

Screening af potentielle sandindvindingsområder ved Lønstrup for Kystdirektoratet

Niels Nørgaard-Pedersen

Screening af potentielle sandindvindingsområder ved Lønstrup for Kystdirektoratet

Rådgivning og bistand vedrørende
indhentning af fremtidige råstofindvindingsstilladelser
i forbindelse med Kystdirektoratets fællesaftaler

Niels Nørgaard-Pedersen

Indhold

1.	Indledning	4
2.	Opgavebeskrivelse	4
3.	Screeningsområdet	4
4.	Eksisterende undersøgelser	5
5.	Råstofrelaterede geologiske forhold	5
6.	Krav til sandfodringsmængder, indvindingsområde og sandkornstørrelse	6
7.	Potentielle sandressourcer	7
8.	Udpegede efterforskningsområder	9
8.1	Lønstrup A	9
8.2	Lønstrup B	10
9.	Beskrivelse af efterforskningsprogram	10
9.1	Surveyeskib	11
9.2	Surveyudstyr	11
9.3	Efterforskningsfaser	11
10.	Referencer	13
	Bilag	15-18

Bilag

Bilag A – Udstrækning af screeningsområde, eksisterende shallow seismiske linjer, boringer, Natura-2000 områder, Eksisterende indvindingsområder, samt udstrækning af det kystnære område med en vanddybde på <16 m.

Bilag B – Klassificering af havbundssubstrat i nordlige Jammerbugt baseret på tolkning af side-scan sonar data fra sejllinjer foretaget i 2019 af GEUS i forbindelse med råstofgeologisk kortlægningsprogram for Miljøstyrelsen.

Bilag C – Kortlagt mægtighed og udstrækning af potentielle sandressourcer i screeningsområdet baseret på tolkning af Sparker og Innomar seismik data. To delområder, benævnt Lønstrup A og Lønstrup B, er afgrænset og prioriteret til videre undersøgelser.

Bilag D – Udkast til sejllinjegrid for undersøgelsesfase IA i Lønstrup A (1x1 km grid) og Lønstrup B (2x2 km) delområderne.

1. Indledning

For at sikre forsyningssikkerheden af sand til kystfodringen har Kystdirektoratet (KDI) flere bygherretilladelser til råstofindvinding af sand på havet. Ved Lønstrup i den nordlige Jammerbugt har KDI ikke bygherretilladelser, hvorfor der skal findes nye områder her. Screeningen skal ligge til grund for udvælgelse af specifikke efterforskningsområder og nødvendigt efterforskningsprogram, så der kan indsendes en ansøgning om tilladelse til efterforskning jf. Råstoflovens regler.

2. Opgavebeskrivelse

Nærværende rapport omfatter en indledende screening af det potentielle råstofefterforskningsområde ud for Lønstrup i den nordlige del af Jammerbugt, som KDI har indmeldt til Miljøstyrelsen (Bilag A). Screeningen omfatter gennemgang af eksisterende data, rapporter og øvrig litteratur fra området, samt dataindsamling fra offentlige databaser.

De overordnede rammer er, at indvindingsområdernes størrelse skal afspejle den sandmængde der er behov for til kystbeskyttelsen i en 10-årig periode og gerne i længere tid, at afstanden til kystbeskyttelsesområderne er så lille som muligt, og at der er en begrundet formodning om, at den kornstørrelse, som ønskes, er til stede i området. KDI's behov for fodring ved Lønstrup er oplyst til at være 204.000 m³ årligt.

Ud fra den indsamlede viden udpeges et eller flere potentielle efterforskningsområder (fase IA områder), der kan danne grundlag for ansøgning om efterforskning til Miljøstyrelsen. Omfanget af fase IA undersøgelsen beskrives og konkret tidsplan og omfang af mulige videre fase IB undersøgelser præsenteres.

3. Screeningsområdet

Screeningsområdet omfatter et ca. 850 km² stort område beliggende ud for Lønstrup i den nordlige del af Jammerbugt (Bilag A). Dybden i området varierer fra min. 6 m i dele af Rødgrund Natura-2000 området til max. 30 m i den nordligste del af området. I hovedparten af området er dybden ca. 15-25 m. Havbunden i området består af større partier med sandbund og dynamiske bundformer vekslende med partier domineret af sten og grusbund, repræsenterende en erosionsbund (Bilag B). Jammerbugt er generelt karakteriseret ved store strømhastigheder i nordøstlig retning. Dette skyldes de mange vandmasser, der kappes om at komme ind i Skagerrak og erstatte det vand, der strømmer ud via Den Norske Kyststrøm.

4. Eksisterende undersøgelser

Tidligere regionale undersøgelser af området har enten været af meget generel karakter uden en fokuseret rapportering og kortlægning af råstofpotentialet, eller de har været af konfidentiel karakter. Således er der ikke rapporteret boringer i efterforskningsområdet. De eksisterende shallow-seismiske linjer i området findes på GEUS' marine råstofdatabase Marta (<https://data.geus.dk/geusmap/?mapname=marta>), og er angivet i Bilag A. Herunder beskrives kort værdien af de eksisterende geofysiske data i forhold til lokalisering af sand råstofressourcer.

I år 2000 blev der fra *Flyvefisken* udført Water gun og side scan sonar undersøgelser langs NV-SØ gående linjer med ca. 10 km afstand. I 2001 blev der, ligeledes fra *Flyvefisken* udført Sparker, X-star (pinger) og Side scan sonar survey langs SV-NØ gående linjer med en afstand på ca. 10-15 km. De seismiske data er oprindeligt ikke blevet tolket og rapporteret i råstofmæssig sammenhæng. Dele af de seismiske data findes som analoge data i GEUS' maringeologiske arkiv. Udvalgte digitale data er blevet konverteret til sgy format, til brug for seismisk tolkning af geologiske enheder og potentielle råstofressourcer.

I 2009 udførte Rohde Nielsen A/S fase IA seismik over en større del af den ydre nordlige Jammerbugt, og på baggrund af dette blev den sydligste del af undersøgelsesområdet udvalgt til fase IB detailundersøgelser, og senere udlagt som fællesområde 580-AA Jammerbugt. Der indvindes fyldsand fra fællesområdet der pr. 1/1-2020 har en samlet restmængde på 3,14 mio m³. Kroghs A/S og NCC Roads A/S udførte i 2009 efterforskning af råstoffer i samme efterforskningsområde som Rohde Nielsen A/S. Alle efterforskningsdata og bilag vedr. de geofysiske og biologiske undersøgelser er klassificerede som fortrolige (jf. kortfattet offentlig tilgængelig rapport: Afrapportering af råstofefterforskning i efterforskningsområde Jammerbugt, 2009).

I 2015 blev der udført habitatundersøgelser for Miljøstyrelsen med Side scan-sonar og Innomar sedimentekkolod af Natura-2000 området ved Rødgrund, samt ved det mindre område Knudegrund umiddelbart vest for Hirtshals. Habitatområderne er domineret af stenrev og boblerev forekommer stedvist.

I 2019 påbegyndte GEUS for Miljøstyrelsen en ny regional råstofundersøgelse af hele Jammerbugt området, og der blev udført survey med Sparker, Innomar, Side scan-sonar og Multibeam i et 5x10 km gridnet. De pågældende data skal lede op til en råstoffokuseret borekampagne i 2020 med 6 m vibrocorer. De seismiske data og side-scan sonar data er med Miljøstyrelsens godkendelse i nærværende opgave blevet benyttet til at lokalisere sandforekomster og indkredse potentielle fase IA survey-områder.

5. Råstofrelaterede geologiske forhold

Nordjyllandsområdet er karakteriseret ved hævede marine senglaciale og holocæne aflejring, samt glacial-tektoniske komplekser, der inkluderer defomeret partier af højtliggende kalkundergrund (Nielsen m. fl. 2007), interglaciale (Eem) til midt-Weichsel marine aflejring

(Skærumhedehavet), samt sen-Weichsel smeltevandsaflejringer og morænelag (Geoviden 2, 2005; Geoviden 3, 2016). De skråtstillede, glacialtektonisk deformerede aflejringer ses bl.a. i det kendte Lønstrup Klint/Rugbjerg Knude profil.

I forhold til dannelsen af marine råstoffer er det afgørende, at området har været ude for en markant isostatisk hævnning efter at den sidste istids is forlod området for ca. 19.000 år siden og efterlod et submarint glacialt landskab (jf. Richardt, 1996; Larsen m. fl., 2009; Jessen m.fl., 2018). Yoldia ishavet dækkede området ind til for ca. 15.000 år siden og aflejrede tykke konforme sekvenser af hovedsageligt finkornede aflejringer på relativt dybt vand. Herefter blev området i perioden 15.000-10.000 år BP gradvist tørlagt. Det skete formodentligt først i den indre Jammerbugt og flere tusind år efter i Tannis Bugt området mod nord. Regressive kystdannelser fra denne periode må derfor stedvist forventes i området. Litorinahavet transgrederede området i de efterfølgende årtusinder, og kulminerede for ca. 7.000 år siden 5-10 m over det nuværende havniveau (Jessen et al. 2018; Bennike et al., 2019). Dette gav i Jammerbugt ophav til en markant erosionshorisont med overlejrende marine sandede aflejringer, der må forventes at være mere grovkornede i den nedre del repræsenterende kystnære forhold. Herefter skete der igen et gradvist fald af havniveauet til det nuværende. Med kulminationen af Litorina-havniveauet blev Jyllandsstrømmen etableret, og en meget stor sedimenttransport blev initieret mod nord ind i Jammerbugt området og videre mod den nuværende Skagensgren, der først blev dannet som et sandoddekompleks i den efterfølgende periode (Johannesen & Nielsen, 2006). Den kraftige strøm gav ophav til kraftig erosion i nogle dele af Jammerbugtområdet og stedvis aflejring af store sandbanker og dynamiske sandede bundformer (såkaldt mobilt sand) i andre dele.

Specielle geologiske og tektoniske forhold i området indebærer at boblerev kan forefindes på havbunden. I Natura-2000 stenrevsområderne Store Rev (nordvest for screeningsområdet) og i Knudegrund området umiddelbart vest for Hirtshals er der således observeret boblerevsforekomster (Naturstyrelsen, 2015). Boblerev består af kalkcementerede plade- eller søjleformede formationer, som er gennemhullede med gasventilationer, hvor der med jævne mellemrum udledes metangas. Boblerev er klassificeret som vigtige benthiske habitater.

6. Krav til sandfodringsmængder, indvindingsområde og sandkornstørrelse

Kystdirektoratets behov for fodring ved Lønstrup er oplyst til at være 204.000 m³ årligt. Dvs. i den 10-årige periode skal der indhentes indvindingstilladelse på ca. 2,04 mio m³.

Potentielle indvindingsområder skal have en udstrækning på minimum 1x2 km.

Kystdirektoratet har oplyst, at dybden tættest mod kystlinjen, hvortil de vil acceptere indvinding i området ud for Lønstrup, er omkring den inderste 16 m dybdekurve (DVR90). På Kortbilag A-D er det kystnære område med dybder <16 m angivet med skravering.

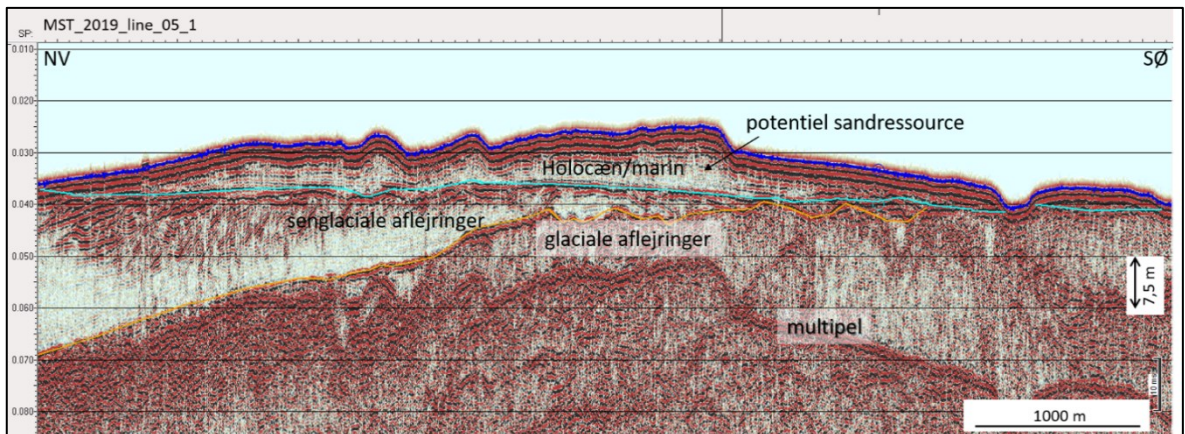
Kravet til sandkornstørrelse er en D-50 middelværdi på 0,2-0,4 mm, og en kornstørrelsesfordeling der tilnærmelsesvis er normalfordelt omkring det ønskede D-50 interval. Indholdet af fint materiale (<0,125mm) kan være op til 12 %.

7. Potentielle sandressourcer

De råstofgeologiske forhold i screeningsområdet kan udelukkende baseres på geofysiske data, da der ikke eksisterer rapporterede borer fra området.

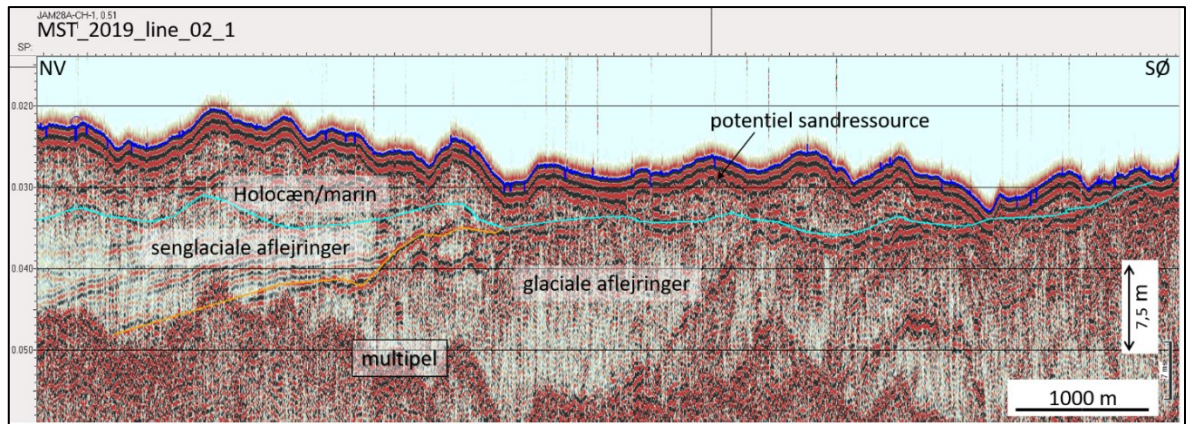
Ny regionale seismiske data og side-scan data indsamlet for Miljøstyrelsen i 2019 af GEUS er benyttet til at udpege potentielle sandressourceområder. Kortlægning af bundsubstrat (øverste havbundskarakter) vha. side-scan sonar spor med en vidde på 2x100 m (Bilag B) bekræfter umiddelbart at hovedparten af havbunden i en zone på op til 15-20 km fra kysten er domineret af en stenet bund repræsenterende en erosionsbund med eksponerede glaciale aflejringer.

I området vest for den erosionsprægede bund findes udelukkende sandbund med bundformer af forskellig størrelsesorden, hvilket umiddelbart gør det til et potentielt ressourceområde med en formodet meget stor udstrækning (Bilag C). Tolkning af 2019 seismiske data viser at mægtigheden af det marine, formodet sandede top lag er i størrelsesordenen 3-7 m (Figur 1, Figur 2). Under det marine top lag findes i større dele af det vestlige screeningsområde en NNØ-værts hældende formodet senglacial enhed, som overlejrer glaciale aflejringer.



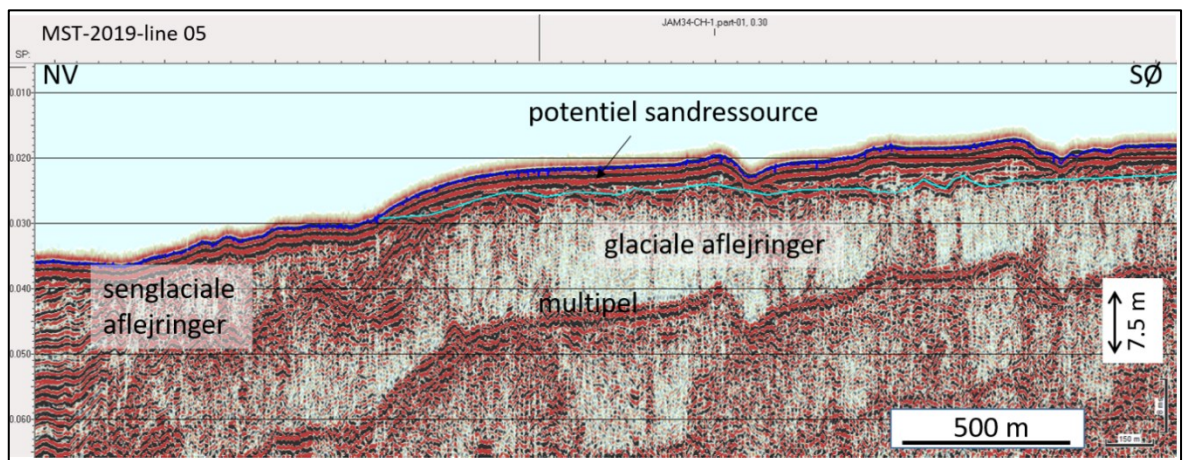
Figur 1. Sparker seismisk profil (MST_2019_line_05_1) gennem den nordlige del af Lønstrup B ressourceområdet. Den potentielle sandressource findes over den lyseblå markeringsstreg.

I det kystnære område syd for Rødgrund Natura 2000 området, findes vekslende sandede og grusede aflejringer hvor underliggende glaciale aflejringer kun stedvist er eksponeret. Størstedelen af det område er dog på dybder <16 m og derfor ikke interessant som potentielt ressourceområde.

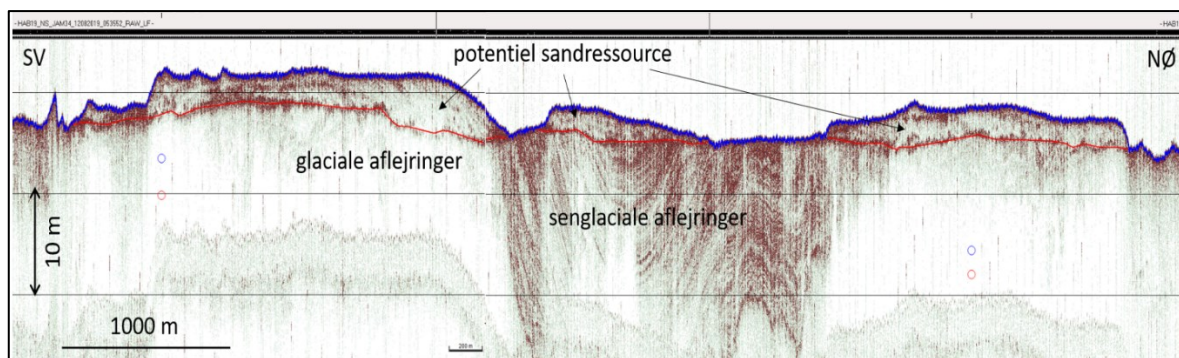


Figur 2. Sparker seismik profil (MST_2019_line_02_1) gennem den sydlige del af Lønstrup B ressourceområdet. Den potentielle sandressource findes over den lyseblå markeringsstreg.

Et mindre potentielt sandressourceområde findes ca. 7-8 km nordvest for Lønstrup (Bilag C). Kortlægning af seismiske data langs de få krydsende linjer i området indikerer en mægtighed af den øvre formodede marine sandenhed på 2-5 m (Figur 3, Figur 4) i et område med en udstrækning på ca. 2x5 km. Under toplaget findes glaciale, formodet stenførende aflejringer, som længere væk fra kysten afløses af senglaciale, fint lagdelte aflejringer.



Figur 3. Sparker seismik profil (MST_2019_line_05) gennem den sydlige del af Lønstrup A ressourceområdet. Den potentielle sandressource findes over den lyseblå markeringsstreg.



Figur 4. Innomar seismik profil (MST_2019_line_34) på langs af Lønstrup A ressourceområdet. Den potentielle sandressource findes over den røde markeringsstreg.

8. Udpegede efterforskningsområder

På baggrund af screeningsprocessen er der udpeget to potentielle ressourceområder, her benævnt Lønstrup A og Lønstrup B (Bilag C).

8.1 Lønstrup A

Lønstrup A området udgør et areal på ca. 22,4 km² og er beliggende ca. 6-10 km fra kysten ved Lønstrup (Bilag C). Vanddybden er ca. 15-22 m.

Tykkelsen af den potentielle sandressource vurderes til at være op til ca. 5 m, men det kan på baggrund af de få eksisterende seismik linjer gennem området ikke udelukkes at glaciale stenførende aflejringer er eksponeret på havbunden i dele af området. Et reelt ressourceområde kan dermed have en væsentlig mindre udstrækning end området, der er udvalgt til videre efterforskning. Boringer og et tættere seismisk grid skal danne grundlag for at identificere de dele af forekomsten, der kan opfylde kravene til kornstørrelsesfordeling og indhold af finfraktion.

Området er afgrænset af nedenstående hjørnekoordinater opgivet i henholdsvis UTM-koordinater og bredde-/længdegrader:

Lønstrup A	WGS84 - UTM32N			
	N	E	Deg. N	Deg. E
A	6376100	541000	57° 31.5347'	009° 41.0765'
B	6374300	543600	57° 30.5501'	009° 43.6617'
C	6381000	548400	57° 34.1315'	009° 48.5480'
D	6382300	546500	57° 34.8441'	009° 46.6573'

8.2 Lønstrup B

Lønstrup B området udgør et areal på ca. 149 km² er beliggende ca. 15-30 km fra kysten ved Lønstrup (Bilag C). Vanddybden er ca. 18-30 m.

Tykkelsen af den potentielle sandressource vurderes til at være op til ca. 8 m. Den østlige afgrænsning af området hvor sanddækket tilsyneladende tynder ud, er præget af stenførende glaciale/deglaciale aflejringer. Der er på trods af manglende boringer relativ stor sikkerhed for, at meget store sandforekomster kan findes i det udpegede efterforskningsområde. Boringer og et tættere seismisk grid skal danne grundlag for at identificere de dele af forekomsten, der kan opfylde kravene til kornstørrelsesfordeling og indhold af finfraktion.

Området er afgrænset af nedenstående hjørnekoordinater opgivet i henholdsvis UTM-koordinater og bredde-/længdegrader:

Lønstrup B	WGS84 - UTM32N		Deg. N	Deg. E
	N	E		
A	6371500	523100	57° 29.1316'	009° 23.1176'
B	6374800	527200	57° 30.8964'	009° 27.2426'
C	6376000	533900	57° 31.5161'	009° 33.9628'
D	6383796	537366	57° 35.7012'	009° 37.5069'
E	6383682	527395	57° 35.6826'	009° 27.4980'
F	6373500	513500	57° 30.2327'	009° 13.5170'

9. Beskrivelse af efterforskningsprogram

Herunder beskrives det planlagte efterforskningsprogram for de to udpegede efterforskningsområder, Lønstrup A og Lønstrup B. Efterforskningsprogrammet følger anvisning i Miljøstyrelsens bekendtgørelse nr. 1680 af 17. december 2018 om efterforskning og indvinding af råstoffer fra søterritoriet (råstofbekendtgørelsen). Kravene til efterforskning og miljøvurdering der ligger til grund for en ansøgning om indvindingstilladelse er anført i bekendtgørelsens Bilag 3, jf. §8, stk. 3. Efterforskningsprogrammet består af følgende faser:

- Fase I (akustisk kortlægning) omfatter forskellige former for akustisk kortlægning af havbunden og er opdelt i Fase IA og IB.
- Fase IA (storskala kortlægning) er en seismisk kortlægning efter råstofressourcer af hele det område, der efterforskes med henblik på at identificere og beskrive ressourceområder.

- Fase IB (detaillkortlægning) er en detaljeret kortlægning af ressourceområdet eller -områderne med henblik på den endelige afgrænsning samt beskrivelse og vurdering af ressourcen i det eller de områder, der bliver omfattet af en ansøgning om indvinding.
- Fase II omfatter miljøundersøgelser og miljøvurdering af det eller de områder, der bliver omfattet af en ansøgning om indvinding og er opdelt i Fase IIA (miljøundersøgelser) og i Fase IIB (miljøvurdering).

9.1 Surveyskib

Til gennemførelse af den akustiske kortlægning og prøvetagningsprogram anvendes surveyskib chartret gennem FOGA Chartering, som tidligere er benyttet af både GEUS og Orbicon til seismisk kortlægning og boringsopgaver for Miljøstyrelsen og private indvindingsfirmaer. Skibet *MV Skoven* (IMO: 8621408, MMSI: 219020398) med en totallængde på 42 m og bredde på 8 m er reserveret til opgaven, og mobilisering af udstyr er planlagt til at finde sted ultimo april 2020.

9.2 Surveyudstyr

Til gennemførelsen af den akustiske kortlægning IA og IB anvendes GEUS' instrumentpulje bestående af Geo-Spark 200 sparkers system, Innomar SES-2000 Standard sedimentekkolod (Pinger), integreret Side-scan sonar/Multibeam udstyr (Edgetech 6205), samt Geometrics G-882 magnetometer. Dataopsamling og overvågningsudstyr installeres i GEUS' surveycontainer, som fastgøres på skibet ved mobilisering. Til vibrocoring anvendes GEUS' VKG-6 vibrocorer, der er i stand til at tage havbundskerner på op til 6 m længde af ukonsolideret og konsolideret materiale. Orbicon's HAPS prøvetager og ROV udstyr anvendes til miljøundersøgelser.

9.3 Efterforskningsfaser

De enkelte efterforskningsfaser med oversigt over anvendt udstyr og omfang af undersøgelser (antal km/ prøvetagninger/ROV) er herunder vist i tabelform for de to udpegede fase IA efterforskningsområder, Lønstrup A og Lønstrup B.

Efter fase IA undersøgelser, foretages i samråd med Kystdirektoratet en afvejning af, om det efterfølgende fase IB og II program skal omfatte et delområde af hvert efterforskningsområde, eller om de videre undersøgelser skal fokuseres på et enkelt prioriteret delområde.

Lønstrup A:

Efterforskningsfase	Udstyr	Antal	Periode
Fase IA seismik	Sparker, Innomar, Side-scan Sonar, Multibeam, Magnetometer	50 km, 1x1 km grid	maj-2020
Fase IA Vibrocoreing	Vibrocorer, 6 m	ca. 7 stk	maj-2020
Fase IA HAPS	HAPS prøvetager	ca. 20 stk	maj-2020
Fase IB seismik	Sparker, Innomar, Side-scan Sonar, Multibeam, Magnetometer	ca. 300 km	juni-2020
Fase IB Vibrocoreing	Vibrocorer, 6 m	ca. 20 stk	juni-2020
Fase IB HAPS	HAPS prøvetager	ca. 120 stk.	juni-2020
Fase II ROV	ROV videoudstyr	16-20 stk	juni-2020

Lønstrup B:

Efterforskningsfase	Udstyr	Antal	Periode
Fase IA seismik	Sparker, Innomar, Side-scan Sonar, Multibeam, Magnetometer	158 km, 2x2 km grid	maj-2020
Fase IA Vibrocoreing	Vibrocorer, 6 m	ca. 13 stk	maj-2020
Fase IA HAPS	HAPS prøvetager	ca. 20 stk	maj-2020
Fase IB seismik	Sparker, Innomar, Side-scan Sonar, Multibeam, Magnetometer	ca. 300 km	juni-2020
Fase IB Vibrocoreing	Vibrocorer, 6 m	ca. 20 stk	juni-2020
Fase IB HAPS	HAPS prøvetager	ca. 120 stk.	juni-2020
Fase II ROV	ROV videoudstyr	16-20 stk	juni-2020

10. Referencer

Bennike, O., Nørgaard-Pedersen, N., Jensen, J.B., Andresen, K.J. & Seidenkrantz, M.-S., 2019. Development of the western Limfjord, Denmark, after the last deglaciation: a review with new data. Bulletin of the Geological Society of Denmark, Vol. 67, pp. 53–73, ISSN 2245-7070.

Orbicon/GEO, 2009: Afrapportering af råstofeftersforskning i efterforskningsområde Jammerbugt, 2009.

Geviden 2, 2005: De seneste 150.000 år. Af Houmark-Nielsen, M., Kruger, J., & Kjær, K.H.

Geviden 3, 2016. Rugbjerg Knude. Klint, klit, klima – en geologisk historie om Vendsyssels dannelse. Af Stig A. S. Pedersen.

GEUS Rapport 2010, Nr. 23. Model for potentielle sand- og grusforekomster for de danske farvande. Delområdet Jyske Rev - Lille Fisker Banke. Af Jensen, J.B., Leth, J.O., Borre, S. & Nørgaard-Pedersen, N.

Jessen A. 1918: Vendsyssels Geologi. Danmarks Geologiske Undersøgelse V. Række 2, 260 pp + 5 maps.

Jessen, C., Christensen, C. & Nielsen, B. H., 2018. Postglacial relative sea-level rise in the Limfjord region, northern Jutland, Denmark. Boreas. <https://doi.org/10.1111/bor.12350>. ISSN 0300-9483. Denmark. Boreas. <https://doi.org/10.1111/bor.12350>. ISSN 0300-9483.

Johannesen, P.N. & Nielsen, L.H. 2006. Spit-systems – an overlooked target in hydrocarbon exploration: the Holocene to Recent Skagen Odde, Denmark. Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin 10, 17–20. Available at: www.geus.dk/publications/bull.

Larsen, N. K., Knudsen, K. L., Krohn, C. F., Kronborg, C., Murray, A. S. & Nielsen, O. B., 2009: Late Quaternary ice sheet, lake and sea history of southwest Scandinavia – a synthesis. Boreas, Vol. 38, pp. 732–761. 10.1111/j.1502-3885.2009.00101.x. ISSN 0300-9483.

Leth, J. 1994. Late Quaternary geological development of the Jutland Bank and the initiation of the Jutland Current, NE North Sea. Nor. Geol. Unders. Bull. 430, 25-34.

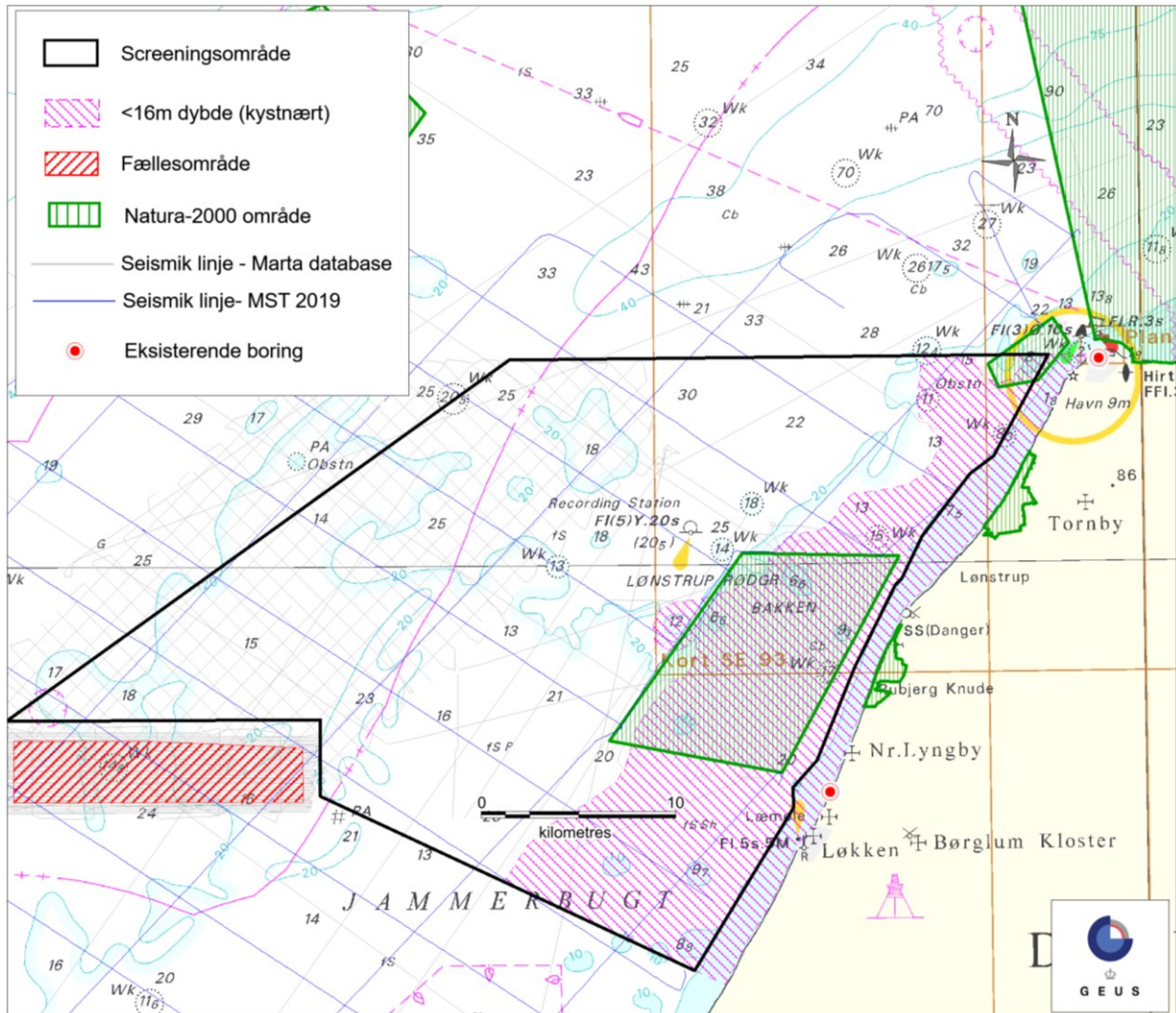
Naturstyrelsen, 2015. Marin habitatkortlægning i Skagerrak og Nordsøen 2015. Forfattere: Al-Hamdani, Z. A. m.fl

Nielsen, T., Mathiesen, A., & Bryde-Auken, M., 2007. Base Quaternary in the Danish parts of the North Sea and Skagerrak. Geologic survey of Denmark and Greenland bulletin 15:37-40.

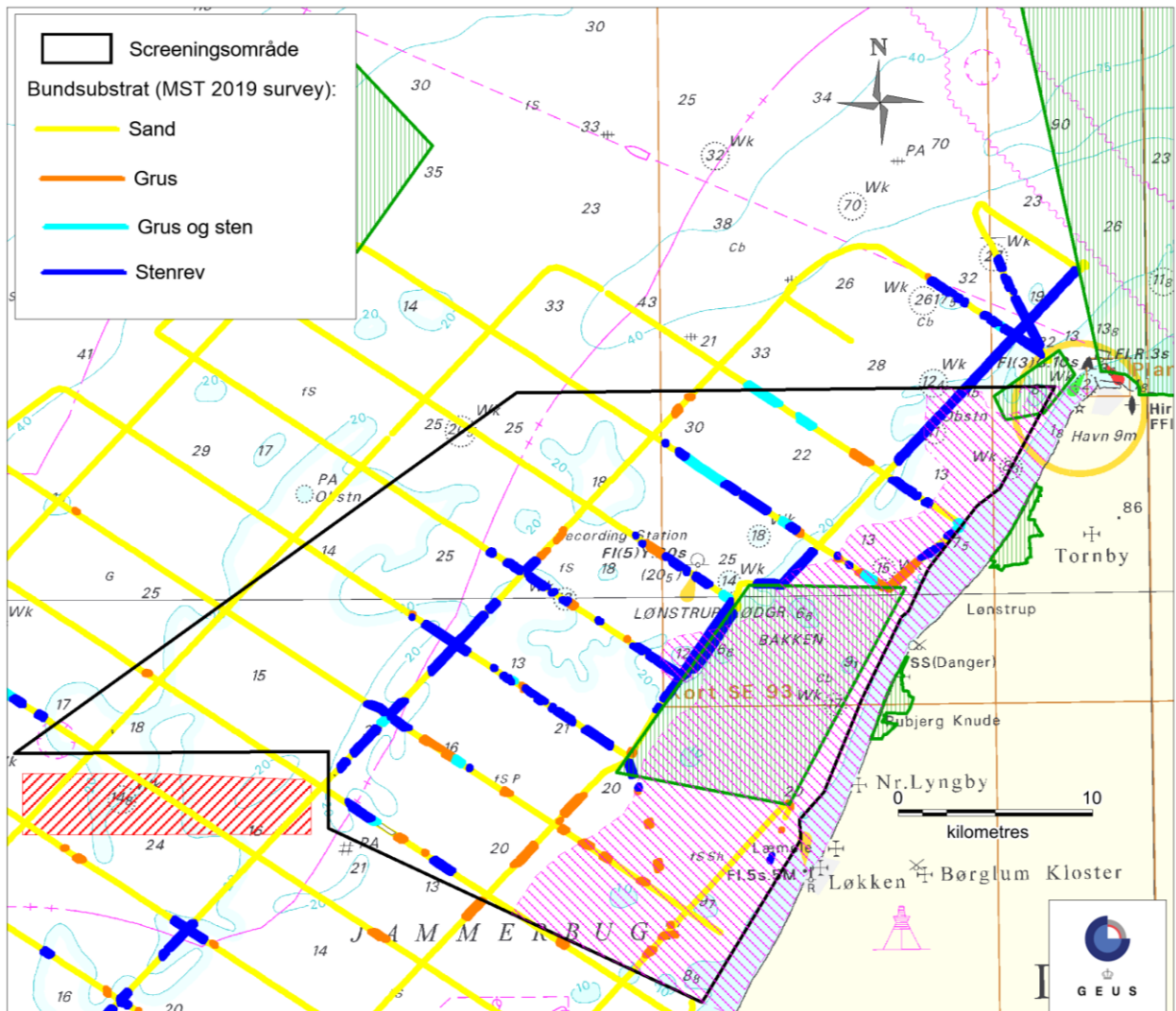
Pedersen, S.A.S. 2006. Strukturer og dynamisk udvikling af Rugbjerg Knude Glacialtektoniske Komplex, Vendsyssel, Danmark. Geologisk Tidsskrift 2006, 1, 46pp, København.

Richardt, N. 1996. Sedimentological examination of the Late Weichselian sea-level history following deglaciation of northern Denmark. In: Andrews, J.T.; Austin, W.E.N.; Bergsten, H.; Jennings, A.E. (Ed.) (1996). Late Quaternary Palaeoceanography of the North Atlantic margins. *Geological Society Special Publication*, 111. Geological Society: London. ISBN 1-897799-61-6. VIII, 376, ill. pp.

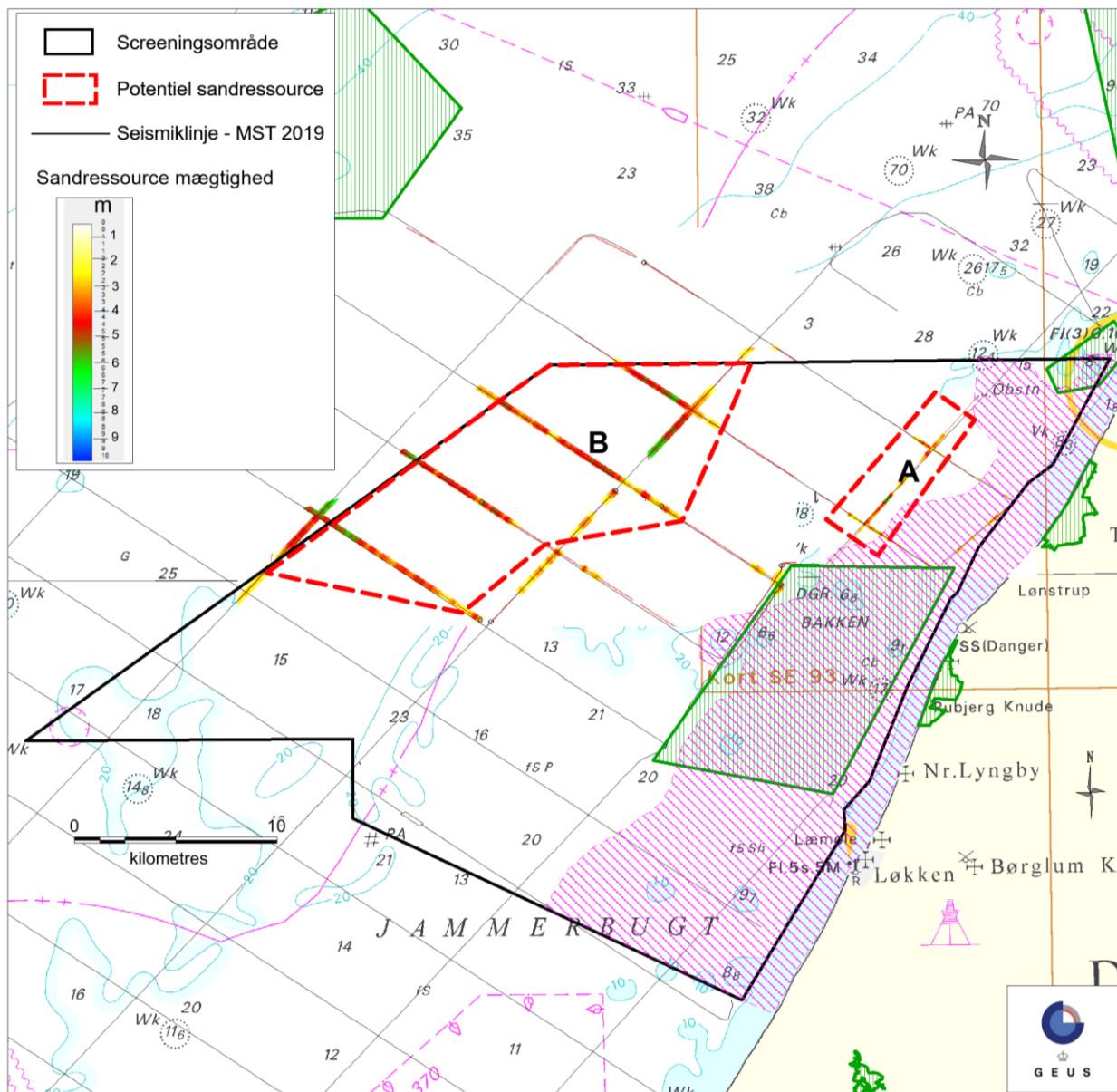
Bilag A.



Bilag B.



Bilag C.



Bilag D.

