DANMARKS OG GRØNLANDS GEOLOGISKE UNDERSØGELSE RAPPORT 2016/15

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

Råstof-, natur-, og miljøkortlægning af 10 områder
Volume 1(2): Tekst

Steen Lomholt, Ditte Marie Mikkelsen, Niels Nørgaard-Pedersen,
Michael Olesen, Jørgen O. Leth, Mikkel Benthien Kristensen,
Jørn B. Jensen, Sara Skar & Savvas Paradeisis-Stathis

DE NATIONALE GEOLOGISKE UNDERSØGELSER
FOR DANMARK OG GRØNLAND,
ENERGI-, FORSYNINGS- og KLIMAMINISTERIET

GEUS

DANMARKS OG GRØNLANDS GEOLOGISKE UNDERSØGELSE RAPPORT 2016/15

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

Råstof-, natur-, og miljøkortlægning af 10 områder
Udført for Naturstyrelsen

Volume 1(2): Tekst

Steen Lomholt[1], Ditte Marie Mikkelsen[2], Niels Nørgaard-Pedersen[1], Michael Olesen[2], Jørgen O. Leth[1], Mikkel Benthien Kristensen[2], Jørn B. Jensen[1], Sara Skar[1] & Savvas Paradeisis-Stathis[1]

[1]De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS)
[2]Rambøll A/S

DE NATIONALE GEOLOGISKE UNDERSØGELSER
FOR DANMARK OG GRØNLAND,
ENERGI-, FORSYNINGS- og KLIMAMINISTERIET

GEUS

Indhold

1. Indledning 5

2. Sammenfatning 7

3. Summary 9

4. Formål 11

5. Kortlægningsmetoder 12

5.1 Survey skibe 12
5.2 Udstyr og programmel til indsamling af seismiske og broingsdata 13
5.3 Visuel verifikation og biologiske undersøgelser 14
5.4 Bearbejdning af indsamlede data 15
5.4.1 Seismik data 15
5.4.2 Boringer og grabprøver 15
5.4.3 Karakterisering af biologiske forhold 18
5.4.4 Kortlægning af habitattyper og økologisk tilstand 18
5.4.5 Beskrivelse af havbunden og dens økologiske tilstand 19
5.4.6 Perspektiver 22

6. Tolkning og resultater 24

6.1 Sejllinjer og verifikationspunkter 25
6.1.1 Sejllinjer 25
6.1.2 Boringer 25
6.1.3 Grabprøver 25
6.1.4 Sigteanalyser 25
6.2 Bathymetri 25
6.3 Bundsubstrat 26
6.4 Menneskelige aktivitet 26
6.5 Klassifikation af råstofressourcer 26
6.6 Beskrivelse af naturtyper 27
6.7 Beskrivelse af habitattyper 27

7. Kortlægning Råstofressourcer og miljøforhold 28

7.1 Introduktion 28
7.2 Fakse Bugt 29
7.2.1 Introduktion 29
7.2.2 Geologi 31
7.2.3 Generelle dybdeforhold 34
7.2.4 Substrattyper 35
7.2.5 Menneskelig aktivitet 36
7.2.6 Råstoffer i Fakse Bugt 37
7.2.7 Kortlægning af biologiske nøglekomponenter i Fakse Bugt 65
7.2.8 Indkredsning og tilstandsvurdering af habitattyper 68
7.3 Hesselø Bugt 71
7.3.1 Introduktion 71

7.3.2 Geologi 72
7.3.3 Generelle dybdeforhold 75
7.3.4 Substrattyper 76
7.3.5 Menneskelig aktivitet 77
7.3.6 Råstoffer i området Hesselø Bugt 79
7.3.7 Kortlægning af biologiske nøglekomponenter i Hesselø Bugt 105
7.3.8 Indkredsning og tilstandsvurdering af habitattyper 108
7.4 Marthe Flak og Yderflak 112
7.4.1 Introduktion 112
7.4.2 Geologi 113
7.4.3 Generelle dybdeforhold 117
7.4.4 Substrattyper 117
7.4.5 Menneskelig aktivitet 118
7.4.6 Råstoffer i området Marthe Flak-Yder Flak 119
7.4.7 Kortlægning af biologiske nøglekomponenter i Marthe Flak og Yderflak 129
7.4.8 Indkredsning og tilstandsvurdering af habitattyper 131
7.5 Nordby Bugt 135
7.5.1 Introduktion 135
7.5.2 Geologi 137
7.5.3 Generelle dybdeforhold 137
7.5.4 Substrattyper 138
7.5.5 Menneskelig aktivitet 139
7.5.6 Råstoffer i området Nordby Bugt 140
7.5.7 Kortlægning af biologiske nøglekomponenter i Nordby Bugt 144
7.5.8 Indkredsning og tilstandsvurdering af habitattyper 147
7.6 Samsø Syd 151
7.6.1 Introduktion 151
7.6.2 Geologi 154
7.6.3 Generelle dybdeforhold 154
7.6.4 Substrattyper 156
7.6.5 Menneskelig aktivitet 157
7.6.6 Råstoffer i området Samsø Syd 159
7.6.7 Kortlægning af biologiske nøglekomponenter Samsø Syd 177
7.6.8 Indkredsning og tilstandsvurdering af habitattyper Samsø Syd 180
7.7 Samsø Nord 184
7.7.1 Introduktion 184
7.7.2 Geologi 185
7.7.3 Generelle dybdeforhold 186
7.7.4 Substrattyper 187
7.7.5 Menneskelig aktivitet 188
7.7.6 Råstoffer i området Samsø Nord 189
7.7.7 Kortlægning af biologiske nøglekomponenter Samsø Nord 201
7.7.8 Indkredsning og tilstandsvurdering af habitattyper Samsø Nord 204
7.8 Helgenæs 208
7.8.1 Introduktion 208
7.8.2 Geologi 210
7.8.3 Generelle dybdeforhold 211
7.8.4 Substrattyper 211
7.8.5 Menneskelig aktivitet 212

7.8.6 Råstoffer i området ... 213
7.8.7 Kortlægning af biologiske nøglekomponenter Helgenæs ... 216
7.8.8 Indkredsning og tilstandsvurdering af habitattyper Helgenæs ... 218
7.9 Fløjstrup Skov ... 222
7.9.1 Introduktion ... 222
7.9.2 Geologi ... 225
7.9.3 Generelle dybdeforhold ... 225
7.9.4 Substrattyper ... 226
7.9.5 Spor efter menneskelig aktivitet ... 227
7.9.6 Råstoffer i området ... 228
7.9.7 Kortlægning af biologiske nøglekomponenter Fløjstrup Skov ... 230
7.9.8 Indkredsning og tilstandsvurdering af habitattyper Fløjstrup Skov ... 232
7.10 Lysegrund ... 236
7.10.1 Introduktion ... 236
7.10.2 Geologi ... 237
7.10.3 Generelle dybdeforhold ... 239
7.10.4 Substrattyper ... 240
7.10.5 Menneskelig aktivitet ... 242
7.10.6 Råstoffer i Lysegrund området ... 244
7.10.7 Kortlægning af biologiske nøglekomponenter i Lysegrund ... 256
7.10.8 Indkredsning og tilstandsvurdering af habitattyper ... 259
7.11 Agersø Sund syd ... 263
7.11.1 Introduktion ... 263
7.11.2 Geologi ... 264
7.11.3 Generelle dybdeforhold ... 266
7.11.4 Substrattyper ... 266
7.11.5 Menneskelig aktivitet ... 267
7.11.6 Råstoffer i Agersø Sund ... 269
7.11.7 Kortlægning af biologiske nøglekomponenter Agersø syd ... 272
7.11.8 Indkredsning og tilstandsvurdering af habitattyper Agersø Syd ... 274

8. Samlet ressourceopgørelse 278

9. Referencer 281

BILAG

A Bilag - Oversigtskort

B Bilag – Kort over sejllinjer og bundverifikationer

C Bilag - Dybdekort

D Bilag - Substrattypekort

E Bilag – Kort over menneskelig aktivitet

F Bilag - Ressourcekort

G Bilag - Naturtypekort

H Bilag - Habitattypekort

I Bilag - Liste over boringer med positioner

J Bilag - Borelogs + foto

K Bilag – Nye Kornkurver og kornkurver fra ældre boringer

L Bilag - Petrografi

M Bilag - Dateringer af boringer

N Bilag - Liste over grabprøver med positioner + beskrivelser

O Bilag – Sejllinjelog

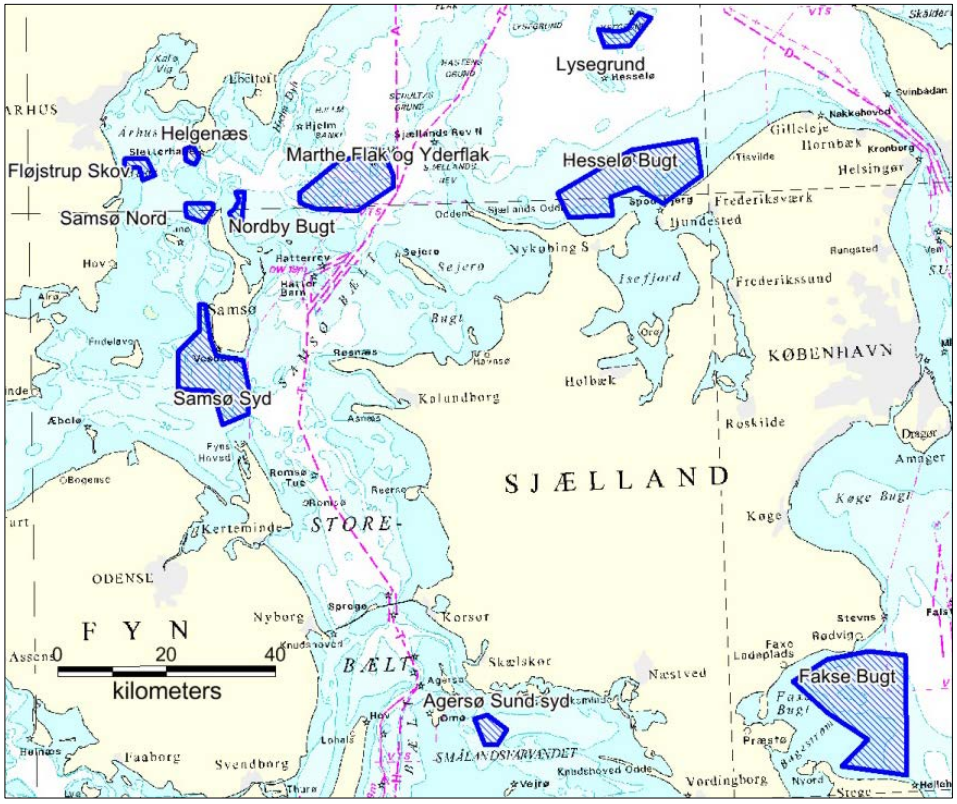
P Bilag – ROV dyk (logbog)

Q Bilag – Beskrivelser af udstyr og skibe

R Bilag – Udvidet metodebeskrivelse for habitater

1. Indledning

Naturstyrelsen(NST) udbød i foråret 2015 en kortlægning af ti områder i de indre danske farvande, hvorefter de Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS) og Rambøll Danmark A/S , har løst opgaven med at kortlægge råstofressourcer og natur- og miljørelevant basisviden i de 10 udvalgte undersøgelsesområder (Figur 1.1).



Figur 1.1 Ti områder udpeget af NST til kortlægning af råstoffer samt natur- og miljøforhold i 2015.

Formålet med undersøgelserne har været at gennemføre en kortlægning af udvalgte dele af råstofhovedforsyningsområderne i de indre danske farvande. Kortlægningen skal danne grundlag for en langsigtet forsynings- og indvindingsplanlægning, der på miljømæssig forsvarlig måde kan sikre landet fortsatte forsyningsmuligheder med råstoffer fra havbunden. Formålet har yderligere været at:

- identificere og kortlægge råstofressourcernes beliggenhed, samt at øge kendskaben til ressourcens størrelse, sammensætning og kvalitet
- identificere og kortlægge natur- og miljørelevant basisviden i kortlægningsområderne, således at der i råstofplanlægningen kan tages hensyn til natur- og miljømæssige værdier

Resultaterne fra undersøgelserne omfatter en overordnet råstofkortlægning samt en kortlægning af natur- og miljørelevant basisviden for hvert af de 10 områder, der er beliggende i Kattegat, Storebælt, Aarhus Bugt, Smålandsfarvandet og Fakse Bugt. Undersøgelserne har vist, at der er væsentlige råstofressourcer til stede i de 10 områder.

Rapporten er opbygget med to indledende afsnit (Afsnit 5 og 6), der omhandler hhv. kortlægningsmetoder, det udstyr og de undersøgelser, der er gennemført ved dataindsamlingen og behandlingen af data, samt de tolkninger og resultater, der er udført på data. I de efterfølgende kapitler 7.1 til 7.10 er hvert af de 10

efterforskningsområder beskrevet med hensyn til geologiske forhold, råstofressourcer samt natur- og miljøforhold.

I kapitel 8 er der opgjort en samlet en samlet ressourceopgørelse for alle 10 områder.

Efter hovedrapporten er der bilag, hvor der bl.a. findes en serie kortbilag i A3 format der omfatter kort, der er præsenteret i rapporten, hvor det er muligt at se detaljer i kortlægningen, som ikke umiddelbart kan ses på figurerne i teksten.

2. Sammenfatning

Kortlægningen af 10 råstofefterforskningsområder blev udført ved en kombination af seismisk/akustisk kortlægning og prøvetagning med vibrocorer og grabprøveudstyr samt ROV video optagelser til belysning af natur- og miljøforholdene. Specielt er der indsamlet multibeam data langs samtlige undersøgelseslinjer. Udover seismisk kortlægning og beskrivelser af natur- og miljøforholdene er der i dette arbejde foretaget en inddeling af områderne i habitater, samt til understøttelse af råstofkortlægningen, foretaget dateringer til belysninger af de tidsperioder, under hvilke der har været forhold som har fremmet dannelsen af råstofressourcer. Endeligt er der på udvalgt råstofprøvemateriale udført petrografiske analyser til vurdering af kvaliteten af de kortlagte ressourcer.

De geofysiske undersøgelser blev udført med seismisk udstyr i et net af sejllinjer med varierende afstand, idet planlægningen af linjenettet er tilpasset beliggenheden af de eksisterende sejllinjer fra tidligere undersøgelser. Der er tilstræbt en minimum linjeafstand i et seismisk grid på 500 x 1000 m i samtlige områder, hvor de nye data er optaget som infill til eksisterende digitale data. I områder med kendte ressourcer er dataindsamlingen foretaget med en afstand på ca. 250 x 1000 m imellem linjerne.

Boringerne blev placeret ud fra en foreløbig tolkning af de seismiske data umiddelbart efter indsamlingen af data. Boringernes formål er, dels at dokumentere potentielle råstofressourcer, dels at dokumentere geologiske enheder af betydning for tolkningen af områdets geologiske udvikling.

Der er indsamlet i alt 2831 km seismiske data samt udført 69 m vibrocorer boringer fordelt i alle områder (Tabel 1). Herudover er der udført 10 stk. ^{14}C dateringer i boringerne, foretaget 75 kornstørrelsesanalyser samt udført 18 petrografiske analyser for at dokumentere sammensætningen og kvaliteten af de mulige råstofressourcer, samt at dokumentere den geologiske dannelse og alderen af ressourcerne. Der er desuden foretaget 139 grabprøver og 199 ROV–videoinspektioner til beskrivelse af overfladesedimentets sammensætning, natur- og habitattyper samt en samlet vurdering af natur- og miljøforholdene i området.

Område	Samlet seismik	Boringer	Grabprøver	ROV
Fakse Bugt	1073	22	40	45
Hesselø Bugt	461	11	28	35
Marthe Flak og Yderflak	445	7	22	24
Nordby Bugt	66	2	2	15
Samsø Syd	412	9	20	21
Samsø Nord	57	2	6	15
Helgenæs	26	3	4	9
Fløjstrup Skov	30	3	3	11
Lysegrund	179	5	10	14
Agersø Sund syd	82	2	4	10
SUM	**2831**	**66**	**139**	**199**

Tabel 1 Oversigt over indsamlet seismik samt boringer, grabprøver og ROV-verifikationer udført i forbindelse med denne kortlægning.

Ved undersøgelserne er der fortaget en overordnet regional fase 1 kortlægning af råstofressourcer i de 10 kortlægningsområder. I områderne er der kortlagt råstofforekomster bestående af både glaciale og senglaciale smeltevandsaflejringer, holocæne marine kystdannelser, holocæne marine dynamiske aflejringer, senglaciale og holocæne ferskvandaflejringer, samt recente marine aflejringer.

De samlede ressourcer er opgjort til 1.6 mia. m^3 for samtlige områder og forekomsttyper (Tabel 2). De påviste ressourcer er opgjort til 900 mio. m^3 (Tabel 22) og de sandsynlige er opgjort 230 mio. m^3 (Tabel 23) og de spekulative er opgjort til 112 mio. m^3 (Tabel 24).

Område	Samlet volumen i mio. m^3	F sand	F/M sand	M Sand	M/Gr. sand m grus	Grus og ral
Fakse Bugt	685	96	436		133	20
Hesselø Bugt	212		158	4		51
Marthe Flak og Yderflak	42		18	0	2	22
Nordby Bugt	4				4	
Samsø Syd	193		7	17	169	
Samsø Nord	11		11			
Fløjstrup	2		2			
Helgenæs	2				2	
Lysegrund	202			181		21
Agersø Sund Syd	8				8	
Samlet	**1361**	**96**	**632**	**202**	**318**	**114**

Tabel 2 Samlede ressourcer for de ti undersøgelsesområder i mio. m^3 hvor sand er fordeltr efter kornstørrelse (F,F/M, M, M/Gr).

3. Summary

Raw material mapping of the 10 exploration areas has been carried out by a combination of seismic/acoustic mapping and sampling with vibrocorer and grab sampling equipment. For environmental assessment purposes video transect data was acquired by a ROV camera. Detailed multibeam data have been acquired, together with the seismic data acquisition. The seismic mapping and descriptions of nature- and environment have been supplemented by a classification of habitats and a description of the status of the present environmental condition in the areas. Furthermore, the mapping of raw materials have been supplemented with Carbon 14 dating of sediment samples to get a better understanding of the depositional environment of raw materials in the different areas based on sea level curves. Raw material samples have been selected for petrographic analysis to determine the quality of materials for concrete.

The geophysical surveys were performed with seismic equipment with grids of variable line spacing to fit existing digital seismic data and to fit the specific areas. A maximum line spacing of the seismic grid of 500 x 1000 m is preferred as a regional seismic grid, and in areas of with known resources, the seismic data grid is reduced to a distance of about 250 x 1000 m between lines.

Well locations were based on a preliminary interpretation of the acquired seismic data and the purpose of the drilling program was partly to identify potential raw material resources and partly to document the geological units relevant for interpretation of a geological model for the specific area.

A total of 2831 km of seismic data and 69 vibrocores distributed in the 10 areas (Tabel 1) have been acquired. To document composition and quality of raw material resources, as well as the geological formation and the age of the resources, 10 C_{14} dating's on selected samples has been carried out together with 75 grain size analysis supplemented with 18 petrographic analysis. 139 grab samples and 199 ROV video inspections are collected to describe the surface sediment composition, nature and habitat types as well as an overall assessment of environmental conditions in the area.

Område	Samlet seismik	Boringer	Grabprøver	ROV
Fakse Bugt	1073	22	40	45
Hesselø Bugt	461	11	28	35
Marthe Flak og Yderflak	445	7	22	24
Nordby Bugt	66	2	2	15
Samsø Syd	412	9	20	21
Samsø Nord	57	2	6	15
Helgenæs	26	3	4	9
Fløjstrup Skov	30	3	3	11
Lysegrund	179	5	10	14
Agersø Sund syd	82	2	4	10
SUM	**2831**	**66**	**139**	**199**

Tabel 1 Seismic data, vibrocores, grab samples and ROV-verification positions carried out during this mapping campaign, 2015.

During the investigations a comprehensive regional phase 1 survey of mineral resources in the 10 survey areas was conducted. Mineral resources consisting of glacial and late glacial meltwater deposits, Holocene coastal formations, Holocene marine dynamic deposits, Late glacial and Holocene freshwater sediments as well as recent deposits and marine sediments have been identified.

The total amount of resources has accumulated to 1.34 billion m^3 for all areas and for all deposit types (Tabel 2).

The proven resources are app. 900 million m^3 (Tabel 22) and the possibly resources have been calculated to app. 350 million m^3 (Tabel 23) and the probably resources to app. 110 million m^3 (Tabel 24).

Area	Total volume in mio. m^3	F sand	F/M sand	M Sand	M/Gr. sand w gravel	Gravel
Fakse Bugt	685	96	436		133	20
Hesselø Bugt	212		158	4		51
Marthe Flak og Yderflak	42		18	0	2	22
Nordby Bugt	4				4	
Samsø Syd	193		7	17	169	
Samsø Nord	11		11			
Fløjstrup	2		2			
Helgenæs	2				2	
Lysegrund	202			181		21
Agersø Sund Syd	8				8	
Samlet	**1361**	**96**	**632**	**202**	**318**	**114**

Tabel 2 Raw material ressources for 10 exploration areas in mill. m^3 sand, gravel and stone. Whereas sand is distributed for grain size (F=Fine, M=medium and C= Coarse).

4. Formål

Denne maringeologiske råstofkortlægning og vidensopbygning skal sikre det nødvendige vidensgrundlag for den langsigtede statslige planlægning og den erhvervsmæssige råstofefterforskning og udnyttelse af ressourcerne.

Kortlægningen skal herudover tilvejebringe en natur- og miljørelevant basisviden, der danner grundlag for en vurdering af konsekvenserne af råstofindvinding og administration af forholdene til et bredt spektrum af beskyttelsesinteresser og andre fysiske aktiviteter i det marine miljø.

Naturstyrelsen ønsker, som led i den fortsatte marine statslige råstofkortlægning, at gennemføre en kortlægning af udvalgte dele af hovedforsyningsområderne i de indre danske farvande. Kortlægningen skal danne grundlag for en langsigtet forsynings- og indvindingsplanlægning, der på miljømæssig forsvarlig måde kan sikre landet fortsatte forsyningsmuligheder med råstoffer fra havbunden.

Kortlægning, der finder sted i 10 udvalgte områder (Figur 1.1), skal også føre frem til en beskrivelse af råstofressourcerne med hensyn til sammensætning, kvalitet og mængder. Herudover skal overfladesedimentets substrattyper klassificeres, og der skal foretages en beskrivelse af de undersøgte områders naturtyper samt habitattyper med henblik på at kunne tage de nødvendige hensyn til miljø og natur i forbindelse med fremtidig planlægning af råstofindvinding på havet.

5. Kortlægningsmetoder

5.1 Survey skibe

Den seismiske opmåling blev foretaget fra M/S Skoven i perioden 15. – 25. august samt boringer i perioden 27. august -4. september 2015 (Figur 5.1.1). De seismiske opmålinger blev varetaget af en tekniker og to geologer fra GEUS samt skibets besætning. Opsætningen af seismisk er vist i Figur 5.2.1. Boringer blev udført i umiddelbar forlængelse af de seismiske undersøgelser af 2 geologer fra GEUS, 4 boreteknikere samt skibets besætning. Skibet måler 42 m i vandlinjen og er 7.5 m bred. Skibets deplacement er 151 tons og har en dybgang på 3.2 m. Skibet var udstyret med en kombineret multibeam ekkolod og side scan sonar, et Innomar system samt et sparker seismisk udstyr. Der er indsamlet i alt 2727 km seismiske data og udført 666 m vibrocores.



Figur 5.1.1 M/S Skoven anvendt til seismisk dataindsamling og boringer.

Grabprøvetagningen er udført med GEUS' båd Maritina i perioden 7.–11. september 2015 (Figur 5.1.2). Prøverne er indsamlet med en 300 cm^3 Van Veen Grab 26, der betjenes af en svingarm og spil, der er fastgjort i styrbords side på agterdækket.

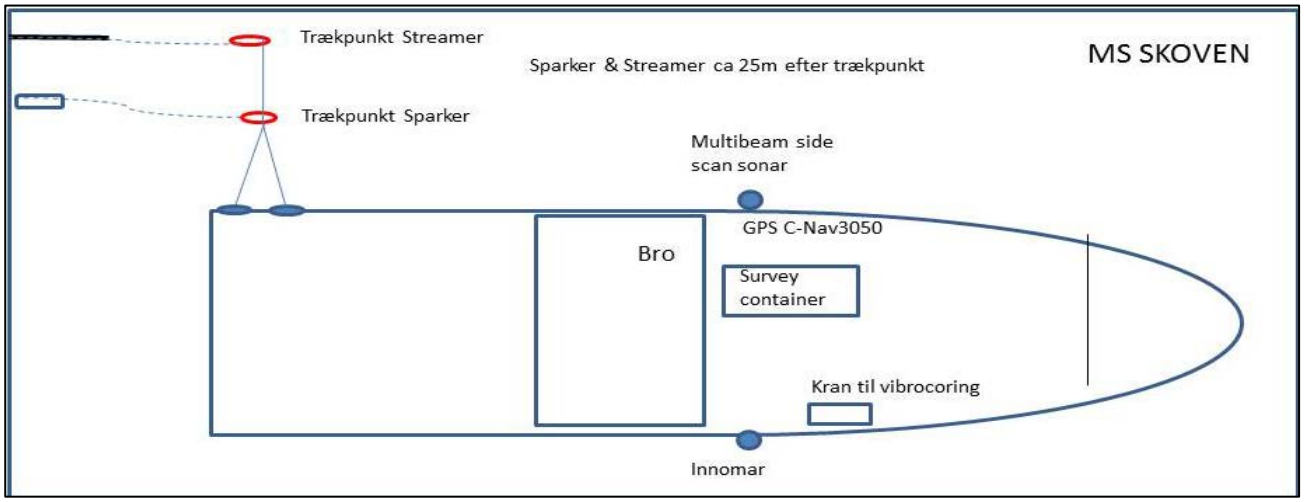


Figur 5.1.2 Maritina er GEUS' 31 fods motorbåd blev anvendt som platform til grabprøve indsamling samt ROV undersøgelser.

De biologiske undersøgelser er ligeledes udført fra Maritina i perioden 21. september til 5. oktober 2015, hvor der til gennemførelse af visuelle verifikationer i ressourceområder er der benyttet en ROV, som er håndteret på agterdækket af Maritina.

5.2 Udstyr og programmel til indsamling af seismiske og broingsdata

Der er indsamlet geofysiske data i form af dybdemålinger med multibeam-ekkolod havbundsscanning med side scan sonar, lavmarine seismiske data med hhv. sparker til de dybere lag og højopløselige Innomar data til de overfladenære lag (se Figur 5.2.1 for skitse over udstyr på M/S Skoven). Positioneringen blev foretaget med almindelig GPS samt ved hjælp af NaviPac, der er et PC baseret processeringsprogrammel, mens multibeam data er korrigeret for skibsbevægelser ved en "motion sensor".



Figur 5.2.1 Principskitse over opstilling af GEUS' udstyr på skibet M/S Skoven. GPS angiver antenneposition. Innomar og side scan sonar er fastgjort til A bom agter. Sparkerkilde og streamer trækkes ca. 25 m bag skibet fra bagbord side.

Indsamlings- og processeringsprogrammel for databehandlingen om bord på skibet er vist i Tabel 3.

Software	Datatype	Beskrivelse
NaviPac, EIVA	Navigation, ekkolod	Registrerer GPS position, beregner og registrerer øvrigt udstyrs position, udsender navigationstelegrammer til udstyr, der har behov for dette (chirp og sparker). Registrerer ekkolodsdata.
Chesapeake SonarWizMap5	Sparker(1)	Registrerer rådata fra sparker.
ISIS, TritonElics	Chirp, sidescan	Registrerer chirp og sidescandata

Tabel 3 Oversigt over software anvendt. (1)Ved indsamlingen blev sparkerdata frekvensfiltreret i intervallet 400-4000 Hz, for at undgå aliasering. Sparkerdata blev opsamlet med en samplefrekvens på 10 kHz.

Der er udførte boringer med GEUS' 6 m VKG Vibrocorer, der egner sig til boringer i ukonsoliderede sedimenter, som kan tage op til 6 m lange kontinuerlige sedimentkerner.

De biologiske bundverifikationer på de udpegede targetpunkter er foretaget ved hjælp af en ROV video fra Survey båden Maritina. Targetpunkter er udlagt i områderne ud fra akustiske undersøgelser, hvor der fokuseres på specifikke bundtyper og/eller hvor der er usikkerhed i bestemmelse af substratet. For mere detaljerede beskrivelser af udstyr henvises til Bilag Q.

5.3 Visuel verifikation og biologiske undersøgelser

Der er gennemført en række punktundersøgelser til kalibrering og verifikation af de akustiske undersøgelser samt til vurdering af overfladesedimentets beskaffenhed og sedimentsammensætningen i de identificerede ressourceområder.

De visuelle verifikationer benyttes til at verificere især sidescan data og til fremstilling af substrat- og naturtypekort. Foreløbige verifikationspunkter er fastlagt på baggrund af resultater af den akustiske kortlægning (side scan sonar). Den endelige prioritering af verifikationspunkterne er drøftet og afklaret på møder med Naturstyrelsen d.10/9 og 23/9 2015.

Til gennemførelse af visuelle verifikationer i de pågældende ressourceområder er der primært benyttet en ROV (Remotely Operated Vehicle) af mærket Video Ray Pro. På grund af tekniske problemer er der desuden benyttet en Seabotic LBV 150 fra FC ROV piloting (Figur 5.3.1). Rambøll har indgående kendskab til begge ROV-systemer, og har anvendt dem ved marine undersøgelser i både nationale og internationale farvande.



Figur 5.3.1. De to ROV-systemer som blev anvendt ved de visuelle verifikationer og de biologiske undersøgelser. Til venstre ses Rambølls VideoRay Pro og til højre Seabotic LBV systemet fra F.C. ROV Piloting.

Begge ROV-systemer er forsynet med video og lys samt flere propeller, der muliggør bevægelse i alle retninger. ROV og video styres og optages fra en kontrolpult med joystick og monitor, som er placeret ombord på skibet. Det er således muligt at manøvrere ROV'en med stor præcision og filme meget tæt på havbunden, hvilket giver optimale betingelser for gode optagelser til den visuelle verifikation – også i områder med dårlig sigt.

Visuel verifikation og biologiske undersøgelser er udført fra GEUS' fartøj "Maritina". Skibet kan sejle med høj fart og kan derfor hurtigt og effektivt bevæge sig mellem positioner og fra et undersøgelsesområde til et andet.

Når skibet er nået den angivne position, bliver tid, dato og position registreret af Rambølls personale og noteret i surveyloggen. Ved hver position er ROV'en neddykket til havbunden, hvor visuelle observationer af substrattyper og biologiske forhold løbende er registreret af en erfaren biolog. Ved hver position er området afsøgt og optaget som videosekvens, med en typisk varighed af ca. 10-15 min.

Der er udført løbende backup af alle data, og efter endt surveyperiode er data overført til Rambølls server, som ligeledes er sikret med backup-procedurer.

De biologiske undersøgelser er udført med en bemanding på minimum 2 personer samt en bådfører. Personerne, som potentielt udfører de biologiske undersøgelse, var primært være biologer med erfaring fra tidligere ROV-undersøgelser og marine habitatkortlægninger.

Feltarbejdet er blevet udført i perioden 21. september til 5. oktober 2015, med vejrfaste dage 24.-25. september. Rækkefølgen af områder er løbende blevet tilpasset efter vind- og vejrforhold for at optimere dataindsamlingen. Dato og ROV-pilot for hvert dyk fremgår af logbog (Bilag P*)*.

5.4 Bearbejdning af indsamlede data

5.4.1 Seismik data

De seismiske data er blevet processeret, tolket og bearbejdet til kort og resultaterne er præsenteret i GIS-programmet MapInfo. Nedenstående Tabel 4 giver en oversigt over databearbejdning og tolkning.

Datatype	Dataformat	Databearbejdnings- og tolkeprogram	Slutprodukt
Positionering	ASCII tekst	NaviPac, MapInfo	Sejllinjelog og -kort
Bathymetri	ASCII tekst	MapInfo Vertical Mapper, Fledermaus	Dybdekort
Side scan	XTF konverteret til geotiff	Triton Isis, SonarWiz	Havbundsedimentkort, objektliste, menneskelig aktivitet
Innomar	Optaget i raw format. Konverteret via SEGY til 2ds format	Geographix, Innomar	Havbundssedimentkort og ressourcekort
Sparker	Optaget i SEGY. Konverteret til 2ds format	Geographix	Ressourcekort

Tabel 4 Oversigt over datatyper og-formater.

5.4.2 Boringer og grabprøver

Boringerne er i felten blevet skåret op i 1 m sektioner, der er forseglet og bragt til GEUS' kernebeskrivelses-laboratorium, hvor kernerne er blevet lukket op og delt på langs, hvorefter de er blevet beskrevet, fotograferet og optegnet i en boringslog (Bilag J). Herefter er der udtaget prøver til kornstørrelsesanalyser og til datering. Resultaterne bliver lagt ind i boredatabasen Jupiter, der er tilgængelig fra GEUS' hjemmeside.

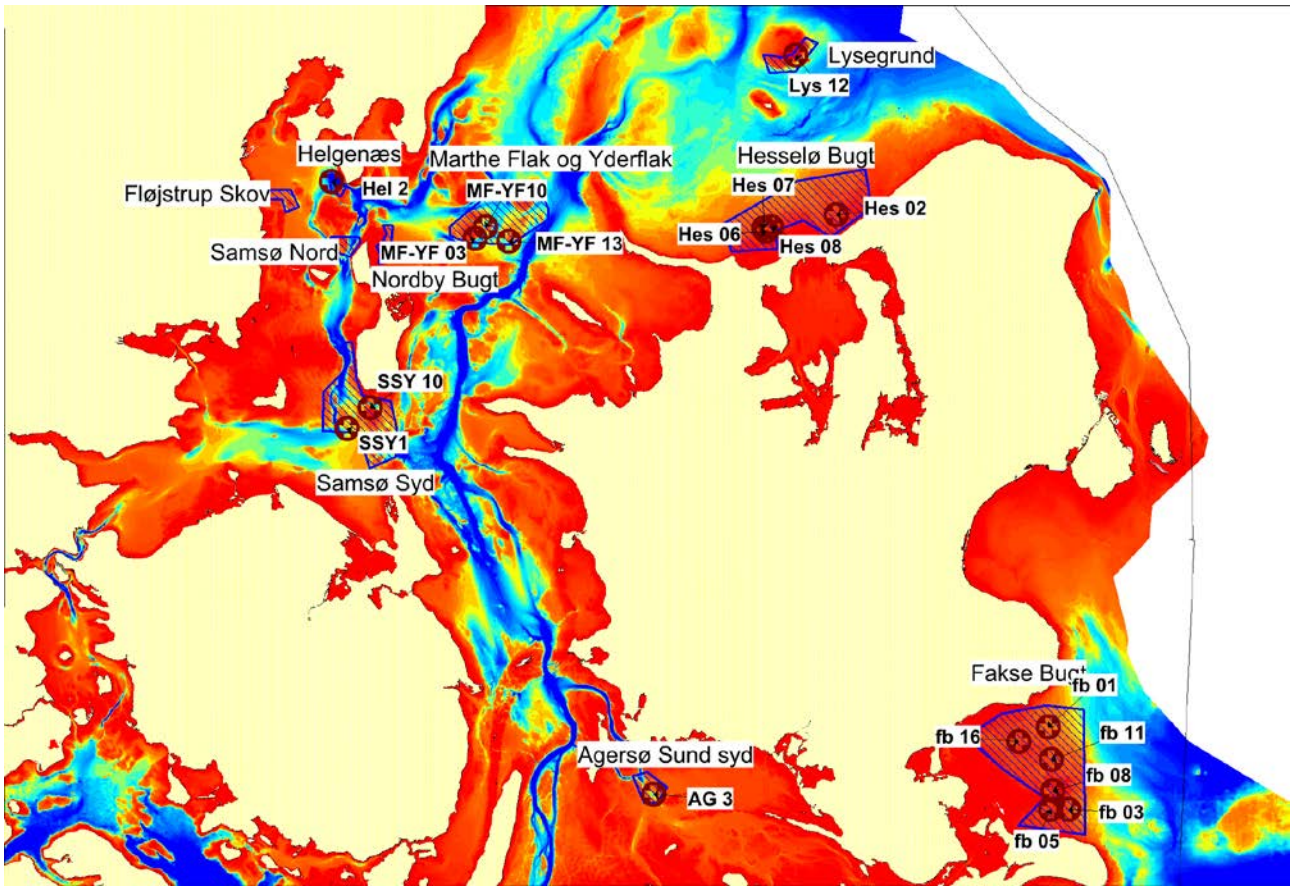
Grabprøverne er beskrevet i GEUS' boreprøvelaboratorium, hvor hoved- og bikomponenter, tekstur og biologisk indhold er beskrevet (Bilag N).

5.4.2.1 Kornstørrelsesanalyser

Med henblik på en bestemmelse af ressourcekvaliteten oog sammenesætning udføres der kornstørrelsesanalyser på udvalgte prøver fra boringerne. Der er udført sigteanalyser på sedimentprøver udtaget i de dele af boringer, der har et råstofmæssig interesse. Prøverne er analyseret i GEUS' sedimentlaboratorium efter metoder og standarder i overensstemmelsen med DS/EN 933-1 og findes i Bilag K.

5.4.2.2 Petrografi

Der er udtaget prøver fra samtlige der, potentielt indeholder grovere materialer som vil kunne anvendes til som tilslagsmaterialer til betonfremstilling. I forbindelse med beskrivelsen af ressourcerne er der foretaget en vurdering af, hvilken kvalitet den enkelte ressource har i forhold til en anvendelse af materialerne til beton. Prøver til petrografi er sendt til Pelcon ApS, der er specialiseret i at foretage analyser af alkalikisel reaktive korn, der er uønskede i betonmaterialer (Figur 5.4.1 og Bilag L). Bestemmelsen af reaktive korn, er udført i overensstemmelse med TI-B52: 1985.



Figur 5.4.1 Oversigtskort over prøver udtaget til sandpetrografi i de ti undersøgelsesområder.

5.4.2.3 Dateringer

I forbindelse med den maringeologiske kortlægning i Danmark, er der løbende foretaget kulstof 14 dateringer af prøver fra boringer, hvor der har været materiale, der kunne anvendes til dateringer. Dette arbejde har blandt andet resulteret i, at der har kunnet opstilles detaljerede havniveaukurver for Østersøen, Bælterne, Øresund og Kattegat, samt udarbejdet palæogeografiske kort over regionen. Desuden er aflejringsmiljøerne blevet dokumenteret og beskrevet i detalje, og det har været muligt at skelne mellem brakvandsaflejringer afsat under den marine transgression og havaflejringer afsat efter transgressionen. Denne forståelse af den geologiske udvikling sammen med fordelingen af land, sø og vand i de nævnte områder, har i stor udstrækning dannet grundlag for kortlægningen af de aflejringer, der i en ressourcemæssig sammenhæng er afgørende for en vurdering af råstofpotentialet i de områder der er kortlagt, herunder sammensætning og kvalitet.

I forbindelse råstofundersøgelserne i de 10 områder som er bekrevet i denne rapport, er der udvalgt en rækker prøver til dateringer, som har forbedret grundlagte for en målrettet kortlægning af ressourcerne i undersøgelsesområderne (Figur 5.4.2 og Figur 5.4.3). Eksempelvis kan nævnes, at det på grundlag af dateringerne har været muligt at skelne mellem senglaciale ferskvandsaflejringer og Holocæne marine aflejringer i Fakse Bugt. Denne skelnen er vigtig, idet kvaliteten af de marine ressourcer er bedre end kvaliteten af ferskvandsaflejringerne når det drejer sig om anvendelse til beton.

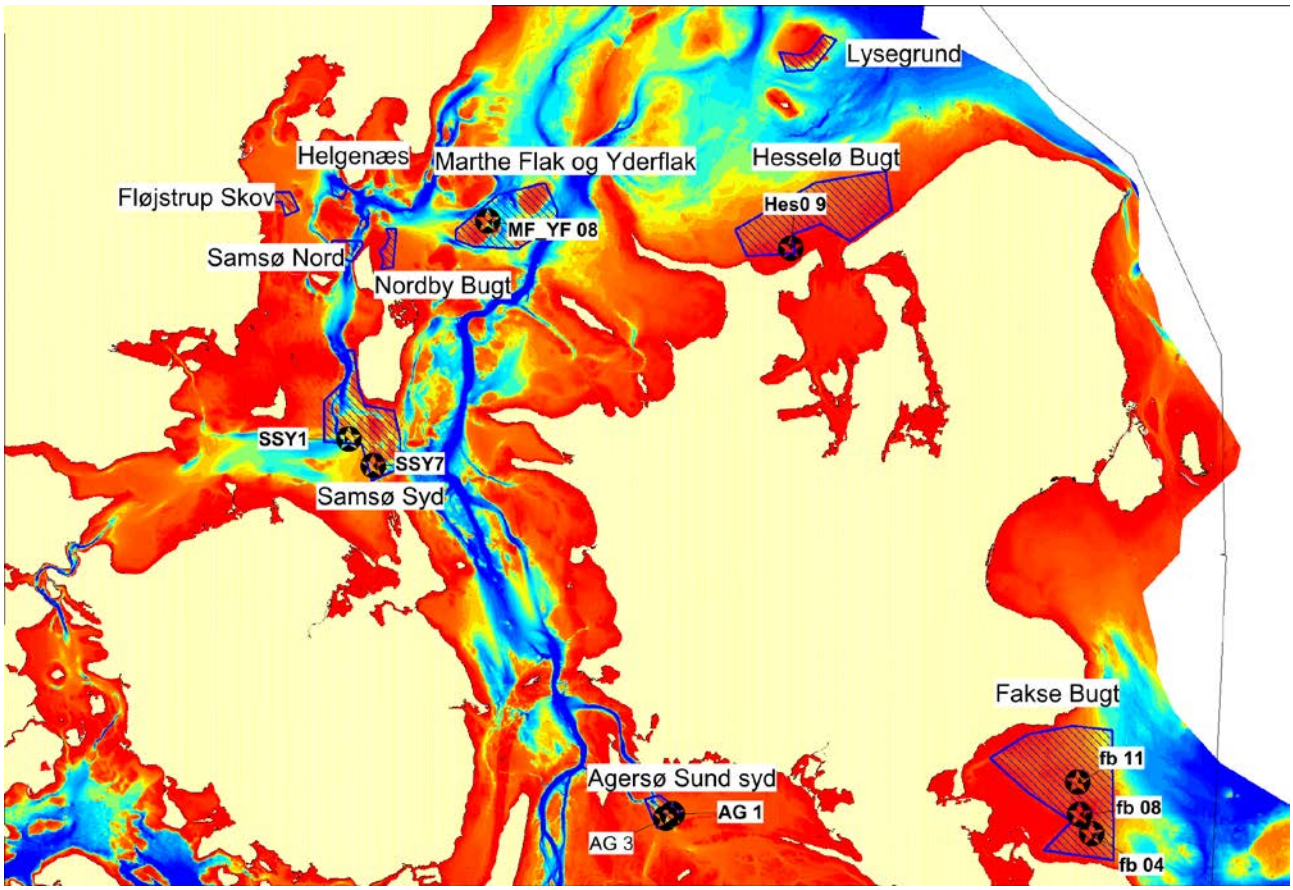
Kulstof-14 dateringer, NST 2015

Kerne	Materiale	Dybde ukt [1] (cm)	Dybde uhn [2] (m)	Lab. nummer	Alder (^{14}C år BP)	Kalibreret alder (BP) [3]
AG-1	*Cerastoderma lamarcki*	93	16,0	Beta-424669	7410 ± 30	7796–7944
AG-3	?*Salix* sp. twigs	270	27,8	Beta-424670	9240 ± 40	10621–10520
FB-4	*Alnus glutinosa*	120	13,6	Beta-424671	7730 ± 40	8431–8580
FB-4	Radicells	204	14,4	Beta-424672	9970 ± 40	11259–11611
FB-8	*Phragmites australis*	168	11,4	Beta-424673	8080 ± 40	8967–9127
FB-11	*Phragmites australis*	215	15,3	Beta-424674	9880 ± 40	11213–11362
Hes-9	Wood fragments	259	11,2	Beta-424675	8210 ± 40	9029–9288
MF-8	Twigs	375	20,0	Beta-424676	8650 ± 40	9538–9688
SSY-1	*Alnus glutinosa*	400	24,2	Beta-424677	8240 ± 40	9081–9322
SSY-9	?*Salix* sp. roots	450	21,5	Beta-424678	8510 ± 40	9470–9542

[1] ukt: under kernetop. [2] under havniveau, [3] Kalibrering ifølge INTCAL13 og MARINE13 data, ved hjælp af CALIB programmet, version 7.1. FB-11 må være omlejret.

Figur 5.4.2 Oversigt over de kulstof-14 dateringer der er udført i forbindelse med nærværende undersøgelser. Se også Bilag M.

Der er efterfølgende foretaget ressourceopgørelser for hver af enhederne. De fleste dateringer har bekræftet den geologisk tolkning af lagene i borekernerne, men i et enkelt tilfælde har dateringerne overrasket. I en boring fra Agersø Sund viste det sig, at en lagserie der var tolket som sen-glacial var af tidlig Holocæn alder.



Figur 5.4.3 Oversigtskort over prøver udtaget til kulstof-14 dateringer i de ti undersøgelsesområder.

5.4.3 Karakterisering af biologiske forhold

Biologiske forhold er løbende blevet tolket under de visuelle verifikationer med ROV af de tilstedeværende biologer på skibet. Dette giver en forståelse for om yderligere eller færre dyk er nødvendige for at sikre en forståelse af områdets tilstand.

Biologiske forhold er identificeret på baggrund af Køie & Kristiansen, (2014). På baggrund af de indsamlede overfladesedimentdata og tilhørende biologiske data fra punktundersøgelser samt andre tilgængelige datakilder er der foretaget en karakterisering af biologiske forhold knyttet til hver substrattype.
I råstofsammenhænge har man typisk defineret naturtyper, som svarer til de biologiske forhold, der karakteriserer hver substrattype (med samme geografiske udbredelse).

Det bemærkes at denne karakterisering primært har til formål at sikre et vidnesbyrd om de aktuelle generelle biologiske forhold. Dette skal ikke forveksles med vurdering af den økologiske tilstand eller baggrunden for denne, som behandles særskilt i det følgende.

5.4.4 Kortlægning af habitattyper og økologisk tilstand

På grundlag af et sæt essentielle fysisk/biologiske forhold er der foretaget en kvalitativ og kvantitativ beskrivelse og analyse af de grundlæggende vilkår, der definerer havbundens habitattyper og deres tilstand i de aktuelle områder. Kortlægningen af de økologiske betingelser i de 10 udpegede områder er her baseret på en ny systemorienteret tilgang.

Områderne i nærværende projekt er blevet identificeret i forhold til de habitattyper, der kan erkendes i området. Dette er blevet gjort vha. af et sæt såkaldte økologiske grundvilkår. De identificerede habitater er derefter blevet gjort til genstand for en vurdering af deres tilstand. Tilstandsvurderingerne er blevet gjort ud fra et sæt såkaldte økologiske kvalitetsparametre. Der skelnes således mellem de grundvilkår, der sætter rammerne for det liv, der kan udfolde sig i et givet område (habitatforholdene) og de påvirkninger, der definerer habitatets tilstand (økologiske tilstand). Hvert område er desuden blevet beskrevet i forhold til sin overordnede marine system. Der er således blevet anvendt en tredeling til karakteriseringen af de forskellige områder (Boks 1).

Boks 1. Den anvendte hierarkiske tredeling til økologisk karakterisering af havbunden

1) Systemniveauet: naturtype eller marin landskabstype der typisk kan afgrænses i forhold til topografi og/eller nogle overordnede markante fysiske strukturer.

2) Habitatniveauet: specifikt levested for dyr og planter bestemt af et veldefineret sæt af biotiske og abiotiske faktorer (grundvilkår). Benævnes her som habitattype, men vil også kunne kaldes habitat eller biotop.

3) Tilstandsniveauet: den økologiske tilstand afledt af påvirkninger med afgørende betydning for levevilkårene (kvalitetselementer)

Der er på den måde i højere grad blevet lagt vægt på en beskrivelse af forudsætningerne for det liv der potentielt kan forekomme frem for en mere traditionel fremgangsmåde der tager udgangspunkt i de organismer der er blevet registreret på de pågældende lokaliteter. Herved opnås et mere operationelt værktøj til vurdering af effekter fra en given menneskelig aktivitet på de gældende habitattyper og deres tilstand.

Metoden tager udgangspunkt i allerede eksisterende forordninger og begreber. Disse er herefter bragt ind i en sammenhæng, der skal gøre det muligt at afsøge de grundlæggende forudsætninger for en given økologisk tilstand. Metoden er yderligere beskrevet i Bilag R.

Tilstandsvurderingen bygger på de nyeste foreliggende data til og med 2013. Hvis nye data ikke findes, er ældre data benyttet. Dog anvendes ikke data fra før 2007.

5.4.5 Beskrivelse af havbunden og dens økologiske tilstand

For at imødekomme behovet for at indkredse de parametre der udgør forudsætningerne for den økologiske tilstand, er i det følgende beskrevet en tilgang der fokuserer på de bagvedliggende årsager for tilstanden. Frem for at forsøge at tolke tilstanden udelukkende ud fra de biologiske udtryk, ses på de grundlæggende betingelser der definerer habitatet og dernæst på de elementer der bestemmer den tilstand det pågældende habitat befinder sig i. Til karakteririsering af et havområde med henblik på en at kunne vurdere den økologiske tilstand, er valgt en fremgangsmåde i beskrivelsen der består af tre niveauer:

1) System (fjord, rev-områder, mudderbunden osv.)
2) Habitattyper (defineret af f.eks. lysforhold og sedimentstruktur)
3) Økologisk tilstand (forurening, vandskifte mm)

5.4.5.1 Systembeskrivelsen

Den overordnede beskrivelse kan med fordel tage udgangspunkt i de systembeskrivelser der er anvendt som habitatnaturtyper i Habitatdirektivet. For havet omfatter det følgende syv:

1. Sandbanker med lavvandet vedvarende dække af havvand
2. Flodmundinger
3. Mudder- og sandflader blottet ved ebbe
4. Kystlaguner og strandsøer
5. Større lavvandede bugter og vige
6. Rev (indbefattet biogene rev)
7. Boblerev

Hertil kommer for de danske farvande:

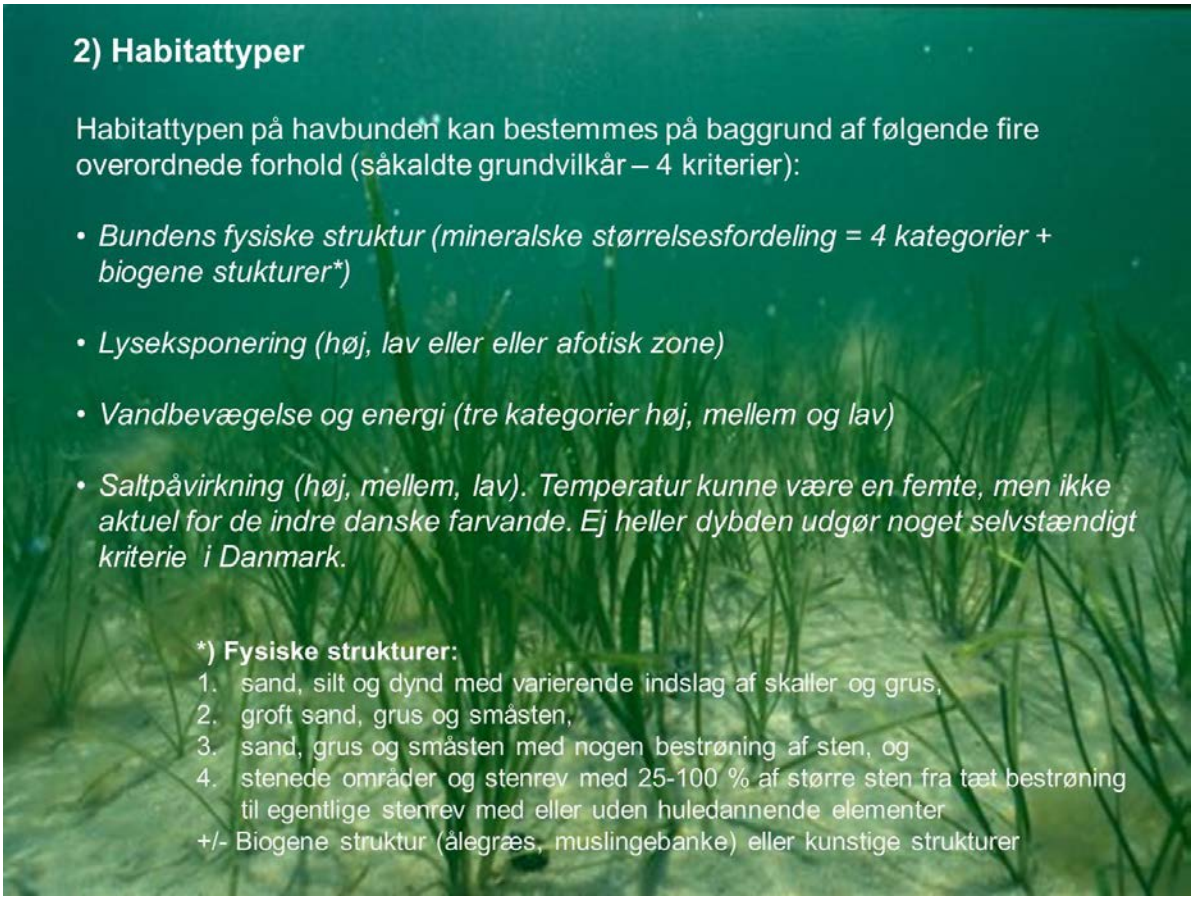
- den jævne, bløde blandingsbund (afhængig af strømforholdene et variabelt forhold mellem sand, dynd og mudder)
- de strøm- og bølgepåvirkede områder hvor moræneleret eller kvartære sedimenter præger havbunden (residualbund, med grus og forskellig størrelse sten)
- de frie vandmasser

Der vil helt naturligt kunne forekomme mellemformer mellem ovenstående marine systemer. Inden for hvert af de afgrænsede marine systemer vil der sædvanligvis kunne identificeres flere forskellige habitattyper.

5.4.5.2 Habitatbeskrivelsen

Inde for det afgrænsede marine system kan der sædvanligvis identificeres flere habitattyper. Som kriterier for habitatafgrænsningen i danske havområder, kan der indkredses 4 afgørende fysisk/kemiske forhold. De er listet i nedenstående boks (Boks 2).

Boks 2



Fælles for dem er, at de kan underinddeles i virkningsgrader. For ikke at gøre disse for mangeartede er valgt en så overordnet og grov inddeling som mulig. Dette er blevet gjort på basis af en generel fysiologisk forståelse for de fysisk/kemiske forhold, der er afgørende for det almene liv, som kan udfolde sig de pågældende steder. Grovinddelingen er med andre ord gjort i forhold til den biologiske funktionalitet. Herved opnås én så operativ habitatdefinition som mulig, som dog ikke nødvendigvis er tilstrækkelig nuanceret til også at omfatte mere specielle livsytringer som f.eks. det liv der udfolder sig i et hvalkadaver eller i bundgarnspæle.

Ud fra kriterierne kunne der i princippet udmøntes over 200 kombinationer. I praksis vil udfaldsrummet være begrænset til en snes. F.eks. vil ålegræs ikke være aktuel i områder med høj vandbevægelse og kræve en høj lyseksponering.

Habitattyperne skal have en vis geografisk udstrækning for at kunne have en økologisk betydning. En meningsfuld størrelse kan ikke afgøres på forhånd, da denne afhænger af, om der er tale om et enkelt isoleret tilfælde, eller om det indgår i et net af flere tilsvarende områder. Men forekommer habitaten som en isoleret forekomst, skal udstrækningen skulle måles i kilometer, før det giver mening, at tale om et habitat af betydning for et havområdets økologiske funktionalitet. En udtagelse kan dog være meget specielle formationer som f.eks. boblerev eller et hvalkadaver.

5.4.5.3 Den økologiske tilstand

Inden for alle habitattyper vil man kunne opleve et bredt vifte af udtryk for den økologiske tilstand. Det være sig den hårde energirige bund såvel som den bløde bund karakteriseret af rolige vandbevægelser. Der kan være helt naturlige årsager til at tilstanden ikke er optimal eller god, men uanset habitatets økologiske tilstand, vil stort set enhver menneskelig fysisk påvirkning rykke tilstanden mod noget ringere. Det være sig fiskeri, eutrofiering eller anden forurening, klapning, eller råstofindvinding. Kunsten i forbindelse med indgreb består derfor i at begrænse skaden mest mulig. Når der argumenteres for at der skabes bedre forhold i forbindelse med en menneskelig forstyrrelse, er der som regel tale om ændringer i habitatstrukturen og ikke tilstanden.

Generelt vil en ringe økologisk tilstand for habitatet kunne karakteriseres ved følgende relative parametre:

- Ringere artsdiversitet
- Øget mikrobiel dominans
- Kortere fødekæder og mindre fiskeføde
- Mindre organismer
- Reduceret bioturbiditet og iltforhold

Da der som tidligere beskrevet ikke findes målfaste måder at kvantificere disse forhold på, endsige eksisterer noget kendskab til variationsbredden af disse forhold inden for et givet habitat, må blikket være rettet mod de bagvedliggende årsager for tilstanden. Disse kan på samme måde som habitatbeskrivelsen afgrænses til fire kriterier – Boks 3.

Boks 3) Den økologiske tilstand

- ***Vandskifte*** - Jo ringere vandskifte over og i sedimentet, jo fattigere er dyre og plantelivet ved bunden
- ***Fysisk stabilitet og påvirkning*** - Svingende fysiske betingelser svækker biodiversiteten til fordel for opportunistiske arter. Det være sig uregelmæssige i salt, temperatur, lys, sedimentomlejringer og anden mekanisk påvirkning og forstyrrelse.
- ***Forurening*** i form af eutrofiering, miljøfremmede stoffer, tungmetaller og støj vil også forringe tilstanden
- ***Primær fødetilførsel*** - På dybder større end den fotiske zone (> 12-18 m), stammer føden hovedsalig fra den pelagiske primærproduktion. Det vil derfor især være betingelserne her der afgør bundens fødetilførsel

Selve den biologiske struktur er også en nøgleparameter for tilstanden, men det rager for vidt at tage den med her som selvstændig parameter. Vi mangler nemlig ofte en klar forståelse af, hvorledes denne i sig selv er med til at betinge tilstanden. Disse mekanismer består hovedsaligt af top-down mekanismer og kan være påvirkningen fra ændringer i de omkringliggende økosystemer. Disse kan bestå i påvirkninger fra f.eks. gopler, isinger, søpindsvin, krabber og sortmundet kutling. Disse biologiske påvirkninger kan være mindst lige så afgørende for tilstanden, men meget vanskelig at få styr på i forhold til de enkelte projekter

5.4.6 Perspektiver

Identifikationen og afgrænsningen af habitattyper i de 10 undersøgelsesområder er baseret på de udstukne fysiske kriterier. Den nærmere kvantificering af disse stammer fra et generelt kendskab og indsigt til områderne. I mange tilfælde vil det kunne hentes en mere detaljerede viden fra tidligere undersøgelser og

afrapporteringer af de fysiske forhold i de pågældende områder. De udførte habitatafgrænsninger skal således tages med et vist forbehold. Øvelsen har dog vist, at det kan lade sig gøre at afgrænse habitatforhold i danske farvande, og samtidig også beskrive deres tilstand. Herved er opnået et optimalt redskab til at vurdere de økologiske implikationer af vores aktiviteter til havs.

6. Tolkning og resultater

På baggrund af de indsamlede data er der lavet en række tolkninger med henblik på at beskrive undersøgelsesområdernes råstofpotentiale samt de natur- og miljømæssige værdier i de 10 undersøgelsesområder.

Der er fremstillet kortbilag med følgende temaer til belysning af forholdene:

- Oversigtskort: Kortbilag A1-10 viser undersøgelsesområderne, Natura 2000 områder, samt indvindingsområder for hvert af de 10 områder.

- Kort over sejllinjer og verifikationspunkter: Kortbilag B1-B10 viser undersøgelsens seismiske linje tæthed/forløb, samt arkiv seismiske data. Herudover er der vist nye grab-, vibrocorer og ROVpunkter samt arkivboringer, der til sammen med de seismiske data er anvendt ved kortlægningen af områderne. Dataene er således dokumentation for dækningsgraden af data, der danner basis for tolkningerne.

- Dybdekurvekort: (Kortbilag C1-C10) viser de generelle dybdeforhold i hvert af områderne, baseret på Geodatastyrelsen' s dybdedata. På kortene er der desuden indlagt de nye indsamlede multibea-data med samme dybdekonturer som basiskortet.

- Bundsubstrattyper: (Kortbilag D1-D10). Sammensætningen af overfladen overfladesedimentet er illustreret ved de 4 kategorier af substrater 0-4, der anvendes ved de biologiske undersøgelser. Specielt er der medtaget en substrattype 1C ved denne kortlægning, der repræsenterer en havbund med ældre kvartært ler i Fakse Bugt området.

- Menneskelig aktivitet: (Kortbilag E1-E10). Med baggrund af søkortet for hvert af de 10 områder, er der vist områder, hvor der er trawlspor, områder med spor efter indvinding, der i nogle områder er opdelt i slæbesugning og/eller stiksugning. Herudover er der vist områder med påviste menneskelige aktiviteter, vrag og andre registrerede objekter på havbunden, der er registreret i Kulturstyrelsens database.

- Råstofressourcekort:(Kortbilag F1-F10). Tykkelserne af de enkelte ressourcer er vist, med en angivelse af den geologiske periode og miljøer, er råstofforekomster opdelt i på basis af tolkningen af de seismiske data og boringer. Mægtighederne danner baggrund for estimeringen af råstofvolumen.

- Naturtyper: (Kortbilag G1-G10). Med udgangspunkt i substratkortene, er der foretaget en fordeling havbunden i naturtyperne 0 til 4, der danner baggrund for beskrivelserne af de natur- og miljømæssige værdier i området.

- Habitattyper: (Kortbilag H1-H10). På baggrund af den tolkning af de natur- og miljømæssige værdier i hver enkelt af områderne er der foretaget en inddeling havbunden i 4 Habitattyper, hvor disse viser sammenhængende habitater.

6.1 Sejllinjer og verifikationspunkter

6.1.1 Sejllinjer

Sejllinjeafstanden i de kortlægningsområder er varierende (kortbilag B1-B10). Der er tilstræbt en minimum linjeafstand i et seismisk grid på 500 x 1000 m i samtlige områder. Der er indsamlet nye data, der er optaget som infill til eksisterende digitale data i kortlægningsområderne. I de dele af områderne, der er dækket af kendte ressourcer er dataindsamlingen foretaget med en linjeafstand på afstand på 250 x 1000 m.

Sejllinjerne er indlæst i Marta databasen (http://data.geus.dk/geusmapmore/marta/guide_marta.html), og en oversigt over hvor mange linjekilometer, der er indsamlet i hvert enkelt område kan ses i Tabel 1.

6.1.2 Boringer

Under indsamlingen af de seismiske er der sket en løbende tolkning af data, der danner baggrund for en udvælgelse af positioner til Vibrocorer boringer i kortlægningsområderne. I umiddelbar forlængelse af den seismiske dataindsamling, er boringerne blevet udført med GEUS' 6 m VKG Vibrocorer. Boremaskinen kan tage op til 6 meter kontinuerlige sedimentkerner i en plastikliner, der skæres op og forsegles i stykker på 1 m. Der er udført i alt 70 boringer i området for at fastlægge ressourcernes sammensætning og stratigrafien i området. Positionerne for de udførte boringer fremgår af Bilag I, og en oversigt over hvor mange boringer, der er udført i hvert undersøgelsesområde, ses i Tabel 1.

6.1.3 Grabprøver

Der blev foretaget 69 prøvetagninger med grab i undersøgelsesområderne. Positionerne fremgår af Bilag N, og en oversigt over hvor mange grabprøver, der er udført i hvert undersøgelsesområde ses i Tabel 1).

6.1.4 Sigteanalyser

Der er udført 75 sigteanalyser i boringerne med henblik på en bestemmelse af Kornstørrelsesfordelingen (Bilag K). Der er ikke udført sigteanalyser på grabprøver, idet den geologiske beskrivelse af disse prøver, som overholder de regler, der er opstillet i GEUS' boreprøvelab, er til strækkelige til at vurdere sammensætningen af bundsedimentet.

6.2 Bathymetri

Ekkolodsopmålingen er foretaget i samme sejllinjenet som de øvrige seismiske undersøgelser i områderne. Ekkolodsmålinger er udført med et multibeam, der kan dække havbunden op til 10 gange vanddybden på hver side af skibet. Ud over de indsamlede bathymetriske data, er der anvendt eksisterende dybdedata fra Geodatastyrelsen i kortlægningsområderne for at opnå et fulddækkende dybdekort over undersøgelses-områderne. Farvandsvæsnets dybdedata er griddet fulddækkende, mens multibeam dataene er lagt oven på i en højere opløsning. Det er således muligt at se, hvor der er sket ændringer i havbunds dybderne samtidig med, at ybdekonturerne kan beskrivese med større nøjagtighed i de områder hvor Farvandsvæsnets datagrundlag er lille. De bathymetriseke kort er vist i Bilag C1 til C10.

6.3 Bundsubstrat

Nedenstående klassifikation er anvendt ved overfladesedimenttype klassifikationerne, og resultaterne er vist i kortbilagene D1 til D10.

Substrattype 1 - sand/silt: Områder bestående primært af sand med varierende indslag af skaller og grus. Sand er defineret som kornstørrelser i intervallet 0,06-2,0 mm.

Substrattype 1c - Mønstret sandet bund med ler: Område bestående af ler eller større relikt ler blokke på en siltet til sandet havbund, hvor det høj-reflekterende ler giver havbunden et mønstret udseende. Disse ler-mønstre kan have meget markante strømstriber.

Substrattype 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 på ca. 2–10 cm. Substrattypen kan også indeholde enkelte sten >10 cm.

Substrattype 3 - sand, grus og småsten samt bestrøning (1-25 %) med sten >10 cm: Områder bestående af blandede substrater med sand, grus og småsten med en varierende mængde 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) og altid i ét lag.

Substrattype 4 - sten dækkende ca. 25-100 %: Områder domineret af sten >10 cm (stenrev), men også med varierende indslag af sand, grus og småsten. Der kan også forekomme biogene rev og/eller kalkrev i denne substrattype. Som for substrattype 3 kan stenene ligge spredt i ét lag, men substrattypen kan også indeholde egentlige stenrev, som rejser sig over den omkringliggende bund med sten i flere lag (huledannende).

6.4 Menneskelige aktivitet

Fortidsminder og vrag, der registeret i Kulturstyrelsens database over marine fund og fortidsminder, er vist på kortbilag E1-E10 med de systemnumre, der er angivet i databasen. Mere information herom kan findes på Kulturstyrelsens hjemmeside: http://www.kulturarv.dk/fundogfortidsminder/.

På samme kortbilag er der ud over vrag, ankre og lignende også vist spor efter trawling og råstofindvinding, der er registreret på de indsamlede side scan data.

6.5 Klassifikation af råstofressourcer

I denne rapport er ressourcerne klassificeret i de 3 kategorier der normalt anvendes til en beskrivelse af den sikkerhed man har kendskab til ressourcen. Nedenfor er en beskrivelse af de 3 kategorier, der anvendes ved beskrivelsen af ressourcesikkerheden.

Ressourcesikkerheden er inddelt i påviste, sandsynlige og spekulative forekomster (Larsen 1994). De enkelte ressourcesikkerhedsklasser findes som isolerede tab-filer på den medfølgende data-CD, således at brugeren hurtigt kan skaffe sig et overblik over ressourcerne.

- Påviste ressourcer er karakteriseret ved, at datagrundlaget er tilstrækkeligt til at give en generel vurdering af volumen og kornstørrelse og i visse tilfælde ligeledes materialekvalitet. Der kan således

gives et kvalificeret bud på hvad og hvor meget, der kan produceres og af hvilken kvalitet. Man må forvente at ressourcens størrelse er angivet med en usikkerhed på ca. 20 %. Undersøgelsesniveauet svarer til Bilag 3 i Bekendtgørelse om efterforskning og indvinding af råstoffer fra søterritoriet og kontinentalsoklen BEK nr 1306 af 24/11/2015.

- Sandsynlige ressourcer er forekomster, hvor afgrænsning og volumen er rimeligt velkendt på basis af få seismiske linjer og prøvetagninger med tilhørende kornstørrelsesanalyser.
- Spekulative ressourcer er forekomster, som hovedsagelig er dokumenteret ved seismiske data og hvis sammensætning i det væsentlige er formodet ud fra en geologisk model.

Ressourcekortene er vist i Kortbilagene F1-F10.

6.6 Beskrivelse af naturtyper

Med udgangspunkt i bestemmelse af substrattyperne, er der på baggrund af bundtypebestemmelse fra ROV undersøgelserne foretaget en kortlægning af Naturtyperne i de 10 områder. Naturtyper i hvert af de 10 områder er vist i Kortbilag G1-G10. Naturtyperne er ikke yderligere beskrevet i de enkelte afsnit, hvor det er valgt, at der foretages en en beskrivelse af af habitattyper. Se nedenfor.

6.7 Beskrivelse af habitattyper

Der er blevet anvendt en systematisk tredeling til karakteriseringen af den økologiske tilstand i hvert område. Indledningsvist er det marine system defineret, dernæst er habitattyper afgrænset på basis af fire fysisk/kemiske forhold: bundens fysiske struktur, lyseksponering, vandbevægelse samt saltpåvirkning. For habitattyperne er der desuden foretaget en vurdering af den økologiske tilstand. Habitatkortene finde i Bilag H.

7. Kortlægning Råstofressourcer og miljøforhold

7.1 Introduktion

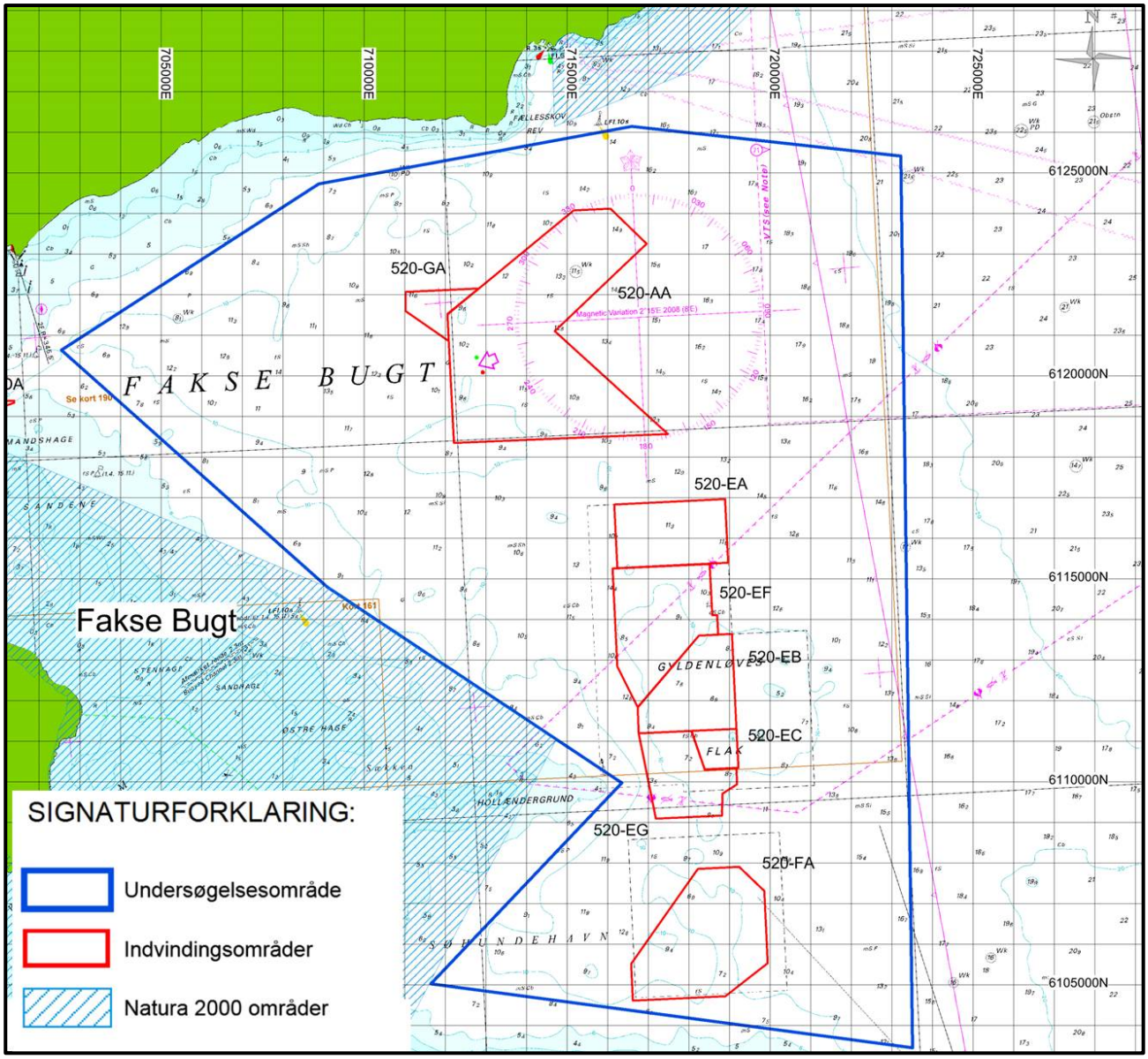
Der er gennemført en supplerende kortlægning af 10 udpegede områder i de indre danske farvande, hvor der i særdeleshed ønskes fokus på en øget viden om kvaliteten af de ressourcer som kortlægges. Der er ved undersøgelserne lagt specielt vægt på:

- at identificere og kortlægge råstofressourcernes beliggenhed, samt at øge kendskabet til ressourcens størrelse, sammensætning og kvalitet, og
- at identificere og kortlægge natur- og miljørelevant basisviden i kortlægningsområderne, således at der i råstofplanlægningen kan tages hensyn til natur- og miljømæssige værdier.

7.2 Fakse Bugt

7.2.1 Introduktion

Fakse Bugt grænser mod nord op til Køge Bugt og mod syd til Hjelm Bugt (Figur 7.2-1). Undersøgelsesområdet for 2015 undersøgelsen dækker den centrale del af Fakse Bugt og indeholder de aktive indvindingsområder, medens vi har udeladt Natura 2000 beskyttelsesområderne i den sydvestlige del af bugten omkring Ulfshale og Jungshoved, samt den nordligste del ud for Stevn Klint.

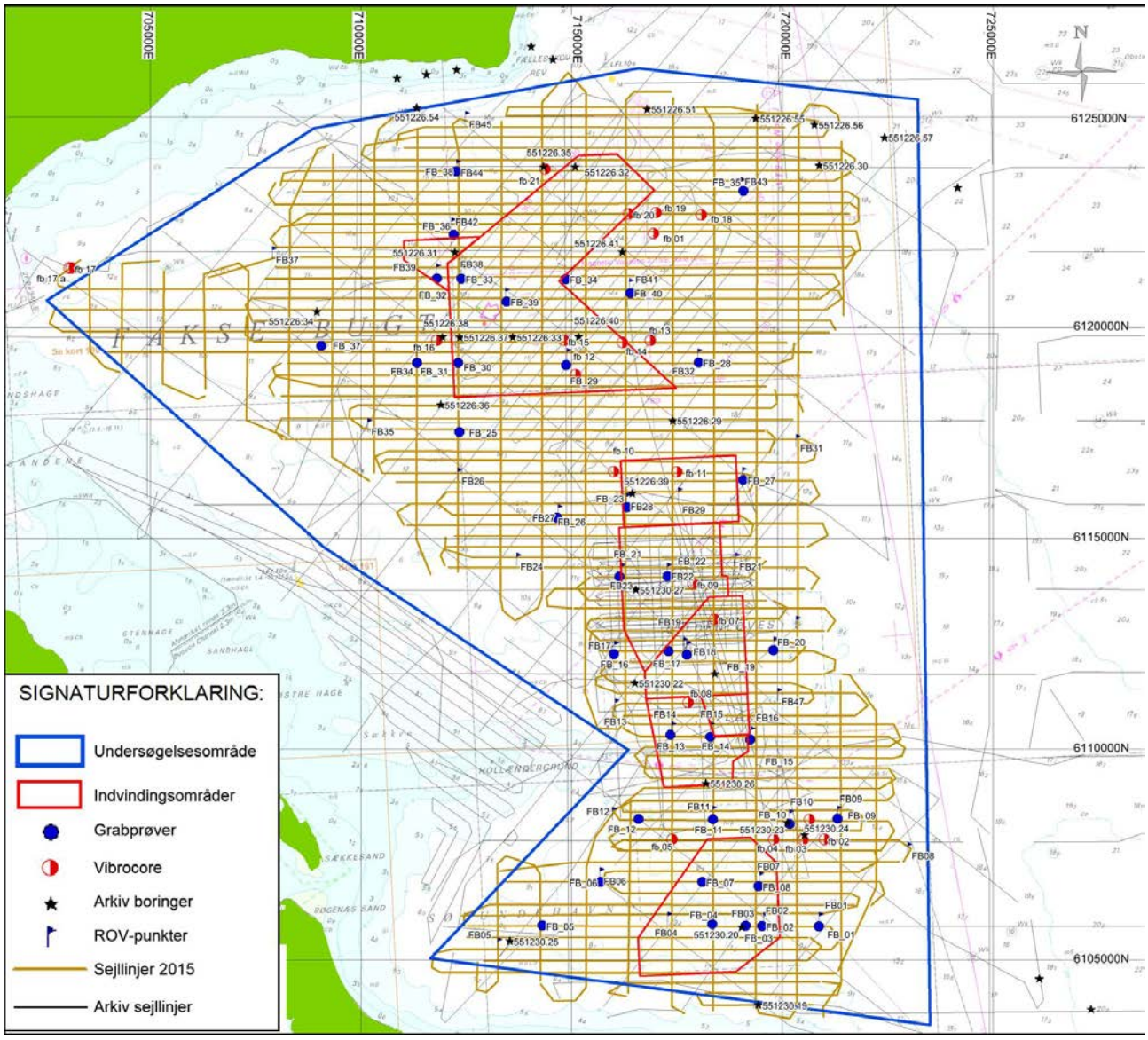


Figur 7.2.1 Undersøgelsesområdet i Fakse Bugt samt eksisterende indvindingsområder og Natura 2000 områder. Bilag A1.

Vanddybden er generelt på 10-15 m med stigende vanddybde ud mod Østersøen, hvor vanddybden i den østligste del overstiger 20 m. I den centrale del af bugten findes flere flakområder med lavere vanddybder (bl.a. Gyldenløves Flak), hvor vanddybden er under 10 m.

Fakse Bugt er kortlagt i flere omgange, første gang ved Fredningsstyrelsens ressource undersøgelser i 1982 (Fredningsstyrelsen/Geoteknisk Institut 1982). Efterfølgende er der foretaget detaljerede forskningsrelaterede undersøgelser (Jensen, 1992), hvor der indgår detaljeret tolkning og datering af sedimentkerner. I de sidste årtier er der foretaget flere råstof-specifikke undersøgelser i Fakse Bugt. Bl.a. Rohde Nielsen A/S i 2009, fase 1A og 1B undersøgelser ved Gyldenløves Flak og NCC i 2009 med råstof undersøgelser ved Gyldenløves Flak.

I forbindelse med den nye 2015 kortlægning af området, er der sejlet i alt 1073 km kombineret multibeam ekkolod, seismik og side scan sonar linjer. Linjenettet består, dels af øst-vest gående linjer med en indbyrdes afstand på ca. 250 m, dels af krydsende nord-syd gående linjer med en indbyrdes afstand på 1000 m. Det samlede linjenet bestående af arkivlinjer samt nye linjer er vist på Figur 7.2.2 og Bilag B1.

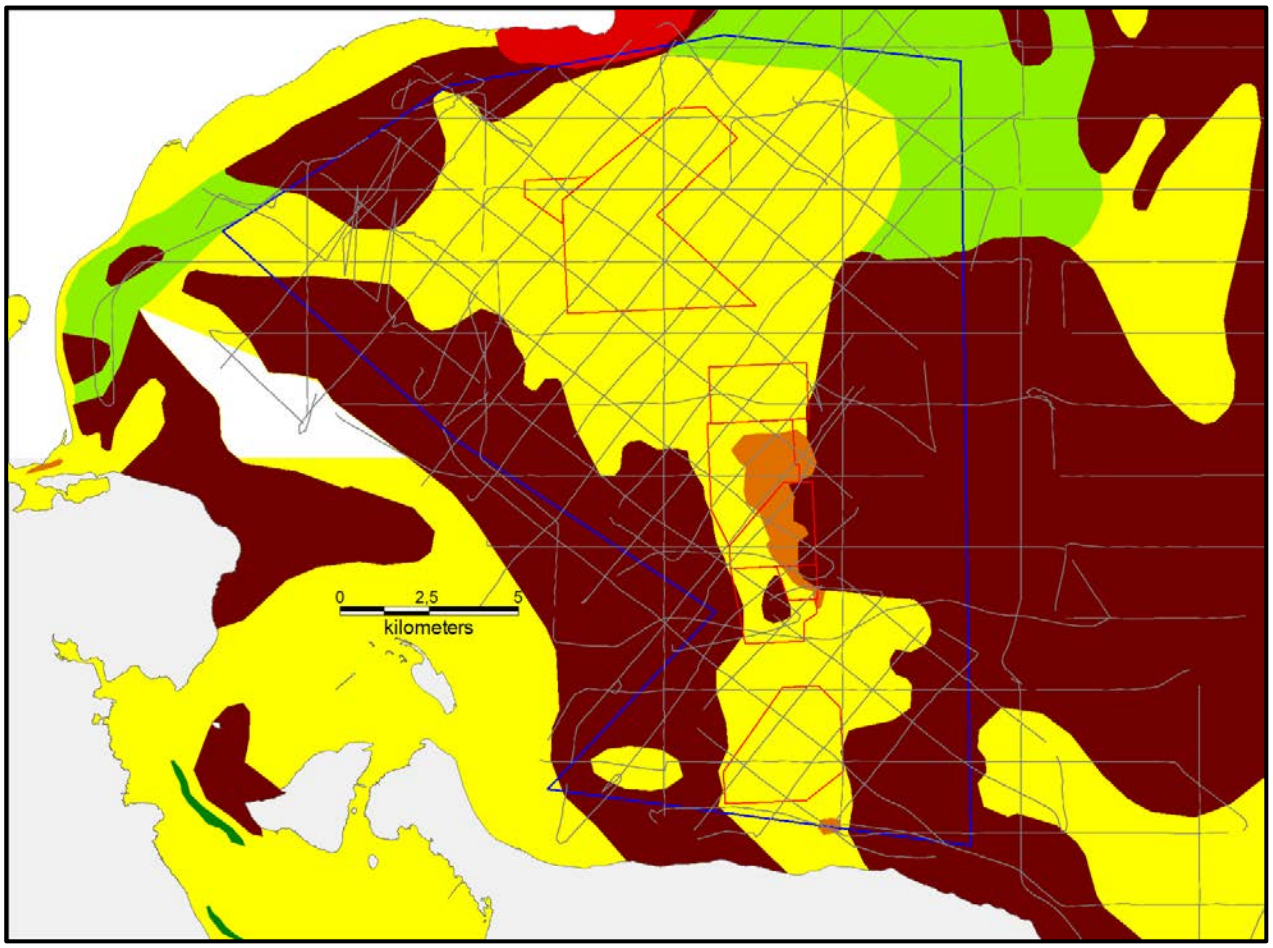


Figur 7.2.2 Oversigtskort der viser undersøgelsesområdet og indvindingsområder i Fakse Bugt med angivelse af arkiv sejllinjer samt de nye sejllinjer fra 2015. Desuden er angivet positionerne for arkiv prøvetagninger, samt de i 2015 indsamlede grabprøver og vibrationsboringer. For detaljer se Bilag B1.

Ud fra en tolkning af de seismiske data, er der udvalgt positioner til såvel vibrationsboringer som grabprøver. Der er foretaget i alt 22 vibrationsboringer og der blev udtaget 40 grabprøver på udvalgte positioner. Der er desuden lavet 28 kornstørrelsesanalyse af repræsentativt prøvemateriale fra udvalgt dybdeintervaller i vibrationsboringerne. Efter en tolkning af side scan sonar data, blev der optaget video fra i alt 47 punkter med henblik på en bestemmelse af havbundens overfladekarakter og biologi. Kortlægningen har afsløret at ressourceområderne dækker forskellige tidsmæssige perioder strækkende sig fra mere end 10000 år gamle ferskvandssmeltevands aflejringer og sø kystaflejringer til marine kystdannelser og mere nutidige sandbanker. For at komme nærmere en forståelse af dannelsen af sand- og grusressourcerne er der indsamlet daterbart materiale i form af plantemateriale og marine skaller, og 4 prøver er sendt til C-14 datering.

7.2.2 Geologi

Overfladesedimentfordelingen er præget af større sammenhængende moræneflader (Figur 7.2.3) karakteriseret ved et tyndt sandet/stenet residuallag, vekslende med store sammenhængende sandflader. I den nordøstlige del af området dominerer dyndet sand. Det sydøstligste moræneområde tilgrænsende Møns Klint er præget af glaciale overskydninger (flagedannelser), medens det vestlige område udgør en mere jævn moræneflade.



Figur 7.2.3 Fakse Bugt overfladesedimenter (GEUS havbundssedimentkort, 2014), undersøgelsesområdet udbudt af NST (blå ramme) samt eksisterende arkiv sejllinjegrid (grå linjer) . Moræneler (brun), sand (gul), grus (orange), dyndet sand (grøn). Røde polygoner angiver eksisterende indvindingsområder.

Sandfladerne er oftest relateret til større bankedannelser, der afspejler beliggenheden af større fossile barriereø-/oddedannelser. Sandfladen, der strækker sig fra nordkysten af Møn, over Gyldenløves Flak og nordover til få km syd for Rødvig, er råstofmæssigt den mest interessante. Overfladesedimentet på den sydlige del af sandbankestrukturen er domineret af mellem-grovkornet sand. Den nordlige del af bankestrukturen, der breder sig ud mod vest og øst, er domineret af fin-mellemkornet sand, som østover bliver mere finkornet og dyndet.

Den geologiske udviklingshistorie er illustreret på figurerne 7.2-4 og 7.2-5 og beskrevet i den følgende tekst.
På seismiske profiler kan et system af rygge følges i et 2-5 km bredt bælte, som strækker sig fra Høje Møn mod nord over den østlige del af Gyldenløves Flak. Det formodes, at de oppressede kridtflager, der kan observeres på Møns Klint, udgør den landværts del af et glacialt deformationsområde. Da isen trak sig tilbage, blev der for omkring 14.000 år siden dannet issøer med aflejring af finkornede sedimenter i rendestrukturer (Figur 7.2-4 A).

I den senere fase af den Baltiske Issø periode, der omkring 11.500 år før nu kulminerede med en vandstand omkring kote 13 m, skete der erosion af morænebakker, og omlejring af sand, grus og ral i egentlige stranddannelser/barriereøsystemer (Figur 7.2.4B og Figur 7.2.5B).

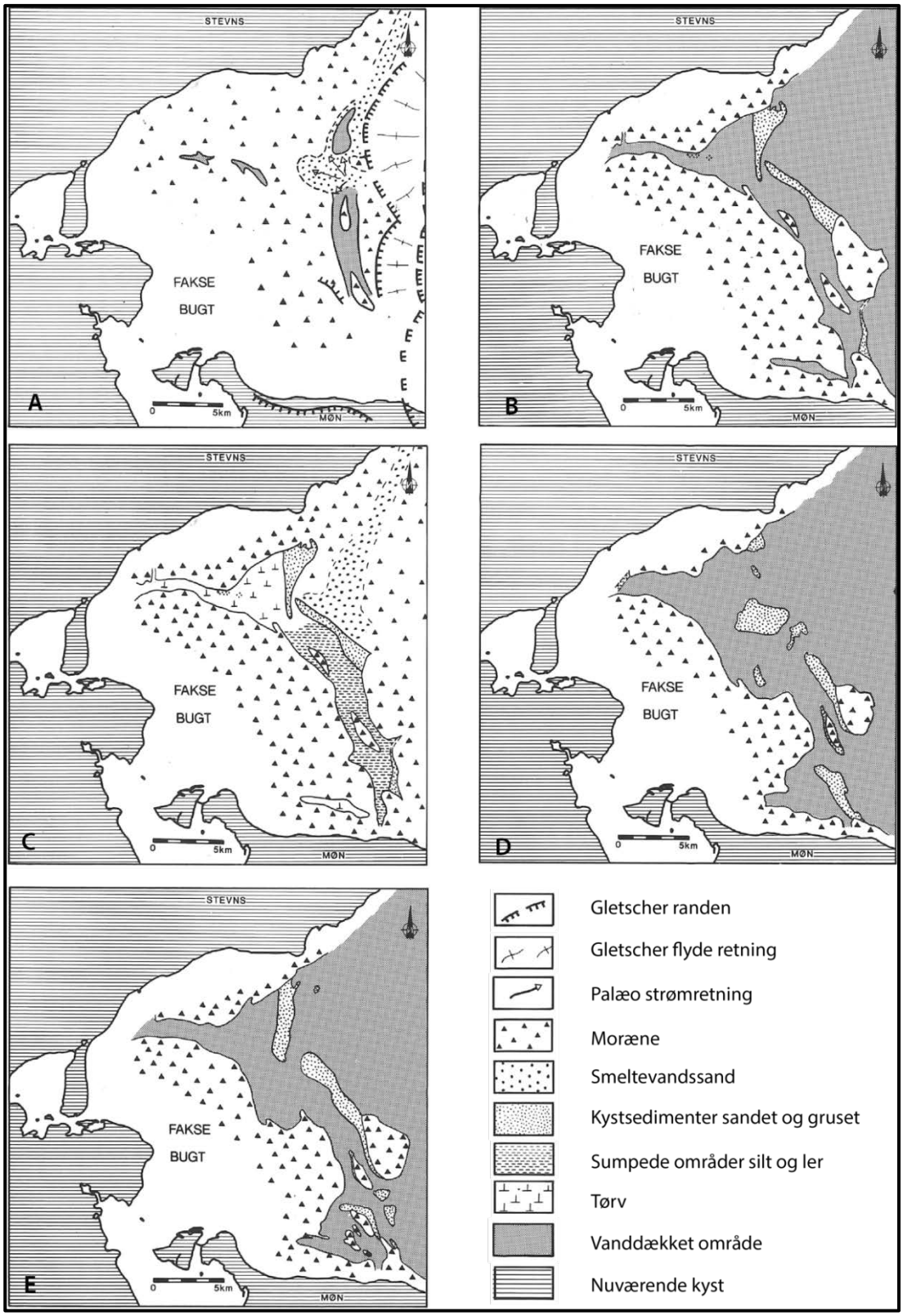
Under Ancylussøens højstandsfase (omkring kote -20 m) i tidlig Holocæn er det påvist, at der igennem en periode opstod en sø vest for den Baltiske Issø stranddannelser, der således dannede en barriere igennem den centrale del af Fakse Bugt (Figur 7.2-4 C og Figur 7.2-5 C). Senere under Littorinatransgressionen, blev de sandede og grovkornede dannelser reaktiveret igen og med det stigende havniveau blev kystzonen og ny stranddannelser flyttet flere km mod vest.

Jf. GEUS Rapport 2013/24 består ressourceforekomsterne i området hovedsageligt af:

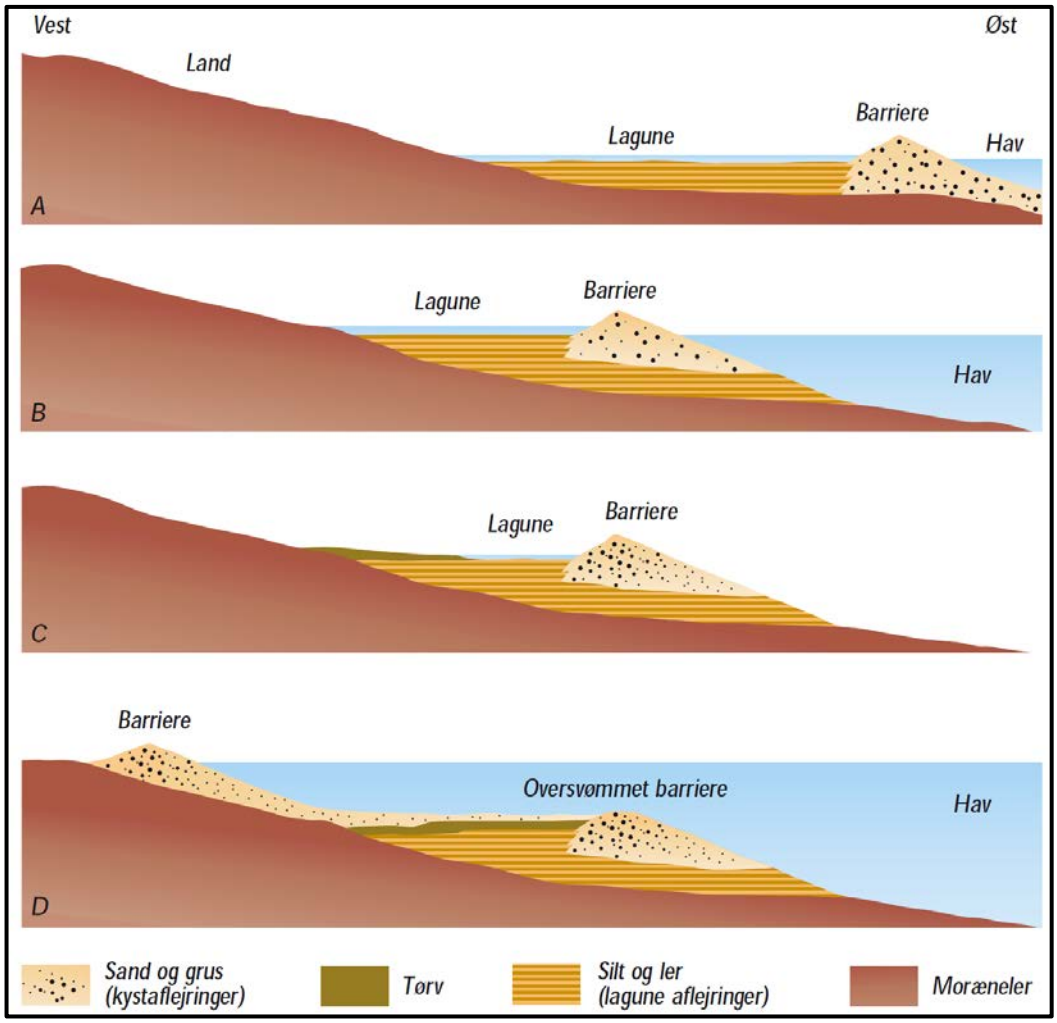
- Stranddannelser afsat i forbindelse med den Baltiske Issø's højeste vandstand
- Stranddannelser afsat i forbindelse med Littorinahavets transgression
- Residual sedimenter opkoncentreret på højtliggende moræneflader (f.eks. dele af Gyldenløves Flak)
- Subrecente/recente dynamiske aflejringer afsat som følge af strømninger i Fakse Bugten

Fakse Bugt har været genstand for omfattende indvinding langs størstedelen af det overordnede nord-syd gående indvindingsområde (Figur 7.2.6), hvor der p.t. er udlagt 5 fællesområder samt overgangsområder. Råstof-indvindingsstatistikken for de seneste år, viser en dominans af sand1 og grus indvinding i den nordlige del af Fakse Bugt, samt en ligelig fordeling af grus og ral indvinding på Gyldenløves Flak.

Generelt viser råstofkvalitetsundersøgelser af Fakse Bugt materiale stor forskel på de ældre issø dannelser og de yngste strandvolde. Således indeholder de ældre dannelser hovedsageligt grundfjeldsmateriale, mens de yngre holocæne marine dannelser indeholder større mængder flint med porøst opal.



Figur 7.2.4 Palæogeografiske kort der viser udviklingen i Fakse Bugt i store træk. A: Smeltevandsaflejringer foran den afsmeltende gletscher (Ressource enhed 2), B: Baltiske Issø barriererlagunesystem (Ressourceenhed 3), C: Fastlandstiden hvor der var sumpområder i Fakse Bugt, D: Tidlig Holocæne marine kystaflejringer (Ressource enhed 5.1), E: Senere Holocæne marine kystaflejringerenhed 5.2).

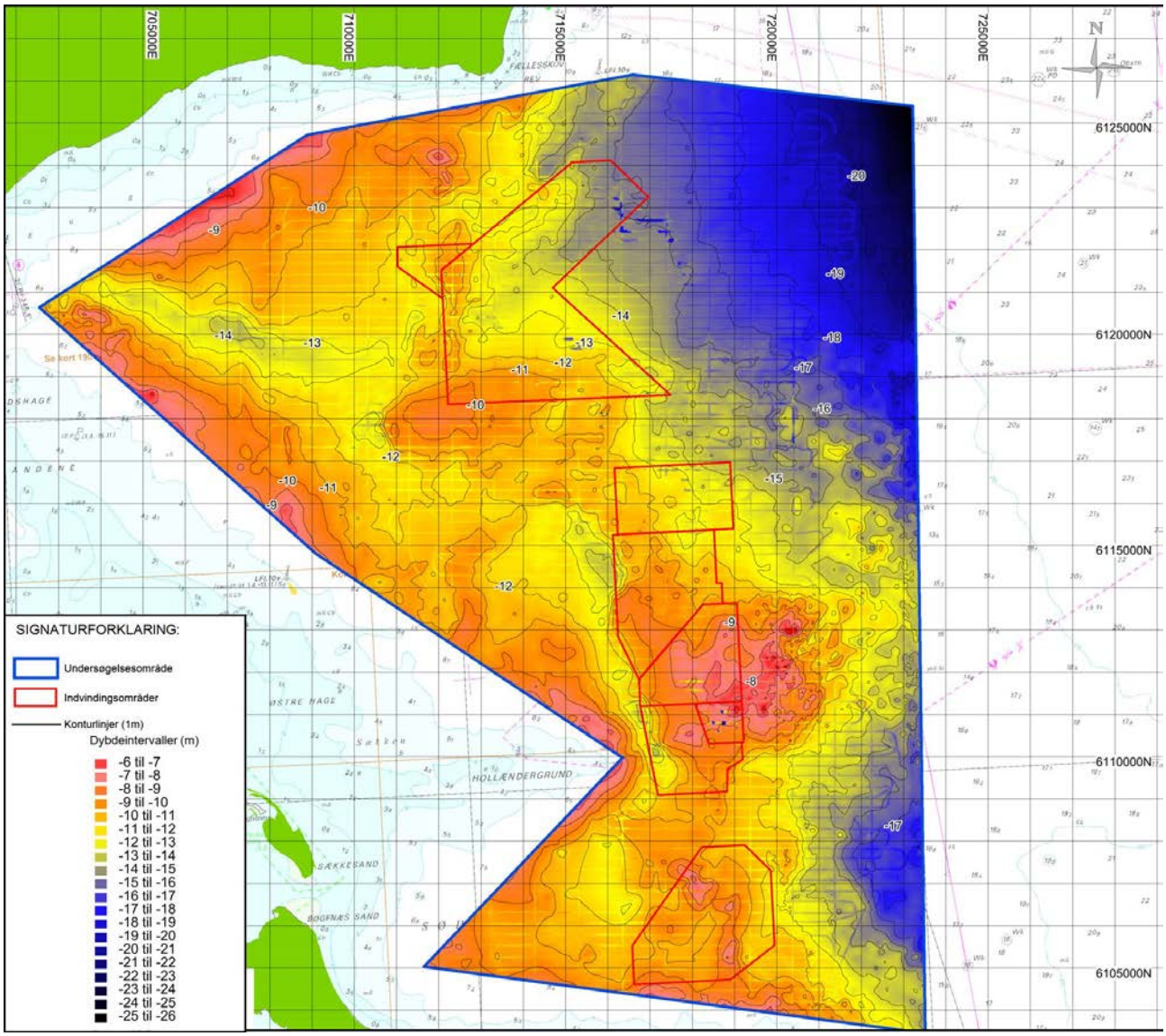


Figur 7.2.5 Skematisk oversigt over udviklingen i Fakse Bugt fra ca. 13.000 år siden til nu.
A: Barriere – lagunesystem som blev dannet af den Baltiske Issø omkring 13.000 år før nu.
B: Den fortsatte vandstandsstigning bevirkede at barriere – lagunesystemet vandrede mod vest og omkring 11.500 år før nu nåede sit maksimum 13 m under nuværende havniveau.
C: Tapningen af issøen førte til en udtørring af Fakse Bugt omkring 11.200 år før nu.
D: Littorinahavets vandstandsstigning druknede de tidligere kystlinjer og et nyt oddesystem blev dannet for ca. 6500 år siden.

7.2.3 Generelle dybdeforhold

I forbindelse med 2015 råstofkortlægningen er der indsamlet multibeam dybdemålinger i et 500 x 1000m grid , hvor hver linje giver detaljerede dybdedata i et bælt på ca. 100m, så det er muligt at få et overblik over havbundens dybdeforhold.

Havbundens dybdeforhold ud fra de spredte multibeam data har vi kombineret de detaljerede multibeamdata med det generelle dybdekort (Figur 7.2-6). I mange områder er der en rimelig overensstemmelse, men specielt i den nordlige del, kan man observere op til flere meters forskel. De bathymetriske data viser tydelige rygge på havbunden, som for størstedelens vedkommende kan relateres til kystdannelser med potentielle sand- og grus ressourcer, hvilket vil fremgå af de kommende afsnit vedrørende de kortlagte ressourcer.

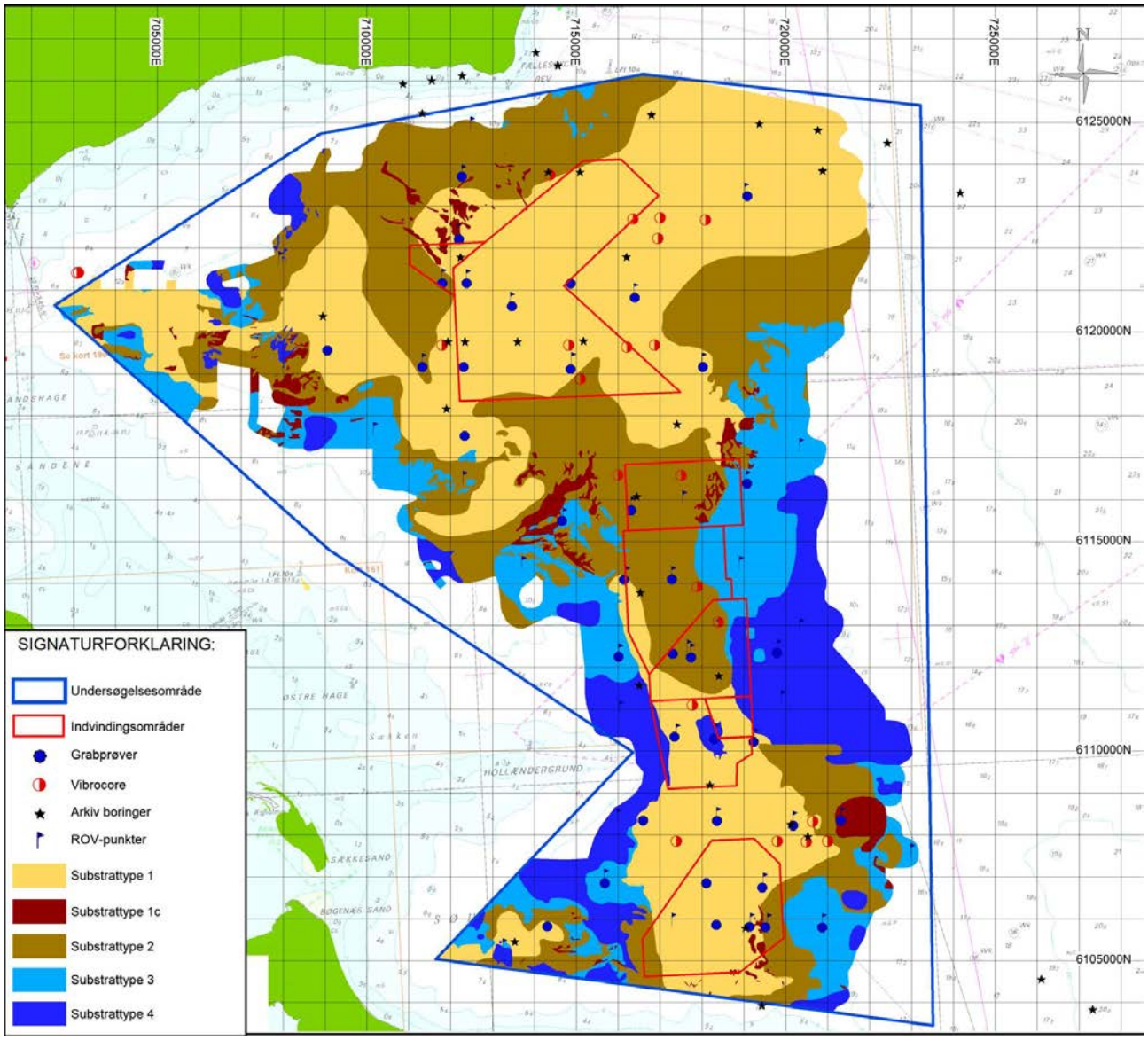


Figur 7.2.6 Bathymetrien i Fakse Bugt undersøgelsesområdet. Det bathymetriske kort er én kombination af eksisterende bathymmetriske kort og detaljerede multibeam opmålinger langs 2015 sejllinjerne. Eksisterende indvindingsområder er angivet. For detaljer se Bilag C1.

7.2.4 Substrattyper

Den generelle overfladesediment fordelingen er beskrevet i afsnit 7.2-2 og illustreret i Figur 7.2-3, med fordelingen af sammenhængende moræneflader med et tyndt sandet/stenet residuallag, vekslende med store sammenhængende sandflader. I den nordøstlige del af området dominerer dyndet sand. I 2015 undersøgelsen er der foretaget supplerende overfladesedimentundersøgelser og på den basis er der produceret et substrattype kort til brug for de biologiske undersøgelser.

Overfladesedimentanalyserne indsamlet i forbindelse med 2015 råstofkortlægningen er omsat til detaljerede substrattypekort opdelt i substrattyperne 1, 1c, 2, 3 og 4, som beskrevet i afsnit 6.4.

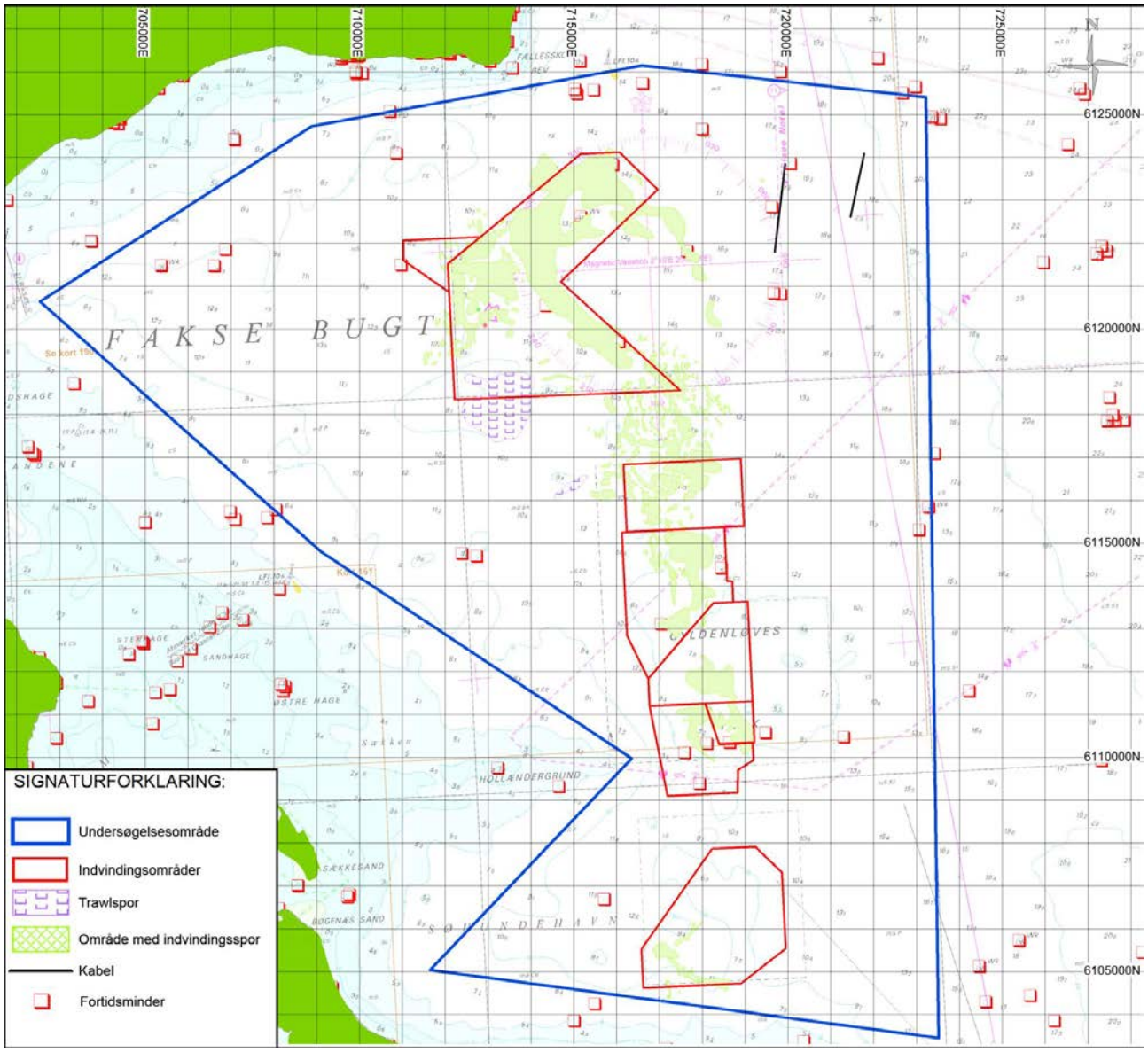


Figur 7.2.7 Substrattyperne i Fakse Bugt undersøgelsesområdet. For detaljer se Bilag D1

Substratkortet er udfærdiget på basis af arkivdata samt en kombination af 2015 akustiske data (Sidescan, multibeam og sedimentekkolod) samt udpegede grabprøver og ROV-video optagelser. Substratkortet (Figur 7.2-7) viser stor lighed med det opdaterede 2014 sedimentkort, men adskiller sig ved at kunne opdele sandområderne i stenfri områder (type 1) og i stenede (type 2) områder og det har desuden været muligt at dele de stenede bundtyper op i en type 4, som hovedsagelig findes i bundmoræne områder, medens type 3 hovedsagelig findes hvor bunden udgøres af den mere stenfattige flydemoræne. Endelig har det været muligt at identificere områder med type 1c stenfattigt leret bund, som er områder hvor gamle søsedimenter eller anden fossil blødbund kommer til syne på den nuværende havbund.

7.2.5 Menneskelig aktivitet

Undersøgelserne har påvist mange indvindingsspor, både stiksugnings- og slæbespor over det meste af Fakse Bugt området (Figur 7.2.8). Desuden findes trawlspor i den centrale del af Bugten. Der er ligeledes markeret arkiv fortidsminder i form af vrag og andre fund. Eksempler på indvindingsspor i havbunden er ligeledes illustreret på profilerne 1,2, 3 og 5 (Figurerne 7.2-12., 7.2-15, 7.2-17 og 7.2-22).



Figur 7.2.8 Spor efter menneskelig aktivitet på havbunden i undersøgelsesområde Fakse Bugt. Områder med markante, dybere indvindingsspor efter stiksugning er vist på kortet. Vrag og andre menneskabte elmenter på havbunden er angivet med rød/hvide bokse. Kabler er angivet med sort streg.

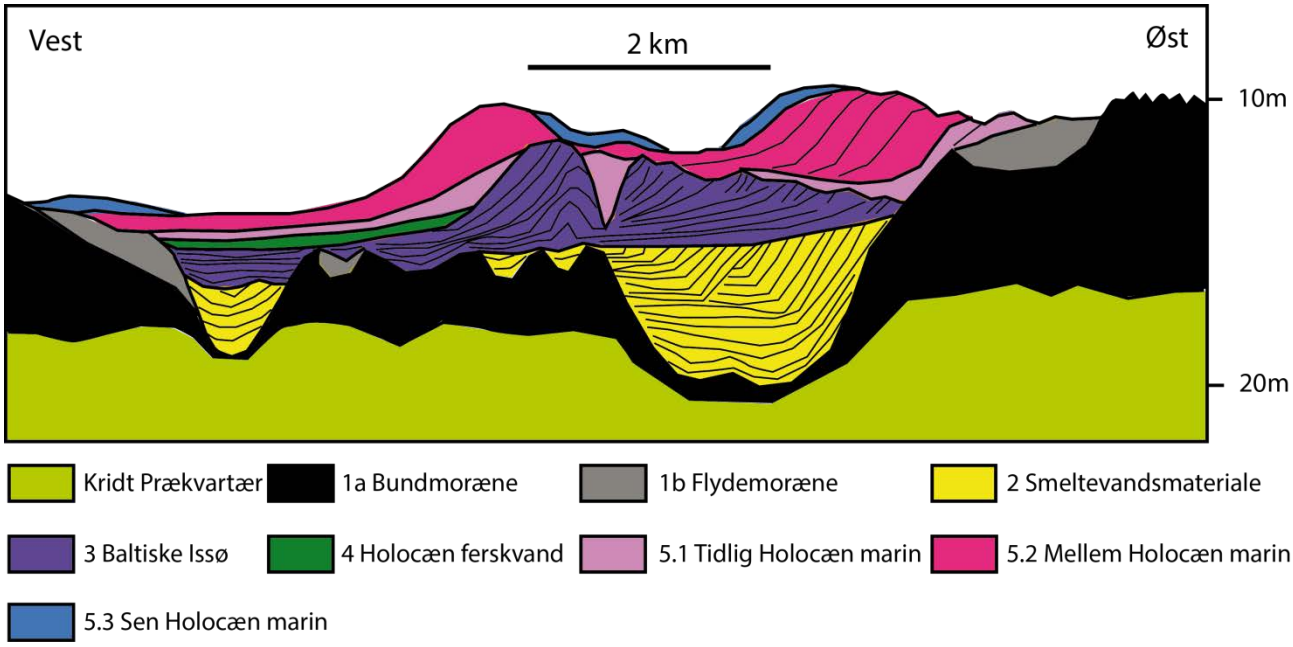
7.2.6 Råstoffer i Fakse Bugt

Den detaljerede 2015 råstofkortlægning supplerer med sit 250 x 1000 m grid, tidligere undersøgelser og giver mulighed for at vurdere effekten af den hidtidige indvinding, samt tilbageværende råstofressourcer.

De indsamlede data viser, at der er foretaget en intensiv indvinding, som har efterladt store huller på havbunden, men det fremgår ligeledes med al tydelighed, at der stadig findes betydelige råstofmængder både af sand, grus og ral.

Det er vigtigt at skelne mellem de forskellige geologiske enheder, som indeholder ressourcer med specifikke råstofkvaliteter, som er kortfattet beskrevet i afsnit 7.2.2. Derfor er de seismiske data i første omgang tolket

som geologiske enheder med en stratigrafi som beskrevet i afsnit 7.2.2 og som det er illustreret i et øst – vest idealprofil (Figur 7.2-9) igennem den centrale del af Fakse Bugt.



Figur 7.2.9 Idealprofil som viser øst – vest fordelingen af de geologiske enheder i den centrale del af Fakse Bugt. Potentielle råstofressourcer findes i enhederne 2, 3, 5.1, 5.2 og 5.3.

Idealprofilet viser at de prækvartære Kridtaflejringer er overlejret af glaciale moræneaflejringer, som dels består af en fast bundmoræne (enhed 1a) og af sporadisk tilstedeværelse af mindre konsolideret flydemoræne (enhed 1b), som ofte delvist udfylder lavninger i det glaciale terræn.

De glaciale morænesedimenter overlejres af glaciale smeltevandsaflejringer (enhed 2) og Baltiske Issø sedimenter (enhed 3), som begge indeholder potentielle sand og grus ressourcer i form af smeltevandsslettesand og -grus (DS-DG) samt sand og grus kystdannelser (TS – TG).

De senglaciale sedimenter overlejres af tidlig holocæne ferskvands sø- og sumpsedimenter (enhed 4), som ikke er råstofmæssigt interessant, men som tværtimod fungerer som spredt overjord på de senglaciale ressourcer.

De holocæne ferskvandssedimenter overlejres af 3 generationer af holocæne marine enheder, som består af kyst og lagune sand – grus (HS – HG) og silt – ler (HI – Hl) relaterede til den fremadskridende transgression i området (Enhederne 5.1, 5.2 og 5.3).

Der er i forbindelse med kortlægningsarbejderne udarbejdet råstofkort for de råstofrelevante enheder med angivelse af ressourceområder og deres tykkelser. En oversigt over de kortlagte ressource forekomster i Fakse Bugt området er opsummeret i Tabel 5.

Område	Ressource	Sikkerhed	Type	Volumen i mio m³	F sand	F/M sand	M Sand	M/Gr. sand m grus	Grus og ral
Fakse Bugt	FB_DS/DG_01	Påvist	Glacial	56.7				56.7	
	FB_DS_02	Sandsynlig	Glacial	1.7		1.7			
	FB_DS_03	Sandsynlig	Glacial	1.5		1.5			
	FB_DS_04	Påvist	Glacial	18.8		1.8			
	FB_DS_05	Påvist	Glacial	13.9		13.9			
	FB_TS_01	Påvist	Senglacial	221		221			
	FB_TS/TG_02	Påvist	Senglacial	26				26	
	FB_TS/TG_03	Påvist	Senglacial	11				11	
	FB_HS_01	Påvist	Hol Marint	40		40			
	FB_HS/HG_02	Påvist	Hol Marint	30				30	
	FB_HS_03	Påvist	Hol Marint	11.8		11.8			
	FB_HS/HG_04	Påvist	Hol Marint	3.2				1.2	
	FB_HS_05	Påvist	Hol Marint	101.2		101.2			
	FB_HS/HG_06	Påvist	Hol Marint	19.7					19.7
	FB_HS/HG_07	Påvist	Hol Marint	6.5				6.5	
	FB_HS_08	Påvist	Hol Marint	6.5		6.5			
	FB_HS_09	Påvist	Hol Marint	10		10			
	FB_HS_10	Påvist	Hol Marint	6.7		6.7			
	FB_HS_11	Sandsynlig	Hol Marint	2.3	2.3				
	FB_HS_12	Sandsynlig	Hol Marint	2.7		2.7			
	FB_HS_13	Sandsynlig	Hol Marint	4.3	4.3				
	FB_HS_14	Sandsynlig	Hol Marint	7.4	7.4				
	FB_HS_15	Sandsynlig	Hol Marint	4.5	4.5				
	FB_HS_16	Påvist	Hol Marint	44.9	44.9				
	FB_HS_17	Sandsynlig	Hol Marint	30.9	30.9				
	FB_HS_18	Sandsynlig	Hol Marint	2	2				

Tabel 5 Oversigt over kortlagte ressourceforekomster i Fakse Bugt området.

7.2.6.1 Fakse Bugt enhed 2 smeltevandsmateriale (FB_DS/DG)

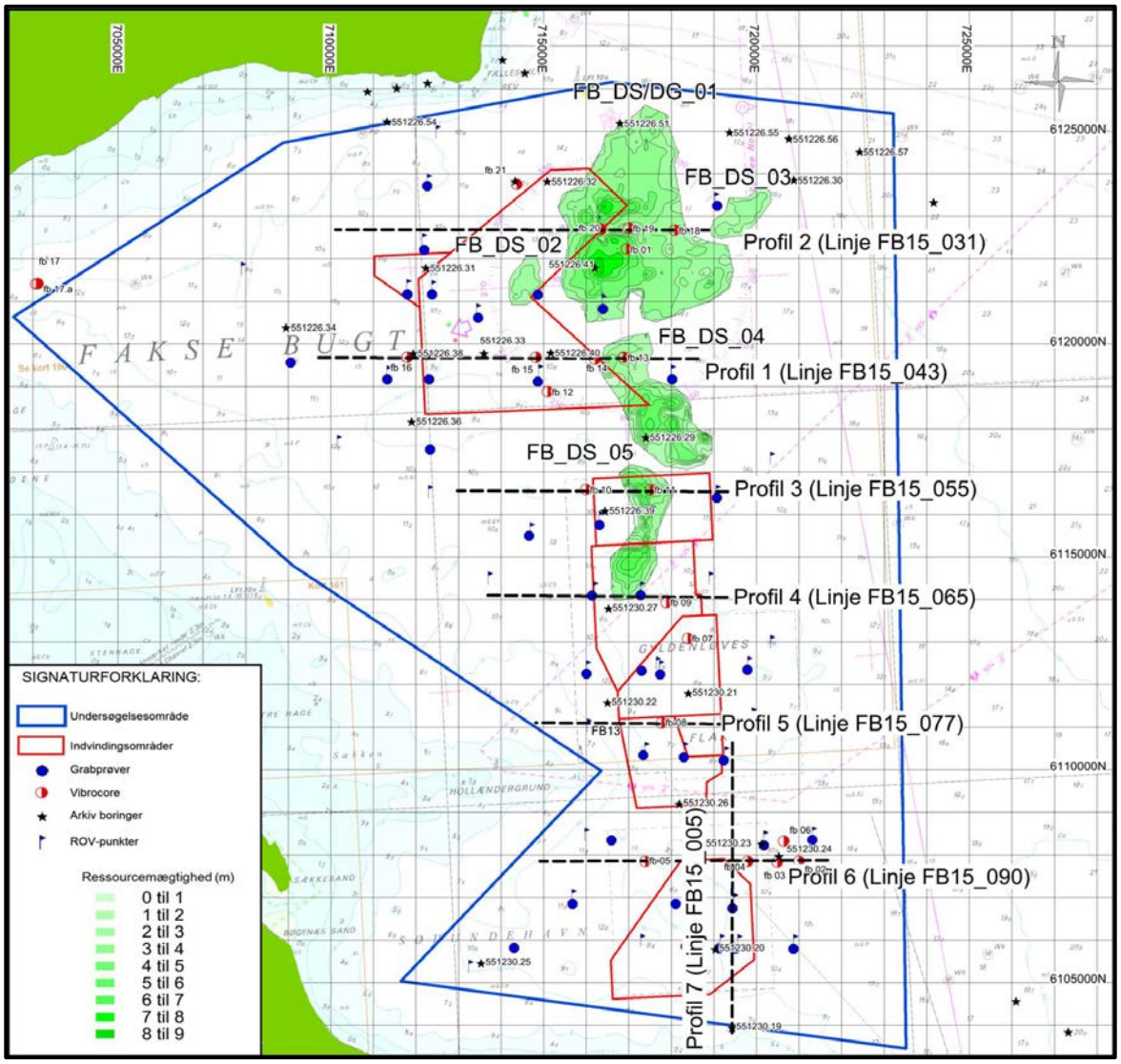
De ældste sand og grus ressourcer i Fakse Bugt er smeltevandsaflejringer foran den vigende gletscher (enhed 2), som det fremgår af det palæogeografiske kort (Figur 7.2-4 A og oversigts ressourcekortet Figur 7.2-10) med en arealmæssig begrænsning til den centrale og nord – østlige del af undersøgelsesområdet. Der er kortlagt 5 ressourceområder, som beskrives i de følgende afsnit.

Som det fremgår af Tabel 6 er der er i alt kortlagt ca. 92 mio m³ råstoffer i enhed 2, hvoraf ca. 36 mio m³ består af sand, medens de resterende 56,5 mio m³ er en blanding af sand grus og sten. Ved indvinding af sand og grusressourcer, kan den sidste 1 m tykkelse af enheden normalt ikke indvindes og må derfor indregnes som en slags spild. Hvis 1 m spildet trækkes fra ressourcerne i enhed 2 vil der være omkring 56,8 mio m³ ressource, som kan indvindes fordelt på 21,1 mio m³ sand og 35,7 mio m³ blandet sand,grus og sten.

Detaljerne omkring ressourcernes fordeling og kvaliteter følger i de følgende afsnit.

Enhed 2 med res. nr.	tot vol (mio m^3)	rest - 1 m (mio m^3)
FB_DS/DG_01	56.5	35.7
FB_DS_02	1.7	0.8
FB_DS_03	1.5	0.5
FB_DS_04	18.8	10.6
FB_DS_05	13.9	9.3
Sum	**92.3**	**56.8**

Tabel 6 Ressourcemængder i enhed 2 smeltevandsaflejringer



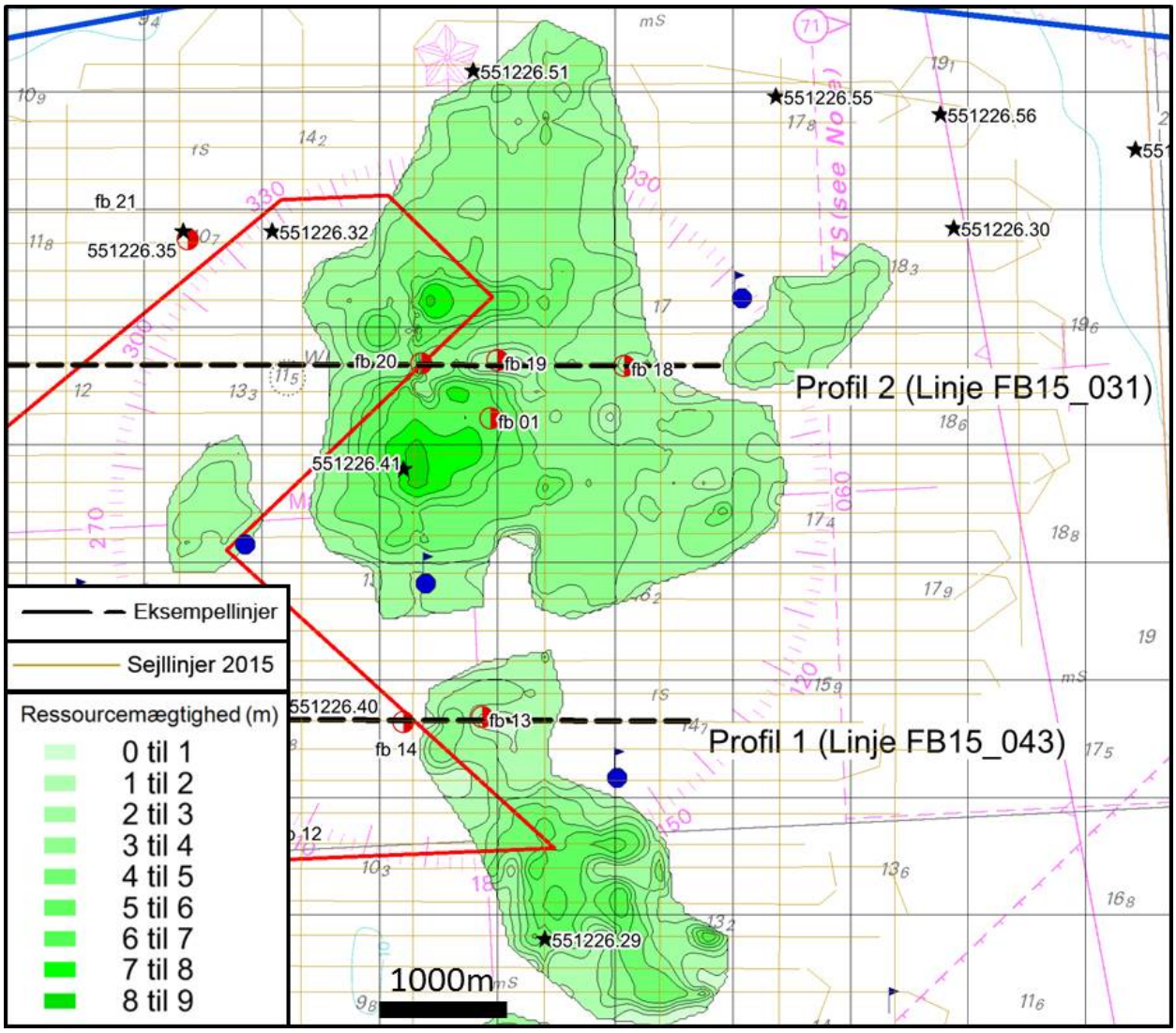
Figur 7.2.10 Tykkelse og udbredelse af smeltevandsenhed 2 råstofressourcerne i Fakse Bugt. Placeringerne af profil eksempler 1 til 7 er angivet. For detaljer se Bilag F1.2.

7.2.6.1.1 Ressourceområderne FB_DS/DG_01 , FB_DS_02 og FB_DS_03

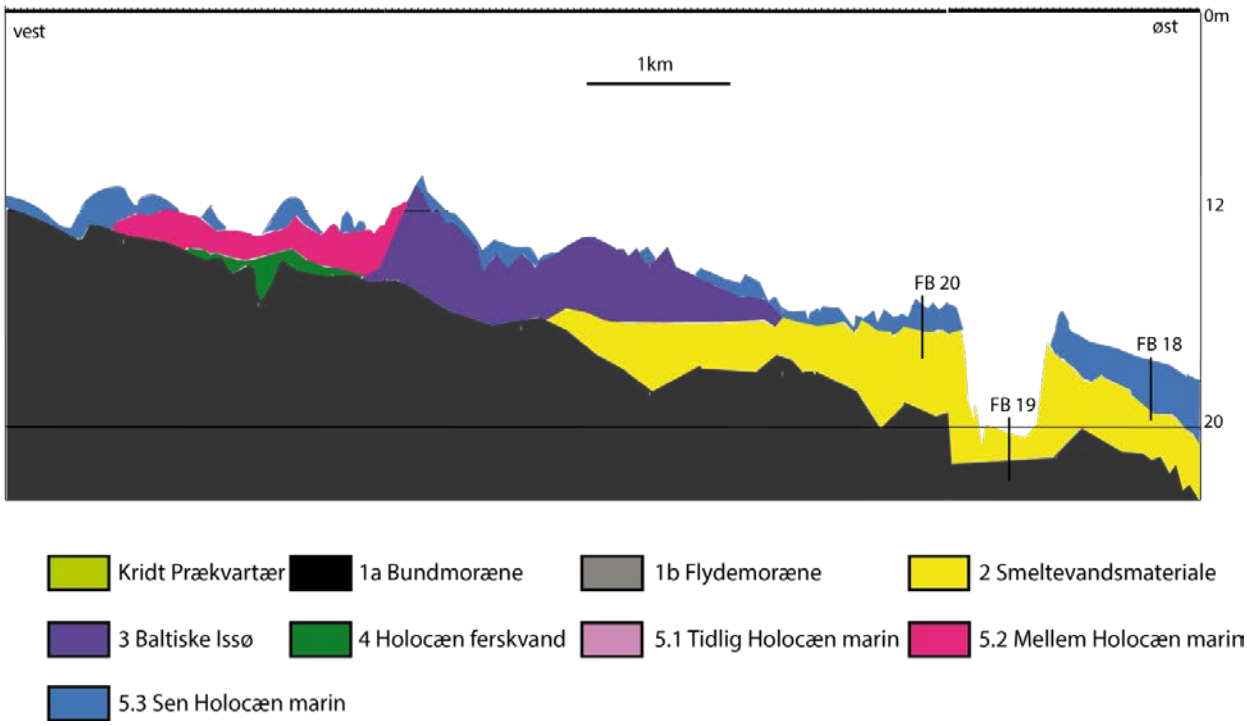
Den nordligste del af Fakse Bugt indeholder glaciale smeltevandsaflejringer fordelt på 3 ressourceområder (Figur 7.2-10), hvor det største område FB_DS/DG_01 udgør 12,5 km^2 med råstoftykkelser op til 7 m og med en samlet volumen på 56,5 mio. m^3. Hvis man fratrækker en lagtykkelse på 1 m som værende ikke mulig at indvinde vil der være omkring 35,7 mio m^3 ressource tilbage. Boringerne FB-01, FB-19 og FB-20 (Bilag J)

viser sammen med de tilhørende kornstørrrelsesanalyser (Bilag K), at er der er tale om fin til mellemkornet sand med et mindre indhold af grus og sten. En petrografisk analyse i boring FB-01 (Bilag L) viser et total porøs flint indhold på 0,1% i 0-4mm fraktionen, hvilket betyder, at der er tale om højkvalitets beton sand.

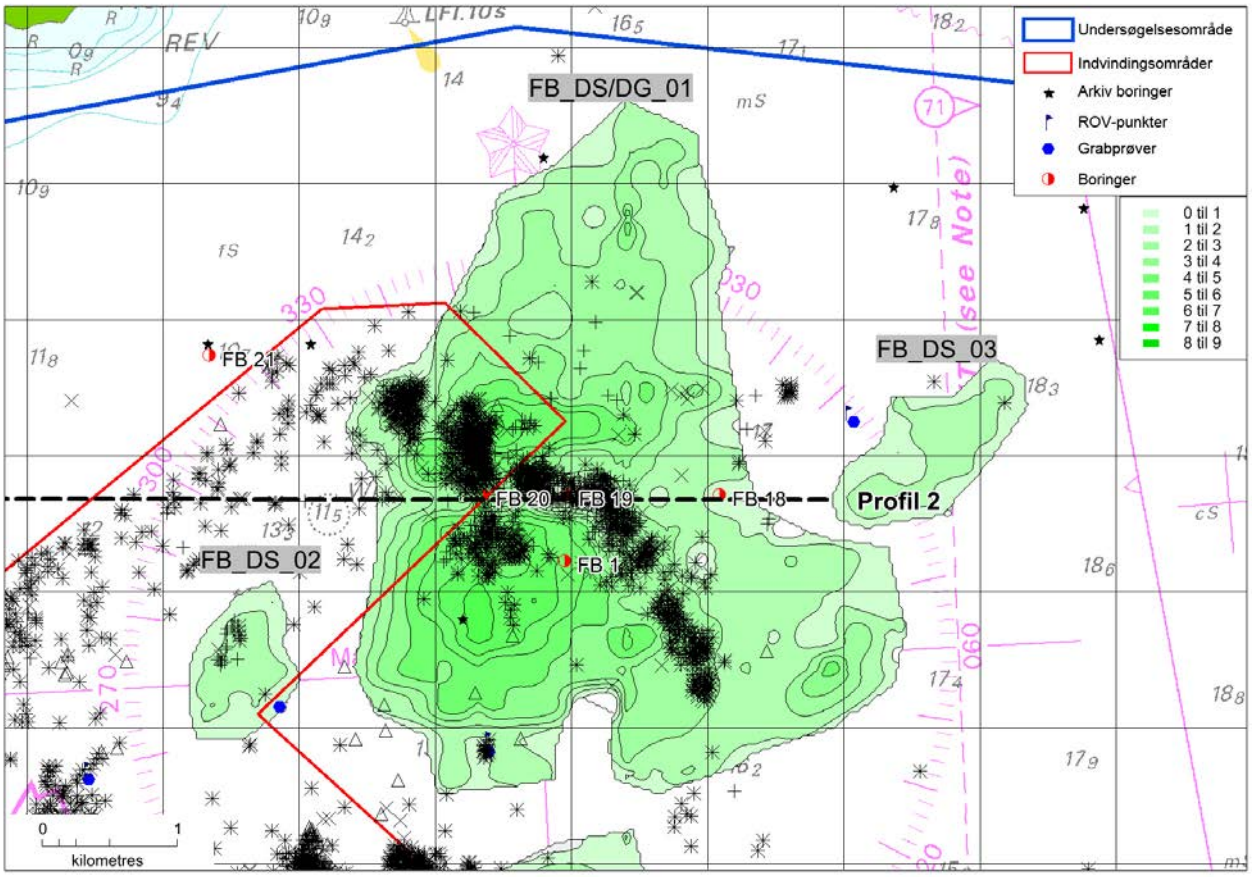
Det seismiske profil 2 eksempel (Figur 7.2-12) og plotning af indvindingslaster (Figur 7.2-13) viser, at der har fundet intensiv indvinding sted i dele af ressource FB_DS/DG_01, hvor der er indvundet sand, grus og sten, og en stor del er grusindvinding. Dette hvilket er noget forbavsende, når man ser på boringsindholdet. Det fremgår af den kortlagte ressource, at der trods indvindingen tilsyneladende er store mængder sand og grus tilbage, som dog stedvist er dækket af flere meter af yngre sedimenter.



Figur 7.2.11 Tykkelse og udbredelse af smeltevandsenhed 2 råstof ressourcerne i ressourceområderne FB_DS/DG_01, FB_DS_02 og FB_DS_03 . Placeringerne af profileksempel 2 er angivet. For legende se Figur 7.2-10 og Bilag F1.2.



Figur 7.2.12 Tolket seismisk profil 2. Placeringerne af profil 2 er angivet på Figur 7.2.10. Legenden ses på Figur 7.2.9.

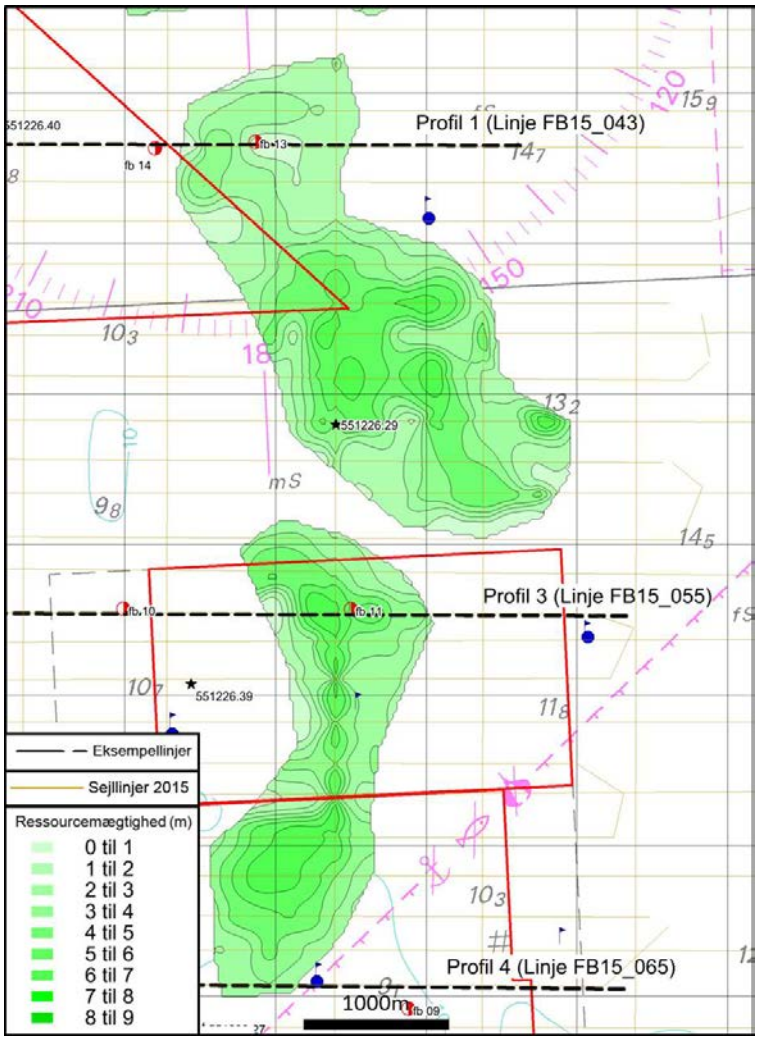


Figur 7.2.13 Tykkelse og udbredelse af smeltevandsenhed 2 råstofressourcerne i ressourceområderne FB_DS/DG_01, FB_DS_02 og FB_DS_03 . Placeringen af registrerede indvundne laster er angivet, og placeringerne af profil eksempel 2 er angivet. For legende se Figur 7.2-10 og Bilag F1.2.

FB_DS_02 og FB_DS_03 (Figur 7.2-10) udgør henholdsvis 0,7 km^2 og 0,6 km^2 med råstoftykkelser op til 3 m og med en samlet volumen på henholdsvis 1,7 og 1,5 mio. m^3, hvoraf de indvindingsrelevante tykkelser på over 1m udgør henholdsvis 0,8 og 0,5 mio. m^3 . Der er ikke prøvetagninger i disse to ressourceområder, men man må forvente at der er tale om sand, muligvis med et mindre indhold af grus. FB_DS_02 ligger i den centralt østlige del af indvindingsområde 520_AA (Se Bilag A1), hvor der har været en begrænset indvinding af hovedsagelig sand.

7.2.6.1.2 Ressourceområderne FB_DS_04 og FB_DS_05

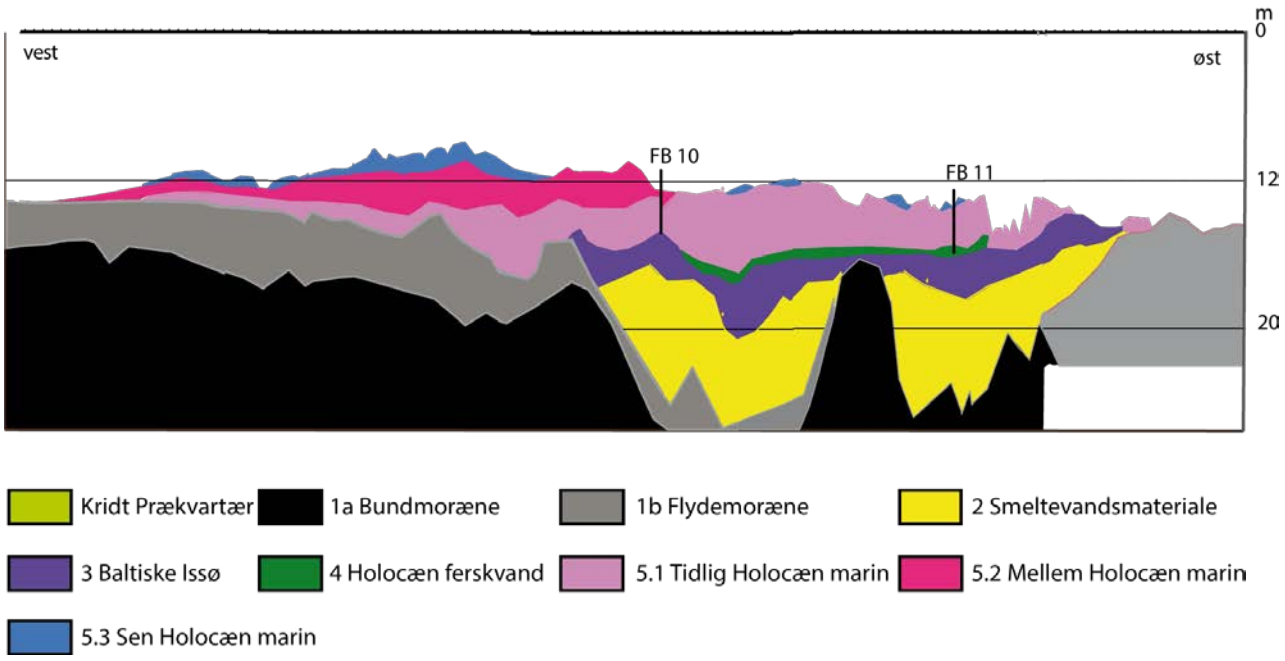
I den centrale del af Fakse Bugt er der kortlagt 2 ressourceområder med glaciale smeltevandsaflejringer (Figur 7.2-10 og Figur 7.2-14), hvor område FB_DS_04 udgør 4 km^2, og FB_DS_05 udgør 2,5 km^2 med råstoftykkelser op til 8 m og med en samlet volumen på henholdsvis 19 mio. m^3 og 14 mio. m^3. De indvindingsrelevante tykkelser på over 1 m udgør henholdsvis 10,6 og 9,3 mio. m^3 .



Figur 7.2.14 Tykkelse og udbredelse af smeltevandsenhed 2 råstofressourcerne i ressourceområderne FB_DS/DG_04 og FB_DS_05 . Placeringerne af profil eksempler 1 og 3 er angivet. For legende se Figur 7.2.10 og Bilag F1.2.

Som eksempel på profil igennem området er valgt Profil 3 (Figur 7.2-15) som viser at der generelt er mere end 5m overjordsdække bestående af enhederne 3, 4, 5.1, 5.2 og 5.3.

Der findes ikke prøvetagninger i de 2 ressourceområder, men ressourcerne forventes at bestå af sand.



Figur 7.2.15 Tolket seismisk profil 3. Placeringerne af profil 3 er angivet på Figur 7.2.10.

7.2.6.2 Fakse Bugt enhed 3 Baltiske Issø sedimenter (FB_TS/TG)

Efter gletscherens afsmeltning opdæmmedes en meget stor issø i Østersøen, som eroderede i de glaciale moræner og afsatte ferskvandsbassin og kystaflejringer. I Fakse Bugt har det givet ophav til enhed 3 råstofressourcerne, der som det fremgår af det palæogeografiske kort (Figur 7.2-4B og oversigtsressourcekortet (Figur 7.2-16) har en arealmæssig begrænsning til et centralt nord-syd bælte af undersøgelsesområdet. Der er kortlagt 3 ressourceområder, hvoraf ressourceområde FB_TS/TG_01 er meget stort i den nordlige del af Fakse Bugt. Den nordlige del indeholder indvindingsområderne 520_GA og 520-AA syd på ind til område 520-EA (Figur 7.2-1).

Som det fremgår af Tabel 7, er der er i alt kortlagt ca. 233 mio m^3 råstoffer i enhed 3, hvoraf ca. 221 mio m^3 består af sand, medens de resterende 11 mio m^3 er en blanding af sand grus og sten. Ved indvinding af sand og grus ressourcer kan den sidste 1 m tykkelse af enheden normalt ikke indvindes og må derfor indregnes som en slags spild. Hvis 1 m spildet trækkes fra ressourcerne i enhed 3 vil der være omkring 110 mio m^3 ressource som kan indvindes fordelt på 103 mio m^3 sand og 7 mio m^3 blandet sand, grus og sten.

Detaljerne omkring ressourcernes fordeling og kvaliteter følger i de følgende afsnit.

Enhed 3 med res. nr.	**tot vol (mio m^3)**	**rest - 1 m (mio m^3)**
FB_TS_01	221.1	102.9
FB_TS/TG_02	26	15
FB_TS/TG_03	11	7
Enhed 2 med res. nr.	**tot vol (mio m^3)**	**rest - 1 m (mio m^3)**

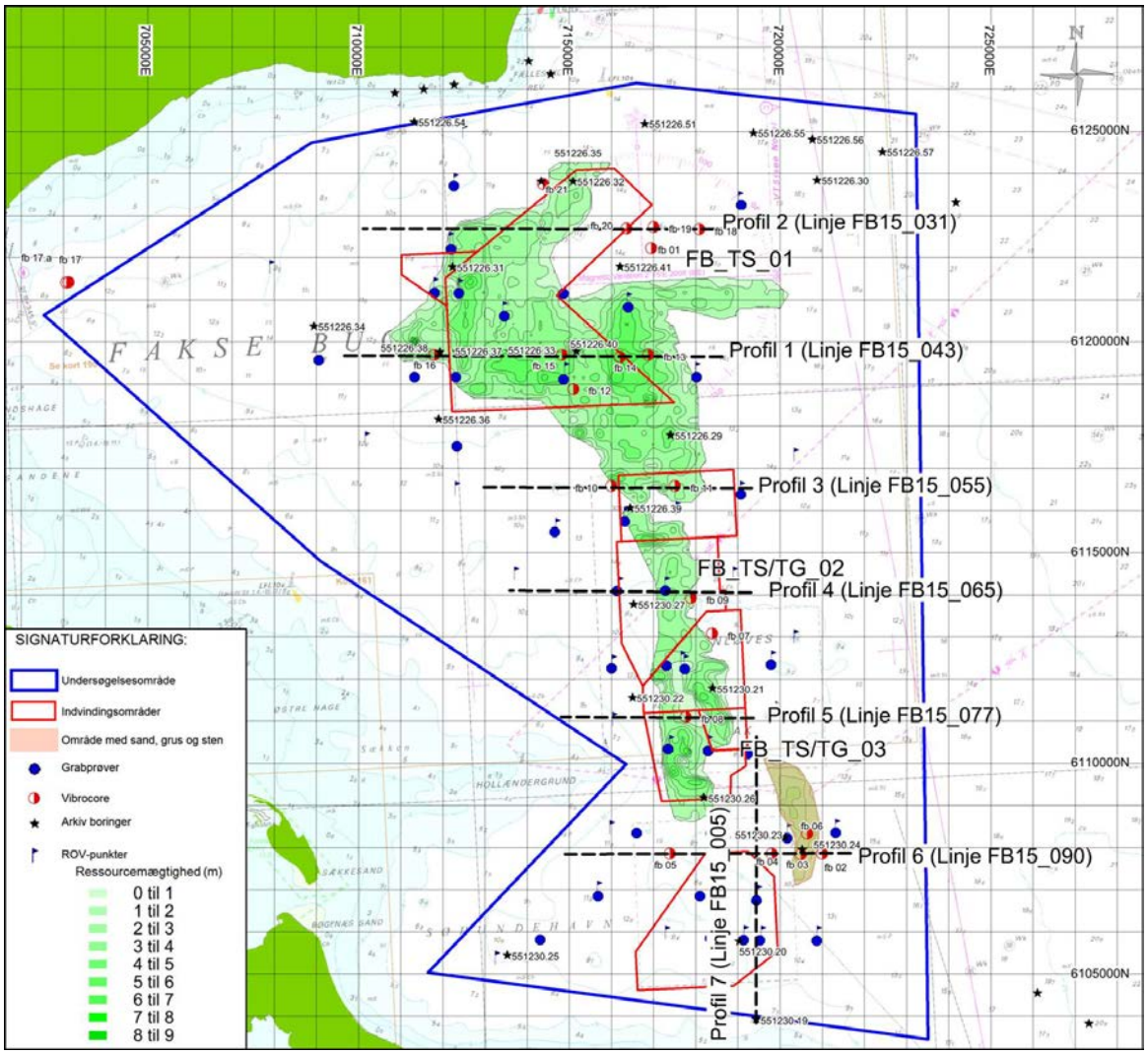
Tabel 7 Ressourcemængder i enhed 3 Baltiske Issø kystaflejringer

7.2.6.2.1 Ressourceområde FB_TS/TG_01

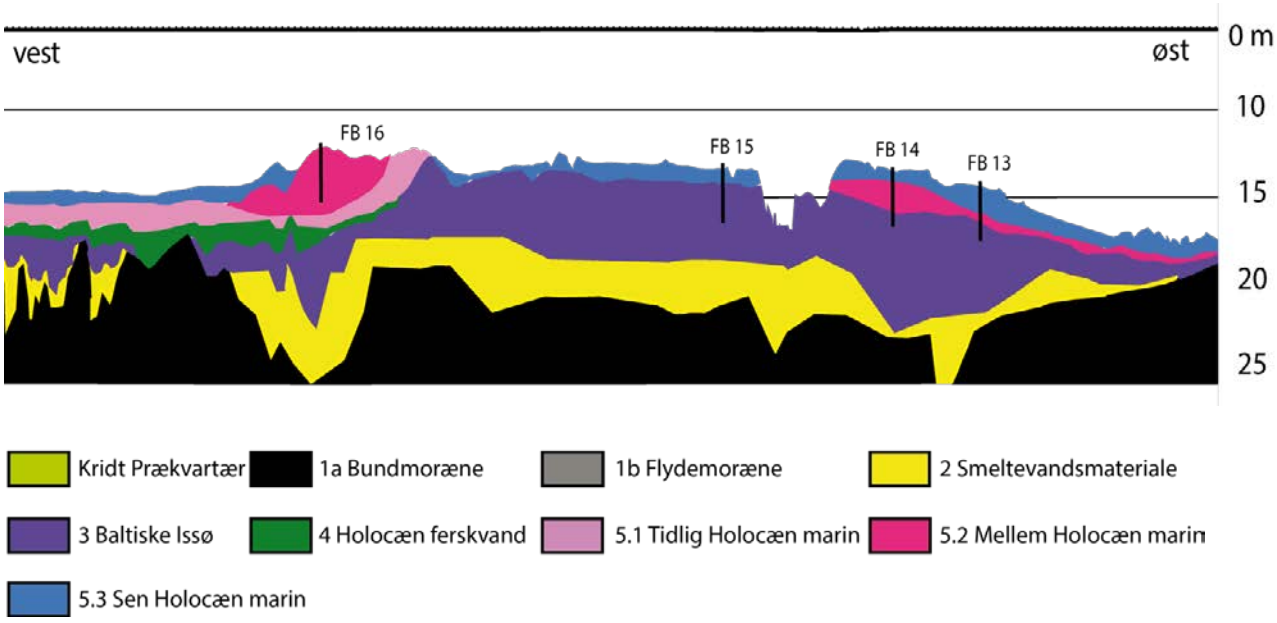
Ressourceområde FB_TS/TG_01 består af et barriere-lagune system, hvor det er de sandede og grusede kystaflejringer i barriere systemet som er kortlagt som ressourceområde FB_TS/TG_01. Af profilerne 1 og 3 (Figur 7.215 og 7.2-17) og ressourcetykkelses kortet Figur 7.2-18, fremgår det, at ressourcen er op til 7 m tyk og boringerne FB-11, FB-12, FB-13, FB-14 og F-15 viser sammen med eksisterende arkiv boringer (DGU kunderapport 1992/51) at enhed 3 i den nordlige del består af sandede kyst sedimenter med et varierende mindre indhold af grus og sten. Ressourceområde FB_TS/TG_01 dækker et areal på omkring 35 km^2 og indeholder en samlet volumen 98 mio. m^3, hvoraf de indvindingsrelevante tykkelser på over 1 m udgør 54 mio. m^3.

Prøvetagninger i boringerne viser at der hovedsagelig er tale om fin og mellemkornet sand med varierende mindre indhold af grus og sten. Plotning af indvindingslaster (Figur 7.2-19) viser, at der har fundet intensiv indvinding sted i FB_TS/TG_01, hvor der er indvundet sand, grus og sten, hvoraf en stor del er grus og ral indvinding. Dette er lige som i område FB_DS/DG_01 overraskende, når man ser på boringsindholdet. Det fremgår af den kortlagte ressource, at der trods indvindingen (se profil 1 Figur 7.2-17) tilsyneladende er store mængder sand, grus og sten tilbage, men ofte er enheden dækket af overjord tilhørende de yngre marine enheder (Enhederne 5.1, 5.2 og 5.3).

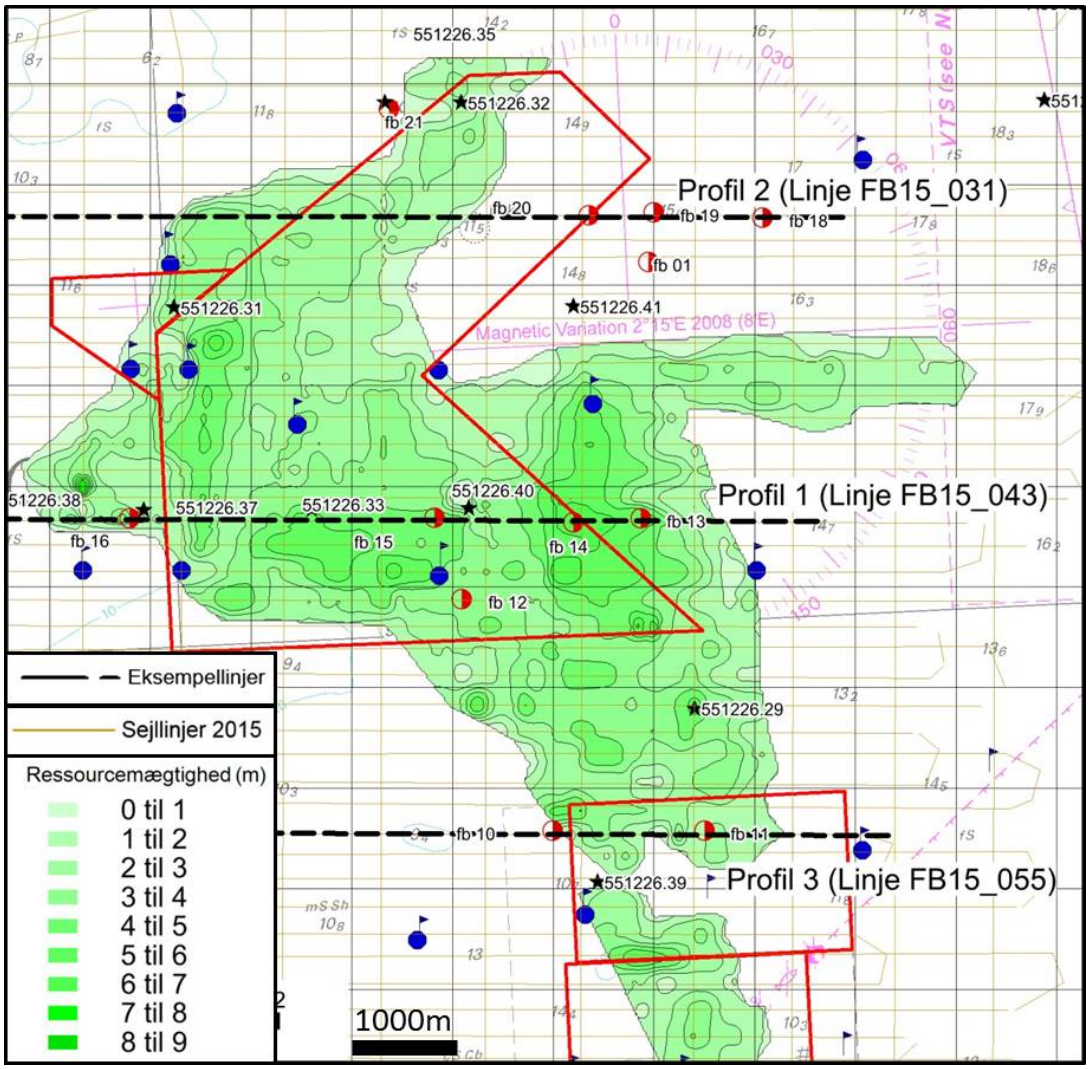
I boring FB-11 er der dateret organisk materiale i toppen af enhed 3. Resultaterne i Figur 7.2-24 viser at enhed 3 er aflejret for mere end 11.300 år siden svarende til den maksimale vandstand af den Baltiske Issø.



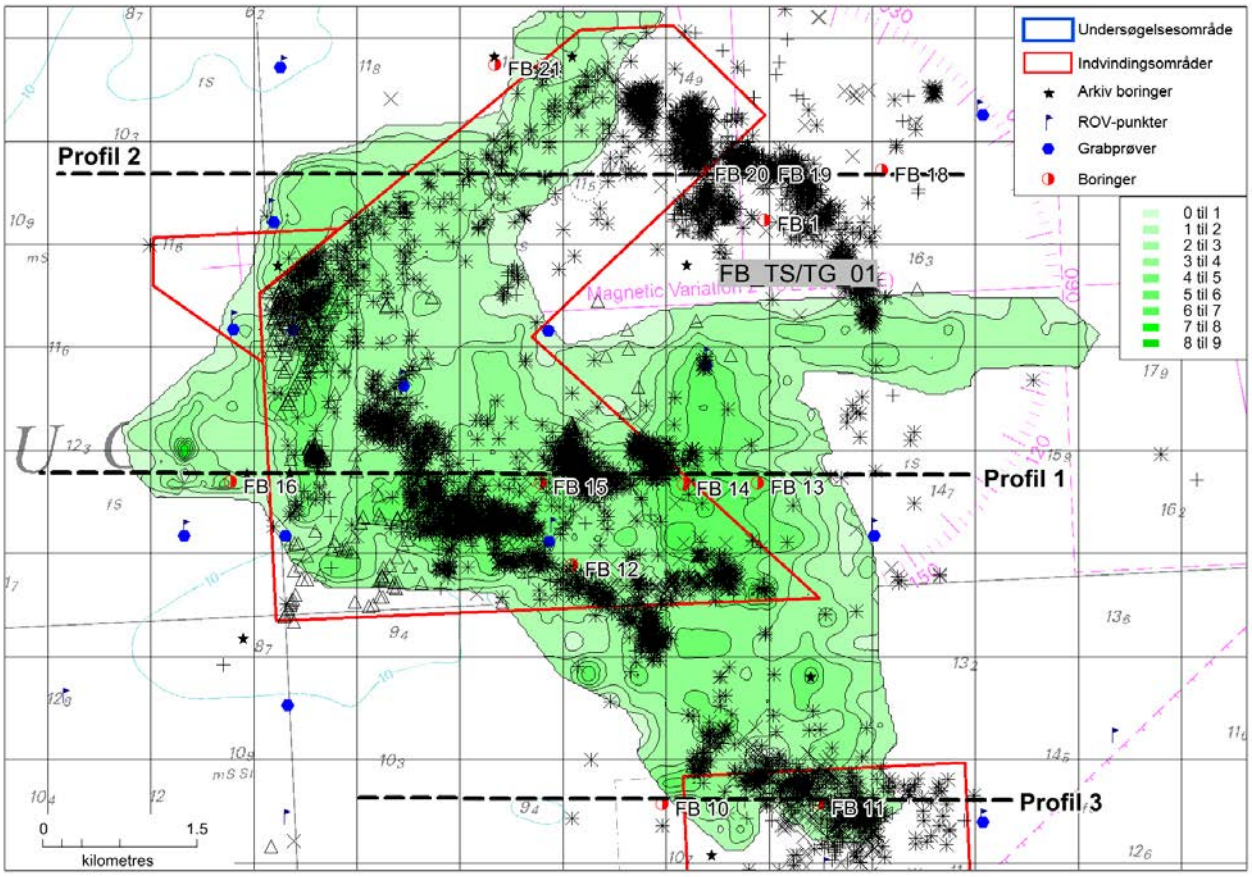
Figur 7.2.16 Tykkelse og udbredelse af Baltiske Issøs enhed 3 råstofressourcerne i Fakse Bugt. Placeringerne af profil eksempler 1 til 7 er angivet. For detaljer se Bilag F1.3.



Figur 7.2.17 Tolket seismisk profil 1. Placeringerne af profil 1 er angivet på Figur 7.2-15.



Figur 7.2.18 Tykkelse og udbredelse af Baltiske Issø enhed 3 råstofressource i ressourceområde FB_TS/TG_01 nord. Placeringerne af profil eksempler 1, 2 og 3 er angivet. For legende se Figur 7.2-15 og Bilag F1.3.



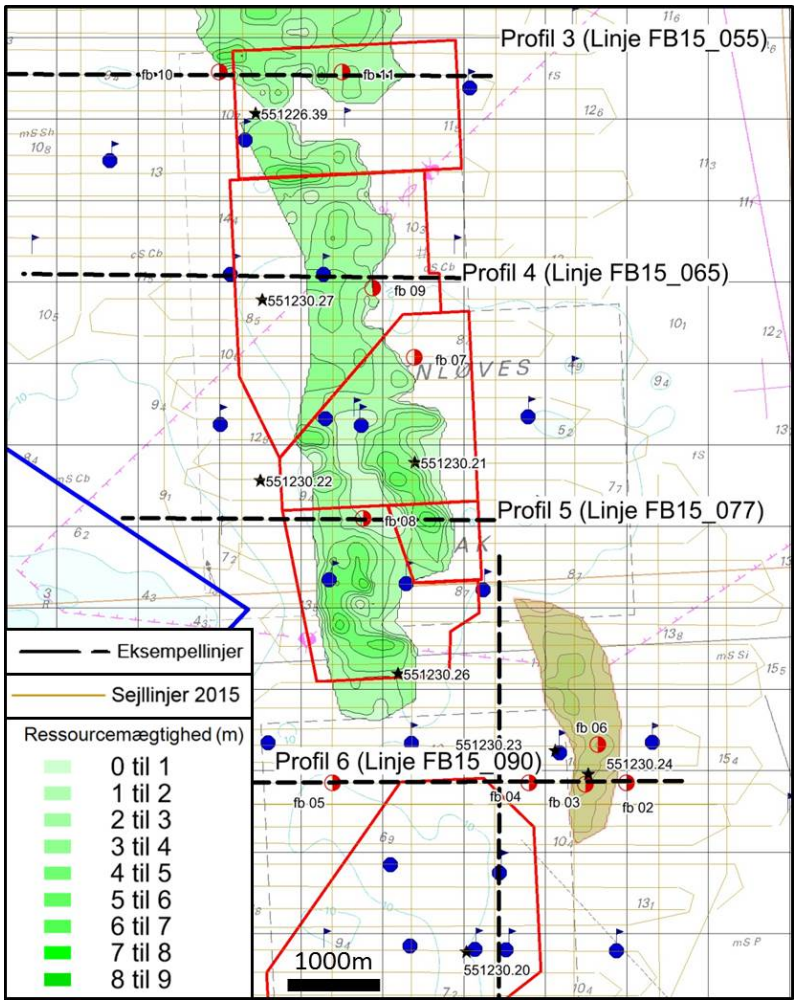
Figur 7.2.19 Tykkelse og udbredelse af Baltiske Issø enhed 3 råstofressource i ressourceområde FB_TS/TG_01 nord. Placeringerne af profil eksempler 1, 2 og 3 er angivet. Placeringen af registrerede indvundne laster er angivet. For legende se Figur 7.2-15 og Bilag F1.3.

7.2.6.2.2 Ressourceområde FB_TS/TG_02

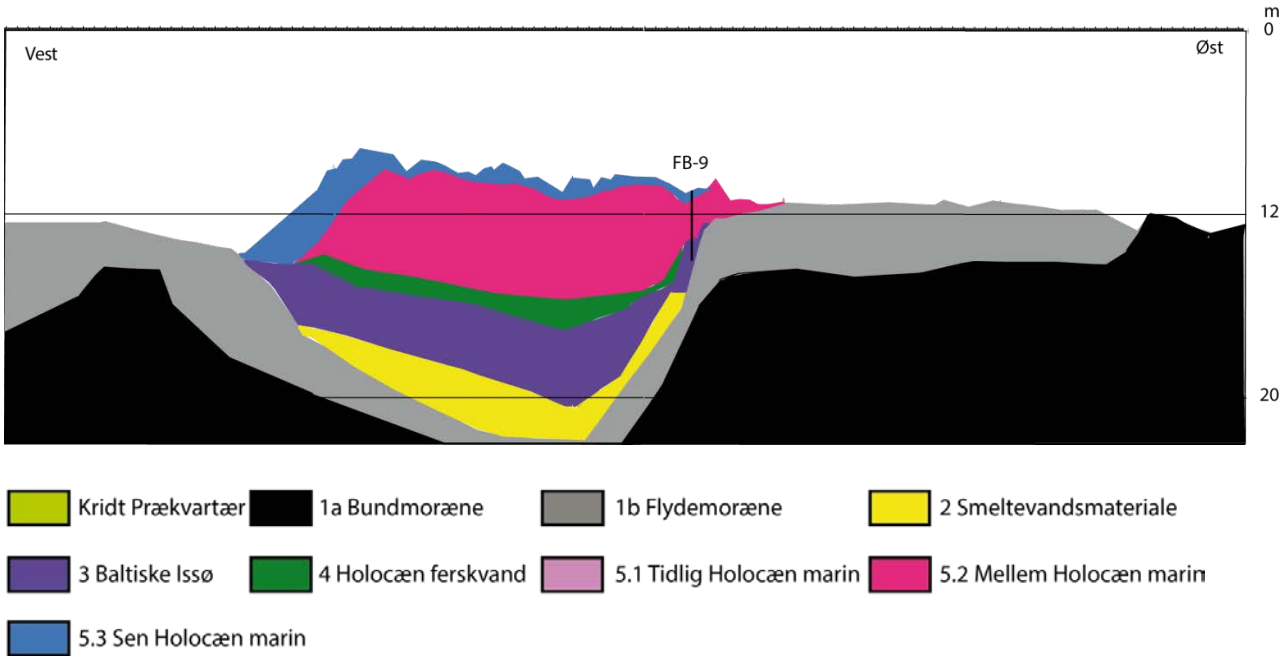
Ressourceområde FB_TS/TG_02 består hovedsagelig af lagunesedimenter på bagsiden af en glacial moræneø (Figur 7.2-4 B), hvor der er aflejret sandede og mere finkornede sedimenter, men også grusede kystsedimenter på kanten af moræneknolden.

Af profilerne 4 og 5 (Figur 7.2-21 og 7.2-22) og ressourcetykkelseskortet (Figur 7.2-20), fremgår det at ressourcen er op til 6 m tyk, og boringerne FB-8, FB-9 og F-15 (Bilag J) viser sammen med eksisterende arkiv boringer (DGU kunderapport 1992/51), at enhed 3 i den centrale del består af sandede kyst sedimenter med et varierende mindre indhold af grus og sten. Ressourceområde FB_TS/TG_02 dækker et areal på omkring 9 km^2 og indeholder en samlet volumen på 26 mio. m^3, hvoraf de indvindingsrelevante tykkelser på over 1 m udgør 15 mio. m^3.

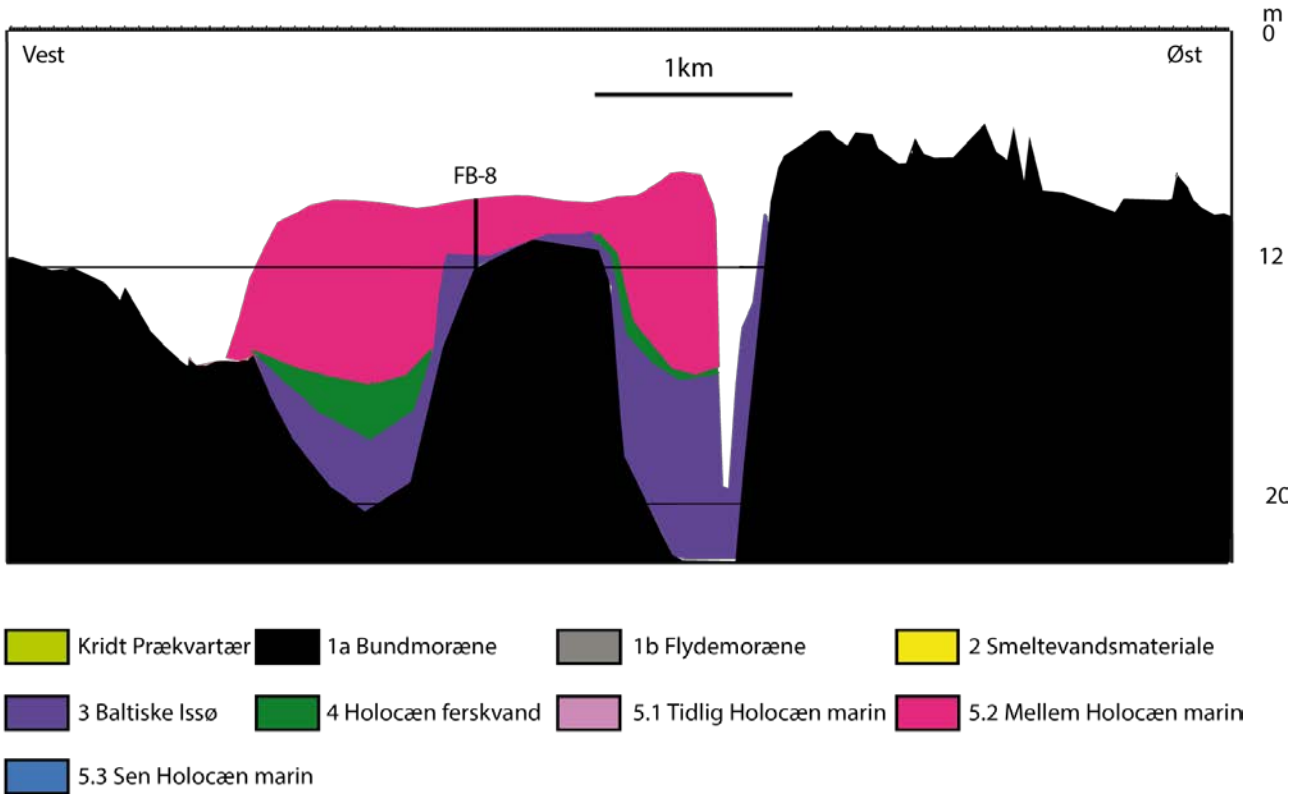
Prøvetagning i boring FB-8 viser mellemkornet sand med varierende indhold af grus og sten. Da enhed 3 i ressourceområde FB_TS/TG_02 er dækket af i størrelsesordenen 5 m overjord tilhørende de yngre marine enheder (Enhederne 5.2 og 5.3) har der som regel ikke været indvundet i enhed 3. En undtagelse er imidlertid i det meget intensivt udnyttede indvindingsområde 520-EC, hvor profil 5 (Figur 7.2-22) viser, at der er indvundet grus og ral i en dybde på over 7 m igennem den øvre enhed 5.2 og ned i de grove kystaflejringer fra enhed 3.



Figur 7.2.20 Tykkelse og udbredelse af Baltiske Issø enhed 3 råstofressource i ressourceområde FB_TS/TG_02 og FB_TS/TG_03. Placeringerne af profileksempler 4, 5 og 6 er angivet. For legende se Figur 7.2-16 og Bilag F1.3.



Figur 7.2.21 Tolket seismisk profil 4. Placeringerne af profil 4 er angivet på Figur 7.2-20.



Figur 7.2.22 Tolket seismisk profil 5. Placeringerne af profil 5 er angivet på Figur 7.2-20. Legende se Figur 7.2-21.

7.2.6.2.3 Ressourceområde FB_TS/TG_03

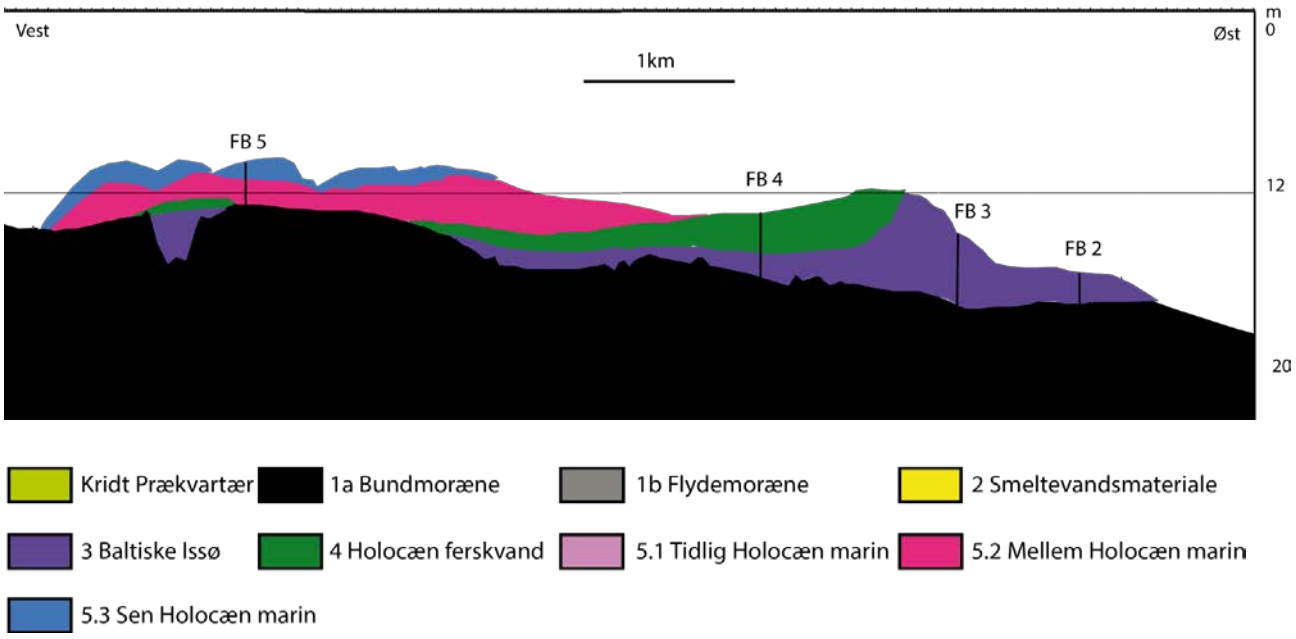
Ressourceområde FB_TS/TG_03 består hovedsagelig af barriere lagunesedimenter (Figur 7.2-4 B), hvor barrieren i forbindelse med transgressionen af den Baltiske Issø har vandret mod vest over sine egne bagved liggende lagunesedimenter. Boringerne FB-2, FB-3 og FB-4 (Bilag J) viser, at lagunesedimenterne består af lagdelt ler, medens barrieren består af en blanding af sand, grus og ral.

Af profil 6 (Figur 7.2-23) og ressourcetykkelses kortet Figur 7.2-19, fremgår det, at ressourcen er op til 4 m tyk. Ressourceområde FB_TS/TG_03 dækker et areal på omkring 2 km^2 og indeholder en samlet volumen på 11 mio. m^3, hvoraf de indvindingsrelevante tykkelser på over 1 m udgør 7 mio. m^3.

Prøvetagning i boring FB-3 (Bilag K) viser mellemkornet sand med stort indhold af grus og sten. Enhed 3 i ressourceområde FB_TS/TG_03 er ikke dækket af overjord i den østlige del af ressourcen, medens den vestlige del af ressourcen er dækket af ind til 3 m enhed 4 ferskvandssedimenter i form af organisk materiale og finkornet sand.

Der er stort set ikke indvundet grus og ral i ressourceområde FB_TS/TG_03.

I boring FB-4 (Bilag J) er der udtaget organisk materiale til datering i enhed 4 og i toppen af enhed 3. Resultaterne er præsenteret i Figur 7.2-24 og viser, at enhed 3 er aflejret for ca 11.500 år siden, svarende til den maksimale vandstand af den Baltiske Issø, medens de yngste ferskvandssedimenter i enhed 4 er dateret til ca. 8500 år før nu på ca. 14,5 m vanddybde.



Figur 7.2.23 Tolket seismisk profil 6. Placeringerne af profil 6 er angivet på Figur 7.2.20. Legende se Figur 7.2.21.

7.2.6.3 Fakse Bugt enhed 4 Holocæn ferskvand

De senglaciale smeltevandsaflejringer og de efterfølgende Baltiske Issø kystdannelser blev ved dræningen af den Baltiske Issø afløst af tørveaflejringer og søsedimenter i det tidligere barriere – lagune system, hvilket fremgår af det palæogeografiske kort og profil (Figur 7.2.4 C og 7.2.5. C). Enhed 4 ses ligeledes som overfladesubstratet 1C der dukker frem i Figur 7.2.7 og som er illustreret i idealprofilet 7.2.9. I forbindelse med ressourceundersøgelserne har vi indsamlet organisk materiale for få beskæftiget den geologiske tolkning. Prøvetagninger i den øvre del af enhed 3 viser at enhed er aflejret ind til for ca. 11.300 år siden FB-4 (dybde 14,4m) og FB-11 (dybde 15,3m) (Bilag J og M) og at der er aflejret Holocæne ferskvandsaflejringer i perioden op til for ca. 8500 år siden FB-8 (dybde 11,4m) og FB-4 (dybde 13,6m) (Bilag J og M). De Holocæne ferskvandssedimenter efterfølges af marine kystaflejringer, hvis råstofpotentiale beskrives i de følgende afsnit.

Kulstof-14 dateringer, NST 2015

Kerne	Materiale	Dybde ukt [1] (cm)	Dybde uhn [2] (m)	Lab. nummer	Alder (^{14}C år BP)	Kalibreret alder (BP) [3]
FB-4	*Alnus glutinosa*	120	13,6	Beta-424671	7730 ± 40	8431–8580
FB-4	Radicells	204	14,4	Beta-424672	9970 ± 40	11259–11611
FB-8	*Phragmites australis*	168	11,4	Beta-424673	8080 ± 40	8967–9127
FB-11	*Phragmites australis*	215	15,3	Beta-424674	9880 ± 40	11213–11362

[1] ukt: under kernetop. [2] under havniveau, [3] Kalibrering ifølge INTCAL13 og MARINE13 data, ved hjælp af CALIB programmet, version 7.1

Tabel 8 Kulstof-14 dateringer fra Fakse Bugt, NST 2015. Se også Bilag M.

7.2.6.4 Fakse Bugt enhed 5.1 tidlig Holocæne marine kystaflejringer FB_HS/HG

De tidlige holocæne aflejringer afløses af marine sedimenter i takt med at Littorinatransgressionen gradvist druknede området og der aflejredes transgressive kystaflejringer i tilknytning til den eksisterende morfologi på læsiden af det glaciale landskab og tidligere kystsystemer (Figur 7.2.4 D og 7.2.4 E).

De tidlige marine kystsedimenter blev aflejret, da havniveauet var omkring 12 m lavere end i dag, i den centrale og nordlige del af Fakse Bugt, som det fremgår af Figur 7.2.25 fordelt på 4 ressourceområder.

Som det fremgår af Tabel 9 er der i alt kortlagt ca. 85 mio m^3 råstoffer i enhed 5.1 hvoraf ca. 52 mio m^3 består af sand, medens de resterende 33 mio m^3 er en blanding af sand grus og sten. Ved indvinding af sand og grusressourcer, kan den sidste 1 m tykkelse af enheden normalt ikke indvindes og må derfor indregnes som en slags spild. Hvis 1 m spildet trækkes fra ressourcerne i enhed 3, vil der være omkring 24 mio m^3 ressource, som kan indvindes fordelt på 13 mio m^3 sand og 11 mio m^3 blandet sand, grus og sten.

Detaljerne omkring ressourcernes fordeling og kvaliteter følger i de følgende enheder 5.1 afsnit

Enhed 5.1 med res. nr.	tot vol (i mio m^3)	rest - 1 m (i mio m^3)
FB_HS_01	40,0	10,7
FB_HS/HG_02	30,0	9,9
FB_HS_03	11,8	2,4
FB_HS/HG_04	3,2	1,2
Sum	**85,0**	**24,2**

Tabel 9 Ressourcemængder i Enhed 5.1 tidlig Holocæn marine kystaflejringer

7.2.6.4.1 Ressourceområderne FB_HS_01 og FB_HS/HG_02

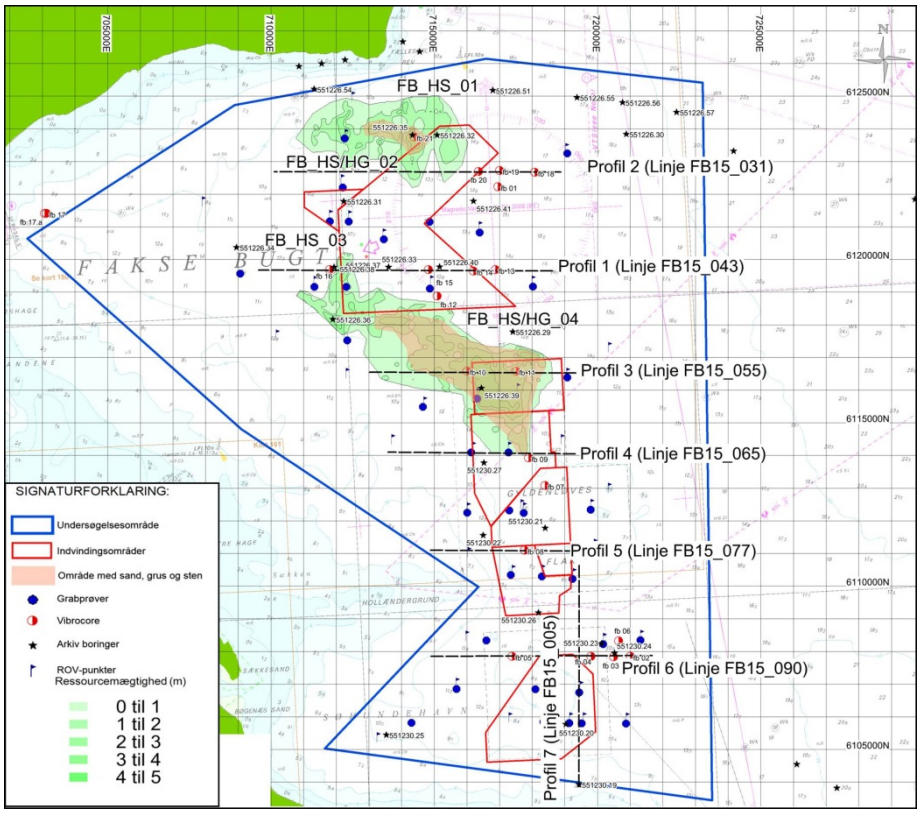
I den nordligste del er der aflejret tidlige marine enhed 5.1 sand og grus kystaflejringer, som vokset ud fra det nordlige lavvandede moræne område. Ressourceområdet består af et sammenhængende område FB_HS_01 (Figur 7.2.26), som hovedsagelig består af sand med en tykkelse på op til 3 m dækkende et areal på omkring 9 km^2 med et volumen på 12 m^3, hvoraf de indvindingsrelevante tykkelser på over 1 m udgør 2,4 mio. m^3.

Den centrale del FB_HS/HG_02 består af en blanding af sand, grus og sten dækkende et areal på omkring 1 km^2 med en volumen på 3 mio. m^3 , hvoraf de indvindingsrelevante tykkelser på over 1 m udgør 1 mio. m^3. Vibrocore FB-21 (Bilag J) viser en blanding af sand grus og sten i enhed FB_HS/HG_02.

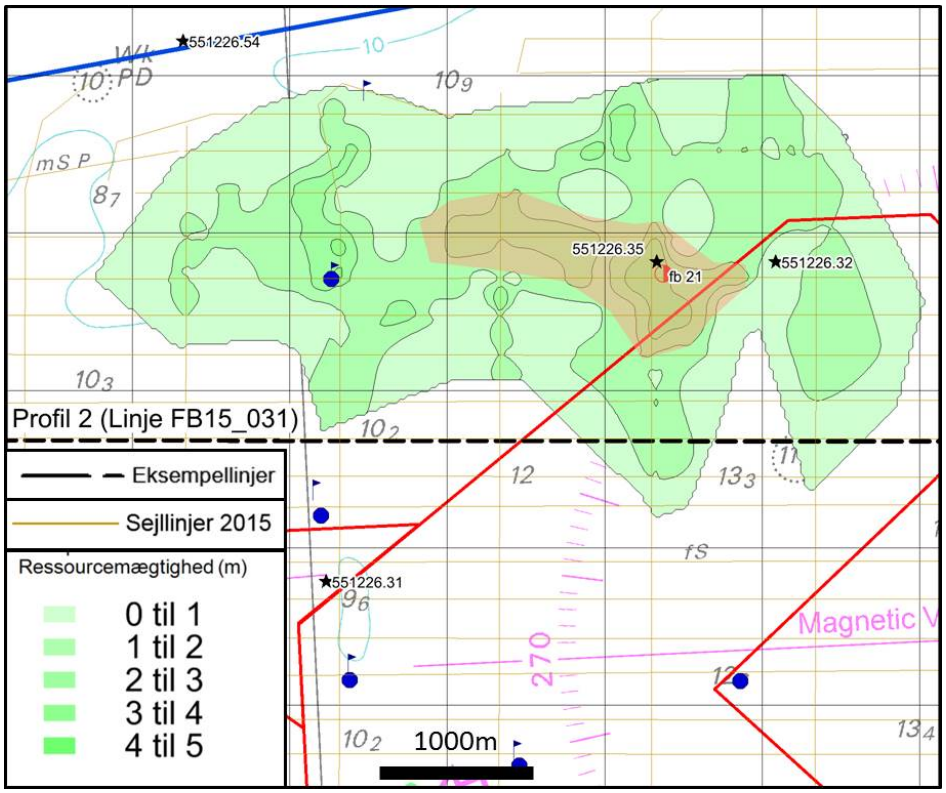
7.2.6.4.2 Ressourceområderne FB_HS_03 og FB_HS/HG_04

I den centrale del af Fakse Bugt findes der ligeledes marine enhed 5.1 sand og grusaflejringer, der har hægtet sig på Gyldenløves Flak moræneområdet i syd og prograderet mod nord-vest i læ af moræne flakket (Figur 7.2.4 D). Ressourceområdet består af et sammenhængende område FB_HS_03 (Figur 7.2.26), som hovedsagelig består af sand med en tykkelse på op til 3 m dækkende et areal på omkring 10 km^2 med et volumen på 30 mio m^3. De indvindingsrelevante tykkelser på over 1 m udgør 11 mio. m^3 Den centrale del FB_HS/HG_02 består af en blanding af sand, grus og sten med en maksimum tykkelse på 5 m og dækkende et areal på omkring 8,5 km^2, med en volumen på 40 mio m^3, hvoraf de indvindingsrelevante tykkelser på over 1 m udgør 10 mio. m^3. Vibrocore FB-11 (Bilag J) viser en blanding af sand, grus og sten i enhed FB_HS/HG_04. En petrografisk analyse af 0–4 mm fraktionen (Bilag L) viser et total porøs flint indhold på 1,2 %, hvilket betyder, at ressourcen kun er af moderat beton kvalitet.

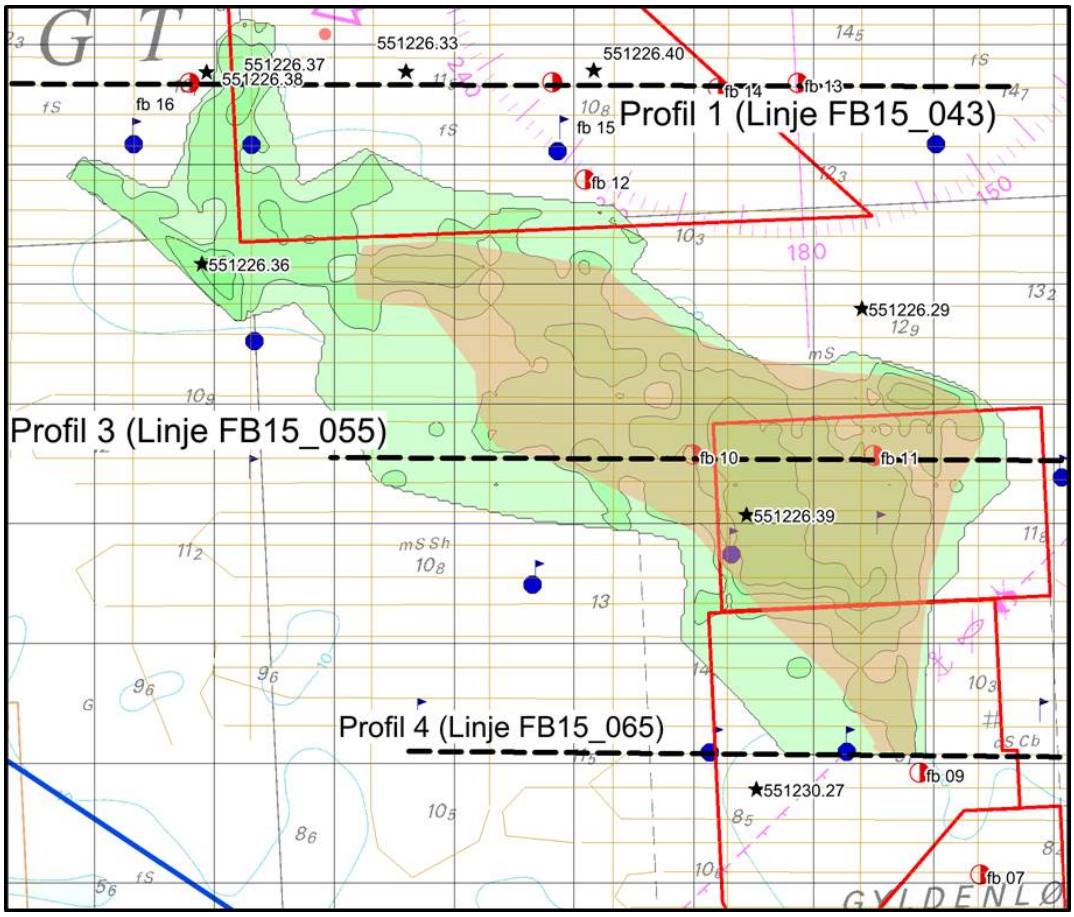
Profil 3 (Figur 7.2.15) viser et central øst-vest snit gennem FB_HS_03 og FB_HS/HG_04.



Figur 7.2.24 Tykkelse og udbredelse af marine enhed 5.1 ressourcerne i Fakse Bugt. Placeringerne af profil eksempler 1 til 7 er angivet. For detaljer se Bilag F1.5.1.



Figur 7.2.25 Tykkelse og udbredelse af marine enhed 5.1 ressourcerne FB_HS_01 og FB_HS/HG_02 i Fakse Bugt. Placeringerne af profileksempel 2 er angivet. For legende se Figur 7.2.25 og Bilag F1.5.1.



Figur 7.2.26 Tykkelse og udbredelse af marine enhed 5.1 ressourcerne FB_HS_03 og FB_HS/HG_04 i Fakse Bugt. Placeringerne af profileksempel 3 er angivet. For legende se Figur 7.2.25 og Bilag F1.5.1.

7.2.6.5 Fakse Bugt enhed 5.2 mellem holocæne marine kystaflejringer FB_HS/HG

De tidlige marine kystaflejringer blev gradvist afløst af et mellem Holocæne kystoddesystem, da havniveauet var omkring 10 m lavere end i dag, som det er vist på det palæogeografiske kort Figur 7.2.4 E.

De marine oddesystemer blev aflejret på ryggen af de tidlige marine systemer ofte med en mindre vestlig forskydning i takt med den fortsatte Littorinatransgression, der gradvist druknede området og der aflejredes transgressive kystaflejringer i tilknytning til den eksisterende morfologi på læsiden af det glaciale landskab og tidligere kystsystemer (Figur 7.2.4 E).

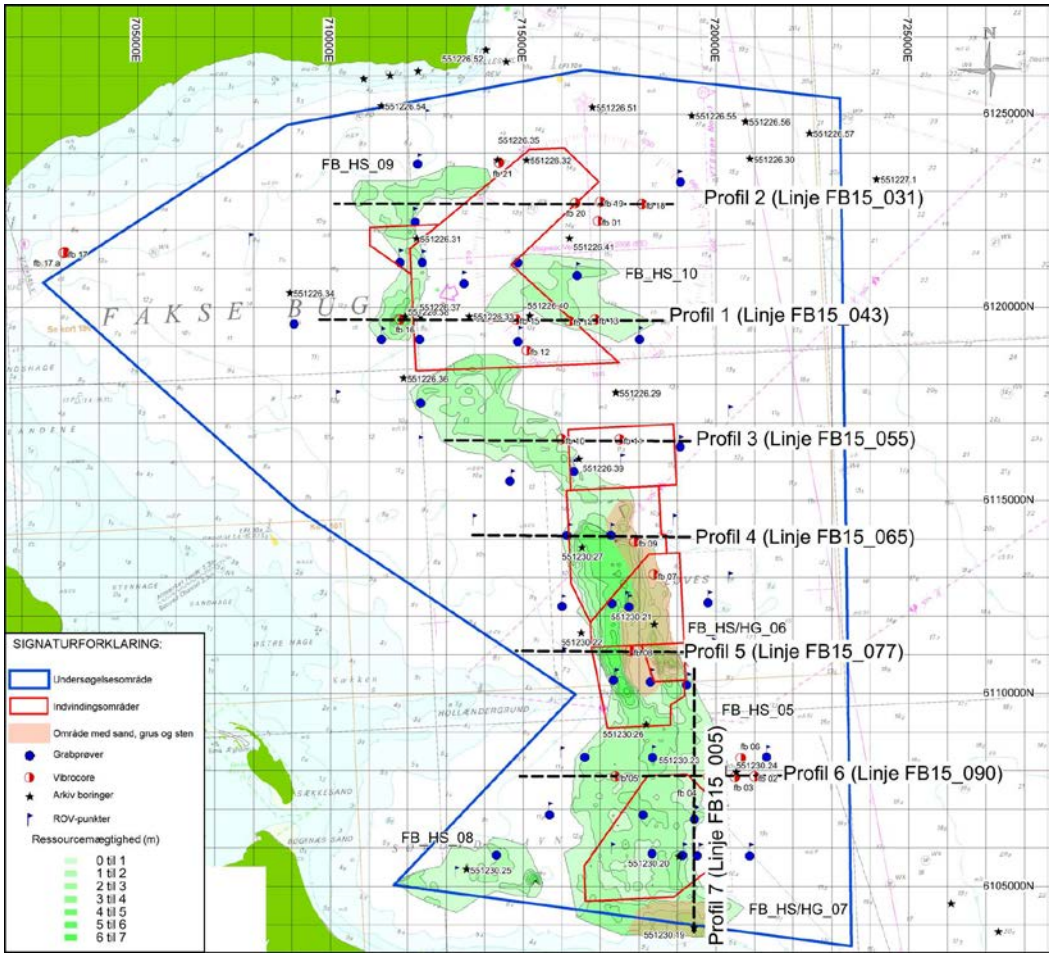
De mellem holocæne marine kystsedimenter blev aflejret i den centrale, nordlige og sydlige del af Fakse Bugt, som det fremgår af Figur 7.2.28 fordelt på 6 ressourceområder.

Som det fremgår af Tabel 10 er der i alt kortlagt ca. 150 mio m^3 råstoffer i enhed 5.2 hvoraf ca. 124 mio m^3 består af sand, medens de resterende 26 mio m^3 er en blanding af sand grus og sten. Ved indvinding af sand og grus ressourcer, kan den sidste 1 m tykkelse af enheden normalt ikke indvindes og må derfor indregnes som en slags spild. Hvis 1m spildet trækkes fra ressourcerne i enhed 5.2 vil der være omkring 58 mio m^3 ressource, som kan indvindes fordelt på 41 mio m^3 sand og 17 mio m^3 blandet sand, grus og sten.

Detaljerne omkring ressourcernes fordeling og kvaliteter følger i de følgende afsnit.

Enhed 5.2 med res. nr.	tot vol (i mio m^3)	rest - 1 m (i mio m^3)
FB_HS_05	101.2	36.4
FB_HS/HG_06	19.7	12.5
FB_HS/HG_07	6.5	4.4
FB_HS_08	6.5	1.4
FB_HS_09	10.0	2.2
FB_HS_10	6.7	0.8
Sum	**150.5**	**57.7**

Tabel 10 Ressourcemængder i enhed 5.2. mellem Holocæn marine kystaflejringer



Figur 7.2.27 Tykkelse og udbredelse af marine enhed 5.2 ressourcerne i Fakse Bugt. Placeringerne af profil eksempler 1 til 7 er angivet. For detaljer se Bilag F1.5.2.

7.2.6.5.1 Ressourceområderne FB_HS_05, FB_HS/HG_06 og FB_HS/HG_07

Den arealmæssigt største ressourceenhed FB_HS_05 har en langstrakt nord-syd orientering og består af en mosaik af sandede oddesystemer, der dækker et areal på 34 km^2 og indeholder omkring 75 mio. m^3 fin til mellemkornet sand, hvoraf de indvindingsrelevante tykkelser på over 1 m udgør 20 mio. m^3.

Tykkelseskortet (Figur 7.2.29) og profilerne 3, 4, 5 og 6 (Figurerne 7.2.15, 7.2.21, 7.2.22 0g 72.2.23) viser at ressourcen har en tykkelse på op til 8 m og enkelte prøvetagninger i Boring FB-5 og FB-8 (Bilag J) viser, at fraktionen 0-4m indeholder omkring 0,1% total porøst flint (Bilag L), hvilket betyder, at der er tale om sand af god beton kvalitet.

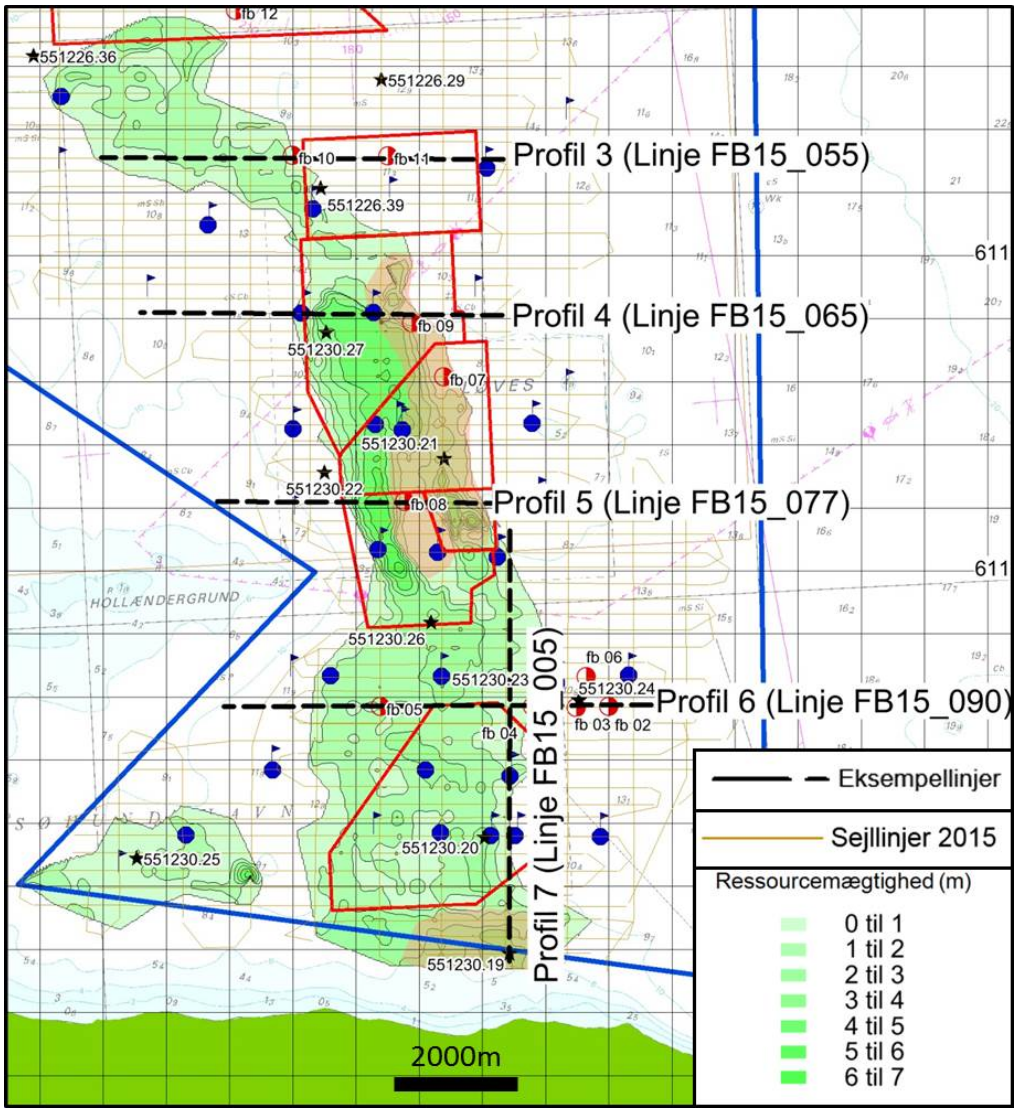
Den centrale østlige del af ressourceområde FB_HS_05 findes ressource område FB_HS/HG_06, der repræsenterer den proksimale del af et stranvoldsystem, som forløber på den vestlige inderside af Gylden Løves Flak moræneknolden (Palæogeografisk kort 7_4 E og ressource tykkelses kort 72.2.29). Ressource område FB_HS/HG_06 udgør et areal på omkring 4,6 km^2, hvor der er kortlagt ca. 20 mio m^3 hvoraf de indvindingsrelevante tykkelser på over 1 m udgør 12,5 mio. m^3.

Syd for ressourceområde FB_HS_05 findes ressource område FB_HS/HG_07 som ligeledes repræsenterer den proksimale del af et stranvoldsystem, som forløber på den sydlige kant til Møns Klint moræne knolden (Palæogeografisk kort 7_4 E og ressource tykkelses kort 7.2.29). Ressource område FB_HS/HG_07 udgør et areal på omkring 1,8 km^2, hvor der er kortlagt ca. 6,5 mio m^3 hvoraf de indvindingsrelevante tykkelser på over 1m udgør 4,4 mio. m^3.

7.2.6.5.2 Ressourceområde FB_HS_08

I det syd-vestlige hjørne af undersøgelsesområdet ligger ressourceområde FB_HS_08, som ligeledes tilhører Fakse Bugt enhed 5.2 Mellem Holocæne marine kystaflejringer. Ressourceområdet dækker et areal på 4,3 km^2 og består af tynde sandlag, som for en stor dels vedkommende ikke overstiger 1 m tykkelse. Ressourcevolumen indeholder omkring 6,5 mio. m^3 fin til mellemkornet sand, hvoraf de indvindingsrelevante tykkelser på over 1 m udgør 1,4 mio. m^3.

Ressourcens sammensætning og tykkelse er dokumenteret af arkiv boring 520216 (DGU Kunderapport nr. 51, 1992, Bilag F.33), som viser en tykkelse på 1,5 m velsorteret finkornet sand over ferskvands tørv og ler.



Figur 7.2.28 Tykkelse og udbredelse af marine enhed 5.2 ressourcerne FB_HS_05, FB_HS/HG_06 FB_HS/HG_07 og FB_HSG_08 i Fakse Bugt. Placeringerne af profil eksempel 3 - 6 er angivet. For legende se Figur 7.2.27 og Bilag F1.5.2.

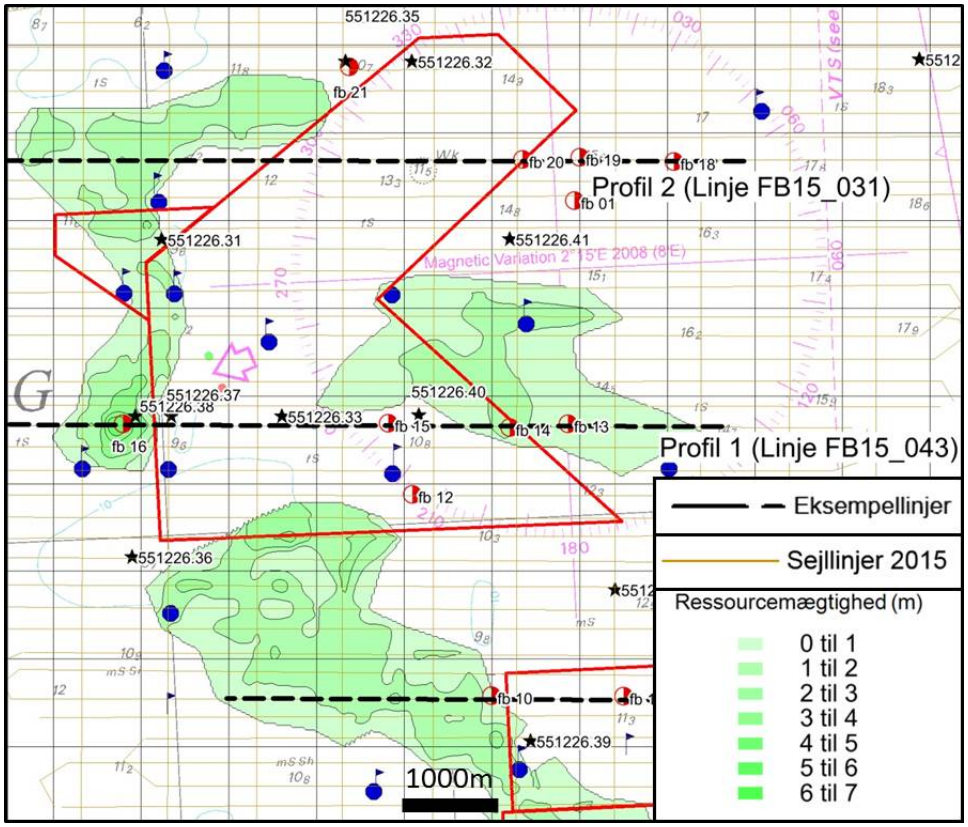
7.2.6.5.3 Ressourceområderne FB_HS_09

I den nordlige del af Fakse Bugt umiddelbart vest for indvindingsområde 520-AA (Figur 7.2.30), findes ressourceområde FB_HS_09, der ligger som et nord-sydlig langstrakt sand legeme på den vestlige kant af tidligere kystdannelser, henholdsvis enhed 3 Baltiske Issø og enhed 5.1 tidlig marine kystdannelser. Arealet af ressourceområdet udgør omkring 6 km^2 og består af forholdsvis tynde sandlag på 1 til 2 m tykkelse. Ressourcevolumen udgør omkring 10 mio. m^3 fin til mellemkornet sand, hvoraf de indvindingsrelevante tykkelser på over 1 m udgør 2,2 mio. m^3.

7.2.6.5.4 Ressourceområderne FB_HS_10

Ligeledes i den nordlige del af Fakse Bugt, men umiddelbart øst for indvindingsområde 520-AA (Figur 7.2.30), ligger ressourceområde FB_HS_10, der som det fremgår af Profil 1 (Figur 7.2.17) draperer enhed 3 Baltiske Issø kystaflejringer med tykkelser på op til 2 m. Ressourceområde FB_HS_10 har et areal på 5 km^2 og indeholder totalt 6,7 mio m^3 fin til mellemkornet sand , hvoraf de indvindingsrelevante tykkelser på over 1

m udgør 0,8 mio. m^3 . Ud over at være en sandressource fungerer ressourcen som overjord for enhed 3 Baltiske Issø sand og grus ressource FB_TS/TG_01.



Figur 7.2.29 Tykkelse og udbredelse af marine enhed 5.2 ressourcerne FB_HS_09 og FB_HS_10 i Fakse Bugt. Placeringerne af profileksempel 1 - 2 er angivet. For legende se Figur 7.2.28 og Bilag F1.5.2.

7.2.6.6 Fakse Bugt enhed 5.3 Sen Holocæne marin FB_HS

De marine kystaflejringer blev gradvist druknet, da havniveauet steg til niveauer over nuværende kote -10 m, som det er vist på det palæogeografiske kort Figur 7.2.4 E, og kystsystemerne blev afløst af forholdsvis tynde sand legemer, der blev dannet og i et vist omfang stadig er aktive på grund af bølge og strømaktivitet i bugten.

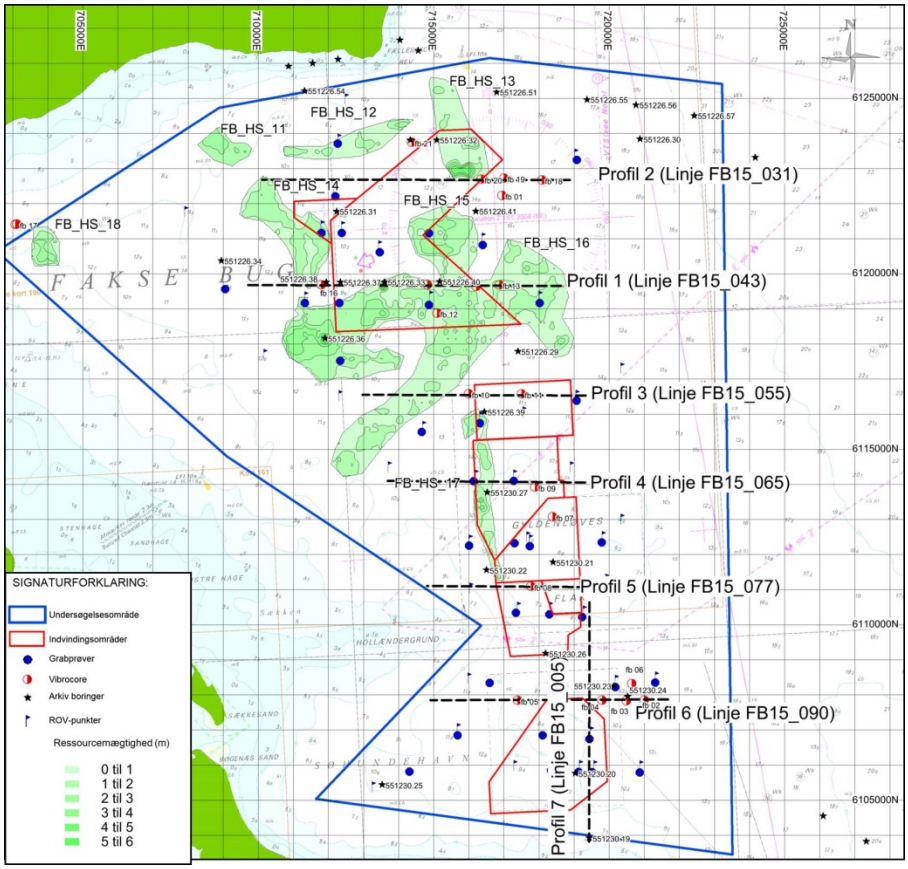
Der er tale om erosion, remobilisering og aflejring af de gamle kystsystemer og materialet er fin til mellemkornet sand, der dels er sandressourcer, men ligeledes fungerer som overjord på de dybereliggende mere grovkornede fossile kystsediment ressourceområder. De subrecente til recente sandressourceområder findes hovedsagelig i den centrale og nordlige dele af Fakse Bugt, som det fremgår af Figur 7.2.31, fordelt på 7 ressourceområder FB-HS_11–18.

Som det fremgår af Tabel 11 er der i alt kortlagt ca. 97 mio m^3 råstoffer i enhed 5.3 som alle består af sand. Ved indvinding af sand og grus ressourcer, kan den sidste 1m tykkelse af enheden normalt ikke indvindes og må derfor indregnes som en slags spild. Hvis 1 m spildet trækkes fra ressourcerne i enhed 5.2, vil der være omkring 12 mio m^3 sandressource, som kan indvindes.

Detaljerne omkring ressourcernes fordeling og kvaliteter følger i de følgende afsnit.

Enhed 5.3 med res. nr.	tot vol (i mio m^3)	rest - 1 m (i mio m^3)
FB_HS_11	2.3	0.7
FB_HS_12	2.7	0.2
FB_HS_13	4.3	1.1
FB_HS_14	7.4	0.7
FB_HS_15	4.5	0.9
FB_HS_16	44.9	7.6
FB_HS_17	30.9	0.5
FB_HS_18	2.0	0.5
Sum	**97.1**	**11.7**

Tabel 11 Ressourcemængder i enhed 5.3. Sen Holocæn marine aflejringer



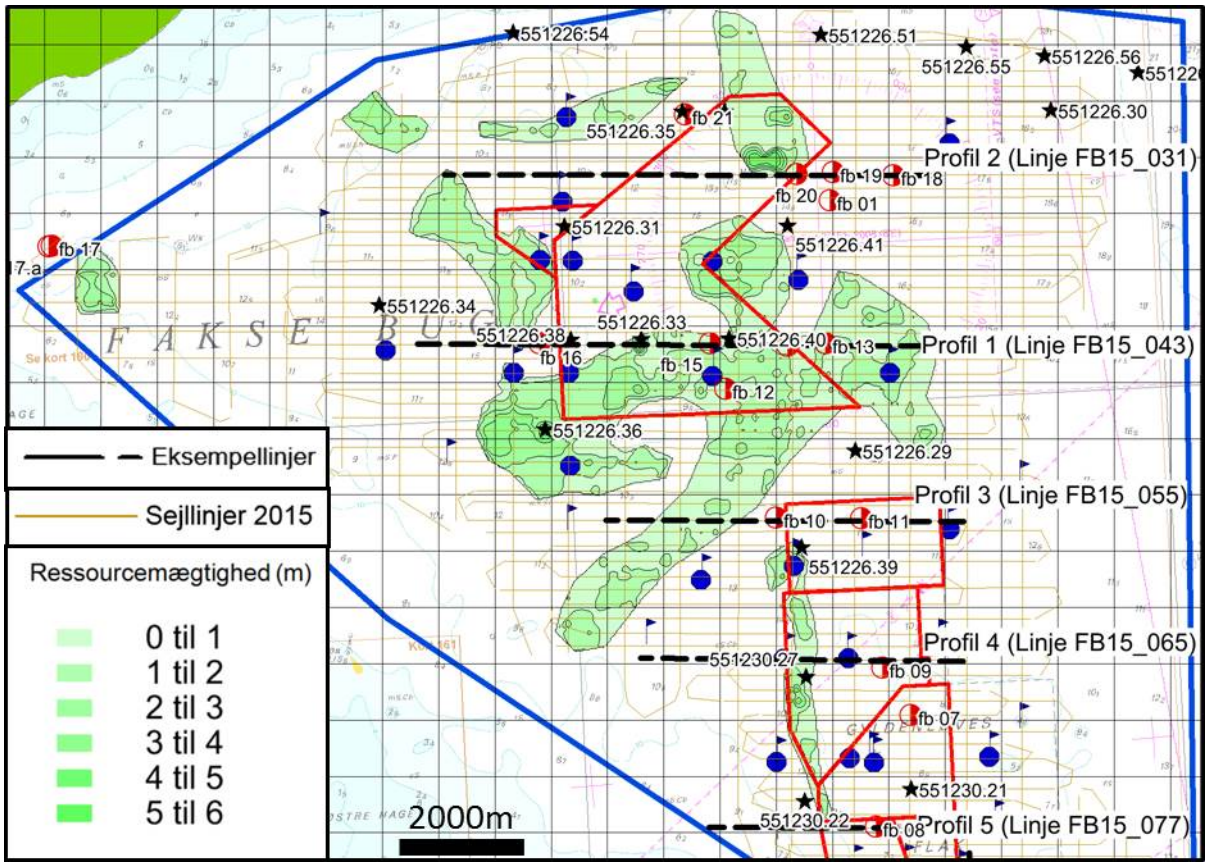
Figur 7.2.30 Tykkelse og udbredelse af Sen Holocæne marine enhed 5.3 ressourcerne i Fakse Bugt. Placeringerne af profileksempler 1 til 7 er angivet. For detaljer se Bilag F1.5.3.

7.2.6.6.1 Ressourceområderne FB_HS_11, FB_HS_12 og FB_HS_13

Disse tre nordligste ressourceområder ligger på randen af det glaciale landskabe og de tilhørende Holocæne marine enhed 5.1 ressourcer FB_HS_01 og FB_HS/HG_02 (Afsnit 7.2.4.4.1), hvor de delvist fungerer som overjord. De tre ressourceområder indeholder efter al sandsynlighed finkornet sand, men det er kun verificeret af en arkiv boring 520101 ((DGU Kunderapport nr. 51, 1992, Bilag F.19) som viser en tykkelse på 1,5 m velsorteret finkornet sand over ler og sand. Ressourceområde FB_HS_11, FB_HS_12 og FB_HS_13 har arealer på 0,8, 1,8 og 2,9 km^2, og indeholder totalt 2,3, 2,7 og 4,3 mio m^3 fin til mellemkornet sand , hvoraf de indvindingsrelevante tykkelser på over 1 m udgør 0,7-, 0,2- og 1,1 mio. m^3 .

7.2.6.6.2 Ressourceområderne FB_HS_14

Ressourceområde FB_HS_14 ligger på den vestlige flanke af det nord- sydgående Holocæne marine oddesystem, som indeholder ressourceområde FB_HS_09 (Afsnit 7.2.4.5.3). FB_HS_14 fungerer delvist som overjord, men indeholder efter al sandsynlighed finkornet sand, som dog ikke er verificeret med boringer. Arealet af ressourceområdet udgør omkring 3,4 km^2 og består af forholdsvis tynde sandlag på 1 til 2 m tykkelse. Ressourcevolumen udgør omkring 7,4 mio. m^3 fin til mellemkornet sand, hvoraf de indvindingsrelevante tykkelser på over 1 m udgør 0,7 mio. m^3 .



Figur 7.2.31 Tykkelse og udbredelse af marine enhed 5.3 ressourcerne FB_HS_011 til FB_HS_18 i Fakse Bugt. Placeringerne af profileksempel 1 - 5 er angivet. For legende se Figur 7.2.30 og Bilag F1.5.3.

7.2.6.6.3 Ressourceområderne FB_HS_15

Ressourceområde FB_HS_15 ligger som et tyndt lag oven på ældre holocæne marine og ferskvands ressourcer og fungerer delvist som overjord, men indeholder efter al sandsynlighed finkornet sand, som dog ikke er verificeret med boringer. Arealet af ressourceområdet udgør omkring 3,0 km^2 og består af forholdsvis tynde sandlag på 1 til 3 m tykkelse. Ressourcevolumen udgør omkring 4,5 mio. m^3 fin til mellemkornet sand, hvoraf de indvindingsrelevante tykkelser på over 1 m udgør 0,9 mio. m^3 .

7.2.6.6.4 Ressourceområderne FB_HS_16

Ressourceområde FB_HS_16 ligner meget område FB_HS_15 og tolkes på samme måde som et tyndt marint sandlag oven på ældre holocæne marine og ferskvandsressourcer og fungerer delvist som overjord. Se arealfordelingen på ressourcekortet Figur 7.2.32 og i profil 1 Figur 7.2.17.

Enheden er gennemboret i boringerne FB-12, FB-13, FB-14 og FB-15 samt et par arkivboringer 520069, 520205, 520207 og 520226 (DGU Kunderapport nr. 51, 1992, Bilagene F.15, F.21, F.24 og F.36) som viser en tykkelse på op til 2 m velsorteret finkornet sand. Kornstørrelsesfordelingskurver findes i Bilag K. Ressourceområde FB_HS_16 har et areal på 21 km^2, og indeholder totalt 45 mio m^3 fin til mellemkornet sand , hvoraf de indvindingsrelevante tykkelser på over 1 m udgør 7,6 mio. m^3 .

7.2.6.6.5 Ressourceområderne FB_HS_17

I den centrale del af Fakse Bugt ligger ressourceområde FB_HS_17 som en nord syd langstrakt kile på vest siden af en stor enhed 5.2 marin kyst flakdannelse (Profil 4 Figur 7.21 og ressourceområde, FB_HS_05 Figur 7.2.29). Enheden er kun dokumenteret med en arkiv boring 520062 (DGU Kunderapport nr. 51, 1992, Bilag F.11), der viser mellemkornet sand i en tykkelse på op til 2 m. Arealet af ressourceområdet udgør omkring 2,0 km^2 og består af forholdsvis tynde sandlag på 1 til 3 m tykkelse. Ressourcevolumen udgør omkring 3,9 mio. m^3 fin til mellemkornet sand, hvoraf de indvindingsrelevante tykkelser på over 1 m udgør 0,5 mio. m^3 .

7.2.6.6.6 Ressourceområderne FB_HS_18

I den vestligste del af Fakse Bugt findes der et sandflakområde som tilhører enhed 5.3, men som sandsynligvis er dannet som et kystsystem på vanddybder lavere end 10 m. Der findes ikke boringer i enheden, men den nærliggende boring FB-17 (Bilag J) antyder, at der er tale om finkornet sand. Arealet af ressourceområdet udgør omkring 2,0 km^2 og består af forholdsvis tynde sandlag på 1 til 3 m tykkelse. Ressourcevolumen udgør omkring 2,0 mio. m^3 fin til mellemkornet sand, hvoraf de indvindingsrelevante tykkelser på over 1 m udgør 0,5 mio. m^3 .

7.2.7 Kortlægning af biologiske nøglekomponenter i Fakse Bugt

7.2.7.1 Biologiske forhold knyttet til substrattyper

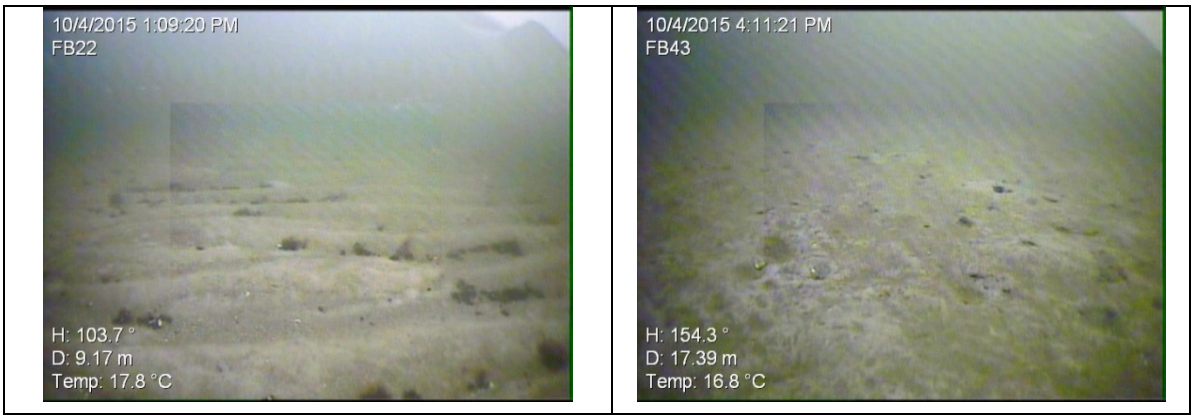
Undersøgelsesområdet ved Fakse Bugt har dybder fra 7 til 20 m. Fire substrattyper er observeret ved Fakse Bugt: Substrattype 1, 2, 3 og 4.
De biologiske forhold observeret ved ROV-undersøgelserne er primært epifauna og -flora. Der er desuden observeret biogene rev i form af muslingebanker. Der er ikke observeret ålegræsbanker.

7.2.7.1.1 Biologiske forhold knyttet til substrattype 1

Substrattype 1 er kortlagt som to sammenhængende områder i undersøgelsesområdet på dybder fra 7-20 m (ROV-dyk fra 8-17 m).

På sandbund er der observeret kiselalger. Der er desuden observeret trådformede rød- og brunalger, samt enkelte kalkrødalger tilknyttet muslingeskaller.

Fauna tilknyttet substrattypen er ensartet, med sandorme på sandbund og flere mindre forsamlinger af blåmuslinger (Figur 7.2-33).

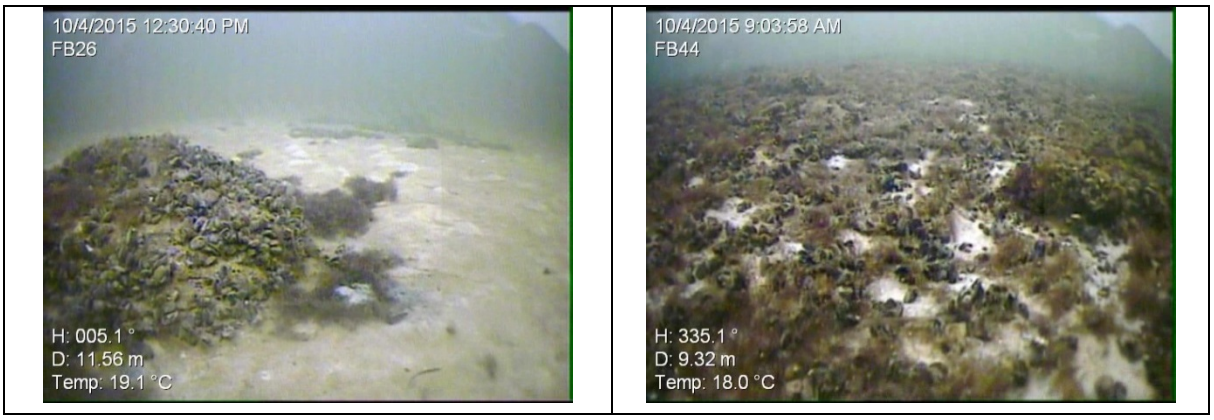


Figur 7.2.32 Eksempler på biologiske forhold knyttet til substrattype 1 for Fakse Bugt. Tv. ses substrattypen på 9 meters dybde, med spredte blåmuslinger på sandbund (position FB22). Th. ses substrattypen på 17 meters dybde, med sandorme og kiselalger (position FB43).

7.2.7.1.2 Biologiske forhold knyttet til substrattype 2

Substrattype 2 er kortlagt spredt i undersøgelsesområdet, på dybder fra 7-20 m (ROV-dyk på 10-18 m). Fauna tilknyttet substrattypen er ensartet, med sandorme på sandbund og flere forsamlinger af blåmuslinger, herunder områder med muslingebanker.

På sandbund er der observeret kiselalger, samt enkelte strå af ålegræs. Der er observeret trådformede rød- og brunalger, samt enkelte kalkrødalger tilknyttet muslingeskaller (Figur 7.2-34).



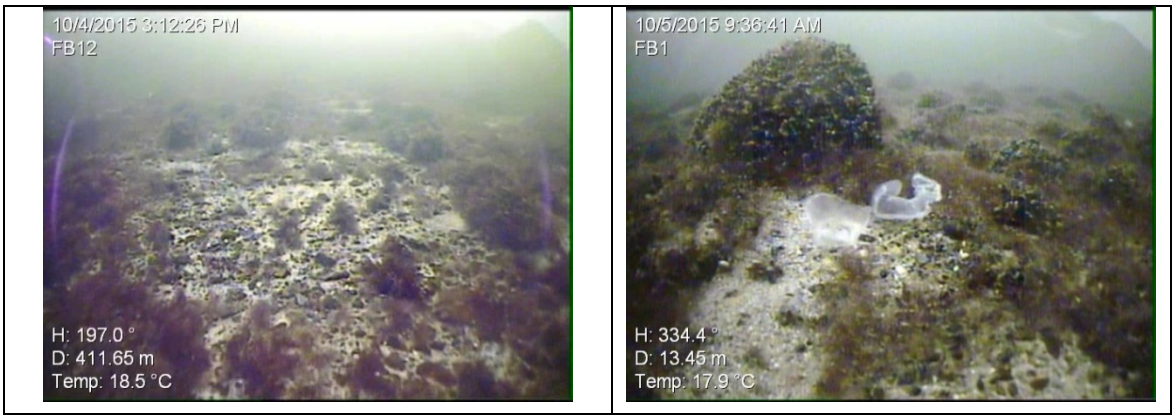
Figur 7.2.333 Eksempler på biologiske forhold knyttet til substrattype 2 for Fakse Bugt. Tv. ses substrattypen på 11 meters dybde, med blåmuslinger på enkelte sten (position FB26). Th. ses substrattypen på 9 meters dybde, med høj dækningsgrad af blåmuslinger og enkelte småsten (position FB44).

7.2.7.1.3 Biologiske forhold knyttet til substrattype 3

Substrattype 3 er kortlagt spredt i undersøgelsesområdet, på dybder fra 7-16 m (ROV-dyk på 9-15 m).

Fauna tilknyttet substrattypen er ensartet, med sandorme på sandbund og flere forsamlinger af blåmuslinger, herunder områder med muslingebanker.

På sandbund er der observeret kiselalger. Der er desuden observeret trådformede rød- og brunalger, samt enkelte kalkrødalger tilknyttet muslingeskaller (Figur 7.2-35).



Figur 7.2.344 Eksempler på biologiske forhold knyttet til substrattype 3 for Fakse Bugt. Tv. ses substrattypen på 12 meters dybde, med (position FB12). Th. ses substrattypen på 13 meters dybde, med (position FB01).

7.2.7.1.4 Biologiske forhold knyttet til substrattype 4

Substrattype 4 er kortlagt spredt i undersøgelsesområdet på dybder fra 8-16 m (ROV dyk på 7-9 m).

Tæt bevoksning af blåmuslinger, både solitære og i grupper, samt med høj dækningsgrad på sten. Anden epifauna er til dels skjult af bevoksning.

Blåmuslinger og sten bevokset af kalkrødalger, buskede og bladformede rødalger samt filamentøse brunalger. (Figur 7.2-36).



Figur 7.2.35 Eksempler på biologiske forhold knyttet til substrattype 4 for Fakse Bugt. Tv. ses substrattypen på 7 meters dybde, med høj dækning af blåmuslinger (position FB20). Th. ses substrattypen på 9 meters dybde, med høj dækningsgrad af blåmuslinger og makroalger (position FB47).

7.2.7.1.5 Biogene rev

Der er flere steder observeret blåmuslinger, og i undersøgelsesområdets nordlige del er blåmuslingerne i en tæthed der udgør et substrat for andre organismer (biogent rev).

Afgrænsning af de biogene rev er vanskelig, og foretaget baseret på geofysiske data og ROV-videoer.

7.2.8 Indkredsning og tilstandsvurdering af habitattyper

7.2.8.1 Beliggenhed og beskrivelse

Dette store område udgør hele den nordlige og østlige del af Fakse Bugt. Det er et relativt lavvandet sandet område med de fleste dybder mellem 6 og 16 m. Det er i vandplanerne benævnt som et OW3a område (åbentvands-type med varierende og lave saltholdigheder samt lille tidevandsforskel, beliggende i den vestlige Østersø) (http://naturstyrelsen.dk/vandmiljoe/vandplaner/).

Hele den syd-vestlige del af Fakse Bugt er et stort Natura 2000 område (Havet og kysten mellem Præstø Fjord og Grønsund, N2000 nr. 168) (http://naturstyrelsen.dk/naturbeskyttelse/natura-2000/), der for den marine del er beskyttet qua sine lavvandede bugter, fjorde og sunde med sandbund og spredte sten, og hvor strømforholdene er meget varierede og bidrager til et afvekslende kystlandskab.

I vandområdeplanerne er den økologiske tilstand, på baggrund af ålegræsset dybdeudbredelse, beskrevet som ringe. Området ligger i kystvandsområde nr. 46 for hvilket kvælstoftilførslen til planperiodens udløb i 2012 forventes reduceret til 230 t N/år, svarende til 29 t under den øvre grænse for god økologiske tilstand.

7.2.8.2 Marint system

Fakse Bugt området består af to marine systemer, nemlig sandbanke med lavvandet vedvarende dække af havvand samt af rev.

Det centrale område udgøres af et stort sammenhængende område med sand og grus samt spredte småsten på vanddybder omkring 10 m, varierende mellem 8 og 12 m (Figur 7.2.7). De sandede områder består af aflejret velsorteret sand mens morænebunden stikker frem på de lidt grovere og mineralsk heterogene sedimenttyper. Bølgeribber præger sandbunden og vidner om rimelig høj fysisk dynamik med vedvarende omlejringer. Dette er med til at hæmme fasthæftningsmuligheder for epifauna og –flora. Til gengæld vil de fysiske forhold favorisere mikrobentiske alger, og dermed betinge gode fødeforhold for en række nedgravede in-fauna organismer. På de lidt grovere sedimenter vil stukturen vanskeliggøre leveforholdene for de nedgravede makrodyr (> 1 mm på mindste tværsnit). Således vil det især vil være meiofaunaen (< 1 mm) der gør sig gældende her.

Til alle fire sider af området strækker der sig stenede partier ind i området. Stenene varierer fra knytnæve størrelse til former på over en ½ m i mindste diameter. Muslinger og forskellige små markoalger dominerer livsformerne, og er med til at give områder deres revagtige karakter. Dybderne er gennemgående lidt større end på den centrale sandede del. Størst i øst hvor dybden øges gradvist til over 20 m. De laveste dele af de øvrige områder svarer dog til dybderene på sandområdet. Selv om strøm- og bølgepåvirkning er af samme karakter som på de sandede flader, sikrer de større stens tilstedeværelse, at der kan etablere sig et tæt epifauna samfund på disse lokaliteter.

7.2.8.3 Habitattyper

Sedimentforhold

Sedimentkortlægningen viste tilstedeværelsen af alle fire substrattyper i Fakse Bugt området (Figur 7.2.36). Desuden blev enkelte områder med muslinger og makrofytter identificeret med side-scan.

Lysforhold

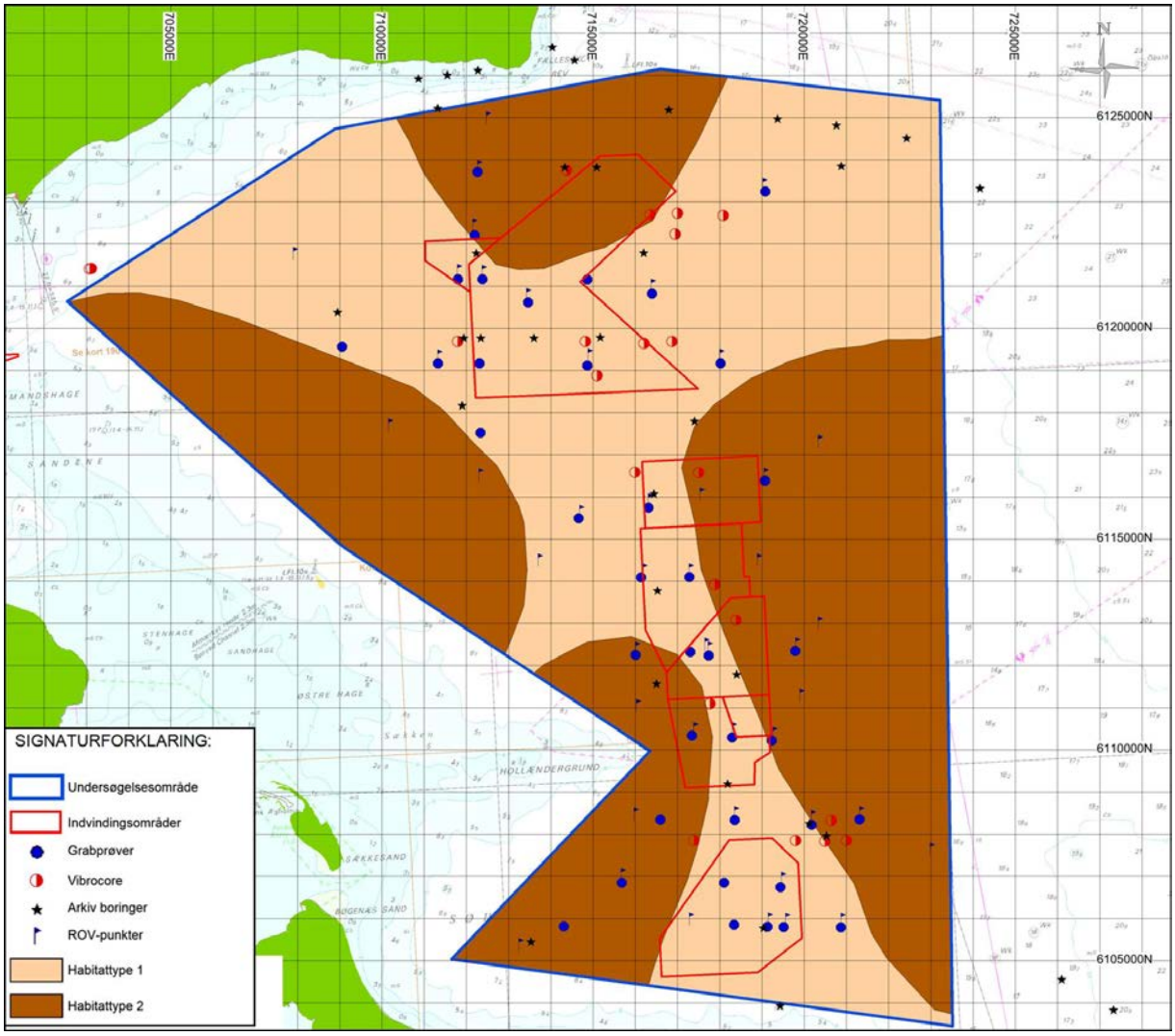
De fleste dybder i området på mellem 8 og 12 m tillader en opvækst af bundlevende planter. Lysforholdene vil dog ikke være tilstrækkelige for ålegræs eller andre blomsterplanter. I forhold til lys vil området generelt være præget af lavlys betingelser.

Energiforhold

Hele Fakse Bugt området ligger i en mellem til høj energitilstand hvad angår påvirkning fra vandbevægelserne

Saltpåvirkning

Også saltforholdene byder på omtrent de samme betingelser i hele området. Der vil kun sporadisk være en saltbetinget lagdeling i de dybeste dele. Ellers vil saltholdigheden i hele vandsøjlen gennemgående ligge på mellem 10 og 12 ‰.



Figur 7.2.36 Habitater i Fakse Bugt. Habitattyperne er afgrænset i forhold til de stedværende forhold, defineret ved de fire kriterier: substrat, lys, energi og saltpåvirkning.

Der vil således være tale om 2 habitattyper i undersøgelsesområdet i Fakse Bugt (FB), nemlig:

H_{FB} 1) Substrattype 1 og 2, 8-12 m (lav-fotisk zone), 10-12 ‰

H_{FB} 2) Substrattype 3 og 4 (+blåmuslinger og enårige makroalger), 8-16 m (lav-fotisk zone), 10-12 ‰

7.2.8.4 Økologisk tilstand

Fælles for de to habitattyper, mht. de definerede kvalitetskriterier, er at

1. Vandskifte: godt
2. Fysisk Stabilitet. Pga. af de lave vanddybder og åbne beliggenhed i den ydre del af Fakse Bugt med relative store tilgrænsende vanddybder (> 20 m) øst for, er bunden rimelig eksponeret for strøm og bølger. De stenede områder vil dæmpe energien og dermed virke stabiliserende på substratet, hvilket i kombination med rimelig ensartede salt og temperatur forhold vil give optimale betingelser for dyre- og planteliv ved de givne saltforhold. Den mere jævne sandede bund vil dog opleve stadige genophvirvling af substrat og dermed skabe lidt mere ustabile forhold, men ikke mere end, at det giver gode forhold for mikrobentisk flora og infauna. De mere grovkornede lokaliteter vil dog være lidt fattige på større organismer. Sandsugning og bundtrawl på sandfladerne vil øve den samme type mekaniske påvirkning af bunden som den naturlige vandpåvirkning. Derimod vil disse aktiviteter være til skade for den stenede bund.
3. Forurening: svag-middel, hvilket i sær skyldes påvirkningen fra eutrofiering
4. Primær fødetilførsel: god

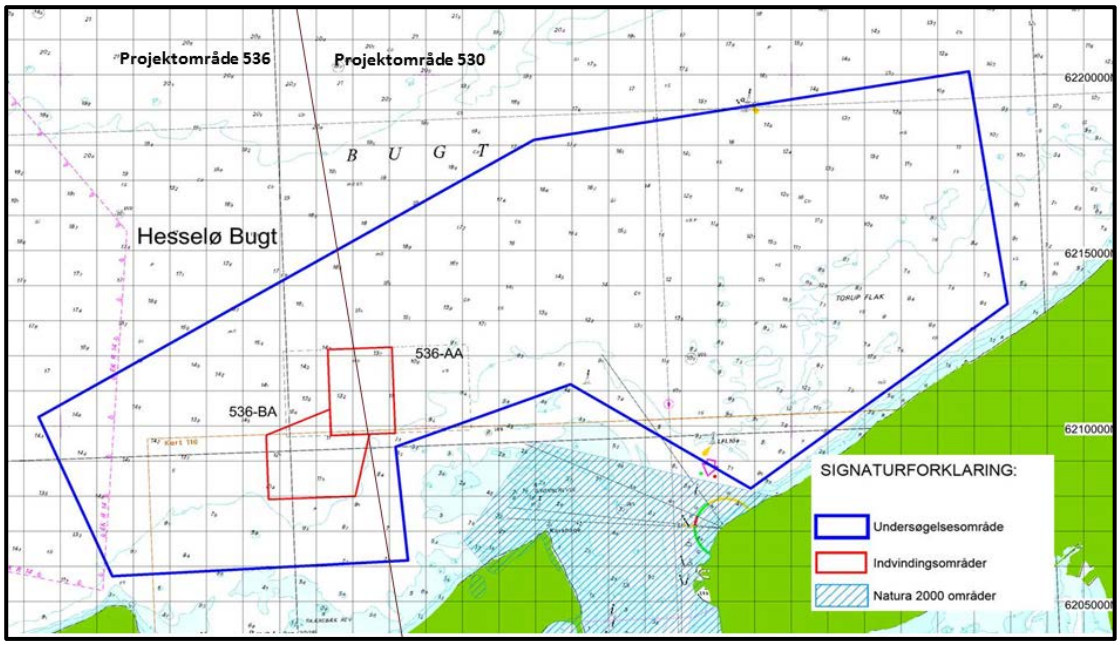
Mht. til den ”femte kvalitetsparameter”, nemlig eksterne biologiske påvirkning skønnes området at være middelpåvirket som følge af ændringer i fiskepopulationerne og fraværet af større fisk. Det er endvidere sandsynligt, at området er negativ påvirket af et overtal af mindre fisk (læbefisk og kutlinger).

Sammenlagt vurderes den økologiske tilstand i de to habitater at være moderat til god. Den ikke optimale tilstand vil primært være en indirekte effekt af et overfiskeries uheldige konsekvenser for den økologiske struktur i Østersøen og Smålandsfarvandet. Dertil kommer en vis påvirkning fra sandsugning og måske trawlfiskeri.

7.3 Hesselø Bugt

7.3.1 Introduktion

Undersøgelsesområdet er beliggende nord for Nordsjælland ud for udløbet af Isefjord og Roskilde Fjord, og har et areal på 201,9 km² (Figur 7.3.1). Området er domineret af de højere liggende flakområder, der ligger ind mod Nordsjællands kyst hvor vanddybderne bliver under 6 m mens vanddybder stiger mod nord, hvor de dybeste områder har vanddybder på over 20 m. Indvindingsområderne Grønnerevle (536-AA), der har et areal på ca. 4 km² og Grønnerevle vest (536-BA) er beliggende indenfor undersøgelsesområdet. Der har fundet intensiv indvinding af ral og grus sted specielt i Grønnerevleområde (536-AA), mens der i 2014 også har været indvundet i Grønnerevle vest (536-BA).

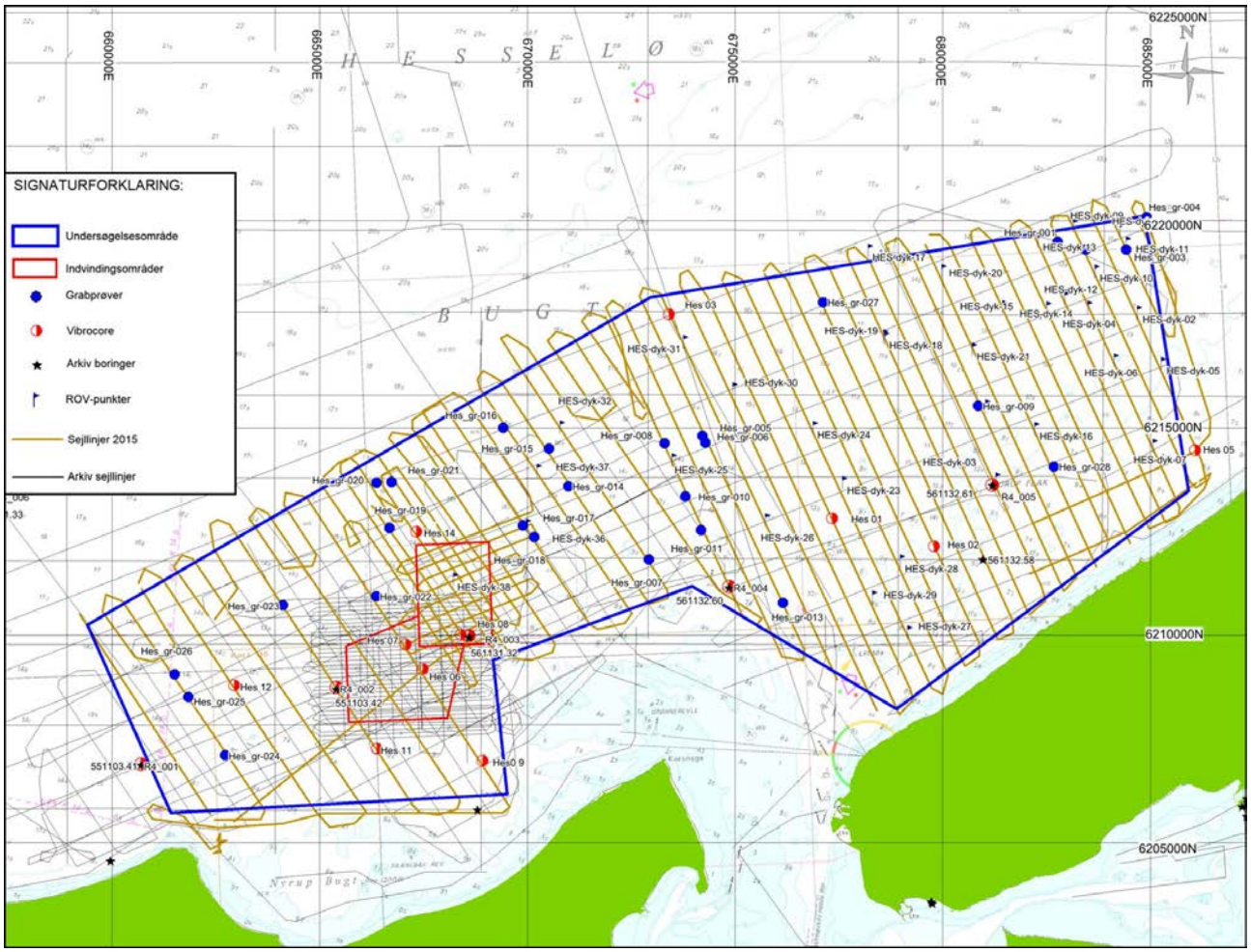


Figur 7.3.1 Undersøgelsesområdet i området Hesselø Bugt (blå), eksisterende indvindingsområder (rød) samt projektområder adskilt ved brun linje med 1x1 km Grid (Bilag A-2).

I forbindelse med den ny kortlægning af området er der sejlet i alt 461 km kombineret seismik (Sparker og Innomar sedimentekkolod) og side scan sonar/multibeam linjer (Figur 7.4.2). Linjenettet danner, sammen med tidligere indsamlede data et grid med ca. 1000 m linjeafstand mellem øst-vest gående linjer og ca. 500 m mellem nord-syd gående linjer. I udvalgte områder er der sejlet et tættere net af data (Figur 7.4.2).

De indsamlede multibeam data langs sejllinjer viser god overensstemmelse med de generelle dybdedata fra Geodatastyrelsen i nogle områder (Figur 7.3.6).

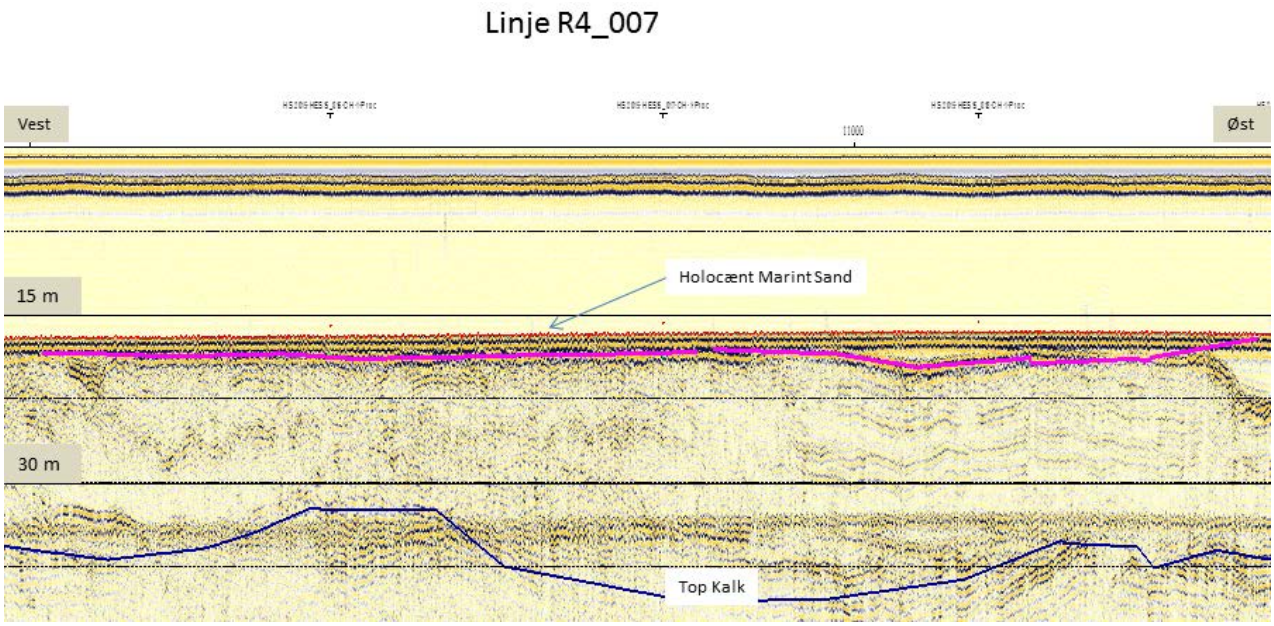
Ud fra en tolkning af de seismiske data, er der udvalgt positioner til såvel vibrationsboringer som grab prøver. Der er foretaget i alt 11 vibrationsboringer og 28 grab prøver på udvalgte positioner (Figur 7.4.2). Der er desuden lavet kornstørrelsesanalyse af repræsentativt prøvemateriale fra udvalgte dybdeintervaller i vibrationsboringerne, hvoraf der er foretaget i alt 10 kornstørrelsesanalyser, 4 sandpetrografiske analyser samt 1 datering. Efter en tolkning af side scan sonar data, blev der foretaget ROV verifikationsdyk på i alt 29 positioner med henblik på en bestemmelse af havbundens substrattype og biologi.



Figur 7.3.2. Undersøgelsesområdet i Hesselø Bugt med gennemførte sejllinjer (lys brun), grabprøve positioner (blå), vibrationsboringer (rød/hvid cirkel), ROV verifikationspunkter (blå flag), samt arkiv overfladeprøver/boringer (Jupiter database) med 1x1 km Grid. Bilag B-2.

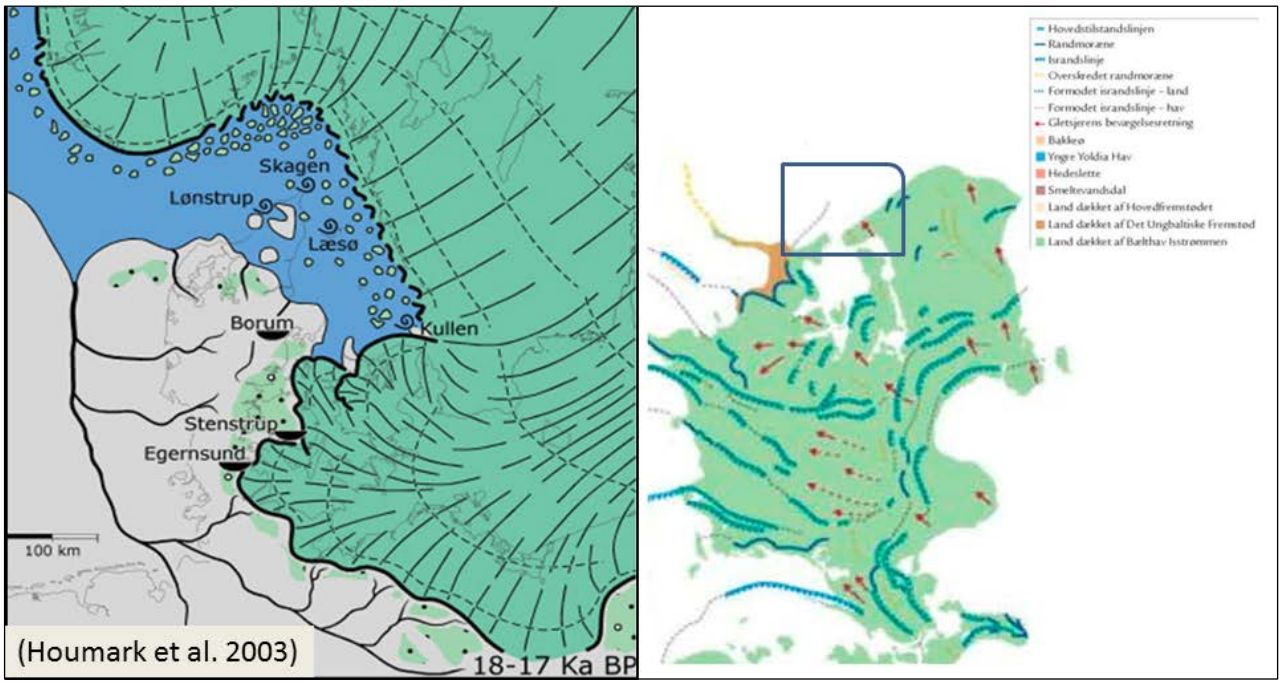
7.3.2 Geologi

De prækvartære lag i Hesselø Bugt området består hovedsaglig af øvre Kridt skrivekridt – Danien kalk (Håkansson & Pedersen, 1992). Toppen af prækvartæroverfladen kan ses på mange af de seismiske data, hvor de ofte påtræffes i dybder imellem 25 til 40 m (Figur 7.3.3).



Figur 7.3.3 Seismiske eksempler fra ressourceområde HB_MS4. Den mørke blå linje angiver toppen af kalkoverfladen, mens den bordeaux linje angiver bunden af den Holocæne ressource HB_HS4 ressourcen.

De ældste kvartære lag er kun påtruffet i få dybe boringer. I disse er der dokumenteret Elster og Saale moræner og interglaciale Eem aflejringer. Den seneste Weichsel istid har sat sit præg på området med formodede dislokationer og randmorænedannelser. Det sene ungbaltiske fremstød fra SSØ formodes således at have dannet en israndslinie fra Klintebjerg på nordfyn i vest og nordpå til lige syd for Hesselø (Figur 7.3.4 (tv)) der ligger tæt på undersøgelsesområdet. Under den forsatte afsmeltning er der dannet en række israndslinier hvoraf nogle er vist i Figur 7.3.4 (th). En mulig israndslinie er vist i Hesselø Bugt området, som kunne sættes i forbindelse med de smeltevandsaflejringer der er dokumenteret ved undersøgelserne, men der er dog ikke fundet bevis herfor.

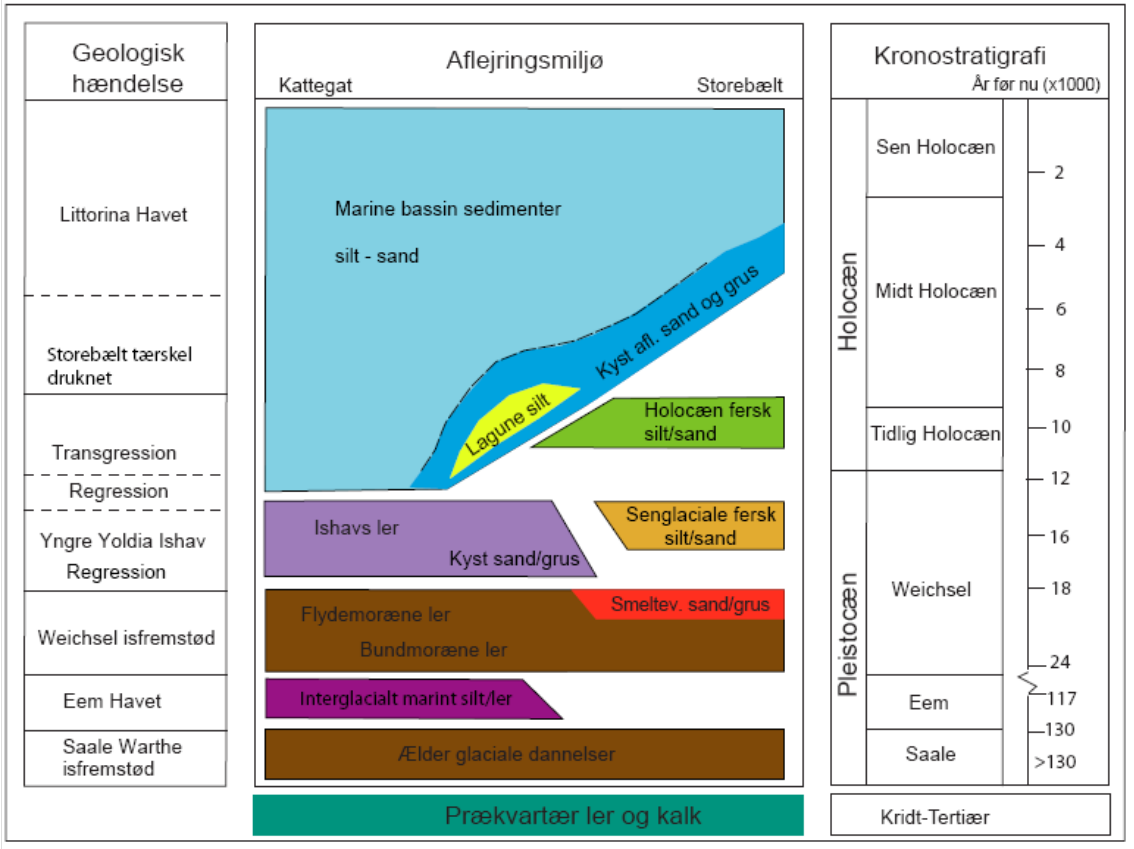


Figur 7.3.4 Paleogeografisk rekonstruktion af Weichsel deglaciationen til venstre og mulige israndslinier til højre.

De Senglaciale aflejringer i Hesselø Bugt området, påtræffes ofte som udfyldninger i lavninger, kanaler og andre depressioner i de underliggende lag (Figur 7.3.4). Aflejringerne består muligvis af Yngre Yoldia Ishavsaflejringer, men da området har ligget marginalt i forhold til den sydlige udbredelse af det Yngre Yoldia Ishav, kan der også være tale om smeltevandsslettedannelser eller lakustrine aflejringer. Aflejringsmiljøer med mulighed for aflejring af grovkornede sedimenter er begrænset til egentlige flodlejer, ved kyster i søerne og de proximale dele af dræneringssystemerne tæt på kildeområdet, som udgøres af smeltevandsmaterialer. Ved undersøgelserne er der kun fundet én senglacial råstofforekomst med fin til mellemkornet sand i undersøgelsesområdet. De øvrige områder, hvor der er fundet senglacialt materiale, er mere finkornede, typisk veksellejrede med fin sand, silt og ler.

I løbet af Holocæn, har de glaciale-senglaciale dannelser inkl. moræneler og kvartært ler i kystområderne været udsat for erosion. Efterfølgende er sedimenterne omlejret under Littorinatransgressionen således, at havbunden er planet ud med aflejringer i lavninger, render eller som flakdannelser og banker på selve havbunden i øvrigt. Efterfølgende er disse igen stedvist dækket af nyere holocæne marine aflejringer. Hovedparten af de marine Holocæne forekomster der er kortlagt i forbindelse med denne undersøgelse er dannet herved.

En samlet oversigt over de kvartære-holocæne hændelser og de stratigrafiske enheder i det sydlige Kattegat er vist i Figur 7.3.5.



Figur 7.3.5 Stratigrafisk oversigt geologiske hændelser, aflejringsmiljø og kronostratigrafi i det sydlige Kattegat (Jensen et al, 2010)

Ressourceområderne i området nord for Sjælland består generelt af 3 typer af forekomster (GEUS Rapport 2012/101): marine fossile kystdannelser (højkvalitetsmateriale), glaciale-senglaciale smeltevandsaflejringer (ofte lavkvalitetsmateriale), og marine dynamiske områder (ofte af høj kvalitet).

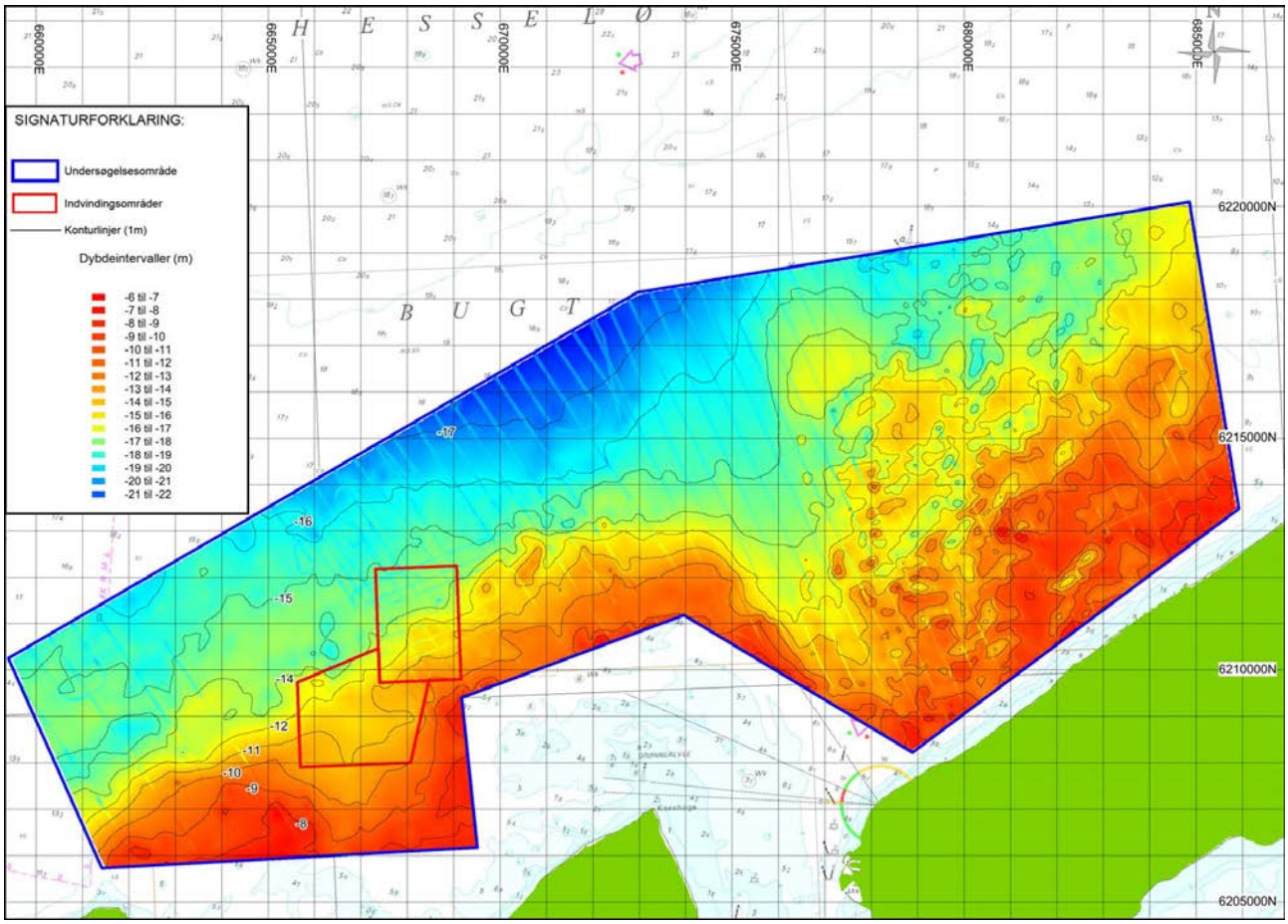
Råstofforekomster i Hesselø Bugt området repræsenterer to af disse typer, idet de tidlige holocæne strandvolde/odder og flakdannelser, der er ofte dannet i læ og ved erosion af højtliggende glaciale dannelser, ikke er påvist i Hesselø Bugt.

Glaciale/senglaciale smeltevandaflejringer bestående af sand, grus og sten er eksponeret tæt på havbunden på moderate vanddybder i større områder og er påvist langs den indre del af Hesselø Bugt. De glaciale smeltevandsaflejringer, der udgør ressourcerne i de to indvindingsområder 536-AA og 536-BA, er et eksempel herpå.

Nogle af de kortlagte marine holocæne ressourcer, kan henføres til gruppen af marine dynamiske forekomster.

7.3.3 Generelle dybdeforhold

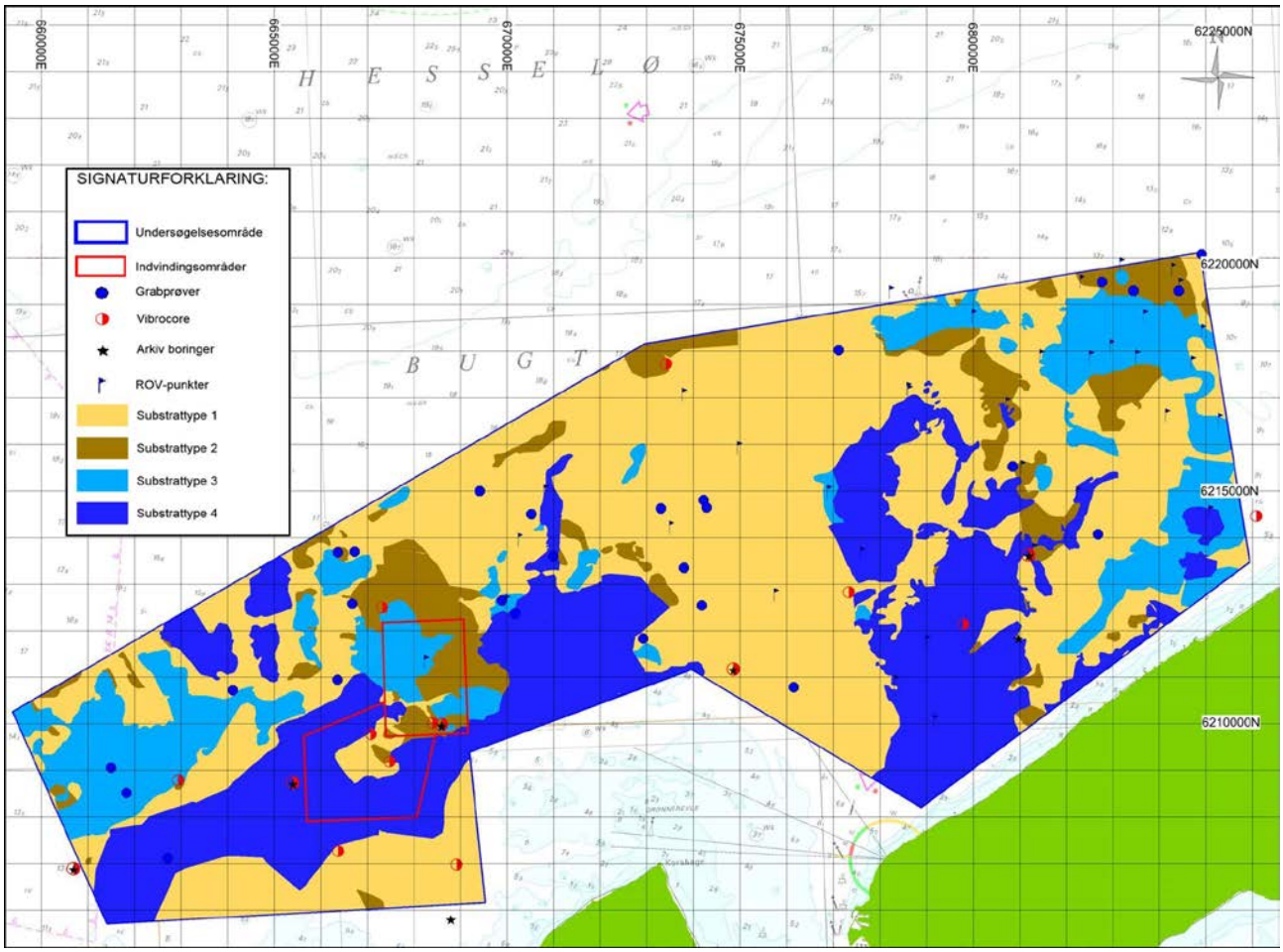
Området er domineret af de højere liggende flakområder, der ligger ind mod Nordsjællands kyst, hvor vanddybderne er under 6 m. Vanddybden stiger mod nord, hvor de dybeste områder har vanddybder på over 20 m. (Figur 7.3.6). De indsamlede multibeam data langs sejllinjerne viser i nogle områder god overensstemmelse med de generelle dybdedata fra Geodatastyrelsen (Bilag C2).



Figur 7.3.6 Bathymetrisk kort over projektområderne baseret på gridning af Geodatastyrelsen data. Øverst er der lagt nye multibeamdata. UTM nettet er 1x1 m.

7.3.4 Substrattyper

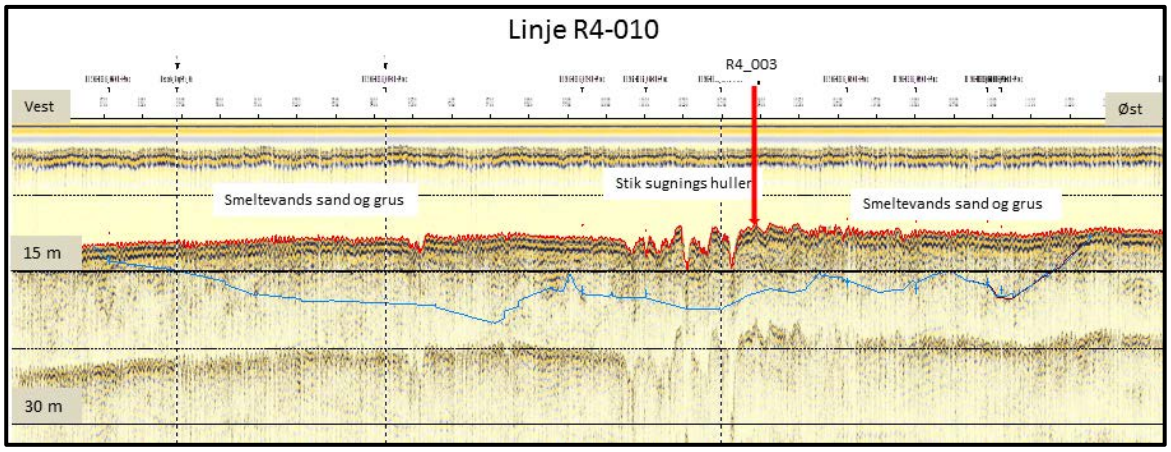
Substrattypefordelingen baseret på 2015 survey data samt arkivdata, specielt data fra 2011. Den afspejler generelt dominans af moræneaflejringer og grovere glaciale aflejringer på de større grunde områder, der er præget af substrattype 4, 3 og 2 omkring stenrev (Figur 7.3.7). De dybere mellemliggende områder er domineret af dyndede eller finkornede sandede substrater og klassificeret som substrattype 1. Dog findes der også mindre partier af substrattype 3 og 2 i de dybereliggende områder. Disse afspejler at den glaciale overflade her ligger umiddelbart op til havbunden (Figur 7.3.7 og Bilag D2).



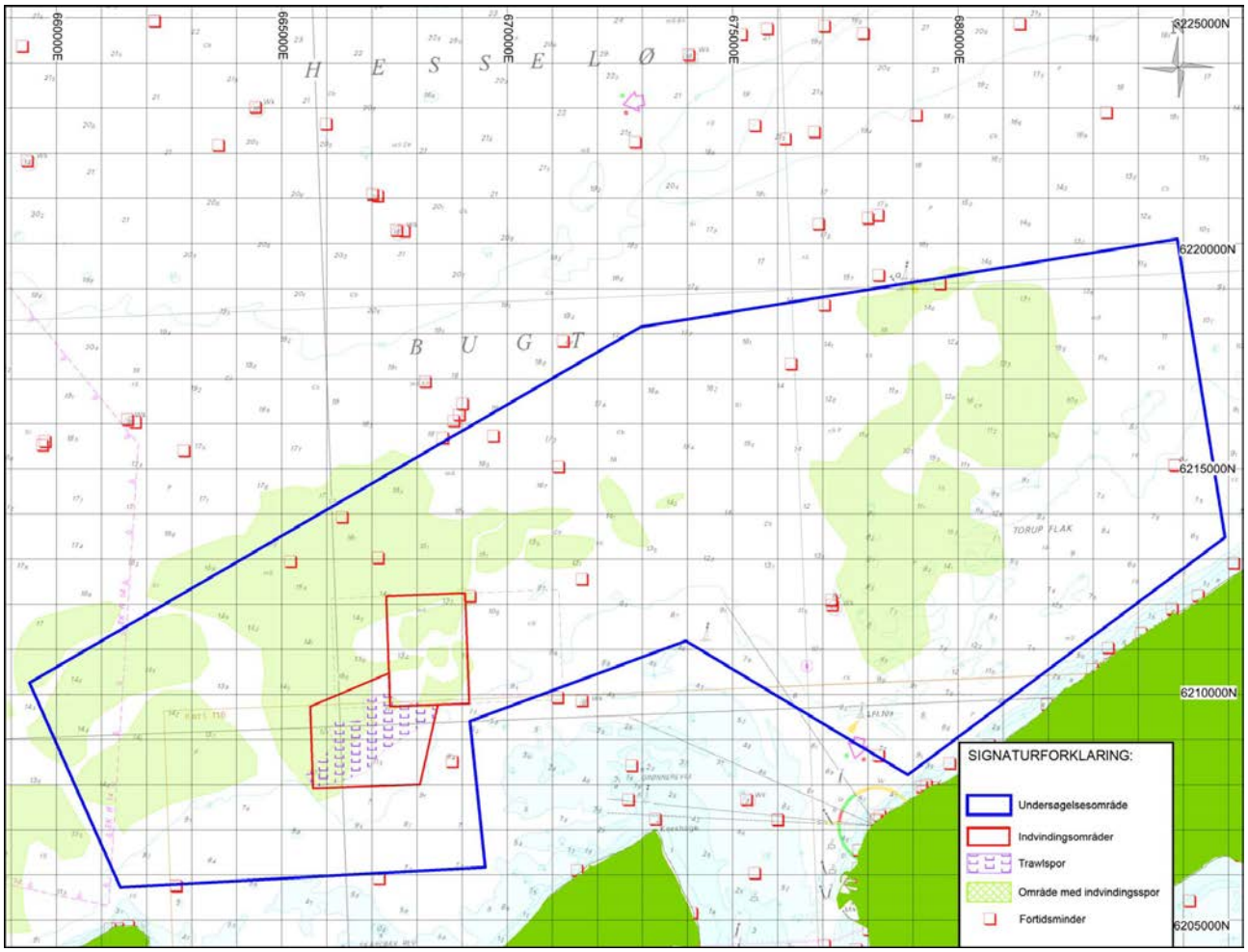
Figur 7.3.7. Bundsubstrattyper i Hesselø Bugt undersøgelsesområdet. Kortlægningen er baseret på side scan sonar data langs sejllinjer suppleret med verifikationspunkter fra ROV-dyk og grab.

7.3.5 Menneskelig aktivitet

Undersøgelserne har påvist mange indvindingsspor, både stiksugnings- og slæbespor over det meste af Hesselø Bugt området (Figur 7.3.9). Herudover findes mindre områder med ældre indvindingsspor på mindre højere liggende grunde i den centrale til sydlige del af undersøgelsesområdet. Trawlspor er begrænset til en NV-SØ gående relativ smal zone gennem området. (Figur 7.3.8 og -9 samt Bilag E2).



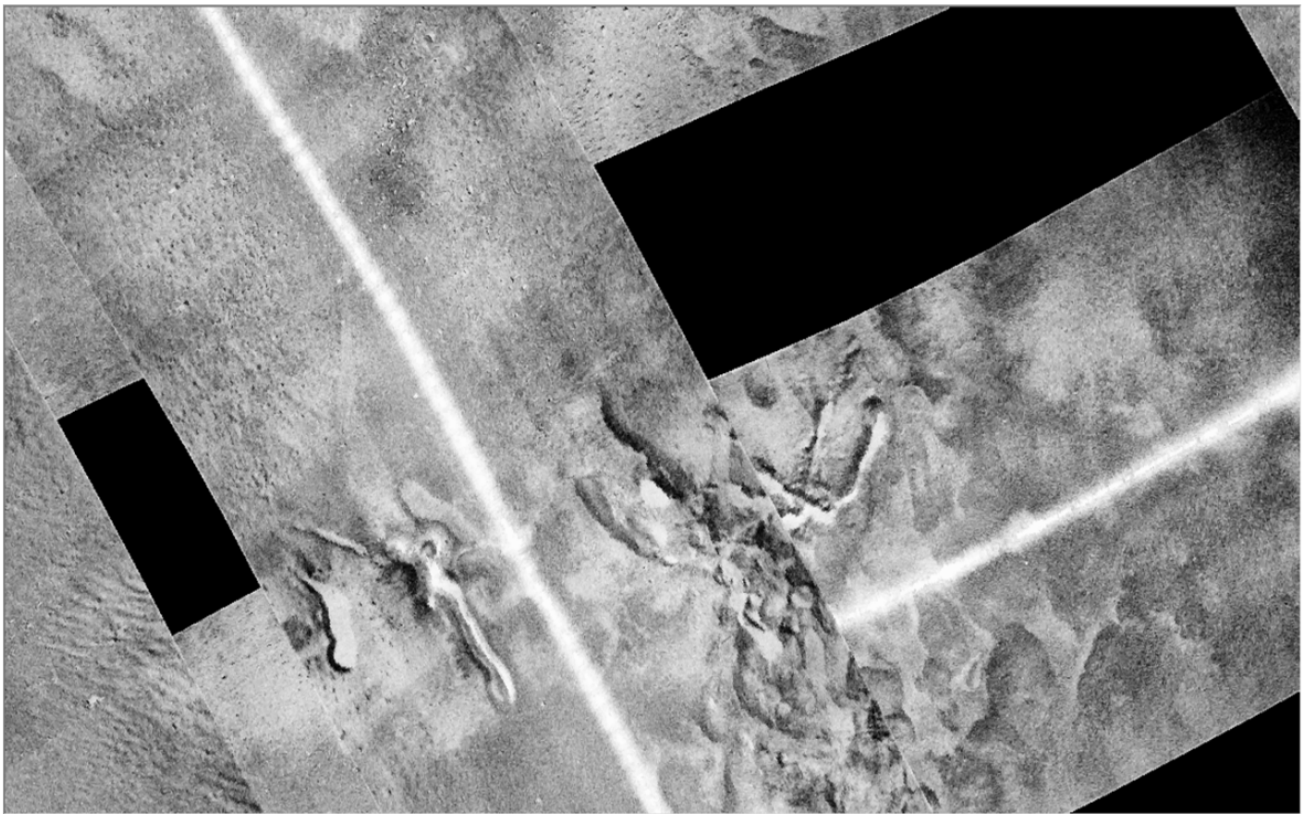
Figur 7.3.8 Seismisk eksempel Hesselø Bugt med spor efter råstofindvinding.



Figur 7.3.9 Spor efter menneskelig aktivitet på havbunden i undersøgelsesområde Hesselbæk Bugt. Områder med r med markante, dybere indvindingsspor efter stiksugning er vist på kortet. Vrag og andre menneskabte elmenter på havbunden er angivet med rød/hvide bokse.

Der er ikke fundet yderligere spor efter menneskelig aktivitet. I Kulturstyrelsens vragdatabase er der dog registreret i alt 18 vrag eller andre menneskelige genstande indenfor undersøgelsesområdet (Figur 7.3.99). Ingen af disse er beliggende indenfor de 2 indvindingsområder 536_AA Grønnerevle og 536_BA Grønnerevle

vest. Et punkt ligger i kanten af indvindingsområde HB_HS7. I områdets centrale del er der registreret utallige spor i havbunden efter indvinding af råstoffer (Figur 7.3.1010).



Figur 7.3.10 Side scan sonar billede fra indvinding i fællesområde 536-AA Grønnerevle. Centralt i billedet stiksugningshuller. I de uberørte områder mod nord og øst ses en tæt stenbestrøning. Billedet dækker et område på ca. 500 x 400 m.

7.3.6 Råstoffer i området Hesselø Bugt

Kortlægningen er foretaget i et sejllinjenet tæt nok til at ressourcer, der tolket langs de enkelte seismiske linjer, har kunnet afgrænses og deres rumlige udstrækning og mægtighed afbildes vha. interpolation/gridning. Ny boringsdata fra positioner udvalgt på basis af de seismiske resultater samt eksisterende arkiv boringsdata har været benyttet til at understøtte tolkningen. Herudover har kornstørrelsesanalyser af boringsmaterialet været brugt til at karakterisere ressourceforekomsternes type og kvalitet. Desuden er der foretaget dateringer i boringer, samt udtaget prøver fra boringer til petrografisk analyser med henblik på at belyse om råstofmaterialerne i området vil kunne anvendes som tilslag til betonfremstilling. I Hesselø Bugt området er der kortlagt glaciale smeltevandsaflejringer (HB_DG/DS), senglaciale fluviale/søaflejringer aflejringer (HB_TG/TS) samt holocæne marine aflejringer (HB_HG/HS).

I de efterfølgende afsnit følger en beskrivelse af hvert enkelt råstofområde fordelt på aflejringstype og kvalitet.

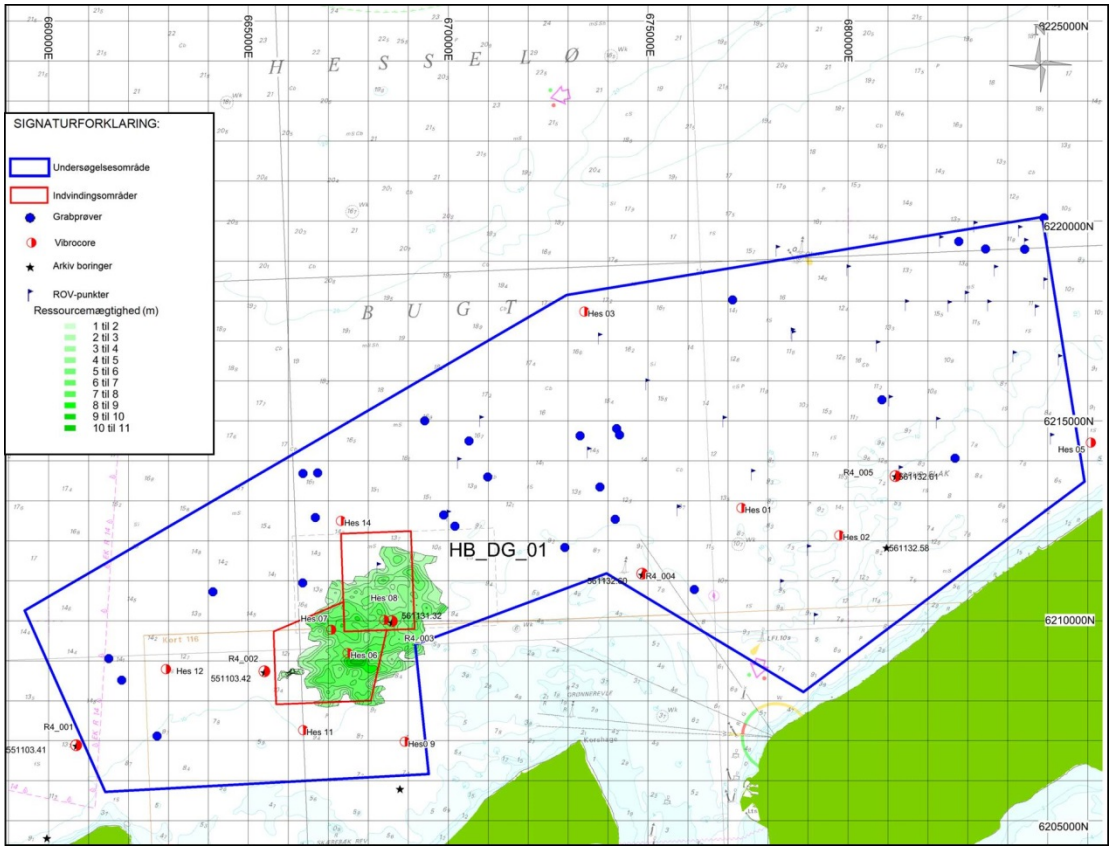
Der er i forbindelse med kortlægningsarbejderne udarbejdet råstofkort over råstofaflejringerne. I Tabel 12 er der opgjort de kortlagte voluminer, dominerende ressourcesammensætning, og forekomstsikkerhed angivet for de enkelte forekomster i Hesselø Bugt området. Den dominerende ressourcetype er fin-mellemkornet sand.

Område	Ressource	Sikkerhed	Type	Volumen i mio m³	F sand	F/M sand	M Sand	M/Gr. sand m grus	Grus og ral
Hesselø Bugt	HB_DG1	Påvist	Glacial	51.1					51.1
	HB_TS1	Påvist	Senglacial	3.6			3.6		
	HB_HS1	Sandsynlig	Hol Marint	1.5		1.5			
	HB_HS2	Sandsynlig	Hol Marint	37.5		37.5			
	HB_HS3	Sandsynlig	Hol Marint	2.7		2.7			
	HB_HS4	Sandsynlig	Hol Marint	64.6		64.6			
	HB_HS5	Påvist	Hol Marint	3.1		3.1			
	HB_HS6	Sandsynlig	Hol Marint	8.9		8.9			
	HB_HS7	Sandsynlig	Hol Marint	21.8		21.8			
	HB_HS8	Sandsynlig	Hol Marint	1.9		1.9			
	HB_HS9	Påvist	Hol Marint	14.4		14.4			
	HB_HS10	Påvist	Hol Marint	1.2		1.2			

Tabel 12 Oversigt over kortlagte ressource forekomster i Hesselø Bugt området

7.3.6.1 Glaciale smeltevandsaflejringer i Hesselø Bugt

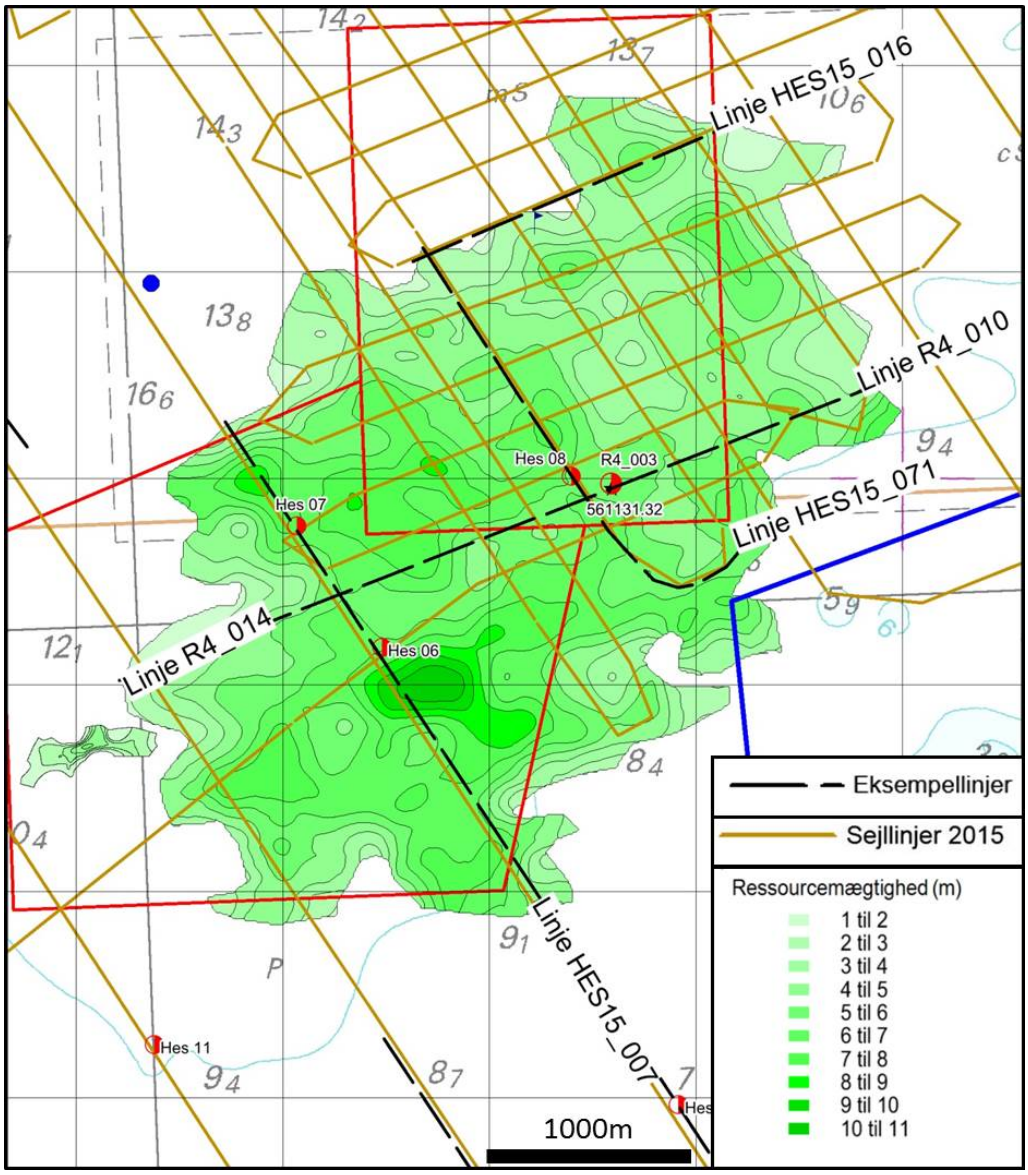
Der er kortlagt et område med glaciale smeltevandsaflejringer i Hesselø Bugt området(Figur 7.3-11). Ressourcen er beliggende i Grønne revle området nordvest for udmundingen af Roskilde Fjord i den sydlige del af Kattegat.



Figur 7.3.11 Kortlagte glaciale smeltevandsressourcer i Hesselø Bugt.

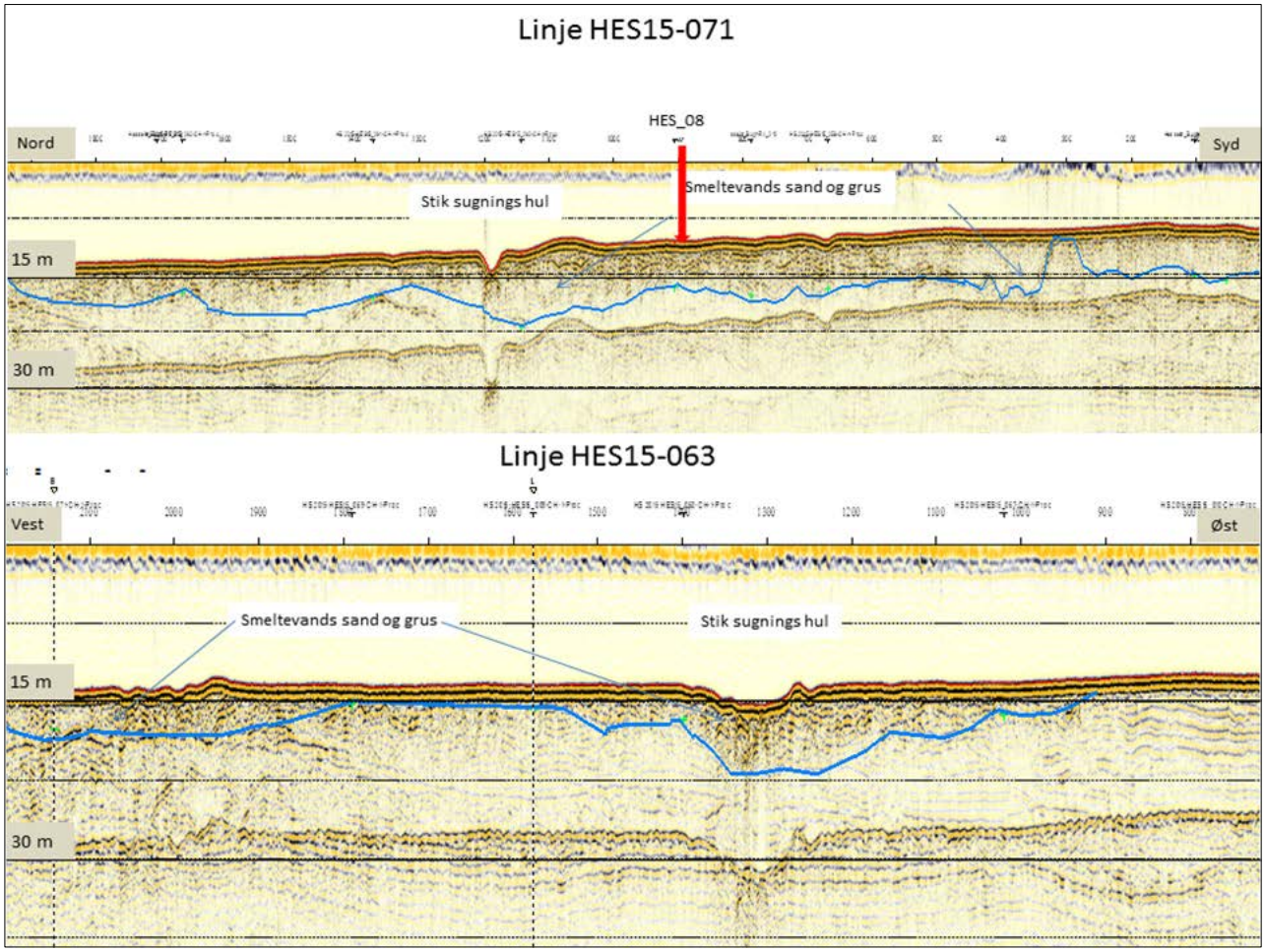
7.3.6.1.1 Ressourceområde HB_DG1

Den kortlagte ressource ligger generelt på vanddybder mellem 7 og 14 m. I indvindingsområderne, hvor der er større stiksugningshuller, er vanddybderne dog ned til 20 m (Bilag C2 Hesselø Bugt).



Figur 7.3.12 Udstrækning og tykkelse af ressourceområde HB_DG1.

Ressourcen består af sandede og grusede/stenede smeltevandssedimenter, der kan være aflejret i forbindelse med Nordøstisens tilbagesmeltning over Kattegat i Sen Weichsel, eller i forbindelse med den Ungbaltiske isfremstød op gennem Storebælt regionen hen over Sjælland.



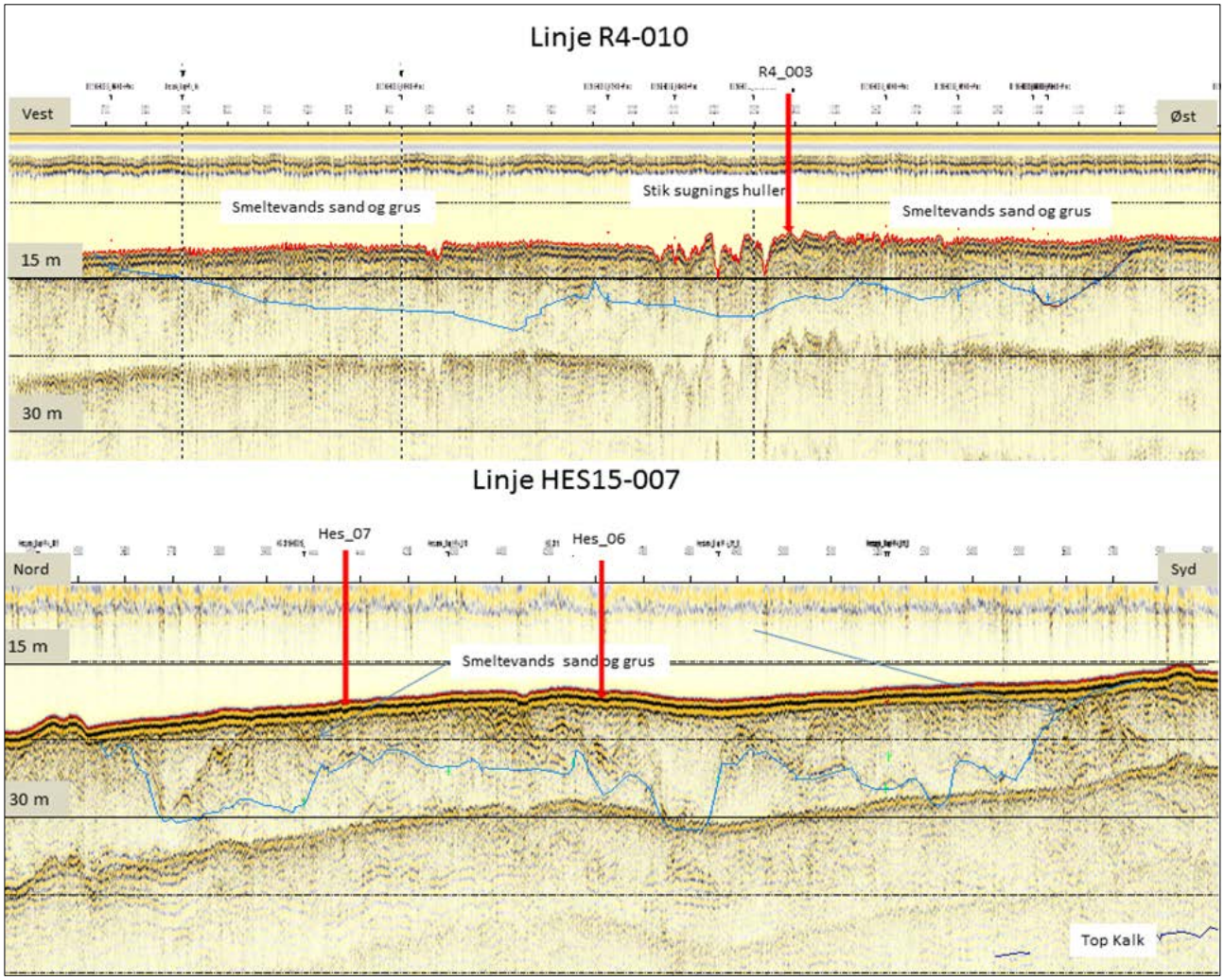
Figur 7.3.13 Seismiske eksempler fra ressourceområde HB_DG1 i Hesselø Bugt (linje HES15_71 øverst og linje HES15_63 nederst). Placeringen af de seismiske linjer er vist i Figur 7.3.12. Den blå linje angiver bunden af ressourcen. Re Der ses her spor efter tidligere stiksugning i indvindingsområdet 536-AA Grønnerevle. Boring HES_8 placeringen fremgår af figuren.

Ressourcen HB_DG1 er dokumenteret ved de 4 boringer. Boringerne HES_6-8 er udført ved denne undersøgelse og R4_003 boringen fra en undersøgelse i området i 2011 (Bilag J). Der er i boringerne boret op til 5 m af ressourcen, der består af groft sand, grus og sten. Ressourcen er ikke gennemboret i nogen af boringerne, men det antages at underlaget er Yngre Yoldia ler eller moræneler.

Der er udført 4 sigteanalyser på prøver fra boringerne HES-6 -8, mens der er lavet kornkurver på 2 prøver fra boring R4_003. Alle 6 prøver viser, at ressourcen består af groft sand/grus med et væsentligt indhold af sten. Det fremgår af borebeskrivelserne, at der er et større indhold af sten i flere intervaller i boringerne (Bilag J).

Ressourcen, som betegnes som glaciale smeltevandsaflejring, der indeholder groft sand med et stort indhold af grus og sten. Ressourcen har en maksimal tykkelse på 11 m og en arealmæssig udstrækning på 8,7 km^2 (Figur 7.3.12). Volumenet er på baggrund af de seismiske tolkninger beregnet til 51.3 mio. m^3, med en estimeret indvindelig råstofressource på 40.7 mio. m^3. Råstofområdet dækker de to indvindingsområder 536_AA Grønne Revle og 536_BA (Figur 7.3.12). Der er i 2015 samlet indvundet i de 2 området 80.000 m^3. Der gennemført petrografiske analyser på 4 prøver fra boringerne HES_06, -07 og -08, der alle viser et stort indhold af porøs flint 1,4 til 9,3 %, hvor der i fraktionen 2-4 mm er op til 16 %. Der er ikke fortaget

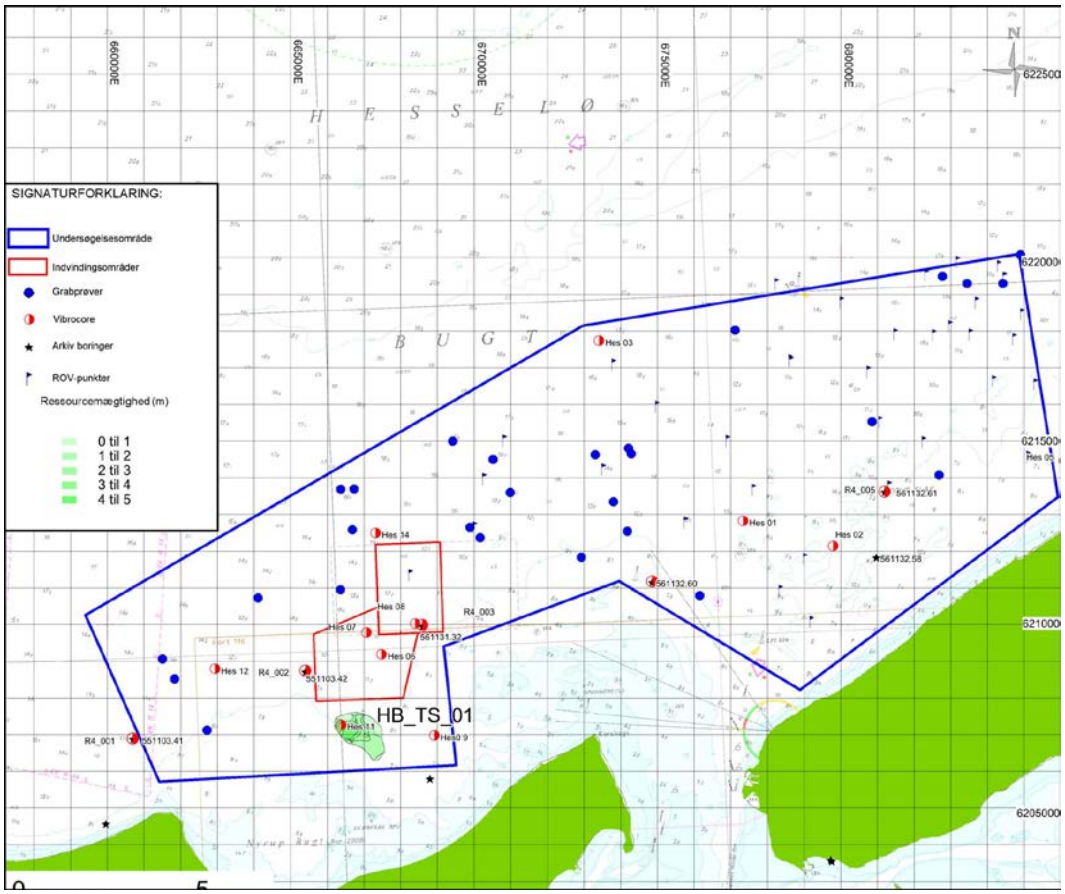
tilsvarende analyser på stenindholdet, idet der ikke er materiale nok til petrografiske analyser i vibrocorer kernerne.
Smeltevandsaflejringerne udfylder et underlag af ældre aflejringer der er formet af smeltevand for gletsjer afsmeltningen. Det fylder de lavninger ud og dermed udjævner den lidt urolige overflade som er formet af smeltevandet (Figur 7.3.13 og Figur 7.3.14).



Figur 7.3.14 Seismiske eksempler fra ressourceområde HB_DG1 i Hesselø Bugt (linje R4_010 øverst og linje HES15_007 nederst). Placeringen af de seismiske linjer er vist i Figur 7.3.12. Den blå linje angiver bunden af ressourcen. Der ses her spor efter tidligere stiksugning i indvindingsområdet 536-AA Grønnerevle. Boringernes placering fremgår af de seismiske illustrationer samt (Figur 7.3.12).

7.3.6.2 Senglaciale aflejringer i Hesselø Bugt

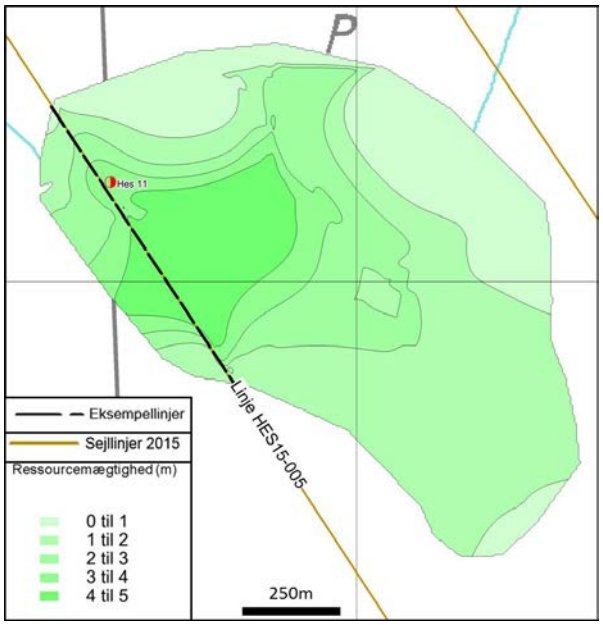
Der er kortlagt en senglacial sandforekomst i Hesselø Bugt området. Ressourcen er beliggende i området nordvest for udmundingen af Roskilde Fjord i den sydlige del af Kattegat (Figur 7.3.15).



Figur 7.3.15 Kortlagte senglaciale ressourcer i Hesselø Bugt.

7.3.6.2.1 Ressourceområde HB_TS1

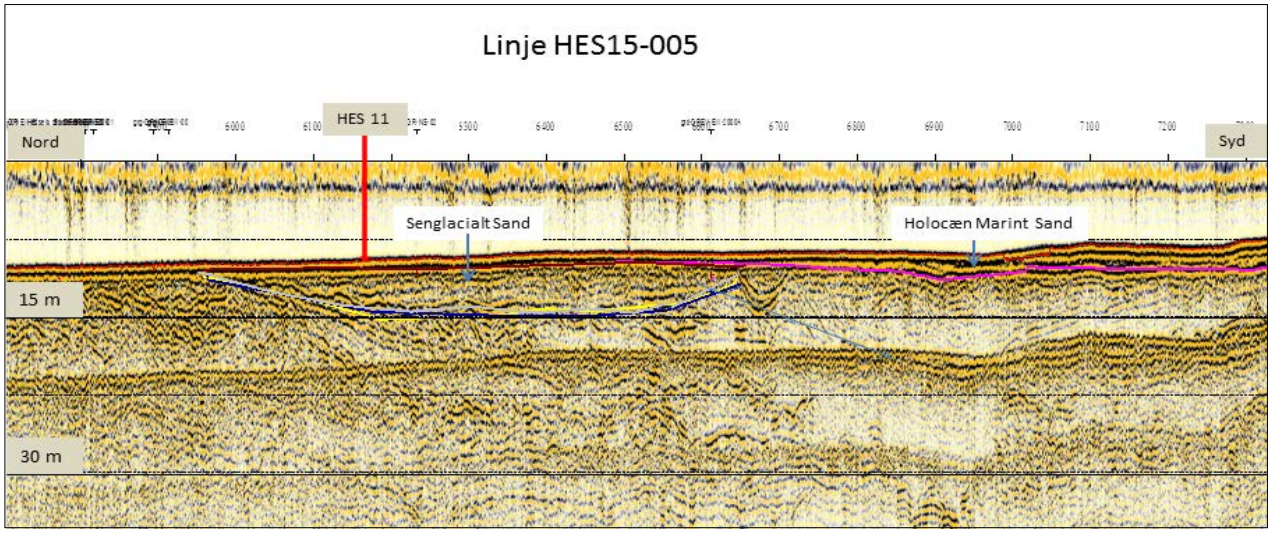
Den kortlagte ressource ligger på vanddybder mellem 8 og 10 m. Ressourcen er kategoriseret som senglaciale ferskvandsaflejring, der indeholder mellemkornet sand.



Figur 7.3.16 Udstrækning og tykkelse af Ressourceområdet HB_TS_01. På figuren er desuden angivet de placeringen af de seismiske linjer, der er anvendt til illustration af ressourcen samt placering af boringer.

Ressourcen HB_TS1 er dokumenteret ved boringen HES_11 (Bilag J), hvor der er påvist 2 m mellemkornet ferskvandssand med spredte sten. Sandet overlejrer senglacialt ler, der afgrænser forekomsten nedadtil. Boringer gennemborer ikke de senglaciale aflejringer.

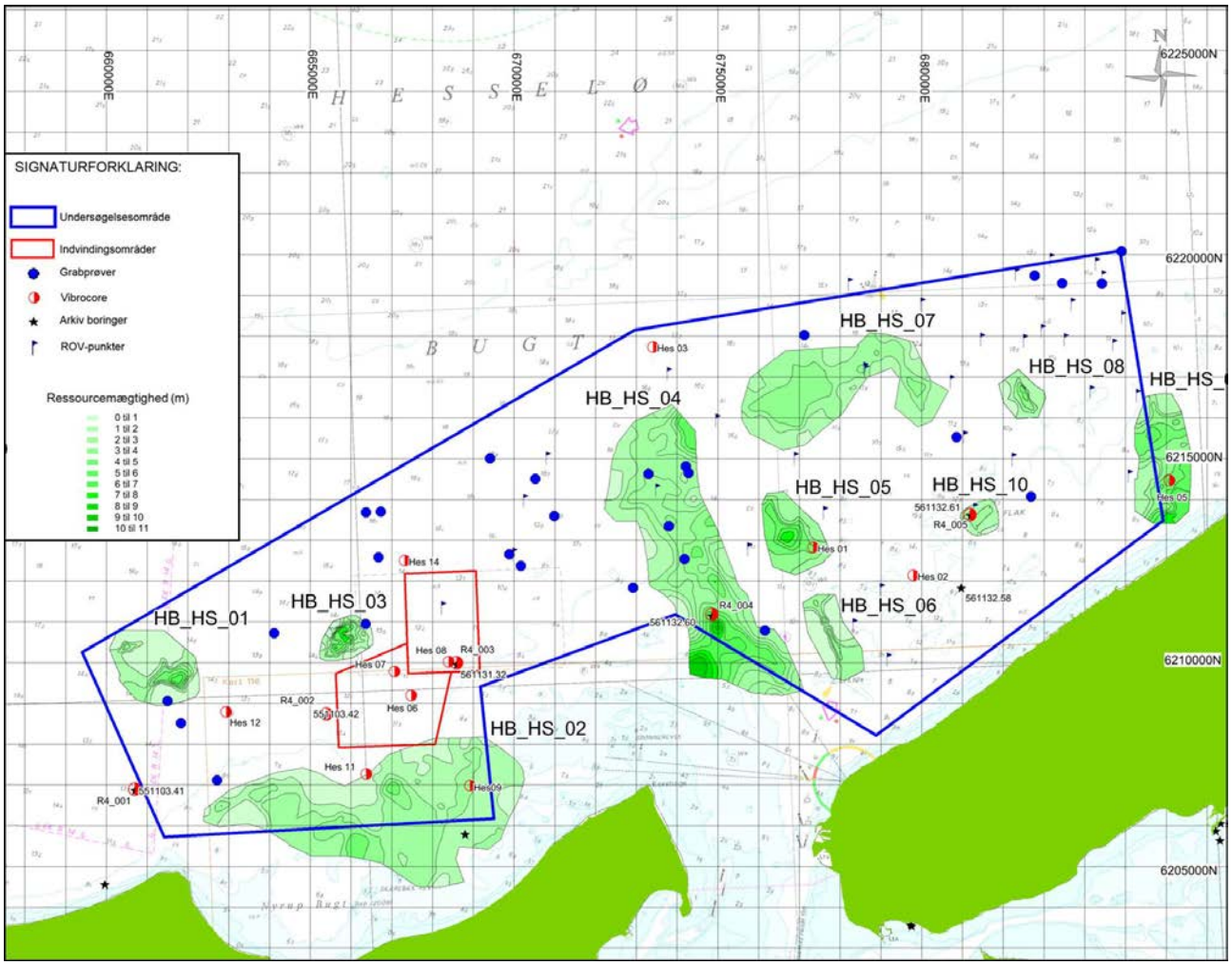
Den maksimale tykkelse af ressourcen inden for det kortlagte område er ca. 5 m og den arealmæssige udstrækning er på 1.8 km^2 (Figur 7.3.16). Det samlede volumen af forekomsten er beregnet til 3.5 mio. m3, mens en estimerede indvindelig råstofmængde er på 1.9 mio. m3, idet der efterlades 1 m ressource i området efter indvinding. Råstofressourcen dækkes delvist af ressourceområde HB_HS2 (Figur 7.3.21 og Figur 7.2.22) der er beskrevet i afsnit 7.3.6.3.2. Denne overliggende holocæne ressource har samme råstofegenskaber som denne senglaciale ressource, hvorfor det forventes at de 2 ressourcer vil kunne indvindes samtidig. De samlede indvindelige ressourcer vil blive større, end hvis de 2 ressourcer lå hver for sig, idet restvolumenet der ikke kan indvindes, beregnes som den nederste 1 meter af den kombinerede ressource. Der har ikke fundet indvinding sted i området.



Figur 7.3.17 Seismiske eksempler fra ressourceområde HB_TS1 i Hesselø Bugt. Placeringen af de seismiske linjer er vist i Figur 7.3.16. Den blå linje angiver bunden af ressourcen, mens den bordeaux linje angiver bunden af den Holocæne ressource HB_HS2. HES_11 boringernes placering fremgår af den seismiske illustration samt (Figur 7.3.16).

7.3.6.3 Holocæne Marine aflejringer

Der er kortlagt 10 Holocæne marine sand forekomster i Hesselø Bugt området. De 10 ressourcer er fordelt ud over hele undersøgelsesområdet (Figur 7.3.18). Der er fundet holocænt marint mellem til finkornet sand med en mægtighed på over 1 m i 6 boringer i Hesselø Bugt området (Tabel 13). Der er udført kornstørrelsesanalyser på 5 prøver fra de 6 boringer (Bilag J). Samtlige analyser viser en korstørrelsesfordeling med fint til mellemkornet sand. Resultaterne er anvendt til vurdering af råstofindholdet i samtlige holocæne ressourcer, der er kortlagt i området. På grund af korstørrelsesfordelingen er der ikke lavet petrografiske analyser på de holocæne råstofressourcer, idet det vurderes, at materialet er for finkornet som tilslagsmateriale til beton. Det må forventes at ressourcer vil kunne anvendes som fyldmaterialer.



Figur 7.3.18 Kortlagte holocæne marine ressourcer i Hesselø Bugt.

Boring nr.	Ressourcetykkelse i m	Ressourcesammensætning
232-21-536047	2.1 m	M Sand
HES 1	3.5 m	F-mF Sand
HES 5	2.5 m	M/F Sand
HES 14	1.7 m	F Sand
R4_004	5.0 m	M/F Sand
R4_005	1.1 m	F/M Sand

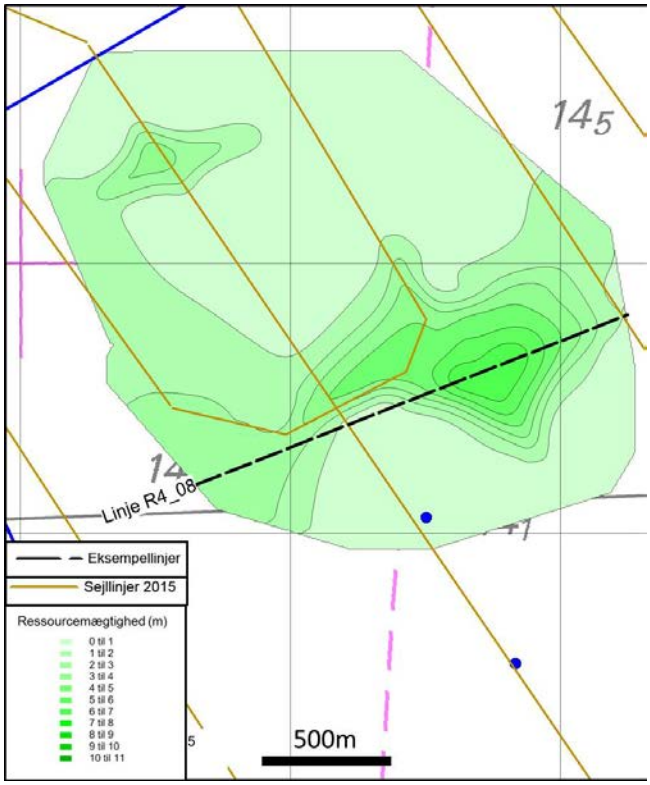
Tabel 13 Ressource tykkelser og kvalitet i boringer Hesselø Bugt.

7.3.6.3.1 Ressourceområde HB_HS1

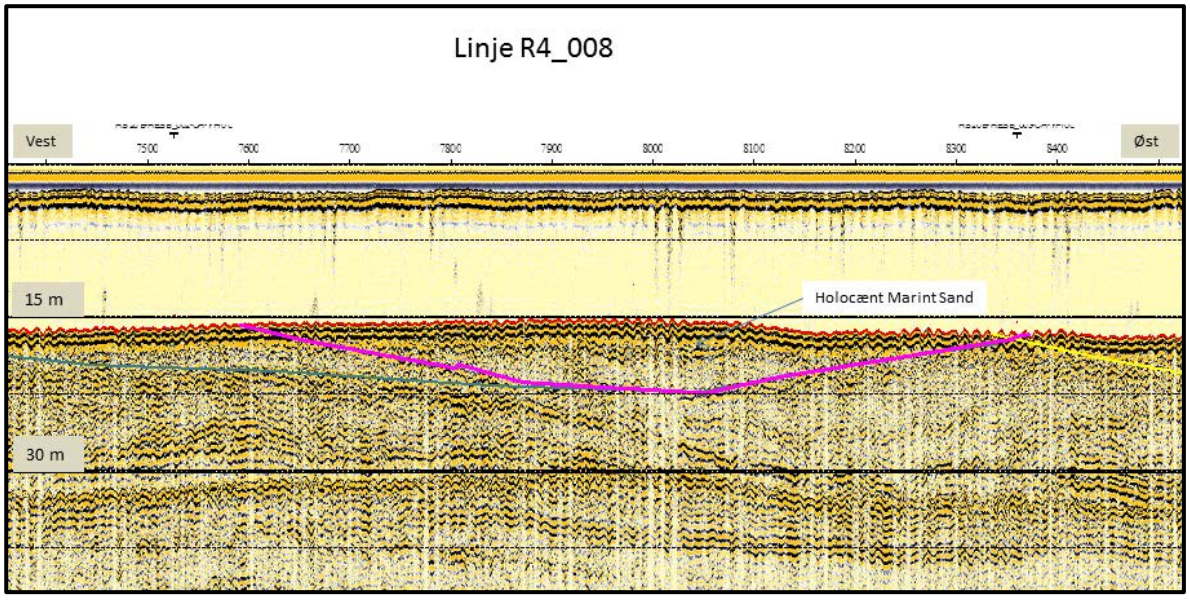
Den kortlagte ressource er beliggende i den vestligste del af undersøgelsesområdet. Den ligger på vanddybder på mellem -14 og -16 m. Ressourcen består af fin til mellemkornet sand med spredt grus og stenindhold aflejret som udfyld af lavninger og stedvis som flakudbygning under et tidligere lavere havniveau (Figur 7.3.19). Det forventes, at ressourcerne har et indhold af mere recent aflejret sand. Ressourcen er ikke påvist ved vibrocorer boringer i forbindelse med de nuværende undersøgelser (Figur 7.4.14).

Ressourcen har varierende mægtighed med en maksimal mægtighed på ca. 7 m i den sydlige del af forekomsten (Figur 7.3.20). Det samlede volumen af forekomsten er beregnet til 5,1 mio. m^3, mens en

estimeret indvindelig råstofmængde er på 2,3 mio. m^3, idet der efterlades 1 m ressource i området efter indvinding.



Figur 7.3.19 Udstrækning og tykkelse af ressourceområde HB_HS1. På figuren er desuden angivet de placeringen af de seismiske linjer, der er anvendt til illustration af ressourcen.

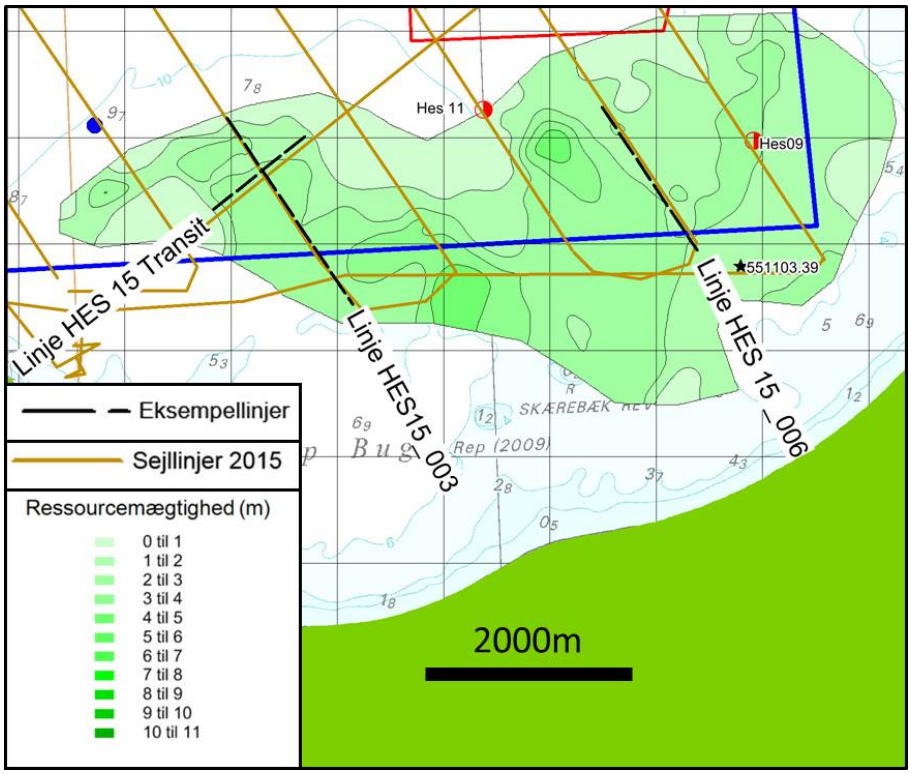


Figur 7.3.20 Seismiske eksempler fra ressourceområde HB_HS1 i Hesselø Bugt. Placeringen af de seismiske linjer er vist i Figur 7.3.19. Den blå linje angiver bunden af Senglaciale aflejringer, mens den bordeaux linje angiver bunden af den Holocæne ressource HB_HS1 ressourcen.

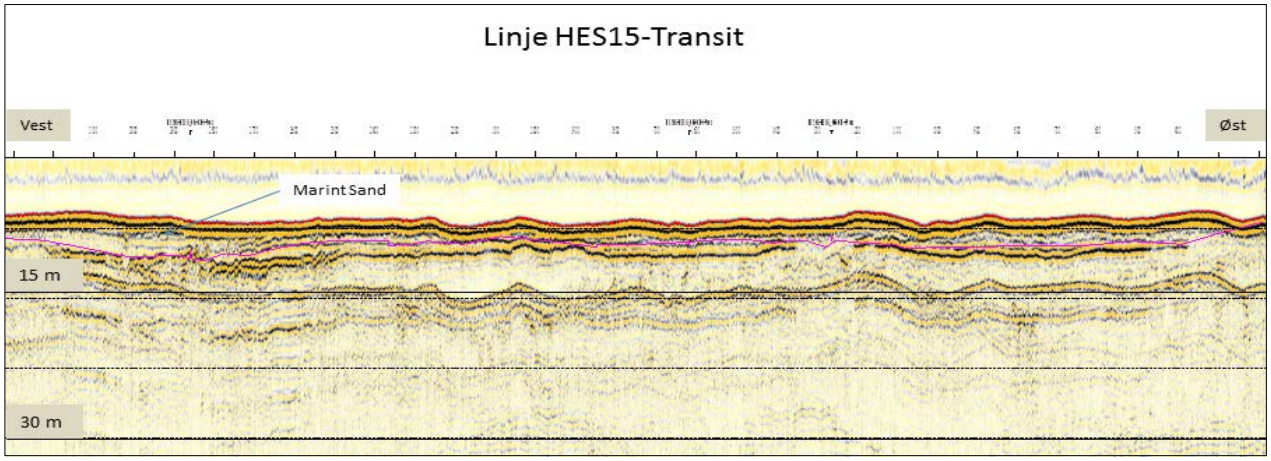
7.3.6.3.2 Ressourceområde HB_HS2

Den kortlagte ressource er beliggende i den sydvestlige del af undersøgelsesområdet nær nordkysten af Sjælland (Figur 7.3.21) med vanddybder mellem 6 og 11 m. Der er udført 2 boringer forbindelse med de nuværende undersøgelser. Boringerne ligger marginalt på forekomsten, og den ene, Hes-11 indeholder kun senglaciale ferskvandsaflejringer, mens den anden indeholder finkornet sand. Det forventes, at strukturen indeholder fin til mellemkornet sand, som der er set i en række andre boringer i området.

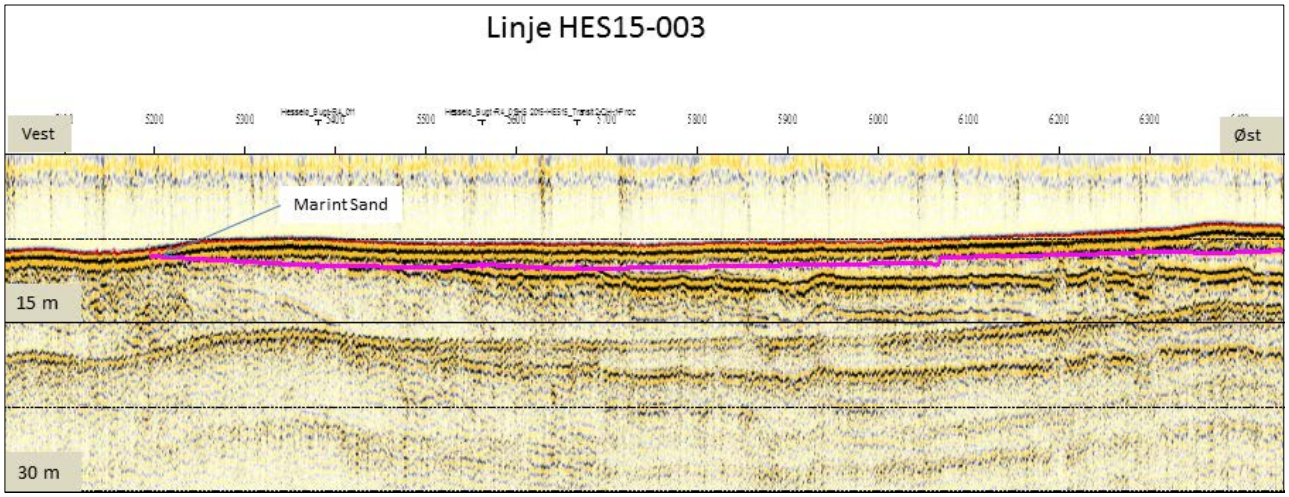
Ressourcen udfylder lavninger og er delvist aflejret ved tidligere flakudbygning under et tidligere lavere havniveau (Figur 7.3.4). Det forventes, at dele af ressourcerne er recent til subrecent aflejret sand. Ressourcen har en stor udstrækning på omkring 17 km^2 med varierende mægtighed med en maksimal tykkelse på 6 m (Figur 7.3.21, -22 og -23). Det samlede volumen af forekomsten er beregnet til 37,5 mio. m^3, mens en estimerede indvindelig råstofmængde er på 20,3 mio. m^3, idet der efterlades 1 m ressource i området efter indvinding.



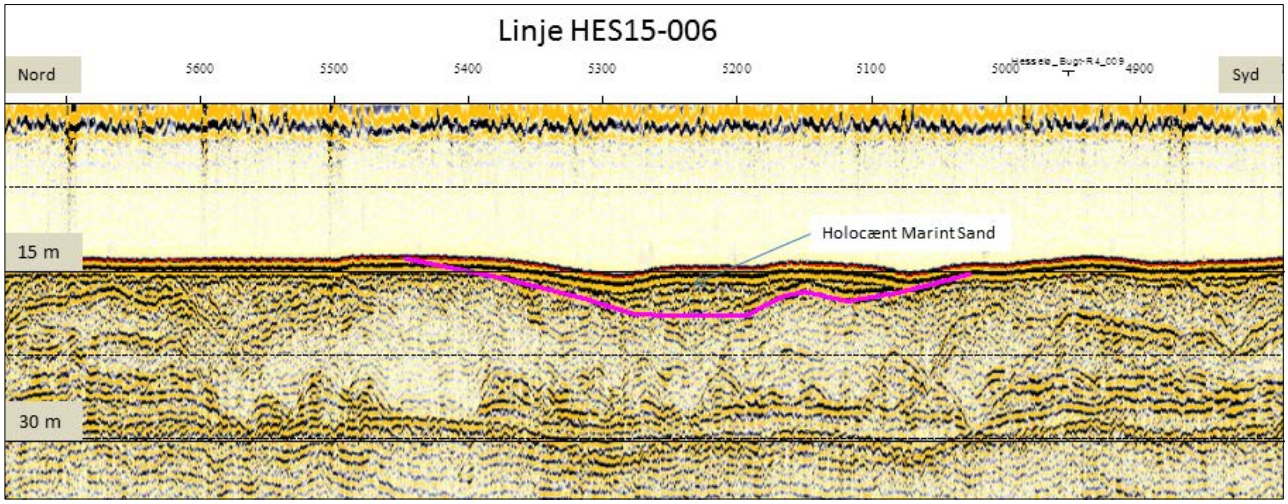
Figur 7.3.21 Udstrækning og tykkelse af ressourceområde HB_HS2.På figuren er desuden angivet de placeringen af de seismiske linjer, der er anvendt til illustration af ressourcen samt placering af boringer.



Figur 7.3.22 Seismiske eksempler fra ressourceområde HB_HS2 i Hesselø Bugt. Placeringen af de seismiske linjer er vist i Figur 7.3.21. Den bordeaux linje angiver bunden af den Holocæne ressource HB_HS2 ressourcen.



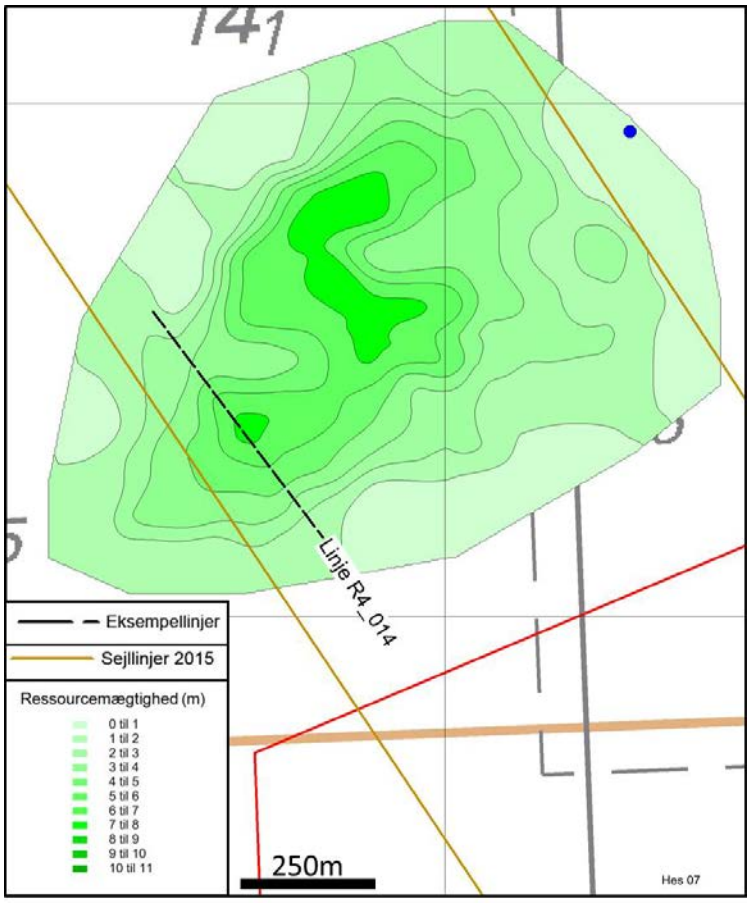
Figur 7.3.23 Seismiske eksempler fra ressourceområde HB_HS2 i Hesselø Bugt. Placeringen af de seismiske linjer er vist i Figur 7.3.21. Den bordeaux linje angiver bunden af den Holocæne ressource HB_HS2 ressourcen



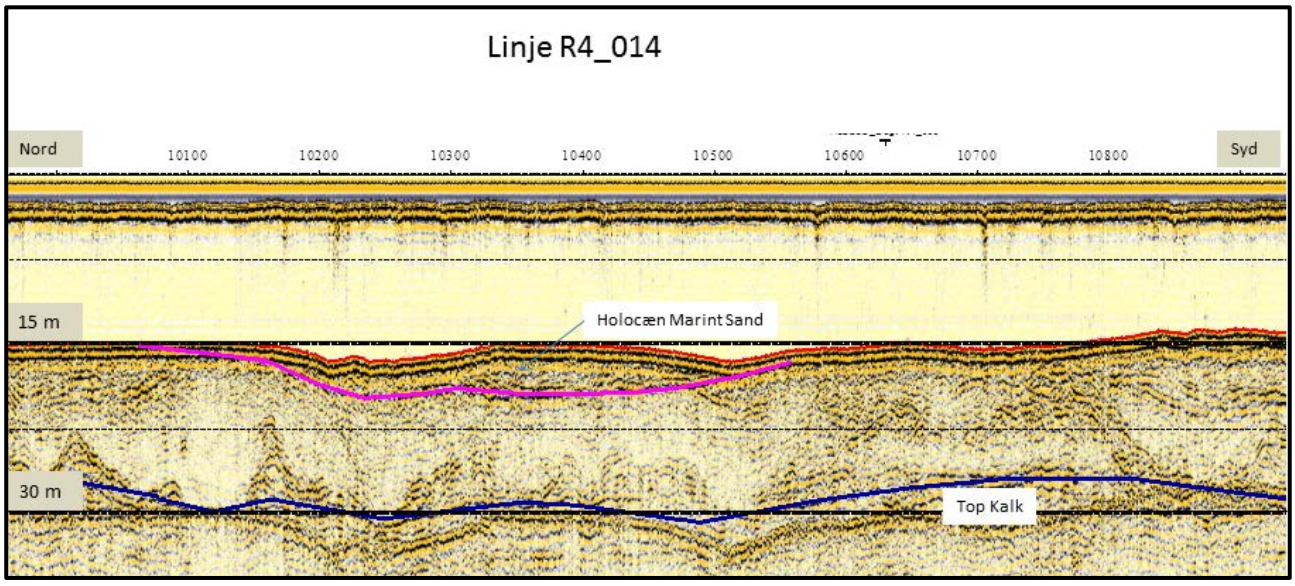
Figur 7.3.24 Seismiske eksempler fra ressourceområde HB_HS2 i Hesselø Bugt. Placeringen af de seismiske linjer er vist i Figur 7.3.19. Den mørke blå linje angiver toppen af kalkoverfladen, mens de gule linje angiver bunden af Senglaciale aflejringer og den bordeaux linje angiver bunden af den Holocæne ressource HB_HS2 ressourcen

7.3.6.3.3 Ressourceområde HB_HS3

Den kortlagte ressource ligger centralt i den vestlige del af undersøgelsesområdet på vanddybder mellem 14 og 15 m. (Figur 7.3.25). Der er ikke udført boringer forbindelse med de nuværende undersøgelser inden for råstofressourcen. Det forventes ud fra de øvrige boringer, der ligger i området, at strukturen indeholder fin til mellemkornet sand. Ressourcen udfylder lavninger og blev aflejret under et tidligere lavere havniveau (Figur 7.3.4). Ressourcen dækker et område på ca. 1 km^2, og har en varierende mægtighed, med en maksimal tykkelse på 7 m (Figur 7.3.26). Det samlede volumen af forekomsten er beregnet til 2,7 mio. m^3, mens en estimeredt indvindelig råstofmængde er på 1,8 mio. m^3, idet der efterlades 1 m ressource i området efter indvinding.



Figur 7.3.25 Udstrækning og tykkelse af ressourceområde HB_HS3. På figuren er desuden angivet placeringen af de seismiske linjer, der er anvendt til illustration af ressourcen.

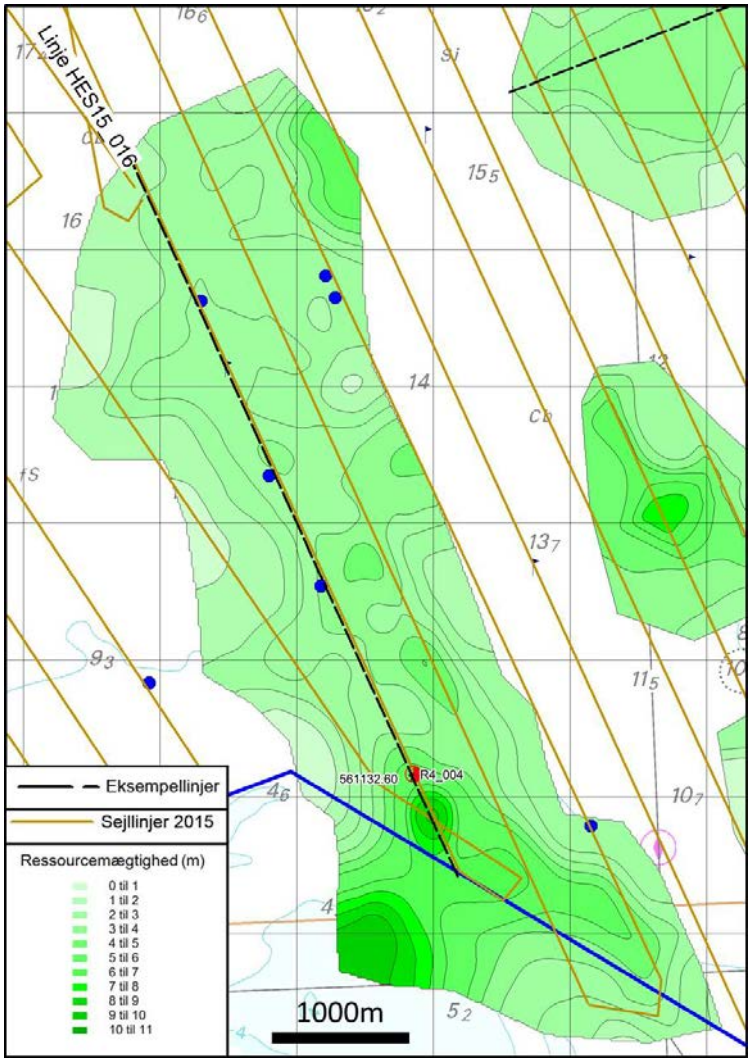


Figur 7.3.26 Seismiske eksempler fra ressourceområde HB_HS3 i Hesselø Bugt. Placeringen af de seismiske linjer er vist i Figur 7.3.25. Den mørke blå linje angiver toppen af kalkoverfladen, mens den bordeaux linje angiver bunden af den Holocæne ressource HB_HS3 ressourcen

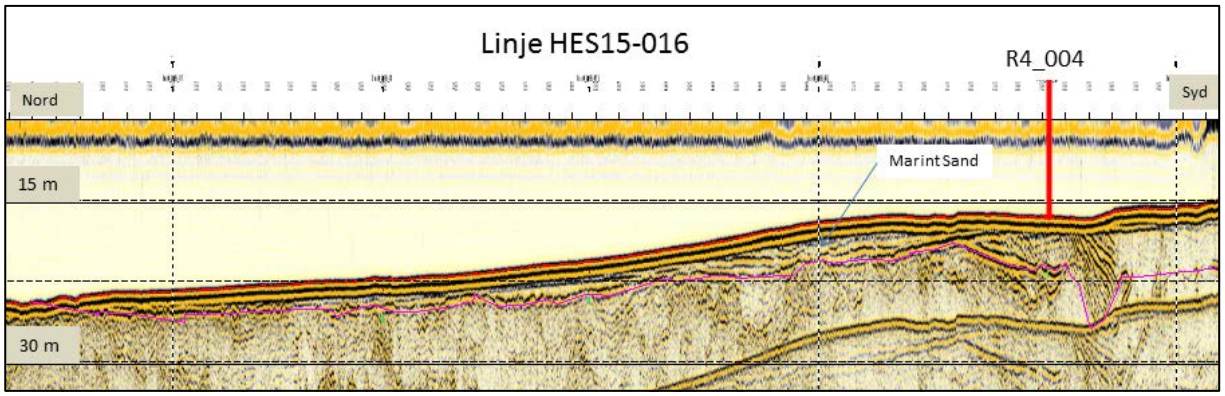
7.3.6.4 Ressourceområde HB_HS4

Den kortlagte ressource ligger centralt i undersøgelsesområdet på vanddybder mellem 6 og 17 m. Der er udført 1 boring (R4_004) forbindelse med tidligere undersøgelser i området i 2011. Boringen ligger centralt på den sydlige del af forekomsten (Figur 7.3.27). Den gennemborer forekomsten og påtræffer morænelersaflejringer i 5 m dybde. Ressourcen er holocæn marin med mellemkornet sand i de øverste 2 m, hvorefter kornstørrelse aftager med dybden til fint sand. Der er udført kornstørrelsesanalyser i de øverste 2 m, som viser mellem til grovkornet sand, desuden er der enkelte sten i intervallet.

Det forventes, dels ud fra boringen samt øvrige boringer i området, at den samlede ressource består af mellem til finkornet sand. Ressourcen er delvis en flakudbygning, hvilket bl.a. fremgår af krydslejringerne på den seismiske linje R4-101 (Figur 7.3.28), mens den udfylder lavninger andre steder på strukturen (Linje R4-007) (Figur 7.3.28), der alle er aflejret under et tidligere lavere havniveau. Ressourcen dækker et område på ca. 17 km^2. Den har varierende mægtighed, med en maksimal tykkelse på op til 11 m (Figur 7.3.27). Det samlede volumen af forekomsten er beregnet til 64,6 mio. m^3, mens en estimeret indvindelig råstofmængde er på 47,4 mio. m^3, idet der efterlades 1 m ressource i området efter indvinding.



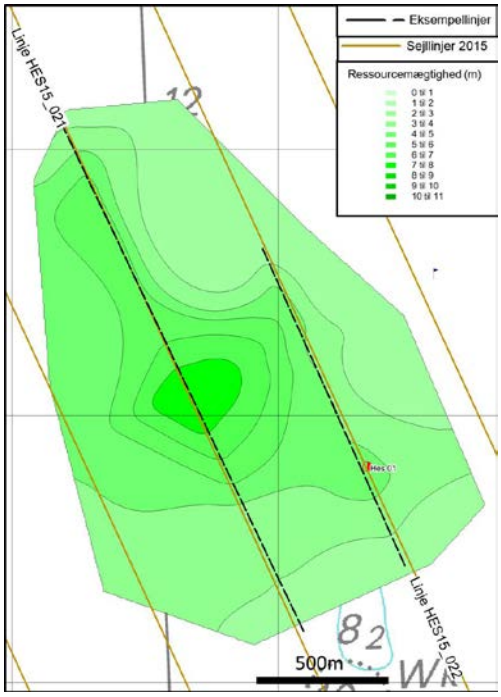
Figur 7.3.27 Udstrækning og tykkelse af ressourceområde HB_HS4. På figuren er desuden angivet de placeringen af de seismiske linjer, der er anvendt til illustration af ressourcen.



Figur 7.3.28 Seismiske eksempler fra ressourceområde HB_HS4. Ressourcen er aflejret på et kuperet hældende underlag af moræne og senglaciale aflejringer og en flakdannelse bygger ud mod øst. Boring R4_004 indeholder 5 m marint sand. Den mørke blå linje angiver toppen af kalkoverfladen, mens den bordeaux linje angiver bunden af den Holocæne ressource HB_HS4 ressourcen. Placeringen af de seismiske linjer er vist i Figur 7.3.25

7.3.6.5 Ressourceområde HB_HS5

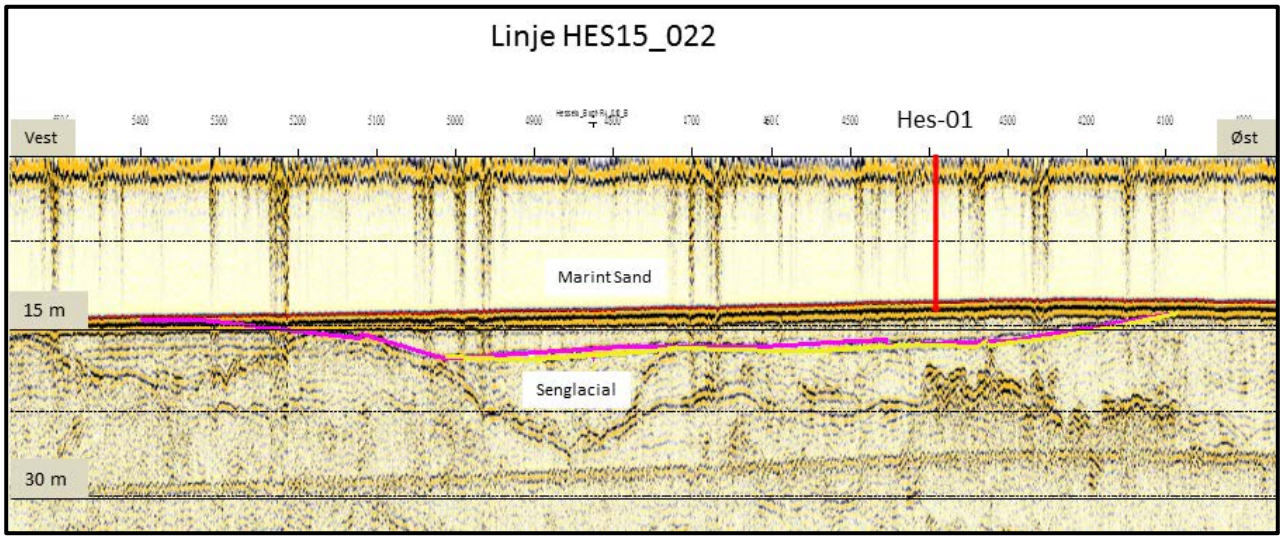
Den kortlagte ressource ligger umiddelbart nord for HB_HS5 på vanddybder mellem 10 og 14 m (Figur 7.3.29). Der er udført en boring (Hes-001) i forbindelse med de nuværende undersøgelser i området. Boringen ligger centralt på den sydlige del af forekomsten (Figur 7.3.29). Den gennemborer forekomsten og påtræffer veksellejrede senglacialt lerede og finsandsintervaller i 3,5 m dybde. Ressourcen er Holocæn marin med finkornet sand i boringen. Der er udført kornstørrelsesanalyser i de øverste 2 m, der viser mellem til grovkornet sand, og desuden er der enkelte sten i intervallet.



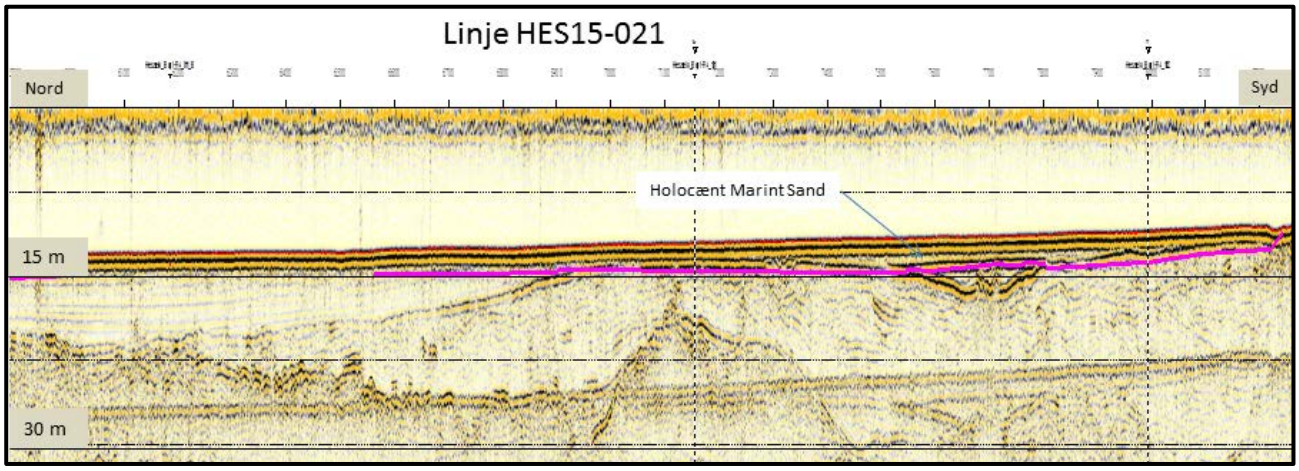
Figur 7.3.29 Udstrækning og tykkelse af ressourceområde HB_HS5. På figuren er desuden angivet de placeringen af de seismiske linjer, der er anvendt til illustration af ressourcen, samt placering af boring.

Det forventes, dels ud fra boringen samt øvrige boringer i området, at den samlede ressource består af mellem til finkornet sand. Ressourcen udfylder lavninger under strukturen (Linje Hes15-021 og Hes15-022),

der er aflejret under et tidligere lavere havniveau (Figur 7.3.30 og Figur 7.3.31). Ressourcen dækker et område på ca. 2.6 km^2. Den har varierende mægtighed med en maksimal tykkelse på op til 11 m (Figur 7.3.29). Det samlede volumen af forekomsten er beregnet til 3,1 mio. m^3, mens en estimerede indvindelig råstofmængde er på 1,3 mio. m^3, idet der efterlades 1 m ressource i området efter indvinding.



Figur 7.3.30 Seismiske eksempler fra ressourceområde HB_HS5. Ressourcen udfylder de dybere dele af et svagt hældende underlag af moræne og senglaciale aflejringer. Boring Hes_001 indeholder 3.5 m finkornet holocænt marint sand. Den bordeaux linje angiver bunden af den Holocæne ressource. Placeringen af de seismiske linjer er vist i Figur 7.3.25

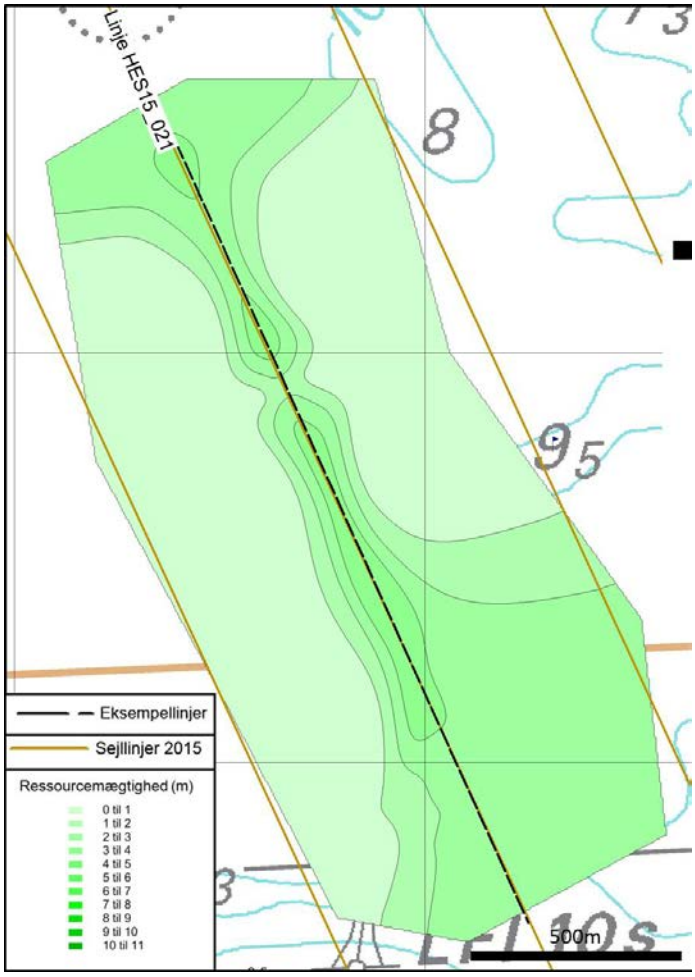


Figur 7.3.31 Seismiske eksempler fra ressourceområde HB_HS5. Ressourcen udfylder de dybere dele af et svagt hældende underlag af moræne og senglaciale aflejringer. Ressourcen er finkornet holocænt marint sand. Den bordeaux linje angiver bunden af den Holocæne ressource. Placeringen af de seismiske linjer er vist i Figur 7.3.29.

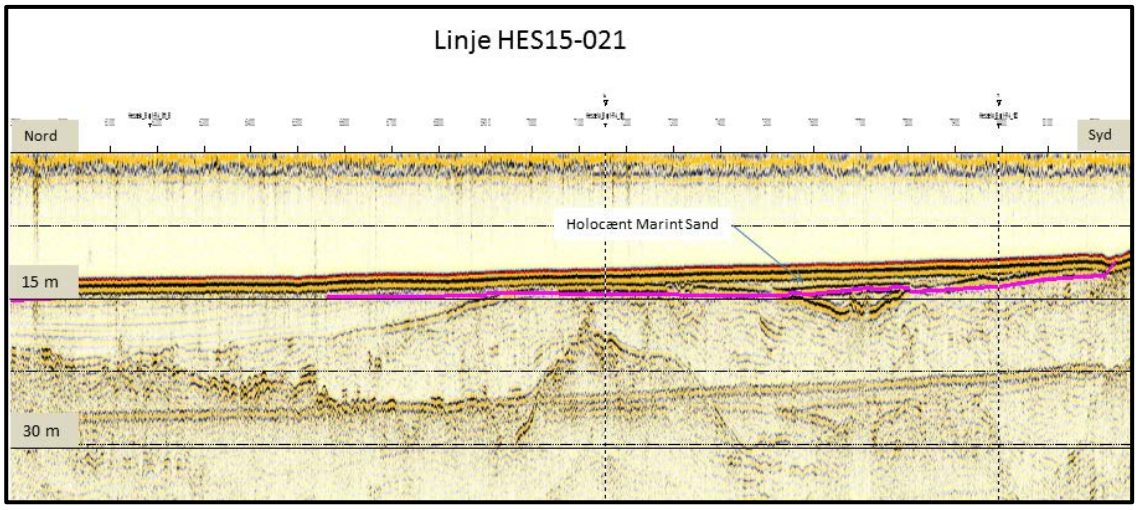
7.3.6.6 Ressourceområde HB_HS6

Ressourcen er lokaliseret centralt i den sydlige del af undersøgelsesområdet (Figur 7.3.32) og ligger på vanddybder mellem 10 og 12 m. Der er ikke udført boringer forbindelse med de nuværende undersøgelser eller tidligere inden for råstofressourcen. Det forventes ud fra de øvrige boringer, der ligger i området, at strukturen indeholder fin til mellemkornet sand. Ressourcen udfylder de dybere dele af et svagt hældende underlag. Det tolkes at råstofressourcen er aflejret under et tidligere lavere havniveau. Ressourcen dækker et

område på ca. 2,5 km^2 og har varierende mægtigheder med en maksimal tykkelse på 7 m (Figur 7.3.33). Det samlede volumen af forekomsten er beregnet til 8,9 mio. m^3, mens den estimerede indvindelige råstofmængde er på 6,7 mio. m^3, idet der efterlades 1 m ressource i området efter indvinding.



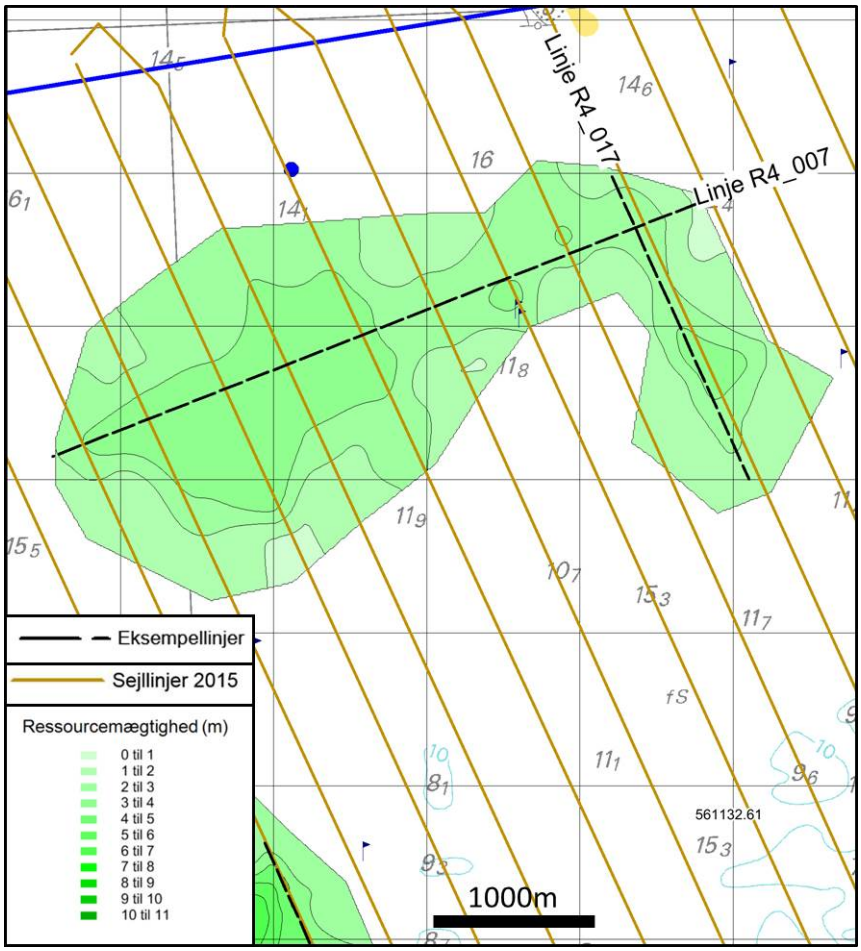
Figur 7.3.32 Udstrækning og tykkelse af ressourceområde HB_HS6. På figuren er desuden angivet placeringen af de seismiske linjer, der er anvendt til illustration af ressourcen.



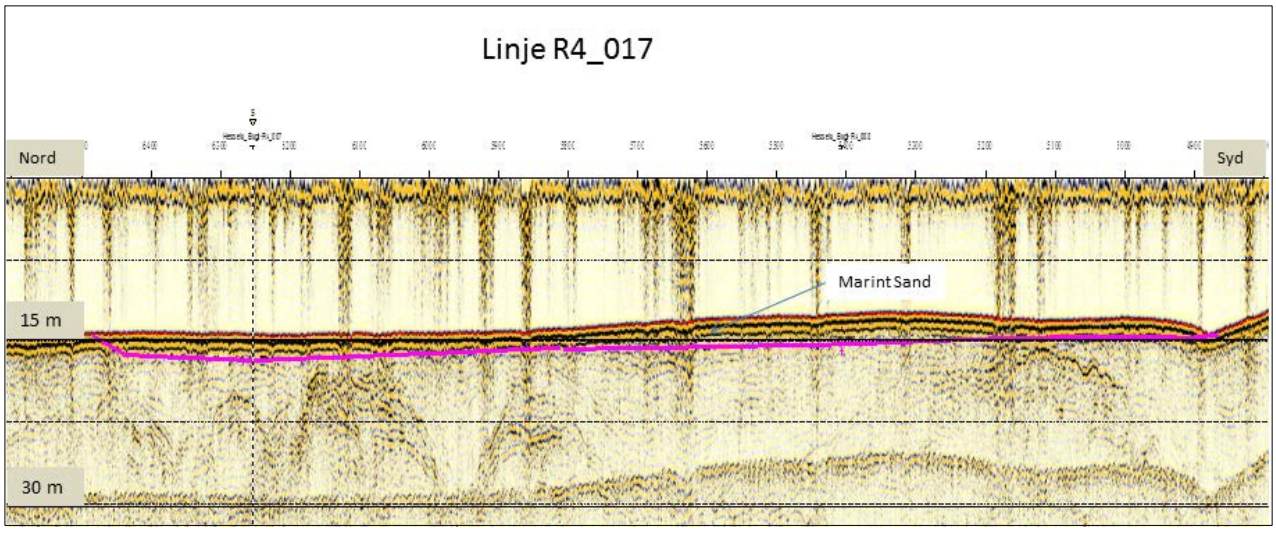
Figur 7.3.33 Seismiske eksempler fra ressourceområde HB_HS6. Ressourcen udfylder de dybere dele af et svagt hældende underlag af moræne og senglaciale aflejringer. Den bordeaux linje angiver bunden af den Holocæne ressource HB_HS5 ressourcen. Placeringen af de seismiske linjer er vist i Figur 7.3.25

7.3.6.7 Ressourceområde HB_HS7

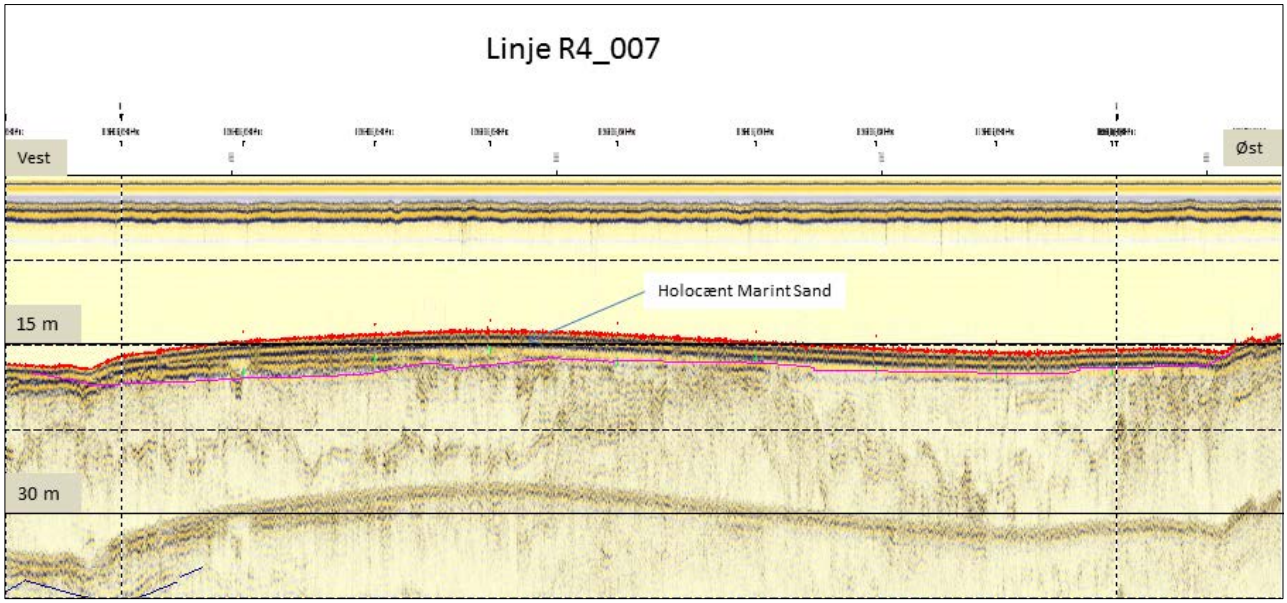
Ressourcen er lokaliseret i den nordøstlige del af undersøgelsesområdet (Figur 7.3.34) og ligger på vanddybder mellem 12 og 16 m. Der er ikke udført boringer forbindelse med de nuværende eller tidligere undersøgelser inden for råstofressourcen. Det forventes ud fra de øvrige boringer, der ligger i området, at strukturen indeholder fin til mellemkornet sand. Ressourcen er en banke, der udfylder de dybere dele af et svagt kuperet underlag. Det tolkes, at råstofressourcen er aflejret under et tidligere lavere havniveau. Den dækker et område på ca.11 km^2 og har en varierende mægtighed med en maksimal tykkelse på 5 m (Figur 7.3.35 og Figur 7.3.36). Det samlede volumen af forekomsten er beregnet til 21,7 mio. m^3, mens den estimerede indvindelige råstofmængde er på 11,6 mio. m^3, idet der efterlades 1 m ressource i området efter indvinding.



Figur 7.3.34 Udstrækning og tykkelse af ressourceområde HB_HS7. På figuren er desuden angivet placeringen af de seismiske linjer, der er anvendt til illustration af ressourcen.



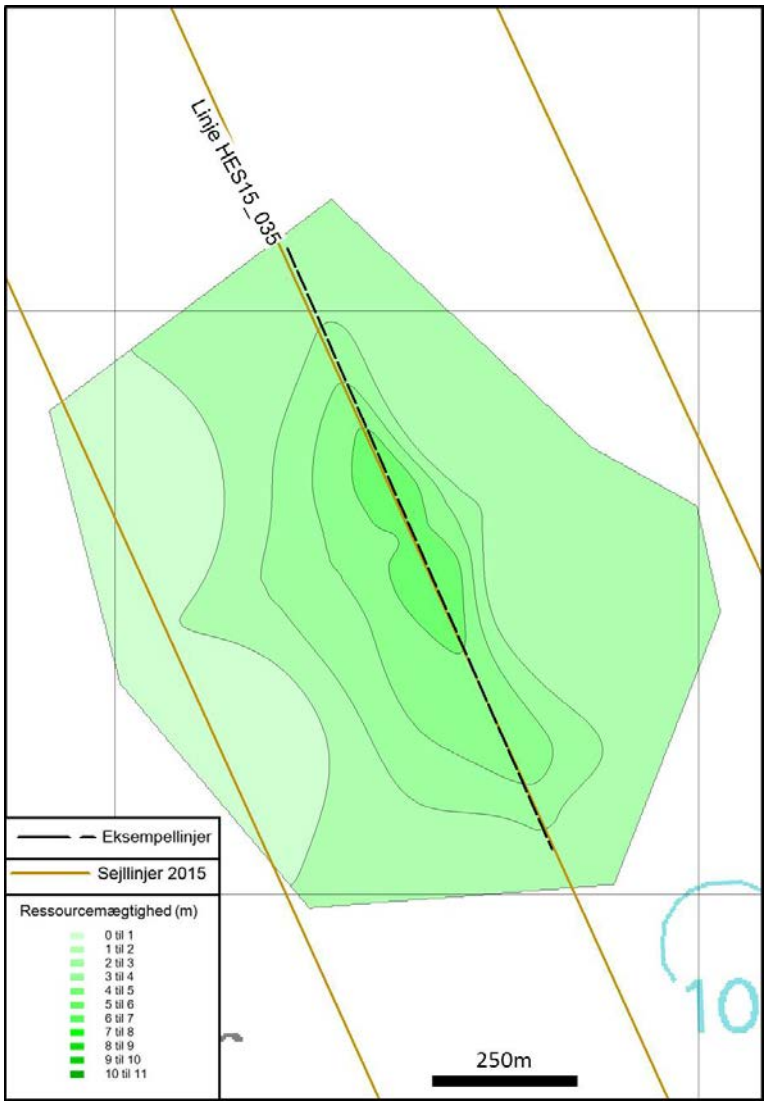
Figur 7.3.35 Seismiske eksempler fra ressourceområde HB_HS7. Ressourcen har banke form og udfylder de dybere dele af et svagt hældende underlag af moræne og senglaciale aflejringer. Ressourcen er fin til mellemkornet holocænt marint sand. Den bordeaux linje angiver bunden af den Holocæne ressource. Placeringen af de seismiske linjer er vist i Figur 7.3.25



Figur 7.3.36 Seismisk eksempel fra ressourceområde HB_HS7. Ressourcen udfylder de dybere dele af et svagt hældende underlag af moræne og senglaciale aflejringer. Ressourcen er finkornet holocænt marint sand. Den bordeaux linje angiver bunden af den Holocæne ressource HB_HS7.

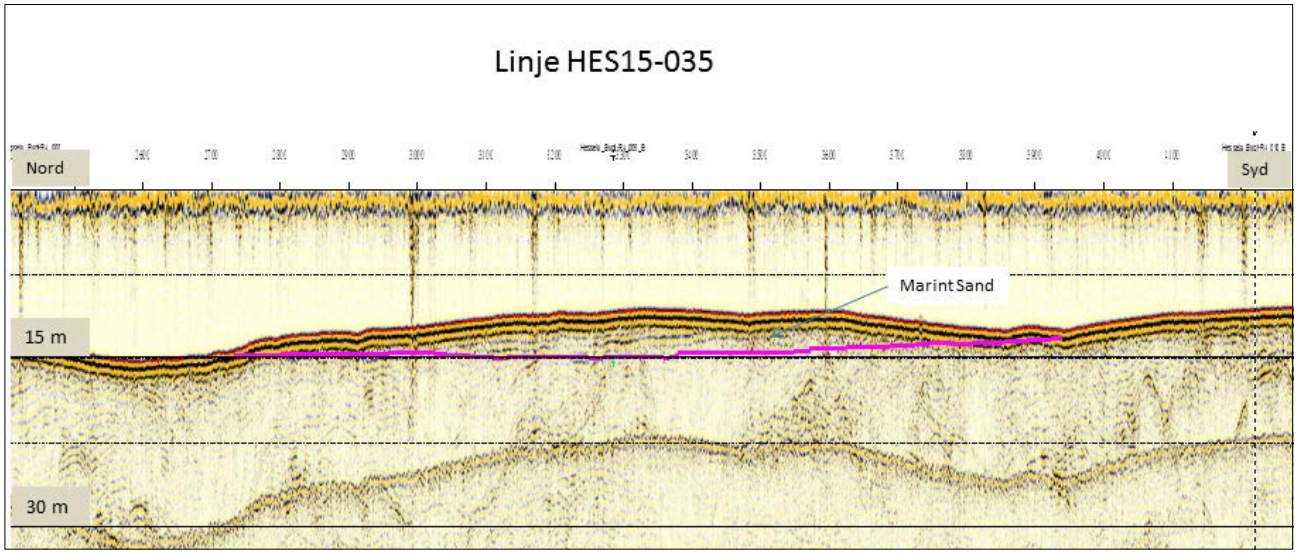
7.3.6.8 Ressourceområde HB_HS8

Ressourcen er lokaliseret i den østlige del af undersøgelsesområdet (Figur 7.3.37) og ligger på vanddybder mellem 10 og 14 m. Der er ikke udført boringer forbindelse med de nuværende eller tidligere undersøgelser inden for råstofressourcen.



Figur 7.3.37 Udstrækning og tykkelse af ressourceområde HB_HS8. På figuren er desuden angivet placeringen af de seismiske linjer, der er anvendt til illustration af ressourcen.

Det forventes ud fra de øvrige boringer, der ligger i området, at strukturen indeholder fin til mellemkornet sand. Ressourcen er en banke, der er aflejret på et svagt hældende underlag af moræne og senglaciale aflejringer. Det tolkes, at råstofressourcen er aflejret under et tidligere lavere havniveau. Den dækker et område på ca. 1 km^2 og har varierende mægtigheder med en maksimal tykkelse på 5 m (Figur 7.3.38). Det samlede volumen af forekomsten er beregnet til 1,9 mio. m^3, mens den estimerede indvindelige råstofmængde er på 1 mio. m^3, idet der efterlades 1 m ressource i området efter indvinding.

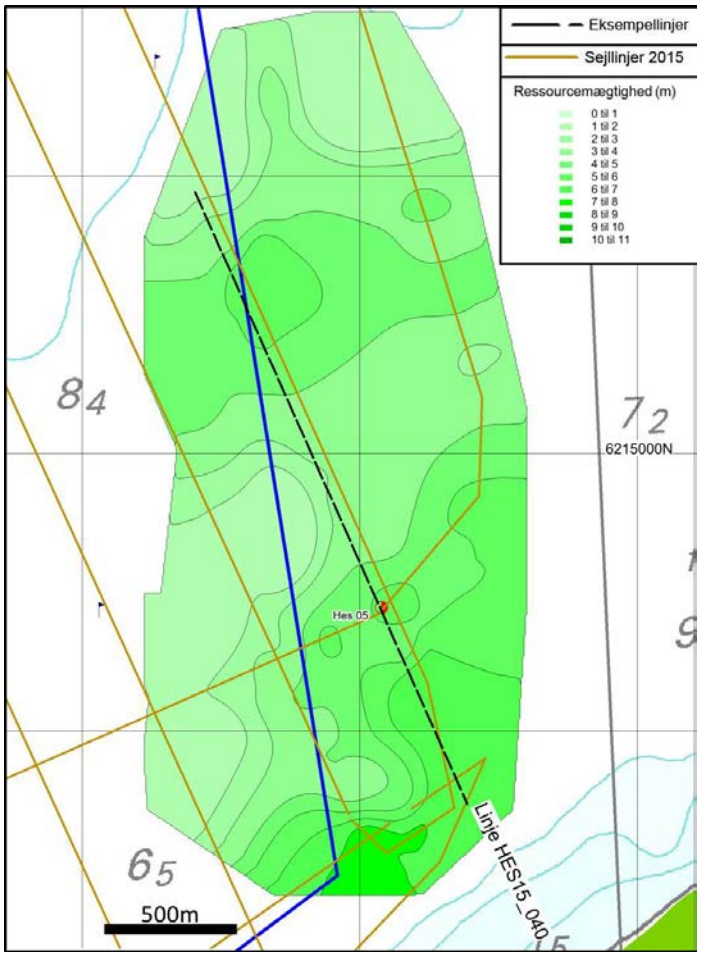


Figur 7.3.38 Seismisk eksempel fra ressourceområde HB_HS8. Ressourcen er en banke der er aflejret på et svagt hældende underlag af moræne og senglaciale aflejringer. Ressourcen er fin til mellemkornet holocænt marint sand. Den røde linje angiver bunden af den Holocæne ressource. Placeringen af de seismiske linjer er vist i Figur 7.3.25

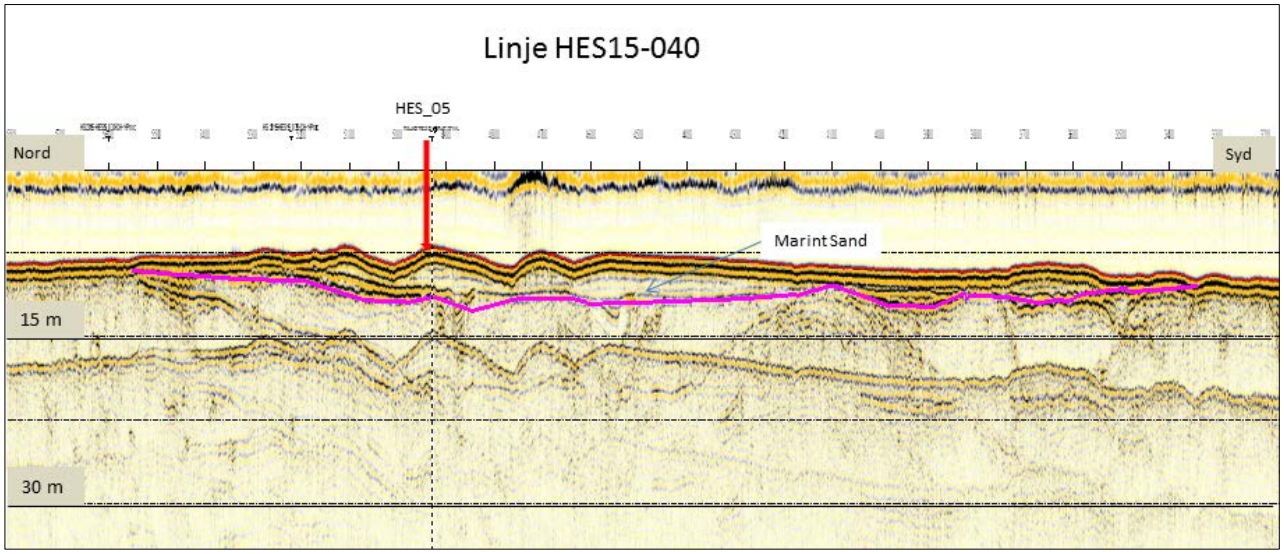
7.3.6.9 Ressourceområde HB_HS9

Den kortlagte ressource ligger i den østlige del af undersøgelsesområdet på vanddybder mellem 6 og 10 m. Der er udført en boring (Hes-005) i forbindelse med de nuværende undersøgelser i området. Boringen ligger centralt på forekomsten(Figur 7.3-38), hvor der er 2,5 m holocænt sand. Forekomsten bliver ikke gennemboret i boringen, men de øvrige boringer viser, at forekomsterne normalt blive mere finkornet med dybden. Ressourcen i boringen er fin- til mellemkornet holocæn marint sand. Der er udført kornstørrelsesanalyser på 2 prøver fra de øverste 1,2 m af boringen, der begge viser finkornet velsorteret sand.

Den samlede ressource karakteriseres ud fra boringen som finkornet sand. Ressourcen udfylder lavninger, men har samtidig et dynamisk element, idet der er observeret dynamiske strukturer på havbunden i nærheden af boringen (Figur 7.3.399). Dele af forekomsten kan være dannet under et tidligere lavere havniveau, mens de mere dynamisk prægede dele må være recente. Ressourcen dækker et område på ca. 4 km^2. Den har varierende mægtighed, med en maksimal tykkelse på op til 11 m (Figur 7.3.40). Det samlede volumen af forekomsten er beregnet til 14,4 mio. m^3, mens den estimerede indvindelige råstofmængde er på 10.6 mio. m^3, idet der efterlades 1 m ressource i området efter indvinding.



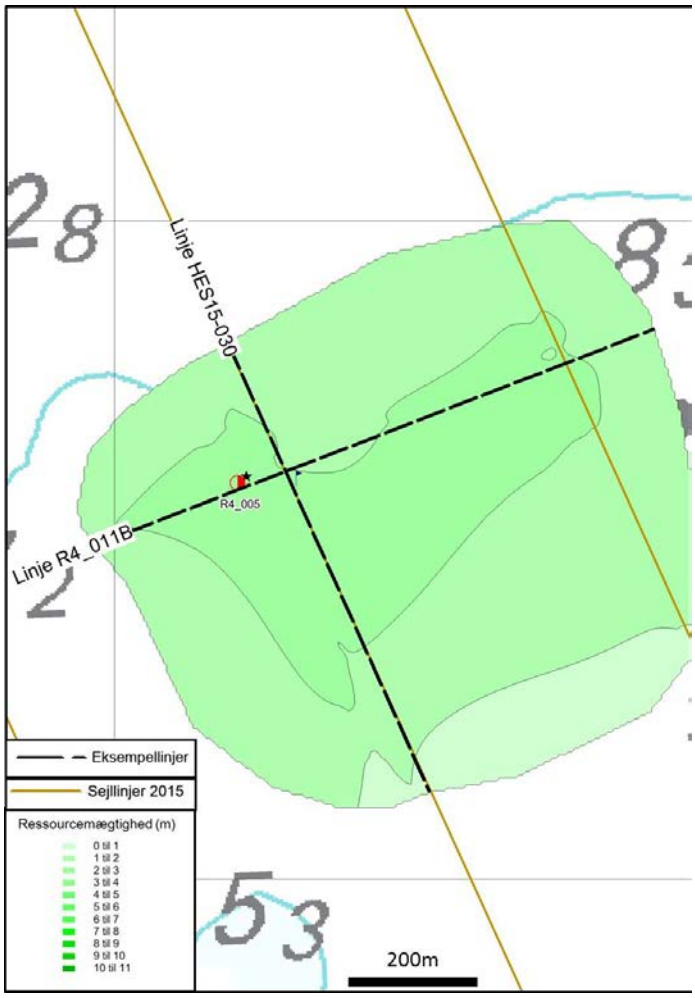
Figur 7.3.39 Udstrækning og tykkelse af ressourceområde HB_HS9. På figuren er desuden angivet de placeringen af de seismiske linjer, der er anvendt til illustration af ressourcen, samt placering af boring.



Figur 7.3.40 Seismiske eksempler fra ressourceområde HB_HS9. Ressourcen udfylder de dybere dele af et svagt hældende underlag af moræne og senglaciale aflejringer, med dynamiske bundformer. Boring Hes_05 indeholder 2.5 m finkornet holocænt marint sand. Den bordeaux linje angiver bunden af den Holocæne ressource. Placeringen af de seismiske linjer er vist i Figur 7.3.41

7.3.6.10 Ressourceområde HB_HS10

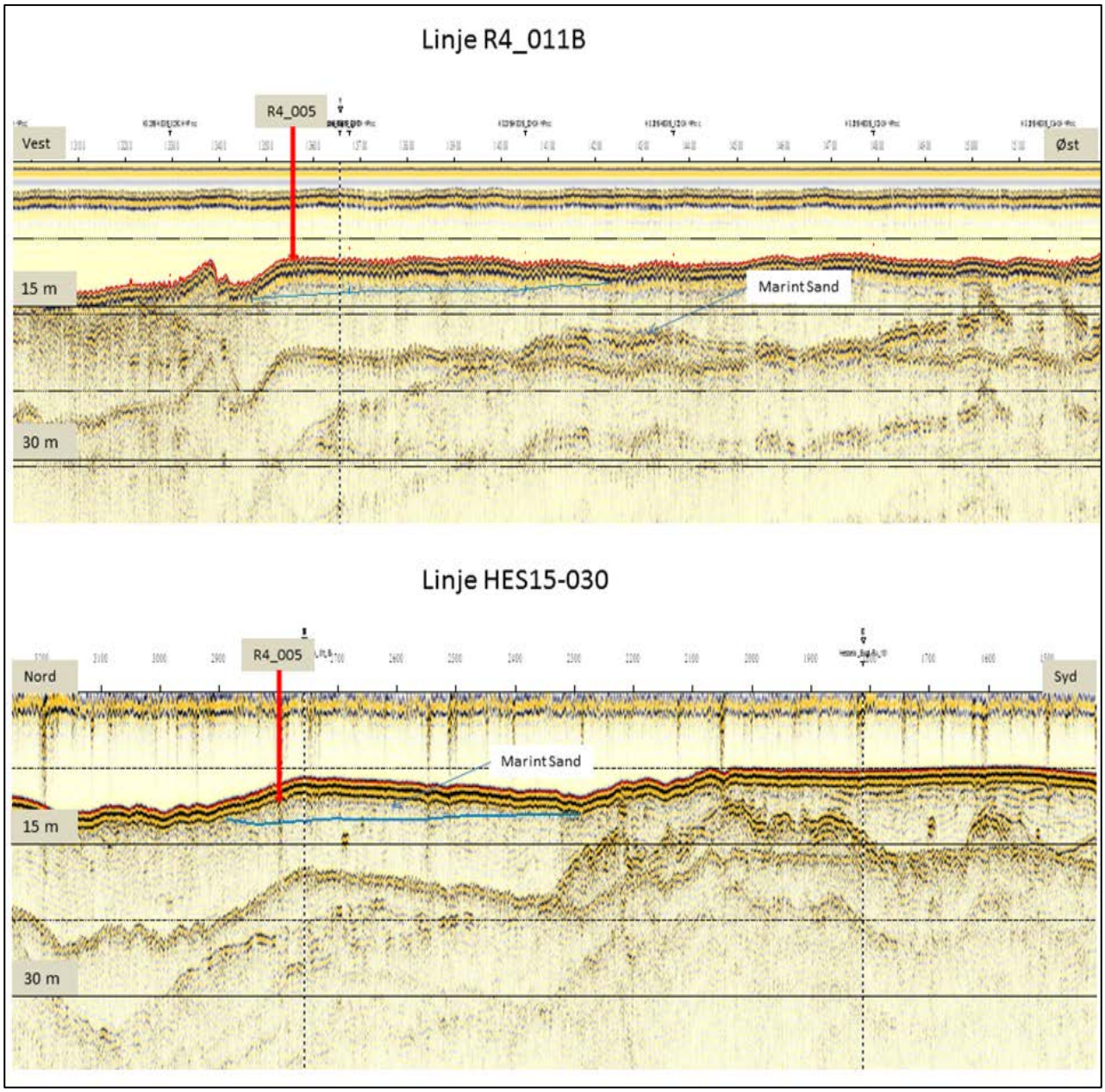
Den kortlagte ressource ligger i den centrale østlige del af undersøgelsesområdet med vanddybder mellem 8 og 10 m (Figur 7.3.41).



Figur 7.3.41 Udstrækning og tykkelse af ressourceområde HB_HS10. På figuren er desuden angivet de placeringen af de seismiske linjer, der er anvendt til illustration af ressourcen, samt placering af boring.

Der er udført en boring (R4-005) i forbindelse med tidligere undersøgelser i området i 2011. Boringen ligger centralt på forekomsten, hvor der er påvist 2 m fin til mellemkornet holocænt sand, der overlejrer 3.5 m veksellejret senglaciale finsandede og siltede sedimenter. Boringen gennemborer ikke de senglaciale sedimenter. Der er udført kornstørrelsesanalyser på de øverste 0.5 m af boringen, der viser at der her er mellem til finkornet velsorteret sand. Det forventes ud fra boringen at den samlede ressource karakteriseres som fin til mellemkornet Holocæn sand.

Ressourcen er bankeformet og den er aflejret på et svagt hældende underlag (Figur 7.3.42). De underliggende senglaciale finsands aflejringer er ikke kortlagt som mulige ressourcer idet de er for finkornede i boringen og den transparente seismiske signatur i laget indikerer at det er tilfældet i hele området. Den seismiske tolkning viser at forekomsten kan være dannet under et tidligere lavere havniveau, men den har formodentlig et indhold af mere recent sand. Den dækker et område på ca. 0.8 km^2. Den har varierende ressource mægtigheder, med en maksimal tykkelse på 3 m (Figur 7.3.41). Det samlede volumen af forekomsten er beregnet til 1.2 mio. m^3, mens en estimerede indvindelig råstofmængde er på 0.6 mio. m^3, idet der efterlades 1 m ressource i området efter indvinding.



Figur 7.3.42 Seismiske eksempler fra ressourceområde HB_HS10. Ressourcen der har en bank form, er aflejret på et svagt hældende underlag af moræne og senglaciale aflejringer. Boring R4_005 påviser ca. 2 m fin til mellem kornet holocænt marint sand. Den blå linje angiver bunden af den Holocæne ressource HB_HS10 ressourcen.

7.3.7 Kortlægning af biologiske nøglekomponenter i Hesselø Bugt

7.3.7.1 Biologiske forhold knyttet til substrattyper

Undersøgelsesområdet ved Hesselø Bugt har dybder fra 6 til 18 m. Fire substrattyper er observeret ved Hesselø Bugt: Substrattype 1, 2, 3 og 4.

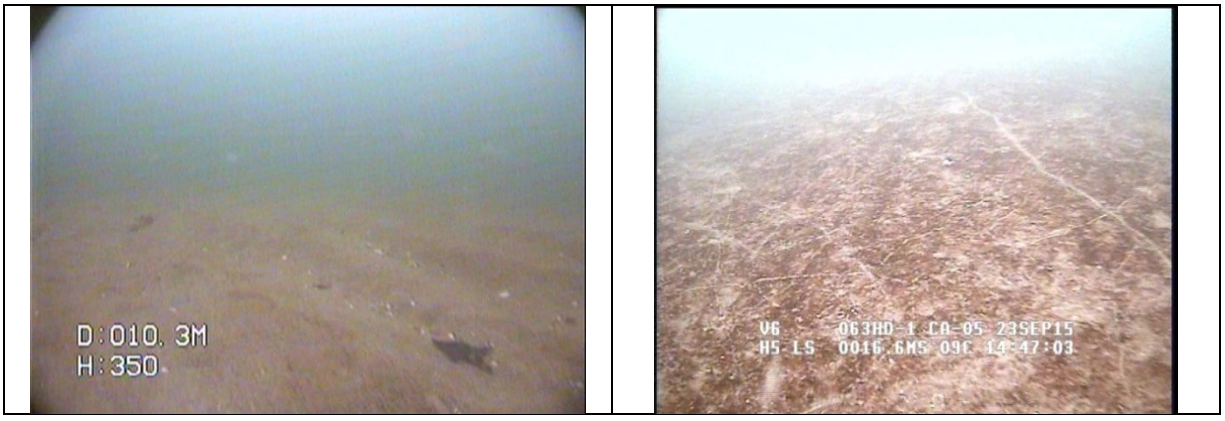
De biologiske forhold observeret ved ROV-undersøgelserne er primært epifauna og -flora. Der er ikke observeret biogene rev eller ålegræsbanker.

7.3.7.1.1 Biologiske forhold knyttet til substrattype 1

Substrattype 1 findes på dybder fra 8-18 m (ROV-dyk 10-17 m).

Der er observeret følgende fauna: Søstjerne, sandorm, eremitkrebs, slangestjerne, snegle, molboøsters samt krabbe.

Der er observeret sparsom flora i form af enkelte røde og brune makroalger tilknyttet skaller. Desuden er der observeret kiselalger på sandbund(Figur 7.3-43).



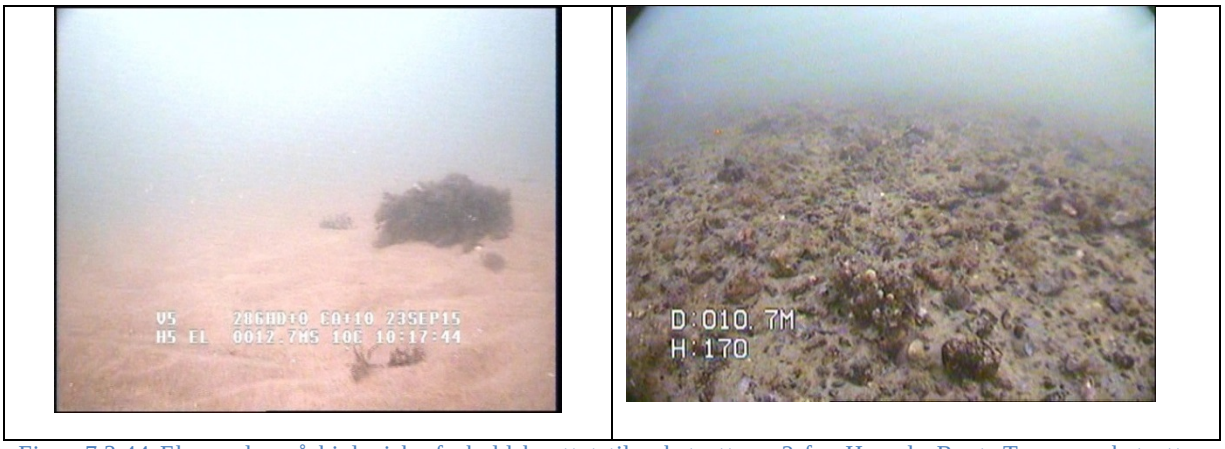
Figur 7.3.43 Eksempler på biologiske forhold knyttet til substrattype 1 for Hesselø Bugt. Tv. ses substrattypen på 10 meters dybde, med bølgeribber og sparsom fauna/flora (position HE). Th. ses substrattypen på 17 meters dybde, med bunddække af kiselalger (position HE32).

7.3.7.1.2 Biologiske forhold knyttet til substrattype 2

Substrattype 2 findes på dybder fra 8-17 m (ROV-dyk 10-16 m).

Der er observeret sandorm, søstjerne, krabbe, havsnegl, svamp, rur, musling, eremitkrebs og sandorm.

Der er observeret spredt flora i form af enkelte røde og brune makroalger (sukkertang) tilknyttet skaller og sten. Desuden er der observeret kiselalger på sandbund(Figur 7.3-44).



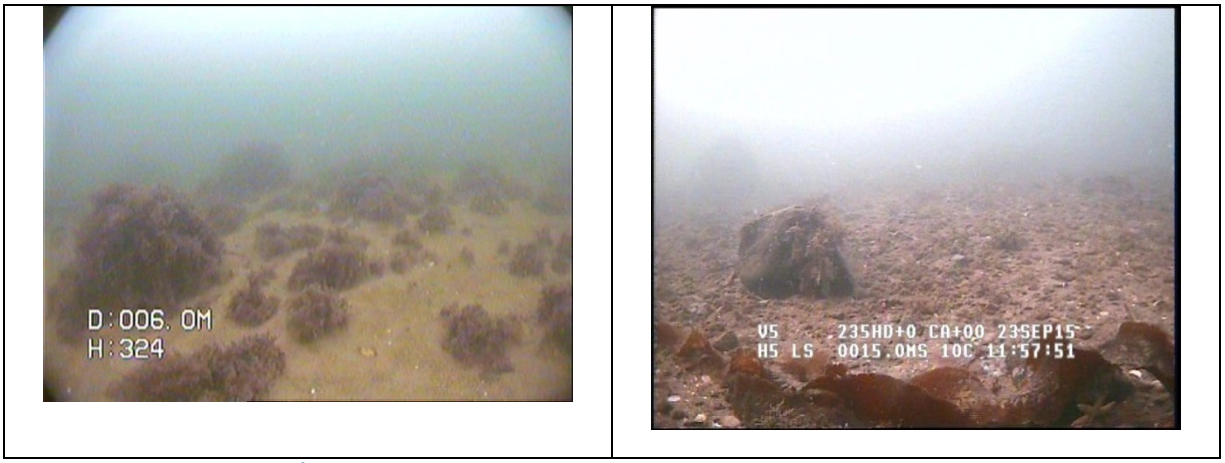
Figur 7.3.44 Eksempler på biologiske forhold knyttet til substrattype 2 for Hesselø Bugt. Tv. ses substrattypen på 10 meters dybde, med sandbund og enkelte sten med makroalger (position HE08). Th. ses substrattypen på 10 meters dybde, med stenet bund og sparsom fauna og flora (position HE29).

7.3.7.1.3 Biologiske forhold knyttet til substrattype 3

Substrattype 3 findes på dybder fra 8-17 m (ROV-dyk 10-15 m).

Der er observeret følgende fauna: Søstjerne, søpindsvin, krabbe, mosdyr, havsnegl, sækdyr, havsvamp, sandorm, krabbe.

Der er observeret høj dækningsgrad af makroalger tilknyttet større sten. Der er observeret kalkrødalger, buskede, bladformede og grenede rødalger samt store brunalger (laminaria, primært sukkertang).



Figur 7.3.45 Eksempler på biologiske forhold knyttet til substrattype 3 for Hesselø Bugt. Tv. ses substrattypen på 11 meters dybde, med større sten med makroalger (position HE01). Th. ses substrattypen på 15 meters dybde, med spredte sten og stor brunalger (position HE20).

7.3.7.1.4 Biologiske forhold knyttet til substrattype 4

Substrattype 4 findes på dybder fra 6-16 m (ROV-dyk 10-14 m). Substrattypen indeholder stenrev med huledannende elementer.

Epifauna knyttet til substrattypen er sparsom, og delvis skjult at flora. Der er observeret sandorm, havsnegl, koraller, søstjerne, krabbe, mosdyr, svampe, rur og dødningehånd.

Epiflora havde en høj dækningsgrad, særligt på de større sten i substrattypen. Der er observeret kalkrødalger, buskede, grenede og bladformede rødalger, grenede og bladformede brunalger (*Fucus*, *Laminaria*) (Figur 7.3-45).



Figur 7.3.46 Eksempler på biologiske forhold knyttet til substrattype 4 for Hesselø Bugt. Tv. ses substrattypen på 10 meters dybde, med større sten og høj dækningsgrad af rødalger (position HE27). Th. ses substrattypen på 14 meters dybde, med (position HE21).

7.3.8 Indkredsning og tilstandsvurdering af habitattyper

7.3.8.1 Beliggenhed og beskrivelse

Området, der udgør størstedelen af Hesselø Bugt beliggende i det sydlige Kattegat ud for udmundingen af Issefjord, er karakteriseret ved åbentvandstypen OW2. Det er et relativt lavvandet område med dybder mindre end 16 m og gennemgående sandet bund med spredte sten. Området er beskrevet som typisk uden lagdeling med saltholdigheden på normalt mellem 18 ‰ og 22 ‰. Strømforholdene er rolige og vil primært være genereret af vind. Bølger udgør nok den væsentligste mekaniske påvirkning af bunden.

Mundingen til Issefjord er et Natura 2000 område (Havet og kysten mellem Hundested og Rørvig, N2000 nr. 153), som er beskyttet bl.a. på grund af det udstrakte lavvandede område med sandbanker, bugt og vige.

I de seneste vandplaner er tilstanden på baggrund af ålegræsset dybdeudbredelse beskrevet som ringe. Området ligger i kystvandsområde nr. 200 for hvilket kvælstoftilførslen til planperiodens udløb i 2012 forventes reduceret til 220 t N/år, svarende til 33 t under den øvre grænse for god økologiske tilstand.

7.3.8.2 Marint system

Med sin åbne eksponering ud mod Kattegat, vil bunden i den mest lavvandede halvdel være udsat for en del bølgepåvirkning. En stor del af Hesselø Bugt er præget af morænebund, hvilket kommer til udtryk ved at området er vekslende bestrøet med sten i forskellige størrelser. På de større dybder viser residualbunden sig som større sten omgivet af finere deponeret grus, sand og skaller. Andre dele af den dybe bund er ren sedimentær delvis præget af tilbagevendende resuspension.

Det marine system for Hesselø Bugt området kan således betegnes som en blanding af *strømfyldt farvand præget af kvartære sedimenter* og den *jævne, sedimentære bløde blandingsbund*. Livet er domineret af mindre makroalgeformer med en dækningsgrad af alle større sten på næsten 100 %. Sukkertang og andre

store bladalger ses kun sporadisk. På sandfladerne er der en synlig tilstedeværelse af bentiske mikroalger - selv på de mest bølgeeksponerede dybder.

7.3.8.3 Habitattyper

Sedimentforhold

Alle fire substrattype-definitioner er præsenteret i området, med den sandede bund (substrattype 1) som den mest udbredte (Figur 7.3.7). Kun få steder er bunden dækket af et sammenhængende lag af sten, så selv på de stenede arealer, udgør sand- og grusfladerne det største areal.

Lysforhold

Ned til 15-16 m's dybde er der lys nok for en makroalge-vegetation. Bunden i Hesselø Bugt området vil således overalt befinde sig i den lavfotiske zone. På de stenende områder ses da også en tæt dækning af makroalger.

Energiforhold

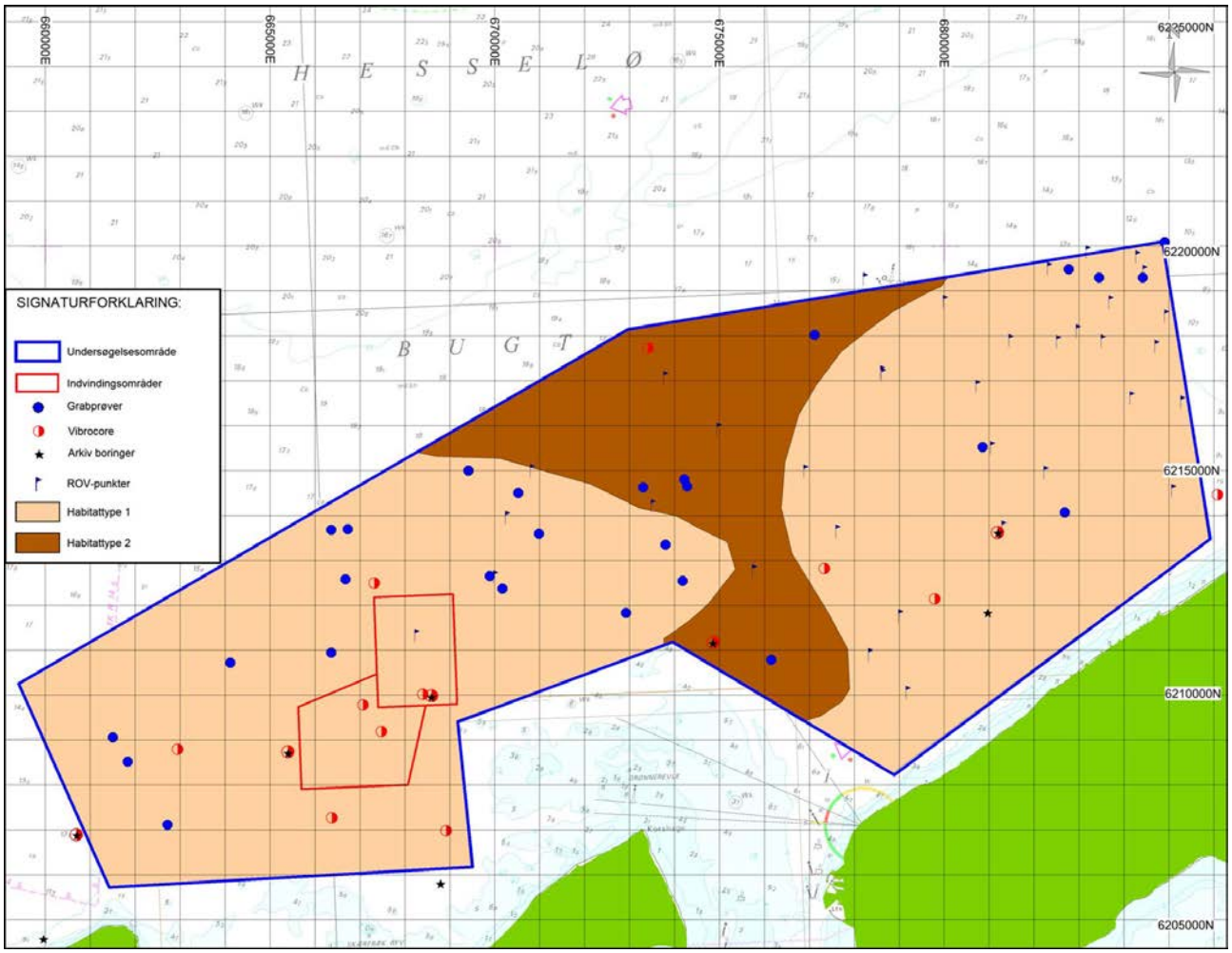
Hele området er generelt udsat for rimelig kraftig strøm- og bølgepåvirkning, og vil derfor have karakter af et mellem-energi system med nogen materialetransport. Fra residualbunden i den fotiske zones vil sten op til håndboldstørrelse kunne flyttes til større dybder ved hjælp af fasthæftede store bladtangsformer. Ved kraftig bølgepåvirkning på disse dybder vil de begroede sten kunne miste deres fæste og blive drevet af sted med makroalgerne som drivanker. Den nord til nordvestlige eksponering ud mod Kattegat i kombination med de relative lave dybder, bevirker at vandmasserne i området gennemgående er uden lagdeling.

Saltpåvirkning

Overfladevandet vil typisk besidde relative høje saltholdigheder på mellem 20 og 25 ‰ ("Kattegatvand"). Der kan ud fra ovenstående kriterier kun identificeres 2 habitattyper for området Hesselø Bugt (HE), nemlig (Figur 7.3-46) :

H_{HE} 1) Substrattype 3 og 4, 6-16 m (lav-fotisk zone), 20-25 %

H_{HE} 2) Substrattype 1 og 2, 6-16 m (lav-fotisk zone), 20-25 %



Figur 7.3.47 Habitater i Hesselø Bugt. Habitattyperne er afgrænset i forhold til de stedværende forhold, defineret ved de fire kriterier: substrat, lys, energi og saltpåvirkning.

Selv om den stenede substrattype (H_{HE} 1) er den mest udbredte, vil de fleste af disse områder også besidde store mellemliggende sand- og gruspartier. Omvendt vil der på de sandede habitater (H_{HE} 2) være et vist islæt at sten bragt dertil ved hjælp af store bladformede alger.

7.3.8.4 Økologisk tilstand

Fælles for begge habitattyper gælder mht. de fem kvalitetskriterier, at:

1) Vandskifte er godt.
2) Fysisk stabilitet. Det relative lavvandede område er åbent mod nord, hvilket bevirker nogen omlejring af finere mineralske materialer samt sten transporteret af makroalger. Dette vil medvirke til lidt ustabile leveforhold for organismerne. Vandet er gennemgående rimeligt klarvandet.
3) Forurening. Området er sårbart over for en forøget næringssaltkoncentrationer, idet denne medfører en for kraftig vækst af især enårige makroalger. De store områder hvor disse kan vokse, bevirker et stort tilskud af organisk materiale til hele området. Selv om vandskiftet normalt vil sikre er tilstrækkelig iltfornyelse til nedbrydningen af de henfaldende makroalger, vil den store algebiomasse på mere strømbeskyttede steder give anledning til dårlige iltforhold og "liglagen" (hvide svovlbakterier der kommer til syne på sedimentoverfladen).
4) Den primære fødetilførsel er kun moderat god, idet kraftig makroalgebegroning på stenene hæmmer de fastsiddende filtratores fødeadgang. Samtidig giver de mange makroalger anledning til sporadisk

dårlige iltforhold på visse beskyttede sandpartier, hvilket hæmmer infaunaen. Den til tider kraftige omrøring afvandet bevirker desuden lidt ugunstige forhold for den bentiske mikroflora, hvilket er med til at moderere fødeforholdene for især nectobenthos.

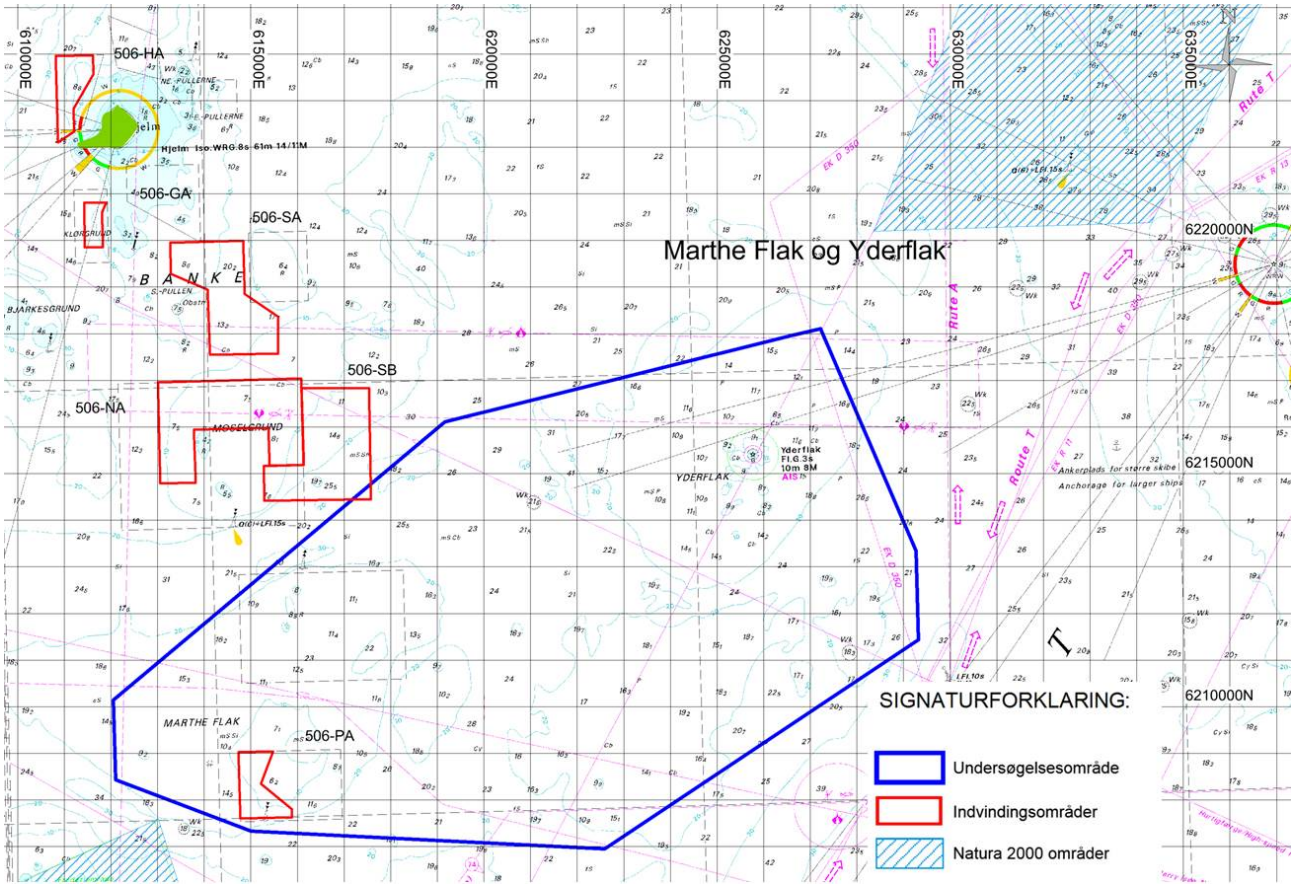
Hvad angår den "femte kvalitetsparameter", nemlig den eksterne biologiske påvirkning, er der ikke umiddelbart synlige tegn på en økologisk ubalance. Dette kan meget vel skyldes, at eutrofieringen overskygger eventuelle effekter heraf. Men i lighed med det øvrige Kattegat forventes dog en økologisk påvirkning fra de generelle ændringer i fiskepopulationerne og fraværet af større fisk, der er sket inden for de seneste dekader. Dette viser sig bl.a. ved en massiv tilstedeværelse af søpindsvin, krabber, mellemstørrelse fisk og gopler.

Sammenlagt vurderes den økologiske tilstand i området kun at være halv god, men med gode betingelser for et mere sundt og produktivt plante- og dyreliv.

7.4 Marthe Flak og Yderflak

7.4.1 Introduktion

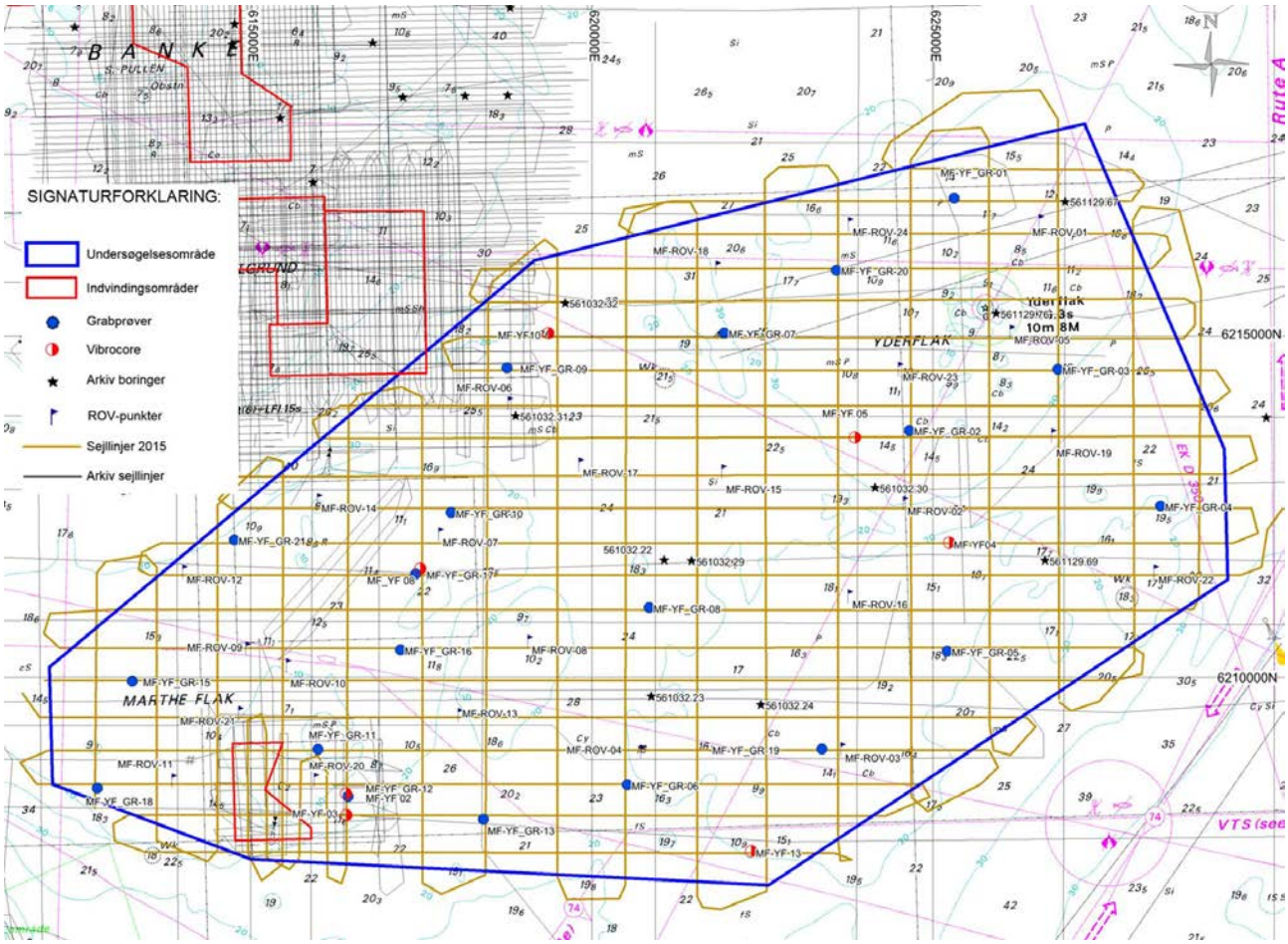
Undersøgelsesområdet er beliggende i den centrale del af farvandsområde 506 (Samsø Nordøst), og har et areal på 124,2 km^2 (Figur 7.4.1). Bundtopografien er domineret af de større grunde Marthe Flak og Yderflak med laveste dybder på knap 10 m, samt mellemliggende lettere kuperede flader og dybere render med en maksimal dybde på omkring 38 m. Indvindingsområdet Marthe Flak Syd (506-PA), der har et areal på ca. 4 km^2, er beliggende indenfor undersøgelsesområdet. Der har tidligere fundet intensiv indvinding af ral og grus sted i det tidligere fællesområde Marthe Flak Nord (506-QA).



Figur 7.4.1. Undersøgelsesområdet i området Marthe Flak-Yder Flak (indenfor blå ramme), samt eksisterende indvindingsområder (rød ramme). Gridnettet er 1x1 km. Bilag A-3.

I forbindelse med den ny kortlægning af området er der sejlet i alt ca. 445 km kombineret seismik (Sparker og Innomar sedimentekkolod) og side scan sonar/multibeam linjer (Figur 7.4.2). Linjenettet danner et grid med ca. 500 m linjeafstand mellem øst-vest gående linjer og ca. 1000 m mellem nord-syd gående linjer.

Ud fra en tolkning af de seismiske data, er der udvalgt positioner til såvel vibrationsboringer som grabprøver. Der er foretaget i alt 8 vibrationsboringer (Bilag J) og 22 grabprøver (Bilag N) på udvalgte positioner (Figur 7.4.2). Der er desuden lavet kornstørrelsesanalyse af repræsentativt prøvemateriale fra udvalgte dybdeintervaller i vibrationsboringerne i alt 11 kornstørrelsesanalyser (Bilag K) og 3 sandpetrografiske analyser (Bilag L). Efter en tolkning af side scan sonar data, blev der foretaget ROV verifikationsdyk på i alt 24 positioner med henblik på en bestemmelse af havbundens substrattype og biologi.



Figur 7.4.2. Undersøgelsesområdet i Marthe Flak-Yder Flak med gennemførte sejllinjer (lys brun), grabprøve positioner (blå), vibrationsboringer (rød/hvid cirkel), ROV verifikationspunkter (blå flag), samt arkiv overfladeprøver/boringer (Jupiter database). Gridnettet er 1x1 km. Bilag B-3.

7.4.2 Geologi

De kvartære aflejringer i undersøgelsesområdet består af moræneler og smeltevandssedimenter aflejret under flere istider. De glaciale aflejringer er over store dele af området dækket af varierende mægtigheder af senglacialt ler, samt postglaciale ferskvandsdannelser og marine sedimenter. De kvartære toplags tykkelse er i høj grad styret af de prækvartære lags højdeforhold spændene fra få tital meters tykkelse til op mod 100 m i de dybere dele i lokale tektoniske fordybninger og dale (Jensen et al., 2010). Prækvartæroverfladen er dybereliggende mellem kote -75 og -100 m under Storebæltsrenden og i et bredt strøg ind mod Århus Bugt (Binzer & Stockmarr, 1994). Prækvartæret i området består af sen Palæocæn og Eocænt ler- og mergelaflejringer (Håkannson & Pedersen, 1992).

Omkring det sydlige Djursland findes aflejringer fra tre afsnit af Kvartær: Fra Elster-Holstein overgangen, fra slutningen af Saale istiden, samt fra mellem til sen Weichsel istiden (Houmark-Nielsen, 2010). De overfladenære kvartære aflejringer findes, for de ældres vedkommende, som større flager af glaciale og interglaciale dannelser. Istidsaflejringer fra Weichsel istiden findes både i deres oprindelige position og i foldede og overskudte flager dannet ved gletsjernes tryk og oppresning i forbindelse med dannelsen af randmoræner.

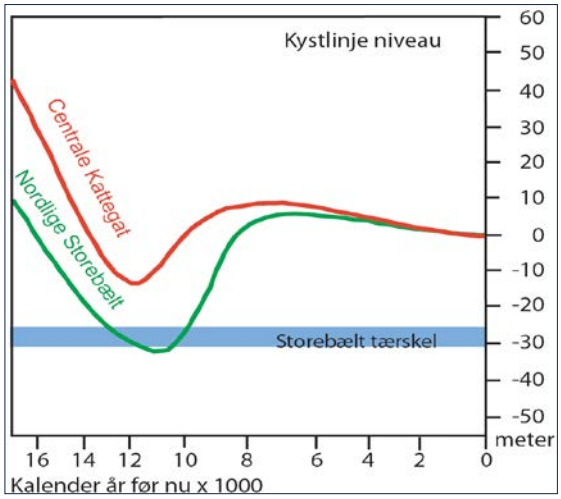
I de tilstødende landområder kan de glaciale aflejringer fra sidste istid, Weichsel istiden, henføres til adskillige isfremstød med mellemliggende afsmeltningsstadier. Overordnede rekonstruktioner af isfremstødene viser flere mellem-Weichsel fremstød som helt eller delvist dækkede området (Houmark-Nielsen et al., 2005). I sen-Weichsel for ca. 28.000 år siden, trængte isen nedover Kattegat fra Syd-Norge og nåede den nordlige del af Sjælland, tværs over Samsø og den nordlige del af Jylland. Fremstødet gav ophav til Kattegat Till, som bl.a. kan observeres i blotninger på Djursland-Mols samt den nordlige del af Samsø, på Vejrø og Tunø (Houmark-Nielsen, 1987; 1999; 2003; 2010).

Under sen-Weichsel Hovedfremstødet (Nordøstisen) trængte Det Skandinaviske Isskjold fra Sverige massivt ind over Danmark og nåede for 23.000- 21.000 år siden frem til Hovedstilstandslinjen i Jylland. Herved blev den såkaldte Midt-Danske Till aflejret og den kan bl.a. observeres i blotninger på Samsø og Vejrø samt på Djursland og Mols (Houmark-Nielsen, 1987; 1999; 2003).

Isens generelle tilbagesmeltning for ca. 19.000 år siden blev afbrudt af flere genfremstød, der efterlod store NV-SØ-gående randmorænerstrøg (Houmark-Nielsen, 2003). Mange steder efterlod den vigende israndd ødis. Det seneste isfremstød var Bælthavsfremstødet fra sydøst (også kaldet Storebæltsisen). For knap 19.000 år siden flød en baltisk isstrøm fra øst ind over Danmark. Ved sin maksimale udbredelse for omkring 18.000-17.000 år siden, strakte isen sig ind over Sjællands Odde og langs Sejerø-Vejrø buen mod nordvest. Tilbagesmeltningen af Storebæltsisen var præget af afbrydelser, hvorved der blev dannet markante bueformede israndsbakker, der især er tydelige i Storebælt og i Nordvestsjælland.

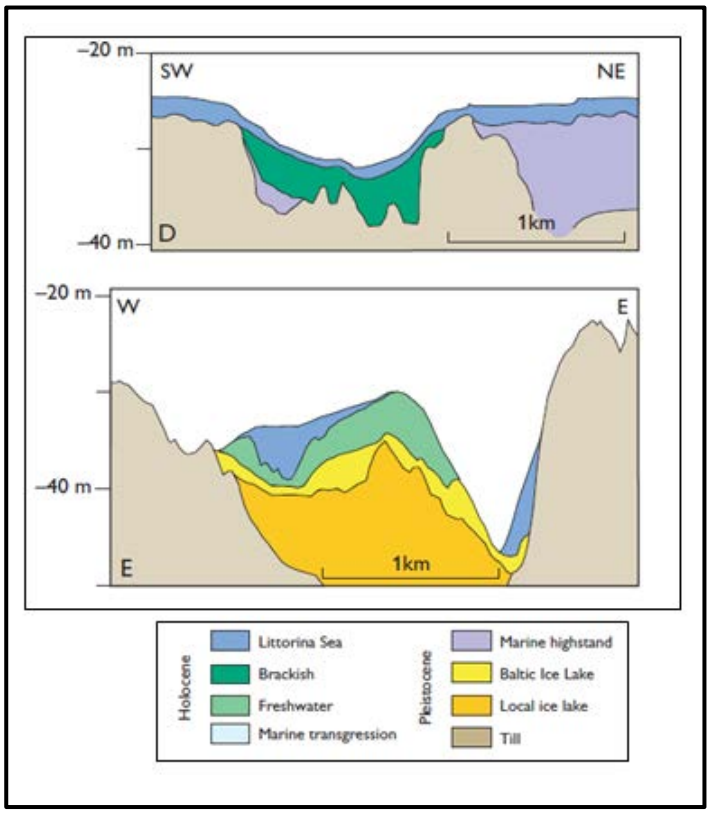
Da Weichsel isen smeltede endeligt bort fra det sydlige Kattegat område for omkring 17.000 år siden, var det relative havniveau højere end det nuværende i Kattegat (Figur 7.4.3), og Yoldia Ishavet havde forbindelse over det nuværende Vendsyssel til verdenshavet. I den nordlige del af Storebælt var havniveauet tæt på nutidens niveau og efterhånden som den centrale del af Storebælt smeltede frem, lå havspejlet her, under det nuværende havniveau (Bennike et al., 2004; Jensen et al., 2005, Jensen et al., 2010). Gradvist faldt havniveauet i undersøgelsesområdet, store dele af det sydlige Kattegat område blev tørlagt, og Østersøen blev til en inddæmmet sø. I fastlandstiden stod havniveauet mere end 30 meter under det nuværende havspejl. Fastlandstiden fortsatte et stykke op i postglacial tid. I Storebæltsrenderne og i lavninger i det omkringliggende landskab blev der dannet søer og moser med aflejring af ferskvandsgytje og tørv.

Storebæltsområdet blev delvist tørlagt under fastlandstiden og for ca. 9.500-8.000 år siden, da tærsklen nord for området blev trangrederet i forbindelse med Littorinatransgressionen, blev området oversvømmet af havet indenfor få tusinde år (Figur 7.4.3 og Figur 7.4.4). De ældste fuldt marine aflejringer i Storebælt er dateret til omkring 8.100 år siden (Bennike et al., 2004). Efterhånden som havniveauet steg, kom de lavereliggende områder ned på dybder, hvor der blev gunstige forhold for aflejring af dynd. Dyndede sedimenter er derfor koncentreret i områder, hvor det glaciale landskab er lavt.

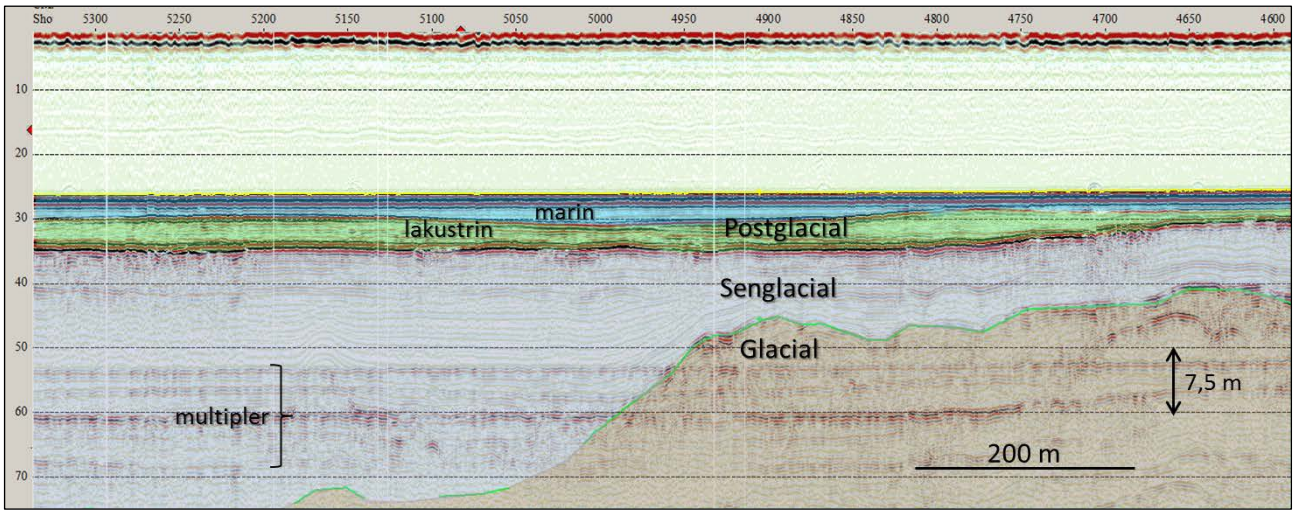


Figur 7.4.3. Vertikale kystforskydningslinier i det nordlige Storebælt og centrale Kattegat område (Jensen et al., 2010).

Jf. tidligere undersøgelser af Storebæltsområdet og det sydlige Kattegat (Jensen et al., 2010; Skov- og Naturstyrelsen, 1987) må det forventes at overfladesedimentets karakter i overvejende grad afspejler de bathymetriske og overfladenære geologiske forhold, med højere liggende grunde domineret af moræneaflejringer, stedvis overlejret af grusede residualsedimenter og sandede flakudbygninger. De dybereliggende områder (>15-38 m) er domineret af marine sandede dyndaflejringer med op til flere meters mægtighed, overlejrende tidligt holocæne ferskvandsaflejringer og op til flere titalsmeter mægtige senglaciale finkornede aflejringer (og Figur 7.4.5).



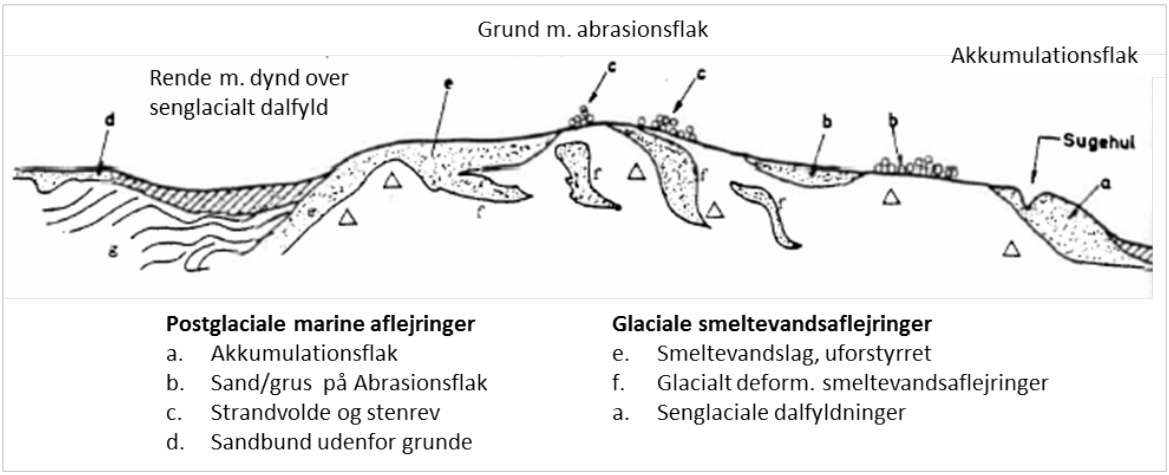
Figur 7.4.4 Profiler der illustrerer lagfølgen af postglaciale aflejringer og deres dannelsestype i Storebælt syd for tærsklen til Kattegat. Kilde: Jensen et al. (2005).



Figur 7.4.5. Tolket seismisk profil af glacial-postglacial lagfølge i den centrale del af Marthe Flak-Yder Flak undersøgelsesområdet baseret på 2015 survey data.

Råstofforekomsterne i området består i overvejende grad af marine dannelser i form af strandaflejringer eller som abrasionsflak dannet under et tidligere lavere havniveau i Holocæn (Figur 7.4.6). Ressourcer i form af glaciale til senglaciale smeltevandsaflejringer findes også stedvist umiddelbart op til havbunden. Smeltevandsdannelserne kan indgå som ældre dislocerede dannelser imellem moræneenheder eller som kanaliserede dannelser overlejrende de yngste moræneenheder. Ferskvandsdannelser fra tidlig Holocæn formodes i overvejende grad at bestå af finkornede lakustrine aflejringer og tørvedannelser, men det er muligt at grovkornede fluviatile dannelser kan findes i dele af de begravede kanalsystemer. Tidligere kortlægning har desuden anført eksistensen af recente dynamiske aflejringer på Yder Flak (Skov- og Naturstyrelsen, 1987; Jensen, 1998).

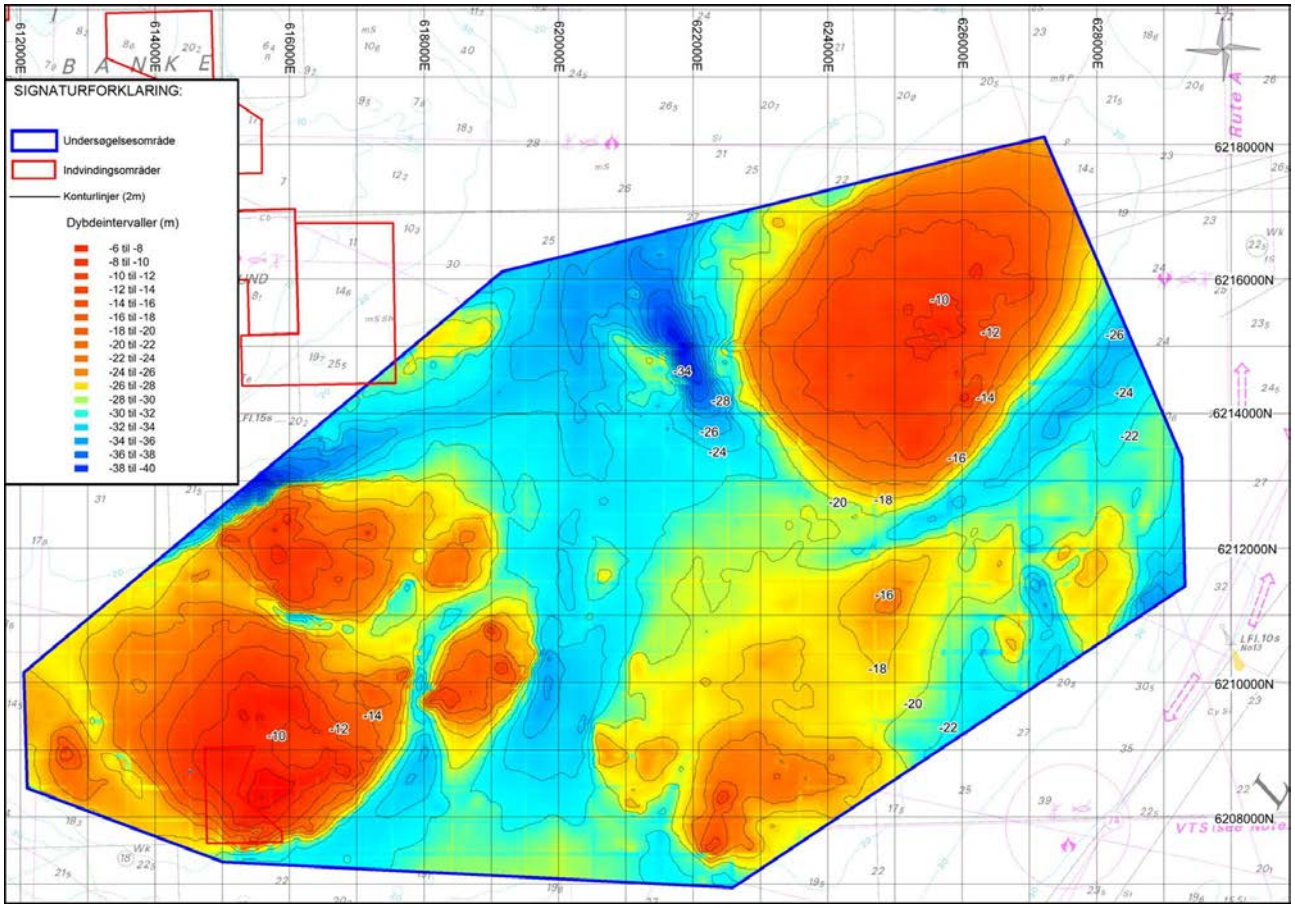
Råstofindvindingsstatistik for de seneste år viser hovedsageligt grus og ral indvinding (ca. 2500-7000 m^3/år) i Marthe Flak Syd (506-PA) fælleområdet. I det tidligere fællesområde Marthe Flak Nord (506–QA) har der i en årrække ikke fundet indvinding sted. Tidligere er der blevet indvundet større mængder ral, grus og sand fra området.



Figur 7.4.6. Model for aflejringstyper af råstofforekomster i Samsø Nordøst området (Efter: Skov- og Naturstyrelsen, 1987).

7.4.3 Generelle dybdeforhold

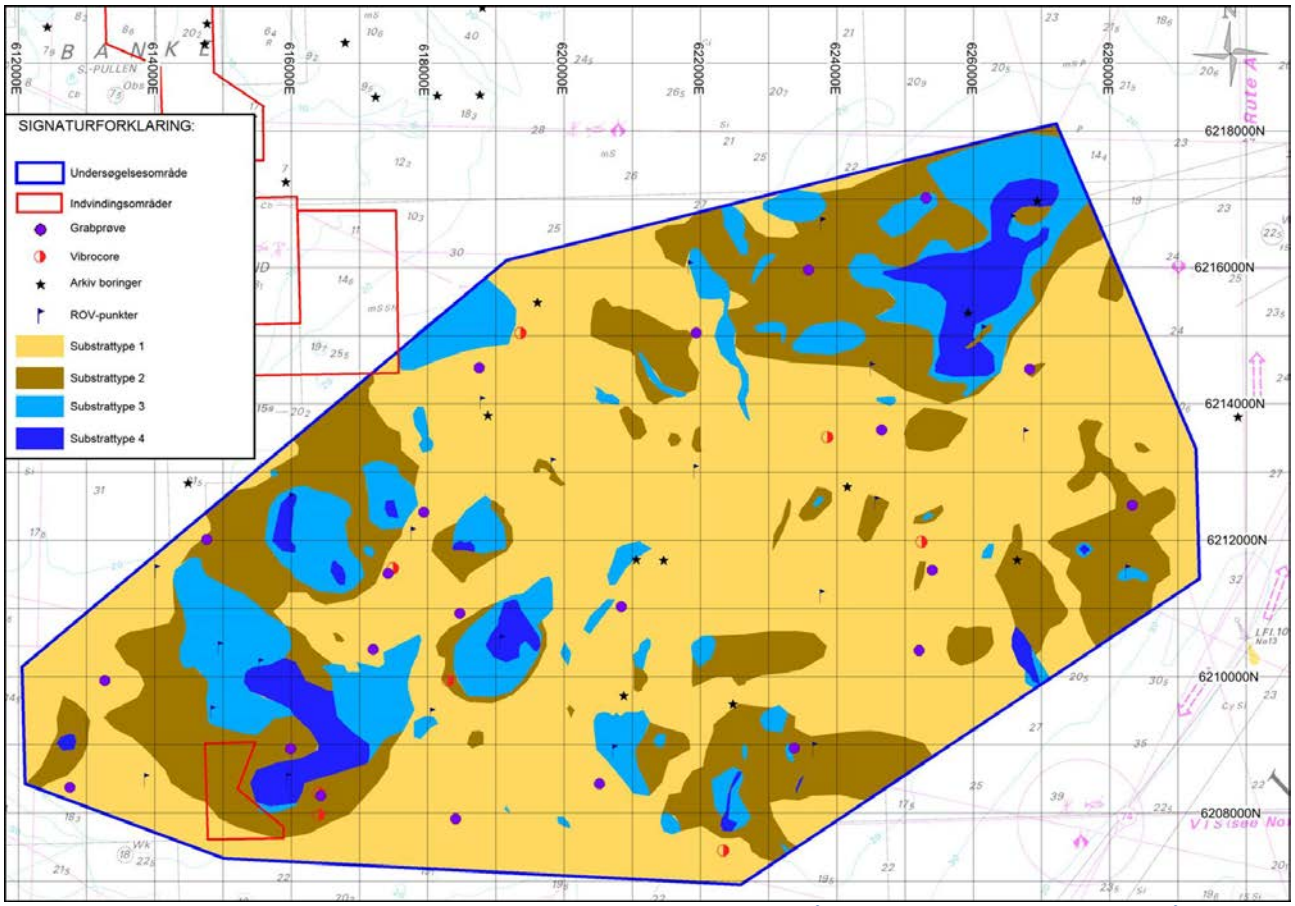
Området er domineret af de højere liggende Grunde Marthe Flak og Yderflak, der når op til 8-10 meters dybde på de mest lavvandede partier, samt en lidt dybereliggende grund i den sydøstlige del af området, der har laveste dybder på 12-16 m (Figur 7.4.8). Imellem grundene forløber et netværk af delvist udfyldte kanalsystemer, der når maksimaldybder på ca. 38 m umiddelbart vest for Ydergrund og nord for Marthe Flak. De indsamlede multibeam data langs sejllinjer viser god overensstemmelse med de generelle dybdedata fra Geodatastyrelsen (Bilag C3).



Figur 7.4.7. Dybdeforhold i Marthe Flak-Yder Flak undersøgelsesområdet. Kortet består af generelle dybdedata (Copyright Geodatastyrelsen) med 2 m konturlinjer overtegnet langs sejllinjer med nye multibeam data fra 2015. Gridnettet er 1x1 km. Bilag C-3.

7.4.4 Substrattyper

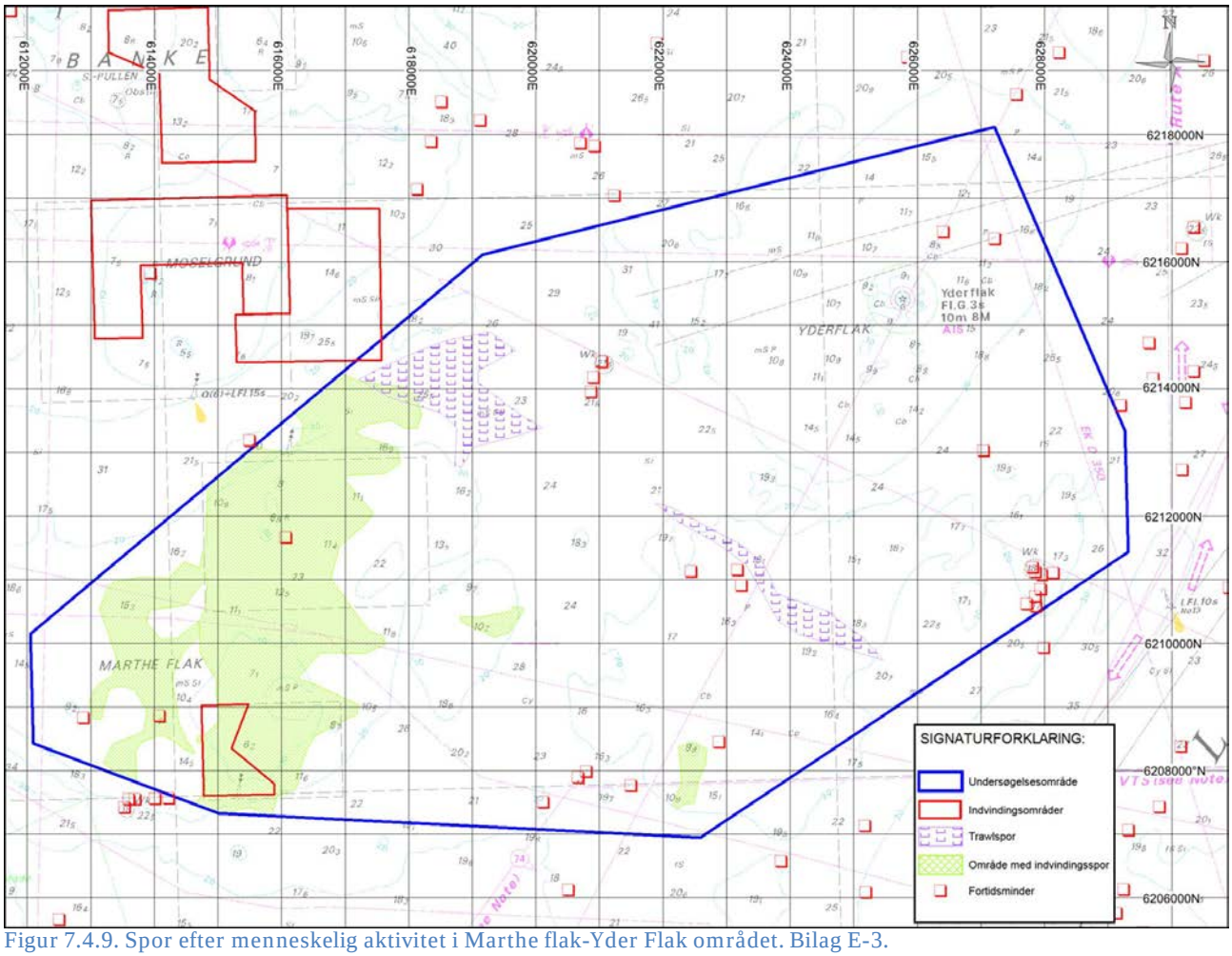
Substrattypefordelingen baseret på 2015 survey'et samt arkivdata afspejler generelt dominans af moræneaflejringer og grovere glaciale aflejringer på de større grunde områder, der er præget af substrattype 4, 3 og 2 omkring stenrev (Figur 7.4.8). De dybere mellemliggende områder er domineret af dyndede eller finkornede sandede substrater og klassificeret som substrattype 1. Dog findes der også mindre partier af substrattype 3 og 2 i de dybereliggende områder. Disse afspejler, at den glaciale overflade her ligger umiddelbart op til havbunden.



Figur 7.4.8. Bundsubstrattyper i Marthe Flak-Yder Flak undersøgelsesområdet. Kortlægningen er baseret på side scan sonar data langs sejllinjer suppleret med verifikationspunkter fra ROV-dyk, grabprøver, vibrocores samt arkiv data. Bilag D-3.

7.4.5 Menneskelig aktivitet

Undersøgelserne har påvist mange indvindingsspor, både stiksugnings- og slæbespor over det meste af Marthe Flak området (Figur 7.4.10). Herudover findes mindre områder med ældre indvindingsspor på mindre højere liggende grunde i den centrale til sydlige del af undersøgelsesområdet. Trawlspor er begrænset til en NV-SØ gående relativ smal zone gennem området. Der er ikke fundet yderligere spor efter menneskelig aktivitet såsom vrag eller lignende.



Figur 7.4.9. Spor efter menneskelig aktivitet i Marthe flak-Yder Flak området. Bilag E-3.

7.4.6 Råstoffer i området Marthe Flak-Yder Flak

Med den udførte seismiske dataindsamling og udførte boringer er området Marthe Flak- Yder Flak nu dækket med seismiske data i et net på ca. 500 m x 1000 m, hvilket er tilstrækkelig til en kortlægning af de mulige råstofressourcer i området. Råstofkortlægningen har vist, at der er isolerede sand- og grusforekomster omkring de kendte råstofforekomster ved Marthe Flak samt mulige nye sandforekomster omkring den vestlige del af Yder Flak (Figur 7.4.10).

Forekomsterne er dels dannet i forbindelse med den holocæne marine transgression, som kystdannelser og ved flakudbygning omkring de højereliggende glaciale dannelser, og dels som mindre isolerede forekomster af smeltevandsdannelser. De holocæne marine sandressourcer er et resultat af erosion af de glaciale sedimenter. Undersøgelsen har ikke kunnet påvise tilstedeværelse af mobile recente forekomster af marine sand og grusaflejringer på de lavvandede dele af Yder Flak, som angivet i tidligere ressourceopgørelser.

Der er i forbindelse med kortlægningsarbejderne udarbejdet råstofkort over råstofaflejringerne (Figur 7.4.11). Der er blevet kortlagt fire forekomster af Holocænt marint sand:

- MF_HS_01: Påvist forekomst af marint sandflak omkring det nuværende fællesområde Marthe Flak Syd (506-PA)
- MF_HS_02: Sandsynlig forekomst af marint sand i lavning gennem Marthe Flak
- MF_HS_03: Sandsynlig forekomst af marint sand som flakudbygning syd og vest for Yder Flak

- MF_HS_04: Spekulativ forekomst af marint sand/?omlejrede smeltevandsaflejringer i rendesystem umiddelbart nord for Marthe Flak

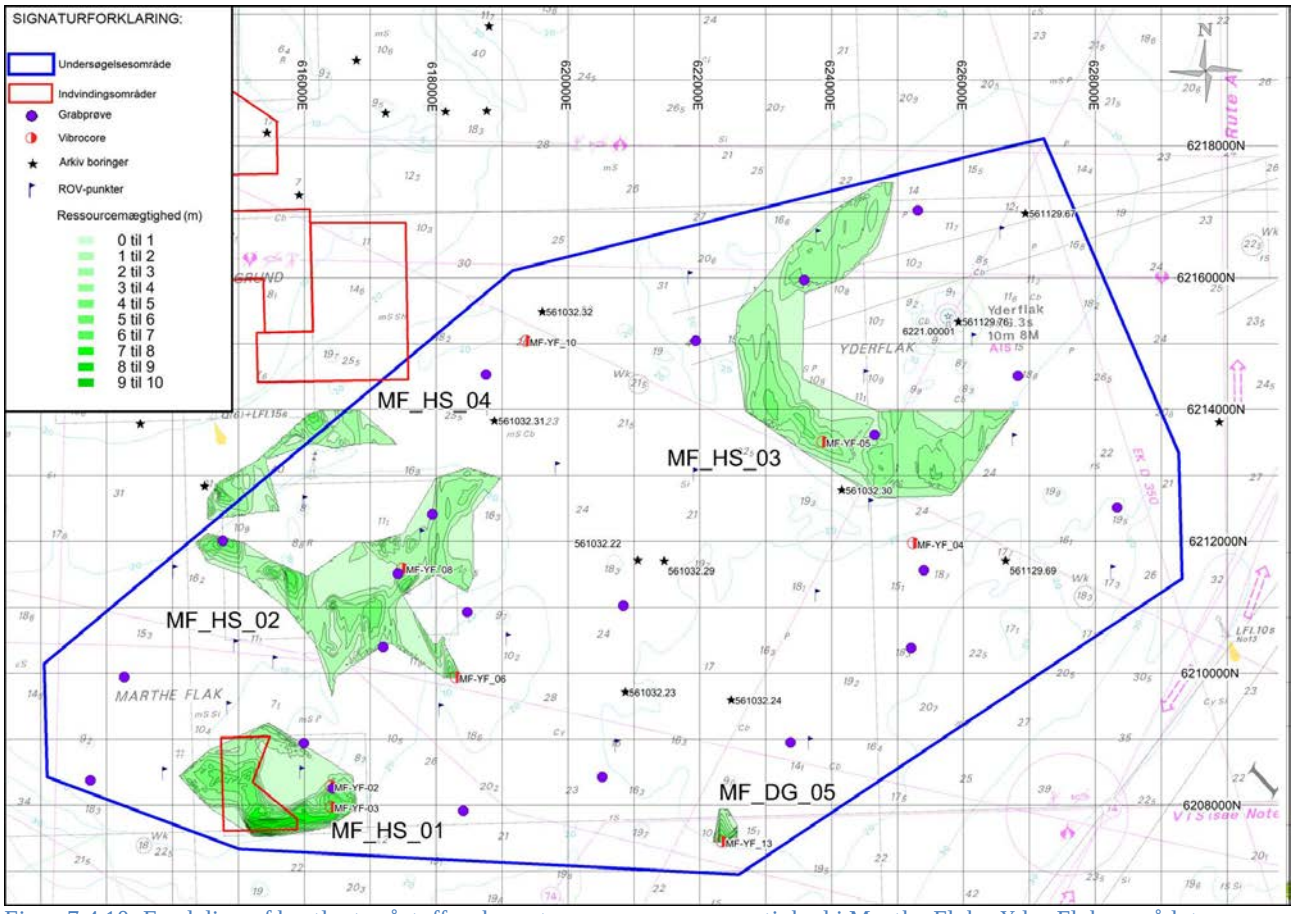
Herudover er der kortlagt en meget begrænset forekomst af sandede og grusede smeltevandsdannelser i den centrale sydlige del af undersøgelsesområdet:

- MF_DG_05: Sandsynlig forekomst af lokal smeltevandsdannelse i den sydlige del af undersøgelses-området

I Tabel 14 er de kortlagte voluminer, dominerende ressourcesammensætning, og forekomst sikkerhed angivet for de enkelte forekomster i Marthe Flak- Yder Flak området. Den dominerende ressourcetype er fin-mellemkornet marint aflejret sand (ca.18 mio m^3). Det er dog grundet det begrænsede antal boringer kun ressource MF_HS_01 omkring Marthe Flak fællesområdet, der kan betegnes som påvist. Ressource MF_HS_02, MF_HS_03 og MF_DG_05, der hver er verificeret med en enkelt boring, betegnes som sandsynlige, og ressource MF_HS_04 der ikke er verificeret med boring, og som ligger på kanten til undersøgelsesområdet, må betegnes som spekulativ.

Område	Ressource	Sikkerhed	Type	Vol. mio m^3	F sand	F/M sand	M Sand	M/Gr. sand m grus	Grus og ral
Marthe Flak og Yderflak	MF_HS_01	Påvist	Marin, Holocæn	6		x			
	MF_HS_02	Sandsynlig	Marin, Holocæn	6		x			
	MF_HS_03	Sandsynlig	Marin, Holocæn	6		x			
	MF_HS_04	Spekulativ	Marin, Holocæn	2				x	
	MF_DG_05	Sandsynlig	Smeltevandsaflejring	0.2					x
Total				**20**					

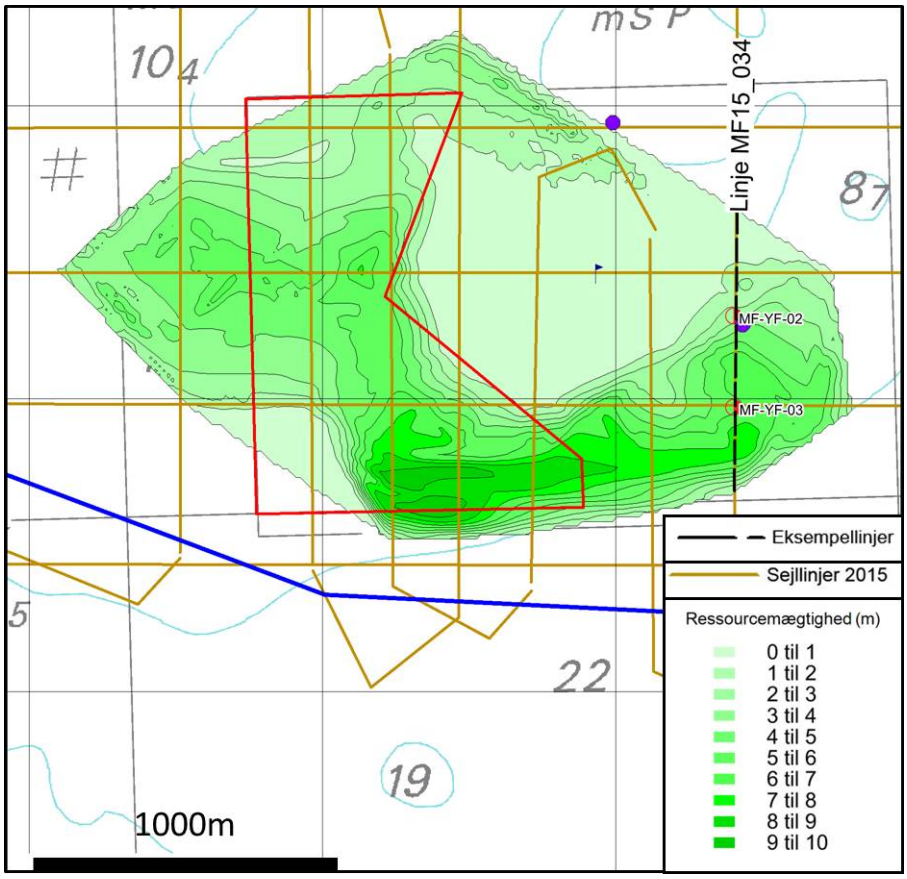
Tabel 14. Oversigt over kortlagte ressourceforekomster i Marthe Flak-Yder Flak området.



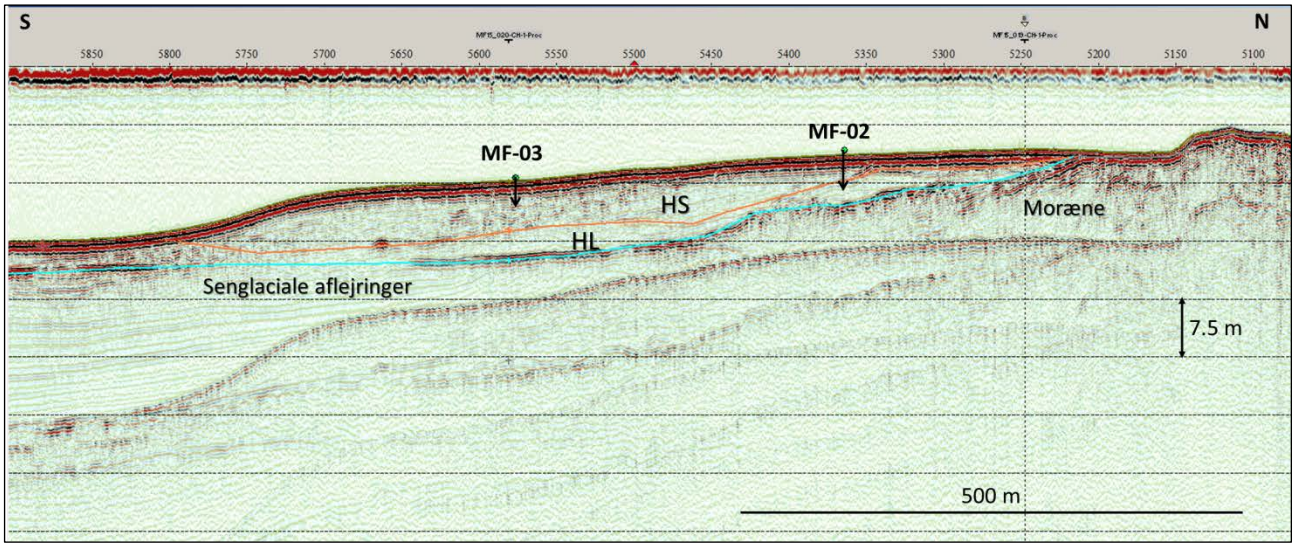
Figur 7.4.10. Fordeling af kortlagte råstofforekomster og ressource mægtighed i Marthe Flak –Yder Flak området.

7.4.6.1 MF_HS_01

Ressourcen er beliggende i den sydlige del af Marthe Flak på vanddybder mellem ca. 10 og 20 m, og fællesområde Marthe Flak Syd (506-PA) er beliggende over den centrale del af ressourcen (Figur 7.4.11). Kortlægningen har påvist at ressourcen strækker sig ca. 1 km øst for fællesområdet og ca. 500 m vest for fællesområdet. Den er påvist ved 2 vibrocores (MF-02 og MF-03), der er udført i forbindelse med de nuværende undersøgelser. Ressourcen består af Holocænt, marint, fin-mellemkornet sand aflejret som en flakudbygning under et tidligere lavere havniveau (Figur 7.4.12). Der er foretaget petrografisk analyse af vibrocore MF-03 (niveau 70-110 cm), og resultatet viste et total porøs flint indhold på 0.7 %, hvilket underbygger at ressourcen skønnes at kunne anvendes som tilslag til beton i miljøklasse E. Det skal dog tilføjes at prøvematerialet er begrænset til den ene boring. Ressourcen opnår en maksimal mægtighed på 8-9 m i den sydøstlige del af fællesområdet, men hovedparten af forekomsten har en mægtighed <5 m. Der er foretaget en volumetrisk opgørelse af forekomsten og de viser, at den kan indeholde op imod 6 mio. m^3. Ved en indvinding af hele forekomsten forventes det, at der kan indvindes ca. 4,5 mio. m^3 materialer. Ca. 50 % af ressourcevolumenet må antages at ligge udenfor det nuværende fællesområde.



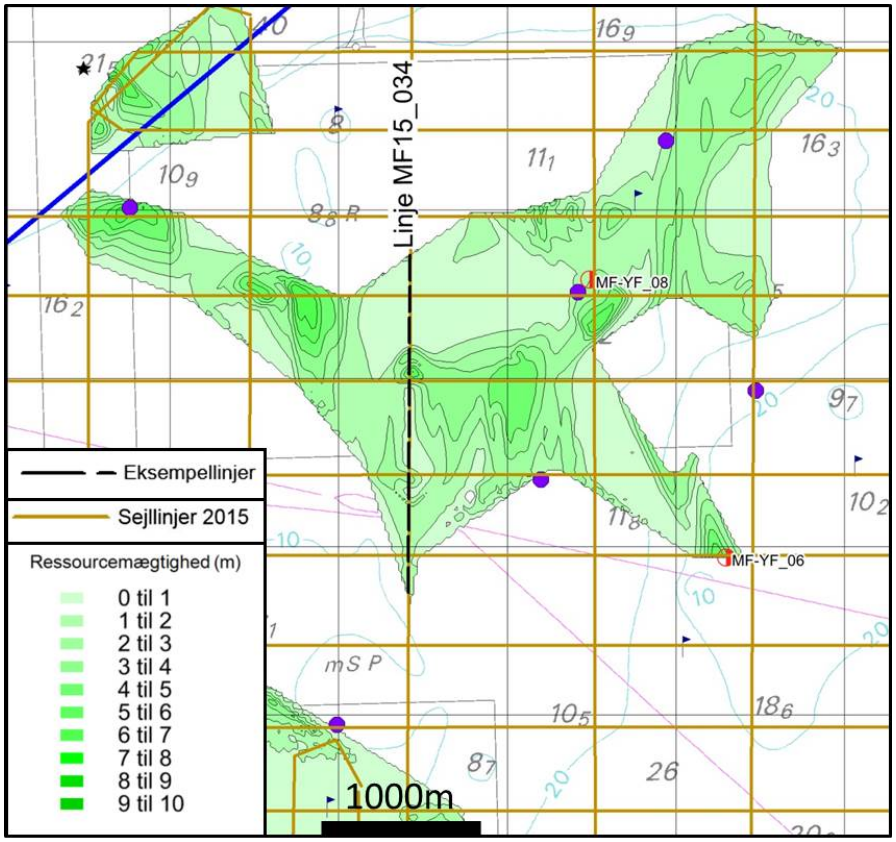
Figur 7.4.11. Kortlagt mægtighed af ressource MF_HS_01 i den sydlige del af Marthe Flak.



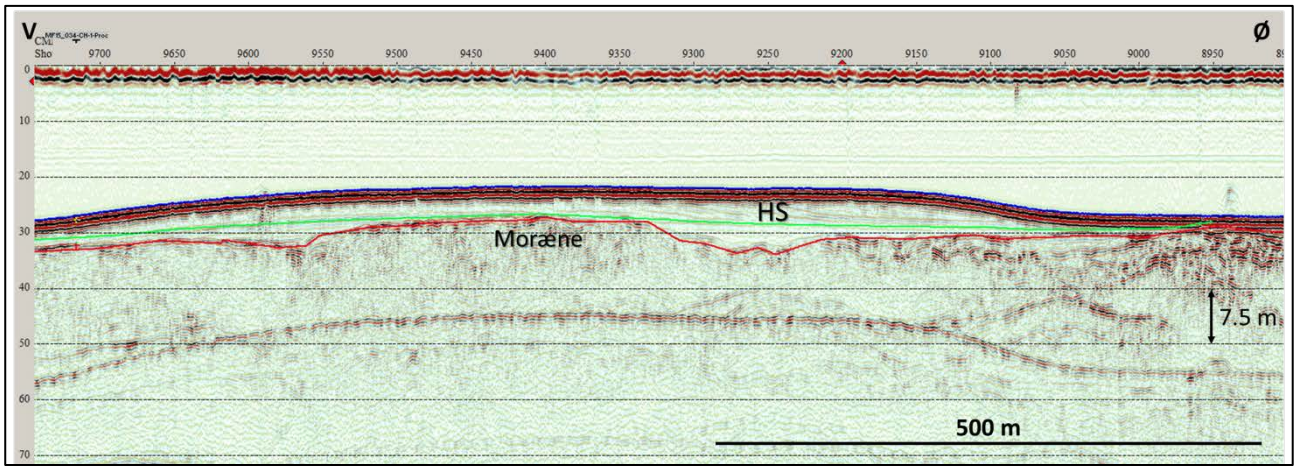
Figur 7.4.12. Eksempel på tolket seismisk profil gennem MF_HS_01 (HS enhed). Enheden er repræsenteret i boringerne MF-02 og MF-03. Den sandede flak udbygning overlejrer holocænt marint ler (HL).

7.4.6.2 MF_HS_02

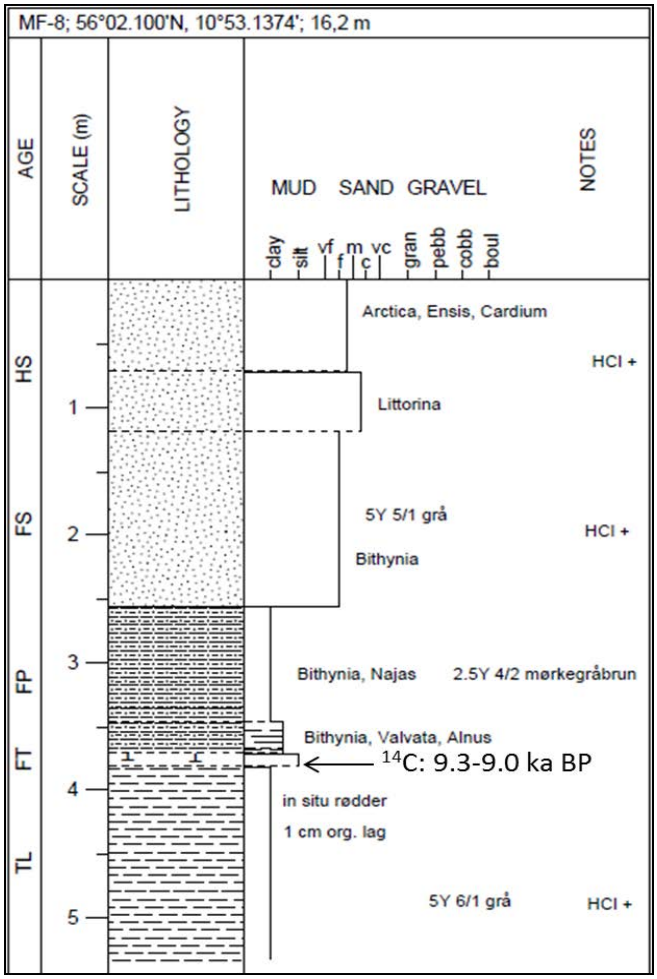
Ressourcen er beliggende i en lavning i den centrale del af Marthe Flak på vanddybder mellem ca. 10 og 20 m (Figur 7.4.8). Ressourcen er beliggende i det tidligere fællesområde Marthe Flak Nord og indvindingsspor præger overfladen. Ressourcen består af Holocænt, marint, fin-mellemkornet sand aflejret som udfyld af lavninger og stedvis som flakudbygning under et tidligere lavere havniveau (Figur 7.4.13). Ressourcen påvist ved vibrocore MF-08 der er udført i forbindelse med de nuværende undersøgelser (Figur 7.4.14). Datering af tørvehorisont med in-situ rødder i kernen gav en kalender alder på ca. 9.300-9.000 år BP (Bilag M).Ressourcen har noget varierende mægtighed, men opnår stedvis en maksimal mægtighed på 7-8 m. Der er foretaget en volumetrisk opgørelse af forekomsten og det viser, at den kan indeholde op imod 6 mio. m^3. Ved en indvinding af hele forekomsten forventes det, at der kan indvindes ca. 4,3 mio. m^3 materialer (Figur 7.4.13).



Figur 7.4.13 Kortlagt mægtighed af ressource MF_HS_02 i den vestlige del af Marthe Flak.



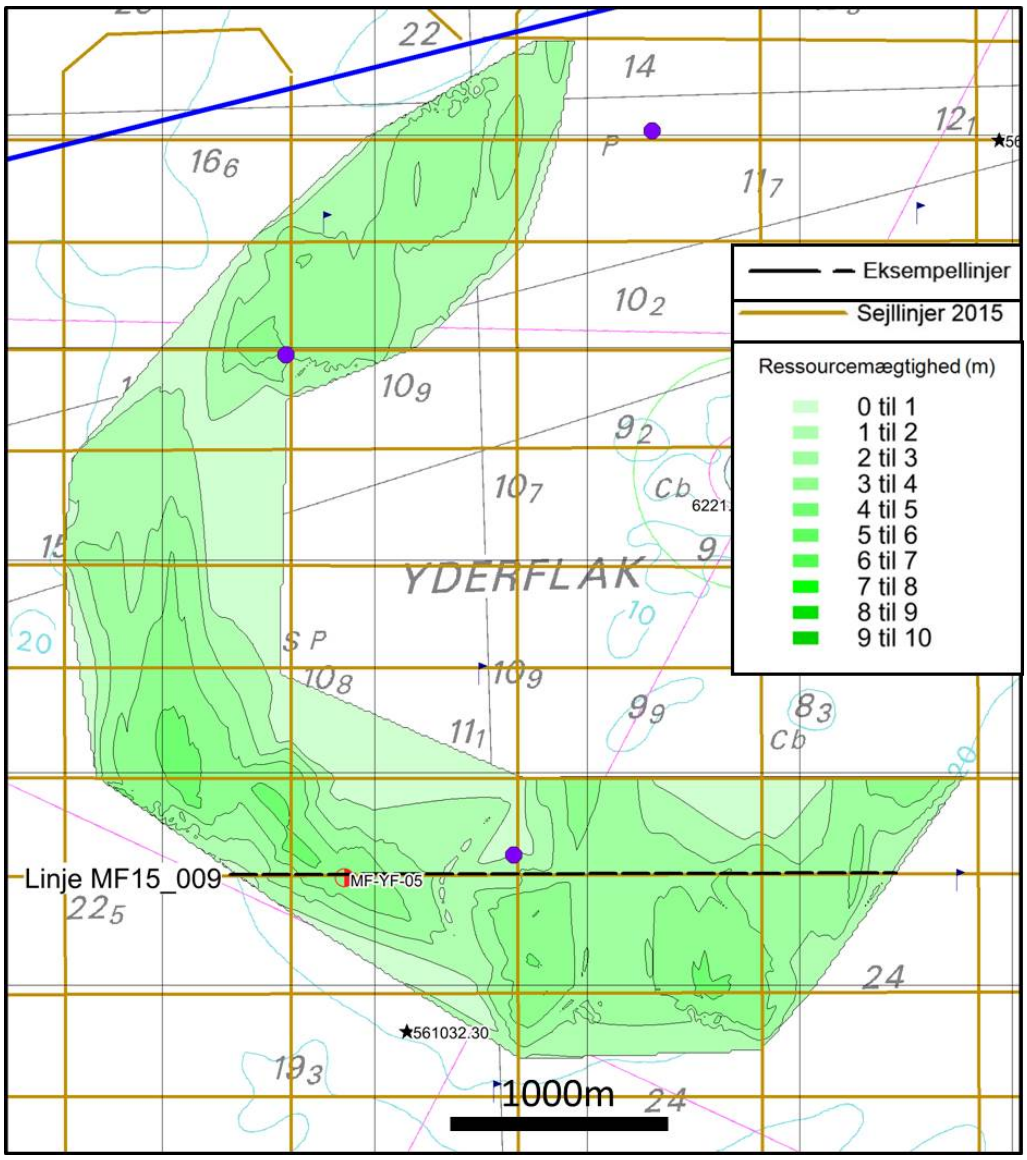
Figur 7.4.14. Eksempel på tolket seismisk profil gennem MF_HS_02 (HS enhed) i lavningen der gennemskærer Marthe Flak.



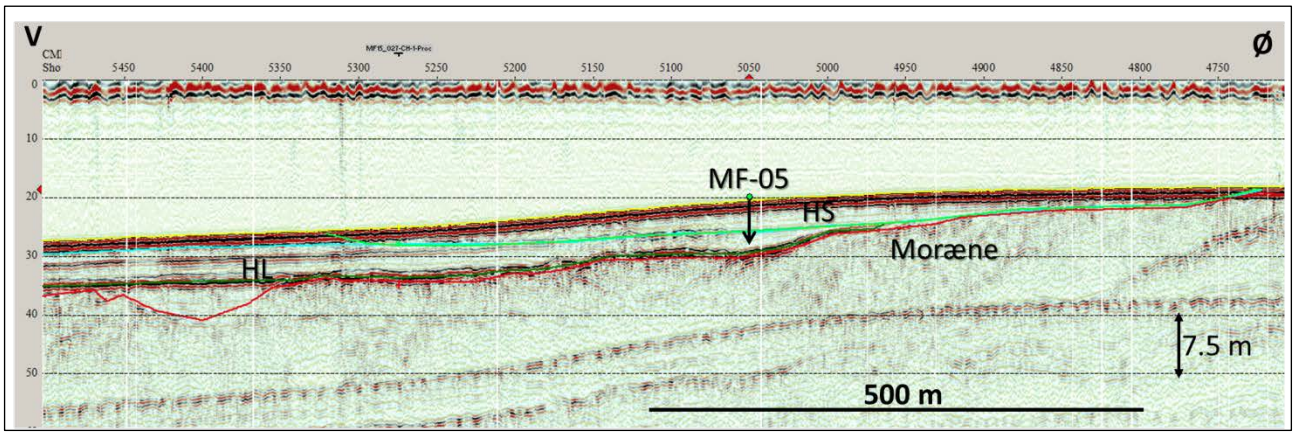
Figur 7.4.15. Borelog af vibrocore MF-08 i ressource MF_HS_02 på den østlige side af Marthe flak. Boringen viser nederst senglacialt ler (TL) overlejret af en postglacial lagfølge bestående af tørvehorisont (FT) med in situ rødder (^{14}C datering: 9.3-9.0 ka BP), søaflejringer (FP og FS) og marint fin-mellemkornet sand (HS: MF_HS_03).

7.4.6.3 MF_HS_03

Ressourcen er beliggende som et ca. 1 km bredt bælte langs den sydlige og vestlige del af Ydre Flak på vanddybder mellem ca. 10 og 20 m (Figur 7.4.15). Ressourcen er påvist ved vibrocore MF-05, der er udført i forbindelse med de nuværende undersøgelser. Ressourcen består af Holocænt, marint, fin-mellemkornet sand aflejret ved flakudbygning mod vest og syd under et tidligere lavere havniveau (Figur 7.4.16). Ressourcen en mægtighed på op til 3-4 m. Der er foretaget en volumetrisk opgørelse af forekomsten og det viser, at den kan indeholde op imod 6 mio. m^3. Ved en indvinding af hele forekomsten forventes det, at der kan indvindes ca. 4 mio. m^3 materialer.



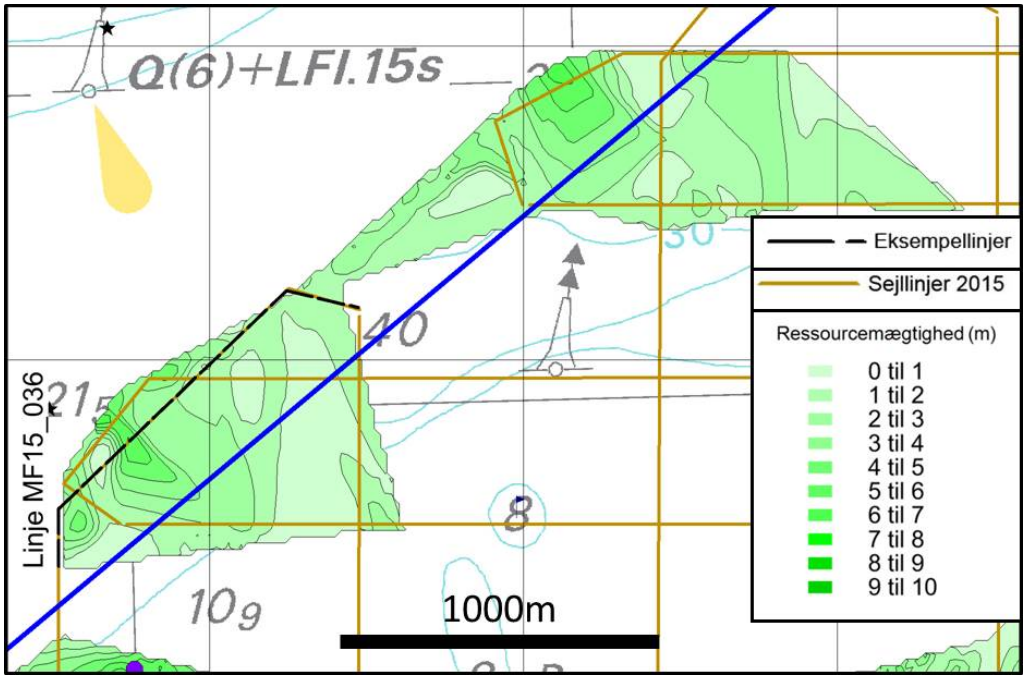
Figur 7.4.16. Kortlagt mægtighed af ressource MF_HS_03 i den sydlige del af Marthe Flak



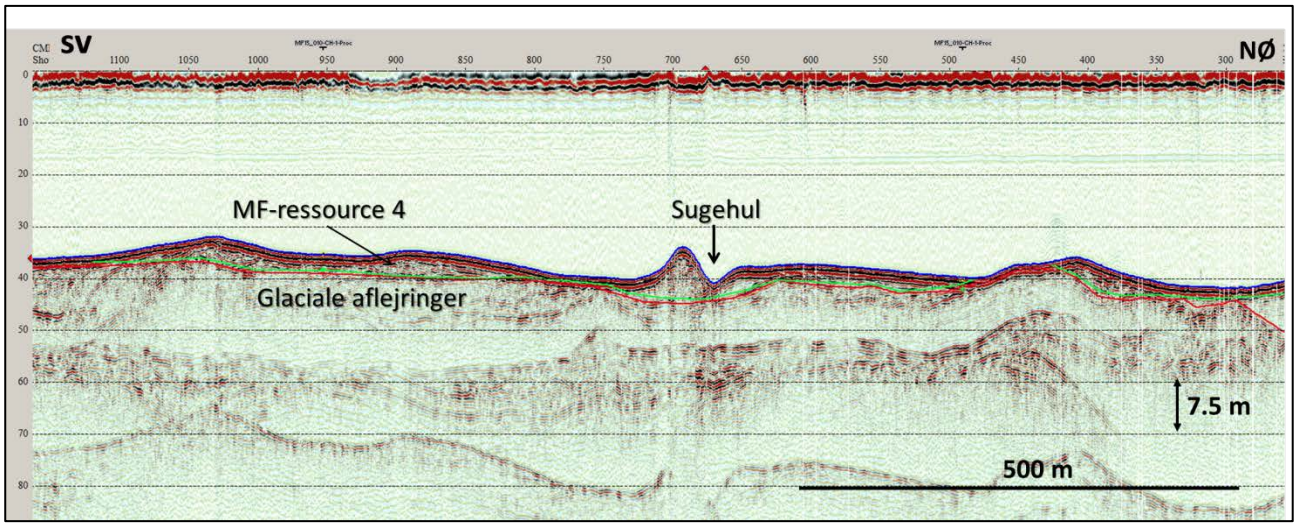
Figur 7.4.17. Eksempel på tolket, øst-vest orienteret seismisk profil gennem ressource MF_HS_03 der består af fin-mellemkornet marint sand (HS enhed). Der er udført en boring MF_05 gennem ressourcen til underliggende holocæne leraflejring (HL).

7.4.6.4 MF_HS_04

Ressourcen indgår i irregulære forhøjninger i den dybe rende umiddelbart nordvest for Marthe Flak på vanddybder mellem ca. 20 og 30 m (Figur 7.4.10). Ressourcen er ikke påvist ved boringer, men hyppige sugespor vidner om tidligere interesse for forekomsten (Figur 7.4.17). Ressourcen formodes at bestå af sandede og grusede aflejringer. Der er muligvis tale om marint omlejrede smeltevandsdannelser. Tidligere kortlægning beskriver en større dannelse i renden som en 'formodet kegle af smeltevandssediment', som stedvis opnår mægtigheder på op til 10-30 m (Skov- og Naturstyrelsen, 1987). Ressourcen har en mægtighed på op til 4-5 m (Figur 7.4.18). Der er foretaget en volumetrisk opgørelse af forekomsten og de viser, at den kan indeholde op imod 1,5 mio. m^3. Ved en indvinding af hele forekomsten forventes det, at der kan indvindes ca. 1 mio. m^3 materialer.



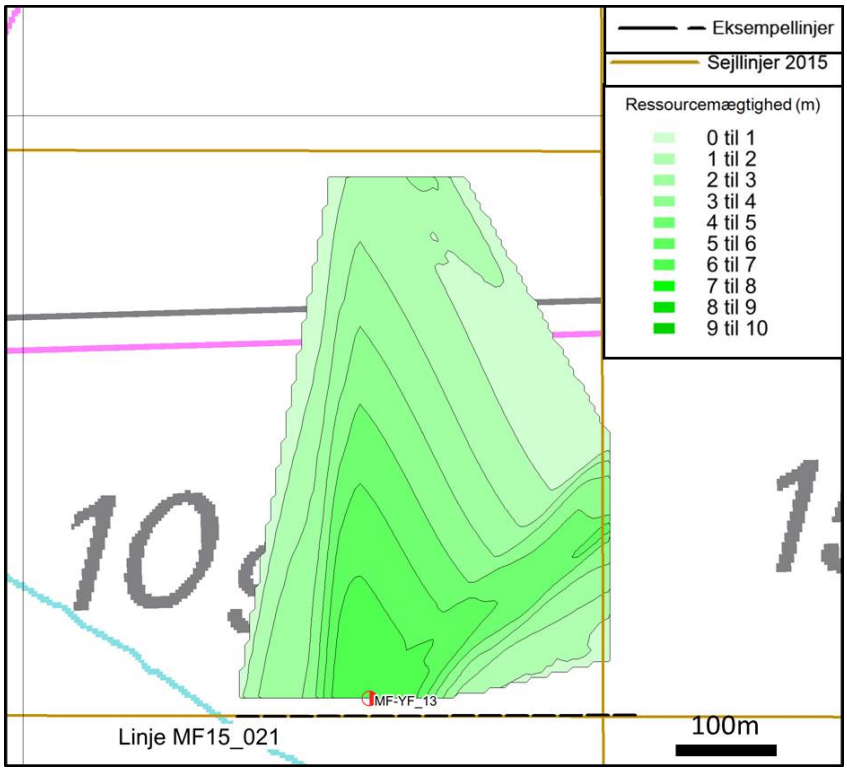
Figur 7.4.18 Kortlagt mægtighed af ressource MF_HS_0 i den nordvestlige del af Marthe Flak.



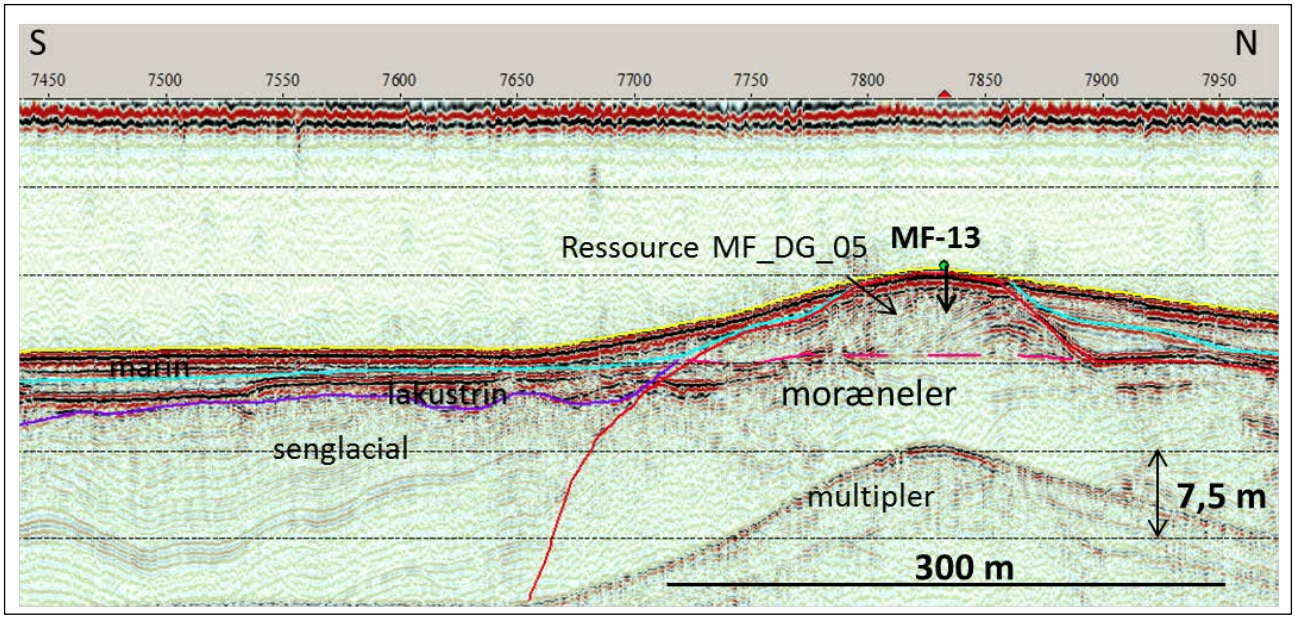
Figur 7.4.19. Eksempel på tolket seismisk profil gennem ressorce MF_HS_04 i renden nordvest for Marthe Flak. Der er talrige spor efter tidligere indvindingsaktivitet i forekomsten.

7.4.6.5 MF_DG_05

En lokalt forekommende ressourceforekomst af smeltevandsgrus og sand er beliggende i den centrale sydlige del af undersøgelsesområdet i forlængelse af en moræneryg på vanddybder mellem ca. 12 og 18 m (Figur 7.4.10). Ressourcen er påvist ved boring MF-13, der viser mindst 2 m småstenet og dårligt sorteret smeltevandsgrus (Figur 7.4.18). Petrografisk analyse af niveauet 0-150 cm i boringen viste et totalt porøst flint indhold på 2.1 %, hvilket er lige over grænseværdien for klasse A og M materiale. Ressourcen ses på et seismisk profil at danne en positiv form med interne forsæts. Flankerne af ressourcen er delvist dækket af marine aflejringer, der tiltager i mægtighed med dybden (Figur 7.4.20). Der er foretaget en volumetrisk opgørelse af forekomsten og den viser, at den kun kan indeholde ca. 0,2 mio. m^3.



Figur 7.4.20 Kortlagt mægtighed af ressource MF_HS_05 i den sydlige del af Marthe Flak.



Figur 7.4.21. Eksempel på tolket seismisk profil gennem ressource MF_DG_05, der udgør en grus- og småstensførende smeltevandsdannelse afsat på en moræne flade. Der er foretaget boring MF-13 i forekomsten.

7.4.7 Kortlægning af biologiske nøglekomponenter i Marthe Flak og Yderflak

7.4.7.1 Biologiske forhold knyttet til substrattyper

Undersøgelsesområdet ved Marthe Flak og Yderflak har varierende dybder med flere flak på relativt lavt vand (8-10 m) og nogle dybere områder med render på op til 38 m dybde. Fire substrattyper er observeret ved Marthe Flak og Yderflak: Substrattype 1, 2, 3 og 4.

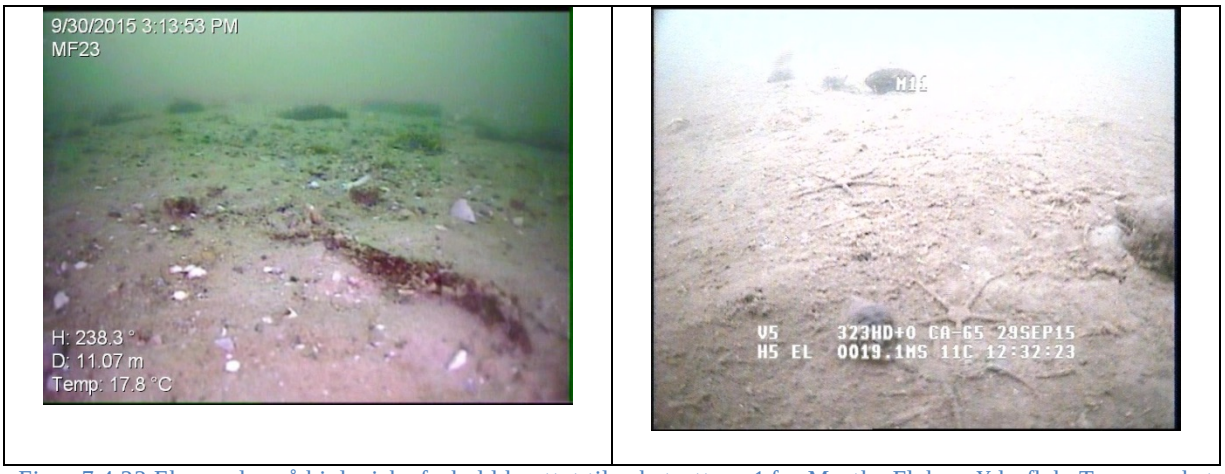
De biologiske forhold observeret ved ROV-undersøgelserne er primært epifauna og -flora. Der er ikke observeret biogene rev eller ålegræsbanker.

7.4.7.1.1 Biologiske forhold knyttet til substrattype 1

Substrattype 1 er kortlagt som i et sammenhængende område i undersøgelsesområdet på dybder fra 12-38 m (ROV-dyk fra 11-26 m).

Der er observeret sparsom fauna i tilknytning til substrattype 1. På sandbunden er der observeret slangestjerne (sort, alm, skør), søstjerne, dødningehånd, eremitkrebs, søpindsvin, sandorm samt søsol.

På lavere vanddybder (11 m) er der observeret kalkrødalger, samt spredte buskede og bladformede rødalger i tilknytning til tomme skaller. På de dybere vanddybder (fx 19 m) er der ikke observeret flora (Figur 7.4.23).



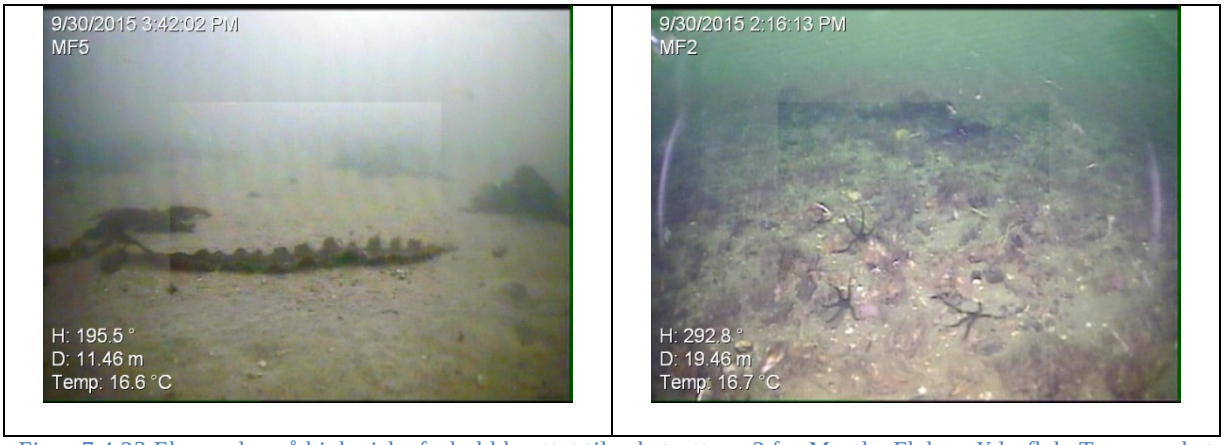
Figur 7.4.22 Eksempler på biologiske forhold knyttet til substrattype 1 for Marthe Flak og Yderflak. Tv. ses substrattypen på 11 meters dybde med sparsom flora (position MF-ROV_23). Th. ses substrattypen på 19 meters dybde med alm slangestjerne spor efter eremitkrebs og ingen flora (position MF-ROV_11).

7.4.7.1.2 Biologiske forhold knyttet til substrattype 2

Substrattype 2 er kortlagt i spredte mindre områder i undersøgelsesområdet på dybder fra 8-38 m (ROV-dyk fra 12-20 m). Substrattype 2 på Marthe Flak og Yderflak indeholder både sandbund med få spredte sten, og småstenet bund.

Der er knyttet en del fauna til substrattypen: Søpindsvin, sort og alm slangestjerne, søstjerne, søanemone, dødningehånd, eremitkrebs, blåmusling, sandorm og søsol.

På lavt vand (12-15 m) er der observeret kalkrødalger, buskede og bladformede rødalger samt store brunalger (sukkertang, palmetang, fingertang). På dybere vand er der primært observeret kalkrødalger på sten og skaller(Figur 7.4.23).



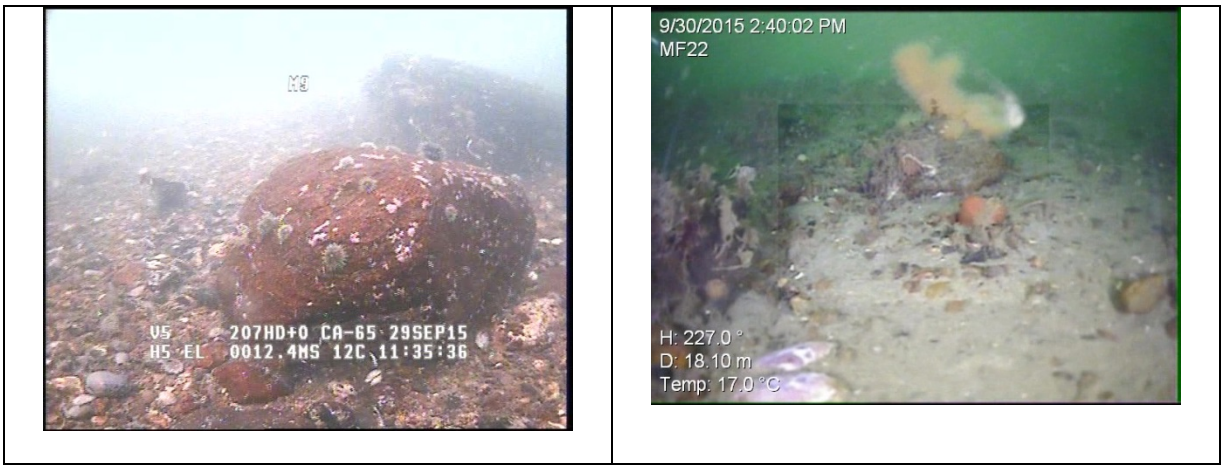
Figur 7.4.23 Eksempler på biologiske forhold knyttet til substrattype 2 for Marthe Flak og Yderflak. Tv. ses substrattypen på 12 meters dybde med få spredte sten med store brunalger (position MF-ROV_23). Th. ses substrattypen på 20 meters dybde med sort slangestjerne og kalkrødalger (position MF-ROV_02).

7.4.7.1.3 Biologiske forhold knyttet til substrattype 3

Substrattype 3 er kortlagt i spredte områder i undersøgelsesområdet på dybder fra 8-28 m (ROV-dyk fra 9-23 m).

Der er observeret en del fauna tilknytning til substrattypen: Søsol, søpindsvin, krabbe, søstjerne, blåmuslinger, havsnegl, eremitkrebs, svamp, slangestjerne, sandorm, dødningehånd.

Der er observeret sparsom flora på substrattypen, i form af lave makroalger (røde, grønne, brune). Der er desuden observeret kalkrødalger på sten og skaller (Figur 7.4.24).



Figur 7.4.24 Eksempler på biologiske forhold knyttet til substrattype 3 for Marthe Flak og Yderflak. Tv. ses substrattypen på 13 meters dybde med enkelte større sten med søpindsvin og kalkrødalger (position MF-ROV_09). Th. ses substrattypen på 21 meters dybde, med sparsom flora og dødningehånd (position MF-ROV_22).

7.4.7.1.4 Biologiske forhold knyttet til substrattype 4

Substrattype 4 er kortlagt i spredte mindre områder i undersøgelsesområdet på dybder fra 7-20 m (ROV-dyk fra 9-15 m).

Der er inden for substrattypen observeret oprette stenrev med huledannende elementer. Der er obseveret en del fauna: Søstjerne, søsol, søpindsvin, alm slangestjerne, mosdyr, svamp (Figur 7.4.25).

Der er observeret en høj dækningsgrad af flora i tilknytning til de større sten. Der er observeret kalkrødalger, buskede og bladformede rødalger samt store brunalger (*Laminaria*).



Figur 7.4.25 Eksempler på biologiske forhold knyttet til substrattype 4 for Marthe Flak og Yderflak. Tv. ses substrattypen på 11 meters dybde med tæt bevoksning af makroalger (position MF-ROV_14). Th. ses substrattypen på 15 meters dybde med sparsom fauna så som søpindsvin og søstjerne og ingen flora (position MF-ROV_08).

7.4.8 Indkredsning og tilstandsvurdering af habitattyper

7.4.8.1 Beliggenhed og beskrivelse

Dette område ligger i det sydvestlige hjørne af Kattegat og udgør en del af Samsø Bælt. Overfladevandet (0-10 m) vil med sin beliggenhed tæt på hovedstrømmen gennem Store Bælt være under indflydelse af forholdene i Bælthavet i syd. Farvandet er relativt dybt (20-40 m) med flere afgrænsede lavvandede partier med en minimumsdybde på 10 meter. Umiddelbart nordvest ligger det lavvandede Moselgrund (min. 4 m's dybde) og Yder Flak i Øst (min. 8 m's dybde). I vandplanerne er det karakteriseret med åbentvandstypen OW2, hvilket indebærer relativt beskyttede eksponeringsforhold, en saltholdighed ved bunden på mellem 18 – 30 ‰ og en ringe tidevandsforskel. I overfladen vil saltholdigheden normalt variere mellem 15 og 25 ‰ alt afhængig af om strømmen er nordgående eller mere stammer fra det øvrige Kattegat. Farvandet vil det meste af året være lagdelt med et springlag i 10 til 18 m's dybde. Strømforholdene vil gennemgående være gode i hele vandsøjlen.

Området ligger mellem Natura 2000 områderne Schultz og Hastens Grund samt Briseis Flak (N2000 nr. 204) i nord og Stavns Fjord, Samsø Østerflak og Nordby Hede (N200 nr. 198) samt Munkegrunde (N2000 nr. 205) i syd. I alle tre områder udgør rev en den af udpegningsgrundlaget. I farvandet ses desuden marsvin og spættet sæl. I de seneste vandplaner er tilstanden beskrevet som ringe, hvilket skyldes ålegræssetes ringe dybdeudbredelse på under 50 % af referencetilstanden.

Kvælstoftilførslen til det pågældende havområde (kystvandsområde nr. 220) er ikke umiddelbar med i Vandområdeplanernes opgørelse, men det forventes, at det i lighed med andre åbentvandsområder vil komme ned på den rigtige side af grænsen mellem god og moderat økologiske tilstand i forbindelse med den anden vandplansperiode frem til 2021.

7.4.8.2 Marint system

Marthe Flak området er et meget sammensat område hvad angår dybde og substratsforhold. De mest lavvandede områder er præget af residualbund bestående af sand, grus og sten i varierende størrelser. Dette hænger sammen med de relative stærke strømforhold der gør sig gældende i såvel de lavvandede som de dybe områder. Strømmen i de dybere partier er dog ikke større end at disse områder mest fremstår som sedimentære områder for sand, grus og mindre sten. Det marine system for Marthe Flak området kan således betegnes som en bladning af *strømfyldt farvand præget af kvartære sedimenter* og den *jævne, bløde blandingsbund.*

Dyrelivet er præget af såvel fasthæftede organismer (epifauna og makroalger) som af mere mobile arter (nectobentos). Blandt disse udgør søpindsvin et dominerende indslag på dybder over 10 meter. Inden for den fotiske zone ned til omkring 15 m udøver de en synlig nedgræsning på makroalgevegetationen. De dybere sandflader er nogle steder præget af sammendrevne rester af rødalger og brunalger samt tilbragte sten, der stammer fra nærliggende stenede og lavvandede områder. På nogle af disse sås store epifaunaformer som dødningehånd og hydroider. Endvidere blev observeret en grenet svampeform, der ellers sjældent ses i de danske farvande (antagelig fingersvamp eller *Halichondria bowerbanki).*

7.4.8.3 Habitattyper

Sedimentforhold

Ved kortlægningen af sedimentforholdene var alle 4 substrattyper i Marthe Flak området præsenteret (Figur 7.4.8). Sten i alle former og størrelser dominerer de lavvandede partier, mens sand og grus præger de dybere dele. ROV optagelserne vidnede om et meget rigt dyre- og planteliv. Selv på den jævne bund sås epifauna, der havde formået at etablere sig på enkelte forekommende faste overflader, delvist ført dertil fra de omkringliggende stenede områder. Hverken makroalger eller epifauna var dog så talrigt præsenteret, at de i sig selv betingede revagtige forhold. Da lysforholdene vil tillade en vækst ned til minimum 15 m, kan den relative sparsomme algevækst forklares med overgræsning fra de mange søpindsvin, der kunne observeres næsten overalt i området.

Lysforhold

Ned til 15-18 m's dybde vil der være lys nok for en bundlevende algetilvækst. De fleste af de stenende områder findes ned til denne dybde, hvorfor disse substrattyper vil befinde sig i den lavfotiske zone. De sandede områder ligger derimod generelt under den fotiske zone, hvilket betyder at det ikke vil være nogen primærproduktion knyttet til disse områder. De makroalger, der kan observeres her, er antageligvis drevet dertil fra de nærliggende revområder.

Energiforhold

Hele området er generelt udsat for rimelig gode strømforhold. Mht. den fysiske påvirkning vil det derfor have karakter af et mellem-energi system med nogen transport af bundmateriale. Området ligger relativt åbent til alle sider og vil derfor være eksponeret mht. strøm og bølger. Dybden af saltspringlaget vil som følge heraf kunne variere mellem 8 og 18 m.

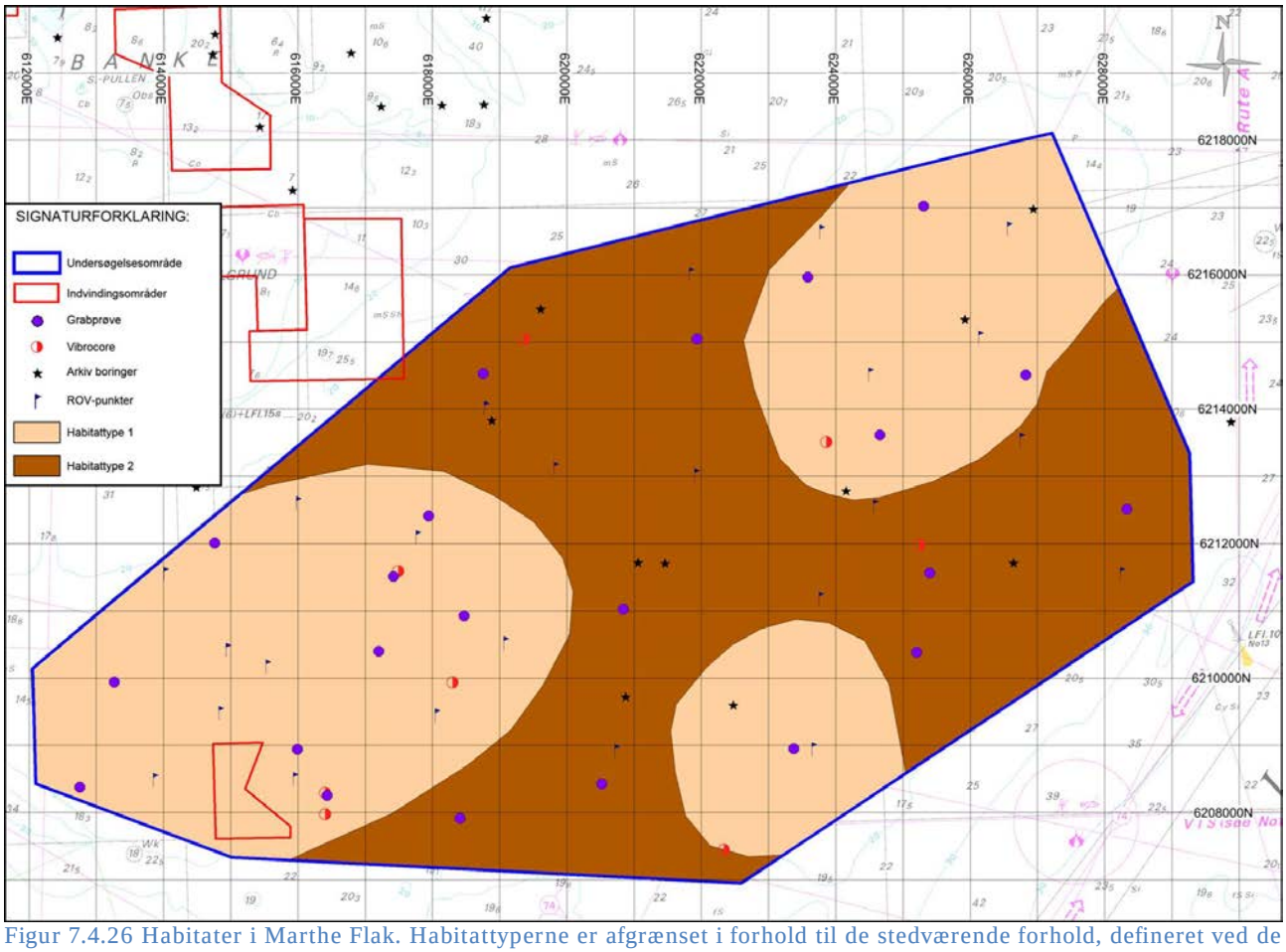
Saltpåvirkning

Overfladevandet vil i perioder med dybt liggende springlag typisk besidde relative høje saltholdigheder på mellem 20 og 25 ‰ (”Kattegatvand”). Den betydelig større forekomst af makroalger i de mest lavvandede dele (< 10 m) i kombination med tilstedeværelsen af ingen eller ganske få søpindsvin vidner om perioder med udstrømmende brakt overfladevand fra Storebælt ledsaget af højtliggende springlag.

Der vil således på baggrund af ovenstående kun identificeres 2 habitattyper i området øst for Samsøs nordspids (Marthe Flak og Yderflak, MF), nemlig:

H_{MF} 1) Substrattype 3 og 4, 10-18 m (lav-fotisk zone), 20-25 ‰

H_{MF} 2) Substrattype 1 og 2, 18-40 m (afotisk zone), > 25 ‰



Figur 7.4.26 Habitater i Marthe Flak. Habitattyperne er afgrænset i forhold til de stedværende forhold, defineret ved de fire kriterier: substrat, lys, energi og saltpåvirkning.

I området er der kun få bunddybder lavere end 10 m og som vil være udsat for lave saltkoncentrationer (< 15 %). Derfor er habitattyper præget af udstrømmende brakvand ikke medtaget i Marthe Flak området.

7.4.8.4 Økologisk tilstand

Dette område ligger i det sydvestlige hjørne af Kattegat og udgør en del af Samsø Bælt. Overfladevandet (0-10 m) vil med sin beliggenhed tæt på hovedstrømmen gennem Store Bælt være under indflydelse af forholdene i Bælthavet i syd. Farvandet er relativt dybt (20-40 m) med flere afgrænsede lavvandede partier med en minimumsdybde på 10 meter. Umiddelbart nordvest ligger det lavvandede Moselgrund (min. 4 m's dybde)

og Yder Flak i Øst (min. 8 m's dybde). I vandplanerne er det karakteriseret med åbentvandstypen OW2, hvilket indebærer relativt beskyttede eksponeringsforhold, en saltholdighed ved bunden på mellem 18 – 30 ‰ og en ringe tidevandsforskel. I overfladen vil saltholdigheden normalt variere mellem 15 og 25 ‰ alt afhængig af om strømmen er nordgående eller mere stammer fra det øvrige Kattegat. Farvandet vil det meste af året være lagdelt med et springlag i 10 til 18 m's dybde. Strømforholdene vil gennemgående være gode i hele vandsøjlen.

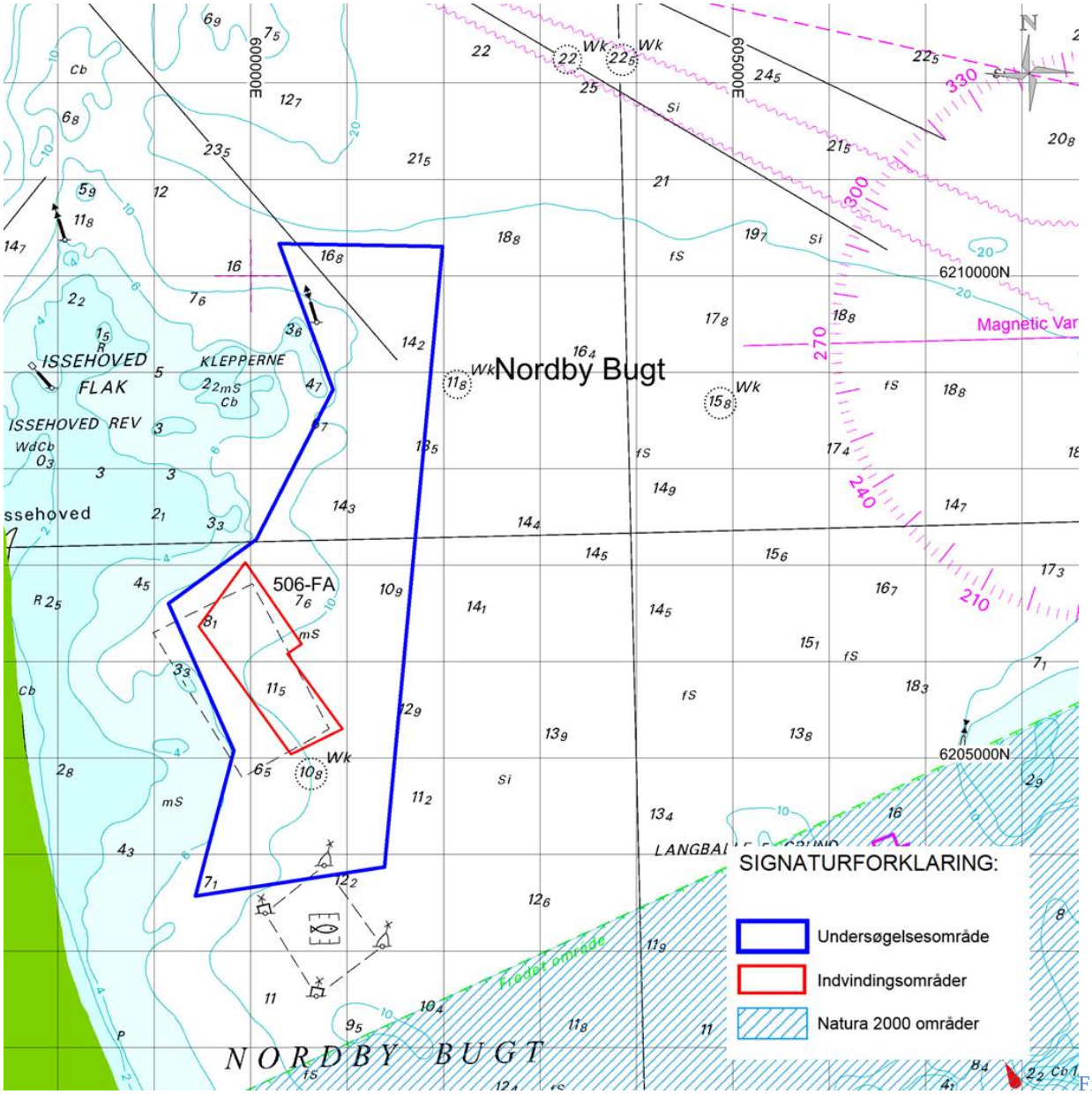
Området ligger mellem Natura 2000 områderne Schultz og Hastens Grund samt Briseis Flak (N2000 nr. 204) i nord og Stavns Fjord, Samsø Østerflak og Nordby Hede (N200 nr. 198) samt Munkegrunde (N2000 nr. 205) i syd. I alle tre områder udgør rev en den af udpegningsgrundlaget. I farvandet ses desuden marsvin og spættet sæl. I de seneste vandplaner er tilstanden beskrevet som ringe, hvilket skyldes ålegræssetes ringe dybdeudbredelse på under 50 % af referencetilstanden.

Kvælstoftilførslen til det pågældende havområde (kystvandsområde nr. 220) er ikke umiddelbar med i Vandområdeplanernes opgørelse, men det forventes, at det i lighed med andre åbentvandsområder vil komme ned på den rigtige side af grænsen mellem god og moderat økologiske tilstand i forbindelse med den anden vandplansperiode frem til 2021.

7.5 Nordby Bugt

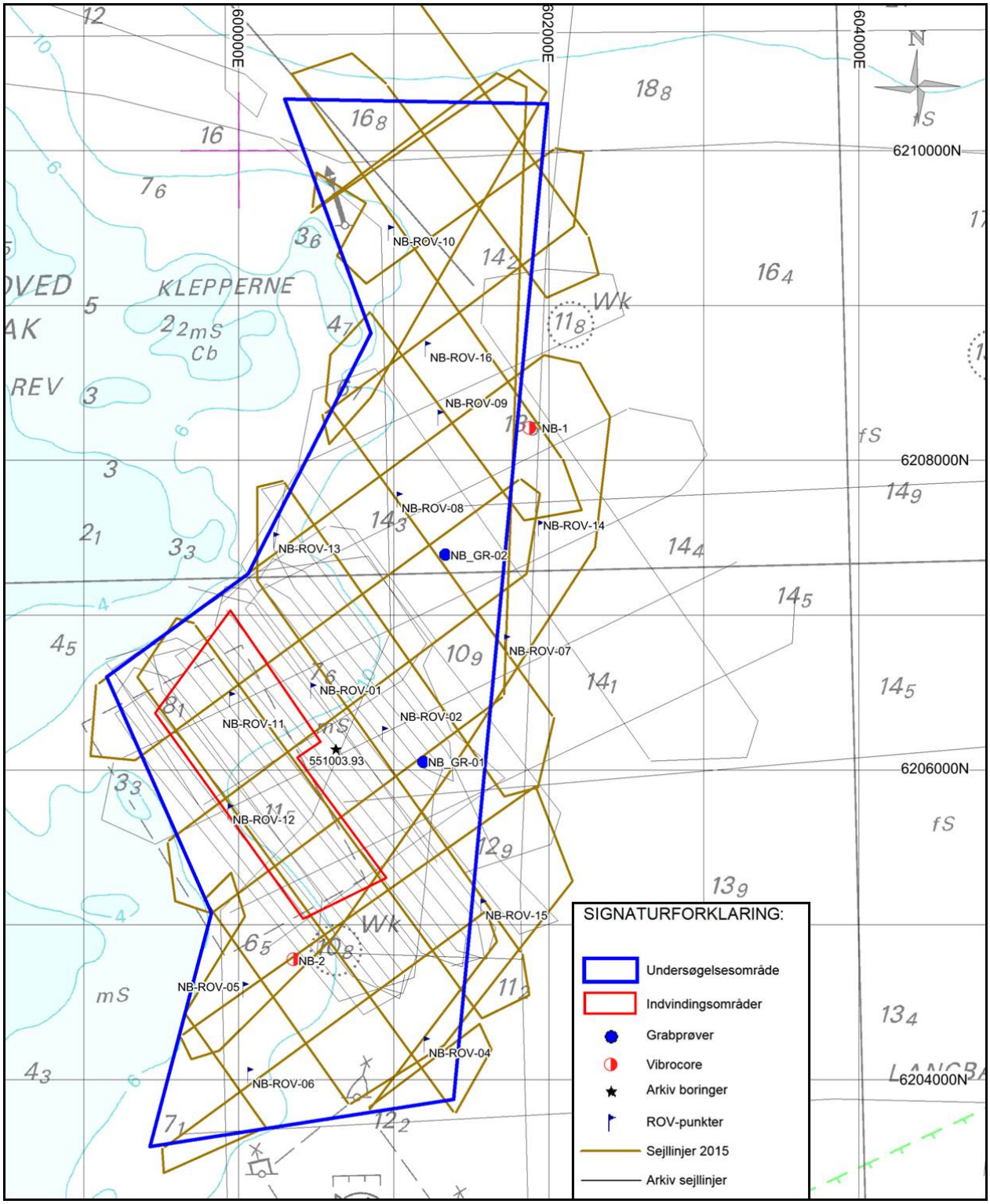
7.5.1 Introduktion

Undersøgelsesområdet er beliggende i Nordby Bugt ved Issehoved Flak nordøst for Samsø, og har et areal på ca. 11,0 km² (Figur 7.5.1). Området afgrænses mod vest af 6 m dybdekurven og skråner mod øst til dybder omkring 14-15 m. Fællesområde Nordby Bugt 506-FA med et areal på 1,2 km² er beliggende i den centrale del af området.



Figur 7.5.1. Undersøgelsesområdet i Nordby Bugt (indenfor blå ramme), samt eksisterende indvindingsområder (rød ramme). Kortets gridnet er 1x1 km. Bilag A-4.

I forbindelse med den ny kortlægning af området, er der sejlet i alt ca. 66 km kombineret seismik og side scan sonar/multibeam linjer (Figur 7.5.2). Linjenettet danner et grid med ca. 500 m linjeafstand mellem nordøst-sydvest gående linjer og mellem sydøst-nordvest gående linjer



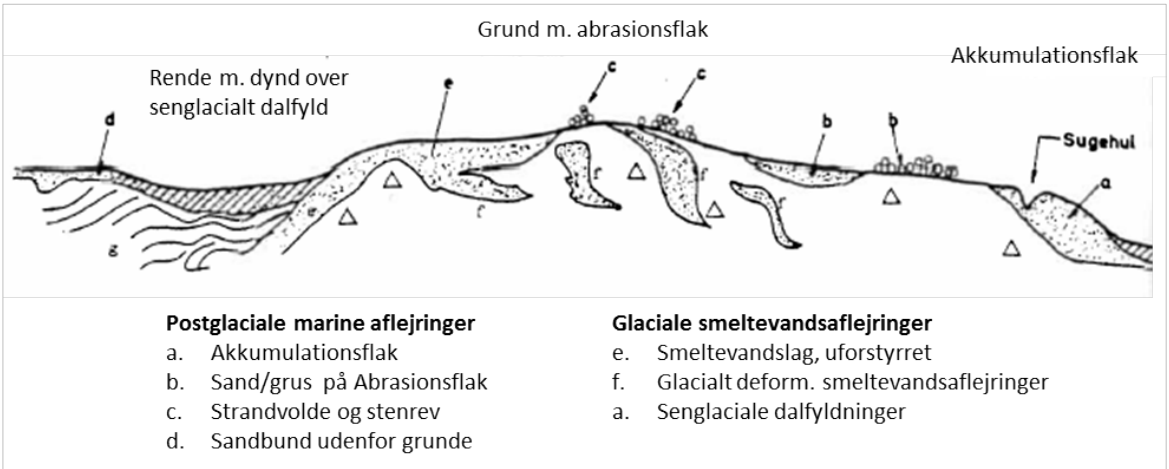
Figur 7.5.2. Undersøgelsesområdet i Nordby Bugt med gennemførte sejllinjer (lys brun), grabprøve positioner (blå), vibrationsboringer (rød/hvid cirkel), ROV verifikationspunkter (blå flag), samt arkiv overfladeprøver/boringer (Jupiter database). Kortets gridnet er 1x1 km. Bilag B-4.

Ud fra en tolkning af de seismiske data, er der udvalgt positioner til såvel vibrationsboringer som grabprøver. Der er foretaget i alt 2 vibrationsboringer (Bilag J) og 2 grabprøver (Bilag N) på udvalgte positioner (Figur 7.4.2). Der er desuden lavet kornstørrelsesanalyse af repræsentativt prøvemateriale fra 1 af vibrationsboringerne (Bilag K). Efter en tolkning af side scan sonar data, blev der foretaget ROV verifikationsdyk på i alt 15 positioner med henblik på en bestemmelse af havbundens substrattype og biologi.

7.5.2 Geologi

Området består af et højereliggende moræneområde mod vest ved Issehoved Flak. Mod øst med tiltagende dybde overlejres de glaciale aflejringer af sandede til dyndede aflejringer. Områdets geologiske udviklingshistorie er meget lig udviklingen beskrevet i det foregående afsnit vedr. Marthe Flak-Yder Flak området. Grundet de lavere dybdeforhold i Nordby Bugt undersøgelsesområdet er det dog tvivlsomt om tidligt holocæne lakustrine aflejringer forefindes i området. Dette bekræftes også af boring NB-1 (15,2 m vanddybde), der viser moræneler overlejret af 2,2 m marint, stenet silt, ler og gytje.

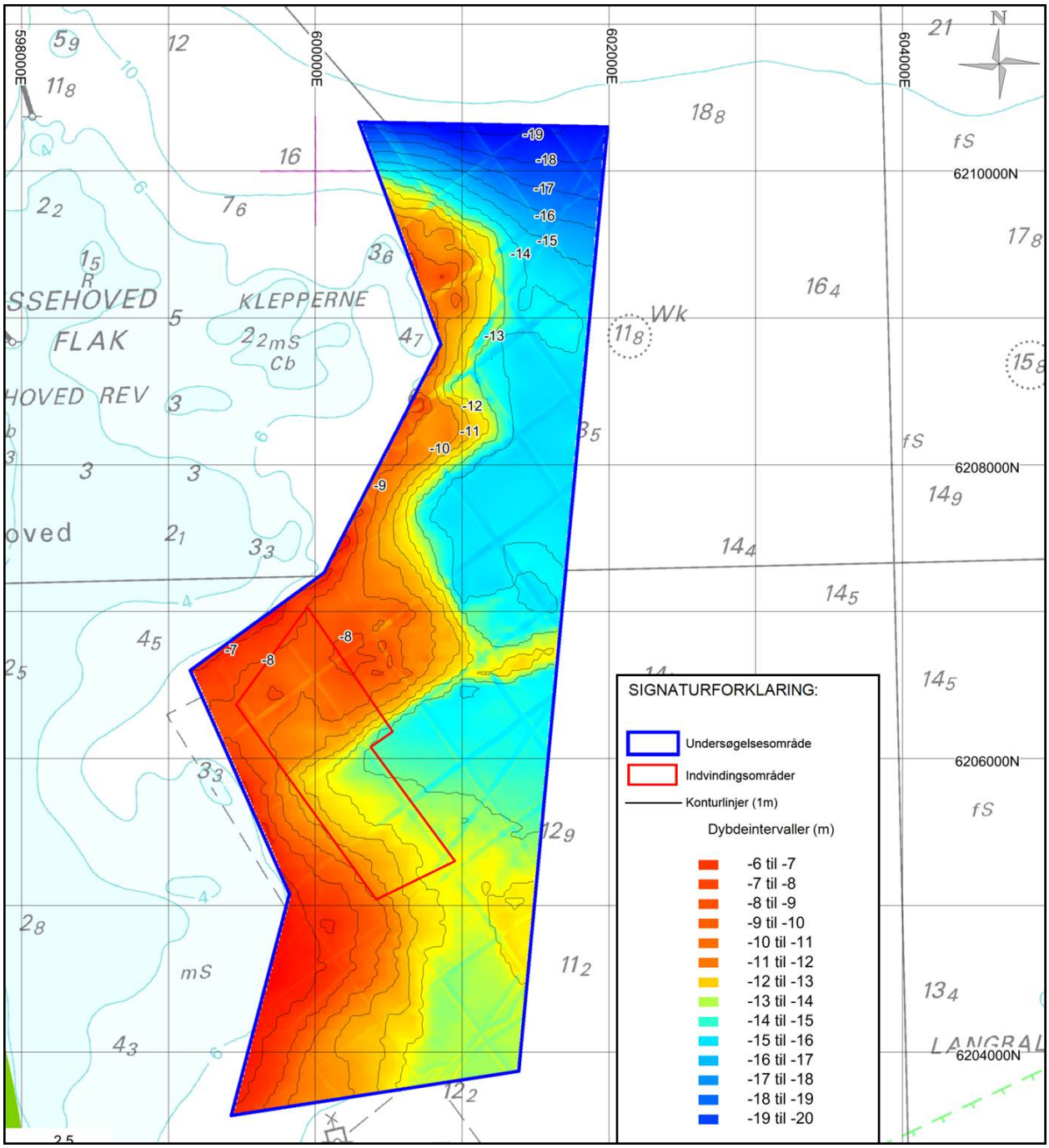
Råstofforekomsterne i området er oprindeligt beskrevet som holocæne, marine sandede til grusede aflejringer, der danner et akkumulationsflak (Skov- og Naturstyrelsen, 1987; Jensen, 1998). Herudover kan det også forventes, at der kan findes smeltevandsaflejringer i den øvre del af de glaciale aflejringer (jf. Figur 7.5.3). Råstofindvindingsstatistik viser tidligere indvinding af grus og ral i området. I fællesområdet blev der i år 2014 indvundet ca. 33.000 m^3 (fulde tilladte mængde).



Figur 7.5.3. Model for aflejringstyper af råstofforekomster i Samsø Nordøst området (Efter: Skov- og Naturstyrelsen, 1987).

7.5.3 Generelle dybdeforhold

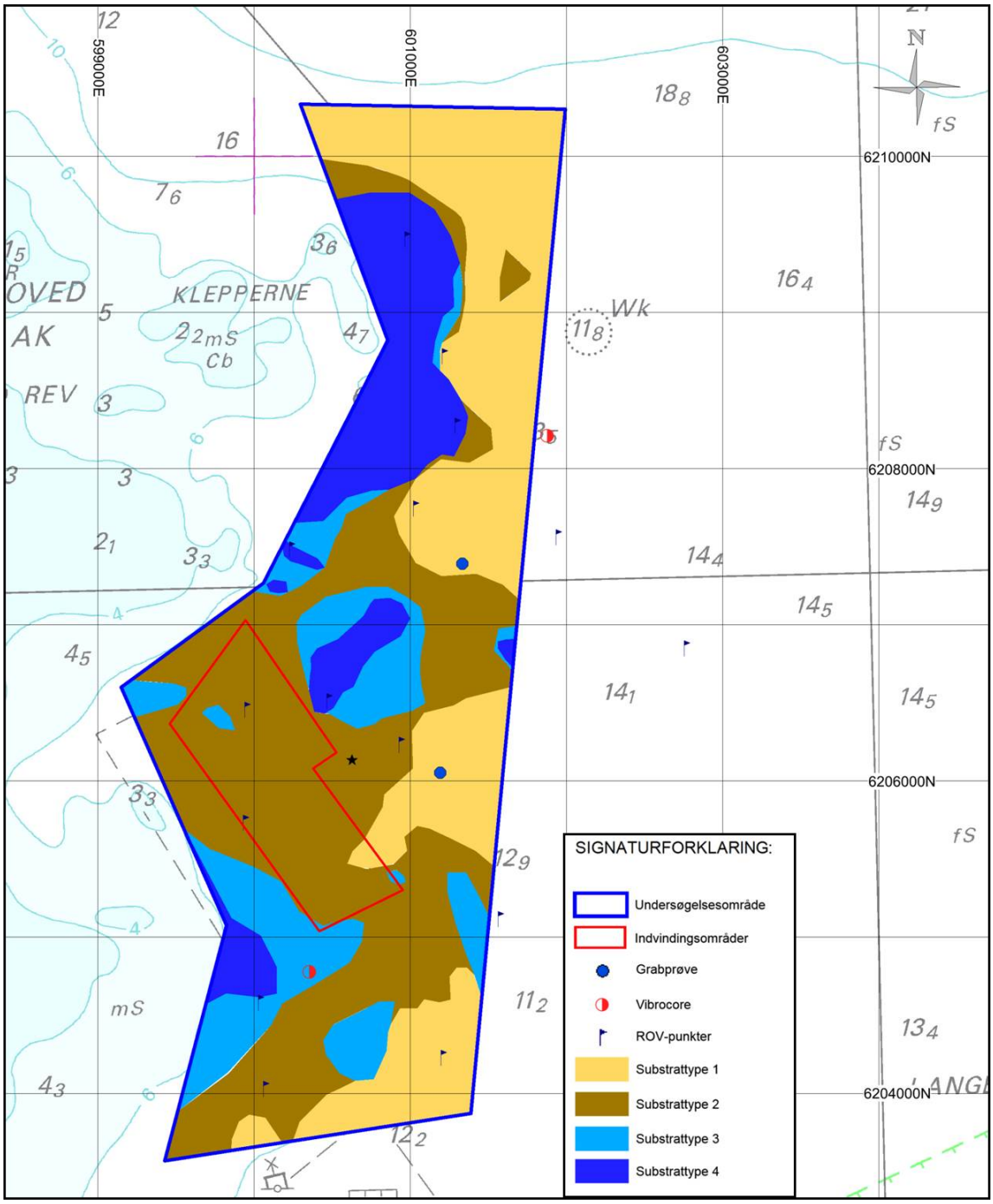
Området afgrænses mod vest af 6 m dybdekurven og skråner mod øst til dybder omkring 14-15 m (Figur 7.5.4). I den nordligste del af undersøgelsesområdet tiltager dybden mod nord til > 19m. De indsamlede multibeam data langs sejllinjer viser god overensstemmelse med de generelle dybdedata fra Geodatastyrelsen.



Figur 7.5.4. Dybdeforhold i Nordby Bugt undersøgelsesområdet. Kortet består af generelle dybdedata (Copyright Geodatastyrelsen) med 2 m konturlinjer overtegnet langs sejllinjer med nye multibeam data fra 2015. Gridnettet er 1x1 km. Bilag C-4.

7.5.4 Substrattyper

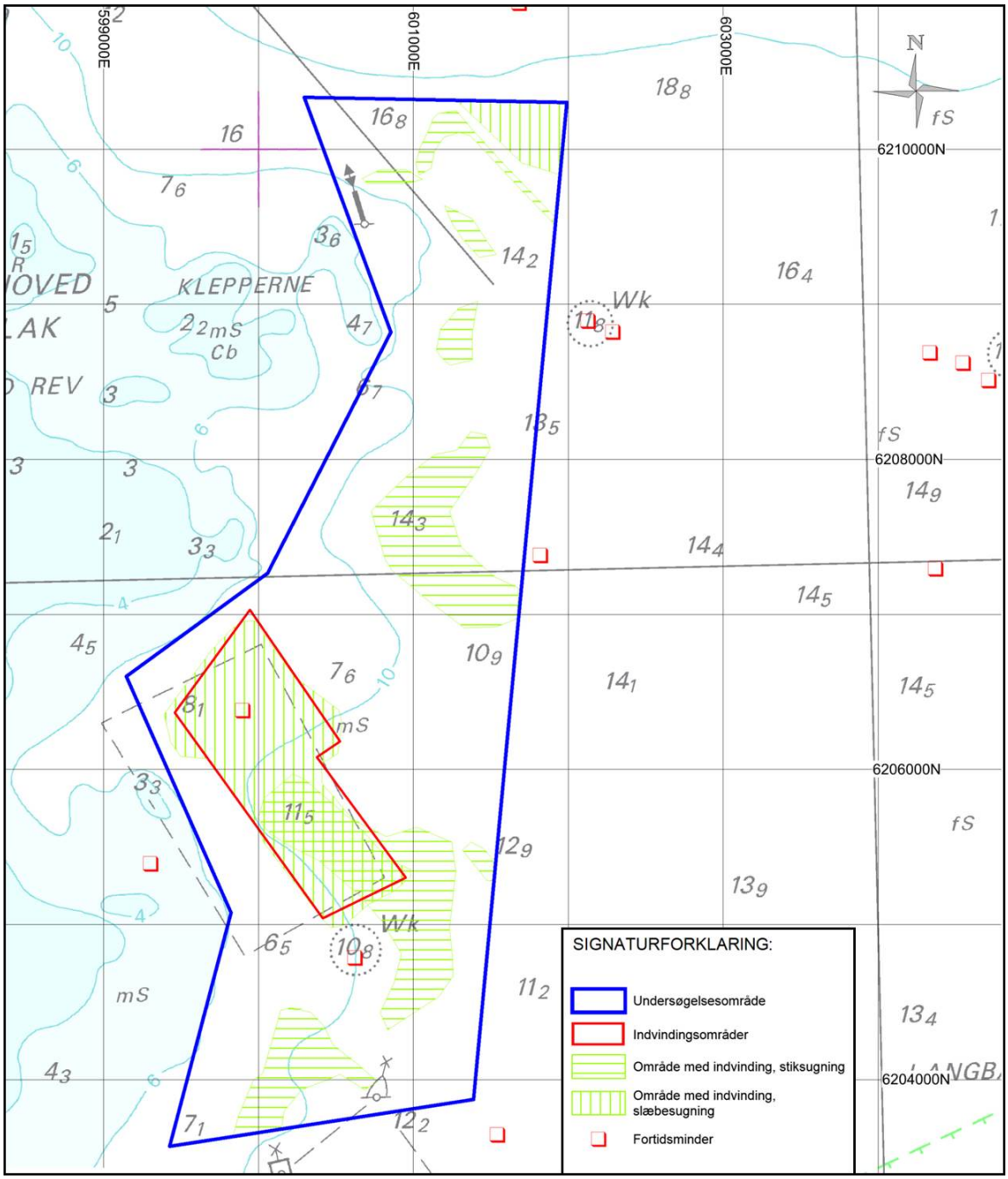
Substrattypefordelingen afspejler generelt dominans af moræneaflejringer og grovere glaciale aflejringer i den vestlige grunde del af undersøgelsesområdet, der er præget af substrattype 4, 3 og 2 omkring stenrev (Figur 7.5.5). Den østlige del af området indeholder hovedsageligt substrattype 1 i form af sandet dynd. Opragende morænerygge, der strækker sig ud mod den østlige del af området, er karakteriseret ved et dække af substrattype 2 og 3.



Figur 7.5.5. Bundsubstrattyper i Nordby Bugt undersøgelsesområdet. Kortlægningen er baseret på side scan sonar data langs sejllinjer suppleret med verifikationspunkter fra ROV-dyk, grabprøver, vibrocores samt arkiv data. Bilag D-4.

7.5.5 Menneskelig aktivitet

Undersøgelserne har påvist en del indvindingsspor i området (Figur 7.5.6). Slæbesugningsspor er i overvejende grad begrænset til det nuværende fællesområde, mens der findes flere områder med formodede ældre stiksugningsspor fordelt ud over området. Undersøgelserne har ikke kunnet påvise yderligere spor efter menneskelig aktivitet såsom vrag eller lign.



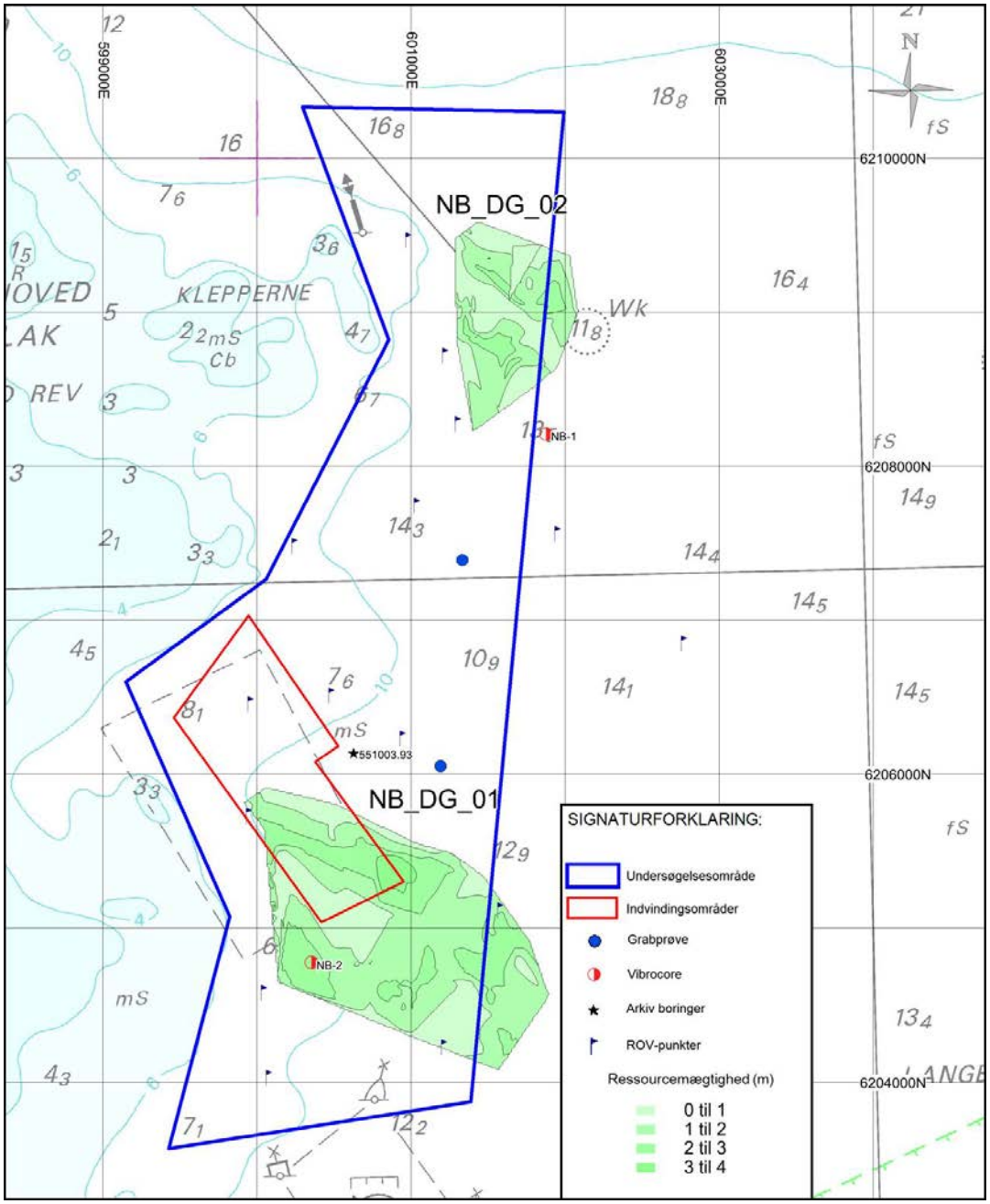
Figur 7.5.6. Spor efter menneskelig aktivitet i Nordby Bugt området. Bilag E-4.

7.5.6 Råstoffer i området Nordby Bugt

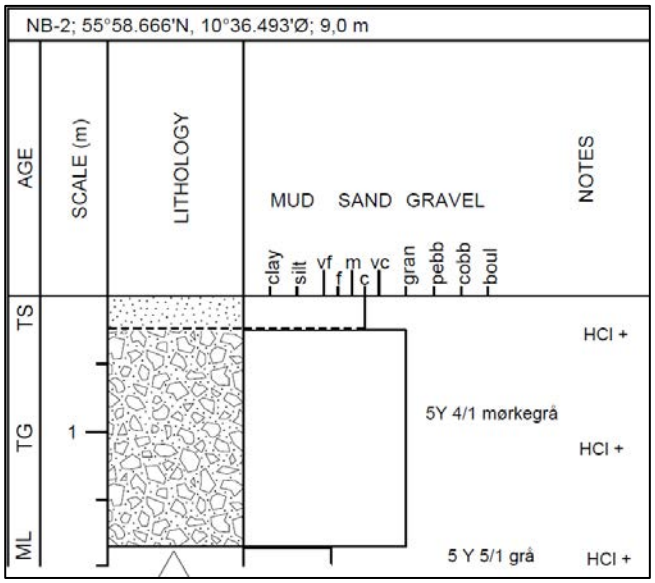
Med den udførte seismiske dataindsamling og udførte boringer er området Nordby Bugt nu dækket med seismiske data i et net på ca. 500 m x 500 m, hvilket er tilstrækkelig til en kortlægning af de mulige råstofressourcer i området. Råstofkortlægningen har vist, at der findes en sandsynlig forekomst NB_DG_01 af smeltevandssand – og grus i den sydlige del af undersøgelsesområdet (Figur 7.5.7). Forekomsten strækker sig ind i den sydlige del af fællesområdet, og er påvist ved boring NB-02 (Figur 7.5.8). Forekomsten ligger umiddelbart op til havbundent og det må antages, at den stedvist er marint omlejret i den øvre del. I den nordlige del af undersøgelsesområdet er der kortlagt en mindre spekulativ forekomst af smeltevandssand – og grus, NB_DG_02. Forekomsten er ikke påvist ved boring, men den seismiske kortlægning viser

umiddelbart at forekomsttypen er sammenlignelig med ressource NB_DG_01. Begge forekomster har med tiltagende dybde et tiltagende dække af marint dynd og ler som vist på Figur 7.5.9 og påvist i boring NB_01 (Bilag J).

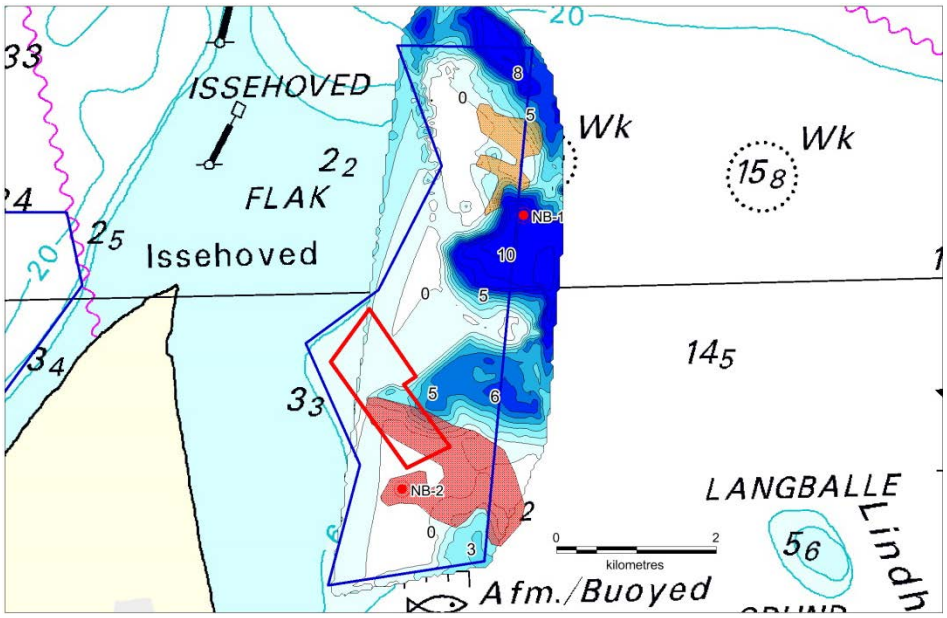
Det har ikke været muligt seismisk at kortlægge råstofforekomsten over hele fællesområde 506-FA. Dette kan skyldes udbredte indvindingsspor, samt at der er tale om relativt grovkornede aflejringer af meget begrænset mægtighed hvilende på moræneaflejringer.



Figur 7.5.7. Borelog af vibrocore NB-02 i ressource NB_DG_01 i den sydlige del af undersøgelsesområdet. Ressourcen bestående af smeltevandsgrus (TG) og –sand (TS) overlejrende moræneler (ML).



Figur 7.5.8. Borelog af vibrocore NB-02 i ressource NB_DG_01 i den sydlige del af undersøgelsesområdet. Ressourcen bestående af en gruset smeltevandsaflejring (TG) overlejrende moræneler.



Figur 7.5.9. Mægtighed af dynddække angivet med med 1 m konturlinjer omkring Nordby Bugt undersøgelsesområdet. Omrids af ressourceforekomster (NB_DG_1: rød og NB_DG_2: orange) er angivet, og det ses at marginale dele af forekomsterne har et dynddække på flere m.

Der er i forbindelse med kortlægningsarbejderne udarbejdet råstofkort over råstofaflejringerne (Figur 7.5.7). I Tabel 15 er de kortlagte voluminer, dominerende ressourcesammensætning, og forekomstsikkerhed angivet for de enkelte forekomster i Nordby Bugt området. Den dominerende ressourcetype er mellem-groft sand og grus (ca. 4 mio m^3). Det er dog grundet manglende boringsdata kun ressource NB_DG_01, der kan betegnes som sandsynlig.

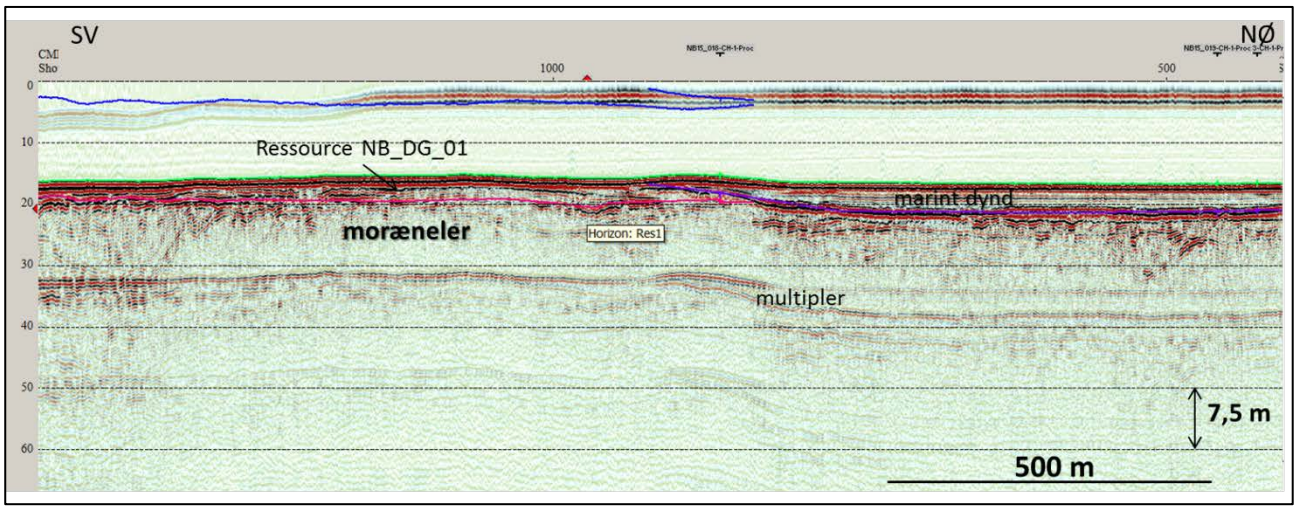
Område	Ressource	Sikkerhed	Type	Vol. mio m³	F sand	F/M sand	M Sand	M/Gr. sand m grus	Grus og ral
Nordby Bugt	NB_DG_01	Sandsynlig	Smeltevandsaflejring	3				x	
	NB_DG_02	Spekulativ	Smeltevandsaflejring	1				x	

Tabel 15. Oversigt over kortlagte ressource forekomster i Nordby Bugt området.

7.5.6.1 NB_DG_01

Ressourcen er beliggende i den sydlige del af Nordby Bugt på vanddybder mellem ca. 8 og 13 m, og fællesområde Nordby Bugt (506-FA) strækker sig ind over den nordlige del af ressourcen (Figur 7.5.7). Kortlægningen har påvist at ressourcen strækker sig ca. 1,5 km sydøst for fællesområdet. Den er påvist ved 1 vibrocore (NB-02), der er udført i forbindelse med de nuværende undersøgelser. Ressourcen består af sandet groft grus, der formodes at være aflejret som en smeltevandsaflejring over morænedannelser (Figur 7.5.10). Ressourcen opnår en maksimal mægtighed på ca. 4 m. Der er foretaget en volumetrisk opgørelse af forekomsten og den viser, at den kan indeholde op imod 3 mio. m³. Ved en indvinding af hele forekomsten forventes det, at der kan indvindes ca. 2 mio. m³ materialer. 70 % af ressource volumenet må antages at ligge udenfor det nuværende fællesområde.

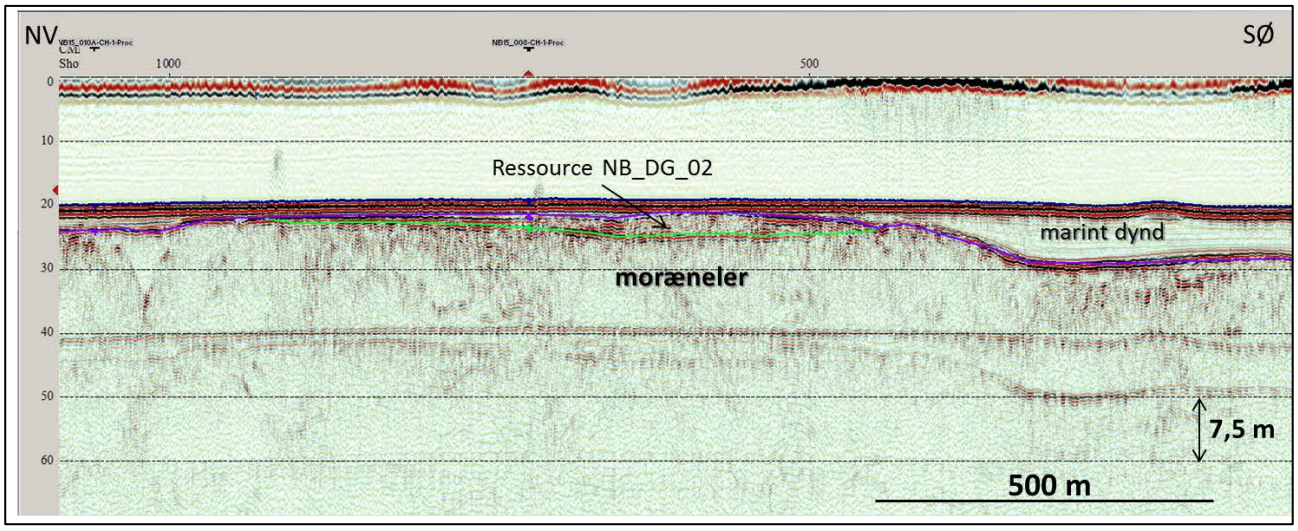
De nye data underbygger, at den tidligere angivne ressourcedannelsestype for forekomsten i fællesområdet 'Holocænt marint sand og grus' muligvis kan korrigeres til smeltevandsaflejringer, som stedvist kan være marint omlejret.



Figur 7.5.10. Ressource NB_DG_01 bestående af smeltevandssand (?delvist marint omlejret) overlejrende moræneler. Marint holocænt dynd overlejrer de glaciale aflejringer mod nordøst på større dybde.

7.5.6.2 NB_DG_02

En spekulativ ressource, NB_DG_02, er beliggende i den nordlige del af Nordby Bugt på vanddybder mellem ca. 13 og 15 m (Figur 7.5.7, Figur 7.5.11). Ressourcen er ikke påvist ved boring, men det formodes at den består af en gruset smeltevandsaflejringer analog til ressource NB_DG_01. Ressourcen opnår en maksimal mægtighed på ca. 3 m, og har over marginale dele af forekomsten et dække af marint dynd af op til få meters mægtighed. Der er foretaget en volumetrisk opgørelse af forekomsten og det viser, at den kan indeholde op imod 1 mio. m³.



Figur 7.5.11. Ressource NB_DG_02, som formodes at bestå af smeltevandssand (?delvist marint omlejret) overlejrende moræneler. Marint holocænt ler og dynd overlejrer de glaciale aflejringer på større dybde.

7.5.7 Kortlægning af biologiske nøglekomponenter i Nordby Bugt

7.5.7.1 Biologiske forhold knyttet til substrattyper

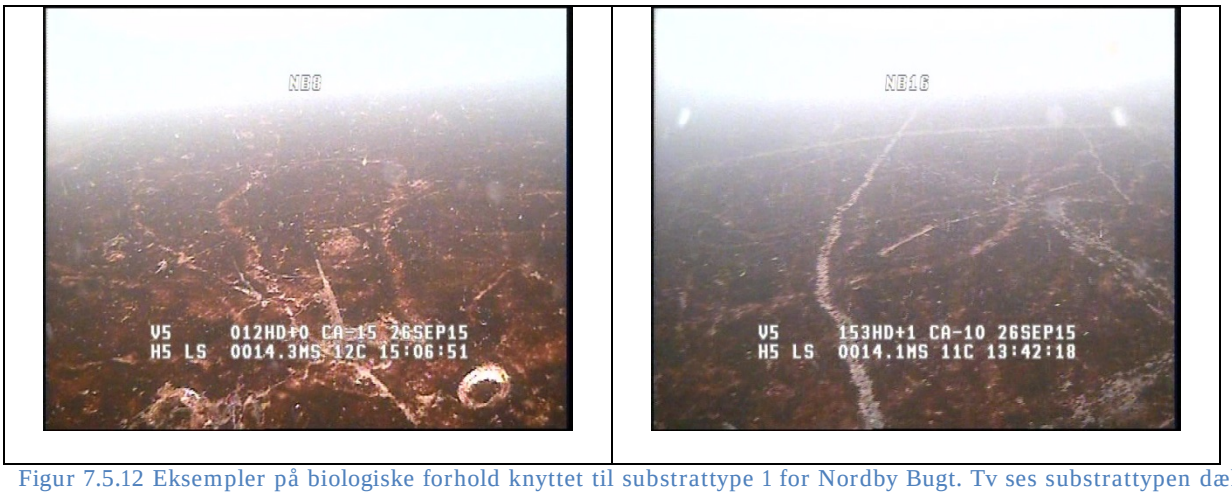
Undersøgelsesområdet ved Nordby Bugt er karakteriseret ved dybder fra 7 – 19 m. Fire substrattyper er observeret ved Nordby Bugt: Substrattype 1, 2, 3 og 4.

De biologiske forhold observeret ved ROV-undersøgelserne er primært epifauna og -flora. Der er ikke observeret biogene rev eller ålegræsbanker.

7.5.7.1.1 Biologiske forhold knyttet til substrattype 1

Substrattype 1 findes på dybder fra 9-19 m (ROV-dyk 12-15 m). Den observerede fauna er sparsom, og inkluderer søstjerne, slangestjerne, eremitkrebs, søpindsvin, sømus, krabbe, blåmusling og rur.

Der er observeret et tæt dække af kiselalger på sandbunden, med spor efter epifauna. Ingen anden flora er observeret (Figur 7.5.12).



Figur 7.5.12 Eksempler på biologiske forhold knyttet til substrattype 1 for Nordby Bugt. Tv ses substrattypen dækket af bentiske kiselalger med spor efter eremitkrebs (position NB_ROV-08). Th ses substrattypen dækket af bentiske kiselalger med spor efter snegle og eremitkrebs (position NB_ROV-16).

7.5.7.1.2 Biologiske forhold knyttet til substrattype 2

Substrattype 2 findes på dybder fra 7-15 m (ROV-dyk 9-14 m). Søstjerne, slangestjerne, krabbe, søanemone, musling, eremitkrebs, mosdyr, sandorme, havsvamp og molboøsters.

Der er observeret kiselalger på sandbund, og få nedgræssede makroalger tilknyttet sten. Makroalger inkluderede enårige buskede rødalger samt enkelte brunalger (*Laminaria*, strengetang) (Figur 7.5.13).

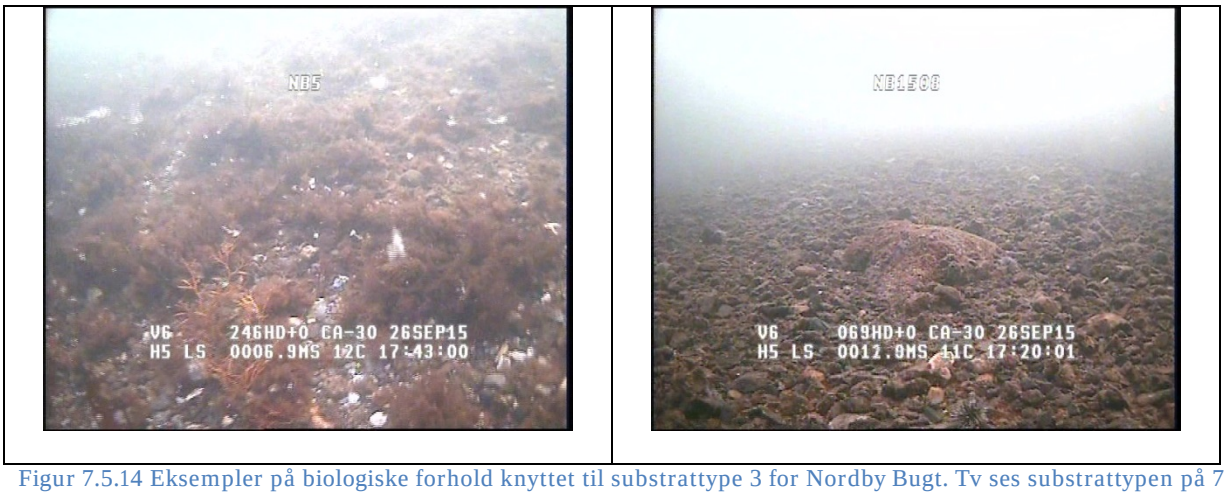


Figur 7.5.13 Eksempler på biologiske forhold knyttet til substrattype 2 for Nordby Bugt. Tv ses substrattypen på (position NB_ROV-06). Th ses substrattypen (position NB_ROV-11)

7.5.7.1.3 Biologiske forhold knyttet til substrattype 3

Substrattype 3 findes på dybder fra 7-14 m (ROV-dyk 7-12 m). Der er observeret en del fauna, især søpindsvin. Der er desuden observeret søstjerne, mosdyr, dødningehånd, eremitkrebs, dødningehånd, slangestjerne, havsnegl, søstjerne.

Der er varierende dækningsgrad af makroalger. På visse stationer er makroalger nedgræsset, mens der på andre stationer er høj dækningsgrad af brunalger (strengetang, *Laminaria*) og buskede rødalger. Der er desuden observeret kalkrødalger på sten (Figur 7.5.14).



Figur 7.5.14 Eksempler på biologiske forhold knyttet til substrattype 3 for Nordby Bugt. Tv ses substrattypen på 7 meters dybde (position NB_ROV-05). Th ses substrattypen på 12 meters dybde, (position NB_ROV-15)

7.5.7.1.4 Biologiske forhold knyttet til substrattype 4

Substrattype 4 er kortlagt på dybder fra 7-15 m (ROV-dyk 8-13 m). Der er observeret koraller (dødningehånd), søpindsvin, søstjerner, eremitkrebs, slangestjerne, havsnegl, musling, krabbe, søsol, søpung, rur og mosdyr. På flere stationer var det vanskeligt at se fauna pga. tæt bevoksning.

Der er varierende dækningsgrad af makroalger. På visse stationer (07, 09,10 på dybder fra 11-13 m) er makroalger nedgræsset, mens der på andre stationer (01, 13 med dybder fra 8-9 m) er høj dækningsgrad. Der er observeret af brunalger (strengetang, *Laminaria*) og buskede rødalger.
Der er på alle stationer observeret kalkrødalger (Figur 7.5.15).



Figur 7.5.15 Eksempler på biologiske forhold knyttet til substrattype 4 for Nordby Bugt. Tv ses substrattypen på 8 meter vand, med høj dækningsgrad af makroalger (position NB_ROV-13). Th ses substrattypen med dødningehånd (position NB_ROV-07)

7.5.8 Indkredsning og tilstandsvurdering af habitattyper

7.5.8.1 Beliggenhed og beskrivelse

Nordby Bugt nord-øst for Samsø ligger i det syd-vestlige hjørne af Kattegat. Farvandet er præget af lavtliggende banker og flakke. Den vestlige side udgør en del af Issehoved Flak der bl.a rummer de såkaldte Klepperne. Området går fra en dybde på omkring 3 m i vest til 10-14 m i øst.

I vandplanerne er området beskrevet som en del af åbent-vands typen OW2, der er karakteriseret ved relativt beskyttede eksponeringsforhold, en saltholdighed på mellem 18 – 30 ‰ og en lille tidevandsforskel. Farvandet vil kun i den østlige del opleve en bundnær lagdeling i ca. 10 m's dybde. Saltholdigheden i området vil normalt variere mellem 15 og 20 ‰ og afspejle saltholdigheden i det udtrængende vand fra Storebælt i syd. Bundvandet vil generelt være over 25 ‰.

I det store vest-liggende Natura 2000 område (N2000 nr. 36) er gråsæl og spættet sæl på udpegningsgrundlet. Området vides desuden til tider at huse en stor marsvin-bestand. I de seneste vandplaner er tilstanden beskrevet som ringe, hvilket skyldes ålegræssetes ringe dybdeudbredelse på under 50 % af referencetilstanden.

Med de planlagte tiltag i forbindelse med Vandplan 2010-15 og Vandområdeplan 2015-2012 forventes kvælstofbelastningen til hele det havområde, hvortil Nordby Bugt området tilhører (Kystvandsområde nr 219) i 2021 være reduceret til 113 t N/år, hvilket er 16 t under det estimerede niveau der skulle sikre en god økologisk tilstand.

7.5.8.2 Marint system

På trods af de forholdsvis små dybdeforskelle er Nordby Bugt området rimelige varieret hvad angår de biologiske forhold. Området er præget af en residualbund bestående af sand, grus og sten i meget varierende størrelse. Baggrunden for dette skal findes i de relative stærke strømforhold der præger det meste af området. Dette gælder for såvel de dybe dele over 10 meter som de mere lavvandede partier. Det marine system der kan betegnes som *strømfyldt farvand præget af kvartære sedimenter*.

Dyrelivet er præget af såvel fasthæftede organismer (epifauna og makroalger) som af mere mobile arter (nectobentos). På dybder over 10 meter og med bundvegetation dominerede søpindsvin i store mængder. De øver en synlig nedgræsning på makroalgevegetationen. Den lavere saltholdighed i overfladevandet hindrer en tilsvarende græsning her. På de dybere sandflader ligger der en del sammendrevne rester af rødalger, antagelige som resultat af "spill-over" fra søpindsvinenes græsning.

7.5.8.3 Habitattyper

<u>Sedimentforhold</u>

Kortlægningen af sedimentforholdene viste tilstedeværelsen alle 4 substrattyper (Figur 7.5.16). Sten i alle former og størrelser er udbredte og giver store partier revlignende karakter. Blåmusling kunne observeres på de lavere dybde under 10 meter mens tilsyneladende hestemuslig forekom på de lidt større dybder. Ingen af dem var dog så talrige så de bidrog væsentligt til revstrukturen. Der var en skillelinje omkring 10 meter mht. til udbredelsen af makroalger. Da lysforholdene vil tillade en vækst ned til minimum 15 m, skal forklaringen på forskellen i bundens udseende antagelig findes i den massive tilstedeværelse af søpindsvin i det noget saltere bundvand. Sandflader i de dybe områder var endvidere præget af store mængder sammendrevne stumper af rødalger, hvilket gør bunden sårbar for iltsvind.

Lysforhold

Ned til 15 m's dybde vil der være lys nok til at tillade en betydelig bundlevende algevækst. Hele Nordby Bugt området vil derfor befinde sig i en lavfotisk zone. Hvor der findes faste overflader vil makroalger dominere væksten, mens mikrobentiske alger vil dominere væksten på de sandede dele.

Energiforhold

Hele området er generelt udsat for moderate til gode strømforhold. Mht. den fysiske påvirkning vil det derfor have karakter af et mellem-energi system med nogen transport af bundmateriale. Området ligger i læ for Samsø samt for det nordliggende lavvandede Issehoved Flak, hvilket tillader et generelt højere beliggende saltspringlag samt en generelt lavere saltholdighed sammenlignet med Kattegat i øvrigt.

Saltpåvirkning

På trods af en ringe dybde, spiller forskelle i saltholdighed en tilsyneladende stor betydning for levevilkårene. Saltholdigheden er størst på dybder over 10 m, hvilket giver disse områder højsaline (>25 ‰) betingelser. De øvrige områder vil for det meste opleve salttholdigheder på mellem 15 og 25 ‰.

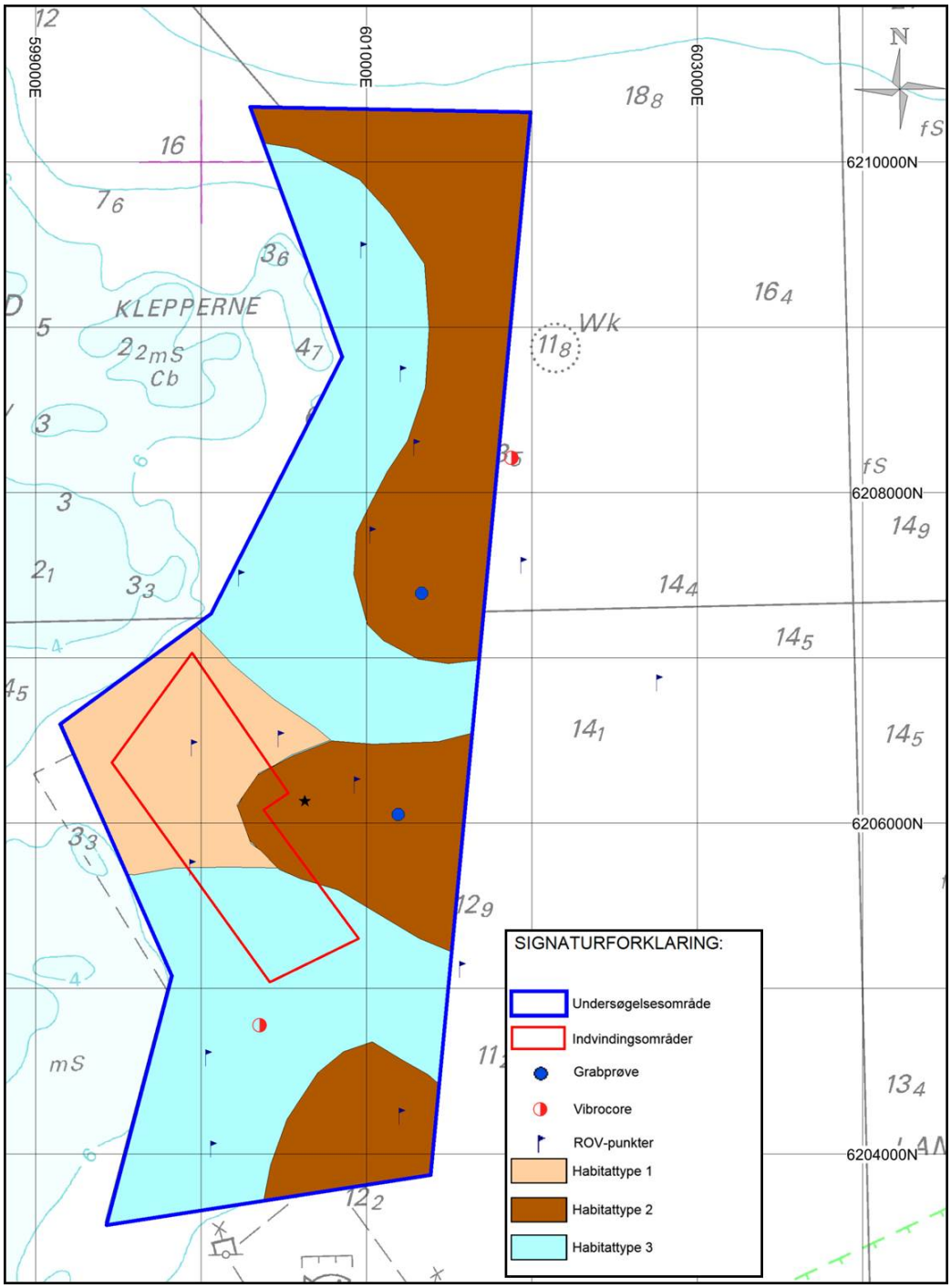
Der vil således kun identificeres 4 habitattyper i Nordby Bugt (NB), nemlig:

H_{NB} 1) Substrattype 1 og 2, 5-10 m (lav-fotisk zone), 15-20 ‰

H_{NB} 2) Substrattype 1 og 2, 10-15 m (lav-fotisk zone), >20 ‰

H_{NB} 3) Substrattype 3 og 4, 5-10 m (lav-fotisk zone), 15-20 %

H_{NB} 4) Substrattype 3 og 4, 10-15 m (lav-fotisk zone), > 20 ‰



Figur 7.5.16 Habitater i Nordby Bugt. Habitattyperne er afgrænset i forhold til de stedværende forhold defineret ved de fire kriterier: substrat, lys, energi og saltpåvirkning.

Selv om den mineralske sammensætning umiddelbart kun vil give anledning til to habitattyper i kombination med en ensartede lysforhold, bevirker forskellen i saltpåvirkning, at levevilkårene ændrer sig omkring 10 m's dybde. Dette er kompliceret af den virkning overgræsningen fra søpindsvin forvolder på bundens udseende og af den omstændighed at søpindsvin bedst trives under høje ensartede saltforhold.

7.5.8.4 Økologisk tilstand

Fælles for de fire habitattyper, mht. de fem kvalitetskriterier, er at

1) Vandskifte er moderat til godt i hele området. De mange sammendrevne stumper af rødalger på de dybere liggende sandflader repræsenterer et iltforbrug der ikke altid vil kunne opvejes af en tilstrækkelig fornyelse af iltrigt vand. Det vil derfor forekomme dårlige iltforhold i de bundnære dele i disse områder, hvilket antagelig vil slå det meste infauna ihjel.
2) Fysisk stabilitet. I kraft af det delvise læ området ligger i, vil der være en relativ betydelig fysisk variation mht. strøm, salt og temperatur. Dette gælder i sær de lavvandede dele (< 10m). Omvendt vil der ikke i området være topografiske forhold der skulle virke som permanente strømlæ og således fungere som akkumulationsområder for mineralsk og organisk materiale. Som følge af en stor organisk stoftilførsel til de dybere partier, vil der i perioder med svag strøm også her kunne opleves en forringet tilstand. Endelig vil overgræsning medvirke til at gøre området ustabilt.
3) Forureningen fra forhøjede næringsaltsniveauer giver sig til kende i en noget kraftig opvækst af især enårige makroalgeformer på lavt vand. I kombination med de moderate strømforhold vil det hæmme fremvæksten af fastsiddende filtrerende organismer.
4) Den primære fødetilførsel er moderat til god. De ikke altid optimale fødebetingelser skyldes det til tider begrænsede vandskifte. I de østlige habitater er fødeadgangen god, hvilket skyldes en bunddybde der ofte er identisk med skillefladedybden. Det betyder at den opblomstring af fytoplankton der sker her, vil være tilgængelig for de suspensions-ernærende bunddyr.

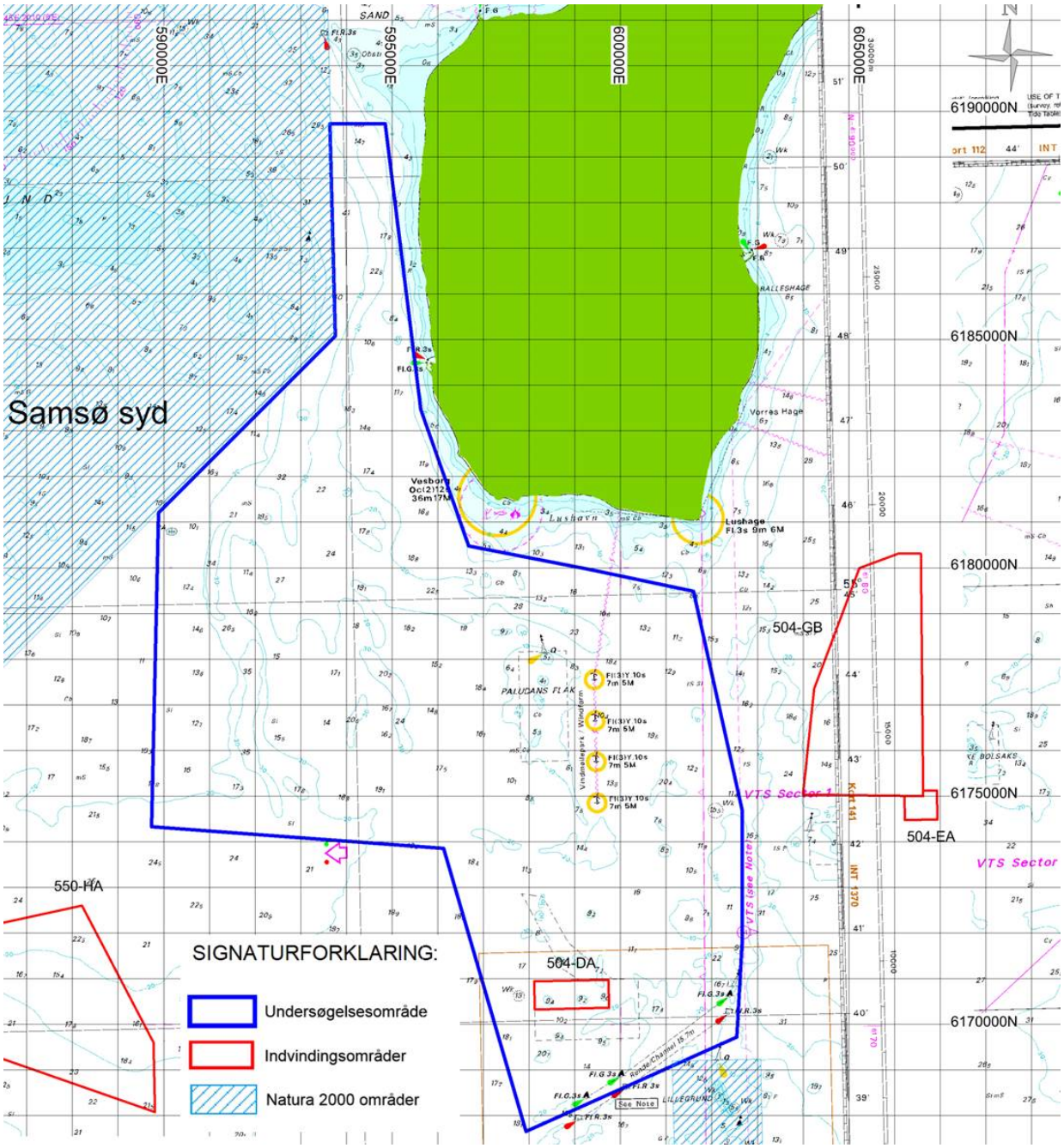
Hvad angår den "femte kvalitetsparameter", nemlig den eksterne biologiske påvirkning, skønnes området at være kraftig påvirket som følge af de generelle ændringer i fiskepopulationerne og fraværet af større fisk. Dette har favoriseret en populationsfremgang for en del mellemstørrelse organismer som f.eks. søpindsvin og søstjerne.

Sammenlagt vurderes den økologiske tilstand i alle fire habitattyper i Nordby Bugt at være ringe. Den ikke optimale tilstand er især betinget af en forringet økologiske balance samt de forhøjede næringssaltkoncentrationer i vandet.

7.6 Samsø Syd

7.6.1 Introduktion

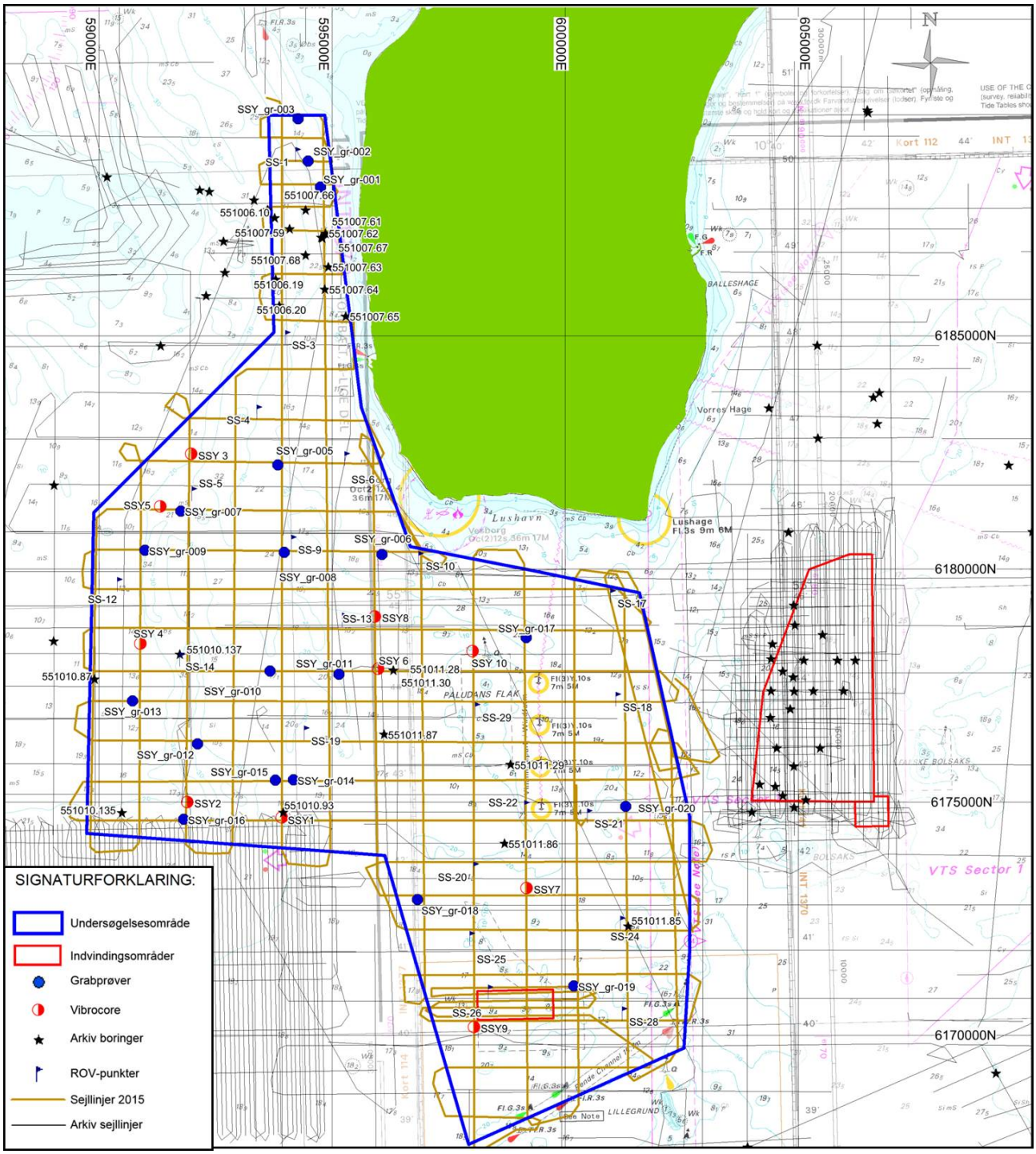
Undersøgelsesområdet Samsø Syd dækker havområdet sydvest og syd for Samsø og udgør et areal på 130 km² (Figur 7.6.1). Bundtopografien i området præges dels af en nord-syd forløbende dyb rende i den vestlige del med vanddybder på 30-35 m, der via den ydre del af Aarhus Bugt har forbindelse til Kattegat, dels et område mod øst domineret af grunde områder omkring Paludans Flak med vanddybder på 7-10 m grænsende op til Storebælt.



Figur 7.6.1 Undersøgelsesområdet Samsø Syd samt de eksisterende indvindingsområder. Baggrundskort er søkort (Geodatastyrelsen). Bilag A5.

Farvandet mellem Fyn og Samsø blev første gang kortlagt i forbindelse med Skov og Naturstyrelsens generelle råstofkortlægning af området i 1986 (Skov og Naturstyrelsen, 1987). Området kortlagt i nærværende undersøgelse (Figur 7.6.1 og Bilag A5) er overlappende med området Samsø Sydvest, der blev kortlagt i 2011 i forbindelse med Naturstyrelsens råstofkortlægning (Jensen et al. 2012), hvor et større antal potentielle råstofforekomster af både smeltevandssand/grus, senglacialt ferskvandssand, og holocænt marint sand blev udpeget. Det eneste overgangsområde indenfor Samsø Syd er område 504-DA, hvor der i tidens løb er indvundet mindre mængder fyldsand.

I forbindelse med kortlægningen af Samsø Syd området i 2015 er der sejlet ca. 360 km kombinerede seismik, sidescan sonar og multibeam sonar linjer (Figur 7.6.2 og Bilag B5). Linjenettet blev planlagt som infill linjer til 2011 undersøgelsens linjenet, således at de nye linjenet i nord-syd retningen kunne begrænses til et linjenet med en indbyrdes afstand på ca. 1000 m suppleret med øst-vestgående linjenet ligeledes med afstand på ca. 1000 m. I indvindingsområde 504-DA blev der dog sejlet øst-vestgående linjer med ca. 150 m afstand.



Figur 7.6.2 Undersøgelsesområdet i Samsø Syd med gennemførte sejllinjer, arkiv sejllinjer, grabprøve positioner, vibrationsboringer, ROV-punkter samt arkivboringer (Jupiter database). Indvindingsområder er ligeledes angivet. Baggrundskort er søkort 114 (Geodatastyrelsen). Bilag B5.

Ud fra en tolkning af de seismiske data, er der udvalgt positioner til såvel vibrationsboringer, grabprøver og punkter til videoinspektioner med ROV. Der er udført 10 vibrationsboringer, hvoraf en er udført i indvindingsområdet 504-DA. Herudover blev der udtaget 20 grabprøver på udvalgte positioner fordelt på hele undersøgelsesområdet. Der er lavet kornstørrelsesanalyse på repræsentativt prøvemateriale fra 9 udvalgte dybdeintervaller i vibrationsboringerne (Bilag K).

Efter en tolkning af side scan sonar data blev der optaget video med ROV på 21 positioner med henblik på en bestemmelse af havbundens overfladekarakter og biologi.

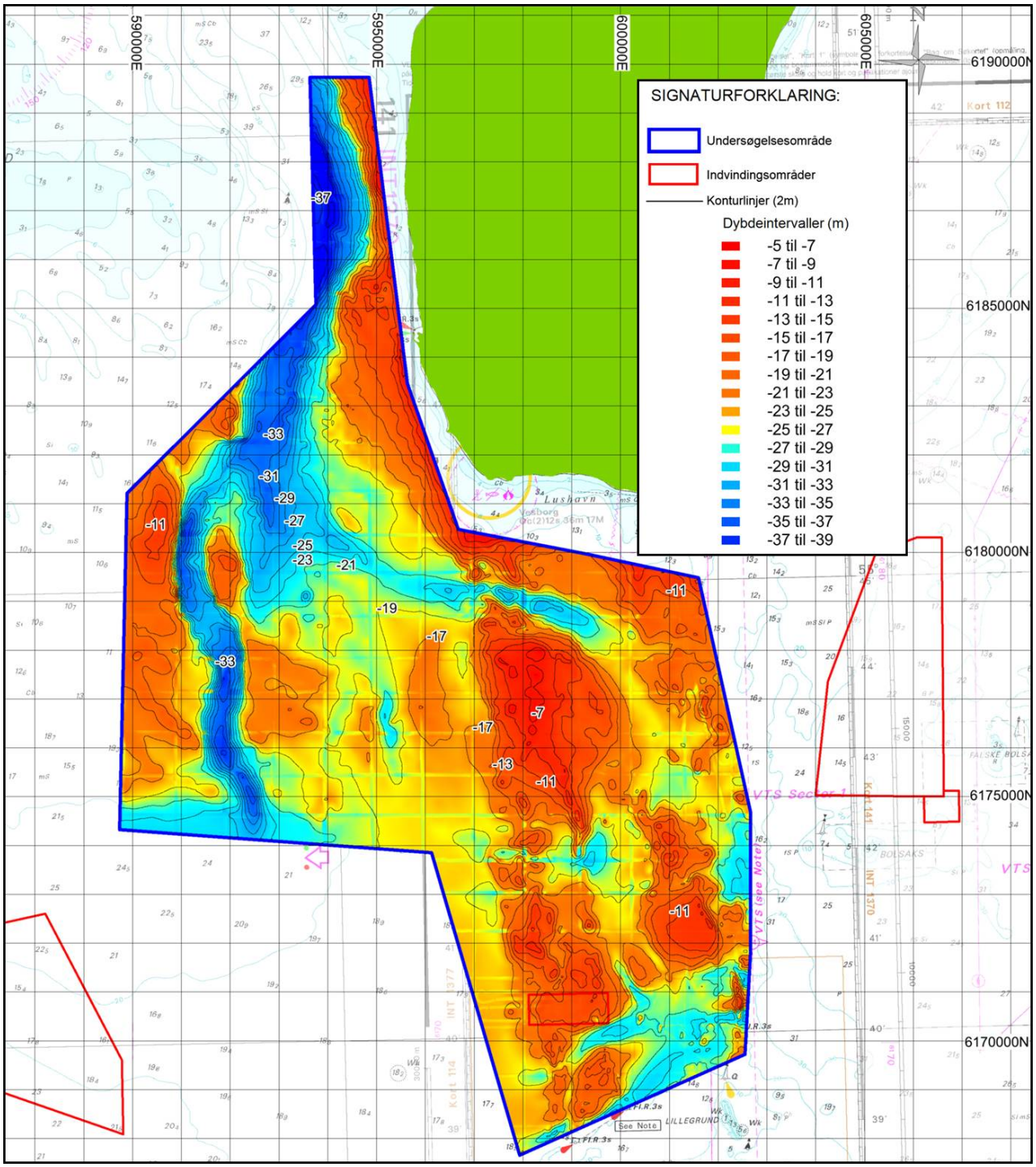
7.6.2 Geologi

De prækvartære dannelser i området nord for Fyn består for det meste af Eocænt ler (Larsen, 2002 Håkannson & Pedersen, 1992). Istidsaflejringerne i landområdet omkring det nordlige Fyn er præget af både Saale moræneaflejringer og smeltevandsaflejringer samt flere af de markante isfremstød i sen-Weichsel (Larsen, 2002). Fra Æbelø sydvest for kortlægningsområdet kendes tre Saale isfremstød fra henholdsvis nordlige, østlige og sydlige retninger. Bakkerne på Hindsholm ved Fyns Hoved og videre til Paludans Flak formodes at repræsentere rester af en randmoræne fra Nordøst-isens sene fase for ca. 21.000 år siden. Senere er disse formodentlig blevet deformeret under det Ungbaltiske Isfremstød i slutningen af Weichsel.

Randen af den sidste isstrøm, Bælthav Isstrømmen, der kulminerede for 18.000-17.000 år siden, formodes at have dækket Fyns Hoved, og have strakt sig igennem Storebælt op over Samsø. For ca. 16.000 år siden havde isranden trukket sig tilbage til den sydlige del af Storebælt og en smeltevandskanal udmundede i det nordlige Storebælt præget af Yoldia ishavet. Fortsat isostatisk landhævning førte til tilbagetrækning af havet, kulminerende i fastlandstiden for omkring 11.500 år siden. De dybereliggende dele af området har i den periode givetvis været præget af søer og tørvemoser. Tærsklen til det nordlige Storebælt ud for Grenå blev transgrederet af havet for ca. 9.500 år siden (Jensen et al., 2005). Baseret på nuværende bathymetriske forhold, må den holocæne marine transgression af farvandet mellem Fyn og Samsø være foregået via rendesystemet i den ydre del af Århus Bugt og vest om Samsø. Herfra er den ældste datering af marine forhold bestemt til ca. 8.700 år før nu (Bennike et al., 2004).

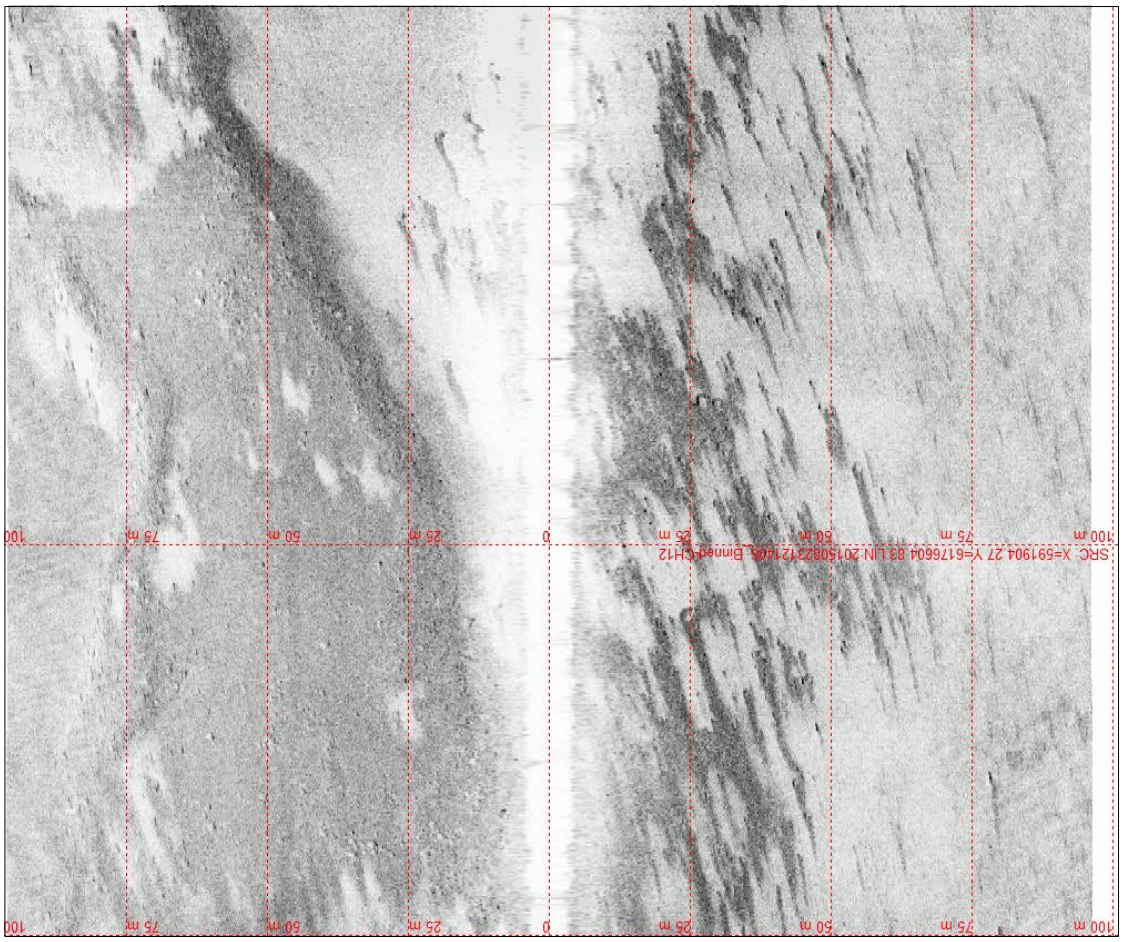
7.6.3 Generelle dybdeforhold

Undersøgelsesområdet dækker dybdeintervallet 7 til 37 m. De laveste vanddybder fra ca. 7 til 17 m findes i områdets sydøstlige del omkring Paludans Flak, der strækker sig som et NS-forløbende flakområderne af glaciale moræneaflejringer, der som undersøiske randmorænestrøg forbinder Samsø med Fyns Hoved (Figur 7.6.3 og Bilag C5).



Figur 7.6.3 Dybdeforhold i undersøgelsesområdet Samsø Syd baseret på RTK korrigerede ekkolodsmålinger indsamlet i dette survey. Baggrundskort er søkort 114 (Geodatastyrelsen). Bilag C5.

De dybeste dele området findes i forbindelse med en række undersøiske dalstrøg, der skærer sig igennem den vestligste del med vanddybder mellem 25 og 33 m. Dalene, der via den ydre del af Aarhus Bugt har forbindelse til Kattegat, antages at være anlagt i den holocæne periode, og at de er ansvarlige for den marine påvirkning af området syd for Samsø, hvor transgressionen menes at have foregået via rendesystemet i den ydre del af Århus Bugt og videre sydover til området vest for Samsø. Centralt og vestligt i undersøgelsesområdet er havbunden relativ jævn indenfor dybdeintervallet 12 til 17 m (Figur 7.6.3).

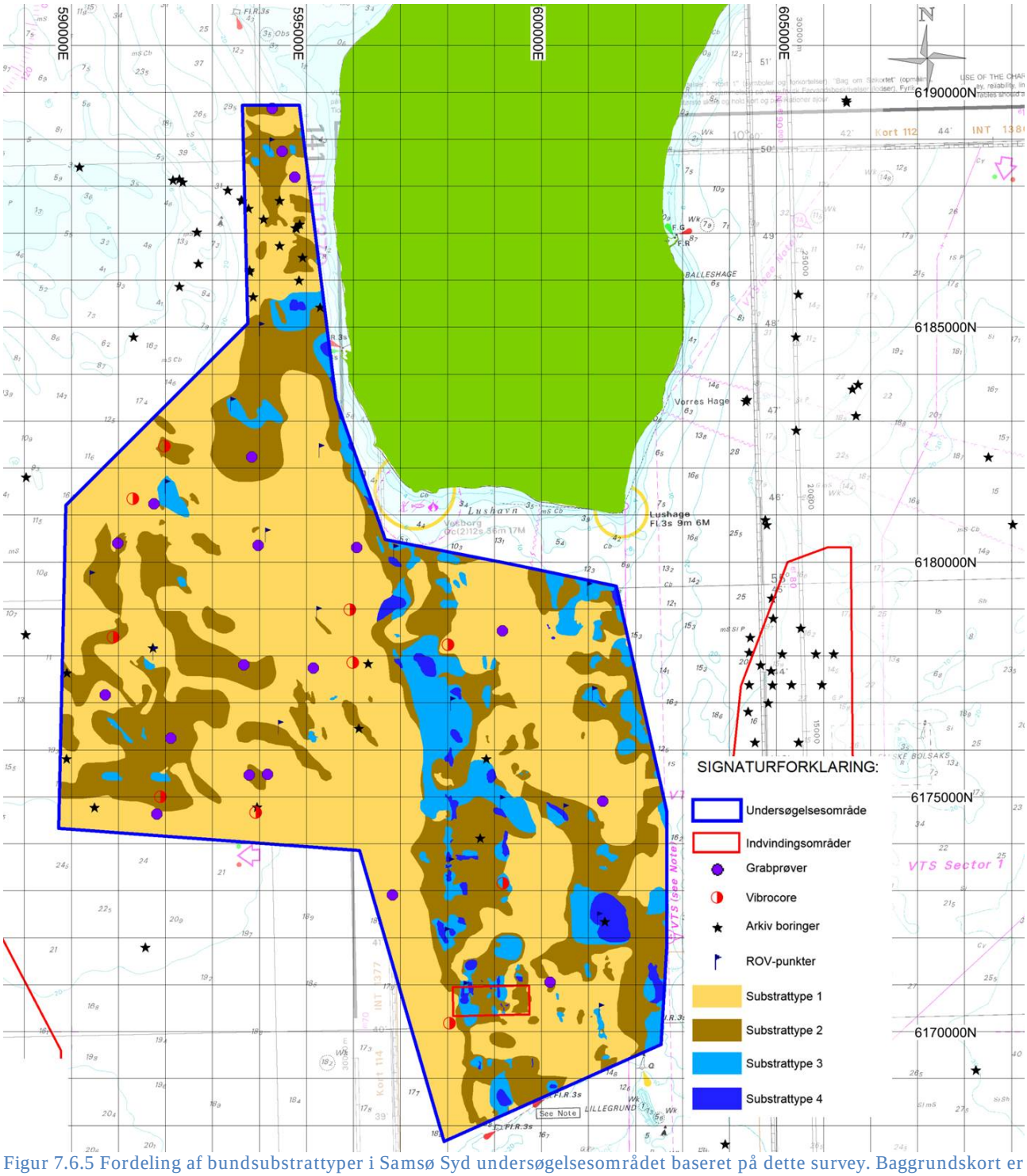


Figur 7.6.4 Side scan sonar billede fra bunden af den dybe dal, der skærer sig igennem områdets vestlige del. Vanddybden er ca. 30 m. Billedet viser såkaldet "comet marks", der er de langstrakte, mørke strukturer af sedimentakkumulationer på læsiden af større sten på havbunden. Forudsætningen for dannelsen af comet marks er en relativ høj bundstrømshastighed. I dette tilfælde dannet i forbindelse med en kraftig sydgående strøm.

7.6.4 Substrattyper

Bundsedimentetet i undersøgelsesområdet viser, at istidens aflejringer præger området mellem Fyns Hoved og Samsø omkring Paludans Flak. Hvor morænefladen står frem på havbunden findes områder med tætte eller spredte stenkoncentrationer på havbunden (substrattyper 3 og 4) omgivet af større sammenhængende områder af sandede og grusede sedimenttyper (substratype 2). Flere steder ses de karakteristiske 'comet marks' strukturer, der er typisk for en stenet, strømpræget havbund (figur 7.6-4).

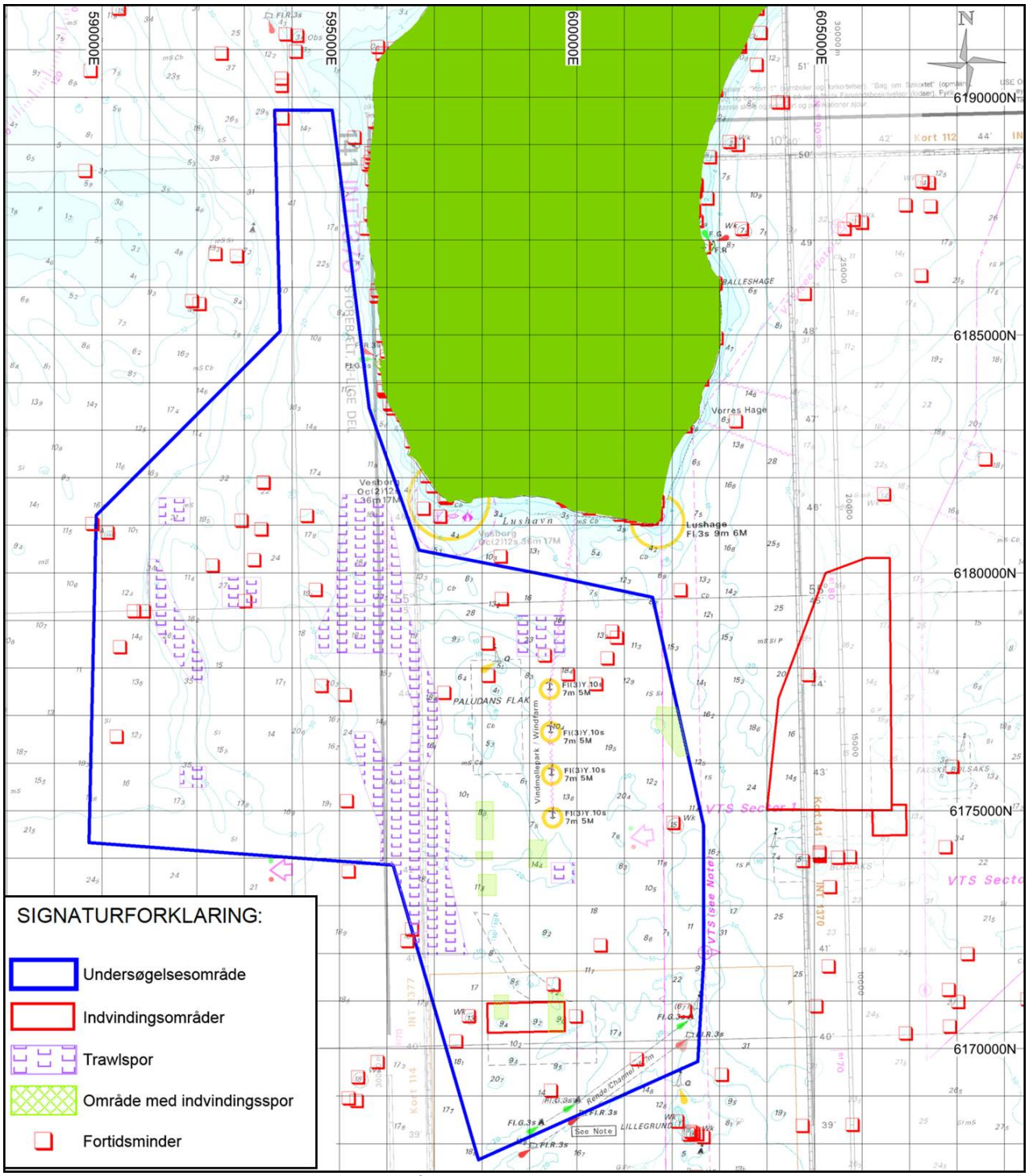
Undersøgelsesområdets nordlige del tæt på Samsøs sydvestlige kyst findes ligeledes sammenhængende områder med stenede og grusede substrattyper. I resten af undersøgelsesområdet består havbunden overvejende af finkornede sedimenter (substrattype 1) inklusiv dyndholdige aflejringer i områdets sydvestligste del (Figur 7.6.5 og Bilag D5).



Figur 7.6.5 Fordeling af bundsubstrattyper i Samsø Syd undersøgelsesområdet baseret på dette survey. Baggrundskort er søkort 114 (Geodatastyrelsen). Bilag D5.

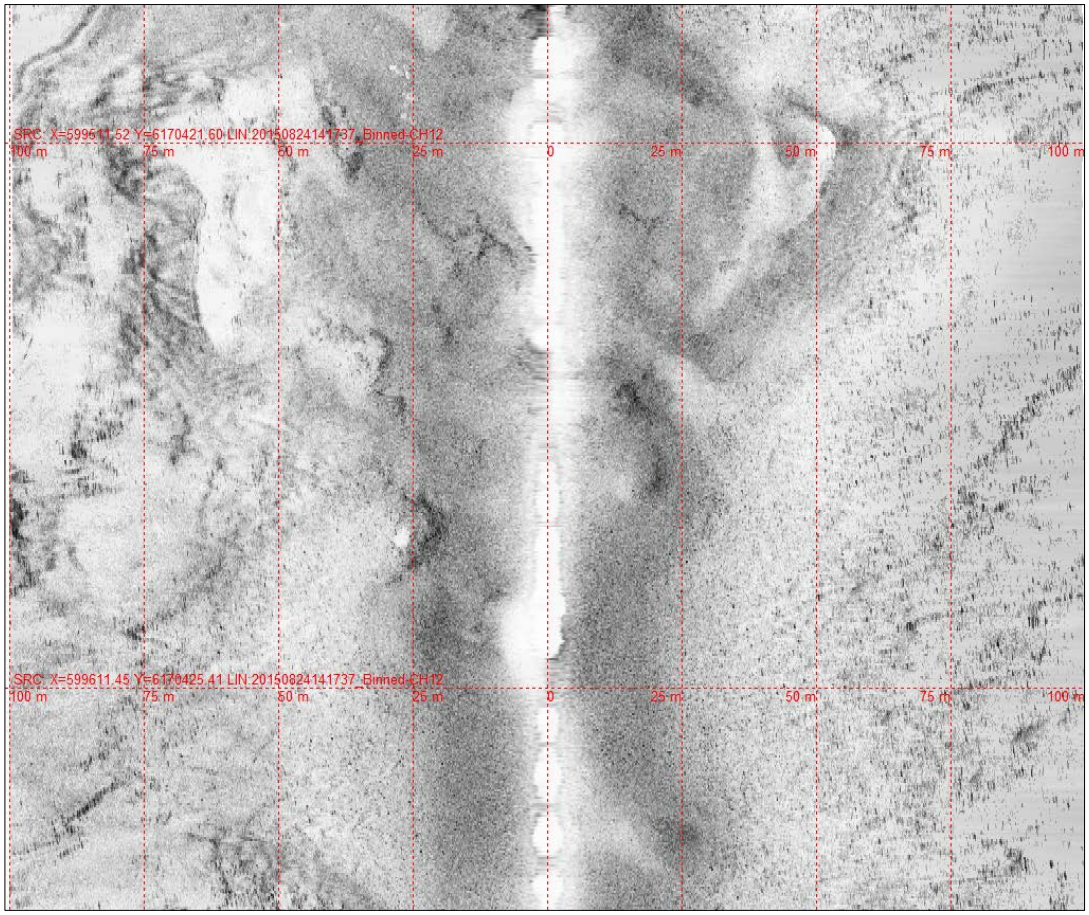
7.6.5 Menneskelig aktivitet

Der er på baggrund af sidescan sonar data og Kulturstyrelsens database foretaget en registrering af forskellige spor efter menneskelig påvirkning af havbunden (Figur 7.6.6 og Bilag E6). Undersøgelsesområdet indeholder kun et råstofindvindingsområde 504-DA. Her findes der spor efter stiksugning. I et område 5-7 km nord herfor er der konstateret spor efter råstofindvinding, der dog fremstår udglattede pga. den naturlige retablering af havbunden (Figur 7.6.7).



Figur 7.6.6 Spor efter menneskelige aktiviteter på havbunden. Baggrundskort er søkort 114 (Geodatastyrelsen). Bilag E5.

Fortidsminder i form af vrag findes fordelt over hele undersøgelsesområdet. Ingen af disse er dog blevet identificeret i forbindelse med kortlægningen. Lokaliteterne er i begge tilfælde kendte jf. Kulturstyrelsens database og det eksisterende søkort.



Figur 7.6.7 Side scan sonar billede af område med spor efter råstofindvinding i ressourceområde 504-DA. Billedet dækker et område på ca. 200 m i bredden og 150 m i højden.

7.6.6 Råstoffer i området Samsø Syd

De indsamlede seismiske data tilsammen med de tidligere indsamlede data, gør at Samsø Syd området nu dækket med seismiske data i et net på ca. 500 m x 500 m, hvilket sammen med nye såvel som eksisterende boringer er tilstrækkelige data til at kortlægge mulige råstofressourcer i området.
Forekomsterne er dels dannet som kystdannelser og flakudbygning omkring de højere liggende glaciale dannelser i forbindelse med den holocæne transgression, dels som forekomster af glaciale og senglaciale dannelser. De holocæne marine sandressourcer er et resultat af erosion af de glaciale sedimenter.
Kortlægningen af råstofressourcer i Samsø Syd undersøgelsesområdet er en opfølgning på kortlægningen af råstoffer og naturtyper, der blev udført for Naturstyrelsen i 2011 (Jensen et al. 2012). Undersøgelsen kortlagde en række potentielle råstofforekomster og klassificerede dem efter dannelsesmiljø. En mere detaljeret gennemgang af ressouceområderne i farvandet mellem Samsø og Fyn er efterfølgende blevet udført af GEUS og er publiceret i (Nørgaard-Pedersen & Andresen, 2013). Anbefalingerne fra denne undersøgelse dannede grundlag for planlægningen af nærværende fokuserede undersøgelse af Samsø Syd området.
Det udstrakte dyndområde SV for Samsø reducerer dog muligheden for at kunne udnytte dybereliggende fossile kystdannelser. Dog kan mulige råstofområder af dybereliggende fluviatile dannelser og fossile marine kystdannelser være eksponeret tæt ved havbunden i bunden af det undersøiske dalstrøg, der er præget af stærk strøm. Områderne omkring de højtliggende glaciale dannelser ved Paludans Flak har været udsat for bølgeerosion og omlejring, og de deraf følgende flakdannelser er generelt råstofmæssigt interessante, da dynddækket her ofte er ringe eller fraværende.

Der er i forbindelse med kortlægningsarbejdet udarbejdet kort over råstofaflejringerne (Figur 7.6.8). Der er kortlagt fem forekomster af holocænt marint sand:

- SSY_HS_05: Sandsynlig forekomst af marint sandflak på kanten til en dyndholdig dalstruktur
- SSY_HS_07: Sandsynlig forekomst af marint sandflak på kanten til en dyndholdig dalstruktur
- SSY_HS_08: Sandsynlig forekomst af marint sand som flakudbygning nord for Paludans Flak
- SSY_HS_09: Sandsynlig forekomst af marint sandflak på kanten til en dyndholdig dalstruktur
- SSY_HS_11: Sandsynlig forekomst af marint sandakkumulation i den sydlige del af Paludans Flak

Herudover er der kortlagt følgende forekomster af sandede og grusede smeltevandsdannelser:

- SSY_DS/DG_01: Spekulativ forekomst af smeltevandsaflejring i den nordlige del af undersøgelses-området
- SSY_DS/DG_06: Spekulativ forekomst af smeltevandsaflejring i den østlige del af området
- SSY_DG_10: Sandsynlig forekomst af smeltevandsaflejring i forbindelse med fællesområde 504-DA

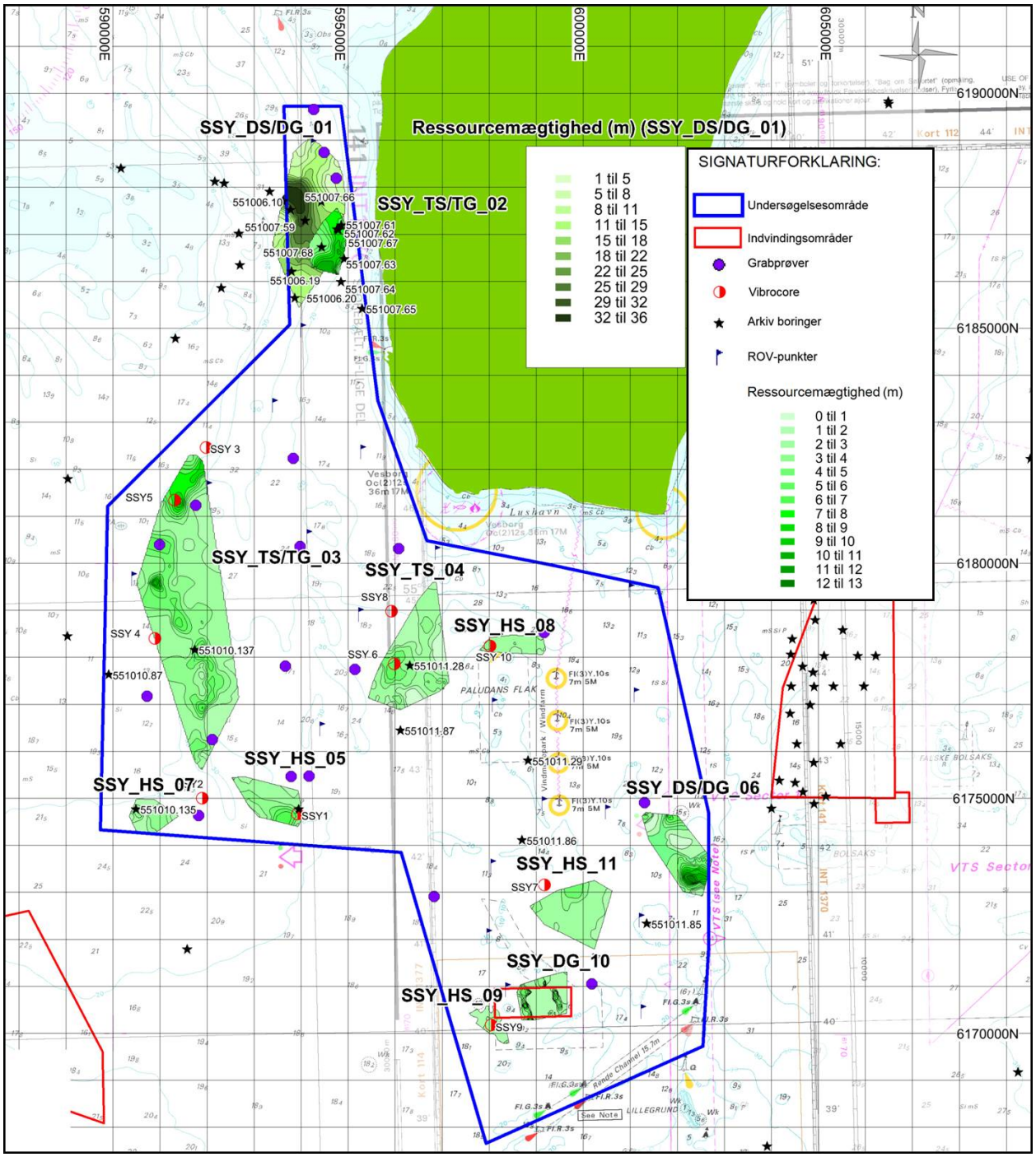
Herudover er der kortlagt følgende forekomster af sandede og grusede senglaciale aflejringer:

- SSY_TS/TG_02: Senglacial ferskvandsaflejring i den nordlige del af området
- SSY_TS/TG_03: Stor senglacial ferskvandsaflejring i den vestlige del
- SSY_TS_04: Senglacial ferskvandsaflejring ud for Samsøs sydkyst

I Tabel 16 ses en oversigt over kortlagte ressourceforekomster i Samsø Syd området. De kortlagte voluminer, dominerende ressourcesammensætning og forekomstsikkerhed angivet for de enkelte forekomster. Den dominerende ressourcetype er senglaciale sandede og grusede aflejringer.

Område	Ressource	Sikkerhed	Type	Volumen mio. m^3	F sand	F/M sand	M Sand	M/Gr. sand m grus	Grus og ral
Samsø Syd	SSY_DS/DG_01	Spekulativ	Smeltevandsaflejring	100		x		x	
	SSY_TS/TG_02	Sandsynlig	Lakustrint	23			x	x	x
	SSY_TS/TG_03	Sandsynlig	Ferskvandsaflejring	38			x	x	x
	SSY_TS_04	Sandsynlig	Ferskvandsaflejring	10			x		
	SSY_HS_05	Sandsynlig	Marin, Holocæn	5			x	x	
	SSY_DS/DG_06	Spekulativ	Smeltevandsaflejring	5				x	
	SSY_HS_07	Sandsynlig	Marin, Holocæn	3		x			
	SSY_HS_08	Sandsynlig	Marin, Holocæn	1		x			
	SSY_HS_09	Sandsynlig	Marin, Holocæn	2			x		
	SSY_DG_10	Påvist	Smeltevandsaflejring	3				x	
	SSY_HS_11	Spekulativ	Marin, Holocæn	3		x			
Total				**193**					

Tabel 16 Oversigt over kortlagte ressourceforekomster i Samsø Syd området.



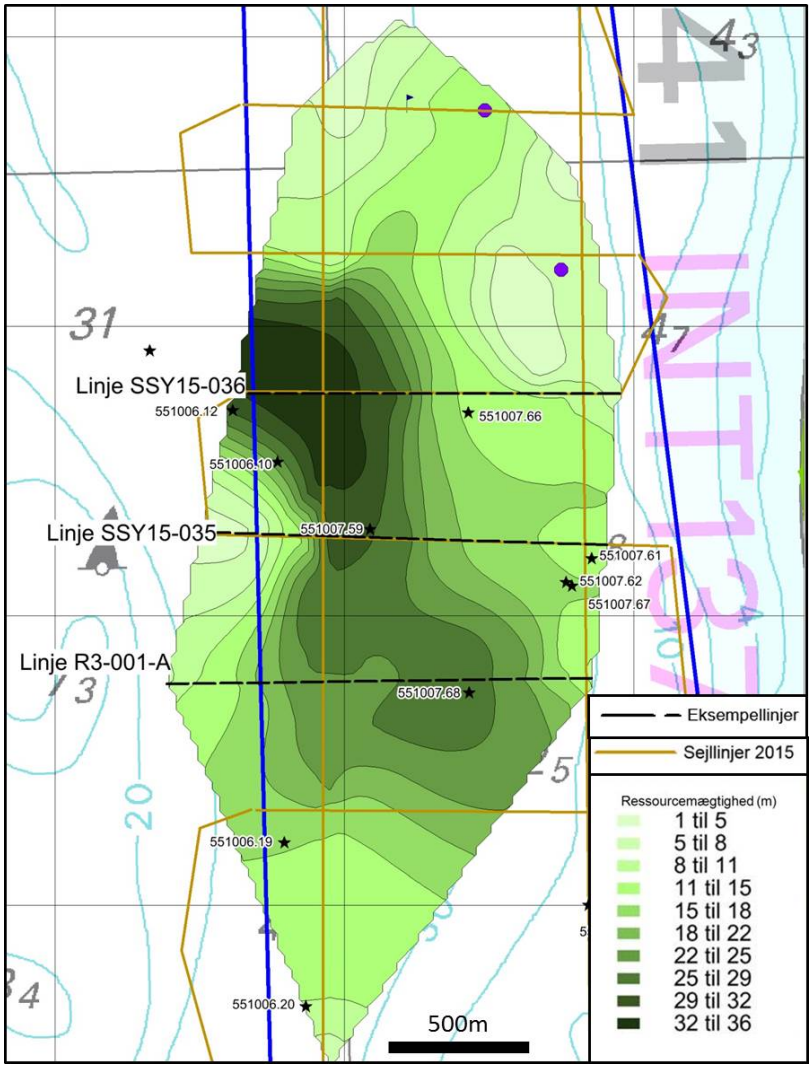
Figur 7.6.8 Samlet oversigt over de kortlagte ressourceområder i Samsø Syd området. Bemærk at ressourceområde SSY-res-1 er vist med sin egen tykkelsesskala pga. af det større tykkelsesinterval. Baggrundskort er søkort 114 (Geodatastyrelsen).

7.6.6.1 SSY_DS/DG_1

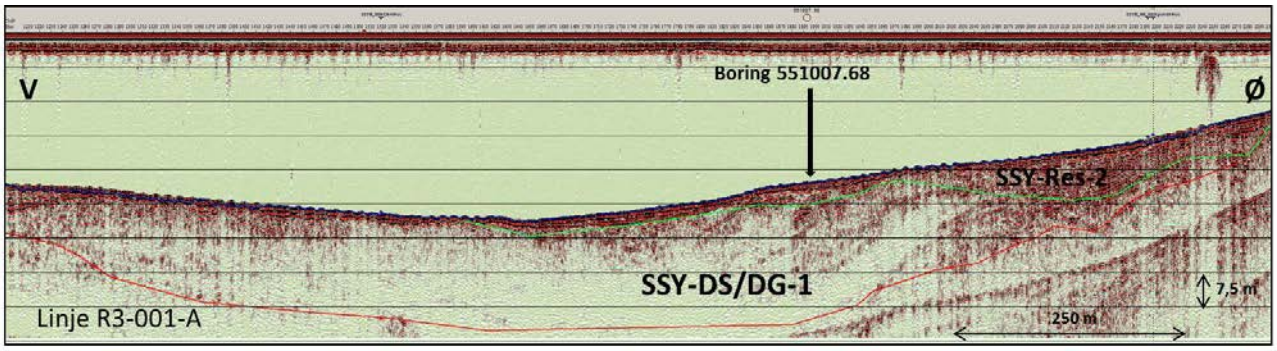
Ressourceområde SSY-Res-1 er beliggende i den nordligste del af undersøgelsesområdet (Figur 7.6.8). Det udgøres af en dyb kanalformet struktur med et sydøstligt-nordvestligt forløb. Kanalens dybeste del ikke er mulig at fastlægge præcis ud fra de indsamlede seismiske sparkerdata. Bunden er derfor estimeret ud fra en morfologisk betragtning af kanalens udformning, hvorved den dybeste del er bestemt til ca. 35 m. Kanalens afgrænsning til siderne er bestemt af højtliggende glaciale dannelser (boringerne 551006.10, 551007.61 og

551007.63), hvor en del af disse kan karakteriseres som flydemoræne (slap moræne), som kan forveksles med lagdelte, løse sedimenter seismisk. Aflejringerne i kanalens øverste del, der er veldokumenteret i form af 6 arkiv boringer (se Figur 7.6.9), indikerer at kanalen er udfyldt af glaciale sedimenter bestående af vekslende lag af sand og ler med indslag af decimetertykke dyndholdige lag. Der forekommer store horisontale variationer i kornstørrelse. Sandlagene opnår i boringerne tykkelser på mellem 1,5–2 m. Ressourcen vurderes som spekulativ med et beregnet volumen på 100 mio. m^3.

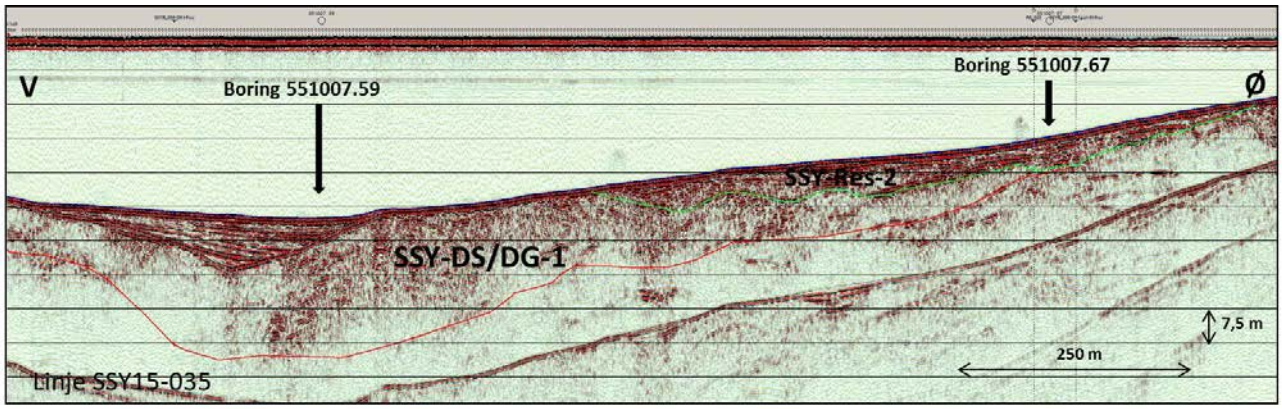
Et ressourceområde kortlagt i forbindelse med råstofkortlægningen i 2011 (Jensen et al. 2012) har afgrænset en sandsynlig ressource (516001) af postglacialt sandvandssand indenfor samme område som SSY-Res-1. Ressourcen er kortlagt på baggrund af en enkelt seismisk linje og én arkivboring (551007.66) med 1,4 m uspecificeret sand med en Decca-baseret position. Med baggrund i de supplerende seismiske data og sedimentprøver fra nærværende undersøgelse er det vurderet, at denne ressource præges af dyndet sand og derfor i indvindingssammenhænge ikke udgør et ubetydeligt volumen. Ressourcen er ikke medtaget i denne rapport. Se Figur 7.6.10, Figur 7.6.11 og Figur 7.6.12.



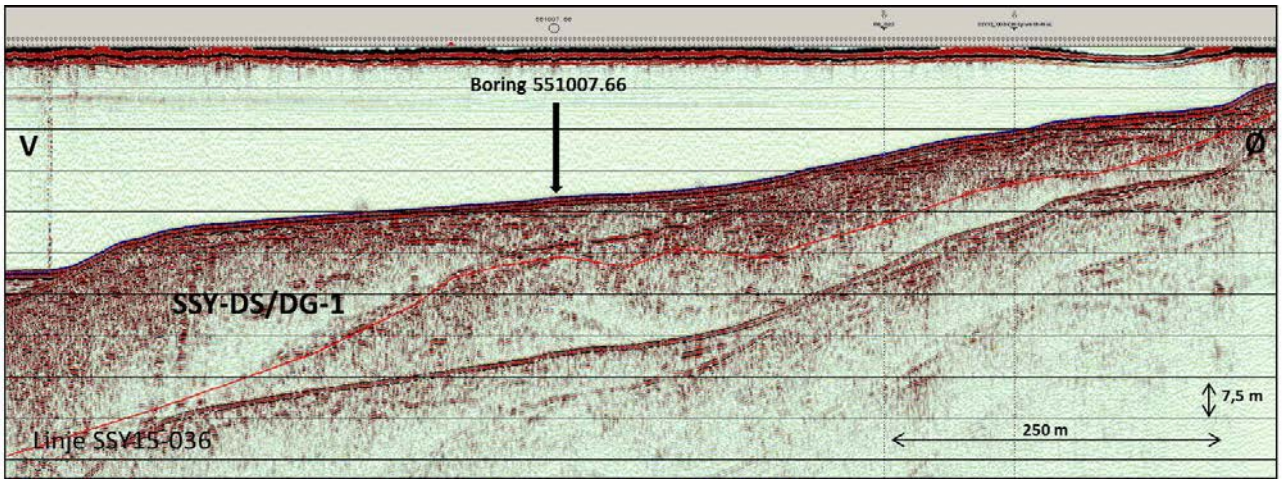
Figur 7.6.9 Tykkelses- og udbredelseskort af råstofressource SSY_DS/DG_1. Arkivboringer er angivet med stjerner.



Figur 7.6.10 Sparker eksempel øst-vest linje gennem SSY_DS/DG_1 med boring 551007.68 med 16 m overvejende sand men vekslende med decimetertykke lag af ler og dynd. Lagene tolkes som glacialt aflejret smeltevandsmateriale i en dyb dalstruktur (>20 m) med vertikale og horisontale variationer i kornstørrelse.



Figur 7.6.11 Sparker eksempel øst-vest med boring 551007.59 og 551007.67 med 3.1 m grus, sand og sten. Formodentlig smeltevandsaflejring med horisontale variationer i kornstørrelse. Boring 551007.59 gennemborer ca. 5 m senglaciale sedimenter. Herunder findes ressource SSY_DS/DG_1.

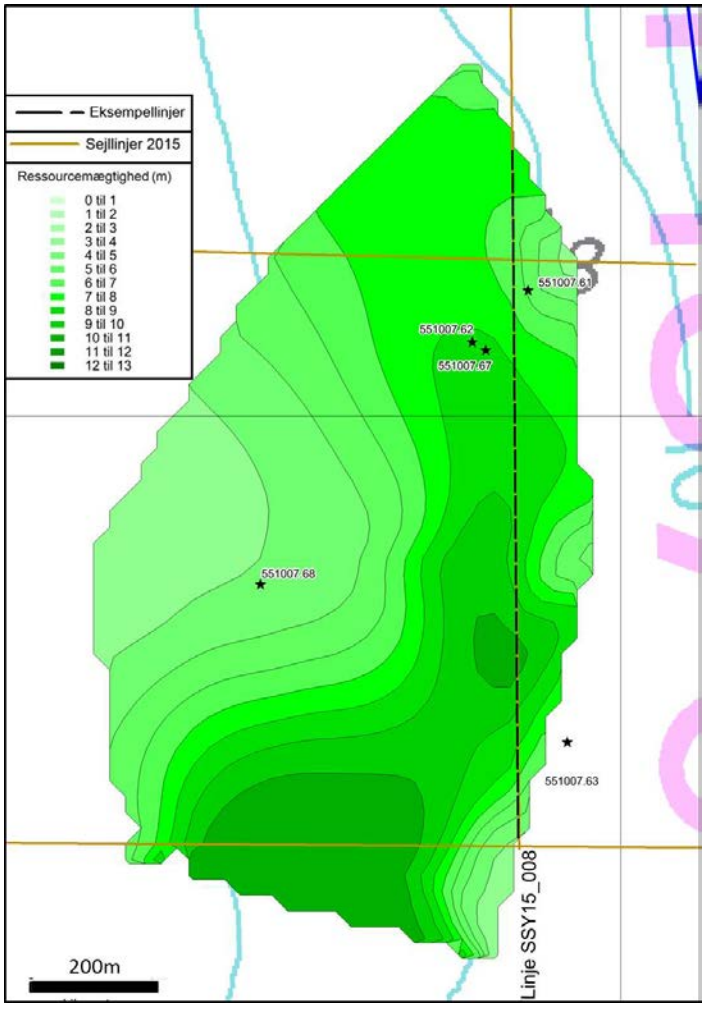


Figur 7.6.12 Sparker eksempel øst-vest med boring 551007.59 og 551007.67 med 3.1 m grus, sand og sten. Formodentlig smeltevandsaflejring med horisontale variationer i kornstørrelse. Boring 551007.59 gennemborer ca. 5 m senglaciale sedimenter. Herunder findes ressource SSY_DS/DG_1.

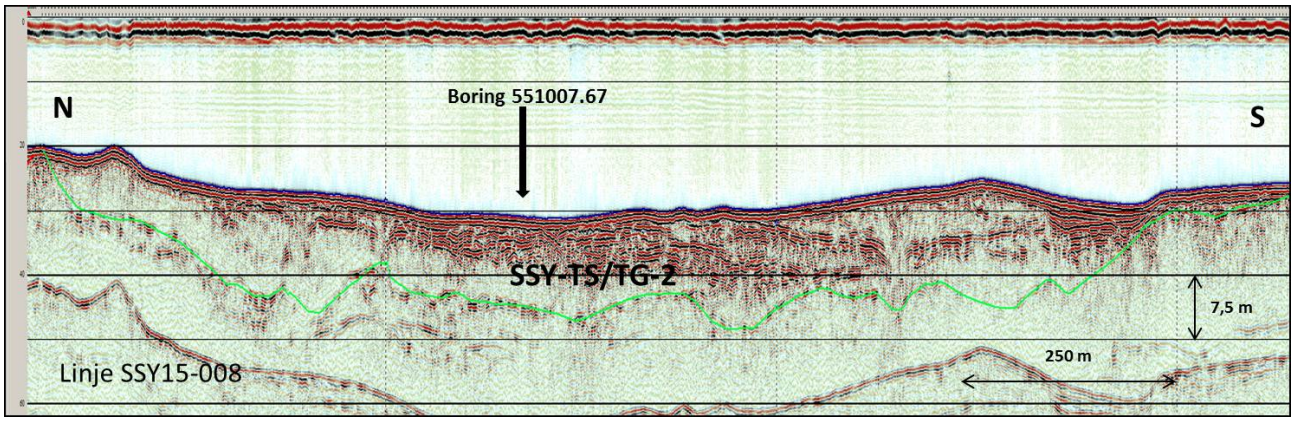
7.6.6.2 SSY_TS/TG_2

I det sydøstlige område af ressource SSY_DS/DG_1 overlejres denne af ressourceområde SSY_TS/TG_2 (Figur 7.6.10 og Figur 7.6.11), der består af grovere aflejringer af grus og sten med lagtykkelser på mere end 3 m i boring 551007.67 (Figur 7.6.14) og ca. 4 m sand i arkivboring 551007.68 (Figur 7.6.13). Ressourcen tolkes aflejret i den senglaciale periode, dog i et kystnært miljø (lakustrint) med højere energi, der har givet mulighed for at opkoncentrere de grovere kornstørrelser. Kildeområdet er de glaciale dannelser, hvorfor materialet er umodent med indhold af flint.

Ressourceområde SSY_TS/TG_2 er identisk med ressource 516017, der blev kortlagt som senglacialt ferskvandssand i en tidligere undersøgelse (Jensen et al. 2012). Ressourcen kan klassificeres som sandsynlig og dens volumen er beregnet til 23 mio. m^3



Figur 7.6.13 Tykkelses- og udbredelskort af råstofressource SSY_TS/TG_2. med boringspositioner angivet. Positioner for arkivboringer angivet med stjerner.

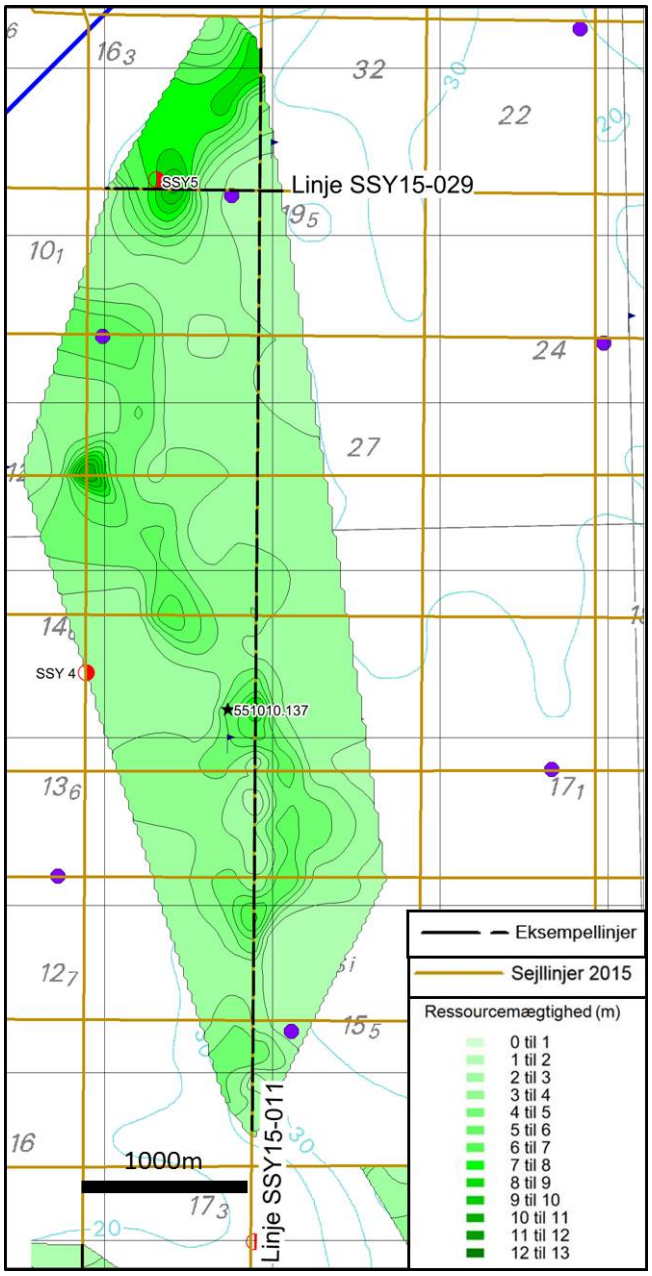


Figur 7.6.14 Sparker linje SSY15-008. Nord-syd linje gennem SSY_TS/TG_2 med boring 551007.67 med 1,4 m sand.

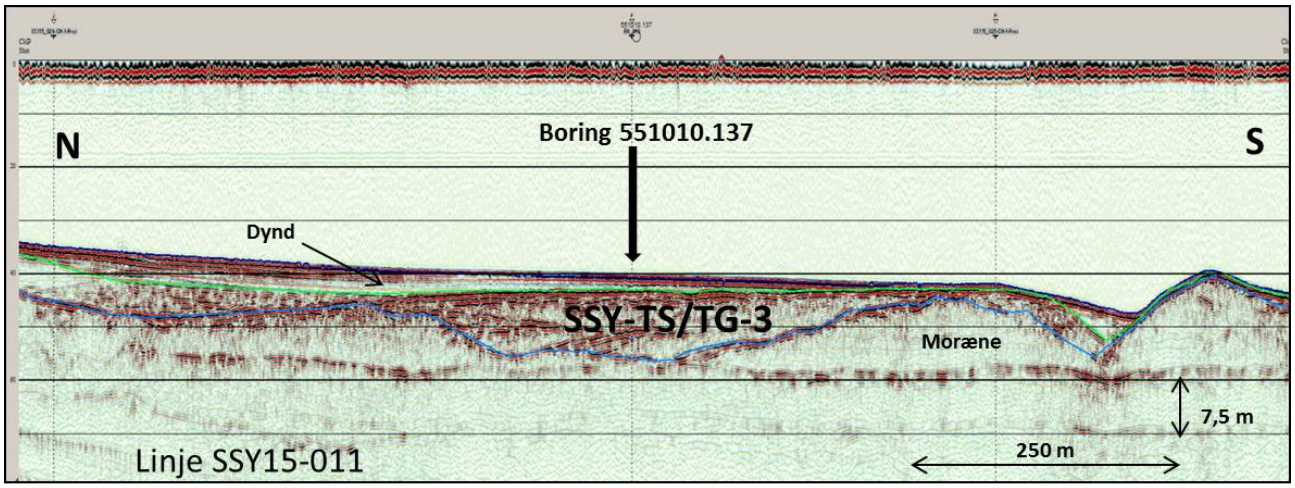
7.6.6.3 SSY_TS/TG_3

Undersøgelsesområdets vestlige del gennemskæres af en nord-sydgående undersøisk dalstruktur med vanddybder på op til 33 m (Figur 7.6.3). Aflejringer af holocænt dynd-finsand af varierende tykkelse findes i dalens dybeste dele. Men hvor tykkelsen af disse finkornede holocæne sedimenter er tynd eller ikke til stede kommer et underliggende ressourceområde, SSY_TS/TG_3, tæt på havbunden (Figur 7.6-15). Ressourcen består af senglacialt smeltevandssand og –grus (boring 551010.137), der er knyttet til et underliggende ca. 6,5 km nord-sydgående dalstrøg.

I den nordlige ende af ressourceområdet kan det holocæne sedimentdække nogle steder blive op til 5 m tykt og på overgangen til de underliggende senglaciale sedimenter bestå af fin-mellemkornet sand. Dette ses bl.a. i boring SSY-05 og de seismiske eksempler i figur 7.6-17 og -18. En kornstørrelsesanalyse af dybdeintervallet 4,0–5,0 m i boring SSY-5 bekræfter indholdet af mellemkornet sand. Upåagtet at disse sedimenter er holocæne, er de i denne opgørelse for hvad den sandede dels vedkommende medregnet til ressource SSY_TS/TG_3.

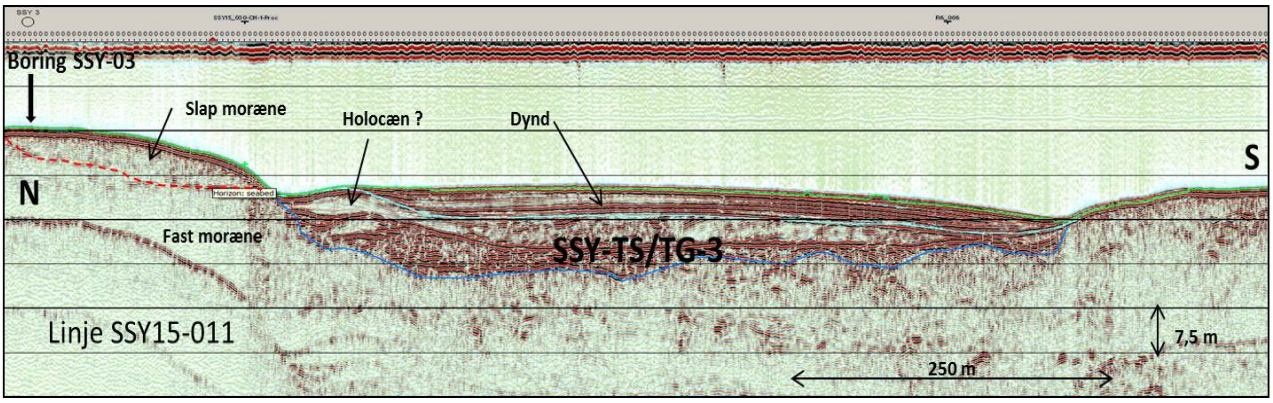


Figur 7.6.15 Tykkelses- og udbredelseskort af råstofressource SSY_TS/TG_3, med boringspositioner angivet.

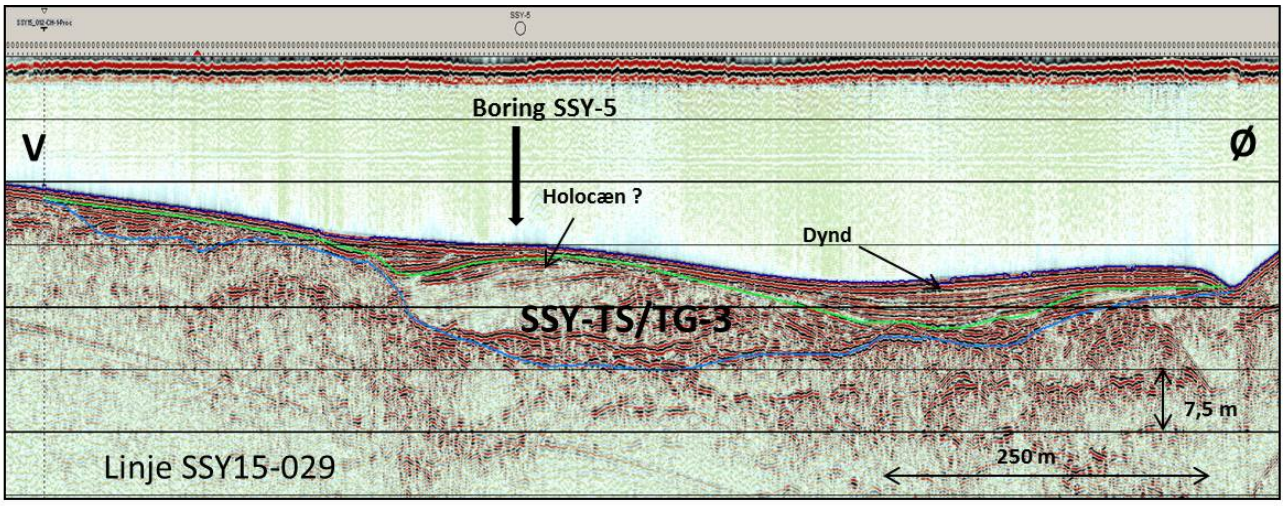


Figur 7.6.16 Nord-syd sparkerlinje gennem råstofressource SSY_TS/TG_3 med boring 551010.137 indtegnet. Under 0,80 m finsand findes 3,5 m vekslende lag af senglacialt grus, sand og sten.

Dalstrukturens bund og sider består af moræneler, der fremstår som en skarp seismisk reflektor (Figur 7.6.16 og Figur 7.6.17). Dette dokumenteres i boringerne SSY-03 og SSY-04. I Samsø Syd området findes der som andre dele af Storebælts regionen to typer af glaciale moræneaflejringer, en konsolideret, leret/siltet moræne, der har været overskredet og dermed belastet af en gletsjer, og en ukonsolideret, leret/siltet moræne (her kaldet en slap moræne), der af aflejret i den sidste del af istiden under isens tilbagerykning, hvor vandholdige sedimenter flyder ud i bassinet fra gletsjerens kanter/front. Det seismiske respons fra den slappe morænetype fremstår morfologisk typisk som løse sedimenter med interne laggrænser. Boringer har bekræftet tilstedeværelsen af slap moræne og derved elimineret fejlagtig udpegning af ressourceområder. Boring SSY-o3 er et eksempel herpå (Figur 7.6.17).



Figur 7.6.17 Nord-syd sparkerlinje gennem den nordlige del af ressourceområde SSY_TS/&TG_3 med boring SSY-03.

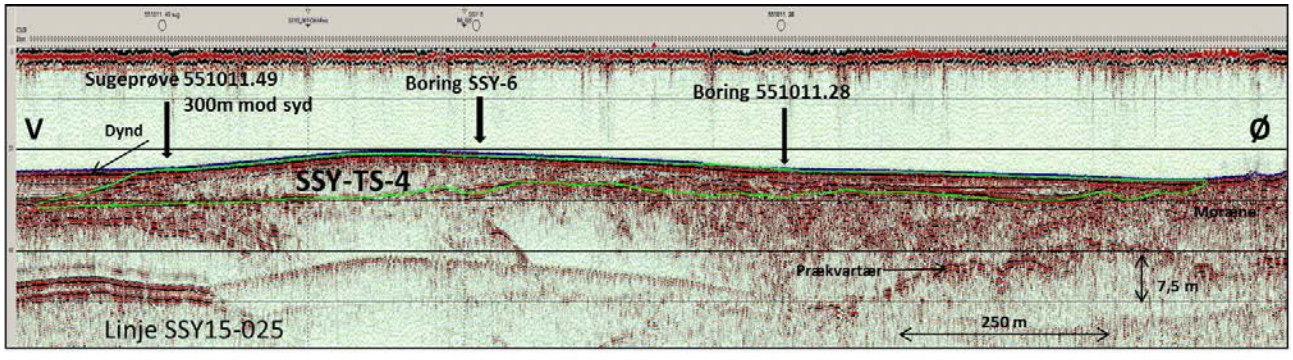


Figur 7.6.18 Øst-vest sparkerlinje gennem den nordlige del af ressourceområde SSY_TS/TG_3 med boring SSY-5. Det ses at SSY_TS/TG_3 er dækket af holocæne finkornede, laminerede sedimenter af fortrinsvis dynd, men fra boring SSY-5 ses, at de holocæne sedimenter kan indeholde fin-mellemkornet sand.

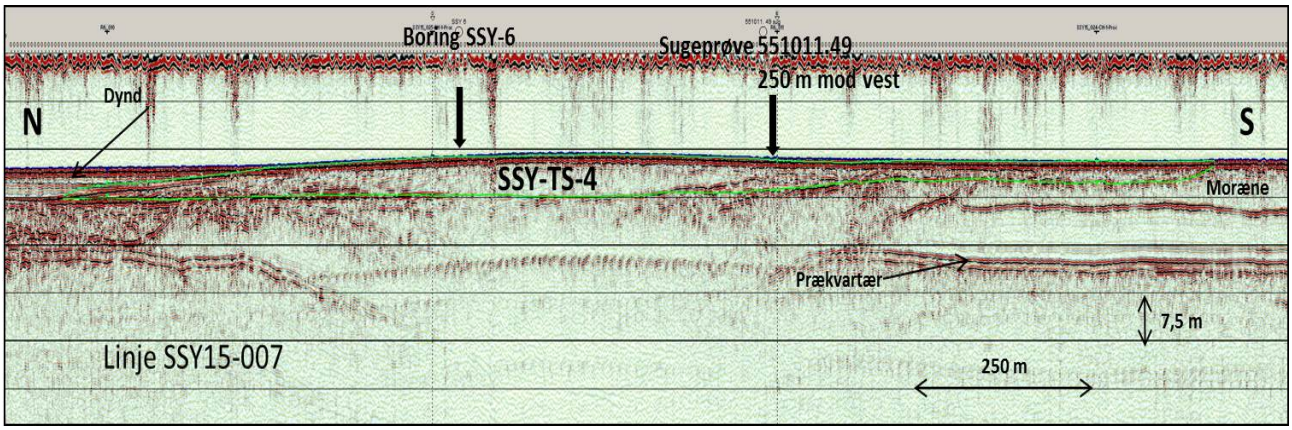
Ressourcens maksimale tykkelse er bestemt til 10-12 m (Figur 7.6.15), og der er beregnet et volumen på 38 mio. m^3. SSY_TS/TG_3, der er sammenfaldende med ressourceområde 550047 kortlagt i forbindelse med 2011-undersøgelsen (Jensen et al, 2012 og Nørgaard-Pedersen & Andresen, 2013), klassificeres som en sandsynlig ressource overvejende senglacialt ferskvandsaflejringer af sand og grus med sten (grus 2).

7.6.6.4 SSY_TS_4

Ressourcen dækker et områder ud for Samsøs sydkyst og fremstår som en svagt opdomende morfologisk struktur. Ressourcen er i randområderne afgrænset af holocæne dyndaflejringer i alle retninger og til tider dækket af et tyndt holocænt finsandslag. Ressourcen, der er dokumenteret i boringer og sugeprøve (Figur 7.6.19 og Figur 7.6.20), består af mellemkornet, velsorteret ferskvandssand (boring SSY-6) med enkelte indslag af decimetertykke lerlag (551011.28). Kornstørrelsesanalyser af boring SSY-6 bekræfter at sedimentet i de øverste 2 m er velsorteret og består af 50-60 % mellemkornet sand. Ressourcen tolkes som en senglacial smeltevandsaflejring afsat i et søbassin. I forbindelse med i havspejlsændringer i Holocæn har erosion fjernet en del af aflejringen efterfulgt af en begrænset sedimentation af marint sand i forbindelse med Littorinatransgressionen.

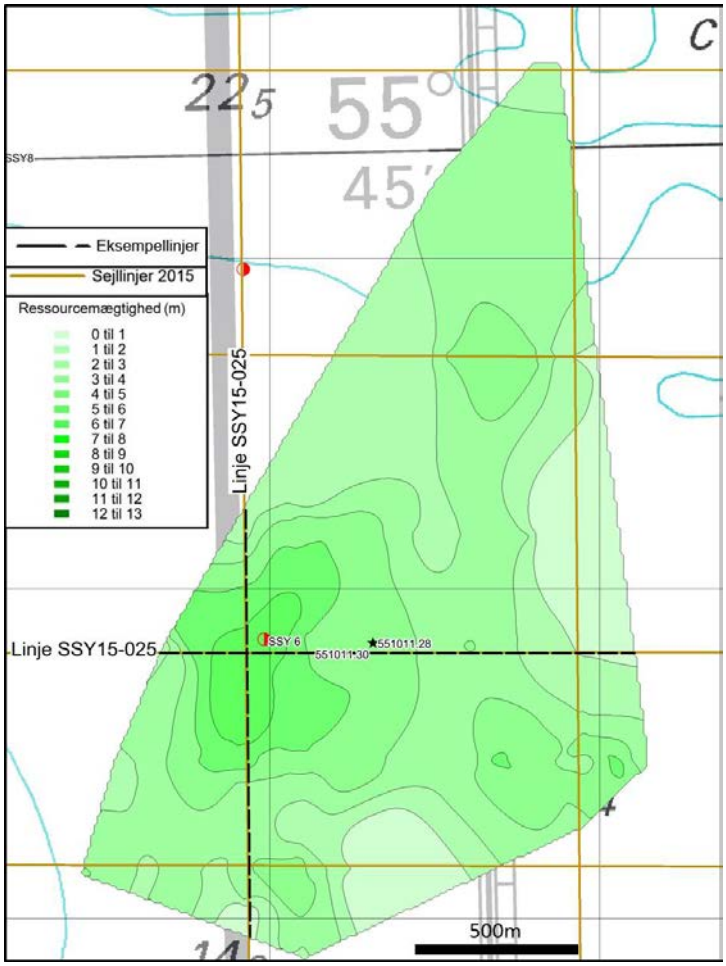


Figur 7.6.19 Øst-vest sparkerlinje gennem ressource SSY_TS_4 med boring SSY-6, 551011.28 og sugeprøve 551011.49 indtegnet.



Figur 7.6.20 Nord-syd sparkerlinje gennem SSY_TS_4 med boring SSY-6 og sugeprøve 551011.28 indtegnet.

Såvel fra boringerne som fra en prøvesugning (551011.49) kendes en lagtykkelse på min. 4 m, som fra seismikken kan øges til en maksimaltykkelse på ca. 6 m (Figur 7.6.21). Ressourcen kan klassificeres som ressourcetype sand 1 og som sandsynlig. Volumenet er beregnet til 10 mio. m^3.

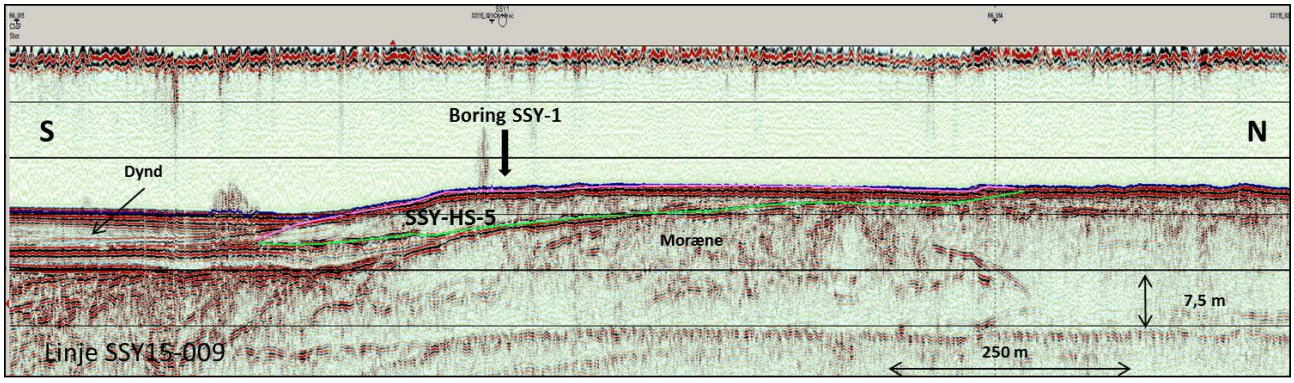


Figur 7.6.21 Tykkelses- og udbredelseskort af råstofressource SSY_TS_4 med boringspositioner angivet.

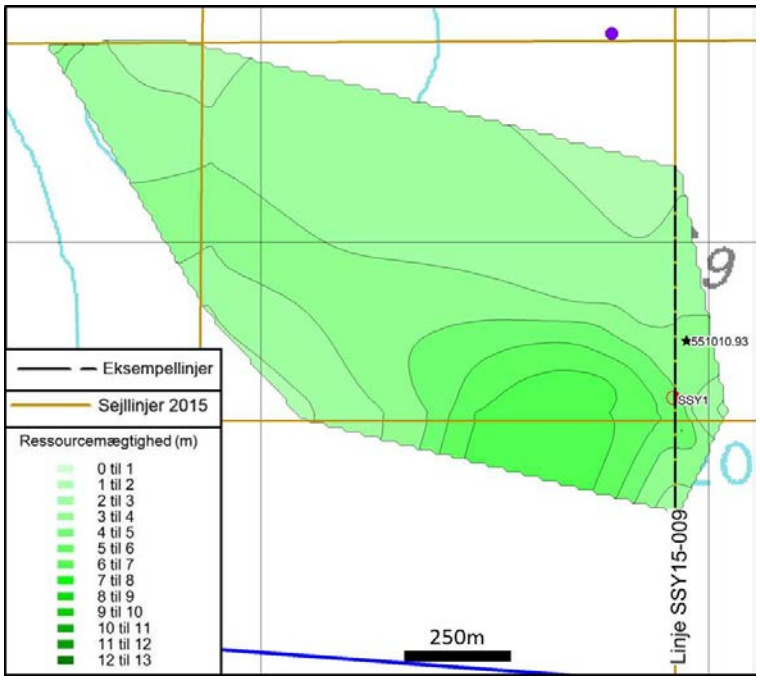
7.6.6.5 SSY_HS_5

Ressourcen er lokaliseret i den sydvestlige del af undersøgelsesområdet på kanten til et udbredt dyndbassin. De yderste dele af ressourcen er dækket af et anseeligt dynd (Figur 7.6.22). Ressourcen er et flak opbygget af marint holocænt sand, der er udbygget i takt med transgressionen af området. Således er der en gradvis overgang fra brakvandsaflejringer i den nederste del af forekomsten til fuldt marine aflejringer i den øvre del. De underliggende lag består af senglacialt gytje og silt. Ressourcen, der klassificeres som sandsynlig, udgør den østligste del af ressourceområde 550042, som blev udpeget i 2011 undersøgelsen (Nørgaard-Pedersen & Andresen 2013).

De seismiske data og enkelt boring (SSY-1) viser, at forekomsten har en maksimal tykkelse på 5-6 m og består af mellemkornet sand (Figur 7.6.23). Kornstørrelsesanalyser af 2 intervaller inden for de øverste 2,80 viser at ressourcen indeholder mellem-groft sand med op til 7% grus. En petrografisk analyse af dybdeintervallet 2,00 til 2,80 m i boring SSY-1 viser en lavt indhold af total porøs flint på 1,3 %, hvilket gør at ressourcen kan klassificeres som kvalitetssand, Sand 1 Ressourcen, der klassificeres som sandsynlig, har et beregnet volumen på 5 mio. m^3.



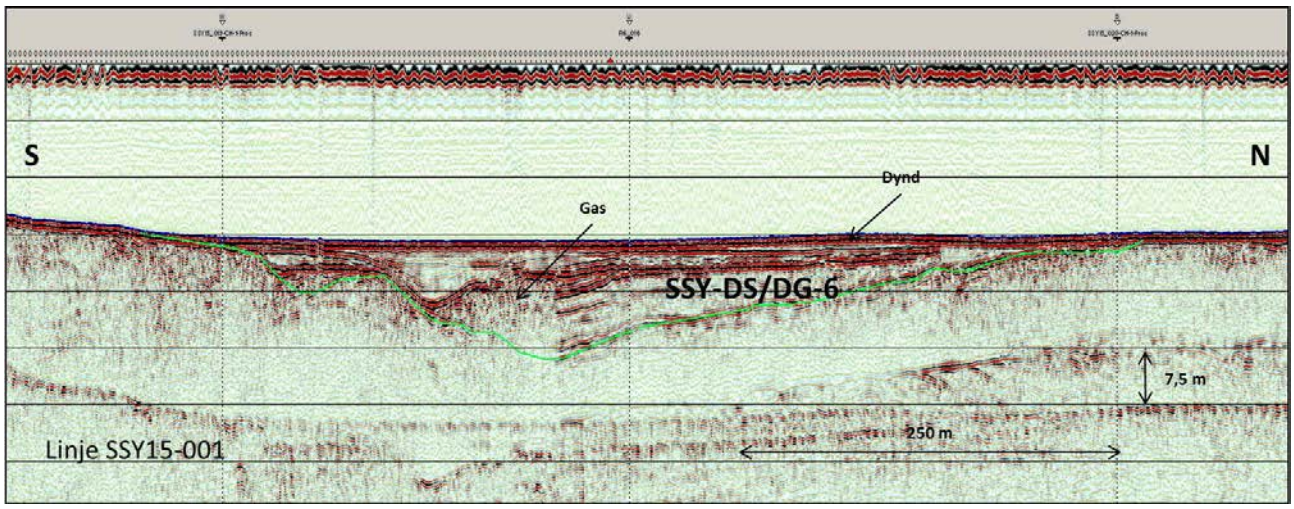
Figur 7.6.22 Nord-syd sparkerlinje gennem SSY_HS_5 med boring SSY-1 indtegnet.



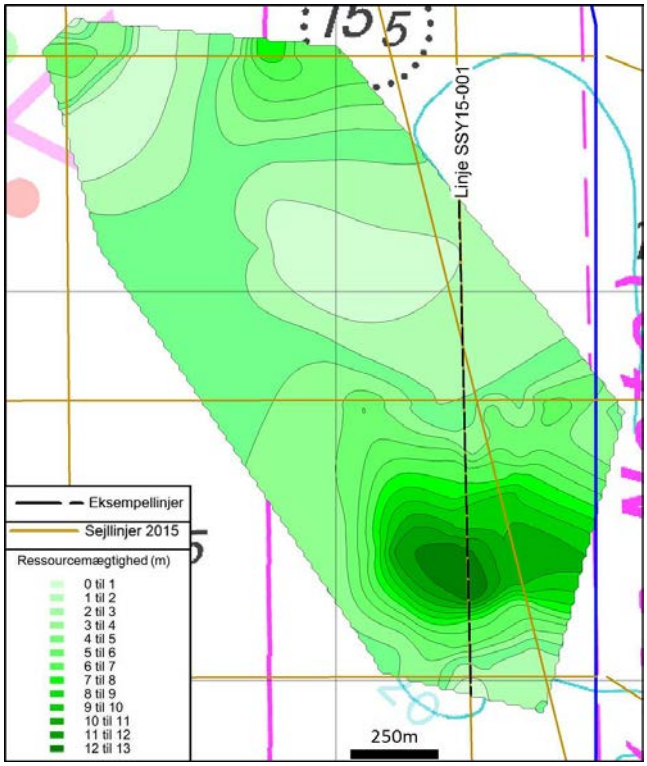
Figur 7.6.23 Tykkelses- og udbredelseskort af ressource SSY_HS_5 med boringspositioner for SSY-1 angivet.

7.6.6.6 SSY_DS/DG_6

Ressourcen, der er beliggende i undersøgelsesområdets østligste del øst for Paludans Flak, tolkes aflejret som en udfyldning af en glacial smeltevandskanal (Figur 7.6.24). På baggrund af de interne strukturer formodes ressourcen at bestå af vekslende grusede og sandede lag veksellejret med mere finkornede sedimenter. Der er ingen boringskontrol af ressourcen. I den dybeste del af dalstrukturen ses antydninger af gasholdige lag, stammende fra afgasning af underliggende organiskholdige sedimenter. En del af ressourcen er dog dækket af holocænt dynd og silt, der gør den mindre tilgængelig. Ressourcen, der klassificeres som spekulativt fyldsand 4, har en maximal tykkelse er 10-11 m (Figur 7.6.25). Volumenet er beregnet til 5 mio. m^3.



Figur 7.6.24 Nord-syd sparkerlinje gennem SSY_DS/DG_6.

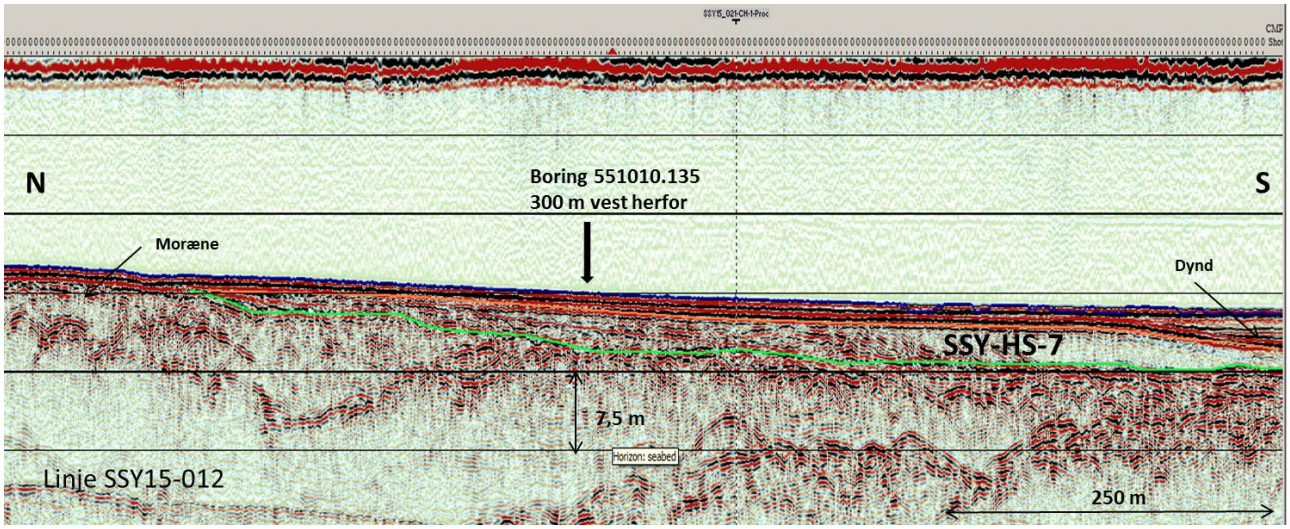


Figur 7.6.25 Tykkelses- og udbredelseskort af ressource SSY_DS/DG_6.

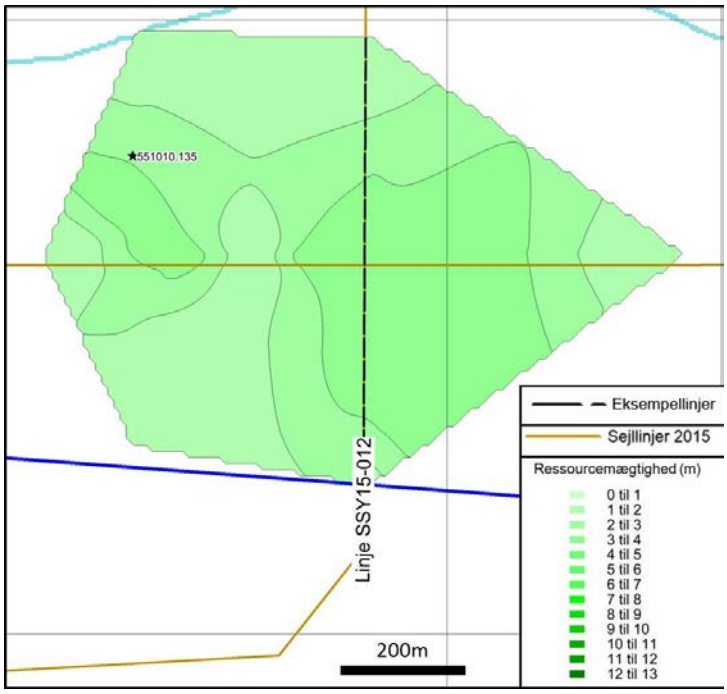
7.6.6.7 SSY_HS_7

Ressourcen består af marint, holocænt sand aflejret som en linseformet flakudbygning på et glacialt underlag. Der ses interne hældende lagflader (Figur 7.6.26), der indikerer en progradering i en sydlig retning (Figur 7.6.26). Ressourcens udstrækning begrænses mod nord af moræneler (boring SSY-2), og i både vestlig og østlig retning findes et tiltagende dynddække, der kan betyde af indvinding er ressourcens ydre dele er mindre relevant. De seismiske data sammenholdt med boring 551010.135 indikerer, at ressourcen består af fin-mellemkornet sand, der underlejres af finkornede senglaciale sedimenter. Lagtykkelsen er maksimal 3-4 m (Figur 7.6.27) og ressourcens volumen er beregnet til 3 mio. m^3. Ressourcen er sandsynlig og klassificeres som sand-1.

Ressourcen blev i forbindelse med undersøgelserne i 2011 kortlagt som ressource 550042, som også dækker ressource SSY_HS_5. På baggrund af de nye data er det vurderet, at ressourcepotentialet i området mellem ressourceområderne SSY_HS_5 og SSY_HS_7 er forsvindende, hvorfor de i denne rapport er opgjort som to separate områder.



Figur 7.6.26 Nord-syd sparkerlinje gennem SSY_HS_7 med den omtrentlige position af boring 551010.135 angivet.

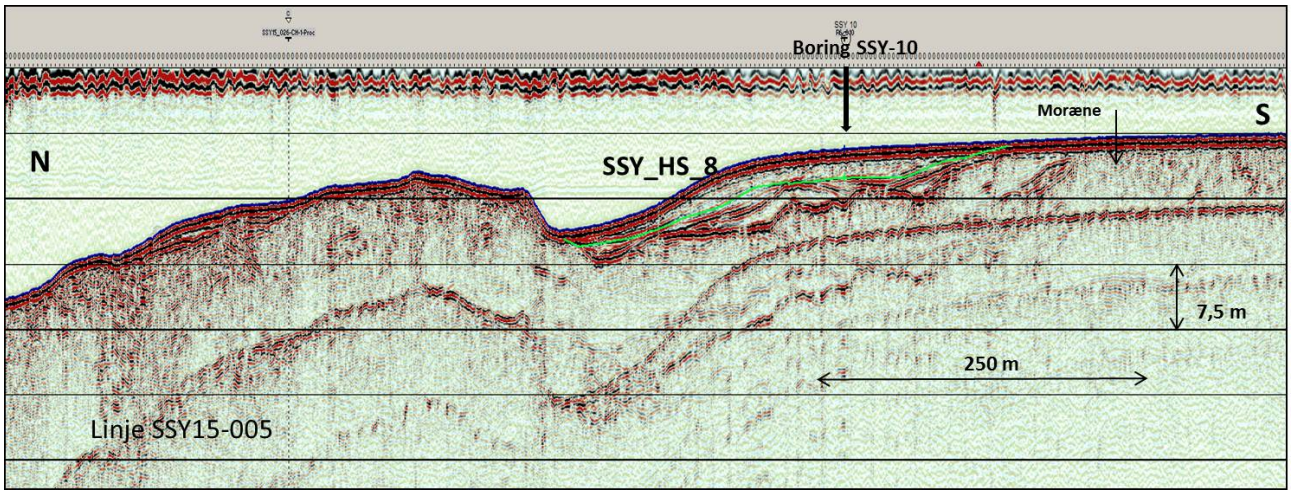


Figur 7.6.27 Tykkelses- og udbredelskort af ressource SSY_HS_7 med boringsposition angivet.

7.6.6.8 SSY_HS_8

Ressourcen er lokaliseret i den nordlige del af Paludans Flak og består af et mindre holocænt akkumulationsflak aflejret på kanten af det underliggende glaciale landskab (Figur 7.6.28). Udbygningen er foregået i nordlig retning. Ressourcens består af 2-3 m fin-mellemkornet sand, der overlejrer et lag af lamineret holocænt ler/silt, sandsynligvis afsat i et lagunelignende bassin tidlig i Holocæn (boring SSY-10). To kornstørrelsesanalyser af boring SSY-10 i dybdeintervallet 0 – 2,0 bekræfter, at sedimentet overvejende består af fin-mellemkornet sand med et stigende indhold af groft sand med dybden. Indholdet af ler/silt er mindre end 2 %. En petrografisk analyse fra dybdeintervallet i samme boring viser et meget lille indhold (< 0,5 %) af porøs flint, hvilket gør, at ressourcen kan klassificeres som sand-1. Ressourcen er afgrænset mod øst, hvor lagtykkelsen bliver mindre end 1 m (Figur 7.6.29), hvilket giver et beregnet volumen på 1 mio. m^3. Ressourcen kan klassificeres som sandsynlig.

Ressourceområde SSY_HS_8 er sammenfaldende med ressourceområde 550020, der blev kortlagt i forbindelse med undersøgelserne i 2011, og som strækker sig længere mod øst. Det er dog på baggrund af de nye data vurderet, at kun den del, der ligger idenfor SSY_HS_8 afgrænsningen har et volumen, der gør det interessant i indvindingssammenhæng.



Figur 7.6.28 Nord-syd sparkerlinje gennem SSY_HS_8 med positionen af boring SSY-10 angivet.

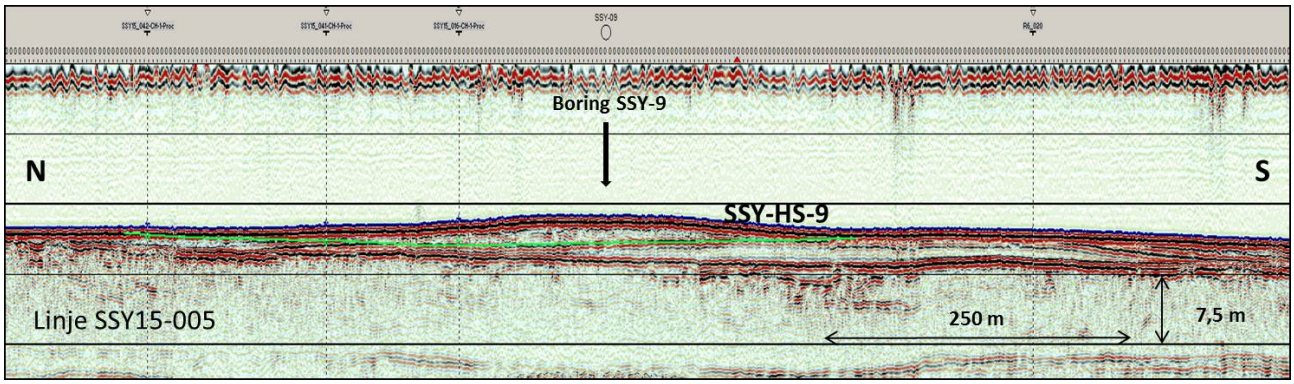


Figur 7.6.29 Tykkelses- og udbredelseskort af ressource SSY_HS_8 med positionen af boring SSY-10 angivet.

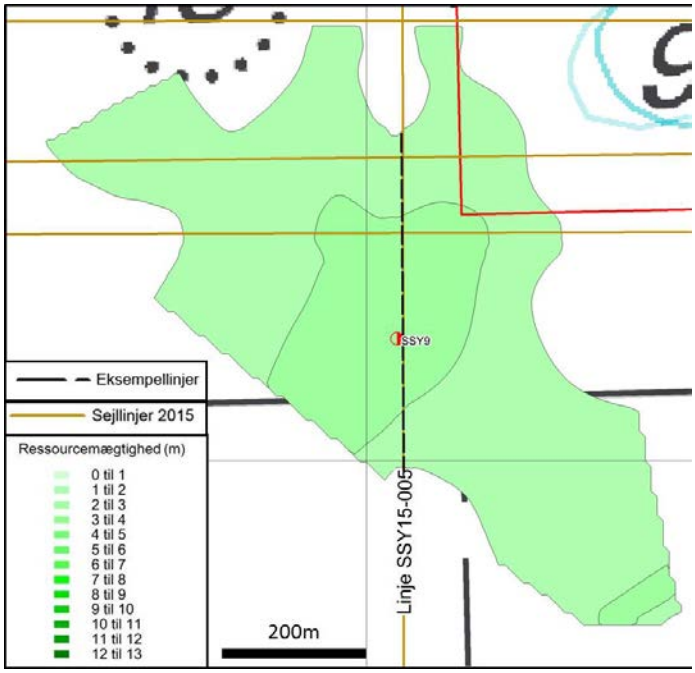
7.6.6.9 SSY_HS_9

Ressourcen er beliggende i undersøgelsesområdets sydlige del umiddelbart syd for indvindingsområde 504-DA. Ud fra boring SSY-009 ses ressourcen at bestå af holocænt, marint fint-mellem sand underlejret af sen-glaciale finkornede sedimenter (Figur 7.6.30). En kornstørrelsesanalyse fra intervallet 0,70 – 1,30 m viser et indhold af mellemkornet sand >80 %. Indholdet af ler/silt er samtidig mindre end 2 %. Den maksimale tykkelse er begrænset til 2-3 m og den begrænsede udstrækning gør, at ressourcens volumen er begrænset til 2 mio. m^3 (Figur 7.6.31). Ressourcen kan klassificeres som sand 1 og som sandsynlig.

Ressourcen er sammenfaldende med ressourceområde 550030, der blev kortlagt i forbindelse med undersøgelserne i 2011. Det er dog på baggrund af de nye data vurderet, at lagtykkelsen af denne ud over SSY_HS_9 afgrænsningen er for lille i indvindingssammenhæng.



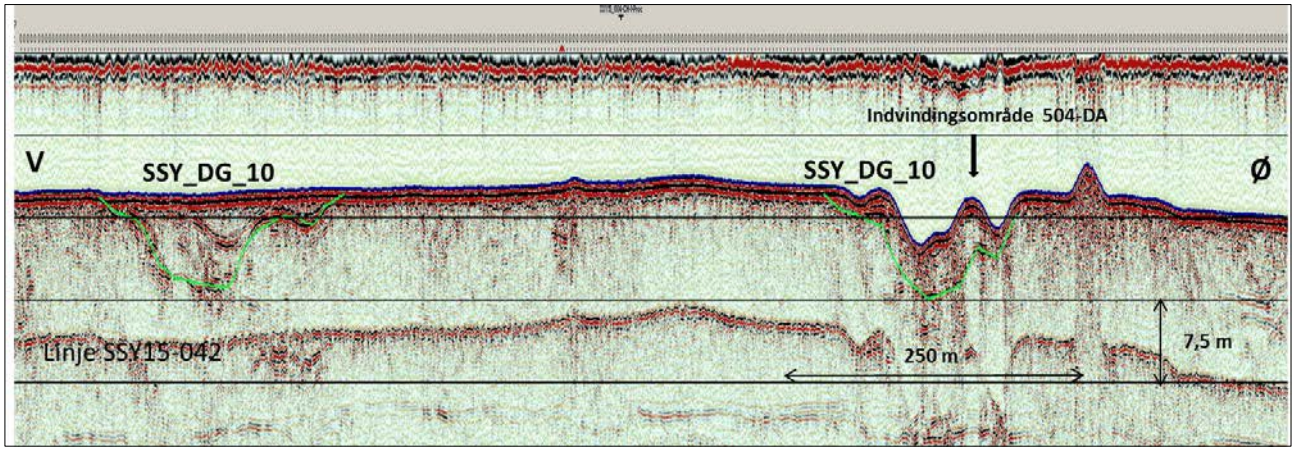
Figur 7.6.30 Nord-syd sparkerlinje gennem SSY_HS_9 med positionen af boring SSY-10 angivet.



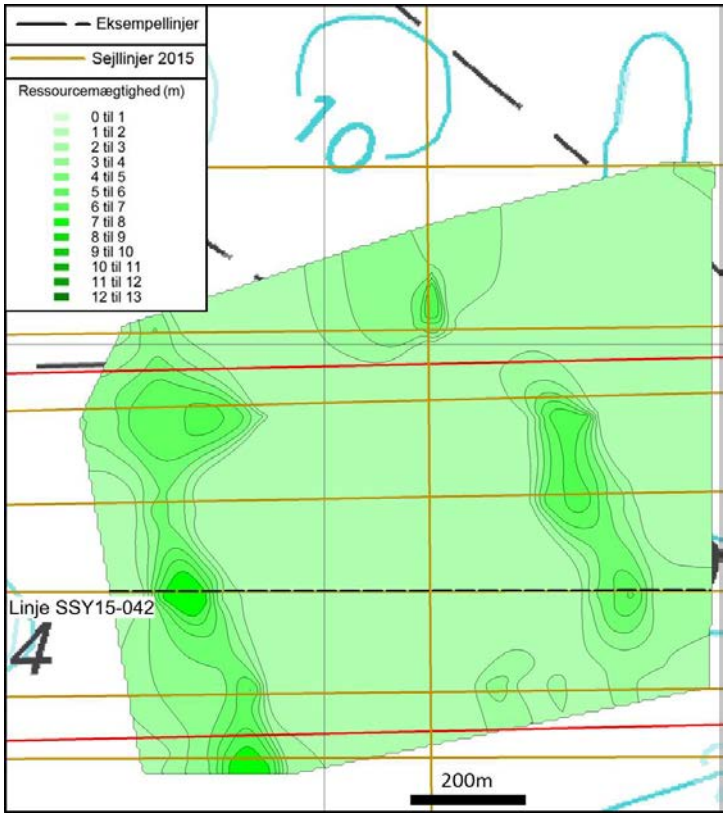
Figur 7.6.31 Tykkelses- og udbredelseskort af råstofressource SSY_HS_9 med positionen af boring SSY-9 angivet.

7.6.6.10 SSY_DG_10

Ressourceområdet er delvist sammenfaldende med indvindingsområde 504-DA, der således kan betragtes som opgjort i forhold til resterende ressourcer. Ud over område 540-DA er der afgrænset en lignende struktur ca. 800 m vest herfor (Figur 7.6.32). Det kortlagte ressourceområde består af glaciale smeltevandskanaler med et nord-sydgående forløb, eroderet ned i den underliggende moræneler og udfyldt af dårligt sorteret sand og grus i vekslende lag. Der findes ingen boringer i området, men området blev opmålt med en forøget linjeafstand på ca. 160 m, hvorfor detaljeringsgraden er høj. Den maksimale lagtykkelse er 6-7 m (Figur 7.6.33). Det samlede volumen af ressourceområde SSY_DG_10 er opgjort til 3 mio. m^3. Ressourcen klassificeres som fyldsand, og som følge af indvinding kan sikkerheden benævnes påvist.



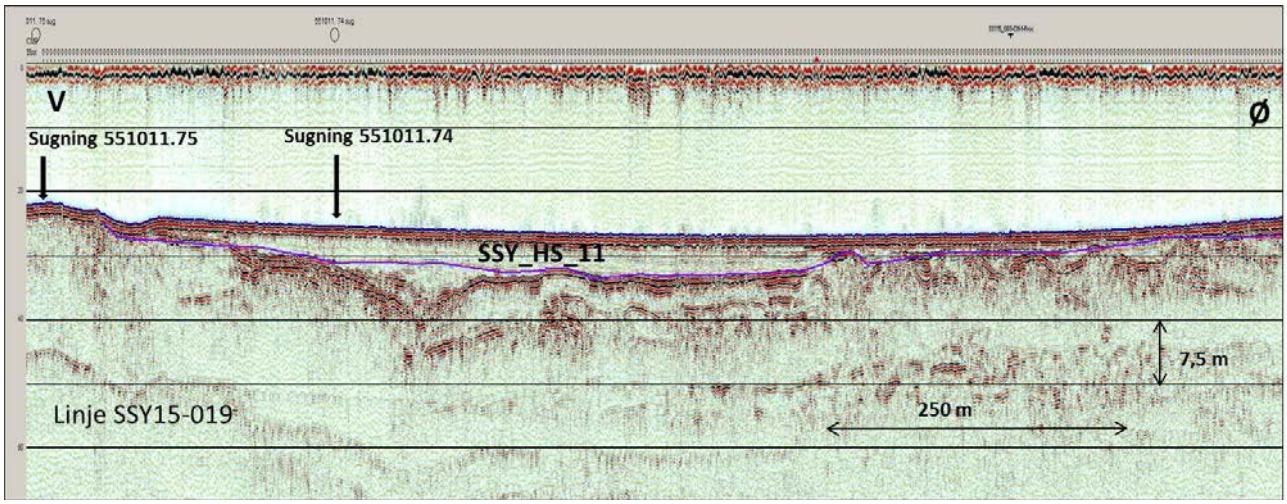
Figur 7.6.32 Nord-syd sparkerlinje gennem SSY_DG_10 med indvindingsområde 504-DA angivet.



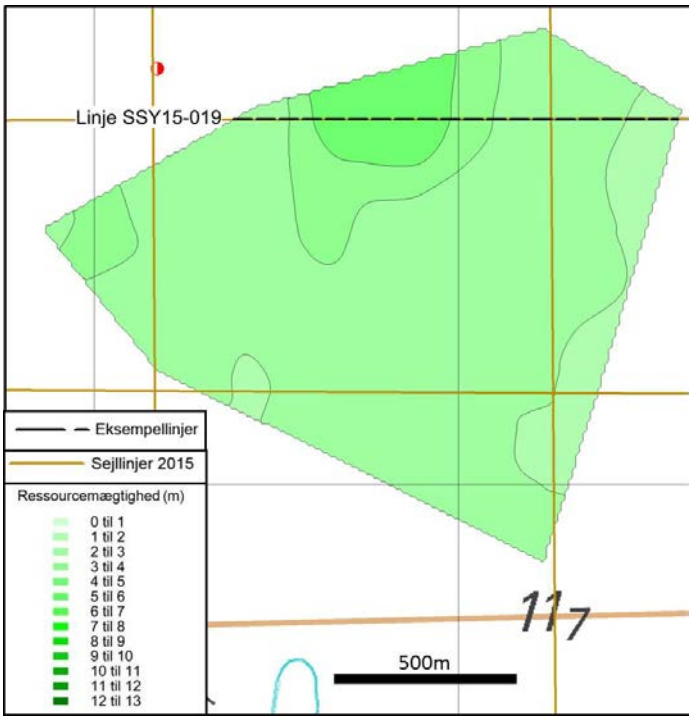
Figur 7.6.33 Tykkelses- og udbredelseskort af råstofressource SSY_DG_10. Det røde område markerer indvindingsområde 504-DA.

7.6.6.11 SSY_HS_11

Ressourceområdet er beliggende i den sydlige del af Paludans Flak og består af holocæne marine aflejringer, der udfylder en flad dalstruktur i havbunden (Figur 7.6.34). Fra en prøvesugning i området (551011.74) vides, at ressourcen under et dæklag af ca. 1 m gytje og silt består af marint fin-mellemkornet sand vekslende med lag af grovere sand og grus. De underliggende lag tolkes ud fra de seismiske data til at bestå af senglaciale sedimenter, der udfylder den underliggende dalstruktur. I vestlig retning dukker de glaciale aflejringer i form af moræneler frem i havbunden (Sugeprøve 551010.75 og boring SSY-7). Ressourcen, der klassificeres som sand-1 og spekulativ, er opgjort til 3 mio. m^3. Den maksimale lagtykkelse er ca. 3 m (Figur 7.6.35)



Figur 7.6.34 Øst-vest sparkerlinje gennem SSY_HS_11 med positionen for to sugeprøver angivet.



Figur 7.6.35 Tykkelses- og udbredelseskort af råstofressource SSY_HS_11.

7.6.7 Kortlægning af biologiske nøglekomponenter Samsø Syd

7.6.7.1 Biologiske forhold knyttet til substrattyper

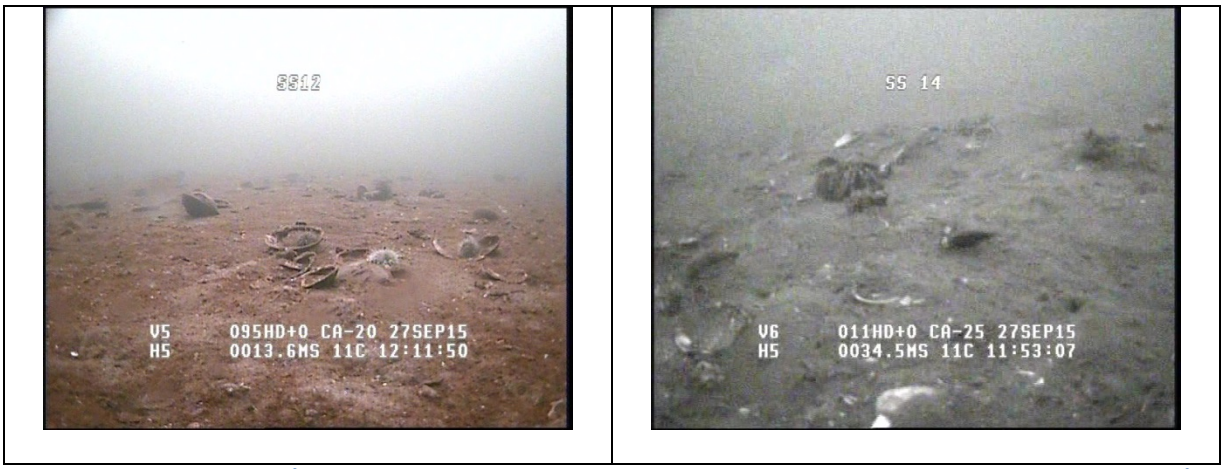
Undersøgelsesområdet ved Samsø Syd er karakteriseret ved dybder fra 8-40 m. Fire substrattyper er observeret ved Samsø Syd: Substrattype 1, 2, 3 og 4.

De biologiske forhold observeret ved ROV-undersøgelserne er primært epifauna og -flora. Der er ikke observeret biogene rev eller ålegræsbanker.

7.6.7.1.1 Biologiske forhold knyttet til substrattype 1

Substrattype 1 findes på dybder fra 8-40 m (ROV-dyk 13-34 m). Den observerede fauna er sparsom, og inkluderer søpindsvin, slangestjerne, søstjerne, rur, eremitkrebs, molboøsters, havsnegl.

På lavt vand er der observeret et dække af kiselalger på sandbund, samt kalkrødalger på tomme skaller. Ingen anden flora er observeret (Figur 7.6.36).



Figur 7.6.36 Eksempler på biologiske forhold knyttet til substrattype 1 for Samsø Syd. Tv ses substrattypen på 13 meters dybde, med kiselalger, søpindsvin og tomme skaller (position SS-12). Th ses substrattypen på 34 meter dybde med sparsom fauna og ingen flora (position SS-14).

7.6.7.1.2 Biologiske forhold knyttet til substrattype 2

Substrattype 2 findes på dybder fra 8-40 m (ROV-dyk 16-27 m). De biologiske forhold på substrattypen inkluderer søanemone (sønellike), søpindsvin, musling, søstjerner, havsvamp, slangestjerne, søsol, dødningehånd, samt eremitkrebs og krabbe.

Der er observeret sparsom flora tilknyttet substrattypen i form af få nedgræssede rødalger og kalkrødalger på sten og skaller (Figur 7.6.37).

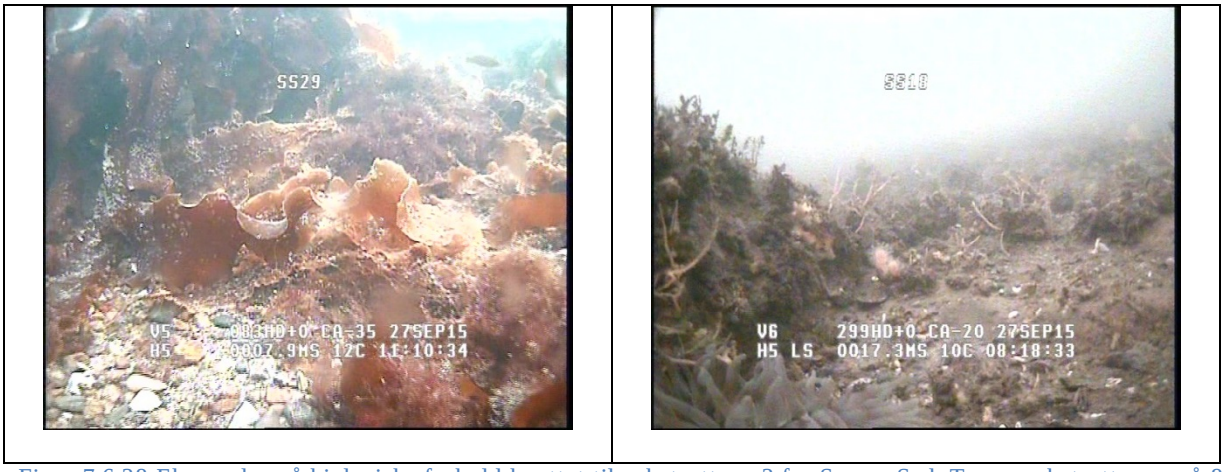


Figur 7.6.37 Eksempler på biologiske forhold knyttet til substrattype 2 for Samsø Syd. Tv ses substrattypen på 17 meter dybde, med søpindsvin og lave makroalger (position SS-21). Th. ses substrattypen på 24 meters dybde, med muslinger, dødningehånd mv (position SS-03).

7.6.7.1.3 Biologiske forhold knyttet til substrattype 3

Substrattype 3 findes på dybder fra 8-31 m (ROV-dyk 8-30 m). Der er observeret søanemone (sønellike), søstjerne, troldkrabbe, søpindsvin, slangestjerne, havsnegl, søpung, dødningehånd, svamp, søsol, musling samt eremitkrebs og krabbe.

Der er observeret kalkrødalger på sten og skaller. På lavt vand er der endvidere observeret makroalger i tilknytning til sten, både buskede røde og store brune (laminaria). Flora var flere steder sparsom og nedgræsset (Figur 7.6.38).

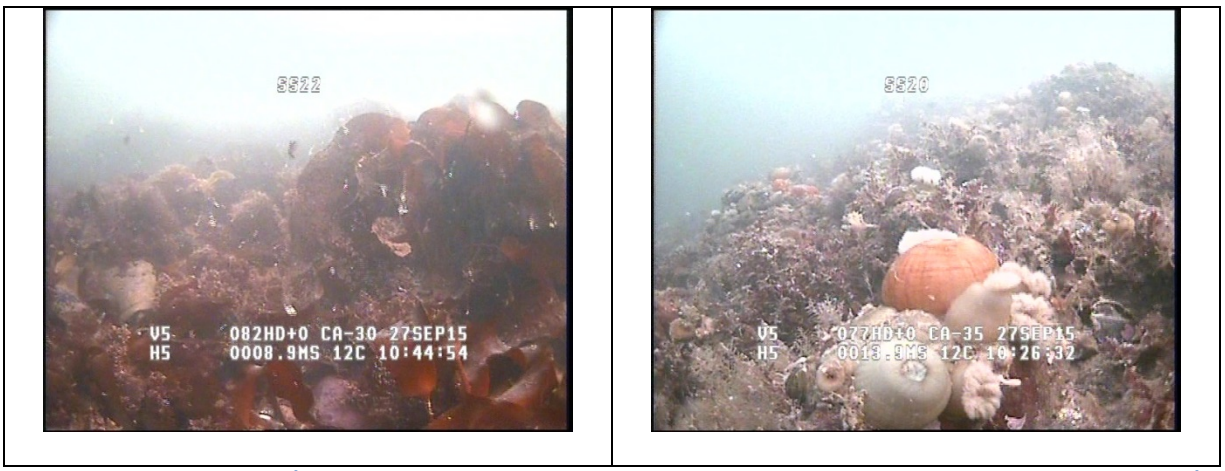


Figur 7.6.38 Eksempler på biologiske forhold knyttet til substrattype 3 for Samsø Syd. Tv ses substrattypen på 8 meters dybde, med store makroalger, herunder sukkertung (position SS-29). Th ses substrattypen på 17 meter dybde med svampe, søanemone mv og ingen flora (position SS-18).

7.6.7.1.4 Biologiske forhold knyttet til substrattype 4

Substrattype 4 findes på dybder fra 8-24 m (ROV-dyk 8-16 m). Substrattypen indeholder oprette stenrev med huledannende elementer. Der er observeret molboøsters, snegl, søpindsvin, sandorm, søstjerne, krabbe, søanemone samt mosdyr og rur.

Der er generelt observeret høj dækning af makroalger: buskede røde, store brunalger (sukkertang, palmetang, fingertang) m epifytter, buskede rødalger. Der er desuden observeret kalkrødalger. Flora var enkelte steder nedgræsset (Figur 7.6.39).



Figur 7.6.39 Eksempler på biologiske forhold knyttet til substrattype 4 for Samsø Syd. Tv ses substrattypen på 9 meters dybde med høj dækningsgrad af makroalger, særligt *Laminaria* spp. (position SS-22). Th ses substrattypen på 16 meter dybde med søanemoner mv (position SS-20).

7.6.8 Indkredsning og tilstandsvurdering af habitattyper Samsø Syd

7.6.8.1 Beliggenhed og beskrivelse

Samsø syd området er en del af det åbne farvand der forbinder Kattegat og Bælthavet. Farvandet har meget varierende dybdeforhold på mellem 6 m (Paludans Flak) og 40 m. I vandplanerne (VP I) er det benævnt ved åbentvandstypen OW2, der er karakteriseret ved relativt beskyttede eksponeringsforhold, en saltholdighed ved bunden på mellem 18 – 30 ‰ og en tidevandsforskel på under 1 m. I overfladen vil saltholdigheden normalt variere mellem 15 og 20 ‰ alt afhængig af om strømmen er nord- eller sydgående. Farvandet vil det meste af året være lagdelt med et springlag i 12 til 18 m's dybde. Med sin beliggenhed i det nordlige Bælthav vil strømforholdene være relativt kraftige og sikre en middelstærk energi påvirkning i det meste af vandsøjlen. I de dybeste partier vil der generelt være lave strømhastigheder.

I det store vest-liggende Natura 2000 område (N2000 nr. 36) er gråsæl og spættet sæl på udpegningsgrundlet. Området vides desuden til tider at huse en stor marsvin-bestand. I de seneste vandplaner er tilstanden beskrevet som ringe, hvilket skyldes ålegræssetes ringe dybdeudbredelse på under 50 % af referencetilstanden på godt 12 m (12,2m)

Med de planlagte tiltag i forbindelse med Vandplan 2010-15 og Vandområdeplan 2015-2012 forventes kvælstofbelastningen til det pågældende kystvandsområde (nr 219) i 2021 være reduceret til 113 t N/år, hvilket er 16 t under det estimerede niveau der skulle sikre en god økologisk tilstand.

7.6.8.2 Marint system

Samsø Syd området er et meget mønstret hvad angår dybde og substratsforhold. Både de dybe og lave områder er præget af residual bund bestående af sand, grus og sten i varierende størrelser. Dette hænger sammen med de relative stærke strømforhold, der gør sig gældende i såvel de lavvandede som de dybe områder. Strømmen i de dybere partier er dog ikke større end at disse områder mest fremstår som sedimentære områder for sand, grus og mindre sten. Det marine system for området består af strømfyldt farvand præget af kvartære sedimenter på de lave strømfyldte dybbder (8- 20 m) og en kombination heraf med den jævne, bløde blandingsbund i de dybere partier (>20 m).

Livet er tydeligvis præget af såvel fasthæftede organismer (epifauna og makroalger) som af mere mobile arter (nectobentos). Mens der er en næsten 100 % dækning af makroalger på de laveste dybder (8-10 m) er de betydelig mere sparsomt repræsenteret på de større dybder af den fotiske zone (10-18 m). Tilsvarende forekommer også epifaunaen rimelig sparsom her i forhold til forventningen. Dette kan skyldes en til tider kraftig materialetransport af mineralske partikler. Bunden på de dybe sand- og grusflader bærer i al fald tydelig præg af en betydelig materiale-omlejringer af sand og finere materiale. Omkring de stenede områder mellem 15 og 25 m ses dog et meget varieret dyreliv, herunder flere store svampearter samt hestemusling. I de østlige dele sås en del store svampeforme på de stenede bunde, bl.a. en grenet svamp i 17-18 m dybde der kan være *Halichondria bowerbanki*. I den nedre del af den fotiske zone (11-15 m) er der tegn på nedgræsning af makroalgevegetationen.

7.6.8.3 Habitattyper

<u>Sedimentforhold</u>

Ved kortlægningen af sedimentforholdene var alle 4 substrattyper i Samsø Syd området præsenteret i Figur 7.6.40. Sten i alle former og størrelser dominerer de lavvandede partier, mens sand og grus præger de dybere dele. ROV optagelserne vidnede om et rigt dyreliv i forbindelse med de stenede områder mellem 15 og 25 m. Den jævne bund er synlig påvirket af stadige materialetilførsler.

Lysforhold

Ned til 15 m's dybde vil der være lys nok for en betydelig makroalgevækst og 18 m for en positiv mikrobentisk vækst. På mere end 15 m dybde vil de faste overflader være friholdt for algevegetation og således give fastsiddende filtrerende organismer bedre leveforhold. De sandede områder ligger generelt under den fotiske zone. Der er dog partier med blød bund i den østlige del der ligger i den lavfotiske zone.

Energiforhold

Hele området er præget af rimelig gode og skiftende strømforhold, og har derfor karakter af et mellem-energi system med mulighed for en betydelig materialetransport. De mange omkringliggende lavvandede områder vil kunne føde bundstrømmene med partikler, der vil blive ført til og deponeret i de dybe partier. Områdets meget forskelligartede topografi vil betyde temmelig variable strømforhold. Med sin beliggenhed ud for Bælthavet vil disse forhold give anledning til saltspringlagsdybder på mellem 8 og 18 m.

Saltpåvirkning

Overfladevandet vil i perioder med dybt liggende springlag typisk besidde relative høje saltholdigheder på mellem 20 og 25 ‰ ("Kattegatvand"). Rolige perioder præget af udstrømning fra Storebælt og Lillebælt vil medføre højliggende springlag med brakt overfladevand. Tilbagevendende perioder med lavsalint vand vil hæmme søpindsvins udbredelse, hvilket antagelig er baggrunden for den betydelig større forekomst af makroalger i de lavvandede dele mellem 0 og 10 m dybde.

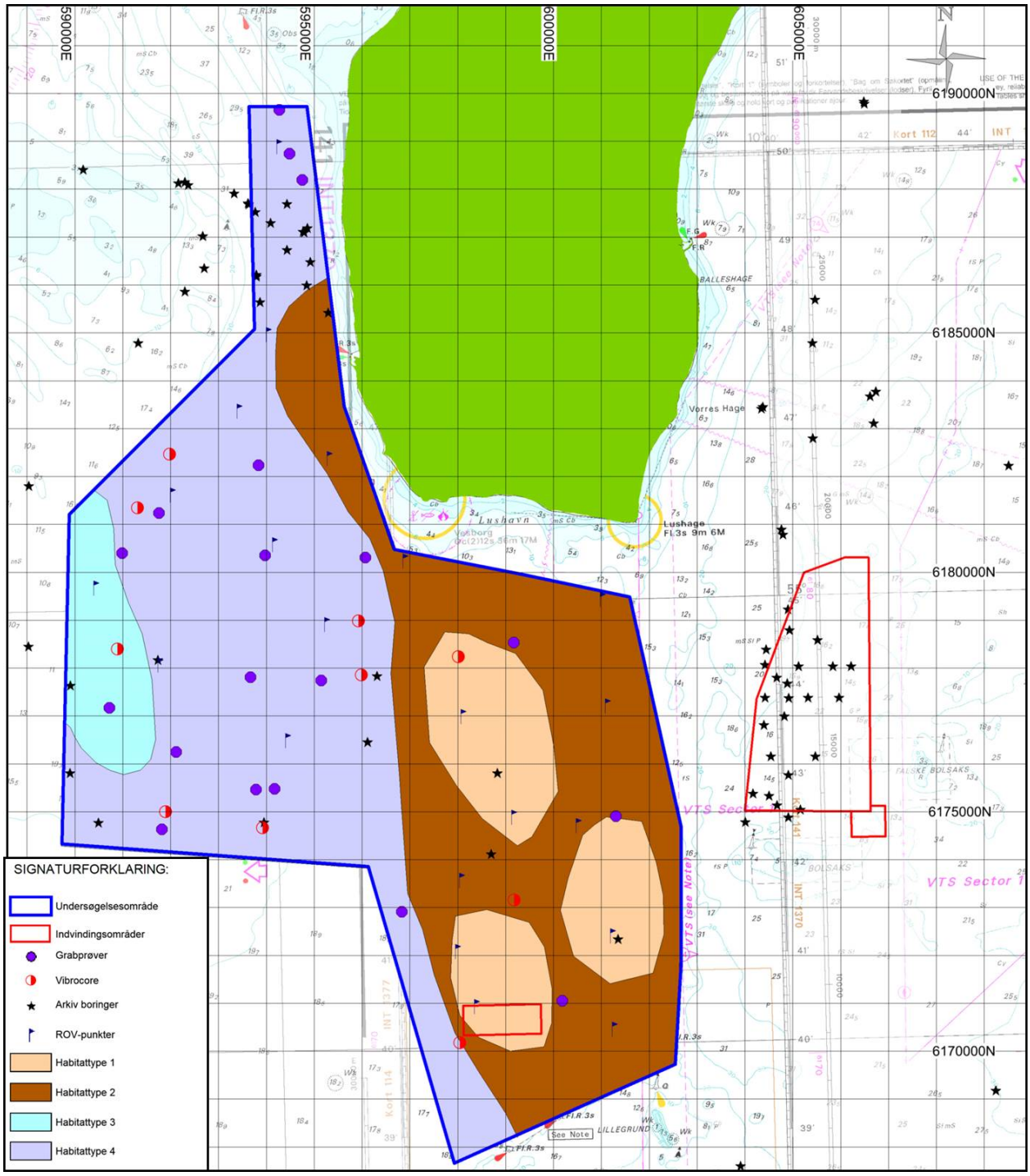
Der vil således på baggrund af ovenstående kun identificeres 4 habitattyper i området syd og sydøst for Samsø (SS), nemlig:

H_{SS} 1) Substrattype 3 og 4, 10-15 m (lav-fotisk zone), 15-25 ‰

H_{SS} 2) Substrattype 3 og 4, 15-25 m (afotisk zone), 20-35 ‰

H_{SS} 3) Substrattype 1 og 2, 10-18 m (lavfotisk zone), 15 -25 ‰

H_{SS} 4) Substrattype 1 og 2, 18-40 m (afotisk zone), 25 -35 ‰



Figur 7.6.40 Habitater i Samsø Syd. Habitattyperne er afgrænset i forhold til de stedværende forhold, defineret ved de fire kriterier: substrat, lys, energi og saltpåvirkning.

I området er der kun på få dele hvor bunddybder er lavere end 10 m (Palludan Flak) og som derfor vil være udsat for lave saltkoncentrationer (< 15 %). Derfor er denne habitattype, karakteriseret ved lavsaline forhold, ikke medtaget med henvisning til dens relative lille udstrækning.

7.6.8.4 Økologisk tilstand

Med hensyn til de fem kvalitetskriterier der bestemmer habitaternes tilstand, gælder at

1) Vandskifte er godt i hele området.
2) Fysisk stabilitet. Området strømpåvirkning er meget omskiftelige hvilket, i kombination med en del omkringliggende lavvandede erosionsbunde, medfører en del sedimentomlejring i de dybere dele.
3) Forureningen er moderat, med nogen næringspåvirkning af makrofytvegetationen.
4) Den primære fødetilførsel er moderat til god. Sedimentoverlejring og en kraftig makroalgedækning hæmmer filtrerendes organismers fødeadgang.

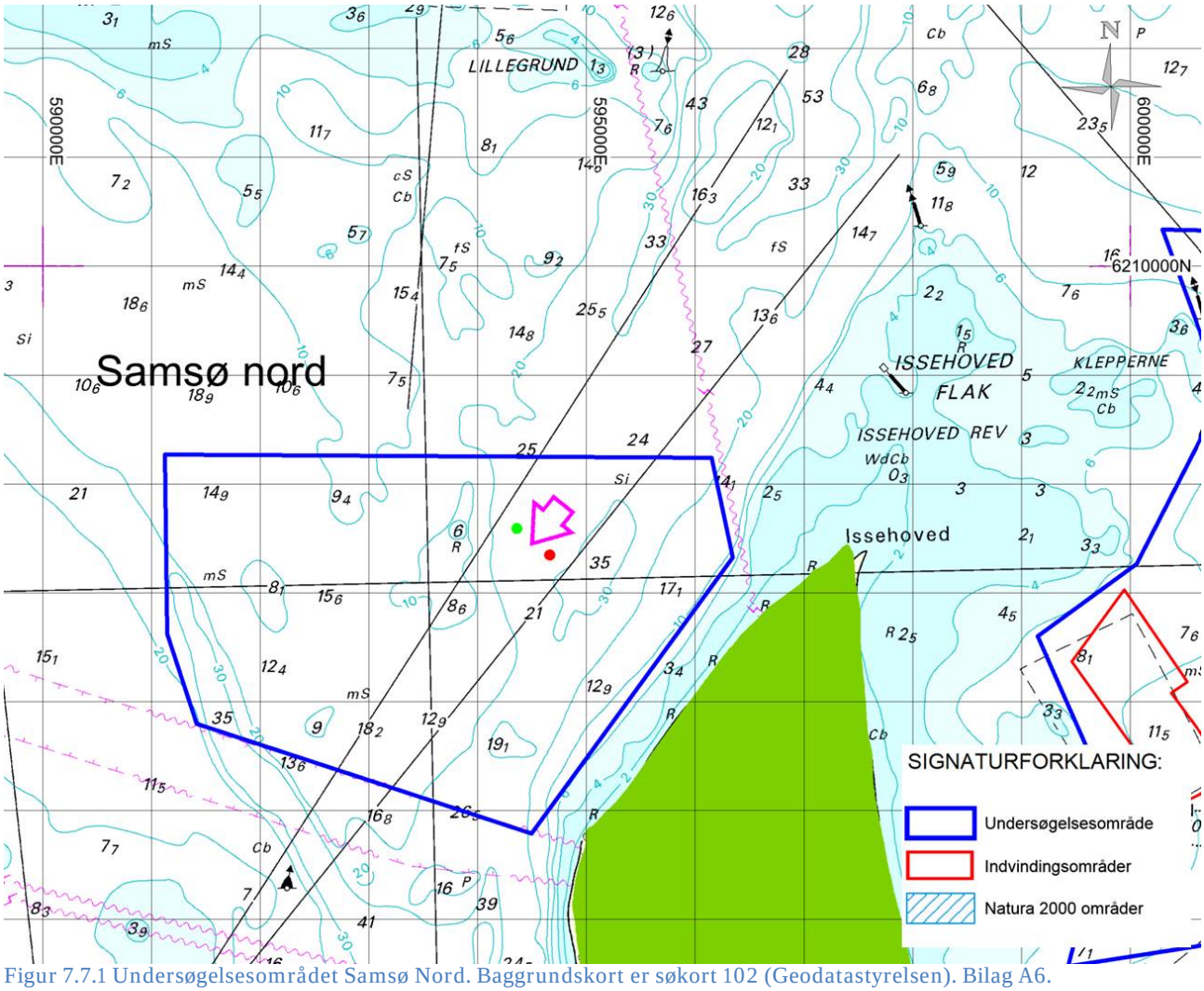
Hvad angår den "femte kvalitetsparameter", nemlig den eksterne biologiske påvirkning, skønnes dette område i lighed med mange andre stenede områder beliggende under springlaget i den syd-østlige del af Kattegat at være påvirket af en overgræsning fra søpindsvin. Dette er en formentlig en indirekte følge af de generelle ændringer i fiskepopulationerne og fraværet af større fisk, der er sket inde for de seneste årtier. En sådan "økologisk kaskadevirkning" favoriser ofte en uønsket populationsfremgang for en del mellemstørrelse organismer som søpindsvin, søstjerne, strandkrabber, kutling, læbefisk, gopler mv.

Sammenlagt vurderes den økologiske tilstand i tre af habitattyperne i Samsø Syd området at være moderat (HSS 1, HSS 3 og HSS 4), mens den på habitattypen HSS 2 er god.

7.7 Samsø Nord

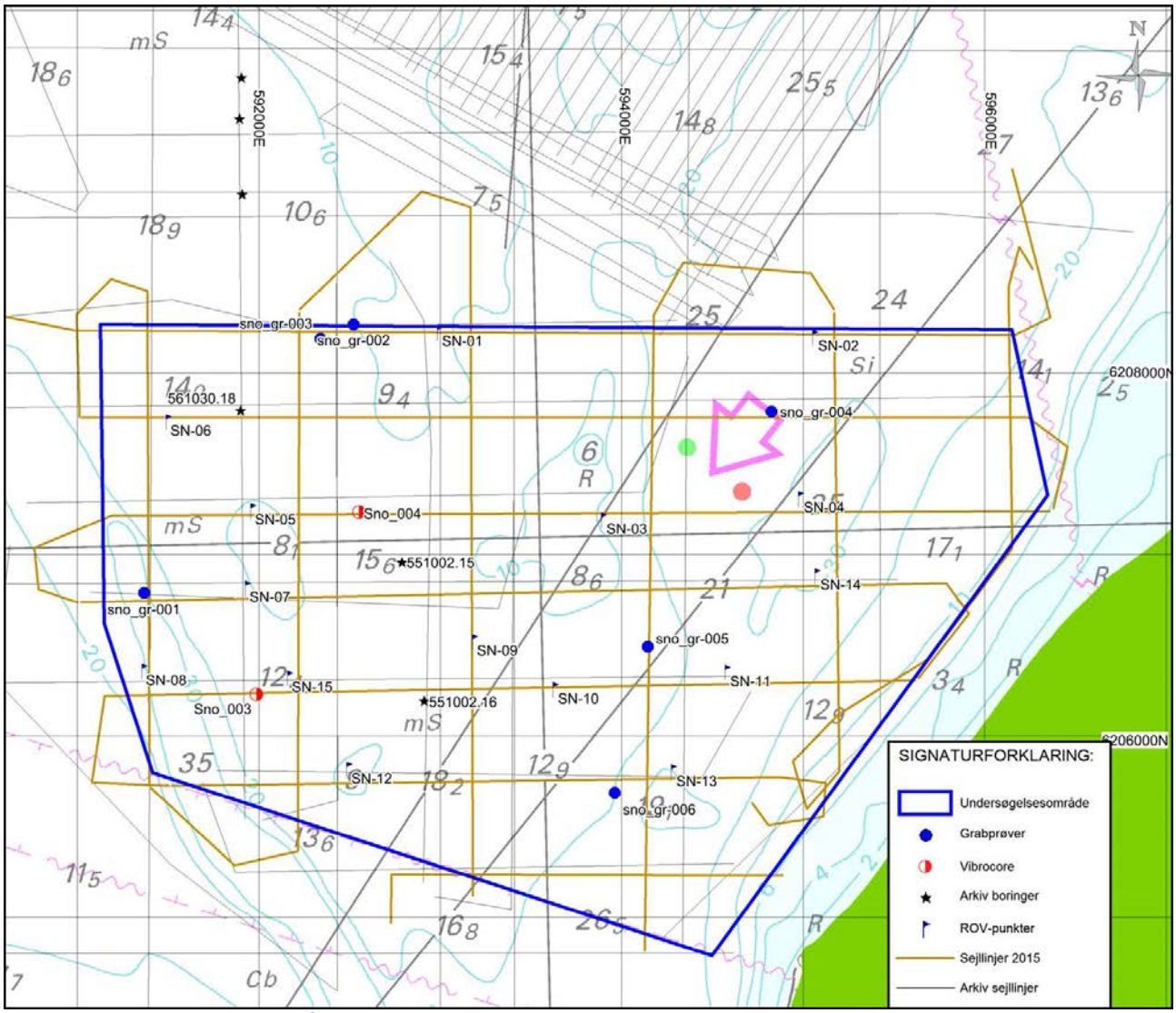
7.7.1 Introduktion

Undersøgelsesområdet Samsø Nord dækker havområdet ud for Samsøs nordvestkyst og udgør et areal på 14 km^2 (Figur 7.7.1 og Bilag A6). Bundtopografien i området præges af to dybe render med et næsten trekantet lavvandet område imellem (Figur 7.7.3 og Bilag C6). Det lavvandede område er den undersøiske fortsættelse af Mejlflak nordvest herfor. Renden mod vest med vanddybder på 30-35 m har forbindelse videre mod nordvest til den ydre del af Aarhus Bugt og videre derfra forbindelse til Kattegat. Den østlige rende med vanddybder på op til 34 m flader lidt ud i nordøstlig retning men har forbindelse til Storebæltsrenden mod øst.



Figur 7.7.1 Undersøgelsesområdet Samsø Nord. Baggrundskort er søkort 102 (Geodatastyrelsen). Bilag A6.

I forbindelse med kortlægningen af Samsø Nord området i 2015 er der sejlet ca. 50 km kombinerede seismik, sidescan sonar og multibeam sonar linjer (Figur 7.7.2 og Bilag B6). Linjenettet blev planlagt uden hensyntagen til de eksisterende sejllinjer, idet disse er ikke-digitale og af ældre dato. Der blev således planlagt et nyt nord-syd og øst-vestgående linjenet ligeledes med afstand på hhv. ca. 1000 m og 500 m.



Figur 7.7.2 Undersøgelsesområdet Samsø Nord med gennemførte sejllinjer, arkiv sejllinjer, grabprøve positioner, vibrationsboringer, ROV-punkter samt arkiv boringer (Jupiter database). Bilag B6.

Ud fra en tolkning af de seismiske data er der udvalgt positioner til såvel vibrationsboringer, grabprøver og punkter til videoinspektioner med ROV. Der er udført 2 nye vibrationsboringer. Herudover blev der udtaget 6 grabprøver på udvalgte positioner fordelt på hele undersøgelsesområdet. Der er lavet kornstørrelsesanalyse på repræsentativt prøvemateriale fra 2 udvalgte dybdeintervaller i vibrationsboringerne (Bilag K).

Efter en tolkning af side scan sonar data blev der optaget video med ROV på 15 positioner med henblik på en bestemmelse af havbundens overfladekarakter og biologi.

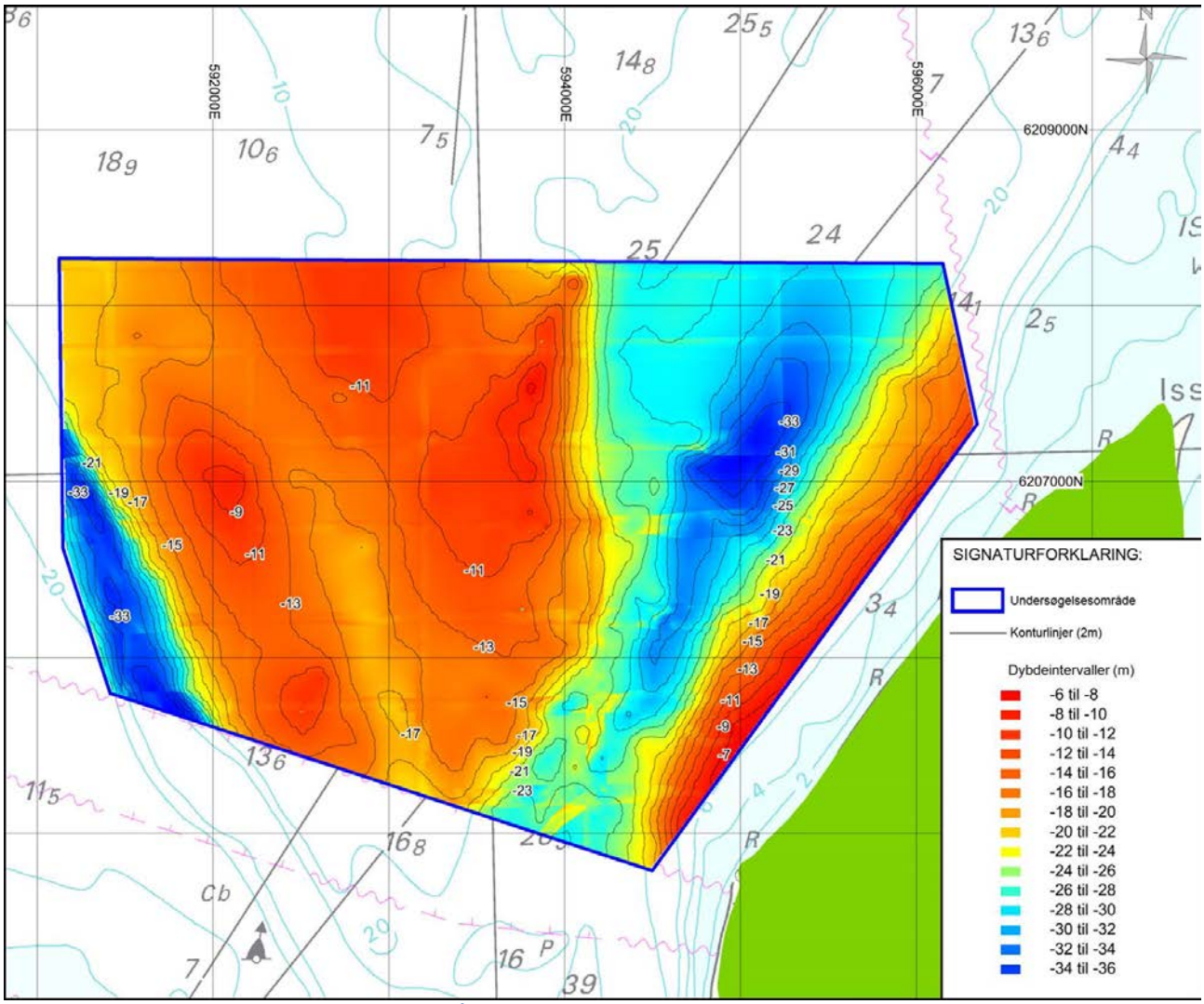
7.7.2 Geologi

De prækvartære dannelser i området omkring Samsø består for det meste af eocænt ler (Larsen, 2002 Håkannson & Pedersen, 1992). Istidsaflejringerne i landområdet omkring det nordlige Samsø er præget af moræne og smeltevandsaflejringer relateret til flere af de markante isfremstød i sen-Weichsel (Larsen, 2002). På Samsø kendes tykke aflejringer fra Nordøst-isens sene fase for ca. 21.000 år siden. Senere er disse formodentlig blevet deformeret under det Ungbaltiske Isfremstød i slutningen af Weichsel. Den sidste isstrøm, Bælthav Isstrømmen kulminerede for 18.000-17.000 år siden, og formodes at have dækket området fra Fyns Hoved, igennem Storebælt op over Samsø. For ca. 16.000 år siden havde isranden trukket sig tilbage

til den sydlige del af Storebælt og en smeltevandskanal udmundede i det nordlige Storebælt præget af Yoldia ishavet. Fortsat isostatisk landhævning førte til tilbagetrækning af havet, kulminerende i fastlandstiden for omkring 11.500 år siden. De dybereliggende dele af området har i den periode givetvis været præget af søer og tørvemoser. Tærsklen til det nordlige Storebælt ud for Grenå blev transgrederet af havet for ca. 9.500 år siden (Jensen et al., 2005). Baseret på nuværende bathymetriske forhold, må den holocæne marine transgression af farvandet syd og vest om Samsø være foregået via rendesystemet i den ydre del af Århus Bugt. Herfra er den ældste datering af marine forhold bestemt til ca. 8.700 år før nu (Bennike et al., 2004).

7.7.3 Generelle dybdeforhold

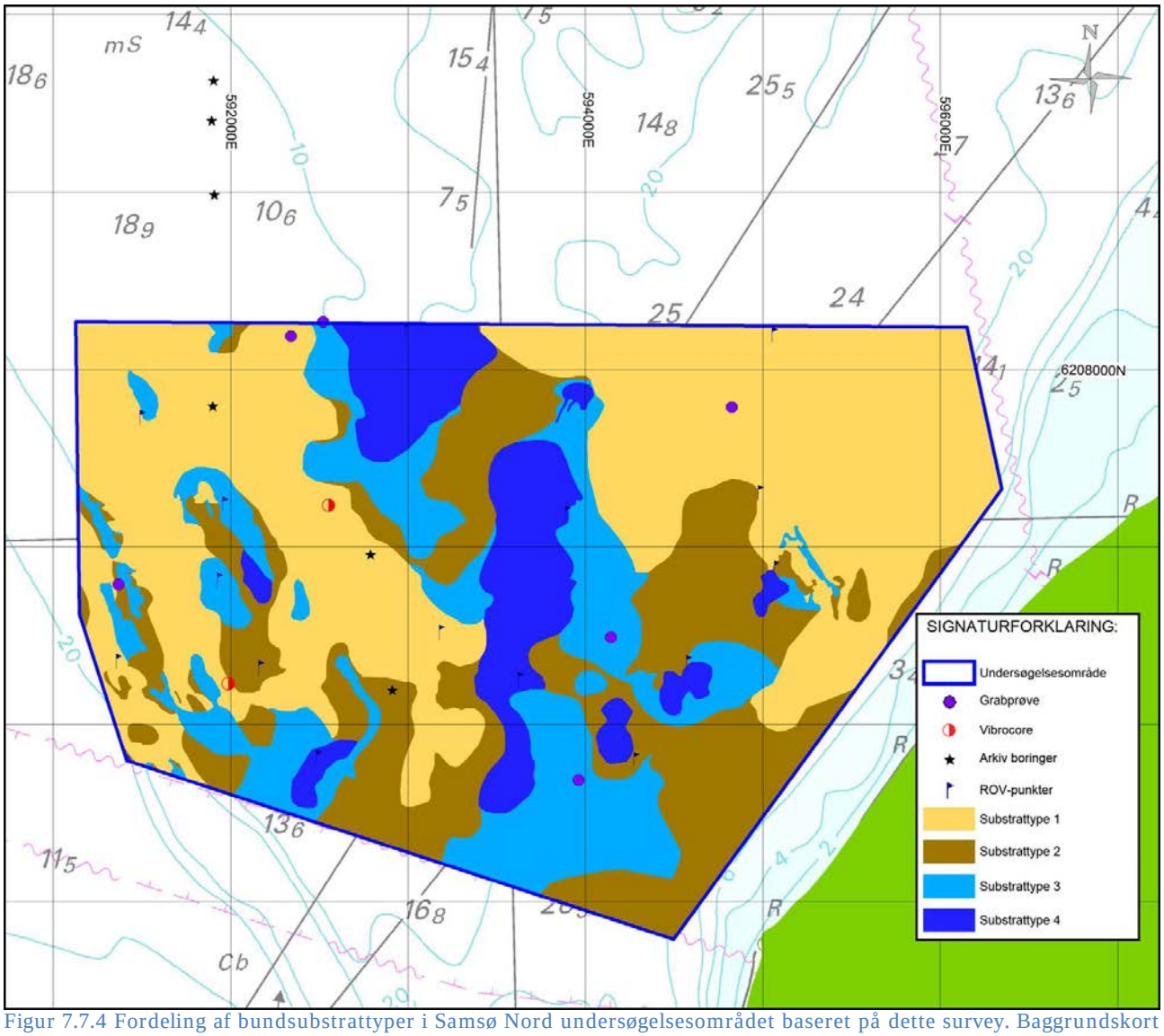
Undersøgelsesområdet dækker dybdeintervallet 6 til 36 m. De laveste vanddybder fra ca. 7 til 17 m findes dels i områdets centrale del, der som et undersøisk randmorænestrøg og plateau af moræneler kan betragtes som forlængelse af Mejlflak nordvest herfor (Figur 7.7.3 og Bilag C6), dels i områdets østligste udkant, hvor havbunden grunder op i retning af Samsøs nordvestkyst. De dybeste dele området findes i forbindelse med to undersøiske dalstrøg, der skærer sig igennem den sydvestlige og østlige del med vanddybder mellem 25 og 36 m. Dalene, der via den ydre del af Aarhus Bugt har forbindelse til Kattegat, antages at være anlagt i den holocæne periode og at de er ansvarlige for den marine påvirkning af området, idet transgressionen menes at have foregået via rendesystemet i den ydre del af Århus Bugt og videre sydover til området vest for Samsø.



Figur 7.7.3 Bathymetrien i undersøgelsesområdet Samsø Nord. Baggrundskort er søkort 102 (Geodatastyrelsen). Bilag C6.

7.7.4 Substrattyper

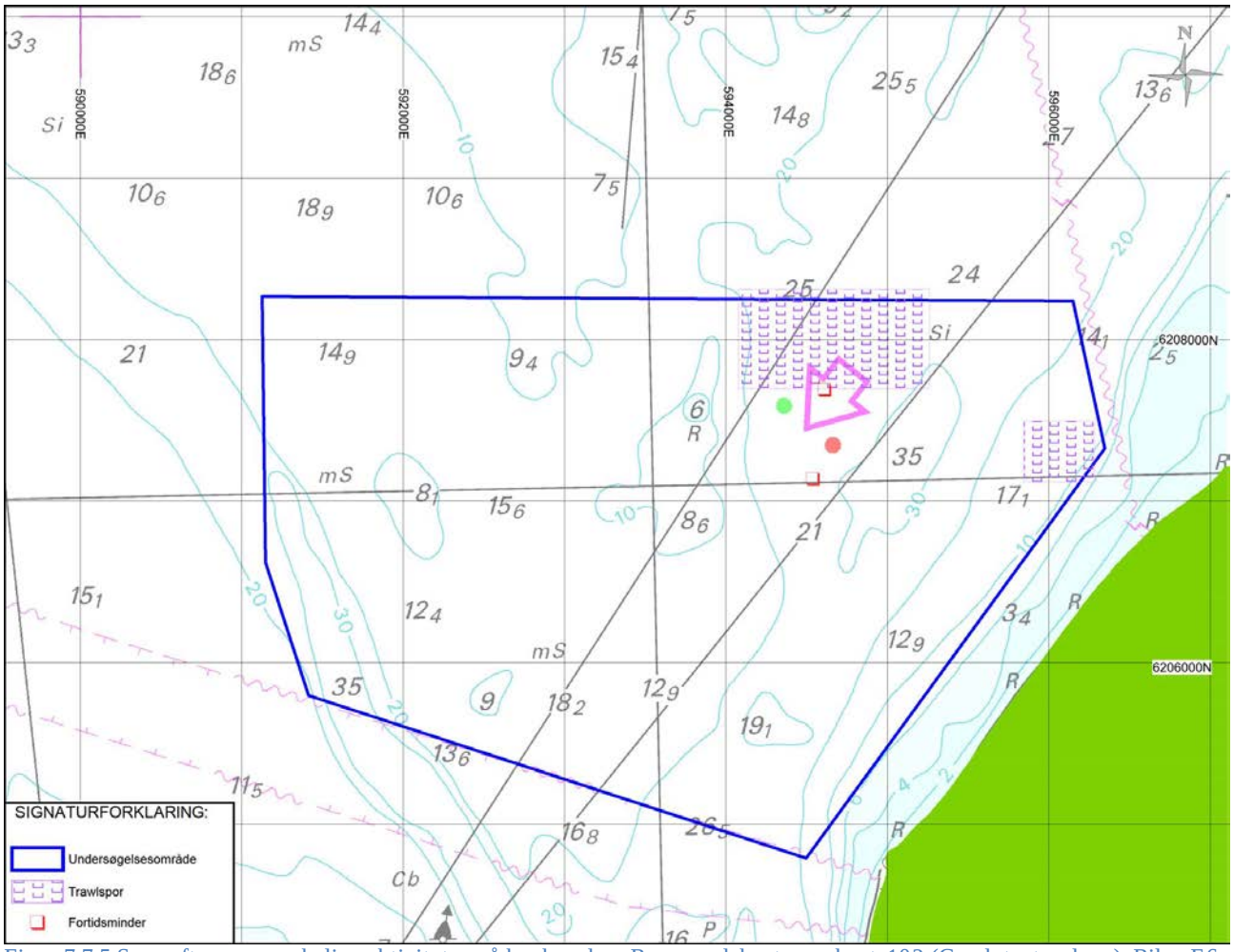
Bundsedimentet i undersøgelsesområdet viser, at istidens aflejringer præger området. Hvor morænefladen står frem på havbunden, findes områder med tætte eller spredte stenkoncentrationer på havbunden (substrattyper 3 og 4) omgivet af større sammenhængende områder af sandede og grusede sedimenttyper (substrattype 2). I undersøgelsesområdets nordøstlige og vestlige dele består havbunden overvejende af finkornede sedimenter (substrattype 1) inklusiv dyndholdige aflejringer i områdets dybeste dele. Figur 7.7.4 og Bilag D6.



Figur 7.7.4 Fordeling af bundsubstrattyper i Samsø Nord undersøgelsesområdet baseret på dette survey. Baggrundskort er søkort 102 (Geodatastyrelsen). Bilag D6.

7.7.5 Menneskelig aktivitet

Der er på baggrund af sidescan sonar data og Kulturstyrelsens database foretaget en registrering af forskellige spor efter menneskelig påvirkning af havbunden. Undersøgelsesområdet er dog kun minimalt påvirket af menneskelige aktiviteter (Figur 7.7.5 og Bilag E6). To områder med spor efter trawlfiskeri er blevet afgrænset på baggrund af sidescan sonar optagelserne. Fortidsminder i form af et vrag findes centralt i området. Dette er dog blevet identificeret i forbindelse med kortlægningen. Lokaliteten er kendt jf. Kulturstyrelsens database. Kabelforbindelser mellem Samsø og Jylland har et forløb umiddelbart udenfor undersøgelsesområdet. Der findes hverken råstofindvindingsområder eller spor efter sådan indenfor Samsø Nord undersøgelsesområdet.



Figur 7.7.5 Spor efter menneskelige aktiviteter på havbunden. Baggrundskort er søkort 102 (Geodatastyrelsen). Bilag E6.

7.7.6 Råstoffer i området Samsø Nord

Kortlægningen af råstofressourcer i Samsø Nord undersøgelsesområdet er en opfølgning på bearbejdningen af eksisterende råstofdata, der blev indsamlet for Naturstyrelsen i 2011 og 2013 (Nørgaard-Pedersen & Andresen 2013 og Jensen et al 2012). Undersøgelsen kortlagde indenfor Samsø Nord 4 potentielle råstofforekomster og klassificerede dem efter dannelsesmiljø. Anbefalingerne fra rapporten Nørgaard-Pedersen & Andresen (2013) dannede grundlag for planlægningen af nærværende fokuserede undersøgelse af Samsø Nord området.

Kortlægningen af ressourcer er foretaget på baggrund af de ny indsamlede seismiske data kombineret med de nye boringer og arkiv boringer. Dermed har det muligt, at bestemme forekomsternes rumlige udstrækning og volumen vha. interpolation/gridning. Der er således i nærværende undersøgelse foretaget en reevaluering af de tidligere kortlagte ressourceområders afgrænsning, volumen og kvalitet, hvor nye boringsdata samt arkiv boringsdata har understøttet tolkningen. Herudover har kornstørrelsesanalyser af boringsmaterialet og petrografiske analyser været brugt til at karakterisere ressourceforekomsternes type og kvalitet.

Resultatet af kortlægningen af Samsø Nord er, at 6 ressourceområder med holocænt sand er blevet afgrænset. I det følgende beskrives hvert af områderne detaljeret mht. dannelse, udstrækning og kvalitet.

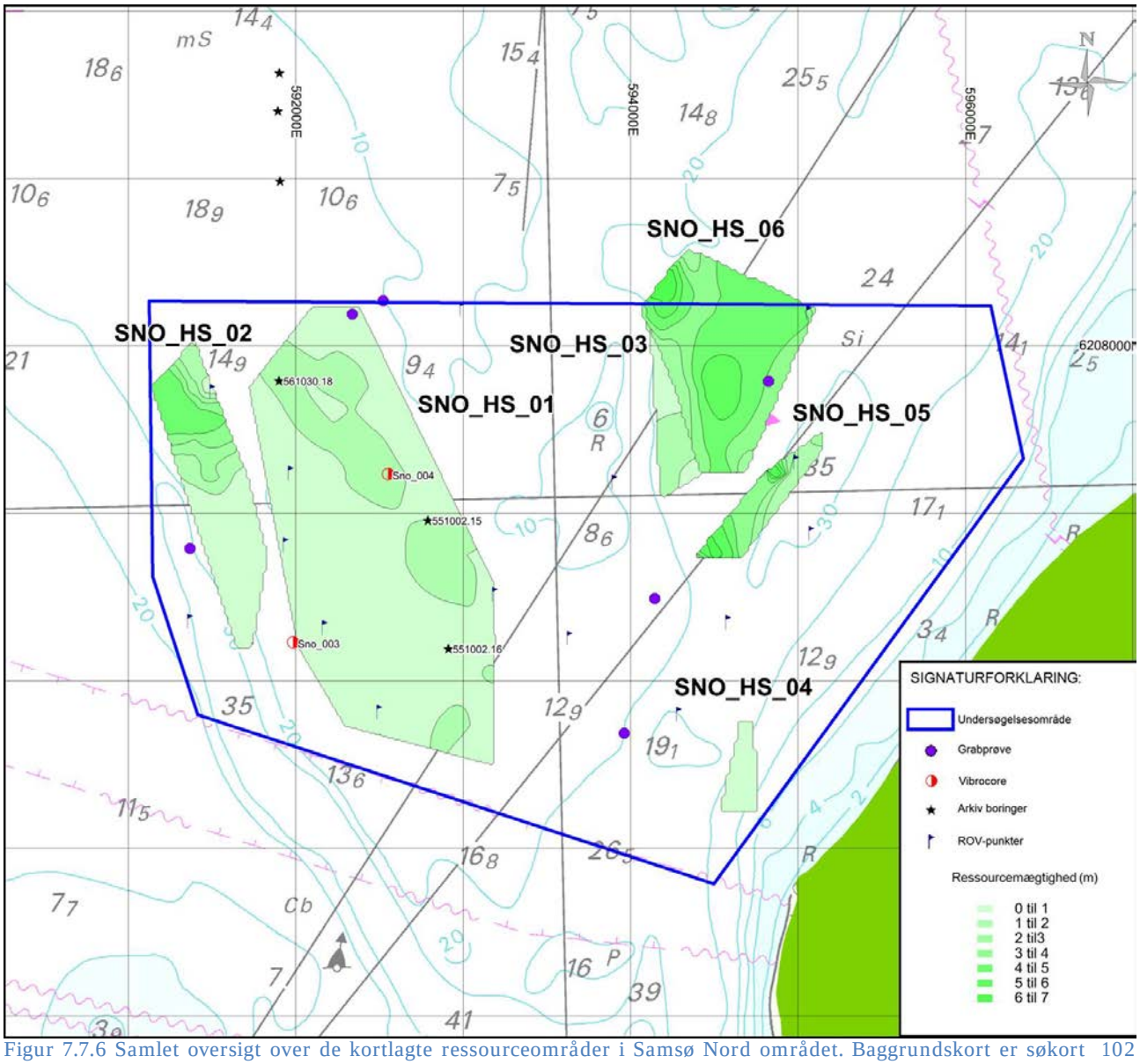
Der er i forbindelse med kortlægningsarbejdet udarbejdet kort over råstofaflejringerne (**Figur 7.7.6**). Der er kortlagt seks forekomster af holocænt marint sand:

- SNO_HS_01: Påvist forekomst af marint sand med indslag af grus på kanten af glacialt område
- SNO_HS_02: Sandsynlig forekomst af marint sandflak på kanten af den vestlige rende
- SNO_HS_03: Spekulativ forekomst af marint sand som flakudbygning i områdets nordlige del
- SNO_HS_04: Sandsynlig mindre forekomst af marint sand på kanten af den østlige rende
- SNO_HS_05: Sandsynlig mindre forekomst af marint sand på kanten af den østlige rende
- SNO_HS_06: Sandsynlig forekomst af tidlig holocænt marint sand i den nordlige del

I Tabel 16 ses en oversigt over kortlagte ressourceforekomster i Samsø Syd området. De kortlagte voluminer, dominerende ressourcesammensætning og forekomstsikkerhed angivet for de enkelte forekomster. Den dominerende ressourcetype er senglaciale sandede og grusede aflejringer.

Område	Ressource	Sikkerhed	Type	Volumen mio. m^3	F sand	F/M sand	M Sand	M/Gr. sand m grus	Grus og ral
Samsø Nord	SNO_HS_01	Påvist	Marin, Holocæn	2		x		x	
	SNO_HS_02	Sandsynlig	Marin, Holocæn	1		x			
	SNO_HS_03	Spekulativ	Marin, Holocæn	1		x			
	SNO_HS_04	Sandsynlig	Marin, Holocæn	1		x			
	SNO_HS_05	Sandsynlig	Marin, Holocæn	1		x		x	
	SNO_HS_06	Sandsynlig	Marin, Holocæn	5		x		x	
Total				**11**					

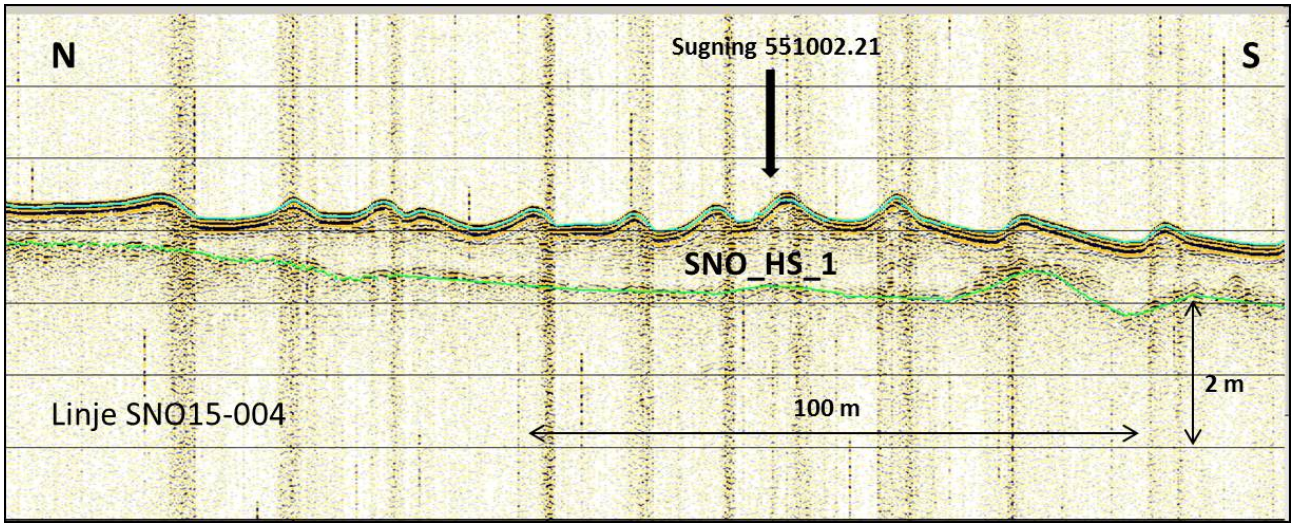
Tabel 17 Oversigt over kortlagte ressourceforekomster i Samsø Nord området.



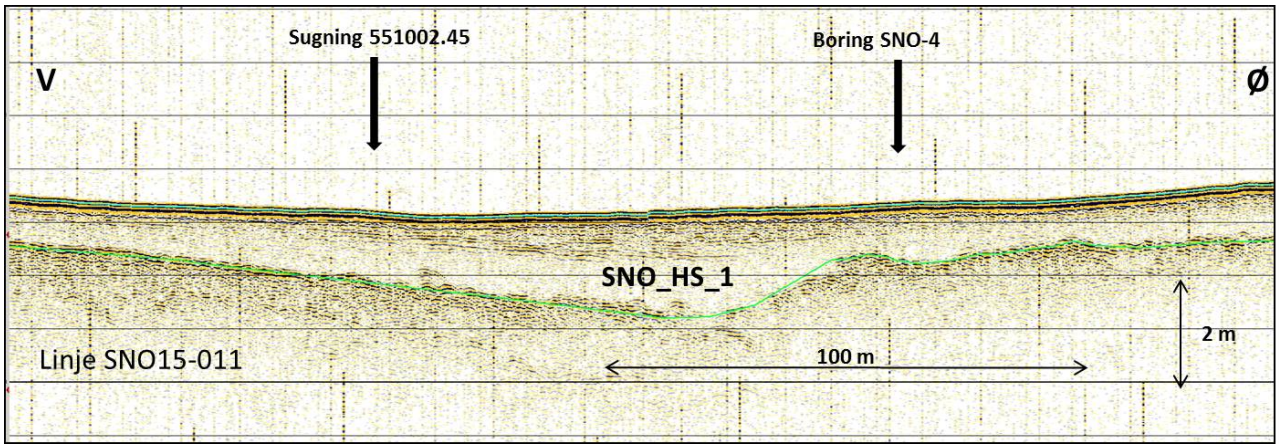
Figur 7.7.6 Samlet oversigt over de kortlagte ressourceområder i Samsø Nord området. Baggrundskort er søkort 102 (Geodatastyrelsen). Bilag F6.

7.7.6.1 SNO_HS_01

Ressourceområdet er beliggende i den vestlige del af undersøgelsesområdet og dækker et relativt stort område. I følge prøvesugninger 551002.21 og 551002.45 samt boringerne SNO-3, SNO-4, 551002.15 og 551002.16 består ressourcen af marint holocænt fin-mellemkornet sand med indslag af grus (sugning 551002.21 og 551002.45 – se Figur 7.7.8 og 7.7.9). Der ses aktiv sedimenttransport i form af sandbølger (Figur 7.7.7). De største mægtigheder på 2-3 m findes i et nordvest-sydøst forløbende lavning imellem højliggende glaciale aflejringer (Figur 7.7.10). Ressourcen, der kan kategoriseres som påvist, har et beregnet volumen på 2 mio. m^3.

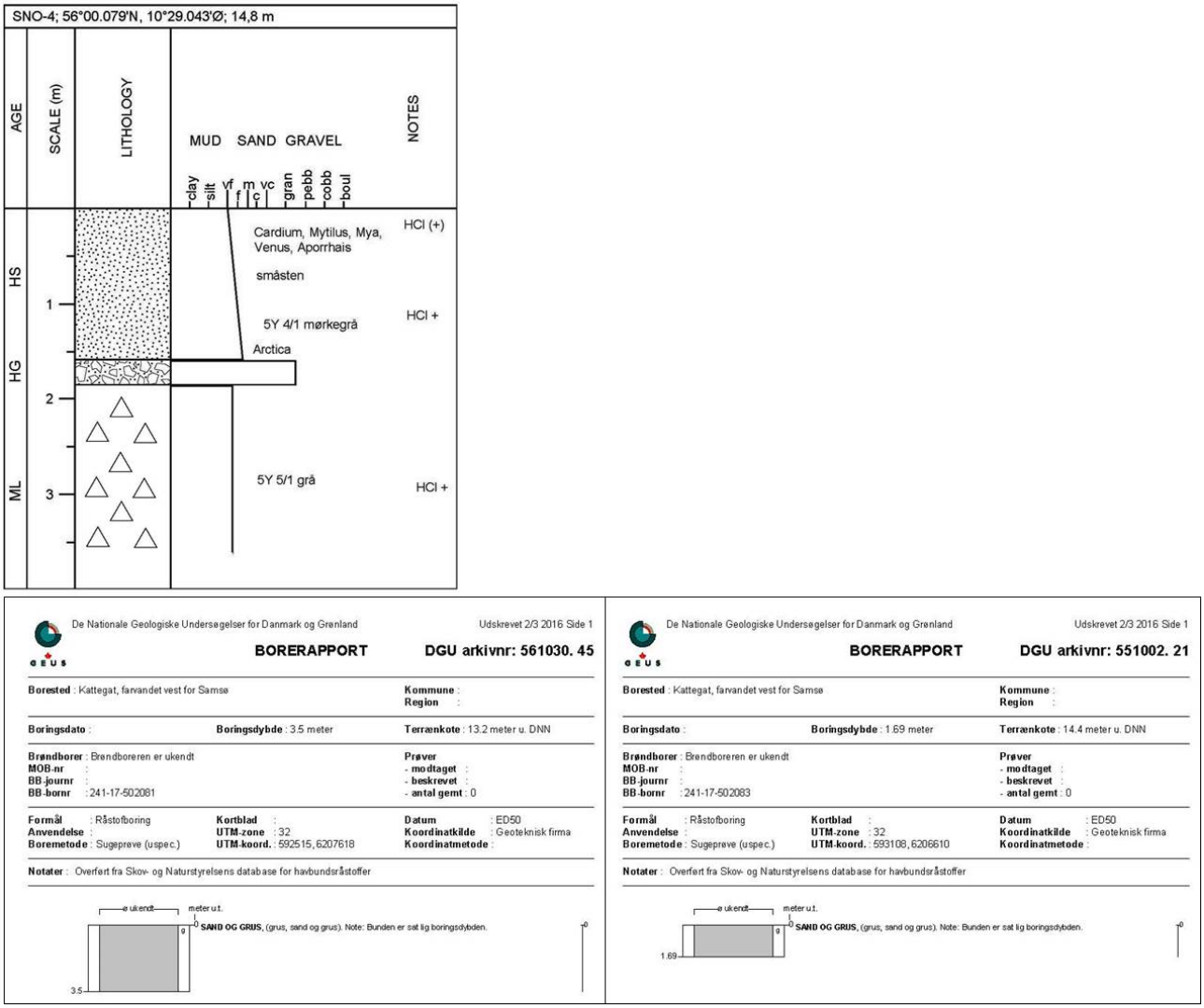


Figur 7.7.7 Innomar seismik eksempel af nord-syd linje gennem SNO_HS_1 med prøvesugning 551002.21 indtegnet.

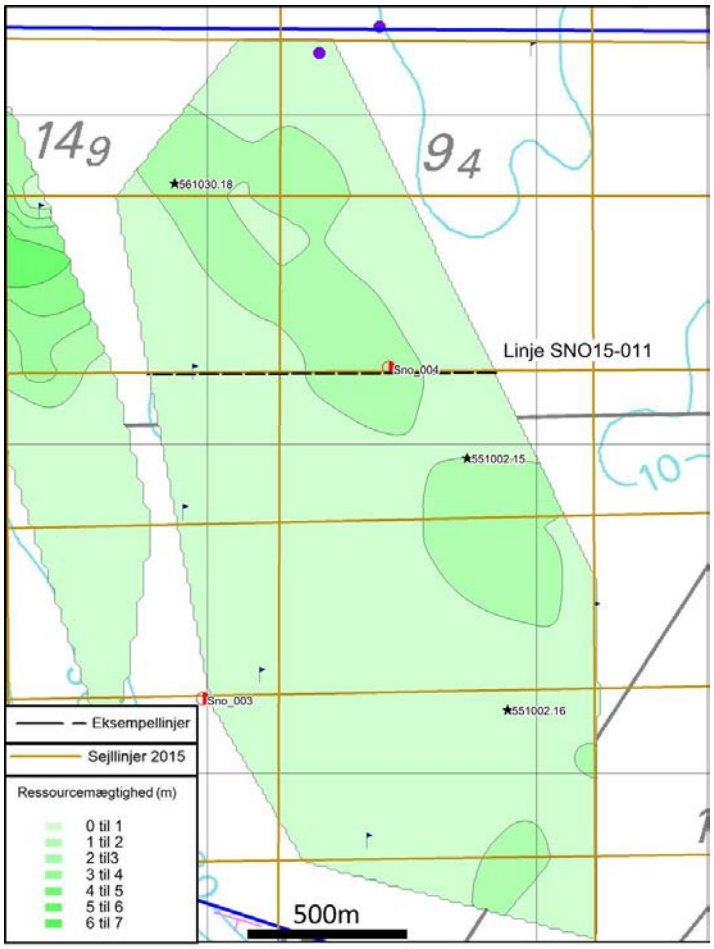


Figur 7.7.8 Innomar seismik eksempel af øst-vestlinje gennem SNO_HS_1 med prøvesugning 551002.45 og boring SNO-4 indtegnet.

Boring SNO-3, der er beliggende i udkanten af ressourceområdet viser, at der henover moræneaflejringer findes 0,80 m fin-mellemkornet sand over en basis af ca. 0, 10 m grus. En kornstørrelsesanalyse af hele intervallet viser, at materialet er dårligt sorteret sand med et indhold ler/silt på ca. 7 % og af grus på ca. 8 %. Samme lagfølge ses i boring SNO-4 (Figur 7.7.9), dog her med et sandlag på 1,50 m over ca. 10 cm grus. En kornstørrelsesanalyse fra hele dette interval viser samme sortering som boring SNO-3. Grusindholdet i boring SNO-4 er dog på 11 %.



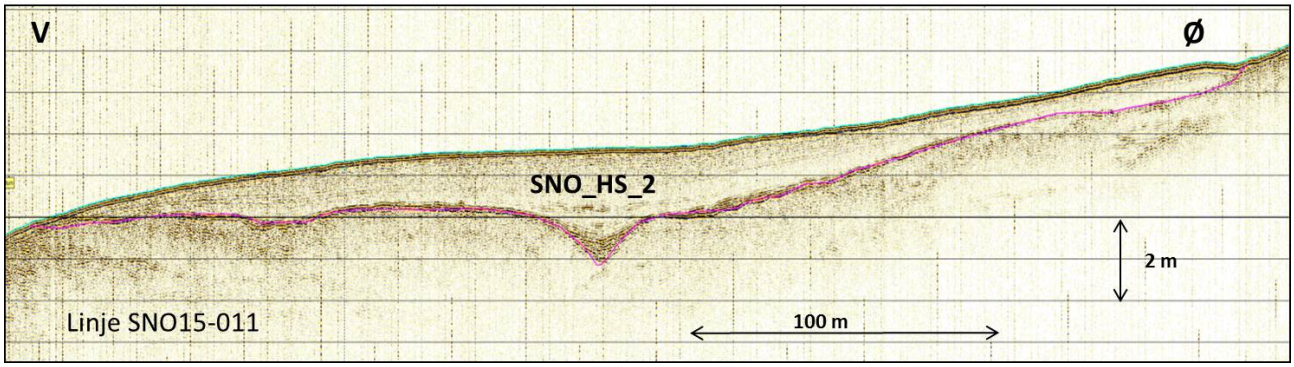
Figur 7.7.9 Boreprofil af SNO-4 (øverst) samt resultatet af to ældre sugeprøver fra Jupiterdatabasen, som begge er placeret i ressource SNO_HS_1. ML = moræneler; HG = Holocænt = grus; HS = Holocænt sand.



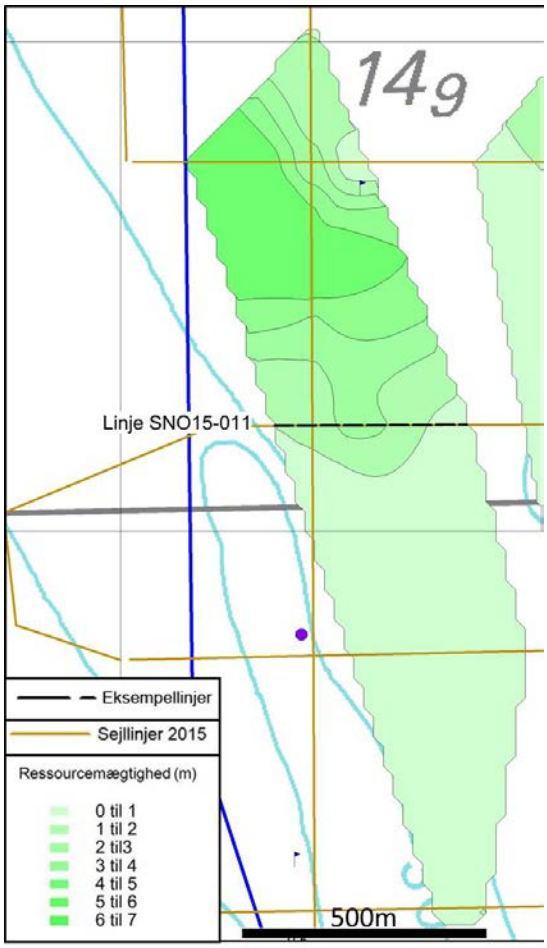
Figur 7.7.10 Ressourceområde SNO_HS_1 med boringer og prøvesugninger indtegnet.

7.7.6.2 SNO _HS_02

Ressourceområdet er beliggende i undersøgelsesområdets vestligste del (Figur 7.7.12). Ressourcen tolkes som fint-mellemkornet marint holocænt sand, der bliver finere i nordlig retning. Ressourcen er afgrænset mod nord omkring en dybde på 18 m, hvorfra det interne seismiske mønster indikerer meget finkornede sedimenter. Ressourcen har maksimal lagtykkelse på 4 m (Figur 7.7.11) et beregnet volumen på ca. 1 mio. m^3.



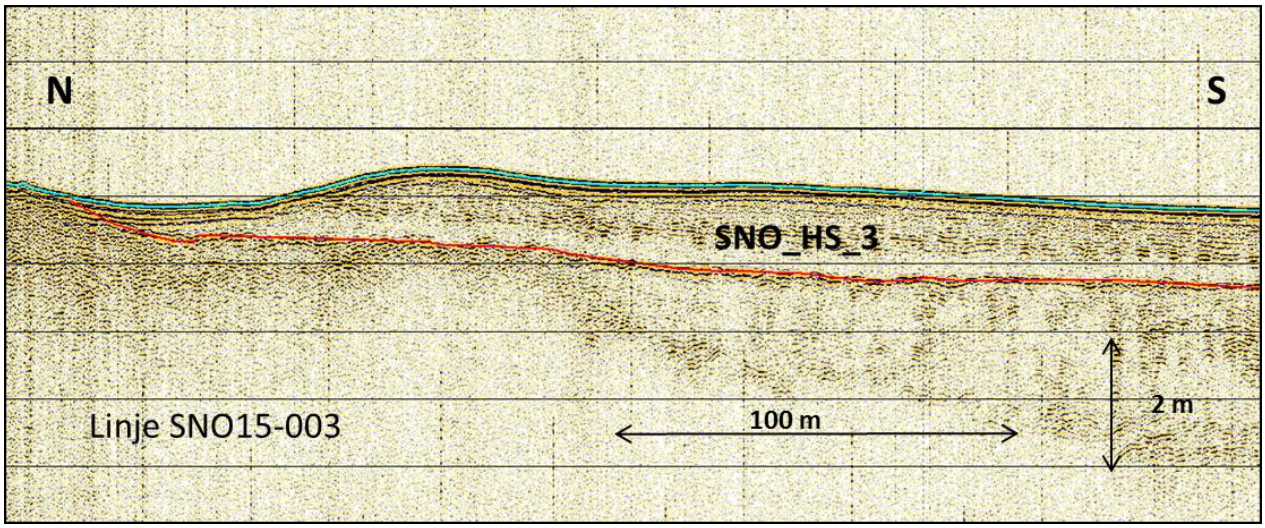
Figur 7.7.11 Innomar seismik eksempel af øst-vestlinje gennem SNO_HS_2.



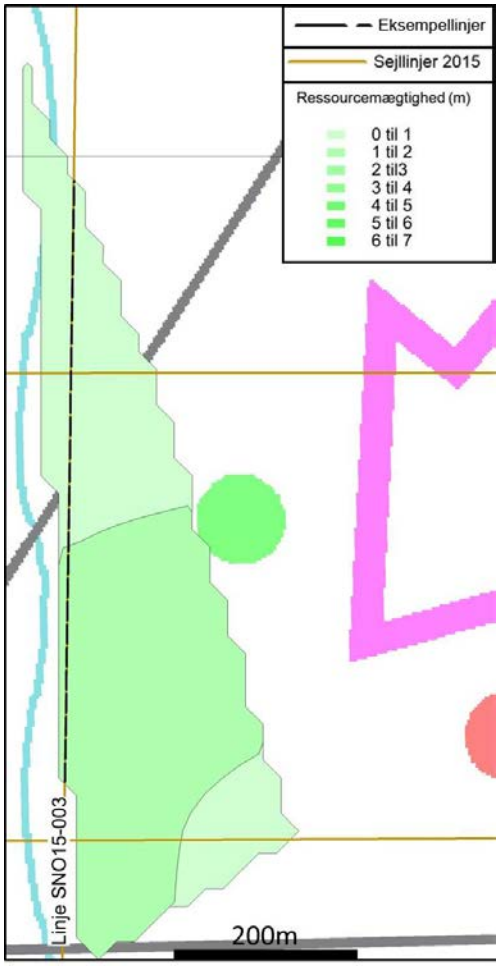
Figur 7.7.12 Ressourceområde SNO_HS_2 grænsende til ressourceområde SNO_HS_1 mod øst med boring SNO-3 indtegnet.

7.7.6.3 SNO_HS_03

Ressourcen er beliggende på vestflanken af den dybe rende, der skærer igennem områdets østlige del. De kunne være tale om en flakudbygning af holocænt sand, men det kan ikke bekræftes, da datagrundlaget er yderst beskedent (Figur 7.7.13). Generelt tolket som fint-mellemkornet marint holocænt sand, der bliver finere i nordlig og østlig retninger med stigende dybde. Tykkelsen er maksimalt 2 m (Figur 7.7.14) og volumenet er beregnet til 1 mio. m^3. Ressourcen er spekulativ.



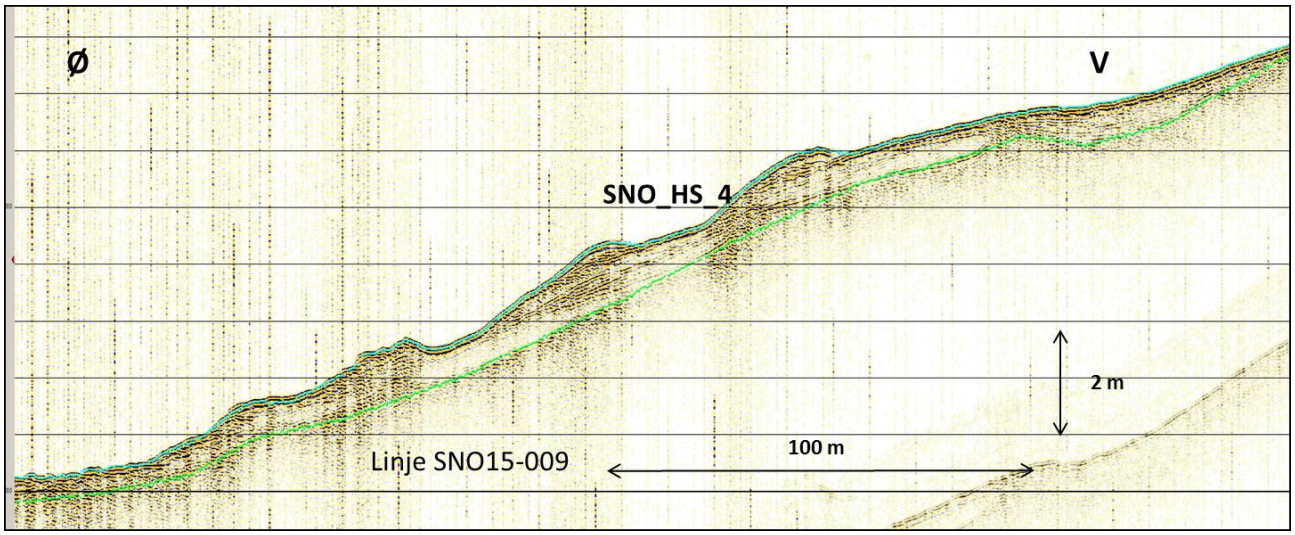
Figur 7.7.13 Innomar seismik eksempel af øst-vestlinje gennem SNO_HS_3.



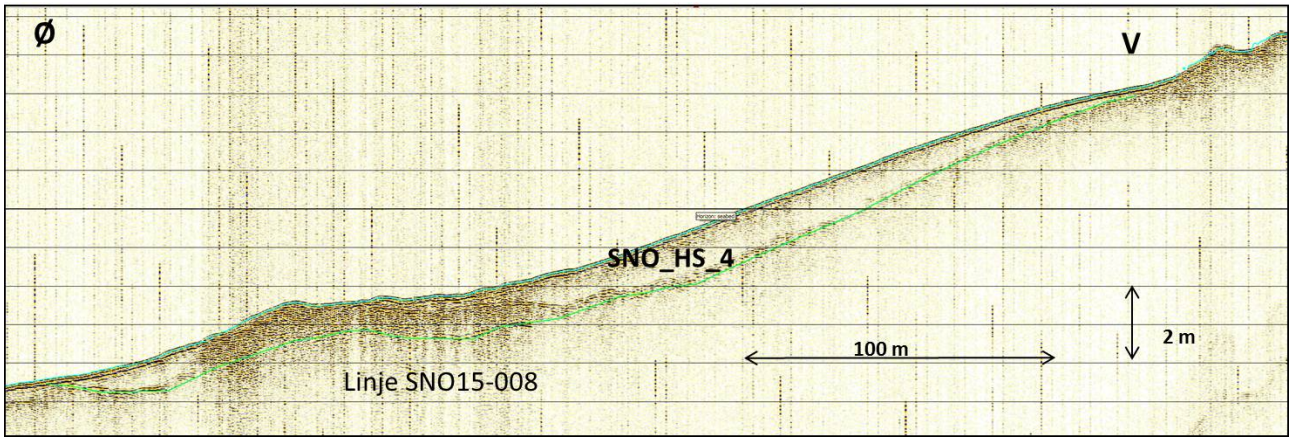
Figur 7.7.14 Ressourceområde SNO_HS_3 med ressourceområde SNO_HS_5 umiddelbart sydøst herfor.

7.7.6.4 SNO_HS_04

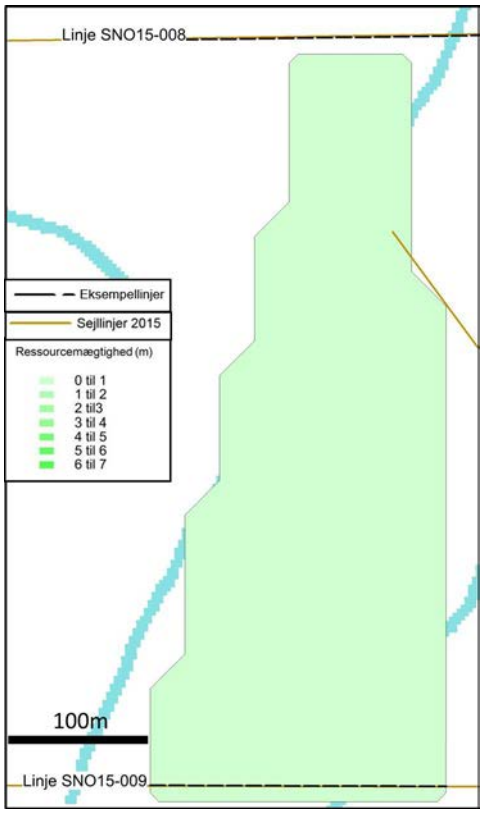
Ressourcen er beliggende som et tyndt dække over morænefladen i områdets sydøstligste del på skråningen til den dybe rende (Figur 7.7.15 og 7.7.16). Mod vest afgrænset ressourcen af morænen, mod øst af dybden omkring 29 m. Generelt tolket som fint- mellemkornet marint holocænt sand, der bliver finere i østlig retning, hvor den med stigende dybde bliver uinteressant som ressource. Der ses aktiv sedimenttransport i form af sandbølger (Figur 7.7.15). Volumenet er beregnet til 1 mio. m^3, og ressourcen anses for at være sandsynlig. Den maksimale lagtykkelse er begrænset til 2 m (Figur 7.7.17).



Figur 7.7.15 Innomar seismik eksempel af øst-vestlinje gennem SNO_HS_4 med aktive sandbølger.



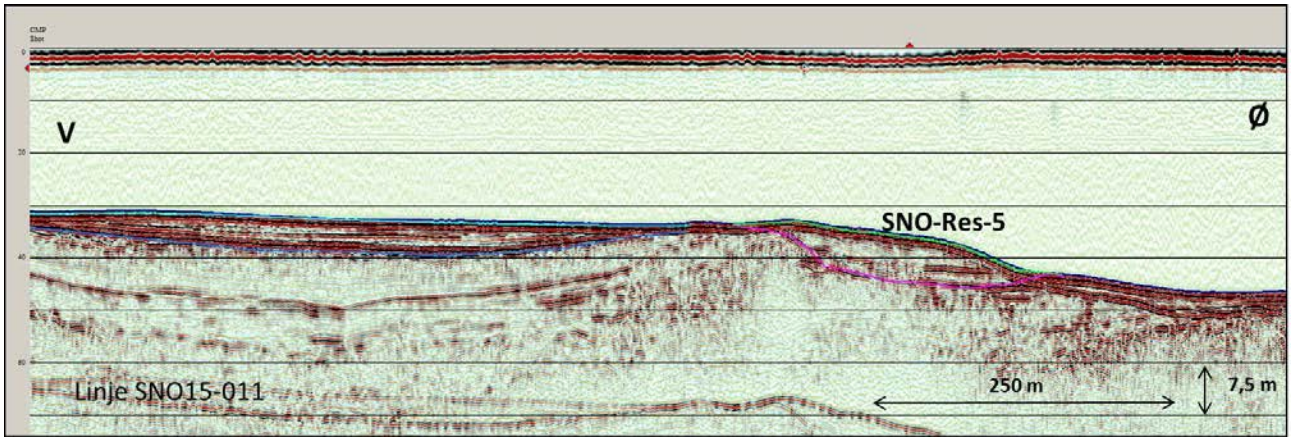
Figur 7.7.16 Innomar seismik eksempel af øst-vestlinje gennem SNO_HS_4.



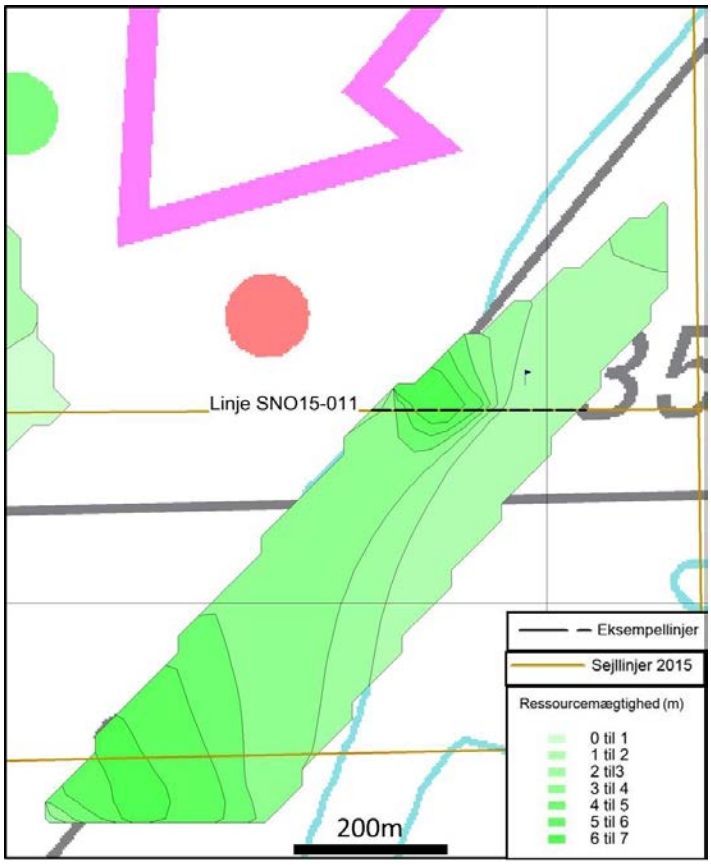
Figur 7.7.17 Ressourceområde SNO_HS_4.

7.7.6.5 SNO_HS_05

Ressourcen udgør en mindre flakdannelse på vestflanken af den dybe rende i områdets nordøstligste del. Tolkes som marint holocænt sand ud fra dykkende reflektorer, der indikerer progradering mod øst og at grovere aflejringer kan findes (Figur 7.7.18). Afgrænses mod øst af dyndholdige aflejringer. Den maksimale lagtykkelse er ca. 6 m (Figur 7.7.19). På trods af, at der ikke findes boringer vurderes ressourcen som værende sandsynlig. Volumenet er beregnet til 1 mio. m^3.



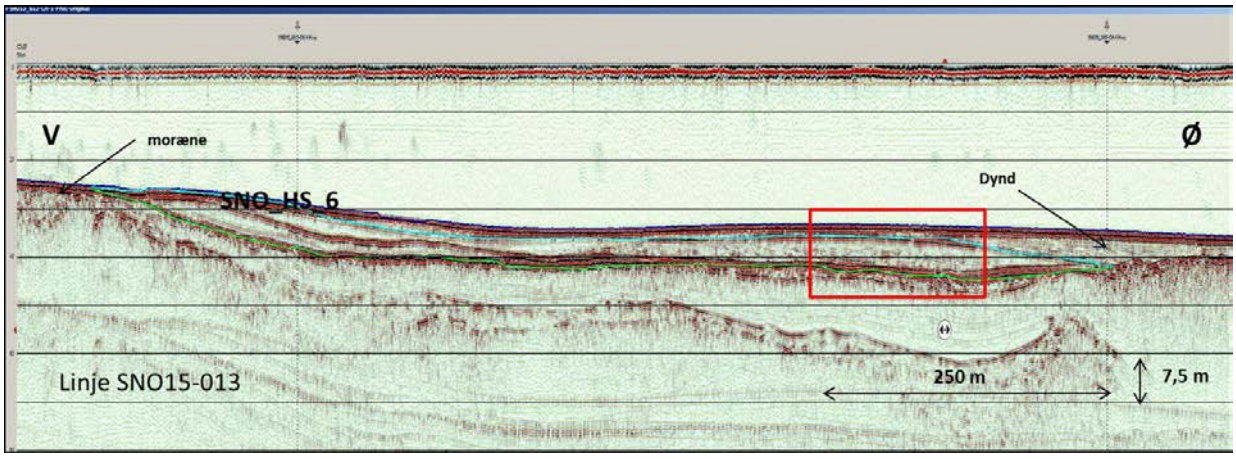
Figur 7.7.18 Sparker linje SNO15-011. Øst-vest snit gennem SNO-Res-5 med op til 6 m fin-grovkornet sand.



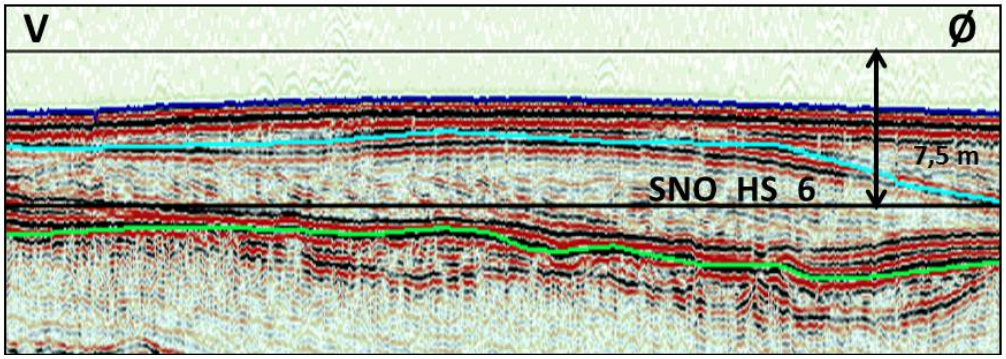
Figur 7.7.19 Ressourceområde SNO-Res-5 grænsende op til ressourceområderne SNO_HS_3 og SNO_HS_6 mod nordvest.

7.7.6.6 SNO_HS_06

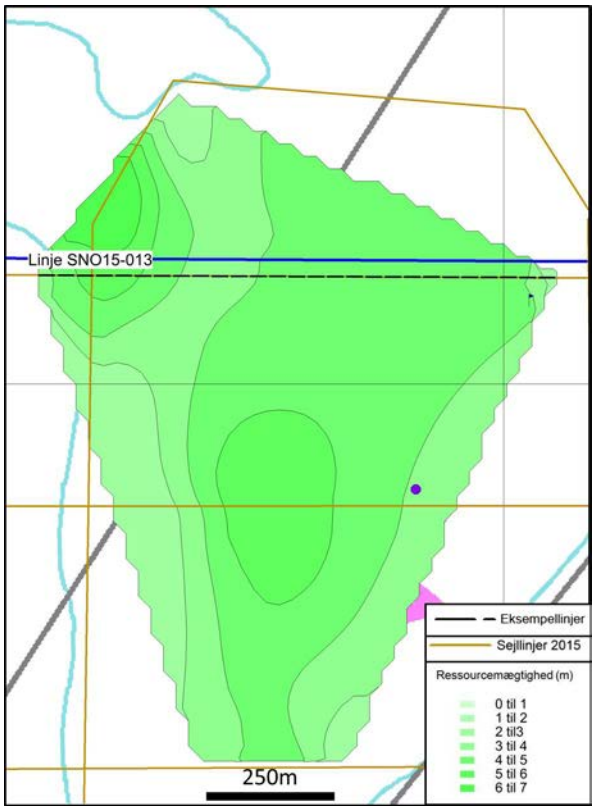
Ressourcen er beliggende på vestflanken af den dybe rende i områdets nordøstligste del. Tolkes som fint-mellemkornet marint sand aflejret i tidlig Holocæn. Der ses onlap på morænen mod vest. Dykkende reflektorer i sub-enhed (se Figur 7.7.20 og udsnit i Figur 7.7.21), der indikerer grovere aflejringer i forbindelse med en udbygning. Generelt overlejret af et dæklag på 1-2 m af finkornede/dyndede sedimenter. Ressourcen, der betragtes som sandsynlig, har et volumen på 5 mio. m^3. Den maksimale lagtykkelse er 5-6 m (Figur 7.7.22). Er sammenfaldende med den tidligere kortlagte ressource 502041 (Nørgaard-Pedersen & Jensen, 2013).



Figur 7.7.20 Sparker linje gennem SNO_HS_6 afgrænset mod vest af morænefladen og mod øst af dyndlag. Se detaljeret udsnit i den røde box i figur 7.7-21.



Figur 7.7.21 Detaljeret udsnit af ressourceområde SNO_HS_6, der viser interne lagflader hældende i østlig retning.



Figur 7.7.22 Ressourceområde SNO_HS_06

7.7.7 Kortlægning af biologiske nøglekomponenter Samsø Nord

7.7.7.1 Biologiske forhold knyttet til substrattyper

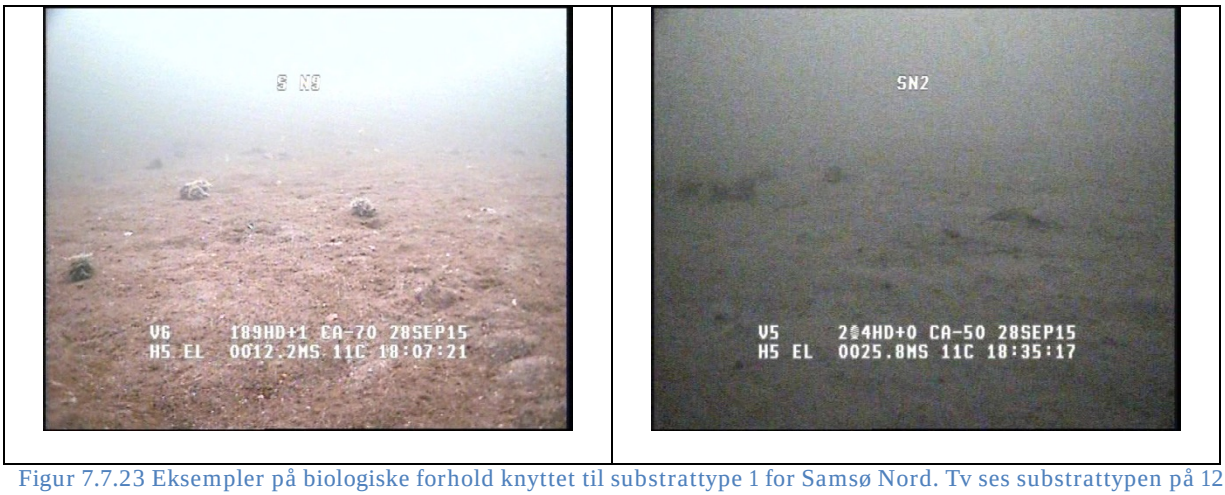
Undersøgelsesområdet ved Samsø Nord er karakteriseret ved dybder fra 8-34 m. Fire substrattyper er observeret ved Samsø Nord: Substrattype 1, 2, 3 og 4.

De biologiske forhold observeret ved ROV-undersøgelserne er primært epifauna og -flora. Der er ikke observeret biogene rev eller ålegræsbanker.

7.7.7.1.1 Biologiske forhold knyttet til substrattype 1

Substrattype 1 findes på dybder fra 8-34 m (ROV-dyk 11-29 m). Den observerede fauna er sparsom, og inkluderer blåmusling, søpindsvin, slangestjerne, søstjerne, havsnegl, eremitkrebs. Fauna er domineret af søpindsvin og slangestjerner.

På lavt vand er der observeret et dække af kiselalger på sandbunden. Ingen anden flora er observeret (Figur 7.7.23).

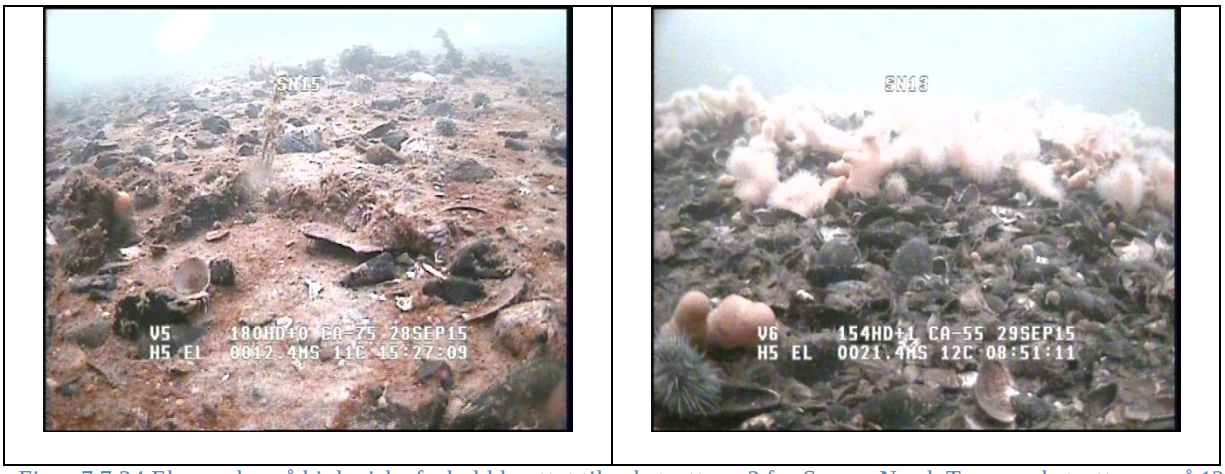


Figur 7.7.23 Eksempler på biologiske forhold knyttet til substrattype 1 for Samsø Nord. Tv ses substrattypen på 12 meters dybde, med kiselalger, søstjerne og slangestjerne (position SN-09). Th ses substrattypen på 26 meter dybde med sparsom fauna og ingen flora (position SN-02)

7.7.7.1.2 Biologiske forhold knyttet til substrattype 2

Substrattype 2 findes på dybder fra 8-34 m (ROV-dyk 12-21 m). Til substrattypen er der observeret en del fauna: Søpindsvin, søstjerne, rur, slangestjerne, dødningehånd, søpung, søsol, eremitkrebs, snegl, blåmusling.

Der er knyttet sparsom flora til substrattypen. Der er observeret få rødalger på lavt vand, kalkrødalger på småsten og tomme skaller (Figur 7.7.24).



Figur 7.7.24 Eksempler på biologiske forhold knyttet til substrattype 2 for Samsø Nord. Tv ses substrattypen på 12 meters dybde, med varieret fauna og kalkrødalger (position SN-15). Th ses substrattypen på 21 m vand med varieret fauna og ingen flora (position SN-13).

7.7.7.1.3 Biologiske forhold knyttet til substrattype 3

Substrattype 3 findes på dybder fra 8-32 m (ROV-dyk 11-33 m). Der er observeret søanemoner, søpindsvin, dødningehånd, eremitkrebs, søsol, søstjerne, rur, slangestjerne og søpung. Fauna domineret af søpindsvin og eremitkrebs.

På lavere vand er der observeret kalkrødalger, samt lav og spredt begroning af røde og brune makroalger. På dybere vand er der ikke observeret flora (Figur 7.7.25).

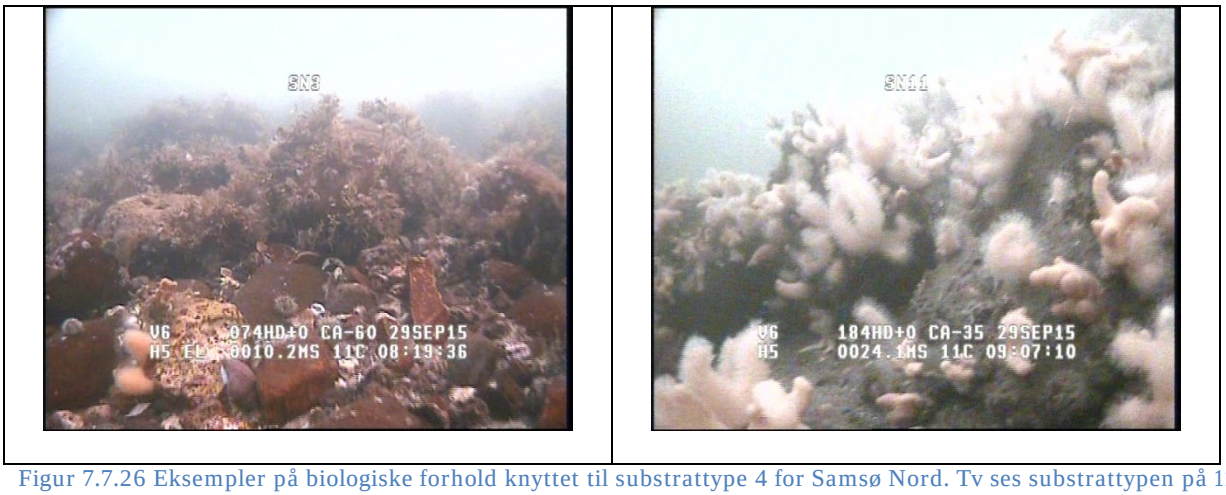


Figur 7.7.25 Eksempler på biologiske forhold knyttet til substrattype 3 for Samsø Nord. Tv ses substrattypen på 11 meters dybde, med varieret fauna og flora (position SN-05) . Th ses substrattypen på 33 m vand med fauna knyttet til enkelte sten og ingen flora (position SN-14)

7.7.7.1.4 Biologiske forhold knyttet til substrattype 4

Substrattype 4 findes på dybder fra 8-31 m (ROV-dyk 10-33 m). De biologiske forhold er kendetegnet ved en varieret fauna, domineret af søpindsvin og dødningehånd på dybere vand. Der er observeret søanemone, søpindsvin, dødningehånd, eremitkrebs, søsol, søstjerne, blåmusling, slangestjerne, søpung, snegl, slangestjerne, søsol, rur og mosdyr.

Der er observeret flora på lavere vanddybder. Flora er sparsom og består af kalkrødalger samt lave, nedbrudte makroalger - buskede/bladformede rødalger, små brunalger. På dybere vand er der ikke observeret flora (Figur 7.7.26).



Figur 7.7.26 Eksempler på biologiske forhold knyttet til substrattype 4 for Samsø Nord. Tv ses substrattypen på 11 meter vand, med søpindsvin, samt lave makroalger (position SN-03). Th ses substrattypen på 24 m vand med høj tæthed af dødningenhånd og ingen flora (position SN-11)

7.7.8 Indkredsning og tilstandsvurdering af habitattyper Samsø Nord

7.7.8.1 Beliggenhed og beskrivelse

Samsø nord området er en del af det åbne farvand der forbinder Kattegat og Bælthavet. Farvandet gennemskæres af nogle relative dybde render (25-35 m), hvor dog et svagt skrånende profil omkring Samsøs Nordspids og en mellemliggende sandbanketunge fra nord med en minimumsdybde på 8 m betinger nogle mere lavvandede partier.

I vandplanerne udgør området en del af åbent-vands typen OW2, der er karakteriseret ved relativt beskyttede eksponeringsforhold, en saltholdighed på mellem 18 – 30 ‰ og en tidevandsforskel på under 1 m. Farvandet vil det meste af året være lagdelt med et springlag i 12 til 18 m's dybde. I overfladen vil saltholdigheden normalt variere mellem 15 og 20 ‰ alt afhængig af om strømmen er nord- eller sydgående. Bundvandet vil generelt være over 25 ‰.

De topgrafiske forhold, både hvad angår ovenvand- som undervands forholdene, gør at strømforholdene vil være relativt gode og sikre en middelstærk energi påvirkning i det meste af vandsøjlen. De nærmeste liggende Natura 2000 områder er Mejl Flak (N2000 nr. 194) ca. 2 sømil nord for og Norby Bakker (N2000 nr. 58) i syd. Sidstnævnte indeholder ikke nogle beskyttede marine habitatnaturtyper. I området forekommer marsvin hyppigt.

I de seneste vandområdeplaner er tilstanden beskrevet som ringe, hvilket skyldes ålegræssetes dybdeudbredelse på under 50 % af referencetilstanden. Klorofylniveauet er klassificeret som moderat.

Med de planlagte tiltag i forbindelse med Vandplan 2010-15 og Vandområdeplan 2015-2012 forventes kvælstofbelastningen i 2021 være reduceret til 113 t N/år, hvilket er 16 t under det estimerede niveau der skulle sikre en god økologisk tilstand.

7.7.8.2 Marint system

Samsø Nord området er et noget sammensat med hensyn til dybde og substratsforhold. At dømme efter substratkortlægningen udgør det meste af området det marine system *sandbanke med lavvandet vedvarende dække af havvand*. Måske med udtagelse af den kystnære del langs Samsøs nordspids i den østlige del af området, er der dog for det meste tale om en residualbund bestående af sand, grus og sten i meget varierende størrelse. Baggrunden for dette skal findes i de relative stærke strømforhold, der præger det meste af området. Dette gælder for såvel de dybe dele over 15 meter som de lavere partier. Kun den dybe nordøstlige del består af havsedimenteret sand. Hovedparten af Samsø Nord området består derfor af residualbundtypen. Denne indgår ikke i habitatdirektivets katalog. Disse områder falder ind under et marint system, der kan kaldes *strømfyldte farvande præget af kvartære sedimenter*.

Livet er præget af såvel fasthæftede organismer (epifauna og makroalger) som af mere mobile arter (nectobentos). På dybder med bundvegetation dominerede søpindsvin i store mængder. Dette er tilsyneladende gået hårdt ud over makroalge-vegetationen, hvis tilbageværende rester på sten og skaller kunne observeres som ugenkendelige og døende totter. Mange søpindsvin var trængt ud på sand og grusflader i deres søgen efter føde. Sådanne områder på dybder lavere end 15 m giver gode betingelser for mikrobentiske alger, og skaber dermed gode fødeforhold for både infauna og nectobenthos.

7.7.8.3 Habitattyper

Sedimentforhold

Kortlægningen af sedimentforholdene viste tilstedeværelsen alle 4 substrattyper i Samsø Nord området (Figur 7.7.27). Sten i alle former og størrelser er udbredte og giver store partier revlignende karakter. Bløde former af epifauna var mere talrigt repræsenteret end hårde former som blåmusling og hestemusling. I lighed med makroalgerne kunne deres lidt sparsomme tilstedeværelse skyldes en form for "overgræsning" fra søstjerner og snegle. Det betyder, at biologien kun i mindre omfang bidrager til revstukturen i området.

Lysforhold

Ned til 15 m's dybde vil der være lys nok til at tillade en betydelig bundlevende algevækst. Dybdeforholdene nærmest kysten vil desuden sikre lys nok for ålegræs eller andre blomsterplanter. På dybder over 15 meter vil bundlevende algers vækst hurtig blive negativ, hvilket da også ses af de få tegn på makroalgevækst på disse dybder. Der kan således skelnes mellem et lavfotisk og en afotisk zone, der skiller omkring 15-16 m. I denne dybde vil der imidlertid være lys nok til de planktoniske mikroalger, hvilket vil give sig til kende i opblomstringer i de 12-18 m dybe skilleflader, der næsten permanent præger vandsøjlen gennem de produktive måneder (marts-november).

Energiforhold

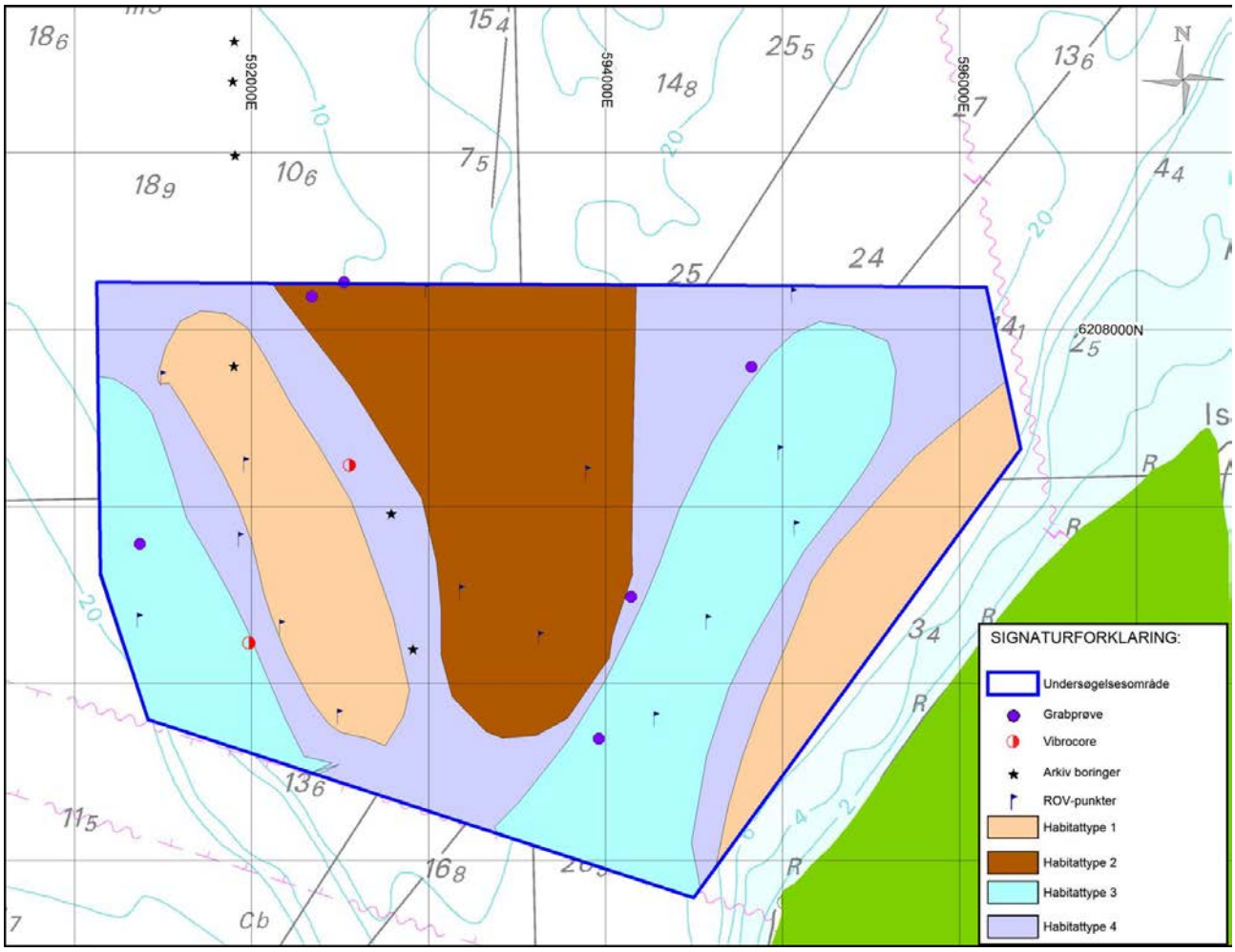
Hele Samsø Nord området vil være udsat for gode strømforhold og vil derfor have karakter af et fysisk mellem-energi system med en betydelig transport af bundmateriale.

Saltpåvirkning

Saltpåvirkningen vil være størst på dybder over 15 m, hvilket giver disse områder højsaline (>25 ‰) betingelser. De øvrige områder vil for det meste opleve salttholdigheder på mellem 15 og 25 ‰.

Der vil således kun være tale om 4 habitattyper i området vest for Samsøs nordspids (SN), nemlig:

H_{SN} 1) Substrattype 1 og 2, 8-15 m (lav-fotisk zone), 15-25 ‰
H_{SN} 2) Substrattype 3 og 4, 8-15 m (lav-fotisk zone), 15-25 ‰
H_{SN} 3) Substrattype 1 og 2, 15-35 m (afotisk zone), > 25 %
H_{SN} 4) Substrattype 3 og 4, 15-35 m (afotisk zone), > 25 ‰



Figur 7.7.27 Habitater i Samsø Nord. Habitattyperne er afgrænset i forhold til de stedværende forhold, defineret ved de fire kriterier: substrat, lys, energi og saltpåvirkning.

Selv om der tilsyneladende forekommer sten i den vestligste af de to render, der gennemskærer området, vil deres habitatdannende funktion være forholdsvis beskeden, hvorfor dette område er fastholdt med den 3. habitattype (H_{SN} 3). Dette gælder også for det lavvande vestlige område, der dog ligger i den fotiske zone, og derfor er benævnt med habitattype 1 (H_{SN} 1). Omvendt udgør de faste former så betydelig del af bundsubstratet i den østligste rende, at det meste af denne udgøres af type 4 (H_{SN} 4). Tilsvarene vil de mange sten i de lavvandede områder også betyde at disse får en revlignende karakter (habitattype 2 – H_{SN} 2).

Første og tredje habitattype udgøres begge primært af sandbund. Selv om substratet har baggrund i to forskellige tilblivelsesformer (residualt og sedimentært), vil de funktionelt have samme betydning for det liv, der kan udfolde i de to miljøer. Der er dog tale om en større sorteringsgrad i den sedimentære bunddtype, der kan have en betydning for nogle af infauna arterne.

7.7.8.4 Økologisk tilstand

Fælles for de fire habitattyper, mht de fem kvalitetskriterier, er at

1. Vandskifte er godt i hele området.
2. Fysisk Stabilitet. Der vil i kraft af strøm og relative lavvandede omkringliggende områder være en del materialetransport i Samsø Nord området. Denne vurderes dog ikke at være større end at den kan overkommes af de fleste nedgravede makroformer (> 1 mm i mindste tværsnit). Salt og

temperaturpåvirkning vil være rimelige stabil. Den naturlige fysiske påvirkning vil gøre de sandede områder relativ mindre påvirkelig over for sandsugning og bundtrawl. Strøm vil være tilstrækkelig til at hindre en overdækning af finere materiale på de stenede områder.

3. Forureningen er lille i form af en lettere forhøjet næringsaltspåvirkning, der næppe har den store negative betydning, idet det rigelige vandskifte modvirker iltsvind.
4. Den primære fødetilførsel er god, hvilket bl.a. vil skyldes en bunddybde, der ofte er identisk med skillefladedybden. Det betyder at den opblomstring af fytoplankton der sker her, vil være tilgængelig for de suspensions-ernærende bunddyr.

Hvad angår den ”femte kvalitetsparameter”, nemlig eksterne biologiske påvirkning, skønnes området at være kraftig påvirket som følge af de generelle ændringer i fiskepopulationerne og fraværet af større fisk. Dette har favoriseret en populationsfremgang for en del mellemstørrelse organismer som f.eks. søpindsvin og søstjerne. Netop pighuder nyder godt af de gennerelle høje saltholdigheder. Deres til tider alt for massive tilstedeværelse forårsager en negativ overudnyttelse af deres fødeemner.

Sammenlagt vurderes den økologiske tilstand i de to habitater at være ringe til moderat. Den ikke optimale tilstand er især betinget af de skævvredne økologiske forhold.

7.8 Helgenæs

7.8.1 Introduktion

Undersøgelsesområde Helgenæs er beliggende i den østlige del af Aarhus Bugt, og har et areal på ca. 6 km^2. Området består af en nordværts hældende bundtopografi med de laveste vanddybder på omkring 8 m i den sydøstligste del og dybder op til 50 m i renden i den nordøstlige del af undersøgelsesområdet (Figur 7.8.1).

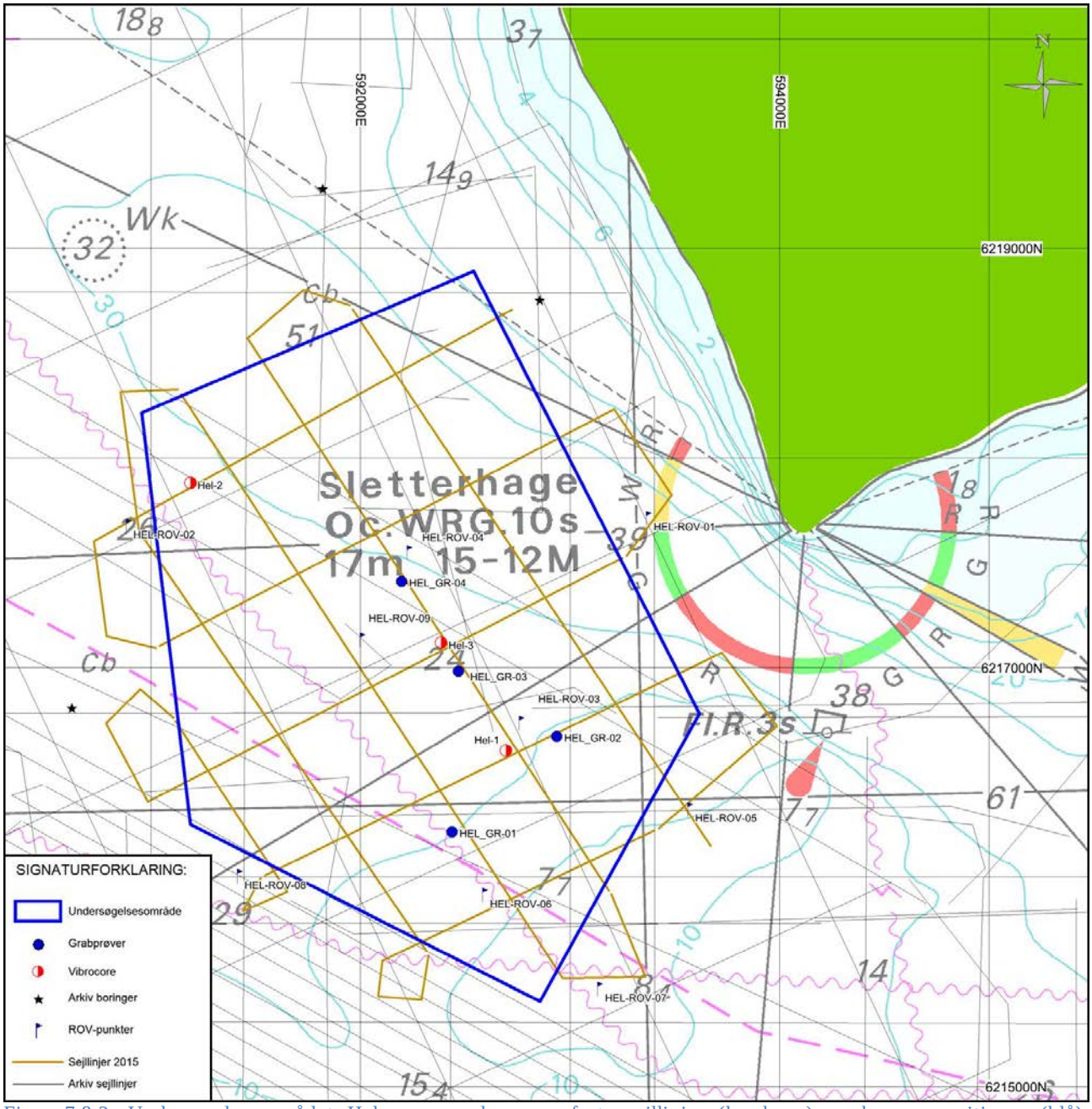


Figur 7.8.1. Undersøgelsesområdet i området Helgenæs (indenfor blå ramme), samt eksisterende indvindingsområder (rød ramme). Gridnettet er 1x1 km. Bilag A-7.

Aarhus Bugt området er blevet kortlagt i 1979 i forbindelse med Fredningsstyrelsen/Geoteknisk Instituts råstofkortlægningskampagne (Fredningsstyrelsen, 1984a, 1984b). Kortlægningen herfra lå indtil 2015 til grund for den regionale afgrænsning af mulige ressourceområder. I 2009 blev der foretaget råstofundersøgelser af GEUS for Rohde Nielsen A/S i Aarhus Bugt efterforskningsområdet, som

undersøgelsesområdet er inkluderet i. En detaljeret bearbejdning af de tidligere kortlægningsresultater og oplæg til supplerende kortlægning af de marine råstofressourcer i Aarhus Bugt blev gennemført af GEUS i 2013 (GEUS Rapport 2013/77).

I forbindelse med den ny kortlægning af området er der sejlet i alt ca. 30 km kombineret seismik og side scan sonar linjer (Figur 7.8.2 og Bilag B-7). Linjenettet består, dels af SØ-NV gående linjer med en indbyrdes afstand på ca. 500 m, dels af krydsende SV-NØ gående linjer med en indbyrdes afstand med på ca. 600 m.



Figur 7.8.2. Undersøgelsesområdet Helgenæs med gennemførte sejllinjer (lys brun), grabprøve positioner (blå), vibrationsboringer (rød/hvid cirkel), ROV verifikationspunkter (blå flag), samt arkiv sejllinjer (Marta database). Gridnettet er 1x1 km. Bilag B-7.

Ud fra en tolkning af de seismiske data er der udvalgt positioner til såvel vibrationsboringer som grabprøver. Der er foretaget 3 vibrationsboringer og udtaget 4 grab prøver på udvalgte positioner (Figur 7.8.2). Der er

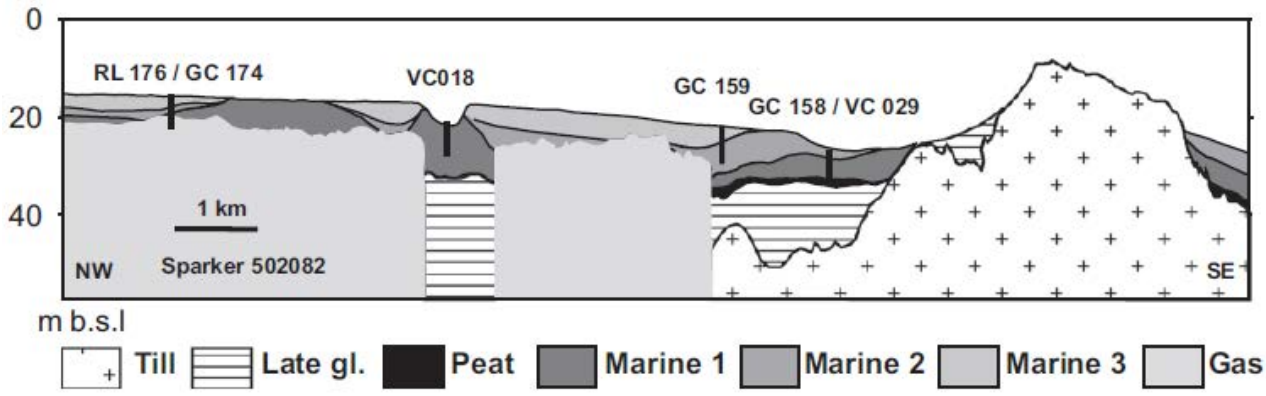
desuden lavet kornstørrelsesanalyse af udvalgte dybdeintervaller i vibrationsboringerne. Der er foretaget i alt 5 kornstørrelsesanalyser og en enkelt petrografisk analyse på en prøve fra HEL-2 boringen.

Efter en tolkning af side scan sonar data blev der optaget video fra i alt 9 ROV-positioner på med henblik på en bestemmelse af havbundens overfladekarakter og biologi.

7.8.2 Geologi

De kvartære aflejringer i Aarhus Bugt området består af moræneler og smeltevandssedimenter aflejret under flere istider (se afsnit 7.4). De glaciale aflejringer er som regel dækket af varierende mægtigheder af senglacialt ler, samt postglaciale ferskvands og marine sedimenter (Figur 7.8.3). De Kvartære toplags tykkelse er i høj grad styret af de prækvartære lags højdeforhold spændende fra få tital meters tykkelse til op mod 100 m i de dybere dele, i lokale tektoniske fordybninger og dale (Jensen et al., 2010). Prækvartæroverfladen er dybereliggende omkring -75 til -100 m i et bredt strøg ind mod Aarhus Bugt (Binzer & Stockmarr, 1994). Prækvartæret i området består af Eocæne aflejringer (Håkannson & Pedersen, 1992).

Aarhus Bugt blev udformet under den sidste istids glaciation og Helgenæs halvøen er præget af markante randbakker i den nordlige del, mens den øvrige del domineres af et mere retningsløst dødis bakkelandskab dannet under de sidste faser af Bælthavsfremstødet fra sydøst. Isen begyndte at trække sig tilbage fra området omkring 18.000 år siden (Houmark-Nielsen, 2003). Glacialmorfologiske former danner højereliggende grunde, og områderne imellem er delvist udfyldt af senglaciale finkornede issøsedimenter. Området blev mere eller mindre tørlagt under fastlandstiden, hvor isostatisk hævning førte til, at havet for omkring 12.000-11.000 år siden trak sig tilbage til den nordøstlige dybere del af Kattegat til omkring 30 m under det nuværende havniveau. Det mere end 50 m dybe rendesystem syd for Helgenæs har givetvis været del af et større søområde og tilgrænsende lavereliggende områder har givevis været præget af moseområder med aflejring af ferskvandsgytje og tørv. I forbindelse med den efterfølgende Holocæne eustatiske havniveau stigning blev tærsklen til det nordlige Storebælt oversvømmet for omkring 9.000 år siden. I Aarhus Bugt herskede brakvandsforhold ind til ca 7.700 år siden, da fuldt marine forhold blev etableret.

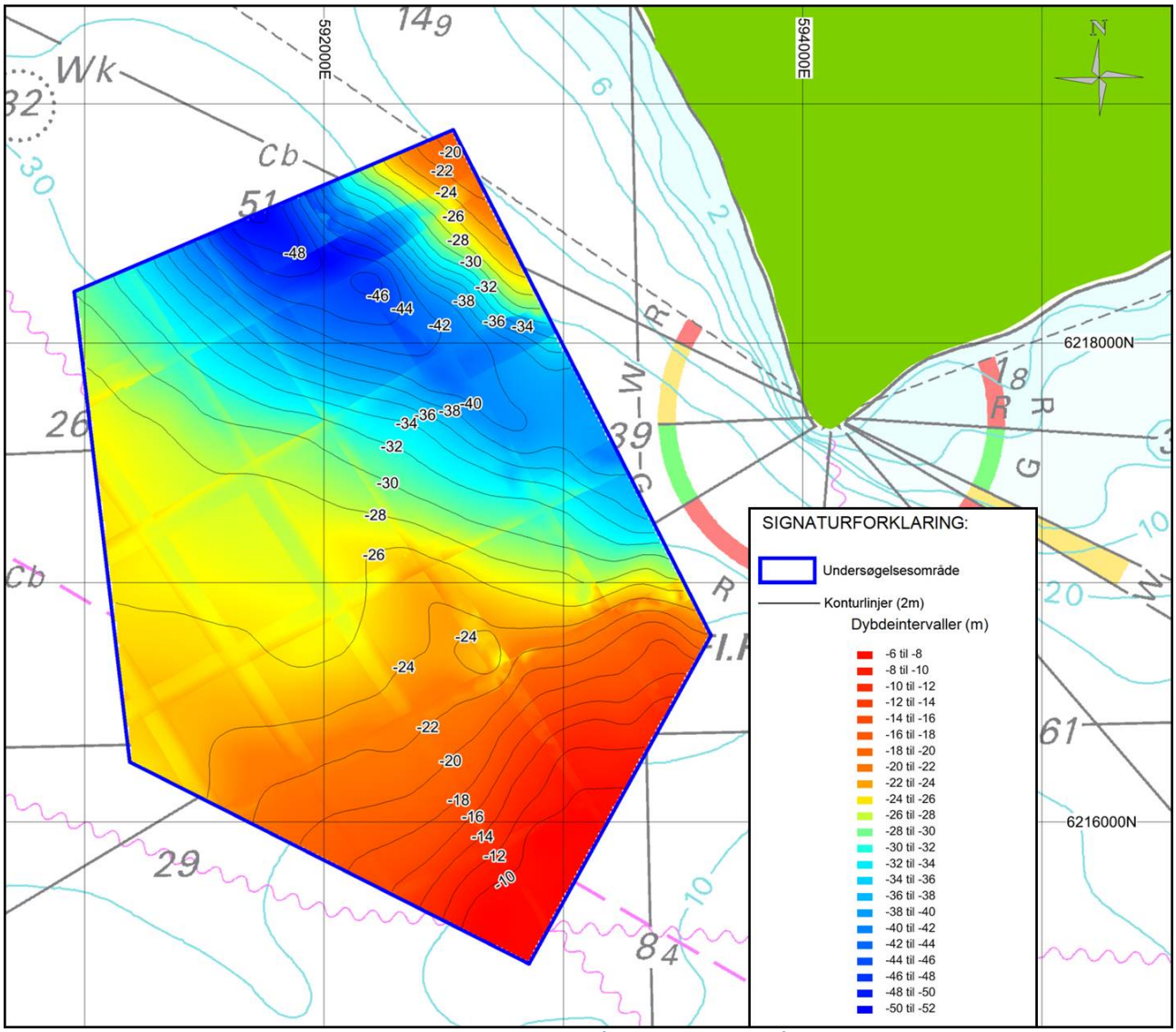


Figur 7.8.3. Tolket seismisk sparker profil gennem Århus Bugt (Jensen & Bennike, 2009). Morænegrunden i den sydøstlige del af profilet er beliggende få km syd for Helgenæs. Der ses en udvikling fra senglaciale issø aflejringer (Late gl.) til tørv (Peat) og overlejrende 3 marine enheder.

Råstofforekomsterne i området består i overvejende grad af (1) glaciale smeltevandssedimenter, som består af fint-groft sand (2) senglaciale smeltevands-issøsedimenter, hvor sedimenttyperne varierer fra silt og finsand til groft grus og sten (3) postglaciale sedimenter i form af bassin- og rendeudfyldninger, som består af meget varierende sedimenttyper og (4) postglaciale sedimenter i form af akkumulationsflak, som stedvist består af meget grove sedimenter aflejret på højtliggende underlag af moræneler.

7.8.3 Generelle dybdeforhold

Området er domineret af en jævn bundtopografi med lave områder mod nord og syd med en dyb NV-SØ gående kanal (Figur 7.8.4). På denne flade ligger dybderne generelt på 15-20 meter i den østlige del og 10-15 meter i den vestlige del af bugten. Der forekommer en række morænebakker bl.a. det store Mejlflak, Wulffs Flak og Norsminde Flak. På toppen af Mejlflak og Norsminde Flak er vanddybderne stedvis under 5 meter. Rundt om bankerne findes en række markante render, hvor vanddybderne stedvist når op over 40 meter. De indsamlede multibeam data langs sejllinjer viser god overensstemmelse med de generelle dybdedata fra Geodatastyrelsen.



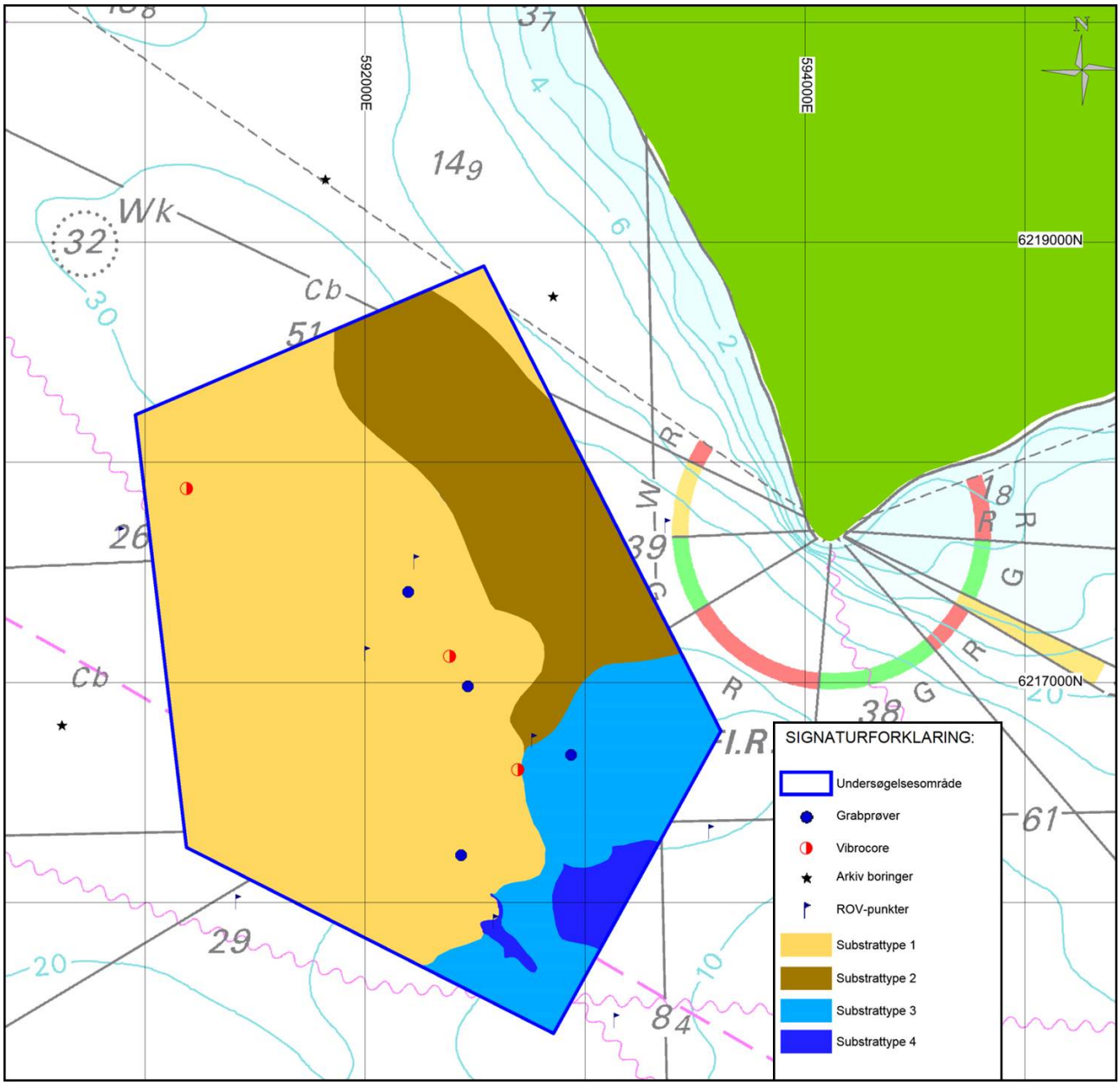
Figur 7.8.4. Dybdeforhold i Helgenæs undersøgelsesområdet. Kortet består af generelle dybdedata (Copyright Geodatastyrelsen) med 2 m konturlinjer overtegnet langs sejllinjer med nye multibeam data fra 2015. Gridnettet er 1x1 km. Bilag C-7.

7.8.4 Substrattyper

Store dele af de indre områder af Aarhus Bugt er domineret af dyndede aflejringer. Lavereliggende områder langs kysterne og omkring bankerne er domineret af residualsedimenter bestående af stenede og grusede sandaflejringer, hvilket betyder, at moræneleret ligger meget tæt på havbunden. Generelt er der ringe

forekomst af sandede aflejringer i Aarhus Bugt (Figur 7.8.5). Dog forekommer der enkelte spredte akkumulationsflak langs flankerne af morænebanker.

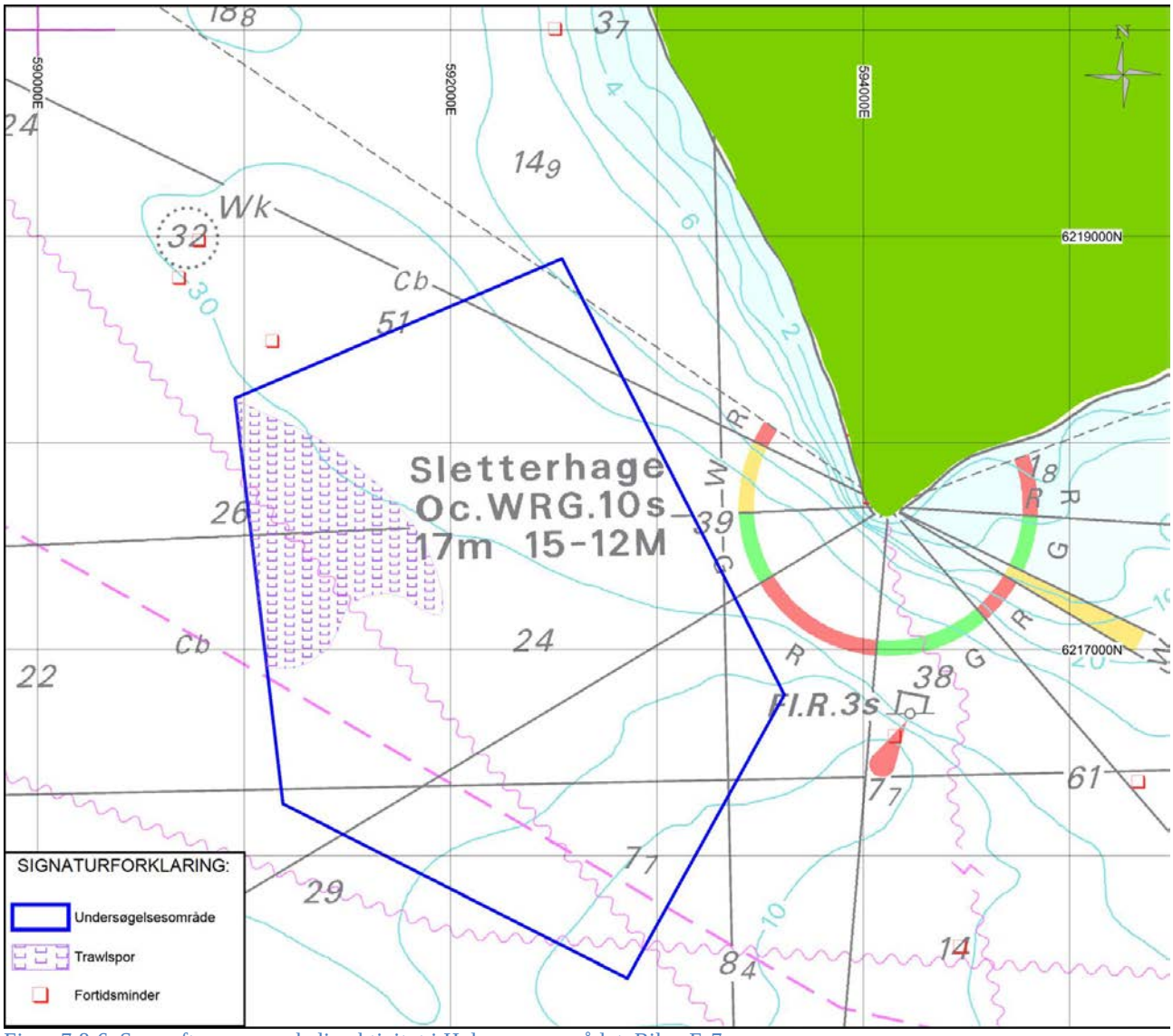
Substrattypefordelingen afspejler generelt dominans af moræneaflejringer og grovere glaciale aflejringer på de større grunde områder mod syd, der er præget af substrattype 3 og 4 (Figur 7.8.5). De dybere områder er domineret af dyndede eller finkornede sandede substrater og klassificeret som substrattype 1. Dog findes der også mindre partier af substrattype 2 i de dybereliggende områder. Disse afspejler at den glaciale overflade her ligger umiddelbart op til havbunden.



Figur 7.8.5. Bundsubstrattyper i Helgenæs undersøgelsesområdet. Kortlægningen er baseret på side scan sonar data langs sejllinjer suppleret med verifikationspunkter fra ROV-dyk, grab prøver, vibrocores samt arkiv data. Bilag D-7.

7.8.5 Menneskelig aktivitet

Undersøgelserne har påvist mange trawlspor i den vestlige del af Helgenæs området (Figur 7.8.6). Herudover er der ikke fundet yderligere spor efter menneskelig aktivitet såsom vrag, indvindingsspor eller lignende.



Figur 7.8.6. Spor efter menneskelig aktivitet i Helgenæs området. Bilag E-7.

7.8.6 Råstoffer i området

Kortlægningen af potentielle råstofforekomster i Helgenæs undersøgelsesområdet er foretaget med et tilstrækkeligt tæt grid til at tolkede forekomster langs enkeltlinjer har kunnet afgrænses og deres rumlige udstrækning og mægtighed afbildes v.h.a. interpolation/gridning. Ny boringsdata fra positioner udvalgt på basis af de seismiske resultater samt eksisterende arkiv boringsdata har været benyttet til at understøtte tolkningen. Herudover har kornstørrelsesanalyser af boringsmaterialet været brugt til at karakterisere ressourceforekomsternes type og kvalitet.

7.8.6.1 Råstoffer i området Helgenæs

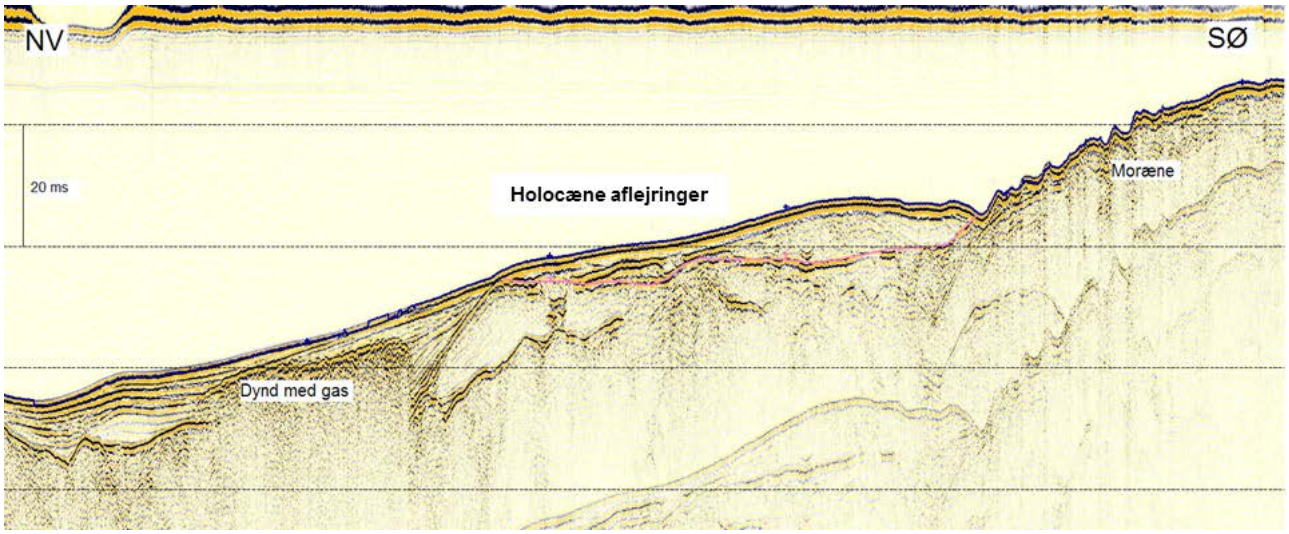
De udførte seismiske dataindsamling og de udførte boringer har gjort det muligt at kortlægge råstofressourcer i området. Råstofkortlægningen har vist, at der kun er en enkelt sandforekomst.

Seismikken viser, at der er aflejret dynd i de dybere dele af undersøgelsesområdet mod nord og vest, og en morænebakke i den sydøstlige del af området (Figur 7.8.7) med en stenet havbundsoverflade jf. side scan sonar data. Kanten af morænebakken ser på seismikken ud til at bestå af et holocænt akkumulationsflak. Denne kortlagte ressource strækker sig nordpå op tæt mod Helgenæs. Sedimenterne består af holocænt fint til mellemkornet sand formentlig med en tendens til grovere sedimenter mod sydøst.

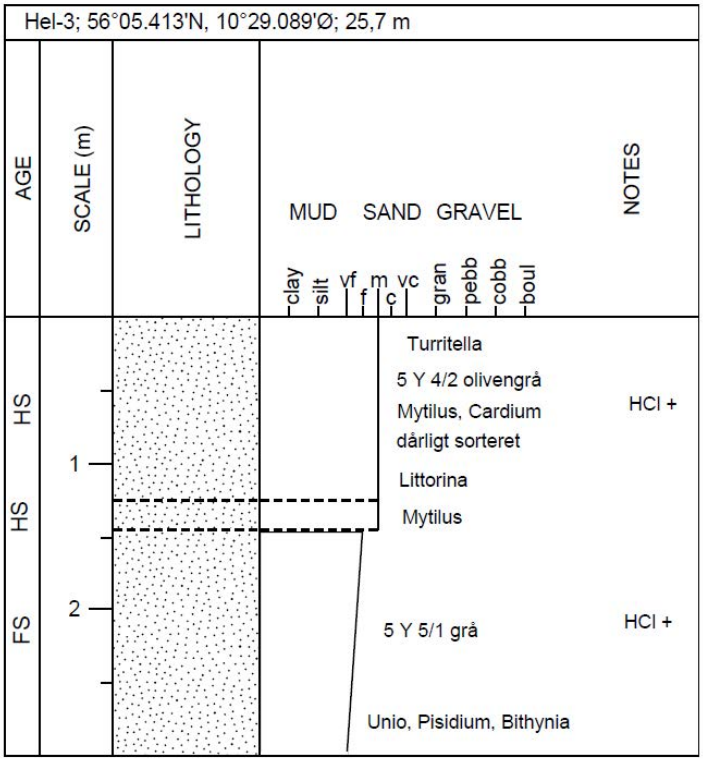
Ressourcen er påvist ved vibrocore HEL-3, der er udført i forbindelse med de nuværende undersøgelser. Ressourcen består af holocænt, marint/ferskvandssand som er fint til mellemkornet, dårligt sorteret sand aflejret ved flakudbygning mod nord og sydvest under et tidligere lavere havniveau (Figur 7.8.8).

Der er foretaget petrografisk analyse af vibrocore HEL-2 (niveau 220-300 cm) og resultatet viste et Total Porøs Flint indhold på 1.2 %, og dermed skønnes sandet at kunne anvendes som tilslag til beton i miljøklasse E. Prøven til analyse er udtaget i boring HEL-2, som ligger kun 100 meter fra boring HEL-3, der gennemborer ressourcen, og dermed må ressourcen formodes at bestå af et sammenligneligt materiale med samme kildemateriale.

Ressourcen en mægtighed på op til 7-8 m. Der er foretaget en volumetrisk opgørelse af forekomsten og den viser, at den kan indeholde op imod 1,6 mio. m^3. Ved en indvinding af hele forekomsten forventes det, at der kan indvindes ca. 1 mio. m^3 materialer.



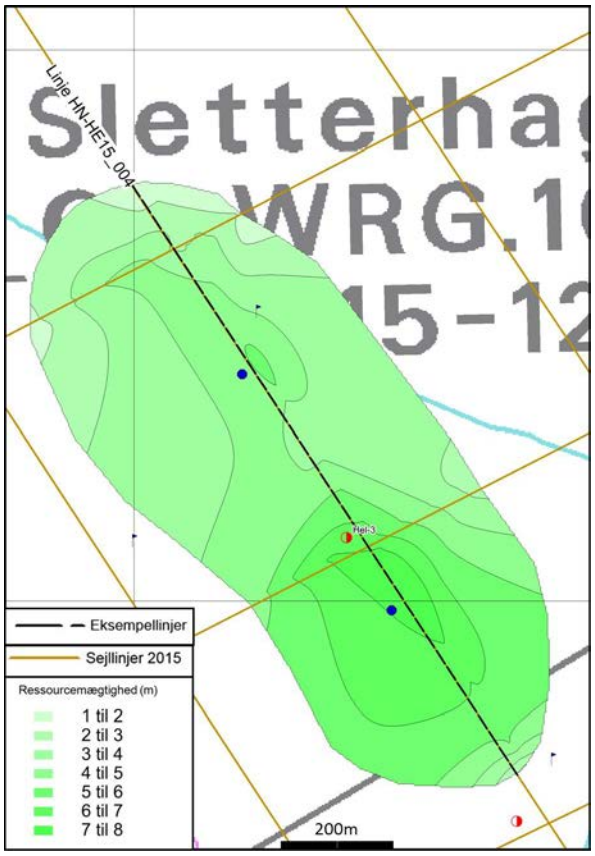
Figur 7.8.7. Tolket seismiske profil af glacial-postglacial lagfølge i et profil gående NV-SØ gennem undersøgelsesområdet baseret på 2015 survey data.



Figur 7.8.8 Borelog af vibrocore HEL-3 i ressourcen HEL_HS_01. Boringen viser nederst søaflejringer (FS), der overlejres af marint mellemkornet, dårligt sorteret sand (HS).

Der er der kortlagt en begrænset forekomst af holocæne sandede aflejringer i den centrale del af undersøgelsesområdet (Figur 7.8.9):

- HEL_HS_01: Sandsynlig forekomst, holocænt fint til mellemkornet sand



Figur 7.8.9. Fordeling af kortlagt råstofforekomst (HEL_HS_01) og ressourcemægtighed i Helgenæs området.

I Tabel 18 er de kortlagte voluminer, dominerende ressourcesammensætning, og forekomstsikkerhed angivet for ressourceforekomsten i Helgenæs undersøgelsesområdet. Den dominerende ressourcetype er fint til mellemkornet marint aflejret sand.

Område	Ressource	Sikkerhed	Type	Vol. mio m^3	F sand	F/M sand	M Sand	M/Gr. sand m grus	Grus og ral
Helgenæs	HEL_HS_01	Sandsynlig	Holocæn aflejring	1.7	x	x	x		
Total				**1.7**					

Tabel 18 Oversigt over kortlagte ressourceforekomster i Helgenæs området.

7.8.7 Kortlægning af biologiske nøglekomponenter Helgenæs

7.8.7.1 Biologiske forhold knyttet til substrattyper

Undersøgelsesområdet ved Helgenæs er karakteriseret ved dybder fra 9 - 47 m med et flak i den sydøstlige del af området og en rende i den nordlige/østlige del af området. Fire substrattyper er kortlagt ved Helgenæs: Substrattype 1, 2, 3 og 4.

De biologiske forhold observeret ved ROV-undersøgelserne er primært epifauna og -flora. Der er ikke observeret biogene rev eller ålegræsbanker.

7.8.7.1.1 Biologiske forhold knyttet til substrattype 1

Substrattypen er kortlagt fra 9 - 47 m (ROV-dyk 26-31 m). Der er observeret sparsom fauna tilknyttet denne substrattype. På sandbund er der observeret søstjerne, søpindsvin, søsol, havsnegl, krabbe, slangestjerne, eremitkrebs, sandorm.

Der er ikke observeret flora på substrattypen, hvilket til dels skyldes vanddybden ved ROV-positionerne, og dels skyldes manglen på egnet substrat for makroalger (Figur 7.8.10).

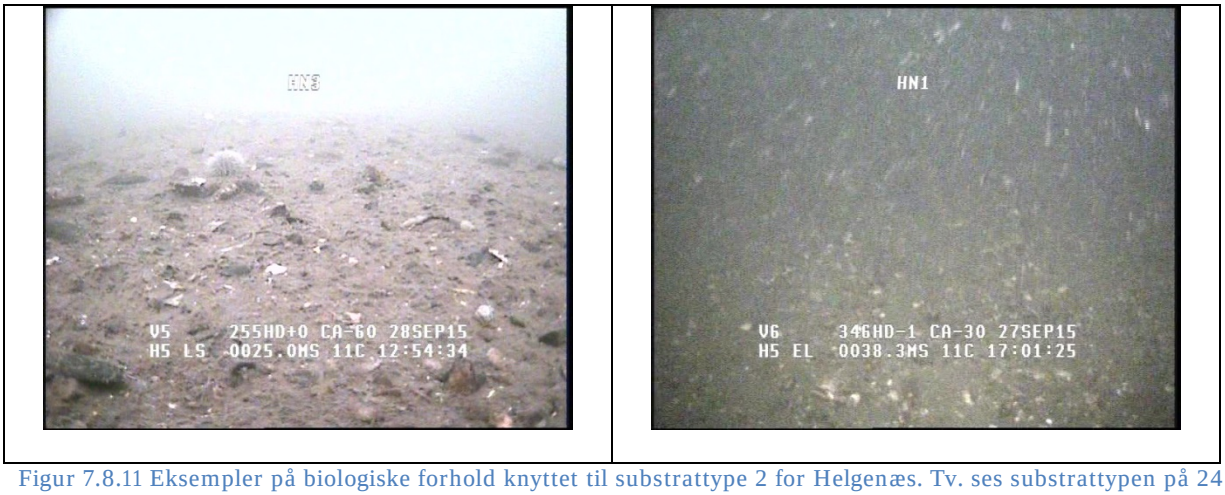


Figur 7.8.10 Eksempler på biologiske forhold knyttet til substrattype 1 for Helgenæs. Tv. ses substrattypen på 26 meters dybde med spor efter eremitkrebs (position HN02). Th. ses substrattypen på 31 meters dybde med sparsom fauna og ingen flora (position HN04).

7.8.7.1.2 Biologiske forhold knyttet til substrattype 2

Substrattypen er kortlagt fra 12 - 36 m (ROV-dyk 24-39 m). Der er observeret sparsom fauna tilknyttet denne substrattype: Søpindsvin, eremitkrebs, søstjerne, blåmusling.

Meget sparsom flora, enkelte lave rødalger (Figur 7.8.11).



Figur 7.8.11 Eksempler på biologiske forhold knyttet til substrattype 2 for Helgenæs. Tv. ses substrattypen på 24 meters dybde med tomme skaller, søpindsvin mv. (position HN03). Th. ses substrattypen på 39 meters dybde med sparsom fauna og ingen flora (position HN01).

7.8.7.1.3 Biologiske forhold knyttet til substrattype 3

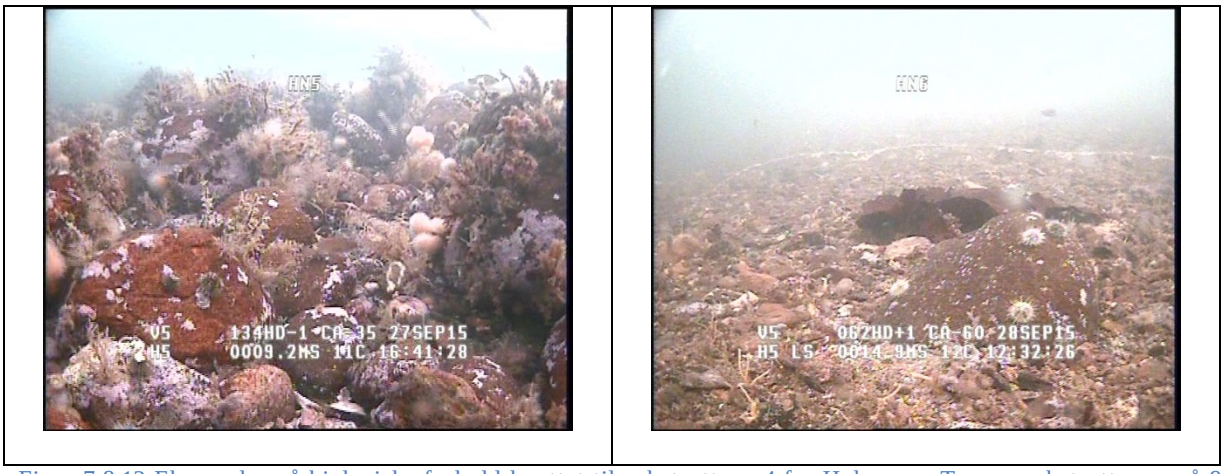
Substrattypen er kortlagt fra 14-44 m. Der er ikke observationer af biologiske forhold knyttet til substrattype 3. Det antages, at de biologiske forhold minder om dem, der er observeret knyttet til substrattype 4.

7.8.7.1.4 Biologiske forhold knyttet til substrattype 4

Substrattypen er kortlagt fra 1 7.2.5.6.2.1 m (ROV-dyk 9-14 m). Der er observeret en del fauna tilknyttet denne substrattype. Søstjerne, søpindsvin, snegle, dødningehånd, søanemoner, musling, rur og svampe. Der er observeret relativt høj tæthed af søpindsvin.

Der er observeret høj dækningsgrad af kalkrødalger, ellers sparsom begroning i form af få, lave røde og brune makroalger. Den sparsomme bevoksning tilskrives nedgræsning af søpindsvin.

Der er indenfor substrattypen observeret stenrevsområde med tendens til huledannelse (Figur 7.8.12).



Figur 7.8.12 Eksempler på biologiske forhold knyttet til substrattype 4 for Helgenæs. Tv. ses substrattypen på 9 meters dybde med kalkrødalger og lave makroalger, samt søpindsvin og dødningehånd (position HN05). Th. ses substrattypen på 14 meters dybde med søpindsvin og sparsom flora (position HN07).

7.8.8 Indkredsning og tilstandsvurdering af habitattyper Helgenæs

7.8.8.1 Beliggenhed og beskrivelse

Området ligger umiddelbart syd-vest for Helgenæs. Det ligger ifølge vandplanerne på grænsen mellem åbent-vands kategorien (OW2, kendetegnet ved en høj salinitet og lille tidevandsforskel) og kategorien fjorde (P3, højere salinitet, ofte lagdelt og med relativ god afstrømning). Det pågældende farvand er for det meste relativt dybt med dybder mellem 25 og 40 meter. Det gennemskæres af en dyb rende der snitter spidsen af Helgenæs. Mod syd-øst kranser området op af en morænebanke, der står i forbindelse med de nærliggende beskyttede banker på Mejlflak.

Området vil for det meste være lagdelt med et springlag i 12 til 20 m's dybde. I overfladen vil saltholdigheden normalt variere mellem 15 og 20 ‰, mens den i bundvandet typisk vil være over 30 ‰. Med sin beliggenhed ud for et næs vil strømforholdene være relativt kraftige og sikre en middelstærk energi påvirkning i det meste af vandsøjlen, selv i de dybe partier.

Det nærmeste Natura 2000 område er Mejlflak (N2000 nr. 194) ca. 2,5 sømil øst for undersøgelsesområdet. Habitatnaturtyperne sandbanke og rev, herunder biogene rev, udgør udpegningsgrundlaget. Der er registreret et meget righoldigt plante- og dyreliv knyttet til revene. Kysten langs Helgenæs vestlige side og ud til 10 m kurven udgør en del af Natura 2000 område nr. 51, hvor både sandbanke og rev udgør en del af det marine udpegningsgrundlag.

I de seneste vandplaner er tilstanden beskrevet som ringe, hvilket skyldes ålegræsset ringe dybdeudbredelse (under 50 % af referencetilstanden)

Med de planlagte tiltag i forbindelse med Vandplan 2010-15 og Vandområdeplan 2015-2012 forventes kvælstofbelastningen i den del af Århus Bugt i 2021 være reduceret til 557 t N/år, hvilket er 55 t under det estimerede niveau der skulle sikre en god økologisk tilstand.

7.8.8.2 Marint system

Det udpegede område ud for Helgenæs er et lille heterogent område med hensyn til dybde og substratforhold. Det går fra *strømfyldt farvand præget af kvartære sedimenter* hvor det er lavest, til den *jævne, sedimentære bløde blandingsbund* i de dybe partier. Banken i den sydlige ende består af residualbund bestående af sammenhængende lag af sten i meget varierende størrelse uden mange recente sedimentære aflejringer. Baggrunden for dette skal findes i de tilbagevendende strøm og bølgepåvirkninger området er udsat for.

Tilknyttet de faste overflader på banken er der et rigt liv af mange epifauna organismer. Makroalger glimrer til gengæld ved deres fravær, hvilket i høj grad skyldes en massiv forekomst af søpindsvin. Bankerne nære de omkringliggende dybe områder, hvilket her giver anledning til en rig fauna af nedgravede bunddyr (infauna) samt mere omkringfarende dyr (nectobenthos).

7.8.8.3 Habitattyper

Sedimentforhold

Alle fire substrattyper var ifølge kortlægningen tilstede i området (Figur 7.8.13). Tætte forekomster af sten i alle former og størrelser giver store partier af banken revlignende karakter.

Lysforhold

Ned til 15 m's dybde vil der være lys nok til at tillade en betydelig bundlevende algevækst. Da sten udgør det meste af bunden ned til denne dybde, vil det være makroalger, der normalt dominere den bundlevende vegetation. På undersøgelsestidspunktet med ROV sås dog mest henfaldende totter af rød- og brunalger, antagelig som følge af nedgræsning fra søpindsvin.

Energiforhold

Hele området oplever gode strømforhold, og vil derfor have karakter af et fysisk mellem-energi system med nogen transport af bundmateriale fra de lave til de dybere dele. Da farvandet ligger mere beskyttet end de åbne dele af Kattegat, vil springlaget ofte ligge lidt højere her (op til ca.10 m).

Saltpåvirkning

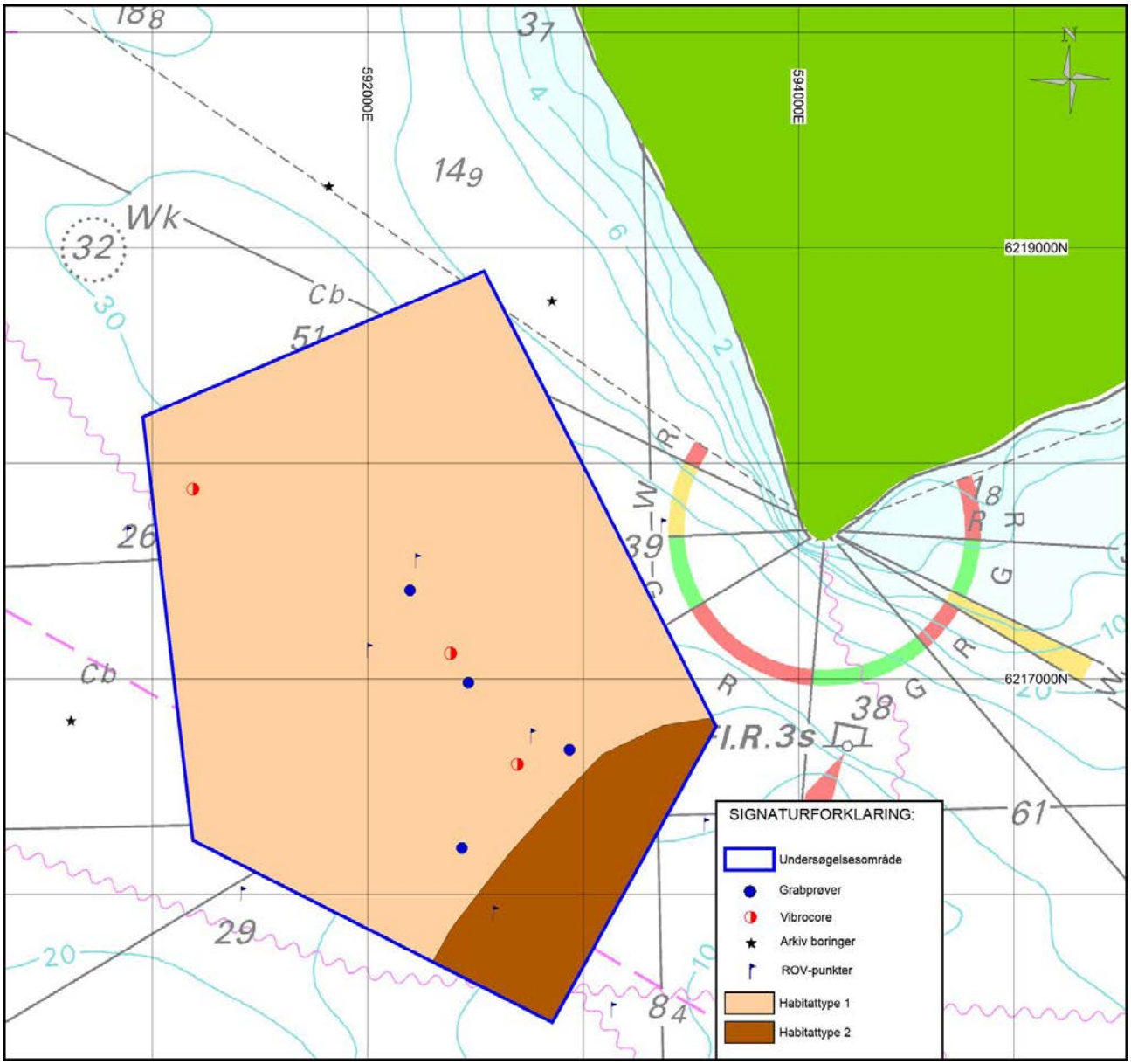
Saltpåvirkningen vil være størst på dybder på mere end 15 m (højsaline forhold >25 ‰). De øvrige områder vil for det meste opleve salttholdigheder på mellem 15 og 25 ‰. Den store forekomst af søpindsvin på toppen af banken (10 m), vidner dog om en saltpåvirkning over det primære springlag på over 20 ‰. Da området i perioder vil være under indflydelse af udtrængende brakvand fra bælterne, vil der i de dybe områder kunne

opleves et trelagssystem med brakt overflade vand (< 15 ‰), et mellemlag af Kattegatvand (20-25 ‰) og et bundlag af Nordsøvand på omkring 33 ‰. Laget der skiller bundlaget fra det overliggende vand kaldes det primære springlag, mens den stejle densitetsgradient over et eventuelt mellemlag kaldes for det sekundære springlag.

Der kan genkendes to forskellige habitattyper i området ud for Helgenæs (HN), nemlig:

H_{HN} 1) Substrattype 1 og 2, 15-42 m (afotisk zone), > 25 %

H_{HN} 2) Substrattype 3 og 4, 10-15 m (lav fotisk zone), 15 - 25 ‰



Figur 7.8.13 Habitater i Helgenæs. Habitattyperne er afgrænset i forhold til de stedværende forhold, defineret ved de fire kriterier: substrat, lys, energi og saltpåvirkning.

Selv om den produktive banke kun udgør en mindre del af Helgenæsområdet, sætter den sit præg på de dybere dele i form af en tilførsel af organisk materiale. Desuden udgør banken en del af et større banke

kompleks i denne del af Aarhus Bugt. Topografien bevirker gode strømforhold hvilker også er med til at øge livsbetingelserne for bunddyrene i området.

7.8.8.4 Økologisk tilstand

Fælles for de to habitattyper, mht. de fem kvalitetskriterier, er at

1) Vandskifte er godt i hele området.
2) Fysisk Stabilitet. Strøm og topografi bevirker rimelige stabile bundforhold med hensyn til materiale transport, temperatur og saltpåvirkning. Den rimelig ensartede naturlige fysiske påvirkning, vil kunne gøre området relativ sårbart over for sandsugning og bundtrawl.
3) Forureningen i form af eutrofiering spiller ikke nogen væsentlig betydning for området. Dette skyldes gode strømforhold og at de lavvandede områder trods alt befinder sig i den nedre ende af den fotiske zone (hvilket hindrer en for kraftig opvækst af makroalger).
4) Den primære fødetilførsel er i kraft af strøm og høj primærproduktion god for såvel epifaunaen som infaunaen.

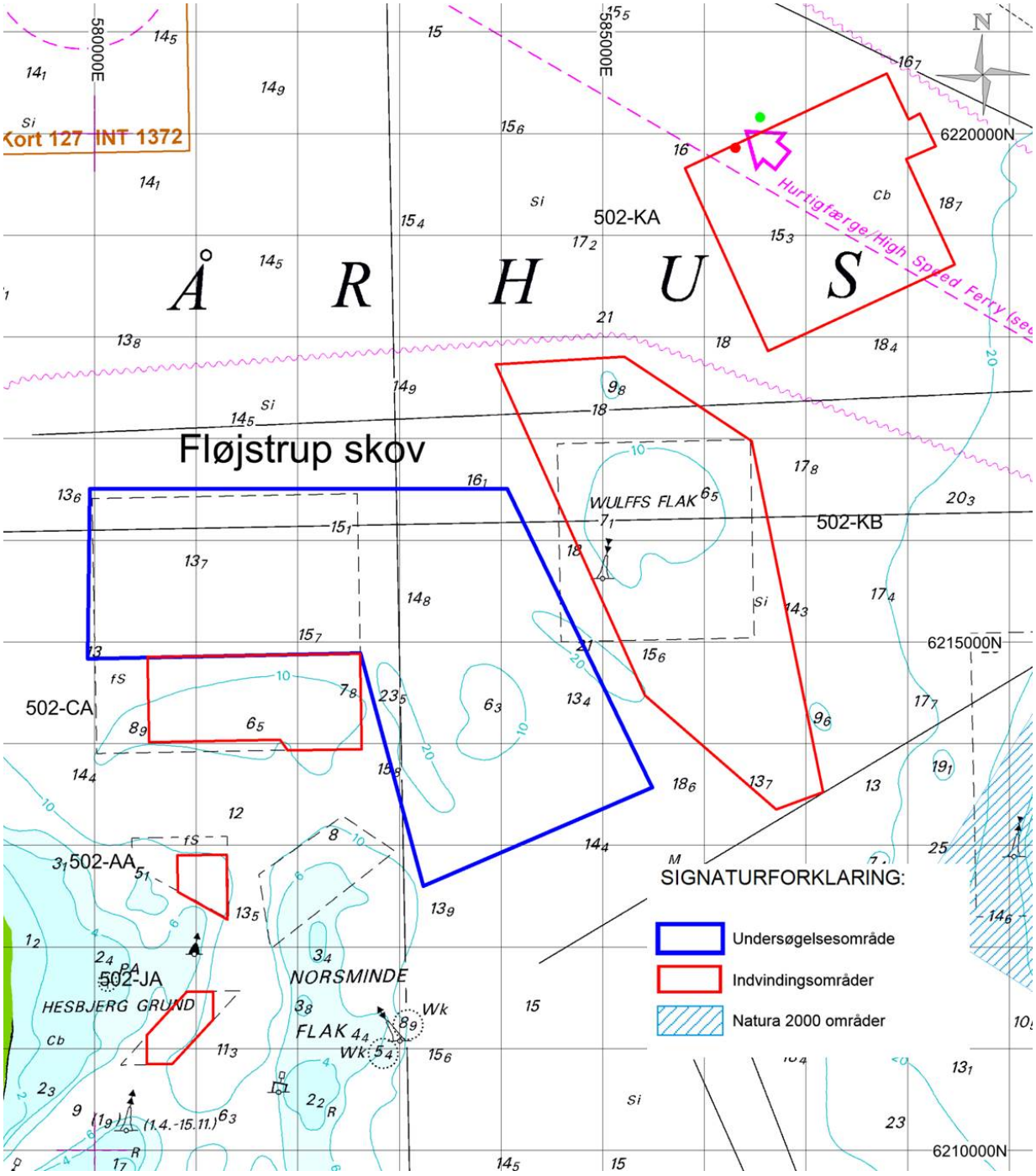
Hvad angår den "femte kvalitetsparameter", nemlig eksterne biologiske påvirkning, skønnes området at være kraftig påvirket som følge af de generelle ændringer i fiskepopulationerne og fraværet af større fisk. Dette har favoriseret en populationsfremgang for en del mellemstørrelse organismer som f.eks. søpindsvin og søstjerne. Pighuder nyder generelt godt af høje saltholdigheder. Deres til tider alt for massive tilstedeværelse forårsager en negativ overudnyttelse af deres fødeemner.

Sammenlagt vurderes den økologiske tilstand i de to habitater at være rimelig god. Den ikke optimale tilstand er især betinget af de mange søpindsvin og muligvis søstjerner og konksnegle.

7.9 Fløjstrup Skov

7.9.1 Introduktion

Undersøgelsesområde Fløjstrup Skov er beliggende centralt i Aarhus Bugt, og har et areal på ca. 11.5 km^2. Området består af en jævn bundtopografi med vanddybder på omkring 15 m med en central morænebanke, hvor vanddybderne kommer under 7 m omkranset af større vandybder på op til 23 m øst og vest herfor (Figur 7.9.1).



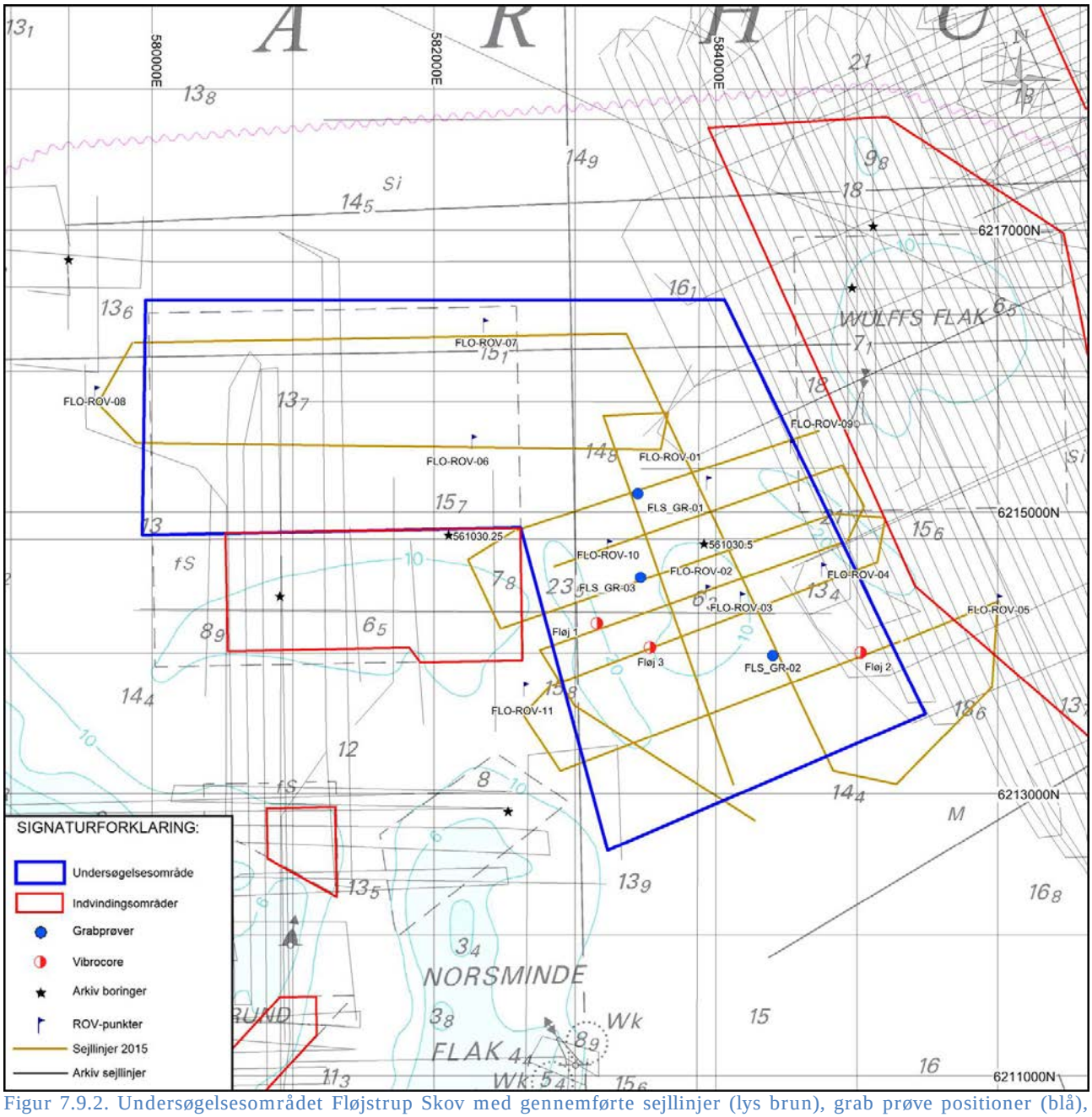
Figur 7.9.1. Undersøgelsesområdet i området Fløjstrup Skov (indenfor blå ramme), samt eksisterende indvindingsområder (rød ramme). Gridnettet er 1x1 km. Bilag A-8.

Aarhus Bugt området er blevet kortlagt i 1979 i forbindelse med Fredningsstyrelsen/Geoteknisk Instituts råstofkortlægningskampagne (Fredningsstyrelsen, 1984a, 1984b). Kortlægningen herfra lå indtil 2015 til grund for den regionale afgrænsning af mulige ressourceområder. I 2011 blev der foretaget detailundersøgelser af GEUS for Rohde Nielsen A/S på Wulffs Flak. Yderligere har NCC kortlagt dele af fællesområdet Fløjstrup Skov i 2004.

Jævnfør GEUS rapport 2013/77 er store dele af Aarhus Bugt domineret af dyndede aflejringer, dog findes enkelte spredte akkumulationsflak langs flankerne af morænebankerne. Sandet optræder, dels som postglaciale akkumulationer, og dels som partielt omlejrede glaciale og senglaciale sedimenter.

Fløjstrup Skov ligger mellem indvindingsområderne Fløjstrup Skov (502-CA) og Wulffs Flak (502-KB). Råstofstatistikken for de seneste år viser, at der på Wulffs Flak hovedsageligt indvindes ral 3, mens der i fællesområdet Fløjstrup Skov primært indvindes fyldsand 4.

I forbindelse med den ny kortlægning af området, er der sejlet i alt ca. 38 km kombineret seismik og side scan sonar linjer (Figur 7.9.2 og Bilag B8). Linjenettet består, dels af S-Ø gående linjer i den vestligste del af området samt SØ-NV gående linjer i den østlige del af området med en indbyrdes afstand på ca. 600 m og dels af krydsende SV-NØ gående linjer med en indbyrdes afstand med på ca. 300 m.



Figur 7.9.2. Undersøgelsesområdet Fløjstrup Skov med gennemførte sejllinjer (lys brun), grab prøve positioner (blå), vibrationsboringer (rød/hvid cirkel), ROV verifikationspunkter (blå flag), samt arkiv sejllinjer (Marta database). Gridnettet er 1x1 km. Bilag B-8.

Ud fra en tolkning af de seismiske data, er der udvalgt positioner til såvel vibrationsboringer som grabprøver. Der er foretaget 3 vibrationsboringer og udtaget 3 grabprøver på udvalgte positioner (Figur 7.9.2). Der er desuden lavet kornstørrelsesanalyse af udvalgte dybdeintervaller i vibrationsboringerne. Der er foretaget en kornstørrelsesanalyse på en prøve fra Fl-3 boringen.

Efter en tolkning af side scan sonar data, blev der optaget video fra i alt 10 ROV-positioner på med henblik på en bestemmelse af havbundens overfladekarakter og biologi.

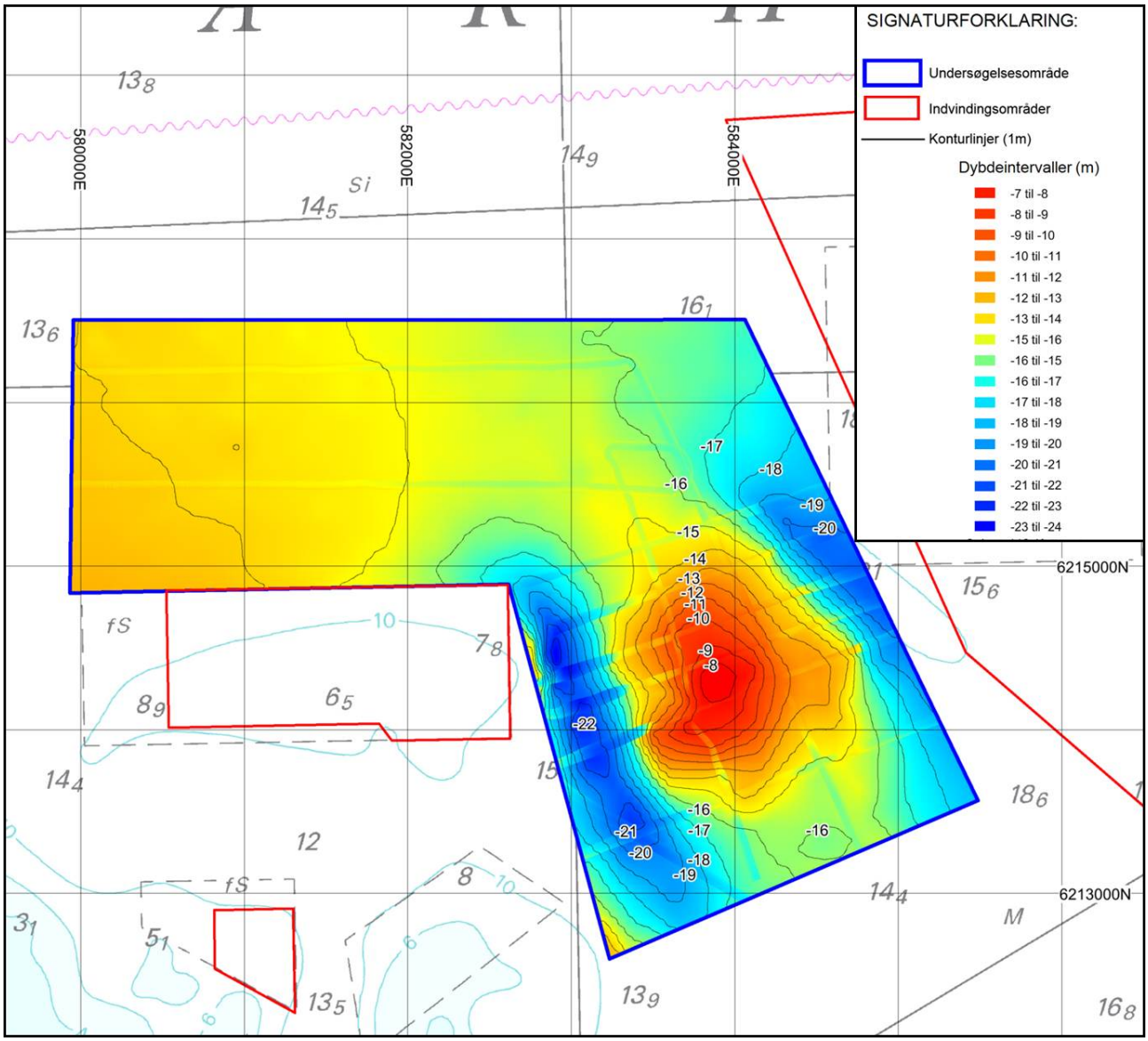
7.9.2 Geologi

De kvartære aflejringer i Aarhus Bugt området består af moræneler og smeltevandssedimenter aflejret under flere istider (se afsnit 7.4). De glaciale aflejringer er som regel dækket af varierende mægtigheder af senglacialt ler, samt postglaciale ferskvands og marine sedimenter. Store dele af Aarhus Bugt området er præget af dyndaflejringer fra den yngre del af Holocæn. Mere udbredte sandede aflejringer fra Litorinahavets initiale transgressionsfase for omkring 8000 år siden er verificeret med et større antal ^{14}C-daterede boringer fra området (Jensen & Bennike, 2009). Se i øvrigt afsnit 7.8.2 for en mere detaljeret beskrivelse af den overfladenære geologi i Aarhus Bugt området.

Råstofforekomsterne i området består i overvejende grad af (1) glaciale smeltevandssedimenter, som består af fint-groft sand (2) senglaciale smeltevands-issøsedimenter, hvor sedimenttyperne varierer fra silt og finsand til groft grus og sten (3) postglaciale sedimenter i form af bassin- og rendeudfyldninger, som består af meget varierende sedimenttyper og (4) postglaciale sedimenter i form af akkumulationsflak, som stedvist består af meget grove sedimenter aflejret på højtliggende underlag af moræneler.

7.9.3 Generelle dybdeforhold

Den vestlige del af området er domineret af en jævn bundtopografi med en svag hældning mod øst (Figur 7.9.3), hvor dybderne generelt ligger på 12-15 meter. Der forekommer en morænebakke i den østlige del af området, hvor vanddybderne kommer under 8 meter. Rundt om morænebakken findes markante render specielt på den nordøstlige og sydvestlige side, hvor vanddybderne stedvist når op over 22 meter. De indsamlede multibeam data langs sejllinjer viser nogenlunde overensstemmelse med de generelle dybdedata fra Geodatastyrelsen, dog ses mindre god overensstemmelse ved de stejle skråninger.

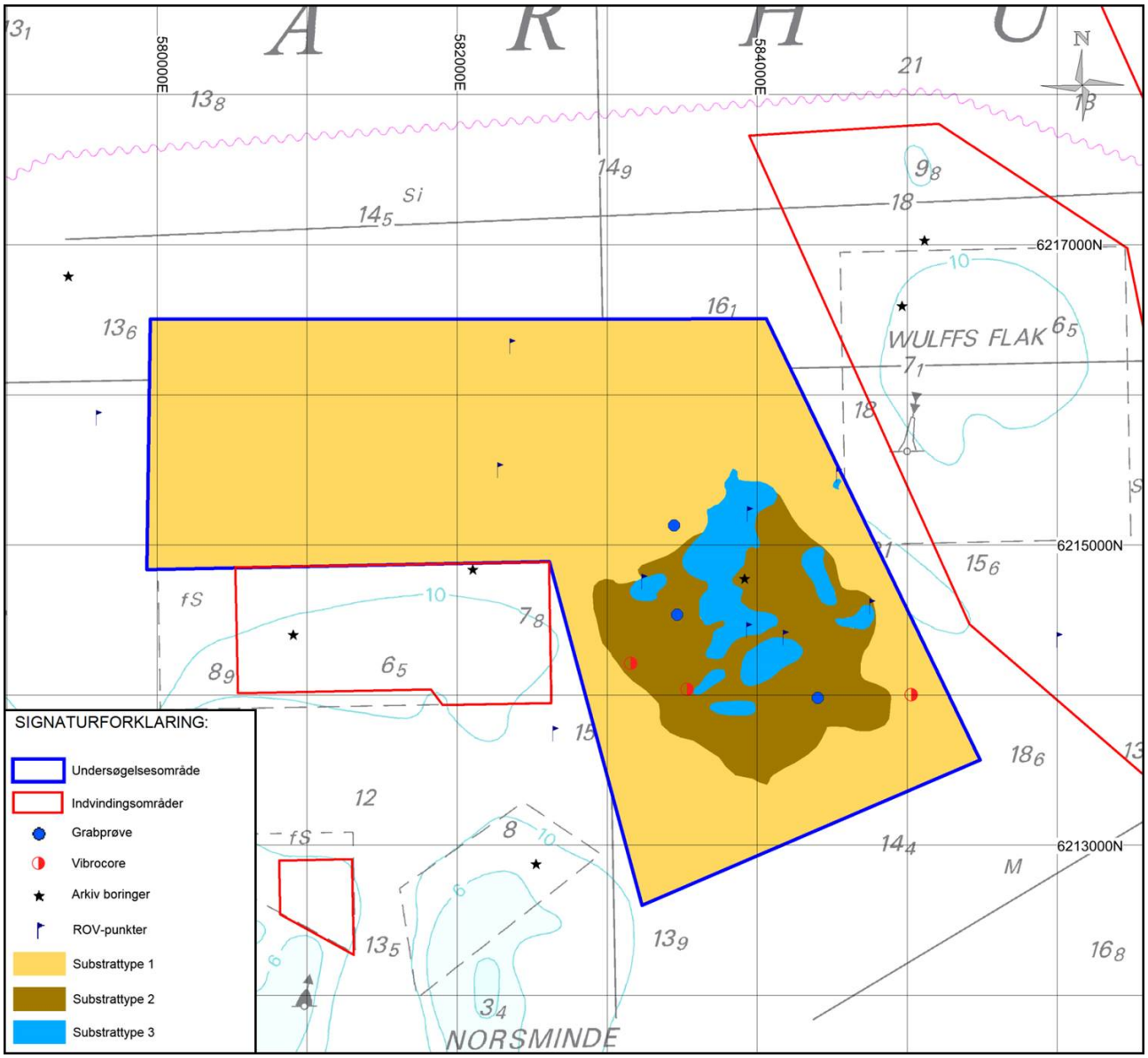


Figur 7.9.3. Dybdeforhold i Fløjstrup Skov undersøgelsesområdet. Kortet består af generelle dybdedata (Copyright Geodatastyrelsen) med 1 m konturlinjer overtegnet langs sejllinjer med nye multibeam data fra 2015. Gridnettet er 1x1 km. Bilag C-8.

7.9.4 Substrattyper

Store dele af de indre områder af Aarhus Bugt er domineret af dyndede aflejringer. Lavereliggende områder langs kysterne og omkring bankerne er domineret af residualsedimenter bestående af stenede og grusede sandaflejringer, hvilket betyder, at moræneleret ligger meget tæt på havbunden. Generelt er der ringe forekomst af sandede aflejringer i Aarhus Bugt. Dog forekommer der enkelte spredte akkumulationsflak langs flankerne af morænebanker.

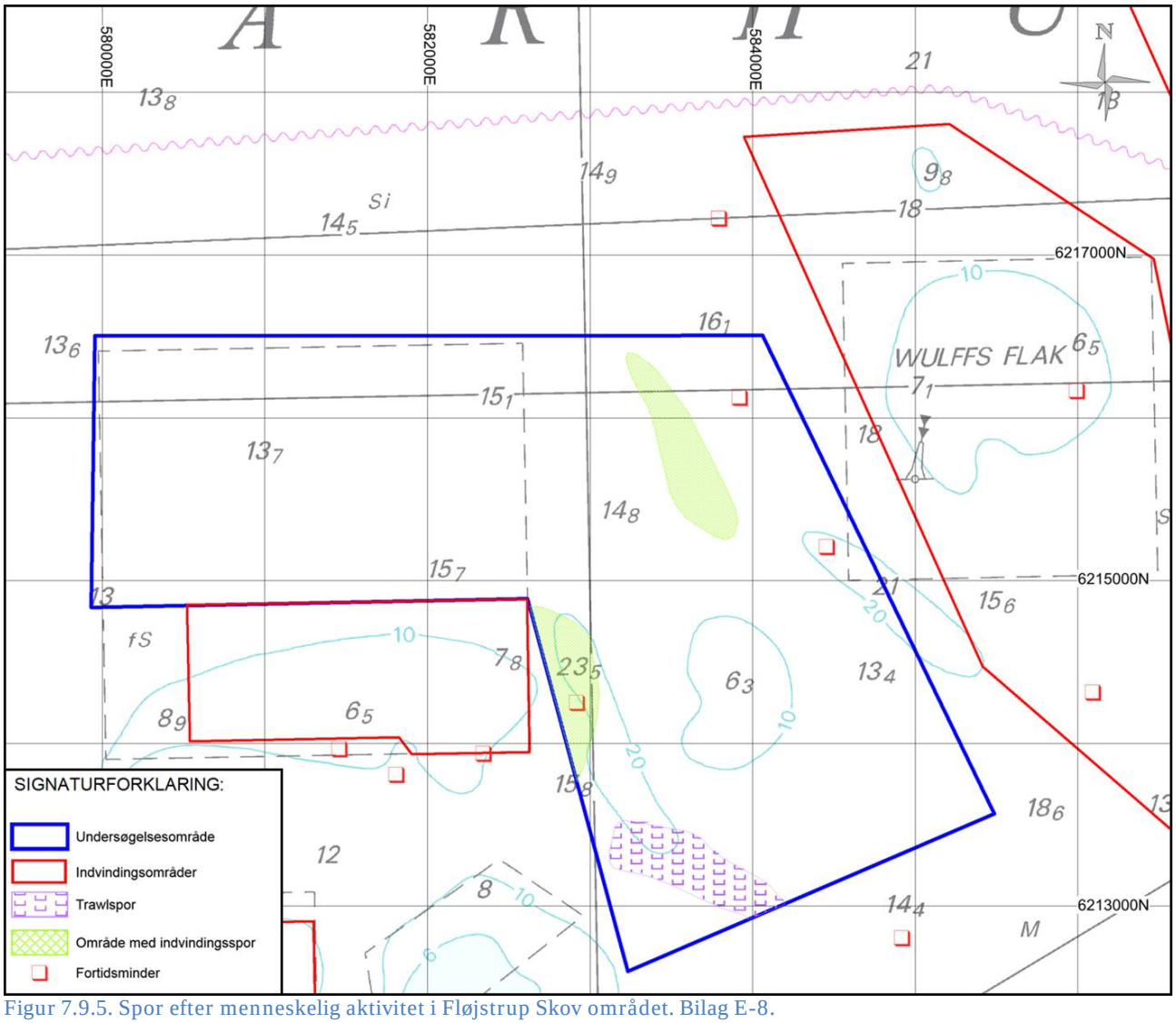
Substrattypefordelingen afspejler generelt dominans af morænebakken i den østlige del af undersøgelsesområdet (substrattype 2 og 3) (Figur 7.9.4). De dybere områder er domineret af dyndede eller finkornede sandede substrater og klassificeret som substrattype 1.



Figur 7.9.4. Bundsubstrattyper i Fløjstrup Skov undersøgelsesområdet. Kortlægningen er baseret på side scan sonar data langs sejllinjer suppleret med verifikationspunkter fra ROV-dyk, grabprøver, vibrocores samt arkiv data. Bilag D-8.

7.9.5 Spor efter menneskelig aktivitet

Undersøgelserne har påvist trawlaktivitet i den sydlige del af Fløjstrup Skov området (Figur 7.9.5). Herudover er der fundet indvindingsspor i den mere centrale del af området. Der er ikke fundet yderligere spor efter menneskelig aktivitet såsom vrag eller lignende på trods af, at der er registreret enkelte fortidsminder i området i Kulturstyrelsens database over fortidsminder.



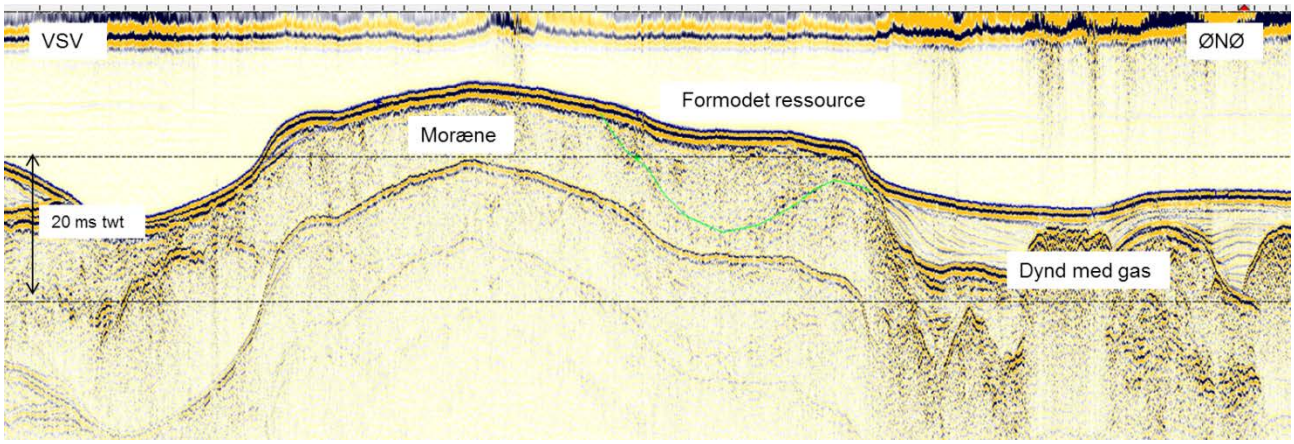
Figur 7.9.5. Spor efter menneskelig aktivitet i Fløjstrup Skov området. Bilag E-8.

7.9.6 Råstoffer i området

Med den udførte seismiske dataindsamling og udførte boringer er området nu er dækket med seismiske data i et net på ca. 300 m x 600 m, hvilket er tilstrækkelig til en kortlægning af de mulige råstofressourcer i området. Råstofkortlægningen har vist, at der er en enkelt senglacial sandforekomst i området, men desværre er der ingen boringer placeret heri.

Seismikken viser, at der er aflejret dynd i de dybere dele af undersøgelsesområdet mod vest, og en morænebakke i den sydøstlige del af området (Figur 7.9.6) med en stenet havbundsoverflade jf. side scan sonar data. Den østlige kant af morænebakken ser på seismikken ud til at bestå af fint til mellemkornet smeltevandsdannelser, men ressourcen er ikke gennemboret, så kvaliteten er meget usikker. Indvindingsområderne Wulffs Flak (502-KB) og 502-CA, som ligger hhv. øst og vest for, består begge af smeltevandsaflejringer, så derfor kan disse nærliggende ressourcer formodes at være sammenlignelige med den kortlagte ressource Fl_DS_01.

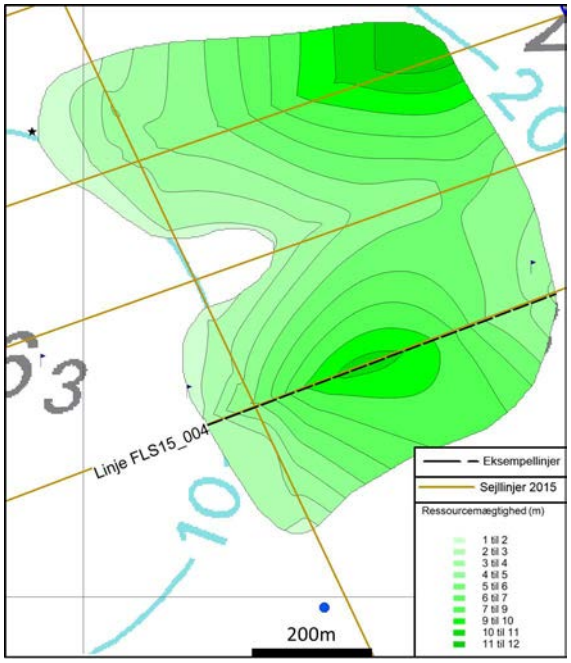
Ressourcen en mægtighed på op til 10-12 m. Der er foretaget en volumetrisk opgørelse af forekomsten og den viser, at den kan indeholde op imod 2,1 mio. m^3. Ved en indvinding af hele forekomsten forventes det, at der kan indvindes ca. 1,6 mio. m^3 materialer.



Figur 7.9.6. Tolket seismiske profil af glacial-postglacial lagfølge i et profil gående VSV-ØNØ gennem undersøgelsesområdet baseret på 2015 survey data.

Der er der kortlagt en begrænset forekomst af sandede smeltevandsdannelser i den østlige del af undersøgelsesområdet (Figur 7.9.7):

- Fl_DS_01: Spekulativ forekomst, mellem-grovkornet smeltevandssand og -grus



Figur 7.9.7 Fordeling af kortlagt råstofforekomst (Fl_DS_01) og ressourcemægtighed i Fløjstrup Skov området.

I Tabel 19 er de kortlagte voluminer, dominerende ressourcesammensætning, og forekomstsikkerhed angivet for ressourceforekomsten i Fløjstrup Skov undersøgelsesområdet. Den dominerende ressourcetype er formentlig mellem-grovkornet smeltevandssand og -grus.

Område	Ressource	Sikkerhed	Type	Vol. mio m³	F sand	F/M sand	M Sand	M/Gr. sand m grus	Grus og ral
Fløjstrup	Fl_DS_01	Spekulativ	Smeltevandsaflejring	2.1				2.1	
Total				**2.1**					

Tabel 19 Oversigt over kortlagte ressourceforekomster i Fløjstrup Skov området.

7.9.7 Kortlægning af biologiske nøglekomponenter Fløjstrup Skov

7.9.7.1 Biologiske forhold knyttet til substrattyper

Undersøgelsesområdet ved Fløjstrup Skov er på dybder fra 6 til 23 meter. Tre substrattyper er observeret ved Fløjstrup Skov, substrattype 1, 2 og 3.

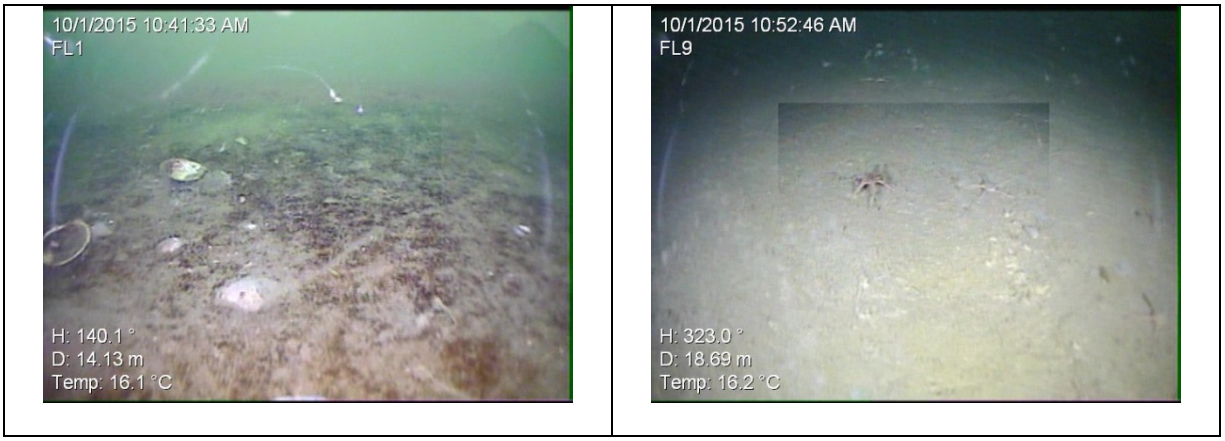
De biologiske forhold observeret ved ROV-undersøgelserne er primært epifauna og -flora. Der er ikke observeret biogene rev eller ålegræsbanker.

7.9.7.1.1 Biologiske forhold knyttet til substrattype 1

Substrattype 1 findes på dybder fra 6 - 23 m (ROV-dyk 13-19 m). Substrattype 1 er kendetegnet ved sparsom fauna og flora.

Den observerede fauna er sparsom, og inkluderer slangestjerne, søstjerne, eremitkrebs, søpindsvin, rur, sandorme, havsnegl, krabbe og solitære blåmuslinger.

Der er observeret kiselalger på sandbund og kalkrødalger på spredte tomme skaller. Ingen anden flora er observeret (Figur 7.9.8).



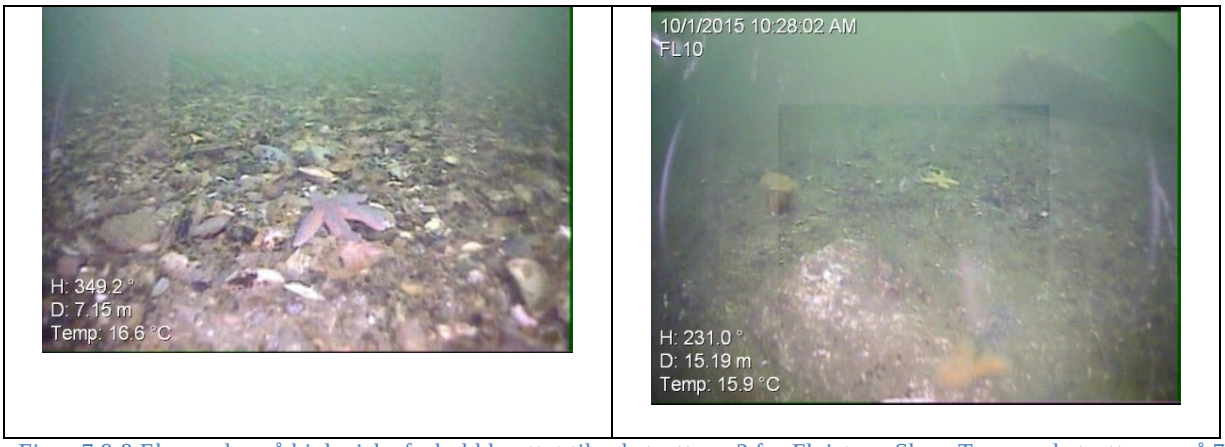
Figur 7.9.8 Eksempler på biologiske forhold knyttet til substrattype 1 for Fløjstrup Skov. Tv. ses substrattypen på 14 meters dybde med kiselalger og spor efter eremitkrebs og snegle (position FL01). Th. ses substrattypen på 19 meters dybde med slangestjerner og ingen flora (position FL09).

7.9.7.1.2 Biologiske forhold knyttet til substrattype 2

Substrattype 2 findes i et sammenhængende område i den østlige del af undersøgelsesområdet. Substrattype 1 findes på dybder fra 6 - 22 m (ROV-dyk 7-15 m).

På substrattypen er observeret sparsom fauna: søstjerne, slangestjerne, dødningehånd, eremitkrebs, krabbe, søanemone og blåmuslinger.

Der er observeret kiselalger på sandbund og kalkrødalger på spredte tomme skaller, samt enkelte nedgræssede makroalger er observeret på sten. Makroalger knyttet til substrattypen er sparsom, og med lav dækningsgrad (Figur 7.9.9).



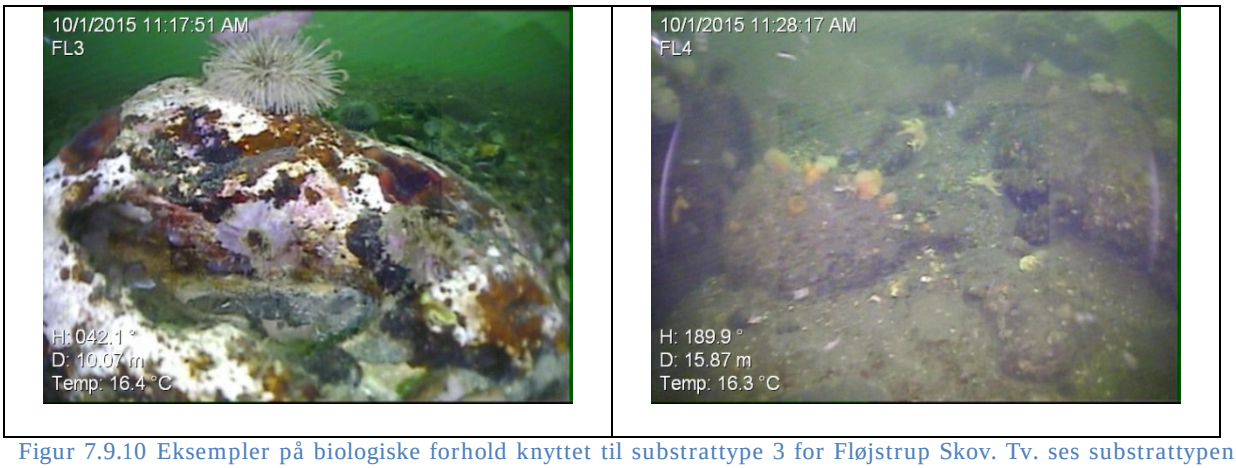
Figur 7.9.9 Eksempler på biologiske forhold knyttet til substrattype 2 for Fløjstrup Skov. Tv ses substrattypen på 7 meters dybde med grus, sand, småsten og skaller (position FL02) Th ses substrattypen på 15 meters dybde, med gruset sandbund og enkelte spredte sten med dødningehånd, søanemone og søstjerne (position FL10).

7.9.7.1.3 Biologiske forhold knyttet til substrattype 3

Substrattype 3 findes i spredte områder i den østlige del af undersøgelsesområdet. Substrattypen findes på dybder fra 6–17 m (ROV-dyk 10-17 m).

Der er observeret søstjerne, solitære blåmuslinger, søpindsvin, havsnegl, krabbe, eremitkrebs, slangestjerne, rur, søanemoner og dødningehånd.

Substrattypen er kendetegnet ved sparsom flora. Der er observeret kalkrødalger på skaller og kiselalger på sandbund, samt enkelte nedgræssede makroalger (Figur 7.9.10).



Figur 7.9.10 Eksempler på biologiske forhold knyttet til substrattype 3 for Fløjstrup Skov. Tv. ses substrattypen på 10 meters dybde med kalkrødalger, rur og søstjerne (position FL03). Th. ses substrattypen på 17 meters dybde med dødningehånd og søanemoner (position FL04).

7.9.8 Indkredsning og tilstandsvurdering af habitattyper Fløjstrup Skov

7.9.8.1 Beliggenhed og beskrivelse

Havområdet ud for Fløjstrup Skov ligger i det sydvestlige hjørne af Århus Bugt. Det tilhører kategorien fjorde med en højere salinitet, ofte lagdelt og med relativ god afstrømning til området (P3 område i Vandplan I). Farvandområdets dybde varierer mellem 8 og 22 m. Sandbanken i den østlige del på 8-10 m dybde på sin veslige side er flankeret af et aflangt hul på 20-22 m dybde. Hele den vestlige del er fladbundet med dybder på 12-14 m.

Med sin beliggenhed tæt på en østvendt kyst ligger området relativt beskyttet. Saltholdigheden svinger sædvanligvis mellem 15 og 20 ‰. Farvandet vil kun sporadisk være lagdelt med et springlag. De dybe partier på over 15 m vil for det meste have saltholdigheder på over 20 ‰. Strømforholdene være relativt moderate og medføre en general svag energipåvirkning på bunden.

Det nærmeste Natura 2000 område er Mejlflak (N2000 nr. 194) ca. 2,5 sømil øst for. Habitatnaturtyperne sandbanke og rev, herunder biogene rev, udgør udpegningsgrundlaget. Der er registreret et meget righoldigt plante og dyreliv knyttet til revene.

I de seneste vandplaner (Vandområdeplan 2015-2021) er tilstanden beskrevet som ringe, hvilket skyldes ålegræssets ringe dybdeudbredelse (under 50 % af referencetilstanden).

Med de planlagte tiltag i forbindelse med Vanplan 2010-15 og Vandområdeplan 2015-2021 forventes kvælstofbelastningen i den del af Århus Bugt (kystvandsområde nr. 147) i 2021 være reduceret til 547 t N/år, hvilket er 55 t under det estimerede niveau der skulle sikre en god økologisk tilstand.

7.9.8.2 Marint system

Fløjstrup Skov området består af et marint system, nemlig *sandbanke med lavvandet vedvarende dække af havvand*. På og omkring sandbanken i den østlige del er der varierende indslag af ca. 20 cm. store sten.

Sandbanken består af en lidt grovere sedimentstruktur med mange tomme muslingeskaller end de omkringliggende mere sandede områder. Fravær af bølgeribber vidner om ringe fysisk dynamik med sjældne omlejringshændelser. Dette er med til at begrænse epifaunaens fødegrundlag, der langt hen af vejen baserer sig på stadig resuspension af bundmateriale. Dyrelivet er til gengæld præget af arter af nectobenthos som svømmekrabbe, ophiura slangstjerne og almindelig konk. På de få sten ses bl.a. regulære arter af søpindvin og stor rur og på dybder > 15 m også dødninghånd og sønellike. Fraværet af blåmusling på stenene skyldes antagelig almindelig søstjerne, såvel som fraværet af makroalger skyldes søpindsvin. De sandede og gruspræged flader på lavere dybder end 15 m giver gode betingelser for mikrobentiske alger, og betinger dermed gode fødeforhold for både infauna og nectobenthos. En stor organisk primærproduktion i kombination med beherskede strømforhold, gør området følsomt over for iltsvind, hvilket ses ved de pletvise forekomster at såkaldt ”liglagen” (hvide svovlbakterier der trænger frem til sedimentoverfladen ved lave iltspændinger). De mange tomme muslingeskaller i alle størrelser såvel som overvægten af relative små epifauna organismer, er også udtryk for de tilbagevendende dårlige iltforhold.

7.9.8.3 Habitattyper

<u>Sedimentforhold</u>

Sediment kortlægningen viste tilstedeværelsen af 3 ud af 4 substratdefinitioner i Fløjstrup Skov området (Figur 7.9.11). Større sten er dog så sporadisk forekommende, at de kun i ubetydelig omfang har en

habitatdannende funktion. Dette gælder også den tilstedeværende epifauna og –flora, der heller ikke forekommer så talrigt, at det kan kaldes for biogene revformationer.

Lysforhold

Ned til 14-15 m's dybde vil der være akkurat lys nok til at tillade en bundlevende algevækst. Dybdeforholdene i området vil ikke sikre lys nok for ålegræs eller andre blomsterplanter. På dybder over 15 meter vil bundlevende algers vækst være så ringe, at de ikke spiller nogen nævneværdig rolle for den organiske stofproduktion. Der kan således i forhold til lyset skelnes mellem et lavfotisk og en afotisk zone, der skiller omkring 15 m. Denne dybde falder sammen med den fremherskede skillefladedybde.

Energiforhold

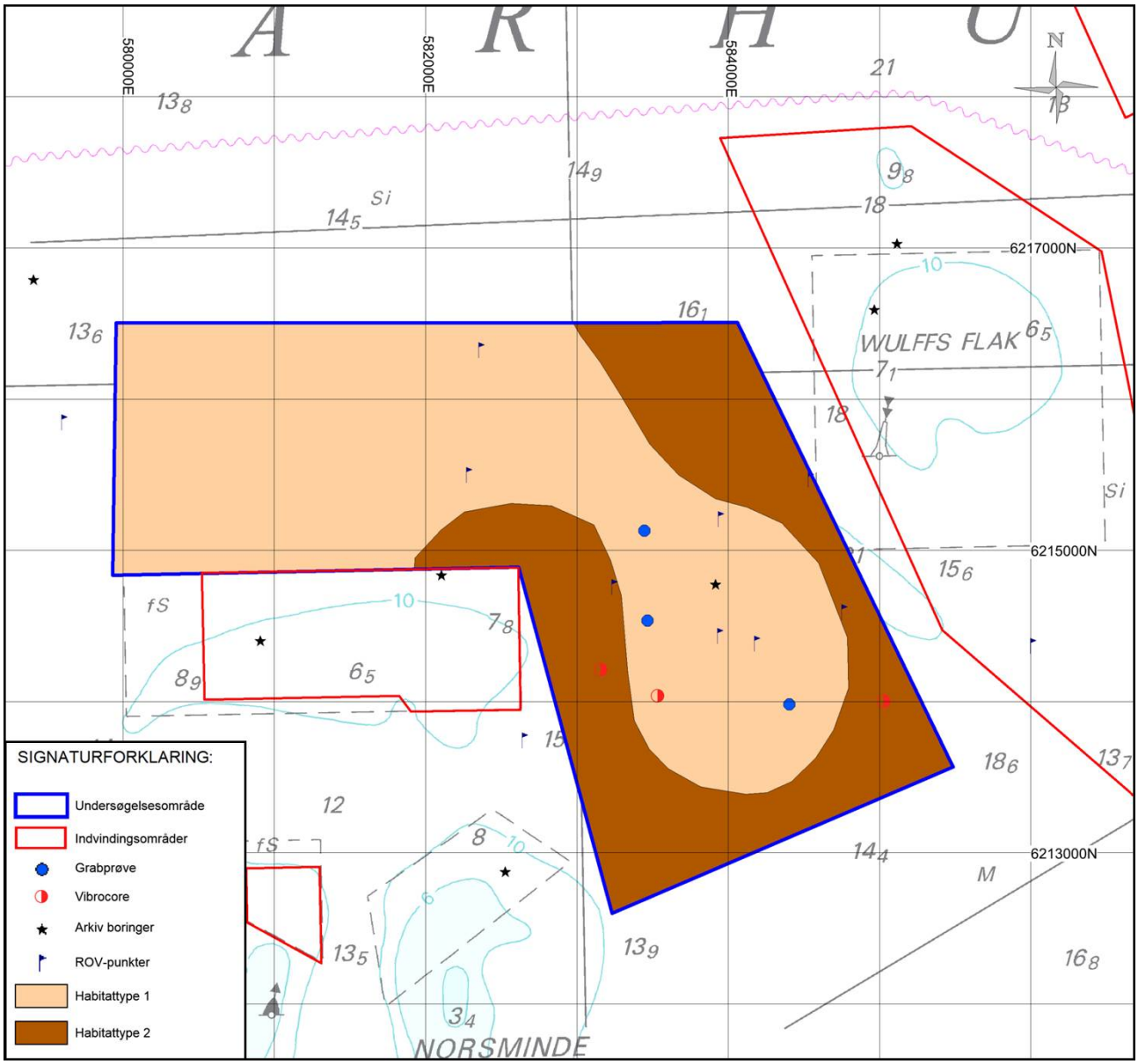
Hele Fløjstrup Skov området ligger relativt beskyttet i forhold til strøm og bølger, og vil derfor have karakter af et fysisk lav-energi system med en ringe mekaniske resuspension og omlejring af bundsubstratet.

Saltpåvirkning

Saltpåvirkningen vil være størst på dybder over 15 m, hvilket giver disse områder højsaline (>25 ‰) betingelser. De øvrige områder vil for det meste opleve salttholdigheder på mellem 15 og 20 ‰.

Der vil således kun være tale om 2 habitattyper i det berørte område ud for Fløjstrup Skov (FL), nemlig:

H_{FL} 1) Substrattype 1 og 2 (og 3), 8-15 m (lav-fotisk zone), 15-20 ‰
H_{FL} 2) Substrattype 1 (og 3), 15-22 m (afotisk zone), > 25 ‰



Figur 7.9.11 Habitater i Fløjstrup Skov. Habitattyperne er afgrænset i forhold til de stedværende forhold, defineret ved de fire kriterier: substrat, lys, energi og saltpåvirkning.

7.9.8.4 Økologisk tilstand

Fælles for de to habitattyper, mht. de fem kvalitetskriterier, er at:

1. Vandskifte er moderat og ringe på nogle af de største dybder. Bunden er imidlertid nogenlunde jævn uden større fremspring og fordybninger, hvilket under normale upåvirkede forhold vil sikre et tilstrækkeligt vandskifte
2. Fysisk Stabilitet. Med sin beliggenhed umiddelbart ud for en østvendt kyst, er bunden kun lidt udsat for strøm og bølger. Den moderate naturlige fysiske påvirkning vil derfor gøre bunden relativt mere påvirkelig over for sandsugning og bundtrawl.
3. Forurening: middel i form af en for stor næringsalt påvirkning der stimulerer såvel den planktoniske som den bentiske mikroalgeproduktion. Det ringe vandskifte betyder at området er udsat for tilbagevendende iltsvind.
4. Primær fødetilførsel: god

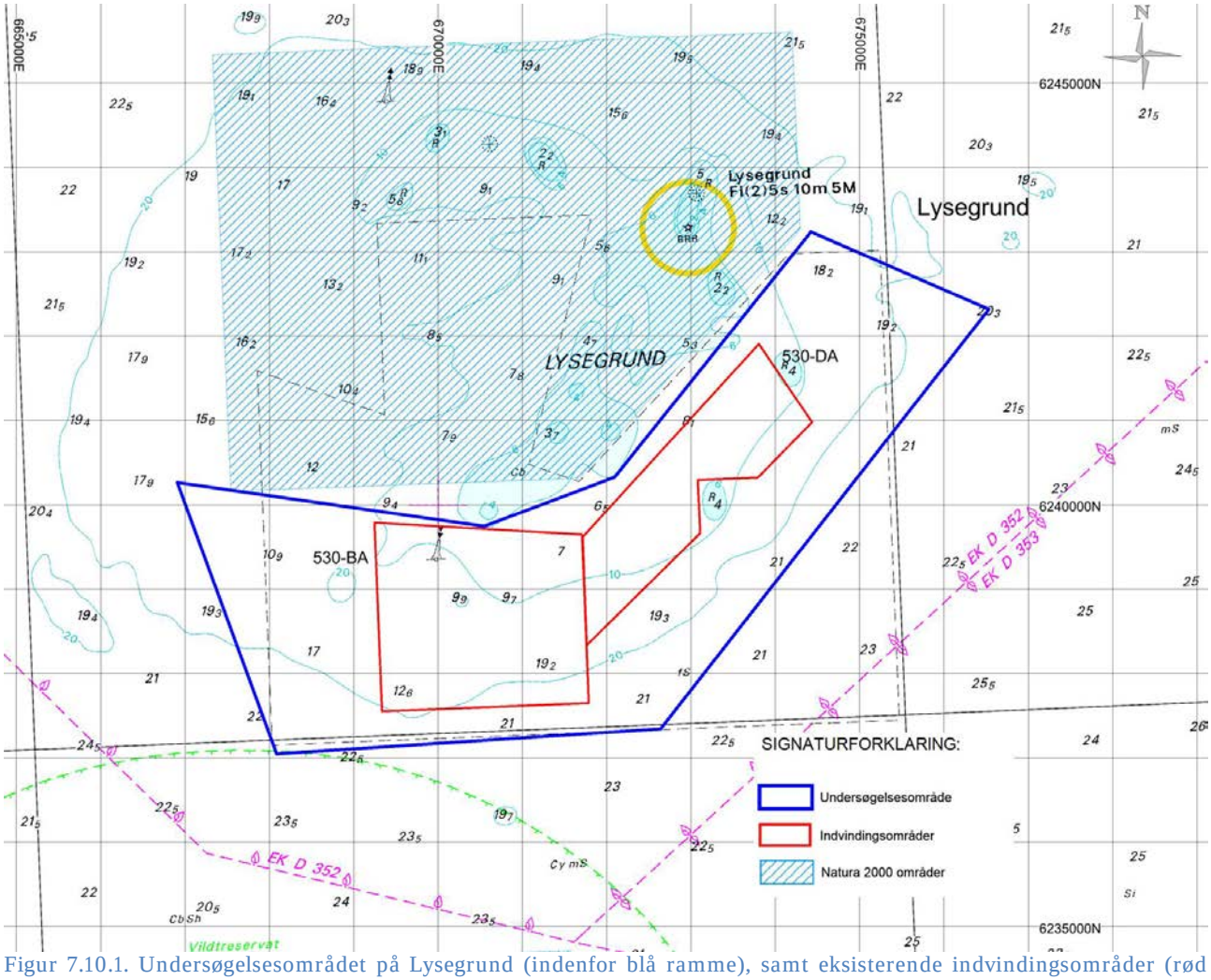
Hvad angår den ”femte kvalitetsparameter”, nemlig eksterne biologiske påvirkning, skønnes området at være middelpåvirket som følge af de generelle ændringer i fiskepopulationerne og fraværet af større fisk. Det er endvidere muligt, at området er negativ påvirket af søpindsvin og søstjerne.

Sammenlagt vurderes den økologiske tilstand i de to habitater at være ringe til moderat. Den ikke optimale tilstand er især betinget af periodiske iltsvind.

7.10 Lysegrund

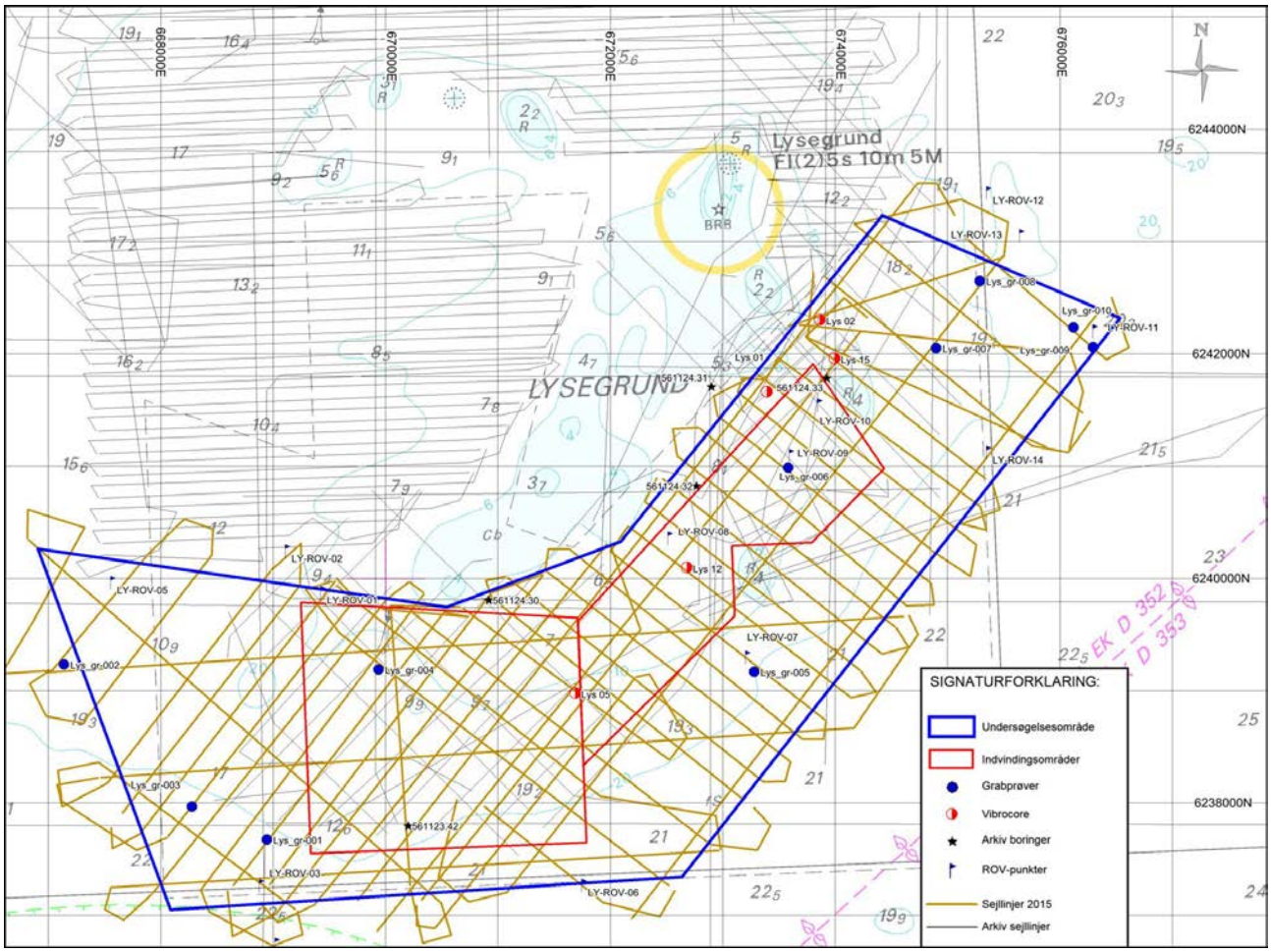
7.10.1 Introduktion

Undersøgelsesområdet er beliggende i Kattegat nord for Hesselø, og har et areal på ca. 11,0 km^2 (Figur 7.10.1). Området afgrænses mod Nord af 6 m dybdekurven og skråner mod syd til dybder omkring 22 m. Fællesområderne Lysegrund Sydøst (530-DA) med et areal på 3,2 km^2 er beliggende i den østlige del af området og Lysegrund Syd (530 BA) med et areal på 3,2 km^2 er beliggende i den vestlige del af området.



Figur 7.10.1. Undersøgelsesområdet på Lysegrund (indenfor blå ramme), samt eksisterende indvindingsområder (rød ramme). Kortets utm net er 1x1 km. Bilag A-9.

I forbindelse med den ny kortlægning af området, er der sejlet i alt ca. 179 km kombineret seismik og side scan sonar/multibeam linjer (Figur 7.10.2). Linjenettet danner et grid med ca. 500 m linjeafstand mellem nordøst-sydvest gående linjer og mellem sydøst-nordvest gående linjer



Figur 7.10.2. Undersøgelsesområdet på Lysegrund med gennemførte sejllinjer (lys brun), grabprøve positioner (blå), vibrationsboringer (rød/hvid cirkel), ROV verifikationspunkter (blå flag), samt arkiv overfladeprøver/boringer (Jupiter database). Kortets UTM net er 1x1 km. Bilag B-9.

Ud fra en første tolkning af de seismiske data, er der udvalgt positioner til såvel vibrationsboringer som grabprøver. Der er udført i alt 5 vibrationsboringer og taget 10 grabprøver på udvalgte positioner (Figur 7.10.2). Der er desuden lavet kornstørrelsesanalyse af repræsentativt prøvemateriale fra 5 af vibrationsboringerne. Der er foretaget i alt 6 kornstørrelsesanalyser. Endelig er der lavet petrografi på 1 prøve. Efter en tolkning af side scan sonar data blev der foretaget ROV verifikationsdyk på 15 positioner med henblik på en bestemmelse af havbundens substrattype og biologi.

7.10.2 Geologi

Lysegrund har oprindelig bestået af en kerne af moræne, der har været dækket af højere liggende smeltevandssand og grus. (Sjællands Rev, Fredningsstyrelsen 1987).

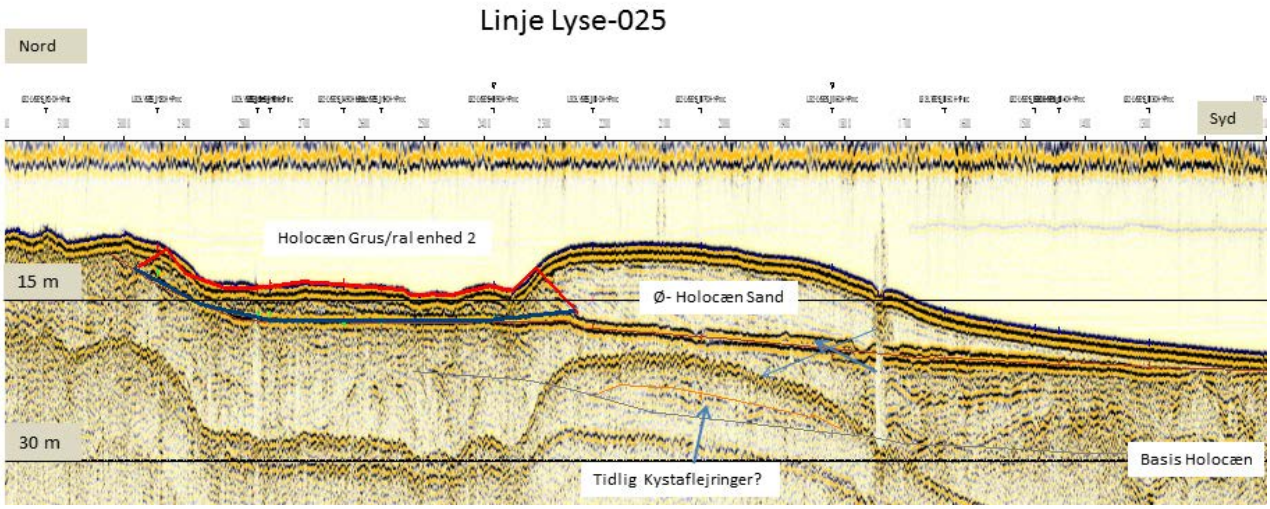
Centralt på Lysegrund, 10 til 15 meter over den omliggende havbund, findes en bænket enhed bestående af grovkornede sedimenter, der er rig på sten og blokke. Denne enhed, der anses for at være hovedkilden til de omlejrede råstofressourcer i området, blev formodentligt aflejret som alluvialkegle og som fyld i kanaler i forbindelse med NØ-isens tilbagesmeltning og midlertidige ophold over området. Derudover findes yngre glacigene aflejringer i depressioner i havbunden i den vestlige del af Lysegrund området. Disse blev formodentligt afsat af det ungbaltiske isfremstød, der antages at have nået sin nordligste udbredelse omkring Lysegrund.

I senglacial tid lå Lysegrund i et fjordlignende område, som stod i forbindelse med et marint bassin langs den svenske vestkyst. Fjorden var den marine, druknede del af et flodsystem, som afvandede store dele af det sydlige Danmark. Senglaciale aflejringer lokaliseret tæt på havbunden vest for Lysegrund kan korreleres med senglaciale, glaciolakustrine og glaciomarine aflejringer i Kattegat regionen (Nordberg 1989). Den endelige tilbagetrækningen af isskjoldet over Skandinavien resulterede i en regional regression som varede fra ca. 16.000 år til ca. 11.000 år BP). Under den maksimale regression på overgangen til Holocæn, opstod et sedimentationsstop da området blev tørlagt.

I tidlig Holocæn sker der en erosion af kernen af Lysegrund i forbindelse med, at Litorinatransgressionen sætter ind og efterhånden oversvømmes området (Nowak, 1996; Nowak og Pedersen, 2000). Der sker her en erosion og omfordeling af sedimenterne, således at de grove materialer aflejres i palæokystområderne, hvor der dannes odder, strandvolde og andre kystformer, som koncentrerer og sorterer de grove materialer samtidig med, at det store flakområde (der udgør undersøgelsesområdet) på syd og østsiden af Lysegrund bygges op af marint sand, grus og sten. Den fortløbende transgression har været medvirkende til, at der i Lysegrund undersøgelsesområdet er blevet dannet et bundlag med grove sedimenter aflejret i kystzonen, der i området er blevet kortlagt som 3 Tidlig Holocæne grus og ralforekomster LG_HG3–5, der udgør basis i dele af det store flak, hvor sandforekomsterne efterfølgende er bygget ud over.

Ressourcerne i Lysegrund området, der er beliggende 35 km nordvest for Gilleleje, består generelt set af 3 typer af forekomster (GEUS Rapport 2012/101): Marine fossile kystdannelser (højkvalitetsmateriale), Glaciale-senglaciale smeltevands-aflejringer (ofte lavkvalitetsmateriale), og marine dynamiske flakdannelser (ofte af høj kvalitet).

Råstofforekomster i undersøgelsesområdet repræsenterer to af disse 3 typer. De tidlige Holocæne strandvolde/odder og flakdannelser, der er dannet i læ og ved erosion af højtliggende glaciale dannelser på Lysgrund. De har været de primære mål for indvindingen af råstoffer på Lysegrund, og det fremgår tydeligt af de seismiske data, at disse ressourcer har været indvundet i stor omfang i området (Figur 7.10.3). Som det fremgår af figuren, har indvindingen efterladt et hul, hvor der er fjernet materialer til ca. 4 m's dybde under den omgivende havbund, og strækningen, hvor der er fjernet materialer, er ca. 800 m. Det er signifikant store mængder, der er indvundet i området. På figuren er yderligere markeret en mulig tidligere kystudbygning. Der kan være tale om en tidligere holocæn udbygning, eller muligvis ældre ferskvandsaflejringer fra senglacial tid. Datadækninger er imidlertid for lille til, at mulighederne kan efterprøves.

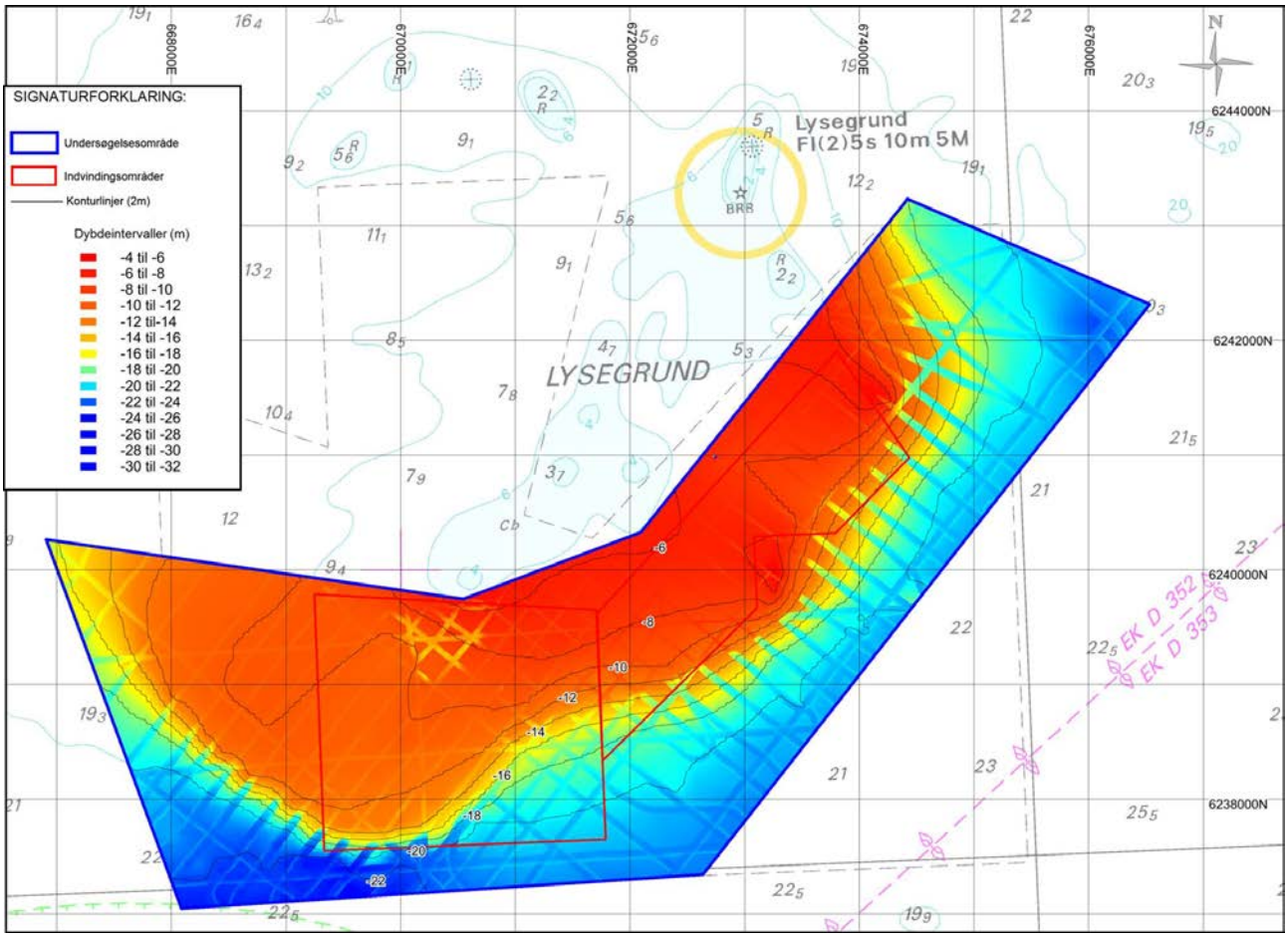


Figur 7.10.3 Seismisk eksempel fra ressourceområde LG_HS1 i Lysegrund området. Placeringen af de seismiske linjer er vist i Figur 7.10.11. Den Rødbrune linje angiver bunden af ressourcen. Desuden ses en mulig tidlig kystudbygning eller ældre, på linje Lyse-025.

Den anden type af forekomster, er dels selve flakaflejringerne, der formodes at indeholder primært sand med grs og ral, samt i den den nordlige del af flakket, hvor de marine dynamiske aflejringer er grus og ralholdige, som er nærmere beskrevet i afsnit 7.10.6.1.2 (Ressourceområde LG_HG2). Boringer i dette område viser, at ressourcen består af mellemkornet sand, mens indvindingerne fra området angiver ral, som primær ressource. På grund af de bathymetriske forhold i området er der kraftige strømme der sammen med bølgepåvirkninger medfører, at fint materiale bliver transporteret væk fra området og ud på dybere vand hvor det sedimenterer i mere roligt vandog de grovere fraktioner, grus og ral, bliver opkoncentreret i de øvre lag.

7.10.3 Generelle dybdeforhold

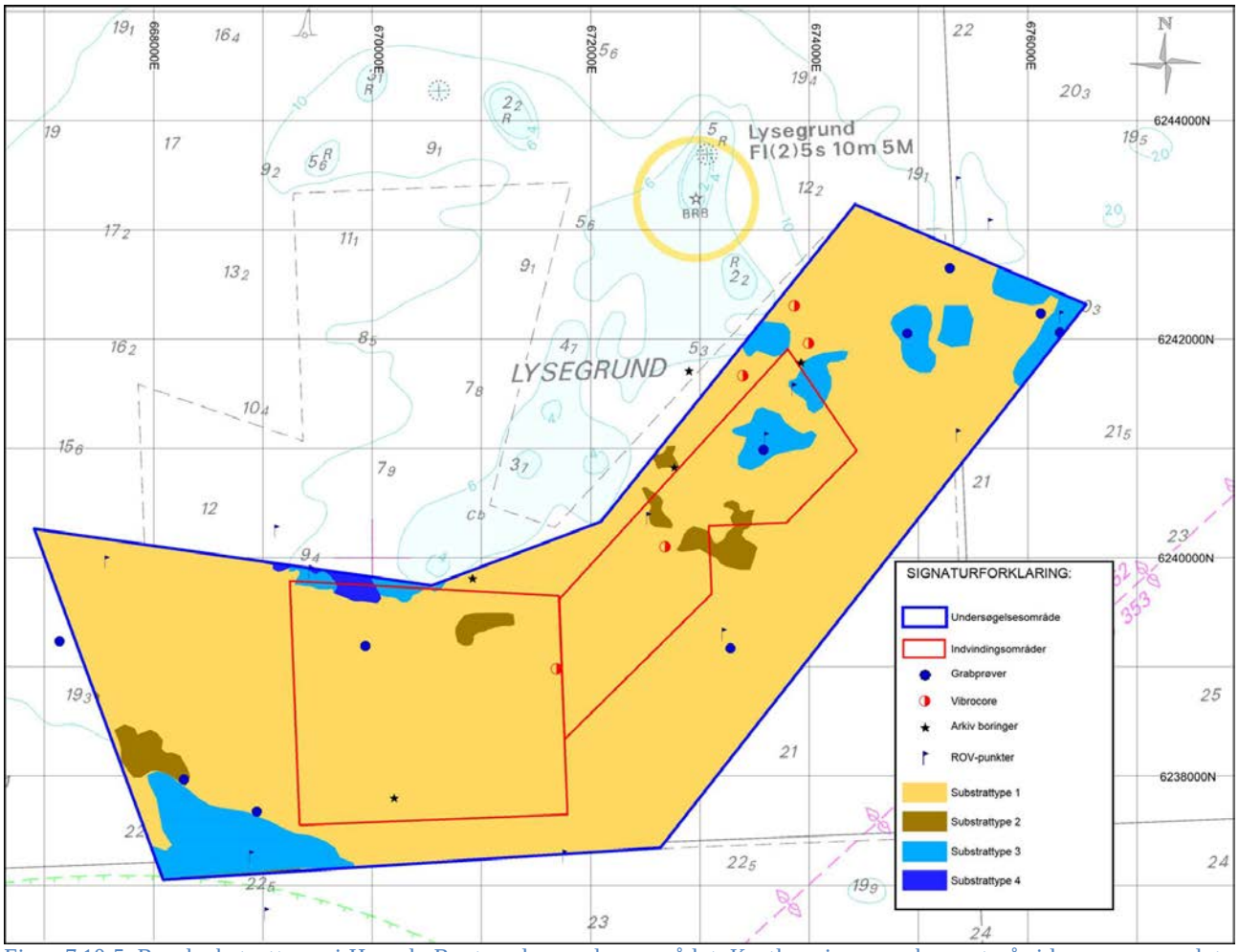
Området er domineret af det højt liggende flakområde, der grænser op til Lysegrund, nord for undersøgelsesområdet, hvor vanddybderne er under 6 m (Figur 7.10.4). Vanddybden stiger mod syd og øst til skråningen af flakket, hvor vanddybderne stiger fra ca. 10 m på toppen til ca. 20 m ved foden. De dybeste områder har vanddybder på over 22 m. (Figur 7.10.4). De indsamlede multibeam data langs sejllinjer viser, at der er generelt god overensstemmelse med de generelle dybdedata og multibeam dataene. Dog er der væsentlige forskelle på selve skråningen af flakket, hvor Geodatastyrelsens angivne vanddybder ved foden er lavere end de nyopmålte dybder på multibeam dataene (Figur 7.10.4).



Figur 7.10.4 Bathymetrisk kort over projektområderne baseret på gridning af Geodatastyrelsen data. Øverst er der lagt nye multibeamdata. UTM nettet er 1x1 m.

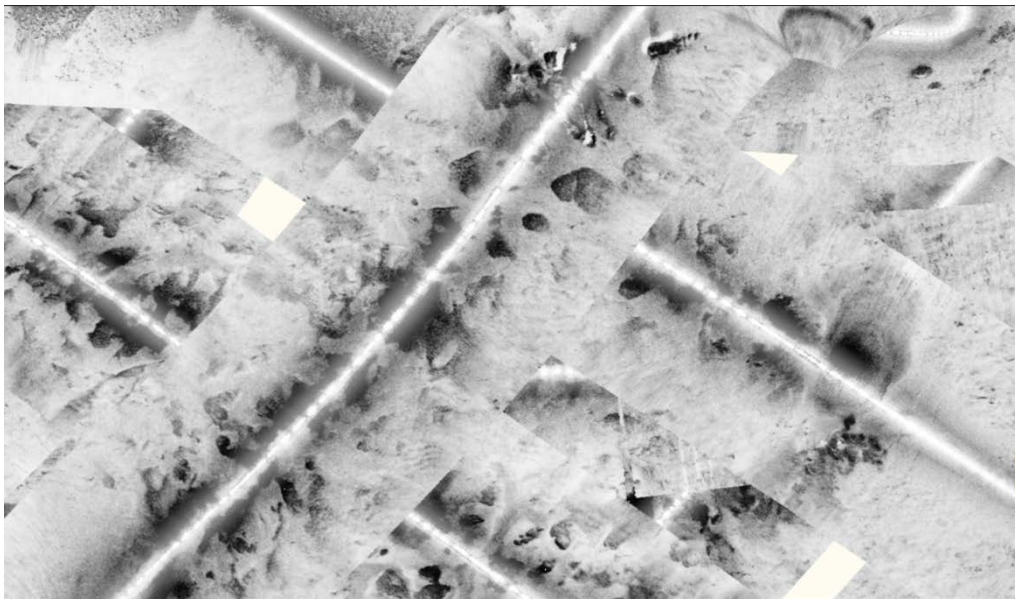
7.10.4 Substrattyper

Substrattypefordelingen er baseret på 2015 survey data samt arkivdata, specielt data fra 2011. Den afspejler generelt dominans af sandbund med substrattype 1. Overfladesedimenterne på flakket er dog præger af grovkornet sand og grus med en del ral, hvilket er sammenhængende med, at der går kraftige strømme over det lavvandede flak. Dele af området er kategoriseret som substrattyperne 2 og 3, specielt i det østlige del af området (Figur 7.10.5).



Figur 7.10.5. Bundsubstrattyper i Hesselø Bugt undersøgelsesområdet. Kortlægningen er baseret på side scan sonar data langs sejllinjer suppleret med verifikationspunkter fra ROV-dyk og grab prøver, samt seismiske data.

I den nordvestlige del er der fundet substrattype 3 og 4, der er knyttet til et indvindingsområde med mange sugehuller efter indvinding af ral og grus (Figur 7.10.6). I det sydlige område er der større sammenhængende område med substrattype 3, hvor moræne eller anden hård bund er blottet på havbunden med en spredt stenbestrøning (Figur 7.10.7).



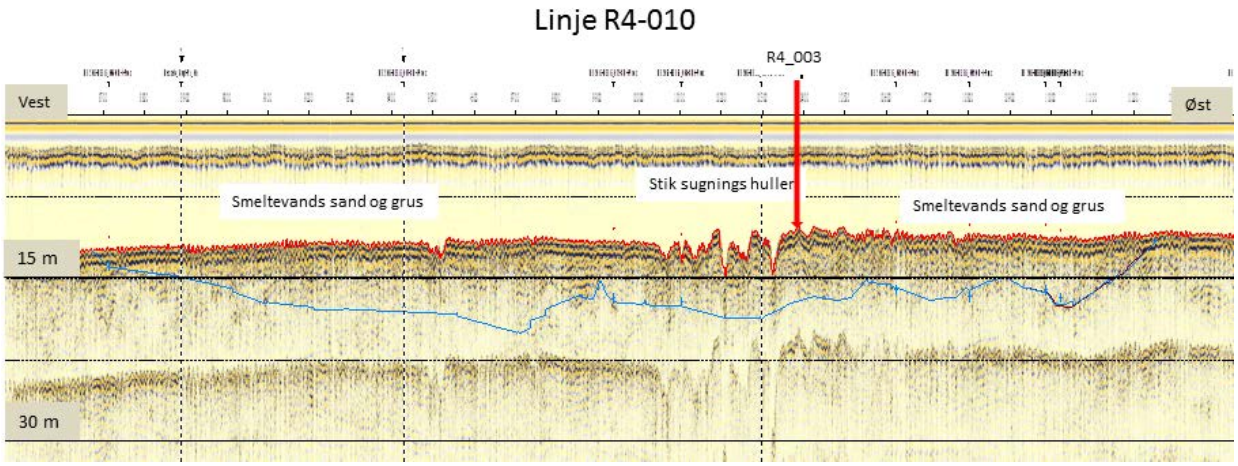
Figur 7.10.6. Bund med substrattype 3 og 4 i Hesselø Bugt undersøgelsesområdet, hvor der har fundet indvinding sted.



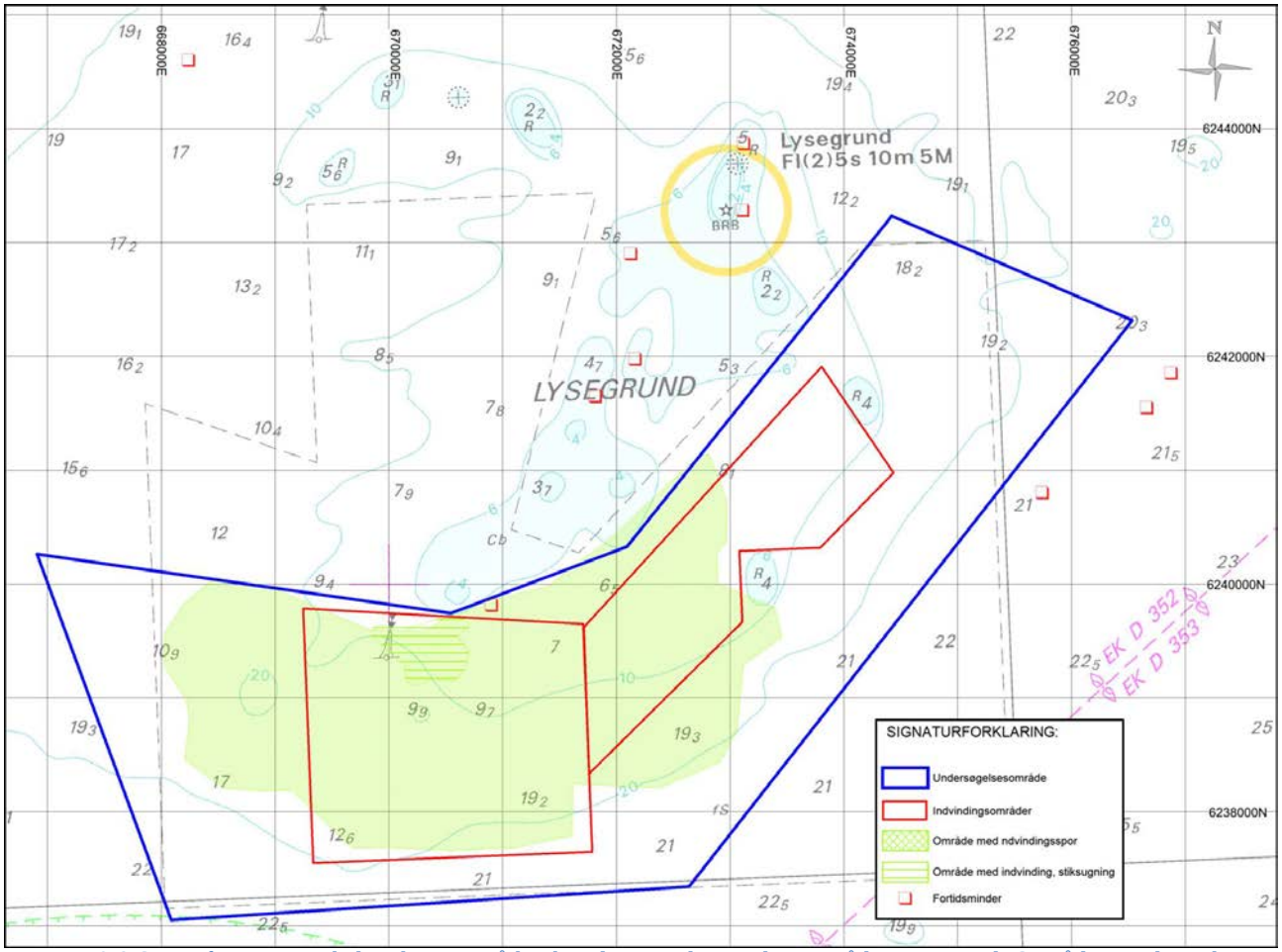
Figur 7.10.7. Bundsubstrattype 3 indenfor det mørke område på side scan sonar mosaikken der repræsenterer morænebund og stenbestrøning på havbunden i den sydlige del af Lysegrund undersøgelsesområdet.

7.10.5 Menneskelig aktivitet

Undersøgelserne har påvist mange indvindingsspor, både stiksugnings- og slæbespor over det meste af Lysegrund området (Figur 7.10.9 og Figur 7.10.10). Herudover findes områder med ældre indvindingsspor på mindre højere liggende grunde i den centrale til sydlige del af undersøgelsesområdet. Trawlspor er begrænset til en NV-SØ gående relativ smal zone gennem området. Der er ikke fundet yderligere spor efter menneskelig aktivitet såsom vrag eller lignende. I Kulturstyrelsens vragdatabase er der registreret 1 vrag eller andre menneskelige genstande indenfor undersøgelsesområdet(Figur 7.3.9) Der ligger ingen indenfor de 2 indvindingsområder 530_BA og 530 DA.

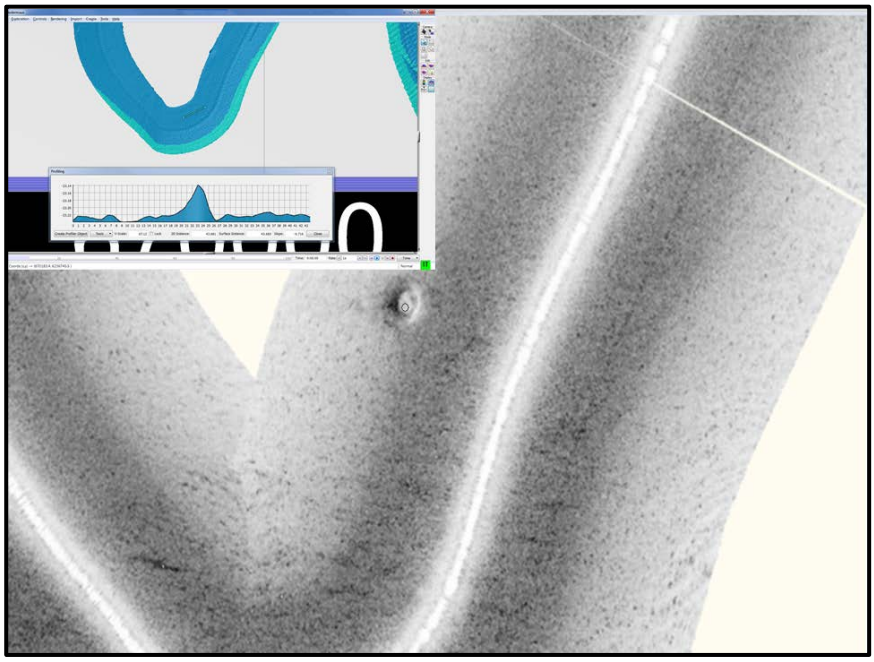


Figur 7.10.8 Seismisk eksempel Hesselø Bugt med spor efter råstofindvinding.



Figur 7.10.9 Spor efter menneskelig aktivitet på havbunden i undersøgelsesområde Lysegrund. Områder med markante, dybere indvindingsspor efter stiksugning er vist på kortet. Vrag og andre menneskabte elementer på havbunden jf. Kulturarvstyrelsen's database er angivet med rød/hvide bokse.

Der er ikke i forbindelse med de nye undersøgelser fundet nye vrag, men et mindre objekt på side scan sonaren er lokaliseret i den sydligste del af området. De ny indsamlede multibeam data viser at genstanden er ca. 6 m i diameter og rejser sig kun 10 cm over bunden.



Figur 7.10.10 Side scan billede af genstand på havbunden. Indsat billede med multibeam data og et profil hen over genstanden der er 6 m i diameter og ca. 10 cm høj.

7.10.6 Råstoffer i Lysegrund området

De indsamlede seismiske data tilsammen med de tidligere indsamlede data gør at Lysegrund området nu er dækket med seismiske data i et net på ca. 500 m x 500 m, hvilket sammen med nye såvel som eksisterende boringer er tilstrækkelige data til at kortlægge mulige råstofressourcer i området. De 2 indvindingsområder udgør til sammen ca. 20 % af undersøgelsesområdet.

Med udgangspunkt i disse data samt arkiv data, har det været muligt at kortlægge 5 råstofressourcer i området. Kortlægningen har vist, at der er store sand, grus og ral forekomster fordelt ud over området. Mægtigheden af forekomsterne er store og der er stadig gode muligheder for at indvinde store mængder af sand 1, grus 2 og ral 3 i området (Tabel 20).

Ressourceområderne i Lysegrund området består generelt af 3 typer af forekomster (GEUS Rapport 2012/101): Glaciale-senglaciale smeltevandsaflejringer (ofte lavkvalitetsmateriale), marine fossile-kystdannelser (højkvalitetsmateriale) og marine dynamiske aflejringer(ofte af høj kvalitet). Der er udført en petrografisk analyse på en prøve i 0-2, hhv 2-4 mm fraktionerne som viser, at tilstedeværelse af svage korn (porøs flint) er på 1% af prøvematerialet, hvorfor materialet ligger på grænsen til at kunne opfylde kravene til anvendelse som tilslagsmateriale til betonfremstilling.

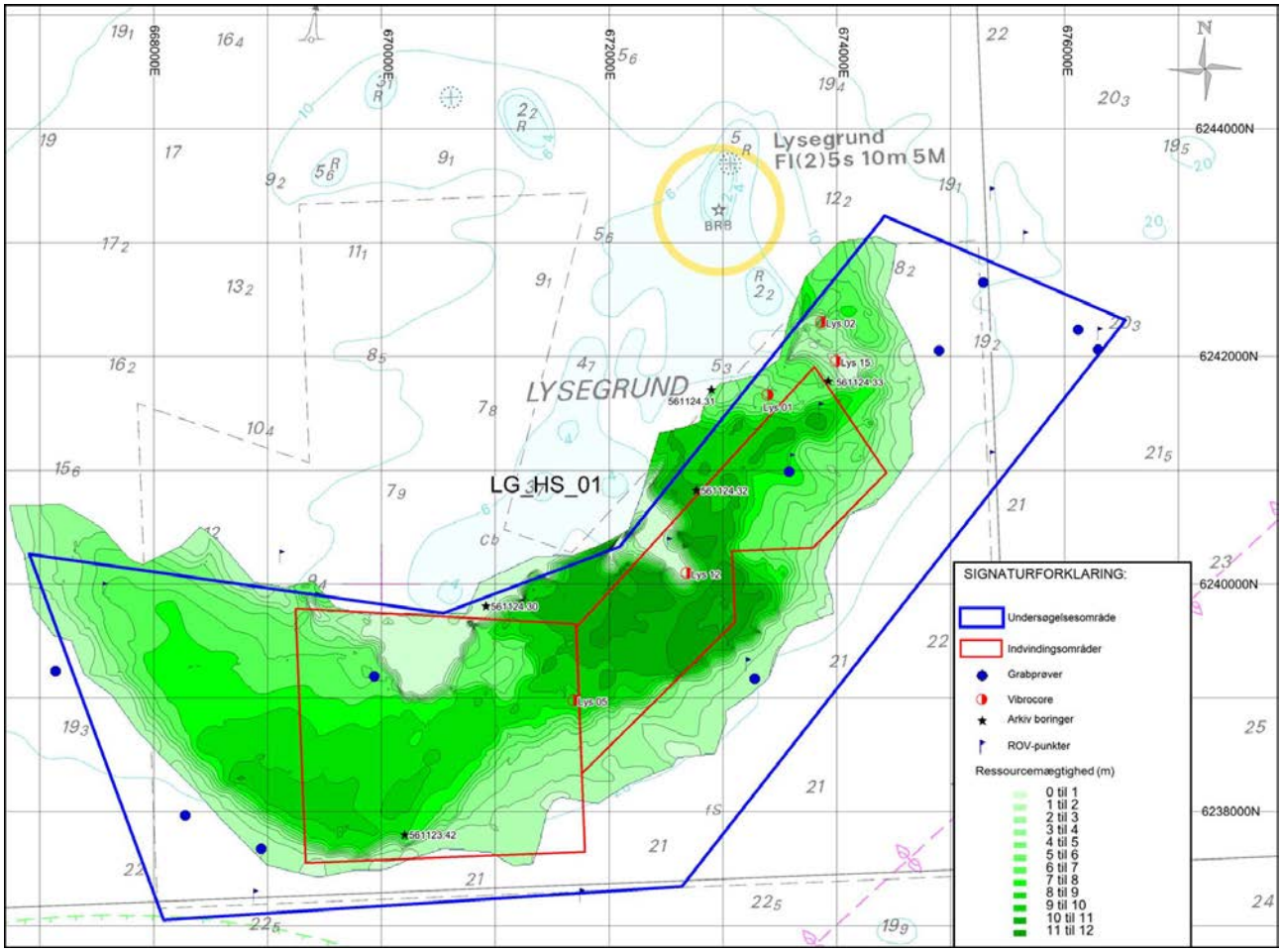
Der er ved undersøgelserne kun påvist fossile marine kystdannelser og marine dynamiske aflejringer i området. Den første type er dannet ved nedbrydning af et tidligere højtliggende morænesand og grus område nord for området, der efterfølgende er aflejret som kystaflejringer på syd og østsigden af Lysegrund. Der er indvundet en del grus og ral ved stiksugning, fra områderne tæt på morænebakken der ligger nord herfor. Der er et væsentligt indholdet af porøs flint i forekomsterne, hvilket understøtter, at der har indgået smeltevandsaflejringer og moræner i det udgansgsmaterialerne. Den anden type forekomst består af

Holocæne, marine, sandede og grusede aflejringer, der er dannet i forbindelse med transgressionen af havet ind over området. Aflejringerne herfra, danner en signifikant flakudbygning på sydsiden af morænebakkenfklakket er efterfølgende blevet eroderet, således at der flere steder opstår større koncentrationer af de grovere fraktioner: groft sand grus og ral.

Da forekomsterne dækker ind over hinanden, er der kun vist udbredelsen af den øvre holocæne ressourceenhed, der dækker det meste af området, og de øvrige ressourcer er vist ved gennemgangen neden for (Figur 7.10.15).

Område	Ressource	Sikkerhed	Type	Vol. mio m³	F sand	F/M sand	M Sand	M/Gr. sand m grus	Grus og ral
Lysegrund	LG_HS1	Påvist	Hol Marint	181			181		
	LG_HG2	Sandsynlig	Hol Marint	6.6					6.6
	LG_HG3	Sandsynlig	Hol Marint	6.4					6.4
	LG_HG4	Påvist	Hol Marint	3.5					3.5
	LG_HG5	Påvist	Hol Marint	4.4					4.4

Tabel 20 Oversigt over kortlagte ressource forekomster i Lysegrund området



Figur 7.10.11 Udstrækning og tykkelse af ressourceområde LG_HS1.

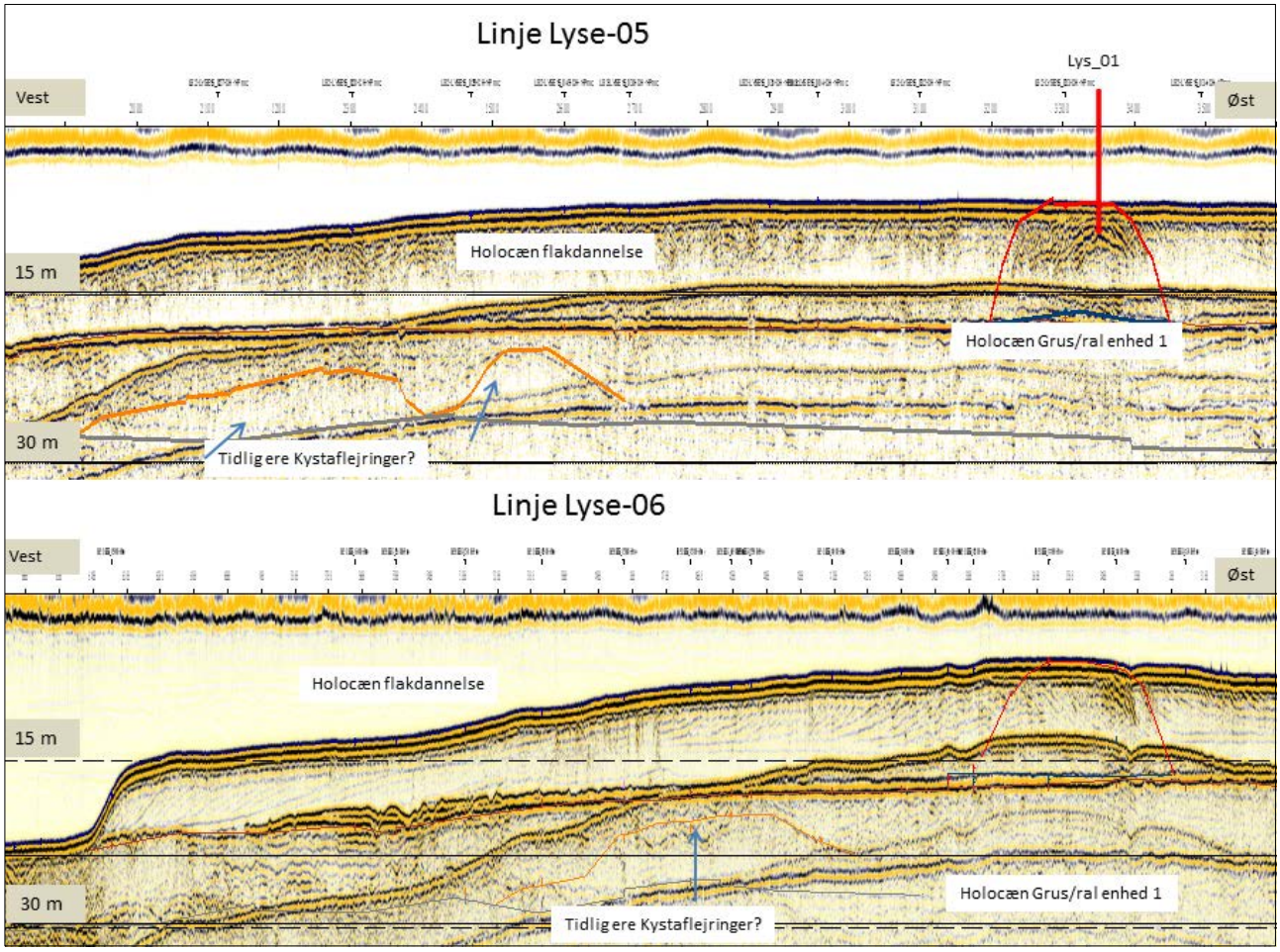
7.10.6.1 Marine holocæne ressourcer i Lysegrund

Der er kortlagt to ressourcer med Holocæne marine sand/grus aflejringer i Lysgrund området. Den ene udgør hovedparten af de sand- og grusaflejringerne i det store flakområde, der strækker sig ud fra Lysegrund

mod syd (Figur 7.10.11), mens den anden forekomst udgør den øvre del af aflejringerne på flakket mod nordøst (Figur 7.10.15).

7.10.6.1.1 Ressourceområde LG_HS1

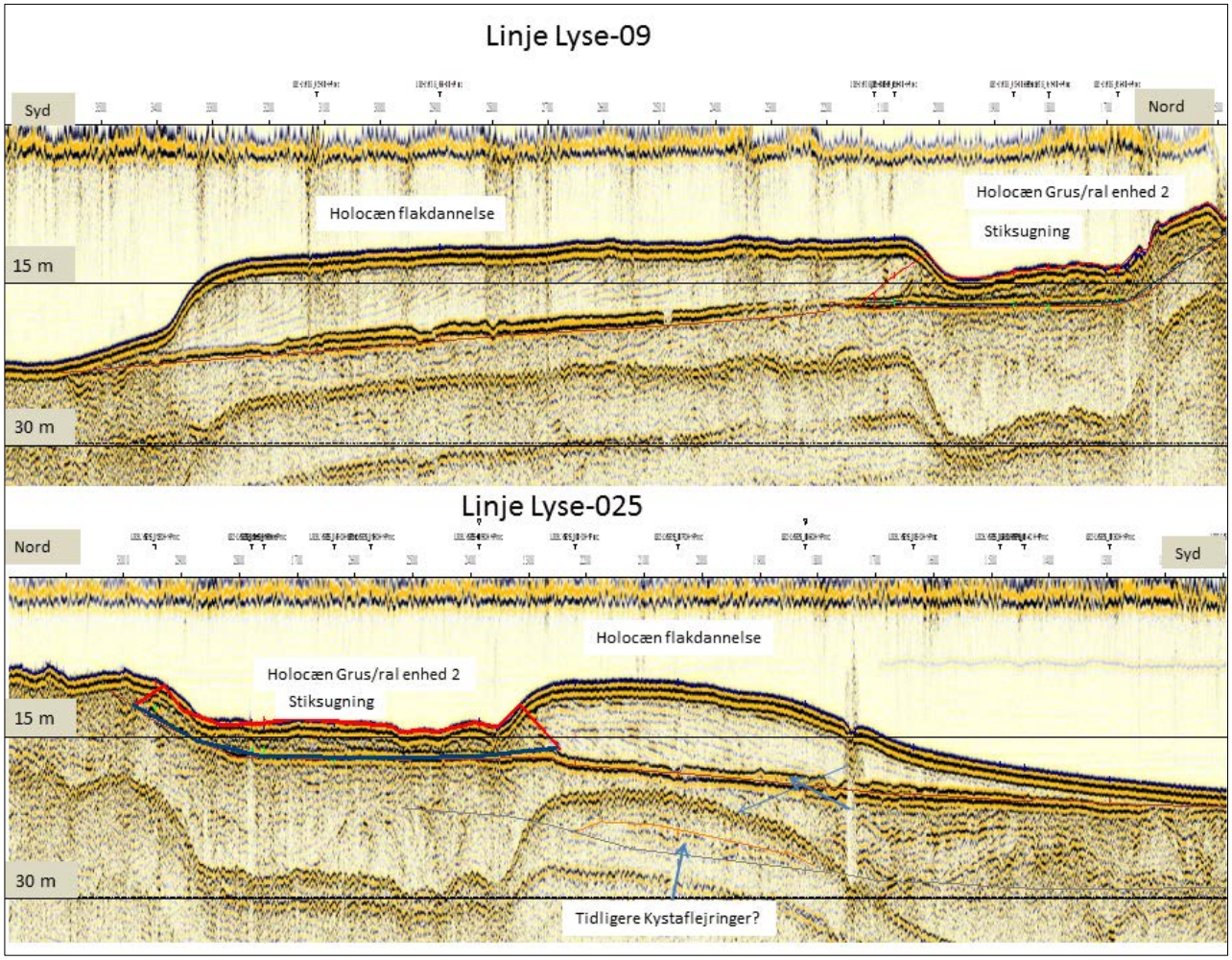
Den kortlagte ressource ligger generelt på vanddybder mellem 6 og 12 m. I indvindingsområderne, hvor der er større stiksugningshuller, er vanddybderne dog ned til 15 m (Figur 7.10.13). Ressourcen udgør den centrale del af en flakdannelse der strækker sig mod syd i forhold til Lysegrund, der er beliggende umiddelbart nord for ressourceområdet (Figur 7.10.12). Ressourcen er dannet i forbindelse med Littorinatransgressionen, hvor det marine havområde langsomt har bredt sig ind i området. Fortløbende erosion af moræneområderne på Lysgrund har dannet dels grovklastiske aflejringer, der har aflejret sig i kystzonen, dels sand og mere finkornede sedimenter, der er transporteret længere ud fra kysten og har været med til at opbygge flakområdet syd for Lysegrund, som det ses i dag. Ressourcen består primært af velsorteret mellemkornet sand med mindre mængder af groft sand, grus og ral. Der er foretaget 4 kornstørrelsesanalyser i af forekomsten i de 3 boringer LG-1, -2 og -5 (Bilag J og K). Der er enkelte lag med grovere materialer (grus og ral) samt spredte sten i boringerne.



Figur 7.10.12 Seismiske eksempler fra ressourceområde LG_HS1 i Lysegrund området (linje, Lyse-05 øverst og linje Lyse-06 nederst). Placeringen af de seismiske linjer er vist i Figur 7.10.11. Den tynde rødbrune linje angiver bunden af ressourcen. Lokalisering af boringen LYS-01 fremgår af figuren.

Ressourcen har en maksimal tykkelse på 12 m og en arealmæssig udstrækning på ca. 20 km^2 (Figur 7.10.11). Volumenet er på baggrund af de seismiske tolkninger beregnet til 181 mio. m^3 med en estimeret indvindelig råstofressource på 136 mio. m^3 . Råstofområdet dækker de to indvindingsområder Lysegrund Sydøst (530-DA) med et areal på 3,2 km^2 beliggende i den østlige del af området, og Lysegrund syd (530 BA)med et areal på 3,2 km^2 beliggende den vestlige del (Figur 7.10.11). Der er i 2015 indvundet samlet 13.000 m^3 i de 2 området. Der gennemført petrografisk analyser på en prøve fra boring LG-12, der viser et indhold af porøs flint på 1% i 0-4mm faktionen. Der er ikke fortaget tilsvarende analyser på stenindholdet, idet der ikke er materiale nok til petrografiske analyser i vibrocorekernerne. Analysen viser at materialet ligger på kanten til at opfylde kravet til betontilslagsmaterialer, der netop har en maksimumgrænse 1%.

Der har fundet en del indvinding sted i området nærmest Lysegrund mod nord (Figur 7.10.13), , hvor der næsten udelukkende er indvundet ral, mens der tilbage i 2004, blev indvundet en mindre mængde fyldsand i området.



Figur 7.10.13 Seismiske eksempler fra ressourceområde LG_HS1 i Lysegrund området (linje, Lyse-09 øverst og linje Lyse-25 nederst). Placeringen af de seismiske linjer er vist i Figur 7.10.11. Den tynde rødbrune linje angiver bunden af ressourcen. Desuden ses en mulig tidlig kystudbygning på linje Lyse-025.

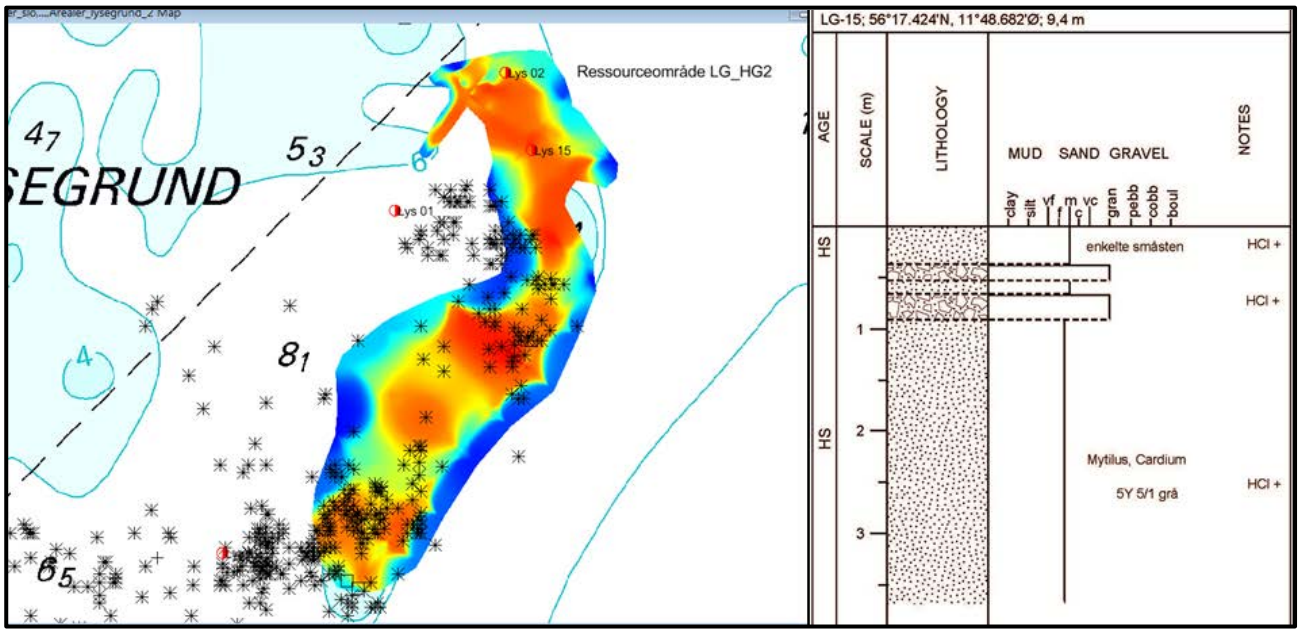
7.10.6.1.2 Ressourceområde LG_HG2

I det nordlige område af Lysegrund forekomsterne, er der fundet lag med mere grove sedimenter: groft sand grus og ral, i de øverste Holocæne lag, som det bl.a. er ses i boring LG-15 (Figur 7.10.14). Forekomsten er

kortlagt som en grus til ral forekomst, idet de laster der er taget fra området, som det fremgår af (Figur 7.10.14) er ral. Boringsdata viser ligeledes, at materialerne er mere grovkornede, end det er tilfældet med materialerne i ressourcen LG_HS1. Udstrækningen af forekomsten fremgår af Figur 7.10.15 og vanddybderne i området ligger imellem 6 og 8m. Der er ingen stiksugningshuller i området og det antages at indvindingen af ral i området har fundet sted med slæbesugning, hvorfor det kun er de øverste lag i forekomsten der har bidraget til produktionen fra området.

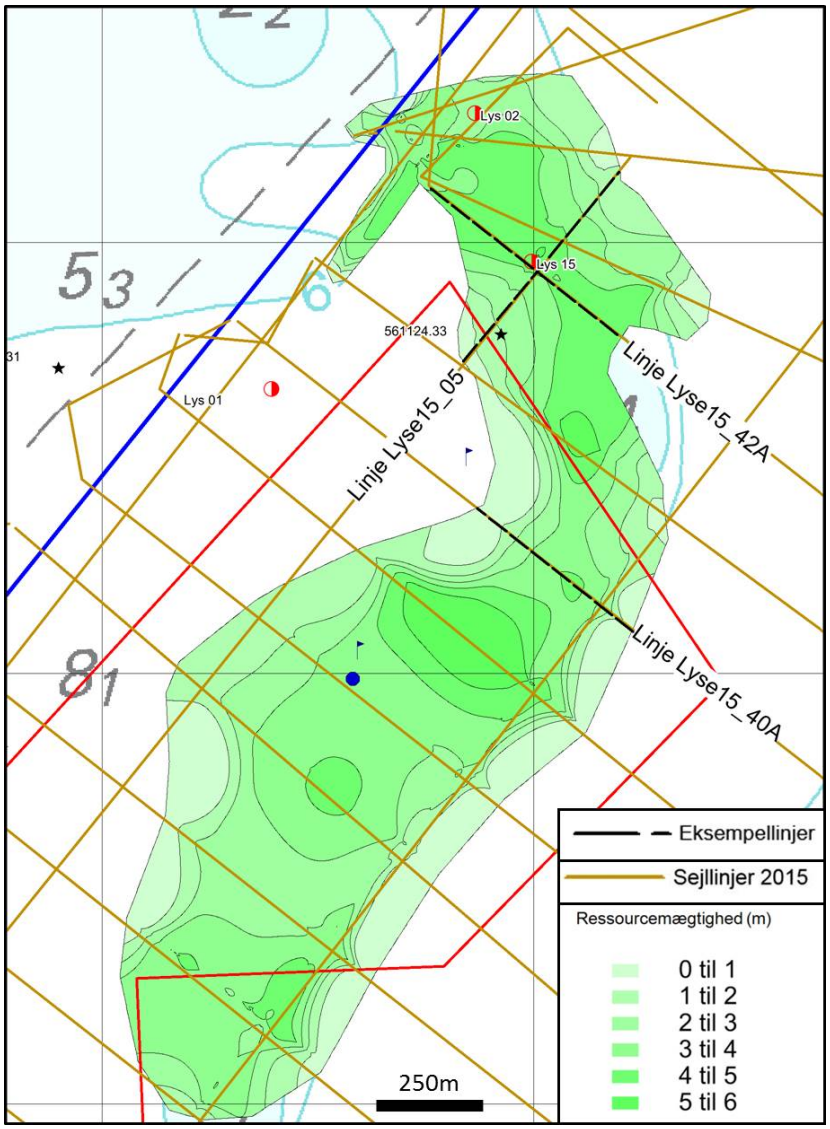
Ressourcen er lokaliseret på de ydre dele af flakket. Den er kortlagt ud fra seismiske data som en enhed, stedvis med skrålejringer og andre seismiske signaturer, der kan tolkes på de seismiske data (Figur 7.10.16 og Figur 7.10.17). Ressourcen udgør en del af den centrale flakdannelse, der strækker sig mod sydøst i forhold til Lysegrund, som er beliggende umiddelbart nord for ressourceområdet. Ressourcen er dannet i forbindelse med Littorinatransgressionen, hvor det marine havområde langsomt har bredt sig ind i området. Det antages, at finkornet materiale ikke er aflejret eller er fjernet på grund af strømforholdene samt bølgeaktiviteten i det grunde område.

Der er kun udført kornstørrelsesanalyser på materialerne over 1 m's dybde i boring LG-15. De viser, at ressourcen primært består af velsorteret mellemkornet sand med mindre mængder af groft og fint sand (Bilag K). Da der imidlertid er kendskab til, at der er produceret ral fra området, og at substratkortlægningen viser, at der er mange arealer med substrattype 2 og 3 i området, må man antage, at boringen ikke giver det fulde billede af sammensætningen i forekomsten.

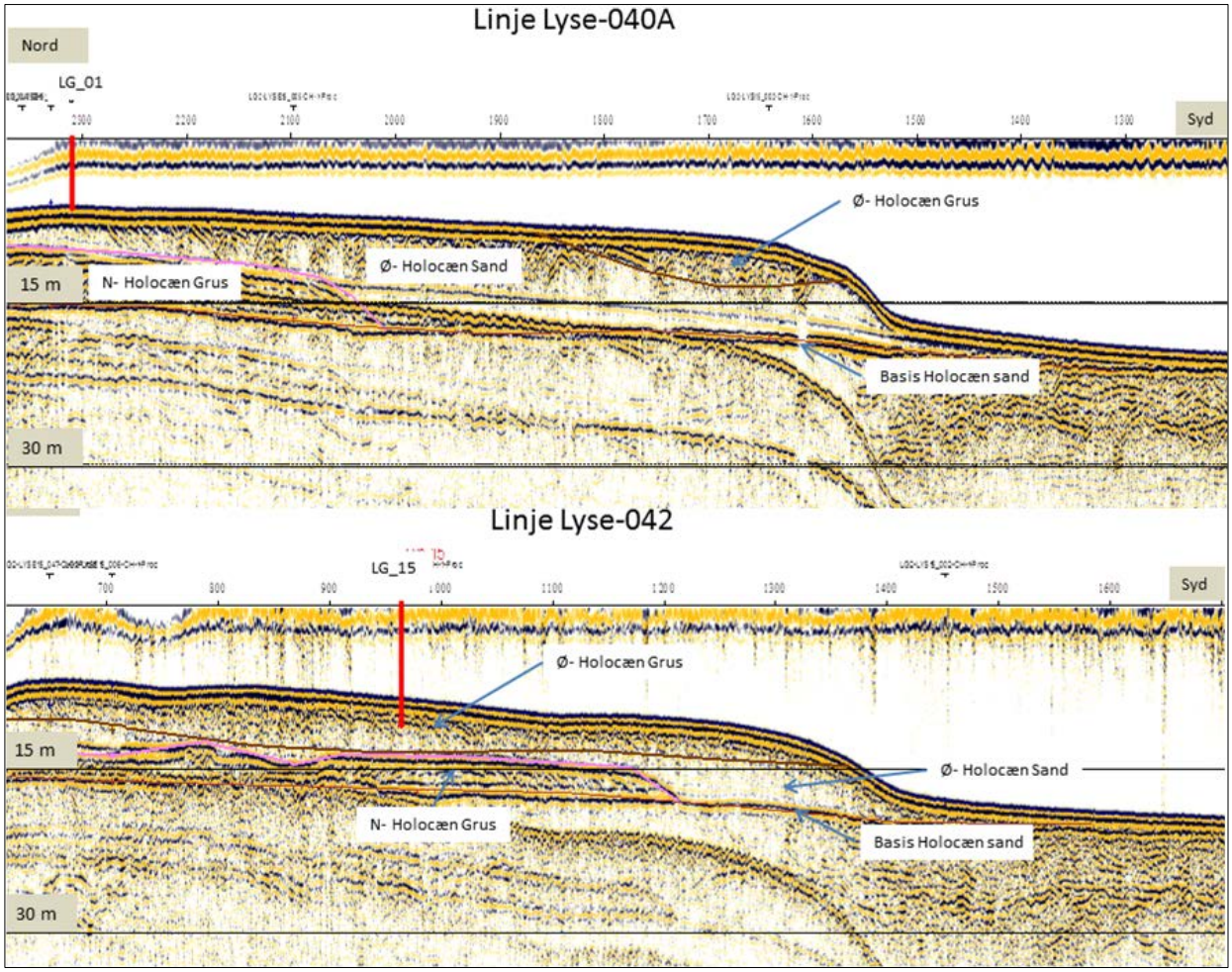


Figur 7.10.14 Ressourceområde LG_HG2. Ressource Grid med sandsugningspositioner, der her er stjerneformet(Tv). Indvinding er kun ral iflg. indberetningerne. Boring LG–15, Lysegrund området, mellemkornet sand med indslag af grovere materialer, groft sand og grus, i de øvre lag th.

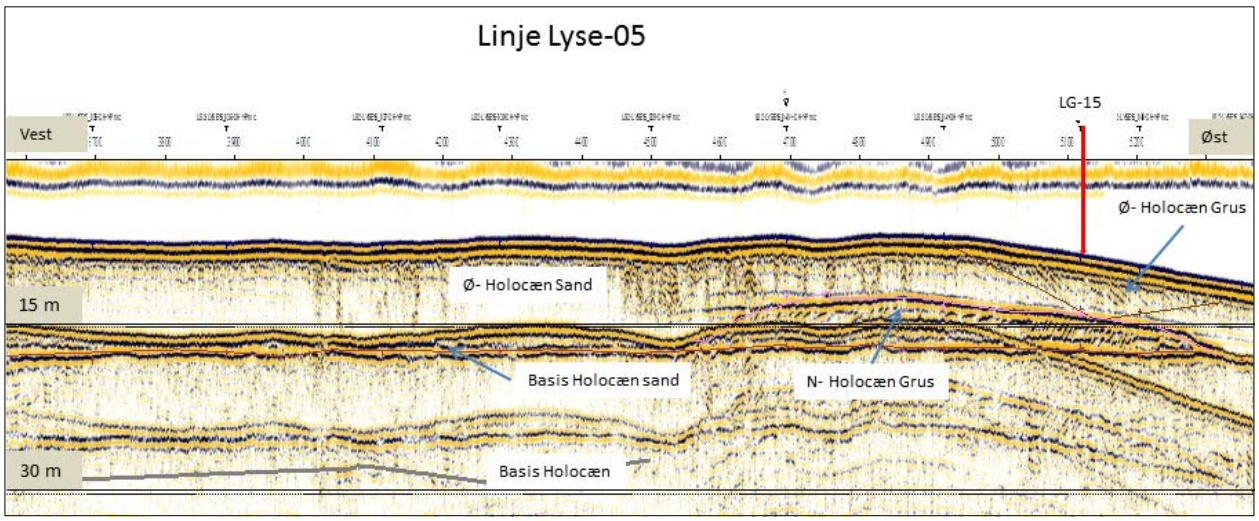
Ressourcen har en maksimal tykkelse på 6 m og en arealmæssig udstrækning på ca. 3 km^2 (Figur 7.10.11). Volumenet er på baggrund af de seismiske tolkninger beregnet til 6.6 mio. m^3 med en estimeret indvindelig råstofressource på 3.6 mio. m^3. Råstofområdet dækkes af indvindingsområdet Lysegrund Sydøst 530-DA. Der er ikke fortaget petrografiske analyser af materialer fra forekomsten. Der har fundet en del indvinding sted i området (Figur 7.10.14(tv)).



Figur 7.10.15 Udstrækning og tykkelse af ressourceområdet LG_HG2. På figuren er desuden angivet placering af boringer.



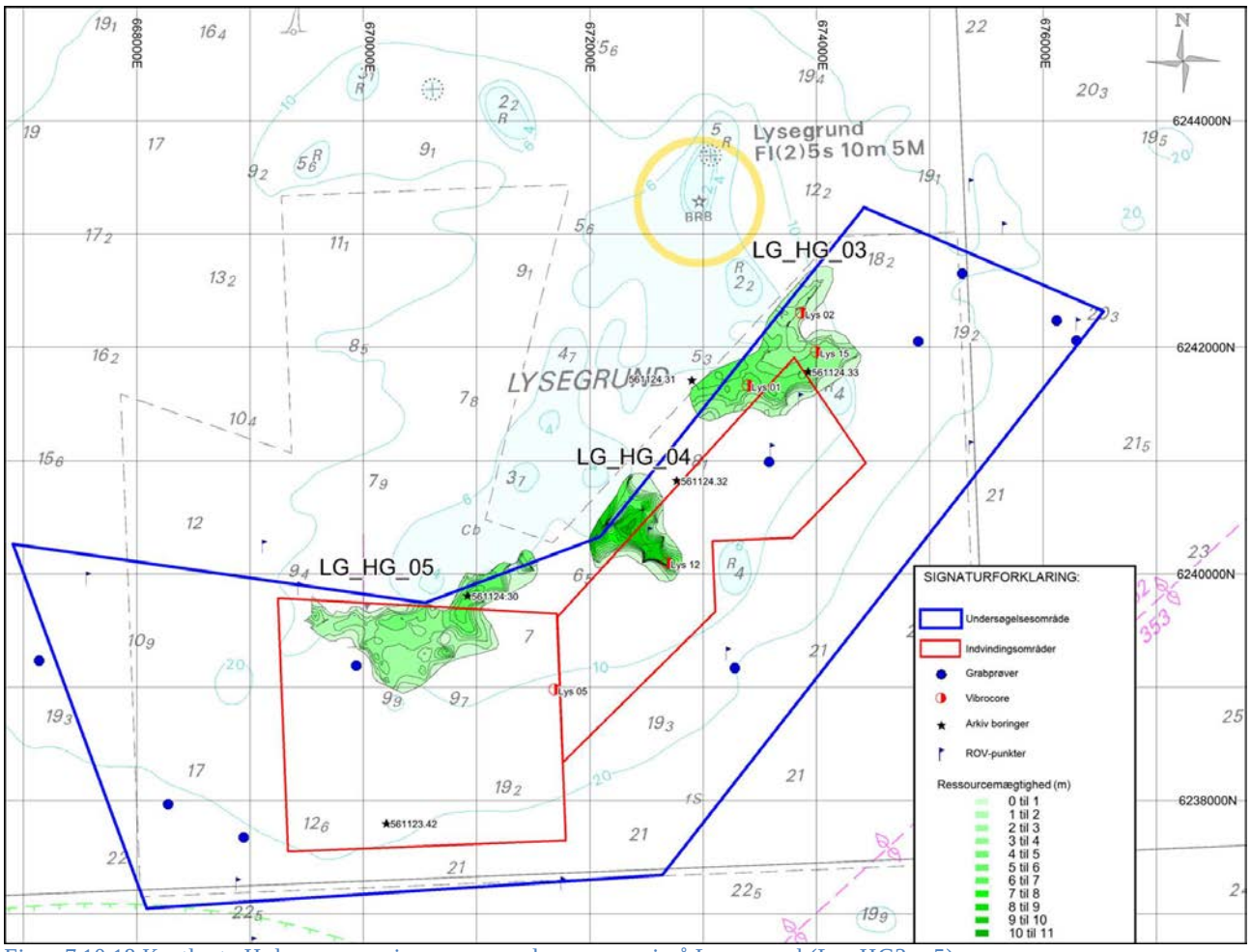
Figur 7.10.16 Seismiske eksempler fra ressourceområde LG_HG2 Lysegrund. Den brune linje angiver bunden af ressourcen. Boringen LG-01, der ligger uden for råstofområdet er vist.



Figur 7.10.17 Seismiske eksempler fra ressourceområde LG_HG2 Lysegrund. Den brune linje angiver bunden af ressourcen. Boringen LG-01, der ligger uden for råstofområdet er vist.

7.10.6.2 Tidlig Holocæne Marine Kystaflejringer

I området umiddelbart øst og syd for Lysegrund er der påviste groft sand, grus og ralressourcer, hvor der op til i dag har fundet en betydelig indvindingsaktivitet. Forekomsterne består af Holocæn strandvolds/oddedannelser (ralførende) med et dække af et ligeledes yngre Holocænt sandflak af fint-medium sand (Figur 7.10.18). Sandflakket her bygget ud mod øst og syd ved erosion af et højtliggende glacialt moræneområde samt smeltevandsforekomster der dannede kernen af Lysegrund (GEUS Rapport 2012/101). Forekomsterne er morfologisk stærkt afgrænsede. Den nordøstlige del af fællesområderne er klart domineret af ral indvinding, mens den sydvestlige del af områderne er domineret af en blanding af grus, sand1 og fyldsandsindvinding.



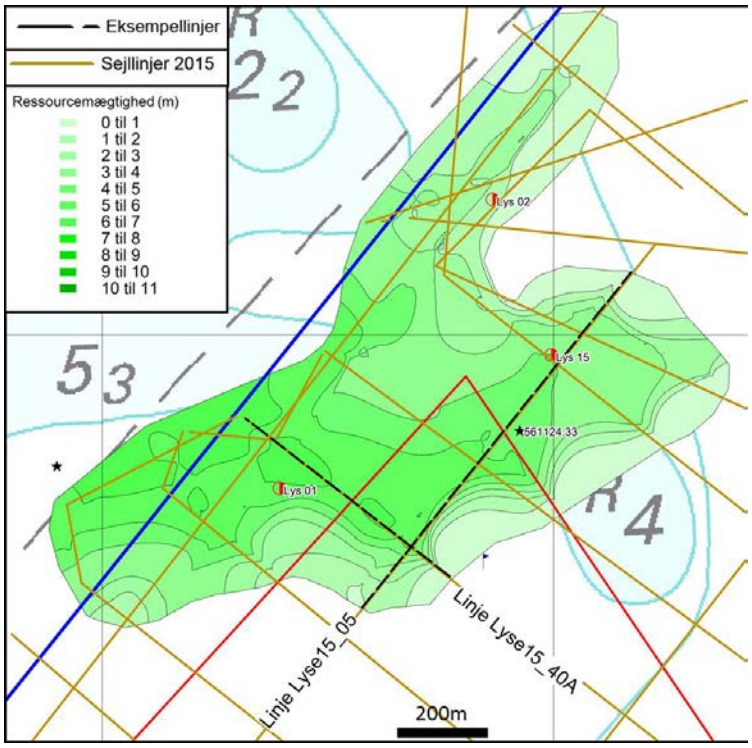
Figur 7.10.18 Kortlagte Holocæne marine grus og ralressourcer i på Lysegrund (Lys HG3 – 5).

Petrografiske analyser foretaget i forbindelse med betonsandsundersøgelser i området (Lomholt, 1992a og b) påviste, at ressourcerne er umodne med en betydelig andel af porøs flint og at de er aflejret tæt på kilden. Dette er delvist bekræftet ved de nuværende undersøgelser, hvor analyserne viser et indhold af porøs flint, der ligger omkring grænseværdien til betonanvendelse på 1%.

Der er kortlagt 3 Holocæne marine grus og ral forekomster i Lysegrund området (Figur 7.10.18). De 3 ressourcer ligger som tidligere kystaflejringer langs kanten af Lysgrund moræneområdet (Figur 7.3.18). Der er ikke nogen af boringer fra det nuværende togt, der har nået ned til disse forekomster. Baseret på den seismiske tolkning og data fra indvindingen i området er det blevet dokumenteret, at de grove aflejringer er lokaliseret langs kanten af Lysegrund. De er beskrevet nedenfor.

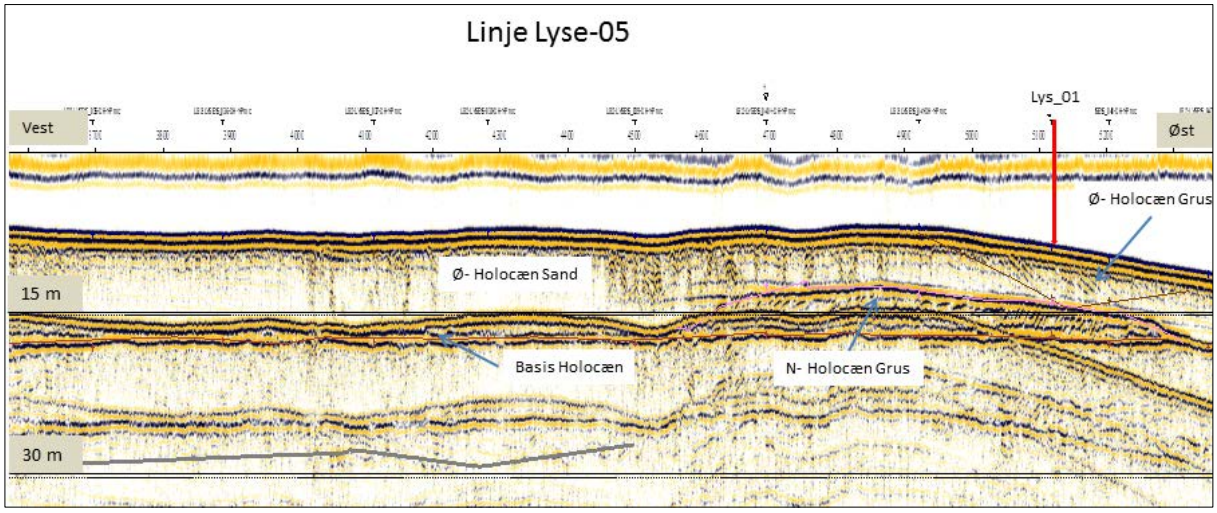
7.10.6.2.1 Ressourceområde LG_HG3

I det nordlige område af Lysegrund forekomsterne er der på seismiske data fundet en ressource, der antages at have grove sedimenter: groft sand, grus og ral. Forekomsten er formodentlig dannet som kystaflejringer der er flyttet længere mod nordvest efterhånden som Litorinahavet er steget og derfor har efterladt en brolægning af grove materialer i bunden af flaksedimenterne (Figur 7.10.20 og Figur 7.10.21), der udgør kernen af forekomsten. Der er udført 3 boringer LG-1, -2 og -15 inden for området, men ingen af boringerne har nået ned til forekomsten. En ældre arkiv boring, som er boret ned til forekomsten (boringen 232-21-536.060, Bilag J) viser et indhold af groft sand med grus og talrige sten. Dette svarer til forventningerne til indholdet i forekomsten.

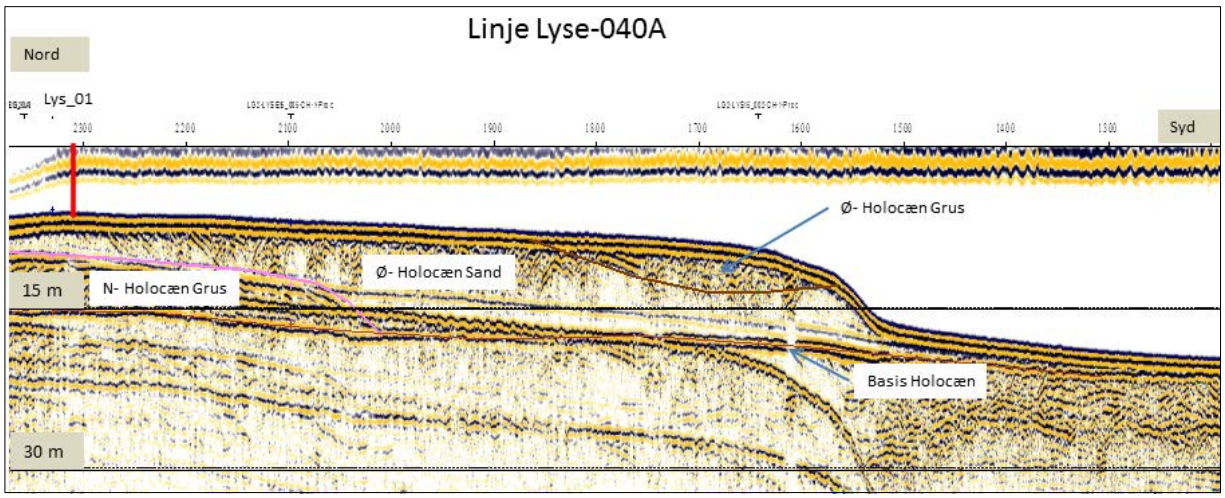


Figur 7.10.19 Kortlagte Holocæne marine grus og ralressource LG_HG3 på Lysegrund.

Ressourcen har en maksimal tykkelse på 7 m og en arealmæssig udstrækning på ca. 1 km^2 (Figur 7.10.19). Volumenet er på baggrund af de seismiske tolkninger beregnet til 6.4 mio. m^3 med en estimeret indvindelig råstofressource på 4.7 mio. m^3. Råstofområdet dækkes delvist af indvindingsområdet Lysegrund Sydøst (530-DA). Der er ikke fortaget petrografiske analyser af materialer fra forekomsten.



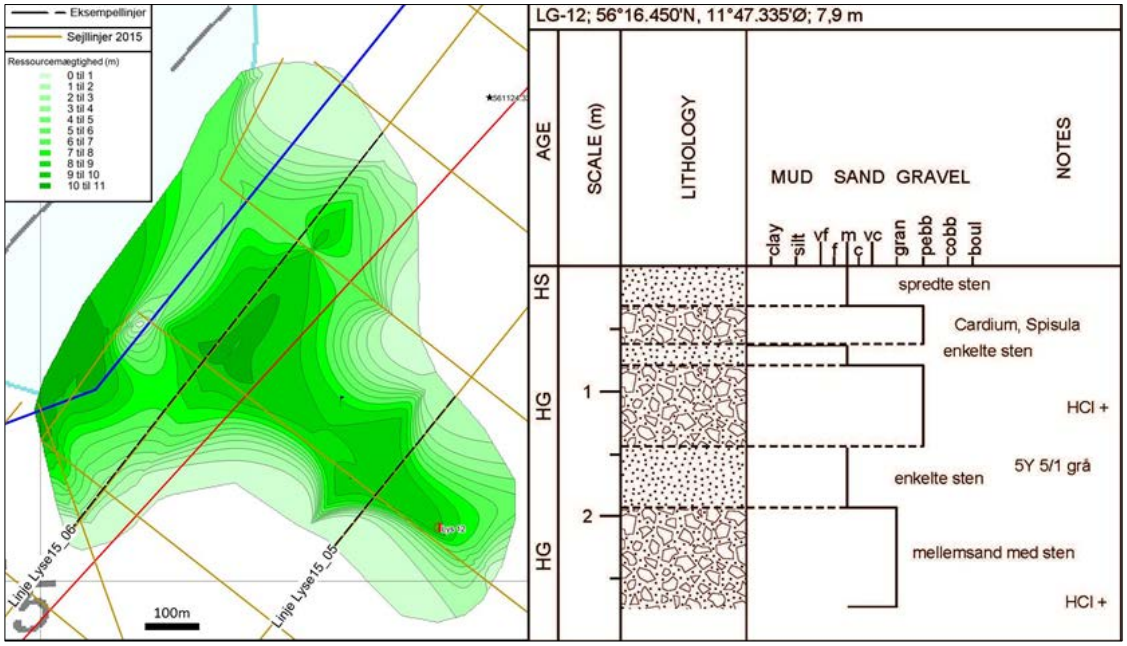
Figur 7.10.20 Eksempel på tolket seismisk sparker profil. Af figuren ses lokaliseringen af boringen LG-1 Ressourcen overlejres af ca. 5 m Holocænt sand



Figur 7.10.21 Eksempel på tolket seismisk sparker profil. Af figuren ses lokaliseringen af boringen LG-1. Ressourcen overlejres af 3- 5 m Holocænt sand.

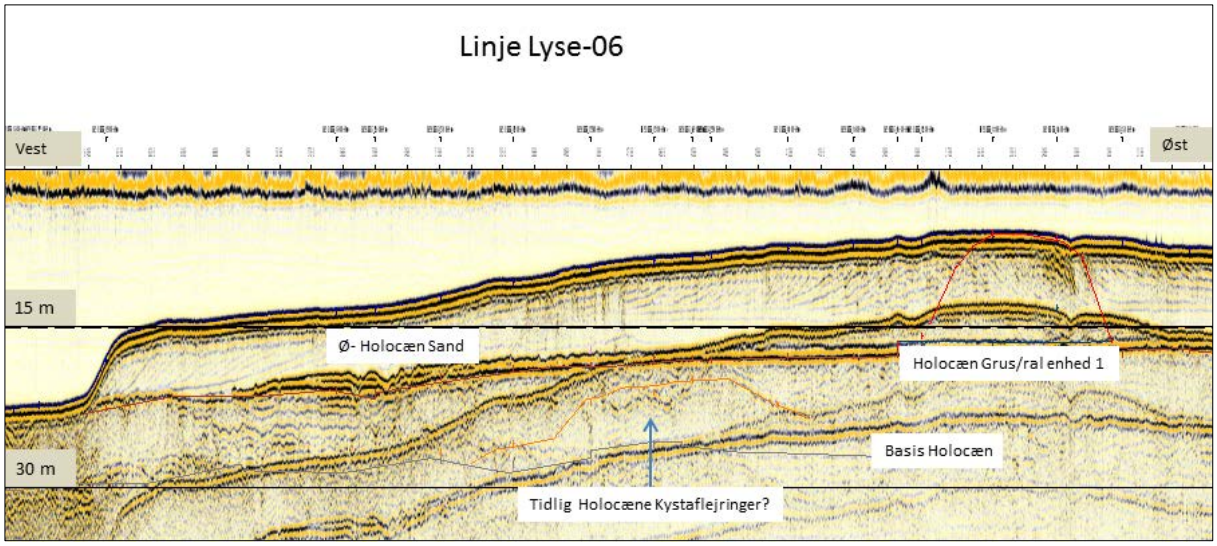
7.10.6.2.2 Ressourceområde LG_HG_4

I det nordlige område, syd for ressource LG_HG3, er ressourcen LG_HG4 kortlagt på seismiske data. Det antages at have grove sedimenter: groft sand, grus og ral. Forekomsten er dannet som en kystaflejring på samme måde som ressource LG_HG3, . Ressourcen er ifølge den seismiske tolkning ikke begravet under en stor mægtighed af holocæne sandaflejringer, hvilket også bekræftes af Boring LG-12, hvor der påtræffes grove materialer lige til overfladen (Figur 7.10.22). Der er derfor ikke noget dæklag, som først skal fjernes førend ressourcen kan indvindes. Ressourcen begrænses indadtil af morænerne på Lysegrund (Figur 7.10.23, Figur 7.10.24). Ressourcen beskrives ud fra resultaterne fra Boring LG-12. Ressourcen er mellemkornet sand med et større indhold af grus og ral. Der er udført en kornstørrelsesanalyse i boringen (Bilag K), der viser at over 50 % af materialet har en kornstørrelse grovere end groft sand. Hovedparten af materialet er i grus og stenfraktionen. På baggrund heraf beskrives ressourcen som ral og grus.



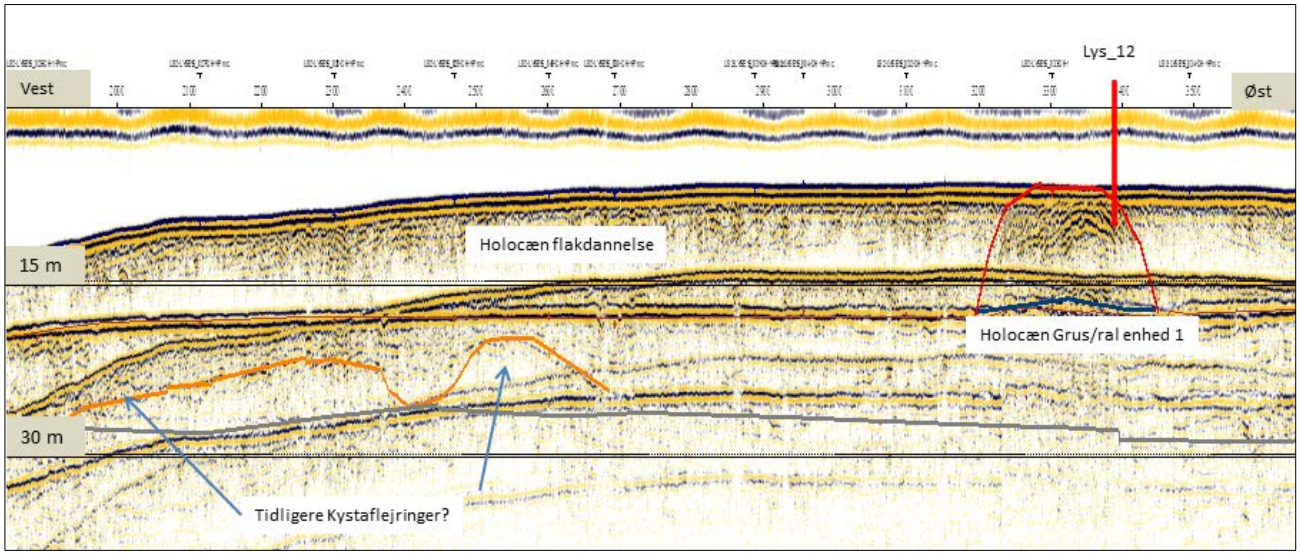
Figur 7.10.22 Kortlagte Holocæne marine grus og ralressource LG_HG4 på Lysegrund(tv). Boring LG-12 (th).

Den har en maksimal tykkelse på 10 m og en arealmæssig udstrækning på ca. 2 km^2 (Figur 7.10.22). Volumenet er på baggrund af de seismiske tolkninger beregnet til 3.5 mio. m^3 med en estimeret indvindelig råstofressource på 2.9 mio. m^3. Råstofområdet dækkes delvist af indvindingsområdet Lysegrund Sydøst (530-DA). Der er fortaget petrografiske analyser af materialer fra boringen der viser, at 0-4 mm fraktionen har et indhold af porøs flint på 1%, hvilket ligger på grænsen til, at det vil kunne anvendes som tilslagsmateriale til beton.



Figur 7.10.23 Eksempel på tolket seismisk sparker profil. Af figuren fremgå det, at ressourcen går i dagen og vil kunne indvindes uden overjord.

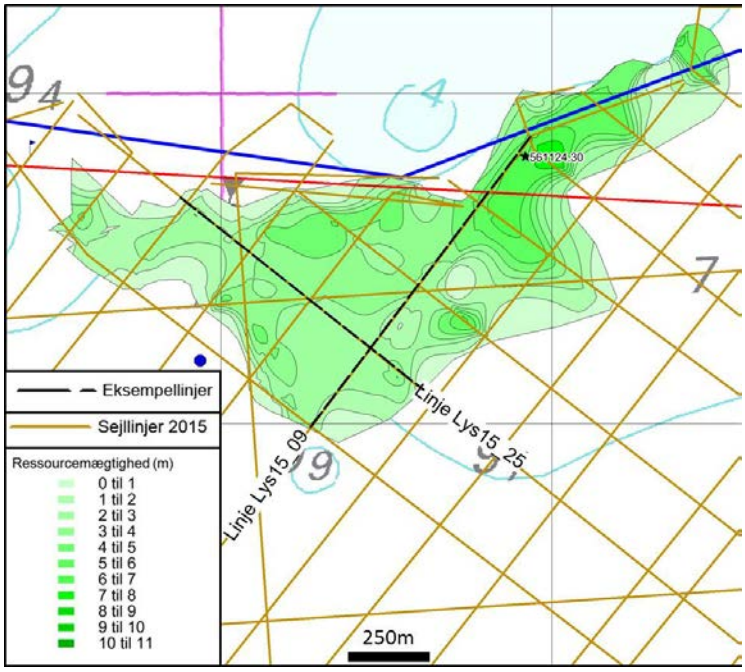
Der er desuden mulighed for at der dybere i området er tidligere kystaflejringer, som kan være holocæne eller formodentlig ældre. Der er ikke på nuværende tidspunkt mulighed for at kortlægge strukturerne med den datadækning, der er til stede.



Figur 7.10.24 Eksempel på tolket seismisk sparker profil. Af figuren ses lokaliseringen af boringen LG-12. Ressourcen vil, som det ses, kunne indvindes uden overjord.

7.10.6.2.3 Ressourceområde LG_HG_5

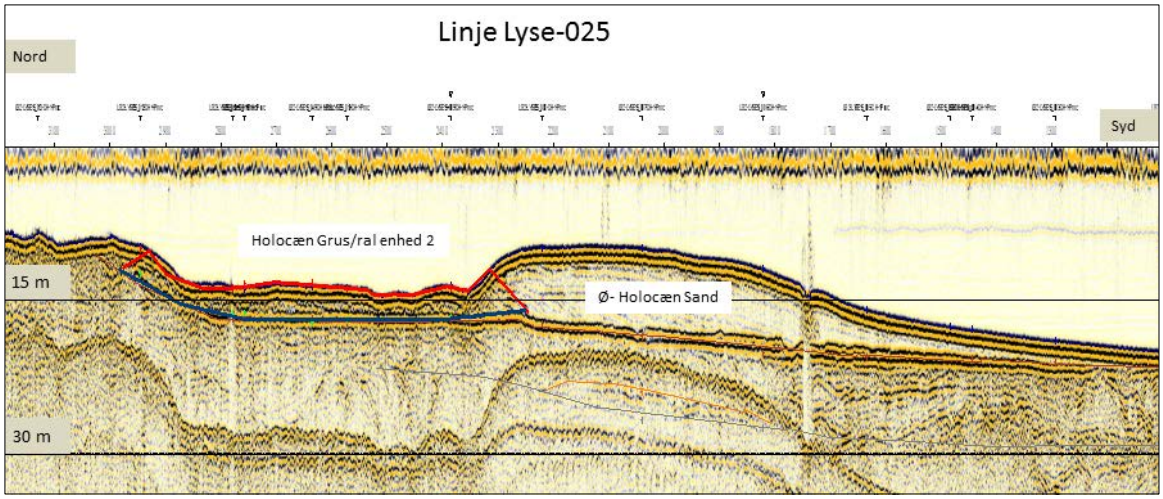
I det centrale område, syd for ressource LG_HG4, er ressourcen LG_HG5 kortlagt på seismiske data (Figur 7.10.25). Det antages, at forekomsten har samme sammensætning af groft sand, grus og ral som LG_HG5. Forekomsten er formodentlig dannet som en kystaflejring parallelt med de 2 øvrige forekomster: LG_HG3 og 4 . Ressourcen har ifølge de seismiske tolkninger været udnyttet, idet store mængder er fjernet fra forekomsten (Figur 7.10.26 og Figur 7.10.27). Det er noget usikkert hvad ressourcekvaliteten er af den restmængde der er i forekomsten, idet der formodentlig er sket en stor opblanding af materialer ved produktionen.



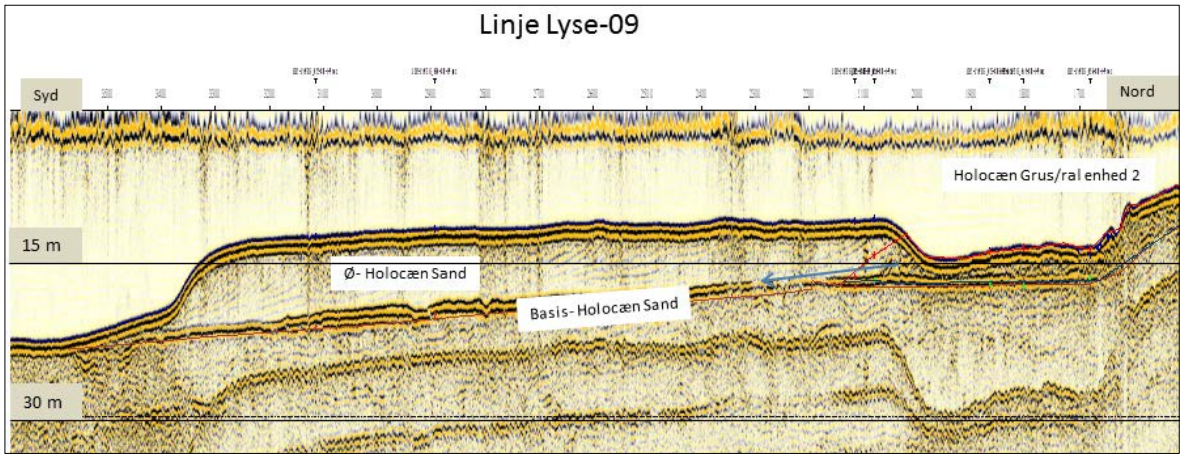
Figur 7.10.25 Kortlagte Holocæne marine grus og ralressource LG_HG5 på Lysegrund.

Der er ingen overjord, men der er dele tilbage fra den oprindelige forekomst langs kanterne af hullet, der er efterladt efter den hidtidige indvinding. Der er ikke yderligere boreinformationer fra området, men ressourcerne er dokumenteret ved de mange sandsugningsdata, der ligger på indvindingen i området.

På baggrund af den hidtidige indvinding beskrives ressourcen som værende en ral og grus forekomst. Ressourcen har en maksimal tykkelse på 7 m og en arealmæssig udstrækning på ca. 2 km^2 (Figur 7.10.5-12). Volumenet er på baggrund af de seismiske tolkninger beregnet til 4.4 mio. m^3, med en estimeret indvindelig råstofressource på 2.4 mio. m^3. Råstofområdet dækkes delvist af indvindingsområdet Lysegrund Syd (530-BA).



Figur 7.10.26 Eksempel på tolket seismisk sparker profil.



Figur 7.10.27 Eksempel på tolket seismisk sparker profil.

7.10.7 Kortlægning af biologiske nøglekomponenter i Lysegrund

7.10.7.1 Biologiske forhold knyttet til substrattyper

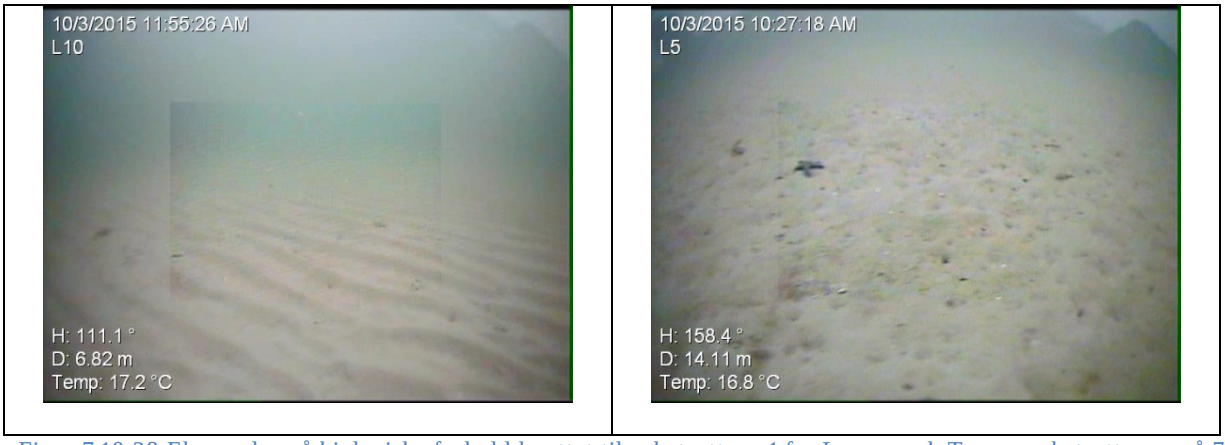
Undersøgelsesområdet ved Lysegrund er karakteriseret ved dybder fra 6 - 22 meter. Der er kortlagt fire substrattyper i området; substrattype 1, 2, 3 og 4.

De biologiske forhold observeret ved ROV-undersøgelserne er primært epifauna og epiflora. Der er ikke observeret biogene rev eller ålegræsbanker.

7.10.7.1.1 Biologiske forhold knyttet til substrattype 1

Substrattype 1 udgør størstedelen af undersøgelsesområdet Lysegrund, og findes på dybder fra 6 – 22 meter.

På substrattype 1 er der observeret sparsom epifauna og –flora. Den tilknyttede fauna er primært sandorm, søstjerne og søpindsvin. Den observerede flora er bentiske kiselalger, samt enkelte lave makroalger tilknyttet tomme skaller. Der er ikke observeret ålegræs (Figur 7.10.28).



Figur 7.10.28 Eksempler på biologiske forhold knyttet til substrattype 1 for Lysegrund. Tv. ses substrattypen på 7 meters dybde, med sandribber, sparsom fauna og ingen flora (position LY-ROV-10). Th. ses substrattypen på 15 meters dybde (position LY-ROV-05).

7.10.7.1.2 Biologiske forhold knyttet til substrattype 2

Substrattype 2 findes spredt i undersøgelsesområdets centrale og vestlige del og findes på dybder fra 8 – 22 meter.

På dybere vand (>20 m) er der observeret sort og alm slangestjerne, dødningehånd, søpindsvin.

Der er ikke observeret flora (Figur 7.10-29).

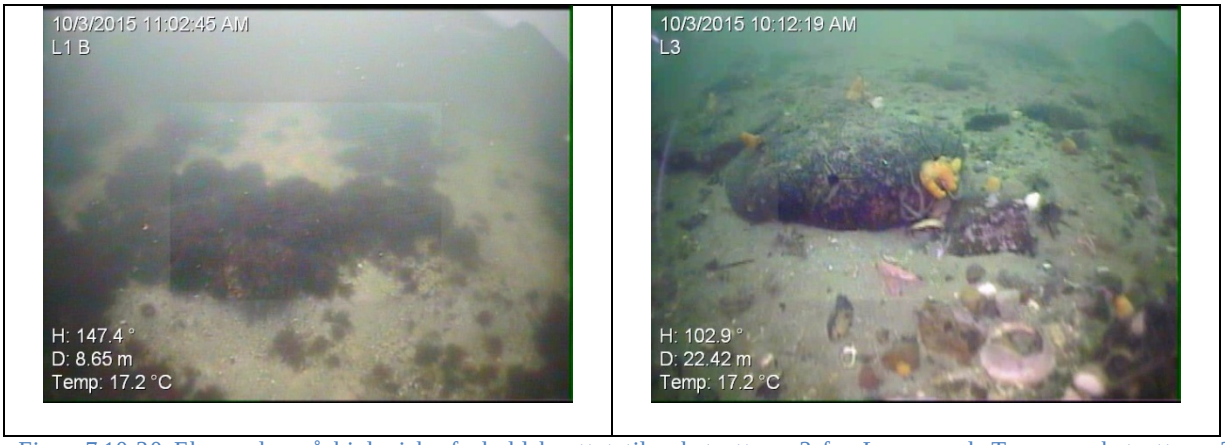


Figur 7.10.29 Eksempler på biologiske forhold knyttet til substrattype 2 for Lysegrund. (position LY-ROV-04)

7.10.7.1.3 Biologiske forhold knyttet til substrattype 3

Substrattype 1 udgør størstedelen af undersøgelsesområdet Lysegrund, og findes på dybder fra 6 – 22 meter. På substrattypen er der observeret en del fauna: Søstjerne, søpindsvin, søsol, svamp, dødningehånd, slangestjerne (sort, alm, stribet), hestemusling, mosdyr. Observationer af sorte slangestjerner indikerer, at der er kraftig strøm i undersøgelsesområdet (Figur 7.10.30).

På lavt vand (<10 meter) er der observeret buskede og forgrenede rødalger, samt enkelte store brunalger (*Laminaria*, *Fucus*, strengetang). På dybere vand (<20 m) er der observeret kalkrødalger, samt en sparsom bevoksning af lave røde og brune makroalger (Figur 7.10.30).



Figur 7.10.30 Eksempler på biologiske forhold knyttet til substrattype 3 for Lysegrund. Tv. ses substrattype 3 på 10 meters dybde, hvor spredte sten har tæt bevoksning af makroalger (position LY-ROV-01). Th. ses substrattype 3 på 22 meters dybde, hvor spredte sten (position LY-ROV-03).

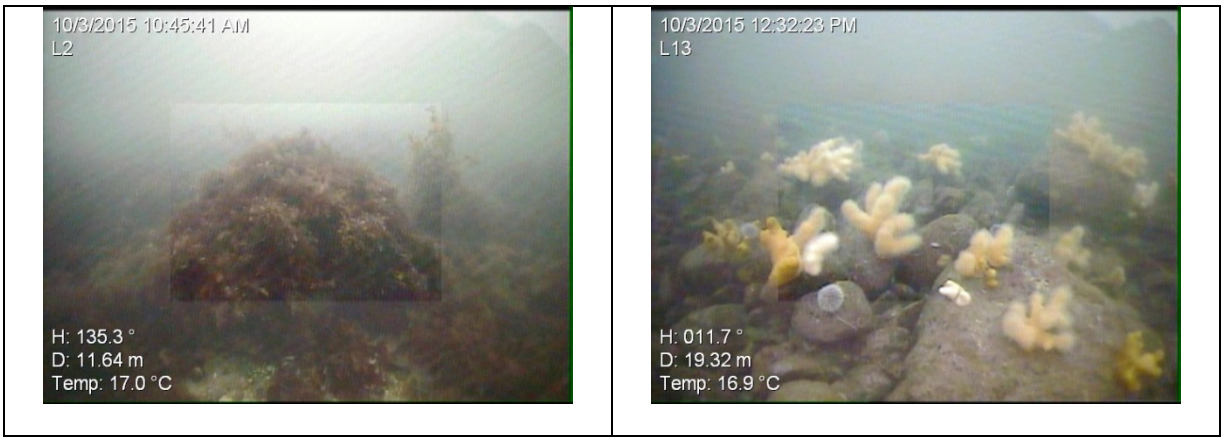
7.10.7.1.4 Biologiske forhold knyttet til substrattype 4

Substrattype 4 findes i et enkelt mindre område i undersøgelsesområdets centrale del på dybder fra 10 – 22 meter. Substrattypen indeholder stenrev – der er dog ikke observeret huledannende elementer.

De biologiske forhold knyttet til substrattype 4 er mangfoldige.

På lavere dybder ses en høj dækningsgrad af makroalger, mens der på dybdere vand kun er observeret kalkrødalger og enkelte lave makroalger. Der er observeret buskede og forgrenede rødalger, store brune makroalger (*Laminaria* spp.) samt kalkrødalger.

Fauna inkluderer søstjerne, svamp, snegl, søpindsvin og mosdyr. På dybere vand er endvidere observeret dødningehånd (Figur 7.10.31).



Figur 7.10.31 Eksempler på biologiske forhold knyttet til substrattype 4 for Lysegrund. Tv. ses substrattype 4 på 12 meters dybde, hvor store sten har tæt bevoksning af makroalger (position LY-ROV-02). Th. ses substrattype 4 på 20 meters dybde med store sten er dækket af dødningehånd (position LY-ROV-13).

7.10.8 Indkredsning og tilstandsvurdering af habitattyper

7.10.8.1 Beliggenhed og beskrivelse

Dette aflange område ligger i det sydlige Kattegat nord for Hesselø. Vanddybden går fra mindre end 5 m op mod den nordlige langside til godt er fra 20 meter i syd. I vandplanerne er det karakteriseret med åbentvandstypen OW1 med en høj saltholdighed og i som lighed med OW2 er der relativt beskyttede eksponeringsforhold og en ringe tidevandsforskel. I overfladen vil saltholdigheden normalt variere mellem 20‰ og 25‰. Farvandet vil det meste af året være lagdelt med et springlag i 15 til 18 m's dybde. Strømforholdene vil gennemgående være moderate og i overfladen primært betinget af vind. I de dybe dele vil der være en god til moderat udskiftning af tungt saltholdigt bundvand.

Område grænser i nord op til Natura 2000 området Lysegrund (N2000 nr. 207), der består af to marine habitatnaturtyper, nemlig sandbanke med lavvandet vedvarende dække af havvand og rev. Sandbankerne overlapper begge områder. Flere steder er sandbankerne brudt af stenrevsområder liggende på den blotlagte moræne.

I de seneste vandplaner er tilstanden på baggrund af undersøgelser af bunddyrssammensætningen beskrevet som moderat. Området ligger i kystvandsområde nr. 202 for hvilket der ikke i vandområdeplane er angivet nogen kvælstofopgørelse. Det forventes dog, at indsatsplanerne vil sikre god økologisk tilstand hvad angår næringsstofpåvirkning i 2021.

7.10.8.2 Marint system

Med sin åbne placering i Kattegat er Lysegrund området under kraftig indflydelse af vindgenereret bølger og strøm. Det berørte område flankerer det sydlige område af en stor morænegrund (Lysegrund) med dybder lavere end 2 m. Herfra transporteres en del finkornet materiale til de omkringliggende dybder. På skrænterne aflejres der nogle steder velsorteret sand i stadig bevægelse og på andre kommer morænebunden til syne som stenbestrøet bund, vasket fri for de finere partikler. På de større dybder viser residualbunden sig som større sten omgivet af finere deponeret sand og silt. Andre dele af den dybe bund er ren sedimentær dog præget af tilbagevendende genophvirvling (resuspension).

Det marine system for Lysegrund området kan således betegnes som alle mulige mellemformer af strømfyldt farvand præget af kvartære sedimenter og den jævne, sedimentære bløde blandingsbund.

Livet består af organismer med gode fæsteevner. Det omfatter både stationære organismer (epifauna og makroalger) som mere mobile arter (nectobentos). Derimod forekommer detritusædere mindre hyppigt – tilsyneladende er det filtratorerne eller suspensionsæderne der dominerer bunddyrelivet. Inden for den fotiske zone ned til omkring 15 m domineres bundvegetationen af fasthæftede arter på de stenede lokaliteter, mens den mikrobentiske flora på den bløde bund har vanskeligere kår, som følge af stadig ophvirvling og omlejring af de finere partikler. Søpindsvin sås kun sporadisk i områder med makroalger. Den dybere bløde bund virker produktiv, selv om der var en forventning om flere større dyr på de pågældende ROV stationer

7.10.8.3 Habitattyper

Sedimentforhold

Ved kortlægningen af sedimentforholdene var alle 4 substrattyper i området præsenteret, dog med en klar dominans af substrattype 1 og til dels 3 (Figur 7.10.5). Store sten sås især for foden af de stejleste skrænter, muligvis som resultat af en sekundær transport i takt med de er blevet frilagt fra morænen. Hestemusling bidrog på dybder over 15 meter til revdannelsen på de stenede lokaliteter (Figur 7.10.32).

Lysforhold

Ned til 15 m's dybde vil der være lys nok til en bundvegetation bestående af store former. På de stenende områder var der en god dækning af makroalger ned til disse dybder, hvorfor disse substrattyper vil befinde sig i den lavfotiske zone. De sandede områder i denne lyszone er udsat for en del omlejring, hvilket hæmmer både primær- som sekundærproducenterne.

Energiforhold

Hele området er generelt udsat for rimelig stærk strøm genereret af især bølgepåvirkning, og vil derfor have karakter af et høj til mellem-energi system med en del materialetransport. Den åbne beliggenhed bevirker et gennemgående dybtliggende springlag i over 15 m's dybde.

Saltpåvirkning

Overfladevandet vil typisk besidde relative høje saltholdigheder på mellem 20 og 25 ‰ ("Kattegatvand") mens de dybere partier vil have en salinitet på mellem 25 og 35 ‰.

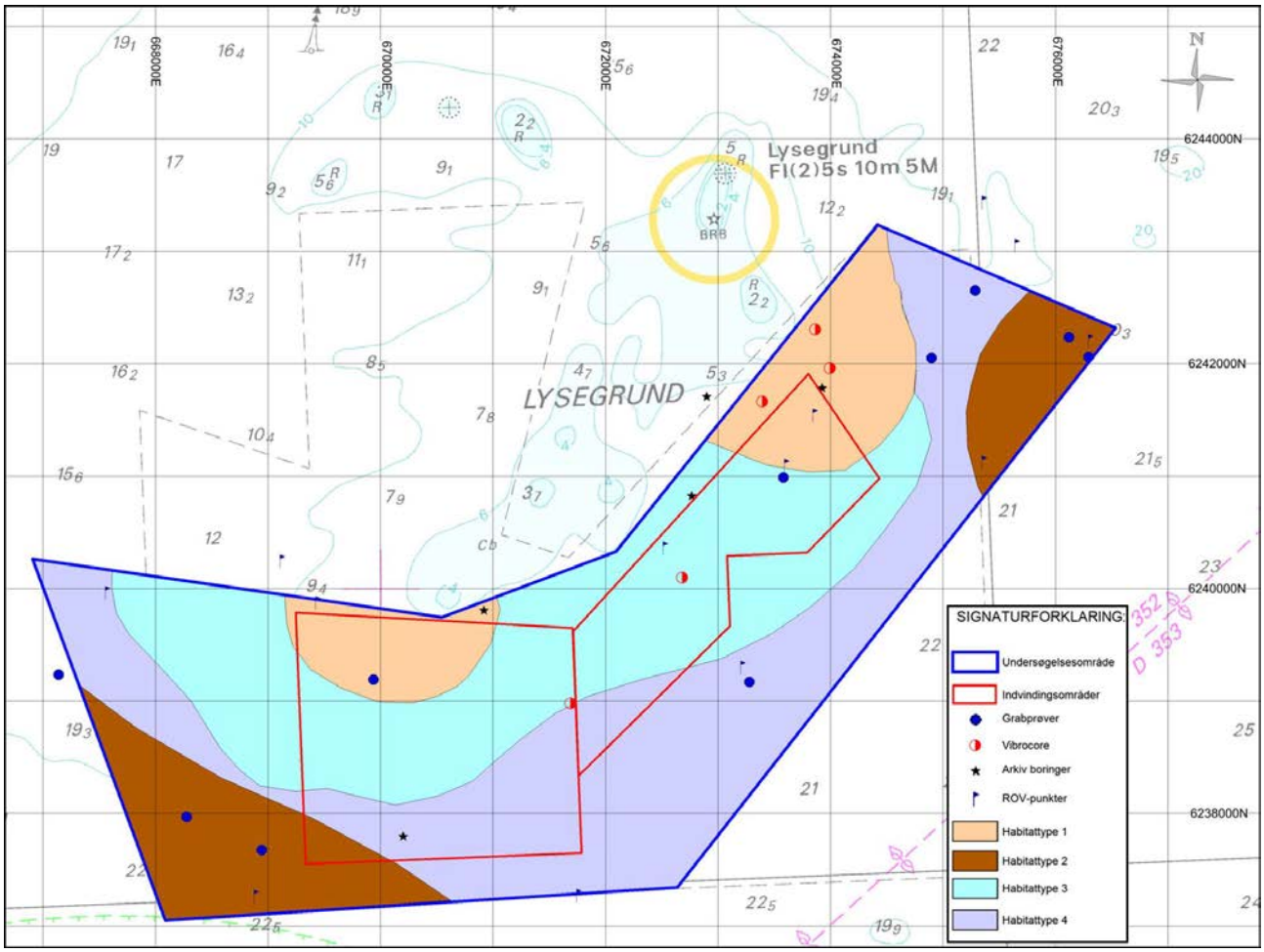
Der vil ud fra ovenstående kriterier kun identificeres 4 habitattyper i området for Lysegrund (LY), nemlig:

H_{LY} 1) Substrattype 3 og 4, 6-15 m (lav-fotisk zone), 20-25 %

H_{LY} 2) Substrattype 3 og 4, 15-22 m (lafotisk zone), >25 %

H_{LY} 3) Substrattype 1, 6-15 m (lav-fotisk zone), 20-25 %

H_{LY} 4) Substrattype 1, 15-22 m (afotisk zone), > 25 ‰



Figur 7.10.32 Habitater i Lysegrund. Habitattyperne er afgrænset i forhold til de stedværende forhold, defineret ved de fire kriterier: substrat, lys, energi og saltpåvirkning.

De to sandede substrattyper er de mest udbredte (H_{LY} 3 og H_{LY} 4). Det lavvande stenede habitat (H1) figurerer i samme begrænsede udstrækning som den dybe (H_{LY} 2), men udgør en noget mere udbredt substrattype i sammenhæng med tilsvarende områder på selve Lysegrund. Den dybe revtype forekommer umiddelbart mere sparsom repræsenteret i den del af Kattegat.

7.10.8.4 Økologisk tilstand

Fælles for de fire habitattyper, mht. de fem kvalitetskriterier, gælder at

1) Vandskifte i hele området er godt.
2) Fysisk stabilitet. Området er åbent og eksponeret for vind og strøm fra alle sider. Dette bevirker relative stabile fysiske forhold i de dybere pardier (H_{LY} 2 og H_{LY} 4) og på de lave stenede partier (H_{LY} 1). Derimod vil stadig genophvirvling på skrænterne til Lysegrund som udgøres af de lavvandede sandede partier (H_{LY} 3), medvirke til lidt mere ustabile leveforhold for organismerne her. Vandet er gennemgående rimelige klarvandet.
3) Forureningspåvirkningen er beskeden.
4) Den primære fødetilførsel er relativ god for de tre fysisk stabile lokaliteter (H_{LY} 1, H_{LY} 2 og H_{LY} 4) til middelgod på H_{LY} 3 som følge af de ikke optimale forhold for de mikrobentiske alger.

Hvad angår den ”femte kvalitetsparameter”, nemlig den eksterne biologiske påvirkning, er området ikke synlig under påvirkning af en økologisk ubalance. I lighed med det øvrige Kattegat forventes dog en

uhensigtsmæssig økologisk påvirkning fra generelle ændringer i fiskepopulationerne og fraværet af større fisk at gøre sig gældende.

Sammenlagt vurderes den økologiske tilstand i Lysegrund området at være god med relativ gode betingelser for et produktivt plante- og dyreliv.

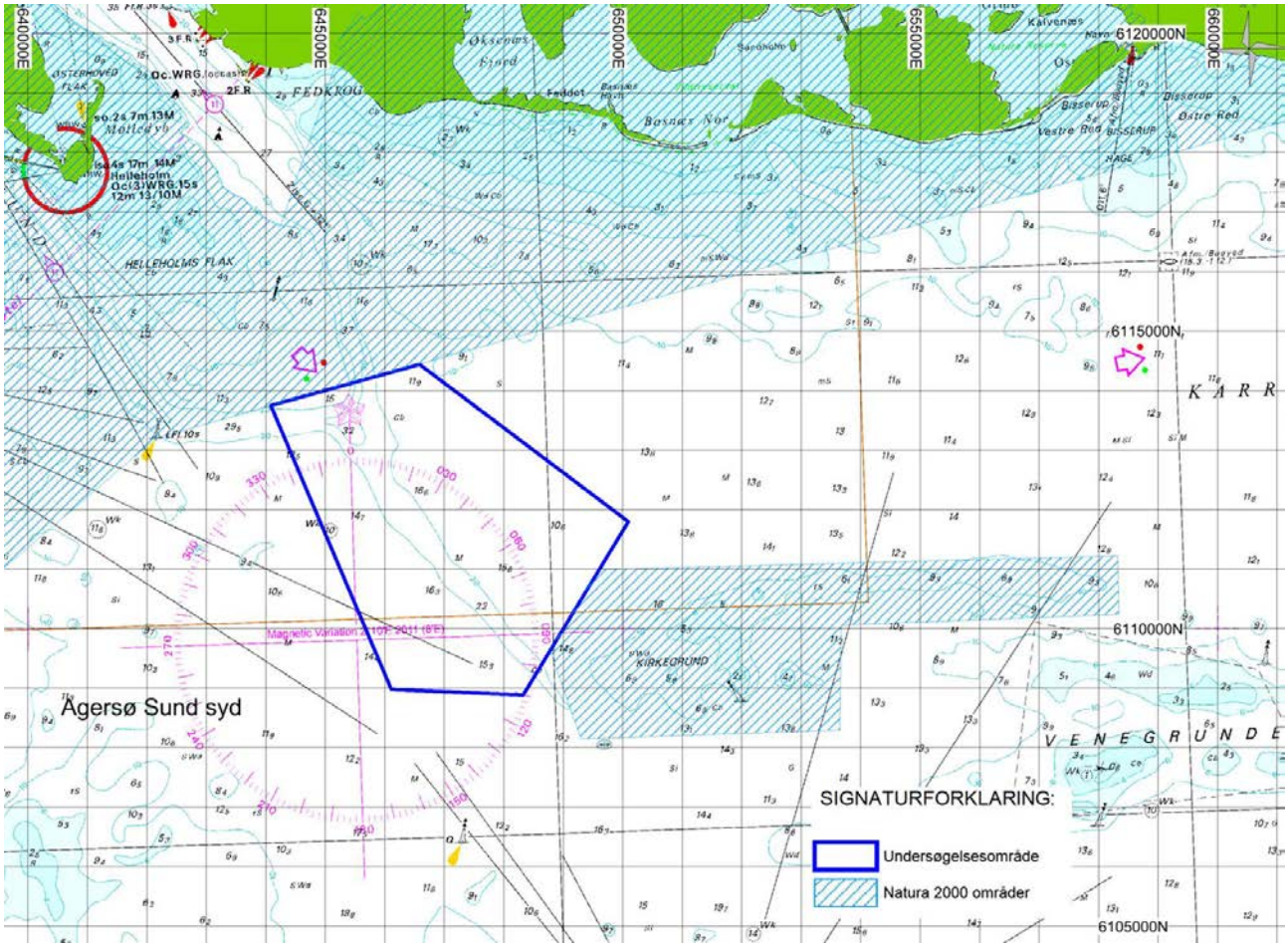
7.11 Agersø Sund syd

7.11.1 Introduktion

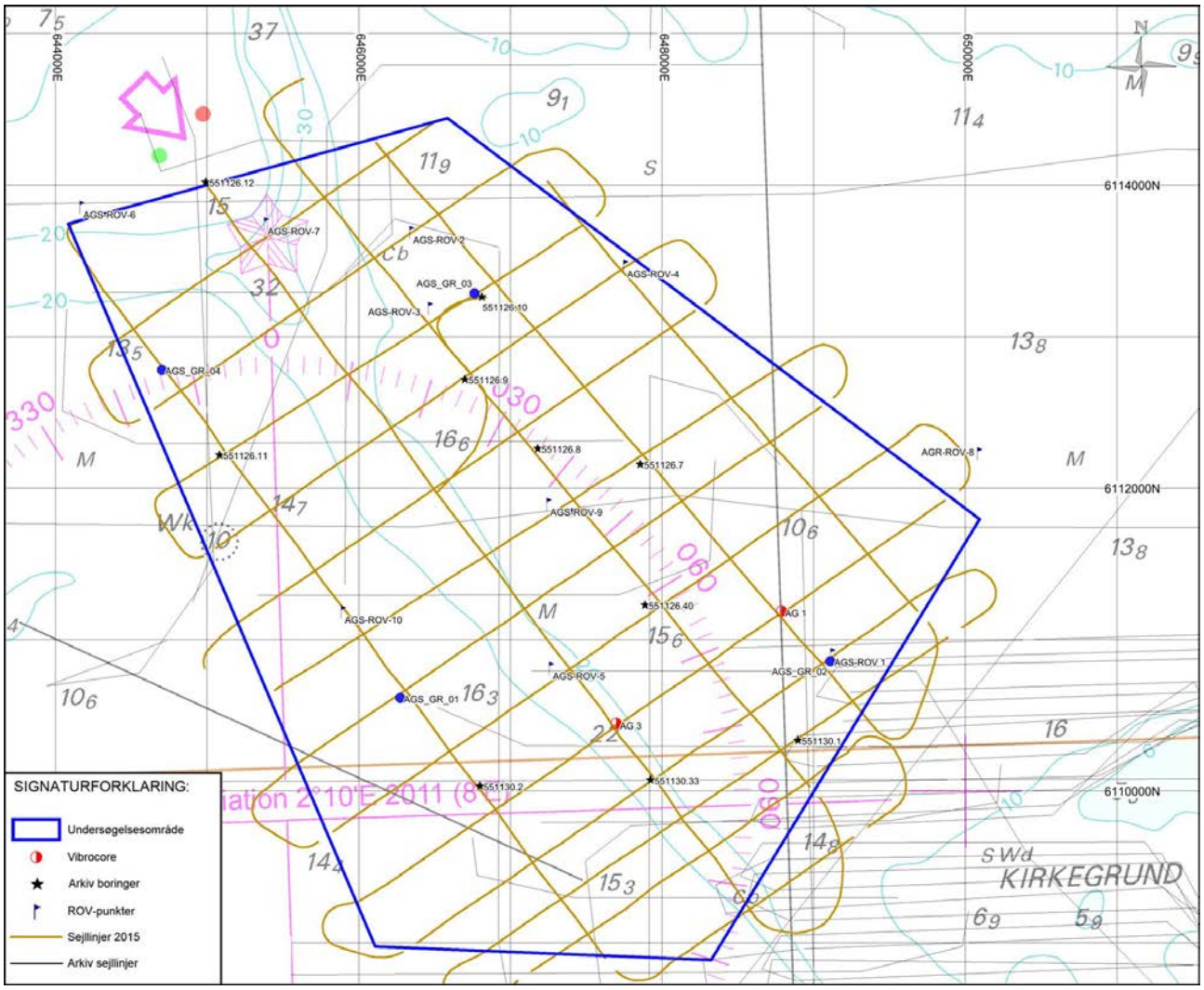
Agersø Sund syd området (20 km^2) er beliggende i den nordlige del af Smålandsfarvandet vest for Kirkegrund og fremstår som en NV-SØ gående central rende og sideliggende flanker, der udgår som en forlængelse af Agersø Sund mod nord (Figur 7.11.1). De største dybder på ca. 32 m ses i den nordlige del af renden, mens den højere liggende østlige flanke grunder op til ca. 11 m nord for Kirkegrund.

I forbindelse med den ny kortlægning af området, er der sejlet i alt ca. 75 km kombineret seismik og side scan sonar/multibeam linjer (Figur 7.11.2). Linjenettet danner et grid med ca. 1000 m linjeafstand mellem nordvest-sydøst gående linjer og 500 m mellem nordøst-sydvest gående linjer

Ud fra en tolkning af de seismiske data, er der udvalgt positioner til såvel vibrationsboringer som grabprøver. Der er foretaget i alt 2 vibrationsboringer og 4 grabprøver på udvalgte positioner (Figur 7.11.2). Der er desuden lavet kornstørrelsesanalyse af prøvemateriale fra en af vibrationsboringerne, udført en petrografisk analyse på en prøve, samt udtaget 2 prøver til datering. Efter en tolkning af side scan sonar data blev der foretaget ROV verifikationsdyk på i alt 10 positioner med henblik på en bestemmelse af havbundens substrattype og biologi.



Figur 7.11.1 Undersøgelsesområdet i Agersø Sund (indenfor blå ramme) med et UTM net på 1x1 km. Bilag A-10.



Figur 7.11.2 Undersøgelsesområdet i Agersø Sund med gennemførte sejllinjer (lys brun), vibrationsboringer (rød/hvid cirkel), ROV verifikationspunkter (blå flag), samt arkiv overfladeprøver/boringer (Jupiter database). Kortets utm net er 1x1 km. Bilag B-10.

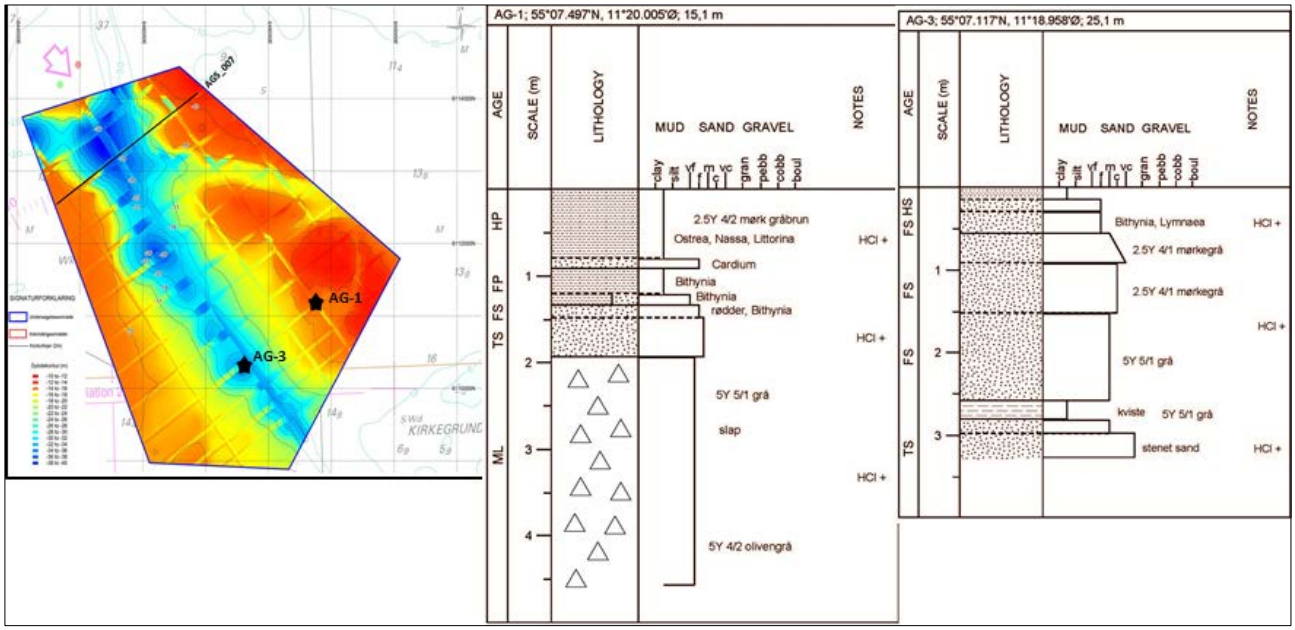
7.11.2 Geologi

Agersø Sund er beliggende i den nordlige del af Smålandsfarvandet. Den geologiske udvikling i området bærer præg af den sidste istids afsluttende afsmeltning, som foregik i etaper med dannelse af randmoræne strøg, hvor isen har stået stille i længere perioder, eller endda har bevæget sig lidt frem og skudt morænemateriale op i volde. Den yngste moræneaflejring er betegnet som Bælthavstillen (Houmark-Nielsen, 1999), der repræsenterer sedimenterne afsat under afsmeltningen og de mindre fremrykninger. Morænen overlejrer Kridt skrivekridtaflejringer og ældre glaciale sedimenter i området.

I Agersø Sund syd viser det bathymetriske kort (Figur 7.11.3), at området karakteriseres ved en syd–nordgående rende, der er skåret dybt ned i det omgivende landskab. De to flakområder mod vest og øst har vanddybder fra hhv. 15 og 13 m, og dybder på lidt over 30 m ses på de dybeste steder i renden.

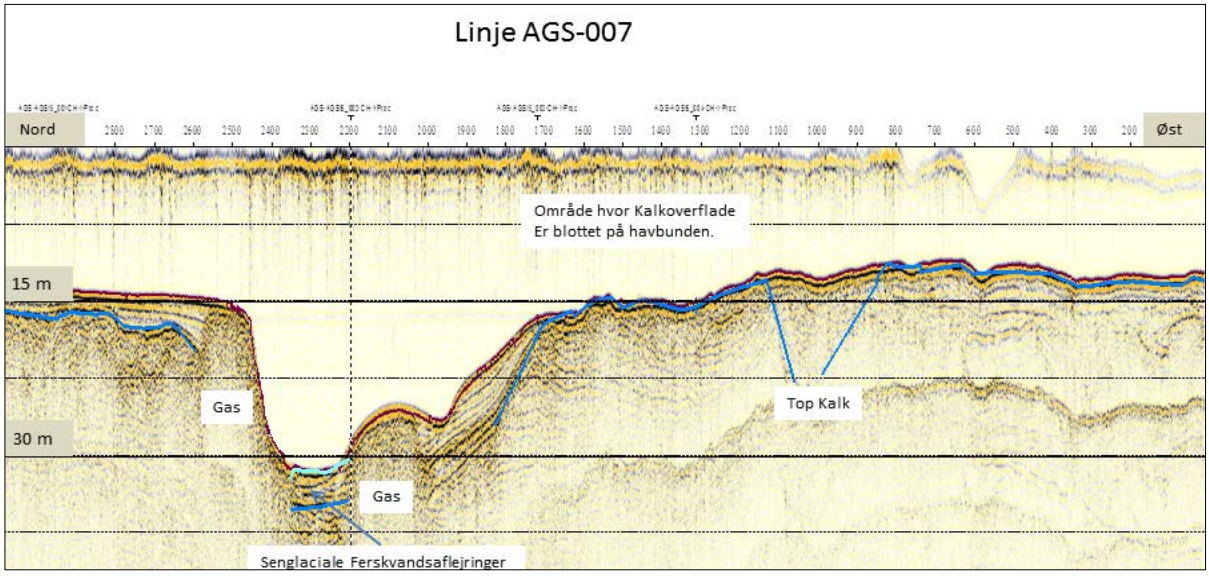
Der er udført 2 boringer, AGR-01 og AGR- o3, i den sydlige del af området. AGR-01, der er boret på 15 m's vanddybde på den østlige flak viser, at der øverst er holocænt marint og ferskvandsdynd og sand, der overlejrer senglacialt sand på moræneler. AG-3-1 er boret i den dybe rende, og viser ligeledes holocæne

marine og ferskvandaflejringer, der her overlejrer ½ m senglacialt groft sand (Figur 7.11.3). Boringerne viser, at der er moræneler under det senglaciale sand på det sydøstlige flakområde.



Figur 7.11.3 Agersø Sund syd. Bathymetrisk kort som viser Agersø renden der er eroderet ned i 2 flakområder mod vest og øst samt de 2 boringer AG-1 og-3. ML=moræneler; TS=senglacialt sand; FS=feskvandssand; FG=feskvandsdynd; HP=holocænt dynd.

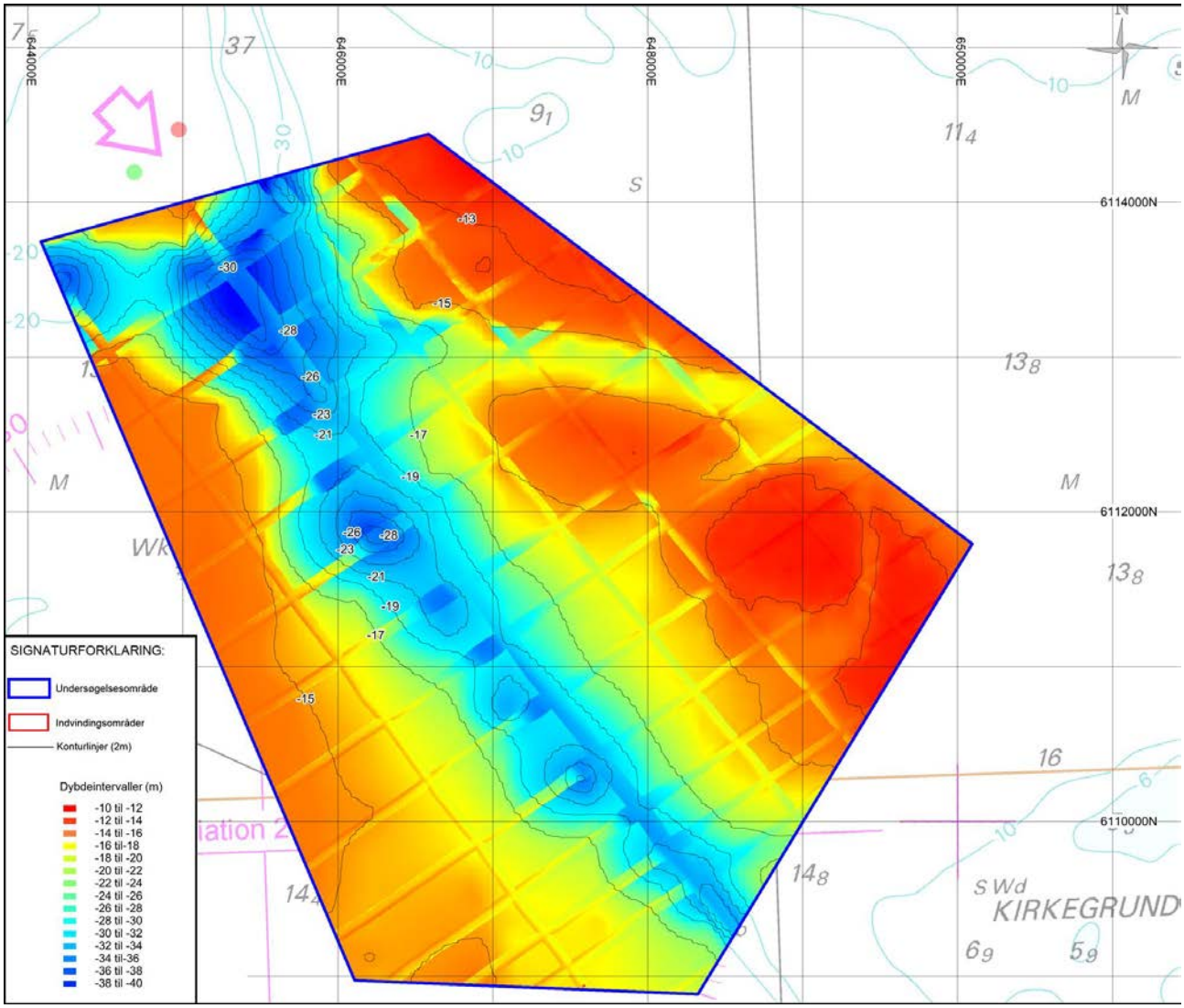
Den seismiske tolkning af de ny indsamlede seismiske data viser, at morfologien formodentlig er delvist styret af skrivekridtoverfladen, idet den dykker ned mod renden langs den østlige side af (Figur 7.11.4) renden, hvilket den formodentlig også gør på den vestlige side. På den østlige side af ses det desuden, at top kalkoverfladen kommer op til overfladen, samtidig med at havbunden får et mere uroligt forløb, der svarer til kalkoverfladens forløb på vest siden, hvor den er dækket af dyndet sediment.



Figur 7.11.4 Seismisk profil AGS-007, der viser forløbet af de overfladenære skrivekridt lag i et snit på tværs af Agersø Sund rende. Top Kalk overfladen er markeret med blå.

7.11.3 Generelle dybdeforhold

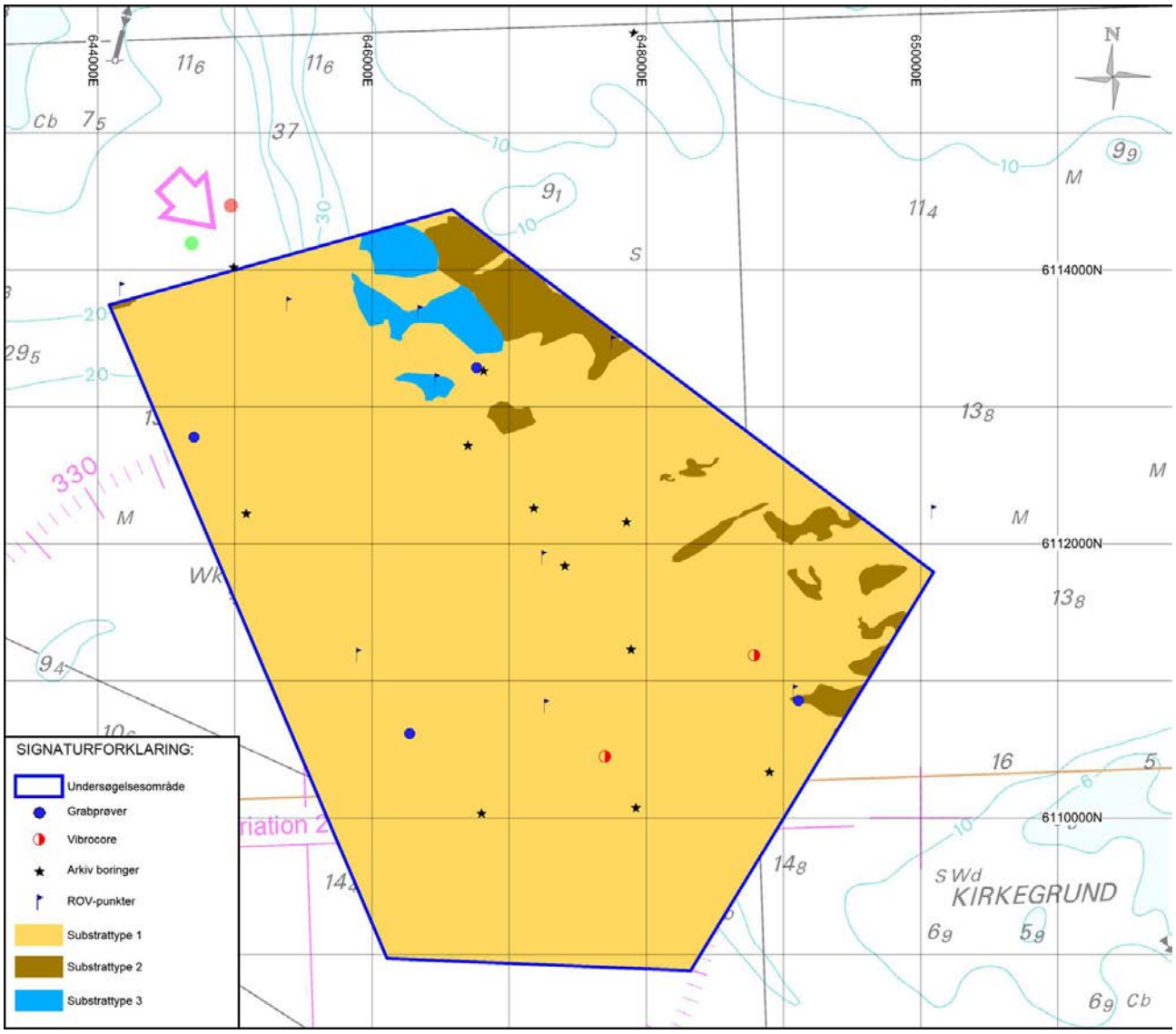
Området afgrænses mod vest af 6 m dybdekurven og skråner mod øst til dybder omkring 14-15 m (Figur 7.11.5). I den nordligste del af undersøgelsesområdet tiltager dybden mod nord til > 19 m. De indsamlede multibeam data langs sejllinjer viser god overensstemmelse med de generelle dybdedata fra Geodatastyrelsen.



Figur 7.11.5 Dybdeforhold i Agersøsund Syd undersøgelsesområdet. Kortet består af generelle dybdedata (Copyright Geodatastyrelsen) med 2 m konturlinjer overtegnet langs sejllinjer med nye multibeam data fra 2015 med et utm net på 1x1 km. Bilag C-10.

7.11.4 Substrattyper

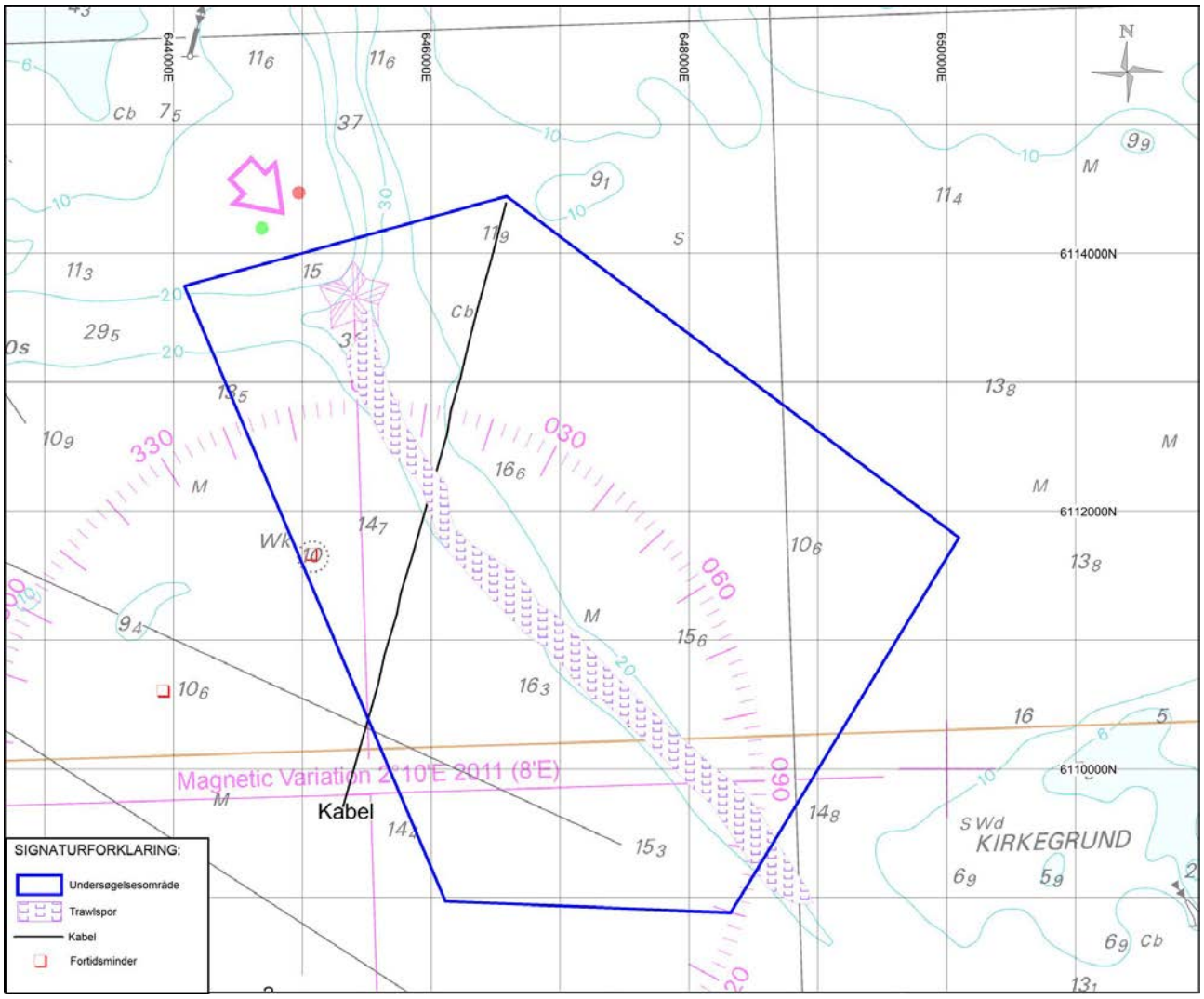
Substrattypefordelingen afspejler spredte områder, der er præget af substrattype 2 mod øst, hvor der er moræneaflejringer og områder med grovere sedimenter der hidrører fra kalkaflejringer i det nordøstlige område med substrattype 3. De centrale dybere dele og det vestlige flakområde indeholder udelukkende substrattype 1 i form af sandet dynd (Figur 7.11.6).



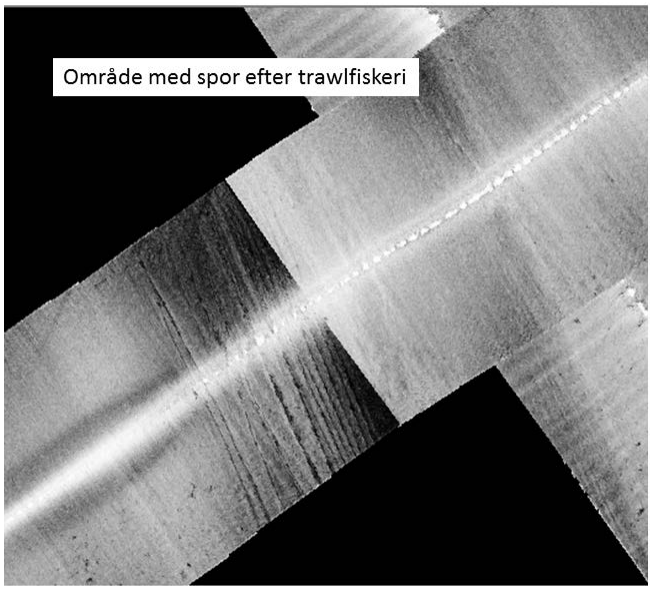
Figur 7.11.6 Bundsubstrattyper i Agersø Sund Syd undersøgelsesområdet. Kortlægningen er baseret på side scan sonar data langs sejllinjer suppleret med verifikationspunkter fra ROV-dyk, grabprøver, vibrocores samt arkiv data. Bilag D-10.

7.11.5 Menneskelig aktivitet

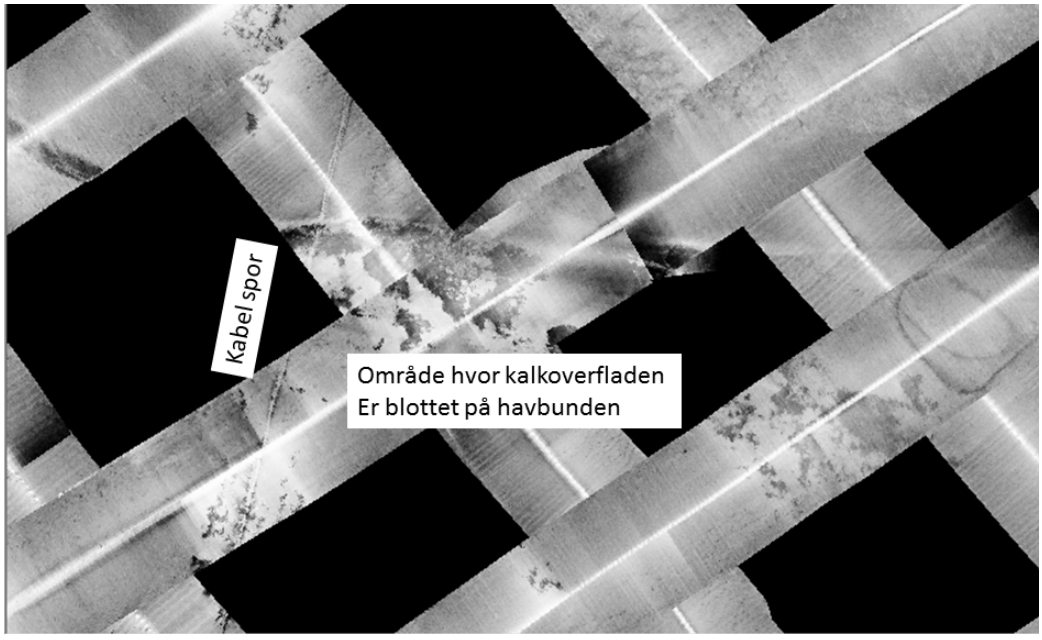
Undersøgelserne har påvist trawlspor i området, hvor den kortlagte råstofressource er til stede (Figur 7.11.7). Desuden er der på sidescan data (figur 7.11-8 og -9) lokaliseret spor efter nedlæggelse af et kabel, der går næsten nord-syd igennem området. Undersøgelserne har ikke kunnet påvise yderligere spor efter menneskelig aktivitet såsom vrag eller lignende (Figur 7.11.7).



Figur 7.11.7 Spor efter menneskelig aktivitet i Agersø Sund Syd området. Bilag E-10.



Figur 7.11.8 Eksempel på side-scan sonar billede i Agersø Sund med trawlspor. Billedet dækker et udsnit på ca. 100 m til hver side af sejlretningen.



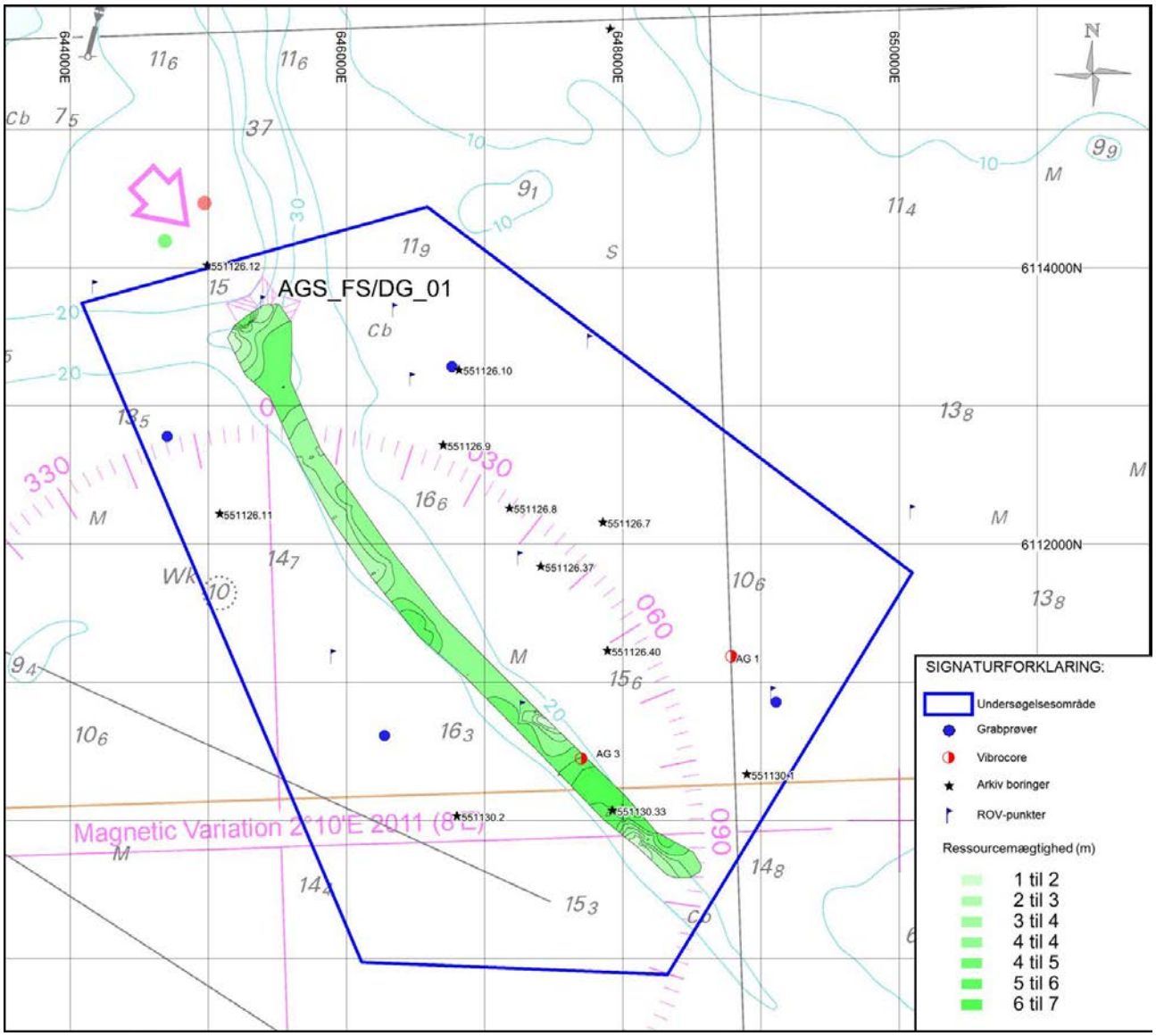
Figur 7.11.9 Eksempel på side-scan sonar billede i Agersø Sund med et kabel nedspulingsspor. Desuden ses et område, hvor kalkoverfladen er helt eller delvist blottet på bunden. Billedet dækker et udsnit på ca. 100 m til hver side af sejlretningen.

7.11.6 Råstoffer i Agersø Sund

Kortlægningen af råstofressourcer i Agersøsund syd undersøgelsesområdet har afdækket et nyt ressourceområde. Der er ingen tidligere indvindingsområder inden for efterforskningsområdet.

Med den udførte seismiske dataindsamling og udførte boringer er området Agersøsund syd, der er dækket med seismiske data i et net på ca. 500 m x 1000 m, hvilket er tilstrækkelig til en kortlægning af de mulige råstofressourcer i området. Råstofkortlægningen har vist, at der findes en sandsynlig forekomst i et nyt

ressourceområde (AGS_FS_DG1), der ligger i bunden af den rende, der strækker sig i nord-syd retningen igennem området. Ressourcerne udgøres dels af tidlig holocænt mellemkortet ferskvandssand, dels senglacialt smeltevands sand og grus, der her har fået betegnelsen DG. Ressourcen er påvist ved Boring AG-1 (Figur 7.11.13). Forekomsten er delvis dækket af dyndet sand på begge sider. På grund af gas i sedimenterne og den deraf manglende seismiske dækning kan den samlede udstrækning af forekomsten ikke fastlægges. På grund af den langstrakte form af ressourcen, er den velegnet til slæbesugning.



Figur 7.11.10 Kortlagte ressourcer (AGS_FS_DG1) og ressourcemægtigheder i Agersøsund undersøgelsesområdet. Bilag F-10.

Der er i forbindelse med kortlægningen udarbejdet råstofkort over råstofaflejringerne (Figur 7.11.10). I Tabel 21 er der opgjort de kortlagte voluminer, dominerende ressourcesammensætning, og forekomstsikkerhed angivet for forekomsten i Agersø Sund sydområdet. Ressourcetype er mellem-groft sand og grus (7,8 mio m^3).

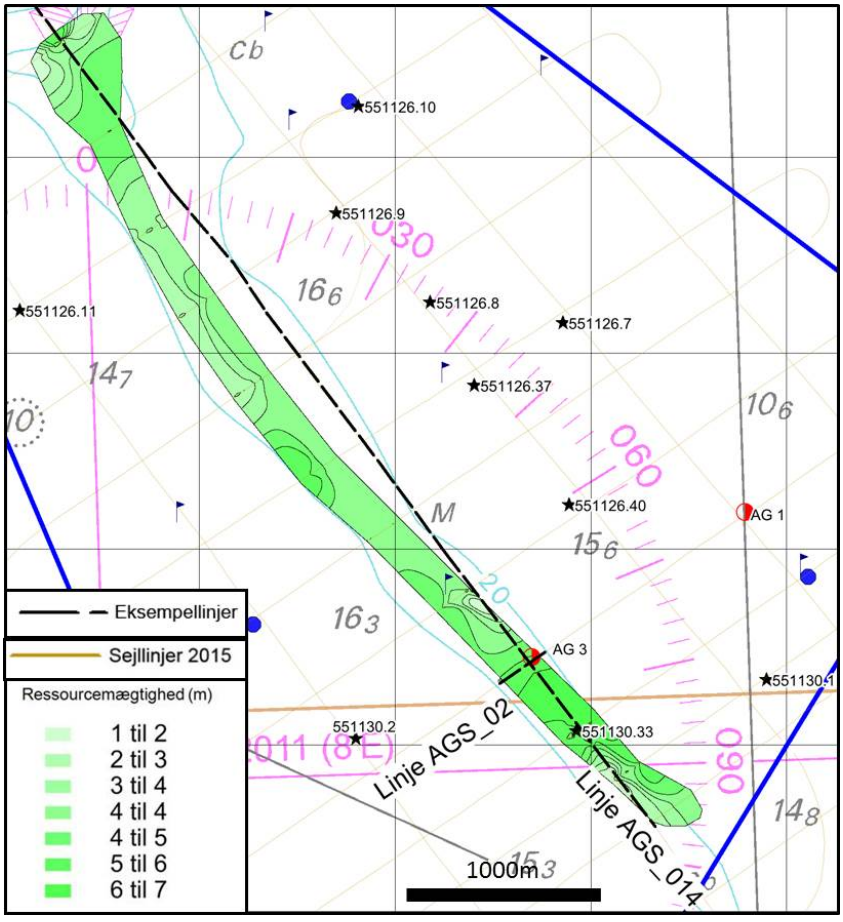
Område	Ressource	Sikkerhed	Type	Vol. mio m³	F sand	F/M sand	M Sand	M/Gr. sand m grus	Grus og ral
Agersøsund Syd	AGS_FS_DG1	Sandsynlig	FS_ DG	7.8				x	

Tabel 21 Oversigt over kortlagte ressourceforekomster i Agersøsund Syd området.

7.11.6.1 Råstoffer i området

Den kortlagte ressource ligger på vanddybder mellem 23 og 32 m. Ressourcen er kategoriseret som holocæne ferskvandsaflejringer og senglaciale smeltevandsaflejringer. Ressourcen er mellem til grovkornet sand med grus i smeltevandsaflejringerne. Forekomsten er dels aflejret som smeltevandsaflejringer ved det Ungbaltiske isfremstød gennem regionen, dels som ferskvandsaflejringer i tidlig holocæn perioden, hvor området har være dækket af søer og flodsystemer, der har dræneret området. Agersø renden har fungeret som "dræneringsrute" igennem disse perioder.

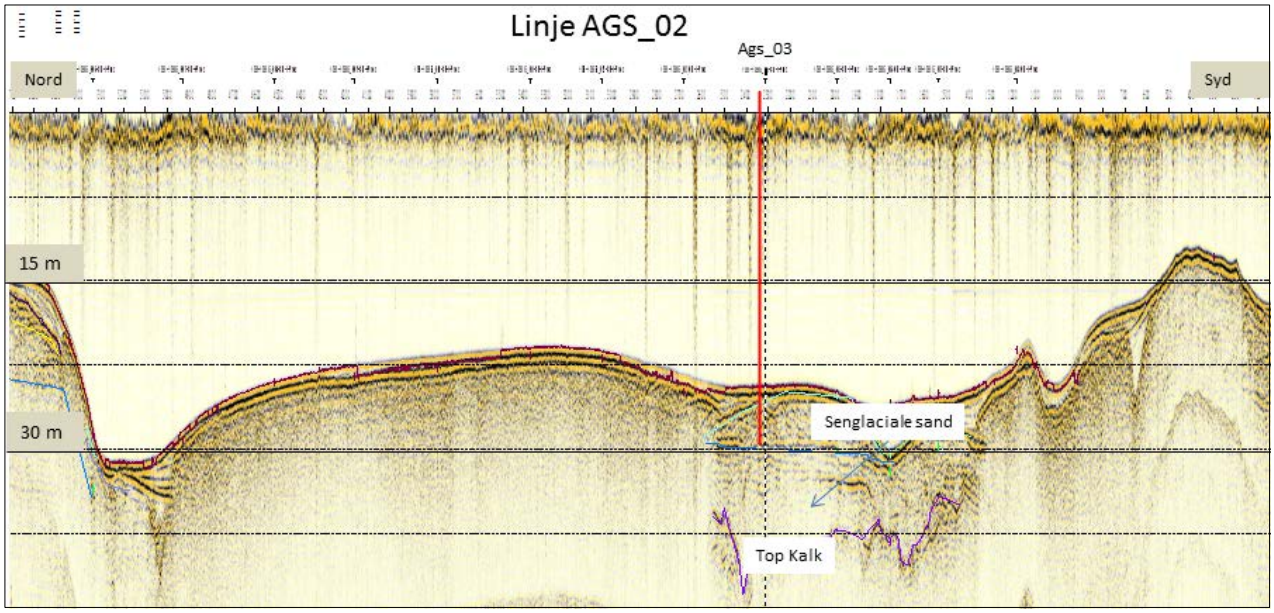
Ressourcen HB_FS_DG1 er dokumenteret ved Boring AG-3 (Figur 7.11.11 og Bilag J), hvor der er påvist ca 2½ m mellemkornet ferskvandssand og ca. 0,5 m mellem til grovkornet smeltevandssand og -grus med spredte sten. Boringen gennemborer ikke de glaciale aflejringer.



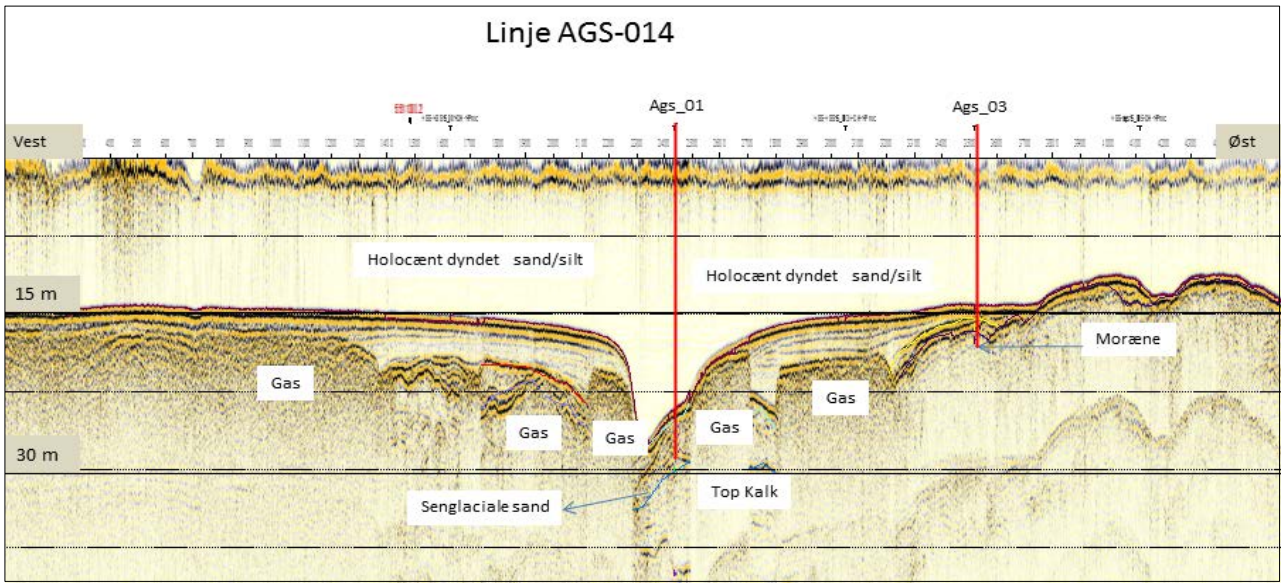
Figur 7.11.11 Udstrækning og tykkelse af Ressourceområdet HB_FS_DG1. På figuren er desuden angivet placeringen af boring AG-3.

Den maksimale tykkelse af ressourcen inden for det kortlagte område er ca. 7 m, og den arealmæssig udstrækning er på 1.6 km² (Figur 7.11.11). Det samlede volumen af forekomsten er beregnet til 10.3 mio. m3,

mens en estimerede indvindelig råstofmængde er på 7.8 mio. m3, idet der efterlades 1 m ressource i området efter indvinding. Ressourcen er illustreret ved 2 seismiske profiler (Figur 7.11.12 og Figur 7.11.13).



Figur 7.11.12 Seismisk eksempel af ressourcen AGS_FS_01 senglacialt sand. Placeringen af det seismiske profil fremgås af Figur 7.11.2



Figur 7.11.13 Seismisk eksempel af ressourcen AGS_FS_DG1. Placeringen af det seismiske profil fremgår af Figur 7.11.2

7.11.7 Kortlægning af biologiske nøglekomponenter Agersø syd

7.11.7.1 Biologiske forhold knyttet til substrattyper

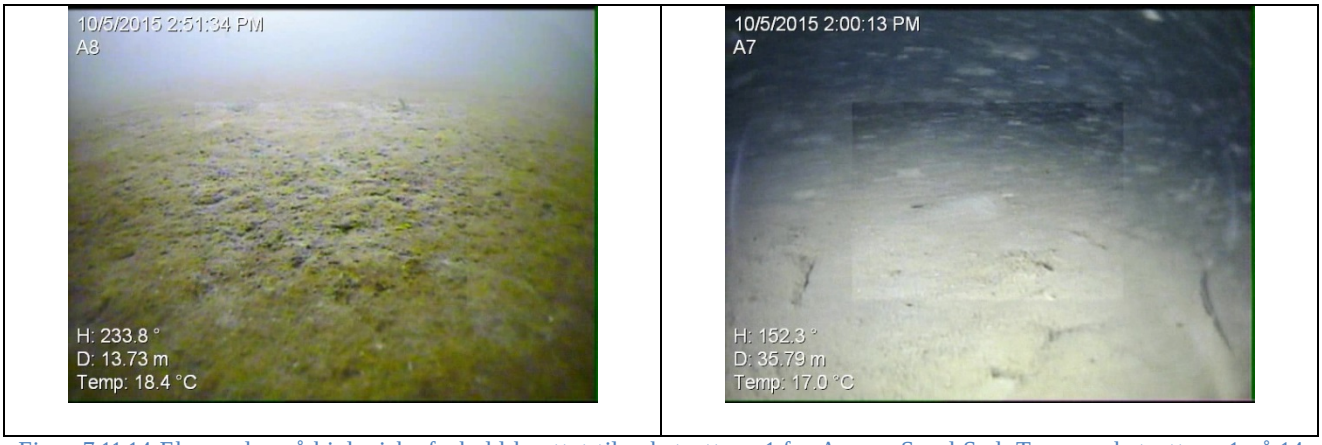
Undersøgelsesområdet ved Agersø Sund Syd er karakteriseret ved dybder fra 12 – 32 m. Der er kortlagt tre substrattyper, substrattype 1, 2 og 3.

De biologiske forhold observeret ved ROV-undersøgelserne er primært epifauna og -flora. Der er ikke observeret biogene rev eller ålegræsbanker.

7.11.7.1.1 Biologiske forhold knyttet til substrattype 1

I undersøgelsesområde Agersø Sund Syd er størstedelen af undersøgelsesområdet substrattype 1, som findes på dybder fra 12 – 32 meter.

I forbindelse med substrattype 1 i undersøgelsesområde Agersø Sund Syd er der knyttet sparsom epifauna og -flora. Der er observeret sandorme og solitære blåmuslinger. Den eneste flora, der er observeret er kiselalger, som kun er set på lavere vanddybder (<35 m). Der er ikke observeret ålegræs (Figur 7.11.14).

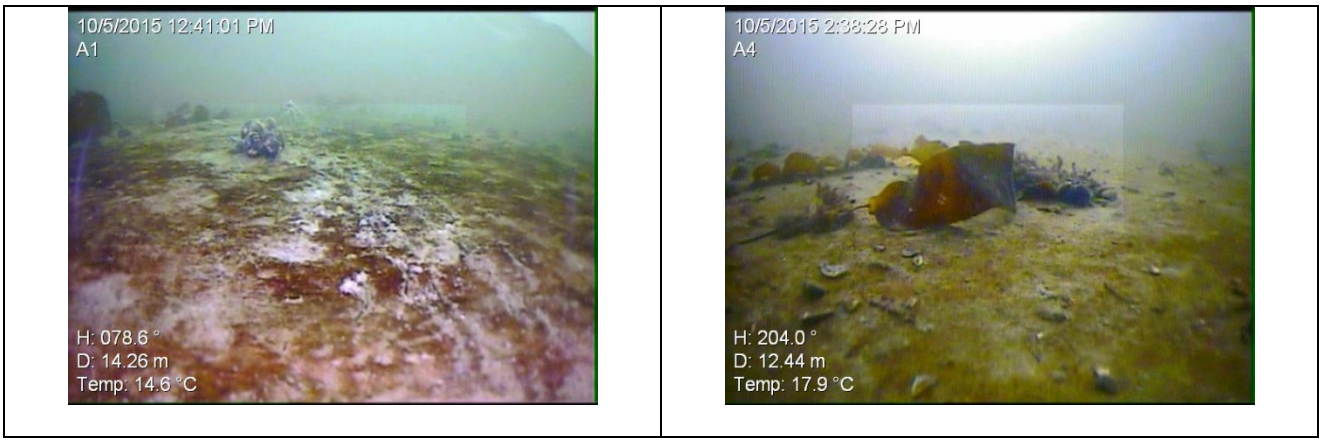


Figur 7.11.14 Eksempler på biologiske forhold knyttet til substrattype 1 for Agersø Sund Syd. Tv ses substrattype 1 på 14 meters dybde med kiselalger samt sandorme (position AGS-ROV-6). Th ses substrattype 1 på 36 meters dybde, med sparsom/ingen fauna og flora (position AGS-ROV-8).

7.11.7.1.2 Biologiske forhold knyttet til substrattype 2

Substrattype 2 findes spredt i undersøgelsesområdets østlige og nordlige del. Substrattypen findes på dybder fra 12 - 16 meter.

I forbindelse med substrattype 2 i undersøgelsesområde Agersø Sund Syd er der knyttet en del epifauna og -flora. På sandbund er der observeret sandorme og solitære blåmuslinger, samt kiselalger. Substrattypens sten har bevoksning af store brunalger (*Laminaria*), trådformede røde alger og kalkrødalger (Figur 7.11.15).



Figur 7.11.15 Eksempler på biologiske forhold knyttet til substrattype 2 for Agersø Sund Syd. Tv ses substrattype 2 på 14 meters dybde, med kiselalger, få enårige rødalger og enkelte blåmuslinger (position AGS-ROV-1). Th ses substrattype 2 på 13 meters dybde med (position AGS-ROV-4).

7.11.7.1.3 Biologiske forhold knyttet til substrattype 3

Substrattype 3 findes spredt i undersøgelsesområdets nordlige del. Substrattypen findes på dybder fra 12 - 20 meter.

I forbindelse med substrattype 3 i undersøgelsesområde Agersø Sund Syd er der knyttet en del epifauna og -flora. På store og små sten findes blandet vegetation af brune, grønne og røde alger, inkl. store brunalger (*Laminaria* sp.). På den omkringliggende sandbund findes solitære blåmuslinger og søstjerne. Den eneste flora observeret på sandbund er kiselalger (Figur 7.11.16).



Figur 7.11.16 Eksempler på biologiske forhold knyttet til substrattype 3 for Agersø Sund Syd. Tv ses substrattype 3 på 14 meters dybde med sten bevokset af brune og røde alger, inklusiv Laminaria sp. (position AGS-ROV-2). Th ses substrattype 3 på 20 meters dybde med spredte blåmuslinger og sten bevokset med grønne og brune alger (position AGS-ROV-3).

7.11.8 Indkredsning og tilstandsvurdering af habitattyper Agersø Syd

7.11.8.1 Beliggenhed og beskrivelse

Dette relative lille område ligger syd for Agersø og Omø ligger klemt inde mellem N2000 område nr 162 (Skælskør Fjord og havet og kysten mellem Agersø og Glænø) i nord og N2000 område nr. 170 (Kirkegrund) i syd. Det er et relativt lavvandet område med dybder mellem 12 og 18 m med både mudret, sandet og stenet bund. Det gennemskæres af en syd-nord gående delvis tilsandet rende på ned til 32 meter. Området udgør en del af et større undersøisk morænelandskab, og som repræsenterer den mest udbredte bundtype i Smålandsfarvandet og tilstødende områder. Det er i vandområdeplanerne benævnt som et OW3a område (åbenvands-type med varierende lavere saltholdighed og lille tidevandsforskel beliggende i den vestlige Østersø).

I vandområdeplanerne er den økologiske tilstand beskrevet som moderat, hvilket er sket både på baggrund af bunddyrssammensætningen og ålegræsset og dybdeudbredelse på mellem 50 og 75 % af reference tilstanden. Området ligger i kystvandsområde nr. 206 (Smålandsfarvandet åbne del) hvor kvælstoftilførslen ved planperiodens udløb i 2012 forventes reduceret til 191 t N/år, svarende til 37 t under den øvre grænse for god økologiske tilstand.

7.11.8.2 Marint system

Agersø området er præget af varierende dybdeforhold men rimelig ensartede bundforhold. Residualbunden med frilagte sten i alle størrelser præger de dybe partier og de omgivne skrænter. De mere jævne og lavvandede områder er dækket af silt, sand og grus. Disse materialer udgør dog også substratet mellem (og over) stenene i de dybere dele. Baggrunden for den mere udtalte morænebund disse steder hænger givetvis

sammen med en til tider kraftig indadgående bundstrøm knyttet til de mange syd-nordgående render, der ses i dette farvand. Det marine system for området består af en overgang mellem *strømfyldt farvand præget af kvartære sedimenter* som dominerer i og langs renderne og den *jævne, bløde blandingsbund* på de mere jævne flader. I overensstemmelse hermed ses praktisk talt ingen bølgeribber på den bløde bund, hvilket vidner om, at der her sker en akkumulation af udefrakommende mineralske partikler.

Blåmusling og store brunalger dominerer de fastsiddende livsformer på de mere lavvande stenede områder, og er med til at give disse områder deres revagtige karakter. De mange edderfugle, der observeres i området er givetvis foranlediget af de gode fødehold. På stenene i de dybe partier er der et bemærkelsesværdigt fravær af epifauna, hvilket meget vel kan skyldes forstyrrelse fra en vekslende resuspension og resedimentation af materiale der vil gøre sig gældende her.

7.11.8.3 Habitattyper

Sedimentforhold

Sediment kortlægningen viste tilstedeværelsen af tre af de fire substrattyper der er beskrevet for de danske farvande (Figur 7.11.17). Den mest revagtige type (type 4) manglede. Skaller og mindre sten prægede en stor del af området. Men også mange større sten sås hyppigt og vidnede om at der er tale om en residual bund had angår det grovere materiale. Sand og grus fladerne derimod er et resultat af en mere recent sedimentaflejring.

Lysforhold

De fleste dybder i området på mellem 12 og 16 m tillader en opvækst af makroalger hvor der er sten planter og mikroalger på sandfladerne. Dybderenden gennem området og skrænterne hertil ligger til gengæld under den fotiske zone.

Energiforhold

De lavvandede dele er præget af relative rolige strømforhold, hvilket giver disse områder en lav energitilstand, hvad vandbevægelser angår. Kun de dybe dele vil være påvirket af stærk strøm og en kraftig bundnær sedimentransport.

Saltpåvirkning

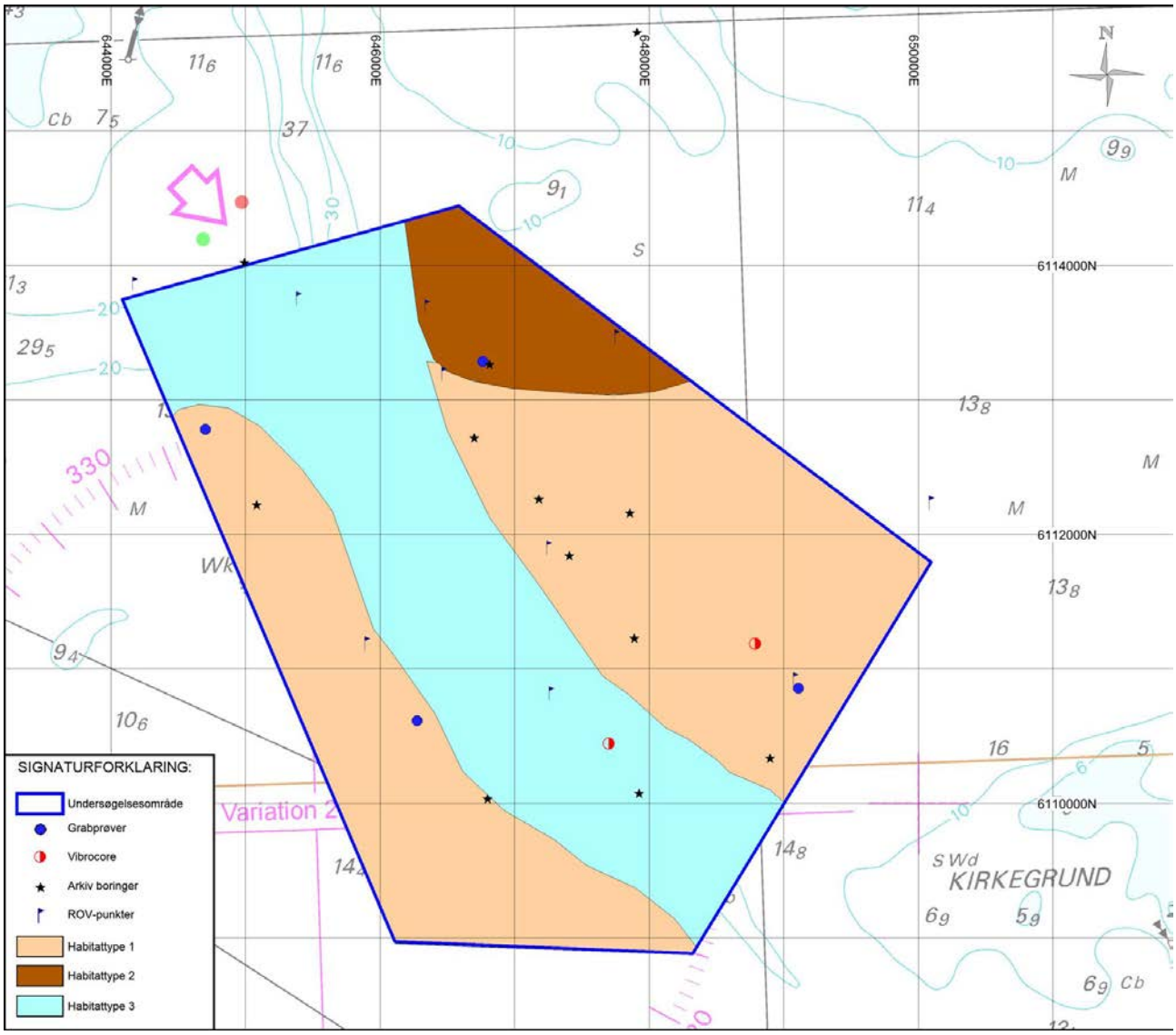
Saltkoncentrationer på mellem 10 og 15 ‰ vil dominere i området. I renden vil saltholdigheden være noget større (15-25 ‰) som følge af hyppig indtrængende bundvand fra Kattegat.

Der vil således kun være tale om 3 habitattyper i Agersø området (AGS), nemlig:

H_{AGS} 1) Substrattype 1 og 2, 12-16 m (lav-fotisk zone), 10-15 ‰

H_{AGS} 2) Substrattype 3 og 4 (+blåmuslinger og store makroalger) 12-16 m (lav fotisk zone), 10-15 ‰

H_{AGS} 3) Substrattype 3 og 4, 16-32 m, 15-25 ‰



Figur 7.11.17 Habitater i Agersø Sund Syd. Habitattyperne er afgrænset i forhold til de stedværende forhold, defineret ved de fire kriterier: substrat, lys, energi og saltpåvirkning.

7.11.8.4 Økologisk tilstand

Fælles for de tre habitattyper, mht. de fem kvalitetskriterier, er at

1) Vandskifte: godt
2) Fysisk Stabilitet: pga. områdets beliggenhed og topografi er strøm- og bølgepåvirkning i de lavvandede dele relativ rolige. I kombination med rimelig ensartede salt- og temperaturforhold opnås gode betingelser for det dertil knyttede dyre- og plantelivet under de givne saltforhold. I de dybere dele, som ligger under den fotiske zone, vil strømmen være betydelige mere kraftig og medføre en betydelig resuspension, transport og aflejring af sediment til skade for dyrene her.
3) Forurening: svag idet den bentiske primærproduktion og tilvækst på vanddybder over 8-10 m sædvanligvis vil være lysbegrænset og ikke næringsbegrænset. Vandskiftet vil desuden være tilstrækkelig til at sikre ilttilførslen til nedbrydningen af det sedimenterende organiske stof.
4) Primær fødetilførsel: god i den fotiske zone, mens sedimenttransport i de dybe dele hæmmer de stationære dyrs fødeoptagelse her.

Hvad angår den ”femte kvalitetsparameter”, nemlig eksterne biologiske påvirkning, skønnes området kun at være svag påvirket. Dette på trods af en stor tæthed af ribbegoplen *Mneopsis leidyi* (”dræbergoplen”) i de ovenliggende vandmasser. Denne vurderes dog kun af have en svag og indirekte betydning for bundmiljøet. Det er endvidere muligt, at området er negativ påvirket af et stort antal mindre fisk som f.eks. den invasive sortmundet kutling.

Sammenlagt vurderes den økologiske tilstand i de to habitater, der ligger i den fotiske zone (H_{AGS} 1 og H_{AGS} 2), at være moderat til god. Den dårlige tilstand i de dybere områder (H_{AGS} 3) skyldes primært den naturlige sedimenttransport.

8. Samlet ressourceopgørelse

Kortlagte råstofforekomster klassificeres med hensyn til ressourcesikkerhed som hhv. påviste, sandsynlige og spekulative ressourcer. Da der er lavet et tæt net af seismiske data i de tre undersøgelsesområder og der er lavet boringer, vil de ressourcer der er fundet ved disse undersøgelser blive betegnet som sandsynlige. Ressourcerne bliver kategoriseret som påviste, hvis der er boringer og seismiske data bekræfter udbredelsen af ressourcerne. Hvis ikke betegnes de som sandsynlige. Hvis den seismiske tolkning af en samlet ressource er usikker og der ikke er boringer i forekomsten betegnes den som spekulativ ellers betegnes den som sandsynlig.

Område	Ressource	Sikkerhed	Type	Vol. mio m³	F sand	F/M sand	M Sand	M/Gr. sand m grus	Grus og ral
Fakse Bugt	**FB_DS/DG_01**	Påvist	Glacial	57				57	
	FB_DS_04	Påvist	Glacial	19		19			
	FB_DS_05	Påvist	Glacial	14		14			
	FB_HS/HG_02	Påvist	Hol Marint	30				30	
	FB_HS/HG_04	Påvist	Hol Marint	3				3	
	FB_HS/HG_06	Påvist	Hol Marint	20					20
	FB_HS/HG_07	Påvist	Hol Marint	7				7	
	FB_HS_01	Påvist	Hol Marint	40		40			
	FB_HS_03	Påvist	Hol Marint	12		12			
	FB_HS_05	Påvist	Hol Marint	101		101			
	FB_HS_08	Påvist	Hol Marint	7		7			
	FB_HS_09	Påvist	Hol Marint	10		10			
	FB_HS_10	Påvist	Hol Marint	7		7			
	FB_HS_16	Påvist	Hol Marint	45	45				
	FB_TS/TG_02	Påvist	Senglacial	26				26	
	FB_TS/TG_03	Påvist	Senglacial	11				11	
	FB_TS_01	Påvist	Senglacial	221		221			
Hesselø Bugt	**HB_DG1**	Påvist	Glacial	51					51
	HB_HS10	Påvist	Hol Marint	1		1			
	HB_HS5	Påvist	Hol Marint	3		3			
	HB_HS9	Påvist	Hol Marint	14		14			
	HB_TS1	Påvist	Senglacial	4			4		
Marthe flak	**MF_HS_01**	Påvist	Hol Marint	6		6			
Samsø syd	**SSY_DG_10**	Påvist	Glacial	3				3	
Samsø Nord	**SNO_HS_01**	Påvist	Hol Marint	2		2			
Lysegrund	**LG_HG4**	Påvist	Hol Marint	4					4
	LG_HG5	Påvist	Hol Marint	4					4
	LG_HS1	Påvist	Hol Marint	181			181		
Samlet				**901**	**45**	**457**	**185**	**136**	**79**

Tabel 22 Påviste ressourcer. Alle volumener er angivet i mio. m³.

Område	Ressource	Sikkerhed	Type	Vol. mio m³	F sand	F/M sand	M Sand	M/Gr. sand m grus	Grus og ral
Fakse Bugt	**FB_DS_02**	Sandsynlig	Glacial	2		2			
	FB_DS_03	Sandsynlig	Glacial	2		2			
	FB_HS_11	Sandsynlig	Hol Marint	2	2				
	FB_HS_12	Sandsynlig	Hol Marint	3		3			
	FB_HS_13	Sandsynlig	Hol Marint	4	4				
	FB_HS_14	Sandsynlig	Hol Marint	7	7				
	FB_HS_15	Sandsynlig	Hol Marint	5	5				
	FB_HS_17	Sandsynlig	Hol Marint	31	31				
	FB_HS_18	Sandsynlig	Hol Marint	2	2				
Hesselø Bugt	**HB_HS1**	Sandsynlig	Hol Marint	2		2			
	HB_HS2	Sandsynlig	Hol Marint	38		38			
	HB_HS3	Sandsynlig	Hol Marint	3		3			
	HB_HS4	Sandsynlig	Hol Marint	65		65			
	HB_HS6	Sandsynlig	Hol Marint	9		9			
	HB_HS7	Sandsynlig	Hol Marint	22		22			
	HB_HS8	Sandsynlig	Hol Marint	2		2			
Marthe flak	**MF_DG_05**	Sandsynlig	Glacial	22					22
	MF_HS_02	Sandsynlig	Hol Marint	6		6			
	MF_HS_03	Sandsynlig	Hol Marint	6		6			
Nordby Bugt	**NB_DG_01**	Sandsynlig	Glacial	3				3	
Samsø syd	**SSY_HS_05**	Sandsynlig	Hol Marint	5			5		
	SSY_HS_07	Sandsynlig	Hol Marint	3		3			
	SSY_HS_08	Sandsynlig	Hol Marint	1		1			
	SSY_HS_09	Sandsynlig	Hol Marint	2			2		
	SSY_TS/TG_02	Sandsynlig	Senglacial	23				23	
	SSY_TS/TG_03	Sandsynlig	Senglacial	38				38	
	SSY_TS_04	Sandsynlig	Senglacial	10			10		
Samsø Nord	**SNO_HS_02**	Sandsynlig	Hol Marint	1		1			
	SNO_HS_04	Sandsynlig	Hol Marint	1		1			
	SNO_HS_05	Sandsynlig	Hol Marint	1		1			
	SNO_HS_06	Sandsynlig	Hol Marint	5		5			
Helgenæs	**HEL_HS_01**	Sandsynlig	Hol Marint	2				2	
Lysegrund	**LG_HG2**	Sandsynlig	Hol Marint	7					7
	LG_HG3	Sandsynlig	Hol Marint	6					6
Agersø Syd	**AGS_FS_DG1**	Sandsynlig	Glacial	8				8	
Samlet				**346**	**51**	**169**	**17**	**74**	**35**

Tabel 23 Sandsynlige ressourcer. Alle volumener er angivet i mio. m³.

Område	Ressource	Sikkerhed	Type	Vol. mio m³	F sand	F/M sand	M Sand	M/Gr. sand m grus	Grus og ral
Marthe flak	**MF_HS_04**	Spekulativ	Hol Marint	2				2	
Nordby Bugt	**NB_DG_02**	Spekulativ	Glacial	1				1	
Samsø syd	**SSY_DS/DG_01**	Spekulativ	Glacial	100				100	
	SSY_DS/DG_06	Spekulativ	Glacial	5				5	
	SSY_HS_11	Spekulativ	Hol Marint	3		3			
Samsø Nord	**SNO_HS_03**	Spekulativ	Hol Marint	1		1			
Fløjstrup	**Fl_DS_01**	Spekulativ	Glacial	2		2			
Samlet				**114**		**6**		**108**	

Tabel 24 Spekulative ressourcer. Alle volumener er angivet i mio. m³.

I de 10 områder er der påvist forekomster bestående af glaciale-senglaciale smeltevandsaflejringer og holocæne marine recente dynamiske aflejringer. Der er desuden påvist grusressourcer og sandressourcer bestående af fint til mellem sand af såvel Holocæn som Glacial alder.

De samlede ressourcer er opgjort til 1.4 mia. m³ for samtlige områder og forekomsttyper. De påviste ressourcer er opgjort til 900 mio. m³ (Tabel 21) og de sandsynlige er opgjort 346 mio. m³ (Tabel 22) og de spekulative er opgjort til 114 mio. m³ (Tabel 23).

9. Referencer

Bennike, O., Jensen, J.B., Lemke, W., Kuijpers, A, and Lomholt, S., 2004. Late- and Postglacial history of the Great Belt, Denmark. Boreas, 33: 18-33.

Binzer, K. Og Stockmarr, J., 1994. Prækvartæroverfladens højdeforhold (m. bidrag af Holger Lykke Andersen). DGU Kortserie 44.

Cameron, A. and Askew, N. (eds.)., 2011. EUSeaMap - Preparatory Action for development and assessment of a European broad-scale seabed habitat map final report. Available at http://jncc.gov.uk/euseamap.

DGU Kunderapport 1992/51. Råstofgeologiske undersøgelser i Østersøen. Fakse Bugt, område 520.

Fredningsstyrelsen/Miljøministeriet, 1984a: Århus Bugt – Undersøgelsesområde nr. 502. Råstoffer på havbunden – Sand, grus og sten.

Fredningsstyrelsen/Miljøministeriet, 1984b: Århus Bugt – Undersøgelsesområde nr. 502, råstofområde nr. 16. Ressourcebeskrivelse – Sand, grus og sten.

Geodatastyrelsen:http://frv.dk/Maalinger/Farvandsmaalinger/Dybder/Pages/Digitale_dybdemodeller.aspx

GEUS Havbundssedimentkort: http://www.geus.dk/DK/data-maps/Sider/havbundstyper-dk.aspx

Houmark-Nielsen, M., 1987: Pleistocene stratigraphy and glacial history of the central part of Denmark. Bulletin of the Geological Society of Denmark 36, 189 pp.

Houmark-Nielsen, M., 1999: A lithostratigraphy of Weichselian glacial and interstadial deposits in Denmark. Bulletin of the Geological Society of Denmark 46, 101–114.

Houmark-Nielsen, M., 2003. Signature and timing of the Kattegat Ice Stream: onset of the last Glacial Maximum sequence at the southwestern margin of the Scandinavian Ice Sheet. Boreas, 32, 227-241.

Houmark-Nielsen, M. and Kjær, K.H., 2003. Palaeogeography and environmental change. Quaternary Science Reviews 18, 769-786.

Houmark-Nielsen, M., Krüger, J., og Kjær, K.H. 2005. De seneste 150.000 år. Geoviden 2. Geo-center København.

Houmark-Nielsen, M., 2010. Istidslandskabet omkring Nationalpark Mols Bjerge. Geologisk Tidsskrift 2010, 1-25.

Håkannson, E. og Pedersen, S.S. Geologisk kort over den danske undergrund. 1992. VARV.

Jensen, J.B., 1992. Late Pleistocene and Holocene depositional evolution in the shallow waters near the island of Møn, SE Denmark. Ph.D. Thesis. GEUS/Aarhus University.

Jensen, J.B., 1998. Evaluering af sand, grus og stenressourcer på det danske havområde. Del IV sammenfattende rapport. GEUS Rapport 1998/129, 1-71.

Jensen, J.B., Bennike, O., Lemke, W., og Kuijpers, A., 2005. The Storebælt gateway to the Baltic. Geol. Surv. Denmark Bull. 7, 45-48.

Jensen, J.B. and Bennike, O., 2009. Geological setting as background for methane distribution in Holocene mud deposits, Aarhus Bay, Denmark. Continental Shelf Research 29, 775-784.

Jensen, J.B., Borre, S., Nørgaard-Pedersen, N., og Leth, J.O., 2010. Model for potentielle sand-og grusforekomster for de danske farvande: delområderne Kattegat Syd og Østersøen vest. Danm. og Grønl. Geol. Unders. Rap. 2010/99. 104 pp.

Jensen, J.B. et al., 2012. Marin råstof- og naturtypekortlægning i Kattegat og vestlige Østersø 2011. Naturstyrelsen rapport udført af GEUS/Orbicon rapport. 449 pp + bilag.

JUPITER databasen. http://data.geus.dk/geusmap

Køie, M & Kristiansen, Aa., 2014. Havets dyr og planter.

Larsen, B., 1994. Material sammensætningen i submarine råstofforekomster – Et metodestudium. DGU kunderapport 1994/91.

Larsen, G., 2002. Geologisk Set: Fyn og øerne – en beskrivelse af nationale geologiske interesseområder. 144 pp. Geografforlaget.

Lomholt, S., 1992a: Lokalisering af betonsand Lysegrund. Fase 1. DGU Kunderapport 1992/24. 1-128.

Lomholt, S. 1992b: Lokalisering af betonsand Lysegrund. Fase 2. DGU Kunderapport 1992/28. 1-87.

Nordberg, K. & Bergsten, H. 1988: Biostratigraphic and sedimentological evidence of hydrographic changes in the Kattegat during the late part of the Holocene. Marine Geology 83, 123–158.

Novak, B., 1996. En maringeologisk undersøgelse af kvartære lag på Lysegrund, sydlige Kattegat, Danmark. Geologisk Tidsskrift, 3, 21-25.

Novak, B. & Pedersen, G.K., 2000. Sedimentology, seismic facies and stratigraphy of a Holocene spit-platform complex interpreted from high-resolution shallow seismics, Lysegrund, southern Kattegat. Marine Geology 162, 317-335.

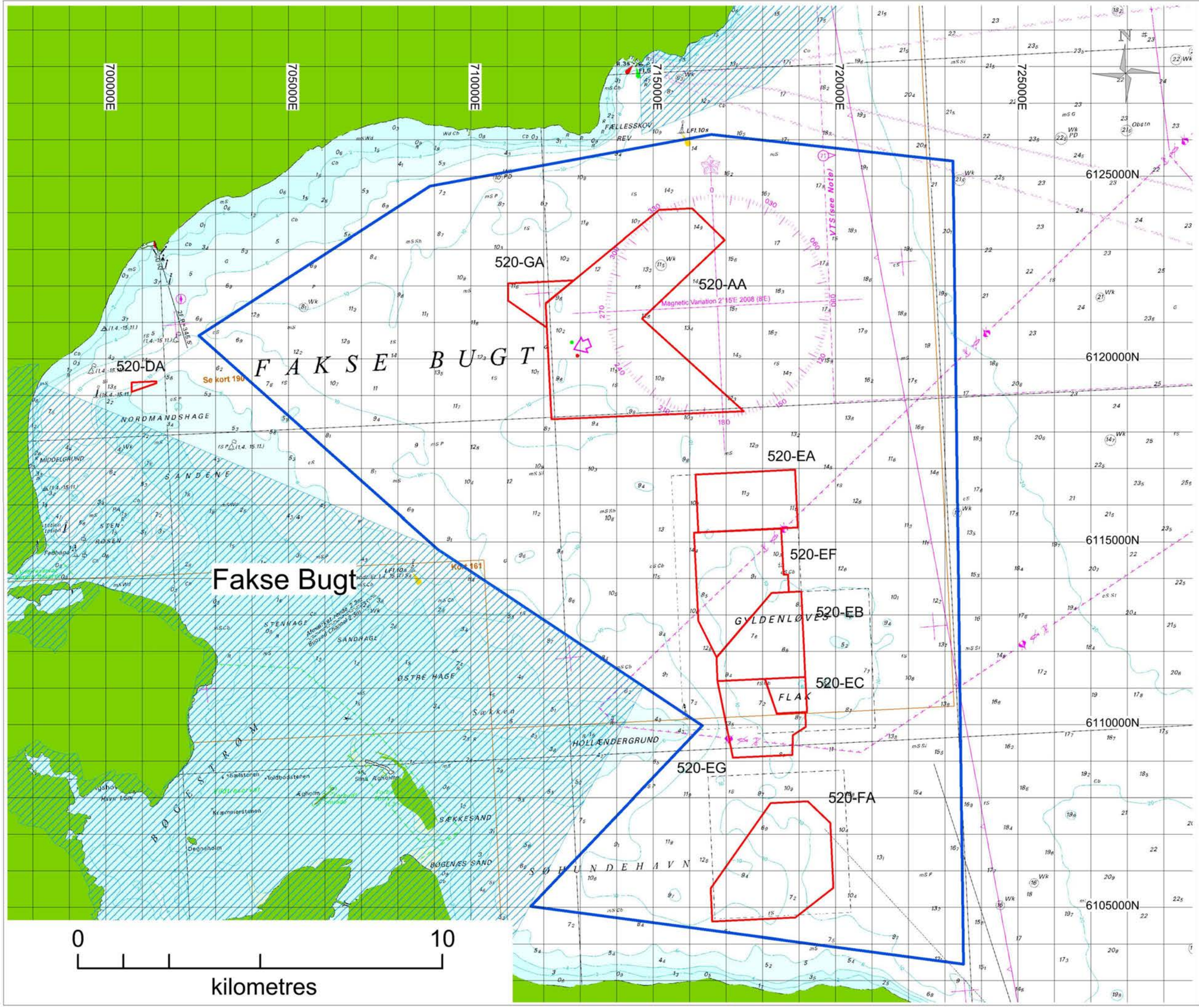
Nørgaard-Pedersen N. Skar, S. og Lomholt, S., 2012. Detaljeret bearbejdning af kortlægningsresultater samt evaluering af de samlede marine råstofressourcer i området nord for Sjælland. GEUS Rapport 2012/101.

Nørgaard-Pedersen N. og Andresen, C.S., 2013. Detaljeret bearbejdning af kortlægningsresultater og oplæg til supplerende kortlægning af de marine råstofressourcer i Køge Bugt, Fakse Bugt og nord for Fyn. GEUS Rapport 2013/24.

Nørgaard-Pedersen N. og Jensen, D.J., 2013. Detaljeret bearbejdning af kortlægningsresultater og oplæg til supplerende kortlægning af de marine råstofressourcer i Århus Bugt, Samsø Nordøst, Smålandsfarvandet og Øresund. GEUS Rapport 2013/77.

Skov- og Naturstyrelsen, 1987. Havbundsundersøgelser. Råstoffer og fredningsinteresser. Samsø-Nordøst. Oversigt.

A Bilag – Oversigtskort



Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Natura 2000 områder

Skala: 1:100.000
Datum: ETRS89

Søkort: 198 Østersøen, Faxe Bugt og Hjelm Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:
Oversigtskort

Klient:
Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
12/11-2015	10/02-2016

Udarbejdet af:
GEUS
RAMBØLL

Tegningsnummer:
Bilag A1 Fakse Bugt



Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Natura 2000 områder

Hesselø Bugt

536-AA

536-BA

6225000N

6220000N

6215000N

6210000N

6205000N

0 5 kilometres

Skala: 1:100.000
Datum: ETRS89

Søkort: 129, Kattegat, SE-lige del
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Oversigtskort

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
12/11-2015	10/02-2016

Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag A2 Hesselø Bugt



Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Natura 2000 områder

Marthe Flak og Yderflak

506-HA
506-GA
506-SA
506-SB
506-NA
506-PA
506-DA

610000E
615000E
620000E
625000E
630000E
635000E
6225000N
6220000N
6215000N
6210000N
6205000N
6200000N

Skala: 1:100.000
Datum: ETRS89

Søkort: 128, Kattegat, Samsø Bælt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:
Oversigtskort

Klient:
Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
12/11-2015	10/02-2016

Udarbejdet af:
GEUS
RAMBØLL

Tegningsnummer:
Bilag A3 Marthe Flak og Yderflak



0 5
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Natura 2000 områder

Skala: 1:50.000
Datum: ETRS89

Søkort: 112, Kattegat, Århus Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Oversigtskort

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
12/11-2015	10/02-2016

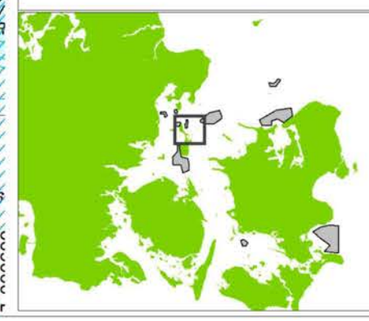
Udarbejdet af:

GEUS

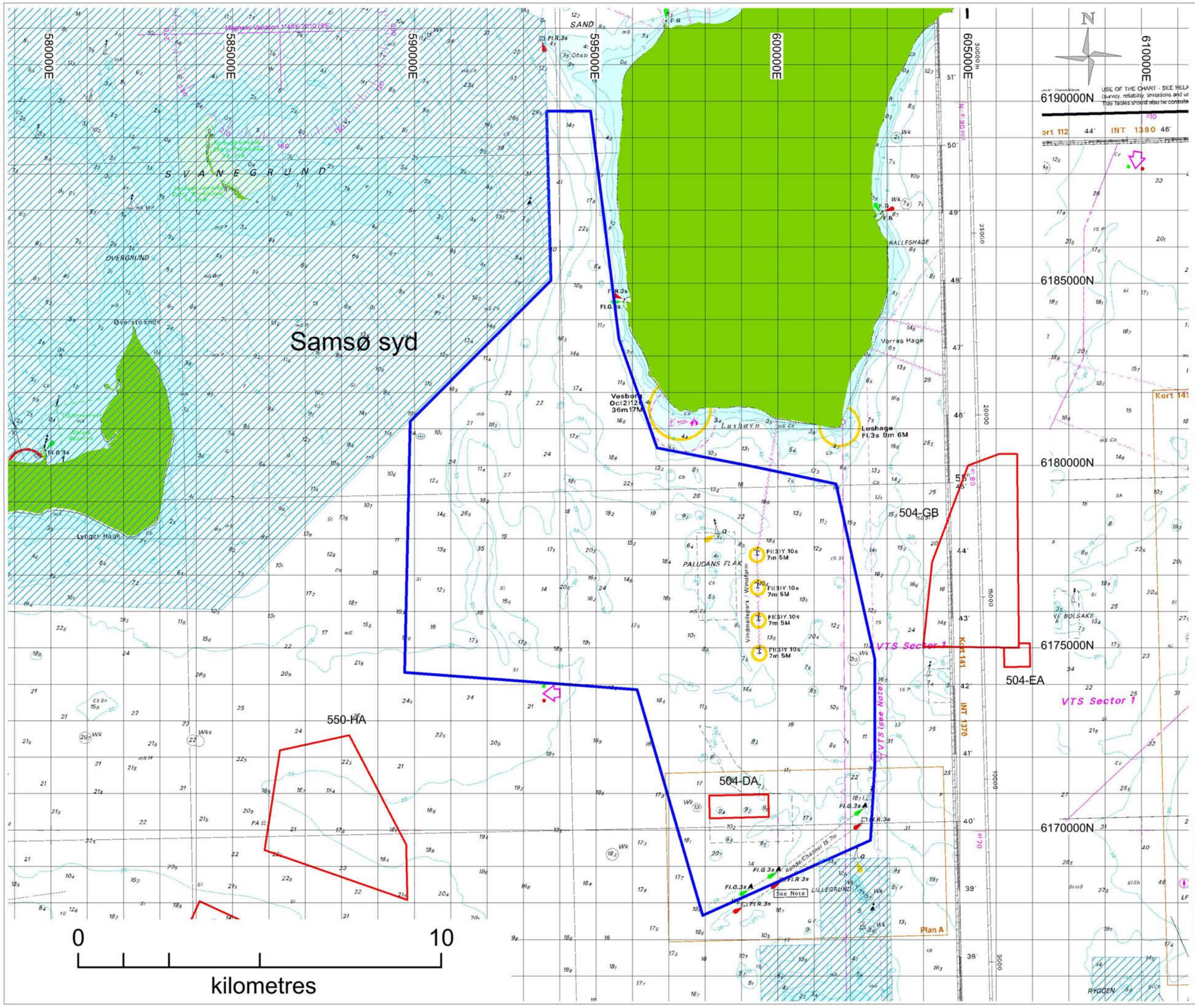
RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag A4 Nordby Bugt



0 5
kilometres



Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Natura 2000 områder

Skala: 1:100.000
Datum: ETRS89

Søkort: 114, Kattegat, Farvandet nord for Fyn
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Oversigtskort

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
12/11-2015	10/02-2016

Udarbejdet af:

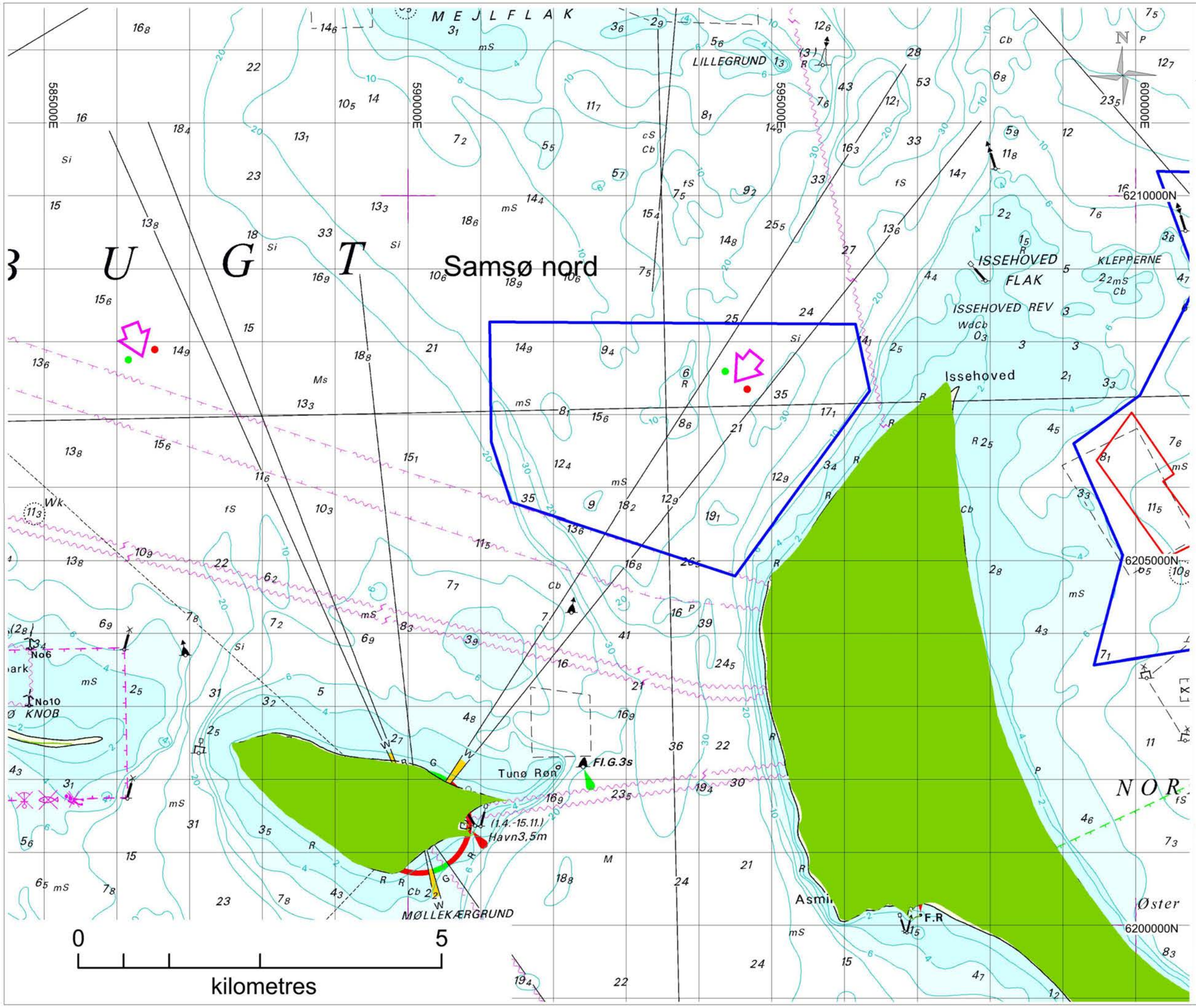
GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag A5 Samsø syd





Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Natura 2000 områder

Skala: 1:50.000
Datum: ETRS89

Søkort: 112, Kattegat, Århus Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema: **Oversigtskort**

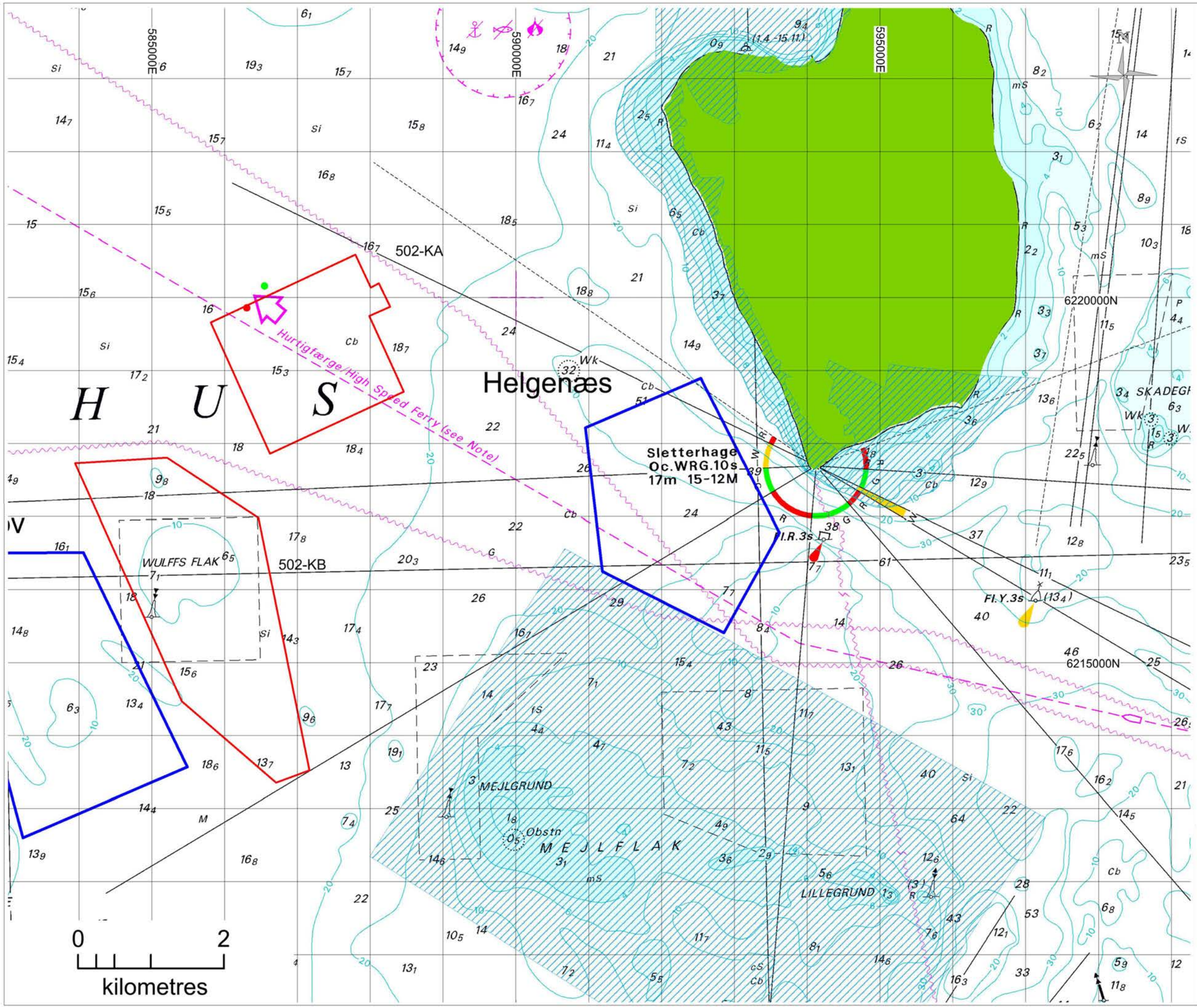
Klient:
Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
12/11-2015	10/02-2016

Udarbejdet af:
GEUS
RAMBØLL

Tegningsnummer:
Bilag A6 Samsø nord





Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Natura 2000 områder

Skala: 1:50.000
Datum: ETRS89

Søkort: 112, Kattegat, Århus Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema: **Oversigtskort**

Klient: Miljø- og Fødevareministeriet Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
12/11-2015	10/02-2016

Udarbejdet af: GEUS, RAMBØLL

Tegningsnummer: **Bilag A7 Helgenæs**



Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Natura 2000 områder

Skala: 1:50.000
Datum: ETRS89

Søkort: 112, Kattegat, Århus Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

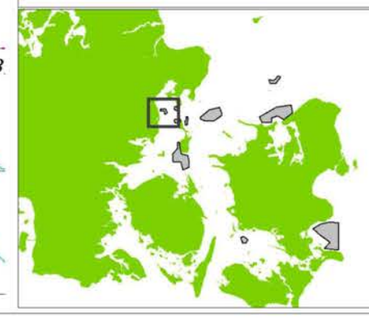
Korttema:
Oversigtskort

Klient:
Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP 12/11-2015	Godkendt af JBJ 10/02-2016

Udarbejdet af:
GEUS
RAMBØLL

Tegningsnummer:
Bilag A8 Fløjstrup skov



0 2
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Natura 2000 områder

Skala: 1:50.000
Datum: ETRS89

Søkort: 129, Kattegat, SE-lige del
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Oversigtskort

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
12/11-2015	10/02-2016

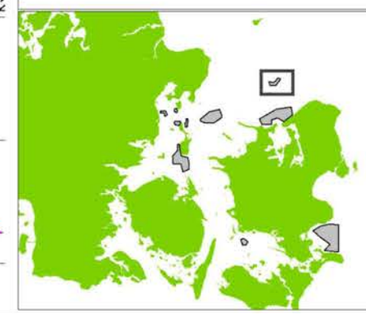
Udarbejdet af:

GEUS

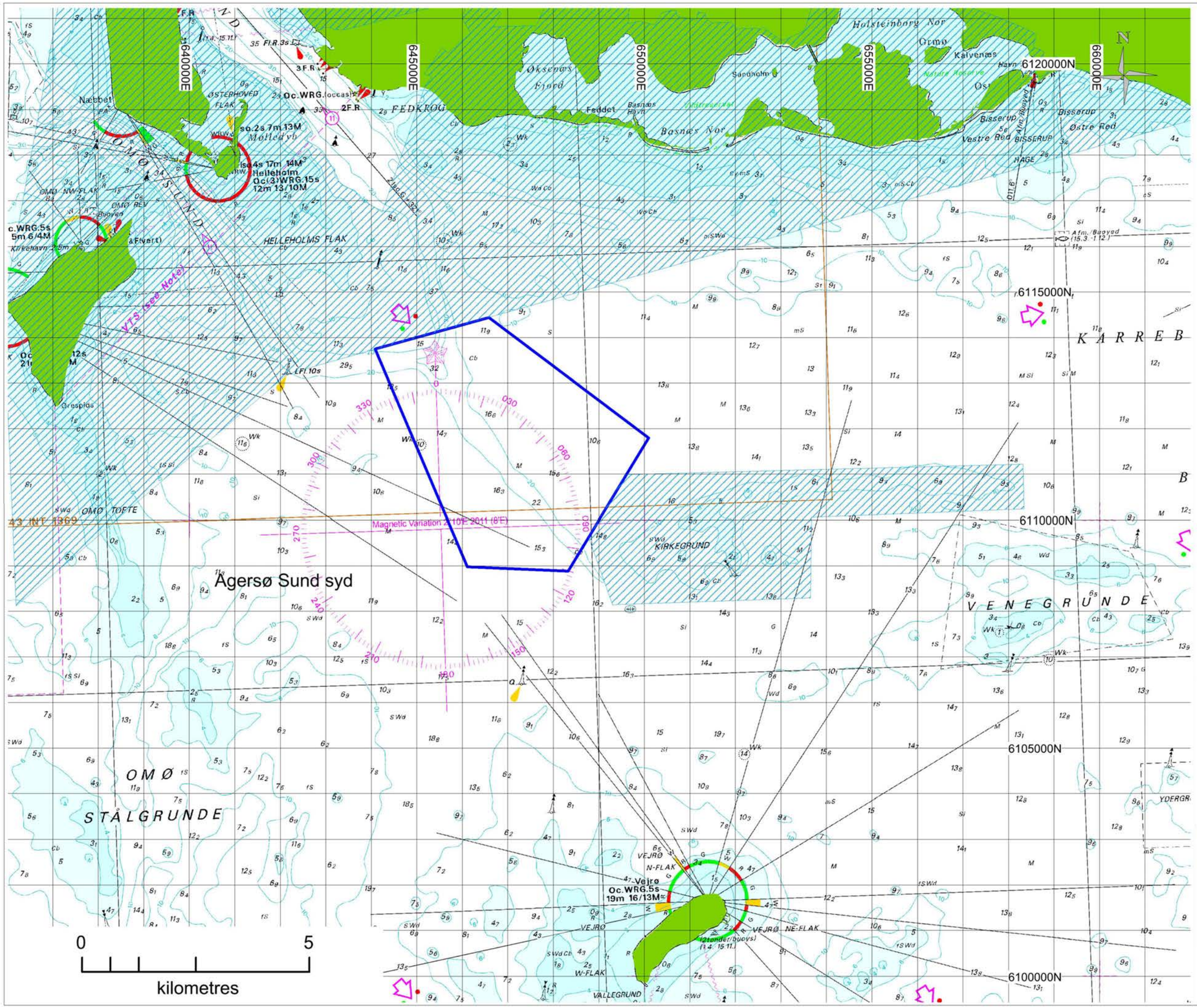
RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag A9 Lysegrund



665000E
670000E
675000E
6245000N
6240000N
6235000N
N
Lysegrund
Fl(2)5s 10m 5M
BRB
LYSEGRUND
530-DA
530-BA
EK D 352
EK D 353
Vildtreservat
0
5
kilometres



Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Natura 2000 områder

Skala: 1:80.000
Datum: ETRS89

Søkort: 160, Smålandsfarvandet, W-lige del
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Oversigtskort

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
12/11-2015	10/02-2016

Udarbejdet af:

GEUS

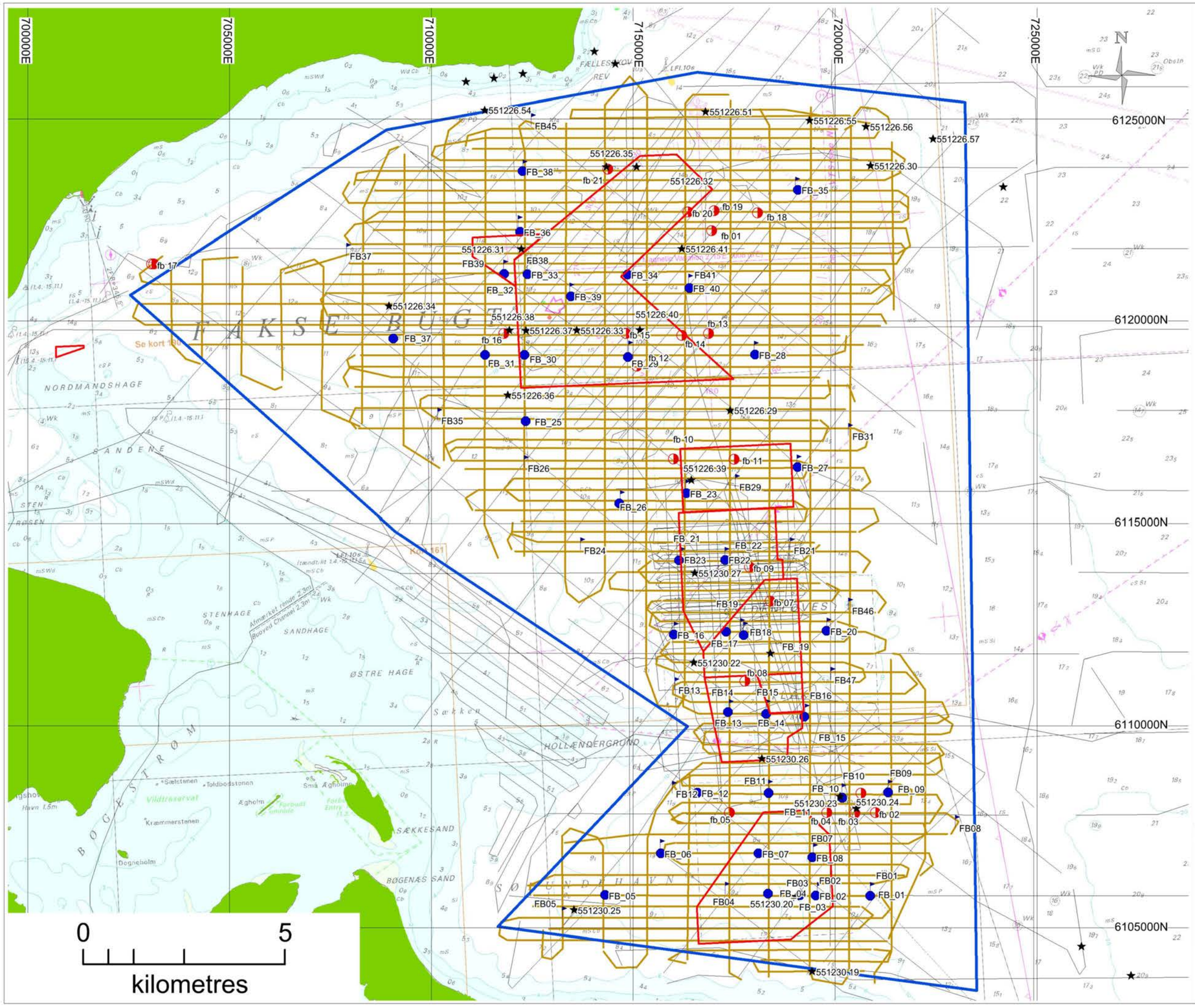
RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag A10 Agersø Sund syd



B Bilag – Kort over sejllinjer og bundverifikationer



Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Grabprøver
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter
- Sejllinjer 2015
- Arkiv sejllinjer

Skala: 1:90.000
Datum: ETRS89

Søkort: 198 Østersøen, Faxe Bugt og Hjelm Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Sejllinjer og bundverifikationspunkter

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
13/11-2015	10/02-2016

Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag B1 Fakse Bugt



Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Grabprøver
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter
- Sejllinjer 2015
- Arkiv sejllinjer

Skala: 1:95.000
Datum: ETRS89

Søkort: 129, Kattegat, SE-lige del
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Sejllinjer og bundverifikationspunkter

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
13/11-2015	10/02-2016

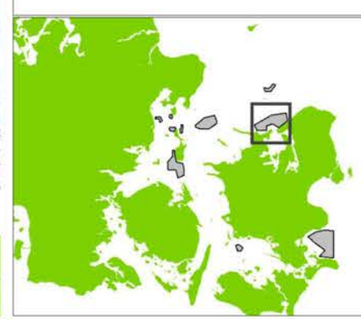
Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag B2 Hesselø Bugt



0 5
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Grabprøver
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter
- Sejllinjer 2015
- Arkiv sejllinjer

Skala: 1:60.000
Datum: ETRS89

Søkort: 128, Kattegat, Samsø Bælt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Sejllinjer og bundverifikationspunkter

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP 13/11-2015	Godkendt af JBJ 10/02-2016

Udarbejdet af:

GEUS RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag B3 Marthe Flak og Yderflak



0 2
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Grabprøver
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter
- Sejllinjer 2015
- Arkiv sejllinjer

Skala: 1:30.000
Datum: ETRS89

Søkort: 112, Kattegat, Århus Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Sejllinjer og bundverifikationspunkter

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
16/11-2015	10/02-2016

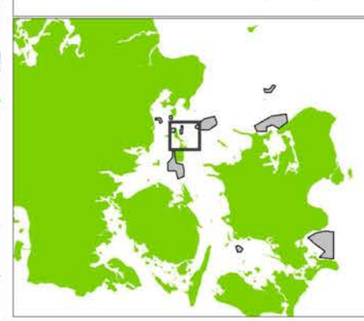
Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag B4 Nordby Bugt



0 2
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Grabprøver
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter
- Sejllinjer 2015
- Arkiv sejllinjer

Skala: 1:90.000
Datum: ETRS89

Søkort: 114, Kattegat, Farvandet nord for Fyn
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Sejllinjer og bundverifikationspunkter

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP 16/11-2015	Godkendt af JBJ 10/02-2016

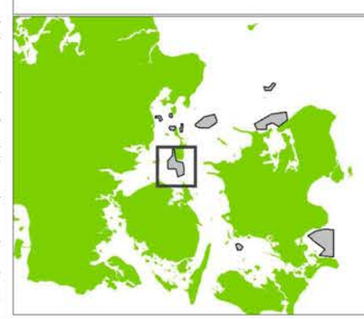
Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag B5 Samsø syd



585000E 590000E 595000E 600000E 605000E

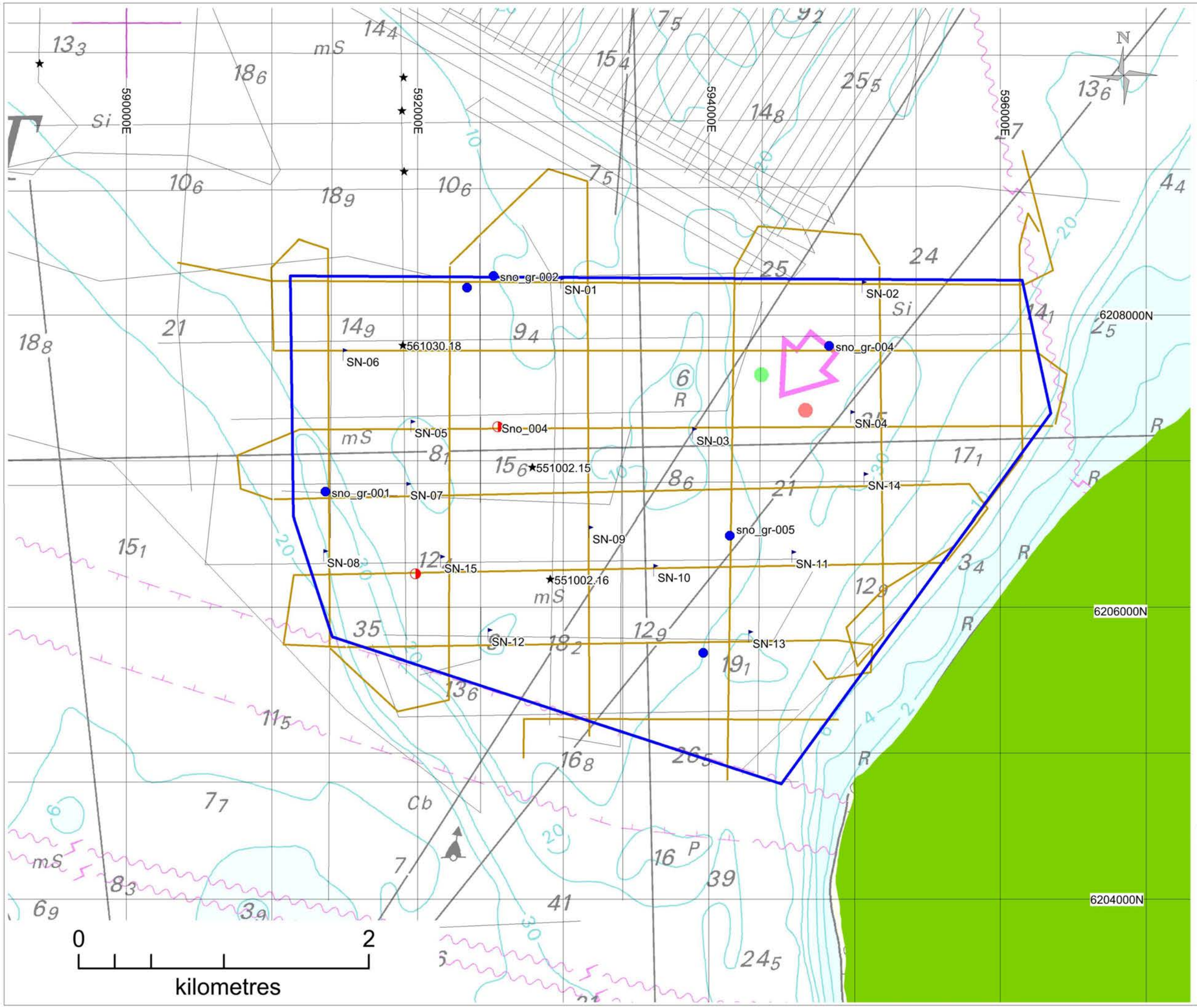
6185000N 6180000N 6175000N 6170000N

SVANEGRUND OVERGRUND PALUDANS FLAK LILLEGRUND BALLESHAGE

Øverste Ende Vorres Hage Lushavn Lushage Fl.3s 9m 6M

SSY_gr-003 SSY_gr-002 SSY_gr-001 551007.66 551006.10 551007.61 551007.59 551007.62 551007.67 551007.68 551007.63 551006.19 551007.64 551006.20 551007.65 SS-3 SS-4 SSY 3 SSY_gr-005 SS-6 SS-5 SSY5 SSY_gr-007 SSY_gr-009 SS-9 SSY_gr-006 SS-10 SSY_gr-008 SS-12 SS-13 SSY8 SS-17 SSY 4 551010.137 SS-14 SSY_gr-011 SSY 6 551011.28 551010.87 551011.30 SSY_gr-010 SSY_gr-013 SSY_gr-017 SSY 10 SS-18 SS-29 SS-19 551011.87 SSY_gr-012 551011.29 SSY_gr-015 SSY_gr-014 SSY2 551010.93 551010.135 SSY_gr-016 SSY1 SS-22 SS-21 SSY_gr-020 551011.86 SS-20 SSY7 SSY_gr-018 551011.85 SS-24 SS-25 SSY_gr-019 SS-26 SS-28 SSY9

0 5 kilometres



Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Grabprøver
- Arkiv boringer
- Vibrocore
- ROV-punkter
- Sejllinjer 2015
- Arkiv sejllinjer

Skala: 1:25.000
Datum: ETRS89

Søkort: 112, Kattegat, Århus Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Sejllinjer og bundverifikationspunkter

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
16/11-2015	10/02-2016

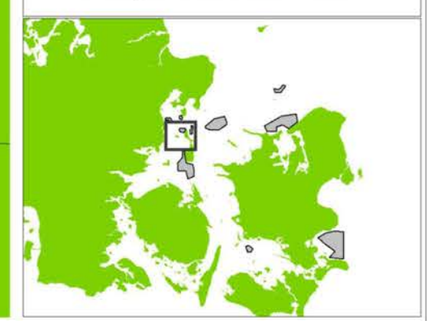
Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag B6 Samsø nord



Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Grabprøver
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter
- Sejllinjer 2015
- Arkiv sejllinjer

Skala: 1:20.000
Datum: ETRS89

Søkort: 112, Kattegat, Århus Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Sejllinjer og bundverifikationspunkter

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP 16/11-2015	Godkendt af JBJ 10/02-2016

Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag B7 Helgenæs



590000E
592000E
594000E
6219000N
6217000N
6215000N
Sletterhage
Oc.WRG.10s
17m 15-12M
Fl.R.3s
Hel-1
Hel-2
Hel-3
HEL_GR-01
HEL_GR-02
HEL_GR-03
HEL_GR-04
HEL-ROV-01
HEL-ROV-02
HEL-ROV-03
HEL-ROV-04
HEL-ROV-05
HEL-ROV-06
HEL-ROV-07
HEL-ROV-08
HEL-ROV-09
0
1
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Grabprøver
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter
- Sejllinjer 2015
- Arkiv sejllinjer

Skala: 1:30.000
Datum: ETRS89

Søkort: 112, Kattegat, Århus Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Sejllinjer og bundverifikationspunkter

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP 16/11-2015	Godkendt af JBJ 10/02-2016

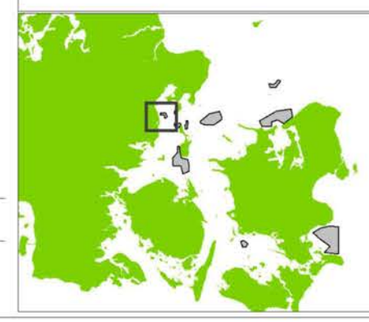
Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag B8 Fløjstrup skov



0 2
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Grabprøver
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter
- Sejllinjer 2015
- Arkiv sejllinjer

Skala: 1:35.000
Datum: ETRS89

Søkort: 129, Kattegat, SE-lige del
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Sejllinjer og bundverifikationspunkter

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
13/11-2015	10/02-2016

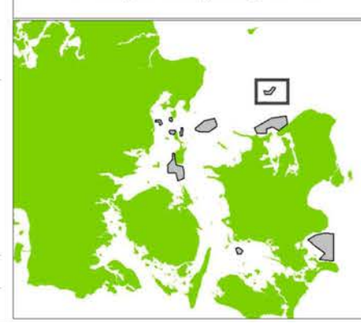
Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag B9 Lysegrund



668000E
670000E
672000E
674000E
676000E

6244000N
6242000N
6240000N
6238000N
6236000N

LYSEGRUND

Lysegrund
Fl(2)5s 10m 5M
BRB

Lys 01
Lys 02
Lys 05
Lys 12
Lys 15

Lys_gr-001
Lys_gr-002
Lys_gr-003
Lys_gr-004
Lys_gr-005
Lys_gr-006
Lys_gr-007
Lys_gr-008
Lys_gr-009
Lys_gr-010

LY-ROV-01
LY-ROV-02
LY-ROV-03
LY-ROV-04
LY-ROV-05
LY-ROV-06
LY-ROV-07
LY-ROV-08
LY-ROV-09
LY-ROV-10
LY-ROV-11
LY-ROV-12
LY-ROV-13
LY-ROV-14

★561124.30
★561124.31
★561124.32
★561124.33
★561123.42

EK D 352
EK D 353

0 1
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Grabprøver
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter
- Sejllinjer 2015
- Arkiv sejllinjer

644000E 646000E 648000E 650000E

6114000N 6112000N 6110000N

551126.12 AGS-ROV-6 AGS-ROV-7 AGS-ROV-2 AGS-ROV-4 AGS_GR_03 551126.10 AGS-ROV-3 AGS_GR_04 551126.9 551126.11 551126.8 551126.7 AGR-ROV-8 AGS-ROV-9 AGS-ROV-10 551126.40 AG 1 AGS-ROV-1 AGS_GR_02 AGS-ROV-5 AGS_GR_01 AG 3 551130.1 551130.2 551130.33

Magnetic Variation 2°10'E 2011 (8'E)

KIRKEGRUND

0 1 kilometres

Skala: 1:25.000
Datum: ETRS89

Søkort: 160, Smålandsfarvandet, W-lige del
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Sejllinjer og bundverifikationspunkter

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

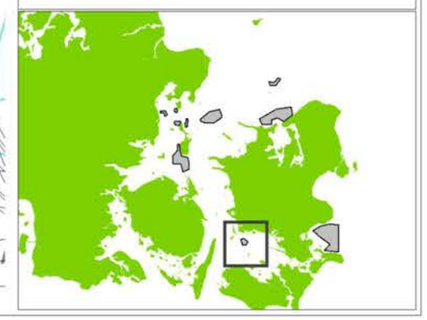
Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
04/12-2015	10/02-2016

Udarbejdet af:

GEUS RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag B10 Agersø Sund syd



C Bilag – Dybdekort

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Konturlinjer (1m)

Dybdeintervaller (m)

- -6 til -7
- -7 til -8
- -8 til -9
- -9 til -10
- -10 til -11
- -11 til -12
- -12 til -13
- -13 til -14
- -14 til -15
- -15 til -16
- -16 til -17
- -17 til -18
- -18 til -19
- -19 til -20
- -20 til -21
- -21 til -22
- -22 til -23
- -23 til -24
- -24 til -25
- -25 til -26

Skala: 1:90.000
Datum: ETRS89

Søkort: 198 Østersøen, Faxe Bugt og Hjelm Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema: **Dybdeforhold**

Nye multibeam data (GEUS) fra 2015 er vist på et generelt dybdekort (Copyright © Geodatastyrelsen)

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
20/01-2016	10/02-2016

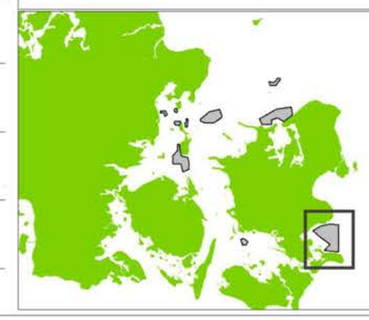
Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag C1 Fakse Bugt



0 5
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Konturlinjer (1m)

Dybdeintervaller (m)

- -6 til -7
- -7 til -8
- -8 til -9
- -9 til -10
- -10 til -11
- -11 til -12
- -12 til -13
- -13 til -14
- -14 til -15
- -15 til -16
- -16 til -17
- -17 til -18
- -18 til -19
- -19 til -20
- -20 til -21
- -21 til -22

Skala: 1:85.000
Datum: ETRS89

Søkort: 129, Kattegat, SE-lige del
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema: **Dybdeforhold**

Nye multibeam data (GEUS) fra 2015 er vist på et generelt dybdekort (Copyright © Geodatastyrelsen)

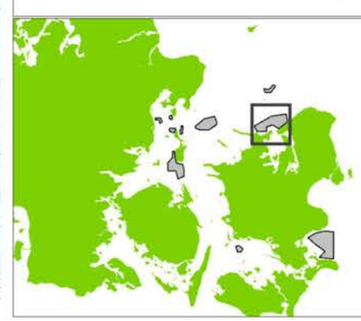
Klient:
Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP 28/01-2016	Godkendt af JBJ 10/02-2016

Udarbejdet af:
GEUS
RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag C2 Hesselø Bugt



0 5
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Konturlinjer (2m)

Dybdeintervaller (m)

- -6 til -8
- -8 til -10
- -10 til -12
- -12 til -14
- -14 til -16
- -16 til -18
- -18 til -20
- -20 til -22
- -22 til -24
- -24 til -26
- -26 til -28
- -28 til -30
- -30 til -32
- -32 til -34
- -34 til -36
- -36 til -38
- -38 til -40

Skala: 1:60.000
Datum: ETRS89

Søkort: 128, Kattegat, Samsø Bælt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema: **Dybdeforhold**

Nye multibeam data (GEUS) fra 2015 er vist på et generelt dybdekort (Copyright © Geodatastyrelsen)

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP 26/01-2016	Godkendt af JBJ 10/02-2016

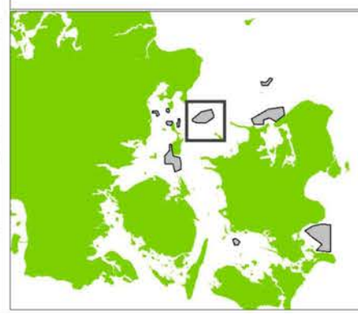
Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag C3 Marthe Flak og Yderflak



0 2
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Konturlinjer (1m)

Dybdeintervaller (m)

- -6 til -7
- -7 til -8
- -8 til -9
- -9 til -10
- -10 til -11
- -11 til -12
- -12 til -13
- -13 til -14
- -14 til -15
- -15 til -16
- -16 til -17
- -17 til -18
- -18 til -19
- -19 til -20

Skala: 1:30.000
Datum: ETRS89

Søkort: 112, Kattegat, Århus Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema: **Dybdeforhold**

Nye multibeam data (GEUS) fra 2015 er vist på et generelt dybdekort (Copyright © Geodatastyrelsen)

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP 27/01-2016	Godkendt af JBJ 10/02-2016

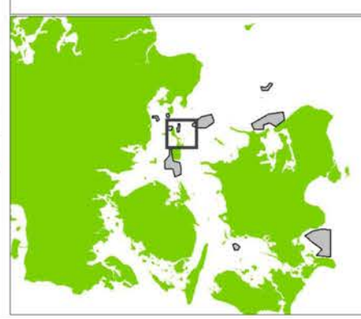
Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag C4 Nordby Bugt



0 2
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Konturlinjer (2m)

Dybdeintervaller (m)

- -5 til -7
- -7 til -9
- -9 til -11
- -11 til -13
- -13 til -15
- -15 til -17
- -17 til -19
- -19 til -21
- -21 til -23
- -23 til -25
- -25 til -27
- -27 til -29
- -29 til -31
- -31 til -33
- -33 til -35
- -35 til -37
- -37 til -39

Skala: 1:90.000
Datum: ETRS89

Søkort: 114, Kattegat, Farvandet nord for Fyn
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema: **Dybdeforhold**

Nye multibeam data (GEUS) fra 2015 er vist på et generelt dybdekort (Copyright © Geodatastyrelsen)

Klient:
Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP 25/01-2016	Godkendt af JBJ 10/02-2016

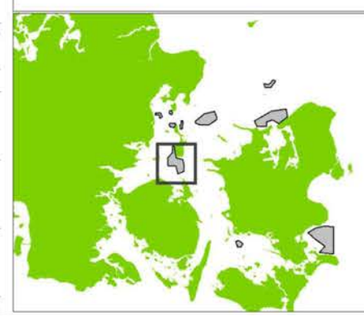
Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag C5 Samsø syd



0 5
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

Undersøgelsesområde

Konturlinjer (2m)

Dybdeintervaller (m)

- -6 til -8
- -8 til -10
- -10 til -12
- -12 til -14
- -14 til -16
- -16 til -18
- -18 til -20
- -20 til -22
- -22 til -24
- -24 til -26
- -26 til -28
- -28 til -30
- -30 til -32
- -32 til -34
- -34 til -36

590000E 592000E 594000E 596000E

6209000N 6207000N 6205000N

0 2 kilometres

Skala: 1:25.000
Datum: ETRS89

Søkort: 112, Kattegat, Århus Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema: **Dybdeforhold**
Nye multibeam data (GEUS) fra 2015 er vist på et generelt dybdekort (Copyright © Geodatastyrelsen)

Klient:
Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP 21/01-2016	Godkendt af JBJ 10/02-2016

Udarbejdet af:
GEUS
RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag C6 Samsø nord

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

Undersøgelsesområde

Konturlinjer (2m)

Dybdeintervaller (m)

- -6 til -8
- -8 til -10
- -10 til -12
- -12 til -14
- -14 til -16
- -16 til -18
- -18 til -20
- -20 til -22
- -22 til -24
- -24 til -26
- -26 til -28
- -28 til -30
- -30 til -32
- -32 til -34
- -34 til -36
- -36 til -38
- -38 til -40
- -40 til -42
- -42 til -44
- -44 til -46
- -46 til -48
- -48 til -50
- -50 til -52

Skala: 1:20.000
Datum: ETRS89

Søkort: 112, Kattegat, Århus Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema: **Dybdeforhold**

Nye multibeam data (GEUS) fra 2015 er vist på et generelt dybdekort (Copyright © Geodatastyrelsen)

Klient:
Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
20/01-2016	10/02-2016

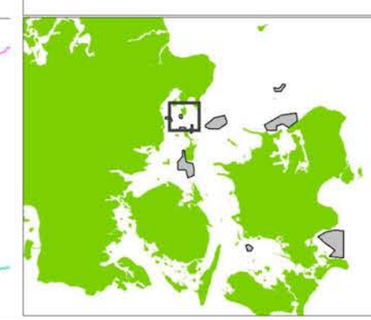
Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag C7 Helgenæs



590000E
592000E
594000E
6218000N
6216000N
N
0
1
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Konturlinjer (1m)

Dybdeintervaller (m)

- -7 til -8
- -8 til -9
- -9 til -10
- -10 til -11
- -11 til -12
- -12 til -13
- -13 til -14
- -15 til -16
- -16 til -15
- -16 til -17
- -17 til -18
- -18 til -19
- -19 til -20
- -20 til -21
- -21 til -22
- -22 til -23
- -23 til -24

Skala: 1:30.000
Datum: ETRS89

Søkort: 112, Kattegat, Århus Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema: **Dybdeforhold**

Nye multibeam data (GEUS) fra 2015 er vist på et generelt dybdekort (Copyright © Geodatastyrelsen)

Klient:
Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
20/01-2016	10/02-2016

Udarbejdet af:
GEUS
RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag C8 Fløjstrup skov



0 2
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Konturlinjer (2m)

Dybdeintervaller (m)

- -4 til -6
- -6 til -8
- -8 til -10
- -10 til -12
- -12 til-14
- -14 til -16
- -16 til -18
- -18 til -20
- -20 til -22
- -22 til -24
- -24 til -26
- -26 til -28
- -28 til -30
- -30 til -32

Skala: 1:35.000
Datum: ETRS89

Søkort: 129, Kattegat, SE-lige del
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema: **Dybdeforhold**

Nye multibeam data (GEUS) fra 2015 er vist på et generelt dybdekort (Copyright © Geodatastyrelsen)

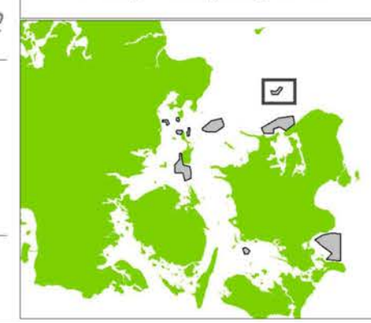
Klient:
Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
25/01-2016	10/02-2016

Udarbejdet af:
GEUS
RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag C9 Lysegrund



Lysegrund
Fl(2)5s 10m 5M

LYSEGRUND

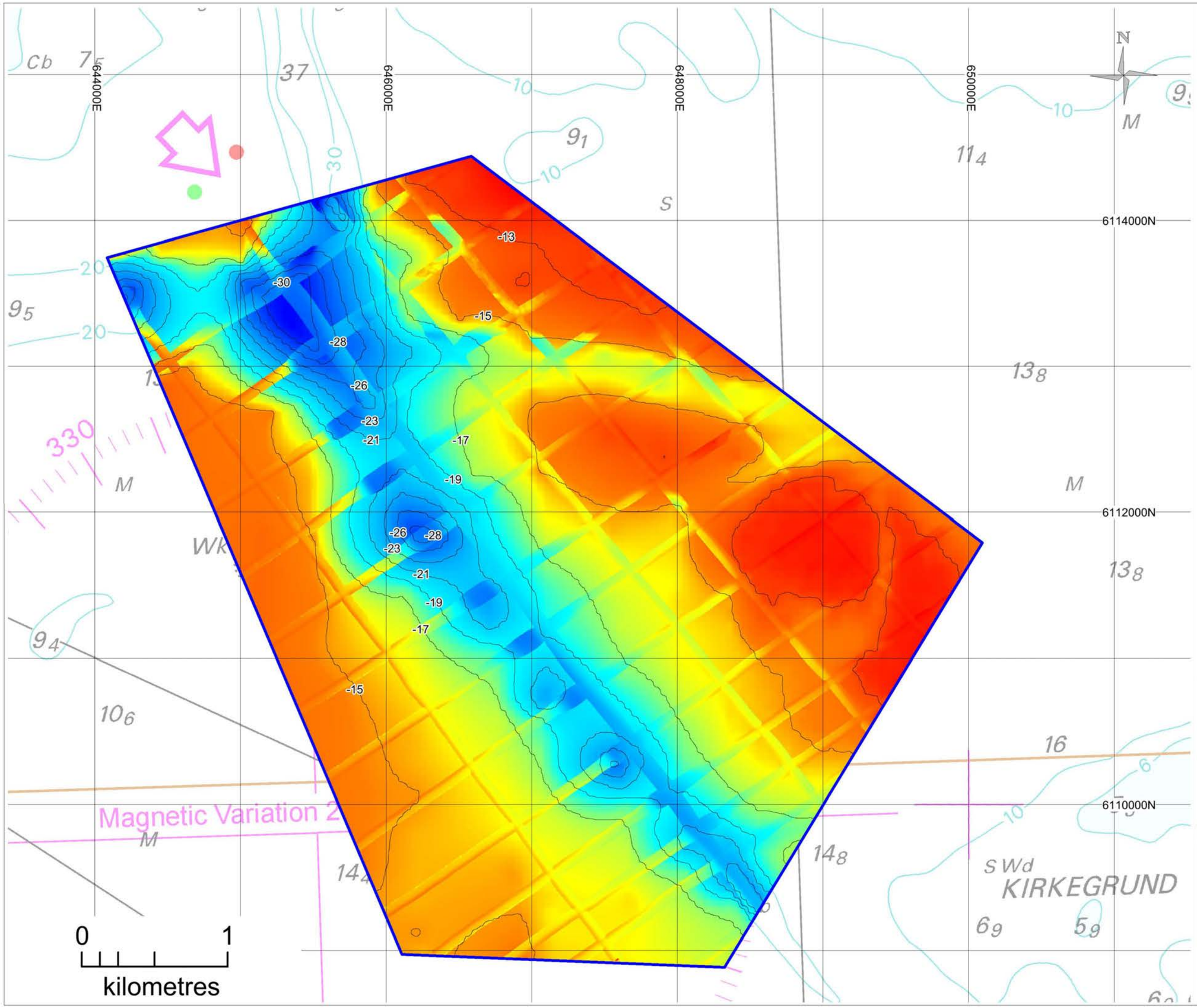
668000E
670000E
672000E
674000E
676000E

6244000N
6242000N
6240000N
6238000N
6236000N

-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20
-22

EK D 352
EK D 353

0 1
kilometres



Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Konturlinjer (2m)

Dybdeintervaller (m)

- -10 til -12
- -12 til -14
- -14 til -16
- -16 til-18
- -18 til -20
- -20 til -22
- -22 til -24
- -24 til -26
- -26 til -28
- -28 til -30
- -30 til -32
- -32 til -34
- -34 til-36
- -36 til -38
- -38 til -40

Skala: 1:25.000
Datum: ETRS89

Søkort: 160, Smålandsfarvandet, W-lige del
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema: **Dybdeforhold**

Nye multibeam data (GEUS) fra 2015 er vist på et generelt dybdekort (Copyright © Geodatastyrelsen)

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
28/01-2016	10/02-2016

Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag C10 Agersø Sund syd



D Bilag – Substrattypekort

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Grabprøver
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter
- Substrattype 1
- Substrattype 1c
- Substrattype 2
- Substrattype 3
- Substrattype 4

Skala: 1:90.000
Datum: ETRS89

Søkort: 198 Østersøen,
Faxe Bugt og Hjelm Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Bundsubstrattyper

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
18/12-2015	10/02-2016

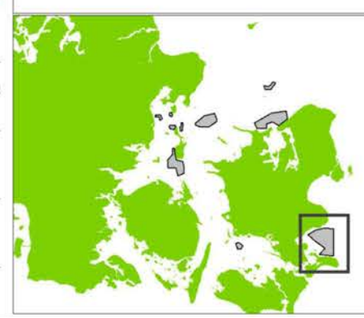
Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag D1 Fakse Bugt



0 5
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Grabprøver
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter
- Substrattype 1
- Substrattype 2
- Substrattype 3
- Substrattype 4

6600000E 6650000E 6700000E 6750000E 6800000E

6225000N 6220000N 6215000N 6210000N 6205000N

HESSELØ BUGT

Nyrup Bugt

ISEFJORD

0 5
kilometres

Skala: 1:85.000
Datum: ETRS89

Søkort: 129, Kattegat, SE-lige del
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Bundsubstrattyper

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

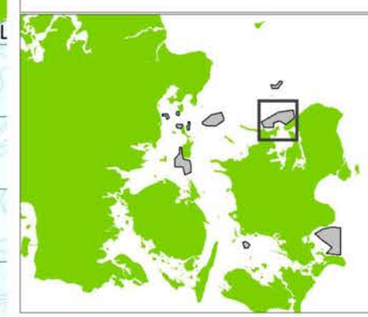
Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
03/12-2015	10/02-2016

Udarbejdet af:

GEUS RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag D2 Hesselø Bugt



Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Grabprøve
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter
- Substrattype 1
- Substrattype 2
- Substrattype 3
- Substrattype 4

Skala: 1:60.000
Datum: ETRS89

Søkort: 128, Kattegat, Samsø Bælt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Bundsubstrattyper

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
16/11-2015	10/02-2015

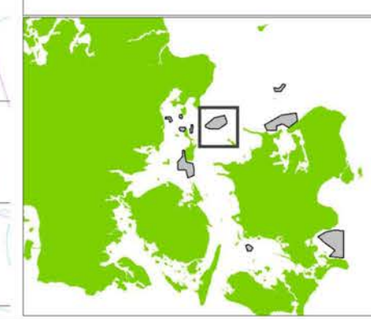
Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag D3 Marthe Flak og Yderflak



0 5
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Grabprøve
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter
- Substrattype 1
- Substrattype 2
- Substrattype 3
- Substrattype 4

Skala: 1:30.000
Datum: ETRS89

Søkort: 112, Kattegat, Århus Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Bundsubstrattyper

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP 16/11-2015	Godkendt af JBJ 10/02-2016

Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag D4 Nordby Bugt

0 2
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Grabprøver
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter
- Substrattype 1
- Substrattype 2
- Substrattype 3
- Substrattype 4

Skala: 1:90.000
Datum: ETRS89

Søkort: 114, Kattegat, Farvandet nord for Fyn
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Bundsubstrattyper

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP
20/11-2015

Godkendt af JBJ
10/02-2016

Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag D5 Samsø syd



0 5
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Grabprøve
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter
- Substrattype 1
- Substrattype 2
- Substrattype 3
- Substrattype 4

590000E
592000E
594000E
596000E
6208000N
6206000N
6204000N

Skala: 1:25.000
Datum: ETRS89

Søkort: 112, Kattegat, Århus Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Bundsubstrattyper

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP 20/11-2015	Godkendt af JBJ 10/02-2016

Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag D6 Samsø nord

0 2
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Grabprøver
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter
- Substrattype 1
- Substrattype 2
- Substrattype 3
- Substrattype 4

Skala: 1:20.000
Datum: ETRS89

Søkort: 112, Kattegat, Århus Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Bundsubstrattyper

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
09/12-2015	10/02-2015

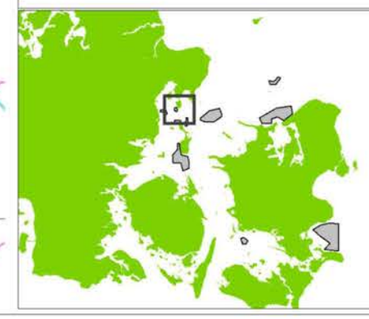
Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag D7 Helgenæs



590000E
592000E
594000E
6219000N
6217000N
6215000N
N
Wk
Cb
Fl.R.3s
0
1
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Grabprøve
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter
- Substrattype 1
- Substrattype 2
- Substrattype 3

Skala: 1:30.000
Datum: ETRS89

Søkort: 112, Kattegat, Århus Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:
Bundsubstrattyper

Klient:
Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

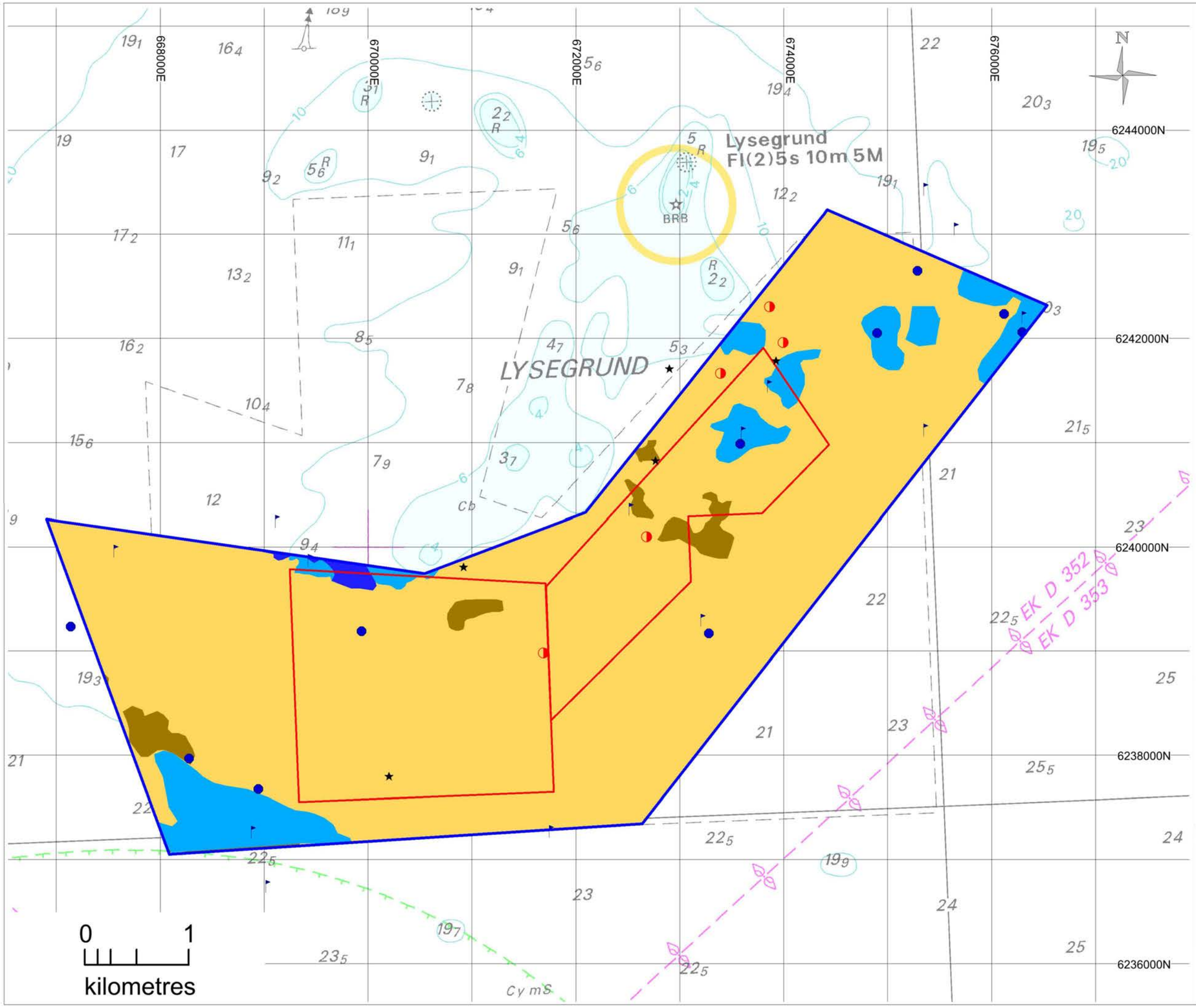
Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
09/12-2015	10/02-2015

Udarbejdet af:
GEUS
RAMBØLL

Tegningsnummer:
Bilag D8 Fløjstrup skov



0 2
kilometres



Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Grabprøver
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter
- Substrattype 1
- Substrattype 2
- Substrattype 3
- Substrattype 4

Skala: 1:35,000
Datum: ETRS89

Søkort: 129, Kattegat, SE-lige del
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Bundsubstrattyper

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
27/11-2015	10/02-2015

Udarbejdet af:

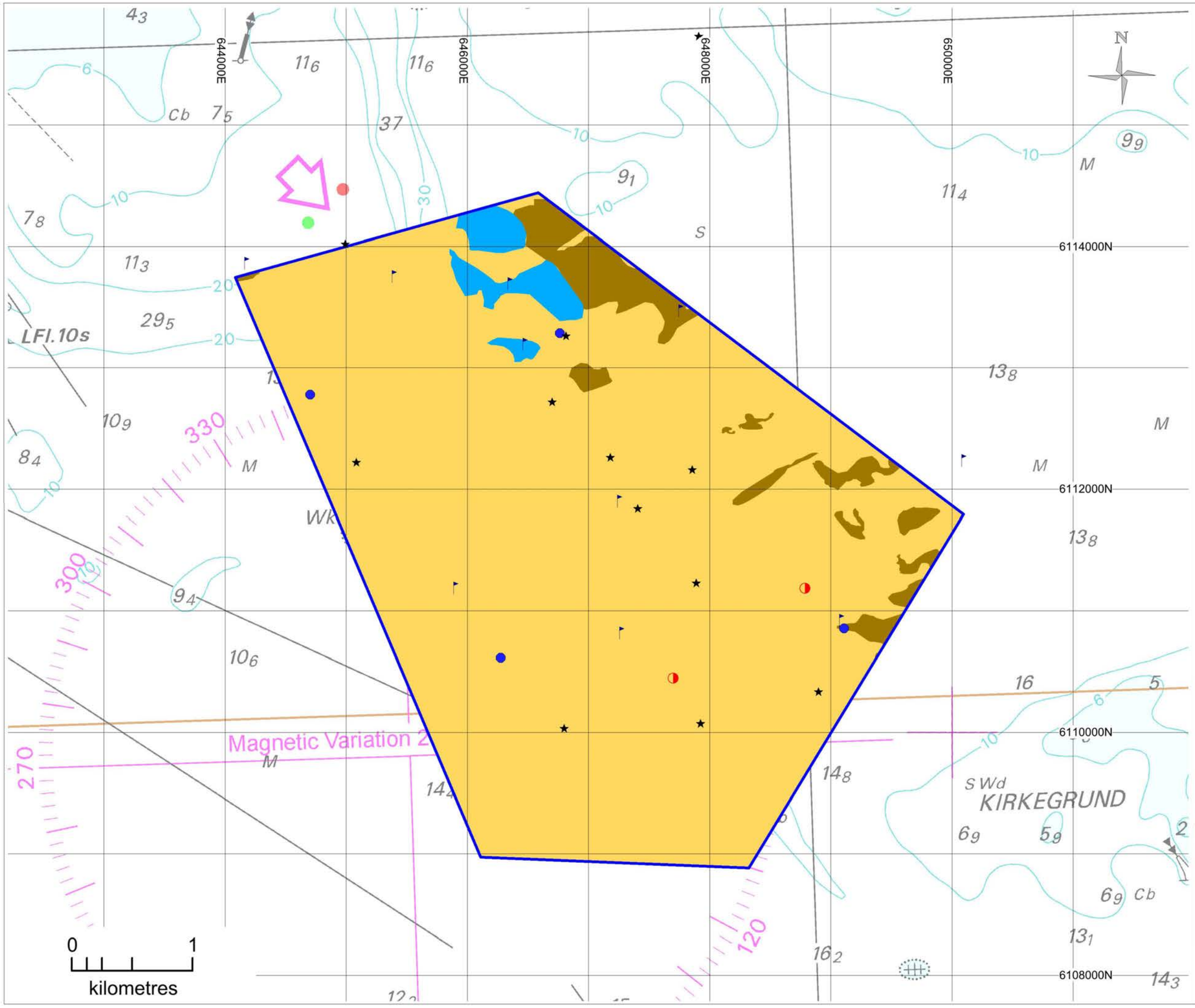
GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag D9 Lysegrund





Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Grabprøver
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter
- Substrattype 1
- Substrattype 2
- Substrattype 3

Skala: 1:30.000
Datum: ETRS89

Søkort: 160, Smålandsfarvandet, W-lige del
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Bundsubstrattyper

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
27/11-2015	10/02-2016

Udarbejdet af:

GEUS

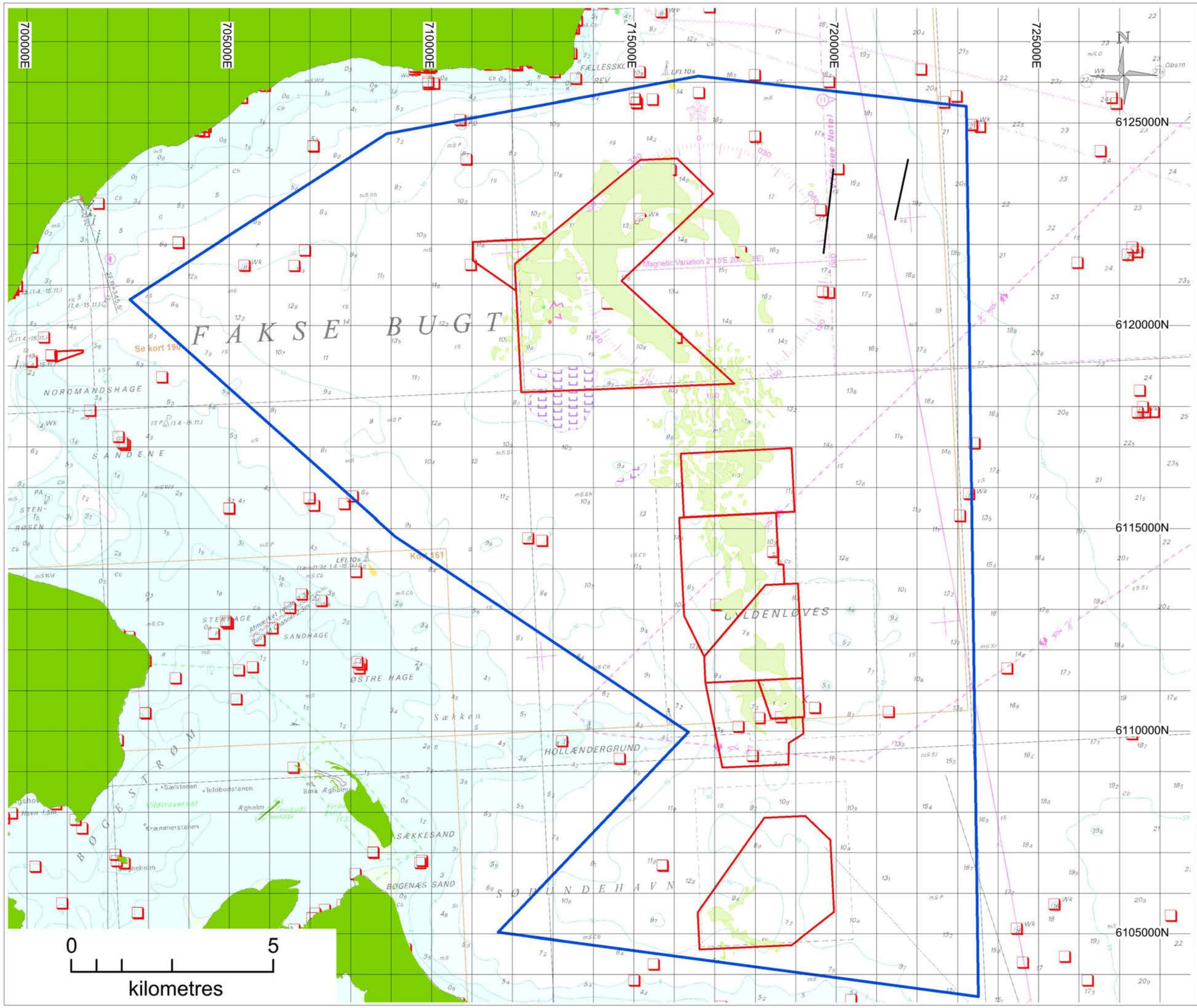
RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag D10 Agersø Sund syd



E Bilag – Menneskelig aktivitet



Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Trawlspor
- Område med indvindingsspor
- Kabel
- Fortidsminder

Skala: 1:90.000
Datum: ETRS89

Søkort: 198 Østersøen, Faxe Bugt og Hjelm Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Menneskelig aktivitet

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP 18/12-2015	Godkendt af JBJ 10/02-2016

Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag E1 Fakse Bugt



Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Trawlspor
- Område med indvindingsspor
- Fortidsminder

Skala: 1:85.000
Datum: ETRS89

Søkort: 129, Kattegat, SE-lige del
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Menneskelig aktivitet

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
20/11-2015	10/02-2016

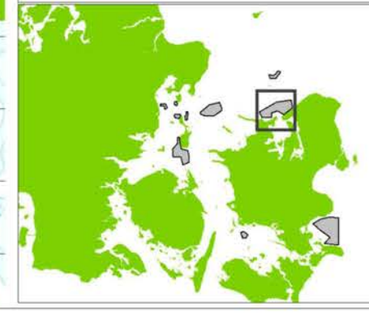
Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag E2 Hesselø Bugt



660000E
665000E
670000E
675000E
680000E
6225000N
6220000N
6215000N
6210000N
6205000N

H E S S E L Ø

B U G T

TORUP FLAK

Nyrup Bugt

SKÆREBÆK REV

GRØNNEREVLE

Korshage

Kort 116

0 5
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Trawlspor
- Område med indvindingsspor
- Fortidsminder

612000E 614000E 616000E 618000E 620000E 622000E 624000E 626000E 628000E

6218000N 6216000N 6214000N 6212000N 6210000N 6208000°N 6206000N 6204000N

BANKE
S.-PULLEN
MOSELGRUND
MARTHE FLAK
YDERFLAK
Yderflak
Fl.G.3s
10m 8M
AIS
Q(6)+LFl.15s
LFl.10s
No13
Rute A
Rute T
EK D 350
VTS (see Note)

0 2
kilometres

Skala: 1:60.000
Datum: ETRS89

Søkort: 128, Kattegat, Samsø Bælt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:
Menneskelig aktivitet

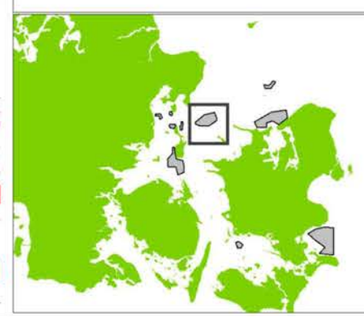
Klient:
Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

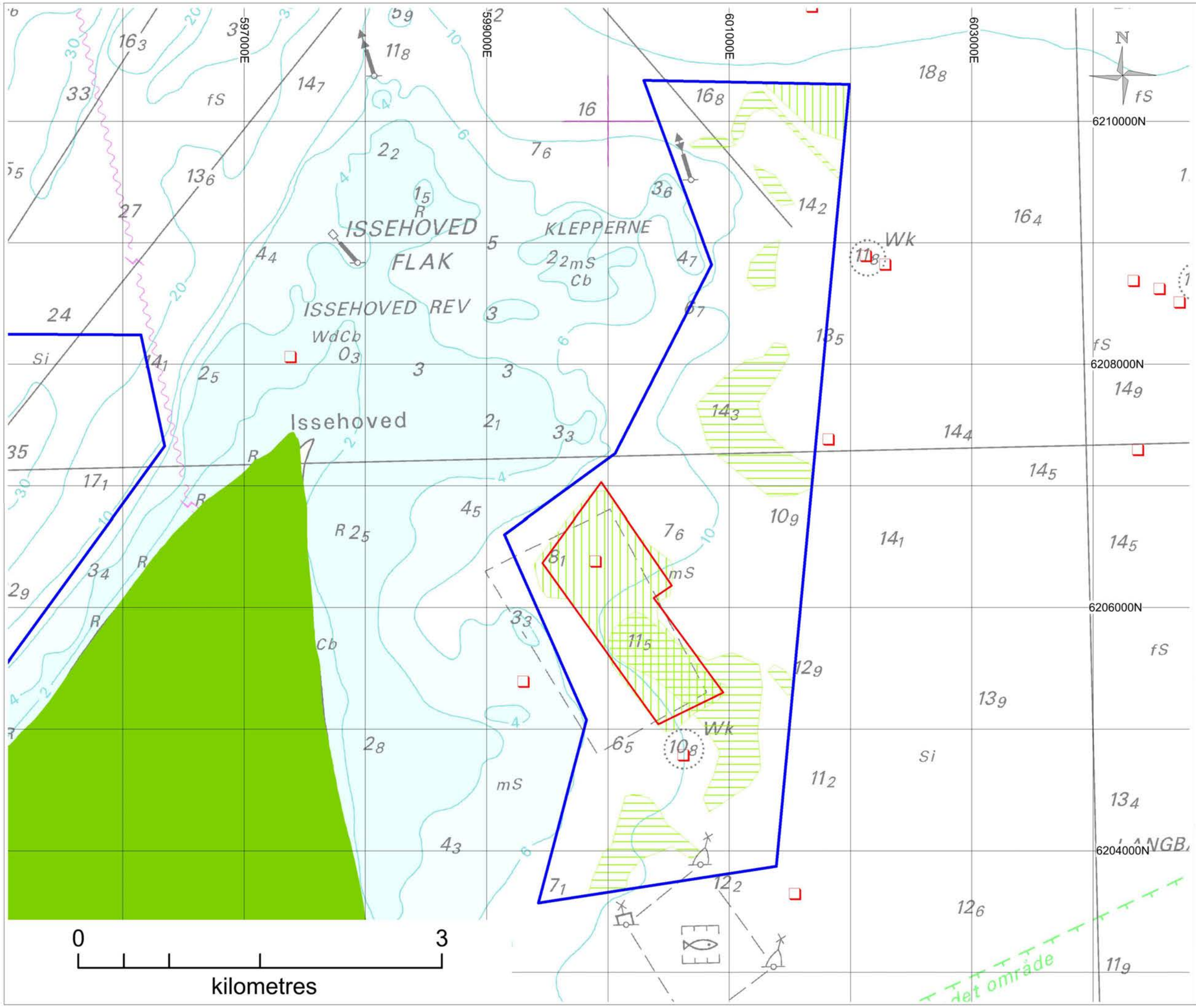
Tegnet af SAP 16/11-2015	Godkendt af JBJ 10/02-2016

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:
Bilag E3 Marthe Flak og Yderflak





Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Område med indvinding, stiksugning
- Område med indvinding, slæbesugning
- Fortidsminder

Skala: 1:30.000
Datum: ETRS89

Søkort: 112, Kattegat, Århus Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Menneskelig aktivitet

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
16/11-2015	10/02-2016

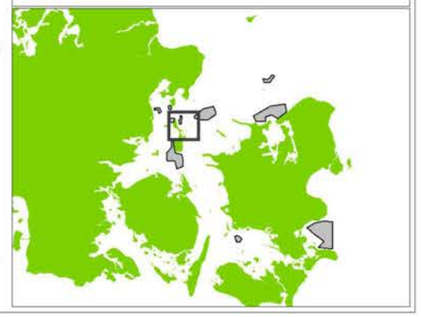
Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag E4 Nordby Bugt



Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Trawlspor
- Område med indvindingsspor
- Fortidsminder

585000E
590000E
595000E
600000E
605000E
6190000N
6185000N
6180000N
6175000N
6170000N

0 5
kilometres

Skala: 1:90.000
Datum: ETRS89

Søkort: 114, Kattegat, Farvandet nord for Fyn
Projektion : UTM Zone 32N

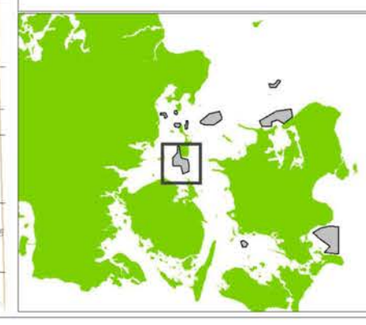
Korttema:
Menneskelig aktivitet

Klient:
Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP 20/11-2015	Godkendt af JBJ 10/02-2016

Udarbejdet af:
GEUS
RAMBØLL

Tegningsnummer:
Bilag E5 Samsø syd



Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Trawlspor
- Fortidsminder

Skala: 1:25.000
Datum: ETRS89

Søkort: 112, Kattegat, Århus Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Menneskelig aktivitet

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
20/11-2015	10/02-2016

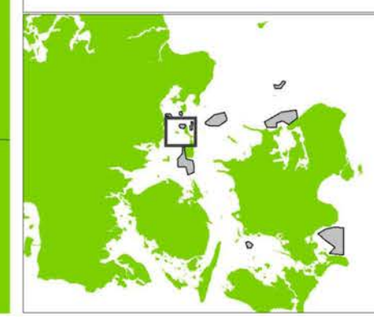
Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag E6 Samsø nord



590000E
592000E
594000E
596000E
6208000N
6206000N
6204000N

0 2
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Trawlspor
- Fortidsminder

Skala: 1:20.000
Datum: ETRS89

Søkort: 112, Kattegat, Århus Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Menneskelig aktivitet

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
09/12-2015	10/02-2016

Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag E7 Helgenæs



590000E
592000E
594000E
6219000N
6217000N
6215000N
N
Sletterhage
Oc.WRG.10s
17m 15-12M
Fl.R.3s
Wk
Cb
0
1
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Trawlspor
- Område med indvindingsspor
- Fortidsminder

Skala: 1:30.000
Datum: ETRS89

Søkort: 112, Kattegat, Århus Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

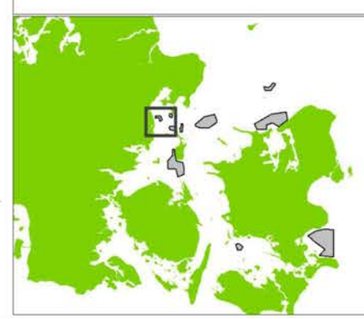
Korttema:
Menneskelig aktivitet

Klient:
Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

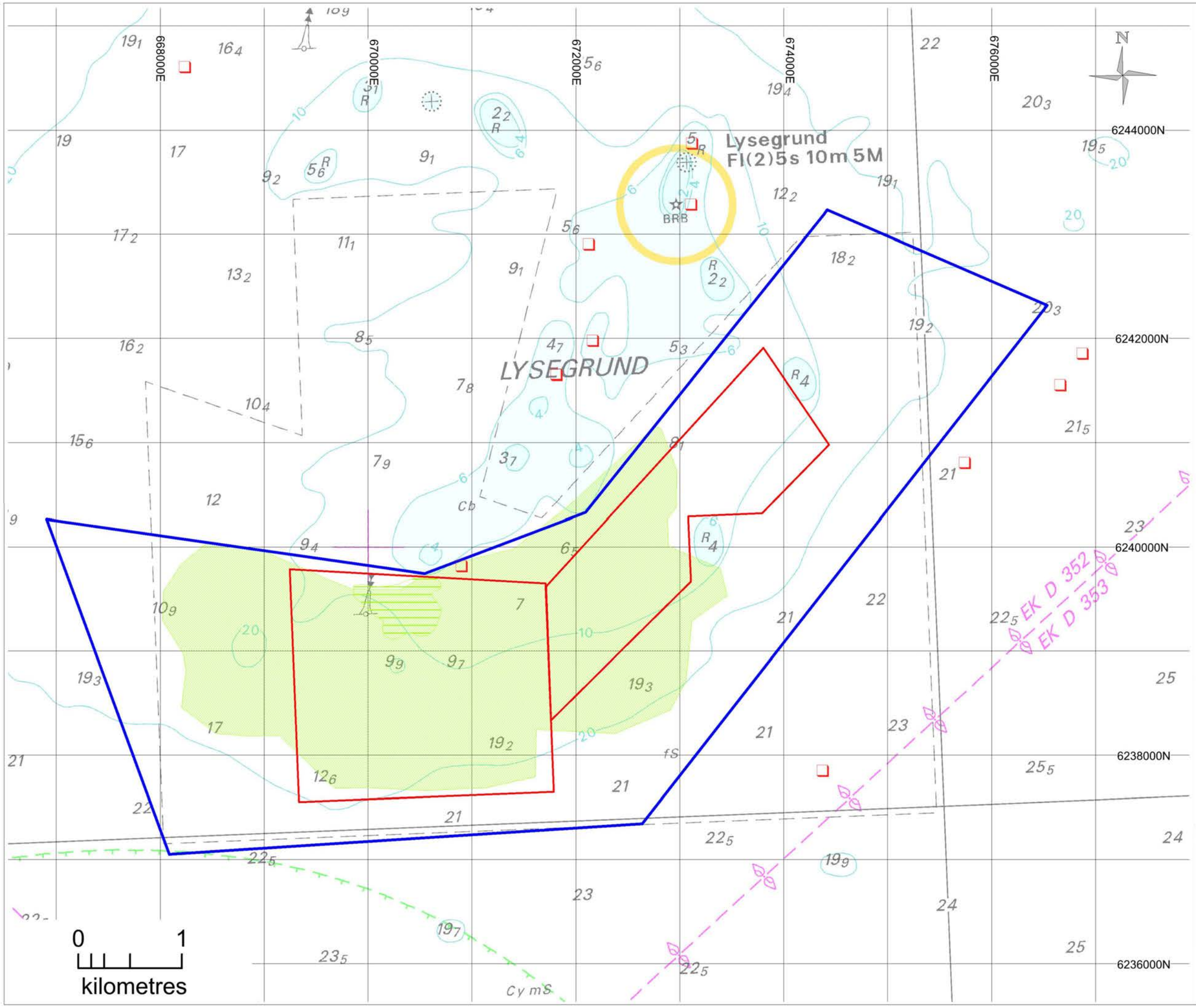
Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
09/12-2015	10/02-2016

Udarbejdet af:
GEUS
RAMBØLL

Tegningsnummer:
Bilag E8 Fløjstrup skov



0 2
kilometres



Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Område med ndvindingsspor
- Område med indvinding, stiksugning
- Fortidsminder

Skala: 1:35.000
Datum: ETRS89

Søkort: 129, Kattegat, SE-lige del
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Menneskelig aktivitet

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
14/12-2015	10/02-2016

Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag E9 Lysegrund



Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Trawlspor
- Kabel
- Fortidsminder

644000E 646000E 648000E 650000E

6114000N 6112000N 6110000N 6108000N

N

Magnetic Variation 2°10'E 2011 (8'E)

Kabel

LFl.10s

Wk

KIRKEGRUND

0 2

kilometres

Skala: 1:30.000
Datum: ETRS89

Søkort: 160, Smålandsfarvandet, W-lige del
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Menneskelig aktivitet

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

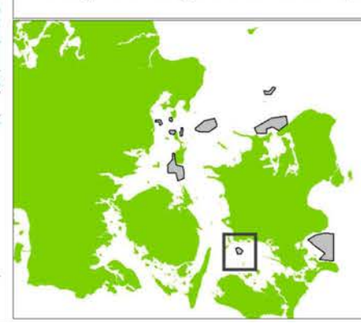
Tegnet af SAP 29/01-2016	Godkendt af JBJ 10/02-2016

Udarbejdet af:

GEUS RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag E10 Agersø Sund syd



F Bilag – Ressourcekort

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Fyldsand 4
- Ral 3
- Grus 2
- Sand 1
- Sand 0
- Glaciale-senglaciale smeltevandsaflejringer
- Marine fossile kystaflejringer
- Marine recente dynamiske aflejringer
- Påvist ressource
- Sandsynlig ressource
- Spekulativ ressource

Skala: 1:90.000
Datum: ETRS89

Søkort: 198 Østersøen, Faxe Bugt og Hjelm Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Ressourcer

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP 30/03-2016	Godkendt af JBJ 31/03-2016

Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag F1.0 Fakse Bugt

0 5
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Grabprøver
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter

Ressourcemægtighed (m)

- 0 til 1
- 1 til 2
- 2 til 3
- 3 til 4
- 4 til 5
- 5 til 6
- 6 til 7
- 7 til 8
- 8 til 9

Skala: 1:90.000
Datum: ETRS89

Søkort: 198 Østersøen, Faxe Bugt og Hjelm Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Ressourcer
Mellem Weichselian

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP 16/02-2016	Godkendt af JBJ 16/02-2016

Udarbejdet af:

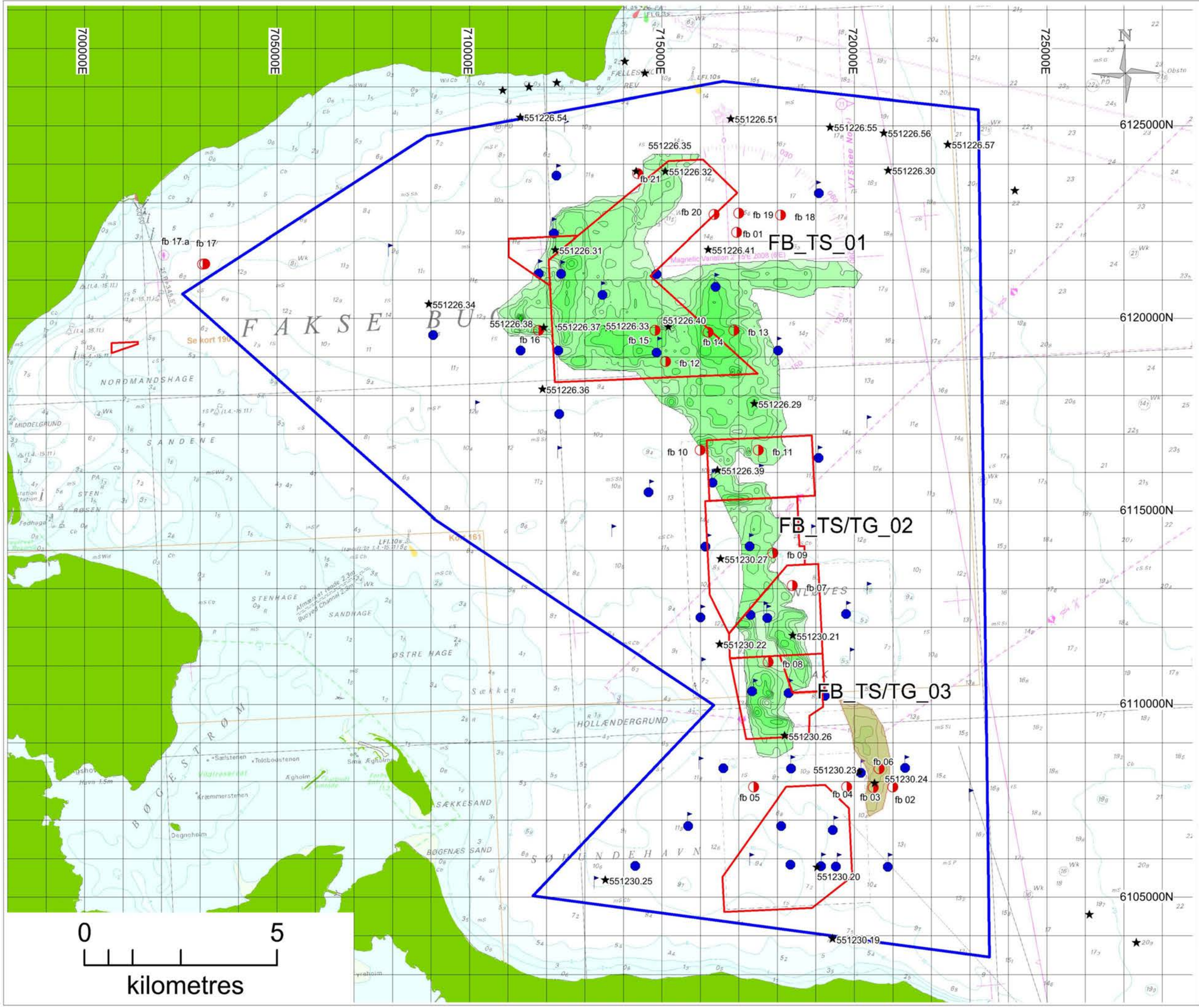
GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag F1.2b Fakse Bugt

0 5
kilometres



Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Område med sand, grus og sten
- Grabprøver
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter

Ressourcemægtighed (m)

- 0 til 1
- 1 til 2
- 2 til 3
- 3 til 4
- 4 til 5
- 5 til 6
- 6 til 7
- 7 til 8
- 8 til 9

Skala: 1:90.000
Datum: ETRS89

Søkort: 198 Østersøen, Faxe Bugt og Hjelm Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Ressourcer Mellem Weichselian

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP 16/02-2016	Godkendt af JBJ 16/02-2016

Udarbejdet af:

GEUS RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag F1.3 Fakse Bugt



Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Område med sand, grus og sten
- Grabprøver
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter

Ressourcemægtighed (m)

- 0 til 1
- 1 til 2
- 2 til 3
- 3 til 4
- 4 til 5

Skala: 1:90.000
Datum: ETRS89

Søkort: 198 Østersøen, Faxe Bugt og Hjelm Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:
Ressourcer
Holocæn marine kystaflejringer

Klient:
Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP 16/02-2016	Godkendt af JBJ 16/02-2016

Udarbejdet af:
GEUS
RAMBØLL

Tegningsnummer:
Bilag F1.5b1 Fakse Bugt

0 5
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Område med sand, grus og sten
- Grabprøver
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter

Ressourcemægtighed (m)

- 0 til 1
- 1 til 2
- 2 til 3
- 3 til 4
- 4 til 5
- 5 til 6
- 6 til 7

Skala: 1:90.000
Datum: ETRS89

Søkort: 198 Østersøen, Faxe Bugt og Hjelm Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Ressourcer
Holocæn marine aflejringer

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP 16/02-2016	Godkendt af JBJ 16/02-2016

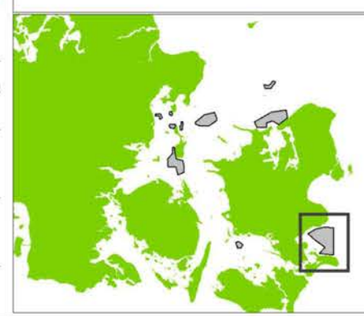
Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag F1.5b2 Fakse Bugt



0 5
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Grabprøver
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter

Ressourcemægtighed (m)

- 0 til 1
- 1 til 2
- 2 til 3
- 3 til 4
- 4 til 5
- 5 til 6

FB_HS_11
FB_HS_12
FB_HS_13
FB_HS_14
FB_HS_15
FB_HS_16
FB_HS_17
FB_HS_18

700000E 705000E 710000E 715000E 720000E 725000E

6125000N 6120000N 6115000N 6110000N 6105000N

0 5
kilometres

Skala: 1:90.000
Datum: ETRS89

Søkort: 198 Østersøen, Faxe Bugt og Hjelm Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:
Ressourcer
Holocæn seneste marine aflejringer

Klient:
Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP 16/02-2016	Godkendt af JBJ 16/02-2016

Udarbejdet af:
GEUS
RAMBØLL

Tegningsnummer:
Bilag F1.5b3 Fakse Bugt

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

Undersøgelsesområde

- Fyldsand 4
- Ral 3
- Grus 2
- Sand 1
- Sand 0
- Glaciale-senglaciale smeltevandsaflejringer
- Marine fossile kystaflejringer
- Marine recente dynamiske aflejringer
- Påvist ressource
- Sandsynlig ressource
- Spekulativ ressource

Skala: 1:90.000
Datum: ETRS89

Søkort: 129, Kattegat, SE-lige del
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Ressourser

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP 29/03-2016	Godkendt af JBJ 31/03-2016

Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag F2.0 Hesselø Bugt



0 5
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Grabprøver
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter

Ressourcemægtighed (m)

- 1 til 2
- 2 til 3
- 3 til 4
- 4 til 5
- 5 til 6
- 6 til 7
- 7 til 8
- 8 til 9
- 9 til 10
- 10 til 11

Skala: 1:85.000
Datum: ETRS89

Søkort: 129, Kattegat, SE-lige del
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Ressourser
Glaciale Smeltvandsaflejringer

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
16/12-2015	10/02-2016

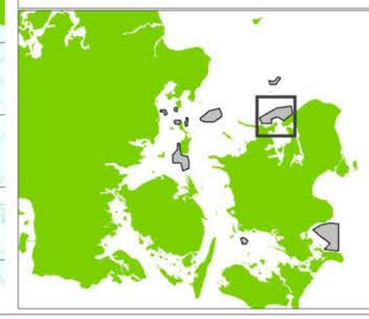
Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag F2.1 Hesselø Bugt



0 5
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Grabprøver
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter

Ressourcemægtighed (m)

- 0 til 1
- 1 til 2
- 2 til 3
- 3 til 4
- 4 til 5

Skala: 1:95.000
Datum: ETRS89

Søkort: 129, Kattegat, SE-lige del
Projektion : UTM Zone 32N

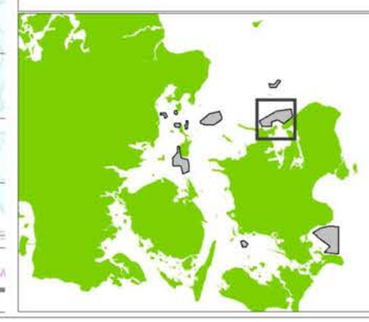
Korttema:
Ressourser
Sengglaciale Aflejringer

Klient:
Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
16/12-2015	10/02-2015

Udarbejdet af:
GEUS
RAMBØLL

Tegningsnummer:
Bilag F2.2 Hesselø Bugt



0 5
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Grabprøver
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter

Ressourcemægtighed (m)

- 0 til 1
- 1 til 2
- 2 til 3
- 3 til 4
- 4 til 5
- 5 til 6
- 6 til 7
- 7 til 8
- 8 til 9
- 9 til 10
- 10 til 11

Skala: 1:95.000
Datum: ETRS89

Søkort: 129, Kattegat, SE-lige del
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Ressourser
Holocæn Marine Ressourcer

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
25/02-2016	25/02-2016

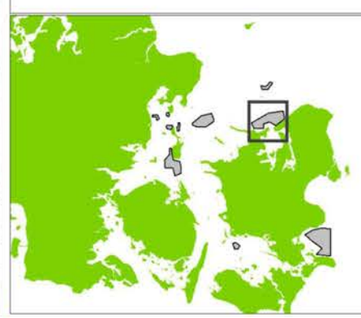
Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag F2.3 Hesselø Bugt



0 5
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

Undersøgelsesområde

- Fyldsand 4
- Ral 3
- Grus 2
- Sand 1
- Sand 0
- Glaciale-senglaciale smeltevandsaflejringer
- Marine fossile kystaflejringer
- Marine recente dynamiske aflejringer
- Påvist ressource
- Sandsynlig ressource
- Spekulativ ressource

Skala: 1:60.000
Datum: ETRS89

Søkort: 128, Kattegat, Samsø Bælt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Ressourcer

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
29/03-2016	31/03-2016

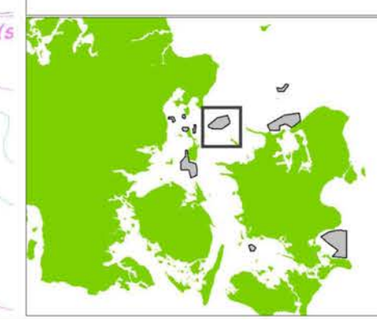
Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

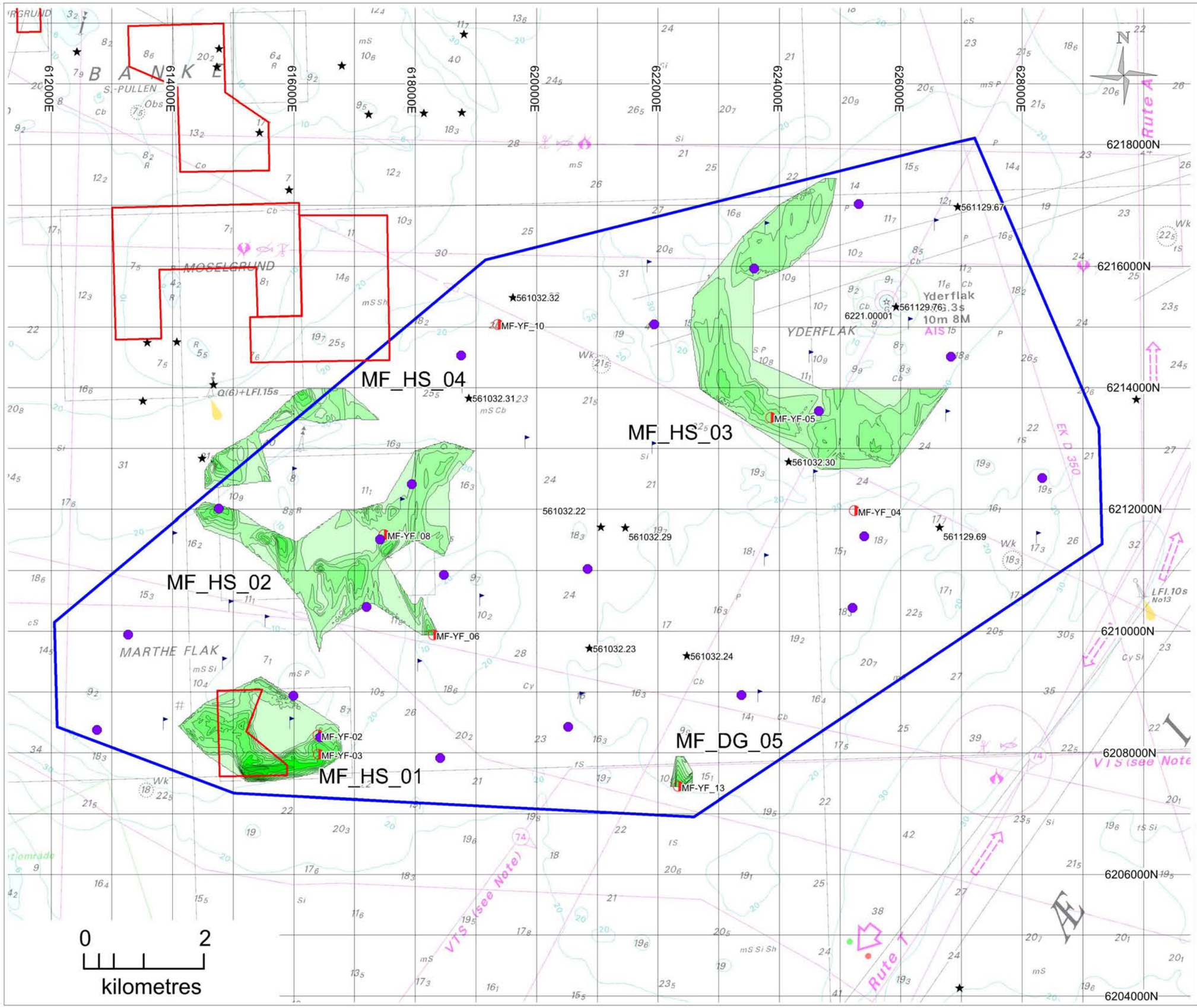
Tegningsnummer:

Bilag F3.0 Marthe Flak og Yderflak



0 2

kilometres



Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Grabprøve
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter

Ressourcemægtighed (m)

- 0 til 1
- 1 til 2
- 2 til 3
- 3 til 4
- 4 til 5
- 5 til 6
- 6 til 7
- 7 til 8
- 8 til 9
- 9 til 10

Skala: 1:60.000
Datum: ETRS89

Søkort: 128, Kattegat, Samsø Bælt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Ressourcer

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
15/12-2015	10/02-2016

Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag F3 Marthe Flak og Yderflak



Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Fyldsand 4
- Ral 3
- Grus 2
- Sand 1
- Sand 0
- Glaciale-senglaciale smeltevandsaflejringer
- Marine fossile kystaflejringer
- Marine recente dynamiske aflejringer
- Påvist ressource
- Sandsynlig ressource
- Spekulativ ressource

Skala: 1:30.000
Datum: ETRS89

Søkort: 112, Kattegat, Århus Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:
Ressourcer

Klient:
Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

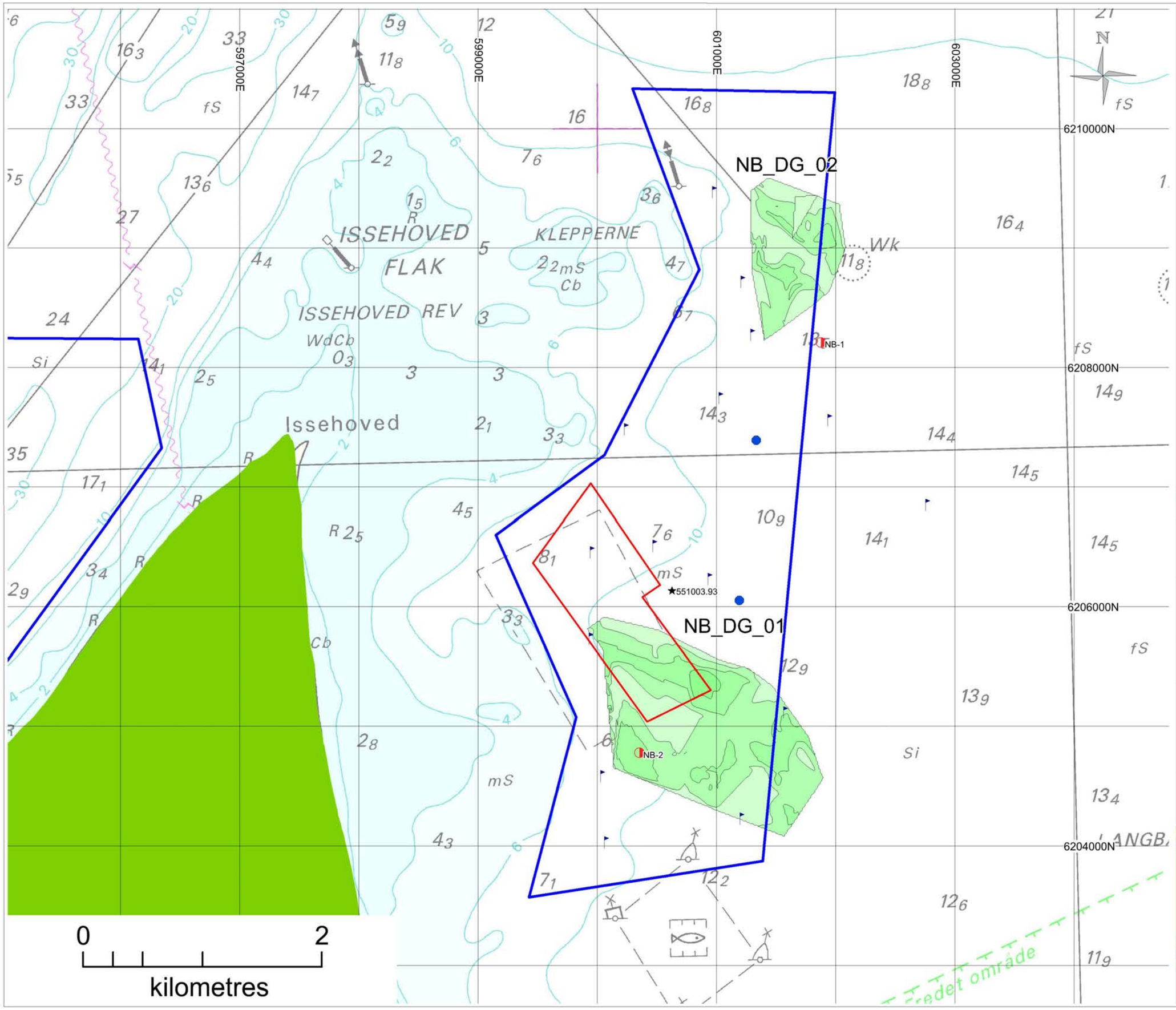
Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
29/03-2016	31/03-2016

Udarbejdet af:
GEUS
RAMBØLL

Tegningsnummer:
Bilag F4.0 Nordby Bugt



0 2
kilometres



Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Grabprøve
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter

Ressourcemægtighed (m)

- 0 til 1
- 1 til 2
- 2 til 3
- 3 til 4

Skala: 1:30.000
Datum: ETRS89

Søkort: 112, Kattegat, Århus Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Ressourcer

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
17/12-2015	10/02-2016

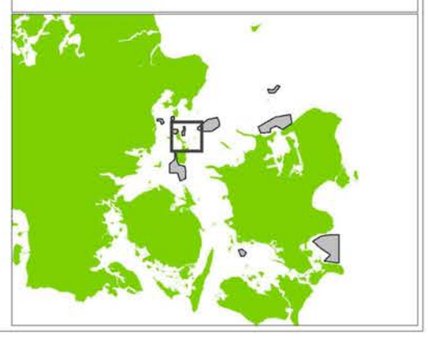
Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag F4 Nordby Bugt



Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Fyldsand 4
- Ral 3
- Grus 2
- Sand 1
- Sand 0
- Glaciale-senglaciale smeltevandsaflejringer
- Marine fossile kystaflejringer
- Marine recente dynamiske aflejringer
- Påvist ressource
- Sandsynlig ressource
- Spekulativ ressource

Skala: 1:90.000
Datum: ETRS89

Søkort: 114, Kattegat, Farvandet nord for Fyn
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Ressourcer

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP 30/03-2016	Godkendt af JBJ 31/03-2016

Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag F5.0 Samsø syd

0 5
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Grabprøver
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter

Ressourcemægtighed (m)

- 0 til 1
- 1 til 2
- 2 til 3
- 3 til 4
- 4 til 5
- 5 til 6
- 6 til 7
- 7 til 8
- 8 til 9
- 9 til 10
- 10 til 11
- 11 til 12
- 12 til 13

Skala: 1:90.000
Datum: ETRS89

Søkort: 114, Kattegat, Farvandet nord for Fyn
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Ressourcer

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP
17/12-2015

Godkendt af JBJ
10/02-2016

Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag F5 Samsø syd



SSY_DS/DG_01

SSY_TS/TG_02

SSY_TS/TG_03

SSY_TS_04

SSY_HS_08

SSY_HS_05

SSY_HS_07

SSY_DS/DG_06

SSY_HS_11

SSY_DG_10

SSY_HS_09

Ressourcemægtighed (m) (SSY_DS/DG_01)

- 1 til 5
- 5 til 8
- 8 til 11
- 11 til 15
- 15 til 18
- 18 til 22
- 22 til 25
- 25 til 29
- 29 til 32
- 32 til 36

585000E 590000E 595000E 600000E 605000E

6190000N 6185000N 6180000N 6175000N 6170000N

SSY 3 SSY5 SSY 4 SSY8 SSY 6 SSY-10 SSY1 SSY7 SSY9

551006.10 551007.66 551007.59 551007.61 551007.62 551007.67 551007.68 551007.63 551006.19 551007.64 551006.20 551007.65 551010.137 551010.87 551011.28 551011.87 551011.29 551010.135 551011.86 551011.85

0 5
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

Undersøgelsesområde

- Fyldsand 4
- Ral 3
- Grus 2
- Sand 1
- Sand 0
- Glaciale-senglaciale smeltevandsaflejringer
- Marine fossile kystaflejringer
- Marine recente dynamiske aflejringer
- Påvist ressource
- Sandsynlig ressource
- Spekulativ ressource

Skala: 1:25.000
Datum: ETRS89

Søkort: 112, Kattegat, Århus Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Ressourcer

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP 31/03-2016	Godkendt af JBJ 31/03-2016

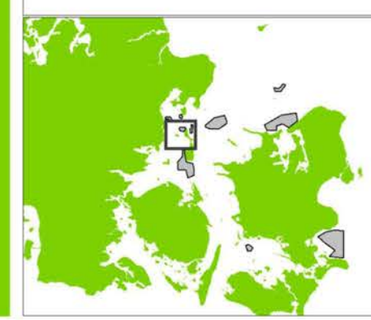
Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag F6.0 Samsø nord



0 2

kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Grabprøve
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter

Ressourcemægtighed (m)

- 0 til 1
- 1 til 2
- 2 til3
- 3 til 4
- 4 til 5
- 5 til 6
- 6 til 7

SNO_HS_01
SNO_HS_02
SNO_HS_03
SNO_HS_04
SNO_HS_05
SNO_HS_06

561030.18
Sno_004
551002.15
Sno_003
551002.16

590000E
592000E
594000E
596000E
6208000N
6206000N
6204000N

0 2
kilometres

Skala: 1:25.000
Datum: ETRS89

Søkort: 112, Kattegat, Århus Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

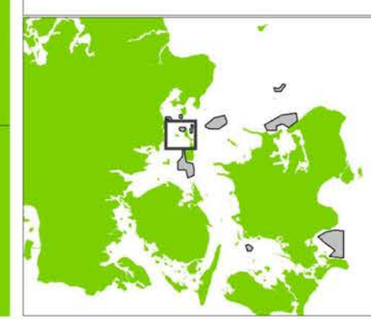
Korttema:
Ressourcer

Klient:
Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
17/12-2015	10/02-2016

Udarbejdet af:
GEUS
RAMBØLL

Tegningsnummer:
Bilag F6 Samsø nord



Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Fyldsand 4
- Ral 3
- Grus 2
- Sand 1
- Sand 0
- Glaciale-senglaciale smeltevandsaflejringer
- Marine fossile kystaflejringer
- Marine recente dynamiske aflejringer
- Påvist ressource
- Sandsynlig ressource
- Spekulativ ressource

Skala: 1:20.000
Datum: ETRS89

Søkort: 112, Kattegat, Århus Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

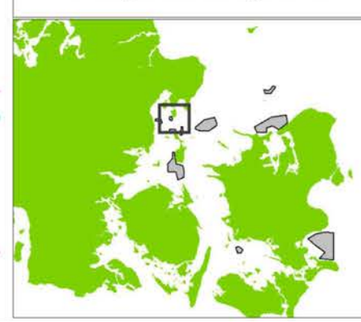
Korttema:
Ressourcer

Klient:
Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
30/03-2016	31/03-2016

Udarbejdet af:
GEUS
RAMBØLL

Tegningsnummer:
Bilag F7.0 Helgenæs



Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Grabprøver
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter

Ressourcemægtighed (m)

- 1 til 2
- 2 til 3
- 3 til 4
- 4 til 5
- 5 til 6
- 6 til 7
- 7 til 8

HEL_HS_01

Hel 2

Hel-3

Hel-1

590000E

592000E

594000E

6219000N

6217000N

6215000N

Sletterhage

FI.R.3s

FI.WRG.10s

15-12M

0 1

kilometres

Skala: 1:20.000
Datum: ETRS89

Søkort: 112, Kattegat, Århus Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Ressourcer

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP 14/12-2015	Godkendt af JBJ 10/02-2016

Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag F7 Helgenæs

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

Undersøgelsesområde

- Fyldsand 4
- Ral 3
- Grus 2
- Sand 1
- Sand 0
- Glaciale-senglaciale smeltevandsaflejringer
- Marine fossile kystaflejringer
- Marine recente dynamiske aflejringer
- Påvist ressource
- Sandsynlig ressource
- Spekulativ ressource

Skala: 1:30.000
Datum: ETRS89

Søkort: 112, Kattegat, Århus Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

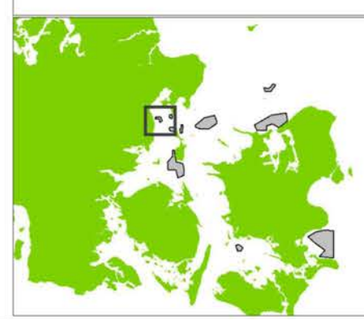
Korttema:
Ressourcer

Klient:
Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
30/03-2016	31/03-2016

Udarbejdet af:
GEUS
RAMBØLL

Tegningsnummer:
Bilag F8.0 Fløjstrup skov



0 2
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Grabprøve
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter

Ressourcemægtighed (m)

- 1 til 2
- 2 til 3
- 3 til 4
- 4 til 5
- 5 til 6
- 6 til 7
- 7 til 9
- 9 til 10
- 10 til 11
- 11 til 12

Skala: 1:30.000
Datum: ETRS89

Søkort: 112, Kattegat, Århus Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

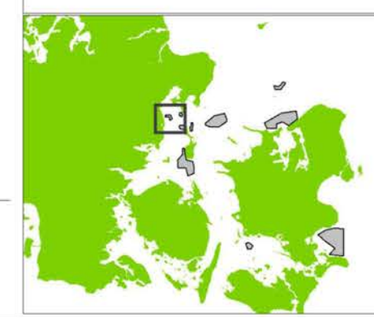
Korttema:
Ressourcer

Klient:
Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
15/12-2015	10/02-2016

Udarbejdet af:
GEUS
RAMBØLL

Tegningsnummer:
Bilag F8 Fløjstrup skov



0 2
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

Undersøgelsesområde

- Fyldsand 4
- Ral 3
- Grus 2
- Sand 1
- Sand 0
- Glaciale-senglaciale smeltevandsaflejringer
- Marine fossile kystaflejringer
- Marine recente dynamiske aflejringer
- Påvist ressource
- Sandsynlig ressource
- Spekulativ ressource

Skala: 1:35.000
Datum: ETRS89

Søkort: 129, Kattegat, SE-lige del
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Ressourcer

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
30/03-2016	31/03-2016

Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag F9.0 Lysegrund



Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Grabprøver
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter

Ressourcemægtighed (m)

- 0 til 1
- 1 til 2
- 2 til 3
- 3 til 4
- 4 til 5
- 5 til 6
- 6 til 7
- 7 til 8
- 8 til 9
- 9 til 10
- 10 til 11
- 11 til 12

Skala: 1:35.000
Datum: ETRS89

Søkort: 129, Kattegat, SE-lige del
Projektion : UTM Zone 32N

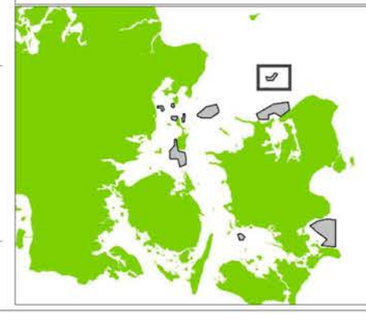
Korttema:
Ressourcer
Holocæn sand

Klient:
Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

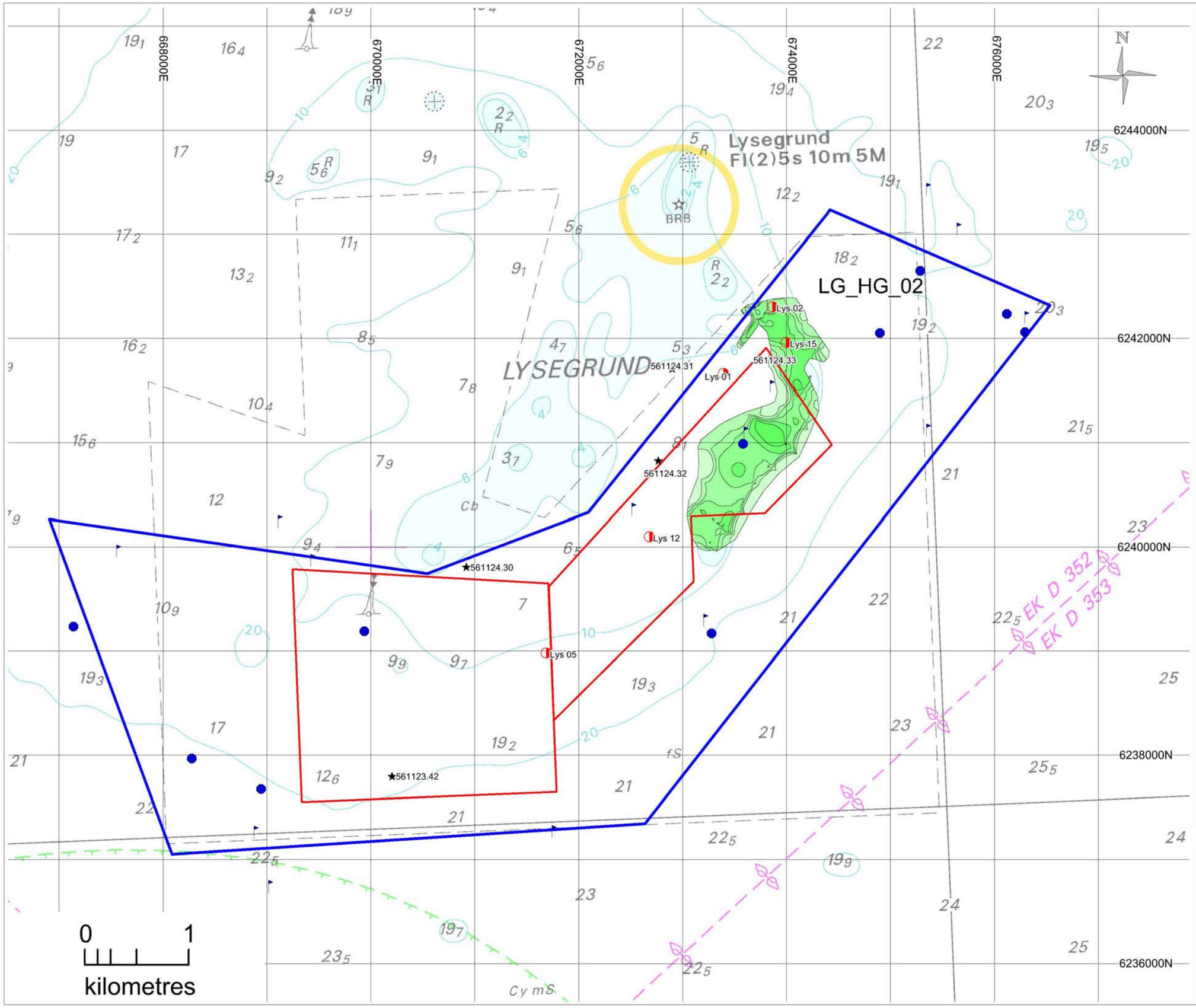
Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
11/02-2016	10/02-2016

Udarbejdet af:
GEUS
RAMBØLL

Tegningsnummer:
Bilag F9.1 Lysegrund



0 1
kilometres



Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Grabprøver
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter

Ressourcemægtighed (m)

- 0 til 1
- 1 til 2
- 2 til 3
- 3 til 4
- 4 til 5
- 5 til 6

Skala: 1:35.000
Datum: ETRS89

Søkort: 129, Kattegat, SE-lige del
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:
Ressourcer
Sen Holocæn ral og grus

Klient:
Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
15/02-2016	15/02-2016

Udarbejdet af:
GEUS
RAMBØLL

Tegningsnummer:
Bilag F9.2 Lysegrund



Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Grabprøver
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter

Ressourcemægtighed (m)

- 0 til 1
- 1 til 2
- 2 til 3
- 3 til 4
- 4 til 5
- 5 til 6
- 6 til 7
- 7 til 8
- 8 til 9
- 9 til 10
- 10 til 11

Skala: 1:35.000
Datum: ETRS89

Søkort: 129, Kattegat, SE-lige del
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Ressourcer
Tidlig Holocæn ral og grus

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
15/02-2016	15/02-2016

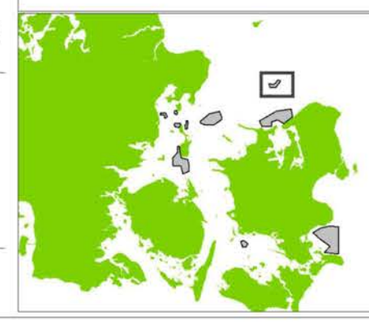
Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag F9.3 Lysegrund



Lysegrund
Fl(2)5s 10m 5M

LYSEGRUND

LG_HG_03

LG_HG_04

LG_HG_05

Lys 02
Lys 15
Lys 01
Lys 12
Lys 05

561124.31
561124.33
561124.32
561124.30
561123.42

BRB

668000E
670000E
672000E
674000E
676000E

6244000N
6242000N
6240000N
6238000N
6236000N

EK D 352
EK D 353

0 1
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

Undersøgelsesområde

- Fyldsand 4
- Ral 3
- Grus 2
- Sand 1
- Sand 0
- Glaciale-senglaciale smeltevandsaflejringer
- Marine fossile kystaflejringer
- Marine recente dynamiske aflejringer
- Påvist ressource
- Sandsynlig ressource
- Spekulativ ressource

Skala: 1:30.000
Datum: ETRS89

Søkort: 160, Smålandsfarvandet, W-lige del
Projektion : UTM Zone 32N

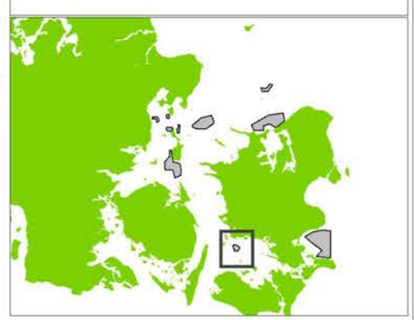
Korttema:
Ressourcer

Klient:
Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP 29/03-2016	Godkendt af JBJ 31/03-2016

Udarbejdet af:
GEUS
RAMBØLL

Tegningsnummer:
Bilag F10.0 Agersø Sund syd



Magnetic Variation 2°10'E 2011 (8'E)

KIRKEGRUND

LFl.10s

0 1
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Grabprøver
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter

Ressourcemægtighed (m)

- 1 til 2
- 2 til 3
- 3 til 4
- 4 til 4
- 4 til 5
- 5 til 6
- 6 til 7

AGS_FS/DG_01

644000E 646000E 648000E 650000E

6114000N 6112000N 6110000N 6108000N

★551126.12 ★551126.10 ★551126.9 ★551126.11 ★551126.8 ★551126.7 ★551126.37 ★551126.40 ★55113041 ★551130.2 ★551130.33

AG 1 AG 3

LFl.10s

Magnetic Variation 2°10'E 2011 (8'E)

SWd KIRKEGRUND

Wk

0 1
kilometres

Skala: 1:30.000
Datum: ETRS89

Søkort: 160, Smålandsfarvandet, W-lige del
Projektion : UTM Zone 32N

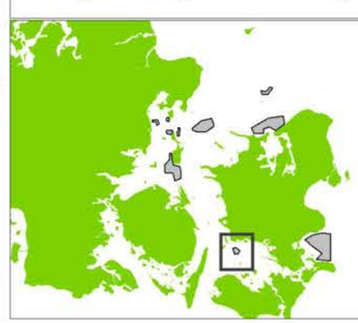
Korttema:
Ressourcer

Klient:
Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
10/12-2015	10/02-2016

Udarbejdet af:
GEUS RAMBØLL

Tegningsnummer:
Bilag F10 Agersø Sund syd



G Bilag – Naturtypekort

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- ROV-punkter
- Naturtype 1
- Naturtype 2
- Naturtype 3
- Naturtype 4

Skala: 1:90.000
Datum: ETRS89

Søkort: 198 Østersøen,
Faxe Bugt og Hjelm Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Naturtyper

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
08/01-2016	10/02-2016

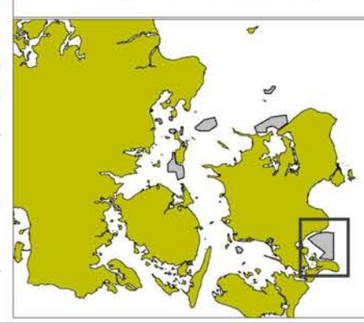
Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag G1 Fakse Bugt



700000E 705000E 710000E 715000E 720000E 725000E

6125000N 6120000N 6115000N 6110000N 6105000N

FB01 FB02 FB04 FB05 FB06 FB07 FB08 FB09 FB10 FB11 FB12 FB13 FB14 FB15 FB16 FB17 FB18 FB19 FB20 FB21 FB22 FB23 FB24 FB26 FB27 FB28 FB29 FB30 FB31 FB32 FB33 FB34 FB35 FB37 FB38 FB39 FB40 FB41 FB42 FB43 FB44 FB45 FB46 FB47

NORDMANDSHAGE SANDENE STENRØSEN STENHAGE SANDHAGE ØSTRE HAGE Sakken HOLLÆNDERGRUND BOGESTRØM BOGENÆS SAND ASÆKKESAND

Se kort 190

0 5
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- ROV-punkter
- Naturtype 1
- Naturtype 2
- Naturtype 3
- Naturtype 4

660000E 665000E 670000E 675000E 680000E

6225000N 6220000N 6215000N 6210000N 6205000N

HES-dyk-09 HES-dyk-08 HES-dyk-13 HES-dyk-17 HES-dyk-11 HES-dyk-10 HES-dyk-20 HES-dyk-12 HES-dyk-15 HES-dyk-14 HES-dyk-04 HES-dyk-02 HES-dyk-31 HES-dyk-18 HES-dyk-21 HES-dyk-06 HES-dyk-05 HES-dyk-30 HES-dyk-22 HES-dyk-24 HES-dyk-16 HES-dyk-25 HES-dyk-37 HES-dyk-23 HES-dyk-36 HES-dyk-26 HES-dyk-28 HES-dyk-38 HES-dyk-29 HES-dyk-27

0 5
kilometres

Skala: 1:85.000
Datum: ETRS89

Søkort: 129, Kattegat, SE-lige del
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:
Naturtyper

Klient:
Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
08/01-2016	10/02-2016

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:
Bilag G2 Hesselø Bugt

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- ROV-punkter
- Naturtype 1
- Naturtype 2
- Naturtype 3
- Naturtype 4

MF-ROV_01
MF-ROV_02
MF-ROV_03
MF-ROV_04
MF-ROV_05
MF-ROV_06
MF-ROV_07
MF-ROV_08
MF-ROV_09
MF-ROV_10
MF-ROV_11
MF-ROV_12
MF-ROV_13
MF-ROV_14
MF-ROV_15
MF-ROV_16
MF-ROV_17
MF-ROV_18
MF-ROV_19
MF-ROV_20
MF-ROV_21
MF-ROV_22
MF-ROV_23
MF-ROV_24

612000E 614000E 616000E 618000E 620000E 622000E 624000E 626000E 628000E

6218000N 6216000N 6214000N 6212000N 6210000N 6208000N 6206000N 6204000N

BANKE
MOSELGRUND
Rute A
Rute T
VTS (see Note)

0 2
kilometres

Skala: 1:60.000
Datum: ETRS89

Søkort: 128, Kattegat, Samsø Bælt
Projektion : UTM Zone 32N

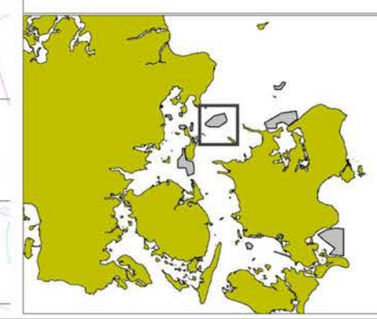
Korttema:
Naturtyper

Klient:
Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
08/01-2016	10/02-2016

Udarbejdet af:
GEUS
RAMBØLL

Tegningsnummer:
Bilag G3 Marthe Flak og Yderflak



Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- ROV-punkter
- Naturtype 1
- Naturtype 2
- Naturtype 3
- Naturtype 4

NB_ROV-10
NB_ROV-16
NB_ROV-09
NB_ROV-08
NB_ROV-13
NB_ROV-14
NB_ROV-07
NB_ROV-01
NB_ROV-11
NB_ROV-02
NB_ROV-12
NB_ROV-15
NB_ROV-05
NB_ROV-04
NB_ROV-06

597000E 599000E 601000E 603000E

6210000N 6208000N 6206000N 6204000N

ISSEHOVED FLAK
KLEPPERNE
ISSEHOVED REV
Issehoved
Wk
LANGBA

0 2
kilometres

Skala: 1:30.000
Datum: ETRS89

Søkort: 112, Kattegat, Århus Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

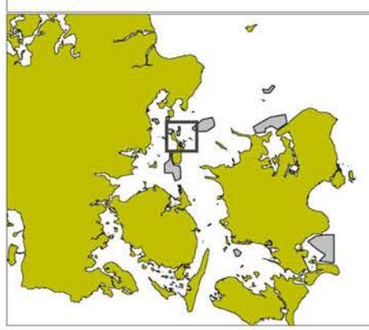
Korttema:
Naturtyper

Klient:
Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP 08/01-2016	Godkendt af JBJ 10/02-2016

Udarbejdet af:
GEUS
RAMBØLL

Tegningsnummer:
Bilag G4 Nordby Bugt



Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- ROV-punkter
- Naturtype 1
- Naturtype 2
- Naturtype 3
- Naturtype 4

585000E 590000E 595000E 600000E 605000E

6190000N 6185000N 6180000N 6175000N 6170000N

SS-1 SS-3 SS-4 SS-6 SS-5 SS-9 SS-10 SS-12 SS-17 SS-13 SS-14 SS-18 SS-29 SS-19 SS-22 SS-21 SS-20 SS-24 SS-25 SS-26 SS-28

0 5
kilometres

Skala: 1:90.000
Datum: ETRS89

Søkort: 114, Kattegat, Farvandet nord for Fyn
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Naturtyper

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

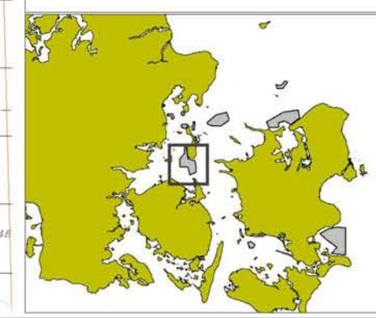
Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
08/01-2016	10/02-2016

Udarbejdet af:

GEUS RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag G5 Samsø syd



Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- ROV-punkter
- Naturtype 1
- Naturtype 2
- Naturtype 3
- Naturtype 4

SN-01, SN-02, SN-03, SN-04, SN-05, SN-06, SN-07, SN-08, SN-09, SN-10, SN-11, SN-12, SN-13, SN-14, SN-15

590000E, 592000E, 594000E, 596000E

6208000N, 6206000N, 6204000N

0 2 kilometres

Skala: 1:25.000
Datum: ETRS89

Søkort: 112, Kattegat, Århus Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Naturtyper

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
08/01-2016	10/02-2016

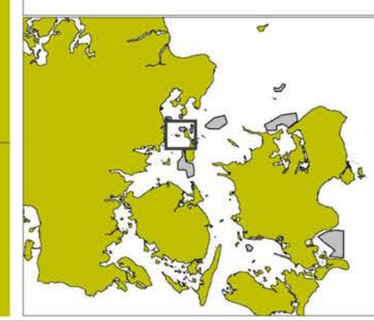
Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag G6 Samsø nord



Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- ROV-punkter
- Naturtype 1
- Naturtype 2
- Naturtype 3
- Naturtype 4

HEL-ROV-01
HEL-ROV-02
HEL-ROV-03
HEL-ROV-04
HEL-ROV-05
HEL-ROV-06
HEL-ROV-07
HEL-ROV-08
HEL-ROV-09

590000E
592000E
594000E
6219000N
6217000N
6215000N

Fl.R.3s

0 1
kilometres

Skala: 1:20.000
Datum: ETRS89

Søkort: 112, Kattegat, Århus Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

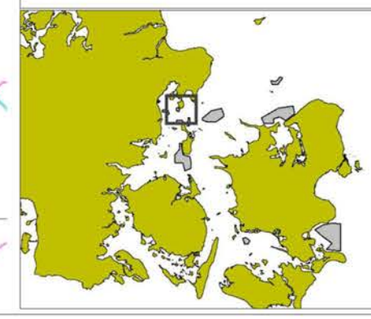
Korttema:
Naturtyper

Klient:
Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
08/01-2016	10/02-2016

Udarbejdet af:
GEUS
RAMBØLL

Tegningsnummer:
Bilag G7 Helgenæs



Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- ROV-punkter
- Naturtype 1
- Naturtype 2
- Naturtype 3

FLO-ROV-01
FLO-ROV-02
FLO-ROV-04
FLO-ROV-05
FLO-ROV-06
FLO-ROV-07
FLO-ROV-08
FLO-ROV-09
FLO-ROV-10
FLO-ROV-11

578000E
580000E
582000E
584000E
6217000N
6215000N
6213000N
6211000N

WULFFS FLAK
NORSMINDE
FLAK
HESBJERG GRUND

0 2
kilometres

Skala: 1:30.000
Datum: ETRS89

Søkort: 112, Kattegat, Århus Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:
Naturtyper

Klient:
Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
08/01-2016	10/02-2016

Udarbejdet af:
GEUS
RAMBØLL

Tegningsnummer:
Bilag G8 Fløjstrup skov

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- ROV-punkter
- Naturtype 1
- Naturtype 2
- Naturtype 3
- Naturtype 4

Skala: 1:35.000
Datum: ETRS89

Søkort: 129, Kattegat, SE-lige del
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Naturtyper

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
08/01-2016	10/02-2016

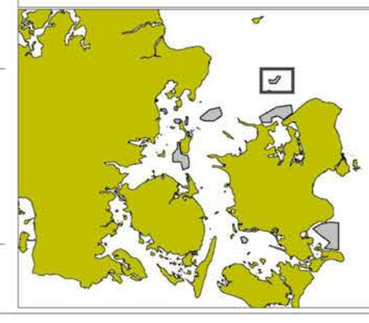
Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag G9 Lysegrund



0 1
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- ROV-punkter
- Naturtype 1
- Naturtype 2
- Naturtype 3

AGS-ROV-6
AGS-ROV-7
AGS-ROV 2
AGS-ROV-4
AGS-ROV-3
AGR-ROV-8
AGS-ROV-9
AGS-ROV-10
AGS-ROV-5
AGS-ROV 1

644000E
646000E
648000E
650000E
6114000N
6112000N
6110000N
6108000N

Skala: 1:30.000
Datum: ETRS89

Søkort: 160, Smålandsfarvandet, W-lige del
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Naturtyper

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
08/01-2016	10/02-2016

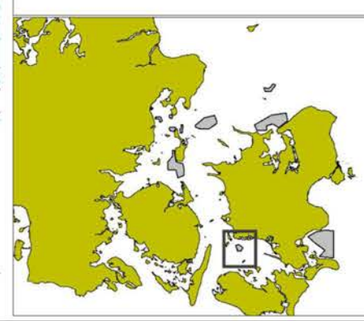
Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag G10 Agersø Sund syd



0 1
kilometres

H Bilag – Habitattypekort

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Grabprøver
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter
- Habitattype 1
- Habitattype 2

Skala: 1:90.000
Datum: ETRS89

Søkort: 198 Østersøen, Faxe Bugt og Hjelm Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Habitattyper

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP 16/12-2015	Godkendt af JBJ 10/02-2016

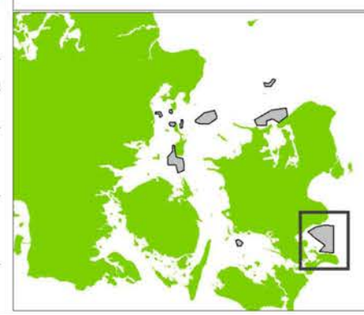
Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag H1 Fakse Bugt



0 5
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Grabprøver
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter
- Habitattype 1
- Habitattype 2

6600000E
6650000E
6700000E
6750000E
6800000E
6225000N
6220000N
6215000N
6210000N
6205000N

H E S S E L Ø
B U G T
Nyrup Bugt
GRØNNEREVLE
Korshage
SKÆREBÆK REV
ISEFJORD

0 5
kilometres

Skala: 1:85.000
Datum: ETRS89

Søkort: 129, Kattegat, SE-lige del
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Habitattyper

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

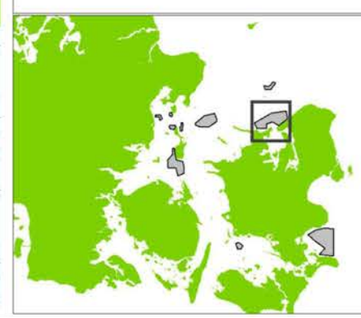
Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
16/12-2015	10/02-2016

Udarbejdet af:

GEUS
RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag H2 Hesselø Bugt



Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Grabprøve
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter
- Habitattype 1
- Habitattype 2

Skala: 1:60.000
Datum: ETRS89

Søkort: 128, Kattegat, Samsø Bælt
Projektion : UTM Zone 32N

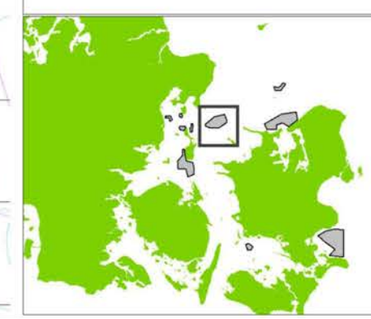
Korttema:
Habitattyper

Klient:
Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
16/12-2015	10/02-2016

Udarbejdet af:
GEUS
RAMBØLL

Tegningsnummer:
Bilag H3 Marthe Flak og Yderflak



612000E 614000E 616000E 618000E 620000E 622000E 624000E 626000E 628000E

6218000N 6216000N 6214000N 6212000N 6210000N 6208000N 6206000N 6204000N

BANKE
S.-PULLEN
MOSELGRUND
Rute A
Rute T
VTS (see Note)
Q(6)+LFl.15s
LFl.10s No13

0 2
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Grabprøve
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter
- Habitattype 1
- Habitattype 2
- Habitattype 3

Skala: 1:30.000
Datum: ETRS89

Søkort: 112, Kattegat, Århus Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Habitattyper

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP 16/12-2015	Godkendt af JBJ 10/02-2016

Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag H4 Nordby Bugt



0 2
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Grabprøver
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter
- Habitattype 1
- Habitattype 2
- Habitattype 3
- Habitattype 4

585000E 590000E 595000E 600000E 605000E

6190000N 6185000N 6180000N 6175000N 6170000N

0 5
kilometres

Skala: 1:90.000
Datum: ETRS89

Søkort: 114, Kattegat, Farvandet nord for Fyn
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Habitattyper

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

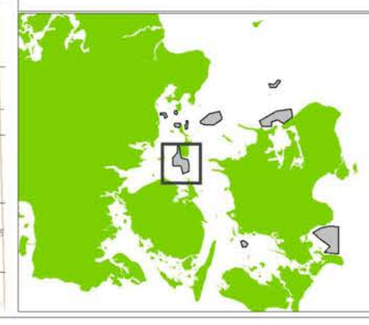
Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
16/12-2015	10/02-2016

Udarbejdet af:

GEUS RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag H5 Samsø syd



Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Grabprøve
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter
- Habitattype 1
- Habitattype 2
- Habitattype 3
- Habitattype 4

Skala: 1:25.000
Datum: ETRS89

Søkort: 112, Kattegat, Århus Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Habitattyper

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
16/12-2015	10/02-2016

Udarbejdet af:

GEUS

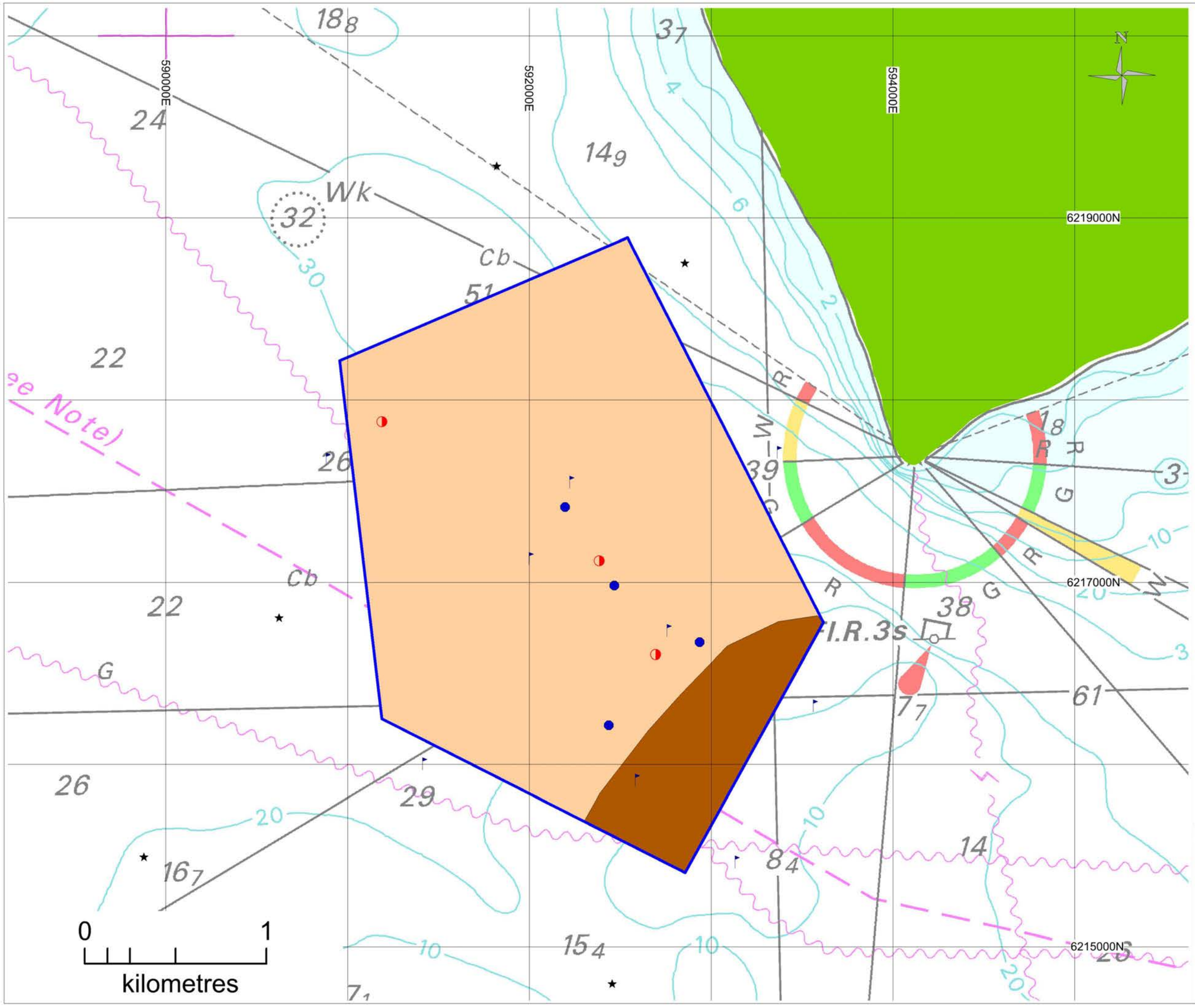
RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag H6 Samsø nord

590000E
592000E
594000E
596000E
6208000N
6206000N
6204000N

0 2
kilometres



Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Grabprøver
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter
- Habitattype 1
- Habitattype 2

Skala: 1:20.000
Datum: ETRS89

Søkort: 112, Kattegat, Århus Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:
Habitattyper

Klient:
Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
16/12-2015	10/02-2016

Udarbejdet af:
GEUS
RAMBØLL

Tegningsnummer:
Bilag H7 Helgenæs



Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Grabprøve
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter
- Habitattype 1
- Habitattype 2

Skala: 1:30.000
Datum: ETRS89

Søkort: 112, Kattegat, Århus Bugt
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:
Habitattyper

Klient:
Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP 16/12-2015	Godkendt af JBJ 10/02-2016

Udarbejdet af:
GEUS
RAMBØLL

Tegningsnummer:
Bilag H8 Fløjstrup skov

0 2
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Indvindingsområder
- Grabprøver
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter
- Habitattype 1
- Habitattype 2
- Habitattype 3
- Habitattype 4

Skala: 1:35.000
Datum: ETRS89

Søkort: 129, Kattegat, SE-lige del
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Habitattyper

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
16/12-2015	10/02-2016

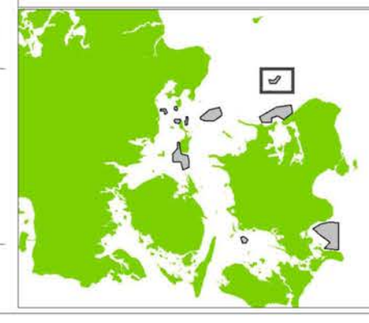
Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag H9 Lysegrund



0 1
kilometres

Marin råstofkortlægning i de indre danske farvande 2015

SIGNATURFORKLARING:

- Undersøgelsesområde
- Grabprøver
- Vibrocore
- Arkiv boringer
- ROV-punkter
- Habitattype 1
- Habitattype 2
- Habitattype 3

Skala: 1:30.000
Datum: ETRS89

Søkort: 160, Smålandsfarvandet, W-lige del
Projektion : UTM Zone 32N

Korttema:

Habitattyper

Klient:

Miljø- og Fødevareministeriet
Naturstyrelsen

Tegnet af SAP	Godkendt af JBJ
16/12-2015	10/02-2016

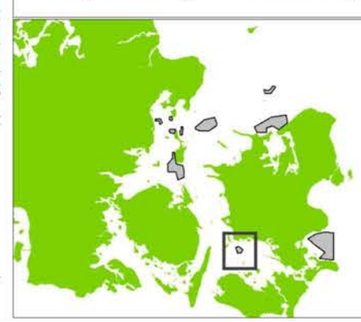
Udarbejdet af:

GEUS

RAMBØLL

Tegningsnummer:

Bilag H10 Agersø Sund syd



644000E
646000E
648000E
650000E
6114000N
6112000N
6110000N
6108000N
LFl.10s
Magnetic Variation 2
KIRKEGRUND
0
1
kilometres