

Sand til Amager Strandpark fra Køge Bugt, Nord

En ressourcevurdering

Lærke T. Andersen



Sand til Amager Strandpark fra Køge Bugt, Nord

En ressourcevurdering
Undersøgelse for Sund og Bælt Partners

Lærke T. Andersen

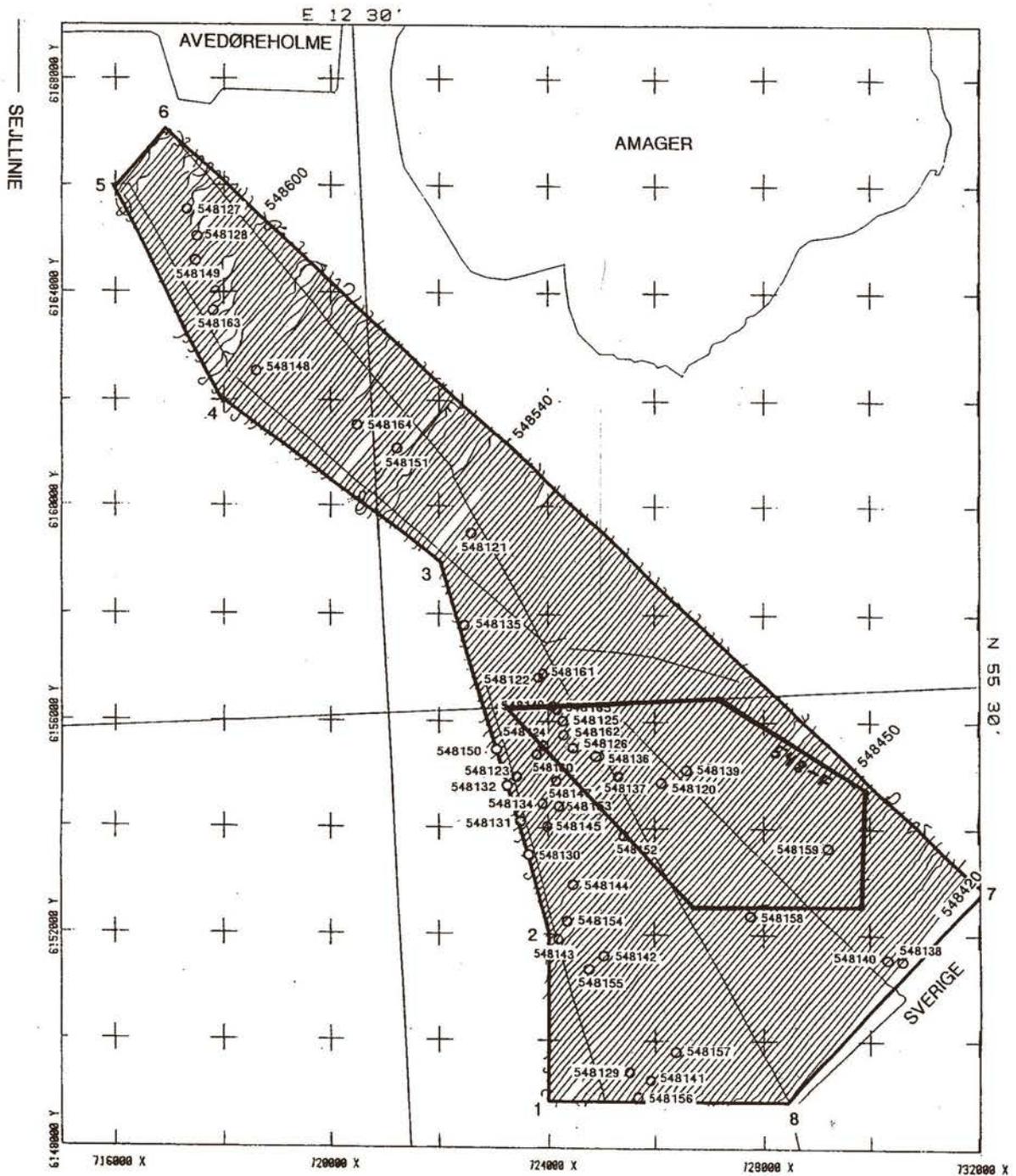
Indledning

Denne rapport er en kort sammenfatning af hvilke råstofforekomster der opfylder kravene til klasse I sand ($d_{50} > 0,4$ mm) og klasse II sand ($d_{50} > 0,25$ mm) i område 548-F i Køge Bugt (se Figur 1). Sammenfatningen er baseret på data og analyser indsamlet og foretaget i 1992 og beskrevet i DGU Kunderapport nr. 54, 1992. Ifølge Skov- og Naturstyrelsen er der fjernet ca. 144884 m^3 sand fra område 548-F siden undersøgelsen i 1992.

Området er dækket af seismiske linier med en liniætæthed på 100 m i en retningen NV-SØ. 11 boringer er udført i område 548-F (se Figur 1).

Den seismisk kortlægning af moræneoverfladen afslører tilstedeværelsen af en erosionskanal fra istiden (se bilag 1). Det er fyldt i denne kanal (specielt smeltevandssandet), der i enkelte områder opfylder kravene til sand I og II.

I henhold til undersøgelserne 1992 er der kun fundet et potentielt forekomstområde i område 548-F (område B på Figur 2). På basis af beskaffenhed og kvalitet kan forekomsten i dette område opdeles i en sydlig og en nordlig forekomst. Produktionsmulighederne for disse forekomster blev ikke undersøgt i rapporten (DGU, nr. 54, 1992).



Figur 1 Figuren viser det område der blev kortlagt i 1992, de seismiske linier og boreriger (DGU rapport nr. 54) samt område 548-F, der er angivet til undersøgelse i denne rapport (lille polygon).

Beskrivelse af forekomsterne i område B

Ressourceområde B er beliggende i den nordvestlige del af område 548-F (Figur 2). Ressourceområdet udgør den sydlige forgrening af et stort nordvest-sydøst gående kanalsystem (Bilag 1 syd for N55°30'). Området kan opdeles i et nordligt og et sydligt delområde adskilt af en "tærskel", beliggende umiddelbart nord for boring 548162 (se figur 3). Det nordlige område udgør den sydligste del af det store kanalsystem, mens det sydlige område udgøres af et mindre øst-vest gående område, hvor den store nordvest-sydøst gående erosionskanal forgrenes og forsætter som to kanalarmer mod syd (se bilag 1 syd for N55°30').

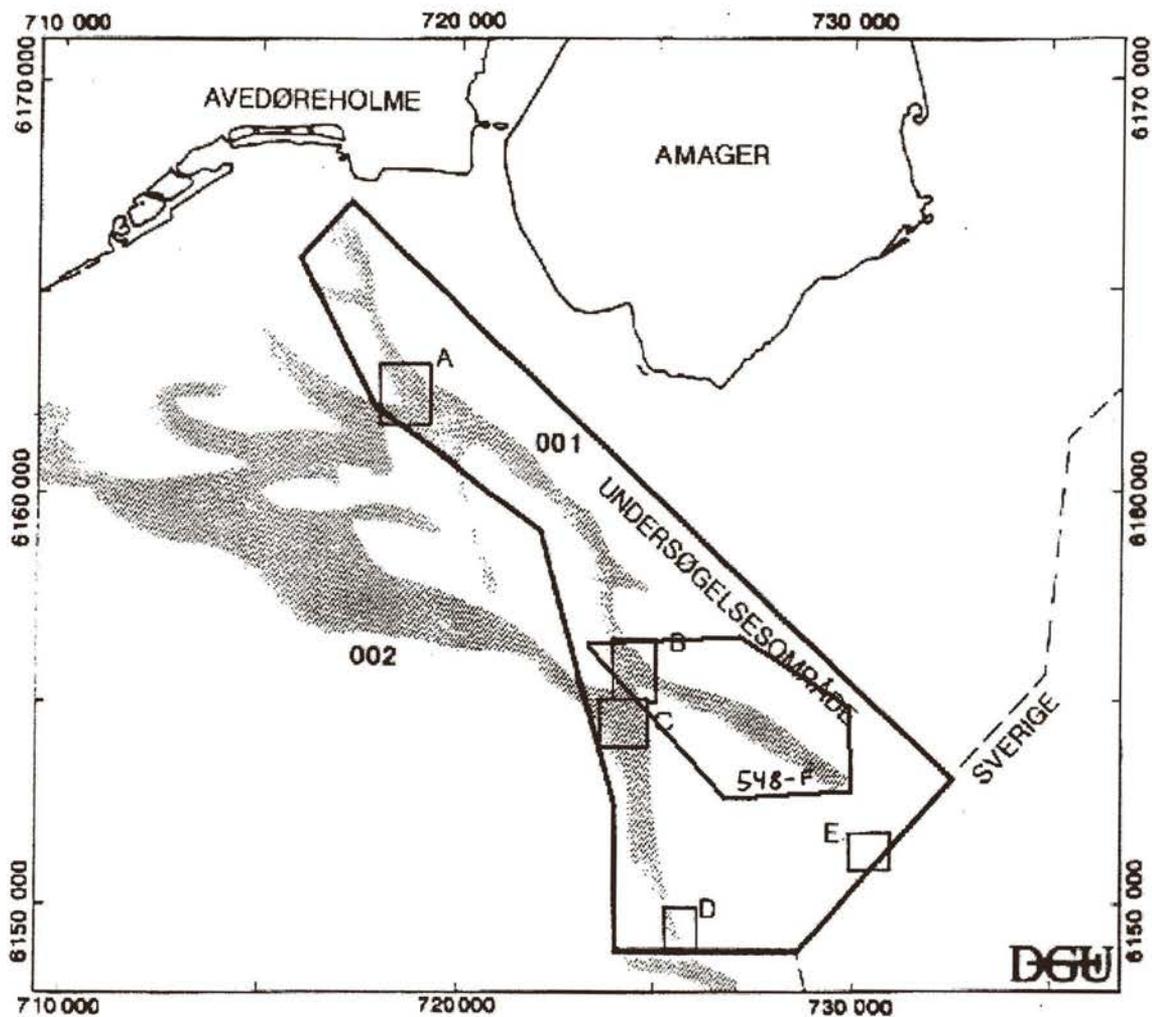
Det nordlige område afgrænses ved kortkanten mod nord af et område, der af Farvandvæsnet frarådes ankring, hvorfor sandindvinding i dette område ikke kan lade sig gøre.

Det er kanalfyldet, der er interessant som råstofressource i området. I område B er der på baggrund af boringer fundet 3 forskellige sandede sekvenser der udfylder kanalen. Den nederste sekvens er en glacial smeltevandsaflejring, der består af lagdelt groft sand og fint grus. Denne sekvens overlejres af lamineret ferskvandssand, der omfatter et interval med rødlig lerlag. Øverst findes et 0,5-1,5 m tykt lag marint fin-mellemkornet sand. Kanalfyldets opbygning og sedimentære lagfølge er illustreret på figurerne 4a og 4b. Trods disse generelle træk, er forekomsterne i det sydlige og nordlige område forskellige i beskaffenhed og kvalitet, derfor beskrives disse områder separat i de følgende afsnit.

Det sydlige område:

Der er foretaget 3 boringer (548124, 548126, 548162, se figur 5 - 7) og en sandsugning (position 27 på Figur 3) i området. Boring 548124 og 548162 viser en dybtliggende grovkornet forekomst. Boring 548126 indikere, at dette grove sand tilsyneladende ikke strækker sig over i den sydøstlige kanalarm. Som det ses af figur 5-7 ligger denne grovkornede enhed fra 2 - 9 m dybde i den vestlige del af området. Den overliggende finkornede laminerede enhed har en tykkelse på 1,5 - 5 m, tyndest i den vestlige del af området. Det marine sand er 1 - 1,5 m tykt over hele området.

Analyser af kornstørrelsesfordelingen og organisk indhold i de forskellige sand sekvenser er blevet foretaget. Disse har vist, at det kun er det glaciare smeltevandssand, der opfylder kravet til klasse I sand (se tabel 1).



Figur 2 Figuren viser det område der blev undersøgt i 1992 (benævnt undersøgelsesområde på figuren), samt de områder A-E, som man fandt var potentielle ressourcemeråder. Med gråt er markeret et system af erosionskanaler fra istiden (DGU rapport nr. 54). En mindre polygon er markeret på figuren. Dette viser det angivne undersøgelsesområde i denne rapport (område 548-F).

Tabel 1

Type	Prøve	d50	d60 / d10	< 0,074 mm	< 16 mm	TOC
Krav for sand I		≥ 0,4 mm	≥ 3,5	≤ 8 %	≥ 95 %	≤ 1 %
Krav for sand II		≥ 0,25 mm	≥ 2,0	≤ 10 %	≥ 95 %	≤ 2 %
Krav fra Niras *		0,3-0,6 mm	1.5-2.0	0 %	100-95 %	2 %
	Område I (syd)					
Marint sand	548124 / 1	0,11 mm	2,9	19,5 %	100 %	0,8 %
Marint sand	548162 / 1	0,20 mm	3,2	10,7 %	100 %	1,0 %
Marint sand	548126 / 1	0,11 mm	4,3	27,5 %	100 %	0,5 %
Marint sand	Position 27	0,20 mm	2,3	7,1 %	100 %	0,6 %
Smeltevands-sand	548124 / 4	0,49 mm	4,3	4,0 %	93,7 %	1,1 %
Smeltevands-sand	548124 / 5	0,54 mm	4,8	4,5 %	97 %	1,6 %
Smeltevands-sand	548124 / 6	0,36 mm	12,0	5,5 %	81,3 %	1,0 %
Smeltevands-sand	548162 / 4	0,95 mm	6,7	2,0 %	100 %	0,7 %
	Område II (nord)					
Marint sand	548161 / 1 **	0,12 mm	3,1	20,7 %	100 %	0,8 %
Marint sand	548122 / 1 **	0,06 mm	6,1	61,8 %	100 %	0,9 %
Marint sand	548146 / 1	0,19 mm	3,7	12,3 %	100 %	0,9 %
Marint sand	548165 / 1	0,23 mm	3,2	7,3 %	100 %	0,7 %
Marint sand	548125 / 1	0,11 mm	3,6	21,7 %	100 %	0,6 %
Marint sand	Position 12	0,21 mm	3,1	9,2 %	100 %	0,8 %
Dybere liggende sand	548161 / 3	0,15 mm	8,9	28,4 %	100 %	
Dybere liggende sand	548122 / 5	0,28 mm	3,8	9,0 %	100 %	
Dybere liggende sand	548125 / 2	0,25 mm	2,3	4,8 %	100 %	
Dybere liggende sand	548125 / 3	0,30 mm	2,6	6,9 %	100 %	

* Niras Krav, se GEUS rapport 2003/60.

**Disse borerer ligger nord for *det angivne område* markeret på Figur 1.

Det nordlige område:

Der er foretaget 5 borerer (548125, 548165, 548146, 548161, 548122, se figur 8-12. (Boring 548161 og 548122 ligger lige nord for område 548-F) og en sandsugning ved position 12 i området (se Figur 3). Både det marine sand og det laminerede ferskvandssand er fundet i samtlige borerer. Det marine sandlag variere i tykkelse fra 0,5 m til 2 m i dette område.

I boring 548165 findes et interval med grovere sandindslag i finkornede sedimenter i dybden 8 - 9 m. Disse grovere sandindslag består formodentlig af smeltevandssand.

I boring 548125, 548122 og 548161 findes i dybden sandlag med en fin til mellemkornet sand. Boringerne 548122 og 548161 er dog som nævnt beliggende uden for område 548-F.

Fra de 5 boringer og prøvepumpningen på position 12 er der udtaget 20 prøver til kornstørrelsesanalyse. Kun sandet i boring 548122 og 548125 opfylder kravet til klasse II sand (> 0,25 mm) (se tabel 1). Ingen andre sandprøver fra dette område opfylder kvalitetskravene til fyldsand.

Prøveproduktion af sand:

De 2 prøvesandsugninger blev foretaget på henholdsvis position 27 og position 12 (se figur 3). Sandsugningen på position 27 blev gennemført i et forsøg på at trænge så dybt ned at der kunne opnås produktion fra det dybereliggende grovere sand. Dette lykkedes imidlertid ikke, så sandprøverne fra denne position repræsenterer derfor kun det øverste marine sandlag. Det samme er tilfældet for prøvesandsugningen på position 12. Som det ses af tabel 1, tilsvare resultaterne af sandsugningerne resultaterne fra boringerne. Der er dog et markant mindre indhold af filler-materiale, hvilket er et udtryk for det sedimentspild af fint materiale der foregår ved sandsugningen.

Ressourceopgørelse:

Undersøgelserne viser, at der i det sydlige område er sandressourcer tilstede, som formodentligt vil kunne opfylde kravene til fyldsand. Det kræver blot at der udføres en intensiv sandsugning i området for at skabe hul ned til forekomsten.

I det sydlige område (forekomst I, figur 3) kan råstofressourcen opgøres til ca. 730.000 m³ forudsat at der er smeltevandssand fra 4 m og ned efter, og at det overlejrende sand vil kunne produceres sammen med det grovere dybereliggende sand og give en tilfredsstillende kornkurve. Såfremt det kun er den dybere del af forekomsten, der kan bruges, kræves det, at der fjernes ca. 350.000 m³ sand førend den nedre forekomst kan indvindes.

I det nordlige område (forekomst II, figur 3) er der fundet råstofpotentiale i boring 548125 (d₅₀ ligger mellem 0,25-0,3 mm). I et område, der strækker sig ca. 100 m nordvest for boring 548125 og ned til det sydlige område (se Figur 3), er sandressourcen opgjort til 380.000 m³. Denne opgørelse er dog usikker, idet der ikke vides noget om den samlede tykkelse af forekomsten, da denne ikke er gennemboret. Da der imidlertid er indslag af smeltevandssand i de dybere dele af boring 548165, er det plausibelt at antage, at dette også er tilstede ved boring 548125. Der er derfor mulighed for at forekomsten vil kunne give et endnu bedre udbytte med hensyn til kvalitet. I dette område er det ligeledes nødvendigt at fjerne en større mængde dæk-sand for at komme ned til den underliggende forekomst.

De ovennævnte ressourceopgørelser er baseret på areal/tykkelsesplot, se figur 13.

Der hersker en vis usikkerhed med hensyn til en mulig indvinding af fyldsandet i området, da der findes mange lerede indslag. Leret blokerede tildels produktionsmulighederne under prøvesugningerne i 1992, og sedimentspild kan være et problem.

Konklusion

Det kan ud fra undersøgelsen i 1992 konkluderes at der findes to potentielle ressourceområder i område B, der ligger inden for område 548-F i Køge Bugt.

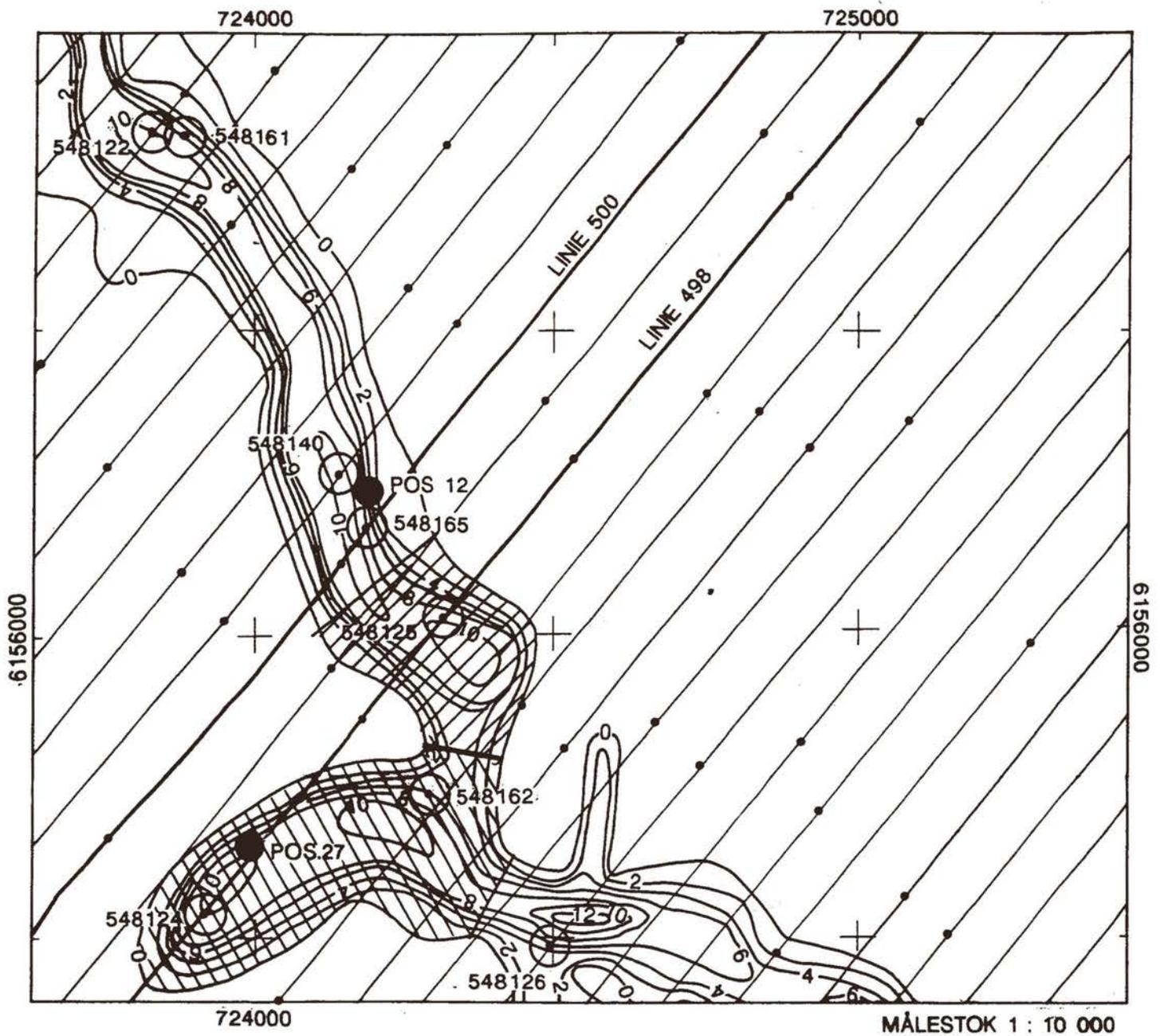
Det sydlige område (område I, figur 3) indeholder 730.000 m³ sand som forventes at overholde kravene til klasse II sand ($\geq 0,25$ mm). Den dybe del af denne ressource er grovere og vil i henhold til analyserne (tabel 1) kunne overholde kravene til klasse I sand ($\geq 0,4$ mm). Denne del af ressourcen skønnes til 380.000 m³. Der skal dog fjernes ca. 4 m finere sand med lerindslag for at komme ned til ressourcen, i alt ca. 350.000 m³. Hertil kommer at smeltevandssandet efter det oplyste varierer meget i kornstørrelse, så det vil være vanskeligt at producere et ensartet produkt.

Det nordlige område formodes at indeholde en ressource på 380.000 m³, der kan klare kravene for klasse II sand ($\geq 0,25$ mm).

Det er dog usikkert om ressourcerne i disse områder vil kunne indvindes, idet dette ikke blev dokumenteret under prøvesandsugningerne i 1992. Dengang blev det vurderet, at det ville kræve slæbe-sugning i området for at der vil kunne opnås en acceptabel indvinding.

Der skal ydermere tages hensyn til, at der siden 1992 er fjernet 144884 m³ sand fra området.

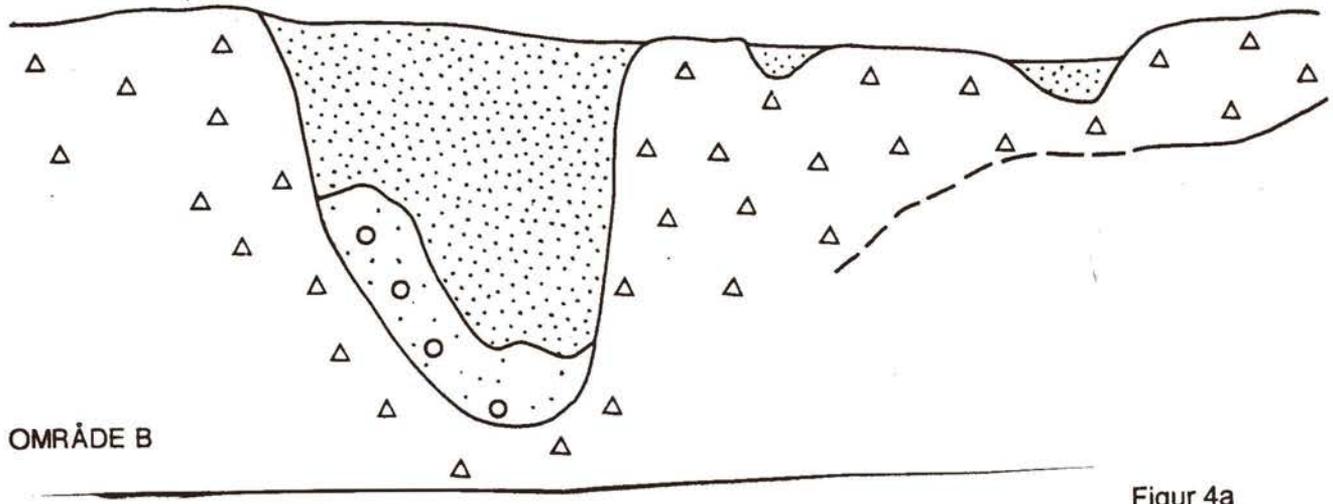
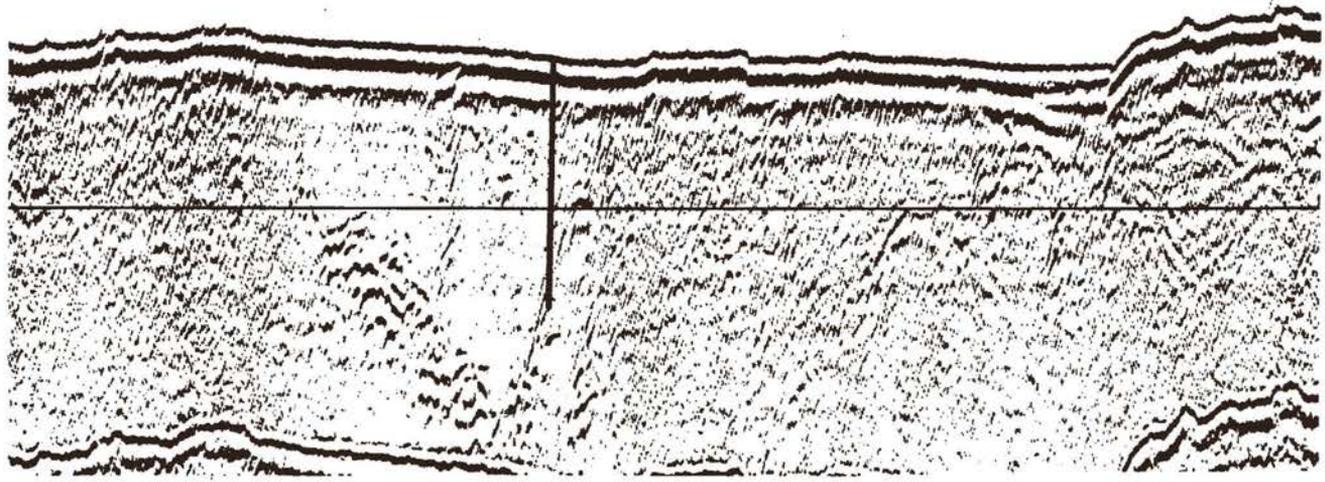
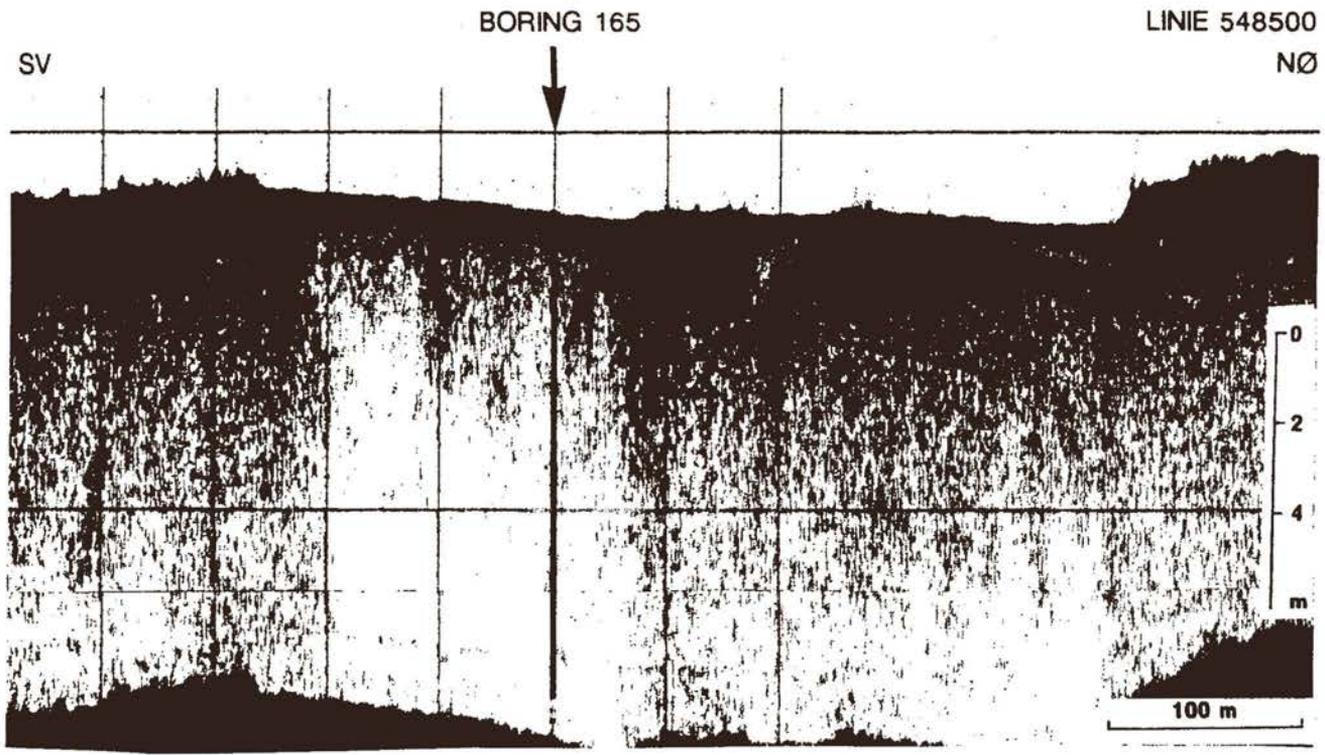
Ligeledes skal det bemærkes, at det øverste marine dæk-lag er for finkornet til Niras kravene (se tabel 1).



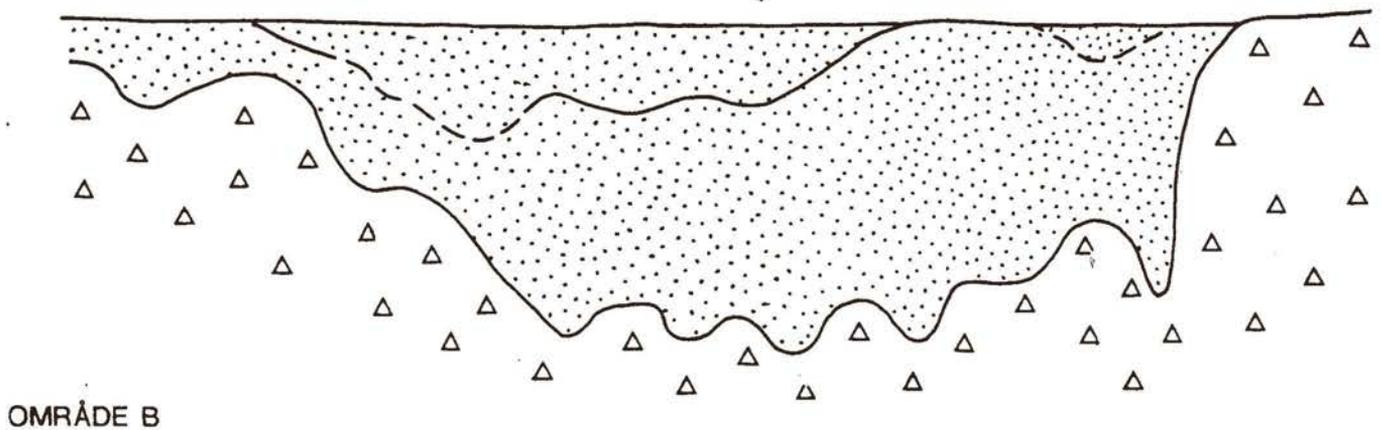
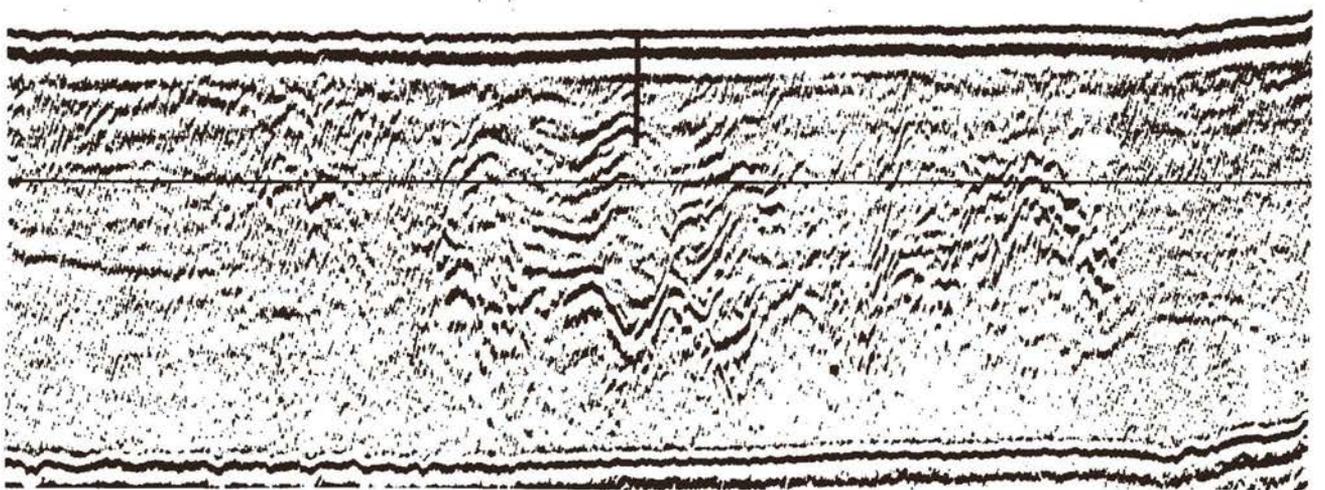
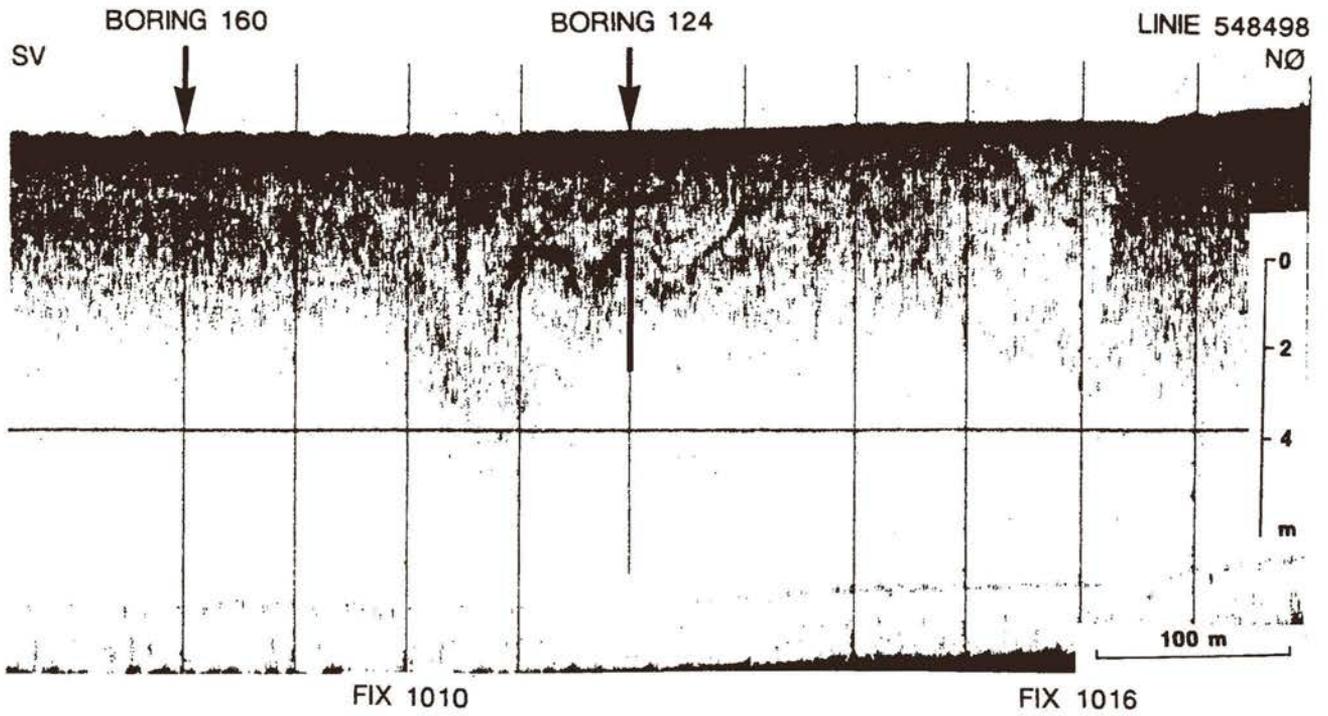
- SEJLLINE
- 2— SANDMÆGTIGHEDER, 2m INTERVAL
- BORING
- PRØVESUGNING
- ▨ FOREKOMST I
- ▩ FOREKOMST II

Område B TYKKELSESKORT

Figur 3



Figur 4a



Figur 4b

LEGENDE

LITHOLOGI

	Sand konglomeratisk
	Sand
	Sand leret/siltet
	Heterolith (50 % ler, 50 % sand)
	Silt
	Ler
	Kalk
	Organisk detritus

SEDIMENT STRUKTURER

PRIMÆRE

	Parallel lamination
	Utydelig parallel lamination
	Små skala krydslejring

SEKUNDÆRE

	Deformationsstruktur
	Forstyrret lagdeling
	Rødder
	Bioturbation, gradering 1-3 tegn
	<i>Diplocraterion</i>

FOSSILER

	Skaller
---	---------

PG: Postglacial
 SG: Senglacial
 G: Glacial
 PK: Prækvartær

SEDIMENTOLOGICAL CORE LOG

CORE NR.: 131-07-548124

LINE:

FIX:

Sample depth	Core	Box	Scale	Lithology	Grain size & Sedimentary structure	Description	
				1	② ②	SAND, medium og finkornet, dårligt sorteret.	PG
124-1				1		SAND, finkornet med noget silt/ler, velsorteret. Spredt organisk detritus. Strukturløst.	
124-2				2		SAND, finkornet, med silt og ler, velsorteret svagt lagdelt.	SG
124-3				2		SAND, fin og mellemkornet og ler. Lagdelt.	
124-4				3		GRUS, SAND og sten, usorteret.	
124-5				3		SAND, mellemkornet, lagdelt.	
124-5				4		GRUS, SAND og sten, lagdelt.	SG
124-6				4			- G
124-6				5			
				5			
				6			
			m				
					Clay		
					Silt		
					v		
					f		
					m		
					c		
					w		
					1		
					2		
					4		
					64		
					mm		
					Gr		
					Pb		
					0.0039		
					0.0625		
					0.125		
					0.25		
					0.5		
					1		
					2		
					4		
					64		

Date _____ Described by _____

DGU
Geological Survey of Denmark

SEDIMENTOLOGICAL CORE LOG

CORE NR.: 132-07-548162

LINE:

FIX:

Sample depth	Core	Box	Scale	Lithology	Grain size & Sedimentary structure	Description
162-1	1	1	1			<p>SAND, finkornet velsorteret, svagt grønligt, spredt organisk detritus.</p>
	2	2	2			<p>SAND, fin og mellemkornet.</p>
			6			

PG

Date _____ Described by _____

Clay	Silt	v	f	m	c	vc	Gr	Pb
0.0039	0.0625	0.125	0.25	0.5	1	2	4	64
			Sand					
						mm		

DGW
Geological Survey of Denmark

SEDIMENTOLOGICAL CORE LOG

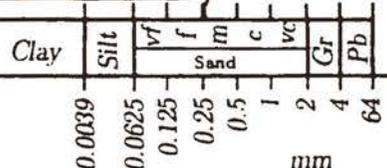
CORE NR.: 132-07-548162

LINE:

FIX:

Sample depth	Core	Box	Scale	Lithology	Grain size & Sedimentary structure	Description
162-2		3	7	8	9	SAND, finkornet, med silt/ler. Svagt lagdelt.
162-3		4	8	9	10	SAND, finkornet, siltet, svagt lagdelt.
162-4		5	11	11	11	SAND, groft med grus. Stort indhold af rød feldspat.
162-5			12	12	12	SAND, fin-grovkornet, lagdelt.

SG



DGU
Geological Survey of Denmark

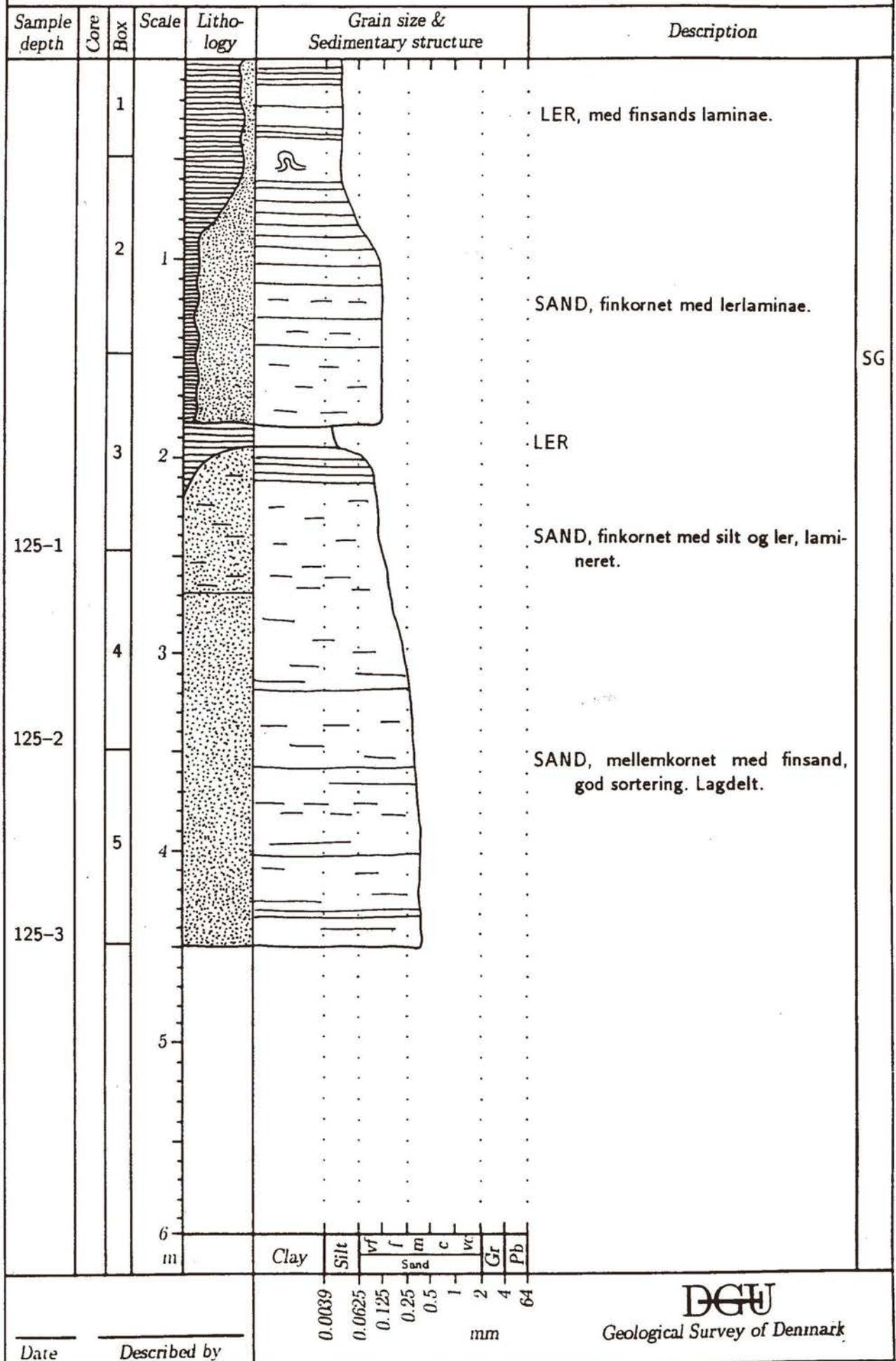
Date _____ Described by _____

SEDIMENTOLOGICAL CORE LOG

CORE NR.: 131-07-548125

LINE:

FIX:



SEDIMENTOLOGICAL CORE LOG

CORE NR.: 132-07-548165

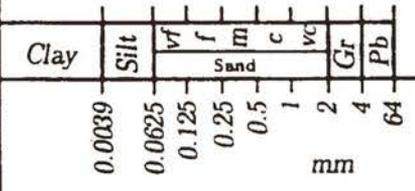
LINE:

FIX:

Sample depth	Core	Box	Scale	Lithology	Grain size & Sedimentary structure	Description
165-1				○	○	SAND, mellem- og finkornet med groft sand, let gruset.
		1		λ	λ	SAND, fin- og mellemkornet. Spredt organisk detritus.
165-2				—	—	SAND, fin- og mellemkornet med groft sand.
		2		○	○	
			3			
			4			
			5			
			6			
			m			

PG

SG



Date _____ Described by _____

DGU
Geological Survey of Denmark

SEDIMENTOLOGICAL CORE LOG

CORE NR.: 131-07-548146

LINE:

FIX:

Sample depth	Core	Box	Scale	Lithology	Grain size & Sedimentary structure	Description							
146-1		1				SAND, fin- og mellemkornet med groft sand, dårligt sorteret.							
						PG							
146-2		1				SAND, fin- og mellemkornet, velsorteret.							
		2				SAND, finkornet med silt og mellemkornet sand, velsorteret. Svag lamination. Spredte grå lerlaminae.							
		3				Ritmisk lagdeling af finsand og ler. Interval, med røde lerlaminae (5-20 mm tykke).							
		4				Lagdelt ler, silt fin- og mellemkornet sand, dårligt sorteret med sten.							
		5				SILT							
		6				SAND, fin- og mellemkornet sand. Spredte kul partikler.							
146-3		5				SAND, finkornet og SILT.							
146-4		6				SAND, mellem- og grovkornet. finsand, lagdelt.							
				m	Clay	Silt	vf	r	m	c	vr	Gr	Pb
					0.0039	0.0625	0.125	0.25	0.5	1	2	4	64
					mm								
Date		Described by		 Geological Survey of Denmark									

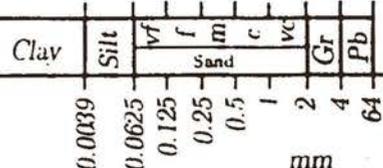
SEDIMENTOLOGICAL CORE LOG

CORE NR.: 132-07-548161

LINE:

FIX:

Sample depth	Core	Box	Scale	Lithology	Grain size & Sedimentary structure	Description	
161-1	1	1	1	1		SAND, finkornet, mørkt.	PG
				1		SAND, fin og mellemkornet.	
				2		SAND, finkornet med silt og ler. Ryt- misk lagdelt. Interval med rødlige lerlag.	SG
				2		SAND, mellemkornet med grus og sten.	
				3		SILT, og finkornet sand med spredte lerlaminae.	
				3			
				4		SAND, og ler/silt, fint lamineret.	
				4		SAND, finkornet med silt. Svagt lag- delt.	
				5			
				6			
m							



Date _____ Described by _____

DGU
Geological Survey of Denmark

SEDIMENTOLOGICAL CORE LOG

CORE NR.: 132-07-548161

LINE:

FIX:

Sample depth	Core	Box	Scale	Lithology	Grain size & Sedimentary structure	Description
161-2			7 5 8		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Clay</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Silt</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">vf</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">f</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">m</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">c</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">vc</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Gr</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Pb</div> </div>	<p>SAND, finkornet og silt/ler, lagdelt.</p> <p>SAND, mellemkornet, svagt lagdelt.</p> <p>SAND, finkornet.</p> <p>MORÆNELER</p> <p>KALK</p>
161-3			6 9		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Clay</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Silt</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">vf</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">f</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">m</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">c</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">vc</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Gr</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Pb</div> </div>	<p>SAND, finkornet.</p> <p>MORÆNELER</p> <p>KALK</p>
			10 m			

SG
G
PK

Date _____ Described by _____

0.0039
 0.0625
 0.125
 0.25
 0.5
 1
 2
 4
 64
 mm

Geological Survey of Denmark

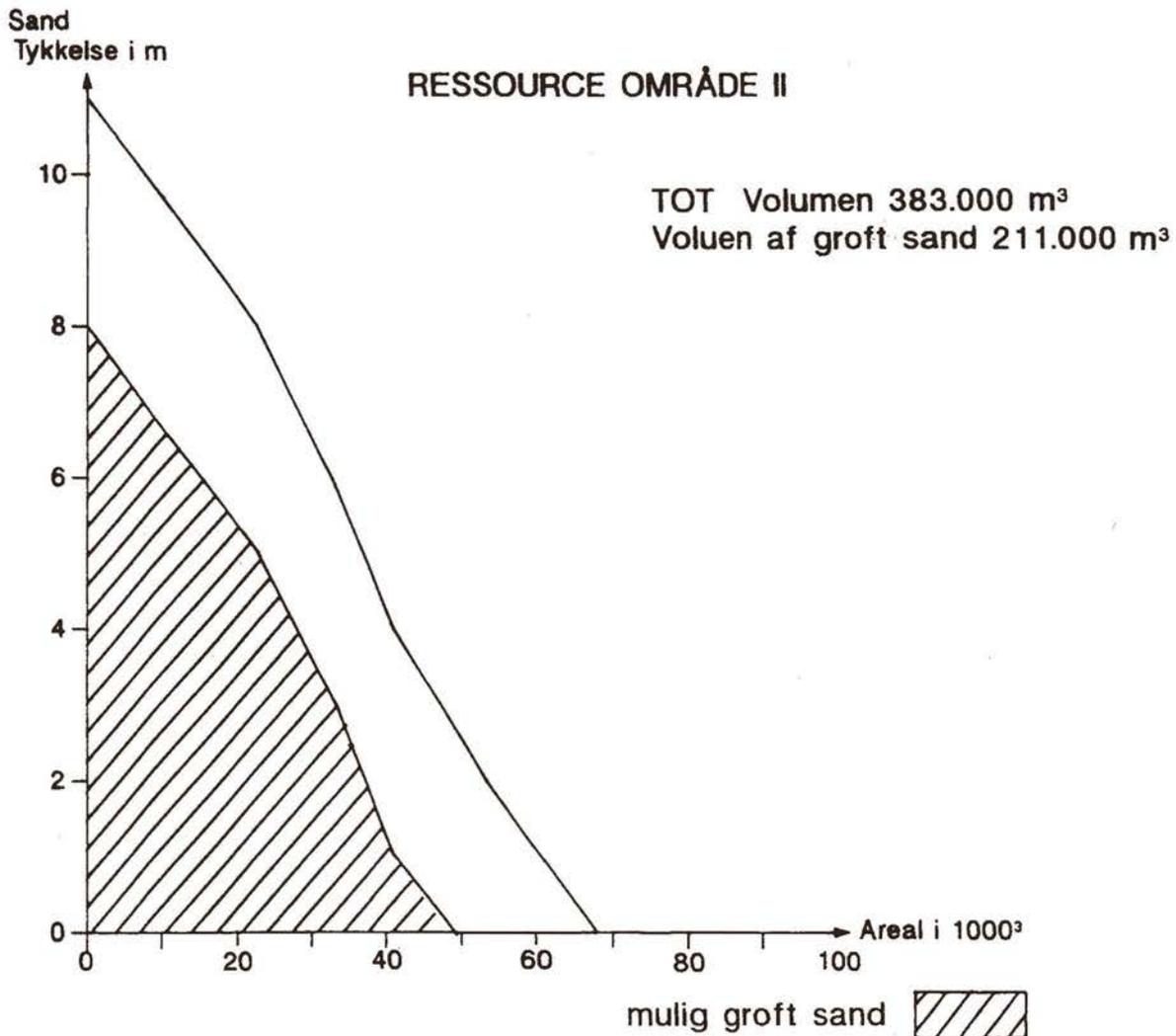
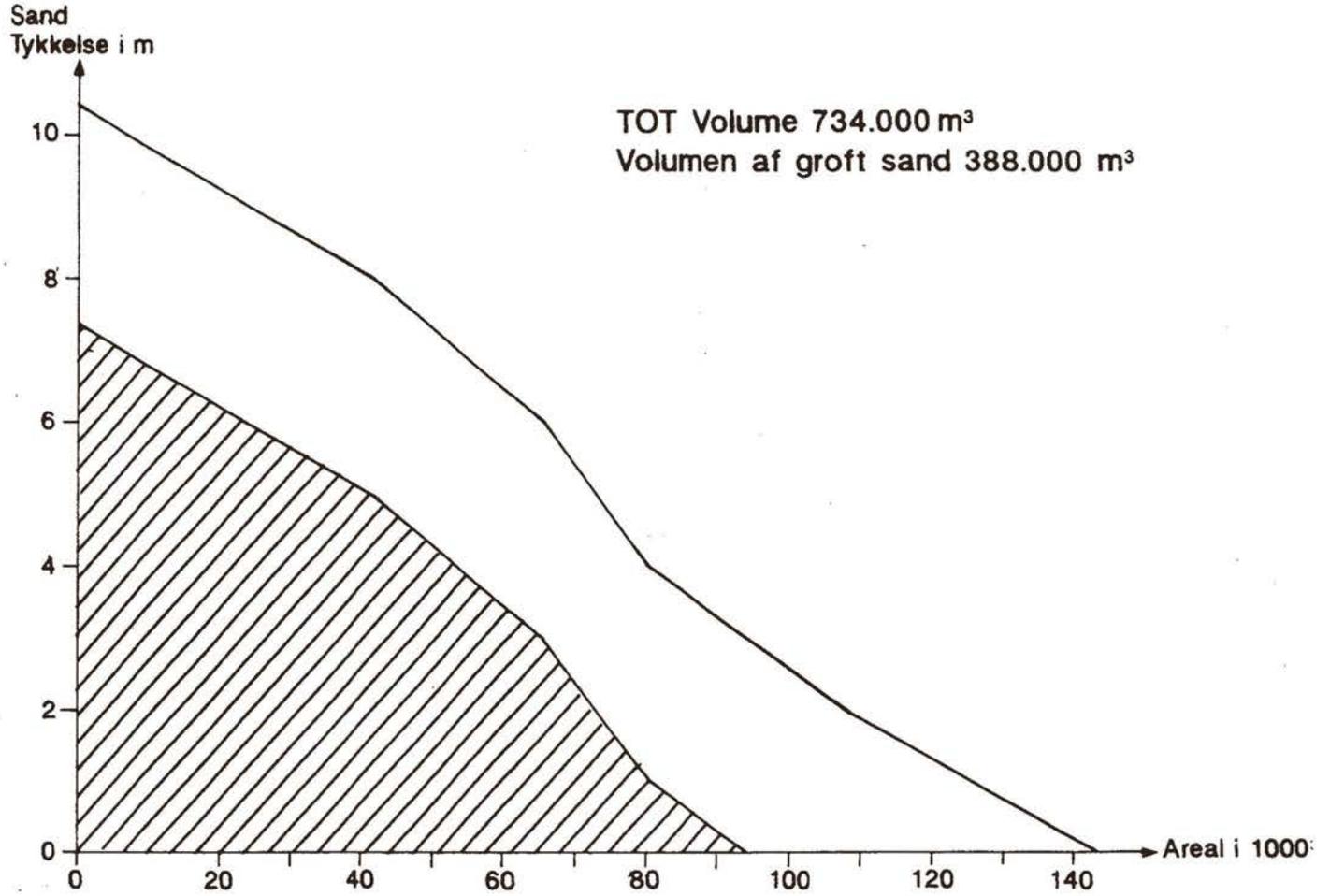
SEDIMENTOLOGICAL CORE LOG

CORE NR.: 131-07-548122

LINE:

FIX:

Sample depth	Core	Box	Scale	Lithology	Grain size & Sedimentary structure	Description																								
122-1		1	1			SAND, mellem-grovkornet. Dårligt sorteret.																								
						SAND, finkornet, med silt og ler. God sortering indeholder spredt organisk detritus. Bioturbation forstyrrer en oprindelig parallel lamination.																								
122-2		2	2			PG																								
							SAND, finkornet, ler og silt, lagdelt gråt. Interval med røde 5-10 mm lerlag.																							
122-3		3	3			SG																								
							SILT og ler, velsorteret, fint lamineret.																							
122-4		4	4			SG																								
							SAND, finkornet, meget velsorteret.																							
122-5		5	5			SG																								
							SAND, finkornet og silt/ler, velsorteret svagt lagdelt.																							
122-5		6	6			SG																								
							SAND, fin-mellemkornet med grus, dårligt sorteret, lagdelt.																							
122-5		6	6			SG																								
							SAND, finkornet, velsorteret.																							
122-5		6	6			SG																								
							SAND, fin-mellem kornet, dårligt sorteret.																							
122-5		6	6			SG																								
							SAND, finkornet med lerlaminae.																							
				<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Clay</td> <td style="padding: 2px;">Silt</td> <td style="padding: 2px;">f</td> <td style="padding: 2px;">m</td> <td style="padding: 2px;">c</td> <td style="padding: 2px;">vc</td> <td style="padding: 2px;">Gr</td> <td style="padding: 2px;">Pb</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">0.0039</td> <td style="padding: 2px;">0.0625</td> <td style="padding: 2px;">0.125</td> <td style="padding: 2px;">0.25</td> <td style="padding: 2px;">0.5</td> <td style="padding: 2px;">1</td> <td style="padding: 2px;">2</td> <td style="padding: 2px;">4</td> </tr> <tr> <td colspan="7" style="text-align: center; padding: 2px;">mm</td> <td style="padding: 2px;">64</td> </tr> </table>	Clay	Silt	f	m	c	vc	Gr	Pb	0.0039	0.0625	0.125	0.25	0.5	1	2	4	mm							64	<p style="margin: 0;">DGIU Geological Survey of Denmark</p>	
Clay	Silt	f	m	c	vc	Gr	Pb																							
0.0039	0.0625	0.125	0.25	0.5	1	2	4																							
mm							64																							
Date		Described by																												



OMRÅDE B
 AREAL/TYKKELSES
 GEUS

Figur 13

KØGE BUGT 92
Top Moræneflade

0.0 1.0Km

