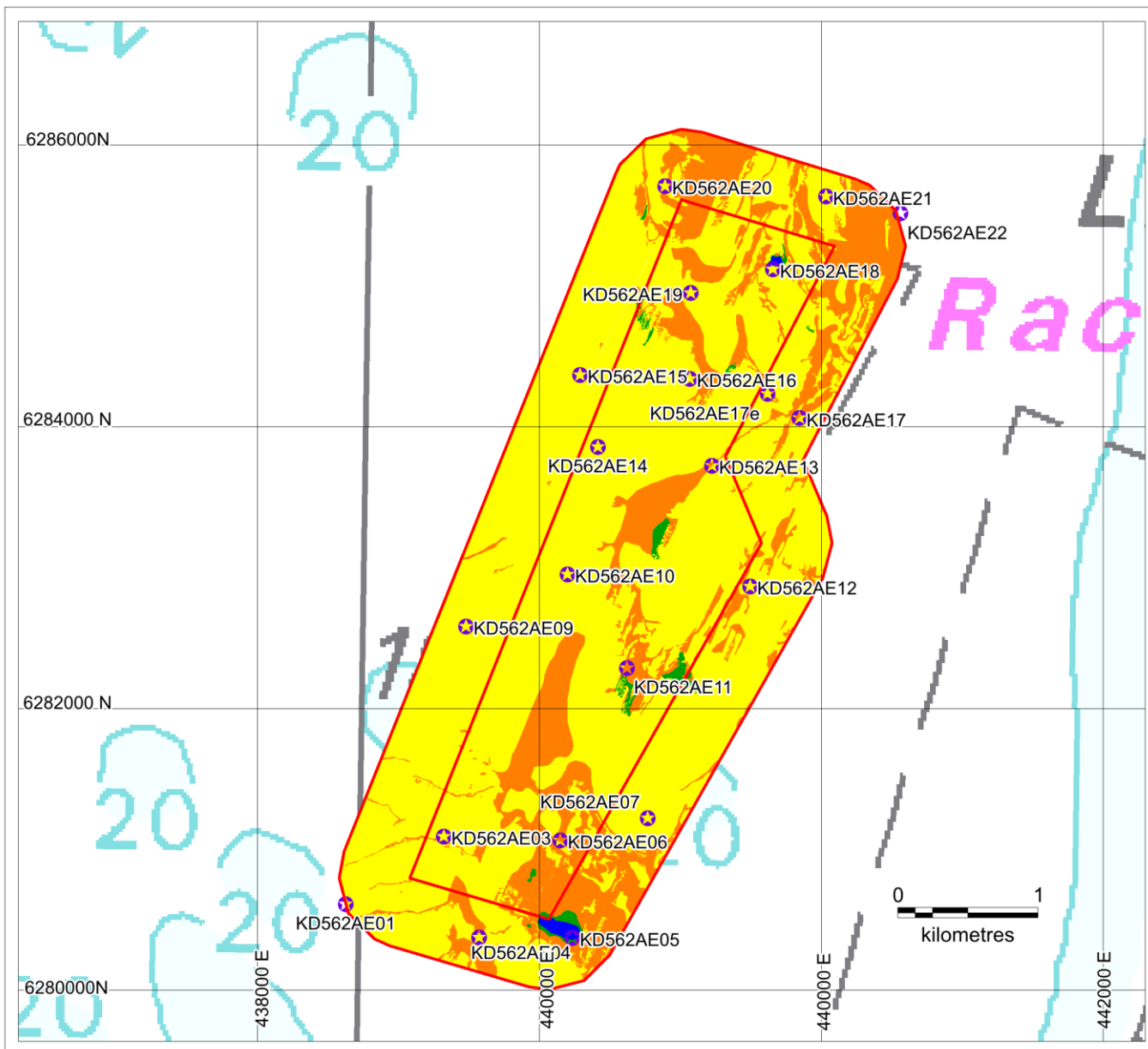
Projektion: UTM 32N

Klient:



Udført: NNP 07-04-2021

Bilag A4:
Side-scan sonar mosaik



Område: 562-AE Thyborøn

Undersøgelsesfase: screening af eksisterende bygherreområde


Signaturforklaring



- Undersøgelsesområde inkl. 500 m zone
- Substrattype 1b
- Substrattype 2
- Substrattype 3
- Substrattype 4
- ★ ROV verifikationspunkt

Datum: WGS84

Projektion: UTM 32N

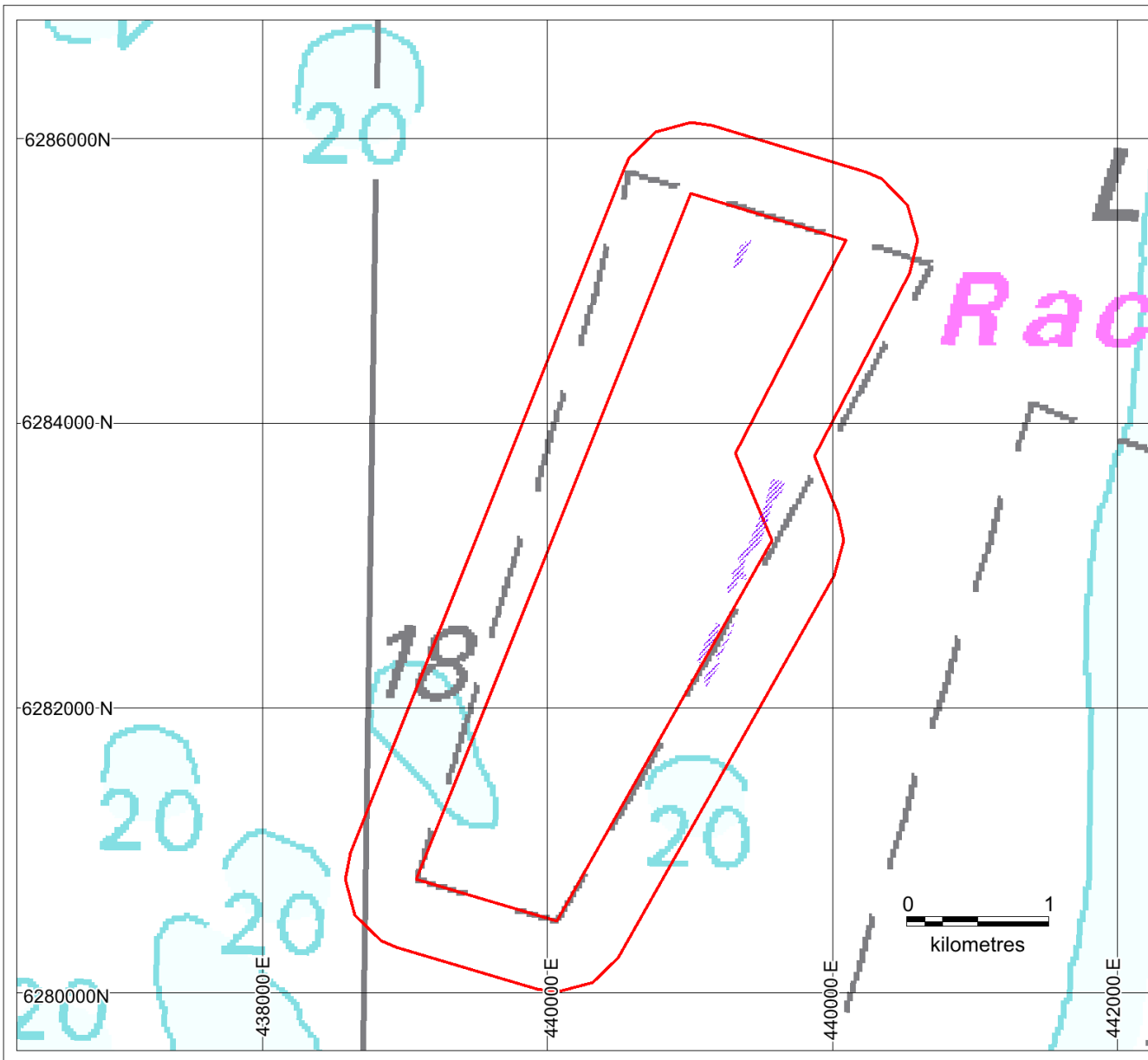
Klient:



Udført: NNP 30-08-2021



Bilag A5:
Substrattypefordeling



Område: 562-AE Thyborøn

Undersøgelsesfase: screening af eksisterende bygherreområde

Signaturforklaring

-  Undersøgelingsområde inkl. 500 m zone
-  Menneskeskabte spor

Datum: WGS84

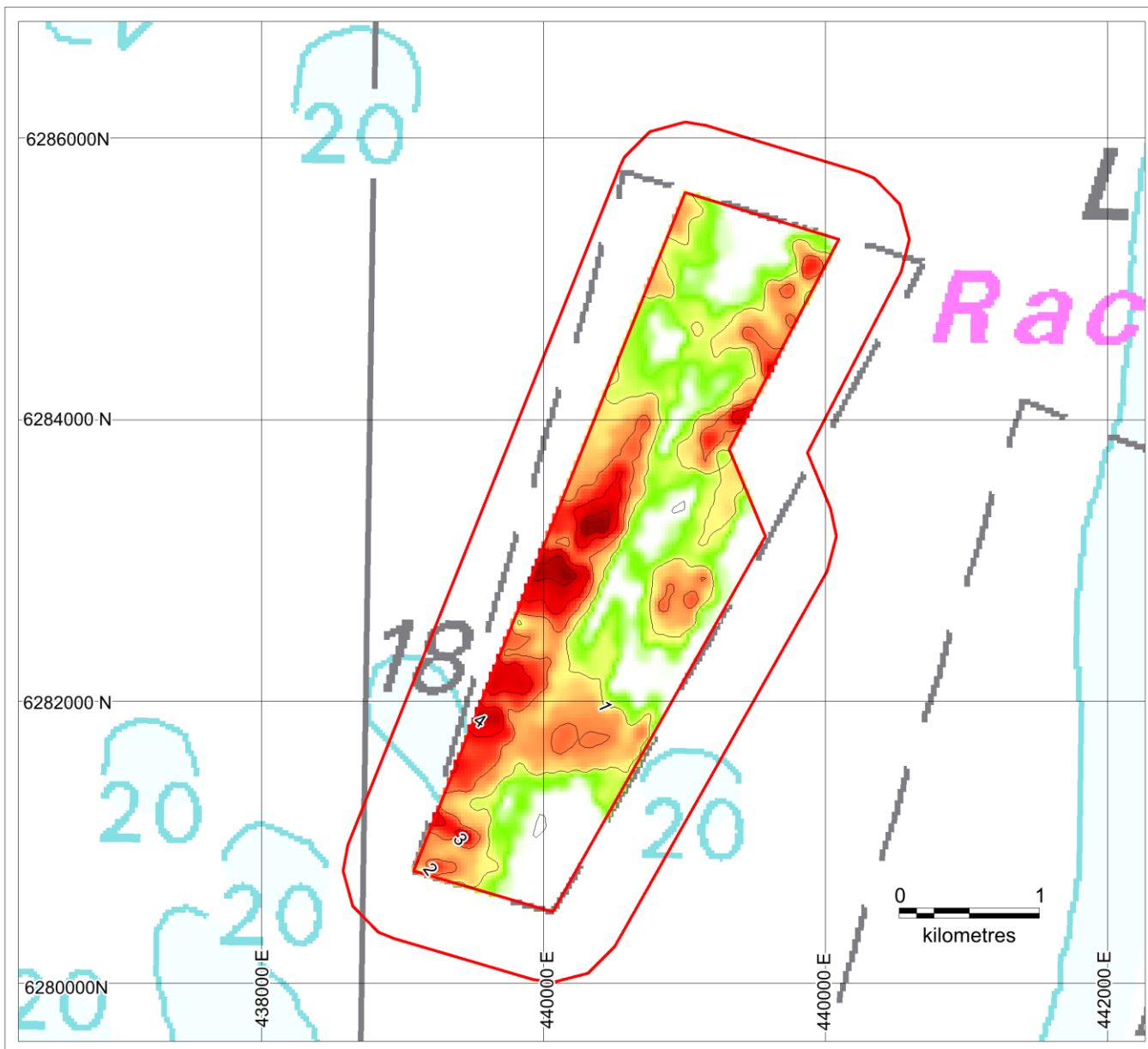
Projektion: UTM 32N

Klient:



Udført: NNP 16-04-2021


Bilag A6:
Menneskeskabte spor



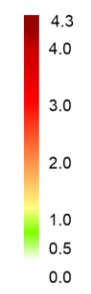
Område: 562-AE Thyborøn

Undersøgelsesfase: screening af eksisterende byherreområde

Signaturforklaring

 Undersøgelsesområde inkl. 500 m zone

Ressourcemægtighed (m)



Datum: WGS84

Projektion: UTM 32N

Klient:



Udført: NNP 07-04-2021

Bilag A7:
Ressourcemægtighed