

## Råstoffer ved HR2 Vindmølleparken

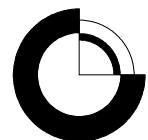
Vurdering af mulige sand- og grusforekomster på Horns Rev

Jørn Bo Jensen & Steen Lomholt

## Råstoffer ved HR2 Vindmølleparken

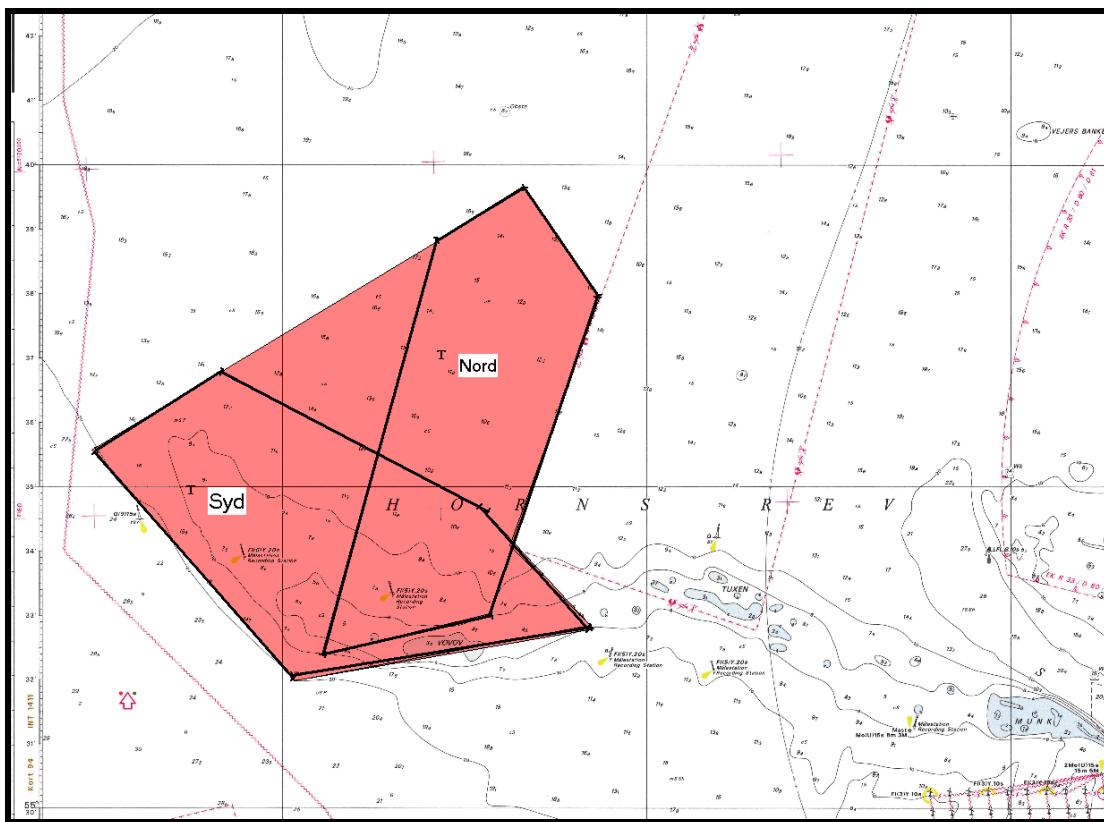
Vurdering af mulige sand- og grusforekomster på Horns Rev  
Udarbejdet for ENERGI E2

Jørn Bo Jensen & Steen Lomholt



# 1. Indledning.

Nærværende rapport er udarbejdet for Energi E2, som bidrag til en vurdering af placering af Vindmølleparken ved HR2. Som baggrund for rapporten er der foretaget en gennemgang og vurdering af de eksisterende seismisk- og boringsdata fra området. Desuden er der foretaget en gennemgang og vurdering af resultaterne i de rapporter, der er tilgængelige fra området. De eksisterende digitale seismiske data fra området er indlæst og tolket i programmet SonarWeb, mens de ældre analoge seismiske data er tolket på papir. På baggrund heraf er der foretaget en vurdering af mulige råstofforekomster inden for de to alternative placeringer der er foreslægt for HR 2 Havvindmølleparken, som det fremgår af figur 1.



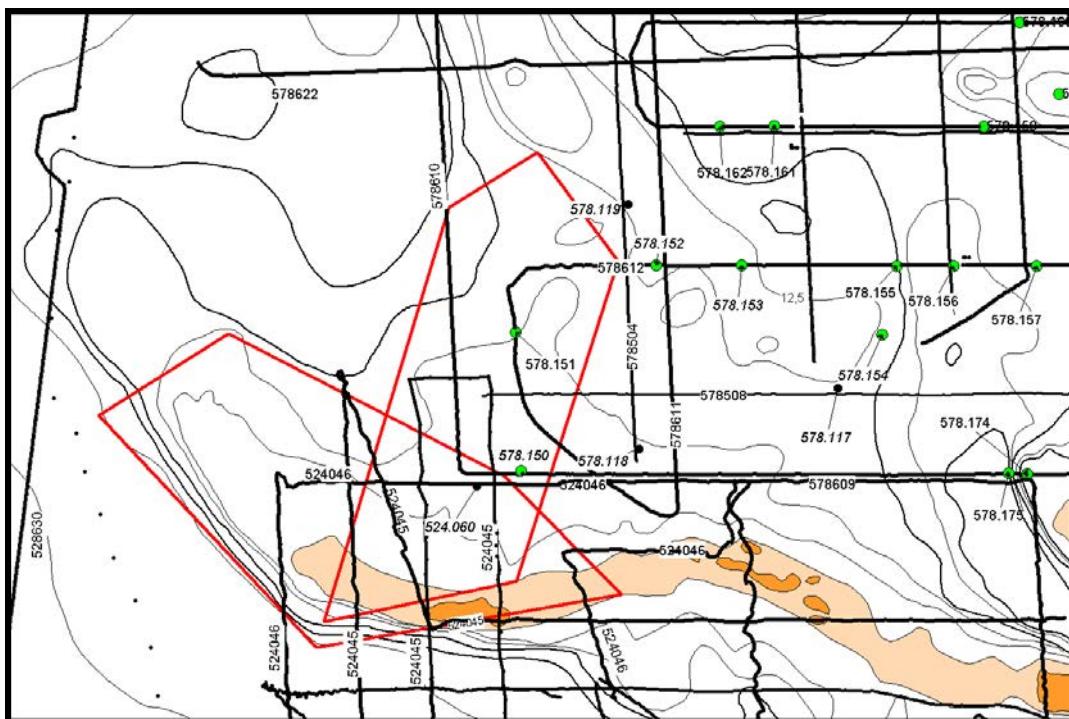
Figur 1. Alternative placeringer af Havvindmølleparken HR 2.

GEUS er indstillet på at bistå ENERGI E2 ved formidlingen af projektet og resultaterne heraf til offentligheden, ligesom GEUS er indforstået med, at det i rapporten viste billedmateriale, samt øvrige illustrationer som er fremstillet af GEUS i nærværende rapport, kan anvendes af ENERGI E2 til informationsformål.

## 2. Råstofundersøgelserne.

### 2.1 Seismik og borer

Der er fundet og lokaliseret data fra i alt 3 seismiske surveys samt borer udført under 2 forskellige togter til området. De seismiske linier og borer fra området er vist i figur 2.



De seismiske data er alle indsamlet af GEUS. Data fra 1994 er indsamlet med et EG&G Boomer system fra 1992, mens data fra 2000 og 2001 er sparker data indsamlet med Geo-Spark 200

Samtlige boringer er taget med GEUS's Vibrocorer VKG 6, der tager kerner op til 6 meters længde.

## 2.2 Rapporter.

Ved vurderingen af de mulige ressourcer i området er der, uddover interne notater og optegnelser fra området anvendt resultater fra følgende rapporter og artikler:

- Late Quaternary stratigraphy and morphogenises in the Danish eastern North Sea and its relation to onshore geology. B. Larsen & L.T. Andersen. Netherlands Journ. O Geosciences – Geologie en Mijnbouw (84-2) 2005, 113 –128.
- The Fanø Bugt Glaciotectonic Thrust Fault Complex, Southeastern Danish North Sea. A study of large-scale glaciotectonics using high-resolution seismic data and numerical modelling. Ph.D. Thesis Lærke T. Andersen. GEUS rapport 2004/30.
- Geologisk kortlægning af Vestkysten: En vurdering af aflejringsforholdene i området mellem Nyminddegab og Horns Rev, VOL 1+2. Geus rapport nr 2001/22
- Geologisk kortlægning af Vestkysten: Regionalgeologisk tolkning og en samlet vurdering af aflejringsforholdene i området mellem Nyminddegab og Horns Rev, VOL 1+2. Geus rapport nr 2001/96
- Late Quaternary sediment distribution in the DK sector of the North sea: Area 582 and 524. DGU Datadokumention no. 13, 1995
- Supplerende seismiske undersøgelser i område 524, Horns Rev. DGU Kunderrapport 76, 1993
- Horns Rev, Område 524. Råstofprospektering. Fase 1 og 2. Geoteknisk rapport nr 1 med bilag A1, C1-C4, D1-D4. J.nr 4742-75. DGI 1982
- Horns Rev Ressourceundersøgelse. Rapport nr. 2. Fase 1-4. J.nr 4742-75. DGI 1982
- Horns Rev Ressourceundersøgelse. Prøvesandpumpninger. Rapport nr. 3 med bilag A6, C8-C10, F67-68, G 13-15. J.nr 4742-75/94. DGI 1982

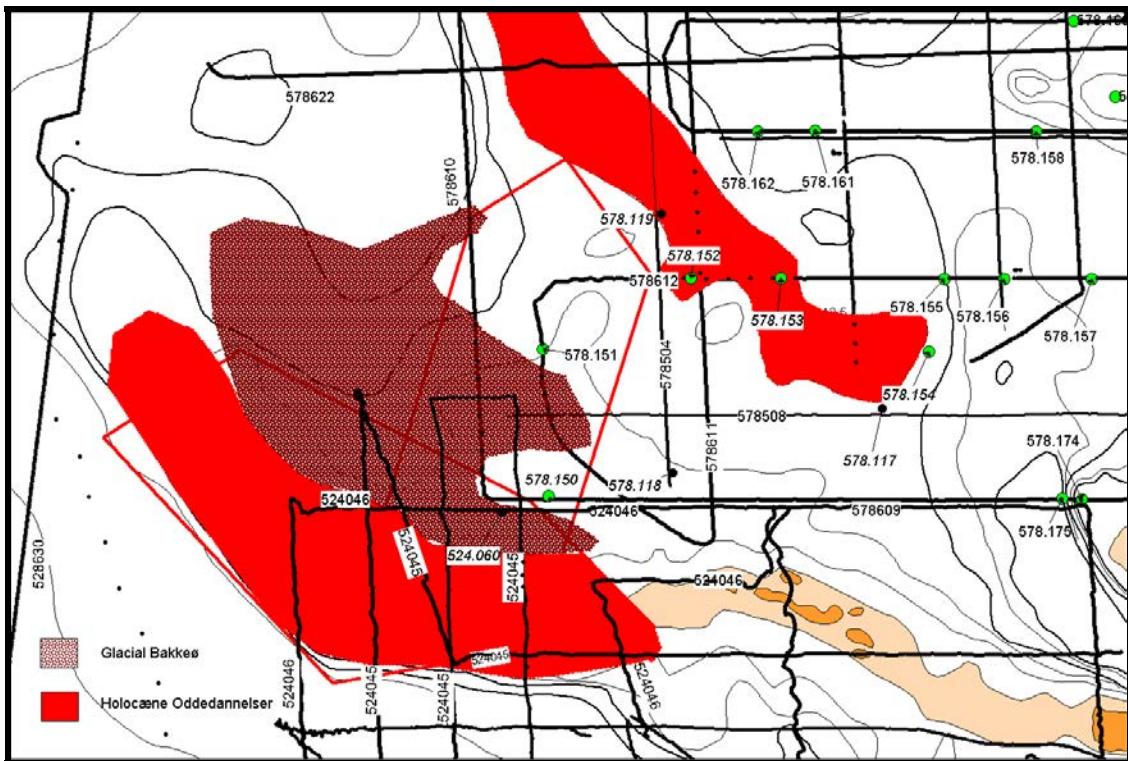
### 3. Kortlægning af mulige råstofressourcer

På baggrund af ovenstående data og materialer er der nedenfor foretaget en vurdering af potentielle råstofressourcer inden for de 2 områder. Ressourcevurderingen er primært koncentreret til områder uden for 6 m. dybkonturerne. Råstofindvinding på lavere vanddybder end 6 m, vil der normalt ikke blive givet tilladelse til fra Skov- og Naturstyrelsen. Der kan eventuelt ske en justering af denne dybdegrænse på et senere tidspunkt.

De øverste sandlag i området er dynamisk meget aktive og da der samtidig ikke ligger noget præcis dybdeopmåling for området, er de områder der ligger inden for 6 m dybdekituren inkluderet i vurderingen af mulige råstoffer i området.

#### 3.1 Råstofkortlægning

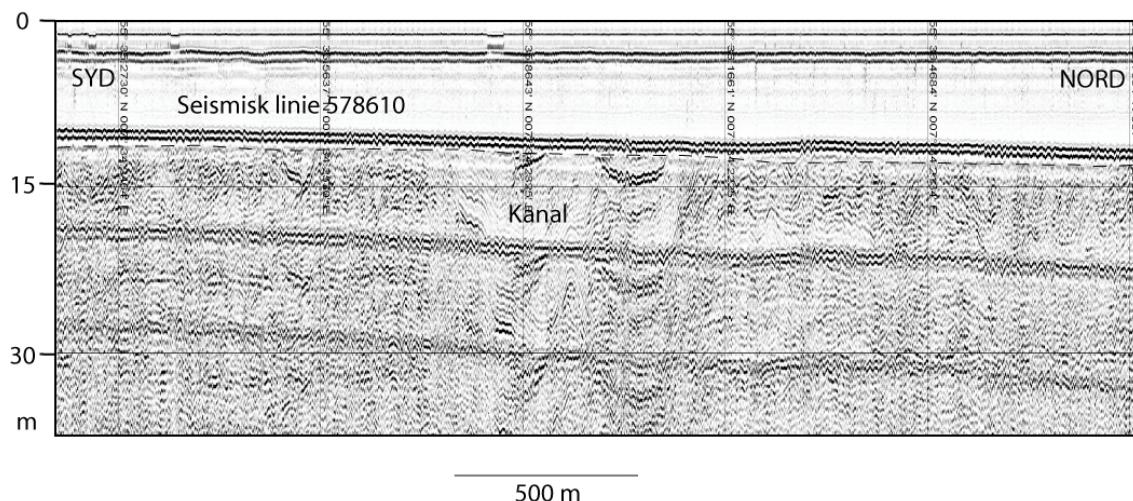
Der er foretaget en tolkning af de seismiske linier i området med henblik på en kortlægning af de mulige råstoffer i området. Tætheden af de seismiske linier og kvaliteten af data gør det ikke muligt af foretage en detaljeret kortlægning af området (Se figur 1). Det er muligt på baggrund af data at foretage en underopdeling af området i 2 forskellige råstofressourcemæssige områder, dels et område med mulige råstofakkumulationer på en glacial bakkeø, og dels to områder med marine oddedadannelser (Se figur 2)



Figur 2. Områder med råstofressourcer.

### 3.1.1 Glacial Bakkeø

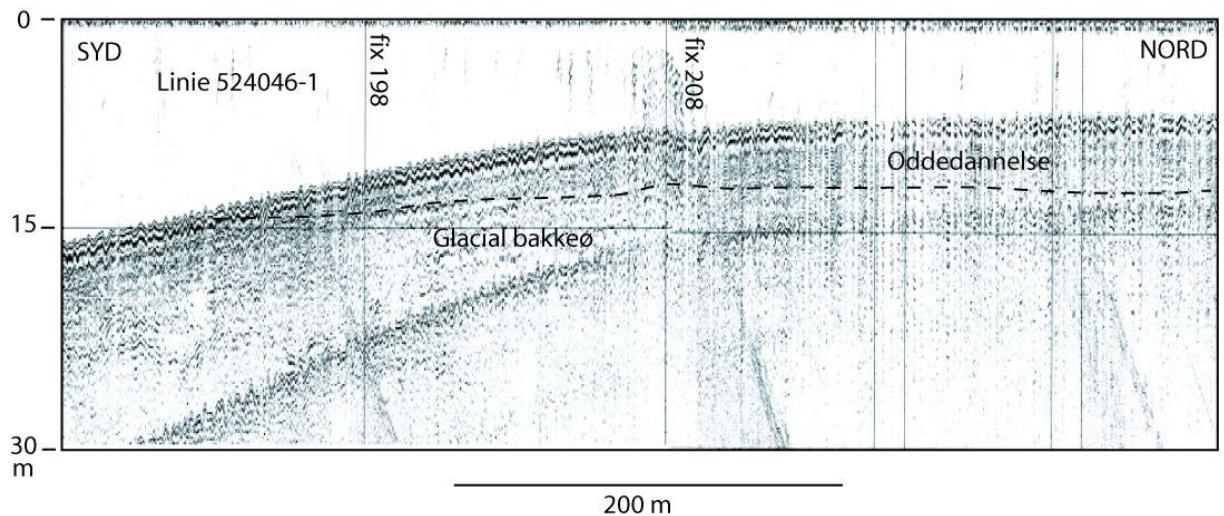
Umiddelbar nord for Horns Rev er der kortlagt et område, hvor den underliggende glaciale bakkeø er dækket af et tyndt dæklag af marint sand med tykkelser på under 2 m. De seismiske data viser, at der er mulighed for, at der er væsentlige råstoffer tilstede i dybere kanaler og andre lavninger inden for bakkeøen. På grund af den store afstand imellem de seismiske linier, er det ikke muligt at foretage en egentlig kortlægning af de mulige råstofressourcer. Som det fremgår af figur 2 dækker dette område den nordlige del af den mulige sydplacering af vindmølleparken og dele af den mellemste del af den mulige nordplacering af vindmølleparken. Et eksempel på disse mulige forekomster er vist i figur 3, hvis placering er vist på figur 2.



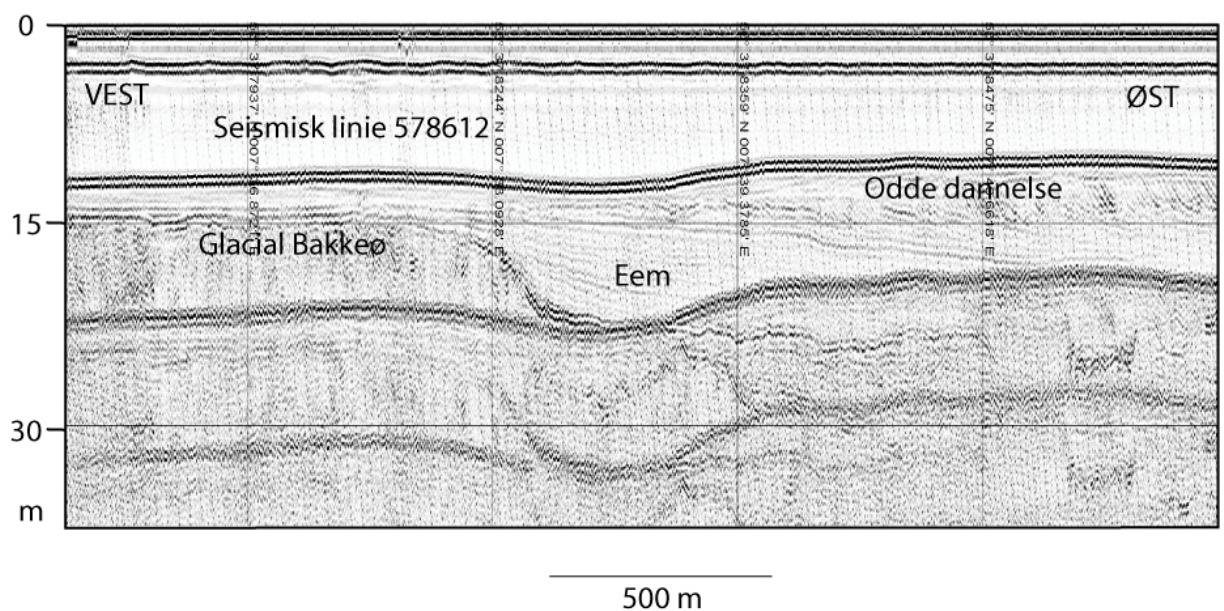
Figur 3. Seismisk linie 578610 hvor et tyndt toplag af Holocænt sand underlejes af glaciale bakkeø sedimenter. Tilstedeværelsen af en kanal er angivet.

### 3.1.2 Holocæne Oddedannelser

Væsentlige dele af det sydlige område, der er udpeget som mulig placering af vindmølleparken, dækkes af oddedannelser, som udgør de centrale dele af Horns Rev komplekset i denne del af området (figur 2). Et nord-syd profil igennem dette område er vist i figur 4. Som det tydeligt ses af figuren er kvaliteten af de seismiske data (1992) lav, og det er ikke muligt at se interne strukturer og andre egenskaber i selve oddedannelsen, som kunne give mulighed for en tolkning af de potentielle ressourcer, der er tilstede i dette område. Men det må antages, baseret på boringerne der er tilstede i området, at der kan være såvel grovere sand- som grusforekomster tilstede i området. Dette gør området yderst interessant i en råstofmæssig sammenhæng. Tilsvarende er der et område umiddelbar nord for "nordområdet", som indeholder oddedannelser. De seismiske data i dette område er væsentlig bedre, som det fremgår af figur 5, og det er muligt at se de interne strukturer i oddedannelsen. Da området ikke, på baggrund af de eksisterende seismiske data, berører den nordlige placering af vindmølleparken, er der ikke foretaget yderligere kortlægning i dette område.



Figur 4. Seismisk linie 524046-1. På trods af den dårlige kvalitet kan man observere oddedannelser der overlejrer glaciale bakkeø sedimenter.



Figur 5. Seismisk linie 578612 placeret nordøst for havvindmølle området. I den vestlige del af profilet er glaciale bakkeø sedimenter dækket et tyndt lag Holocænt sand, medens den østlige del af profilet viser tilstedeværelsen af en Holocæn oddedannelse, der overlejrer Eem interglacial finkornede sedimenter.

## **4. Råstofvurderinger og anbefalinger**

Som en del af aftalen med E-2, vil der i det følgende blive givet en vurdering af de potentielle råstofområder inden for henholdsvis det sydlige og det nordlige havvindmølle område.

### **4.1 Havvindmøllepark område syd**

Af beskrivelsen af mulige råstofområder fremgår det at Havvindmøllepark syd (se Figur 1 og 2) for størstedelen er dækket af mere end 3 m potentiel sand og grus i form af en Holocæn oddedannelse, der præger den nutidige morfologi af Horns Rev.

Den resterende nordlige del af område syd dækker et areal, hvor den glaciale bakkeø stort set er blottet. Boringerne 524060 og 578150 viser, at de glaciale lag indeholder sand og grus lag, som kan være råstofrelevante. De i boring 578150 påviste råstofforekomster er ikke væsentlige i den vertikale udstrækning, men boringen dokumenterer, at sandet i området har den rigtige kvalitet. Bakkeøen i sig selv har en noget ujævn overflade, hvad man kan se på de sparsomme seismiske data fra området (se figur 3 og 5). I nogle områder er der kanaler og andre fordybninger ned i bakkeøen, som kan udgøre områder, hvor det mellemkornede sand har større tykkelser. En egentlig vurdering af ressourcestørrelserne må afvente indsamlingen af yderligere data fra området.

### **4.2 Havvindmøllepark område nord**

Det nordlige havvindmøllepark område indeholder ligeledes Holocæne oddedannelser i syd og glaciale bakkeødannelser længere mod nord, men den nordligste 1/3 del af området er tilsyneladende mindre interessant som ressourceområde, idet der findes fin til mellemkornet sand med tykkelser på mere end 3m, dels over glaciale bakkeø- og dels over interglaciale Eem aflejringer, som primært består af siltet-ler til sandet-silt der i sig selv ikke udgør nogen råstofressource af interessen.

### **4.3 Anbefalinger**

Som det fremgår af ovenstående råstofvurderinger, findes der potentielle råstoffer i begge de udlagte havvindmøllepark områder. Undersøgelserne viser imidlertid at den nordlige del af havvindmøllepark nord ikke indeholder råstofressourcer og at den mellemste del af området indeholder potentielle glaciale bakkeø ressourcer, som på grund af få informationer må betegnes som noget tvivlsomme.

Det anbefales derfor at Havvindmølleparkområde nord, ud fra råstofmæssige hensyn, udpeges som den fremtidige havvindmøllepark.

## 5. Boring

# SEDIMENTOLOGICAL CORE LOG

CORE NR.: 131-31-524060 fortsat

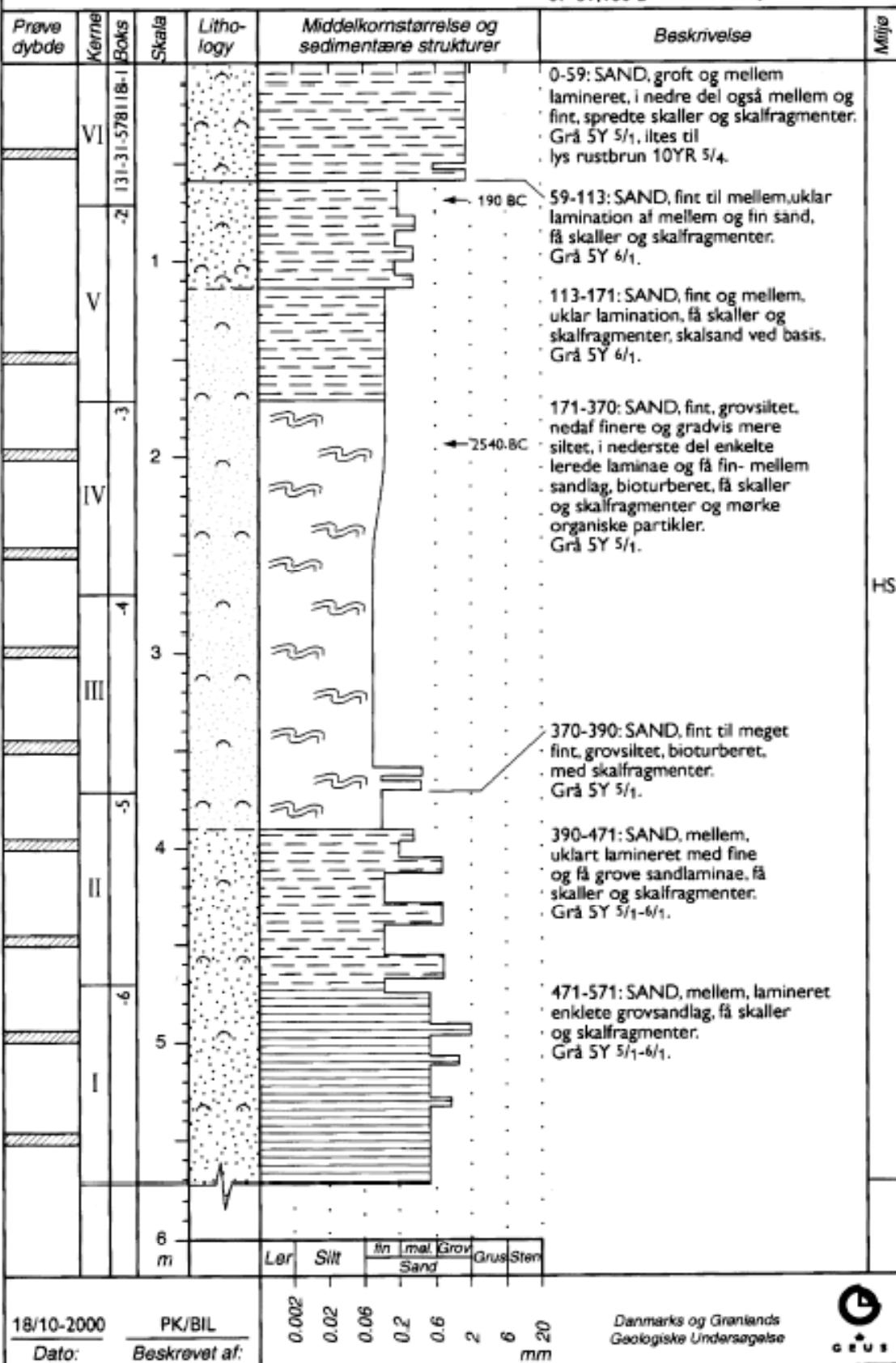
Core depth	Core	Box	Scale	Litho- logy	Grain size & Sedimentary structure	Description
						479: SAND, mest groft - mellem, dårlig sorteret, svagt sammenhængende, 10YR 7/1
	VI					498: SAND, groft, lagvis mindre groft, dårlig sorteret, enk. afrundede gruskorn, max. 5 mm, svagt sammenhængende, 10YR 7/1
	V					523: SAND, mest groft & mellem, leret, dårlig sorteret, enk. gruskorn, max. 5mm, afrundede til kantede, sammenhængende - stærkt sammenhængende, kalkudskill. (?) 10YR 4/1
	IV					Bundprøve: do. tørt, smuldrende
	III					
	II					
	I					
6	m			Clay	Silt Sand Gr. Pb	
					0.0039 0.0625 0.125 0.25 0.5 1 2 4 8 16 32 64	mm
1975	R. Pedersen					
Date	Described by					

## SEDIMENTOLOGISK KERNE LOG

KERNE NR.: 578-118

POSITION: 55°35.100 N  
07°39.100 E

Vand  
dybde: 13,6 m



## SEDIMENTOLOGISK KERNE LOG

KERNE NR.: 578-119

POSITION: 55°38,900 N  
07°39,006 E

Vand  
dybde: 14,2 m

**Geological Log Diagram (Borehole 131-5781)**

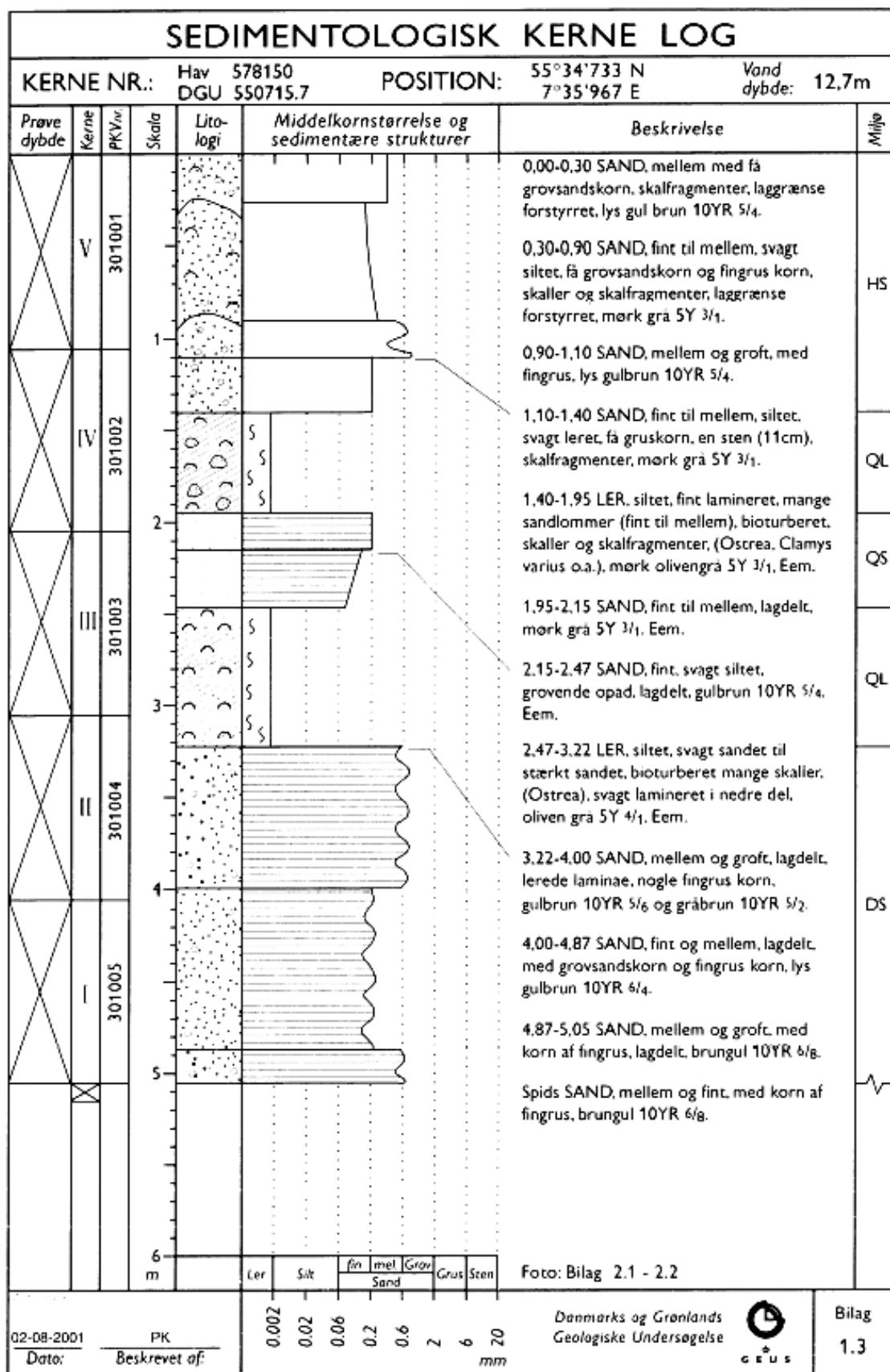
The diagram illustrates the stratigraphy and sedimentary structures of Borehole 131-5781, divided into six main zones (I-VI) based on lithology and structure.

- Zone VI:** Top layer (0-84 cm). Description: SAND, lamineret, groft og mellem, med skaller og skalfragmenter. Let brunlig grå 10YR 6/2. Contains a radiocarbon date of 890 AD.
- Zone V:** Depth range 84-320 cm. Description: SAND, lamineret af mellem og fint og groft sand med få gruskorn, få skaller og skalfragmenter. Skalfragmentsand ved 254-264, 292, 312, 316, 320 cm. Grå 5Y 6/1 delvis ilert til let rust grå.
- Zone IV:** Depth range 320-453 cm. Contains a radiocarbon date of 350 AD.
- Zone III:** Depth range 453-516 cm. Description: SAND, fint, uklart lamineret, bioturberet?, med skaller og skalfragmenter, skalfragmentsand ved 373 og 440 cm. Grå 10YR 5/1.
- Zone II:** Depth range 516-584 cm. Contains a radiocarbon date of 390 AD.
- Zone I:** Depth range 584-616 cm. Description: SAND, groft og mellem, med grus og småsten, med skaller og skalfragmenter. Grå 5Y 5/1.
- Bottom Reference:** Depth 616 m. Description: SAND, fint til meget fint, uklart lamineret, indeholdende lidt findelte plantefragmenter og få skalfragmenter.

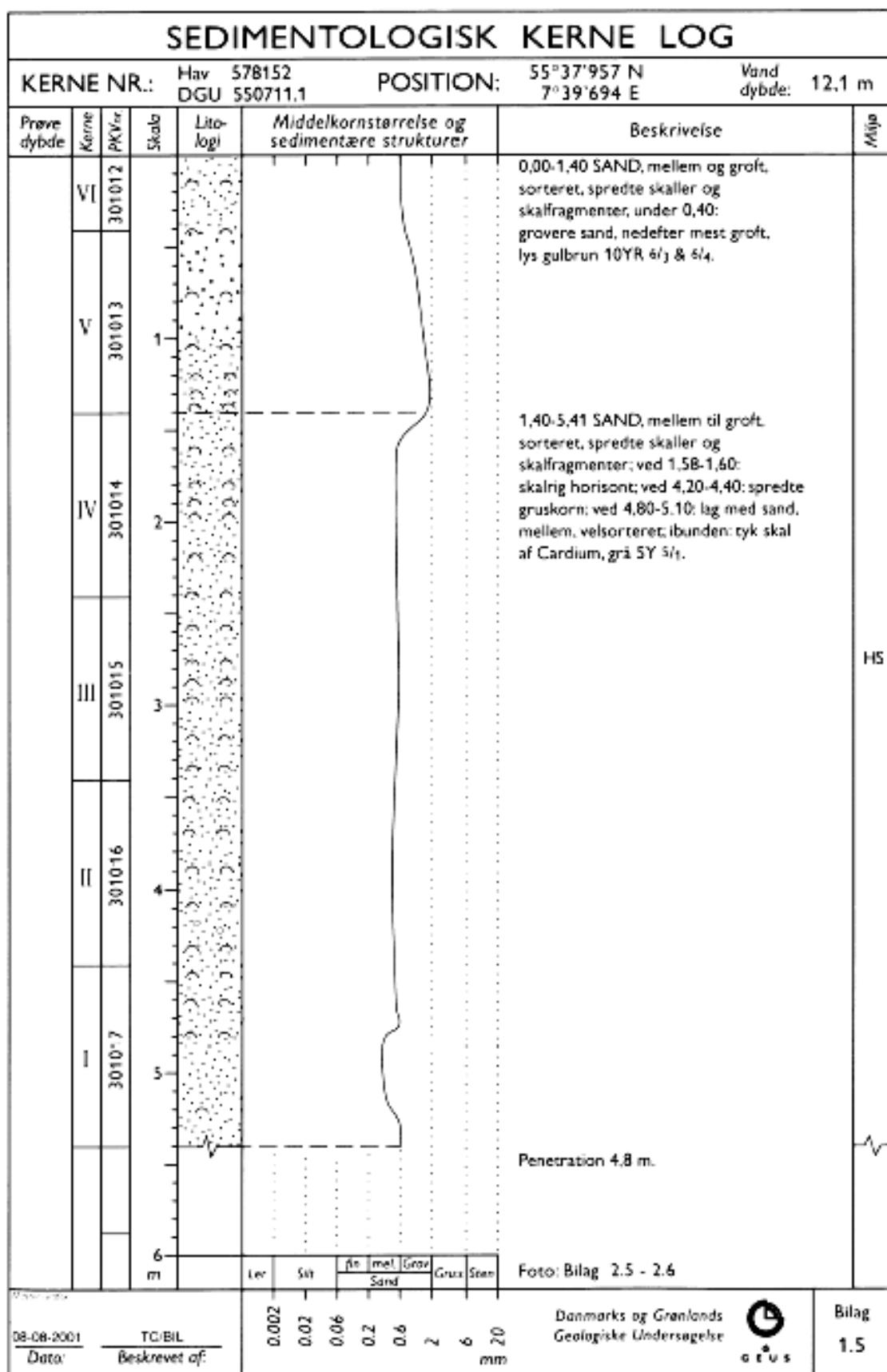
**Legend:**

Ler	Silt	Fin	mel.	Grov	Grus	Sten
Sand						

**Scale Bar:** 0, 0.02, 0.04, 0.06, 0.2, 0.6, 2, 6, 20 mm



SEDIMENTOLOGISK KERNE LOG									
KERNE NR.:			Hav DGU	578151 550715.8	POSITION:	55°36'875 N 7°35'923 E	Vand dybde:	13,1 m	
Prave dybde	Kerne PKVnr	Skæld	Lito- lagt	Middekkornstørrelse og sedimentære strukturer				Beskrivelse	
6 m	VI	301006						0,00-0,14 SAND, mellem og groft, med kraftige skaller (Spisula, Solida) og skalfragmenter, gråbrun 10YR 6/3.	
								0,14-0,69 SAND, mellem, med fint og groft, fa gruskorn, skaller og skalfragmenter. mørk grå 2,5Y 4/2	
								0,69-1,02 SAND, mellem, med fint og fint, med fint og groft grus, skaller (Spisula), mørk grå 10YR 4/1.	HS
								1,02-1,24 SAND, mellem, med fint, lamineret, fa gruskorn, fa skaller og skalfragmenter. mørk grå SYR 4/1, nedre grænse forstyrret.	
								1,24-2,17 SAND, fint, let siltet, med lommere (gravegange?) af mellem sand, fa gruskorn, fa skaller (Spisula og Natica). svag lamineret, nedre del: uden skaller og med fa lersliser, mørk grå 7 SYR 5/1-4/1.	
								2,17-5,93 SAND, fint, siltet, velsorteret, glimmerkorn, fa små sorte plantefragmenter pa u tydelige laminae: ved 4,39-5,50: fint til mellem, velsorteret, lamineret i 1 a 5 mm lag, grovende opad i bunden, finende opad i toppen, grå 10YR 6/1, Twente Formation. Dette interval er forstyrret, antagelig ved boreprocessen.	
	V	301007							
	IV	301008							
	III	301009							
	II	301010							
	I	3011011							
								Spids SAND, fint, velsorteret, grå 10YR 5/1.	
								Foto. Bilag 2.3 - 2.4	
03-06-06-2001 Dato:	PK BIL Beskrevet af:				0,002 0,02 0,06 0,2 0,6 2 6 20 mm		Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse G E U S	Bilag 1.4	



## SEDIMENTOLOGISK KERNE LOG

KERNE NR.: Hav 578153  
DGU 550711.2

## POSITION:

55°37'9.81 N  
7°41'9.68 E

Vanddybde: 12.3 m