

Detaljeret bearbejdning af kortlægningsresultater samt evaluering af de samlede marine råstofressourcer i området nord for Sjælland

Et pilotprojekt i det sydlige Kattegat

Niels Nørgaard-Pedersen, Sara Skar
& Steen Lomholt

DE NATIONALE GEOLOGISKE UNDERSØGELSER
FOR DANMARK OG GRØNLAND,
KLIMA-, ENERGI- OG BYGNINGSMINISTERIET



G E U S

Detaljeret bearbejdning af kortlægningsresultater samt evaluering af de samlede marine råstofressourcer i området nord for Sjælland

Et pilotprojekt i det sydlige Kattegat

Niels Nørgaard-Pedersen, Sara Skar
& Steen Lomholt

Indhold

1.	Forord	5
2.	Sammenfatning	6
3.	Områdebeskrivelse	8
3.1	Geologiske forhold	9
3.2	Overfladesediment	12
4.	Databaggrund	13
5.	Metoder til opgørelse af ressourcer	14
5.1	Ressourcevurdering	14
5.1.1	Seismik	14
5.1.2	Boringer	14
5.1.3	Skibslaster	14
5.1.4	Prøvesugninger	15
5.2	Ressourceklassifikation	15
5.2.1	Ressourcesikkerhed	15
5.2.2	Forekomsttyper	15
5.2.3	Råstofkvaliteter	16
5.2.4	Mængder	17
5.3	Ressourcebegrænsninger	17
5.3.1	Dynd overjord	18
5.3.2	Natura 2000-områder	18
5.3.3	Reserverede områder	18
5.3.4	Minimumsdybde 6 m	18
5.3.5	Fortidsminder	18
5.3.6	Skydeområder og sejlruiter	19
5.3.7	Indvindingsområder	19
6.	Kortlagte ressourceområder i området nord for Sjælland	20
6.1	Generelt om ressource forekomsterne	20
6.2	Systematisk gennemgang af ressourceenumre	20
6.3	Grønnerevle ressourceområdet	26
6.4	Lysegrund ressourceområdet	29
7.	Samlet ressourcevurdering	31
7.1	Område 536 Sjællands Rev	31
7.2	Område 530 Nordsjælland	33
8.	Anbefaling til supplerende kortlægning i området nord for Sjælland	35
9.	Den kommende database	36
9.1	Formål	36
9.2	Funktionalitet	36
9.3	Perspektiver	38

10.	Præsentation af A-3 kortbilag	39
10.1	Bilag A1.....	39
10.2	Bilag A2	39
10.3	Bilag A3	39
10.4	Bilag A4	39
10.5	Bilag A5	39
11.	Baggrundsmateriale	40

1. Forord

GEUS er af Naturstyrelsen blevet bedt om at udføre et pilotprojekt vedrørende en opdatering af kortlægningen af marine råstoffer samt en relateret råstofressourcevurdering i området nord for Sjælland. Formålet er at sammenstille alle eksisterende oplysninger med henblik på at vurdere placering, mængde og sammensætning af tilgængelige råstofreserver på havbunden. Herudover skal projektet udmunde i et oplæg til supplerende råstof feltaktiviteter i området. Nærværende rapport omhandler specifikt projektområde 530 og 536 i det sydlige Kattegat nord for Sjælland.

Erfaringerne fra området nord for Sjælland vedrørende metodik, datahåndtering og præsentationsformer skal danne grundlag for et større projekt omfattende en samlet evaluering af sammensætningen og størrelsen af samtlige kendte råstofressourcer på dansk havområde.

Der er i perioden 1996-1999 foretaget en sammenstilling af de kortlægningsresultater, der var til rådighed på daværende tidspunkt. Der er siden gennemført en række videnskabelige undersøgelser, råstofeftersøgnings udført af råstofbranchen og forskellige bygherrer samt omfattende habitat- og råstofkortlægninger udført af Naturstyrelsen i 2010 og 2011. Datagrundlaget omfatter eksisterende oplysninger fra tekniske rapporter, publicerede kortlægningsrapporter, erhvervets råstofeftersøgnings udført af råstofbranchen og forskellene bygherrer samt oplysninger om resultater af tidligere og igangværende råstofindvindingsaktiviteter.

De senere års undersøgelser har, udover viden om nye råstofressourcer, givet anledning til at revurdere råstofpotentialer i flere områder i forhold til den tidligere undersøgelse. Samtidig er der et voksende behov for en mere sikker kvantificering af tilgængelige råstofressourcer af hensyn til sikringen af den samlede danske råstofforsyning fra land og hav og for at tilvejebringe et planlægningsgrundlag for fremtidige aktiviteter på havområdet.

Pilotprojektet skal ses som et oplæg til, hvordan man bedst muligt udvælger de rigtige parametre og præsentationsformer, som efterfølgende skal benyttes i ressourcevurderingen af hele det danske havområde. I den forbindelse indgår diverse råstofspecifikke datatyper indsamlet til projektet, som input for et råstof-databaseprojekt, der er under udarbejdelse i et samarbejde mellem Naturstyrelsen og GEUS.

2. Sammenfatning

Pilotprojektet omfatter en samlet opdateret råstofressourcevurdering af ressourceområder, -typer og -mængder i område 530 og 536 nord for Sjælland. Herudover skal resultater af projektet danne grundlag for et oplæg til supplerende råstof feltaktiviteter, der anses for nødvendige for at få et mere detaljeret overblik over ressourcerne i området. Indenfor rammerne af projektet, er der blevet udviklet præsentationsformer, der illustrerer den regionale fordeling af udnyttelige råstofressourcer, samt naturlige og administrative begrænsningers indflydelse på ressourcemængden. Data fra projektområderne er klargjort til og indgår som input til en kommende råstofdatabase, der er under udvikling i et samarbejde mellem Naturstyrelsen og GEUS.

Ressourcevurderingen omfatter ressourceklassifikation, kvalitetsparametre, mængder og tilgængelighed. I denne klassifikation inddeles ressourceområderne efter vidensniveau om resourcesikkerheden og den geologiske forekomsttype. Kvalitetsparametre omfatter generelt kornstørrelsen, men i enkelte tilfælde er kvaliteten tillige vurderet på baggrund petrografiske analyser. Råstofmængderne er vurderet som volumener på baggrund af ressourcearealer og minimumsgennemsnitstykkelser. Indvinding og prøvesugninger er ligeledes parametre benyttet sammen med de øvrige data i ressourcevurderingen til at karakterisere kvalitet og betydning af de enkelte ressourceområder. Tilgængeligheden af ressourcen er vurderet som et restvolumen, som er det råstofvolumen der er tilbage, når et antal naturlige og administrative begrænsninger er taget med i beregningerne. De væsentligste begrænsninger af ressourcemængden er arealer på lavere vanddybde end 6 m, Natura 2000-områder og dynd/overjord.

I område 530 og 536 findes råstofressourcer af grovere tilsnit hovedsageligt omkring de aktive indvindingsområder/fællesområder ved Lysegrund og i området omkring Grønnerevle (fig. 1). Råstofressourcerne omkring Lysegrund består af yngre Holocæne strandvolde/oddesystemer overlejret af et større sandflak som er dannet i læ og ved erosion af højtliggende glaciale dannelser. Tilsvarende forekomster findes ved Lille Lysegrund og omkring Hesselø. I den sydlige del af Hesselø Bugt ved Grønnerevle findes en enkelt forekomst af grovkornede smeltevandssedimenter (glacial-senglaciel) og ellers mere udbredt finkornede smeltevandssedimenter imellem områder med moræne tæt under havbunden. Ny data fra GEUS' råstof-survey af Hesselø Bugt i 2011 for Naturstyrelsen underbygger, at større områder med smeltevandssedimenter også findes øst for Isefjordsmundingen. Det er uvist om grovkornede dannelser også forefindes i det område. Herudover findes yngre Holocæne marine sandede sedimenter udfyldende depressioner/kanalsystemer ind mod Isefjordens munding og langs den sjællandske Nordkyst. På dybere vand i område 530 findes mere spekulative forekomster af formodet tidligt Holocæne sandbanker. I den vestligste del af område 536 findes et stort område karakteriseret af et få dm tyndt 'lag sediment', som dog kun er belyst i ældre regionale undersøgelser.

Sammenfattende vurderes det, at undersøgelsesområdet 536 indeholder i alt ca. 256 mio. m³ råstoffer fordelt på 150 mio. m³ sand 1, 18 mio. m³ grus 2, 15 mio. m³ ral 3, og 73 mio. m³ fyldsand 4. Ovennævnte volumener er fordelt på både påviste, sandsynlige og enkelte spekulative forekomster. Ressourcebegrænsninger i område 536, som i dette område primært er Natura 2000-områder og 6 m's dybdekonturen, nedsætter umiddelbart restvolumet til ca. 243 mio. m³. Undersøgelsesområdet 530, der ikke indeholder med sikkerhed påviste forekomster, er opgjort til at indeholde ca. 254 mio. m³ råstoffer fordelt på 100 mio. m³ sand 0, 153 mio. m³ sand

1 og 1 mio. m³ grus 2. Under hensyntagen til resourcebegrænsninger, er restvolumet for område 530 ca. 243 mio m³.

På grundlag af de opdaterede ressourceforekomster og nyere undersøgelser i området, anbefales det at udføre supplerende kortlægning i indre Hesselø Bugt for dermed at kunne følge op på og om muligt færdiggøre den overordnede kortlægningsindsats i området. Det vil i den forbindelse være hensigtsmæssigt at henlægge en mindre del af opmålingsprogrammet til Lysegrund indvindingsområdet, for dermed at kunne få et opdateret overblik over udnyttelsesgraden af området.

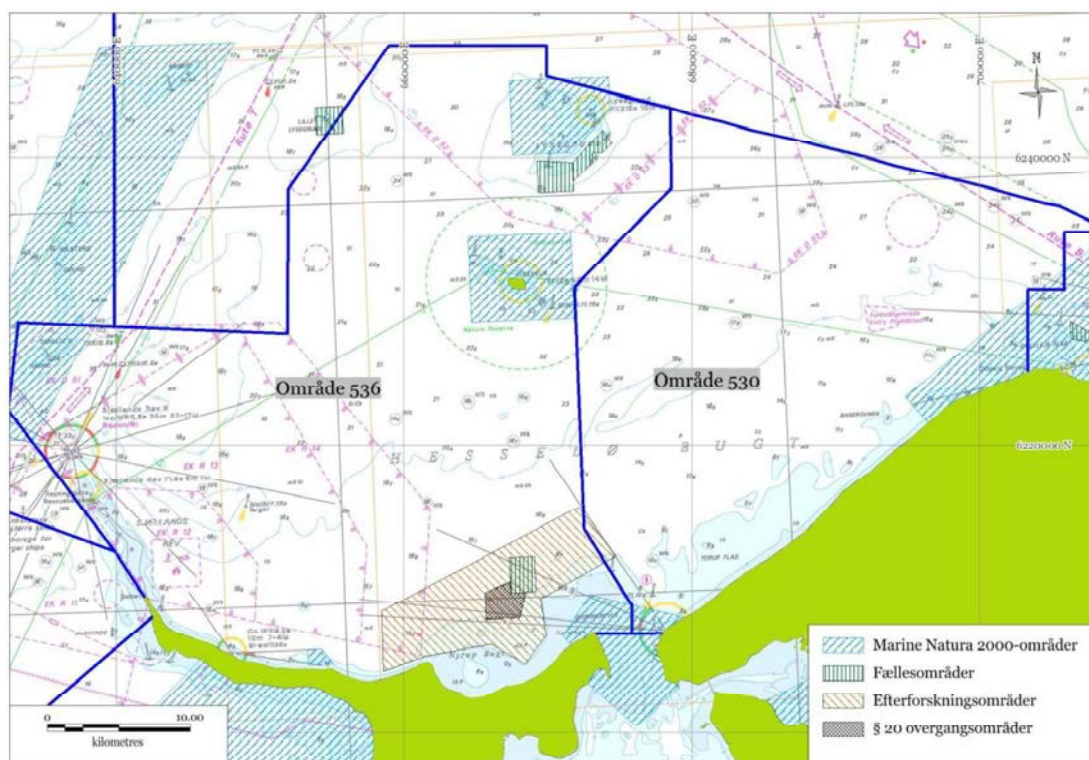
MapInfo® GIS systemet er valgt som præsentationsmedie for dette pilotprojekt, fordi systemet er velegnet til at præsentere relationerne mellem ressourceområderne og de begrænsende faktorer. Disse kan kombineres, som man ønsker og de bagvedlæggende data giver mulighed for at anskueliggøre ressourcerne og ressourcemængderne. Data er lagret i en sådan struktur, så det er muligt at overføre disse data til en kommende råstofdatabase. Det er således hensigten, at data sammenstillet fra pilotprojektområdet nord for Sjælland, skal indgå som typeeksempler på marine råstof-relevante data, der skal danne baggrund for opbygningen af råstofdatabase.

3. Områdebeskrivelse

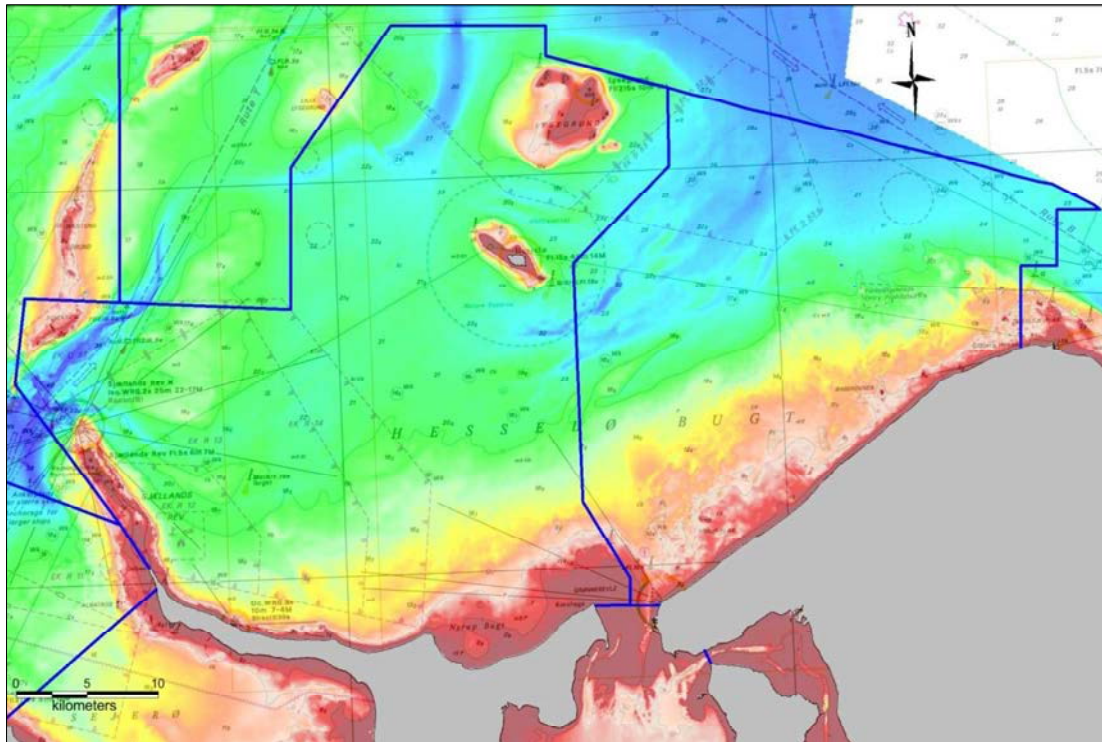
Undersøgelsesområdet på ca. 2000 km², skitseret i fig. 1 omfatter de tilgrænsende projektområder 530 og 536, der strækker sig fra Sjællands Rev i vest, til Gilleleje i øst og herfra ca. 50 km ud i det sydlige Kattegat til nord for Lysegrund. Områderne 'Sjællands Rev' og 'Nordsjælland' er efter den regionale kortlægning i 1980'erne beskrevet m.h.t. råstoffer og fredningsinteresser i Skov- og Naturstyrelsens sammenfattende rapporter: 'Havbundsundersøgelser - Råstoffer og fredningsinteresser' fra 1987.

Bundtopografien ud for nordkysten danner en forholdsvis jævnt hældende havbund til omkring 15-20 meters dybde ca. 10 km ud for kysten (fig. 2). Længere ude liggere højereliggende partier omkring Hesselø, Lysegrund, og Sjællands Rev og mellem disse 'øer' findes dybereliggende og delvist indfyldte rendesystemer som reminiscencer af palæo-Storebælt kanalsystemet og forbindelsen til den dybere del af det sydlige Kattegat mod nordøst.

Indvinding igennem de seneste årtier har hovedsageligt fundet sted i fællesområdet sydøst for Lysegrund samt i Grønne Revle området i den sydlige del af Hesselø Bugt. Indvindingslasterne er domineret af grus og ral indvinding. De højtliggende stenrev, der nu i stor udstrækning er fredet som Natura-2000 områder, har tidligere været benyttet til stenfiskeri.



Figur 1. Oversigtskort over projektområderne 530 og 536. Kortet er vist i A3 format i Bilag A1.

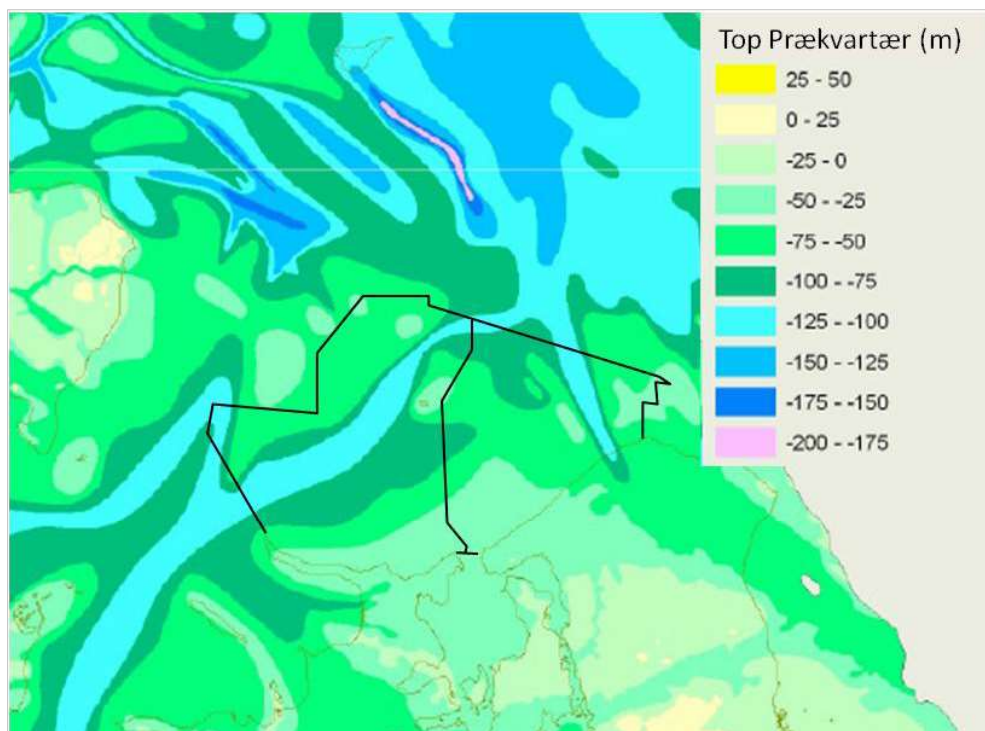


Figur 2. Bathymetrisk kort over projektområderne baseret på gridning af KMS (tidligere Farvandsvæsenet) data.

3.1 Geologiske forhold

Havbunden nord for Sjælland består hovedsageligt af glaciale og postglaciale aflejringer dækket af et tyndt sandlag. Sedimenttransport i de kystnære områder foregår hovedsageligt mod nordøst.

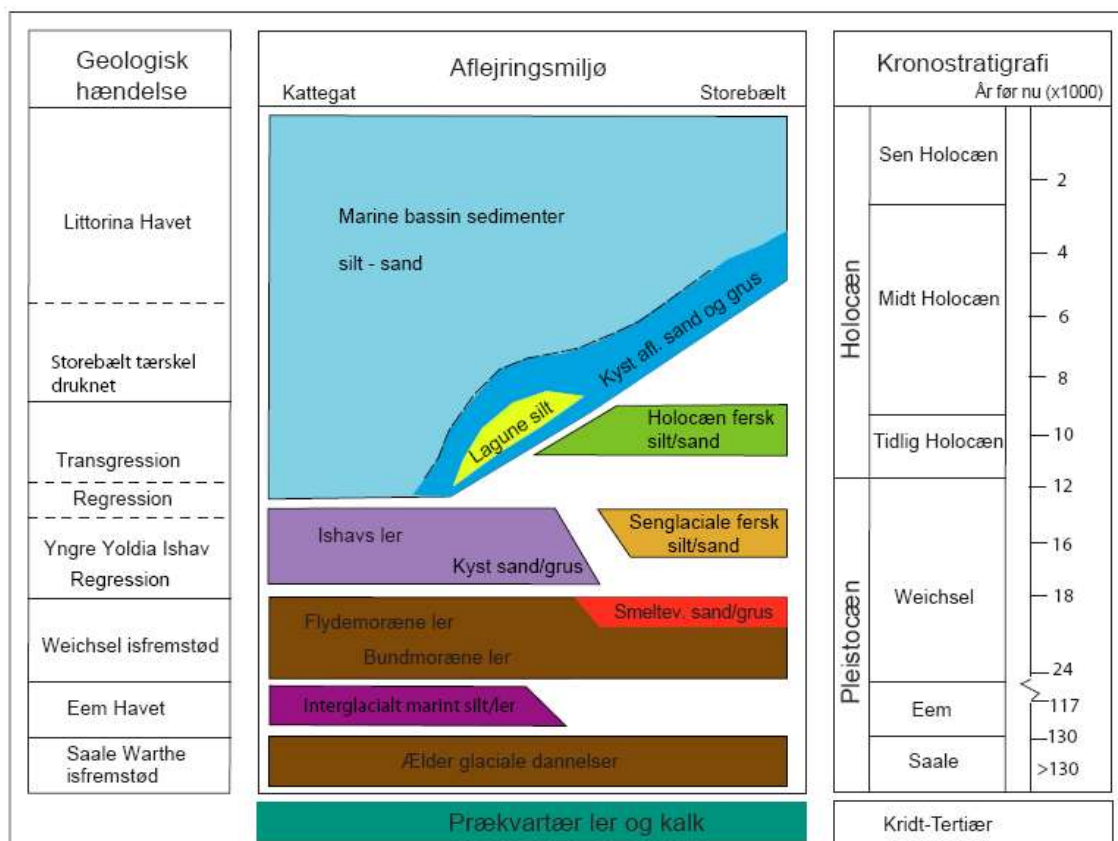
Top-Prækvartæret i området er domineret af Danien aflejringer som i den nordlige del overgår til Kridt aflejringer (Håkansson & Pedersen, 1992). I den nordøstligste del af område 530, hvor øvre Kridt aflejringer er fraværende, findes Jura aflejringer. De prækvartære lag er styret af forkastnings-udviklingshistorien langs Tornquist zonen/Fennoskandiske randzone. Top prækvartær overfladens dybdeforhold (Fig. 3) varierer generelt fra kote -25 m -0 m i den indre Hesselø Bugt til dybere end kote -100 m i rendestrukturer NV for Sjællands Odde, samt i den østligste del af område 530.



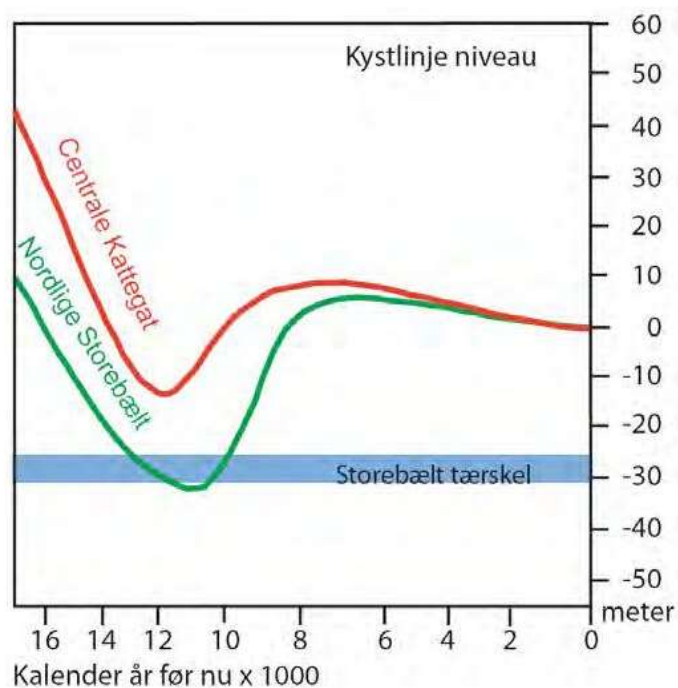
Figur 3. Prækvartæroverfladens højdeforhold i området nord for Sjælland, baseret på uddrag af kort fra Binzer & Stockmarr (1994).

En oversigt over de kvartære-holocene stratigrafiske enheder i det sydlige Kattegat er vist i figur 4. De ældste kvartære lag er kun påtruffet i få dybe borer som dokumenterer tilstedeværelsen af 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 Bæltfremstød fra SSØ formodes således at have dannet en israndslinie fra Klintebjerg i vest og nordpå til lige syd for Hesselø.

Den afsluttende deglaciation har modelleret landskabet kraftigt og skabt karakteristiske randmorænestrøg under recessive gletsjerfremstød, proximale smeltevandssletter foran gletsjeren, og glaciomarin sedimentation af lerede sedimenter i den dybere del af Kattegat. Efter deglaciationen hævedes landskabet isostatisk, således at hele området formodes at have været tørlagt omkring 11.000 år før nu (fastlandstiden). Herefter overhalede den globale eustatiske havstigning hurtigt den isostatisk hævn og i perioden 11.000- 8.000 år før nu steg havet (Litorinahavet) ca. 20-30 m til omkring det nuværende niveau (fig. 5). De resulterende kystlinieforskydninger samt markante ændringer i Østersøens hydrografi gennem palæo-Storebælt løbet har skabt flere generationer af kystdannelser. Først kystdannelser i forbindelse med det senglaciale ishav og siden transgresssive, postglaciale kystdannelser i forbindelse med Litorinahavets indtrængen. Den fortsatte isostatisk landhævning gennem yngre Holocæn har medført en relativ havniveausænkning på omkring 6-8 m i området, og bevarelse af ældre marine strandvolde højere oppe på land langs visse kystzoner. Det relative havniveau i området har været svagt stigende gennem de sidste hundrede år (omkring 0.1 mm a⁻¹ for målestationen i Hornbæk).



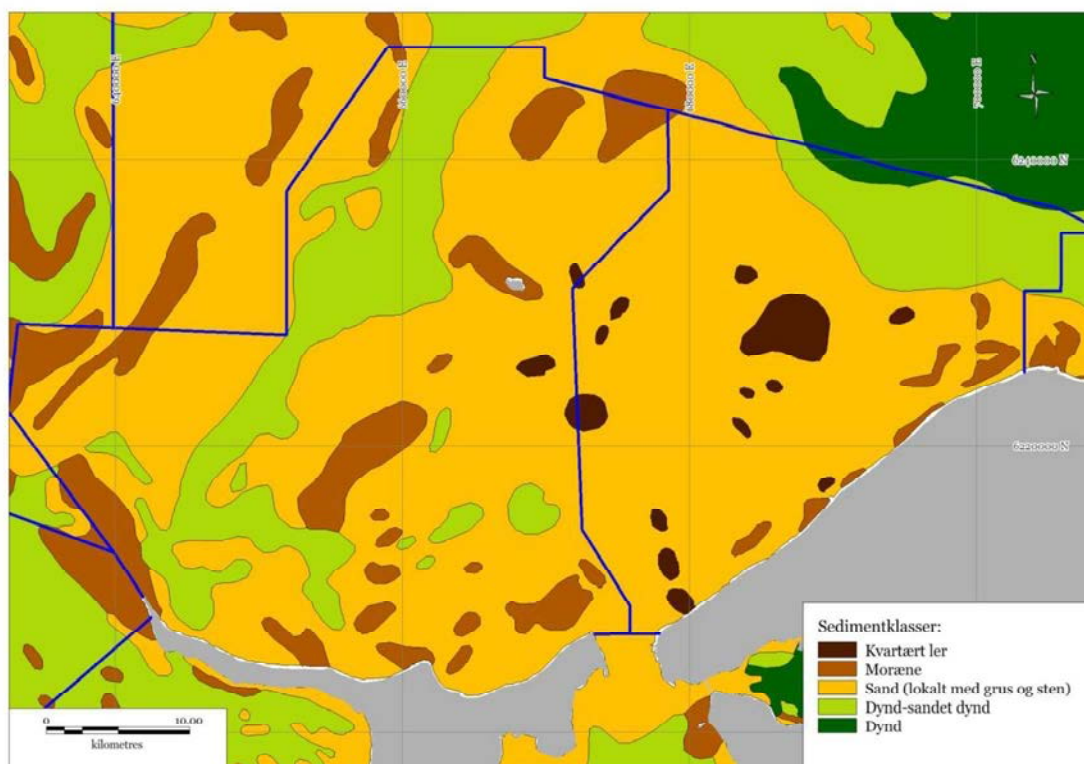
Figur 4. Stratigrafisk oversigt geologiske hændelser, aflejringsmiljø og kronostratigrafi i det sydlige Kattegat (Jensen et al., 2010).



Figur 5. Vertikale kystlinjeforskydningskurver i det centrale Kattegat og nordlige Storebælt. Kystliniekurven for området nord for Sjælland ligger mellem de to kurver (Jensen et al., 2010).

3.2 Overfladesediment

Overfladesedimentet i det undersøgte område nord for Sjælland er domineret af flader med sand og grus med mellemliggende 'øer' af stendækkede moræneflader og kvartært ler, samt mere dyndede områder i delvist begravede rendesystemer (fig. 6). Langs kysten ses hyppigt forekomst af fritlagte, stenrevsprægede moræne-områder. Det kvartære ler, der hovedsageligt forekommer i område 530 er stedvist stenholdt som moræne, men glacio-marint aflejret. I dybere render og depressioner i område 536 findes sandet dynd som et tilnærmelsesvist sammenhængende område i en rendestruktur fra tæt på Sjællands Odde til området vest for Lysegrund. Herudover domineres den dybere nordøstlige del af område 530 af sandet dynd til dynd.

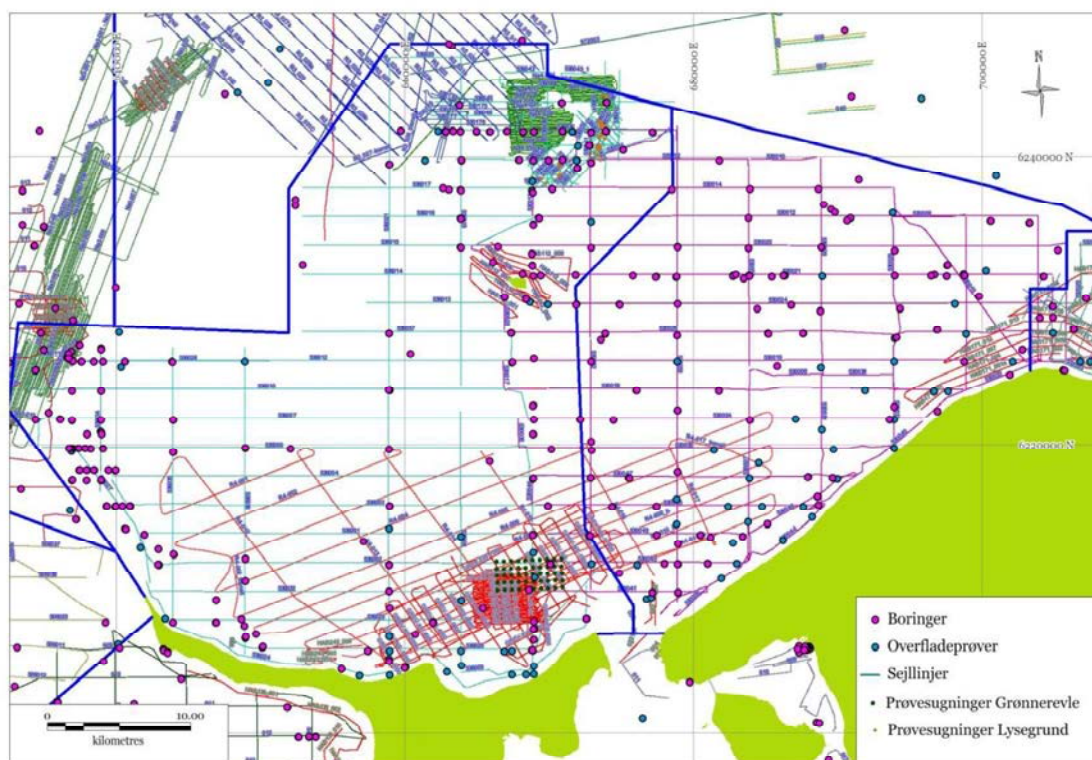


Figur 6. Generel fordeling af overfladesediment, Bilag A3 (upubl. kort, pers med. Jørgen O. Leth, GEUS).

4. Databaggrund

Som baggrundsmateriale for vurderingen af råstofkortlægningen og ressourcerne i det sydlige Kattegat er anvendt eksisterende kortlægningsdata, som er sammenstillet og suppleret med nyere data, i den udstrækning de har været til rådighed. Hovedkilden til analysen er den tilsvarende ressourceopgørelse fra 1995: "Evaluerings af sand og grus ressourcer på det danske havområde – Sydvestlige Kattegat, et pilotprojekt" udfærdiget af Jørn Bo Jensen fra GEUS. Bag denne rapport fra 1995 ligger Skov- og Naturstyrelsens "Blå Havbundsrapporter" (Havbundsundersøgelser, Råstoffer og fredningsinteresser), som sammenstiller kortlægningsdata med hensyn til råstoffer, kystprocesser, biologi, arkæologi og vrug. Herudover er råstofkortlægningen som GEUS udførte for Naturstyrelsen i det sydlige Kattegat i 2010-2011 indraget (Jensen et al., 2010; Jensen et al., in press). I enkelte tilfælde er der foretaget detaljerede kortlægninger i udvalgte ressourceområder, såsom Grønne Revle fælles og efterforskningsområde samt i Lysegrund området. Disse data er inddraget i den udstrækning som fortrolighedsprincippet for kommercielle data tillader det.

De råstofmæssige undersøgelser omfatter kortlægning af ressourceområderne ved hjælp af seismisk profilering, borer og overfladeprøvetagning (fig. 7; Bilag A2). Ressourceområderne er beskrevet med hensyn til geologisk dannelseshistorie og volumenmæssig vurdering, tykkelsen af eventuel overjord i form af dynd eller andre sedimentdækker, samt angivelse af generelle sedimentklasser. Ud over dette er analysedata af forskellige prøvetagninger, så som laster, borer og prøvesugninger omfattende kornstørrelse, glødetab, kalkindhold og petrografi, inddraget.



Figur 7. Oversigt over eksisterende sejllinier, borer, overfladeprøver, og efterforskningsmæssige stikprøvesugninger i området (Bilag A2).

5. Metoder til opgørelse af ressourcer

Opgørelsen over ressourceforekomster og mængder består af en ressourcevurdering inkl. ressourcekortlægning, en ressourceklassifikation (ressourcesikkerhed, forekomsttype, kvalitet) samt en redegørelse for ressourcebegrænsninger (lovgivningsmæssige og praktiske indvindingsbegrænsninger).

Tilgængeligheden af ressourcen afhænger ud over de fysiske forhold som dybdeforhold og dyndtykkelser (overjord) af administrative begrænsninger, som også inddrages i ressourcevurderingen. Indberettede råstofindvindinger (skibslaster og sugeprøver) er ligeledes benyttet i vurderingen af råstofkvaliteten og mængder.

Præsentationsformen har stor betydning for brugerværdien af ressourcevurderingen, og i dette tilfælde er MapInfo® GIS systemet valgt som database og præsentationsmedie. Data er organiseret i en struktur forenelig med kravsspecifikationerne til råstofdatabase, der pt. er under udvikling i et samarbejde mellem Naturstyrelsen og GEUS

5.1 Ressourcevurdering

5.1.1 Seismik

De seismiske data repræsenterer shallow-seismiske surveys omfattende sparker/chirp/pinger data, side-scan sonar data, og enkeltstråle-ekkolodsdatabaser. Herudover indgår i nogen tilfælde magnetik målinger og multibeam dybde data. De anvendte seismiske linier (Figur 6; Bilag A2) er tilgængelige i GEUS' MARTA database (http://geuskort.geus.dk/GeusMap/html/guide_marta.html), som kan indlæses med WMS-server i GIS programmer.

5.1.2 Boringer

De anvendte boringsdata, der typisk dækker maksimalt de øvre 5-10 m af havbunden, er tilgængelige i GEUS' JUPITER database (<http://www.geus.dk/jupiter/index-dk.htm>) som kan indlæses med WMS-server i GIS programmer. Boringsdata er i nærværende projekt blevet kategoriseret som henholdsvis 'boringer' og 'overfladesedimentprøver' (Figur 6; Bilag A2), da dette er en hjælp til at finde lokaliteter med råstofrelevante data for de geologiske forhold under havbunden.

5.1.3 Skibslaster

Indvindingen er siden 1990 blevet indberettet systematisk af indvindingsindustrien. Skibslaster indeholder oplysninger om indberettede indvindingsdata såsom tidspunkt, position, fartøj, mængde, lasttype (råstof type), o.s.v. Da data ofte repræsenterer slæbesugningsdata vil positionsangivelserne være behæftet med en hvis usikkerhed med hensyn til den punktvis karakterisering af ressourcen. På trods af dette, giver den store mængde data et godt overblik over den generelle fordeling af lasttyper og den områdespecifikke indvindingshistorie.

5.1.4 Prøvesugninger

Data vedrørende ressourcestype og indvindingsdybde fra efterforskningsmæssige stikprøvesugninger er benyttet i den udstrækning de har været tilgængelige, da denne type data erfaringsmæssigt giver et meget realistisk billede af ressourcekvaliteten på konkrete positioner. Specifikt er frigivne data fra det nu nedlagte Råstofelskabet A/S (v. Ole Askehave) blevet anvendt for området ved Grønne Revle. Herudover indgår prøvesugningsdata rapporteret for Lysegrund betonsandsundersøgelser (Lomholt 1992).

5.2 Ressourceklassifikation

De kortlagte enkelte råstofforekomster er klassificeret med hensyn til resourcesikkerhed (påviste, sandsynlige og spekulative ressourcer), forekomsttype (glaciale-senglaciale smeltevandsaflejringer, marine fossile kystdannelser eller marine recente dynamiske aflejringer) samt kvalitet (kvalitet 0-4 og 7 efter retningslinjerne for indvindingsselskabernes råstofindberetning). Klassificeringen beskrives nøjere i det følgende.

5.2.1 Resourcesikkerhed

Ressourcerne er klassificeret efter viden om resourcesikkerhed og geologiske forekomsttyper. Resourcesikkerheden er inddelt i påviste, sandsynlige og spekulative forekomster (Larsen 1994).

- *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 Naturstyrelsens fase 1b undersøgelse.
- *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.

5.2.2 Forekomsttyper

Som en indirekte indikation om ressourcekvaliteten er ressourceområderne forsøgt inddelt i forenkledte geologiske hovedforekomsttyper efter Larsen (1994). Ressourceområderne er således generelt opdelt i glaciale - senlaciale smeltevandsaflejringer, marine fossile kystdannelser og marine dynamiske områder.

- *De glaciale - senlaciale smeltevandsaflejringer* er dannet som deltaaflejringer, åsdannelser eller fossile kystdannelser hovedsagelig i forbindelse med den afsluttende

gletscherafsmeltning. Det er karakteristisk for denne type forekomster, at der er stor variation i kornstørrelse fra proksimale moderat sorterede grus - sten aflejringer til distale, velsorterede sand-silt aflejringer. Desuden bærer sedimenterne præg af moderat transport, hvilket betyder, at kornene generelt er kantede, og at den petrografiske sammensætning er umoden og viser tilstedeværelse af svage korn (såsom ler- og porøs flint). Heraf følger, at glacial - senglaciale ressourcer ofte er lavkvalitetsressourcer, som kræver iblanding eller densitetssortering for eventuelt at kunne benyttes til højkvalitetsprodukter såsom betonfremstilling.

- *Marine fossile kystdannelser* er dannet i forbindelse med postglaciale havniveauændringer. Det er specielt Littorina transgressionen, der med en havspejlsstigning på typisk omkring 20 m gennem de sidste 8000 år, har givet ophav til fossile kystdannelser (jf. fig. 5). Ressourceområderne ses ofte langs randen af mindre morænetoppe, hvor kysterosion har leveret sediment til transport og afsætning af sand og grus i strandvolde og oddesystemer. Den fortsatte transgression har dernæst druknet kystsystemerne, som gradvist er blevet inaktive og i nogle tilfælde helt eller delvist dækket af dyndaflejringer. De fossile kystaflejringer er generelt højkvalitetsressourceområder, da kystprocessernes mekaniske slid og sortering modner sedimentet, så klasterne afrundes og svage og lette korn fjernes.
- *Marine dynamiske områder* er under stadig omformning. Der kan være tale om bølge eller strømbetinget omlejring. Ofte er det tidligere fossile sandaflejringer, som under ekstreme strømningsforhold modificeres med dannelse af dynamiske strukturer til følge (f.eks. sandbølger). I andre tilfælde resulterer erosion af f.eks. moræneoverflader i, at der på havbunden opkoncentreres et gruset stenet residuallag. Ressourcekvaliteten i de dynamiske områder er ofte af høj kvalitet på grund af den gentagne erosion og transport.

5.2.3 Råstofkvaliteter

De enkelte kortlagte resourceområders sammensætning kan karakteriseres på baggrund af udvalgte kvalitetsparametre, hvor kornstørrelsesfordeling er den grundlæggende parameter, som ofte er analyseret, medens mere specielle undersøgelser af petrografi (reaktive korn) kun er foretaget i enkelte tilfælde. Materialet til at udføre kornstørrelsesanalyser på stammer primært fra skibslaster, prøvesugninger og borer.

Kornstørrelsesfordeling

Kornstørrelsesfordelingen er altafgørende for, om et kortlagt område kan karakteriseres som et resourceområde. Den ideelle beskrivelse kræver en detaljeret viden om kornstørrelsesvariationerne i en given forekomst. Dette vidensniveau foreligger dog kun yderst sjældent. Derfor har det ikke været muligt at angive meget nøjagtige angivelser af sand, grus og ralindholdet samt deres fordeling inden for de enkelte resourceområder. I stedet er resourceområdernes råstofftyper (som defineret i det følgende) angivet efter samme retningslinjer, som der kræves af indvindingsfirmaerne ved indberetningen af skibslaster.

Sand o er kortlagte resourceområder, som ved gennemgang af data anses for uegnet som ressourcer, da sandet er for finkornet eller iblandet for meget silt-ler eller dynd. Denne råstofftype indgår ikke i indvindingsfirmaernes indvindingsskemaer, men er medtaget her for at kunne frasortere underlødige resourceområder.

Sand 1 (0 - 4mm) er kvalitetssand, som eventuelt kan benyttes til betonfremstilling eller andre høj kvalitetsprodukter. Detaljerede undersøgelser af ressourceområderne kan vise, at sandet i en stedvist er for finkornet eller for enskornet, men aflejringstyperne og eksisterende data sandsynliggør at der er tale om anvendeligt sand.

Grus 2 (0 - 20mm) er for det meste sandede aflejringer med mindst 10% grusindhold. S sammensætningen af gruset er kun kendt i enkelte tilfælde, men glaciale grusaflejringer er generelt af dårligere kvalitet end kystaflejringer.

Ral 3 (0 - 300mm) forekomster skal have et indhold på mindst 15 % ral. Der kan være tale om proksimale smeltevandsaflejringer, men fossile strandvoldsdannelse er de mest almindelige til ral indvinding. Marine ralforekomster er ofte af langt bedre kvalitet, da porøs flint og svage klaster er bortroderet eller frasortet.

Fyldsand 4 er et lavkvalitetsprodukt, som dog kan stille krav til kornstørrelsesfordelingen da man ofte ønsker stor spredning i kornstørrelsesfordelingen. Ofte vil sand 1 kunne bruges.

Petrografi

Petrografiske undersøgelser vedrørende kvaliteten af råstofforekomster begrænser sig for det meste til en undersøgelse af indholdet af såkaldt porøst flint og andre svage klaster, som kan svække modstanddygtigheden af betonkonstruktioner væsentligt. Porøse og lette korn i beton kan absorbere vand i store mængder og ved frysning kan det føre til revner og afskalninger i betonen. Reaktivt kisel (SiO_2) i flint kan reagere med cementens alkalier eller med alkalier tilført med andre delmaterialer eller fra omgivelserne f.eks. fra havvand eller tøsalt. Ved reaktionen mellem kisel og alkali (alkalikiselreaktioner) dannes alkalikisegel, der er hygroskopisk og trækker vand til sig fra omgivelserne. Reaktionen medfører en stor rumfangsudvidelse, der ligeledes kan få betonen til at revne og afskalle.

5.2.4 Mængder

Samtlige ressourceområder er vurderet med hensyn til ressourcemængder, men der er kun angivet volumenstørrelser, hvor seismiske data og prøvetagningsdata har været omfattende nok til at kunne afgrænse forekomsterne areal- og tykkelsesmæssigt. Dernæst er nettoressourcemængden (restvolumen) estimeret for hvert delområde i forhold til eventuelle ressourcebegrænsninger

5.3 Ressourcebegrænsninger

Angivne ressourcevolumener for ressourceområderne, er et udtryk for hvad der potentielt er mulighed for at udvinde i de afgrænsede områder. Tilgængeligheden af ressourcen afhænger ud over de fysiske forhold som dybdeforhold og dynd/overjord-tykkelse også af lovgivningsmæssige og administrative begrænsninger som ligeledes må indføres i projektet.

Indtil 1. januar 1997, hvor der trådte omfattende ændringer af råstofloven i kraft, kunne indvinding af sand og grus foregå frit næsten overalt på havet bortset fra i særlige forbudsområder og med overholdelse af særlige regler om bl.a. afstande til særlige

kyststrækninger. Den frie indvindingsret er nu begrænset til kun at kunne foregå i specielt udlagte overgangsområder for ral- og sandsugning. I alle øvrige områder, kan indvinding kun foretages inden for geografisk afgrænsede og miljøkonsekvens-vurderede områder efter tilladelse fra Naturstyrelsen.

Ved vurderingen af, om der kan udstedes en tilladelse, skal der ske en afvejning over for bl.a. marinbiologi, marinarkæologi, geologi, fiskeri, sejlads og eventuelle rekreative interesser.

I nærværende projekt, er nogle af de væsentligste begrænsninger på den totale råstofressource angivet. Således er Natura 2000-områder, tilstedeværelsen af dynd/overjord, lavvandede områder (<6 m) angivet som en begrænsning.

5.3.1 Dynd overjord

Dynd eller anden overjord er en naturlig begrænsning, idet ressourcearealer dækket af dynd med en mægtighed på >2 m normalt ikke er relevante at udvinde. Dyndaflejring finder typisk sted under rolige aflejringsforhold på dybere vand eller i beskyttede områder med begrænset bølge- og strømenergi. Tidligere kanalforbindelser med grovere aflejringer (potentielle ressourcer) vil typisk, ved en havniveaustigning, fyldes helt eller delvist op med dyndede aflejringer.

5.3.2 Natura 2000-områder

Natura 2000-områderne dækker i skrivende stund 17,7 % af det danske havområde og er opdelt i fuglebeskyttelsesområder, habitatområder og ramsarområder. Natura 2000 er betegnelsen for et netværk af beskyttede naturområder i EU. Områderne skal bevare og beskytte naturtyper og vilde dyre- og plantearter, som er sjældne, truede eller karakteristiske for EU-landene (<http://www.naturstyrelsen.dk/Naturbeskyttelse/Natura2000>). Heraf følger at det under normale omstændigheder ikke er muligt at opnå tilladelse til at udvinde råstoffer indenfor Natura-2000 områder.

5.3.3 Reserverede områder

Reserverede områder dækker f.eks. arealer der er reserveret til vindmølleparker, etc.. Der er pt. ikke reserverede områder i projektområdet.

5.3.4 Minimumsdybde 6 m

For at undgå unødigt erosion i kystzonen vil al indvinding på vanddybder mindre end 6 m almindeligvis ikke blive tilladt. Dette betyder at en række kystnære ressourceområder bliver stærkt begrænset.

5.3.5 Fortidsminder

Fortidsminder i havområdet dækker bopladsområder og vrage (kulturstyrelsen; <http://www.kulturarv.dk/fundogfortidsminder>). De senere års undersøgelser har vist, at der i

visse områder er en høj koncentration af særligt værdifulde stenalderbopladser. Disse områder søges friholdt for råstofindvinding. Ligeledes er der typisk omkring grunde, rev og naturlige sejlløb koncentrerede forekomster af vrage. I disse områder vil råstofindvinding kunne ødelægge væsentlige kulturarvsfund. Fortidsminder er ikke medtaget i efterfølgende gennemgang af projektområdet.

5.3.6 Skydeområder og sejlruter

Forsvarets skydeområder er afspærret i forbindelse med øvelsesaktiviteter. Dette betyder ikke, at der i disse områder er forbud mod råstofindvinding, men indvindingen kan i perioder være besværliggjort. Sejlruter er ligeledes ikke forbudsområder, men alligevel områder hvor indvindingen er forbundet med praktiske og sikkerhedsmæssige problemer. Sejlruterne er angivet som vist på det anvendte søkortet (bilag A5)

5.3.7 Indvindingsområder

I henhold til § 20 i Bekendtgørelse af lov om råstoffer, lovbekendtgørelse nr. 1025 af 20. oktober 2008, tidligere nr. 784 af 21. juni 2007, må efterforskning og indvinding af råstoffer på søterritoriet og kontinentalsoklen kun ske i geografisk afgrænsede og miljøvurderede områder. Kravene er nærmere beskrevet i bekendtgørelse nr. 1438 af 11. december 2007, tidligere 1167 af 16. december 1996, om ansøgning om tilladelse til efterforskning af råstoffer på søterritoriet og kontinentalsoklen. Jævnfør bekendtgørelsens, er der udlagt en række indvindingsområder, uden for hvilke det ikke er tilladt at indvinde sand, grus og ral.

6. Kortlagte ressourceområder i området nord for Sjælland

Kortlægningen af ressourceområderne har taget udgangspunkt i tidligere ressourceopgørelser for de to områder 530 og 536 og, på baggrund af tilkomne nyere seismiske surveys og boringer, både tilføjet ny mulige forekomster samt modificeret og i nogle tilfælde elimineret områder hvor spekulative forekomster i forudgående ressourceopgørelser var angivet. Det er hovedsageligt boreoplysninger som har været afgørende for om tidligere spekulative forekomster er inkluderet i denne opgørelse.

I det følgende gives en kort generel beskrivelse af de kortlagte ressourcer i området nord for Sjælland, og herefter beskrives de enkelte nummererede forekomster som angivet i figur 8 og 9 (bilag A4, A5), samt tabel 1 (område 536) og 2 (område 530). Ressourceområderne beskrives i rækkefølgen påviste, sandsynlige, og spekulative forekomster for område 530 og 536.

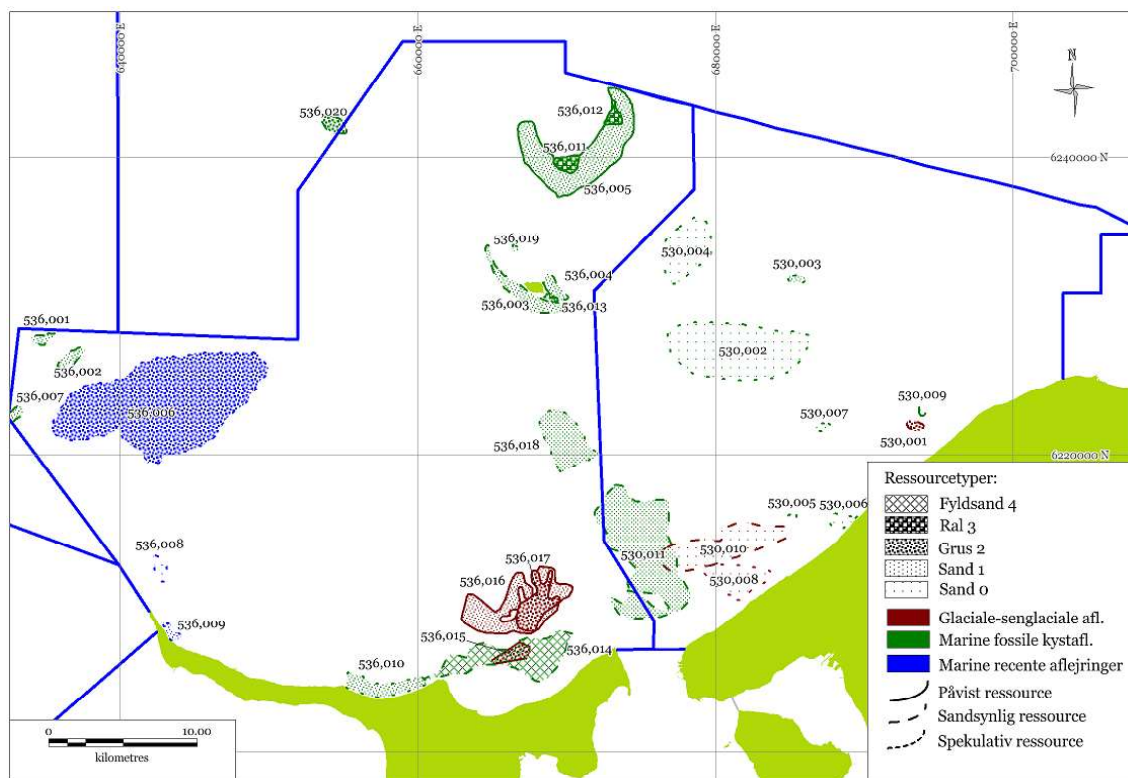
6.1 Generelt om ressource forekomsterne

Råstofforekomsterne i området er generelt knyttet til bathymetrisk højereliggende områder. Dels forekomster af tidligt Holocæne strandvolde/odder og flakdannelser dannet i læ og ved erosion af højtliggende glaciale dannelser, som det ses ved Lysegrund, Lille Lysegrund, omkring Hesselø samt enkelte mindre områder på Sjællands Rev. En anden type er smeltevandssedimenter af sandet og gruset karakter som findes eksponeret ved havbunden på moderate vanddybder i større områder langs den indre Hesselø Bugt. Forekomsterne ved Grønnerevle og området nord for Liseleje er eksempler på denne type forekomster. De glaciale-senglaciale dannelser inkl. moræne og ishavsler i kystområdet har været udsat for erosion og marin omlejring efter Littorina transgressionen, således at dybere render og kystplanet stedvist er dækket af nyere Holocæne marine aflejringer. Dette gælder f.eks. den delvist udfyldte rende ind mod Isefjorden, samt andre mindre forekomster relativt tæt på kysten. Mere spekulative forekomster af formodet yngre Holocæne sandbanker findes på dybere vand (>20m). Bankerne formodes at være dannet i et estuarie som stod i forbindelse med den dybere del af Kattegat i tidligt Holocæn.

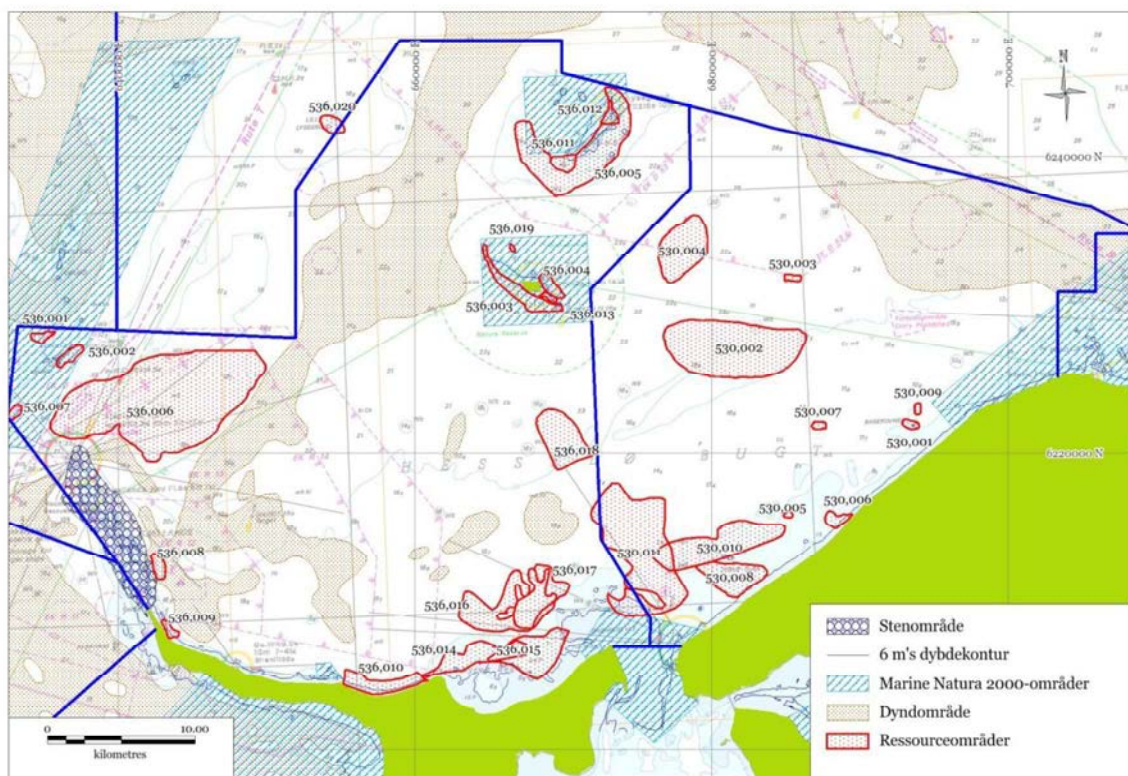
M.h.t. indvindingsbegrænsninger og ovennævnte forekomster er der Natura-2000 beskyttelsesområder af stenrev og tilgrænsende områder ved Lysegrund (på nær sydøstlige del), omkring Hesselø samt over Sjællands Rev. Herudover er der hensynet til den lavvandede kystzone langs Nordsjælland. Tykkere mægtigheder af dynd (>2.5 m) findes kun i enkelte dybere områder (25-30 m) vest for Lysegrund, i spredte mindre områder i den vestlige del af område 536, samt i den nordøstlige del af område 530.

6.2 Systematisk gennemgang af ressourceenumre

Herunder følger en systematisk gennemgang af alle kortlagte ressourceområder som vist på figur 8 og 9 (Bilag A4 og A5). Enkelte områder af samme karakter og tæt lokalisering er beskrevet under et.



Figur 8. Oversigtskort over de enkelte nummererede ressourceforekomster (Bilag A4). Forekomsterne er inddelt efter råstoftyper (skravering), aflejringsstype (farvekode), samt ressourcetsikkerhed (stiplet signatur).



Figur 9. Oversigtskort over nummererede ressourceforekomster i forhold til væsentlige ressourcebegrænsninger (Bilag A5).

Påviste ressourcer – område 536

536.005 (Lysegrund)

Forekomsten udgør det store akkumulationsflak af marine, yngre holocæne sandforekomster syd og øst for Lysegrund, der har været genstand for bl.a. betonsand og ral indvinding i det nu udlagte fællesområde. Forekomsten dækker et areal på ca. 20 km² og har mægtigheder på op til 10-12 m. Det samlede volumen er estimeret til omkring 100 mio m³. Forekomsten er klart bathymetrisk afgrænset til en dybde på < 20 m. Boringer, prøvesugninger og dominerende ralindvinding i området viser dybereliggende ralførende lag, der både forekommer koncentreret langs storskala skråtstillede forsæt samt i underliggende strandvoldsdannelse. Omkring 15% af den arealmæssige forekomst er beliggende indenfor Natura-2000 området.

536.011 og 536.012 (Lysegrund)

To genetisk identiske forekomster af tidligt Holocæne strandvolde/oddedannelser findes i henholdsvis den sydlige (536.011) og den nordlige (536.012) del af Lysegrund på vanddybder omkring 5-10 m. De grovkornede ralførende forekomster udgør kernen i akkumulationsflakket og formodes at være dannet i læ af det højereliggende Lysegrund, der består af moræne og grovkornede smeltevandsdannelse. Forekomsterne er i stor udstrækning dækket af det lidt yngre og mere sandede akkumulationsflak (536.005), og store dele af den nordlige forekomst (536.012) findes på en dybde <6 m og er beliggende indenfor Natura 2000 området.

536.016 og 536.017 (Grønnerevle området)

På større dybder (10-15 m) ud for Nyrup Bugt, findes Grønnerevle området, hvor intensiv efterforskning og indvindingaktivitet har fundet sted i det seneste årti. Forekomsten består af kanallignende udfyldninger af smeltevandssand, stedvist med tykkere rallag. Tidlige undersøgelser (Fredningsstyrelsen Ressourcerapport, 1984) tolkede området nogle km vest for Grønnerevle fællesområdet som et postglacialt akkumulationsflak foran den højtliggende moræneryg. Ny Boring og det tætte net af seismiske linjer gennem området indikerer dog entydigt at de grovere ressourceforekomster i Grønnerevle området består af smeltevandsaflejringer, der danner kanalagtige legemer overlejrende moræne. På basis af frigivne prøvesugningsdata, og nyere seismiske linier gennem området er det i nærværende rapport forsøgt at afgrænse to ressource typer i området. Omkring det nuværende fællesområde findes forekomst 536.017 bestående af grovkornet sand med ralførende lag (ral 3), der danner fingeragtige afgrænsninger. Den grovkornede forekomst er indlejret i en fin-mellemkornet sand 1 forekomst (536.016). Begge forekomsttyper har mægtigheder på op til ca. 8 m, og en gennemsnitstykkelser på omkring 5 m. Sandforekomsten har den største udstrækning mod vest. Til den østlige side, er forekomsterne afgrænset af moræne og stenede lag sediment.

Sandsynlige forekomster - område 536

536.001, -002, -007 (Schultz's Grund)

Indenfor Natura-2000 området på Schultz's Grund findes 3 sandsynlige mindre ressourceområder, som grundet deres beliggenhed må siges at have en lav prioritet. Habiattkortlægning er blevet foretaget over områderne i forbindelse med 2011 habitatkortlægning i Kattegat for Naturstyrelsen. Ressource nr. 536.001 (Schultz's Grund, Nordvest) og 536.002 (Schultz's Grund, Sydøst) er sandsynlige ressourcer bestående af marine postglaciale akkumulationsflak på 10-15 m vanddybde, dannet på randen af højtliggende moræneområder der udgør Sjællands Rev. Indvindingsoplysninger angiver få laster af grus og ral i og lige omkring områderne. Boring 561125.51 angiver en sandmægtighed på 3,1 m underlejret af ler i Schultz's Grund NV forekomsten. Boring 561125.54 i forekomsten på Schultz's Grund Sydøst

angiver sand mellemløjret af enkelte siltlag ned til 11.3 m under havbunden. Forekomst nr. 536.007 (0.6 km²), beliggende lige øst for den sydligste del af Schultz's Grund, er ligeledes et marint akkumulationsflak beliggende på en dybde af ca. 15-27 m. Herfra finde ikke boreoplysninger.

536.014 (Nyrup Bugt)

Ud for Nyrup Bugt på 6-10 m vanddybde findes en sandsynlig ressource af marint Holocæn fyldsand. En enkelt dybere boring 551103.39 i den østlige del af forekomsten viser sand til en dybde af 2.15 m overlejrende vekslende silt, tørve-, og sandlag. Tilsvarende forekomst er beskrevet i det lavvandede (<6m) Nyrup Bugt område j.f. Fredningsstyrelsens Ressourceopgørelse, 1985.

536.015 (Nyrup Bugt)

I den centrale del af fyldsandsforekomsten lige nord for Skærbæk Rev findes en sandsynlig forekomst af smeltevandssand som formodes at være lettere marint omlejret i den øverste del. Forekomsten antages for at være genetisk sammenhængende med de påviste smeltevandssedimenter i Grønnerevle ressource området ca. 1 km længere mod nord. Seismiske data viser at forekomsten har en maksimal tykkelse på 5-7 m.

536.003 og 536.004 (Hesselø)

Umiddelbart vest og øst for Hesselø findes indenfor Natura-2000 området to større forekomster af postglacialt sand som formodes dannet som marine akkumulationsflak i læ af et moræne-kildeområde meget lig med de velundersøgte forekomster ved Lysegrund. Forekomsterne er på basis af få boringer (f.eks. 561127.36, 561127.34) beskrevet som fint- til mellemkornet sand, med en tendens til mere finkornede aflejringer i de dybeste boringer, som når knap 8 m under bunden.

536.013 (Hesselø)

Umiddelbart sydøst for Hesselø på lave dybder (mest <6 m) findes en forekomst af mellem til groft sand med en del grus/ral som har været udnyttet tidligere. Der er sandsynligvis tale om en fossil strandvoldsdannelse. Forekomsten er beliggende indenfor Natura 2000 området.

536.019 (Hesselø)

Ca. 2 km nord for Hesselø findes ligeledes en spekulativ mindre forekomst af marint sand dannet som et mindre akkumulationsflak i læ af en moræneryg (jf. boring 561127.35 med en mægtighed på > 2.8 m). Forekomsten er beliggende indenfor Natura 2000 området.

536.020 (Lille Lysegrund)

Lille Lysegrund, ca. 15 km vest for Lysegrund, er beliggende på grænsen til område 570 (Anholt syd), men hele forekomsten er medtaget i nærværende ressourceopgørelse. Området har et fællesområde og indvinding er hovedsageligt af ral. På basis af seismiske data fra 2011 NST råstofkortlægningen af området syd for Anholt er forekomsten afgrænset til et ca. 1.5 km² stort område beliggende på vandybder på omkring 12-17 m umiddelbart syd for den centrale stenrevsdækkede del af Lille Lysegrund. Storskala forsæt udbygning ses i de seismiske profiler, og det formodes således at forekomsten er dannet som et tidligt holocæn, marint akkumulationsflak, på samme vis som de mere veldokumenterede forekomster på Lysegrund. Tykkelsen af forekomsten vurderes til at være maksimal 5-6 m, og indvindingsspor (sugehuller) præger en del af forekomsten. Der findes ingen oplysninger om boringer, men der er foretaget biologisk screening i en del af område 570-BA (Nicolaisen og Schmedes, 2009), med beskrivelse af substratforhold over undersøgelsesområdet.

Spekulative forekomster - område 536

536.006 (Nord for Sjællands rev)

Nord for Sjællands rev og øst for Schultz's Grund findes en ca. 65 km² stor spekulativ ressource af et få dm tykt postglacialt marint sandlag med lokalt indslag af grovere materiale. Området er karakteriseret af højtliggende moræne og forekomsten, der har karakter af lag sediment, må vurderes til at have et lavt råstofmæssigt potentiale. Forekomstens vestlige del skæres af skibsfarts Rute T.

536.008 (Snekkeløbet)

Lige øst for Snekkeløbet, ca. 2-4 km nord for Gniben på Sjællands Odde, findes en mindre spekulativ ressource (1.1 km²) af sand. Boring 561130.23 i randen af ressourcen viser 0.7 m sand overlejrende ler. Forekomsten udgør formodentlig en marin sandlobe ud for Snekkeløbet.

536.009 (Gniben)

Lige øst for Gniben findes en spekulativ ressource (0.7 km²) af sand og grus på 3-12 m vanddybde. En enkelt boring (551102.3) til 0.7 m viser 0.1 m grus over ler.

536.010 (Lumsås/Klintebjerg)

Ud for bugten mellem Lumsås og Klintebjerg findes en spekulativ forekomst af marint sand og grus i form af et ca. 1 km bredt akkumulationsflak på ca. 3-13 m vanddybde. En enkelt boring (551103.38) i den østlige del af forekomsten på ca. 8 m vanddybde viser sand til > 8.5 m. Nyere seismiske linier foretaget i 2011 for NST viser at sandforekomsten muligvis fortsætter ca. 1-2 km længere ud fra kysten nord for Lumsås. Boringsoplysninger mangler dog til at verificere dette.

536.018 (ydre Hesselø Bugt)

Forekomsten udgør et tyndere dække af sand og stedvist grus på omkring 19-22 m dybde. En boring (561131. 21) angiver en mægtighed af sand på >0.85 m, medens flere boringer i den vestlige del af forekomsten kun viser et sanddække på ca. 20 cm over stenfrit ler/moræneler. Nye seismiske linier (2011) angiver at forekomsten er afgrænset af moræneaflejringer/lag sediment mod sydøst.

Forekomster i område 530

Påviste forekomster – område 530

Område 530 indeholder ingen forekomster der kan klassificeres som 'påviste', da verificering ved boringer er meget begrænset. Der finder pt. ikke indvinding sted i område 530.

Sandsynlige forekomster – område 530

530.001 ('Bageovnen')

Forekomsten beliggende på en dybde af 10-12 m ved en mindre grund ved 'Bageovnen', består formodentlig af smeltevandssedimenter som er marint omlejrde i den øvre del. Boring 561229.22 viser 2 m sand overlejrende grus til 2.4 m.

530.009 ('Bageovnen')

Forekomsten udgør en rendeudfyldning i den formodet senglaciale havbund ved 'Bageovnen' på en dybde omkring 11-13 m. Den er verificeret med boring 561229.23, der indeholder 2 m grus og sten overlejret af ca. 6 m fin-mellemkornet sand, lokalt med tynde siltlag.

530.011 (ydre Isefjordsrende)

I den delvist udfyldte kanalforbindelse ind mod Isefjordsmundingen har undersøgelserne i 2011 påvist en sandsynlig forekomst af Holocænt marint finkornet sand (sand 1). Forekomsten er tydeligvis en fortsættelse af ressource nr. 8 beskrevet i Fredningsstyrelsens ressourceundersøgelsen af område 530 fra 1985, og nærværende ressourceundersøgelse inkluderer begge forekomster i 530.008. Forekomsten er opbygget som en rendeudfyldning af den ydre Isefjordsforbindelse til Kattegat. Mægtigheden i den centrale rende ligger omkring 10-12 m med en maksimal tykkelse på ca. 20 m. Flankerne af rendefyldet, der udgør hovedparten af arealet, har dog en mere begrænset tykkelse på omkring 2-4 m. Boring 561132.60 (NST 2011 boring nr. R4-004) fra den vestlige flanke af kanalfyldet består af 4.75 m fin-mellemkornet marint sand, overlejrende et tyndt tørvelag og leret moræne. Det er meget sandsynligt at den ydre dybere liggende del af forekomsten har en mere siltet/dyndet karakter. Således findes i boring 561132.55 fra den centrale ydre del 0.4 m klæg silt.

536.010 (Nord for Liseleje)

2011 råstofundersøgelserne af Hesseløbugt har påvist et langsstrakt, nær kystparallelt bælte (8 x 2 km) af finkornet smeltevandssand, der overlejrer morænelag umiddelbart øst for Isefjorden munding. Tykkelsesvariationen af forekomsten er stor (2-30 m), med en tendens til lokalisering af mulige kanalakser på tværs af kystorienteringen. Forekomstens vestligste del er dækket af den holocæne kanalindfyldning (530.011). Det er meget muligt at forekomsten er en søværts ækvivalent til forekomst 530.014 beliggende umiddelbart vest for Liseleje. Sidstnævnte består af fint til siltet sand adskilt af enkelte lerlag. I den oprindelige beskrivelse af af denne forekomst, blev den antaget for at være en erosionsrest fra et ældre sammenhængende lag. Det kvartærgeologiske kortudsnit for kyststrækningen mellem Hundested og Liseleje viser stor arealmæssig forekomst af smeltevandssand, og det er således nærliggende at den marint liggende forekomst skal ses i sammenhæng med smeltevandssedimenterne eksponeret på kysten ved Liseleje.

Spekulative forekomster – område 530

530.002, 530.003 og 530.004 (centrale Nordlige del)

Flere spekulative forekomster af tidlig Holocæne marine sandbanker findes i den centrale og nordlige del af område 530. Forekomsterne findes på ca. 20-28 m dybde og udgør muligvis tidligt Holocæne sandbanker, dannet i forbindelse med Litorinatransgressionen, hvor området muligvis har haft karakter af et estuarie ud mod den dybere del af det sydøstlige Kattegat. Flere boringer (561132.53, 561128.33, 561128.23, 561128.30), viser sand til > 0.7-0.8 m dybde.

530.005 (Nord for Liseleje)

Forekomsten udfylder en mindre lavning i havbunden på omkring 13-14 m vand. Forekomsten blev oprindeligt beskrevet som tilsyneladende bestående af sand, fint til mellem. En enkelt overfladeprøve fra forekomsten viser dog sand og grus.

530.006 (kyst nær Tisvilde Hegn)

Forekomsten beliggende tæt på kysten og delvist på dybder <6m udgør et tyndt lag sediment på moræneaflejringer. Den er oprindeliger beskrevet som bestående af mellemkornet sand med en tykkelse stedvist over 2.5 m. forekomsten er dog ikke verificeret ved borer. Et par enkelte grabprøver i yderkanten af forekomsten viser 'sand'.

530.007 (Nord for Tisvilde Hegn)

Forekomsten beliggende ca. 7 km nord for Tisvilde Hegn består af fin-mellemkornet sand aflejret i en rende (stedvis >5 m dyb) i den senglaciale havbund på en dybde af 13-14 m. Forekomsten er ikke verificeret med borer.

530.008 (Vest for Liseleje)

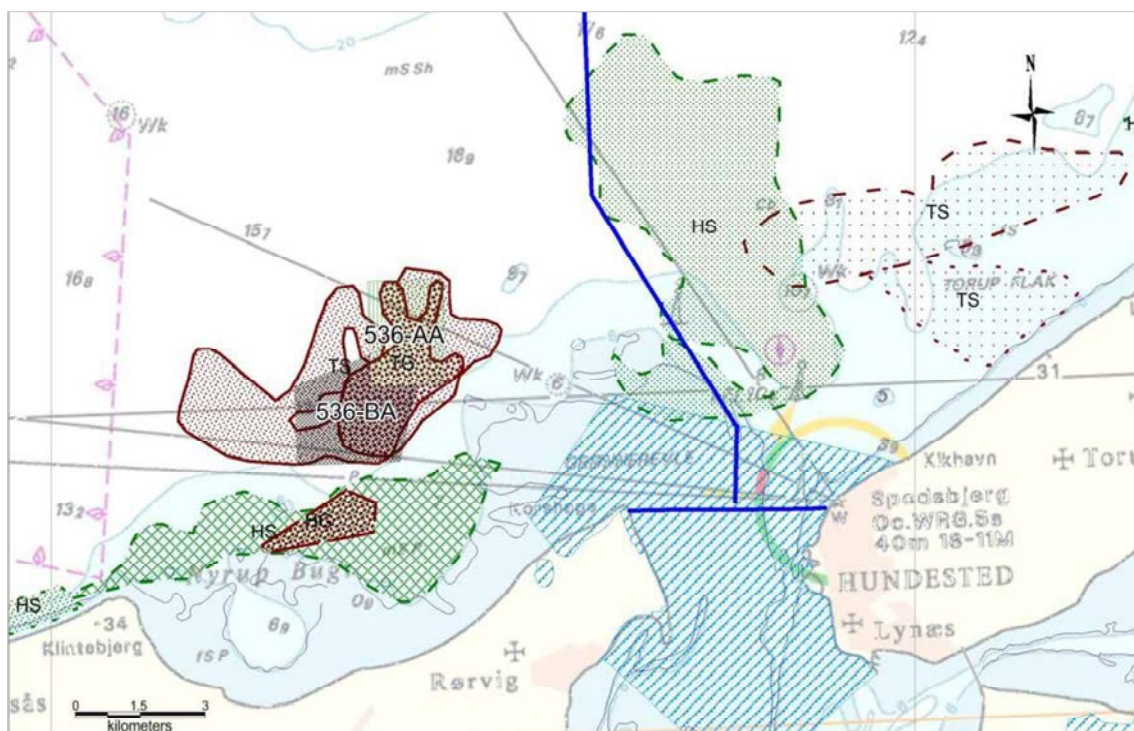
Forekomsten består af delvist isolerede sandaflejringer adskilt af områder med hård bund og sten, der formodes at repræsentere underliggende moræne og/eller glaciomarine aflejringer. Ifølge boring 561132.39 består forekomsten af fint, stedvist siltet sand, adskilt af enkelte lerlag til en dybde > 5 m. Forekomsten formodes at bestå af smeltevandssedimenter af samme type som den søværts liggende forekomst 530.010.

I den østlige del af område 530 angiver tidligere ressourceopgørelser flere spekulative forekomster, som nærværende undersøgelse ved gennemgang af alle tilgængelige boreringsdata har kunnet afvise som mulige ressourceforekomster. Boreringsdata (f. eks. 561225.39, 561225.41, 561132.53, 561225.3, 561225.2, 561225.4, 561225.1) har i de fleste tilfælde vist ler (formodentlig senglacial) umiddelbart under havbunden.

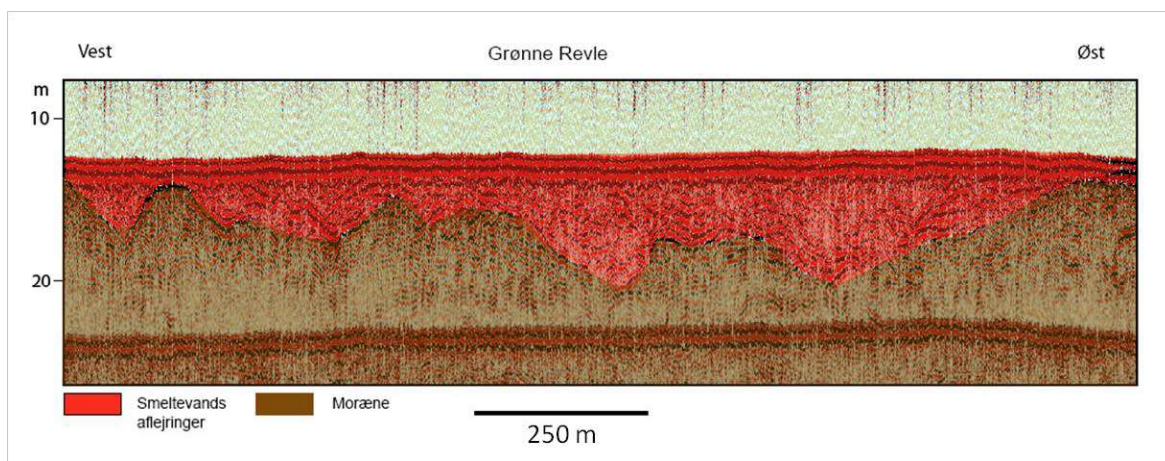
6.3 Grønnerevle ressourceområdet

Grønnerevle forekomsterne består af to typer af smeltevandsaflejringer. Dels en central grovsandet og grus/ralførende enhed begrænset til fællesområdet og dets umiddelbare nærhed, og dels en fin-mellemkornet sand 1 enhed som omgiver den grovere forekomst (fig. 10). Sand forekomsten kan lokalt have indslag af grovere materiale. Tidlige undersøgelser (Fredningsstyrelsen Ressourcerapport, 1984) tolkede området nogle km vest for Grønnerevle fællesområdet som et postglacialt akkumulationsflak foran den højliggende moræneryg. Borer og det tætte net af seismiske linjer gennem området indikerer dog entydigt at de grovere ressourceforekomster i Grønnerevle området består af smeltevandsaflejringer. På basis af nye seismiske linier gennem området samt frigivne prøvesugningsdata, er to ressource typer i området blevet kortlagt. Omkring det nuværende fællesområde findes grovkornet sand med ralførende lag, som er omgivet af en fin-mellemkornet sand 1 forekomst (fig. 10, 11, 12). Begge forekomsttyper har mægtigheder på op til ca. 8 m, og en gennemsnitstykkelser på omkring 4-5 m. Sandforekomsten har den største udstrækning mod vest. Til den østlige side er forekomsterne afgrænset af moræne og stenede lag sedimenter.

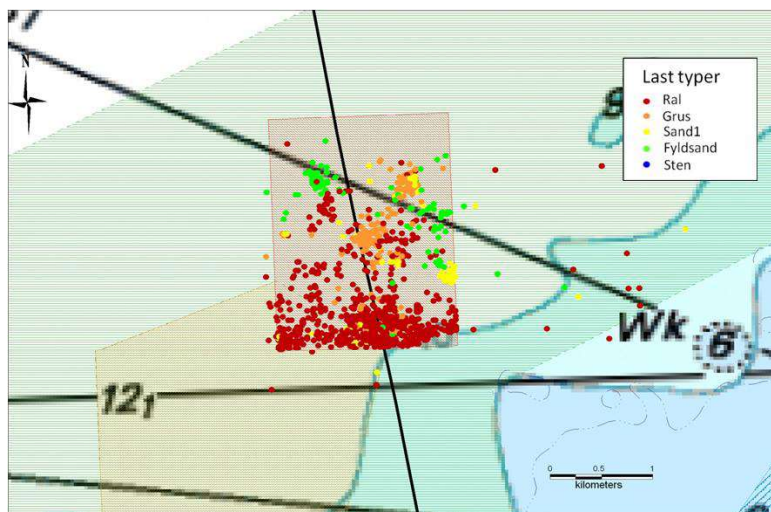
Ny data i forbindelse med GEUS' råstof survey af Hesselø Bugt i 2011 for Naturstyrelsen underbygger at større områder med smeltevandssedimenter også findes øst for Grønnerevle/Isefjordsmundingen (fig. 10, 13). Det er uvist om grovkornede dannelser også forefindes i det område. Herudover findes yngre Holocæne marine sandede sedimenter udfyldende depressioner/kanalsystemer ind mod Isefjords munding (fig. 10, 14) og langs den sjællandske Nordkyst.



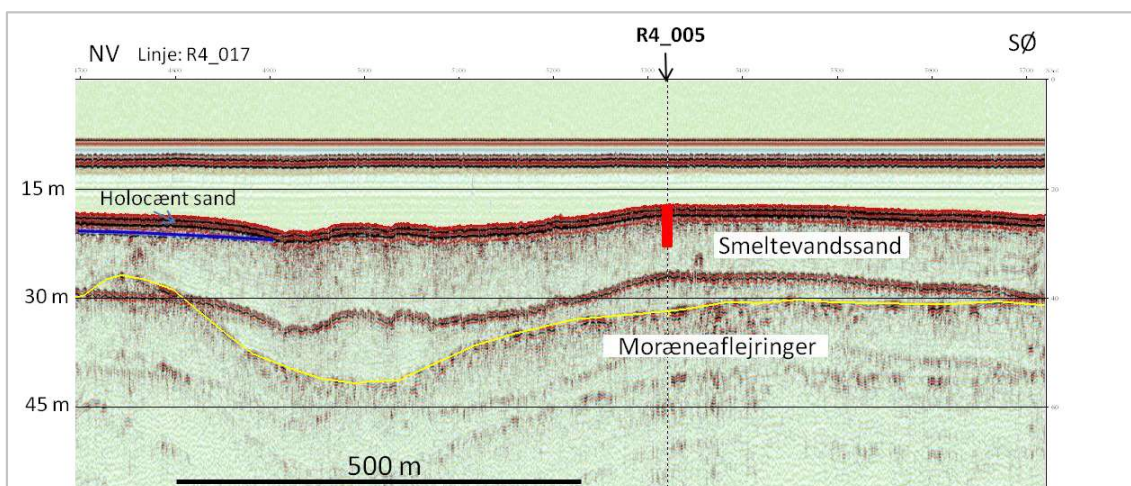
Figur 10. Kortlagte ressourceforekomster i Grønnerevle området ud for Isefjords munding. Signaturforklaring i figur 8 (Bilag A4). I området ses både større påviste forekomster af smeltevandssedimenter (TS, TG) i Grønnerevle indvindingsområdet, samt sandsynlige tilsvarende forekomster øst for Isefjords munding. Herudover ses marine Holocæne forekomster (HS) i Nyrup Bugt samt i den ydre kanalmunding ind mod Isefjorden.



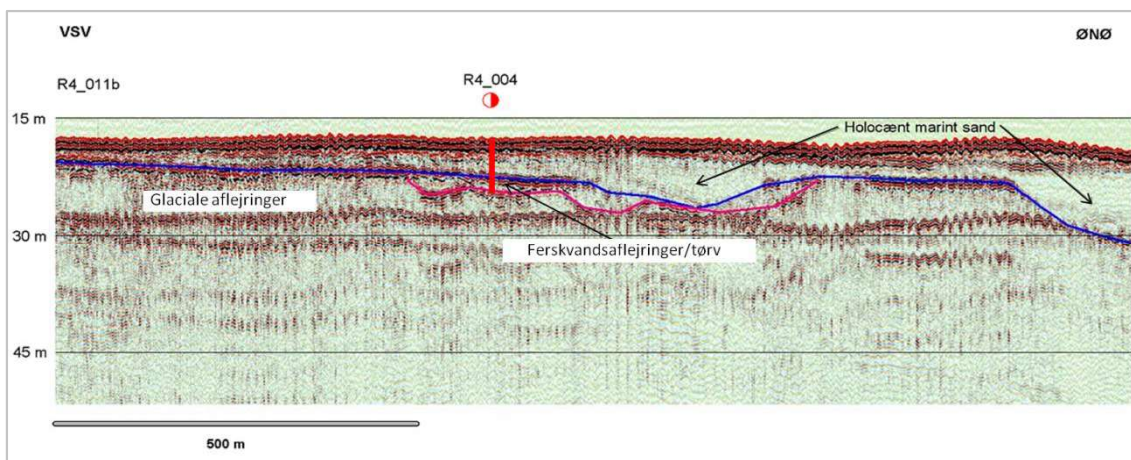
Figur 11. Tolket seismisk profil (sparker) af forekomst 536.017 (TG: grus-holdigt smeltevandssediment) gennem den centrale del af Grønnerevle område 536 BA (se fig. 10).



Figur 12. Lasttyper ved Grønne Revle fællesområde 536AA (se figur 10). Der fremstår en tydelig syd-nord zonerung fra dominerende ral laster i syd, til grus, sand 1 og fyldsandslaster i nord.



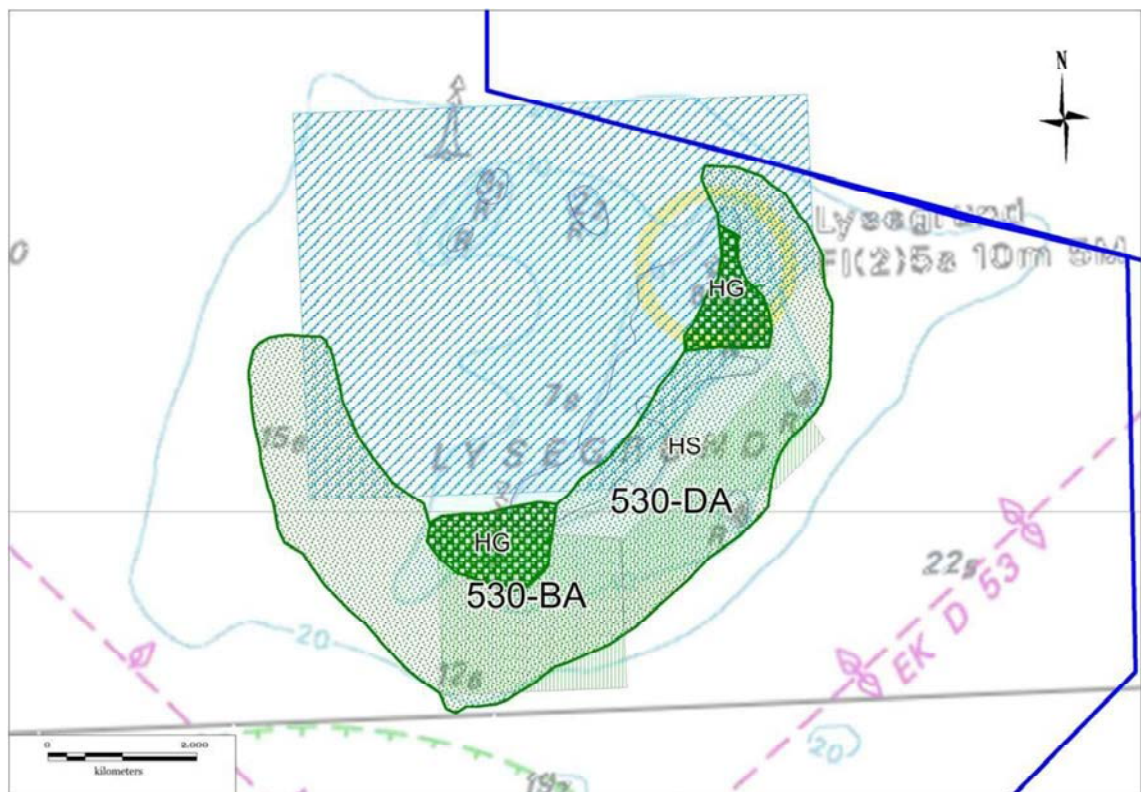
Figur 13. Seismisk profil gennem en tyk forekomst af smeltevandsaflejringer overlejrende moræner. Boring R4_005 (DGU nr. 561132.61) viser finkornet sand mellemlagt af tynde siltlag.



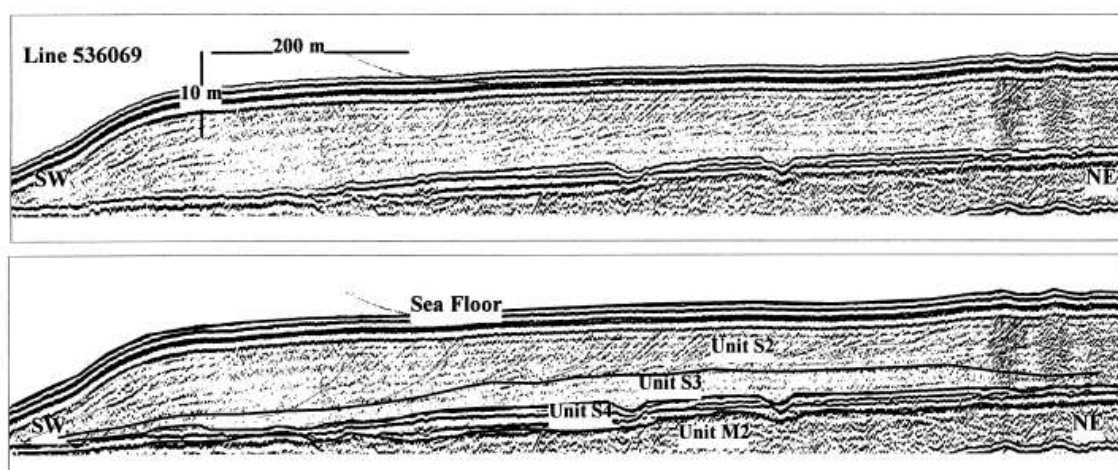
Figur 14. Seismisk profil gennem den vestlige flanke af forekomst 530.011 bestående af Holocænt sand udfyldende kanalstrukturen ind mod Isefjorden. Boring R4_004 (DGU nr. 561132.60) består af moræner overlejret af tørv og fint-mellemkornet marint sand.

6.4 Lysegrund ressourceområdet

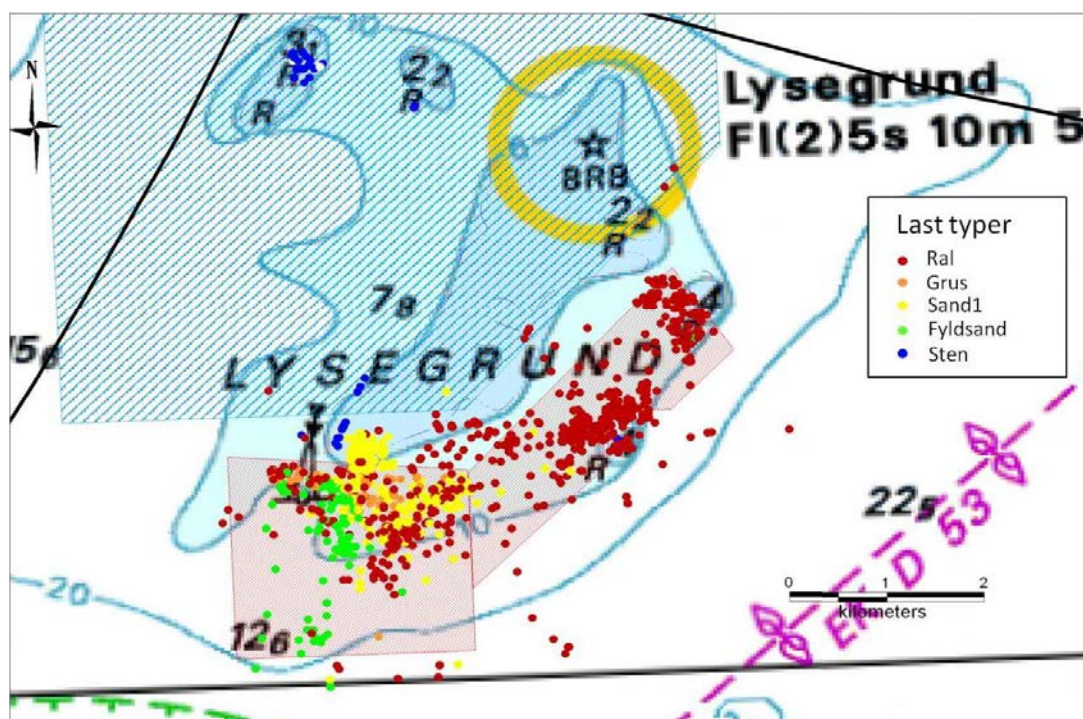
I området umiddelbart øst og syd for Lysegrund er der påviste ral og sand ressourcer og området har op til i dag været genstand for en betydelig indvindingsaktivitet. Forekomsterne består af yngre Holocæn strandvolds/oddedannelser (ralførende) med et dække af et ligeledes yngre Holocænt sandflak af fint-medium sand (fig. 15). Flakket har bygget ud mod øst og syd for højtliggende glaciale moræne/grus forekomster, der danner kernen af Lysegrund (fig 16). Forekomsterne er morfologisk stærkt afgrænsede, således at en væsentlig større arealmæssig udbredelse kan udelukkes. Bortset fra habitatundersøgelser i Natura 2000 området, har der siden betonsandsundersøgelserne først i 1990'erne (Lomholt, 1992), ikke fundet yderligere råstofmæssige undersøgelser sted ved Lysegrund. En analyse af lasttyper i forhold til koordinatangivelser (fig. 17) viser et forholdsvis tydeligt mønster fra den nordøstlige del af fællesområdet, som er klart domineret af ralindvinding, mod den sydvestlige del af området, hvor grus, sand1 og fyldsandindvinding dominerer. Petrografiske analyser foretaget i forbindelse med betonsandsundersøgelser i området (Lomholt, 1992) viser et gennemsnitligt indhold af flint på 7.6% med en porøs flint andel på 1.2% (n=22).



Figur 15. Kortlagte forekomster af yngre Holocænt sand (HS) og grus (HG) ved Lysegrund. Forekomsterne består af ral-førende strandvoldsdannelser overlejret af et sandflak, der har bygget ud mod syd og øst.



Figur 16. Seismisk profil (SV-NØ) gennem yngre Holocæn sandflak visende tydelige stor-skala fortsæt udbygning (sandet 'unit S2'). Grovere kystdannelser med høj ral koncentration findes i 'unit S4' (fra Nowak & Pedersen, 2000).



Figur 17. Fordelingen af lasttyper ved Lysegrund indvindingsområderne.

7. Samlet ressourcevurdering

På baggrund af ovenstående sammenstillinger af data, er det muligt at foretage en ressourcevurdering af undersøgelsesområderne i det sydlige Kattegat. Den Blå Havbundsrapport omhandlende Nordsjælland og Sjællands Rev (Skov- og Naturstyrelsen 1987) med tilhørende resultater af laboratorieanalyser (DGU 1983) er basis for ressourcevurderingen af område 536 Sjællands Rev og 530 Nordsjælland.

Som nævnt i afsnit 5.2.4 er ressourcemængderne kun angivet for de områder, hvor seismiske data og eller prøvetagningsdata har været til rådighed. I de fleste tilfælde stammer ressourcebeskrivelserne fra De blå havbundsrapporter, hvor en gennemsnitlig ressourcetykkelse og i nogle tilfælde ligeledes et volumen er angivet. Herudover er nyere data inddraget i den udstrækning de har været til rådighed (jf. afsnit 6). Ressourcevolumen er ligeledes vurderet på basis af indvindingsdata og arealet af ressourceområderne sammenholdt med en minimums gennemsnitstykkelse. Herefter er der beregnet et restvolumen, hvor der ses bort fra områder med umiddelbare indvindingsbegrænsninger.

Ressourceområderne og volumen/restvolumen er præsenteret både som kort (bilag A4, A5), på tabelform (tabel 1 og 2) og som grafer (fig. 18-21), hvilket giver et klart billede af, hvordan ressourcevolumenerne fordeler sig i området Nord for Sjælland.

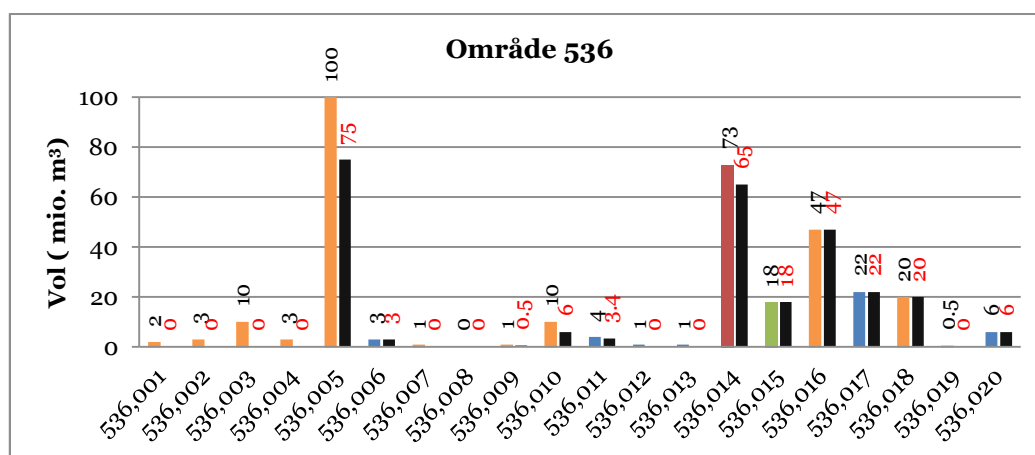
7.1 Område 536 Sjællands Rev

Lysegrund er kortlagt i en så detaljeret grad, at de tre ressourceområder 536.011, 536.005 og 536.012 er kategoriseret som påviste forekomster. Disse indeholder henholdsvis sand 1 og ral 3. Desuden opfattes dele af Grønnerevle som værende påvist ressourcemæssigt (ressourceområderne 536.016 og 536.017), og består sandsynligvis af sand 1 og ral 3 ressourcer. Resten af ressourcerne i område 536 anses som værende sandsynlige eller spekulative forekomster (se Tabel 1).

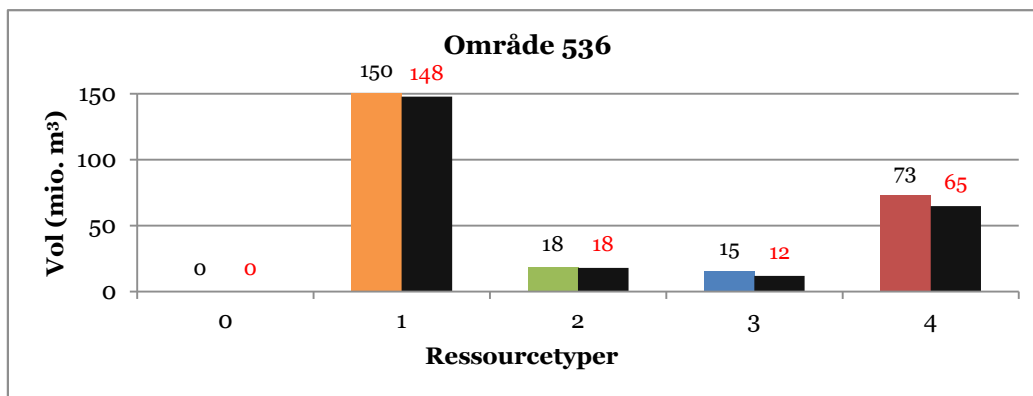
RESOMR	GEOKODE	RESTYPE	GEOLOGI	SIKKERHED	VOL	GNS_TYK	RESTVOL
536,001	HS	1	G	1	2	0	0
536,002	HS	1	G	1	3	0	0
536,003	HS	1	G	1	10	0	0
536,004	HS	1	G	1	3	0	0
536,005	HS	1	G	2	100	5	75
536,006	HG	3	B	0	3	0	3
536,007	HS	1	G	1	1	0	0
536,008	HS	0	B	0	0	0	0
536,009	HS	1	B	0	1	0	0.5
536,010	HS	1	G	0	10	0	6
536,011	HG	3	G	2	4	2.8	3.4
536,012	HG	3	G	2	1	1	0
536,013	HG	3	G	1	1	0	0
536,014	HS	4	G	1	73	0	65
536,015	HG	2	R	0	18	0	18
536,016	TS	1	R	2	0	4	47
536,017	TG	3	R	2	0	4	22
536,018	HS	1	G	0	20	0	20
536,019	HS	1	G	1	0.5	0	0
536,020	HG	3	G	1	6	0	6

Tabel 1. Opstilling af ressourcetyperne for område 536, deres geologiske oprindelse, ressourcevolumener m.m. For videre forklaring se kapitel 8. Tabel findes ligeledes i Bilag B.

Der er produceret grafer (se Figur 20 og Figur 19), der inkluderer ressourcemængderne i undersøgelsesområdet samt råstofypen (type 0-4). De sorte søjler i diagrammerne angiver det restvolumen, der er tilbage, når ressourcebegrænsningerne (Natura 2000-områderne, 6 m dybdekonturen og dyndområder) er taget med i betragtning. Ved en kombination af tabeller, grafer og kort er det muligt, at få et overblik over fordelingen af ressource typer og mængder.



Figur 18. Råstofvolumener (total/restvolumen) fordelt på ressourceområderne i område 536. På grafen er der langs y-aksen angivet mio. m³ ressource, og langs x-aksen er ressourceområderne repræsenteret. Farverne indikerer hvilken råstofype, den enkelte ressource indeholder. Sand1 - orange; Grus2 - grøn; Ral3 - blå; fyldsand 4 - rød. De sorte sidestillede søjler angiver restvolumen (værdi med rød skrift) efter hensynstagen til ressourcebegrænsninger. Graf findes ligeledes i Bilag C.



Figur 19. Råstofvolumener i område 536 fordelt på de forskellige råstof typer: sand 0, sand 1, grus 2, ral 3 og fyldsand 4. De sorte søjler angiver restvolumen (værdi med rød skrift) efter hensynstagen til ressourcebegrænsninger. Graf findes ligeledes i Bilag C.

Det er ressourcerne 536.005, 536.014 og 536.016, som bidrager med de største råstofvolumener (se Figur 18), og undersøgelsesområdet 536 indeholder i alt 256 mio. m³ fordelt på 150 mio. m³ sand 1, 18 mio. m³ grus 2, 15 mio. m³ ral 3, og 73 mio. m³ fyldsand 4 fordelt på både påviste, sandsynlige og spekulative forekomster (se Figur 19).

Hvis der tages højde for ressourcebegrænsningerne i område 536, som i dette område primært er Natura 2000-områder og 6 m's dybdekonturen, findes der et total restvolumen for området på 243 mio. m³.

7.2 Område 530 Nordsjælland

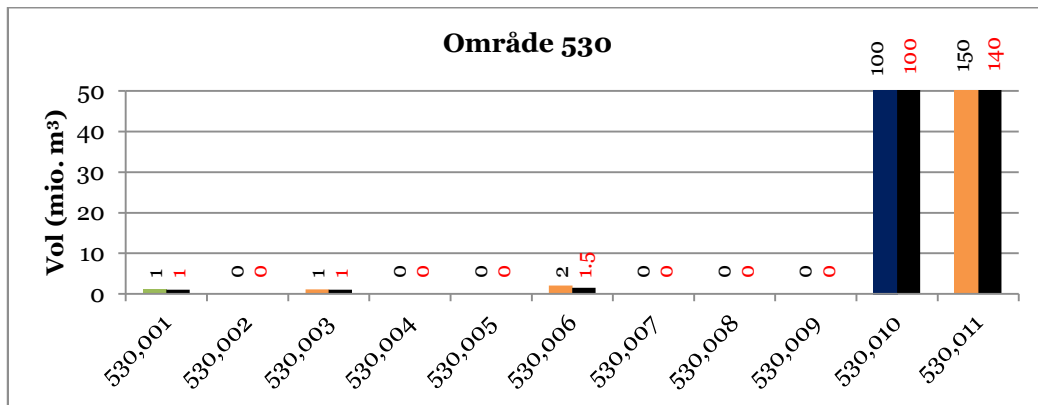
En stor del af ressourceområderne i område 530 er spekulative ressourcer, som for en stor dels vedkommende består af sand 0 eller sand 1. Ingen ressourcer er kategoriseret som påviste forekomster, og råstofvolumenestimerne er derfor også behæftet med en større usikkerhed. Tre ressourceområder (530.003, 530.006, 530.011) indeholder sand 1 materiale og ressourceområde 530.001 indeholder grus 2. Resten af ressourcerne i område 530 anses at bestå af sand 0, og er derfor uden råstofværdi (se Tabel 2).

RESOMR	GEOKODE	RESTYPE	GEOLOGI	SIKKERHED	VOL	GNS_TYK	RESTVOL
530,001	TG	2	R	1	1	0	1
530,002	HS	0	G	0	0	0	0
530,003	HS	1	G	0	1	0	1
530,004	HS	0	G	0	0	0	0
530,005	HS	0	G	0	0	0	0
530,006	HS	1	G	0	2	0	1.5
530,007	HS	0	G	0	0	0	0
530,008	TS	0	R	0	0	0	0
530,009	HS	0	G	1	0	0	0
530,010	TS	0	R	1	100	0	100
530,011	HS	1	G	1	150	0	140

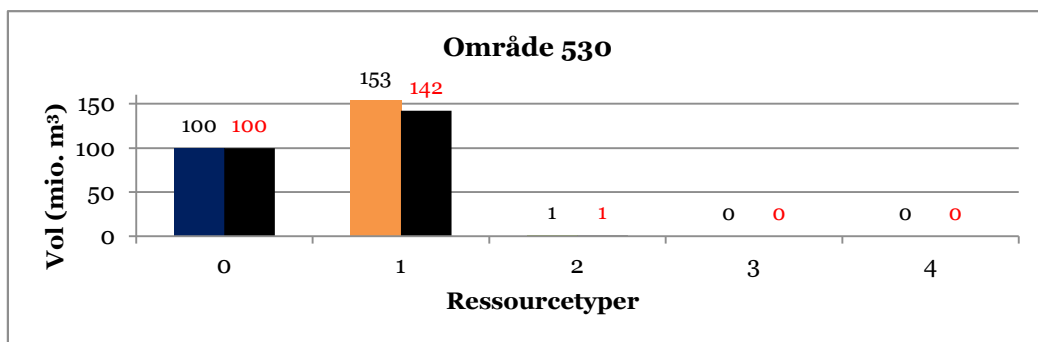
Tabel 2. Opstilling af ressource typerne for område 530, deres geologiske oprindelse, ressourcevolumener m.m. For videre forklaring se kapitel 8. Tabel findes ligeledes i Bilag B.

Der er produceret grafer (se Figur 20 og Figur 21), der inkluderer ressource mængderne i undersøgelsesområdet samt råstofftypen (type 0-4). De sorte søjler i diagrammerne angiver det restvolumen, der er tilbage, når ressourcebegrænsningerne (Natura 2000-områderne, 6 m

dybdekonturen og dyndområder) er taget med i betragtning. Ved en kombination af tabeller, grafer og kort er det muligt, at få et overblik over fordelingen af ressourcecetyper og mængder.



Figur 20. Råstofvolumener fordelt på ressourceområderne i område 530. På grafen er der langs y-aksen angivet mio. m³ ressource, og langs x-aksen er ressourceområderne repræsenteret. Y-aksen er skåret af ved værdien 50 mio. m³ på trods af at ressourcerne i område 530.010 og 530.011 overstiger denne værdi. Farverne indikerer hvilken råstofstype, den enkelte ressource indeholder. Mørkeblå – Sand 0; Sand 1 - orange; Grus 2 - grøn. De sorte søjler angiver restvolumen (værdi med rød skrift) efter hensynstagen til ressourcebegrænsninger. Graf findes ligeledes i Bilag C.



Figur 21. Råstofvolumener fordelt på de forskellige råstof typer: sand 0, sand 1, grus 2, ral 3 og fyldsand 4 i område 530. De sorte søjler angiver restvolumen (værdi med rød skrift) efter hensynstagen til ressourcebegrænsninger. Graf findes ligeledes i Bilag C.

Det er ressourcerne 530.010 og 530.011, som bidrager med klart de største råstofvolumener (se Figur 20), og undersøgelsesområdet 530 indeholder i alt 254 mio. m³ fordelt på 100 mio. m³ sand 0, 153 mio. m³ sand 1 og 1 mio. m³ grus 2 fordelt på både sandsynlige og spekulative forekomster (se Figur 21).

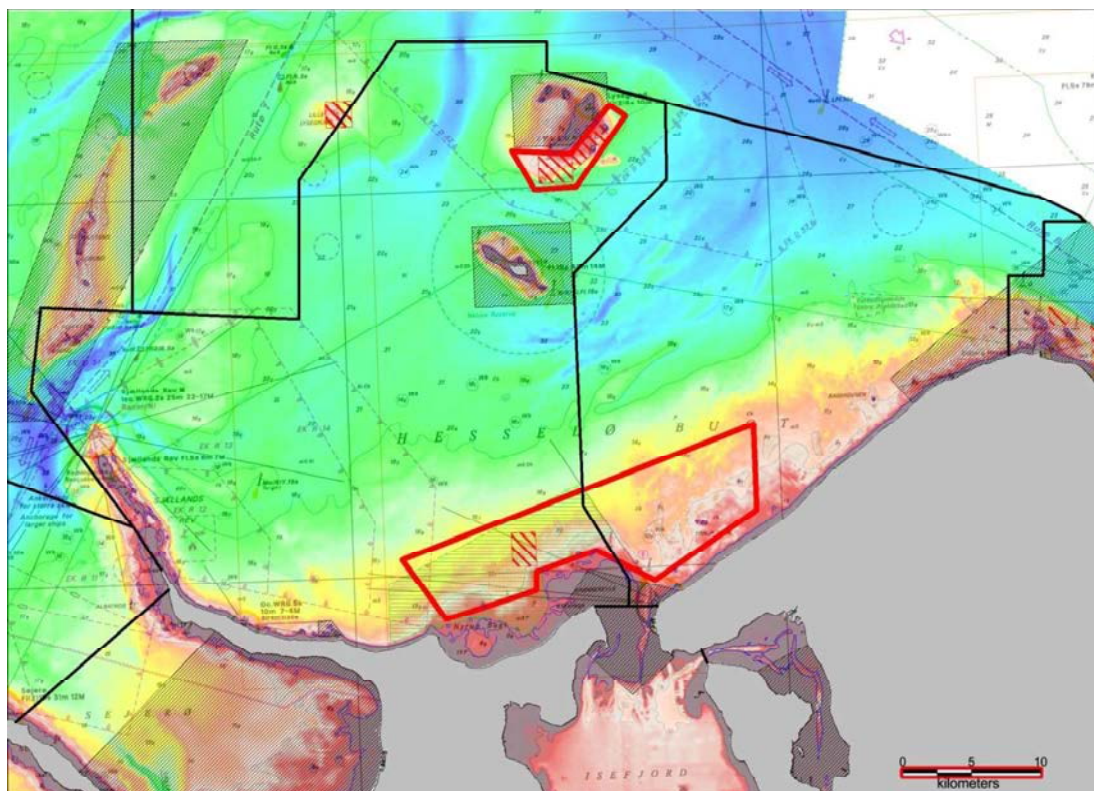
Hvis der tages højde for ressourcebegrænsningerne i område 530, hvilket udelukkende er 6 m's dybdekonturen, findes der et total restvolumen for området på 243 mio. m³.

8. Anbefaling til supplerende kortlægning i området nord for Sjælland

I forhold til tidligere evalueringer af råstofressourcerne i området nord for Sjælland har de seneste års feltaktiviteter godtgjort at smeltevandsedimenter af både grov og finere karakter er vidt udbredte tæt på havbunden på omkring 10-15 m dybde i et større område både vest og øst for Isefjordsmundingen. Det kan antages at tyndere Holocæne forekomster af marint omlejret sediment findes på lavere vanddybder og i depressioner mellem smeltevandssedimenter og 'moræneøer'.

På baggrund af evalueringen af kortlægningen samt ressourceopgørelsen for området nord for Sjælland, skønnes det, at der er behov for at foretage supplerende kortlægning i et ca. 150 km² område fra vest for Grønne Revle og til nord for Liseleje (Fig. 22). Undersøgelserne skal både afgrænse og verificere de potentielle ressourcer i den sydlige del af Hesseløbugt på begge sider af Isefjordsmundingen, samt karakterisere udnyttelsesgraden i det eksisterende fællesområde. Det vurderes at en linjeafstand på max. 500 m vil være nødvendigt for at kunne karakterisere udbredelse og volume af forekomsterne med tilstrækkelig nøjagtighed. Det geofysiske survey skal underbygges med et større antal vibrationsboringer (minimum 25 stk.). På trods af en tilsyneladende rimelig dækning af eksisterende boringer, er mange af dem meget korte (< 1 m), hvilket begrænser deres værdi til vurdering af potentielle forekomster.

Et survey i den sydlige del af Hesseløbugt kunne suppleres med et survey over Lysegrund fællesområdet (18 km²), med det formål at skabe et bedre overblik over udnyttelsesgraden af ressourcerne af ral, grus og sand i området.



Figur 22. Områder nord for Sjælland – indrammet med fed rød ramme - hvor supplerende feltaktiviteter anbefales, for at kunne vurdere omfang og kvalitet af sandsynlige ressourceområder bedre.

9. Den kommende database

Det er hensigten at data sammenstillet fra pilotprojektområdet nord for Sjælland, skal indgå som typeeksempler på marine råstof-relevante data, der skal danne baggrund for opbygningen af en kommende råstofdatabase. Der vil være tale om en væsentlig forøgelse af funktionaliteten i forhold til GEUS' Marta database, der pt. er begrænset til at vise survey meta-data. Herunder gennemgås kort formål, funktionalitet, og perspektiver for en sådan database, der forventes at være til gavn for både planlægning af marine råstofaktiviteter og indvindingsfirmaer.

9.1 Formål

Formålet med databasen er en digital registrering af alle eksisterende maringeologiske data relevante for råstofadministration og planlægning af efterforskning og indvinding. Naturstyrelsen har ytret ønske om at få tilgang til samtlige råstofdata på en overskuelig måde i forbindelse med deres sagsbehandling. Derudover er der en stigende efterspørgsel fra sandpumper branchen og konsulentfirmaer, der til konkrete opgaver ønsker at få oplysninger om eksisterende data eller få et overblik over det enkelte geografiske område. Boringer lagres allerede i GEUS' Jupiter-database og maringeologiske seismiske data findes som metadata i GEUS' Marta-database.

9.2 Funktionalitet

Databasen skal knyttes op på digitaliserede ressourceområder som beskrevet i nærværende rapport. Ved en råstof-fokuseret gennemgang af alle farvande omkring Danmark, skal data organiseres og stilles til rådighed i en on-line database. Datastrukturen er opbygget sådan, at det er muligt at få et overblik over ressourceudbredelser, mængder og begrænsninger (naturlige og administrative). De enkelte "temaer" er placeret i hvert deres digitale lag, så det er muligt at klikke dem til og fra, og hurtigt få oplysninger om ressource typer, kvaliteter, mængder og eventuelle indvindingsbegrænsninger.

Medfølgende cd indeholder et Mapinfo workspace samt tabel filer som skal demonstrere hvordan denne kommende database skal kunne fungere. Til workspace't på medfølgende cd er der i Tabel 3 listet en beskrivelse af de forskellige temaer. Det vil være muligt at udvide temaerne i en videreudvikling af databasen.

Beskrivelse	Fil	Sti	Tabelfil
Søkort	Søkort	Baggrundskort	
Overfladesedimenter	sediment	Baggrundskort	
Efterforskningsområder	Efterforskningstilladelser udløbne	Områdepolygoner	
Fællesområder	Fællesområder	Områdepolygoner	
Overgangsområder	Overgangsområder	Områdepolygoner	
Projektområder	PROJGRAE	Områdepolygoner	
Marta sejllinjer	Marta	Marta	
Dybdekontur 6 m	Dybde 6 m	Begrænsninger	
Stenområde	Stenområde	Begrænsninger	
Dynd	Dynd	Begrænsninger	
Natura 2000-områder	Marine natura 2000 områder	Begrænsninger	
Koordinatgrid	Koordinatgrid	Kosmetik	
Landpolygon	KMSKYSTF	Kosmetik	
Marine overfladeprøver	Havboringer overflade	Punktdata	Ja
Marine boringer	Havboringer Jupiter	Punktdata	Ja
Ressourcer 530	Ressourcer 530	Ressourcer	Ja
Ressourcer 536	Ressourcer 536	Ressourcer	Ja
Sugeprøver Grønnerevle	Sugeprøver Grønnerevle	Punktdata	Ja
Sugeprøver Lysegrund	Provesugninger Lysegrund	Punktdata	Ja

Tabel 3. Oversigt over GIS-temaer kategoriseret under forskellige mapper og visse filer indeholder en bagvedliggende tabel med informationer.

Som det fremgår af Bilag B1–B2, er der tilknyttet data til hvert ressourceområde i en række kolonner. Her følger en kort beskrivelse af tabelstrukturen for ressourceområderne 530 og 536:

ID: Angiver ressourceområdenummeret, som også indeholder projektområdenummeret.

GEOKODE: DGU-symboler, som angiver materialets alder og aflejningsmiljø (f.eks. HS: Holocænt sand). En liste over geokoder kan findes i ZEUS-geodatabase system – Borearkivet (DGU, 1984).

RESKVAL: Er råstoftyper angivet efter samme retningslinjer, som der kræves ved indberetning af skibslaster (se afsnit 5) (0: sand 0, 1: sand 1, 2: grus 2, 3: ral 3, 4: fyldsand 4).

GEOLOGI: Som indirekte indikation om ressourcekvaliteten er ressourceområderne forsøgt inddelt i geologiske hovedforekomsttyper (R: Glacial-senglacial smeltevandsaflejringer, G: Marine fossile kystaflejringer, B: Marine recente dynamiske aflejringer).

SIKKERHED: Ressourcerne er klassificeret efter vidensniveau om resourcesikkerhed og geologisk forekomsttype (0: spekulative ressourcer, 1: sandsynlige ressourcer, 2: påviste ressourcer).

VOL: Udfyldes hvis volumen af ressourcen er kendt og opgives i mio. m³.

GNS_TYK: Udfyldes hvis ressourcens gennemsnitstykkelse er kendt og opgives i meter.

RESTVOL: Det resterende ressourcevolumen efter hensynstagen til ressourcebegrænsninger (f.eks. Natura 2000-områder, vanddybde <6 m, og dyndområder).

Overfladeprøverne og borerne (se Tabel 3) er udtræk fra Jupiter, og indeholder i den bagvedliggende tabelfil informationer om DGU-numre m.m., så de er mulige at søge frem i Jupiterdatabasen på GEUS' hjemmeside. Ressourcefilerne er beskrevet i det foregående, og derudover findes prøvesugninger fra områderne Lysegrund og Grønnerevle, som også indeholder informationer om sugetid og materialekvalitet m.m. Via 'hot-tool' funktionen kan kornstørrelsesanalyser og petrografiske data fremvises. Desuden er Marta-data (sejllinjer) trukket ind i workspacet via en WMS-funktion, så dette tema altid vil være opdateret.

9.3 Perspektiver

Der har i forbindelse med dette pilotprojekt kørt et sideløbende råstofdatabaseprojekt i samarbejde med Naturstyrelsen og GEUS' databaseafdeling. Som produkt af dette projekt, er der udarbejdet en kravspecifikation (Kravspecifikation for råstofdatabase og webinterface til data), som beskriver kravene til den kommende maringeologiske råstofdatabase og det interface, der skal bruges til at tilgå data heri. Data for området, omfattet af dette projekt, er lagret i en sådan struktur, så det er muligt med tiden at overføre disse data til den kommende råstofdatabase.

Med præciseringen af indberetningsdata fra undersøgelse af marine råstoffer i 2009, jf. ansøgningsbekendtgørelsen, og en stærkt stigende datamængde, er der opstået et behov for en systematisk og digital lagring af de indberettede data. Endvidere er der behov for at kunne gøre ikke-fortrolige data tilgængelige for interessenter, primært myndigheder og råstofbranchen.

Ønsket er, at databasen på sigt skal rumme både rådata og tolkede data, og at det skal være muligt at beregne råstofvolumener med eller uden ressourcebegrænsende elementer. Gennem databasens søgefunktioner skal det være muligt f.eks. at fremsøge en specifik kvalitet, så som ral 3 forekomster med et volumen over 3 mio. m³. Temaer der leveres af andre myndigheder, trækkes som WMS/WFS tjenester, således at opdateringer automatisk slår igennem, og der ikke vises forældede data i databasen. Alt dette er som nævnt mere detaljeret beskrevet i GEUS-notatet "Kravspecifikation for råstofdatabase og webinterface til data".

10. Præsentation af A-3 kortbilag

Som præsentationsform for ressourcevurderingen er valgt MapInfo® GIS systemet, og medfølgende CD indeholder samtlige baggrundsdata for nedennævnte bilag. I Naturstyrelsen findes der i forvejen, ud over almindelige kortdata, en del af oplysningerne som digitale korttemaer i MapInfo® format. Der er produceret kort i A3 format, der illustrerer undersøgelsesområdet, survey-data dækning, ressourceklassifikationen, kvalitetsparametre, mængder og tilgængeligheden. I det følgende gennemgås korttyperne, som består af bilag A1-A5.

10.1 Bilag A1

Bilag A1 viser afgrænsningen af undersøgelsesområderne, NST's indvindings- og efterforskningsområder, samt Natura 2000 beskyttelsesområder med søkort baggrund.

10.2 Bilag A2

Bilag A2 viser en oversigt over eksisterende survey linier, boringer, overfladeprøver (hovedsageligt grab prøver), og stikprøvesugninger i projektområdet. Data er primært fra GEUS' Marta og Jupiter databaser.

10.3 Bilag A3

Bilag A3 viser en oversigt over sedimenttype fordelingen på havbundsoverfladen. Kortet er baseret på en konturering af alle tilgængelige sedimentoverflade punktdata (typisk grab prøver) suppleret med side-scan sonar data i visse områder og sammenstillet af Jørgen O. Leth (GEUS).

10.4 Bilag A4

Bilag A4 viser en oversigt over hvert enkelt ressourceområde klassificeret, som det er beskrevet i afsnit 6 og 7. På kortet får man overblik over ressourceområdernes udbredelse, forekomsttype samt råstofkvalitet.

10.5 Bilag A5

Bilag A5 viser de indvindingsbegrænsninger som besværliggør indvinding lagt som temalag oven på ressourceområderne (omtalt i afsnit 5). Det fremgår tydeligt, at en del af ressourceområderne er utilgængelige eller svært tilgængelige.

11. Baggrundsmateriale

Binzer, K. & Stockmarr, J. 1994: Geological map of Denmark, 1:500 000. Pre-Quaternary surface topography of Denmark. Danmarks Geologiske Undersøgelse Kortserie 44, 10 pp., 2 maps.

Fredningsstyrelsen 1983: Havbundsundersøgelser. Geologisk model for farvandet ud for Sjællands nordkyst. 1-12.

Fredningsstyrelsen 1984: Havbundsundersøgelser. Overfladesedimentfordeling på havbunden i området ud for Sjællands nordkyst. 1-5.

Fredningsstyrelsen 1984: Havbundsundersøgelser. Nordsjælland. Område 530. Sejlrapport. 1-56.

Fredningsstyrelsen 1984: Havbundsundersøgelser. Sjællands rev. Foreløbig geologisk model. 1-12.

Fredningsstyrelsen 1986: Havbundsundersøgelser. Prækvartæroverfladens højdeforhold. Kattegat nord for Sjællands rev. 1-11.

Fredningsstyrelsen 1985: Nordsjælland. Område 530. Ressourceundersøgelse. 1-104

Fredningsstyrelsen 1986: Havbundsundersøgelser. Ressource undersøgelser. Nordsjælland, Hornbæk, Sjællands rev. Supplerende prøvetagninger. Sejladsrapport. 1-28.

Fredningsstyrelsen 1986: Positive og negative råstofindikationer i de indre danske farvande. Fredningsstyrelsens Havbundsundersøgelse 1986.

Geoteknisk Institut 1983: Havbundsundersøgelser. Nordsjælland. Ressourceundersøgelser Fase 1. geoteknisk Rapport 1. 1-12

Geoteknisk Institut 1984: Havbundsundersøgelser. Sjællands rev. Ressourceundersøgelse. Fase 1. Geoteknisk rapport 1. Grab og faldprøveoptagning. 1-15

Geoteknisk Institut 1984: Havbundsundersøgelser. Sjællands rev. Ressourceundersøgelse. Fase 1. Geoteknisk rapport 2. Vinrationsboringer. 1-13

GEODAN 1984: Kattegat. Ressourceundersøgelse Fase 1. Område 536. Sejladsrapport. 1-4.

Håkansson, E. & Pedersen, S.A.S., 1992: Geologisk kort over den danske undergrund, VARV, 1992.

Jensen, J.B. 1995: Evaluering af sand og grus ressourcer på det danske havområde. Sydvestlige Kattegat, et pilotprojekt. 1-64

Jensen, J.B. 1998: Evaluering af sand, grus og stenressourcer på det danske havområde. Del IV sammenfattende rapport. 1-71

Jensen, J.B. 1999: Råstofgeologiske undersøgelser i kattegat. Status for BALKAT-projektet i 1996-98. 1-65.

Larsen, B. 1994: Material sammensætningen i submarine råstofforekomster – Et metodestudium. DGU kunderapport nr 91, 1994.

Lomholt, S. 1991: Ressourcekortlægning af sømaterialer. Lysegrund. Rapport til Skov- og Naturstyrelsen. DGU Kunderrapport nr. 8/1991. 1-20

Lomholt, S. 1992: Lokalisering af betonsand Lysegrund. Fase 1. DGU Kunderapport nr. 24/1992. 1-128

Lomholt, S. 1992: Lokalisering af betonsand Lysegrund. Fase 2. DGU Kunderapport nr. 28. 1992. 1-87.

Nicolaisen, J.F. og Schmedes, M., 2009: Biologisk screening i en del af konverteringsområde 570-BA, Lille Lysegrund.
http://wkshop.bakuri.dk/filarkiv/dkfisk.die.dk/file/Info_for_bestyrelsen/Tilladelser/090723_Lille_Lysegrund_-_rapport.pdf

Nowak, B., Pedersen, G.K. 2000: Sedimentology, seismic facies and stratigraphy of a Holocene spit-platform complex interpreted from high-resolution shallow seismic, Lysegrund, southern Kattegat, Denmark. Marine Geology 162, 317-335.

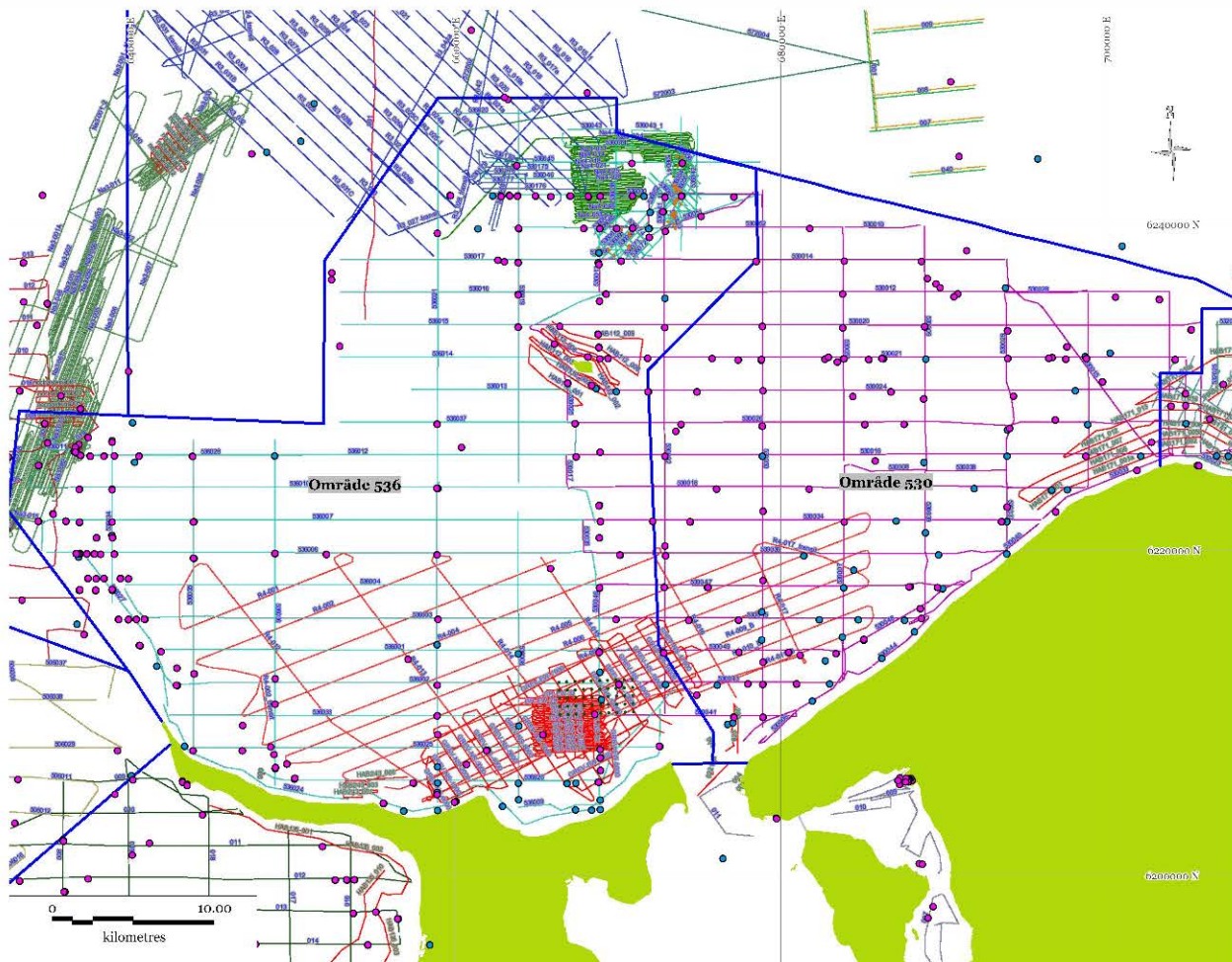
Skov- og Naturstyrelsen 1984: Havbundsundersøgelser. Sjællands rev. Område 536. Ressourceundersøgelse. Fase 1 - tolkning. Geoteknisk rapport. 1-243

Skov- og Naturstyrelsen 1987: Havbundsundersøgelser. Råstoffer og fredningsinteresser. Nordsjælland. Oversigt. 1-166

Skov- og Naturstyrelsen 1987: Havbundsundersøgelser, Råstoffer og fredningsinteresser. Sjællands Rev. Oversigt. 1-257

Bilag A: Kortbilag

Bilag A: Kortbilag



RÅSTORFRESSOURCER - OMRÅDET NORD FOR SJÆLLAND (530 OG 536)

SIGNATURFORKLARING:

- Boringer fra Jupiter-databasen
- Overfladeprøver fra Jupiter-databasen
- Provesugninger Grønnerede
- Provesugninger Lysegrund
- Sejllinjer fra Marta-databasen

Kortskala: 1:250,000
Datum: WGS 84 Projektion: UTM zone 32 nord

Klient:



Kanustvej 1
Hørsholmvej 56
2100 København Ø

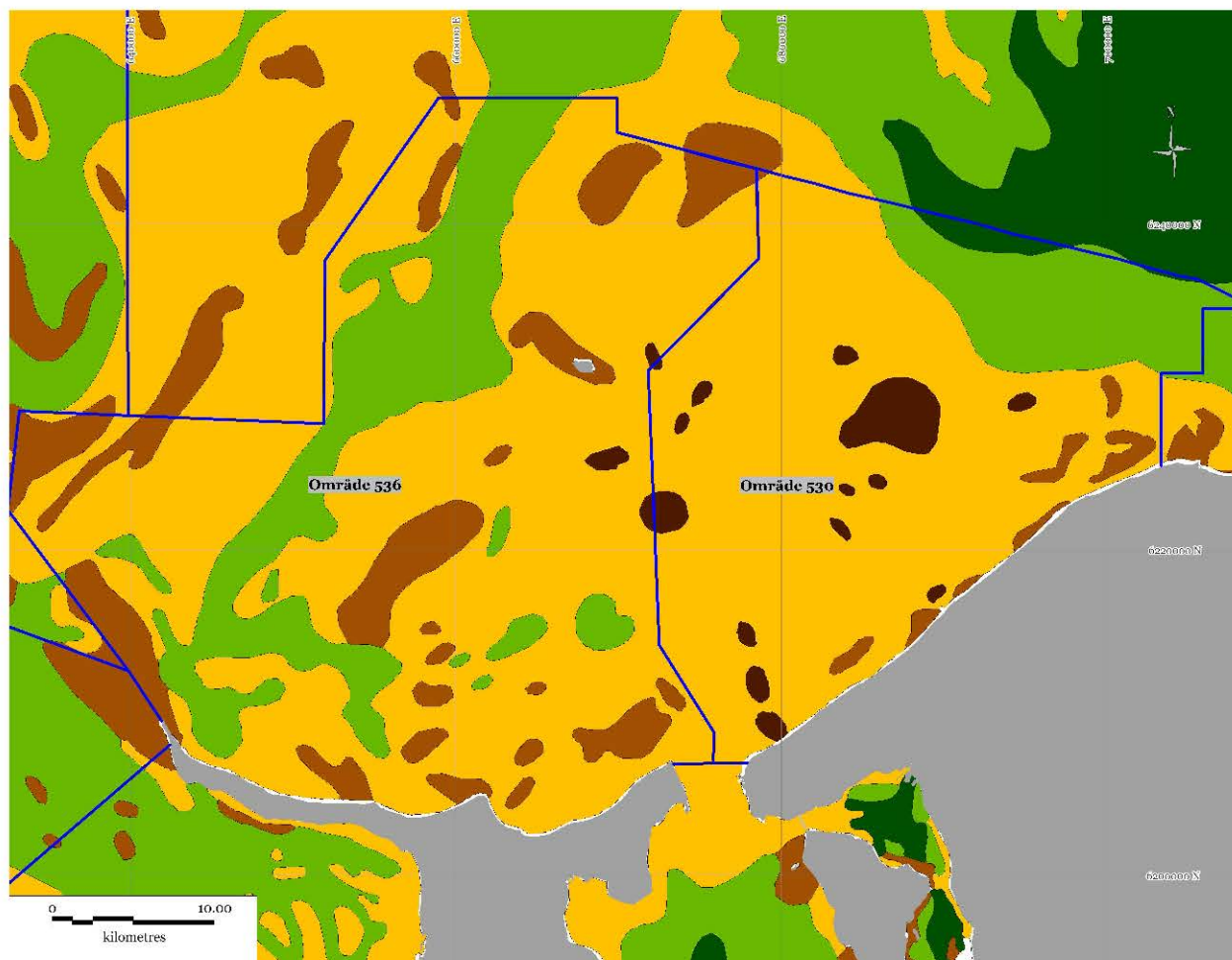
Tegnet af SFO
d. 10/12-2012

Godkendt af K&E
d. 10/12-2012



GEUS
Øster Voldgade 10
1350 København K

BILAG A2: EKSISTERENDE UNDERSØGELSER



RÅSTOFRESSOURCER - OMRÅDET NORD FOR SJÆLLAND (530 OG 536)

SIGNATURFORKLARING:

Sedimentklasser	
	Kvarteret ler
	Moræne
	Sand (lokalt med grus og sten)
	Dynd-sandet dynd
	Dynd

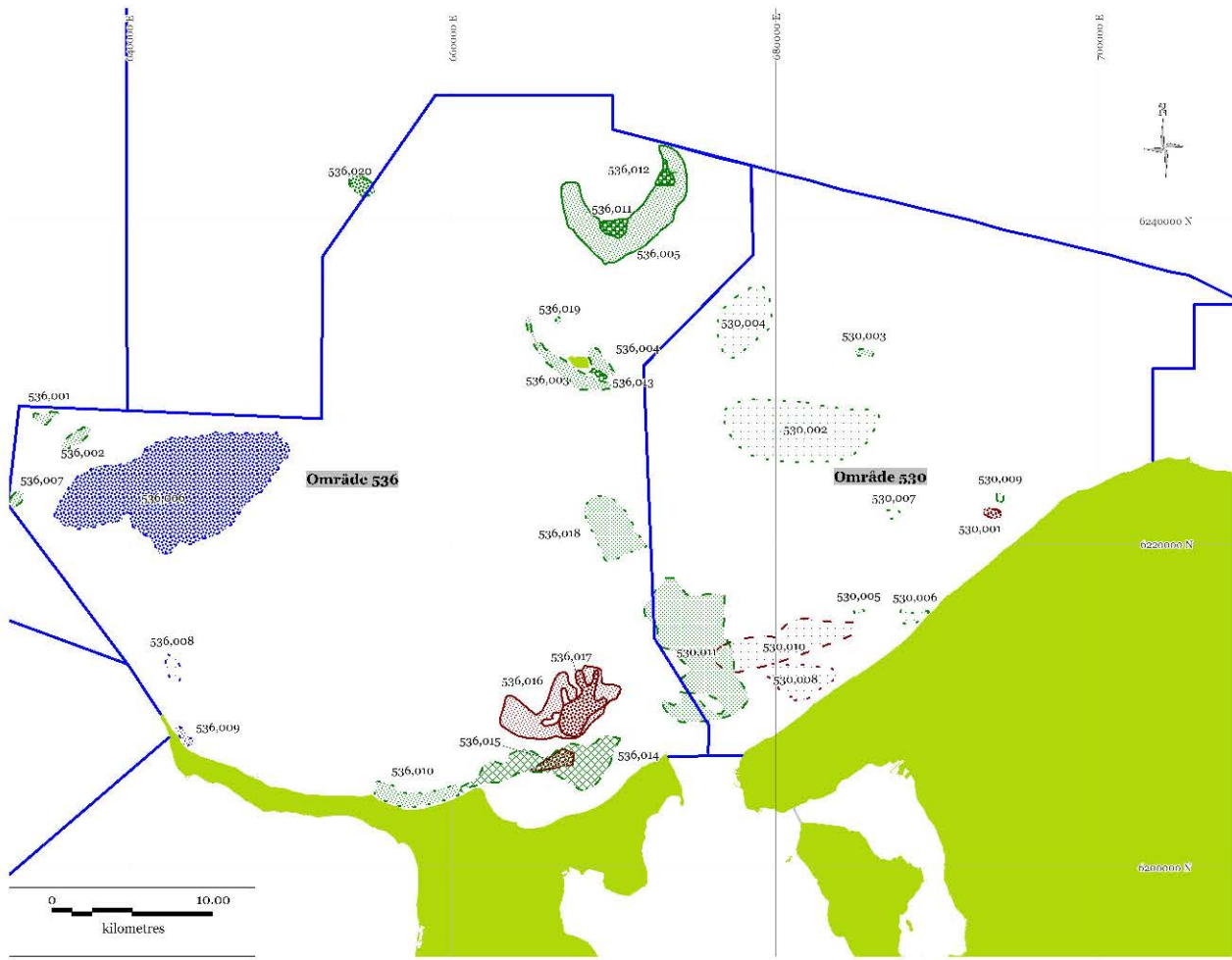
Kortskal: 1:250.000
Datum: WGS 84 Projektion: UTM zone 32 nord

Klient:
 Miljøministeriet
Naturstyrelsen
Naturstyrelsen
Havstedsvej 56
2100 København Ø

Tegnet af SBO d. 10/12-2012 Godkendt af KAF d. 10/12-2012

CEIS
Øster Voldgade 10
1350 København K

BILAG A3: OVERFLADE- SEDIMENTKORT



**RÅSTOFRESSOURCER -
OMRÅDET NORD FOR SJÆLLAND
(530 OG 536)**

SIGNATURFORKLARING:

Ressourcetyper

- Pyldsand 4
- Reol 3
- Grus 2
- Sand 1
- Sand 0

Glaciale-senglaciale smeltevandsaflejringer
Marine fossile kystaflejringer
Marine recente dynamiske aflejringer

Påviset ressource:
Sandvulnlig ressource:
Spekulativ ressource:

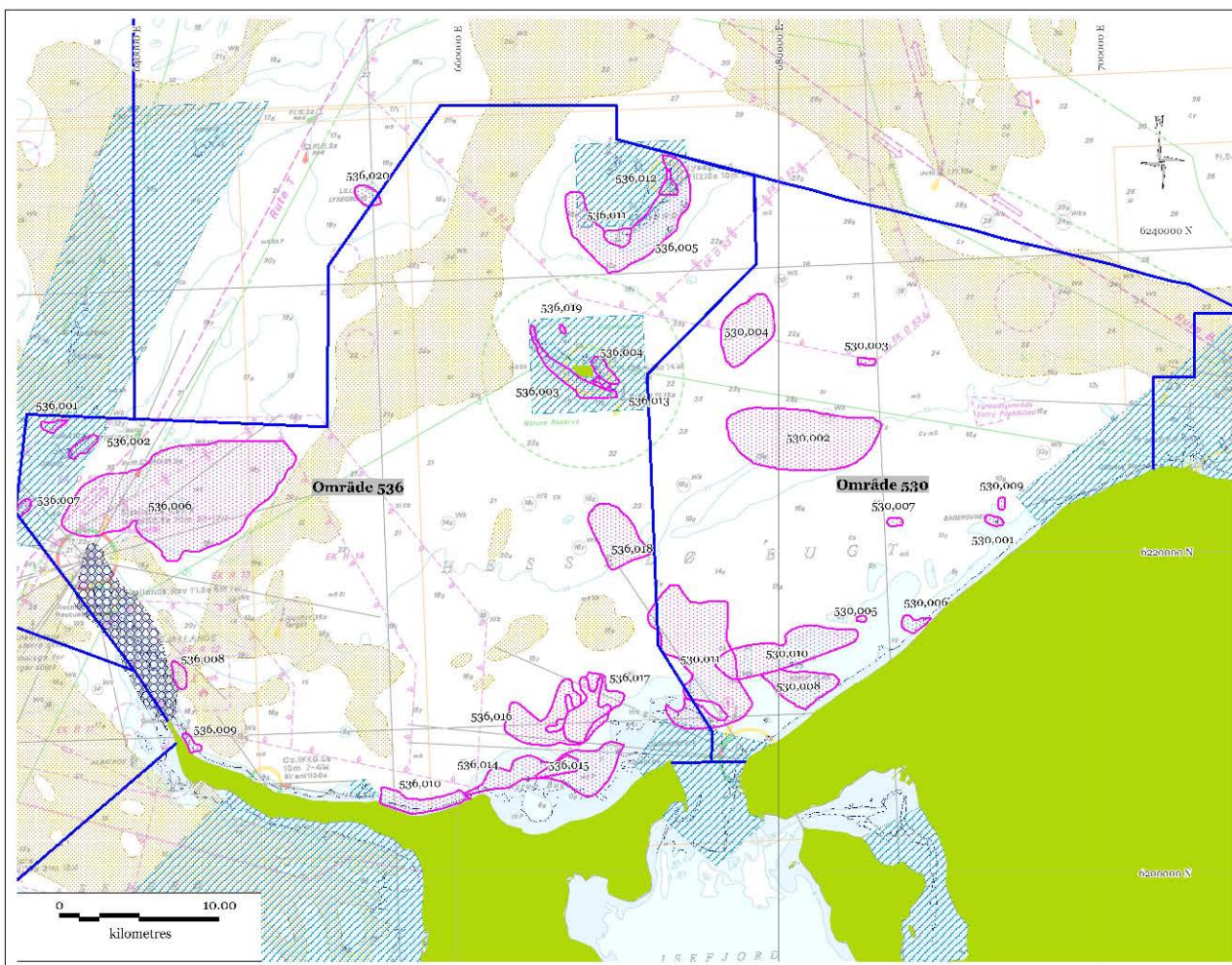
Kortskala 1:250.000
Datum: WGS 84 Projektion: UTM zone 32 nord

Klient:
Miljøministeriet
Naturstyrelsen
Naturstyrelsen
Havalskole 56
2100 København Ø

Tegnet af NIR d. 7/12-2012 Godkendt af KAI d. 7/12-2012

GPRS
Øster Voldgade 10
1350 København K

BILAG A4: RÅSTOFRESSOURCER



**RÅSTOFRESSOURCER -
OMRÅDET NORD FOR SJÆLLAND
(530 OG 536)**

SEGNATURFORKLARING:

- Stenområde
- 6 m's dybdekontur
- Marine Natura 2000-områder
- Dyndområde
- Ressourceområder

Kortskala 1:250.000
Datum: WGS 84 Projektion: UTM zone 32 nord

Kirshøj
Miljøministeriet
Naturstyrelsen

Naturstyrelsen
Hørsholmvej 56
2100 København Ø

Tegnet af SDO
d. 7/12-2012

Godkendt af IKA
d. 7/12-2012

GPRS
Øster Voldgade 10
1350 København K

**BILAG A5: RESSOURCE-
BEGREBSNINGER**

Bilag B: Råstof-tabeller

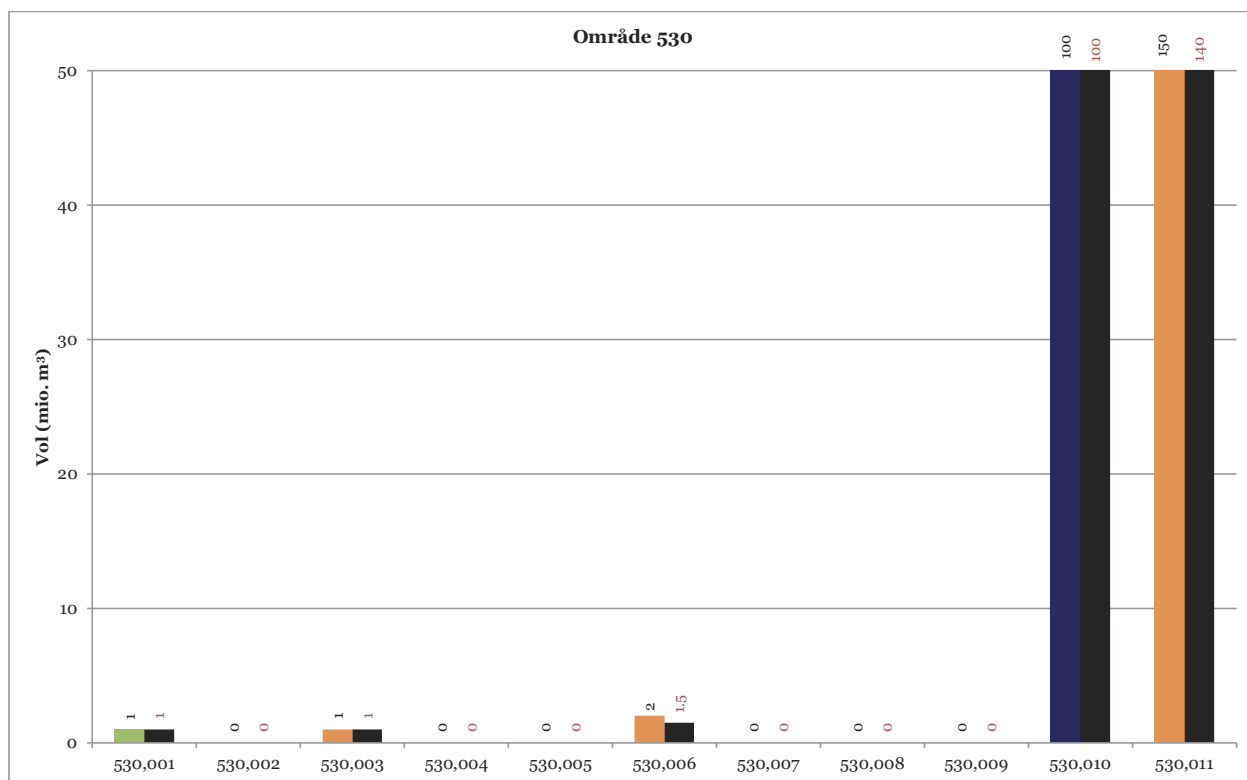
RESOMR	GEOKODE	RESTYPE	GEOLOGI	SIKKERHED	VOL	GNS_TYK	RESTVOL
530,001	TG	2	R	1	1	0	1
530,002	HS	0	G	0	0	0	0
530,003	HS	1	G	0	1	0	1
530,004	HS	0	G	0	0	0	0
530,005	HS	0	G	0	0	0	0
530,006	HS	1	G	0	2	0	1.5
530,007	HS	0	G	0	0	0	0
530,008	TS	0	R	0	0	0	0
530,009	HS	0	G	1	0	0	0
530,010	TS	0	R	1	100	0	100
530,011	HS	1	G	1	150	0	140

Opstilling af ressource typerne for område 530, deres geologiske oprindelse, ressourcevolumener m.m. For videre forklaring se kapitel 8.

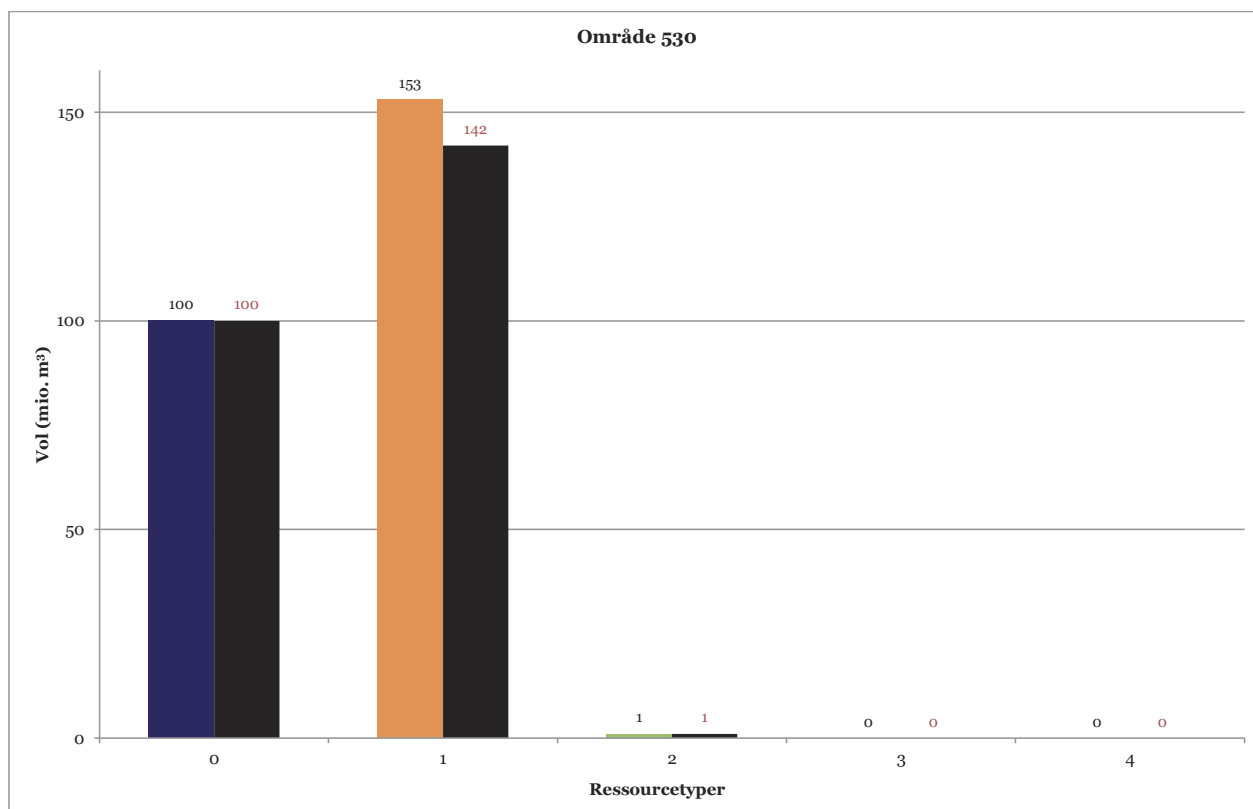
RESOMR	GEOKODE	RESTYPE	GEOLOGI	SIKKERHED	VOL	GNS_TYK	RESTVOL
536,001	HS	1	G	1	2	0	0
536,002	HS	1	G	1	3	0	0
536,003	HS	1	G	1	10	0	0
536,004	HS	1	G	1	3	0	0
536,005	HS	1	G	2	100	5	75
536,006	HG	3	B	0	3	0	3
536,007	HS	1	G	1	1	0	0
536,008	HS	0	B	0	0	0	0
536,009	HS	1	B	0	1	0	0.5
536,010	HS	1	G	0	10	0	6
536,011	HG	3	G	2	4	2.8	3.4
536,012	HG	3	G	2	1	1	0
536,013	HG	3	G	1	1	0	0
536,014	HS	4	G	1	73	0	65
536,015	HG	2	R	0	18	0	18
536,016	TS	1	R	2	0	4	47
536,017	TG	3	R	2	0	4	22
536,018	HS	1	G	0	20	0	20
536,019	HS	1	G	1	0.5	0	0
536,020	HG	3	G	1	6	0	6

Opstilling af ressource typerne for område 536, deres geologiske oprindelse, ressourcevolumener m.m. For videre forklaring se kapitel 8.

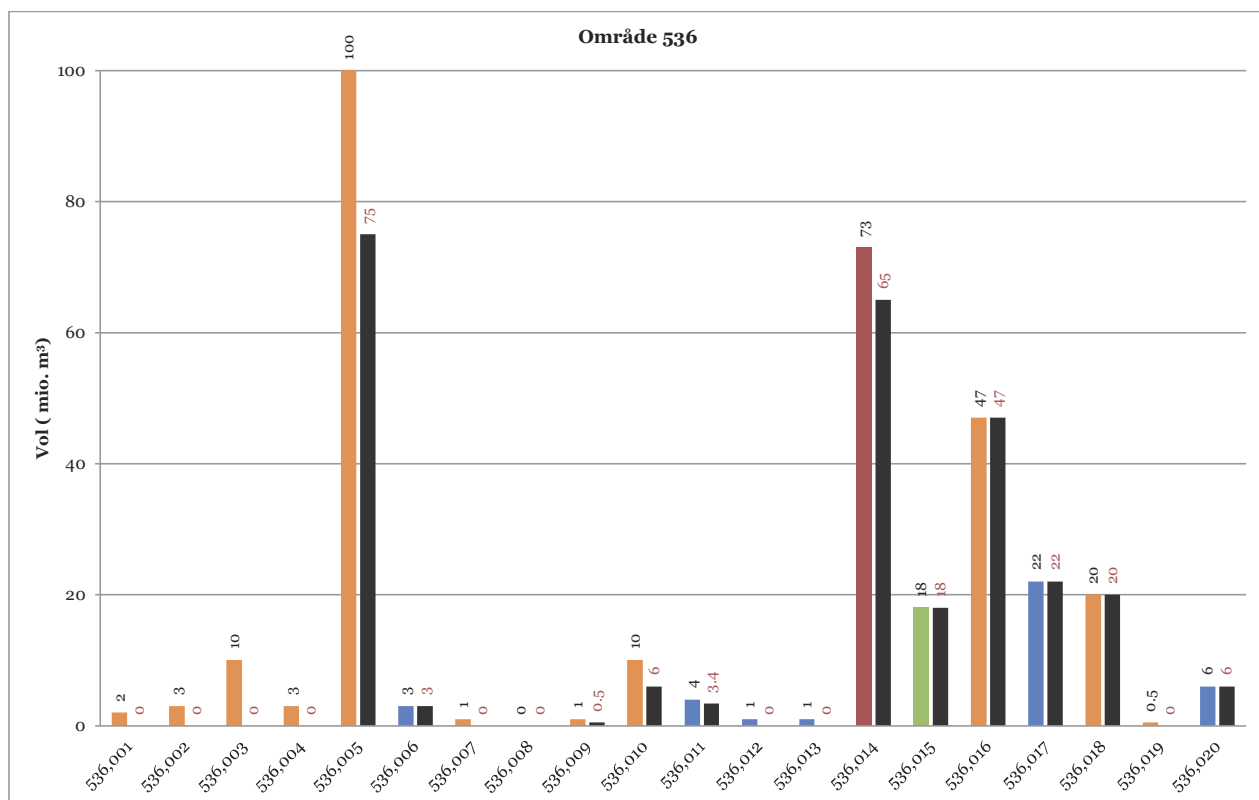
Bilag C: Råstofdiagrammer



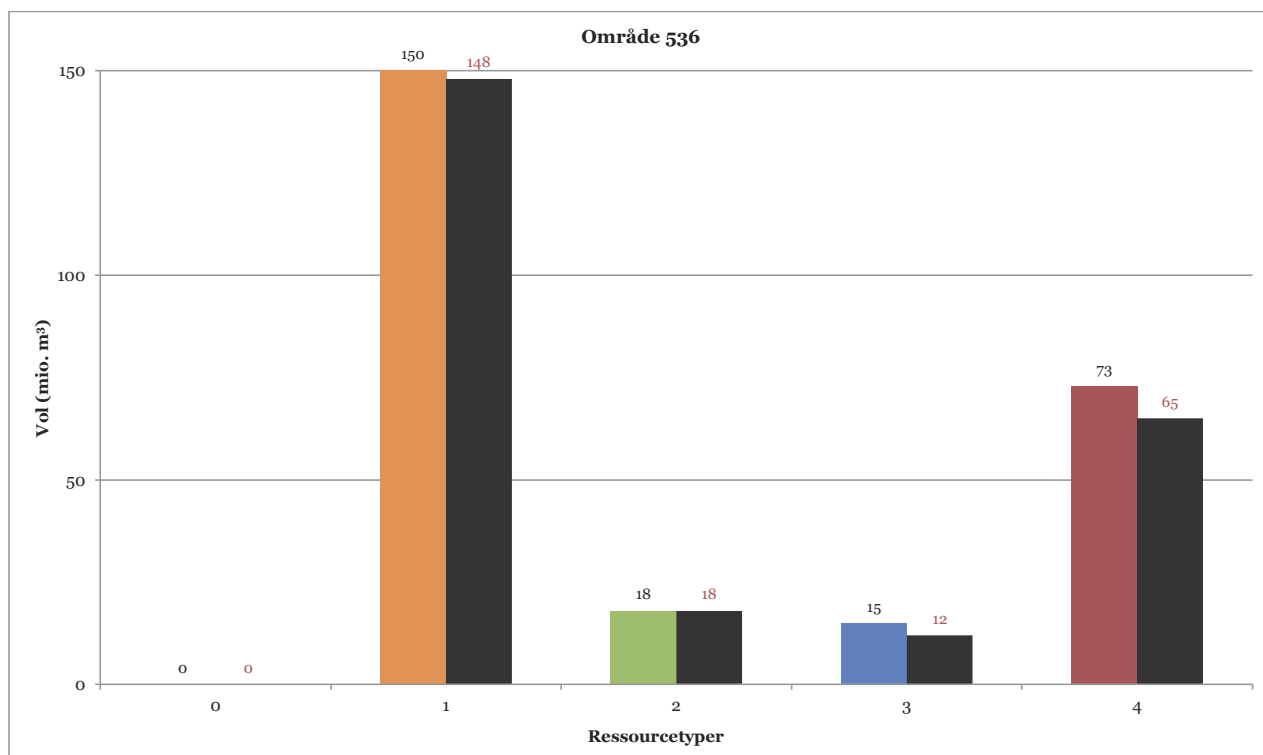
Råstofvolumener fordelt på ressourceområderne i område 530. På grafen er der langs y-aksen angivet mio. m³ ressource, og langs x-aksen er ressourceområderne repræsenteret. Y-aksen er skåret af ved værdien 50 mio. m³ på trods af at ressourcerne i område 530.010 og 530.011 overstiger denne værdi. Farverne indikerer hvilken råstoftype, den enkelte ressource indeholder. Sando – mørkeblå; sand1 - orange; grus2 – grøn. De sorte søjler angiver restvolumen (værdi med rød skrift) efter hensynstagen til ressourcebegrænsninger.



Råstofvolumener fordelt på de forskellige råstof typer: sand 0, sand 1, grus 2, ral 3 og fyldsand 4 i område 530. De sorte søjler angiver restvolumen (værdi med rød skrift) efter hensynstagen til ressourcebegrænsninger.



Råstofvolumener (total/restvolumen) fordelt på ressourceområderne i område 536. På grafen er der langs y-aksen angivet mio. m³ ressource, og langs x-aksen er ressourceområderne repræsenteret. Farverne indikerer hvilken råstofstype, den enkelte ressource indeholder. Sand1 - orange; grus2 - grøn; ral3 - blå; fyldsand 4 - rød. De sorte sidestillede søjler angiver restvolumen (værdi med rød skrift) efter hensynstagen til ressourcebegrænsninger.



Råstofvolumener i område 536 fordelt på de forskellige råstof typer: sand 0, sand 1, grus 2, ral 3 og fyldsand 4. De sorte søjler angiver restvolumen (værdi med rød skrift) efter hensynstagen til ressourcebegrænsninger.