

Marin råstof- og naturtypekortlægning i Nordsøen 2011

Opsamling på 2010 kortlægningen
Udført i samarbejde med Orbicon A/S

Zyad Al-Hamdani & Jørgen O. Leth



Marin råstof- og naturtypekortlægning i Nordsøen 2011

Opsamling på 2010 kortlægningen
Udført i samarbejde med Orbicon A/S

Kortlægning udført for Naturstyrelsen

Zyad Al-Hamdani & Jørgen O. Leth

Bilag	4
1. Indledning	5
2. Metodebeskrivelse	7
2.1 Datatæthed i opmålingsområderne	7
2.2 Opmålingsfartøjer og skibskonfiguration	7
M/V Castor	7
2.3 Navigation	8
2.4 Bathymetri	8
2.5 Sparker kortlægning	9
2.6 Side scan sonar kortlægning	9
2.7 Visuel dokumentation og verifikation med ROV	9
2.8 Prøvetagning	10
2.8.1 Grab biologiske prøver	10
2.8.2 Grab overfladesediment	10
2.8.3 Bundfauna	10
2.8.4 Kornstørrelsesanalyser	10
3. Områdebeskrivelse	11
3.1 Dybder og bundtopografi	11
3.2 De geologiske forhold	11
4. Bearbejdning og tolkning	15
4.1 Substrat- og naturtypekortlægning	15
4.2 Klassifikation af bundsubstrater	15
4.3 Klassifikation af naturtyper	16
5. Råstofkortlægning	17
6. Præsentation af resultater	18
6.1 Sejllinjekort og bundverifikation	18
6.2 Bathymetri	19
6.3 Bundsubstrattypekort	19
6.4 Naturtypekort	20
6.5 Sandbølger	20
6.6 Menneskelige aktiviteter	21
6.7 Råstofressourcekort	24
6.8 Råstofressourcer	24
6.8.1 Ressourceområde 1	26
6.8.2 Ressourceområde 2	27
6.8.3 Ressourceområde 3 og 4	28
6.8.4 Andre ressourceområder	28

Bilag

- 1 Substratbeskrivelser
- 2 Boringer
- 3 Temakort

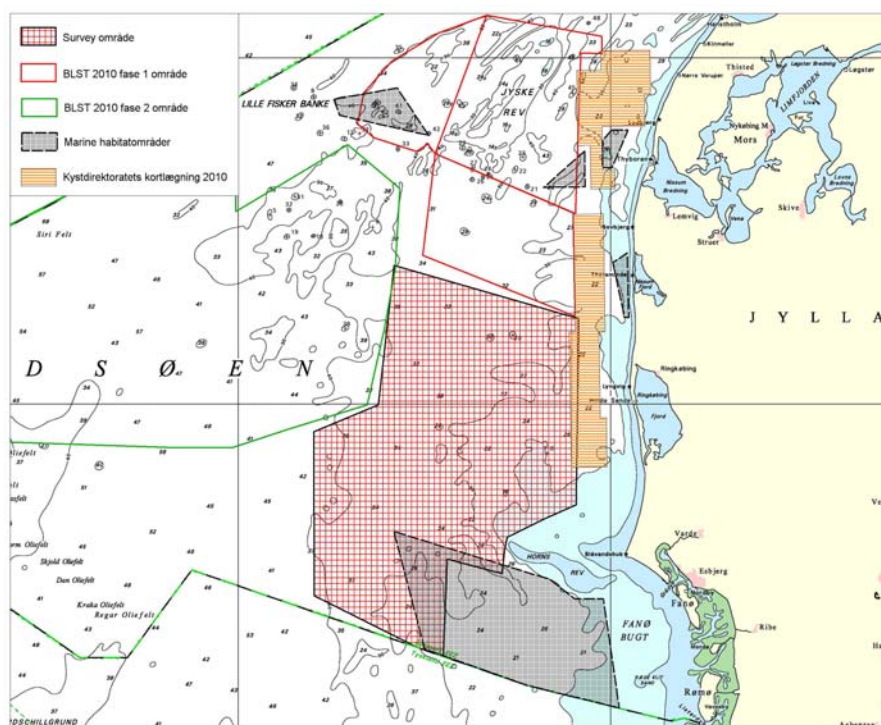
CD-rom inkluderet

1. Indledning

I forbindelse med udarbejdelse af Havstrategidirektivets basisanalyse i relation til implementeringen af havstrategien for de danske farvande, har GEUS i samarbejde med Orbicon i 2010 for By- og Landskabsstyrelsens (BLST) tilvejebragt viden om de bentiske naturtypers udbredelse i den nordlige og ydre del af den danske del af Nordsøen. Resultaterne er afrapporteret til BLST i rapporten *Marin råstof- og naturtypekortlægning i Nordsøen 2010*.

I samme forbindelse gennemførte GEUS en maringeologisk råstofkortlægning og videnopbygning i den nordlige del af Nordsøen, som grundlag for den langsigtede statslige planlægning og den erhvervsmæssige råstofefterforskning og udnyttelse. I forlængelse af denne kortlægning indsamlede GEUS maringeologiske data i den del af Nordsøen, som ligger udenfor BLST projektets interesseområde.

I forlængelse af BLST projektet i 2010 indsamlede GEUS ca. 2400 kilometer seismiske og akustiske data i den vestlige og sydlige del af Nordsøen, hvoraf ca. 1300 km ligger indenfor de udvalgte område for denne undersøgelse. I 2011 har Naturstyrelsen (tidligere By- og Landskabsstyrelsen) anmodet GEUS og Orbicon, om at gennemføre en naturtype- og råstofkortlægning af dette tilstødende område i den sydlige del af Nordsøen. Resultaterne af denne undersøgelse præsenteres i nærværende rapport. For hvad angår detaljer om projektets baggrund og metodebeskrivelser henvises til BLST rapporten *Marin råstof- og naturtypekortlægning i Nordsøen 2010*.



Figur 1. Undersøelsesområdet i Nordsøen med dets afgrænsninger.

Området, der er undersøgt i Nordsøen, er udover afgrænsningen mod BLST-2010 områderne afgrænset mod øst af Kystdirektoratets råstofkortlægning langs den jyske vestkyst i 2010 og mod syd af habitatområdet syd for Horns Rev og territorialgrænsen mod Tyskland (figur 1).

Formålet med undersøgelsen er at

- identificere og kortlægge råstofressourcernes beliggenhed, samt øge kendskabet til ressourcens størrelse og sammensætning.
- identificere, beskrive og kortlægge naturtyper i områderne, herunder overfladeselementets sammensætning.

2. Metodebeskrivelse

2.1 Datatæthed i opmålingsområderne

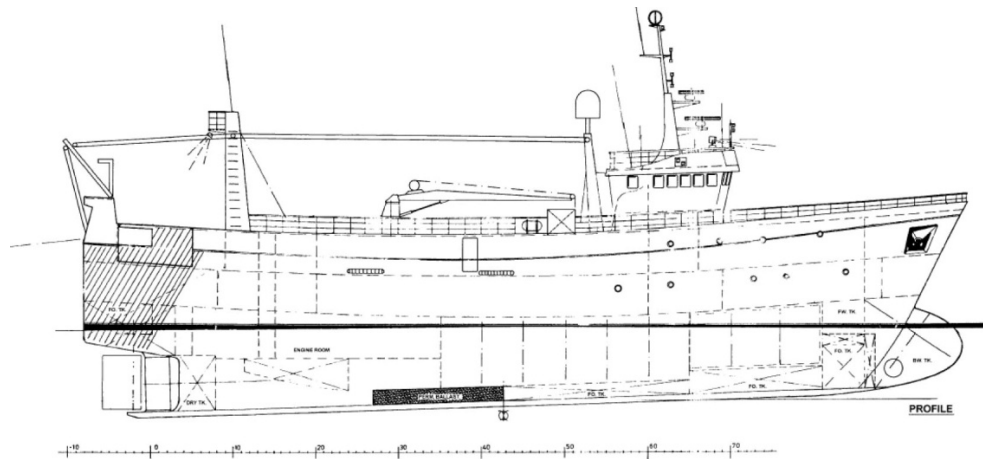
Der er sejlet omkring 1300 linjekilometer med enkeltstråle ekkolod, side scan sonar og seismik. Afstanden mellem sejllinjerne varierer fra 7,5 km til 15 km.

2.2 Opmålingsfartøjer og skibskonfiguration

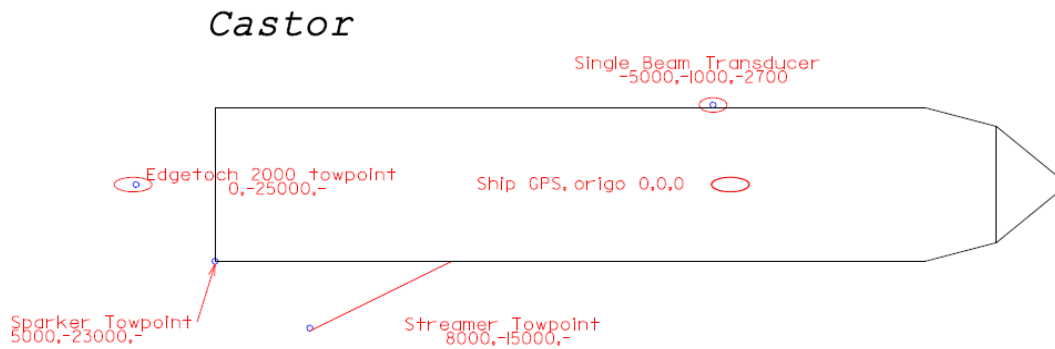
M/V Castor

Surveyfartøjet M/V Castor, der blev anvendt til det geofysiske survey, er præsenteret nedenfor (figur 2). M/V Castor havde forinden været anvendt til den geofysiske kortlægning af BLST 2010 - fase 2 området.

Mobiliseringen af M/V Castor fandt sted i Fåborg i perioden 31. maj til 3. juni og omfattede installation af DGPS, sparker, kombineret side scan/chirp, et enkeltstråle ekkolod med motion sensor, navigationsprogrammer samt positionsudstyr mm. For detaljer vedr. instrumentplacering se figur 3.



Figur 2. Skitse af skibet M/V Castor



Figur 3. Detaljeret skitse af instrumentplacering på M/S Castor

2.3 Navigation

Som navigation på M/V Castor blev Thales Sagitta 16 kanals L1/L2 GPS benyttet, som har indbygget modtager for DGPS korrektion. Præcisionen spænder fra 1,5 meter ned til 10 centimeter afhængig af operationstilstand. Alle positioner blev optaget og præsenteret i ETRS89/EUREF89.

Farvandsvæsenets tidevandsmodel for undersøgelsesområdet dækkende surveyperioden er benyttet til efterprocessing af dybde data fra området.

Til logging af GPS-positionerne benyttedes den centrale navigationscomputer med NaviPac-software, som indsamlede antennepositionen samt distribuerede offsets og korrigerede navigationsdata til de enkelte instrumenters software.

2.4 Bathymetri

Vanddybder blev målt kontinuerlig med et Navisound 215 enkeltstråle/dual frequency ekkolod og opsamlet i navigationsprogrammet NaviPac (surveyformat). Transducer offset blev målt til 2.7 m fra vandlinje ved surveystart med fyldte tanke. Offset blev sat til 0 m i ekkolod, lydhastighed til 1500 m/s. Alle offsets blev indtastet i NaviPac. Der blev sat markeringer på transducerstang pr. 0.05 m, og ændringer i skibets dybgang blev aflæst 1 gang pr. døgn. Ændringen var dog mindre end 0,1 m i løbet af togtperioden.

Efterfølgende blev dybde data filteret (ved de-spiking) med en bølgelængde på 5 meter og en båndbredde på 0,1 m, og data glattet ved en bølgelængde på 12 m. Editering blev lavet som batcheditering og efterfølgende blev alle filer kontrolleret. Data blev eksporteret som en xyz-ascii fil for hver af de 2 frekvenser. Tidevandsdata fra Farvandsvæsenet er brugt korrektion af data før de blev trianguleret i visualiseringsprogrammet Golden Software Surfer®.

Alle korrigerede bathymetri data er fremsendt til Farvandsvæsenet efter en gennemført korrektion aftalt mellem GEUS og Farvandsvæsenet. Data er kalibreret i henhold til Farvandsvæsenets forskrifter og tidevandskorrigeret med modeldata fra Farvandsvæsenet, så de refererer til DVR90.

2.5 Sparker kortlægning

Til indsamling af de seismiske data blev benyttet en Geo-Spark 200 med en effektiv havbundspenetration på 30-40 ms under havbunden svarende til 20-30 m's dybde. Den vertikale opløsning i de seismiske data er 30 til 50 cm. Sparkerens var indstillet til at yde 500 J. Multi-tip sparker systemet blev brugt sammen med en Geo-Spark 1000 strømforsyning og GeoResources enkeltkanals 8 sensor mini-hydrofon.

Sparkerdata blev opsamlet i programmet SonarWizMap 4, der giver mulighed for simpel processering og overvågning af datakvaliteten i forbindelse med dataindsamling. Data indsamledes i standard SEG-Y format.

2.6 Side scan sonar kortlægning

Til indsamling af supplerende overfladenære seismiske data blev der benyttet en kombineret side scan og chirp fra firmaet Edgetech. Side scan systemet opererer samtidig med to frekvenser på 100 og 400 kHz. Swath-vinklen (side scan range) var valgt til 100 m dvs. at 200 m af havbunden dækkes langs med sejllinjen.

Den højopløselige subbottom profiler (chirp) opererer i frekvensområdet 1-10 kHz. Og giver mulighed for at opløse laggrænser i decimeter skalaen. På togtet, hvor vanddybderne varierede mellem 20 og 40 m blev dybgangen af den kombinerede side scan sonar/chirp justeret for at sikre, at den hele tiden var placeret i en optimal dybde over havbunden. Instrumentet var forbundet til et hydraulisk spil, som kunne styres fra surveyrummet.

Edgetech systemet optog side scan data i XTF-format. Chirp data blev optaget i Sgy-format (geografiske koordinater) samt Edgetech's eget JSF-format (UTM koordinater). Ved efterprocesseringen blev JSF-filerne konverteret til segY-formatet ved hjælp af programmet SonarWeb. De konverterede segY-filer indeholder navigationsdata i UTM projektionen, som bliver benyttet i tolkningsprogrammet Geographics.

2.7 Visuel dokumentation og verifikation med ROV

De akustiske data fra side scan sonaren klassificeret og tolket som forskellige substrattyper. På baggrund af disse tolkninger har GEUS udpeget prøvepositioner til verifikation udført af Orbicon. Der er 44 ROV verifikations stationer, der på de 39 også indeholder grabprøver. ROV verifikationerne og grabprøverne repræsenterer de forskellige substrattyper på forskellige vanddybder (22 – 42,5 m). Derudover også enkeltobjekter (sten, vrag etc.) og andre morfologiske karakteristika som sandbanker og dynamiske bundformer observeret under tolkningen af side scan data. På hver af de 44 punktobservationer er optaget undervandsvideoer med tilhørende logbog, der beskriver observerede substratmæssige og biologiske forhold, dybde samt andre relevante registreringer (Bilag 3, kort A2)

2.8 Prøvetagning

2.8.1 Grab biologiske prøver

Grabprøver supplerer de visuelle verifikationer, dels i forhold til den overflademæssige substratsammensætning og dels ved oparbejdning i henhold til retningslinjerne i NOVANA programmet for marin bundfauna.

2.8.2 Grab overfladesediment

Som verifikation af sedimentets overfladesammensætning blev der benyttet en Van Veen Grab. Der blev indsamlet i alt 39 bundprøver til bestemmelse af kornstørrelsesfordelingen af overfladesedimentet.

2.8.3 Bundfauna

De kvalitative og kvantitative beskrivelser af de biologiske forhold understøttes af bundfauna-prøver indsamlet med HAPS. Bundfauna-prøverne er oparbejdet i henhold til retningslinjerne i NOVANA programmet for marin bundfauna. Disse analyser indgår i den generelle beskrivelse af de identificerede naturtyper. Der blev i alt indsamlet 39 bundfauna-prøver (se Bilag 3, kort A2).

2.8.4 Kornstørrelsesanalyser

Ud af de 39 bundprøvestationer er der på 32 stationer udtaget sedimentprøver til sigtning og kornstørrelsesanalyser på GEUS' sedimentlaboratorium. Resultaterne er afrapporteret med angivelse af sigterester og kumulative kornstørrelsesfordelingskurver.

Sigteanalysen omfatter følgende: totalprøven tørres og sigtes gennem en sigtesøjle fra 32 mm ned til 0,063 mm med $\frac{1}{2}$ phi intervaller, hvilket svarer til 16 sigter. Metoden er tillempet i forhold til Dansk Standard (DS 405,9, DS/EN 933-1) idet, der er indføjet flere sigter, end der beskrives i denne standard.

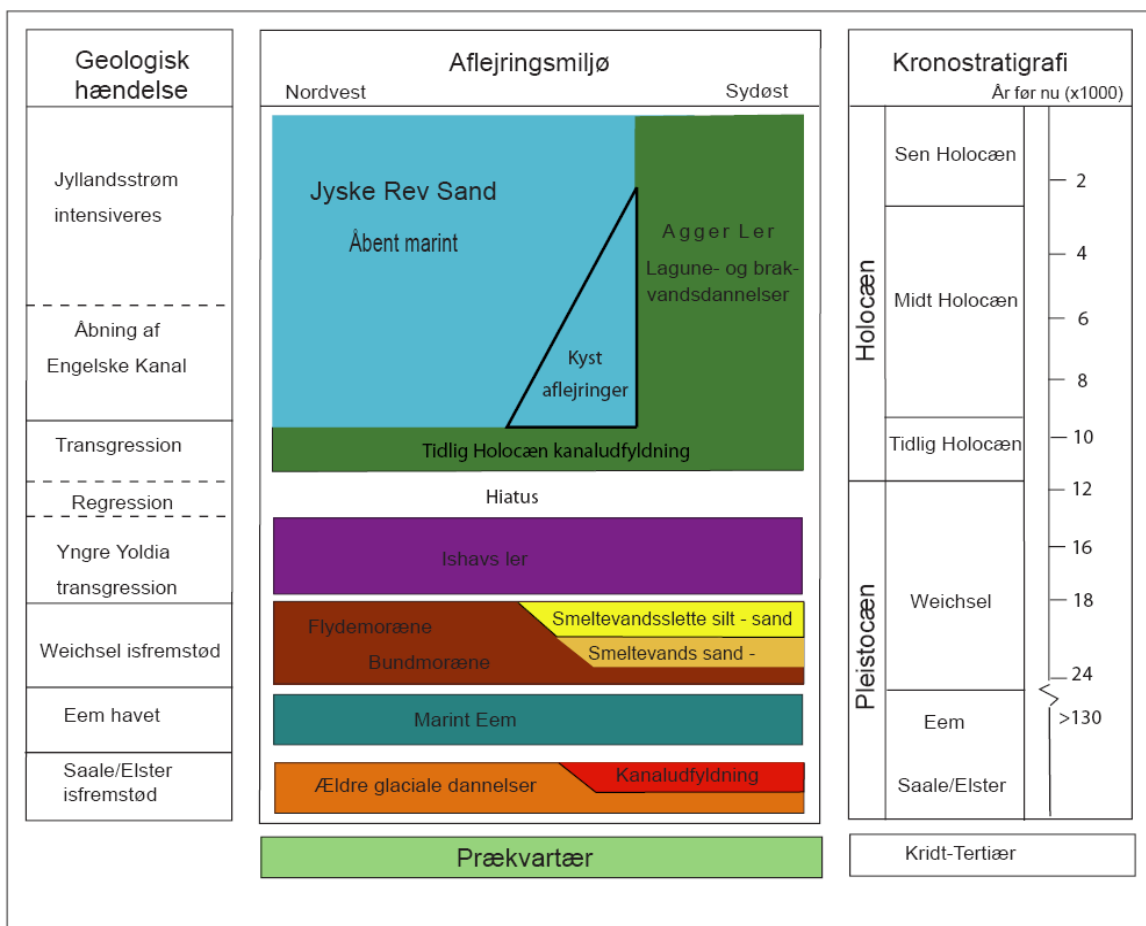
3. Områdebeskrivelse

3.1 Dybder og bundtopografi

Områdets vanddybder tiltager fra ca. 20 m i øst til ca. 40 m i vest med dybdekurveforløb parallelt med kysten. Der er tale om en jævn bundtopografi uden markante lavninger eller højtliggende områder.

3.2 De geologiske forhold

Den generelle geologiske udvikling af område gennemgås i det følgende afsnit. Med hen- syn til relationer og alder af de geologiske lag henvises til det stratigrafiske skema nedenfor (figur 4).



Figur 4. Generel stratigrafi og de relaterede geologiske hændelser i Nordsøen. Modificeret efter Leth (1998).

De præ-kvartære lag, der hovedsagelig består af Miocænt sand/ler, findes tæt på havbunden i undersøgelsesområdet. Overgangen mellem de præ-kvartære og de kvartære aflejringer er kortlagt af Nielsen et al. (2008) på grundlag af konventionel seismik. Overgangen findes få meter under havbunden langs med den jyske vestkyst, mens tykkelsen af de kvartære lag tiltager betragtelig mod vest. I den centrale del af Nordsøen befinder bunden af de kvartære lag sig således i mere end 1200 m under havbunden.

Syd for Weichsel isens hovedopholdslinje ved Bovbjerg og den vestlige fortsættelse af denne, findes Elster og Saale moræneaflejringer som en del af bakkeøddannelserne. Weichsel isens hovedopholdslinje skærer øst-vest nord om undersøgelsesområdet ved sydranden af Jyske Rev og videre syd om Lille Fisker Banke (Leth GEUSNYT, BLST 2010). Omkring de druknede bakkeøddannelser findes smeltevandssand og -grus aflejret dels i glaciale lavninger i Weichsel landskabet, dels som proksimale-distale smeltevandsletteaflejringer, der overlejrer de ældre glaciale dannelser syd for hovedopholdslinjen.

I takt med Weichsel israndens tilbagesmeltning spredte det Yngre Yoldia ishav sig og ishavsler aflejret i den forbindelse findes generelt som dæklag oven på de glaciale lag på vanddybder over 40 m.

Den relative sænkning af havniveauet (kystlinjesænkning) i perioden for 17.000–11.000 år siden nåede et minimum på -50 m omkring 11.000 år før nu. På det tidspunkt var størstedelen af undersøgelsesområdet over havniveau (Fastlandstiden). Frem til den efterfølgende holocæne transgression, må man forvente, at der har været en hiatus, hvor der generelt kun har kunnet udvikles jordbunde med tørvedannelser i fugtige lavninger. Et kraftigt vindregime har ført til aflejringer af æolisk sand. Dette kan registreres på de seismiske profiler, hvor en 'unconformity' viser, at der er en erosionsflade i toppen af den glaciomarine enhed.

Fra 11.000 før nu og frem til for ca. 6.000 år siden har der været en kontinuerlig havstigning i området. Den fortsatte transgression betød, at de glaciale bakkeøer blev omdannet til øer i det åbne hav, og kysterrosions processer gav mulighed for dannelse af kystaflejringer i form af strandvolde og oddedannelser. Indtil Nordsøen blev dækket af havet for ca. 7.000 år siden var området præget af et tidevands strømsystem som er afspejlet i druknede tidevandsrygge i området nord for Jyske Rev. Med drukningen af de sidste øer opstod det strømsystem vi kender i dag med en kystparallel strøm kaldet Jyllandsstrømmen. Resultatet af erosion og omlejring af de ældre sedimenter har ført til aflejring af store mængder marint sand (Jyske Rev Sand). Jyske Rev sandet repræsenterer således aflejringer fra de sidste omkring 7.000 år og kan opnå adskillige meters tykkelse, hvoraf de mest recente aflejringer kan være aflejret i dynamiske sand bundformer, som ofte er sandbølger, der kan blive op til 5 meter høje og med bølgelængder på over 100 m.

3.2.1.1 Ældre glaciale dannelser (Saale moræne enhed)

Ifølge Ehlers (1990) var hele Danmark og Nordsøen dækket af gletsjere gennem store dele af Saale istiden blandt andet fra det Baltiske område. Sandede og lerede moræneaflejringer med grus, sten og blokke fra Saale kendes således fra Horns Rev området (Larsen, 2003; Larsen & Andersen, 2006; Jensen et al., 2008) og videre mod nord langs Jyllands vestkyst, hvor forlængelsen af Saale bakkeøerne er fundet mindst 20 km vest for kysten

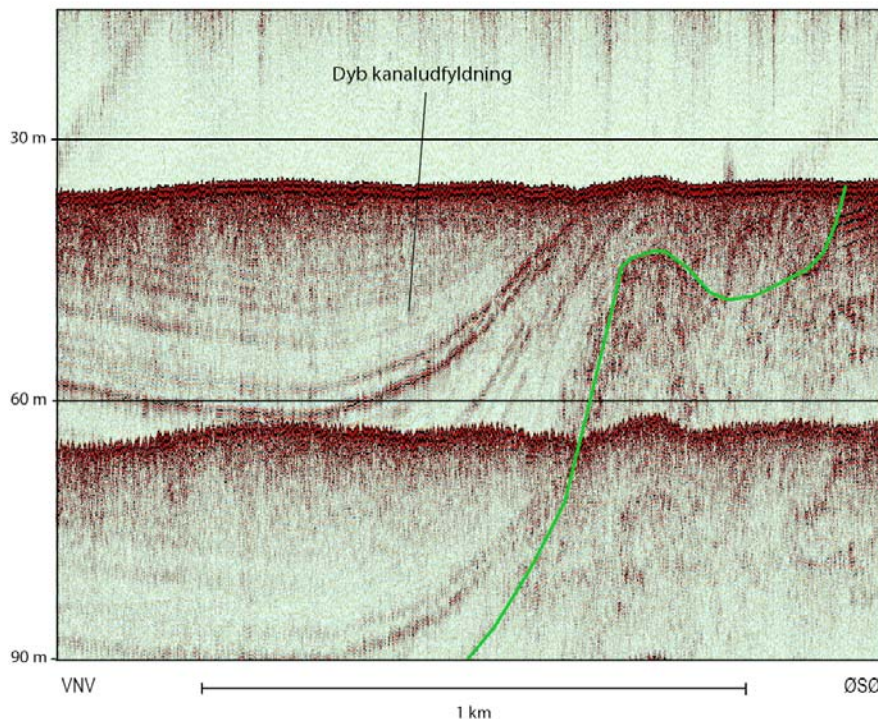
(Leth et al., 2001; Anthony, 2001; Leth, 2003). I disse bakkeøer træffes både moræne og smeltevandsaflejringer.

På havbunden er der observeret glaciale deformationer i proksimale, glaciale sedimenter tæt ved placeringen af den maksimale Weichsel isudbredelse, og Weichsel smeltevandsaflejringer er kortlagt mellem bakkeø dannelserne (BLST, 2010).

Syd herfor, i det aktuelle undersøgelsesområde, findes der en begravet moræneoverflade, som sandsynligvis er af Saale alder. Depressionerne i dette begravede landskab er i reglen udfyldt med Weichsel smeltevandsaflejringer.

3.2.1.2 Præ-Weichsel dybe kanaler

Kortlægningen i 2010 (BLST, 2010) viste, at de dybe præ-kvartære dale også har været aktive i Kvartær perioden. Syd for Weichsel hovedopholdslinjen er forløbet af de dybe dale tydeligst, og i området ses et tydeligt nord-syd kanalforløb, hvor sedimentfyldt primært består af moræne og smeltevandssand fra Saale perioden (figur 5). Endvidere blev der i 2010 kortlægningen fundet en op til 10 m tyk transparent seismisk enhed i den øverste del af kanalen af marint ler/silt, der tolkes som marint Eem.



Figur 5. Seismisk sparker eksempel der viser en formodt Præ-Weichsel sediment indfyldt dyb kanal. Fra BLST (2010).

3.2.1.3 Senglaciale aflejringer

I området syd for Weichsel israndslinjen findes smeltevandssand og -grus i de glaciale lavninger i Weichsel landskabet og som proximale – distale smeltevandsslette aflejringer, der overlejrer ældre glaciale dannelser (Saale/Elster).

De sen-glaciale marine sedimenter i området består primært af lamineret ler med indslag af silt og fint sand. Det marine ler er karakteriseret ved at være seismisk semi-transparent med parallelle reflektorer, som tilnærmelsesvis følger den underliggende topografi.

3.2.1.4 Sub-recent til recent mobilt sand (Jyske Rev Sand)

Jyske Rev Sand repræsenterer den yngste aflejringssenhed afsat i det åbne hav under påvirkning af kraftig bundstrøm og bølger i perioden fra den yngste del af midt-Holocæn til i dag. Aflejringerne består af en sandet facies relateret til mobile sandbølger i hele undersøgelsesområdet.

I området ud for Torsminde er det dokumenteret, at mobile bundformer i kystzonen (dvs. på vanddybder under 20 m vandrer ca. 20-50 m pr. år netto i nordlig retning (Kystdirektoratet). Kornstørrelsen varierer fra groft sand i trugene af sandbølgerne til fint sand på kammene. Side scan sonar profiler viser desuden, at overfladen af storskala bundformerne ofte er dækket af bølgeribber med bølgelængder på 1-2 m. De aktive bundformerne relateres til det nuværende hydrografiske system dels med den NNØ-gående Jyllandsstrøm, dels de meteorologisk skabte bundstrømme og bølger i ekstreme vejsituationer. De registrerede sandede bundformer i området indikerer maksimale bundstrøms-hastigheder i størrelsesordenen 100-150 cm/s. Forekomsten af disse sandede bundformer er registreret under tolkningen og resultatet er præsenteret i Bilag 3, kort A7.

4. Bearbejdning og tolkning

4.1 Substrat- og naturtypekortlægning

Der er blevet indsamlet nye data med akustiske (ekkolod og side scan sonar) og seismiske (chirp og sparker) instrumenter. De akustiske data er tolket med henblik på overfladesedimenternes sammensætning og verificeret visuelt ved hjælp af ROV (Remotely Operated Vehicle) suppleret med bundprøver. De seismiske chirp data, der giver information om de øverste lag af havbunden, supplerer side scan tolkningerne med informationer om havbunds sedimentet i kraft af en vertikal opløsning i decimeter skala. På denne baggrund er havbundens sedimenttyper klassificeret og præsenteret som substrattypekort (Bilag 3, kort A6). Spor efter trawlfiskeri og dynamiske havbundsstrukturer er ligeledes registreret.

Undersøgelserne demonstrerer en tydelig sammenhæng mellem fordelingen af de underliggende geologiske enheder og fordelingen af substrattyperne, hvilket er et eksempel på, at forståelsen af den geologiske udvikling af havbunden i Nordsøen - især i perioden efter den sidste istid – sammen med en udredning af de nutidige sedimenttransportmønstre er essentiel baggrundsinformation for naturtypekortlægningen.

4.2 Klassifikation af bundsubstrater

Klassifikationen af substrattyper tager udgangspunkt i det system, der har været anvendt til substrat- og naturtypekortlægninger for BLST siden 2007. Klassifikationen er defineret på baggrund af empirisk viden. På baggrund af den geofysiske kortlægning med side scan sonar, seismik samt de biologiske verifikationer med grab og ROV blev klassifikationssystemet inddelt i 6 forskellige klasser i forbindelse med BLST undersøgelsen i 2010:

1a. Siltet sand: Homogen siltet sandbund på vanddybder dybere end 40-45 m, hvor bunden ikke er dynamisk påvirket, og hvor sedimentet består af silt og siltet sand.

1b. Silt/sand: Homogen fast sandbund (sand er defineret som kornstørrelser fra 0.06–2.0 mm) præget af en vis form for dynamik med bølgeribber m.m. umiddelbart vurderet på vanddybder lavere end ca. 40-45 m. Denne substrattype kan også have varierende indslag af skaller og grus.

1c. Mønstret sandet bund: Område bestående af ler eller større relikte lerblokke på en siltet til sandet havbund, hvor det høj-reflektive ler giver havbunden et mønstret udseende. Disse lermønstre kan have meget markante strømrubber.

2. Sand, grus og småsten: Meget varierende områder domineret af groft sand med varierende mængder af grus og småsten samt enkelt spredte store sten. Substratet består af en

blanding af groft sand og grus med en kornstørrelse på ca. 2-20 mm og småsten med størrelser ca. 2–10 cm. Substrattypen indeholder også enkelte større sten >10 cm.

3. Sand, grus og småsten samt bestrøning (ca. <25 %) med sten >10 cm: Områder bestående af blandede substrater med sand, grus og småsten med få større sten >10 cm. Substrattypen er sammenlignelig med substrattype 2, men adskiller sig fra denne ved at indeholde et større antal sten >10 cm. Stenene ligger oftest spredt (bestrøning).

4. Sten dækkende ca. >25 %: områder domineret af sten >10 cm, men også med varierende indslag af sand, grus og småsten. Som for naturtype 3 kan stenene ligge spredt i et lag, men substrattypen kan også indeholde egentlige stenrev.

4.3 Klassifikation af naturtyper

Klassifikationen af naturtyper er ligesom i BLST projektet i 2010 baseret på ”*Guidelines – NATURA 2000 Network in the Marine Environment. Application of the Habitat and Birds Directive*”. De marine habitaters definitioner indeholder 8 habitattyper listet i Annex 1 i Habitat Direktivet. For en nærmere definition af naturtyperne henvises til BLST rapporten *Marin råstof- og naturtypekortlægning i Nordsøen 2010*.

Ud af de 8 listede habitattyper er 3 relevante for den offshore del af den danske Nordsø og dermed for det nærværende projekt:

- Sandbanker med lavvandet vedvarende dække af havvand (Natura 2000 code 1110).
- Stenrev (hårdbundsarealer/rev) i form af stenede og biogene formationer, der hæver sig over havbunden (Natura 2000 code 1170).
- Undersøiske formationer forårsaget af udstrømmende gas (boblerev) (Natura 2000 code 1180). Der er dog ikke fundet boblerev i undersøgelsesområdet.

Nærværende undersøgelsesområde indeholder kun sandbanker og stenrev, som kan udledes fra bundsubstrattypene:

- Bundsubstrattype 2 kombineret med dybdeindikationer for bankedannelse har givet ophav til klassifikation som sandbanker.
- Bundsubstrat type 3 er klassificeret som pletvise stenrev.
- Bundsubstrattype 4 er klassificeret som stenrev.

5. Råstforkortlægning

Den råstofmæssige kortlægning har til formål at tilvejebringe et samlet overblik over de tilgængelige råstofforekomsters beliggenhed, størrelse og sammensætning. Kortlægningen skal ses, som en del af en langsigtet forsynings- og indvindingsplanlægning, der skal sikre forsyningen af råstoffer på en miljømæssig forsvarlig måde.

Kortlægningen omfatter en kombination af akustisk dataindsamling med ekkolod, side scan sonar og shallow seismik. I denne fase af råstforkortlægningen er der ikke udført vibrationsboringer til bestemmelse af sedimenternes råstofkvalitet. Men råstofvurderingen baseres udelukkende på akustiske data og grab prøvetagning. I forbindelse med tolkningsarbejdet har GEUS dog haft adgang til nogle få ældre boringer indsamlet i anden sammenhæng.

Den geologiske model for området indikerer, at der kunne findes potentielle råstofforekomster i forskellige stratigrafiske enheder, spændende fra dybe kanalaflejringer afsat før Weichsel istiden, over smeltevandsaflejringer afsat ved Weichsel gletsjerens tilbagesmeltning fra hovedopholdslinjen, til holocæne kystaflejringer og helt eller delvis aktive sandbølgeområder.

Tolkningen af data er præsenteret på Bilag 3, kort A8 i form af et bruttokort med lagtykkelser omfattende alle potentielle sand- og grusressourcer. Kortet er ikke et fulddækkende kort, men derimod griddet i et ca. 200 m bredt bælte langs sejllinjerne på grund af det generelt åbne sejllinjenet. Supplerende til dette kort er der i Bilag 3, kort A8-1 præsenteret afgrænsede ressourceområder, som i denne sammenhæng anses for at indeholde de mest potentielle ressourcer i undersøgelsesområdet.

6. Præsentation af resultater

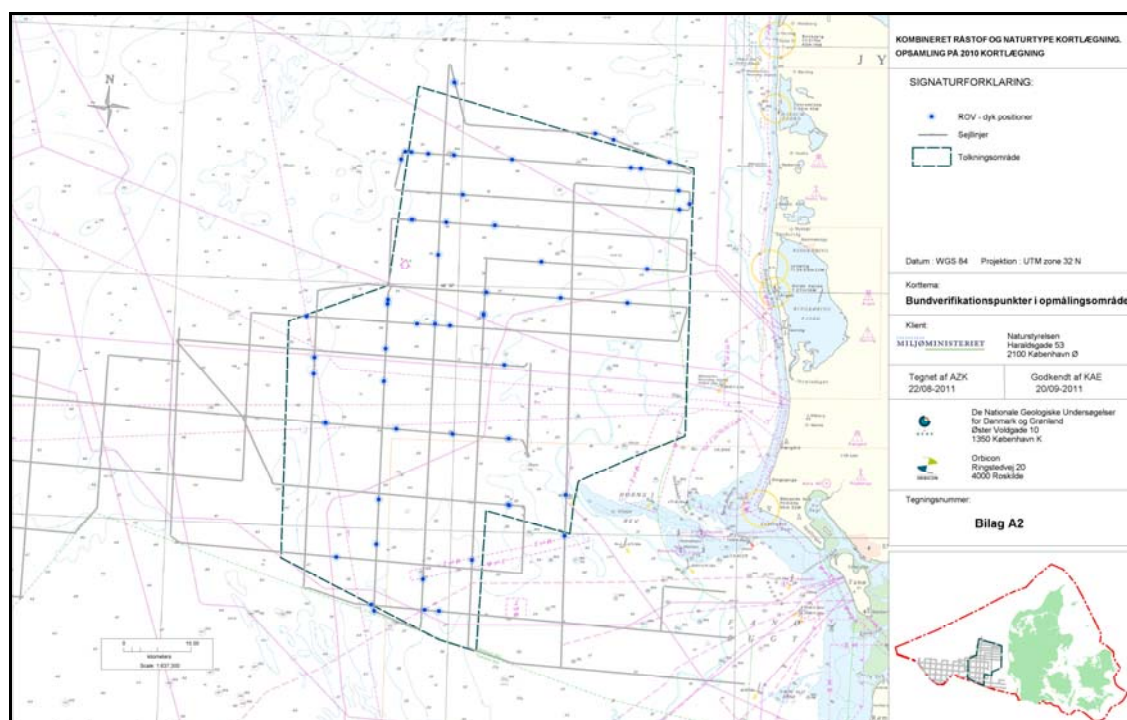
Med baggrund i de akustiske/seismiske data, prøvetagning data og visuelle data er de råstofmæssige og naturtypemæssige resultater tolket og præsenteres som en række tema-kort, dels i MapInfo® format til GIS integrering. Afrapporteringen er optimeret med en HTML rapportstruktur, der giver lettere adgang til data. Det er således muligt på et digitalt GIS-kort at præsentere de enkelte korttemaer enkeltvis eller kombineret ved hjælp af MapInfo og ved et klik på prøvepositioner at få adgang til akustiske eksempler, sedimentdata, videooptagelser og fauna/flora beskrivelser.

De enkelte kortbilag er dels inkluderet i denne rapport som A3 bilag, dels på den vedlagte CD-rom.

6.1 Sejllinjekort og bundverifikation

De akustiske sejllinjers X,Y-positioner, som blev logget i NaviPac programmet, danner baggrund for udfærdigelse af sejllinjekort, mens bundverifikationspositionerne er logget ved manuel aktivering i NaviPac ved bundberøring (grab) eller start af videooptagning (ROV).

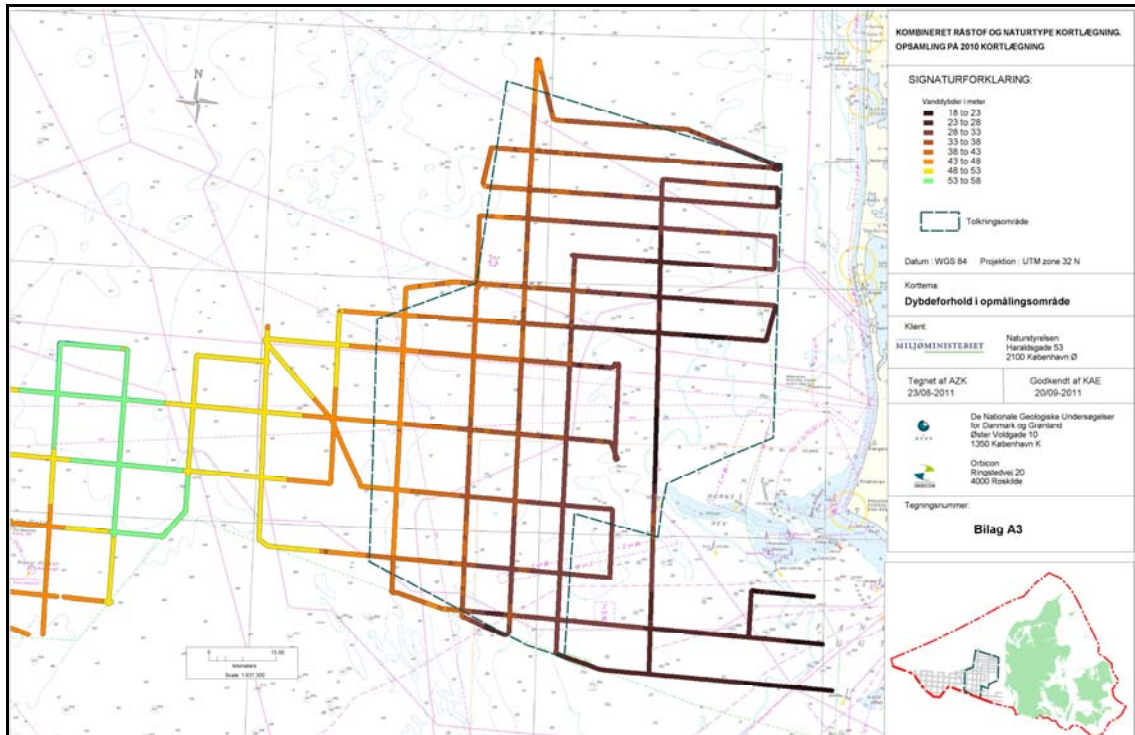
X,Y-filerne er importeret i MapInfo® GIS format og præsenteres på søkortet for områderne med tilladelse fra Farvandsvæsenet. Sejllinjerne og bundverifikationerne er præsenteret på Bilag 3, korte A1 og A2.



Figur 5. Oversigtskort over sejllinjer og prøvestationer.

6.2 Bathymetri

De filtrerede og tidevandskorrigerede bathymetriske X,Y,Z-data er importeret i MapInfo® GIS format. På grund af sejllinjeafstand på 7,5 til 15 km er gridding af dybde data alene foretaget i et 200 m bælte langs med sejllinjerne ved hjælp af griddingsprogrammet MapInfo®/Vertical Mapper™. Efterfølgende er data kontureret i 5 m dybdeintervaller, som er præsenteret på Bilag 3, kort A3 og figur 6.

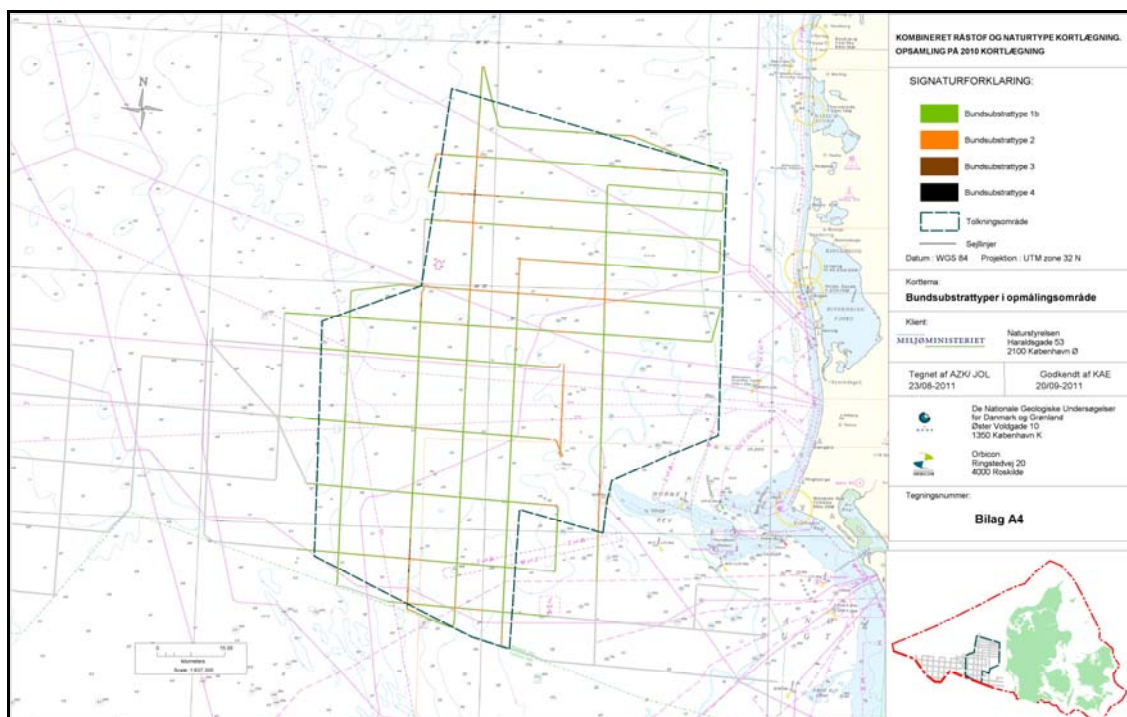


Figur 6. De registrerede dybder er kontureret og angivet langs med sejllinjerne. Bemærk den generelt stigende vanddybde fra øst mod vest.

6.3 Bundsubstrattypekort

De indsamlede side scan sonar og chirp data dannede baggrund for den akustiske tolkning af bundsubstratyper. Side scan XTF filerne blev processeret, og der blev produceret geotif-filer (pixel opløsning 0,5 m og en side scan range på ca. 100 m), som kunne indlæses i Mapinfo® med henblik på arealtolkning kombineret med detaljeret tolkning af side scan data og chirp data ved genafspilning af data i Triton Isis® programmet. Afgrænsningen af substratyper og arealfordeling blev udført ved at sammenholde side scan mosaik data med de visuelle ROV verifikationer og kornstørrelsesanalyserne af grab prøverne. Baggrundsdata i form af sejllinjer og bundverifikationspunkter fremgår af kortbilagene A1 og A2, mens bundsubstrattypekortene er præsenteret i Bilag 3, kort A4 og figur 7.

På grund af den åbne sejllinje afstand er det besluttet ikke at generere arealdækkende bundsubstrater på kortbilagene, men derimod i et ca. 200 m bælte langs sejllinjerne svarende til dækningen af side scan data.



Figur 7. Bundsubstratkortet, der viser tolkningerne langs med sejllinjerne.

6.4 Naturtypekort

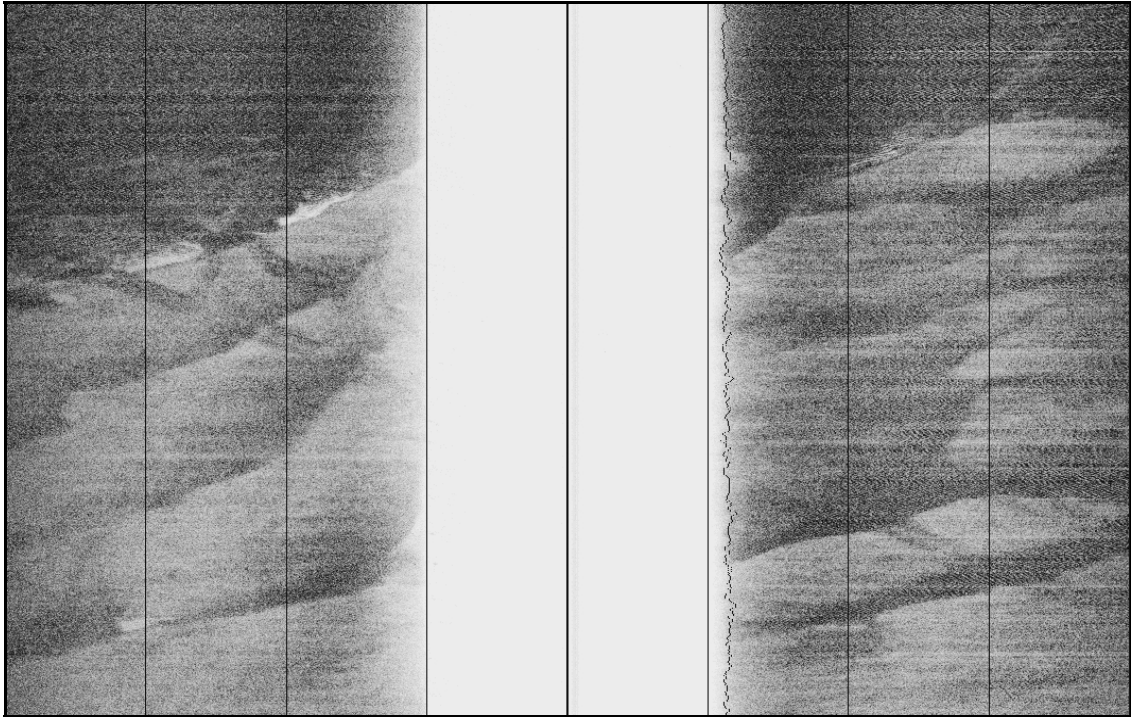
Bundsubstrattypekortene kombineret med morfologiske overvejelser fra dybdedata har dannet baggrund for tolkningen af Natura 2000 naturtyper. Finpudsningen af klasser og arealfordeling blev udført ved at sammenholde side scan mosaik data med de visuelle ROV verifikationer og kornstørrelsesanalyserne af grab prøverne.

ROV verifikationerne er dokumenteret i videosekvenserne, logbog beskrivelserne samt grab prøvernes kornstørrelsesfordeling.

På grund af den åbne sejllinje afstand er det besluttet ikke at generere arealdækkende naturtypekort på kortbilagene, men derimod i et ca. 200 m bælte langs sejllinjerne svarende til den aktuelle data dækning. Resultaterne af naturtyper klassifikationen er præsenteret i Bilag 3, kort A5.

6.5 Sandbølger

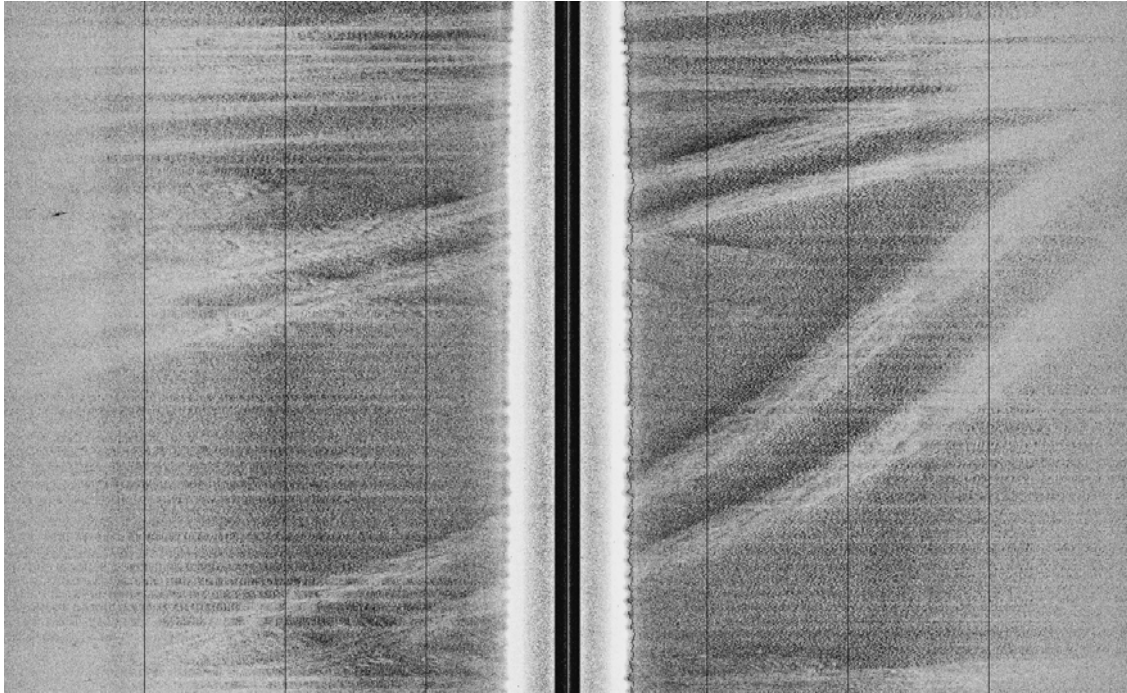
Som supplement til naturtypekortet er også fordelingen af mobile sandede bundformer (sandbølger) registreret og præsenteret i Bilag 3, kort A7. Eksempler på disse strukturer ses af figur 8.



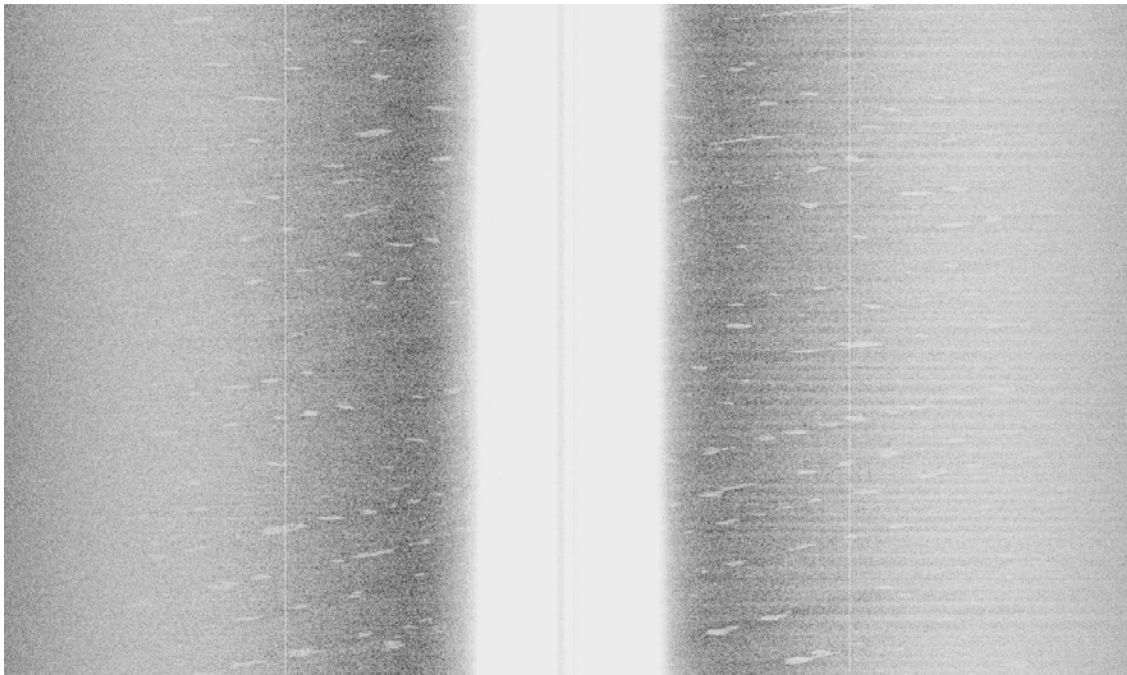
Figur 8. Sandwaves på overgangen mellem sandbund (substrattype 1b) og grusbund (substrattype 2). Lokaliseret centralt i undersøgelsesområdet (UTM: E 373411; N 6198770). Vanddybde ca. 35 m. Skalalinje interval 25 m.

6.6 Menneskelige aktiviteter

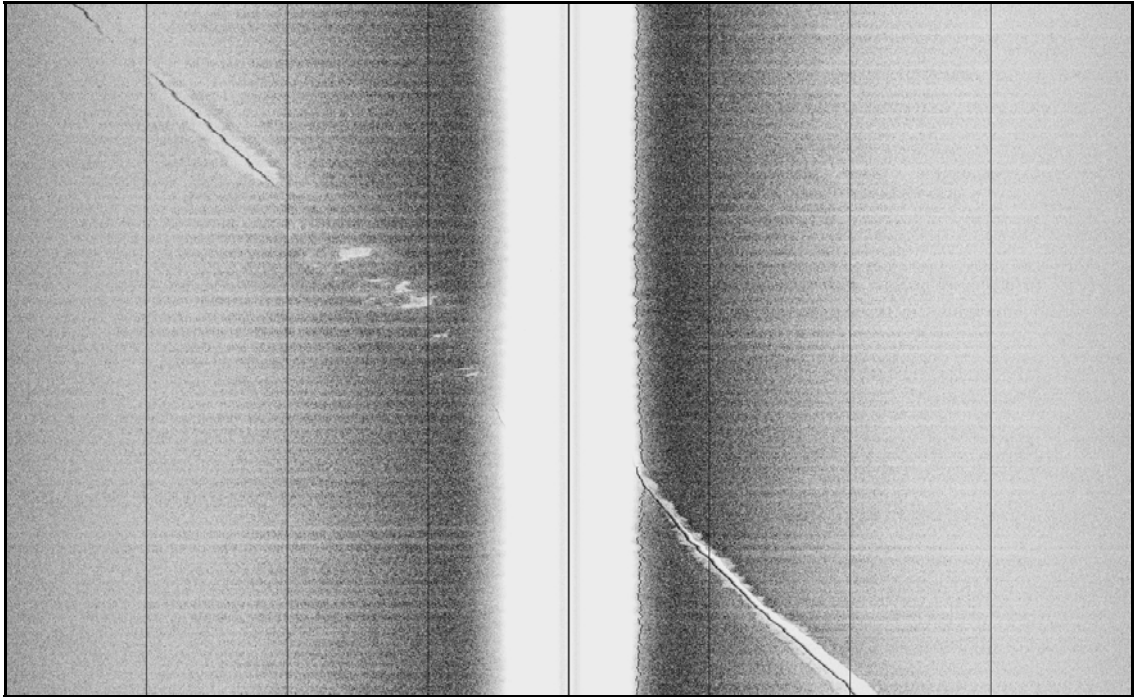
Tolkningen af kombinerede side scan sonar og chirp data omfattede ud over akustisk kortlægning af bundsubstrater ligeledes registrering af synlige menneskelige aktiviteter på havbunden langs med sejllinjerne. Der er registreret trawlmærker, kabler og rørledninger. Resultatet fremgår af Bilag 3, kort A6. Eksempler på disse er givet i figurerne 9 – 12.



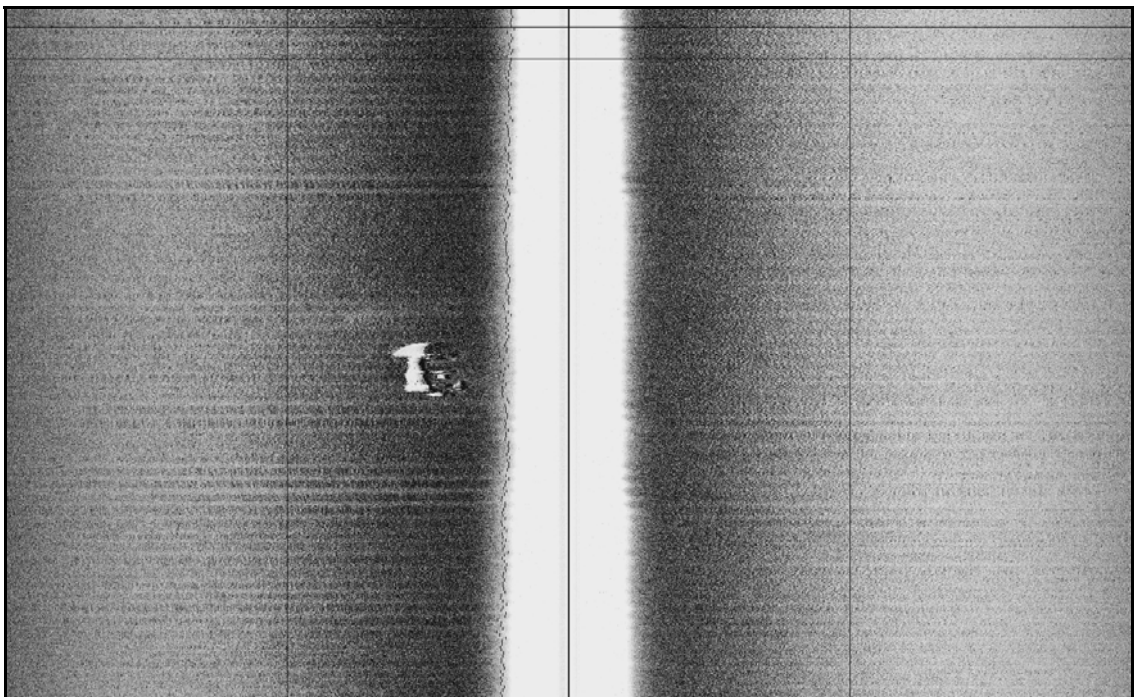
Figur 9. Grusbund med tætte trawlspor, hvor en substratændring har fundet sted som følge af en sekundær indfyldning af finsand (lyse områder) i trawlsporerne. Lokalisering: Tyskebugt (UTM: E 367438; N 6141178). Vanddybde ca. 30 m. Skalalinje interval 25 m.



Figur 10. Spektakulære strukturer, der tolkes som gamle trawlspor af siltet finsand (lyse områder), delvis udslettet af et ikke-dækkende lag af finsand (substrattype 1). Skalalinje interval 50 m.



Figur 11. Krydsning af Europipe-2 gasrørledningen, der skærer igennem den vestlige del af området fra NV til SØ. Lokalisering: (UTM E 343413; N 6191422). Vanddybde ca. 45 m. Skalalinje interval 25 m.



Figur 12. Vrag på sandbund. Længden er ca. 45 m, højden ca. 5 m. Lokalisering: UTM: E 367579; N 6145381. Vanddybde ca. 28 m. Skalalinje interval 50 m.

6.7 Råstofressourcekort

De seismiske SegY-data fra sparker og chirp blev indlæst i Landmarks Geographix® tolkningsprogram. Tolkningen af disse data viser, at de overfladenære sand og grus råstoffer hovedsagelig består af forekomster aflejret i forbindelse med den holocæne, marine transgression gennem de sidste ca. 8.000 år. Ud fra det forhånden værende datagrundlag er det ikke lykkedes at kortlægge sand- og grusforekomster afsat før den holocæne marine transgression som f.eks. smeltevandsaflejringer.

Som for de øvrige korts vedkommende og på grund af den åbne sejllinje afstand er resultaterne præsenteret langs de enkelte sejllinjer (Bilag 3, kort A8). Råstofressourcerne er præsenteret med deres beliggenhed og en estimeret tykkelse. Råstoftykkelserne er griddet og kontureret ved hjælp af griddings programmet MapInfo®/Vertical Mapper™. Den anvendte gridding metode er "Inverse distance weighting" og de anvendte værdier er angivet i figur 13 nedenfor.

Cell size:	10.0000	Minimum # of points:	1
Search radius:	100.0000	Maximum # of points:	25
Display radius:	100.0000	Number of zones:	1
Exponent:	2.0000	Zone orientation:	0.0000
Dimensions:	8,677 x 7,865	Radius multiplier:	1.0000
File size:	133,291 k	<input type="checkbox"/> Weight to furthest point only	
File name:	n-og-data02\GEUS_NS_2010_SS\råstoffer\sandtykkelser_COL5.tab		
	Extents...	<< Back	Finish
			Cancel

Figur 13. Værdier anvendt ved gridding af ressourcestykkelser.

Ud over kortet, der viser alle tolkede lagtykkelser og tilgængelige boringsdata fra GEUS boringsdatabase, er der udarbejdet et temakort, der viser 4 formodede potentielle ressourceområder (Bilag 3, kort A8-1).

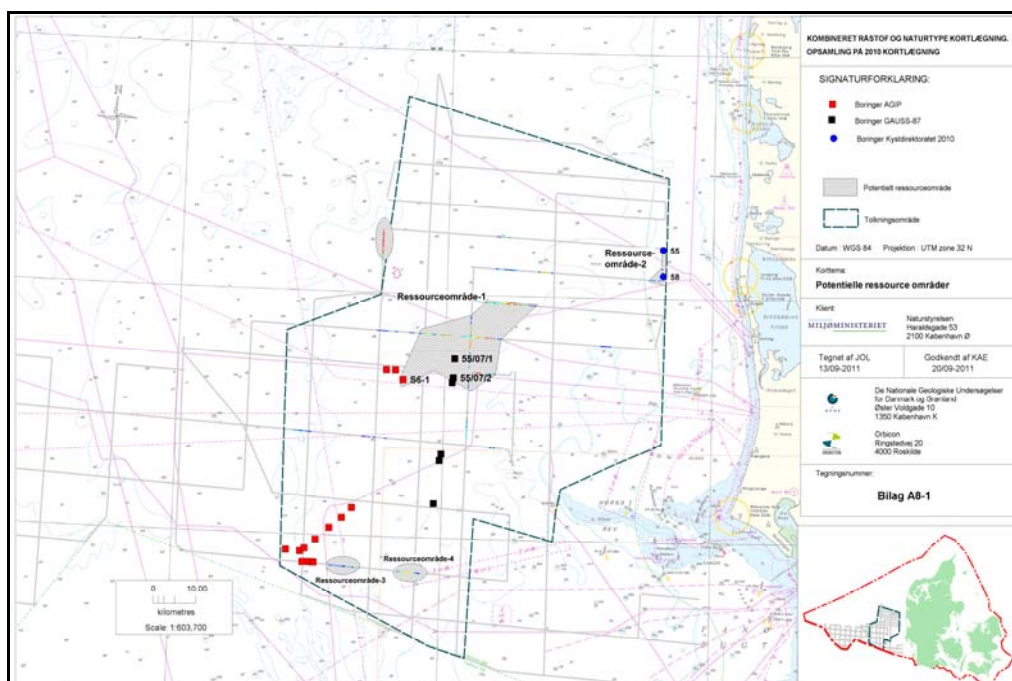
6.8 Råstofressourcer

Råstofkortlægningen er baseret på akustiske data med 39 verifikationspunkter fra ROV og grab. Dokumentation om den underliggende geologi og råstofpotentialet har i begrænset udstrækning kunnet udtrækkes fra GEUS' boringsdatabase. De tilgængelige ældre boringer har været medvirkende til at afgrænse ressourceområder i undersøgelsesområdet med en vurdering af materialets beskaffenhed.

Råstofftypen knytter sig til den opstillede geologiske model, som ved en beskrivelse af de geologiske enheder kan sandsynliggøre aflejringsmiljøet og dermed også give indikationer om råstoffressourcernes kvalitet. Vurderingerne skal betragtes som vejledende og kan kun benyttes i forbindelse med Naturstyrelsens fremtidige administration med udpegning af interessante områder for fremtidige detaljerede råstofundersøgelser.

I hele området fremstår findes en regional, horisontal til sub-horisontal reflektor (en unconformity – se figur 16), der markerer den hiatus, der har været i perioden fra sen-Glacial til starten af Holocæn. I denne periode var størstedelen af området over havniveau og kun sødannelser og æolisk sand blev aflejret. Den omtalte reflektor markerer samtidig den erosion, der fandt sted i forbindelse med den holocæne transgression. Alle kortlagte potentielle ressourcer i undersøgelsesområdet tolkes til at være af holocæne alder.

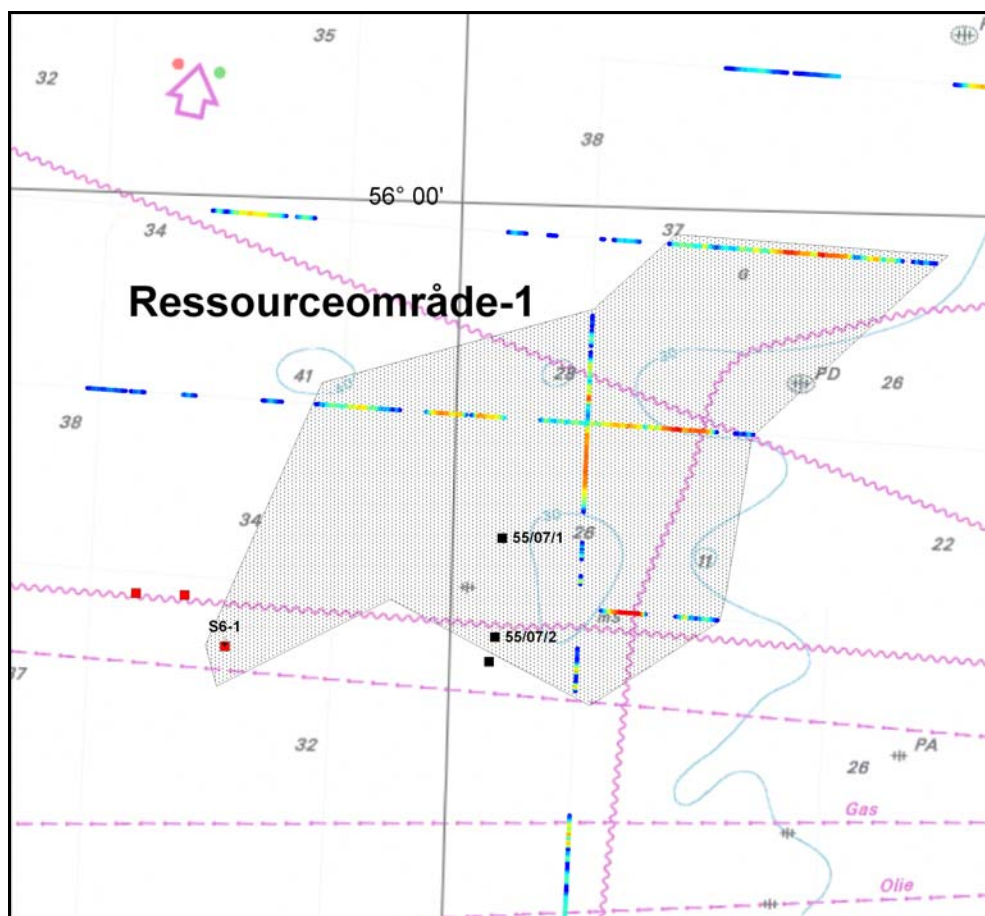
De tolkede og griddede lagtykkelser af potentielle ressourcer er præsenteret i Bilag 3, kort A8. På baggrund af tilgængelige boringsinformationer er der udpeget 4 områder, hvor indenfor potentialet for tilstedeværelsen af ressourcer synes at være størst indenfor undersøgelsesområdet (figur 14 og Bilag 3, kort A8-1). Nedenfor beskrives disse områder kort med henblik på dannelse og ressourcestype.



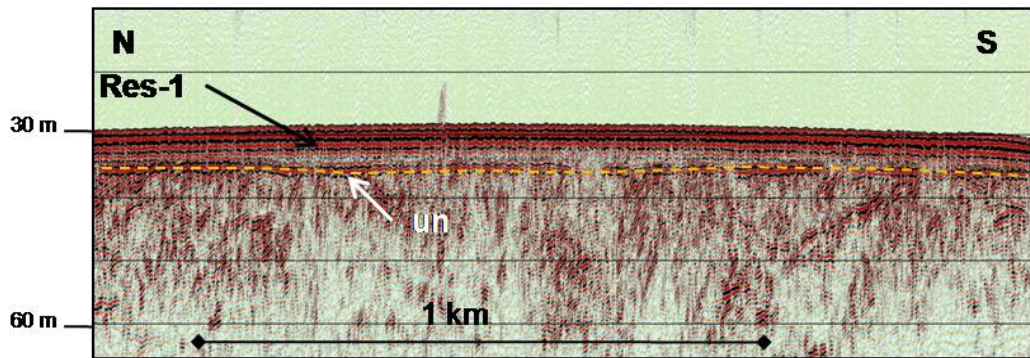
Figur 14. Oversigtskort (Bilag 3, kort A8-1) over potentielle ressourceområder i undersøgelsesområdet. Boringspositioner angivet uden nummer indikerer boringer med negativt ressource potentiale.

6.8.1 Ressourceområde 1

Området indeholder undersøgelsesområdets største mængtigheder af potentielle ressourcer med tykkelser på op til 6 m (figur 15 og Bilag 3, kort A8-1). Ressourcen består af holocænt marint sand og er dokumenteret i 3 borer: S6-1, 55/07-1 og 55/07-2 (se bilag 2). Fra borerne ses, at ressourcen i den sydligste del består af mellem og groft sand til minimum 4 m dybde. Det antages, at samme forekomst kan følges mod nordøst, hvor lagtykkelserne er i samme størrelsesorden. Generelt for området, er tilstedeværelsen af aktive sandbølger, der indikerer recent sedimenttransport. Et seismisk eksempel fra ressourceområde 1 ses af figur 16.



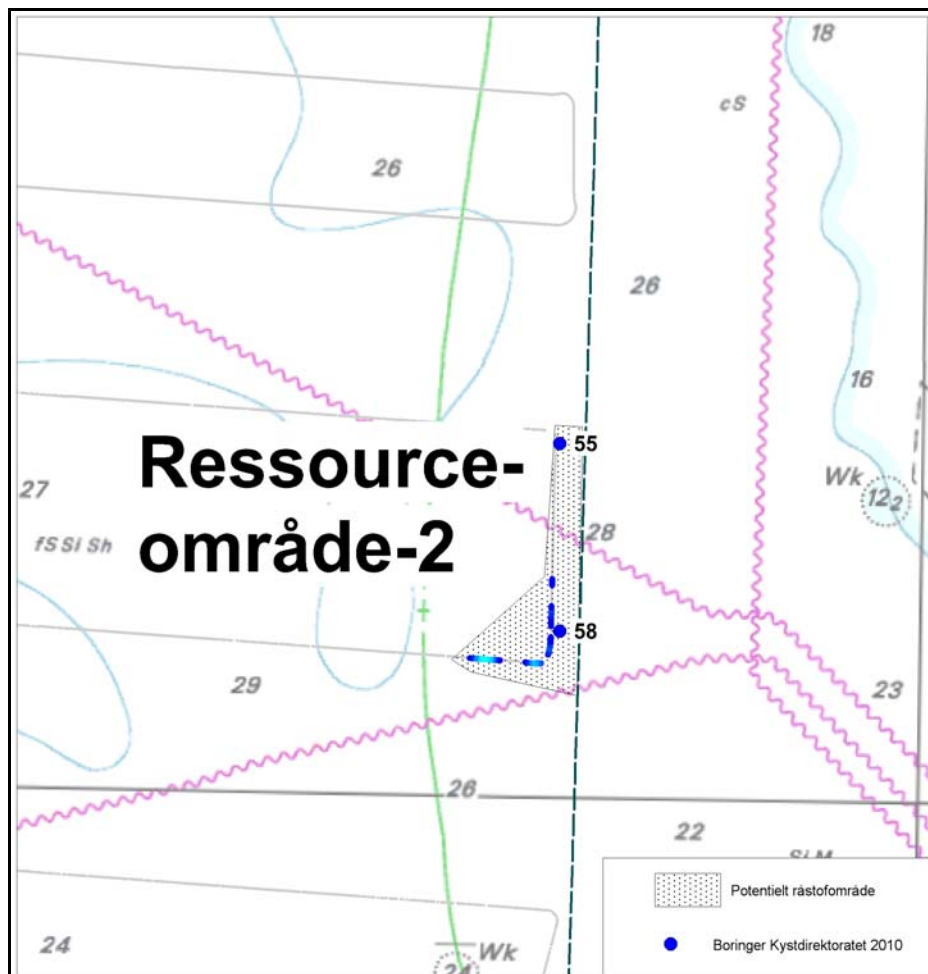
Figur 15. Ressourceområde 1 med placeringen af 3 borer indsat. For boreoplysninger se bilag 2.



Figur 16. Sparker eksempel på ressourceområde-1 (Res-1), der viser et svagt dome-formet sandlag over en unconformity (un) (hiatus). Seismisk linje NS10_18-2: position E 380660; N 6196364).

6.8.2 Ressourceområde 2

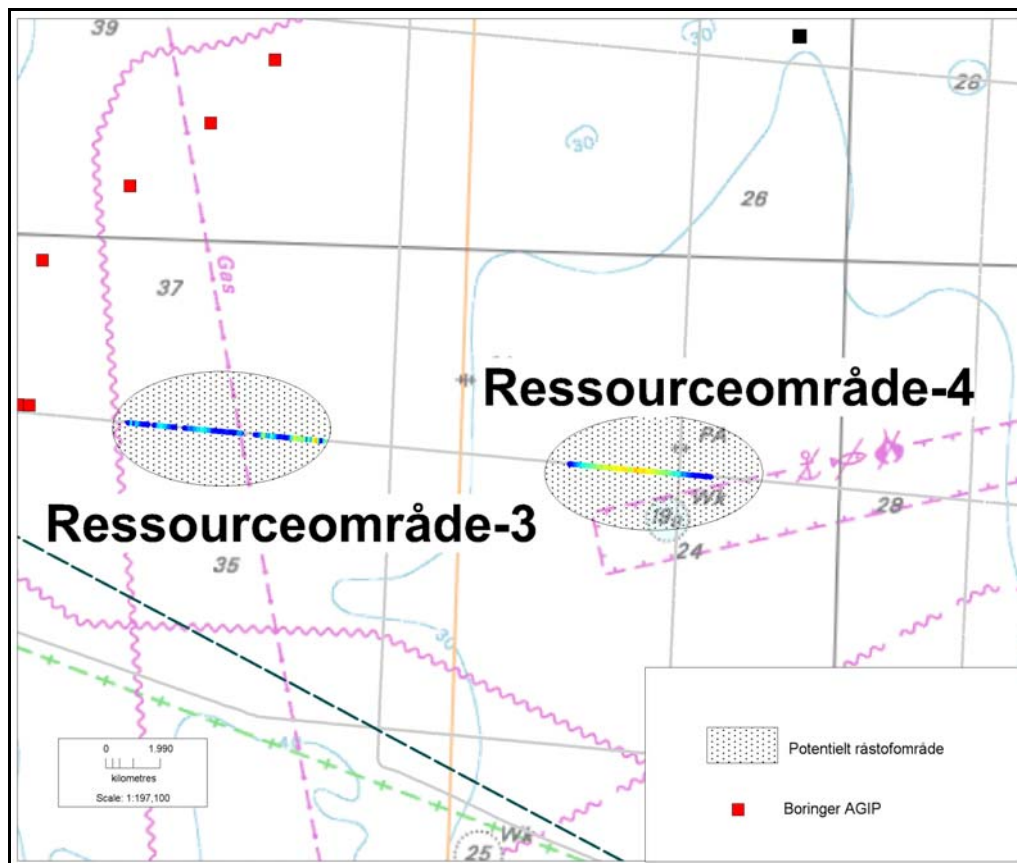
Ressourcen består af marint holocænt sand med tilstedeværelsen af mobile sandbanker med tykkelser op til 2,5 m (Bilag 3, kort A8-1). Kvaliteten, bestående af mellemkornet til dels gruset sand, er kendt fra Kystdirektoratets boringer VC-55 og VC-58 (bilag 2).



Figur 17. Ressourceområde 2 med placeringen af boringer indsat. For boreoplysninger se bilag 2.

6.8.3 Ressourceområde 3 og 4

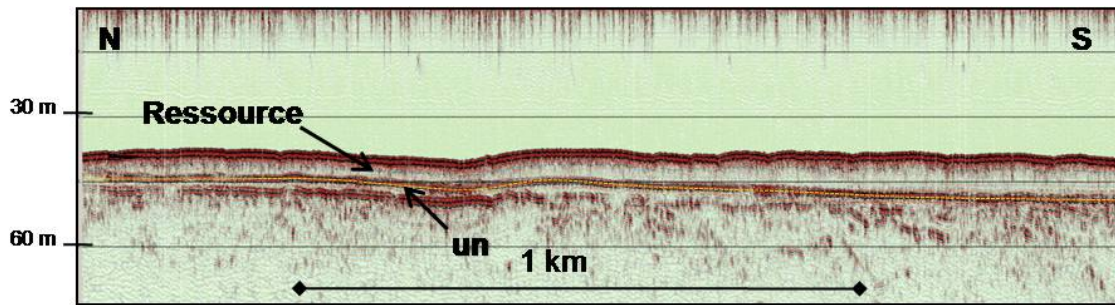
Ressourceområderne 3 og 4 er beliggende i den sydligste del af undersøgelsesområdet tæt ved substrattyperne 2 og 3. Fra de seismiske data ses den underliggende moræneflade fra forrige istid (Saale) at ligge tæt ved havbunden, hvilket har givet årsag til forekomsten af de grusede og til dels stenede områder på havbunden. Kvaliteten af de to ressourceområder, der betragtes som to enkeltstående men ensartede områder, formodes at være sand med områder af grus med op til 3-4 m lagtykkelser (se Bilag 3, kort A8-1). Der er dog ingen boringsdokumentation fra selve ressourceområderne. Men i umiddelbar nærhed findes en række boringer uden råstofmæssigt potentiale (figur 18).



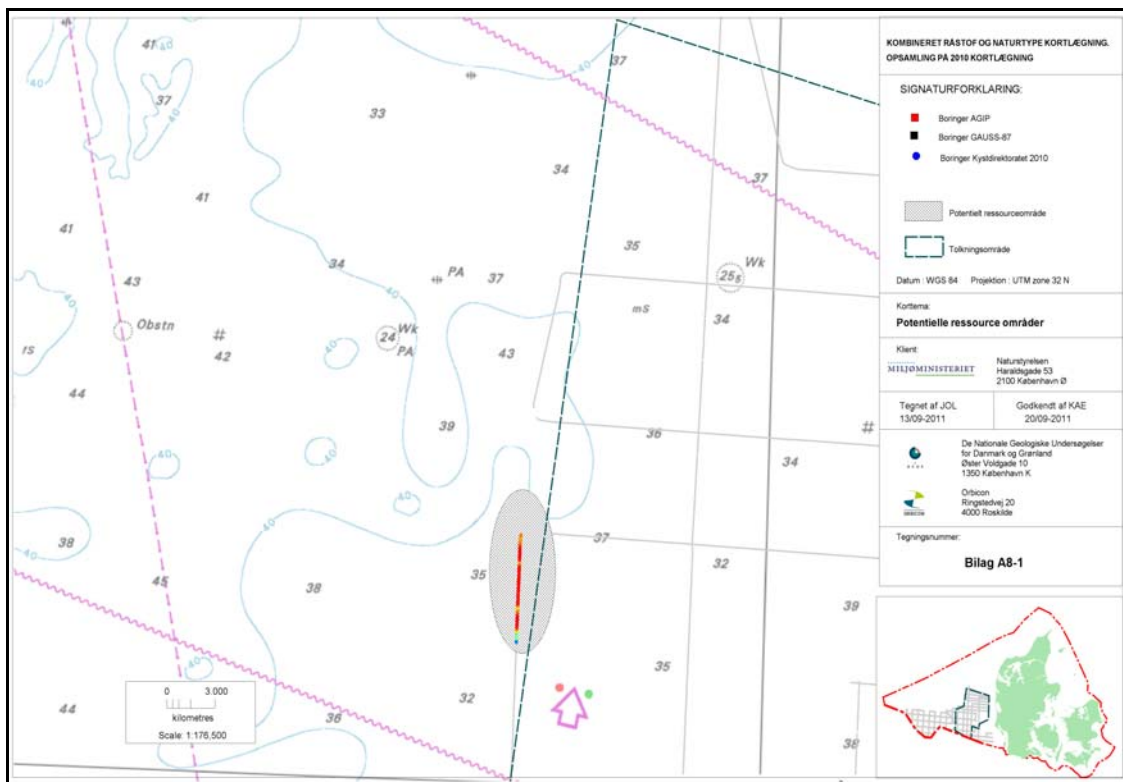
Figur 18. Ressourceområde 3 og 4 placeringen af boringer indsat. De nærliggende boringer indeholder ingen ressource kvaliteter.

6.8.4 Andre ressourceområder

Et interessant potentielt ressourceområde er kortlagt umiddelbart nordvest for undersøgelsesområdet (figur 20), men pga. det åbne sejllinje net har det ikke kunne lade sig gøre at følge denne ind i undersøgelsesområdet. Ressourcen indikerer dog mægtigheder på op til 5 m tykkelse, og ud fra de seismiske optagelser (figur 19) vurderes den at indeholde anseelige mængder sandede råstoffer. Der findes ingen tilgængelig boringsinformation.



Figur 19. Seismisk snit fra nord til syd gennem ressourceområdet nordvest for undersøgelsesområdet (Sparker linje NS-10_16-0). Den potentielle ressource (ressource) underlejres af en unconformity (un) der er svagt hældende mod syd.



Figur 20. Seismisk snit gennem ressourceområdet nordvest for undersøgelsesområdet (Sparker linje NS-10_16-0).

I undersøgelsesområdet er der ud over de ovenfor beskrevne ressourceområder kortlagt en række potentielle ressourcer med begrænsede tykkelser (Bilag 3, kort A8-1). Disse er generelt sammenfaldende med mobile sandbølger og kan derfor sandsynligvis have en begrænset lokal udbredelse på nogle få hundrede m². På grund af det pga. forhåndenværende datagrundlag har det ikke været muligt at foretaget en nærmere vurdering af disse i denne rapport.

7. Referencer og supplerende litteratur

Andersen, L.T., 2004: The Fanø Bugt Glaciotectonic Thrust Fault Complex, South-eastern Danish North Sea. Ph.D. thesis. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Rap. 2004/30, 143 sider.

Anthony, D., 2001: Seabed geology, Holocene development and sediment dynamics in the Danish coastal zone of the North Sea. Ph.D. thesis. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Rap. 2001-121.

Binzer, K. & Stockmarr, J., 1994: Geological map of Denmark. Pre-Quaternary surface topography of Denmark. Danmarks Geologiske Undersøgelse Kortserie 44, 10 sider + 2 kort.

Clausen, O.R. and Huuse M. 1999: Topography of the Top Chalk surface on- and off-shore Denmark. *Marine and Petroleum Geology* 16, 677-691.

Connor David W., Allen James H., Golding Neil, Howell Kerry L., Lieberknecht Louise M., Northern Kate O., Reker Johnny B. (2004). The Marine Habitat Classification for Britain and Ireland Version 04.05 JNCC, Peterborough.

Dansk Standard DS 405.9. Kornstørrelsesfordeling bestemt ved sigteanalyse. Dansk Standardiseringsråd, Kbh. 1978.

DS/EN 933-1. Kornstørrelsesfordeling bestemt ved sigteanalyse. Dansk Standardiseringsråd, Kbh. 2004.

Ehlers, J. 1990: Reconstruction of the dynamics of the north – west European Pleistocene ice sheets. *Quaternary Science Reviews*, Vol. 9, pp. 71-83, 1990.

Geviden, De seneste 150.000 år i Danmark – Istidslandskabet og naturens udvikling. *Geologi og geografi* nr. 2, 2005.

Gyllencreutz, R., Backman, J., Jakobsson, M., Kissel, C. and Arnold, E. 2006: Postglacial palaeoceanography in the Skagerrak. *The Holocene* 2006; 16; 975

Houmark-Nielsen, M., 1987: Pleistocene stratigraphy and glacial history of the central part of Denmark. *Bull. Geol. Soc. Denmark*, Vol. 36, 1-189.

Houmark-Nielsen, M., 2007: Extent and age of Middle and Late Pleistocene glaciations and periglacial episodes in southern Jylland, Denmark. *Bull. Geol. Soc. Denmark* vol. 55, side 9-35.

Huuse, M. and Lykke-Andersen, H. 2000: Overdeepened Quaternary valleys in the eastern Danish North Sea: morphology and origin. *Quaternary Science Reviews* 19 1233-1253.

Japsen, P. 2000: Fra Kridthav til Vesterhav. Nordsøbassinets udvikling vurderet ud fra seismiske hastigheder. *Geologisk Tidsskrift*, hæfte 2, pp. 1–36, København.

Jelgersma, S., 1979; Sea-level changes in the North Sea basin. In: E. Oele, R.T.E. Schüttenhelm and A.J. Wiggers, Editors, *The Quaternary History of the North Sea. Acta Univ. Ups. Symp. Univ. Ups. Annum Quingentesimum Celebrantis: 2* Uppsala (1979), pp. 233–248.

Jensen H., Rindorf A., Wright P.J., Mosegaard H. (2010). Inferring the location and scale of mixing between habitat areas of lesser sandeel through information from the fishery ICES J. Mar. Sci. fsq154 first published online October 30, 2010 doi:10.1093/icesjms/fsq154.

Jensen J.B. (2000). Kortlægning af marine naturtyper i Danmark i forbindelse med EF-Habitatdirektivet. Generel kortlægning af Natura 2000 kode 1110 Sandbanker, 1140 Ebbe flader og 1170 Rev. Udført for Skov- og Naturstyrelsen i 2000, Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelser Rapport 2000/106, 31 pp + 1 Plate + 1 CD ROM.

Jensen, J.B., Gravesen, P. & Lomholt, S., 2008: Geology of outer Horns Rev, Danish North Sea. *Bull. Geol. Surv. of Denmark and Greenland*, 15, side 41-44.

Joint National Conservation Committee. (2004). Guidelines For Minimising Acoustic Disturbance to Marine Mammals From Seismic Surveys. JNCC Publication, April 2004.

Larsen, B., 2003: TEMANUMMER. Blåvands Huk - Horns Rev området – et nyt Ska-gen? *Geologi, Nyt fra GEUS*, nr. 4 december 2003, side 2-10.

Larsen, B. & Andersen, L.T., 2005: Late Quaternary stratigraphy and morphogenesis in the Danish eastern North Sea and its relation to onshore geology. *Geologie en Mijnbouw* 84, side 113-128.

Leth, J.O. 1998: Late Quaternary geology and recent sedimentary processes of the Jutland Bank region, NE North Sea. Ph.D. Thesis: Aarhus Universitet. 1998.

Leth, J.O., 2003: TEMANUMMER. Nordsøen efter istiden – udforskningen af Jyske Rev. *Geologi, Nyt fra GEUS*, nr. 3 december 2003, side 2-12.

Leth, J.O., 2005: Revurdering af marine kortlægningsdata som grundlag for udpegning af habitatområder offshore i Nordsøen. Kortlægning af NATURA 2000 marine naturtyper. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Rap. 2005-37, 32 sider + kortbilag + CD.

Leth, J.O., Anthony, D., Larsen, B., Andersen, L.T. & Jensen, J.B., 2001: Geologisk kortlægning af Vestkysten. Samlede resultater af den regionalgeologiske kortlægning af kystzonen mellem Lodbjerg og Blåvandshuk. Udført for Kystdirektoratet 1998-2001. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Rap. 2001-111, 26 sider + bilag.

MESH (Mapping of European Seabed Habitats) (2005): Review of standards and protocols for seabed habitat mapping. Published within the framework of MESH action 2.1, which is an INTERREG IIIB-NW European program, 203 pages. <http://www.searchmesh.net>

Nielsen, T., Mathiesen, A. & Bryde-Auken, M., 2008: Base Quaternary in the Danish parts of the North Sea and Skagerrak. Bull. Geol. Surv. of Denmark and Greenland, 15, side 37-40.

Orbicon A/S (2007). Kortlægning af Natura 2000 habitaterne: boblerev (1180), rev (1170) og sandbanker (1110). Udarbejdet for Skov- og Naturstyrelsen.

Pedersen, S.A.S., Petersen, K.S. & Rasmussen, L. Aa. 1988: Observations on glacio-dynamic structures at the Main Stationary Line in western Jutland, Denmark. In Croot, D. (ed) Glaciotectonics: Forms and processes, 177–183. Rotterdam: Balkema.

Salomonsen, I. & Jensen, K.A., 1994: Quaternary erosional surfaces in the Danish North Sea. Boreas, Vol. 23, side 244-253.

Bilag 1: Substratbeskrivelser

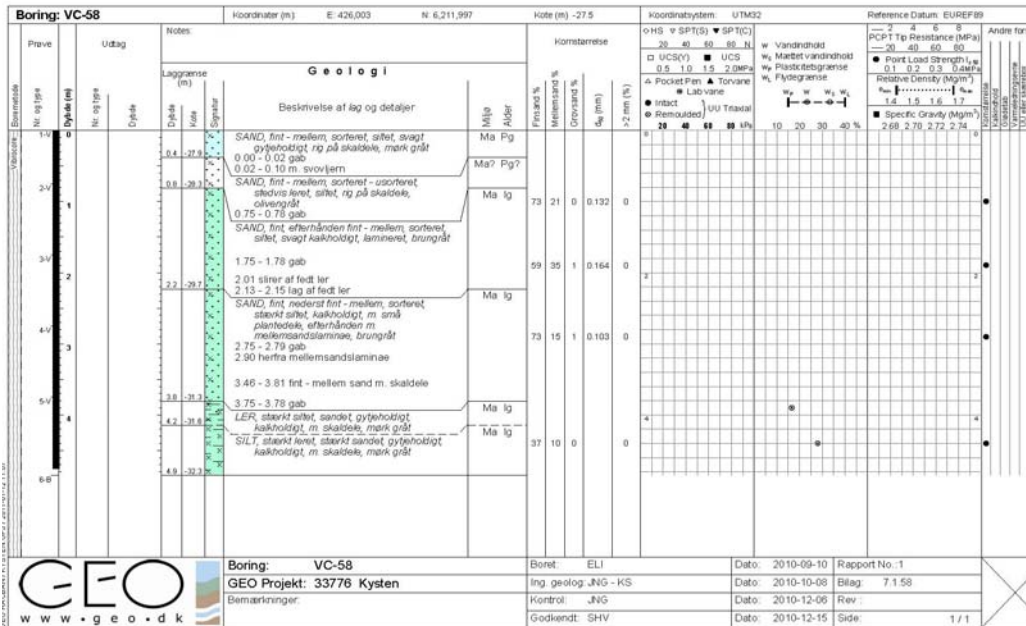
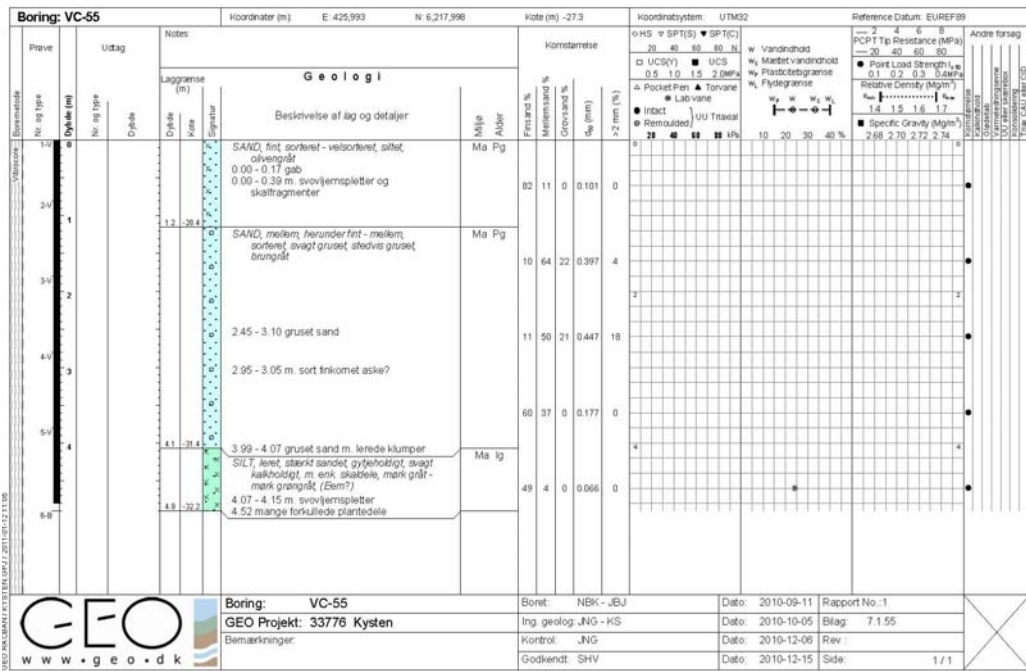
Stationsnummer (jf. DVD og logbog)	Substratbeskrivelse	Substrattype	Video-nummer	Position N (WGS 84)	Position E (WGS 84)	Dybde	Bundprøve
F3001	fin sandbund, lidt grus og småsten med mindre bølgeribber	Type	F3001	55°42,596	6°32,820	41	ja
F3002	fast sandbund med lidt grus og småsten samt lidt skaller og varierende størrelse bølgeribber	Type	F3002	55°42,173	6°47,817	36	ja
F3003	fast sandbund med kraftige stejle bølgeribber med lidt skalgrus - overgang til mere jævn sandbund med fint sanc	Type	F3003	55°41,706	6°59,737	31	ja
F3004	Gruset sandbund med meget store bølgeribber. Meget dårlig sigt	Type	F3004	55°41,393	7°11,605	34	nej
F3005	ren fast sandbund med mindre bølgeribber, fortsat meget marint sne. Overgang til område med større bølgeribber	Type	F3005	55°33,320	7°11,888	29	Ja/Nej
F3006	fin sandbund med bølgeribber. Ret god sigt	Type	F3006	55°48,578	6°29,894	42,5	ja
F3009	fast sandbund med spredte større sten, samt lidt grus og småsten. Ret eksponeret	Type	F3009	55°57,511	6°45,066	41	nej
F3010	Fast sandbund med ret kraftige bølgeribber	Type	F3010	55°51,969	6°45,003	36	ja
F3011	fin sandbund med små bølgeribber - en del bundfaunaaktivitet	Type	F3011	55°47,948	6°44,824	38	ja
F3012	fast sandbund med mindre bølgeribber. Relativ god sigt men stadig en marint sne	Type	F3012	55°33,520	6°44,642	35	ja
F3014	gruset og småstenet bund med meget kraftige bølgeribber	Type	F3014	55°19,919	6°44,393	39	nej
F3015	Fast sandbund med markante bølgeribber. Lidt bedre sigt	Type	F3015	55°23,976	6°54,393	31	ja
F3018	fast sandbund med kraftige bølgeribber	Type	F3018	56°24,765	6°57,918	40	ja
F3020	fast sandbund med bølgeribber og lidt skaller	Type	F3020	55°56,515	7°05,533	33,5	ja
F3022	Der er så massivt med marint sne og brune kiselalger at sigten lige over bunden er nærmest 0 meter. De glimt vi har fået har været sanv	Type	F3022	55°50,370	7°10,220	30	ja
F3024	fast sandbund med mindre bølgeribber	Type	F3024	55°55,172	6°51,480	40	ja
F3025	fast sandbund med markante bølgeribber og lidt hvide skaller	Type	F3025	55°55,064	6°58,460	35	ja
F3026	ren fast sandbund med strømribber. En del marint sne	Type	F3026	55°58,399	7°36,026	23	ja
F3027	Grov sandbund med bølgeribber og spredte mindre sten og grus. Meget marint sne.	Type	F3027	55°58,851	7°21,869	27	ja
F3028	groft sand med kraftige bølgeribber og en del grus og småsten i bunden af bølgeribberne. Ret dårlig sigt pga marint sne	Type	F3028	55°59,252	7°05,993	33	Ja/Nej
F3030	fast sandbund med bølgeribber, ret dårlig sigt.	Type	F3030	56°02,503	7°40,148	29	ja
F3031	fast sandbund med mindre bølgeribber. Meget homogen.	Type	F3031	56°06,523	7°41,092	30	ja
F3032	fast grov sandbund med kraftige bølgeribber, lidt skaller - overgang til højere bølgeribber med meget skarpe kanter. Dårlig sigt	Type	F3032	56°07,497	7°07,464	31	ja
F3033	fin sandbund med små bølgeribber	Type	F3033	56°07,873	6°49,668	42	ja
F3034	fast sandbund med markante bølgeribber - enkelte skaller	Type	F3034	56°07,667	6°57,061	37	ja
F3035	fast sandbund med pæne bølgeribber - spredte småsten - partier med store sten	Type	F3035	56°11,103	7°00,481	36	ja
F3036	fast sandbund med små bølgeribber og lidt skaller	Type	F3036	56°09,893	7°46,719	27	ja
F3037	grov sandbund med bølgeribber og en del grus, småsten og større sten i pletter. Desværre rigtig dårlig sigt med en hule dyne af marint sne over bunden	Type	F3037	56°14,774	7°38,318	30	nej
F3038	fast sandbund (groft) med meget markante bølgeribber - enkelte spredte større sten. Dårlig sigt pga mm meget marint sne	Type	F3038	56°14,868	7°36,175	30,5	ja
F3039	fast sandbund med ret store bølgeribber, enkelte skaller. Meget skarpe rygge. En del marint sne og derfor lidt dårlig sigt	Type	F3039	56°15,558	7°10,744	31	ja
F3041	grov sandbund med markante bølgeribber og enkelte skaller en smule grus og småsten	Type	F3041	56°16,135	6°47,824	38	Ja/Nej
F3042	fast sandbund med medium bølgeribber	Type	F3042	56°15,880	6°58,261	35	ja
F3044	fast sandbund med kraftige bølgeribber og spredte store sten	Type	F3044	56°15,170	6°46,935	41	ja
F3045	fast sandbund med ganske små bølgeribber med lidt skaller - overgang til område med meget store bølgeribber med lidt grus og småsten og groft sand - med ler und	Type	F3045	56°18,912	7°28,402	35	Ja/Nej
F3046	fast sandbund med mindre bølgeribber. En meget stor sten	Type	F3046	56°18,231	7°32,309	33	ja
F3047	fast sandbund med mindre bølgeribber - overgang til mere skarp kantede bølgeribber. Åbenbart et tyndt sandlag oven på grusbund	Type	F3047	56°15,863	7°44,450	27	ja
F3048	sandbund med bølgeribber og lidt grus og skaller	Type	F3048	55°26,333	6°36,087	42	ja
F3050	bund med groft sand med store bølgeribber og spredte mindre sten og grus mellem de meget stejle ribber	Type	F3050	55°20,242	6°54,975	34	nej
F3051	grov sandbund med lidt grus, småsten og spredte større sten og mindre bølgeribber	Type	F3051	55°20,605	6°43,693	37	Ja/Nej
F3052	fast sandbund med mindre bølgeribber og lidt skaller - overgang til område med noget større bølgeribber	Type	F3052	56°12,186	7°46,531	26	ja
F3053	Fast sandbund med mindre men skarpe strømribber	Type	F3053	56°10,593	7°48,949	28	ja
F3054	meget dårlig sigt pga marint sne. Sandbund med kraftige bølgeribber	Type	F3054	55°45,780	7°24,070	22	ja
F3055	groft sand og lidt grus med kraftige bølgeribber. Fortsat meget marint sne	Type	F3055	55°34,640	7°23,933	27	ja
F3056	fast ren sandbund med moderate bølgeribber enkelte skaller. Dårlig sigt	Type	F3056	56°29,633	7°23,888	32	ja

Orbicons substratbeskrivelser fra de gennemførte ROV inspektioner.

Bilag 2: Boringer

SEDIMENTOLOGICAL CORE LOG						
CORE NR.:		AGIP S6-1		578208		26461 FIX:
						WATER DEPTH:
Sample depth	Core	Box	Scale	Lithology	Grain size & Sedimentary structure	Description
Stratigr.	V					0,20-0,55 SAND, fine-very fine, silty, shells and shell fragments, dark grey 5Y 4/1
	IV		1			0,55-2,18 SAND, laminated, medium-coarse, few gravel size clasts, light grey 10YR 7/1
	III		2			
Kem III Gas III						
	II		3			2,43-3,18 SAND, laminated, medium and coarse, few lamina with very coarse sand, few clasts of fine gravel, light grey 10YR 7/2
Kem II Gas II						
	I		4			3,43-4,18 SAND, laminated, medium and coarse, few lamina with very coarse, few clasts of fine gravel, light grey 10YR 7/2
Kem I Gas I						
			5			
			6			
				Position in ED50 Latitude 55 49,4392' Longitude 06 50,7461'		
25,09,2000 PK Date Described by						
				Geological Survey of Denmark and Greenland 		






AGIP boring S6-1



Kystdirektoratets boringer 2010: VC-55 og VC-58

RIJKSGEÖLOGISCHE DIENST			BLOCK						
DEPT. OF MARINE GEOLOGY			BORING 55-07-1						
			COORDINATES 55 52 2.4						
			7 2 6.0						
OPERATOR		BGS/DHI	UTM COORDINATES						
JOBNUMBER		55-07-1	OTHER COORDINATES						
ANALYSISNUMBER		99/2							
DATE		23-8-1987							
METHOD		VIBROCORER	TOTAL DEPTH	3.05	METER				
LOCATION			MEASURED WATERDEPTH	33.00	METER				
TYPE OF BORING		CORING	CORRECTED WATERDEPTH	0.00	M-NAP				
DEPTH INTERVAL (M)	LITH. 1:100		GRAINSIZES				DSO	SHELLS	CA
			<63UM	S	GRAVEL	M			
			UM	%	%	%	UM	UM	%
0.00-0.30		SAND							
		MODERATELY COARSE COLOUR DARK GREY HUE 10YR-3/1 FEW SHELLFRAGMENTS							
0.30-0.75		SAND							
		MODERATELY FINE FEW SHELLFRAGMENTS							
0.75-1.10		SAND							
		EXTREMELY COARSE GRAVELLY F-MG-ZG FEW SHELLFRAGMENTS							
1.10-2.20		SAND							
		MODERATELY COARSE FEW SHELLFRAGMENTS							
2.20-2.80		SAND							
		EXTREMELY COARSE SANDY CLAY-LAYER AT 2.50M FEW SHELLFRAGMENTS							
2.80-3.05		SAND							0
		VERY FINE							
END OF BORING									

GAUSS-87 boring 55-07-1.

RIJKSGEÖLOGISCHE DIENST			BLOCK						
DEPT. OF MARINE GEOLOGY			BORING	55-07-2					
			COORDINATES	55 49 42.0 7 1 54.0					
OPERATOR	BGS/DHI	UTM COORDINATES							
JOBNUMBER	55-07-2	OTHER COORDINATES							
ANALYSISNUMBER	89/2								
DATE	23-6-1987								
METHOD	VIBROCORE	TOTAL DEPTH	1.10	METER					
LOCATION		MEASURED WATERDEPTH	33.00	METER					
TYPE OF BORING	CORING	CORRECTED WATERDEPTH	0.00	M-NAP					
DEPTH INTERVAL (M)	LITH. 1:100	GRAINSIZES	<63UM	S	GRAVEL	M	DSO	SHELLS	CA
		UM	%	%	%	UM	UM	%	
0.00-0.15		SAND	MODERATELY COARSE COLOUR DARK GREY HUE 10YR-3/1 FEW SHELLFRAGMENTS						
0.15-0.45		SAND	VERY COARSE FEW SHELLFRAGMENTS						
0.45-0.55		SAND	EXTREMELY COARSE FEW SHELLFRAGMENTS						
0.55-0.95		SAND	MODERATELY COARSE HIGH WATER CONTENT AT THE TOP						0
0.95-1.20		SAND	VERY FINE						0
END OF BORING									

GAUSS-87 boring 55-07-2.

Bilag 3: Temakort

- A1 Sejllinjer
- A2 Bundverifikationspunkter
- A3 Dybdeforhold
- A4 Substrattyper
- A5 Naturtyper
- A6 Menneskelig aktivitet
- A7 Sandbølger
- A8 Råstoffer
- A8-1 Råstofområder 1-4

KOMBINERET RÅSTOF OG NATURTYPE KORTLÆGNING.
OPSAMLING PÅ 2010 KORTLÆGNING

SIGNATURFORKLARING:



Tolkningsområde



Sejllinjer

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 N

Korttema:

Sejllinjekort over opmålingsområde

Klient:

MILJØMINISTERIET

Naturstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

Tegnet af AZK
18/08-2011

Godkendt af KAE
20/09-2011



De Nationale Geologiske Undersøgelser
for Danmark og Grønland
Øster Voldgade 10
1350 København K



Orbicon
Ringstedvej 20
4000 Roskilde

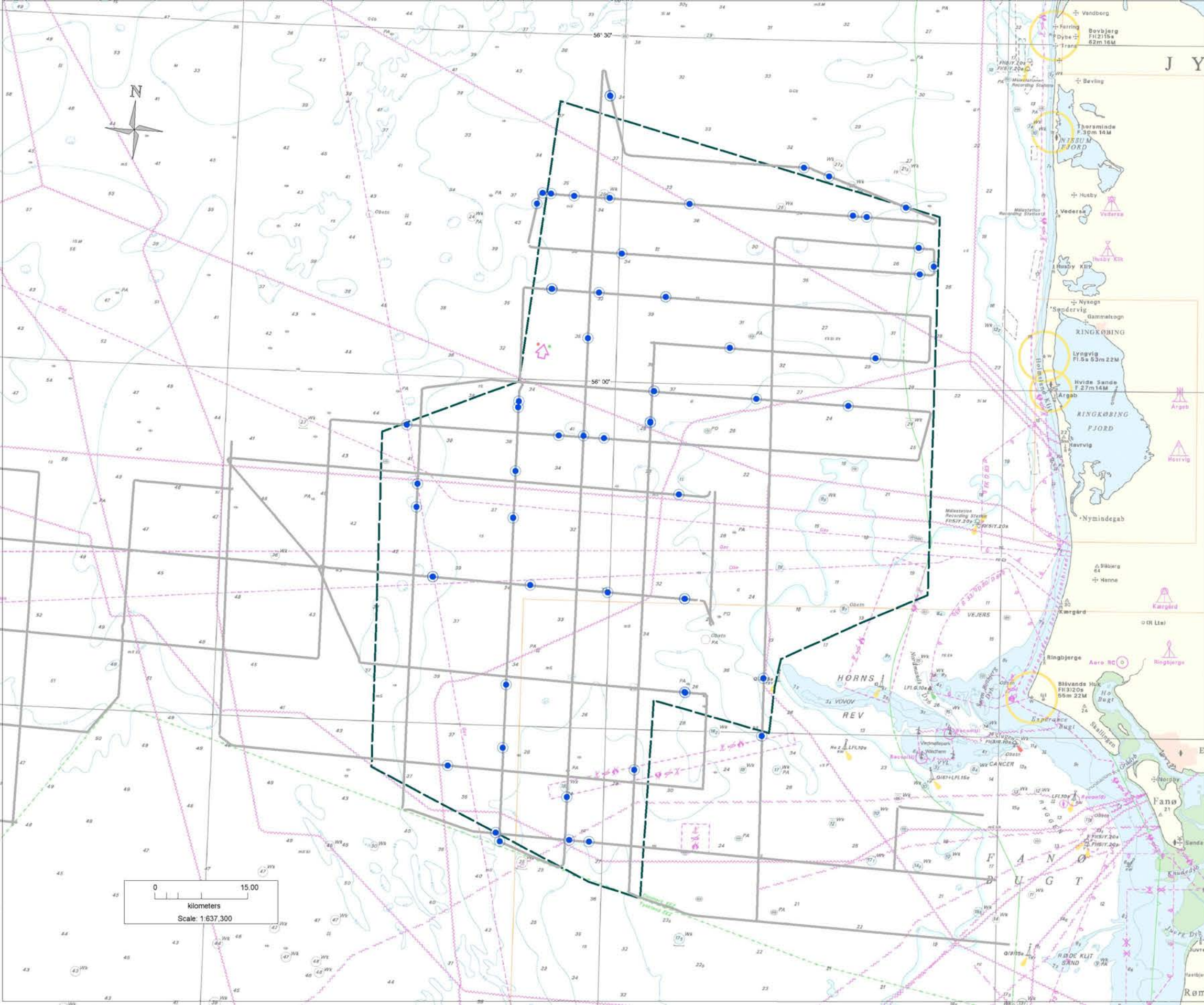
Tegningsnummer:

Bilag A1



0 20,00
kilometers
Scale: 1:958,300

NORDSCHILLGRUND



**KOMBINERET RÅSTOF OG NATURTYPE KORTLÆGNING.
OPSAMLING PÅ 2010 KORTLÆGNING**

SIGNATURFORKLARING:

- ROV - dyk positioner
- Sejllinjer
- Tolkningsområde

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 N

Korttema:
Bundverifikationspunkter i opmålingsområde

Klient:
MILJØMINISTERIET Naturstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

Tegnet af AZK
22/08-2011

Godkendt af KAE
20/09-2011



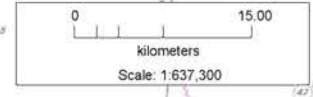
De Nationale Geologiske Undersøgelser
for Danmark og Grønland
Øster Voldgade 10
1350 København K



Orbicon
Ringstedvej 20
4000 Roskilde

Tegningsnummer:

Bilag A2



SIGNATURFORKLARING:

- Vanddybder i meter
- 18 to 23
 - 23 to 28
 - 28 to 33
 - 33 to 38
 - 38 to 43
 - 43 to 48
 - 48 to 53
 - 53 to 58

 Tolkningsområde


Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 N


Korttema:
Dybdeforhold i opmålingsområde

Klient:
MILJØMINISTERIET Naturstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

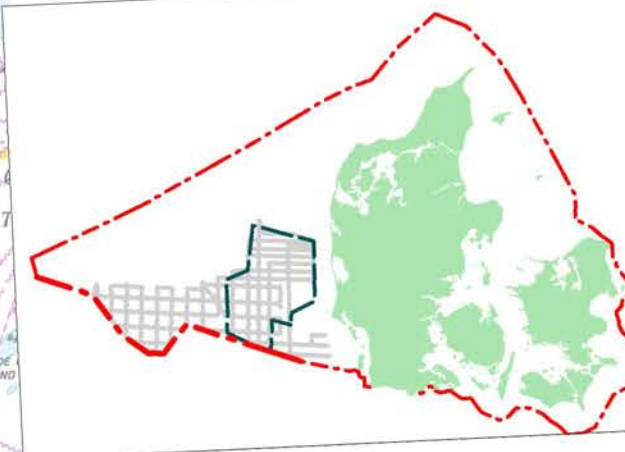
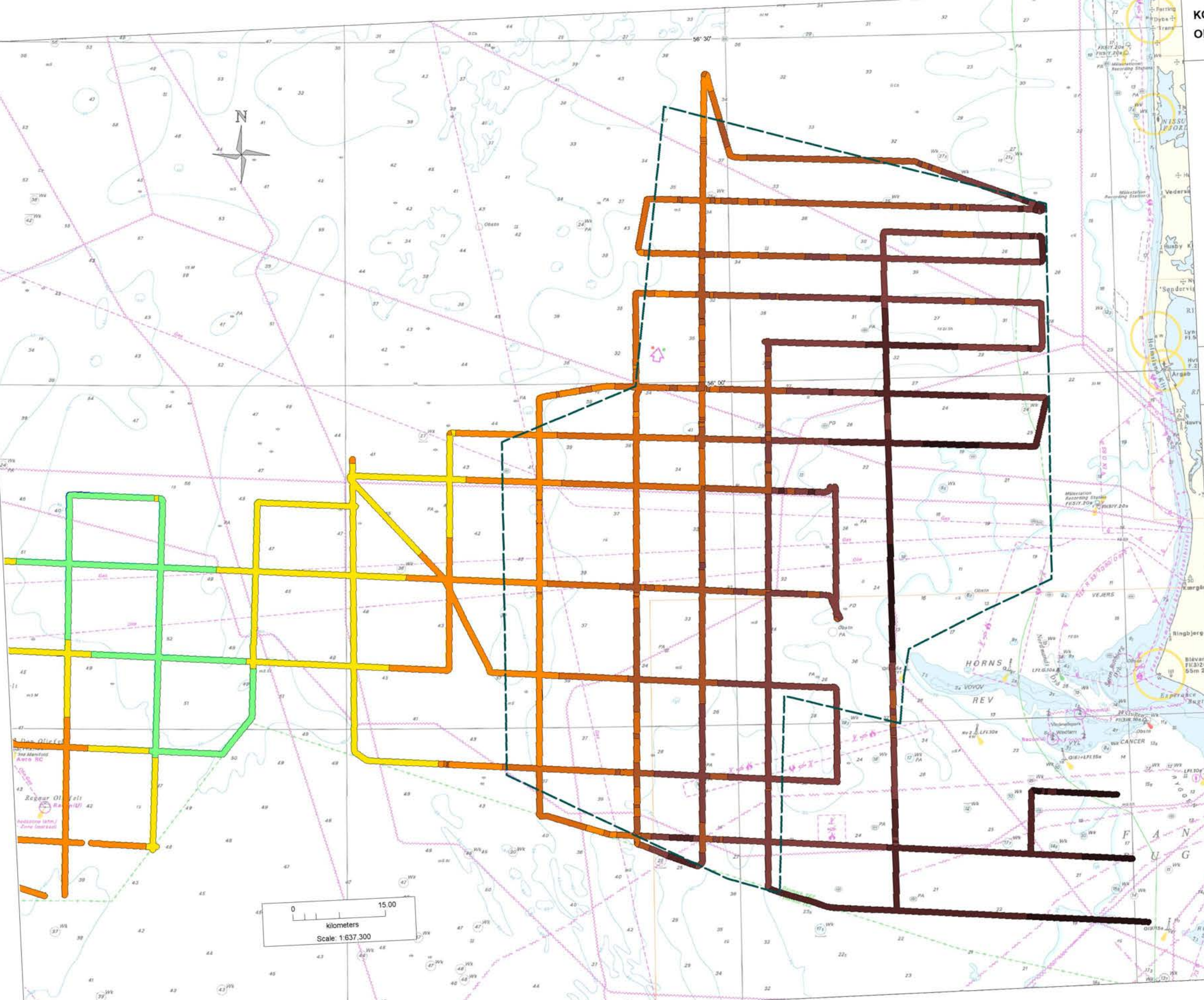
Tegnet af AZK
23/08-2011

Godkendt af KAE
20/09-2011

 De Nationale Geologiske Undersøgelser
for Danmark og Grønland
Øster Voldgade 10
1350 København K

 Orbicon
Ringstedvej 20
4000 Roskilde

Tegningsnummer:
Bilag A3



0 15.00
kilometers
Scale: 1:637,300

**KOMBINERET RÅSTOF OG NATURTYPE KORTLÆGNING.
OPSAMLING PÅ 2010 KORTLÆGNING**

SIGNATURFORKLARING:

- Bundsstrattype 1b
- Bundsstrattype 2
- Bundsstrattype 3
- Bundsstrattype 4
- Tolkningsområde
- Sejllinjer

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 N

Korttema:

Bundsstratyper i opmålingsområde

Klient:

MILJØMINISTERIET

Naturstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

Tegnet af AZK/ JOL
23/08-2011

Godkendt af KAE
20/09-2011



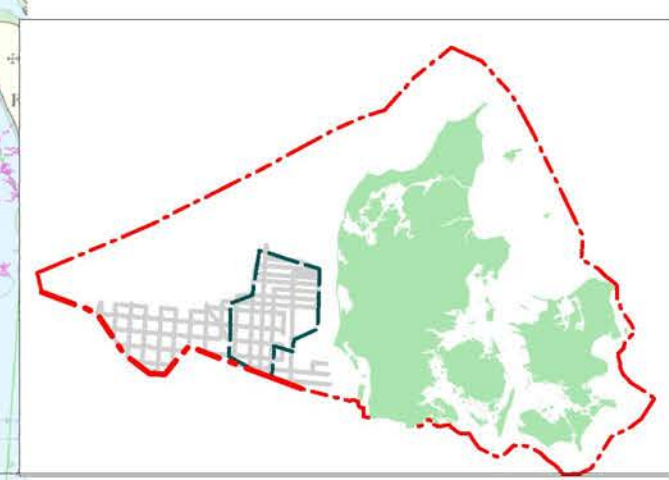
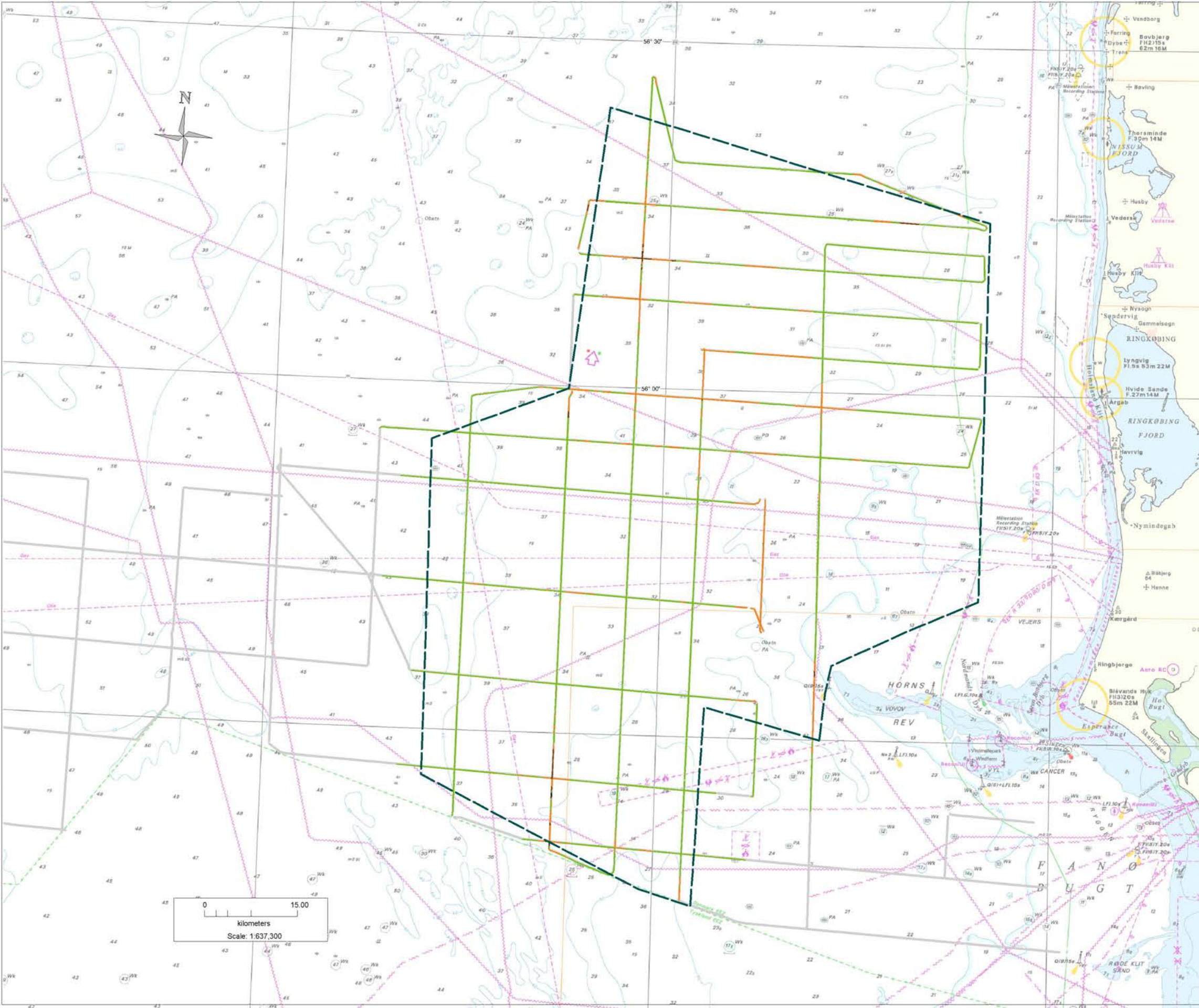
De Nationale Geologiske Undersøgelser
for Danmark og Grønland
Øster Voldgade 10
1350 København K

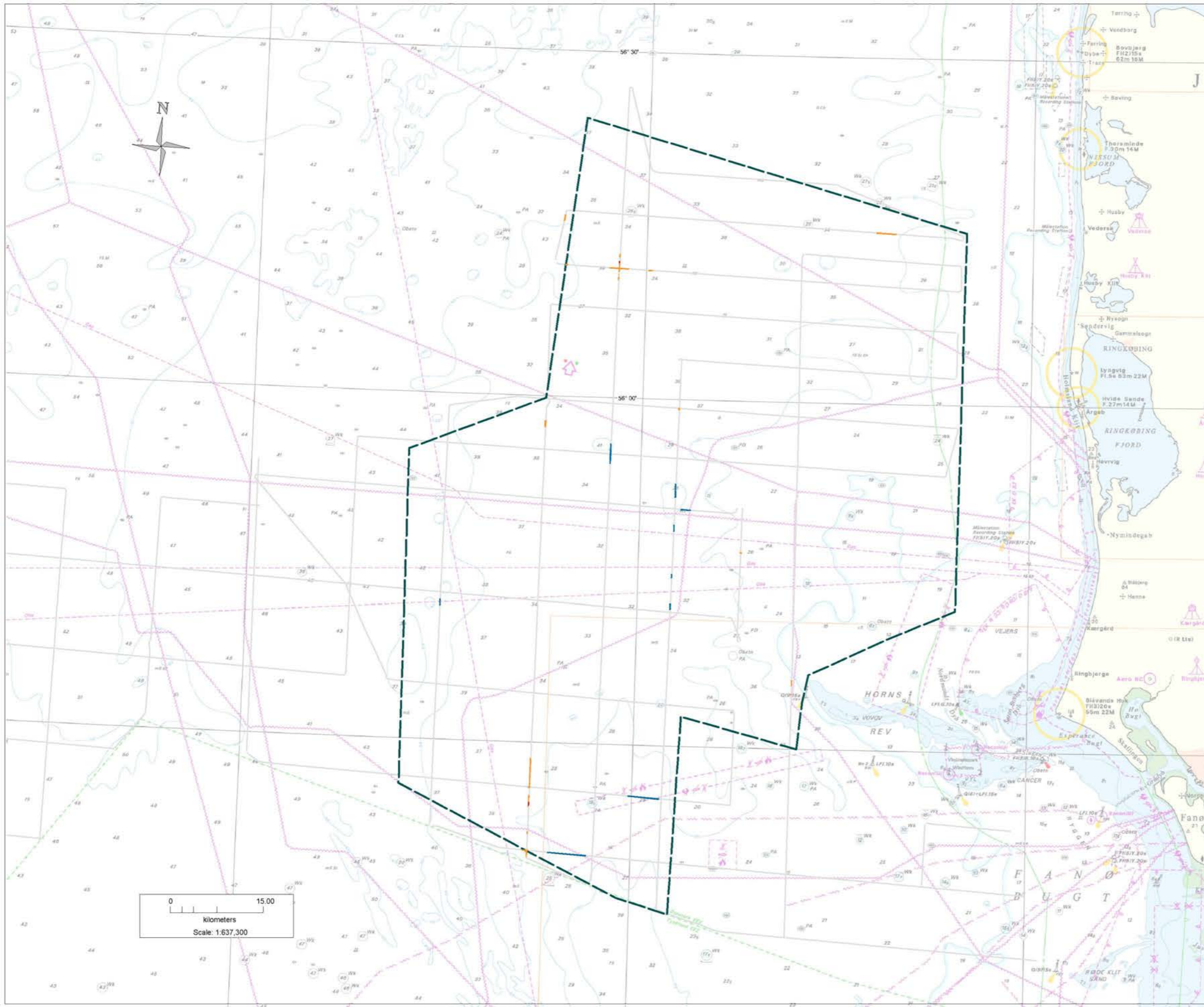


Orbicon
Ringstedvej 20
4000 Roskilde

Tegningsnummer:

Bilag A4





**KOMBINERET RÅSTOF OG NATURTYPE KORTLÆGNING.
OPSAMLING PÅ 2010 KORTLÆGNING**

SIGNATURFORKLARING:

- Sandbanker
- Pletvis stenrev
- Stenrev
- Tolkningsområde
- Sejllinier

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 N

Korttema:
Naturtyper i opmålingsområde

Klient:
MILJØMINISTERIET Naturstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

Tegnet af AZK/ JOL
25/08-2011

Godkendt af KAE
20/09-2011



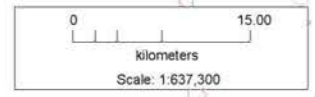
De Nationale Geologiske Undersøgelser
for Danmark og Grønland
Øster Voldgade 10
1350 København K



Orbicon
Ringstedvej 20
4000 Roskilde





Tegningsnummer:

Bilag A5



KOMBINERET RÅSTOF OG NATURTYPE KORTLÆGNING.
OPSAMLING PÅ 2010 KORTLÆGNING

SIGNATURFORKLARING:

-  Område med trawlmærker
-  Kabler eller rørledninger
-  Tolkingsområde
-  Sejllinjer

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 N

Korttema:
Menneskelig aktivitet i opmålingsområde

Klient:
MILJØMINISTERIET Naturstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

Tegnet af AZK/ JOL
26/08-2011

Godkendt af KAE
20/09-2011



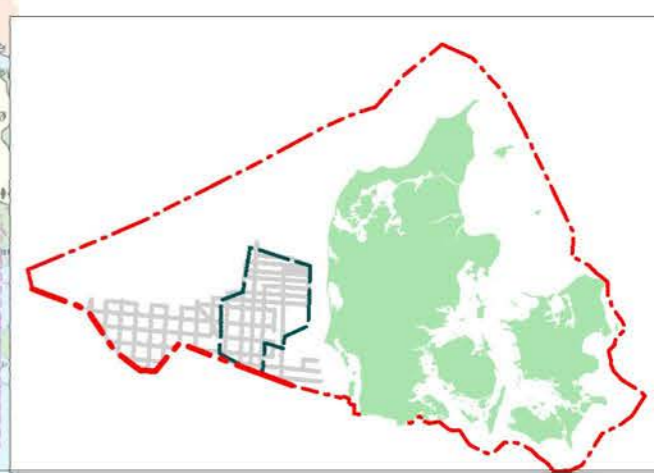
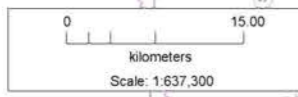
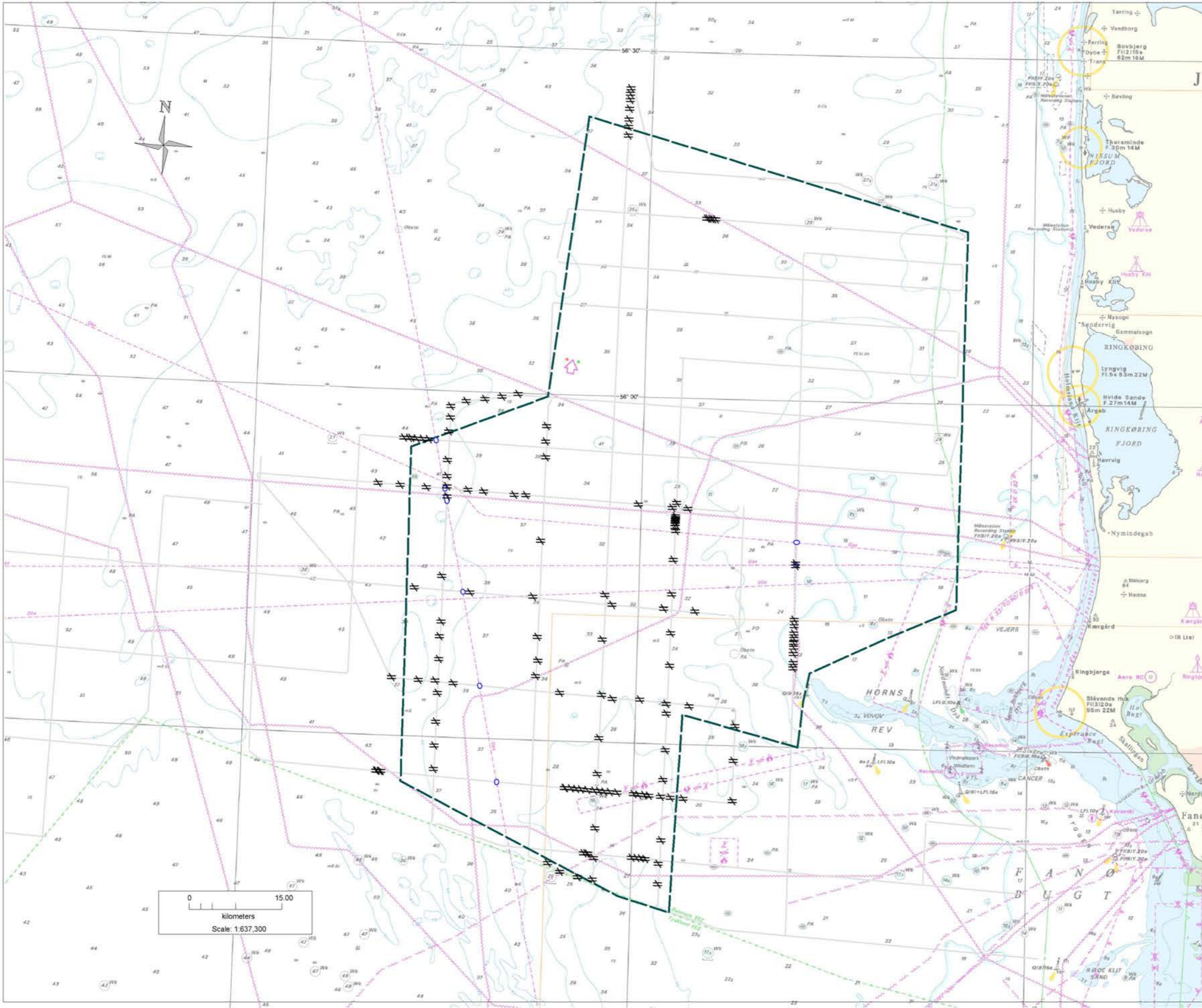
De Nationale Geologiske Undersøgelser
for Danmark og Grønland
Øster Voldgade 10
1350 København K



Orbicon
Ringstedvej 20
4000 Roskilde


Tegningsnummer:

Bilag A6



**KOMBINERET RÅSTOF OG NATURTYPE KORTLÆGNING.
OPSAMLING PÅ 2010 KORTLÆGNING**

SIGNATURFORKLARING:

-  Sandbølger
-  Tolkningsområde
-  Sejllinjer

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 N

Korttema:
Sandbølger i opmålingsområde

Klient:
MILJØMINISTERIET Naturstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

Tegnet af AZK/ JOL
29/08-2011

Godkendt af KAE
20/09-2011



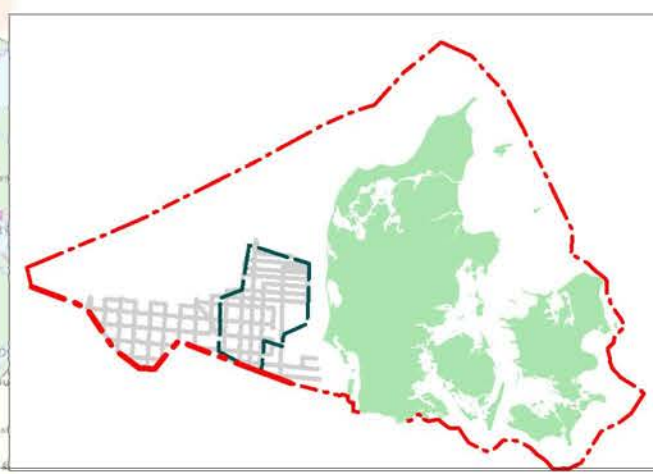
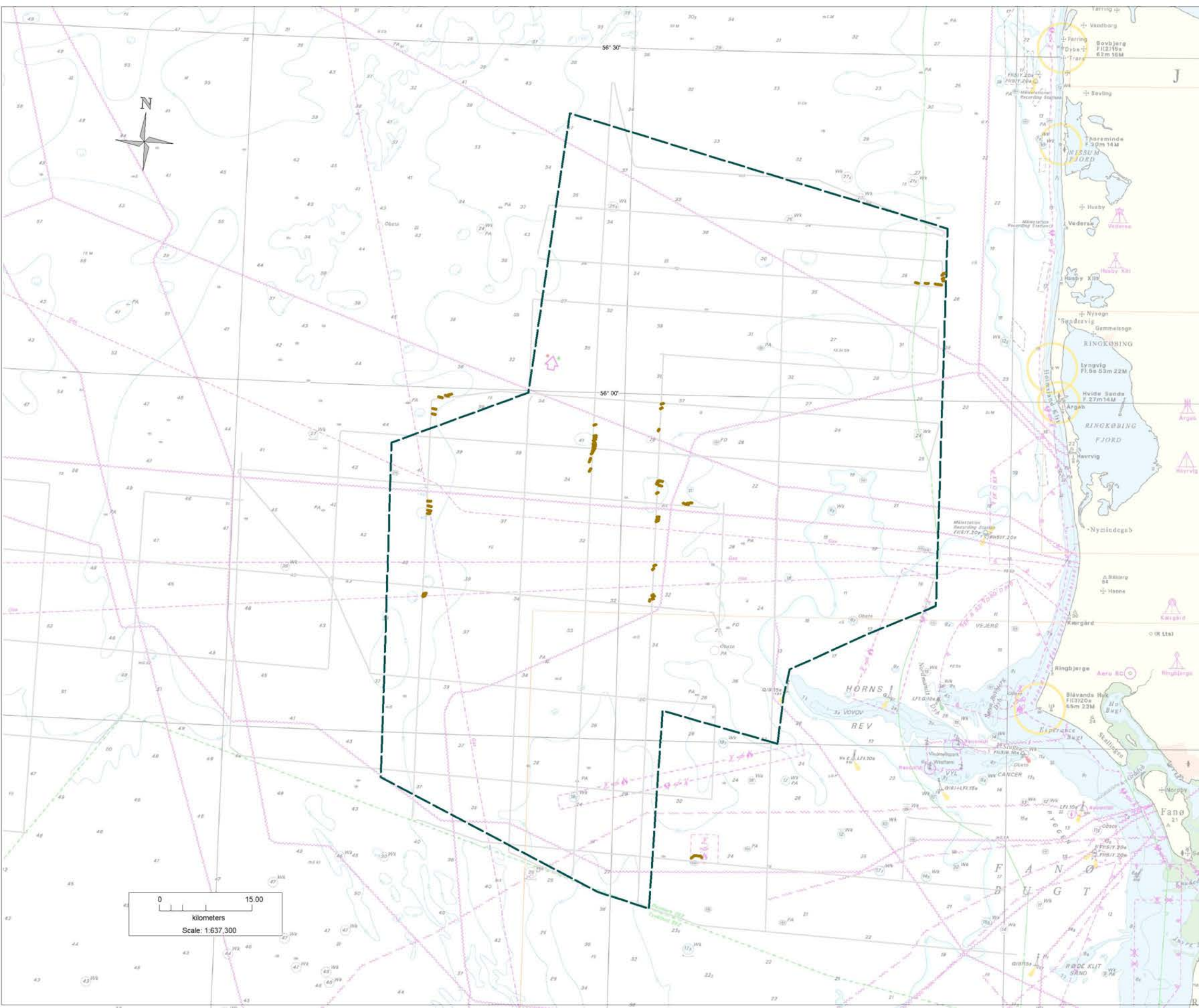
De Nationale Geologiske Undersøgelser
for Danmark og Grønland
Øster Voldgade 10
1350 København K



Orbicon
Ringstedvej 20
4000 Roskilde

Tegningsnummer:

Bilag A7



KOMBINERET RÅSTOF OG NATURTYPE KORTLÆGNING.
OPSAMLING PÅ 2010 KORTLÆGNING

SIGNATURFORKLARING:

Råstof tykkelse, m

- 1.0 - 1.5
- 1.5 - 2.0
- 2.0 - 2.5
- 2.5 - 3.0
- 3.0 - 3.5
- 3.5 - 4.0
- 4.0 - 4.5
- 4.5 - 5.0
- 5.0 - 5.5
- 5.5 - 6.0

Tolkningsområde

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 N

Korttema:

Råstof ressourcer i opmålingsområde

MILJØMINISTERIET

Naturstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

Tegnet af JOL
13/09-2011

Godkendt af KAE
20/09-2011



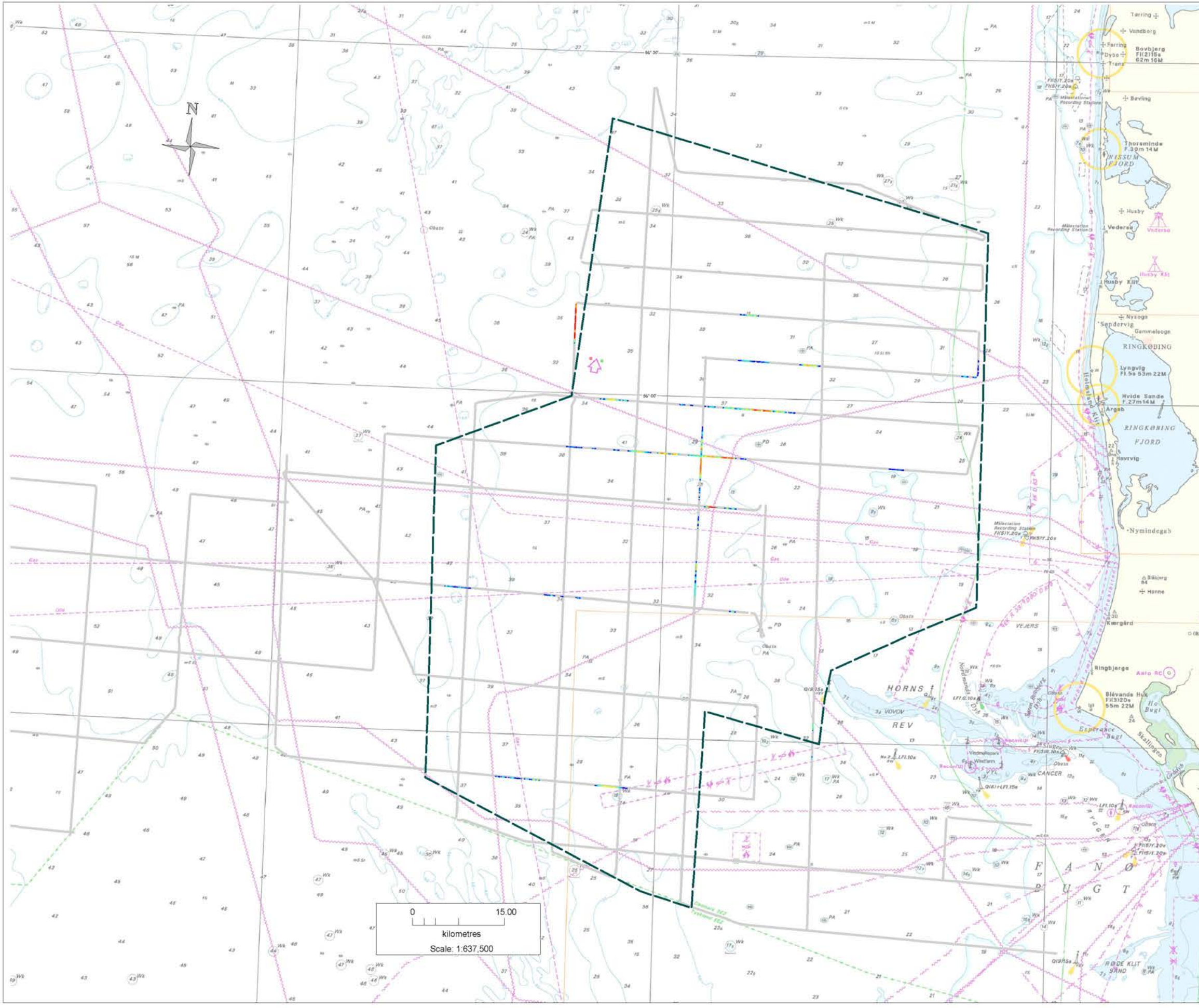
De Nationale Geologiske Undersøgelser
for Danmark og Grønland
Øster Voldgade 10
1350 København K

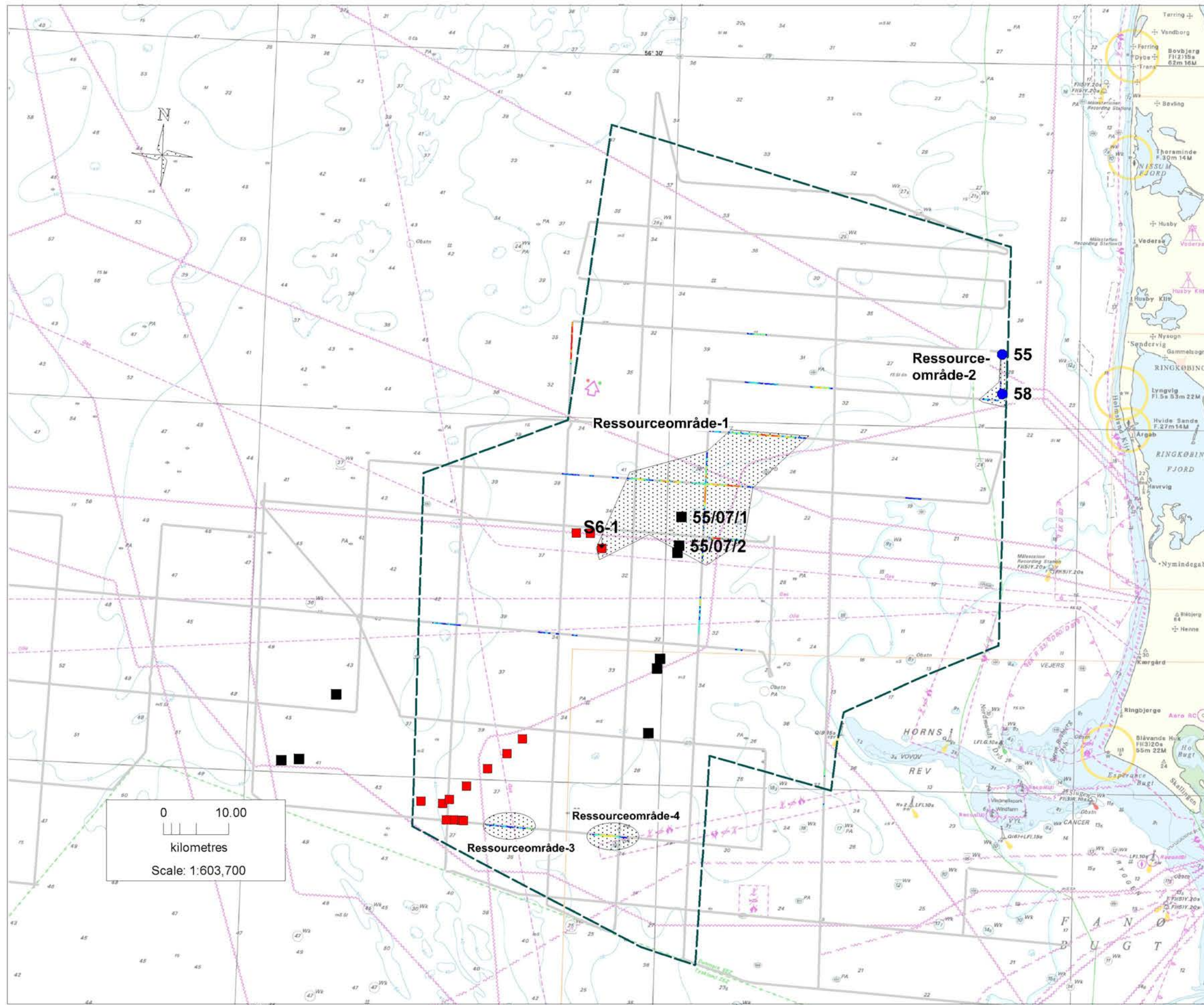


Orbicon
Ringstedvej 20
4000 Roskilde

Tegningsnummer:

Bilag A8





**KOMBINERET RÅSTOF OG NATURTYPE KORTLÆGNING.
OPSAMLING PÅ 2010 KORTLÆGNING**

SIGNATURFORKLARING:

- Boringer Kystdirektoratet 2010
- Boringer GAUSS-87
- Boringer AGIP

Potentielt råstofområde

Tolkningsområde

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 N

Korttema:
Potentielle ressource områder

Klient:
MILJØMINISTERIET Naturstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

Tegnet af JOL
13/09-2011

Godkendt af KAE
20/09-2011



De Nationale Geologiske Undersøgelser
for Danmark og Grønland
Øster Voldgade 10
1350 København K



Orbicon
Ringstedvej 20
4000 Roskilde

Tegningsnummer:

Bilag A8-1

