

**Detaljeret bearbejdning af kortlægningsresultater og
oplæg til supplerende kortlægning af de marine
råstofressourcer i områderne Køge Bugt,
Fakse Bugt og nord for Fyn**

Rekvirent: Naturstyrelsen

Niels Nørgaard-Pedersen & Camilla S. Andresen

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 Køge Bugt, Fakse Bugt og nord for Fyn

Rekvirent: Naturstyrelsen

Niels Nørgaard-Pedersen & Camilla S. Andresen

Indhold

1.	Forord	3
2.	Sammenfatning	4
3.	Databaggrund	5
4.	Metoder til opgørelse af ressourcer	6
4.1	Ressourcevurdering	6
4.1.1	Seismik	6
4.1.2	Boringer	6
4.1.3	Skibslaster	6
4.1.4	Prøvesugninger	7
4.2	Ressourceklassifikation	7
4.2.1	Ressourcesikkerhed	7
4.2.2	Forekomststyper	7
4.2.3	Råstofkvaliteter	8
4.2.4	Mængder	9
4.3	Ressourcebegrænsninger	9
4.3.1	Dynd overjord	10
4.3.2	Natura 2000-områder	10
4.3.3	Reserverede områder	10
4.3.4	Minimumsdybde 6 m	10
4.3.5	Fortidsminder	10
4.3.6	Skydeområder og sejlruiter	11
4.3.7	Indvindingsområder	11
5.	Mapinfo og database	12
6.	Køge Bugt – område 548	14
6.1	Områdebeskrivelse	14
6.2	Kortlægning og databaggrund	18
6.3	Ressourceforekomster	19
6.4	Ressourcebegrænsninger	25
6.5	Anbefaling til supplerende kortlægning	26
6.6	Baggrundsmateriale	27
7.	Fakse Bugt – område 520	28
7.1	Områdebeskrivelse	28
7.2	Kortlægning og databaggrund	32
7.3	Ressourceforekomster	33
7.4	Ressourcebegrænsninger	37
7.5	Anbefaling til supplerende kortlægning	38
7.6	Baggrundsmateriale	39
8.	Nord for Fyn – område 550	40
8.1	Områdebeskrivelse	40
8.2	Kortlægning og databaggrund	43

8.3	Ressourceforekomster	44
8.4	Ressourcebegrænsninger	50
8.5	Anbefaling til supplerende kortlægning	51
8.6	Baggrundsmateriale	52
9.	Præsentation af A-3 kortbilag	54
9.1	Bilag B1-B5 (Køge Bugt)	54
9.2	Bilag C1-C5 (Fakse Bugt)	54
9.3	Bilag D1-D5 (Nord for Fyn)	55

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 indledende 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 Køge Bugt (548), Fakse Bugt (520), samt området nord for Fyn (550), som er vigtige forsyningsområder for Sjælland og Fyn. Rapporten er en opfølgning på pilotprojektet vedrørende råstofressourcevurderingen af området nord for Sjælland (GEUS rapport 2012/101), men indeholder i modsætning til førnævnte ikke en systematisk mængdemæssig ressourceopgørelse for de enkelte projektområder.

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 Køge Bugt, Fakse Bugt, og området nord for Fyn. 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 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 tiden at overføre disse data i en kommende råstof-database.

I Køge Bugt området er der afgrænset et større antal mulige ressourceforekomster, som typisk knytter sig an til dal/kanalindfyldninger af glacial-senglaciel herkomst. Størstedelen af kanalerne indeholder en tykkere serie af finkornede senglaciale aflejringer, og det kræver et meget tæt linjenet og tæt boringskontrol for at kunne finde 'vinduer' til grovere smeltevandssedimenter eller fossile kystaflejringer. I enkelte områder kan holocæne flakaflejringer være mulige interessante ressourcer. Det anbefales at udføre supplerende kortlægning i den sydlige del af Køge Bugt, hvor stor indvindingsaktivitet har fundet sted, og hvor en samlet kortlægning af området, med en langt tættere linjeafstand, er tiltrængt. Et muligt alternativt kortlægningsområde er indkredset i den nordlige del af Køge Bugt.

Den centrale del af Fakse Bugt området er karakteriseret ved et intensivt udnyttet bredt bælte af senglaciale lakustrine kystaflejringer, som er delvist modificerede under den holocæne Littorina transgression af området. Der eksisterer en omfattende geologiske viden om ressourcernes genetiske sammenhæng, historik og generelle udbredelse. Dog har der i en meget lang årrække ikke fundet ny regional kortlægning sted af forekomsterne. For at skabe et samlet overblik over restressourcer, mulige uudnyttede forekomster og bundtilstand i Fakse Bugt, anbefales det at der gennemføres et supplerende geofysisk undersøgelsesprogram med efterfølgende boringer over hele den nord-syd gående ressourcekorridor.

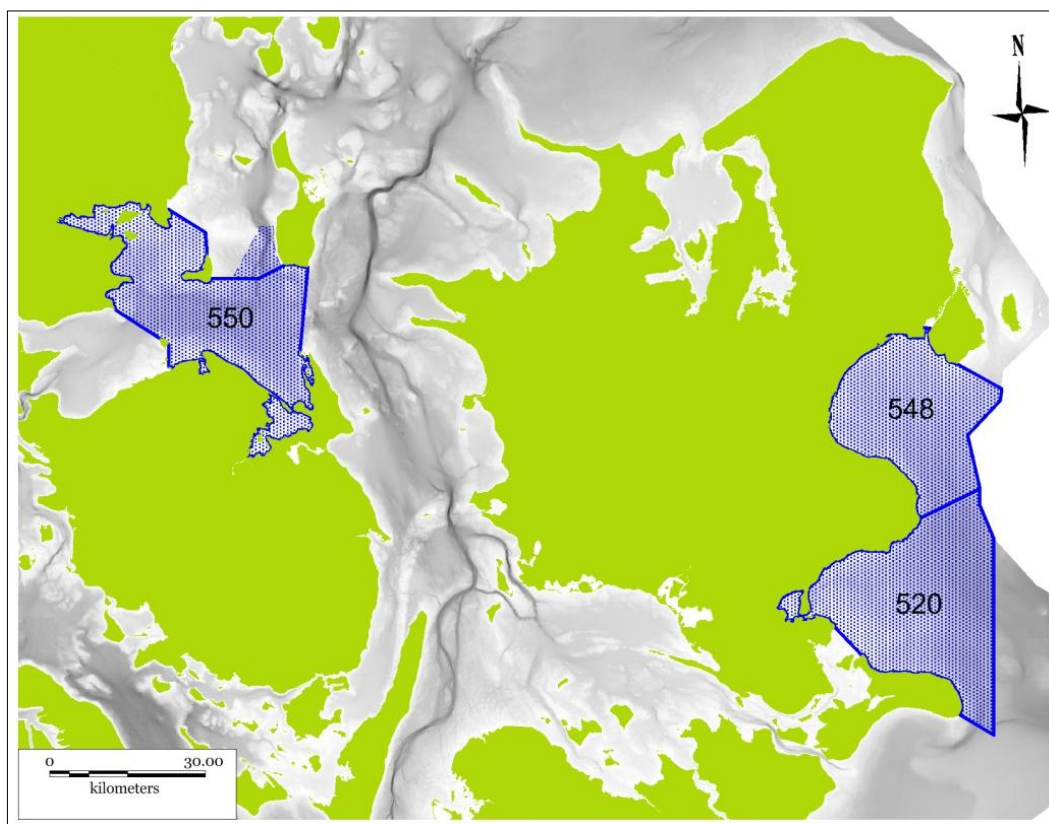
Den regionale viden om råstofforekomster i området nord for Fyn har, bortset fra enkelte indvindingsområder såsom Tørresø og Hasmark, været meget begrænset og en samlet oversigt har længe været tiltrængt. I de seneste par år er der gennemført kortlægning på dybere vand og regional kortlægning for Naturstyrelsen i området sydvest for Samsø. tiltagene har øget kendskabet til området, og påpeget mulige delområder, der på sigt kunne udgøre vigtige råstofkilder. Ud over de kendte smeltevandsaflejringer og fossile marine kystaflejringer der forekommer umiddelbart nord for Fyn's kyst, er der i et let højereliggende område i det centrale bassin samt i området omkring kanalstrukturen og bassinflankerne sydvest for Samsø, fundet både lakustrine (senglacial-tidlig Holocæn?) og marine (Holocæne) kystnære aflejringer.

Det må formodes at der er størst potentiale for lokalisering af ny større råstofforekomster (glaciale og postglaciale) i området sydvest for Samsø, der blev kortlagt på regional skala i forbindelse med råstofkortlægningen for Naturstyrelsen i 2011.

3. Databaggrund

Som baggrundsmateriale for vurderingen af råstofkortlægningen og ressourceområder i områderne Køge Bugt (548), Fakse Bugt (520), og nord for Fyn (550) 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: "Evaluering af sand og grus ressourcer på det danske havområde – Del III Bæltregionen, Kattegat Nord, Vestkysten og Bornholm. Bind 1 (2): Tekst og Bilag. GEUS Rapport 1998/76" udfærdiget af Jørn Bo Jensen, GEUS. For Fakse Bugt's vedkommende er råstofforekomster beskrevet i den "Blå Havbundsrapport": Havbundsundersøgelser, Råstoffer og fredningsinteresser – Fakse Bugt fra 1986, som sammenstiller kortlægningsdata med hensyn til råstoffer, kystprocesser, biologi, arkæologi og vrug. For området nord for Fyn's vedkommende, er der ikke tidligere udgivet en samlet regional beskrivelse af råstofforekomsterne. Data fra dette område er hovedsageligt baseret på en sammenstilling af tilgængelige oplysninger, samt resultater af råstofkortlægningen i området sydvest for Samsø udført af GEUS for Naturstyrelsen i 2011.

De råstofmæssige undersøgelser omfatter kortlægning af ressourceområderne ved hjælp af seismisk profilering, boringer 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 tre undersøgte råstofområder Køge Bugt (548), Fakse Bugt (520), samt området nord for Fyn (550). I beskrivelsen af sidstnævnte område er området sydvest for Samsø inkluderet.

4. Metoder til opgørelse af ressourcer

Opgørelsen over ressourceforekomster og mængder består af en ressourcevurdering inkl. resourcekortlægning, en resourceklassifikation (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 nogle 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), o.s.v. Da data ofte repræsenterer slæbesugningsdata vil positionsangivelserne være behæftet med en hvis usikkerhed med hensyn til den punktvis karakterisering af ressourcen. På trods af dette, giver den store mængde data et godt overblik over den generelle fordeling af lasttyper og den områdespecifikke indvindingshistorie.

4.1.4 Prøvesugninger

Data vedrørende ressourcestype og indvindingsdybde fra efterforskningsmæssige stikprøvesugninger er benyttet i den udstrækning de har været tilgængelige, da denne type data erfaringsmæssigt giver et meget realistisk billede af ressourcekvaliteten på konkrete positioner.

4.2 Ressourceklassifikation

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

4.2.1 Resourcesikkerhed

Ressourcerne er klassificeret efter viden om resourcesikkerhed og geologiske forekomsttyper. Resourcesikkerheden er inddelt i påviste, sandsynlige og spekulative forekomster (Larsen 1994). De enkelte resourcesikkerhedsklasser 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 forenkede 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 smeltevandsaflejringer, men fossile strandvoldsdannelse er de mest almindelige til ral indvinding. Marine ralforekomster er ofte af langt bedre kvalitet, da porøs flint og svage klaster er bortroderet eller frasortet.

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

Petrografi

Petrografiske undersøgelser vedrørende kvaliteten af råstofforekomster begrænser sig for det meste til en undersøgelse af indholdet af såkaldt porøst flint og andre svage klaster, som kan svække modstanddygtigheden af betonkonstruktioner væsentligt. Porøse og lette korn i beton kan absorbere vand i store mængder og ved frysning kan det føre til revner og afskalninger i betonen. Reaktivt kisel (SiO_2) i flint kan reagere med cementens alkalier eller med alkalier tilført med andre delmaterialer eller fra omgivelserne f.eks. fra havvand eller tørsalt. 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. Der er i nærværende rapport ikke angivet volumener for de enkelte råstoflegemer.

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 koncentrerede forekomster 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 tab-filer. Til workspace't på medfølgende cd er der i Tabel 1 listet en beskrivelse af de forskellige temaer.

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

Beskrivelse	Fil	Sti	Tabelfil
Søkort	Søkort nr. (f.eks kort 104)	Baggrundskort	Ja
Overfladesedimenter	sediment	Baggrundskort	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	Områdepolygoner	Ja
Marta sejllinjer	Marta270313	Marta	Ja
Dybdekortur 6 m	Dybde 6 m	Begrænsninger	Ja
Dynd	Dynd_område nr.	Begrænsninger	Ja
Natura 2000-områder	Marine-natura-2000_omraader	Begrænsninger	Ja
Koordinatgrid	Grid_område nr.	Kosmetik	Ja
Landpolygon	KMSKYSTF	Kosmetik	Ja
Marine overfladeprøver	Havboringer_overflade	Punktdata	Ja
Marine boringer	Havboringer_boringer	Punktdata	Ja
Boringer Samsø SV (2011)	R6_boringer_NST2011	Punktdata	Ja
Ressourcer 548	548_res	Ressourcer	Ja
Påviste Ressourcer 548	RES548_Paavist	Ressourcer	Ja
Sandsynlige Ressourcer 548	RES548_Sandsynlig	Ressourcer	Ja
Spekulative Ressourcer 548	RES548_Spek	Ressourcer	Ja
Ressourcer 520	520_res	Ressourcer	Ja
Påviste Ressourcer 520	520_RES_Paavist	Ressourcer	Ja
Sandsynlige Ressourcer 520	520_RES_Sandsynlig	Ressourcer	Ja
Spekulative Ressourcer 520	520_RES_Spek	Ressourcer	Ja
Ressourcer 550	550_res	Ressourcer	Ja
Påviste Ressourcer 550	550_res_Paavist	Ressourcer	Ja
Sandsynlige Ressourcer 550	550_res_Sandsynlig	Ressourcer	Ja
Spekulative Ressourcer 550	550_res_Spekulativ	Ressourcer	Ja
Ressourcer 516 Samsø SV	516_res_Samsø	Ressourcer	Ja
Ressourcer 550 Samsø S	504_res_Samsø S	Ressourcer	Ja
548 - suppl. kortlægningsomr.	548_suppl kort omr	Områdepolygoner	Ja
520 - suppl. kortlægningsomr.	520_suppl kort omr	Områdepolygoner	Ja
550 - suppl. kortlægningsomr.	550_suppl kort omr	Områdepolygoner	Ja

Overfladeprøverne og borerne (se Tabel 1) 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 workspacet via en WMS-funktion, så dette tema altid vil være opdateret.

6. Køge Bugt – område 548

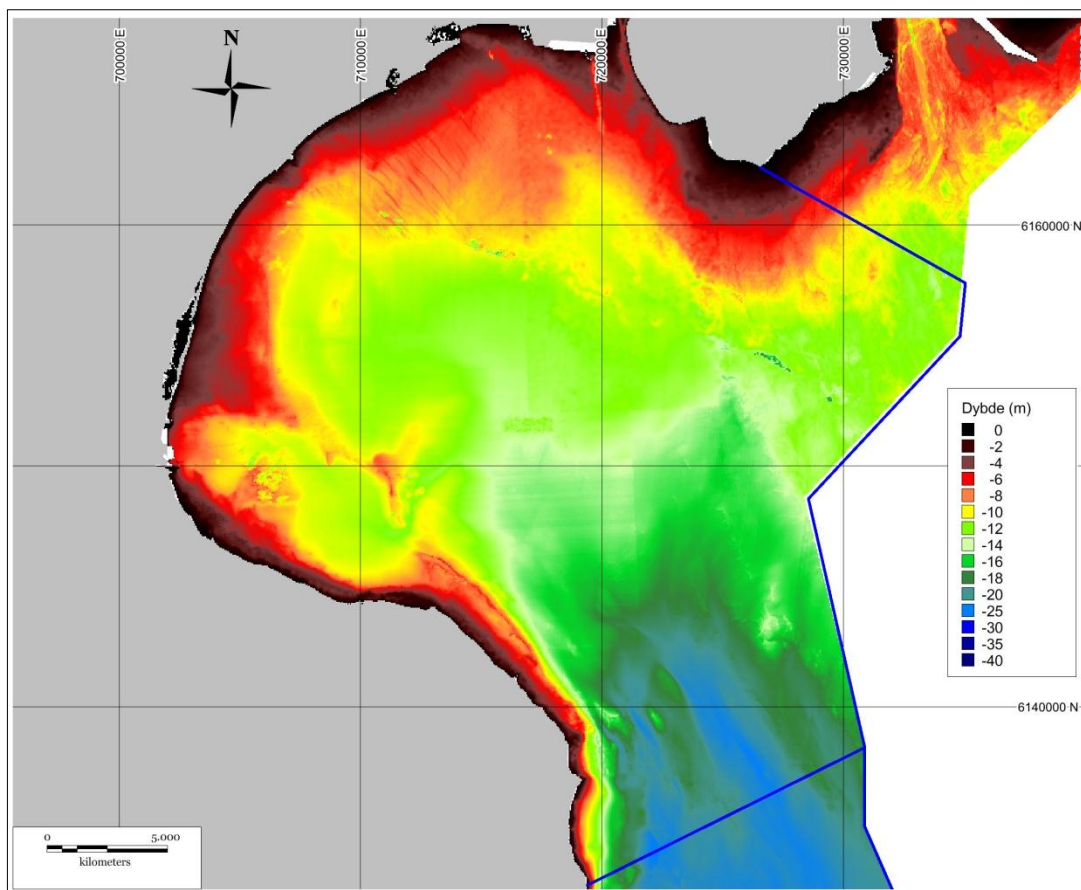
6.1 Områdebeskrivelse

Undersøgelsesområdet omfatter Køge Bugt område 548, der strækker sig fra Amagers sydspids mod sydøst til den svenske territorialgrænse, og herfra videre mod syd til område afgrænsningen mod område 520 (Fakse Bugt) ud for Stevns Klint (fig. 2).

Køge Bugt danner en relativ flad moræneflade med en svag hældende kystzone, som flere steder er karakteriseret ved barriereø systemer (naturlige og den kunstigt udbyggede Køge Bugt Strandpark). I den østlige del af kortlægningsområdet er vanddybden omkring 11-15 m, og dybden stiger gradvist mod den sydlige del af området til >20 m i langsgående render ud for Stevns Klint (fig. 3). Ind mod Køge og omkring Juels Grund findes et snoet og kun delvist udfyldt kanalsystem.

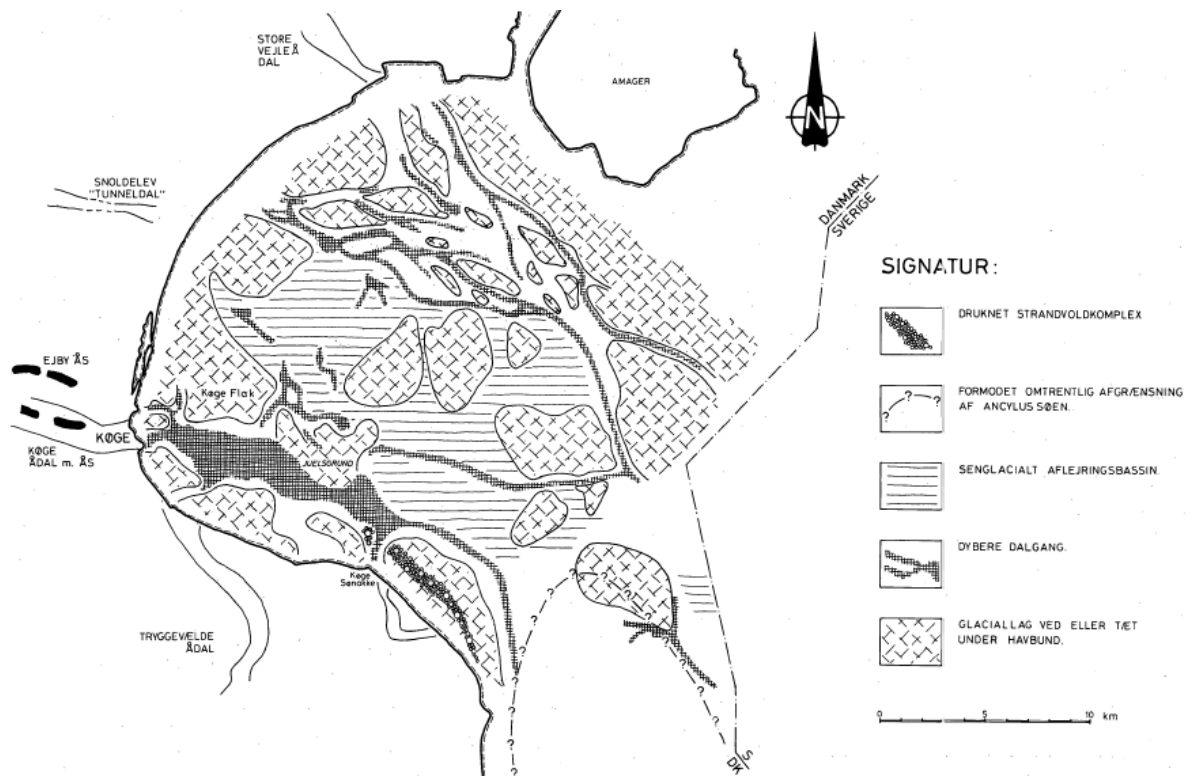


Figur 2. Oversigt over område 548, Køge Bugt afgrænset af den blå linie. Naturstyrelsens administrative områder er vist med nummerering af fællesområder. Se bilag B1 for stort format.



Figur 3. Farvekontureret dybdekort for Køge Bugt området.

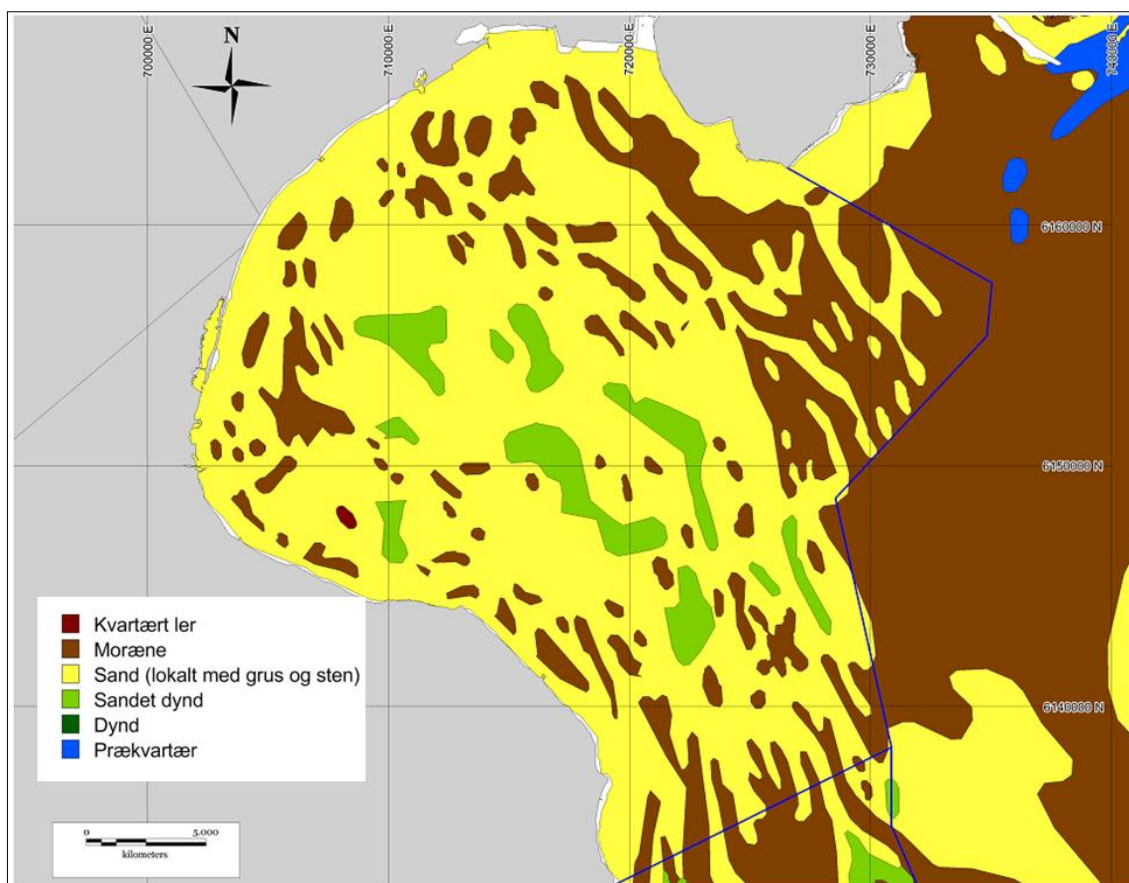
Geologisk set er Køge Bugt området generelt præget af den meget højtliggende kalkoverflade (Kridt-Danian) overlejret af en serie af moræneaflejringer og en række nu udfyldte kanaler og lavninger dannet i den sidste del af Weichsel glaciationen (fig. 4). Moræneaflejringerne er præget af deformationer fra adskillige gletcher overskridelser, der delvist har sammenblandet moræneaflejringerne og smeltevandssedimenterne. De sidste gletcherfremstød (under et kaldet Bæltfremstødet) foregik fra sydøst og ind over Sjælland for omkring 18.000-16.000 år før nu. I forbindelse med afsmeltningen dannedes en række subglaciale dræningssystemer (mod nord-vest og vest) som præger store dele af Køge Bugt, og som har stor betydning for lokaliseringen af råstofforekomsterne. Det formodes at dalstrøgene, hvori kanalerne er koncentreret, er egentlige fortsættelser af 'tunneldalene' på land, nemlig Køge ådal, Snoldelev 'tunneldal' og Store Vejleå dal. I bugtens nordlige del er der flere steder evidens for at dalsystemerne er koncentreret omkring nordvest-sydøst orienterede forkastningszoner, parallelt med Carlsberg forkastningszonen, der gennemskærer den sydvestlige del af København. Ud for Køge findes rester af et kanal/ås system som fortsætter på land vestover som Køge Ås.



Figur 4. Basale aflejringssystemer og morfologiske elementer i Køge Bugt området kortlagt i forbindelse med den først regionale kortlægning af området. Kilde: Fredningsstyrelsen/Geoteknisk Institut (1987).

I seneglacial og tidlig Holocæn tid blev området tørlagt og lavninger og kanalsystemer blev mere eller mindre opfyldt af dominerende finkornede ferskvandsaflejringer og stedvis tørv. Da den Baltiske issø for omkring 11.500 år før nu nåede sin maksimale vandstand på omkring -13 m, antages den sydlige del af området nordøst for Stevns Klint for at have været blevet transgrederet af issøen. Det må ligeledes antages, at Ancylus Søen, der i tidlig Holocæn formodes at have nået et maksimalt transgressionsniveau på mellem 20 og 12 m under nuværende niveau, også transgrederede den sydlige del af Køge Bugt. For omkring 8.500-8.000 år siden etableredes marine forhold i forbindelse med Littorina transgressionen: først i den sydlige dybere del af Køge Bugt området og for knap 7.000 år siden kulminerede havniveauet i Holocæn flere m over det nuværende niveau. Transgressionen førte til erosion og omlejring af de ældre dannelser. Det gælder formodentlig den højereliggende Juels Grund og Stevnshalvøens øst og nordøstkyst.

Fordelingen af overflade sedimenttyper i Køge Bugt viser dominans af sandede bundtyper med hyppig forekomst af langstrakte 'moræne-øer' (fig. 5). Denne fordeling er et udtryk for at morænefladen mange steder ligger tæt på havbunden. I den centrale del af Køge Bugt på dybder >10 m ses områder karakteriseret ved forekomst af sandet dynd. I den sydligste og dybeste del af området findes skiftende moræne og sandede bundtyper, med hyppig moræne/residual sediment forekomst i de dybeste langstrakte render. Det er bemærkelsesværdigt, at de dybeste render ikke indeholder særligt dyndede aflejringer.



Figur 5. Fordelingen af overfladesedimenttyper i Køge Bugt området (bilag B3 i stort format). Fra Hermansen og Jensen (2000).

Ressourcerne i Køge Bugt er knyttet til (1) materiale af glacial oprindelse så som smeltevandsaflejringer og omlejret sand og grus fra åsdannelser, (2) senglacial-tidligt Holocæne fluviale og lakustrine dannelser, samt (3) transgressive marine kystdannelser dannet under Litorina transgressionen af området. Det tætte system af smeltevandskanaler kortlagt på regional basis i Køge Bugt antages at indeholde meget store mængder af smeltevandssedimenter af varierende kornstørrelse. Smeltevandssedimenterne (i mere eller mindre omlejret form) bliver udnyttet i flere af de eksisterende indvindingsområder. Det er dog karakteristisk, at ressourcerne i de begravede kanalsystemer ofte er dækket af adskillige meter tykke enheder af relativt finkornede senglaciale ferskvandsaflejringer, som er påvist i mange boringer. Ferskvandsaflejringerne består af veksellende sandede siltede og lerede aflejringer (stedvis med tørv) og bliver typisk finere nedefter, og ressourcepotentialer er derfor umiddelbart meget begrænset. Større dele af Køge Bugt området har et relativt tyndt dække (typisk <2 m) af marine sandede aflejringer, som i de fleste tilfælde også dækker de ovenfor beskrevne ældre kanaliserede aflejringer. På grund af den ringe mægtighed, vil de marine aflejringer typisk kun være interessante som ressource, hvor de optræder som en samlet forekomst med underliggende senglaciale/glaciale sandede enheder.

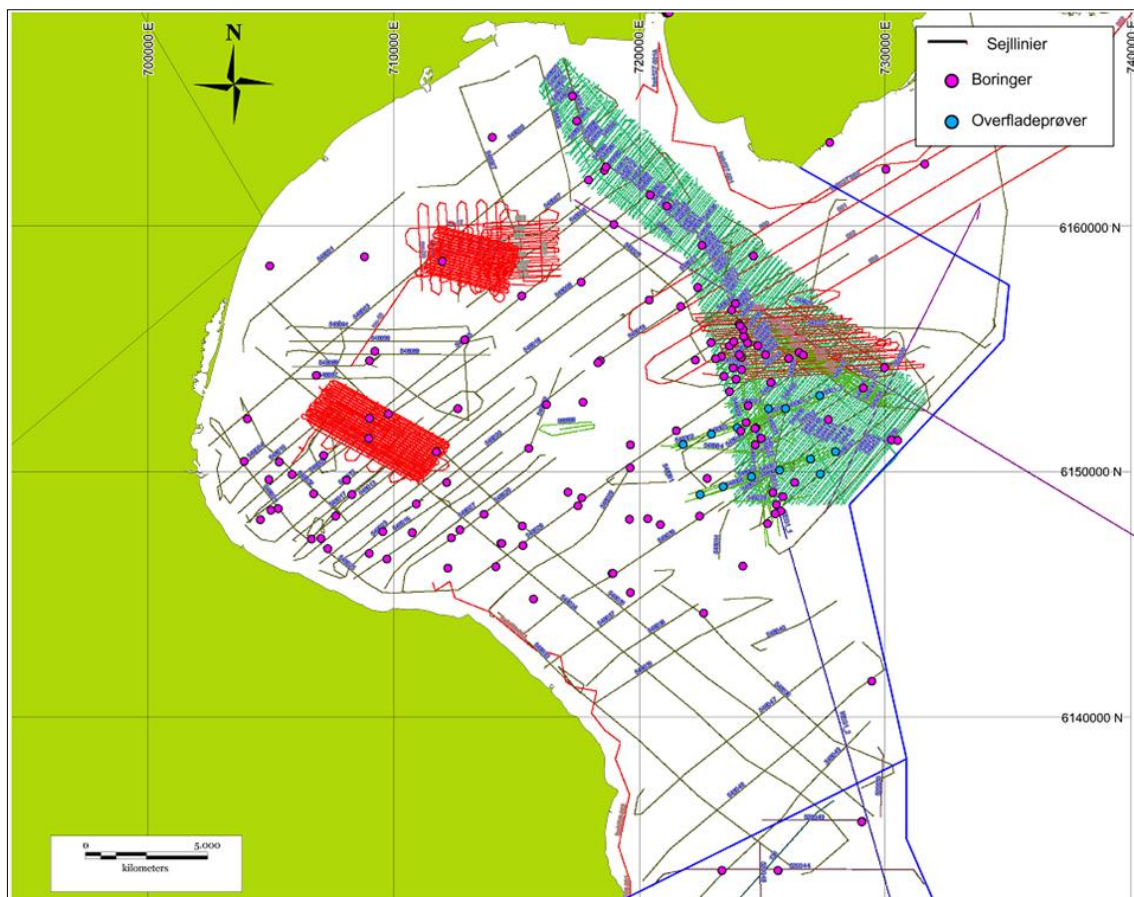
Marine Natura-2000 beskyttelsesområder, der strækker sig et par kilometer ud fra kysten findes omkring Amager samt rundt om Stevns Klint kysten (fig. 2). Beskyttelsesområdet omkring den nordøstlige del af Stevns omfatter bl.a. områdets eneste regulære stenrev.

Nuværende og tidligere indvindingsområder er dels koncentreret omkring området ud for Køge (548-AA) og Juels Grund (548-BA og 548-HA), dels til et område ud for Mosede (548-EA), og til et område syd for Amager (548-FA).

6.2 Kortlægning og databaggrund

Køge Bugt området er blevet kortlagt i 1986 i forbindelse med Fredningsstyrelsen/Geoteknisk Institut's råstofkortlægningskampagne (Køge Bugt Ressourceundersøgelser, 1987). Kortlægningen herfra ligger stadig til grund for den regionale afgrænsning af mulige ressourceområder, og Køge Bugt indgår ikke i serien af Skov-og Naturstyrelsen's blå havbundrapporter. I 1990'erne er der i forbindelse med etableringen af Øresundsforbindelsen og Køge Bugt strandpark blevet foretaget flere områdespecifikke råstofundersøgelser af DGU, bl.a. et tæt linienet i den nordøstlige del af Køge Bugt. I 2004 blev der i et udvalgt område øst for Juels Grund foretaget en ressourcevurdering af sandforekomster til Amager Strandpark (Andersen, 2004). Senere i 2008 blev der foretaget undersøgelser af GEUS for Rohde Nielsen A/S i daværende konventeringsområde 548-EA (ud for Mosede) og 548-FA (syd for Amager). I 2012 blev der for By og Havn I/S foretaget råstofundersøgelser af GEUS i dels et tilstødende område til Juels Grund, og dels i et område lige vest for Mosede 548-EA indvindingsområdet. Endelig har GEUS i 2012 for Naturstyrelsen udført habitatkortlægning indenfor Natura-2000 områderne øst for Stevns Klint og omkring Amager. Udover de ovennævnte råstofkortlægningstiltag har bl.a. NCC i 2010 udført geofysisk survey i den sydlige del af Køge Bugt.

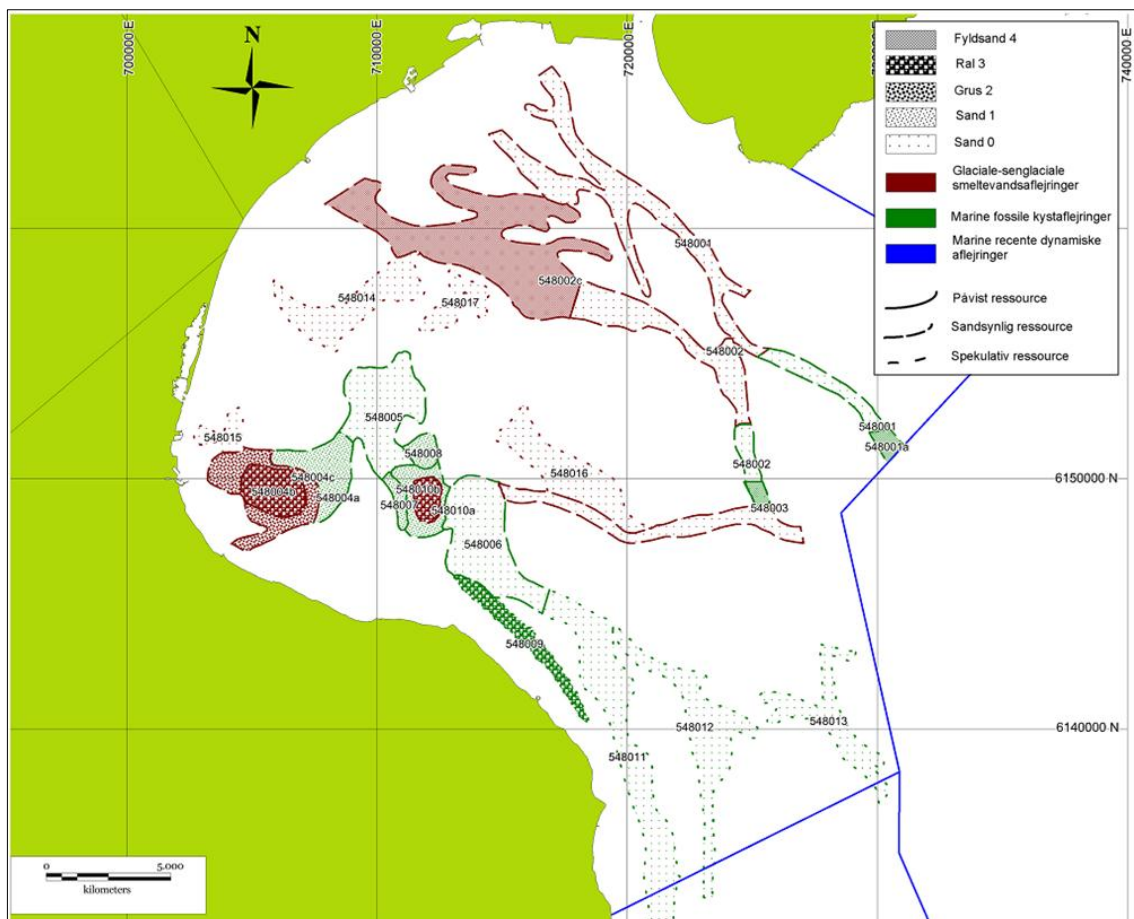
Det seismiske net og fordelingen af boringer/overfladeprøver (fig. 6) har en varierende dækningsgrad og linieafstand, med størst dækning omkring oprindeligt kortlagte udfyldte kanalsystemer.



Figur 6. Fordelingen af seismiske linjer, boringer og overfladesedimentprøver i Køge Bugt området (Bilag B2 i stort format).

6.3 Ressourceforekomster

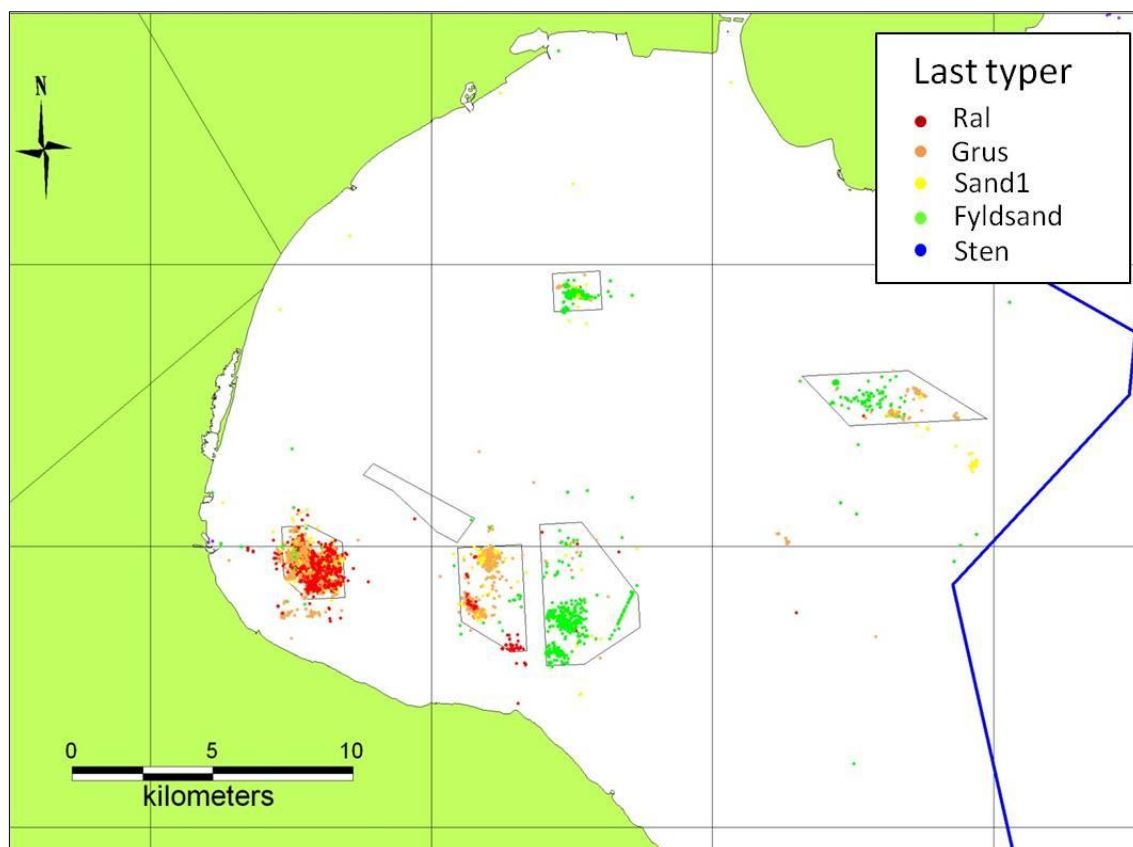
På basis af den regionale råstoftkortlægning i 1987 blev der afgrænset et større antal mulige ressourceforekomster, som typisk knytter sig til dal/kanalindfyldninger af glacial-senglaciel herkomst. Ressourceområderne blev nummererede med sekscifrede betegnelser (548xxx), og denne inddeling er blevet digitaliseret for GIS brug og videreført i ressourceopgørelsen fra 1997 (Jensen, 1998). Siden da har der ikke fundet mere detaljeret regional kortlægning sted i Køge 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. Borningsdata er i nærværende rapport blevet gennemgået og har dannet basis for en differentiering af de kortlagte råstofforekomster i spekulative, sandsynlige, og påviste ressourcer (fig. 7).



Figur 7. Fordelingen af ressourceområder, ressourcecetyper, og ressourcesikkerhed i Køge Bugt området. Se bilag B4 for stort format.

De kortlagte ressourceforekomster i Køge Bugt (fig. 7) og fordelingen af lasttyper i indvindingsområderne (fig. 8) viser at råstofressourcer af grovere tilsnit hovedsageligt findes omkring de aktive indvindingsområder/fællesområder få km øst for Køge (548 AA) og ved Juels Grund (548 BA). I den østlige del af fællesområdet 548 FA syd for Amager udvindes også grus. Fyldsandsforekomster findes hovedsageligt i område 548 EA ud for Mosedø, i 548 FA's vestlige del, samt i 548 HA nord for Stevns.

I det følgende gennemgås de enkelte nummererede ressourceområder med hensyn til dannelsesstyper, ressourcekarakter, og sikkerhed baseret på evidens fra borer og anden information.



Figur 8. Oversigt over indvindingslasttyper i Køge Bugt området (ultimo 2012).

548001 (Køge Bugt nord)

Området beliggende sydøst for Køge Bugt Strandpark omfatter et system af gennemgående, udfyldte sub-marine dale/kanaler. Kanalsystemet repræsenterer oprindelige subglaciale smeltvandskanaler, som i senglacial og tidlig Holocæn tid er blevet udfyldt af ferskvandsaflejringer, og senere under Littorina transgressionen dækket af et relativt tyndt marint sandlag (typisk < 2 m). De generelle kanalafrænsninger viser 0.5- 2 km brede systemer af flettede kanalelementer, som i nogen tilfælde kan følges på tværs af hele Køge Bugt undersøgelsesområdet.

De oprindeligt kortlagte regionale ressourcer (Skov-og Naturstyrelsen/Geoteknisk Institut, 1987) omfatter områdenumret 548001, der afgrænser det udfyldte dal/kanalsystem. Senere er detaljerede undersøgelser foretaget i et tæt seismisk grid over det meste af dalsystemet i forbindelse med Øresundskonsortiets ressourceundersøgelser i 1992 og 1995. Derudover er et større delområde ca. 6-10 km fra Amagers sydspids blevet undersøgt i forbindelse med råstofundersøgelser for Rohde Nielsen A/S i 2008. Området er nu udlagt som fællesområde (548FA). I den nordlige del af det begravede kanalsystem er der kun udført et begrænset antal borer. Boringerne indikerer en dominans af relativt finkornede, hyppigt vekslende lagserier af fint sand til silt med lerede indslag, som tolkes som senglacial-tidligt Holocæn ferskvandsdannelser.

I fællesområde 548FA er der i ovennævnte kanalsystemer dokumenteret ressourcer af sandede smeltvandsaflejringer, mest mellemkornet sand med varierende indhold af fint og groft sand. Ressourcen overlejres af et tyndere lag af vekslende og mere finkornede senglaciale aflejringer, og hele områdets vestlige del har et 1-2 m tykt dæklag af Holocænt marint sand, som karakteriseres som værende af dårlig til middel sorteringsgrad. Herudover findes i fællesområdets vestlige del grusede residual sedimenter over moræneforekomster.

Der er hovedsageligt blevet indvundet fyldsand i den centrale og nordvestlige del af fællesområdet, mens grus og ral indvinding har fundet sted i den vestlige del af området fra residual sediment over moræne.

548002 (Mosede område)

Dette område lige sydvest for det ovenfor beskrevne system er ligeledes karakteriseret ved gennemgående, udfyldte sub-marine dale/kanaler mere eller mindre parallelle med det ovenfor beskrevne system.

Området blev kortlagt med hensyn til råstoffer af Skov- og Naturstyrelsen i 1987 (Køge Bugt Ressourceundersøgelser Fase 1) og omfatter ressourcennummeret 548002. I den centrale del af det afgrænsede kanalsystem er der foretaget detaljerede råstofundersøgelser i to tilstødende områder for Rohde Nielsen i 2008 og for By & Havn i 2012 i forbindelse med ressourceundersøgelser for Nordhavnens udvidelse.

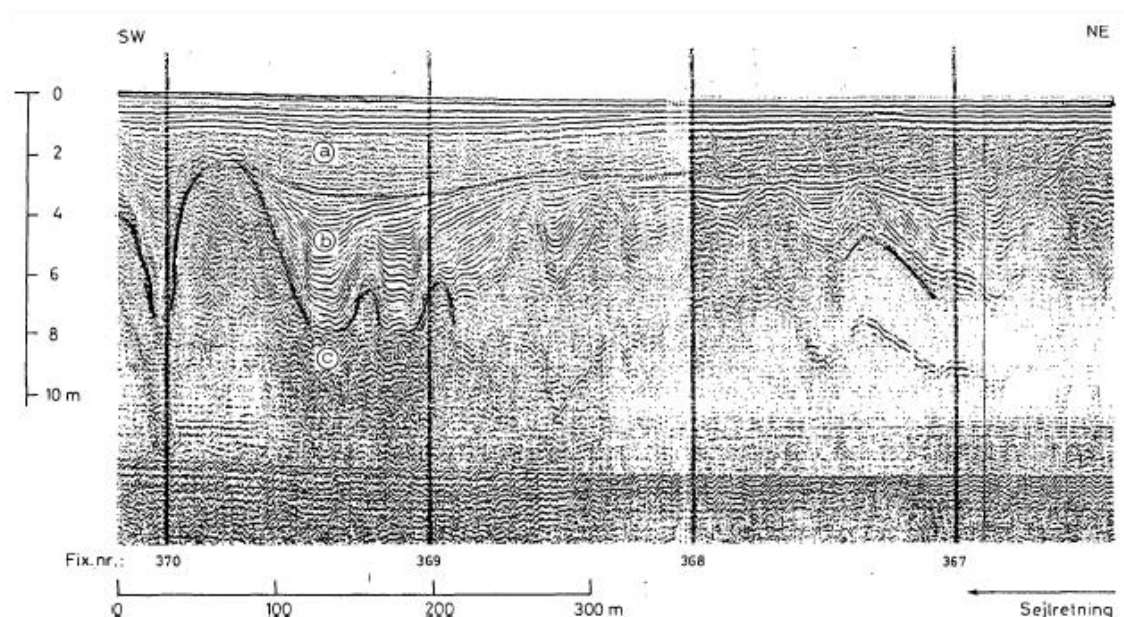
Området er kun i beskedent omfang belyst med borer. Boringerne viser, at der findes tykkere enheder af senglacialt ferskvandssand, der er aflejret ovenpå moræneler. Enkelte steder er der konstateret smeltevandssand med grusindslag tæt på havbunden. Det senglaciale ferskvandssand består primært af fint til meget fint sand og nogle steder med indslag af silt. De øverste lag kan dog enkelte steder være mellemkornet. Det senglaciale ferskvandssand overlejres af et tyndt lag Holocænt marint sand, som er fint til mellemkornet. Det Holocæne lag opnår større mægtighed i den vestligste del af Fællesområde 548EA og i området øst herfor. I den centrale del af det nuværende fællesområde 548EA er der fundet smeltevandsaflejringer bestående af vekslende sandede og grusede aflejringer, som bærer præg af intensiv indvinding. I den nordøstlige del af fællesområdet findes en forekomst af residualsedimenter bestående af dårligt sorteret sand og grus af en mægtighed på 2-4 m.

548014, 548016, 548017 (centrale Køge Bugt)

I den centrale del af Køge Bugt findes flere formodet senglaciale-tidligt Holocæne basinudfyldninger, som er afgrænset alene på baggrund af seismiske data uden boringsdata. Aflejringerne er typisk dækket af et tyndt (<1m) lag af holocænt marint sand eller dyndet sand. Der er ikke foretaget nyere undersøgelser i området, da ressourcepotentialet anses for at være ringe.

548005 (øst for Køge Flak)

Denne forekomst består ligeledes af en senglacial-tidligt Holocæn bassin udfyldning af silt og sand, som er overlejret af marint sand i op til 3 meters mægtighed. Området er dækket af et tyndt lag (<2 m) af marint holocænt sand, der i nogle dele direkte overlejrer senglaciale ferskvandsaflejringer med en mægtighed på op til ca. 6 m. Det holocæne sand er generelt set mellemkornet, mens det senglaciale sand er mellem til finkornet, og mere lokalt i udbredelse. Generelt aftager kornstørrelsen med dybden, dog er der påtruffet lag med grus og mellem til grovkornet sand i 4-5 meters dybde i en enkelt boring. I nogle borer findes der lag med forskelligt organisk indhold (planterester, rødde, og tørv). Det må antages at Juels Grund og Køge Flak har været lokale kilder til det tykkere dække af Holocænt marint sand.



Figur 9. Eksempel på seimisk profil fra ressourceområde 548005. Holocænt marint sand (a) draperer kanal/dalstruktur udfyldt af en fint lagdelt senglacial serie af sand/silt/ler (b) over moræne dannelser (c). Kilde: Fredningsstyrelsen, 1987 (bilag E8).

548004 (Køge Bugt sydvest – Juelsgrund)

Området ud for Køge, hvor indvinding har fundet sted over en lang årrække, er præget af højereliggende områder med grovere sedimenter (fællesområde 548-AA og 548-BA, Juelsgrund), som er bathymetrisk afgrænset af et snoet kanalsystem, der er en søværts forlængelse af Køge Å-dalen. Kanalfyldet består af senglaciale ferskvandsaflejringer med et dække af Holocænt transgressivt sand /dyndet sand. Længere mod øst, i fællesområde 548-HA, findes fyldsandsforekomster. Et tyndt lag af Holocænt sand overlejrer i større dele af området senglaciale ferskvandsaflejringer, der i kanalstrukturer har en tykkelse på op til 5-6 m.

Område 548004 beliggende umiddelbart øst for Køge med en vanddybde på 8-11 m er i en lang årrække blevet udnyttet til til sand og ralindvinding. I den første ressourceundersøgelse (1987) blev forekomsten beskrevet som overvejende bestående af marint, fint-mellemkornet sand. De relativt få tilgængelige borer (f.eks. 551217.2, 551218.11, 551217.5) indikerer også, at der findes marint sanddække på op til 3-6 m tykkelse som overlejrer flere meter siltede aflejringer af formodet senglacial herkomst. Det senere udarbejdede substratkort angiver dog at højtliggende moræne findes tæt på havbunden under en del af det højereliggende område, og dette sammenholdt med den store andel af ral laster fra forekomsten tyder på at de grovere ressourcer er dannet som residualsedimenter. Grundet den intensive udnyttelse kan mægtigheden af forekomsten være vanskelig at erkende. Den er oprindeligt skønnet til kun undtagelsesvist at overstige 4 m. Tre forekomsttyper er angivet i ressourceundersøgelsen fra 1998 med den groveste ral ressource 548004b på den centrale mere lavvandede del af grunden (7-10 m), en omkringliggende sandet og gruset ressource 548004a på ca. 9-11 m dybde, samt en sandet udbygning (548004c) fra grunden mod øst. Boring 551.218.34 i ressource 548004c viser 2 m sand over vekslende silt og sand lag (formodet senglacialt) til omkring 10 m under bunden. Det må konkluderes, at der er en iøjnefaldende uoverensstemmelse mellem boreringsdata, indvindingsoplysninger og ressourceopgørelser for området.

De højere dele af Juelsgrund består af glaciale dannelser med et varierende dække af stenet grus og sand, som må antages at være lokale residualdannelser dannet under Littorina transgressionen af området. Det har været diskuteret om kernen i Juelsgrund udgøres af rester af en åsdannelse (fortsættelse af Køge Ås), eller om det er en erosionsrest af et israndsstrøg med oppressede flager af både moræneler og smeltevandsaflejringer. Hyppig forekomst af moræne tæt under havbunden på Køge Flak og sydøst på til Juels Grund tyder dog på sidstnævnte tolkning er den mest sandsynlige.

Erosion af Juelsgrund i forbindelse med Littorina transgressionen har givetvis ført til dannelse af sandede akkumulationsflak og odder omkring de højereliggende glaciale dannelser. Således findes skuldre af marint sand øst og nordøst for fællesområde 548AA og omkring det meste af Juelsgrund (548007, -8). Sandmægtigheden overstiger i det meste af områderne ikke 2 m, dog findes nordvest for Juelsgrund et område med større sandmægtighed, jf. boring 551.218.27, der indeholder ca. 5.5 m sand. Denne forekomst strækker sig tilsyneladende ind i området der for nyligt er udlagt som §20 område. Det holocæne sand er generelt set mellemkornet, mens det senglaciale sand er mellem til finkornet. Generelt aftager kornstørrelsen med dybden.

548006

Fra Juelsgrund og sydøst på langs Stevns nordøstkyst er der lokaliseret en sandsynlig forekomst i en større bred kanalstruktur. Ud over regionale undersøgelser er området undersøgt i forbindelse med ressourcevurderingen af sand til Amager Strandpark (Andersen, 2004). Ressourcen udgøres af en bassinudfyldning af silt og sand. Boringer viser 1–2 m marint sand (fint-mellem) som overlejrer lagdelte siltede sedimenter (formodet senglaciale) af varierende tykkelse (op til 6 m). Herunder findes mellem-grovkornet formodet smeltevandssand overlejrende moræneaflejringer (boring 551.218.39, 551.218.49). De senglaciale aflejringer har størst mægtighed i kanaliserede strukturer, og er stedvist fraværende, således at underliggende smeltevandsaflejringer i nogle områder ligger tæt under havbunden (f.eks. boring 551.218.36/340). I henholdsvis den nordlige og sydlige del ses 10-15 m dybe kanaludfyldninger som fortsætter mod ØSØ, og som tilsyneladende skærer den større bassinudfyldning. Kanalstrukturerne udgør den vestlige del af ressourcerne 548003 og 548011/548012. Det må formodes, at et tidligere højereliggende moræneområde nordøst for Stevns Klint (nu stenrev), samt de højereliggende moræneaflejringer lige øst for Juelsgrund, har udgjort kildemateriale til det holocæne sanddække.

548003

Ressourcen består af en vest-øst gående > 10 km lang kanaludfyldning med en bredde på op til 1 km, og den strækker sig fra tæt på Juelsgrund til den østlige del af undersøgelsesområdet, hvor den formodes at være forbundet med den sydligste del af 548002-kanalstrukturen. KanalfylDET er belyst ved adskillige borekerner, hvoraf flere indikerer relativt grove materialer, og en sandmægtighed på >6-7 m (f.eks. boring 551.218.19, 551.218.21). Kornstørrelsen er generelt fint-mellemkornet sand, enkelte steder mellem-groft. Kerner i den østligste del viser sand vekslende med tynde lerlag (f.eks. boring 551.219.51).

548009 (Stevns Nordøst)

Forekomsten udgøres af et formodet strandvoldskompleks beliggende på en dybde af ca. 6-13 m. Beliggenheden er for en stor dels vedkommende indenfor Natura-2000 området. Ifølge side-scan data fra 2012 habitatundersøgelser for Naturstyrelsen har det et varierende dække af sten. Flere moræneforekomster er observeret tæt under havbunden både øst og vest for området. Moræneforekomsterne og Stevns Klint udgør kildematerialet til forekomsten, som formodes dannet i forbindelse med Littorina-transgressionen.

548011, -12, og -13

Tre spekulative ressourceområder 548011, -12, og -13 findes i mere eller mindre parallelle sub-marine dalgange på dybder af ca. 17-20 m i området øst for Stevns Klint. Der findes ingen boringer fra områderne, men det må, på basis af den regionale seismiske tolkning af dalgangene, forventes at de er udfyldt af smeltevandsaflejringer og senglaciale aflejringer modificeret af transgressive hændelser i forbindelse med den Baltiske Issø, Ancylus Søen og Littorinahavets indtrængen over området. Det marine sand og dynddække forventes over størstedelen af områderne at være <1 m.

6.4 Ressourcebegrænsninger

Dyndforekomst er den langt overvejende ressourcebegrænsning i Køge Bugt området. Dyndforekomsterne med en mægtighed på >0.5 m blev oprindeligt kortlagt i forbindelse med den første regionale kortlægning af Køge Bugt området. Dyndområderne består af adskillige større enkeltområder som dækker nogle råstofforekomster helt ind til 6 m vanddybde. Ved sammenligning mellem udstrækningen af de kortlagte forekomster og dyndområderne (fig. 10) ses i flere delområder, at dynddækket er koncentreret omkring de kanal-agtige råstofforekomster. Dette kan, udover bathymetriske forhold, formodentligt tilskrives at de senglaciale, typisk finkornede aflejringer koncentreret i kanalstrukturer er blevet omlejret i den øverste del, og dermed har været kilde til lokale dyndforekomster.

Kun i ganske få områder findes kendte forekomster på <6 m dybde og det er kun langs nordøst Stevns kyst at Natura -2000 omfatter spekulative forekomster af ral (548098) samt en mindre del af den spekulative sand O forekomst, 548011.

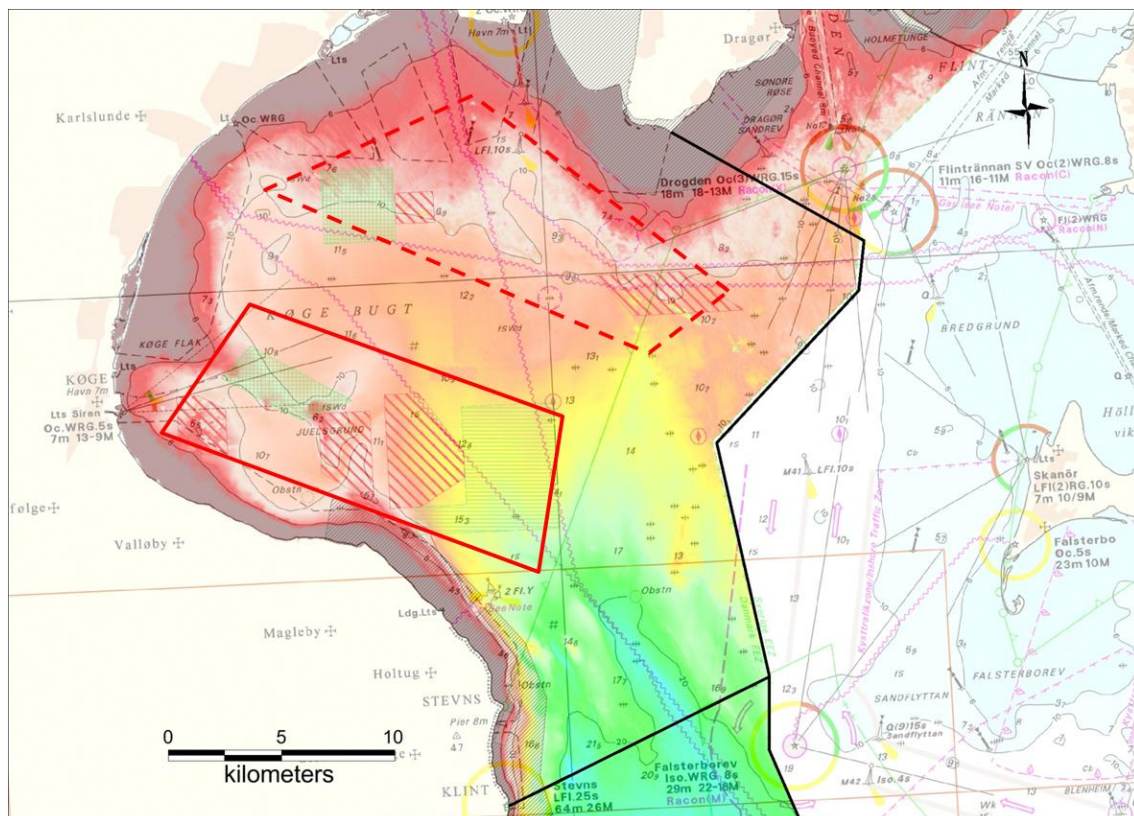


Figur 10. Oversigt over ressourcebegrænsninger og beliggenheden af ressourceområderne i Køge Bugt. Se bilag B5 for stort format.

6.5 Anbefaling til supplerende kortlægning

Gennemgang af eksisterende materiale og survey dækning viser, specielt for den sydlige del af Køge Bugt området, fravær af nyere undersøgelser af råstofforekomsterne. Set i lyset af behovet for grovere materiale såsom ral og grus fra områder nær på hovedstadsområdet, anbefales det at udføre et geofysisk survey med et tilknyttet boreprogram dækkende den sydlige del af Køge Bugt som vist på fig. 11. 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.). Undersøgelserprogrammet skal både sigte på at kortlægge påviste og sandsynlige ressourcer i lang højere detaljegrad, og på at karakterisere udnyttelsesgraden indenfor eksisterende og tidligere indvindingsområder.

Vedrørende den nordlige del af Køge Bugt, hersker der en del tvivl om udbredelse og kvalitet af de potentielle forekomster, der erfaringsmæssigt er domineret af fyldsand. De senglaciale kanalsystemer, der kan indeholde potentielle store forekomster er oftest dækket af et adskillige meter tykt kanalfyld, som typisk bliver finere nedad. Eksisterende data skal analyseres nøjere, for at afgøre i hvilken udstrækning supplerende undersøgelser vil være formålstjenlige i den nordlige del af Køge Bugt.



Figur 11. Områder i Køge Bugt (markeret med fed rød ramme) hvor det anbefales at der foretages supplerende kortlægning. Det sydlige område (fuldt optrukket rød linje) har umiddelbart den højeste prioritet.

6.6 Baggrundsmateriale

Andersen, L.T. 2004: Sand til Amager Strandpark fra Køge Bugt, syd – en ressourcenvurdering. GEUS rapport 2004/64.

Fredningsstyrelsen/Geoteknisk Institut, 1987: Køge Bugt. Ressourceundersøgelser. Fase 1. Geoteknisk rapport nr. 4, 151p.

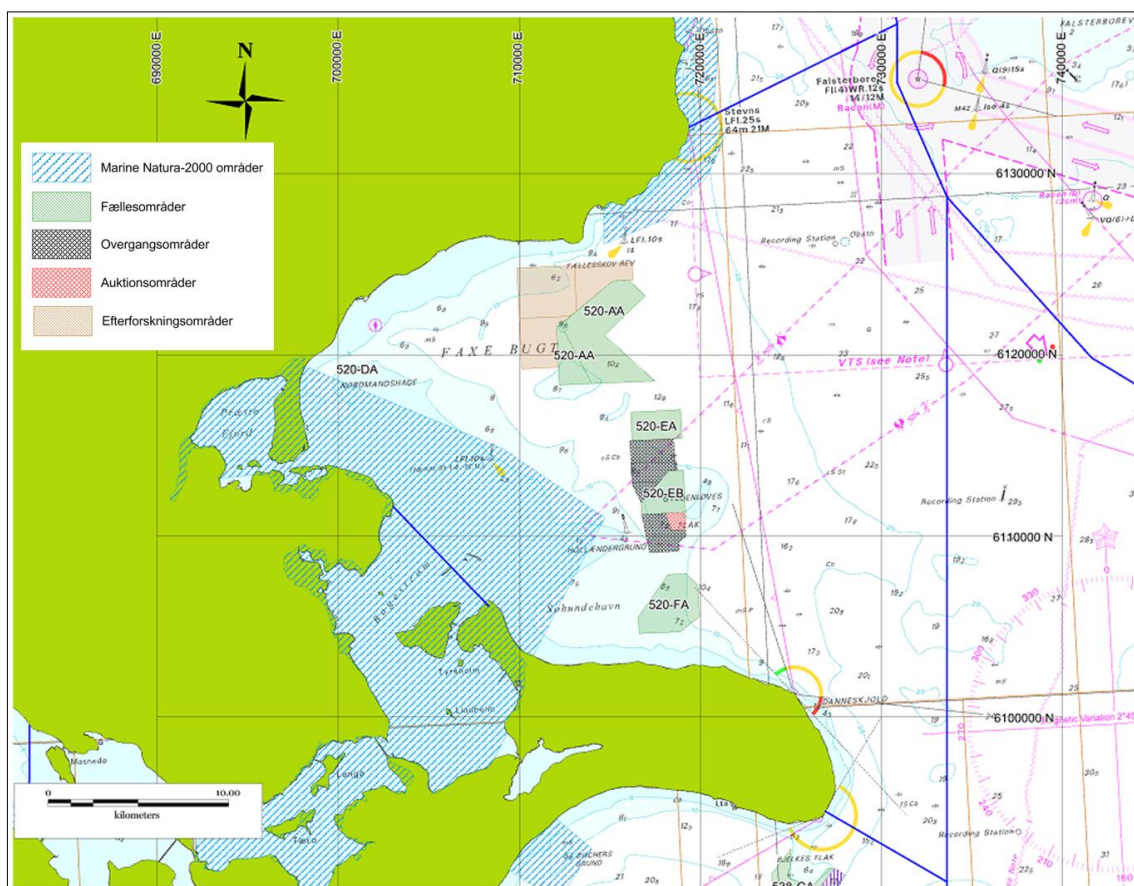
Jensen, J.B. 1998. Evaluering af sand, grus og stenressourcer på det danske havområde. GEUS rapport 1998/129.

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

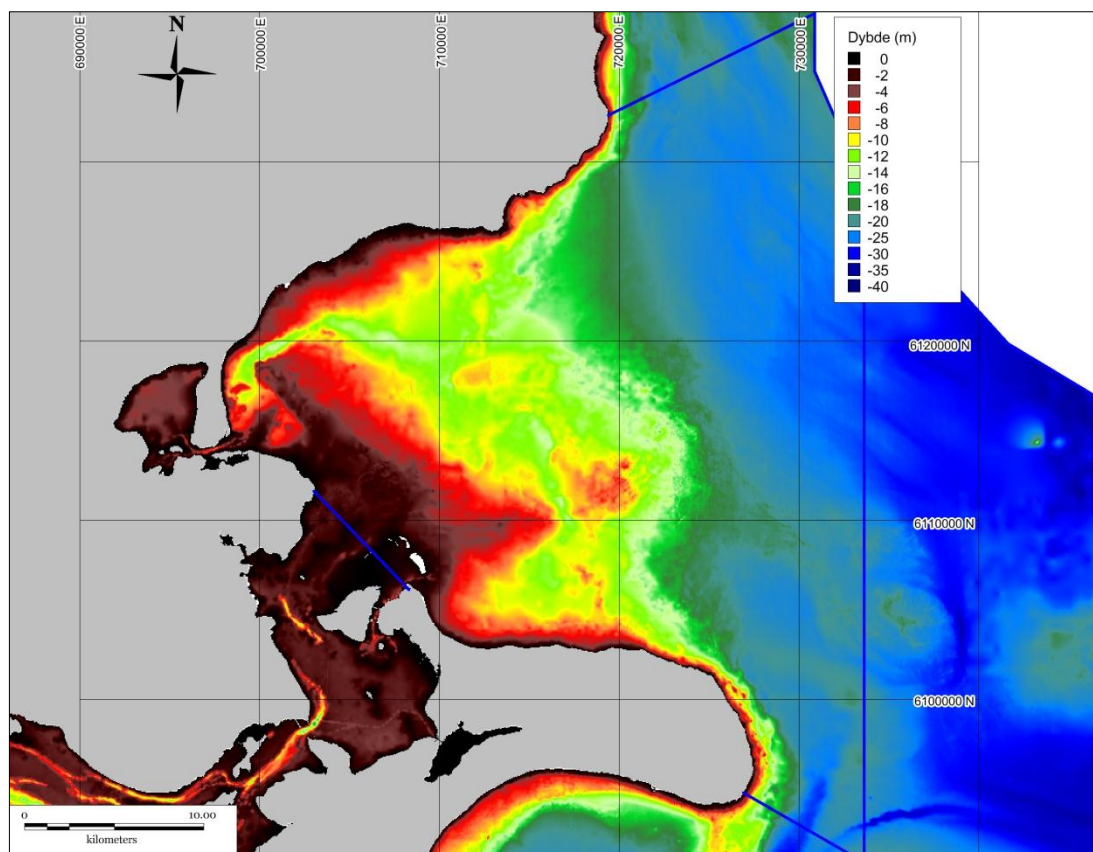
7. Fakse Bugt – område 520

7.1 Områdebeskrivelse

Fakse Bugt undersøgelsesområde 520 grænser mod nord op til Køge Bugt (område 548) og mod syd til Hjelm Bugt (område 538) (fig. 12). Området har generelt en vanddybde på omkring 10-15 m stigende ud mod Østersøen, og vanddybden i den østligste del overstiger 20 m (fig. 13). I den centrale del af bugten findes flere flakområder (bl.a. Gyldenløves Flak), hvor vanddybden ligger lige under 10 m. Den kystnære sydvestlige del af bugten består af et større lavvandet område omkring Ulfshale og Jungshoved, som står under Natura-2000 beskyttelse. Ligeledes er den nordligste del af området ud for Stevn Klint Natura-2000 område.



Figur 12. Oversigt over område 520, Fakse Bugt afgrænset af den blå linie. Naturstyrelsens administrative områder er vist med nummerering af fællesområder. Se bilag C1 for stort format.

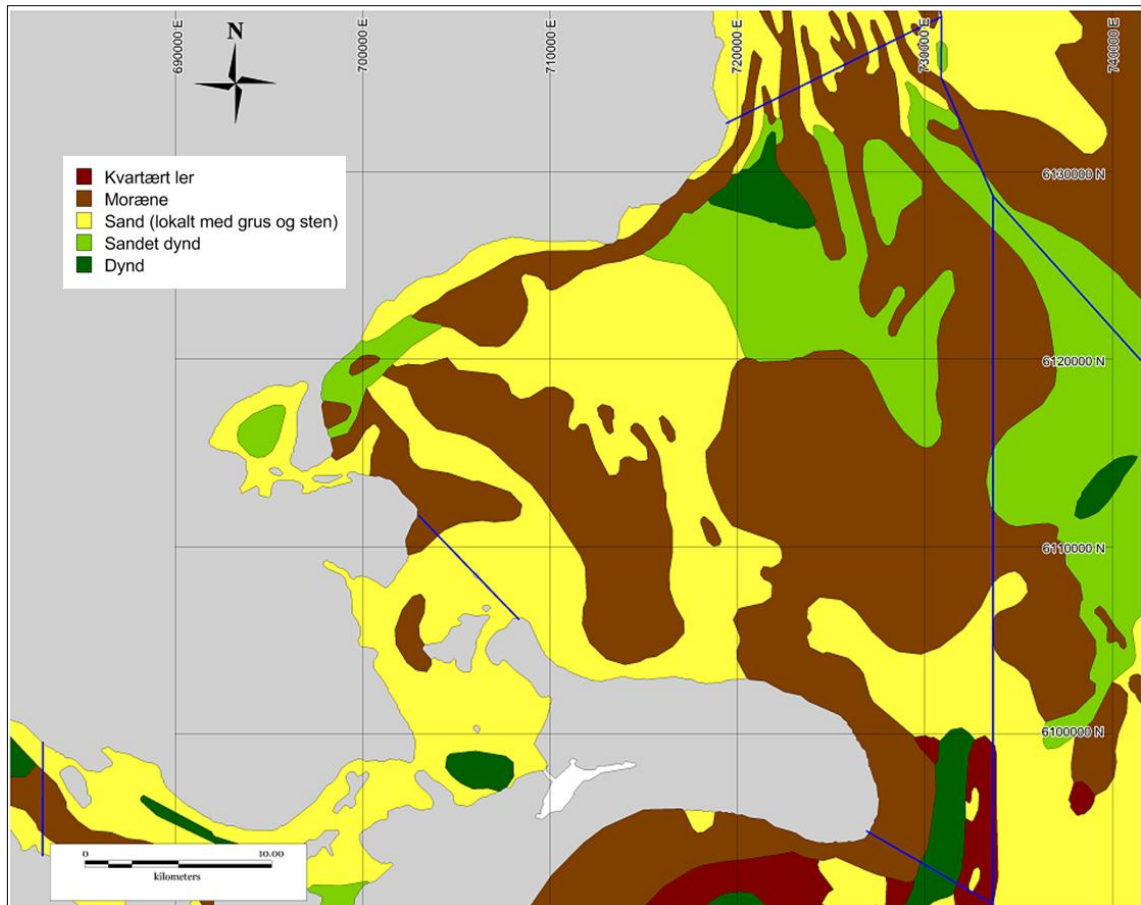


Figur 13. Farvekontureret dybdekort for Fakse Bugt området.

Overfladesedimentfordelingen er præget af større sammenhængende moræneflader karakteriseret ved et tyndt sandet/stenet residuallag, vekslede med store sammenhængende sandflader (fig. 14). I den nordøstlige del af området dominerer dyndet sand. Det østligste moræneområde tilgrænsende Møns Klint er præget af glaciale flagedannelser, medens det vestlige område udgør en mere jævn moræneflade. Sandfladerne er oftest relateret til større bankedannelser, der afspejler beliggenheden af større fossile barriereø/oddedannelser. Sandfladen, der strækker sig fra nordkysten af Møn, over Gyldenløves Flak og nordover til få km syd for Rødvig, er råstofmæssigt den mest interessante. Overfladesedimentet på den sydlige del af sandbankestrukturen er domineret af mellem-grovkornet sand. Den nordlige del af bankestrukturen, der breder sig ud mod vest og øst, er domineret af fin-mellemkornet sand, som østover bliver mere finkornet og dyndet.

Prækvartæret bestående af Kridt og Danian kalk aflejringer er generelt højtstående i den sydvestlige og nordlige del af undersøgelsesområdet (Binzer & Stockmarr, 1994). Der er kortlagt flere sænkingsstrukturer i prækvartæroverfladen, som antages at repræsentere glacial erosion langs ældre forkastningsstrukturer. Hovedisfremstødet for ca 20.000 år siden var antageligt årsag til større skala deformationer af de glaciale aflejringer i området (Berthelsen et al., 1977; Houmark Nielsen, 1987). Men først under det sene Bæltfremstød for ca. 16.000-15.000 år siden blev israndstrøgene i den ydre del af Fakse Bugt dannet. På seismiske profiler kan et system af rygge følges i et 2-5 km bredt bælte, som strækker sig fra Høje Møn mod nord over den østlige del af Gyldenløves Flak. Det formodes at de oppressede kridtflager, der kan observeres på Møns Klint, udgør den landværts del af deformationsområdet. Da isen trak sig tilbage, blev der dannet issøer med aflejring af finkornede sedimenter i rendestrukturer. I den senere fase af den Baltiske Issø periode, der omkring 11.500 år før nu kulminerede med en vandstand omkring kote -13

m, skete der erosion af morænebakker, og omlejring af sand, grus og ral i egentlige stranddannelser/barriereøsystemer (fig. 15). Under Ancylussøens højstandsfasen (omkring kote -20 til -12 m) i tidlig Holocæn, skete der formodentlig en vis omlejring af stranddannelserne. Det er også påvist, at der igennem en periode opstod en sø vest for stranddannelserne, der således dannede en barriere igennem den centrale del af Fakse Bugt. Senere under Littorinatransgressionen, blev de sandede og grovkornede dannelser reaktiveret igen og med det stigende havniveau blev kystzonen og ny stranddannelser flyttet flere km mod vest.

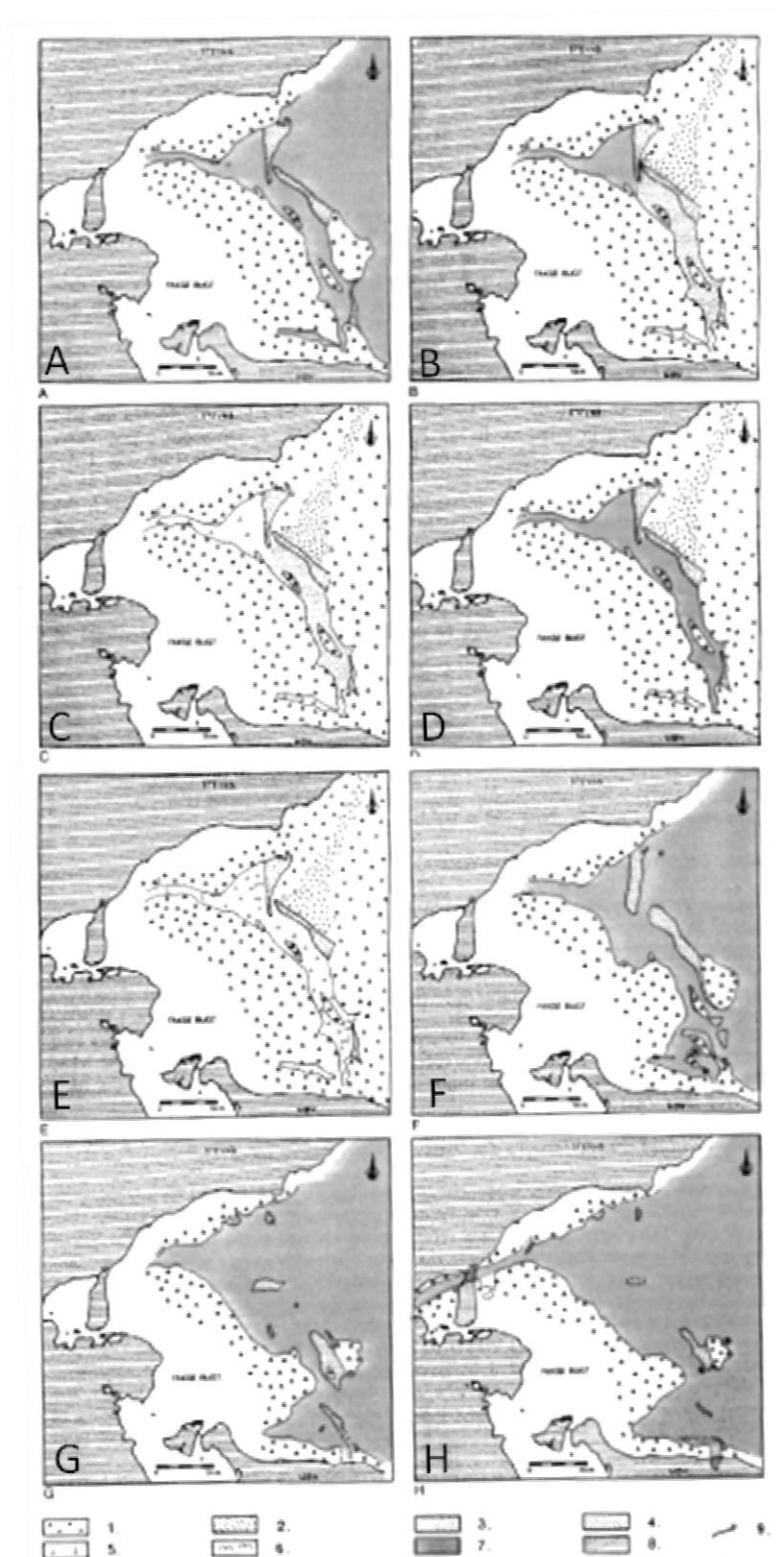


Figur 14. Oversigt over overfladesedimentfordeling i Fakse Bugt området. Fra Hermansen og Jensen, 2000. Se bilag C3 for stort format.

De vigtigste råstofressourcer og aktive indvindingsområder i Fakse Bugt findes i et langstrakt nord-syd gående bælte over den centrale ydre del af bugten. Lokaliseringen er betinget af et komplekst system af ældre strand-barriereø systemer som beskrevet ovenfor.

Ressourcerne i Fakse Bugt kan genetisk inddeles i:

- Stranddannelser afsat i forbindelse med den Baltiske Issø's højeste vandstand
- Stranddannelser afsat i forbindelse med den Ancylus søen's højeste vandstand
- Stranddannelser afsat i forbindelse med Littorinahavets transgression
- Residual sedimenter opkoncentreret på højtliggende moræneflader (f.eks. dele af Gyldeuløves Flak)



Figur 15. Rekonstrueret postglacial udvikling i Faxe Bugt. A: Baltiske Issø højstand maximum (Yngre Dryas periode). B: Præboreal sø udvikling. C: Præboreal mose udvikling. D: Boreal-tidlig Atlantisk tid sø udvikling. E: Atlantisk mose udvikling og æolisk aktivitet. F, G, og H: Midt og sen Atlantisk Littorina Hav transgressionsudvikling. Fra Jensen, 1992 (PhD afhandling).

7.2 Kortlægning og databaggrund

Fakse Bugt blev kortlagt i forbindelse med Fredningsstyrelsens ressource undersøgelser i 1982 (Fredningsstyrelsen/Geoteknisk Institut 1982). Data herfra indgår i Fredningsstyrelsen's "Havbundsundersøgelser – Råstoffer og fredningsinteresser – Fakse Bugt fra 1986. Efterfølgende er der foretaget detaljerede forskningsrelaterede undersøgelser fokuseret på sekvensstratigrafisk tolkning af seismo-stratigrafiske data fra Fakse Bugt og området omkring Møn (Ph. D. afhandling J.B. Jensen, 1992) og detaljeret tolkning og datering af sedimentkerner. I forbindelse hermed blev der fokuseret på relationen til sen Weichsel deglaciationsfaserne i det sydvestlige Baltikum (Jensen, 1992) samt opbygningen af barriereø-lagune systemer i forbindelse med transgressionsfaserne fra den Baltiske Issø, Ancylus Søen, samt Littorinahavet (Jensen, 1995; Jensen and Stecher, 1992). Den nøjere viden om ressourcernes genetiske sammenhæng og udbredelse indgår i den opdaterede ressourceopgørelse i Jensen (1998).

I de sidste årtier er der foretaget råstof-specifikke undersøgelser i flere områder af Fakse Bugt. Bl.a. foretog Rohde Nielsen A/S i 2009, fase 1A og 1B undersøgelser ved Gyldenløves Flak. Ligeledes udførte NCC i 2009 råstof undersøgelser ved Gyldenløves Flak.

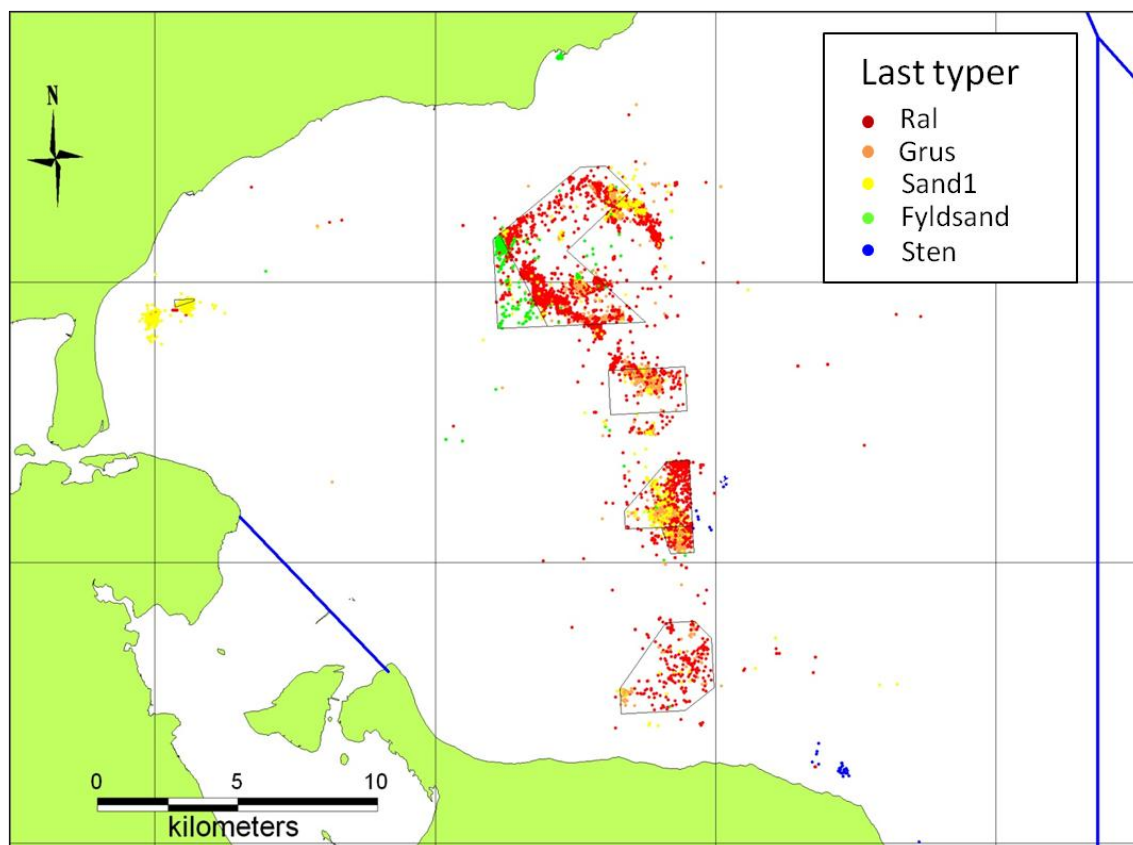
En oversigt over eksisterende seismiske linjer baseret på MARTA databasen, samt position af boringer og overfladesedimentprøver er vist på fig. 16.



Figur 16. Oversigt over fordelingen af seismiske linjer, boringer, og overfladesediment-prøver i Fakse Bugt området. Se bilag C2 for stort format.

7.3 Ressourceforekomster

Fordelingen af lasttyper i Fakse Bugt (fig. 17) viser, at der har fundet en omfattende indvinding sted langs størstedelen af det overordnede nord-syd gående indvindingsområde, hvor der p.t. er udlagt 5 fællesområder samt overgangsområder. Råstof-indvindingsstatistikken for de seneste år, viser en dominans af sand1 og grus indvinding i den nordlige del af Fakse Bugt, samt en lige-lig fordeling af grus og ral indvinding på Gyldenløves Flak.

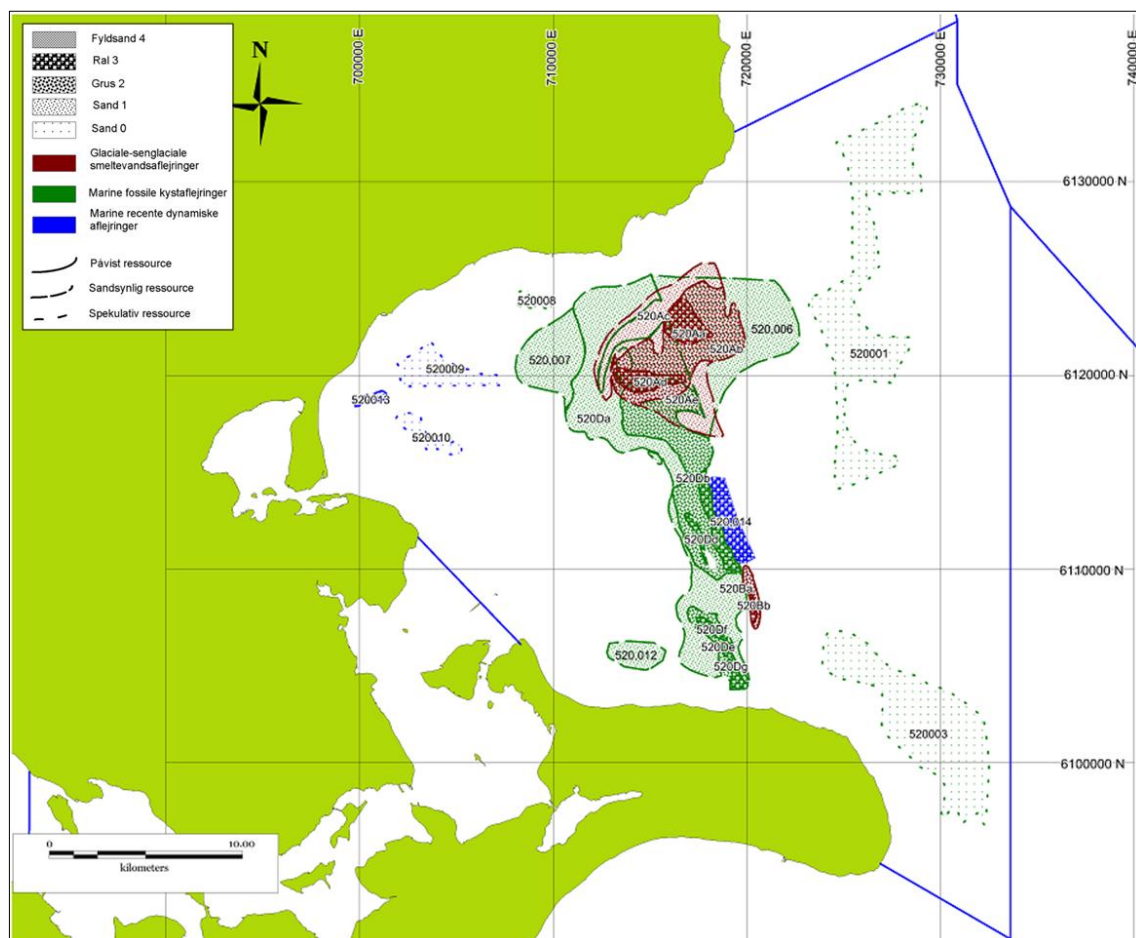


Figur 17. Fordelingen af indvindings-lasttyper i Fakse Bugt området (ultimo 2012).

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

I det følgende beskrives kortfattet de enkelte nummererede ressource-områder, som er blevet identificeret i Fakse Bugt (fig. 18). Kortlægningen og klassifikation m.h.t. typer og ressource-sikkerhed baseres dels på tidligere kortlægning (Fredningsstyrelsen, 1982, 1986) og ressourceop-gørelser (Jensen, 1998), og i dele af områderne på nyere data og boringskontrol. Ressourceom-råderne blev oprindeligt nummererede med sekscifrede betegnelser (520xxx), og denne indde-ling er blevet digitaliseret for GIS brug og videreført i ressourceopgørelsen fra 1997 (Jensen, 1998). Dog har boringskontrol og supplerende data fra det overordnede ressourceområde (op-rindeligt ressourceområde 4, 5, 6 og 7), der omfatter de vigtigste indvindingsområder i Fakse Bugt, ført til, at der her er anvendt en nøjere differentiering af forekomsterne og en nomenklatur med bogstavssuffix, der bedre tillader underinddeling af større forekomster (f.eks 520Aa).

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



Figur 18. Fordelingen af ressourceforekomster, ressource typer, og ressourcesikkerhed i Faxe Bugt området. Se bilag C4 for stort format.

Ressourcebeskrivelse

520001:

Større spekulativ ressource i østlige dybere del (22-25 m) af området bestående af et tyndt dække af postglaciale marint finsand med mægtighed på 1-1.5 m. Forekomsten er kun belyst ved få borer, og det er meget muligt at større dele forekomsten af er dyndpræget.

520003.

Større spekulativ ressource af postglaciale marint finsand ud for nordøst-kysten af Møns Klint. Enkelte borer viser en begrænset tykkelse på under 1 m (f.eks. 551231.23), og forekomsten er underlejret af sen-glaciale aflejringer bestående af ler, silt og finsand. Den oprindelige beskrevne ressource 2 (Fredningsstyrelsen, 1986) indgår delvist i ressource 3.

520008:

Mindre spekulativ ressource bestående af en bankelignende struktur af formodet marint holocænt sand beliggende ud for Vemmetofte Strand på 8-10 m vanddybde. Mægtigheden er op til 3 m. Der er ikke udført boringer i området.

520009:

Spekulativ ressource af subrecente dynamiske bankeformede aflejringer i den indre del af Fakse Bugt på 10-14 m vand. Mægtigheden er op til 3 m. Der er ikke udført boringer i området.

520010:

Spekulativ ressource af subrecente dynamiske aflejringer afsat i en sænkning i moræneoverfladen i den inderste del af Fakse Bugt på 5-6 m vanddybde. Der findes ikke boringer i forekomsten.

520011:

Mindre spekulativ bankeformet forekomst af formodet marint holocænt sand på ca. 10 m dybde i den centrale del af Fakse Bugt. Mægtigheden er estimeret til ca. 2 m. Der er ikke udført boringer i området.

520012:

Spekulativ forekomst af sedimentdække af 1-4 m mægtighed over en bølgende moræneflade på ca. 9-11 m vanddybde nord for Møn. Forekomsten forventes hovedsageligt at bestå af marint postglacialt sand. En enkelt boring (551230.25) viser 1 m sand over et tyndt tørvelag og ler.

520006:

Spekulativ forekomst af postglacialt, marint finsand beliggende øst for fællesområde 520-AA og øst for område med forekomst af grovere issø strandvoldsdannelser. Forekomsten er belyst ved enkelte boringer (551226.25, 551226.3), der viser 0.5-2 m sand overlejrende ler.

520007:

Spekulativ forekomst af postglacialt sand på østsiden af ryggen med fællesområde 520-AA i den centrale nordlige del af Fakse Bugt. Tykkelsen antages at være op til 2 meters mægtighed. En enkelt boring (551226.34) viser 1.1 m finsand overlejrende tørv og formodet senglacialt ler, silt og sand.

520013:

Sandsynlig ressource af subrecente dynamiske aflejringer afsat i en sænkning i moræneoverfladen i den inderste del af Fakse Bugt på 5-6 m vanddybde. Der findes ikke kendte boringer i forekomsten, men indvinding af sand 1 og ral har fundet sted i en årrække, og det mindre fællesområde 520-DA er beliggende i den nordøstlige del af forekomsten.

520014:

Over den centrale del af Gyldenløves Flak findes et dække af grovkornede stenførende residual-sedimenter over morænefladen. Tykkelsen af forekomsten er i stor udstrækning ukendt, da tilgængelige seismiske data ikke tillader adskillelse af de grove sedimenter fra den underliggende moræne, og der ikke findes boringsdata fra området. Området udgør den østligste del af fællesområde 520-EB og indvindingsdata viser, at der har fundet intensiv ralindvinding sted i området. Udstrækningen af forekomsten er tentativ, men må betragtes som sandsynlig p.g.a de mange indvindingsdata.

520 Ba (grus førende) og 520Bb (ral førende):

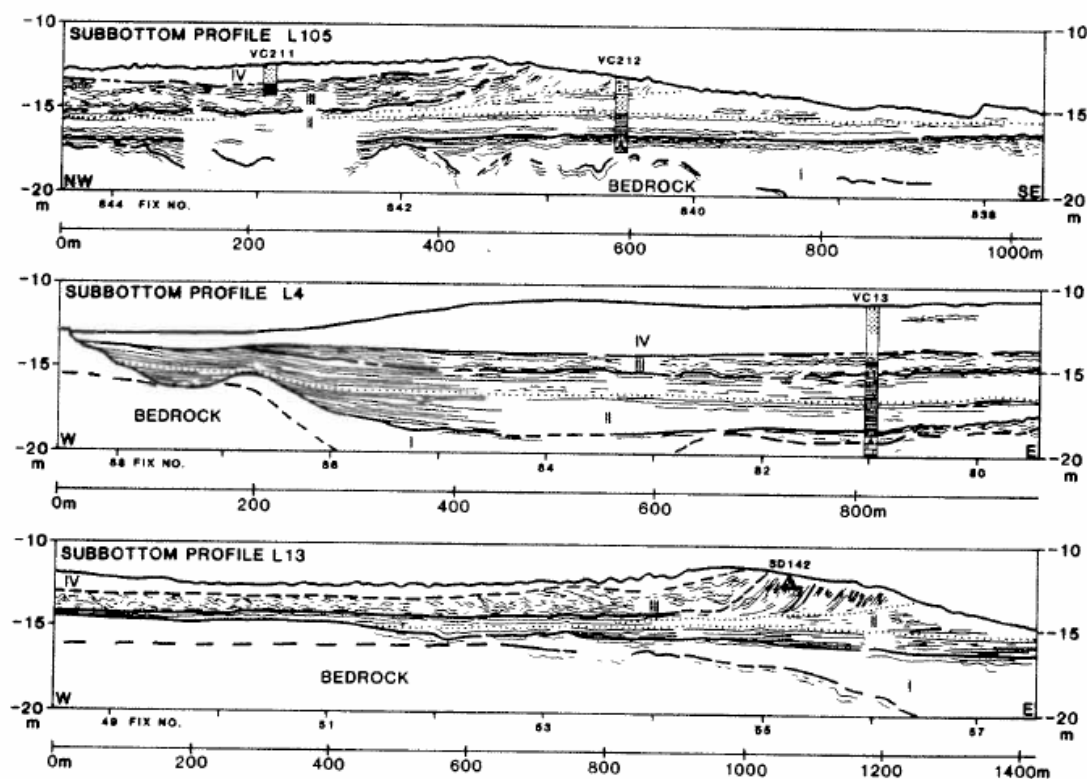
Påvist forekomst af senglacialt, ralførende mellem-grovkornet sand den sydlige del af den ydre Fakse Bugt lige syd for Gyldenløves Flak på 10-13 m vanddybde. Forekomsten har en nord-syd udstrækning på ca. 3 km og en bredde på ca. 500 m. Forekomsten er dannet som en barriereø strandryg under den maksimale transgression af den Baltiske Issø. De groveste ralførende sedimenter findes i den vestlige del af forekomsten, idet barriereø systemet er vandret landvæerts over ældre laguneaflejringer under transgressionen (smgl. fig. 19).

520Ac og 520Ad (ral førende), 520Ab (grus førende), 520Ae og 520Aa (sand 1):

I den nordlige centrale af Fakse Bugt findes påviste forekomster af senglaciale ral- og grusførende mellem-grovkornet sand ligeledes dannet som barriereø systemer i forbindelse med den baltiske issø transgression. Forekomsterne ligger på vanddybder mellem 18 m og knapt under 10 m. Den vestlige del af forekomsterne er dækket af holocænt sand, som repræsenterer reaktivering og forlægning af stranddannelser mod vest og lavere vand i forbindelse med Littorina transgressionen. I den østlige del af ressourceområdet findes de mere grovkornede issø aflejringer tæt på havbunden. Dog er den østligste dybeste del af ressourceområdet dækket af et tyndt, sandet dyndlag. Forekomsterne udgør centrale dele af fællesområde 520-AA.

520Dg, 520Df, 520Dc, 520Dd (m. ral), 520De, 520Db (m. grus), og 520Da (sand 1):

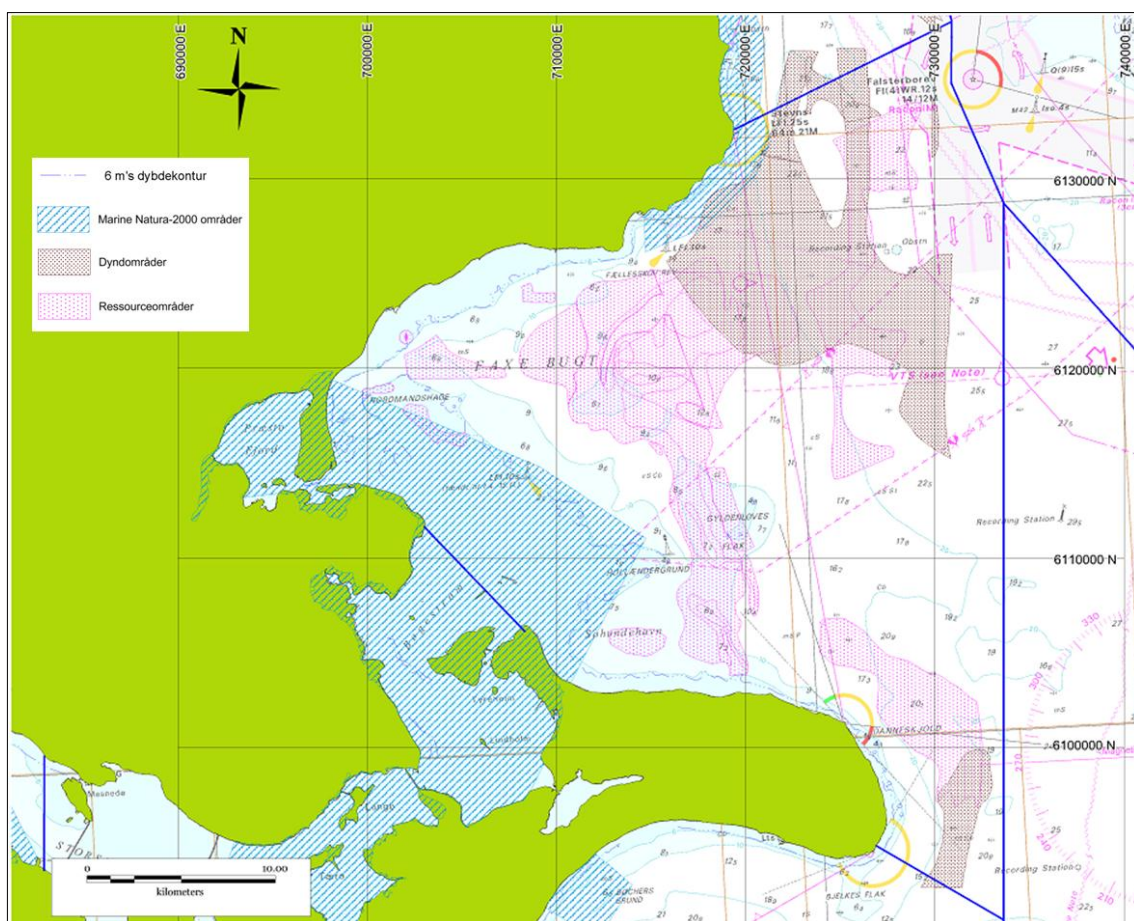
Den nord-syd gående sandede ryg tværs over Fakse Bugt er præget af et sammenhængende dække af marint holocænt sand, som dels repræsenterer reaktivering og omlejring af de senglaciale sandede, grovkornede barriereø dannelser, og dels yderligere erosion af højereliggende moræneflader (f.eks. Gyldenløves Flak) og aflejring mod læ i øst. Kornstørrelsen er typisk fin-mellemkornet og den maksimale mægtighed er 5-6 m (f.eks. boring 551230.27, 520230.26). Centralt på ryggen findes flere langstrakte ressourceforekomster af grus og ralførende lag.



Figur 19. Tolkede seismiske profiler med boringslogs fra Fakse Bugt området. Profilerne er opdelt i fire genetiske sekvenser (I-IV). I: Glaciale aflejringer. II: Lagune og sø-kystaflejringer. III: Sø-mose aflejringer. IV: Marine kystaflejringer. Fra Jensen, 1992 (PhD afhandling).

7.4 Ressourcebegrænsninger

Lang størsteparten af de påviste og sandsynlige ressourceforkomster i Fakse Bugt er ikke i større grad påvirket af ressourcebegrænsninger såsom 6 m dybdekontur, Natura-2000 beskyttelsesområder eller dynddække (fig. 20). Dog er den østligste del af forekomsterne i den nordlige del af Fakse Bugt præget af et dynddække med en mægtighed på >0.5 m. Dyndområdet dækker den nordøstlige del af den senglaciale grus-førende forekomst 520Ab, samt dele af den overliggende holocæne sand 1 forekomst 520006. Herudover er de spekulative sand forekomster 520001 samt 520003 delvist dækket af dyndforekomster med en anslået mægtighed på >0.5 m. I den inderste del af Fakse Bugt findes recente dynamiske sandforekomster (520010 og 520013) på det lavvandede (<6 m) område ved Nordmandshage, som også indgår i Natura-2000 området, der strækker sig over den sydvestlige del af Fakse Bugt.

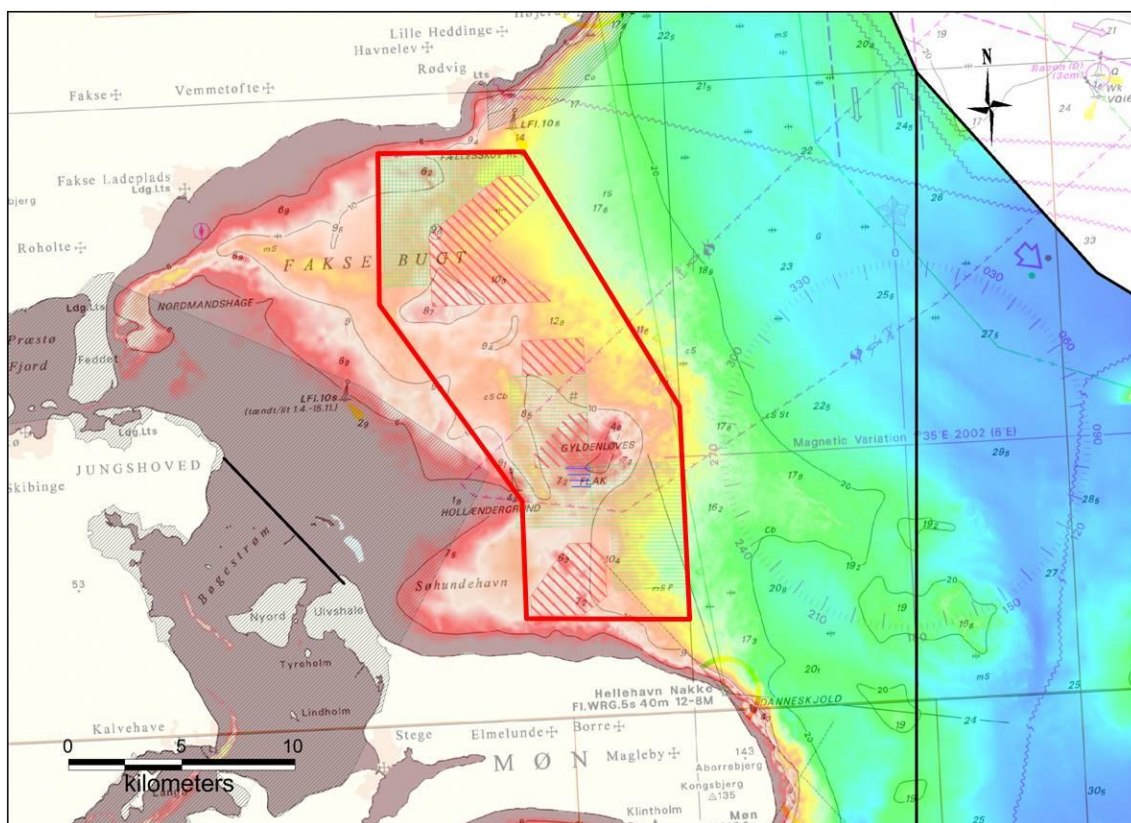


Figur 20. Fordeling af ressourcebegrænsninger (dynd, Natura-2000 områder, 6 m dybdekontur) og ressourceområder i Fakse Bugt. Se bilag C5 for stort format.

7.5 Anbefaling til supplerende kortlægning

Fakse Bugt må generelt siges at være et intensivt udnyttet indvindingsområde, hvor indvinding af specielt grovere ressourcer som grus og ral har fundet sted over en lang årrække. Indvindingsområderne er placeret på en nord-sydgående korridor, med kun få uberørte afsnit. Den geologiske viden om ressourcernes genetiske sammenhæng, historik og generelle udbredelse er omfattende. Dog har der i en meget lang årrække ikke fundet ny regional kortlægning sted af forekomsterne. Den nyere viden er begrænset til resultaterne af kortlægning af specifikke undersøgelsesområder, som f.eks omkring Gyldenløves Flak.

For at skabe et samlet overblik over restressourcer, mulige uudnyttede forekomster og bundtilstand i Fakse Bugt, anbefales det at der gennemføres et supplerende geofysisk undersøgelsesprogram med efterfølgende boringer over hele den nord-syd gående resourcekorridor (fig. 21). Det vurderes, at en linjeafstand på max. 500 m vil være nødvendigt for at kunne karakterisere udbredelse og volume af forekomsterne med tilstrækkelig nøjagtighed. Det geofysiske survey skal underbygges med et større antal vibrationsboringer (minimum 30 stk.), for at kunne verificere seismiske tolkninger og vurdere mængde og kvalitet af potentielle ressourcer.



Figur 21. Område over den centrale del af Fakse Bugt (fed rød ramme), hvor det anbefales at der udføres supplerende kortlægning.

7.6 Baggrundsmateriale

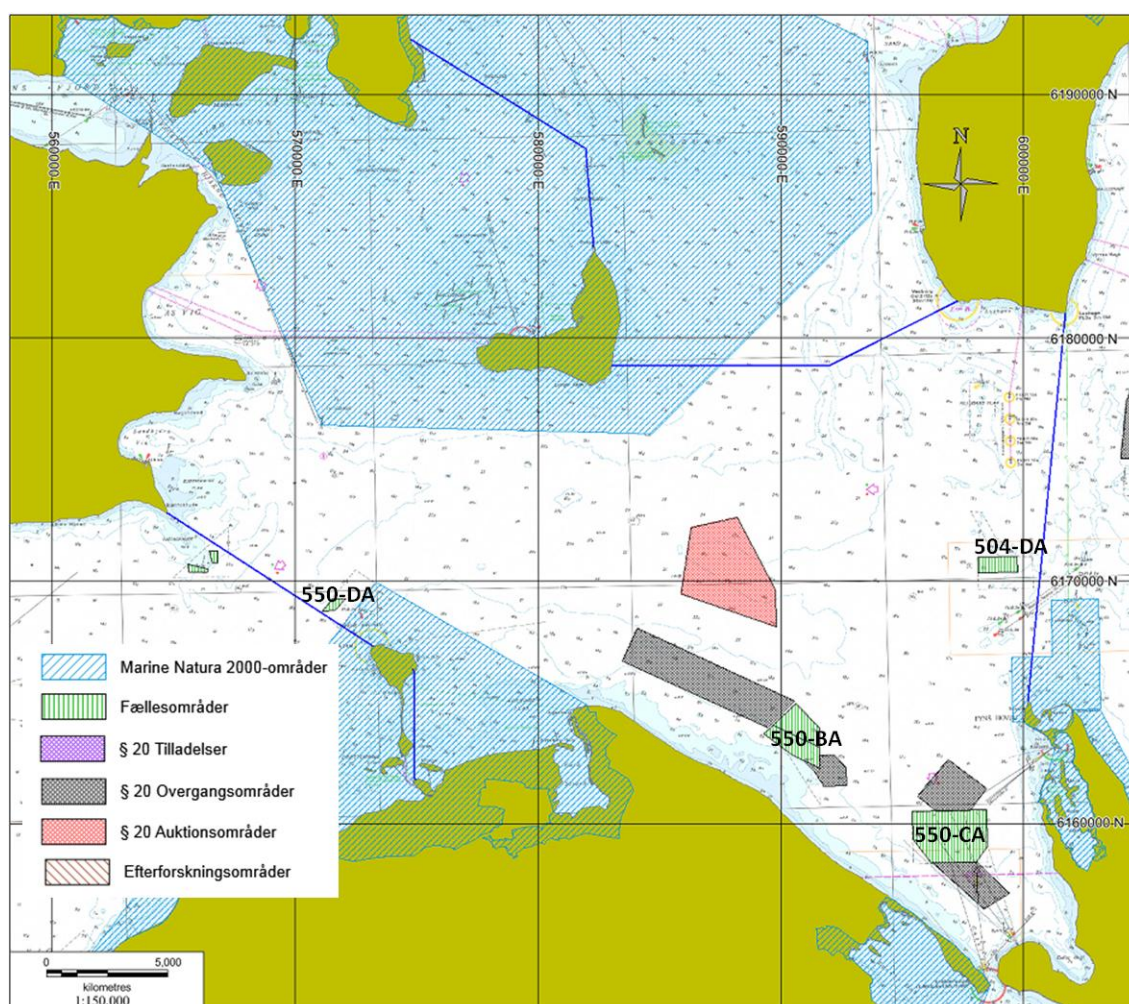
- Bennike, O. and Jensen, J.B., 1995: Near-shore Baltic Ice Lake deposits in Fakse Bugt, southeast Denmark, *Boreas* 24, 185 - 195.
- Fredningsstyrelsen/Geoteknisk Institut, 1982: Faxe Bugt – Ressourceundersøgelser Fase I, Geoteknisk Rapport nr. 4.
- Fredningsstyrelsen, 1986: Havbundsundersøgelser. Råstoffer og fredningsinteresser. Fakse bugt. Oversigt, 118p.
- Jensen, J.B. 1992. Late Pleistocene and Holocene depositional evolution in the shallow waters near the island of Møn, SE Denmark. PhD thesis. Geological Survey of Denmark.
- Jensen, J.B., 1992: Råstofgeologiske undersøgelser i Østersøen. Fakse Bugt, område 520, GEUS Rapport 1992/51, 256p.
- Jensen, J.B. 1993. Late Weichselian deglaciation pattern in the southwest Baltic: Evidence from glacial deposits off the island of Møn, Denmark. *Bull. Geol. Soc. Denmark*, 40, 314-331.
- Jensen, J.B. 1994: History of the Baltic Ice Lake in the southwestern Baltic: Evidence from Fakse Bugt (Bay), Denmark. *Quaternary International*, vol. 27, 59 - 68.
- Jensen, J.B. 1995. A baltic ice lake transgression in the southwestern Baltic: evidence from Fakse Bugt, Denmark. *Quaternary International*, vol. 27, 59-68.
- Jensen, J.B. 1998. Evaluering af sand, grus og stenressourcer på det danske havområde. GEUS Rapport 1998/129.

8. Nord for Fyn – område 550

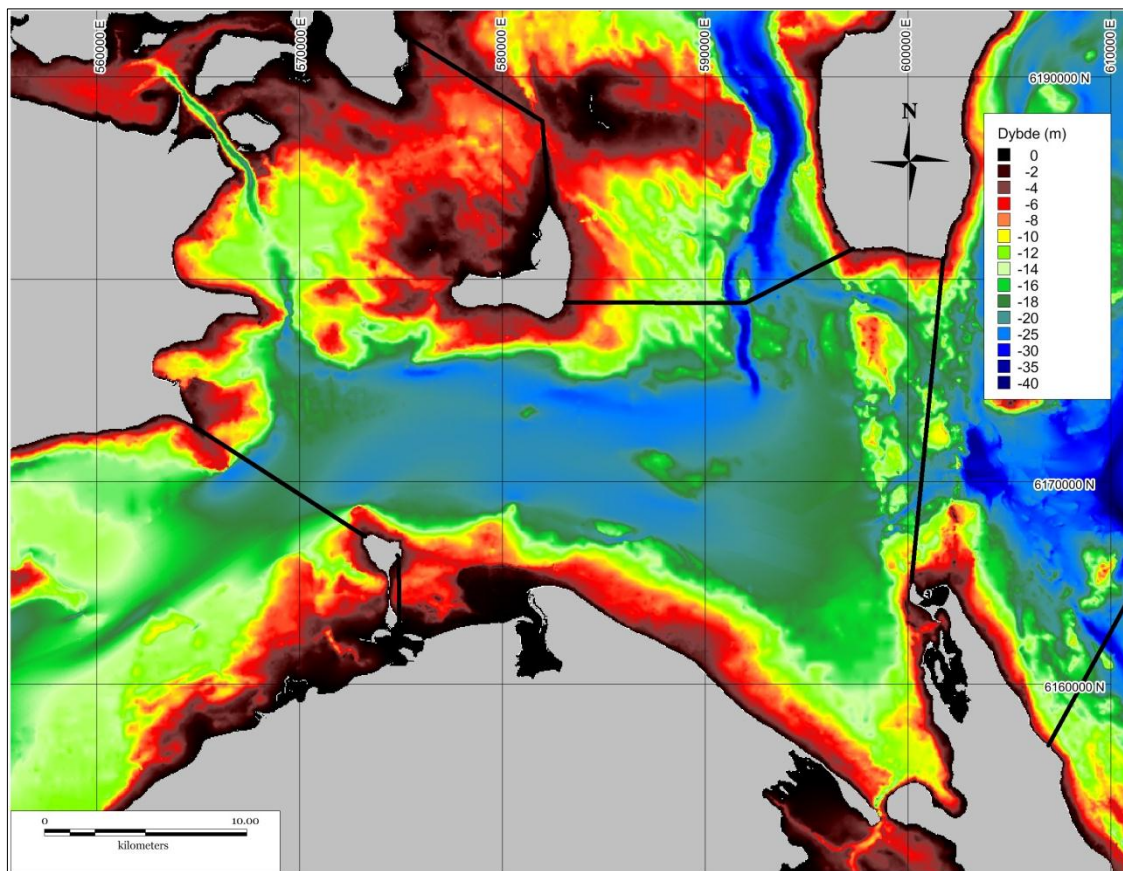
8.1 Områdebeskrivelse

Område 550 nord for Fyn dækker farvandet fra Fyns Hoved, til Samsø's sydlige del, vestover til Endelave, nordover til Gylling Næs på Jyllandssiden, fra Bjørneknude i den yderste nordlige del af Vejle Fjord til Æbelø og østpå langs Nordfyns kyst (fig. 22).

Området er præget af et større centralt bassin med en forholdsvis flad bund og dybder på typisk 20-25 m (Fig. 23). Langs nordsiden af Fyn er kysten jævnt hældende ud mod bassinet. Fra Fyns Hoved til den sydlige del af Samsø, strækker der sig et varierende grundt område med flere moræneknolde og dybder på omkring 10-20 m. Sydvest for Samsø forbinder en op til 35 m dyb rende ovennævnte bassin med rendesystemet vest for Samsø, der via den ydre del af Århus Bugt, har forbindelse til det vestlige Kattegat. Tærskeldybden gennem rendesystemet er på 20-25 m. Mod vest indsnævrer bassinet sig hen i mod Lillebælt området.

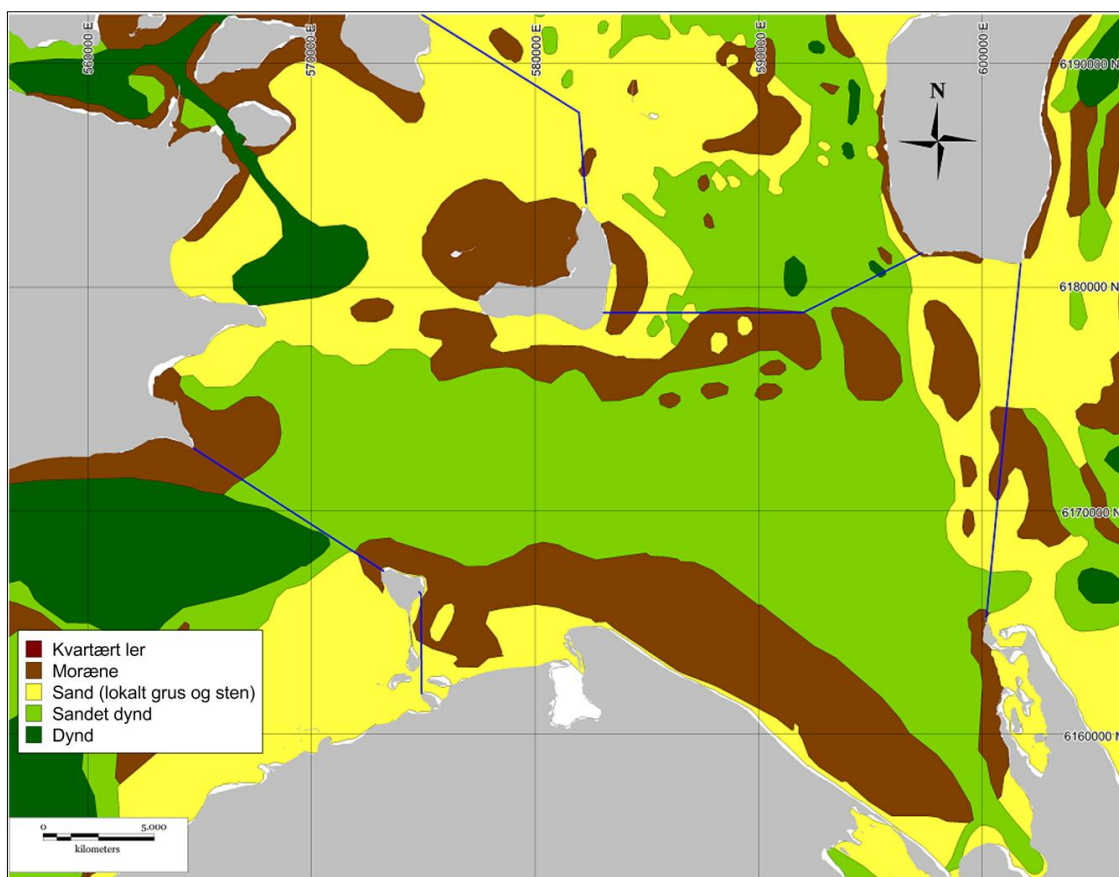


Figur 22. Oversigt over område 550, nord for Fyn afgrænset af den blå linie. Naturstyrelsens administrative områder er vist med nummerering af fællesområder. Se bilag D1 for stort format.



Figur 23. Farvekontureret dybdekort for området nord for Fyn.

Overfladesedimentkortet (fig. 24) viser forekomst af morænedannelser tæt under havbunden langs en stor del af kortlægningsområdets rand. I de moderat lavvandede områder, som mellem Fyns Hoved og Samsø samt området omkring Endelave og ydre Horsens Fjord, findes vekslende sandet-gruset bund og moræneflader. De dybere centrale områder og rendeforbindelser er præget af en sandet dyndbund. Dybere/mere beskyttede kanalområder er præget af finere dynd. I forhold til det generelle sedimentoverfladekort, viser detailundersøgelser af nogle områder en mere detaljeret sedimenttype fordeling. Således er det lidt mindre dybe område centralt i bassinet (15 -20 m dybde) præget af en mere stenet, sandet og gruset bund. Ligeledes viser nyere seismiske undersøgelser, at dynddækket i området sydvest for Samsø kun stedvist har en mægtighed på >1m.



Figur 24. Fordelingen af overfladesedimenttyper i området nord for Fyn. Se bilag D3 for stort format.

De prækvartære dannelser i området nord for Fyn består for det meste af Eocænt ler (Larsen, 2002; Håkansson & Pedersen, 1992). I det sydøstlige område mellem Hindsholm og Fyns nordkyst findes Paleocænt ler (mørkegråt kalkfrit Æbelø Ler og grønt/brunt Holmehus Ler) og mergelaflejringer (lysegråt Kerteminde Mergel). Prækvartæroverfladen ligger på en dybde af 75 -100 m i en stor del af området (Binzer & Stockmarr, 1994). Overfladen kommer dog tæt på havbunden i området mellem Endelave og Jylland, samt i området der forbinder Fyns Hoved med Samsø.

Istidsaflejringerne i landområdet omkring det nordlige Fyn er præget af både Saale moræne og smeltevandsaflejringer samt flere af de markante isfremstød i sen-Weichsel (Larsen, 2002). Fra Æbelø er tre Saale isfremstød fra henholdsvis nordlige, østlige og sydlige retninger repræsenteret. Bakkerne på Hindsholm ved Fyns Hoved formodes at repræsentere rester af en randmoræne fra Nordøst-isens sene fase for ca. 21.000 år siden, der senere er blevet omformet ved gletscherbevægelser under det Ungbaltiske Isfremstød i slutningen af Weichsel istiden. Randen af den sidste isstrøm, Bælthav Isstrømmen, der kulminerede for 18.000-17.000 år siden, formodes at have dækket Fyns Hoved, og have strakt sig igennem Storebælt op over Samsø. For ca. 16.000 år siden havde isranden trukket sig tilbage til den sydlige del af Storebælt og en smeltevandskanal udmundede i det nordlige Storebælt præget af Yoldia ishavet. Fortsat isostatisk landhævning førte til tilbagetrækning af havet, kulminerende i fastlandstiden for omkring 11.500 år siden. De dybereliggende dele af området har i den periode givetvis været præget af søer og tørvemoser. Tærsklen til det nordlige Storebælt ud for Grenå blev transgrederet af havet for ca. 9.500 år siden (Jensen et al., 2005). Baseret på nuværende bathymetriske forhold, må den holocæne marine invasion af området nord for Fyn dog være foregået via rendesystemet i

den ydre del af Århus Bugt og vest for Samsø. Herfra er den ældste datering af marine forhold bestemt til ca. 8.700 år før nu (Bennike et al., 2004). Efter transgressionens kulmination i Atlantisk tid, har området hævet sig lidt, således at der langs kysten af det nordlige Fyn og på Hindsholm findes hævet stenalderhavbund.

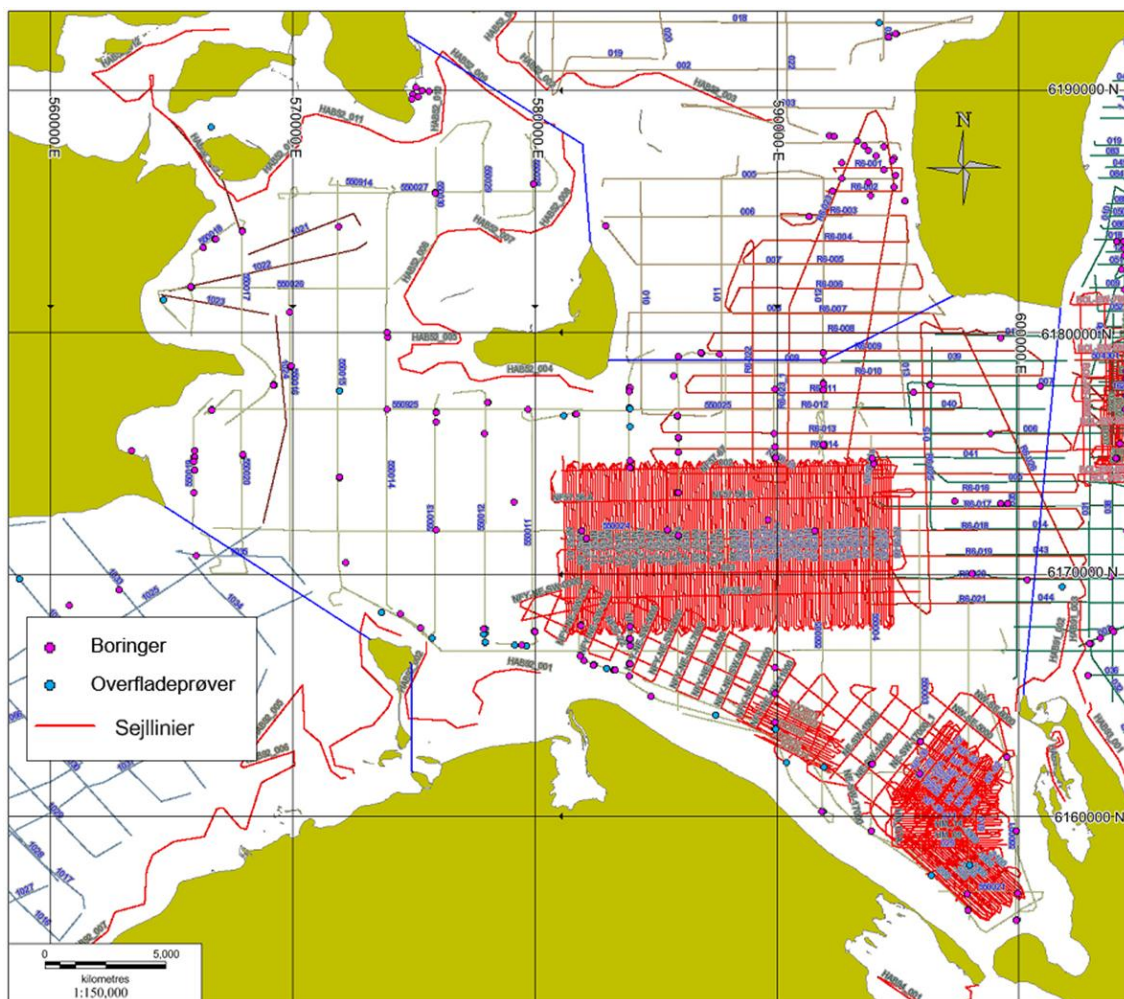
På basis af den sen- og postglaciale udvikling i området omkring Nordfyn, må det forventes at potentielle råstoffer i form af sand- og grusaflejringer, er af følgende aflejringstyper:

- Glaciale smeltevandsdannelser (ofte glacialt forstyrrede)
- Senglaciale fluviale dannelser i rendesystemer
- Lakustrine senglaciale- tidligt holocæne kystdannelser
- Transgressive holocæne marine kystdannelser

Det må generelt forventes, at der kan findes proximale kystdannelser (lakustrine og marine) med chance for sand og grusaflejringer, hvor der har været let eroderbare morfologiske elementer såsom glaciale rygge eller ved større kanaludløb. Det vidt udstrakte dyndområde må i udpræget grad forventes at reducere chancen for at finde dybere-liggende fossile kystdannelser. Dog vil kanalforbindelser, præget af stærkere strøm være mulige områder, hvor både dybereliggende fluviale dannelser og fossile marine kystdannelser kan være eksponeret tæt ved havbunden. Områder omkring højereliggende glaciale dannelser, der har været udsat for bølge erosion og omlejring som flak-forekomster, er generelt råstofmæssigt interessante, da dynddækket der ofte er af ringe mægtighed eller fraværende. Det gælder f.eks. området langs kysten af Nordfyn, bæltet mellem Fyns Hoved og Samsø, området sydøst for Endelave, samt den centrale mere lavvandede del af bassinområdet mellem Nordfyn og Samsø.

8.2 Kortlægning og databaggrund

En oversigt over de tilgængelige sejlinier, borer og overfladesedimentprøver er vist på fig. 25. Området nord for Fyn er blevet kortlagt i forbindelse med Skov og Naturstyrelsens generelle råstofkortlægning af området i 1987-1988 (Skov og Naturstyrelsen, 1987). Der er dog ikke udgivet en detaljeret rapport over råstofressourcerne i området baseret på ovennævnte kortlægningskampagne. I randområderne til kortlægningsområderne 504 og 516 henholdsvis øst og nord for område 550 er der sejlet flere overlappende linje-grids. Området indgår i ressourceopgørelsen fra 1998 foretaget af GEUS (Jensen et al., 1998). Langs den nordøstvendte kyst af Nordfyn, omkring de kendte indvindingsområder 'Tørresø' (550-BA) og 'Hasmark' (550-CA) er der foretaget kommerciel kortlægning under flere efterforskningskampagner for Rohde Nielsen A/S. I den centrale del af bassinområdet blev der i 2011 ligeledes foretaget kortlægning af mulige ny råstofressourcer for Rohde Nielsen A/S. I området sydvest for Samsø blev der i 2011 i forbindelse med Naturstyrelsens råstofkortlægning kortlagt et større område og udpeget et større antal mulige råstofforekomster (Jensen et al., 2012). Surveyområdet overlapper også med tilstødende farvandsområder 504 og 516, og de mulige råstofforekomster der, er medtaget i denne rapport. Endelig har GEUS i 2012 for Naturstyrelsen udført habitatkortlægning i de lavvandede områder mellem Endelave og Horsens Fjord, omkring Æbelø og Fyns Hoved.

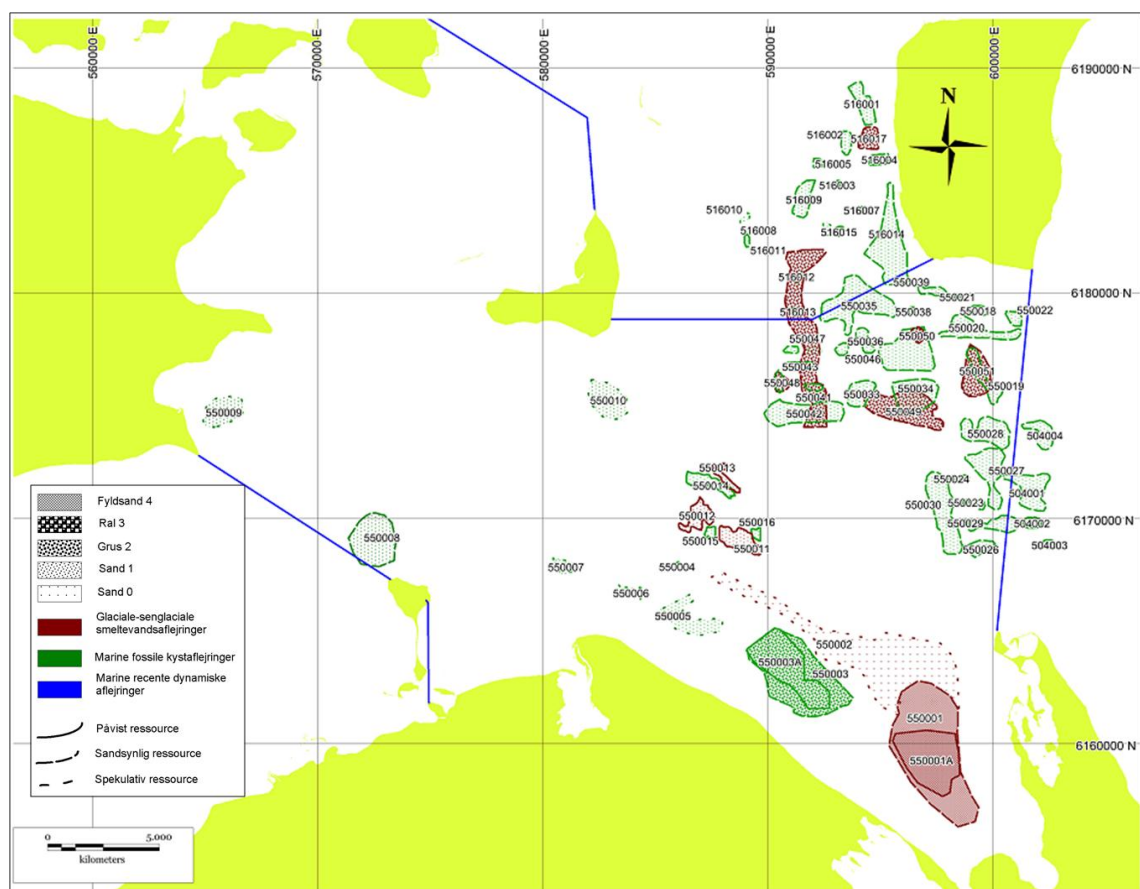


Figur 25. Fordelingen af seismiske linjer, boringer og overfladesedimentprøver i området nord for Fyn. Se bilag D2 for stort format.

8.3 Ressourceforekomster

De kendte forekomster og indvindingsområder nord for Fyn er koncentreret omkring fællesområderne 'Tørresø' (550-BA) og 'Hasmark' (550-CA) (fig. 22, 26). Tørresø ressourcen består af holocænt marint sand og ral, og der udvindes hovedsageligt ral i området. Ressourcen er generelt af høj kvalitet, og anvendelig til betonfremstilling. Hasmark ressourcen består af smeltevandssand og grovere materialer, som kan være marint omlejret i den øverste del. Der er hovedsageligt blevet udvundet fyldsand i området, men indvindingsstal fra de seneste år viser en næsten ligelig fordeling af sand, grus og ralindvinding. Udover ovennævnte indvindingsområder, er der udlagt et mindre fællesområde 550-DA nordvest for Æbelø, med en meget begrænset indvindingsaktivitet. Ressourcen består af holocænt sand. De seneste års aktiviteter har kortlagt forekomster af ferskvandssand og marint sand i det centrale bassinområde. Herudover har den seneste kortlægning for Naturstyrelsen i 2011 udpeget mange potentielle råstoflegemer af både smeltevandssand/grus, senglacialt ferskvandssand, og holocænt marint sand i området sydvest for Samsø.

I det følgende beskrives kortfattet de enkelte nummererede ressourceområder, som er blevet identificeret i området nord for Fyn (fig. 26). 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. Da ressourceområderne er blevet udvidet og ændret betragteligt i forhold til den tidligere opgørelse, er der foretaget en re-nummerering af alle områder. I Tørresø og Hasmark områderne er der foretaget en differentieret inddeling af de enkelte ressourcelegemer m.h.t. ressourcesikkerhed, således at et indre polygon (med suffix 'A') definerer den påviste ressource, og et omgivende større polygon definerer den sandsynlige ressource i området.

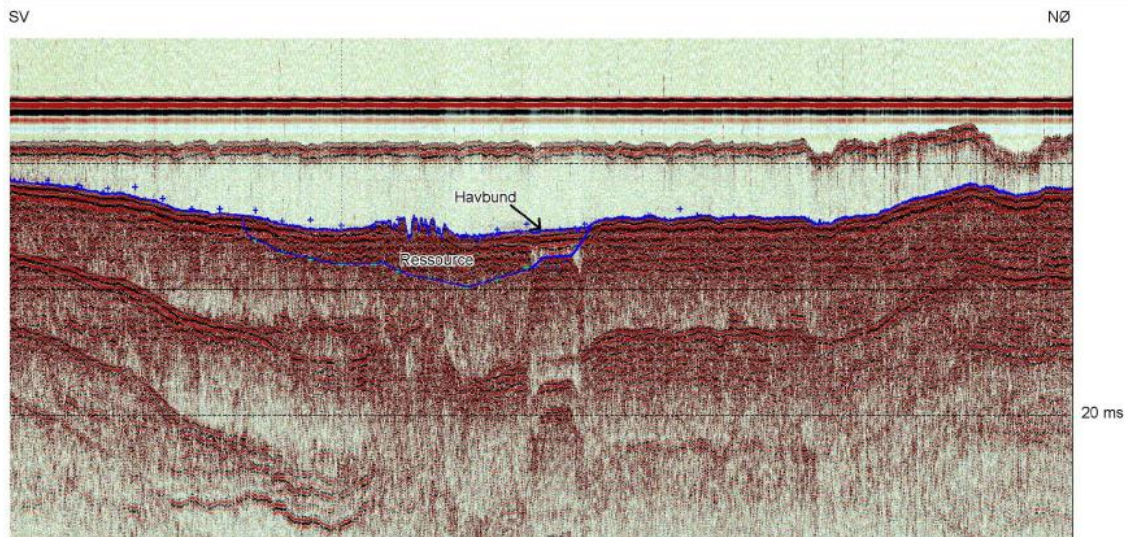


Figur 26. Fordelingen af råstofforekomster, -typer og –ressourcesikkerhed i området nord for Fyn. Se bilag D4 for stort format.

550001A, 550001, 550002 (Hasmark):

Forekomsterne ved Hasmark findes på moderate vanddybder omkring 10-15 m og dækker et større område som bl.a. inkluderer fællesområde 550-CA. Forekomsterne består af relativt dårligt sorterede, sandede smeltevandssedimenter, som kun i nogen grad er blevet marint omlejret i den øverste del (fig. 27). Forekomsten er her inddelt i en central påvist ressource, 550001A,

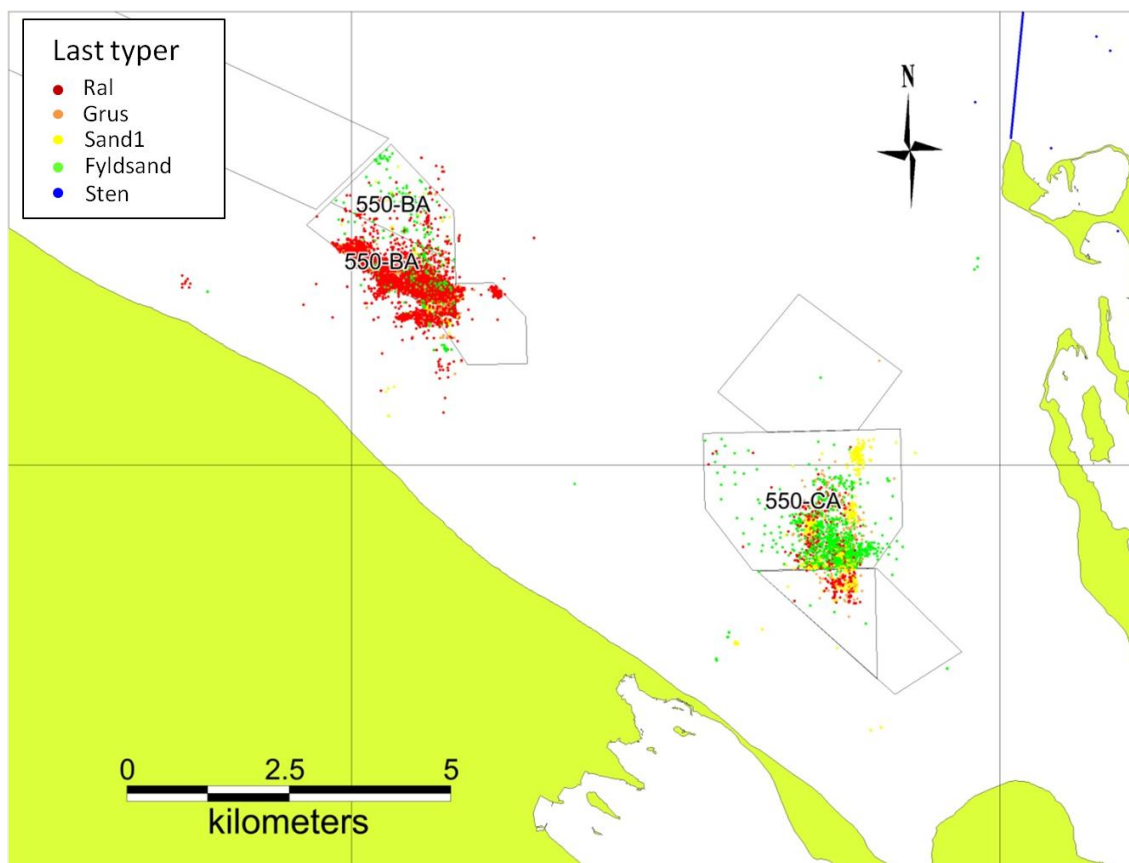
samt en omkringliggende sandsynlig videreudstrækning af ressourcen, 550001. Mægtigheden af forekomsten er typisk omkring 5 m, men enkelte dele opnår en tykkelse på op til 9 m. En spekulativ forsettelse af smeltevandssand-ressourcen mod nordvest, 550002, er angivet. Sidstnævnte er dækket af et tykkere dynddække, og ikke praktisk indvindelig. Udover dynddække formodes det også, at tynde ukonsoliderede flydemoræner dækker visse dele af af forekomsten. Der er hovedsageligt blevet udvundet fyldsand i Hasmark området, men indvindingsstal fra de seneste år viser en næsten ligelig fordeling af sand, grus og ralindvinding



Figur 27. Seismisk sparker profil fra Hasmark området med afgrænset ressource af smeltevandssand.

550003A, 550003 (Tørresø):

Tørresø forekomsten består af fossile holocæne kystdannelser som indeholder sand, grus og ral aflejringer, som kan betegnes som forholdsvis modne sedimentter af god kvalitet (Jensen et al., 2008). Forekomsterne ligger på dybder fra under 6 m til omkring 15 m dybde. I den sydlige del af Tørresø fællesområdet er der hidtil blevet produceret sand1, grus2 og ral 3 (fig. 28). I den nordlige del af Tørresø fællesområdet er der, ud over fyldsand (type 4), ligeledes blevet produceret type 1, 2 og 3. Efterforskning øst og vest for fællesområdet langs den fossile kystlinie, har gjort det muligt at afgrænse ressourcen ud over fællesområdet til en påvist ressource (550003A) omgivet af en større ydre sandsynlig ressource, 550003. Ressourceforekomsterne har i den kystnære del en mægtighed på 3-5 m, med en maksimal tykkelse på 7-8m. Den nordlige del af ressourcen på dybere vand har typisk kun en mægtighed på 2-3 m.



Figur 28. Oversigt over indvindingslasttyper i Hasmark (550-CA) og Tørrsø (550-BA) områderne nord for Fyn.

550005-550007 (nordvest for Tørrsø):

Grovmaskede efterforskningsundersøgelser langs kysten nordvest for Tørrsø området har vist beliggenheden af flere spekulative forekomster af formodet fossile holocæne kystdannelser (550005-550007) analog til Tørrsø forekomsten. Der er dog ikke foretaget boringer i forekomsterne, og hvorvidt de har råstofmæssigt potentiale vides ikke.

550008 (nordvest for Æbelø):

Nordvest for Æbelø findes en sandsynlig forekomst af formodet holocænt marint sand, som inkluderer det mindre fællesområde 550-DA. Området har en begrænset indvindingsaktivitet. Der er ikke tilgængelige boringer fra forekomsten, men boring 551009.54 lige nord for forekomsten indeholder 2.2 m marin gytje.

550009 (Bjørnsknude Flak):

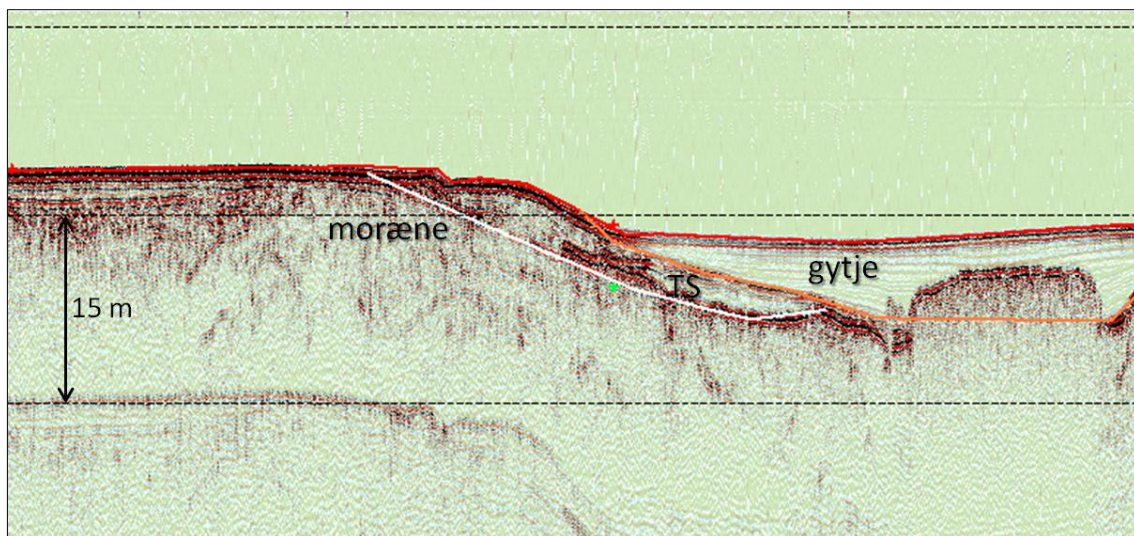
En spekulativ forekomst af marint holocænt sand findes i den østligste del af område 550 ved den nordlige del af Bjørnsknude Flak på dybder fra ca. 3 til 14 m. Der er en række boringer/sugekedel data gennem forekomsten, som dog kun angiver sand f.eks. 551009.51, 551009.18) og, i de nordligste boringer (f.eks. 551009.3, 551009.19), gytje som overfladesediment.

550010 (Endelave syd):

Lige syd for Natura 2000 området syd for Endelave findes en spekulativ forekomst af formodet Holocænt marint sand. Der er ikke boringsdata fra forekomsten, men beliggenheden omkring 20 m dybdekanten, kunne indikere at der kan være tale om en holocæn/senglacial kystforekomst analog til forekomsterne ved det sydvestlige Samsø og centralt i bassinområdet, som beskrevet herunder.

550011-550016 (centrale bassinområde):

I den centrale, lidt højereliggende del af bassin området nord for Fyn (omkring 20 m dybdekuren) er der påvist to ressourcetyper. Den ene ressource er fordelt på tre definerede forekomster (550011, -12, -13) og består af fint-mellemkornet ferskvandssand, som formodes at repræsentere senglaciale kystaflejringer (fig. 29). Ressourcen er op til 5 m tyk, der hvor den ikke er dækket af mere end 1 m dynd. Den anden ressource er ligeledes fordelt på tre ressourcelegemer (550014, -15, -16) og består af fint-grovkornet holocænt marint sand med indslag af grus. Ressourcen repræsenterer en fossil kystaflejring dannet under et lavere havniveau i forbindelse med Littorina-transgressionen. Ressourcen er op til 3 m mægtig, og kun i begrænset omfang overlejret af dynd.



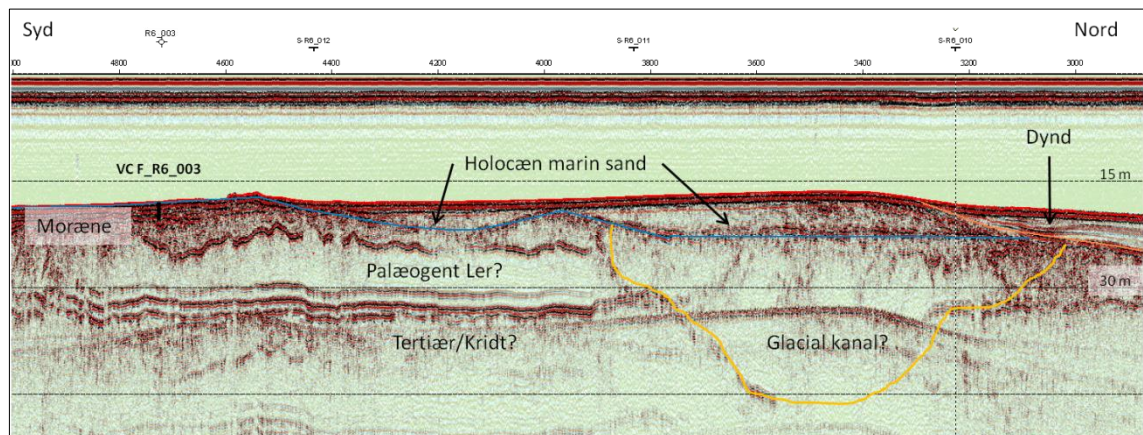
Figur 29. Eksempel på seismisk sparker profil fra det centrale bassinområde. TS angiver den potentielle ressource af ferskvandssand aflejret på flanken af moræne område. Tykkere gytjeforekomst begrænser ressourcen i den dybere del af profilet.

550017-550051 (SV for Samsø):

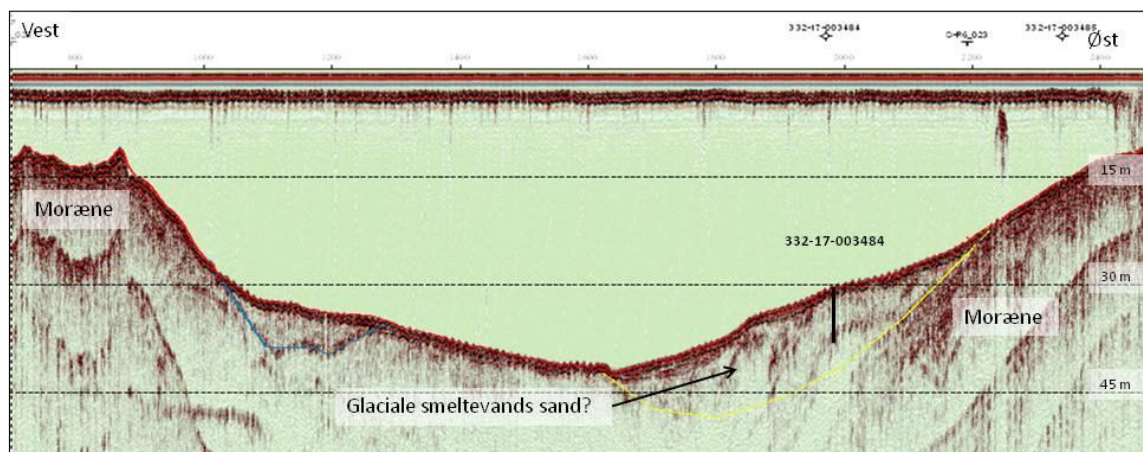
I området sydvest for Samsø er der påvist flere sandsynlige forekomster af glacialt smeltevandssand/grus (550048, -49, -50, -51) (fig. 30, 31) og senglacialt smeltevandssand/grus (55047) (fig. 32), og forekomsterne er typisk knyttet til dybereliggende undersøiske dalstrøg, der i nogle dele er blevet friholdt for aflejring af et tykkere dynddække. M.h.t. forekomster af smeltevandssand kan det forventes at dele af dem er dækket af ukonsoliderede flydemoræne (slap moræne), som ofte er vanskelig at definere seismisk, og som er kendt fra tilstødende områder. Det er kun foretaget borer i enkelte af forekomsterne. Et eksempel herpå er boring 551.010.14 i den dybe kanal sydvest for Samsø, der under 0.8 m marint dynd, viser vekslende senglaciale lag af ral (m. sten max. 7 cm ø), fin-grovkornet sand og tynde lerlag. Det senglaciale kanalfyld fortsætter tilsyneladende ca. 3 km nordover og ind i område 516 vest for Samsø. Andre senglaciale ferskvandsaflejringer formodes at være knyttet til randområderne af flakkene, og de kan meget muligt være aflejret i et kystnært (lakustrint) miljø, således at også grovere materialer kan være opkoncentreret.

I området sydvest for Samsø inklusiv flakområdet mellem Fyns Hoved og Samsø er der påvist et stort antal sandsynlige forekomster af marint holocænt sand (550017-550046). De seismiske data sammenholdt med enkelte borer (551010.135, 551016.86) viser at forekomsterne for det meste har en maksimal mægtighed på omkring 4 m. I de dybereliggende undersøiske dalstrøg

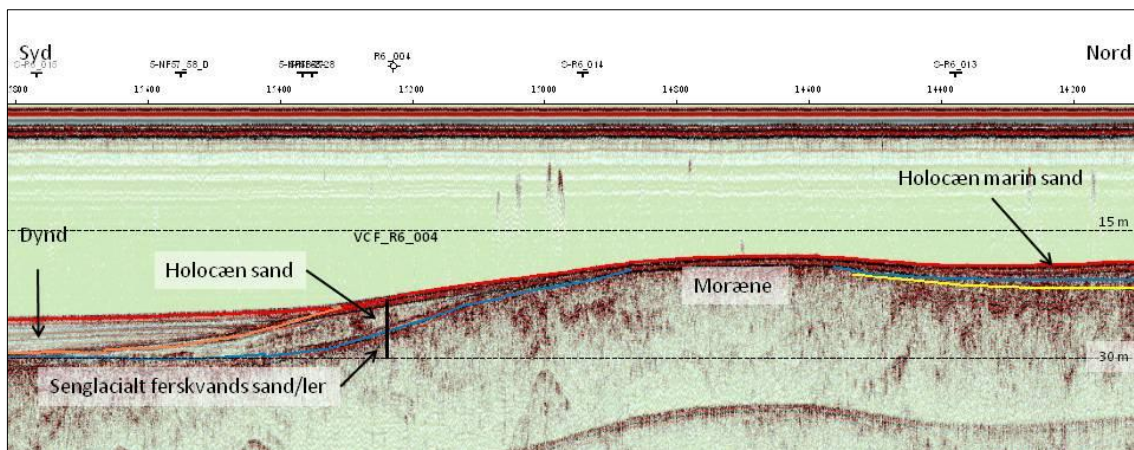
og i randområdet af det store dynddækkede basin sydvest for Samsø har de holocæne sandforekomster ofte større mægtighed, men til gengæld er de ofte delvist dækkede af dynd (fig. 32). Baseret på de få eksisterende borer, er kornstørrelsen af forekomsterne typisk finmellemkornet sand. Aflejringer fra tidligere i Holocæn under et lavere havniveau kan være dannet i et kystnært miljø, og det kan derfor forventes at også grovere sedimenter kan forekomme.



Figur 30. Tolket seismisk profil fra området SV for Samsø. En formodet større glacial kanalstruktur skærer sig ned i formodet prækvartære aflejringer. Kanalfyldet er overlejret af holocænt marint sand (ressource 550037) og dynd.



Figur 31. Dybere kanal sydvest for Samsø med tykkere mulige råstoflegemer af ?smeltevandssand (ressource 550047) og holocænt sand. Dynddækket er meget begrænset i kanalen.

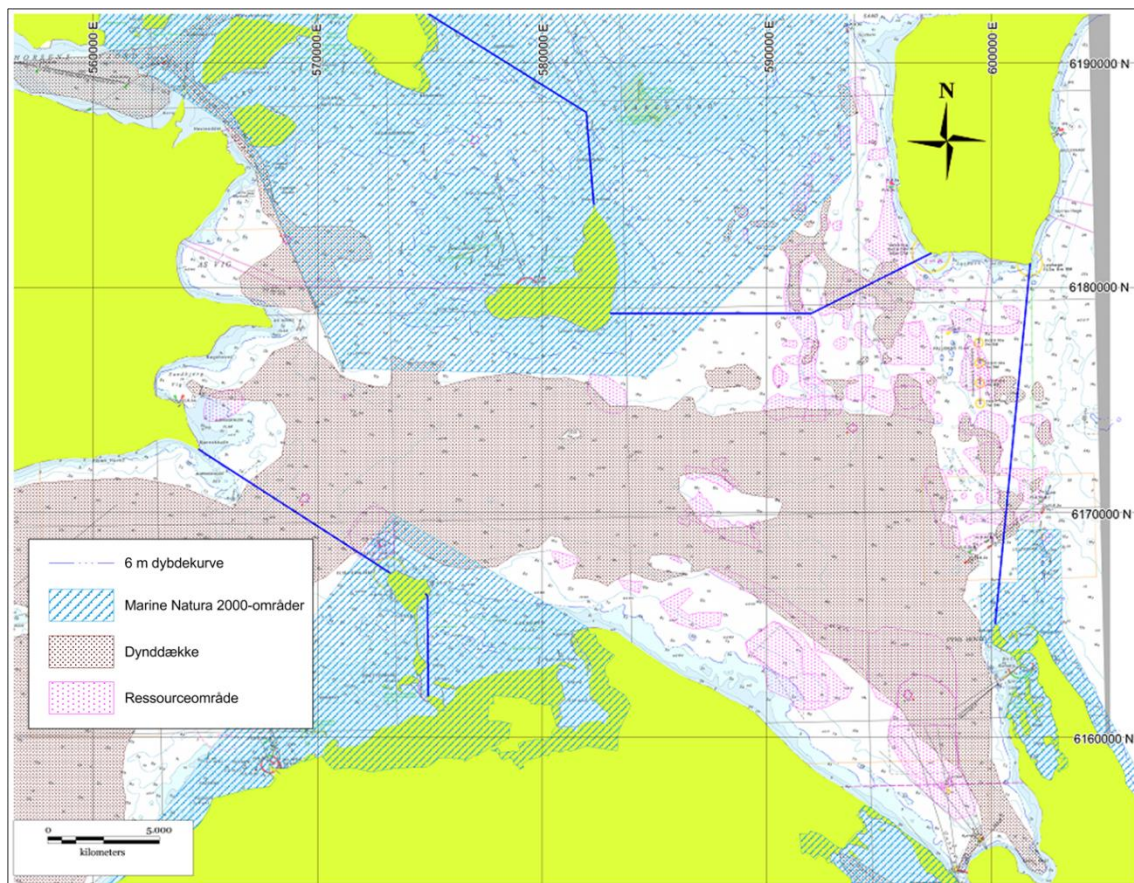


Figur 32. Mulige råstoffforekomster af senglacielt ferskvandssand overlejret af holocænt marint sand (ressource 550042) på flanken af morænestruktur. Boring R6_004 (551010.135) gennemborer de to ressourcer. På dybere vand mod syd ses tiltagende dyndmægtighed.

8.4 Ressourcebegrænsninger

Den dominerende ressourcebegrænsning i området nord for Fyn er det udstrakte dyndområde som dækker næsten hele det centrale 'bassinområde' i område 550, samt pletvise områder sydvest for Samsø. 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. området mellem Hasmark indvindingsområdet og Fyns Hoved). Dynddækket medfører bl.a., at den spekulative råstofressource 550002 (smeltevandssand), der formodes at fortsætte mod nordvest fra Hasmark indvindingsområdet, ikke kan udnyttes som råstofressource. Ligeledes er flere sandsynlige råstofområder identificeret sydvest for Samsø præget af et dynddække på >1 m. Det gælder også de dybereliggende dele af de kortlagte forekomster 550011-550016 i auktionsområdet i den centrale del af område 550.

Der er ikke registreret nogen væsentlige råstofforekomster indenfor Natura-2000 områderne, der dækker de store, relativt lavvandede områder mellem Agernæs Flak-Æbelø og Endelaveydre Horsens Fjord.



Figur 33. Ressourcebegrænsninger i området nord for Fyn. Et større område med stor dyndmægtighed karakteriserer det centrale bassinområde, og dækker de dybere dele af forekomsterne langs flankerne af bassinet.

8.5 Anbefaling til supplerende kortlægning

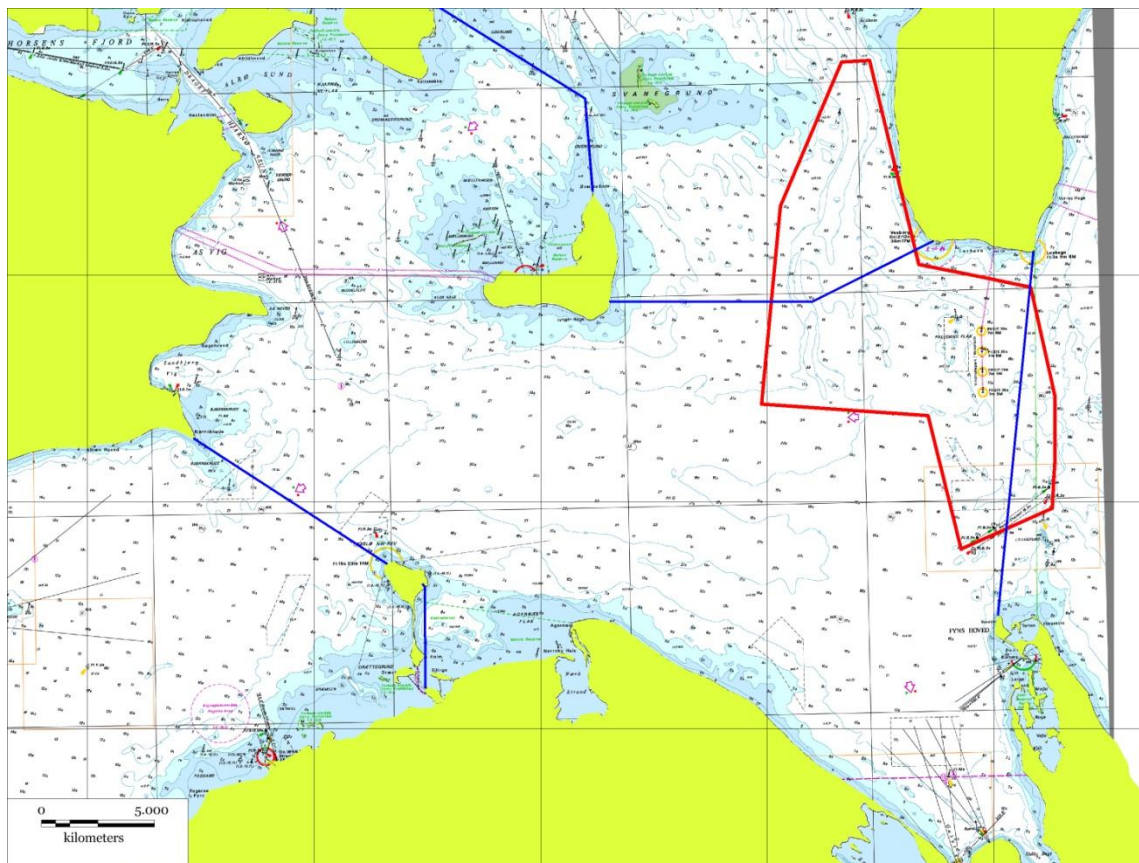
Ovenstående gennemgang af kortlægningsmateriale, ressourceforekomster, og begrænsninger viser at der formodentligt er det største potentiale for fund af ny råstofforekomster i området sydvest for Samsø, der blev kortlagt på regional skala i forbindelse med råstofkortlægningen for Naturstyrelsen i 2011 (Jensen et al., 2012). I det område findes arealmæssigt store forekomster af 1. Holocænt marint sand, 2. senglaciale-tidligt Holocæne ferskvandafler, samt 3. smeltevandsaflejringer. Det er dog kun et fåtal af forekomsterne, som er underbygget med boringsdata.

Fundet af potentielle råstofressourcer bestående af ferskvandsdannelser og mulige lakustrine kystdannelser (ressourcer 550011-550113) i den centrale del af område 550 på ca. 16-23 m vanddybde, tyder på at tilsvarende dannelser også kunne være tilstede i randområdet af bassinområdet, som enkelte boringer i området sydvest for Samsø også har påvist. Specielt den østlige del af område 550, bestående af det mere lavvandede område mellem Fyns Hoved og Samsø, må med dens kerne af proximale glaciale aflejringer, have udgjort en mulig kilde for erosion og omlejring af grovere sedimenter både i en lakustrin (tidlig Holocæn?) fase samt under Littorina transgressionen.

I den sydlige del af område 550 er der indenfor de seneste årtier udført en række kommercielle undersøgelser af forekomsterne omkring Tørresø og Hasmark indvindingsområderne. Undersøgelsesfaserne har øget kendskabet til forekomsterne udstrækning, og umiddelbart anses mulig-

hederne der for at finde ny forekomster at være noget begrænsede. Undersøgelserne har dog antydnet flere spekulative forekomster af formodet marint Holocænt sand i området mellem Agersø Flak og Tørresø området på ca.10-18 m vanddybde, som ikke er præget af et tykt dynd-dække.

På baggrund af det eksisterende vidensgrundlag, vurderes det, at det største potentiale for at lokalisere ny råstofforekomster i området, findes i området sv for Samsø. Yderligere feltundersøgelser i et tæt grid med kombination af seismik og et større antal boreriger vil kunne indkredse hvilke af de sandsynlige forekomster, der har det bedste potentiale.



Figur 34. Område sydvest for Samsø (rød polygon) hvor det formodes, at der er det største potentiale for, ved yderligere feltundersøgelser, at kortlægge mulige råstoffressourcer i højere detaljegrad.

8.6 Baggrundsmateriale

Bennike, O., Jensen, J.B., Lemke, W., Kuijpers, A, and Lomholt, S. 2004. Late- and Postglacial history of the Great Belt, Denmark. *Boreas*, 33, 18-33.

Binzer, K. Og Stockmarr, J., 1994. Prækvartæroverfladens højdeforhold (m. bidrag af Holger Lykke Andersen). DGU Kortserie 44.

Gunnar Larsen, 2002. Geologisk set: Fyn og øerne – en beskrivelse af nationale geologiske interesseområder. 144 pp. Geografforlaget.

Houmark-Nielsen, M., Krüger, J., og Kjær, K.H. 2005. De seneste 150.000 år. *Geviden 2*. Geo-center København.

- Håkansson, E. Og Pedersen, S.S. Geologisk kort over den danske undergrund. 1992. VARV.
- Jensen, J.B. 1995: Evaluering af sand og grus ressourcer på det danske havområde. Sydvestlige Kattegat, et pilotprojekt. 1-64.
- Jensen, J.B. 1998: Evaluering af sand, grus og stenressourcer på det danske havområde. Del IV sammenfattende rapport. 1-71.
- Jensen, J.B. 1999: Råstofgeologiske undersøgelser i kattegat. Status for BALKAT-projektet i 1996-98. 1-65.
- 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., 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 Grønl. Geol. Unders. Rap. 2010/99. 104 pp.
- 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.
- Sejladsrapport. Fyn nord. Område 550. Skov- og Naturstyrelsen 1987.

9. 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.

Bilagsnummereringen efterfølger nummereringen af området nord for Sjælland /(530+536) i den tilsvarende kortlægnings-og ressourceopgørelsesrapport, hvor A3-basiskortene blev betegnet A1-A5. Områderne i nærværende rapport har derfor fået flg. bilagsnummerering:

Køge Bugt - bilag B1-B5

Fakse Bugt - bilag C1-C5

Nord for Fyn – bilag D1-D5

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

9.1 Bilag B1-B5 (Køge Bugt)

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). 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 5).

9.2 Bilag C1-C5 (Fakse Bugt)

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). 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 5).

9.3 Bilag D1-D5 (Nord for Fyn)

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

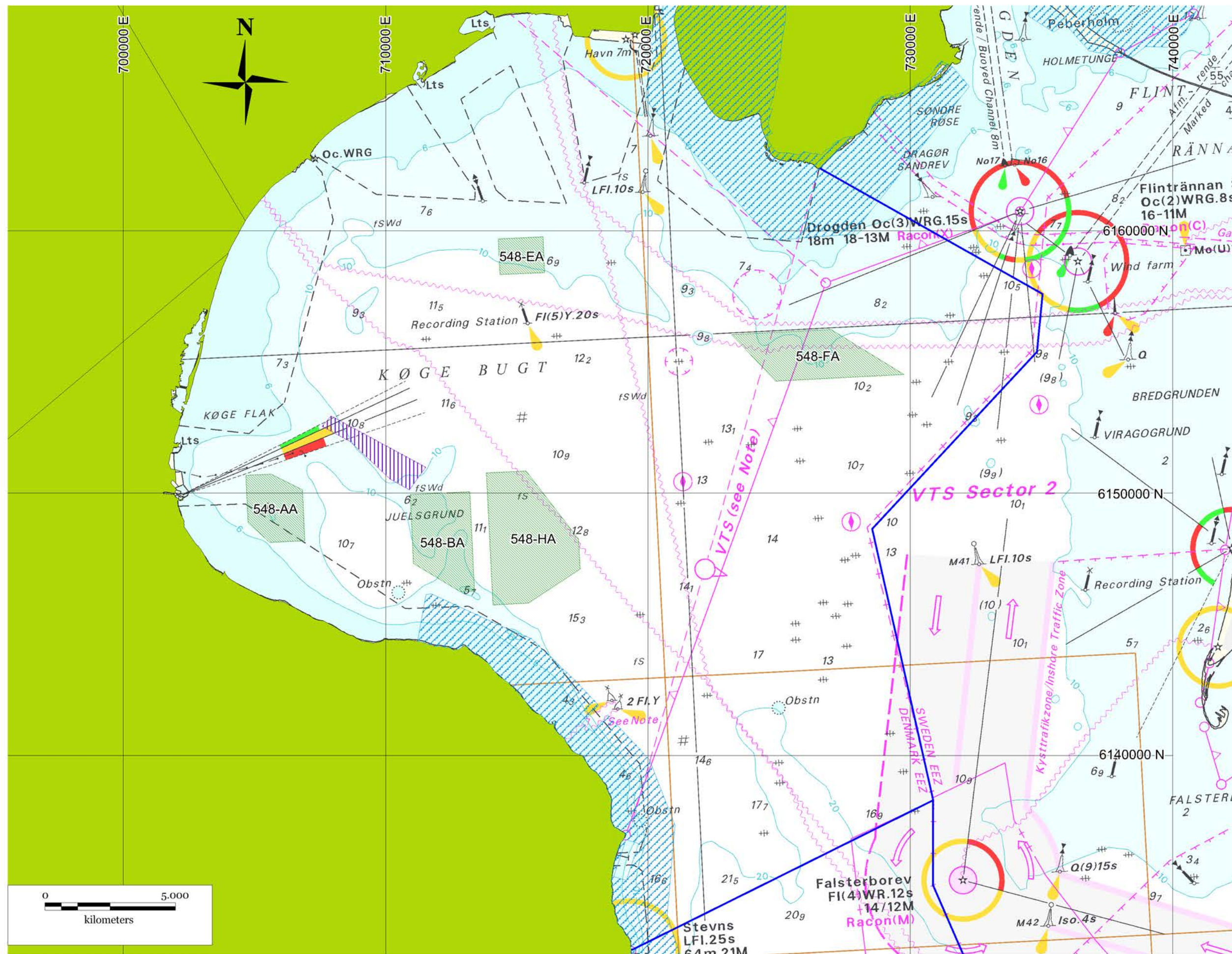
Bilag D2 viser en oversigt over eksisterende survey linier, boringer, overfladeprøver (hovedsageligt grab prøver). Data er primært fra GEUS' Marta og Jupiter databaser.

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 5).

Bilag B1-B5 (Køge Bugt)



RÅSTOFRESSOURCER - OMRÅDET Køge Bugt (548)

SIGNATURFORKLARING:

-  Marine Natura-2000 områder
-  Fællesområder
-  Paragraf 20 tilladelser

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

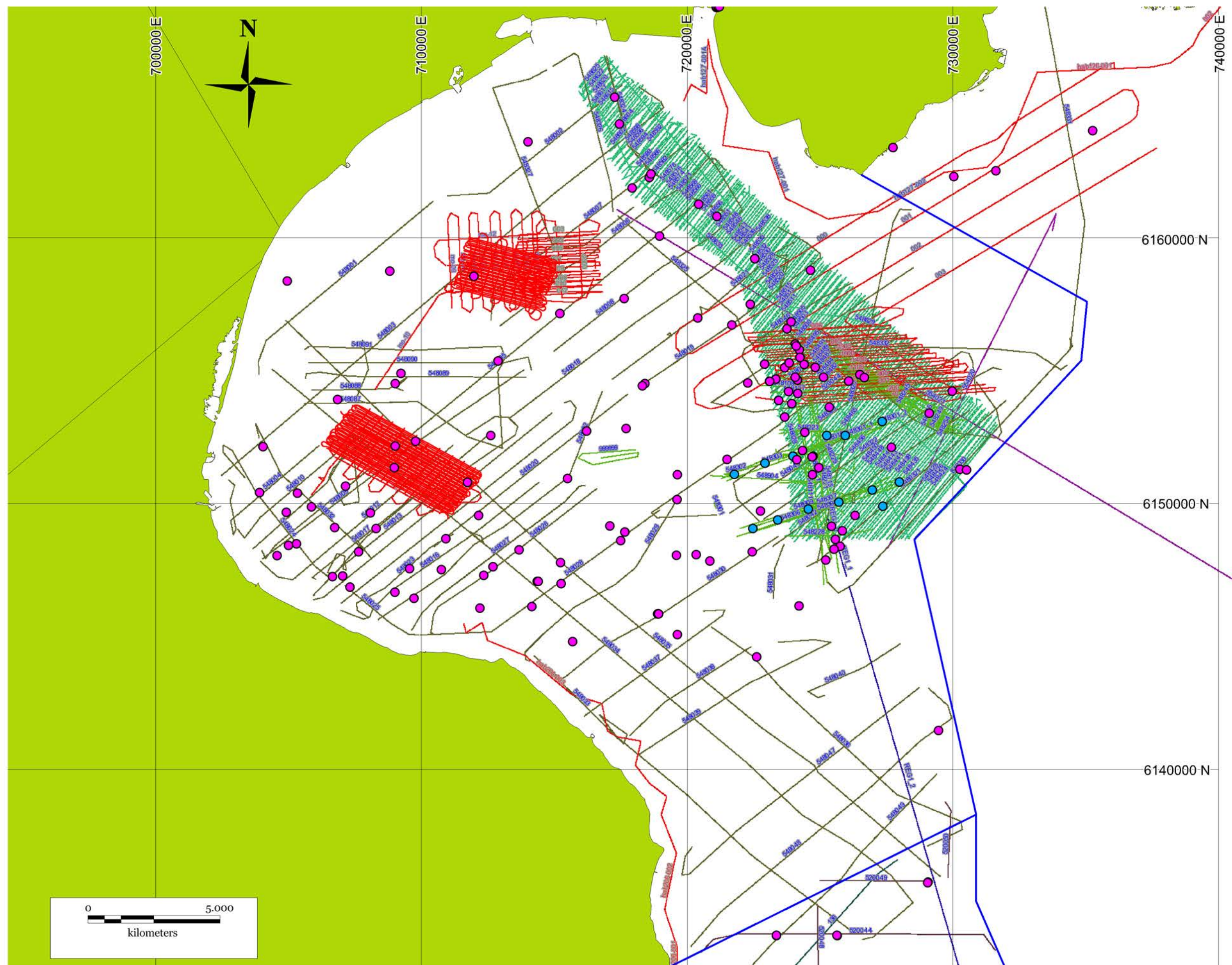
Klient:

 Miljøministeriet
Naturstyrelsen
Haraldsgade 56
2100 København Ø

Tegnet af NNP d. 8/2-2013 Godkendt af KAE d. 15/3-2013

 GEUS
Øster Voldgade 10
1350 København K

BILAG B1: OVERSIGTSKORT



RÅSTOFRESSOURCER - OMRÅDET Køge Bugt (548)

SIGNATURFORKLARING:

- Sejllinier
- Boringer
- Overfladeprøver

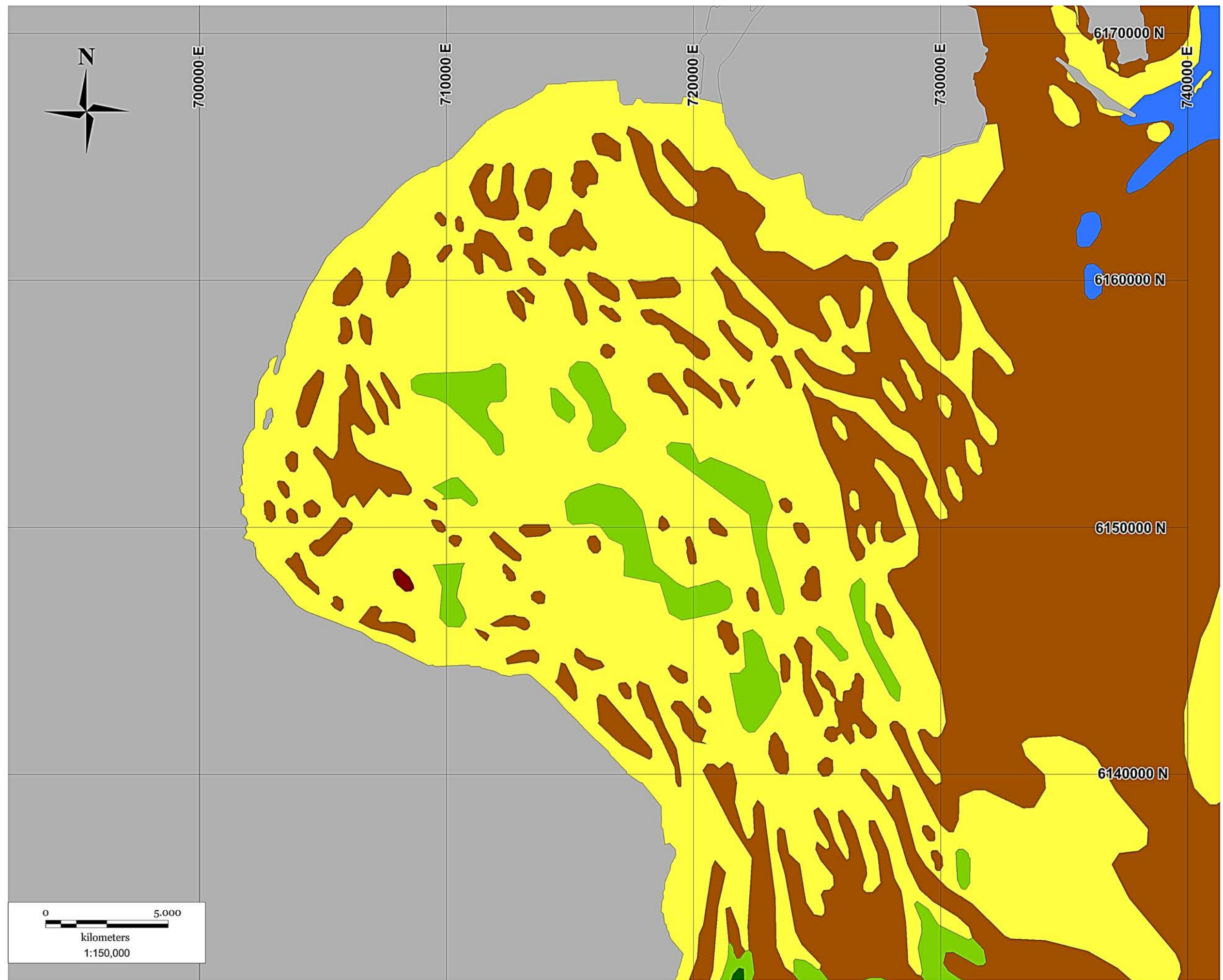
Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Klient:
 Miljøministeriet
Naturstyrelsen
Naturstyrelsen
Naturstyrelsen
Haraldsgade 56
2100 København Ø

Tegnet af NNP d. 8/2-2013 Godkendt af KAE d. 15/3-2013

 GEUS
Øster Voldgade 10
1350 København K

BILAG B2: EKSISTERENDE UNDERSØGELSER



**RÅSTOFRESSOURCER -
Køge Bugt (548)**

SIGNATURFORKLARING:

- Kvartært ler og tørv
- Moræne
- Sand (lokalt grus og sten)
- Sandet dynd
- Dynd
- Præ-kvartær

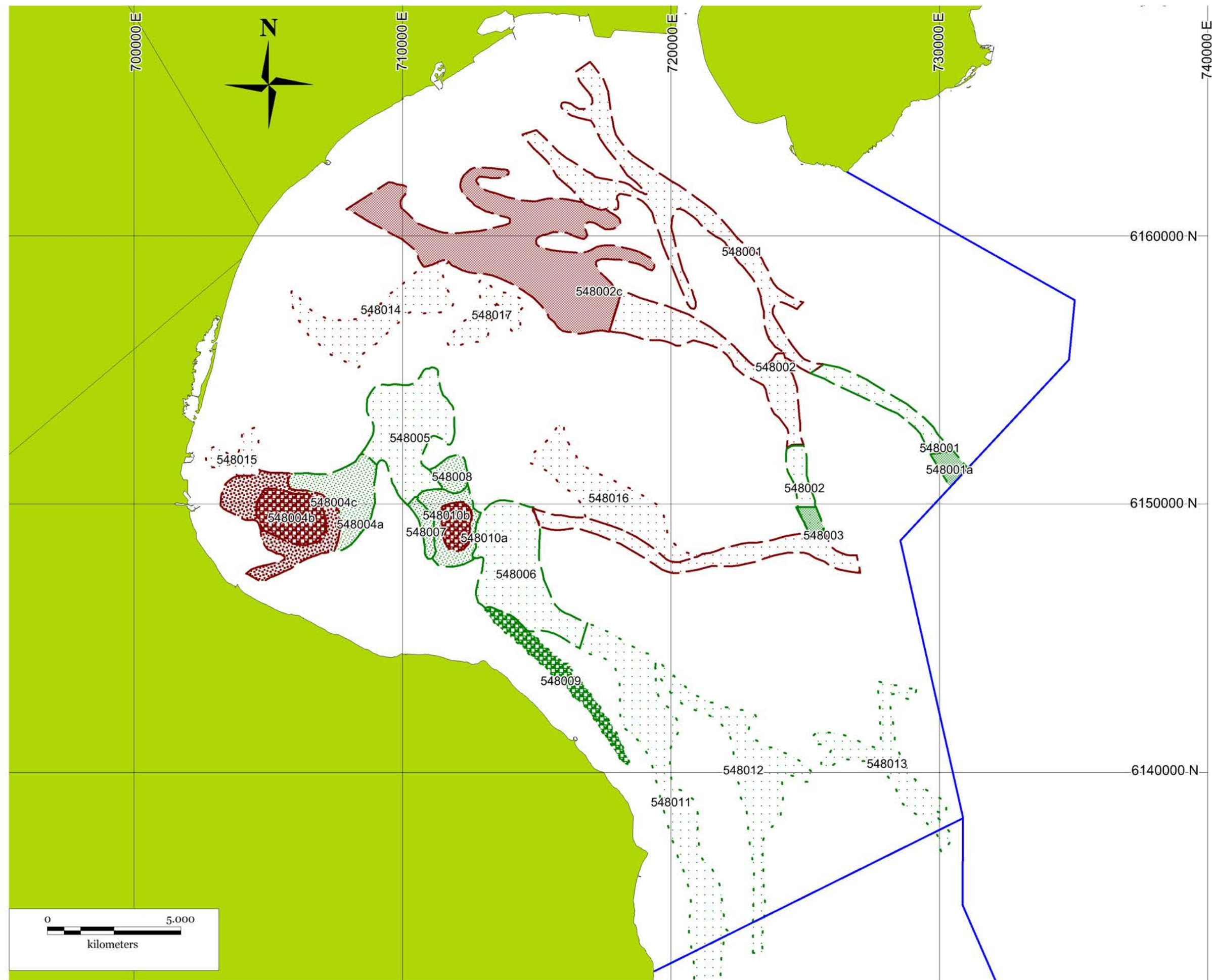
Kortskala 1:150,000
Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Klient:
 Miljøministeriet
Naturstyrelsen
Naturstyrelsen
Haraldsgade 56
2100 København Ø

Tegnet af NNP Godkendt af KAE
d. 21/1-2013 d. 8/2-2013

 GEUS
Øster Voldgade 10
1350 København K

**BILAG B3: OVERFLADE
SEDIMENTKORT**



RÅSTOFRESSOURCER - OMRÅDET Køge Bugt (548)

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 NNP d. 8/2-2013 Godkendt af KAE d. 15/3-2013

 GEUS
Øster Voldgade 10
1350 København K

BILAG B4: RÅSTOFRESSOURCER



RÅSTOFRESSOURCER - OMRÅDET Køge Bugt (548)

SIGNATURFORKLARING:

- 6 m's dybdekantur
- Marine Natura-2000 områder
- Dyndområde
- Ressourceområder

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Klient:

Miljøministeriet
Naturstyrelsen
Haraldsgade 56
2100 København Ø

Tegnet af NNP
d. 8/2-2013

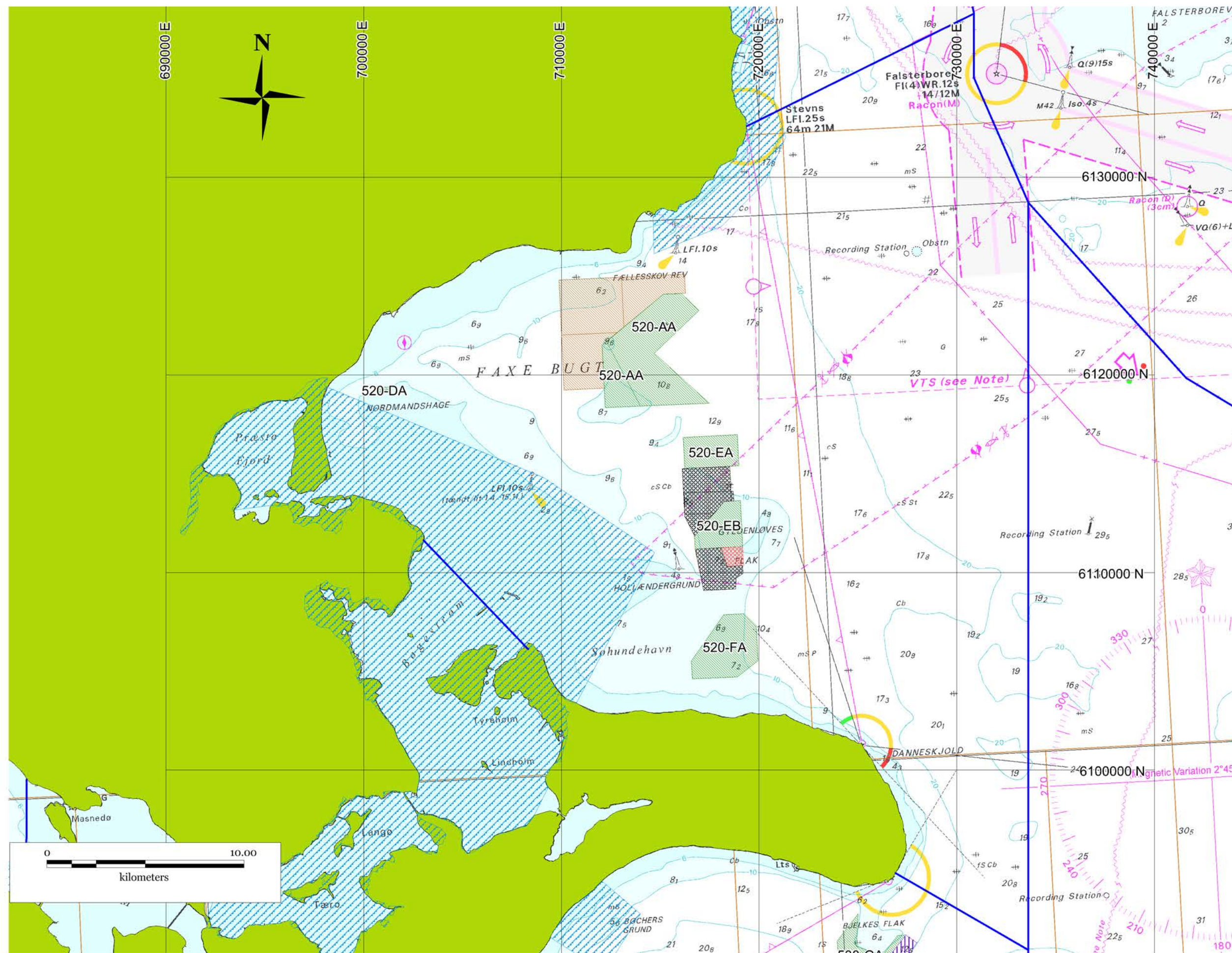
Godkendt af KAE
d. 15/3-2013



GEUS
Øster Voldgade 10
1350 København K

BILAG B5: RESSOURCEBEGRÆNSNINGER

Bilag C1-C5 (Fakse Bugt)



RÅSTOFRESSOURCER - OMRÅDET Faxe Bugt (520)

- Marine Natura-2000 områder
- Fællesområder
- Overgangsområder
- Auktionsområder
- Efterforskningsområder

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Klient:
 Miljøministeriet
Naturstyrelsen
Haraldsgade 56
2100 København Ø

Tegnet af NNP d. 8/2-2013 Godkendt af KAE d. 15/3-2013

GEUS
Øster Voldgade 10
1350 København K

BILAG C1: OVERSIGTSKORT



RÅSTOFRESSOURCER - OMRÅDET Faxe Bugt (520)

SIGNATURFORKLARING:

- Sejllinier
- Boringer
- Overfladeprøver

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

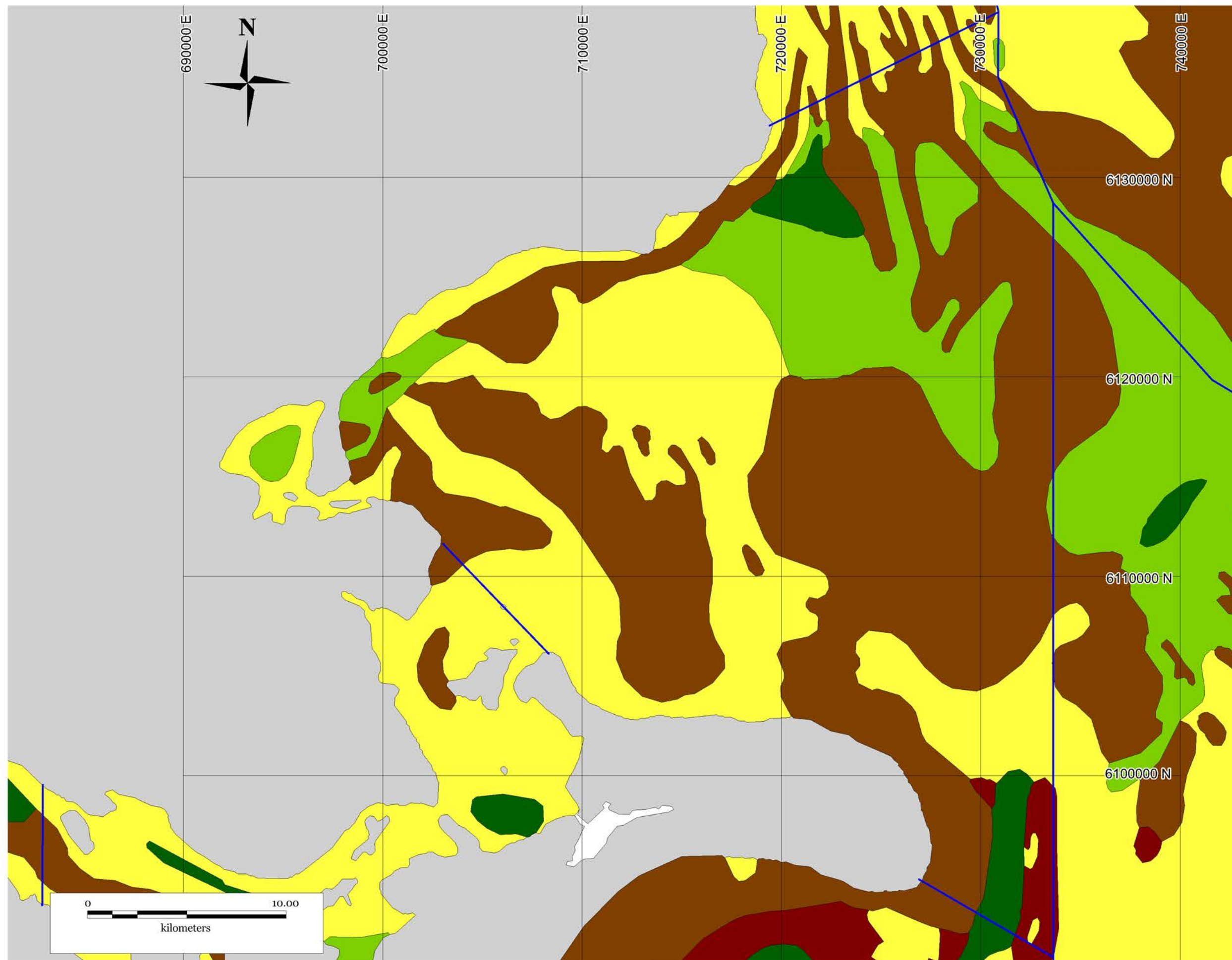
Klient:



Tegnet af NNP d. 8/2-2013 Godkendt af KAE d. 15/3-2013



BILAG C2: EKSISTERENDE UNDERSØGELSER



RÅSTOFRESSOURCER - OMRÅDET Fakse Bugt (520)

SIGNATURFORKLARING:

- Kvartært ler
- Moræne
- Sand (lokalt med grus og sten)
- Sandet dynd
- Dynd

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Klient:

 Miljøministeriet
Naturstyrelsen
Naturstyrelsen
Haraldsgade 56
2100 København Ø

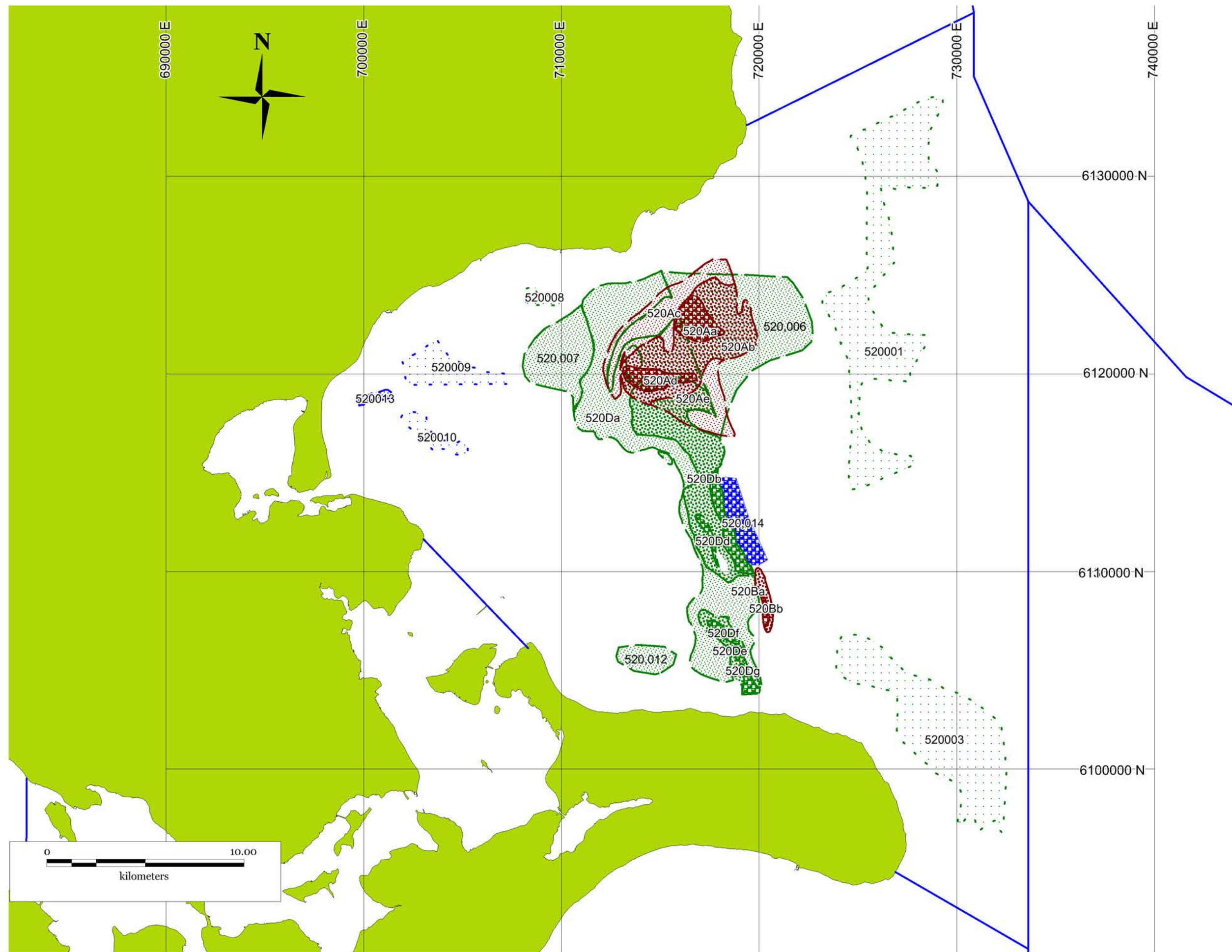
Tegnet af NNP
d. 8/2-2013

Godkendt af KAE
d. 15/3-2013



GEUS
Øster Voldgade 10
1350 København K

BILAG C3: OVERFLADE- SEDIMENTKORT



RÅSTOFRESSOURCER - OMRÅDET Faxe Bugt (520)

SIGNATURFORKLARING:

- Fyldsand 4
- Ral 3
- Grus 2
- Sand 1
- Sand 0
- Glaciale-senglaciale smeltevandsaflejringer
- Marine fossile kystaflejringer
- Marine recente dynamiske aflejringer
- Påvist ressource
- Sandsynlig ressource
- Spekulativ ressource

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Klient:

Naturstyrelsen
Miljøministeriet
Haraldsgade 56
2100 København Ø

Tegnet af NNP
d. 8/2-2013

Godkendt af KAE
d. 15/3-2013

GEUS
Øster Voldgade 10
1350 København K

BILAG C4: RÅSTOFRESSOURCER



RÅSTOFRESSOURCER - OMRÅDET Faxe Bugt (520)

SIGNATURFORKLARING:

- 6 m's dybdekantur
- 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 NNP
d. 8/2-2013

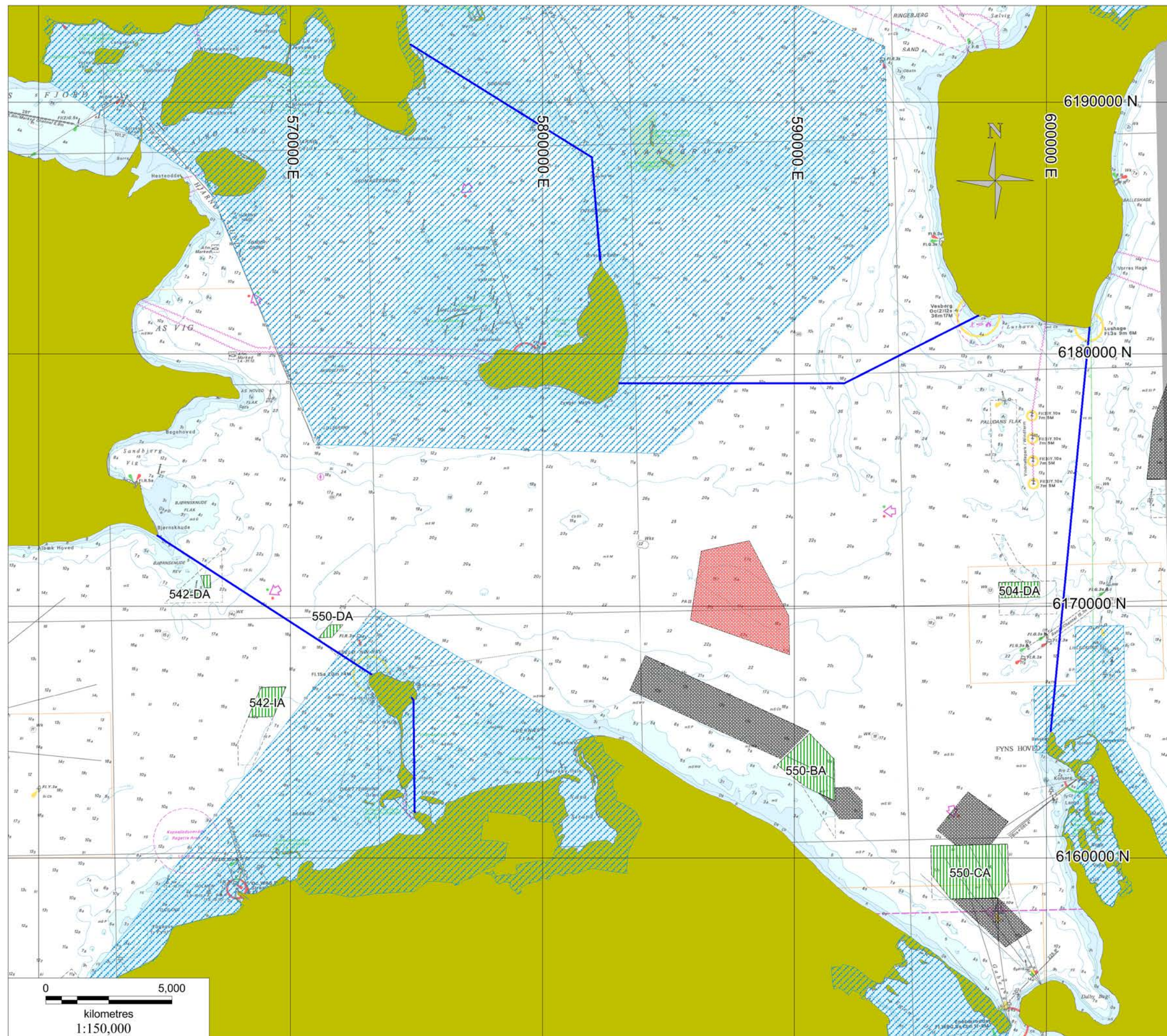
Godkendt af KAE
d. 15/3-2013



GEUS
Øster Voldgade 10
1350 København K

BILAG C5: RESSOURCEBEGRÆNSNINGER

Bilag D1-D5 (Nord for Fyn)



RÅSTOFRESSOURCER - OMRÅDET NORD FOR FYN (550)

SIGNATURFORKLARING

-  Marine Natura 2000-områder
-  Fællesområder
-  § 20 Tilladelser
-  § 20 Overgangsområder
-  § 20 Auktionsområder
-  Efterforskningsområder

Kortskalet 1:150,000

Datum: WGS 84 Projektion: UTM zone 32 nord

Klient:



Naturstyrelsen
Haraldsgade 56
2100 København Ø

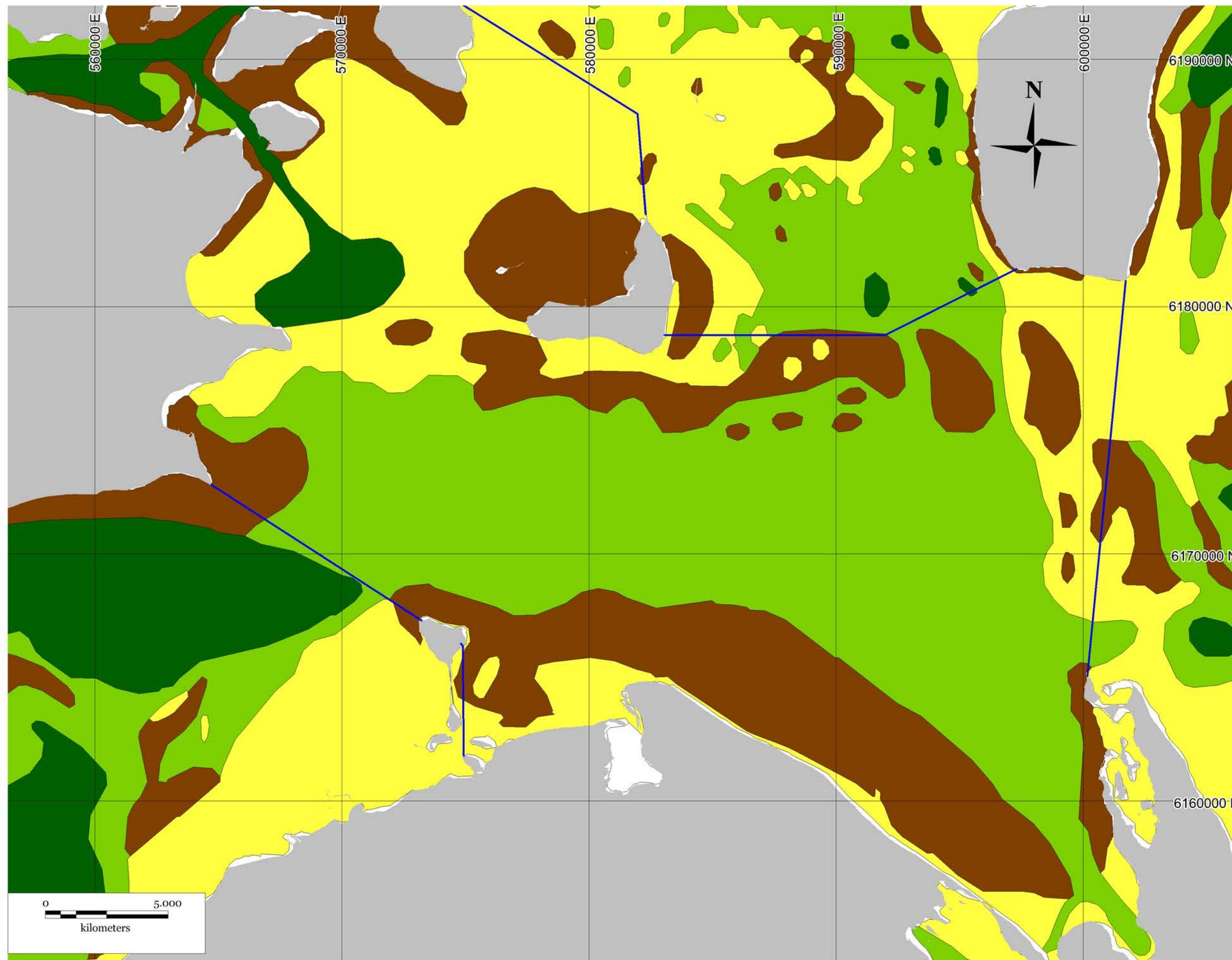
Tegnet af CSA
8/3-2013

Godkendt af KAE
22/3.-2013



GEUS
Øster Voldgade 10
1350 København K

BILAG D1: OVERSIGTSKORT



RÅSTOFRESSOURCER - OMRÅDET Nord for Fyn (55°)

SIGNATURFORKLARING:

- Kwartært ler
- Moræne
- Sand (lokalt grus og sten)
- Sandet dynd
- Dynd

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Klient:



Miljøministeriet
Naturstyrelsen

Naturstyrelsen
Haraldsgade 56
2100 København Ø

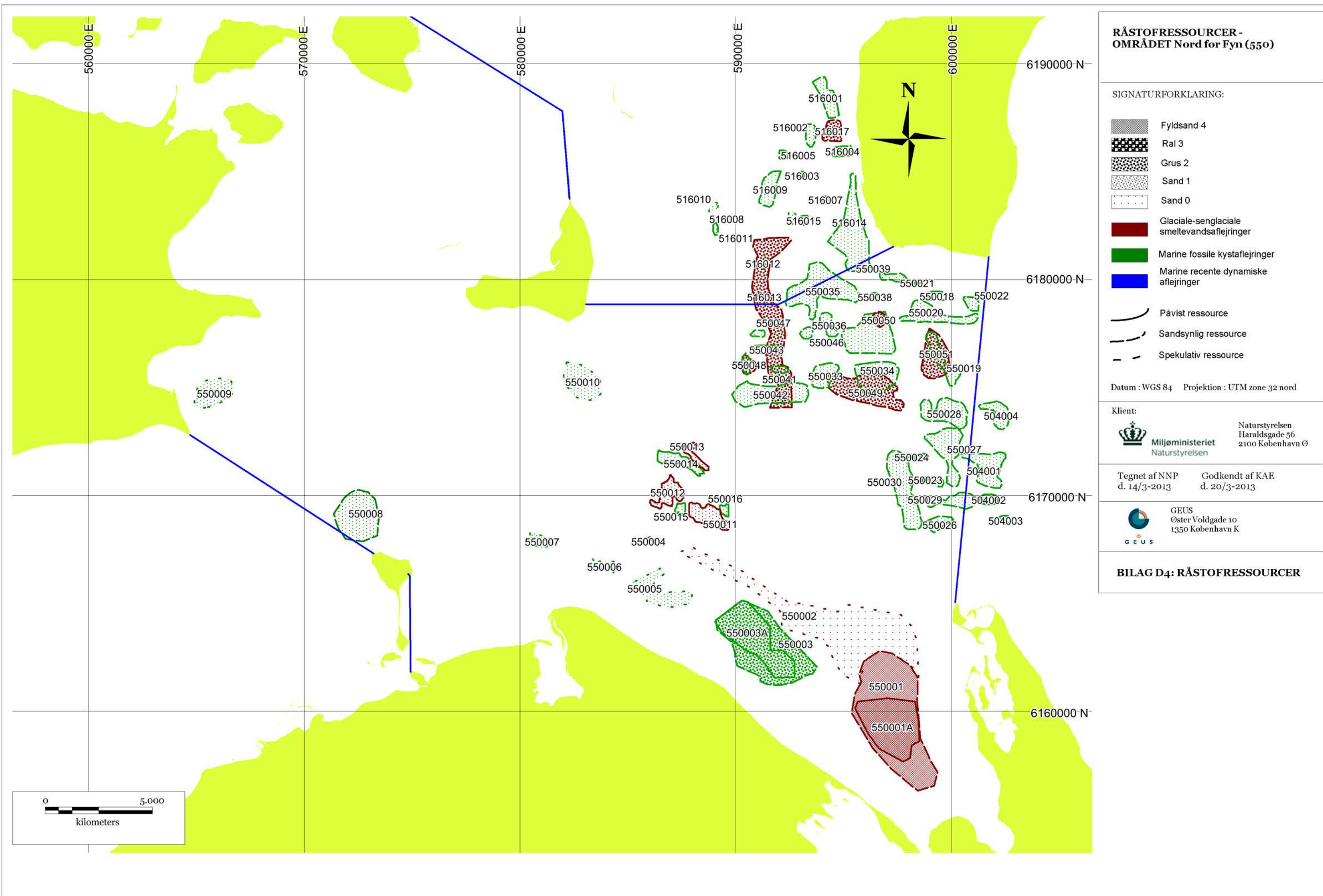
Tegnet af NNP
d. 6/3-2013

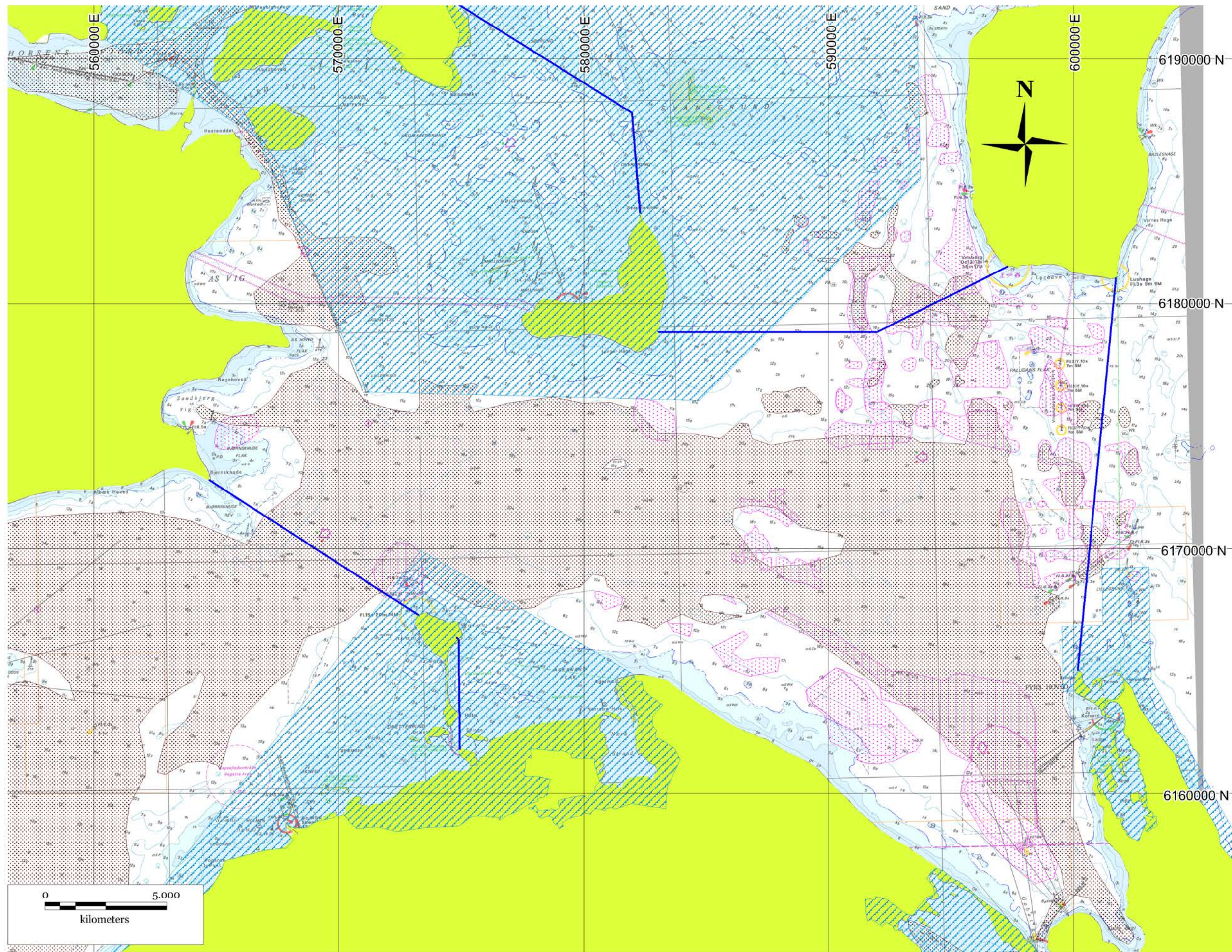
Godkendt af KAE
d. 15/3-2013



GEUS
Øster Voldgade 10
1350 København K

BILAG D3: OVERFLADE- SEDIMENTKORT





RÅSTOFRESSOURCER - OMRÅDET Nord for Fyn (55°)

SIGNATURFORKLARING:

- 6 m dybdekurve
- Marine Natura 2000-områder
- Dynddække
- Ressourceområde

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Klient:
 Naturstyrelsen
Haraldsgade 56
2100 København Ø

Tegnet af NNP d. 14/3-2013 Godkendt af KAE d. 20/3-2013

 GEUS
Øster Voldgade 10
1350 København K

BILAG D5: RESSOURCE- BEGRÆNSNINGER