

Evaluering af marine råstofressourcer i det Nordlige Kattegat

Steen Lomholt, Danni J. Jensen, Jørgen Leth,
Birger Larsen & Camilla S. Andresen

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



G E U S

Evaluering af marine råstofressourcer i det Nordlige Kattegat

Rekvirent: Naturstyrelsen

Steen Lomholt, Danni J. Jensen, Jørgen O. Leth,
Birger Larsen & Camilla S. Andresen

Indhold

1.	Forord	5
2.	Sammenfatning	6
3.	Databaggrund	8
4.	Generel områdebeskrivelse	10
4.1	Dybdeforhold	10
4.2	Geologiske forhold	11
4.2.1	Kvartæret	14
4.2.2	Kattegat nord for Læsø	23
5.	Metoder til opgørelse af ressourcer	24
5.1	Ressourcevurdering	24
5.1.1	Seismik	24
5.1.2	Boringer	24
5.1.3	Skibslaster	24
5.1.4	Prøvesugninger	25
5.2	Ressourceklassifikation	25
5.2.1	Ressourcesikkerhed	25
5.2.2	Forekomsttyper	25
5.2.3	Råstofkvaliteter	26
5.2.4	Mængder	27
5.3	Ressourcebegrænsninger	28
5.3.1	Finkornet overjord	28
5.3.2	Natura 2000-områder	28
5.3.3	Minimumsdybde 6 m	28
5.3.4	Fortidsminder	29
5.3.5	Skydeområder og sejlruiter	29
5.3.6	Indvindingsområder	29
6.	Mapinfo og database	30
7.	Nordligste Kattegat	31
7.1	Områdebeskrivelse	31
7.2	Kortlægning og databaggrund	33
7.3	Ressourceforekomster	35
7.3.1	Projektområde 558 Skagen	35
7.3.2	Projektområde 528 Læsø Rende	37
7.3.3	Projektområde 574 Læsø	42
8.	Centrale Kattegat	54
8.1	Områdebeskrivelse	54
8.2	Kortlægning og databaggrund	56
8.3	Ressourceforekomster	58
8.3.1	Projektområde 556 Hadsund	58

8.3.2	Projektområde 534 Djursland Nord	58
8.3.3	Projektområde 540 Anholt	63
9.	Syddlige Kattegat	64
9.1	Områdebeskrivelse	64
9.2	Kortlægning og databaggrund	67
9.3	Ressourceforekomster	68
9.3.1	Projektområde 518 Grenå	68
9.3.2	Projektområde 546 Store Middelgrund	72
9.3.3	Projektområde 570 Lille Lysegrund	76
9.3.4	Projektområde 572 Anholt Syd	80
10.	Samlet ressourceopgørelse for Kattegat Nord	87
10.1	Projektområde 558 Skagen	87
10.2	Projektområde 528 Læsø Rende	87
10.3	Projektområde 574 Læsø	88
10.4	Projektområde 556 Hadsund	89
10.5	Projektområde 534 Djursland Nord	89
10.6	Projektområde 540 Anholt	90
10.7	Projektområde 572 Anholt Syd	90
10.8	Projektområde 546 Store Middelgrund	90
10.9	Projektområde 518 Grenå	91
10.10	Projektområde 570 Lille Lysegrund	91
11.	Præsentation af A-3 kortbilag	93
12.	Referencer	94

1. Forord

GEUS er af Naturstyrelsen blevet bedt om at udføre et projekt vedrørende råstofressourcevurdering i hele den nordlige del af Kattegat. Formålet er at sammenstille alle eksisterende oplysninger med henblik på at vurdere placering, mængde og sammensætning af tilgængelige råstofresserver på havbunden.

Nærværende rapport omhandler projektområderne 558 Skagen, 528 Læsø Rende, 574 Læsø, 556 Hadsund, 534 Djursland Nord, 540 Anholt, 752 Anholt Syd, 546 Store Middelgrund, 570 Lille Lysegrund og 518 Grenå, og giver således en samlet vurdering af hele den nordlige del af Kattegat. Nærværende rapport er sammenlignelig med og bygger på erfaringerne fra pilotprojektet vedrørende råstofressourcevurderingen af området nord for Sjælland (GEUS rapport 2012/101), ressourcevurderingerne og oplæg til supplerende kortlægning i områderne Køge Bugt, Fakse Bugt og nord for Fyn (GEUS rapport 2013/24) samt Evaluering af marine sand- og grusressourcer i 542 Lillebælt, 566 Østersøen Vest, 568 Femern Bælt og 560 Gedser (GEUS rapport 2013/12).

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

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

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

Nærværende rapport samt tidligere ressource kortlægningen er i tæt relation til etableringen af råstofdatabase, som er under udvikling af GEUS. Kortlægningsresultaternes fra råstofstudierne skal alle indgå i råstofdatabase.

2. Sammenfatning

Dette projekt omfatter en samlet opdateret vurdering af ressourceområdernes udbrudelse, typer og mængder i den del af nordlige Kattegat. Projektet har sammenstillet tidligere regionale råstofopgørelser med nyere data, for at skabe et bedre overblik over den eksisterende viden om råstofressourcerne og det bagvedliggende datagrundlag. Nærværende rapport omhandler projektområderne 558 Skagen, 528 Læsø Rende, 574 Læsø, 556 Hadsund, 534 Djursland Nord, 540 Anholt, 752 Anholt Syd, 546 Store Middelgrund, 570 Lille Lysegrund og 518 Grenå. Resultaterne er præsenteret i form af GIS-temaer, der illustrerer den regionale fordeling af råstofressourcer, samt naturlige og administrative begrænsningers indflydelse på ressourcemængden

Ressourcevurderingen omfatter ressourceklassifikation, kvalitetsparametre, mængder og tilgængelighed. I denne klassifikation inddeles ressourceområderne efter vidensniveau om resourcesikkerheden og den geologiske forekomsttype. Kvalitetsparametre omfatter generelt kornstørrelsen, men i enkelte tilfælde er kvaliteten tillige vurderet på baggrund petrografiske analyser. Råstofmængderne er vurderet som volumener på baggrund af resourcearealer og minimumsgennemsnitstykkelser. I de områder, hvor der ikke er indsamlet nye data, er de tidligere data anvendte suppleret med informationer om råstofindvindinger stillet til rådighed af Naturstyrelsen, således at der er beregnet et restvolumen i resourceopgørelserne. Tilgængeligheden af ressourcen er vurderet ud fra tilstedeværelsen af naturlige og administrative begrænsninger. De væsentligste begrænsninger af ressourcemængden er knyttet til arealer på lavere vanddybde end 6 m, Natura 2000-områder og dynd/overjord.

Efter ønske fra Naturstyrelsen er MapInfo® GIS systemet anvendt som præsentationsmedie for dette projekt, fordi systemet er velegnet til at præsentere relationerne mellem ressourceområderne og de begrænsende faktorer. Disse kan kombineres, som man ønsker og de bagvedlæggende data giver mulighed for at anskueliggøre ressourcerne og ressourcemængderne. Data fra projektområderne er klargjort, så de kan indgå i Den danske Marine Råstofdatabase, som er udviklet parallelt med dette projekt.

Ressourceopgørelsen har i alt afgrænset 95 ressourceområder i den nordlige del af Kattegat. En stor del af områderne er nye i forhold til tidligere opgørelser, idet der har været store mængder nye data til rådighed.

I projektområde 558 Skagen er der kortlagt tre ressourceområder, som består af to sandsynlige og en enkelt spekulativ. To ressourceområder er angivet som fyldsand 4, mens et ressourceområde formodentlig består af ral 3. De kortlagte sandsynlige ressourceområder i Skagens-området bidrager samlet 15 mio. m³, hvoraf 10 mio. m³ er fyldsand og 5 mio. m³ er ral 3.

I projektområde 528 Læsø Rende er der i alt lokaliseret 18 ressourceområder. De 14 af ressourcerne er spekulative ressourcer, med et resourcepotentiale på ca. 85 mio. m³ sand 0 og 1, mens de 4 øvrige er sandsynlige forekomster med et samlet resourcevolumen på 115 mio. m³ sand 1.

I projektområde 574 Læsø er der lokaliseret 19 ressourceområder. De 12 af ressourcerne er spekulative ressourcer er spekulative med et resourcepotentiale på 448 mio. m³, mens de sandsynlige ressourcer er opgjort til 492 mio. m³, fordelt på 3.7 mio. m³ fyldsand 7 mio. m³, grus eller ral og 480 m³ sand 1. Der er påviste ressourcer på 104 mio. m³ fordelt på 9 mio. m³ fyldsand 95 mio. m³ sand 1.

De eneste to kortlagte ressourcer i projektområde 556 Hadsund er begge spekulative sand 1 forekomster.

I projektområde 534 Djursland Nord er der lokaliseret 11 ressourceområder. De 9 er spekulative ressourcer med et ressourcepotential på 1.550 mio. m³, mens de resterende påviste ressourcer er opgjort til 205 mio. m³ sand 1.

I projektområde 540 Anholt er der udelukkende lokaliseret en spekulativ ressource på 9 mio. m³.

I projektområde 572 Anholt Syd er der i alt lokaliseret 5 ressourceområder, hvoraf den ene er spekulativ med et ressourcepotential på 20 mio. m³, mens de øvrige 4 er sandsynlige ressourcer med et potentiale opgjort til 62 mio. m³, sand 1.

I projektområde 546 Store Middelgrund er der lokaliseret 9 ressourceområder, hvoraf de 6 er spekulative ressourcer med et potentiale på 55 mio. m³. De påviste sandsynlige ressourcer er opgjort til 11 mio. m³, sand 1, mens de påviste ressourcer på 160 mio. m³ er fordelt på 150 mio. m³ sand 1 og 10 mio. m³ grus 2.

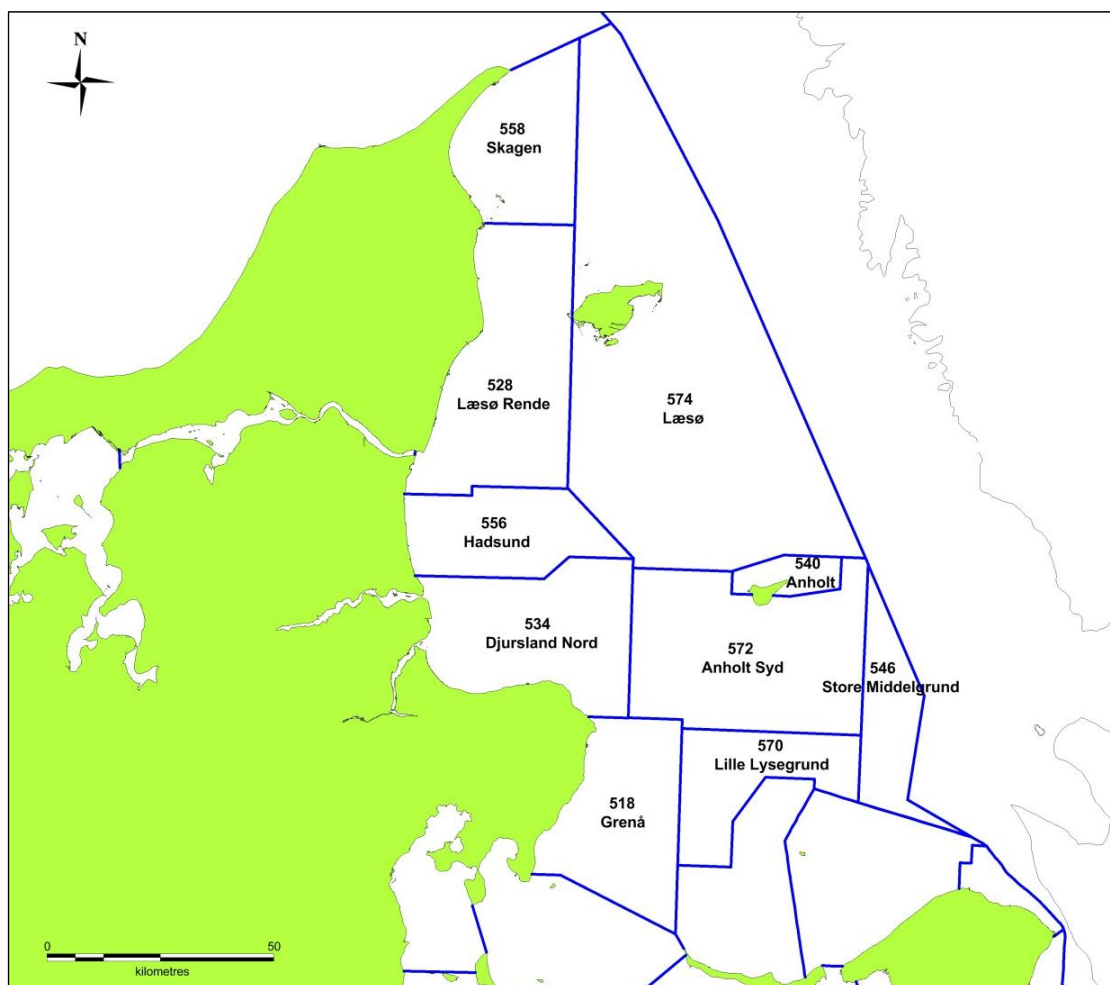
I projektområde 518 Grenå er der lokaliseret alt 21 ressourceområder. Heraf udgør 15 områder spekulative forekomster på i alt 30 mio. m³ af sand 0, sand 1 eller ral 3 ressourcer, 5 områder af sand 1 og 1 område af sand 0. Der er opgjort 11 mio. m³ sandsynlige ressourcer i området.

I projektområde 570 Lille Lysegrund er der lokaliseret 7 ressourceområder, hvoraf 5 områder er klassificeret som sandsynlige ressourcer på i alt 95 mio. m³ sand 1. To områder er påviste ressourcer med et samlet opgjort volumen på 7 mio. m³ fordelt på 4 mio. m³ fyldsand og 3 mio. m³ ral 3.

3. Databaggrund

Som baggrundsmateriale for vurderingen af råstofkortlægningen og ressourceområder i det nordlige Kattegat: Skagen (558), Læsø Rende (528), Læsø (574), Hadsund (556), Anholt (540), Djursland Nord (534), Anholt Syd (572), Store Middelgrund (546), Lille Lysegrund (570) og Grenå (518) er eksisterende kortlægningsdata anvendt. Den geografiske placering af de enkelte projektområder er angivet på figur 3.1. Projekterne 570, 572, og 574 var ved projektets begyndelse ikke navngivet, men er blevet det i forbindelse med nærværende projekt. 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 IV sammenfattende rapport: Tekst og Bilag. GEUS Rapport 1998/129" udfærdiget af Jørn Bo Jensen, GEUS. For Djursland Nord, Grenå, Anholt og Store Middelgrund er råstofforekomsterne beskrevet i de "Blå Havbundsrapporter": Havbundsundersøgelser, Råstoffer og fredningsinteresser, som sammenstillen kortlægningsdata med hensyn til råstoffer, kystprocesser, biologi, arkæologi og vrug. For Skagen, Læsø, Hadsund, Anholt Syd og Lille Lysegrund er der ikke tidligere udgivet en samlet regional beskrivelse af råstofforekomsterne. Data fra disse to områder er hovedsageligt baseret på data indsamlet siden da.

De råstofmæssige undersøgelser omfatter kortlægning af ressourceområderne ved hjælp af seismisk profilering, boringer, sugprøver 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.



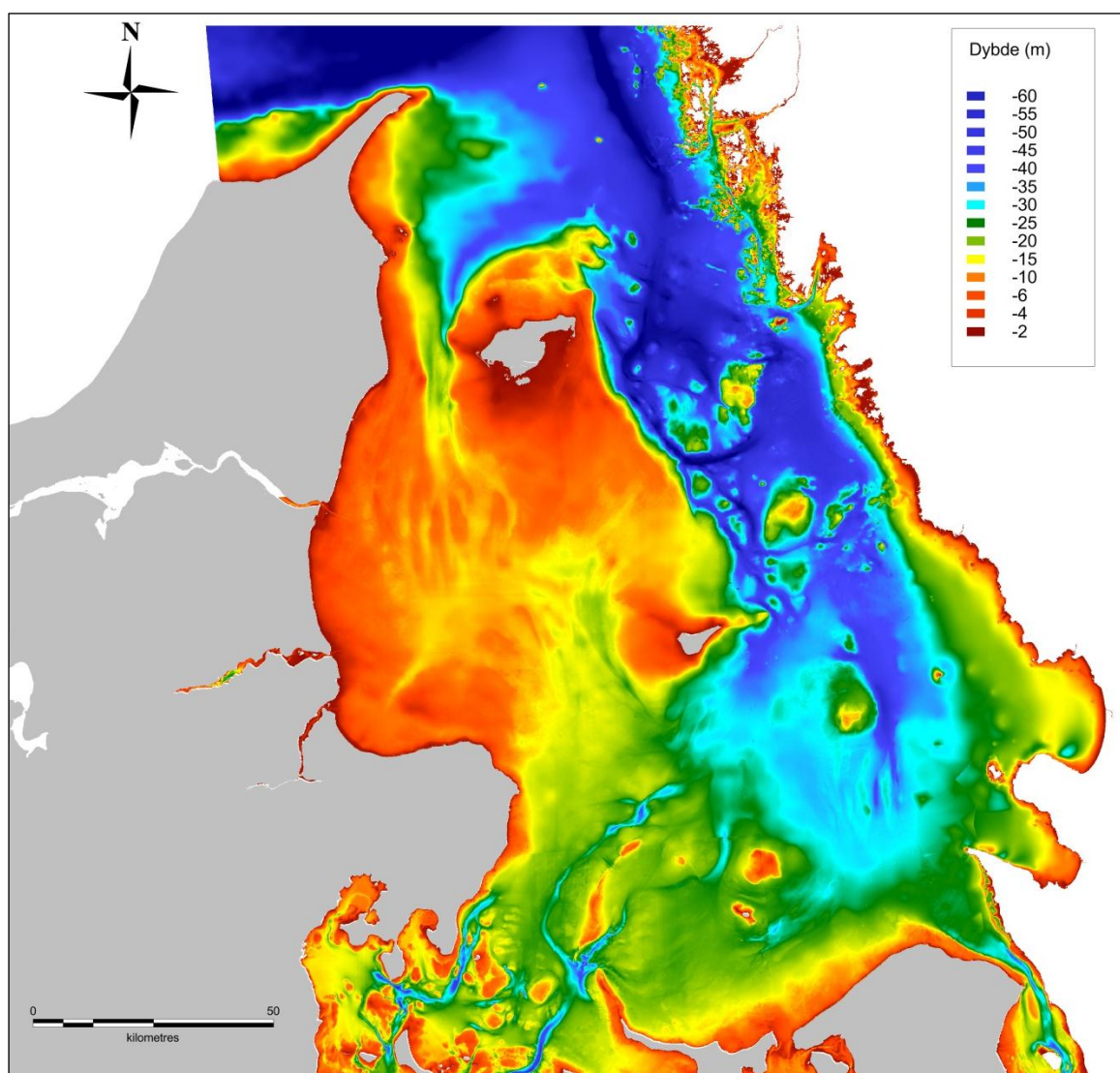
Figur 3.1. Beliggenheden af de 10 undersøgte projektområder i Kattegat.

4. Generel områdebeskrivelse

4.1 Dybdeforhold

Havbunden i den nordvestlige del af Kattegat (Figur 4.1) er meget jævn, lavvandet med dybder mindre end 20 m. Nord for Læsø sænker havbunden sig til mere end 30 m og afgrænses mod nord af en skråning ned mod Skagerrak renden. Der er få øer og grunde der hæver sig over den jævne havbund. Dette er i kontrast til forholdene i Bælthavet, omkring Sjællands Rev, Lysegrund og Hesselø, som er præget af højtliggende morænebanker og øer med mellemliggende render og små bassiner.

Et markant træk i den østlige del af Kattegat er den Dybe Rende der fortsætter sydpå fra Skagerrak til ned mod mundingerne af Øresund og Storebælt renden. Den svenske kyst er overvejende en klippekyst og mange klippeskær stikker op over sedimenterne langs kysten.



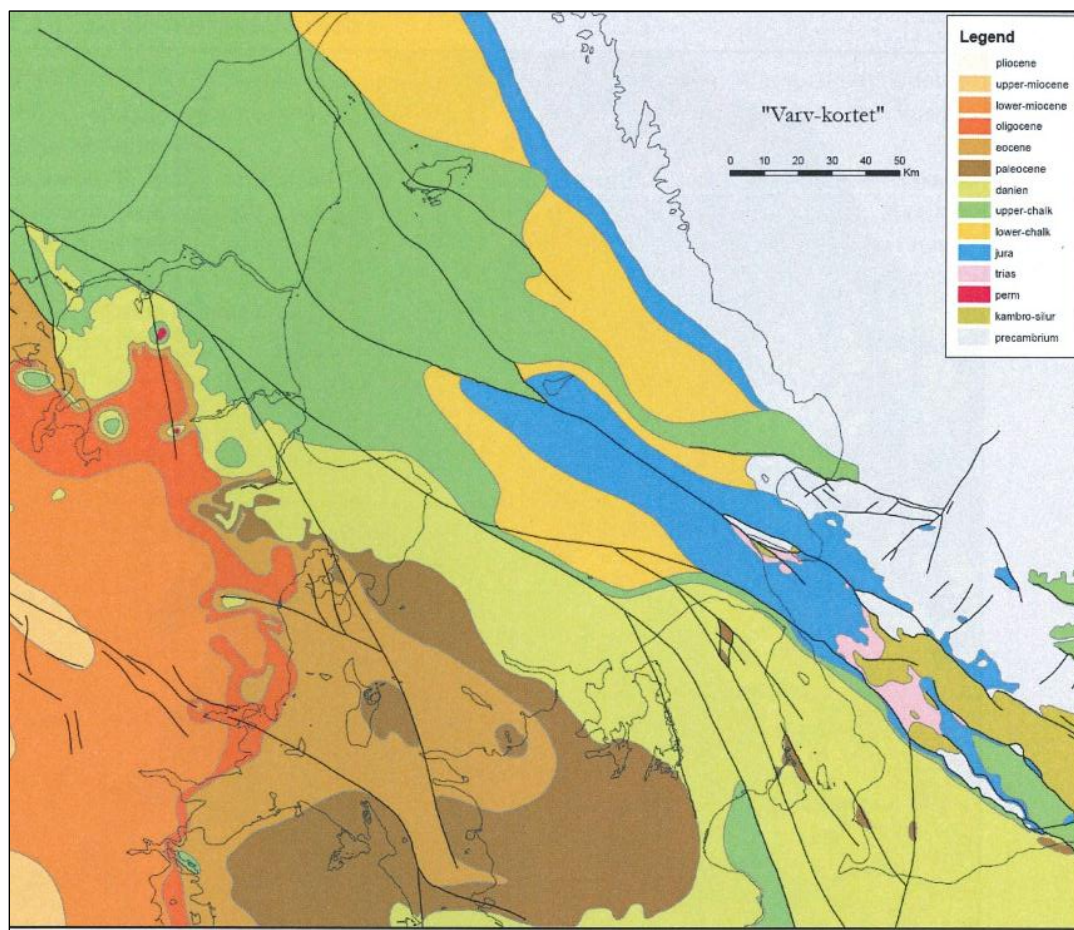
Figur 4.1. Dybdekort for hele Kattegat Nord.

4.2 Geologiske forhold

I det følgende gives en generel beskrivelse af de geologiske forhold i området, der skønnes at have betydning for dannelsen og lokaliseringen af råstoffer. Med andre ord forhold, der kan bidrage til at opspore forekomster eller forklare manglen herpå.

På den danske side af Kattegat sker der kun nydannelse af grove materialer ved erosion af kalk-flint lag ved klinterne ved Grenå. Alle andre forekomster af sten grus og delvis sand er båret til området med is og udsorteret på forskellig vis. Sand og grus kan dog transporteres meget langt omkring af strøm og bølger. Ikke is-overskredne smeltevandsaflejringer fra afsmeltning regnes for senglaciale aflejringer, mens de hermed sammenhørende gletscher aflejringer (moræner der er konsolideret af isen) regnes for glaciale i overensstemmelse med den geoteknisk praksis. Kun moræneaflejringer der ligger så højt i forhold til havbunden, at sand, grus og sten kan fritlægges ved erosion af smeltevand eller senere ved påvirkning af bølger m.v. er af interesse i en råstofmæssig sammenhæng. Prækvarter sedimenter og strukturer.

Kattegat ligger på randen af Nordsøbassinet et område hvor underlaget har sænket sig over geologiske tidsrum så der er blevet plads til flere km tykke lag af sedimenter. Det viser sig i Kattegat ved at lagene fra Prækvarteret i hovedtræk successivt bliver yngre fra nordøst til sydvest fra grundfjeldet langs den svenske kyst til aflejringer fra Jura, Kridttiden til Tertiæraflejringer syd for Sjællands Odde (figur 4.2).

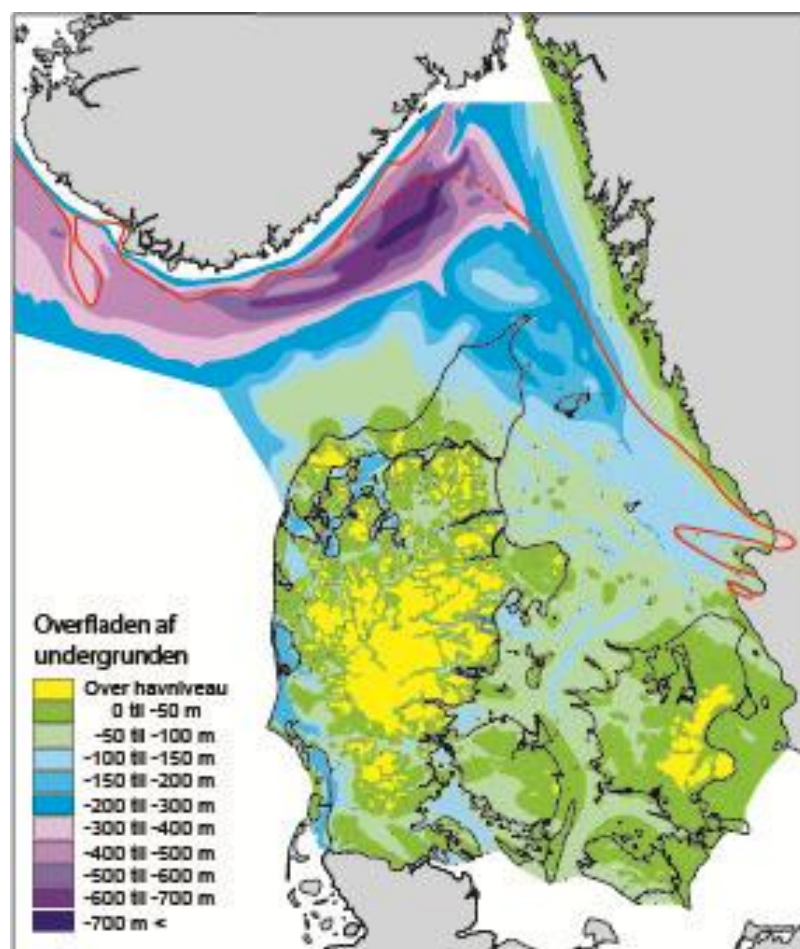


Figur 4.2. Kort over Prækvarteroverfladen i Kattegat. (Varv, Håkansson & Pedersen, 1992).

Dette simple billede kompliceres af at udbredelsen af de prækvarter lag i det centrale Kattegat er styret af en kompleks forkastnings zone - Den Fennoskandiske Randzone - som i varierende

grad har været tektonisk aktiv i flere hundrede mio. år Liboriussen et al. 1987). Den sidste og vigtigste aktive periode er Senkridt/tidlig Tertiær hævnningen af randområdet i form af nogle store folder som er et resultat af sideværts forkastninger i randzonen (Thomsen et al 1987). Der registreres stadig jordskælvsaktivitet i området og seismiske undersøgelser med høj opløsning tyder på tektonisk aktivitet helt op i senglacial tid (Jensen et al 2002). Kalk sedimenter underlejrer de meste af Kattegat, men afløses af mere sandede- og lerede sedimenter fra Nedre Kridt og Jura tid mod øst specielt i et strøg fra Anholt og ned mod Kullen på den svenske kyst.

Prækvartæroverfladen (Figur 4.2) danner basis for de kvartære lag. Prækvartæroverfladens dybde og morfologi er bl.a. blevet studeret med seismiske metoder af Gyldenholm et al. (1993), Lykke-Andersen et al (1993) som bidrag til Binzer & Stockmarr (1994) og i Skagerrak af Longva & Thorsnes. (eds.) 1997. Kortet er kun verificeret i meget få borer i havområderne. Som det fremgår af figur 4.3 sammenstillet af Larsen (2006) danner prækvartæroverfladen en lavning som strækker sig fra Skagerrak renden ned mod Øresund.



Figur 4.3. Kort over dybden til prækvartæroverfladen i Kattegat. Den røde linje angiver, hvor grundfjeldet overlejres af Nordsøbassinets kvartære sedimenter. (Larsen, 2006).

Lykke-Andersen et al (1993) har forslået, at de områder hvor undergrundens overflade ligger dybere end 50 m under nuværende havniveau benævnes Kattegat bassinet. Dette kan, dybt begravet under kvartærtidens sedimenter, følges under Kattegat og Vendsyssel og ud i Skagerrak (Figur 4.3). Syd kanten af bassinet er der en ryg af fra Danienkalk, der ligger relativt højt i kote -30 til -40 m. Det strækker sig fra Sjællands Odde til nord for Djursland kun brudt af den noget

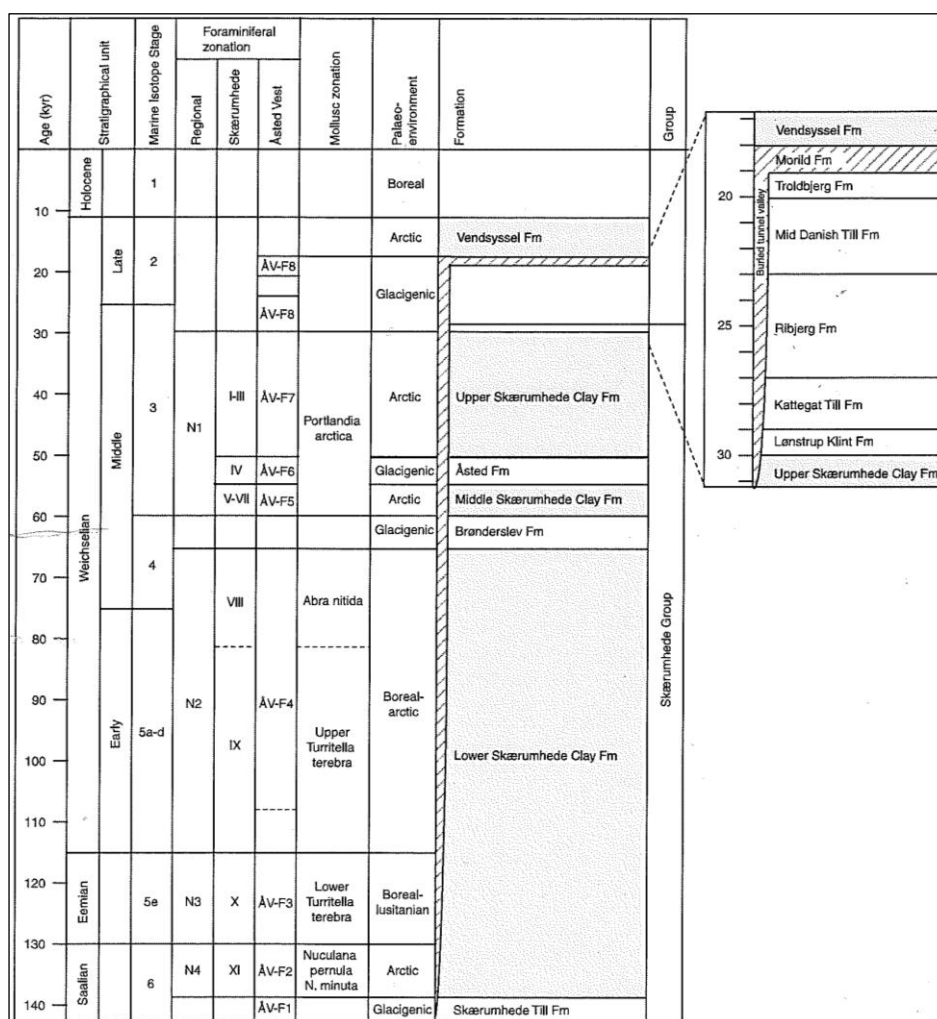
dybere Storebælts rende (Figur 4.3). Den dybe rende vest for Læsø er en nutidig udtryk for bassinet.

For godt en million år siden havde klimaet ændret sig, således, at der gentagne gange gled store iskapper ned over Danmark fra det skandinaviske højland. Fra iskapperne gled brede istunger ud gennem Skagerrak og ned gennem Kattegat eller ned gennem Østersøsænkningen og op over Kattegat og som regel videre ind over land.

Lige udenfor det solide grundfjeld langs Sveriges og Norges kyst (den røde streg på figur 4) skurede isen efterhånden en op til 100 km bred og 100 -700 m dyb sænkning specielt i de lidt blødere sedimentdække på randen af Nordsøbassinet, Longva & Thorsnes. (eds.) 1997. Tilsvarende erosionsbassiner findes langs randen af sedimentdækket mod grundfjeldet på de fleste arktiske og antarktiske kontinentalsokler f.eks. rundt om Grønland og Norge, der alle har været påvirket af isdækker.

Det er dog sandsynligt, at Kattegat bassinet også har været påvirket af tektoniske jordskorpebevægelser som omtalt tidligere (Jensen et al 2002).

Dannelsen af Kattegat-Skagerrak bassinet er forudsætningen for aflejring af tykke lag af sedimenter. Der stadig aflejres i området. Bassinet er flere gange blevet delvis fyldt med sedimenter og efterfølgende delvis genudgravet af en senere isfremstød eller floderosion ved lavstand af havspejlet. Som eksempel ligger Anholt og banker som Groves Flak i Den dybe Rende på en erosionsrest af ældre sedimentfyld.



Figur 4.4. Stratigrafisk tidsskema for Kattegat området. Fra Larsen et al. 2009.

4.2.1 Kvartæret

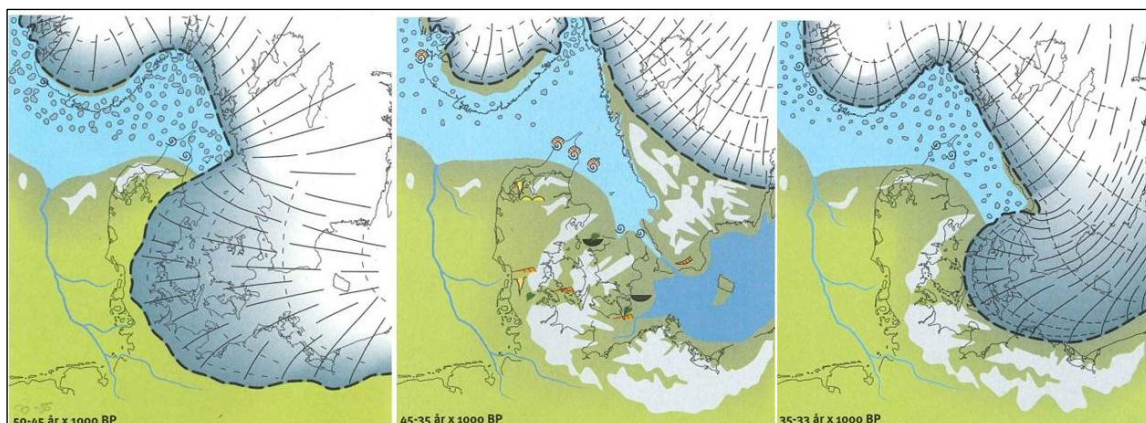
Vor viden om opbygningen af lagene fra istider og mellemistider i havområdet bygger i høj grad på relationen mellem lag som de fremkommer ved tolkning af seismiske profiler støttet af boringer mest i de øvre lag. Kattegat bassinet strækker sig ind under den nordlige del af Vendsyssel, hvilket gør det muligt at man kan danne sig en oversigt over den geologiske historie for Kattegat indtil Holocæn ved studier på land, (Larsen et al 2009). Den videnskabelige inddeling for lagene gengives i figur 4.4. På grundlag af denne oversigt kan vi noget forenklet forvente følgende lagserie.

De ældste dokumenterede kvartære lag i området er moræner fra Saale istiden ca. 160-140.000 år før nu. Det ser ud til, at Saale isens erosion stort set har 'renset' Kattegat bassinets bund og muligvis eroderet i undergrunden. I Anholt syd området og nord for Sjælland kan der på seismiske data iagttages et bølget landskab, der formodes at være moræne afsat i den nederste del af den kvartære lagserie, som hviler direkte på undergrundslagene. Saale morænerne og tilhørende grove smeltevandsaflejringer ligger så dybt begravet, at de har begrænset råstofmæssig interesse i det nordlige Kattegat. Dog ligger Saalemorænerne, ifølge Nielsen & Konradi (1990), så højt på flanken af den tidligere nævnte kalkryg i området nord for Sjælland, at de udsættes for erosion i havbunden langs Nordsjællands kyst med muligheder for dannelse af råstofforekomster. Dette muligvis også er tilfældet ved projektområdet Sjællands Rev (Skov- og Naturstyrelsen 1987).

4.2.1.1 Nedre Skærumhede sekvensen

Da Saale isen forsvandt for 140.000 år siden, var store dele af Kattegat bassinet så dybt, at havet trængte ind, først som et meget koldt ishav, dernæst for i perioden 132-115.000 år før nu at blive til et hav i Eem interglacial perioden. Eem aflejringer er kun påvist i få boringer i Kattegat. De giver sig også til kende ved gasudslivning i kanten af det Holocæne mudder i den nordlige del af Kattegat.

Den sidste istid, Weichsel, strækker sig fra ca. 115 til 12.000 år BP. I den første halvdel af denne periode, frem til omkring 60.000 år før nu, er Kattegat fortsat havdækket, omend et gradvis koldere ishav i Kattegatbassinet. I denne periode aflejres der fortrinsvis finkornede sedimenter, der samles under betegnelsen den Ældre Skærumhede ler også kaldt Middelgrunds formationen (Skov- og Naturstyrelsen 1993). Det er aflejret vanddybder på 100-200 m ved en lavere havvandstand under istiderne, i forhold til i dag. I interglacial perioderne varierer vandstanden på grund af isostatisk hævnning og sænkning af bassinet (Klingberg 1997). Dette viser sig ved at aflejres mest finkornede sedimenter fra suspension så lagene ligger ensartet og næsten konformt til underlaget. Også morænemateriale, der falder ud af bunden af smeltende is (droptill) kan have denne lejringsform. Aflejring på dybt vand godt under bølgebasis frembringer et bølge lignende reflektionsmønster på seismiske registreringer med høj opløsning. I de kolde perioder aflejres ler og silt med sten tabt af isbjerge. Disse sedimenter er ofte mere sandede i de dele af Kattegat der er undersøgt.



Figur 4.5. Weichselisens udbredelse i perioden 50. til 33.000 år BP. (Houmark-Nielsen m. fl. 2005).

For omkring 60.000 år og igen omkring 55.000 år før nu, overskrides området med isdækker først fra nord så fra øst (Gammelbaltiske/Ristinge is) (figur 4.5). Fra studier på land er det påvist, at isen har dækket hele Kattegatområdet. Der er ikke fundet, moræner (tills) eller smeltevandsaflejringer fra disse isdækker til søs, og desuden er det ikke muligt at skelne virkningen af mellem Weichsel isfremstød fra virkningen af de senere fra Sen Weichsel. Aflejring af ishavs-sedimenter (figur 4.6) fortsatte op til for 30.000 år før nu.

Sen Weichel 25-11.500 år før nu var den koldeste del af sidste istid og det skandinaviske isskjold nåede sin største udbredelse under de tre større isfremstød. Først et fremstød fra Norge (Kattegat till), dernæst hoved fremstødet fra Sverige og endelig det ungbaltiske fremstød hvor Kattegat var totalt isdækket. I perioder mellem fremstødene stoppede isen i Skagerrak Renden for havvandet, så dele af Kattegat bassinet var en fersk issø med talrige isbjerge (Houmark-Nielsen et al 2005). Houmark-Nielsen (2003) beskriver, hvorledes den norske is gled den over de vandrige Skærumhede lag og sandsynligvis aflejrerede bløde droptills i dybe områder.

I Kattegat bassinet skar gletscher dybe render ned i Skærumhede lagene og muligvis fjernede dem i dele af Anholt syd området (SGU 1989). Lagene derunder vil være belastede af isens vægt. Overfladen af Skærumhede lagene fremstår som regel som en markant erosionsflade som afskærer indre refleksioner i lagserien. Den kraftige erosion viser sig også ved et stort antal omlejrerede foraminiferer, som karakteriserer de overliggende lag. I et strøg lige vest for den dybe rende fra syd for Læsø til Store Middelgrund syd for Anholt og ned mod Tisvilde, synes der at forekommer glacielle dislokationer i Skærumhede lagene. Disse forstyrrelser er dog også blevet tolket som sedimentære omlejringer (mudderdiapirer) og skred fænomener.

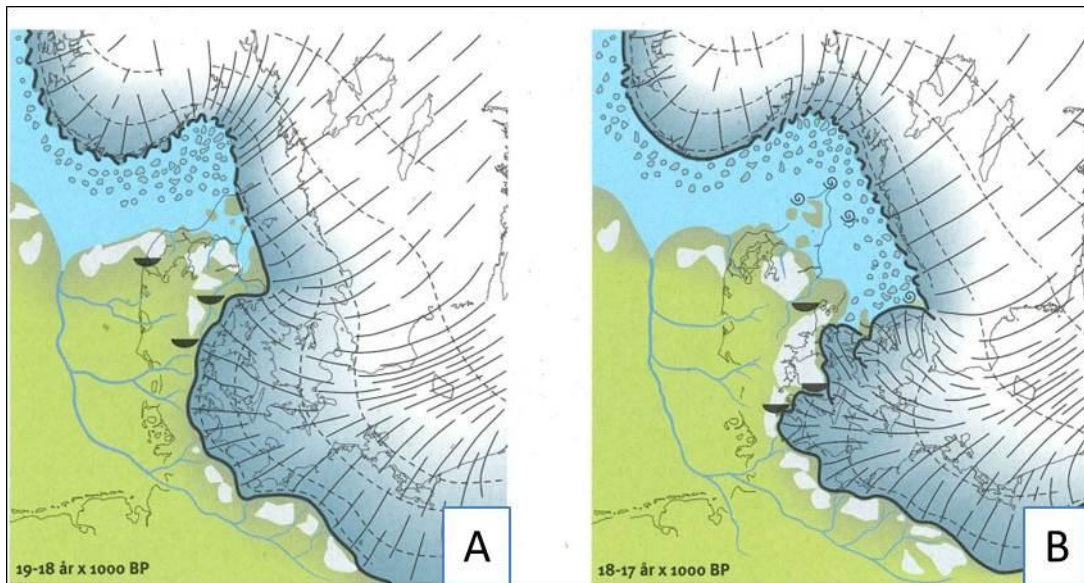
Moræne materiale bragt op af is dislokationerne eller på anden vis og udvaskning af sten fra moræner og glaciomarine lag kan være forklaringen på de mange sten i området. Der er også fundet opskudt glacielle lag under Herta Flak, ved Hirsholmene i Læsø Rende og i Anholt Vindmøllepark området.

Moræner og råstoffer fra tilhørende grove smeltevandsaflejringer er så vidt vides fåtallige i det nordlige Kattegat undtagen langs den svenske kyst og i Bælthavet. De er i stor udstrækning dækket af et tykt lag af senglacielle og postglacielle aflejringer. Et eksempel herpå er et Sen Weichsel moræne landskab, der næsten er begravet i op til 30 m sen- og postglacielle sedimenter under Anholt vindmøllepark. Moræne materiale bragt op af is dislokationerne eller på anden vis og udvaskning af sten fra Skærumhede lagene kan muligvis være forklaringen på de ret talrige stenrev, der er konstateret omkring Læsø og på bankerne i Dybe Rende.

Den ungbaltiske is blev afvandet gennem Gudenå dalen, der udmundede på varierende steder på Djursland m.v. (Skov- og Naturstyrelsen 1986) (figur 4.6A). Disse smeltevandsstrømme løb nordpå i den østlige del af havområdet nord for Djursland og aflejrede fint sand. Mere ressourcemæssigt interessante områder er moræner og smeltevandsressourcerne i den vestlige del af samme område. Også her ligger morænerne på højtliggende kalk på kanten af Kattegat bassinet.

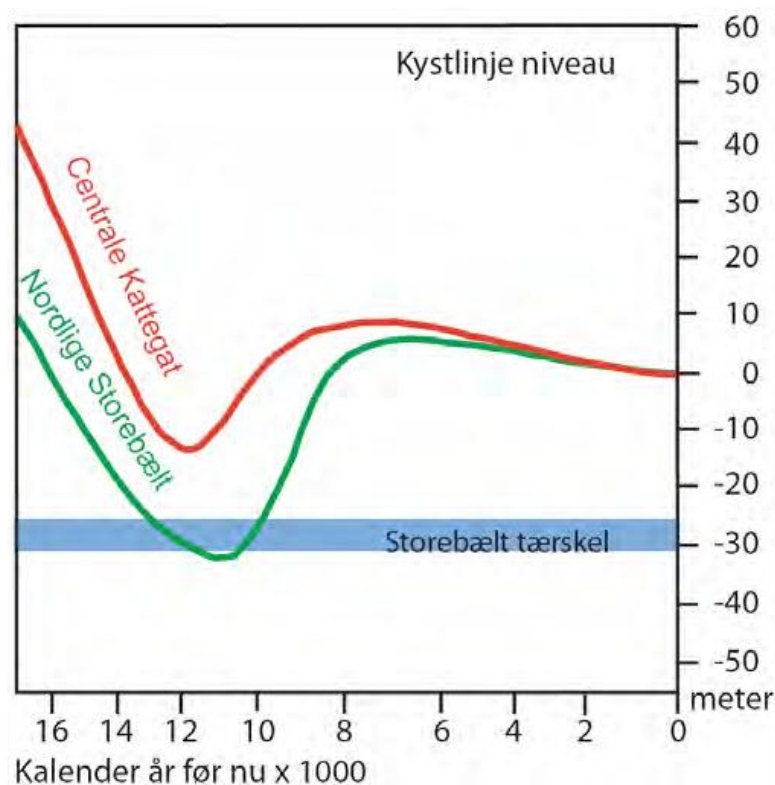
4.2.1.2 Senglacialt marine ler: Yngre Yoldialer

Næsten overalt i de dybere dele af Kattegat bassinet findes et ret tykt lag af finkornede sedimenter med dropsten og en arktisk fauna. (Gyldenholm et al. 1993). Det kaldes yngre Yoldialer eller senglacialt marint ler. Det ligner Skærumhede lagenes konforme lejring (Jensen et al, 2002), men er ikke isbelastet.



Figur 4.6. Weichselisens udbredelse i perioden 19. til 17.000 år BP. (Houmark-Nielsen m. fl 2005).

For ca. 18.000 år siden begynder isen at forsvinde fra Kattegat og ca. 1000 år senere stod isen ved Sveriges vestkyst og langs Nordsjællands Kyst (Figur 4.6B). Råstofforekomsterne i Grønne Revle råstofområdet ud for Nykøbing Sjælland er antagelig knyttet til de morænebanker med tilhørende grove smeltevandsaflejringer er knyttet til denne isrand. Aflastningen efter at isen har trukket sig tilbage får jordskorpen til at hæve sig hurtigere end havniveauet. Vandet i Kattegatbassinet bliver derfor gradvis lavere og trække sig tilbage (regression) fra skrånende kyster (figur 4.7). I den sydvestlige del af Kattegat står havniveauet i forhold til land 30-40 m lavere end det nuværende ved slutningen af istiden for ca. 12-13.000 år siden. Den vestlige del af Kattegat bliver land. Bortset at sten og måske sand, der kan vaskes ud af leret af vandløb og bølger synes der ikke i havområdet at være væsentlige råstofressourcer til stede. Den enorme sedimentation i Kattegatbassinet, skyldes dels direkte tilførsel af mudret smeltevand fra isen, dels erosion i de tørrelagte randområder og fra 16 til 13.000 år før nu baner et flodløb sig vej ud gennem Øresund, der afvander hele Østersøen.



Figur 4.7. Vertikale kystlinjeforskydningskurver i det centrale Kattegat og nordlige Storebælt. Kystlinjekurven for området nord for Sjælland ligger mellem de to kurver (Jensen et al., 2010).

4.2.1.3 Tidlig holocæne kanaludfyldninger og initiale transgression

Holocænen betegner de sidste ca. 12.000 år. Perioden er karakteriseret ved et klima nogenlunde som i dag. Bortsmeltningen af is langt væk fra Danmark får havniveauet til at stige, især op mod 8.000 år før nu. Den senglaciale regression nåede sit minimum på grænsen til den holocæne præboreale periode omkring 11.500 år før nu med et minimum på omkring -35 m under nuværende havniveau.

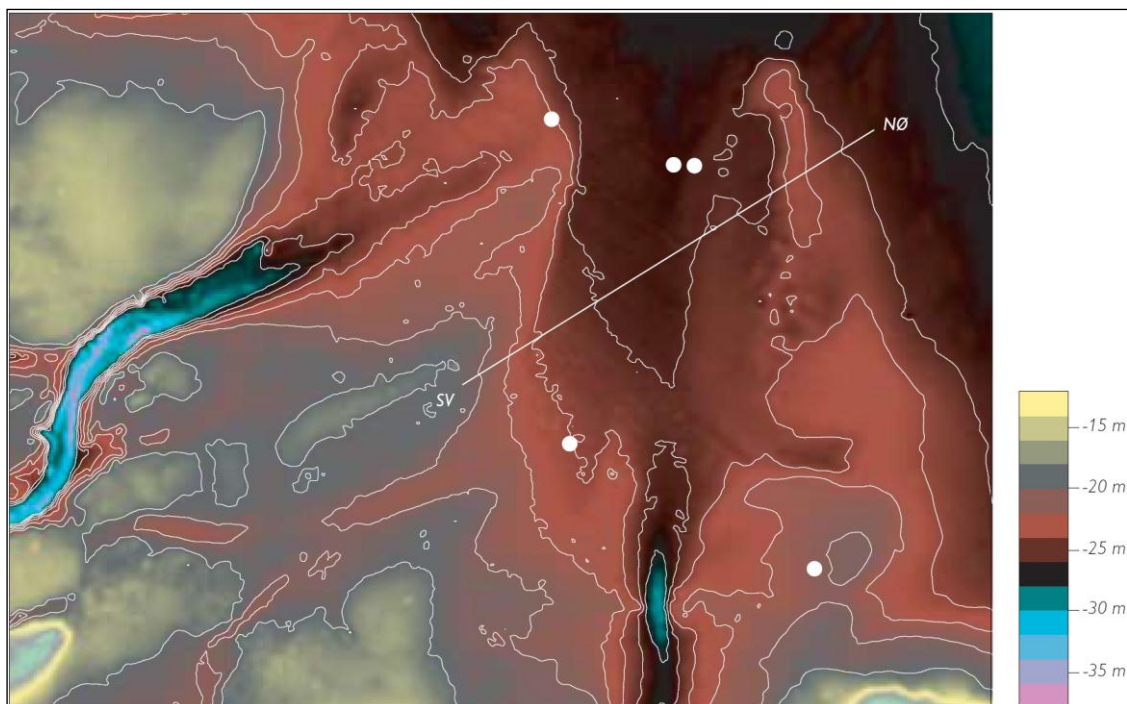
Dybe kanaler havde skåret sig ned i den sydlige del af Kattegats glaciale og senglaciale aflejringer, og de første tegn på den efterfølgende holocæne transgression, var begyndende kanaludfyldninger ofte med sandede og endda grusede sedimenter.

Eksempler på kanaludfyldningerne er fundet i området syd for Anholt og i særdeleshed i palæo-Storebælt kanalerne. Der er ingen tvivl om, at der kan være sand og grus råstofpotentiale i kanaludfyldningerne, men i reglen er disse sedimenter overlejret af finkornede sedimenter repræsenterende de mere recente aflejringsforhold.

4.2.1.4 Tidlig holocæne druknede kystaflejringer

Den sydlige del af Kattegat er et lavvandet overgangsområde ved indgangen til Storebælt. På grænsen mellem Yngre Dryas og Præboreal begyndte havniveauet at stige, fordi den eustatiske havstigningstakt begyndte at overstige den isostatiske landhævning og et estuarie – lagune system blev dannet i den indledende fase af den holocæne transgression.

De første seismiske data og borer, der blev indsamlet, pegede på eksistensen af en temmelig simpel barriere kyst med et lagunesystem bag ved (figur 4.8 og 4.9).

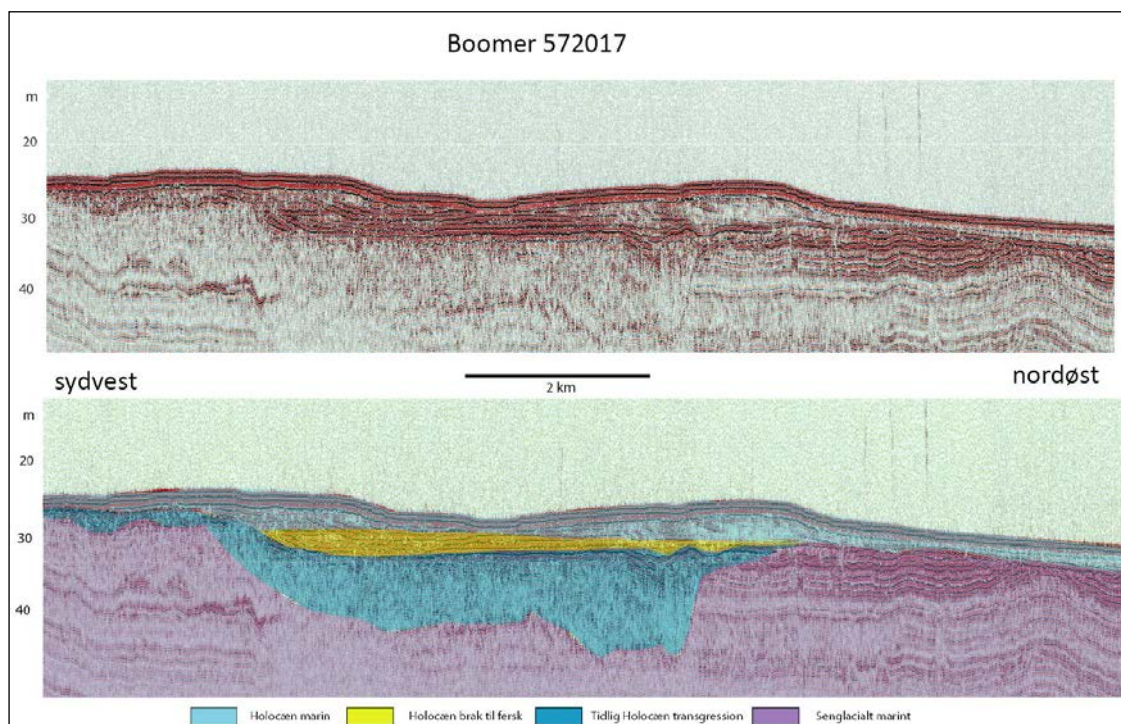


Figur 4.8. Detaljeret udsnit af bathymetrisk kort der viser druknet estuarie - barriere lagune system ved munden af to fossile nedskårne Storebælts kanaler. Boringer og tværprofil (se figur 4.9 og 4.10) er angivet.

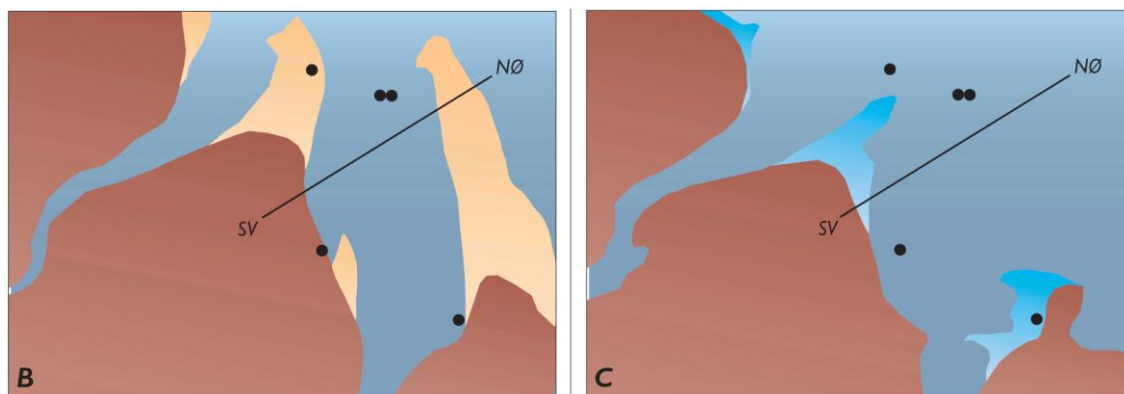
Dette er beskrevet i Bennike et al. (2000), men supplerende detaljerede dybdedata, som blev stillet til rådighed af Farvandsvæsenet viser, at der er bevaret et druknet oddesystem ved munden af to nedskårne palæo-Storebælts kanaler. Disse kanaler udmundede i det daværende Kattegat.

På basis af de indsamlede data er det muligt at rekonstruere den geologiske udvikling af kystsystemet (figur 4.9 og 4.10). I begyndelsen dominerede sandede og grusede sedimenter det transgressive kystsystem på nuværende vanddybder af 30 til 35 m (4.11A). Som tiden gik, udvikledes der gradvist beskyttende sandodder foran flodmundingerne og på læsiden af odderne aflejredes lamineret silt og ler (4.11A og B).

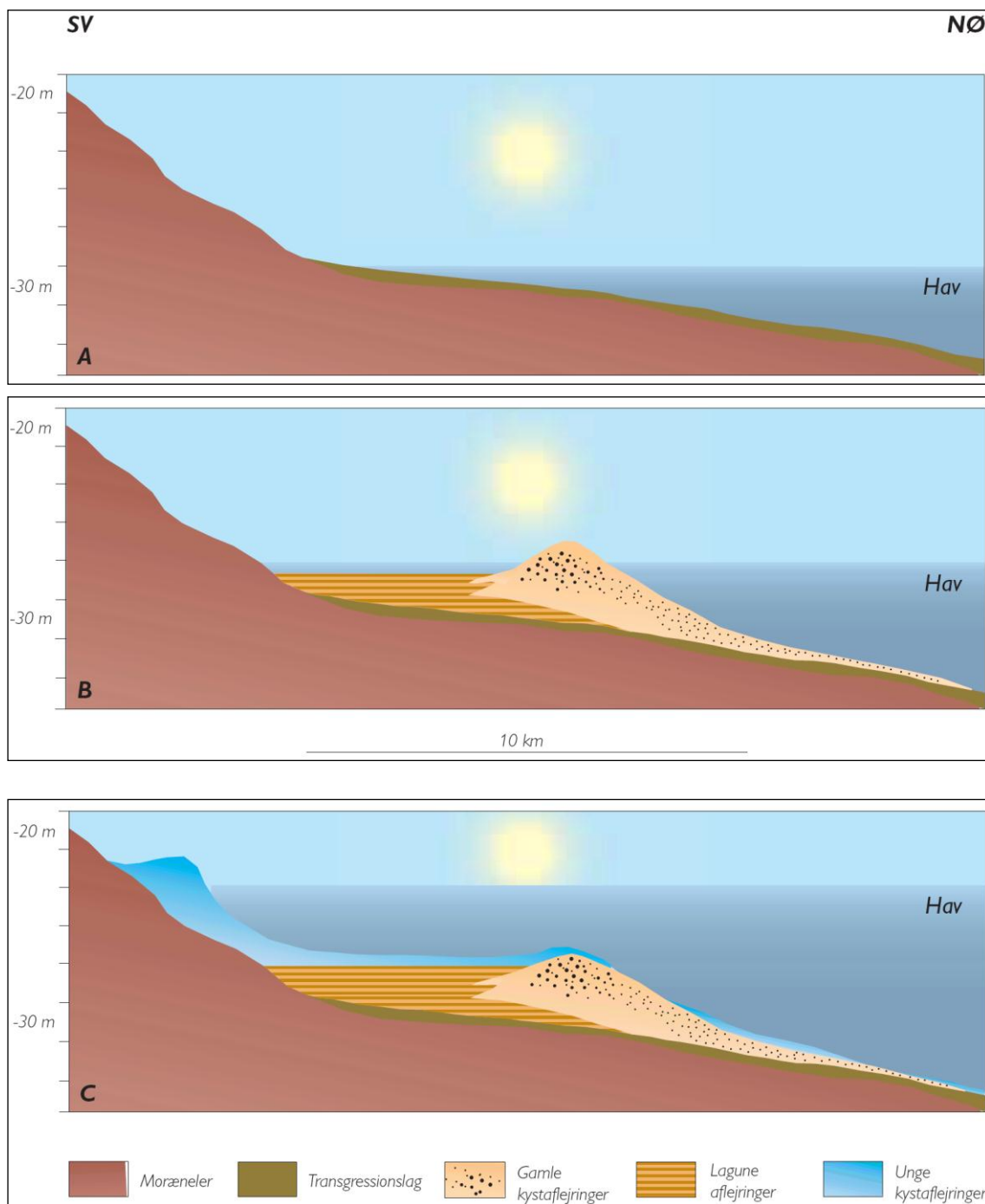
Systemet var fuldt udbygget, da transgressionen havde nået et niveau på omkring 28 m under nuværende havniveau for ca. 10.500 år siden. På det tidspunkt var den nordligste odde en omkring 10 km lang barriere, som beskyttede et stort ler-silt sedimentations bassin (figur 4.11B og C). Den fortsatte transgression bevirkede, at barrieren gradvis steppede baglæns, og da transgressionsniveauet havde nået 24 m under nuværende havniveau, druknede hele systemet. Efter denne hændelse udvikledes der nye oddesystemer i kystzonen længere mod syd (figur 4.11C).



Figur 4.9. Sparkerprofil med udfyldt kanal overlejret af lagunesedimenter og transgressive kystaflejringer. Fra Bennike et al. (2000).



Figur 4.10. Palæogeografiske kort der viser oddesystemets backstepping. B: Oddesystemet da transgressionen var på omkring 28 m under nuværende havniveau. C: Oddesystemet da transgressionen havde nået omkring 24 m under nuværende havniveau. Profil og signaturer se figur 4.11. Fra Bennike et al. (2000).



Figur 4.11. Transgressive udvikling af barriere - lagune systemet. Fra Bennike et al. (2000),

A: Den initiale transgression var domineret af sandede og grusede aflejringer.

B: Der udvikledes gradvist beskyttende sanddodder, og på læsiden aflejredes lamineret ler og silt. Havniveauet var 28 m under nuværende havniveau.

C: Da transgressionen havde nået 24 m under nuværende havniveau druknede systemet, og der udvikledes nye oddesystemer i kystzonen længere mod syd. Palæogeografiske kort se figur 4.10

Studier af plante og dyre makrofossiler viser, at lagunens sedimenter indeholder en blanding af arter, der levede i forskellige miljøer: i havet, i brakvand, i søer, moser og på land. Analyser af foraminiferer indikerer et lavvands marint miljø med stor variation i temperatur og saltholdighed forårsaget af ferskvand.

A topographic map of the Baltic Sea region. The map shows the North Sea to the west, the Kattegat to the northwest, and the Baltic Lake to the east. The landmasses are depicted with green shading indicating elevation, and the water bodies are shown in blue. The map includes labels for 'North Sea', 'Kattegat', and 'Baltic Lake' in a serif font.

GEUS

4.2.1.5 Holocæne druknede transgressive kystaflejringer

Det glacial landskab i de lavvandede (lavere end 25 m) og kystnære områder er præget af moræneaflejringer. Disse har været kildeområde for sandede og grusede druknede kyst akkumulationer. Dette palæolandskab druknede successivt under den postglaciale havspejlsstigning. I forbindelse hermed har der gennem flere faser været muligheder for kystudviklinger med aflejring af kystdannelser som strandvolds og odder (figur 4.10).

Som det fremgår af sedimentkortet (figur 7.3 og 8.2) er den arealmæssige udbredelse af moræne ganske stor. Kildeområdet for de grusede materialer er, som for sandets vedkommende, de højtliggende morænelersområder. På grundlag af det eksisterende prøvemateriale af grabprøver og borer har det været muligt at skelne mellem grusede erosions restaflejringer og strandvolds/odde dannelser.

4.2.1.6 Grus erosionsrest aflejringer

Erosionsrestsedimenterne er dannet i forbindelse med udvaskning/erosion af moræneler. Der er tale om et blandingssediment bestående af sand, grus og småsten.

Indholdet af grus (> 2 mm) er i denne sedimenttype hyppigt større end 50 %. På grund af en relativ kort transportvej og lav grad af omlejring, må sedimentet betegnes som umodent og kan indeholde porøs flint. Grustypen udgør tynde lag, som evt. kan findes over større sammenhængende områder indenfor vanddybder fra mindre end 10 m til omkring 30 m. Udbredte morænebunds arealer ud for den nordlige del af Djursland er et godt bud på den type bund.

4.2.1.7 Sandede- og grusede strandvolds- og oddedannelser

Den gradvise holocæne transgression af den sydlige del af Kattegatområdet har givet ophav til dannelse af sand og grus akkumulationer i forbindelse med strandvolds- og/eller oddedannelser. Disse sedimenttyper har på aflejringstidspunktet været knyttet til en glacial kyst af moræneler. Der er tale om modne sedimenter af velafrundede klaster uden eller med et meget lavt indhold af porøs flint og andre let-forvitrende mineraler. Denne sand- og grustype er dokumenteret i en række fællesområder så som Lysegrund, Store Middelgrund, Mosel Grund og Marta Flak. Det er sandsynligt, at lignende kystdannelser kan genfindes andre steder i den sydlige del af Kattegat ud fra den eksisterende viden om kystudviklingen over området i denne periode. Ud over de kendte i fællesområderne er der fra seismiske data også tolket tilstedeværelsen af kystdannelser andre steder:

- Sydøst for Læsø på skulderen ved overgangen mellem de lavvandede kystnære dele og de dybe render på Svensk side.
- Sydvest for Anholt i et trekantsområde på kanten mod dybere Yoldia Ishavs bassiner.

Desuden er det muligt, at en fornyet detaljeret kortlægning af dele af de gamle fællesområder kan afsløre endnu uudnyttede ressourcer.

4.2.1.8 Subrecent til recent mobilt sand

Subrecent til recent mobilt sand repræsenterer den yngste aflejningsenhed afsat under påvirkning af bundstrøm og bølger i perioden fra den senere del af midt Holocæn til i dag aflejringerne består af sandede sedimenter relateret til mobile sandbølger og store sandbanker hovedsageligt afsat på 10 – 30 m vanddybde i området mellem Læsø og den nordlige del af Storebælt.

De glaciale morænerygge, der opbygger kerneområderne, blev gradvist oversvømmet i tidlig Holocæn, og med oversvømmelsen af Storebælt, samt da Østersøen blev marint for omkring 7000 år siden, blev der skabt et nyt strømmønster. En del af de sandede områder antages aflejret som kystaflejringer under et lavere havspejlsniveau for senere under det stigende havniveau at have fortsat sin udbygning. I takt med at hydrografien ændrede sig, har sandbankernes ydre form tilpasset sig de nye hydrografiske forhold.

Det delvist mobile sandede sediment findes i km store arealer med morfologisk positive sandbanke og større sandbølger med en mægtighed på flere meter.

Der er en klar relation mellem de aktivt vandrende bundformer og det nuværende hydrografiske miljø domineret af den nordgående strøm langs Jyllands Østkyst med kraftige bundstrømme og bølgepåvirkning i specielt stormvejsituationer.

Det subrecente til recente mobile sand er dokumenteret som fin til mellemkornet sand råstofressource ved Hals Barre syd vest for Læsø. Tilsvarende ressourcer må forventes at kunne findes i den vestlige del af Kattegat nord for Djursland.

4.2.2 Kattegat nord for Læsø

Nord for Læsø sænker havbunden sig til mere end 30 m og afgrænses mod nord af en skråning ned mod Skagerrak renden. Der er kun Herta Flak og området omkring Læsø der hæver sig over den jævne havbund. Der er aflejret over 100 m holocænt finkornede sedimenter i en stor pude øst for Skagen. Sydkanten af denne pude er en markant begravet skrænt beliggende nord for den pude af Yngre Yoldialer som Læsø og Læsø Trindel hviler på.

I nutiden føres der årlig millioner af kubikmeter af sediment materiale fra Nordsøen og de store tyske floder rundt Skagen og videre østover. De aflejres primært og meget hurtigt på skråningen ned mod Dybe Rende nordøst for Læsø (Fält 1982). Der kan stedvis påvises reflektorer der tyder på progression af skråningen østover. Puden består så vidt vides mest af finkornet mudder, men et indhold af gas maskerer detaljer i laget. Overfladen består af siltrigt mudder og er udformet af bølge påvirkningen. I hele dette store område synes der ikke at være forudsætninger for råstofforekomster.

Det ser ud til at sandsedimenter overvejende aflejres på Skagens Gren der de sidste 7000 år er vokset nordpå. På grund af den isostatisk hævning af området er det muligt at der er sket en arealmæssig erosion af størrelsesorden 5 m af bunden i sen Holocæn tid. Exponeringen af gas søjlerne udfor Fredrikshavn kunne tyde på det. (+ hævnings af Læsø). Man kan spekulere på om en udsortering af dette materiale kunne være kilden til de uforklarede sandforekomster på østsiden af de lave banker syd for Læsø og det ældre kilesand ned af skråningen.

5. Metoder til opgørelse af ressourcer

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

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

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

5.1 Ressourcevurdering

5.1.1 Seismik

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

5.1.2 Boringer

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

5.1.3 Skibslaster

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

5.1.4 Prøvesugninger

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

5.2 Ressourceklassifikation

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

5.2.1 Ressourcesikkerhed

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

- *Påviste ressourcer* er karakteriseret ved, at datagrundlaget er tilstrækkeligt til at give en generel vurdering af volumen og kornstørrelse og i visse tilfælde ligeledes materialekvalitet. Der kan således gives et kvalificeret bud på hvad og hvor meget, der kan produceres og af hvilken kvalitet. Man må forvente at ressourcens størrelse er angivet med en usikkerhed på ca. 20 %. Undersøgelsesniveauet svarer til Naturstyrelsens fase 1b undersøgelse.
- *Sandsynlige ressourcer* er forekomster, hvor afgrænsning og volumen er rimeligt velkendt på basis af få seismiske linjer og prøvetagninger med tilhørende kornstørrelsesanalyser.
- *Spekulative ressourcer* er forekomster, som hovedsagelig er dokumenteret ved seismiske data og hvis sammensætning i det væsentlige er formodet ud fra en geologisk model.

5.2.2 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 højkvalitetsprodukter 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 højkvalitetsressourcer, 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 højkvalitets 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.

5.2.3 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.

5.2.3.1 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 råstofftyper (som defineret i det følgende) angivet efter samme retningslinjer, som der kræves af indvindingsfirmaerne ved indberetningen af skibslaster.

Sand 0 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 råstofstype 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 strandvoldsdannelser er de mest almindelige til ral indvinding. Marine ralforekomster er ofte af langt bedre kvalitet, da porøs flint og svage klaster er borteroderet eller frasorteret.

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

5.2.3.2 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 modstandsdygtigheden af betonkonstruktioner væsentligt. Porøse og lette korn i beton kan absorbere vand i store mængder og ved frysning kan det føre til revner og afskalninger i betonen. Reaktivt kisel (SiO_2) i flint kan reagere med cementens alkalier eller med alkalier tilført med andre delmaterialer eller fra omgivelserne f.eks. fra havvand eller tøsalt. Ved reaktionen mellem kisel og alkali (alkalikiselreaktioner) dannes alkalikiselgel, der er hygroskopisk og trækker vand til sig fra omgivelserne. Reaktionen medfører en stor rumfangsudvidelse, der ligeledes kan få betonen til at revne og afskalle.

5.2.4 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 volumenerne angivet for de enkelte ressourcer ud fra det bedste skøn. De påviste ressourcer angives med det mest præcise skøn på ressourcevolumenet, mens det skønnede volumen i de spekulative ressourceområder, er behæftet med en vis usikkerhed, da datagrundlaget har været begrænset.

Ved angivelsen af ressourcerne volumen er der ikke taget hensyn til, at tilgængeligheden kan være begrænset af en eller flere begrænsende faktorer (se nedenfor).

5.3 Ressourcebegrænsninger

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

Indtil 1. januar 1997, hvor der trådte omfattende ændringer af råstofloven i kraft, kunne indvinding af sand og grus foregå frit næsten overalt på havet bortset fra i særlige forbudsområder og med overholdelse af særlige regler om bl.a. afstande til særlige kyststrækninger. Den frie indvindingsret er nu begrænset til kun at kunne foregå i specielt udlagte overgangsområder for ral- og sandsugning. I alle øvrige områder, kan indvinding kun foretages inden for geografisk afgrænsede og miljøkonsekvens-vurderede områder efter tilladelse fra Naturstyrelsen.

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

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

5.3.1 Finkornet overjord

Dynd eller anden finkornet overjord er en naturlig begrænsning, idet ressourcer dækket af dynd med en mægtighed på >2 m normalt ikke er relevante at udvinde. Dyndaflejring finder typisk sted under rolige aflejringsforhold på dybere vand eller i beskyttede områder med begrænset bølge- og strømenergi. Tidligere kanalforbindelser med grovere aflejringer (potentielle ressourcer) vil typisk, ved en havniveaustigning, fyldes helt eller delvist op med dyndede aflejringer. MapInfo tabellen, der er udarbejdet i denne ressourceopgørelse, er en kombination af dyndområderne (dynd og sandet dynd) fra sedimentkortet (Hermansen & Jensen 2000) og dyndpolygonerne, der blev anvendt i forbindelse med den forrige ressourceopgørelse (Jensen 1998). Den nykonstruerede tabel er navngivet ”finkornet overjord-dynd”.

5.3.2 Natura 2000-områder

Natura 2000-områderne dækker i 2013 17,7 % af det danske havområde og er opdelt i fuglebeskyttelsesområder, habitatområder og Ramsar-områder. Natura 2000 er betegnelsen for et netværk af beskyttede naturområder i EU. Områderne skal bevare og beskytte naturtyper og vilde dyre- og plantearter, som er sjældne, truede eller karakteristiske for EU-landene (<http://www.naturstyrelsen.dk/Naturbeskyttelse/Natura2000>). Heraf følger at det under normale omstændigheder ikke er muligt at opnå tilladelse til at udvinde råstoffer indenfor Natura-2000 områder.

5.3.3 Minimumsdybde 6 m

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

5.3.4 Fortidsminder

Fortidsminder i havområdet dækker bopladsområder og vrage (Kulturstyrelsen; <http://www.kulturarv.dk/fundogfortidsminder>). De senere års undersøgelser har vist, at der i visse områder er en høj koncentration af særligt værdifulde stenalderbopladser. Disse områder søges friholdt for råstofindvinding. Ligeledes er der typisk omkring grunde, rev og naturlige sejlløb koncentrerede forekomster af vrage. I disse områder vil råstofindvinding kunne ødelægge væsentlige kulturarvsfund. Fortidsminder er ikke medtaget i efterfølgende gennemgang af projektområderne.

5.3.5 Skydeområder og sejlrunder

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

5.3.6 Indvindingsområder

I henhold til § 20 i *Bekendtgørelse af Lov om Råstoffer af 24. september 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.

6. Mapinfo og database

Den medfølgende cd indeholder de MapInfo tabel-filer, der ligger bagved rapportens bilag. Tabellerne er listet i nedenstående tabel 6.1, hvoraf de forskellige temaer bag tabellerne fremgår.

Beskrivelse	Filnavn	Sti / mappe	Tab-fil
Søkort	Søkort nr. (f.eks kort 104)	Søkort	Ja
Sedimenter	f.eks. sand	Sedimenter	Ja
Efterforskningsområder	efterforskningstilladelser	Områdepolygoner	Ja
Paragraf 20 tilladelser	rashavtilladelser20	Områdepolygoner	Ja
Overgangsområder	rashavtilladelser20overgang	Områdepolygoner	Ja
Auktionsområder	Auktionsområder	Områdepolygoner	Ja
Reservationsområder	reservationsområder	Områdepolygoner	Ja
Projektområdegrense	PROJGRAE_2013	Begrænsninger	Ja
Marta sejllinjer	Marta_161213	Marta	Ja
Dybdekontur 6 m	Dybde 6 m_linie	Begrænsninger	Ja
Finkornet overjord	Finkornet_overjord_dynd	Begrænsninger	Ja
Natura 2000-områder	Natura2000_omraader	Begrænsninger	Ja
Koordinatgrid, UTM	Grid_10km_Kattegat_nord	Kosmetik	Ja
Landpolygon	KMSKYSTF	Kosmetik	Ja
Marine overfladeprøver	Overfladeprøver_031213	Punktdata	Ja
Marine boringer	Havboringer_031213	Punktdata	Ja
Sugeprøver	Sugeprøver_031213	Punktdata	Ja
Ressourceområder pr. område	f.eks. res570_2013 for område 570	Ressourcer	Ja

Tabel 6.1. Oversigt over GIS-temaer kategoriseret under forskellige mapper og MapInfo tab-filer.

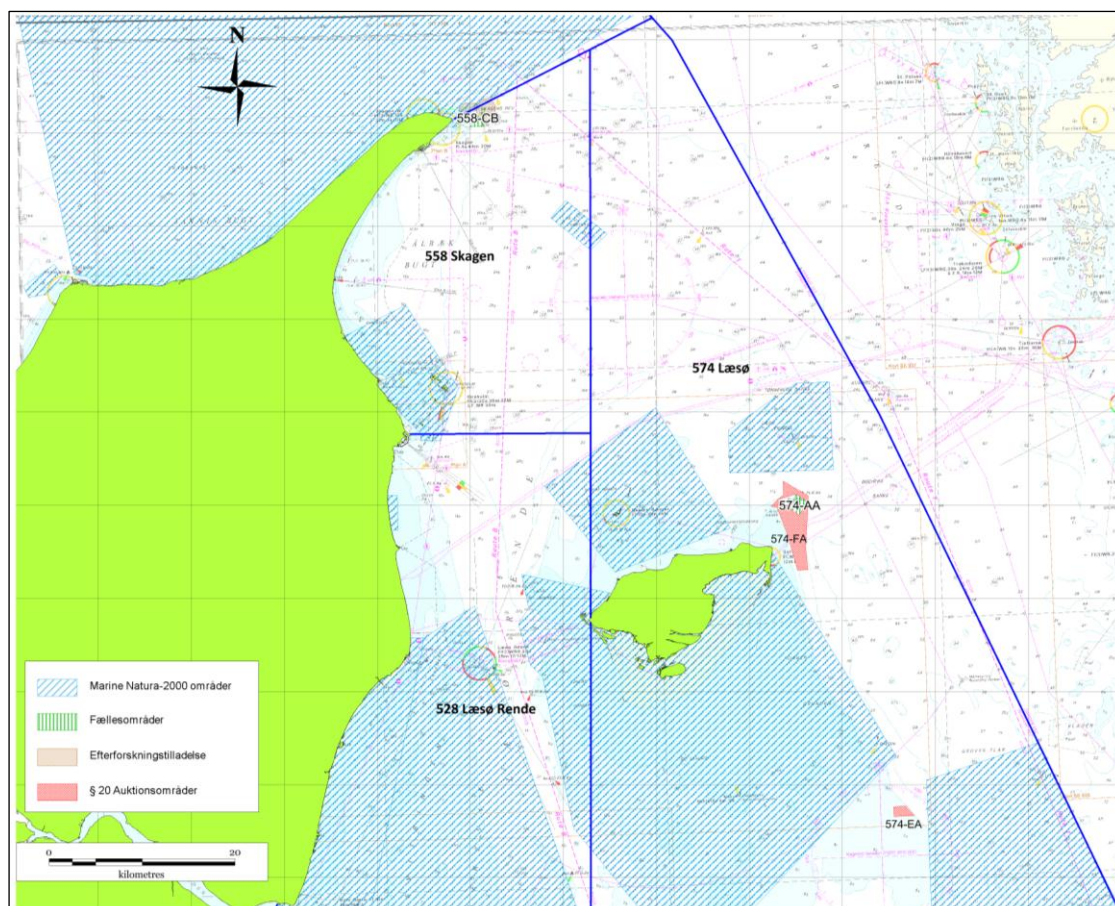
Overfladeprøverne og boringerne (se tabel 6.1) dannet via en WFS-funktion i MapInfo, således at temaet altid vil være opdateret via GEUS Jupiterdatabase. Den bagvedliggende tabelfil indeholder således informationer om prøvernes DGU-numre mm, som de er oprettet i Jupiterdatabasen. Informationerne kan til enhver tid søges frem via Jupiterdatabasen på GEUS' hjemmeside. Ligesom Jupiter er tabelfilen over sejllinje dannet via Marta-databasen, der ligeledes til stadighed er opdateret og som kan søges frem via GEUS' hjemmeside.

7. Nordligste Kattegat

7.1 Områdebeskrivelse

Undersøgelsesområdet omfatter den nordligste del af Kattegat inkluderende 558 Skagen, samt størstedelen af 528 Læsø Rende og 574 Læsø. Området strækker sig således fra Grenen i nord til en linje i syd, der løber fra indsejlingen til Limfjorden og østover. Mod øst er området afgrænset af territorielle grænse mellem Danmark og Sverige, mens området mod vest er afgrænset af Vendsyssel.

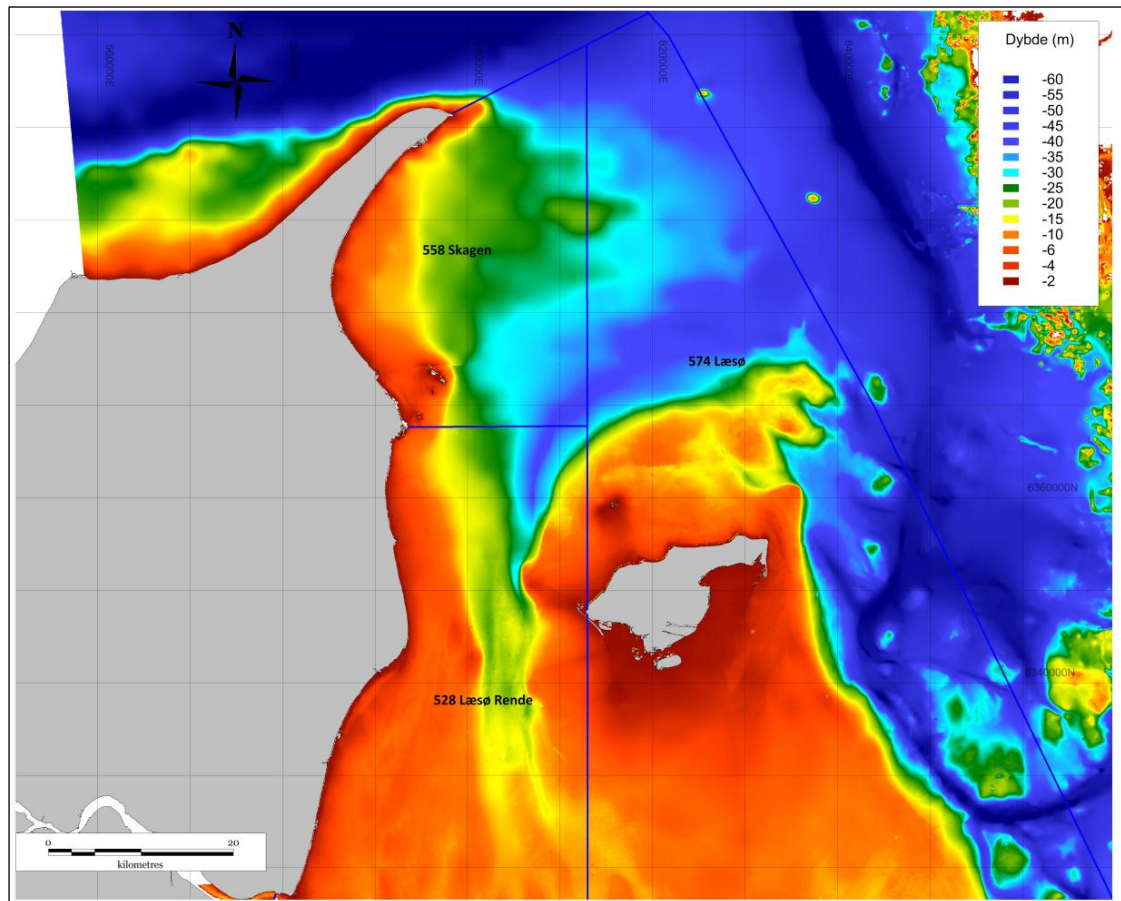
Store områder primært i den sydlige del af området er dækket af beskyttede marine Natura-2000 områder. Det gælder i hovedtræk Ålborg Bugt, det lavvandede område syd for Læsø, Herthas Flak, Hirsholmene, Nordre Rønner og Læsø Trindel. Der optræder ikke de store administrative indvindingsområder i området. De enkelte som findes inkluderer fællesområdet 574-AA Læsø Nordøst, samt fællesområdet 558-CB og efterforskningsområdet Skagens Rev. Desuden forekommer der to auktionsområder i form af 574-FA Læsø Øst og 574-EA Sanden syd for Læsø. Fordelingen af administrative områder er angivet på oversigtskortet jf. figur 7.1.



Figur 7.1. Oversigt over undersøgelsesområde I, der omfatter projektområderne 558 Skagen, 574 Læsø og 528 Læsø Rende afgrænset af den blå linje. Naturstyrelsens administrative områder er vist med nummerering af fællesområder og auktionsområder, Se bilag A1 for stort format.

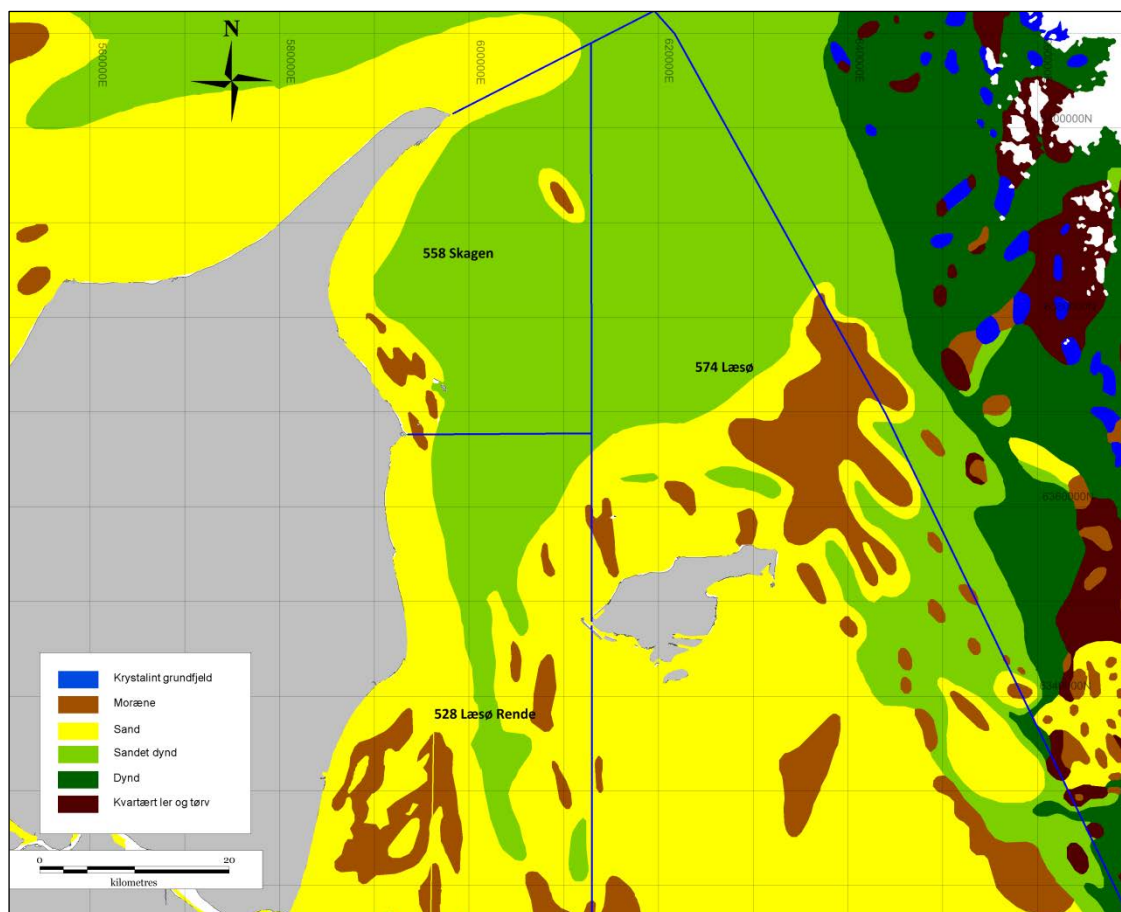
De største vanddybder findes i den nordlige del af 574 Læsø og i den østlige del af 558 Skagen, samt i et langstrakt strøg, der strækker sig syddover langs den territorielle grænse mellem Dan-

mark og Sverige (figur 7.2). Her ligger vanddybderne typisk på 30-55 meter. De kystnære områder omkring Læsø, primært syd for øen, er domineret af meget lave vanddybder omkring 0-6 meter. Generelt er vanddybderne syd for Læsø markant lavere i forhold til nord for Læsø. Syd for Læsø er bundtopografien meget jævn med en vanddybde omkring 10 meter. Læsø Rende kanalen gennemskærer de højere liggende områder vest for Læsø, hvor vanddybderne når op på 15-35 meter.



Figur 7.2. Farvekontureret dybdekort for det nordlige Kattegat.

Fordelingen af havbundssedimenter i området fremgår af figur 7.3. Store dele af den nordlige del af området er domineret af dyndet sandede aflejringer. Dynd og sandet dynd ser ud til at forekommer sjældent længere mod syd, dog med undtagelse af de dybere dele af Læsø Rende, samt de dybeste områder øst for Læsø. De dyndholdige sedimenter er i høj grad sammenfaldende med de dybereliggende områder. De lavereliggende områder langs Jyllands østkyst og omkring bankestrukturerne er præget af residualsedimenter bestående af sandede aflejringer, som stedvist er grusede og stenede. I størstedelen af området syd for Læsø samt i området nordøst for Læsø ligger morænen tæt på havbunden. Desuden stikker de glaciale aflejringer op i området omkring Hirsholmene og ved Herthas Flak. Sandet forekommer dels som postglaciale akkumulationer og dels som partielt omlejrede glaciale og senglaciale sedimenter. Sporadiske aflejringer af kvartært ler og tørv stikker frem på havbunden sydøst for Læsø tæt på den territorielle grænse mellem Danmark og Sverige. Fordelingen af overfladesedimenter er angivet på overfladesedimentkortet jf. figur 7.2.



Figur 7.3. Fordelingen af overfladesedimenter i den nordligste del af Kattegat (bilag A3 i stort format). Fra Hermansen og Jensen (2000).

7.2 Kortlægning og databaggrund

Det seismiske net og fordelingen af boringer/overfladeprøver (figur 7.4) i den nordlige del af Kattegat har en varierende dækningsgrad og linjeafstand, med størst dækning omkring habitatområdet i Læsø Rende området, i området nord og øst for Læsø, i ressourceområdet Skagens Rev, i habitatområderne Harthas Flak, Hirsholmene og Læsø Trindel.

558 Skagen er præget af et sparsomt datagrundlag og området er ikke blevet kortlagt regionalt. I forbindelse med habitatkortlægningerne i 2011-2012 for Naturstyrelsen, blev habitatområderne Herthas Flak og Hirsholmene detaljeret kortlagt. Antallet af boringer og grabprøver er meget begrænset i Skagensområdet. Grundet det meget begrænset datagrundlag er der ikke tidligere foretaget ressourceopgørelser for 558 Skagen.

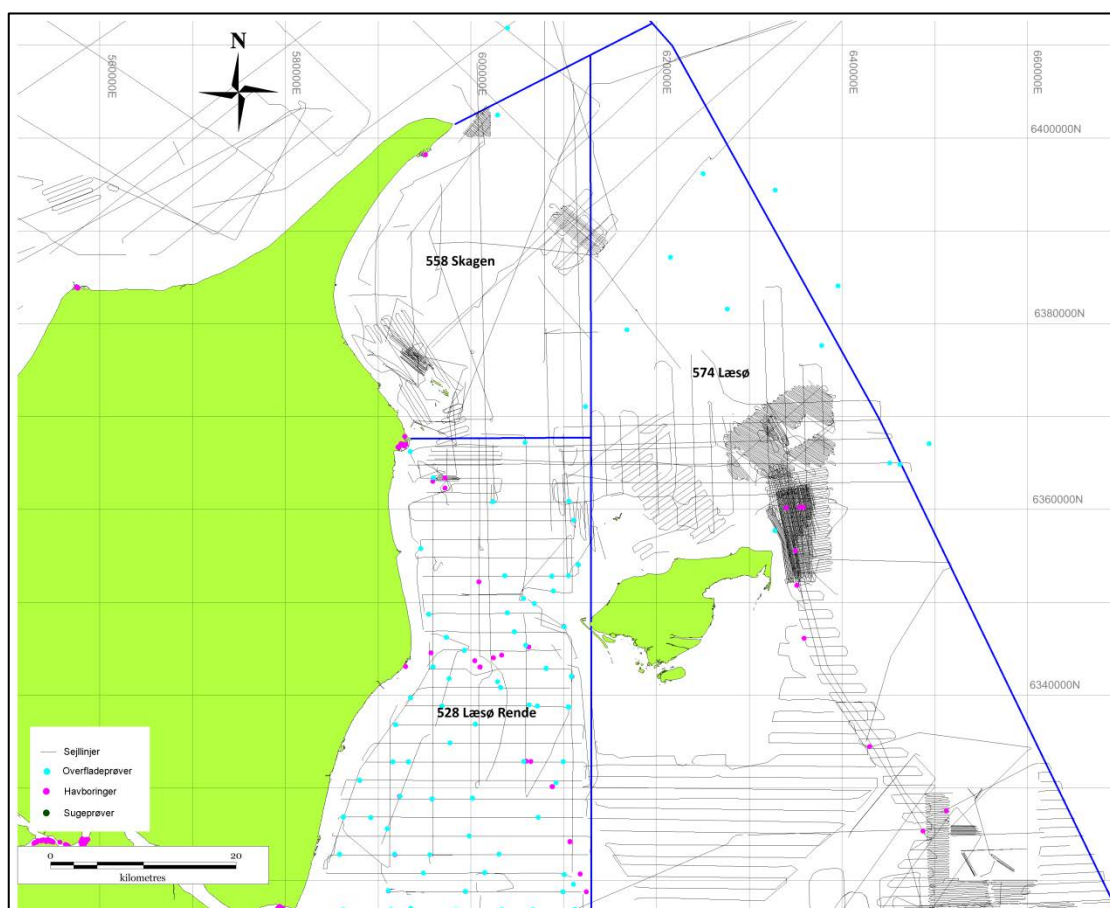
Læsø Rende området er blevet regionalt kortlagt i 1983 i forbindelse med Fredningsstyrelsen råstofkortlægningskampagne (Fredningsstyrelsen, geoteknisk rapport, 1983). Kortlægningen herfra ligger stadig til grund for den regionale afgrænsning af mulige ressourceområder, og Læsø Rende indgår ikke i serien af Skov-og Naturstyrelsens blå havbundsrapporter. På baggrund af den regionale kortlægning er Læsø Rende 528 dækket af et systematisk seismisk net samt en del overfladeprøver og enkelte boringer.

I forbindelse med etableringen af et strømkabel henover Læsø Rende var GEUS i 2011 med til at foretage en detaljeret undersøgelse i Læsø Rende for EnergiNet.dk. I den forbindelse blev der udført en række nye marine geotekniske boringer, samt seismiske undersøgelser i et tværsnit henover Læsø Rende.

Mængden af data er meget sparsom i den nordligste del af Læsø 574 området – dog findes her en serie af tilgængelige overfladeprøver. Området lige nord for Læsø er systematisk kortlagt af GEUS tilbage i 1996. Nord for Læsø er der desuden et nyere tæt seismisk net, som er indsamlet af GEUS i forbindelse med Naturstyrelsens habitatkortlægning i 2012.

Der er foretaget en række seismiske undersøgelser i Læsø Trindel området nordøst for Læsø. I forbindelse med habitatkortlægningen for Naturstyrelsen i 2011 kortlagde GEUS området. Derudover har GEUS for Rohde Nielsen A/S foretaget undersøgelser i området øst for Læsø.

I området syd og sydøst for Læsø er der ligeledes en række seismiske survey. Blandt andet er området ned langs flanken til dybrenden kortlagt af GEUS i 2011 i forbindelse med råstoftkortlægningen Naturstyrelsen. Desuden forelægger der et systematisk net af seismiske linjer i det lavvandede område syd for Læsø, som blev indsamlet af GEUS i forbindelse med Habitatkortlægningen for Naturstyrelsen i 2012. Enkelte boringer er at finde i området sydøst for Læsø.



Figur 7.4. Fordelingen af seismiske linjer, boringer og overfladesedimentprøver i den nordligste del af Kattegat (Bilag A2 i stort format).

7.3 Ressourceforekomster

De hidtil kendte råstofforekomster og indvindingsområder i den nordlige del af Kattegat omfatter fællesområdet 558-CB og efterforskningsområdet Skagens Rev samt fællesområderne nordøst for Læsø, 574-AA Læsø Nordøst og 574-DD, som nu er udtømt. Derudover er der foregået en del indvinding ved indsejlingen til Limfjorden, samt sporadisk indvinding nordvest for Læsø i et tidligere fællesområde benævnt 528-AA.

De kortlagte ressourceforekomster i den nordligste del af Kattegat viser, at råstofressourcerne repræsenterer et bredt spektrum af kornstørrelser og kvalitet, omend de finkornede sedimenter er dominerende. Fin-mellemkornet forekomster dominerer hovedsageligt Læsø Rende. Grovere sedimenttyper bestående af grus og ral findes nordøst for Læsø samt ved Skagens Rev. Evalueringen af de marine råstofforekomster i området viser at der er store potentielle sandressourcer sydøst for Læsø.

Baseret på de tidligere havbundsundersøgelser blev ressourceområderne nummeret med seks-cifrede 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 Århus Bugt området. Kun i mindre områder har kommercielle råstofundersøgelser fundet sted, og disse undersøgelser har ikke ændret væsentligt på den generelle viden om fordelingen af ressourcerne. Børingsdata er i nærværende rapport blevet gennemgået og har dannet basis for en differentiering af de kortlagte råstofforekomster i spekulative, sandsynlige, og påviste ressourcer.

7.3.1 Projektområde 558 Skagen

Der er kortlagt meget få ressourcer i Skagensområdet. Der er ikke tidligere foretaget ressourceopgørelse for området, og grundet det ringe datagrundlag både i form af boringer, overfladeprøvetagninger, samt seismiske undersøgelser, er vurderingen og kendskabet til råstoffer i området både usikkert og begrænset. Den mest kendte ressource i området er Skagens Rev, som inkluderer fællesområdet, 558-CB. Ressourcen er en recent dynamisk sandbanke, som er beliggende nordøst for Grenen på vanddybder omkring 6-25 meter. Der er foregået massiv indvinding af fyldsand i fællesområdet, 558-CB Skagens Rev, mens der er indvundet store mængder af ral vest for herfor. Ressourcen er blevet inddelt i tre mindre områder 558.001-558.003, som alle repræsenterer forskellige dele af den recente sandbanke.

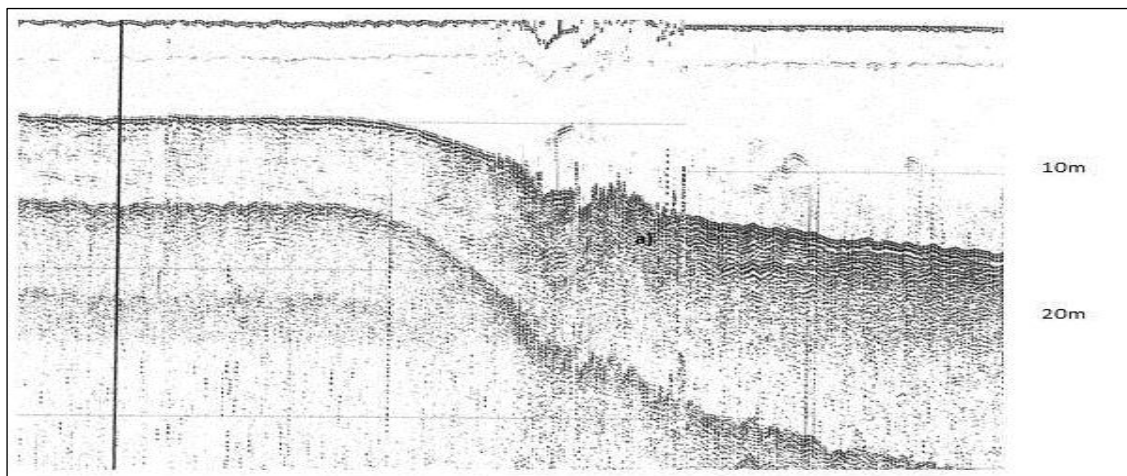
558.001 (Skagens Rev):

Denne ressource udgør den vestlige del af sandbanken og betegnes som sandsynlig, idet der er indvundet ral og grus i området. Forekomsten består af grovere materiale, som akkumuleres på vestsiden af sandbanken af den stærke østgående strøm. Der er ingen tilgængelige boringer eller overfladeprøver fra ressourcen. Udbredelsen af ressourcen er i høj grad baseret på bathymetrikortet. Ifølge seismisk profil 558.002 er tykkelsen 3-5 meter.

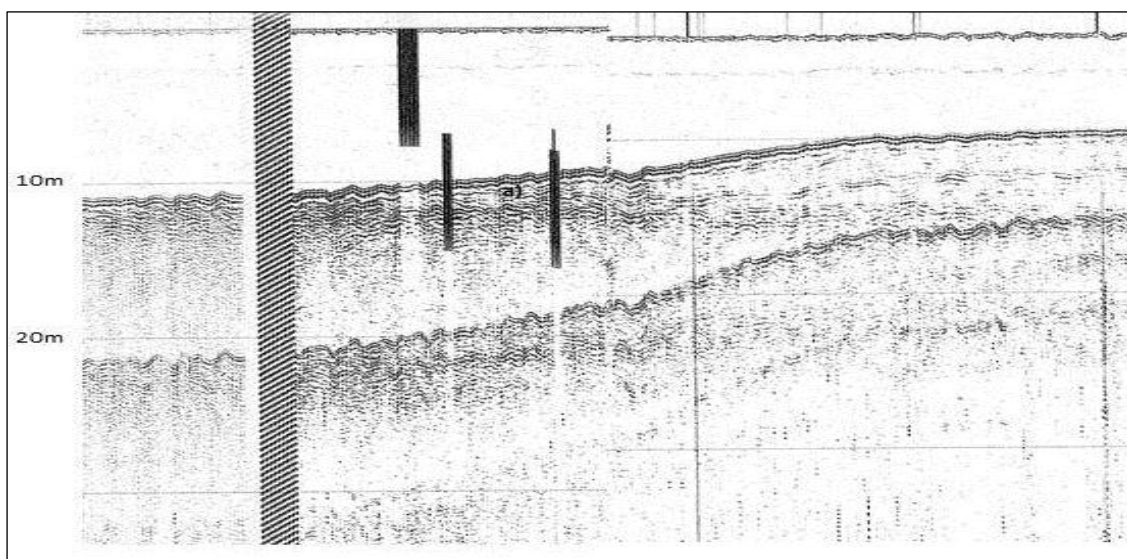
558.002 (Skagens Rev):

Denne ressource udgør den østlige del af den recente dynamiske sandbanke og betegnes som sandsynlig, idet der er indvundet fyldsand i områder. Ressourcen består sandsynligvis af modnet velafrundet marint sand med skalfragmenter, og kornstørrelsen kan forventes at variere over flere sandkornsstørrelser. Der er ingen tilgængelige boringer eller overfladeprøver fra res-

sourcen. Udbredelsen af ressourcen er i høj grad baseret på det bathymetriske kort. Ifølge det seismisk profil 558.002 er tykkelsen 3-5 meter.



Figur 7.4. Seismisk profil 558.002, der krydser Skagens Rev ressourceområde 558.001. På udsnittet ses den nordvestlige flanke af bankestrukturen. Forekomsten er angivet med a). Der er tydelig spor efter sand-sugninger.



Figur 7.5. Seismisk profil 558.002, der krydser Skagens Rev ressourceområde 558.002. På udsnittet ses den sydøstlige flanke af bankestrukturen. Forekomsten er angivet med a).

558.003 (Syd for Skagens Rev):

Denne ressource ligger syd for den recente dynamiske sandbanke på Skagens Rev og må betegnes som spekulativ, idet den ligger uden for indvindingsområderne. Ressourcen tolkes som en sydlig forlængelse af den recente dynamiske sandbanke, som formodentlig er dannet af de kraftige strømme som løber forbi Skagens Havn. Der er ingen tilgængelige borer eller overfladeprøver fra ressourcen. Udbredelsen af ressourcen er i høj grad baseret på bathymetrikortet.

Supplerende kortlægning

Eftersom størstedelen af havbunden i området er dækket af et tykt lag finkornet overjord er størstedelen af området uinteressant i råstofmæssig henseende. Dog kan der være interesse i at undersøge de kystnære områder i Ålbæk Bugt, hvor havbunden formodentlig består af grovere

materiale. Der kan desuden forekomme strandvoldsdannelser og moræneknolde. Der foreslås derfor en undersøgelse i et langstrakt bånd langs kysten i Ålbæk Bugt, hvor udføres 10-15 boringer, der kan være med til at belyse sandets kornstørrelse og modenhed. Disse boringer kan derfor være med til at afgøre om området har råstofmæssig interesse.

Det kunne være interessant at følge udbredelsen af de recente sandbanker ud for Skagen. Det er velkendt at der findes grovere materiale i den vestlige del af sandbanken lige nord for Grenen. Dette område er råstofmæssig set meget interessant og en detaljeret seismisk kortlægning samt et tæt grid af boringer vil være relevant.

Det vurderes endvidere, at det vil være interessant at undersøge, hvorvidt de recente sandbanker fortsætter sin udbredelse syd for Skagen. Det vil dermed være relevant med nogle boringer i området syd for Skagen.

7.3.2 Projektområde 528 Læsø Rende

528.001

Er beliggende vest for Rønner Rev på vanddybder omkring 7-14 meter. Forekomsten er belyst ved boring 571024.13, der viser finkornet, marint, postglacial sand. Forekomsten har mægtigheder op til ca. 4 meter. Og underlejres af glaciale aflejringer. Ressourcen er lokaliseret på østflanken af dybrenden.

528.002

Er beliggende i det tidligere indvindingsområde Læsø Nordvest på vanddybder op til ca. 8 meter. Forekomsten er belyst af en række boringer bl.a. 571024.14, som viser tykke sandmægtigheder. Ressourcen består af marint, postglacialt, fint-mellemkornet sand, med tendens til mere finkornet nedefter. Der er ligeledes en række prøvetagninger tilgængelig for forekomsten, som alle viser sand på havbunden. Der har tidligere været indvundet en begrænset mængde sand 1 fra området.

528.003

Er lokaliseret på vestsiden af Søndre Rønner Flak på vanddybder generelt omkring 5-10 meter. Forekomsten knytter sig sandsynligt til ressourceområde 528.002. Forekomsten er bl.a. belyst af boring 571028.15, som viser knap 11 meter med mellemkornet sand i toppen og med finere materiale nedefter. Der er desuden en række grabprøver tilgængelig for ressourcen, der alle indikerer sand på havbunden. Ressourcen udgøres således af fint-mellemkornet, postglacialt, marint sand, der underlejres af senglacialt, marint, finkornet sand.

I forhold til tidligere ressourceopgørelse er den vestlige afgrænsning af ressourcen trukket længere mod vest, idet den nyere geotekniske boring 571028,1 indikerer mellem-groft sand.

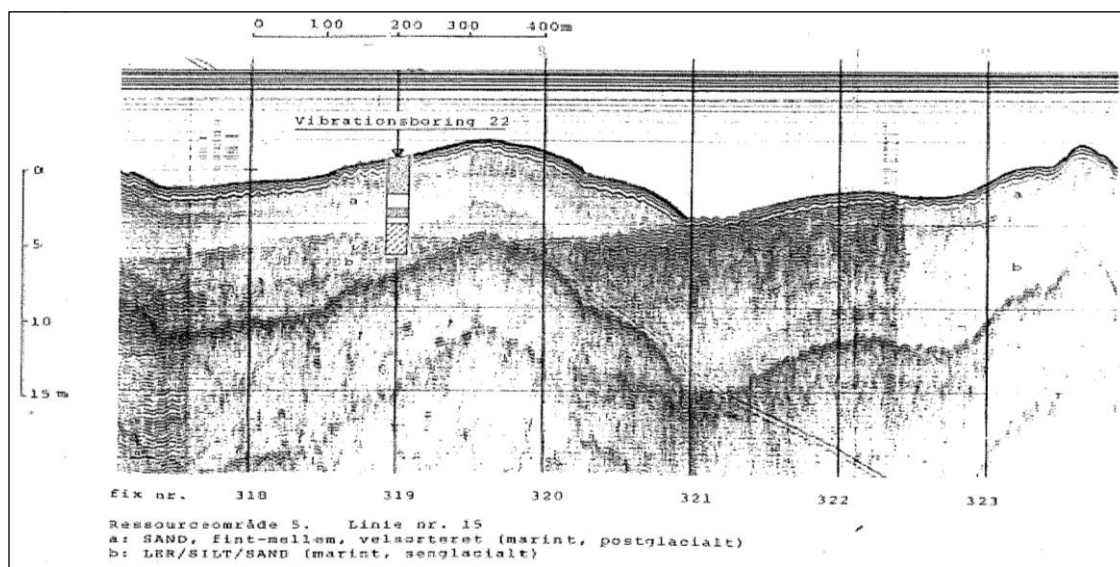
528.004

Forekomsten ligger langs den nordlige del af Læsø Rende på vanddybder omkring 14-25 meter. Forekomsten synes at være en recent sandbanke strømafsat på bunden i Læsø Rende. En række grabprøver, samt to boringer er tilgængelig fra ressourcen. Boring 571027.36, som er en ny boring fra 2010 viser således mellem-groft sand ned til 1,7 meter med partier af grus, som er borningsdybden, mens boring 571027.29 viser sandmægtigheder over 5 meter, der underlejres af senglaciale silt- og leraflejringer. Forekomsten formodes derfor at udgøres af fint-groft, postglacialt, marint sand med partier af grus. Der er registreret sandbølger oven på ressourcen.

I henhold til de to nye geotekniske boringer (571027,35 + 571027,36) er den sydlige afgrænsning blevet optimeret en smule og ressourcen er blevet opgraderet til en sandsynlig forekomst.

528.005

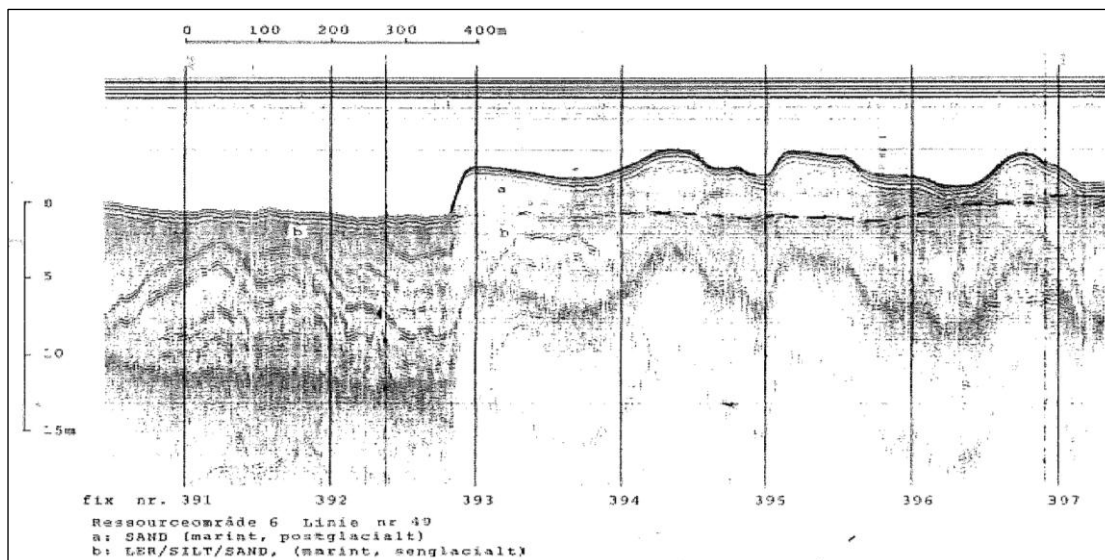
Er beliggende tæt på østkysten af Vendsyssel fra Lyngsø i nord til Aså i syd på grundene Dvalegrund og Middelgrund, hvor vanddybden generelt ligger på 5-13 meter. Ressourceområdet afgrænses af Læsø Rende mod øst, hvor tykkelsen også er størst. Der er enkelte boringer, der gennemborer ressourcen (figur 7.6). Boring 571027.26 viser således sandmægtigheder på 5-6 meter, hvor de øverste 1,15 meter er beskrevet som fint sand. Der er desuden en række tilgængelige grabprøver, som alle viser sand på havbunden. Ressourcen består overvejende af velsorteret, finkornet sand, men også af groft silt af postglaciale, marin oprindelse. Ressourcen underlejres af senglaciale siltholdige sandaflejringer. På grund af gasforekomster i området er afgrænsningen og mægtigheden af ressourcen usikker.



Figur 7.6. Seismisk snit gennem resourceområde 528.005. Forekomsten er angivet med a).

528.006 + 528.007

Omfatter de kystparallelle grunde i området ud for Aså og Hou, som mod øst afgrænses af Svitreringen Rende. Forekomsten kan skønnes som en forlængelse af resourceområde 528.005 på vanddybder omkring 5-9 meter. Det formodes, at forekomsten til dels udgøres af dynamiske bundformer, som er tæt relateret til den recente parallelle kyststrøm. Forekomsten udgøres af velsorteret, fint-mellemkornet, postglaciale, marint sand. Tendensen er, at sandet er en anelse grovere relativt til resourceområde 528.005. Der er et par tilgængelige boringer i området samt en række grabprøver, som entydigt afslører sand på havbunden (figur 7.7). Boring 571031.22 viser således en mellemkornet sandmægtighed på 2,7 meter underlejret af marint senglaciale/glaciale ler og finkornet sand. Ressourcerne 528.006 og 528.007 må formodes at være to sammenhængende resourceområder. Begge resourceområder formodes at have en mægtighed på op til 3-4 m.



Figur 7.7. Seismisk snit gennem ressourceområde 528.006. Forekomsten er angivet med a).

528.008 + 528.009

Disse to forekomster minder meget om hinanden og må formodes at være en sydlig fortsættelse af ressourceområde 528.006. Begge områder ligger i Svitrinen på vanddybder mellem 6 og 9 meter. Ressource 528.008 er belyst ved boring 571031.23, som viser en sandtykkelse på 1,8 meter underlejret af ca. 1,5 meter silt. Der har tidligere foregået begrænset indvinding sted i området af typen sand 1. Ressource 528.009 er kun belyst ved overfladeprøvetagninger, som viser sand på havbunden. Begge ressourcer udgøres af finkornet marint, postglaciale sand. Grundet manglende borer er mægtighederne af ressourcerne noget sikre, men mægtigheden skønnes til 1-1,5 meter lokalt op til 3 meter for ressource 528.008.

528.010

Er beliggende i den sydlige del af Svitrinen og omfatter grunden vest herfor og ligger på vanddybder mellem 6 og 10 meter. Mægtighederne af aflejring af marint, postglaciale sand er op til ca. 3 meter. Mægtigheden er størst mod nord. Enkelte grabprøver samt en enkelt boring er tilgængelig for forekomsten, der viser postglaciale, marint fint-mellemkornet sand, der underlejres af siltrige seneglaciale/glaciale aflejringer. Der er tidligere indvundet sand 1 og fyldsand i området.

528.012:

Dette ressourceområde omfatter Hals Barre området, og udgør de indeværende indvindinger til Ålborg Portland, der er foregået i dette område i forbindelse med oprensninger af sejlrenden. Selve barreområdet, som omgiver sejlrenden, må antages at bestå af samme type materialer som det oprensede dvs. Postglaciale, marint finsand. Den specifikke afgrænsning af ressourceområdet er derfor ukendt og arealet må desuden antages at være større.

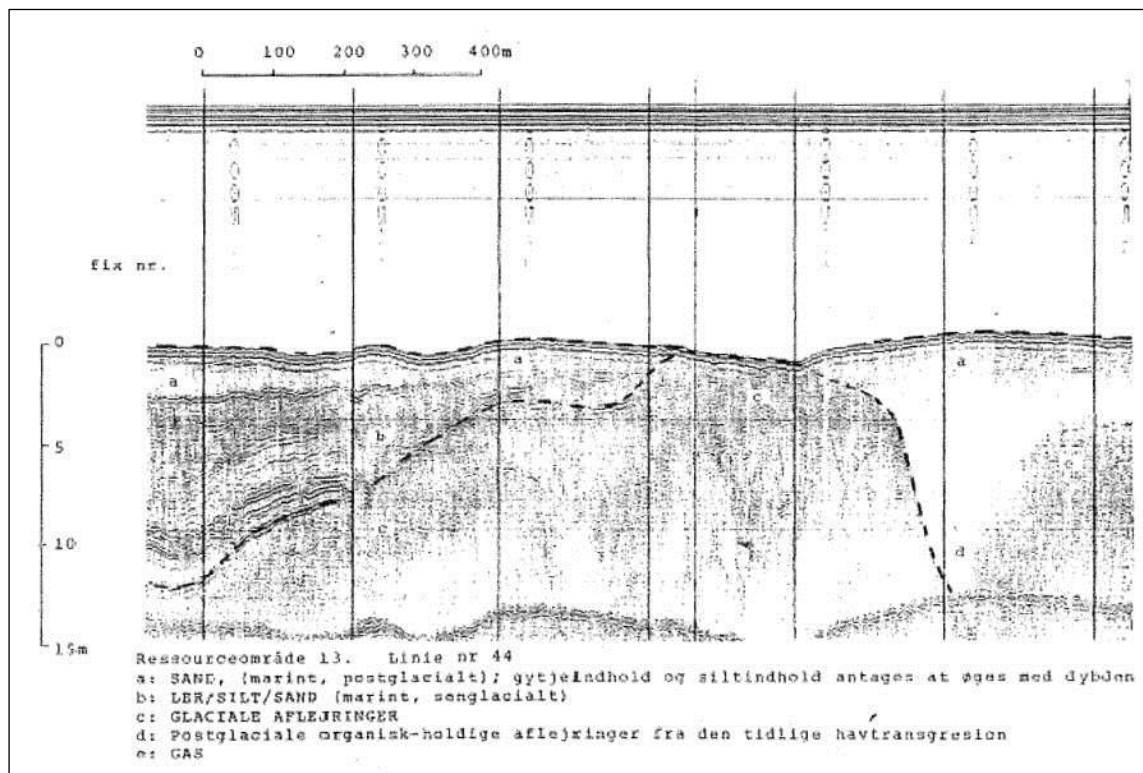
En hel del borer samt enkelte grabprøver er tilgængelig for ressourcen, der belyser tilstedeværelsen af marint finsand. Borer viser, at de største mægtigheder af postglaciale, ret fint sand forekommer tættest på kysten, og at de underliggende glaciale aflejringer overvejende består af fyldsand.

528.014

Dette ressourceområde er en sammenkobling af 528.013 og 528.014. Disse ressourceområder er beliggende på Langrevle, som er en langstrakt N-S gående banke beliggende på vanddybder

omkring 8-12 meter. Forekomsten er belyst af en del boringer bl.a. boring 571031.21, som viser en sandtykkelse på 4.5 meter. Ressourcen udgøres af velsorteret, fint-mellemkornet postglacialt marint sand. Stedvist, findes der et svagt siltindhold i ressourcen. Mod øst afgrænses ressourcerne af Læsø Rende, hvor der forekommer mere finkornede og dyndholdige sedimenter. Det formodes, at forekomsten har en mægtighed på 2-3 meter og den underlejres af senglacialt, siltholdigt finsand og glaciale flager (figur 7.8)

Ressourceområdet Langrevle fortsætter sydover ind i Hadsund området og ligger på vanddybder omkring 8-14 meter. Boring 561007.4 gennemborer forekomsten viser en tykkelse på 2,8 meter af postglacialt sand, som må antages at være fint-mellemkornet. Der er desuden foregået begrænset indvinding i den sydlige del af området, hvor der er produceret sand 1.

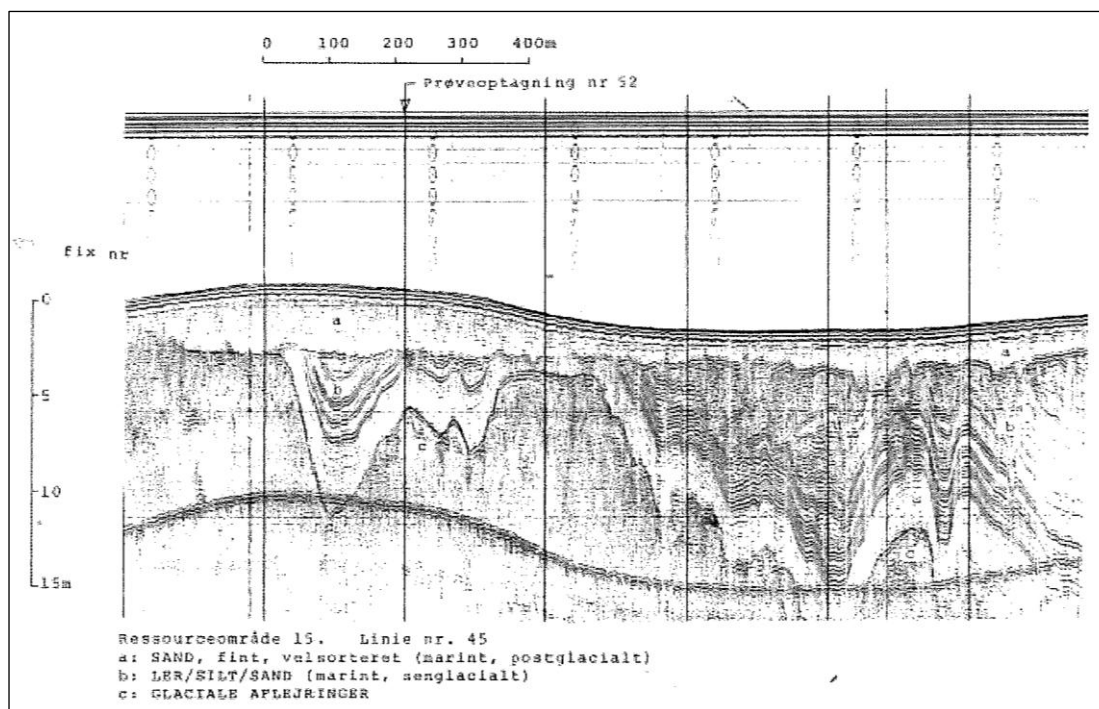


Figur 7.8. Seismisk snit gennem ressourceområde 528.014. Forekomsten er angivet med a).

528.015 + 528.016

Disse ressourceområder er beliggende på grundene Vestre Knold og Østre Knold umiddelbart øst for Langrevle på vanddybder omkring 8-11 meter. De er meget sammenlignelige med ressourceområde 528.014. Forekomst 528.015 (figur 7.9) er kun belyst af grabprøver, der alle viser sand på havbunden, mens forekomst 528.016 er belyst af boring 561004.11, som viser over 10 meter sand. Grundet den tætte sammensætning mellem sandet indeni og udenfor ressourcen er tykkelsen svær at bestemme. Begge ressourcer udgøres af fint-mellemkornet postglacialt marint sand med indslag af groft silt, der underlejres af marine, senglaciale aflejringer samt stedvist glaciale flager. Der antages dog en mægtighed på op til ca. 5 meter.

De to nævnte spekulative ressourceområder fortsætter sydover ind i Hadsund området og ligger på vanddybder omkring 8-14 meter. Boring 561007.6 gennemborer ressource 528.015 i den sydlige del og viser 1,5 meter sand oven på et tyndt lag dynd, der i overlejrer et tykkere sandlag. Den sydlige del af ressource 528.016 er ikke belyst af nogen boringer eller prøvetagninger.



Figur 7.9. Seismisk snit gennem ressourceområde 528.015. Forekomsten er angivet med a).

528.017

Er beliggende på grunden nordøst for Østre Knold på vanddybder mellem 8 og 11 meter. På samme vis som de nærliggende ressourcer udgøres 528.017 af fint-mellemkornet postglacialt marint sand med indslag af groft silt. Der er kun overfladeprøvetagninger tilgængelig for området, som alle indikerer sand på havbunden. På baggrund af de seismiske data estimeres tykkelsen af ressourcen til omkring 2-3 meter.

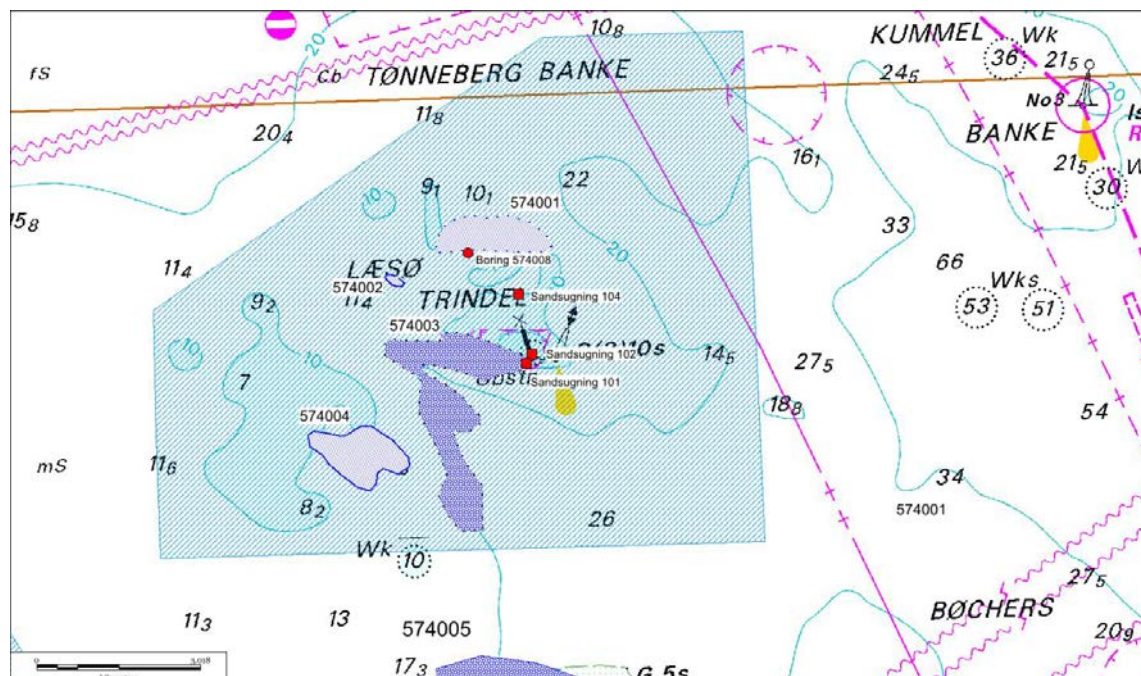
528.018

Ressourcen ligger som skulder på østsiden af Læsø Rende, syd for Søndre Rønner Flak. Der er ikke udført prøvetagninger eller borer i området. Sedimenterne må formodes at være finkornet og siltholdige. På baggrund af de akustiske data antages en mægtighed på op til ca. 4 meter.

7.3.3 Projektområde 574 Læsø

Læsø Trindel

Der er kortlagt fire råstofforekomster på Læsø trindel- 574.001-004 (figur 7.10). Forekomsterne forventes at indeholde sand og grus ressourcer.



Figur 7.10. Oversigtskort Læsø Trindel

Baseret på de indsamlede data og borer og øvrige punktdata i området, er det antaget at området Læsø Trindel er opbygget ovenfra af postglaciale marine sedimenter, der hviler på et erosionssnit af Yoldialer og det underliggende glaciale landskab der er udformet under den sidste istid. (Larsen B. 1996). Der er ikke påtruffet moræner i området, men det antages at der er ældre Yoldialer med drop sten samt Skærumhedelagene i området. Ressourcerne i området, der har mægtigheder på maksimalt 4 m, forventes at være residual aflejringer fra erosion af de ovennævnte geologiske lag.

574.001 (Læsø Trindel)

Forekomsten er klassificeret som påvist, idet den er dækket af et tæt net af seismiske data og den er boret ved Boring 574.008. Ressourcen udgøres af en akkumulation af recente til sub recente marine mellem- til grovkornede sandsedimenter. Forekomsten dækker et areal på ca. 1 og har en maksimal tykkelse på 4 m og har et volumen på ca. 0,7 mio. m³. Den er beliggende på den nordøstlige flanke af Læsø Trindel og vanddybden i området er omkring 10 m. Da Sandressourcen antages at være omlejret og bl.a. påvirket af bølgestrøm et dynamiske miljø på toppen af Læsø Trindel./grus forekomsterne forventes at den vil kunne anvendes som tilslagsmaterialer, Der er ikke registreret prøvesugninger inden for forekomsten. Området er fuldt dækket af Natura-2000 området 192.

574.002 (Læsø Trindel)

Forekomsten er klassificeret som spekulativ, da den kun er lokaliseret på en enkelt seismiske linje og der er ingen prøver fra forekomsten. Ressourcen udgøres af en akkumulation af recente til sub recente marine sandede sedimenter. Forekomsten dækker et areal på ca. 0,1 og har en maksimal tykkelse på 1½ m og har et volumen på ca. 0,1 mio. m³. Den er beliggende på den

centrale del af Læsø Trindel sydvest for ressource 574.001, og udgøre aflejringer i en mindre depression i et fladt landskab. Vanddybden i området er omkring de 10 m. Da sandressourcen antages at være omlejret, bl.a. påvirket af bølgestrøm et dynamiske miljø på toppen af Læsø Trindel, forventes det, at den vil kunne anvendes som tilslagsmaterialer, Der er ikke registreret prøvesugninger inden for forekomsten. Området er fuldt dækket af Natura-2000 område 192.

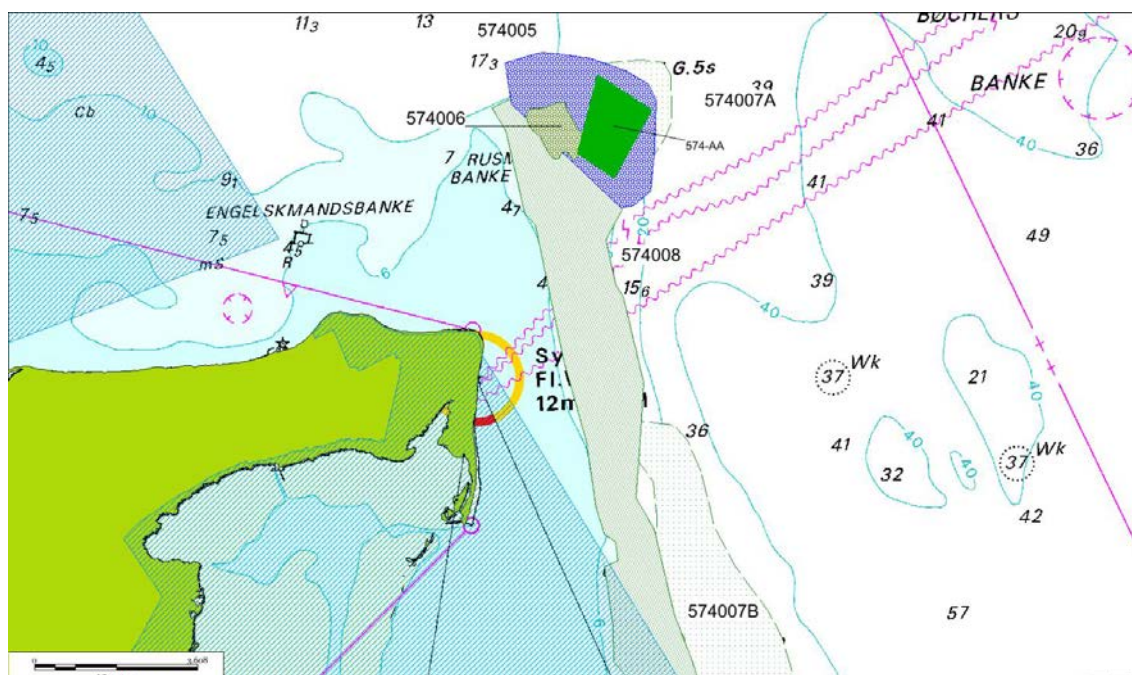
574.003 (Læsø Trindel)

Forekomsten er betegnet som en påvist idet den er dækket af et tæt net af seismiske data, samt at der ved prøvesandsugninger er påvist ralressourcer i forekomsten. Ressourcen udgøres af en akkumulation af recente til sub recente marine sandede og grusede sedimenter med et indhold af ral. Forekomsten dækker et areal på ca. 3.2 km² og har en maksimal tykkelse på 4 m og har et volumen på ca. 7.8 mio. m³. Den er beliggende på den sydøstlige flanke af Læsø Trindel og vanddybden i området er imellem 10 og 20 m Da Ressourcen antages at være omlejret og bl.a. påvirket af bølgestrøm et dynamiske miljø på toppen af Læsø Trindel, antages det at der er sket en opkoncentrering af grovere materialer, grus og ral og materialet kan have kvalitet som tilslag til beton. Ressourcen antages at variere i sammensætningen inden for området. Området er fuldt dækket af Natura-2000 området 192.

574.004 (Læsø Trindel)

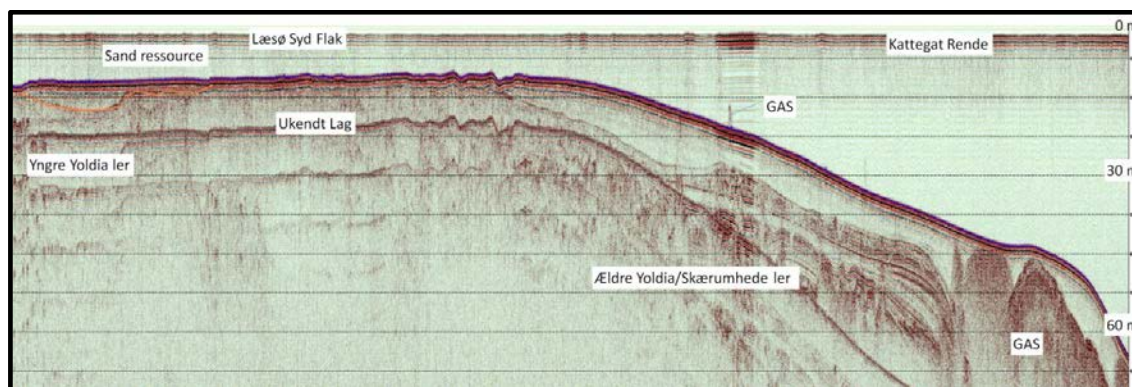
Forekomsten er klassificeret som spekulativ, da den kun er lokaliseret på en enkelt seismiske linje og der er ingen prøver fra forekomsten. Ressourcen udgøres af en akkumulation af recente til sub recente marine sandede sedimenter. Ressourcen udgøres af en akkumulation af recente til sub recente marine sandede sedimenter. Forekomsten dækker et areal på ca. Areal 1.3 km² og har en maksimal tykkelse på 4 m og har et volumen på ca. 1.5 mio. m³. Den er beliggende på den sydlige flanke af Læsø Trindel og vanddybden i området er omkring de 10 m. Da Ressourcen antages at være omlejret og bl.a. påvirket af bølgestrøm et dynamiske miljø på toppen af Læsø Trindel, antages det at der kan ske en op koncentrering af grovere materialer groft sand til grus. Det forventes at den kan variere i sammensætningen inden for området. Det forventes at materialerne vil kunne anvendes som tilslagsmaterialer, Der er registreret to prøvesugninger inden for forekomsten. Området er fuldt dækket af Natura-2000 området 192.

Læsø Øst/sydøst



Figur 7.11. Oversigtskort Læsø Øst.

Der er kortlagt fire råstofforekomster på Læsø Øst/Sydøst området 574.005-008 (figur 7.11). Forekomsterne forventes at indeholde sand og grus ressourcer. Baseret på de indsamlede data og borer og øvrige punktdata i området, er det antaget, at området Øst for Læsø er opbygget ovenfra af tykke postglaciale marine sedimenter, der hviler på et erosionssnit af Yoldialer og det underliggende glaciale landskab der er udformet under den sidste istid. Der er ikke påtruffet moræner i området, men det antages, at der er ældre Yoldialer med dropsten samt Skærumhede lagene i området (Figur 7.12).



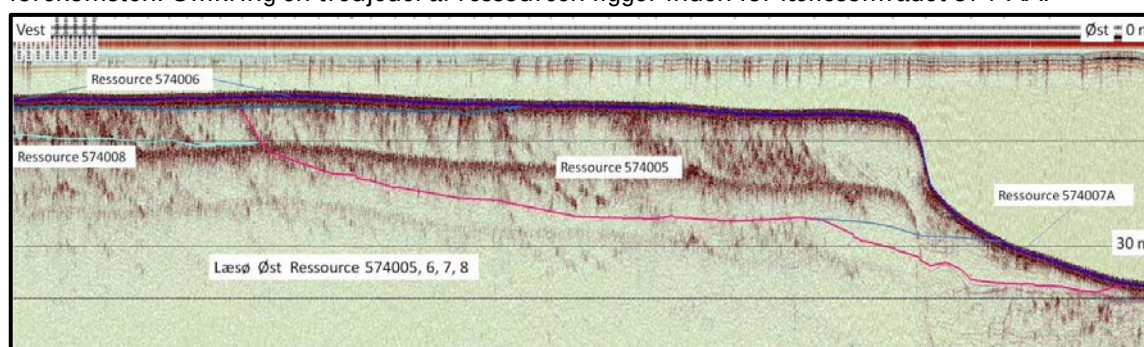
Figur 7.12. Seismisk profil Læsø Sydøst

Ressourcerne i området har mægtigheder på maksimalt 28 m. Det er antaget, at kilden til de større sandmængder, dels kan stamme fra tidligere glaciale smeltevandsaflejringer, dels fra erosion af moræner, dels fra erosion af ældre Yoldialer ler som er til stede i området. Der foreligger ingen dokumentation for en tidligere tilstedeværelse af sandede smeltevandsaflejringer og moræner ved undersøgelserne fra området. På figur 7.12 er angivet områder, hvor det forventes at være yngre og ældre Yoldialer. Imellem de 2 områder er der angivet et "ukendt lag" der er, er øverste dækket af et erosionsslag med nogle meter sand og grus, og herunder er der strukturløse sedimenter, der eventuelt kan indeholde rester af de manglende glaciale lag af moræne og san-

dede smeltevandsaflejringer, fra de sidste glaciale fremstød i området. I Fællesområdet 574-AA Læsø Øst er der indvundet fyldsand, og der er 2 borer i dette område, der indeholder fint til mellemkornet sand. Begge borer ligger i indvindingsområdet og må forventes at være påvirket af indvindingen.

574.005

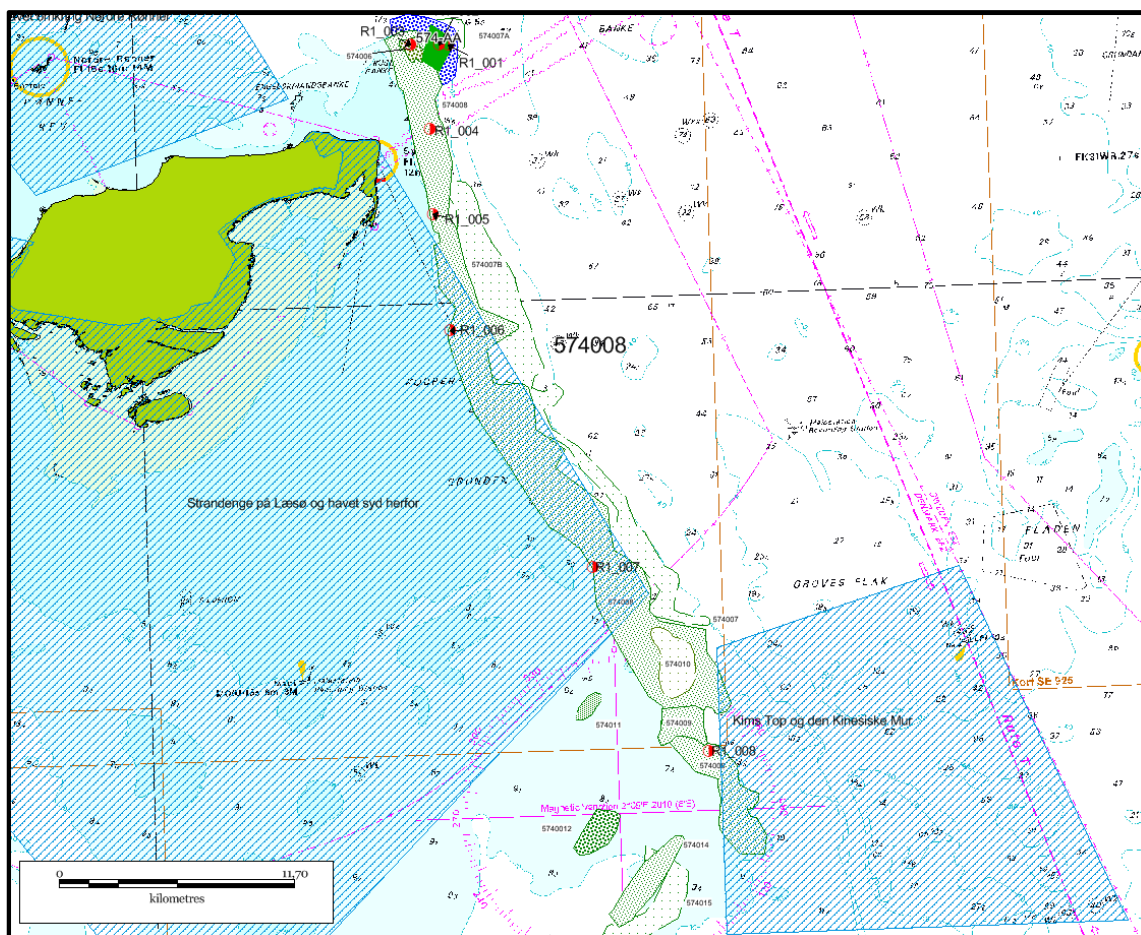
Forekomsten er klassificeret som påvist, idet der er foretaget indvinding af råstoffer fra ressourcen og der ved boring er påviste ressourcer i området. Da den er kortlagt ud fra et åbent net af seismiske data er ressourcemængderne ikke præcise. Ressourcen udgør et stort akkumulationsflak af marine, yngre holocæne sandforekomster (Figur 7.13). Forekomsten dækker et areal på ca. 7.2 km² og har en maksimal tykkelse på 28 m og har et volumen på ca. 95 mio. m³. Vanddybden i området er omkring de 10 m. Ressourcen antages at kunne indeholdt såvel sand som grusressourcer, og da aflejringerne dels har fundet sted i et dynamiske marint miljø og materialet er det sandsynligt, at det kan anvendes som tilslagsmaterialer. En del af den indvinding der har fundet sted er landet som sand 1 materiale. Der er ikke registreret mange sugninger inden for forekomsten. Omkring en tredjedel af ressourcen ligger inden for fællesområdet 574-AA.



Figur 7.13. Seismisk Profil Læsø Øst. Ressourceområde 574.005 – 8.

574.006

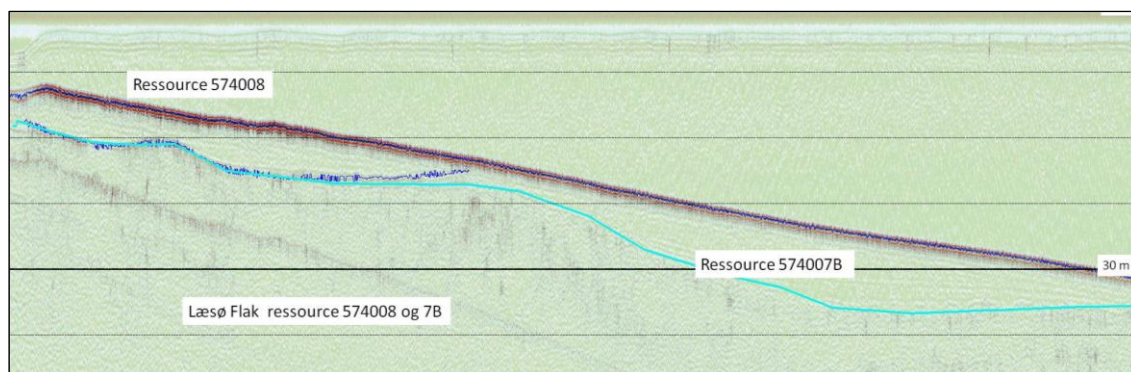
Forekomsten er klassificeret som sandsynlig, idet der ved boring (R_003) er påviste ressourcer i området og der er enkelte sandsugninger der understøtter dette. Da den er kortlagt ud fra et åbent net af seismiske data er ressourcemængderne ikke præcise. Boringen viser tilstedeværelse af mellemkornet sand, der er veksellejret med mere organisk sandlag med tangrester, der kan tolkes som stormsandlag. Ressourcen udgør et mindre akkumulationsflak af der overlejrer ressourcerne 574.005 og 574.008 (Figur 7.13). Forekomsten dækker et areal på ca. 1 og har en maksimal tykkelse på 5 m og har et volumen på ca. 3,7 mio. m³. Vanddybden i området er omkring de 10 m, med områder på under 10 m's vanddybde. Ressourcen antages at kunne indeholde såvel sand som grusressourcer, og da aflejringerne dels har fundet sted i et dynamiske marint miljø og materialet er det sandsynligt at det kan anvendes som tilslagsmateriel. Der er ikke registreret mange sugninger inden for forekomsten. Omkring en tredjedel af ressourcen ligger inden for fællesområdet 574-AA.



Figur 7.14. Ressourceområde 574.008.

574.008 (Øst-sydøst for Læsø)

Forekomsten er klassificeret som sandsynlig, idet den er påvist ved borer, men dårligt dækket seismisk. Den udgør den østlige kant af Læsø Flak, som strækker sig fra Læsø Øst og ca. 45 km i sydøstlig retning (Figur 7.14). Den udgør potentilet en akkumulation af sand og grusforekomster i en sedimentkile (Figur 7.15) som udgør toppen og den øverste del af skråningen af Læsø Flak mod øst. Der er boret 5 borer R1_004-008 i forekomsten der er fin til mellemkornet sand. Ressourcen dækker et areal på ca. 90 km² og har mægtigheder på op til 10 m. Det samlede volumen er estimeret til omkring 450 mio. m³. Forekomsten er bathymetrisk afgrænset til en dybde på 20 - 30 m, med de største dybder mod syd. En del af grab prøverne fra biologiske undersøgelser inden for ressourcen viser tilstedeværelse af sten og grus i overfladen. De seismiske data viser desuden, forskellige sedimentstrukturer, der kan indikere tilstedeværelse af mere grovkornede sedimenter. Det antages derfor at ressourcen består primært af sand fin til mellemkornet, med mulig for grus og ralforekomster lokalt. Området er delvist dækket i de centrale dele af Natura-2000 området Strandenge ved Læsø og havet syd herfor samt i den sydlige del af Habitatområdet Kims Top og den Kinesiske Mur (Figur 7.14).



Figur 7.15. Seismisk Profil Læsø Sydøst. Ressourceområde 574.008 og 574.007B. Det skønnes, at omkring 75 % af den arealmæssige forekomst ligger indenfor Natura-2000 områderne.

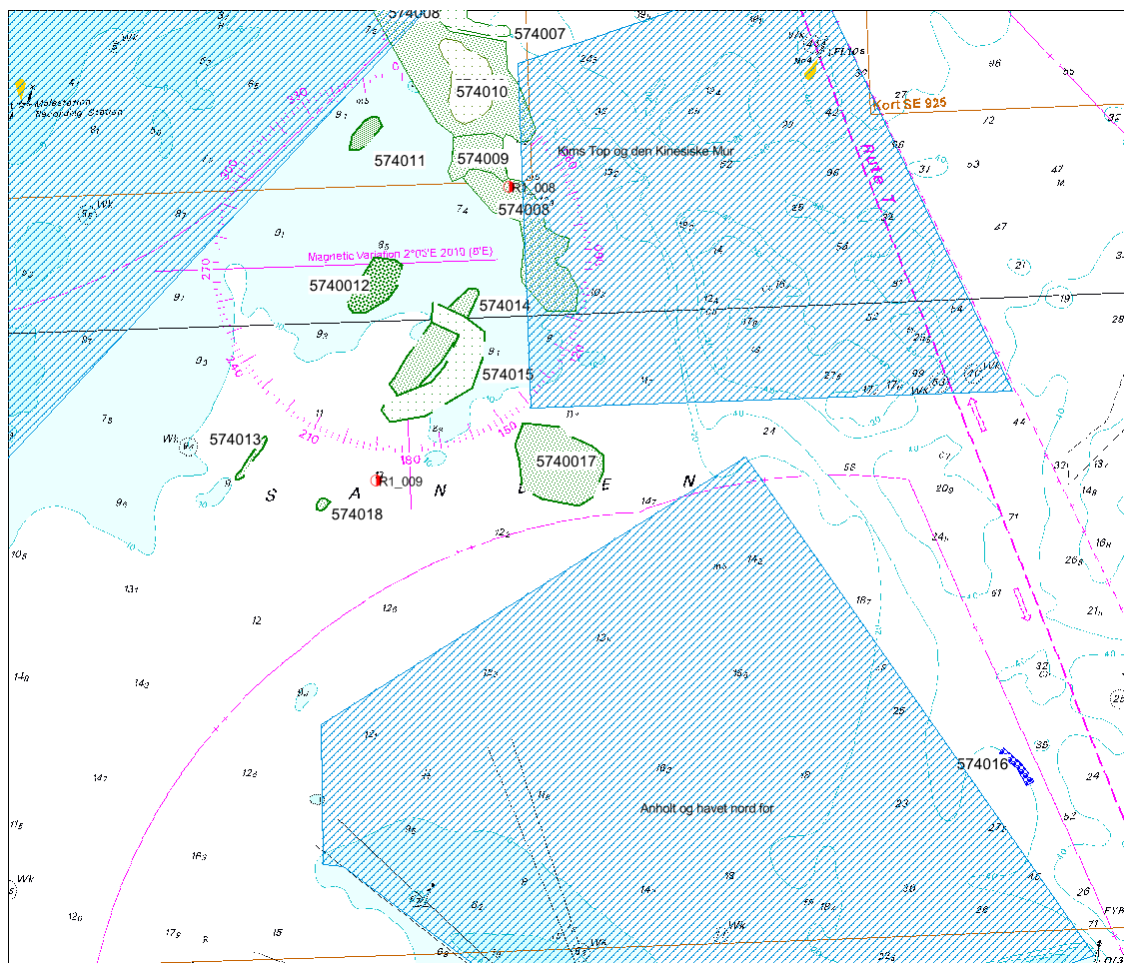
574.007A

Forekomsten er klassificeret som spekulativ. Den antages at bestå af holocænt finkornet sand, der er aflejret over en længere tidsperiode. I det nordlige område, hvor forekomst 574.007A er beliggende, er den aflejret, mens udbygningen af de store sandakkumulationer i Forekomst 574.008 har foregået progressivt mod øst og nordøst, hvorved forekomst 574.007A efterhånden blevet overskredet af udbygningen (Figur 7.13). Forekomsten dækker et område på ca. 2.3 km² og har mægtigheder på op til 6-7 m. Det samlede volumen er estimeret til omkring 2.5 mio. m³. Forekomsten ligger på vanddybder på 25 – 30 m. En mindre del af forekomsten er dækket af fællesområde 574-AA.

574.007B

Forekomsten er klassificeret som spekulativ. Den antages at bestå af holocænt finkornet sand, der er aflejret over en længere tidsperiode. Dette er den sydlige forlængelse af forekomst 574.007, som ligger og udgør slopen af Læsø Flak (Figur 7.15). Forekomsterne i denne del af området er ikke overskredet af flakudbygninger og signaturen af de seismiske data antyder, at forekomsten er meget finkornet med fine strukturer. Der er ingen boring i forekomsten. Forekomsten dækker et område på ca. 3.3 km² og har mægtigheder på op til 2-22 m. Det samlede volumen er estimeret til omkring 730 mio. m³. Forekomsten ligger på vanddybder på 25 – 40 m. Området er delvist dækket i de centrale dele af Natura-2000 området Strandenge ved Læsø.

Læsø Syd

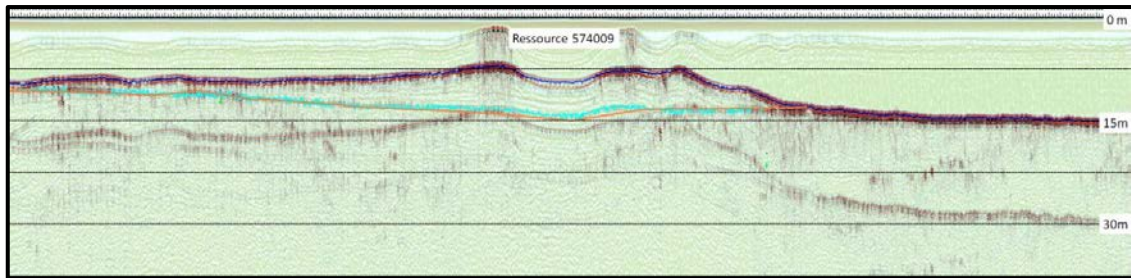


Figur 7.16. Oversigtskort Læsø Syd.

Udover de ressourcer der allerede er beskrevet i de forgående afsnit, som strækker sig ned i det sydlige område er der beskrevet 9 mulige ressourcer fra dette område: 574.009-017 (Figur 7.16). Forekomsterne forventes at indeholde sand-, grus- og ralressourcer. Baseret på de indsamlede data og borer og øvrige punktdata i området, er det antaget, at området Syd for Læsø er opbygget ovenfra af tykke postglaciale marine sedimenter, der hviler på et erosionssnit af Yoldialer og det underliggende glaciale landskab, der er udformet under den sidste istid. Der er påtruffet moræner i den sydligste del af området, ned mod Anholt

Ressourcerne i området, der har typiske tykkelser på 4-5 m. Det er antaget at kilden til de større sandmængder, dels kan stamme fra tidligere glaciale smeltevandsaflejringer, dels fra erosion af moræner, dels fra erosion af ældre Yoldialer ler som er til stede i området, med undtagelse af Ressource 574.016, der kan være dannet som tidlig holocæne druknede kystaflejringer (Jensen et al 2002). Der foreligger ingen dokumentation for en tidligere tilstedeværelse af sandede smeltevandsaflejringer og moræner ved undersøgelserne fra området, bortset fra Anholt området, hvor der er påvist smeltevandssand i vandboringer. Der er 2 borer i dette område, der indeholder fint til mellemkornet sand. Begge borer ligger i indvindingsområdet og må forventes at være påvirket af indvindingen. Herudover er der en række borer på og ved Anholt. Der er i nogle af borerne påtruffet smeltevandsaflejringer.

574.009

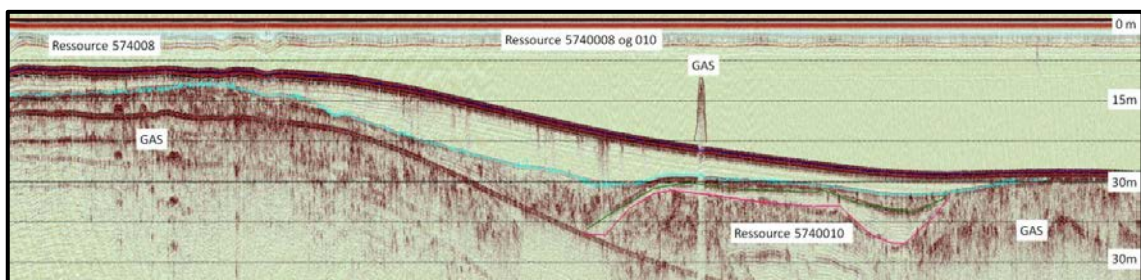


Figur 7.17. Seismisk profil Læsø Syd. Ressourceområde 574.009.

Forekomsten er klassificeret som påvist, idet der er givet en indvindingstilladelse på området. Forekomsten udgør marine holocæne sandforekomster, der er aflejret på den sydlige kant af Læsø Flak, og det forventes, at der kan indvindes tilslagsmaterialer fra forekomsten. Den dækker et areal på ca. 3.4 km² og har mægtigheder på op til 5-6 m. Det samlede volumen er estimeret til omkring 8 mio. m³. Forekomsten er klart bathymetrisk afgrænset ned til en dybde på 15 m. Der er en boring umiddelbart ved forekomsten, hvor der er groft til mellem sand i de øverste dele, med aftagende kornstørrelse med dybden. Umiddelbart øst for forekomsten ligger Natura 2000 området Kims Top og den Kinesiske Mur.

574.010

Forekomsten er klassificeret som spekulativ. Den udgør udfyldninger i det underliggende glaci-allandskab. Forekomsten er herudover dækket af ressource 574.008, som overlejrer området (Figur 7.18).



Figur 7.18. Seismisk Profil Læsø Syd. Ressourceområde 574.010 og 574.008.

Forekomsten dækker et areal på ca. 5.0 km² og har mægtigheder på op til 5-6 m. Det samlede volumen er estimeret til omkring 15 mio. m³. Forekomsten er bathymetrisk afgrænset til en dybde på 30 - 40 m. Der er ingen boringer, prøvesugninger eller andre information om resourcesammensætning. Baseret på signaturen af de seismiske data, kan det antages, at ressourcen er finkornet sand. Der er ingen Natura-2000 områder i forbindelse med forekomsten.

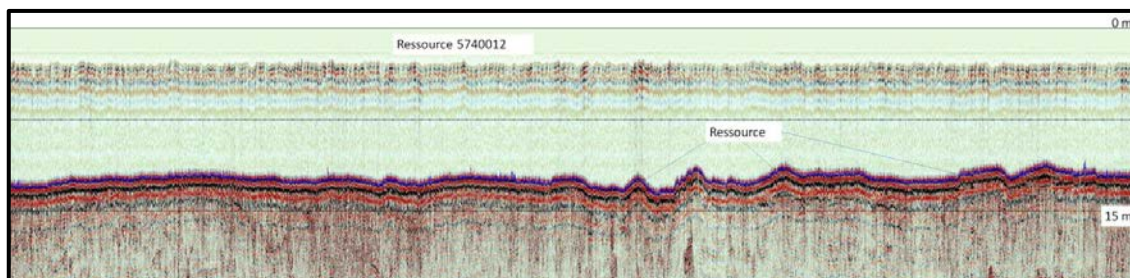
574.011

Forekomsten er klassificeret som spekulativ. Ressourcen er dannet ved marin omlejring af sandede og grusede aflejringer på det lavvande Læsø Flak (Figur 7.16). Ressourcen er ikke dokumenteret ved boring og den er, kun lokaliseret på en seismisk linje. Den arealmæssige udstrækning og volumen er derfor behæftet med stor usikkerhed. Den ligger tæt ved den østlige kant af Læsø Flak. Den udgør potentielt en akkumulation af sand og grusforekomster i en sedimentkile, som udgør toppen og den øverste del af skråningen af Læsø Flak mod øst. Ressourcen dækker et areal på ca. 1.0 km² og har mægtigheder på op til 3-4 m. Det samlede volumen er estimeret til omkring 2.3 mio. m³. Forekomsten er bathymetrisk afgrænset til en dybde på ca. 10 m. En del af

grab prøverne fra biologiske undersøgelser i området viser tilstedeværelse af sten og grus i overfladen. Det antages at ressourcen primært indeholder sand, fin til mellemkornet, med mulighed for grus og ralforekomster lokalt. Området ligger i umiddelbar nærhed af Natura-2000 området "Strandenge på Læsø og havet syd herfor".

574.012

Forekomsten er klassificeret som spekulativ. Ressourcen er ikke dokumenteret ved boring, og den er kun lokaliseret på en seismisk linje. Den arealmæssige udstrækning og volumen er derfor behæftet med stor usikkerhed.

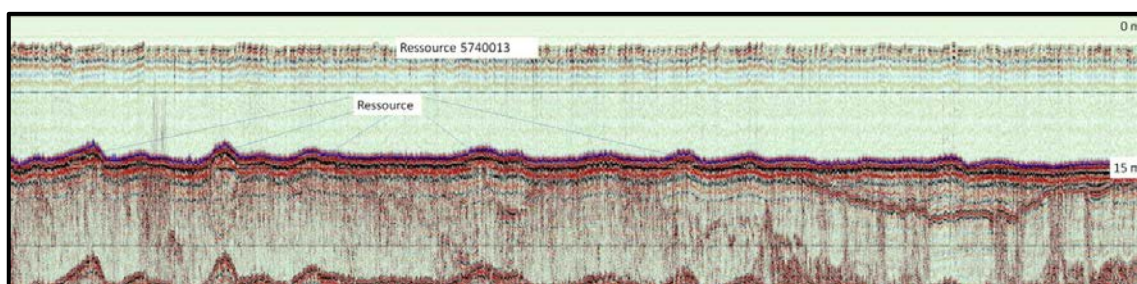


Figur 7.19. Seismisk profil Læsø Syd. Ressourceområde 574.012.

Forekomsten ligger på Læsø Flak syd, der et stort område med residual aflejringer af sand og sporadisk grus og ral. Forekomsterne er marine omlejrrede sandforekomster syd. Forekomsten dækker et areal på ca. 3.0 km² og har mægtigheder på op til 2-3 m. Det samlede volumen er estimeret til omkring 2.2mio m³. Forekomsten er bathymetrisk afgrænset til en dybde på omkring 15 m (Figur 7.19). Der er ingen boringer eller andre prøver til dokumentation af ressourcen. Det antages at ressourcen primært indeholder sand, fin til mellemkornet, med mulighed for grus og ralforekomster lokalt. Området ligger i umiddelbar nærhed af Natura-2000 området "Strandenge på Læsø og havet syd herfor".

574.012

Forekomsten er klassificeret som spekulativ. Ressourcen er ikke dokumenteret ved boring, og den er kun lokaliseret på en seismisk linje. Den arealmæssige udstrækning og volumen er derfor behæftet med stor usikkerhed.



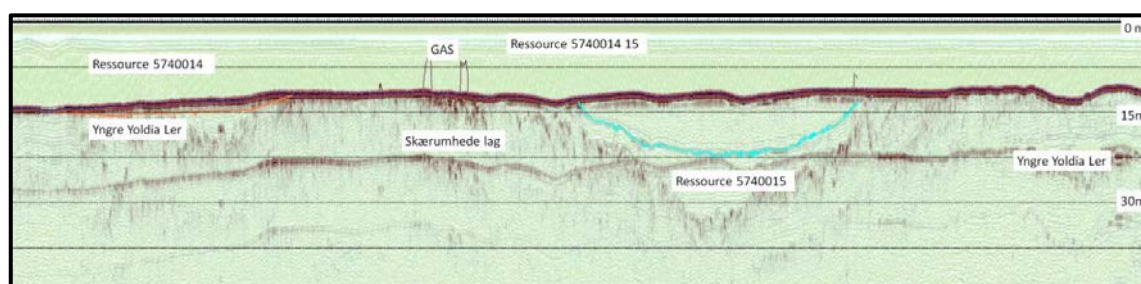
Figur 7.20. Seismisk profil Læsø Syd. Ressourceområde 574.013.

Forekomsten ligger på Læsø Flak syd, der et stort område med residual aflejringer af sand og sporadisk grus og ral. Den er fordelt på en række mindre forekomster, de fremstår som rygge på flakket (Figur 7.20). Den dækker et areal på ca. 0.4 km² og har mægtigheder på op til 2-3 m. Det samlede volumen er estimeret til omkring 0.5 mio. m³. Forekomsten er bathymetrisk afgrænset til en dybde på omkring 15 m (Figur 7.20). Der er ingen boringer eller andre prøver til dokumentation af ressourcen. Det antages at ressourcen primært indeholder sand, fin til mellemkornet,

med mulighed for grus og ralforekomster lokalt. Området ligger ikke i umiddelbar nærhed af Natura-2000 områder (Figur 7.16).

574.014

Forekomsten er klassificeret som spekulativ. Ressourcen er ikke dokumenteret ved boring, og den er kun lokaliseret på en seismisk linje. Den arealmæssige udstrækning og volumen er derfor behæftet med stor usikkerhed. Forekomsten ligger på Læsø Flak syd, der et stort område med residual aflejringer af sand og sporadisk grus og ral. Den ses som en akkumulation, der er knyttet til et højere liggende område, hvor materiale er transporteret ud over det omliggende landskab (Figur 7.21). Ressourcen overlejrer ifølge den seismiske tolkning, en område med yngre Yoldialer aflejringer. Den dækker et areal på ca. 5.4 km² og har mægtigheder på op til 3-4 m. Det samlede volumen er estimeret til omkring 0.5 mio. m³. Forekomsten er bathymetrisk afgrænset til en dybde på omkring 15 m (Figur 7.21). Der er ingen boringer eller andre prøver til dokumentation af ressourcen. Det antages at ressourcen primært indeholder sand, fin til mellemkornet, med mulighed for grus og ralforekomster lokalt. Området ligger ikke i umiddelbar nærhed af Natura-2000 områder (Figur 7.16).

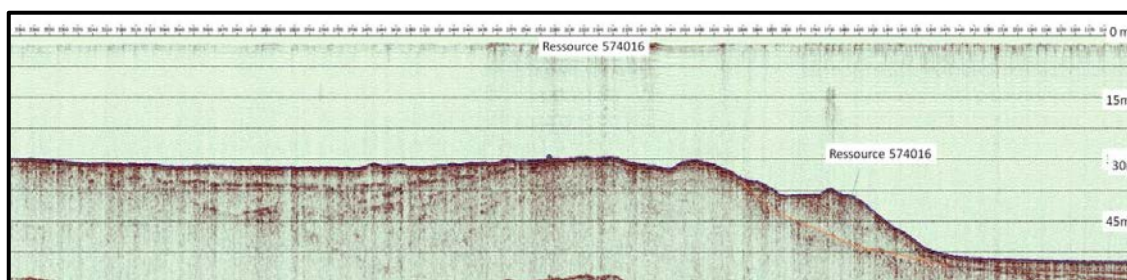


Figur 7.21. Seismisk profil Læsø Syd. Ressourceområde 574.014 og 574.015.

574.015

Forekomsten er klassificeret som spekulativ. Forekomsten udgør en formodet marin akkumulation af sand i en dallignede struktur, der er efterladt i landskabet efter fastlandstiden. Aflejringer har udjævnet terrænet til et svagt hældende flakområde (Figur 7.21). Den øverste del af aflejringerne har en bankelignede udformning. Dette kan indikere, at der er forskel på dannelsen og sammensætningen i ressourcens øverste dele i forhold til de dybere dele (Figur 7.21). Det forventes, at det omgivende landskab er blevet eroderet og har været kilde til sedimenterne i ressourcen og det må forventes at det udgør både fin, mellem og grovkornede marine aflejringer. Der er ikke nogen indikation på større strandvoldsdannelse og andre grovkornede ressourcer i området. I en boring (R1_009) syd for området er der påtruffet diluvialler, som kan være til stede i de dybere dele af forekomsten. Forekomsten dækker et areal på ca. 9.0 km² og har mægtigheder på 5-6 m. Det samlede volumen er estimeret til omkring 24 mio. m³. Området ligger ikke i umiddelbar nærhed af Natura-2000 områder (Figur 7.16).

574.016 (Nord Øst for Anholt)

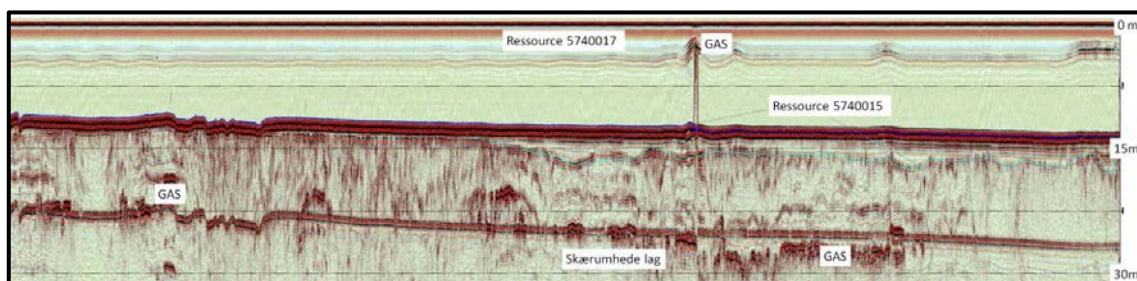


Figur 7.22. Seismisk profil Læsø Syd, Kattegat renden. Ressourceområde 574.010.

Forekomsten er klassificeret som spekulativ. Den er kun erkendt på en enkelt seismisk linje, men da der er stor afstand imellem de seismiske linjer i området er udstrækningen af ressourcen usikker. Den er aflejret som en skulder på randen af Kattegat renden. Forekomsten er formodentlig dannet i forbindelse med den første transgression ind i Kattegat bassinet ved afslutningen af Weichel, hvor der kan have foregået en kystnedbrydning langs bassinet. Ressourcen formodes at bestå af tidlig holocæne marine dannelser af sand, grus og ral. Forekomsten dækker et areal på ca. 0.6 km² og har mægtigheder på op til 10-12 m. Det samlede volumen er estimeret til omkring 1.6 m³. Forekomsten er defineret langs skåningen ned mod Kattegat bassinet (Figur 7.22). Der er igen prøver fra området til en dokumentation af forekomsten. Den grænser op til et Natura-2000 området "Anholt og havet nord for".

574.017

Forekomsten er klassificeret som spekulativ. Forekomsten udgør en formodet marin akkumulation af sand i de lavningerne, der er efterladt i landskabet efter fastlandstiden. Aflejringer har udjævnet terrænet til et svagt hældende Flakområde (figur 7.23).



Figur 7.23. Seismisk Profil Læsø sydlig flakområde. Ressourceområde 574.017.

Det forventes at det omgivende landskab har været kilde til sedimenterne i ressourcen og det må forventes, at det udgør både fin, mellem og grovkornede marine aflejringer. Der er ikke nogen indikation på større strandvoldsdannelser og andre grovkornede ressourcer i området. I en boring (R1_009) syd for området er der påtruffet diluvialler som kan være til stede i de dybere dele af forekomsten. Forekomsten dækker et areal på ca. 9.0 km² og har mægtigheder på 5-6 m. Det samlede volumen er estimeret til omkring 9.0 mio. m³. Forekomsten er afgrænset til en dybde på under 20 m. Ressourcen ligger midt imellem Natura-2000 områderne "Kims Top og den Kinesiske Mur" nord for området og "Anholt og havet nord for" syd herfor.

574.018

Forekomsten er klassificeret som spekulativ. Ressourcen er ikke dokumenteret ved borer, og den er kun lokaliseret på en seismisk linje. Den arealmæssige udstrækning og volumen er derfor behæftet med stor usikkerhed. Forekomsten ligger på Læsø Flak syd, der et stort område med

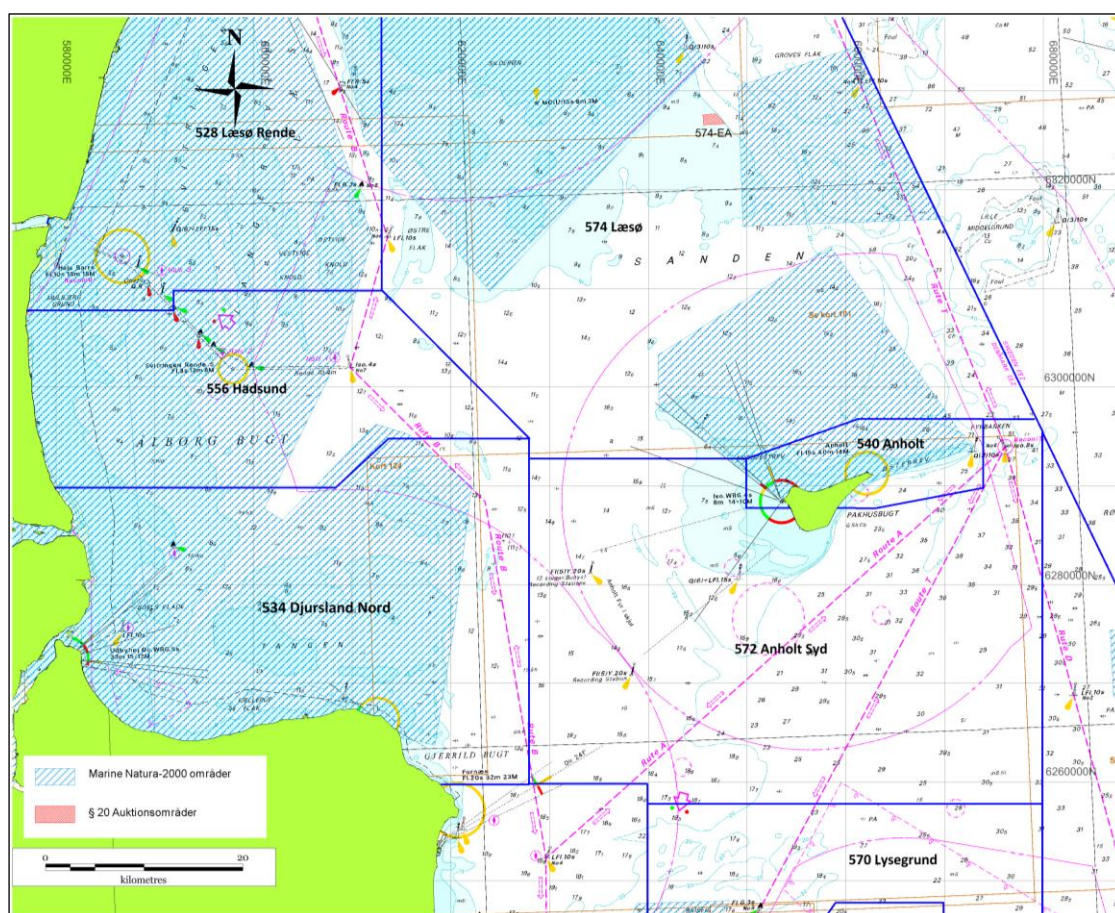
residual aflejringer af sand og sporadisk grus og ral. Den dækker et areal på ca. 0.2 km² og har mægtigheder på op til 2-3 m. Det samlede volumen er estimeret til omkring 0.1 mio. m³. Forekomsten er bathymetrisk afgrænset til en dybde på omkring 12 m (Figur 7.16). Der er ingen borer eller andre prøver til dokumentation af ressourcen. Det antages at ressourcen primært indeholder sand, fint til mellemkornet med mulighed for grus- og ralforekomster lokalt. Området ligger ikke i umiddelbar nærhed af Natura-2000 områder (Figur 7.16).

8. Centrale Kattegat

8.1 Områdebeskrivelse

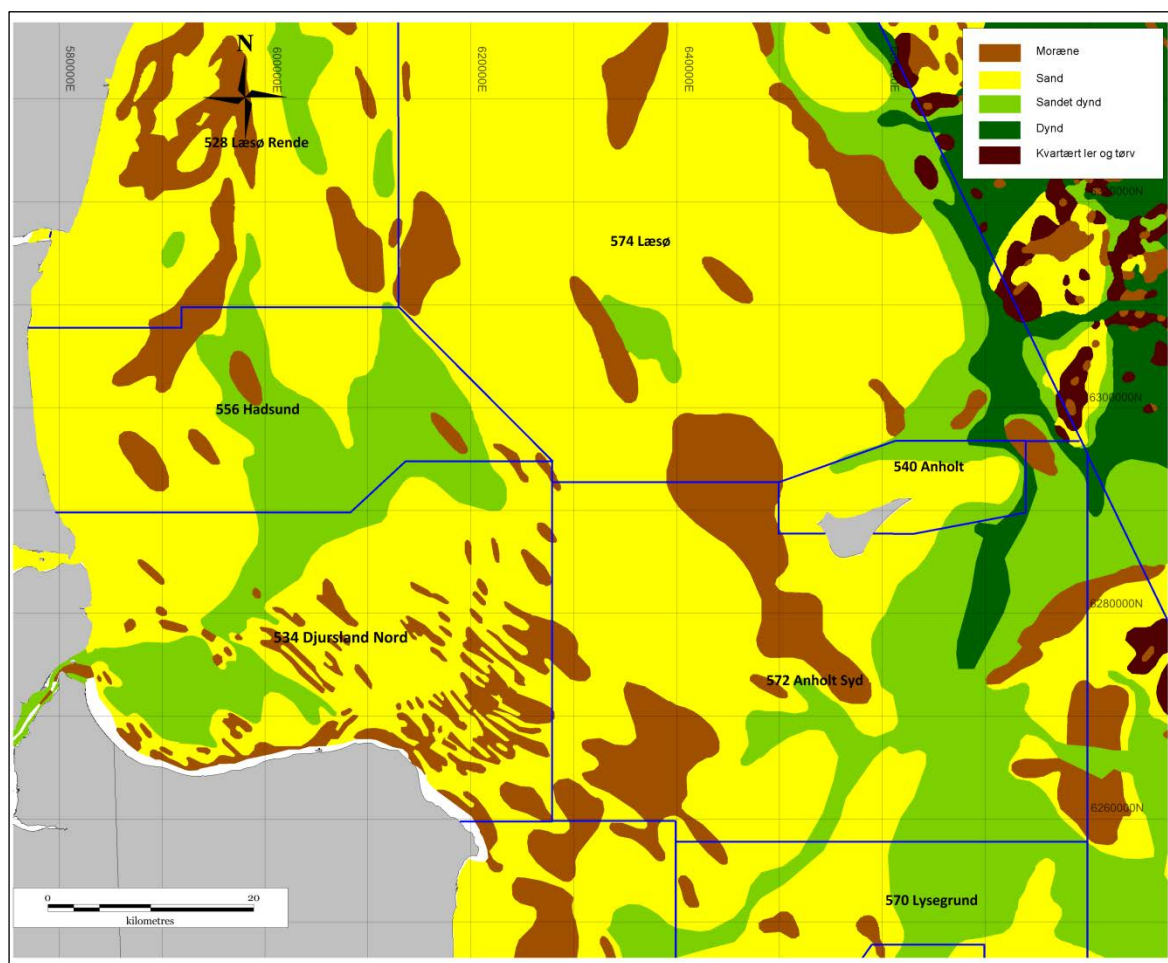
Undersøgelsesområde II omfatter de centrale dele af Kattegat inkluderende den sydlige del af 528 Læsø Rende og 574 Læsø, 540 Anholt, 572 Anholt Syd, 556 Hadsund og 534 Djursland Nord. Området strækker sig således fra området syd for Læsø i nord til den nordlige del af Djursland i syd. Mod øst er området afgrænset af den territorielle grænse mellem Danmark og Sverige, mens området mod vest er afgrænset af Jyllands østkyst.

Store dele af de kystnære områder i Ålborg Bugt er dækket af marine Natura 2000-områder (figur 8.1). Desuden forekommer der Natura-2000 områder i området syd for Læsø samt i området nord for Anholt. Der optræder ikke andre administrative begrænsninger i området.

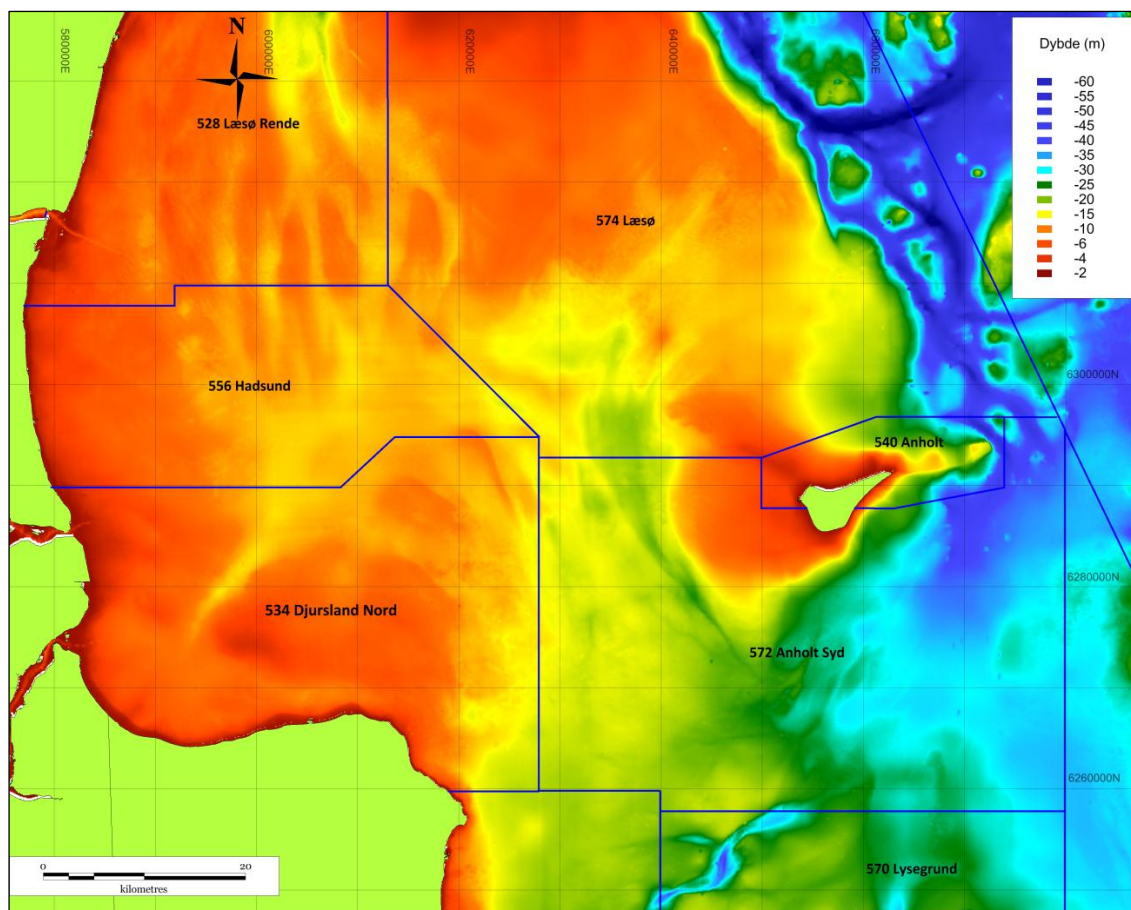


Figur 8.1. Oversigt over undersøgelsesområdet, der omfatter projektområderne 574 Læsø, 528 Læsø Rende, 556 Hadsund, 540 Anholt, 572 Anholt Syd og 534 Djursland Nord afgrænset af den blå linje. Natura 2000-områderne er vist samt Naturstyrelsens administrative område med nummerering af auktionsområder. Se bilag B1 for stort format.

Størstedelen af undersøgelsesområdet er præget af sandede overfladesedimenter (figur 8.2), der stedvist er grusede og stenede. I de dybereliggende områder i Ålborg Bugt, området syd og øst for Anholt, samt i Storebæltsrenden forekommer der typisk dynd- og siltholdige sedimenter. I de dybeste områder øst for Anholt langs territorialgrænsen til Sverige findes ligeledes overvejende dyndholdige sedimenter.



Figur 8.2. Fordelingen af overfladesedimenter i den centrale del af Kattegat (bilag B3 i stort format). Fra Hermansen og Jensen (2000).



Figur 8.3. Bathymetrisk kort over den centrale del af Kattegat.

Store dele af områdets vestlige og nordlige del er domineret af en relativ jævn bundtopografi med lave vanddybder omkring 10-15 meter. Udover selve Læsø Rende med vanddybder større end 20 m findes der i området syd herfor en række nord-sydgående rendesystemer. I områdets østlige del stiger vanddybden markant til mere end 60 m i et netværk af dybe undersøiske kanaler. Farvandet omkring Anholt er præget af en platform med relativt lave vanddybder under 10 m.

8.2 Kortlægning og databaggrund

Det seismiske net og fordelingen af boringer/overfladeprøver i den centrale del af Kattegat har en varierende dækningsgrad og linjeafstand, med størst dækning omkring Anholt Vindmøllepark og Gjerrild Nord samt i habitatområdet Kims Top sydøst for Læsø.

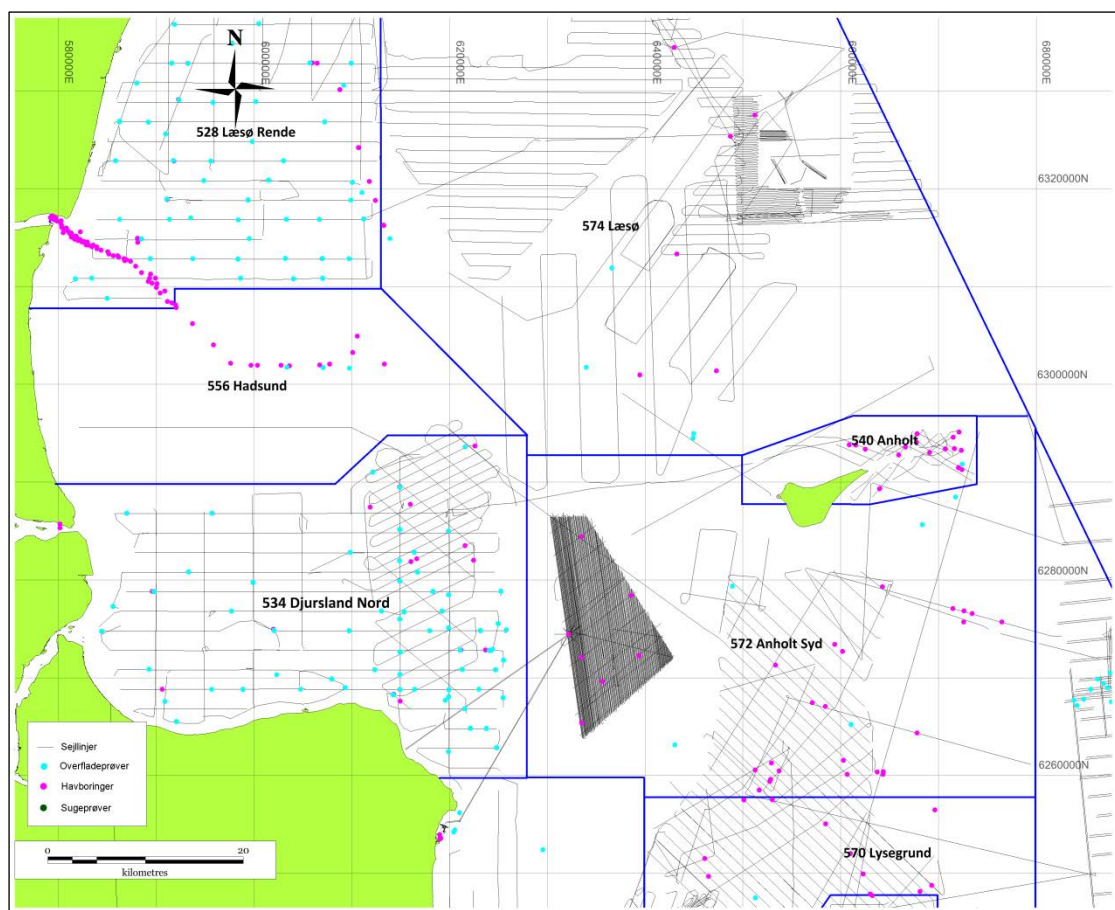
Djursland Nord området blev systematisk kortlagt i forbindelse med Fredningsstyrelsens resource undersøgelser i 1979 (Fredningsstyrelsen/Geoteknisk Institut 1982). Data herfra indgår i Skov- og Naturstyrelsens "Havbundsundersøgelser – Råstoffer og fredningsinteresser – Djursland Nord 1987". Efterfølgende er der i området omkring Gjerrild Nord foretaget en mere detaljeret undersøgelse, hvilket står i forbindelse med råstofkortlægningen i 2011. Her blev der sejlet med op til 1 km's linjeafstand og der blev udført en række nye marin-geotekniske boringer.

Datagrundlaget for Hadsund området er meget sparsomt. Der er stort set ingen seismiske data tilgængelig fra området. I forbindelse med uddybningen af sejllobet ind til Aalborg Havn, er der

langs sejllobet foretaget en del boringer. Desuden er der ligeledes langs sejlrenden indvundet en del sand, som i de mest lavvandede områder primært er fyldsand, mens det på dybere vand hovedsageligt er sand 1. Der er ligeledes enkelte overfladeprøver tilgængelig for Hadsund området.

Anholt området blev systematisk kortlagt i forbindelse med Skov- og Naturstyrelsens seismiske undersøgelse i 1988 (Skov- og Naturstyrelsen 1988). Hertil hører en række boringer. I forbindelse med forundersøgelserne til etableringen af Anholt Windfarm, er der i 2009 sejlet et meget tæt seismisk net i området, som er beliggende mellem Djursland og Anholt. Syd for Anholt er der indsamlet et seismisk grid relateret til råstofundersøgelser for Naturstyrelsen i 2011, hvor der også er udført boringer og taget overfladeprøver. Dette net af seismiske linjer fortsætter sydover ind i Lysegrund 570 området. I den østlige del af Læsø 574 området forefindes et tættere seismisk grid, som er indsamlet i forbindelse med habitatkortlægningen ved Kims Top, indsamlet af GEUS for Naturstyrelsen i 2011.

En oversigt over eksisterende seismiske linjer baseret på MARTA databasen, samt positioner af boringer, overfladesedimentprøver, og sandsugningsprøver fra Jupiter databasen for det centrale Kattegat er vist på figur 8.4.



Figur 8.4. Oversigt over fordelingen af seismiske linjer, boringer, overfladesedimentprøver og sandsugningsprøver i det centrale Kattegat område. Se bilag B2 for stort format.

8.3 Ressourceforekomster

8.3.1 Projektområde 556 Hadsund

Antallet af kortlagte ressourcer i område 556 er meget begrænset pga. den sparsomme datadækning. Der er dog kortlagt tre ressourcer i den nordlige del af Hadsund området (528.014-528.016), som indgår i ressourceopgørelsen for 528 Læsø Rende. Desuden er der kortlagt en enkelt ressource i den sydøstlige del af området (534.020), som indgår i ressourceopgørelsen for 534 Djursland Nord. De to kortlagte ressourcer, som tilhører ressourceopgørelsen for 556 Hadsund er ressourceområderne 556.001-556.002, der begge er spekulative sand 1 forekomster. Da alle ressourcerne er spekulative er der ikke angivet volumen for ressourcerne.

8.3.2 Projektområde 534 Djursland Nord

534.001, 534.002 og 534.003 er beskrevet i rapporten "Havbundsundersøgelser – Djursland Nord" fra 1986, men hører geografisk til under område 518. Derfor er beskrivelserne henført til område 518, hvor de er nummereret på ny til henholdsvis 518.025, 518.026 og 518.027 (fortløbende i forhold til allerede eksisterende ressourceforekomster i område 518).

534.004

En spekulativ holocæn marin sand 1 ressource er beliggende på vanddybde 10-17 m i et langstrakt N-S orienteret område. Ressourcen hviler i den nordlige del på højtliggende glaciale lag og i den sydlige halvdel skærer den henover en dalstruktur, der forventes at være opfyldt af senglaciale aflejringer og muligvis også ferskvandsaflejringer fra fastlandstiden. Ved en antaget mægtighed på eksempelvis 2 m kan volumen af ressourcen estimeres til 16 mio. m³.

534.005

Spekulativ holocæn marin sand 0 ressource beliggende på vanddybde 6-18 m og ifølge boringerne (561113.24, 561113.26, 561113.25, 561012.26, 561016.56, 561016.54, 561016.53, og 561016.55) med mægtigheder vekslende mellem fra under 0,5 m til over 2,5 m. Ressourcen hviler dels på senglaciale finkornede og siltede aflejringer og dels på glaciale lag. Seismikken indikerer, at de senglaciale aflejringer udfylder N-S orienterede dalstrukturer. Der kan stedvis forventes ferskvandsaflejringer ved basis af det marine sand. Ressourceafgrænsningen er fliget, hvilket gør den spekulativ, trods de tilgængelige boringer. Der er tidligere indvundet en begrænset mængde fyldsand fra området. Volumen af ressourcen er estimeret til 159 mio. m³.

534.006

Spekulativ Holocæn marin sand 0 ressource beliggende på vanddybden 6-11 m. Grundet manglende boringer er mægtigheden af forekomsten ukendt. Ressourcen overlejrer senglaciale sedimenter, der ifølge seismikken udfylder en N-S gående slynget dalstruktur, samt stedvis højtliggende glaciallag. Ressourceafgrænsningen er fliget. Ved en antaget mægtighed på eksempelvis 2 m kan volumen af ressourcen estimeres til 167 mio. m³.

534.007

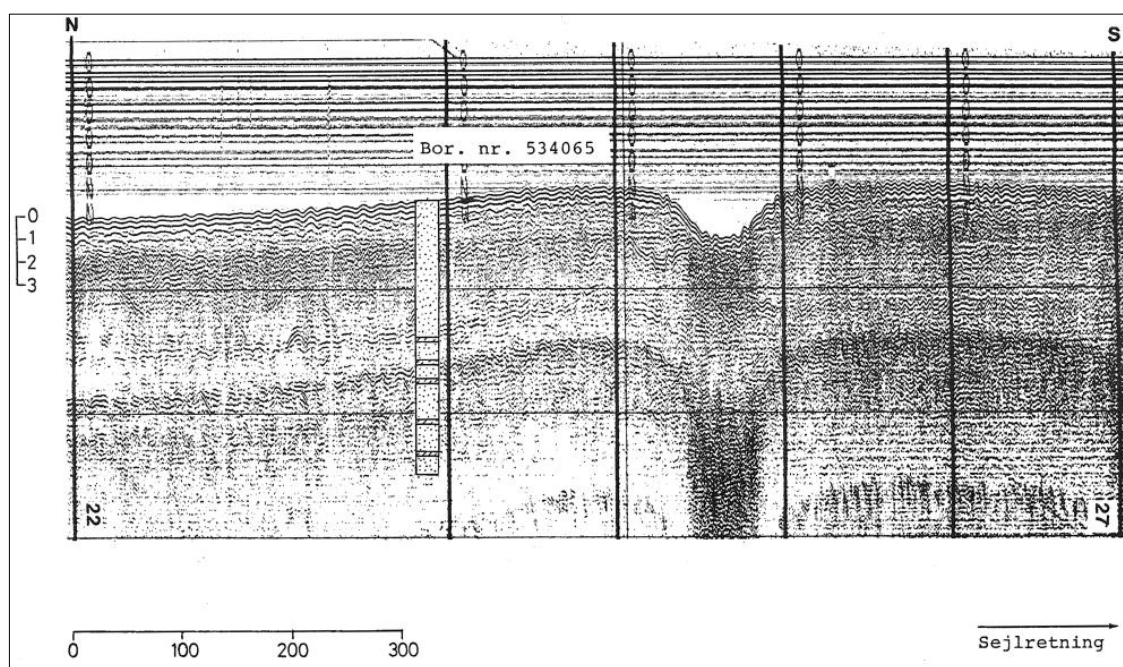
Spekulativ Holocæn marin sand 0 ressource beliggende på vanddybde 7-8 m. Grundet manglende boringer er mægtigheden af forekomsten ukendt, men antages at være beskeden. Ressourcen overlejrer antageligt senglaciale smeltevandsaflejringer. Ved en antaget mægtighed på eksempelvis 2 m kan volumen af ressourcen estimeres til 9,5 mio. m³.

534.008

Spekulativ Holocæn marin sand 0 ressource beliggende på vanddybde 5-12 m. Forekomsten er relativt stor og ud fra borerne (561015.11 og 561015.10) vurderes mægtigheden vekslende mellem 0,25 m og 3 m bestående af sand og silt. Ressourcen hviler på højtliggende glaciallag og kalkformationer og i visse områder med mellemliggende lag af ferskvandsaflejringer fra fastlandstiden og senglaciale smeltevandsaflejringer udfyldende Ø-V gående lavning i glaciallagene. Volumen af ressourcen er estimeret til 184 mio. m³.

534.009

Spekulativ Holocæn marin sand 0 ressource beliggende på vanddybde 4-13 m. Forekomsten er stor og ud fra borerne (561014.12, 561014.11, 561012.23) vurderes mægtigheden vekslende mellem 1 m og 5 m bestående af sand og silt (figur 8.5). Under forekomsten forventes at optræde mægtige lag af holocæne fjordaflejringer rige på organisk materiale. Ressourcen underlejres af fjordaflejringer fra begyndelsen af den marine transgression, ferskvandsaflejringer fra fastlandstiden, som forventes at være organisk-rige, samt senglaciale smeltevandsaflejringer. Der er foretaget indvinding af fyldsand samt sand 1 i og omkring ressourceområdet. Volumen af ressourcen er estimeret til 950 mio. m³.



Figur 8.5. Registrering fra penetrationsekkolod (sejllinje 534023) i ressource 534009. Registreringen viser 1-1½ m dække af marint Holocæn sand, som overlejrer et vekslende lag af senglaciale finsand og silt. Boring DGU nr. 561014.12 er vist (på figur benævnt 534065). Depressionen i havbunden repræsenterer en kunstigt gravet rende ("Kæften") ind til Randers Fjord.

534.010

Spekulativ holocæn marin sand 0 ressource beliggende på vanddybde 4-11 m. Ud fra borerne (561010.7, 561010.8 og 561011.12) vurderes mægtigheden af forekomsten til at veksle mellem 0,5 m og 1 m. Ressourcen hviler senglaciale sand, silt og ler. Der er foretaget indvinding af fyldsand umiddelbart vest for området ved indsejlingen til Mariager Fjord. Volumen af ressourcen er estimeret til 64 mio. m³.

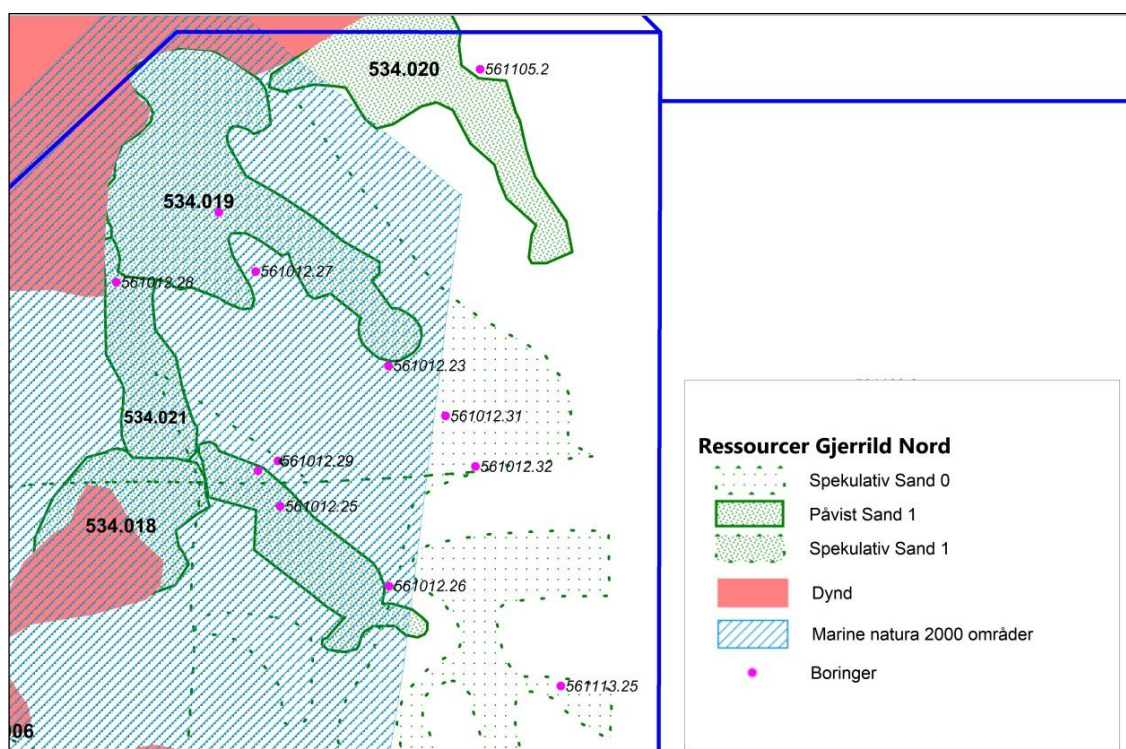
534.011, 534.012, 534.013, 534.014, 534.015, 534.016 er omtalt i rapporten "Havbundsundersøgelser – Djursland Nord" fra 1986 samt i rapporten "Havbundsundersøgelser – Grenå" fra 1987 (hvor nummereringen er respektive 518.001, 518.022, 518.003, 518.004, 518.005, 518.006). Ressourcen tilhører område Grenå 518 og er derfor omtalt i ressource omtalen fra dette område.

534.017 er omtalt i rapporten "Havbundsundersøgelser – Djursland Nord" fra 1986 (dennes bilag A5), men er efterfølgende vurderet som værende for usikker.

Gjerrild Nord området

Råstofområdet Gjerrild Nord udgør et delområde af område 534 og dækker et areal på ca. 262 km² (se figur 8.6). Vanddybderne ligger på ca. 5,5 til 16 m. Den sydlige del af området består geologisk set af moræneler tæt ved havbunden med enkelte forekomster af overlejrende marint senglacialt ler. Dette område er delvist dækket af residualsedimenter og stedvis større og mindre sanddække. Den nordlige halvdel består af marint senglacialt ler, til dels overlejret af yngre holocænt sand i større bankelignende strukturer. I den vestlige del af området findes en kanalstruktur udfyldt med tidligt holocæne sedimenter.

Råstofferne i Gjerrild Nord undersøgelsesområde fordeler sig på fire forekomster. Disse udgøres overordnet af fin-mellemkornet holocænt marint sand, der danner adskillige km store legemer eller banker i den nordlige og centrale del af undersøgelsesområdet (534.018, 534.019 og 534.020) samt formodet tidligt holocænt sand i en veldefineret N-S gående kanalstruktur i den vestlige del af området (534.021). Sidstnævnte råstofressource er delvist overlejret af de yngre holocæne sandlegemer.



Figur 8.6. Ressourceudbredelse af påviste råstofområder (534.018, 534.019 og 534.020) med holocænt marint sand i Gjerrild Nord området samt relevante begrænsende faktorer.

534.018

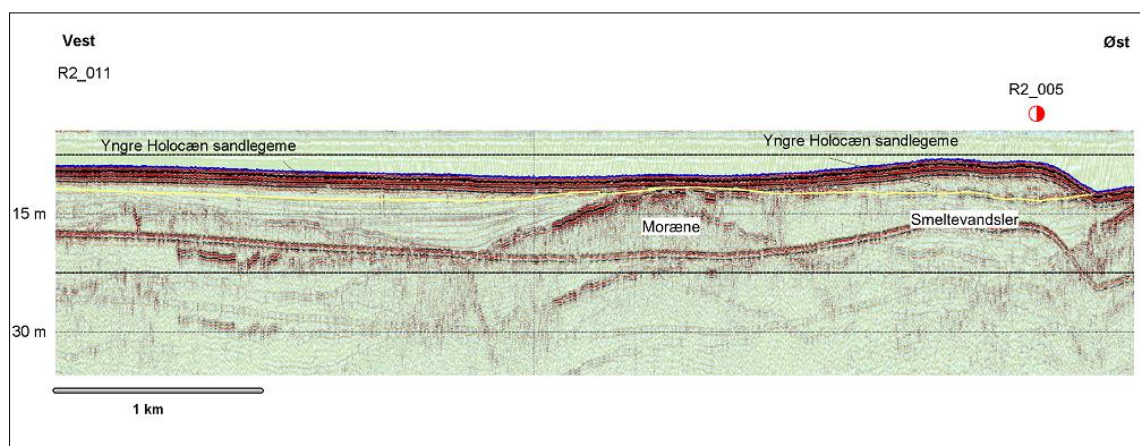
Påvist holocæn marin sand 1 ressource bestående sandmægtigheder op til 5-6 m og dækker et areal på ca. 30 km². Forekomsten består hovedsageligt af fin-mellemkornet sand, som dokumenteret i vibrationsboring 561012.30. Volumen af forekomsten er beregnet til omkring 60 mio. m³. Sandforekomsterne overlejrer moræneaflejringer og tidlig holocænt kanalsand i den vestlige del af området.

534.019

Påvist Holocæne marin sand 1 ressource med mægtigheder op til 5-6 m. og dækker et areal på ca. 35 km². Forekomsten består hovedsageligt af fin-mellemkornet sand og volumen af forekomsten er beregnet til omkring 60 mio. m³.

534.020

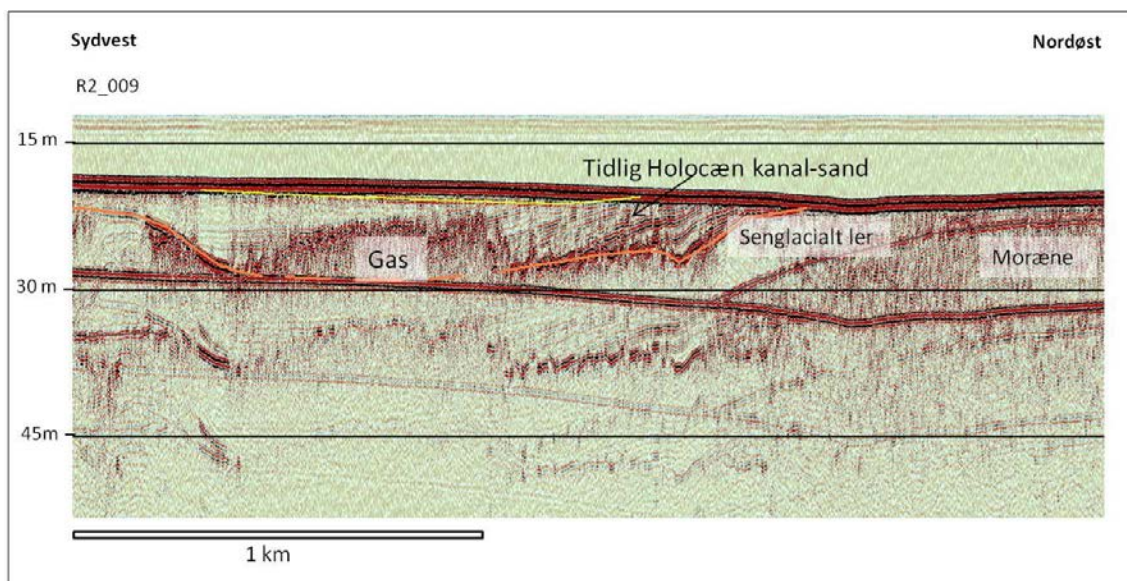
Påvist holocæne marin sand 1 ressource med mægtigheder op til 5-6 m og som dækker et areal på ca. 20 km². Forekomsten består hovedsageligt af fin-mellemkornet sand, som dokumenteret i vibrationsboring 561012.24. Volumen af forekomsten er beregnet til omkring 40 mio. m³. Sandforekomsterne overlejrer senglacialt ler og tidlig holocænt kanalsand i den vestlige del af området (figur 8.7).



Figur 8.7. Seismisk eksempel på yngre holocæne sandlegemer, overlejrende smeltevandsler og moræne. Fin-mellemkornet sand er påvist i boring 561012.30 (på figur benævnt R2_005) mod øst.

534.021

Påvist formodet tidligt holocænt sand 1 ressource beliggende i 2 km bred og op til 6 km lang N-S gående kanal-lignende struktur. Ifølge vibrationsboring 561012.28 består forekomsten, der har en mægtighed på op til 15 m af finkornet sand, der overlejrer stenholdt ler. Volumen af ressourcen er vurderet til omkring 45 mio. m³. Leret tolkes, i sammenhæng med informationen fra de seismiske profiler (Figur 8.8), som af senglacial marin oprindelse.



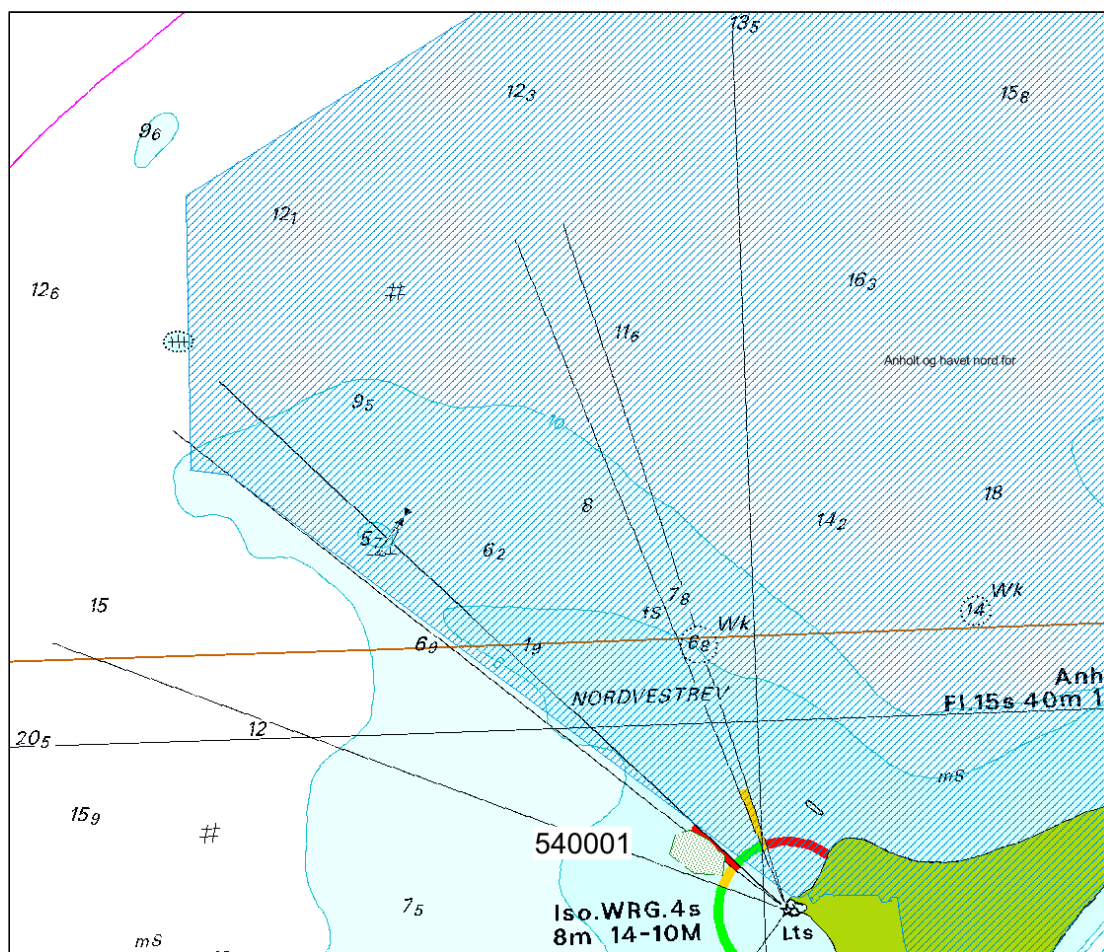
Figur 8.8. Seismisk sparker profil af tidlig Holocæn kanaludfyldning med sand. Kanalen er nedskåret i senglacialt ler, hvilende på moræne.

Ressourcebegrænsende faktorer

Generelt er størstedelen af de kortlagte ressourcers beliggenhed sammenfaldende med marine natura 2000-området, dette gælder dog ikke for områdets østligste del. Der forekommer dyndudbredelse i området, som særligt observeres i de dybereliggende vestlige dele af området (>10 meter vanddybde). Dyndudbredelsen er begrænsende for ressource 534.008, 534.009 og 534.010. Ifølge boringer fra Gjerrild Nord området ser dynd ikke ud til at være en begrænsende faktor her. Visse dele af ressourcerne er endvidere begrænsede, idet de ligger på vanddybder lavere end 6 m, dette drejer sig om kystzonen, samt et større område i den centrale del.

8.3.3 Projektområde 540 Anholt

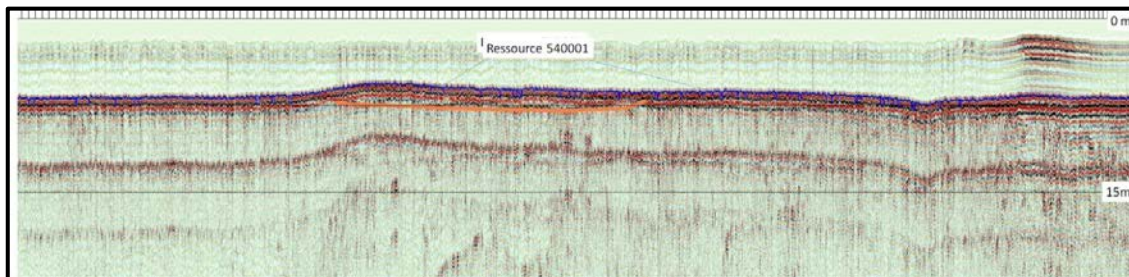
Der er kortlagt en ressource i område 540 Anholt. Ressourcen er beliggende på vest revet nord-vest for Anholt (figur 8.9)



Figur 8.9. Oversigtskort over farvandet nord for Anholt med angivelse af ressourceområde 540.001. .

540.001

Forekomsten er klassificeret som spekulativ. Forekomsten udgøres af residuale marine sandforekomster nordvest for Anholt. Der eksisterer ingen borer i nærhed af forekomsten, så det forventes ud fra de seismiske data, at det er en sandforekomst (Figur 8.10). Den dækker et areal på ca. 0.7 og har tykkelser på op til 3 m. Det samlede volumen er estimeret til omkring 9.0 mio. m³. Forekomsten er afgrænset til en dybde på under 10 m. Den grænser op til et Natura-2000 området: Anholt og havet nord for.



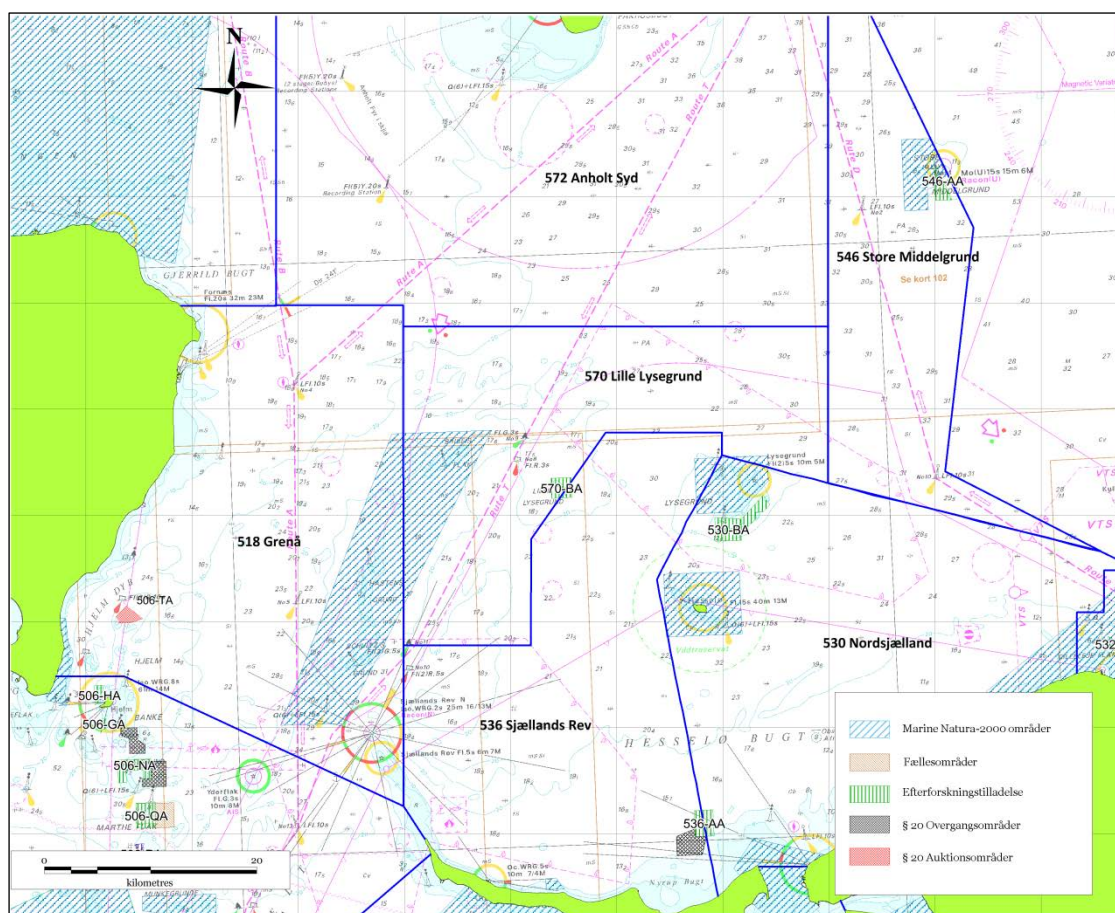
Figur 8.10. Seismisk profil visende Anholt Nord ressourceområde 540.001.

9. Sydlige Kattegat

9.1 Områdebeskrivelse

Undersøgelsesområdet Kattegat syd for Anholt omfatter 546 Store Middelgrund, 570 Lille Lysegrund, 518 Grenå og den sydlige del af 572 Anholt Syd. Området strækker sig således fra området syd for Anholt i nord og afgrænses mod syd af 536 Sjællands Rev, 530 Nordsjælland og 506 Samsø Nordøst. Mod øst er området afgrænset af den territorielle grænse mellem Danmark og Sverige, mens området mod vest er afgrænset af Djursland.

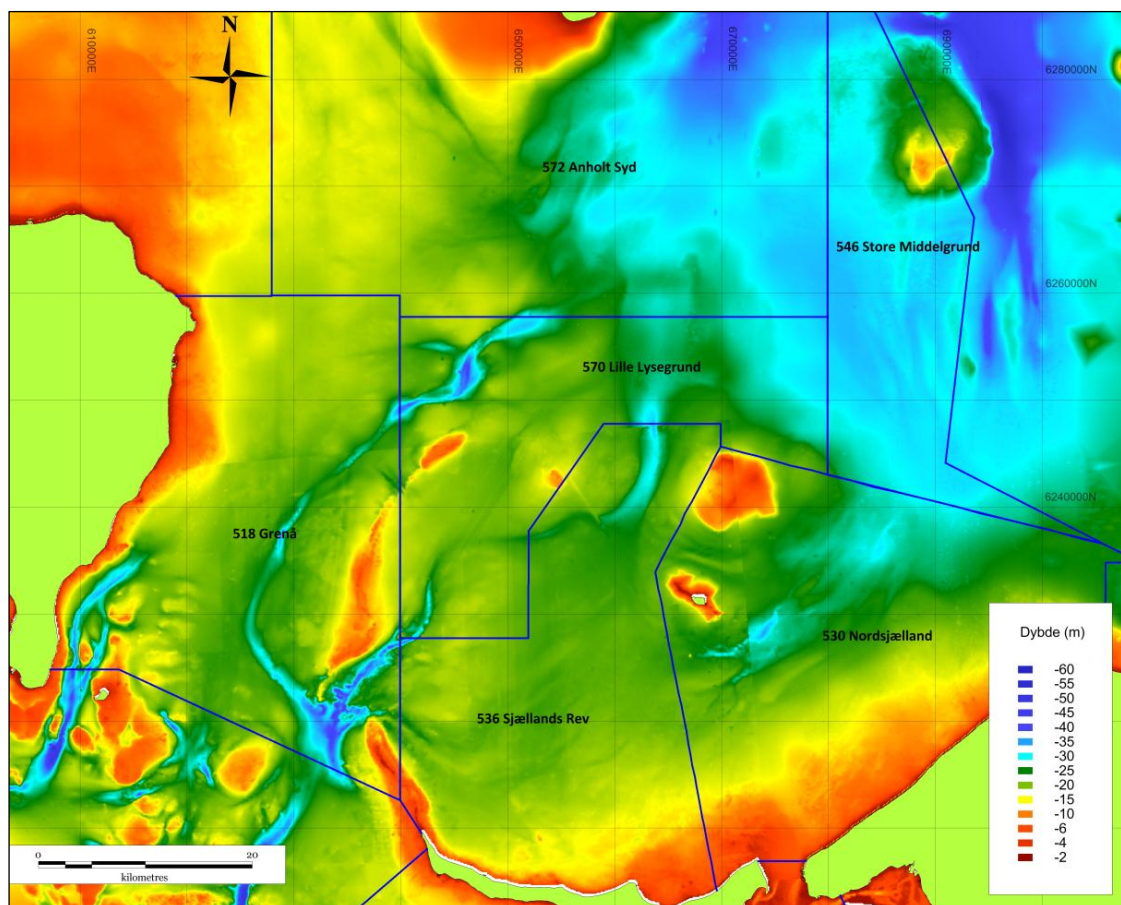
Mindre områder primært i den sydlige og østlige er dækket af beskyttede marine Natura-2000 områder. Det gælder Schultz Grund og Store Middelgrund. Der optræder ikke de store administrative indvindingsområder i området. De enkelte som findes inkluderer fællesområdet 570-BA Lille Lysegrund og 546-AA Store Middelgrund samt auktionsområdet 506-TA Nord for Tvillingerne nord for Hjelm. Fordelingen af administrative områder er angivet på oversigtskortet figur 9.1.



Figur 9.1. Oversigt over undersøgelsesområdet sydlige Kattegat, der omfatter projektområderne 572 Anholt Syd, 518 Grenå, 546 Store Middelgrund og 570 Lille Lysegrund afgrænset af den blå linje. Naturstyrelsens administrative områder er vist med angivelse af nummerering af fællesområder og auktionsområder. Se bilag C1 for stort format.

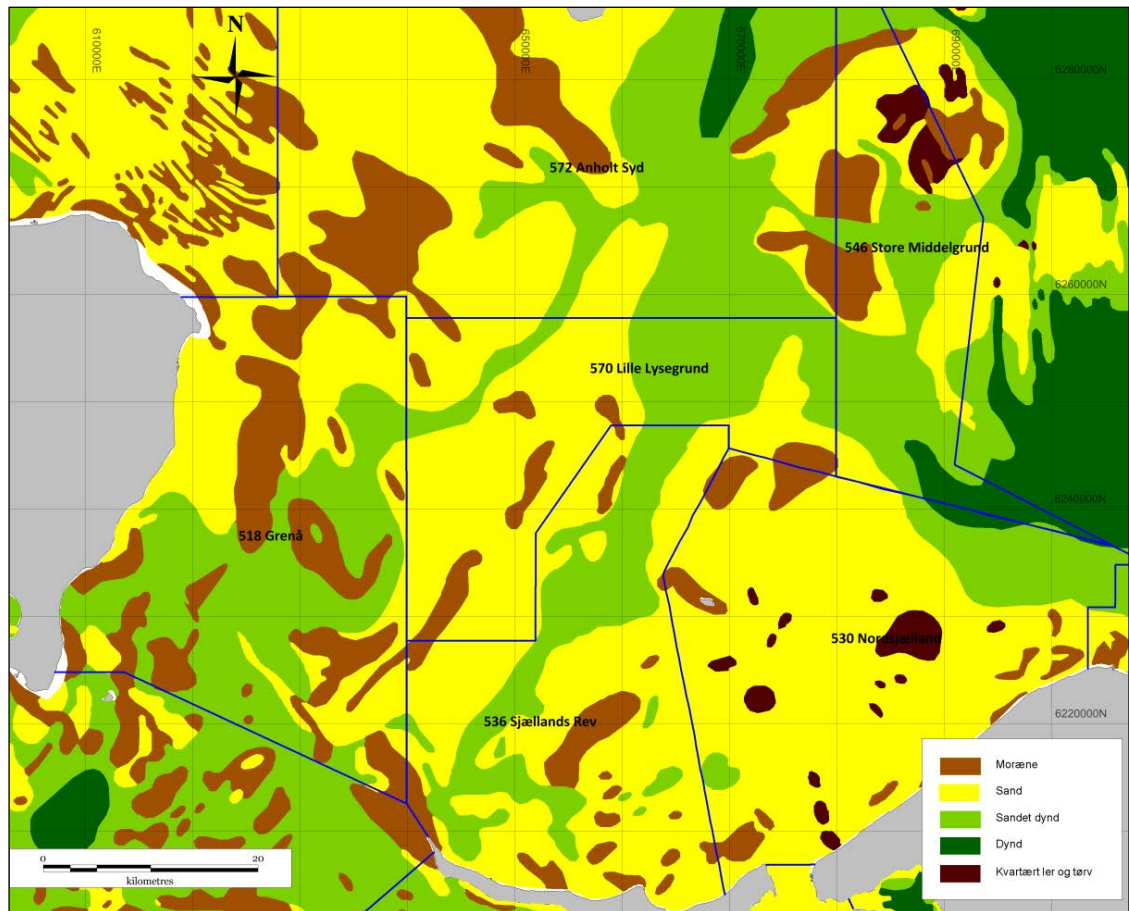
De største vanddybder forekommer primært i den nordøstlige del af området omfattende den østlige del af Anholt Syd og den østlige del af Lille Lysegrund samt Store Middelgrund. Her ligger vanddybden typisk omkring 30-40 meter. Vanddybden ligger gradvist mod sydvest til omkring 20 meter. Området gennemskæres af en række markante render, som er en del af Storebæltskanalen, hvor vanddybderne stedvis når op over 45 meter. Kanalen strækker sig hovedsagelig gennem 518 Grenå, 570 Lille Lysegrund og 536 Sjællands Rev. Området er ligeledes karakteriseret ved en række markante lavvandede områder, som viser sig som tydelige positive anomalier på dybdekortet (figur 9.2). Dette omfatter bl.a. Schultz Grund, Lille Lysegrund og Store Middelgrund. Her ligger vanddybderne omkring 5-15 meter.

Store Middelgrunds mest lavvandede del når til ca. 7 m under havniveau. Mod NV, V, og SV stiger vanddybden relativt jævnt til omkring 30-35 m. Mod øst på svensk område falder Store Middelgrund brat fra omkring -30 m til ca. -55 m i den N-S gående rende.



Figur 9.2. Farvekontureret dybdekort for den centrale og sydlige del af Kattegat.

Som det fremgår af havbundssedimentkortet (figur 9.3) dominerer sandet dynd havbunden i de dybereliggende områder. Det omfatter bl.a. den sydlige del af Grenå projektområdet samt de dybereliggende områder mod nordøst. Samtidig er de dybe render ligeledes præget af dyndholdige sedimenter.



Figur 9.3. Fordelingen af overfladesedimenttyper i den centrale og sydlige del af Kattegat. Se bilag C3 for stort format.

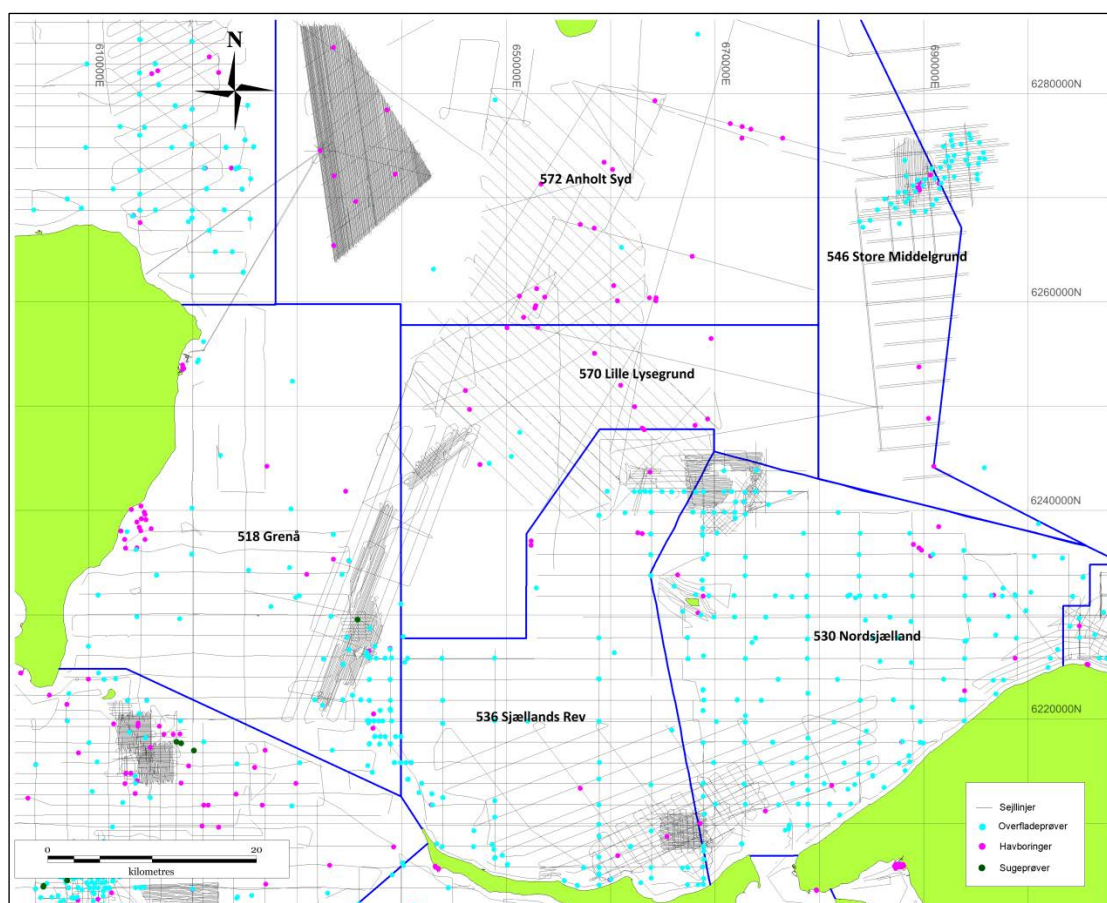
9.2 Kortlægning og databaggrund

En oversigt over de tilgængelige sejllinjer, boringer, overfladesedimentprøver og prøvesandsugninger vist på figur 9.4.

Den sydlige del af Grenå 518 området blev kortlagt systematisk i forbindelse med Skov- og Naturstyrelsens ressource undersøgelser i 1987 (Skov- og Naturstyrelsen 1987). Data herfra indgår i Skov- og Naturstyrelsens ”Havbundsundersøgelser – Råstoffer og fredningsinteresser – Grenå-oversigt 1987” En del overfladeprøver er tilgængelig for Grenå-området.

Desuden er området omkring Schultz Grund detaljeret kortlagt af GEUS i 2011 i forbindelse med habitatkortlægningen for Naturstyrelsen. I forbindelse med råstofkortlægningen Anholt Syd, som også dækker store dele af Lysegrund 570 området, er der en serie af tilgængelige boringer.

Store Middelgrund er blevet kortlagt over flere omgange. I første omgang blev Store Middelgrund kortlagt i forbindelse med den regionale kortlægning af projektområde 546 udført af SGU i 1985 for Skov- og Naturstyrelsen (Skov- og Naturstyrelsen 1993). Derudover er dele af projektområdet kortlagt af GEUS i 2011 i forbindelse med habitatkortlægningen for Naturstyrelsen. Der er foretaget en lang række overfladeprøver i området.



Figur 9.4. Fordelingen af seismiske linjer, boringer, overfladesedimentprøver og prøvesandsugninger i den centrale og sydlige del af Kattegat. Se bilag C2 for stort format.

9.3 Ressourceforekomster

I det følgende kapitel følger beskrivelser af ressourceområder indenfor de enkelte projektområder. En oversigt over de samlede kortlagte ressourcer og deres kvaliteter følger i det efterfølgende afsnit.

9.3.1 Projektområde 518 Grenå

518.007, 518.008, 518.009, 518.010, 518.011, 518.012, 518.013, 518.014 er beskrevet i rapporten 'Havbundsundersøgelser – Grenå' fra 1987, men er ikke taget med, da de ligger i område 506 Samsø Nord.

518.001

Spekulativ sand 1 ressource beliggende på vanddybde 8-9 m. Mægtigheden er 3-6 m og aflejringen kan være smeltevandsaflejringer såvel som holocæn marin/lakustrin. Ressourcen optræder som udfyldning af smeltevandsdale, der muligvis forløber vinkelret på kysten. Ressourcenummer er fra rapporten 'Havbundsundersøgelser – Grenå' fra 1987, men ressourcen er ligeledes omtalt og nummeret 534.011 i 'Havbundsundersøgelser – Djursland Nord' fra 1986.

518.002

Spekulativ Holocæn marin sand 1 ressource beliggende på vanddybde 5-8 m og med en mægtighed på 1-3 m. Ressourcen optræder som et strøg af sandbølger, der overlejrer moræneler. Ressourcenummer er fra rapporten 'Havbundsundersøgelser – Grenå' fra 1987, men ressourcen er ligeledes omtalt og nummeret 534.012 i 'Havbundsundersøgelser – Djursland Nord' fra 1986.

518.003

Spekulativ sand 0 ressource beliggende på vanddybde 6-7 m. Mægtigheden er 6-8 m og aflejringen kan være smeltevandsaflejringer såvel som Holocæn marin/lakustrin. Ressourcen optræder som udfyldning af smeltevandsdale, der kunne forløbe vinkelret på kysten. Ressourcenummer er fra rapporten 'Havbundsundersøgelser – Grenå' fra 1987, men ressourcen er ligeledes omtalt og nummeret 534.013 i 'Havbundsundersøgelser – Djursland Nord' fra 1986.

518.004

Spekulativ sand 0 ressource beliggende på vanddybde 11-12 m. Mægtigheden er 6-8 m og aflejringen kan være smeltevandsaflejringer såvel som Holocæn marin/lakustrin. Ressourcen optræder som udfyldning af smeltevandsdale, der kunne forløbe vinkelret på kysten. Ressourcenummer er fra rapporten 'Havbundsundersøgelser – Grenå' fra 1987, men ressourcen er ligeledes omtalt og nummeret 534.014 i 'Havbundsundersøgelser – Djursland Nord' fra 1986.

518.005

Spekulativ sand 0 ressource beliggende på vanddybde 12-14 m. Mægtigheden er 8-10 m og aflejringen kan være smeltevandsaflejringer såvel som Holocæn marin/lakustrin. Ressourcen optræder som udfyldning af smeltevandsdale, der kunne forløbe vinkelret på kysten. Ressourcenummer er fra rapporten 'Havbundsundersøgelser – Grenå' fra 1987, men ressourcen er ligeledes omtalt og nummeret 534.015 i 'Havbundsundersøgelser – Djursland Nord' fra 1986.

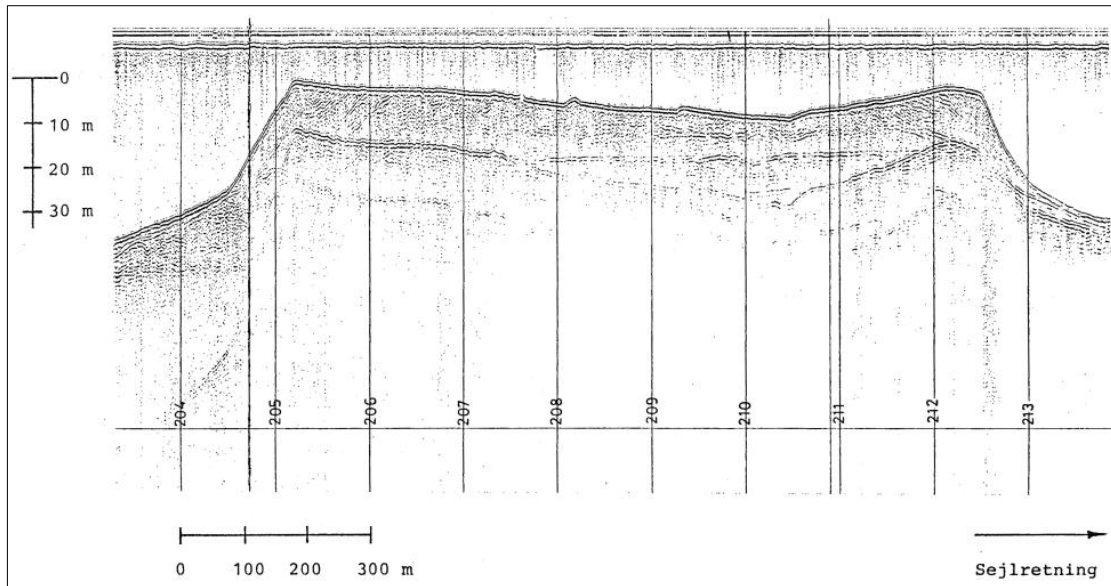
518.006

Spekulativ sand 0 ressource beliggende på vanddybde 16-18 m. Mægtigheden er 2-12 m og aflejringen kan være smeltevandsaflejringer såvel som Holocæn marin/lakustrin. Ressourcen optræder som udfyldninger af smeltevandsdale, der kunne forløbe vinkelret på kysten. Området er

overlejret af et 1-3 m dyndholdigt sand. Boring 561024.6 viser således 4 m sand. Ressource-nummer er fra rapporten 'Havbundsundersøgelser – Grenå' fra 1987, men ressourcen er ligeledes omtalt og nummeret 534.016 i 'Havbundsundersøgelser – Djursland Nord' fra 1986.

518.015

Sandsynlig holocæn marin Ral 3 ressource beliggende på vanddybde 8-32 m og 13-30 m. Mægtighed varierer mellem 4-8 m og 4-14 m. Der er ingen boringer. Aflejringen formodes dannet som flak omkring rester af det glaciæle landskab (figur 9.5).



Figur 9.5. Seismiske registreringer visende akkumulationsflak ved ressource 518.015

518.016

Sandsynlig holocæn marin sand 1 ressource beliggende på vanddybde 10-15 m. Ressourcen er dannet som akkumulationsflak på randen af højtliggende moræne områder. Boring 561125.51 angiver en sandmægtighed på 3,1 m underlejret af ler i Schultz Grund NV forekomsten. Indvindingsoplysninger angiver få laster af grus og ral i og lige omkring området. Forekomsten er også omtalt i rapporten 'Detaljeret bearbejdning af kortlægningsresultater samt evaluering af de samlede marine råstofressourcer i området nord for Sjælland' fra 2012 hvor den er nummereret som 536.001.

518.017

Spekulativ sand 0 ressource beliggende på vanddybde 17-19 m. Mægtighed omkring 6-8 meter. Der er ingen boringer. Seismiske registreringer indikerer udfyldning af depressioner.

518.018

Spekulativ sand 0 ressource beliggende på vanddybde 12-22 m. Mægtighed omkring 4-6 meter. Der er ingen boringer. Seismiske registreringer indikerer udfyldning af depressioner.

518.019

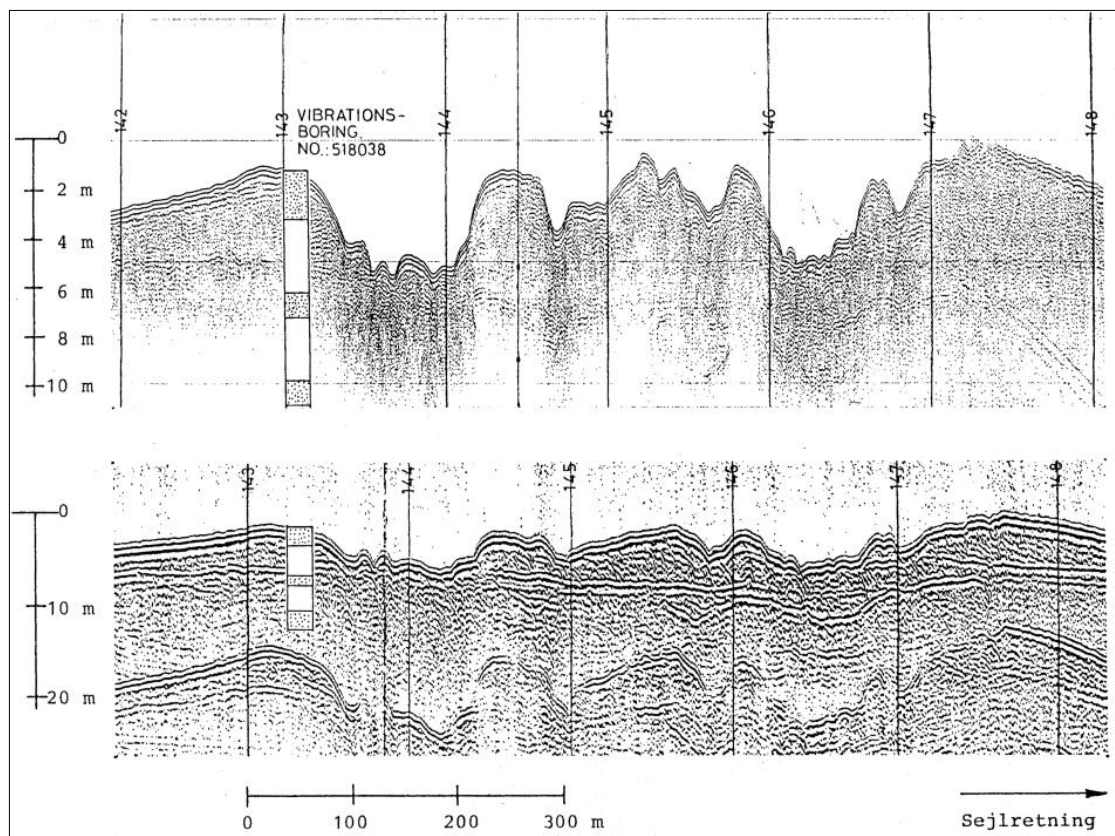
Spekulativ sand 1 ressource beliggende på vanddybde 13-16 m. Mægtighed omkring 6-10 meter. Der er foretaget en faldprøve som indikerer sandet gruset materiale. Seismiske registreringer indikerer udfyldning af depressioner.

518.020

Spekulativ sand 0 ressource beliggende på vanddybde 18-20 m. Mægtighed omkring 6-8 m. Prøveoptagninger viser at der skønsmæssigt er tale om marint sand og fint til mellemkornet smeltevandssand og seismiske registreringer indikerer udfyldning af en depression. En nyere boring fra 1998 viser øverst sandet silt i den øverste m og underlejret af 1-3 m vekslende lag af sand, silt og ler; boringen bekræfter således usikkerheden i ressourceforekomsten.

518.021

Sandsynlig holocæn marin sand 1 ressource beliggende på vanddybde 10-15 m (figur 9.6). Ressourcen er dannet som akkumulationsflak på randen af højtliggende moræne områder og underlejret af fluviale og lakustrine (sen-)glaciale aflejringer (jf. generelle geologiske forhold). Boring 561125.54 i forekomsten på Schultz Grund Sydøst angiver sand mellemleret af enkelte siltlag ned til 11,3 m under havbunden. Indvindingsoplysninger angiver få laster af grus og ral i og lige omkring området. Forekomsten er også omtalt i rapporten "Detaljeret bearbejdning af kortlægningsresultater samt evaluering af de samlede marine råstofressourcer i området nord for Sjælland" fra 2012, hvor den er nummereret som 536.002.



Figur 9.6. Seismisk registrering fra penetrationsekkolod og boomer (sejllinie 518.014) visende ressource 518.021. Boring DGU nr. 561125.54 er vist (på figur benævnt 518.038). Der er tydelige spor efter materialeindvinding.

518.022

Spekulativ holocæn marin sand 1 beliggende på vanddybde 14-19 m og med en mægtighed på 4-8 m. Ressourcen er underlejret af fluviale senglaciale/glaciale sedimenter og udfylder generelt lavninger i det oprindelige glaciale landskab. Boring 561024.11 viser således over 8 m sand. Ressourcen er dækket af 0-7 m gytje.

518.023

Spekulativ holocæn marin sand 1 beliggende på vanddybde 10-14 m og med en mægtighed på 2-6 m. Ressourcen er underlejret af fluviale senglaciale/glaciale sedimenter og udfylder generelt lavninger i det oprindelige glaciale landskab. Boring 561024.15 viser 5 m sand, dog med indslag af lag af ler og silt. Ressourcen er dækket af 0-2 m gytje.

518.024

Spekulativ holocæn marin sand 1 beliggende på vanddybde 8-19 m og med en mægtighed estimeret til <10 m. Ressourcen er underlejret af fluviale senglaciale/glaciale sedimenter og udfylder generelt lavninger i det oprindelige glaciale landskab. Boring 561024.24 viser 2½ m sand og grus. Det er uvist om ressourcen er dækket af gytje.

518.025

Spekulativ holocæn marin sand 0 beliggende på vanddybde 14-16 m. Der er ingen boringer. Ressourcen overlejrer antagelig smeltevandsaflejringer, udfyldende lavninger orienteret næsten vinkelret på kysten. Ressourcen er nummeret 534.001 i rapporten 'Havbundsundersøgelser – Djursland Nord' fra 1986.

518.026

Spekulativ holocæn marin sand 0 beliggende på vanddybde 19-21 m. Der er ingen boringer. Ressourcen overlejrer antagelig smeltevandsaflejringer, udfyldende lavninger orienteret næsten vinkelret på kysten. Ressourcen er nummeret 534.002 i rapporten 'Havbundsundersøgelser – Djursland Nord' fra 1986.

518.027

Spekulativ holocæn marin sand 0 beliggende på vanddybde 16-19 m. Der er ingen boringer. Ressourcen overlejrer antagelig smeltevandsaflejringer, udfyldende lavninger orienteret næsten vinkelret på kysten. Ressourcen er nummeret 534.003 i rapporten 'Havbundsundersøgelser – Djursland Nord' fra 1986.

518.028

Sandsynlig holocæn marin sand 1 ressource beliggende på vanddybde 15-27 m. Ressourcen er dannet som akkumulationsflak på randen af højtliggende moræne områder. Der er ingen boringer. Indvindingsoplysninger angiver få laster af grus og ral i og lige omkring området. Forekomsten er også omtalt i rapporten 'Detaljeret bearbejdning af kortlægningsresultater samt evaluering af de samlede marine råstofressourcer i området nord for Sjælland' fra 2012 hvor den er nummereret som 536.007.

518.029

Spekulativ ral 3 ressource beliggende på vanddybde omkring 12-17 m. Ressourcen vurderes som et residual ovenpå et morænelers flak med en formodet mægtighed på under 2 m. Ressourcen ligger indenfor det udlagte auktionsområde.

Ressourcebegrænsende faktorer

Størstedelen af område 518, særligt den sydlige del, er dækket af dyndaflejringer, som forefindes både i forbindelse med de dybereliggende områder samt de mere lavvandede områder. Generelt ser dynd forekomsterne ikke ud til at være en væsentlig begrænsende faktor. Den sydøstlige del

af området er henlagt som marine Natura 2000-område og er sammenfaldende med beliggenheden af de sandsynlige sand 1 forekomster 518.016, 518.021 og 518.028 samt den spekulative sand 0 forekomst 518.020. Ressource 518.002 er begrænset til udvinding, idet den ligger på en vanddybde lavere end 6 m.

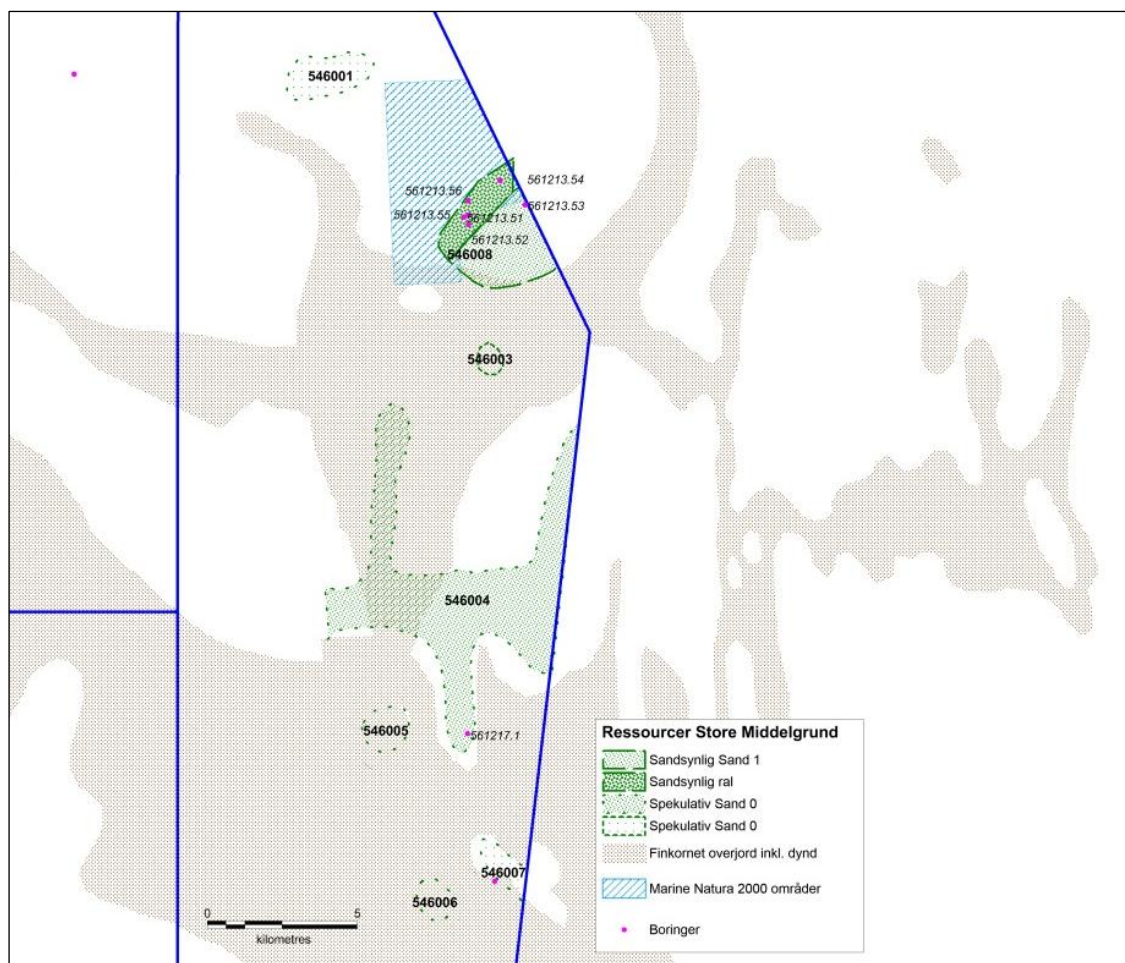
9.3.2 Projektområde 546 Store Middelgrund

Baggrundsdata for evalueringen af ressourceområderne på Store Middelgrund består af de generelle seismiske undersøgelser udført af SGU for Skov- og Naturstyrelsen i 1985 (Skov- og Naturstyrelsen 1993) og i forbindelse med Naturstyrelsens habitatkortlægning i 2011 udført af GEUS. Derudover findes der 9 vibrocore borer i området og 26 overfladeprøver suppleret af indvindingsdata og få prøvetagninger er der udpeget 7 ressourceområder i område 546 Store Middelgrund (figur 9.7)

Højtliggende glaciale og glaciomarine aflejringer udgør kernen af Store Middelgrund. De udpegede ressourceområder formodes dannet som marine akkumulationsflak i forbindelse med den postglaciale transgression af området. Kornstørrelsessammensætningen og dermed ressourcekvaliteten afhænger i høj grad af den lokale sammensætning af det glaciale landskab, hvor stenede moræne aflejringer giver ophav til sand 1 og glaciomarint lerede sedimenter giver ophav til sand 0.

Der er udpeget 2 sand 1 ressourceområder (546.002, 546.004), som tilsammen indeholder 51 mio. m³ sand, hvoraf ressourceområde 546.002 (11 mio. m³) er et velkendt indvindingsområde af højkvalitets sand 1. De resterende ressourceområder består af sand 0 materiale i ikke opgjorte mængder.

På Store Middelgrund er der udlagt et indvindingsområde i ressourceområde 546.002 og 546.008. I perioden 1990 - 1995 er der foregået en begrænset indvinding af sand 1 i område 546.008. Tilladelse til yderligere kræver gennemførelse af VVM vurdering. I området må der ikke indvindes materialer til anvendelse til opfyldninger.



Figur 9.7. Ressourceudbredelse af påviste råstofområder i område 536 Store Middelgrund samt relevante begrænsende faktorer og boringer.

546.001

Forekomsten består formodentlig af finsand, der ligger som et tyndt lag på Store Middelgrundens nordvestflanke. Vanddybden er mellem 25 – 30 m. Laget, hvis tykkelse er ca. 2-3 m, underlejres hovedsagelig af senglacialt marint ler og i mindre udstrækning af moræneler. Der er ikke foretaget prøvetagninger af området, hvorfor det klassificeres som en spekulativ ressource. Ressourcen areal er 3,3 km² og volumenet kan estimeres til 6 mio. m³ ved en lagtykkelse på 2 m.

546.002

Arealet af område 546.002 er i forhold til den tidligere ressourceopgørelse i 1997 reduceret med hvad der svarer til arealet af område 546.008 (se nedenfor). Ressourceområdet 546.002 består således nu af området sydøst for område 546.008. Fra tidligere undersøgelser udført af SGU for Skov-og Naturstyrelsen i 1993 er ressourcen ud fra seismiske data, boringer og overfladeprøver vurderet til at bestå af fin-mellemkornet sand på vanddybder mellem 10 og 30 m. Forekomsten, der har et areal på 6,7 km², anses for at være dannet i Holocæn af erosionsmaterialer fra de højtliggende glaciale områder nordvest herfor. Sedimenterne findes aflejret dels på senglacialt marint ler, dels på formodede ældre glaciale og interglaciale lerede og siltede sedimenter. Volumen efter fradraget af område 546.008, er beregnet til 11 mio. m³.

546.003

Forekomsten består formodentlig af finsand aflejret på senglacialt marint ler. Tykkelsen er op til 2-3 m. Vanddybden er 30-35 m. Der findes ingen prøvetagninger indenfor dette område. På grund af den formodede sammensætning og en ringe tykkelse er forekomsten klassificeret som spekulativ. Området, der udgør et areal på 0,7 km², er i øvrigt dækket af dynd. Ressourcevolumenet estimeres til 1 mio. m³ ved en lagtykkelse på 2 m.

546.004

Forekomsten er sammensat af tre parallelle rygge orienteret nord-syd og nordøst-sydvest. Vanddybden varierer fra 28-29 m hen over ryggene til 32-33 m imellem ryggene. Underlaget er formodentlig finkornede senglaciale sedimenter. Tykkelsen af den formodede ressource af finsandede holocæne materialer er 2-3 m, dog stigende i den nordøstlige del til 4-6 m, hvor kornstørrelsen af ressourcen samtidig bliver grovere til mellemkornet sand. Der er ingen prøvetagninger i området. Ressourceområdets areal er 29 km².

546.005

Forekomsten er opbygget som et mindre akkumulationsflak bestående af finsand. Tykkelsen er 2-3 m, arealet 1,8 km² og vanddybden ligger mellem 30 og 35 m. Der er ingen prøvetagninger i området. På grund af den formodede sammensætning og en ringe tykkelse er forekomsten klassificeret som spekulativ. Området er i øvrigt dækket af dynd. Ressourcevolumenet estimeres til 3 mio. m³ ved en lagtykkelse på 2 m.

546.006 og 546.007

Forekomsterne, der hver udgør et areal på ca. 1,5 km², formodes at bestå af holocænt finsand med 2-3 m tykkelse aflejret hen over senglacialt finsand af ca. samme tykkelse. Vanddybden er 30-35 m. På grund af den formodede sammensætning og en ringe tykkelse er forekomsten klassificeret som spekulativ. Område 6 er i øvrigt dækket af dynd. Det samlede ressourcevolumenet af de to områder estimeres til 5 mio. m³ ved en lagtykkelse på 2 m.

546.008

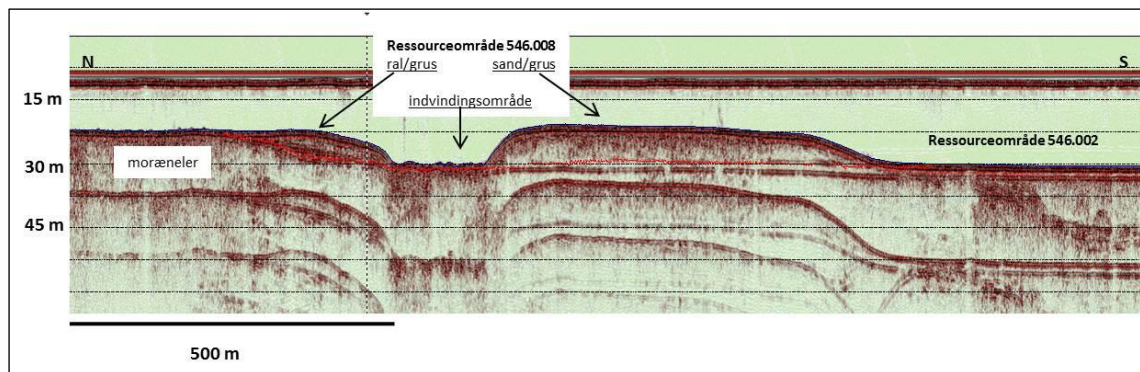
Området, der udgør et areal på 3,2 km², består af den sydøstlige flanke af Store Middelgrund. I forbindelse med Naturstyrelsens habitatkortlægning i 2011 blev der indsamlet store mængder seismiske data i et 1 km seismisk net samt udført 3 vibrocore borer. Disse data har dannet baggrund for en revurdering af ressourcepotentialet i dette område. Den tidligere ressourceopgørelse (Jensen 1997) afgrænsede et ressourceområde 546.002, hvor dette område var indeholdt. Den samlede ressource for området blev dengang opgjort til 17 mio. m³. På baggrund af de nye data er der foretaget en detaljeret kortlægning og afgrænsning af et nyt sammenhængende ressourceområde, kaldet 546.008. Ressourcen har en mægtighed på op til 12 m og tolkes som en marin flakdannelse, dannet i Holocæn. Kildematerialet er de højtliggende morænedannelser nordvest herfor, hvorfor flakket udbygger i sydlig retning, hvilket kan ses af de interne hældende reflektorer på figur 9.8. Ressourcens totalvolumen er i denne nye opgørelse beregnet til 160 mio. m³.

En del af ressourceområde 546.008 er båndlagt som Natura 2000 område, der kan begrænse indvindingsmulighederne her.

På baggrund af den geologiske dannelse af flakket kan det forventes at de groveste materialer findes i den proksimale del dvs. i den nordlige ende tættest på kildeområdet/moræneleret (se figur 9.8). Indvindingsdata bekræfter dette, men herfra findes der informationer om, at der også er indvundet ral, grus og sand1 indenfor hele ressourceområde 8, overvejende indenfor over-

gangsområde 546-AA, men en mindre del er dog indvundet umiddelbart nordøst herfor ind mod den dansk-svenske territorialgrænse.

Ud fra seismikken og borerne Na2_01 der indeholder 3 m fin-mellemkornet sand med ca. 1 m stenet og gruset materiale herunder til bunden af boringen samt boring Na02_02, der indeholder 3,30 m mellem-groft sand antages det, at omkring 1/3 af ressourcen indeholder grovkornede materialer af ral og grus. Hvis det antages at andelen af ral-grus er på 20 % denne del af ressourcen vil der således kunne findes 10 mio. m³ af denne kvalitet. Resten af ressourcen antages at bestå af mellem-groft sand.



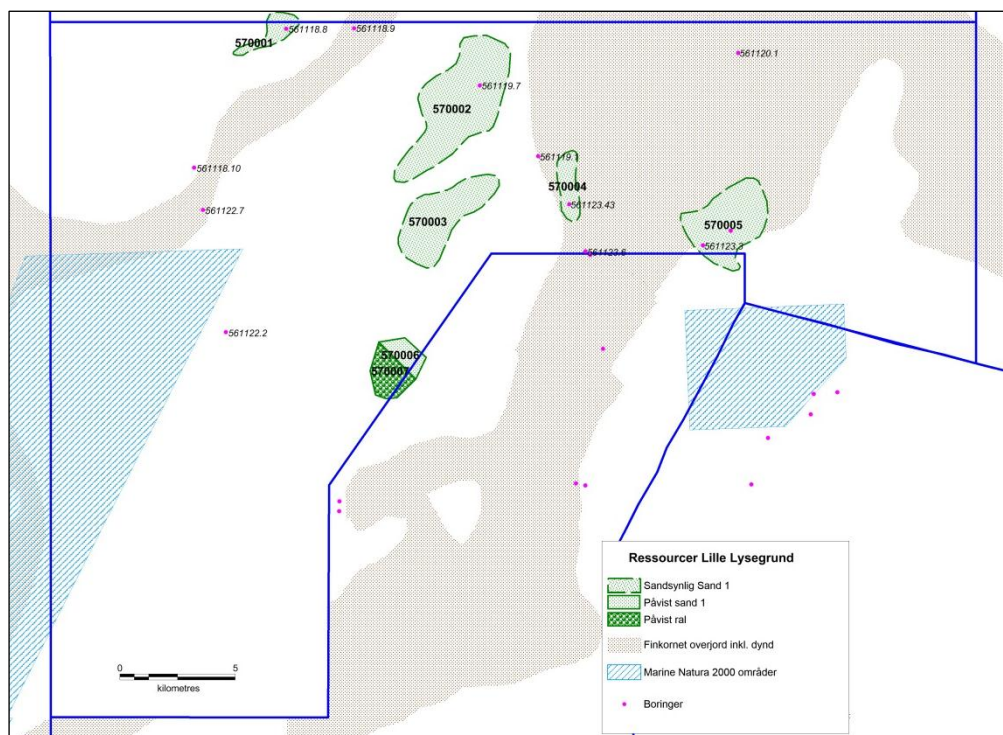
Figur 9.8. Seismisk profil (linje Na2_024) gennem Store Middelgrund ressourceområde 8 indsamlet under NST-habitatkortlægningen i 2011. Forekomsten består af ral/grus og sand, som har tidligere har været indvundet. Det antages, at de groveste materialer findes tættest på moræneområdet mod nord. Den sydlige del af profilet viser overgangen til ressourceområde 546.002.

Der er spor efter indvinding i området, hvilke hovedsagelig ligger indenfor fællesområdet 546-AA. Fra lastoppgørelser fremgår det, at der indvundet både ral, grus og sand i området.

En del af ressourceområde 546.008 er båndlagt som Natura 2000 område, der kan begrænse indvindingsmulighederne her.

9.3.3 Projektområde 570 Lille Lysegrund

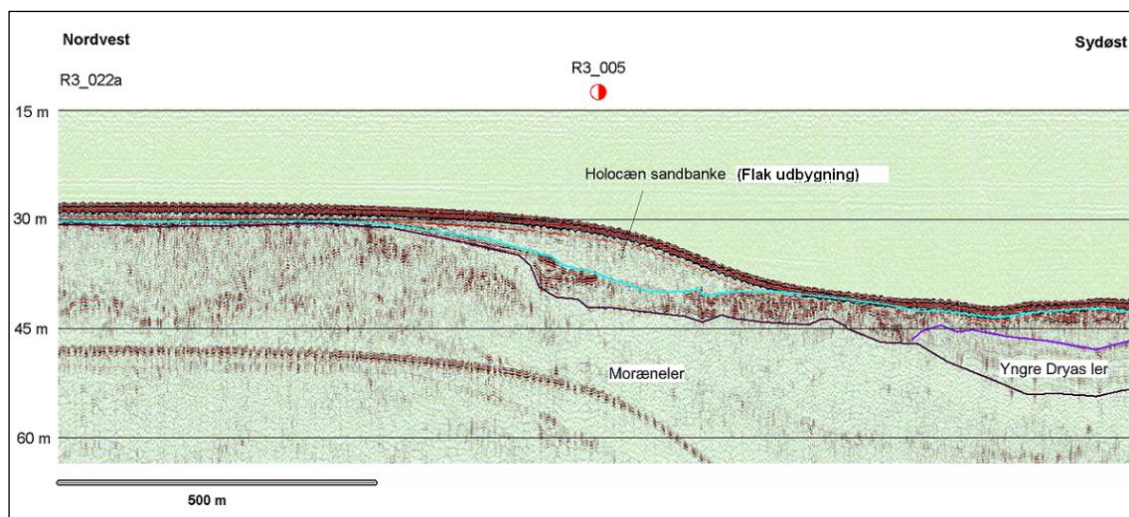
Der er påvist i alt 7 ressourceområder (figur 9.9) i området Lille Lysegrund. Ressourceområderne er kortlagt på baggrund af data indsamlet af GEUS i forbindelse med Naturstyrelsens ressourcekortlægningsprojekt og habitatkortlægningsprojekt i 2011.



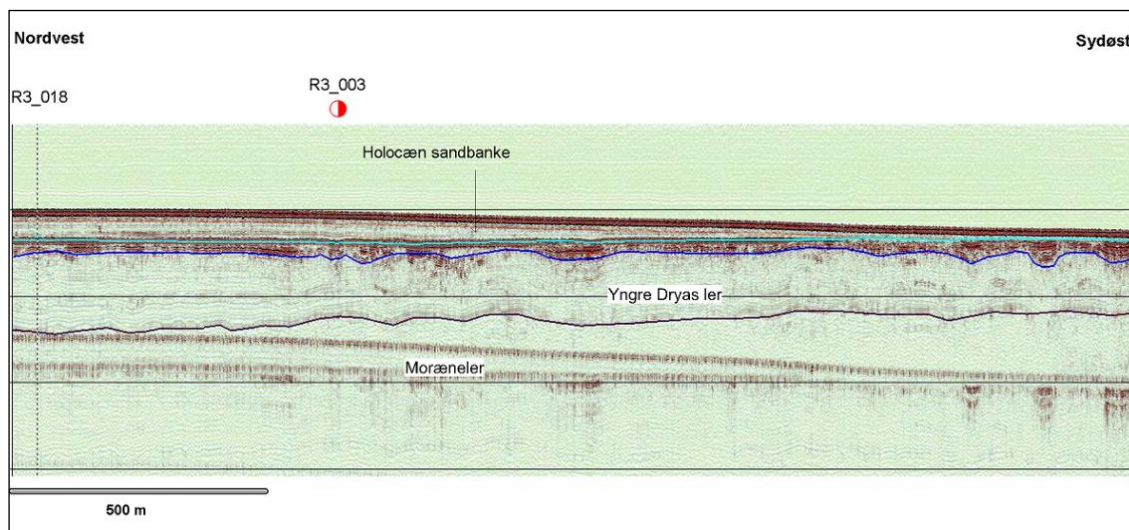
Figur 9.9. Ressourceudbredelse af påviste råstofområder i område 570 Lille Lysegrund samt relevante begrænsende faktorer og borer.

570.001, 570.002, 570.003 og 570.005

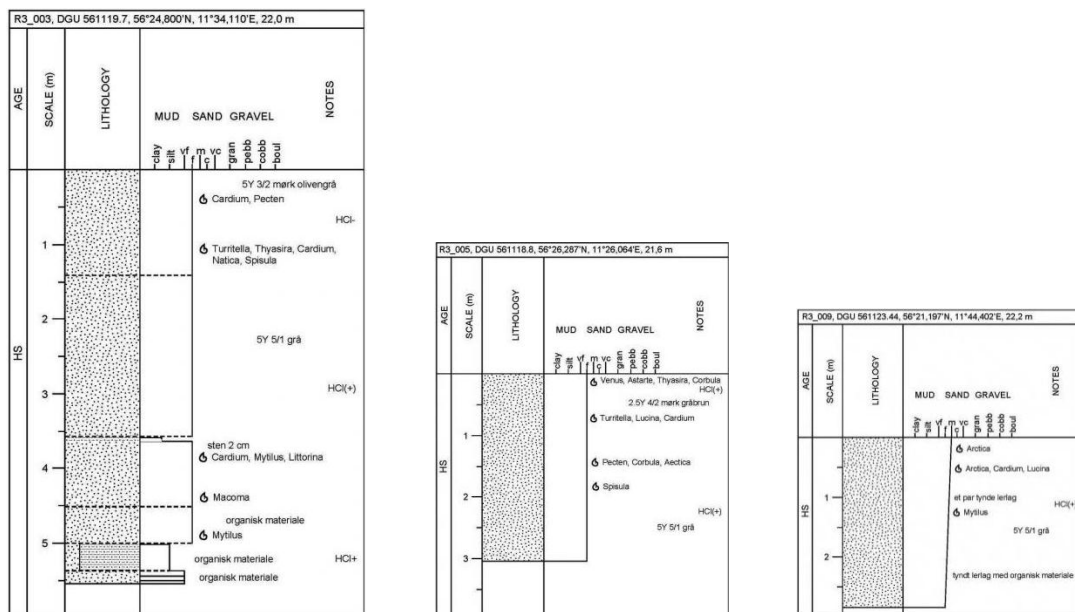
Ressourceområderne 570.001 (1,9 km²), 572.002 (15,5 km²), 570.003 (8,5 km²) og 572.005 (8,9 km²) udgøres alle af tidlig holocænt transgressivt marint sand på vanddybder omkring 20-28 m ud for palæo-Storebælt udløbet. De holocæne sand ressourcer ligger umiddelbart under havbunden. Ressourceområderne består af få km brede og 3 til 8 km lange NNØ-SSV-orienterede linseformede sandforekomster med mægtigheder af op til 5-8 m (se figur 9.10 og 9.11). Forekomsterne består hovedsageligt af fin-mellemkornet, velsorteret marint sand, som dokumenteret ved vibrationsboringerne R3-003/561119.7, R3-005/561118.8 og R3-009/561123/44 (figur 9.12). Sandforekomsterne overlejrer Yngre Dryas aflejringer, og stedvis senglaciale sedimenter og/eller ferskvandsaflejringer fra fastlandstiden.



Figur 9.10. Seismisk profil gennem ressourceområde 570.001. Eksempel på holocænt sandflak udbygning på flanken af palæo-Storebælt kanalen i den vestlige del af Anholt Syd området. Ressourceforekomsten er verificeret med vibrationsboring R3_005/561118.8, der består af finkornet sand.

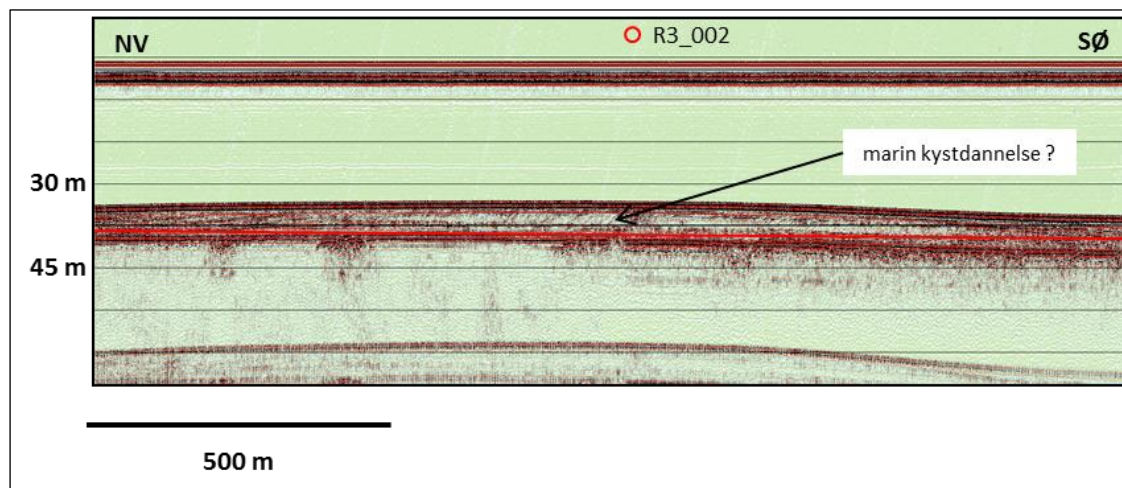


Figur 9.11. Seismisk profil gennem ressourceområde 570.002. Et eksempel på en holocænt sand ressource (sandbanke), der strækker sig over flere km. Den maksimale tykkelse er på omkring 6 m. Ressourcen er verificeret med vibrationsboring R3_003/561119.7, der består af finkornet sand.

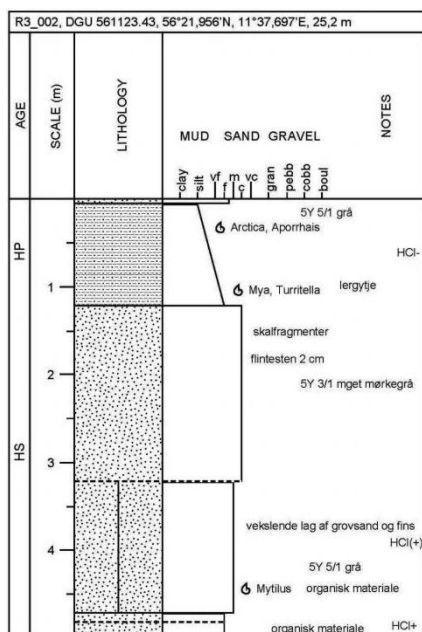


570.004

Ressourceområdet består af en sandbankestruktur med hældende interne reflektorer (figur 9.13). Aflejringen kan derfor muligvis tolkes som en marin kystdannelse fra tidlig Holocæn, hvorfor ressourcen potentielt kan indeholde indslag af grovere, grusede materialer. Boring R3-002/561123.43 (figur 9.14) indikerer dog at materialet består af holocænt, mellem-groft sand, men ressourcen er dækket af omkring 1 m silt/finsand. Ressourcen, der har et areal på 2,2 km², og en maksimal tykkelse på ca. 5 m, har et volumen i størrelsesordenen 4 mio. m³.



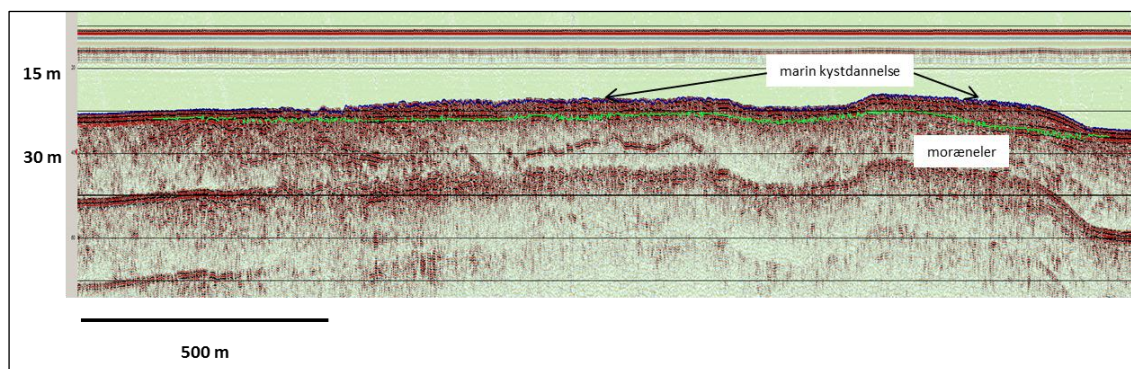
Figur 9.13. Seismisk profil gennem ressourceområde 570.004 med placeringen af boring R3-002.



Figur 9.14. Boring R3-002 i ressourceområde 570.004.

570.006 og 570.007

Seismikken indsamlet i 2011 i forbindelse med Naturstyrelsens ressourcekortlægning er gentolket. I området Lille Lysegrund findes et eksisterende fællesområde 570-BA. Ressourcen tolkes som en tidlig holocæn marin kystdannelse knyttet til de tilstødende glaciæle moræneaflejringer umiddelbart vest for ressourcen (figur 9.15). Iflg. NST hjemmesiden er der en reserve på 776.000 m³. Det er nærværende ressourceopgørelse vurderet at der er ca. 7 mio. m³ ressourcer tilbage på Lille Lysegrund, hvoraf 3 mio. m³ er grus og ral i den sydvestlige halvdel af området mens 4 mio. er fyldsand i den nordøstlige del af området. For at anskueliggøre variationen i kvaliteter er den afgrænsede ressource opdelt i to selvstændige ressourceområder hhv. 570.006 og 570.007, der tilsammen udgør et areal på 4,5 km².

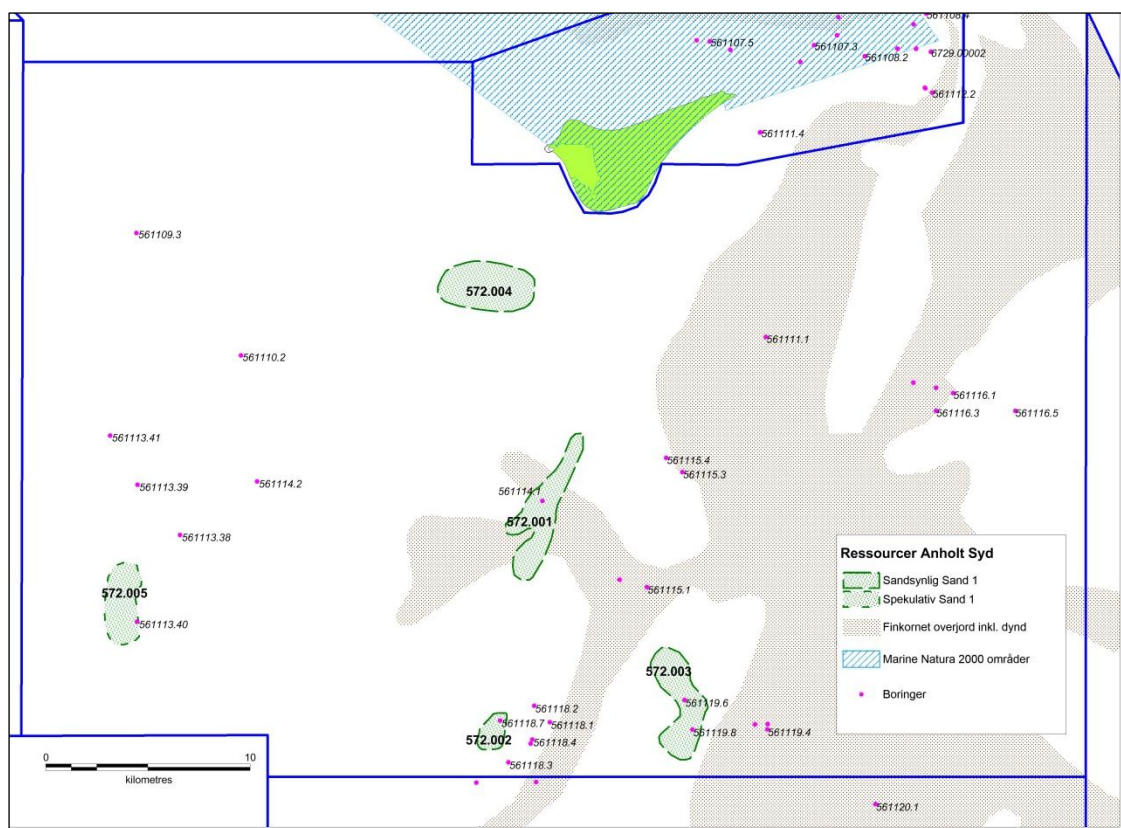


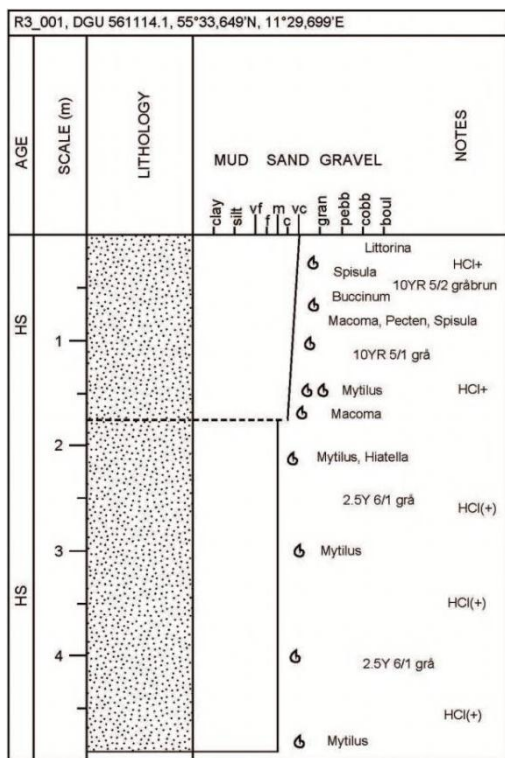
Figur 9.15. Lille Lysegrund fællesområde 570-BA. Lavningen på toppen af Lille Lysegrund indikerer tidligere råstofindvinding.

9.3.4 Projektområde 572 Anholt Syd

Der er påvist i alt 5 ressourceområder (figur 9.16) i område Anholt Syd. Ressourceområderne i Anholt Syd området er kortlagt på baggrund af 3 forskellige datasæt: 1) ressourceområderne 572.001, 572.002 og 572.003 blev kortlagt i forbindelse med NST-råstokortlægningen i 2011; 2) ressourceområde 572.004 er kortlagt på baggrund af ikke tidligere tolkede seismiske data indsamlet af GEUS i 2007 og 3) ressourceområde 572.005 på baggrund af data indsamlet af GEUS i forbindelse med forundersøgelserne til Anholt Offshore Windfarm i 2009.

Ressourceområderne 572.001, 572.002 og 572.003 udgøres af tidlig holocænt transgressivt marint sand på vanddybder omkring 20-28 m ud for palæo-Storebælt udløbet. De Holocæne sandressourcer ligger umiddelbart under havbunden. Ressourceområderne består af få km brede og op til 8 km lange NNØ-SSV-orienterede linseformede sandforekomster med mægtigheder af op til 5-8 m. Forekomsterne består hovedsageligt af fin-mellemkornet, velsorteret marint sand, som dokumenteret ved vibrationsboringerne R3-001, R3-004 og R3-008. Grov-mellemkornet sand er også påtruffet i en enkelt af boringerne R3-001. Sandforekomsterne overlejrer Yngre Dryas aflejringer, og stedvis senglaciale sedimenter og/eller ferskvandsaflejringer fra fastlandstiden.

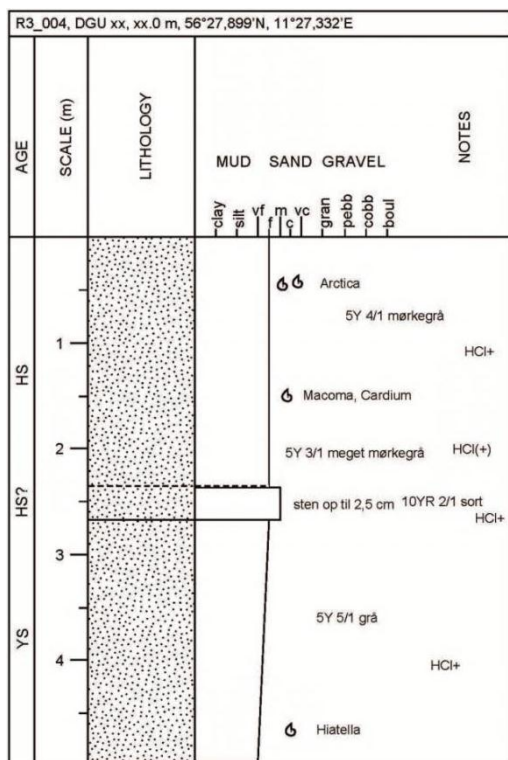




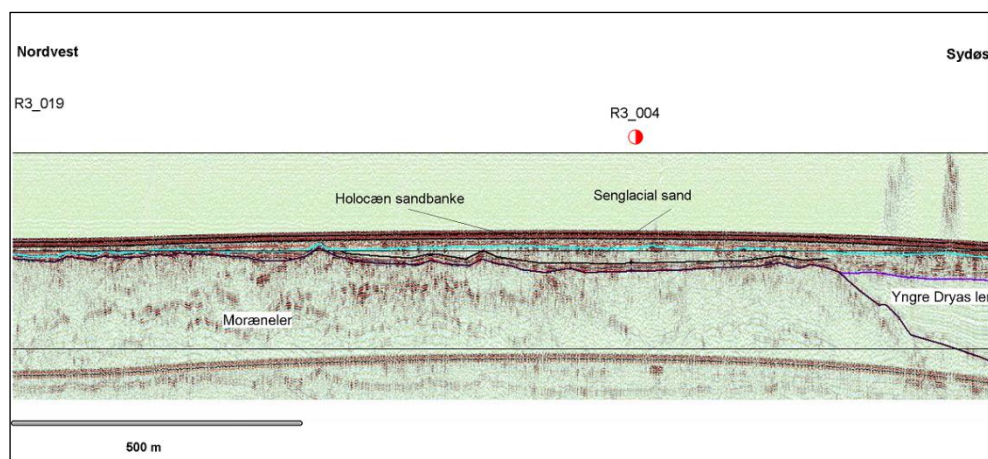
Figur 9.17. Boring R3-001 med groft sand øverst.

572.002

Ressourceområdet er veldokumenteret ud fra et tæt net af seismiske linjer og en vibrocore boring. Ressourcen består af holocænt marint sand med tykkelser op til 4 m. ressourcen er dokumenteret gennem 3 seismiske linjer (figur 9.19) og vibrocore boring R3-004/561118.7 (se figur 9.18). Boringen antyder, at ressourcen består af ensartet finsand, der nedadtil er begrænset af et stenet lag. Herunder findes seneglacialt finsand.



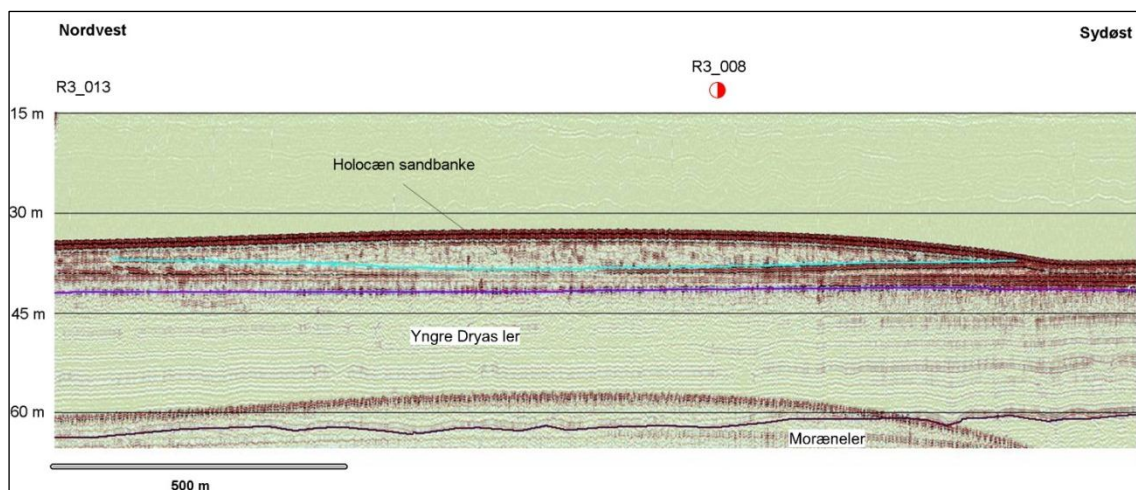
Figur 9.18. Boring R3-004 i ressource 572.002.



Figur 9.19. Senglacialt sand påvist i vibrationsboring R3_004 over moræneler, og overlejret af holocænt sand.

Område 572.003

Ressourceområdet udgøres af en holocæn sandbanke med op til 5 m tykke aflejringer henover senglaciale sedimenter. Ressourcen er dokumenteret gennem 6 krydsende seismiske linjer (se figur 9.20) samt en vibrocore boring. Boring R3-008/561119.8 (figur 9.21) antyder, at der er tale om fint-mellemkornet sand.



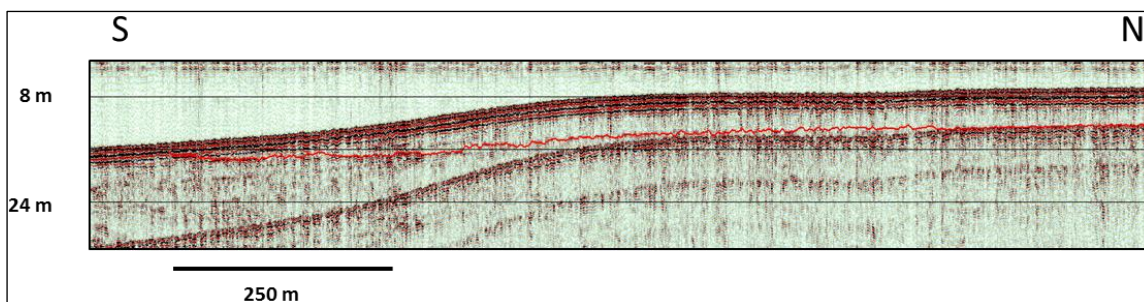
Figur 9.20. Seismisk profil gennem ressourceområde 572.003 med angivelse af placeringen af boring R3-008.

R3_008, DGU 561119.8, 56°27,47'N, 11°36,45'E, 24,4 m						
SCALE (m)	LITHOLOGY	MUD SAND GRAVEL				
		clay	silt	vf	m	vc
					gran	pebb
						cobb
						boul
1						
2						
3						
4						

Figur 9.21 Boring R3-008 med 5 m fint-mellemkornet sand.

Område 572.004

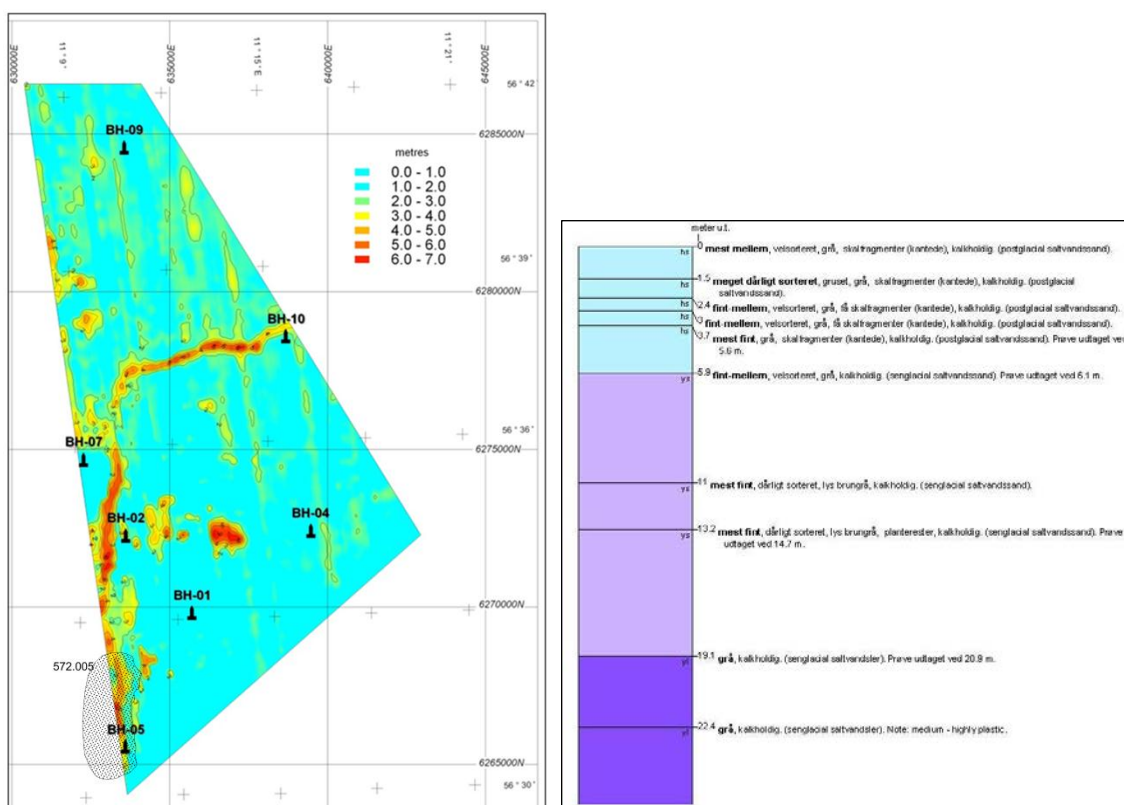
Området er beliggende sydvest for Anholt, og er alene afgrænset på grundlag af 2 seismiske linjer indsamlet af GEUS i 2007 (figur 9.22). Seismikken antyder, at der findes et sandflak fra ca. 6 til 12 m vanddybde med sedimenttykkelser på op til 5 m. Der er ingen borer i ressourceområdet men ressourcen antages at bestå af marint fin-mellemkornet sand. Arealet er ca. 9 km². På grund af den ringe datadækning klassificeres ressourcen som spekulativ.



Figur 9.22. Seismisk profil af linje ANHOLT_SV_002. Vanddybden i den nordlige ende er omkring 6 m.

Område 572.005

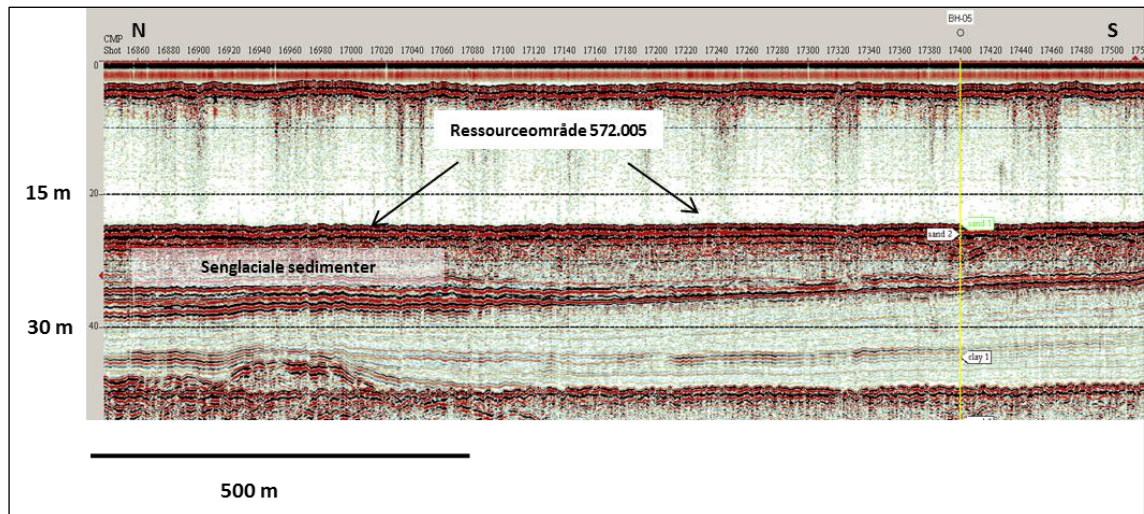
På baggrund af den seismiske kortlægning er der foretaget en kortlægning af tykkelsen af de holocæne aflejringer i hele vindmølleområdet. Generelt findes de holocæne aflejringer med lagtykkelser på 1 m eller derunder, bortset fra en formodet tidlig holocæn kanaludfyldning, der skærer sig igennem området fra øst mod vest med tykkelser på op til 7 m finkornede aflejringer (se figur 9.23 og figur 9.24).



Figur 9.23. Holocænt isopakkort (til venstre) med ressourceområde 572.005 indtegnet (prikket) og boreringslog af den geotekniske boring BH-05 i Anholt Windfarm området.

I det sydvestlige hjørne i kanten af det undersøgte vindmølleområde findes dog et område med lidt grovere holocænt sand. Boring BH-05/56113.40, som er en af de geotekniske borer i forbindelse med forundersøgelserne til vindmølleparken, viser at der findes 5,9 m fin-mellem sand med indslag af grus. (se figur 9.23). Området er på denne baggrund vurderet som et potentielt ressourceområde. To andre borer nord herfor (BH-02 og BH-07) viser dog en dominans af finkornede sedimenter. Ud fra tykkelseskortet over de holocæne aflejringer og en revurdering af de seismiske data er det vurderet, at volumen af potentielle sandressourcer indenfor det

kortlagte område er i størrelsesordenen 20 mio. m³. Hvis ressourcens udstrækning ekstrapoleres til området vest for vindmølleområdet, er ressourcens samlede volumen estimeret til ca. 30 mio. m³ og udgøre et areal på ca. 6 km²



Figur 9.24 Seismisk profil gennem boring BH-05. De øverste 5,9 m af boringen indeholder overvejende fint-mellemkornet sand med indslag af niveauer af mere grusede sediment.

10. Samlet ressourceopgørelse for Kattegat Nord

Ressourceopgørelserne i denne rapport er udarbejdet dels på baggrund af tidligere råstofkortlægninger, herunder Naturstyrelsens Havbundsrapporter omhandlende Djursland Nord, Grenå, Anholt og Store Middelgrund, GEUS' evaluering af sand og grusressourcer på det danske havområde, Uddybning af Sejlløb i Ålborg bugt, råstof evaluering fra Læsø Rende/Ålborg Bugt, dels har der været anvendt data indsamlet for Naturstyrelsen i 2011 og 12 til råstof og naturtypekortlægning. Der er en samlet oversigt over de rapporter der er anvendt i referencelisten.

I de områder, hvor der ikke er indsamlet nye data, er de tidligere data anvendte suppleret med informationer om råstofindvindinger stillet til rådighed af Naturstyrelsen, således at der er beregnet et restvolumen i ressourceopgørelserne. I det følgende er ressourceopgørelserne foretaget for hvert projektområde.

10.1 Projektområde 558 Skagen

RESOMR	GEOKODE	RESTYPE	GEOLOGI	SIKKERHED	TOTRES
558.001	HS	3	B	1	5
558.002	HS	4	B	1	10
558.003	HS	4	B	0	5

Tabel 10.1 Opstilling af ressource typerne for område 558, deres geologiske oprindelse, ressourcevolumener m.m.

Der er kortlagt tre ressourceområder, som består af to sandsynlige og en enkelt spekulativ. De to ressourceområde 558.002-558.003 er angivet som fyldsand 4 områder, mens ressourceområde 558.001 formodentlig består af ral 3.

De kortlagte sandsynlige ressourceområder i Skagens området bidrager samlet 15 mio. m³, hvoraf 10 mio. m³ er fyldsand og 5 mio. m³ er RAL 3 (Tabel 10.1).

10.2 Projektområde 528 Læsø Rende

RESOMR	GEOKODE	RESTYPE	GEOLOGI	SIKKERHED	TOTRES
528.001	HS	0	G	0	2.0
528.002	HS	1	G	0	20.0
528.003	HS	1	G	0	20.0
528.004	HS	1	B	1	25.0
528.005	HS	0	G	0	0
528.006	HS	1	G	1	30.0
528.007	HS	1	G	0	2.0
528.008	HS	1	G	0	8.0
528.009	HS	0	G	0	5.0
528.010	HS	1	G	0	10.0
528.012	HS	1	G	0	0
528.014	HS	1	G	1	40.00
528.015	HS	1	G	1	20.00

528.016	HS	0	G	0	10.0
528.017	HS	0	G	0	5.0
528.018	HS	0	G	0	3.0

Tabel 10.2. Opstilling af ressourcetyperne for område 528, deres geologiske oprindelse, ressourcevolumener m.m.

Der er i alt lokaliseret 18 ressourceområder i 528 Læsø Rende. De 14 af ressourcerne er spekulative ressourcer, som består af sand 0 eller sand 1 mens de 4 øvrige 528.004, 528.006, 528.014 og 528.015 er sandsynlige forekomster. Det er opgjort, at de fire sandsynlige ressourcer (528.004, 528.006, 528.014, 528.015) har et samlet ressource på 115 mio. m³ sand 1 mens de spekulative ressourcer er opgjort til 18 mio. m³ sand 0 og 1. Som tidligere nævnt spiller de ressourcebegrænsende faktorer en stor rolle i 528 Læsø Rende.

10.3 Projektområde 574 Læsø

RESOMR	GEOKODE	RESTYPE	GEOLOGI	SIKKERHED	TOTRES
574.001	HS	1	G	2	0,7
574.002	HS	1	B	0	0,1
574.003	HG	3	B	1	7
574.004	HS	1	B	1	1,5
574.005	HS	1	G	2	95
574.006	HS	4	G	1	3.7
574.007A	HS	4	G	0	2.5
574.007B	HS	4	G	0	396
574.008	HS	1	G	1	480
574.009	HS	1	G	2	8
574.010	HS	0	G	0	10
574.011	HS	1	G	0	2,3
574.012	HS	1	G	0	2,2
574.013	HS	1	G	0	0,5
574.014	HS	1	G	0	0,5
574.015	HS	4	G	0	24
574.016	HG	3	G	0	1,6
574.017	HS	0	G	0	9
574.018	HS	1	G	0	0,1

Tabel 10.3. Opstilling af ressourcetyperne for område 574 Læsø, deres geologiske oprindelse, ressourcevolumener m.m.

Der er i alt lokaliseret 19 ressourceområder i 574 Læsø (tabel 10.3) De 12 af ressourcerne er spekulative ressourcer og har et ressourcepotentiale på 448 mio. m³, mens de sandsynlige ressourcer er opgjort til 492 mio. m³, fordelt på 3.7 mio. m³. fyldsand 7 mio. m³, grus eller ral og 480 m³ sand 1. Der er påviste ressourcer på 104 mio. m³ fordelt på 9 mio. m³. fyldsand 95 mio. m³ sand 1.

10.4 Projektområde 556 Hadsund

RESOMR	GEOKODE	RESTYPE	GEOLOGI	SIKKERHED	TOTRES
556.001	HS	1	G	0	0
556.002	HS	1	G	0	0

Tabel 10.4. Opstilling af ressourcetyperne for område 556, deres geologiske oprindelse, ressourcevolumener m.m.

Antallet af ressourcer i område 556 er meget begrænset. Der er dog kortlagt tre ressourcer i den nordlige del af Hadsund områder (528.014-528.016), som indgår i ressourceopgørelsen for 528 Læsø Rende. Desuden er der kortlagt en enkelt ressource i den sydøstlige del af området (534.020), som indgår i ressourceopgørelsen for 534 Djursland Nord. De to kortlagte ressourcer, som tilhører ressourceopgørelsen for 556 Hadsund er ressourceområderne 556.001-556.002, der begge er spekulative sand 1 forekomster. Da der hverken er seismiske data eller boringer i området, er der ikke angivet volumen for ressourcerne (tabel 10.4).

10.5 Projektområde 534 Djursland Nord

RESOMR	GEOKODE	RESTYPE	GEOLOGI	SIKKERHED	TOTRES
534.004	HS	1	G	0	16
534.005	HS	0	G	0	159
534.006	HS	0	G	0	167
534.007	HS	0	G	0	10
534.008	HS	0	G	0	184
534.009	HS	0	G	0	950
534.010	HS	0	G	0	64
534.018	HS	1	G	2	60
534.019	HS	1	G	2	60
534.020	HS	1	G	2	40
534.021	HS	1	G	2	45

Tabel 10.5. Opstilling af ressourcetyperne for område 534, deres geologiske oprindelse, ressourcevolumener m.m.

Der er i alt lokaliseret 11 ressourceområder i 534 Djursland Nord (tabel.10.5). De 9 af ressourcerne er spekulative ressourcer og har et ressourcepotentiale på 1550 mio. m³, mens resterende ressourcer er angivet som påviste ressourcer der er opgjort til 205 mio. m³ sand 1.

10.6 Projektområde 540 Anholt

RESOMR	GEOKODE	RESTYPE	GEOLOGI	SIKKERHED	TOTRES
540.001	0	1	G	0	9

Tabel 10.6. Opstilling af ressourcetyperne for område 528, deres geologiske oprindelse, ressourcevolumener m.m.

Der er lokaliseret 1 ressourceområder i 540 Anholt der er angivet som en spekulativ ressource på 9 mio. m³.

10.7 Projektområde 572 Anholt Syd

RESOMR	GEOKODE	RESTYPE	GEOLOGI	SIKKERHED	TOTRES
572.001	HS	1	G	1	26
572.002	HS	1	G	1	5
572.003	HS	1	G	1	21
572.004	HS	1	G	1	10
572.005	HS	0	G	0	20

Tabel 10.7. Opstilling af ressourcetyperne for område 572 Anholt Syd, deres geologiske oprindelse, ressourcevolumener m.m.

Der er i alt lokaliseret 5 ressourceområder i 572 Anholt Syd. Den ene af ressourcerne er spekulative ressourcer og har et ressourcepotentiale på 20 mio. m³, mens de sandsynlige ressourcer er opgjort til 62 mio. m³, sand 1.

10.8 Projektområde 546 Store Middelgrund

RESOMR	GEOKODE	RESTYPE	GEOLOGI	SIKKERHED	TOTRES
546.001	HS	0	G	0	6
546.002	HS	1	G	1	11
546.003	HS	0	G	0	1
546.004	HS	1	G	0	40
546.005	HS	0	G	0	3
546.006	HS	0	G	0	2
546.007	HS	0	G	0	3
546.008	HS/HG	1 og 2	G	2	150/10

Tabel 10.7. Opstilling af ressourcetyperne for område 546 Store Middelgrund, deres geologiske oprindelse, ressourcevolumener m.m.

Der er i alt lokaliseret 9 ressourceområder i 546 Store Middelgrund. De 6 af ressourcerne er spekulative ressourcer og har et ressourcepotentiale på 55 mio. m³, mens de sandsynlige res-

sourcer er opgjort til 11 mio. m³, sand 1. De påviste ressourcer på 160 mio. m³, fordelt på 150 mio. m³ sand 1 og 10 mio. m³ grus 2.

10.9 Projektområde 518 Grenå

RESOMR	GEOKODE	RESTYPE	GEOLOGI	SIKKERHED	TOTRES
518.001	HS	1	G	1	0,9
518.002	HS	1	G	1	2,5
518.003	HS	0	G	1	2,0
518.004	HS	0	G	0	0,7
518.005	HS	0	G	0	1,5
518.006	HS	0	G	0	4,6
518.015	HG	3	G	0	2
518.016	HS	1	G	1	2
518.017	HS	0	G	0	0,5
518.018	HS	0	G	0	0,5
518.019	HS	1	G	0	0,5
518.020	HS	0	G	0	0,5
518.021	HS	1	G	1	3
518.022	HS	1	G	0	1,5
518.023	HS	1	G	0	1
518.024	HS	1	G	0	2,5
518.025	HS	0	G	0	1,1
518.026	HS	0	G	0	1,3
518.027	HS	0	G	0	9,2
518.028	HS	1	G	1	1
518.029	HG	3	G	0	2,9

Tabel 10.9. Opstilling af ressource typerne for område 518, deres geologiske oprindelse, ressourcevolumener m.m.

Der er lokaliseret i alt 21 ressourceområder i område 518 Grenå. Heraf udgør 15 områder spekulative sand 0, sand 1 eller ral 3 ressourcer, mens 5 områder udgør sand 1 forekomster og et område udgør sand 0. Det samlede volumen udgør 30 mio. m³ for de spekulative ressourcer og 11 mio. m³ for de sandsynlige ressourcer.

10.10 Projektområde 570 Lille Lysegrund

RESOMR	GEOKODE	RESTYPE	GEOLOGI	SIKKERHED	TOTRES
570.001	HS	1	G	1	3
570.002	HS	1	G	1	45
570.003	HS	1	G	1	28
570.004	HS	1	G	1	4

570.005	HS	1	G	1	15
570.006	HS	4	G	2	4
570.007	HG	3	G	2	3

Tabel 10.10. Opstilling af ressourcetyperne for område 570, deres geologiske oprindelse og volumener.

Der er lokaliseret i alt 7 ressourceområder i område 570 Lille Lysegrund. Heraf udgør 5 områder sandsynlige ressourcer på 95 mio. m³ sand 1, mens 2 områder er påviste ressourcer et samlet volumen på 7 mio. m³ fordelt på 4 mio. m³ fyldsand og 3 mio. m³ ral 3.

11. Præsentation af A-3 kortbilag

Som præsentationsform for ressourcevurderingen er valgt MapInfo® GIS systemet, og medfølgende CD indeholder baggrundsdata for nedennævnte bilag. I Naturstyrelsen findes der i forvejen, ud over almindelige kortdata, en del af oplysningerne som digitale korttemaer i MapInfo® format. Der er produceret kortbilag i A3 format, der illustrerer undersøgelsesområdet, survey-data dækning, overfladesedimentfordeling, ressourceklassifikationen, kvalitets-parametre, og tilgængeligheden/ressourcebegrænsninger.

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:

Område I - Bilag A1-A5

Område II - Bilag B1-B5

Område III - Bilag C1-C5

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

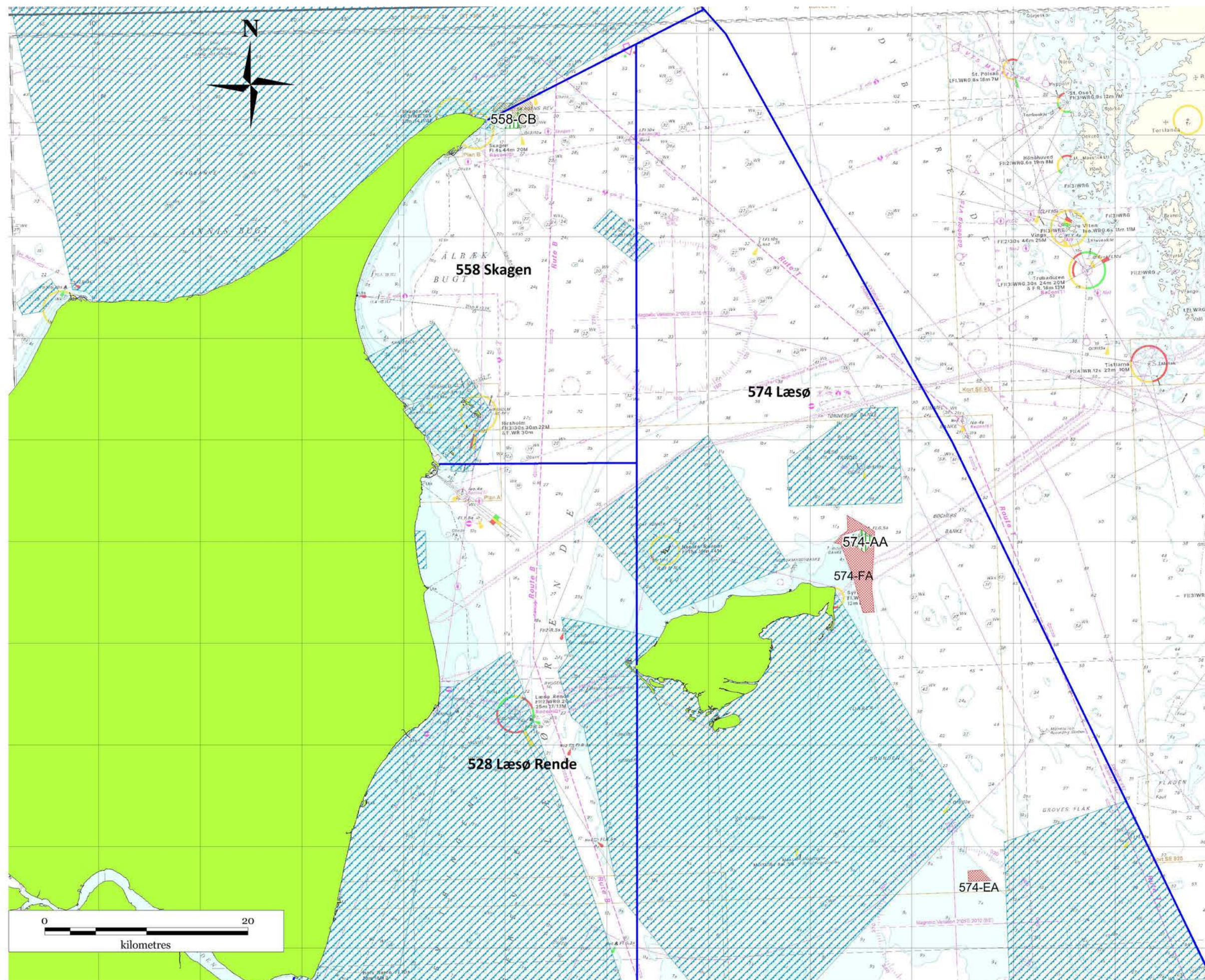
Bilag 1 er et oversigtskort, som viser afgrænsningen af Naturstyrelsens administrative områder herunder fællesområder og auktionsområder, samt Natura 2000-beskyttelsesområder med søkort som baggrund.

Bilag 2 viser en oversigt over eksisterende survey linjer, boringer, overfladeprøver (hovedsageligt grab prøver) samt sandsugeprøver. Data er primært fra GEUS' Marta og Jupiter databaser.

Bilag 3 er et overfladesedimentkort, der viser en oversigt fordelingen af overfladesedimenter på havbunden. 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 4 er et ressourcekort, der viser fordelingen og den arealmæssige udbredelse af de nummererede ressourceområder. På kortet får man overblik over ressourceområdernes udbredelse, forekomsttype samt råstofkvalitet.

Bilag 5 viser de indvindingsbegrænsninger herunder dyndområder, Natura 2000-områder samt 6 m's dybdekonturen, som alle kan være med til at besværliggør indvinding. De ressourcebegrænsende faktorer er repræsenteret sammen med de kortlagte ressourceområder.



RÅSTOFRESSOURCER - OMRÅDET Kattegat Nord I

SIGNATURFORKLARING:

- Projektgrænser
- Marine Natura-2000 områder
- Fællesområder
- Efterforskningsstilladelse
- § 20 Auktionsområder

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Klient:

 Miljøministeriet
Naturstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

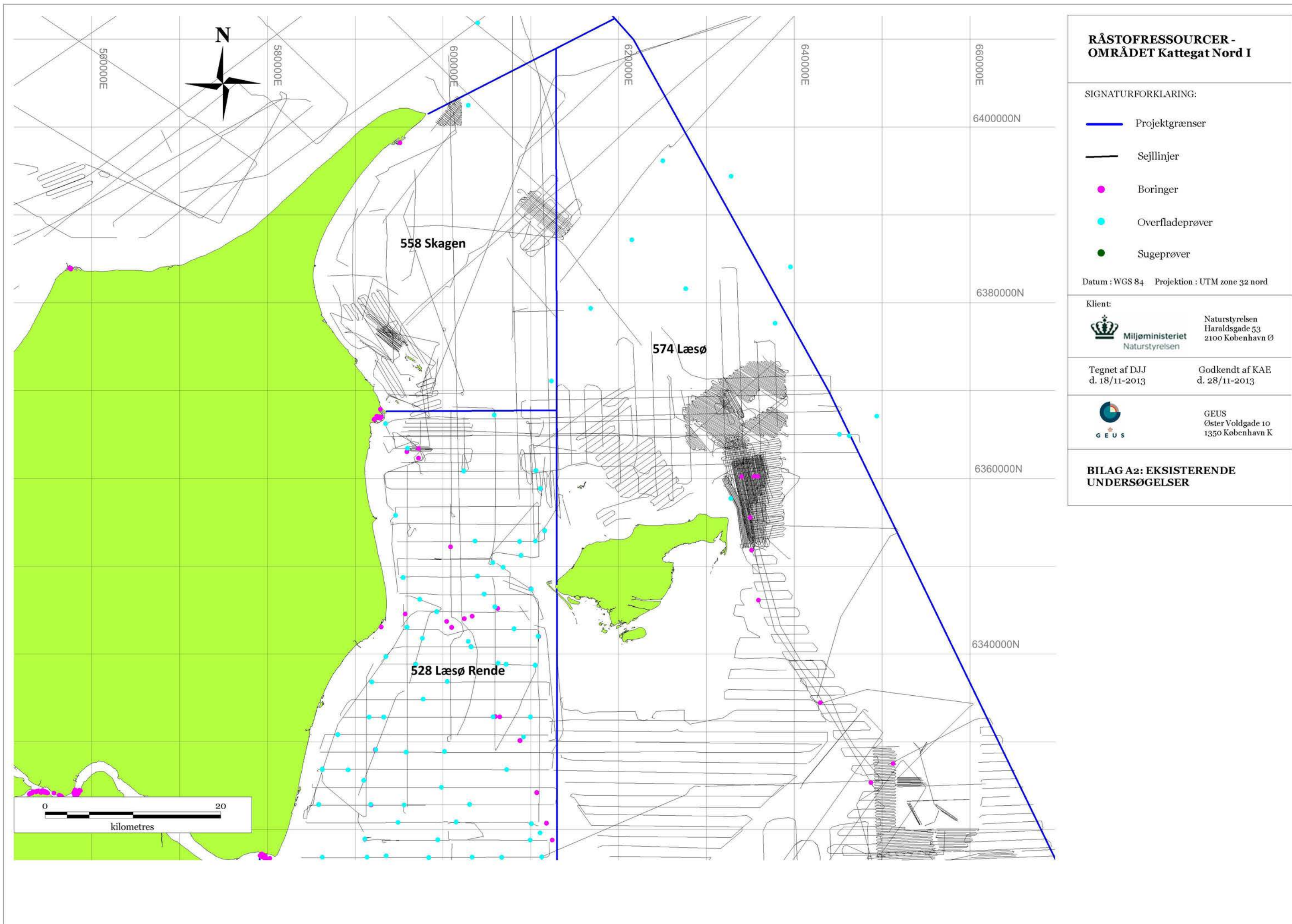
Tegnet af DJJ
d. 18/11-2013

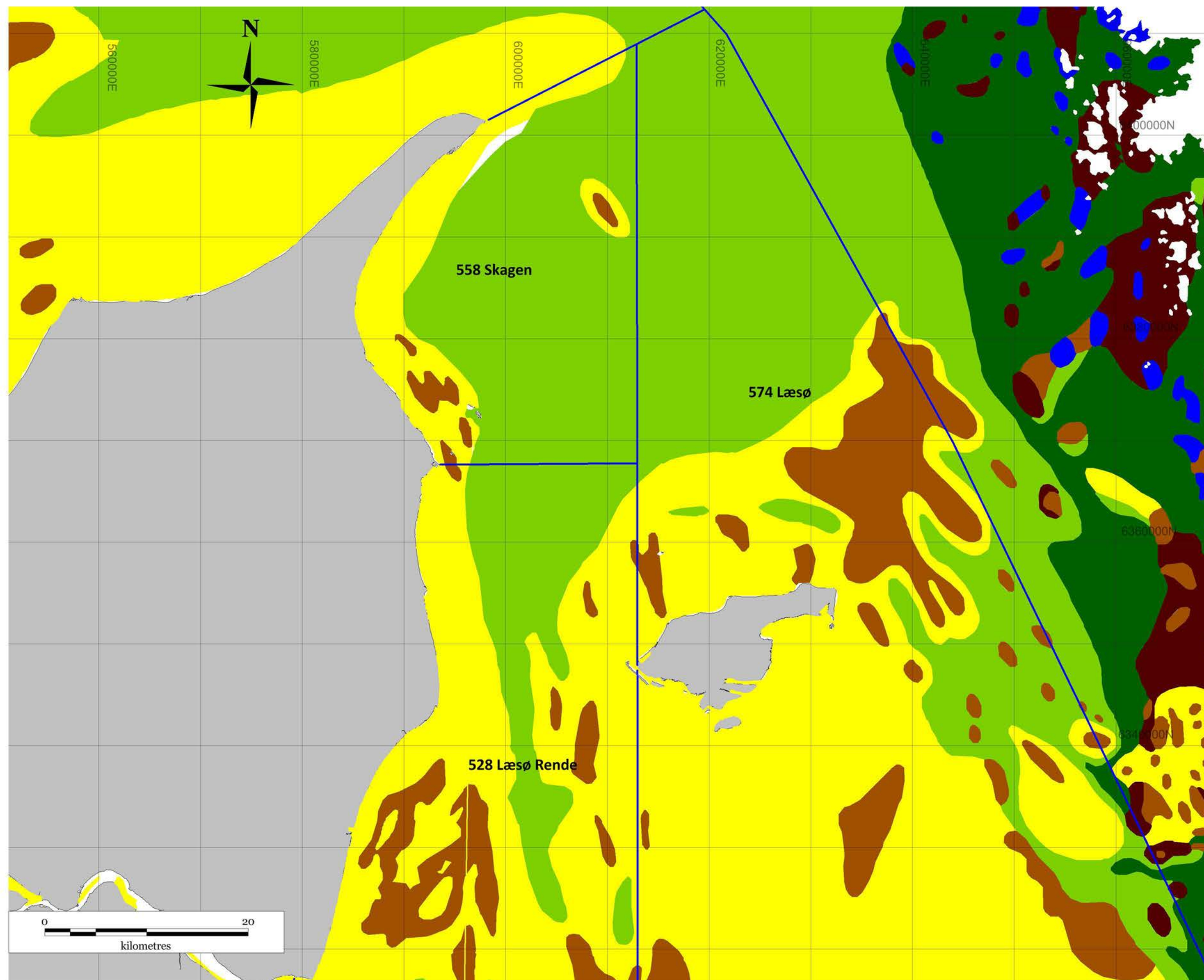
Godkendt af KAE
d. 28/11-2013



GEUS
Øster Voldgade 10
1350 København K

BILAG A1: OVERSIGTSKORT





RÅSTOFRESSOURCER - OMRÅDET Kattegat Nord I

SIGNATURFORKLARING:

- Projektgrænser
- Krystalint grundfjeld
- Moræne
- Sand
- Sandet dynd
- Dynd
- Kvantært ler og tørv

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Klient:

 Miljøministeriet
Naturstyrelsen
Naturstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

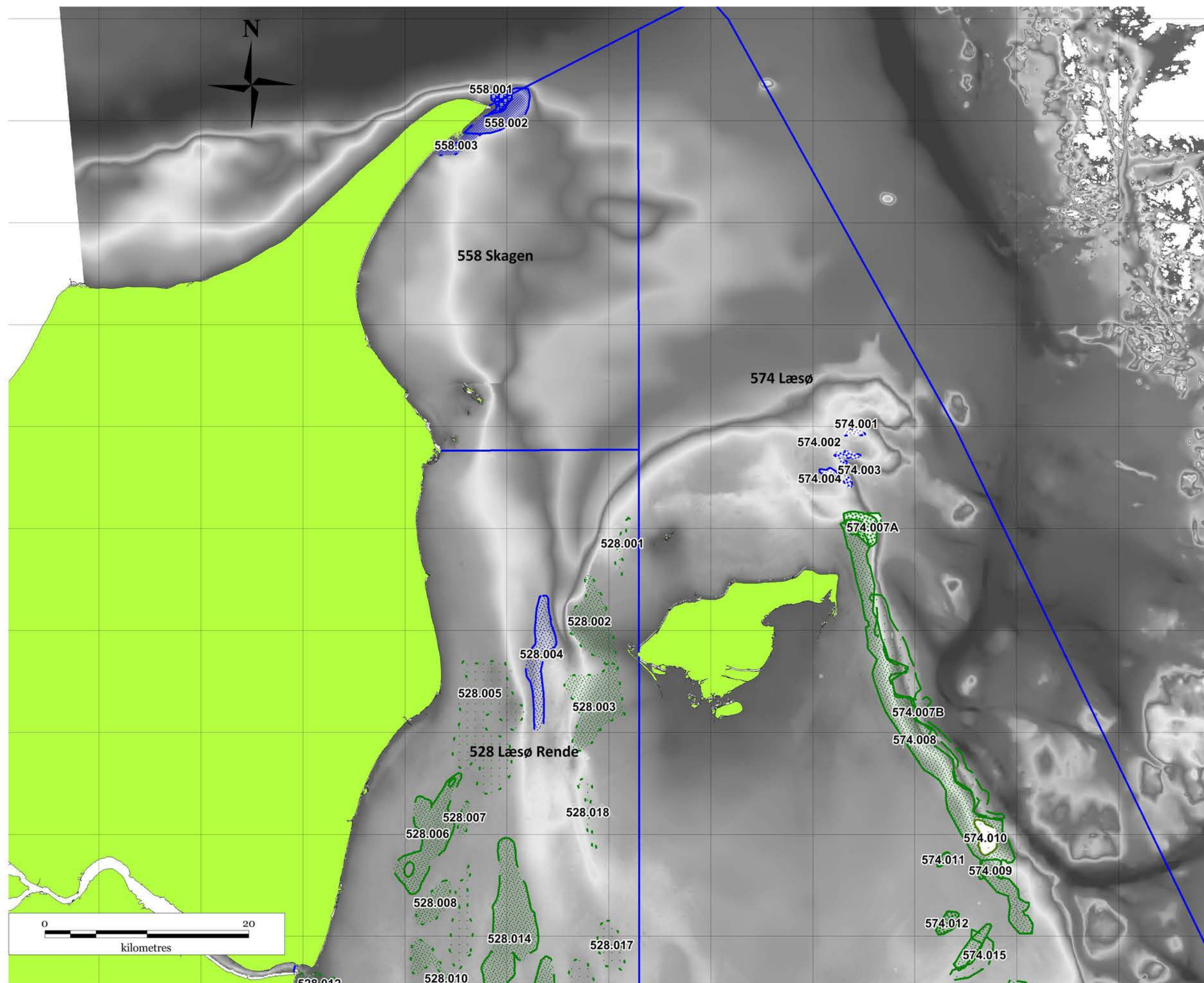
Tegnet af DJJ
d. 18/11-2013

Godkendt af KAE
d. 28/11-2013



GEUS
Øster Voldgade 10
1350 København K

BILAG A3: OVERFLADE- SEDIMENTKORT



RÅSTOFRESSOURCER - OMRÅDET Kattegat Nord I

SIGNATURFORKLARING:

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

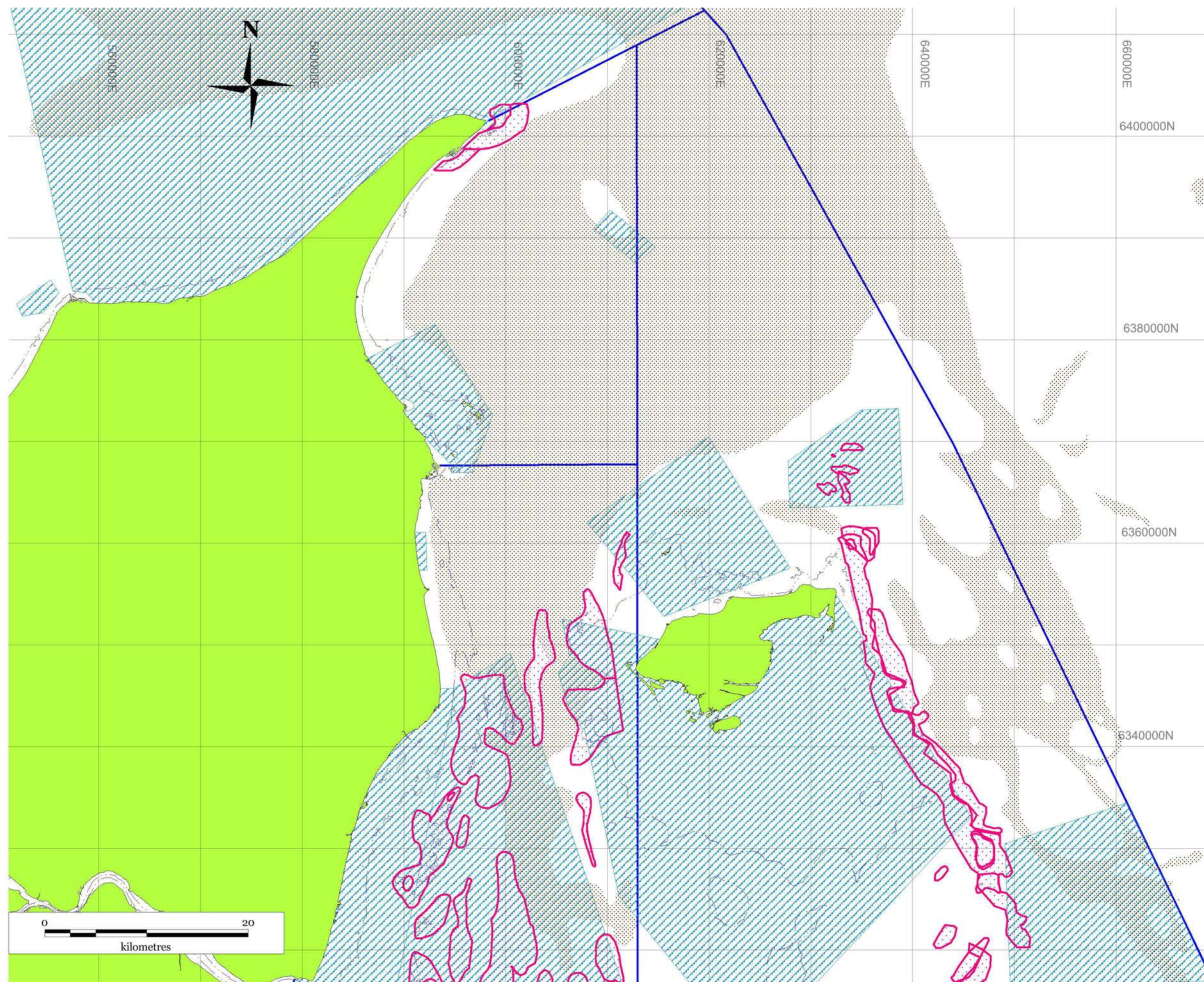
Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Klient:
 Miljøministeriet
Naturstyrelsen
Naturstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

Tegnet af DJJ d. 18/11-2013 Godkendt af KAE d. 28/11-2013

 GEUS
Øster Voldgade 10
1350 København K

BILAG A4: RÅSTOFRESSOURCER



RÅSTOFRESSOURCER - OMRÅDET Kattegat Nord I

SIGNATURFORKLARING:

- Projektgrænser
- 6 m's dybdekontur
- Marine Natura-2000 områder
- Finkornet overjord inkl. dynd
- Ressourceområder

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Klient:

 Miljøministeriet
Naturstyrelsen
Naturstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

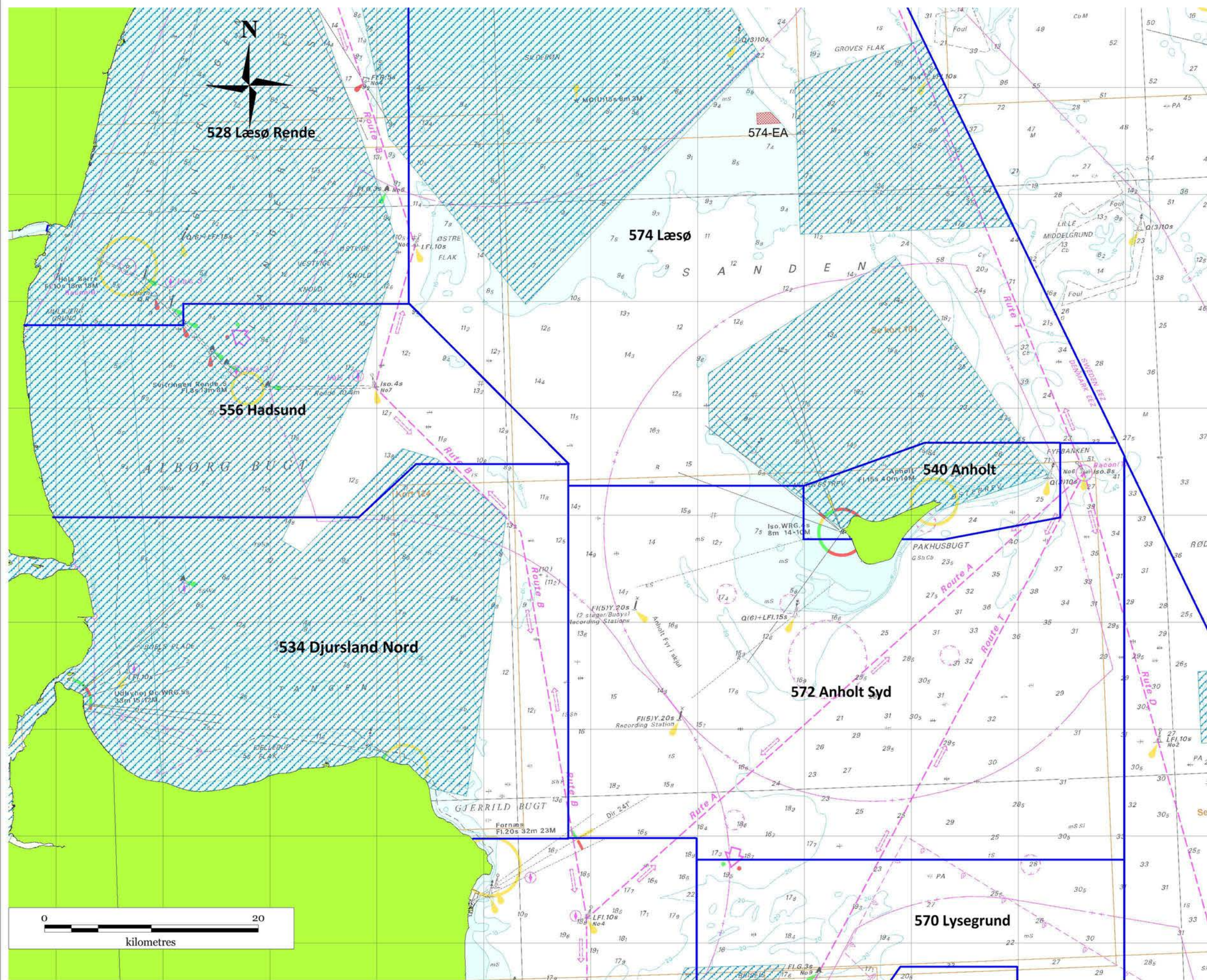
Tegnet af DJJ
d. 18/11-2013

Godkendt af KAE
d. 28/11-2013



GEUS
Øster Voldgade 10
1350 København K

BILAG A5: RESSOURCE- BEGRÆNSNINGER



RÅSTOFRESSOURCER - OMRÅDET Kattegat Nord II

SIGNATURFORKLARING:

- Projektgrænser
- Marine Natura-2000 områder
- Fællesområder
- Efterforskningsstilladelse
- § 20 Auktionsområder

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Klient:



Naturstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

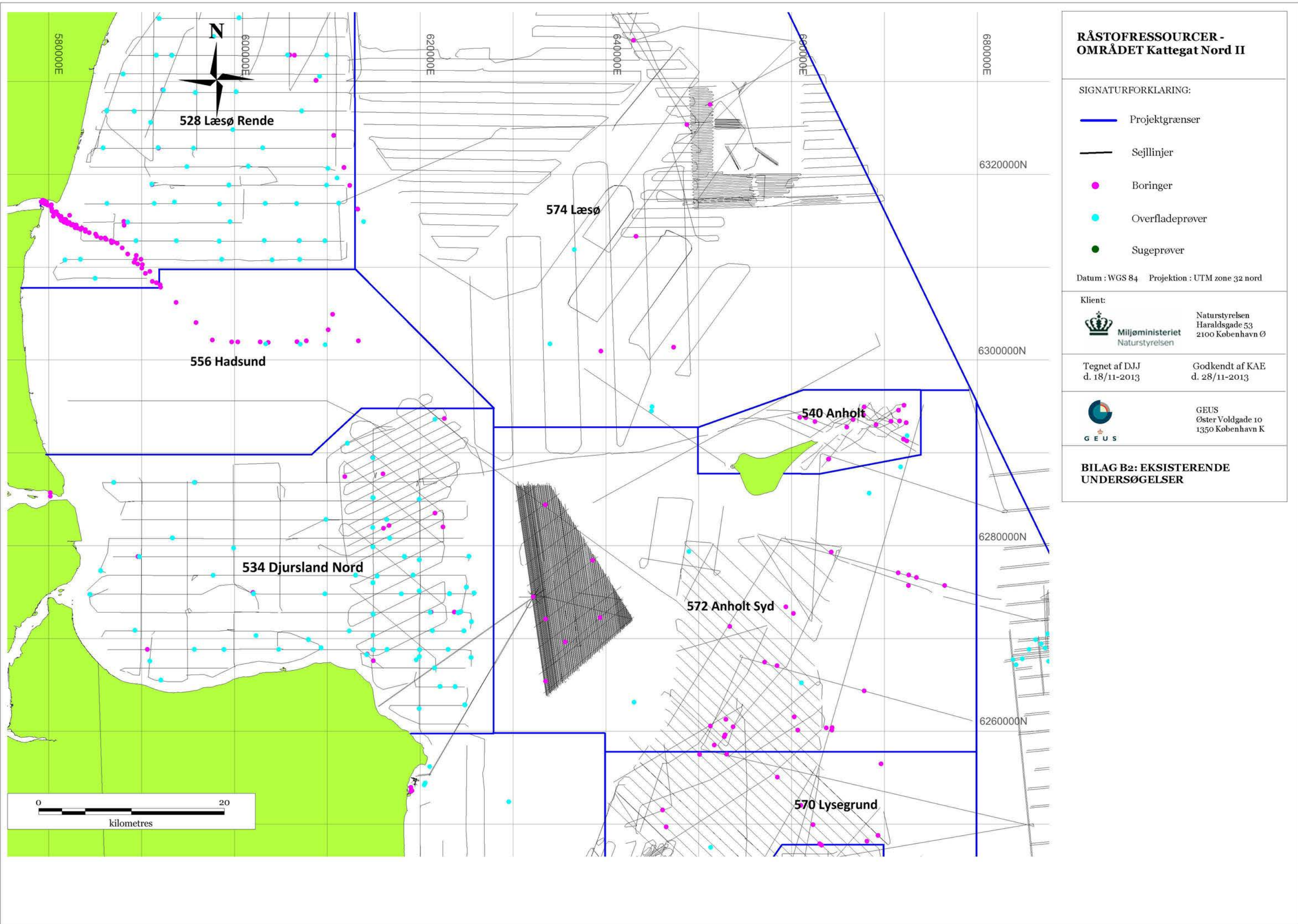
Tegnet af DJJ
d. 18/11-2013

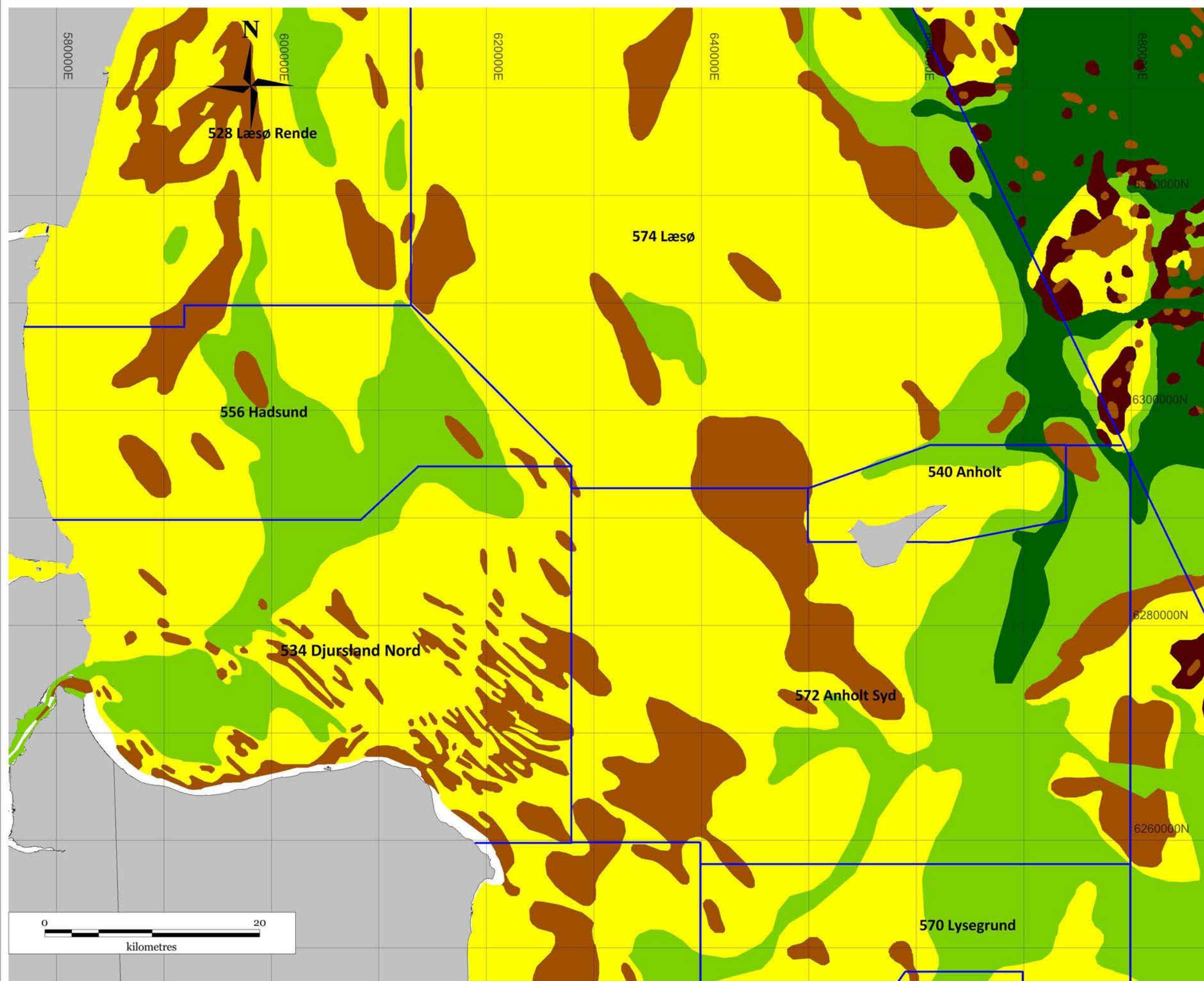
Godkendt af KAE
d. 28/11-2013



GEUS
Øster Voldgade 10
1350 København K

BILAG B1: OVERSIGTSKORT





RÅSTOFRESSOURCER - OMRÅDET Kattegat Nord II

SIGNATURFORKLARING:

- Projektgrænser
- Moræne
- Sand
- Sandet dynd
- Dynd
- Kwartært ler og tørv

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Klient:

 Miljøministeriet
Naturstyrelsen

Naturstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

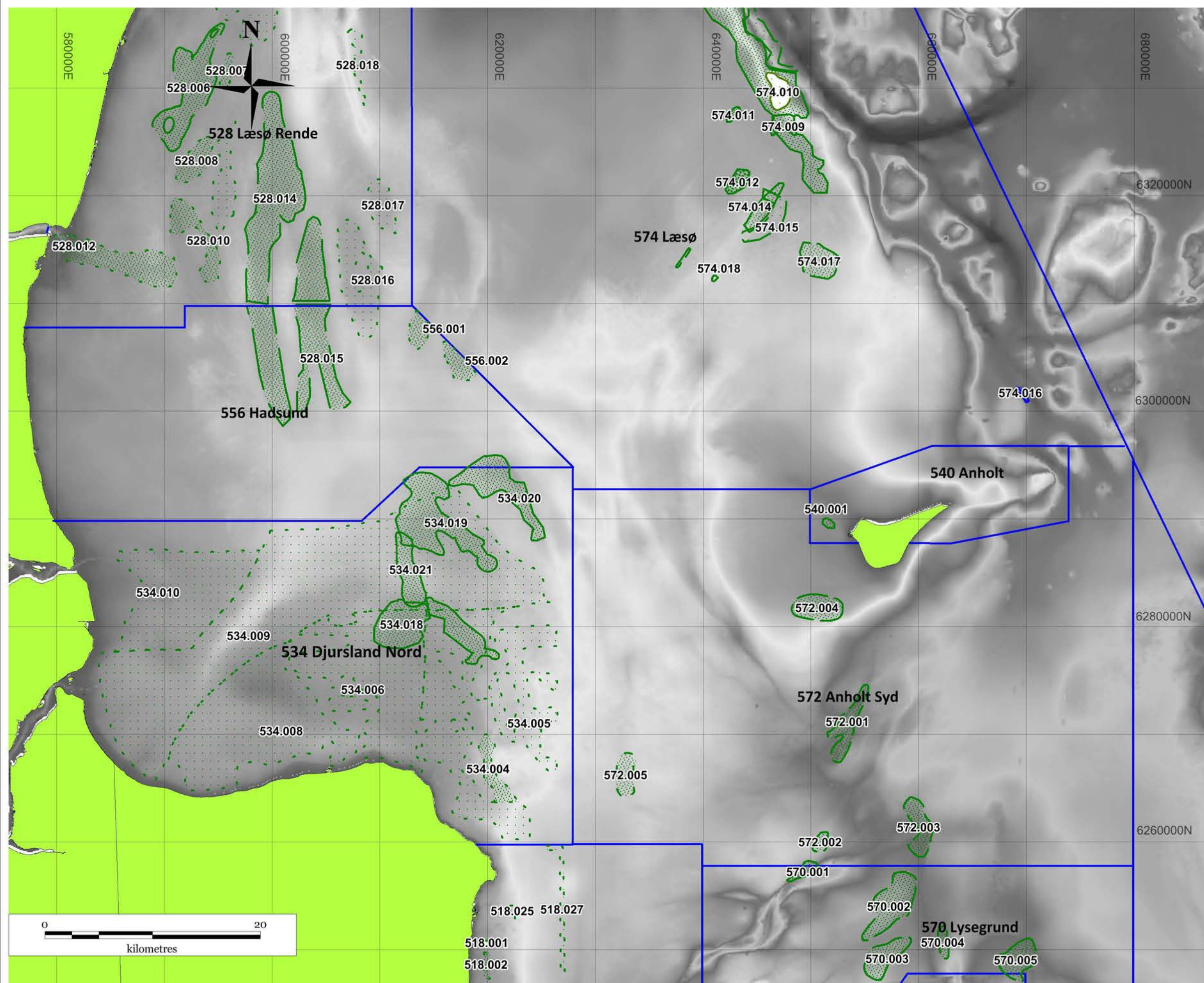
Tegnet af DJJ
d. 18/11-2013

Godkendt af KAE
d. 28/11-2013



GEUS
Øster Voldgade 10
1350 København K

BILAG B3: OVERFLADE- SEDIMENTKORT



RÅSTOFRESSOURCER - OMRÅDET Kattegat Nord II

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

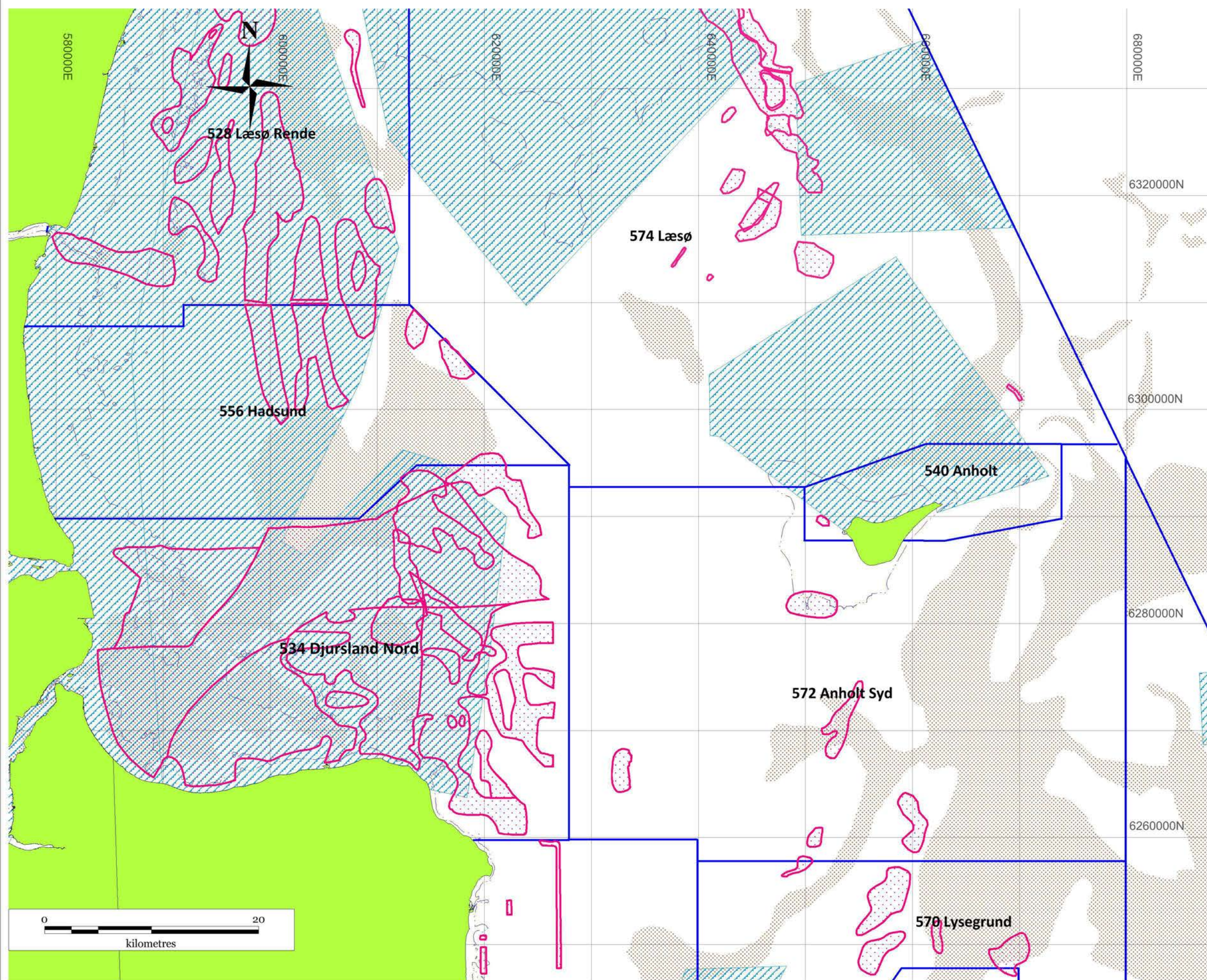
Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Klient:
Miljøministeriet
Naturstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

Tegnet af DJJ d. 18/11-2013 Godkendt af KAE d. 28/11-2013

GEUS
Øster Voldgade 10
1350 København K

BILAG B4: RÅSTOFRESSOURCER



RÅSTOFRESSOURCER - OMRÅDET Kattegat Nord II

SIGNATURFORKLARING:

- Projektgrænser
- 6 m's dybdekantur
- Marine Natura-2000 områder
- Finkornet overjord inkl. dynd
- Ressourceområder

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Klient:

 Miljøministeriet
Naturstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

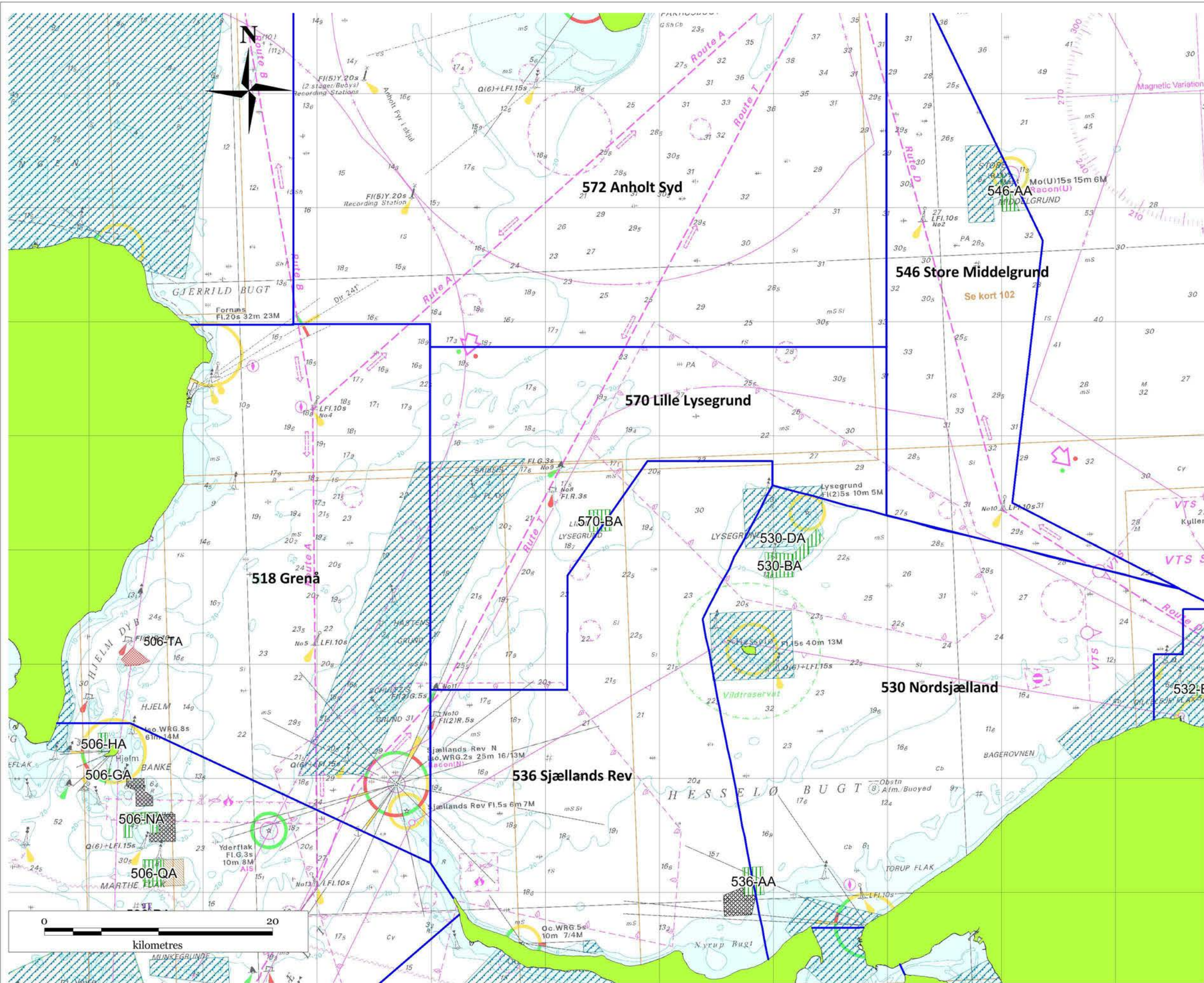
Tegnet af DJJ
d. 18/11-2013

Godkendt af KAE
d. 28/11-2013



GEUS
Øster Voldgade 10
1350 København K

BILAG B5: RESSOURCE- BEGRÆNSNINGER



RÅSTOFRESSOURCER - OMRÅDET Kattegat Nord III

SIGNATURFORKLARING:

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

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Klient:


Miljøministeriet
Naturstyrelsen

Naturstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

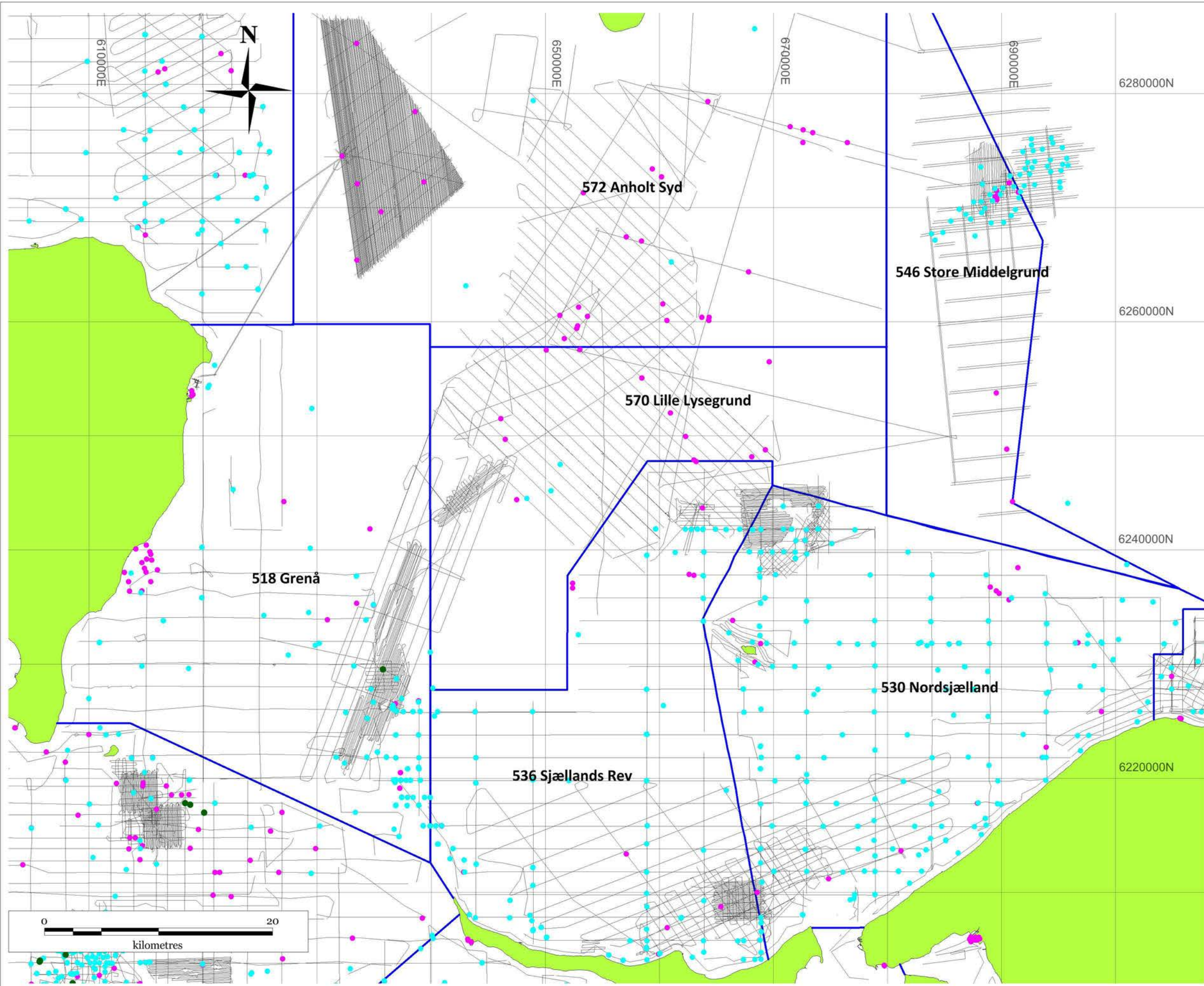
Tegnet af DJJ
d. 18/11-2013

Godkendt af KAE
d. 28/11-2013



GEUS
Øster Voldgade 10
1350 København K

BILAG C1: OVERSIGTSKORT



**RÅSTOFRESSOURCER -
OMRÅDET Kattegat Nord III**

SIGNATURFORKLARING:

- Projektgrænser
- Sejllinjer
- Boringer
- Overfladeprøver
- Sugeprøver

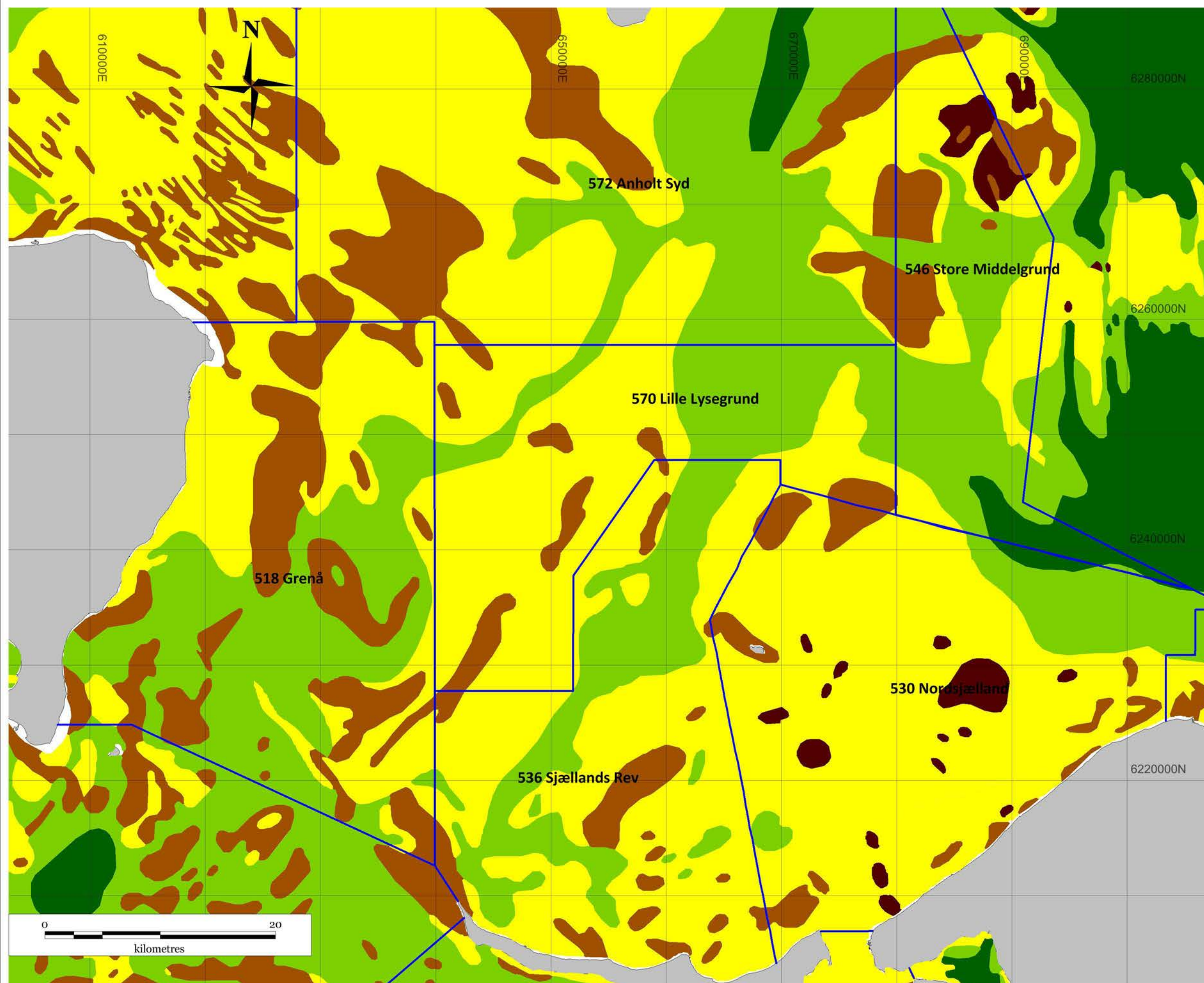
Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Klient:
 Miljøministeriet
Naturstyrelsen
Naturstyrelsen
Naturstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

Tegnet af DJJ d. 18/11-2013 Godkendt af KAE d. 28/11-2013

 GEUS
GEUS
Øster Voldgade 10
1350 København K

**BILAG C2: EKSISTERENDE
UNDERSØGELSER**



RÅSTOFRESSOURCER - OMRÅDET Kattegat Nord III

SIGNATURFORKLARING:

- Projektgrænser
- Moræne
- Sand
- Sandet dynd
- Dynd
- Kvartært ler og tørv

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Klient:

 Miljøministeriet
Naturstyrelsen

Naturstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

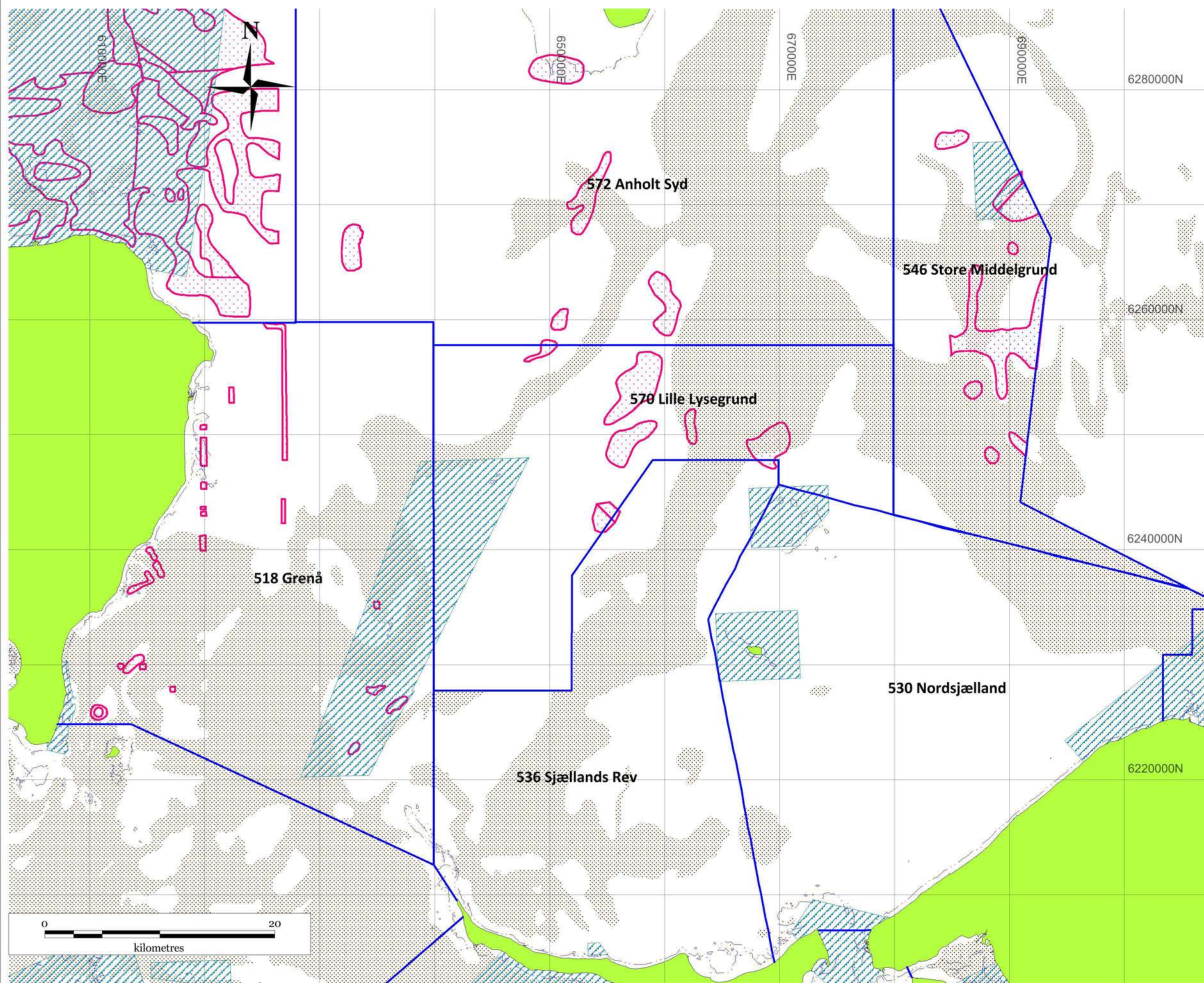
Tegnet af DJJ
d. 18/11-2013

Godkendt af KAE
d. 28/11-2013



GEUS
Øster Voldgade 10
1350 København K

BILAG C3: OVERFLADE- SEDIMENTKORT



RÅSTOFRESSOURCER - OMRÅDET Kattegat Nord III

SIGNATURFORKLARING:

- Projektgrænser
- 6 m's dybdekantur
- Marine Natura-2000 områder
- Finkornet overjord inkl. dynd
- Ressourceområder

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Klient:

 Miljøministeriet
Naturstyrelsen
Naturstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

Tegnet af DJJ
d. 18/11-2013

Godkendt af KAE
d. 28/11-2013



GEUS
Øster Voldgade 10
1350 København K

BILAG C5: RESSOURCE- BEGRÆNSNINGER

12. Referencer

- Afgrænsning af potentielle sandressourcer i området Læsø Rende/Aalborg Bugt. GEUS rapport 2007/51
- 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.
- Evaluerings af sand og grusressourcer på det danske havområde. Del III; Kattegat Nord, Vestkysten og Bornholm. Bind 1 og 2. GEUS Rapport 1998/76. Larsen, G. 2002.
- Fredningsstyrelsen, 1983: 9. kontor – havbundsundersøgelser. Læsø Rende - ressourceundersøgelser Fase 1. Geoteknisk rapport Nr. 5. REF. Nr. 4742-108.
- Geologisk set: Fyn og øerne – en beskrivelse af nationale geologiske interesseområder. 144 pp. Geografforlaget.
- Fält, L.-M., 1982; Late quaternary sea-floor deposits off the Swedish west coast. *Geologiska Institutionen A 37 Diss Göteborg* 1982
- Gyldenholm, K. G., Lykke-Andersen, H. & Lind. G. 1993. Seismic stratigraphy of the Quaternary and its substratum in southeastern Kattegat, Scandinavia, *Boreas* Vol. 22, pp 319-327.
- Houmark-Nielsen, M. 2003: Signature and timing of the Kattegat Ice Stream: onset of the Last Glacial Maximum sequence at the western margin of the Scandinavian Ice Sheet. *Boreas*, Vol 32. pp 227-241.
- Houmark-Nielsen, M., Krüger, J. & Kjær, K. H. 2005: De seneste 150.000 i Danmark. *Geviden Geologi og geografi* 2005 nr. 2, 1-19. Houmark-Nielsen, M., Krüger, J., og Kjær, K.H. 2005. De seneste 150.000 år. *Geviden* 2. Geocenter København.
- Håkansson, E. Og Pedersen, S.S. Geologisk kort over den danske undergrund. 1992. VARV.
- Jensen, J.B. 1995: Evaluerings af sand og grus ressourcer på det danske havområde. Sydvestlige Kattegat, et pilotprojekt. GEUS Rapport 1995/ 1-64.
- Jensen, J.B. 1998: Evaluerings af sand, grus og stenressourcer på det danske havområde. Del IV sammenfattende rapport. GEUS Rapport 1995/ 1-71.
- Jensen, J. B., Petersen K. S., Konradi P., Kuijpers, A., Bennike, O., Lemke, W., & Endler, R. 2002. Neotectonics, sea-level changes and biological evolution in the Fennoscandian Border Zone in the southern Kattegat Sea. *Boreas*, Vol. 31, pp 133-150.
- 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. & Al-Hamdani, Z, 2008. Råstofundersøgelser konverteringsområde 550-BA Tørresø Syd. Seismisk kortlægning og råstofvurdering for Orbicon. GEUS Rapport 2008/25.
- 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. GEUS 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. GEUS Rapport 2012.
- Klingberg, F. 1997: Late Saalian marine clay succession in southwestern Sweden. *GFF* vol 119, 267-273.

- Larsen, B. 1994: Materiale sammensætningen i submarine råstofforekomster- Et metode studium. DGU kunderapport nr. 91,1994.
- Larsen, B. 2006. De danske farvandes geologi. I Fenchsel, T. (eds) Naturen I Danmark, Havet. pp 35-47. Gyldendal Kbh.
- Larsen, N.K., Knudsen, K. L., Krohn, C. F., Kronborg, C., Murray, A. S., & Nielsen, O.,B., 2009 a Late Quaternary ice sheet, lake and sea history of southern Scandinaviaa – a syntesis. Boreas, Vol. 38, 732-761.
- Liboriussen, J., Ashton, P. & Tygesen, T. 1987: The tectonic evolution of the Fennoscandian Border Zone in Denmark. Tectonophysics 137,21-29.
- Longva, O. & Thorsnes. T. (eds.) 1997: Skagerrak in the past and present-an integrated study of geology, chemistry, hydrography, and microfossil ecology. NGU Special Publication 8, 100pp.
- Laesoe Offshore Cable. Geophysical and geotechnical works fro Leasoe Offshore Cable. GEUS Rapport 2101/49.
- Marin råstof- og naturtypekortlægning i Kattegat, Storebæltsregionen og vestlige Østersø. Rapport til Naturstyrelsen. GEUS og Orbicon. 2011. Nørgaard-Pedersen, N., Addington, L.G., Christensen, L.H., Lomholt, S., Pedersen, D., & Bennike O., 2011a.
- Sejladsrapport. Fyn nord. Område 550. Skov- og Naturstyrelsen 1987.SGU, 1989: Maringeologiska Kartan, Geologiska sektioner. SGU Ser.Am nr 4 og 5.
- Skov-og Naturstyrelsen:1987, Havbundsundersøgelser, Råstoffer og Fredningsinteresser, Oversigt Sjællands Rev. 1-256
- Skov-og Naturstyrelsen:1987, Havbundsundersøgelser, Råstoffer og Fredningsinteresser, Oversigt NordsjællandRev. 1-166.
- Skov-og Naturstyrelsen:1986, Havbundsundersøgelser, Råstoffer og Fredningsinteresser, Oversigt Djursland Nord.1-33 + bilag.
- Skov-og Naturstyrelsen:1988: Anholt Område 540. Seismiske undersøgelser Februar 1988.
- Skov-og Naturstyrelsen:1987: Grenå Område 518 Oversigt.
- Skov-og Naturstyrelsen:1993: Store Middelgrund, Område 546 Ressourceundersøgelse August 1993.
- Ålborg havnevæsen: Uddybning af Sejlløb, Ålborg Bugt. Geoteknisk Rapport 1981.