

**Detaljeret bearbejdning af kortlægningsresultater og
oplæg til supplerende kortlægning af de marine
råstofressourcer i områderne Århus Bugt,
Samsø Nordøst, Smålandsfarvandet
og Øresund**

Niels Nørgaard-Pedersen & Danni J. Jensen

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



GEUS

**Detaljeret bearbejdning af kortlægningsresultater
og oplæg til supplerende kortlægning af de marine
råstofressourcer i områderne Århus Bugt,
Samsø Nordøst, Smålandsfarvandet
og Øresund**

Rekvirent: Naturstyrelsen

Niels Nørgaard-Pedersen & Danni J. Jensen

Indhold

1.	Forord	5
2.	Sammenfatning	6
3.	Databaggrund	8
4.	Metoder til opgørelse af ressourcer	9
4.1	Ressourcevurdering.....	9
4.1.1	Seismik	9
4.1.2	Boringer	9
4.1.3	Skibslaster	9
4.1.4	Prøvesugninger	10
4.2	Ressourceklassifikation	10
4.2.1	Ressourcesikkerhed	10
4.2.2	Forekomsttyper	10
4.2.3	Råstofkvaliteter	11
4.2.4	Mængder	12
4.3	Ressourcebegrænsninger	12
4.3.1	Dynd overjord	13
4.3.2	Natura 2000-områder	13
4.3.3	Reserverede områder	13
4.3.4	Minimumsdybde 6 m	13
4.3.5	Fortidsminder	13
4.3.6	Skydeområder og sejlruter	14
4.3.7	Indvindingsområder	14
5.	Mapinfo og database	15
6.	Århus Bugt – område 502	17
6.1	Områdebeskrivelse	17
6.2	Kortlægning og databaggrund	22
6.3	Ressourceforekomster	22
6.4	Ressourcebegrænsninger	31
6.5	Samlet ressourceopgørelse for 502 Århus Bugt	32
6.6	Anbefaling til supplerende kortlægning	33
7.	Samsø Nordøst – område 506	36
7.1	Områdebeskrivelse	36
7.2	Kortlægning og databaggrund	39
7.3	Ressourceforekomster	40
7.4	Moselgrund detailundersøgelse og retolkning	51
7.5	Ressourcebegrænsninger	52
7.6	Samlet ressourceopgørelse for 506 Samsø Nordøst	54
7.7	Anbefaling til supplerende kortlægning	55

8.	Smålandsfarvandet – område 510	57
8.1	Områdebeskrivelse	57
8.2	Kortlægning og databaggrund	61
8.3	Ressourceforekomster	62
8.4	Ressourcebegrænsninger	70
8.5	Samlet ressourceopgørelse for 510 Smålandsfarvandet.....	71
8.6	Anbefaling til supplerende kortlægning	72
9.	Øresund – område 554	74
9.1	Områdebeskrivelse	74
9.2	Kortlægning og databaggrund	78
9.3	Ressourceforekomster	79
9.4	Ressourcebegrænsninger	86
9.5	Samlet ressourceopgørelse for 554 Øresund.....	87
9.6	Anbefaling til supplerende kortlægning	88
10.	Referencer	90
11.	Præsentation af A-3 kortbilag	92
11.1	Bilag A1-A5 (Århus Bugt)	92
11.2	Bilag B1-B5 (Samsø Nordøst)	92
11.3	Bilag C1-C5 (Smålandsfarvandet).....	93
11.4	Bilag D1-D5 (Øresund)	93

1. Forord

GEUS er af Naturstyrelsen blevet bedt om at udføre et projekt vedrørende råstofressourcevurdering i udvalgte farvandsområder i Danmark. Formålet er at gennemføre en detaljeret nybearbejdning og sammenstilling af alle eksisterende oplysninger fra udvalgte forsyningsområder af meget stor betydning for den nuværende og fremtidige forsyning med råstoffer til land og til havområder, samt udarbejde oplæg til supplerende kortlægning.

Nærværende rapport omhandler projektområde Århus Bugt (502), Samsø Nordøst (506), Smålandsfarvandet (510) og Øresund (554), som er vigtige forsyningsområder for forskellige regioner i Danmark. Rapporten er en videreførelse af råstofressourcevurderingen af forskellige delområder, bl.a. området nord for Sjælland (GEUS rapport 2012/101), områderne Køge Bugt, Fakse Bugt og Nord for Fyn (GEUS rapport 2013/24), samt det sydlige Danmark (GEUS rapport 2013/12).

Der er i perioden 1996-1999 foretaget en sammenstilling af de kortlægningsresultater, der var til rådighed på daværende tidspunkt. Der er siden gennemført en lang række videnskabelige undersøgelser, råstofeftersøgningsundersøgelser udført af råstofbranchen og forskellige bygherrer samt omfattende habitat- og råstofkortlægninger udført af Naturstyrelsen i 2010-2012.

De senere års undersøgelser har, udover viden om nye råstofressourcer, givet anledning til at revurdere råstofpotentialet 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.

Datagrundlaget omfatter eksisterende oplysninger fra tekniske rapporter, publicerede kortlægningsrapporter, erhvervets råstofeftersøgningsundersøgelser samt oplysninger om resultater af tidligere og igangværende råstofindvindingsaktiviteter.

2. Sammenfatning

Projektet har sammenbragt ældre regionale råstofopgørelser med nyere data, for at skabe et bedre overblik over den eksisterende viden om råstofressourcerne og datagrundlaget i de forskellige områder. Nærværende rapport omhandler områderne Århus Bugt, Samsø Nordøst, Smålandsfarvandet og Øresund. På basis af gennemgangen, er det forsøgt at udpege delområder, hvor supplerende kortlægning på bedst vis vil kunne fremme planlægning af mulig fremtidig råstofindvinding.

MapInfo® GIS systemet er valgt som præsentationsmedie, for at kunne præsentere relationerne mellem ressourceområderne, datagrundlaget og de begrænsende faktorer. Disse kan kombineres, som man ønsker og de bagvedlæggende data giver mulighed for at anskueliggøre ressourcerne og potentielle ressourcemængder. Naturstyrelsen er MapInfo®-brugere, hvilket sikrer at den digitale del af denne ressourcevurdering kan benyttes i sammenhæng med styrelsens øvrige data. Data er lagret i en sådan struktur, så det er muligt med at overføre disse data i råstofdata-basen, der er under udbygning i et samarbejde mellem Naturstyrelsen og GEUS.

Herunder gives en kort sammenfatning af ressourceforhold i de fire områder og perspektiver m.h.t. nødvendigheden af supplerende kortlægning for at fastlægge de samlede ressourcemængder i de pågældende områder.

Århus Bugt

Ressourcerne i Århus Bugt er knyttet til (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 moræner. De kortlagte ressourceforekomster i Århus Bugt og fordelingen af lasttyper i indvindingsområderne viser, at råstofressourcerne repræsenterer et bredt spektrum af kornstørrelser og kvalitet. Fyldsandsforekomster findes hovedsageligt i den nordlige del af Wulffs Flak, ved Århus Havn og i fællesområdet Fløjstrup Skov. Grovere sedimenttyper bestående af grus og ral findes på Wulffs Flak og i fællesområderne (502-AA) og (502-JA), og stedvist på Mejl Flak Øst (502-EA). Grundet omfanget af de ressourcebegrænsende faktorer i Århus Bugt området, er der ikke mange interessante ressourceområder, som endnu ikke er kortlagt i en tilstrækkelig detaljeringsgrad. Det vurderes dog, at supplerende kortlægning af enkelte ressourceområder vil kunne øge viden og sikkerheden for ressourcemængden i de pågældende områder væsentligt.

Samsø Nordøst

Råstofressourcerne i Samsø Nordøst området består hovedsageligt af fossile kystdannelser og flakudbygning omkring morænebanker. Omkring Moselgrund-Hjelm Banke findes dels senglaciale kystdannelser og dels overliggende og udbyggende Holocæne dannelser. Samsø Nordøst må for en del af områdets vedkommende siges at være intensivt udnyttet, og indvinding af specielt grovere ressourcer som grus og ral har fundet sted over en lang årrække. Indvindingsområderne er placeret på en nord-sydgående korridor mellem Hjelm Banke, Moselgrund, Marthe Flak og Middelflak. I Moselgrund-Hjelm Banke området har kortlægningsindsatsen i de seneste år redefineret udbredelsen af forekomster noget, og de kan således afgrænses med større sikkerhed. Dog er antallet af boringer i forekomsterne stadig meget begrænset og det anbefales, at der suppleres med et større antal boringer Og/eller prøvesugninger indenfor området.

I det mindre intensivt kortlagte område mellem Marthe Flak og Yderflak (begge områder inklusive) findes en del spekulative til sandsynlige forekomster af både holocænt, senglacialt og recent dynamisk materiale. For at skabe et samlet overblik over ressourceforekomster og -mængder indenfor dette potentielle ressourceområde, anbefales det, at der gennemføres et supplerende geofysisk undersøgelsesprogram med efterfølgende boringer.

Smålandsfarvandet

De kortlagte råstofressourcer i Smålandsfarvandet består af senglaciale sandede sedimenter og af marine fossile kystaflejringer. Forekomsterne består af sand 0 og sand 1 ressourcer, men grus indvinding har dog også fundet sted i enkelte områder. Ressourceforekomsterne i Smålandsfarvandet er i høj grad er præget af begrænsende faktorer. Det gælder såvel finkornet overjord og dynd, som dækker størstedelen af de dybereliggende områder, men også Natura 2000-områder, som dækker hele den sydlige del af Smålandsfarvandet, den inderste del af Karrebæksminde Fjord og ved Knudshoved, samt hele den nordvestlige del inklusive Agersø og Omø. De begrænsende faktorer bevirker, at en stor del af ressourcerne i området ikke er tilgængelige og at der generelt ikke er grundlag for videre supplerende kortlægning af området. Enkelte ressourceområder, der ikke i udtalt grad er karakteriseret ved ressourcebegrænsende faktorer, er dog udpeget som potentielle områder, hvor en mindre indsats med supplerende kortlægning vil kunne fastlægge omfanget af ressourcer med større sikkerhed.

Øresund

Ressourceforekomsterne i Øresund er hovedsageligt af typen marine fossile kystaflejringer domineret af fyldssands-forekomster. Forekomsterne, placeret i et bælte på moderat dybde kun få km fra Nordsjællandskysten, ligger indlejret mellem langstrakte morænebanker, karakteriseret ved et varierende dække af residualsegmenter. Kortlægningen af de potentielle ressourceområder i den danske del af Øresund er hovedsageligt baseret på ældre regional kortlægningsindsats. Sammenligningen mellem de klassificerede potentielle råstofområder og lokaliseringen af indvindingslaster og aktive fællesområder i Øresund, viser at rådstofmæssigt interessante forekomster også skal søges i tilstødende arealer, der typisk er klassificeret som residualsegment områder over moræne. Sidstnævnte ressource typer har givetvis en begrænset mægtighed (1-2 m) men også et potentiale for koncentring af grovere råstof typer som grus og ral. På basis af udbredelsen af potentielle råstofområder sammenholdt med øvrige baggrundsdata vurderes det, at det vil være hensigtsmæssigt at foretage en supplerende detaljeret råstofkortlægning af ét større sammenhængende område, der strækker sig fra Nivå Bugt i nord til syd for Skovshoved.

3. Databaggrund

Som baggrundsmateriale for vurderingen af råstofkortlægningen og ressourceområder i områderne Århus Bugt (502), Samsø Nordøst (506), Smålandsfarvandet (510) og Øresund (554) er eksisterende kortlægningsdata anvendt (fig. 1). De regionale områdeundersøgelser og beskrivelser udført af Fredningsstyrelsen i 1980'erne er anvendt og suppleret med ressourceopgørelsen fra 1998: "Evaluerings af sand og grus ressourcer på det danske havområde – Del IV sammenfattende rapport: Tekst og Bilag. GEUS Rapport 1998/129" udfærdiget af Jørn Bo Jensen, GEUS. For Samsø Nordøsts og Smålandsfarvandets vedkommende er råstofforekomster beskrevet i de "Blå Havbundsrapporter": Havbundsundersøgelser, Råstoffer og fredningsinteresser – Samsø Nordøst og Smålandsfarvandet fra 1987, som sammenstiller kortlægningsdata med hensyn til råstoffer, kystprocesser, biologi, arkæologi og vrug.

De råstofmæssige undersøgelser omfatter kortlægning af ressourceområderne ved hjælp af seismisk profilering, borer og overfladeprøvetagning. Ressourceområderne er beskrevet med hensyn til geologisk dannelseshistorie og areal/tykkelsesmæssig vurdering, mægtigheden af eventuel overjord i form af dynd, samt angivelse af generelle sedimentklasser.



Figur 1. Beliggenheden af de fire undersøgte råstofområder Århus Bugt (502), Samsø Nordøst (506), Smålandsfarvandet (510) og Øresund (554).

4. 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

4.1 Ressourcevurdering

4.1.1 Seismik

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

4.1.2 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', da dette er en hjælp til at finde lokaliteter med råstofrelevante data for de geologiske forhold under havbunden.

4.1.3 Skibslaster

Indvindingen er siden 1990 blevet indberettet systematisk af indvindingsindustrien. Skibslaster indeholder oplysninger om indberettede indvindingsdata såsom tidspunkt, position, fartøj, mængde, lasttype (råstof type) osv. Da data ofte repræsenterer slæbesugningsdata vil positionsangivelserne være behæftet med en vis 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.

4.1.4 Prøvesugninger

Data vedrørende ressourcetype 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.

4.2 Ressourceklassifikation

De kortlagte enkelte råstofforekomster er klassificeret med hensyn til ressourcesikkerhed (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.

4.2.1 Ressourcesikkerhed

Ressourcerne er klassificeret efter viden om ressourcesikkerhed og geologiske forekomsttyper. 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 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.

4.2.2 Forekomsttyper

Som en indirekte indikation om ressourcekvaliteten er ressourceområderne forsøgt inddelt i forenklede 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 sorteret 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 høj kvalitetsprodukter såsom betonfremstilling.

En vigtig underkategori af de senglaciale dannelser er, i specielt Østersø området (inklusiv Fakse og Køge Bugt), lakustrine strand/oddedannelser fra perioderne præget af den Baltiske Issø og Ancylus Søen. Kystprocesserne har generelt ført til dannelse af høj kvalitetsressourcer, fuldt sammenlignelige med marine fossile kystdannelser.

- *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. 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 høj kvalitets ressourceområder, 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.

4.2.3 Råstofkvaliteter

De enkelte kortlagte ressourceområders 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 ressourceområde. 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 ressourceområder. I stedet er ressourceområdernes råstof typer (som defineret i det følgende) angivet efter samme retningslinjer, som der kræves af indvindingsfirmaerne ved indberetningen af skibslaster.

Sand o er kortlagte ressourceområder, som ved gennemgang af data anses for uegnet som ressourcer, da sandet er for finkornet eller iblandet for meget silt-ler eller dynd. Denne råstof type

indgår ikke i indvindingsfirmaernes indvindingsskemaer, men er medtaget her for at kunne frasortere underlødige ressourceområder.

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 forekomst 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. 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 smeltevandaflejringer, men fossile strandvoldsdannelser er de mest almindelige til ral indvinding. Marine ralforekomster er ofte af langt bedre kvalitet, da porøs flint og svage klaster er borteroderet eller frasorteret.

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 alkalikiselgel, 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.

4.2.4 Mængder

Ressourceområderne er vurderet med hensyn til arealmæssig udbredelse, og mægtigheden af forekomsterne er angivet, hvor data har været tilgængelige.

4.3 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.

4.3.1 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 aflejningsforhold 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.

4.3.2 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.

4.3.3 Reserverede områder

Reserverede områder dækker f.eks. arealer der er reserveret til vindmølleparker, etc..

4.3.4 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.

4.3.5 Fortidsminder

Fortidsminder i havområdet dækker bopladsområder og vrag (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 koncentreret forekomst af vrag. I disse områder vil råstofindvinding kunne ødelægge

væsentlige kulturarvsfund. Fortidsminder er ikke medtaget i efterfølgende gennemgang af projektområderne.

4.3.6 Skydeområder og sejlruiter

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. Sejlruiter er ligeledes ikke forbudsområder, men alligevel områder hvor indvindingen er forbundet med praktiske og sikkerhedsmæssige problemer. Sejlruiterne er angivet som vist på det anvendte søkort.

4.3.7 Indvindingsområder

I henhold til § 20 i Bekendtgørelse af lov om råstoffer, lovbekendtgørelse nr. 1025 af 20. oktober 2008, med de ændringer der følger af § 34 i lov nr. 1336 af 19. december 2008 og lov nr. 515 af 12. juni 2009, 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.

5. Mapinfo og database

Medfølgende cd indeholder et Mapinfo workspace samt tabel. Til workspace't på medfølgende cd er der i **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** listet en beskrivelse af de forskellige temaer.

Tabel 1. Oversigt over GIS-temaer kategoriseret under forskellige mappe-stier og Mapinfo tab-filer.

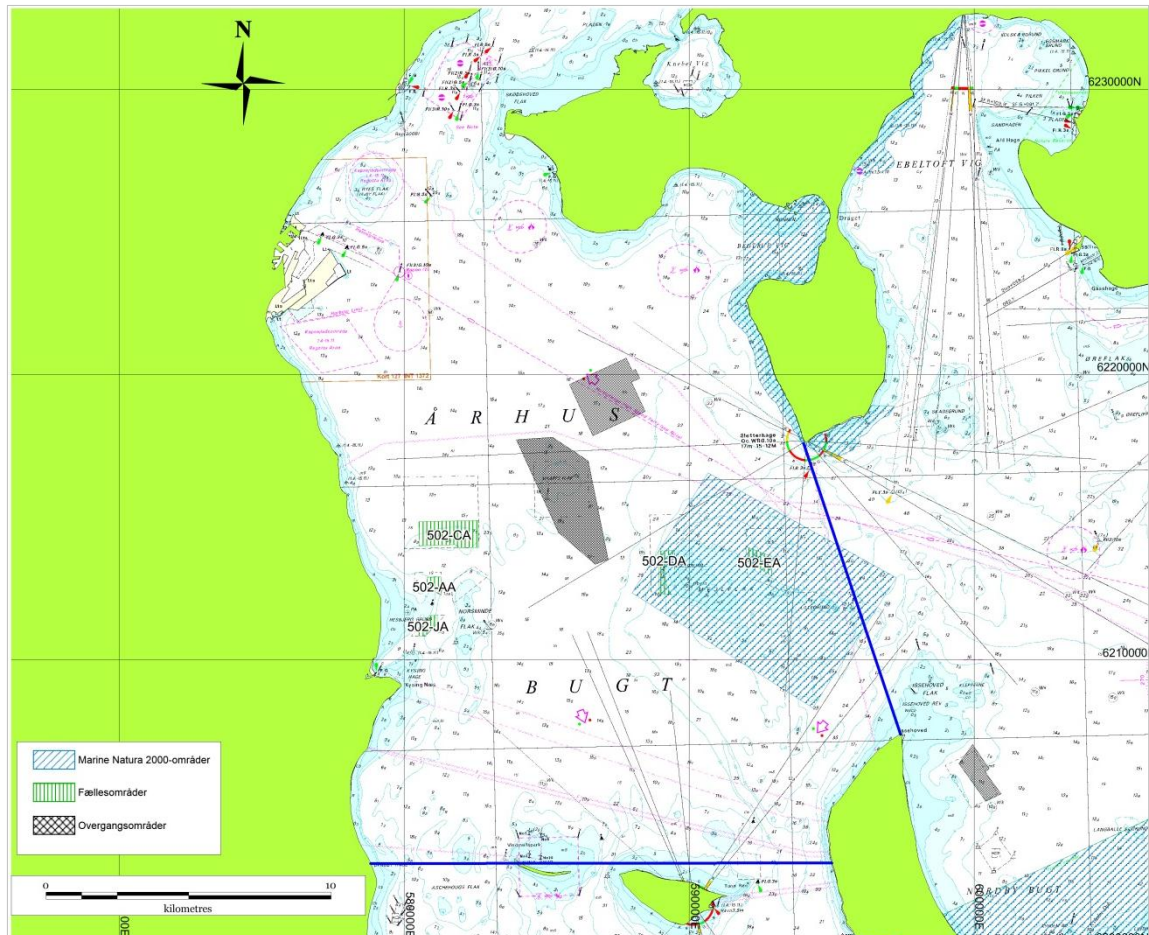
BESKRIVELSE	FIL	STI	TAB-FIL
Søkort	Søkort nr. (f.eks kort 112)	Søkort	Ja
Moræne	Moræne	Sedimenter	Ja
Sand	Sand	Sedimenter	Ja
Sandet dynd	Sandet-dynd	Sedimenter	Ja
Dynd	Dynd	Sedimenter	Ja
Kvartært ler og tørv	Kvartært ler og tørv	Sedimenter	Ja
Sedimentært grundfjeld	Sedim-grundfj	Sedimenter	Ja
Efterforskningsområder	efterforskningstilladelser	Områdepolygoner	Ja
Fællesområder	rashavfaellesomr	Områdepolygoner	Ja
Paragraf 20 tilladelser	Rashavtilladelser20	Områdepolygoner	Ja
Overgangsområder	Rashavtilladelser20 overgang	Områdepolygoner	Ja
Auktionsområder	Rashavtilladelser20 auktion	Områdepolygoner	Ja
Reservationsområder	reservationsomroder	Områdepolygoner	Ja
Projektområdegrænse	PROJGRAE_2013	Områdepolygoner	Ja
Marta sejllinjer	Marta161213	Marta	Ja
Dybdekontur 6 m	Dybde_6m_linie	Begrænsninger	Ja
Dynd/overjord	Finkornet_overjord_dynd	Begrænsninger	Ja
Natura 2000-områder	natura-2000_omraader	Begrænsninger	Ja
Koordinatgrid	Grid_10km omnr (f.eks 510)	Kosmetik	Ja
Landpolygon	KMSKYSTF	Kosmetik	Ja
Sveriges kystlinje	Sverige	Kosmetik	Ja
Marine overfladeprøver	Overfladeprøver_031213	Punktdata	Ja
Marine borerer	Havboringer_031213	Punktdata	Ja
Prøvesandsugninger	Sugeprøver_031213	Punktdata	Ja
Ressourcer 502	502RES_2013	Ressourcer	Ja
Ressourcer 506	506RES_2013	Ressourcer	Ja
Ressourcer 510	510RES_2013	Ressourcer	Ja
Ressourcer 554	554RES_2013	Ressourcer	Ja
Supplerende kortlægning 502	502_suppl_kortlæg	Supplerende kortlægning	Ja
Supplerende kortlægning 506	506_suppl_kortlæg	Supplerende kortlægning	Ja
Supplerende kortlægning 510	510_suppl_kortlæg	Supplerende kortlægning	Ja
Supplerende kortlægning 554	554_suppl_kortlæg	Supplerende kortlægning	Ja

Overfladeprøverne og borerne 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. Desuden er Marta-data (sejllinjer) trukket ind i workspace't via en WMS-funktion, så dette tema altid vil være opdateret.

6. Århus Bugt – område 502

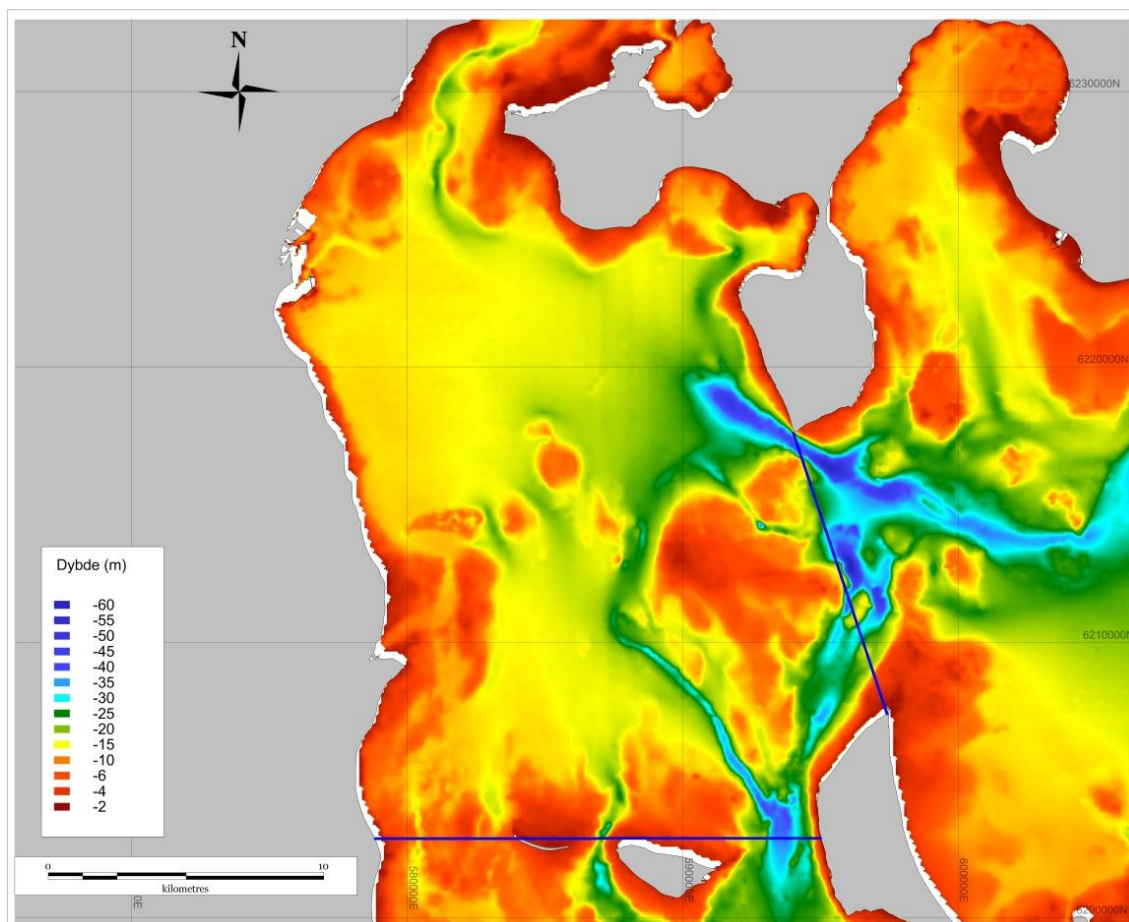
6.1 Områdebeskrivelse

Undersøgelsesområdet omfatter Århus Bugt område 502, der mod øst grænser op til Samsø Nordøst (506) og mod syd til Samsø Vest (516), strækker sig fra Helgenæs' sydspids i nord til nordspidsen af Samsø i syd, og herfra videre mod vest til Saksild Strand syd for Århus. Mod vest og nord afgrænses området af Østjyllands kystlinje (Figur 2).



Figur 2. Oversigt over område 502, Århus Bugt afgrænset af den blå linje. Naturstyrelsens administrative områder er vist med nummerering af fællesområder. Se bilag A1 for stort format.

Størstedelen af Århus Bugt området består af en jævn bundtopografi med en svag hældning mod øst. 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 Mejflak, Wulffs Flak og Norsminde Flak. På toppen af Mejflak 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. Flankererne af moræneøerne Tunø og Tunø Knob strækker sig ligeledes ind over den sydlige del af Århus Bugt området. Århus Bugt har forbindelse til Samsø Bælt og farvandet vest for Samsø, dels gennem lavvandede områder, og dels gennem dybde submarine render mellem Tunø Knob og Tunø, langs Mejl Flaks sydvestflanke og mellem Mejl Flak og Helgenæs. De bundtopografiske forhold i Århus Bugt er præsenteret på bathymetrikortet (Figur 3).

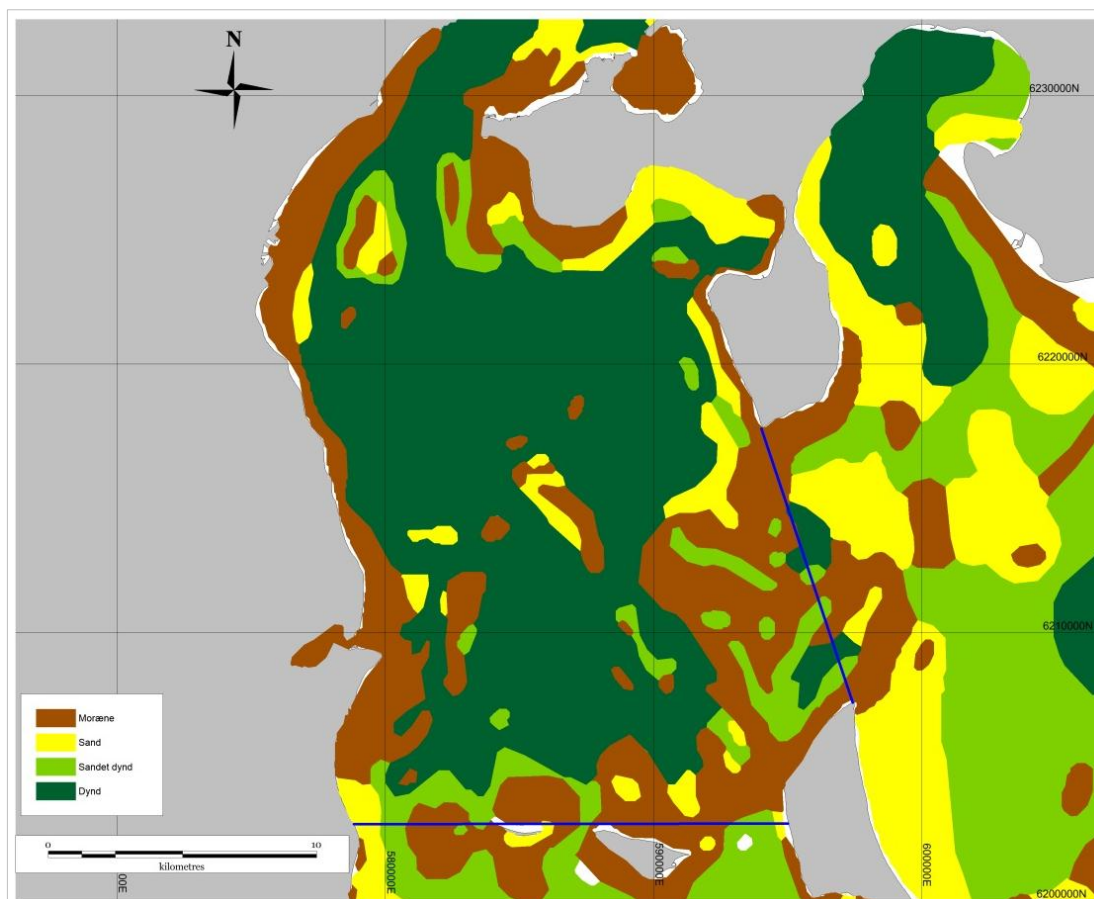


Figur 3. Farvekontureret dybdekort for Århus Bugt området.

Store dele af de indre områder af Århus Bugt er domineret af dyndede aflejringer. Lavereliggende områder langs kysterne og omkring bankerne er domineret af residuersedimenter bestående af stenede og grusede sandaflejringer, hvilket betyder, at moræneleret ligger meget tæt på havbunden. Generelt er der ringe forekomst af sandede aflejringer i Århus Bugt. Dog forekommer der enkelte spredte akkumulationsflak langs flankerne af morænebanker. Sandet optræder, dels som postglaciale akkumulationer, og dels som partielt omlejrrede glaciale og senglaciale sedimenter. Fordelingen af overfladesedimenter er angivet på overfladesedimentkortet (**Figur 4**).

Området omkring Mejlflak samt området ud for vest- og sydkysten af Helgenæs er beskyttede Natura-2000 områder (Figur 2).

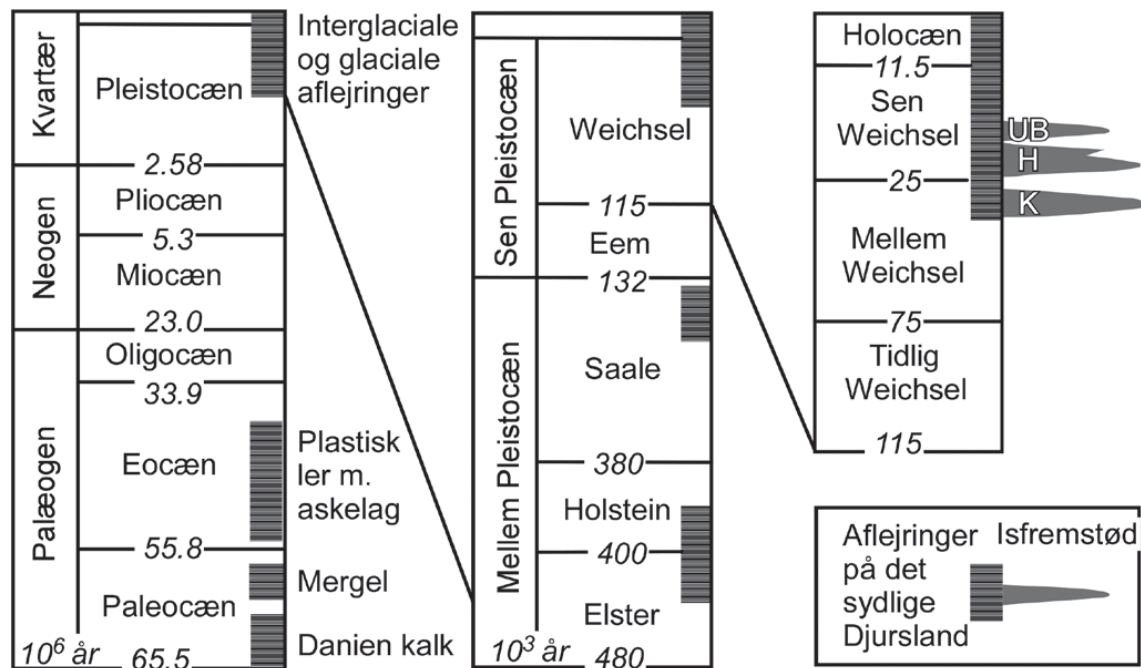
De kvartære aflejringer i Århus Bugt området består af moræneler og smeltevandssedimenter aflejret under flere istider. De glaciale aflejringer er som regel dækket af varierende mængtigheder af senglaciale ler, samt postglaciale, marine sedimenter. De kvartære dannelser er underlejret af tertiære aflejringer. 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 omkring -75 til -100 m i et bredt strøg ind mod Aarhus Bugt (Binzer & Stockmarr, 1994). Prækvartæret i området består af Eocæne aflejringer (Håkansson & Pedersen, 1992).



Figur 4. Fordelingen af overfladesedimenttyper i Århus Bugt området (bilag A3 i stort format). Fra Hermansen og Jensen (2000).

Omkring det sydlige Djursland findes aflejringer fra tre afsnit af Kvartær (**Figur 5**). Det gælder overgangen fra istid til mellemistid, der fandt sted for omkring 400.000 år siden og dækker den sene del af kuldeperioden Elster og begyndelsen af Holstein Mellemistiden (Houmark-Nielsen, 2010). Derpå følger ca. 140.000 år gamle glaciale aflejringer fra slutningen af den efterfølgende Saale istid og efter endnu et tidsrum, hvorfra aflejringer mangler, findes velbevarede lagfølger fra slutningen af sidste istid, Weichsel og store dele af vores nuværende varmetid, Holocæn, et tidsrum der i store træk spænder over de seneste 35.000 år. De kvartære aflejringer findes for de ældres vedkommende som større flager af glaciale og interglaciale dannelser fra Mellem Pleistocæn. Istidsaflejringer fra Yngre Pleistocæn findes både i deres oprindelige position og i foldede og overskudte flager dannet ved gletsjernes tryk og op-presning 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 isfremstødende 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 den såkaldte 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).

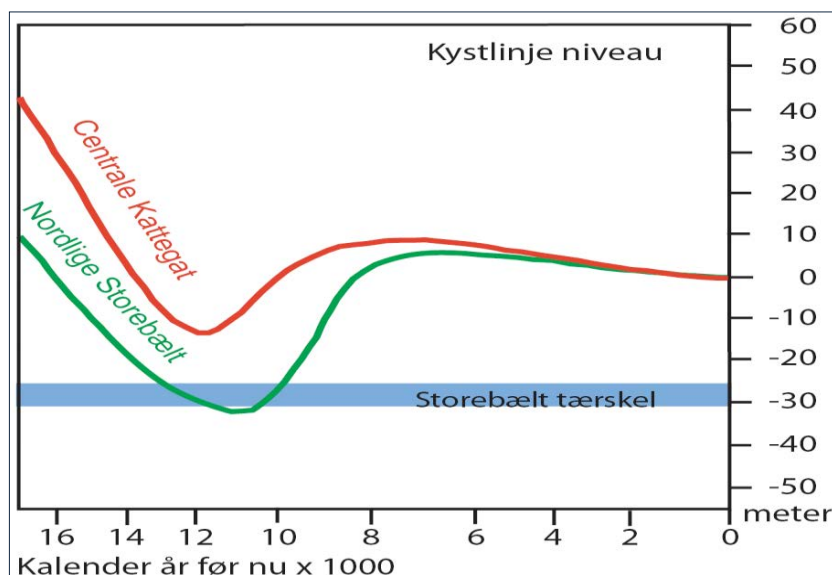


Figur 5. Stratigrafisk oversigtsskema der viser aflejringer og hovedisfremstød i det østlige Jylland/sydlige Djurslandsområde (K: Kattegat Isstrøm, H: Hovedisfremstød, UB:Ungbaltisk Isstrøm). Fra Houmark-Nielsen, 2010.

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 Hovedstilsstandslinjen 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 isrand dødis. Det seneste isfremstød var Bælthavsfremstødet fra sydøst (også kaldet Storebæltisen). 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 Storebæltisen 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 6**), 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 lavninger i det daværende landskab blev der dannet søer og moser, der har medført aflejring af ferskvandsgytje og tørv. Sådanne vådområder har sandsynligvis været ganske udbredte i undersøgelsesområdet og der findes spredte efterladte spor.



Figur 6. Vertikale kystforskydningslinier i det nordlige Storebælt og centrale Kattegat område (Jensen et al., 2010).

Østersøen blev igen gradvist marint i forbindelse med Littorina Transgressionen, hvor Storebælt tærsklen ud for Grenå blev transgrederet for omkring 9500 år siden, og 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 glacial landskab er lavt.

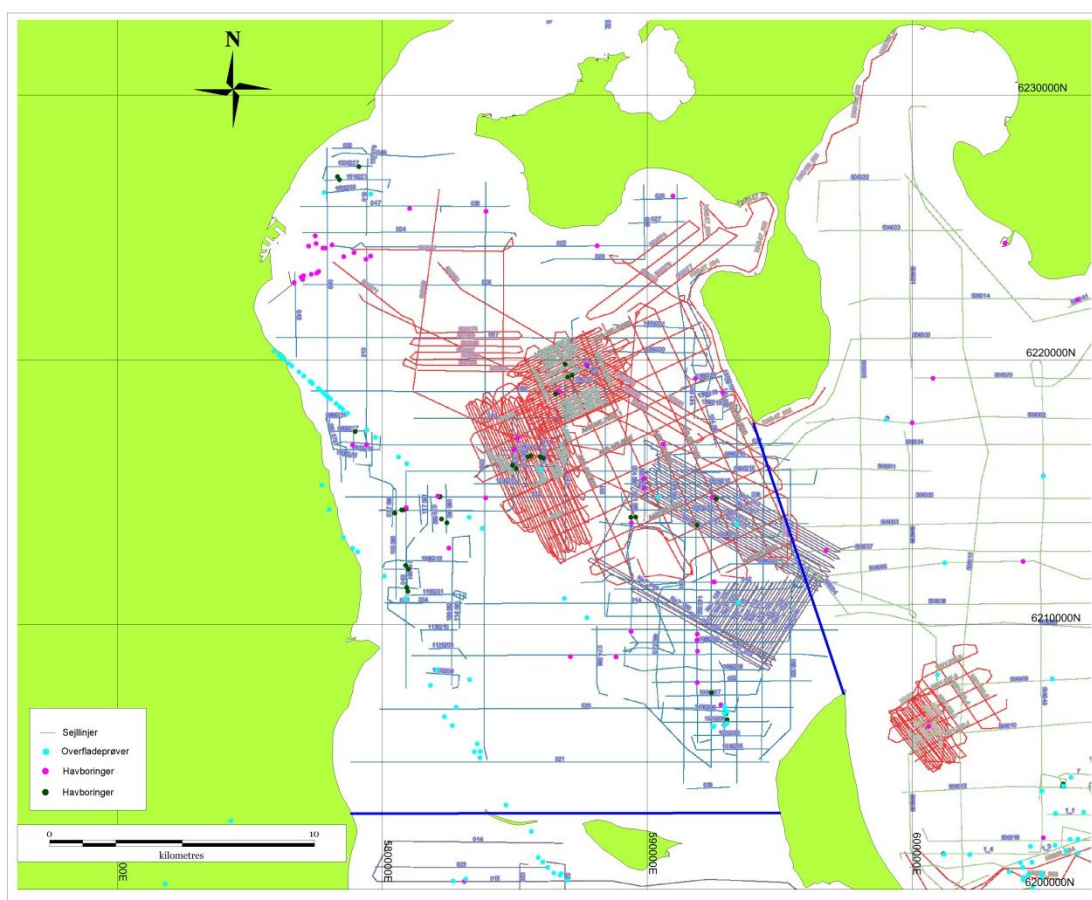
Ressourcerne i Århus Bugt er knyttet til (1) glacial smeltevandssedimenter, som består af fint-groft sand (2) senglacial smeltevands-issøsedimenter, hvor sedimenttyperne varierer fra silt og finsand til groft grus og sten (3) postglacial sediment i form af bassin- og rendeudfyldninger, som består af meget varierende sedimenttyper og (4) postglacial sediment i form af akkumulationsflak, som stedvist består af meget grove sedimenter aflejret på højtliggende underlag af moræner.

6.2 Kortlægning og databaggrund

Århus Bugt området er blevet kortlagt i 1979 i forbindelse med Fredningsstyrelsen/Geoteknisk Instituts råstofkortlægningskampagne (Fredningsstyrelsen, 1984a, 1984b). Kortlægningen herfra ligger stadig til grund for den regionale afgrænsning af mulige ressourceområder, og Århus Bugt indgår ikke i serien af Skov-og Naturstyrelsens blå havbunderapporter.

I forbindelse med Natura-2000 habitatkortlægning i 2011 og 2012 for Naturstyrelsen, blev kystnære dele af Kalø Vig og Begtrup Vig samt Mejl Flak kortlagt af GEUS. I 2011 blev der foretaget detailundersøgelser af GEUS for Rohde Nielsen A/S i Århus Bugt/Wulffs Flak.

Det seismiske net og fordelingen af boringer/overfladeprøver (**Figur 7**) har en varierende dækningsgrad og linjeafstand, med størst dækning omkring habitatområdet Mejlflak og ressourceområdet Wulffs Flak.



Figur 7. Fordelingen af seismiske linjer, boringer, prøvesandsugninger og overfladesedimentprøver i Århus Bugt området (Bilag A2 i stort format).

6.3 Ressourceforekomster

De kendte råstofforekomster og indvindingsområder i Århus Bugt er koncentreret omkring fællesområderne ud for Norsminde; Fløjstrup Skov (502-CA), Hesbjerg Grund (502-AA) og Hesbjerg Grund Syd (502-JA). Derudover er der foregået indvinding i fællesområderne Mejl Flak

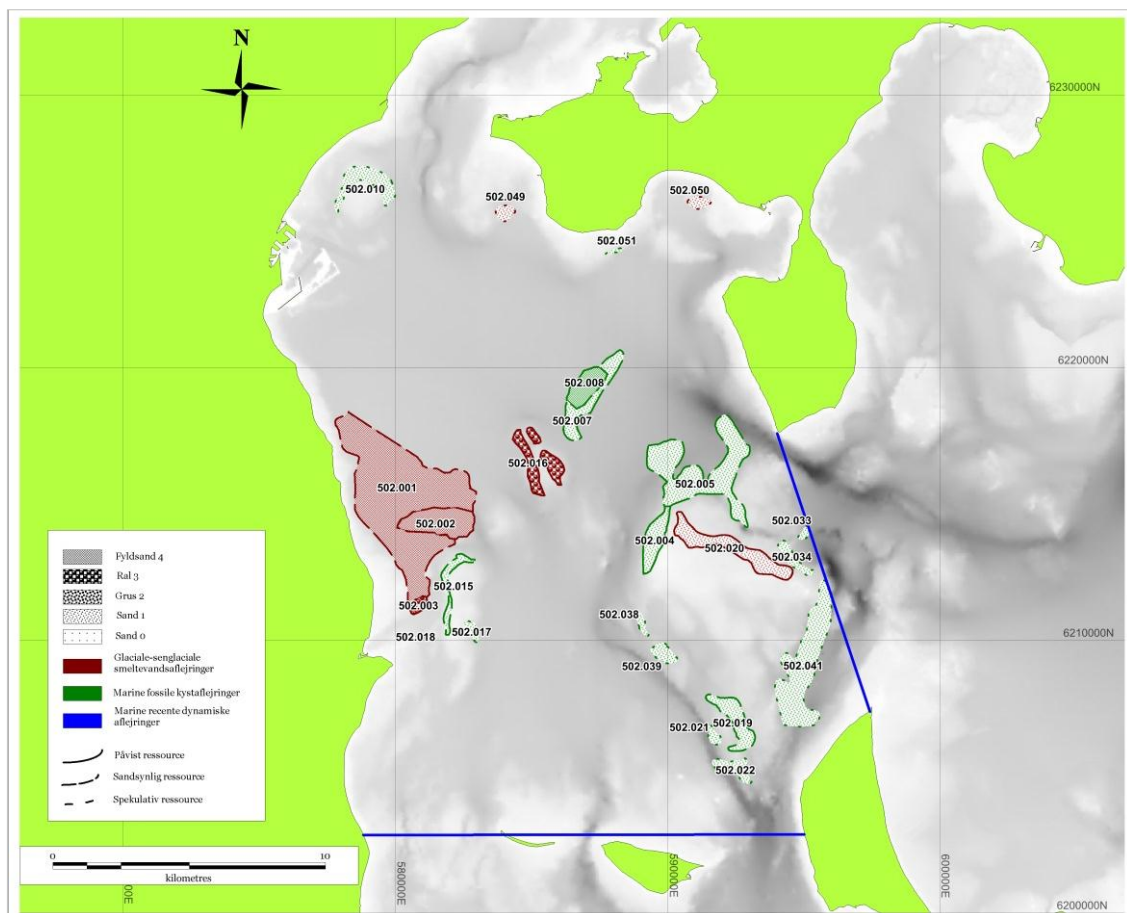
Vest (502-DA) og Mejl Flak Øst (502-EA). Endelig har der fundet indvinding sted i overgangs-områderne ved og på Wulffs Flak samt i Århus Havn området.

De kortlagte ressourceforekomster i Århus Bugt (**Figur 8**) og fordelingen af lasttyper i indvindingsområderne (**Figur 9**) viser, at råstofressourcerne repræsenterer et bredt spektrum af kornstørrelser og kvalitet. Fyldsandsforekomster findes hovedsageligt i den nordlige del af Wulffs Flak, ved Århus Havn og i fællesområdet Fløjstrup Skov. Grovere sedimenttyper bestående af grus og ral findes på Wulffs Flak og i fællesområderne (502-AA) og (502-JA), og stedvist på Mejl Flak Øst (502-EA).

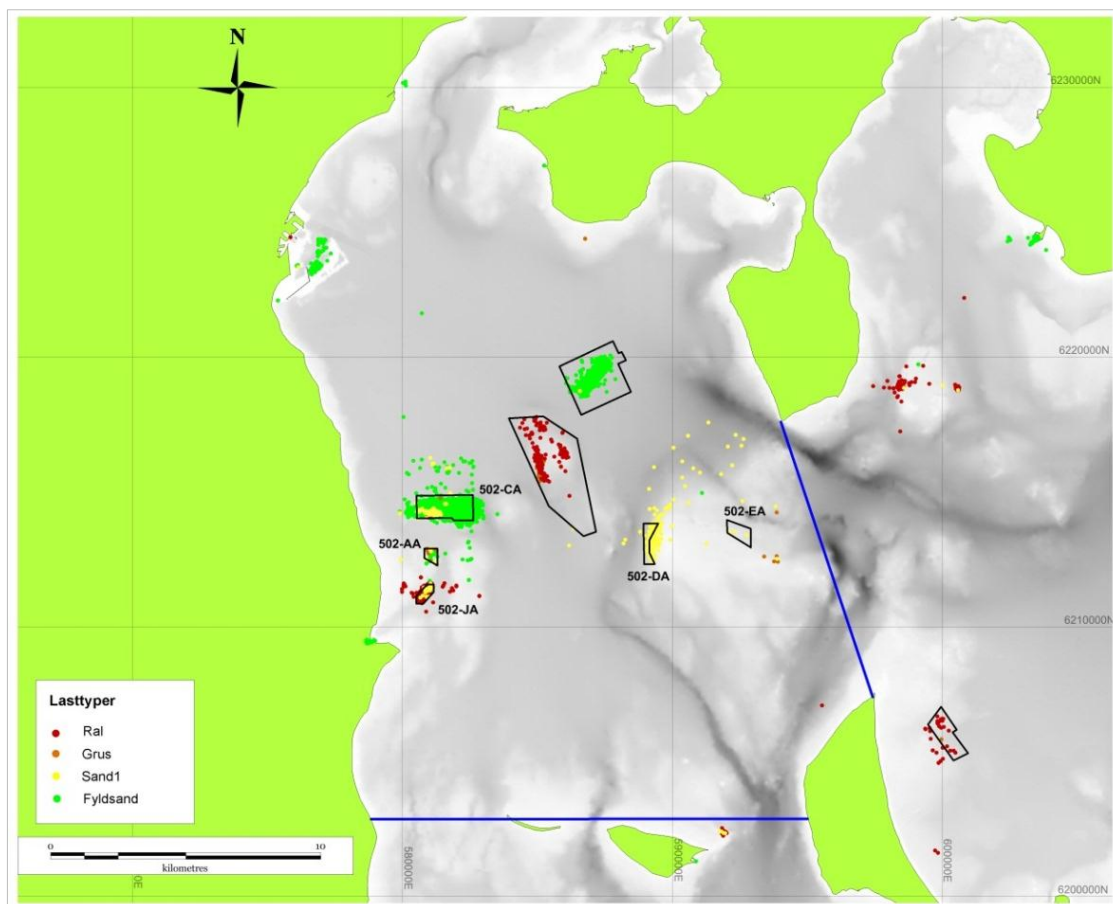
Fordelingen af rapporterede indvindingslaster viser ligeledes placeringen af de råstofmæssige interesseområder. Det ses, at prøvesandpumpningerne er koncentreret omkring de store ressourceområder; i og omkring Wulffs Flak, Mejlflak, Mejlgrund, i fællesområderne vest og nord for Norsminde Flak, Ryes Flak og i området vest for nordspidsen af Samsø.

I Århus Bugt er der både kortlagt påviste, sandsynlige og spekulative ressourcer hovedsageligt af typen fossile marine kystdannelser, men der forekommer også enkelte glacial-senglaciale dannelser f.eks i fællesområderne ud for Norsminde og Wulffs Flak. Langt størstedelen af de kortlagte ressourcer består formodentlig af holocænt marint sand af typen sand1 eller fyldsand. Dog er der ved Wulffs Flak og ud for Norsminde hidtil blevet produceret grus 2 og ral 3.

Baseret på de tidligere havbundsundersøgelser blev ressourceområderne nummeret med seks-cifrede betegnelser (502xxx), og denne inddeling er blevet digitaliseret for GIS brug og videreført i ressourceopgørelsen fra 1997 (Jensen, 1998). Siden da har der ikke fundet mere detaljeret regional kortlægning sted i Århus Bugt området. Kun i mindre områder har kommercielle råstofundersøgelser fundet sted, og disse undersøgelser har ikke ændret væsentligt på den generelle viden om fordelingen af ressourcerne. Boringsdata er i nærværende rapport blevet gennemgået og har dannet basis for en differentiering af de kortlagte råstofforekomster i spekulative, sandsynlige, og påviste ressourcer (**Figur 8**).



Figur 8. Fordelingen af ressourceområder, ressource typer, og ressourcesikkerhed i Århus Bugt området. Se bilag A4 for stort format.



Figur 9. Oversigt over indvindingslasttyper i Århus Bugt området (ultimo 2012).

502.001, 502.002 og 502.003 (Abels Hoved-Ajstrup Strand):

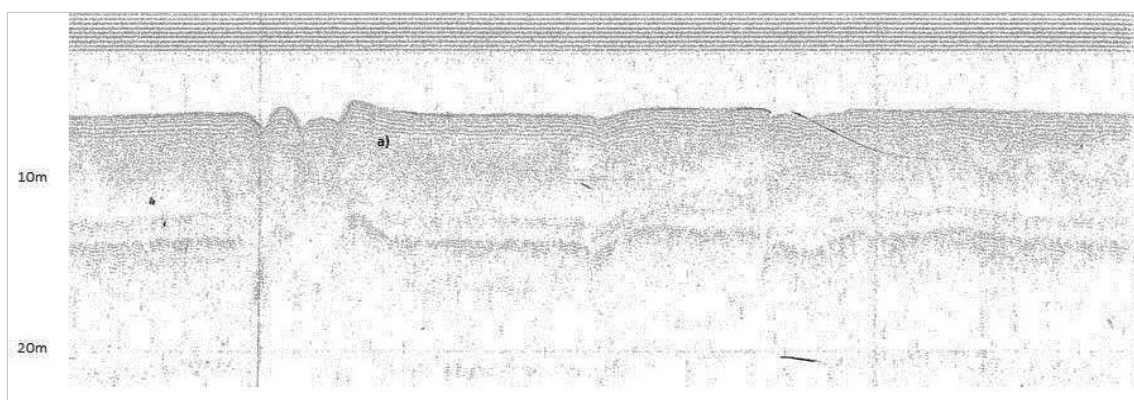
Dette store sandsynlige råstofområde er beliggende langs Jyllands østkyst fra Abels Hoved i nord til Ajstrup Strand i syd. Vanddybderne varierer meget henover området og veksler mellem 4-25 meter. Sedimenterne består typisk af senglaciale smeltevandsaflejringer, som lokalt er omløjrede og udvaskede. Ressourceområdet er lokalt overlejret af tykke forekomster af dynd. Tendensen er, at sedimenterne generelt er grovere i den sydlige del inkluderende fællesområderne (502-AA) og (502-JA).

Der er foretaget indvinding fra primært de tre fællesområder, som hovedsageligt er af typen fyldsand og sand 1. Et par boringer bekræfter, at sedimenterne overvejende består af mellemkornet sand. Boring 561030.26 indikerer således over 9 meter potentiel sandforekomst med overlejring af 1.2 meter overjord. I den nordlige del af ressourceområdet bekræfter enkelte overfladeprøver tilstedeværelsen af sand på havbunden, om end en del af prøverne afslører ler på havbunden. I den sydlige del af ressourceområde 502.001 er der udført 2 prøvesandsugninger, som formodes at have givet en rimelig ydelse, hvor materialet beskrives som groft sand.

I den østlige og centrale del af ressourceområdet på vanddybder mellem 8-25 meter forekommer en påvist del af ressourcen (502.002). Årsagen til at ressourcen karakteriseres som påvist er den store indvinding, der har fundet sted i området samt information om de eksisterende prøvesandpumpninger. Denne ressource består af fint-mellemkornet sand med indslag af grus med lokalt store mægtigheder. Forekomsten er kun stedvist overlejret af et tyndt dyndlag. 2 boringer gennemborer ressourcen, hvor boring 551030.13 indikerer sandmægtigheder på over 5 meter

uden overlejring af dynd. Der har foregået indvinding fra ressourcen, hvor der primært har været produceret fyldsand, dog lokalt grovere sedimenttyper (grus-ral) syd for fællesområde (502-AA). Desuden er der foretaget 9 prøvesandpumpninger i ressourcen, som alle rapporterer sandet materiale, lokalt groft med indslag af grus. Pumpningerne i forekomsten giver lokalt gode ydelser.

I den sydlige del af ressourceområdet i fællesområdet (502-JA) på vanddybder omkring 4-10 meter forekommer en anden påvist ressource, som også er tolket på baggrund af et stort antal laster (502.003; **Figur 10**). Her består sedimenterne overvejende af groft, grusholdigt sand med enkelte sten. Ressourcen er generelt overlejret af et tyndt lag dynd, omend tykkelsen stiger mod øst. Forekomsten er ikke gennemboret af borer og der forefindes heller ingen overfladeprøver. Dog er der udført 2 prøvesandpumpninger i området, der formodentlig har givet gode ydelser, hvor materialet er beskrevet som groft sand og grus. Der har hidtil foregået intensiv indvinding, hvor der stort set kun har været produceret ral 3.



Figur 10. Seismisk profil 502.008, der krydser ressource 502.003 i området omkring Hesbjerg Grund. Forekomsten er angivet med a). På havbunden ses der tydelig spor efter sandsugning.

502.004 + 502.005 (Mejl Flak NV):

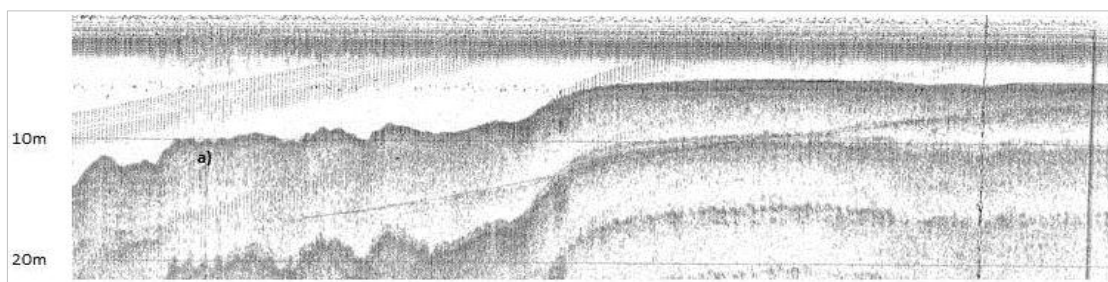
Dette ressourceområde er beliggende langs den nordvestlige flanke af Mejl Flak, fra Mejl Grund i syd til den dybe rende sydvest for Helgenæs i nord. Vanddybderne varierer betragteligt henover området mellem 10 og 40 meter. Dyndaflejringer inden for området er minimale. Ressourceområdet er inddelt i to områder; et påvist ressourceområde og et sandsynligt ressourceområde.

Den sandsynlige del af ressourcen (502.005) strækker sig nordpå op tæt mod Helgenæs. Her varierer vanddybden mellem 10 og 40 meter. Sedimenterne består postglacialt fint til mellemkornet sand med en tendens til grovere sedimenter mod sydøst.

Der er tre borer, som gennemborer ressourceområde 502.005. Boring 561030.14 viser således aflejring af 2,4 meter mellemkornet sand uden overlejring af dynd. I den sydlige del af ressourcen er der ligeledes foretaget to prøvesandsugninger, som har givet en tilfredsstillende ydelse og beskriver et materiale bestående af groft sand.

Den påviste del af ressourcen benævnt 502.004 ligger i den sydvestlige del af området umiddelbart nordvest for Mejl Grund, hvor vanddybden varierer mellem ca. 4 og 18 meter (**Figur 11**). Her består sedimenterne af fint-mellemkornet, postglacialt sand med mægtigheder op til 10 meter. Således indikerer boring 561030.7 forekomst af et 4 meter tykt sandlegeme uden overlej-

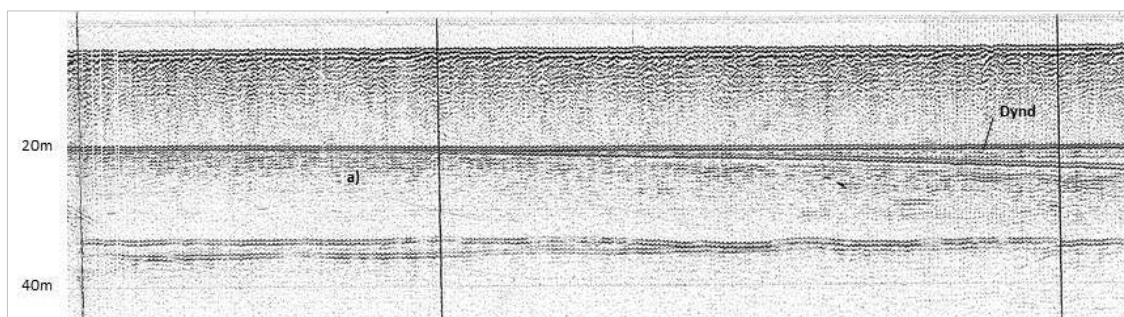
ring af dynd. Analyserne af 2 tilgængelige prøvesandsugninger viser, at ydelsen er god. Der har foregået massiv indvinding i området, hvor der stort set kun er produceret sand 1.



Figur 11. Seismisk profil 502.041, der krydser ressource 502.004 henover flanken af Mejflak. Forekomsten er angivet med a) og ses som en langstrakt kile langs flanken af højtliggende glaciale aflejringer på Mejflak. På havbunden ses der tydelige spor efter sandsugning.

502.007 + 502.008 (Wulffs Flak NØ):

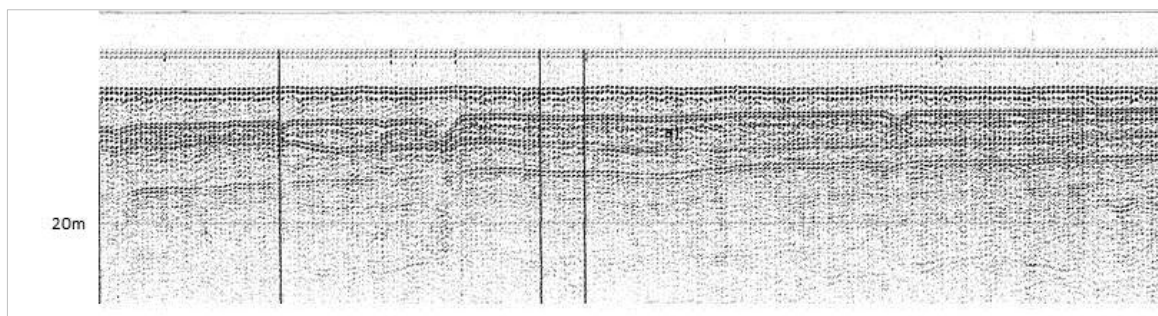
Dette ressourceområde er lokaliseret et par km nordøst for Wulffs Flak i et dyndfrit område, hvor vanddybden er ca. 18 meter (**Figur 12**). Sedimenterne består af postglacialt, mellemkornet sand. Et par borer er tilgængelige fra forekomsten 502.008. Boring 561030.10 viser således 8.5 meter sandforekomst uden overlejring af overjord. Der er foregået betydelig indvindingsaktivitet i området, hvor der hovedsageligt er produceret fyldsand. Dette har reduceret ressourcetykkelsen markant. Den del af området, hvori der er foregået massiv indvinding, tolkes som påvist (502.008). For ressource 502.008 er der desuden udført 6 prøvesandpumpninger, som alle viser moderat til god ydelse. Der findes ingen tilgængelige borer eller overfladeprøver for ressourceområde 502.007.



Figur 12. Seismisk boomer profil 502.132, der krydser ressource 502.007 i området nordøst for Wulffs Flak. Forekomsten er angivet med a) og ses som en barriereø, som i de centrale dele når tæt op mod havbunden. I de omkringliggende områder forekommer der tykke dyndmægtigheder.

502.010 (Ryes Flak):

Dette ressourceområde er lokaliseret ca. 5 km nordøst for Århus ved Ryes Flak (**Figur 13**). Grundet manglende datagrundlag er afgrænsningen af ressourcen usikker og ressourcen må karakteriseres som spekulativ. Vanddybderne i området varierer mellem 5-14 meter og kun tynde aflejringer af dynd er registreret i den nordlige del. Sedimenterne består overvejende af fint-mellemkornet, postglacialt sand. Forekomsten er ikke gennemboret af borer, dog forekommer der to tilgængelige overfladeprøver (561026.1 og 561026.2), som begge bekræfter sand på havbunden.

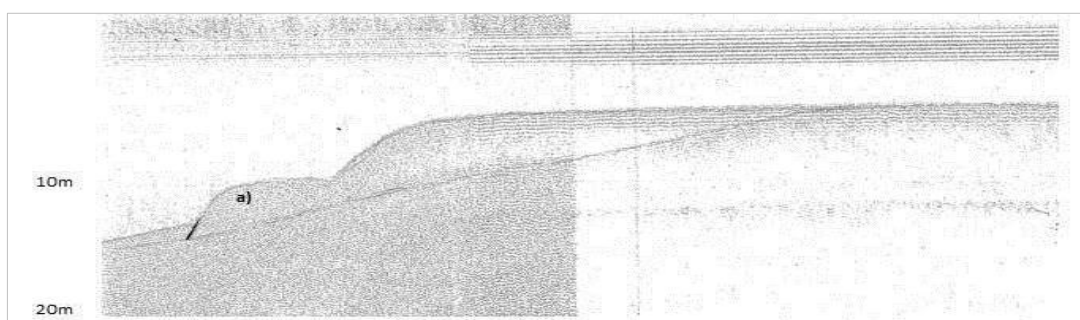


Figur 13. Seismisk boomer profil 502.151, der krydser ressource 502.010 på Ryes Flak. Forekomsten ses som en langstrakt kile oven på glaciale aflejringer, der er højtliggende på Ryes Flak og er angivet med a). Der ses tydelig spor efter sandsugning.

Der er udført 3 prøvesandsugninger på Ryes Flak, som generelt viser en fin ydelse, om end varierende. Materialet er i forbindelse med sugeprøverne beskrevet som fint-mellemkornet sand.

502.015 + 502.017-502.018

Dette ressourceområde er beliggende på vanddybder mellem 3 og 10 m umiddelbart sydvest for ressourceområde 502.001, og er inddelt i tre mindre ressourceenheder (502.015+502.017-502.018C). Sedimenterne består hovedsageligt af postglacialt sand og grus og er overlejret af meget lidt eller ingen overjord. Ressource 502.015 er en sandsynlig ressource, som danner en smal bræmme øst for fællesområderne (502-AA) og (502-JA), **Figur 14**). Der har hidtil været foretaget sporadisk indvinding i området af fyldsand og ral 3. En enkelt boring (561030.6) bekræfter tilstedeværelsen af et sand og grus legeme uden overlejring af dynd. Der er ikke nogen tilgængelige boringer eller prøvetagninger fra ressource 502.017 og 502.018, og grundet den meget begrænsede dækning af seismiske linjer, betegnes disse to ressourcer som værende spekulative.



Figur 14. Seismisk profil 502.108, der krydser ressource 502.015 på Norsminde Flak. Forekomsten er angivet med a og ses som et akkumulationsflak på flanken af Norsminde Flak, der underlejres af senglaciale/glaciale aflejringer.

502.016 (Wulffs Flak):

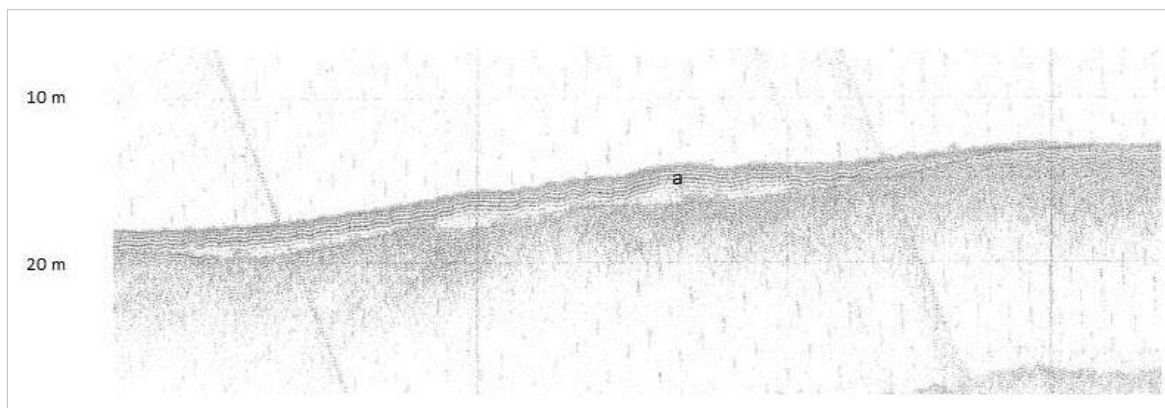
Dette påviste ressourceområde er beliggende på og omkring Wulffs Flak. Der har foregået kraftig indvindingsaktivitet i området, hvor der er blevet produceret store mængder ral 3 og lokalt grus 2. Vanddybden i området varierer mellem 8-16 meter og der er ingen tegn på dyndaflejringer over ressourcen. Sedimenterne består overvejende af glaciale, grusholdigt mellemkornet-groft sand, som har en ringe sorteringsgrad. Store dele af Wulffs Flak er dækket af sandede sedimenter af varierende tykkelser. Ressourcetykkelsen overstiger stedvist 5 meter.

En enkelt boring samt en enkelt prøvetagning er tilgængelig for ressourcen. Begge indikerer sand på havbunden og boringen indikerer en mægtighed af mellemkornet sand på ca. 2 meter.

Der er foretaget 5 prøvesandpumpninger i området, hvor 4 af disse viser en fin ydelse i et materiale, der beskrives som groft sand og grus. I den vestlige del er ydelsen lav grundet tilstedeværelsen af ler.

502.019 + 502.021-502.022 (Mejl Flak S):

Dette ressourceområde er beliggende syd for Mejl Flak et par kilometer øst for nordspidsen af Samsø på vanddybder mellem 12 og 19 meter. Sedimenterne består af postglacialt mellemgrovkornet sand med partier af grus (**Figur 15**). Der er ingen eller ringe forekomster af dynd oven på ressourcen. Således viser boring 551002.15 1,9 meter af mellemkornet sand uden overlejring af dynd. Sedimenttykkelsen formodes gennemsnitslig at være omkring 1-2 meter. Grundet indhold af sten og lerlag må den kommercielle værdi af ressourceområdet formodes at være ringe.



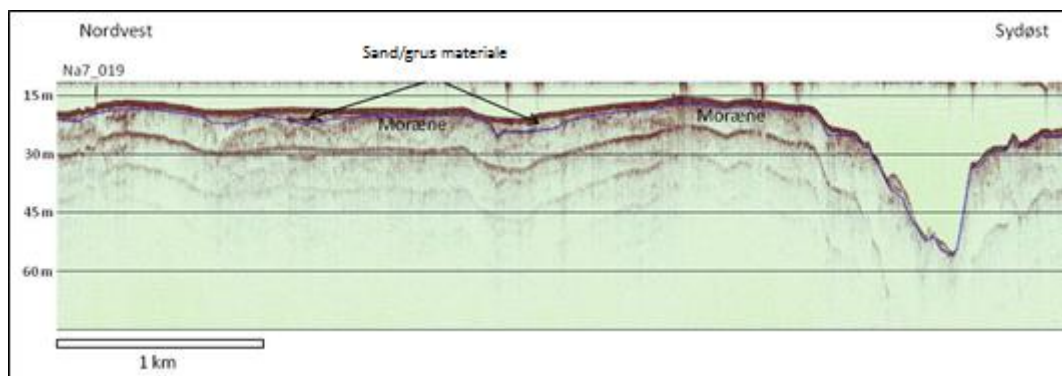
Figur 15. Seismisk profil 502.101 gennem ressource 502.019. Forekomsten ses som en kile oven på glaciære aflejringer og er angivet med a.

Der er foretaget 3 prøvesandsugninger i ressource 502.019, hvor materialet er beskrevet som sand og grus. Dog forekommer der sten og klumper af moræneler, hvilket gør ydelsen ringe.

Ressourceområdet er inddelt i tre mindre ressourcer; 502.019, 502.021 og 502.022. Der er en række boringer og overfladeprøver tilgængelige for ressource 502.019, mens der ingen er tilgængelige for ressource 502.021 og 502.022. Grundet fordelingen af datagrundlaget må 502.019 betegnes som en sandsynlig ressource, mens de to andre klassificeres som spekulative.

502.020 (Lillegrund –Mejlgrund):

To spekulative ressourceområder strækker fra i SØ-NV retning fra Lillegrund i øst til området lidt nord for Mejl Grund i vest og er lokaliseret på 7-12 meter vand (**Figur 16**). Der er ingen eller meget ringe forekomst af dynd/overjord i området. Sedimenterne består af glacialt smeltvandssand og grus. Forekomsten er ikke gennemboret af nogen boringer, men der er udført en enkelt prøvesandsugning, som gav en fin ydelse. Der har hidtil været produceret sand 1 og grus 2 i området.



Figur 16. Seismisk sparker profil gennem Mejl Flak (Linie Na7_019), der krydser de højtliggende dele af flakket. Moræne ses tæt på havbunden. Yngre sand og grus aflejringer ses i lavninger på flakket.

502.033-502.034 (Mejlgrund Ø)

To ressourceområder beliggende på østflanken af Mejlgrund på vanddybder omkring 10-25 meter. Ressourceenhederne formodes at bestå af postglacialt, marint sand af typen sand 1. Der forekommer kun tynde aflejringer af overjord i området. De to ressourceområder er ikke gennemført af boringer og tolkningen er kun baseret på et meget begrænset seismisk datagrundlag.

502.038-502.039 (Mejl Flak SV):

Dette beskedne ressourceområde på den sydvestlige flanke af Mejl Flak, ca. 3 km syd for Mejl Grund, ligger på vanddybder omkring 15-18 meter. Der forekommer dyndaflejringer i området. Sedimenterne formodes at bestå af postglacialt fint-mellemkornet grusholdigt sand. Ressourceområdet er inddelt i to mindre ressourcer; 502.038 og 502.039. Der er ingen tilgængelige boringer eller prøvetagninger fra forekomsterne og grundet den sparsomme mængde af seismiske data samt boringsdata må begge ressourcer antages at være spekulative.

502.041 (Århus Bugt V):

Denne spekulative ressource er beliggende i den vestligste del af Århus Bugt området på vanddybder omkring 15-30 meter. Tolkningen af forekomsten er baseret på et meget begrænset datasæt, hvilket gør den til en spekulativ ressource. Forekomsten er beliggende på vestflanken af dybrenden ud for nordspidsen af Samsø og den elongerede form følger kanalens forløb. Der kunne derfor være tale om et akkumulationsflak bestående af sand 1. Der er ingen tilgængelige boringer eller prøvetagninger for ressourcen. Mængden af dynd/overjord i området antages at være minimalt.

502.049 (Skodshoved S):

Denne forekomst er beliggende ca. 3 km syd for Skodshoved, ca. 1,5 km fra kysten, hvor vanddybden varierer mellem 10-15 meter. Størstedelen af området er dyndfrit. Sedimenterne består af mellem-grovkornet senglacialt sand. Boring 561026.4 viser en mægtighed på over 6 meter groft sand. Grundet det meget begrænsede datagrundlag, må forekomsten betegnes som en spekulativ ressource.

502.050 (Begstrup Vig):

Forekomsten er beliggende midt i Begstrup Vig, blot 1 km fra kysten. Vanddybden i området varierer mellem 9-14 meter. Der forekommer ringe mægtigheder af dynd i området. Sedimenterne, der formodes at være aflejret i et senglacialt dødislandskab, består overvejende af fint-

mellemkornet sand. Boring 561026.5 viser således potentielle mægtigheder på 2-3 meter bestående af fint sand. Grundet det meget begrænsede datagrundlag, må forekomsten betegnes som en spekulativ ressource.

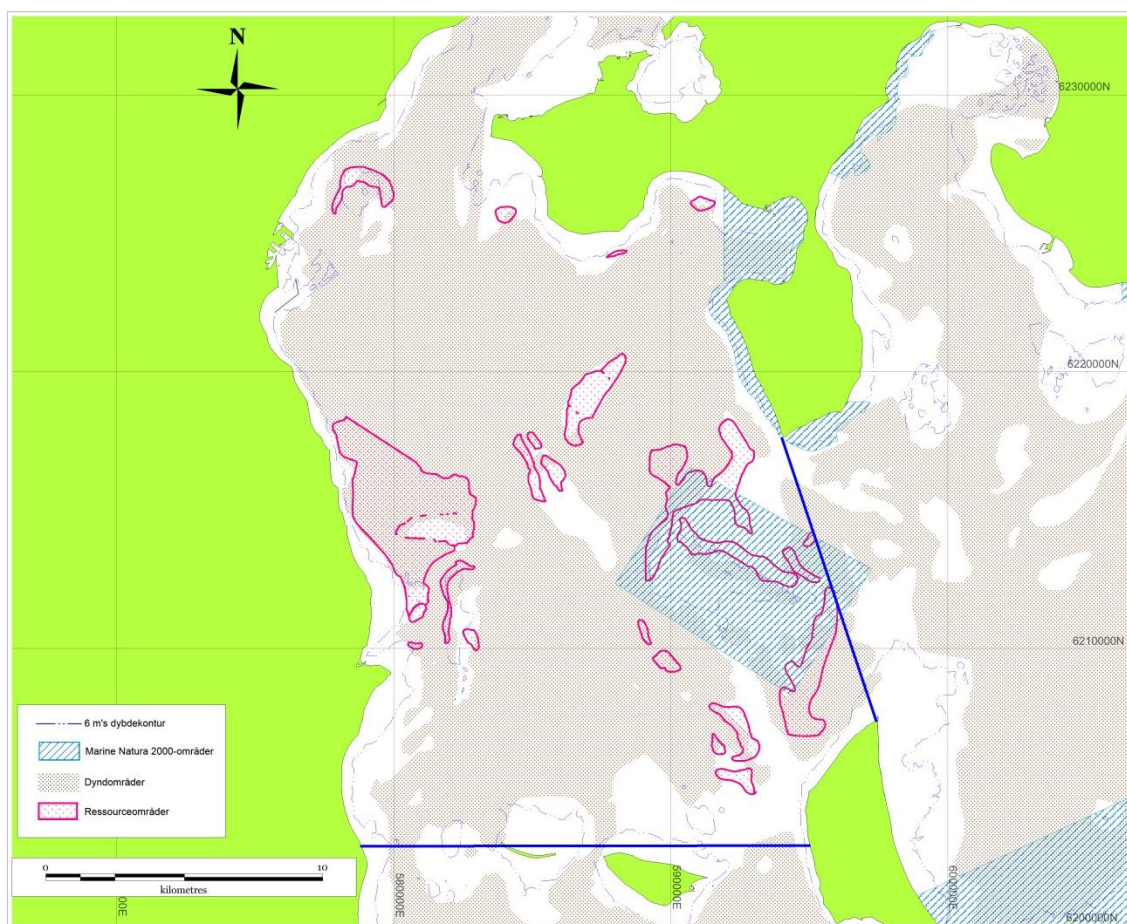
502.051 (Mols Hoved S):

Råstofforekomsten ligger ca. 1 km fra Mols Hoveds sydkyst, hvor vanddybden varierer mellem 9-14 meter. Området er stort set er dyndfrit. Sedimenterne, der formodes at bestå af vekslende sammensætninger af sand og grus, er givetvis aflejret som et postglacialt akkumulationsflak på en svagt hældende moræneflade. Boring 561026.6 bekræfter det varierende indhold af sand og grus med potentielle mægtigheder over 9 meter. Grundet det meget begrænsede datagrundlag, må forekomsten betegnes som en spekulativ ressource.

6.4 Ressourcebegrænsninger

Dyndforekomst er den langt største ressourcebegrænsning i Århus Bugt området (Figur 17). Dyndsedimenterne i Århus Bugt varierer fra svagt dyndholdigt, stedvis sandet, silt og ler til næsten rent dynd. Dyndforekomsterne med en mægtighed på >0.5 m blev oprindeligt kortlagt i forbindelse med den første regionale kortlægning af Århus Bugt området (Fredningsstyrelsen, 1984). Dyndområderne består af et stort sammenhængende område, som overlejrer en del af de kortlagte ressourceområder. Dyndsedimenterne er primært lokaliseret mellem 10 m-kurven og 20 m-kurven på det flade plateau centralt i bugten.

Kun i ganske få områder findes kendte forekomster på <6 m dybde, hvilket bl.a. gælder for Ryes Flak nordøst for Århus (Figur 17). Natura 2000-området ved Mejlflak er en begrænsende faktor for en række ressourceområder bl.a. sandforekomsterne 502.005, 502.020, 502.033-502.034 og delvist 502.041.



6.5 Samlet ressourceopgørelse for 502 Århus Bugt

En stor andel af ressourceområderne er spekulative sand 1 ressourcer. For disse ressourcer gælder det, at råstofvolumenestimeraterne ikke er angivet. Der er i alt lokaliseret 24 ressourceområder i 502 Århus Bugt, der omfatter 6 påviste ressourcer 502.002-502.004, 502.008, 502.016 og 502.020, som alle har stor råstofværdi (Tabel 2). Langt hovedparten af de sandsynlige og påviste ressourcer består af fyldsand og sand 1, dog med undtagelse af ressource 502.003 og 502.016, der består af Ral 3.

Tabel 2. Opstilling af nummererede ressourceområder (RESOMR) for område 502, deres geologiske oprindelse (GEOKODE), ressourcestype (RESTYPE), samt ressourcevolumen (TOTRES).

RESOMR	GEOKODE	RESTYPE	GEOLOGI	SIKKERHED	TOTRES
502.001	TG - TS	4	R	1	18.00
502.002	TG - TS	4	R	2	24.00
502.003	TG - TS	3	R	2	2.00
502.004	HS	1	G	2	2.00
502.005	HS	1	G	1	7.00
502.007	HS	1	G	1	2.00
502.008	HS	4	G	2	3.00
502.010	HS	1	G	0	-
502.015	HS	1	G	1	1.50
502.016	TG - TS	3	R	2	2.00
502.017	HS	1	G	0	-
502.018	HS	1	G	0	-
502.019	HS	1	G	1	2.00
502.020	TS - DS	1	R	2	4.00
502.021	HS	1	G	0	-
502.022	HS	1	G	0	-
502.033	HS	1	G	0	-
502.034	HS	1	G	0	-
502.038	HS	1	G	0	-
502.039	HS	1	G	0	-
502.041	HS	1	G	0	-
502.049	TS	1	R	0	-
502.050	TS	1	R	0	-
502.051	HS	1	G	0	-

De 6 påviste samt de 5 resterende sandsynlige ressourceområder bidrager samlet til 68 mio. m³, hvoraf det skønnes at ca. 45 mio. m³ er fyldsand, 19 mio. m³ er sand 1 og 4 mio. m³ er ral 3.

6.6 anbefaling til supplerende kortlægning

Gennemgang af eksisterende materiale og survey dækning viser, at større dele af Århus Bugt har været og er et aktivt indvindingsområde og deraf dækket af et tæt netværk af seismiske linjer, borer og prøvetagninger. Generelt er områderne omkring Mejlflak, Mejlgrund og Wulffs Flak opmålt i høj detaljegrad. Grundet de mange ressourcebegrænsende faktorer i Århus Bugt området, er der ikke mange yderligere ressourceområder, som endnu ikke er kortlagt i en tilstrækkelig høj detaljeringsgrad.

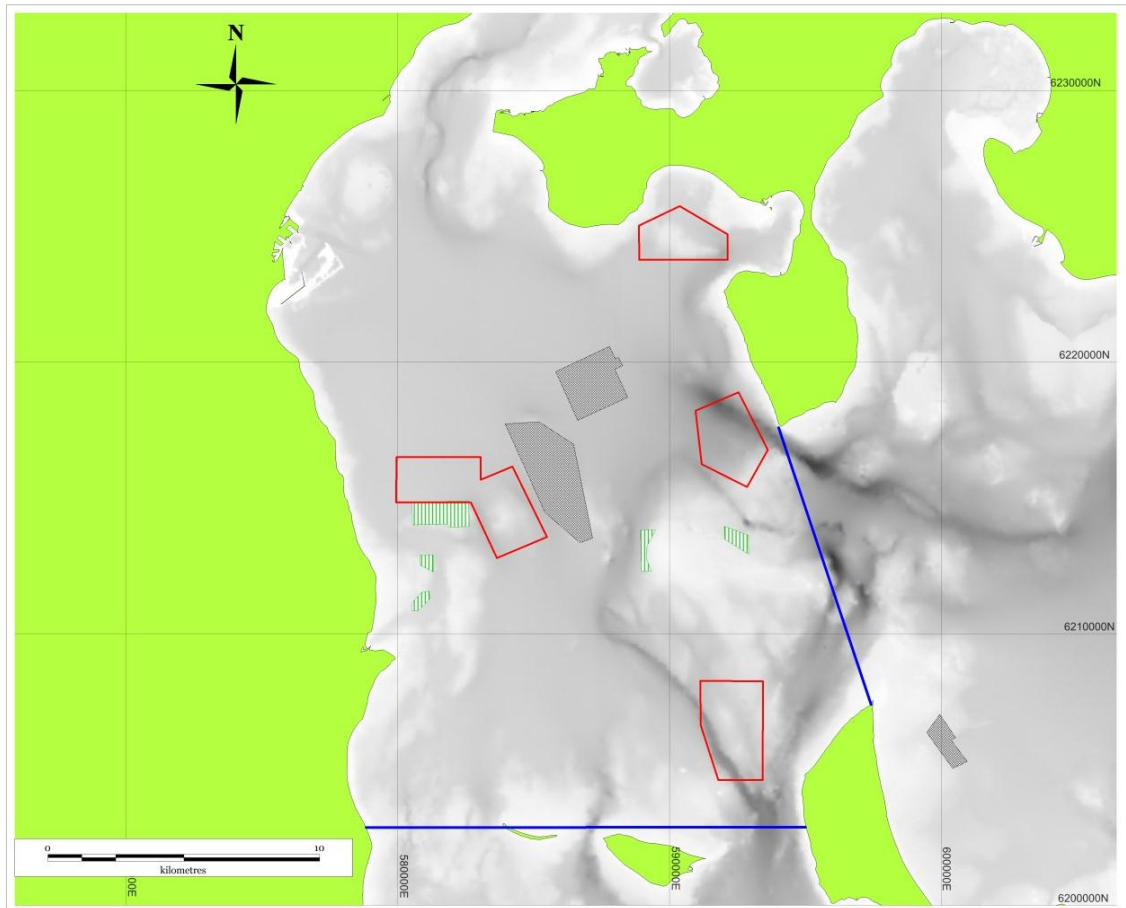
Det vurderes dog, at yderligere dataindsamling vil kunne optimere tolkningen af den nordlige del af ressourceområde 502.005 (**Figur 18**). Det skal ses i lyset af, at kun den sydlige del af ressourcen er beskrevet gennem borer, prøvesandsugninger og overfladeprøver. For at øge

evidensen af ressourcens udbredelse og kvalitet, foreslås 10-15 boringer i området mellem Helgenæs og den nordlige afgrænsningen af Natura 2000-området.

En række sugeprøver samt overfladeprøvetagninger viser tilstedeværelsen af ressourceområde 502.019 vest for nordspidsen af Samsø. Ressourcen er interessant, da der ikke forekommer nogen begrænsende faktorer af betydning i området. Det der trækker ned i forhold til den erhvervsmæssige interesse er de ringe ydelser, der er observeret i prøvesandsugningerne. Ressource 502.019 ligger i et område, hvor der kunne være behov for et større datagrundlag til at afdække eksistensen af de spekulative og sandsynlige forekomster, om end de ikke umiddelbart udgør en større råstofmæssig ressourcemængde.

Et andet område, hvor der kunne være brug for en større detaljeringsgrad af data, er området nord for fællesområde 502-CA (**Figur 18**). Den præcise udbredelse af ressource 502.001 er usikker, om end det er sikkert, at kvaliteten er sand 1. Udfordringen for det nævnte område, er de store mægtigheder af finkornet overjord og dynd som lokalt er meget tykke. For at øge evidensen af ressourcens udbredelse, foreslås 10-15 boringer i området nord for fællesområdet 502-CA.

På baggrund af bathymetri data, vurderes det, at der er potentiale for at lokalisere nye råstofforekomster i flakområdet sydvest for Wulfs Flak samt flakområdet i Begstrup Vig (**Figur 18**). Disse to områder kan have høj erhvervsmæssig interesse, da de ikke er påvirket af nogen ressourcebegrænsende faktorer og ligger meget tæt på Århus Havn. Begge flakområder fremstår som markante anomalier på havbundskortet, og er ikke blevet kortlagt i nævneværdig grad. En enkelt boring (561030.5) viser 3,3 meter sand på toppen af knolden sydvest for Wulffs Flak. I første omgang foreslås feltundersøgelser med ca. 10-15 boringer for hvert flakområde. Efterfølgende kan det blive nødvendigt med et tæt grid af seismiske data.



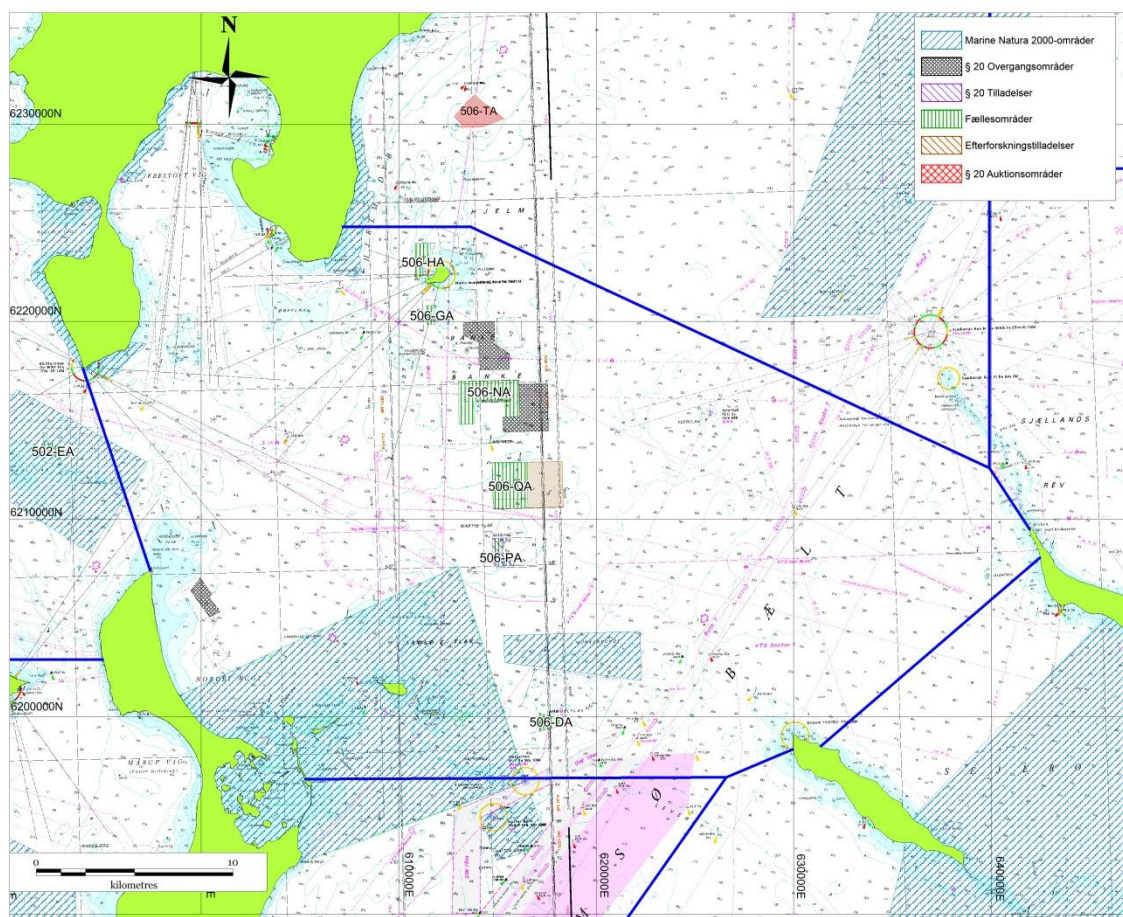
Figur 18. Områder i Århus Bugt (markeret med rød ramme), hvor det anbefales, at der foretages supplerende kortlægning. Fællesområder er angivet med grøn skravering og overgangsområder med grå skravering.

7. Samsø Nordøst – område 506

7.1 Områdebeskrivelse

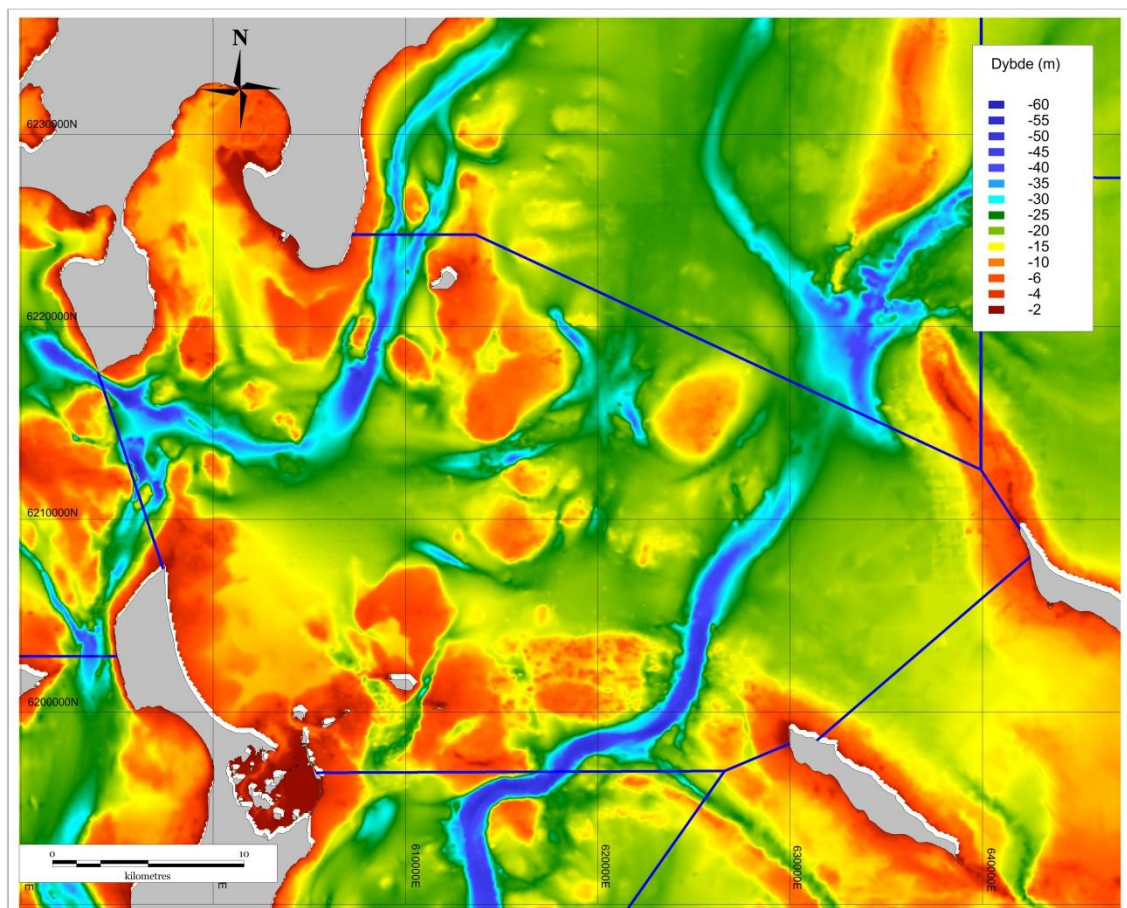
Undersøgelsesområde Samsø Nordøst (506) strækker sig fra sydspidsen af Djursland ved Ebeltoft mod sydøst til Gniben på Sjællands Odde, og heraf videre mod sydvest til nordspidsen af Sejerø. Afgrænsningen går herefter i vestlig retning til Stavns Fjord og videre mod nord via nordspidsen af Samsø til Helgenæs. Samsø Nordøst (506) grænser således op til undersøgelsesområderne Grenå (518), Samsø Øst (504), Sejerø Bugt (522) og Sjællands Rev (536) (**Figur 19**

Bundtopografien er generelt meget varierende henover Samsø Nordøst området (**Figur 20**). Overordnet er området domineret af vekslen mellem flade dyndede-finsand områder, dybe render og højtliggende morænegrunde. I den vestlige del af området ud for Sejerø Bugten er bundtopografien flad og bestående af mudderområder i dybder omkring 15-20 meter. Lignende mudderflader i samme dybder forekommer i de centrale dele af undersøgelsesområdet. Disse områder separeres af den dybe Storebæltsrende, der er særligt fremtrædende i den sydlige del af området, med dybder der overstiger 50 meter. Der forekommer ligeledes markante render med dybder lokalt over 50 meter i den nordvestlige del af området syd for Djursland.



Figur 19. Oversigt over område 506, Samsø Nordøst, afgrænset af den blå linie. Naturstyrelsens administrative områder er vist. Se bilag B1 for stort format.

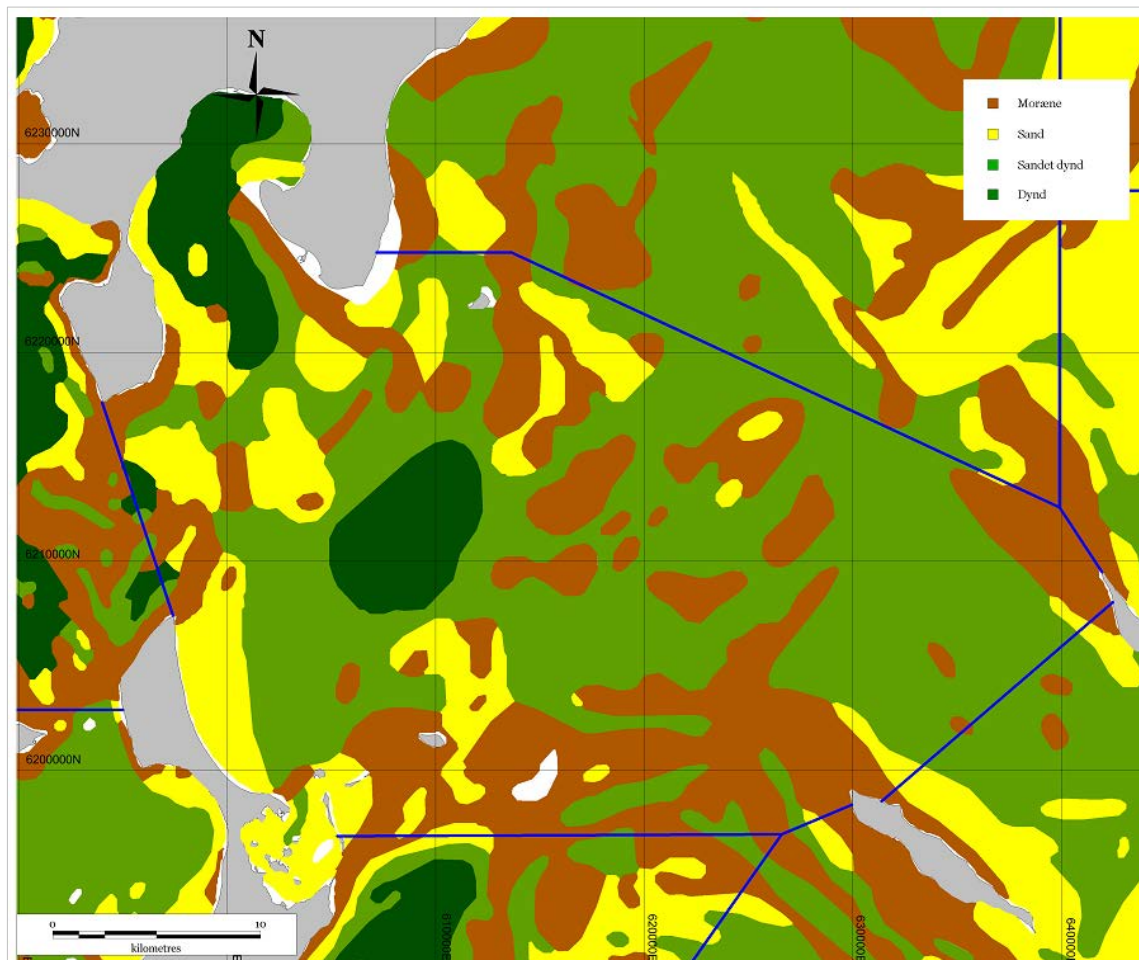
I den sydlige del findes en række højtliggende morænegrunde bl.a. Middelflak, Munkegrunde og Lindholm Flak. Af andre markante morænegrunde kan nævnes Yderflak og Vejrø Flak, som begge ligger i de centrale dele af Samsø Nordøst området. Desuden forekommer en række markante morænebakker i den nordvestlige del bl.a. Skadegrund, Øreflak, Hjelm Banke, Moselgrund og Issehoved Flak. Generelt gælder det, vanddybderne for morænegrundene er 10-20 meter over den omgivende havbund. Den lavvandede sydvestlige del af området omkring Stavns Fjord og Vejrø står under Natura-2000 beskyttelse. Området omkring Munkegrunde øst for Vejrø Flak samt sydspidsen af Helgenæs er ligeledes beskyttede Natura-2000 områder.



Figur 20. Farvekoteret dybdekort for Samsø Nordøst området.

Overfladesedimentfordelingen i området er præget af en vekslen mellem dyndet sand (typisk på større dybde) og morænebund/residual sedimentområder på især de højtliggende banker (**Figur 21**). I den østlige del som f.eks. Nordsamsø's østkyst ses også større sammenhængende områder præget af sandbund. Desuden findes enkelte sandede akkumulationsflak på flankerne af morænebankerne, samt enkelte sandaflejringer i strømrønderne syd for Djursland. Mange steder forekommer der stenede og grusede residualsedimenter tæt på havbunden og denne type aflejring er associeret med moræneaflejringer tæt ved havbunden. Den sydlige del af området mellem Sejerø og Samsø er især domineret af denne aflejringstype. Regulært dynd findes kun i Ebeltoft Vig og på en dybereliggende flade nord for Vejrø Flak. I den vestlige del af området dominerer sandet dynd på vanddybder større end 10 meter, mens det i den østlige del dominerer havbunden ved dybder på 15-20 meter.

De glaciale råstof-forekomsttyper, der forefindes i området, er dels smeltevandsaflejringer afsat foran isranden i de sidste stadier af glaciationen under sidste istid, og dels marine kystdannelser afsat henholdsvis i senglacial tid og i Holocæn. Smeltevandsaflejringer bestående af smeltevandssand og grusaflejringer, indeholder typisk en stor mængde kalk. Materialet, der forekommer i de marine forekomsttyper, er oftest dannet ved erosion af de glaciale aflejringer langs kysten eller på havbunden. På baggrund af erosionen dannes abrasionsflak, som består af restsedimenter; sten, sand og grus. Disse forefindes typisk langs flankerne af morænebankerne.



Figur 21. Oversigt over overfladesedimentfordeling i Samsø Nordøst området. Fra Hermansen og Jensen, 2000. Se bilag B3 for stort format.

Den geologiske udvikling og de geologiske dannelser i Samsø Nordøst området er i høj grad analog til de deltaljeret beskrevne forhold i det tilstødende Århus Bugt område (afsnit 6.1), og her skal derfor kun kort nævnes enkelte specielle forhold.

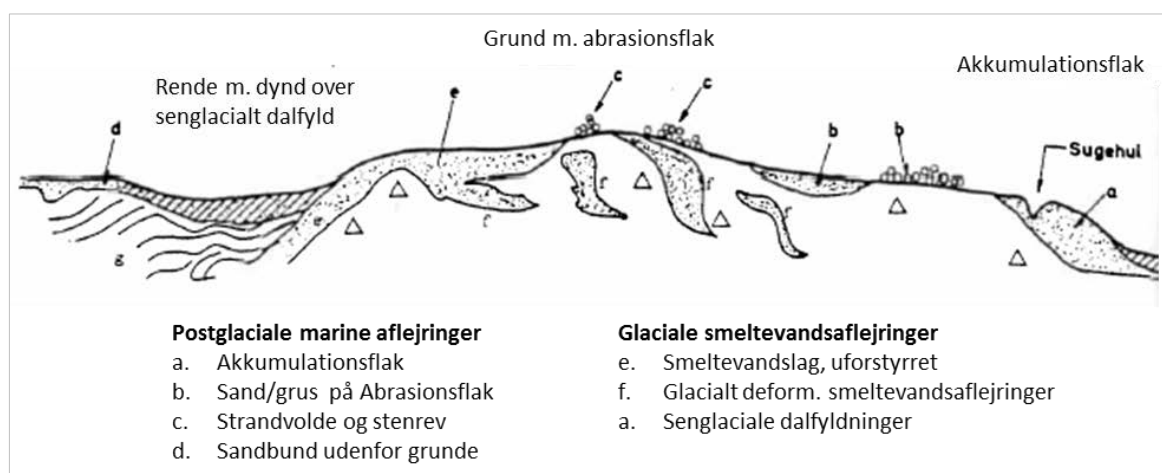
De Kvartære toplags tykkelse er i høj grad styret af de Prækvartære lags højdeforhold spændene fra få tital meters tykkelse til op mod 100 m i de dybere dele, i lokale tektoniske fordybninger og dale (Jensen et al., 2010). Prækvartæroverfladen er dybereliggende omkring -75 til -100 m under Storebælstrenden og i et strøg ind mod Aarhus Bugt (Binzer & Stockmarr, 1994). I Vejro Flak og Hjelm Banke-Ebeltoft Vig områderne ligger prækvartæroverfladen relativt højt (få tital meter under DNN). Prækvartæret i området nordøst for Samsø består af Eocæn og sen Paleocæn ler- og mergelaflejringer (Håkansson & Pedersen, 1992).

I Samsø Nordøst området er der kortlagt et større antal spekulative og sandsynlige ressourceområder. Vejrø flak området, der tidligt blev undersøgt og etableret som et større potentielt ressourceområde, er nu i stor udstrækning udlagt som Natura-2000 område. Efterforskning og indvinding har i de seneste år hovedsageligt koncentreret sig om et nord-syd gående strøg mellem Hjelm Banke, Moselgrund og Marthe Flak. Fossile marine kystdannelser (både Holocæne og senglaciale) er den hyppigste aflejringstype i området. Dog forekommer der enkelte eksempler på senglaciale smeltevandsdannelser og dynamiske marine aflejringstyper ud mod Storebælt.

Lokaliseringen af råstoffressourcerne i området er hovedsageligt betinget af erosion af moræne banker og sortering og aflejring i form af kystdannelser og flakudbygning, dels i senglacial tid umiddelbart efter at isen trak sig tilbage, og dels i Holocæn hvor fornyet erosion og kystdannelse fandt sted (smgl. **Figur 22**).

Ressourcerne i Samsø Nordøst området kan således genetisk inddeles i:

- Kystdannelser afsat i senglaciertid umiddelbart efter at isen trak sig tilbage
- Kystdannelser afsat i Holocæn som flak og strand/oddedannelser i forbindelse med Littorinahavets transgression
- Residual sedimenter/dynamiske sedimenter opkoncentreret på højtliggende moræneflader



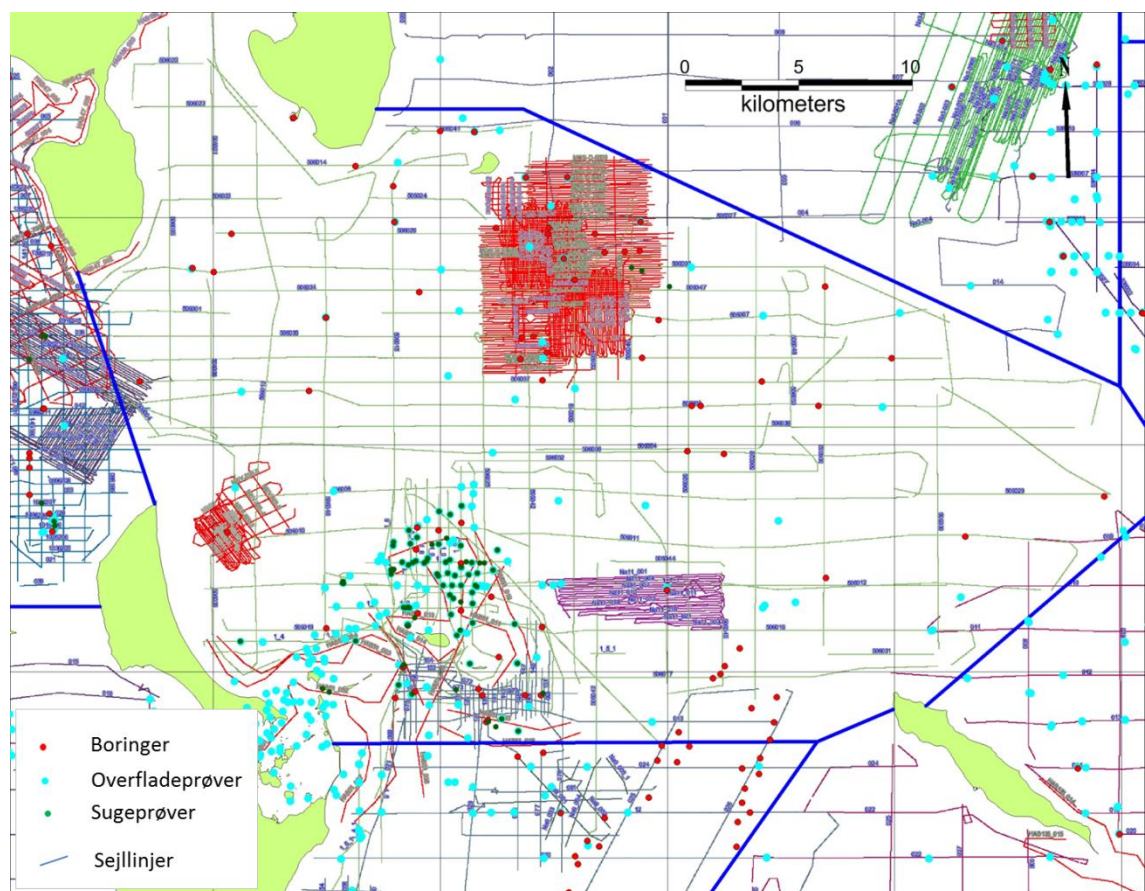
Figur 22. Model for aflejringstyper af råstofforekomster i Samsø Nordøst området (Efter: Skov- og Naturstyrelsen, 1987).

7.2 Kortlægning og databaggrund

Samsø Nordøst området blev systematisk kortlagt i forbindelse med Fredningsstyrelsens ressource undersøgelser i 1979 (Fredningsstyrelsen/Geoteknisk Institut 1982). Data herfra indgår i Skov- og Naturstyrelsen's "Havbundsundersøgelser – Råstoffer og fredningsinteresser – Samsø Nordøst fra 1987. I den sammenhæng blev specielt det nuværende Natura-2000 område omkring Vejrø øst for Samsø undersøgt i et tættere grid.

I de sidste årtier er der foretaget råstof-specifikke undersøgelser i flere dele af Samsø Nordøst området. Bl.a. foretog Rohde Nielsen A/S i 2009, fase 1A og 1B undersøgelser ved Moselgrund. Ligeledes har Rohde Nielsen A/S udført råstofundersøgelser ved Nordby i 2009. Et større Område omkring Moselgrund og Hjelm Banke er sidenhen blevet kortlagt i detalje af Rambøll A/S i forbindelse med Aarhus Havn udvidelsen (Rambøll A/S, 2009). Data fra sidstnævnte rapport er blevet frigivet til en detaljeret råstofkortlægning inklusiv placering af ny boringer i forbindelse med Naturstyrelsens råstofkortlægning af udvalgte områder i 2011 (Jensen et al., 2012). Munkegrund, Samsø nordøst, og Ebeltoft Vig Natura-2000 områderne blev detaljeret kortlagt i forbindelse med Naturstyrelsens habitatkortlægning i 2011 (Jensen et al., 2012).

En oversigt over eksisterende seismiske linjer baseret på MARTA databasen, samt position af boringer, overfladesedimentprøver, og sandsugningsprøver fra Jupiter databasen er vist på **Figur 23**.

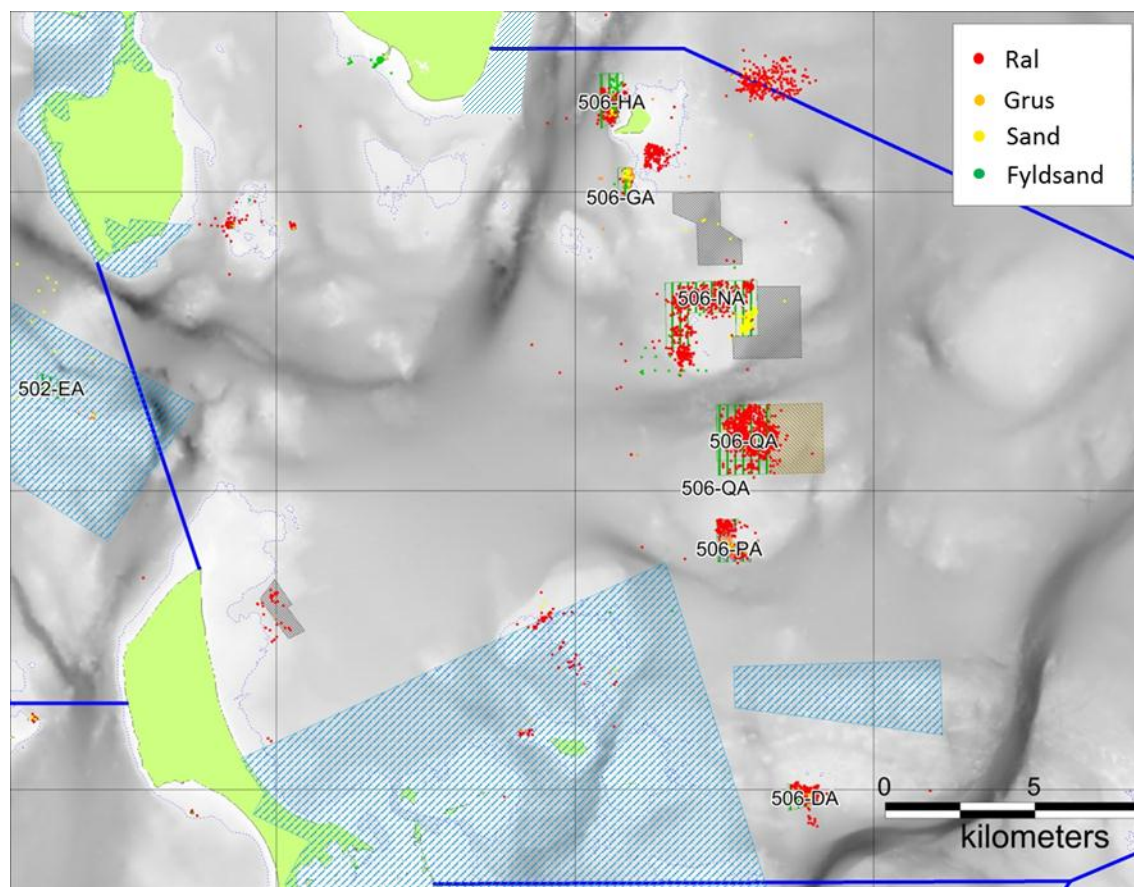


Figur 23. Oversigt over fordelingen af seismiske linjer, boringer, overfladesediment-prøver, sandsugningsprøver i Samsø Nordøst området. Se bilag B2 for stort format.

7.3 Ressourceforekomster

Fordelingen af lasttyper i Samsø Nordøst området (Figur 24) viser, at der har fundet en omfattende indvinding sted langs det nord-syd gående strøg af udlagte fællesområder/overgangsområder fra Hjelm i nord (506-HA) til Middelflak (506-DA) i syd. Derudover har der tidligere foregået indvinding omkring Vejrø Flak, ved Skadegrund øst for Helgenæs, samt omkring Hjelm Banke.

Råstof-indvindingsstatistikken for de seneste år, viser hovedsageligt grus og ral indvinding på Moselgrund (506-Na) og Marthe Flak (506-PA). Sand indvindes kun i mindre mængder. Herudover foretages der indvinding af grus på Klørgrund (506 GA), samt fyldsand i Hjelm Nordvest (506-HA). Marthe Flak området dominerer klart m.h.t. til omfanget af tilladelsesmængden (2.45 mio m³).

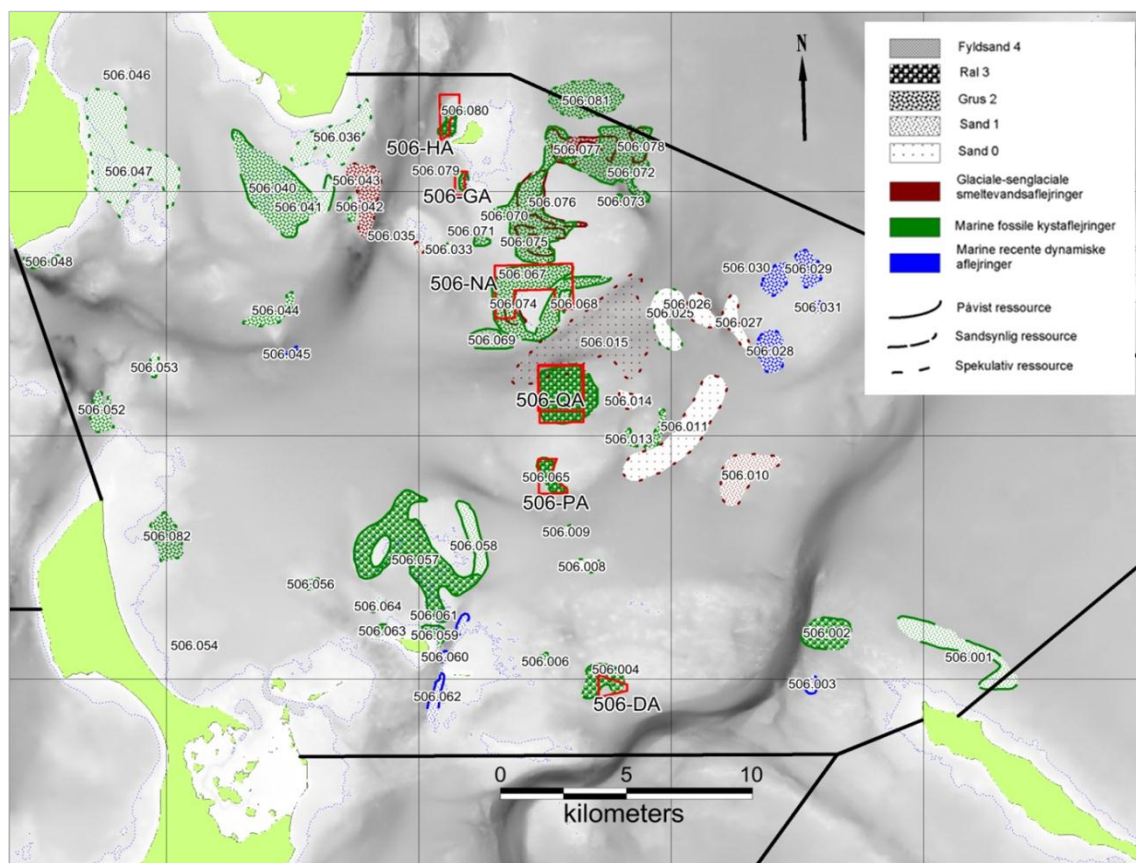


Figur 24. Fordelingen af indvindings-lasttyper i Samsø Nordøst området (ultimo 2012).

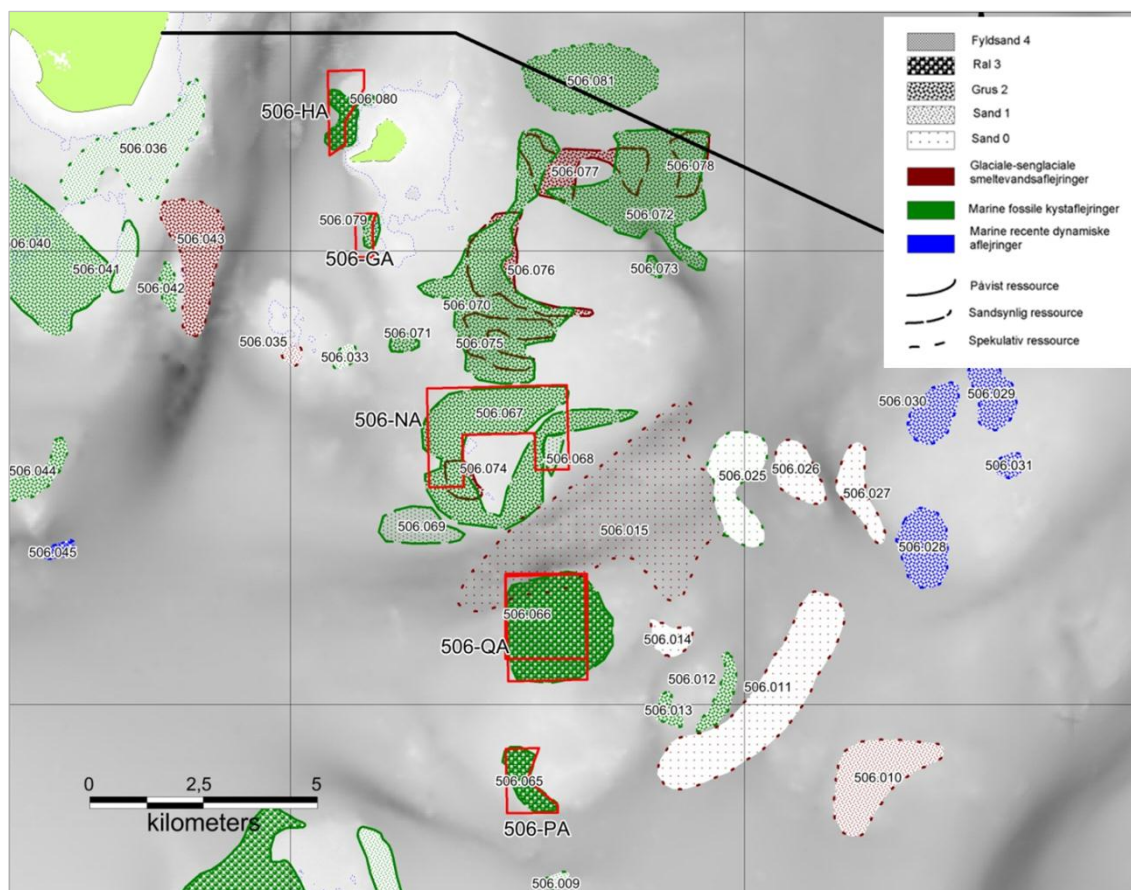
Generelt viser råstofkvalitetsundersøgelser af Moselgrund materiale en markant forskel på de ældre og mere umodne senglaciale kystdannelser og de yngre marine og mere modne kystdannelser med typisk velafrundede kornformer.

I det følgende beskrives de enkelte nummererede ressource-områder, som er blevet identificeret i Samsø Nordøst (**Figur 25, Figur 26**). Kortlægningen og klassifikation m.h.t. typer og ressource-sikkerhed baseres dels på tidligere kortlægning (Fredningsstyrelsen, 1985; Skov- og Naturstyrelsen, 1987) og ressourceopgørelser (Jensen, 1998), og i dele af områderne på nyere data og boringskontrol (Jensen et al., 2012). Ressourceområderne blev oprindeligt nummererede med sekscifrede betegnelser (506xxx), og denne inddeling er blevet digitaliseret for GIS brug og videreført i ressourceopgørelsen af Jensen (1998).

Ressourcebeskrivelsen følger en opdeling i spekulative, sandsynlige, og påviste ressourcer (jf. afsnit 4.2).



Figur 25. Fordelingen af ressourceforekomster, ressource typer, og ressourcesikkerhed i Samsø Nordøst området. Afgrænsning af Fællesområder er indtegnet med rød ramme. Se bilag B4 for stort format.



Figur 26. Fordelingen af ressourceforekomster, ressourcetyper, og ressourcesikkerhed i området mellem Hjelmsø, Moselgrund og Marthe Flak. Afgrænsning af Fællesområder er indtegnet med rød ramme. Se bilag C4 for stort format.

Ressourcebeskrivelse

506.001 (N for Sejerø):

Forekomst af sandet Holocænt marint akkumulationsflak på ca. 10 til 17 m dybde. Forekomsten er 2 til 3 m tyk og antages at bestå af fint til mellemsand med grovere fraktioner i den nedre del af forekomsten. Der findes boreoplysninger fra to borer i randområdet. Boring 551101.18 viser 0,8 m sand til bund af boring.

506.002 (NV for Sejerø):

Spekulativ forekomst bestående af lange ophobninger af ral/sten på sydøstskråningen af Storebæltsrenden. Der er muligvis tale om tidligt holocæne strandvoldssystemer. Muligheden foreligger dog også at voldene repræsenterer residuale stenrev i forbindelse med opskudte flager i morænen. Voldene findes i to dybde-niveauer. De vestlige beliggende har basis ved 25 m og er 3-4 m høje. De østlige har basis i ca. 16-17 m dybde og er op til 5 m høje. Der findes ingen boringsdata fra forekomsten, men overfladesedimentet omkring forekomsten består af moræne-residualaflejringer.

506.003 (VNV for Sejerø):

Sanddække dannende store sandbølger på abbrasionsflak i 16-20 m dybde på skråningen af Storebæltsrenden. Der er tale om en sandsynlig forekomst af dynamiske marine aflejringer. Tykkelsen er 1 til 2 m, lokalt muligvis 6 m. Der findes ikke boreoplysninger.

506.004 (Middelflak Syd):

Akkumulationsflak af marint postglacialt sand og ral på sydvestsiden af Middelflak i omkring 6-20 m dybde. En del af den sandsynlige forekomst er udlagt som fællesområde 506DA, hvori der udvindes ral. Der findes ingen tilgængelige boringsdata. Der er registreret laster af ral umiddelbart syd for fællesområdet. Her går overfladesedimentet på flankerne af Storebæltsrenden over til sandet dynd, så det må antages at forekomsten ikke foresætter meget længere mod syd.

506.008 (Nord for Munkegrunde):

Spekulativ forekomst i sandfyldt dal eller fordybning af op til 7 meters mægtighed. Der findes ingen boredata.

506.009 (Syd for Marthe Flak):

Spekulativt meget lille akkumulationsflak på sydsiden af renden syd om Marthe Flak i en dybde af ca. 18 m. Der findes ingen boredata.

506.010 (Syd for Yderflak):

Spekulativ forekomst af sand på en vanddybde af 15-20 m repræsenterende enten issø-sand eller en erosionsrest af smeltevandssedimenter. Der findes ingen boredata og forekomsten er kun afgrænset af få seismiske linjer.

506.011 (NØ for Marthe Flak):

Spekulativ forekomst af 20-25 m mægtige smeltevandssedimenter i rende mellem morænegrunde nordøst for Marthe Flak. Forekomsten består af skråtstillede foresets, topsets og bottomsets, og to boringer indikerer at sedimentet hovedsageligt består af ret finkornet sand. Forekomsten er dækket af 0-6 m sandet dynd.

506.012 og -13 (Øst for Marthe Flak):

To spekulative forekomster af mindre marine akkumulationer på henholdsvis øst- og vestsiden af morænegrund øst for Marthe Flak. Der findes ikke boringsdata fra forekomsterne, men det formodes at de indeholder både sand og grus.

506.014 (Øst for Marthe Flak):

Forekomsten fremtræder umiddelbart som et akkumulationsflak på sydsiden af en lille morænegrund øst for Marthe Flak. Dog viser et seismisk profil (profil 506046: Bilag E7, Skov- og Naturstyrelsen, 1987) at forekomsten overlejres af en enhed af marint dynd mod syd, og forekomsten repræsenterer dermed snarere en erosionsrest af smeltevandssediment. Sedimenttykkelsen skønnes at være op til 6 m. Der findes ingen boringsdata fra forekomsten, der klassificeres som spekulativ.

506.015 (Rende mellem Moselgrund og Marthe Flak):

Formodet kegle af smeltevandssediment i lavningen mellem Moselgrund og Marthe Flak. Keglen begrænses mod øst af et sæt prograderende forsets. Topsetlaget består af 7 m fint-mellemkornet sand. Den samlede lagserie opnår tykkelser på 10-30 m (Seismisk profil 506003, (bilag E9, Skov- og Naturstyrelsen, 1987).

506.025 (Vest for Yderflak):

Spekulativ forekomst af postglacial dalfyldning af marint, fint-mellemkornet sand (boring 561.032.32) i 25-30 m dybde i nordenden af Vejrø Sund dalen. Forekomsten er dækket med et par meter marint dyndet sand.

506.026 (Vest for Yderflak):

Spekulativ forekomst af formodet smeltevandssand på ca. 20 m vand på en mindre morænebanke vest for Yderflak. Det kan ikke helt udelukkes at der er tale om smeltevandssler.

506.027 (Vestskråning af Yderflak):

Erosionsrest af formodet smeltevandssand/smeltevandssler svarende til forekomst 506.026.

506.028, -29, -30, -31 (Yderflak)

Spekulative forekomster af dynamiske subrecent sand og grus af en mægtighed på 0-2 m. Forekomsterne er dannet ved erosion af morænen på Yderflak. Der er ikke observeret sandede akkumulationsflak i Yderflak området.

506.033 (Øst for Bjarkes Grund)

Lille spekulativ forekomst af marint sand i dalfyldning på ca. 8-15 m vand.

506.034 (Klørgrund):

Spekulativ forekomst af formodet marint sand i mindre lavning.

506.035 (Bjarkesgrund):

Spekulativ forekomst af smeltevandssand (boring 561.032.15) på 7-15 m vand i den sydlige del af Bjarkes Grund. Sedimenterne er stærkt glacialt forstyrrede.

506.036 (Klokkegrund):

Større akkumulationsflak sydøst for Ebeltoft halvøens sydspids på ca. 10 m vand. Forekomsten er generelt 2-5 m tyk, men i den østligste udbygning mod Hjelm Dyb opnår den helt op til 15 m tykkelse. Boring 561.027.2 i forekomsten indeholder finkornet velsorteret sand med skaller og enkelte gytjelag.

506.040 (Øre Flakket):

Større sandsynlig forekomst af marint sand og grus på dybder mellem 5 og 10 m på Øre Flakket. Det antages at den nordvestlige del udgør et marint akkumulationsflak. Herudover findes muligvis også strandvoldsdannelser. Der findes ingen boringer fra området.

506.041 (Øre Flak Øst):

Mindre forekomst af marint sand på østsiden af Øreflakket på 6-20 m vand.

506.042 (Øst for Øre Flak - Øreringene):

Lille spekulativ forekomst af marint sand og grus dannet som akkumulationsflak på 10-17 m vand.

506.043 (Øst for Øre Flak - Øreringene):

Spekulativ forekomst af smeltevandssand og –grus (boring 561.031.15) på 15-30 m vand. Der er tale om en erosionsrest af stærkt glacialt forstyrret materiale. I den nordlige del af området forekommer muligvis stenrev, der kan repræsentere tidligt holocæne strandvolde.

506.044 (Syd for Øre Flak):

Akkumulationsflak af marint sand og grus på 15-20 m vand. Der er muligvis tale om et ældre nu inaktivt akkumulationsflak. Boring 561.031.22 i den nordligste del af forekomsten viser smeltevandssand umiddelbart under de marine aflejringer.

506.045 (Hjelm Dyb renden):

Lille spekulativ forekomst af grovere dynamiske aflejringer i Hjelm Dyb renden på ca. 32 m vand.

506.046 (Syd for Ebeltoft Vig):

Lille spekulativt marint akkumulationsflak på østflanke af morænegrund i munden af Ebeltoft Vig.

506.047 (Skadegrund/Øst for Helgenæs):

Større spekulativ forekomst af delvist marint omlejret smeltevandssand og –grus på 4-15 m vand øst for Helgenæs.

506.048 (Syd for Helgenæs):

Spekulativ forekomst af grove marine aflejringer på skrænten mod den dybe rende lige syd for Helgenæs. Der er tale om et få meter tykt akkumulationsflak på 8-20 m dybde, som muligvis strækker sig længere langs kysten.

506.052 (Issehoved Flak):

Større spekulativ forekomst af marint sand og grus på østskrånningen af Issehoved Flak nord for Samsø. Aflejringerne på dybder mellem 10 og 40 m vand er 10-20 m tykke. Der kan både være tale om aflejring af erosionsprodukter fra morænebanken Issehoved Flak samt, ved et tidligere lavere vandspejl, kysttransporteret sand og grus stammende fra erosion af Nordsamsø's klinger.

506.053 (Nordøst for Issehoved Flak):

Lille spekulativ forekomst af marint sand på vestsiden af grund nordøst for Issehoved Flak.

506.054 (Nordby Bugt):

Spekulativ forekomst i form af akkumulationsflak af marint sand i Nordby Bugt på 10-12 m vand indenfor Natura-2000 området.

506.056 (Langballe Grund):

Mindre marin sand-grus forekomst på den sydlige del af Langballe Grund på 7-10 m vand indenfor Natura 2000 området nordøst for Samsø. Der er muligvis tale om marin omlejring af underliggende smeltevandssand/kamebakke.

506.057 (Vejrø Flak):

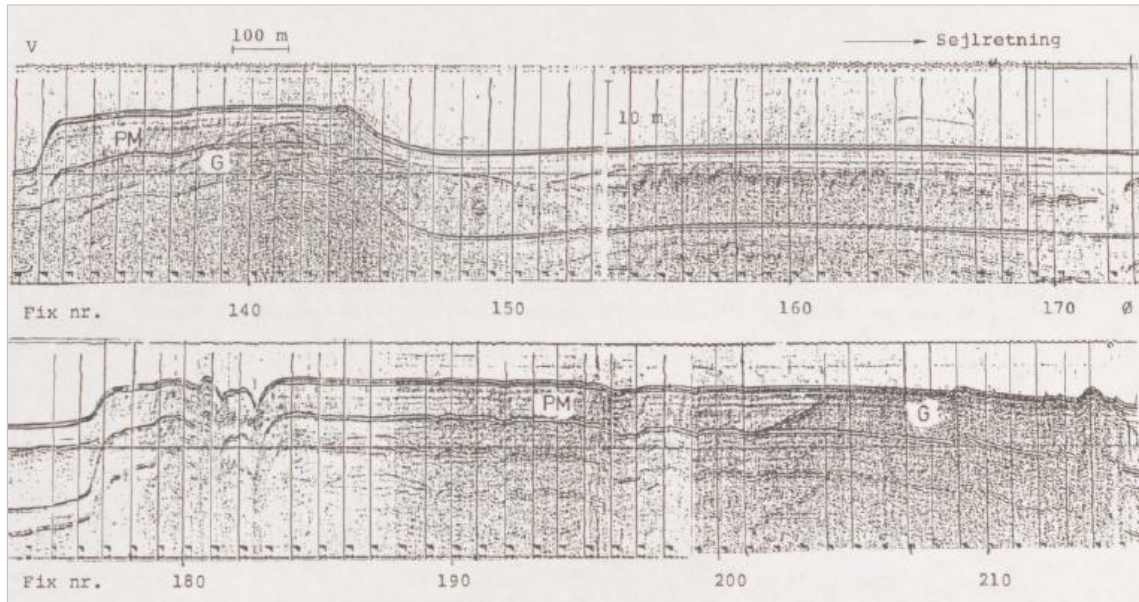
Påvist stor flak-forekomst af grusholdigt sand lokalt med ral på den vestlige side af Vejrø Flak på 6-10 m dybde (Figur 27). Det meste af forekomsten ligger indenfor Natura 2000 området. Spredte sugehuller og lastopgørelser viser at der hovedsageligt er indvundet ral i forekomsten. Forekomsten er påvist i adskillige boringer og sandsugningsprøver.

506.058 (Vejrø Flak Øst):

Sandsynlig forekomst af sand på østsiden af Vejrø Flak i 10-15 m dybde, beliggende indenfor Natura -2000 området. Der er kun få boringer i sand-flakket og de indikerer at forekomsten indeholder mere finsand nedefter.

506.059 (Vejrø Sund):

Sandsynlig forekomst af sand og grus i kompleks dalfyldning/akkumulationsflak i 5-15 m dybde beliggende indenfor Natura -2000 området. På de dybere dele af forekomsten i renden ses op til 2 m høje sandbølger.



Figur 27. Boomer profil fra Vejrø Flak. Marine akkumulationsflak underlejres af moræne, og mellemliggende dybereliggende dyndede områder er præget af gas-sløring på profilet. Fra: Skov- og Naturstyrelsen (1987).

506.060, -61, -62 (Øst for Vejrø Sund):

Tre sandsynlige forekomster af marine dynamiske aflejringer i den østlige del af Vejrø Sund renden på dybder mellem 6 og 25 m indenfor Natura-2000 området. Forekomsterne består formodentligt af grovkornet sand med lokale koncentrationer af ral og småsten.

506.063 (Nordvest for Vejrø):

Påvist mindre forekomst af marint sand, grus og ral på mindre akkumulationsflak i 5-10 m dybde nordvest for Vejrø indenfor Natura 2000 området. Forekomsten er præget af tidligere indvindingsaktivitet og enkelte indberettede laster viser ral- og grusindvinding.

506.064 (Nordvest for Vejrø):

Spekulativ mindre forekomst af marint sandet akkumulationsflak på 7-12 m vand nordvest for Vejrø indenfor Natura-2000 området.

506.065 (Marthe Flak syd):

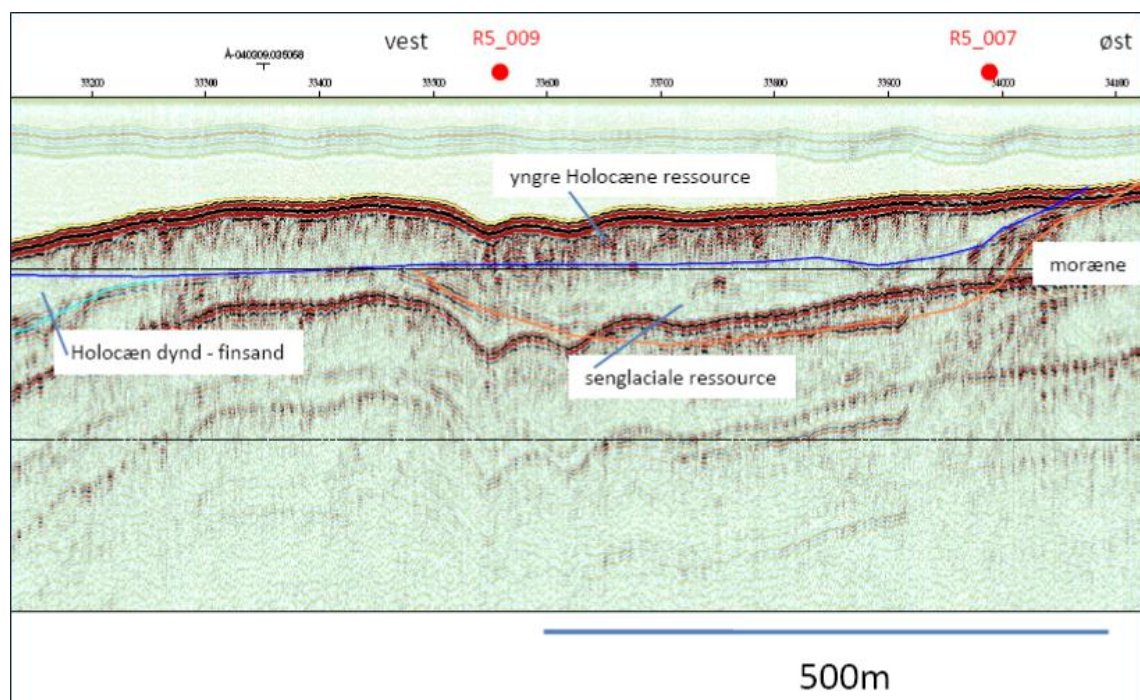
Sandsynlig forekomst af sand, grus og ral i form af akkumulationsflak på dybder mellem 7 og 20 m. Forekomsten omfatter fællesområde 506-PA på den sydlige del af Marthe Flak. Lastoplysninger viser intensiv ral udvinding i den sydlige og nordlige del af forekomsten, mens der i den centrale del, hovedsageligt er indvundet grus. Der er ikke tilgængelige borer fra området, men der foreligger oplysninger fra den biologiske screening af indvindingsområdet. Heraf fremgår det, at substratet i den sydlige del af området i væsentlig grad består af sand, mens substratet mod nord er mere groft med grus og småsten op til 10 cm dækkende op til 80 % af bunden.

506.066 (Marthe Flak nord):

Sandsynlig forekomst af sand, grus og ral i form af akkumulationsflak på dybder mellem 8-25 m. Forekomsten omfatter fællesområde 506-QA på den nordlige del af Marthe Flak. Lastoplysninger viser større intensiv indvinding af ral i området. Tidligere opgørelser angiver at forekomsten har en tykkelse på 1-7 m, men der er ikke tilgængelige borer fra området. Der foreligger oplysninger fra den biologiske screening af indvindingsområdet. Heraf fremgår det at overfladen af indvindingsområdet er domineret af en blanding af fint og groft sand. Der er dog også observeret sten i området, især i den sydvestlige del, hvor indslaget af sten og grus er op til 70 % af bundmaterialet.

506.067 (Moselgrund syd):

Større sandsynlig forekomst af sand, grus og ral i form af Holocæne marine kystdannelser rundt om den sydlige del af Moselgrund. Dækker størstedelen af Fællesområde 506 NA, hvor der udvindes ral. Seismisk kortlægning (Jensen et al., 2012) viser at forekomsten i de centrale dele opnår mægtigheder på 6-8 m (**Figur 28**). Boringerne 561032.56, 561032.54, og 561032.53 med tilhørende kornstørrelsesanalyser (Jensen et al., 2012) viser at der generelt findes mest fin- til mellemkornet sand, men at der findes grus i områder med tydelige kraftige forsets på de seismiske profiler. De ydre dybere del af forekomsten er dækket af dyndet sand.



Figur 28. Sparkerprofil fra Moselgrund syd der viser senglacial ressource (506.075) overlejret af Holocæn marin flak udbygning (ressource 506.067). To borer angivet på profilet, R5_009 (561032.56) og R5_007 (561032.54), viser marine sand/grus kystdannelser.

506.068 (Moselgrund sydøst):

Mindre forekomst af Holocænt marint sand, der dækker den sydøstlige del af fællesområde 506 NA. Et større antal laster viser sand1 indvinding.

506.069 (Moselgrund sydvest):

Forekomst af formodet tidligt Holocænt marint sand i den syd-vestligste del af Moselgrund. Seismisk kortlægning (Jensen et al., 2012) viser at forekomsten i de centrale dele opnår mæg-

tigheder på over 10 m. En enkelt boring (561.032.21) i den østlige del af forekomsten viser 8,5 m sand over gytje og tørv og ler. Forekomsten er tolket som aflejringer fra den tidlige fase af den Holocæne transgression (Jensen et al., 2012). Det formodes at være finkornet sand og delvist dækket af yngre Holocæne dynd-finsands aflejringer.

506.070, -71 (Moselgrund nordvest)

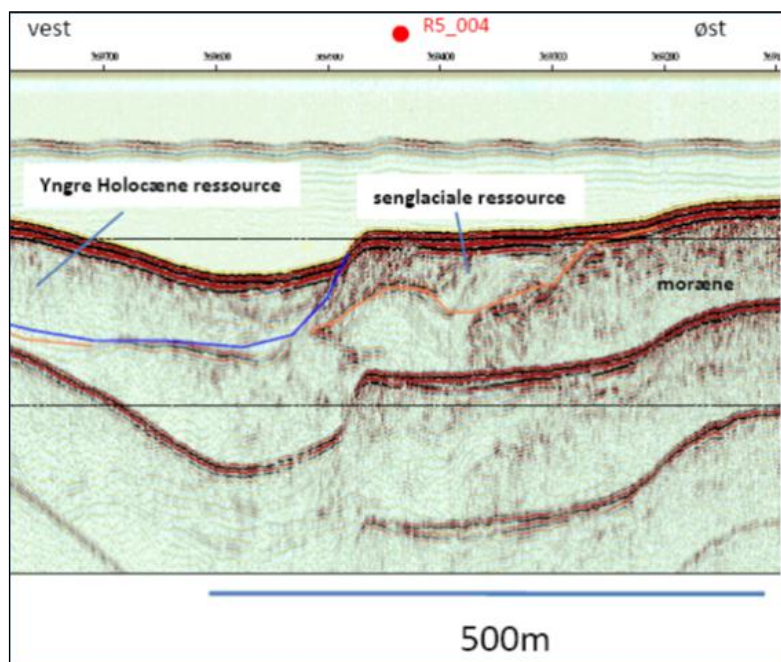
Større sandsynlig forekomst af Holocænt marint sand og grus i den nordvestlige del af Moselgrund. Området indgår delvist i 506-SA paragraf 20 overgangsområdet. Seismisk kortlægning (Jensen et al., 2012) viser at forekomsten i de centrale dele opnår mægtigheder på over 10 m. Tre boringer (561.032.33, 561.032.14, 561.032.27) viser sand op til 8,6 m, mest mellemkornet. Under større dele af forekomsten findes forekomster af senglacialt sand og grus (-75, -76, -77).

506.072, -73 (Moselgrund nordvest)

Større sandsynlig forekomst af Holocænt marint sand og grus i den nordvestlige del af Moselgrund. Under dele af forekomsten findes forekomster af senglacialt sand og grus (-77, -78). Seismisk kortlægning (Jensen et al., 2012) viser at forekomsten i de centrale dele opnår mægtigheder på over 10 m. En boring (561.032.34) viser 3-5 m sand, mest mellemkornet, underlejret af silt og sand af formodet senglacial herkomst.

506.074, -75, -76, -77, -78 (Moselgrund):

Sandsynlige forekomster af senglaciale kystdannelser domineret af fin-til mellemkornet sand med stedvist større indhold af grus og ral (områder med tydelige kraftige forsets på de seismiske profiler: Figur 29). De senglaciale ressourcer kan generelt spores i den nordlige del af Moselgrund, men for det meste dækket af de yngre Holocæne sandforekomster. Boringer (561032.51 (R5_004), 561032.54 (R5_007), 561032.56 (R5_009)) og kornstørrelsesanalyser i ressourceområderne viser, at det senglaciale sand og grus fremstår som et klart mere kantet og umodent kystsediment end de yngre Holocæne kystaflejringer. Seismisk kortlægning (Jensen et al., 2012) viser at forekomsterne over det meste af området kun er få meter tykke, men stedvist ses mægtigheder på 5-10 m.



Figur 29. Sparkerprofil fra Moselgrund/Hjelm Banke der viser senglacial flakudbygning (ressource 506.076) med Holocæn reaktivisering og pålejring i den vestlige del (ressource 506.070). Boring R5_004 (561032.51), påviser at den senglaciale ressource består af sand og grus.

506.079 (Vest for Klørgrund):

Mindre forekomst på vestsiden af Klørgrund på 5-8 m vand. Der er formodentligt tale om et marint akkumulationsflak. Forekomsten er delvist sammenfaldende med fællesområde 506 GA. Der er primært blevet udvundet grus i forekomsten. Der er ingen tilgængelige boringsdata.

506.080 (Vest for Hjelm):

Ral forekomst umiddelbart vest for Hjelm på 6-25 m vand. Forekomsten er delvist sammenfaldende med fællesområde 506 HA. Der er formodentligt tale om et marint akkumulationsflak. Der er hovedsageligt blevet udvundet ral af forekomsten. I den nordlige del af fællesområdet er der hovedsageligt blevet udvundet fyldsand.

506.081 (Øst for Hjelm):

Spekulativ forekomst af formodet marint sand, grus og ral i område østnordøst for Hjelm på ca. 13-20 m vand på grænsen mellem undersøgelsesområde 506 og 518. Der er rapporteret et større antal laster af ral fra området. Den vestlige dybere del af området er dækket af dynd. Den østlige del er præget af morænebund tæt på havbunden.

506.082 (Nordby Bugt):

Spekulativ forekomst af marint sand og grus ved overgangsområde 506-FA i Nordby Bugt nord-øst for Samsø. Der er rapporteret et begrænset antal laster af ral fra området.

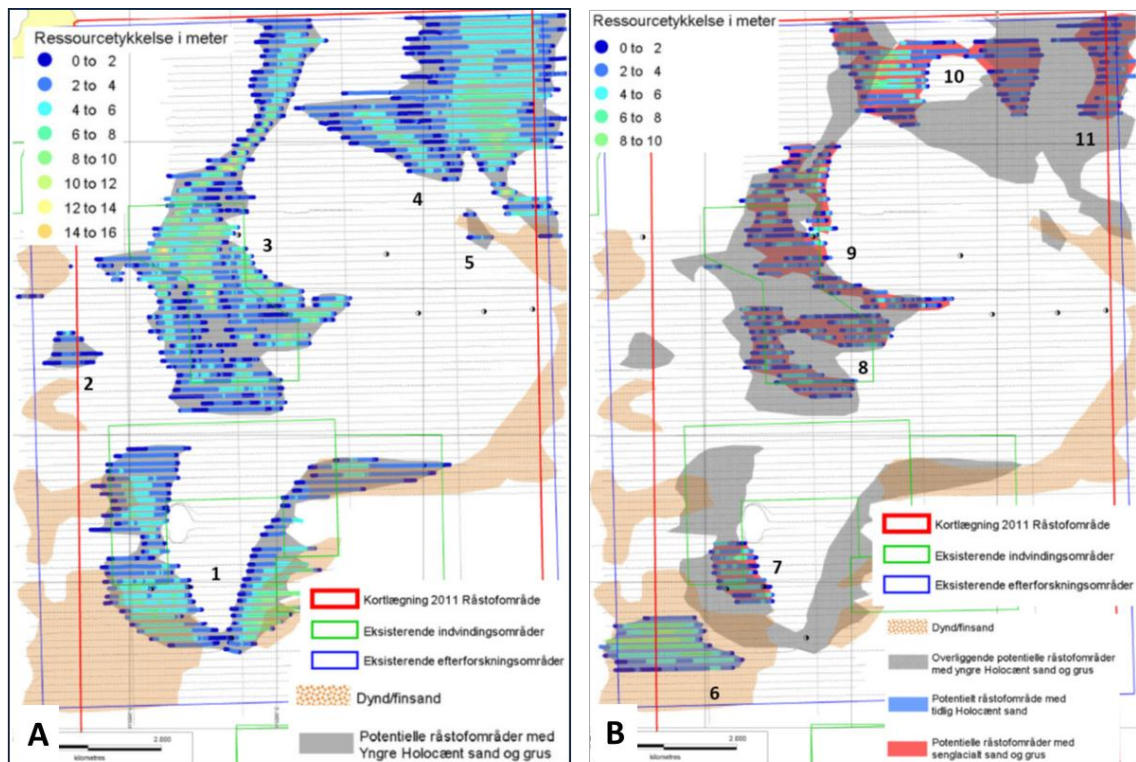
7.4 Moselgrund detailundersøgelse og retolkning

I forbindelse med Naturstyrelsens råstoftkortlægning af Moselgrund-Hjelm Banke området i 2011 (Jensen et al., 2012) er et detaljeret datasæt tilvejebragt fra Rambøll A/S' survey i 2008 i forbindelse med Aarhus Havn udvidelsen (Rambøll A/S, 2009) blevet tolket med henblik på en detaljeret kortlægning af forekomsterne i området (**Figur 30**). Herudover er der blevet foretaget 9 ny boringer i området (Jensen et al., 2012).

Tolkningen af de seismiske data viser tilstedeværelsen af flere potentielle sand og grus enheder, som blev efterprøvet på 9 borepositioner. Den stratigrafisk nederste potentielle ressourceenhed består af en blød moræneaflejring der, grundet dens slappe konsistens, er let gennemtrængelig af det lavfrekvente sparker signal og derfor let kan forveksles med en mulig sand og grus ressource. Dette blev dokumenteret af vibrationsboringer (561032.48 (R5_001), 561032.49 (R5_002), 561032.50 (R5_003) og 561032.55 (R5_008). Moræneenhederne er overlejret af 2 prograderende enheder adskilt af en seismisk reflektor der tyder på et tidsmæssigt ophold mellem de to enheder (Figur 29). Boring 561032.51 (R5_004) dokumenterer at den nedre enhed består af senglacialt sand og grus og det prograderende seismiske reflektormønster viser at der er tale om kystdannelser. Den øvre enhed er dokumenteret både i **Figur 28** og **Figur 29** og i boringerne 561032.53 (R5_006), 561032.54 (R5_007) og 561032.56 (R5_009). Der er tale om Holocænt marint sand og grus kyst sedimenter. I de dybere kanal områder, findes der Holocænt dynd – finsand, som i nogle tilfælde er overlejret af det prograderende Holocæne marine sand og grus.

På basis af ovenstående data, tolkes den glaciale kerne af Moselgrund som en fast bundmoræne, som i forbindelse med afsmeltningen, blev overlejret af en slap blød flydemoræne. Umiddelbart efter deglaciationen er der aflejret senglaciale kystdannelser, som på grund af faldende havniveau blev afbrudt og først nogle tusinde år efter, steg havniveauet igen nok til at fortsætte kystdannelserne omkring Moselgrund og landskabet. Den fortsatte transgression medførte dannelse af proksimale grove sedimenter og mere distale finkornede sedimenter. Videre transgression medførte drukning og stagnation i den nuværende fordeling.

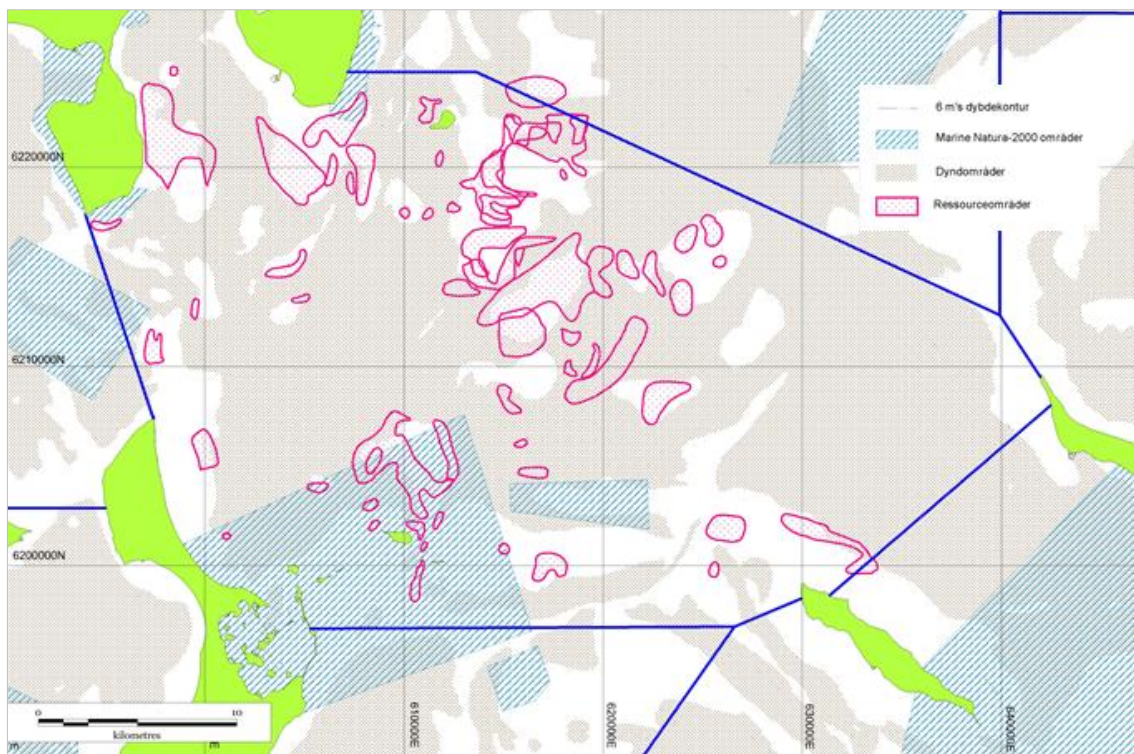
I forhold til den tidligere tolkning og kortlægning af potentielle ressourceområder på Moselgrund (Skov-og Naturstyrelsen, 1987; Jensen, 1998) har de mere detaljerede ny data fra området bidraget til en revision af udbredelsen af ressourceforekomsterne og deres dannelse i området. Der er bl.a. blevet kortlagt en større arealmæssig udbredelse af kystdannelserne på Moselgrund, og påpeget områder hvor sandsynligheden for at finde grovere, modent materiale anses for at være størst (Jensen et al., 2012). Visse tidligere kortlagte spekulative forekomster er dog også blevet sløjfet som ressourceområder (bl.a. den tidligere Hjelm Banke forekomst nummer 506.023), da boringsdata har påvist, at de består af en 'slap moræne' enhed, der seismisk let kan misfortolkes som en mulig sand og grus ressource.



Figur 30. Kortlægning af ressourcemængtigheder på Moselgrund. A. Holocæne ressourceforekomster: 1. (506.067), 2. (506.071), 3. (506.070), 4. (506.072), og 5. (506.073). B. Senglaciale og tidligt Holocæne ressourceforekomster: 6. (506.069), 7. (506.074), 8. (506.075), 9. (506.076), 10. (506.077), 11. (506.078) (Fra Jensen et al., 2012).

7.5 Ressourcebegrænsninger

Størsteparten af de påviste og sandsynlige ressourceforekomster i Samsø Nordøst er ikke i større grad påvirket af ressourcebegrænsninger såsom 6 m dybdekontur, Natura-2000 beskyttelsesområder eller dynd/overjord dække (Figur 31). Dog er visse ydre dybereliggende dele af nogle forekomster præget af et vist dække af sandet dynd (>0.5 m). Det gælder f.eks. de østligste dele af Hjelm Banke og Moselgrund, samt forekomsten nord for Vejrø. Flere spekulative kystnære forekomster ligger delvist på dybder under 6 m. Det gælder f.eks. Øre Flak syd for Ebeltoft, Skadegrund forekomsten øst for Helgenæs, samt dele af forekomsterne omkring Vejrø Flak. Langt hovedparten af ressourceforekomsterne omkring Vejrø er placeret indenfor Natura-2000 beskyttelsesområdet.



Figur 31. Fordeling af ressourcebegrænsninger (dynd/overjord, Natura-2000 områder, 6 m dybdekontur) og ressourceområder i Samsø Nordøst. Se bilag B5 for stort format.

7.6 Samlet ressourceopgørelse for 506 Samsø Nordøst

I Samsø Nordøstområdet udgør den samlede kortlagte ressourcemængde ca. 486 mio km³. Dette anslåede volumen er dog behæftet med stor usikkerhed, da hovedparten af mængden findes i spekulative ressourcer, der udgør anslåede 315 mio km³. Ca. 163 mio km³ findes i sandsynlige forekomster, og kun 8 mio km³ i den påviste forekomst på Vejrø Flak. Opdelt på ressource typer i de sandsynlige og påviste forekomster udgør sand ca. 20 mio km³, grus udgør ca. 120 mio km³, og ral udgør ca. 30 mio km³. I Tabel 3 herunder ses en oversigt over de nummererede ressourceområder, deres geologiske oprindelse, ressource sikkerhed samt anslåede ressourcevolumen. Det ses, at nogle ganske få spekulative ressourceområder (senglaciale smeltevandsforekomster som område 506.011 og 506.015) bidrager til langt størsteparten af det samlede volumen.

Tabel 3. Opstilling af ressourceområderne (RESOMR) for område 506, deres geologiske oprindelse (GEOKODE), ressource type (RESTYPE), samt ressourcevolumen (TOTRES).

RESOMR	GEOKODE	RESTYPE	GEOLOGI	SIKKERHED	TOTRES
506001	HS	1	G	1	8.00
506002	HG	3	G	1	5.00
506003	HS	1	B	1	0.50
506004	HG	3	G	1	2.00
506006	HG	2	G	0	0.50
506008	HS	0	G	0	2.60
506009	HS	1	G	0	0.30
506010	TS	1	R	0	4.00
506011	TS - TI	0	R	0	57.00
506012	HS	1	G	0	1.70
506013	HS	1	G	0	0.80
506014	TS - TI	0	R	0	2.00
506015	TS - TI	0	R	0	187.00
506025	HS	1	G	0	5.00
506026	TS - TI	0	R	0	5.30
506027	TS - TI	0	R	0	5.30
506028	HG - HS	2	B	1	1.50
506029	HG - HS	2	B	0	1.10
506030	HG - HS	2	B	0	1.00
506031	HG - HS	2	B	0	0.30
506033	HS	1	G	0	0.50
506035	TS	1	R	0	0.50
506036	HS	1	G	0	10.00
506040	HG - HS	2	G	1	15.00
506041	HS	1	G	1	1.00
506042	HG - HS	2	G	0	0.50
506043	TS - DS	1	R	0	4.00
506044	HS	1	G	0	2.00
506045	HG	3	B	0	0.20

506046	HS	1	G	0	0.20
506047	HS	1	G	0	10.00
506048	HG	3	G	0	1.00
506052	HG	2	G	0	5.00
506053	HS	1	G	0	0.50
506054	HS	1	G	0	0.10
506056	HG - HS	2	G	0	1.00
506057	HG - HS	3	G	2	8.00
506058	HS	1	G	1	1.50
506059	HG	2	G	1	2.00
506060	HS	1	B	1	0.20
506061	HS	1	B	1	0.50
506062	HS	1	B	1	1.20
506063	HG	3	G	1	1.00
506064	HS	1	G	0	1.50
506065	HG	2	G	1	2.40
506066	HG	3	G	1	13.90
506067	HG	2	G	1	25.20
506068	HS	1	G	1	0.80
506069	HS	1	G	1	6.50
506070	HG	2	G	1	26.00
506071	HG	2	G	1	0.40
506072	HG	2	G	1	21.80
506073	HG	2	G	1	0.30
506074	GS - YS	2	R	1	2.00
506075	GS - YS	2	R	1	3.80
506076	GS - YS	2	R	1	6.10
506077	GS - YS	2	R	1	7.70
506078	GS - YS	2	R	1	1.70
506079	HG	2	G	1	0.40
506080	HG	3	G	1	1.40
506081	HG	2	G	0	3.60
506082	HG	2	G	1	3.40

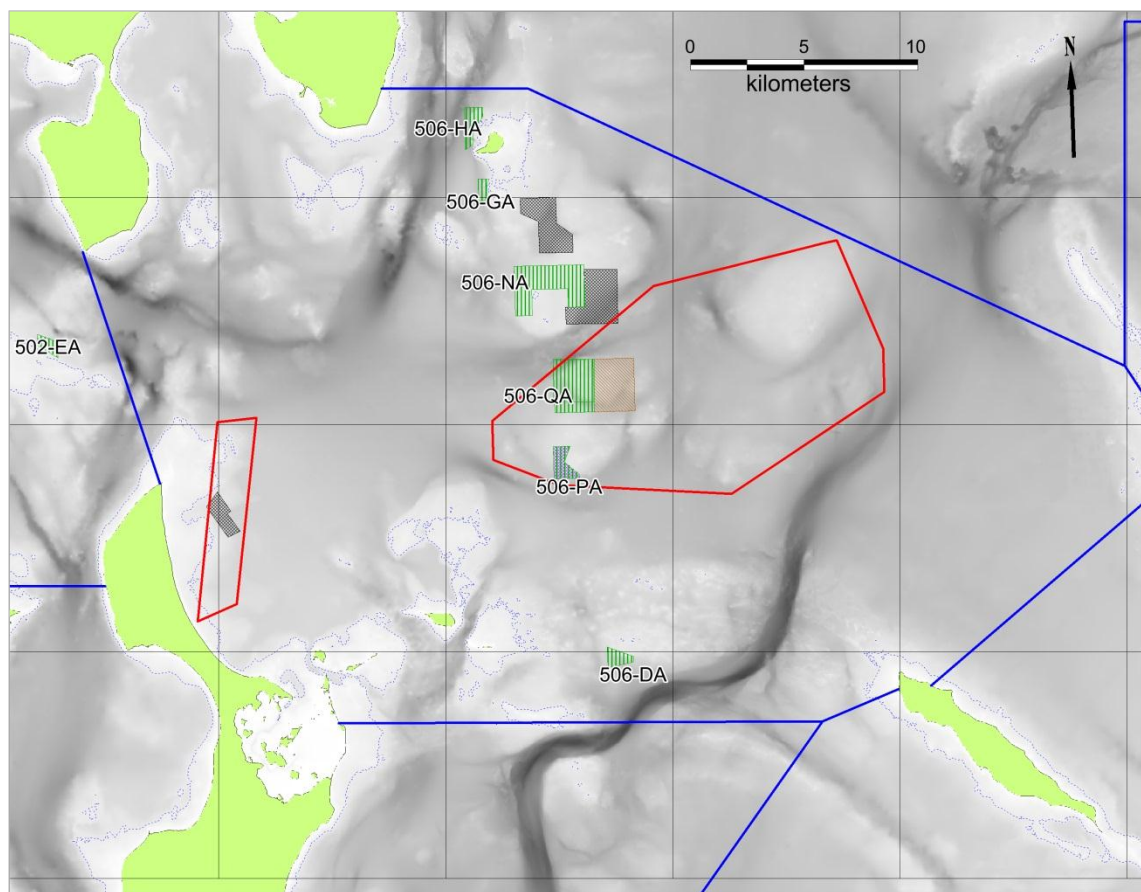
7.7 Anbefaling til supplerende kortlægning

Samsø Nordøst området må for en del af områdets vedkommende siges at være intensivt udnyttet, og indvinding af specielt grovere ressourcer som grus og ral har fundet sted over en lang årrække. Indvindingsområderne er placeret på en nord-sydgående korridor mellem Hjelm Banke, Moselgrund, Marthe Flak og Middelflak.

I Moselgrund–Hjelm Banke området har kortlægningsindsatsen i de seneste år redefineret udbredelsen af forekomster noget, og de kan således afgrænses med større sikkerhed. Dog er antallet af borer i forekomsterne stadig meget begrænset. For bedre at kunne karakterisere ressourcerne og teste udbredelse, volumen og kvalitet baseret på seismiske tolkninger, anbefales det, at der suppleres med et større antal borer og/eller prøvesugninger indenfor dette område..

I det mindre intensivt kortlagte område mellem Marthe Flak og Yderflak (begge områder inklusive) findes en del spekulative til sandsynlige forekomster af både holocænt, senglacialt og recent dynamisk materiale. Området har ikke Natura-2000 eller 6m dybde begrænsning, og de større indbefattede bankeområder med potentielle ressourceområder har moderate vanddybder (10-20 m) uden nævneværdigt dynd/overjord. For at skabe et samlet overblik over ressourceforekomster og –mængder indenfor dette potentielle ressourceområde (**Figur 32**), anbefales det at der gennemføres et supplerende geofysisk undersøgelsesprogram med efterfølgende borer. Det vurderes, at en linjeafstand på max. 500 m vil være nødvendigt for at kunne karakterisere udbredelse og volumen af forekomsterne med tilstrækkelig nøjagtighed. Det geofysiske survey skal underbygges med et større antal vibrationsboringer (20-30 stk.), for at verificere seismiske tolkninger og vurdere mængde og kvalitet af potentielle ressourcer.

I Nordby Bugt øst for Samsø kan der muligvis findes yderligere potentielle ressourcer i en få km bred nord-syd gående korridor omkring paragraf-20 Overgangsområdet 506-FA. Området afgrænses indad til af 6 m dybdekurven og mod øst på større dybde af dynd/overjord.



Figur 32. Områder indenfor Samsø Nordøst hvor det anbefales at der udføres supplerende kortlægning (rød ramme).

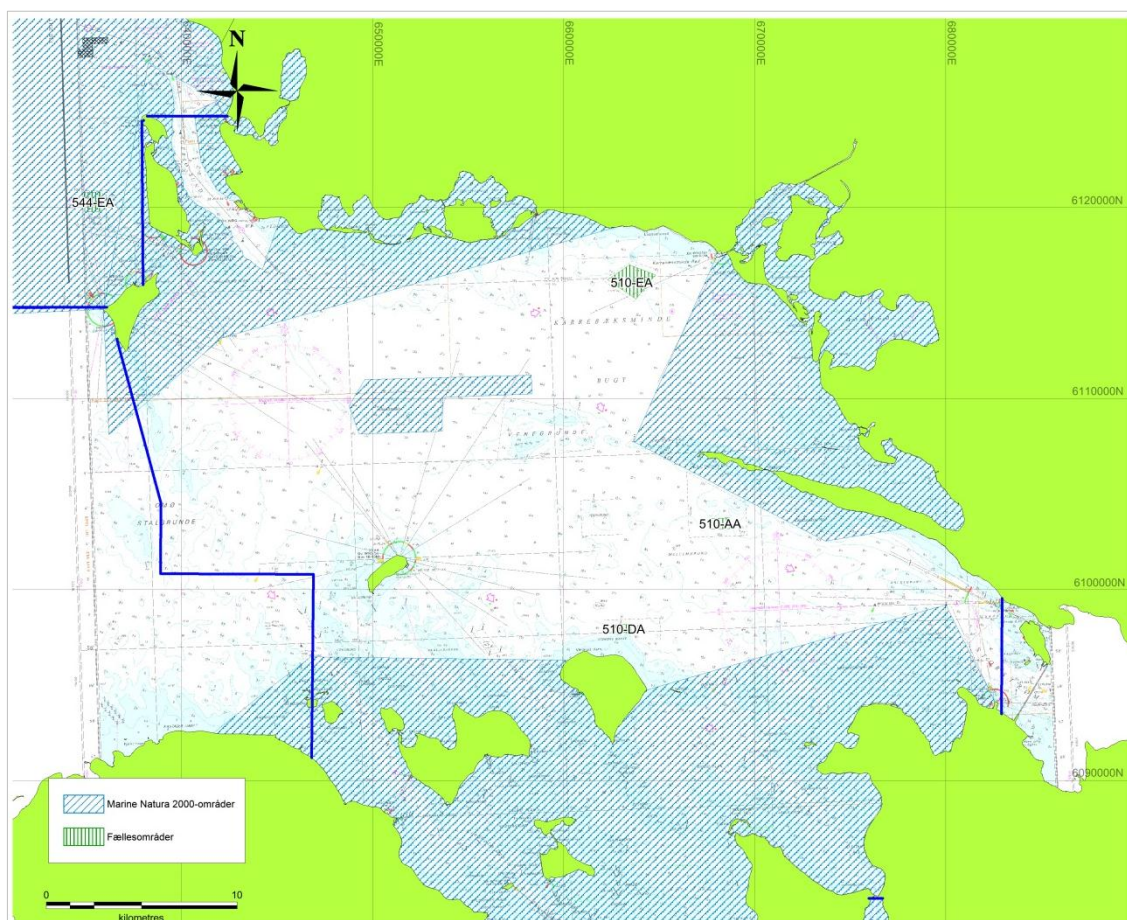
8. Smålandsfarvandet – område 510

8.1 Områdebeskrivelse

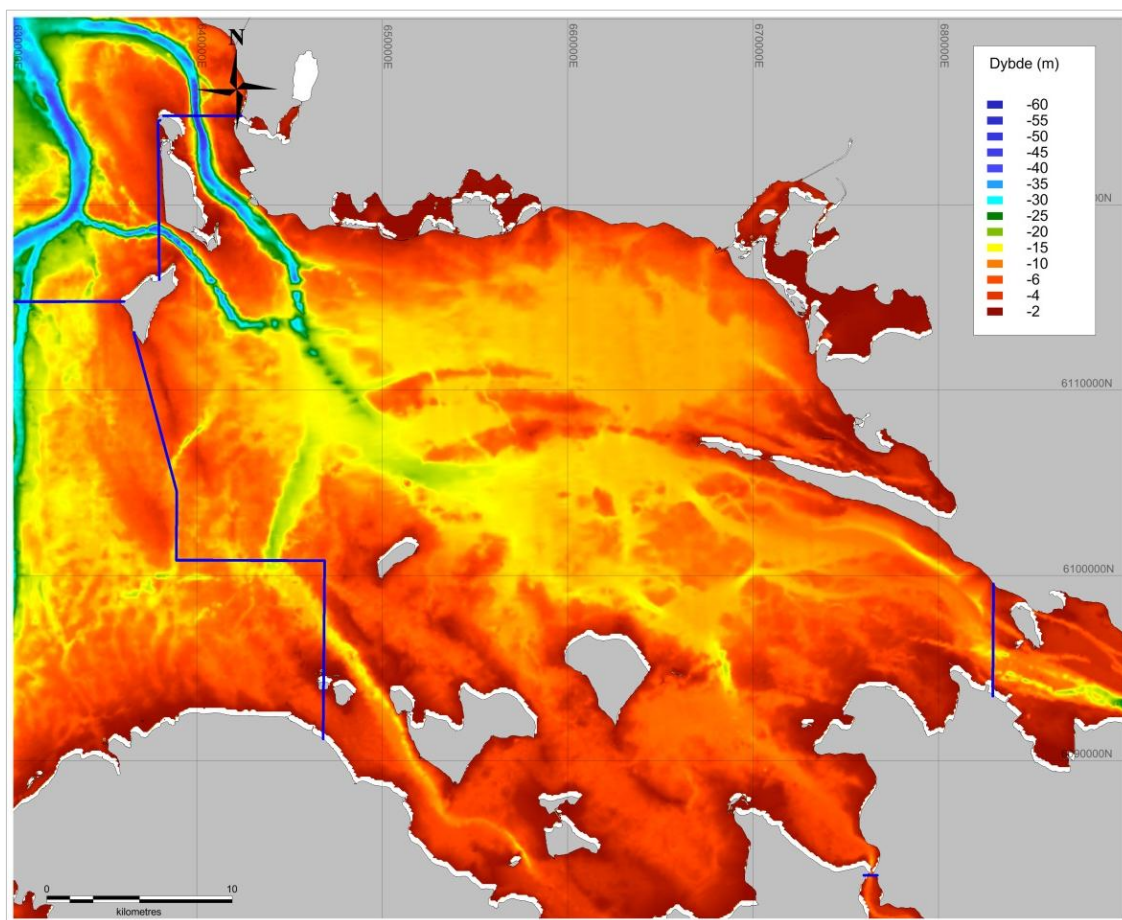
Område 510, Smålandsfarvandet, dækker farvandet, der afgrænses mod nord af Sjælland og mod syd af Lolland (Figur 33). Mod øst afgrænses området af en linje, der krydser Omø. Mod nord-nordvest ved Omø og Agersø er Smålandsfarvandet forbundet med Storebælt, mens området mod øst-sydøst er forbundet med Østersøen gennem Storstrømmen og Guldborgsund. Smålandsfarvandet afgrænses mod nordvest af Storebælt (544) og mod af sydvest af Langelandsbælt (512).

Den nordlige og centrale del af området er præget af en relativ jævn bundtopografi med en general vanddybde på 10-15 meter. I den nordvestlige del løber en rende, som deler sig i Omø Sund og Agersø Sund. Her ligger vanddybderne på ca. 40 meter. Den sydlige del af Smålandsfarvandet er mere lavvandet med vanddybder på 5-10 meter. Gennem området løber en række markante render, som kun stedvist har vanddybder over 15 meter (**Figur 34**).

Store dele af Smålandsfarvandet er beskyttede Natura-2000 områder. Det gælder hele den kystnære lavvandende område fra Femø og sydoover. Derudover gælder det det kystnære område omkring Karrebæksminde Bugt, Kirkegrund, samt hele den nordvestlige del af undersøgelsesområdet dækkende Omø Sund, Agersø Sund samt barrieresystemet omkring Glænø.

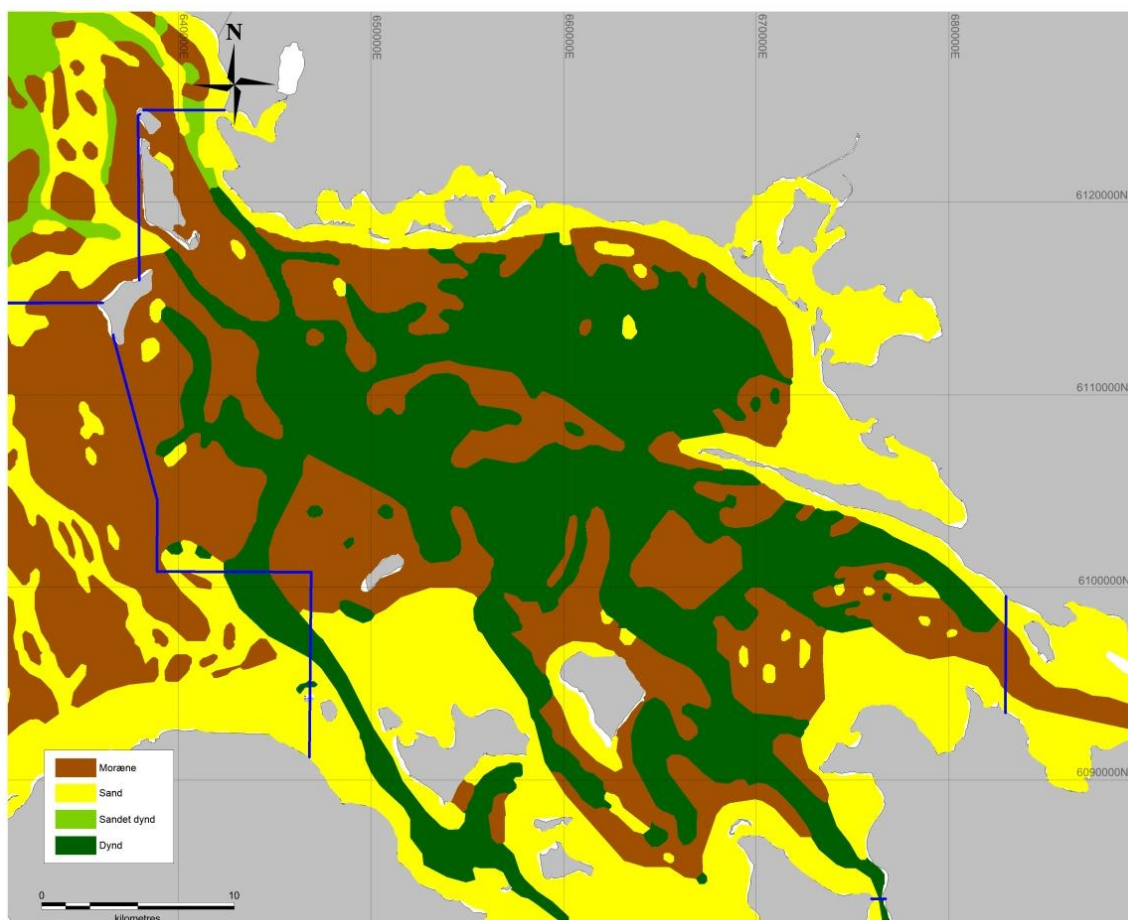


Figur 33. Oversigt over område 510, Smålandsfarvandet, afgrænset af den blå linje. Naturstyrelsens administrative områder er vist med nummerering af fællesområder. Se bilag C1 for stort format.



Figur 34. Farvekontureret dybdekort for Smålandsfarvandet.

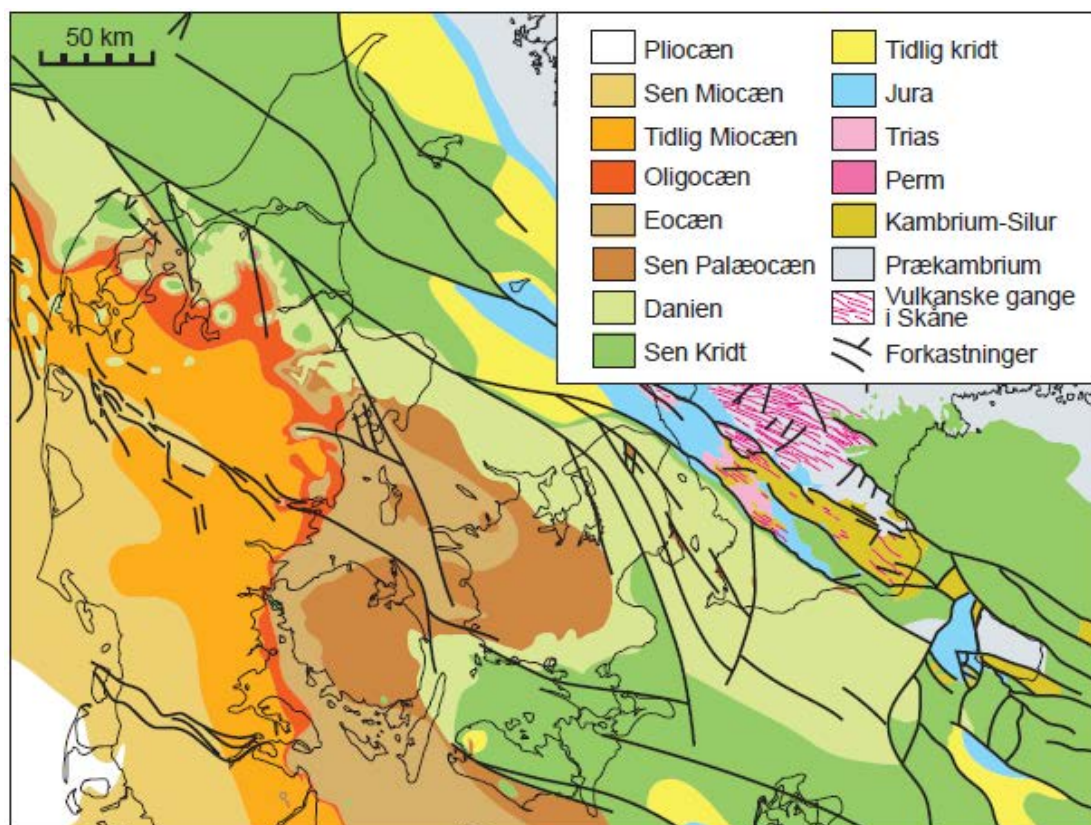
Smålandsfarvandet er generelt et dynamisk roligt farvand, hvilket giver gunstig forhold for permanent aflejring af dynd. Overfladesedimentkortet (**Figur 35**) viser udbredt forekomst af dynd primært i de centrale dele, hvor vanddybden overstiger 10 meter. Områderne langs renderne af Smålandsfarvandet er præget af kraftigere strømforhold, hvilket betyder, at dynd først aflejres ved vanddybder på 15-20 meter. Renderne er udfyldt med sand af sen- eller postglacial oprindelse. Af overfladesedimentkortet fremgår det endvidere, at der forekommer morænedannelser tæt under havbunden i en stor del kortlægningsområdet og at stort set alle lavvandede grunde er domineret af moræneler.



Figur 35. Fordelingen af overfladesedimenttyper i Smålandsfarvandet. Se bilag C3 for stort format.

Prækvartæroverfladen i Smålandsfarvandet er domineret af tilstedeværelsen af hævningsområdet, Ringkøbing-Fyn-Højderyggen. Denne højderyg gennemskærer den centrale del af Smålandsfarvandet i en VNV-ØSØ retning. Højderyggen er afgrænset af to indsynkningsbassiner; det Norsk-Danske Bassin mod nord og det Tyske Bassin mod syd.

Overordnet set, har Ringkøbing-Fyn Højderyggen hævet sig relativt til de omkringliggende bassiner op til Nedre Kridt. Herefter har både ryggen samt bassinerne været udsat for indsynkning. De tynde terciære aflejringer på ryggen har under den kvartære glaciale erosion været lette at borterosere. Dette har medført, at størstedelen af af prækvartæroverfladen er domineret af kalk, mens den i områderne længere mod syd og nord er præget af terciære aflejringer (**Figur 36**). Den prækvartære overflade bestående af Sen Kridt aflejringer ligger generelt omkring kote -25 til -75 m under Smålandsfarvandet.



Figur 36. Prækvartær overfladen i Danmark. Fra: Varv (1992).

I Smålandsfarvandet forekommer der moræneaflejringer med tilhørende smeltevandsaflejringer fra Saale og Weichsel istiderne. I selve området er der ikke kendte forekomster af aflejringer fra interglaciale perioder.

Ved afslutningen af Weichsel istiden blev der på forkanten af den vigende isrand i Smålandsfarvandet afsat smeltevandsaflejringer. Tilbagetrækningen af isen har været præget af mindre recessive fremstød, der har medført dannelse af markante bakkestrøg af usorterede moræneaflejringer.

Udviklingen af Smålandsfarvandet under og efter bortsmeltningen har i høj været domineret af samspillet mellem havstigning og landhævning som følge direkte af de eustatiske og isostatiske ændringer. Under den postglaciale fase i Fastlandstiden lå Smålandsfarvandet over havniveau og der fandtes søer med dertilhørende aflejringer af gytje og tørv. I den senere fase af postglacialtiden oversteg havstigningen trinvis landhævningen og vand trængte ind i Smålandsfarvandet. Transgressionen har været gradvis men med indslag af konstant vandspejl, som har resulteret i dannelse af kystaflejringer, som senere er blevet overskyllet. Det bevirker, at størstedelen af de potentielle forekomster i Smålandsfarvandet er dækket af recente dyndaflejringer af meget varierende mægtighed.

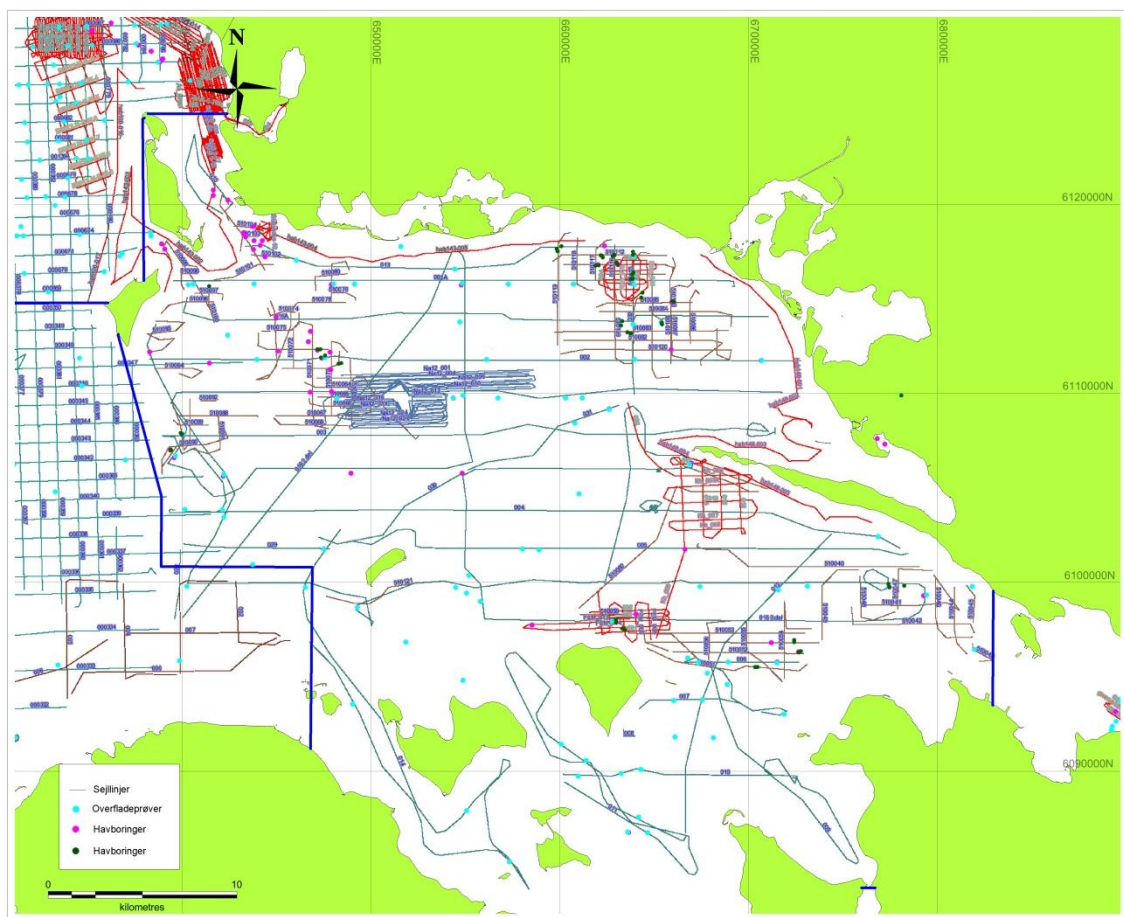
På basis af den sen- og postglaciale udvikling i området omkring Smålandsfarvandet, må det forventes at potentielle råstoffer i form af sand- og grusaflejringer hovedsageligt består af sandede postglaciale, marine aflejringer. Størstedelen af de potentielle råstoffer må formodes at være overlejret af varierende mægtigheder af postglacialt marint dynd. Desuden er råstofferne som oftest underlejret af senglacialt sand/silt.

8.2 Kortlægning og databaggrund

En oversigt over de tilgængelige sejllinier, boringer og overfladesedimentprøver er vist på **Figur 37**.

Smålandsfarvandet er blevet kortlagt i forbindelse med Miljøministeriets havbundsundersøgelser i 1980 (Fredningsstyrelsen, 1980). På baggrund af denne kortlægning blev der udgivet en detaljeret rapport over råstofressourcerne i området (Skov- og Naturstyrelsen, 1987).

Over flere omgange er der foretaget råstofundersøgelser i Smålandsfarvandet. I 2007 er der ved Karrebæksminde, Knudshoved og Femø foretaget undersøgelser af GEUS. Ligeledes er der i 2011 indsamlet data for Naturstyrelsen ved Kirkegrund. I forbindelse med habitatkortlægningen af de indre danske farvande i 2012 er de kystnære områder Karrebæksminde Fjord, Knudshoved og Femø blevet kortlagt. I overlap med område 544 Storebælt er der foretaget detaljeret kortlægning ved Stignæs og Skælskør Fjord i 2012 og 2013 for Naturstyrelsen.



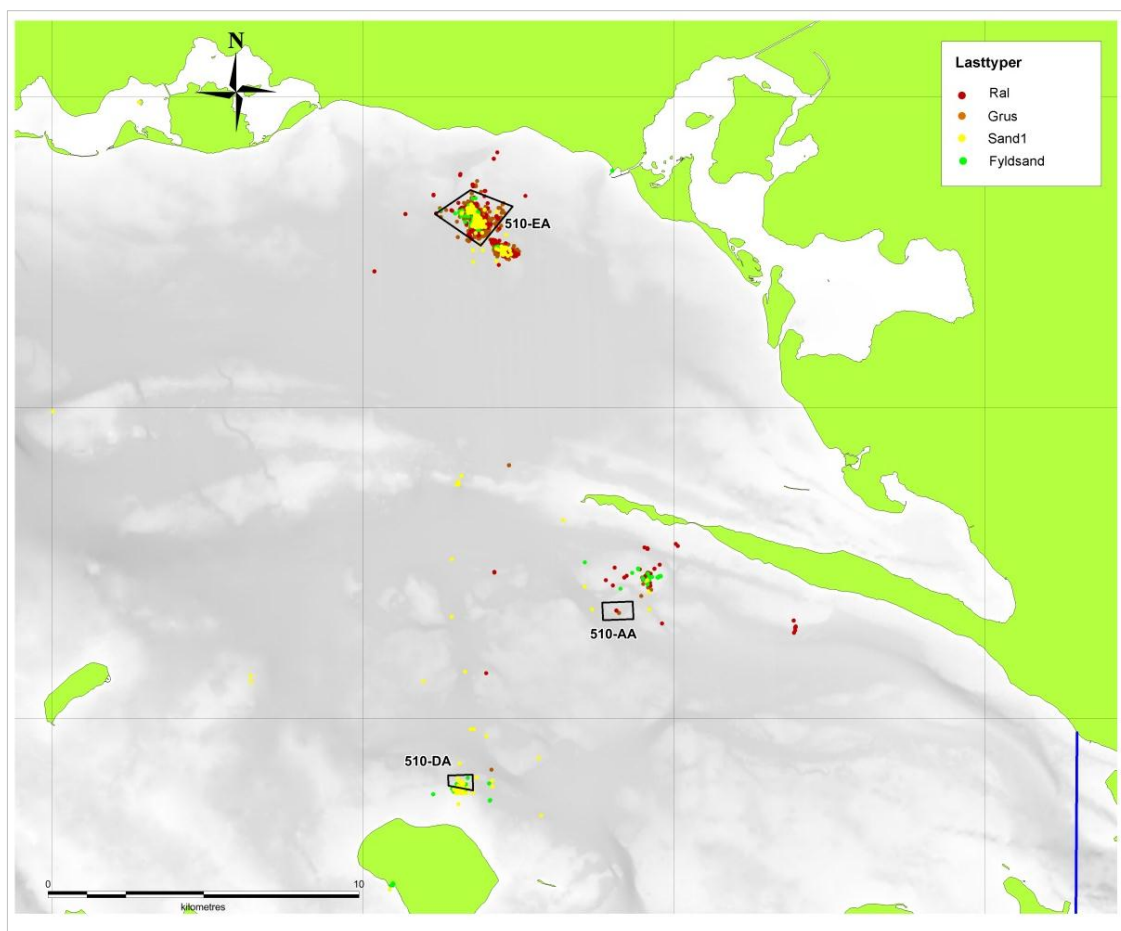
Figur 37. Fordelingen af seismiske linjer, boringer, prøvesandsugninger og overfladesedimentprøver i Smålandsfarvandet. Se bilag C2 for stort format.

8.3 Ressourceforekomster

De kendte forekomster og indvindingsområder i Smålandsfarvandet er koncentreret omkring fællesområderne 'Karrebæksminde' (510-EA), 'Knudshoved' (510-AA) og 'Femø' (510-DA) (**Figur 38**).

Kortlægningsdata og indvindingsdata berettiger til at klassificere en række områder som påviste og sandsynlige sandressourcer, mens en lang række områder må betegnes som værende spekulative sandressourcer. Hovedressourcerne består af senglaciale sandede sedimenter, mens de resterende formodentlig består af marine fossile kystaflejringer. Der er kun tolket sand 0 og sand 1 ressourcer i Smålandsfarvandet.

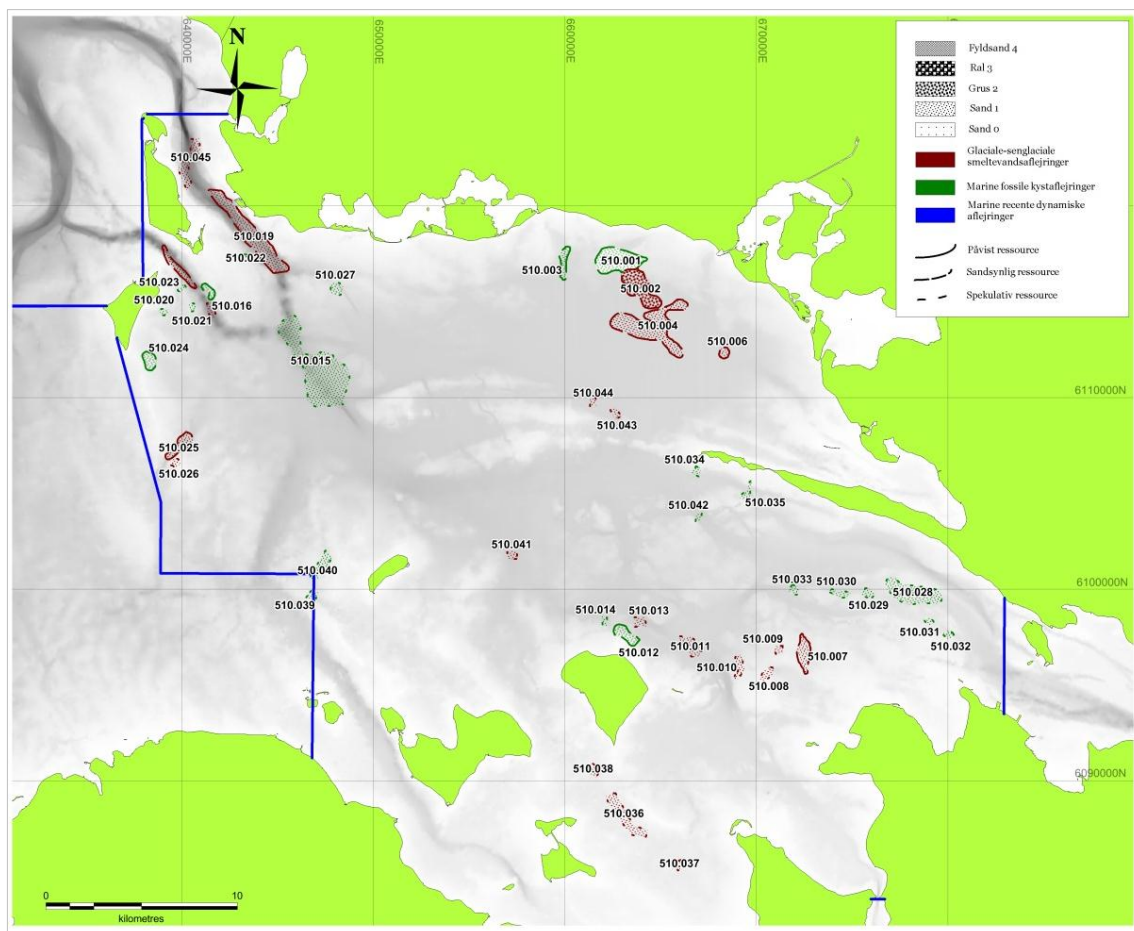
Fordelingen af indvindings-lasttyper (**Figur 38**) viser ligeledes placeringen af de råstofmæssige interesseområder. Det ses, at indvindingslasterne er koncentreret omkring de store ressourceområder; i Karrebæksminde Fjord, ved fællesområdet nord for Femø, vest for Kirkegrund, i området nord for Omø Stålsgrunde, Bredegrund samt i området øst for Femø.



Figur 38. Fordelingen af indvindings-lasttyper i Smålandsfarvandet (ultimo 2012).

I det følgende beskrives kortfattet de enkelte nummererede ressourceområder, som er blevet identificeret i Smålandsfarvandet (**Figur 39**). Kortlægningen og klassifikation m.h.t. typer og ressourcesikkerhed baseres dels på tidligere kortlægning og ressourceopgørelser (Jensen, 1998), og i dele af områderne på nyere data og boringskontrol (f.eks. Jensen et al., 2012). Ressourcebeskrivelsen følger en opdeling i såkaldte spekulative, sandsynlige, og påviste ressourcer (jf. afsnit

4.2). Da boringskontrol er temmelig begrænset for mange af de sandsynlige og spekulative forekomsters vedkommende, er der foretaget en samlet beskrivelse af nummererede forekomster, der antages at være af samme type.



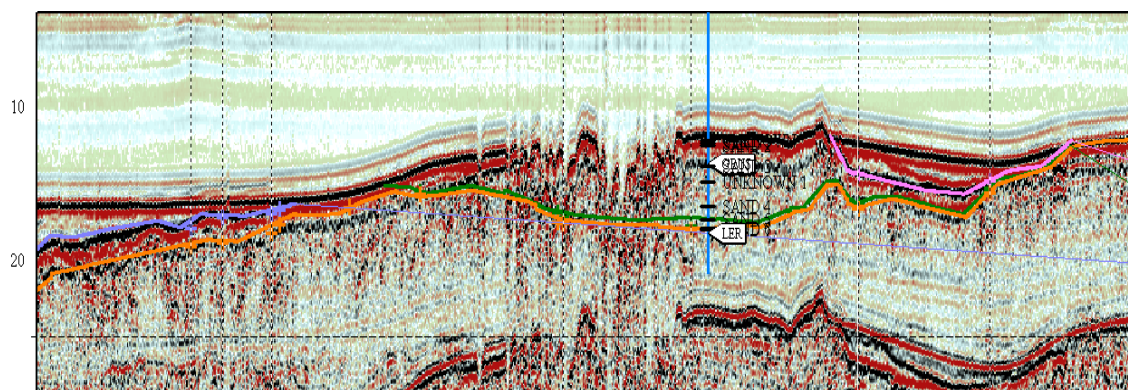
Figur 39. Fordelingen af råstofforekomster, -typer og –ressourcesikkerhed i Smålandsfarvandet. Se bilag C4 for stort format.

510.001-510.003 (Indre Karrebæksminde Fjord):

Ressourceforekomsterne i Karrebæksminde Fjord findes på moderate vanddybder omkring 7-15 meter og ligger spredt i et større område, som bl.a. inkluderer fællesområdet Karrebæksminde (510-EA). Bundtopografien har et jævnt forløb i området. Forekomsterne er her, baseret på nyere seismiske data (2007), inddelt i to sandsynlige ressourceområder. Ressource 510.001 består overvejende af marine aflejringer, mens ressource 510.002 overvejende består af sen-glaciale smeltevandsaflejringer (Figur 40).

Den sandsynlige forekomst (510.001) er hovedsageligt lokaliseret nord- og nordvest for fællesområdet. Ressourcen består formodentlig af mellemkornet til groft, postglacialt marint sand med partier af grus og sten, som ikke er overlejret af overjord. Ressourcen er aflejret oven på morænen. I ressourcen er der hidtil blevet produceret grus 2 og ral 3. En række boringer og en enkelt overfladeprøve er tilgængelige fra forekomsten. Boring 551127.18 indikerer således et tykt sandlegeme med potentielle mægtigheder over 11 meter. Seismiske data viser maksimale tykkelser på op til 13,5 meter, men gennemsnitstykkelsen formodes at ligge omkring 3-6 meter.

Der er foretaget 11 prøvesandsugninger i ressource 510.001, der alle viser en moderat til særdeles god ydelse. Disse sugeprøver er dermed i høj grad med til at verificere omfanget af ressource 510.001.



Figur 40. Seismisk linje Kbm014 indsamlet i 2007, gennemskærer ressource 510.002. Basis af ressourcen er markeret med grøn horisont. Der ses tydelige spor efter råstofindvinding.

I sydlig forlængelse af 510.001 ligger den sandsynlige forekomst 550.002, som består af groft sand og grus med partier af sten. Ressourcen ligger på vanddybder omkring 9-12 meter. En enkelt boring og 2 overfladeprøver verificerer ressourcen. Boring 551127.16 indikerer således tykke sand og grus aflejringer på mægtigheder over 5 meter, dog adskilt af et ukendt lag. De seismiske data viser en maksimal tykkelse på op til 12 meter, med en gennemsnitstykkelse omkring 4-6 meter.

Det formodes, at ressourcen hovedsageligt består af senglaciale smeltevandsaflejringer af varierende kvalitet med indslag af recent dynamisk marint aflejret sand.

I ressourceområdet er der hidtil primært blevet produceret grus 2 og ral 3 med enkelte forekomster af sand 1 og fyldsand.

Der er foretaget 6 prøvesandsugninger i ressource 510.002, der alle viser en moderat til særdeles god ydelse. Disse sugeprøver er dermed i høj grad med til at verificere ressource 510.002.

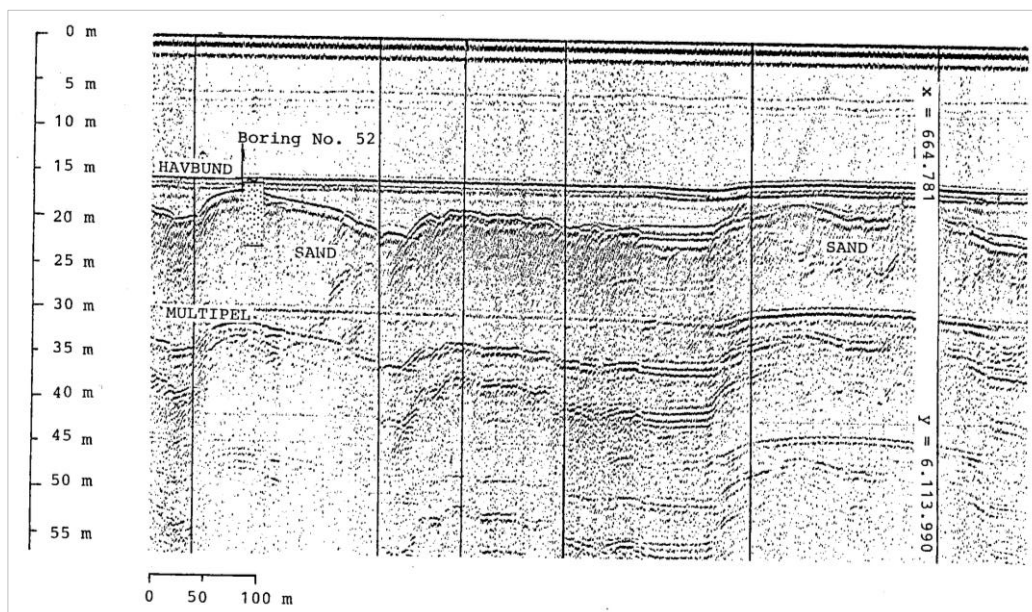
I den østlige del af Karrebæksminde Bugt findes en sandsynlig ressource (510.003) bestående af formodet holocænt marint sand. Forekomsten er ikke verificeret ved vibrationsboring, men der er udført 3 prøvesandsugninger, som indikerer en ringe til moderat ydelse af et materiale, der er beskrevet som fint sand. Mægtighederne af overjord er minimale. Grundet prøvesugningernes manglende penetration, kan mægtigheden kun bestemmes til >3 m.

510.004+510.006 (Ydre Karrebæksminde Bugt):

Ressource 510.004 ser ud til at danne et større sammenhængende sandsynligt ressourceområde. Den sydlige del er formodentlig overlejret af varierende tykkelser af dynd, mens dyndlaget er meget minimalt i den nordlige del. Et par boringer og overfladeprøver er placeret indenfor ressourceområdet og de indikerer, at ressourcen består af fint- til mellemkornet sand. Ifølge boringerne er sandmægtighederne lokalt store, op til ca. 10 meter. Det skønnes, at gennemsnitsmægtigheden ligger på 5-6 meter. Mægtigheden ser ud til at være størst i den nordlige del af området.

Der er udført 6 prøvesandsugninger for ressource 510.004, som viser en varieret ydelse. I de vestlige dele er ydelsen moderat, hvor materialet er beskrevet som fint sand. I den nordlige del er ydelsen derimod særdeles god og materialet beskrives her som mellemkornet sand. Ydelsesniveauet i den østlige del betegnes som ringe, grundet tykke aflejringer af overjord.

Den sandsynlige ressource (510.006) består formodentlig af senglacialt sand (Figur 41). Der er ikke foretaget boring gennem denne ressource. Eksistensen og afgrænsningen er udelukkende baseret på enkelte seismiske data og ressourcen er derfor relativt spekulativ.



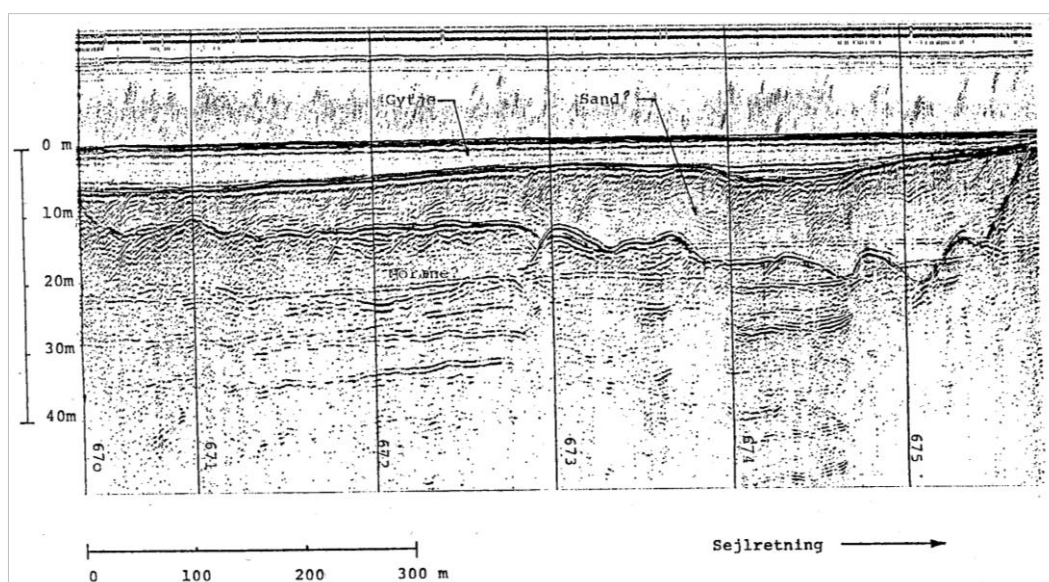
Figur 41. Boomer profil fra Karrebæksminde fjord. Sandede senglaciale aflejringer, der overlejres af et dynddække med varierende tykkelse. Fra: Skov- og Naturstyrelsen (1987).

510.007-510.011 (Øst for Femø):

Forekomsterne øst for Femø findes på lave til moderate vanddybder omkring 4-13 meter.

Forekomsterne 510.007-510.010 er verificeret af boringsdata. Boringer indikerer, at forekomsterne optræder som mindre lokale ressourcer bestående af fint- til mellemkornet sand af senglacial oprindelse (**Figur 42**). Oven på ressourcerne forefindes der lokalt mægtigheder af dynd. Der er ligeledes indikationer på indlejring af lerlag.

Forekomst 510.011 er ikke dokumenteret gennem nogen borer, men tolkningen er udelukkende baseret på de seismiske data. Sedimenttypen er derfor meget usikker.



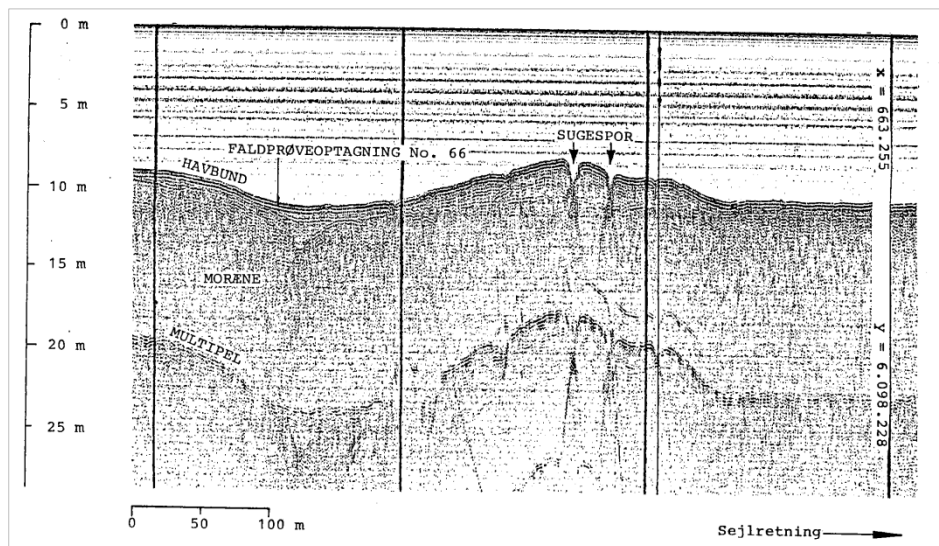
Figur 42. Boomer profil fra området øst for Femø. Sandede senglaciale aflejringer overlejres af et dynddække af variende tykkelse. Fra: Skov- og Naturstyrelsen (1987).

Der er foretaget 4 prøvesandsugninger i ressource 510.007, hvor kun en enkelt viser tilfredsstillende ydelse af materiale, der beskrives som sand og grus. De resterende 3 prøvesugninger gav en meget dårlig ydelse.

Derudover er der 2 prøvesandsugninger for ressourceområde 510.008, hvor begge beskriver en god ydelse i et materiale bestående af sand.

510.012-510.014 (Nord for Femø):

Forekomsterne nord for Femø findes på lave til moderate vanddybder omkring 4-15 meter. Der er kortlagt tre ressourcer i området nord for Femø; ressource 510.012-510.014 (**Figur 43**). Ressource (510.012) er bl.a. inkluderet i fællesområdet Femø (510-DA). Der er blevet foretaget 4 prøvesandsugninger i området med varierende tilfredsstillende ydelse, men som dog alle viser materiale af sand i forskellige dybder. Inden for fællesområdet og inden for afgrænsningen af den sandede ressource 510.012 er der hidtil produceret sand 1 og fyldsand. Ressource 510.012 er tolket som en marin postglacial sand 1 ressource.



Figur 43. Boomer profil fra området nord for Femø. Ryg bestående af holocænt sand med tydelig spor efter sandsugning, der underlejes af moræne. Fra: Skov- og Naturstyrelsen (1987).

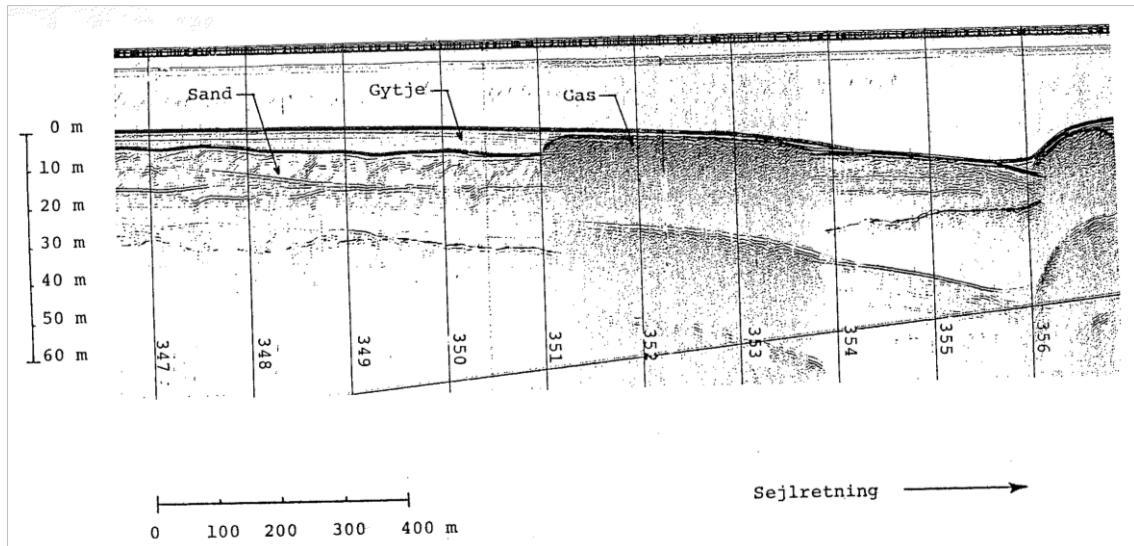
Ressource 510.013 er overlejret af et tykke dyndlag, mens ressource 510.012 er eksponeret på havbunden. Således viser boring 551127.24, der er lokaliseret i ressource 510.013, over 5 meter potentiel overjord, mens de resterende borer ved ressource 510.012 ingen overjord viser. Desuden antyder borerne klart tilstedeværelsen af sandforekomster, omend grundet den ringe penetration, er mægtighederne meget usikre. En enkelt boring bekræfter tilstedeværelsen af over 5 meter sandforekomst. Ressource 510.013 er tolket som en senglacial sand 1 ressource.

Tolkningen af ressource 510.014 er udelukkende baseret på seismiske data. Dette gør ressourcen meget spekulativ. Det ringe datagrundlag for forekomst 510.013 gør også denne ressource spekulativ. Ressource 510.014 er tolket som en marin postglacial sand 1 ressource.

510.015 (Vest for Kirkegrund):

Denne spekulative ressource er beliggende vest for Kirkegrund på relativt store vanddybder omkring 14-30 meter. Ressourcen er overlejret af en meget varierende mægtighed af dynd

(Figur 44). Udbredelsen af ressourcen er relativ usikker, men det må formodes, at den har et stort volumen. Generelt indikerer boringer og sigteanalyser, at ressourcen består af fint-mellemkornet sand. Boring (551126.40) viser således et sandlegeme med en mægtighed på 6 meter overlejret af et dække på 2 meter dynd. Ressourcen er af postglacial oprindelse. Der er foretaget 6 prøvesandsugninger i de nordøstlige dele af forekomsten. 3 af disse prøvesugninger gav god ydelse, mens de tre resterende gav dårlig eller ringe ydelse.



Figur 44. Boomer profil fra området vest for Kirkegrund. Marin postglacial sandforekomst, der overlejes af 2 meter dynd. Der ses tydelig tegn på gas i forekomsten. Fra: Skov- og Naturstyrelsen (1987).

510.016-510.017 (Omø Sund):

Den spekulative ressource 510.006 og den sandsynlige ressource 510.017 ligger på vanddybder omkring 25-40 meter i Omø Dyb og formodes at bestå af meget varierende kvalitet, og formodentlig af både fint og groft sand. Enkelte boringer og overfladeprøver belyser eksistensen af sandforekomst 510.017 bl.a. viser boring 551125.14 et 2 meter tykt sandlegeme med grusaflejring i bunden, som er overlejret af 1,5 meter dynd. Der er ingen tilgængelige boringer eller prøvetagninger for ressource 510.016. Begge ressourcer er aflejret på langs med Omø Dyb.

510.018 (Omø Sund):

Ligeledes i Omø Sund på vanddybder omkring 6-30 meter ligger den sandsynlige forekomst 510.018. Der er ingen boringer, der gennemskærer ressourcen. En enkelt sugprøve tilgængelig for forekomsten, gav en fin ydelse af materiale, der er beskrevet som fint til mellemkornet sand. Ressourcen er af postglacial oprindelse. Grundet det begrænsede netværk af seismiske linjer, er afgrænsningen af ressourcen dog relativ usikker.

510.019 (Agersø Sund):

En større sandsynlig sandforekomst er beliggende i Agersø Sund. En række boringer, der gennemborer ressourcen, indikerer, at ressourcen består af fint- til grovkornet sand med stedvis indslag af grus. Boring 551125.2, som ligger i den nordlige del, viser således over 3,5 meter potentiel ressource uden overlejring af dynd. Boring 551126.3 indikerer, at mindre sandlegemer er adskilt af forekomster af ler og tørv. Ressourcen har en elongeret form, som strækker sig på langs ad dybets retning.

510.020-510.021+510.023 (Øst for Omø):

Mindre spekulative ressourcer beliggende øst for Omø. Der er ingen tilgængelige borer eller prøvetagninger fra disse tre forekomster, og desuden er de kun baseret på ganske få seismiske data, hvilket gør dem til meget spekulative ressourcer.

510.022 (Agersø Sund):

Mindre spekulativ ressource, som ikke er dokumenteret ved seismiske data eller borer.

510.024 (Syd for Omø):

Syd for Omø ligger denne sandsynlige forekomst af sand. Data fra boring 551125.17 viser, at ressourcen formodentlig består af fint sand. Desuden viser boringen, at forekomsten ikke er overlejret af dynd. Denne ressource er beliggende inden for Natura-2000 området.

510.025-26 (Nord for Omø Stålgrunde):

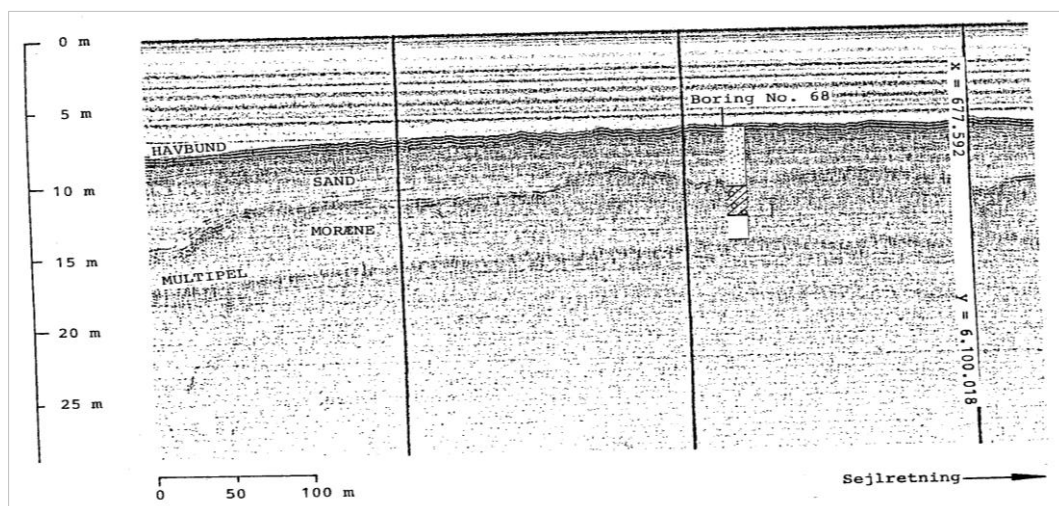
Den sandsynlige ressource 510.025 samt den spekulative ressource 510.026 er beliggende nord for Omø Stålgrunde. En række borer er tilgængelig for området og de indikerer at der stedvist kun findes tynde dyndlag. Boringerne viser, at ressourcerne formodentlig består af groft sand med indslag af grus. Dog er usikkerheden for ressource 510.026 betragtelig. For ressource 510.025 er der foretaget 4 prøvesandsugninger, som alle gav en meget god ydelse.

510.027 (syd for Basnæs Nor):

Syd for Basnæs Nor ligger den spekulative ressource 510.027, som er en sand 1 ressource af typen bestående af mellemkornet sand uden overlejring af dynd. Der er to tilgængelige borer fra forekomsten, 551126.15 og 551126.39.

510.028 (Nord for Vålse Vig):

En større spekulativ ressource er beliggende nord for Vålse Vig i den vestlige del af Smålandsfarvandet. Et par borer og overfladeprøver er tilgængelige fra forekomsten (**Figur 45**). Boring 551132.9 indeholder en række mindre ressourceenheder bestående af både fint sand og grus. Der findes ligeledes aflejring af tørv i boringen. Der er udført 3 prøvesandsugninger i forekomsten, som alle angiver en tilfredsstillende ydelse.



Figur 45. Boomer profil fra området nord for Vålse Vig. Marin postglacial sandforekomst, der overlejres af 2 meter dynd og underlejres af moræne. Fra: Skov- og Naturstyrelsen (1987).

510.029-510.033 (sydøst for Knudshoved):

En serie af mindre spekulative ressourcer er beliggende vest og syd for ressource 510.028. Ingen boringer er tilgængelige for de fem ressourcer og sammen med de få tilgængelige seismiske data gør det ressourcerne meget spekulative.

510.034 (Syd for Knudshoved):

Denne sandsynlige ressource er beliggende syd for Knudshoved på vanddybder omkring 7-11 meter. En enkelt boring samt en enkelt prøvetagning er tilgængelig for ressourcen (551131.29) og (551131.3), som indikerer at forekomsten består af groft sand uden overlejring af dynd.

510.035 (Syd for Knudshoved):

Denne spekulative ressource er beliggende syd for Knudshoved. Der er ingen tilgængelige boringer fra forekomsten. Enkelte seismiske linjer belyser eksistensen af ressourcen, hvilket gør den ganske spekulativ. Syd for ressourceområdet 510.035 er der foregået indvinding, hvor der er produceret forskellige lasttyper.

510.036-510.037 (Øst for Askø):

To spekulative ressourcer beliggende øst for Askø. Der er ingen tilgængelige boringer fra disse forekomster.

510.038 (Syd for Femø):

En mindre spekulativ ressource er beliggende syd for Femø. En enkelt prøvetagning (541103.14) er tilgængelig fra forekomsten, som viser, sand på havbunden. De få seismiske linjer, som er tilgængelige fra ressourcen vidner om en meget spekulativ ressource.

510.039-510.040 (Vest for Vejrø):

Vest for Vejrø findes to spekulative forekomster. Der er få tilgængelige prøvetagninger fra forekomsten, som viser, at der findes sand på havbunden. Tolkningen er kun baseret på enkelte seismiske linjer og få boringer.

510.041 (Øst for Vejrø):

Øst for Vejrø findes en spekulativ forekomst af senglacial oprindelse. Der er ingen tilgængelige boringer fra forekomsten, og tolkningen er kun baseret på en enkelt seismisk linje. Det meget sparsomme datagrundlag gør ressourcen til meget spekulativ.

510.042 (Syd for Knudshoved):

Denne mindre spekulative ressource er beliggende syd for Knudshoved. Der er ingen tilgængelige boringer eller prøvetagninger fra forekomsten, og kun en enkelt seismisk linje krydser ressourcen.

510.043-510.044 (Vest for Knudshoved):

To mindre spekulative ressourcer er beliggende vest for Knudshoved. En enkelt boring (551131.22) samt en enkelt overfladeprøve er tilgængelig fra forekomst 510.043, som viser en sandforekomst på ca. 2 meter under- og overlejret af ler og silt.

510.045 (Øst for Agersø):

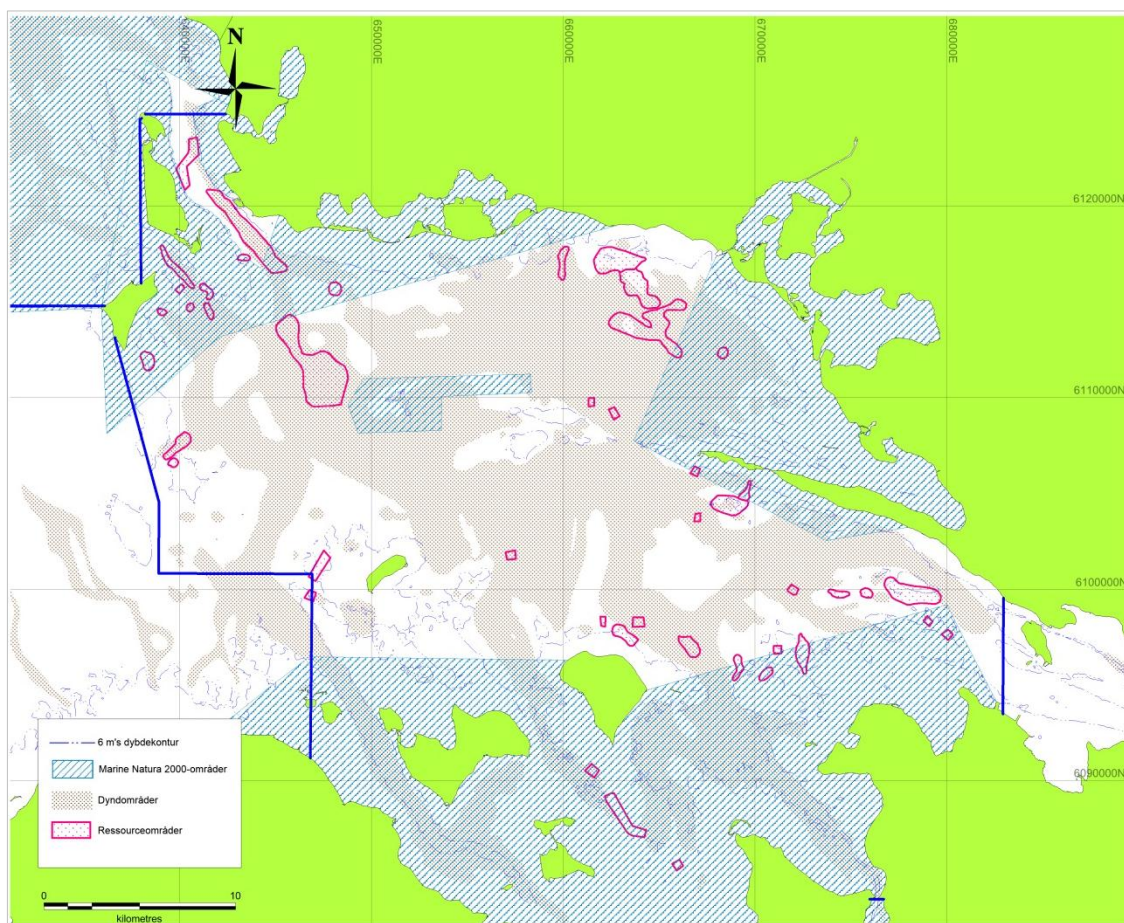
Relativ stor spekulativ ressource beliggende øst for Agersø. Der er ingen tilgængelige boringer fra ressourcen, og tolkningen er kun baseret på en enkelt seismisk linje.

8.4 Ressourcebegrænsninger

De indvindingsbegrænsende faktorer er af stor betydning i Smålandsfarvandet, hvor den dominerende ressourcebegrænsning er det udstrakte dyndområde, som dækker næsten hele den centrale del af område 510 (Figur 46). Områder på >20 m vanddybde har typisk et dynddække på >1 m. Dog er flere mere lavvandede og bølge/strøm beskyttede områder også præget af et tykkere dynddække (f.eks. i den sydlige del af Smålandsfarvandet). Dynddækket medfører bl.a., at dele af sandforekomsterne ved Agersø og Karrebæksminde, ikke er anvendelige som råstofressourcer.

En anden væsentlig ressourcebegrænsning er udbredelsen af Natura-2000 områderne, der dækker store, relativt lavvandede områder i den sydlige del af område 510 syd for Femø, i området omkring Omø, Agersø og Glænø, samt ved Karrebæksminde Fjord og Knudshoved. En række af de registrerede råstofforekomster er lokaliseret indenfor Natura-2000 områderne. Da Smålandsfarvandet samtidigt er et meget lavvandet område, befinder en del af råstofforekomsterne sig på vanddybder <6m.

Det konkluderes at langt hovedparten af de kortlagte sandforekomster i Smålandsfarvandet er påvirket af ressourcebegrænsninger.



Figur 46. Ressourcebegrænsninger i Smålandsfarvandet. Et større område med stor dyndmægtighed karakteriserer det centrale bassinområde, og dækker de dybere dele af forekomsterne langs flankerne af bassinet. Se bilag C5 for større format.

8.5 Samlet ressourceopgørelse for 510 Smålandsfarvandet

Der er i alt lokaliseret 12 sandsynlige og 32 spekulative ressourcer i Smålandsfarvandet (se tabel 4). Disse sandsynlige ressourceområder omfatter 510.001-510.006, 510.010, 510.012, 510.017-510.019, 510.024-510.025. Der er delvist angivet volumen for de spekulative ressourcer, og om end volumenerne er meget usikre, kan de anvendes til vurdering af ressourceområdets potentielle. De kortlagte ressourcer, hvorved der er angivet volumen, bidrager samlet til 99 mio. m³, hvoraf 93 mio. m³ er sand¹ og 6 mio. m³ er grus². En stor andel af ressourceområderne er spekulative sand¹ ressourcer. For disse ressourcer gælder det, at råstofvolumenestimerterne ikke er angivet. Langt hovedparten af de kortlagte ressourceområder i Smålandsfarvandet består af sand 1, dog med undtagelse af ressource 502.002, der består af grus².

Tabel 4. Opstilling af ressourceområder (RESOMR) for område 502, deres geologiske oprindelse (GEOKODE), ressourcesikkerhed (SIKKERHED) ressourcevolumener (TOTRES) m.m.

RESOMR	GEOKODE	RESTYPE	GEOLOGI	SIKKERHED	TOTRES
510.001	HS	1	G	1	12.00
510.002	TS	2	R	1	6.00
510.003	HS	1	G	1	4.00
510.004	TS	1	R	1	20.00
510.006	TS	1	R	1	1.00
510.007	TS	1	R	0	2.00
510.008	TS	1	R	0	0.50
510.009	TS	1	R	0	0.20
510.010	TS	1	R	1	0.50
510.011	TS	1	R	0	6.00
510.012	HS	1	G	1	1.00
510.013	TS	1	R	0	-
510.014	HS	1	G	0	-
510.015	HS	1	G	0	20.00
510.016	TS	1	R	0	0.80
510.017	TS	1	R	1	4.00
510.018	HS	1	G	1	1.00
510.019	TS	1	R	1	10.00
510.020	HS	1	G	0	-
510.021	HS	1	G	0	-
510.022	HS	1	G	0	-
510.023	HS	1	G	0	-
510.024	HS	1	G	1	1.50
510.025	TS	1	R	1	2.00
510.026	TS	1	R	0	-
510.027	HS	1	G	0	0.75
510.028	HS	1	G	0	5.00
510.029	HS	1	G	0	0.20
510.030	HS	1	G	0	0.20
510.031	HS	1	G	0	-

510.032	HS	1	G	0	-
510.033	HS	1	G	0	-
510.034	HS	1	G	0	-
510.035	HS	1	G	0	-
510.036	TS	1	R	0	-
510.037	TS	1	R	0	-
510.038	TS	1	R	0	-
510.039	HS	1	G	0	-
510.040	HS	1	G	0	-
510.041	TS	1	R	0	-
510.042	HS	1	G	0	-
510.043	TS	1	R	0	-
510.044	TS	1	R	0	-
510.045	TS	1	R	0	-

8.6 Anbefaling til supplerende kortlægning

Ressourceundersøgelse viser, at forekomsterne i Smålandsfarvandet i høj grad er præget af begrænsende faktorer. Det gælder såvel finkornet overjord og dynd, som dækker størstedelen af de dybereliggende områder, men også Natura 2000-områder, som dækker hele den sydlige del af Smålandsfarvandet, den inderste del af Karrebæksminde Fjord og ved Knudshoved, samt hele den nordvestlige del inklusive Agersø og Omø. Disse begrænsende faktorer bevirker, at en stor del af ressourcerne i området ikke har erhvervsmæssig interesse og at der generelt ikke er grundlag for en supplerende regional kortlægning (**Figur 47**).

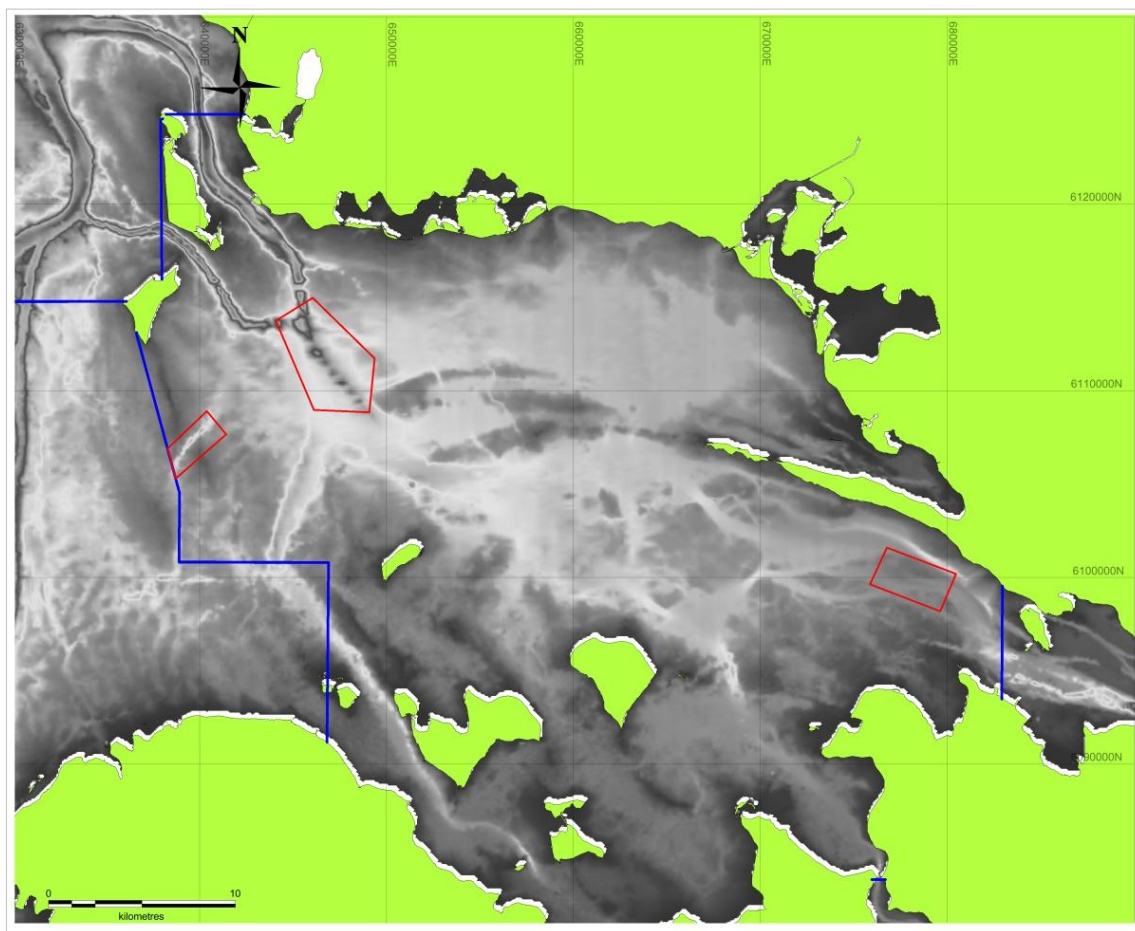
Fællesområderne 'Karrebæksminde' (510-EA), 'Knudshoved' (510-AA) og 'Femø' (510-DA), hvor der er foregået indvinding, er allerede kortlagt med relativ god datadækning.

Det vurderes, at yderligere dataindsamling for en række sandsynlige og spekulative ressourceområder definitivt vil kunne afgøre om der er fremtidige råstofperspektiver i Smålandsfarvandet eller om mulighederne for erhvervsmæssig indvinding og lokaliseringen af nye råstofområder er udtømt.

Af interessante ressourceområder kan nævnes det store sandsynlige ressourceområde 510.015, som er beliggende vest for Kirkegrund. En række borer og prøvesandsugning indikerer tilstedeværelsen af ressourcen med tykke mægtigheder af sand med varierende kvalitet. Netop denne ressource kan have stor erhvervsmæssig interesse og en detaljeret kortlægning af ressourcen vil derfor være relevant.

Et andet eksempel på en interessant ressourceområde er 510.028, der er beliggende på Bredegrund. Dette er en større spekulativ ressource, hvorfra der er et par borer og overfladeprøver tilgængelige, der viser fine sandforekomster med indslag af grus. Desuden er der udført 3 prøvesandsugninger i forekomsten, som alle angiver en tilfredsstillende ydelse. For at øge kendskabet til forekomstens udbredelse, kvalitet og udnyttelsespotentiale kræves detaljerede sesimiske data understøttet af flere borer.

Den sandsynlige ressource 510.025 er beliggende nord for Omø Stålgrunde. En række boringer er tilgængelig for området og de indikerer at der stedvist kun findes tynde dyndlag. Boringerne viser, at ressourcen formodentlig består af groft sand med indslag af grus. Der er foretaget 4 prøvesandsugninger, som alle gav en meget god ydelse, hvilket gør ressourcen meget interessant i forhold til erhvervsmæssig udnyttelse. En udfordring er dog, at ressourcen er beliggende på lavt vand og ligger meget tæt på 6 meter kurven. For at øge kendskabet til forekomstens udbredelse, kvalitet samt udnyttelsespotentiale, kræves mere detaljerede datasæt.

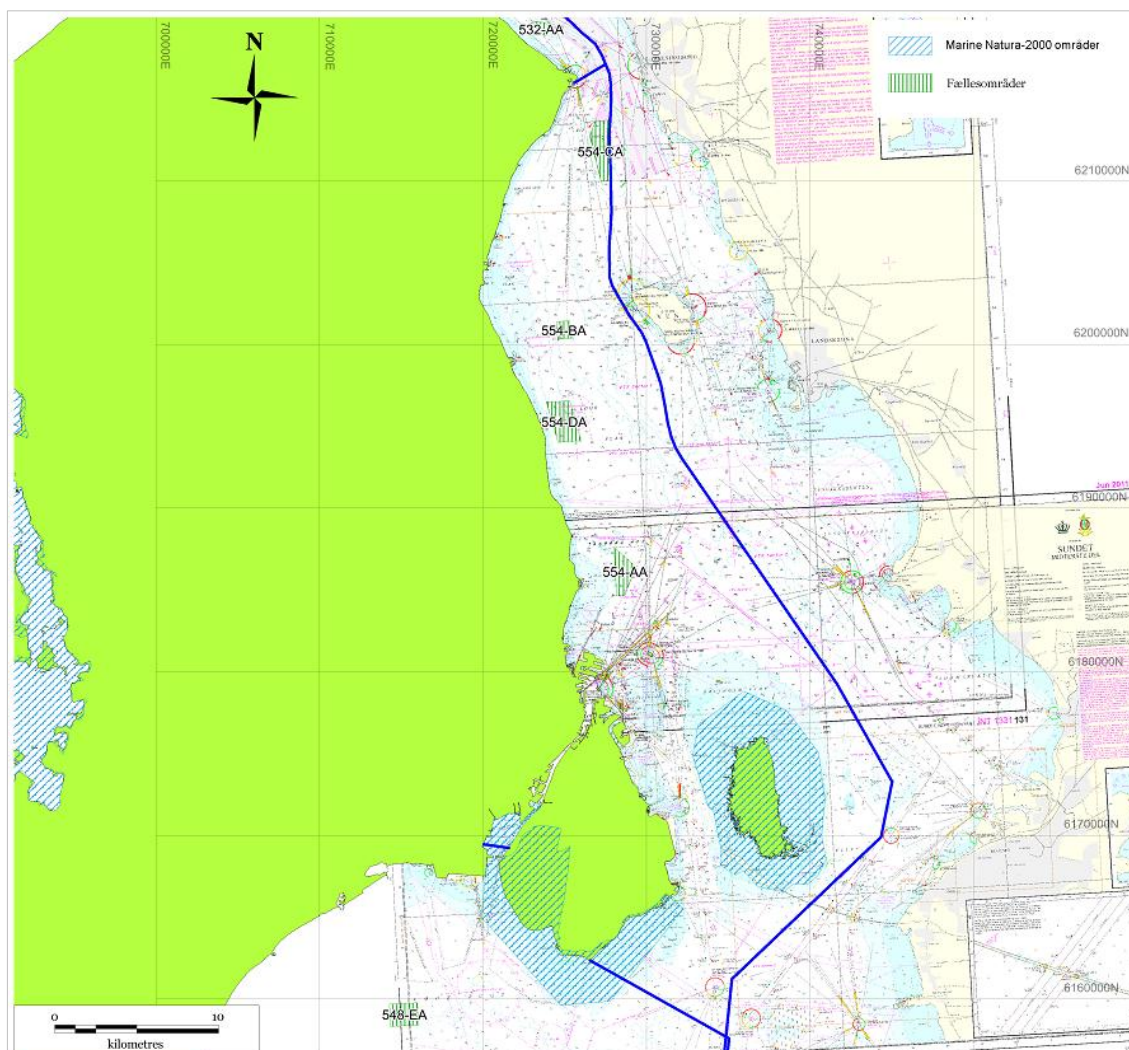


Figur 47. Områder i Smålandsfarvandet (markeret med rød ramme), hvor det anbefales, at der foretages supplerende kortlægning.

9. Øresund – område 554

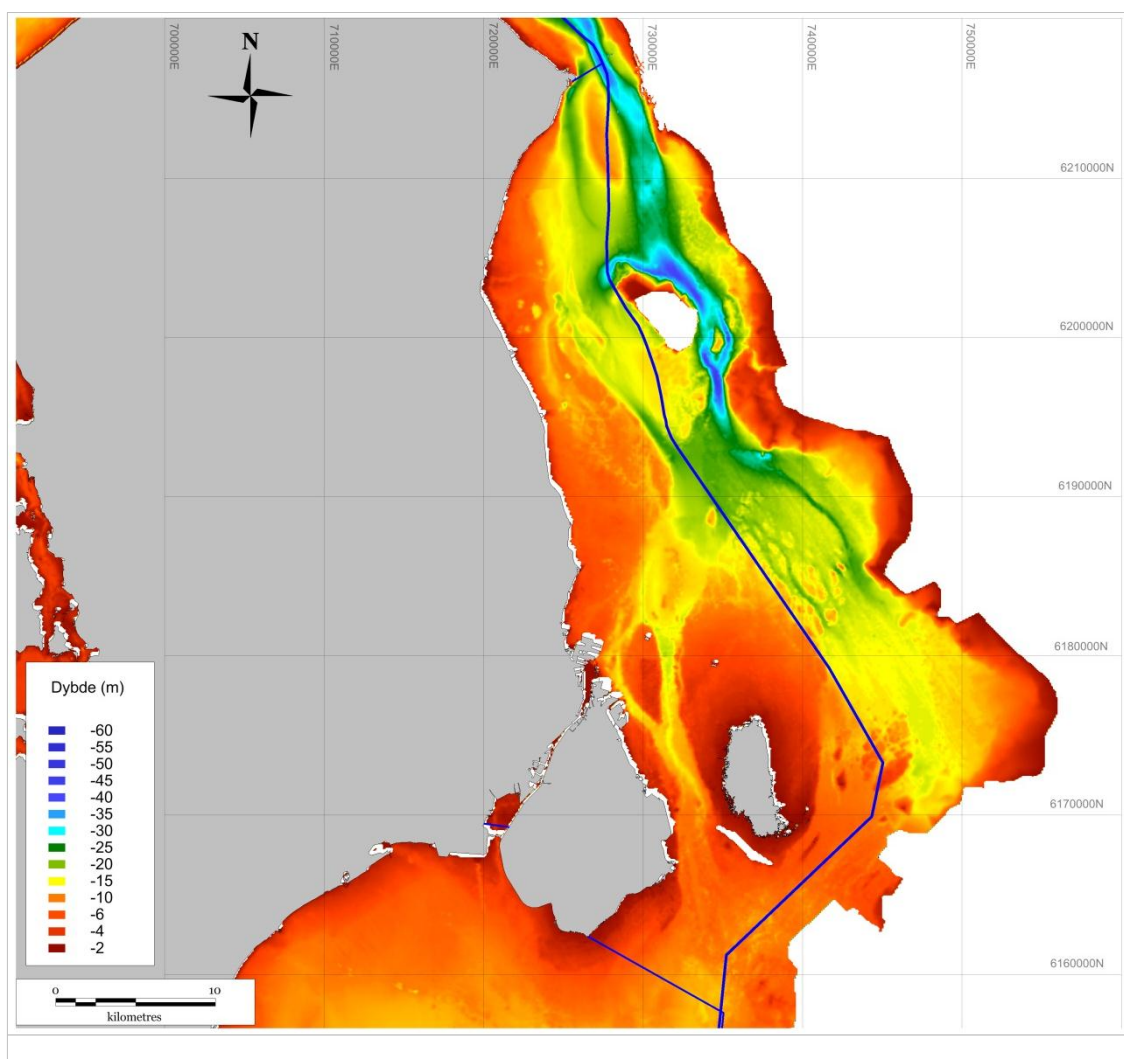
9.1 Områdebeskrivelse

Undersøgelsesområde Øresund (554) strækker sig fra sydspidsen af Amager op langs Øresundskysten til Helsingør, og herfra mod nordøst til skillelinjen mellem Danmark og Sverige. Afgrænsningen følger skillelinjen mod syd, hvorefter grænsen fortsætter mod nordvest til sydspidsen af Amager. Øresund (554) grænser således op til Hornbæk (532) i nord og Køge Bugt (548) i syd (**Figur 48** Fejl! Henvissningskilde ikke fundet.).



Figur 48. Oversigt over område 506, Øresund, afgrænset af den blå linie. Naturstyrelsens administrative områder er vist med nummerering af fællesområder. Se bilag D1 for stort format.

De dybeste dele af Øresund ligger i den vestlige del af det dansk-territorielle område i den nordlige del af Øresund. Her ligger vanddybderne generelt på 15-20 meter, med stedvise dybder i renden ud for Helsingør og nord for Ven på omkring 30-40 meter (Figur 49). De mest lavvandede områder ligger i de kystnære områder langs den sjællandske øresundskyst og Amager, samt omkring Saltholm. Vanddybderne ligger her generelt på 2-10 meter.

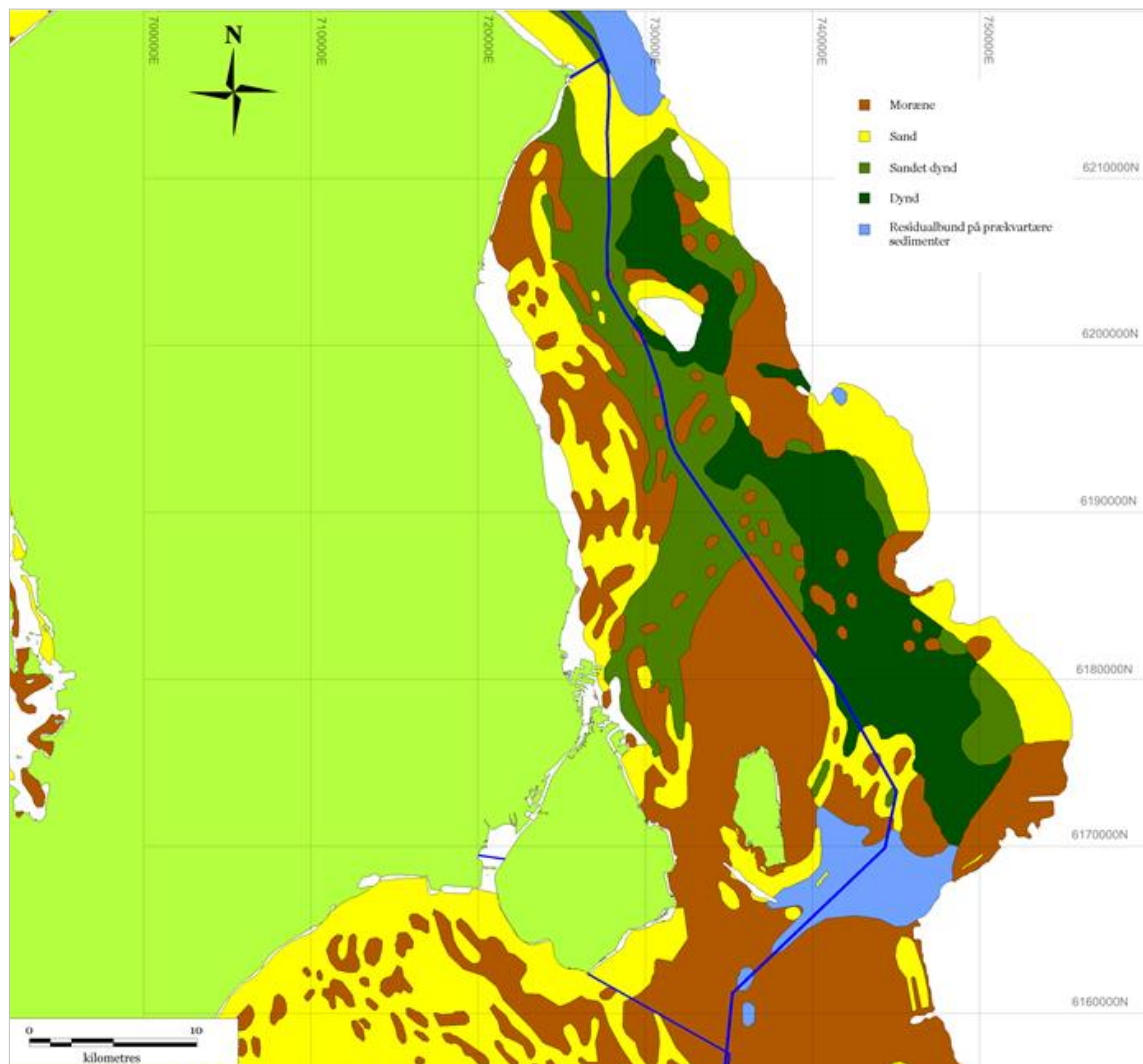


Figur 49. Farvekontureret dybdekort for Øresund området.

Den højtliggende sjællandske øresundskyst kan karakteriseres som et abrasionsflak præget af en vekslen mellem flade morænebanker med varierende indslag af restsedimenter og tynde sanddækker (Kuijpers et al., 1991), **Figur 50**. Sydøst for Helsingør ligger en betydelig sandbanke, kaldet Disken, som er dannet ved tilførsel af sand fra Kattegat. Der er hovedsageligt tale om finmellemkornet sand. I forlængelse af Disken og videre syd om Ven, dannes der på baggrund af det kraftige strømregime og sedimenttilførslen fra nord mere dyndholdige sedimenter på dybereliggende vand. De dyndholdige sedimenter dominerer de dybereliggende områder helt ned til København. De er således også dominerende i dybenderne Hollænderdyb og Kongedyb, der løber mellem København og Saltholm, hvor vanddybderne ligger omkring 10-15 meter. Saltholm udgør den mest markante bankestruktur i Øresund. Der ligger en lavvandet kalktærskel (Danimen) fra Dragør over Saltholm til Limhamn i Skåne præget af meget kraftige strømme gennem Drogden og Flinterenden. Saltholm Flak er en morænebanke, hvor tilstedeværelsen af sen- og postglaciale aflejringer er meget ringe. Banken er sandsynligvis dækket af et gruset og stenet restsediment. Sandholdige sedimenter omkring Saltholm er formodentlig erosionsprodukter fra moræneplatformen. Det meget lavvandede område ud for Amager er præget af stærk erosion induceret af bølgeaktivitet og strømme i dybenderne. Grundet de stærkt dynamiske forhold i nærheden af Saltholm og syd herfor, forekommer der meget sparsom aflejring, og det er hoved-

sageligt sand, der pletvis aflejres i kanalsystemerne. Området omkring Saltholm samt den sydlige del af Amager er begge beskyttede Natura-2000 områder.

Geologisk set er Øresund generelt præget af den højtliggende kalkoverflade (Kridt-Danien) overlejret af en serie af moræneaflejringer og en række nu udfyldte kanaler og lavninger dannet i den sidste del af Weichsel glaciationen. I den nordlige del af sundet findes en dyb NV-SØ orienteret dalstruktur i kalkoverfladen, den såkaldte Esum-Alnarpdal, hvor prækvartær overfladen ligger dybere end -50 m.

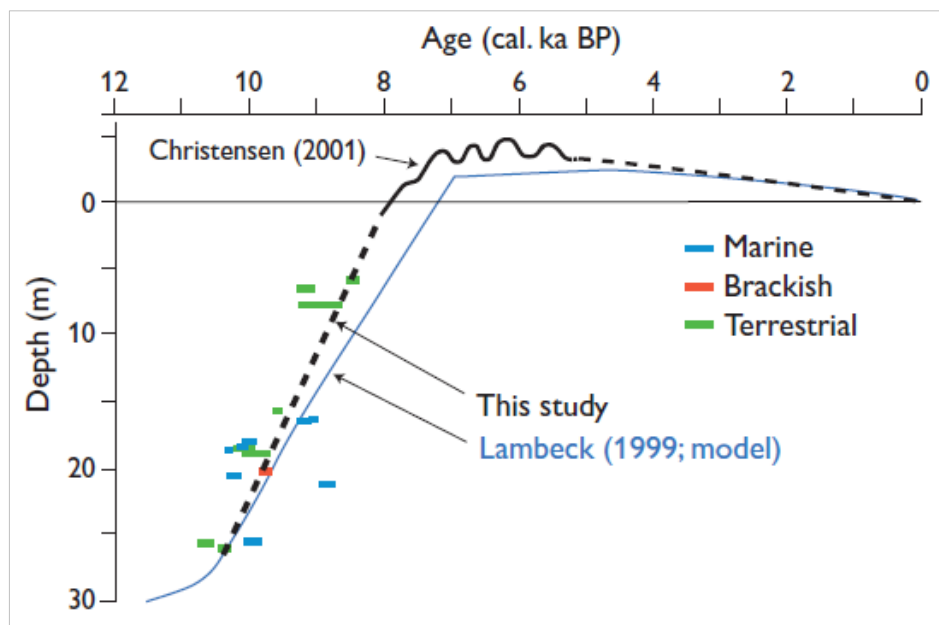


Figur 50. Oversigt over overfladesedimentfordeling i Øresund området. Fra Hermansen og Jensen, 2000. Se bilag D3 for stort format.

Øresundregionen var præget af adskillige mellem og sen-Weichel isfremrykninger og tilbagetrækninger. Det antages at Øresund og et lavtliggende område øst for Falsterbo i det sydvestligste Sverige fungerede som dræneringrute fra flere østersøområde issø-stadier gennem Weichsel-tiden (Houmark-Nielsen et al., 2005). Det seneste Bælthavfremstød fra sydøst for ca. 17-16.000 år blev umiddelbart efterfulgt af det såkaldte Kattegat genfremstød, hvorved isen centralt over Øresund trængte op over det sydligste Kattegat og aflejrte store mængder klaster rige på flint stammende fra Øresundsregionen. Ved fremstødet blev de glaciomarine aflejringer i det sydlig-

ste Kattegat deformedede. Ved den endelige afsmeltning opstod større isdæmmede søer og der dannedes flodsletter og større systemer af smeltevandsdale på Sjælland og Fyn.

Da Weichsel isen trak sig tilbage over den sydvestlige del af Sverige for ca. 14.000-15.000 år siden trængte havet ind over den nordlige del af Øresund, mens en landbro syd herfor opstod mellem det sydligste Sverige og Sjælland. Den Baltiske Issø, som gradvist voksede i Østersøregionen i takt med afsmeltningen fra ca. 15.000-12.000 år før nu, drænerede formodentlig mod nord gennem Øresund i et længere tidsrum. Efterhånden som landhævningen overhalede havstigningen, blev hele Øresund tørlagt, og regressionen nåede et minimum på ca. -35 m for omkring 11.500 år siden (**Figur 51**). Øresund blev oversvømmet igen i forbindelse med Littori-na transgressionen i tidlig Holocæn. Oversvømmelsen skete gradvist fra den dybere nordlige del, og først ved trangression af den højereliggende Saltholm barriere (-7 m) for omkring 9.000-8.000 år siden, blev der skabt forbindelse til Østersøen (Bennike et al., 2012). Siden har havbundsstrømme mellem Østersøen og Kattegat medført udformningen af sejlrenderne Drogden og Flinterenden.



Figur 51. Relativ havniveau kurve for Øresund baseret på kulstof -14 dateringer, Christensen (2001) strandlinier over 0 m, samt geofysisk modellering (Lambeck, 1999). Fra Bennike et al., 2012).

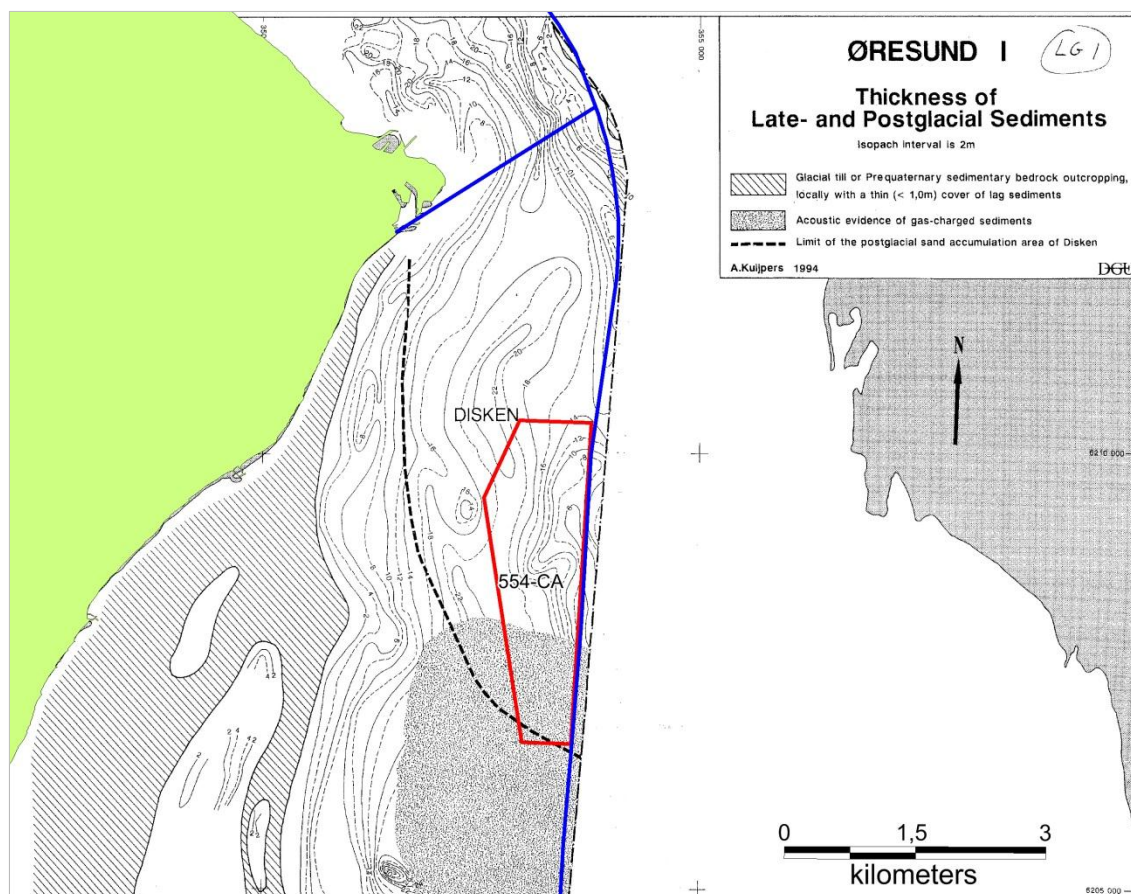
De vigtigste råstofressourcer og aktive indvindingsområder i Øresund findes i et moderat lavvandet bælte (6-15 m) indenfor 5-6 km afstand fra Nordsjællandskysten. Bortset fra området Disken sydøst for Helsingør, der er et større akkumulationsflak, består de fleste af de øvrige ressourceforekomster af abrasionsflak i et bælte med skiftende kystparallelle partier af moræneflader med tynde residualaflejringer og mellemliggende bælter af sand/grus dannelser. Herudover findes enkelte områder præget af dynamiske marine aflejringer.

Ressourcerne i Øresund Bugt kan således genetisk inddeles i:

- Marine postglaciale akkumulationsflak (f.eks. Disken)
- Marine postglaciale residualesedimenter/abrasionsflak
- Marine recente dynamiske aflejringer

9.2 Kortlægning og databaggrund

Den eksisterende viden om råstofforekomster i Øresund er i høj grad baseret på undersøgelserne knyttet til daværende planer om en eventuel Saltholm Lufthavn (DGI, 1974). Disse data, samt andet materiale er gennemgået i en rapport af Skov- og Naturstyrelsen (Christensen, 1990). Omtalte rapport har desværre ikke været tilgængelig i sit fulde omfang i nærværende evalueringstudie, men sejllinjer og kernebeskrivelser foreligger i analog format. Sejllinjer og borepositioner er blevet indscannet og indgår i kortbilagene. Overfladesedimenterne i den danske del af Øresund blev detaljeret kortlagt i 1:100.000 af Kuijpers et al. (1991). Overfladesedimentkortet udviser større detaljegråd end den generaliserede fremstilling i GEUS' landsdækkende sedimentoverfladekort. Ligeledes udgav DGU i 1994 data-dokumentationsrapporten "Øresund: Thickness of late -and postglacial sediments" (Kuijpers, 1994), der giver et samlet billede på mægtighedsvariationen af postglaciale sediment forekomster, områder med residualesedimenter over moræne samt dyndudbredelsen (se detail eksempel, **Figur 52**). Mægtighedsvariationen af de postglaciale sedimentforekomster afspejler i varierende grad mægtigheden af potentielle sandressourceforekomster. Dog indikerer boreringsdata og seismiske profiler at hovedparten af sedimentfyldet i trug mellem morænebanker er af siltet karakter, med en overlejrende kun få meter tyk sandet til gruset yngre enhed.



Figur 52. Fordeling og mægtighedsvariation af sen-postglaciale aflejringer i området omkring Disken i det nordlige Øresund (baseret på Kuijpers, 1994).

En generel evaluering af sand og grusressourcer i Øresundsregionen blev foretaget for Skov- og Naturstyrelsen af Jensen (1997). Nærværende evaluering tager udgangspunkt i denne opgørelse.

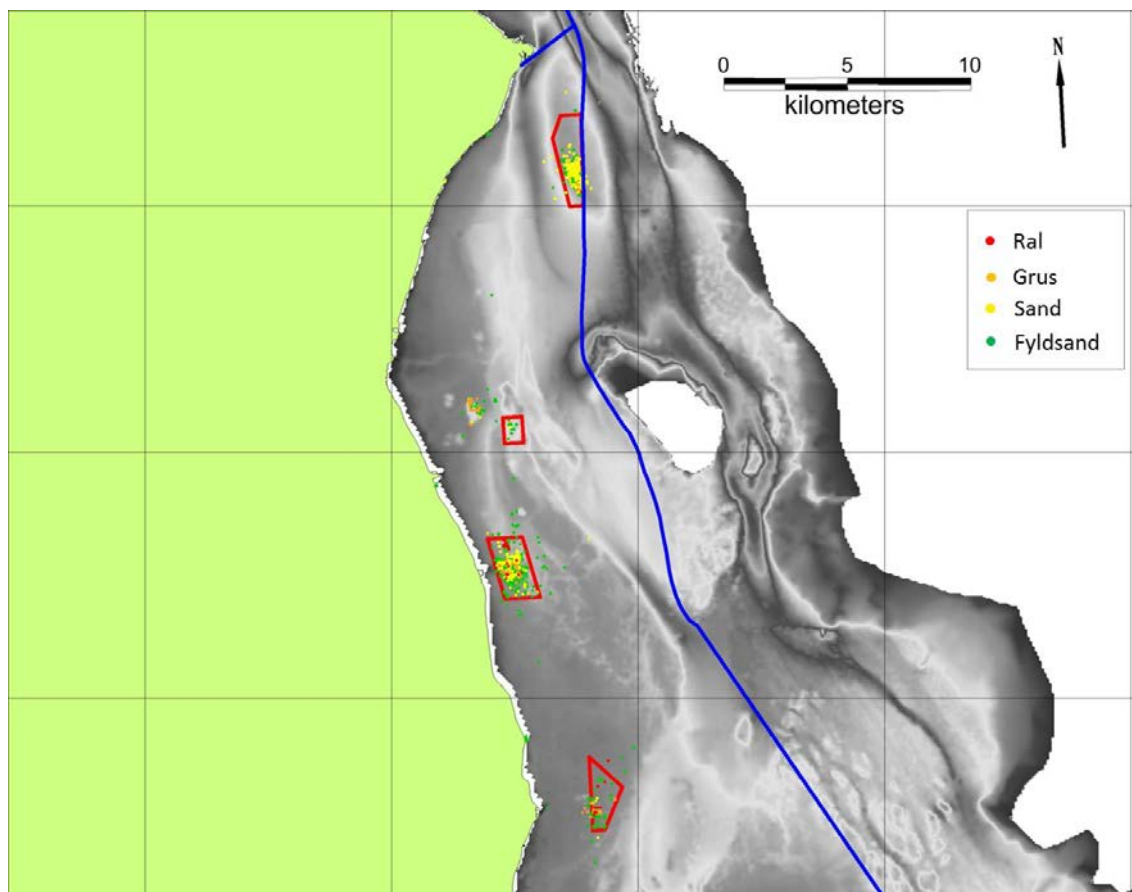
I forbindelse med internationale forskningsprojekter er specielt lagserien i de dybereliggende render blevet seismisk kortlagt (1995, 2006) og der er blevet foretaget et begrænset antal strategiske borer, med det overordnede formål at klarlægge den sen-og postglaciale udvikling af øresundsforbindelsen mellem Kattegat og Østersøen (Jensen et al., 1999; Bennike et al., 2012).

I 2012 er der af GEUS foretaget råstofundersøgelser for Københavns Nordhavn i området ud for Vedbæk. I forbindelse med habitatkortlægningen af de indre danske farvande i 2012 er der foretaget kortlægning langs en kystparallel linje i Natura-2000 områderne ved Saltholm og Vestamager.

En oversigt over eksisterende seismiske linjer baseret på MARTA databasen, indscannede analoge linjer (DGI, 1994), samt position af borer og overfladesedimentprøver er vist på Figur 53.

9.3 Ressourceforekomster

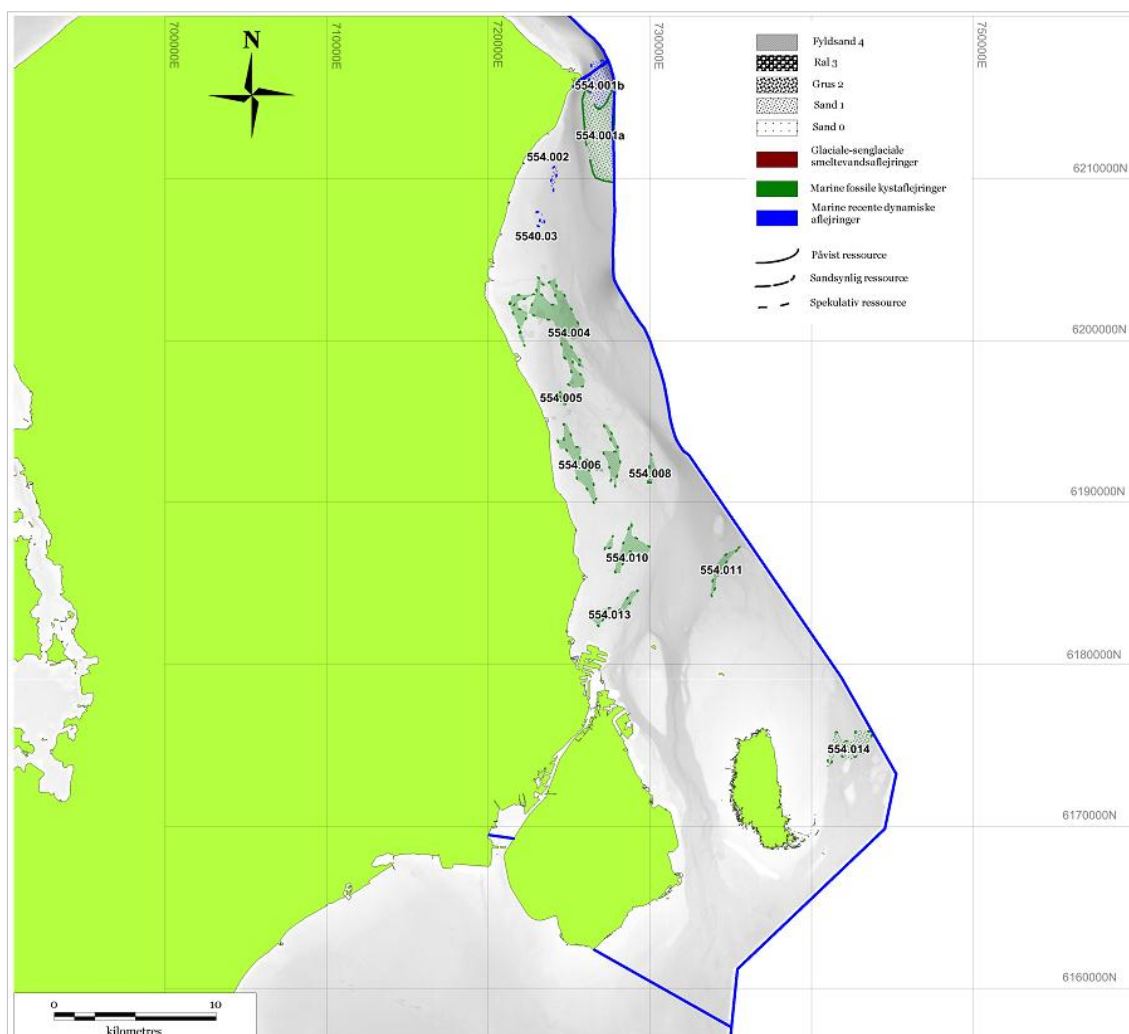
Fordelingen af lasttyper i Øresund (**Figur 53**) viser, at der har fundet betydelig indvinding sted i fællesområderne 'Skovshoved' (554-AA), 'Vedbæk' (554-DA), Nivå Flak (554-BA) og Disken (554-CA). Indvindingsstatistikken viser en dominans af sand1 og fyldsand i de nordlige områder, mens der er tendens til grovere sedimenttyper i de sydlige fællesområder med indslag af grus og ral. Naturstyrelsens seneste årlige opgørelser viser, at der næsten udelukkende udvindes fyldsand fra fællesområderne og at Vedbæk er klart dominerende med hensyn til indvindingsmængden.



Figur 53. Fordelingen af indvindings-lasttyper i Øresundsområdet (ultimo 2012). Fællesområder er markeret med rød rand.

På baggrund af det eksisterende datagrundlag er der i ressourceopgørelsen i Jensen (1997) udpeget en række spekulative ressourcer. Ressourceopgørelsen er hovedsageligt baseret på det seismiske datasæt fra Fredningsstyrelsens kortlægning i 1974 samt den regionale kortlægning af de postglaciale aflejrings mægtighedsvariation i Øresund (Kuijpers, 1994). Ved sammenligning mellem de kortlagte spekulative ressourcer i Jensen (1997) og placeringen af fællesområder og lasttype lokaliseringer, fremgår det at i flere delområder som f.eks. ud for Vedbæk og Skovshoved, at indvindingsområder samt lokalisering af lasttyper kun delvist er sammenfaldende med placeringen af spekulative ressourceområder. I flere tilfælde er de aktive indvindingsområder placeret i arealer med vekslende residualforekomster/moræne og sandaflejringer.

I det følgende beskrives de enkelte nummererede ressourceforekomster (**Figur 54**), og i den udstrækning det er tilfældet, kommenteres også på de omkringliggende områder, hvor data indikerer at ressourceforekomsterne kan have en større udbredelse.

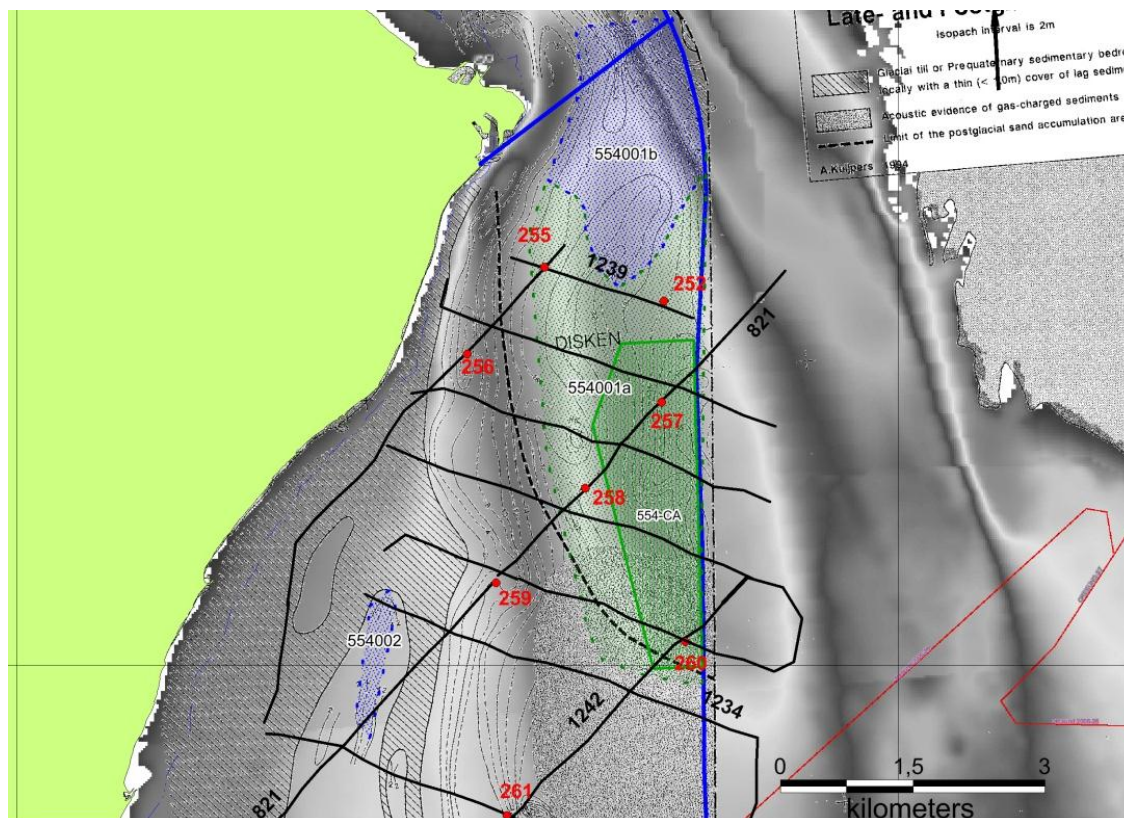


Figur 54. Fordelingen af ressourceforekomster, ressource typer, og ressource sikkerhed i Øresund. Se bilag D4 for stort format.

554.001 (Disken):

Den største ressource i den danske del af Øresund er disken området (554.001) mellem Helsingør og Helsingborg. Ressourcen inkluderer fællesområdet Disken, 554-CA (**Figur 55**). Disken er beliggende på vanddybder omkring 8-18 meter. Dette ressourceområde er opdelt i to dele baseret på dannelsesforhold. Hele forekomsten er et akkumulationsflak bestående af marint fint-mellemkornet, postglaciale sand. Der har hidtil været produceret hovedsageligt sand 1 og fyldsand fra forekomsten, primært koncentreret i den sydlige del af ressourcen. Området er stort set dyndfrit men er omgivet af dyndholdige sedimenter. Den sydlige del (554.001A) betragtes overvejende som en fossil marin dannelse, mens der i den nordlige del findes recente dynamiske bundformer i form af sandbølger (554.001B). Ressourcen ses som en markant positiv anomali på bathymetrikortet. En række borer er tilgængelige fra forekomsten (DGI, 1974: boreringsnr. 252, 255, 257, 258, og 260). Boringerne viser at mægtigheden af den postglaciale fin-mellemkornede sandaflejringer er op til 6-7 m, og enheden overlejrer en marin grovsilt enhed (?senglaciale). Indvindingsstatistik for de seneste år viser næsten udelukkende fyldsandslaster fra fællesområdet.

Grundet forekomstens veldefinerede udbredelse og betragtelige antal borer med samstemmende lithologi, klassificeres den bathymetrisk veldefinerede forekomst, på trods af begrænset seismisk linjedækning, som 'sandsynlig'. I den tidligere opgørelse (Jensen, 1997) blev ressourcen klassificeret som spekulativ.



Figur 55. Ressourceforekomsterne 554001b (dynamisk forekomst) og 554001a (fossil forekomst) udgør det bathymetrisk veldefinerede område Disken i den nordlige del af Storebælt. Fællesområde 554 CA (grøn ramme), kontureret dybdeforhold (gråtone) og mægtighed af postglaciale aflejringer (Kuijpers, 1994) er vist.

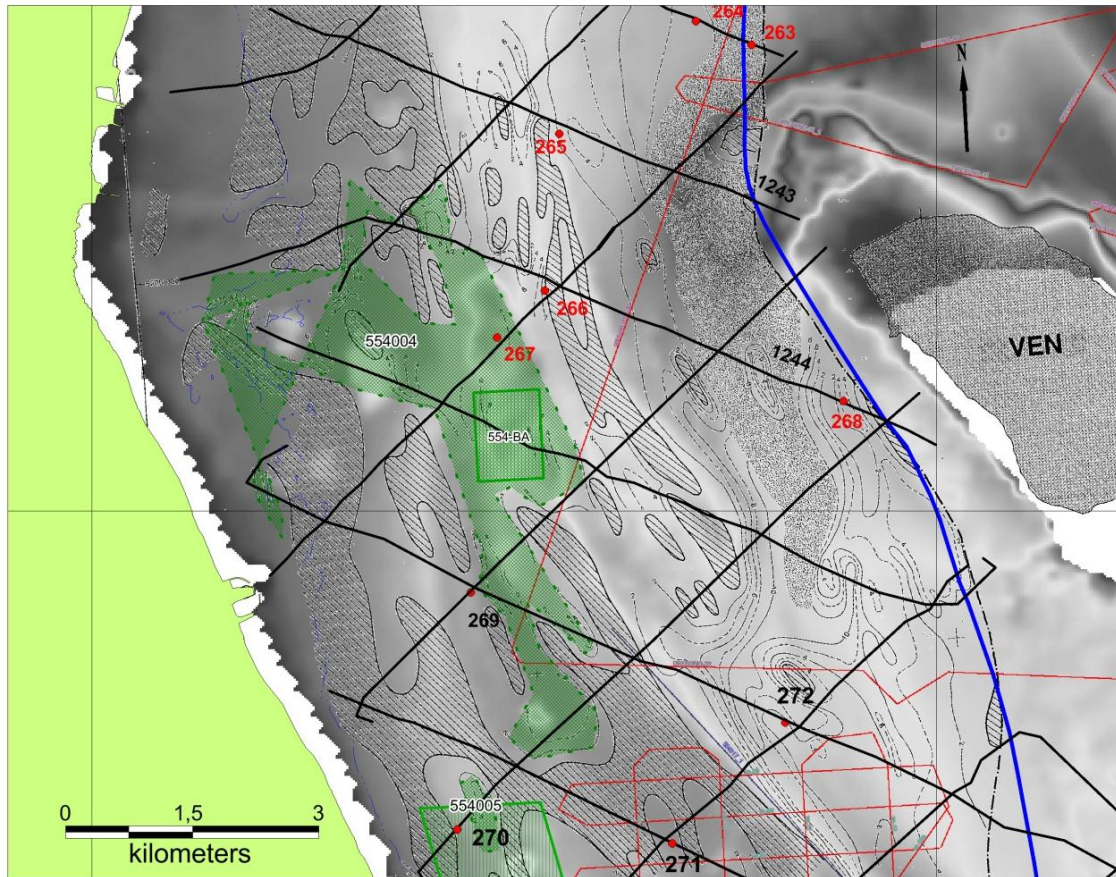
554.002-554.003 (SV for Disken):

Sydvest for Disken ligger to mindre spekulative ressourceområder (554.002 og 554.003), som begge formodes at være marine recente dynamiske aflejringer. Det antages, at ressource 554.003 består af finkornet sand 0, mens ressource 554.002 består af sand 1. Ressource 554.002 ligger på vanddybder omkring 10 meter, mens ressource 554.003 ligger på vanddybder omkring 6 – 8 meter. Mægtigheder af ressourcerne ligger typisk på 1-3 meter, lokalt lidt mere. De spekulative ressourceområder er kun begrænset af enkelte sejllinjer og er ikke verificeret ved borer.

554.004 (Nivå Bugt):

Centralt i Nivå Bugt forekommer et større sammenhængende ressourceområde (554.004), som bl.a. inkluderer fællesområdet Nivå Flak, 554-BA, hvorfra der hidtil har været indvinding af primært fyldsand men også sand 1 og grus (**Figur 56**). Boring 267 (DGI, 1974) er tilgængelig fra

forekomsten. Tykkelsen ligger generelt på ca. 1-4 meter. Selvom der har foregået indvinding i området, må ressourcen betegnes som spekulativ, da tolkningen er baseret på et begrænset datasæt og kun ganske få borer. Boring 266 lige øst for forekomsten, på grænsen til området med dynddække, viser vekslende lag af sand, grus og partier af sten. Det er muligt at forekomsten har en større udbredelse og grovere karakter mod øst op i mod morænebanken.



Figur 56. Ressourceforekomsten 554004 i Nivå Bugt der inkluderer fællesområde 554-BA (rød ramme). Forekomsten er beliggende mellem kystparallelle morænebanker. Farvekon-tureret dybdeforhold og mægtighed af postglaciale aflejringer er angivet.

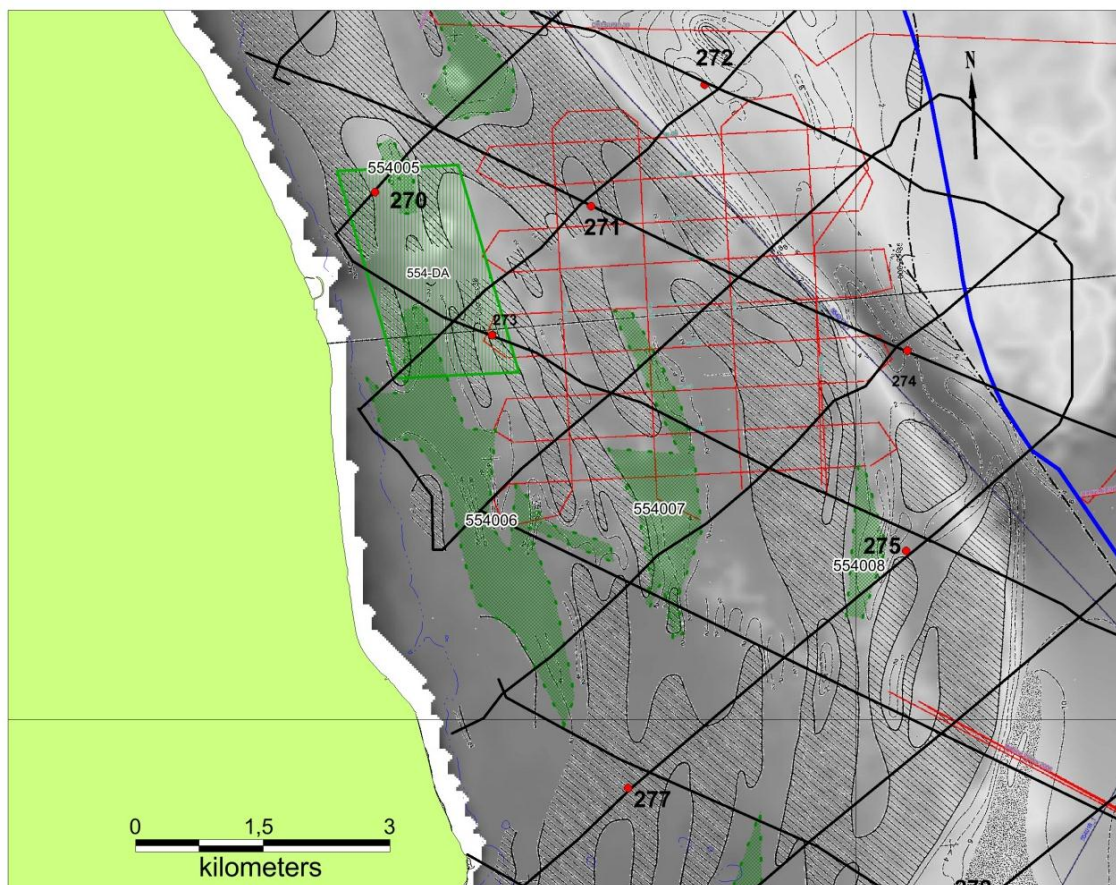
554.005-554.008 (Vedbæk):

Tidligere ressourceopgørelser viser flere spekulative ressourceområder ud for Vedbæk, og fællesområde 554-DA er placeret mellem områderne 554.005 og 554.006 (**Figur 57**). Den intensive indvinding i fællesområdet tyder på at de omtalte ressourceområder er forbundne, som en længere godt 6 km lang kystparallel forekomst. Ressourcetykkelsen ligger generelt på 2-5 meter, men stedvist når tykkelser op til 7-8 meter. Der har hidtil været kraftig indvindingsaktivitet i 554-DA, hvor der hovedsageligt er produceret fyldsand, men også grovere sedimenttyper såsom sand 1, grus 2 og ral 3. Ral 3 lasterne er primært indvundet fra ressource 554.005.

Ressourcerne 554.007 og 554.008 er begge beliggende øst for fællesområdet Vedbæk, 554-DA, og er delvist dækket af fase 1a sejlinjer fra Nordhavns ressourceundersøgelserne i 2012. Den generelle udbredelse af disse ressourcer er meget usikker. Sporadisk indvinding af fyldsand i området, samt de overordnede bundtopografiske forhold kan indikere tilstedeværelsen af større potentielle abrasionsflak dannelser, som kan være delvist forbundne med de mere kystnære forekomster. Boring 271 (DGI, 974) indeholder således ca. 2 meter fint til mellemkornet sand

med indslag af grusede partier. Yderligere højoyopløselige seismiske data og borerer vil være nødvendige for at fastslå omfanget af de spekulative ressourcer. Af denne årsag foretages ikke justering af den oprindelige afgrænsning (Jensen, 1998).

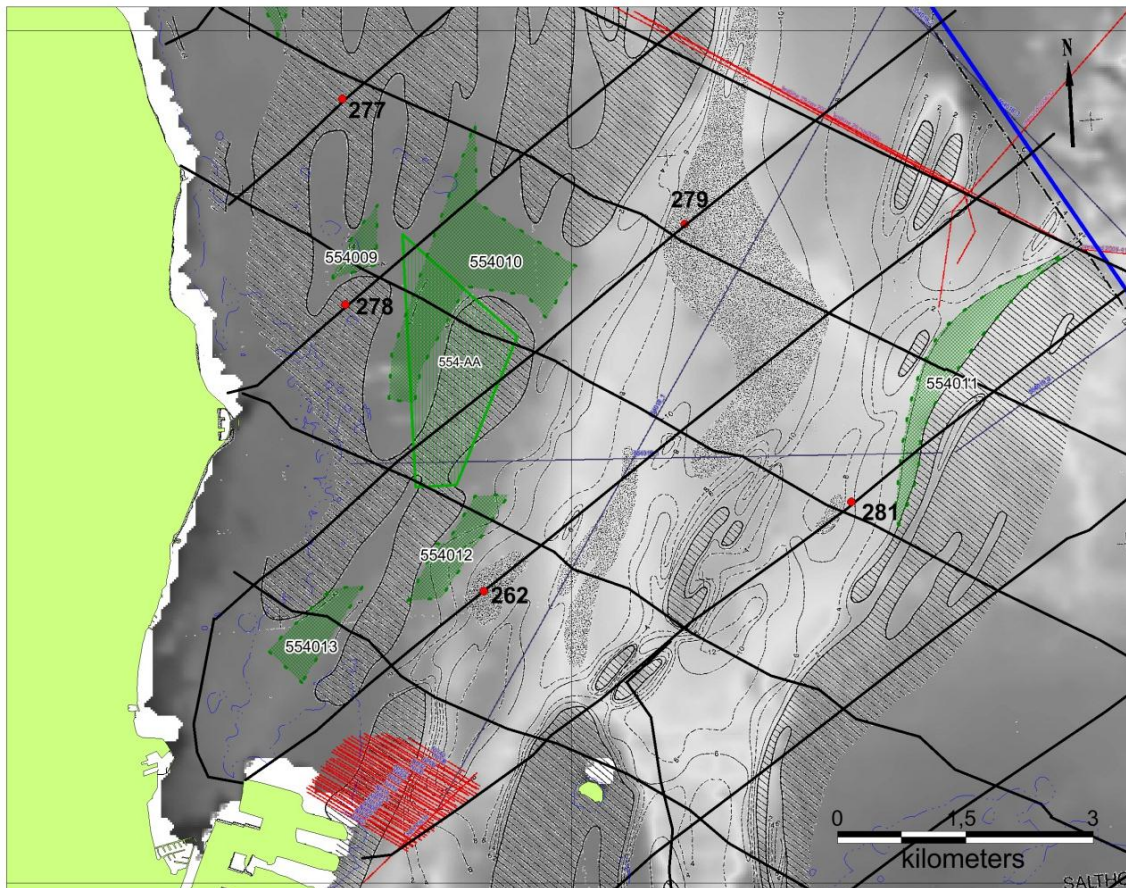
Det må antages, at der langs den markante bathymetriske grænse mellem moræneflakket og den dybere del af Øresund vil være mulighed for akkumulationsflak dannelser af formodentligt fin-kornet sand. Generelt vil dynddækket i det område begrænse råstofpotentialet af den type dannelser.



Figur 57. Forekomster ud for Vedbæk inkl. fællesområde 554-DA. Det er muligt at residualforekomster af varierende tykkelse dækker og forbinder de enkelte ressourceforekomster.

554.009-554.013 (Skovshoved):

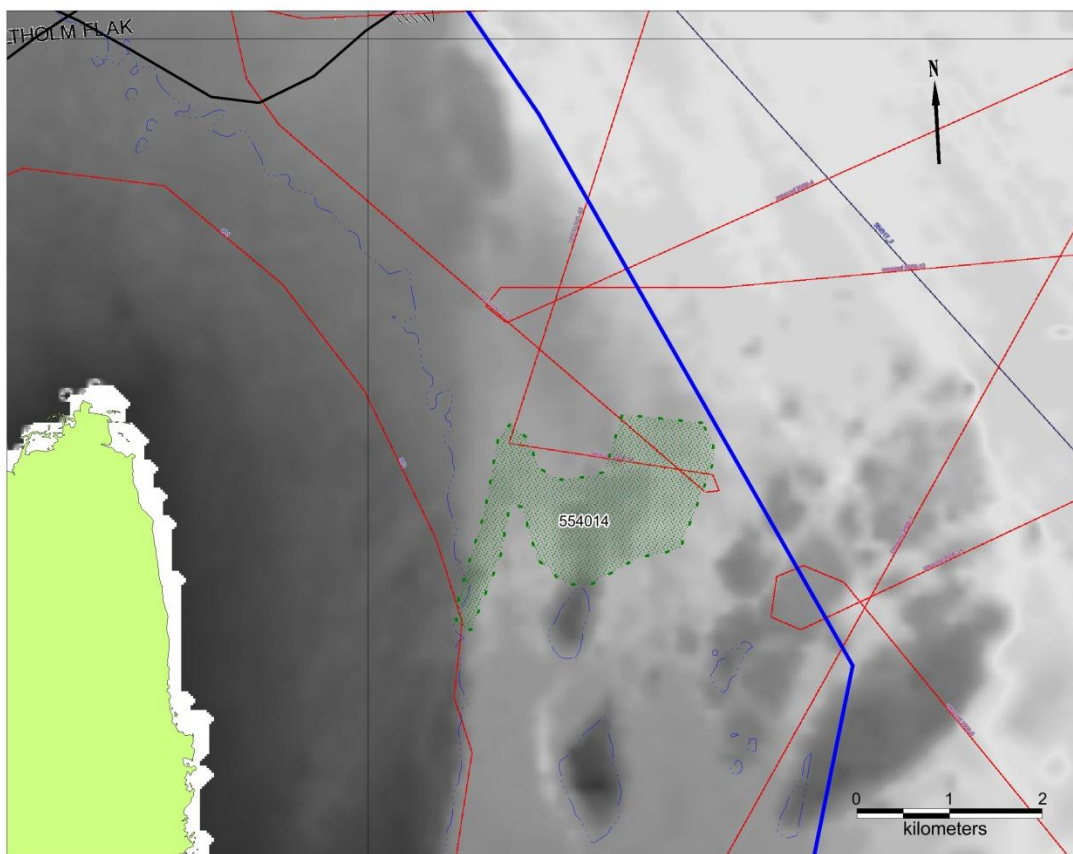
Ud for Skovshoved er en række mindre ressourcer lokaliseret (554.009-554.013), **Figur 58**. Den nordvestlige del af 554.010 er inkluderet i fællesområde Skodshoved (554-AA), hvorfra der har foregået indvinding af primært fyldsand, men også lokalt sand 1, grus 2 og ral 3. Ressourcetykkelsen ligger på ca. 1-3 meter. På baggrund af indvindingsdata er det meget sandsynligt, at ressource 554.010 og 554.012 er sammenfaldende i et større område inkluderende hele Skovshoved fællesområde, men det sparsomme datagrundlag kan ikke bekræfte dette. Udbredelsen af ressource 554.011 er meget usikker, men forekomsten er lokaliseret på østflanken af Hollændedybet.



Figur 58. Forekomster ud for Skovshoved omkring fællesområde 554-DA. Det er muligt at residualforekomster af varierende tykkelse dækker og forbinder de enkelte ressourceforekomster.

554.014 (Saltholm):

Øst for Saltholm i den nordlige del af Flinterenden findes spekulative sandforekomster i rende-strukturer (**Figur 59**). Forekomsten har mægtigheder på omkring 2-4 meter, lokalt over 5 meter. Det formodes at ressourcen består af sand1 og at den længere mod nord går over i dyndede aflejringer. Mod syd findes Danienkalk umiddelbart under havbunden.

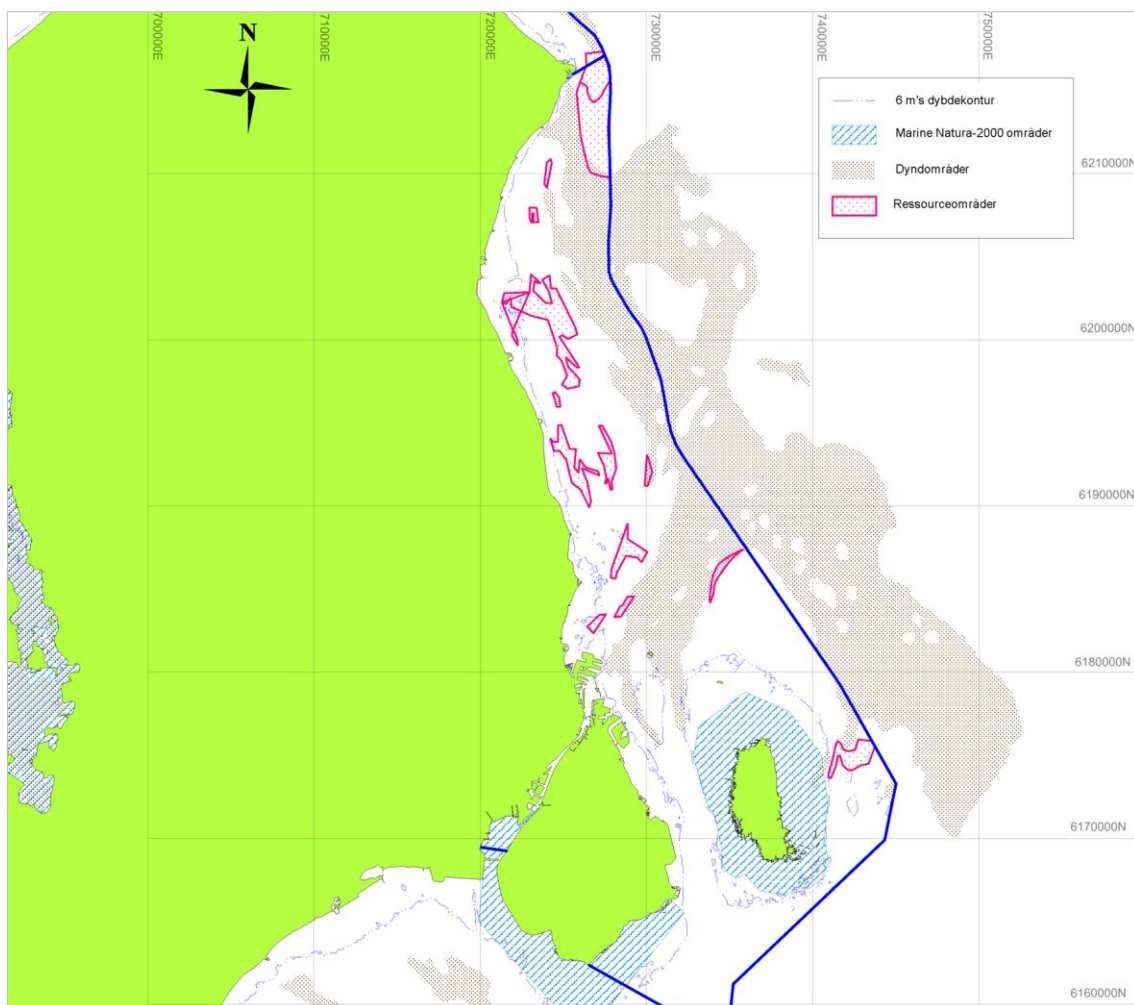


Figur 59. Spekulativ forekomst 554.014 nordøst for Saltholm.

9.4 Ressourcebegrænsninger

Langt størsteparten af de kortlagte ressourceforekomster i Øresund er ikke i større grad påvirket af ressourcebegrænsninger såsom 6 m dybdekontur, Natura-2000 beskyttelsesområder eller dynddække (Figur 60). Dog er den vestligste del af forekomsterne i Nivå Bugt præget af det lavvandede (<6m) område.

Dynddække ser ikke ud til at spille nogen væsentlig ressourcebegrænsende rolle i Øresund. Dyndholdigt overjord er mest fremherskende på dybere vand i området mellem den svensk-danske grænse, hvor der ikke umiddelbart findes nævneværdige ressourcemængder. Enkelte små ressourceforekomster ud for Saltholm henholdsvis 554.011 og 554.014 kan dog være dækket af dyndaflejringer. Ressource 554.014 kan lokalt være præget af det lavvandede (<6m) område rundt om Saltholm, som også inkludere Natura 2000-området Saltholm.



Figur 60. Fordeling af ressourcebegrænsninger (finkornet overjord og dynd, Natura-2000 områder, 6 m dybdekantur) og ressourceområder (røde) i Øresund. Se bilag D5 for stort format.

9.5 Samlet ressourceopgørelse for 554 Øresund

Der er i alt lokaliseret 1 sandsynlig og 14 spekulative ressourcer i Øresund (se tabel 5). Det enkelte sandsynlige ressourceområde omfatter Disken 510.001a og er det mest kendte ressourceområde i Øresundsregionen. Der er angivet volumen for de spekulative ressourcer, og om end de volumener er meget usikre, kan de anvendes til vurdering af ressourceområdets potentiale. De kortlagte ressourcer, for hvilke der er angivet volumen, bidrager samlet til 136 mio. m³, hvoraf 112 mio. m³ er sand 1 og 24 mio. m³ er fyldsand. Disken er klart den største ressource i området og bidrager alene med over 70 % af de samlede råstofmængder i Øresund. Dette skal dog ses i lyset af, at volumen af de spekulative fyldsandsressourcer i Nivå Bugt og ved Vedbæk er meget usikre.

En stor andel af ressourceområderne er spekulative fyldsandsressourcer, hvilket omfatter ressource 554.554.004-554.013. For disse ressourcer gælder det særligt, at volumenestimerterne er meget usikre.

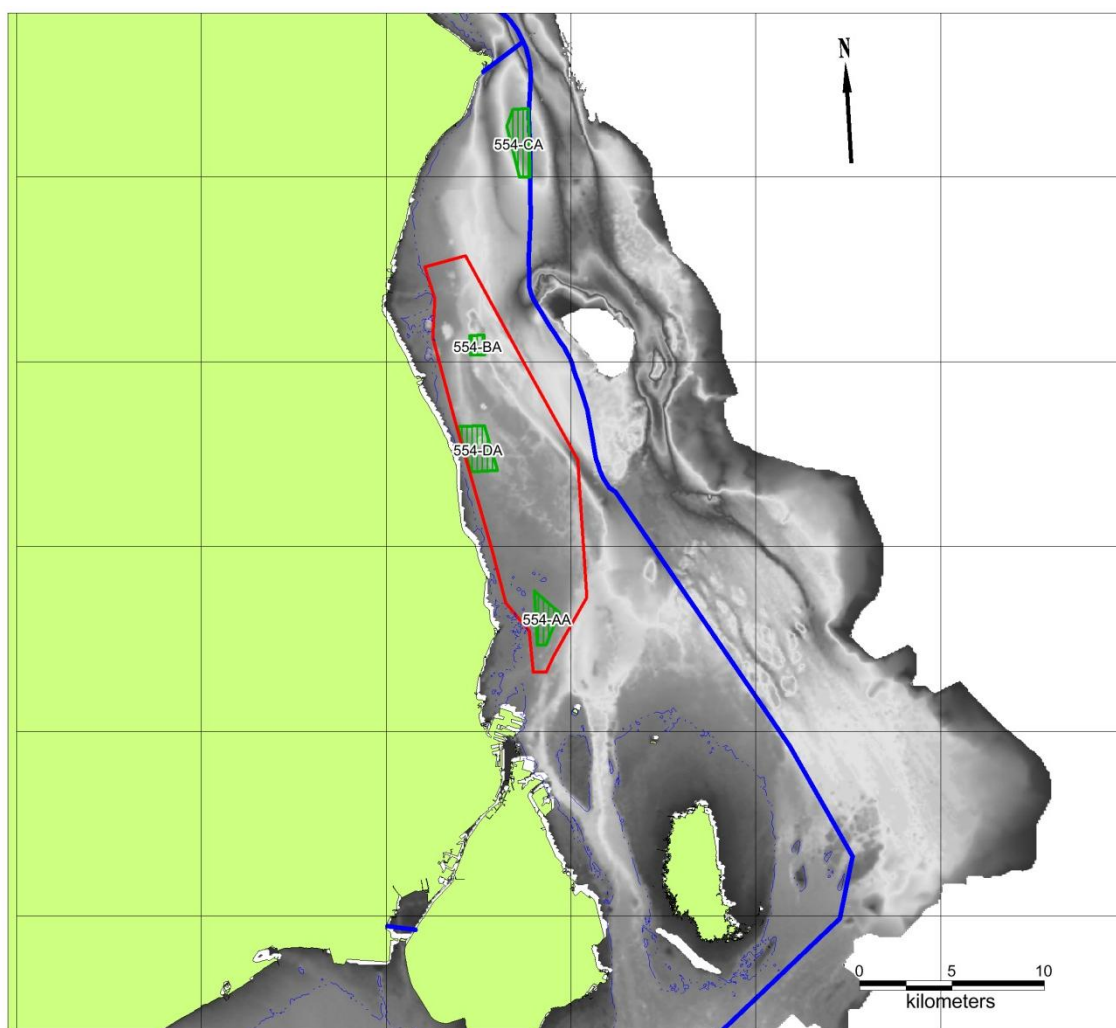
Tabel 5. Opstilling af ressourceområderne (RESOMR) for område 502, deres geologiske oprindelse (GEO-KODE), ressourcesikkerhed (SIKKERHED), samt ressourcevolumener (TOTRES).

RESOMR	GEOKODE	RESTYPE	GEOLOGI	SIKKERHED	TOTRES
554.001a	HS	1	G	1	80.00
554.001b	HS	1	B	0	30.00
554.002	HS	1	B	0	0.80
554.003	HS	1	B	0	0.80
554.004	HS	4	G	0	7.00
554.005	HS	4	G	0	0.60
554.006	HS	4	G	0	5.00
554.007	HS	4	G	0	3.00
554.008	HS	4	G	0	1.00
554.009	HS	4	G	0	0.30
554.010	HS	4	G	0	3.00
554.011	HS	4	G	0	2.00
554.012	HS	4	G	0	1.00
554.013	HS	4	G	0	1.00
554.014	HS	1	G	0	0.50

9.6 Anbefaling til supplerende kortlægning

Kortlægningen af de potentielle ressourceområder i den danske del af Øresund er hovedsageligt baseret på den ældre regionale kortlægningsindsats, som i varierende grad er blevet afrapporteret. Sammenligningen mellem de klassificerede potentielle råstofområder og lokaliseringen af indvindingslaster og aktive fællesområder i Øresund, viser at rådstofmæssigt interessante forekomster også skal søges i tilstødende arealer, der typisk er klassificeret som residualsegmentområder over moræne. Sidstnævnte ressourcetyper har givetvis en begrænset mægtighed (1-2 m) men også et potentiale for koncentreret af grovere råstoftyper som grus og ral.

På basis af udbredelsen af potentielle råstofområder sammenholdt med øvrige baggrundsdata vurderes det, at det vil være hensigtsmæssigt at foretage en detaljeret råstofkortlægning af ét sammenhængende område, der strækker sig fra Nivå Bugt i nord til syd for Skovshoved (ca. 5-6 km bredt og ca. 20 km langt), som vist på **Figur 61**. Området indbefatter fællesområderne Nivå Bugt, Vedbæk og Skovshoved. Det anbefales at der gennemføres et geofysisk undersøgelsesprogram med efterfølgende strategisk placerede borer over den nord-syd gående ressourcekorridor. Det vurderes, at en linjeafstand på max. 500 m vil være nødvendigt for at kunne karakterisere udbredelse og volumen af forekomsterne med tilstrækkelig nøjagtighed. Det geofysiske survey skal underbygges med et større antal vibrationsboringer (minimum 25 stk.), for at kunne verificere seismiske tolkninger og vurdere mængde og kvalitet af potentielle ressourcer.



Figur 61. Område i Øresund, hvor det anbefales, at der udføres supplerende kortlægning (rød ramme). Eksisterende fællesområder er grønt skraveret.

10. 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.
- Bennike, O., Andreasen, M.S., Jensen, J.B., Moros, M., Noe-Nygaard, 2012. Early Holocene sea-level changes in Øresund, S. Scandinavia. *Geol. Survey of Denmark and Greenland Bulletin* 26, 29-32.
- Binzer, K. Og Stockmarr, J., 1994. Prækvartæroverfladens højdeforhold (m. bidrag af Holger Lykke Andersen). DGU Kortserie 44.
- Christensen, C., 2001. Kystbosættelse og havniveauændringer i stenalderen. In: Jensen, O.L., Sørensen, S.A. & Hansen, K.M. (eds): *Danmarks jægerstenalder – status og perspektiver, 183–193*. Hørsholm: Hørsholm Egns Museum.
- 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.
- Fredningsstyrelsen. Sammenstilling og tolkning af geologiske data for Den sydlige del af Store Bælt og Smålandsfarvandet. December 1979.
- Fredningsstyrelsen/Geoteknisk Institut, 1985: Samsø –Nordøst, område 506. Ressourceundersøgelser Fase I, Bind 1 (Bearbejdning) og Bind 2 (Prøvebeskrivelse).
- 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, 2010. Istidslandskabet omkring Nationalpark Mols Bjerge. *Geologisk Tidsskrift* 2010, 1-25.
- Houmark-Nielsen, M., Krüger, J., og Kjær, K.H. 2005. De seneste 150.000 år. *Geviden* 2. Geocenter København.
- Håkansson, E., Pedersen, S.S., 1992. Geologisk kort over den danske undergrund. 1992. VARV.
- 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., Witkowski, A., Lemke, W. & Kuijpers, A., 1999. Early Holocene history of the southwestern Baltic Sea: the Ancylus Lake stage. *Boreas* 29, 437–453.
- Jensen, J.B. 1998: Evaluering af sand og grusressourcer på det danske havområde. Del III Bæltregionen; Kattegat Nord, Vestkysten og Bornholm. 1-76.
- Jensen, J.B., Nicolaisen, J.F., Al-Hamdani, Z., Nørgaard-Pedersen, N., Addington, L.G., Christensen, L., Lomholt, S., Schmedes, M. 2012. Marin råstof- og naturtypekortlægning i Kattegat og vestlige Østersø 2011. *Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Rapport* 2012.
- 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., 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 Grøn. Geol. Unders. Rap.* 2010/99. 104 pp.
- Kuijpers, A., 1994. Øresund: Thickness of Late- and postglacial sediments. DGU no. 19. Ministry of the Environment Geological Survey of Denmark.

- Lambeck, K., 1999. Shoreline displacements in southern-central Sweden and the evolution of the Baltic Sea since the last maximum glaciation. *Journal of the Geological Society (London)* 156, 465–486.
- Naturstyrelsen, 2013. Marin habitatnaturtypekortlægning i kystnære områder 2012.
- Rambøll Danmark A/S 2009: Århus Havn, Råstofindvinding By/havn, Etape A og B Geofysisk kortlægning af råstoffer ved Århus Bugt Moselgrund og Bolsaks 2009.
- Skov- og Naturstyrelsen, 1987. Havbundsundersøgelser. Råstoffer og fredningsinteresser. Smålandsfarvandet. Oversigt.
- Skov- og Naturstyrelsen, 1987. Havbundsundersøgelser. Råstoffer og fredningsinteresser. Samsø-Nordøst. Oversigt.

11. Præsentation af A-3 kortbilag

Som præsentationsform for ressourcevurderingen er valgt MapInfo® GIS systemet, og medfølgende CD indeholder 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, overfladesedimentfordeling, ressourceklassifikationen, kvalitets-parametre, og tilgængeligheden/ressourcebergrænsninger.

Kortbilagene er nummereret på følgende vis:

Århus Bugt - Bilag A1-A5

Samsø Nordøst - Bilag B1-B5

Smålandsfarvandet – Bilag C1-C5

Øresund – Bilag D1-D5

I det følgende gennemgås korttyperne, som består af fem korttemaer (1-5) for hvert område:

11.1 Bilag A1-A5 (Århus Bugt)

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

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

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 (Hermansen og Jensen 2000).

Bilag A4 viser en oversigt over den arealmæssige udbredelse af de nummererede ressourceområder. På kortet får man overblik over ressourceområdernes udbredelse, forekomsttype samt råstofkvalitet.

Bilag A5 viser de indvindingsbegrænsninger, som besværliggør indvinding lagt som temalag oven på ressourceområderne (omtalt i afsnit 4).

11.2 Bilag B1-B5 (Samsø Nordøst)

Bilag B1 viser afgrænsningen af undersøgelsesområderne, NST's indvindings- og efterforskningsområder, samt Natura 2000 beskyttelsesområder med søkort baggrund.

Bilag B2 viser en oversigt over eksisterende survey linier, boringer, overfladeprøver (hovedsageligt grab prøver) samt sugeprøver. Data er primært fra GEUS' Marta og Jupiter databaser.

Bilag B3 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 (Hermansen og Jensen 2000).

Bilag B4 viser en oversigt over den arealmæssige udbredelse af de nummererede ressourceområder. På kortet får man overblik over ressourceområdernes udbredelse, forekomsttype samt råstofkvalitet.

Bilag B5 viser de indvindingsbegrænsninger som besværliggør indvinding lagt som temalag oven på ressourceområderne (omtalt i afsnit 4).

11.3 Bilag C1-C5 (Smålandsfarvandet)

Bilag C1 viser afgrænsningen af undersøgelsesområderne, NST's indvindings- og efterforskningsområder, samt Natura 2000 beskyttelsesområder med søkort baggrund.

Bilag C2 viser en oversigt over eksisterende survey linier, boringer, overfladeprøver (hovedsageligt grab prøver) samt sugeprøver. Data er primært fra GEUS' Marta og Jupiter databaser.

Bilag C3 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 (Hermansen og Jensen 2000).

Bilag C4 viser en oversigt over den arealmæssige udbredelse af de nummererede ressourceområder. På kortet får man overblik over ressourceområdernes udbredelse, forekomsttype samt råstofkvalitet.

Bilag C5 viser de indvindingsbegrænsninger som besværliggør indvinding lagt som temalag oven på ressourceområderne (omtalt i afsnit 4).

11.4 Bilag D1-D5 (Øresund)

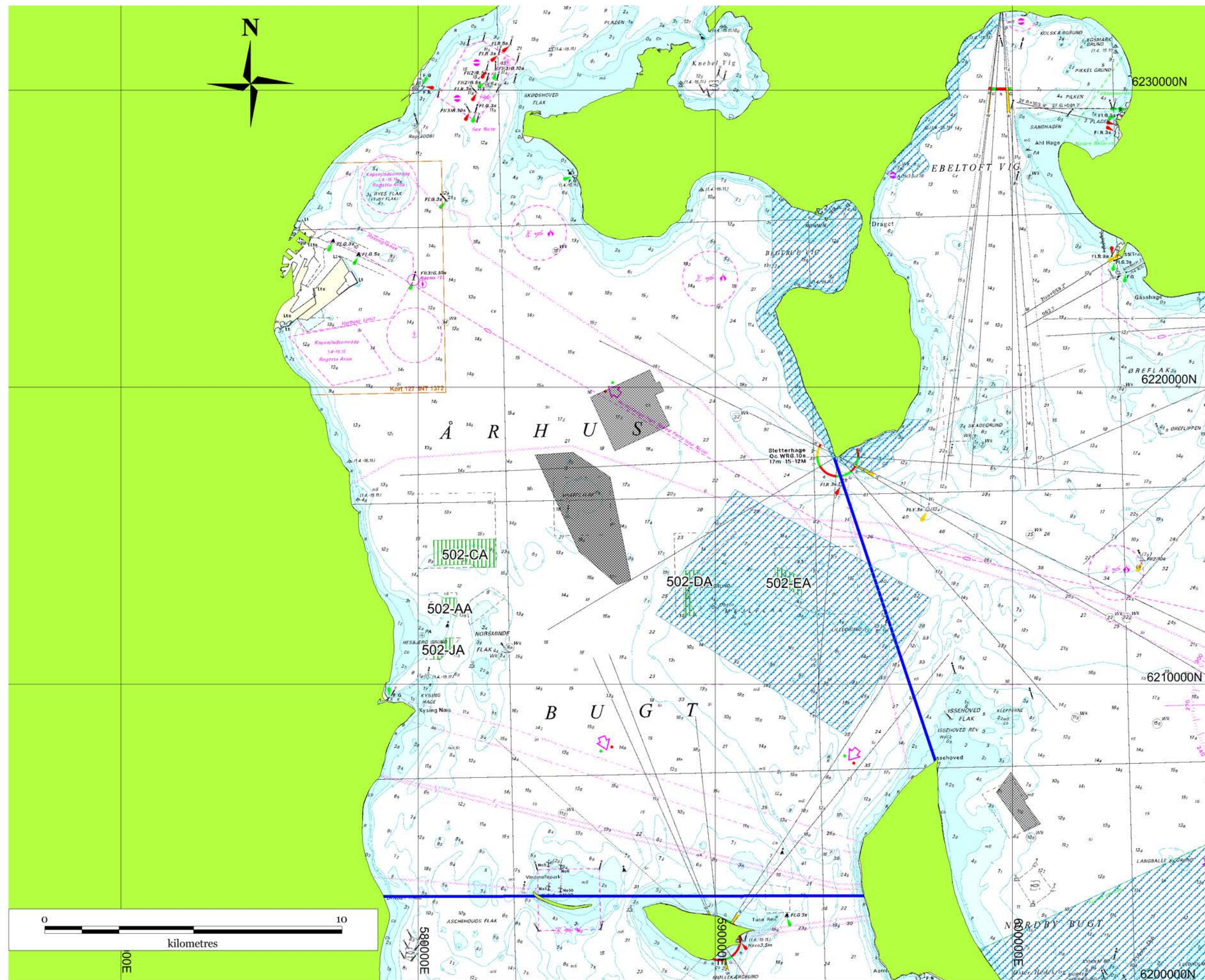
Bilag D1 viser afgrænsningen af undersøgelsesområderne, NST's indvindings- og efterforskningsområder, samt Natura 2000 beskyttelsesområder med søkort baggrund.

Bilag D2 viser en oversigt over eksisterende survey linier, boringer, overfladeprøver (hovedsageligt grab prøver) samt sugeprøver. Data er primært fra GEUS' Marta og Jupiter databaser.

Bilag D3 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 (Hermansen og Jensen 2000).

Bilag D4 viser en oversigt over den arealmæssige udbredelse af de nummererede ressourceområder. På kortet får man overblik over ressourceområdernes udbredelse, forekomsttype samt råstofkvalitet.

Bilag D5 viser de indvindingsbegrænsninger som besværliggør indvinding lagt som temalag oven på ressourceområderne (omtalt i afsnit 4).



RÅSTOFRESSOURCER - OMRÅDET Århus Bugt (502)

SIGNATURFORKLARING:

-  Marine Natura-2000 områder
-  Fællesområder
-  § 20 overgangsområder

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Klient:

 Miljøministeriet
Naturstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

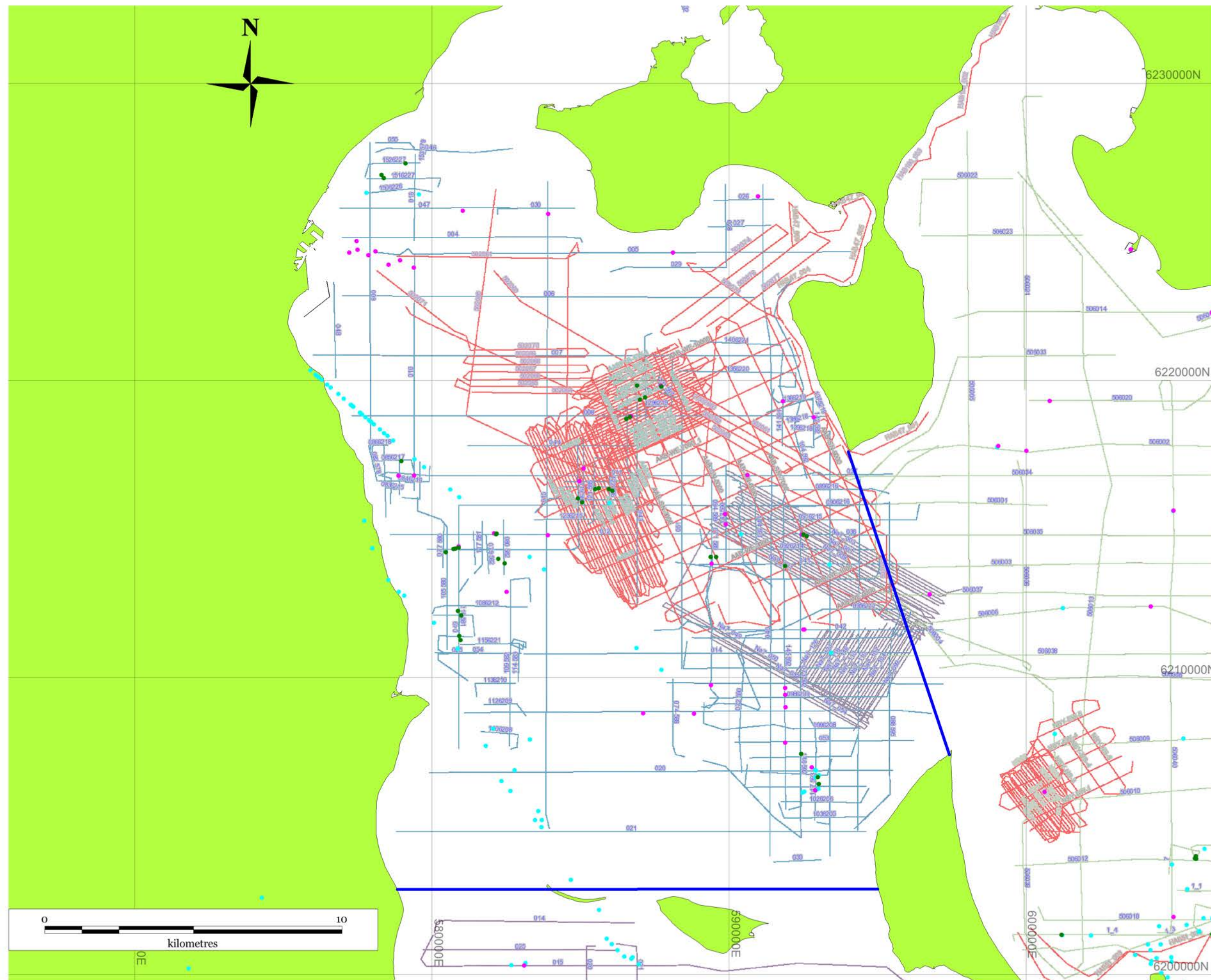
Tegnet af DJJ
d. 7/11-2013

Godkendt af KAE
d. 17/11-2013



GEUS
Øster Voldgade 10
1350 København K

BILAG A1: OVERSIGTSKORT



RÅSTOFRESSOURCER - OMRÅDET Århus Bugt (502)

SIGNATURFORKLARING:

- Sejllinjer
- Boringer
- Overflade- og grabprøver
- Sugeprøver

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Klient:

 Miljøministeriet
Naturstyrelsen
Naturstyrelsen
Naturstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

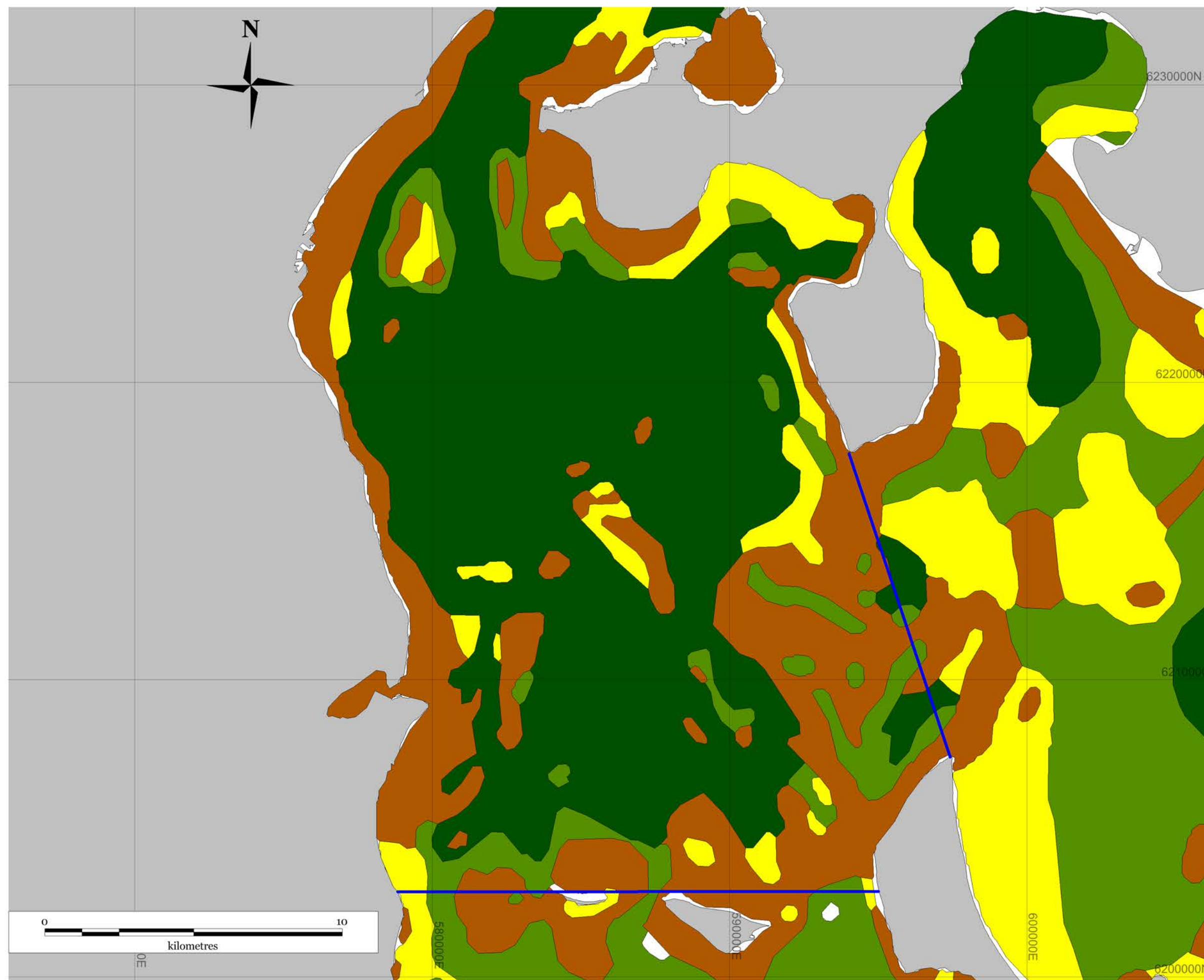
Tegnet af DJJ
d. 7/11-2013

Godkendt af KAE
d. 17/11-2013



GEUS
Øster Voldgade 10
1350 København K

BILAG A2: EKSISTERENDE UNDERSØGELSER



RÅSTOFRESSOURCER - OMRÅDET Århus Bugt (502)

SIGNATURFORKLARING:

- Moræne
- Sand
- Sandet dynd
- Dynd

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Klient:



Miljøministeriet
Naturstyrelsen

Naturstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

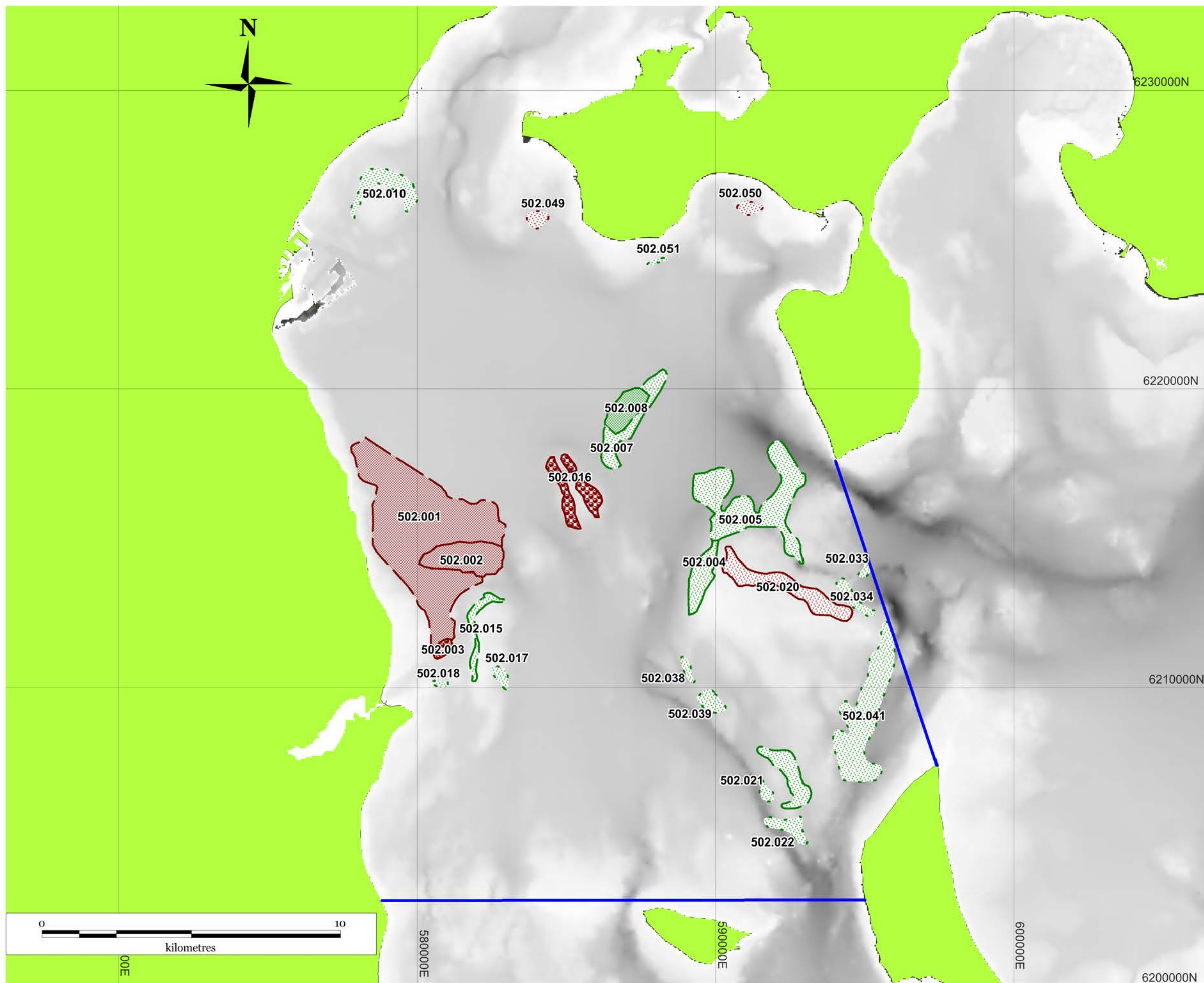
Tegnet af DJJ
d. 7/11-2013

Godkendt af KAE
d. 17/11-2013



GEUS
Øster Voldgade 10
1350 København K

BILAG A3: OVERFLADE- SEDIMENTKORT



RÅSTOFRESSOURCER - OMRÅDET Århus Bugt (502)

SIGNATURFORKLARING:

- Fyltsand 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

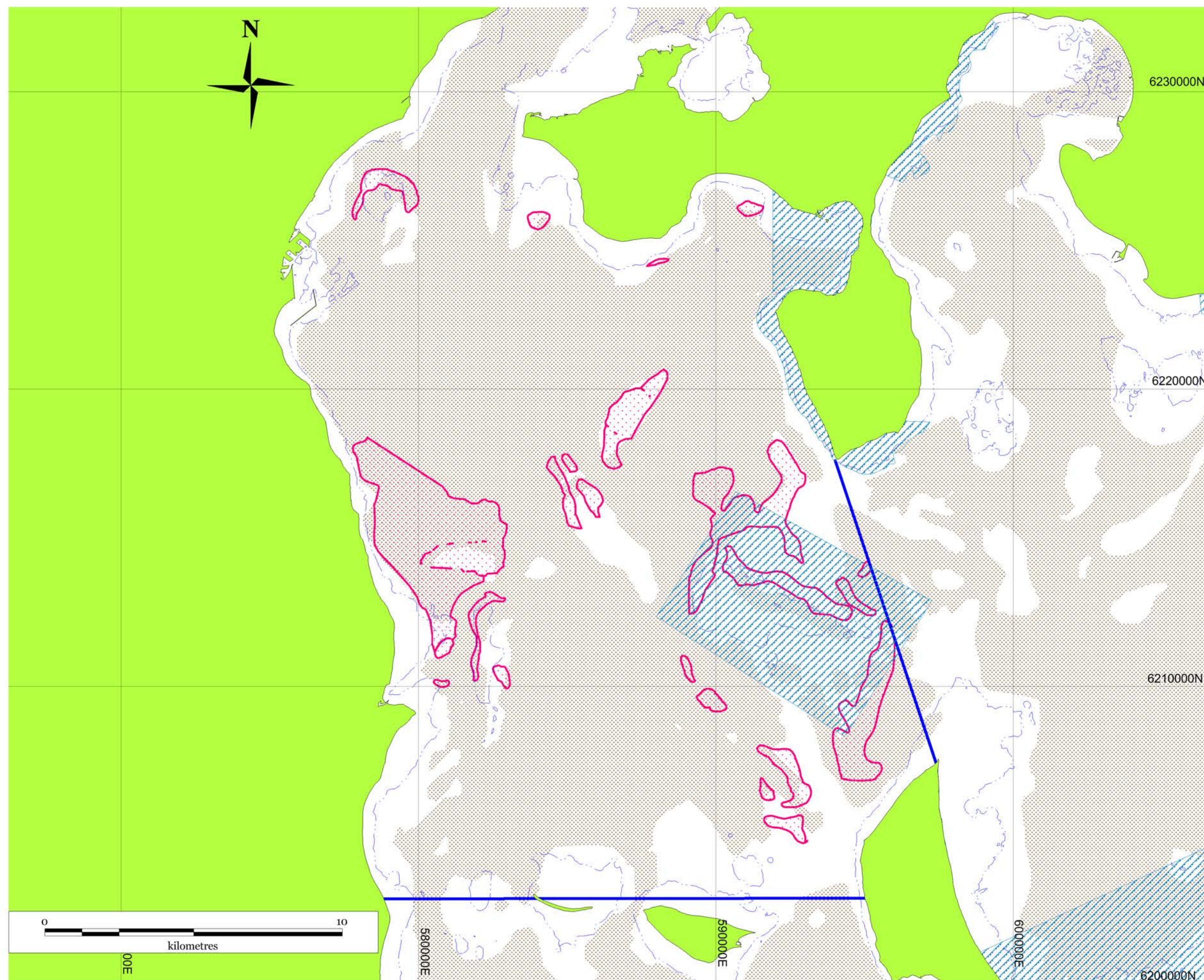
Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Klient:
 Miljøministeriet
Naturstyrelsen
Naturstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

Tegnet af DJJ
d. 7/11-2013
Godkendt af KAE
d. 17/11-2013

 GEUS
GEUS
Øster Voldgade 10
1350 København K

BILAG A4: RÅSTOFRESSOURCER



RÅSTOFRESSOURCER - OMRÅDET Århus Bugt (502)

SIGNATURFORKLARING:

-  6 m's dybdekontur
-  Marine Natura-2000 områder
-  Dyndområder
-  Ressourceområder

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Klient:



Miljøministeriet
Naturstyrelsen

Naturstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

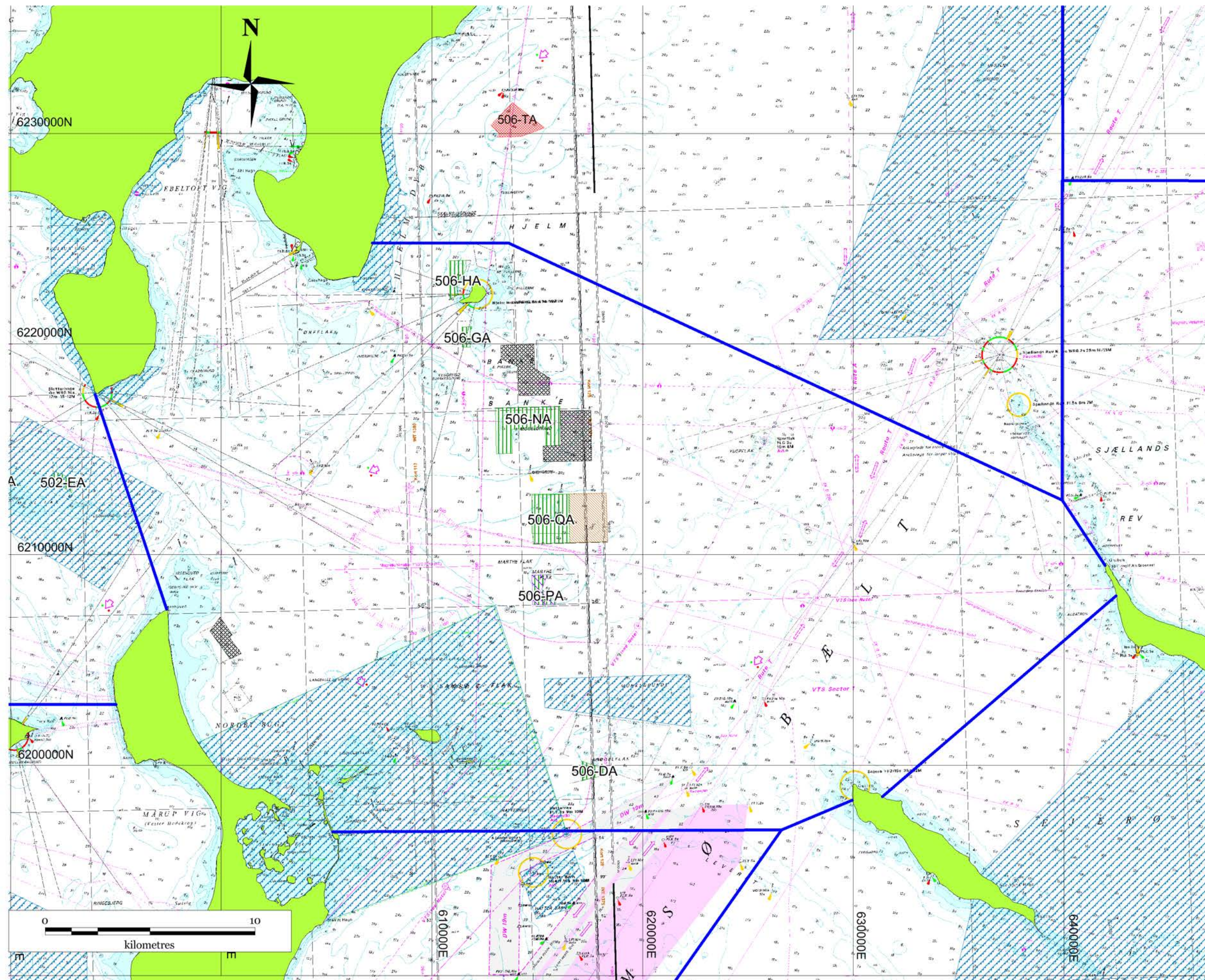
Tegnet af DJJ
d. 7/11-2013

Godkendt af KAE
d. 17/11-2013



GEUS
Øster Voldgade 10
1350 København K

BILAG A5: RESSOURCEBEGRÆNSNINGER



RÅSTOFRESSOURCER - OMRÅDET Samsø Nordøst (506)

SIGNATURFORKLARING:

-  Marine Natura-2000 områder
-  Fællesområder
-  § 20 overgangsområder
-  § 20 tilladelser
-  Efterforskningsstilladelser
-  § 20 auktionsområder

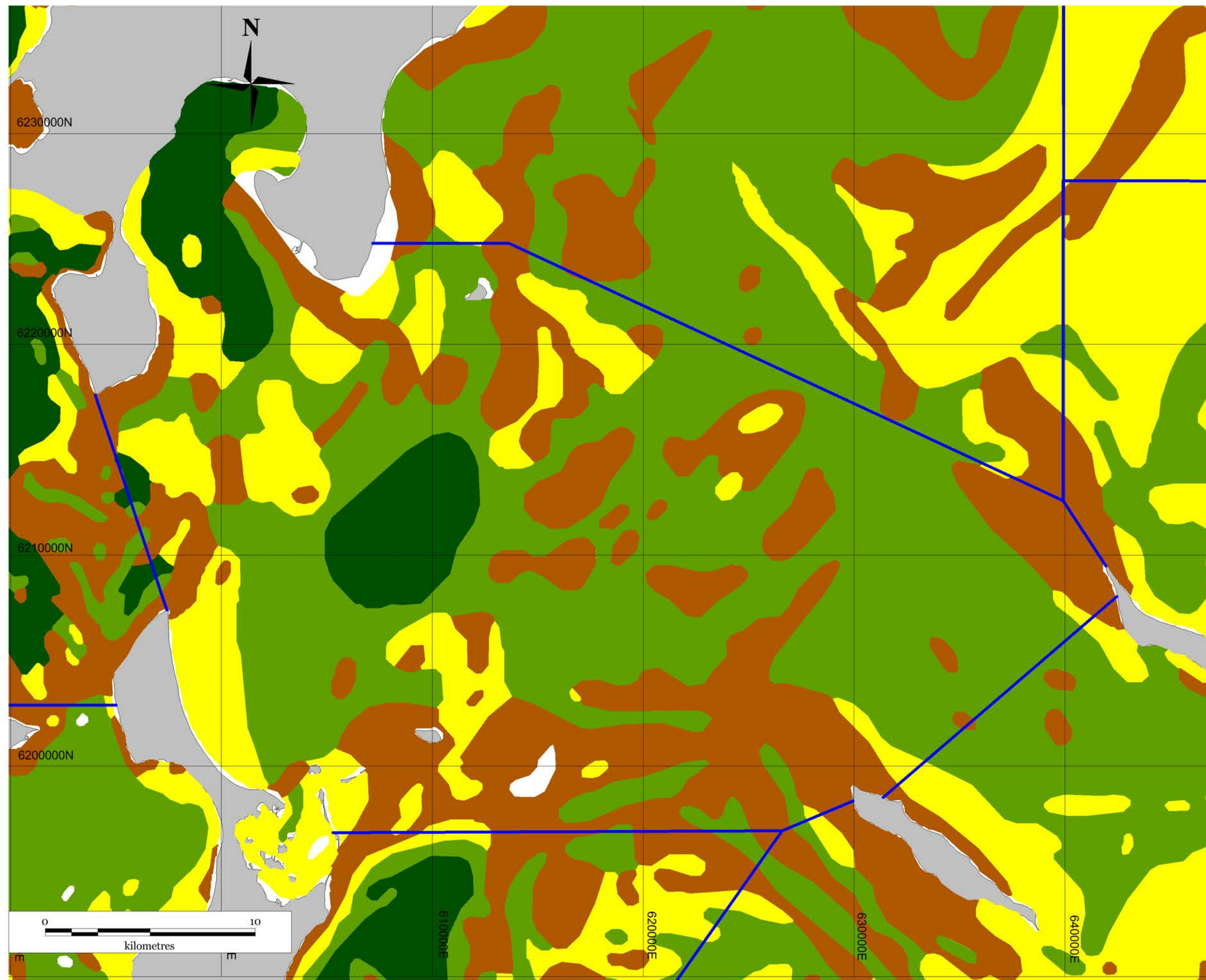
Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Klient:
 Miljøministeriet
Naturstyrelsen
Naturstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

Tegnet af DJJ
d. 7/11-2013
Godkendt af KAE
d. 17/11-2013

 GEUS
GEUS
Øster Voldgade 10
1350 København K

BILAG B1: OVERSIGTSKORT



RÅSTOFRESSOURCER - OMRÅDET Samsø Nordøst (506)

SIGNATURFORKLARING:

- Moræne
- Sand
- Sandet dynd
- Dynd

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Klient:



Miljøministeriet
Naturstyrelsen

Naturstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

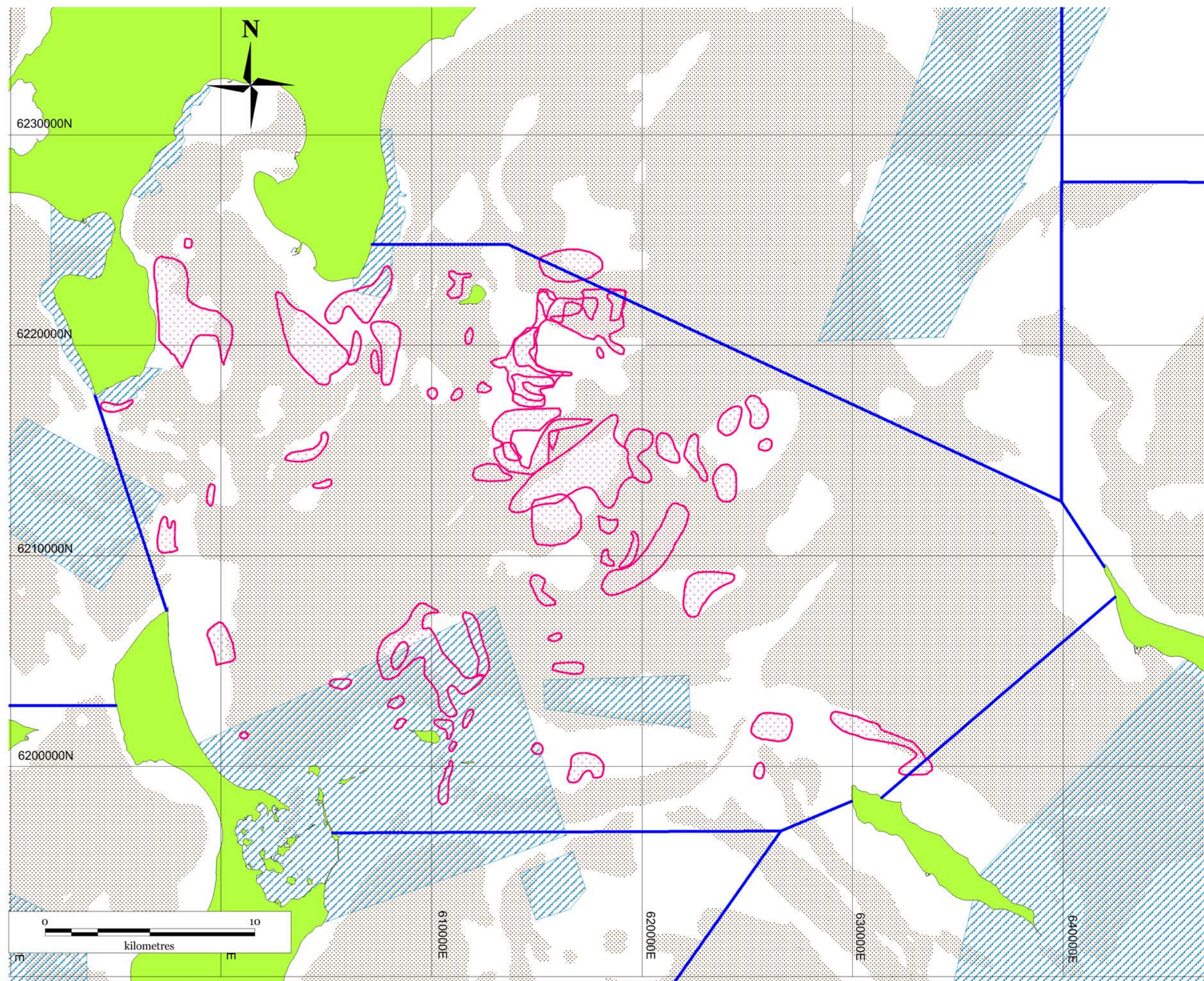
Tegnet af DJJ
d. 7/11-2013

Godkendt af KAE
d. 17/11-2013



GEUS
Øster Voldgade 10
1350 København K

BILAG B3: OVERFLADE- SEDIMENTKORT



RÅSTOFRESSOURCER - OMRÅDET Samsø Nordøst (506)

SIGNATURFORKLARING:

- 6 m's dybdekontur
- Marine Natura-2000 områder
- Dyndområder
- Ressourceområder

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Klient:



Naturstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

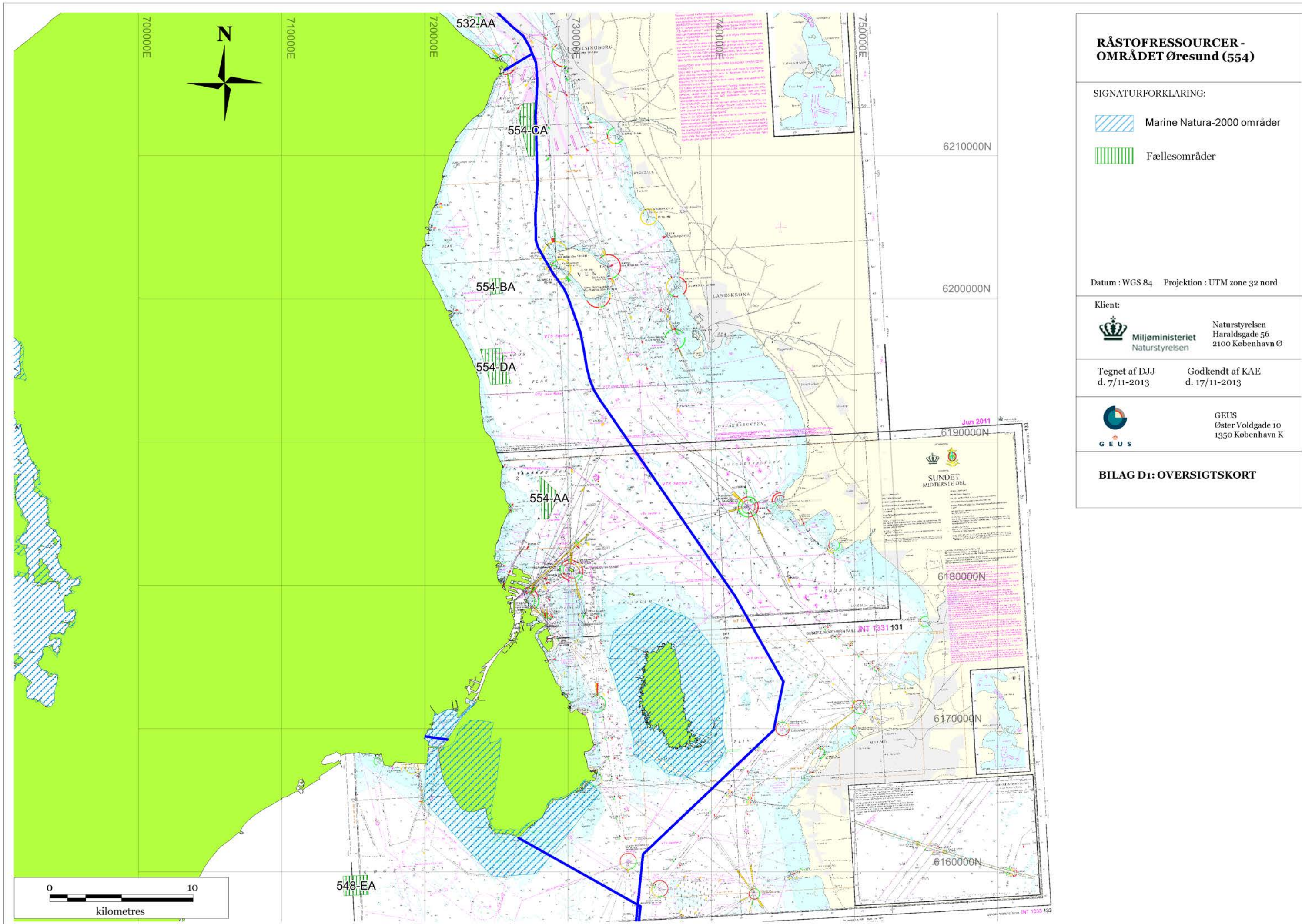
Tegnet af DJJ
d. 9/12-2013

Godkendt af KAE
d. 19/12-2013



GEUS
Øster Voldgade 10
1350 København K

BILAG B5: RESSOURCEBEGRÆNSNINGER





RÅSTOFRESSOURCER - OMRÅDET Øresund (554)

SIGNATURFORKLARING:

-  Sejllinjer
-  Boringer
-  Overflade- og grabprøver
-  Sugeprøver

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Klient:



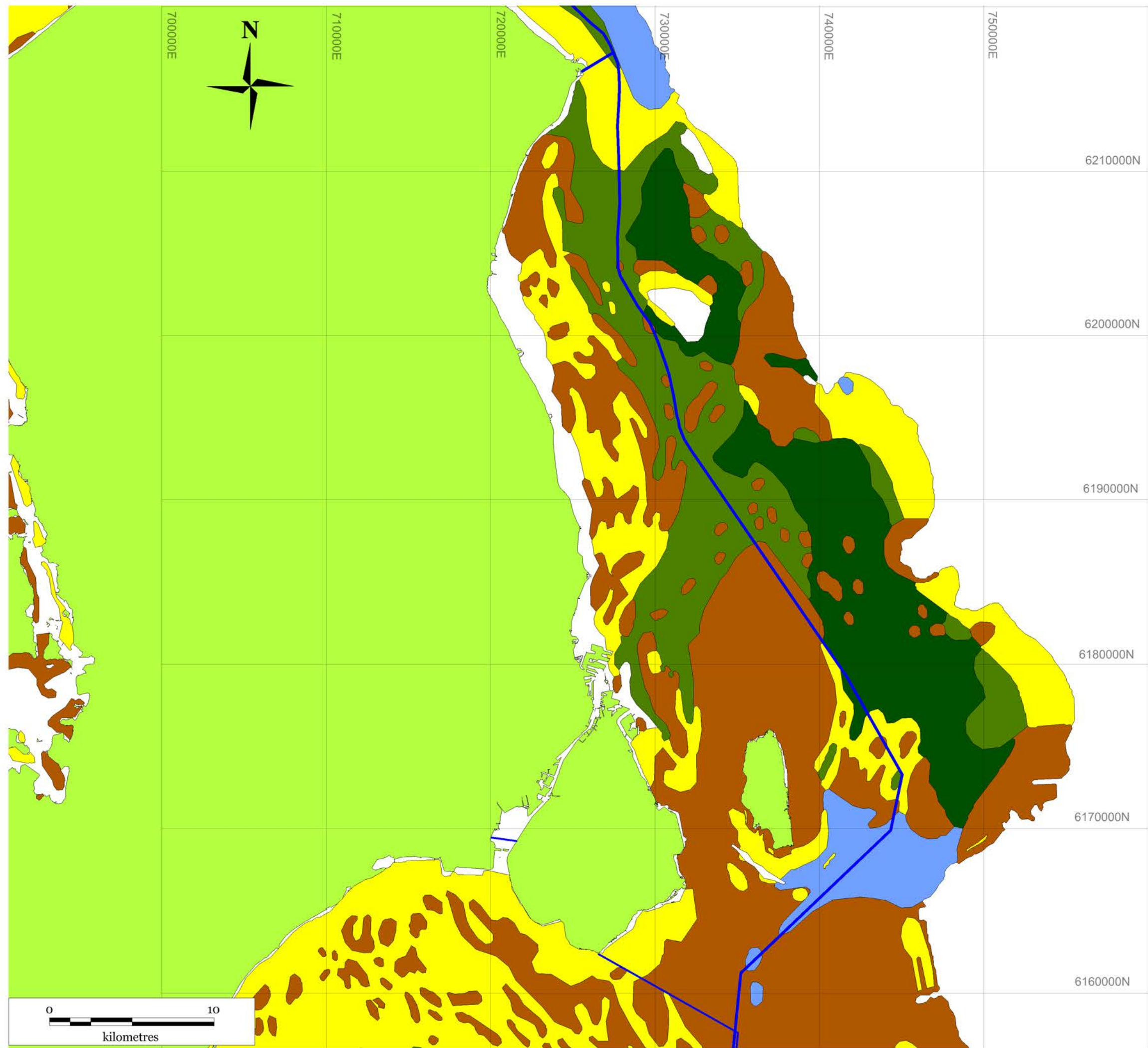
Tegnet af DJJ
d. 7/11-2013

Godkendt af KAE
d. 17/11-2013



GEUS
Øster Voldgade 10
1350 København K

BILAG D2: EKSISTERENDE UNDERSØGELSER



RÅSTOFRESSOURCER - OMRÅDET Øresund (554)

SIGNATURFORKLARING:

- Moræne
- Sand
- Sandet dynd
- Dynd
- Residualbund på prækvartære sedimenter

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Klient:



Naturstyrelsen
Miljøministeriet
Naturstyrelsen

Naturstyrelsen
Haraldsgade 56
2100 København Ø

Tegnet af DJJ
d. 7/11-2013

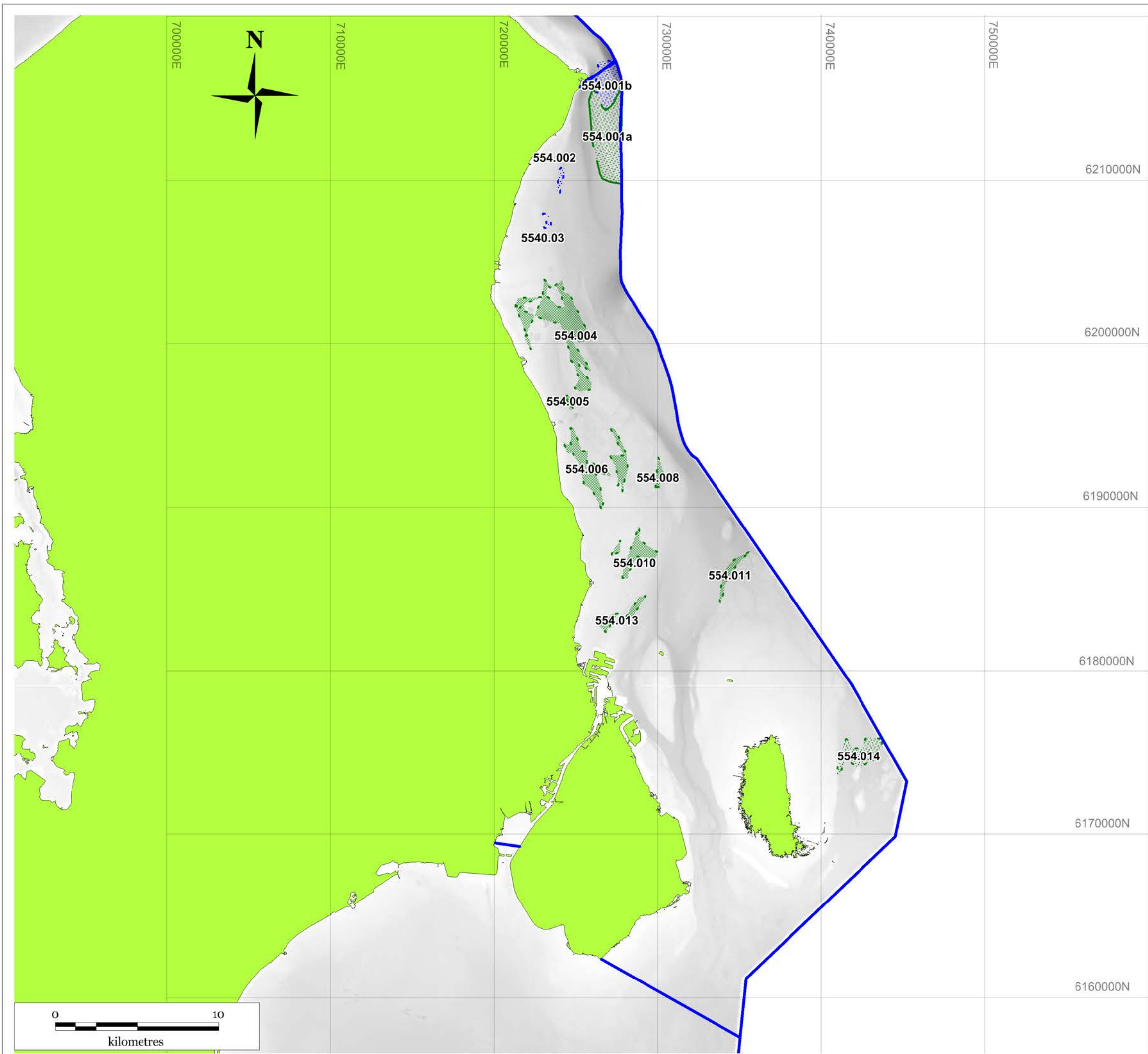
Godkendt af KAE
d. 17/11-2013



GEUS

GEUS
Øster Voldgade 10
1350 København K

BILAG D3: OVERFLADE- SEDIMENTKORT



RÅSTOFRESSOURCER - OMRÅDET Øresund (554)

SIGNATURFORKLARING:

- Fyltsand 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

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Klient:



Miljøministeriet
Naturstyrelsen

Naturstyrelsen
Haraldsgade 56
2100 København Ø

Tegnet af DJJ
d. 9/12-2013

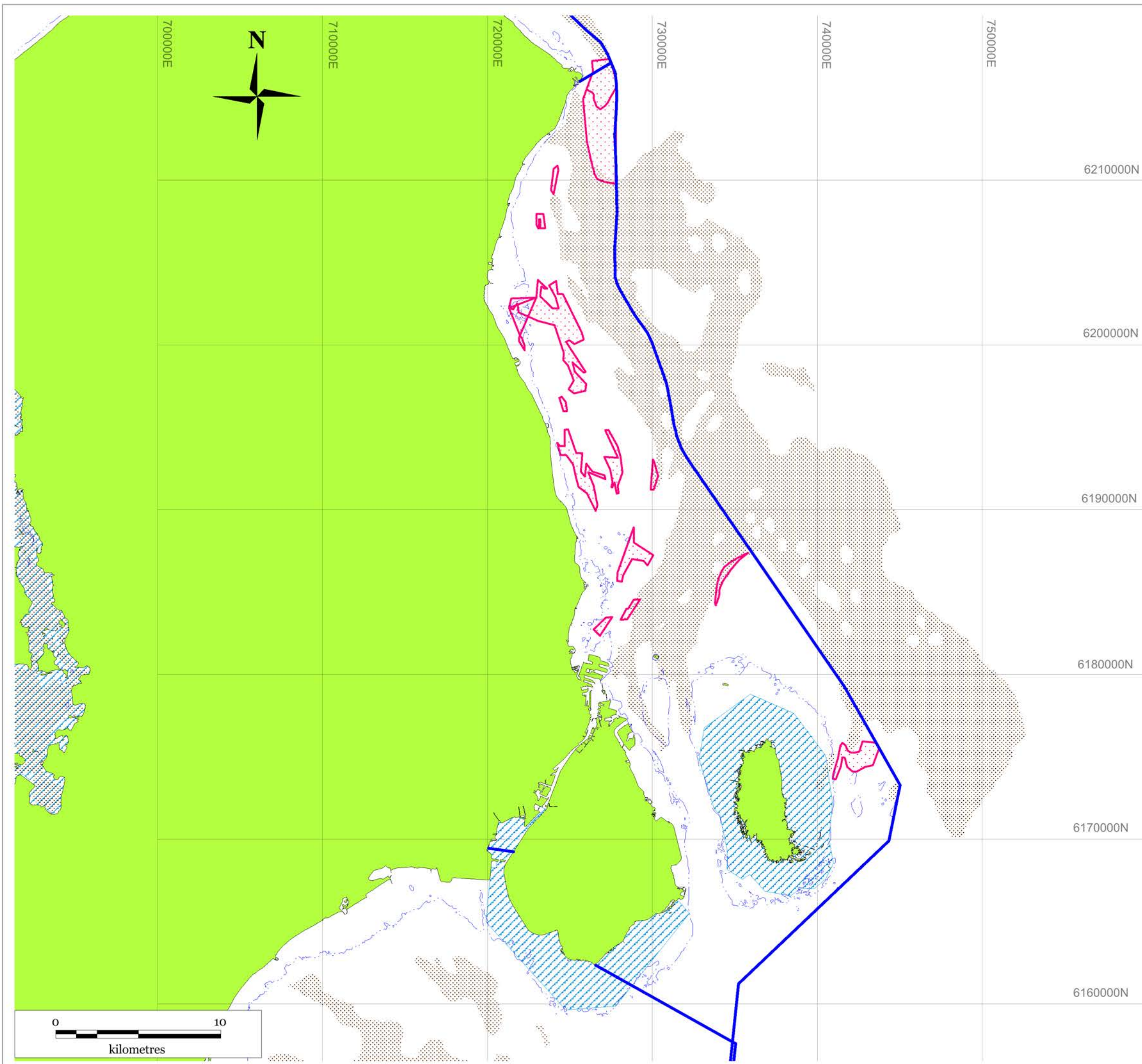
Godkendt af KAE
d. 19/12-2013



GEUS

GEUS
Øster Voldgade 10
1350 København K

BILAG D4: RÅSTOFRESSOURCER



RÅSTOFRESSOURCER - OMRÅDET Øresund (554)

SIGNATURFORKLARING:

- 6 m's dybdekontur
- Marine Natura-2000 områder
- Dyndområder
- Ressourceområder

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Klient:



Miljøministeriet
Naturstyrelsen

Naturstyrelsen
Haraldsgade 56
2100 København Ø

Tegnet af DJJ
d. 7/11-2013

Godkendt af KAE
d. 17/11-2013



GEUS

GEUS
Øster Voldgade 10
1350 København K

BILAG D5: RESSOURCEBEGRÆNSNINGER