

# Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014

Undersøgelse af 3 udvalgte områder i Øresund og 3  
indvindingsområder: Lappegrund,  
Nivå Flak og Skovshoved

Steen Lomholt, Bo Riemann, Karsten Dahl,  
Niels N. Pedersen, Jørgen O. Leth, Cordula Göke,  
Michael Bo Rasmussen, Sara Skar  
& Ole N. Andersen



# Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014

Undersøgelse af 3 udvalgte områder i Øresund og 3  
indvindingsområder: Lappegrund,  
Nivå Flak og Skovshoved

Steen Lomholt", Bo Riemann\*, Karsten Dahl\*, Niels N. Pedersen",  
Jørgen O. Leth", Cordula Göke\*, Michael Bo Rasmussen\*,  
Sara Skar" & Ole G.N. Andersen\*

\*DCE  AARHUS  
UNIVERSITET

"GEUS



# Indhold

<b>1.</b>	<b>Indledning</b>	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>Sammenfatning</b>	<b>7</b>
<b>3.</b>	<b>Summary</b>	<b>9</b>
<b>4.</b>	<b>Formål</b>	<b>11</b>
<b>5.</b>	<b>Kortlægningsmetoder</b>	<b>12</b>
5.1	Survey skibe.....	12
5.2	Udstyr og programmel til indsamling og bearbejdning af data.....	13
5.2.1	Positionering .....	14
5.2.2	Bathymetri enkeltstråle .....	14
5.2.3	Multibeam bathymetri.....	14
5.2.4	Side scan sonar og Innomar seismik.....	15
5.2.5	Sparker seismik .....	15
5.2.6	Boreudstyr .....	15
5.2.7	Laboratorieanalyser .....	15
5.3	Software til dataindsamling.....	16
5.4	Bearbejdning og tolkning af data .....	16
5.5	Visuel dokumentation og verifikation med videotranskter .....	17
<b>6.</b>	<b>Tolkning og resultater</b>	<b>19</b>
6.1	Sejllinjer .....	19
6.2	Klassifikation af Overfladesedimenter.....	19
6.3	Klassifikation af naturtyper .....	20
6.4	Bathymetri.....	20
6.5	Fortidsminder, vrag og menneskelige aktiviteter .....	20
6.6	Boringer .....	20
6.7	Grabprøver .....	21
6.8	Sigteanalyser .....	21
6.9	Tolkning af videodata .....	21
6.10	Beskrivelse af GIS model for potentiel udbredelse af ålegræs .....	21
6.11	Analyse af sedimentspild i forbindelse med råstofindvinding .....	22
6.12	Klassifikation af råstofressourcer.....	23
<b>7.</b>	<b>Øresund Nord</b>	<b>24</b>
7.1	Introduktion .....	24
7.2	Geologi .....	25
7.2.1	Bundforholdene .....	29
7.2.2	Menneskelig aktivitet.....	30
7.3	Råstoffer i området Øresund Nord .....	33
7.3.1	ØN- Ressource 1 .....	33
7.3.2	ØN- Ressource 2 .....	34
7.4	Kortlægning af biologiske nøglekomponenter i Øresund Nord uden for indvindingsområder .....	36

7.5	Observerede og modellerede forekomster af epibentiske biologiske komponenter ....	38
7.5.1	Ålegræs .....	38
7.5.2	Makroalger .....	39
7.5.3	Blåmuslinger .....	41
7.6	Øvrig flora og fauna .....	43
7.7	Andet .....	43
7.8	Klassificering af flora og fauna.....	44
7.9	Kortlægning af dominerende epibentiske samfund.....	44
<b>8.</b>	<b>Øresund Syd</b>	<b>45</b>
8.1	Introduktion.....	45
8.2	Geologi.....	47
8.2.1	Bundforholdene .....	49
8.2.2	Menneskelig aktivitet .....	51
8.3	Råstoffer i området Øresund Syd.....	53
8.3.1	Ressourceområde Øresund-1 .....	53
8.3.2	Ressourceområde Øresund-2.....	55
8.3.3	Ressourceområde Øresund-3.....	56
8.3.4	Ressourceområde Disken .....	58
8.4	Kortlægning af biologiske nøglekomponenter i Øresund Syd.....	60
8.5	Observerede og modellerede forekomster af epibentiske biologiske komponenter ....	63
8.5.1	Ålegræs .....	63
8.5.2	Makroalger .....	69
8.5.3	Blåmuslinger .....	74
8.5.4	Disken.....	79
8.6	Klassificering af flora og fauna.....	80
8.7	Klassificering og kortlægning af naturtyper .....	81
8.8	.....	81
8.9	Fordelingerne af de biologiske komponenter i det centrale Øresund.....	84
8.9.1	Biologisk indhold på substrattype 1a.....	84
8.9.2	Biologisk indhold på substrattype 1b.....	84
8.9.3	Biologisk indhold på substrattype 2 .....	85
8.9.4	Biologisk indhold på substrattype 3 .....	87
8.9.5	Biologisk indhold på substrattype 4 .....	88
<b>9.</b>	<b>Køge Bugt</b>	<b>90</b>
9.1	Introduktion.....	90
9.2	Geologi.....	91
9.2.1	Bundforholdene .....	93
9.2.2	Menneskelig aktivitet .....	95
9.3	Kortlægning af råstofressourcer.....	98
9.3.1	Råstoffer i området Køge Bugt.....	98
9.3.2	Køge Bugt - Ressource 1 .....	98
9.3.3	Køge Bugt - Ressource 2 .....	100
9.3.4	Køge Bugt - Ressource 2a .....	101
9.3.5	Køge Bugt - Ressource 2b.....	101
9.3.6	Køge Bugt - Ressource 2c .....	102
9.4	Kortlægning af biologiske nøglekomponenter i Køge Bugt.....	103
9.5	Observerede og modellerede forekomster af epibentiske biologiske komponenter ...	104
9.5.1	Ålegræs .....	104

9.5.2	Makroalger .....	105
9.5.3	Blåmuslinger .....	107
9.6	Fordeling af de biologiske komponenter på substrattyper .....	109
9.6.1	Køge Bugt (uden for råstofområderne) .....	109
9.6.2	Køge Bugt inden for de tre råstofområder .....	112
9.7	Klassificering og kortlægning af naturtyper .....	115
9.8	Scenarier for sedimentaflejring i Køge Bugt ved råstofindvinding i Øresund.....	116
<b>10.</b>	<b>Lappegrund</b> .....	<b>120</b>
10.1	Introduktion .....	120
10.2	Geologi .....	121
10.3	Bundforholdene .....	122
10.4	Menneskelig aktivitet.....	124
10.5	Kortlægning af råstofressourcer.....	124
10.6	Råstofindvinding i Lappegrund fællesområdet 532-AA .....	125
10.7	Råstoffer i området Lappegrund .....	126
10.7.1	Lappegrund - Ressource 1 .....	127
10.7.2	Lappegrund - Ressource 2 .....	129
10.8	Kortlægning af biologiske nøglekomponenter på Lappegrund .....	131
<b>11.</b>	<b>Nivå Flak</b> .....	<b>133</b>
11.1	Introduktion .....	133
11.2	Geologi .....	135
11.3	Bundforholdene .....	137
11.4	Menneskelig aktivitet.....	139
11.5	Kortlægning af råstofressourcer.....	139
11.6	Indvinding i Nivå Flak fællesområdet 554-BA .....	140
11.7	Råstoffer i området Nivå Flak .....	142
11.7.1	Nivå Flak - Ressource 1.....	142
11.8	Kortlægning af biologiske nøglekomponenter på Nivå Flak .....	145
11.8.1	Biologiske indhold på substrattype 1b og 2 .....	146
<b>12.</b>	<b>Skovshoved</b> .....	<b>148</b>
12.1	Introduktion .....	148
12.2	Geologi .....	149
12.3	Bundforholdene .....	150
12.4	Menneskelig aktivitet.....	152
12.5	Kortlægning af råstofressourcer.....	153
12.6	Indvinding i Skovshoved fællesområdet 554-AA .....	154
12.7	Råstofindvinding i fællesområdet 554-AA .....	155
12.7.1	Råstofindvinding i Skovshoved 554-AA .....	156
12.8	Råstoffer i området Skovshoved.....	158
12.8.1	Skovshoved - Ressource 1 .....	159
12.8.2	Skovshoved - Ressource 2 .....	160
12.9	Kortlægning af biologiske nøglekomponenter på Skovshoved Flak .....	162
12.9.1	Biologisk indhold på substrattype 1b.....	164
12.9.2	Biologisk indhold på substrattype 2.....	165
<b>13.</b>	<b>Samlet vurdering af råstofkortlægningen i Øresund</b> .....	<b>166</b>
13.1	Øresund Nord, Syd og Køge Bugt.....	166

13.2	Indvindingsområder Lappegrund, Nivå Flak og Skovshoved .....	166
<b>14.</b>	<b>Samlet vurdering af miljøeffekter fra råstofindvindingen</b>	<b>168</b>
14.1	Miljøeffekter ved råstofindvinding i Øresund Nord .....	168
14.2	Miljøeffekter ved råstofindvinding i Øresund Syd .....	168
14.3	Miljøeffekter ved råstofindvinding i Køge Bugt .....	170
14.4	Miljøeffekter ved råstofindvinding uden for de nuværende indvindingsområder .....	171
<b>15.</b>	<b>Samlet ressourceopgørelse</b>	<b>174</b>
<b>16.</b>	<b>Referencer</b>	Fejl! Bogmærke er ikke defineret.

## Bilagsoversigt

**Bilag 1 A-L:** Øresund Nord (kortbilag)

**Bilag 2 A-L:** Øresund Syd (kortbilag)

**Bilag 3 A-L:** Køge Bugt (kortbilag)

**Bilag 4 A-F:** Lappegrund (kortbilag)

**Bilag 5 A-H:** Nivå Flak (kortbilag)

**Bilag 6 A-H:** Skovshoved (kortbilag)

**Bilag M:** Grabprøver

**Bilag N:** Boringer

**Bilag O:** Kornkurver/sigteanalyser

**Bilag P:** Videotransekter (findes kun elektronisk)

**Bilag Q:** Spildmoniteringsrapport

**Bilag R:** Bathymetrisk survey rapport

# 1. Indledning

De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS) og Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE), har i partnerskab løst opgaven med at kortlægge råstofressourcer og undersøge miljøforholdene i den danske del af Øresund og Køge Bugt. Samarbejdet vil sikre, at opgaven løses på et meget højt fagligt niveau med anvendelse af erfaring indenfor både de geologiske og biologiske områder.

Resultaterne fra denne undersøgelse omfatter en detaljeret råstofkortlægning samt tilhørende miljøvurderinger af de 3 områder Øresund Nord, Øresund Syd og Køge Bugt, samt detailundersøgelser i de 3 eksisterende indvindingsområder Lappegrund, Nivå Flak og Skovshoved.

Undersøgelserne har desuden haft til formål, at undersøge mulighederne for at kortlægge områder, hvor der igennem en længere periode har fundet indvinding sted. Det samlede område, der er kortlagt, dækker en væsentlig del af den danske del af Øresund og den sydlige del af Køge Bugt (Figur 1-1).



**Figur 1-1** Tre områder (blå skraveret) udpeget af NST til efterforskning for råstoffer og miljøforhold i 2014. Grøn stiplede linje markerer grænsen til Sverige.

Rapporten er opbygget med to indledende afsnit (Afsnit 5 og 6). Disse omhandler hhv. de kortlægningsmetoder, det udstyr og de undersøgelser, der er gennemført ved dataindsamlingen og behandlingen af data samt de tolkninger og resultater, der er udført på data. I de efterfølgende tre kapitler er hvert af de 3 efterforskningsområder i Øresundsregionen: Øresund Nord, Øresund Syd og Køge Bugt behandlet med hensyn til geologi og ressourcer samt miljøforhold. I Afsnit 10-12 er de 3 indvindingsområder: Lappegrund, Nivå Flak og Skovshoved behandlet med hensyn til geologi og ressourcer samt miljøforhold.

I Afsnit 13 er der foretaget en samlet vurdering af - kortlægninger og resultater i forhold til formålet med undersøgelserne. Afsnit 14 indeholder en samlet vurdering af miljøeffekterne fra råstofindvinding i området og Afsnit 15 indeholder en samlet ressourceopgørelse for alle områder.

I bilagene til rapporten findes kortbilag med de kort, der er præsenteret i rapporten, i stor format, hvor det er muligt at se detaljer i kortlægningen, som ikke umiddelbart kan ses på figurerne i teksten.

## 2. Sammenfatning

Der er gennemført råstofkortlægning af 3 efterforskningsområder, samt 3 råstofvindingsområder i Øresund. Råstofkortlægningen blev udført ved en kombination af seismisk/akustisk kortlægning og prøvetagning med vibrocorer og grab prøveudstyr. Til belysning af miljøforholdene er der gennemført videotransekter. Desuden er der udført detaljerede multibeam undersøgelser i de 3 råstofvindingsområder, samt gennemført en modellering af sedimentpild fra hvert område.

De geofysiske undersøgelser blev udført med seismisk udstyr i et net af sejllinjer med varierende afstand, idet planlægningen af linjenettet er tilpasset kortlægningsområderne bedst muligt. Boringerne blev placeret ud fra en foreløbig tolkning af de seismiske data umiddelbart efter indsamlingen af data. Boringernes formål er dels at dokumentere potentielle råstofressourcer og dels at dokumentere geologiske enheder af betydning for tolkningen af områdets geologiske udvikling.

Der er fortaget en overordnet regional fase 1 kortlægning, samt detaljerede undersøgelser af råstofressourcer i Øresund Nord, – Øresund Syd og Køge Bugt., Undersøgelserne viser at, den seismiske datatæthed er størst med 100% dækning på side scan sonar data.

I de tre kortlægningsområder er der påvist sand, grus og ralføremønstre i glaciale-senglaciale smeltevandsaflejringer og holocæne marine fossile kystdannelser, Sand- og grusføremønstre i holocæne marine recente dynamiske aflejringer, samt groft- til finsandsføremønstre af holocæn alder i Køge Bugt.

De samlede kortlagte råstofressourcer er opgjort til 376,8 mio. m<sup>3</sup>, hvoraf de påviste ressourcer udgør 48,1 mio. m<sup>3</sup> (Tabel 2-2) og de sandsynlige 328,7 mio. m<sup>3</sup> (Tabel 2-1).

Område	Ressource	Sikkerhed	Type	Vol. mio. m <sup>3</sup>	F sand	F/M sand	M Sand	M/Gr. sand m grus	Grus og ral
Øresund Nord	ØN- Res 1	Sandsynlig	Hol Marint	26,0		26,0			
	ØN- Res 2	Sandsynlig	Hol Marint	70,0		70,0			
Øresund Syd	ØS-Res 1	Sandsynlig	Glacial	45,0		33,0			12,0
	ØS-Res 2	Sandsynlig	Senglaciale	18,0			16,0		2,0
	ØS-Res 3	Sandsynlig	Mar –glacial	21,0		19,0			2,0
Køge Bugt	Kb-Res-1	Sandsynlig	Hol Marint	124,0	124,0				
	Kb-Res-2a	Sandsynlig	Mar –glacial	13,0				13,0	
	Kb-Res-2b	Sandsynlig	Mar –glacial	6,5				6,5	
	Kb-Res-2c	Sandsynlig	Mar –glacial	5,2				5,2	
<b>Totalvolumen i mio. m<sup>3</sup></b>				328,7	124,0	148,0	16,0	24,7	16,0

**Tabel 2-1** Samlede sandsynlige ressourcer fra område Øresund Nord og Syd samt Køge Bugt. Alle værdier er angivet i mio. m<sup>3</sup>.

Område	Ressource	Sikkerhed	Type	Vol. mio m <sup>3</sup>	F sand	F/M sand	M sand	M/Gr. sand m grus	Grus og ral
Øresund Syd	Disken	Påvist	Hol- recent	37,0	37,0				
	Skovshoved	Påvist	Glacial	2,2	1,0		0,2		1,0
	Nivå Flak	Påvist	Glacial	4,0	1,0	2,0			1,0
Øresund Nord	Lappegrund U	Påvist	Hol Marint	2,0		2,0			
	Lappegrund L	Påvist	Hol Marint	2,9		2,9			
<b>Totalvolumen i mio. m<sup>3</sup></b>				<b>48,1</b>	<b>39,0</b>	<b>6,9</b>	<b>0,2</b>	<b>0,0</b>	<b>2,0</b>

**Tablet 2-2** Samlede påviste ressourcer fra indvindingsområder i Øresund Nord og Syd. Alle værdier er angivet i mio. m<sup>3</sup>.

Specielt for de 3 eksisterende indvindingsområder- har undersøgelserne vist, at det er muligt at fortage- ressourceopgørelser for områderne ved hjælp af boringer og et tæt seismiske datasæt .

Der er ligeledes blevet udført kortlægning af naturtyperne såvel i de 3 regionale efterforskningsområder, som i de 3 indvindingsområder. Herudover er der lavet en vurdering af ålegræssets udbredelse i området, samt en vurdering af potentielle områder for udbredelse af ålegræs, hvor det er påvist, at ålgræsbevoksningen er begyndt at brede sig.

Miljøeffekter af råstofindvinding omfatter en samlet vurdering i Øresund Nord, Øresund Syd og Køge Bugt. Overordnet var det modellerede sedimentspild af mindre betydning. De nuværende indvindingsområder udgør 4% af det kortlagte område i Øresund Nord, 6% i Øresund Syd og 21% i Køge Bugt.

Epibentiske samfund domineret af blåmuslinger, makroalger og ålegræs forekommer eller er almindeligt forekommende i Øresund Syd og i Køge Bugt. I Øresund Nord dominerer infauna i det undersøgte område. Der blev observeret hestemuslinger på store vanddybder i området syd for Helsingør. Hestemuslinger er følsomme for begravelse i spildsedimenter. Ålegræsbede, tangskove af alger på stenede områder og muslingebanker er nøglekomponenter for det marine økosystem mht. føde og levested for en lang række organismer.

Forekomster af blåmuslinger, makroalger og ålegræs vil blive påvirket direkte af råstofindvinding. Ålegræsset vil blive påvirket negativt af indvinding i dybdeområdet 6-8 m, hvor ålegræsset har kendte eller potentielle forekomster. En ændring af havbunden fra mere stenede til sandede sedimenter vil påvirke udbredelsen af makroalger og mængden af blåmuslinger. Endelig vil en sænkning af havbunden påvirke den bentiske planteproduktion negativt på grund af en øget lysdæmpning gennem vandsøjlen.

Råstofindvinding i de kortlagte ressourceområder i Øresund Syd og i Køge Bugt vil påvirke den opmålte flora og fauna negativt lokalt, hvor indvinding finder sted, hvilket vil betyde en forringelse af naturkapitalen og miljøkvaliteten. Effekterne i Øresund Nord vil primært være knyttet til infaunaen på sandbunden, som ikke indgår i denne undersøgelse.



### 3. Summary

Raw material mapping of the 3 exploration areas and 3 extraction areas in the Øresund region has been carried out by a combination of seismic/acoustic mapping and sampling with vibrocorer and grab sampling equipment. For environmental assessment purposes video transect data was acquired by a Video camera. Furthermore, detailed multibeam data covering the 3 extraction areas have been acquired, and sediment spill modeling from sand extraction have been performed for the 3 extraction areas.

The geophysical surveys were performed with seismic equipment with grids of variable distance between lines to fit the extent of the specific areas. Well locations were based on a preliminary interpretation of the acquired seismic data and the purpose of the drilling program was partly to identify potential raw material resources and partly to document the geological units relevant for interpretation of a geological model for the specific area.

A regional phase 1 raw material exploration mapping has been performed in Øresund North, Øresund South and Køge Bight. -A detailed mapping, with a 100 % coverage of side scan data, has been performed in the 3 extraction areas.

Sand, gravel and pebble deposits of glacial-late glacial melt water and Holocene marine fossil coastal materials have been identified. Furthermore sand and gravel deposits of Holocene marine recent, dynamic materials and coarse to fine Holocene sand deposits in Køge Bight have been mapped.

A total of 376.8 million m<sup>3</sup> in place have been mapped, and 48 million m<sup>3</sup> are proven resources and 328.7 million m<sup>3</sup> are categorized as probable resources (Table 3-1 and Table 3-2)

Area	Ressource	knowledge	Geol.	Vol. mill m <sup>3</sup>	F sand	F/M sand	M Sand	M/Gr. sand w. gravel	Gravel/pebble
Øresund North	ØN- Res 1	Possibly	Hol Marint	26.0		26.0			
	ØN- Res 2	Possibly	Hol Marint	70.0		70.0			
Øresund South	ØS-Res 1	Possibly	Glacial	45.0		33.0			12.0
	ØS-Res 2	Possibly	Senglacialt	18.0			16.0		2.0
	ØS-Res 3	Possibly	Mar –glacial	21.0		19.0			2.0
Køge Bight	Kb-Res-1	Possibly	Hol Marint	124.0	124.0				
	Kb-Res-2a	Possibly	Mar –glacial	13.0				13.0	
	Kb-Res-2b	Possibly	Mar –glacial	6.5				6.5	
	Kb-Res-2c	Possibly	Mar –glacial	5.2				5.2	
<b>Tot, Vol. mil. m<sup>3</sup></b>				328.7	124.0	148.0	16.0	24.7	16.0

**Table 3-1** Possible raw material resources mapped in the Øresund region 2014.

Area	Ressource	Knowledge	Type	Vol. mio m <sup>3</sup>	F sand	F/M sand	M sand	M/Gr. sand w. gravel	Gravel/pebble
Øresund Syd	Disken	Proven	Hol- recent	37.0	37.0				
	Skovshoved	Proven	Glacial	2.2	1.0		0.2		1.0
	Nivå Flak	Proven	Glacial	4.0	1.0	2.0			1.0
Øresund Nord	Lappegrund U	Proven	Hol Marint	2.0		2.0			
	Lappegrund L	Proven	Hol Marint	2.9		2.9			
<b>Total vol. mio. m<sup>3</sup></b>				<b>48.1</b>	<b>39.0</b>	<b>6.9</b>	<b>0.2</b>	<b>0.0</b>	<b>2.0</b>

Table 3-2 Proven raw material resources mapped in the Øresund region 2014.

It can be concluded, based on the detailed mapping of the 3 extraction areas, it is possibly to map resources in extraction areas.

Furthermore mapping of habitats have been performed on both the 3 exploration and 3 extraction areas. Based on the an evaluation of the areal coverage of eelgrass and possible new upcoming areas for eelgrass, an evaluation of the areal extent of eelgrass beds have been done.

The environmental effects of extraction of raw materials in Øresund and Køge Bight comprise direct effects on flora and fauna caused by suctions hopper dredging and trailer dredging in the areas. Overall, the modelled sediment loss was of minor importance. The present extraction areas comprise 4% of the mapped areas in Øresund North, 6% in Øresund South, and 21% in Køge Bight.

Only epibenthic communities were examined. Therefore, neither bottom fauna below the surface, or fish, marine mammals and birds were included in the (impact) assessment. Epibenthic communities dominated by blue mussels, macroalgae and eelgrass occur or were commonly found in Øresund Syd and in Køge Bight. At Øresund North infauna was dominating. Horse Mussels were observed south of Helsingør. Horse Mussels are sensitive for burial in Eelgrass meadows, macroalgae in areas with stones and mussel beds are key components for the marine ecosystem and as resort areas for a number of organisms.

The observed occurrences of blue mussels, macroalgae and eelgrass will be negatively influenced by extraction of raw materials. Eelgrass will particularly be influenced negatively by extraction of raw materials in the depth area of 6-8 m, where eelgrass has known or potential occurrences. A change of the sea floor from stony areas towards more sandy sediments will reduce the distribution of macroalgae and blue mussels. Moreover a lowering of the sea floor will influence the benthic primary producers negatively because of an increased light attenuation throughout the water column.

The measured populations of blue mussels, macroalgae, and eelgrass will be negatively influenced by extraction of raw materials, particularly at Øresund South and in Køge Bight, which will lead to a deterioration of the nature capital and environmental quality. The effects in Øresund North are primarily related to the infauna, which is not part of this assessment.

## 4. Formål

Den maringeologiske råstforkortlægning og vidensopbygning skal sikre det nødvendige vidensgrundlag for den langsigtede statslige planlægning og den erhvervsmæssige råstofefterforskning og råstofudnyttelse.

Kortlægningen skal herudover tilvejebringe en natur- og miljørelevant basisviden, der danner grundlag for en vurdering af konsekvenserne af råstofindvinding og administration af forholdene til et bredt spektrum af beskyttelsesinteresser og andre fysiske aktiviteter i det marine miljø.

Formålet er, at gennemføre en råstof kortlægning af 3 udvalgte havområder i Øresund samt, at få beskrevet de tilbageværende råstofressourcers mængder og sammensætning i et større forsyningsområde nær hovedstadsområdet. Og dermed at få udbygget viden om områdernes råstofmæssige potentiale og eventuelle restlevetid som forsyningsområde.

Kortlægning skal også føre frem til en beskrivelse af råstofindvindingens miljøpåvirkning i 3 eksisterende indvindingsområder i det nordlige Øresund, samt at belyse om råstforkortlægning i eksisterende indvindingsområder giver et anvendeligt resultat.

For at belyse disse forhold er der udført 44, 6 m vibrocorer- borerer fordelt i alle områder. Boringerne dokumentere sammensætningen og kvaliteten af de mulige råstofressourcer, samt dannelsen af de geologiske lag og alderen på ressourcerne. Desuden er der taget 69 grabprøver og udført 300 videoinspektioner til belysning af substrater, naturtyper samt øvrige miljøforhold.

## 5. Kortlægningsmetoder

### 5.1 Survey skibe

Den seismiske opmåling blev foretaget fra M/S Anette Christina i perioden 15. – 28. august. Boringerne blev foretaget - perioden 16 -19. september 2014 fra skibet M/S Fønix Supply (Figur 5-1). De seismiske opmålinger blev varetaget af en tekniker og to geologer fra GEUS samt skibets besætning. Figur 5-3 viser M/S Anette Christina samt opstilling med GEUS' udstyr. Skibet måler 25 m i vandlinjen og er 6 m bredt. Skibets deplacement er 105 tons og det har en dybgang på 2.8 m. Skibet var udstyret med sparker, en kombineret side scan sonar, Innomar system samt et enkeltstrålet opmålingsekkolod.

Side scan sonarens fisk var i skibets A bom agter. Dybden af fisken kunne varieres inden for 1-10 m under havoverfladen. Som regel lå den cirka 3-5 m under overfladen, for at få en optimal afstand til havbunden (10-15 % af sonar range). Sparker kilden var fastgjort til agterspejlet i bagbords side. Streameren blev slæbt fra en 5,2 m lang svingbom i bagbords side nær agterenden, og blev trukket gennem vandet parallelt med sparker kilden. Det seismisk højopløselige Innomar system var installeret midtskibs på en stang, der var placeret i 2.8 m's dybde under vandlinjen.

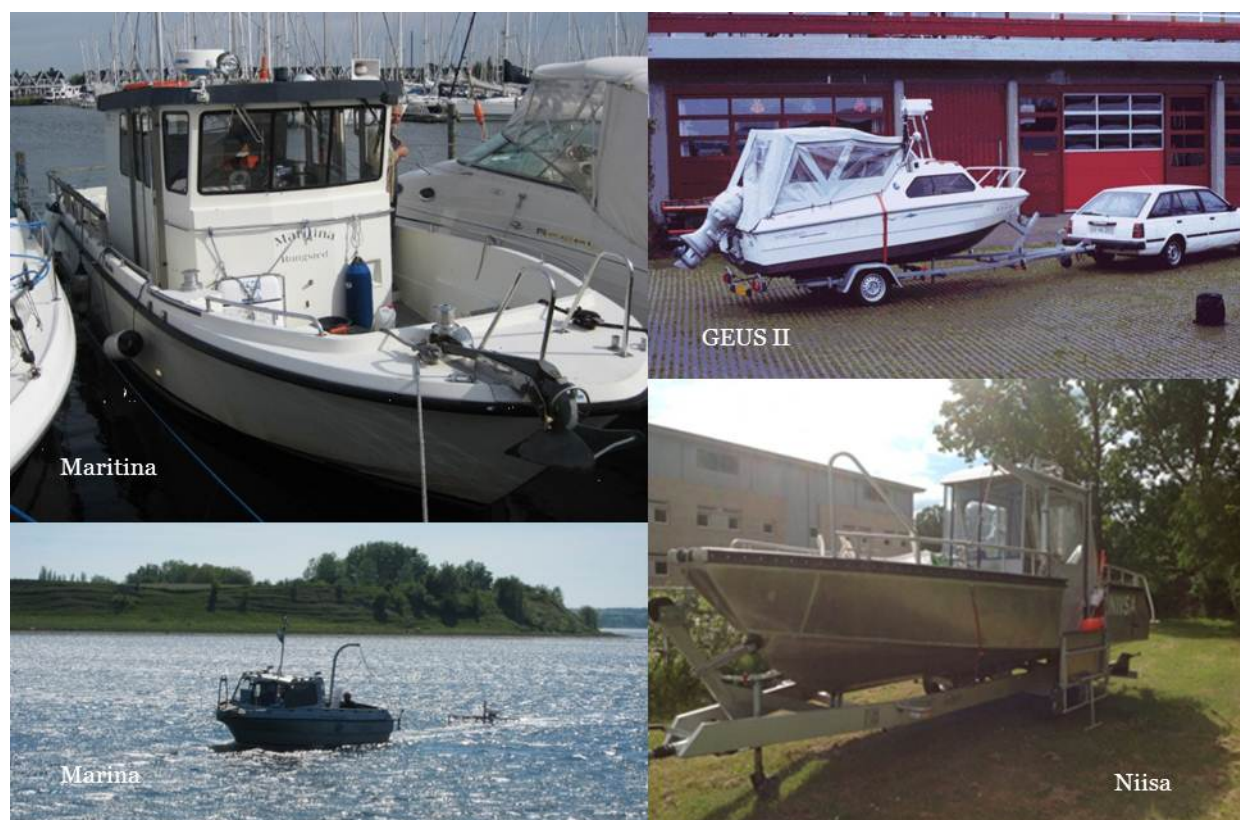


**Figur 5-1** Øverst M/S Anette Christina og nederst M/S Fønix Supply, som er anvendt til henholdsvis seismisk opmåling og boringer.

Vibrocorer borerne blev udført fra M/S Fønix Supply i perioden 16. – 19. september 2014 efter at der, på baggrund af en foreløbig tolkning af de geofysiske data, var udpeget borepositioner, der blev godkendt af Naturstyrelsen.

Grabprøver blev taget med GEUS' båd Maritina (Figur 5-2 øverst tv) med en 300 cm<sup>3</sup> Van Veen Grab 26. og 27. september 2014.

De biologiske undersøgelser er udført med Aarhus Universitets aluminiumsbåde- "Marina" (Figur 5-2 nederst tv), "Niisa" (Figur 5-2 nederst th) samt en glasfiberjolle.



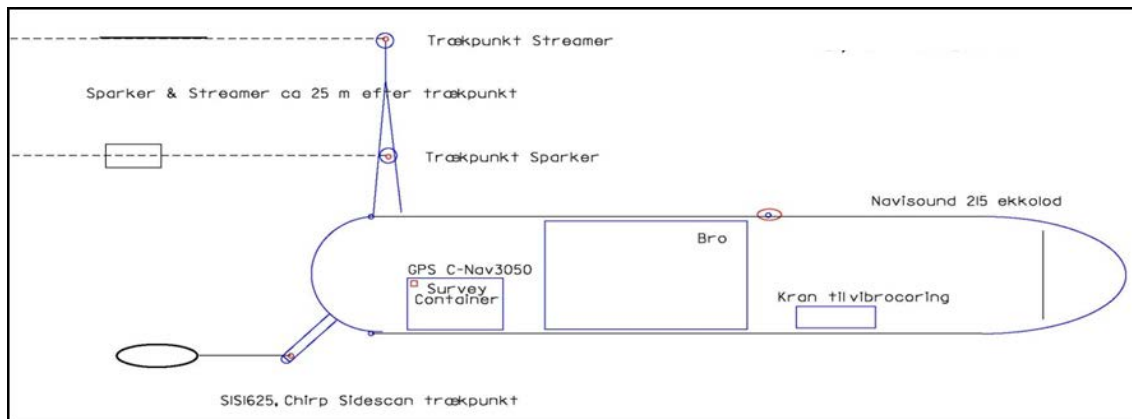
**Figur 5-2** Øverst tv: Maritina er GEUS' 31 fods motorbåd blev anvendt som platform til at tage grabprøver fra. Øverst th: GEUS' lille glasfiberjolle ved navnet GEUS II blev anvendt til udskiftning af personale i løbet af togtet. Nederst tv: Marina er en 4 m lang aluminiumsbåd og 2,4 m bred. Den er forsynet med 1 stk. 120 Hk motor og 1 stk. 15 Hk motor. Galge, dykkerlejder, elektrisk spil, GPS, ekkolod og VHF. Nederst th: Aluminiumsbåden Niisa er 6,6 m lang og 2,55 m bred. Den er forsynet med 2 stk. 60 hk motorer samt galge, dykkerlejder, elektrisk spil, GPS og ekkolod.

## 5.2 Udstyr og programmel til indsamling og bearbejdning af data

Der er indsamlet geofysiske data i form af dybdemålinger med enkeltstråle-ekkolod, side scan sonar samt seismiske data med hhv. sparker og Innomar systemer (se Figur 5-3 for opstillingsskitse). Positioneringen blev foretaget med almindelig GPS samt ved hjælp af NaviPac, der er et PC baseret processeringsprogram.

Databehandlingen blev udført med en række forskellige tolknings- og præsentationsprogrammer, og resultaterne er præsenteret i GIS-programmet MapInfo.





**Figur 5-3** Principskitse over opstilling af GEUS' udstyr på skibet M/S Anette Christina. GPS angiver antenneposition. Innomar og side scan sonar er fastgjort til bom agter. Sparker kilde og streamer trækkes ca. 25 m bag skibet fra bagbord side.

### 5.2.1 Positionering

Til surveyet blev C-Nav 3050 udstyret benyttet med RTK korrektioner. Med korrektionerne er unøjagtigheden på positionen alene 10 cm horisontalt og 25 cm vertikalt, GPS højderne reduceres til DVR90 ved hjælp af DKGEOID02 og giver derved input til en nøjagtig dybdemåling, som både er tidevandskorrigeret og vandstandskorrigeret.

Alle positioner er optaget og præsenteret i ETRS89/EUREF89. Til logning af GPS positionerne er benyttet navigationsprogrammet NaviPac på den centrale navigations computer. Denne indsamler - på samme tid - antennepositionen samt distribuerer offset og korrigerede navigationsdata til de enkelte instrumenters optagesoftware.

### 5.2.2 Bathymetri enkeltstråle

Til opmåling af vanddybder er benyttet et Reson Navisound 215 ekkolod. Ekkoloddet udsender to frekvenser på hhv. 33/200 kHz og 50/200 kHz. Den høje frekvens giver bedre opløsning, men er også mere følsom overfor støj og især overfor havbundsvegetation. Den nominelle maksimale opløsning er 1 cm. Data fra den lave frekvens er benyttet i produktionen af dybdekort. En lyd hastighed på 1500 m/s er anvendt til beregning af vanddybder. Instrumentet var forsynet med *heave-kompensation*. Ekkolodsdata opsamles i NaviPac programmet, hvor de målte offsets indregnes i det endelige resultat. Vertikal datum angives i forhold til Dansk Vertikal Reference DVR90.

Fejldybder er blevet korrigeret. Der vil blive fremsendt både et korrigeret og et ukorrigeret dataset (XYZ data, ASCII-filer). Alle bathymetriske data er korrigeret og kalibreret i henhold til Farvandsvæsenets forskrifter. Data fremsendes efterfølgende til Farvandsvæsenet.

### 5.2.3 Multibeam bathymetri

Der er indsamlet 100 % dækkende Multibeam data i de 3 råstofvindingsområder Lappegrund, Nivå Flak og Skovshoved. Herudover er der indsamlet Multibeam data på råstofområdet Disken. Alle bathymetriske data er korrigeret og kalibreret i henhold til Farvandsvæsenets forskrifter. Data fremsendes efterfølgende til Farvandsvæsenet. Dansurvey ApS har været inddraget som

underkontraktør i forbindelse med Multibeam opmålingen. Ved undersøgelserne er anvendt en Seabat 7125 400kHz højopløselig multibeam udstyr med høj densitet.

#### **5.2.4 Side scan sonar og Innomar seismik**

Side scan sonaren er af fabrikatet Benthos model SIS-1625 og Innomar fisken er lavet af Innomar. Side scan sonaren er monteret i en glasfiberfisk, der blev slæbt i fast afstand efter skibet i en A-bom i en dybde på ca. 3-5 m under havoverfladen (se Figur 5-3). Side scan sonaren er opdelt i to kanaler med hver sin transceiver (sender og modtager bygget sammen i en enhed), en styrbords og en bagbords. Sonaren sender et lydbundt med en horisontal bredde på 0,5° og en vertikal bredde på 60° (nominelt).

Den benyttede sonar måler ved både 110-130 kHz og 370-390 kHz, men til karakterisering af havbundssubstrat benyttes oftest 110-130 kHz båndet, hvilket også var tilfældet under nærværende opmålinger. En horisontal rækkevidde (range) på side scan sonaren på 100 m blev benyttet for at få den optimale dækning og billedopløsning. En range på 100 m tillader en skudrate på knap 7 ping/sek. Med en sejlhastighed, der oftest lå i intervallet 4-5 knob giver dette et ping per ca. 0,4 m i sejlretningen. På tværs af sejlretningen er den nominelle opløsning cirka 5 cm.

Pulsen fra Innomaren er moduleret i intervallet 1-10 kHz for at optimere signal/støjforholdet. Innomarens penetrationsevne er størst (5–10 m) for bløde sedimenter, mens den er mindre (nogle få meter) i sand og moræne.

#### **5.2.5 Sparker seismik**

Sparkeren består af en række elektroder, der aflades i vandet, hvorved der skabes en trykpuls. Sparkeren er derfor afhængig af vandets saltindhold. Den anvendte sparker kilde er af fabrikatet Geo-Resources model Geo-Spark 200. Elektroderne er grupperet i fire rækker, der aflades synkront. Sparkerens energiniveau kan justeres mellem 100 og 1000 J/skud. Under undersøgelserne, blev 300 eller 400 J benyttet. Den udsendte puls har et frekvensindhold i intervallet 500-2000 Hz.

Det reflekterede signal blev opsamlet af en 3 meter lang hydrofon med 8 seriekoblede elementer. Sparker og hydrofon blev trukket ved siden af hinanden (med en separation på ca. 5 m) efter skibet i bagbords side (se Figur 5-3).

#### **5.2.6 Boreudstyr**

De udførte borer er foretaget med GEUS' - VKG-Vibrocore, som egner sig til borer i ukonsoliderede sedimenter. Boreudstyret kan udtage op til 6 m kontinuerlige sedimentkerner.

#### **5.2.7 Laboratorieanalyser**

Sigteanalyserne er udført på sedimentprøver udtaget af borer med råstofmæssigt potentiale og analyseret i GEUS' sedimentlaboratorium efter nedenstående metoder og standarder.

**Sigteanalyse:** Totalprøven er tørret og sigtet gennem en sigtesøjle fra 32 mm og ned til 0,063 mm med ½ phi intervaller, hvilket svarer til 16 sigter. Metoden er tillempet i forhold til DS 405.9, DS/EN 933-1, idet der er indføjet flere sigter, end der beskrives i denne standard.

**Kornkurve:** Som udgangspunkt for kornstørrelsesanalysen er anvendt DS 405.9, DS/EN 933-1, idet der er indføjet flere sigter end der beskrives i denne standard.

### 5.3 Software til dataindsamling

Data fra de forskellige typer udstyr blev opsamlet ved hjælp af en række programmer. Nedenstående Tabel 5-1 giver en oversigt:

Software	Datatype	Beskrivelse
NaviPac, EIVA	Navigation, ekkolod	Registrerer GPS position, beregner og registrerer øvrigt udstyrs position, udsender navigationstelegrammer til udstyr, der har behov for dette (chirp og sparker). Registrerer ekkolodsdata.
Chesapeake SonarWizMap5	Sparker <sup>(1)</sup>	Registrerer rådata fra sparker.
ISIS, Triton Elics	Chirp, sidescan	Registrerer chirp og sidescan data

**Tabel 5-1** Oversigt over software anvendt. <sup>(1)</sup>Forud for survey blev sparker data frekvensfiltreret i intervallet 400-4000 Hz, for at undgå aliasering. Sparker data blev testet med en samplefrekvens på 10 kHz.

### 5.4 Bearbejdning og tolkning af data

Til tolkning og bearbejdning af data blev en række forskellige, specialiserede programmer og dataformater benyttet. Nedenstående Tabel 5-2 giver en oversigt:

Datatype	Dataformat	Databearbejdnings- og tolkeprogram	Slutprodukt
Positionering	ASCII tekst	NaviPac	Sejllinjelog og -kort
Bathymetri	ASCII tekst	MapInfo Vertical Mapper	Dybdekort
Side scan	XTF konverteret til geotiff	ISIS, Triton Map	Havbundssedimentkort, objektliste
Innomar	Optaget i raw format. Konverteret via SEG Y til 2ds format	Geographix	Havbundssedimentkort og ressourcekort
Sparker	Optaget i SEG Y. Konverteret til 2ds format	Geographix	Ressourcekort

**Tabel 5-2** Oversigt over datatyper og-formater.

Arbejdsgangen for at nå frem til slutproduktet for de enkelte datatyper er i det følgende kort beskrevet. Alle slutprodukter er præsenteret i MapInfo filformat projekter. Alle de indsamlede data er lagret digitalt i standardformater:

- Ekkolodsdata er indsamlet i NaviPac. De enkelte ekkolodsprofiler er blevet gennemgået og fejlskud er blevet sorteret fra. Data er blevet griddet enten i MapInfo Vertical Mapper eller Surfer.

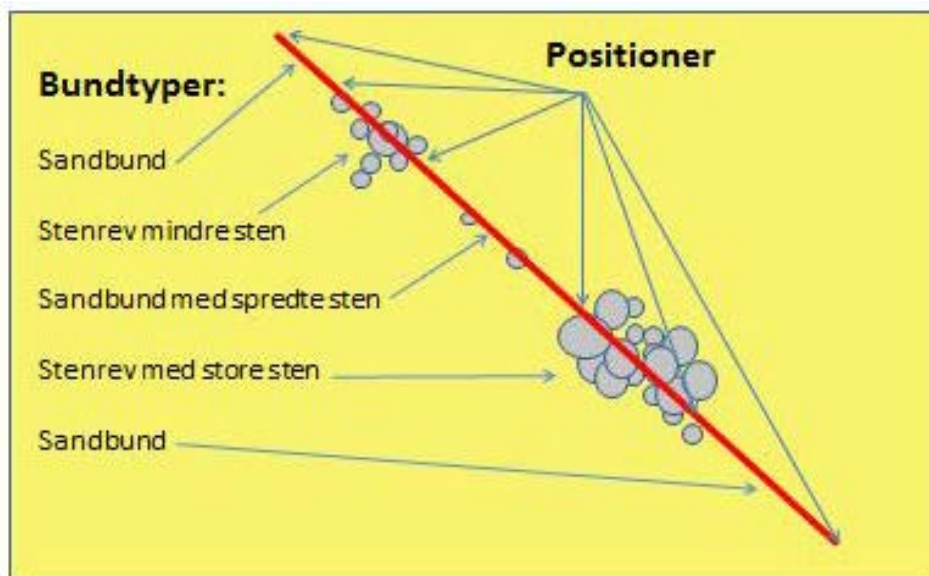


- Multibeam ekkolod data er indsamlet separat.
- Side scan data er indsamlet med ISIS Acquisition Software, og data er gemt i XTF format. Havbundstracking er først blevet gennemgået, dels af hensyn til nøjagtigheden i positioneringen af objekter på havbunden, dels af hensyn til udarbejdelse af havbundsmosaikker for ressourceområderne. Data er gennemgået for større objekter. Enkelte sten er ikke blevet digitaliseret og registreret. Havbundsmosaikker er blevet udarbejdet, og mosaikken er blevet benyttet til at fastlægge grænser mellem forskellige bundstratyper.
- Innomar data er indsamlet separat og gemt som raw fil format, som senere er konverteret til 2ds format. Innomar er anvendt til at fastlægge tykkelse af de øverste lag af havbunden samt eventuelle dyndlag. De resulterende tykkelseskort har en cellestørrelse på 10 m.
- Sparker data er indsamlet med Chesapeake SonarWizMap5 og gemt i SEG-Y format og tolket i Geographix. Sparker data er de primære data anvendt til at afgrænse råstofressourcer. Råstoftykkelser er griddet i MapInfo Vertical Mapper.

## 5.5 Visuel dokumentation og verifikation med videotransekter

De biologiske bundverifikationer på de udpegede target punkter er foretaget ved hjælp af dropvideo. Videooptagelserne af havbunden er foretaget langs en 100 m lang line med centrum i target punktet. Target punkter er udlagt i områder, hvor de akustiske undersøgelser indikerer ændringer i bundforhold, eller hvor der fokuseres på specifikke substratyper.

Beskrivelserne af bundforholdene på et transekt i områder, hvor der sker et skifte i bundforholdene, opsplittes i deltransekter, og positioner er angivet ved overgange, jævnfør Figur 5-4.



**Figur 5-4** Eksempel på substratyper klassificeret på 100 m drop video transekt (rød streg)

Undersøgelserne er foretaget af kyndige personer med erfaring i vurderinger af substratyper i marine områder. I tilgift til den geologiske beskrivelse af bundforholdene, er der udført en beskrivelse af overordnede biologiske komponenter som er synlige på havbunden. Disse komponenter omfatter:

- Ålegræsforekomster knyttet til den sandede bund
- Makroalgers dækning knyttet til hårde bundsubstrater. Makroalgernes dækning er opdelt på nogle overordnede variabler såsom "samlet algedækning", "dækning af store brunalger", "dækning af røde bladformede alger" og "trådalger" samt nogle specifikke let genkendelige arter som f. eks-sukkertang.
- Epifauna, som omfatter blåmuslinger og hestemuslinger samt søstjerner og andre organismer, der kunne registreres.
- I tilgift blev der registreret drivende alger.

Der blev i alt gennemført 301 videotransekter. Den forudgående fordeling af de enkelte transekter afspejlede dels størrelsen af de sidescannede områders areal og dels den forventede kompleksitet i de enkelte områder. Fordelingen af antallet af transekter fremgår af Tabel 5-3.

Område	Antal video transekter	Antal video del-transekter
Øresund Nord uden for indvindingsområdet	37	57
Lappegrunden	10	12
Øresund Syd uden for indvindingsområderne	116	139
Diskens (tidligere indvindingsområde)	12	20
Nivå Flak	22	33
Skovshoved Flak	22	34
Køge Bugt samlet	82	85
<b>I alt</b>	<b>301</b>	<b>380</b>

**Tabel 5-3** En oversigt over antal video transekter samt deltransekter fordelt på de enkelte områder.

## 6. Tolkning og resultater

På baggrund af de indsamlede data er der lavet en række tolkninger med henblik på, at beskrive undersøgelsesområdernes råstofpotentiale samt de fysiske forhold indenfor de 3 efterforskningsområder.

- Sejllinjekortene kortbilag B1, B2, B3, B4, B5 samt B6 viser undersøgelsens seismiske linje tæthed/forløb og er, således dokumentation for dækningsgraden, der danner basis for tolkningerne. Bilagene viser endvidere boringernes beliggenhed.
- Overfladesedimentfordelingen, der fremgår af kortbilagene D1, D2 og D3 samt kortbilag D4, D5 og D6 for indvindingsområderne, viser -bundsedimenterne.
- Dybdekurvekortene (kortbilag C1, C2 samt C3) viser de generelle regionale dybdeforhold. Kortbilagene C4, C5, C5\_1, C5\_2 samt C6 viser detaljeret bathymetri opmålt med multibeam ekkolod for indvindingsområderne Nivå Flak, Skovshoved og Lappegrund.
- Søkort med menneskelige aktiviteter og vrug (kortbilag E1, E2-1, E2-2 samt E3 og for indvindingsområderne kortbilag E4, E5 og E6) viser, ud over vanddybder, vrug, der er registreret i Kulturstyrelsens database, spor efter trawling og råstofindvinding og andre registrerede objekter på havbunden.
- Råstofressourcekortene (Kortbilag F) angiver tykkelsesfordelingen af råstofforekomster på basis af tolkningen af de seismiske data og boringer. Mægtighederne danner baggrund for estimeringen af råstofvolumener.
- Kort med udbredelse af ålegræs samt naturtyper kortbilag G.

### 6.1 Sejllinjer

Som det fremgår af kortbilag B, er sejllinjeafstanden varierende, idet der både er udført detail- og storskalakortlægning. Områderne Øresund Syd, Øresund Nord og Køge Bugt - er kortlagt i et storskalanet på 500 m gange 1000 m, mens råstofindvindingsområderne er kortlagt med en sejllinjeafstand på 75 m på Lappegrund, 100 m på Nivå Flak og 50 m på Skovshoved. Sejllinjerne er indlæst i Marta databasen.

### 6.2 Klassifikation af Overfladesedimenter

Nedenstående klassifikation er anvendt for overfladesedimenterne - og resultaterne er vist i kortbilag D.

**Substrattype 1** - sand/silt: Områder bestående primært af sand med varierende indslag af skaller og grus. Sand er defineret som kornstørrelser i intervallet 0,06-2,0 mm.

**Substrattype 2** - sand, grus og småsten: Meget varierende områder domineret af groft sand med varierende mængder af grus og småsten samt enkelt spredte store sten. Substratet består af en blanding af groft sand og grus med en kornstørrelse på ca. 2-20 mm samt småsten med størrelser på ca. 2-10 cm. Substrattypen kan også indeholde enkelte sten >10 cm.

**Substrattype 3** - sand, grus og småsten samt bestrøning (10-25 %) med sten >10 cm: Områder bestående af blandede substrater med sand, grus og småsten med en varierende mængde sten >10

cm. Substrattypen er sammenlignelig med substrattype 2, men adskiller sig fra denne ved at indeholde et større antal sten >10 cm. Stenene ligger oftest spredt (bestrøning) og altid i ét lag.

**Substrattype 4** - sten dækkende ca. 25-100 %: Områder domineret af sten >10 cm (stenrev), men også med varierende indslag af sand, grus og småsten. Der kan også forekomme biogene rev og/eller kalkrev i denne substrattype. Som for substrattype 3 kan stenene ligge spredt i ét lag, men substrattypen kan også indeholde egentlige stenrev, som rejser sig over den omkringliggende bund med sten i flere lag (huledannende).

### **6.3 Klassifikation af naturtyper**

På baggrund af en vurdering af fordelingen af epibentiske samfund på substrattyper samt deres fordeling i forhold til dybder er der udarbejdet naturtype kort. De foreslåede naturtyper er meget bredt defineret for at kunne rumme den biologiske variation i de tre områder Øresund N, Øresund S og Køge Bugt.

### **6.4 Bathymetri**

Ekkolodsopmålingen er i Øresund Nord, Øresund Syd, samt Køge Bugt - foretaget i samme sejllinjenet som de øvrige seismiske undersøgelser. I de 3 råstofvindingsområder er ekkolodsopmålingen foretaget med multibeam ekkolod. Bathymetrien i kortlægningsområderne Øresund Nord, Øresund Syd og Køge Bugt fremgår af kortbilagene C1, C2 og C3. Bathymetrien for råstofvindingsområderne fremgår af Kortbilag C4, C5, C5\_1, C5\_2 samt C6.

### **6.5 Fortidsminder, vrug og menneskelige aktiviteter**

Fortidsminder og vrug, der er registeret i Kulturstyrelsens database over marine fund og fortidsminder, er vist på kortbilag E. Systemnumrene er angivet på bilagene og mere information om disse kan findes på Kulturstyrelsens hjemmeside:

<http://www.kulturarv.dk/fundogfortidsminder/>.

På samme kortbilag er vrug og spor efter trawling og råstofvindning registreret på de indsamlede side scan-data også vist.

### **6.6 Boringer**

På baggrund af de foreløbige seismiske tolkninger blev der foretaget 43 boringer i undersøgelsesområderne. Boringerne blev udført med GEUS' 6 m VKG vibrocorer, der kan tage op til 6 meter kontinuerlige sedimentkerner. Positioner samt de sedimentologiske logs fremgår af Bilag N. Boringspositionerne findes ligeledes på kortbilagene B1-B6.

## 6.7 Grabprøver

Der blev foretaget 69 prøvetagninger med grab i undersøgelsesområderne. Positionerne, angivet i UTM (zone 32) samt geografiske positioner og prøvenumre, fremgår af Bilag M. Grabprøvetagningspositionerne findes ligeledes på kortbilagene B1-B6.

## 6.8 Sigteanalyser

Der er udført 52 sigteanalyser samt glødetab i borerne ((se Bilag O for angivelse af dybdeintervaller (fra top af boring) af prøver udtaget til sigteanalyse i undersøgelsesområderne)) og der er udført sigteanalyser på 66 grabprøver, idet der ikke var materialer med mulighed for at lave sigteanalyser i prøverne KB-G 15 samt Ore-Syd 24 og 25. Sigtingen er udført med en sigtesøjle fra 32 mm til 0.063 mm med ½ Phi skala. Metode er modificeret i forhold til DS 405.9 DS/EN 933-1.

## 6.9 Tolkning af videodata

Beskrivelsen af de sedimentmæssige forhold der observeres på videotransekterne er opdelt i sediment substrattyper baseret på de definitioner der er beskrevet i afsnit 6.2, men der er yderligere medtaget type 1a som omfatter Årsagen til at denne substrattype er medtaget i beskrivelserne, selv om der ikke skelnes mellem type 1a og 1b i den akustiske kortlægning er at de biologiske samfund knyttet til disse to substrattyper er meget forskellige.

Beskrivelse af de epibentiske bentiske samfund der observeres på de indsamlede videotransekter er sket i forhold til de fem overflade sediment substrattyper.

## 6.10 Beskrivelse af GIS model for potentiel udbredelse af ålegræs

Ålegræskortet er et produkt af flere underliggende GIS kort (bathymetri, lys ved bunden, bund temperatur, saltindhold ved bunden, fysisk eksponering, ilt- og sedimentforhold). Kortet over sedimentforhold blev hentet fra EU Seemap. Kort for lys, temperatur og saltindhold blev etableret ud fra lys- og CTD profiler i det marine overvågningsprogram (NOVANA) kombineret med et bathymetrisk kort<sup>5</sup>. Data fra NOVANA overvågningen repræsenterer sommer (april-oktober) middelværdier for perioden 1994-2010. Kortet over den fysiske eksponering er baseret på en kombination af EU Seemap og et kort over bølgeeksponering baseret på DHI's farvandsmodel som beskrevet i<sup>6</sup>. Disse kort blev log-transformeret og normaliseret for at sikre sammenlignelighed. I områder hvor eksponeringskortlagene overlapper, anvendtes en middelværdi af de to kortlag, men ellers blev værdier i det enkelte kortlag anvendt.

Hver pixel i de resulterende kortlag (lys ved bunden, bund temperatur, saltindhold ved bunden, fysisk eksponering, ilt- og sedimentforhold) er omsat til en lineær skala gående fra dårlige (0) til optimale (1) betingelser for udbredelsen af ålegræs. Skaleringen af de enkelte kortlag er baseret på en sammenligning af observeret ålegræsdækning og tilhørende værdier for de regulerende parametre. Grænseværdier og relationer er endeligt justeret i henhold til tidligere studiers resultater (lys<sup>7</sup>, temperatur og salt<sup>8</sup>). Kortlagene blev kombineret i en GIS algoritme med en opløsning på 100x100m:

Ålegræspotentiale =  
 $\text{lysindex} \cdot \text{eksponeringindex} \cdot (\text{tempindex} + \text{sedimentindex} + \text{salinitetindex} + \text{iltindex}) / 4.$

Lys og eksponering er sat som multiplikative parametre i algoritmen ud fra en betragtning om, at der kun vil forekomme ålegræs hvis alle disse krav er opfyldt. Hvorimod temperatur, ilt, sediment og saltindhold vægtes lavere. Den valgte algoritme blev vurderet i den landsdækkende ålegræskortlægning (Mohn C m. fl.). Kortet dækker danske farvande i dybdeintervallet 0 – 11 m fra den vestlige Østersø til det centrale/nordlige Nordsø. Enkelte områder med manglende kortlag er undtaget. Det resulterende kort repræsenterer potentialet for tilstedeværelsen af ålegræs på en skala fra 0% (ingen) til 100% (fuld), givet den lokale kombination af begrænsende/regulerende faktorer.

## 6.11 Analyse af sedimentspild i forbindelse med råstofindvinding

Resultaterne fra modellering af sedimentspild ved råstofindvinding er baseret på en række forudsætninger (se Bilag Q for detaljer). Overordnet er der udvalgt 2 perioder for hvert af de 3 indvindingsområder Lappegrund, Nivå Flak og Skovshoved; en normal periode med hensyn til strøm og bølger og rolige perioder. Endvidere er defineret detaljer om spildet, den indvundne volumen, pumpetiden samt antal dage med indvinding. Spildet kommer alene i form af overløbsvand fra sandsugeren.

Den samlede redegørelse for analysen af sedimentmodellering i forbindelse med råstofindvinding i Øresund er vedlagt i Bilag Q. Resultaterne er baseret på en teoretisk modellering af spildet, spildkoncentrationer og aflejringsrater i de tre undersøgelsesområder. Hovedbudskaberne fra analysen er, at det spildte sediment er meget finkornet og spredes over store områder. Det betyder, at koncentrationerne hurtigt falder. Sedimentspredningen viser, at materialet sedimenteres i rolige og dybe områder. Det største mængde aflejrings i den ydre del af Køge Bugt på omkring 15 m's vanddybde. Det aflejrede sediment blev beregnet til at udgøre mellem 0,015 – 0,17 mm. Under normale vindforhold, med en gennemsnitlig bølgehøjde på 0,4 m, transporteres sedimentet længere væk fra indvindingsfeltet. Under rolige perioder, med strømhastigheder <0,1 m/s og en gennemsnitlig bølgehøjde på 0,2 m, aflejres sedimentet tættere på indvindingsfeltet.

En miljøvurdering af sedimentspredningen i forbindelse med scenarier for råstofindvinding omfatter effekter af koncentrationer af sedimentspild i vandsøjlen, effekter af sedimentspild på muslinger og ålegræs og sedimentationseffekter i relation til iltsvind. Spildet er modelleret fra teoretiske indvindinger i det centrale Øresund, som transporteres til Køge Bugt af vandbevægelser.

Miljøeffekter af koncentrationer vurderes ud fra en grænseværdi på 2 ml/liter, hvor det antages, at mindre koncentrationer ikke påvirker flora og fauna (Savier et al., 2001). Spredningsområderne var meget store (Bilag Q) og den procentvise tid, hvor koncentrationerne overskrider grænseværdien på 2 mg/liter var < 1% af tiden for alle 3 indvindingsområder.

Sedimentkoncentrationer kan påvirke lysforhold og give toksiske effekter, pga. miljøfarlige stoffer. De toksiske effekter påvirker i særlig grad dyrelivet i vandsøjlen. Under antagelse af, at de angivne forudsætninger for beregningerne af sedimentspredning er realistiske, er det usandsynligt, at de beregnede koncentrationer og den tid, hvor sedimentet opholder sig i vandsøjlen vil påvirke lysforholdene signifikant. Der foreligger ikke data for indholdet af miljøfarlige stoffer i sedimentspildet, men ud fra kendte koncentrationer i sedimenter i området, sammen med den

tid, hvor sedimenterne befinder sig i vandsøjlen vurderes det, at der ikke er toksiske effekter på flora og fauna i vandsøjlen med de angivne spilmængder.

Effekter af sedimentspild på muslinger og ålegræs vurderes ud fra de angivne aflejringsrater (Bilag Q). I den periode, hvor partiklerne drysser ned igennem vandsøjlen og til sidst aflejres på bunden, vil muslinger reagere ved at justere filtrationsraterne når de udsættes for fluktuerende mængder af partikler. Ved meget store partikelmængder kan muslinger helt stoppe med at filtrere, og hvis der ligger et lag af sedimenteret materiale oven på muslingerne vil de kunne dø af sult og/eller iltmangel. I Bilag Q er de maximale aflejringsrater fra en indvinding ved Skovshoved beregnet til en lagtykkelse på 0,17 mm under normale vind- og bølgeforhold. Ved roligere vind- og bølgeforhold spredes materialet mindre. For indvindinger foretaget ved henholdsvis Lappegrund og Nivå Flak overstiger de ikke 0,015 mm.

## **6.12 Klassifikation af råstofressourcer**

I denne rapport er ressourcerne klassificeret i 2 ud af de 3 kategorier der normalt anvendes til en beskrivelse af den sikkerhed man har ressourcekendskab til. Nedenfor er en beskrivelse af de 3 kategorier der anvendes ved beskrivelse af resourcesikkerheden.

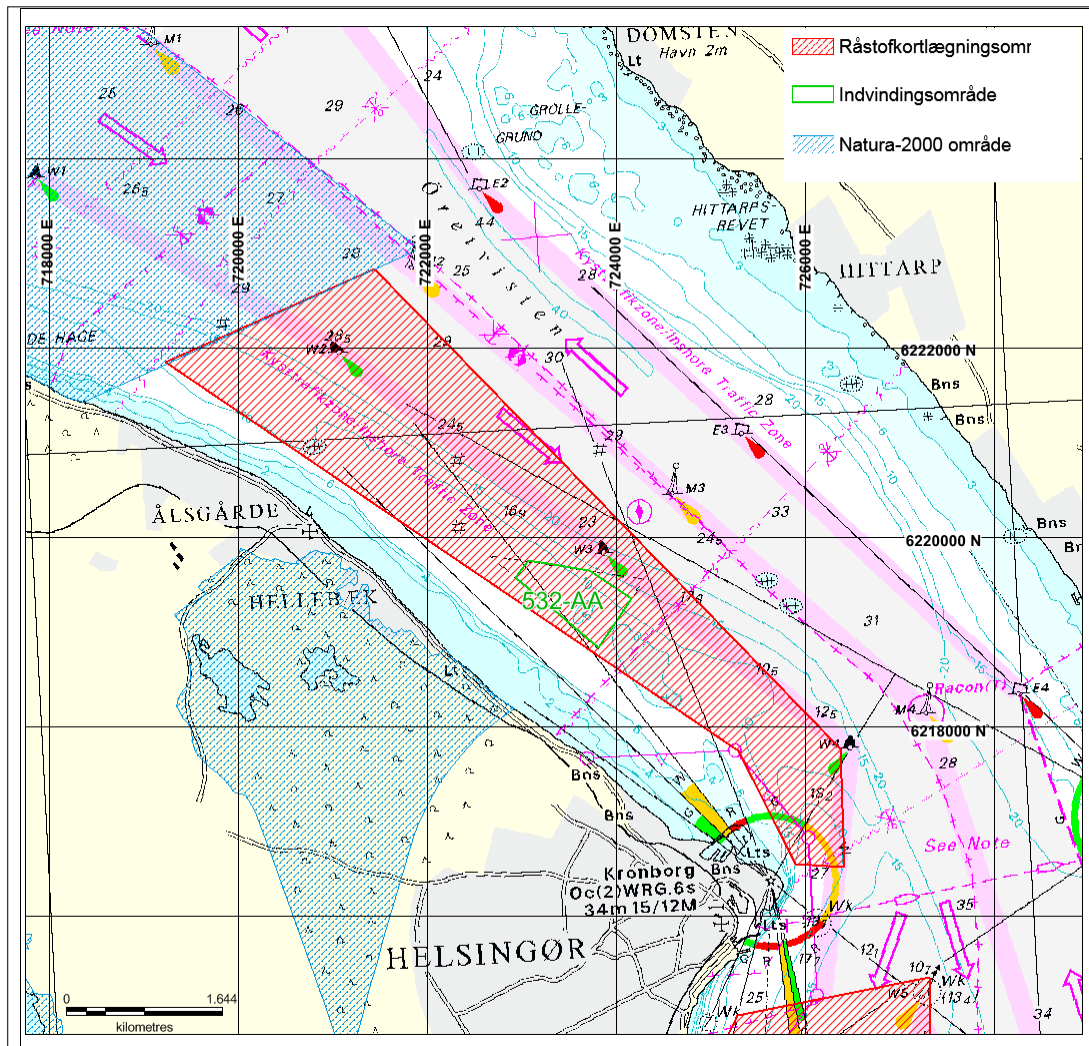
Ressourcesikkerheden er inddelt i påviste, sandsynlige og spekulative forekomster (Larsen 1994).

- 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.

## 7. Øresund Nord

### 7.1 Introduktion

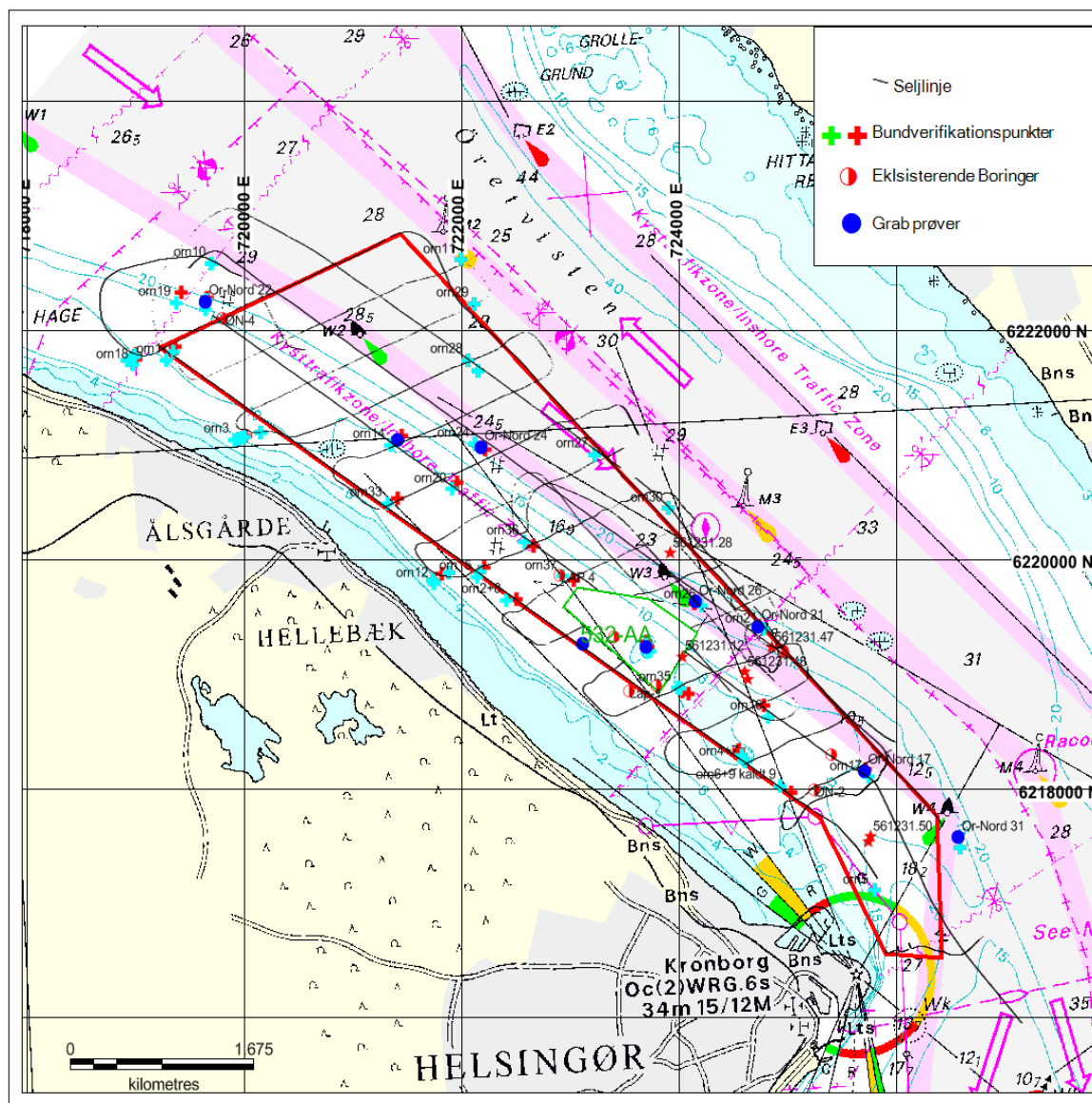
Øresund Nord undersøgelsesområdet har et areal på 11 km<sup>2</sup> og dækker den vestlige del af Øresund nord for Kronborg og afgrænses mod nord af et Natura 2000 område ved Hornbæk (Figur 7-1). Vanddybden i området varierer imellem 8 m mod vest og til omkring 30 m mod nord. Indvindingsområdet 532-AA (Lappegrund), der har et areal på 0.6 km<sup>2</sup> er beliggende indenfor undersøgelsesområdet.



**Figur 7-1** Undersøgelsesområdet i området Øresund Nord (indenfor rød ramme), samt eksisterende indvindingsområde på Lappegrund (grøn ramme). Bilag A1. Som baggrundskort er anvendt Søkort nr. 131 (Geodatastyrelsen)..

I forbindelse med den nye kortlægning af området, er der sejlet i alt ca. 75 km kombineret seismik og side scan sonar linjer (Figur 7-2 og Bilag B1). Linjenettet består, dels af SV-NØ gående linjer med en indbyrdes afstand på ca. 500 m, dels af krydsende NV-SØ gående linjer med samme linjefastand.





**Figur 7-2** Undersøelsesområdet i Øresund Nord med gennemførte sejllinjer (grå), grab prøve positioner (blå), vibrationsboringer (rød/hvid cirkel), samt arkiv overfladeprøver/boringer (Jupiter database). Grønne polygoner angiver indvindingsområder. Bilag B1. Som baggrundskort er anvendt Søkort nr. 131 (Geodatastyrelsen).

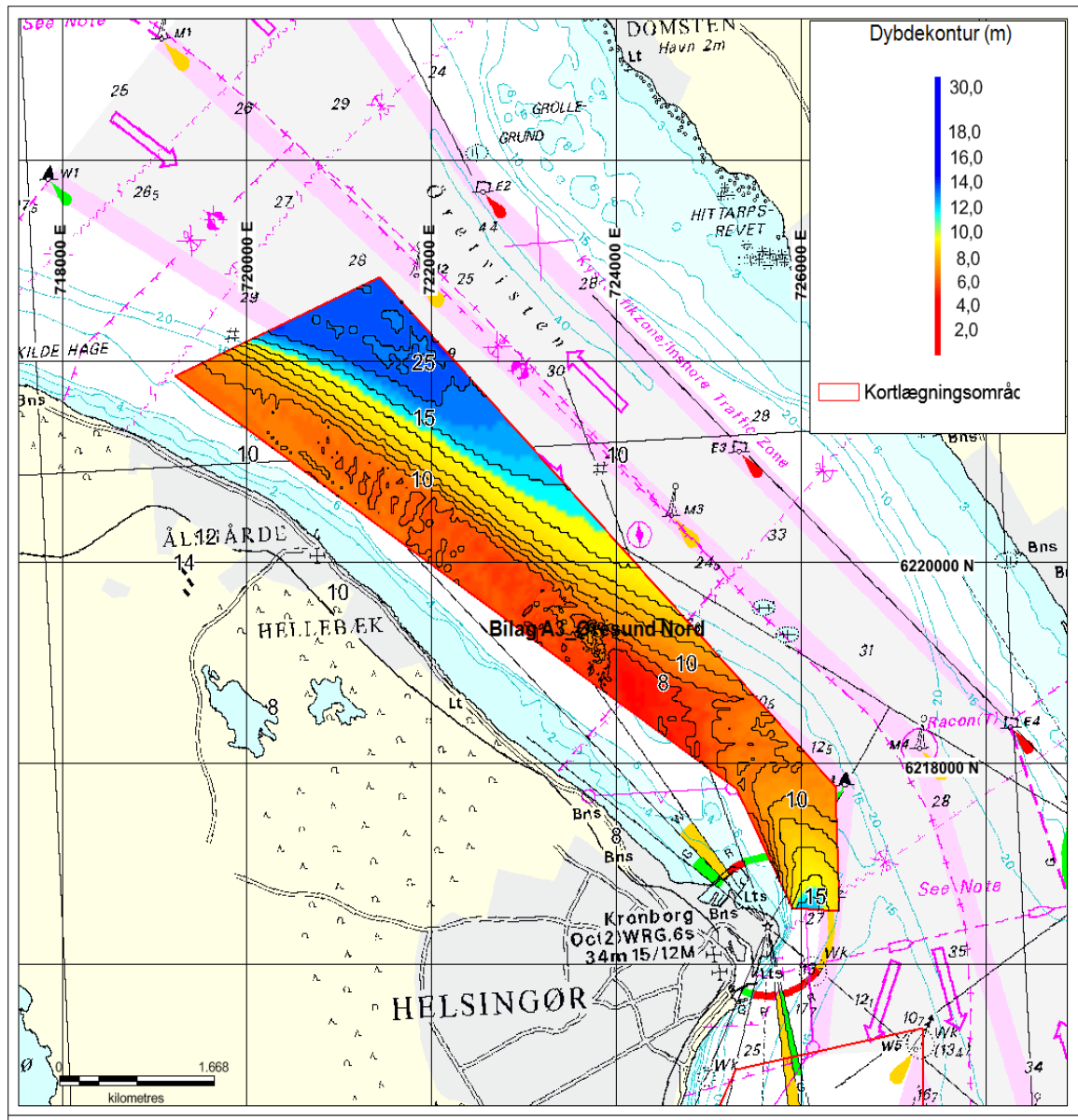
Ud fra en tolkning af de seismiske data, er der udvalgt positioner til såvel vibrationsboringer som grabprøver. Der er foretaget i alt 8 vibrationsboringer, hvoraf de 4 er udført på indvindingsområdet Lappegrund. Herudover blev der udtaget 9 grab prøver på udvalgte positioner. Der er desuden lavet kornstørrelsesanalyse af repræsentativt prøvemateriale fra alle grab prøver samt udvalgt dybdeintervaller i vibrationsboringerne, hvoraf der er foretaget i alt 17 kornstørrelsesanalyser. Efter en tolkning af side scan sonar data, blev der optaget video fra i alt 57 transekter med henblik på en bestemmelse af havbundens overfladekarakter og biologi.

## 7.2 Geologi

Undersøelsesområdet dækker dybdeintervallet imellem 8 m i den kystnære vestlige og 30 m i den nordøstligste del af området (Figur 7-3). Den vestlige del af Øresund nord for Helsingør er et flak, der strækker sig ca. 1.5 km ud fra kysten- Vanddybden på flakket er 6 til 10 m inden for

undersøgelingsområdet. Mod nordøst og øst, stiger vanddybderne på skrænten af flakket ned til dybder på 20 til 25 m og på den dybe del af havbunden stiger vanddybderne til 30 m nedenfor flakket.

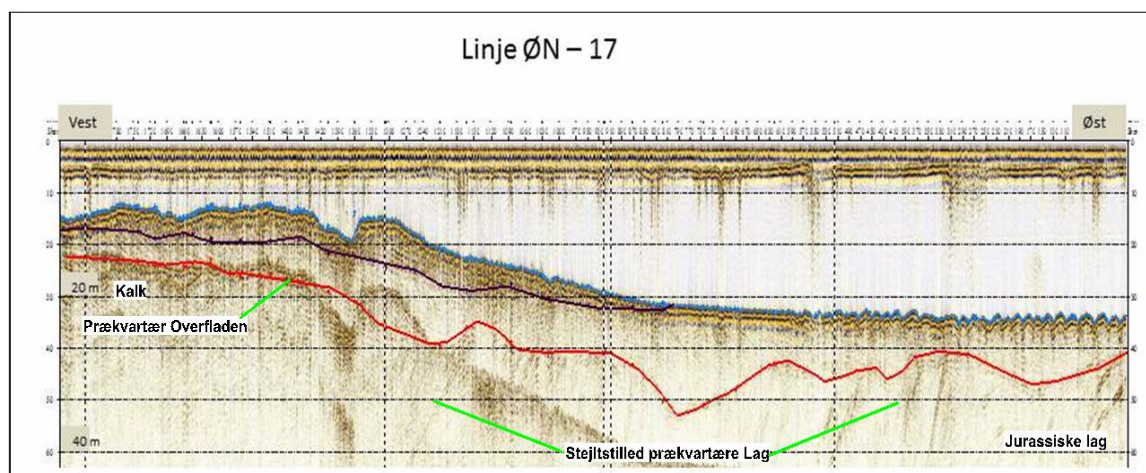
I den sydligste del af området, ud for Helsingør, falder vanddybden ligeledes til omkring 15 m på skrænten og i renden, der går rundt om Kronborg mod syd, stiger dybden yderligere til over 20 m ned mod undersøgelingsområde Øresund Syd.



**Figur 7-3** Dybdeforhold i undersøgelingsområdet baseret på RTK korrigerede ekkolodsmålinger i forbindelse med dette survey. Bilag C1. Som baggrundskort er anvendt Søkort nr. 131 (Geodatastyrelsen).

Geologisk set er Øresund Nord området præget af højtliggende prækvartære lag, der består både af kalklag fra Kridt-Danien og ældre Triassisk ler- og siltsten, der er påtruffet i borer i området, over mod den svenske grænse.

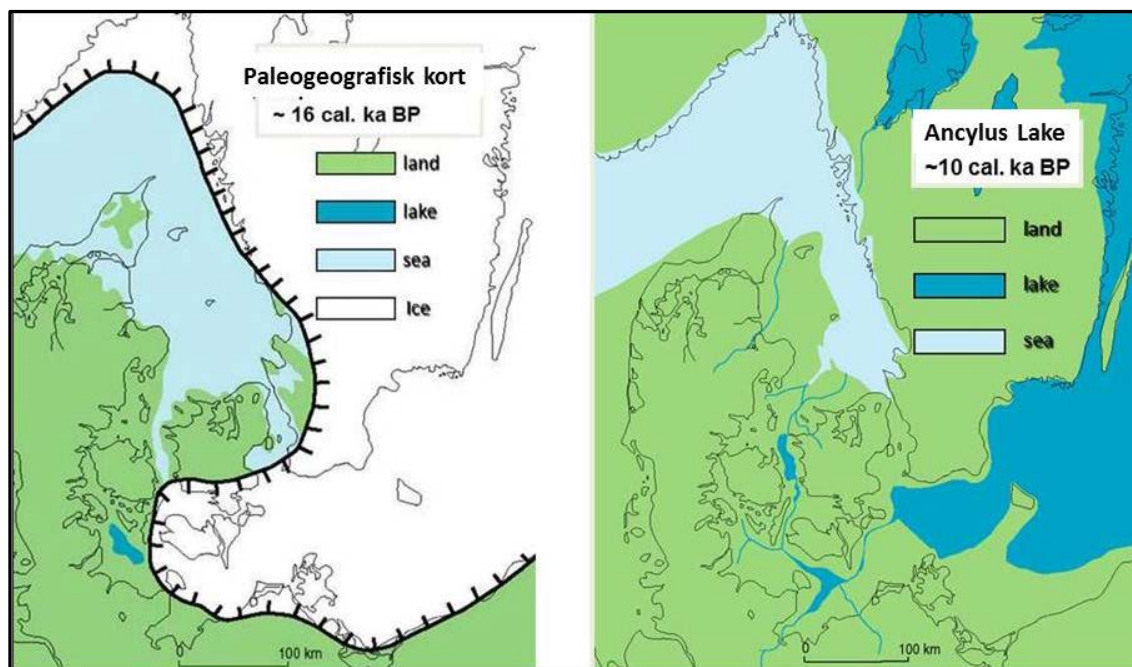
Prækvartær overfladen når i den vestlige del af området op på 14-17 m's dybde med kalklag, mens den ved den dansk/svenske grænse ligger i ca. 30 m's dybde, hvor lagene hovedsagelig udgøres af silt- og lersten aflejringer fra Trias.



**Figur 7-4** Seismisk linje ØN-17. Øst-vest profil i den sydlige del af området, der viser stejlt stillede prækvartære lag. Mod vest Øvre Kridt kalksten og mod øst silt- og lerstensaflejringer fra Trias.

På det seismiske profil ØN-17 (Figur 7-4) er Prækvartær overfladen vist med en rød streg og undergrænsen af de holocæne sandlag, der er kortlagt som ressourcer i Øresund Nord området, er vist med en mørkebrun streg. Bundsedimenterne i området er præget af en stærk strøm, som danner store områder med sandbølger, som det ses i den østlige del af profilet.

Ved afslutningen af istiden omkring 16.000 år BP, hvor isfronten stod i den sydlige del af Øresund (Figur 7-5), strømmede store mængder smeltevand mod nord ud gennem Øresund, og der dannedes dybe huller og nedskårne kanaler. I denne periode blev Øresund for første gang præget af marine forhold efter istiden.



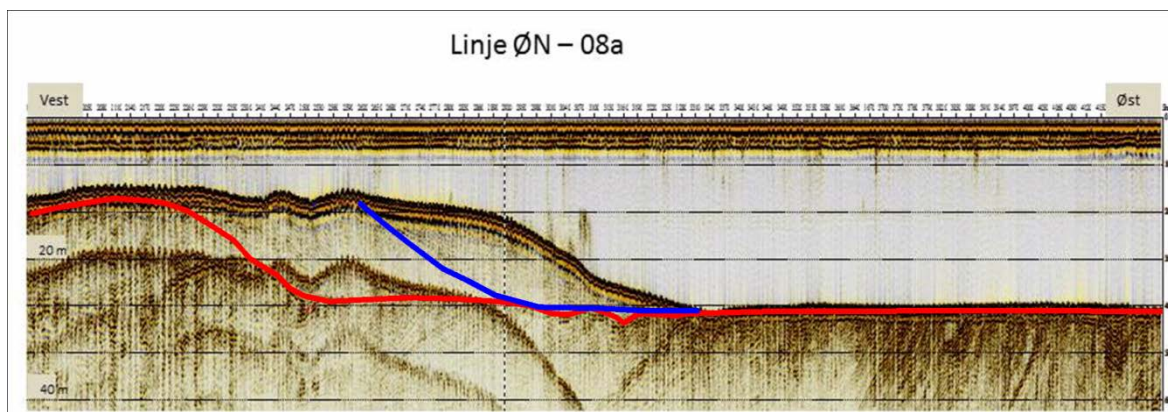
**Figur 7-5** Paleogeografisk kort 16.000 og 10.000 år BP. Efter (Micheal, Houmark-Nielsen mfl) og Jensen.Jørn B.mfl..



I den efterfølgende periode trak havet sig væk og der blev afsat store deltaaflejringer ved den nordlige udmundning af Øresund, nord for kortlægningsområdet, samtidig med at Øresund blev tørlagt med moser og søer i lokale lavninger. I denne periode er der sket stor erosion af Øresund Nord området bl.a. på grund af smeltevandsstrømmene, samt den efterfølgende landhævning, hvor landet eroderes ned. Havet trak sig længere ud i Kattegat, mens den Baltiske Issø byggedes op i Østersøregionen ca. 12.000 BP. Efter at den Baltiske Issø tømtes ud igennem Midtsverige, byggedes endnu en sø op i Østersøregionen, Ancylus søen, mens havet samtidig steg i Kattegat og omkring 10.000 BP, nåede havet ind i den nordlige del af Øresund, hvor Øresund Nord undersøgelsesområdet er lokaliseret (Figur 7-5). På dette tidspunkt er Øresund Nordområdet at betragte som en fjord.

I perioden med smeltevandsafstrømning fra isfronten og den efterfølgende tørlægning af området, er der som tidligere nævnt sket en markant erosion af landskabet, der også påvirker de Prækvartære lag. På den seismiske linje ØN 17 (Figur 7-4) ses ujævnheder i Prækvartær overfladen, der antageligt kan tilskrives smeltevandsafstrømningerne ud igennem Øresund. I profilet er der 2 lavninger på den dybe del af profilet, hvor det er muligt, at smeltevand og anden afstrømning har eroderet kanaler ned i overfladen. Efterfølgende kan de være fyldt op af eroderede materialer fra området. Der er ikke boret i kanalerne, hverken ved disse undersøgelser eller tidligere. De kan udgøre et muligt mål for råstofeftersøgning fremover.

I begyndelsen af den Holocæn periode bredte Litorinahavet sig gradvist ned gennem Øresund, indtil der etableres forbindelse imellem Kattegat og Ancylus søen omkring ca. 8500 BP, i den forbindelse steg havet til det nuværende niveau og forbandt dermed Kattegat og Østersøen gennem Storebælt. Først senere blev der etableret forbindelse igennem Øresund. Som nævnt tidligere er der et højtliggende plateau af Kridt-Danien kalk i den vestlige del af området, hvorfra der er et fald på ca. 10 m mod øst, hvor prækvartær overfladen (rød signatur i (Figur 7-6) ligger dybere. Denne forskel i niveau, af Prækvartæret, er formodentlig styret af forkastningsaktivitet i Sorgenfrei – Tornquist zonen, der løber gennem området. Denne geologiske opbygning styrer sedimentationen i området, som det ses af den seismiske linje ØN-08a (Figur 7-6), hvor der sker en udbygning med holocæne sandlag fra vest mod øst ud i Øresund. I forbindelse med stigningen i havspejlet, kan der være mulighed for, at kystaflejringer fra tidligere lavstands niveauer kan være dannet langs skrænten, hvorfor der kan tænkes at være fund af mere grovkornede ressourcer på disse positioner.



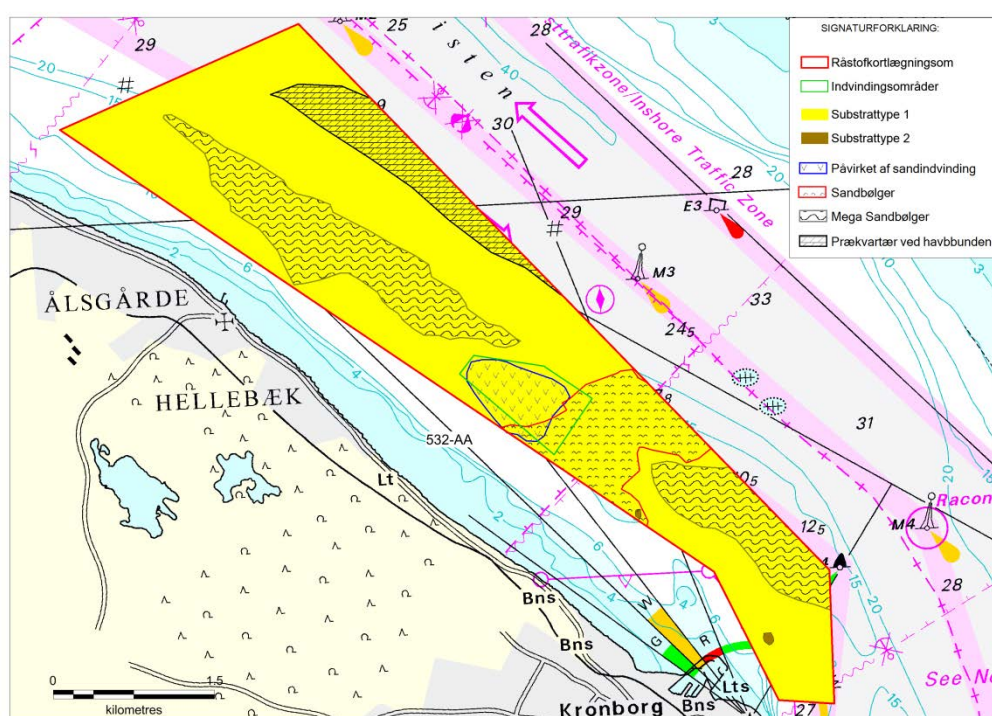
**Figur 7-6** Seismisk linje ØN-08a. Øst-vest profil i den nordlige del af området, der viser stejlt stillede prækvartære lag. Mod vest Øvre Kridt kalksten og mod øst silt- og lersten aflejringer fra Trias.

De holocæne marine aflejringer overligger direkte den prækvartære overflade i området med højtliggende prækvartære bjergarter, samt på skrænten ned til dybder på over 20 m. Mod øst

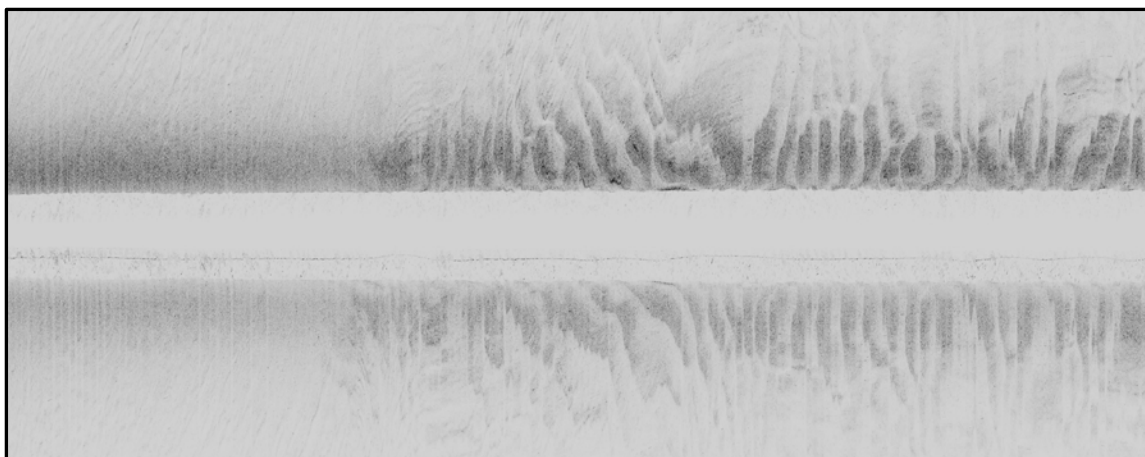
udgør de den primære ressource i dette område, hvorfor der vil være en nærmere beskrivelse heraf i Afsnit 7.5. Ressourcerne i området er derfor knyttet til det vestlige område, hvor indvindingsområdet 532-AA Lappegrund også er beliggende.

## 7.2.1 Bundforholdene

Bundsedimentet i undersøgelsesområdet (Figur 7-7 og Bilag D1) er generelt domineret af mellem- til finkornet sand, der i de dybere områder har karakter af fint til mellemkornet sand (substrattype 1). Der er kun fundet få mindre områder, der er domineret af en gruset og småstenet bund (substrattype 2). Områder med større stenkoncentration og forekomst af større sten (substrattype 3 og 4) er ikke fundet i området. Inden for indvindingsområdet 532-AA er der ligeledes fundet mindre arealer med groft sand og grus, der er etableret ved sandsugning. I områder med sandbølger kan der ligeledes påtræffes områder med groft sand og grus (Figur 7-8).



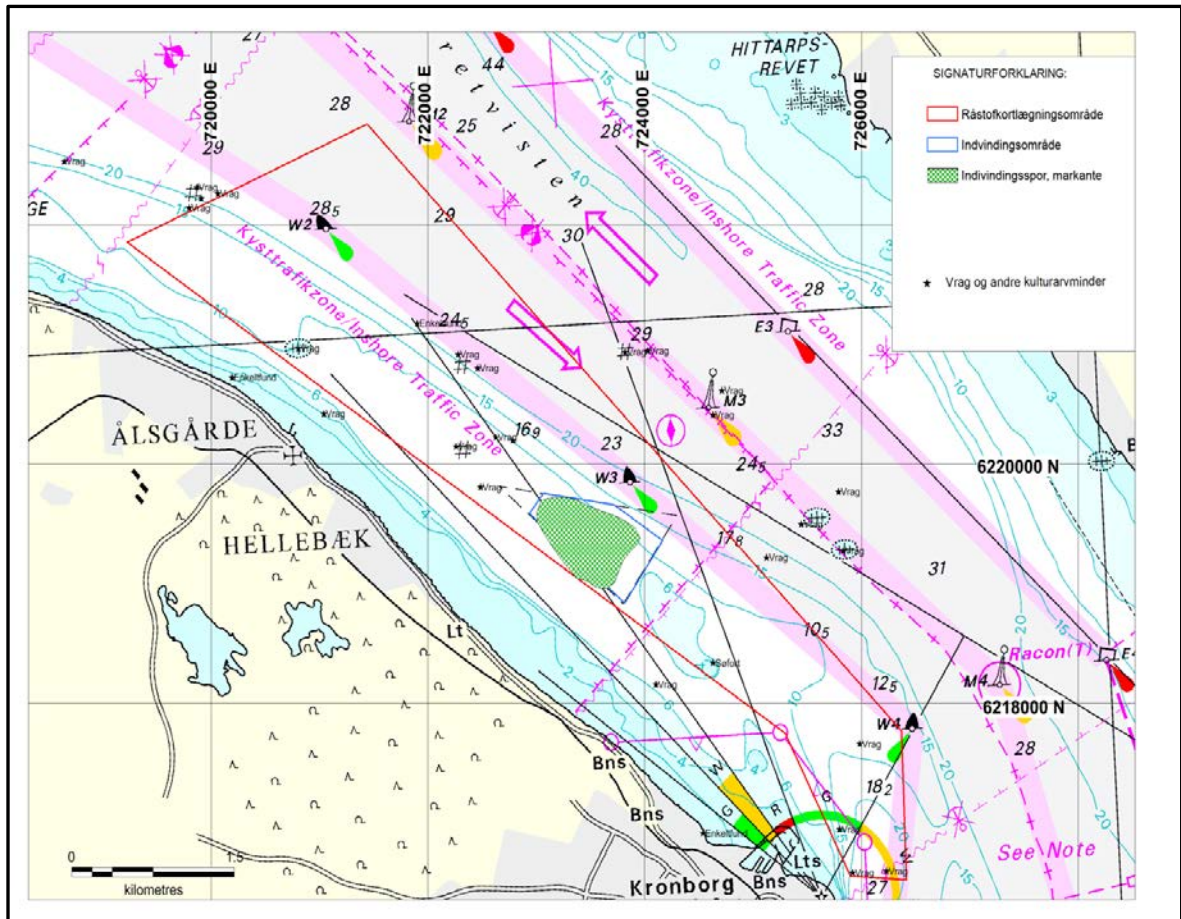
**Figur 7-7** Fordeling af substrattyper i undersøgelsesområdet baseret på dette survey. Der er kun kortlagt substrattype 1: sand og dyndet sand) i området.; De Grønne polygoner angiver eksisterende indvindingsområder. Herudoverer der vist områder med dynamiske bundformer og spor efter indvinding. Bilag D1. Som baggrundskort er anvendt Søkort nr. 131 (Geodatastyrelsen).



**Figur 7-8** Eksempel på side-scan sonar billede fra Linje 17. Billedet viser et område med mange sandbølger der har mindre partier af groft sand med grus i lavningerne (mørkere) af sandbølgerne i et område ellers domineret af sandbund (lysere). Billedet dækker et udsnit på ca. 100 m til hver side af sejlretningen på vanddybder på over 20 m.

### **7.2.2 Menneskelig aktivitet**

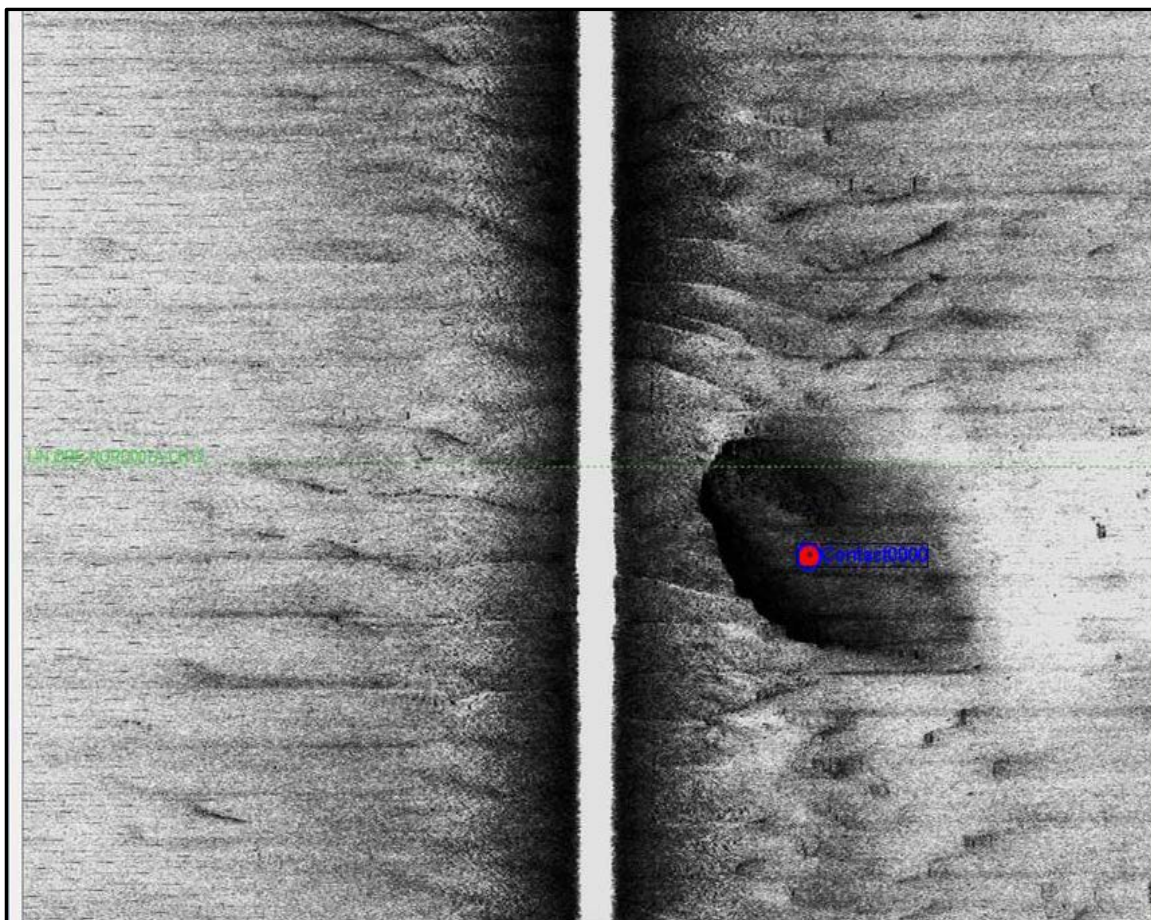
I langt hovedparten af indvindingsområdet 532 -AA, og i nogle af de tilgrænsende områder, er havbunden præget af indvindingsspor (Figur 7-9 og Bilag E1). I indvindingsområdet ses mange markante spor efter stiksugning specielt som en variation i bundtopografien. I yderkanten af området er der fundet et enkelte sugehuller med ca. 5 m's dybde (Figur 7-10 og Figur 7-11).



**Figur 7-9** Spor efter menneskelig aktivitet på havbunden i undersøgelsesområdet. Områder med grøn kryds-skravering betegner områder med markante, dybere indvindingsspor i havbunden. Bilag E1. Som baggrundskort er anvendt Søkort nr. 131 (Geodatastyrelsen).

I alt er 12 vrage i undersøgelsesområdet blevet identificeret i forbindelse med kortlægningen (Figur 7-9). Lokaliteterne er kendte jf. vrage registeret og det eksisterende søkort.





**Figur 7-10** Side scan sonar billede af område præget af indvinding med stiksugning på Lappegrund. Billedet dækker et område på 75 m på hver side af sejlrøtningen



**Figur 7-11** Side scan sonar billede af område med spor efter sandindvinding. Billedet dækker et område på 100 m på hver side af sejlrøtningen.



### 7.3 Råstoffer i området Øresund Nord

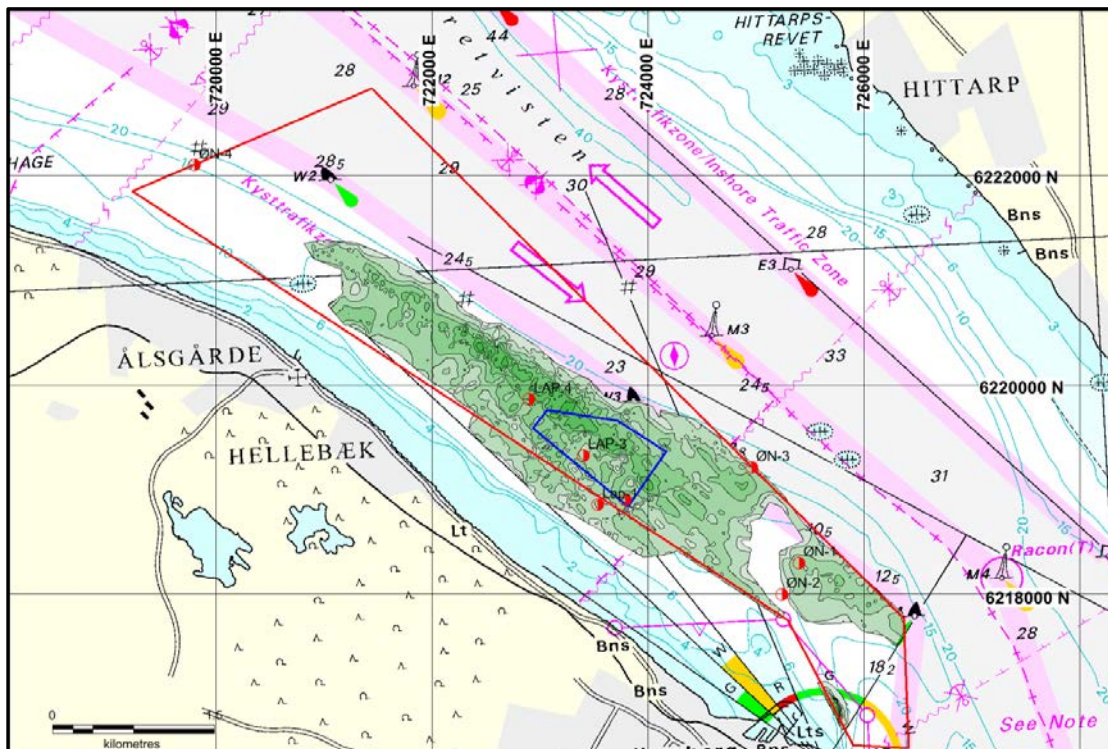
Med den udførte seismiske dataindsamling og udførte borer er området Øresund Nord nu dækket med seismiske data i et net på ca. 500 m x 500 m, hvilket er tilstrækkelig til en kortlægning af de mulige råstofressourcer i området. Råstofkortlægningen har vist, at der er store sandforekomster.

Forekomsterne er dels dannet i forbindelse med den holocæne, marine transgression, dels som mobile recente til subrecente sandbanker. De holocæne marine sandressourcer er et resultat af erosion af ældre aflejringer, som også delvist er aflejret som et dække over disse. I store områder ligger de ældre sedimentter umiddelbart op til havbunden, kun dækket af et meget tyndt lag af dynamisk recent sand.

Der er i forbindelse med kortlægningsarbejderne udarbejdet råstofkort over to råstofaflejringer. Dels en forekomst, ØN-ressource 1, der består af recent dynamisk sand og holocænt sand (Figur 7-12), samt en dybereliggende Holocæn sandforekomst, ressource ØN-2, der har en stor mægtighed og strækker sig ud på dybere vand (Figur 7-14). Begge ressourcer er klassificeret som påviste ressourcer.

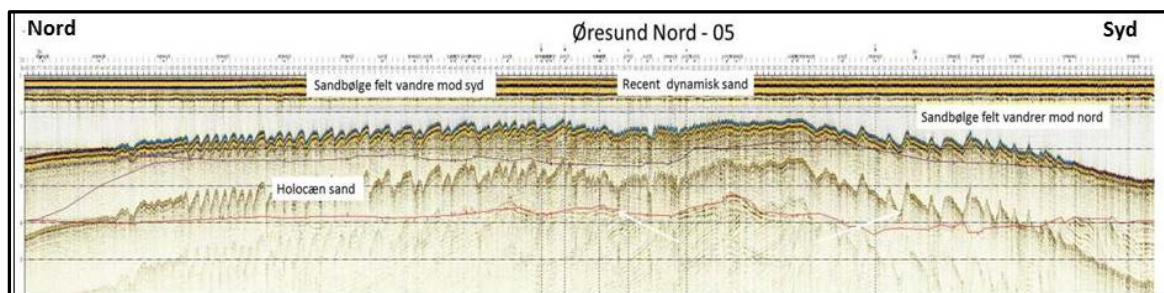
#### 7.3.1 ØN- Ressource 1

Ressourcen er beliggende umiddelbart nord for Helsingør. Den strækker sig ca. 6 km langs med og ud til 1-1.5 km ud fra kysten. Centralt i området er Fællesområdet 532-AA Lappegrund (Figur 7-12 og bilag F1.1). Ressourcen har en maksimal tykkelse på omkring 8 m og er beliggende på vanddybder imellem 6 og 20 m. Den er påvist ved 6 vibrocores, der er udført i forbindelse med de nuværende undersøgelser. Ressourcen er sand, generelt mellem- til finkornet.



**Figur 7-12** Tykkelse og udbredelse af råstofressource ØN-Ressource 1. Se også Bilag F1.1. Som baggrundskort er anvendt Søkort nr. 131 (Geodatastyrelsen).

De centrale dele er præget af indvindingen i Fællesområdet 532-AA Lappegrund. Ressourcen er karakteriseret ved at de øverste 1- 2 m er under konstant omlejring, idet der sker en migrering af sand i store sandbølger, der vandrer op mod de højeste partier af forekomsten (Figur 7-13).



**Figur 7-13** Seismisk eksempel fra ØN-ressource 1. Det fremgår af figuren, at sand vandrer op mod de højeste dele af strukturen fra hver sin side. Længden af profil ca. 9 km. Ca. 7,5 m mellem de horisontale linjer.

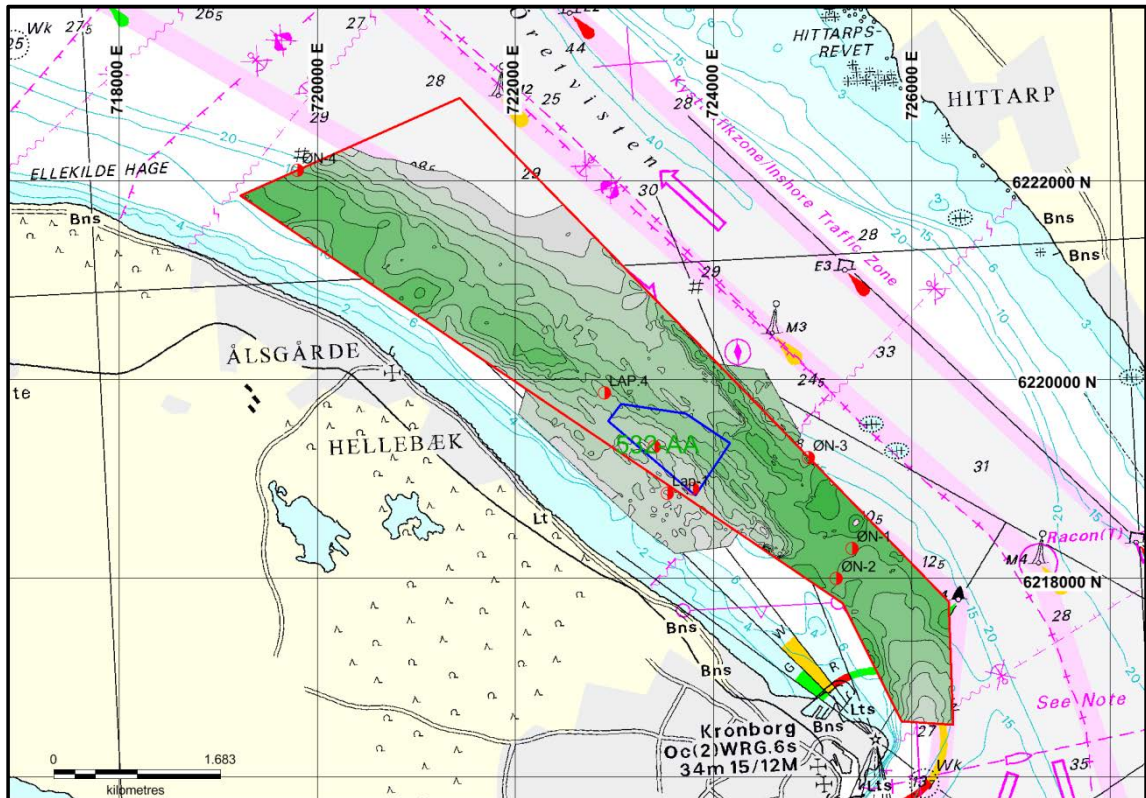
Der er foretaget en volumetrisk opgørelse af forekomsten og det viser, at den kan indeholde op imod 26 mio. m<sup>3</sup>. Ved en indvinding af hele forekomsten forventes det, at der kan indvindes ca. 17 mio. m<sup>3</sup> materialer.

### 7.3.2 ØN- Ressource 2

Ressourcen er beliggende i samme område som ØN-Ressource-1 (Figur 7-14). Forekomsten underlejrer denne forekomst, men i området længst mod nord kommer ressourcen frem i havbunden, hvor den er påvist ved boring ØN-4. Boringen indeholder 5 m sand, hvoraf den øverste 1 m er grovkornet og kornstørrelsen aftager med dybden til mellem og finkornet sand. I den sydlige del af området er forekomsten påvist ved boring ØN-2, hvor der påvist 2 m mellemkornet sand, der bliver mere finkornet med dybden og hvor der er et indhold af organisk materiale, blandt andet tang. Disse registreringer viser, at forekomsten ikke er homogen. Den er karakteriseret som sand 0, men der er mulighed for at dele af strukturen kan indeholde sand 1 og fyldsand 4.

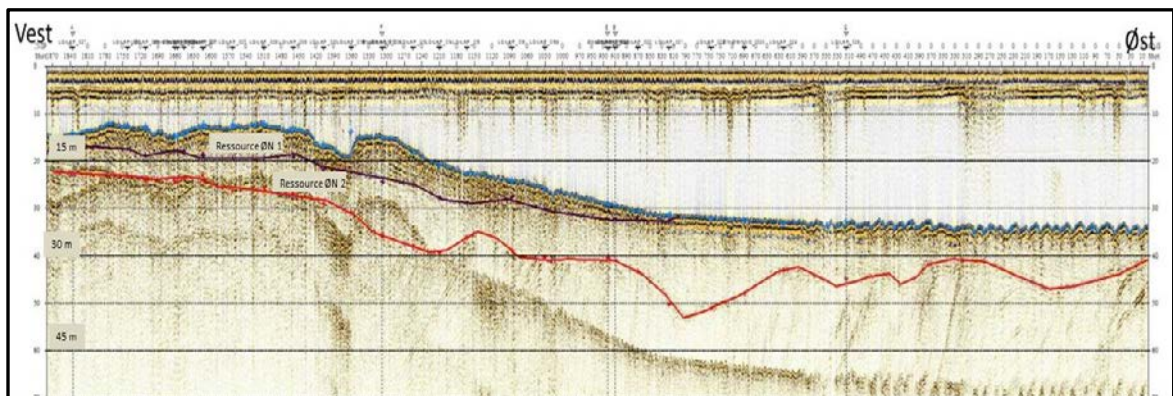
Ressourcen strækker sig ca. 10 km langs med kysten og ud til 2 km ud fra kysten. Centralt i området ligger Fællesområdet 532-AA Lappegrund (Figur 7-14). Ressourcen har tykkelser på omkring 6-10 m og er beliggende på vanddybder imellem 6 m og 15 m. Den maksimale tykkelse er omkring 20 m (Kortbilag F1.2).





**Figur 7-14** Tykkelse og udbredelse af råstofressource ØN-Ressource 2. Kortbilag F1.2 Som baggrundskort er anvendt Søkort nr. 131 (Geodatastyrelsen).

Den centrale del af området er præget af råstofindvindingen i Fællesområdet 532-AA Lappegrund (Figur 7-14). Det fremgår af det seismiske profil på Figur 7-15, at sandindvindingen ikke er nået ned til denne forekomst. Den afgrænses opad til af den lille horisont og nedad til erosionsgrænsen illustreret ved den røde reflektor til en dybde på max 22 m.

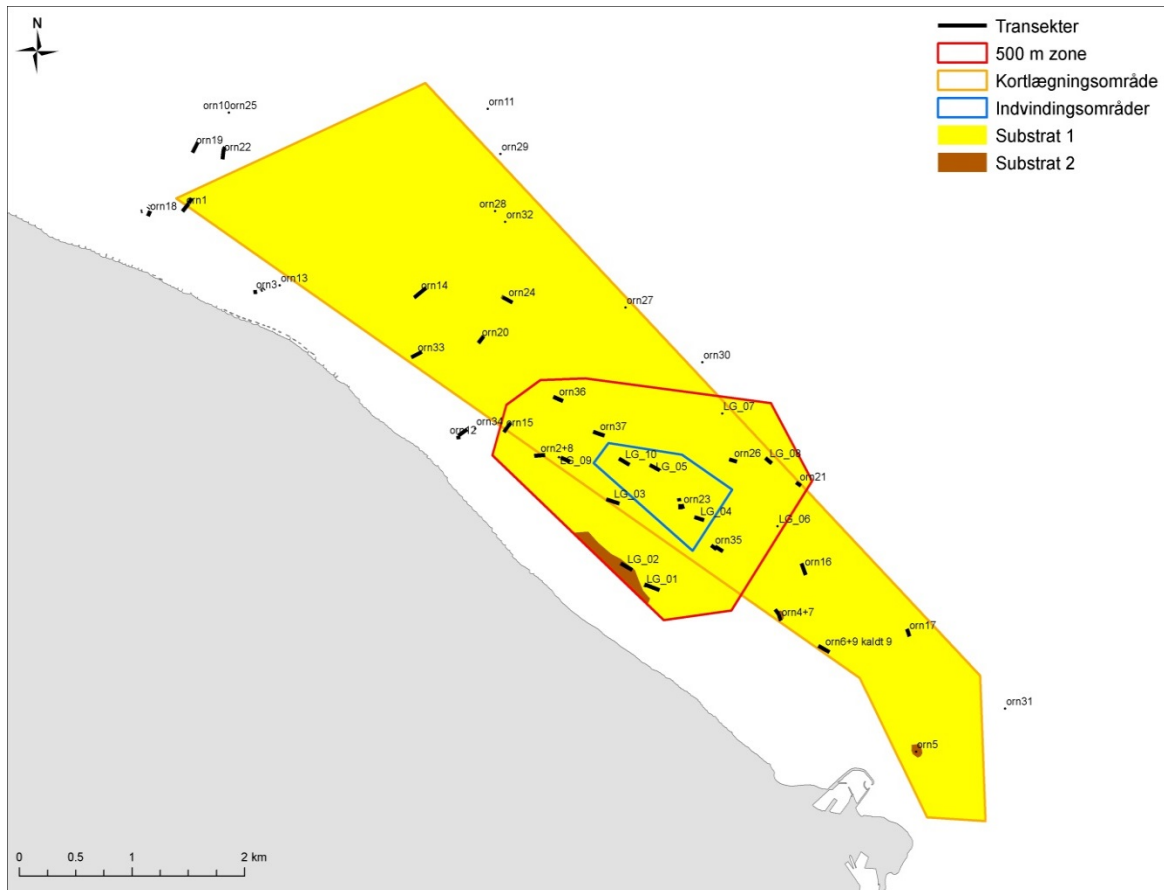


**Figur 7-15** Seismisk eksempel fra ØN-ressource 1 og 2. MDen lille horisont adskiller den øvre og den nedre ressource. Rød horisont er top prækvartær.

Der er ligeledes foretaget en volumetrisk opmåling af den kortlagte enhed, denne viser en tilstedeværende råstofmængde på op imod 80 mio. m<sup>3</sup> sand. Hvis forekomsten blev indvundet fuldt ud, vil der kunne indvindes en ressource på omkring 70 mio. m<sup>3</sup>. Råstofressourcen er klassificeret som sand 0, men den kan indeholde sand 1 eller fyldsand 4. Ressourceopgørelsen dækker den samlede ressource, som inkluderer ressourcerne i Fællesområdet 522-AA Lappegrund. Det er imidlertid usikkert, hvor stor en del af ressourcen der kan anvendes, idet der er begrænsede informationer om ressourcens sammensætning og kvalitet.

## 7.4 Kortlægning af biologiske nøglekomponenter i Øresund Nord uden for indvindingsområder

Der blev gennemført videoundersøgelser på 26 transekter uden for indvindingsområderne med tilhørende bufferzoner i Øresund Nord. Undersøgelserne blev gennemført i dybdeintervallet fra 3 til 29 m dybde. Den geografiske fordeling af transekterne og deres placering på substrattyper i området er vist på Figur 7-16, som også viser stationer i selve indvindingsområdet og bufferzonen, der omkranser råstofområdet med 500 meters afstand.



**Figur 7-16** Video transekternes fordeling i forhold til de kortlagte geologiske havbundstyper i Øresund N. Figuren viser også selve råstofområdet med den tilgrænsende 500 m bufferzone. Se også bilag H1.

De 26 transekter hvoraf flere kunne tages i forlængelse af hinanden, kunne opdeles i 45 deltransekter, hver med sin substrattype i henhold til Naturstyrelsens definition (Tabel 7-1). Resultaterne af tolkningerne af de gennemførte videotransekter fremgår af bilag for hele Øresunds Nord området (Bilag P).

Dybdeinterval (m)	Substrattype				Samlet antal
	1a	1b	2	3	
3-4		1			1
4-5		1			1
5-6		1		1	2
6-7		1	2		3

Dybdeinterval (m)	Substrattype				Samlet antal
	1a	1b	2	3	
7-8		3			3
8-9		1			1
9-10		1			1
10-11		4			4
11-12		2			2
12-13		1			1
15-16		1			1
17-18			1		1
21-22	1				1
22-23	1	1			2
23-24	3				3
24-25		1			1
26-27	2				2
28-29	2				2
29-30	3				3
30-31	1				1
<b>Skråninger (m)</b>					
4-6			2		2
4-7		1			1
10-12		1			1
10-13		1			1
15-20		1			1
16-20		1			1
20-22	1				1
27-29	1				1
<b>Samlet</b>	<b>15</b>	<b>24</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>45</b>

**Tabel 7-1** Fordeling af de tolkede data fra transekter/deltransekter fordelt på substrattyper og dybdeintervaller. I tre tilfælde er dybde intervallerne større da data er indsamlet på skråninger.

Beskrivelsen af forekomsten af biologiske nøglekomponenter, som ålegræs, makroalger og blåmuslinger, er baseret på de gennemførte videotransekter samt den potentielle udbredelse af ålegræs baseret på en model for artens udbredelse. I beskrivelserne er der kun anvendt data, fra videotransekterne, som ligger uden for indvindingsområdet Lappegrund og en tilhørende bufferzone på 500 m.

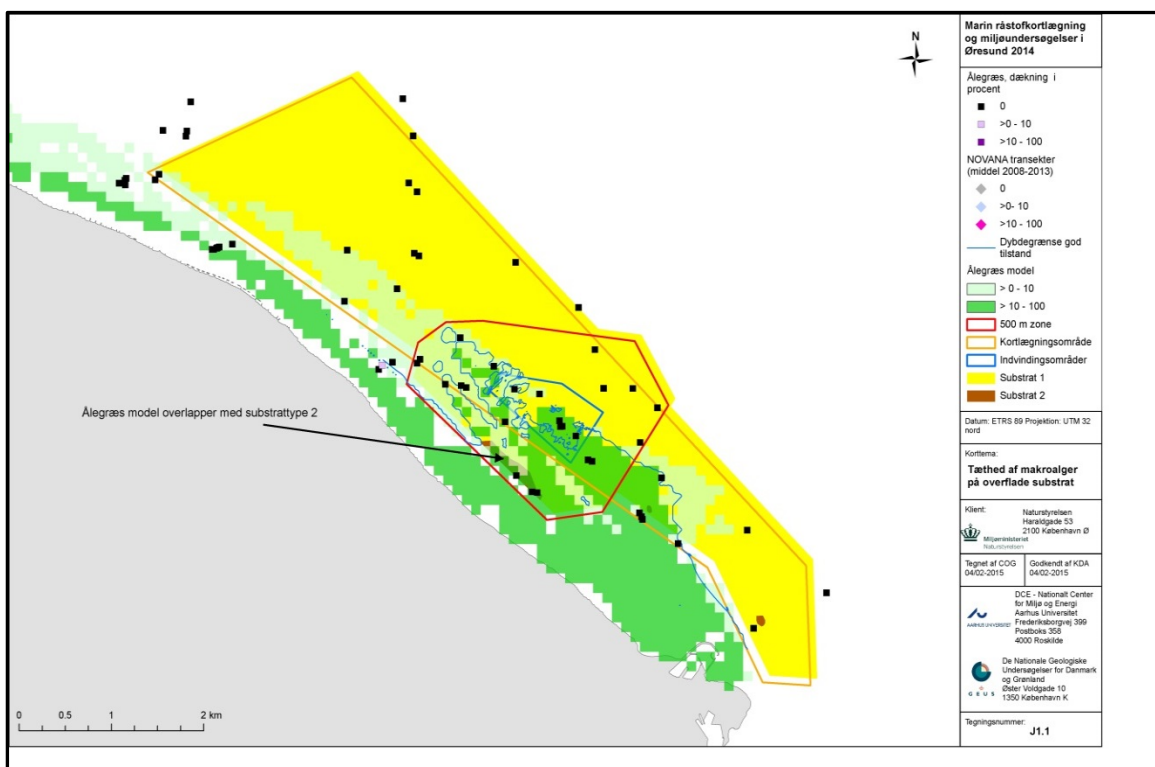
## 7.5 Observerede og modellerede forekomster af epibentiske biologiske komponenter

### 7.5.1 Ålegræs

Forekomsten af ålegræs kan variere fra tætte bede til mere spredte planter. Ålegræs bestanden har været trængt i mange år med reduceret dybde udbredelse pga. forringede vækstvilkår, men inden for de seneste år har der været tegn på bedring (Riemann et al. 2015).

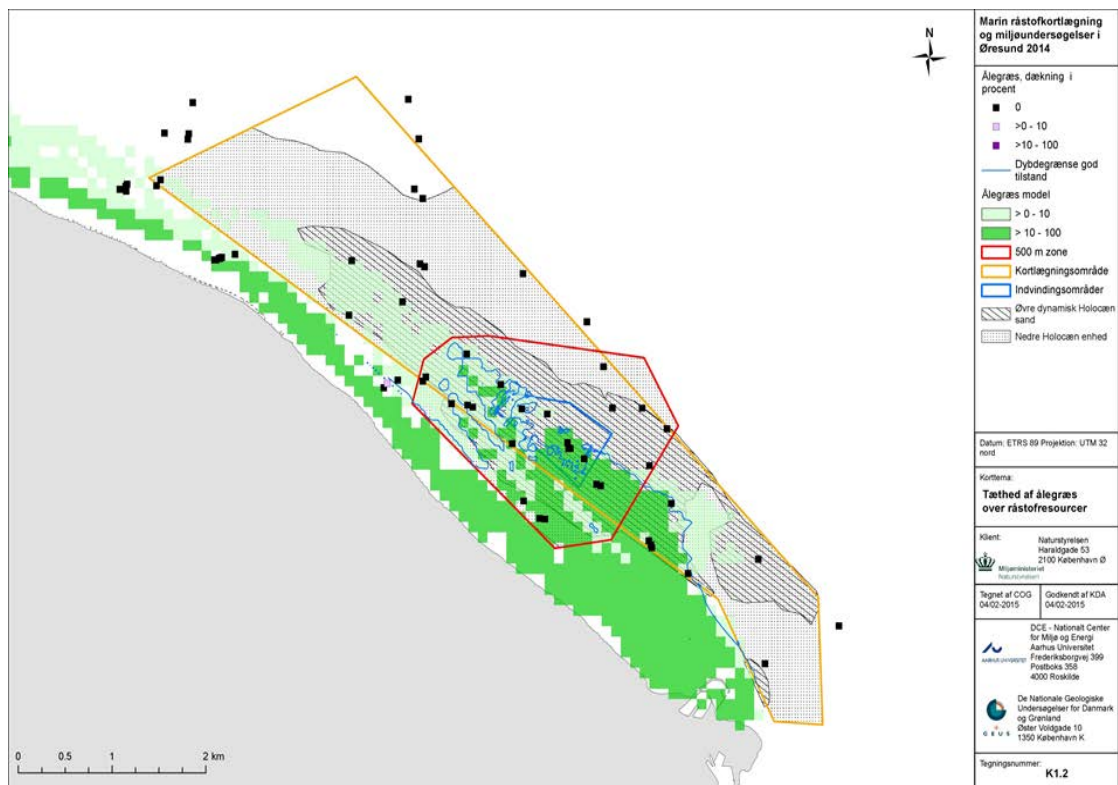
Ålegræs forekommer på et enkelt transekt (orn-8) på en ren sandbund. Ålegræsset blev observeret i dybdeintervallet 4-5,5 m med en gennemsnitlig tæthed vurderet til 10%. Tætheden var større, ca. 15 %, i et mindre bælte mellem 4 og 4,5 meters dybde. Der foreligger ikke data om ålegræs fra NOVANA programmet i dette område.

Den rumlige modellerede mulige udbredelse af ålegræs i den nordlige del af Øresund samt de undersøgte transekters placering og det ene positive fund af en bestand, er vist i Figur 7-17. Den modellerede potentielle udbredelse af ålegræs viser, at der er vækstmuligheder for ålegræs inden for kortlægningsområdets mere lavvandede dele, samt i store dele af det udlagte råstofområde og den omkringliggende bufferzone. Der er ligeledes et større overløb mellem den potentielle udbredelse og det kortlagte ressource område (Figur 7-18). Den ene observation af ålegræs er beliggende lige inden for grænsen af den kortlagte ressource.



**Figur 7-17** Udbredelse af Ålegræs i Øresund N på baggrund af kortlagte substrattyper. Kortet viser dels observeret udbredelse af ålegræs på videotransekter og NOVANA stationer samt modelleret potentiel udbredelse af ålegræs samt dybdegrænsen for god miljøtilstand i henhold til udkast til vandområdeplaner 2015-21 (Anon 2014). Bilag K1.1





**Figur 7-18** Kortlagte råstofressourcer og udbredelse af Ålegræs i Øresund N på baggrund af kortlagte substrattyper. Kortet viser dels observeret udbredelse af ålegræs på videotranssekter og NOVANA stationer samt modelleret potentiel udbredelse af ålegræs samt dybdegrænsen for god miljøtilstand i henhold til Vandrammedirektivet. Bilag K1.2

### 7.5.2 Makroalger

Makroalger forekommer kun på hårdt substrat, hvilket primært vil sige på sten. Store flerårige alger dominerer på stabile sten, mens mindre sten, der bliver ustabile under bølgepåvirkning eller stærk strøm, ofte domineres af opportunistiske enårige trådalger eller unge eksemplarer af flerårige. Den størrelse en sten skal have for at gå fra at være et stabilt til et ustabil sediment afhænger af eksponeringsgraden (dybden og bølgestørrelse) men vedhæftning af store alger kan også gøre sten mobile og strøm kan flytte dem til steder, hvor den fysiske påvirkning er mindre.

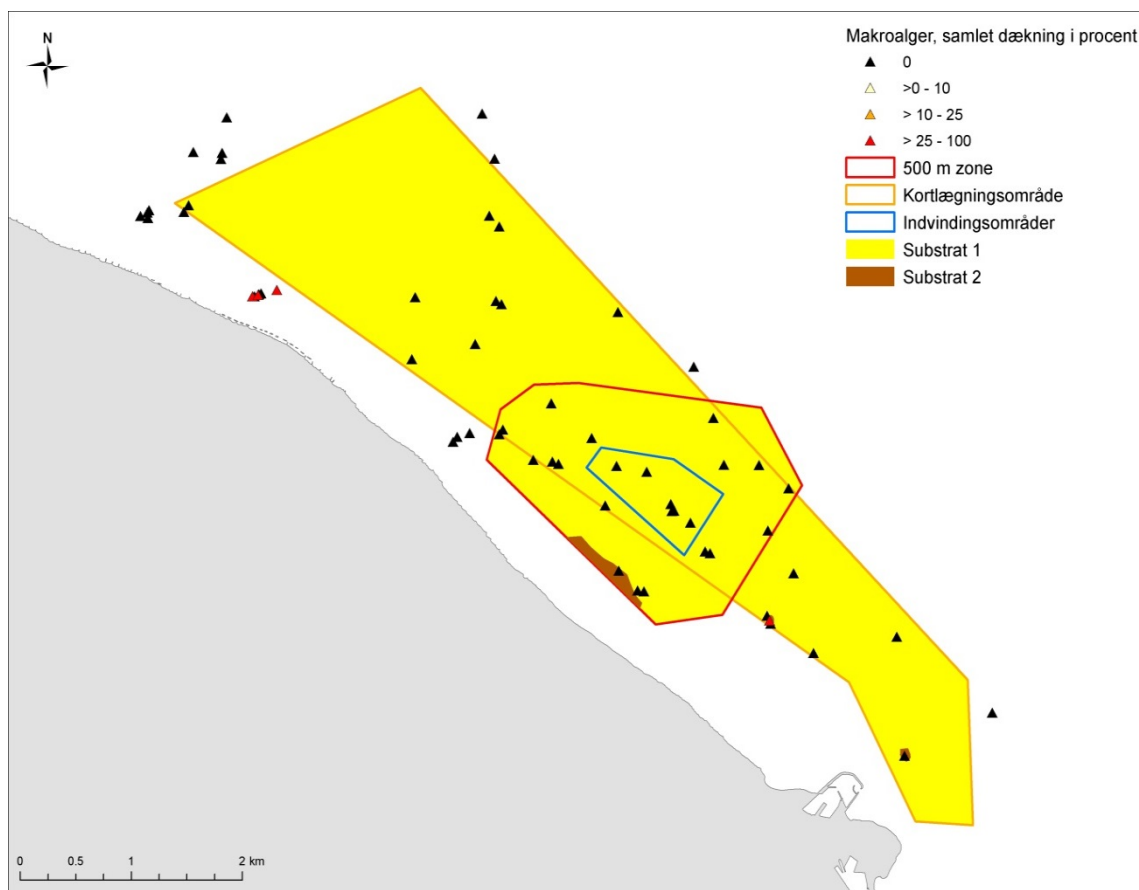
Algevegetationen er ligesom ålegræs afhængig af lys. På vanddybder, som indgår i denne undersøgelse, vil vegetationen typisk være flerlaget på lavere vanddybder og så aftage med dybden. Ligesom ålegræsset har makroalgevegetationen været presset som følge af nedsat lys nedtrængning forårsaget af øget udledning af næringssalte. Udviklingen har dog været i støt bedring siden effekter af vandmiljøplanerne begyndte at vise sig i de kystnære områder (Riemann et al. 2015).

Erfaringer fra det nationale overvågningsprogram viser, at stenenes dækning på bunden har en indflydelse på hvor stor en algedækning der er, men at denne effekt aftager når algedækningen er større end 10%.

Der er fem stationer med substrattype 2 og en enkelt station med substrattype 3 hvor der forekommer sten. På det ene transekt med substrattype 2 er stenene for små og ustabile for algevækst (orn-3) på 6 m's vanddybde, og transekt orn5 på 17 meters dybde viser, at der er meget detritus og indikation på iltsvind. Her var de få sten også uden algevegetation.

På de resterende tre transekter i dybdeintervallet 4-6 m dækkede makroalger stenene fuldstændigt. Vegetationen var domineret af trådalger hvilket indikerer en stor fysisk påvirkning af algesamfundet.

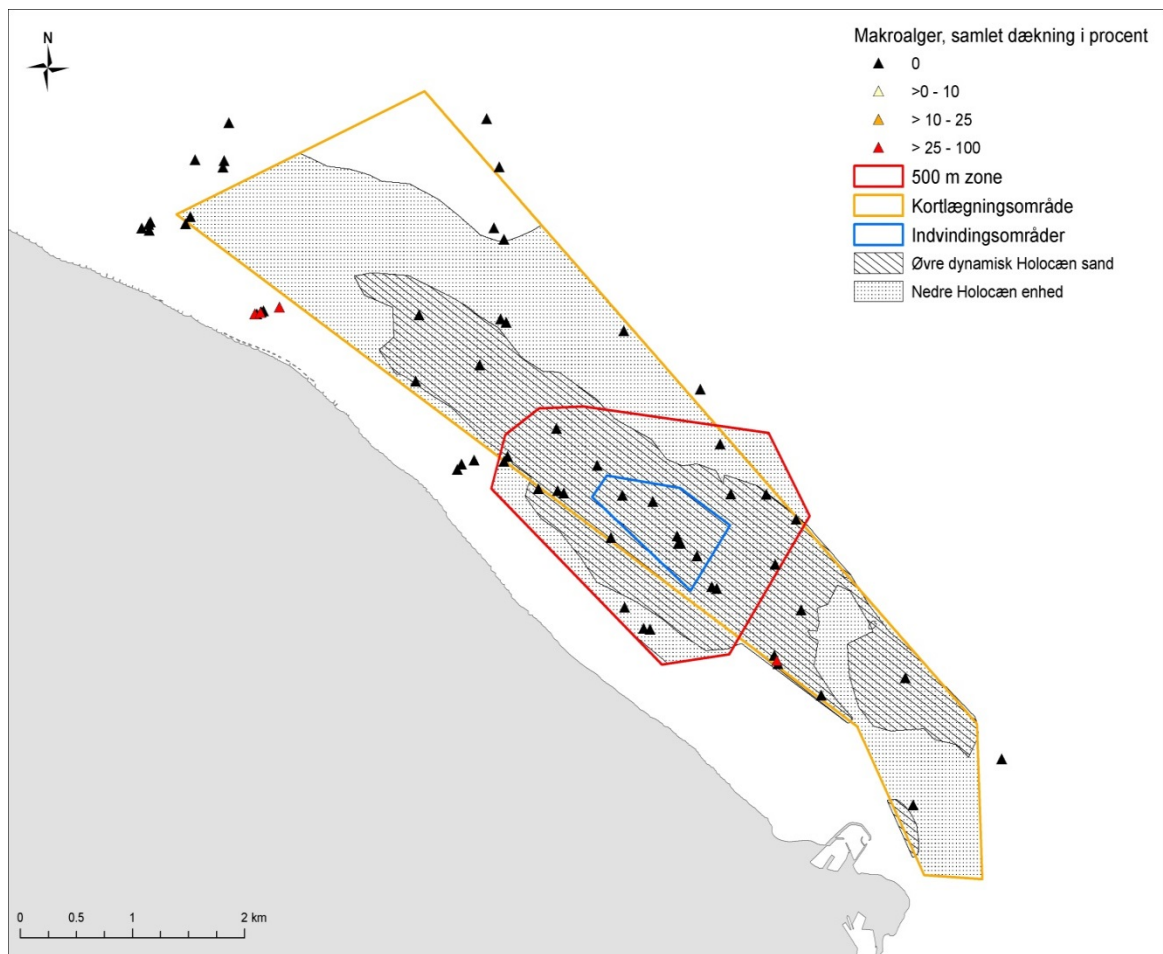
Transekter med makroalgevegetation er vist på Figur 7-19.



**Figur 7-19** Dækning af fasthæftede makroalger på sten i det nordlige Øresund på baggrund af kortlagte substrattyper. Bilag J1.1

Den kortlagte råstofressource er alene knyttet til et område med sedimenttype 1 som overfladesediment. Der er derfor ingen sammenfald med makroalgeforekomster (Figur 7-20).

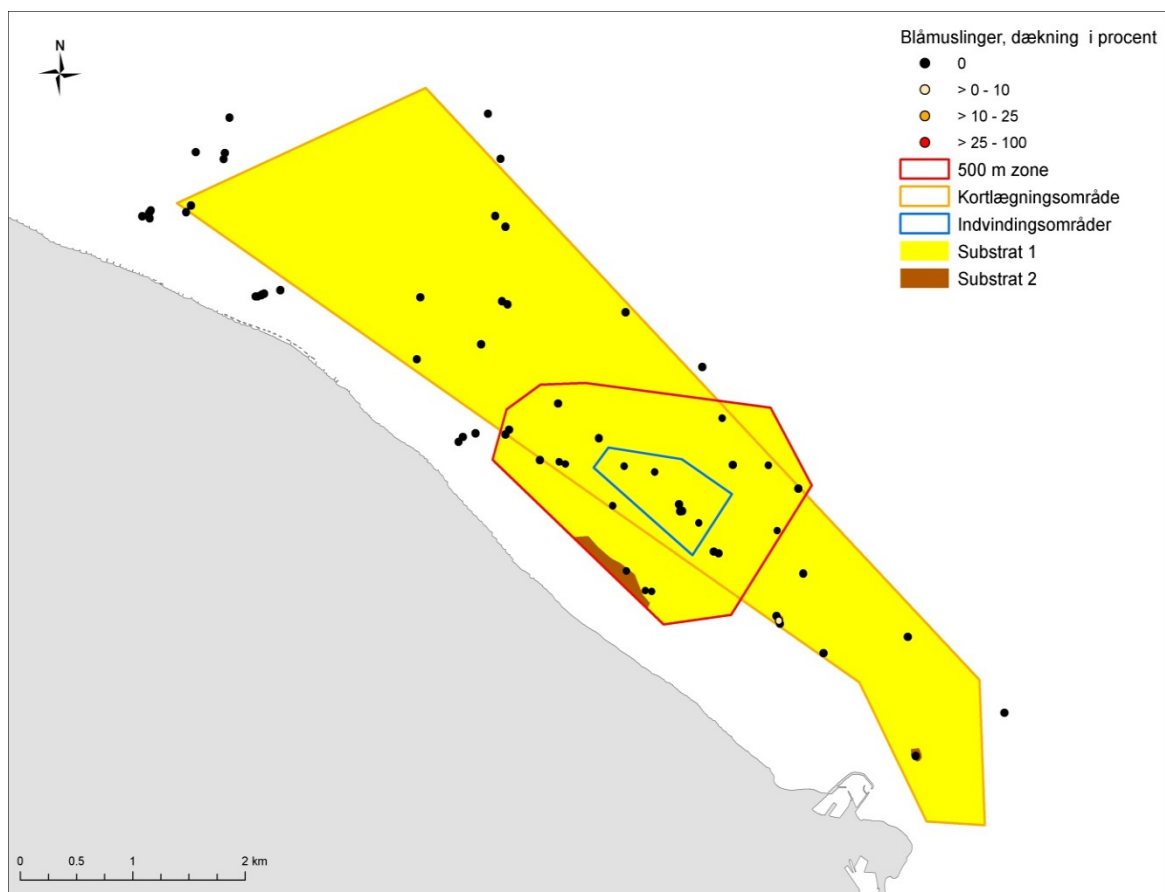




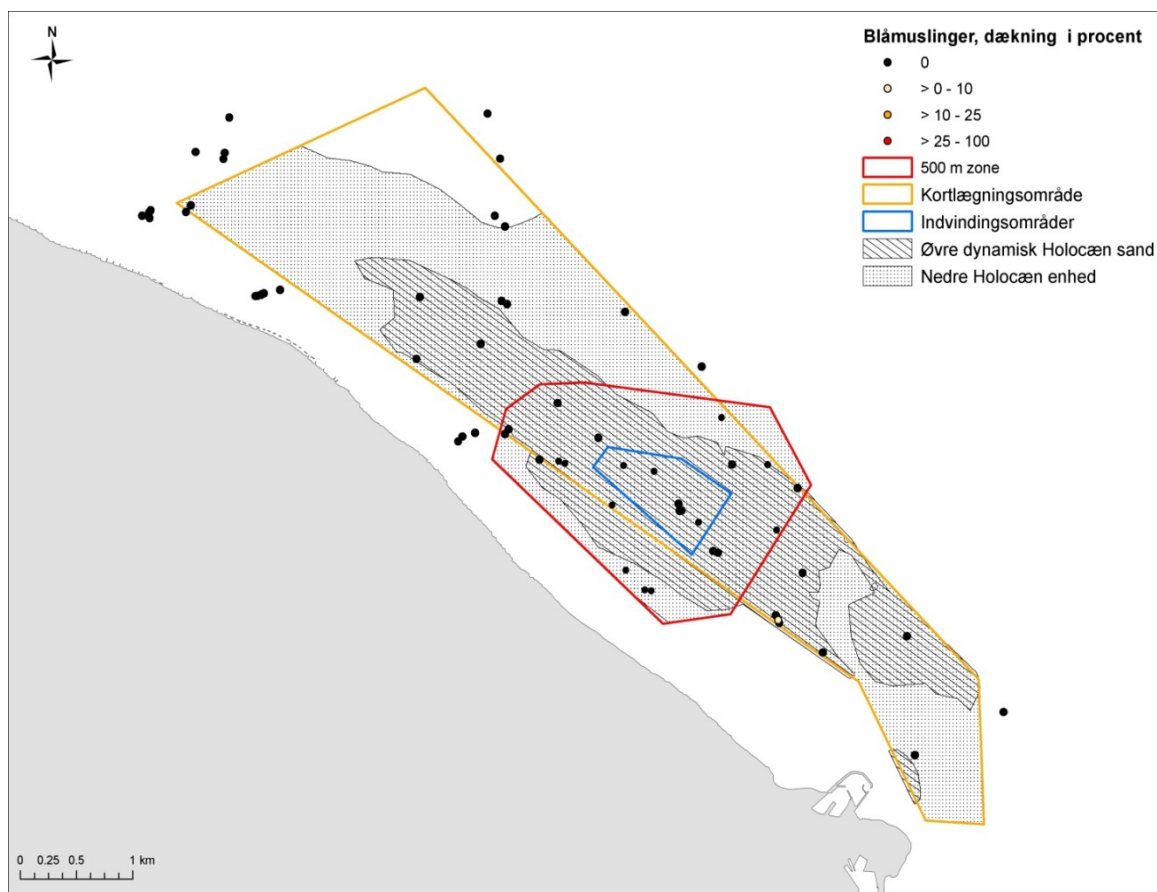
**Figur 7-20** Udbredelsen af den kortlagte råstofressource og makroalge forekomster identificeret ved videotranssekter. Bilag J1.2

### 7.5.3 Blåmuslinger

Blåmuslinger findes udbredt i det centrale Øresund, men her i den nordlige del blev der kun observeret få muslinger med en dækning på 1% på transekt om4+7 på 4-6 m's vanddybde. Muslingeforekomsternes rumlige fordeling på substrattyper i det nordlige Øresund er vist på kortet i Figur 7-21 og i relation til den kortlagte råstofressource på kortet i Figur 7-22.



**Figur 7-21** Dækning af muslinger på de undersøgte transekter i Øresund N på en baggrund af kortlagte substrattyper. Bilag II.1



**Figur 7-22** Udbredelsen af den kortlagte råstofressource og blåmuslinge forekomster identificeret ved videotranssekter i Øresund N. Bilag II.2

## 7.6 Øvrig flora og fauna

Søstjerner blev observeret på hovedparten af de undersøgte transekter. Søstjerners vigtigste byttedyr er blåmuslinger. I Kattegat og det nordlige Bælthav observeres veludviklede blåmuslingebestande stort set ikke pga. søstjernes evne til hurtigt at begrænse deres antal. I Øresund Nord blev der observeret søstjerner på hovedparten af de undersøgte transekter. Forekomsterne var spredte, men det samme var deres væsentligste byttedyr, blåmuslinger. Der blev også observeret enkelte individer af søpindsvin på ca. 1/3 del af de undersøgte transekter. Hestemuslinger blev ikke set. Ekskrementer af sandorm var derimod meget hyppige. Der er ikke gennemført et indsamlingsprogram for bestemmelse af infauna organismer. Men det virker sandsynligt at hele kortlægningsområdet er mere domineret af infauna end af epifauna, ålegræs og makroalger.

## 7.7 Andet

Der blev observeret en vragestump på station orn6+9. På dette stykke voksede den store brunalge sukkertang.

## **7.8 Klassificering af flora og fauna**

En klassifikation af de epibentiske samfund er ikke muligt for dette område. Mængden af organismer er for spredt.

## **7.9 Kortlægning af dominerende epibentiske samfund**

Næsten hele området er karakteriseret af sandede sedimenter og uden væsentlige epibentiske organismer.

## 8. Øresund Syd

### 8.1 Introduktion

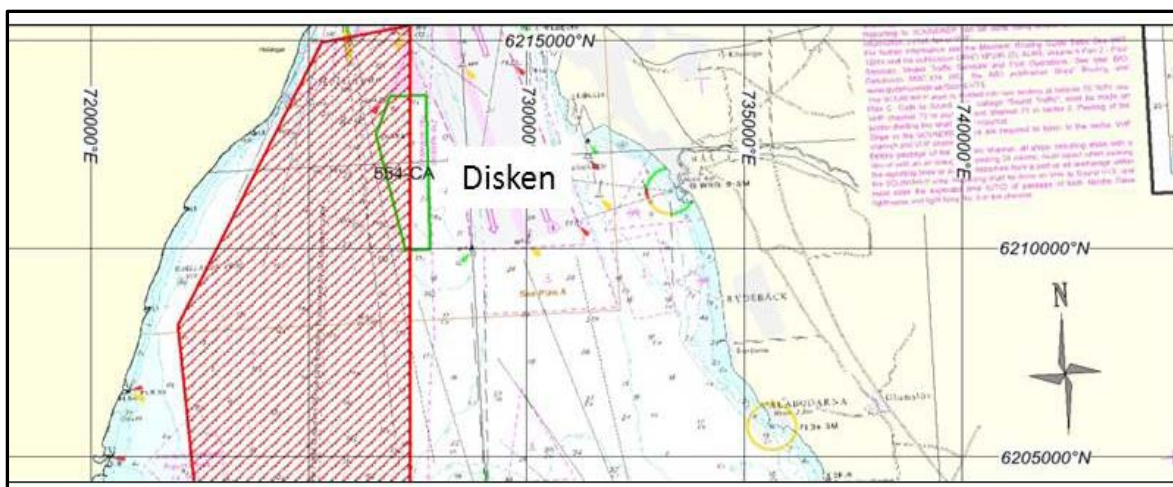
Øresund Syd undersøgelsesområdet har et areal på 200 km<sup>2</sup> og dækker den danske del af Øresund mellem Middelgrundsfortet i syd og Helsingør i nord (for oversigt se Figur 8-1). Afstanden fra syd til nord i området er ca. 35 km. Vanddybden i området er omkring 6-27 m bortset fra enkelte større dybder i forbindelse med stiksugningshuller. Indvindingsområderne 554-CA (Disken), 554-BA (Nivå Flak), 554-DA (Vedbæk), samt 554-AA (Skovshoved) er beliggende indenfor undersøgelsesområdet.



**Figur 8-1** Undersøgelsesområdet i Øresund Syd (indenfor rød ramme), samt eksisterende indvindingsområder (grønne polygoner). Bilag A2. Som baggrundskort er anvendt Søkort nr. 131 (Geodatastyrelsen).



Indvindingsområdet 554-CA- Disken (Figur 8-2) er som en del af dette survey opmålt separat. Disken indvindingsområdet er lokaliseret i den nordlige del af Øresund Syd, ved Helsingør op til den svenske grænse. Resultaterne herfra er nærmere præsenteret i Afsnit 15.

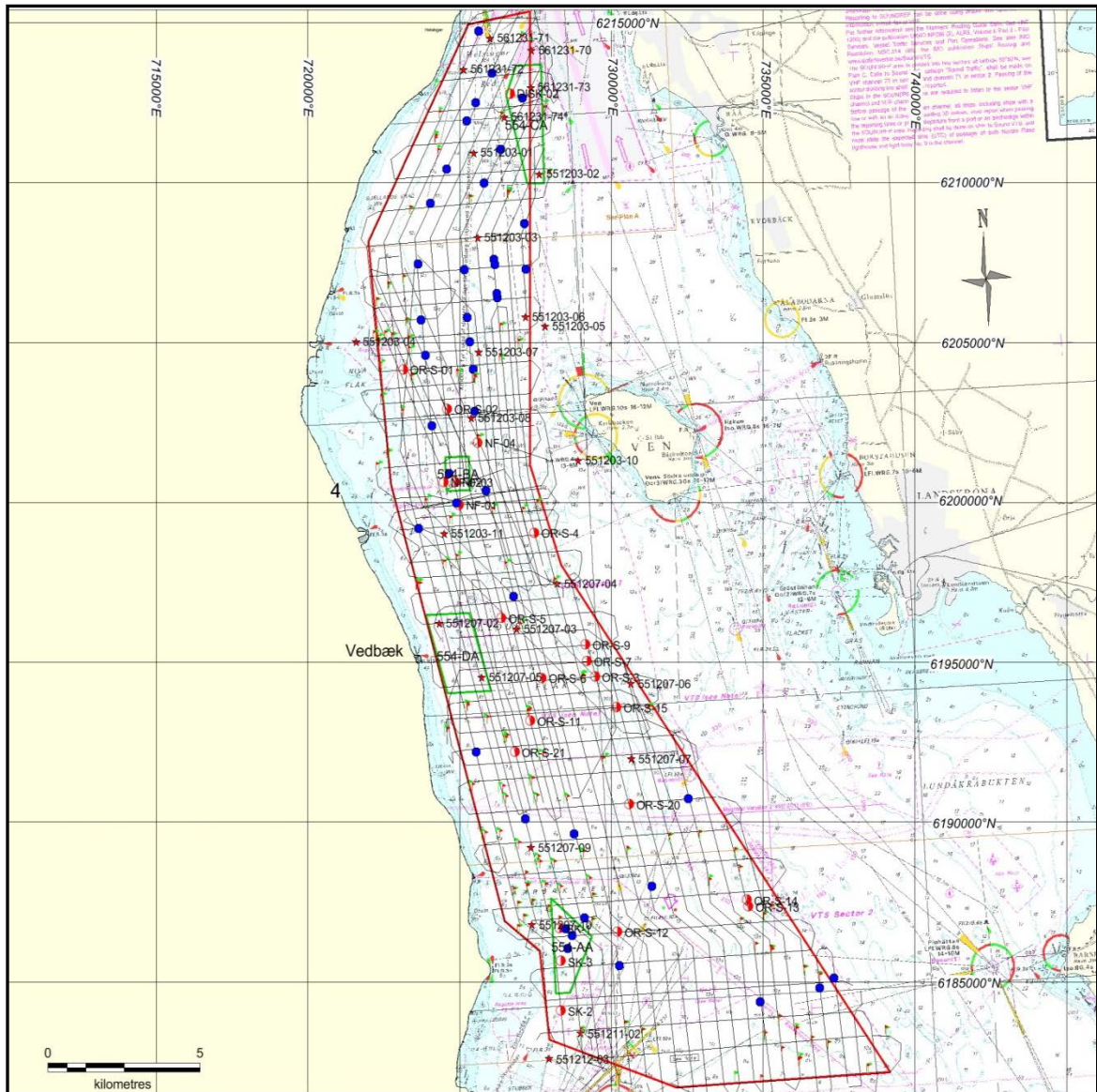


**Figur 8-2** Lokalisering af Disken i den nordlige del af Øresund. Som baggrundskort er anvendt Søkort nr. 131 (Geodatastyrelsen).

I forbindelse med kortlægningen i 2014 blev der i alt sejlet ca. 940 km kombineret seismik og side scan sonar linjer (Figur 8-3). Linjenettet består dels af nord-sydgående linjer med en indbyrdes afstand på 500 m, dels af krydsende øst-vestgående linjer med en indbyrdes afstand på ca. 1000 m. Ca. 100 km af sejllinjenettet blev planlagt og sejlet som "infill" linjer til det overordnede net med henblik på, at få en bedre dokumentation af nogle formodede ressourceforekomster i den centrale del af området. Inden for kortlægningsområdet findes indvindingsområderne Skovshoved og Nivå Flak, der blev kortlagt med en sejllinjeafstand på hhv. 100 m og 50 m.

På basis af de seismiske resultater blev der på udvalgte positioner foretaget 15 vibrationsboringer til max. 5 m dybde under havbunden (Figur 8-2). Herudover blev der foretaget 36 grab prøvetagninger på udvalgte positioner, dels med det formål at understøtte substratkortlægningen med kvantitative kornstørrelsesbestemmelser, dels for at levere data til sedimentspredningsmodellen. Der blev foretaget kornstørrelsesanalyse af repræsentativt prøvemateriale fra samtlige 36 grab prøver.

Endelig blev der foretaget kornstørrelsesanalyser af 6 udvalgte afsnit i vibrationsboringerne. På baggrund af tolkningerne af side scan sonar data, blev der udpeget 141 verifikationspunkter (Figur 8-2), hvoraf der på 138 positioner blev gennemført videotranssekter til bestemmelse af bundsubstrattypen og biologisk dokumentation.



**Figur 8-3** Undersøelsesområdet i Øresund Syd med gennemførte sejllinjer (grå), grab prøvepositioner (blå), vibrationsboringer (rød/hvid cirkel), video transekter (grønne-røde flag for start/slut), samt boringer fra Jupiter databasen. Grønne polygoner angiver indvindingsområder. Bilag B2. Som baggrundskort er anvendt Søkort nr. 131(Geodatastyrelsen)

## 8.2 Geologi

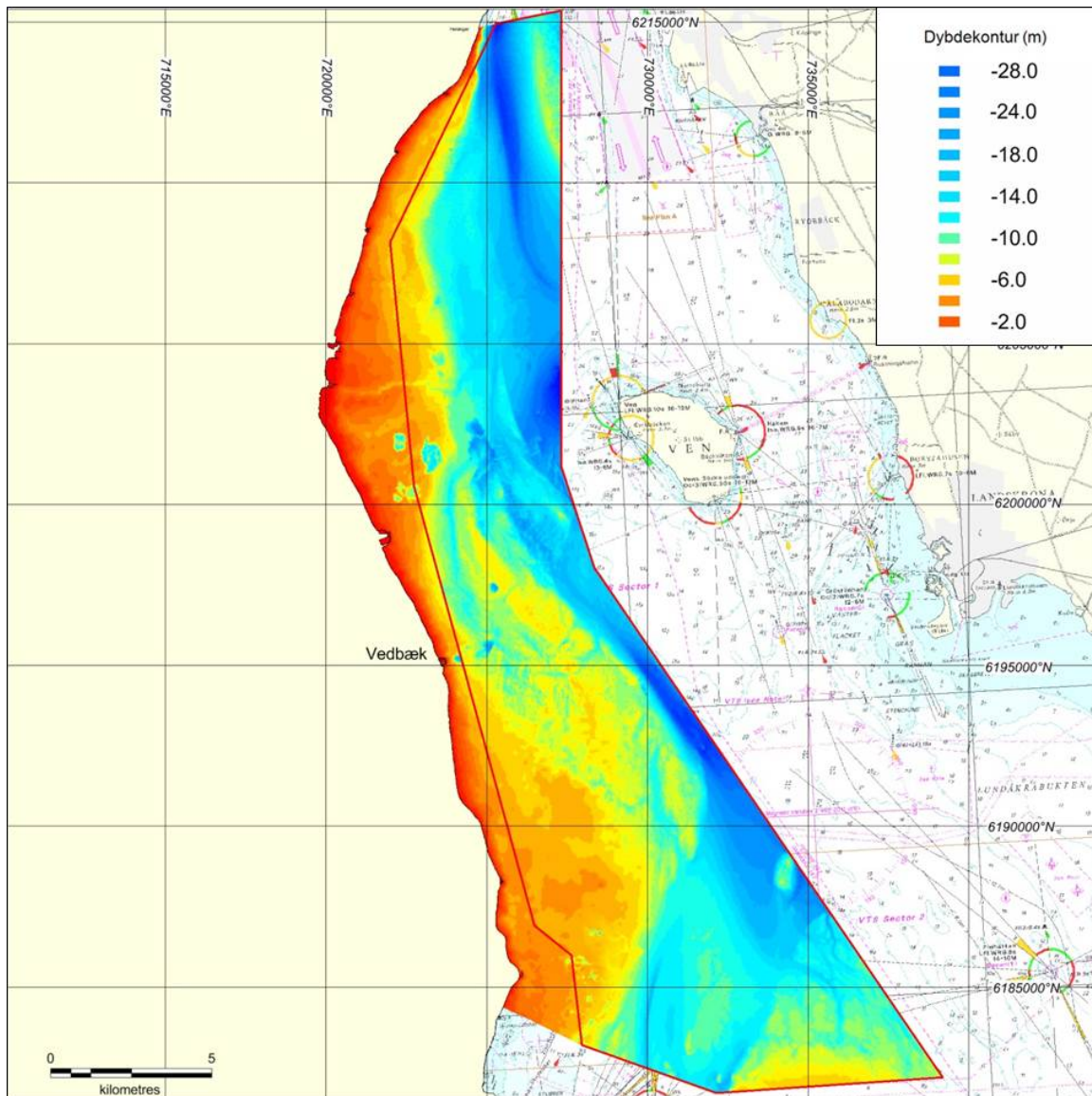
Øresund forbinder Østersøen med Kattegat og har siden afslutningen af sidste istid været præget af perioder med varierende havniveauer. Ved afslutningen af istiden 16-17.000 år BP strømmede store mængder smeltevand fra vest mod øst ud i Øresund og videre mod nord ud gennem Øresund, og der dannedes dybe huller og nedskårne kanaler. Umiddelbart herefter blev Øresund for første gang præget af marine forhold. Senere i forbindelse med tømningen af Den baltiske Issø spillede Øresund igen en rolle, og der blev fra ca. 16-12.000 år før nu afsat store deltaaflejringer ved den nordlige udmundning af Øresund omkring kortlægningsområde Øresund Nord. Frem til omkring 10.000 år før nu var Øresund tørlagt med moser og søer i lokale lavninger. I takt med at havspejlet i Kattegat herefter begyndte at stige, blev den nordlige del af Øresund præget af fjordarme med brakvand. Den globale havspejlsstigning i begyndelsen af den Holocæne periode fik gradvist havet til at brede sig ned gennem Øresund, indtil havet mellem 10.000 og 8.000 år før nu i forbindelse med at Litorinahavet steg til det nuværende niveau og derved forbandt Kattegat



og Østersøen gennem Øresund. Marine aflejringer fra omkring 10.000 år siden findes afsat omkring kote -25 m og dybere.

Undersøelsesområdet dækker dybder mellem ca. 6 m i den kystnære vest og sydvestlige del, til ca. 27 m i den østligste del af området (Figur 8-4).

Den sydlige del af Øresund Syd området er præget af en højtliggende kalkoverflade (Kridt-Danien) med et dække af moræneaflejringer. Området er et erosionsområde med ingen eller et meget tyndt sedimentdække. Der ses mange spor efter kraftig bundstrømning som langstrakte sandakkumulationer på læsiden af sten, der indikerer periodiske strømhastigheder på 1-2 m/s.



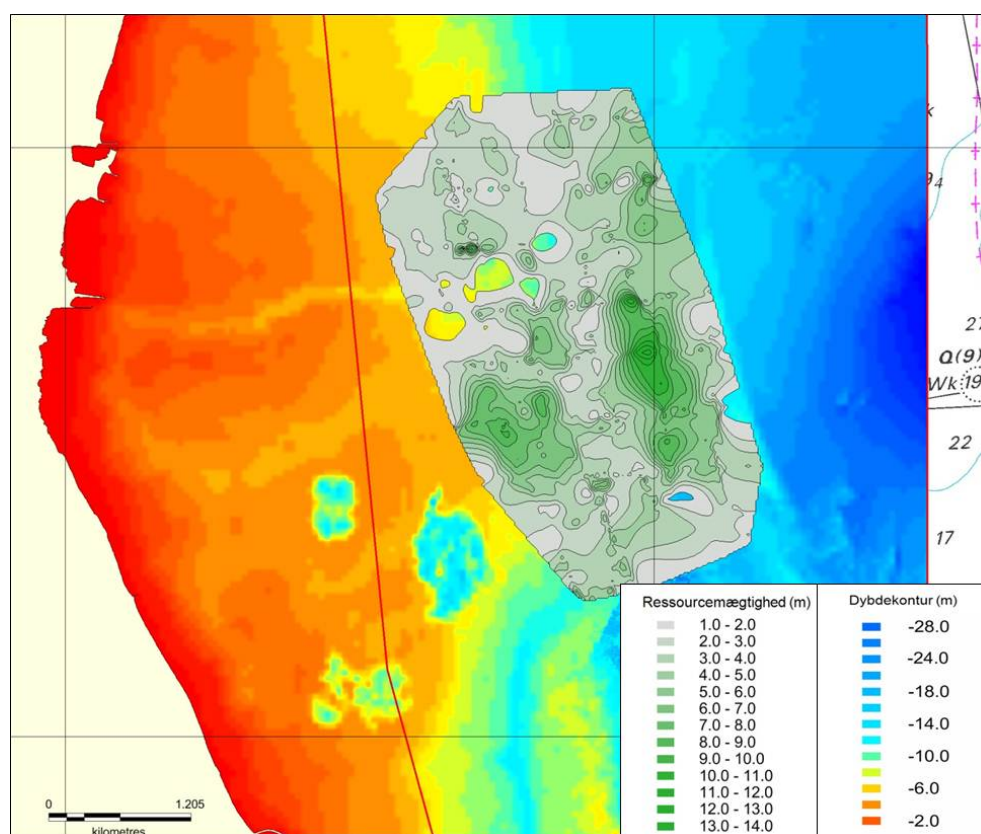
Figur 8-4 Dybdeforhold i undersøelsesområdet Øresund Syd er baseret på RTK korrigerede ekkolodsmålinger i forbindelse med dette survey. Bilag C2. Som baggrundskort er anvendt Søkort nr. 131 (Geodatastyrelsen).

Materialerne i de eksisterende indvindingsområder (Nivå Flak, Vedbæk og Skovshoved) består af smeltevandssedimenter aflejret foran en stagnerende gletsjerfront på land. Indenfor sådan en smeltevandsslette aflejres varierende kornstørrelser afhængig af afstanden til gletsjer fronten, hvor de groveste materialer findes tættest på fronten, mens materialerne må forventes at blive



gradvist finere og med forventede vertikale såvel som horisontale kornstørrelsesvariationer med stigende afstand fra fronten.

I den vestlige del af Nivå Bugt området viser dybdekortet øst-vest løbende, kanalformede strukturer i havbunden. Disse tolkes som bevarede dræneringskanaler fra Sjælland mod Øresund i afsmeltningsperioden i sidste del af Weichsel istiden. I kanalerne er der ført store mængder sediment ud i det nuværende Øresund, hvor der blev dannet aflejringskegler, som udgør både det eksisterende Nivå Flak indvindingsområde og det nye kortlagte ressourceområde Øresund-1 (Figur 8-5).



**Figur 8-5** Lokaliseringen af ressourceområde Øresund-1 i forhold til bathymetrien, hvor det ses, at dalsystemer i havbunden fortsætter ind i ressourceområdet. Som baggrundskort er anvendt Søkort nr. 131(Geodatastyrelsen)

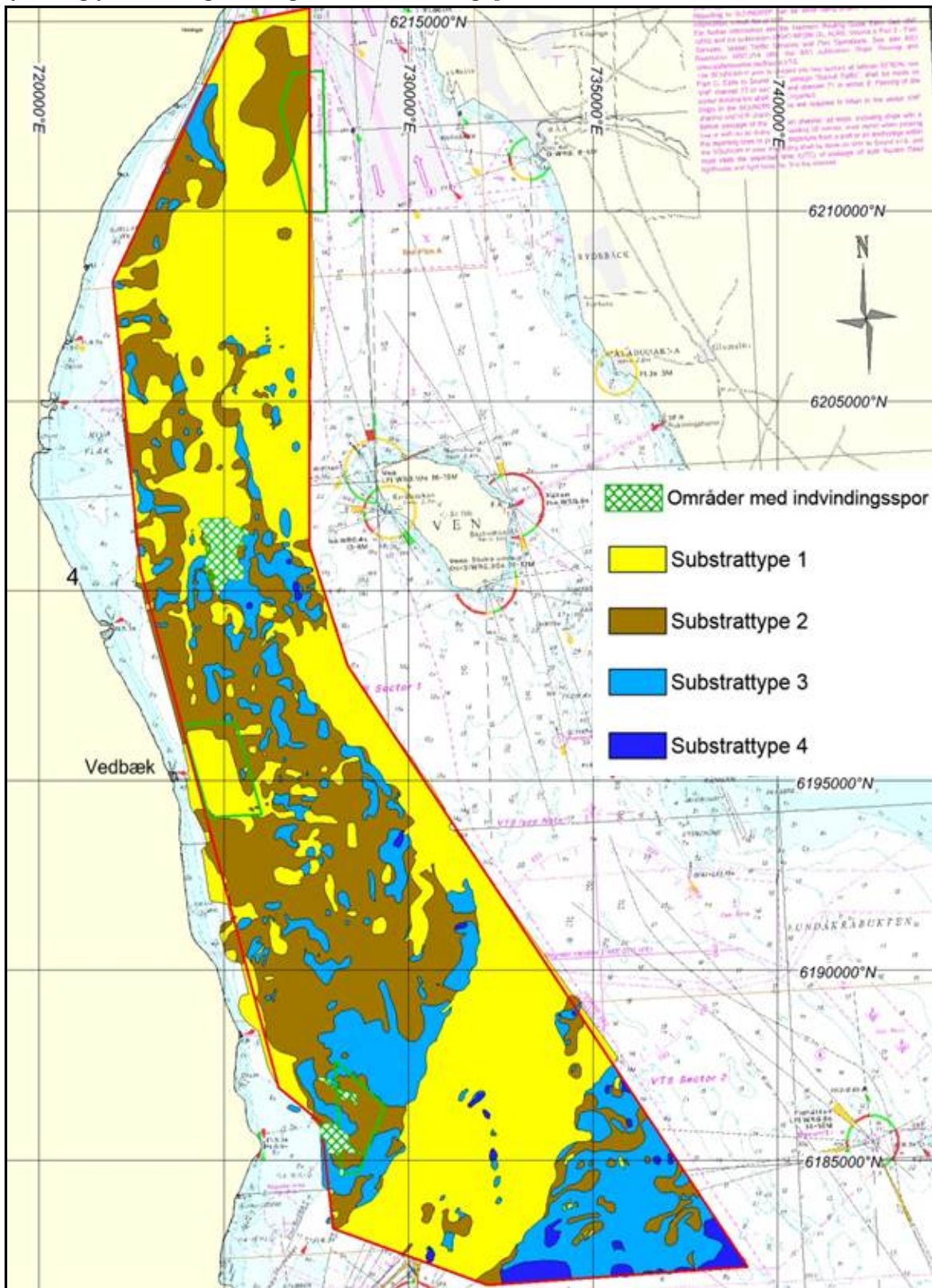
### 8.2.1 Bundforholdene

Der ses en generel sammenhæng mellem substrattyper og vanddybder i undersøgelsesområdet (Bilag C2 og D2). Områder med substrattyperne 2, 3 og 4 findes hovedsagelig på vanddybder mellem 6 og 13 m sammenfaldende med højtliggende moræneaflejringer (Figur 8-6). Bundsubstratet i områdets sydligøstlige del er domineret af moræneaflejringer med stenrev af substrattyperne 3 og 4.

Et eksempel på et side-scan sonar billede fra dette område er givet i Figur 8-7. Den sandede substrattype, som indeholder kornstørrelser fra groft sand til dyndet sand, findes generelt dybere end 14 m (Figur 8-5 og Bilag D2).

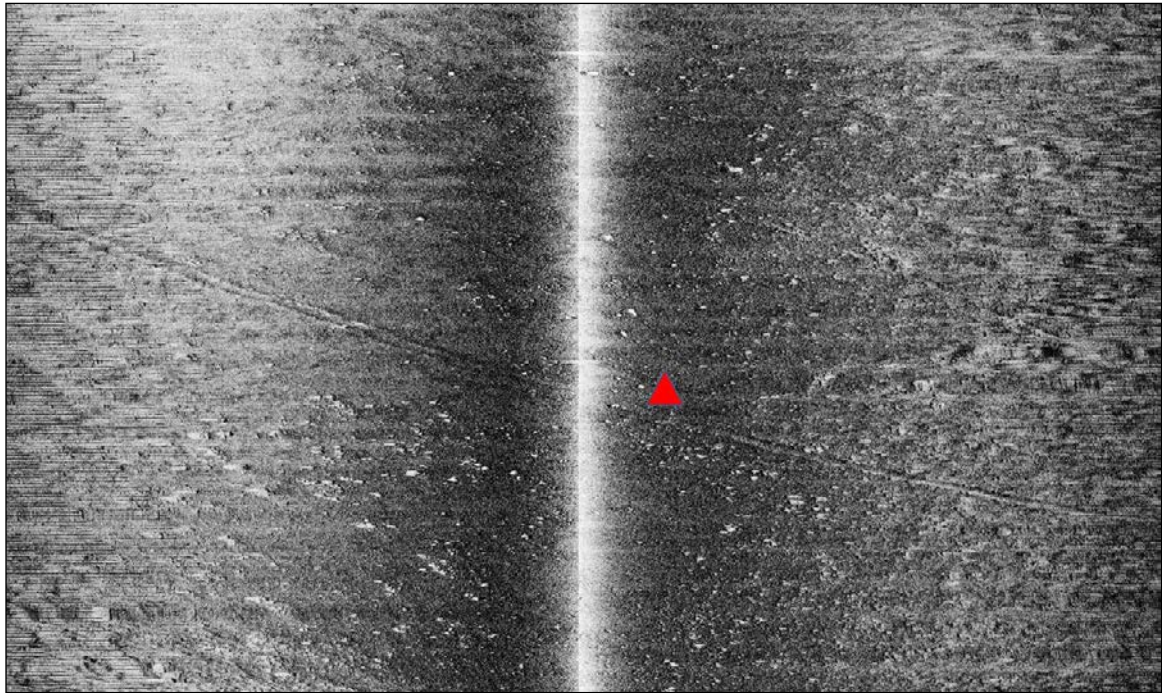
De relativt højtliggende glaciale aflejringer (substrattype 3 og 4) er i forbindelse med Litorinahavets transgression blevet eroderet, og de omlejrde sedimenter findes hovedsagelig

som finsand og sandet dynd på vanddybder større end 13-14 m. Lokalt findes sand dog aflejret som mobile bundformer og residual sedimenter på morænefladen. Disse udgør pga. af relative tynde lagtykkelser dog ikke noget ressourcemæssigt potentiale.



**Figur 8-6** Fordelingen af substrattyper på baggrund af de indsamlede data. Se også bilag D2. Som baggrundskort er anvendt Søkort nr. 131 (Geodatastyrelsen).

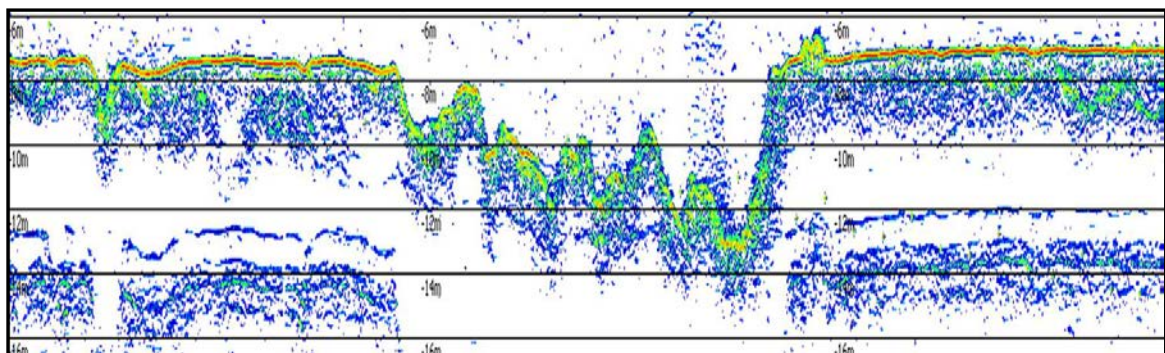




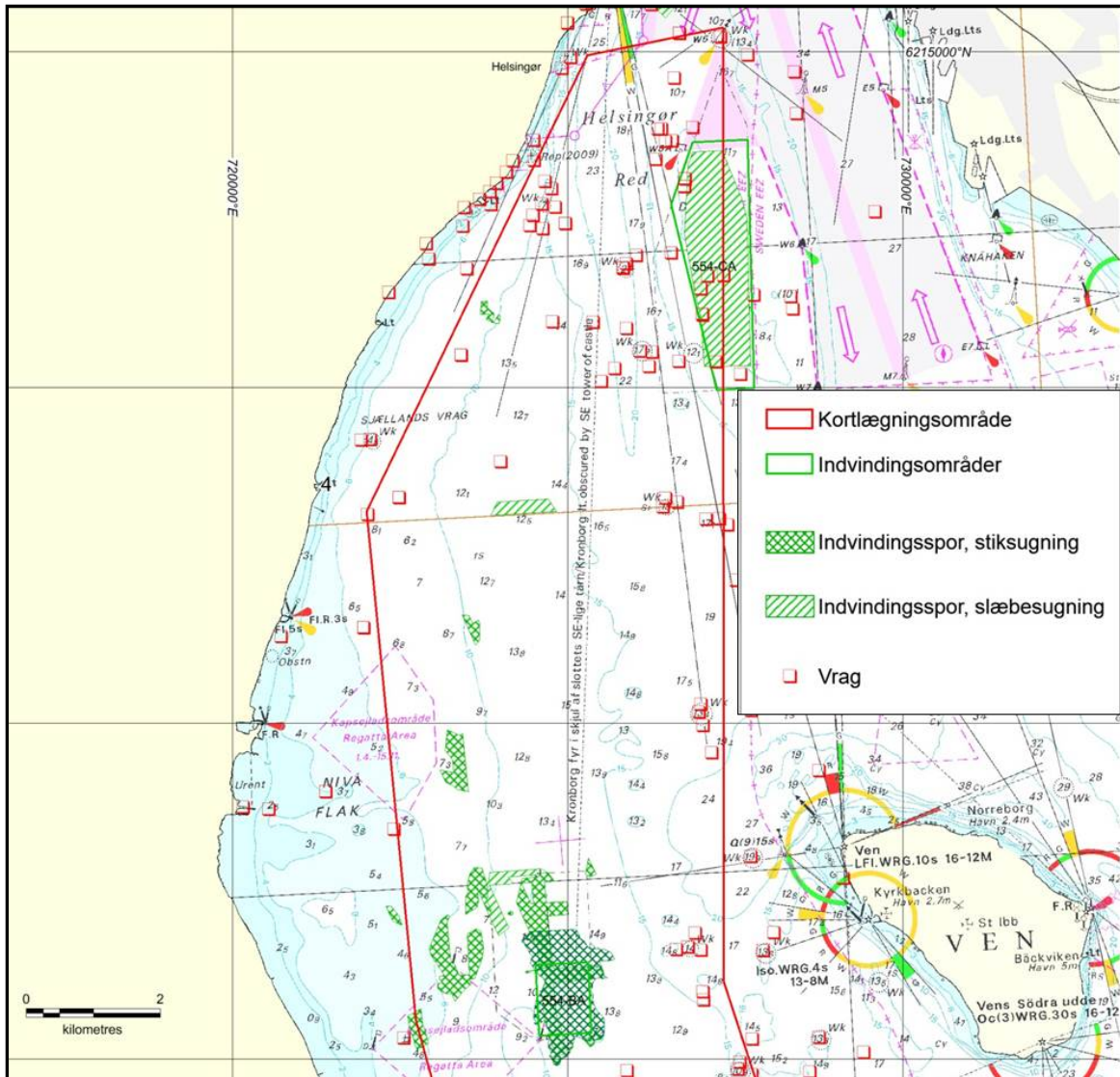
**Figur 8-7** Side-scan sonar billede med videotranssekt Or-Syd 017-2 (rød trekant) fra områdets sydøstlige del. Billedet viser et område med stenet bund (substrattype 3), der gradvist bliver mere gruset og sandet (lysere) øverst i billedet. Billedet dækker et udsnit på ca. 200 x 200 m.

### 8.2.2 Menneskelig aktivitet

Mange steder indenfor det kortlagte område findes spor efter råstofindvinding (se eksempel i Figur 8-8). Som forventet findes der tydelige spor efter indvinding indenfor de fire udlagte indvindingsområder (Figur 8-6), men også udenfor disse områder, er havbunden præget af indvindingsspor (Figur 8-9 og Bilag E2.1 og E2.2).



**Figur 8-8** Seismisk optagelse fra Innomar-systemet af et ca. 7 m dybt stiksugehul i Skovshoved indvindingsområdet.



**Figur 8-9** Spor efter menneskelig aktivitet på havbunden i den nordlige halvdel af undersøgelsesområdet. Områder med grøn kryds-skravering betegner områder med markante, dybere indvindingsspor efter stiksugning. Grøn enkel-skravering angiver områder med spor fra slæbesugning. Vrag er angivet med rød/hvide bokse. Som baggrundskort er anvendt Søkort nr. 131 (Geodatastyrelsen).

I Kulturstyrelsens vragdatabase er der registreret i alt 116 vrag indenfor undersøgelsesområdet (Figur 8-9). Syv af disse er beliggende indenfor Disken området, to indenfor ressourceområde Øresund Syd-2 og tre indenfor ressourceområde Øresund-3.

I områdets sydvestlige del er der registreret utallige spor i havbunden efter opankringer (eksempel ses på Figur 8-10). Området er udlagt på søkortet som "Københavns Red".





**Figur 8-10** Side- scan sonar billede af opankringsspor. Billedet dækker et område på ca. 200 x 200 m.

### **8.3 Råstoffer i området Øresund Syd**

Ressourcemæssigt er Øresund præget af smeltevandsaflejringer og holocæne aflejringer. Smeltevandssedimenterne findes i udfyldte smeltevandssdale, der ofte har et kompleks forløb. Denne ressourcestype består typisk af en blanding af smeltevandssand, -grus og småsten vekslede med lag af mere finkornede materialer. Aflejringsforholdene gør, at det kan være vanskeligt at forudsige præcist, hvordan de finkornede lag fordeler sig indenfor det enkelte ressourceområde. Boringer viser dog, at der findes gode ressourcekvaliteter indenfor de afgrænsede områder. De holocæne aflejringer bestående af marint, velsorteret sand, findes i områdets østlige del.

Kortlægningen er foretaget i et sejllinjet tæt nok til at ressourcer, der tolket langs de enkelte seismiske linjer, har kunnet afgrænses og deres rumlige udstrækning og mægtighed afbildes vha. interpolation/gridning. Ny boringsdata fra positioner udvalgt på basis af de seismiske resultater samt eksisterende arkiv boringsdata har været benyttet til at understøtte tolkningen. Herudover har kornstørrelsesanalyser af boringsmaterialet været brugt til at karakterisere ressourceforekomsternes type og kvalitet.

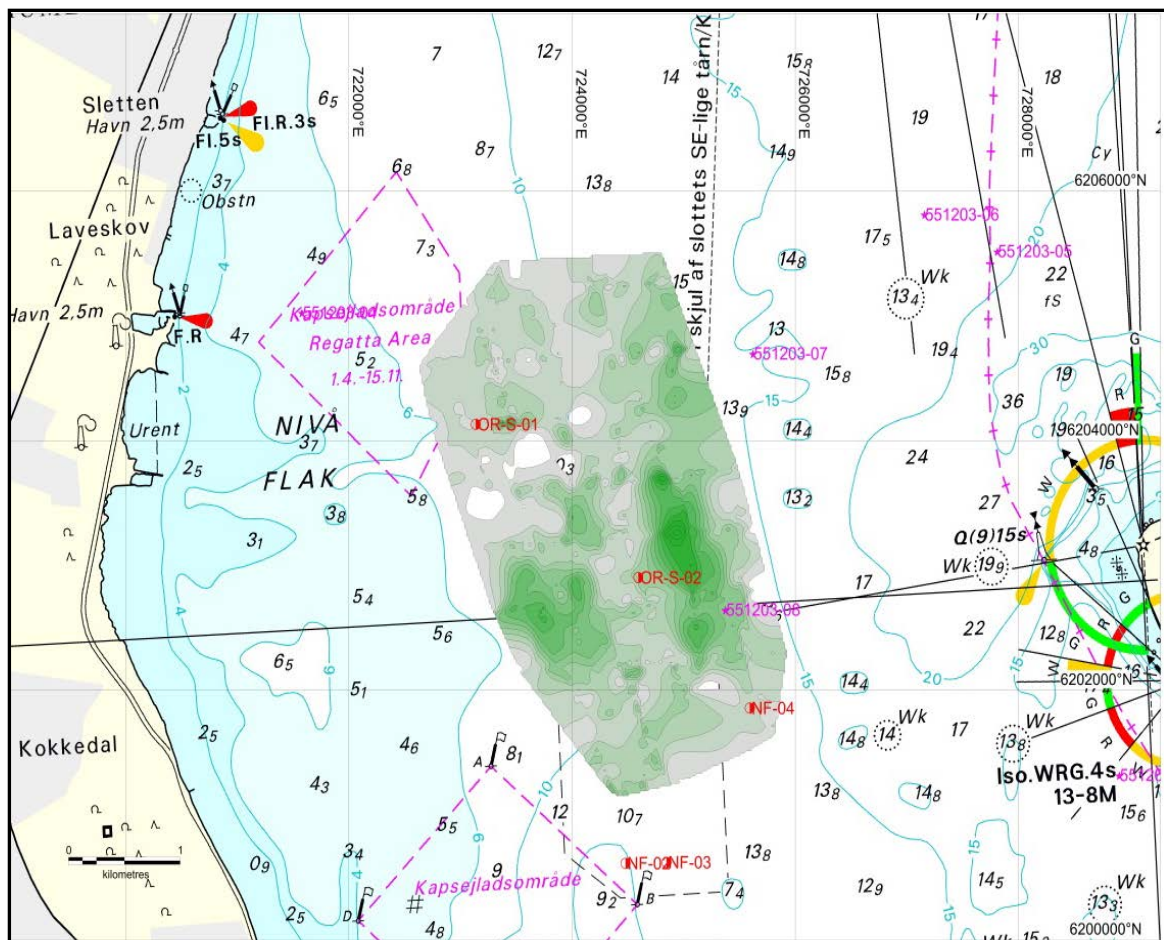
Nedenfor følger en beskrivelse af de enkelte områder.

#### **8.3.1 Ressourceområde Øresund-1**

Ressourcen, der er beliggende mellem Nivå og Ven, udgør den østlige del af Nivå Flak nordvest for det eksisterende Nivå Flak indvindingsområde. Den kortlagte ressource ligger på vanddybder mellem 7 og 20 m. Aflejringerne består af sandede og grusede smeltevandssedimenter. I boring ORS-1 er der gennemboret ca. 2 m fint-mellemkornet smeltevandssand aflejret over moræner. Der er udført 2 sigteanalyser fra denne boring (se Bilag O), der indikerer en dominans af finkornet sand med en svag coarsing-upward tendens i boringen. I boring ORS-2 (Figur 8-12) er der gennemboret 1,40 m aflejringer af grus og småsten. En sigteanalyse i niveauet 2,00 -2,80 m

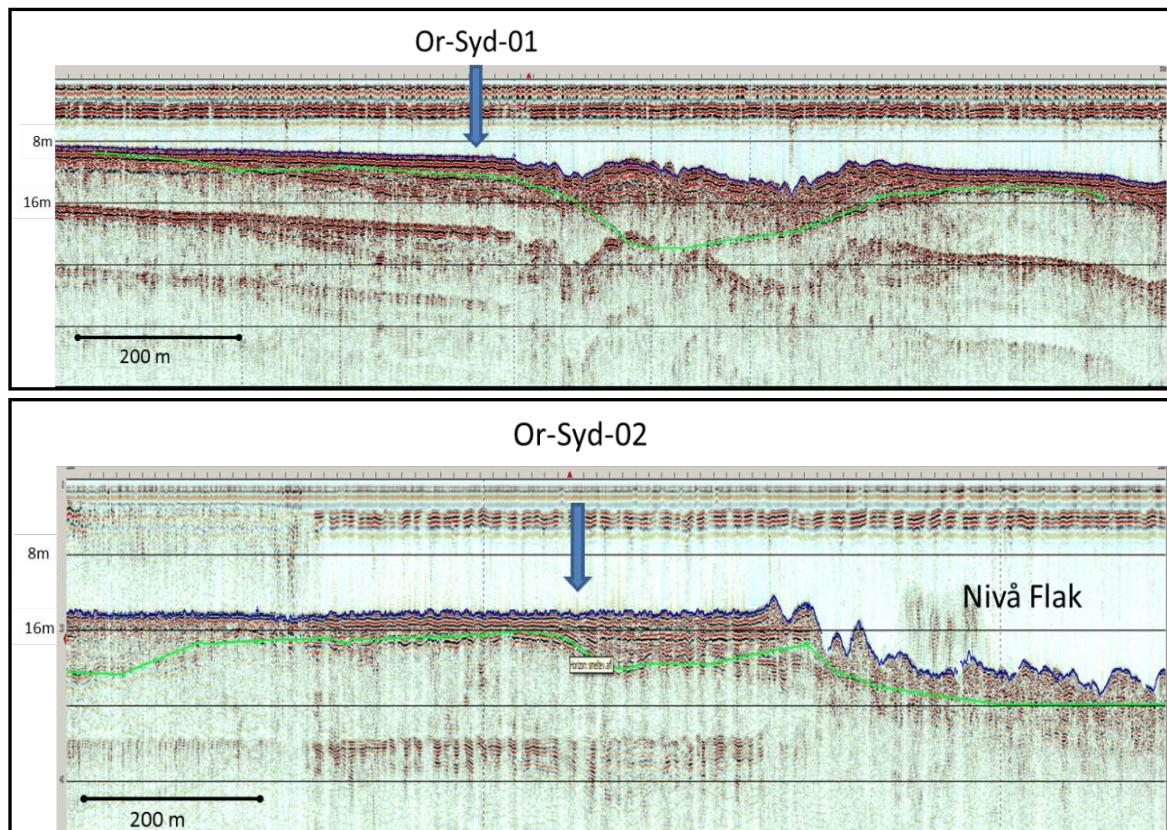
indikerer mellem-groft sand med et grus indhold på 28 %. Ressourcen har en maksimal tykkelse på 13 m og volumenet er på baggrund af de seismiske tolkninger beregnet til 45 mio. m<sup>3</sup> (Figur 8-11 og Bilag F2.1). Ressourcen er en del af et system af smeltvandaflejringer omkring Nivå Flak, der er afsat af smeltvandsfloder, som dræned vand fra den stagnerende gletsjerfront mod øst ud i Øresund. De største tykkelser findes som udfyldninger af kanalstrukturen, men som en del af et flettet flodsystem har en eller flere af disse kanaler ændret løb, og derved til tider eroderet i de allerede aflejrede sedimenter.

Indenfor det eksisterende, nærliggende indvindingsområde 554-BA Nivå Flak er der indvundet både sand, grus og fyldsand. Der er derfor en forventning til, at den kortlagte ressource indeholder lignede kvaliteter.



**Figur 8-11** Udstrækning og tykkelse af ressourceområde Øresund-1. Som baggrundskort er anvendt Søkort nr. 131 (Geodatastyrelsen).



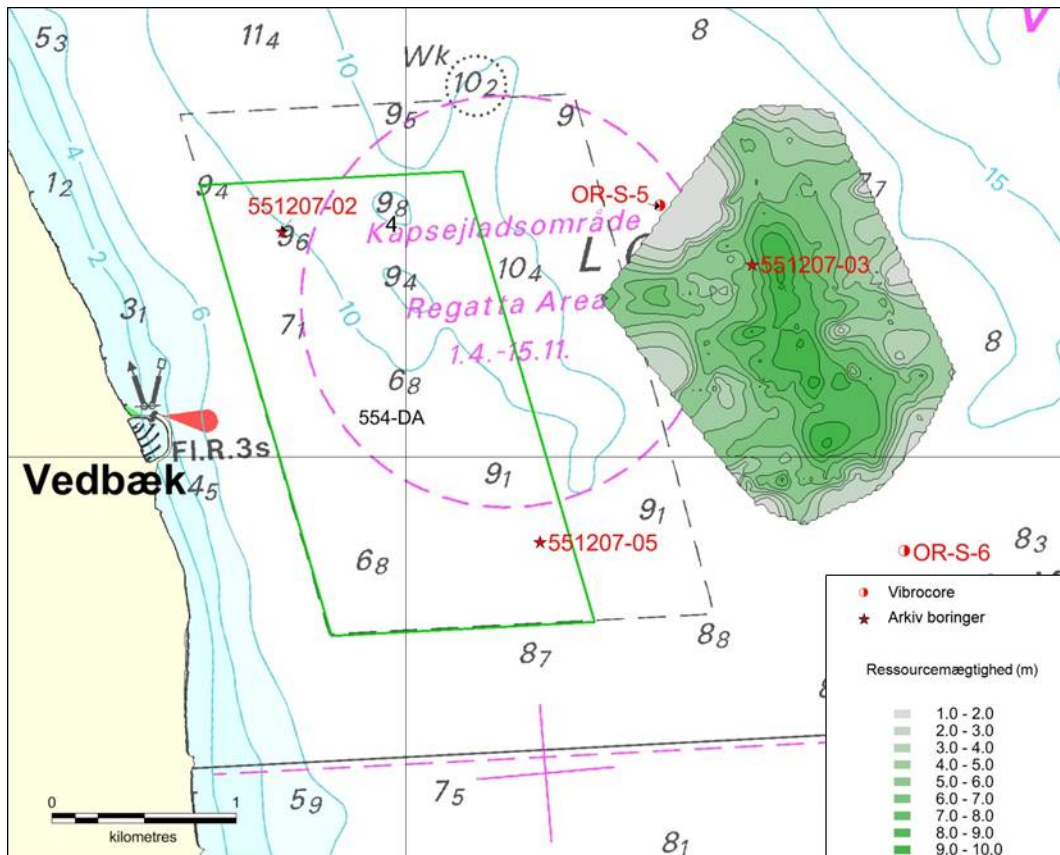


**Figur 8-12** Seismiske eksempler fra ressourceområde Øresund-1 i Øresund Syd. (linje OS-049 øverst og linje OS-075 nederst). Ressourcen ses at grænse op til moræneområde mod venstre. Der ses her spor efter tidligere stiksugning i indvindingsområdet 554-BA Nivå Flak. Boringerne ORS-1 og ORS-2 placeringerne fremgår af figuren. Den grønne linje angiver bunden af ressourcen, smeltvandssand på moræneler.

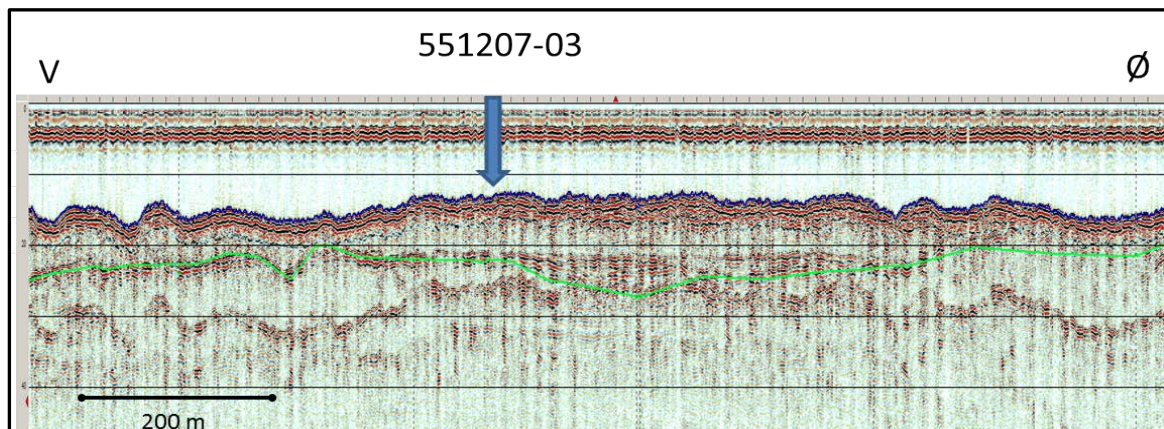
### 8.3.2 Ressourceområde Øresund-2

En ressource af samme type som ressource Øresund-1 bestående af vekslende lag af smeltvandssedimenter. Vanddybderne i ressourceområdet ligger mellem 8 og 14 m. Fra en ældre boring 551207-03 fremgår det, at der findes minimum 2,3 m grovkornede smeltvandssedimenter af sand, grus og sten (Figur 8-13 og Figur 8-14).

Boringen har ikke gennemboret ressourcen, så ud fra de seismiske registreringer vurderes det, at der findes en fortsættelse af ressourcen i niveauer dybere end denne boring. Ressourceområdet kan betragtes som en forlængelse mod øst af indvindingsområdet 554-DA Vedbæk, hvorfra der primært er indvundet fyldsand. Der er på baggrund af de seismiske tolkninger estimeret et volumen på 18 mio. m<sup>3</sup>, hvor der er en begrundet forventning til, at ressourceområde Øresund-2 også indeholder råstofkvaliteter af grus og sten.



**Figur 8-13** Udbredelse og tykkelse af ressourceområde Øresund-2. Se Bilag F2.2. Som baggrundskort er anvendt Søkort nr. 131 (Geodatastyrelsen).



**Figur 8-14** Eksempel på tolket sparker profil gennem ressourceområde Øresund-2 (linje OS-071) med boring 551207-03 indplaceret. Den grønne linje angiver bunden af ressourcen.

### 8.3.3 Ressourceområde Øresund-3

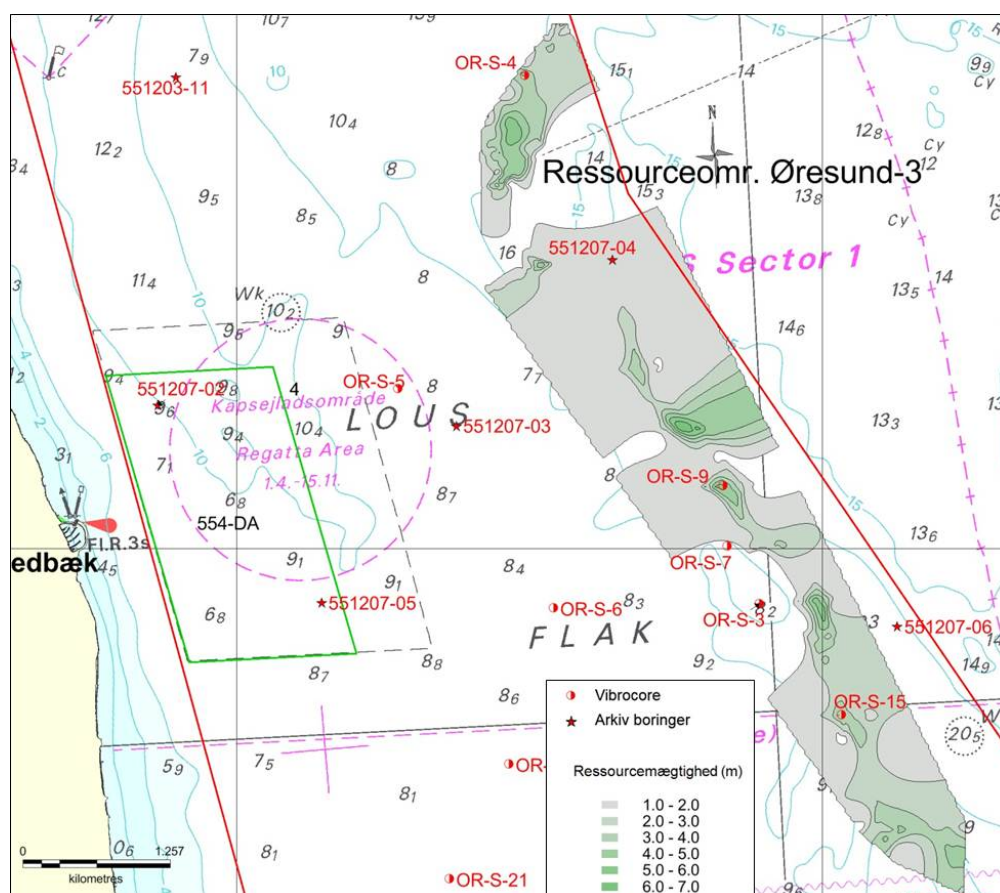
Ressourceområdet er beliggende i den østligste del af det kortlagte område, på kanten til den dybere del af Øresund, på vanddybder mellem 9 og 20 m (Figur 8-15). Mod vest afgrænses ressourceområdet af moræneaflejringer. De seismiske data antyder, at der kan findes grovere kystaflejringer tæt på morænen, men det er ikke dokumenteret fra borer i denne undersøgelse. Ressourcen er sammensat af flere sedimenttyper. I toppen marint sand der nedefter går over i vekslende lag af smeltevandssedimenter. I østlig retning bliver ressourcen gradvis mere og mere finkornet og med stigende dybde også med indslag af silt.



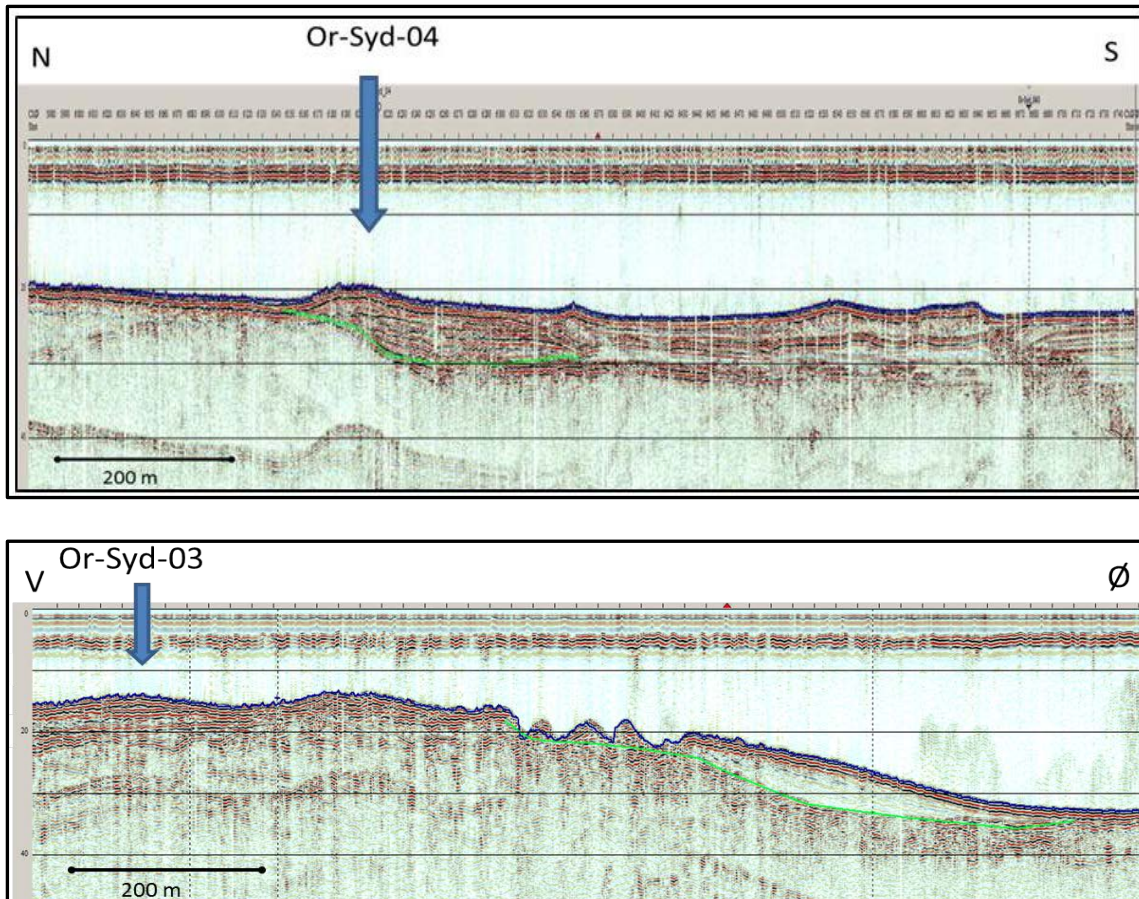
I den nordlige del er den præget af marint sand, som det ses af boring ORS-04 (Figur 8-16). Sigteanalyser af de øverste 2 m indikerer dog et dårligt sorteret sediment af fin-groft sand med et grus indhold på ca. 10% og et finstofindhold på ca. 16%. Kildeområdet til denne del tolkes at være de nærliggende glaciale aflejringer. Denne del af ressourcen kategoriseres derfor som fyldsand.

Af den seismiske sparker linje Or-Syd- 038B (Figur 8-16) og Figur 8-15 ses placeringen af boring ORS-03, der indeholder 1,5 m finkornede smeltevandssedimenter over moræneler. Endvidere ses af samme seismiske profil en transparent sediment akkumulation på vanddybder mellem 16 og 25 m. Den øverste del af denne har spor efter stiksugning. Ud fra disse observationer konkluderes det, at denne del af ressourceområdet udgør en potentiel ressource af marint sand, der gradvist bliver finere med stigende dybde. Ud fra den seismiske geometri og det seismiske refleksionsmønster antages det, at denne del af ressourcen er af samme type som dokumenteret i boring ORS-04.

I den sydlige del består ressourcen af smeltevandssand, der dog kan være dækket af marint sand og/eller dynd. I boring ORS-15, der har gennemboret ressourcen, ses 2 m mellem – groft smeltevandssand over morænegrus med et dæklag (overjord) af 2 m marint finsand og dynd. Med udgangspunkt i de seismiske data er forekomsten Ressource 3 kortlagt (Figur 8-15) og det samlede volumen på råstofferne er estimeret til 21 mio. m<sup>3</sup>.



**Figur 8-15** Udbredelse og tykkelse af ressourceområde Øresund-3. Se Bilag F2.3. Som baggrundskort er anvendt Søkort nr. 131 (Geodatastyrelsen).



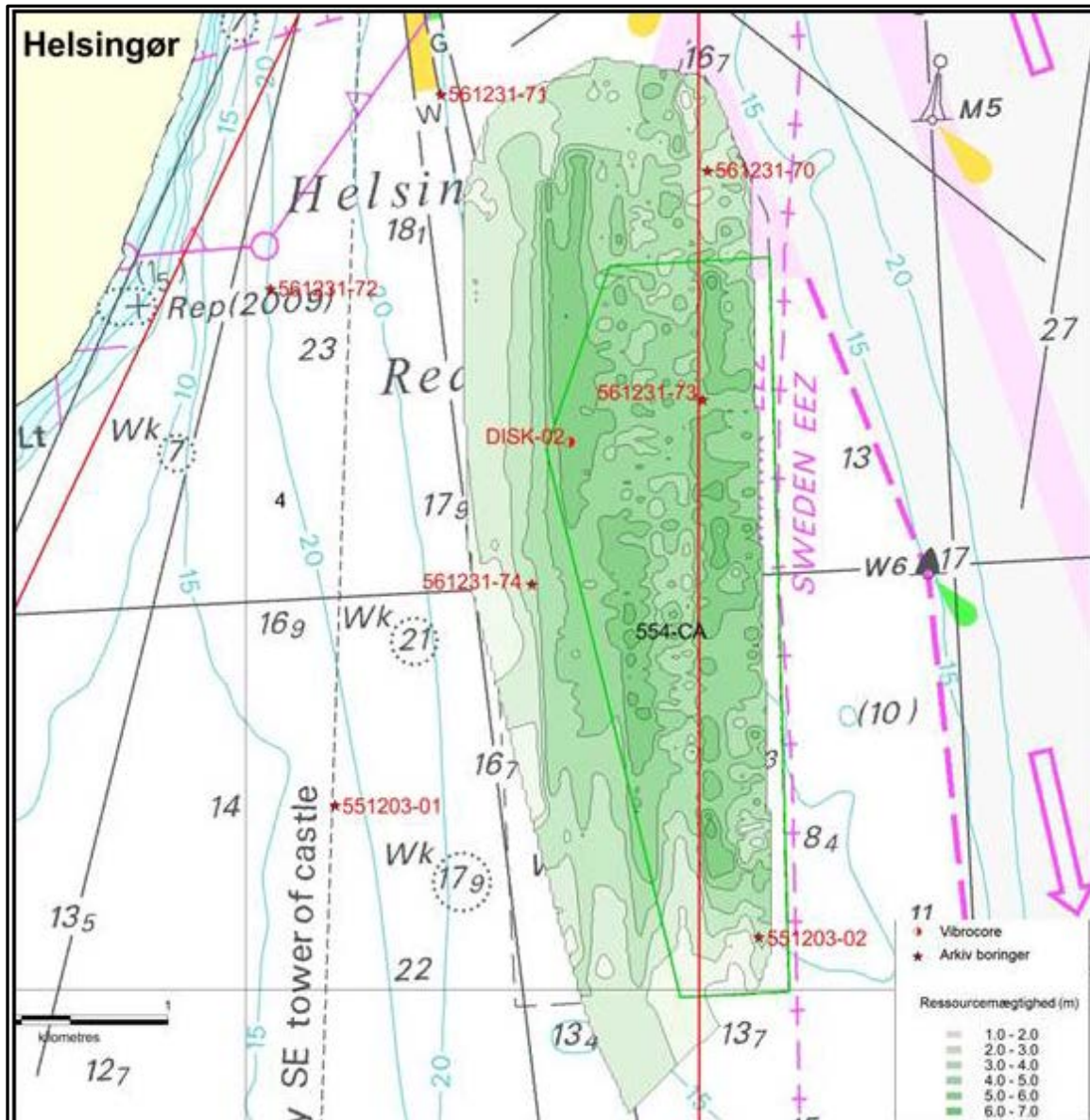
**Figur 8-16** Seismiske eksempler på ressourceområde Øresund-3. Øverst sparker linje Or-Syd-086, nederst sparker linje Or-Syd-038B, med borerne ORS-03 og ORS-4 indplaceret. Den grønne horisont angiver bunden af ressourcen

### 8.3.4 Ressourceområde Disken

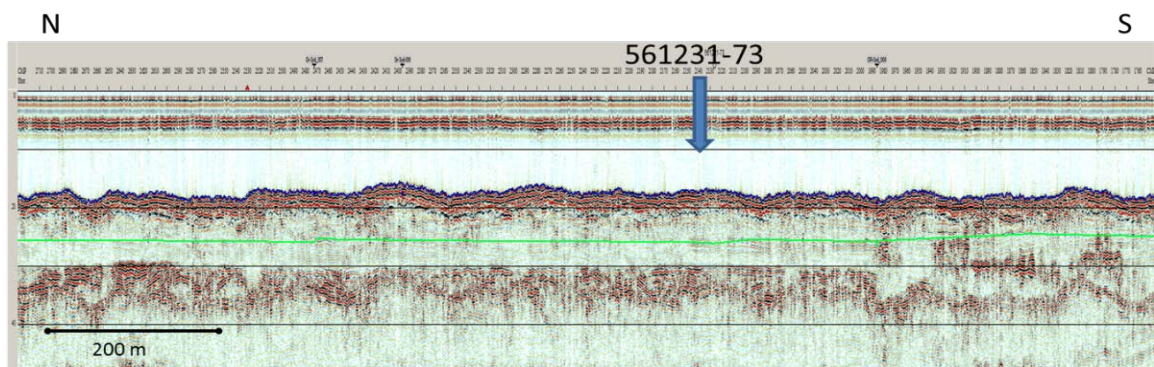
Ressourceområdet, Disken, er et holocænt marint flak bestående af velsorteret fint-mellemkornet sand på vanddybder mellem 10 og 17 m. Området er præget af intens råstofindvinding fra slæbesugning. Fra ældre borer i området udført af GEO i 1974: 551203-02, 551231-74, 561231-73 og 561231-70 (Figur 8-18) og en ny boring boret i dette projekt (Disk-02) er det dokumenteret, at der findes op til 7 m finsandede aflejringer, der nedefter bliver finere og efterhånden siltholdige. Afgrænsningen af ressourcen nedefter er i denne undersøgelse fastlagt ved toppen af en horisontal reflektor, der samtidig er toppen af en lamineret enhed, som antages at repræsentere den siltede del af forekomsten.

Med udgangspunkt i de seismiske data er forekomsten på Disken kortlagt (Figur 8-17) og det samlede volumen på råstofferne er estimeret til 37 mio. m<sup>3</sup>.





**Figur 8-17** Udbredelse og tykkelse af ressourceområde Disken. Se Bilag F2.4. Som baggrundskort er anvendt Søkort nr. 131 (Geodatastyrelsen).

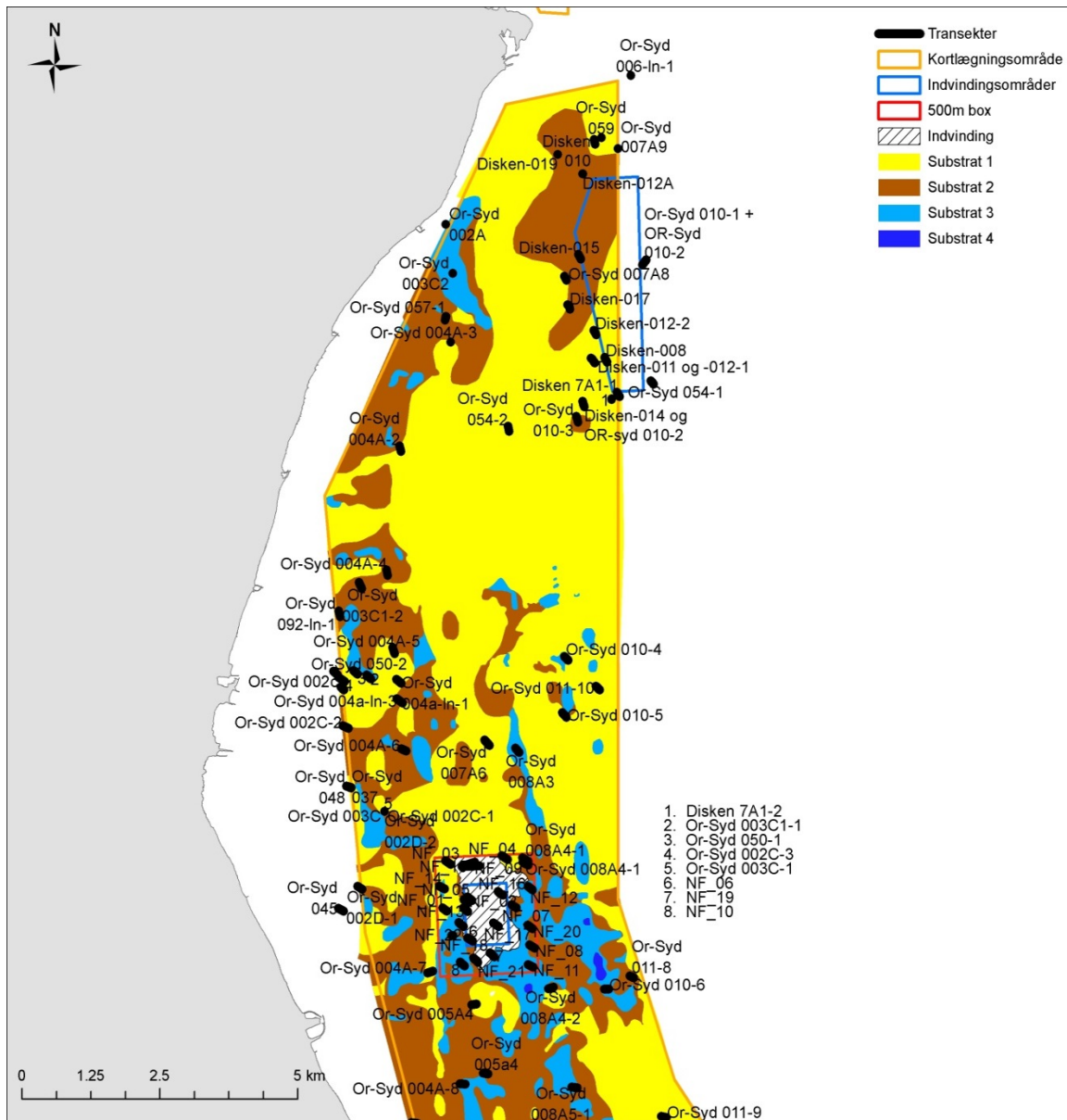


**Figur 8-18** Seismisk sparker profil gennem ressourceområdet Disken. Boring 561231-73 er indplaceret. Boringen viser at der findes 6,5 m fint-mellemkornet marint sand over 2 m gytjeholdigt marint silt.

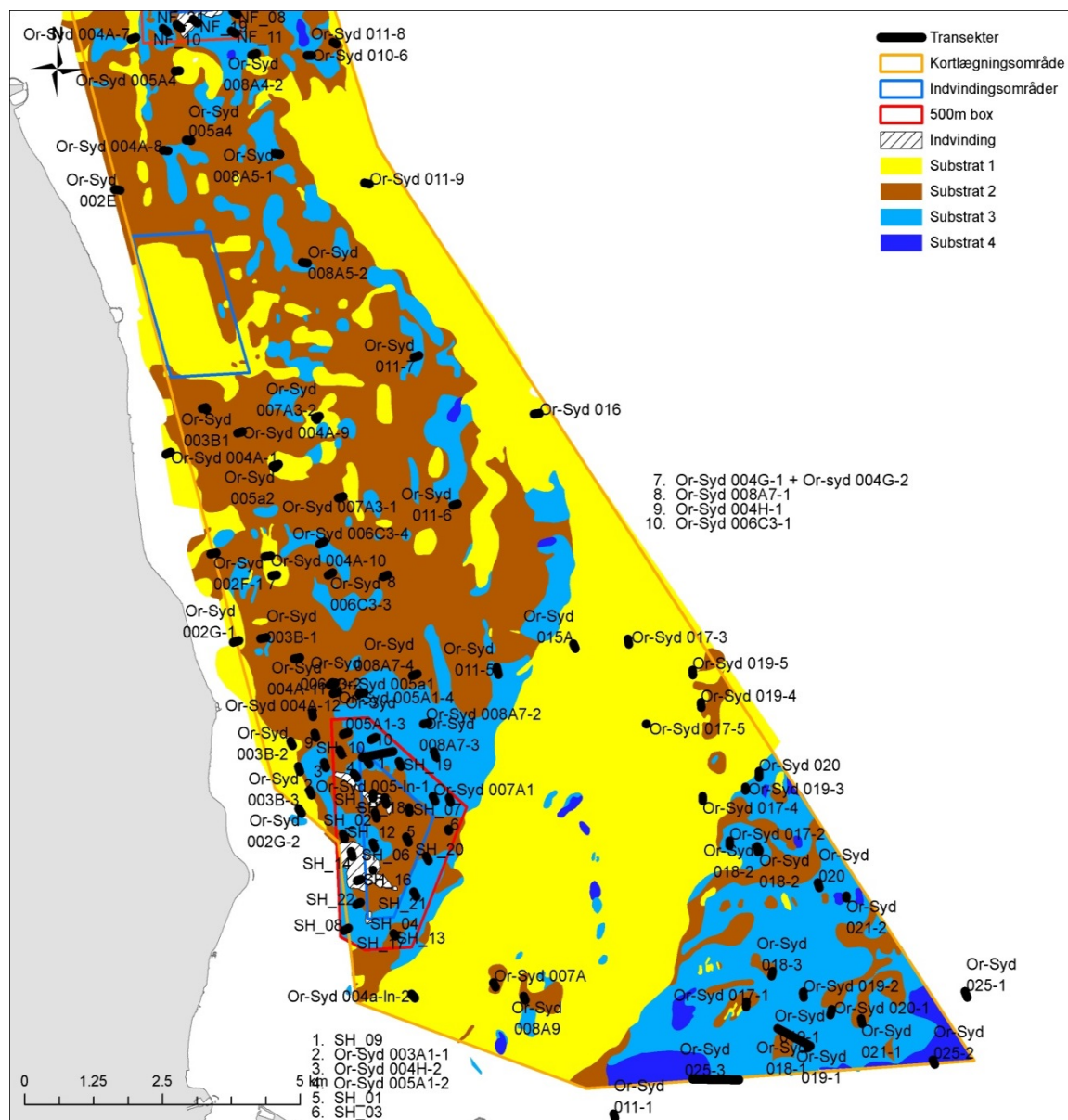


## 8.4 Kortlægning af biologiske nøglekomponenter i Øresund Syd

Der blev gennemført videoundersøgelser på 106 transekter uden for indvindingsområderne i Øresund Syd. Undersøgelserne blev gennemført i dybdeintervallet fra 5 til 26 m's dybde. Den geografiske fordeling af transekterne og deres placering på substrattyper i området er vist på Figur 8-19 og Figur 8-20.



**Figur 8-19** Videotransekternes fordeling i forhold til de kortlagte geologiske havbundstyper i den nordlige del af det centrale Øresund. Transektnavne der ikke kunne på plads på kortet pga overlap med andre er angivet med et nummer. Ved siden af kortet kan nummeret omsættes til det korrekte navn. Se Bilag H2.1.



**Figur 8-20** Video transekternes fordeling i forhold til de kortlagte geologiske havbundstyper i den sydlige del af det Øresund Syd. Transekt navne der ikke kunne få plads på kortet pga. overlappet med andre er angivet med et nummer. Ved siden af kortet kan nummeret omsættes til det korrekte navn. Se Bilag H2.2.

De 106 transekter kunne opdeles i 130 deltransekter, hver med sin substrattype i henhold til Naturstyrelsens definition (Tabel 8-1). Resultaterne af tolkningerne af de gennemførte videotransekter fremgår af Bilag P.

Dybdeinterval (m)	Substrattype					Samlet antal
	1a	1b	2	3	4	
5-6		3				3
6-7		12	5			17
7-8		12	5		1	18
8-9		8	6			14
9-10		3	4	4	1	12
10-11		6	6		3	15
11-12	1	2	2		1	6
12-13		2	2	2		6

13-14		2	3	2	4	11
14-15		6	1	1		8
15-16	1	4	1			6
17-18		3	2	1	1	7
18-19	1		1			2
21-22	1					1
25-26	1					1
Skråninger (m)						
7-13			1			1
7-9				1		1
16-19		1				1
Samlet antal	5	65	38	11	11	130

**Tabel 8-1** Fordeling af de tolkede data fra transekter/deltransekter fordelt på substrattyper og dybdeintervaller. I tre tilfælde er dybde intervallerne større da data er indsamlet på skråninger.

I tilgift blev der gennemført 12 videotransekter (samlet 20 deltransekter) i nærområdet rundt om det lukkede indvindingsområde Disken i det nordlige centrale Øresund. Disse transekter ligger principielt i en bufferzone rundt om Disken og vil derfor blive behandlet i et særligt afsnit til sidst. En detaljeret beskrivelse af sedimentsammensætningen, dybdeforhold og det biologiske indhold af synlige større epibentiske organismer på de enkelte stationer fremgår af Bilag P.

Beskrivelsen af forekomsten af biologiske nøglekomponenter som ålegræs, makroalger og blåmuslinger er baseret på de gennemførte videotransekter samt den potentielle udbredelse af ålegræs baseret på en model for artens udbredelse. I beskrivelserne er der kun anvendt data fra videotransekterne som ligger uden for indvindingsområderne og en tilhørende bufferzone på 500 m omkring Nivå Flak, Skovshoved Flak og Disken. Bemærk også, at der ikke er placeret transekter i det store indvindingsområde ud for Vedbæk.

## 8.5 Observerede og modellerede forekomster af epibentiske biologiske komponenter

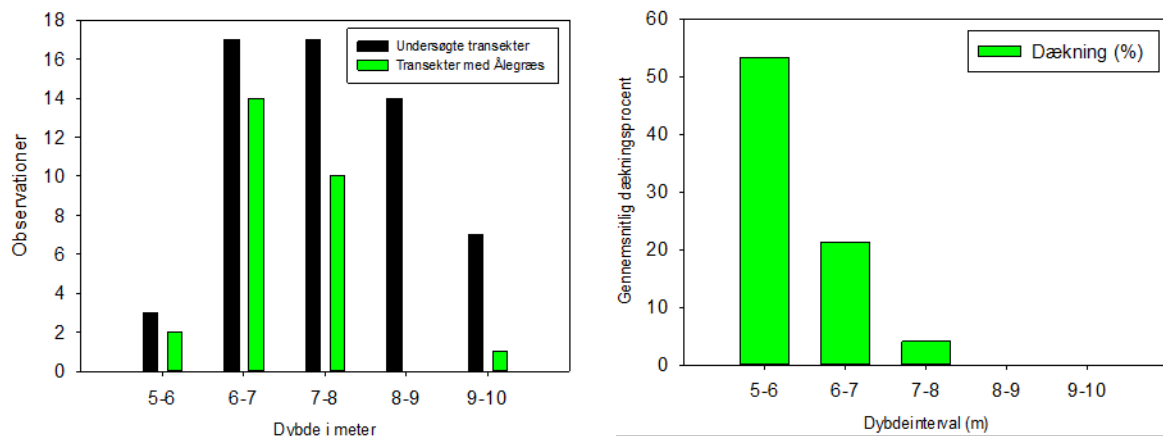
### 8.5.1 Ålegræs

Ålegræs forekommer på sandede substrattyper i relativt lavvandede områder. Forekomsten af ålegræs kan variere fra tætte bede til mere spredte planter. Ålegræs bestanden har været trængt i mange år med reduceret dybde udbredelse pga. forringede vækstvilkår men inden for de seneste år har der været tegn på bedring (Riemann et al. 2015).

Ud af de undersøgte transekter blev ålegræs registreret på 27 forskellige områder og ned til en vanddybde på 9 meter. Ålegræs blev observeret meget hyppigt på transekter i 5-6 m's og 6-7 m's dybde (Figur 8-21 TV) og i mindre grad på 7-8 m's dybde.

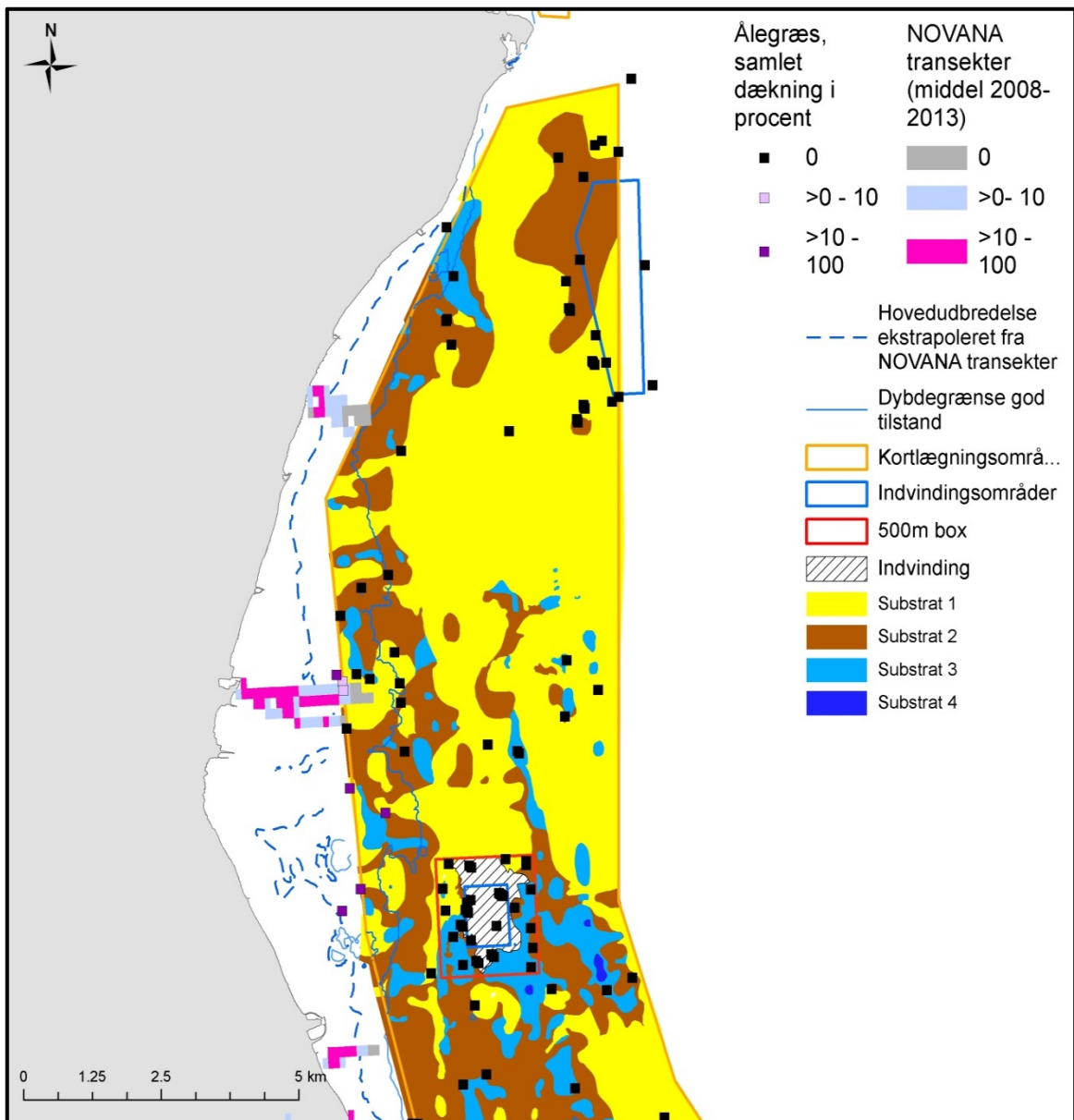
På de lavere vanddybder 5-7 m hvor ålegræs forekom, varierede dækningen markant fra spredte individer til tætte ålegræsenge fra transekt til transekt og mellem deltransekter. Meget tætte bede med >70% dækning blev observeret på 4 transekter og dækninger mellem 10 og 70% blev registreret på yderligere 8 transekter. På et transekt dybere end 7 m var der en tæt bestand af ålegræs med en dækning på 50 %.

Den gennemsnitlige dækning af ålegræs fordelt på dybdeintervaller er vist i Figur 8-21 TH.



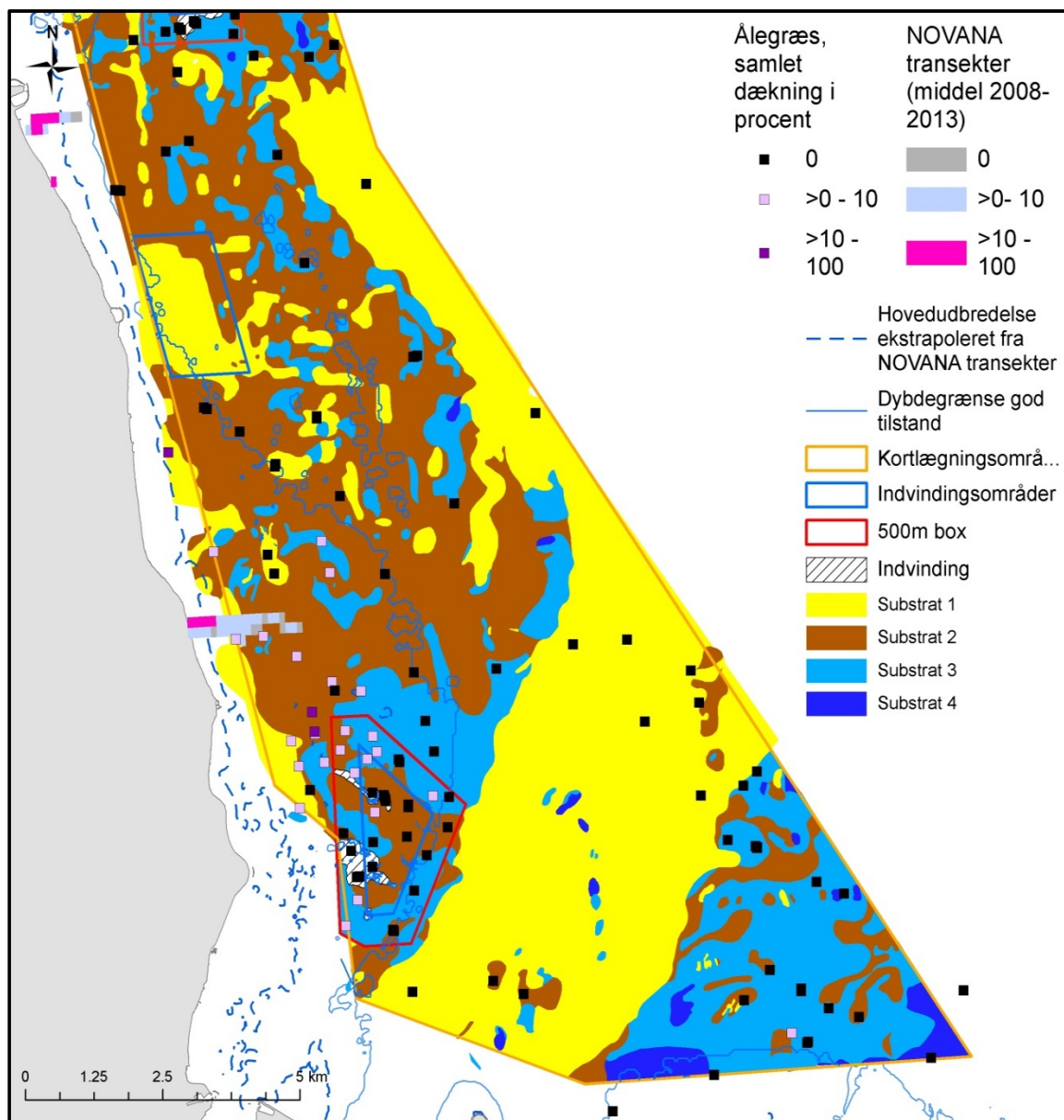
**Figur 8-21** TV: Observationer af ålegræs i forhold til antal undersøgte transekter/deltransekter fordelt på dybdeintervaller i det centrale Øresund for substrattyperne 1, 2 og 3. TH: Den gennemsnitlige dækning af ålegræs fordelt på dybdeintervaller på substrattyperne 1, 2 og 3. Den enkelte observation i dybdeintervallet 9-10 m var for lille til gengivelse.

Den rumlige fordeling af både observerede ålegræs fra NOVANA overvågningstransekterne og dette projekts videotransekter fordelt på substrattyper samt den modellerede mulige udbredelse af ålegræs i Øresund Syd er vist i Figur 8-22 og Figur 8-23.



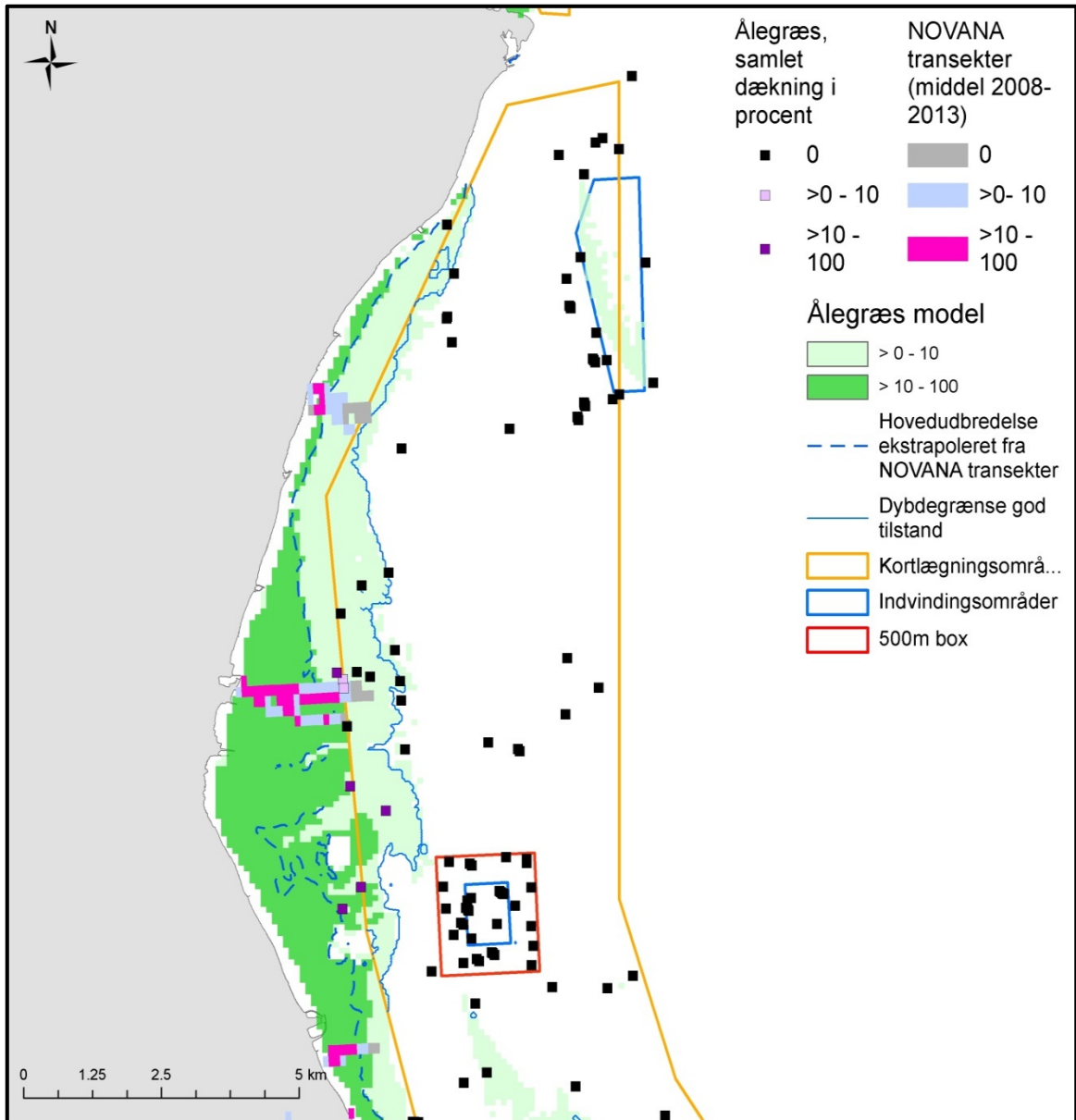
**Figur 8-22** Udbredelse af ålegræs i den nordlige del af Øresund Syd på baggrund af kortlagte substrattyper. Kortet viser dels observeret udbredelse af ålegræs på videotransekter og NOVANA stationer samt dybdegrænsen for god miljøtilstand i henhold til udkast til vandområdeplaner 2015-21 (Anon 2014). Se Bilag K2.1.1.



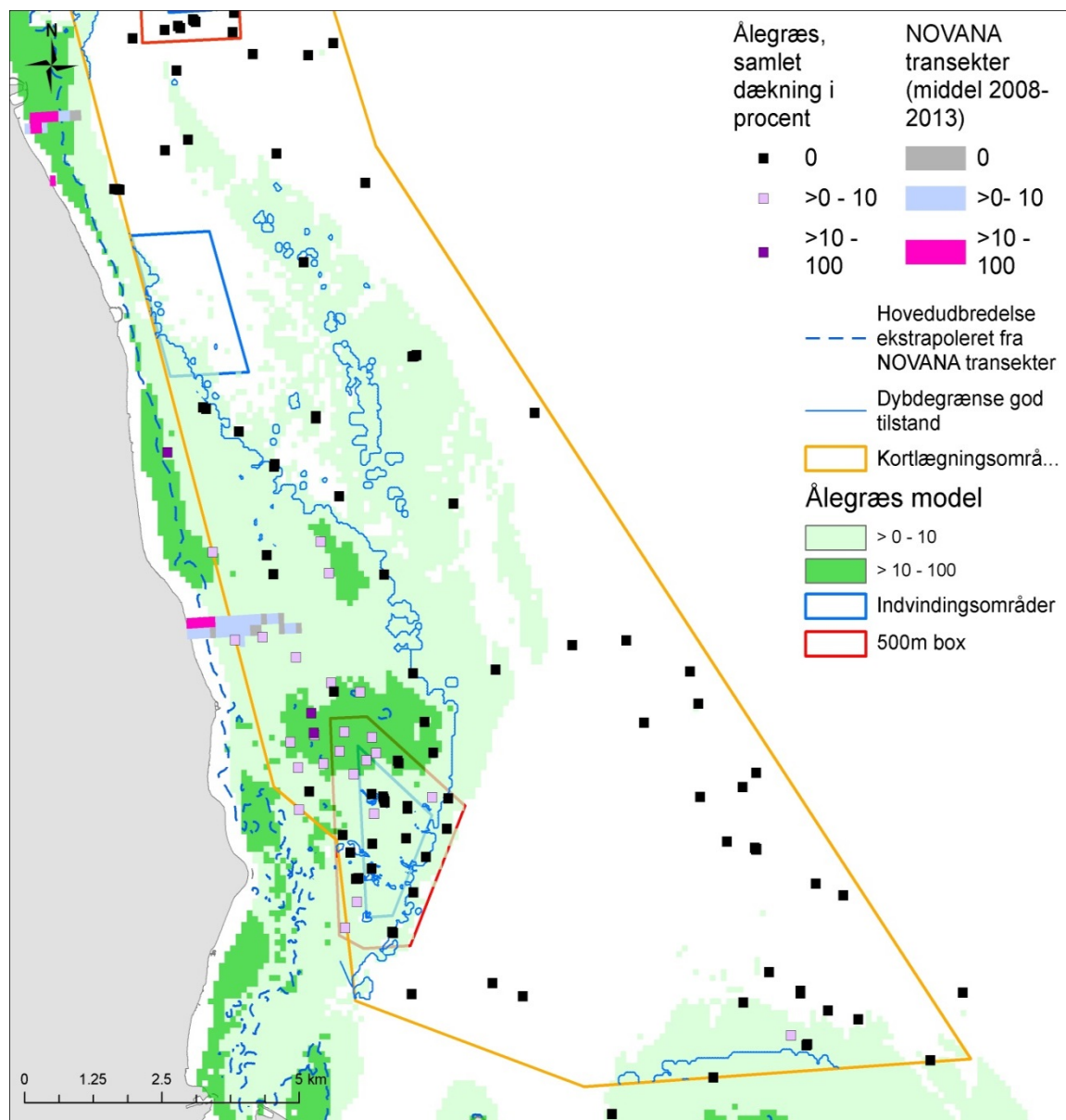


**Figur 8-23** Udbredelse af ålegræs i den sydlige del af Øresund Syd på baggrund af kortlagte substrattyper. Kortet viser dels observeret udbredelse af ålegræs på videotransekter og NOVANA stationer samt dybdegrænsen for god miljøtilstand i henhold til udkast til vandområdeplaner 2015-21 (Anon 2014). Se Bilag K2.2.2.

Den modellerede potentielle udbredelse af ålegræs fremgår af Figur 8-24 og Figur 8-25. Som det fremgår af figurerne er der vækstmuligheder for ålegræs inden for kortlægningsområdets mere lavvandede dele. Trods relativt spredte observationer er der en rimelig god overensstemmelse mellem de modellerede forekomster af ålegræs, NOVANA observationerne og de målte observationer fra videotransekterne i denne undersøgelse.

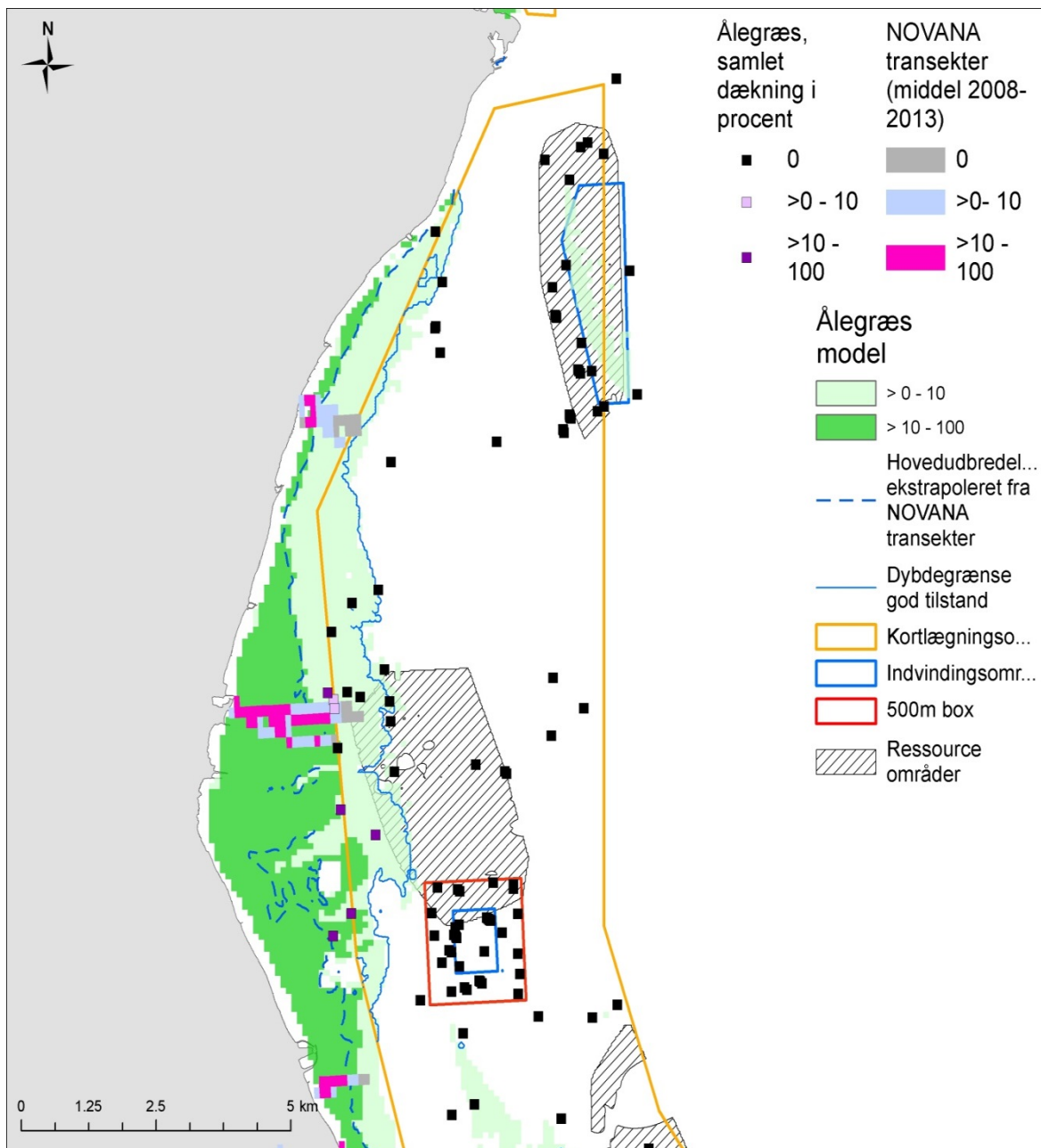


**Figur 8-24** Modelleret potentiel udbredelse af ålegræs i den nordlige del af Øresund samt indvindingsområder samt dybdegrænsen for god miljøtilstand i henhold til udkast til Vandområdeplaner 2015-21 (Anon 2014).



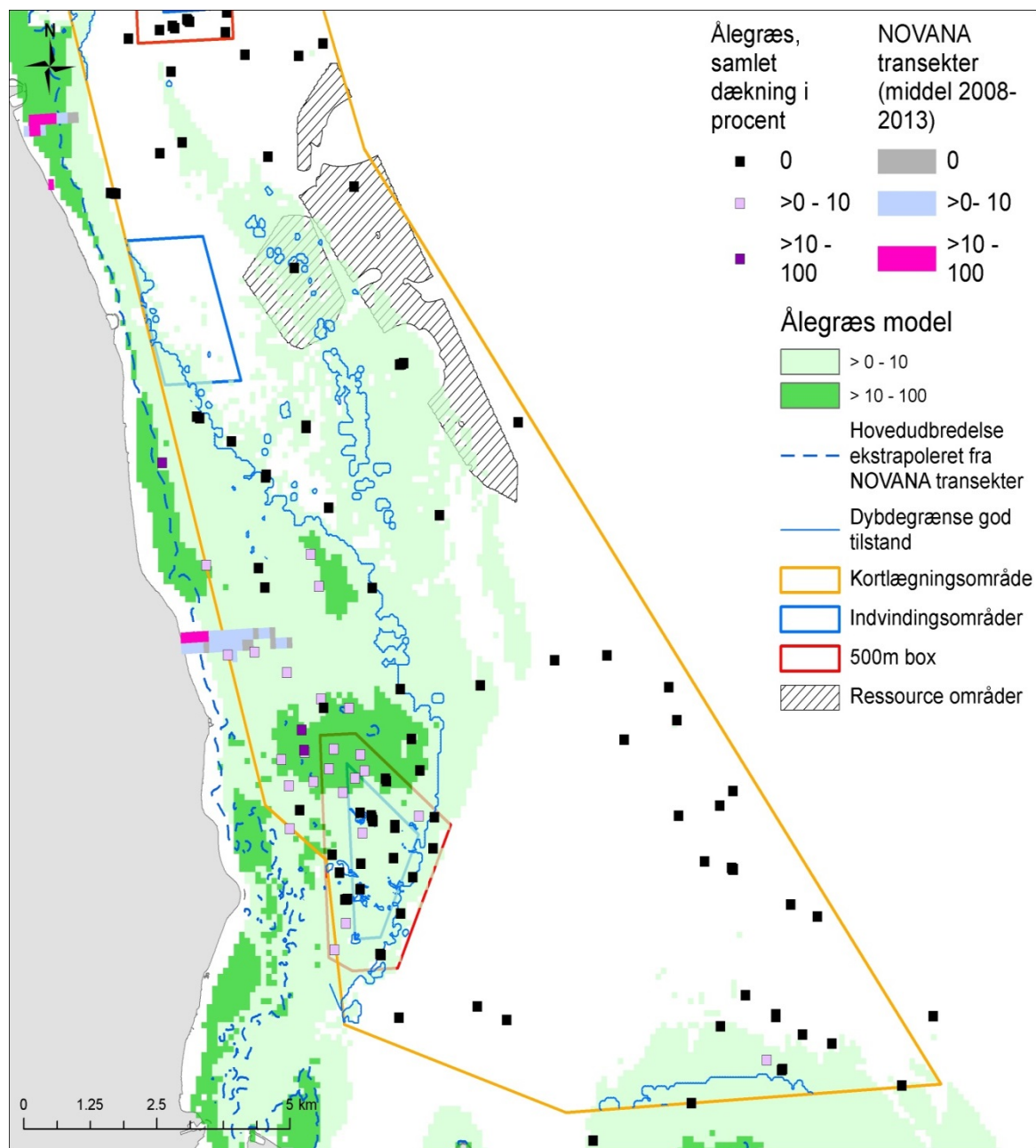
**Figur 8-25** Modelleret potentiel udbredelse af ålegræs i den sydlige del af Sundet samt indvindingsområder samt dybdegrænsen for god miljøtilstand i henhold til udkast til Vandområdeplaner 2015-21 (Anon 2014).

Der er en vist sammenfald mellem de kortlagte råstofområder og den modellerede potentielle udbredelse for ålegræs (Figur 8-26 og Figur 8-27). Tilsvarende er der et sammenfald med de mere lavvandede dele af de kortlagte ressourcer og med ålegræssets dybdegrænse for god økologisk tilstand i henhold til vandrammedirektivet. Dette sammenfald gælder dog ikke Disken. Der er kun i begrænset omfang videotransekt data fra de områder som senere er identificeret som råstofressourcer og i ingen tilfælde er der observeret ålegræs. NOVANA-transektet ud for Nivå har derimod observationer af ålegræs inde i den vestligste del af et ressourceområde.



**Figur 8-26** Kortlagte råstofressource områder samt den modellerede potentielle udbredelse af ålegræs, hovedudbredelsen ekstrapoleret ud fra NOVANA transekter samt dybdegrænsen for god miljøtilstand i henhold til udkast til Vandområdeplaner 2015-21 (Anon 2014) (nordlige kortlægningsområde i den centrale del af Øresund). Se Bilag K2.1.2.





**Figur 8-27** Kortlagte ressourceområder samt den modellerede potentielle udbredelse af ålegræs, hovedudbredelsen ekstrapoleret ud fra NOVANA transekter samt dybdegrænsen for god miljøtilstand i henhold til udkast til Vandområdeplaner 2015-21 (Anon 2014) (sydlige kortlægningsområde i den centrale del af Øresund). Se Bilag K2.2.2.

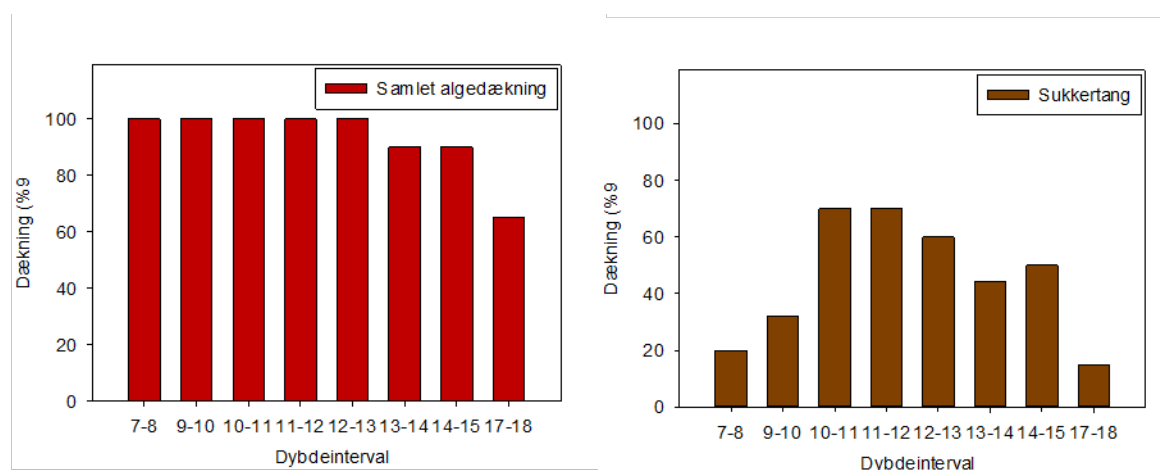
### 8.5.2 Makroalger

Makroalger forekommer kun på hårdt substrat, hvilket primært vil sige på sten, men der kan også forekomme vegetation på biogene revstrukturer af blåmuslinger og hestemuslinger. Store flerårige alger dominerer på stabile sten, mens mindre sten, der bliver ustabile under bølgepåvirkning eller stærk strøm, ofte domineres af opportunistiske enårige trådalger eller unge eksemplarer af flerårige. Den størrelse en sten skal have for at gå fra at være et stabilt til et ustabile sediment afhænger af eksponeringsgraden (dybden og bølgestørrelse) men vedhæftning af store alger kan også gøre sten mobile og strøm kan flytte dem til steder hvor den fysiske påvirkning er mindre.



Algevegetationen er ligesom ålegræs afhængig af lys. På vanddybder, som indgår i denne undersøgelse, vil vegetationen typisk være flerlaget på lavere vanddybder og så aftage med dybden til et enkelt lag. Ligesom ålegræsset har makroalgevegetationen været presset som følge af forringet vandkvalitet forårsaget af øget udledning af næringssalte. Udviklingen har dog været i støt bedring siden effekter af vandmiljøplanerne begyndte at vise sig i de kystnære områder (Riemann et al. 2015).

Erfaringer fra det nationale overvågningsprogram viser, at stenenes dækning på bunden har en indflydelse på hvor stor en algedækning der er, men at denne effekt aftager når algedækningen er større end 10 %. Undersøgelsen viste, at den samlede makroalgedækning på sten fra substrattype 3 og 4 dækkede stenenes overflader 100 % ned til 12-13 m dybde. På 17 m dybde var vegetationens dækning reduceret til 65 % (Figur 8-28 TV).

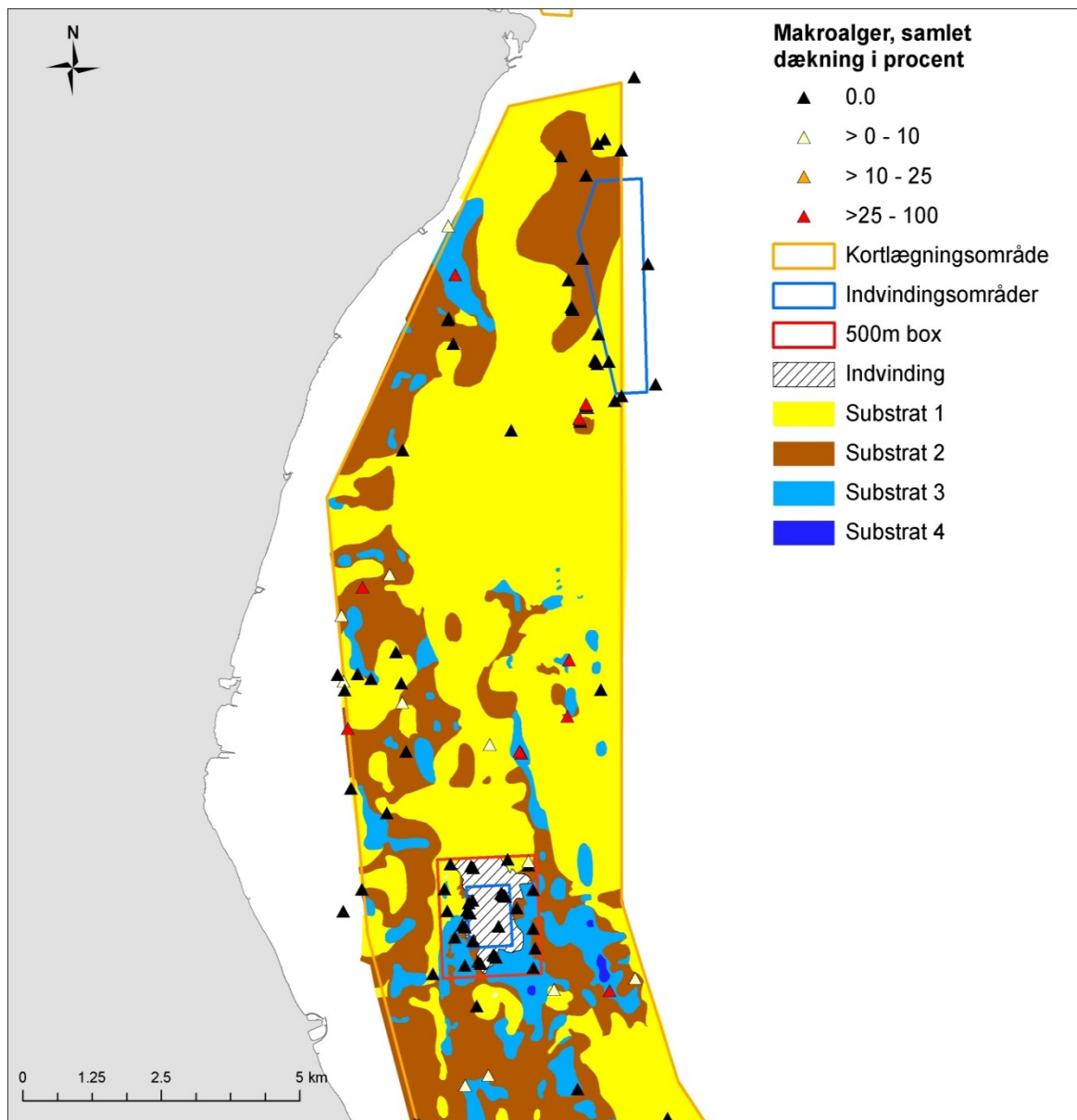


**Figur 8-28 TV:** Gennemsnitlig dækning af makroalger på substrattype 3 og 4 fordelt på dybdeintervaller. TH: Gennemsnitlig dækning af den store brunalge Sukkertang (*Saccharina latissima*).

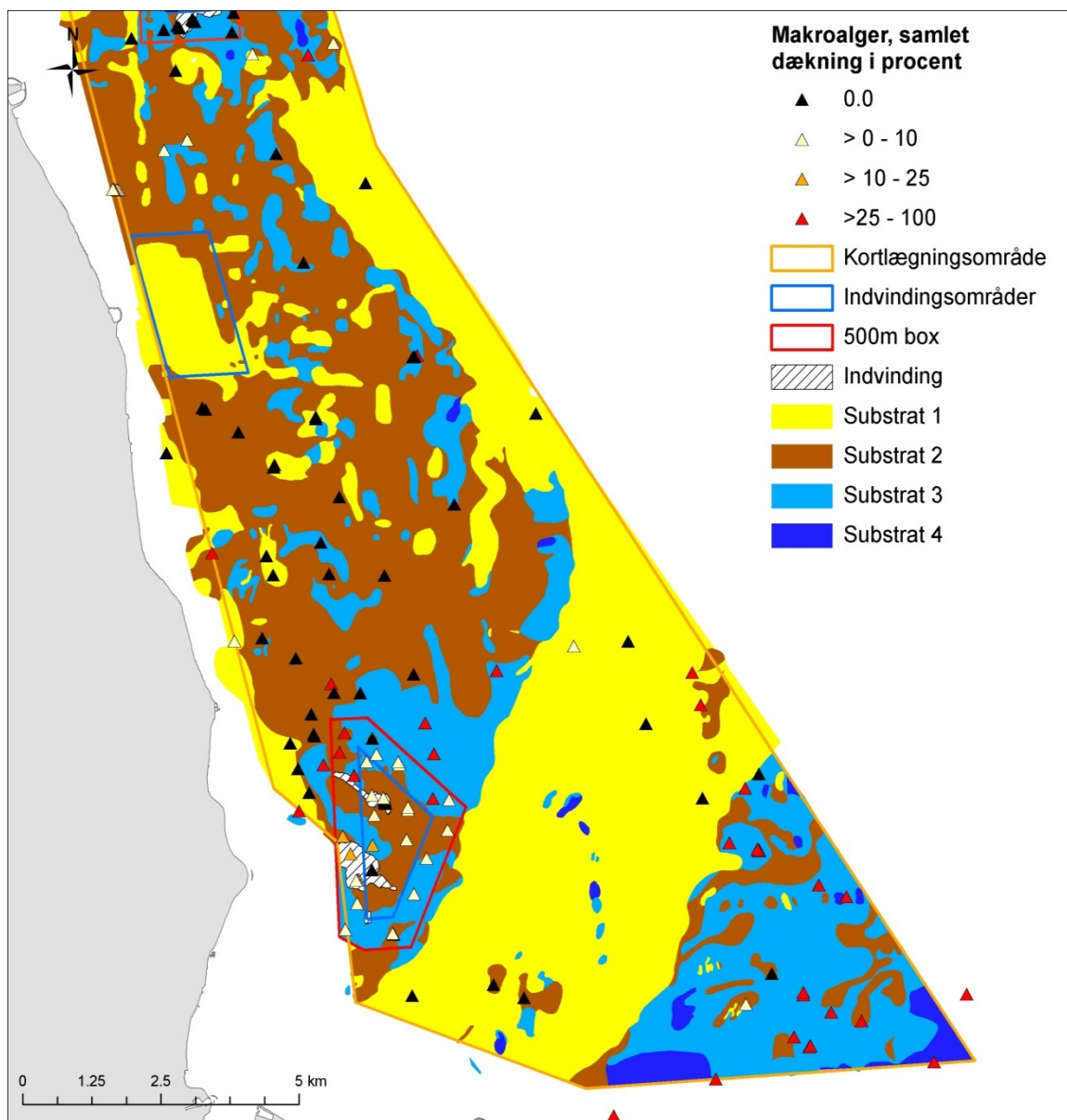
Sukkertang (*Saccharina latissima*) var den mest almindelige genkendelige art og gruppen trådformede makroalger var tilsvarende meget udbredt på alle stationer. Bladformede rødalger var hyppige på mange stationer og der var også en del stationer med relativ høje mængder af trådformede alger. Brunalgen sukkertang blev fundet i alle undersøgte dybdeintervaller med substrattype 3 og 4. Den var meget dominerende i dybdeintervallet 10-15 m med en samlet dækning på 45-80% (Figur 8-28 TH).

Den rumlige fordeling af makroalger og deres samlede dækning på de undersøgte transekter fremgår af Figur 8-29 og Figur 8-30.

Alger og her især trådalger kan blive revet løs fra substratet og drive med strømmen til områder hvor det samles på bunden. Store brunalger som sukkertang bliver ikke slidt løs fra substratet men kan godt nå en størrelse hvor stenen den er forankret til er for lille til at kunne fastholde planten der så går i drift under kraftige vind og strømforhold. Det kan ikke udelukkes at nogle af observationerne af især tætte forekomster af brunalger repræsenterer områder hvor de aflejres og ikke nødvendigvis områder hvor de oprindeligt er bundslået.

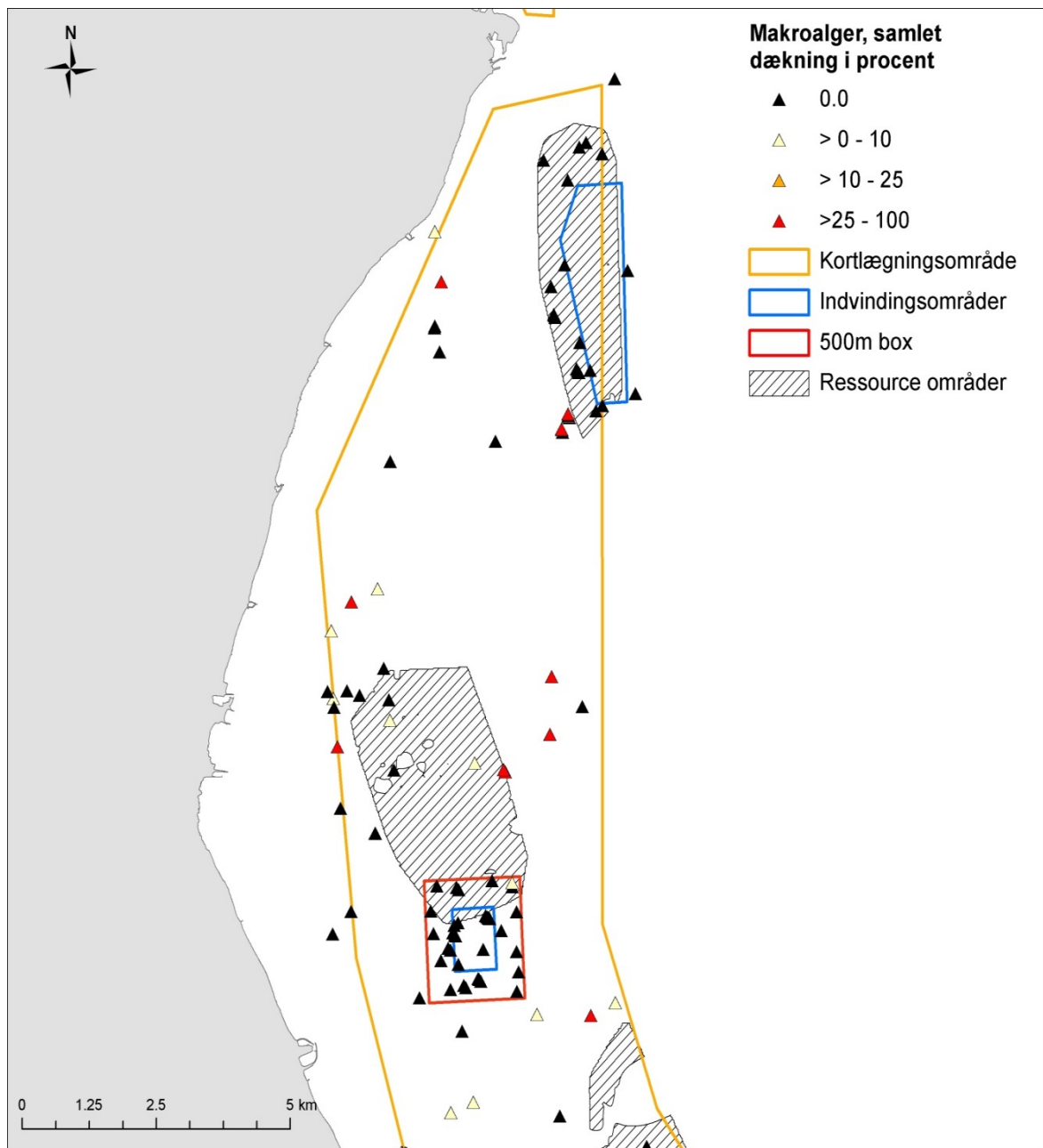


**Figur 8-29** Dækning af fasthæftede makroalger på sten i det nordlige centrale Øresund på baggrund af kortlagte substrattyper. Se Bilag J2.1.1.



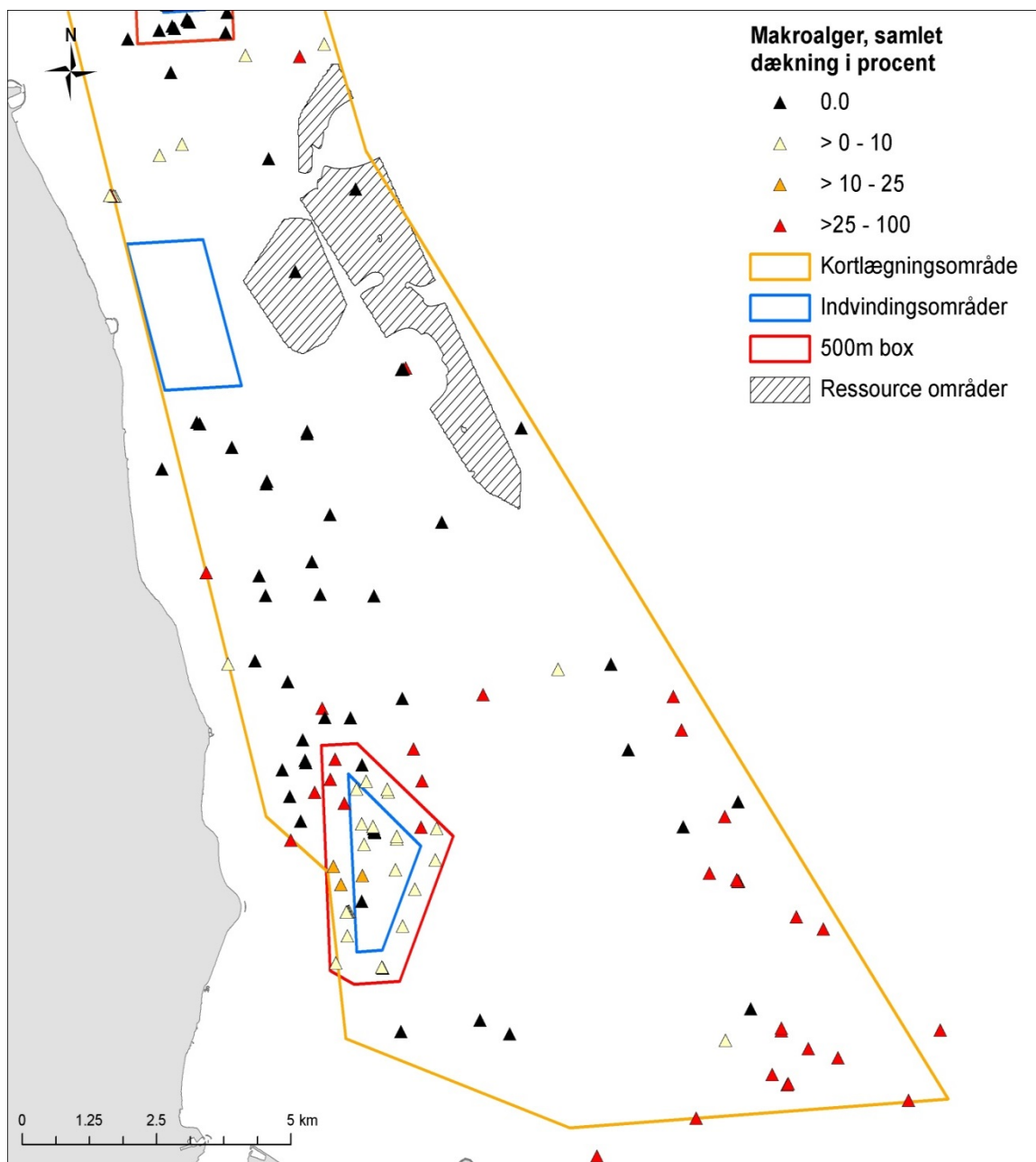
**Figur 8-30** Dækning af fasthæftede makroalger på sten i det sydlige centrale Øresund på baggrund af kortlagte substrattyper. Se Bilag J2.2.1.

Bortset fra området ved Disken, er der ikke undersøgt mange transekter i de områder der efterfølgende er blevet kortlagt som ressource områder (Figur 8-31 og Figur 8-32). Denne undersøgelse har imidlertid vist at forekomst af makroalger vil være direkte knyttet til forekomsten af sten på havbunden ned til >18 m's dybde.



**Figur 8-31** Udbredelsen af den kortlagte råstofressource og makroalge dækninger identificeret ved videotranssekter i den nordlige del af det centrale Øresund. Makroalger er kun knyttet til forekomst af sten. Se Bilag J2.1.2.

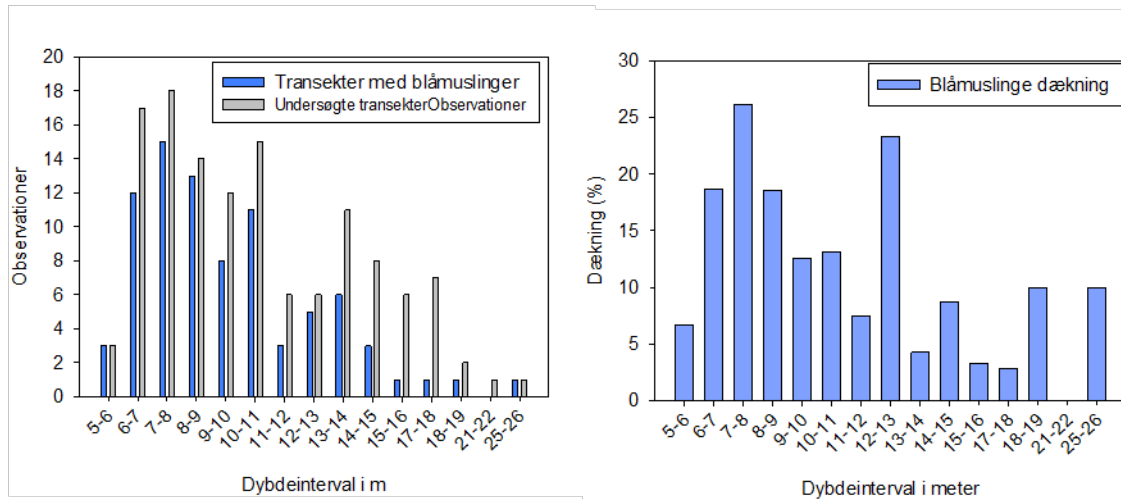




**Figur 8-32** Udbredelsen af den kortlagte råstofressource og makroalge dækninger på hård bund identificeret ved videotransekter i den sydlige del af det centrale Øresund. Makroalger er kun knyttet til forekomst af sten. Se Bilag J2.2.2.

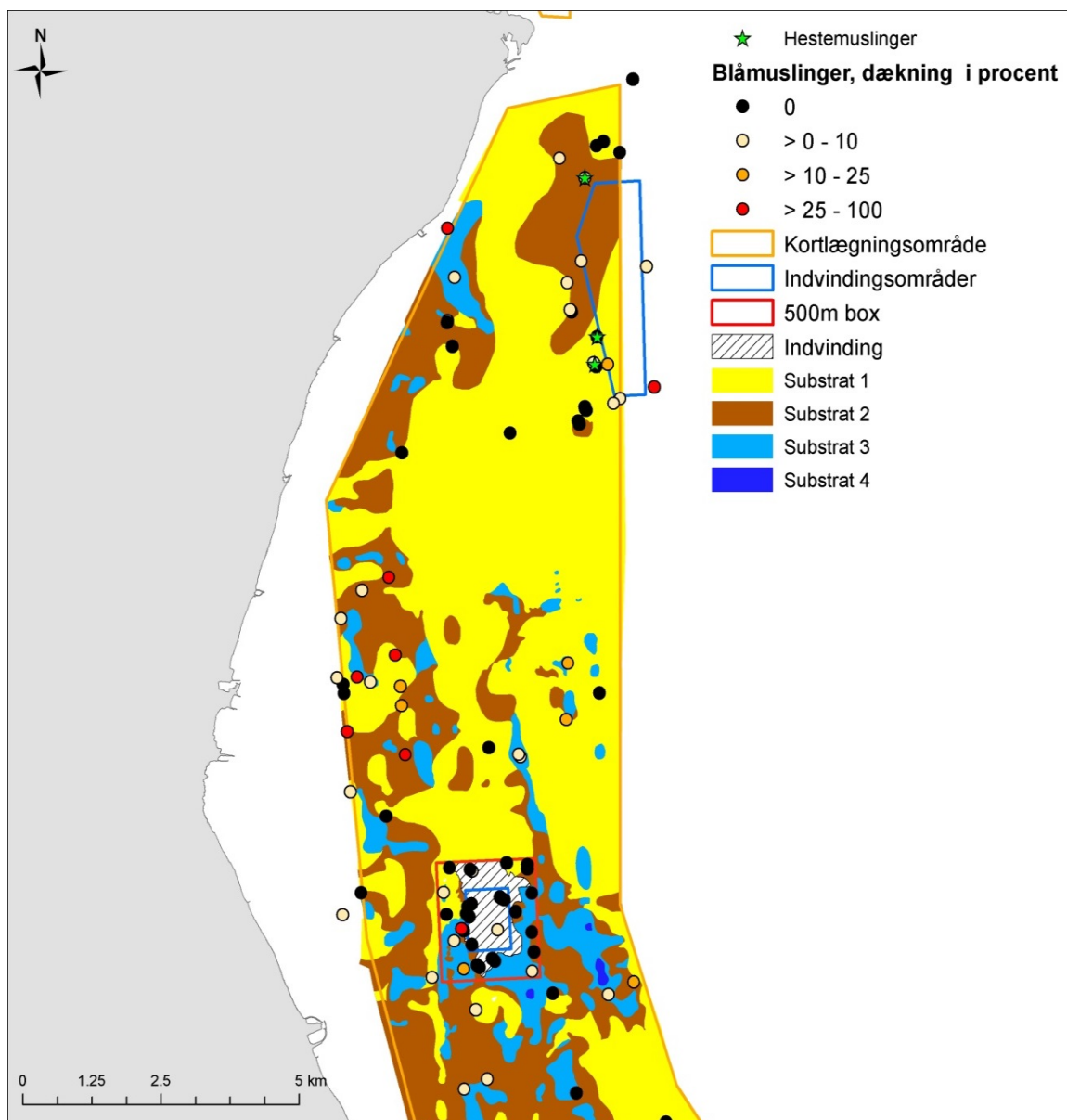
### 8.5.3 Blåmuslinger

Blåmuslinger findes udbredt i det centrale Øresund, hvor forholdene for dens væsentligste rovdyr, alm. søstjerne, ikke er optimal pga. den lave saltholdighed. Muslingerne ernærer sig ved filtration af vandmasserne. Blåmuslinger blev registreret på 85 ud af de 130 undersøgte transekter. Muslingerne blev hyppigere registreret på de mere lavvandede stationer (Figur 8-33 TV) De største gennemsnitlige dækninger blev observeret i dybdeintervallet 6-13 m's dybde (Figur 8-33 TH). Muslingerne blev nogle gange observeret i tætte bankestrukturer og andre gange lå de i mindre klumper på 10-30 cm størrelse.

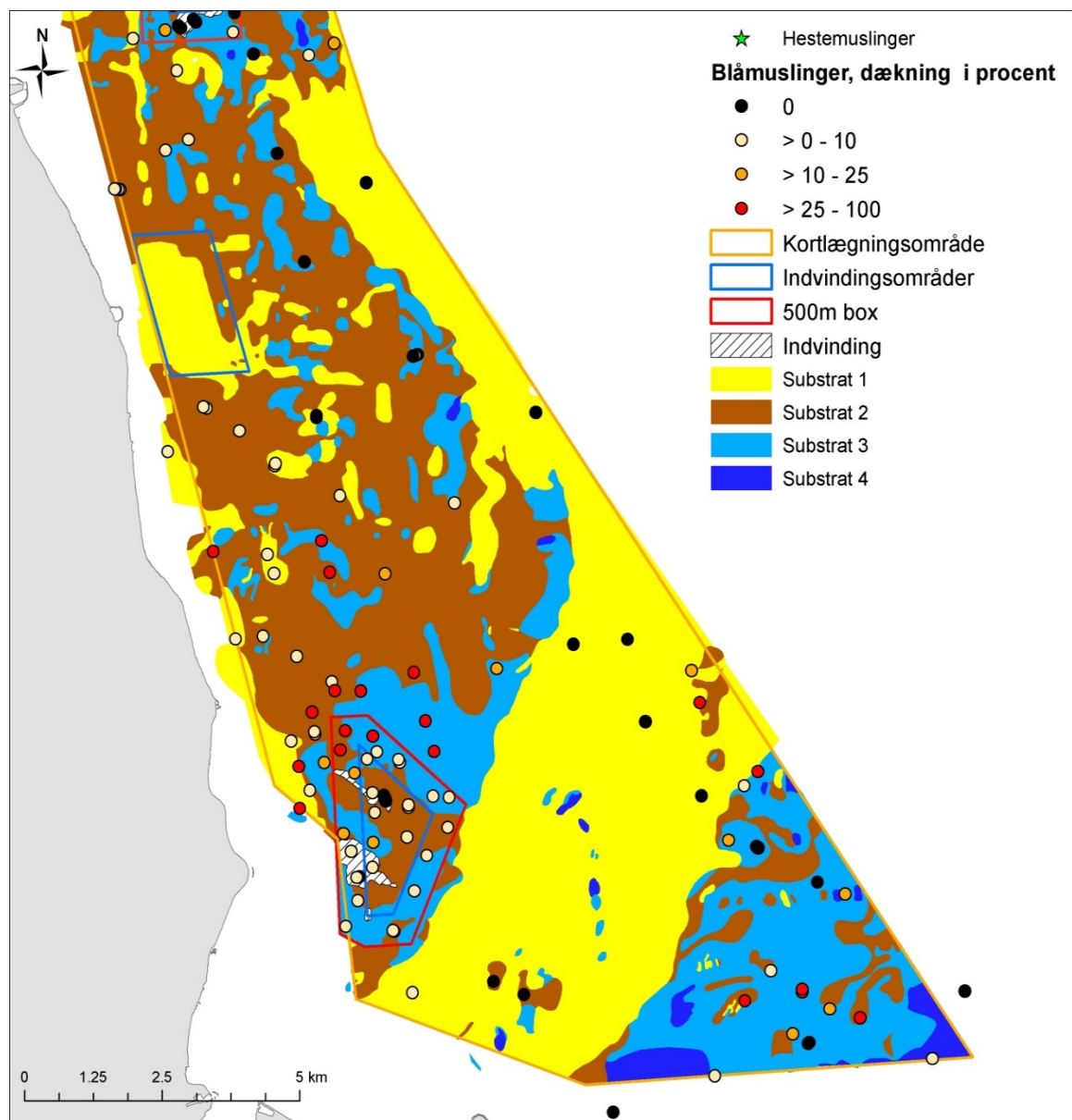


**Figur 8-33 TV:** Observationer af blåmuslinger i forhold til antal undersøgte transekter/deltransekter fordelt på dybdeintervaller i det centrale Øresund for alle substrattyper. TH: Den gennemsnitlige dækning af blåmuslinger fordelt på dybdeintervaller på alle substrattyper.

Muslingerne hyppighed og dækning var generelt større på substrattype 2 end det var tilfældet på de øvrige substrattyper. Muslingeforekomsternes rumlige fordeling på substrattyper i det centrale Øresund er vist på kortet i Figur 8-34 og Figur 8-35.



**Figur 8-34** Dækning af muslinger på de undersøgte transekter i det nordlige centrale Øresund på en baggrund af kortlagte substrattyper.



**Figur 8-35** Dækning af muslinger på de undersøgte transekter i det sydlige centrale Øresund på en baggrund af kortlagte substrattyper

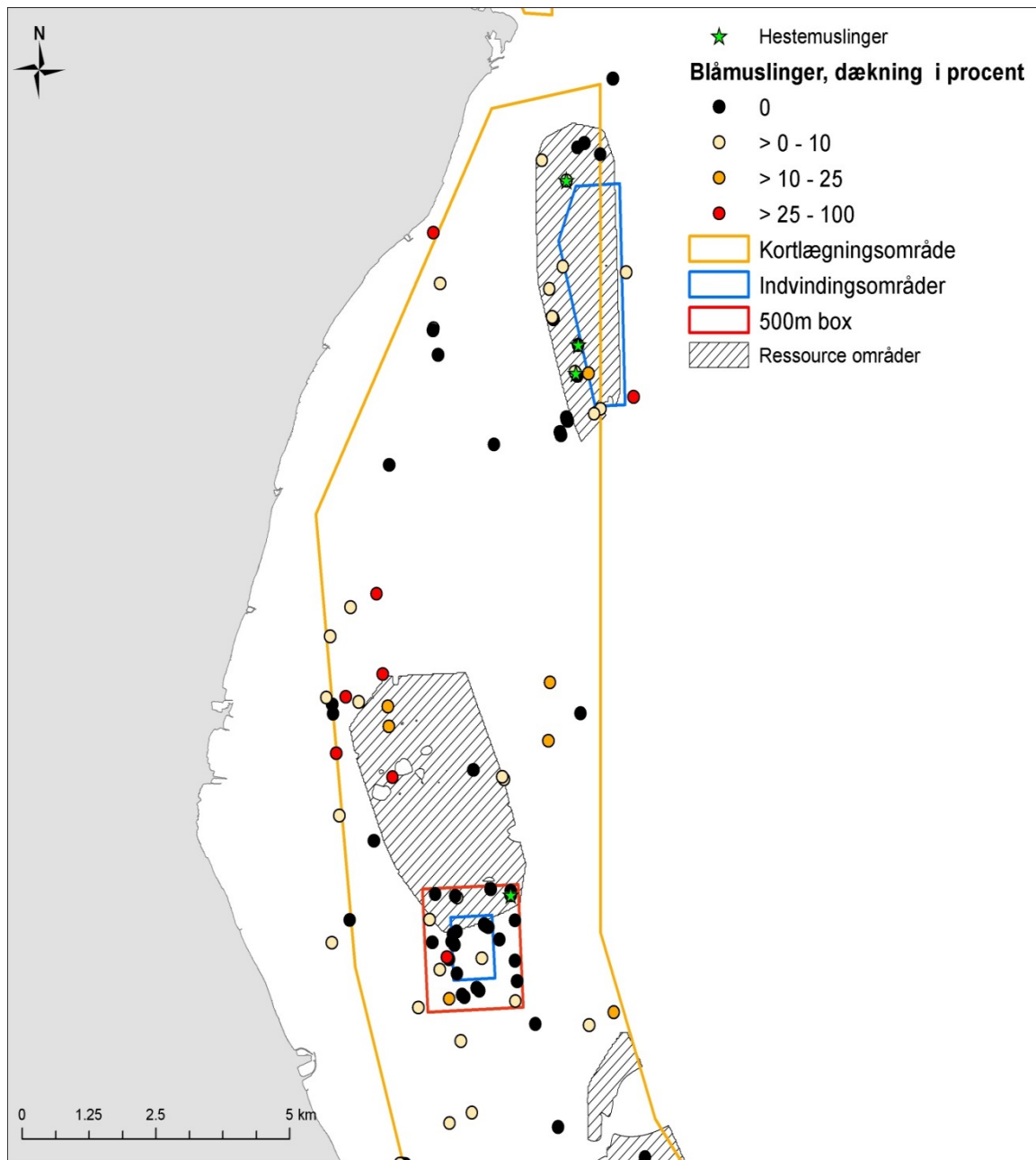
Det er et sammenfald mellem forekomsterne af hestemuslinger og de kortlagte råstofressourcer omkring Disken (jævnfør Afsnit 8.5.4 og Figur 8-34). Sparsomme forekomster blev også observeret i det kortlagte ressourceområde ud for Nivå. Det kan ikke udelukkes, at der er flere forekomster af hestemuslinger i den nordøstlige del af kortlægningsområdet, hvor saltholdigheden er relativ høj på større vanddybder. I Samsø Bælt findes hestemuslinger på vanddybder, hvor saltholdigheden skønsmæssigt er på mindst 24 psu.

Forekomsten af blåmuslinger var relativ stor både med hensyn til dækning og hyppighed i det mere lavvandede kortlagte ressourceområde 554-DA Vedbæk (Figur 8-37). Muslinger blev også fundet omkring ressourceområdet 554-CA Disken (jævnfør Afsnit 8.5.4 og Figur 8-36)

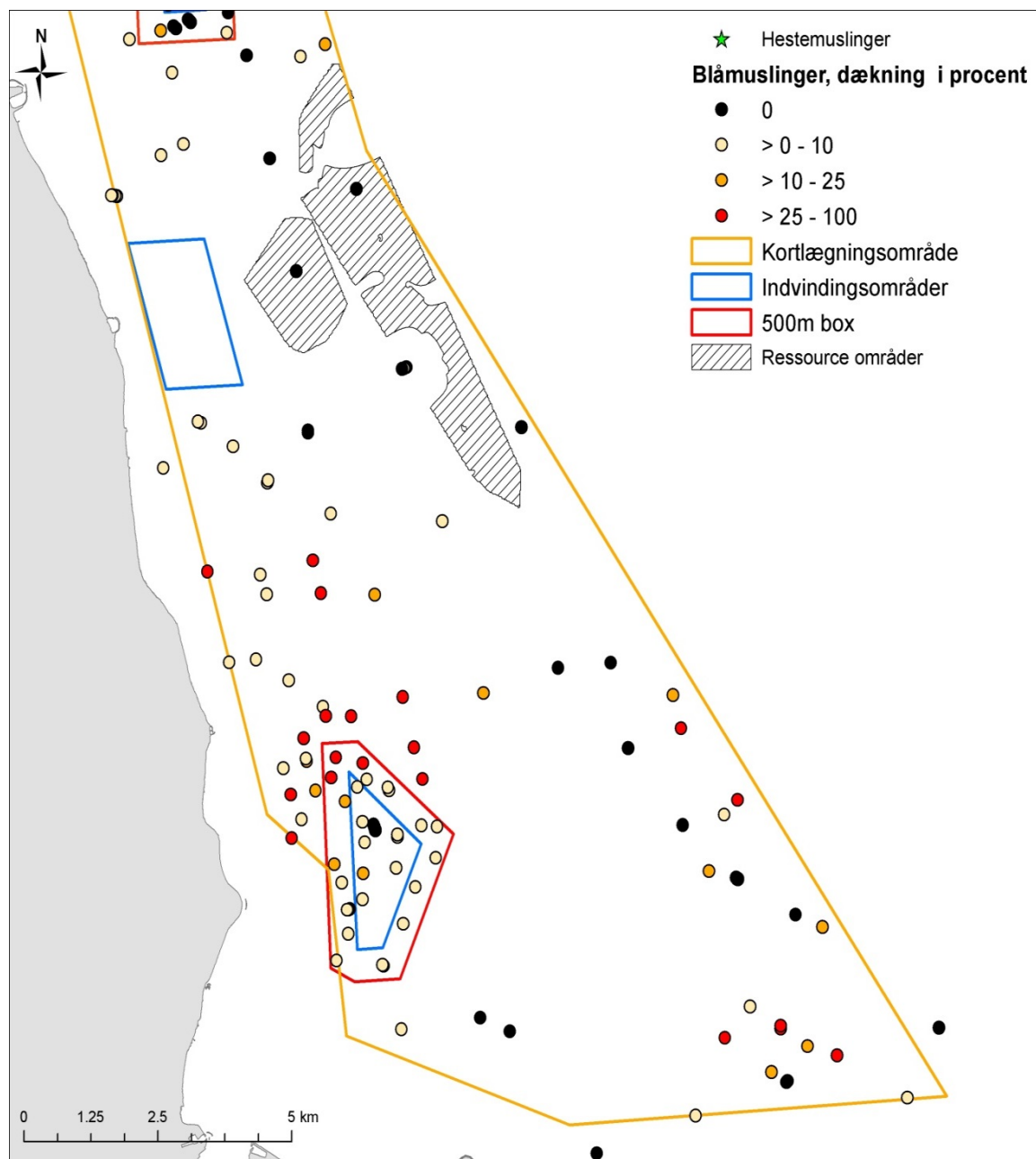
I den sydlige del af kortlægningsområdet i det centrale Øresund var der kun få transekter i kortlægningsområdet og her blev ikke registreret muslinger. Muslingernes tæthed og frekvensen hvormed de er set på videotransekter aftager generelt på større vanddybder, men data er for



sparsomme til at foretage en egentlig vurdering af forholdene i de sydlige kortlagte ressourceområder.



**Figur 8-36** Udbredelsen af den kortlagte råstofressource og blåmuslingedækninger identificeret ved videotransekter i den nordlige del af det centrale Øresund. Se Bilag I2.1.2.



**Figur 8-37** Udbredelsen af den kortlagte råstofressource og blåmusling dækninger identificeret ved videotranssekter i den sydlige del af det centrale Øresund. Se Bilag I2.2.2.

#### 8.5.4 Disken

De 12 transekter fordelt på 20 deltransekter var fordelt fra 13 til 17 m dybde i et område rundt om det tidligere indvindingsområde Disken (Bilag H2.1). På få transekter var der ganske få mindre sten, ellers var substrattypen udpræget af finere sand (substrattype 1b).

Der var en enkelt station med 10 % blåmuslinger på 13 m dybde. På alle øvrige stationer var der meget spredte individer af blåmuslinger hvilket kunne tyde på at de var i drift, forstået på den måde, at de ikke er fæstnet til andre blåmuslinger eller til sten. Der blev observeret en spredt bestand af søstjerne på en stor del af transekterne.

Algevegetationen var tilsvarende meget sporadisk men på 17 m dybde, var de få sten ofte dækket af alger. Drivende alger og ålegræs blev observeret, men kun i mindre mængde.

Hestemuslinger (*Modiolus modiolus*) blev observeret på tre transekter/deltransekterrelativt tæt på den gamle afgrænsning til indvindingsområdet. Hestemuslingernes dækningsgrad på de transekter blev opgjort til 15%, 30% og 50%. I forhold til kendte forekomster andre steder i danske farvande er der tale om fine bankestrukturer, der fungerer som biogene revstrukturer.

## 8.6 Klassificering af flora og fauna

Ud fra flora og fauna sammensætningen er transekterne eller deltransekter blevet klassificeret i en række naturtyper (**Tabel 8-2**) for hver af de enkelte substrattyper 1-4.

Den meget overordnet biologiske klassificering af de epibentiske (på havbunden levende) samfund i Øresund S fremgår af **Tabel 8-2**. Klassificeringen er baseret på en bedømmelse af de tre biologiske komponenter ålegræs, makrolager og blåmuslinger, der er indsamlet på de undersøgte transekter. De komponenter som optrådte med en dominans i forhold til de andre på de fleste transekter inden for et dybdeinterval, er valgt som det karakteristiske "samfund" for hele området i det pågældende dybdeinterval. Der kan således godt være transekter helt uden blåmuslinger i et område der overordnet er karakteriseret som "Samfund domineret af både drivende trådalger og blåmuslinger". Overgangen fra et samfund til et andet langs en dybdegradient er ligeledes baseret på et skøn for hvorvidt den ene type bliver mere dominerende end den anden.

Substrattypetype	Klassifikationskode	Epibentiske samfund
1	1-1	Samfund domineret af ålegræs og blåmuslinger
	1-2	Samfund domineret af ålegræs
	1-3	Samfund domineret af hestemuslinger
	1-4	Samfund domineret af blåmuslinger
	1-5	Samfund uden væsentlige store epibentos elementer
2	2-0	Samfund domineret af ålegræs og blåmuslinger
	2-1	Samfund domineret af blåmuslinger
	2-2	Samfund uden væsentlige store epibentos elementer
	2-3	Samfund domineret af makroalger og blåmuslinger
	2-4	Samfund domineret af ålegræs
	2-5	Samfund domineret af makroalger
3	3-1	Samfund domineret af makroalger og blåmuslinger
	3-2	Samfund domineret af makroalger
4	4-1	Samfund domineret af makroalger og blåmuslinger
	4-2	Samfund domineret af makroalger

**Tabel 8-2** Ud fra flora og fauna sammensætningen er transekterne eller deltransekter blevet klassificeret i følgende samfund for hver af de enkelte bundtyper 1-4.

Fordelingen af transekter på bundtype 2 med "blåmuslinger" (2-1) og "makroalger og blåmuslinger" (2-3) var ikke tydeligt adskilt, så disse to klassificeringer blev slået sammen til en enkelt "makroalger og/eller blåmuslinger".

## 8.7 Klassificering og kortlægning af naturtyper

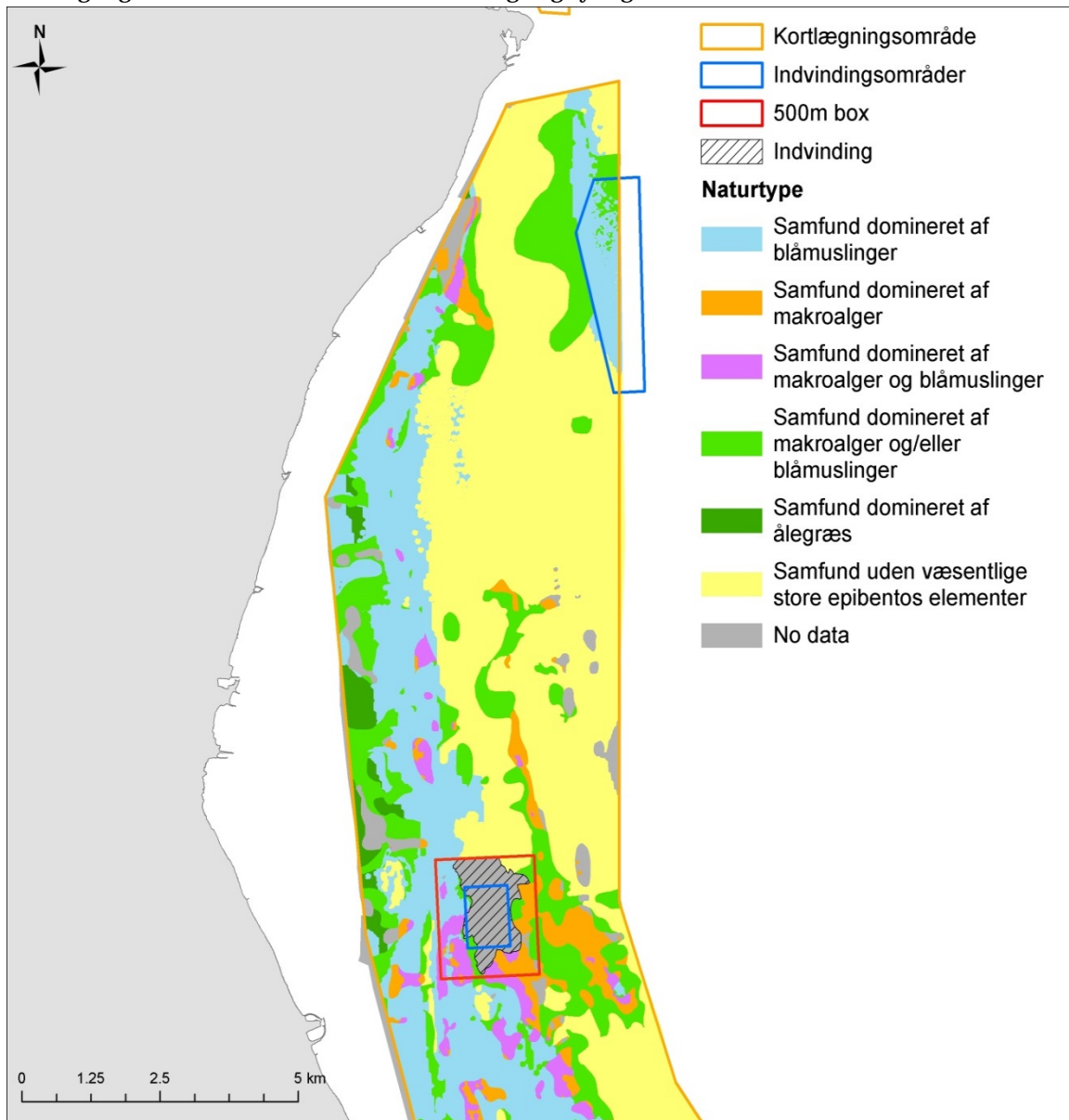
### 8.8

De dominerende samfund på den hårde bund og deres dybdeudbredelse er baseret på en vurdering af de hyppigst forekommende biologiske klassificeringer af de enkelte videotranssekter i området (Tabel 8-3). Fordelingen af transekter på substrattype 2 med "blåmuslinger" (2-1) og "makroalger og blåmuslinger" (2-3) var ikke tydeligt adskilt, så disse to klassificeringer blev slået sammen til en enkelt "makroalger og/eller blåmuslinger".

Substrattype	Naturtype	Dybde	Dominerende epibentiske elementer
1b	1	5-7 m	Samfund domineret af ålegræs. Ålegræsset dækker minimum 10% af bunden
	2	7-13 m	Samfund domineret af blåmuslinger (min. 10% dækning)
	3	13-25m	Samfund uden væsentlige store epibentos elementer (makroalger, ålegræs og muslinger <10%)
2	4	6-9 m	Samfund domineret af makroalger og/eller blåmuslinger. Blåmuslinger dækker minimum 10% af bunden. Makroalger dækker mindst 75% af stenene og der skal minimum være 5% egnet hård substrat. 5% hård substrat er valgt pga. den hyppige forekomst af brunalgen sukkertang hvis store størrelse gør at selv en lille mængde substrat kan føre til en stor dækning på bunden af brunalgen.
	2	9-12m	Samfund domineret af blåmuslinger (min. 10% dækning)
	4	12-21m	Samfund domineret af makroalger og/eller blåmuslinger. Blåmuslinger dækker minimum 10% af bunden. Makroalger dækker mindst 75% af stenene og der skal minimum være 5% egnet hård substrat. 5% hård substrat er valgt pga. den hyppige forekomst af brunalgen sukkertang hvis store størrelse gør at selv en lille mængde substrat kan føre til en stor dækning på bunden af brunalgen.
3	5	9 m	Samfund domineret af makroalger. Dækningen af alger er større end 10 % af bunden.
	4	9-13m	Samfund domineret af makroalger og/eller blåmuslinger. Blåmuslinger dækker minimum 10% af bunden. Makroalger dækker mindst 75% af stenene og der skal minimum være 5% egnet hård substrat. 5% hård substrat er valgt pga. den hyppige forekomst af brunalgen sukkertang hvis store størrelse gør at selv en lille mængde substrat kan føre til en stor dækning på bunden af brunalgen.
	5	13-17m	Samfund domineret af makroalger. Dækningen af alger er større end 10 % af bunden.
4	5	7-17 m	Samfund domineret af makroalger. Dækningen af alger er større end 10 % af bunden.

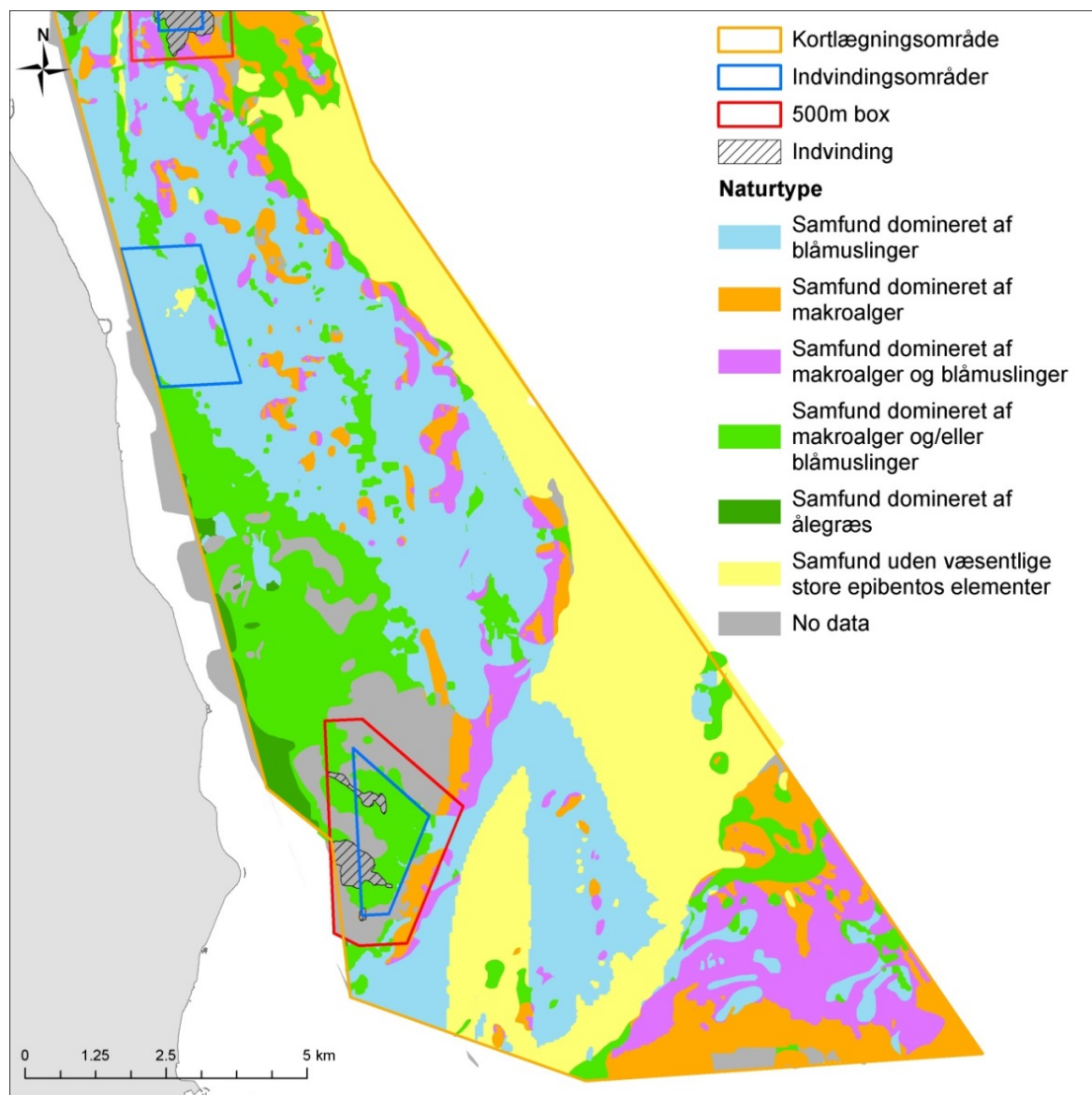
Tabel 8-3 Ud fra flora og fauna sammensætningen er transekterne eller deltransekter blevet klassificeret i følgende samfund for hver af de enkelte bundtyper 1-4

Den rumlige fordeling af de overordnede epibentiske naturtyper er vist i Figur 8.38 og 8.29. Figur 8-38 og Figur 8-39 for henholdsvis den nordlige og sydlige del af det centrale Øresund.



**Figur 8-38** Den rumlige udbredelse af dominerende epibentiske samfund i den centrale nordlige del af Øresund baseret på en vurdering af videotranssekter, substrattypen kortlægning og dybdeforhold. Se Bilag G2.1.





**Figur 8-39** Den rumlige udbredelse af dominerende epibentiske samfund i den centrale sydlige del af Øresund baseret på en vurdering af videotranssekter, substrattypen kortlægning og dybdeforhold. Se Bilag G2.2.

## 8.9 Fordelingerne af de biologiske komponenter i det centrale Øresund

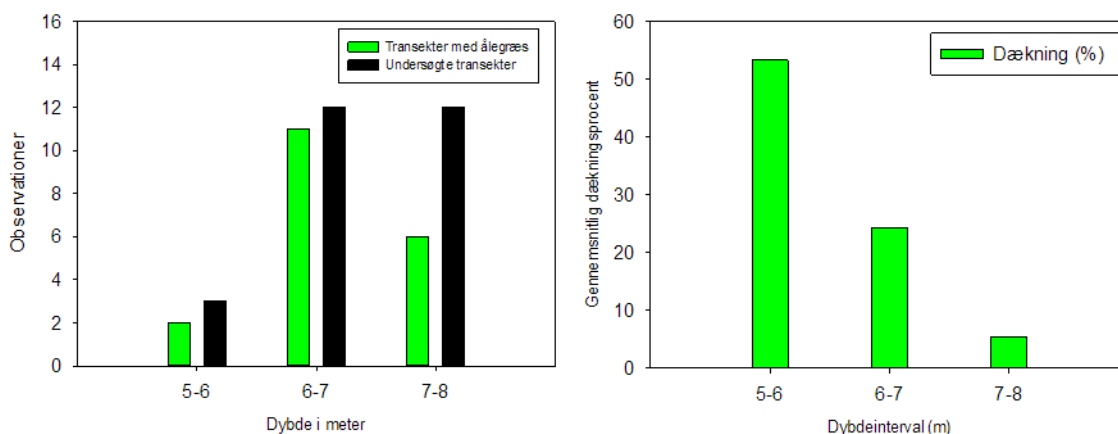
### 8.9.1 Biologisk indhold på substrattype 1a

Der forelå 5 videobeskrivelser for denne substrattype med en vurdering af en sedimentsammensætning af blandet sand og mudder fordelt på dybdeintervallet 11-26 m. Der blev ikke observeret så meget liv på havbunden. Lidt søstjerner og spredte blåmuslinger men på de tre lavere stationer var der en del drivende alger.

### 8.9.2 Biologisk indhold på substrattype 1b

Den sandede bund var den mest udprægede substrattype med 65 transekter eller deltransekter. Substrattypen blev fundet fra den laveste undersøgelsesdybde på 5 til 19 m's dybde.

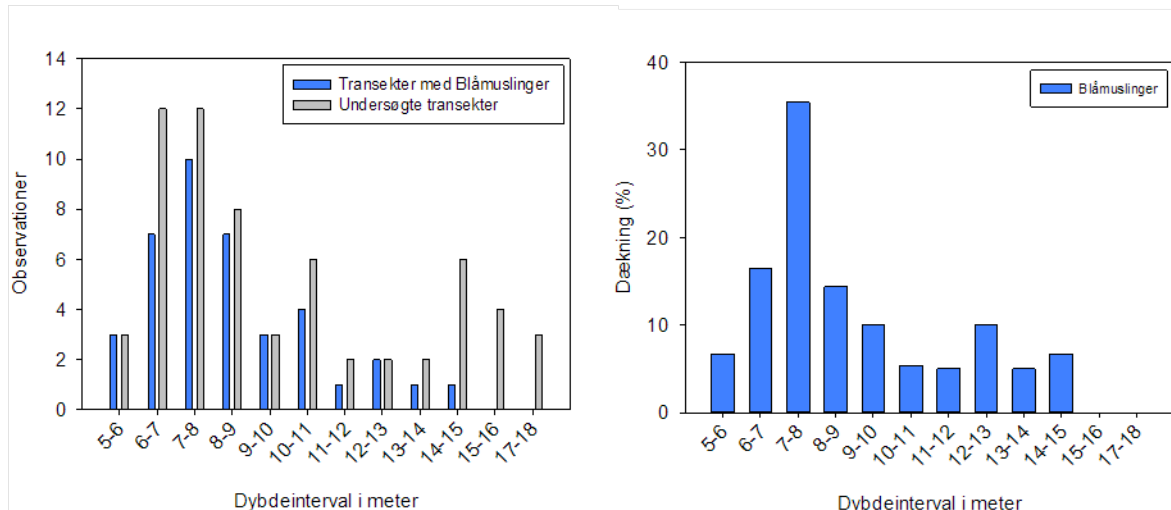
Ålegræs blev observeret på 19 ud af 27 transekter i dybdeintervallet 5-7 m (Figur 8-40 TV). Tætheden af ålegræs var størst på transekter fra 5 til 6 m's dybde (de to laveste dybdeintervaller i figur 8.19) hvor 7 af 13 observationer havde en dækning på 20-90 % af havbunden. På 7 m's dybde var der 2 transekter med henholdsvis 10 og 50 % dækning af ålegræs, mens på de øvrige 7 observationer bestod bestanden af spredte planter. Den gennemsnitlige dækning af ålegræs er vist i Figur 8-40 TH på de enkelte dybdeintervaller.



**Figur 8-40** Tv: Observationer af ålegræs i forhold til antal undersøgte transekter/deltransekter fordelt på dybdeintervaller i det centrale Øresund for substrattyperne 1. Th: Den gennemsnitlige dækning af ålegræs fordelt på dybdeintervaller på substrattyperne 1.

Blåmuslinger forekom på en meget stor andel af de undersøgte transekter (Figur 8-41 TV), men ikke på vanddybder over 14 m. Banker kunne forekomme med meget stor dækning på op til 80 % af bunden. Den gennemsnitlige dækning af blåmuslingerne på den rene sandbund (substrattype 1) var størst i dybdeintervallet 7-8 m hvor dækningen var ca. 35 %. Blåmuslinger forekom ud til 12-13 m's dybde med ca. 10 % gennemsnitlig dækning (Figur 8-41 TH).

Ud over ålegræs og blåmuslinger blev der nogle steder observeret trådformede alger associeret til blåmuslingebankerne, endog med meget høje dækninger. Der ud over blev der registreret spor efter sandorm, strandkrabber og enkelte søstjerner.

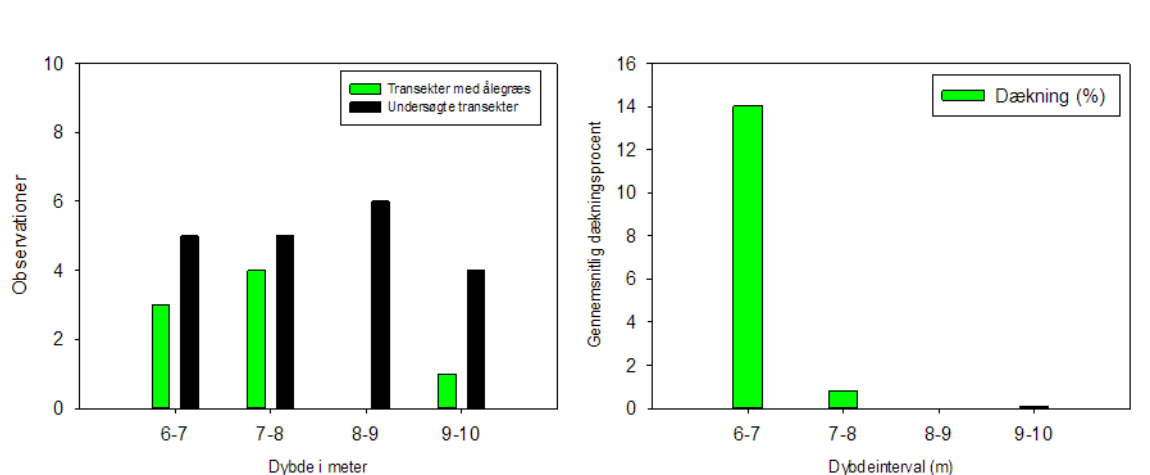


**Figur 8-41** TV: frekvens af forekomst af blåmuslinger i forhold til antallet af gennemførte bundbeskrivelser fordelt på dybdeintervaller på substrattype 1. TH: Den gennemsnitlige dækning af blåmuslinger fordelt på dybdeintervaller.

### 8.9.3 Biologisk indhold på substrattype 2

Denne substrattype bestående af spredte sten på en sandet bund var den næst mest hyppige der blev registreret under videoundersøgelserne på de udpegede undersøgelsesområder. Der blev fundet områder med hårdt substrat ned til 18 m dybde.

Ålegræs forekom kun på 8 af de 20 video transekter fra 6 til 8.5 m's vanddybde (Figur 8-42 TV). På et transekt på 6 m's vanddybde var der på den første del 10% og på den sidste del 60% ålegræsdækning af bunden. På de øvrige transekter var dækningen under 3%. Den gennemsnitlige dækning i per 2 m's dybdeinterval er vist i Figur 8-42 TH.

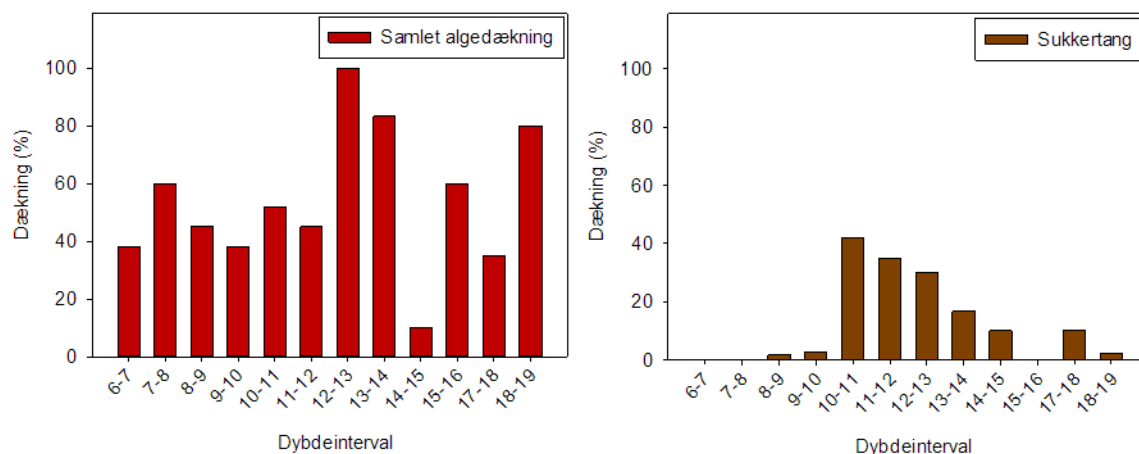


**Figur 8-42** TV: Observationer af ålegræs i forhold til antal undersøgte transekter/deltransekter fordelt på 2 dybdeintervaller i det centrale Øresund for substrattyperne 2. TH: Den gennemsnitlige dækning af ålegræs fordelt på dybdeintervaller på substrattyperne.

Makroalger dækkede sten i ret varierende omfang på transekterne i de undersøgte dybdeintervaller.

På 14-15 m's dybde var den samlede algedækning kun på 10% af stenens overflader, men ellers lå dækningerne mellem 40 og 100% (Figur 8-43 TV). Bladformede rødalger var den mest udprægede gruppe af alger, men ofte var der også trådformede alger der enten sad på stenene, på

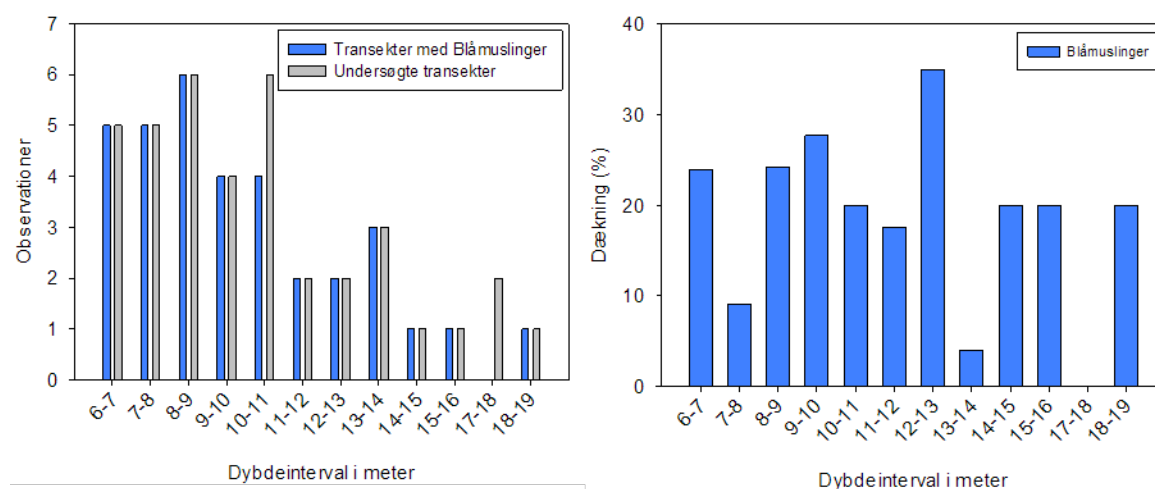
de bladformede rødalger som epifytter, eller på blåmuslinger. Sukkertang (*Saccharina latissima*) forekom på en del transekter, men større dækninger fandtes kun i dybdeintervallet 10 til 14 m, hvor op til 40 % af havbunden var dækket af de store alger der sidder fæstnet til de mere spredte sten (Figur 8-43 TH).



**Figur 8-43** TV: den samlede gennemsnitlige dækning af makroalge vegetation på sten fordelt på dybdeintervaller hvor der blev registreret sten. TH: Den gennemsnitlige dækning af sukkertang på sten fordelt på dybdeintervaller.

Blåmuslinger forekom på en meget stor andel af de undersøgte transekter (Figur 8-44 TV). Banker med meget stor dækning på op til 70 % af bunden blev registreret i dybde intervallet 6-9 m på nogle af de undersøgte transekter, men også på 12 m's vanddybde blev der observeret en bank med 50 % dækning af havbunden. Den gennemsnitlige dækning af blåmuslingerne på substrattype 2 var generelt en del større end på substrattype 1 og relativt høje dækninger blev fundet ud til 15-16 m's dybde (Figur 8-44 TH).

Af øvrig fauna blev der observeret spor efter sandorm og enkelte søstjerner.



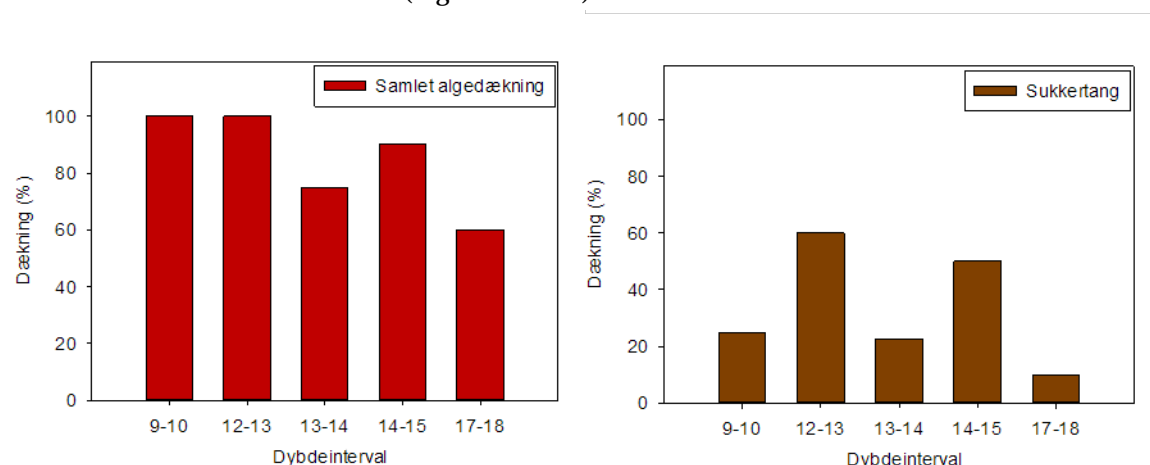
**Figur 8-44** Frekvens af forekomst af blåmuslinger i forhold til antallet af gennemførte bundbeskrivelser fordelt på dybdeintervaller på substrattype 2. TH: Den gennemsnitlige dækning af blåmuslinger fordelt på dybdeintervaller.

### 8.9.4 Biologisk indhold på substrattype 3

Denne substrattype bestående af sten med en dækning mellem 10 og 25% med en omgivende bund af sandet-gruset substrat. Substrattypen blev fundet på 11 transekter mellem 9 og 17 m dybde på de udpegede undersøgelsesområder. Substrattypen blev kun registreret på vanddybder hvor ålegræs ikke forekommer.

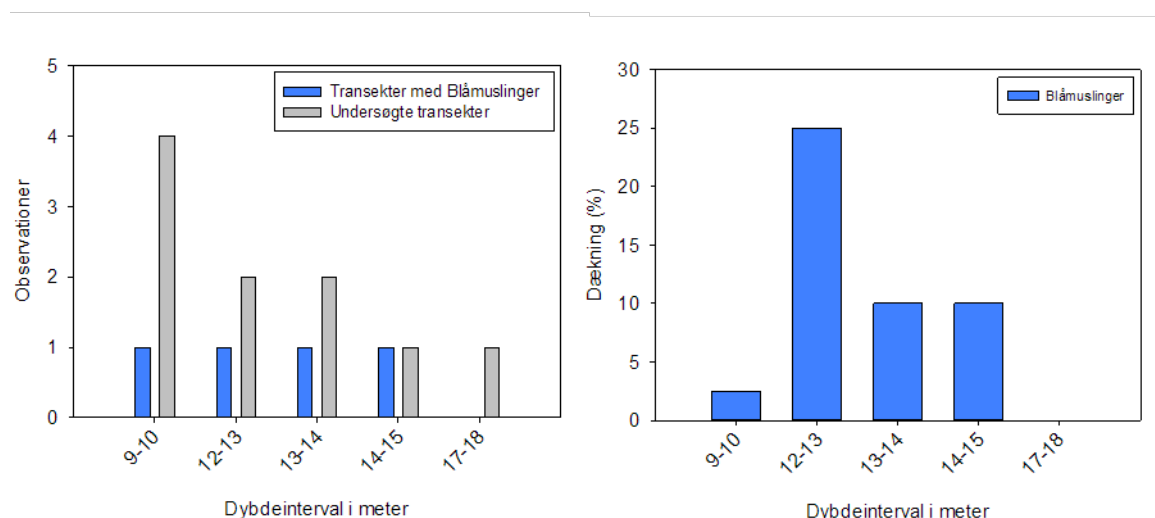
Makroalgers samlede dækning på stenenes overflader varierede fra 60 til 100 % i de undersøgte dybdeintervaller, med den laveste dækning på den dybeste station på 17 m's dybde (Figur 8-45 TV).

Sukkertang var den mest almindelige genkendelige art og gruppen trådformede makroalger var tilsvarende meget udbredt på alle stationer. Bladformede rødalger blev også registreret, men var ikke synlig på alle stationer. Sukkertang blev fundet i alle undersøgte dybdeintervaller med substrattype 3 men mest dominerende i dybdeintervallet 12-15 m, hvor de store alger dækkede op til 60 % af havbundens overflade (Figur 8-45 TH).



**Figur 8-45** TV: den samlede gennemsnitlige dækning af makroalge vegetation på sten fordelt på dybdeintervaller hvor der blev registreret sten. TH: Den gennemsnitlige dækning af sukkertang på sten fordelt på dybdeintervaller

Blåmuslingeforekomster blev registreret på under halvdelen af videotransekterne (Figur 8-46 TV), og dækningen varierede fra 5 til 25 % på bundarealet (Figur 8-46 TH).



**Figur 8-46** TV: Frekvens af forekomst af blåmuslinger i forhold til antallet af gennemførte bundbeskrivelser fordelt på dybdeintervaller på substrattype 3. TH: Den gennemsnitlige dækning af blåmuslinger fordelt på dybdeintervaller.



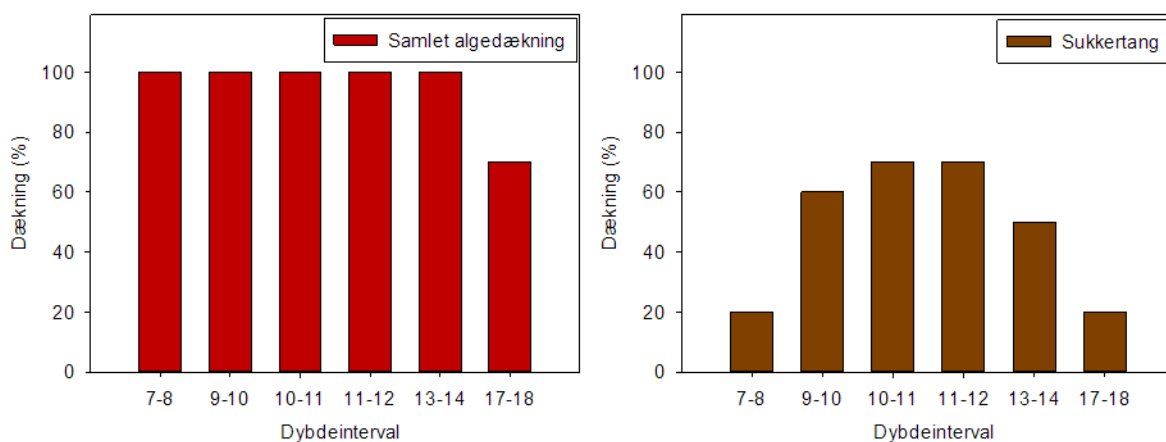
### 8.9.5 Biologisk indhold på substrattype 4

Denne substrattype består med én undtagelse af sten med en dækning større end 25% og med en omgivende bund af sandet-gruset substrat. Substrattypen blev fundet på 10 transekter mellem 7 og 17 m's dybde på de udpegede undersøgelsesområder. På transekt Or-Syd 057-1 syd for Helsingør blev der fundet tætte forekomster af hestemuslinger, der dannede et tydeligt biogent rev (Figur 8-19).

Ålegræs forekom ikke på de undersøgte transekter.

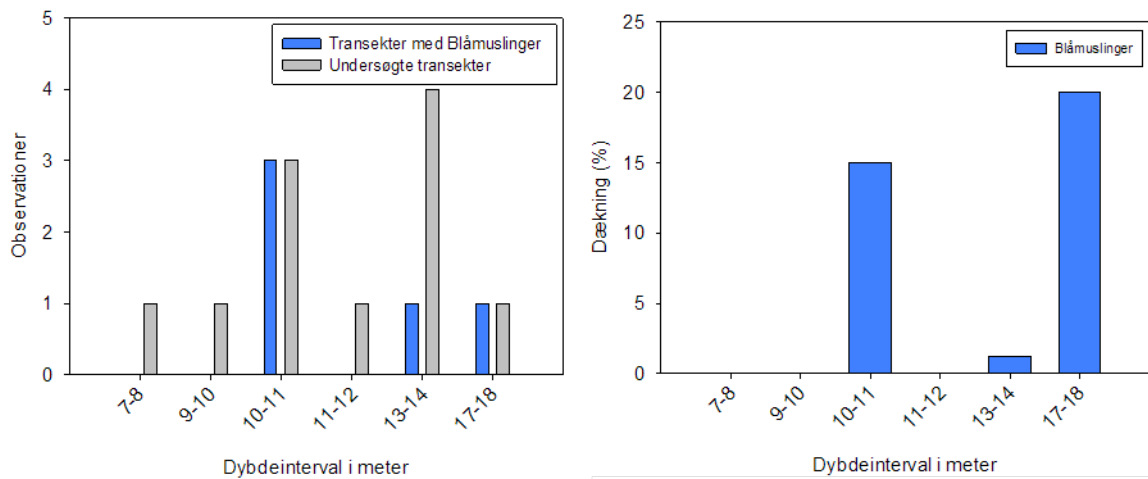
Den samlede makroalgedækning dækkede stenenes overflader 100 % ned til den dybeste undersøgte transekt på 17 m. På 17 m's dybde var vegetationens dækning reduceret en smule til 70 % (Figur 8-47 TV).

Bladformede rødalger var hyppige på mange transekter og der var også en del transekter med relativ høje mængder af trådformede alger. Sukkertang blev fundet i alle undersøgte dybdeintervaller med substrattype 4. Den store brunalge var meget dominerende med en samlet dækning på 60-70 % af bunden i dybdeintervallet 8-12 m og også med relativ høje dækninger på de to resterende undersøgelsesdybder på 7-8 m's og 17-18 m's dybde (Figur 8-47 TH). Sukkertang var også til stede på det biogene rev med hestemuslingebanken med 70 % dækning af bunden.



**Figur 8-47 TV:** Den samlede gennemsnitlige dækning af makroalgevegetation på sten fordelt på dybdeintervaller hvor der blev registreret sten. TH: Den gennemsnitlige dækning af sukkertang på sten fordelt på dybdeintervaller.

Blåmuslinger blev registreret på 5 af de 11 videotransekter med substrattype 4. Den gennemsnitlige dækning varierede fra få procent til 20 % (Figur 8-48).



**Figur 8-48 TV:** Frekvens af forekomst af blåmuslinger i forhold til antallet af gennemførte bundbeskrivelser fordelt på dybdeintervaller på substrattype 4. TH: Den gennemsnitlige dækning af blåmuslinger fordelt på dybdeintervaller.

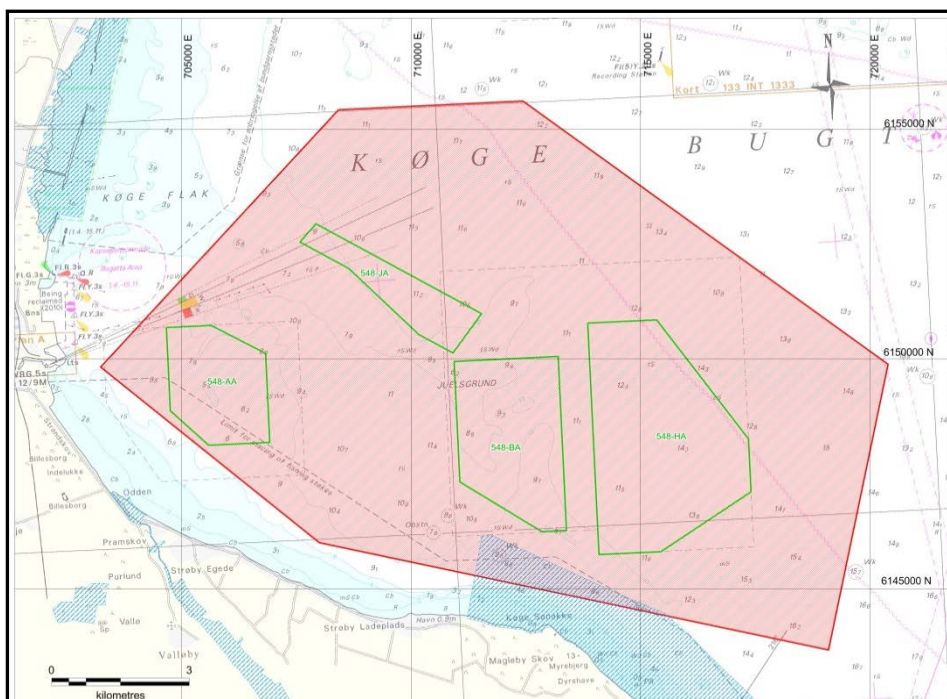
## 9. Køge Bugt

### 9.1 Introduktion

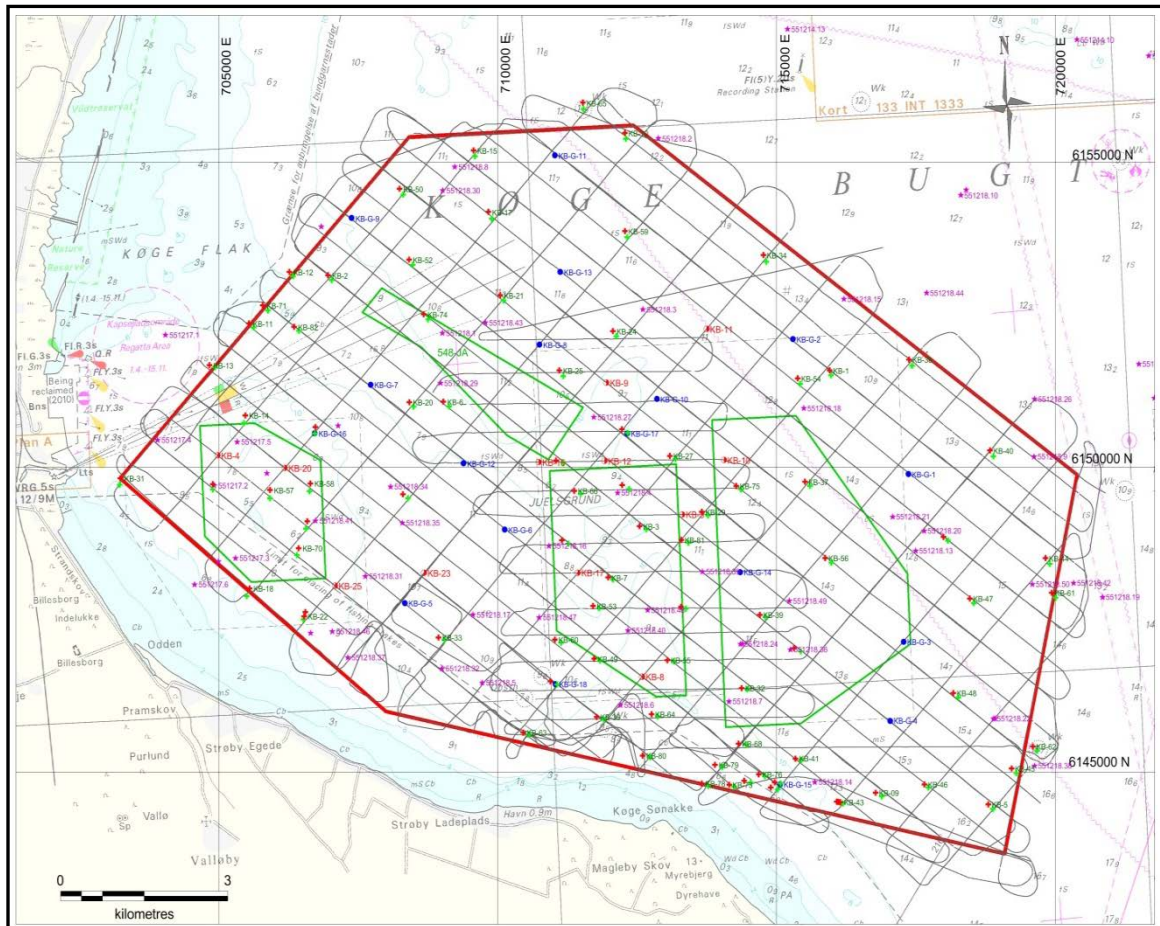
Køge Bugt undersøgelsesområdet har et areal på 128 km<sup>2</sup> og dækker den sydlige del af Køge Bugt umiddelbart øst for Køge Havn (Figur 9-1). Vanddybden i området er omkring 6-17 m (bortset fra enkelte dybere indvindingshuller). Indvindingsområderne 548-AA (Køge Bugt), 548-BA (Juels Grund), 548-HA (Juelsgrund Øst), samt 548-JA (Juelsgrund Nord) er beliggende indenfor undersøgelsesområdet.

I forbindelse med den nye kortlægning blev der i alt sejlet ca. 570 km kombineret seismik og side-scan sonar linjer (Figur 9-2). Linjenettet består dels af NV-SØ gående linjer med en indbyrdes afstand på ca. 500 m, og dels af krydsende SV-NØ gående linjer med en indbyrdes afstand på ca. 1000 m. I den centrale del af kortlægningsområdet blev linjenettet suppleret med ca. 95 km Ø-V gående 'infill' linjer. Områdets sydlige del nord for Strøby Ladeplads var præget af mange bundgarnsstader, og det var i det område nødvendigt at afvige fra de planlagte linjeføringer og at gennemføre sejladsen i dagslys.

På basis af de seismiske resultater blev der på udvalgte positioner foretaget 12 vibrationsboringer til max. 5 m dybde under havbunden. Herudover blev der udtaget 18 grabprøver, samt i alt 85 videodyk transekter til bestemmelse af havbundens overfladekarakter og biologi. Der blev foretaget kornstørrelsesanalyse af repræsentativt prøvemateriale fra 17 af de i alt 18 grabprøver. Herudover blev der af udvalgte afsnit i vibrationsboringerne foretaget i alt 21 kornstørrelsesanalyser.



**Figur 9-1** Undersøgelsesområdet i Køge Bugt (indenfor rød ramme), samt eksisterende indvindingsområder (grønne rammer). Bilag A3. Som baggrundskort er anvendt Søkort nr. 132 (Geodatastyrelsen).



**Figur 9-2** Undersøgelingsområdet i Køge Bugt med gennemførte sejllinjer (grå), grabprøve positioner (blå), vibrationsboringer (rød firkant), video transekter (grøn-rød), samt arkiv overfladeprøver/boringer (Jupiter database). Grønne polygoner angiver indvindingsområder. Bilag B3. Som baggrundskort er anvendt Søkort nr 132 (Geodatastyrelsen).

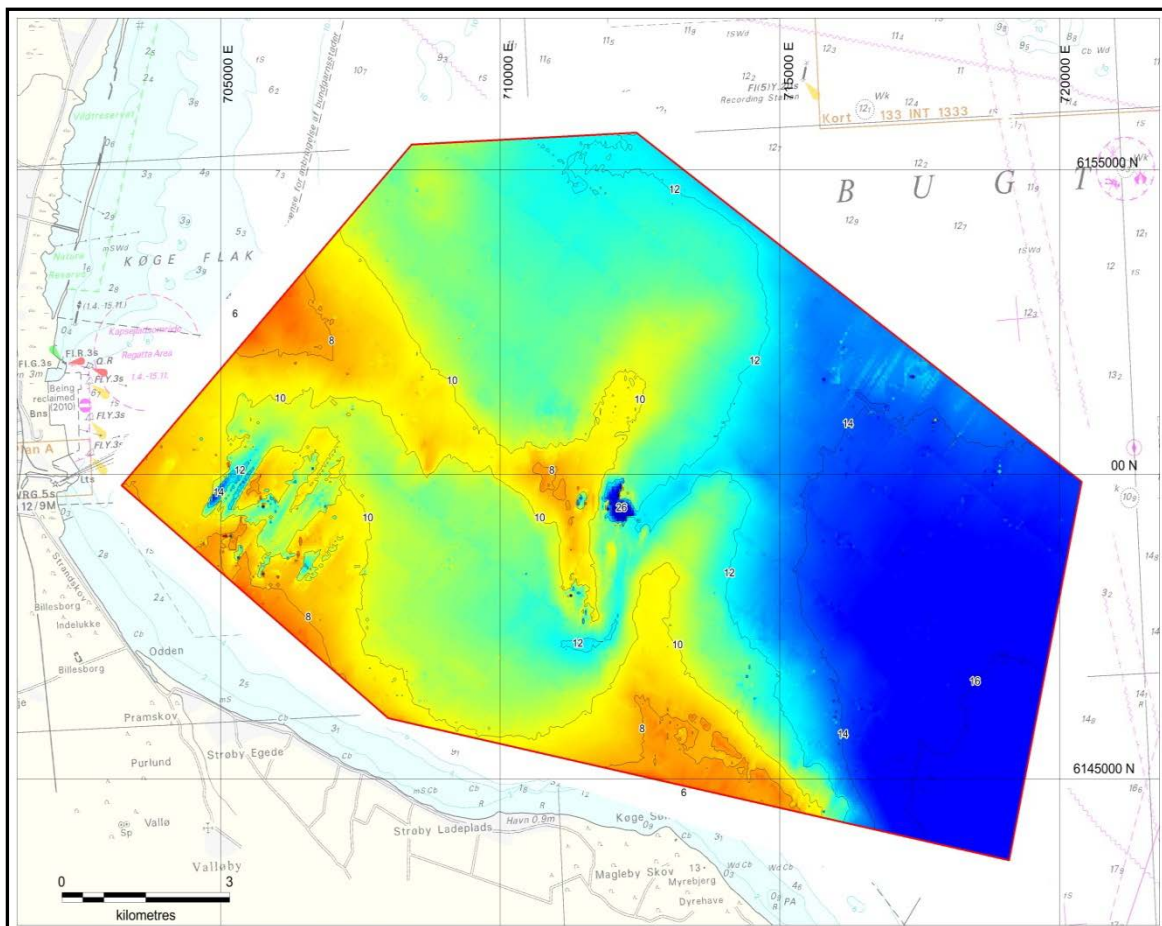
## 9.2 Geologi

Undersøgelingsområdet dækker dybder mellem ca. 6 m i den kystnære vest og sydvestlige del, til ca. 17 m i den sydøstligste del af området (Figur 9-3). Det lavvandede Køge Flak område forbinder Juelsgrund (7-8 m på laveste del) i den centrale del af området med en ryg på ca. 9-10 m's dybde. I forlængelse af Køge Sønakke nord for Stevns strækker et lavvandet område sig mod nord, øst for Juelsgrund. En snoet kanalform mellem Juelsgrund og Køge Sønakke forlængelsen, danner forbindelse mellem et 10-12 m dybt bassin vest for Juelsgrund og den østlige dybere del af Køge Bugt. Et exceptionelt dybt hul på knap 30 m's dybde findes i Juelsgrund indvindingsområdet.

Geologisk set er Køge Bugt området generelt præget af den højtliggende kalkoverflade (Kridt-Danien) overlejret af en serie af moræneaflejringer og en række nu udfyldte kanaler og lavninger dannet i den sidste del af Weichsel glaciationen. Ud for Køge findes rester af, et formodet kanal/ås-system, som fortsætter på land vestover som Køge Ås. I Senglacial og tidlig Holocæn tid blev området tørlagt, og lavninger og kanalsystemer blev mere eller mindre opfyldt af dominerende finkornede ferskvandsaflejringer og stedvis tørv. I den sydøstlige del af området har den Baltiske Issø og senere Ancylus søen i tidlig Holocæn formodentligt transgrederet området op til omkring -12 til -13 m under det nuværende havniveau. For omkring 8.500-8.000 år siden etableredes marine forhold i forbindelse med Litorina transgressionen; først i den sydlige dybere



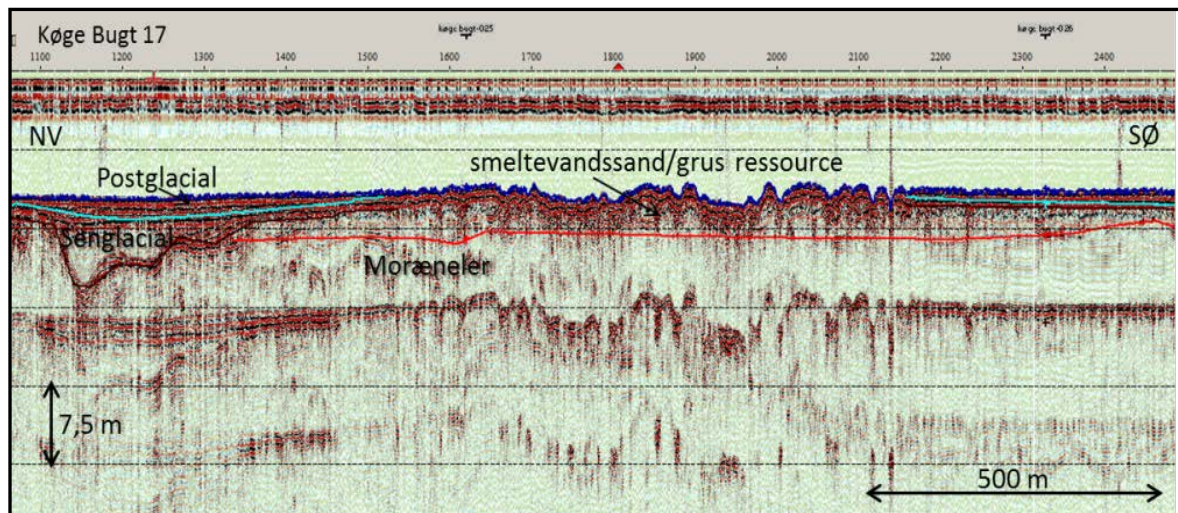
del af Køge Bugt området og for knap 7.000 år siden kulminerede havniveauet i holocæn flere meter over det nuværende niveau. Transgressionen medførte erosion og omlejring af de ældre dannelser.



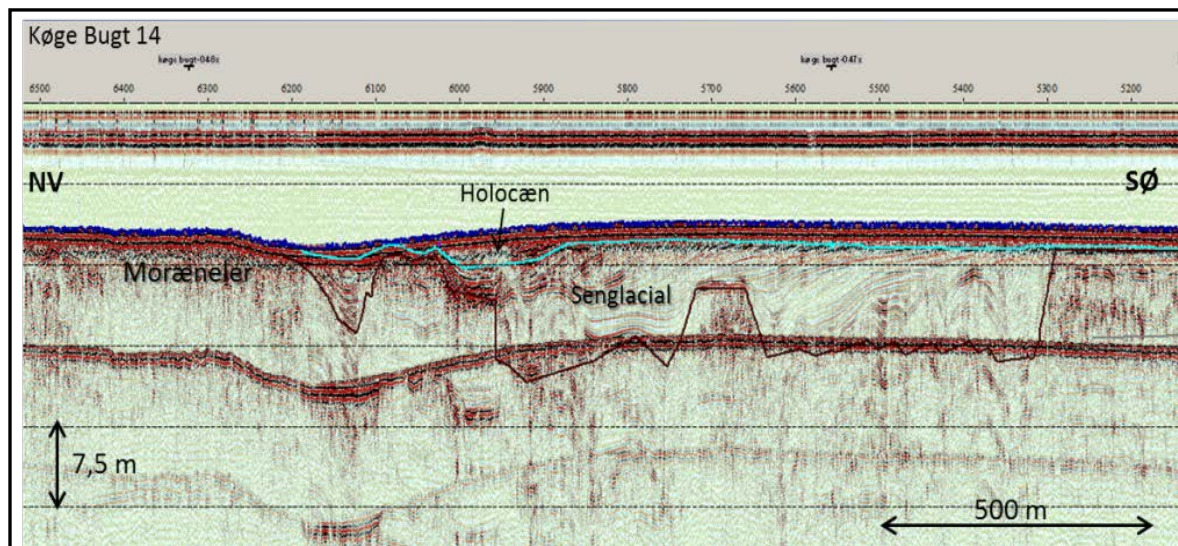
**Figur 9-3** Dybdeforhold i undersøgelsesområdet baseret på RTK korrigerede ekkolodsmålinger i forbindelse med dette survey. Bilag C3. Som baggrundskort er anvendt Søkort nr 132 (Geodastyrrelsen).

Undersøgelsesområdet er i store dele præget af glaciale morænelers aflejringer og udfyldte senglaciale kanalsystemer med finkornede aflejringer kun få meter under havbunden. Disse aflejringer har typisk ikke et råstofressourcemæssigt potentiale. Omkring Køge Bugt og Juelsgrund indvindingsområderne findes grovere og ressourcemæssigt interessante smeltevandsaflejringer med en mægtighed på op til ca. 6 m. Disse formodes at være dannet i tilknytning til ås/dalsystemet (Figur 9-4). Højere liggende glaciale aflejringer er i forbindelse med Litorina transgressionen blevet eroderet og omlejret i form af NNØ udbyggende bankesystemer, som morfologisk fremtræder nord for Køge Sønakke og forskudt herfor nord for Juelsgrund (Figur 9-5). De postglaciale aflejringer er typisk kun få meter mægtige, og aflejringerne aftager i mægtighed og kornstørrelse med tiltagende dybde mod øst og nord. De postglaciale marine sandede aflejringer er i indvindingsområderne Juelsgrund Øst og Juels Grund Nord hovedsageligt blevet indvundet til fyldsandsformål. Lagune-kanal systemet syd for Juelsgrund er præget af en tyk serie af senglaciale aflejringer, der går over i tørveaflejringer få meter under havbunden. Herover findes sandede gytjeaflejringer, der afspejler en udvikling fra sø fase til brakvands- og marineforhold.





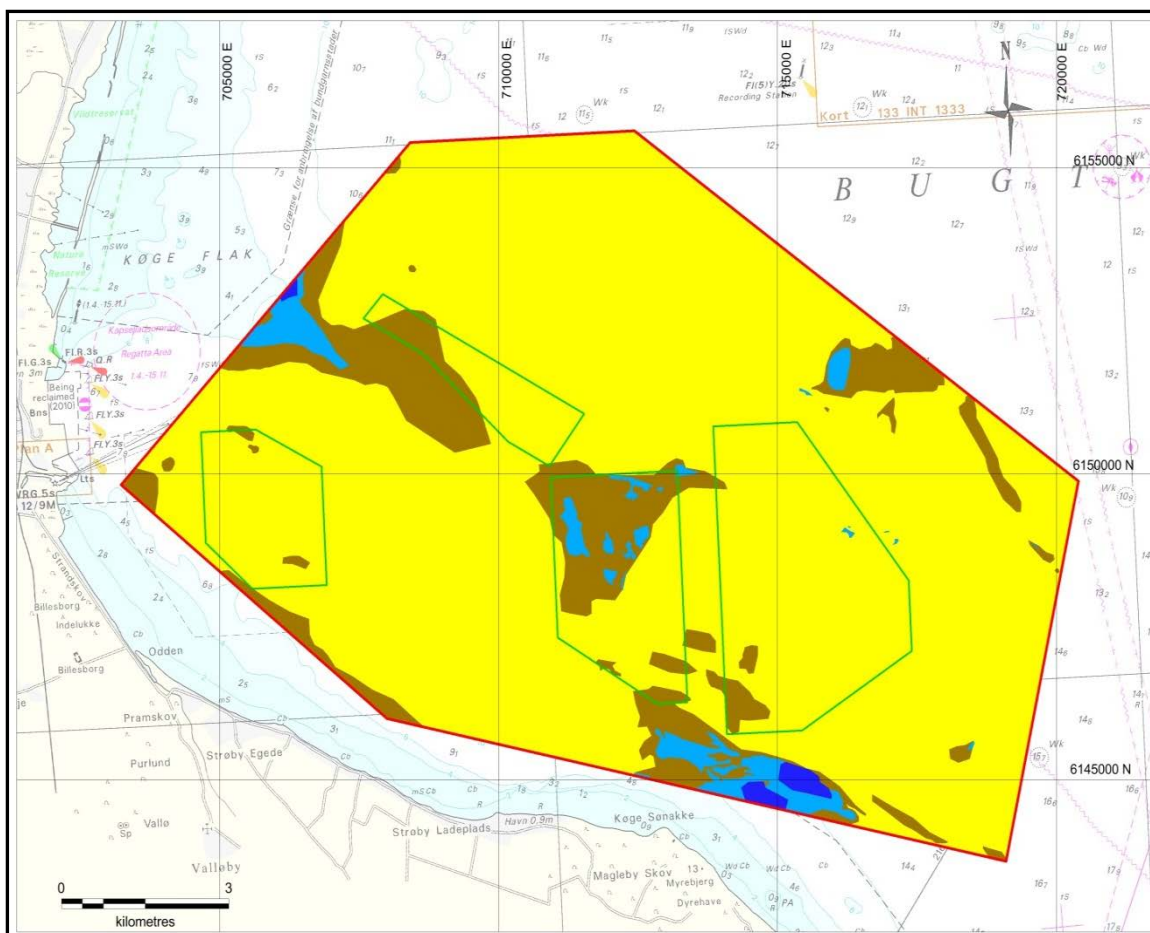
**Figur 9-4** Eksempel på seismisk sparker profil, der viser forekomst af smeltevandssand /-grus umiddelbart under havbunden i Juelsgrund indvindingsområdet. Mod NV og SØ ses tiltagende dæklag af mere finkornede senglaciale og postglaciale sedimenter.



**Figur 9-5** Eksempel på seismisk sparker profil, der viser en udbyggende formodt Holocæn bankeform/kanal indfyldning over en tykkere serie af senglaciale, formodt finkornede, lagdelte aflejringer.

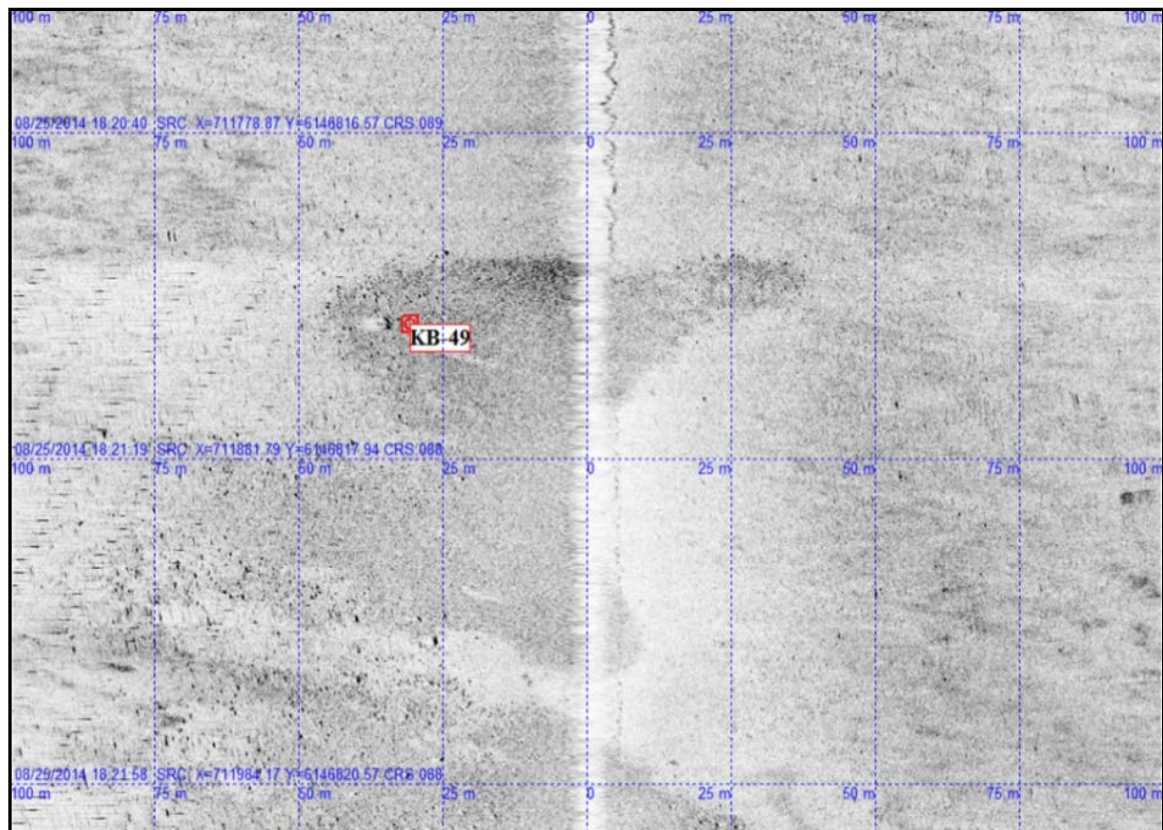
### 9.2.1 Bundforholdene

Bundsedimentet i undersøgelsesområdet er generelt domineret af finkornet sand, der i de dybere eller delvist afsnørede områder har karakter af dyndet sand (Figur 9-6). Den ydre del af Køge Flak, og forlængelsen til Juelsgrund og Køge Sønakke er domineret af en gruset og småstenet bund (substrattype 2). Områder med større stenkonzentration og forekomst af større sten (substrattype 3 og 4) er begrænset til de forholdsvis lavvandede dele af Køge Flak og Køge Sønakke. Herudover findes spredte mindre områder med spredt stenforekomst på havbunden (substrattype 2 og 3) i Juelsgrund området (Figur 9-7) samt i den østlige del af området, hvor morænefladen lokalt står frem på havbunden. Ud over stedvis forekomst af bølgeribber i de mest lavvandede dele af undersøgelsesområdet, findes ingen tegn på aktiv sedimentdynamik.



**Figur 9-6** Fordeling af bundsubstratter i undersøgelsesområdet baseret på dette survey. Gul (substrattype 1: sand og dyndet sand); Brun (substrattype 2: gruset sand med småsten); Lys blå (substrattype 3: bund med en hel del sten); Mørk blå (substrattype 4: stenet bund). Grønne polygoner angiver eksisterede indvindingsområder. Bilag D3. Som baggrundskort er anvendt Søkort nr 132 (Geodatastyrelsen).



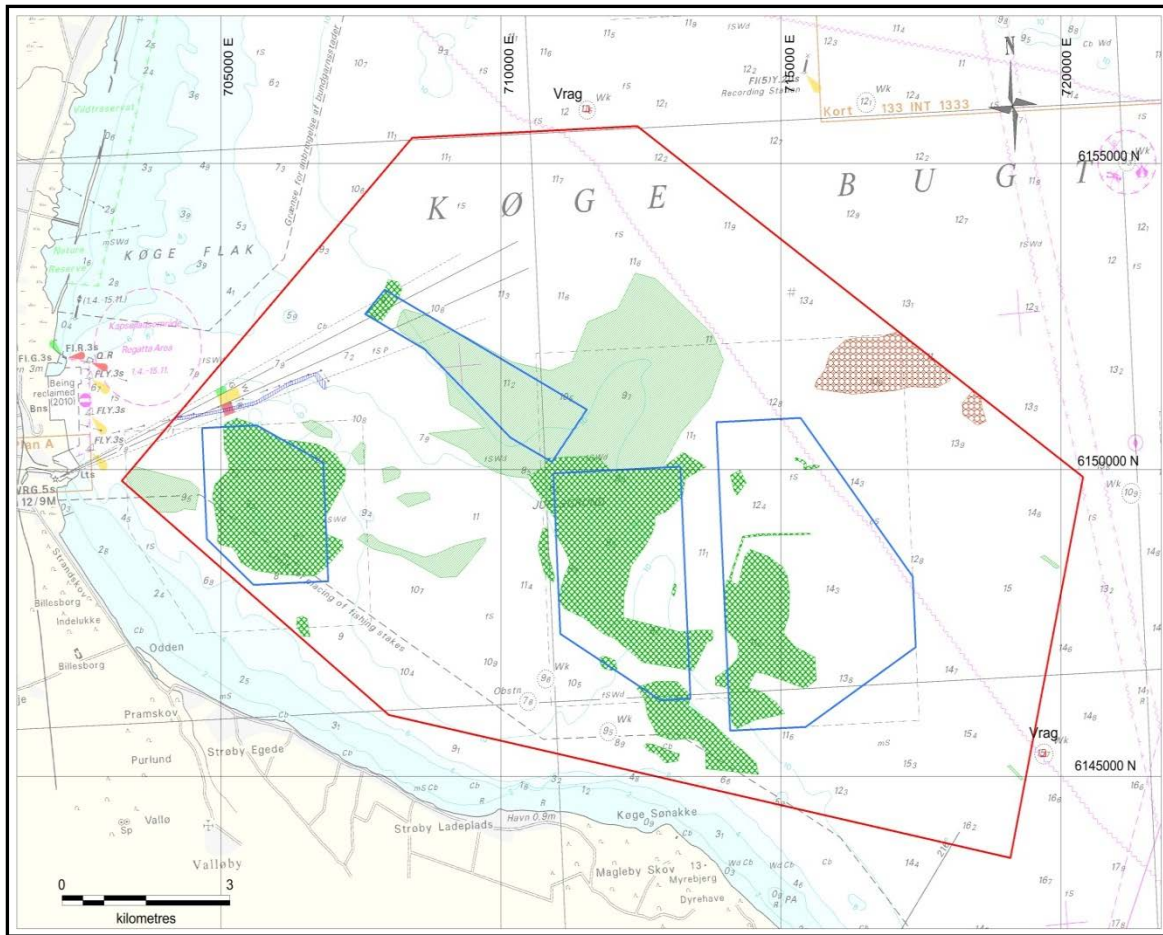


**Figur 9-7** Eksempel på side-scan sonar billede ved videotranssekt KB-49. Billedet viser et område med gruset bund (mørkere) og enkelte spredte større sten i et område ellers domineret af sandbund (lysere). Billedet dækker et udsnit på ca. 100 m til hver side af sejlrtingen.

### 9.2.2 Menneskelig aktivitet

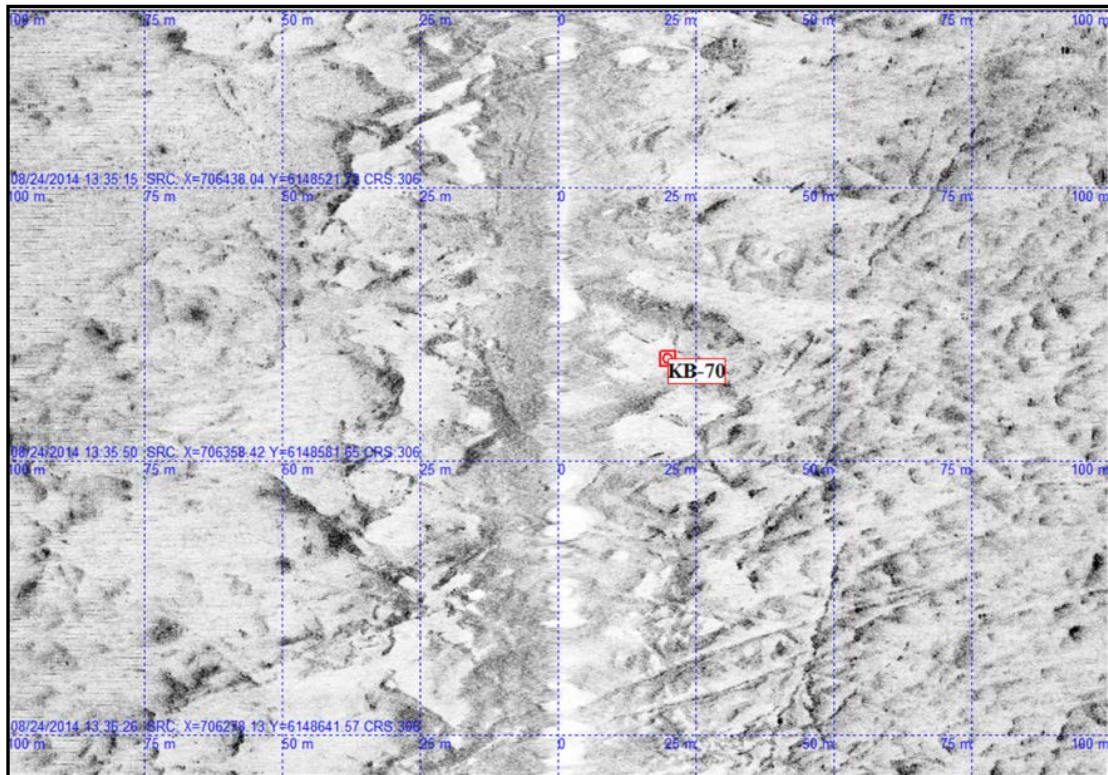
I langt hovedparten af de fire indvindingsområder, og i nogle af de tilgrænsende områder, er havbunden præget af indvindingsspor (Figur 9-8). I Køge Bugt, Juelsgrund og den sydøstlige del af Juelsgrund Øst indvindingsområdet ses mange markante spor efter stiksugning og i varierende grad slæbesugning (Figur 9-9). I Juelsgrund Nord området findes næsten udelukkende slæbesugningsspor. De markante indvindingsspor i Køge Bugt og Juelsgrund indvindingsområderne varierer i omfang og dybde. Sammensatte større huller dannet ved uddybning gennem mange gentagne sugninger kan være flere hundrede meter i tværsnit og have en dybde på op til 5-8 m. Op til den nordøstlige del af undersøgelsesområdet ses i et godt 1.5 km<sup>2</sup> stort område tydelige spor efter klapping af materiale. Klappingsmaterialet danner diskrete bunker af gruset-småstenet materiale, der hæver sig ca. 1 m over den omkringliggende sandede bund (Figur 9-10). I områdets vestlige del ses sejlrinden ind til Køge Havn som et smalt VSV-ØNØ gående lineament, der kan følges ca. 3 km ind i undersøgelsesområdet (Figur 9-8).

I alt to vrage, beliggende umiddelbart nord og sydøst for undersøgelsesområdet, er blevet identificeret i forbindelse med kortlægningen (Figur 9-8). Lokaliteterne er i begge tilfælde kendte jf. Kulturstyrelsens database og det eksisterende søkort.

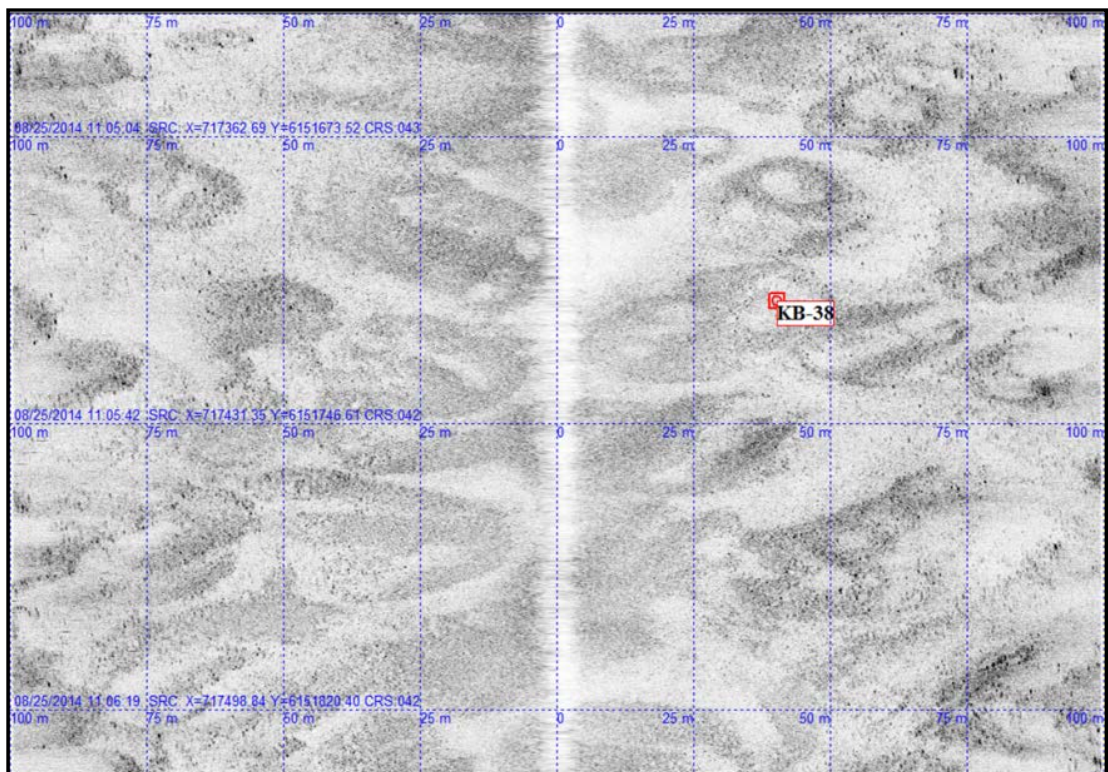


**Figur 9-8** Spor efter menneskelig aktivitet på havbunden i undersøgelingsområdet. Områder med grøn kryds-skravering betegner områder med markante, dybere indvindingsspor i havbunden. Lys grøn skravering betegner områder med mindre dybe spor - typisk udelukkende fra slæbesugning. Brunt skraveret område mod nordøst har spor efter klapping. De to vrag er ligeledes markeret på kortet. Bilag E3. Som baggrundskort er anvendt Søkort nr 132 (Geodatastyrelsen).





**Figur 9-9** Side scan sonar billede af område præget af intensiv indvinding med både stiksugning og slæbesugning i Køge Bugt indvindingsområdet. Billedet dækker et område på 100 m på hver side af sejlretningen.



**Figur 9-10** Side scan sonar billede af område med spor efter klapping af gruset og småstenet materiale. Billedet dækker et område på 100 m på hver side af sejlretningen



### **9.3 Kortlægning af råstofressourcer**

Kortlægningen af råstofressourcer i Køge Bugt undersøgelsesområdet har dækket både eksisterende indvindingsområder, områder udenfor nuværende indvindingsområder, hvor det må formodes at tidligere indvinding har fundet sted, samt tilgrænsende områder, der ikke hidtil har været benyttet til indvinding. Formålet med kortlægningen har derfor både været at skabe et kvalificeret grundlag for at vurdere om det er muligt, seismisk, at kortlægge restforekomster indenfor gamle intensivt udnyttede indvindingsområder, samt at knytte denne kortlægning til en samlet oversigtskortlægning over fordelingen og mængden af forskellige typer af råstofforekomster indenfor undersøgelsesområdet.

Kortlægningen er foretaget med et tilstrækkeligt tæt grid til at tolkede forekomster langs enkeltlinjer har kunnet afgrænses og deres rumlige udstrækning og mægtighed afbildes v.h.a. interpolation/gridning. Ny boringsdata fra positioner udvalgt på basis af de seismiske resultater samt eksisterende arkiv boringsdata har været benyttet til at understøtte tolkningen. Herudover har kornstørrelsesanalyser af boringsmaterialet været brugt til at karakterisere ressourceforekomsternes type og kvalitet.

#### **9.3.1 Råstoffer i området Køge Bugt**

Med den udførte seismiske dataindsamling i et net på ca. 500 m x 1000 m, har det været muligt at kortlægge de potentielle råstofressourcer i området, både indenfor og udenfor de eksisterende indvindingsområder. Råstofkortlægningen har vist, at der er forholdsvist store sandforekomster fordelt over et relativt stort areal. Mægtigheden af forekomsterne er dog i store dele meget begrænset, hvilket reducerer den indvindelige mængde.

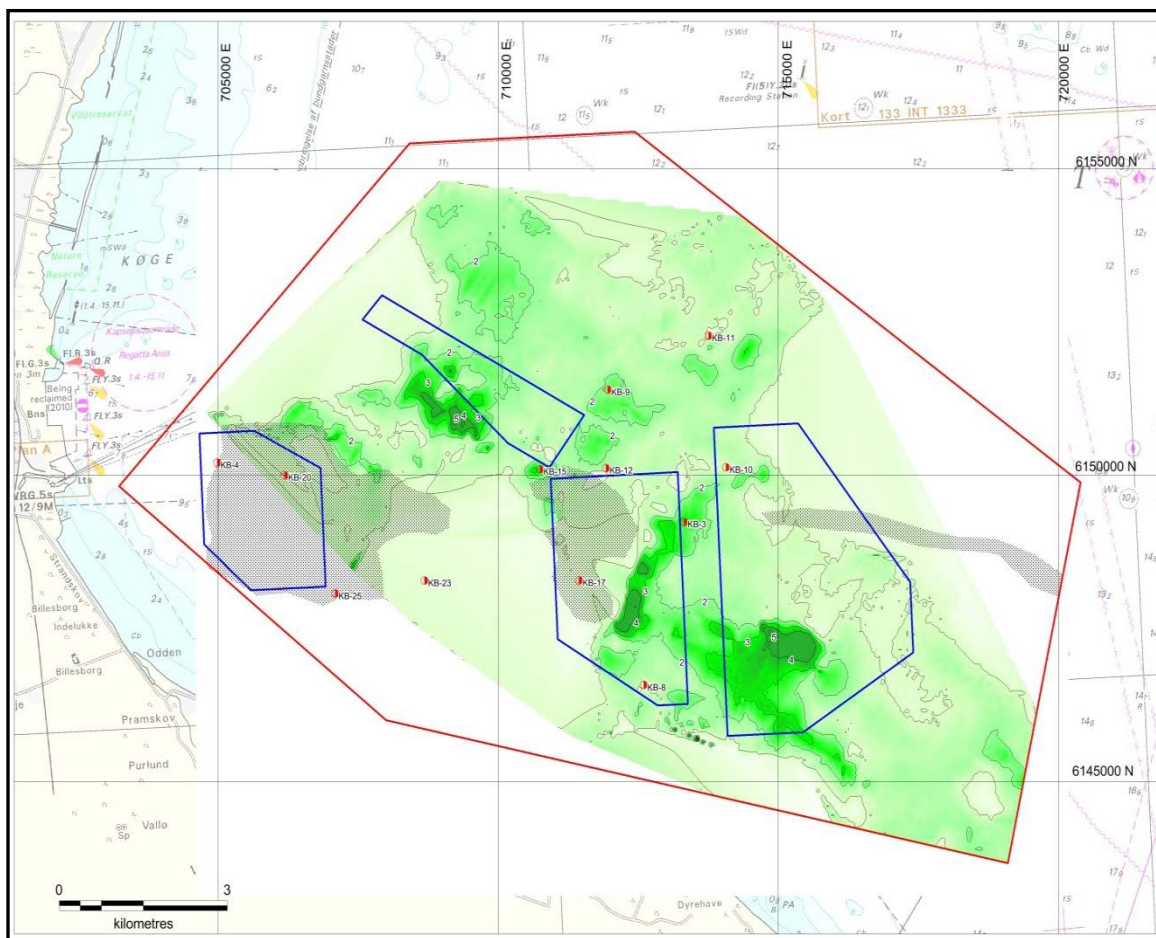
Den ene type af forekomsterne er dannet som smeltevandsaflejringer indlejret mellem moræne enheder og som højere liggende akkumulationer på ældre glaciale dannelser i form af rester af et ås-kanal system, som har haft forbindelse til Køge Ås systemet på land. Den anden type forekomst består af postglaciale aflejringer i form af sandede ferskvandsdannelser og overlejrende marine holocæne aflejringer dannet ved transgressionen af området og erosion af de glaciale og sen-glaciale ældre sedimenter.

Der er i forbindelse med kortlægningsarbejderne udarbejdet råstofkort over de to forskellige typer råstofaflejringer. Dels en forekomst, KB-ressource 1, der består af forholdsvist finkornet holocænt sand med en stor udbredelse over området, samt KB-ressource 2 bestående af grovere smeltevandsdannelser, som er lokaliseret i tre isolerede områder umiddelbart under eller tæt på havbunden. Begge ressourcer er klassificeret som påviste ressourcer.

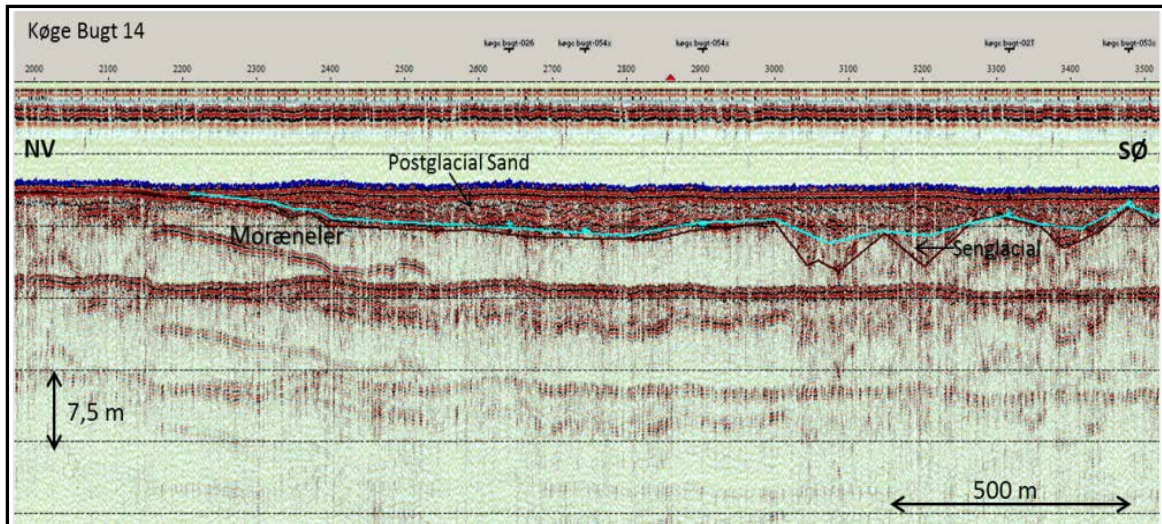
#### **9.3.2 Køge Bugt - Ressource 1**

Ressourcen er beliggende i Køge Bugt ud til omkring 15 km øst for Køge (Figur 9-11). Ressourcen ligger som et op til få meter tykt dække over det meste af undersøgelsesområdet, med undtagelse af områder med højtliggende glaciale dannelser og dybere/beskyttede områder karakteriseret af sandet dynd i overfladelaget. Ressourcen indgår i Fællesområderne 548BA (Juelsgrund), 548-HA (Juelsgrund Øst, 548-Ja (Juelsgrund Nord), men udgør kun en uvæsentlig del af Fællesområde 548-AA (Køge Bugt). Ressourcen har en maksimal tykkelse på omkring 5 m og er beliggende på vanddybder imellem 8 og 17 m (Figur 9-11). Den er påvist ved 7 vibrocører borer, der er udført i forbindelse med de nuværende undersøgelser, samt i 10 eksisterende borekerner fra området.

Ressourcen er sand, generelt fin til mellemkornet. Ressourcen er præget af indvinding i alle tre Juelsgrund indvindingsområder, samt på ryggen der strækker sig nordøst over fra Juelsgrund.



**Figur 9-11** Tykkelse (1 m kontur-intervaller) og udbredelse af råstofressource KB-Ressource 1 (postglacialt sand). De med gråt skraverede områder angiver udbredelsen af underliggende KB-Ressource 2 (Smeltevandsaflejringer). Boringspositioner samt omrids af indvindingsområder er angivet. Bilag F3.1. . . Som baggrundskort er anvendt Søkort nr. 132 (Geodatastyrelsen).

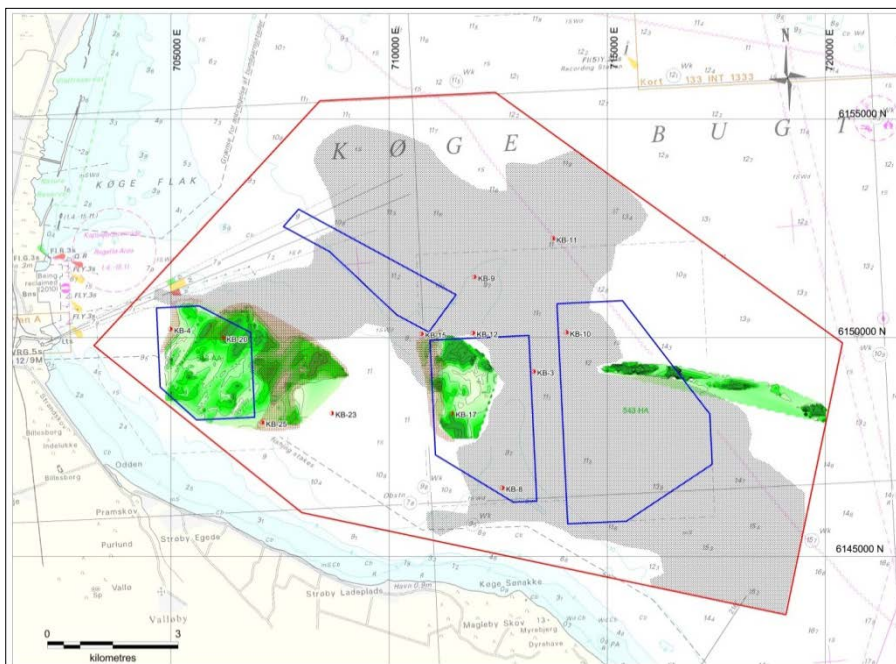


**Figur 9-12** Seismisk eksempel af KB-Ressource 1 (Postglacial sand angivet ned grøn for basisi.) fra Køge Flak mod Juelsgrund. Længden af profil ca. 2,5 km. Ca. 7,5 m mellem de horisontale linjer.

På baggrund af den seismiske kortlægning er der foretaget en volumetrisk opgørelse af ressourcerne i forekomsten. Opgørelsen omtales nærmere i afsnit 15.

### 9.3.3 Køge Bugt - Ressource 2

Ressourcen omfatter tre isolerede forekomster af smeltevandsdannelser: KB-Ressource 2a, 2b, og 2c beliggende ud for Køge i samme område som KB-Ressource 1 (Figur 9-13). Herunder følger en beskrivelse af de enkelte ressourceforekomster og de opgjorte ressourcemængder er tabellarisk opstillet i Afsnit 15.

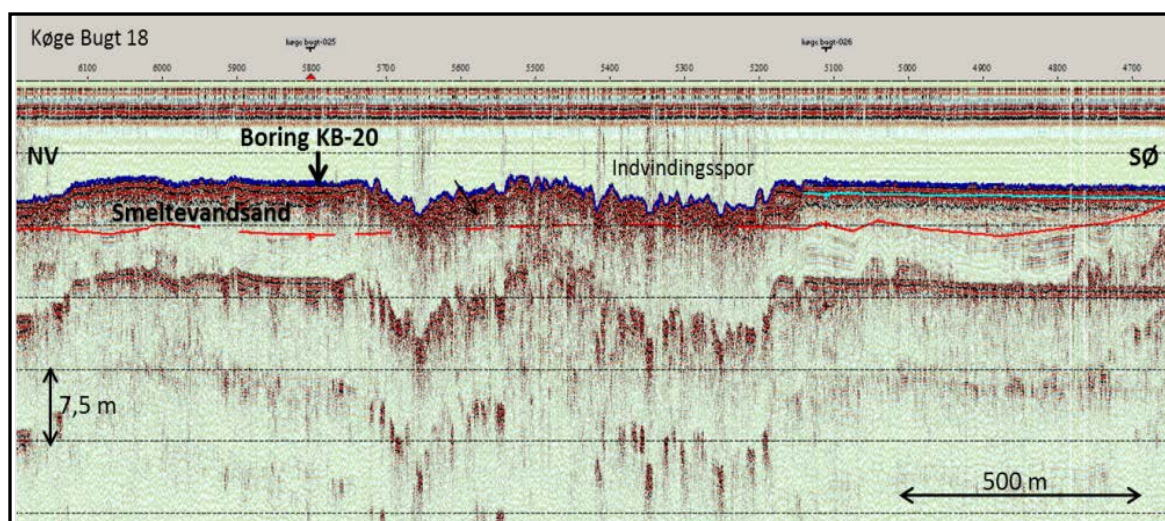


**Figur 9-13** Tykkelse (1 m kontur-intervaller) og udbredelse af råstofressource KB-Ressource 2, bestående af 3 isolerede forekomster: 2a (mod vest), 2b (centralt ved Juelsgrund) og 2c mod øst. Brun skravering angiver område med dæklag >1 m over ressourcen. Gråt skraverede områder angiver udbredelsen af KB-Ressource 1. Boringspositioner samt omrids af indvindingsområder (blå polygoner) er angivet. Bilag F3.2. . Som baggrundskort er anvendt Søkort nr. 132 (Geodatastyrelsen).



### 9.3.4 Køge Bugt - Ressource 2a

Ressourcen dækker et område omfattet af næsten hele Fællesområde Køge 548-AA samt et tilgrænsende område mod øst, hvor den er dækket af et sen-glacialt-holocænt dæklag på >1 m tykkelse (Figur 9-13). Ressourcen, der ligger på en vanddybde af ca. 7,5-12 m er præget af intensiv indvinding i en lang årrække i store dele af fællesområdet. Ressourcen har seismisk kunnet kortlægges til en mægtighed på maksimalt ca. 5 m (Figur 9-13). Dog er den seismiske tolkning behæftet med nogen usikkerhed i meget intensivt indvindingsprægede dele af forekomsten (Figur 9-14). Eksisterende borekerner underbygger at ressourcen stedvist tidligere har haft større mægtighed. Ressourcen er i forbindelse med den nuværende undersøgelse anført i to borer, KB-20 og KB-25. KB-20 indeholder enheder af mellemkornet sand mellemlejret med flere decimeter tykke rallag til bund af kerne i 4,5 m dybde. KB-25 indeholder 3 m tætlejrede enheder af fin til meget grovkornet sand og enkelte tynde rallag overlejrende moræneler i 3 m dybde. I arkivkerne 551.217-2 ses 5.9 m sand og grus. Ressourcen betegnes som ral og sand 1. Det fremgår af opgørelsen (afsnit 15), at der er op imod 13 mio. m<sup>3</sup> ral/sand1 i den kortlagte forekomst. Hvis forekomsten blev indvundet fuldt ud ville råstofreserven være godt 10 mio. m<sup>3</sup>.

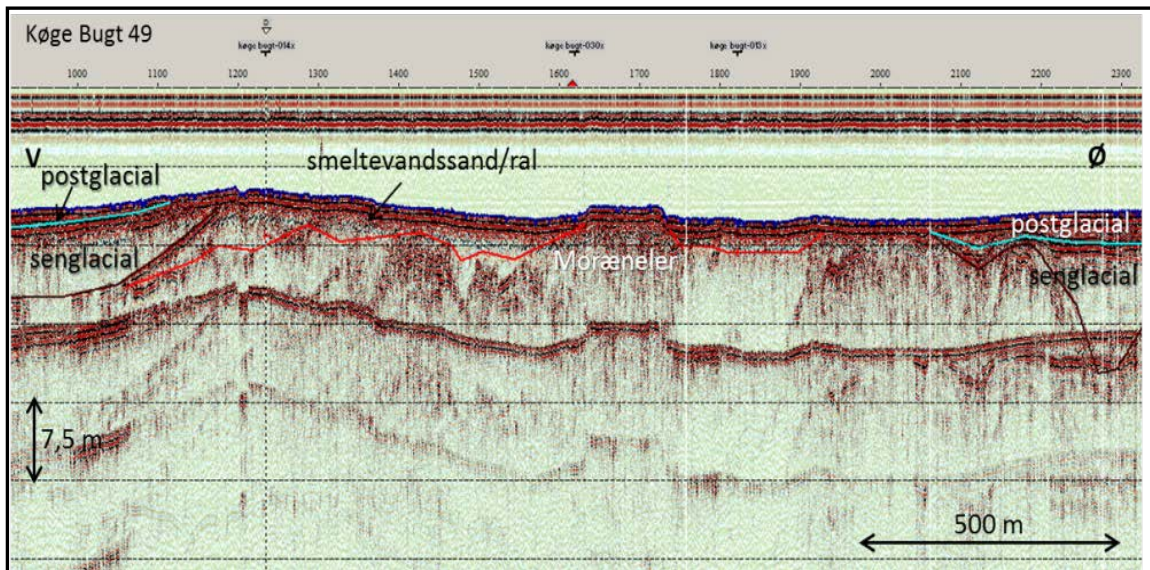


**Figur 9-14** Eksempel på tolket seismisk sparker profil ved Boring KB-20, der viser min. 4 m smeltevandsand og ral (KB-Ressource 2a) over ældre glaciale aflejringer.

### 9.3.5 Køge Bugt - Ressource 2b

Ressourcen dækker et område beliggende i den nordøstlige del af Fællesområde Køge 548-BA, Juelsgrund. Ressourcen, der ligger på en vanddybde af ca. 7.5 til 12 m er præget af intensiv indvinding i en lang årrække. Ressourcen har seismisk kunnet kortlægges til en mægtighed på maksimalt ca. 7 m (Figur 9-13). Ressourcens østligste del er præget af >1m overjord i form af sandet dynd og KB Ressource 1 (Postglacialt finkornet sand) (Figur 9-15). Eksisterende borekerne 551.218-4 fra den centrale del af forekomsten viser grus og ral til 6 m dybde (til bund af boring). Ressourcen er i forbindelse med den nuværende undersøgelse anført i en boring, KB-17, i den sydlige del af forekomsten. Boringen viser enheder af mellemkornet sand med flere decimeter tykke rallag til bund af kerne i 4.5 m dybde. Ressourcen betegnes som ral. Det fremgår af opgørelsen (afsnit 15) at der er op imod 7 mio. m<sup>3</sup> ral i den kortlagte forekomst. Hvis forekomsten blev indvundet fuldt ud ville råstofreserven være godt 5 mio. m<sup>3</sup>.

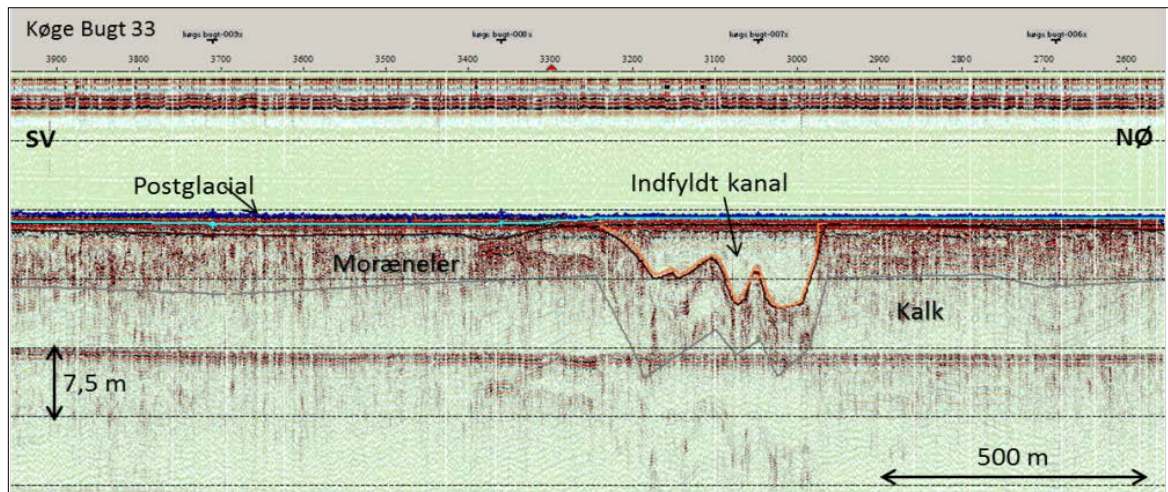




**Figur 9-15** Eksempel på tolket sparker profil med forekomst af smeltevandssand og ral (KB-Ressource 2b) på Juelsgrund.

### 9.3.6 Køge Bugt - Ressource 2c

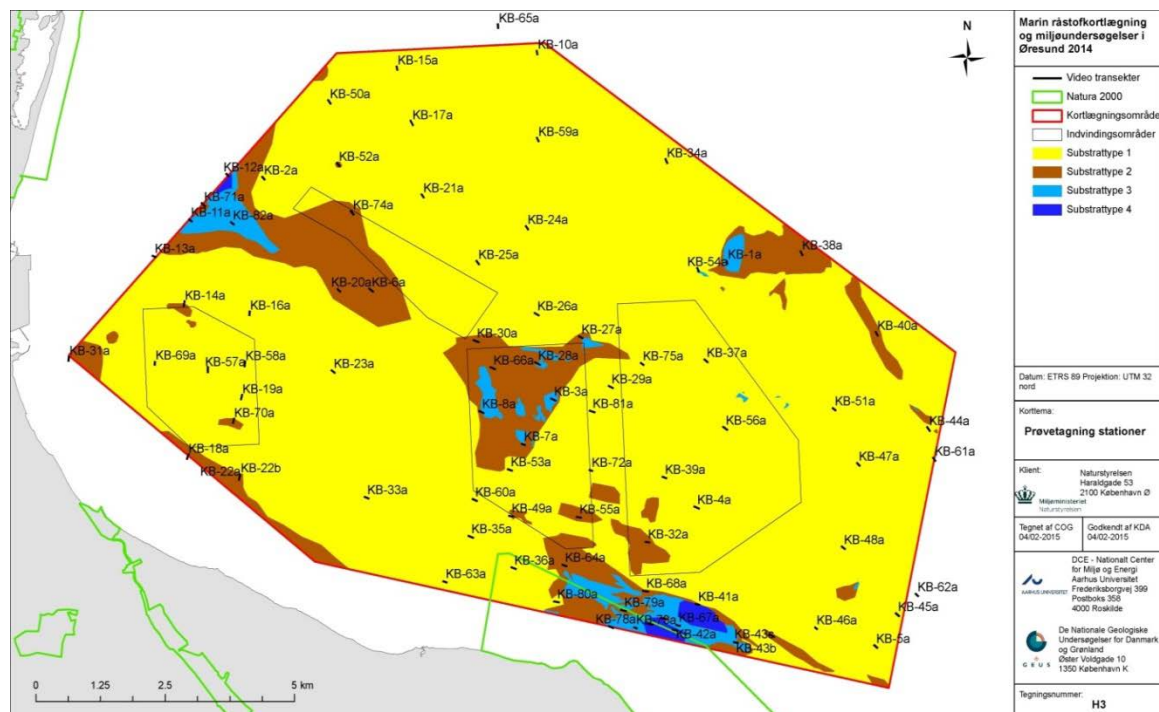
Ressourcen er beliggende ca. 15-20 km øst for Køge Havn, og udgør et ca. 5 km aflangt kanalfyld, der strækker sig fra område 548-HA og ud til undersøgelsesområdets afgrænsning mod øst (Figur 9-13). Forekomster, der ligger på vanddybder mellem ca. 12 og 15 m, er ikke præget af indvinding. Ressourcen har seismisk kunnet kortlægges til stedvist at opnå en mægtighed på op til 8-9 m. Flere steder ses at kanalelementet, og ældre glaciale dannelser i det pågældende område har eroderet et 10-15 m dybt snit i den underliggende kalkoverflade (Figur 9-16). Enkelte eksisterende borer i den centrale del af forekomsten (551.218-21 og 551.218-2) viser fin-mellemkornet sand med tyndere indslag af grovkornet sand til en minimumsdybde af henholdsvis 6.8 m og 5.0 m. Overlejrende marine dannelser er typisk kun få decimeter tykke. En eksisterende borekerne fra den østligste del viser indslag af tynde lerlag i forekomsten. Forekomsten betegnes som sand 1/ fyldsand. Det fremgår af opgørelsen (afsnit 15) at der er op imod 5 mio. m<sup>3</sup> sand1/fyldsand i den kortlagte forekomst. Hvis forekomsten blev indvundet fuldt ud ville råstofreserven være godt 4 mio. m<sup>3</sup>.



**Figur 9-16** Seismisk eksempel fra KB-Ressource 2c, der består af smeltevandssand indlejret i udfyldt kanalform. Det ses at de glaciale dannelser har eroderet kanalelementet i den underliggende kalkoverflade.

## 9.4 Kortlægning af biologiske nøglekomponenter i Køge Bugt

Forekomsten af biologiske nøglekomponenter som ålegræs, makroalger og blåmuslinger er baseret på de gennemførte videotransekter. Derudover er den potentielle udbredelse af ålegræs baseret på en model for artens udbredelse. Indsamlingsstationernes placering i forhold til substrattyperne fremgår af Figur 9-17 og en detaljeret beskrivelse af det biologiske indhold på de enkelte stationer fremgår af Bilag H3.

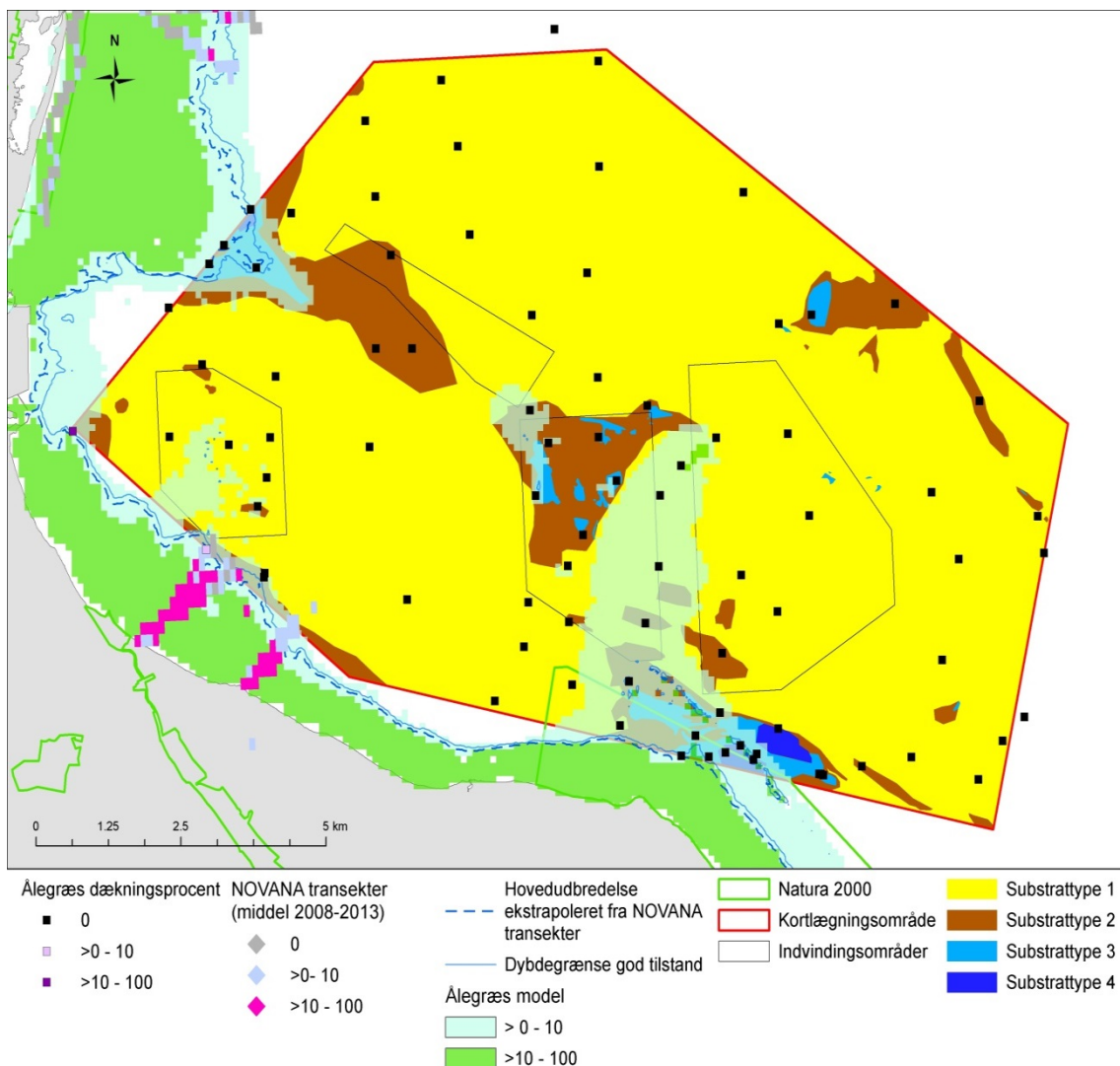


**Figur 9-17** Video transekternes fordeling i forhold til de kortlagte geologiske havbundsubstrattyper. Se Bilag H3.

## 9.5 Observerede og modellerede forekomster af epibentiske biologiske komponenter

### 9.5.1 Ålegræs

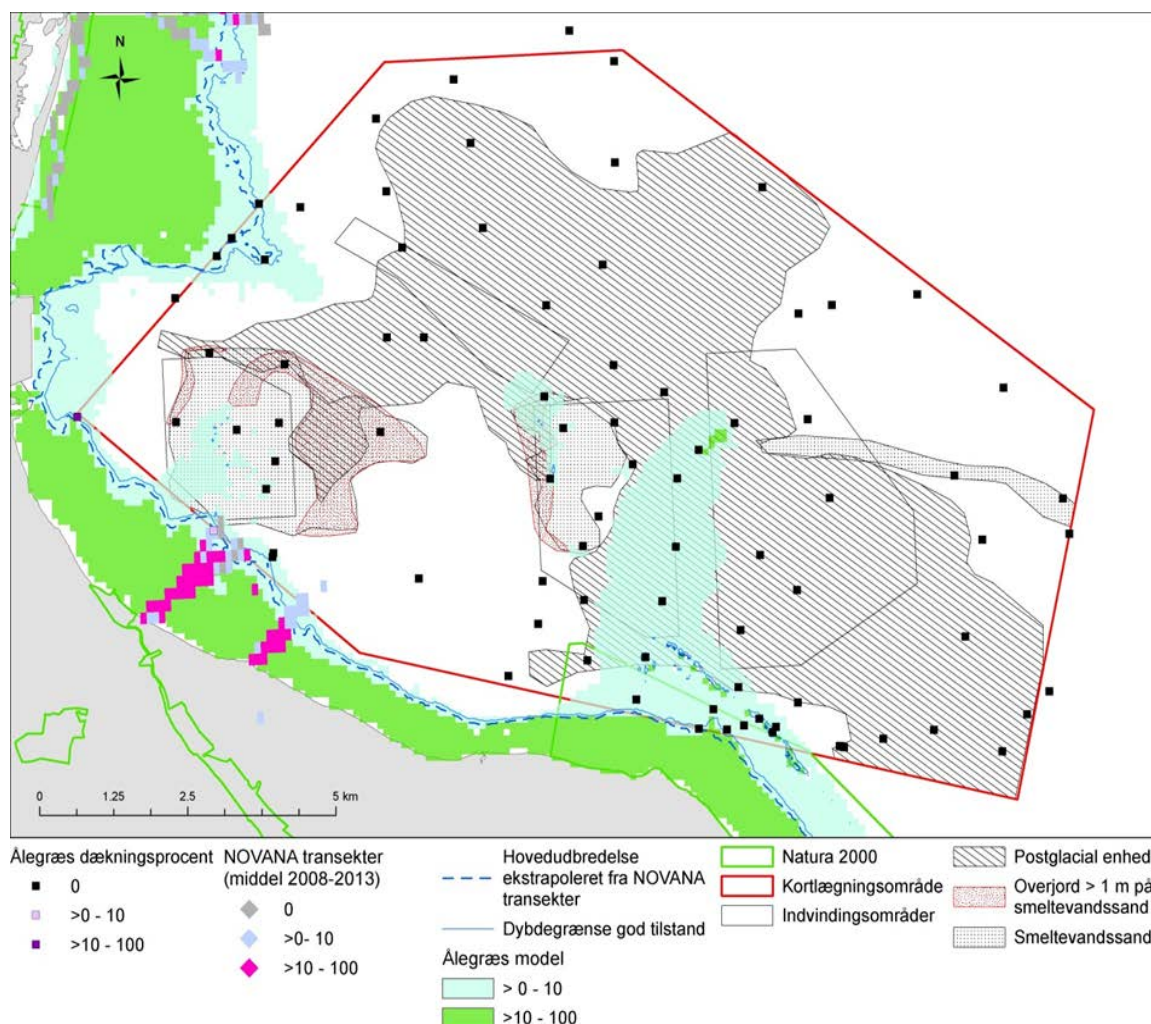
Ålegræs forekommer på lavere vanddybder i Køge Bugt. Den rumlige fordeling af både observeret ålegræs fra NOVANA overvågnings transekterne og dette projekts videotransekter samt den modellerede mulige udbredelse af ålegræs i Køge bugt er vist i Figur 9-18. Der blev observeret ålegræs på to videotransekter, begge på kanten af kortlægningsområder. På station KB-31 i det nordvestligste hjørne var der en meget veludviklet ålegræs vegetation med 70% dækning og på station KB-18 omkring NOVANA transekterne blev der observeret sparsom dækning af ålegræs med en vurderet dækning på 2%. Tilsvarende er der observeret ålegræs på den nordligste NOVANA station på kanten af kortlægningsområdet.



**Figur 9-18** Udbredelse af Ålegræs i Køge Bugt på en baggrund af kortlagte substrattyper. Kortet viser dels observeret udbredelse af ålegræs på videotransekter og NOVANA stationer Bugt og modelleret potentiel udbredelse af ålegræs i Køge Bugt samt dybdegrænsen for god miljøtilstand i henhold til udkast til Vandområdeplaner 2015-21 (Anon 2014). Se Bilag K3.1.



Den modellerede potentielle udbredelse af ålegræs viser, at der er vækstmuligheder for ålegræs inden for kortlægningsområdets mere lavvandede dele, men i langt hovedparten af området kun med en mindre dækning (0-10%). Der er tilsvarende et overlap mellem den modellerede potentielle udbredelse af ålegræs og dele af de kortlagte råstofressourcer (Figur 9-19). Der er dog ingen observationer fra videotranssekter som understøtter forekomsten af ålegræs i ressourceområderne. Ålegræssets fastsatte dybdegrænse for god økologisk tilstand er ikke sammenfaldende med de kortlagte råstofressourcer.



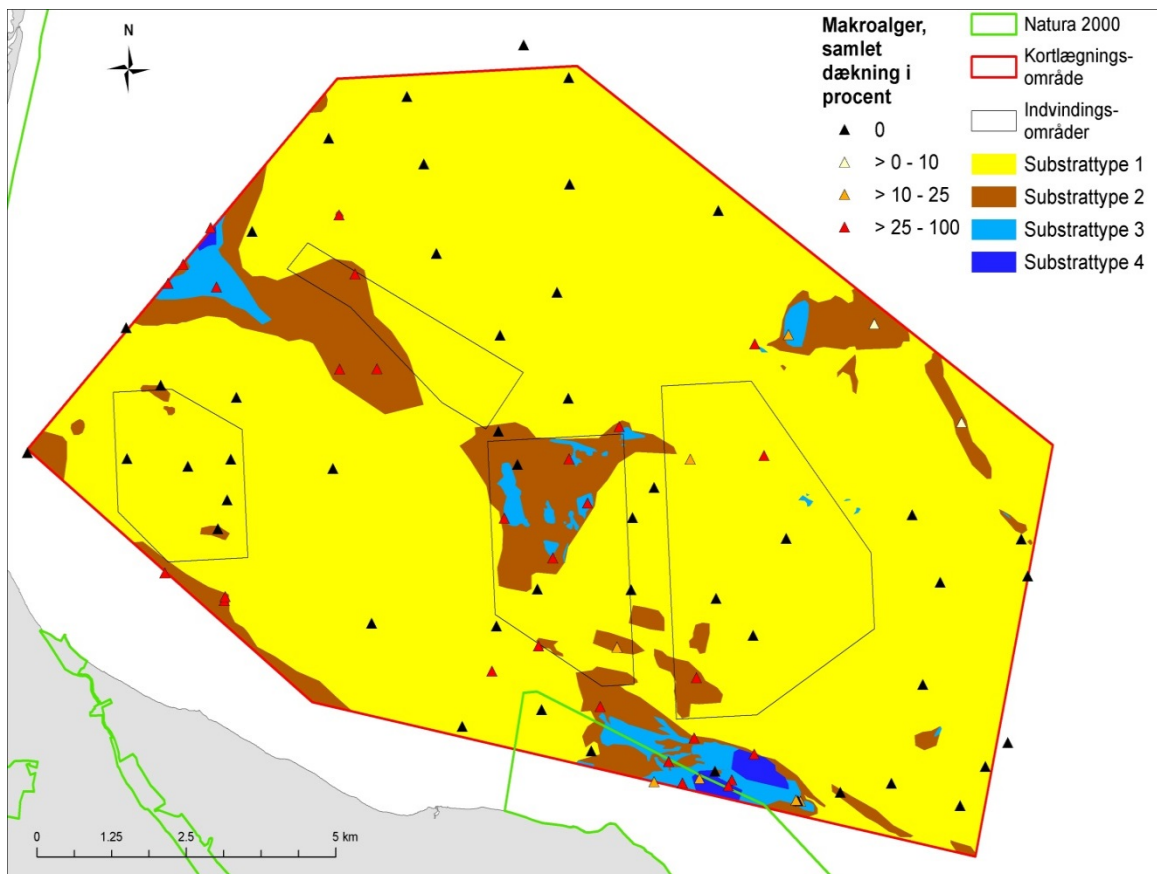
**Figur 9-19** Observeret ålegræs forekomst og modelleret potentiel ålegræs udbredelse samt kortlagte råstofressource områder (omfattende postglacial enhed og smeltevandssand) samt dybdegrænsen for god miljøtilstand i henhold til udkast til Vandområdeplaner 2015-21 (Anon 2014). Se Bilag K3.2.

## 9.5.2 Makroalger

Makroalger blev observeret over størstedelen af Køge Bugt, men på substrattype 1 i form af drivende trådformede rødalger på bunden. Fasthæftede makroalger blev observeret hvor der lå sten på havbunden dvs. på substrattype 2,3 og 4. Bladformede rødalger og trådformede alger var fuldstændig dominerende. Større brunalger blev ikke observeret.

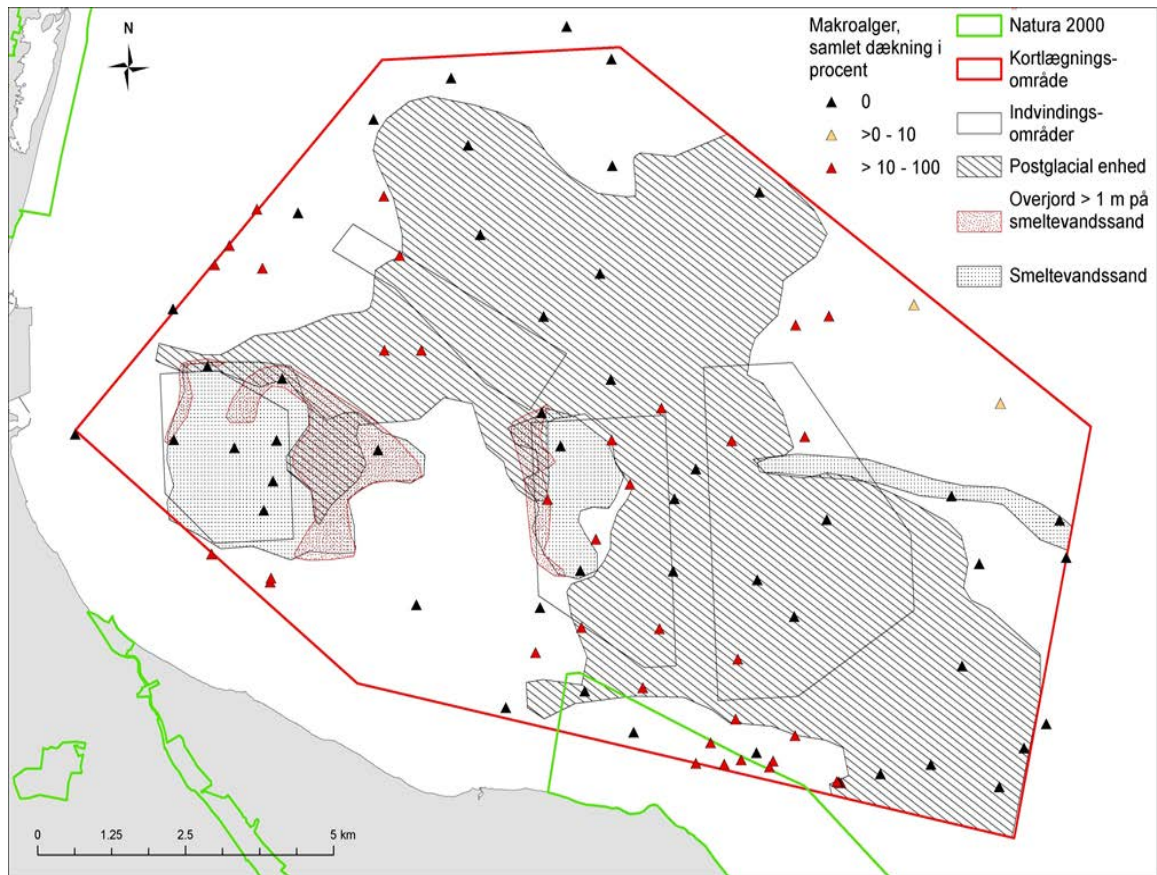
Dækningen af de fasthæftede alger var generelt mindre end den observeres på andre hårdbundsarealer i danske farvande (Figur 9-20). Stenene var oftest kun fuldstændig dækket på vanddybder mellem 6-8 m og herefter aftog dækningen generelt med stigende dybde om end der også på 12 m dybde var transekter hvor stenene var helt dækket med algevegetation.





**Figur 9-20** Dækning af fasthæftede makroalger på sten i Køge Bugt på en baggrund af kortlagte substrattyper. Se Bilag J3.1.

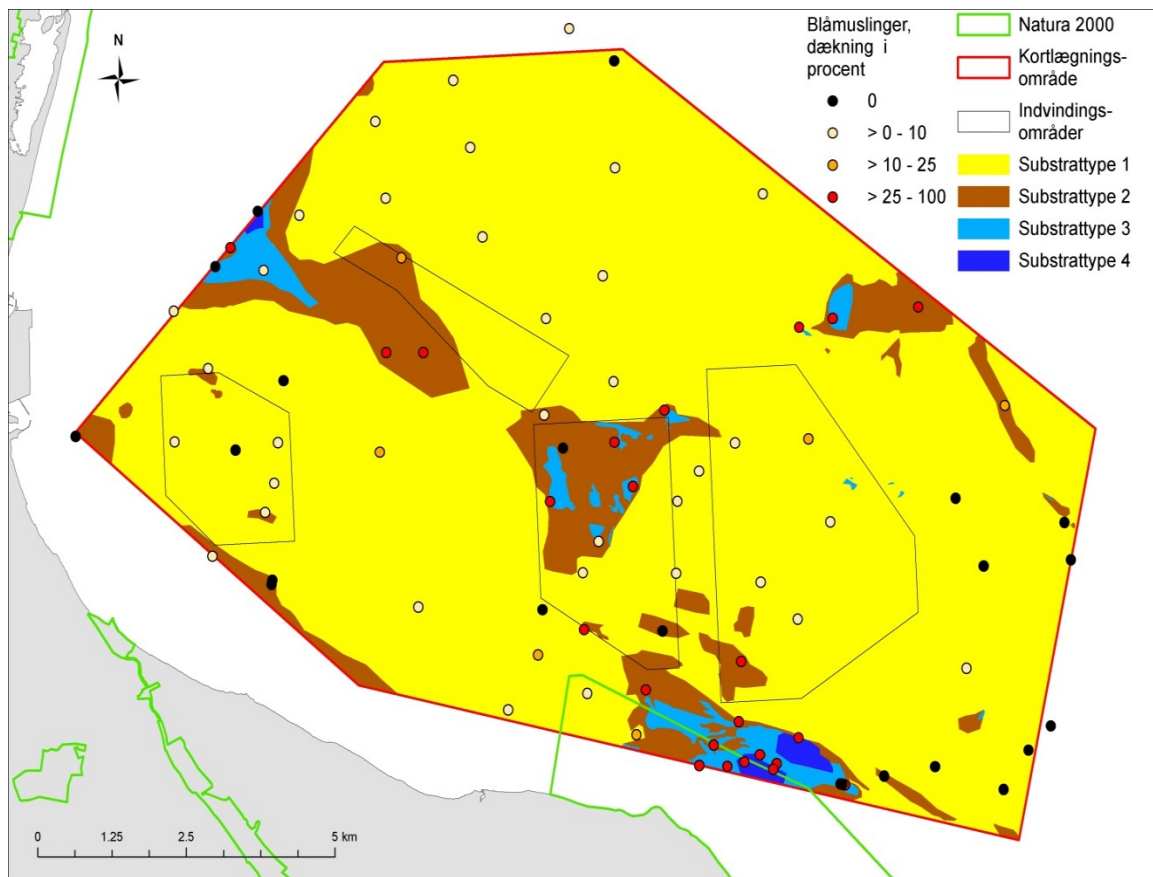
Der forekommer stenede partier inden for de kortlagte råstofområder hvor makroalgevegetation forekommer med høj dækning (Figur 9-21). Algernes forekomst vil primært være afhængig af tætheden af sten på havbundsoverfladen.



**Figur 9-21** Makroalgedækning på hårdt substrat samt kortlagte råstofressourceområder (omfattende postglacial enhed og smeltevandssand). Se Bilag J3.2.

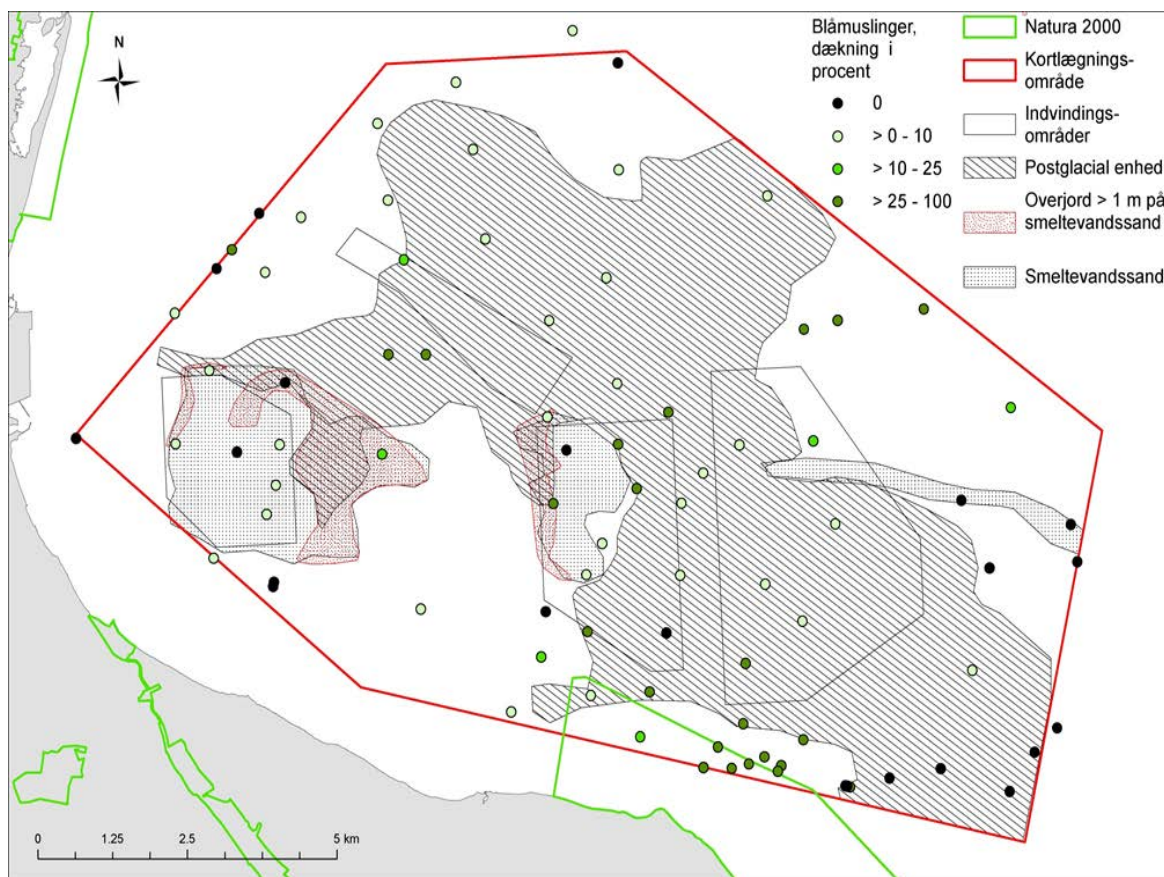
### 9.5.3 Blåmuslinger

Blåmuslinger blev observeret på hovedparten af de undersøgte videotranssekter, men manglede på de mest østlige stationer på vanddybder >15 m og på stationer på de mere lavvandede dele i den vestlige del af undersøgelsesområdet (Figur 9-22). De største tætheder af muslinger var knyttet til områder med mere grove substrater.



**Figur 9-22** Dækning af fasthæftede blåmuslinger i Køge Bugt på en baggrund af kortlagte substrattyper. Se Bilag I3.1.

Blåmuslinger forekommer på næsten alle videotranssekter inden for det kortlagte ressourceområde i Køge Bugt, bortset fra det sydvestlige område. Tætheden varierer fra en mindre dækning til en høj (Figur 9-23).



**Figur 9-23** Kort over blåmuslinger samt ressourceområder (omfattende postglacial enhed og smeltevandssand). Se Bilag I3.2.

## 9.6 Fordeling af de biologiske komponenter på substrattyper

Fordelingerne af de biologiske komponenter er beskrevet i relation til vanddybden for arealer uden for eksisterende indvindingsområder, inden for indvindingsområder og endvidere på potentielle fremtidige råstofområder.

### 9.6.1 Køge Bugt (uden for råstofområderne)

Der blev gennemført videoundersøgelse på 63 transekter uden for indvindingsområderne i Køge Bugt. Undersøgelserne blev gennemført i dybdeintervallet fra 5 til 19 m's dybde. De 63 transekter kunne opdeles i 66 deltransekter hver med sin substrattype i henhold til Naturstyrelsens definition (Tabel 9-1). Resultaterne af de biologiske og geologiske tolkninger af de enkelte videotransekter fremgår af Bilag P.

Dybde i meter	Substrattype				Samlet antal
	1b	2	3	4	
5-6				1	1
6-7		3	2		5
7-8		2	2	2	6
8-9	2	1	3		6
9-10	5	1			6
10-11		2			2
11-12	11	4	1	1	17



12-13	6		1	1	8
13-14		1	2		3
14-15		1			1
15-16	4	1			5
16-17	3				3
17-18	2				2
18-19	1				1
<b>Samlet antal</b>	<b>34</b>	<b>16</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>66</b>

**Tabel 9-1** Fordeling af de tolkede data fra transekter/deltransekter fordelt på substrattyper og dybdeintervaller.

Trådformede rødalger og løst drivende rødalger hovedsagligt af arterne Ledtang (*Polysiphonia sp.*) udgjorde hovedparten af vegetationen i Køge Bugt undersøgelsesområdet. På den mere sandede havbund forekom desuden spredte forekomster af blåmuslinger, Figur 9-22. Ålegræs var begrænset til spredte forekomster, hovedsagligt på lavt vand. Det biologiske indhold vil blive gennemgået for hver substrattype.

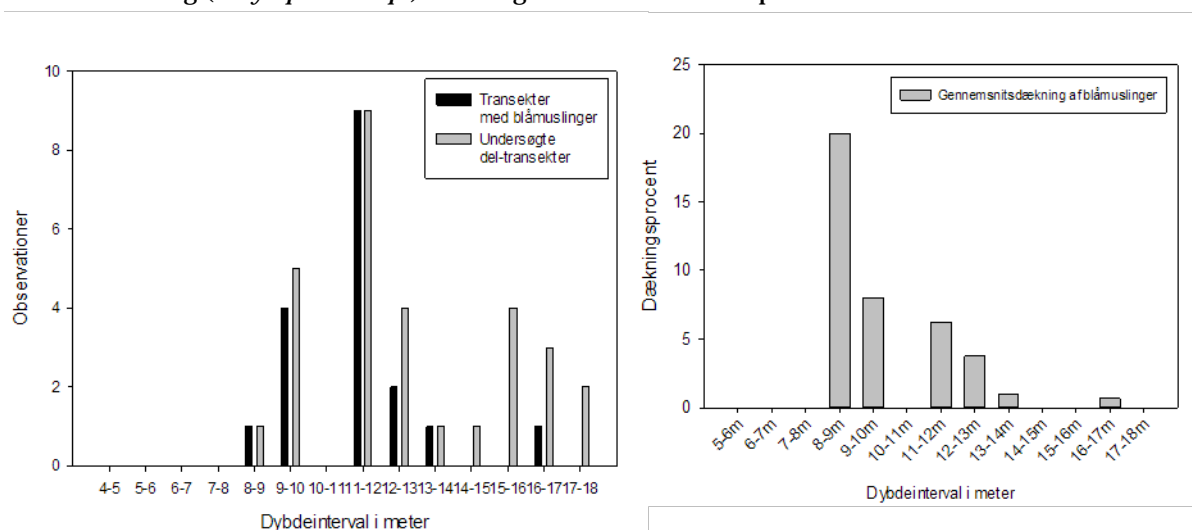
### 9.6.1.1 Biologisk indhold på substrattype 1a

Denne substrattype er ikke registreret inden for undersøgelsesområdet.

### 9.6.1.2 Biologisk indhold på substrattype 1b

Denne substrattype er den mest almindelige i området og blev registreret på 34 af de undersøgte lokaliteter. De udbredte områder med sand forekom på 8–17,5 m's dybde. På sandbunden forekom der spredte forekomster af blåmuslinger, der nogle steder dækkede mere end 25 % af bundarealet, Figur 9-24.

Ålegræs forekom i Køge Bugt langs kysten ud til 6-7 m's dybde, Figur 9-18 men blev kun registreret i undersøgelsesområdet på en enkelt lokalitet på 6,4 m's dybde. På undersøgelsestidspunktet forekom der på sandbunden store mængder løst drivende alger, specielt af arten Ledtang (*Polysiphonia sp.*) som nogle steder dækkede op til 80% af bunden.

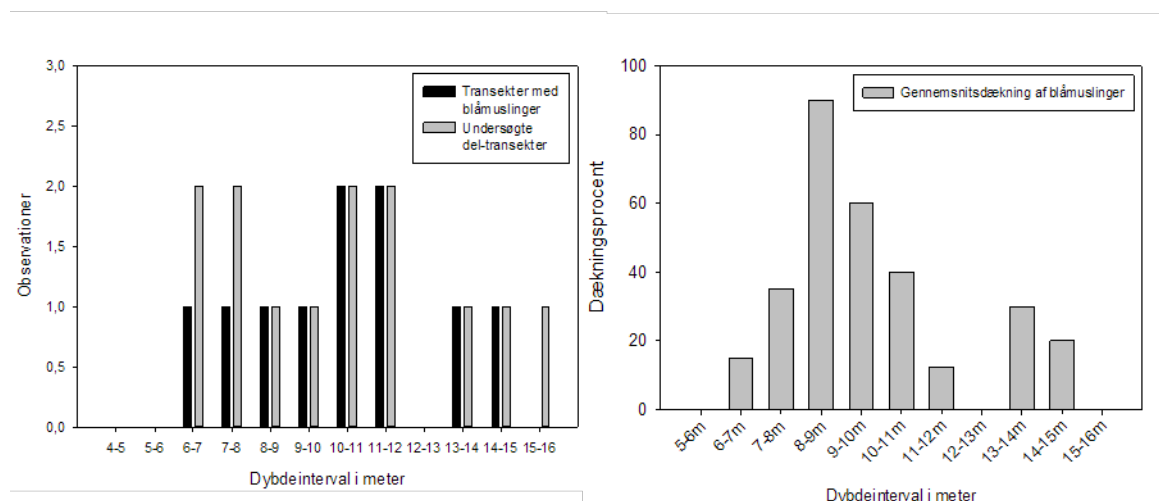


**Figur 9-24** TV: frekvens af forekomst af blåmuslinger i forhold til antallet af gennemførte bundbeskrivelser fordelt på dybdeintervaller på substrattype 1b. TH: den gennemsnitlige dækning af blåmuslinger fordelt på dybdeintervaller

### 9.6.1.3 Biologisk indhold på substrattype 2

På 16 af de undersøgte lokaliteter uden for råstofindvindingsområderne blev der registreret enkelte forekomster af spredte sten. Disse sten havde udelukkende været bevokset med trådformede rødalger som Alm. Ledtang (*Polysiphonia fucoides*) og Alm. Klotang (*Ceramium virgatum*). Det er bemærkelsesværdigt at der i området ikke forekom store brunalger. Blåmuslinger var betydelig mere dominerende på substrattype 2 end på substrattype 1 (Figur 9-25). Løst drivende trådalger var også her almindelig forekommende.

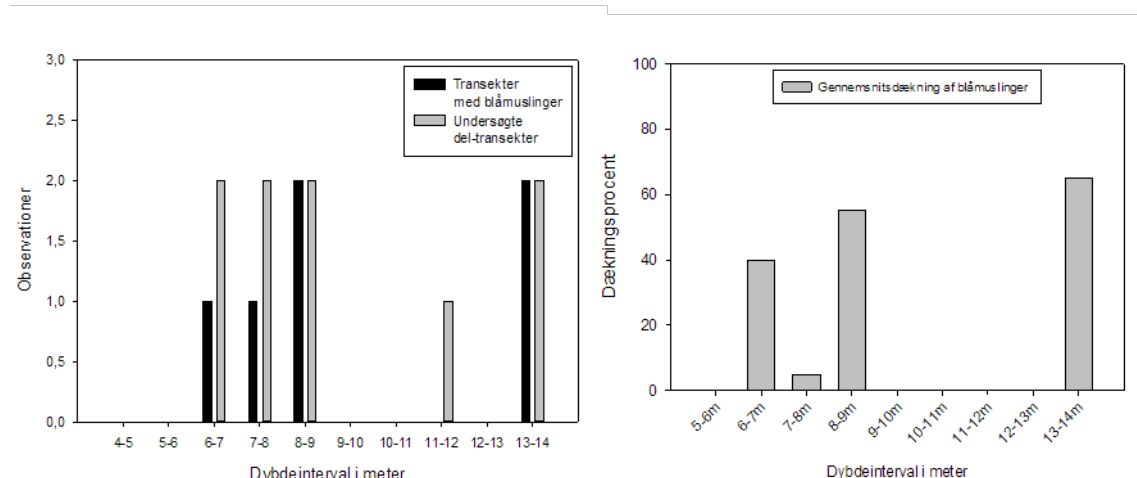
Ålegræs blev registreret på en enkelt lokalitet på 6,4 m's dybde hvor 70% af bunden var dækket af denne vegetationstype.



**Figur 9-25 TV:** Frekvens af forekomst af blåmuslinger i forhold til antallet af gennemførte bundbeskrivelser fordelt på dybdeintervaller på substrattype 2. TH: den gennemsnitlige dækning af blåmuslinger fordelt på dybdeintervaller.

### 9.6.1.4 Biologisk indhold på substrattype 3

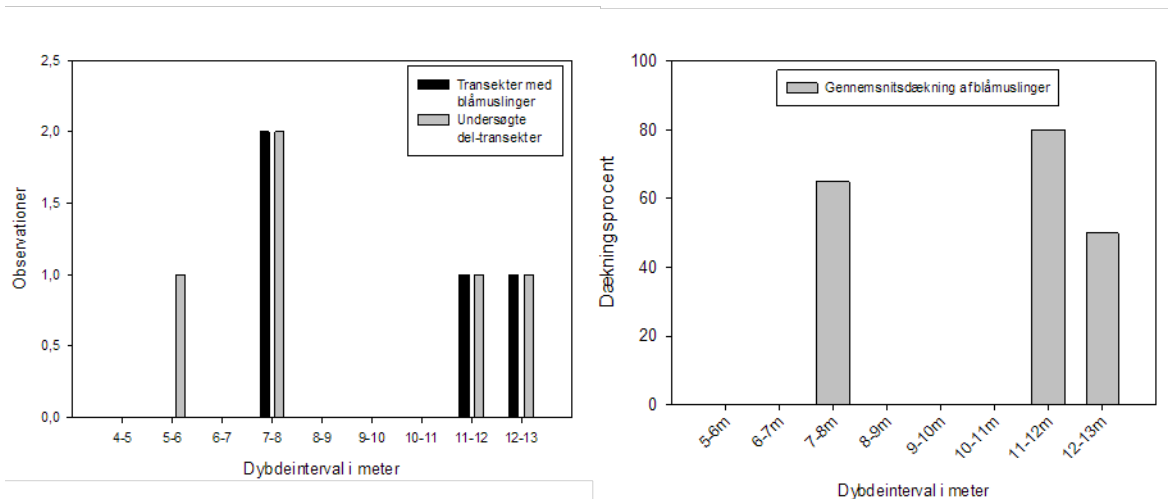
9 af de undersøgte lokaliteter uden for råstofindvindingsområdet blev karakteriseret med en substrattype 3. Her var op til 20 % af havbunden dækket af hovedsagligt 10-30 % store sten, som delvist var bevokset med trådformede rødalger. Denne substrattype forekom specielt på 7-8,5 m's dybde, men blev også registreret helt ned på 14 m's dybde. Der blev ikke i denne substrattype fundet bevoksninger af ålegræs. På sandbunden mellem stenene forekom der på mange stationer en del blåmuslinger, som dækkede op til 65 % af havbunden (Figur 9-26).



**Figur 9-26 TV:** Frekvens af forekomst af blåmuslinger i forhold til antallet af gennemførte bundbeskrivelser fordelt på dybdeintervaller på substrattype 3. TH: den gennemsnitlige dækning af blåmuslinger fordelt på dybdeintervaller.

### 9.6.1.5 Biologisk indhold på substrattype 4

Specielt i den sydøstlige del af undersøgelsesområdet forekom der på havbunden en del sten, som dækkede mere end 25% af bundarealet. Vegetationsdækket på disse sten varierede fra 20-90 % og hovedparten af vegetationen bestod hovedsageligt af trådformede rødalger. Der blev ikke registreret større forekomster af epifauna i området. Blåmuslinger dækkede også på denne substrattype en betydelig del af bunden (Figur 9-27).



**Figur 9-27 TV:** Frekvens af forekomst af blåmuslinger i forhold til antallet af gennemførte bundbeskrivelser fordelt på dybdeintervaller på substrattype 4. TH: den gennemsnitlige dækning af blåmuslinger fordelt på dybdeintervaller

### 9.6.2 Køge Bugt inden for de tre råstofområder

Der blev gennemførte videoundersøgelse på 19 transekter inden for indvindingsområderne i Køge Bugt. Undersøgelserne blev gennemført i dybdeintervallet fra 4 til 16 m dybde og fordelingen på dybdeintervaller og substrattype fremgår af Tabel 9-2.

Resultaterne af tolkningerne af de gennemførte videotransekter fremgår af Bilag P, og deres placering i området kan se i Figur 9-17.

Dybdeinterval (m)	Substrattype			Samlet antal
	1b	2	3	
4-5		1		1
8-9			1	1
9-10	1			1
10-11	1	2		3
11-12	3		1	4
12-13		3	1	4
13-14	2			2
14-15	1	1		2
15-16	1			1
Samlet antal	9	7	3	19

**Tabel 9-2** Fordeling af de tolkede data fra transekter/deltransekter fordelt på substrattyper og dybdeintervaller.

Havbunden inden for indvindingsområderne bestod overvejende af sand og på enkelte lokaliteter forekom der spredte 10-30 cm store sten. Stenene var hovedsageligt bevokset med trådformede rødalger. Kun på en enkelt lokalitet blev der i indvindingsområdet konstateret enkelte spredte bevoksninger af ålegræs. Løst drivende trådalger forekom i indvindingsområderne i samme

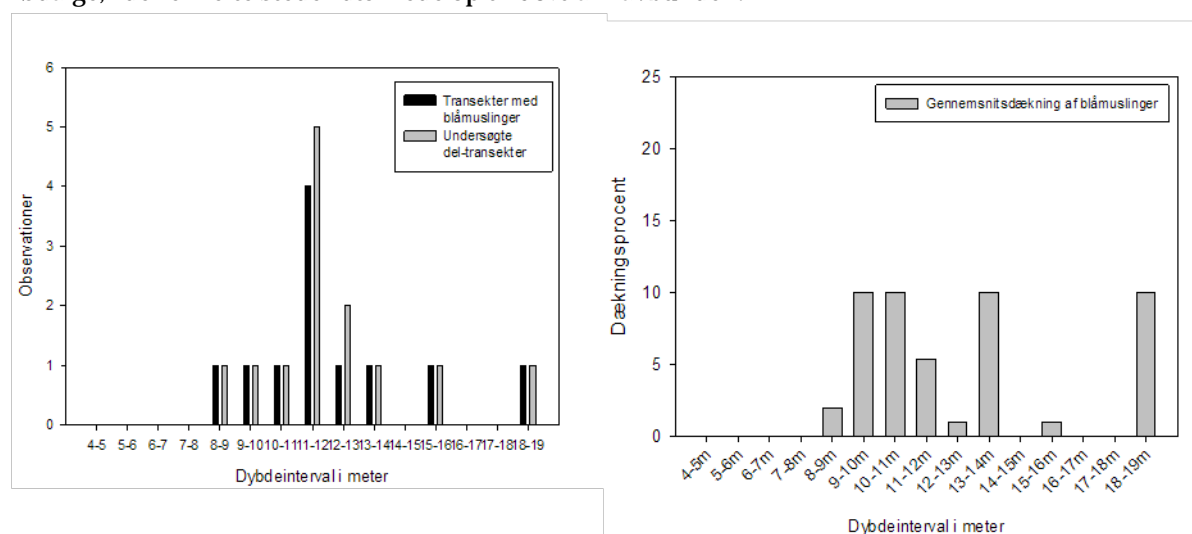
mængde som uden for indvindingsområderne. Blåmuslinger dækkede i flere områder store dele af havbunden og dannede flere steder biogene rev. Det biologiske indhold vil blive gennemgået for hver substrattype.

### 9.6.2.1 Biologiske indhold på substrattype 1a

Denne substrattype blev ikke registreret inden for undersøgelsesområdet.

### 9.6.2.2 Biologiske indhold på substrattype 1b

Denne substrattype blev registreret på 9 af undersøgte lokaliteter. De udbredte områder med sand forekommer fra 9 – 18 m's dybde. På sandbunden forekom der spredte forekomster af blåmuslinger der dækkede 1-10% af bunden, Figur 9-28. Ålegræs blev ikke registreret i forbindelse med denne substrattype i indvindingsområdet. Derimod forekom der store løst drivende mætter af rødalger der enkelte steder dækkede op til 50% af havbunden.



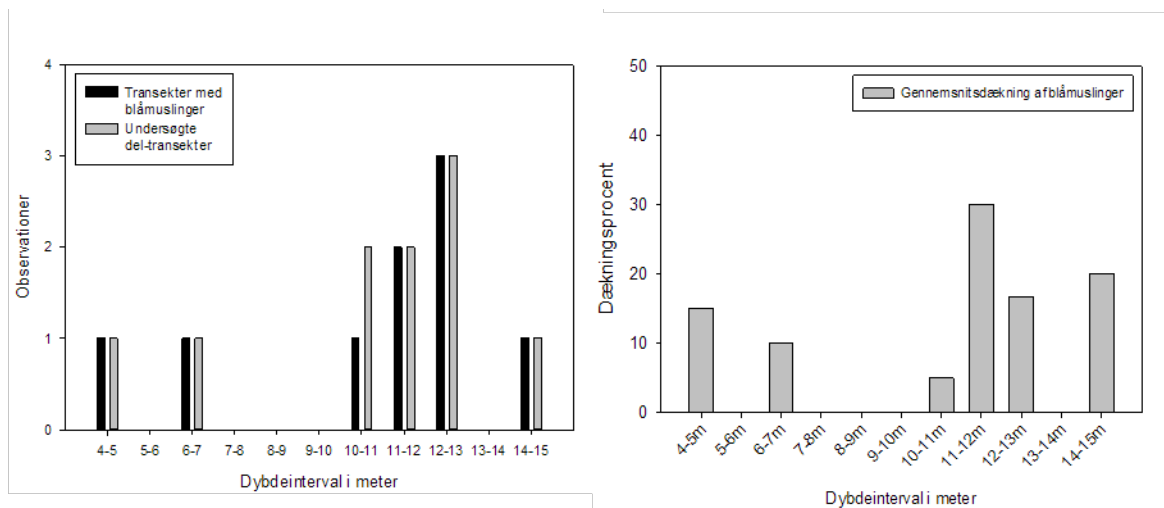
**Figur 9-28 TV:** Frekvens af forekomst af blåmuslinger i forhold til antallet af gennemførte bundbeskrivelser fordelt på dybdeintervaller på substrattype 1b. TH den gennemsnitlige dækning af blåmuslinger fordelt på dybdeintervaller

### 9.6.2.3 Biologisk indhold på substrattype 2

På 7 af de undersøgte lokaliteter inden for råstofindvindingsområdet blev der registreret forekomst af enkelte sten på sandbunden i dybdeintervallet 5-15,5 m, som flere steder var helt dækket af trådformede rødalger (Figur 9-29 TV). Blåmuslinger dækkede også her en betydelig del af havbunden og sad ofte i flere lag oven på hinanden og dannede nu og da næsten kugleformede formationer. (Figur 9-29 TH). Muslingernes dækning var noget mindre i råstofområdet sammenlignet med områderne uden for.

Enkelte spredte ålegræsskud blev registreret på en enkelt lokalitet.



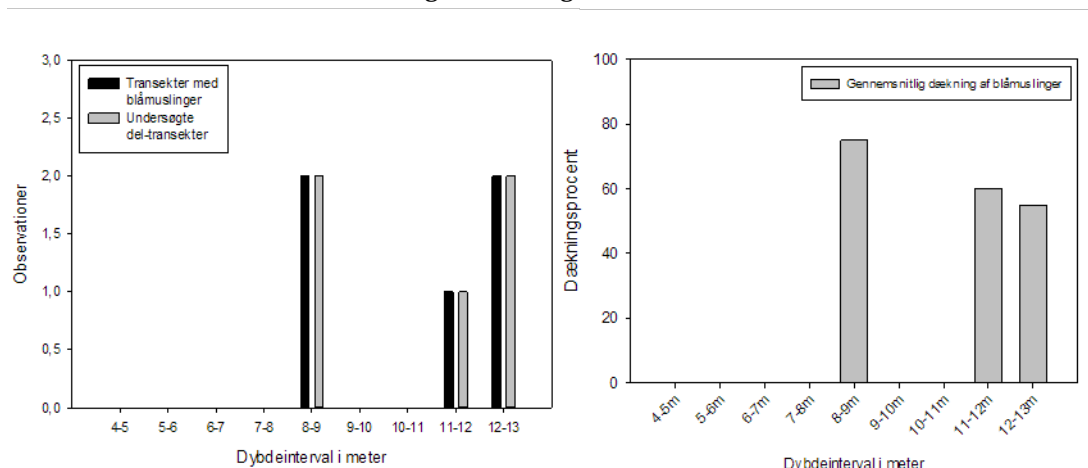


**Figur 9-29** Tv. Frekvens af forekomst af blåmuslinger i forhold til antallet af gennemførte bundbeskrivelser fordelt på dybdeintervaller på substrattype 2. Th. den gennemsnitlige dækning af blåmuslinger fordelt på dybdeintervaller.

#### 9.6.2.4 Biologisk indhold på substrattype 3

På 3 af de undersøgte lokaliteter inden for råstofvindingsområdet blev der registreret mere end 10% sten i størrelsesorden 10-60 cm. Enkelte sten større end 60 cm i diameter blev også registreret. 50-90% af stenene var dækket af alge vegetation, hovedsagligt trådformede rødalger. Som på mange af de øvrige lokaliteter forekom der også her en del løst drivende alger.

Blåmuslinger blev registreret på alle lokaliteter, men på to af lokaliteterne var forekomsterne så store at de dannede et decideret biogent rev (Figur 9-30).



**Figur 9-30** Tv. Frekvens af forekomst af blåmuslinger i forhold til antallet af gennemførte bundbeskrivelser fordelt på dybdeintervaller på substrattype 3. Th. den gennemsnitlige dækning af blåmuslinger fordelt på dybdeintervaller.

#### 9.6.2.5 Biologisk indhold på substrattype 4

Der blev ikke registreret lokaliteter i indvindingsområdet, hvor denne substrattype forekom.

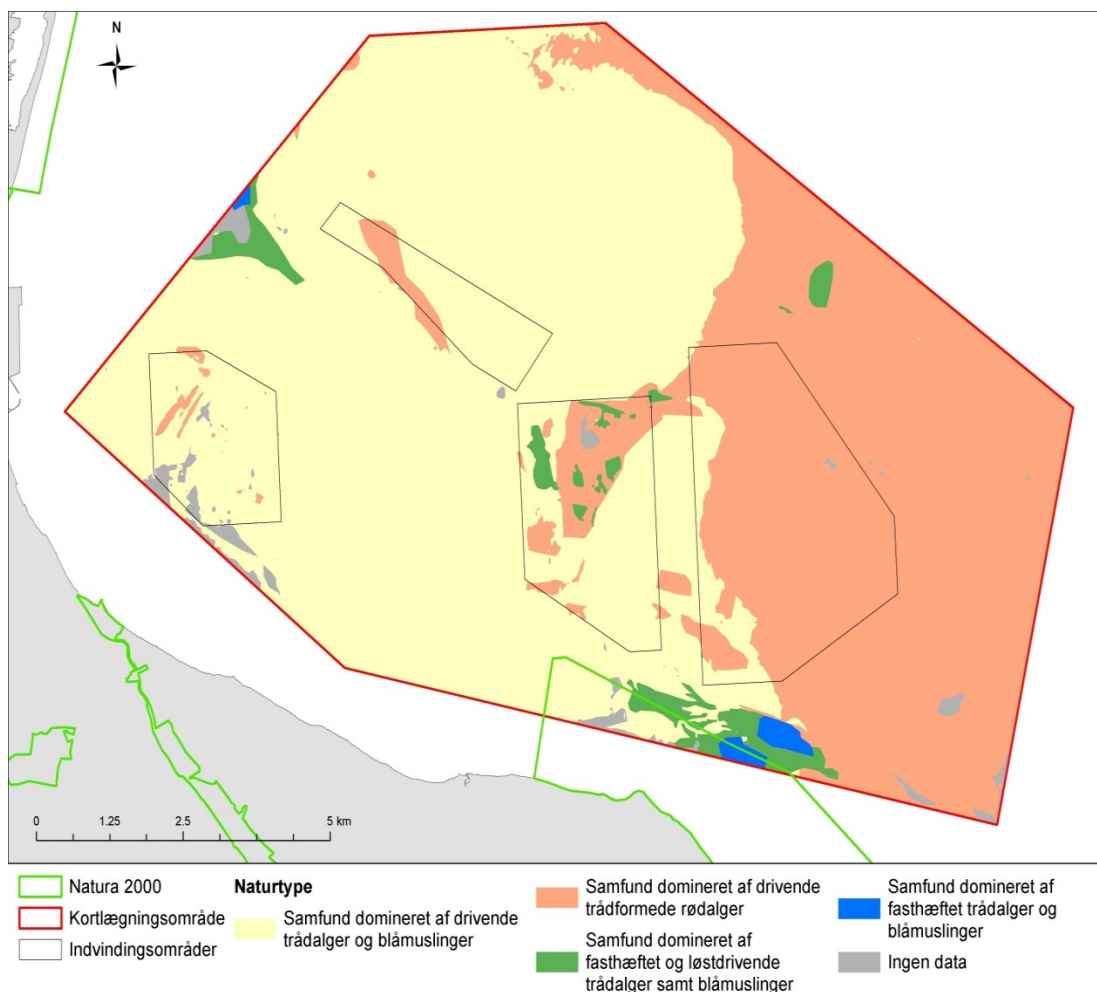
## 9.7 Klassificering og kortlægning af naturtyper

Den meget overordnet biologiske klassificering af de epibentiske (på havbunden levende) samfund i Køge Bugt fremgår af Tabel 9-3. Klassificeringen er baseret på en bedømmelse af de tre biologiske komponenter ålegræs, makrolager og blåmuslinger, der er indsamlet på de undersøgte transekter samt forekomsten af drivende trådalger, som ikke blev medtaget i resultatskemaet. De komponenter som optrådte med en dominans i forhold til de andre på de fleste transekter inden for et dybdeinterval, er valgt som det karakteristiske "samfund" for hele området i det pågældende dybdeinterval. Der kan således godt være transekter helt uden blåmuslinger i et område der overordnet er karakteriseret som "Samfund domineret af både drivende trådalger og blåmuslinger". Overgangen fra et samfund til et andet langs en dybdegradient er ligeledes baseret på et skøn for hvorvidt den ene type bliver mere dominerende end den anden.

Naturtype	Substrattype	Dybde	Dominerende epibentiske elementer
1	1b	8-12 m	Samfund domineret af drivende trådalger og blåmuslinger
2		12-17,5 m	Samfund domineret af drivende trådformede alger
3	2	7-10 m	Samfund domineret af drivende trådalger og blåmuslinger
4	2	10-16 m	Samfund domineret af drivende trådformede rødalger
5	3	7-14 m	Samfund domineret af fasthæftet og drivende trådalger samt blåmuslinger
6	4	5-13 m	Samfund domineret af fasthæftet trådalger og blåmuslinger

**Tabel 9-3** Identificerede naturtyper i Køge Bugt fordelt på substratyper og dybdeintervaller

Den rumlige fordeling af de 6 overordnede epibentiske naturtyper er vist i Figur 9-31. De to mest udbredte naturtyper består af samfund knyttet til den rene sandbund (substrattype 1b) hvor forskellen er at muslinger spiller en mindre rolle på dybere vand. Fasthæftede alger spiller en større rolle i områder med grovere sedimenter og her træffes de tætteste forekomster også med blåmuslinger.



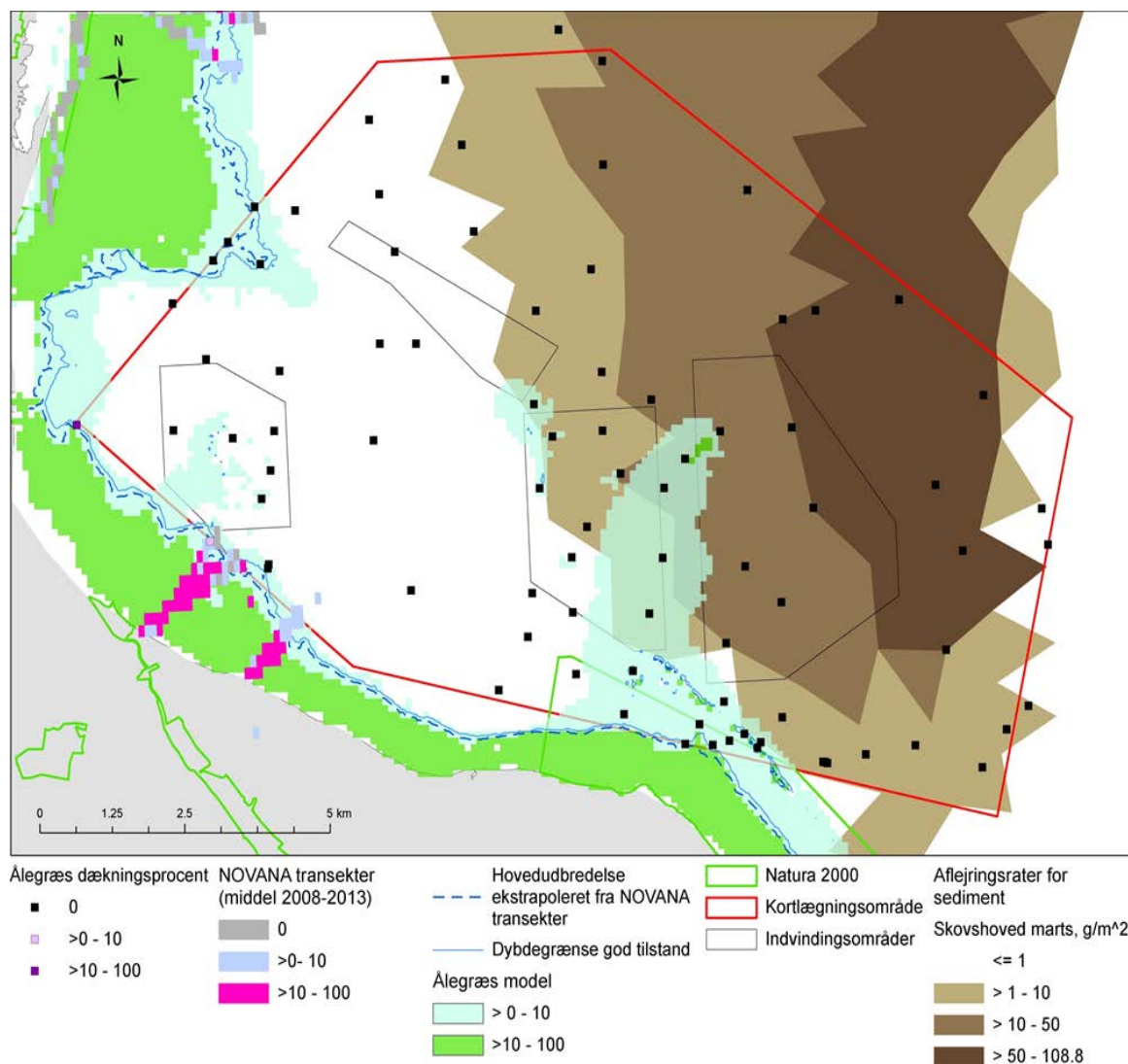
**Figur 9-31** Fordeling af naturtyper (beskrevet ved dominerende samfund) i Køge Bugt. Se Bilag G3.1.

## 9.8 Scenarier for sedimentaflejring i Køge Bugt ved råstofindvinding i Øresund

Modelscenarierne viste, at spildte finkornede sedimenter ved en nordligere indvinding i det centrale Øresund, i hver fald for en tid, sedimenterede i Køge Bugt.

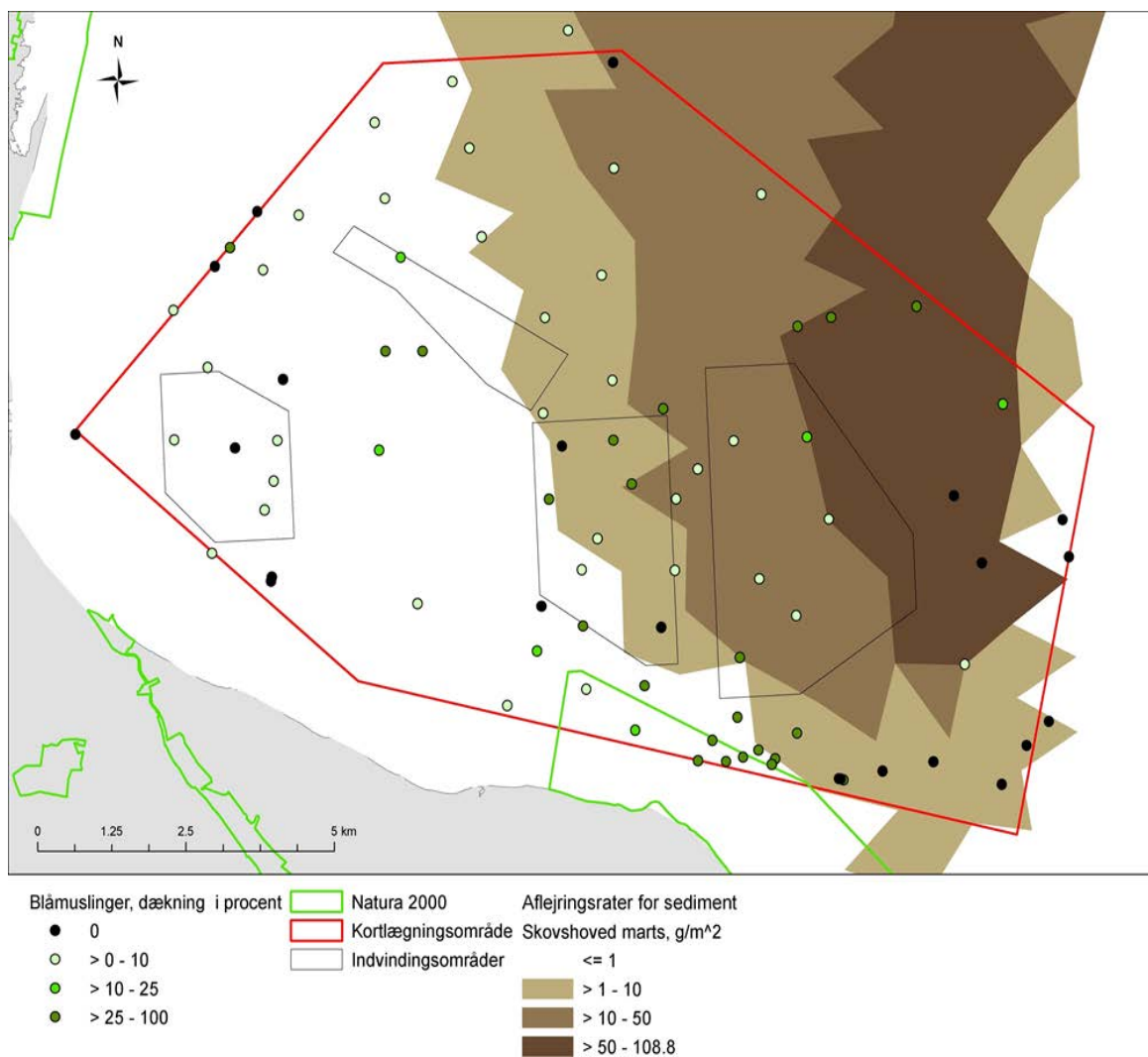
I Køge Bugt er der et centralt sedimentationsområde med en vanddybde på ca. 15 m. Store forekomster af muslinger er i særlig grad knyttet til substrattype 2, som ligger udenfor det centrale aflejningsområde. Der er potentielle og videoobserverede forekomster af ålegræs, hovedsagelig uden for kortlægningsområdet (Figur 9-32).

Det er ikke sandsynligt, at den beregnede mængde sedimentspild har haft nogen særlig betydning på muslinger (Figur 9-33). Man kan dog ikke udelukke, at større fremtidige råstofindvindinger lokalt i området vil øge koncentrationerne fra spildte sedimenter i vandsøjlen i Køge Bugt, så der kan opstå øget iltsvind ved bunden og samtidigt aflejres mængder, der vil kunne påvirke muslinger i området.



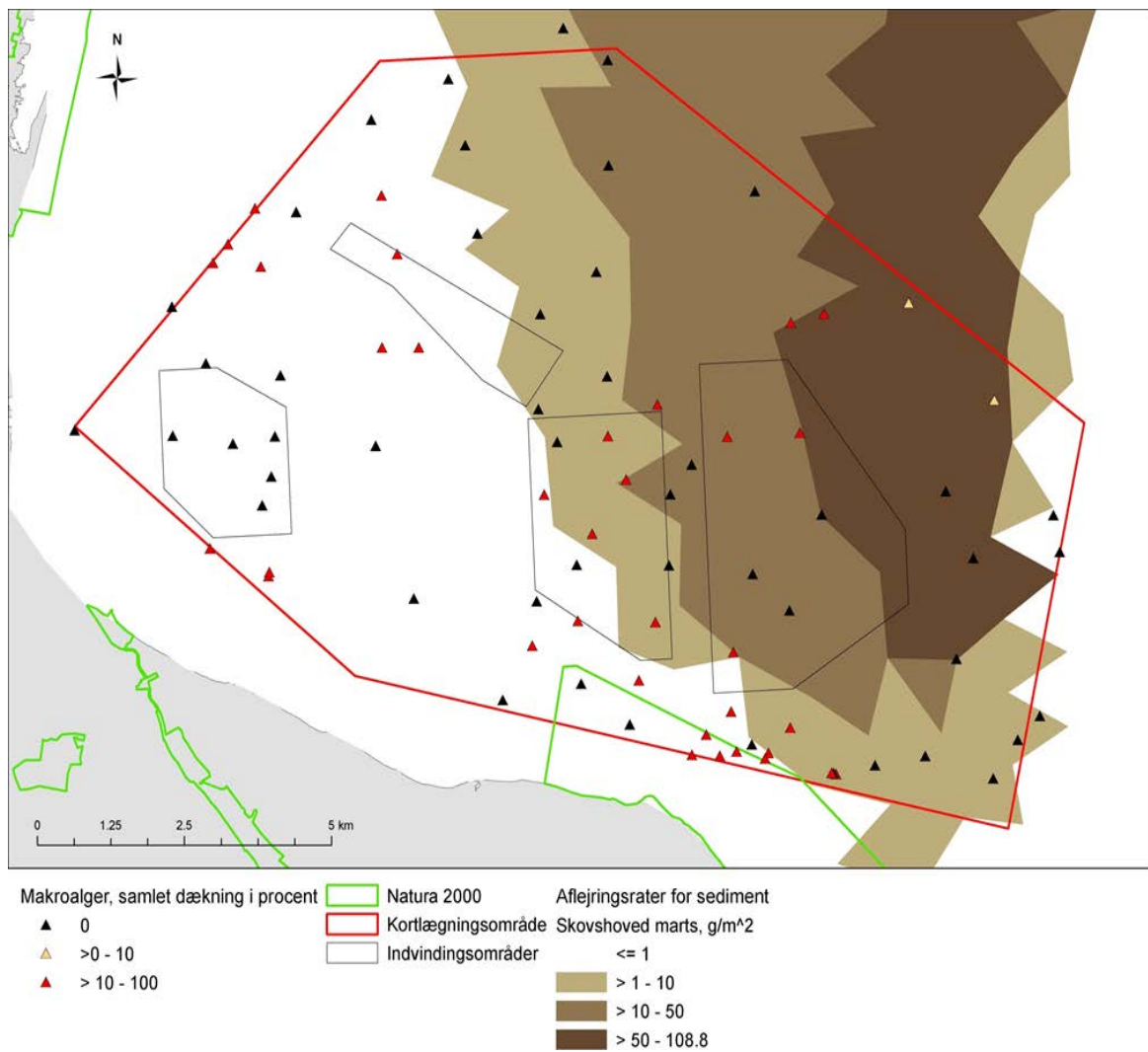
**Figur 9-32** Ålegræs og modellerede sedimentaflejring for råstofindvindings scenarier i det nordlige og centrale Øresund. Se Bilag K3.3.





**Figur 9-33** Blåmuslinger og modellerede sedimentaflejring for råstofindvindings scenarier i det nordlige og centrale Øresund. Se Bilag I3.3.

Selvom makroalger kan klare sig ved lavere lysintensiteter end ålegræs, så kan det ikke udelukkes, at et sedimentspild i vækstperioden i et omfang, som beskrevet for Køge Bugt, vil påvirke forekomsten af makroalgerne negativt (Figur 9-34).



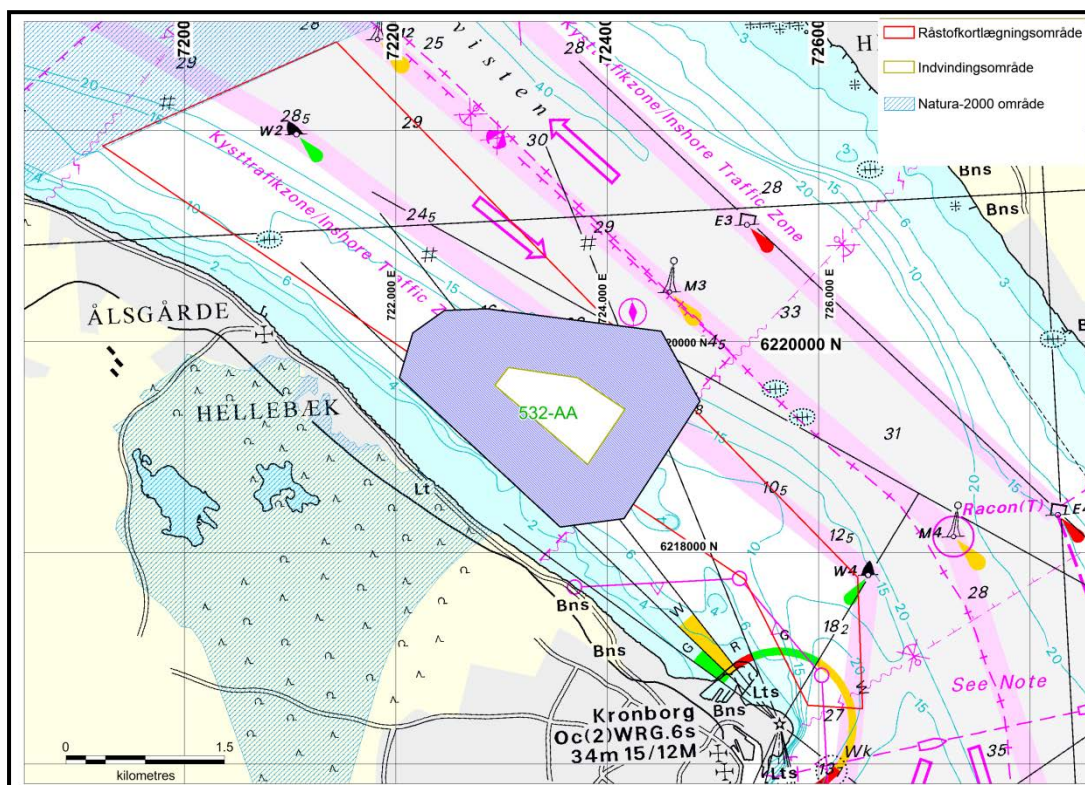
**Figur 9-34** Makroalger og modellerede sedimentaflejring for råstofindvindings scenarier i det nordlige og centrale Øresund. Se Bilag J3.3.

Der er en særlig problemstilling omkring sugehuller efter råstofindvindingen, hvor en forøget sedimentation af fint materiale vil kunne forøge iltsvind i hullerne. Endeligt kan det ikke udelukkes, at råstofindvinding og sedimentspild, i et omfang, der svarer til spildet og aflejringen i Køge Bugt, kan forårsage en reduktion i lysforholdene i vandsøjlen i ålegræssets vækstperiode, og/eller at den aflejrte mængde af sedimentspild på ålegræsplanter kan hæmme væksten og dermed bidrage til, at forklare forskellene mellem de modellerede og observerede forekomster af ålegræs i Køge Bugt.

## 10. Lappegrund

### 10.1 Introduktion

Fællesområdet Lappegrund 532-AA har et areal på 0.7 km<sup>2</sup>. Området er beliggende umiddelbart nord for Helsingør ved Hellebæk (Figur 10-1). Området er omkranset af en 500 m påvirkningszone, således at det samlede areal af indvindings- og påvirkningsområdet udgør 3.8 km<sup>2</sup>. Vanddybden i området er mellem 8-10 m i indvindingsområdet og 5 og 20 m i påvirkningsområdet.



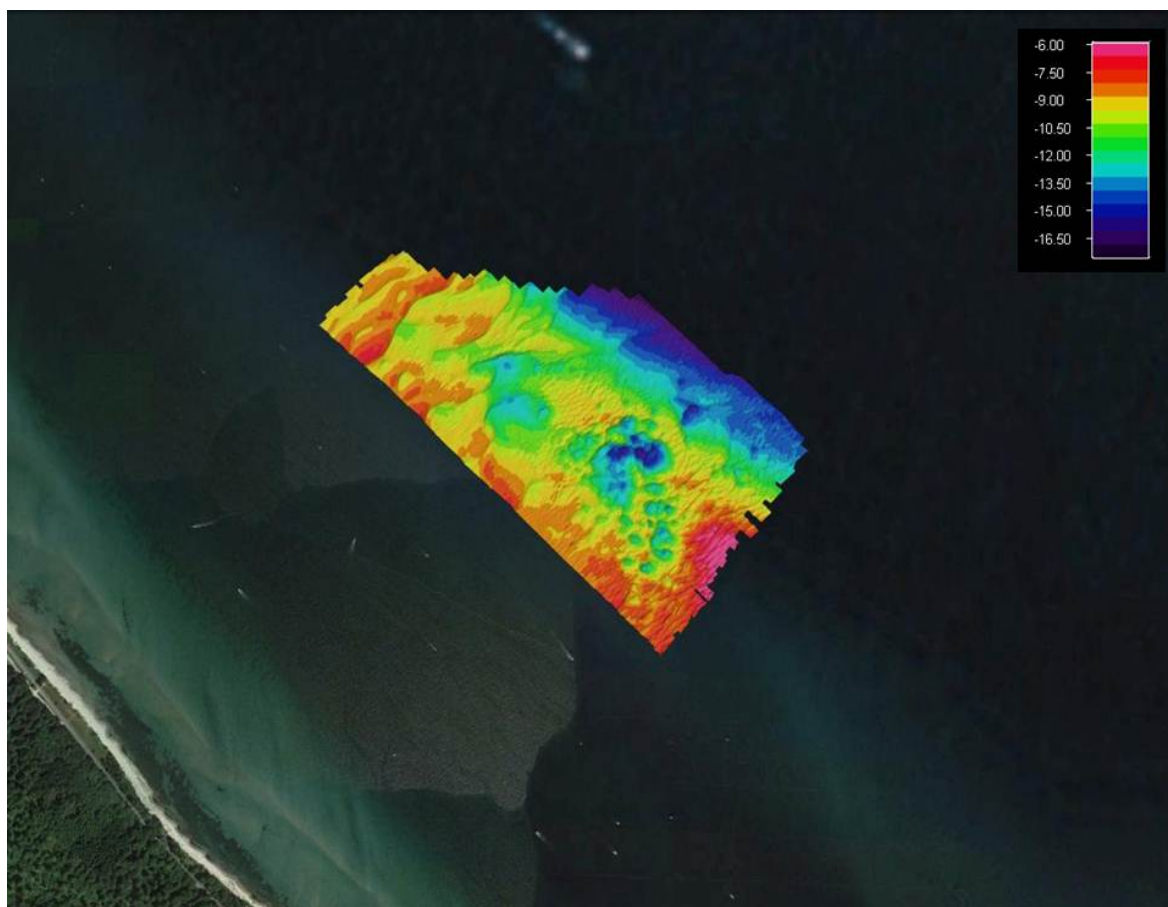
**Figur 10-1** Råstofområdet Lappegrund 532-AA (indenfor gul ramme), samt påvirkningszonen (lilla ramme). Som baggrundskort er anvendt Søkort nr. 131 (Geodatastyrelsen).

I forbindelse med den ny kortlægning er der sejlet ca. 20 km kombineret seismik og side-scan sonar linjer. Linjenettet består dels af NV-SØ gående linjer med en indbyrdes afstand på ca. 50 m, og dels af krydsende NØ-SV gående linjer med en indbyrdes afstand på ca. 500 m (se Bilag B4).

På basis af de seismiske resultater blev der på udvalgte positioner foretaget 4 vibrationsboringer til max. 5.5 m's dybde under havbunden. Herudover blev der foretaget 4 grabprøvetagninger, samt i alt 11 videodyk transekter til bestemmelse af havbundens overfladekarakter og biologi. Der blev foretaget kornstørrelsesanalyse af repræsentativt prøvemateriale fra alle grabprøver til bestemmelse af overfladesedimentet. Herudover blev der af udvalgte afsnit i vibrationsboringerne foretaget i alt 7 kornstørrelsesanalyser.

Udover indsamling af seismiske data og bundprøver er der foretaget en detaljeret kortlægning af havbunden med et flerstråle-ekkolod (multibeam), der giver et fuldt 3D billede af havbunden i indvindingsområdet i en opløsning på 2 cm i højden (Figur 10-2).

Det fremgår tydeligt, at råstofindvindingen har fundet sted i primært de mest centrale dele af området, hvor overfladen er sænket til en dybde på 10–12 m, derudover ses et enkelt område, hvor der har været indvundet med stiksugning med dybder på over 14 m.



**Figur 10-2** Multibeam data for råstofområdet Lappegrund 532-AA. Se også Bilag C4.

Desuden ses det af data, at der er mange sandbølger der vandrer mod hhv. nord i det sydlige område og modsat i det nordlige.

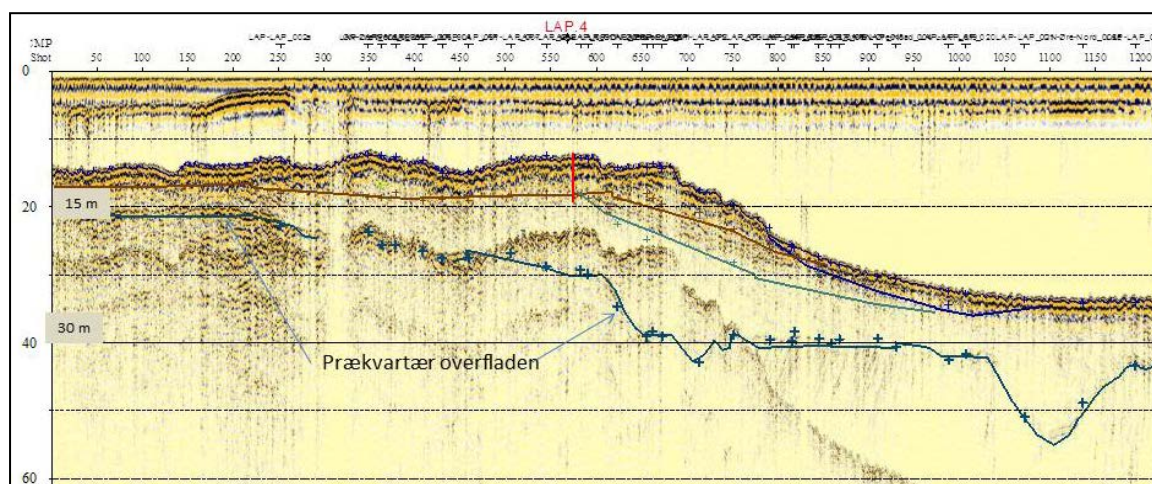
## 10.2 Geologi

Undersøelsesområdet dækker bathymetriske dybder mellem 8 m nærmest kysten mod vest og op til 17 m i den østligste del af området. Der er en forholdsvis stejl skræning, der strækker sig i nordvest-sydøstlig retning, og ud på dybt vand mod øst, der når op til 30 m i dybden. Skræningen er delvist styret af de underliggende prækvartære lag, hvor den vestlige del ligger på en forkastningsblok der er skubbet op i forhold til de dybere dele (Figur 10-3).

De råstofressourcer, der hidtil har været indvundet på Lappegrund udgør den øvre holocæne sandenhed. Det er marint sand der er aflejret på flakområdet ud for kysten. Ressourcen formodes dannet ved erosion af kysterne langs Nordsjælland, hvor sand og grus er blevet transporteret ud på det højtliggende flak ud for kysten. De mange sandbølger i området er dannet ved transport langs kysten, og de bevæger sig kystparallelt. Udover at blive akkumuleret på flakket bliver det også transporteret ud over skræningen mod de dybere dele, hvor det aflejres som sedimentfaner



(Figur 10-3). Se i øvrigt afsnit 7.2 Øresund Nord for yderligere geologisk beskrivelse af området generelt.

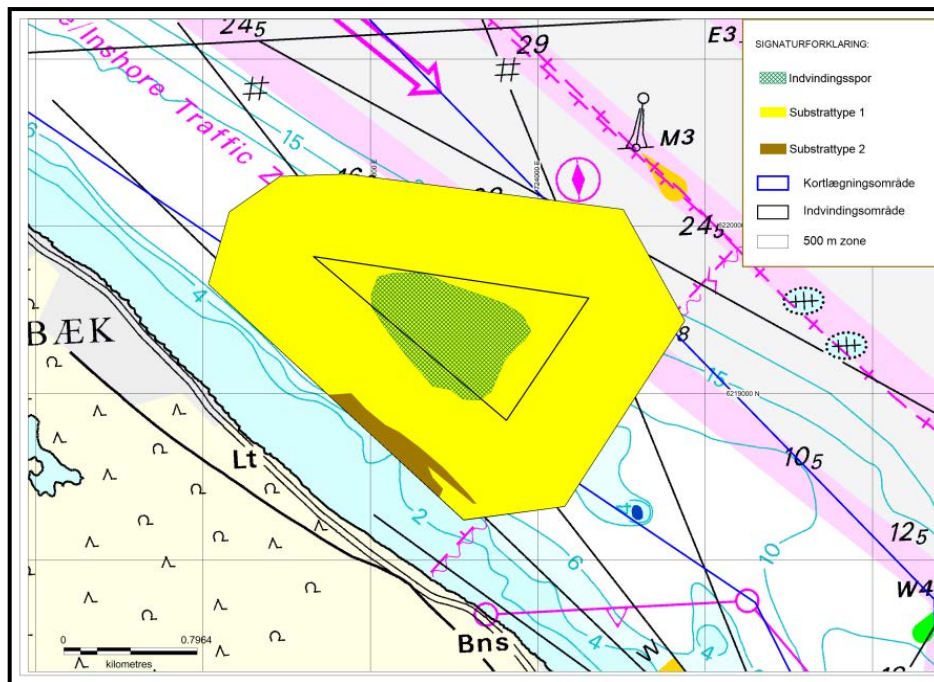


**Figur 10-3** Eksempel på seismisk sparker profil af Linje ØN 17, viser springet i niveau af prækvartær overfladen fra vest i ca. 15 m's dybde og mod øst hvor den ligger i 30 m's dybde. Skåningen, hvor det mest markante fald i niveau ses lige under boringen Lap 4. De holocæne råstofressourcer ligger imellem havbunden og Prækvartær overfladen. Desuden ses sedimentfaner på skråningen mod øst ved den blå og brune horisont.

### 10.3 Bundforholdene

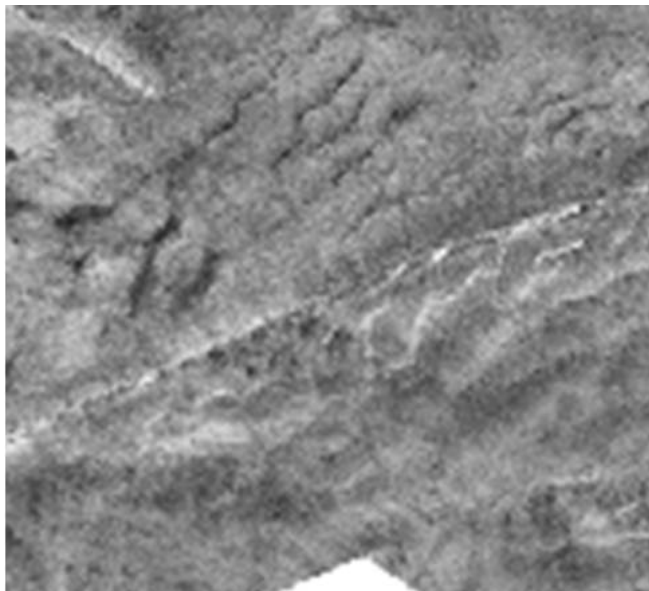
Bundsedimentet i undersøgelsesområdet er fuldstændigt domineret af sand med meget få og små områder med grusede og stenede sedimenter. Da sedimenterne er under konstant bevægelse, er de steder med groft sand og grus, der kan ses på side-scan sonar billederne kun et øjebliksbillede der hele tiden forandres. Sandindvindingsområdet, der er markeret på kortet med en speciel signatur, er ligeledes under forandring (Figur 10-4).

Substrattype 1 områderene er totalt dominerende og udgør 97% af arealet. Substratet består primært af sand med varierende indslag af skaller og grus. Substrattype 2 i de vestligste dele af påvirkningsområdet er domineret af en gruset og småstenet bund (Figur 10-4).



**Figur 10-4** Fordeling af bundsubstratter i undersøgelsesområdet (her med markering af det tidligere overgangsområde) baseret på dette survey: Brun (substrattype 2: gruset sand med småsten); Gul (substrattype 1: sandet bund). Se Bilag D4. Som baggrundskort er anvendt Søkort nr. 131 (Geodatastyrelsen).

Områder med spredte stenforekomster på havbunden (substrattype 2) i indvindingsområdet tæt ved kysten er ofte sammenhængende med områder, hvor morænefladen lokalt står frem på havbunden.

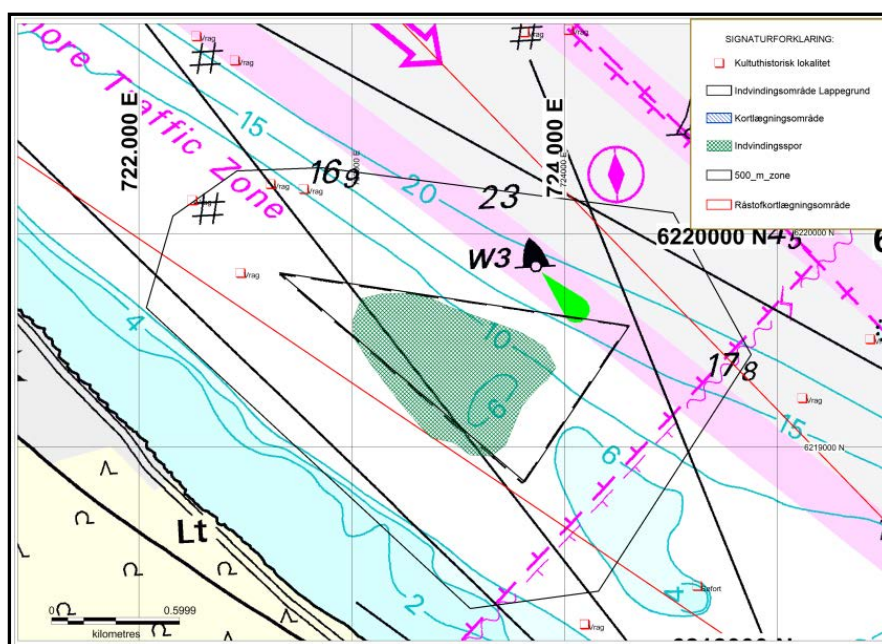


**Figur 10-5** Eksempel på side-scan sonar billede fra de centrale dele af indvindingsområdet på Lappegrund. Det ses tydeligt af havbunden er forstyrret af sandindvinding, men samtidig ses det, at der er dannet sandbølger på havbunden. Det illustrerer at havbunden ændres og jævnes ud ved naturlige processer.

## 10.4 Menneskelig aktivitet

indvindingsområdet dækker et areal på 0.55 km<sup>2</sup>. I indvindingsområdet og dele af det tilgrænsende påvirkningsområde, er havbunden præget af indvindingsspor (Figur 10-6). Det samlede areal af indvindingsområdet, der er påvirket af indvinding udgør 0.38 km<sup>2</sup>. Desuden er der mindre områder med sugehuller efter stiksugning, der ses på det bathymetriske multibeam kort over området (Figur 10-6). Stigsugningen i den østlige del af området har en dybde langs den vestlige kant på op til 5 m.

I Kulturstyrelsens databaser er der registreret 5 vrug, der alle er beliggende i påvirkningszonen (Figur 10-6). Der er ikke lokaliseret nye marinarkæologiske fund ved de nuværende undersøgelser og de eksisterende er ikke blevet verificeret ved undersøgelserne.



**Figur 10-6** Spor efter menneskelig aktivitet på havbunden i undersøgelsesområdet. Områder med grøn kryds-skravering betegner områder med markante, indvindingsspor i havbunden. På søkortet ses det tidligere overgangsområde. Se Bilag E4. Som baggrundskort er anvendt Søkort nr. 131 (Geodatastyrelsen).

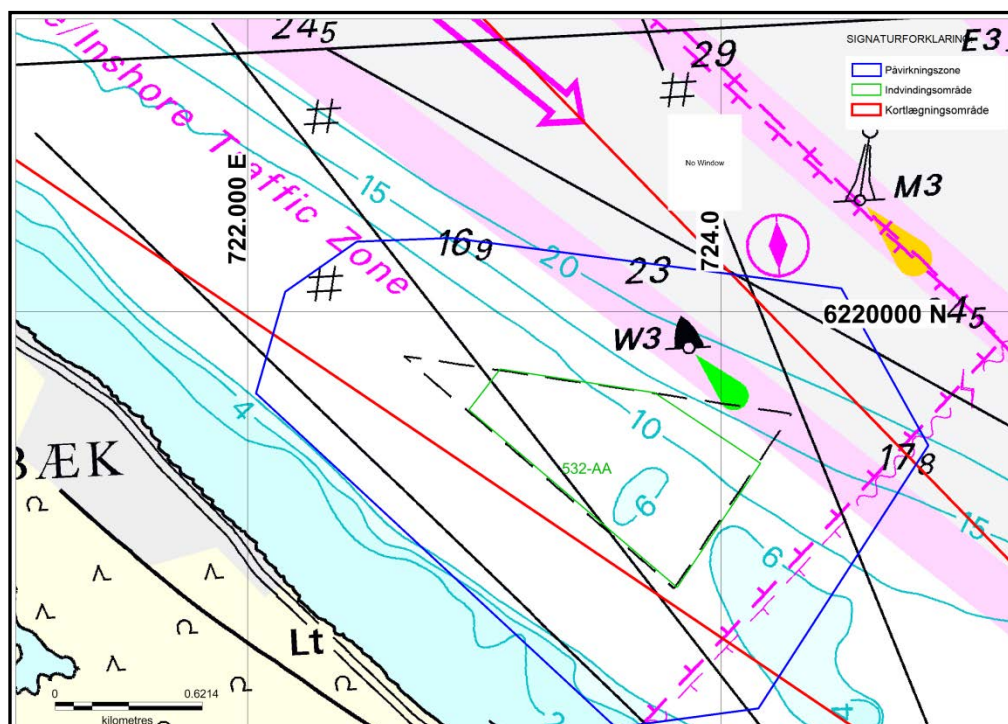
## 10.5 Kortlægning af råstoffressourcer

Kortlægningen af råstoffressourcerne på Lappegrund dækker et område, der i en lang årrække har været anvendt til råstofindvinding. Til belysning af råstofindvindingen i området, er der stillet indvindingsdata til rådighed fra Naturstyrelsen. Der er ikke stillet bathymetriske data til rådighed fra Geodatastyrelsen), hvorfor det ikke har kunnet lade sig gøre at lave analyser på ændringer i havbundens topografi over tid.

Det primære formål med de nærværende undersøgelser har været, dels at opgøre de resterende ressourcer i indvindingsområdet, dels at undersøge, om det er muligt, på baggrund af nye indsamlede seismiske data, bathymetriske data og borer, at bestemme restressourcerne i Lappegrund fællesområdet 532-AA (Figur 10-7). Endelig er der med udgangspunkt i de seneste indvindinger foretaget en bestemmelse af spildrater og spredning af finkornet materialer fra



området, for at forstå hvorledes dette bidrag påvirker miljøet. Dette er nærmere behandlet i den følgende miljøvurdering af området.



**Figur 10-7** Lappegrund område 532-AA. Med grøn er angivet fællesområdet på Lappegrund. Der er ikke forskel mellem konverteringsområdet og fællesområdet. Påvirkningsområdet er vist med en blå streg. På søkortet (stiplet streg) ses det tidligere overgangsområde. Som baggrundskort er anvendt Søkort nr. 131 (Geodatastyrelsen).

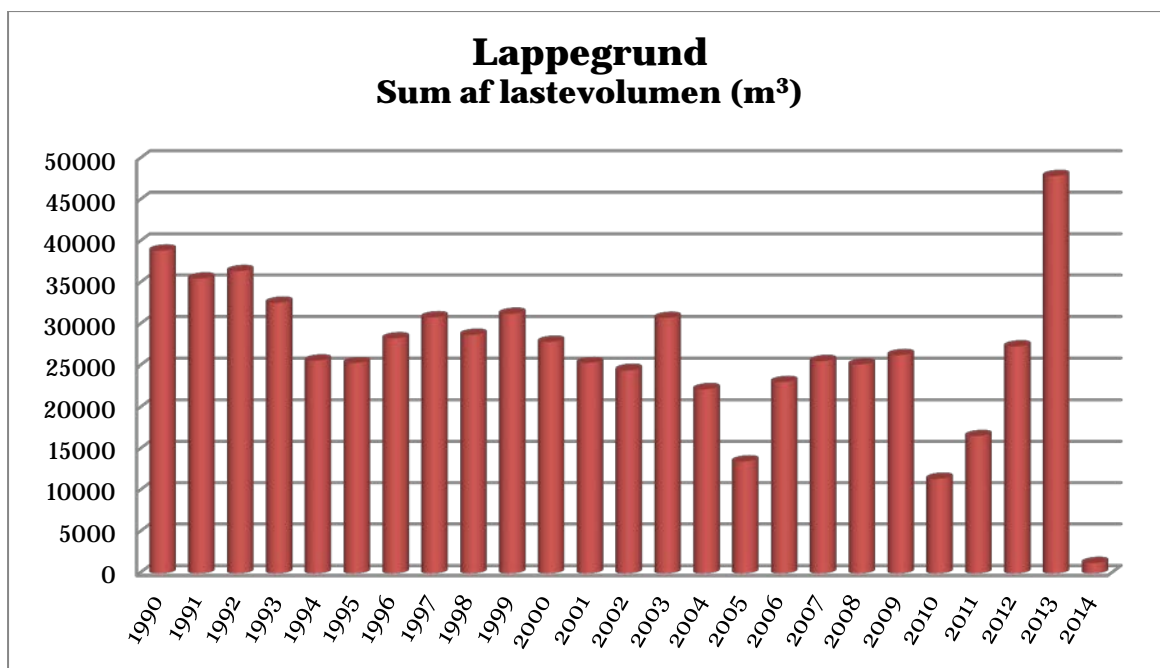
## 10.6 Råstofindvinding i Lappegrund fællesområdet 532-AA

Der har været indvundet råstoffer fra området tilbage fra før råstofindvindingen blev reguleret ved lovgivning. Ved ændringen af råstofloven i 2009 blev området nuværende afgrænsning endelig fastlagt som fællesområde, hvor der er adgang for alle råstofindvindere til ressourcerne i området.

Der er registreret råstof indvinding i alle 24 år fra 1990 til 2014 (Figur 10-8). Den samlede råstofproduktion fra området er for de 24 år angivet til 660.000 m<sup>3</sup>. Den gennemsnitlige indvinding har i perioden været omkring 29.000 m<sup>3</sup> om året. Af figuren fremgår det, at den største produktion har fundet sted i 2013, hvor der er indvundet ca. 46.000 m<sup>3</sup>. En analyse af indvindingsdata viser, at langt hovedparten af råstofftypen der indvindes på Lappegrund er sand 1. Det anvendes bl.a. som tilslagsmateriale til betonfremstilling i området.

Det har ikke været mulig at lave en analyse af udviklingen i bundtopografien over tid, da ingen ældre tilgængelige dybde data findes for området.



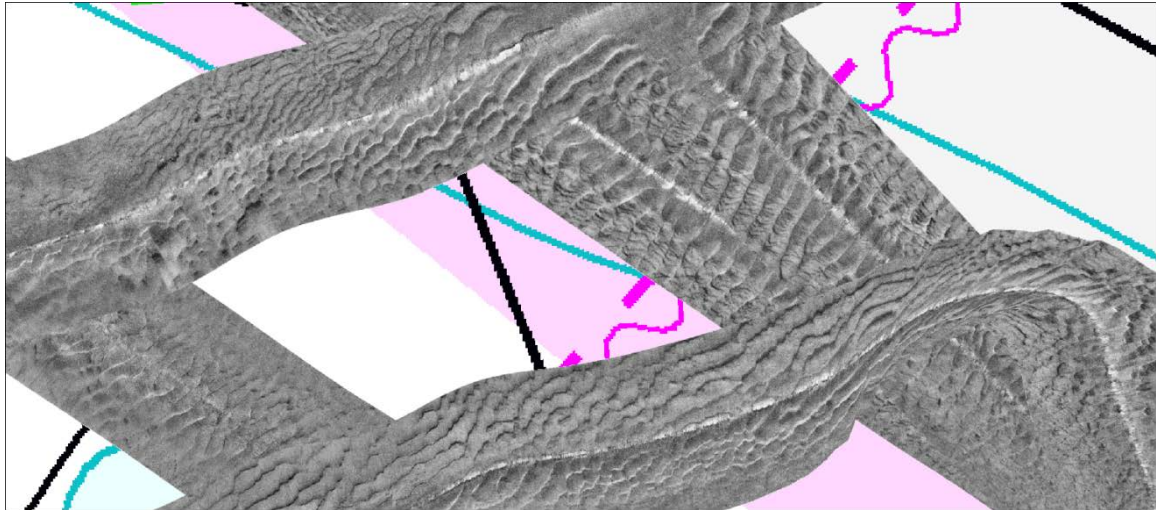


**Figur 10-8** Lappegrund område 532-AA. Råstofindvinding i perioden 1990 til 2014.

## 10.7 Råstoffer i området Lappegrund

Med den udførte seismiske dataindsamling i et net på ca. 50 m x 500 m, har det været muligt at kortlægge råstofressourcerne i området, både indenfor indvindingsområdet og i den omkringliggende påvirkningszone. Råstofkortlægningen har vist, at der er sandforekomster i området, samt de tilgrænsende arealer, hvor der allerede har fundet indvinding sted. Mægtigheden af forekomsterne er dog i store dele af området meget variable, men baseret på de seismiske data kan det vurderes at sandindvindingen har medført en sænkning af vanddybderne i området på mellem 1 og 1.5 m.

Råstofforekomsterne er dannet som marine sandaflejringer der dels stammer fra kysten umiddelbart vest for forekomsten, og dels er en komponent af kystparallel sandtransport fra områderne såvel nord for som syd for. Området tilføres derfor sand udefra, hvad der underbygges af de sandbølger der kan ses på side-scan sonar data (Figur 10-9) og seismik.

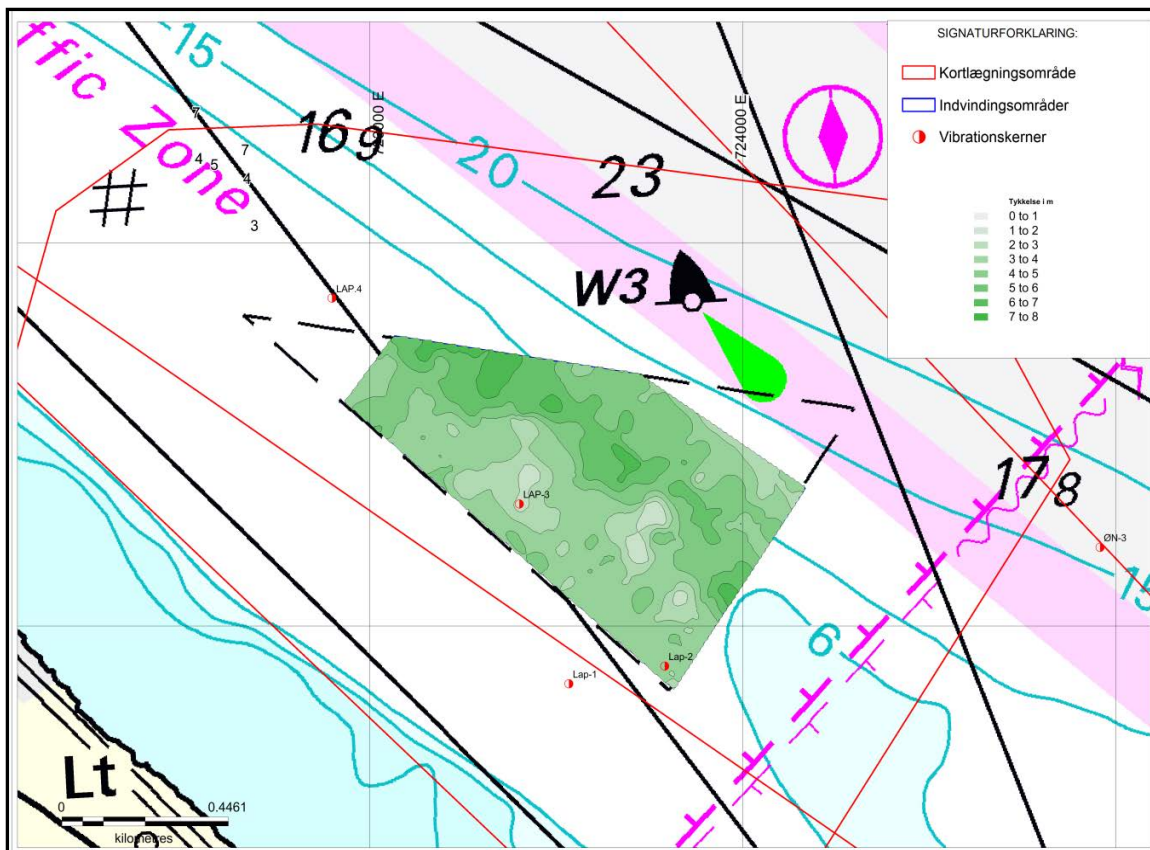


**Figur 10-9** Lappegrund område 532-AA. Område med sandbølger nord for Lappegrund her illustreret på side scan data.

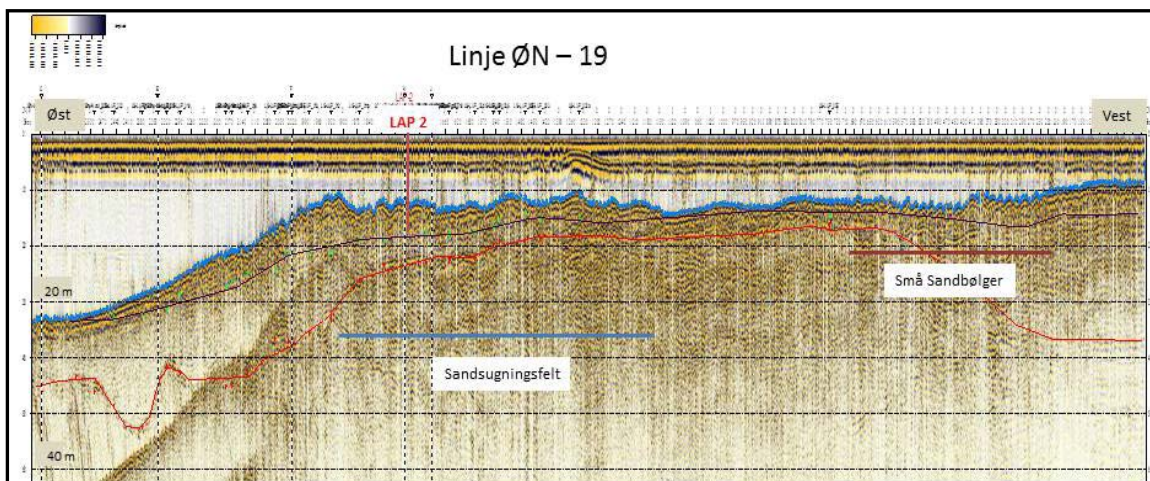
Der er i forbindelse med kortlægningsarbejderne udarbejdet råstofkort over de to råstofaflejringer, i indvindingsområdet. Lap-ressource 1 og 2, der begge, vurderet ud fra indvindingsdata og boringer består af sand.

### **10.7.1 Lappegrund - Ressource 1**

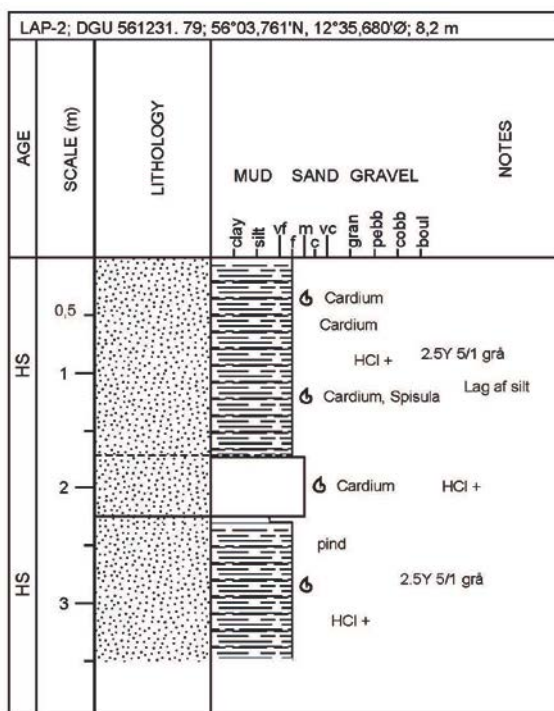
Ressourcen dækker hele Lappegrund indvindingsområdet (Figur 10-10). Ressourcen er op til 8 m i tykkelse, med variable mægtigheder ud over området. Boring Lap-2 ligger midt i indvindingsområdet. Det ses i boringen, at materialet er påvirket af indvindingen og materialesammensætninger er af varierende kvalitet (Figur 10-12). Det fremgår af det seismiske profil, hvor den sorte horisont markerer bunden af råstofressource 1, at der er væsentlige materialer tilstede i ressourcen, der ligger på en vanddybde af 8-11 m (Figur 10-11).



**Figur 10-10** Tykkelse (1 m kontur-intervaller) og udbredelse af råstofressourcerne Lap-Ressource 1, der består af marine sandaflejringer. Bilag F4.1 Som baggrundskort er anvendt Søkort nr. 131 (Geodatastyrelsen).



**Figur 10-11** LAP – Ressource1. Seismisk eksempel af SK-Ressource 1 (Marine sandaflejringer) fra Lappegrund Ø-V profil. Længden af profilet er ca. 0.6 km. Ca. 7.5 m mellem de horisontale linjer. Den tynde sorte horisont angiver bunden af ressource 1 og den røde er toppen af de prækvartære lag.



**Figur 10-12** Boring lap 2, der er beliggende i den østlige del af LAP-Ressource 1 råstofforekomsten.

Der er kun hentet 3 laster på Lappegrund i 2014, mens der året forinden er hentet i alt 48.000 m<sup>3</sup>.

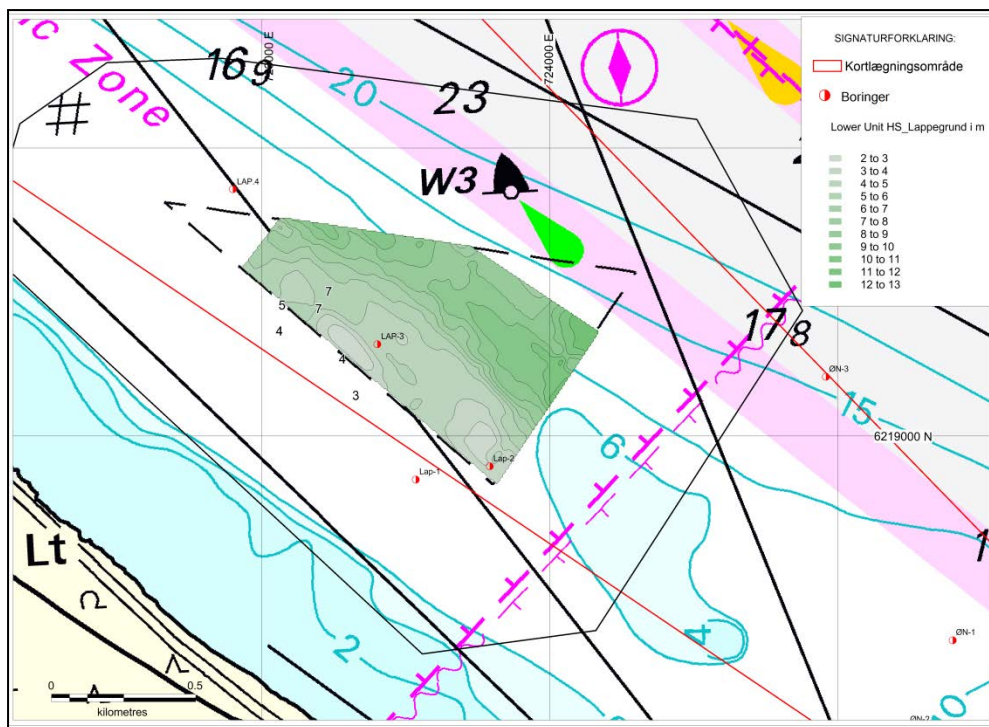
På baggrund af den seismiske kortlægning er der foretaget en volumetrisk opgørelse af ressourcerne i forekomsten. Opgørelsen omtales nærmere i Afsnit 15. Den tilstedeværende ressource i område LAP-Ressource 1 er ca. 2 mio. m<sup>3</sup>.

### 10.7.2 Lappegrund - Ressource 2

Ressourcen ligger under ressource 1 og den dækker hele Lappegrund indvindingsområdet (Figur 10-13). Ressourcen er op til 12 m i tykkelse, og den afgrænses af den prækvartære laggrænse i dybden. Mægtighederne af ressourcen tiltager mod øst, hvor prækvartær grænsen falder til større dybder. Ressourcen er ikke boret inden for Lappegrundens afgrænsninger, idet den ligger dybere end borerne kan trænge ned. Forekomsten er boret nord for området ved boringen ØN-4 (Figur 10-14), der har mellem til groft sand i toppen og aftager i kornstørrelse nedefter. Den er muligvis også boret i Boring Lap-1, der ligger vest for forekomsten, hvor der er finkornet sand. Da ressourcensammensætningen er noget usikker kan der ikke angives en kvalitet på forekomsten.

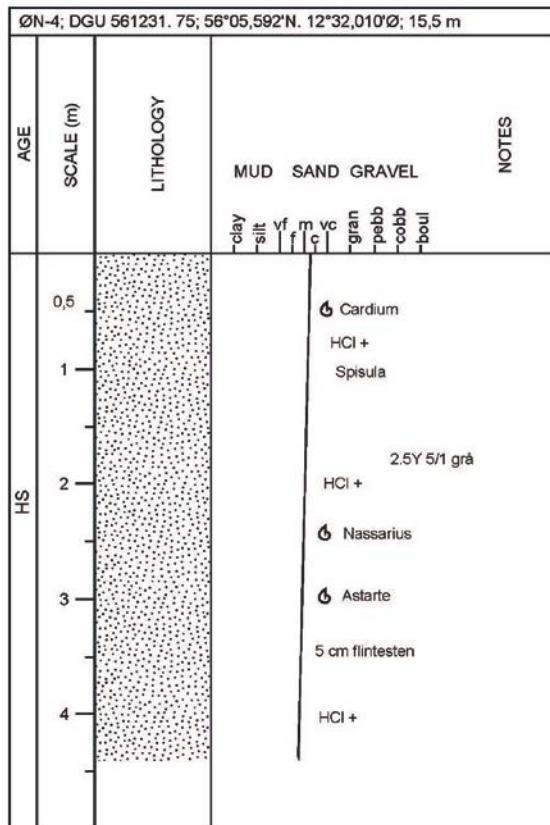
Afgrænsningen af ressourcen kan ses af den seismiske linje-ØN 19, hvor bunden af ressource 1 (den sorte horisont) markerer topopen af råstoffressource 2 og bunden af ressourcen angives ved toppen af de prækvartære lag (den røde horisont). Ressourcen ligger på en vanddybde af 8-11 m, men under den øverste ressource.





**Figur 10-13** Tykkelse (1 m kontur-intervaller) og udbredelse af råstof ressourcerne LAP-Ressource 2, der ligesom Ressource 1 består af marine sandaflejringer. Bilag F4.2. Som baggrundskort er anvendt Søkort nr. 131 (Geodatastyrelsen).

På baggrund af den seismiske kortlægning er der foretaget en volumetrisk opgørelse af ressourcerne i forekomsten. Den tilstedeværende mængde i LAP-Ressource 2 er opgjort til 2.9 mio m<sup>3</sup>.



**Figur 10-14** Boring ØN-4 der er beliggende nord for Lappegrund i den nordlige del af forlængelsen af LAP-Ressource 2 råstofforekomsten.

## 10.8 Kortlægning af biologiske nøglekomponenter på Lappegrund

Der blev gennemført videoundersøgelse på 19 transekter i eller omkring indvindingsområdet Lappegrunden. Undersøgelserne blev gennemført i dybdeintervallet fra 6 til 25 m's dybde. De 19 transekter kunne opdeles i 24 del-transekter. På Lappegrunden var substrattype 1b helt dominerende: på de to dybeste stationer på mere end 20 m vand var bunden mere mudret (substrattype 1a) (Tabel 10-1 og Figur 7-16). 4 transekter var beliggende på en skråning og er angivet med et dybdeinterval i tabellen.

Fire transekter og i alt 6 deltransekter lå inden for selve råstofindvindingsområdet. Bunden på transektet "orn23" bar præg af råstofindvinding med varierende vanddybder og der var indikation på iltsvindsproblemer. Der blev dog ikke registreret dybde huller på de relativt få transekter. Alle deltransekter havde en stor mængde detritus liggende på havbunden.

Dybdeinterval (m)	Substrattype		Samlet
	1a	1b	
6-7		2	2
7-8		1	1
8-9		4	4
9-10		6	6
10-11		2	2
12-13		1	1
18-19		1	1
19-20		1	1

Dybdeinterval (m)	Substrattype		Samlet
	1a	1b	
21-22	1		1
24-25	1		1
<b>Skråninger</b>			
8-11		1	1
11-13		1	1
11-14		2	2
<b>Samlet antal</b>	<b>2</b>	<b>22</b>	<b>24</b>

**Tabel 10-1** Fordeling af de tolkede data fra transekter/deltransekter fordelt på substratyper og dybdeintervaller. I otte tilfælde er dybde intervallerne større da data er indsamlet på skråninger.

Det eneste transekt hvor ålegræs blev observeret lå i bufferzonen mod land. Ud fra modellering af den teoretiske forekomst af ålegræs kunne der have været ålegræs i en større del af området (jævnfør Figur 7-17)

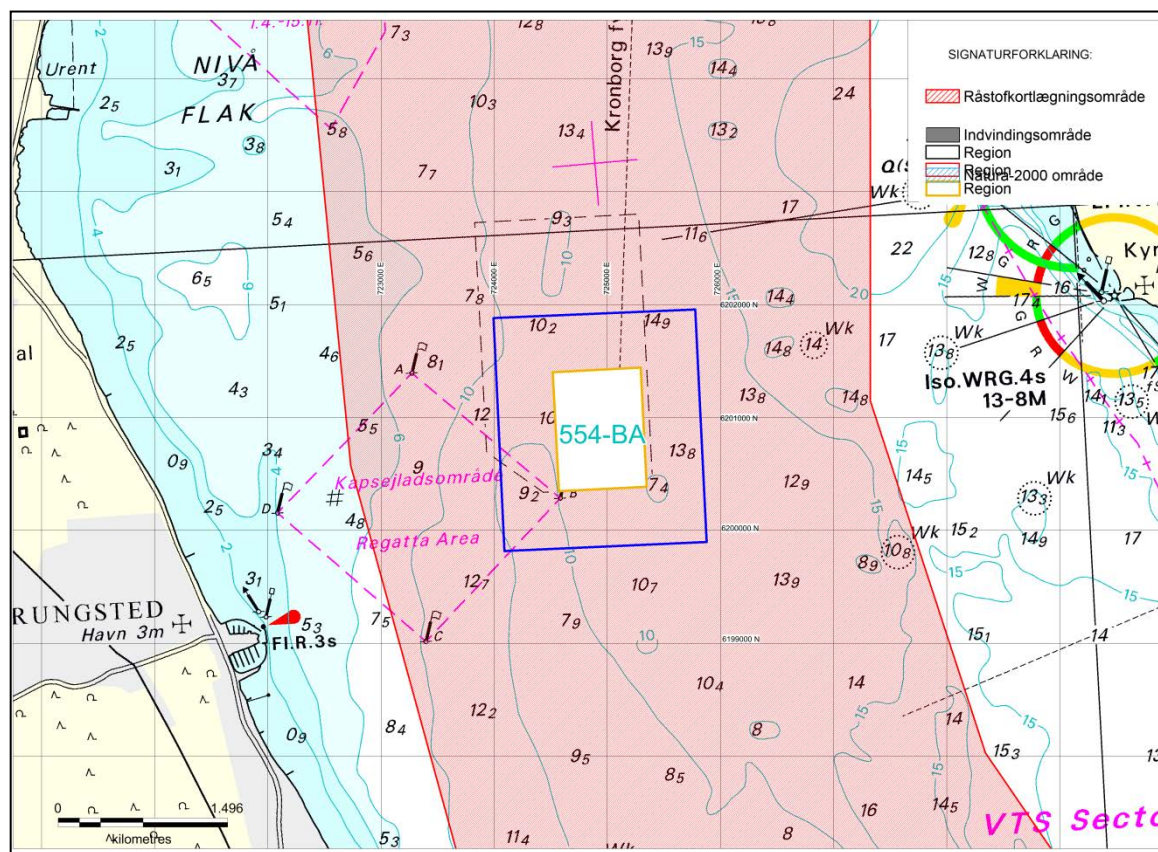
Blåmuslinger eller anden epibentisk fauna. Bortset fra søstjerner, blev ikke registreret i indvindingsområdet eller i nærzonen omkring. Fasthæftede makroalger forekom af gode grunde ikke pga. manglende substrat.

Registreringerne af epibentiske organismer i bufferzonen omkring indvindingsområdet var stort set på samme niveau.

## 11. Nivå Flak

### 11.1 Introduktion

Nivå Flak undersøgelsesområdet har et areal på 0.8 km<sup>2</sup> og er beliggende i den centrale del af Øresund Syd ud for Rungsted (Figur 11-1). Vanddybden i området varierer mellem 10 m og 21 m. På grund af sandindvinding adskiller bundtopografien sig fra det naturlige niveau, der formodentlig ville ligge imellem 10 og 14 m. Indvindingsområdet 554-BA (Nivå Flak), inklusiv den 500 m påvirkningszone, har et samlet areal 3.6 km<sup>2</sup>.

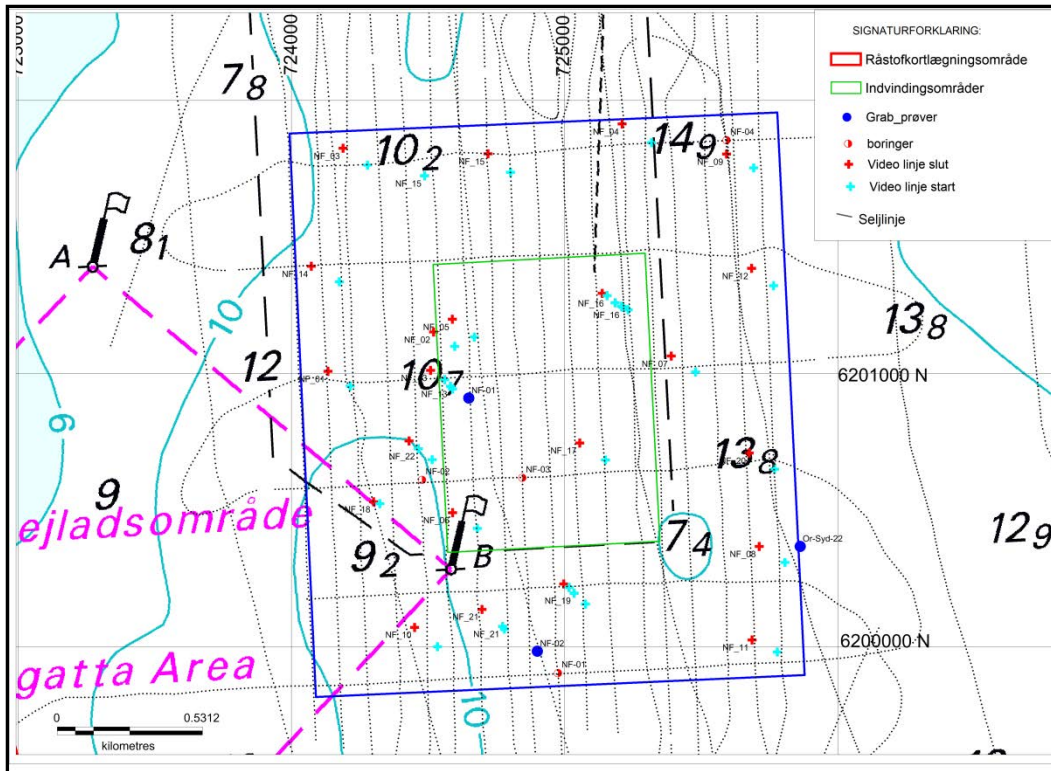


**Figur 11-1** Råstofområdet Nivå Flak 554-BA (indenfor gul ramme), samt påvirkningszonen (blå rammer). Se Bilag A5. Som baggrundskort er anvendt Søkort nr. 131 (Geodatastyrelsen).

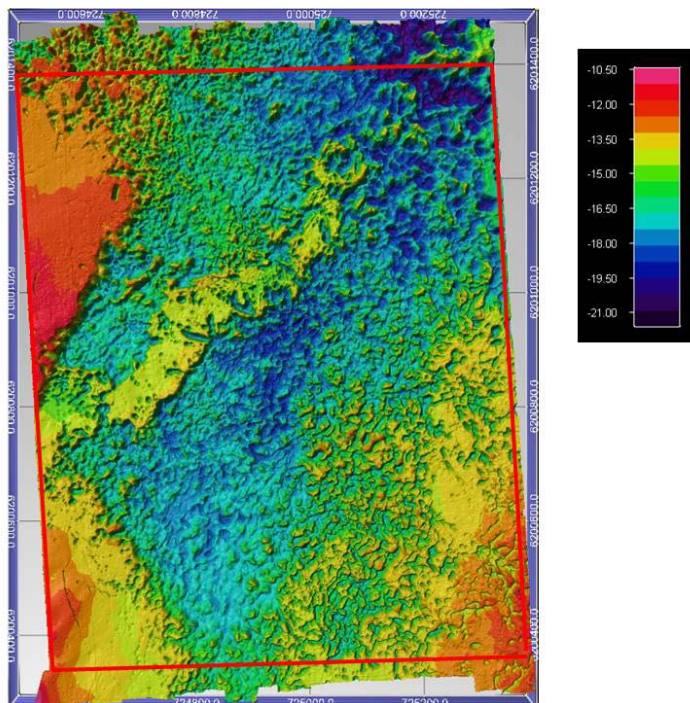
I forbindelse med den ny kortlægning af området, er der sejlet i alt ca. 60 km kombineret seismik og side-scan sonar linjer (Figur 11-2). Linjenettet består, dels af N-S gående linjer med en indbyrdes afstand på 100 m, dels af krydsende NV-SØ gående linjer med en indbyrdes afstand med ligeledes på 400 m.

Ud fra en tolkning af de seismiske data, er der udvalgt positioner til såvel vibrationsboringer som grabprøver. Der er foretaget i alt 4 vibrationsboringer til max. 6 m dybde under havbunden. Herudover blev der udtaget 3 grabprøver på udvalgte positioner, for at understøtte sedimentkortlægningen. Der er desuden lavet kornstørrelsesanalyse af repræsentativt prøvemateriale fra alle grabprøver samt udvalgt afsnit i vibrationsboringerne, hvoraf der er foretaget i alt 7 kornstørrelsesanalyser. Efter en tolkning af side-scan sonar data, blev der optaget video fra i alt 33 transekter på med henblik på en bestemmelse af havbundens overfladekarakter og biologi.





**Figur 11-2** Undersøelsesområdet i Nivå Flak 544\_BA med gennemførte sejllinjer, grab prøve positioner, vibrationsboringer, video transekter (start/slut), samt arkiv boringer fra Jupiter databasen. Grønne polygoner angiver indvindingsområder. Bilag B5. Som baggrundskort er anvendt Søkort nr. 131 (Geodatastyrelsen).



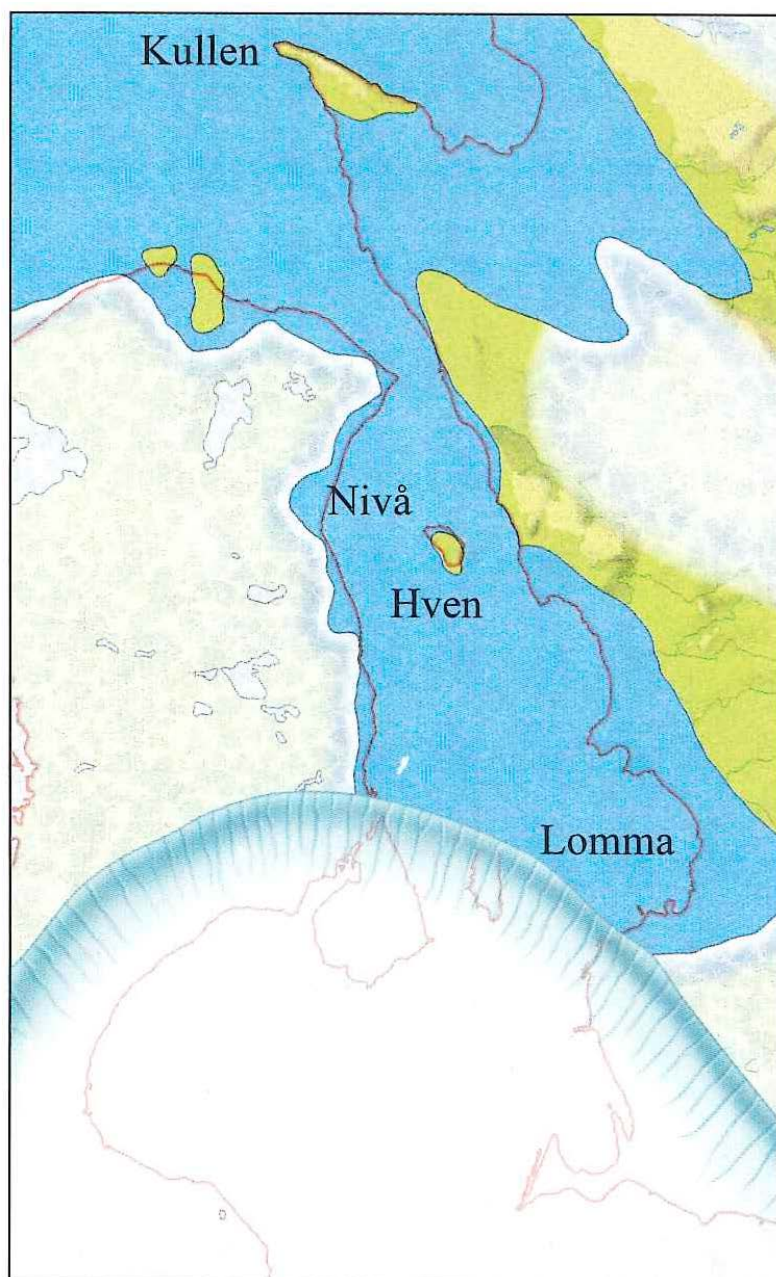
**Figur 11-3** Multibeam data for råstofområdet Nivå Flak 544-BA. Se Bilag C5 og C5.1.

Udover indsamling af seismiske data og bundprøver er der foretaget en detaljeret kortlægning af havbunden med et flerstråle ekkolod (multibeam), der giver et fuldt 3D billede af havbunden i indvindingsområdet i en opløsning på 2 cm i højden (Figur 11-3). Det fremgår tydeligt af figuren

at råstofindvindingen har foregået i hovedparten af området med grønne og blålige dybdesignaturer.

## 11.2 Geologi

Råstofressourcen er beliggende imellem Rungsted og Ven (Figur 11-1) og undersøgelsesområdet dækker dybdeintervallet mellem ca. 10 m i den nordvestlige del af området og ca. 18 til 20 m i den nordøstlige del af området (Figur 11-4).



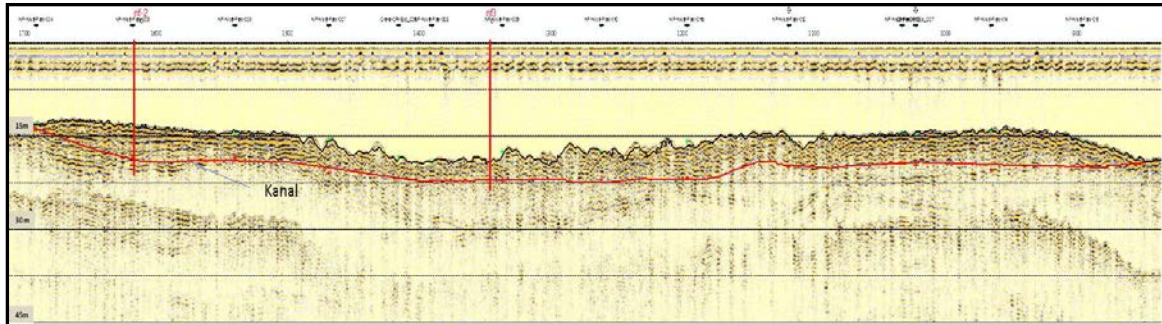
**Figur 11-4** Paleogeografisk kort 17.000 BP. Kortet er en principskitse (Richard N. mfl. Varv nr. 3 1999).

Under deglaciationen har der, i en periode hvor Yoldiahavet har dækket Kattegatområdet, været stagnerende gletsjerfronter i Øresundsregionen.

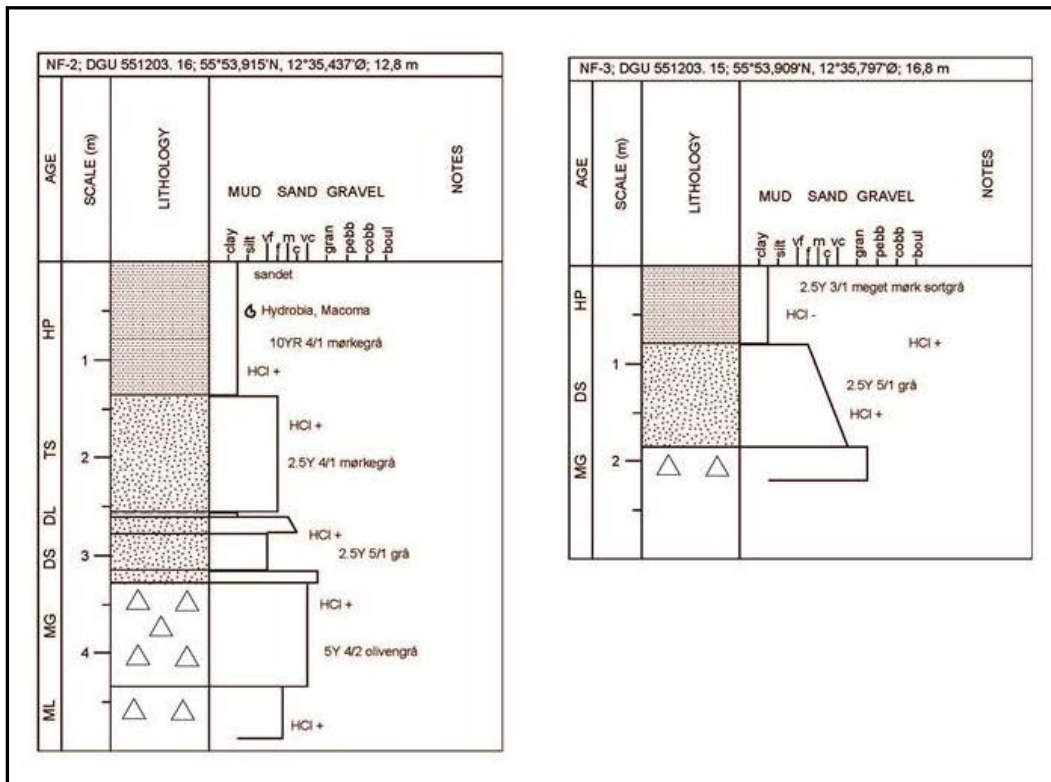
I forbindelse hermed, er store mængder af smeltevand blevet dræneret ud gennem Øresund mod nord og de tilhørende smeltevandsmaterialer: sand, grus og sten, er aflejret inden for



undersøgelingsområde Øresund Syd. Smeltevandsmaterialerne er aflejret i et større område hvor de har opfyldt tidligere kanaler og andre lavområder, således at de i dag udgør råstofressourcerne i Nivå Flak området og andre områder i nærheden heraf. Ressourcerne er derfor meget varierende i tykkelse og kvalitet og de største tykkelser findes som udfyldninger af kanalstrukturer (Figur 11-5).



**Figur 11-5** Seismisk sparker profil NF -23, der viser forekomst af smeltevandssand/-grus umiddelbart under havbunden i Juelsgrund indvindingsområdet. Ressourcen er dokumenteret ved borerne NF-2 og 3



**Figur 11-6** Borerne NF – 2 i kanten af indvindingsområde 554-BA Nivå Flak samt boring NF – 2, der ligger midt i indvindingsområdet. Borerne placeringerne fremgår af (Figur 11-5)

Boringerne indeholder begge smeltevandsmaterialer (DS) og der er foretaget sigteanalyser på prøver fra de 2 borer, som viser at materialerne er mellem til groft sand med indhold af ral og grus (se Bilag N for sedimentologiske log og Bilag O for kornkurver). Ressourcen har været indvundet over en lang årrække, men der er stadig et restpotentiale i området. De tilstedeværende materialer er på baggrund af en tolkning af de seismiske linjer samt borerne beregnet til ca. 4 mio. m<sup>3</sup>, hvoraf der forventes, at kunne indvindes måske halvdelen, idet området er meget heterogent.

### 11.3 Bundforholdene

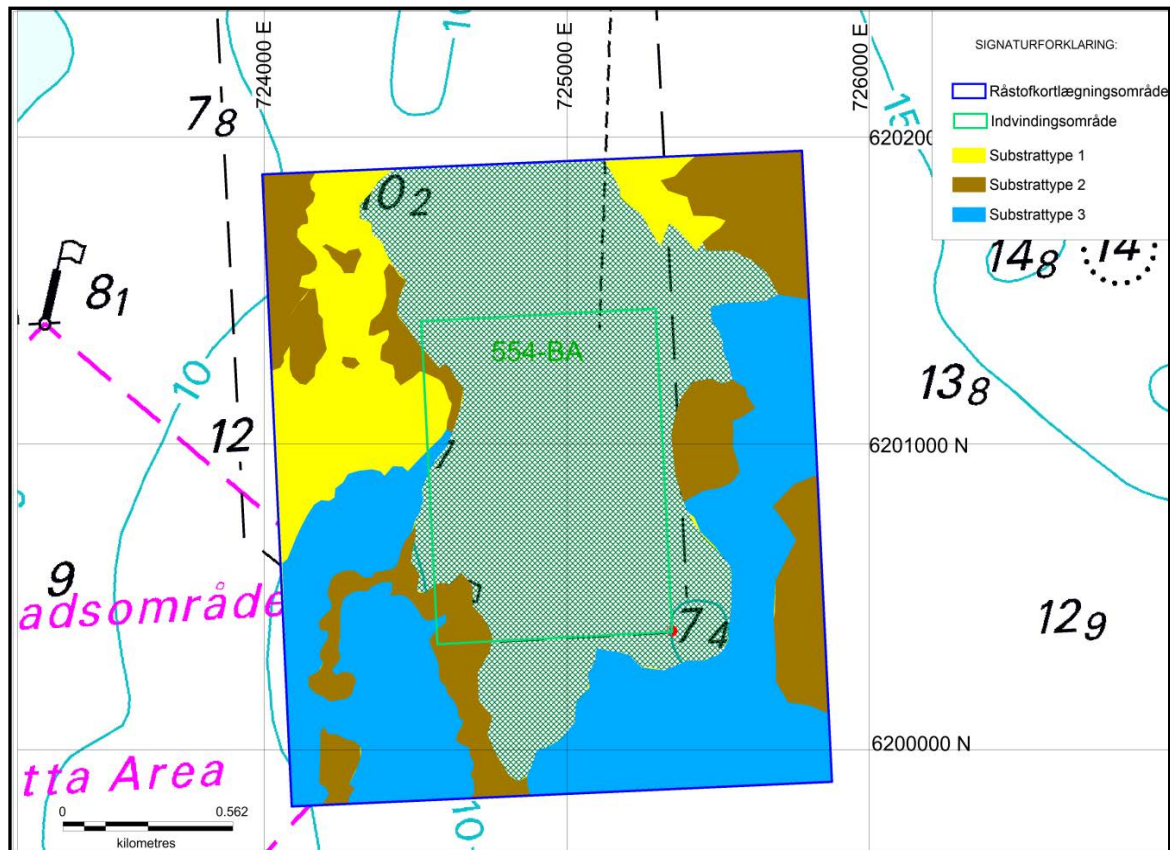
Indvindingsområdet er næsten fuldstændigt dækket af spor efter råstofindvinding. Der er ligeledes spor efter indvinding i dele af påvirkningszonen. Disse spor stammer fra det tidligere tilladelsesområde (overgangsområdet), der omfattede et væsentlig større areal end det nuværende indvindingsområde Nivå Flak 544-BA. I den nord- og sydvestlige del og den sydøstlige kant af området, er der moræner, mens resten af området er påvirket af indvinding i forskellig grad (Figur 11-9).

Bundsedimentet i undersøgelsesområdet viser tilstedeværelse af 3 substrattyper (Figur 11-7). Den sydlige halvdel af området er karakteriseret ved substrattype 2 og 3. Substrattype 2 består af en blanding af sand og grus med en kornstørrelse på ca. 2 – 20 mm og småsten med en størrelse på ca. 2 – 10 cm samt enkelte større sten fra ca. 10 cm og større, der dækker op til maksimalt 10 % af havbunden. Substrat type 3 er sand, grus og småsten samt stenbestrøning med større sten dækkende 10-25 %.

I påvirkningsområdet er substrattype 3 dominerende.

I det nordlige område er der større arealer med substrattype 1 der består af områder med fast sandbund med en kornstørrelse på 0,06 – 2,0 mm.

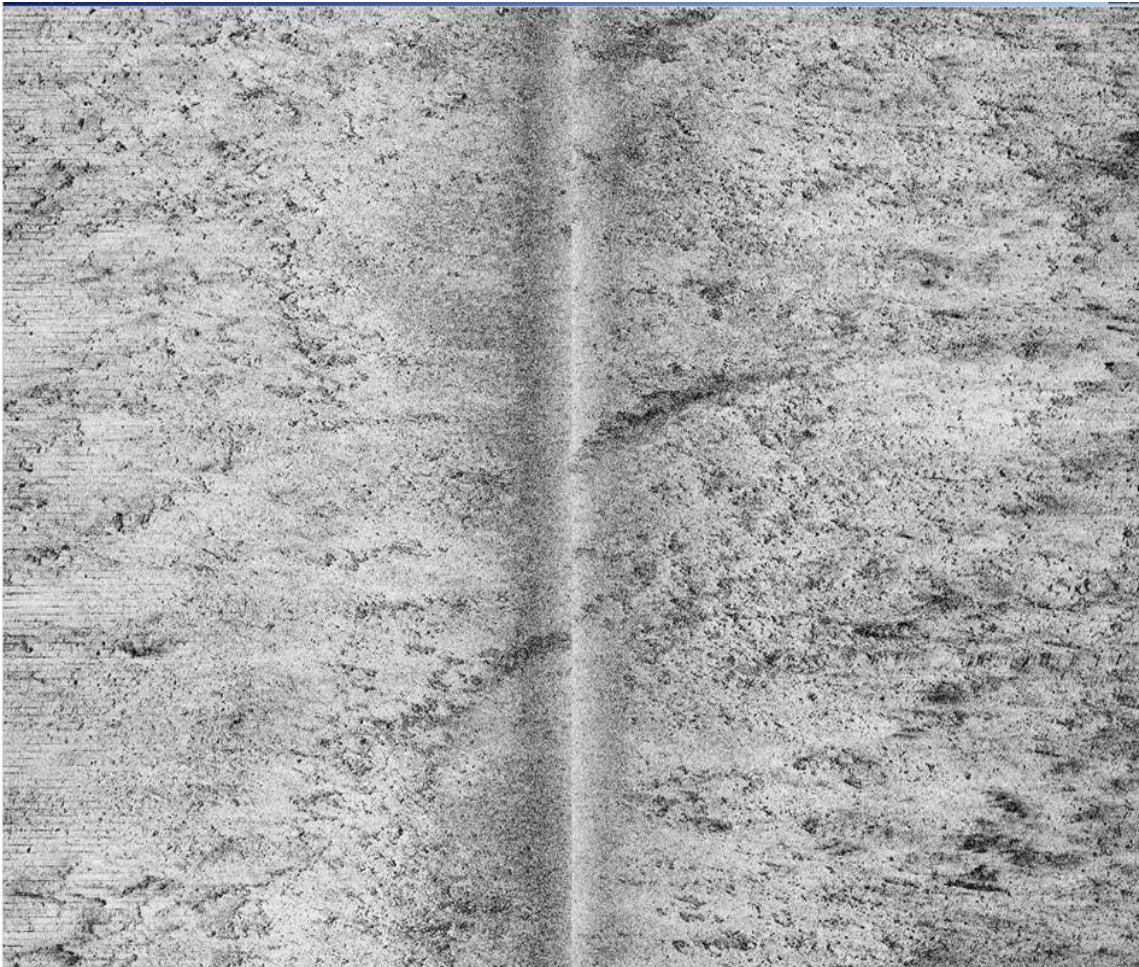
Der er ingen tegn på aktiv sedimentdynamik udover de tynde mobile overfladesedimenter.



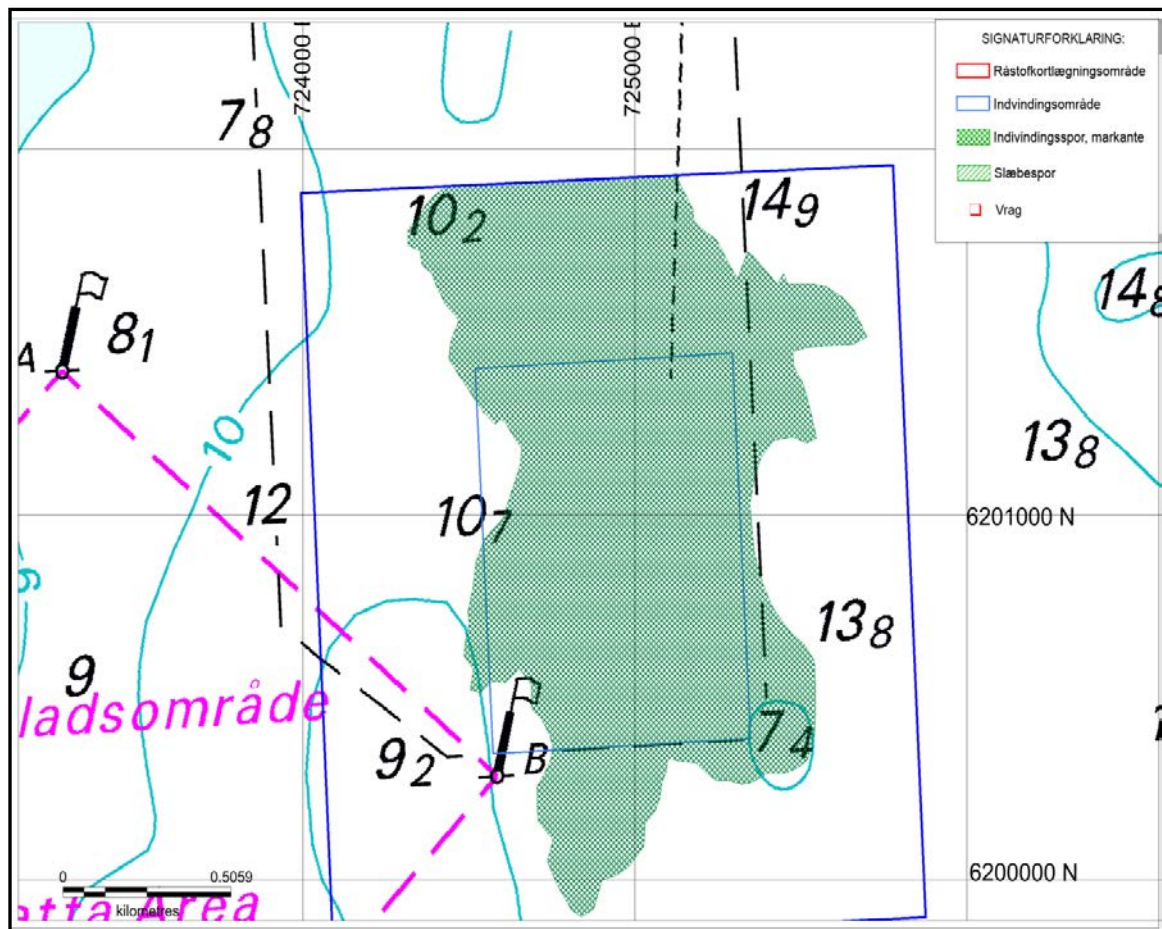
**Figur 11-7** Fordeling af bundsubstrattyper i undersøgelsesområdet baseret på dette survey: Gul (substrattype 1: sandet bund); Brun (substrattype 2: gruset sand med småsten); Lys blå (substrattype 3: bund med en hel del sten). Den grønne polygon angiver eksisterende indvindingsområde. Som baggrundskort er anvendt Søkort nr. 131 (Geodatastyrelsen).



Områder med spredte stenforekomst på havbunden (substrattype 2) i indvindingsområdet (Figur 11-8) er ofte sammenhængende med områder, hvor morænefladen ligger lige under dæklaget.



**Figur 11-8** Eksempel på side-scan sonar billede ved videotransekt NF-08. Billedet viser et område med gruset bund (mørkere) og enkelte spredte større sten i et område ellers domineret af sandbund (lysere). Billedet dækker et udsnit på ca. 100 m til hver side af sejlretningen.



**Figur 11-9** Spor efter menneskelig aktivitet på havbunden i undersøgelsesområdet. Områder med grøn kryds-skravering betegner områder med markante, dybere indvindingsspor i havbunden. Se Bilag E5. Som baggrundskort er anvendt Søkort nr. 131 (Geodatastyrelsen).

## 11.4 Menneskelig aktivitet

Indvindingsområdet dækker et areal på 0.82 km<sup>2</sup>. I indvindingsområdet samt dele af det tilgrænsende påvirkningsområde, er havbunden præget af indvindingsspor og havbunden er meget ujævn og fyldt med sugehuller efter stiksugning (Figur 11-9). Det samlede areal af indvindingsområdet, der er påvirket af indvinding udgør 0.75 km<sup>2</sup>.

De større sugehuller fra stiksugningen dækker stort set hele indvindingsområdet samt dele af påvirkningszonen. De største dybder findes i det nordlige indvindingsområde, hvor dybden er maksimalt 20-21 m.

I Kulturstyrelsens databaser er der ikke registreret vrag eller andre kulturhistoriske genstande, hverken inden for eller uden for indvindingsområdet i 500 m påvirkningsområdet (Figur 11-9). Der er ikke ved de nuværende undersøgelser lokaliseret nye marinarkæologiske fund.

## 11.5 Kortlægning af råstofressourcer

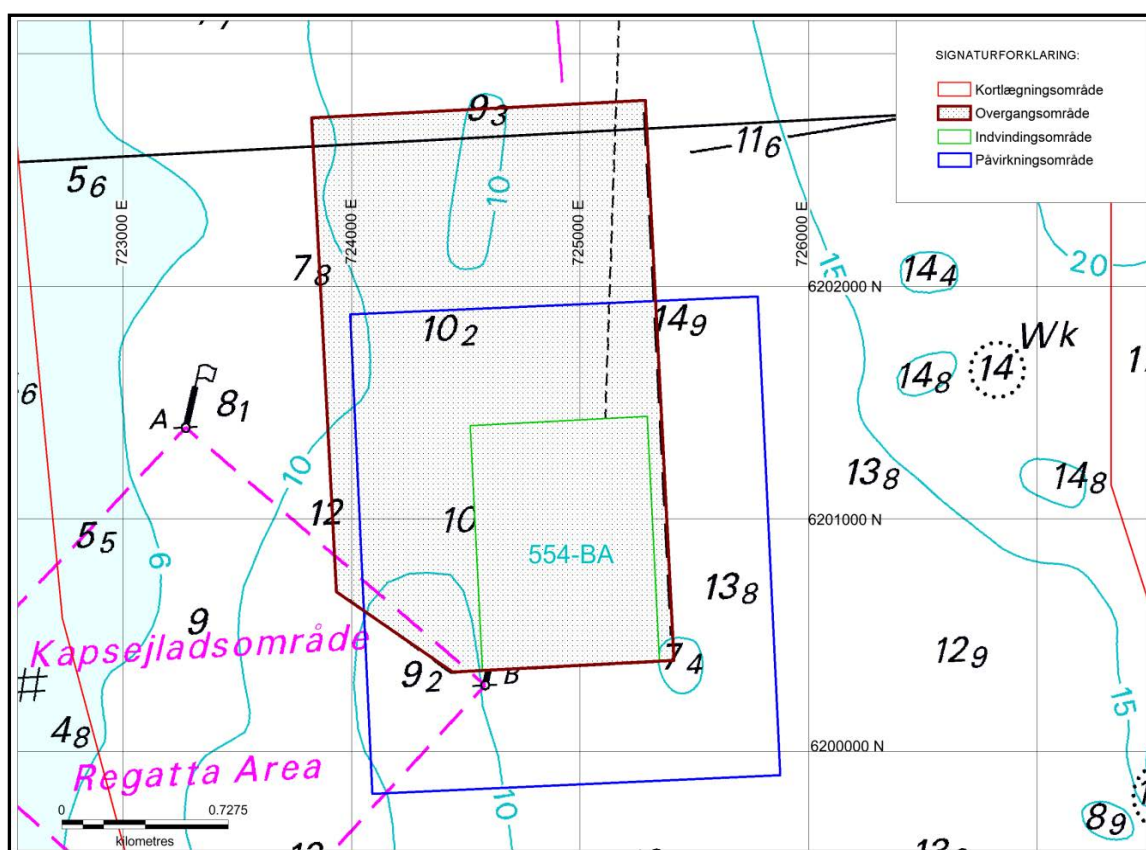
Kortlægningen af råstofressourcerne i Nivå Flak dækker et område, der i en lang årrække har været anvendt til råstofindvinding. Til belysning af råstofindvindingen i området, er der stillet



indvindingsdata til rådighed fra Naturstyrelsen og bathymetriske data til rådighed fra Geodatastyrelsen.

Det primære formål med de nærværende undersøgelser har været, dels at opgøre de resterende ressourcer i dette indvindingsområde, dels at undersøge om det er muligt, på baggrund af nye indsamlede seismiske data, bathymetriske data og borer, at bestemme restressourcerne i Nivå Flak fællesområdet 544-BA (Figur 11-10).

Endelig er der med udgangspunkt i de seneste indvindinger foretaget en bestemmelse af spidrater og spredning af finkornet materialer fra området, for at forstå hvorledes dette bidrag påvirker miljøet. Dette er nærmere behandlet i den følgende miljøvurdering af området.



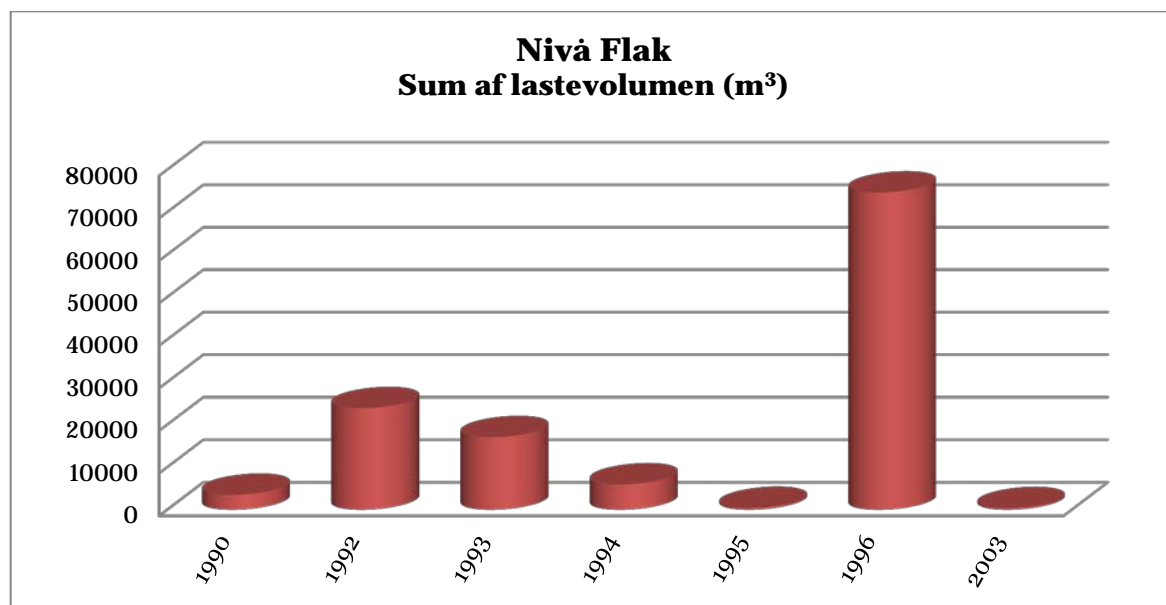
**Figur 11-10** Nivå Flak område 544-BA. Med grøn er angivet indvindingsområdet. Den røde viser konverterings og fællesområde. Som baggrundskort er anvendt Søkort nr. 131 (Geodatastyrelsen).

## 11.6 Indvinding i Nivå Flak fællesområdet 544-BA

Der har været indvundet råstoffer fra området tilbage fra før råstofindvindingen blev reguleret ved lovgivning. Ved den første råstoflov, der regulerede indvindingen af sand- og grusressourcer på havområdet, blev Nivå Flak udlagt som indvindingsområde efter overgangsbestemmelserne.

Overgangsområdet dækkede et areal på 3,4 km<sup>2</sup>, der indeholdt de spor efter råstofindvindinger, der er vist tidligere nord for Nivå Flak 544-BA. Områderne blev senere indskrænket ved ændring fra overgangsområder til konverteringsområder og senere i 2009 til fællesområder. Der blev i forbindelse hermed givet adgang for alle råstofindvindere til ressourcerne i området. Der skete i den forbindelse ingen ændringer i den arealmæssige udstrækning af området.

Der er registreret råstofindvinding i 7 ud af de 24 år fra 1990 til 2014 (Figur 11-11). Den samlede råstofproduktion fra området er for de 24 år angivet til 125.000 m<sup>3</sup>. Af figuren fremgår det, at der i 1996 er indvundet 2/3 af de samlede indvindinger for hele den 24 årige periode og der er ikke indvundet fra området siden 2003, hvor der blev taget 1 last på 345 m<sup>3</sup>. En analyse af indvindingsdata viser, at der indvindes råstof af sedimenttyperne 1,2,3 og 4 i området.



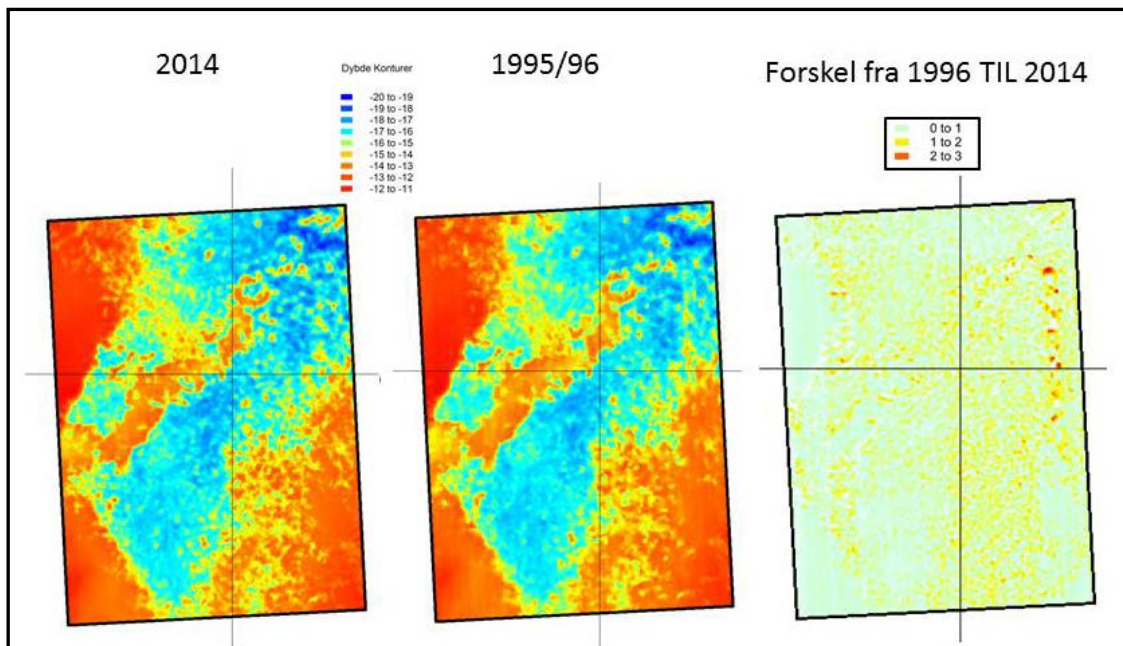
**Figur 11-11** Nivå Flak indvindingsområde 554-BA. Råstofindvinding i perioden 1990 til 2014.

En måde at vurdere indvindingen af ressourcer på, er ved at foretage en bathymetrisk opmåling af indvindingsområdet med periodiske mellemrum. Der er ikke foretaget systematiske opmålinger af vanddybderne i dette område.

I 1995/96 har Farvandsvæsenet foretaget en opmåling af Nivå Flak området og Geodatastyrelsen har stillet data til rådighed for en analyse af bundforholdene i området. I forbindelse med den nuværende råstofundersøgelse i området i 2014 er der foretaget en 100 % dækkende opmåling af indvindingsområdet med flerstråle ekkolod (multibeam). Sammen med de 2 datasæt er der foretaget en bestemmelse af den tidsmæssige sammenhæng i råstofindvindingen i området.

Råstof indvindingsområde Nivå Flak er dækket af et ældre datasæt fra 1995 og 1996 der samlet set giver det bathymetriske billede af hele området. Med udgangspunkt i disse data er der lavet et kort, som viser forskellen i vanddybder imellem de 2 år (Figur 11-12). Det eneste område hvor der er markante forskelle i datasættene er i den østlige del af området, hvor der enkelte steder er forskelle på 2–3 m. Hvis man ser på de 2 dybdekort er forskellen ikke markant. En del af den forskel der ses imellem de 2 datasæt i området skyldes formodentlig forskellen i tætheden af datamængden ved de 2 opmålinger. Flerstråle-ekkolod i 2014 ses i venstre side af Figur 11-12 og enkelt-stråle opmåling i 1995/96 ses i midten af Figur 11-12. Derudover kan en forskel i de to datasæt skyldes at præcisionen i positioneringen i opmålingen kan være forskellig.





**Figur 11-12** Nivå Flak område 554-BA. Til venstre: Multibeam data indsamlet i 2014 af Naturstyrelsen. I midten: de bathymetriske data 1995/96 fra Geodata styrelsen. Til højre: forskellen i dybder imellem de 2 opmålte år.

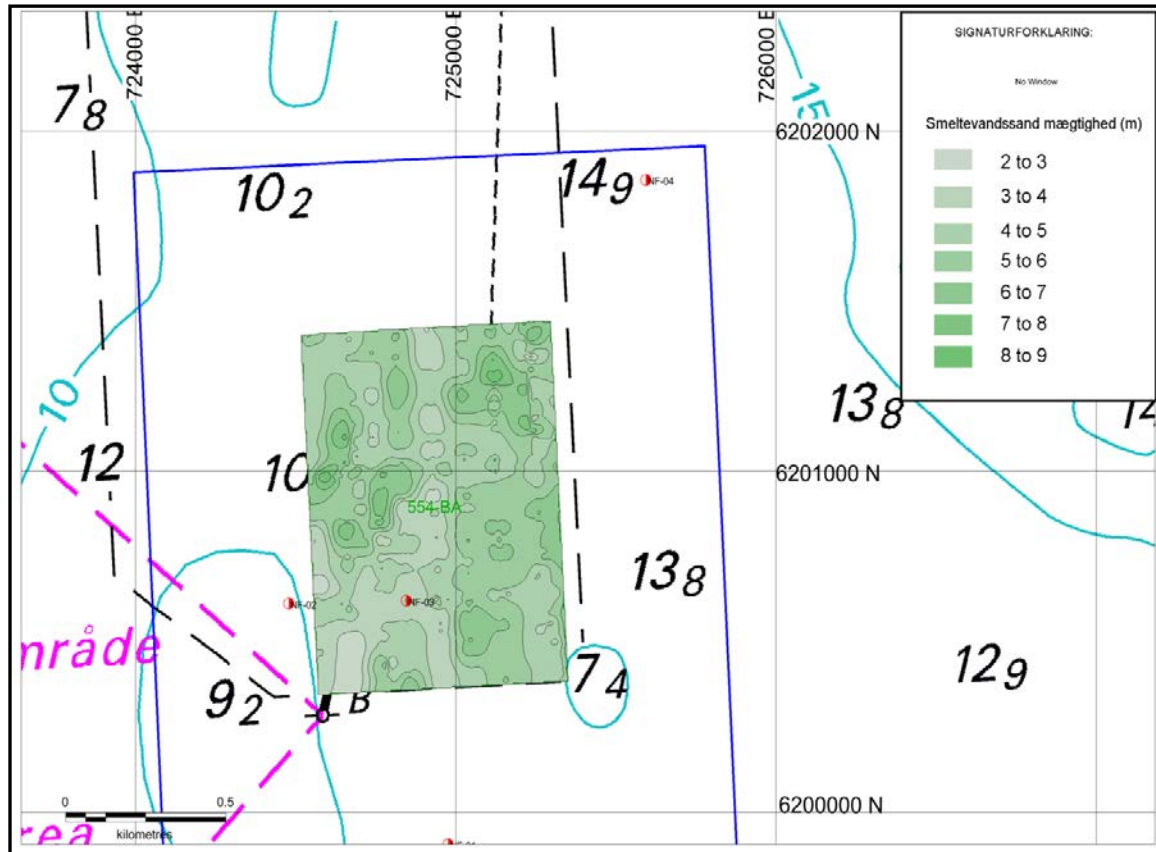
## 11.7 Råstoffer i området Nivå Flak

Med den udførte seismiske dataindsamling i et net på ca. 100 m x 500 m, har det været muligt at kortlægge råstofressourcerne i området, både indenfor indvindingsområdet og i den omkringliggende påvirkningszone. Råstofkortlægningen har vist, at der er sand, grus og ralforekomster tilknyttet områderne, samt de tilgrænsende arealer, hvor der allerede har fundet indvinding sted. Mægtigheden af forekomsterne er dog i store dele meget variable, idet ressourcerne til dels ligger i skyllebanker inden for området og derfor forventes at være ret heterogene.

Råstof forekomsterne er dannet som smeltevandsaflejringer, der dels overlejrer moræneler, dels er aflejret i kanalsystemer, der er dannet af smeltevandsfloder foran isranden. Da området generelt set er erosivt, er der ikke nævneværdige postglaciale aflejringer i form af sandede overflade lag, med vandrende sandlegemer. Der er i forbindelse med kortlægningsarbejderne udarbejdet råstofkort over de råstofaflejringer, der er i hovedparten af indvindingsområdet. NF-ressourcen er vurderet ud fra indvindingsdata til at bestå af består af sand, grus, ral og fyldsand.

### 11.7.1 Nivå Flak - Ressource 1

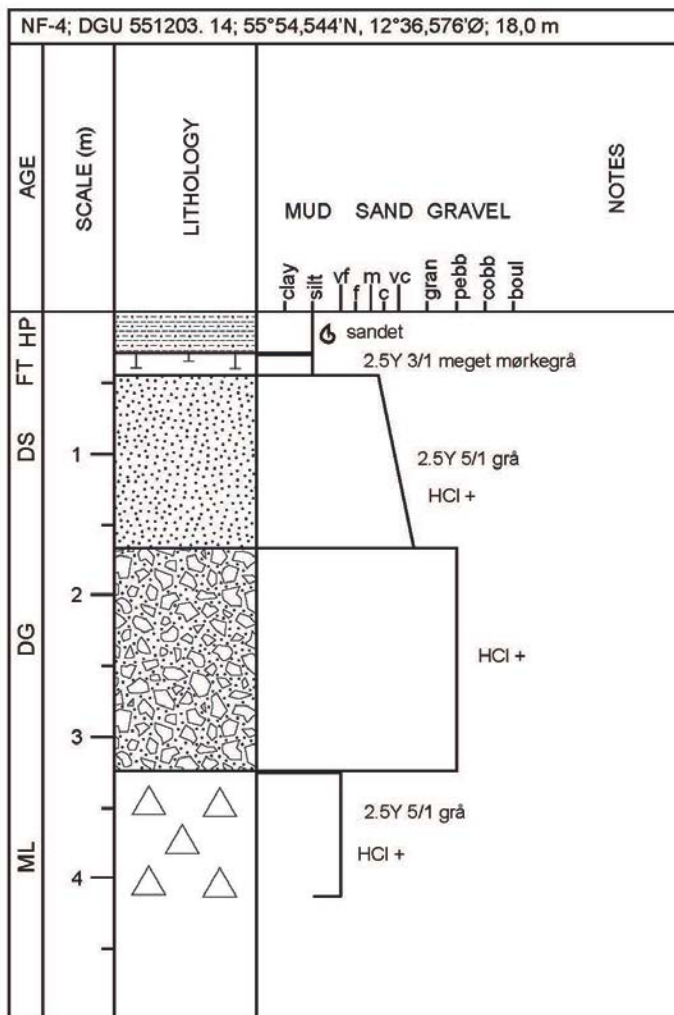
Ressourcen er beliggende inden for indvindingsområdet på Nivå Flak (Figur 11-13). Ressourcen er op til 8 m i tykkelse, men er meget variabel i mægtigheder ud over området. Der kan være varierende lag af sand og moræneler i forekomsten, så den kan betragtes som "uren" i sammenligning med holocæne sandforekomster aflejret i det marine miljø. Dette er illustreret ved Boring NF-4, der er beliggende i den nordlige del af forekomsten uden for selve indvindingsområdet (Figur 11-14). Det fremgår af det seismiske profil, at smeltevandsmaterialerne er aflejret i lavninger i den omgivende moræne (Figur 11-15). Ressourcen, der ligger på en vanddybde af 12-20 m, er præget af intensiv indvinding i store dele af fællesområdet.



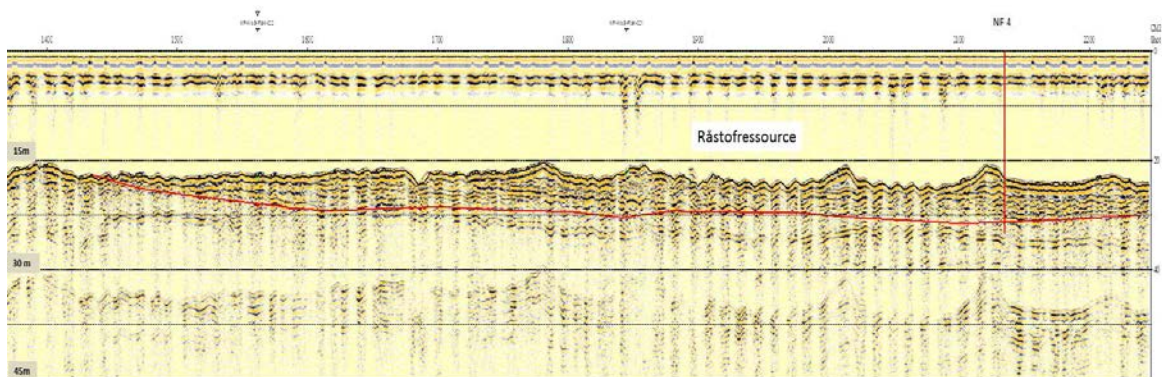
**Figur 11-13** Tykkelse (1 m kontur-intervaller) og udbredelse af råstofressourcerne Sk-Ressource 1 og SK-Ressource 2, der begge består af glaciale smeltevandssaflejringer. Bilag F5. Som baggrundskort er anvendt Søkort nr. 131 (Geodatastyrelsen).

Der er ikke landet materialer fra området siden 2003. Der er i indberettede laster fra området rapporter laster fordelt på sand 1, grus 2 og fyldsand 4. Der er kun landet få laster med ral fra Nivå Flak området. Dette viser at råstofressourcen er spredt på kornstørrelser, men primært i sand/grus fraktionerne.

På baggrund af den seismiske kortlægning er der foretaget en volumetrisk opgørelse af ressourcerne i forekomsten. Opgørelsen omtales nærmere i Afsnit 15. Den tilstedeværende mængde af materialer i område Nivå Flak-ressource 1 er 4 mio. m<sup>3</sup>.



**Figur 11-14** Boring NF-4 der er beliggende i råstofferomkomsten nord for indvindingsområdet.



**Figur 11-15** Seismisk eksempel af ressourcen (smeltevandsaflejringer) fra Nivå Flak V-Ø profil. Længden af profilet er ca. 0,5 km. Ca. 7,5 m mellem de horisontale linjer. Den røde linje angiver basis af råstofressourcen.

## 11.8 Kortlægning af biologiske nøglekomponenter på Nivå Flak

Der blev gennemførte videoundersøgelse på 23 transekter i eller lige omkring indvindingsområdet Nivå Flak. Undersøgelserne blev gennemført i dybdeintervallet fra 6 til 18 m's dybde.

De 23 transekter kunne opdeles i 34 deltransekter. På Nivå Flak var substrattype 1 helt dominerende og der blev registreret substrattype 2 på et enkelt transekt (Tabel 11-1) og Figur 11-16).

8 transekter var beliggende på en skråning og er angivet med et dybdeinterval i tabellen. Der var sugehuller i området og de meget varierende dybdeforhold vidnede om råstofindvinding.

Dybdeinterval i meter	Substrattype		Samlet antal
	1b	2	
10-11	4		4
11-12	4		4
12-13	5		5
13-14	3		3
14-15	2		2
15-16	5	1	6
16-17	2		2
Skråninger dybdeinterval			
11-13	1		1
10-15	1		
12-15	1		1
13-16	1		1
14-16	1		1
14-17	1		1
15-17	1		1
16-18	1		1
<b>Samlet antal</b>	<b>33</b>	<b>1</b>	<b>34</b>

**Tabel 11-1** Fordeling af de tolkede data fra transekter/deltransekter fordelt på substrattyper og dybdeintervaller. I otte tilfælde er dybde intervallerne større da data er indsamlet på skråninger.

6 transekter, der kunne opdeles i 12 deltransekter, lå helt ind i det nuværende indvindingsområde. De resterende var placeret i en 500 meters zone rundt om selve indvindingsområdet.

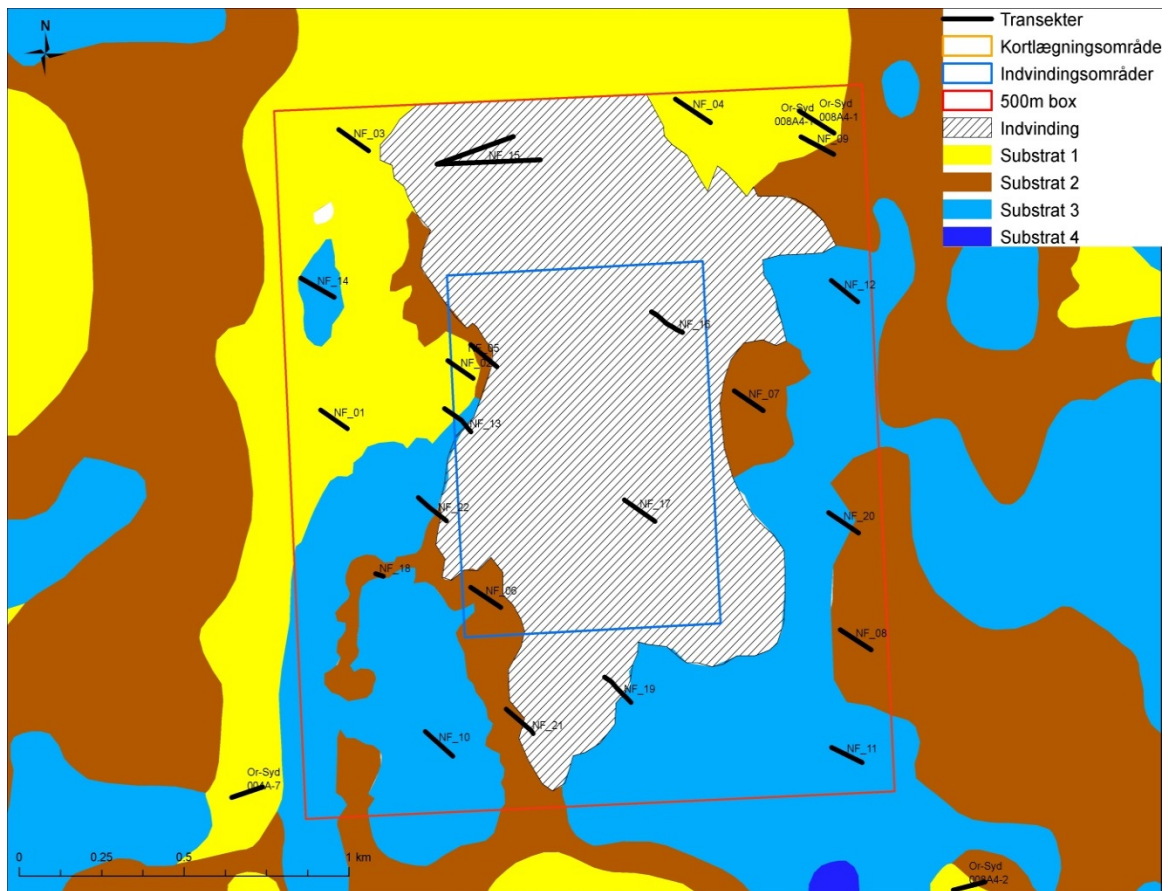
Områdets bathymetri er præget af mange års råstofindvinding, både inden for det eksisterende indvindingsområde og i den nuværende bufferzone. Effekterne afspejles på en del videotransekter, der viste varierende vanddybder med mere eller mindre markante skåninger og op til 5 m's dybdeforskel hen over huller på et transekt (fx NF 13 og 16).

På mange transekter var bundforholdene præget af områder med akkumuleret detritus (algerester) og finkornet sediment. På transekt NF-21 blev der registreret iltsvind i forbindelse med mange løse alger og sigtbarheden var usædvanlig ringe på NF-22.

Ålegræsplanter blev ikke observeret på Nivå Flak, hverken i bufferzonen eller i det eksisterende råstofindvindingsområde. Vanddybden i området var for stor til at blomsterplanter vil kunne vokse i området.



Blåmuslinger forekom meget spredt i bufferzonen og på ca. hvert fjerde transekt/del-transekt. På et enkelt af disse transekter, NF-22, dækkede muslingerne 50% af bunden. På et andet var der 20% dækning, men ellers forekom muslinger kun meget sparsomt. I indvindingsområder blev der kun observeret muslinger på et del-transekt (NF-17) med bare 5% dækning.



**Figur 11-16** Transekter på Nivå Flak fordelt på substrattyper kortlagt for området. Se Bilag H5.1.

En spredt forekomst af hestemuslinger blev observeret uden for selve indvindingsområdet på 15 m's dybde på transekt NF-9. Der voksede lidt sukkertang på muslingerne.

Forekomsten af makroalger var, ikke overraskende for substrattype 1, begrænset på alle transekter og dem der blev registreret kan godt være forvekslet med drivende alger, som der var mange af på nogle transekter/deltransekter.

En detaljeret beskrivelse af resultaterne af tolkningerne af de gennemførte videotransekter fremgår af Bilag P, som både beskriver de geologiske elementer substrattype klassificeringen og dækningen af væsentlige epibioniske biologiske elementer.

### 11.8.1 Biologiske indhold på substrattype 1b og 2

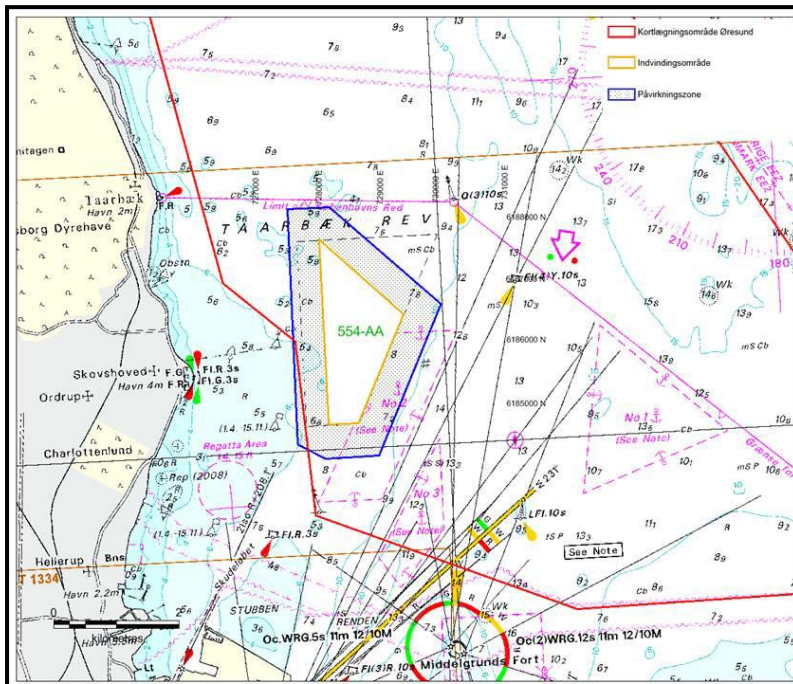
Der var som tidligere nævnt kun et enkelt transekt hvor bunden blev beskrevet som type 2. De øvrige var alle type 1. Det biologiske indhold på det ene transekt med substrattype 2 havde en

smule flere makroalger end næsten alle de øvrige transekter, men der ud over var der ikke den store forskel. Der henvises derfor til den generelle beskrivelse af forholdene på Nivå Flak.

## 12. Skovshoved

### 12.1 Introduktion

Fællesområdet Skovshoved 554-AA har et areal på 2.3 km<sup>2</sup>. Området er beliggende umiddelbart syd for Tårnbæk Rev, nord for København (Figur 12-1). Området er omkranset af en 500 m påvirkningszone, således at det samlede areal af indvindings- og påvirkningsområdet udgør 6.8 km<sup>2</sup>. Vanddybden i området er mellem 5 og 10 m.

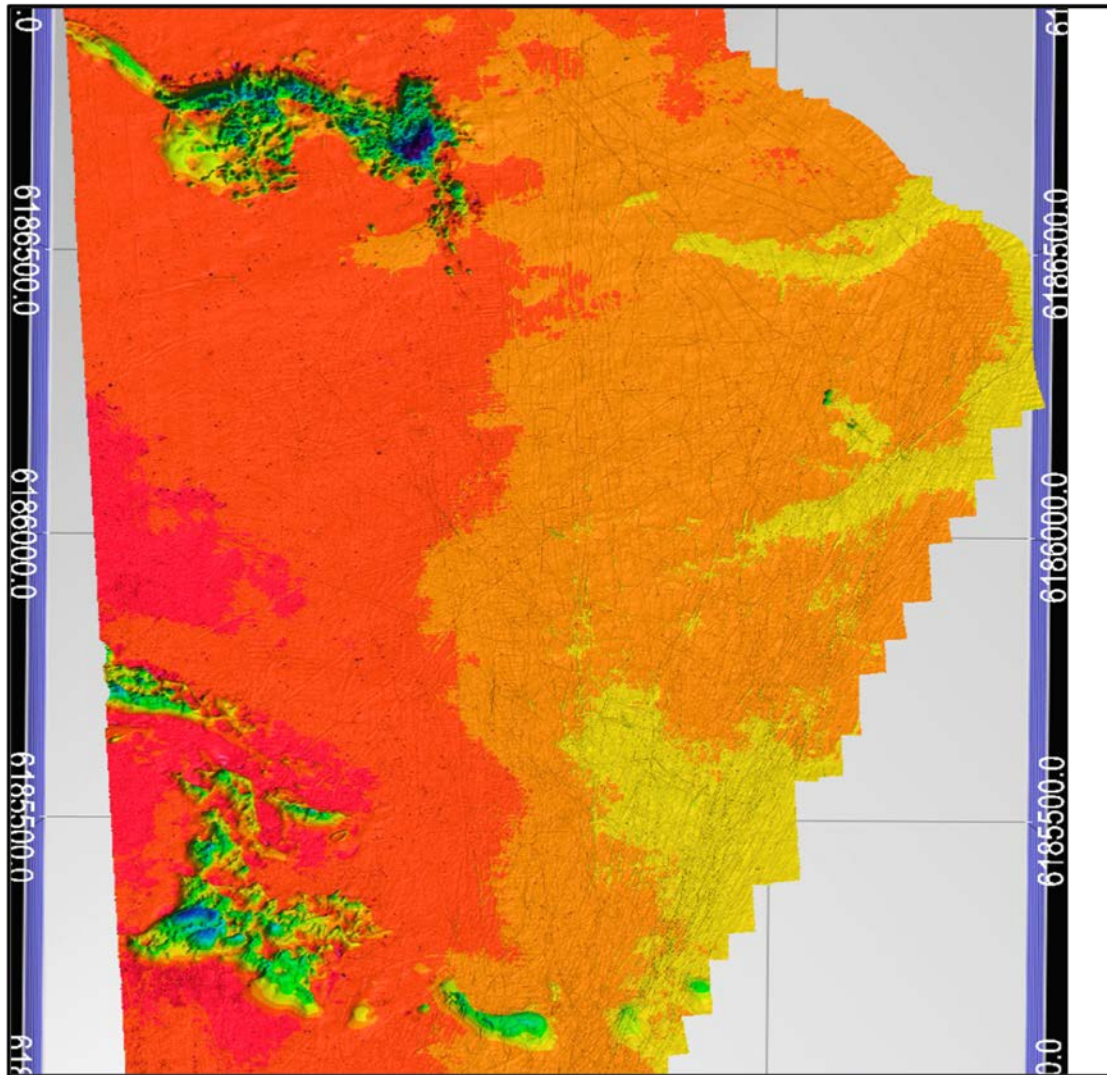


**Figur 12-1** Råstofområdet Skovshoved 554-AA (indenfor gul ramme), samt påvirkningszonen (blå ramme). Som baggrundskort er anvendt Søkort nr. 131 (Geodatastyrelsen).

I forbindelse med den ny kortlægning er der i alt sejlet ca. 176 km kombineret seismik og side-scan sonar linjer. Linjenettet består dels af N-Ø gående linjer med en indbyrdes afstand på ca. 50 m, og dels af krydsende Ø-V gående linjer med en indbyrdes afstand på ca. 500 m (se Bilag B.6).

På basis af de seismiske resultater blev der på udvalgte positioner foretaget 4 vibrationsboringer til max. 5.5 m's dybde under havbunden. Herudover blev der taget 4 grabprøver, samt i alt 24 videodyk transekter til bestemmelse af havbundens overfladekarakter og biologi. Der blev foretaget kornstørrelsesanalyse af repræsentativt prøvemateriale fra alle grabprøver til bestemmelse af overfladesedimentet. Herudover blev der af udvalgte afsnit i vibrationsboringerne foretaget i alt 3 kornstørrelsesanalyser.

Udover indsamling af seismiske data og bundprøver er der foretaget en detaljeret kortlægning af havbunden med et flerstråle ekkolod (multibeam), der giver et fuldt 3D billede af havbunden i indvindingsområdet i en opløsning på 2 cm i højden (Figur 12-2). Det fremgår tydeligt at råstofindvindingen i området har været fokuseret i 2 områder (grønlig signatur).



**Figur 12-2** Multibeam data for råstofområdet Skovshoved 554-AA. Mod øst intensiv indvinding med slæbesugning og to områder mod vest præget af indvinding ved stiksugning.

Desuden ses det af data, at der har fundet en intensiv indvinding sted i den østlige del af området, hvor der ses mange spor i forskellige retninger, med en hovedretning nord-syd.

## 12.2 Geologi

Undersøgelsesområdet dækker bathymetriske dybder mellem 5 m nærmest kysten mod vest, og op til ca. 10 m i den østligste del af området. De dybe render, der er vist i figur 12.2, er opstået ved sandindvinding med specielt stiksugning, der har fundet sted i en længere periode (se afsnit 15). Dybden af hullerne i det norligste af de 2 områder, er op til 12 m i forhold til den omkringliggende havbund.

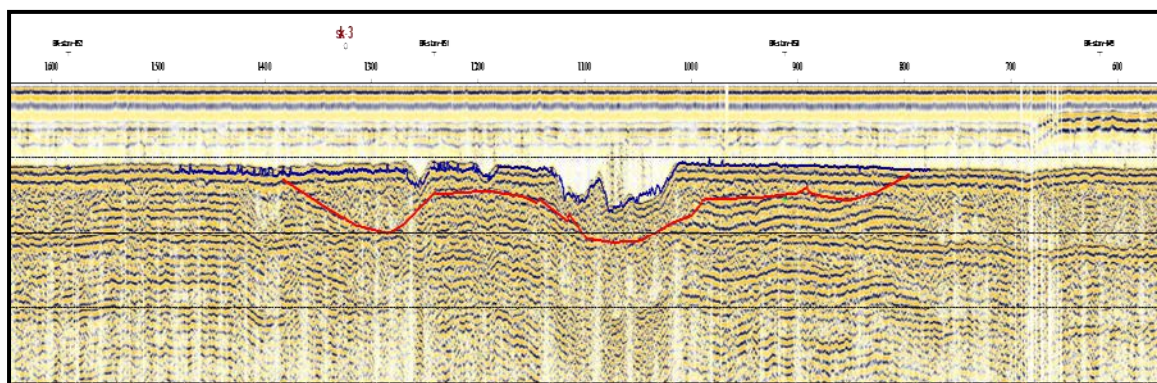
De råstofressourcer, der er indvundet i disse områder, er oprindeligt smeltevandsaflejringer der er afsat under eller umiddelbart foran isfronten under den sidste glaciation i Øresundsregionen. I den efterfølgende periode har der været land i Øresundsområdet indtil der ved indtrængning af havvand, for omkring 8.500-8.000 år siden, etableredes marine forhold i forbindelse med Litorina transgressionen i området.



Geologisk set er området ved Skovshoved indvindingsområdet præget af en højtliggende kalkoverflade (Kridt-Danian), der er overlejret af forskellige serier af moræneaflejringer og en række, nu udfyldte, kanaler med smeltevandsaflejringer og lavninger dannet i den sidste del af Weichsel glaciationen. Området er i perioder eroderet ned og en stor del af havbunden består af moræner, der er dækket af et tyndt lag grovere sedimenter, der udgør erosionsraster fra morænen.

Selve undersøgelsesområdet er for en stor dels vedkommende præget af glaciale moræneaflejringer og udfyldte smeltevandskanalsystemer med grovkornede aflejringer kun få meter under havbunden (Figur 12-3). Disse aflejringer har typisk et råstofressourcemæssigt potentiale.

I Skovshoved indvindingsområdet er de grovere og ressourcemæssigt interessante smeltevandsaflejringer, med en mægtighed på op til ca. 8 m, aflejret i tilknytning til de kanaler og dalsystemer, der er vist (Figur 12-3). Ressourcerne, der har været koncentreret i disse afgrænsede områder, er indvundet primært ved stiksugning, der har efterladt området med dybde huller.



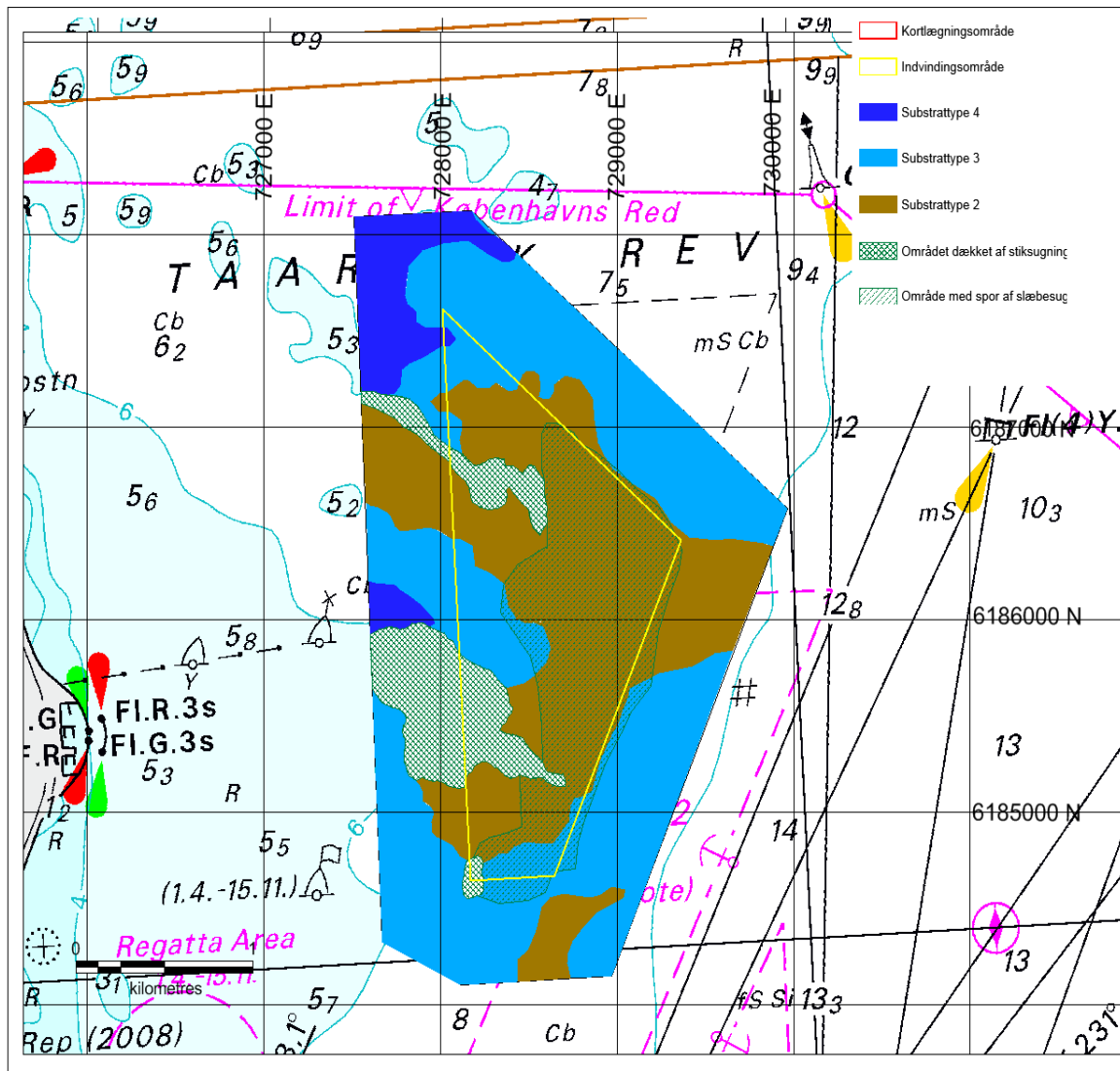
**Figur 12-3** Eksempel på seismisk sparker profil, der viser forekomst af smeltevandssand/-grus umiddelbart under havbunden i Skovshoved indvindingsområdet. Mod NV og SØ ses tiltagende dæklag af mere finkornede senglaciale og postglaciale sedimenter. Den røde linje angiver basis af råstofressourcen.

### 12.3 Bundforholdene

Bundsedimentet i undersøgelsesområdet er generelt domineret af morænebund med residualaflejringer af grus og sten der er delvist dækket af tynde lag af mobilt sand, der flytter sig rundt i området. Residual-aflejringerne er erosionsprodukter, der er udvasket af morænen.

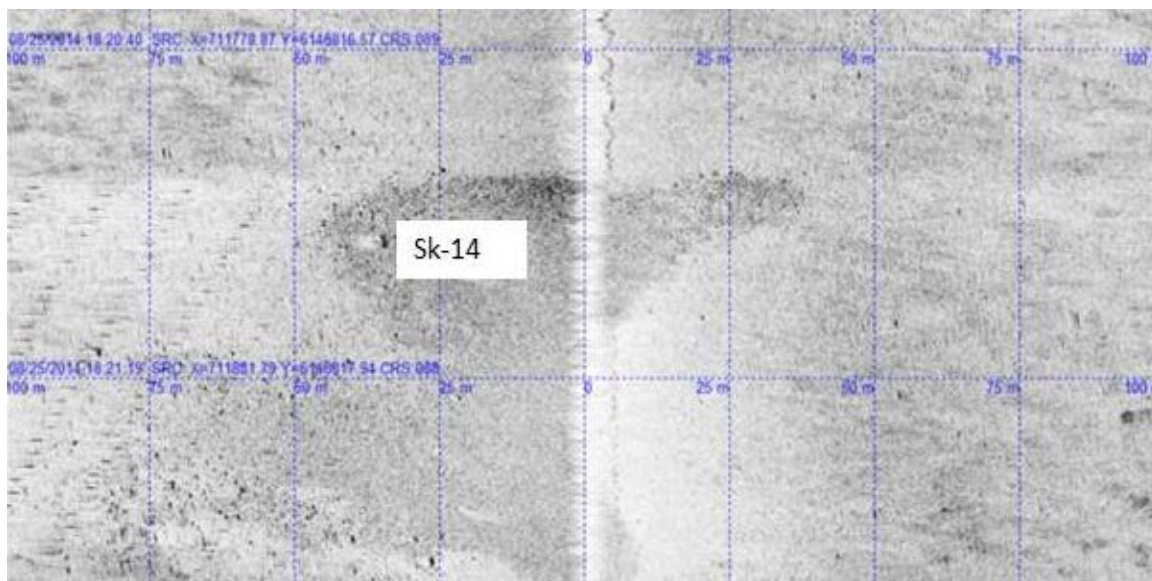
Det centrale indvindingsområde er hovedsageligt karakteriseret som substrattype 2, domineret af en gruset og småstenet bund. I påvirkningsområdet er der større stenkoncentrationer og forekomst af større sten (substrattype 3 og 4) er udpræget for dette område (Figur 12-4). Dele af området er meget præget af indvindingen og er derfor ikke karakteriseret med substrattype.

Desuden er der arealer med spor efter slæbesugning i selve indvindingsområdet (Figur 12-4). Der er ingen tegn på aktiv sedimentdynamik udover de tynde mobile overfladesedimenter.



**Figur 12-4** Fordeling af bundsubstratter i undersøgelsesområdet baseret på dette survey: Brun (substrattype 2: gruset sand med småsten); Lys blå (substrattype 3: bund med en hel del sten); Mørk blå (substrattype 4: stenet bund). Grønne polygoner angiver eksisterede indvindingsområder. Se Bilag D6. Som baggrundskort er anvendt Søkort nr. 131 (Geodatastyrelsen).

Områder med spredte stenforekomster på havbunden (substrattype 2) i indvindingsområdet (eksempel Figur 12-5) er ofte sammenhængende med områder, hvor morænefladen lokalt står frem på havbunden.

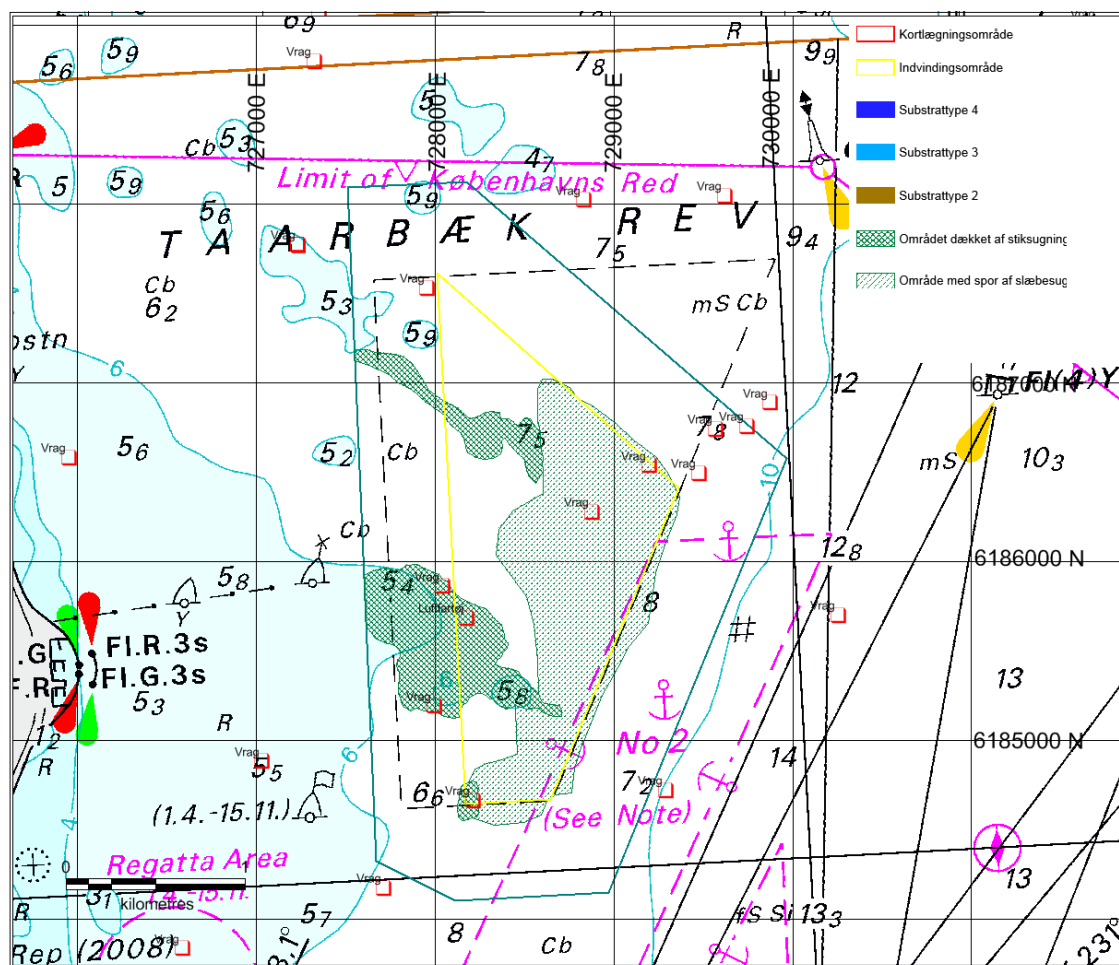


Figur 12-5 **Eksempel** på side-scan sonar billede ved videotransekt sk-16. Billedet viser et område med gruset bund (mørkere) og enkelte spredte større sten i et område ellers domineret af sandbund (lysere). Billedet dækker et udsnit på ca. 100 m til hver side af sejltreningen.

## 12.4 Menneskelig aktivitet

Indvindingsområdet dækker et areal på 0,82 km<sup>2</sup>. I indvindingsområdet samt dele af det tilgrænsende påvirkningsområde, er havbunden præget af indvindingsspor. Her er havbunden meget ujævn og fyldt med sugehuller efter stiksugning (Figur 12-2). Det samlede areal af indvindingsområdet, der er påvirket af indvinding udgør 0,75 km<sup>2</sup>.

Indvindingsområdet dækker et areal på 2,31 km<sup>2</sup>. I indvindingsområdet og i dele af det tilgrænsende påvirkningsområde, er havbunden præget af indvindingsspor fra slæbesugning. Desuden ses der mindre områder med sugehuller efter stiksugning (Figur 12-6). Det samlede areal af indvindingsområdet, der er påvirket af indvinding, udgør samlet set 1,45 km<sup>2</sup>, hvoraf stiksugningsområder dækker 0,24 km<sup>2</sup>



**Figur 12-6** Spor efter menneskelig aktivitet på havbunden i undersøgelsesområdet. Områder med grøn kryds-skravering betegner områder med markante, dybere indvindingsspor i havbunden. Lys grøn prikskravering betegner områder med mindre dybe spor - typisk udelukkende fra slæbesugning. Se Bilag E6. Som baggrundskort er anvendt Søkort nr. 131 (Geodatastyrelsen).

I den østlige del af indvindingsområdet, er der spor efter slæbesugning. Disse ses på det bathymetriske kort (Figur 12-2), som et meget tæt net af slæbespor. De enkelte spor ligger med en indbyrdes afstand på ca. 10 til 15 m. De enkelte slæbespor har en bredde på mellem ½ og 1 m og en dybde på ca. 20 cm.

De større sugehuller fra stiksugningen dækker to mindre områder. De største dybder findes i det nordlige indvindingsområde, hvor dybden er maksimalt 12 m. I det sydlige område er de største dybder ca. 10 m i forhold til havbunden (Figur 12-2).

I Kulturstyrelsens database er der registreret 10 vrag, hvoraf de 7 er beliggende i selve indvindingsområdet, mens de sidste 3 er i påvirkningszonen (Figur 12-6). Der er ikke ved de nuværende undersøgelser lokaliseret nye marinarkæologiske fund, og de eksisterende er ikke blevet verificeret ved undersøgelserne.

## 12.5 Kortlægning af råstofressourcer

Kortlægningen af råstofressourcerne i Skovshoved dækker et område der i en lang årrække har været anvendt til råstofindvinding i hovedstadsområdet. Til belysning af råstofindvindingen i



området, er der stillet indvindingsdata til rådighed fra Naturstyrelsen Og bathymetriske data til rådighed fra Geodatastyrelsen)..

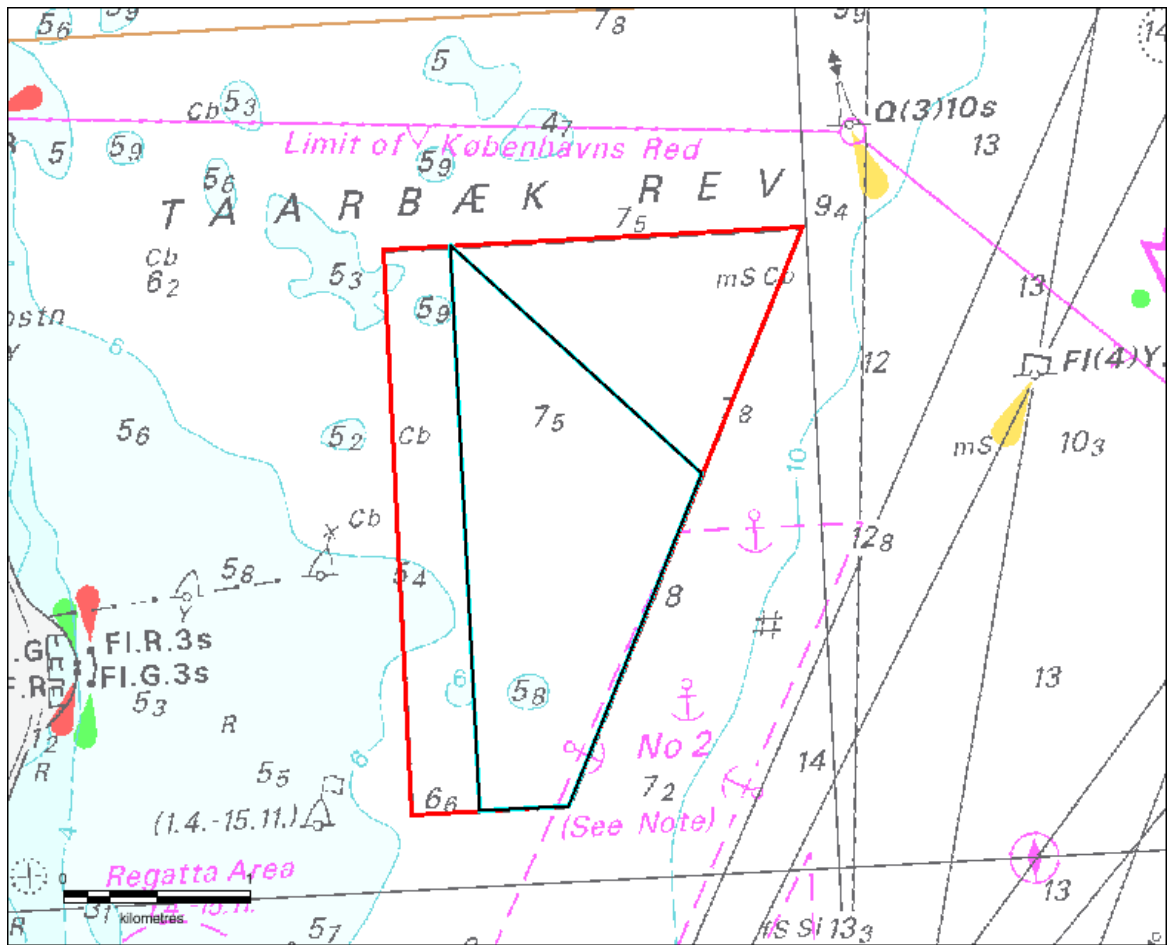
Det primære formål med de nærværende undersøgelser, har været, dels at opgøre de resterende ressourcer i dette indvindingsområde, dels at undersøge, om det er muligt, på baggrund af nye indsamlede seismiske data, bathymetriske data og boringer at bestemme restressourcerne i Skovshoved fællesområdet 544-AA.

Endelig er der med udgangspunkt i de seneste indvindinger foretaget en bestemmelse af spildmateriale og spredning af finkornet materialer fra området, for at forstå hvorledes dette bidrag påvirker miljøet. Dette er nærmere behandlet i den følgende miljøvurdering af området.

## **12.6 Indvinding i Skovshoved fællesområdet 554-AA**

Der har været indvundet råstoffer fra området tilbage fra før råstofindvindingen blev reguleret ved lovgivning. Ved den første råstoflov, der regulerede indvindingen af sand og grus ressourcer på havområdet, blev Skovshoved udlagt som indvindingsområder efter overgangsbestemmelserne (Figur 12-7). OvergangsOmrådet dækkede et areal på 4,6 km<sup>2</sup>, der indeholdt de kendte indvindingsområder der er vist tidligere. Områderne blev senere indskrænket ved ændring fra overgangsområder til konverteringsområder.

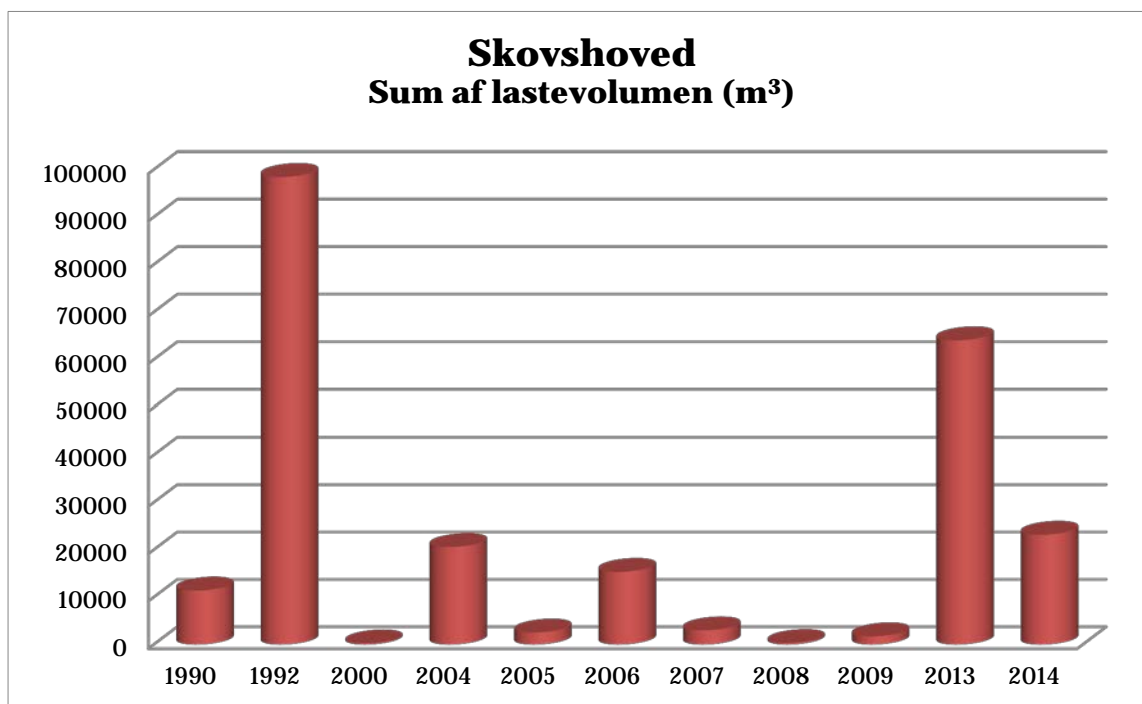
I 2009 blev områderne endeligt fastlagt som fællesområder, hvor der herefter er givet adgang for alle råstofindvindere til ressourcerne i området. Der skete ingen ændringer i den arealmæssige udstrækning, da området skiftede fra konverteringsområde til fællesområde.



**Figur 12-7** Skovshoved område 554-AA. Med rød er angivet det tidligere overgangsområde. De blågrønne farver viser konverterings- og fællesområde. Som baggrundskort er anvendt Søkort nr. 131 (Geodatastyrelsen).

## 12.7 Råstofindvinding i fællesområdet 554-AA

Der er registreret råstofindvinding i 11 ud af de 24 år fra 1990 til 2014. Den samlede råstofproduktion fra området er for de 24 år angivet til 240.000 m<sup>3</sup>. Af Figur 12-8 fremgår det, at der i 1992 er indvundet 1/3 af de samlede indvindinger for hele den 24 årige periode. En analyse af indvindingsdata viser, at der indvindes råstof af sedimenttyperne 1,2,3 og 4 i området.

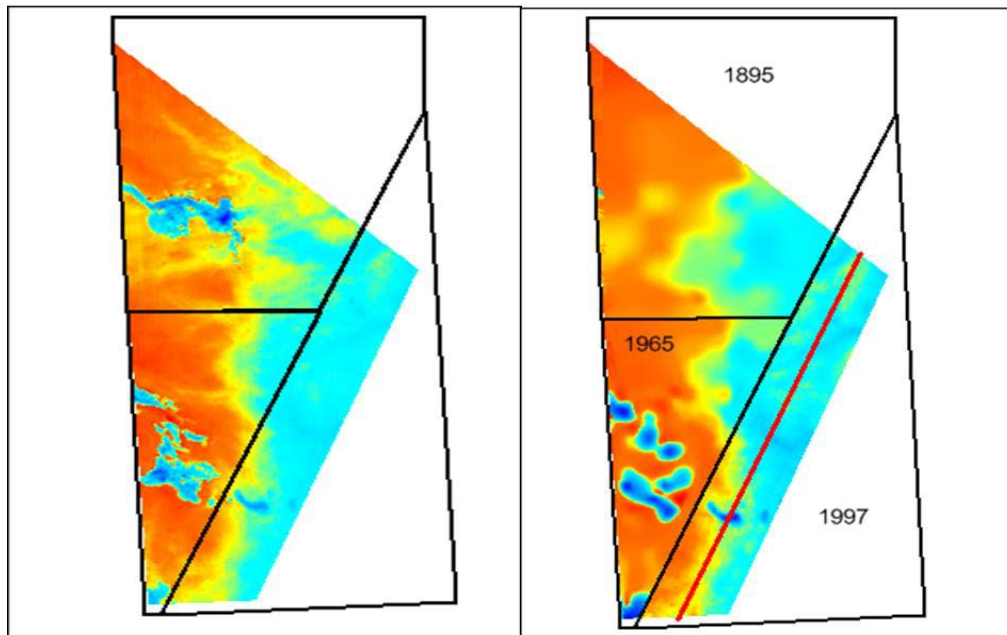


**Figur 12-8** Skovshoved område 554-AA. Råstofindvinding i perioden 1990 til 2014.

### 12.7.1 Råstofindvinding i Skovshoved 554-AA

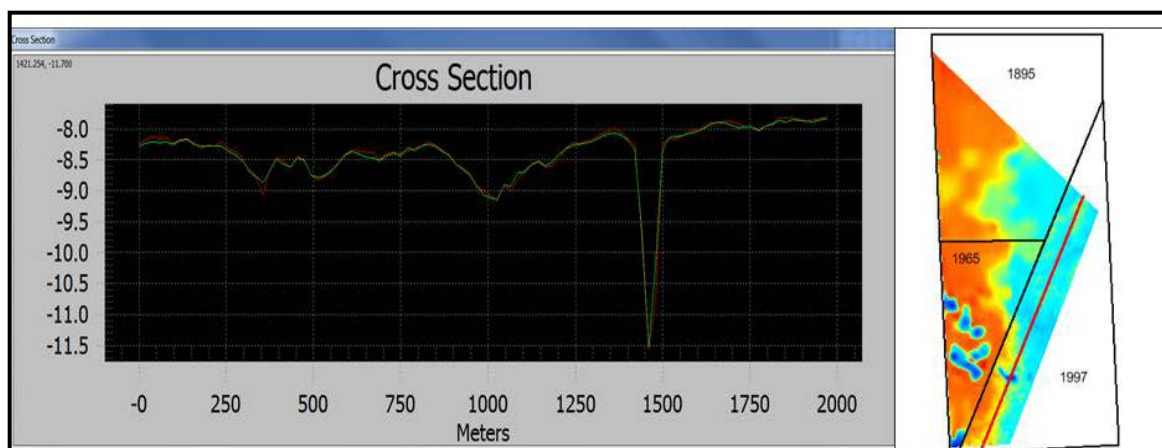
En måde at vurdere indvindingen af ressourcer på er ved, med mellemrum, at foretage en bathymetriske opmåling af indvindingsområdet. Der er ikke foretaget systematiske opmålinger af vanddybderne i dette område. Geodatastyrelsen (det tidligere Farvandsvæsen) har stillet data til rådighed for en analyse af bundforholdene i området. I forbindelse med råstofundersøgelserne i området i 2014, er der foretaget en 100% dækkende opmåling af indvindingsområdet. Sammen med de datasæt der er stillet til rådighed fra Geodatastyrelsen, er der foretaget en bestemmelse af den tidsmæssige sammenhæng i råstofindvindingen i området.

Råstofindvindingsområde Skovshoved er dækket af 3 ældre datasæt, der samlet set giver det bathymetriske billede af Skovshoved området. Med udgangspunkt i disse data, der er af forskellige årgange, kan der kun beskrives ændringer i bundforhold i de 3 delområder der dækkes af hvert sit datasæt. Dataene er afbilledet i Figur 12-9. Det fremgår tydeligt heraf, at det sydlige område, med stiksugehuller, eksisterede i 1965 (Figur 12-9). Den forskel der ses i konturerne i dette område skyldes formodentlig forskellen i tætheden af datamængden ved de 2 opmålinger (flerstråle ekkolod i 2014 (venstre side af Figur 12-9) og enkel stråle opmåling i 1964 (højre side af Figur 12-9)). Ligeledes er den mindre kanal, der ses i det sydøstlige område på de nye data, sammenfaldende med den der er vist i 1997 dataene.



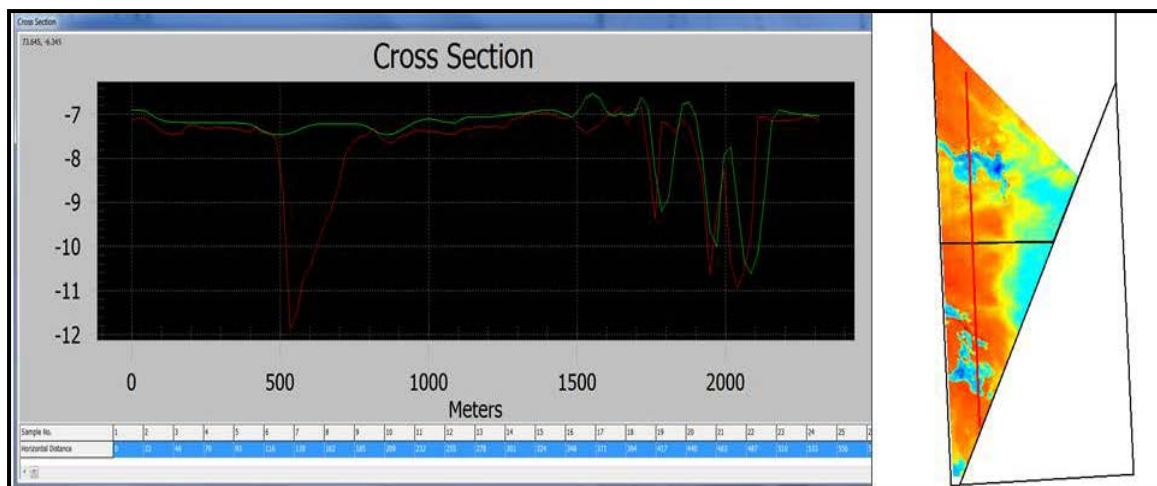
**Figur 12-9** Skovshoved område 554-AA. Til Højre: Multibeam data indsamlet i 2014 af Naturstyrelsen. Til Venstre Bathymetriske data fra Geodatastyrelsen. Den øverste trekant er dækket med data fra 1895, den nederste trekant af data fra 1965 og det tredje østlige område er dækket af multibeam data fra 1997.

For bedre at kunne belyse disse forhold er der i Figur 12-10 og Figur 12-11 afbilledet dybdeprofiler med begge datasæt. Ved at sammenholde data fra opmålingen i 2014 med opmålingen i 1997 i det østlige område ses det klart, at der er sammenfald imellem de 2 kurver (Figur 12-10). Der er tilsyneladende ikke sket nogen akkumulation af sedimenter i de dybe dele af hullerne imellem de 2 optagelser af data.



**Figur 12-10** Skovshoved område 554-AA. Sammenligning mellem 1997 (grøn) og 2014 (rød) survey.





**Figur 12-11** Skovshoved område 554-AA. Sammenligning imellem 1965/1895 (grøn) og 2014 (rød) survey.

Ved en sammenligning mellem de 2 optagelser i nord-syd profilet (Figur 12-11), er der ikke 100% sammenfald imellem data. Dette skyldes formodentlig den manglende præcision i navigation af data der er i 1965 optagelserne i forhold til 2014 optagelserne. Tidligere var der således større usikkerhed i positionsbestemmelserne til søs. Alligevel er det tydeligt at de sydlige stiksugehuller var til stede i samme omfang i 1965 som i 2014, selvom de er lidt forskudt i de 2 optagelser. Til gengæld er det tydeligt at se at sandindvindingen ikke var påbegyndt i 1895.

Beskrivelsen af indvindingens forløb, baseret på de bathymetriske data viser, at de indvindingsområder der er belyst her, har været etableret formodentlig allerede i 1960'erne og der ikke er sket væsentlige ændringer i deres placering og konfiguration i den mellemliggende tid.

## 12.8 Råstoffer i området Skovshoved

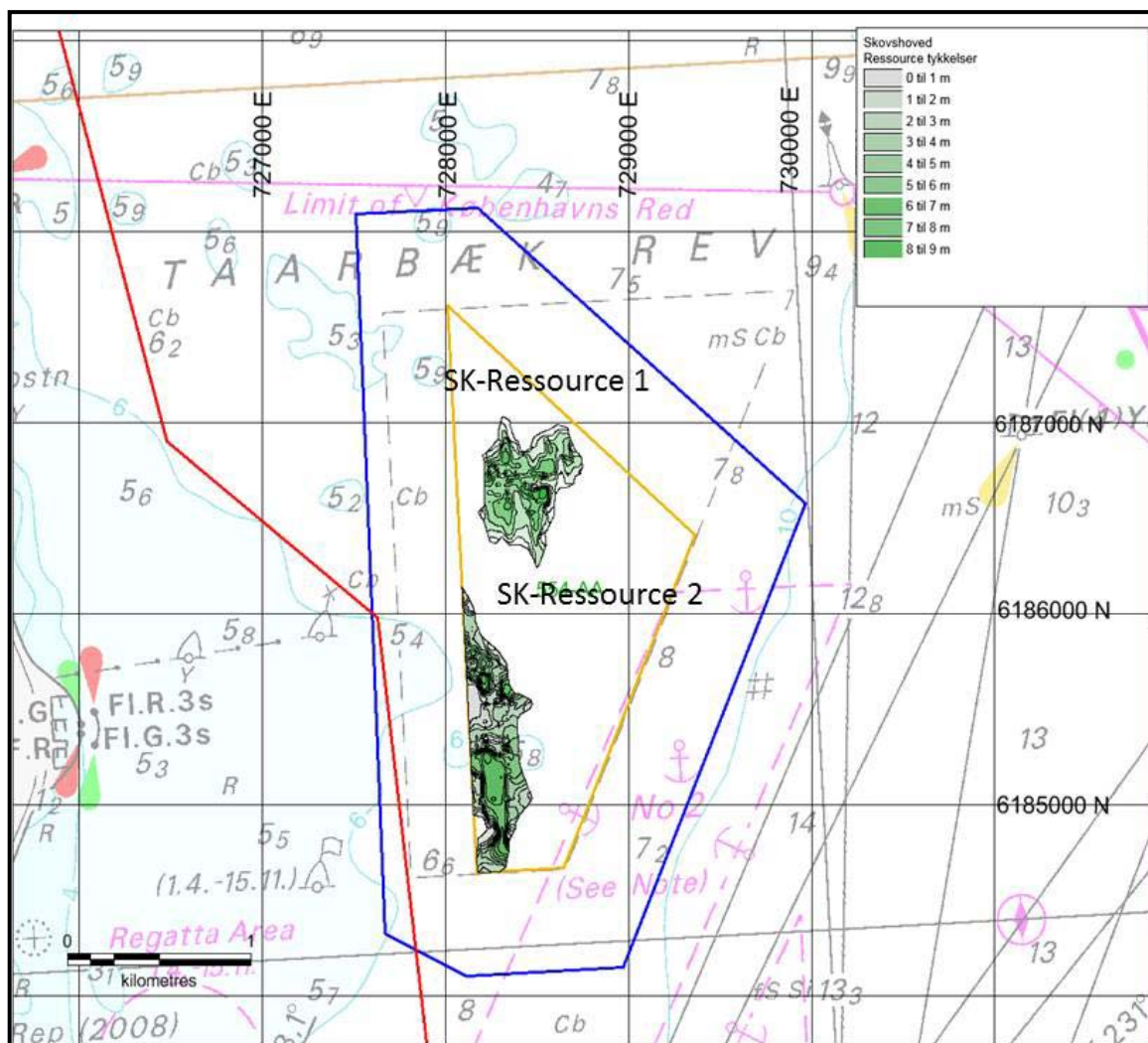
Med den udførte seismiske dataindsamling i et net på ca. 50 m x 500 m, har det været muligt at kortlægge råstofressourcerne i området, både indenfor indvindingsområdet og i den omkringliggende påvirkningszone. Råstofkortlægningen har vist, at der er sand, grus og ralforekomster tilknyttet områderne, samt de tilgrænsende arealer, hvor der allerede har fundet indvinding sted. Mægtigheden af forekomsterne er dog i store dele meget variable, idet ressourcerne til dels ligger i skyllebanker inden for området og derfor forventes at være ret heterogene.

Råstof forekomsterne er dannet som smeltevandsaflejringer indlejret mellem moræne enheder og i et kanalsystem der er dannet under eller lige foran isranden. Da området generelt set er erosivt, er der ikke nævneværdige postglaciale aflejringer i form af sandede overfladelag, men der er tynde residual-aflejringer der blandt andet er indvundet i den østlige del af området ved slæbesugning, som det fremgår af Figur 12-2.

Der er i forbindelse med kortlægningsarbejderne udarbejdet råstofkort over de to råstofaflejringer i den vestlige del af indvindingsområdet. SK-ressource 1 og 2, der begge, vurderet ud fra indvindingsdata består af sand, grus, ral og fyldsand -

### 12.8.1 Skovshoved - Ressource 1

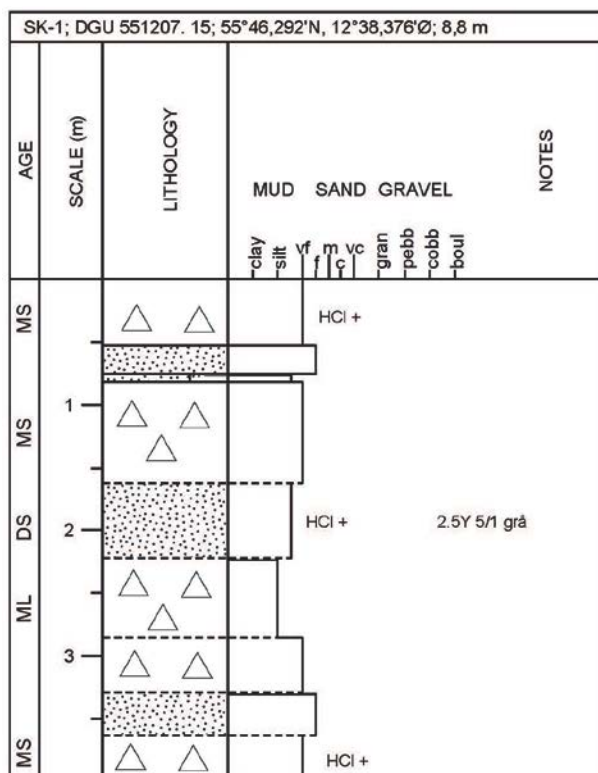
Ressourcen er beliggende i den centrale nordlige del af Skovshoved indvindingsområdet (Figur 12-12). Ressourcen er op til 8 m i tykkelse, men er meget variabel i mægtigheder ud over området 1. Der kan være varierende lag af sand og moræner i forekomsten, så den kan betragtes som "uren" i sammenligning med holocæne sandforekomster aflejret i det marine miljø. Dette er illustreret ved Boring SK-1 der er beliggende centralt i forekomsten (Figur 12-13). Det fremgår af det seismiske profil (Figur 12-14) at smeltevandsmaterialerne er aflejret i kanalen der er eroderet ned i den omkringliggende moræne. Ressourcen, der ligger på en vanddybde af 5-8 m er præget af intensiv indvinding i en lang årrække i store dele af fællesområdet.



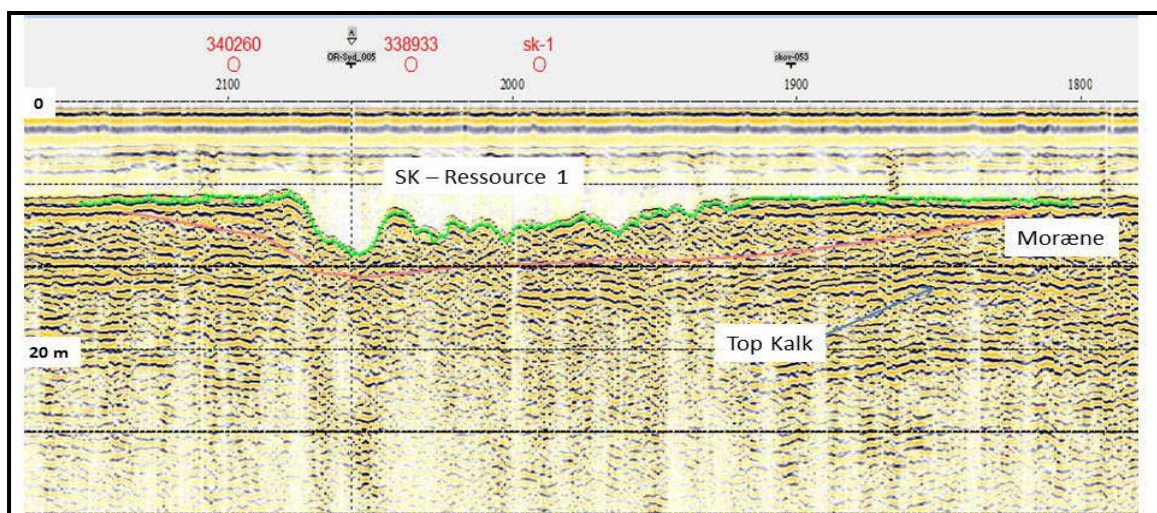
**Figur 12-12** Tykkelse (1 m kontur-intervaller) og udbredelse af råstofressourcerne SK-Ressource 1 og SK-Ressource 2, der begge består af glaciale smeltevandsaflejringer. Bilag F6. Som baggrundskort er anvendt Søkort nr. 131 (Geodatastyrelsen).

Der er i januar kvartal 2014 fortaget en række indvindinger i området. Der er indberettet i alt 43 laster fra Skovshovedområdet, hvor langt den overvejende del ligger i ressourceområde 1 og 2. Af de 43 laster er de 18 landet som kvalitetssand (sand 1), de 8 er landet som grus 2, de 10 som ral 3 og 7 laster er fyldsand 4. Dette belyser, at råstofressourcen er spredt på kornstørrelser og at alle de grupper af råstofressourcer, der landes fra det marine område, er til stede i dette område.

På baggrund af den seismiske kortlægning er der foretaget en volumetrisk opgørelse af ressourcerne i forekomsten. Opgørelsen omtales nærmere i Afsnit 15. Den tilstedeværende ressource i område SK-Ressource 1 er 1.0 mio. m<sup>3</sup>.



Figur 12-13 Boring SK-1 der er beliggende midt i SK-Ressource 1 råstofforekomsten



Figur 12-14 Seismisk eksempel af SK-Ressource 1 (smeltevandsaflejringer) fra Skovshoved N-S profil. Længden af profilet er ca. 0.6 km. Ca. 7,5 m mellem de horisontale linjer. Den røde linje angiver basis af råstof ressourcen

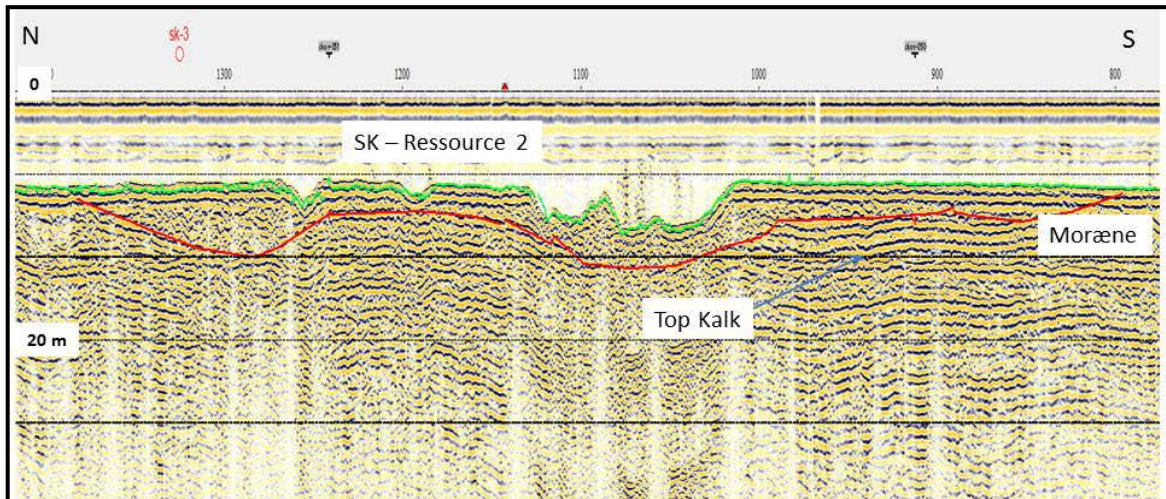
### 12.8.2 Skovshoved - Ressource 2

Ressourcen er beliggende i den centrale sydlige del af Skovshoved indvindingsområdet (Figur 12-12). Ressourcen op til 7 m i tykkelse, men er meget variabel i mægtigheder ud over området. Der kan være varierende lag af sand og moræner i forekomsten. Dette illustreres blandt andet ved



boringen SK-3 der er beliggende i den østlige del af forekomsten (Figur 12-16). Råstofressourcen ligger i denne del af området under en leret moræne, der kan være en slap moræne der er flydt ud over smeltevandsgrus og ral (Figur 12-15). Ressourcen, der ligger på en vanddybde af 5-8 m er præget af intensiv indvinding i en lang årrække i store dele af fællesområdet.

Det fremgår af opgørelsen at der er op imod 2,2 mio. m<sup>3</sup> ral/sand1, grus 2, ral 3 og fyldsand 4 i den kortlagte forekomst. På baggrund af den seismiske kortlægning er der foretaget en volumetrisk opgørelse af ressourcerne i forekomsten. Den tilstedeværende ressource i område SK-Ressource 1 er 1.2 mio m<sup>3</sup>.



**Figur 12-15** Eksempel på tolket seismisk sparker profil ved Boring SK-3, der viser smeltevandssand, grus og ral (SK-Ressource 2). Smeltevandskanalen er eroderet ned i ældre glaciale aflejringer.

SK-3; DGU 551207. 14; 55°45,748'N, 12°38,371'Ø; 7,8 m						
AGE	SCALE (m)	LITHOLOGY	MUD SAND GRAVEL			NOTES
			r-clay -silt	v f m c	vc -gran -pebb -cobb -boul	
ML	1	[Symbol: triangles]				øverste del slap HCl + 5Y 5/2 olivengrå
						HCl +
DG	2	[Symbol: pebbles]				5Y 5/1 grå HCl +

**Figur 12-16** Boring SK-1 der er beliggende i den østlige del af SK-Ressource 2 råstofforekomsten.



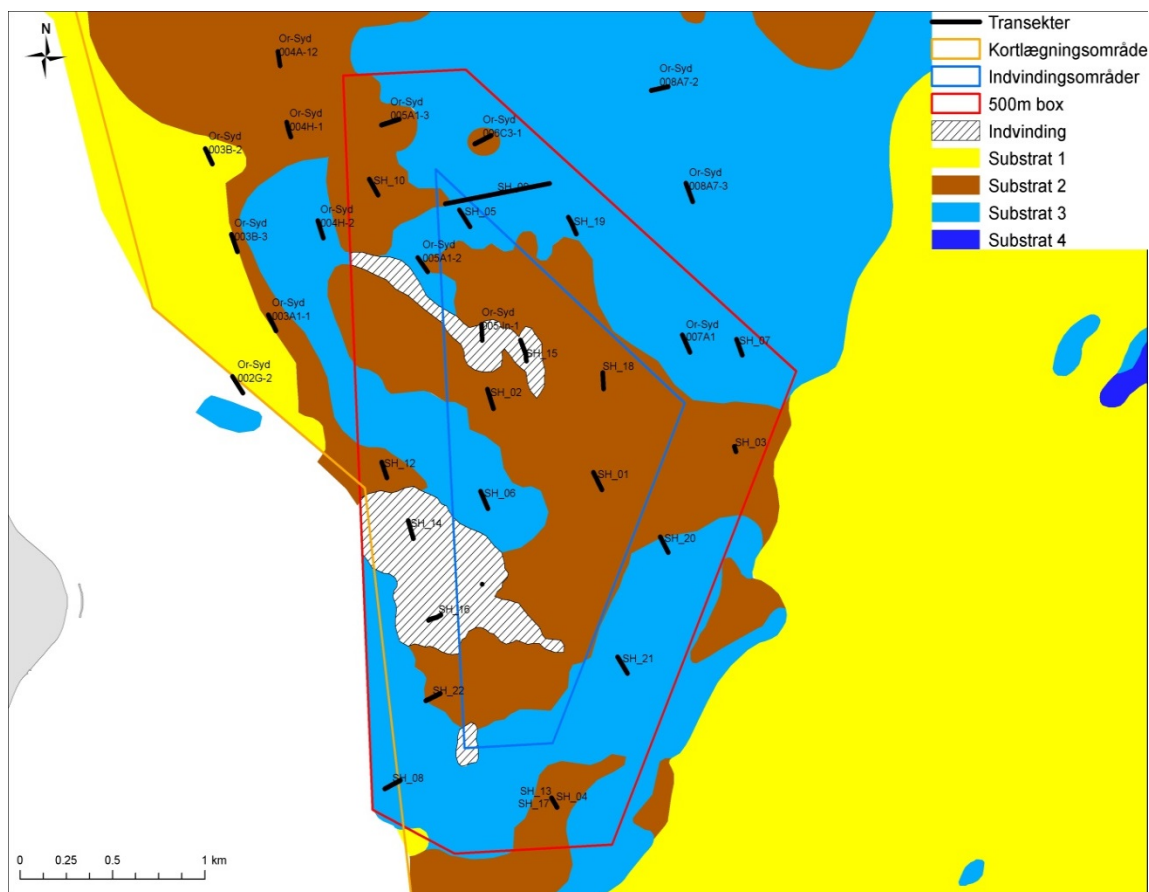
## 12.9 Kortlægning af biologiske nøglekomponenter på Skovshoved Flak

Der blev gennemført videoundersøgelse på 26 transekter i eller lige omkring indvindingsområdet Skovshoved Flak. Undersøgelserne blev gennemført i dybdeintervallet fra 6 til 18 m's dybde.

De 22 transekter kunne opdeles i 33 deltransekterhver med sin substrattype i henhold til Naturstyrelsens definition (Tabel 12-1 og Figur 12-17). 8 transekter var beliggende på en skråning og er angivet med et dybdeinterval i tabellen. Tolkningen af videoerne viste, at der var fem deltransektermed substrattype 1 og fireogtredive med substrattype 2 i de områder der var udpeget for den visuelle undersøgelse. Der var markante sugehuller i området.

Dybdeinterval i meter	Substrattype		Samlet antal
	1b	2	
6-7		4	4
7-8		12	12
8-9	1	5	6
9-10		5	5
10-11	1	2	3
11-12		1	1
Skråning i dybdeinterval			
7-10		1	1
7-13		1	
8-10		1	1
8-12		1	1
8-18		1	1
9-11	1		1
10-12		1	1
12-14	1		1
<b>Samlet antal</b>	<b>4</b>	<b>35</b>	<b>39</b>

**Tabel 12-1** Fordeling af de tolkede data fra transekter/deltransekterfordelt på substrattyper og dybdeintervaller. I tre tilfælde er dybde intervallerne større da data er indsamlet på skråninger.



**Figur 12-17** Transekter på Skovshoved Flak fordelt på substrattyper kortlagt for området. Se Bilag H6.1.

12 transekter lå helt ind i det nuværende indvindingsområde. Et langt transekt strakte sig fra en lille del af indvindingsområdet og langt ud i bufferområdet og endelig var der 26 transekter i det omkringliggende bufferområde.

Områdets bathymetri er præget af mange års råstofindvindingen både inden for det eksisterende indvindingsområde og i den nuværende bufferzone. Effekterne afspejles på en del videotransekter der viste varierende vanddybder med mere eller mindre markante skråninger. Transektet SH-14 gik over et 10 m dybt sugehul med en maksimal dybde på 18 m. Her kunne konstateres iltsvind på bunden (Figur 12-18).

Fordybninger i bunden virker som fælder for drivende tangplanter og hvis fordybningen samtidig reducerer vandudskiftningen opstår iltfrie forhold hurtigt. Transekt SH-15 er et andet godt eksempel på den meget varierende bund, der vekslede mellem en gruset bund med en del blåmuslinger, bar sandbund og pletter med helt tætte forekomster af sukkertang. Tangen var i dette tilfælde ikke under forrådnelse, men kan godt være flyttet rundt som følge af strøm og bølgeaktivitet fastgjort til en mindre sten og akkumuleret i fordybninger i bunden.



**Figur 12-18** Rådrende makroalger dækket af et tæt tæppe af hvide iltsvinds relaterede svovlbakterier i et sugehul på Skovshoved Flak. FOTO: "grabbet" fra video

Spredte ålegræs planter blev observeret i dybdeintervallet fra 6½-7 m's dybde på ca. hvert andet transekt både i indvindingsområdet og bufferzonen. Der var tre transekter i den nordlige del af bufferzonen hvor der var en smule større dækning af ålegræs end på de øvrige transekter.

Blåmuslinger forekom på mange transekter i både indvindingsområdet og bufferzonen og hyppigt kun med en meget sparsom dækning. I det nordlige område var der generelt en højere dækning af muslinger på 10-50% af bunden på 7 transekter. To af transekterne lå inde i indvindingsområdet (SH-6 og Or-Syd 005-In-1), mens de tre øvrige lå i bufferzonen.

De undersøgte videotransekter i den nordlige del af området blev alle tolket som en substrattype 2 og altså ikke den type 3 klassificeringen som side-scan analyserne førte til. Transekterne i dette område havde gode muslingeforekomster der dækkede 10-50% af bunden og ofte var samlet i små klumper på 10-15 cm størrelse.

En detaljeret beskrivelse af resultaterne af tolkningerne af de gennemførte videotransekter fremgår af Bilag P, som både beskriver de geologiske elementer substrattype klassificeringen og dækningen af væsentlige epibentiske biologiske elementer .

### **12.9.1 Biologisk indhold på substrattype 1b**

På de 5 videotransekter blev der registreret spredt ålegræs på en enkelt station. Der var meget spredte blåmuslinger på tre af de fire transekter med en gennemsnitlig dækning under 1%. På et enkelt transekt på den laveste vanddybde på 6 m, var halvdelen af bunden dækket af muslinger. På et transekt var der en stor mængde drivende alger, der var under forrådnelse. Der ud over blev der observeret nogle søstjerner.

### **12.9.2 Biologisk indhold på substrattype 2**

Denne substrattype bestod af spredte sten på en sandet bund og var klart den hyppigste på de udpegede undersøgelsesområder. Der blev fundet områder med hårdt substrat ned til 18 m's dybde i bunden af sugehuller.

Ålegræs forekom kun på 8 af de 34 videotransekter fra 6,5-7 m's vanddybde. I alle transekter var der tale om meget spredte planter, men der blev dog observeret lidt mere ålegræs på den laveste vanddybde på 6m.

De observerede sten var generelt små og kun få var større end 10 cm.

Makroalgevegetationen på stenene bar præg af den lille stenstørrelse. Den samlede algedækning var lav på de fleste video transekter, men på tre stationer ude i bufferzonen var der fuld dækning på de relativt få sten med rødalger. På et andet transekt i bufferzonen var der et del-transekt hvor der var en meget høj dækning af bladformede brunalger, hvoraf sukkertang var mest dominerende. Der kan have været flere sten på denne lokalitet, men det var ikke muligt at se størsteparten af bunden. Der kan også være tale om sammendrivning af brunalger som stadig var hæftet til mindre "ankersten".

Blåmuslinger forekom på hovedparten af transekterne. Der var 5 transekt/del-transekt-observationer med >20% dækning muslinger og to med 10%. Der ud over var dækningen under 5% og oftest sporadisk.

Forekomsten af makroalger, ålegræs og blåmusling og de enkelte elementers dækning på de enkelte substrattyper i indvindingsområder og i bufferzonen rundt er vist på kort i afsnit 8.



## **13. Samlet vurdering af råstofkortlægningen i Øresund**

Der er foretaget en udvidet Fase IA kortlægning i de 3 efterforskningsområder i Øresund og Køge Bugt samt en detaljekortlægning af de 3 råstofindvindingsområder i Øresund, dels med seismik dels med borer. Efterforskningen er foretaget med udgangspunkt i de retningslinjer, der er beskrevet i Bilag 1 i Bekendtgørelse om ansøgning om tilladelse til efterforskning og indvinding af råstoffer fra havbunden samt indberetning af efterforskningsdata og indvundne råstoffer nr. 1169 af 3. oktober 2013.

### **13.1 Øresund Nord, Syd og Køge Bugt**

I de 3 efterforskningsområder er der foretaget, hvad der svarer til en udvidet Fase IA storskala kortlægning. Kortlægningen er udført på et seismisk datasæt med en linje afstand på 500 m og tværlinjer med en indbyrdes afstand på 1000 m, hvilket er tættere end det der anvendes ved en normal Fase I kortlægning. Samtidig er der foretaget indsamling af supplerende data, hvor det har været nødvendigt. De seismiske data er desuden suppleret med 41 borer, hvilket har givet et solidt grundlag til vurdering af det ressourcemæssige restpotentiale i områderne.

Ud over de eksisterende ressourcer i indvindingsområderne er der kortlagt i alt 9 ressourcer i området (Se afsnit 15 Tabel 15-1),

Et af formålene med råstofundersøgelserne i 2014 har været at vurdere mængden af det ressourcemæssige potentiale i Øresundsregionen. Med et ressourcepotentiale på over 300 mio. m<sup>3</sup> i området er det dokumenteret ved disse undersøgelser, at der er betragtelige råstofressourcer til stede i regionen.

### **13.2 Indvindingsområder Lappegrund, Nivå Flak og Skovshoved**

Der er foretaget en detaljekortlægning af de 3 råstofindvindingsområder med udgangspunkt i de retningslinjer, der er beskrevet i Bilag 1 i Bekendtgørelsen (se ovenfor). Kortlægningen er udført på et seismisk datasæt med en linjeafstand på maksimalt 100 m og tværlinjer med en indbyrdes afstand på højst 500 m. De seismiske data er desuden suppleret med 3-4 borer pr. område, Dette har givet et solidt grundlag til kortlægning af det ressourcemæssige restpotentiale i områderne. Der er foretaget en kortlægning af de indsamlede seismiske data som viser, at der resterer væsentlige ressourcer, inden for de 3 indvindingsområder der endnu ikke er indvundet (se afsnit 15 Tabel 15-2). Der er kortlagt i alt 4 ressourcer i området (se afsnit 15 Tabel 15-1), med en samlet volumen på over 48 mio. m<sup>3</sup>

Et af formålene med råstofundersøgelserne i 2014 har været at vurdere, om det er muligt, på baggrund af seismik og borer, at foretage ressourceopgørelser i eksisterende råstofindvindingsområder.

De detaljerede undersøgelser af de 3 indvindingsområder viser, at det er muligt at kortlægge råstofressourcerne, dels i selve indvindingsområderne dels i de tilstødende områder, hvor råstoffer ikke er indvundet. De seismiske data er påvirket af råstofindvindingen og har derfor ikke samme opløsning som data fra områder, der ikke er indvundet fra. Desuden er de enkelte horisonter der tolkes i områderne ikke sammenhængende. De kan følges i de enkelte område, men der er huller i data, hvilket giver en lavere nøjagtighed i kortlægningen, end den er i områder hvor

lagene er uforstyrrede. Specielt er de glaciale aflejringer i områderne ved Nivå Flak og Skovshoved mere heterogene i sammensætningen og også vanskeligere at kortlægge sammenlignet med de holocæne sandaflejringer på Lappegrund, som er mere sammenhængende og derfor lettere at kortlægge.

Samlet set er det lykkedes at foretage en ressourcekortlægning i de 3 indvindingsområder, og dermed også et grundlag, som kan give en vurdering af restressourcerne i disse indvindingsområder. Det vurderes ud fra undersøgelserne, at det anvendte seismiske net er tilstrækkelig til en råstofvurdering, men det er muligt at der kan være brug for flere tværlinjer, samt at der kan være behov for flere boringer inden for ressourcerne, for at forbedre kortlægningen og beskrivelse af ressourcekvaliteten af forekomsterne.

## **14. Samlet vurdering af miljøeffekter fra råstofindvindingen**

### **14.1 Miljøeffekter ved råstofindvinding i Øresund Nord**

Det kortlagte område i den nordlige del af Øresund består hovedsageligt af en sandbund med en høj dynamik. De biologiske samfund på denne substrattype består hovedsagelig af muslinger og polychaeter, der lever nedgravet i bunden. Miljøeffekterne i denne undersøgelse omfatter imidlertid alene de epibentiske samfund (muslinger, makroalger og ålegræs), da undersøgelser af infaunaen ikke indgår i denne undersøgelse.

Side-scan undersøgelserne viste synlige spor af råstofindvindinger på 4% af hele det kortlagte område, og det er alt sammen knyttet til substrattype 1, der også er helt dominerende i området.

Der blev registreret meget begrænsede mængder af makroalger og ålegræs i området og stort set ingen blåmuslinger. Havbundens sedimentsammensætning med manglende sten er årsagen til at makroalger stort set var fraværende. Der blev registreret ålegræs, men uden for det egentlige kortlægningsområde, men inden for bufferzonen til det eksisterende råstofområde.

Den modellerede potentielle udbredelse af ålegræs indikerer et potentiale for vækst ud i det eksisterende råstofområde. Det kan dog ikke udelukkes at modellen er for positiv i Øresund Nord området, da den ikke er kalibreret til de stærke strømforhold, der hersker her.

Spredningen af det modellerede sedimentpild fra de valgte scenarier indikerer, at der ikke er miljømæssige påvirkninger af spildte sedimenter i området. Materialet er mængdemæssigt begrænset, og materialet er meget finkornet og spredes hurtigt over et stort område.

Effekterne på faunaen formodes at være direkte knyttet til tab af biomasser i forbindelse med optagning af materialer i selve indvindingsområdet.

### **14.2 Miljøeffekter ved råstofindvinding i Øresund Syd**

Den centrale del af Øresund er kendetegnet ved forekomst af ålegræsbede langs kysterne på lavere vanddybder, forekomst af flerårige makroalger på stabile sten og trådalger på mindre ustabile sten og delvist på blåmuslinger. Den store og meget produktive brunalge sukkertang er dominerende. Området er kendetegnet ved at blåmuslingebanker (biogene rev) kan udvikles, da den lave saltholdighed begrænser udbredelsen af søstjerner, som ellers kan kontrollere muslingebestanden.

Der er synlige spor på havbunden af råstofindvinding i 6% af det kortlagte område. 1% af det påvirkede areal er ikke allokeret til en eksisterende substrattype. 7% af den nuværende kortlagte udbredelse af substrattype 2 er påvirket, 5% af type 1 og 1% af type 3, mens type 4 synes upåvirket.

De to råstofområder, Skovshoved Flak og området øst for Vedbæk og har begge substrattyper i dag, der er "en grad" mindre stenede end de umiddelbart omkringliggende områder, hvorimod substrattypen for Nivå Flak ikke er opgjort i dette projekt. Der foreligger ikke viden om bundforholdene før råstofindvindingen blev påbegyndt, som kan dokumentere om der reelt er sket et tab af hårbundsarealer. Såfremt der er sket en udtynding af sten på havbunden, vil der tilsvarende være sket et tab i biomasser og produktion af makroalger og tilknyttede bunddyr og

fisk. Undersøgelser fra Samsø Bælt har dokumenteret at stabil hårbund indeholder 8-40 gange større biomasse end en sandet bund med spredte småsten (Dahl et al, 2005).

Ved Skovshoved Flak blev der i to tilfælde observeret spredte forekomster af ålegræs og relativt mange observationer uden ålegræs inden for indvindingsområdet. I bufferzonen omkring indvindingsområdet var der flere observationer med ålegræs og færre uden. Modelestimater for den potentielle udbredelse af ålegræs viste, at ålegræs ville kunne være til stede med mere spredte forekomster i hele indvindingsområdet ved Skovshoved Flak og i det omkringliggende bufferzone med både spredte og mere tætte forekomster. Selv om modellen forudsiger at ålegræs kan forekomme, er det ikke givet, at det reelt vil være tilfældet, hvilket også er tydeligt, når man betragter sammenfaldet mellem observerede ålegræsforekomster på de gennemførte videotranssekter i den resterende del af Øresund og den modellerede potentielle forekomst.

Den modellerede potentielle udbredelse af ålegræs tager udgangspunkt i de eksisterende kortlagte dybdeforhold. Tidligere tiders sænkning af bunden, som følge af råstofindvinding, vil afspejles i form af lavere modellerede potentielle forekomster af ålegræs inden for disse områder og modellen giver derfor ikke et retvisende grundlag for en vurdering af langtidseffekter af råstofindvinding.

Ålegræsmodellen viste, at der er et potentiale for ålegræs til at kunne brede sig ud på dele af de kortlagte ressourceområder.

Makroalger forekom på sten observeret inden for indvindingsområdet ved Skovshoved Flak. Makroalgernes dækning var ikke stor, men de observerede sten var også små og kan have været ustabile. I de mere stenede områder i bufferzonen omkring indvindingsområder var algedækningen betydelig større og der var en enkelt observation med store brunalger.

Dybdeforholdene ved Nivå Flak er for store til at ålegræs kan vokse i dette område. Da der stort set ikke blev observeret sten i råstofområdet og den omkringliggende bufferzone på de gennemførte videotranssekter mangler der observationer af makroalger. I de få observationer, hvor makroalger blev registreret, havde makroalgerne en lille dækning og var oftest knyttet til blåmuslinger.

Blåmuslinger forekom i råstofområdet Nivå Flak, men på betydelig færre transekter og i mindre mængde end på tilsvarende sedimenttyper og dybder i det øvrige Øresund. Råstofindvindingen har været fraværende i området i en årrække og en muslingebestand burde have udviklet sig i mellemtiden, da tilstedeværelsen af larver i området formodes at være høj. Blåmuslinger var mere almindeligt forekommende i indvindingsområdet ved Skovshoved Flak, men dækningen var generelt mindre end uden for indvindingsområdet.

Indikation på iltsvind blev observeret i sugehuller både på Skovshoved og Nivå Flak. Hullerne var i flere tilfælde præget af aggregerede drivende alger, som var under tydeligt henfald. Det kan ikke udelukkes, at der er et sammenfald mellem manglende blåmuslinger ved Nivå Flak og en eller flere hændelser hvor iltfrit svovlbrinteholdigt vand bliver fortrængt fra sugehullerne af indtrængende tungere saltholdigt vand og fordeler sig ud i nærområdet. Svovlbrinte er stærkt toksisk for levende organismer.

Effektstudier af sedimentspil på hestemuslinger har vist en stor dødelighed (Lisbjerg et al, 2002). Resultaterne fra dette projekt viste flere tætte forekomster af hestemuslinger tæt på det tidligere indvindingsområde ved Disken, hvilket indikerer, at sedimentspildet ikke har været væsentligt i området uden for selve indvindingen.



### 14.3 Miljøeffekter ved råstofindvinding i Køge Bugt

Køge Bugt er kendetegnet ved store forekomster af blåmuslinger bortset fra de dybeste områder. Muslingerne forekommer med meget høj tæthed i bankstrukturer mange steder (biogene rev). En væsentlig årsag til de store forekomster er den lave saltholdighed, der begrænser udbredelsen af søstjerner, som ellers kan kontrollere muslingebestanden. De største tætheder af blåmuslinger blev fundet i relation til mere grovkornede substrattyper (type 2, 3 og 4), men der var ikke en entydig tendens til at der var færre muslinger i råstofområderne end uden for. Muslinger kan bundslå og danne populationer over en enkelt sæson såfremt der er gode vækstforhold, begrænset tab pga. rovdyr og at muslingelarver er til stede på det rette tidspunkt.

En mere permanent effekt af råstofindvinding på blåmuslingebestanden i Køge Bugt vil formodentlig være hvis intensiteten af råstofindvinding øges væsentligt, samt hvis andelen af mere grove sedimenter ændres til fordel for mere finkornet materiale, som følge af en selektiv indvinding efter ral.

Ålegræs forekommer i de mere lavvandede kystområder og bladformede alger og nogle trådalger er knyttet til stabile sten.

Der er synlige spor på havbunden af råstofindvinding i 21% af det kortlagte område. 46% af den nuværende kortlagte udbredelsen af substrattype 2 er påvirket, 29% af type 3 og 17% af type 1, mens type 4 synes upåvirket.

Overordnet set vurderes det, at råstofindvindingen i Køge Bugt i sig selv har større betydning på de biologiske samfund end det sedimentspild, som er beregnet ud fra simulerede og modellerede råstofindvindinger fra indvindinger i det centrale og nordlige Øresund.

Råstofindvindingen foregår i områder med muslinger, makroalger samt i områder med potentiale for større forekomster af ålegræs, og fortsatte indvindingsaktiviteter vil påvirke ålegræssets udbredelse negativt. Forekomsten af hård bund er ret begrænset i Køge Bugt inden for det kortlagte område og den eksisterende indvinding foregår i ca. 1/3 del af substrattype 3 områderne. Såfremt indvinding ender med at reducere det samlede hårdbundsareal i bugten vil det medføre irreversible reduktioner på makroalgevegetationen og de tilhørende faunaorganismer. Da der er en markant større dækning af blåmuslinger i områder med mere grove sedimenter (substrattype 2, 3 og 4) vil en ændring af den overordnede sedimentsammensætning fra mere grove til mere fine materialer, som følge af en råstofindvinding, kunne medføre en permanent reduktion i blåmuslingebestanden i Køge Bugt.

En sænkning af havbunden vil medføre en mindsket makroalgeproduktion og biomasse som følge af reduceret lysforhold på bunden med stigende dybde.

Der er et stort sedimentationsområde på ca. 15 m's dybde i Køge Bugt, hvor modelstudier viste at en del af spildte sedimenter fra Øresund Nord og Syd kan sedimenteres.

Det gennemførte modelstudie af effekterne af spildte sedimenter medtog ikke scenarier, der også beskrev effekterne af en lokal indvinding i Køge Bugt. Det kan ikke udelukkes at kombinationen af både en lokal indvinding og en indvinding andre steder ville kunne give anledning til betydelig større sedimentationsrater end de nu modellerede.

Dog sker der resuspension af dette materiale op til flere gange om året. Vurderet ud fra tykkelsen af de geologiske lag i området, som afspejler mange års sedimentation, samt den modellerede sedimentations størrelse, er det rimeligt at antage, at den reelle sedimentation som følge af råstofindvindingen over tid kun er af mindre betydning.

#### **14.4 Miljøeffekter ved råstofindvinding uden for de nuværende indvindingsområder**

I det følgende vurderes effekter af en mulig indvinding i de råstoffressourceområder, der ligger i selve indvindingsområderne, i bufferzonen omkring indvindingsområderne samt uden for de nuværende indvindingsområder. Da ressourceområderne delvist ligger uden for de nuværende kortlægningsområder, der indgår i denne undersøgelse, er analysen alene begrænset til en vurdering i relation til kendte naturtyper i ressourceområderne og nogle generelle betragtninger over forekomster og kortlægninger af ålegræs og muslinger.

Hovedvægten af denne undersøgelse er lagt på forekomst og udbredelse af primært ålegræs, makroalger og muslinger. Dette er gjort ud fra, at ålegræs er en god indikator som mål for miljøtilstanden i kystzonen. I Danmark findes ålegræsenge typisk på 3-6 m's dybde, i Øresund findes de ned til større dybder. Ålegræsset stabiliserer havbunden, danner skjulested for fisk, danner vækstområder for mange andre organismer, stimulerer den biologiske mangfoldighed og producerer ilt. I områder, hvor ålegræsset er forsvundet som følge af uklart vand ændres forholdene til det værre. Den bløde mudrede havbund bliver let hvirvlet op i vandet, som bliver uklart, og derved bliver muligheden for at ålegræsset kan vende tilbage også forringet. Med den baggrund er det klart, at ålegræsset spiller en central rolle i forvaltningen af havmiljøet og i implementeringen af det europæiske vandrammedirektiv, som udgør de lovmæssige krav til forvaltning af de europæiske vandområder.

Kombinationen af modelbeskrivelser af potentielle ålegræsforekomster, resultater fra NOVANA transekter samt data fra videotransekterne i denne undersøgelse, er et godt fundament til vurderinger af mulige effekter af råstofindvinding på ålegræs.

En indvinding i nogle af de kortlagte ressourceområder på vanddybder mellem 6 m og 8 m på substrattype 1-2 og delvist 3 vil direkte kunne påvirke de mere sparsomme forekomster af ålegræsplanter, som enten er registreret på denne undersøgelses videotransekter. En sænkning af bunden vil ligeledes på sigt kunne forhindre ålegræs i at etablere sig i området pga. manglende lys forårsaget af større vanddybder.

Det skal bemærkes, at udbredelsen af ålegræs i den danske kystzone ændrer sig meget i disse år, da både næringsstoffkoncentrationerne og lysforholdene er blevet betydeligt bedre. Der er således markante stigninger i udbredelsen af ålegræs i fjorde og kystområder (Riemann et al., 2015). Det betyder, at fremtidige vurderinger af mulige effekter i nye ressourceområder nødvendigvis må baseres på opdaterede udbredelseskort.

Inddragelse af nye indvindingsområder i de kortlagte ressourceområder kan ligeledes forventes at påvirke blåmuslingeforekomster direkte i Øresund Syd (det centrale Øresund) samt i Køge Bugt. Omfanget af en reetablering af muslinger i området efter en evt. indvinding vil afhænge af i hvilket omfang at sedimentet er finkornet og at iltvind ikke forekommer.

Ligeledes er der en aktuell udvikling i gang omkring forekomster og betydning af bundfauna i de indre danske farvande, hvor mængden af filtrerende organismer i særlig grad muslinger er reduceret, sandsynligvis på grund af mangel på føde. De reducerede tilførsler af næringsstoffer har medført mindre algemængder i vandsøjlen, og muslingerne lever af at filtrere alger og andre partikler i vandet. Samtidigt er iltmængden faldende på grund af stigende temperaturer og lagdelingshyppigheden af vandmasserne er stigende på grund af mindre vind om sommeren (Riemann et al., 2015). Dette vil yderligere medvirke til at stresse muslingerne, selvom sidstnævnte fænomen må anses for at være begrænset til eksempelvis dybe områder i Køge Bugt.

Dette betyder på lignende måde, at forekomsterne af muslinger i disse år ændrer sig markant og at opdaterede udbredelseskort er nødvendige for fremtidig vurderinger af effekter af råstofindvindinger uden for de nuværende indvindingsområder.

Makroalger findes knyttet til hårde substrater på havbunden. Under mere beskyttede forhold med mindre bølge og strømkraft kan sten ned til 5 cm udgøre et fint substrat for alger på dybere vand, mens stenene skal være større nær havoverfladen for at kunne holde på algerne. Undersøgelserne har vist at det er fine områder for tangskove. Tætheden af tangskovene afhænger af stentæthed og dybden da algerne er afhængige af lys for at kunne vokse. I de undersøgte områder var lysforholdene generelt så fine, at der var høje algedækninger selv på 15 meter dybde. En mulig indvinding i områder med sten på havbundsoverfladen vil påvirke den samlede primærproduktion og den dertil knyttede fauna irreversibelt i området. En sænkning af havbunden vil også have en betydning for en evt. algeproduktion på tilbageblevne sten som følge af mindre lys. Tangskovene er vigtige habitater for fisk og en lang række bunddyr.

En sammenfatning af de observerede målinger omfatter følgende konklusioner:

- 4% af den opmålte del af Øresund Nord, 6 % af den opmålte del af det centrale Øresund (Øresund Syd) og 21% af Køge Bugt har synlige spor på havbunden af råstofindvinding. Det er uvist i hvilken grad de mange års indvindinger har ført til ændret sammensætning af overfladesedimenterne i Øresund Syd og i Køge Bugt, men det næppe er tilfældet i Øresund Nord.
- Muslinger, makroalger og ålegræs forekommer eller er almindeligt forekommende i indvindingsområderne, i sikkerhedszonerne uden for indvindingsområderne og i ressourceområder uden for indvindingsområderne, med undtagelse af Øresund Nord, hvor der hverken blev registreret muslinger, makroalger eller ålegræs.
- Forekomsten af blåmuslinger vil blive påvirket direkte af indvindingen, men de vil kunne reetablere sig efter en evt. indvinding, såfremt der ikke sker afledte effekter i form af øget iltvind eller det resterende sediment er for finkornet til at muslingerne kan bundfælde og etablere sig. En ændring af sedimentforholdene fra grovere imod finere sediment kan føre til færre muslinger i et område.
- En indvinding i dybdeområdet 6-8 m vil påvirke kendte og potentielle forekomster af mere spredte ålegræs forekomster.
- En reduktion af sten på havbundsoverfladen i den fotiske zone vil medføre mindre forekomster af makroalger og associerede bunddyr. Det vil samlet set føre til reducerede biomasser og en

mindre kompleks habitatstruktur. Tabet vil være størst hvis der er tale om stabile sten og mindst hvis der er tale om mindre ustabile sten.

- Der blev observeret hestemuslinger på dybe områder syd for Helsingør. Hestemuslinger er følsomme for begravelse i spildte sedimenter.
- Det må således forventes, at fremtidig råstofindvinding i Øresund Syd og i Køge Bugt i indvindingsområderne eller i de kortlagte ressourceområder vil påvirke den opmålte flora og fauna negativt, hvilket vil betyde en reduktion af naturkapitalen og en forringelse af miljøkvaliteten. Tab af hårbundsarealer vil medføre irreversible effekter for algevegetationen. Ændring af overfladesedimenter fra grove til finere materiale vil betyde irreversible effekter for tætheden af blåmuslinger, og sænkning af havbunden har en irreversibel effekt på både ålegræs og makroalger på hver sin substrattype.
- Effekterne i Øresund Nord vil primært være knyttet til infaunaen på sandbunden, som ikke indgår i denne undersøgelse.
- Det modellerede sedimentspild i forbindelse med råstofindvinding var af en størrelsesorden, hvor det med stor sandsynlighed formodes ikke at have miljømæssige effekter på den opmålte flora og fauna. I Køge Bugt ligger der et sedimentationsområde, hvor en del af sedimentspildet fra råstofindvinding i Øresund samles. Det kan ikke udelukkes, at en fremtidig fortsat eller udvidet råstofindvinding i Øresund i perioder kan påvirke miljøforholdene negativt i sedimentationsområdet i Køge Bugt. Det kan både være effekter på biota samt forøge risiko for iltsvind. På Lappegrund og i Øresund Syd er mængden af modelleret sedimentspild minimal, og det vurderes, at der ikke er risiko for miljøeffekter af sedimentspild i en eventuel fremtidig råstofindvinding. Effekterne vil med stor sandsynlighed være forbigående.
- Den fremtidige udvikling af blåmusling, hestemusling, makroalger og ålegræs er reguleret af en række forskellige faktorer, som delvist afhænger af lokale forhold. Det vurderes, at ålegræsset og makroalger vil kunne udvikle sig positivt i takt med de fortsatte forventede forbedringer i lysforholdene, og det vil kunne stimulere en række elementer i det marine fødenet, herunder fugle og fisk. Muslinger er derimod presset af mindre føde (primært planktonalger) og der er en tendens til at mængden af muslinger falder i disse år, hvilket også fortsat vil kunne ske i Øresund. Muslinger er blandt andet vigtige som fødegrundlag for fugle og fisk. En fortsat fremtidig råstofindvinding i områder med muslinger vil yderligere påvirke forekomst og udbredelse af muslinger negativt og dermed skade miljøkvaliteten. I dag er der mindre forekomster af muslinger i indvindingsområderne, selv i områder, hvor det er lang tid siden, der foregik råstofindvinding, sammenlignet med uden for områderne. Forholdene på Lappegrund er en undtagelse.



## 15. Samlet ressourceopgørelse

Kortlagte råstofforekomster klassificeres med hensyn til ressourcesikkerhed som hhv. påviste, sandsynlige og spekulative ressourcer. Da der er lavet et tæt net af seismiske data i de tre undersøgelsesområder og der er lavet borer, vil de ressourcer der er fundet ved disse undersøgelser blive betegnet som sandsynlige. Ressourcerne i de 3 detaljeområder bliver kategoriseret som påviste, samt råstoffressourcerne i de øvrige eksisterende eller tidligere indvindingsområder, der er dækket af undersøgelserne, vil ligeledes blive kategoriseret som sandsynlige.

Område	Ressource	Sikkerhed	Type	Total vol.	F. sand	F/M sand	M. Sand	M/Gr. sand m. grus	Grus og ral
Øresund Nord	ØN- Res 1	Sandsynlig	Hol Marint	26.0		26.0			
	ØN- Res 2	Sandsynlig	Hol Marint	70.0		70.0			
Øresund Syd	ØS-Res 1	Sandsynlig	Glacial	45.0		33.0			12.0
	ØS-Res 2	Sandsynlig	Senglaciale	18.0			16.0		2.0
	ØS-Res 3	Sandsynlig	Marint-glacialt	21.0		19.0			2.0
Køge Bugt	Kb-Res-1	Sandsynlig	Hol Marint	124.0	124.0				
	Kb-Res-2a	Sandsynlig	Marint-glacialt	13.0				13.0	
	Kb-Res-2b	Sandsynlig	Marint-glacialt	6.5				6.5	
	Kb-Res-2c	Sandsynlig	Marint-glacialt	5.2				5.2	
<b>Totalt</b>				<b>328.7</b>	<b>124.0</b>	<b>148.0</b>	<b>16.0</b>	<b>24.7</b>	<b>16.0</b>

**Tabel 15-1** Sandsynlige ressourcer. Alle volumener er angivet i mio. m<sup>3</sup>.

Område	Ressource	Sikkerhed	Type	Total vol.	F. sand	F/M sand	M. Sand	M/Gr. sand m. grus	Grus og ral
Øresund Syd	Dissen	Påvist	Hol- recent	37.0	37.0				
	Skovshoved	Påvist	Glacial	2.2	1.0		0.2		1.0
	Nivå Flak	Påvist	Glacial	4.0	1.0	2.0			1.0
Øresund Nord	Lappegrund U	Påvist	Hol Marint	2.0		2.0			
	Lappegrund L	Påvist	Hol Marint	2.9		2.9			
<b>Totalt</b>				<b>48.1</b>	<b>39.0</b>	<b>6.9</b>	<b>0.2</b>	<b>0.0</b>	<b>2.0</b>

**Tabel 15-2** Påviste ressourcer. Alle volumener er angivet i mio. m<sup>3</sup>.

I de 3 områder er der påvist forekomster bestående af glaciale-senglaciale smeltevandsaflejringer og holocæne marine recente dynamiske aflejringer. Der er desuden påvist grusressourcer og sandressourcer bestående af fint til mellem sand såvel holocænt som glacialt.

De samlede ressourcer er opgjort til 376,8 mio. m<sup>3</sup>, og de påviste ressourcer er opgjort til 48,1 mio. m<sup>3</sup> (Tabel 15-2) og de sandsynlige er opgjort til 328,7 mio. m<sup>3</sup> (Tabel 15-1).

## 16. Litteraturliste

ANON 2014 Bekendtgørelse nr 1399 a 15/12/2014 Bekendtgørelse om overvågning af overfladevandets, grundvandets og beskyttede områders tilstand og om naturovervågning af internationale naturbeskyttelsesområder.

<https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=166586>

Bathymetri:

[http://frv.dk/Maalinger/Farvandsmaalinger/Dybder/Pages/Digitale\\_dybdemodeller.aspx](http://frv.dk/Maalinger/Farvandsmaalinger/Dybder/Pages/Digitale_dybdemodeller.aspx).

Cameron, A. and Askew, N. (eds.). 2011. EUSeaMap - Preparatory Action for development and assessment of a European broad-scale seabed habitat map final report. Available at <http://jncc.gov.uk/euseamap>.

Dahl, K., Lundsteen, S. & Tendal, O. S. 2005: Mejlgrund og Lillegrund. En undersøgelse af biologisk diversitet på et lavvandet område med stenrev i Samsø Bælt. Danmarks Miljøundersøgelser & Århus Amt, Natur & Miljø. 87 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 529.

<http://faglige-rapporter.dmu.dk>

EUSeaMap verifikation og opgradering Fase 2: Opgradering af sediment kort over den danske del af Kattegat og Østersøen Udført for Naturstyrelsen, GEUS rapport 2013/42.

Hansen, J.W. (Ed.) 2012: Marine områder 2011. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE, 154 pp. – Scientific Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy, no. 34. <http://www.dmu.dk/Pub/SR34.pdf>

Larsen, B. Materialesammensætning i submarine råstofforekomster. Et metode studium. DGU Kunderapport nr 91/1994

Lisbjerg, D., Petersen, J.K. & Dahl, K. 2002: Biologiske effekter af råstofindvinding på epifauna. Danmarks Miljøundersøgelser. 56 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 391.

<http://faglige-rapporter.dmu.dk>

Nejrup, L. B., and M. F. Pedersen 2008. Effects of salinity and water temperature on the ecological performance of *Zostera marina*. *Aquatic Botany* 88: 239-246.

Riemann et al 2015. Recovery of Danish coastal ecosystems after reductions in nutrient loading: A holistic ecosystem approach. *Estuaries and Coasts* (accepted after minor revision).

Richart N. mfl. Varv nr. 3 1999. Øresund i 20.000 år. Scener fra et bevæget liv.

Saraiva, S., J.van der Meer, S.A.L.M. Kooijman og T. Sousa. 2011. Modelling feeding processes in bivalves: A mechanistic approach. *Ecological Modelling*, 222:514-523.

Staehr, P. A., and J. Borum 2011. Seasonal acclimation in metabolism reduces light requirements of eelgrass (*Zostera marina*). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 407: 139-146.

Stevenson, A., Kotilainen, A., Kaskela, A., Alanen, U., Asch, K., Schubert, C., van Heteren, S., van de Ven, T., Thorsnes, T., Verbruggen, K., Robinson, A., Guinan, J., Glaves, H., and the Project

Team, 2011. EMODnet Geology Project Draft Final. Report. Preparatory Actions for a European Marine Observation and Data Network. Lot No 2 – Geological data. 40 pages.

Dansk Standard DS 405.9. Kornstørrelsesfordeling bestemt ved sigteanalyse. Dansk Standardiseringsråd, Kbh. 1978.

DS/EN 933-1. Kornstørrelsesfordeling bestemt ved sigteanalyse. Dansk Standardiseringsråd, Kbh. 2004.

Mohn C., Göke, C., Timmermann, K., Andersen, J.H., Dahl, K., Dietz, R., Iversen, L.I., Mikkelsen, L., Petersen, I.K., Rømer, J.K., Sørensen, T.K., Stæhr, P., Sveegard, S., Teilmann, J., Tougaard, J. (2015). SYMBIOSE - Ecologically relevant data for marine strategies. Project report, DCE (Danish Centre for Environment and Energy, Aarhus University, 109 p, in review.

S. Saraiva<sup>a,b,c,\*</sup>, J. van der Meer<sup>a,b</sup>, S.A.L.M. Kooijman<sup>b</sup>, T. Sousa: Modelling feeding processes in bivalves: A mechanistic approach. *Ecological Modelling* 222 (2011) 514–523

MICHAEL HOUMARK-NIELSEN<sup>1\*</sup> and KURT HENRIK KJÆR<sup>2</sup> Southwest Scandinavia, 40–15 kyr BP: Palaeogeography and environmental change. *JOURNAL OF QUATERNARY SCIENCE* (2003) 18(8) 769–786.

Jensen, Jørn B., Kuijpers A., Bennike, Ole, Lemke W. BALKAT, Østersøen uden grænser. *Geologi, Nyt fra GEUS* 4, 2002.



# Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014

SIGNATURFORKLARING:

-  Råstofkortlægningsområde
-  Indvindingsområde
-  Natura-2000 område

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Korttema: **Undersøgelsesområdet**

No Window Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Klient:

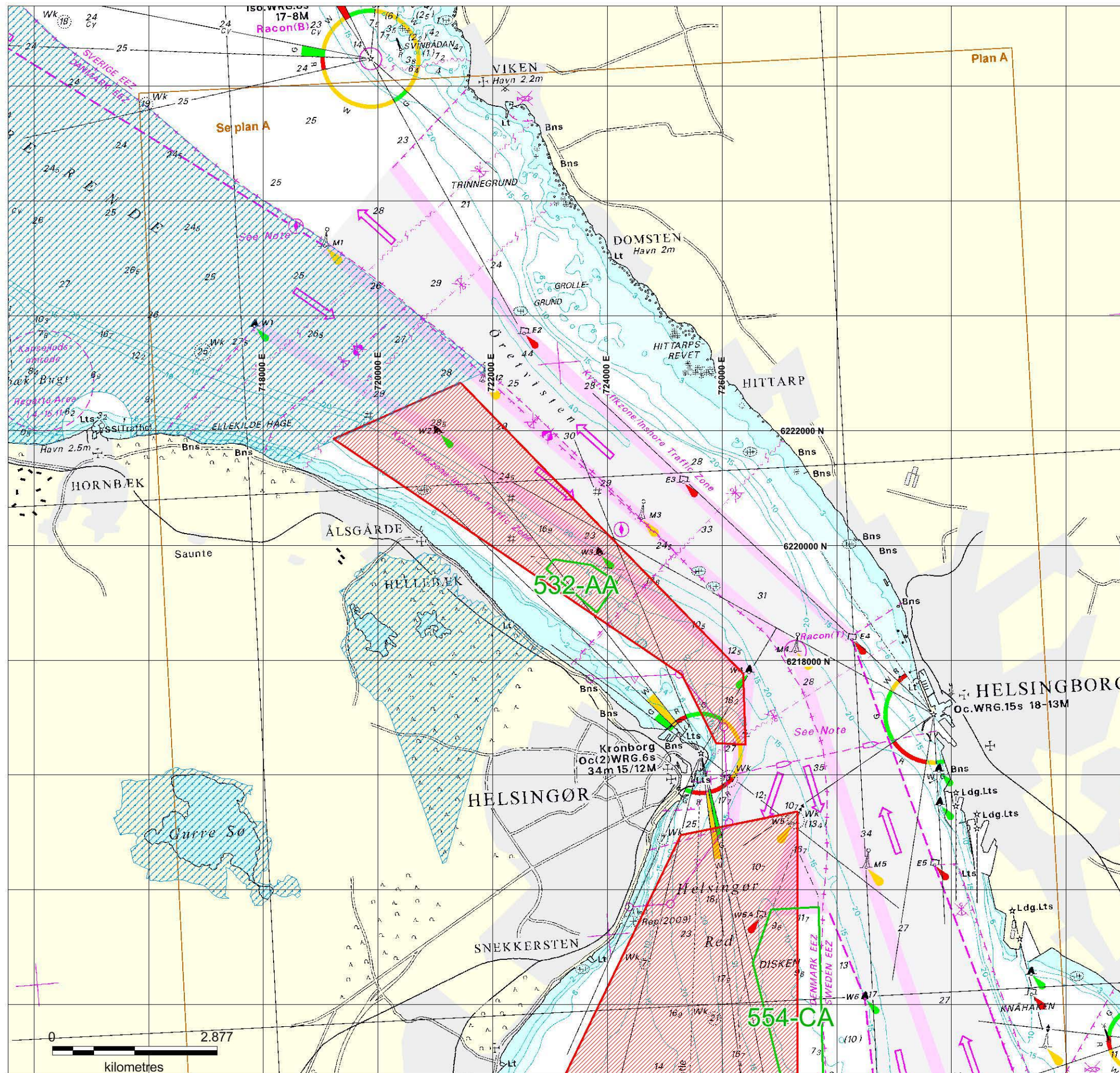
Tegnet af SLO  
6/03-2015

Godkendt af KAE  
09/03 - 2015

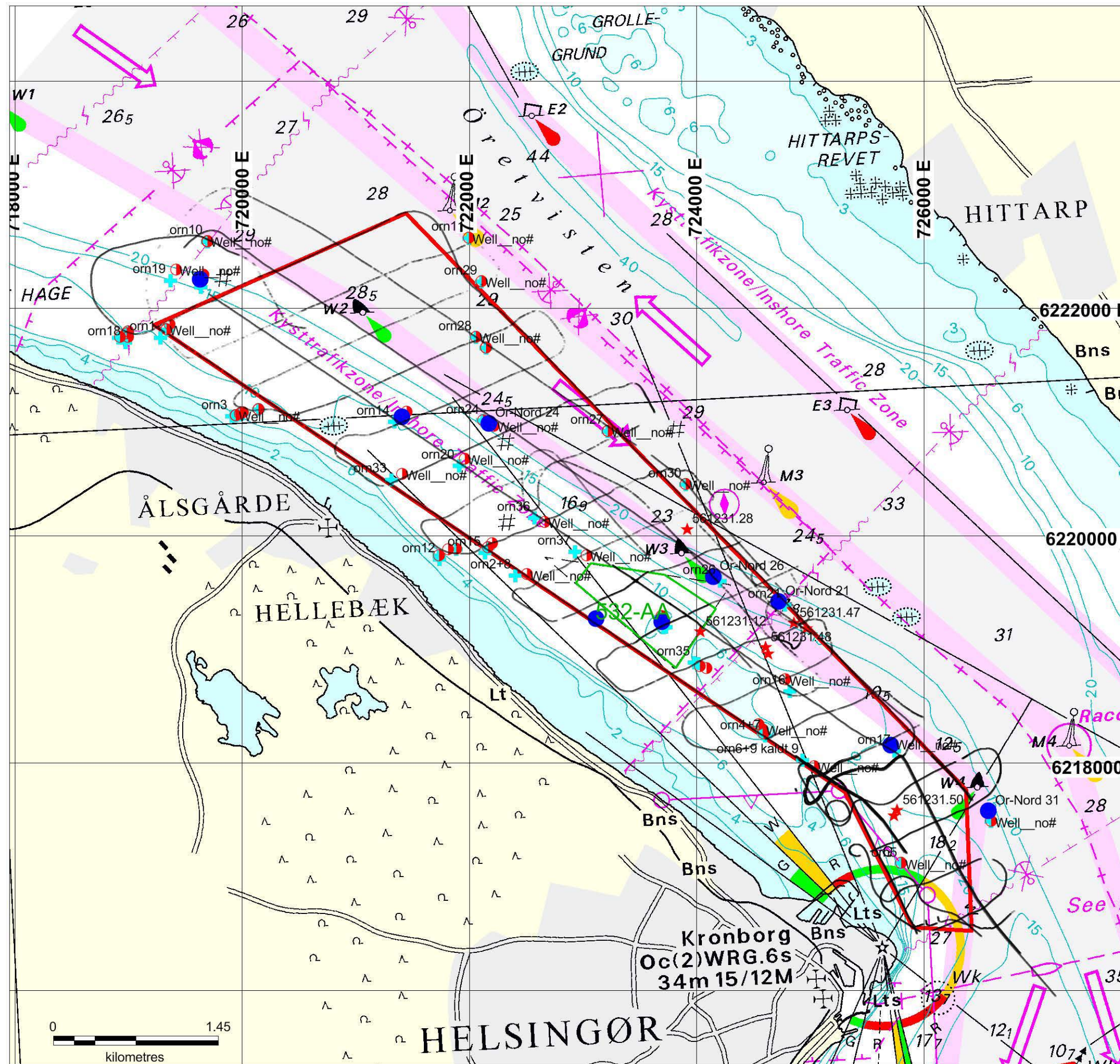
No Window De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

No Window DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

**Bilag A1\_Øresund Nord**  
Tegningsnummer:







## Marin råstoftkortlægning og miljøvurderinger i Øresund 2014

SIGNATURFORKLARING:

— Seljlinje

++ Bundverifikationspunkter

● Eksisterende Boringer

● Grab prøver

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

### Sejllinjer og bundverifikationspunkter

Korttema:



Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Klient:

Tegnet af SLO  
6/03-2015

Godkendt af KAE  
09/03 - 2015



De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

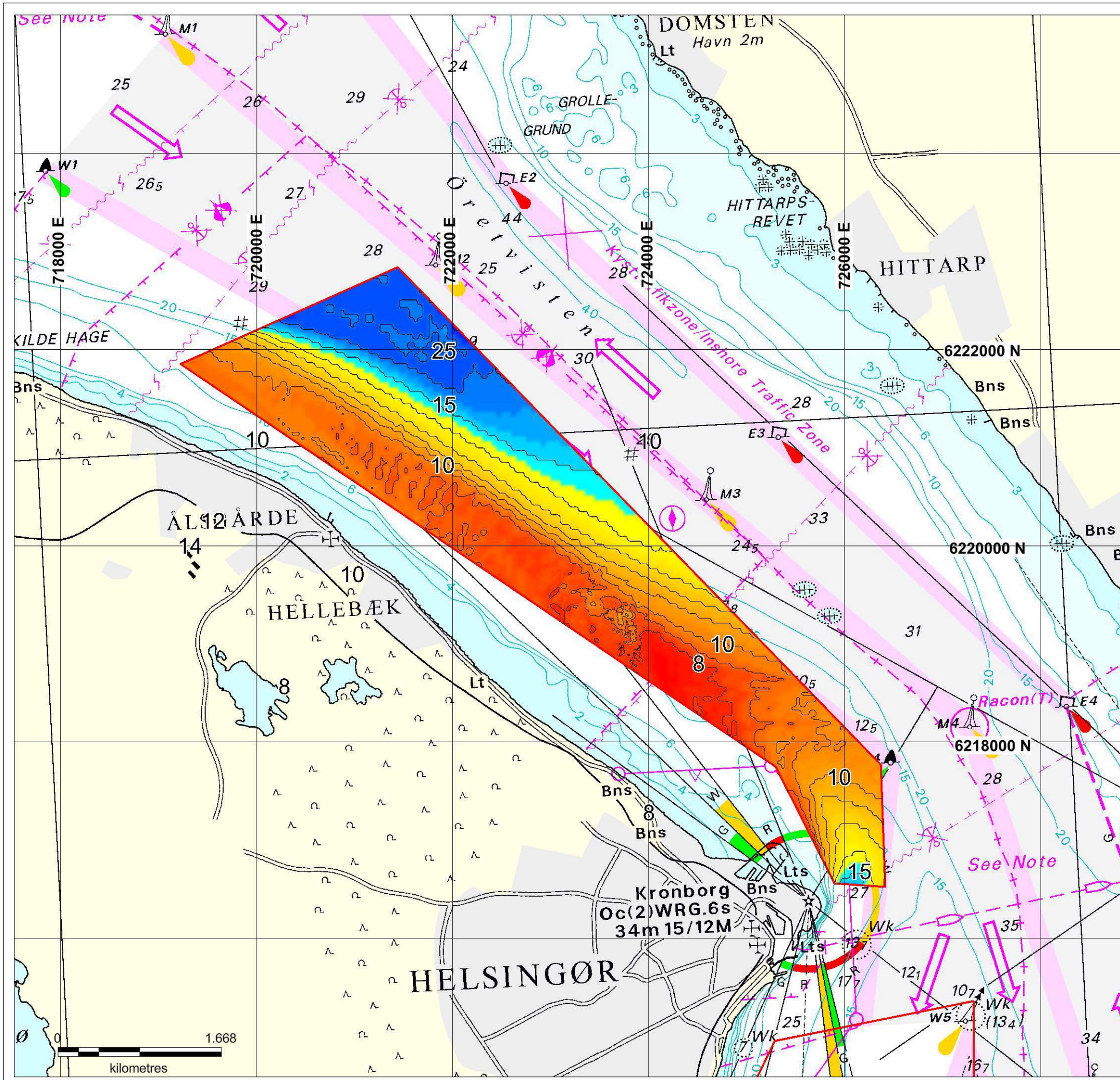


DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

### Bilag B1\_Øresund Nord

Tegningsnummer:

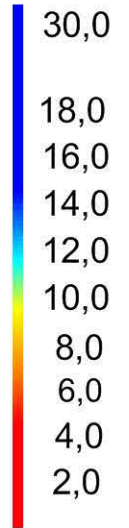




# Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014

SIGNATURFORKLARING:

Dybdekontur (m)



Kortlægningsområde

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

## Vanddybder

Korttema: Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Klient: Tegnet af SLO 6/03-2015 Godkendt af KAE 09/03 - 2015

De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

DCE Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

## Bilag C1\_Øresund Nord

Tegningsnummer:



# Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014

SIGNATURFORKLARING:

-  Råstofkortlægningsom
-  Indvindingsområder
-  Substrattype 1
-  Substrattype 2
-  Påvirket af sandindvinding
-  Sandbølger
-  Mega Sandbølger
-  Prækvarter ved havbbunden

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

## Korttema: Substrattyper

 Miljøministeriet  
Naturstyrelsen  
Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Klient:

Tegnet af SLO  
6/03-2015

Godkendt af KAE  
09/03 - 2015



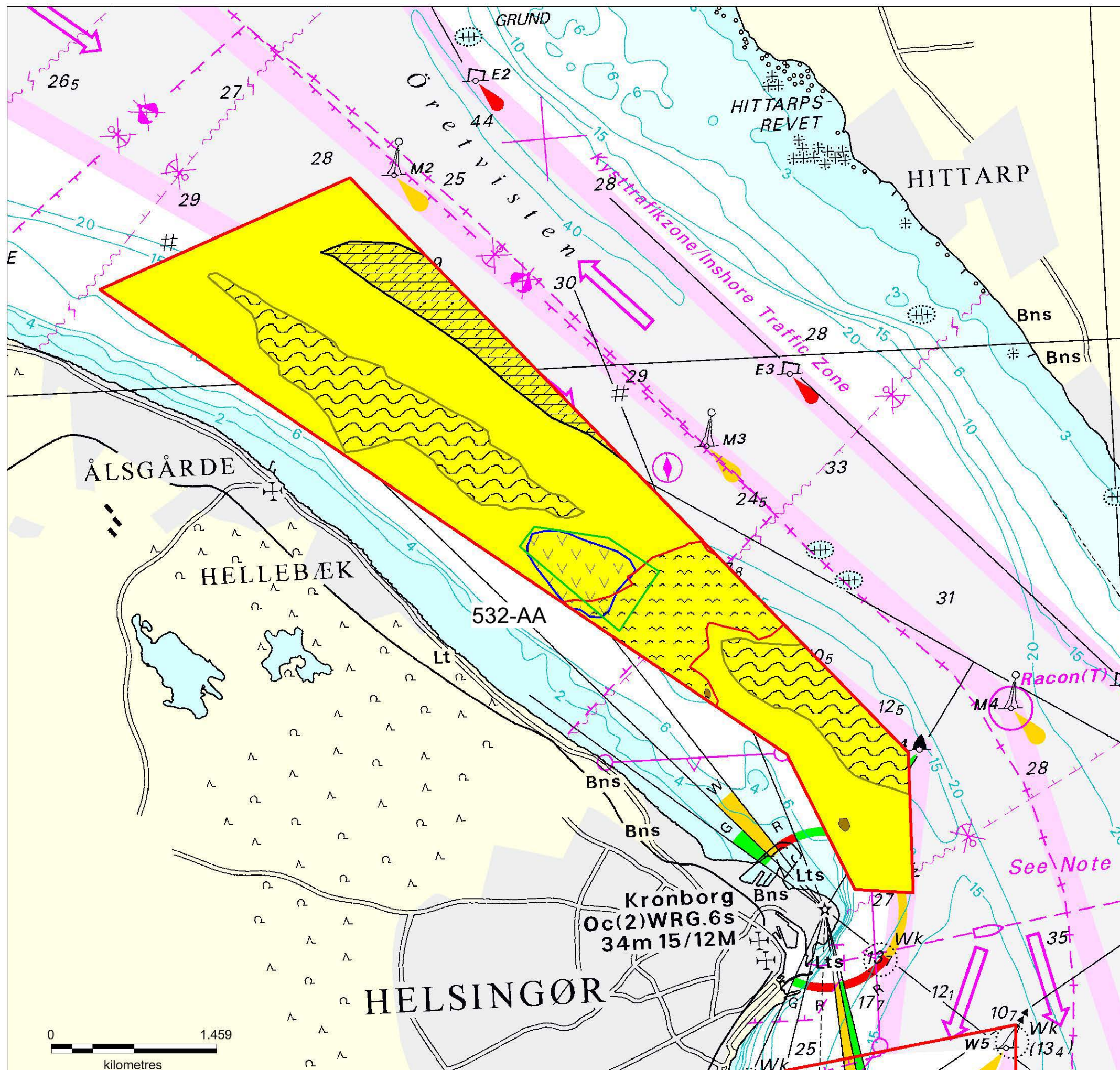
De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K



DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

## Bilag D1\_Øresund Nord

Tegningsnummer:



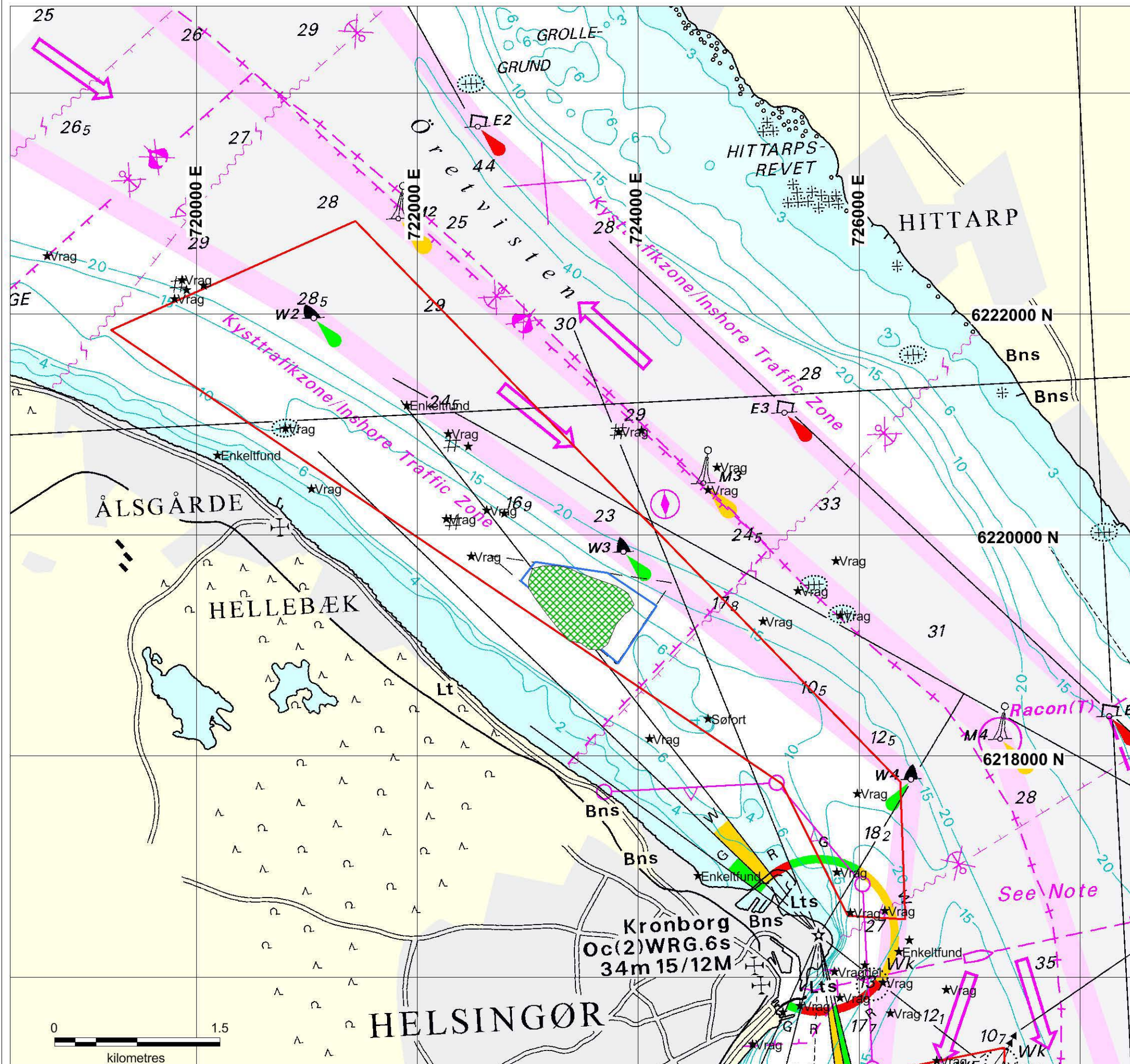


# Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014

SIGNATURFORKLARING:

- Råstofkortlægningsområde
- Indvindingsområde
- Indvindingsspor, markante

★ Vrag og andre kulturarvminder



Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Korttema: **Menneskelig aktivitet**

No Window Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Klient:	
Tegnet af SLO 6/03-2015	Godkendt af KAE 09/03 - 2015

No Window De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

AARHUS UNIVERSITET DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

Bilag E1\_Øresund Nord  
Tegningsnummer:



# Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014









SIGNATURFORKLARING:

 Kortlægningsområde

 Indvindingsområder

 Vibrationskerner

Øvre dynamisk Recent/Holocænt Sand (m)

-  0 to 1
-  1 to 2
-  2 to 3
-  3 to 4
-  4 to 5
-  5 to 6
-  6 to 7
-  7 to 8

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

## Råstoffer: Postglaciale enhed

Korttema:



Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Klient:

Tegnet af SLO  
6/03-2015

Godkendt af KAE  
09/03 - 2015



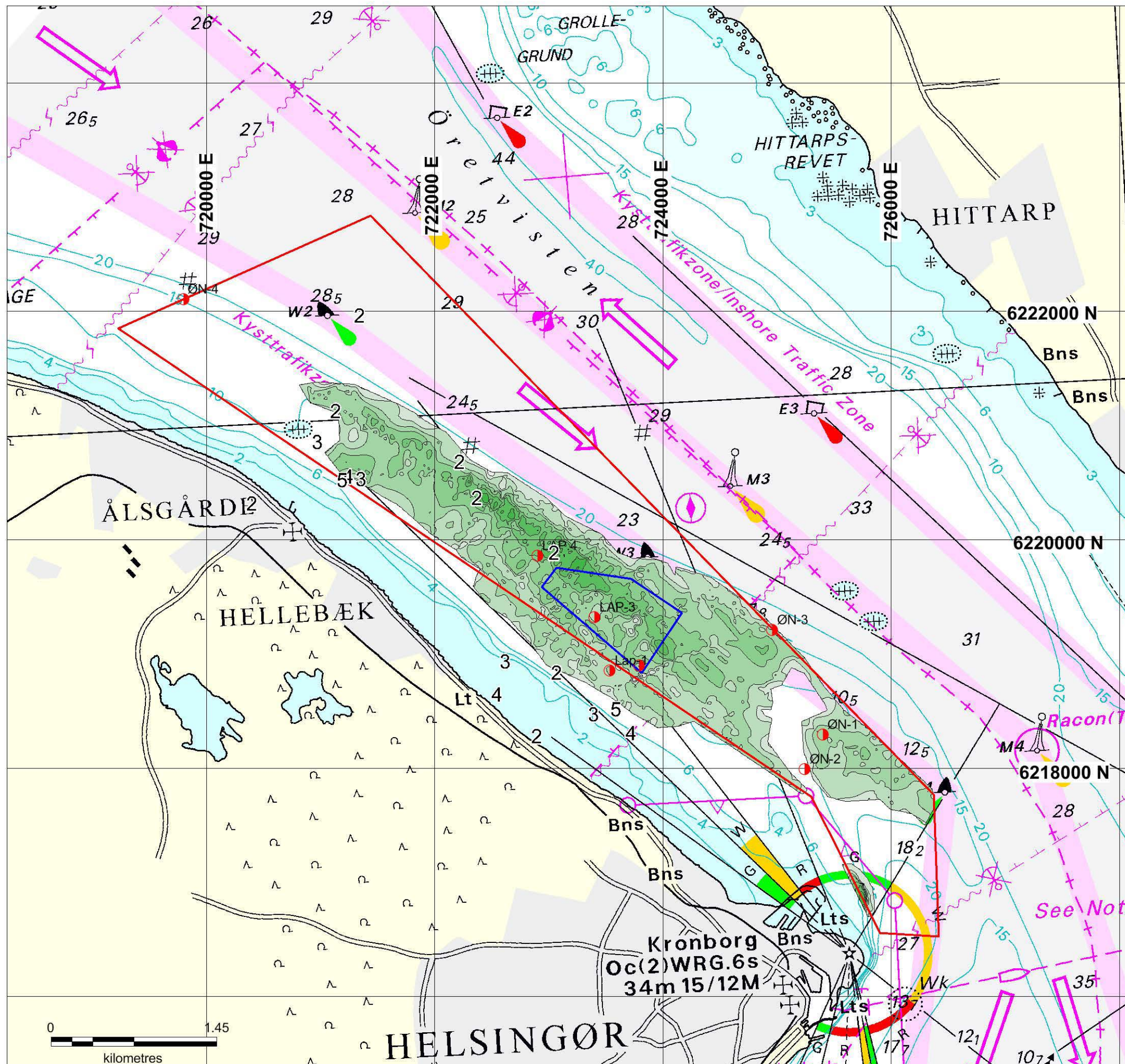
De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K



DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

## Bilag F1.1\_Øresund Nord

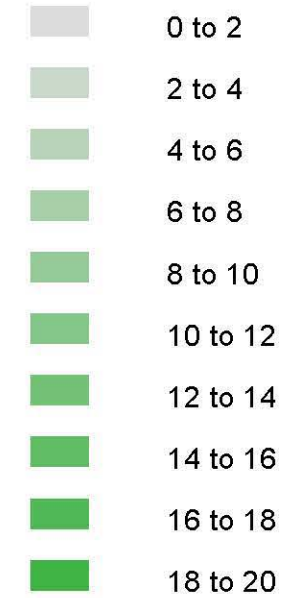
Tegningsnummer:





# Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014

SIGNATURFORKLARING:  
Tykkelse af nedre Holocæn Sand



No Window

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Korttema: **Råstoffer: Nedre Holocæn enhed**

Miljøministeriet  
Naturstyrelsen  
Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Klient:

Tegnet af SLO  
6/03-2015

Godkendt af KAE  
09/03 - 2015



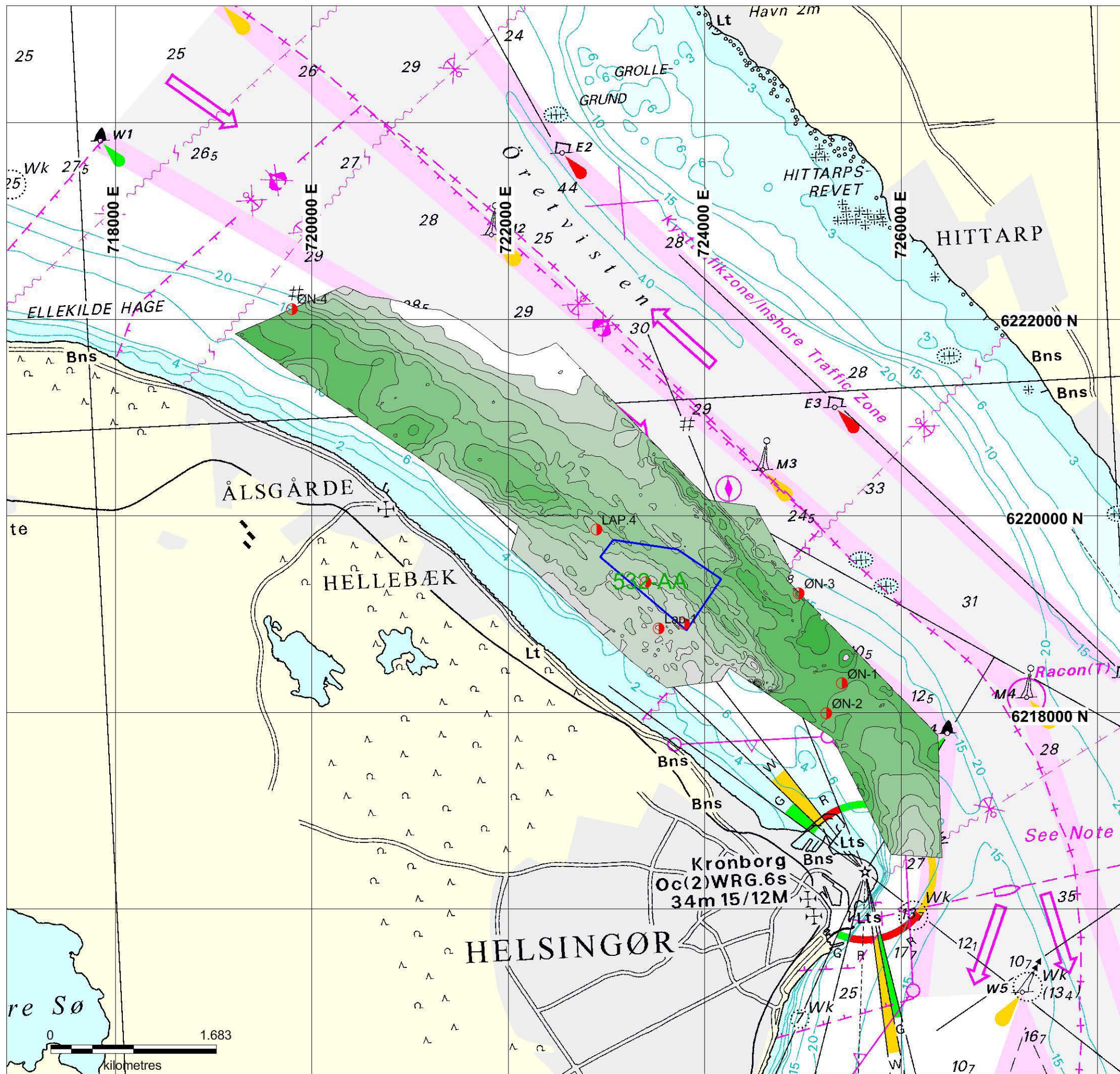
De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K



DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

**Bilag F1.2\_Øresund Nord**







Tegningsnummer:

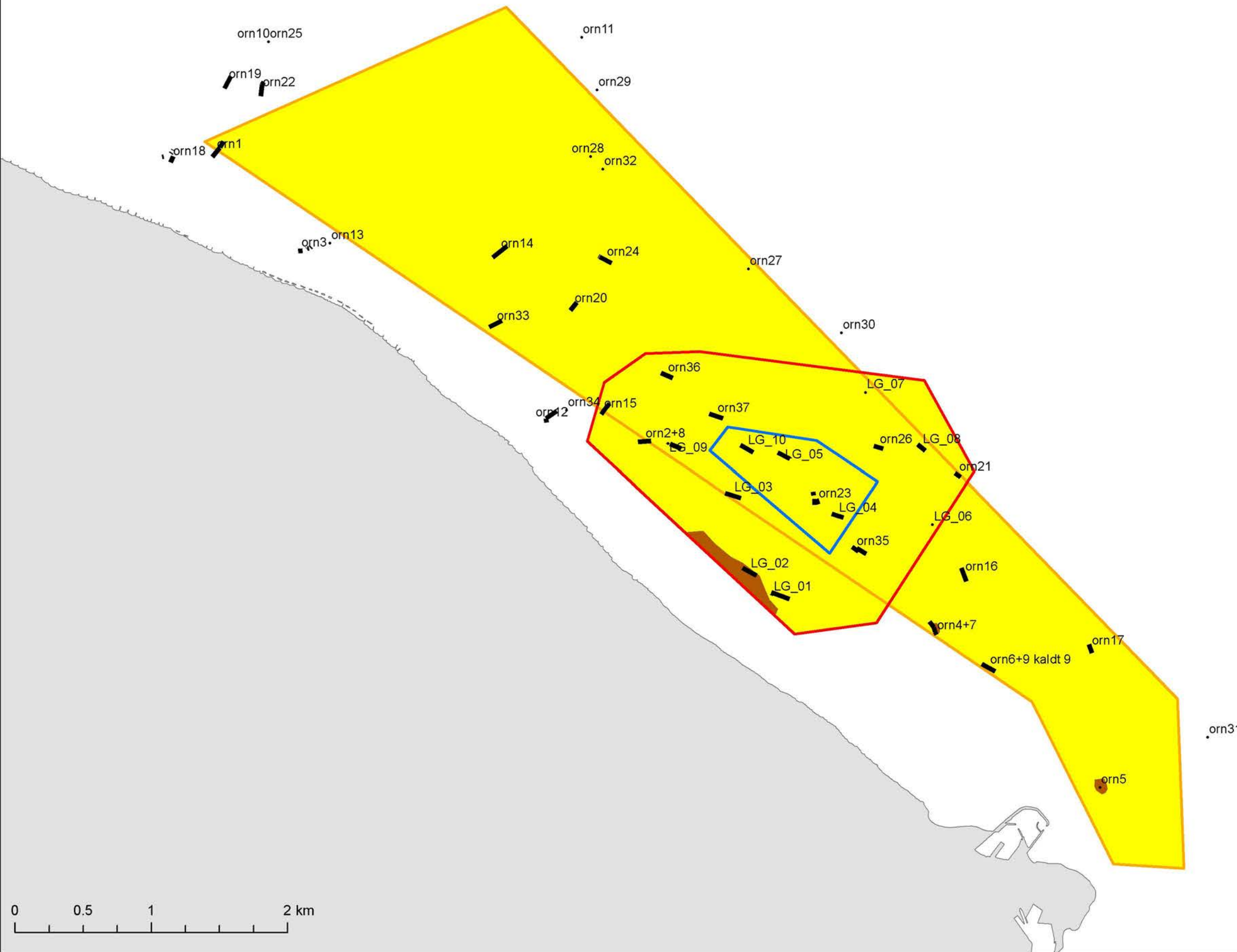




**Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**



-  Transekter
-  500 m zone
-  Kortlægningsområde
-  Indvindingsområder
-  Substrat 1
-  Substrat 2



Datum: ETRS 89 Projektion: UTM 32 nord

Korttema:

**Prøvetagning stationer**

Klient: Naturstyrelsen  
Haraldgade 53  
2100 København Ø  
 Miljøministeriet  
Naturstyrelsen

Tegnet af COG  
04/02-2015

Godkendt af KDA  
04/02-2015

 AARHUS UNIVERSITET  
DCE - Nationalt Center  
for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

 G E U S  
De Nationale Geologiske  
Undersøgelser for Danmark  
og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

Tegningsnummer:  
**H1**

Marin råstofkortlægning  
og miljøundersøgelser i  
Øresund 2014



Blåmuslinger, dækning i  
procent

- 0
- > 0 - 10
- > 10 - 25
- > 25 - 100

○ Kortlægningsområde

□ 500 m zone

□ Indvindingsområder

▨ Øvre dynamisk Holocæn  
sand

▤ Nedre Holocæn enhed

Datum: ETRS 89 Projektion: UTM 32  
nord

Korttema:

**Tæthed af blåmuslinger  
over råstofressourcer**

Klient: Naturstyrelsen  
Haraldgade 53  
2100 København Ø  
 Miljøministeriet  
Naturstyrelsen

Tegnet af COG  
04/02-2015

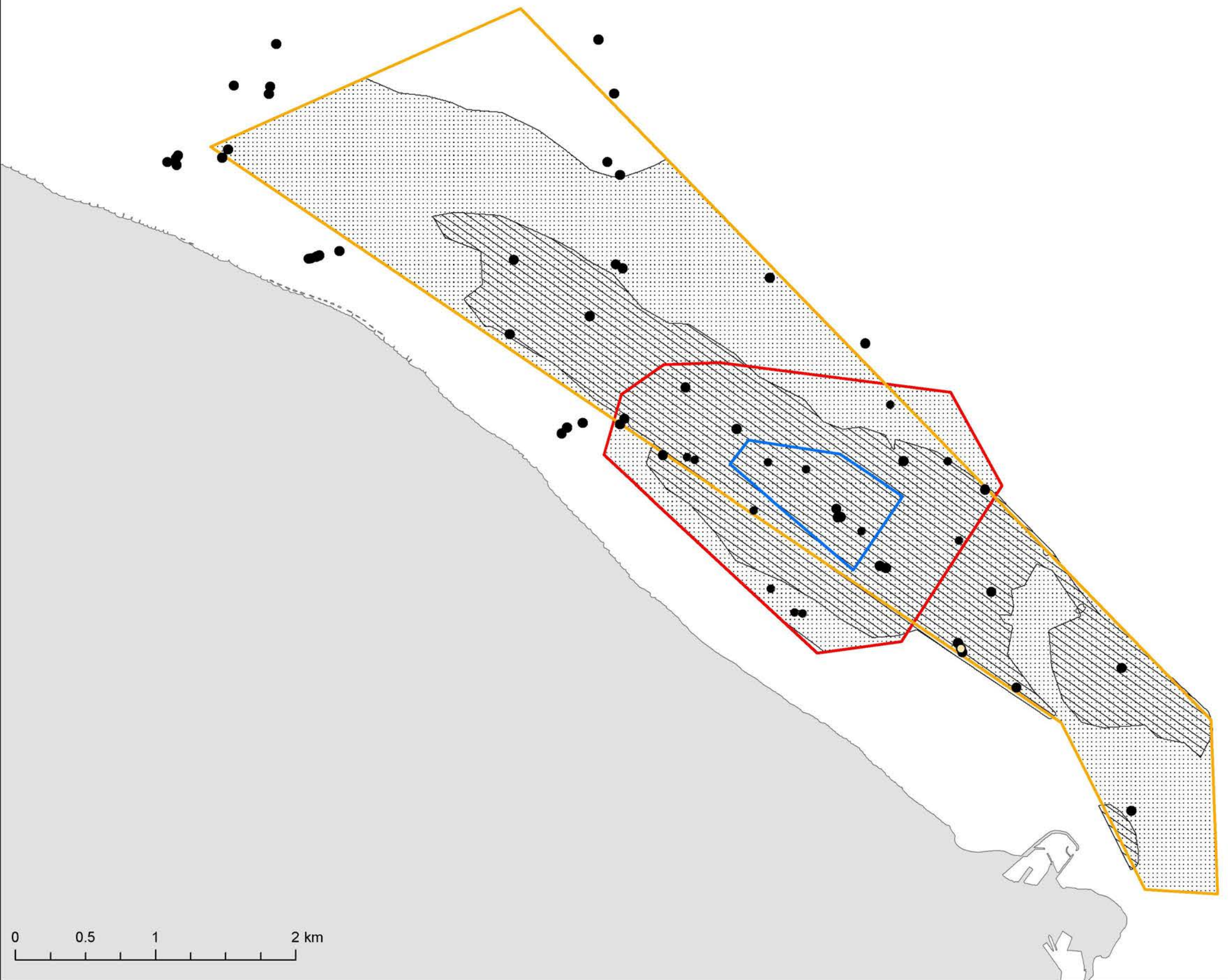
Godkendt af KDA  
04/02-2015

 Aarhus Universitet  
DCE - Nationalt Center  
for Miljø og Energi  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

 De Nationale Geologiske  
Undersøgelser for Danmark  
og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

Tegningsnummer:

**11.2**



0 0.5 1 2 km





**Blåmuslinger, dækning i procent**

- 0
- > 0 - 10
- > 10 - 25
- > 25 - 100

□ Kortlægningsområde

□ 500 m zone

□ Indvindingsområder

■ Substrat 1

■ Substrat 2

Datum: ETRS 89 Projektion: UTM 32 nord

Korttema:

**Tæthed af blåmuslinger på overflade substrat**

Klient: Naturstyrelsen  
Haraldgade 53  
2100 København Ø  
Miljøministeriet  
Naturstyrelsen

Tegnet af COG  
04/02-2015

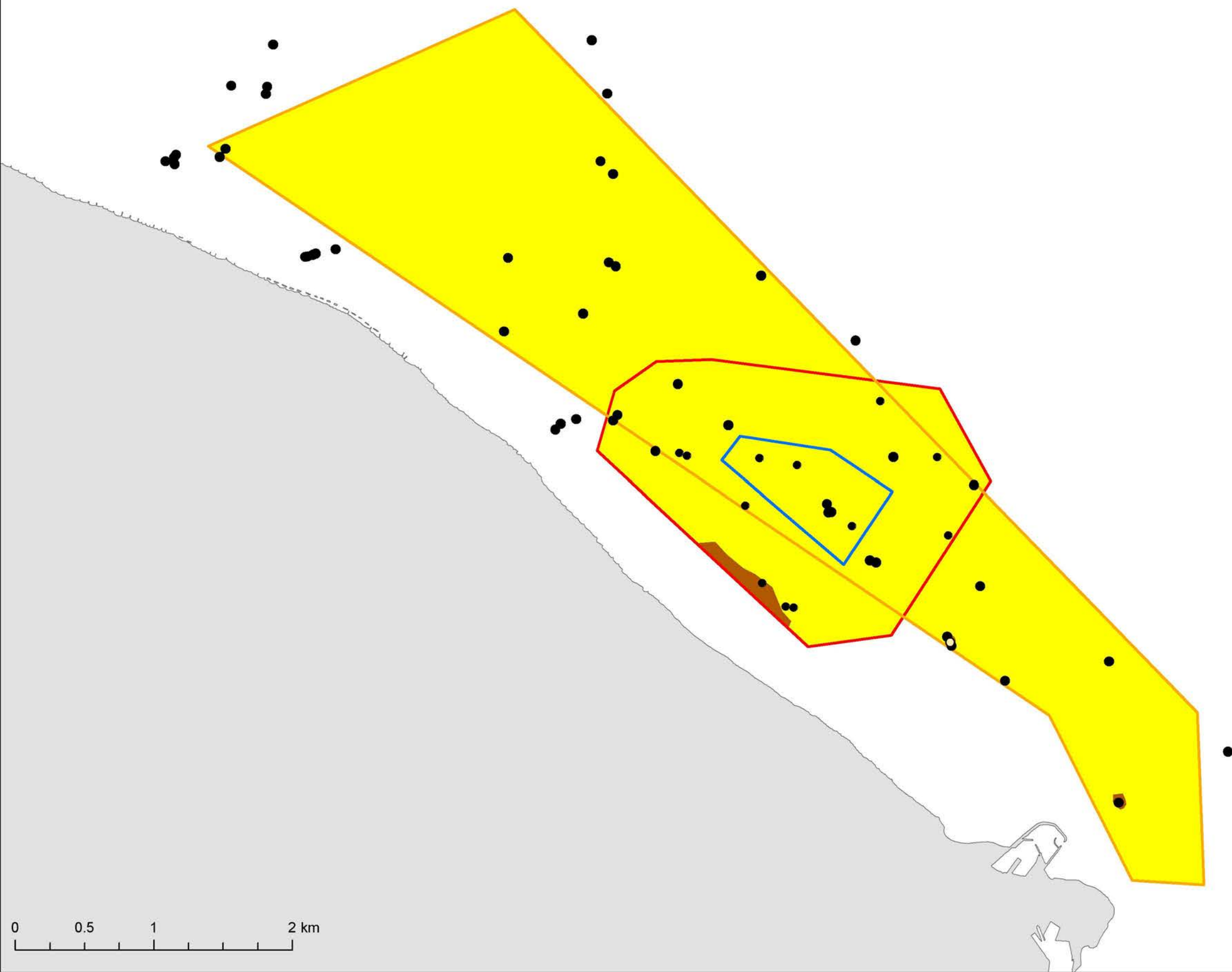
Godkendt af KDA  
04/02-2015

DCE - Nationalt Center  
for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

De Nationale Geologiske  
Undersøgelser for Danmark  
og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

Tegningsnummer:

**I1.1**



0 0.5 1 2 km

**Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**



**Makroalger, samlet dækning i procent**

- ▲ 0
- △ > 0 - 10
- ▲ > 10 - 25
- ▲ > 25 - 100

- 500 m zone
- Kortlægningsområde
- Indvindingsområder
- Substrat 1
- Substrat 2

Datum: ETRS 89 Projektion: UTM 32 nord

Korttema:

**Tæthed af makroalger på overflade substrat**

Klient: Naturstyrelsen  
Haraldgade 53  
2100 København Ø  
Miljøministeriet  
Naturstyrelsen

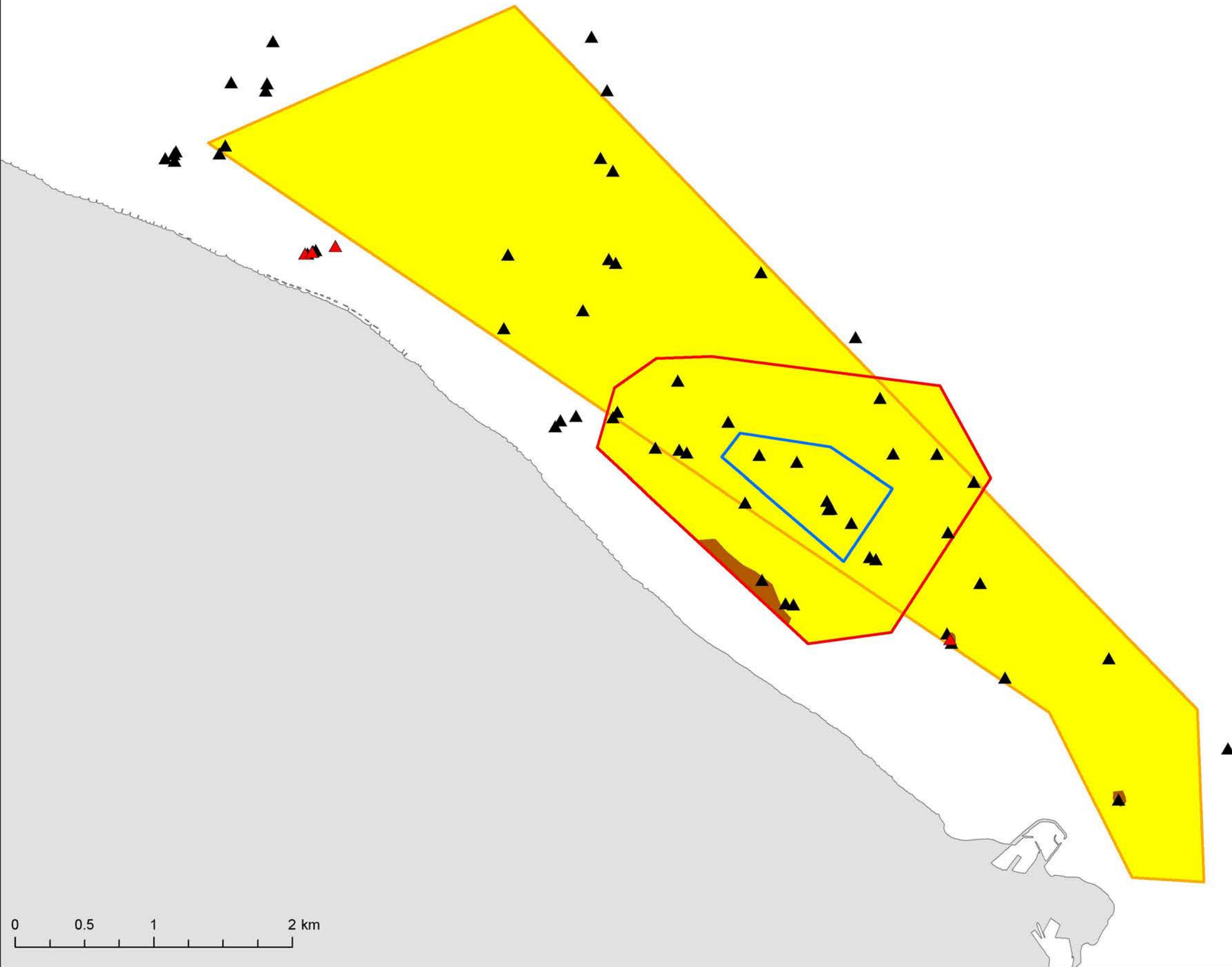
Tegnet af COG  
04/02-2015

Godkendt af KDA  
04/02-2015

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

Tegningsnummer: **J1.1**





**Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**



**Makroalger, samlet dækning i procent**

- ▲ 0
- ▲ (yellow) > 0 - 10
- ▲ (orange) > 10 - 25
- ▲ (red) > 25 - 100

500 m zone

Kortlægningsområde

Indvindingsområder

Øvre dynamisk Holocæn sand

Nedre Holocæn enhed

Datum: ETRS 89 Projektion: UTM 32 nord

Korttema:

**Tæthed af makroalger over råstofressourcer**

Klient: Naturstyrelsen  
Haraldgade 53  
2100 København Ø  
Miljøministeriet  
Naturstyrelsen

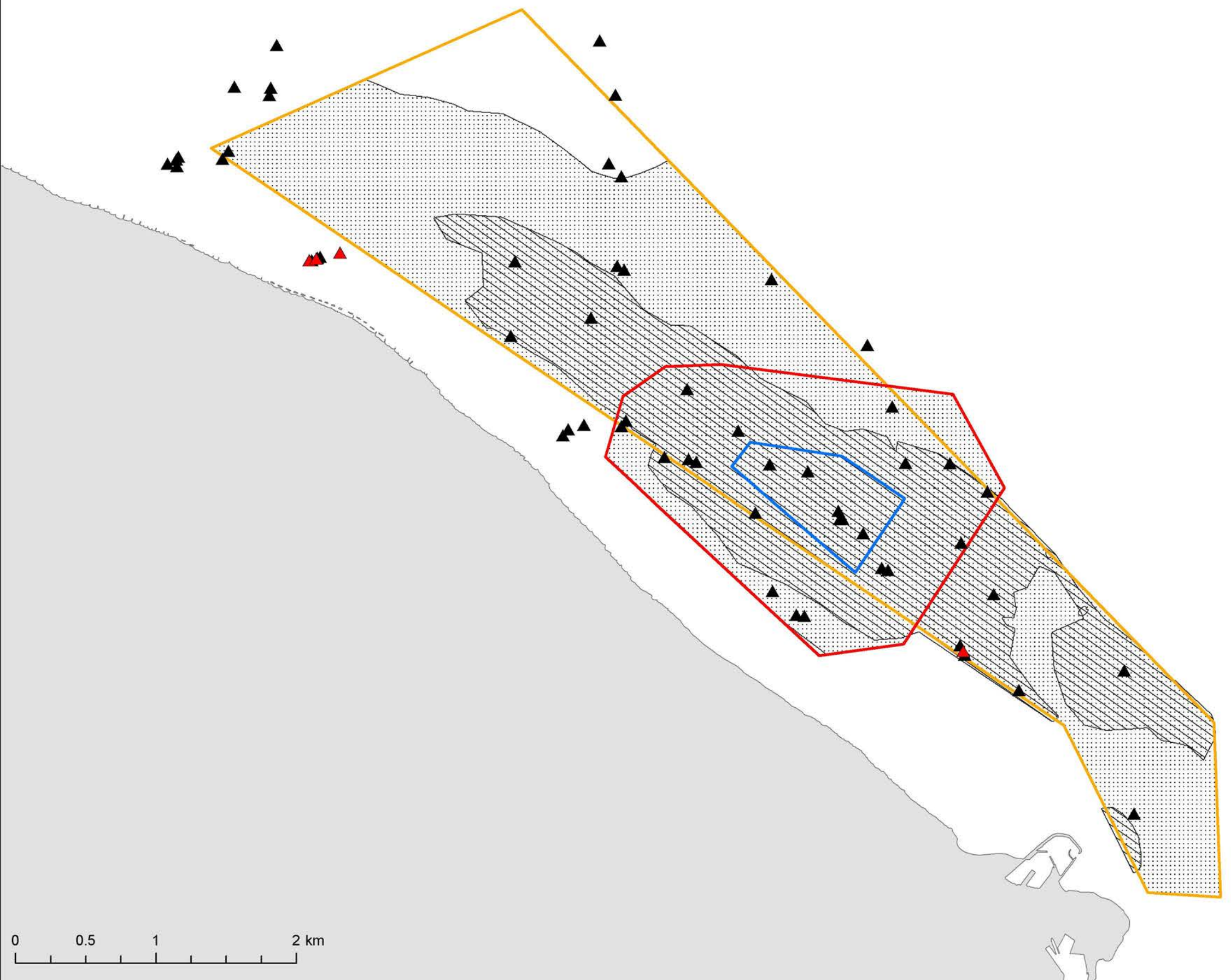
Tegnet af COG  
04/02-2015

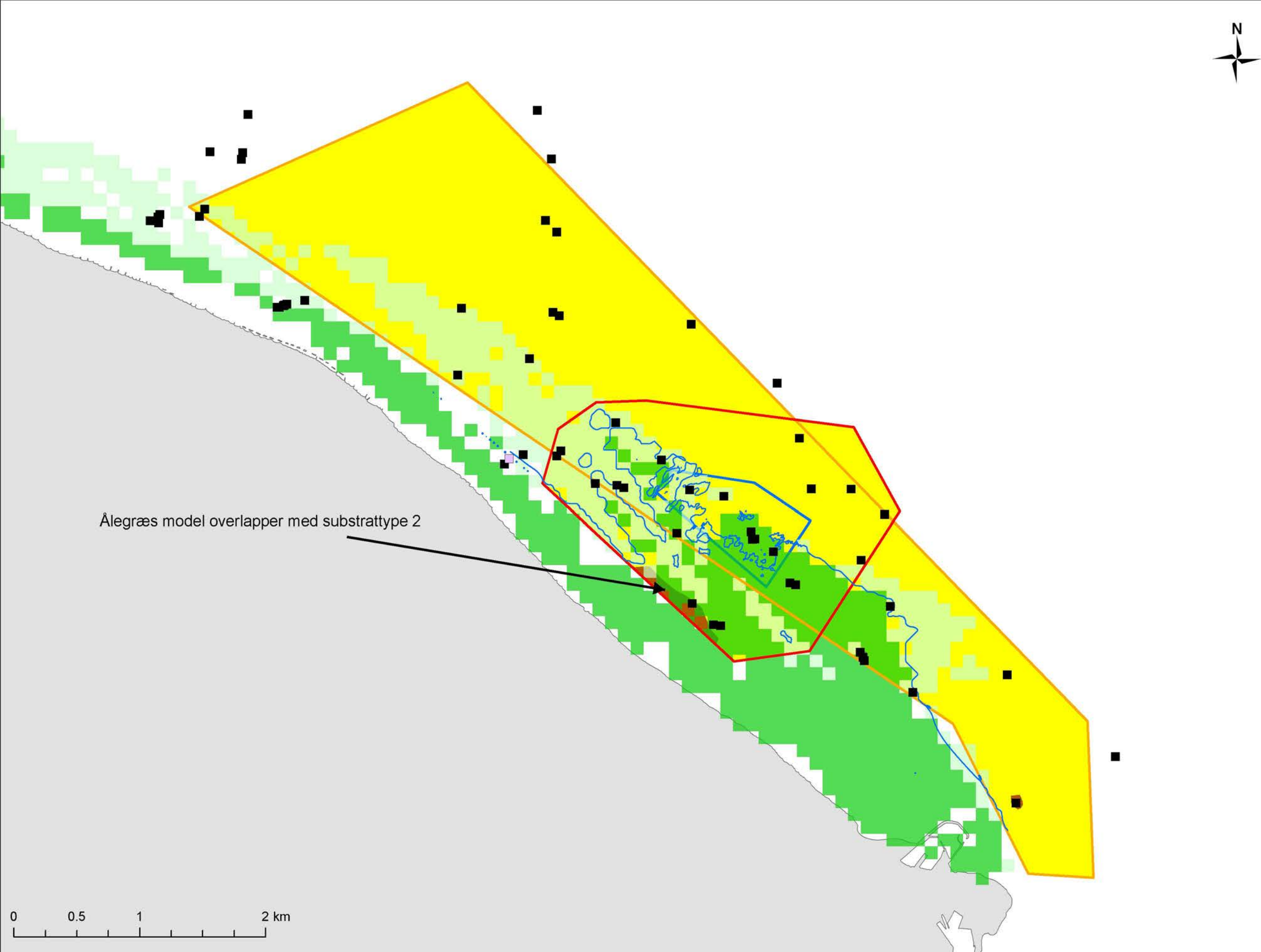
Godkendt af KDA  
04/02-2015

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

Tegningsnummer: **J1.2**





**Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**

- Ålegræs, dækning i procent
- 0
  - >0 - 10
  - >10 - 100
- Dybdegrænse god tilstand
- Ålegræs model
- > 0 - 10
  - > 10 - 100
  - 500 m zone
  - Kortlægningsområde
  - Indvindingsområder
  - Substrat 1
  - Substrat 2

Ålegræs model overlapper med substrattype 2

Datum: ETRS 89 Projektion: UTM 32 nord

Korttema:  
**Tæthed af ålegræs på overflade substrat**

Klient: Naturstyrelsen  
Haraldgade 53  
2100 København Ø  
Miljøministeriet  
Naturstyrelsen

Tegnet af COG  
04/02-2015

Godkendt af KDA  
04/02-2015

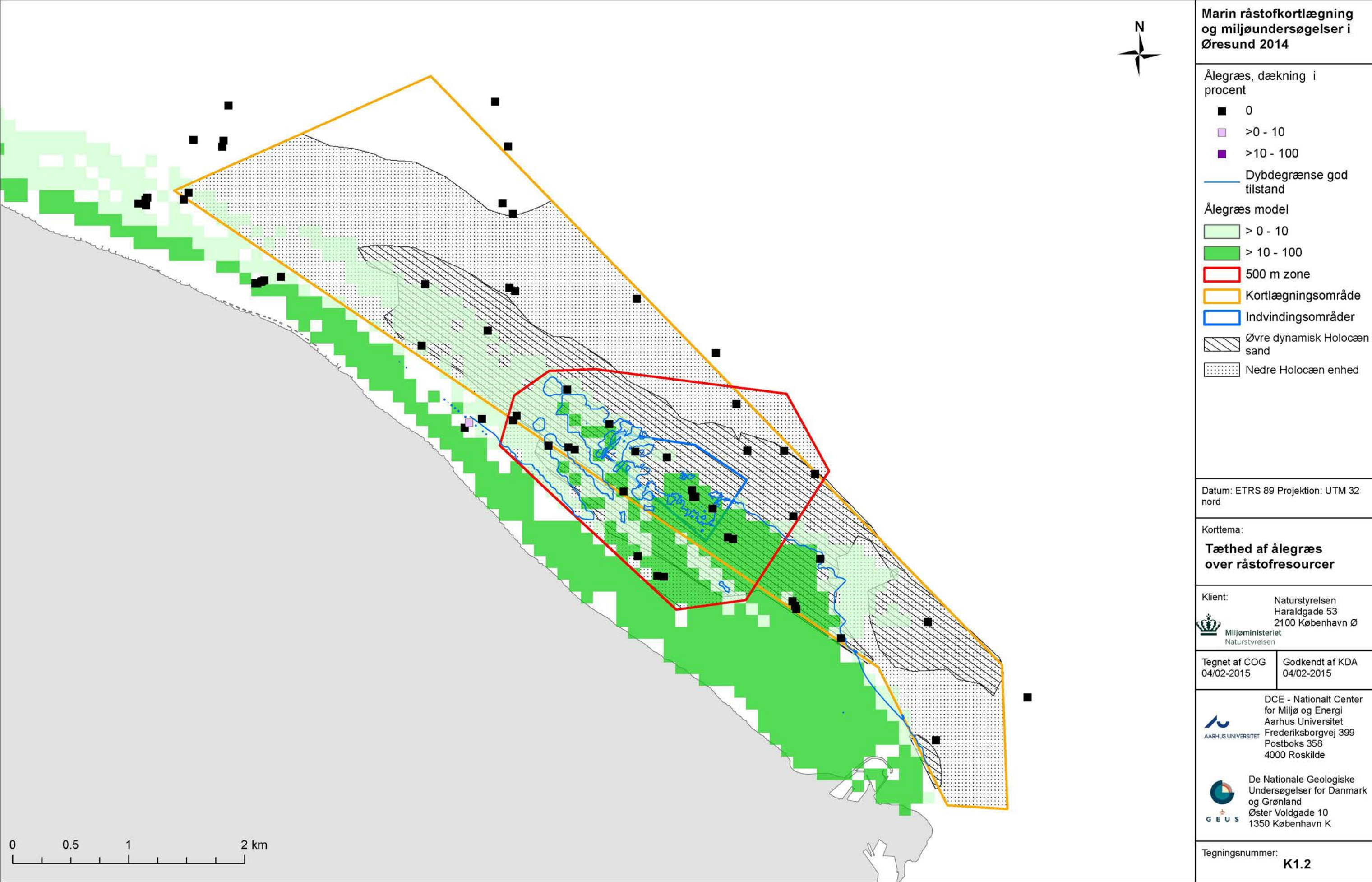
DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

Tegningsnummer:  
**K1.1**







**Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**

- Ålegræs, dækning i procent
- 0
  - >0 - 10
  - >10 - 100
- Dybdegrænse god tilstand
- Ålegræs model
- > 0 - 10
  - > 10 - 100
- 500 m zone
- Kortlægningsområde
- Indvindingsområder
- Øvre dynamisk Holocæn sand
- Nedre Holocæn enhed

Datum: ETRS 89 Projektion: UTM 32 nord

Korttema:  
**Tæthed af ålegræs over råstofressourcer**

Klient: Naturstyrelsen  
Haraldgade 53  
2100 København Ø  
Miljøministeriet  
Naturstyrelsen

Tegnet af COG 04/02-2015      Godkendt af KDA 04/02-2015

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K






Tegningsnummer: **K1.2**





# Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014

SIGNATURFORKLARING:

-  Indvindingsområder
-  Kortlægningsområder
-  Områder uden ressourcer med Højtliggende Prækvarter lag overlejret af tyndt finkornet sandlag
-  Områder med kortlagte ressourcer
-  Natura 2000 Område

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

## Korttema: Kortlægning af ressourcer

 Miljøministeriet  
Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Klient:

Tegnet af SLO  
6/03-2015

Godkendt af KAE  
09/03 - 2015



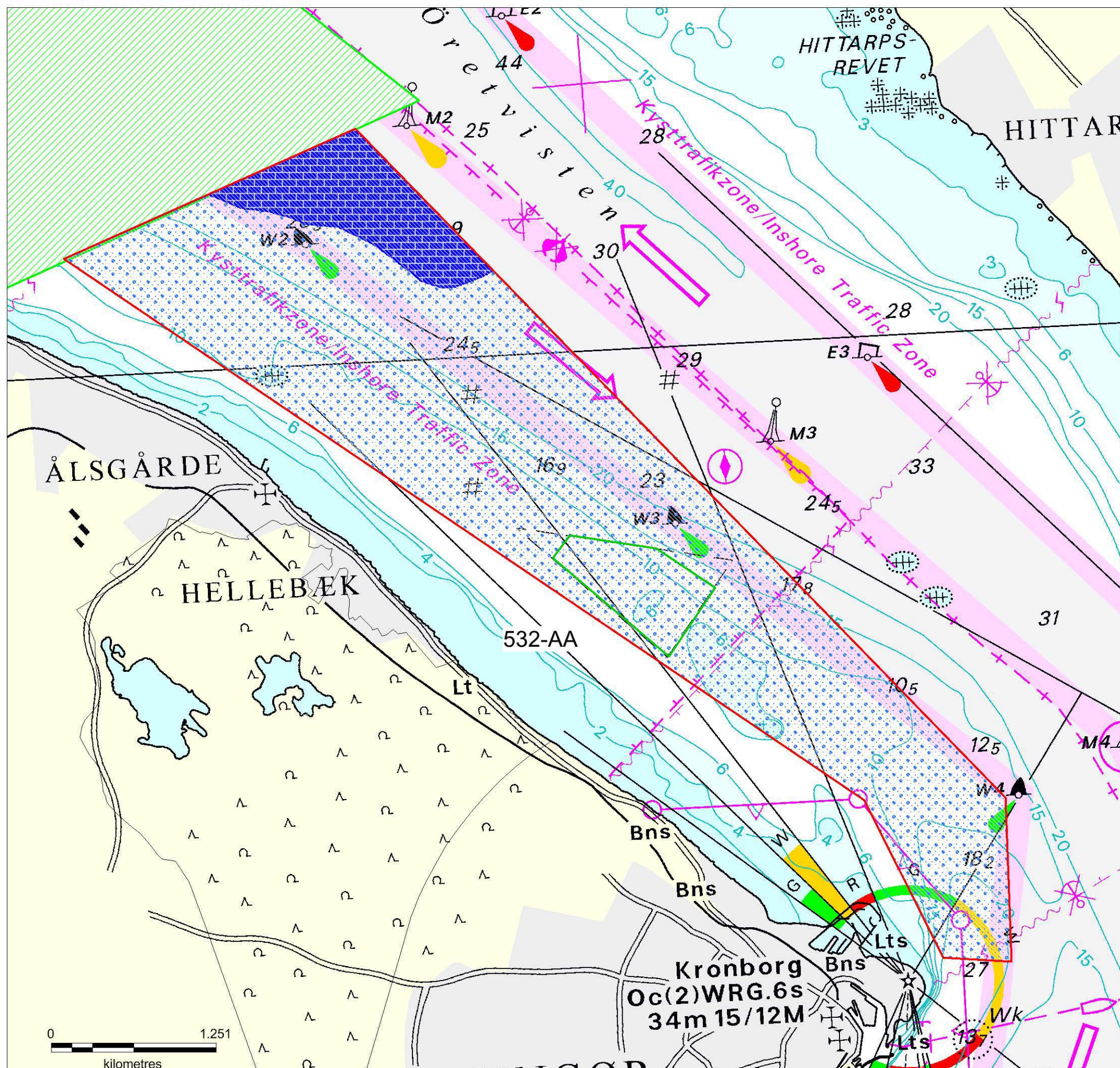
De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K



DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

## Bilag L1\_Øresund Nord

Tegningsnummer:





# MARIN RÅSTOFKORTLÆGNING I ØRESUND OG KØGE BUGT, 2014

SIGNATURFORKLARING:

 Kortlægningsområde

 Indvindingsområder


Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Korttema: **Undersøgelsesområde**

Klient:  
 Naturstyrelsen  
 Haraldsgade 53  
 2100 København Ø

Tegnet af JOL  
 6/03-2015

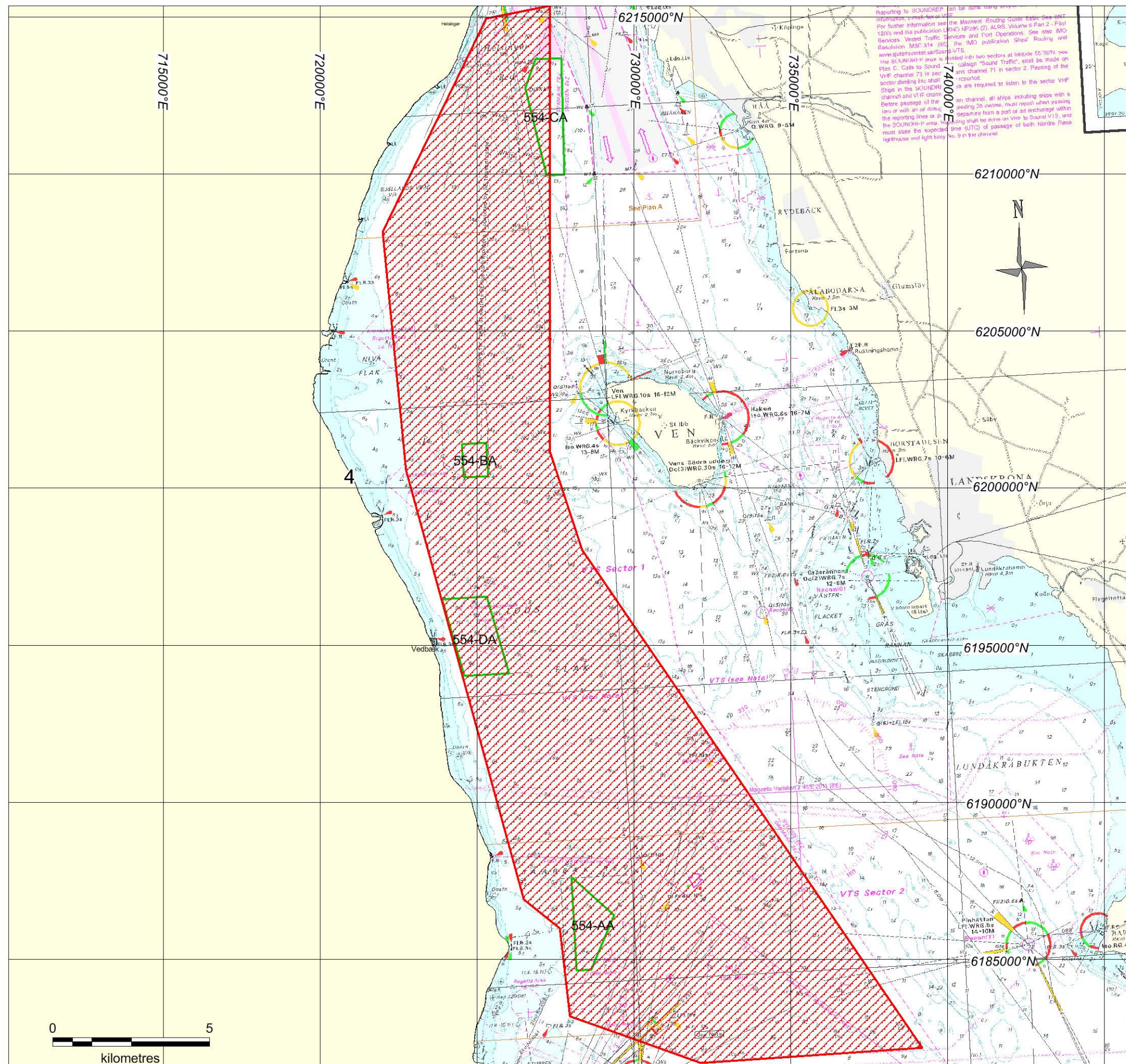
Godkendt af KAE  
 09/03 - 2015

 De Nationale Geologiske Undersøgelser  
 for Danmark og Grønland  
 Øster Voldgade 10  
 1350 København K

 DCE  
 Nationalt Center for Miljø og Energi  
 Aarhus Universitet  
 Frederiksborgvej 399  
 Postboks 358  
 4000 Roskilde

Tegningsnummer:

**Bilag A2**





# MARIN RÅSTOFKORTLÆGNING I ØRESUND OG KØGE BUGT, 2014

## SIGNATURFORKLARING:

- Kortlægningsområde
- Indvindingsområder
- ▶ Videotransekt start
- ▶ Videotransekt slut
- Grabprøver
- Vibrocore
- ★ Arkiv borer
- Sejllinjer

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Korttema:  
**Sejllinjer og bundverifikationspunkter**

Klient:  
 Miljøministeriet  
 Naturstyrelsen  
 Haraldsgade 53  
 2100 København Ø

Tegnet af JOL  
6/03-2015

Godkendt af KAE  
09/03 - 2015



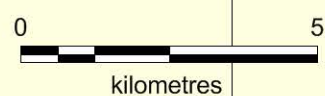
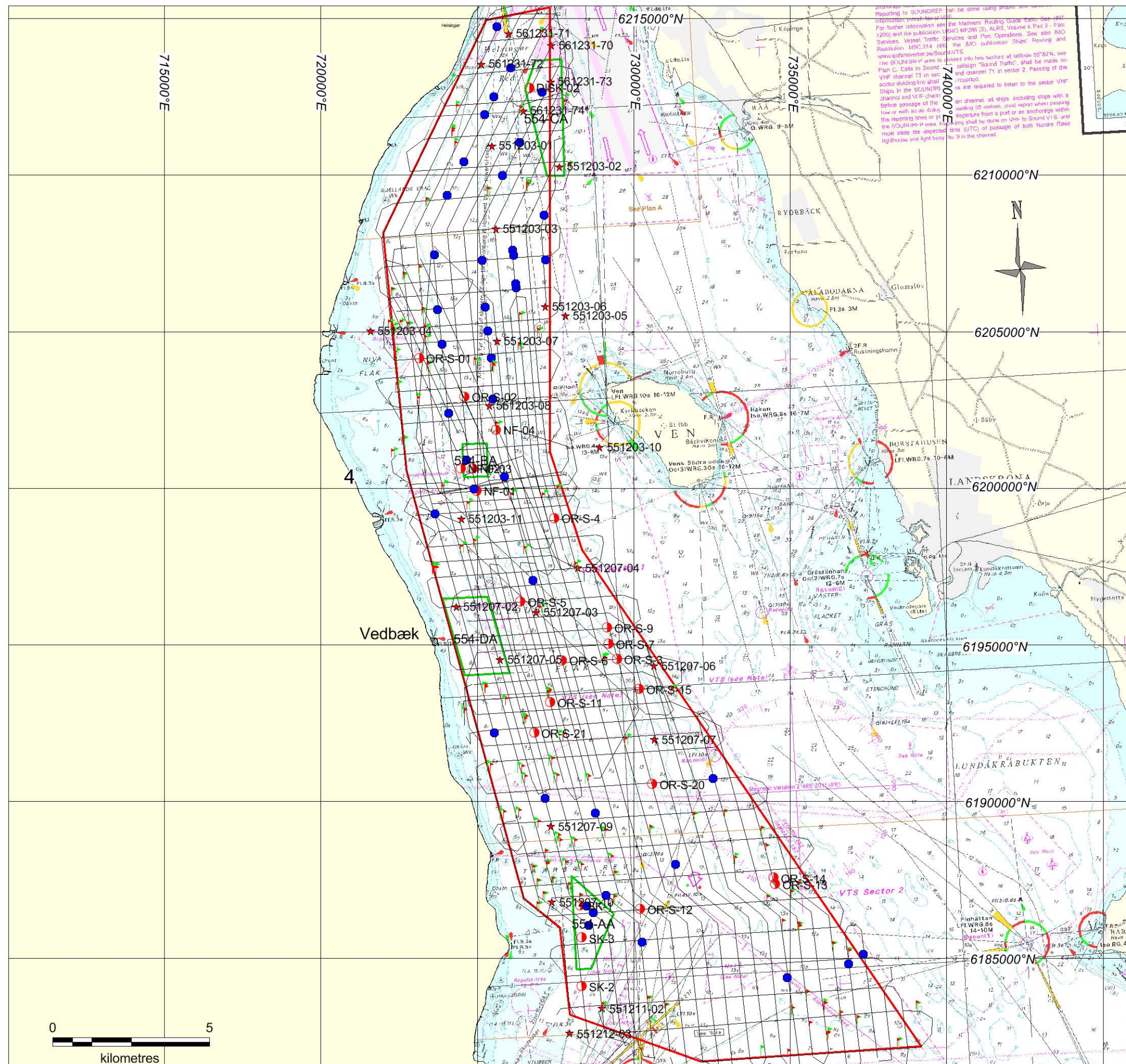
De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K



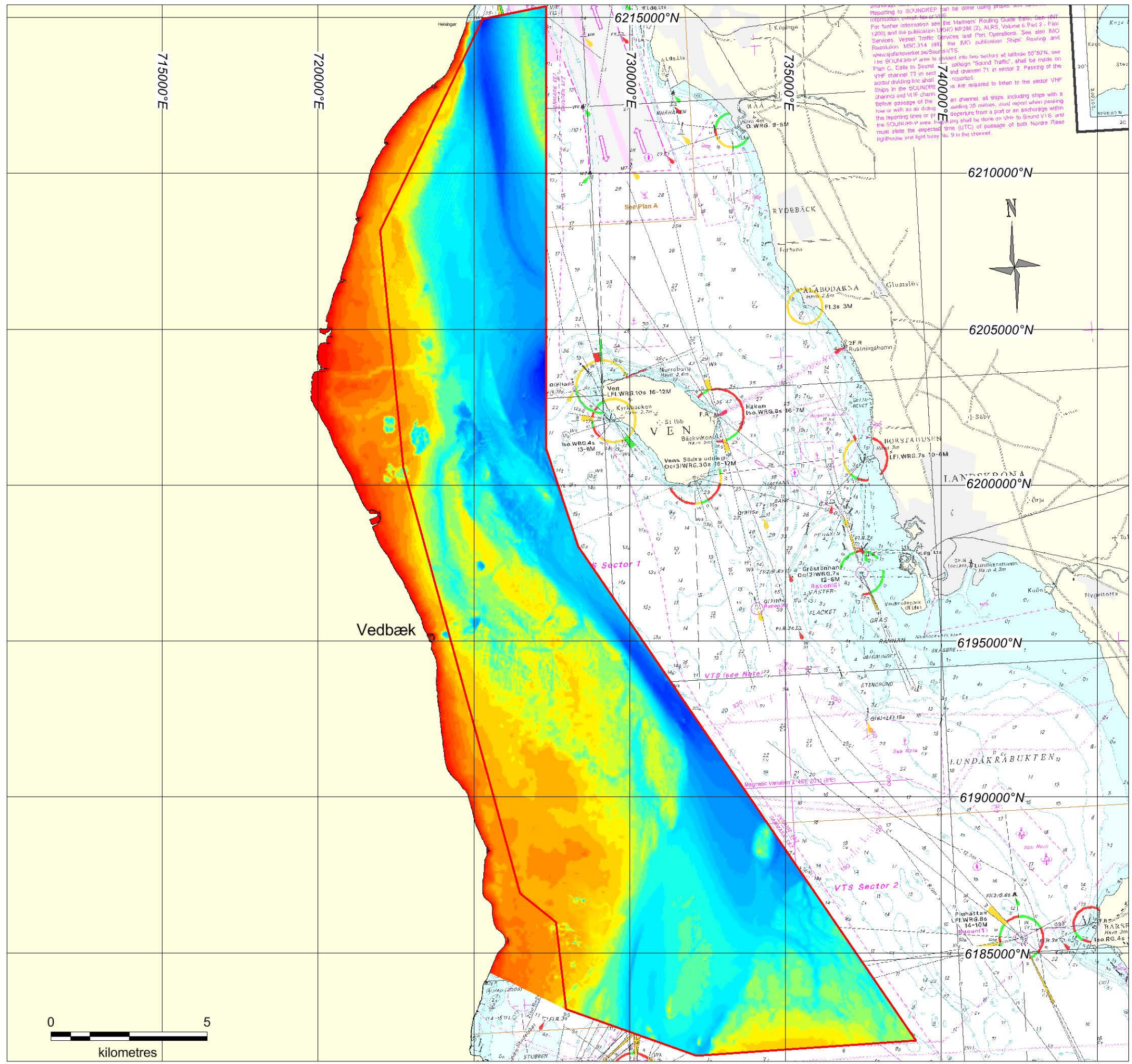
DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

Tegningsnummer:

**Bilag B2**







**MARIN RÅSTOFKORTLÆGNING I ØRESUND OG KØGE BUGT, 2014**

SIGNATURFORKLARING:

Kortlægningsområde

Dybdekontur (m)

- 28.0
- 24.0
- 18.0
- 14.0
- 10.0
- 6.0
- 2.0

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Korttema: **Dybdeforhold**

Klient:  
 Miljøministeriet  
 Naturstyrelsen  
 Haraldsgade 53  
 2100 København Ø

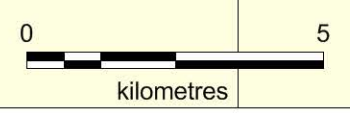
Tegnet af JOL  
 6/03-2015

Godkendt af KAE  
 09/03 - 2015

De Nationale Geologiske Undersøgelser  
 for Danmark og Grønland  
 Øster Voldgade 10  
 1350 København K

DCE  
 Nationalt Center for Miljø og Energi  
 Aarhus Universitet  
 Frederiksborgvej 399  
 Postboks 358  
 4000 Roskilde

Tegningsnummer: **Bilag C2**






# MARIN RÅSTOFKORTLÆGNING I ØRESUND OG KØGE BUGT, 2014

SIGNATURFORKLARING:

-  Kortlægningsområde
-  Indvindingsområder
-  Områder med indvindingsspor
-  Substrattype 1
-  Substrattype 2
-  Substrattype 3
-  Substrattype 4

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Korttema: **Bundsubstratter**

Klient:  
 Miljøministeriet  
 Naturstyrelsen  
 Haraldsgade 53  
 2100 København Ø

Tegnet af JOL  
 6/03-2015

Godkendt af KAE  
 09/03 - 2015



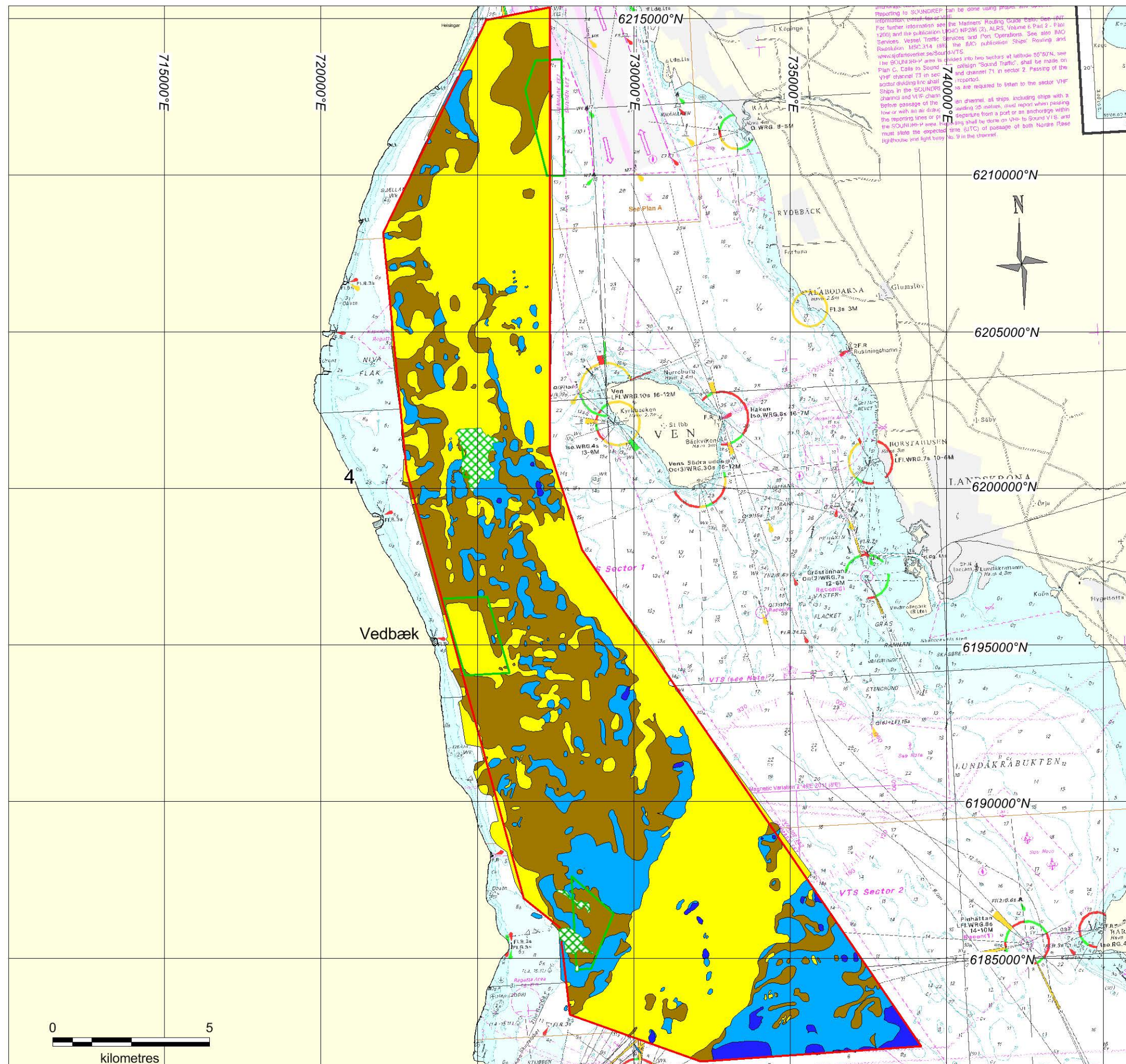
De Nationale Geologiske Undersøgelser  
 for Danmark og Grønland  
 Øster Voldgade 10  
 1350 København K



DCE  
 Nationalt Center for Miljø og Energi  
 Aarhus Universitet  
 Frederiksborgvej 399  
 Postboks 358  
 4000 Roskilde

Tegningsnummer:

**Bilag D2**





**MARIN RÅSTOFKORTLÆGNING I  
ØRESUND OG KØGE BUGT, 2014**

SIGNATURFORKLARING:

- Kortlægningsområde
- Indvindingsområder
- Indvindingsspor, stiksugning
- Indvindingsspor, slæbesugning
- Vrag

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Korttema:  
**Menneskelig aktivitet - Øresund Syd - 1**

 Miljøministeriet  
Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Klient:

Tegnet af JOL  
6/03-2015

Godkendt af KAE  
09/03 - 2015



De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K



DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

Tegningsnummer:

**Bilag E2-1**





# MARIN RÅSTOFKORTLÆGNING I ØRESUND OG KØGE BUGT, 2014

SIGNATURFORKLARING:

-  Kortlægningsområde
-  Indvindingsområder
-  Indvindingsspor, stiksugning
-  Indvindingsspor, slæbesugning
-  Vrag

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Korttema:  
**Menneskelig aktivitet - Øresund Syd - 2**

 Miljøministeriet  
Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Klient:

Tegnet af JOL  
6/03-2015

Godkendt af KAE  
09/03 - 2015



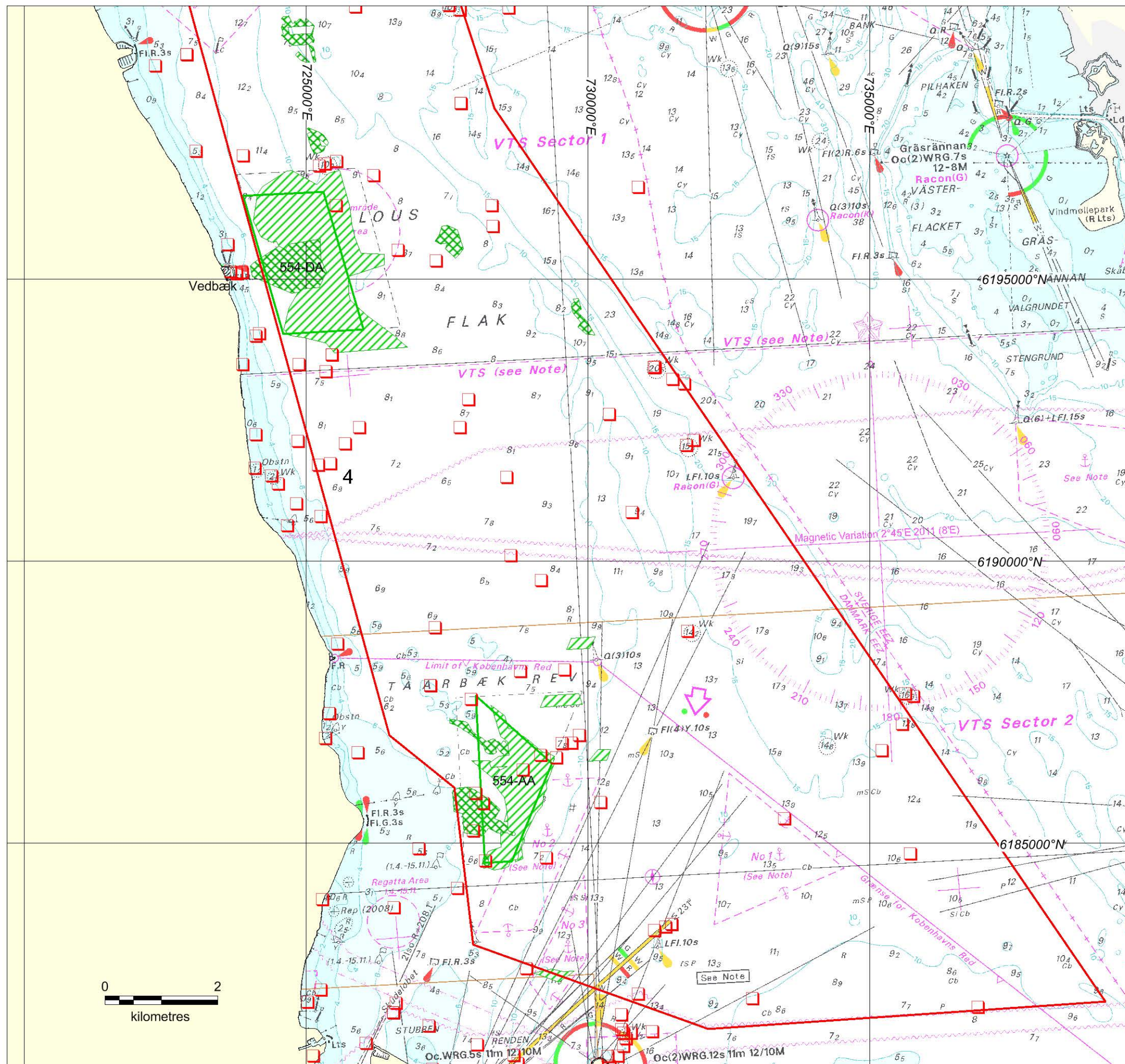
De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K



DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

Tegningsnummer:

**Bilag E2-2**





# MARIN RÅSTOFKORTLÆGNING I ØRESUND OG KØGE BUGT, 2014

## SIGNATURFORKLARING:














 Kortlægningsområde

 Indvindingsområder

 Vibrocore

 Arkiv borer

### Ressourcemægtighed (m)

-  1.0 - 2.0
-  2.0 - 3.0
-  3.0 - 4.0
-  4.0 - 5.0
-  5.0 - 6.0
-  6.0 - 7.0
-  7.0 - 8.0
-  8.0 - 9.0
-  9.0 - 10.0
-  10.0 - 11.0
-  11.0 - 12.0
-  12.0 - 13.0
-  13.0 - 14.0

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Korttema:

**Alle ressourceområder - Øresund Syd**

Klient:



Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Tegnet af JOL  
6/03-2015

Godkendt af KAE  
09/03 - 2015



De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K



DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

Tegningsnummer:

**Bilag F2.0**





**MARIN RÅSTOFKORTLÆGNING I  
ØRESUND OG KØGE BUGT, 2014**

SIGNATURFORKLARING:

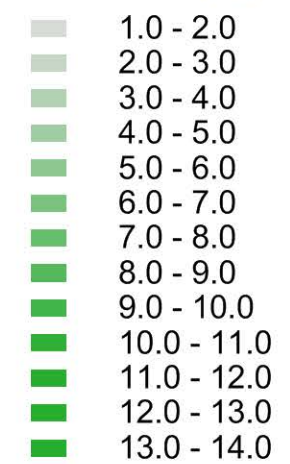
 Kortlægningsområde

 Indvindingsområder

 Vibrocore

 Arkiv borer

Ressourcemægtighed (m)



Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Korttema:

**Ressourceområde - Øresund Syd-1**

Klient:



Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Tegnet af JOL  
6/03-2015

Godkendt af KAE  
09/03 - 2015



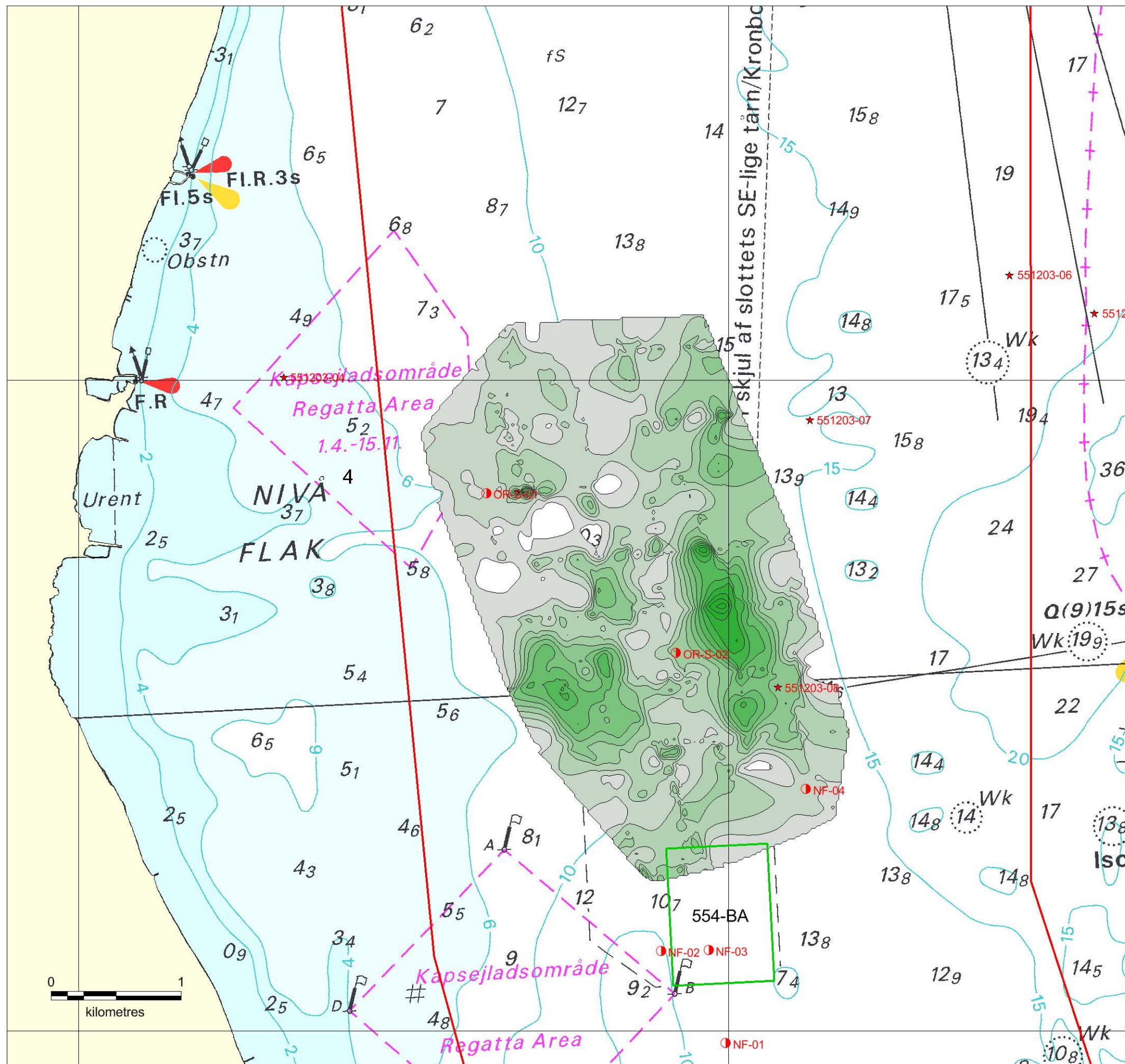
De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K



DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

Tegningsnummer:

**Bilag F2.1**





**MARIN RÅSTOFKORTLÆGNING I  
ØRESUND OG KØGE BUGT, 2014**

SIGNATURFORKLARING:

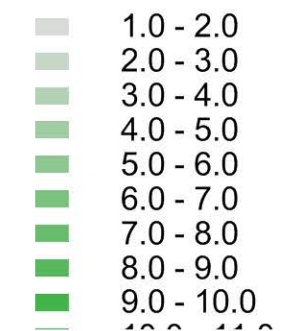
 Kortlægningsområde

 Indvindingsområder

 Vibrocore

 Arkiv borer

Ressourcemægtighed (m)



Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Korttema:

**Ressourceområde - Øresund Syd-2**

Klient:



Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Tegnet af JOL  
6/03-2015

Godkendt af KAE  
09/03 - 2015



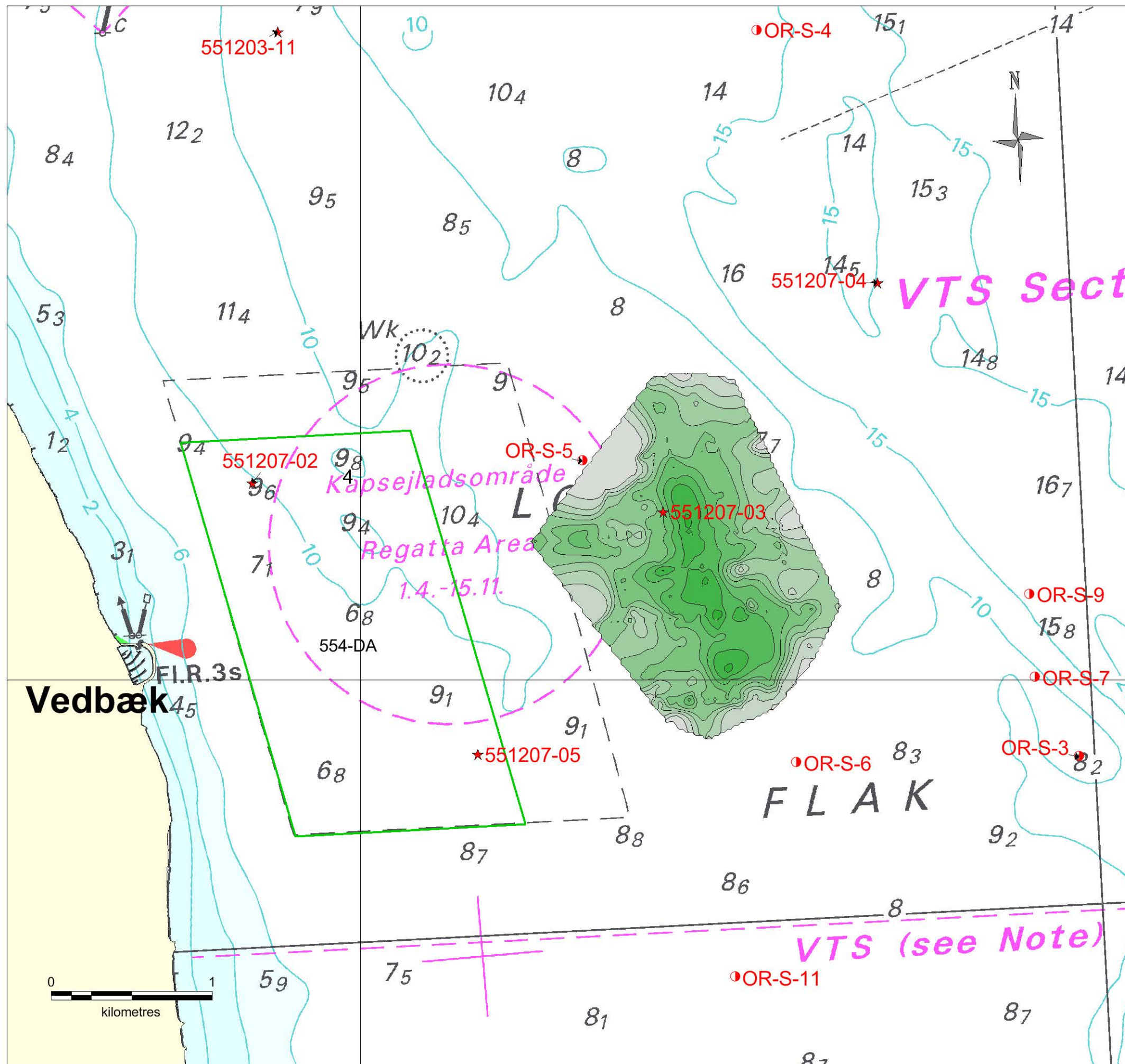
De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K



DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

Tegningsnummer:

**Bilag F2.2**





**MARIN RÅSTOFKORTLÆGNING I  
ØRESUND OG KØGE BUGT, 2014**

SIGNATURFORKLARING:

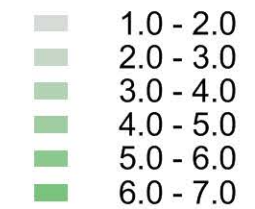
 Kortlægningsområde

 Indvindingsområder

 Vibrocore

 Arkiv boringer

Ressourcemægtighed (m)



Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Korttema:

**Ressourceområde - Øresund Syd-3**

Klient:



Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Tegnet af JOL  
6/03-2015

Godkendt af KAE  
09/03 - 2015



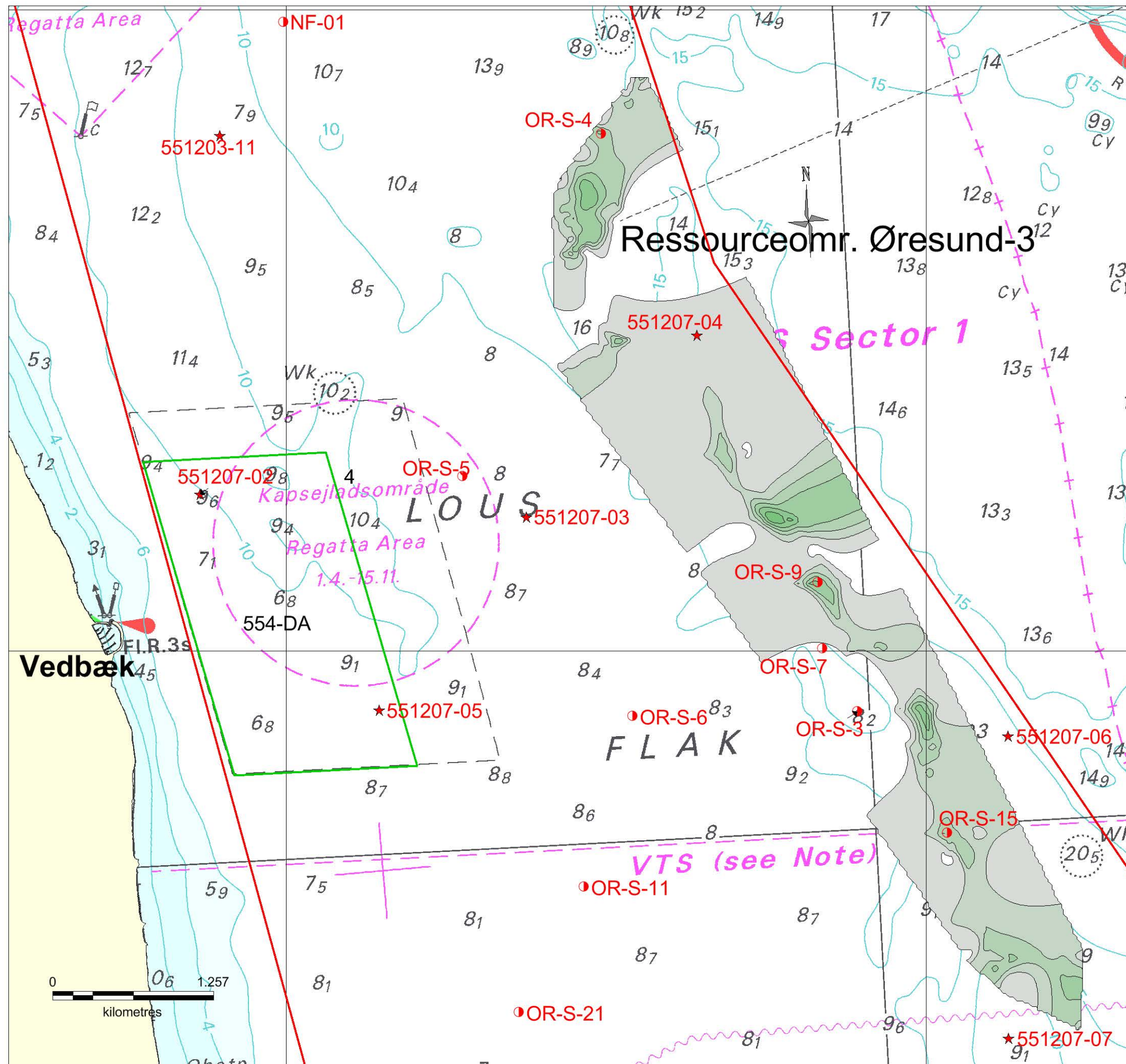
De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K



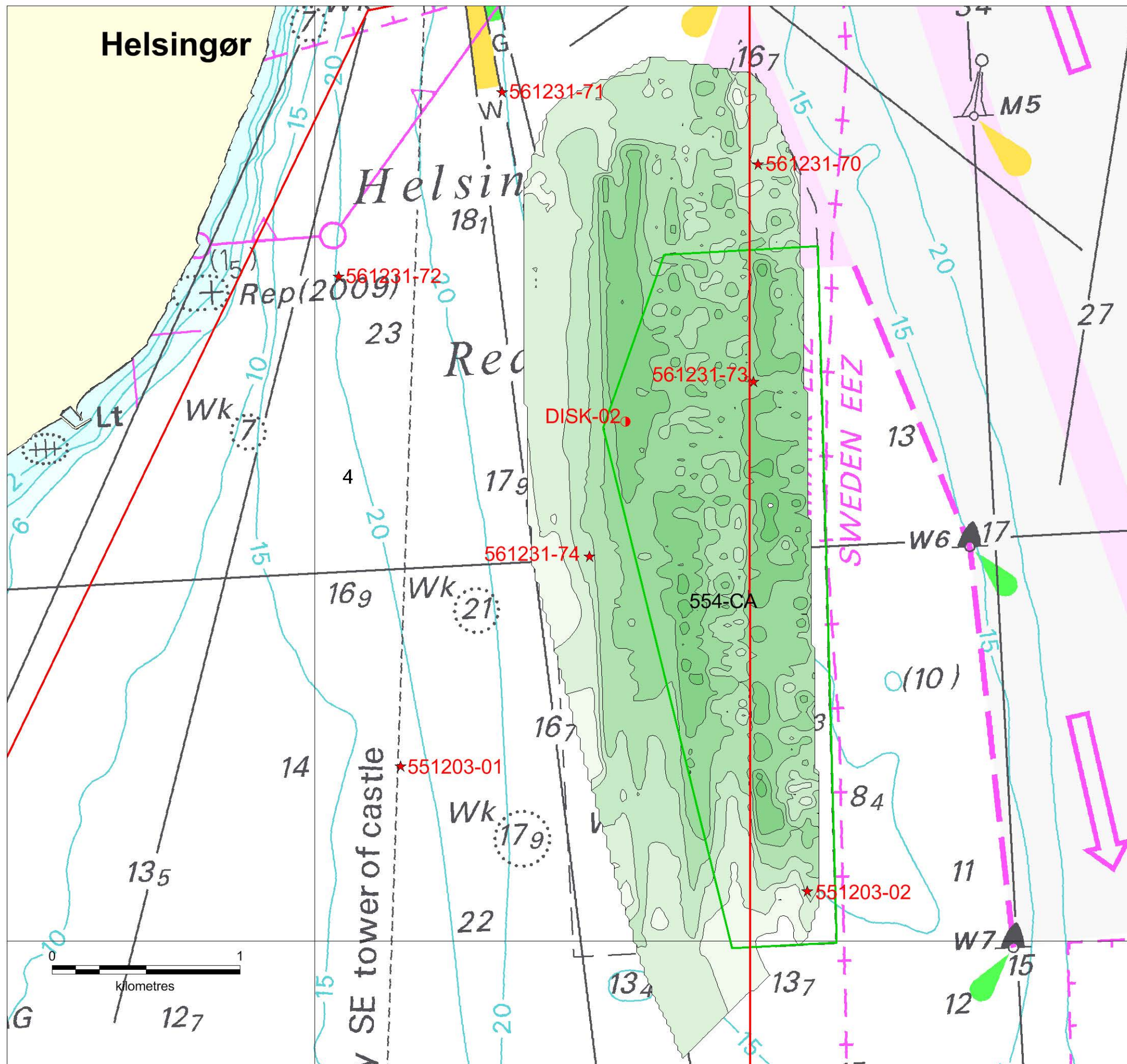
DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

Tegningsnummer:

**Bilag F2.3**







**MARIN RÅSTOFKORTLÆGNING I  
ØRESUND OG KØGE BUGT, 2014**

SIGNATURFORKLARING:

Kortlægningsområde

Indvindingsområder

Vibrocore

Arkiv boringer

Ressourcemægtighed (m)

- 1.0 - 2.0
- 2.0 - 3.0
- 3.0 - 4.0
- 4.0 - 5.0
- 5.0 - 6.0
- 6.0 - 7.0

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Korttema: **Ressourceområde - Disken**

Klient:  
 Miljøministeriet  
 Naturstyrelsen  
 Haraldsgade 53  
 2100 København Ø

Tegnet af JOL  
6/03-2015

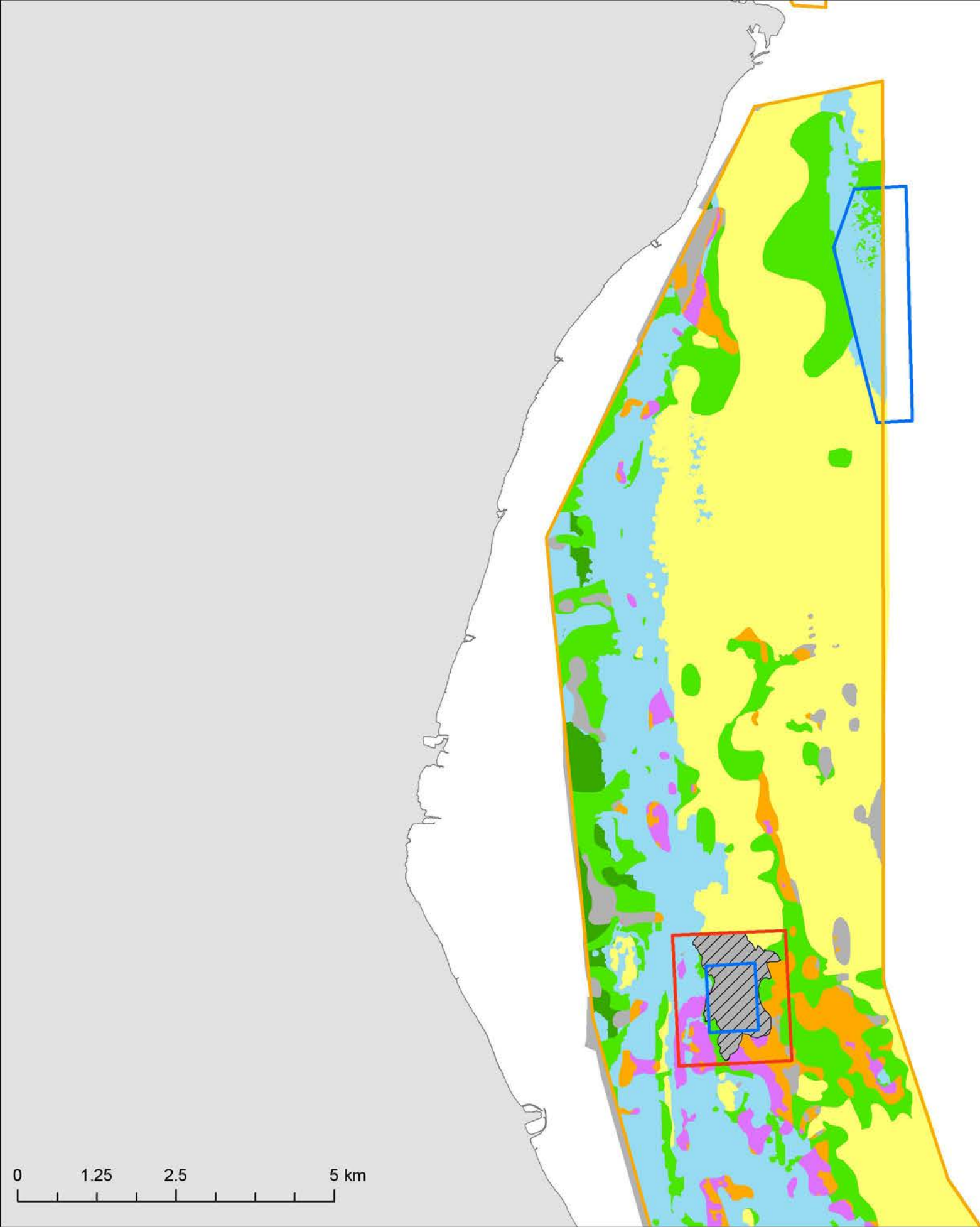
Godkendt af KAE  
09/03 - 2015

De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

Tegningsnummer: **Bilag F2.4**





**Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**

- Kortlægningsområde
- Indvindingsområder
- 500m box
- Indvinding

- Naturtype**
- Samfund domineret af blåmuslinger
  - Samfund domineret af makroalger
  - Samfund domineret af makroalger og blåmuslinger
  - Samfund domineret af makroalger og/eller blåmuslinger
  - Samfund domineret af ålegræs
  - Samfund uden væsentlige store epibentos elementer
  - No data

Datum: ETRS 89 Projektion: UTM 32 nord

Korttema:  
**Naturtyper**

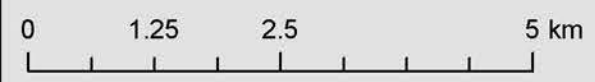
Klient: Naturstyrelsen  
Haraldgade 53  
2100 København Ø  
Miljøministeriet  
Naturstyrelsen

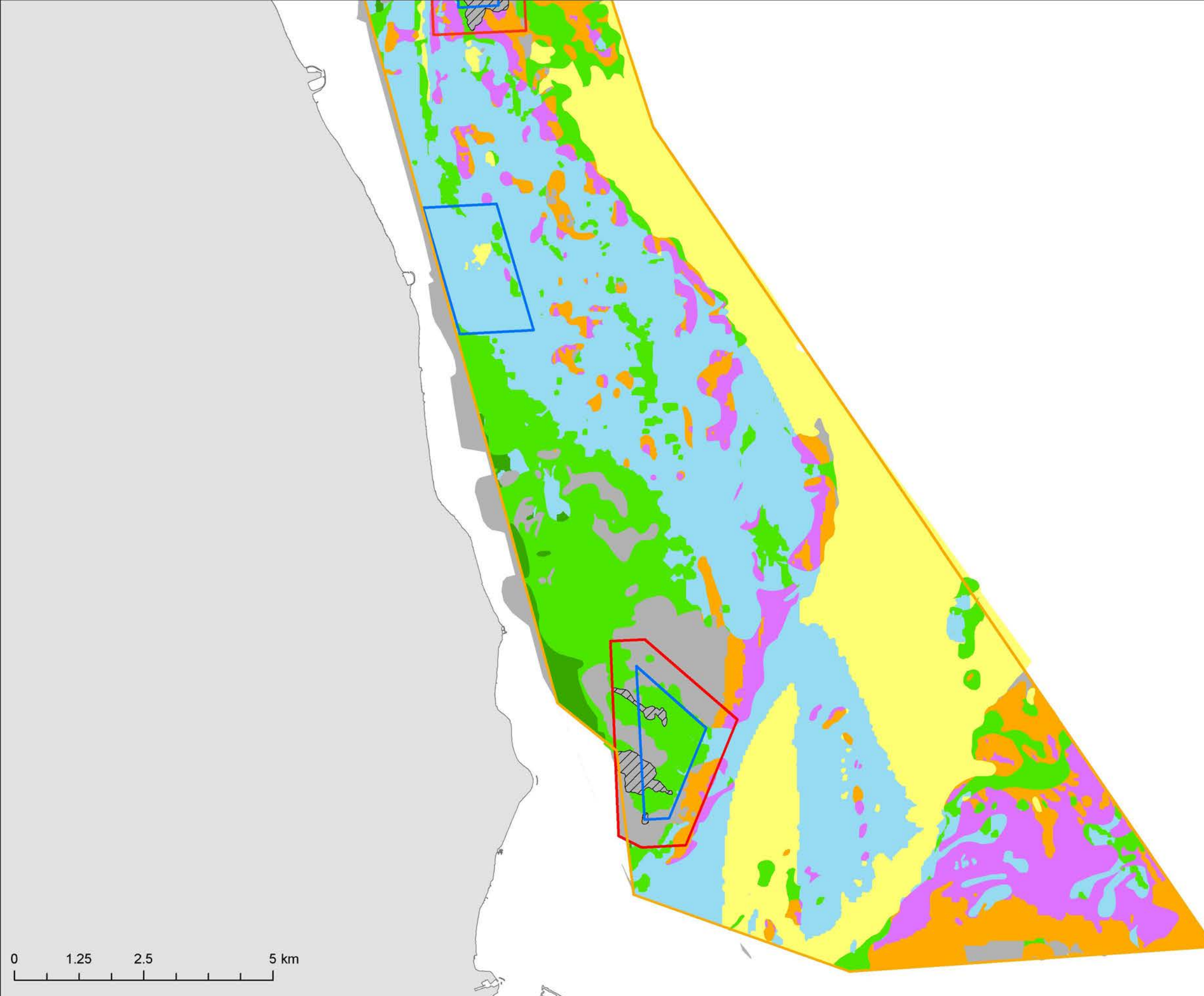
Tegnet af COG 04/02-2015	Godkendt af KDA 04/02-2015
-----------------------------	-------------------------------

**AARHUS UNIVERSITET**  
DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

**GEUS**  
De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

Tegningsnummer: **G2-1**





**Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**

-  Kortlægningsområde
-  Indvindingsområder
-  500m box
-  Indvinding


- Naturtype**
-  Samfund domineret af blåmuslinger
  -  Samfund domineret af makroalger
  -  Samfund domineret af makroalger og blåmuslinger
  -  Samfund domineret af makroalger og/eller blåmuslinger
  -  Samfund domineret af ålegræs
  -  Samfund uden væsentlige store epibentos elementer
  -  No data

Datum: ETRS 89 Projektion: UTM 32 nord

Korttema:  
**Naturtyper**

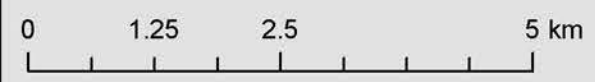
Klient:  Naturstyrelsen  
Haraldgade 53  
2100 København Ø  
Miljøministeriet  
Naturstyrelsen

Tegnet af COG 04/02-2015	Godkendt af KDA 04/02-2015
-----------------------------	-------------------------------

 Aarhus Universitet  
DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

 De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

Tegningsnummer: **G2-2**





**MARIN RÅSTOFKORTLÆGNING I  
ØRESUND OG KØGE BUGT, 2014**

**SIGNATURFORKLARING:**

-  Kortlægningsområde
-  Indvindingsområder
-  Områder med indvindingsspor
-  Substrattype 1
-  Substrattype 2
-  Substrattype 3
-  Substrattype 4
-  Videotransekt start
-  Videotransekt slut

Datum: WGS 84 Projektion: UTM zone 32 nord

Korttema:  
**Bundsubstrattyper og videotransekter**

Klient  
 Naturstyrelsen  
 Haraldsgade 53  
 2100 København Ø

Tegnet af JOL  
6/03-2015

Godkendt af KAE  
09/03-2015



De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K



DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

Tegningsnummer:










**Bilag H2**

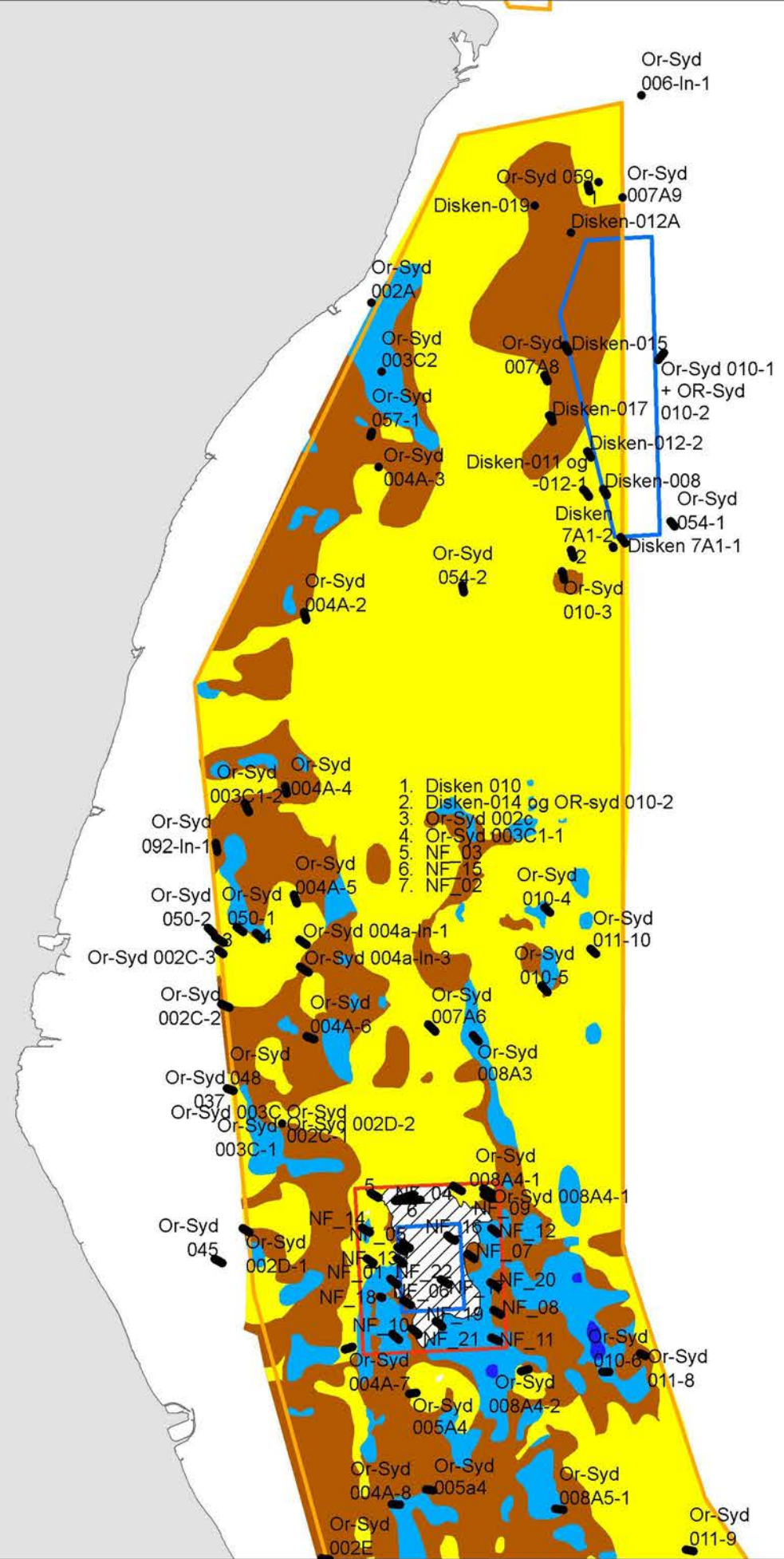




**Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**



-  Transekter
-  Kortlægningsområde
-  Indvindingsområder
-  500m box
-  Indvinding
-  Substrat 1
-  Substrat 2
-  Substrat 3
-  Substrat 4




1. Disken 010
2. Disken-014 og OR-syd 010-2
3. Or-Syd 002c
4. Or-Syd 003C1-1
5. NF\_03
6. NF\_15
7. NF\_02

Datum: ETRS 89 Projektion: UTM 32 nord

Korttema:  
**Prøvetagning stationer**

Klient: Naturstyrelsen  
Haraldgade 53  
2100 København Ø  
Miljøministeriet  
Naturstyrelsen

Tegnet af COG 04/02-2015	Godkendt af KDA 04/02-2015
-----------------------------	-------------------------------

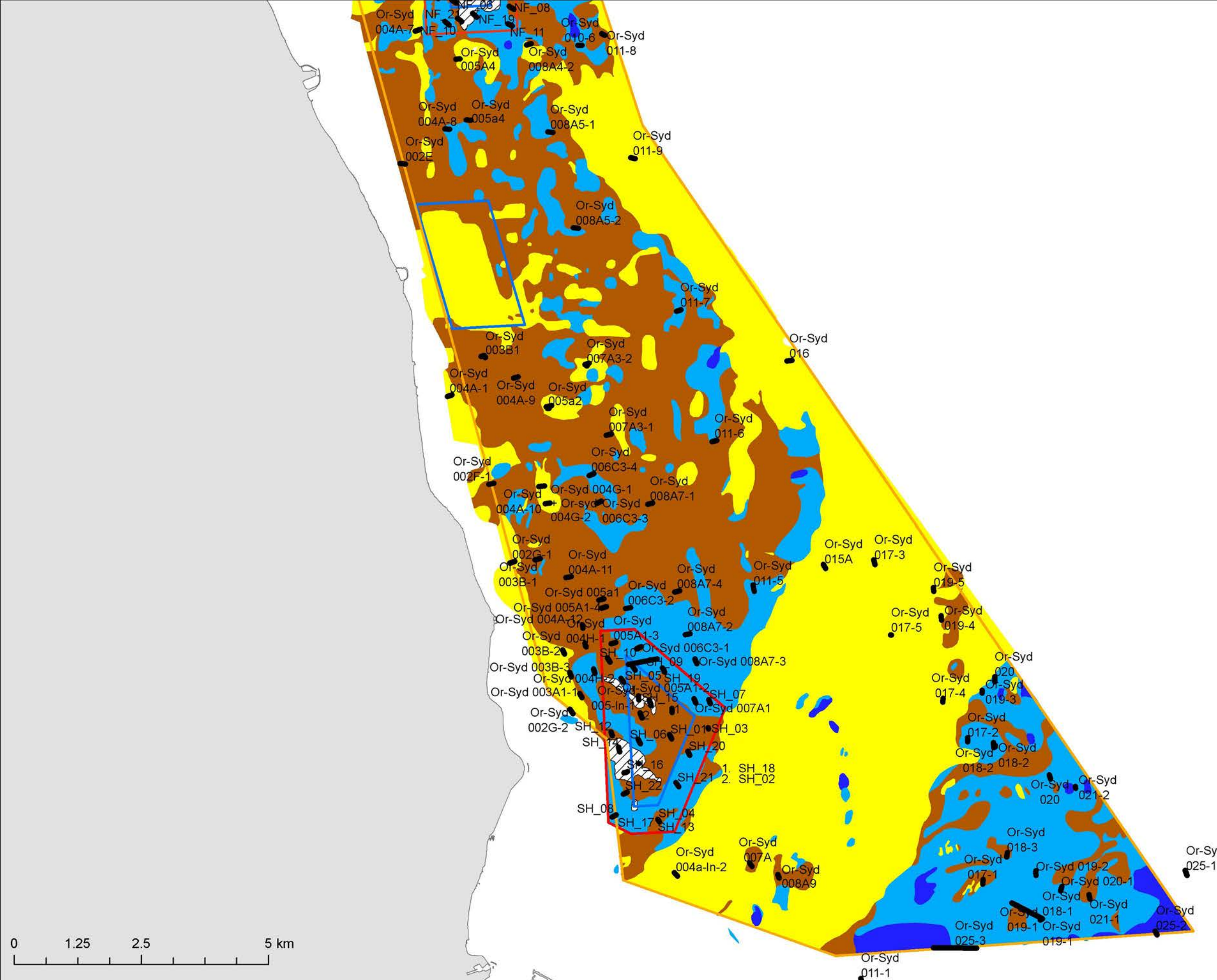
 DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

 De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

Tegningsnummer:  
**H2-1**







**Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**

- Transekter
- Kortlægningsområde
- Indvindingsområder
- 500m box
- Indvinding
- Substrat 1
- Substrat 2
- Substrat 3
- Substrat 4

Datum: ETRS 89 Projektion: UTM 32 nord

Korttema:  
**Prøvetagning stationer**

Klient: Naturstyrelsen  
Haraldgade 53  
2100 København Ø  
 Miljøministeriet  
Naturstyrelsen

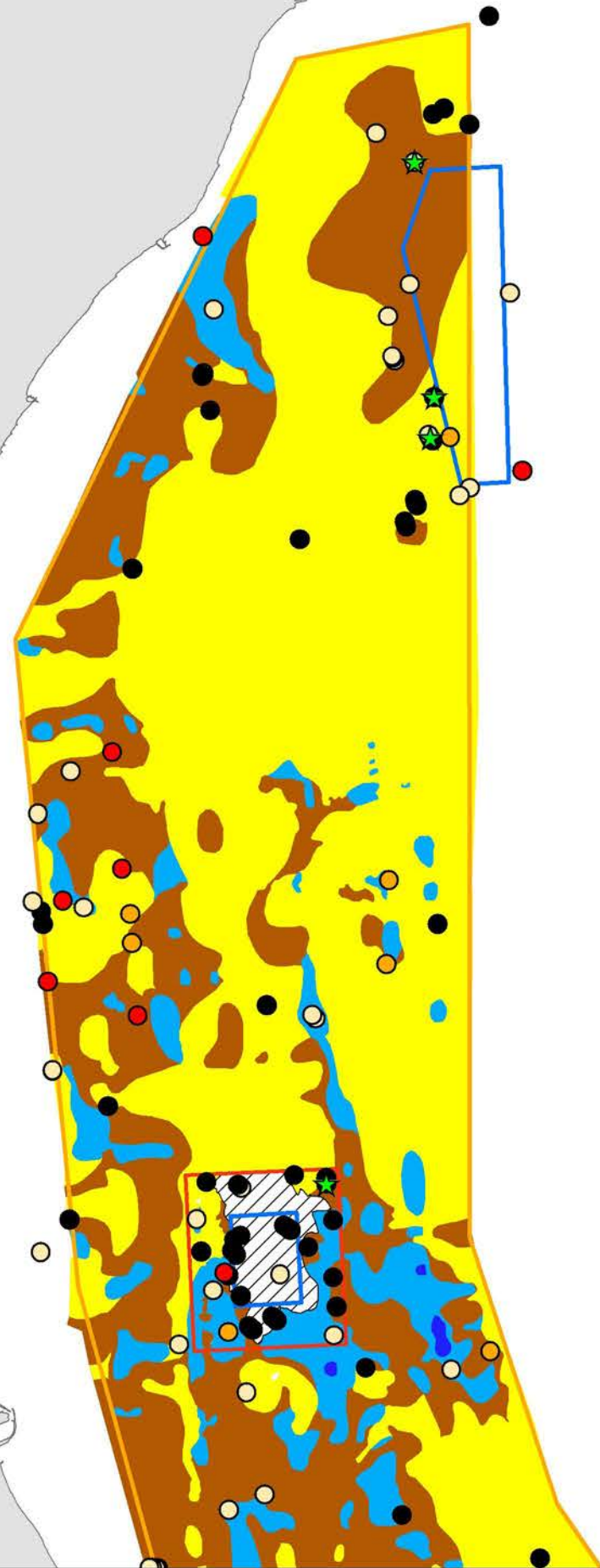
Tegnet af COG 04/02-2015	Godkendt af KDA 04/02-2015
-----------------------------	-------------------------------

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

De Nationale Geologiske  
Undersøgelser for Danmark  
og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

Tegningsnummer:  
**H2-2**

**Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**



- ★ Hestemuslinger
- Blåmuslinger, dækning i procent**
- 0
- > 0 - 10
- > 10 - 25
- > 25 - 100
- ▭ Kortlægningsområde
- ▭ Indvindingsområder
- ▭ 500m box
- ▨ Indvinding
- Substrat 1
- Substrat 2
- Substrat 3
- Substrat 4

Datum: ETRS 89 Projektion: UTM 32 nord

Korttema:  
**Tæthed af blåmuslinger på overflade substrat**

Klient: Naturstyrelsen  
Haraldgade 53  
2100 København Ø  
Miljøministeriet  
Naturstyrelsen

Tegnet af COG  
04/02-2015

Godkendt af KDA  
04/02-2015

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi  
AARHUS UNIVERSITET  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland  
GEUS  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

Tegningsnummer:  
**I2-1.1**





**Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**



★ Hestemuslinger

**Blåmuslinger, dækning i procent**

- 0
- > 0 - 10
- > 10 - 25
- > 25 - 100

□ Kortlægningsområde

□ Indvindingsområder

□ 500m box

▨ Ressource områder

Datum: ETRS 89 Projektion: UTM 32 nord

Korttema:

**Tæthed af blåmuslinger over råstofressourcer**

Klient: Naturstyrelsen  
Haraldgade 53  
2100 København Ø  
Miljøministeriet  
Naturstyrelsen

Tegnet af COG  
04/02-2015

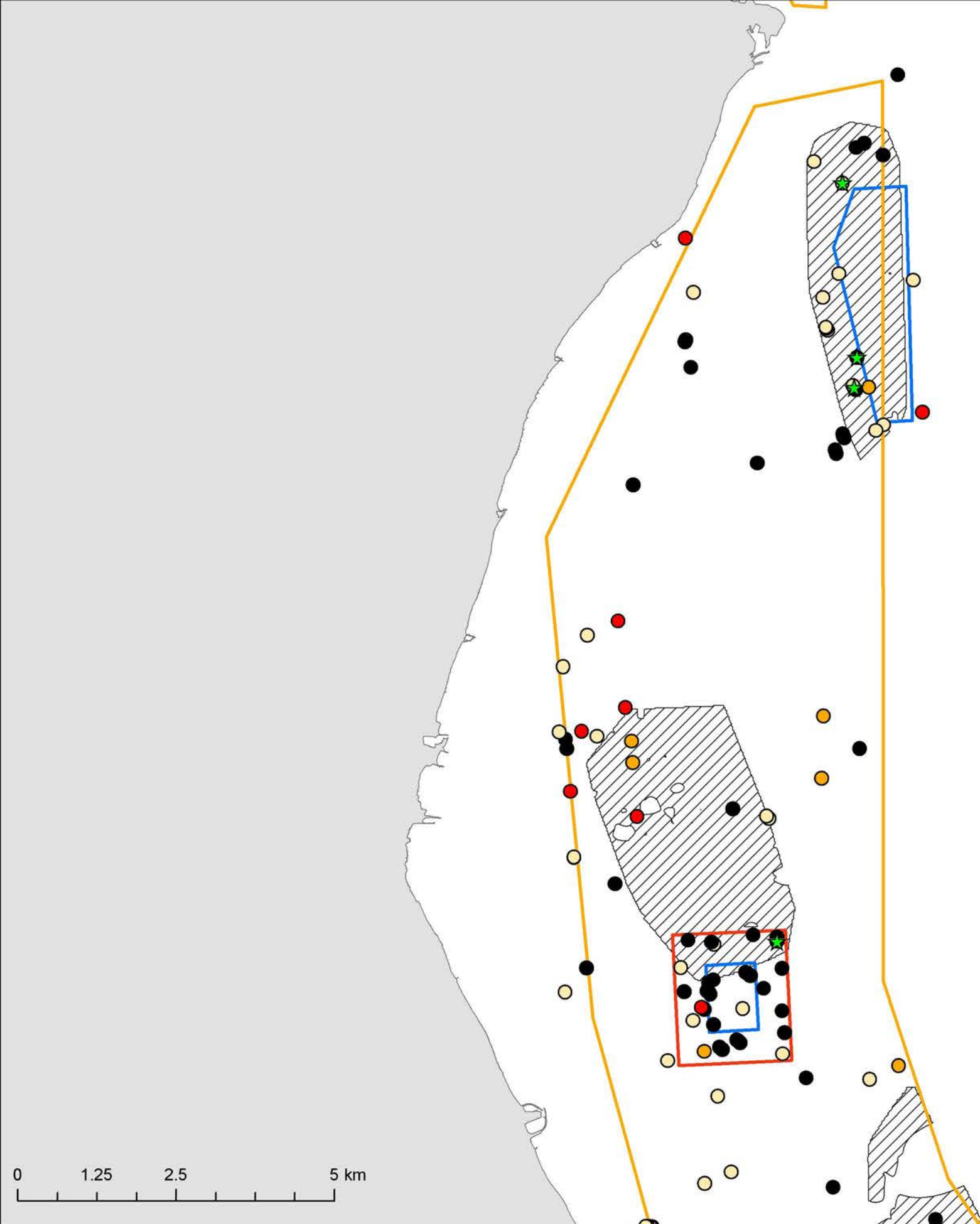
Godkendt af KDA  
04/02-2015

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

Tegningsnummer:  
**12-1.2**

0 1.25 2.5 5 km



**Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**



★ Hestemuslinger

**Blåmuslinger, dækning i procent**

- 0
- > 0 - 10
- > 10 - 25
- > 25 - 100

□ Kortlægningsområde

□ Indvindingsområder

□ 500m box

▨ Indvinding

■ Substrat 1

■ Substrat 2

■ Substrat 3

■ Substrat 4

Datum: ETRS 89 Projektion: UTM 32 nord

Korttema:

**Tæthed af blåmuslinger på overflade substrat**

Klient: Naturstyrelsen  
Haraldgade 53  
2100 København Ø  
Miljøministeriet  
Naturstyrelsen

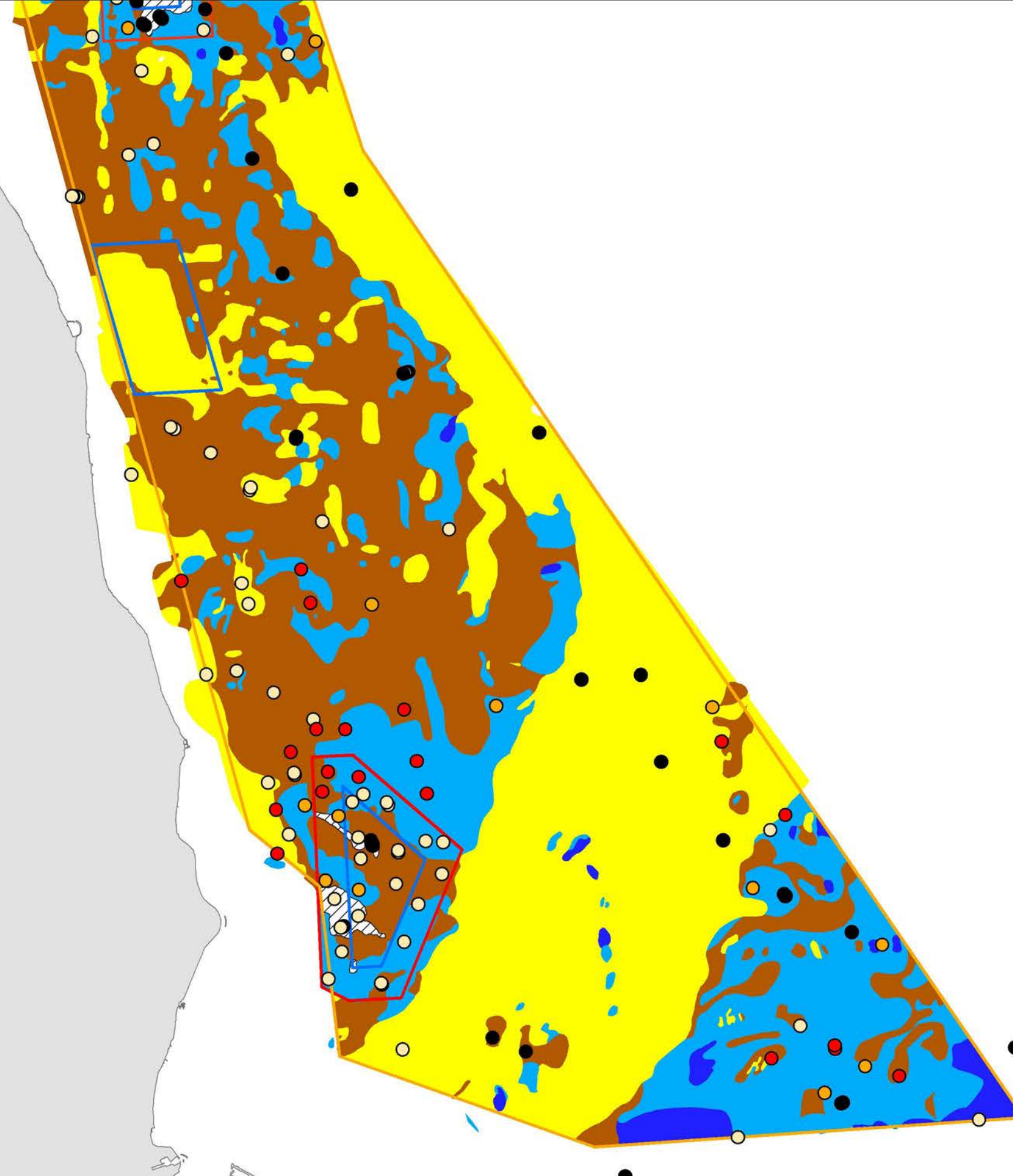
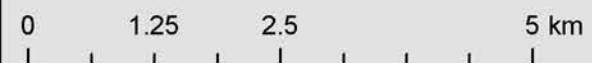
Tegnet af COG  
04/02-2015

Godkendt af KDA  
04/02-2015

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi  
AARHUS UNIVERSITET  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland  
GEUS  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

Tegningsnummer:  
**12-2.1**





Marin råstofkortlægning  
og miljøundersøgelser i  
Øresund 2014



★ Hestemuslinger

**Blåmuslinger, dækning i procent**

- 0
- > 0 - 10
- > 10 - 25
- > 25 - 100

□ Kortlægningsområde

□ Indvindingsområder

□ 500m box

□ Ressource områder

Datum: ETRS 89 Projektion: UTM 32 nord

Korttema:

**Tæthed af blåmuslinger  
over råstofressourcer**

Klient: Naturstyrelsen  
Haraldgade 53  
2100 København Ø  
 Miljøministeriet  
Naturstyrelsen

Tegnet af COG  
04/02-2015

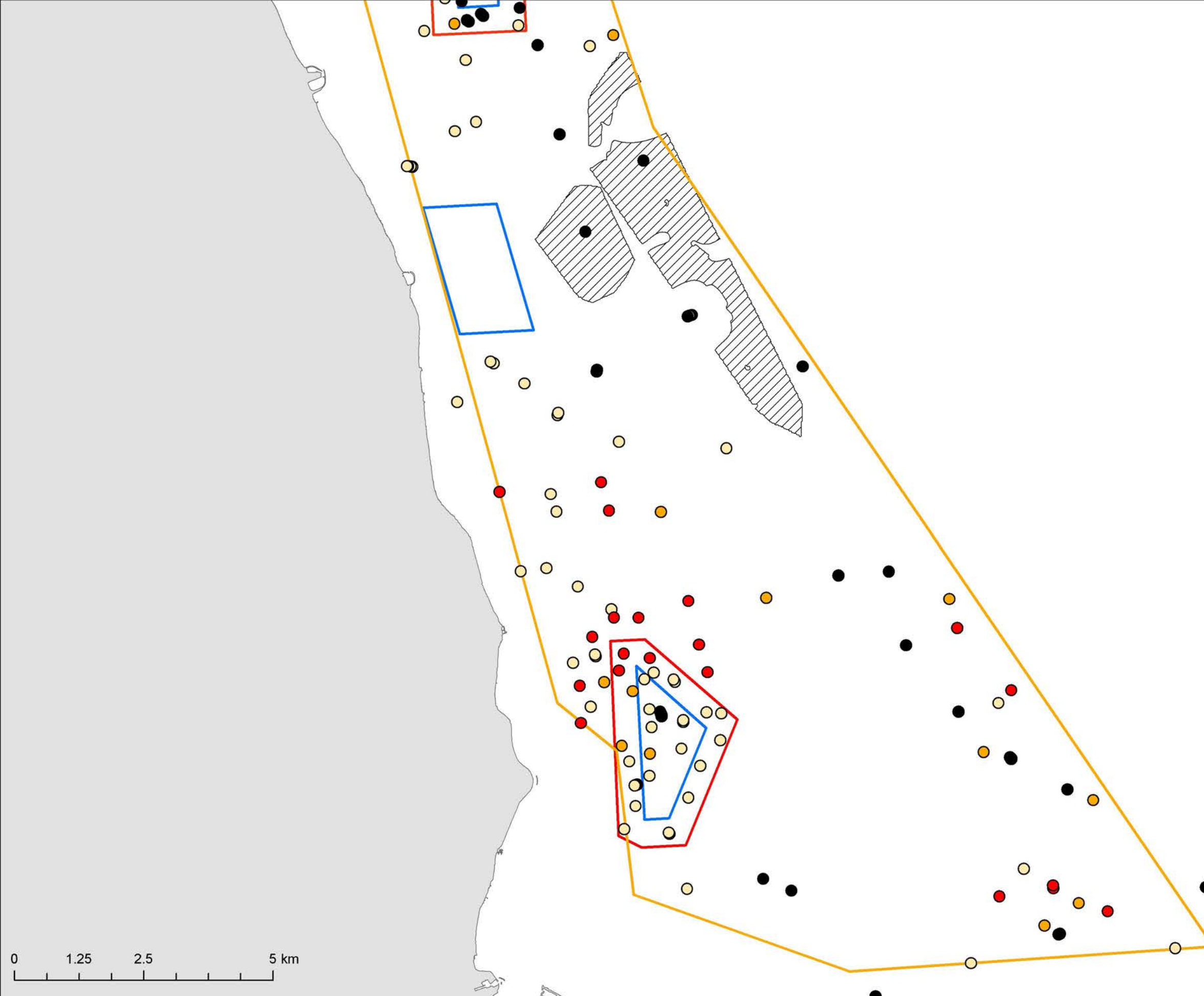
Godkendt af KDA  
04/02-2015

 Aarhus Universitet  
DCE - Nationalt Center  
for Miljø og Energi  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

 De Nationale Geologiske  
Undersøgelser for Danmark  
og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

Tegningsnummer:  
**12-2.2**

0 1.25 2.5 5 km





**Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**



**Makroalger, samlet dækning i procent**

- ▲ 0
- △ > 0 - 10
- ▲ > 10 - 25
- ▲ > 25 - 100

- Kortlægningsområde
- Indvindingsområder
- 500m box
- Indvinding
- Substrat 1
- Substrat 2
- Substrat 3
- Substrat 4

Datum: ETRS 89 Projektion: UTM 32 nord

Korttema:

**Tæthed af makroalger på overflade substrat**

Klient: Naturstyrelsen  
Haraldgade 53  
2100 København Ø  
 Miljøministeriet  
Naturstyrelsen

Tegnet af COG  
04/02-2015

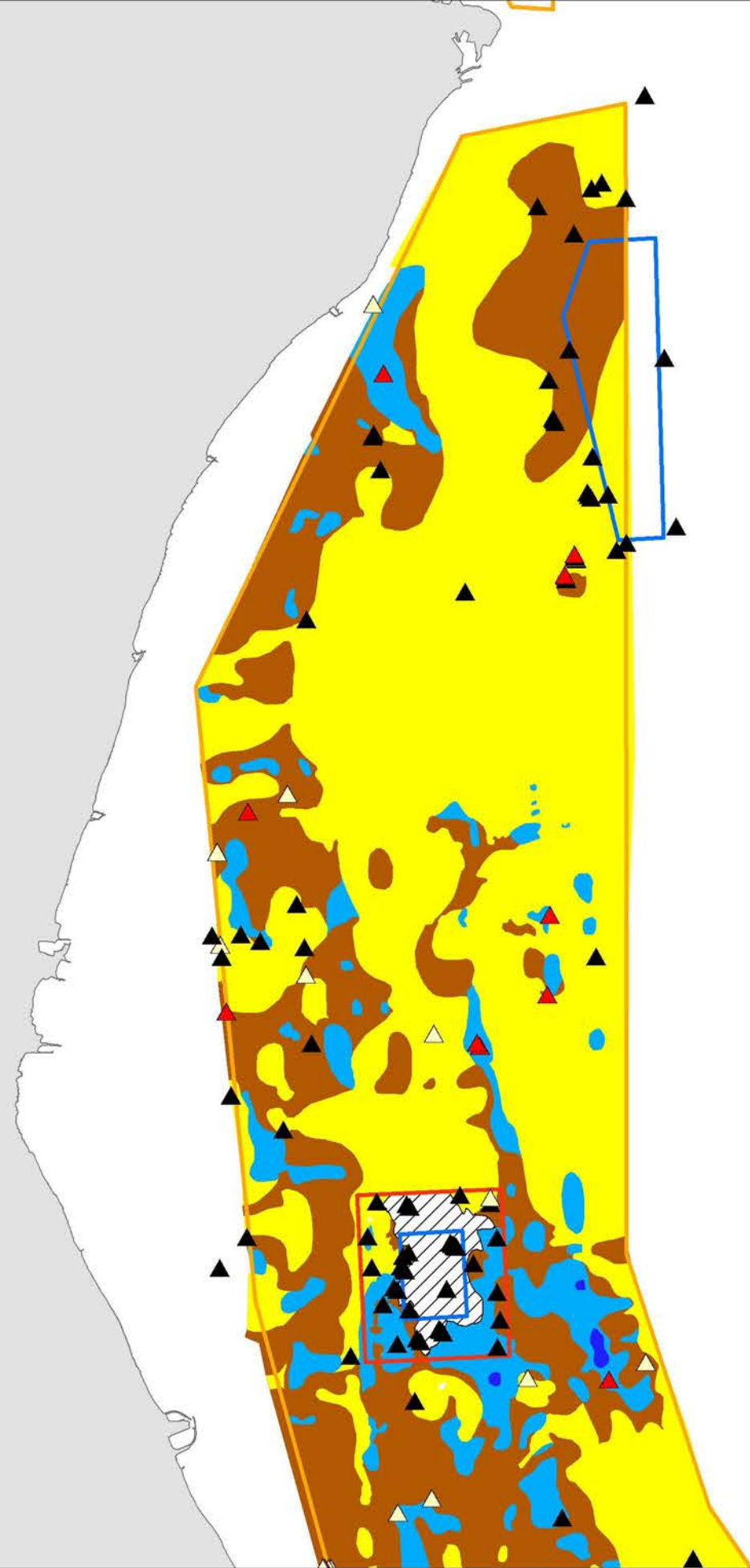
Godkendt af KDA  
04/02-2015

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

Tegningsnummer:  
**J2-1.1**

0 1.25 2.5 5 km



**Marin råstofkortlægning  
og miljøundersøgelser i  
Øresund 2014**



**Makroalger, samlet  
dækning i procent**

- ▲ 0.0
- △ > 0 - 10
- ▲ > 10 - 25
- ▲ >25 - 100

- Kortlægningsområde
- Indvindingsområder
- 500m box
- ▨ Ressource områder

Datum: ETRS 89 Projektion: UTM 32  
nord

Korttema:

**Tæthed af makroalger  
over råstofressourcer**

Klient: Naturstyrelsen  
Haraldgade 53  
2100 København Ø  
 Miljøministeriet  
Naturstyrelsen

Tegnet af COG  
04/02-2015

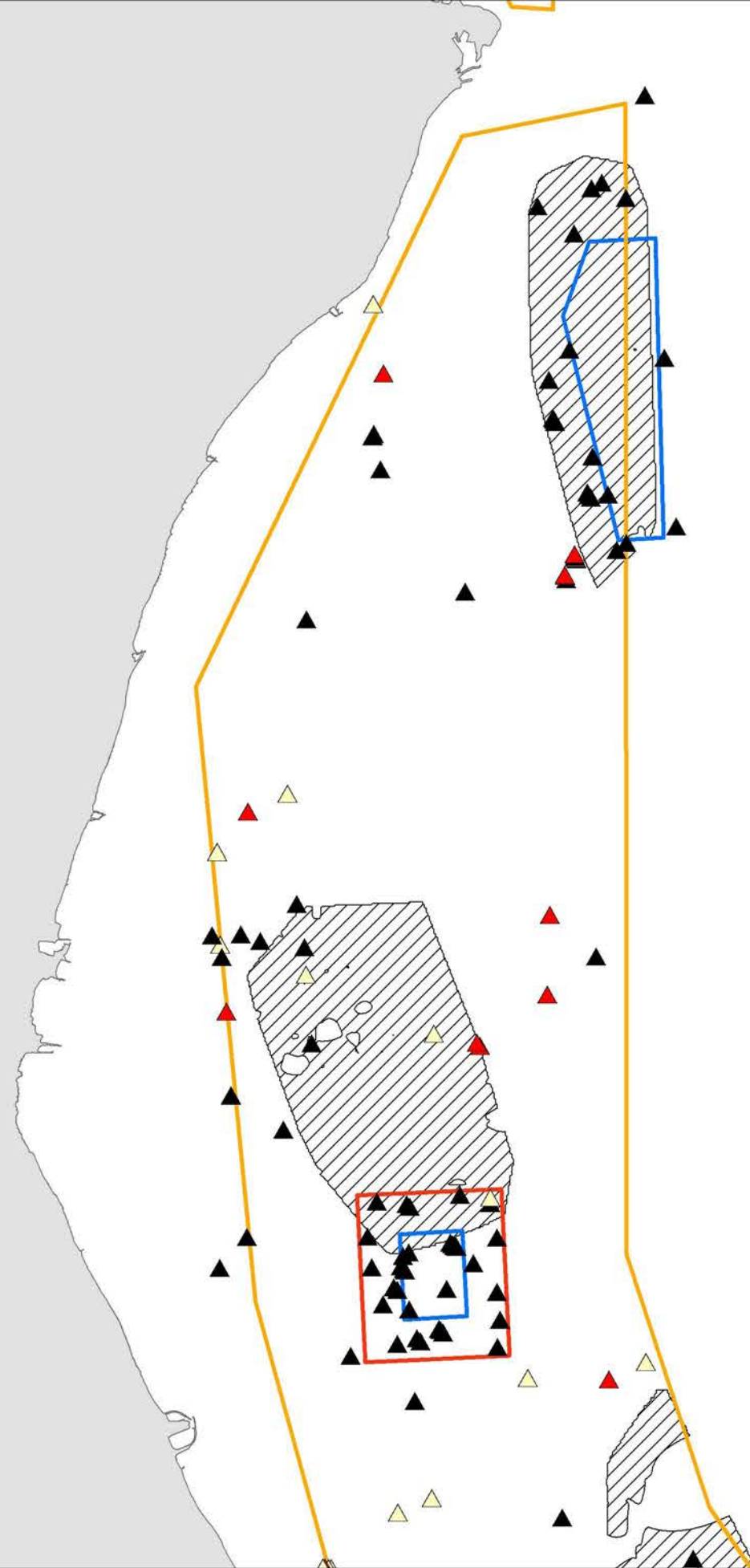
Godkendt af KDA  
04/02-2015

 AARHUS UNIVERSITET  
DCE - Nationalt Center  
for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

 GEUS  
De Nationale Geologiske  
Undersøgelser for Danmark  
og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

Tegningsnummer:  
**J2-1.2**

0 1.25 2.5 5 km





Marin råstofkortlægning  
og miljøundersøgelser i  
Øresund 2014



Makroalger, samlet  
dækning i procent

- ▲ 0
- △ > 0 - 10
- ▲ > 10 - 25
- ▲ > 25 - 100

○ Kortlægningsområde

□ Indvindingsområder

□ 500m box

▨ Indvinding

■ Substrat 1

■ Substrat 2

■ Substrat 3

■ Substrat 4

Datum: ETRS 89 Projektion: UTM 32  
nord

Korttema:

**Tæthed af makroalger  
på overflade substrat**

Klient: Naturstyrelsen  
Haraldgade 53  
2100 København Ø  
Miljøministeriet  
Naturstyrelsen

Tegnet af COG  
04/02-2015

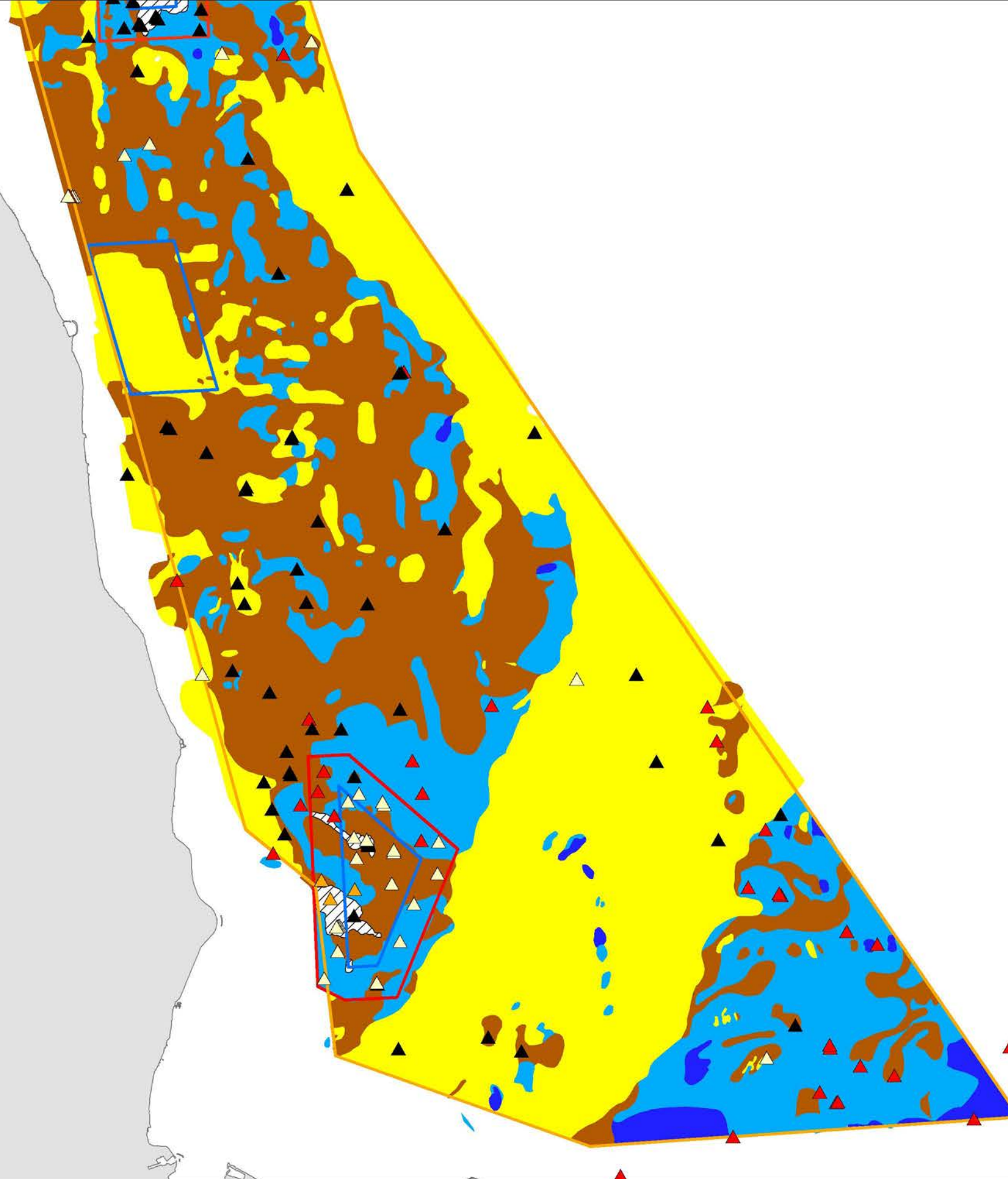
Godkendt af KDA  
04/02-2015

DCE - Nationalt Center  
for Miljø og Energi  
AARHUS UNIVERSITET  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

De Nationale Geologiske  
Undersøgelser for Danmark  
og Grønland  
GEUS  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

Tegningsnummer:  
**J2-2.1**

0 1.25 2.5 5 km





**Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**



- Makroalger, samlet dækning i procent**
- ▲ 0.0
  - △ > 0 - 10
  - ▲ > 10 - 25
  - ▲ >25 - 100
- Kortlægningsområde
  - Indvindingsområder
  - 500m box
  - Ressource områder

Datum: ETRS 89 Projektion: UTM 32 nord

Korttema:  
**Tæthed af makroalger over råstofressourcer**

Klient: Naturstyrelsen  
Haraldgade 53  
2100 København Ø  
Miljøministeriet  
Naturstyrelsen

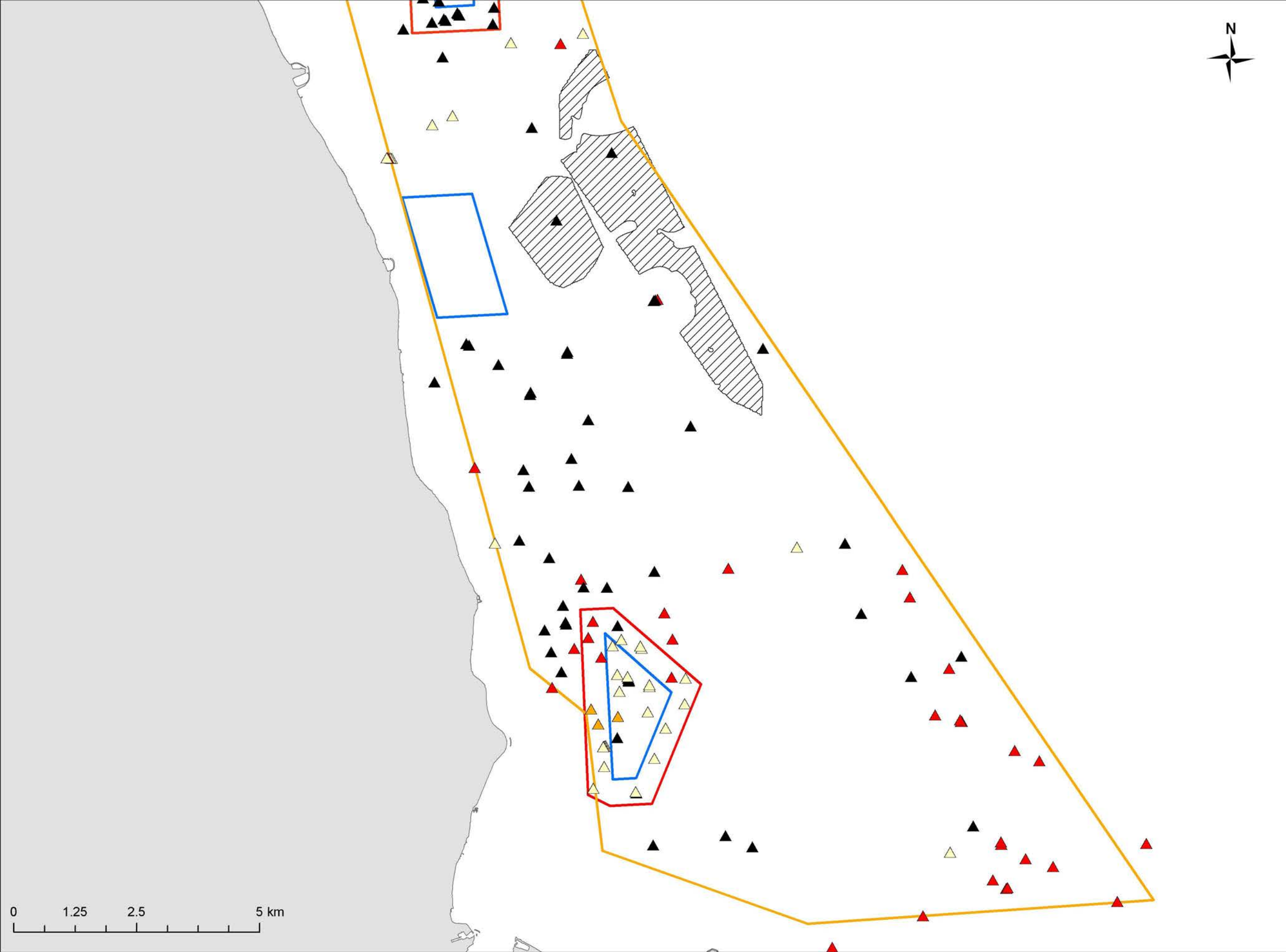
Tegnet af COG  
04/02-2015

Godkendt af KDA  
04/02-2015

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

Tegningsnummer:  
**J2-2.2**



**Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**



**Alegræs, samlet dækning i procent**

■	0
■	>0 - 10
■	>10 - 100

**NOVANA transekter (middel 2008-2013)**

■	0
■	>0 - 10
■	>10 - 100

Hovedudbredelse ekstrapoleret fra NOVANA transekter

Dybdegrænse god tilstand

Kortlægningsområde

Indvindingsområder

500m box

Indvinding

Substrat 1

Substrat 2

Substrat 3

Substrat 4

Datum: ETRS 89 Projektion: UTM 32 nord

Korttema:  
**Tæthed af ålegræs på overfladesubstrat**

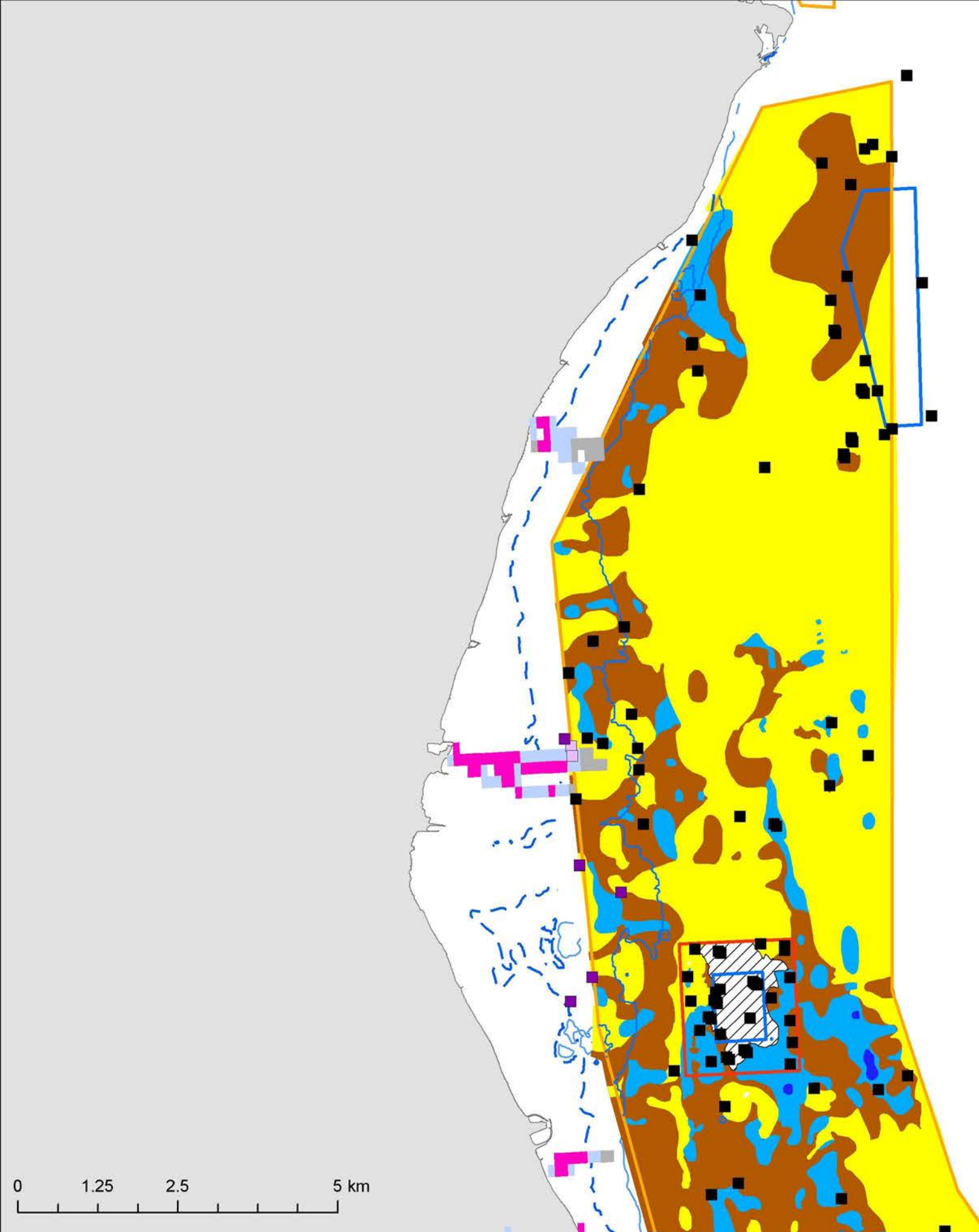
Klient: Naturstyrelsen  
Haraldgade 53  
2100 København Ø  
Miljøministeriet  
Naturstyrelsen

Tegnet af COG 04/02-2015 Godkendt af KDA 04/02-2015

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

Tegningsnummer:  
**K2-1.1**





# Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014

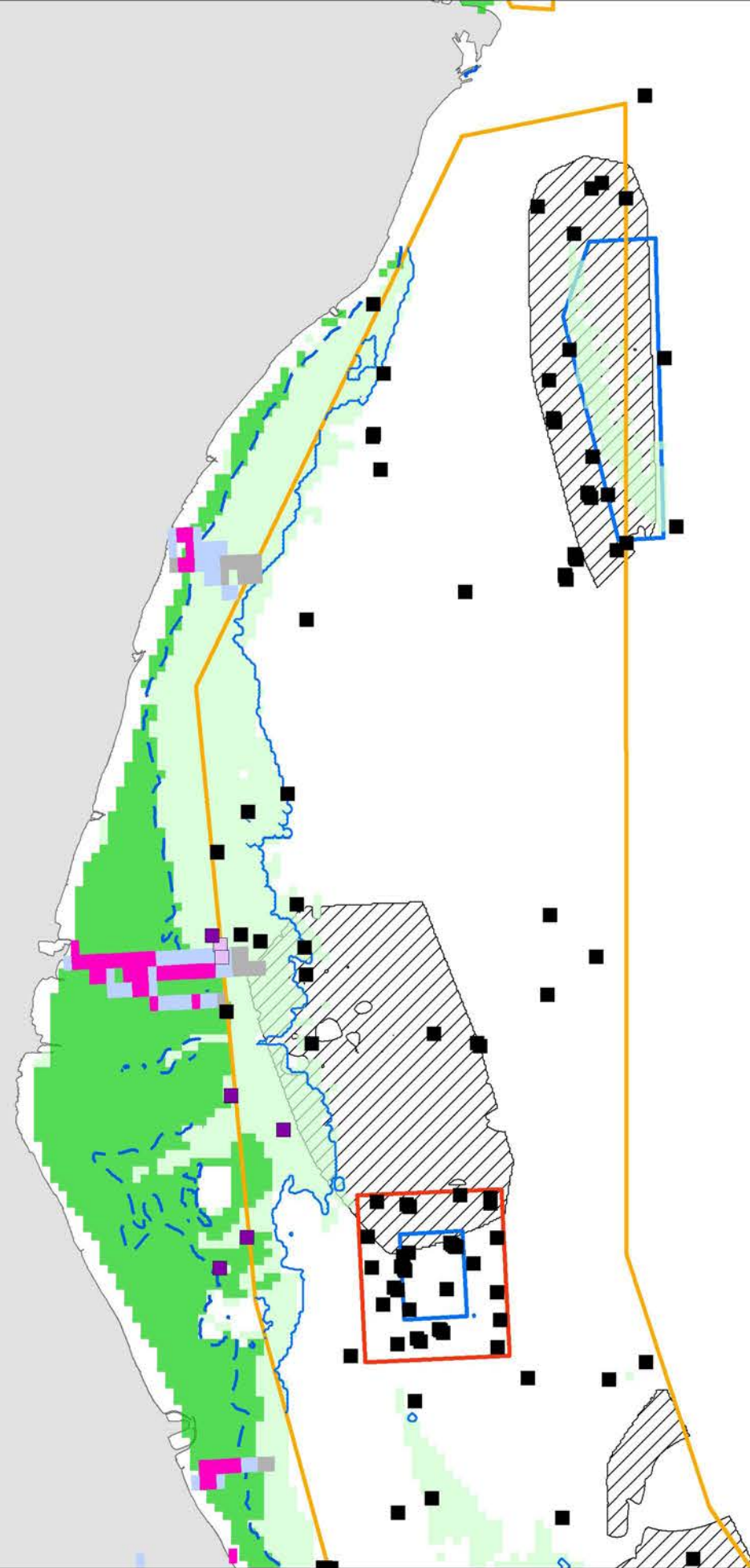


Ålegræs, samlet dækning i procent	NOVANA transekter (middel 2008-2013)
■ 0	■ 0
■ >0 - 10	■ >0- 10
■ >10 - 100	■ >10 - 100

- Hovedudbredelse ekstrapoleret fra NOVANA transekter
- Dybdegrænse god tilstand
- Kortlægningsområde

### Ålegræs model

- > 0 - 10
- > 10 - 100
- Indvindingsområder
- 500m box
- Ressource områder



Datum: ETRS 89 Projektion: UTM 32 nord

Korttema:

## Tæthed af ålegræs over råstofressourcer

Klient: Naturstyrelsen  
Haraldgade 53  
2100 København Ø  
Miljøministeriet  
Naturstyrelsen

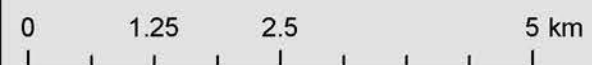
Tegnet af COG  
04/02-2015

Godkendt af KDA  
04/02-2015

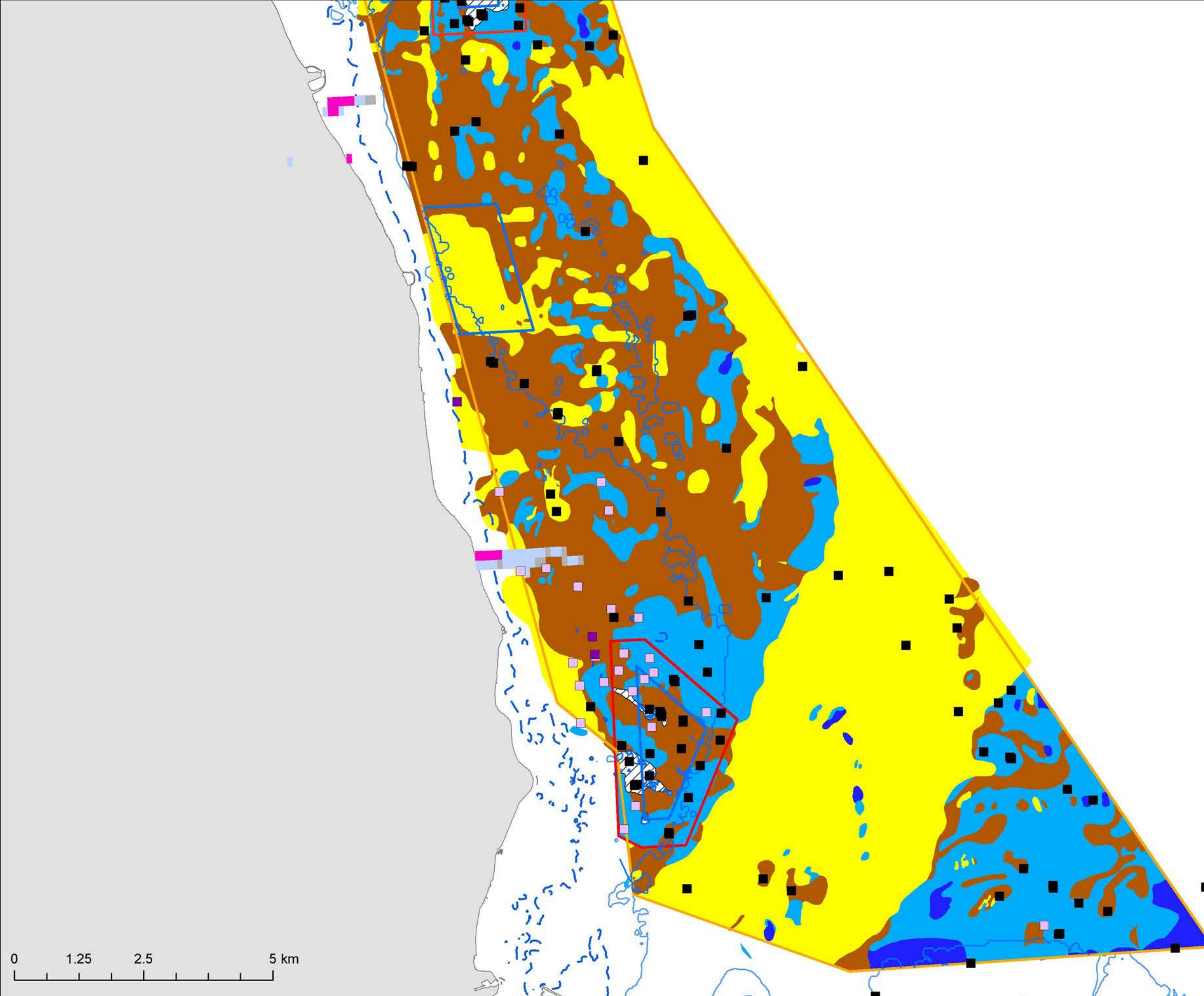
DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

Tegningsnummer:  
**K2-1.2**







**Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**

Aleggræs, samlet dækning i procent	NOVANA transekter (middel 2008-2013)
■ 0	■ 0
■ >0 - 10	■ >0 - 10
■ >10 - 100	■ >10 - 100

- Hovedudbredelse ekstrapoleret fra NOVANA transekter
- Dybdegrænse god tilstand
- Kortlægningsområde
- Indvindingsområder
- 500m box
- ▨ Indvinding
- Substrat 1
- Substrat 2
- Substrat 3
- Substrat 4

Datum: ETRS 89 Projektion: UTM 32 nord

Korttema:  
**Tæthed af ålegræs på overfladesubstrat**

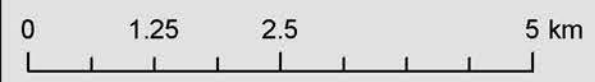
Klient: Naturstyrelsen  
Haraldgade 53  
2100 København Ø  
Miljøministeriet  
Naturstyrelsen

Tegnet af COG 04/02-2015	Godkendt af KDA 04/02-2015
-----------------------------	-------------------------------

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi  
AARHUS UNIVERSITET  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland  
GEUS  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

Tegningsnummer:  
**K2-2.1**





**Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**



Ålegræs, samlet dækning i procent	NOVANA transekter (middel 2008-2013)
■ 0	■ 0
■ >0 - 10	■ >0 - 10
■ >10 - 100	■ >10 - 100

- Hovedudbredelse ekstrapoleret fra NOVANA transekter
- Dybdegrænse god tilstand
- Kortlægningsområde

**Ålegræs model**

■ > 0 - 10
■ > 10 - 100
■ Indvindingsområder
■ 500m box
■ Ressource områder

Datum: ETRS 89 Projektion: UTM 32 nord

Korttema:

**Tæthed af ålegræs over råstofressourcer**

Klient: Naturstyrelsen  
Haraldgade 53  
2100 København Ø  
Miljøministeriet  
Naturstyrelsen

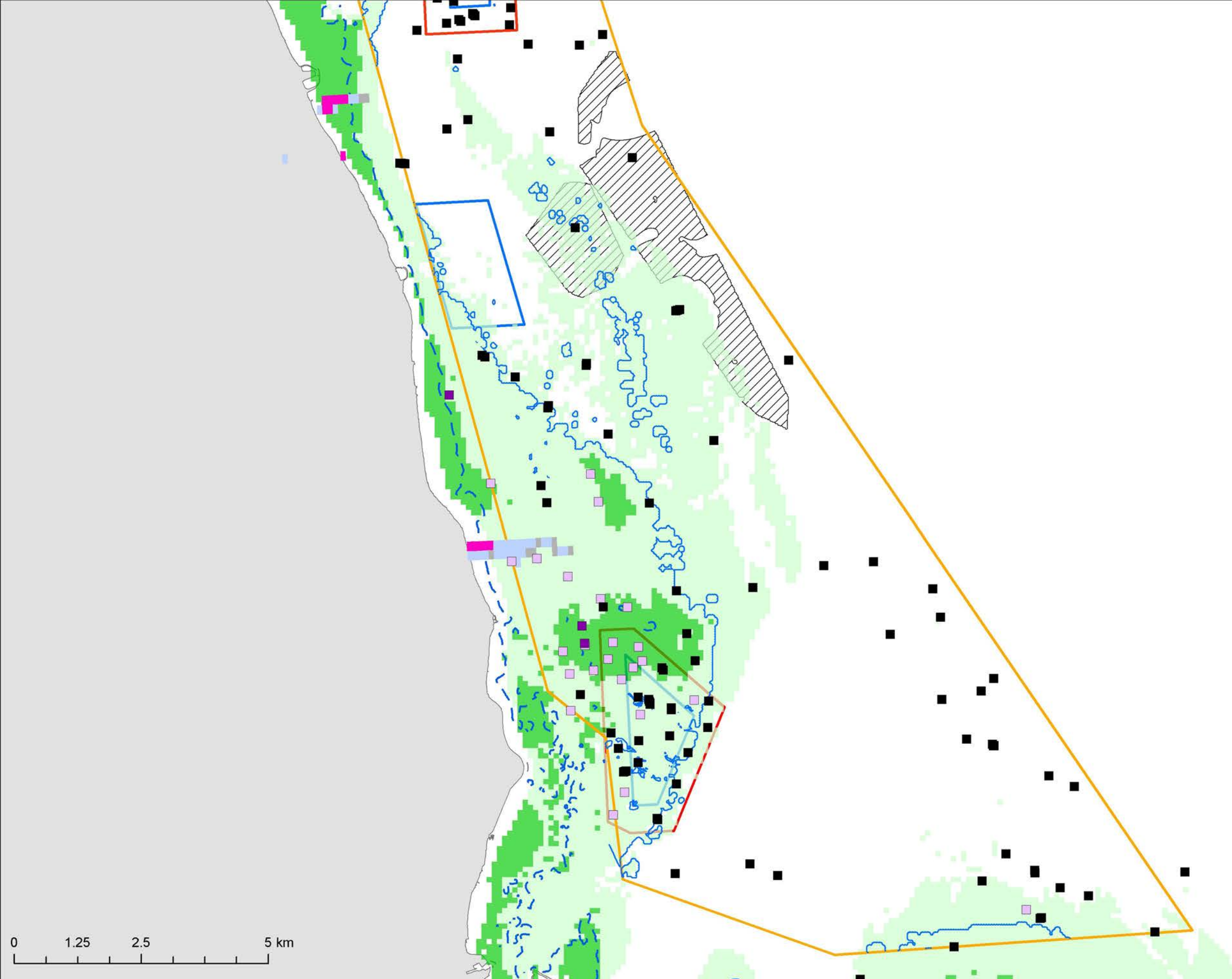
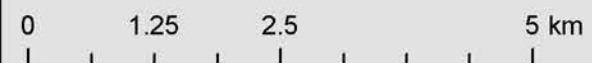
Tegnet af COG  
04/02-2015

Godkendt af KDA  
04/02-2015

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K


Tegningsnummer:  
**K2-2.2**





# Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014

SIGNATURFORKLARING:

 Kortlægningsområde

 Indvindingsområder

Overfladenær geologi:

 Områder med kortlagte ressourcer

 Glaciale aflejringer/moræne

 Marint sand/grus - tyndt dæklag

 Marint sand - tyndt dæklag

 Marint dyndet sand

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Korttema:

**Kortlægning af ressourcer**

Klient:



Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Tegnet af JOL  
6/03-2015

Godkendt af KAE  
09/03 - 2015



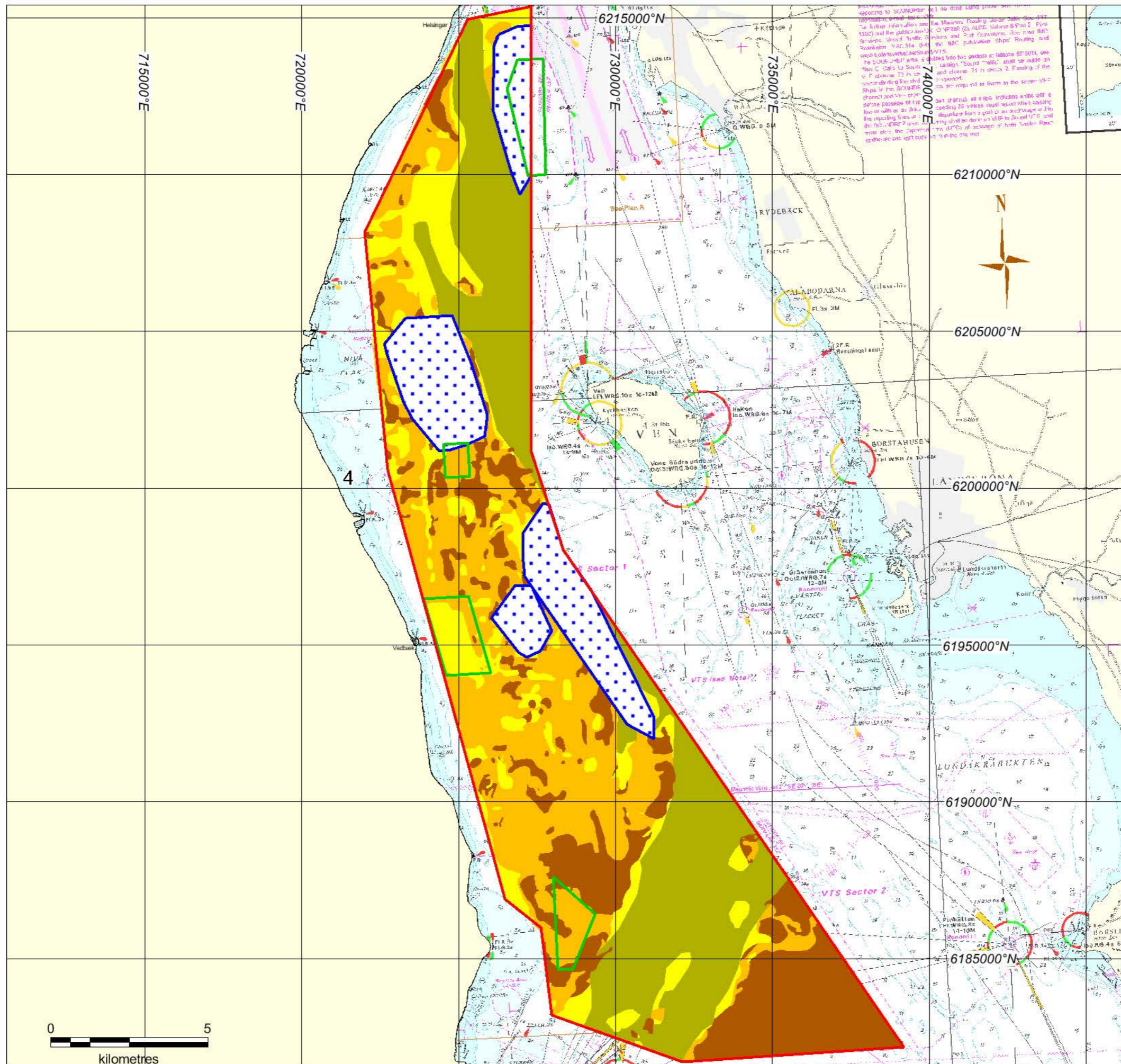
De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K



DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

Tegningsnummer:



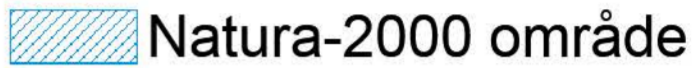
**Bilag L2 Øresund Syd**






# Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014

SIGNATURFORKLARING:

-  Kortlægningsområde
-  Indvindingsområder
-  Natura-2000 område

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Korttema: **Undersøgelsesområdet**

Klient:  Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Tegnet af NNP  
4/2-2015

Godkendt af KAE  
6/2-2015



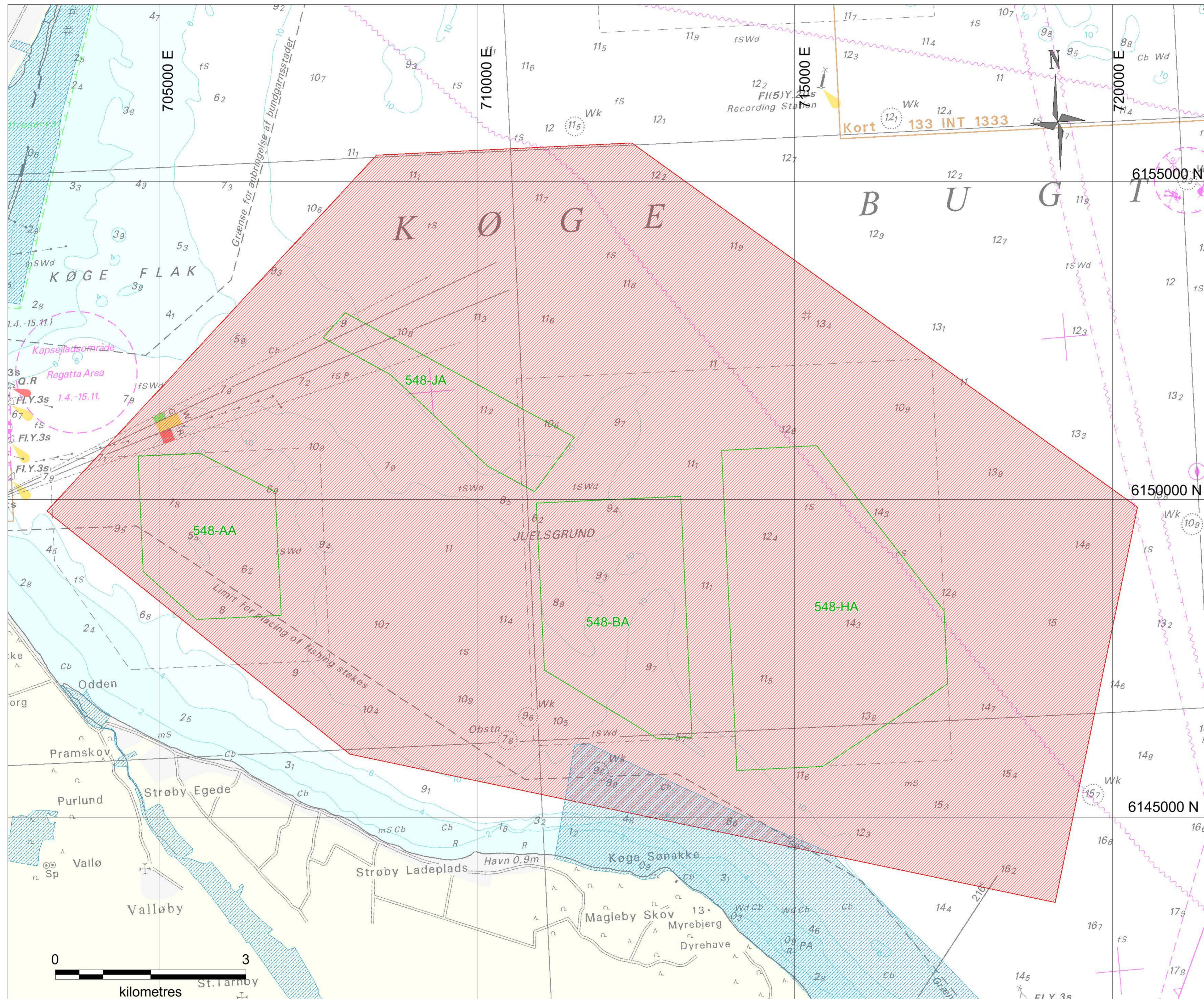
De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K



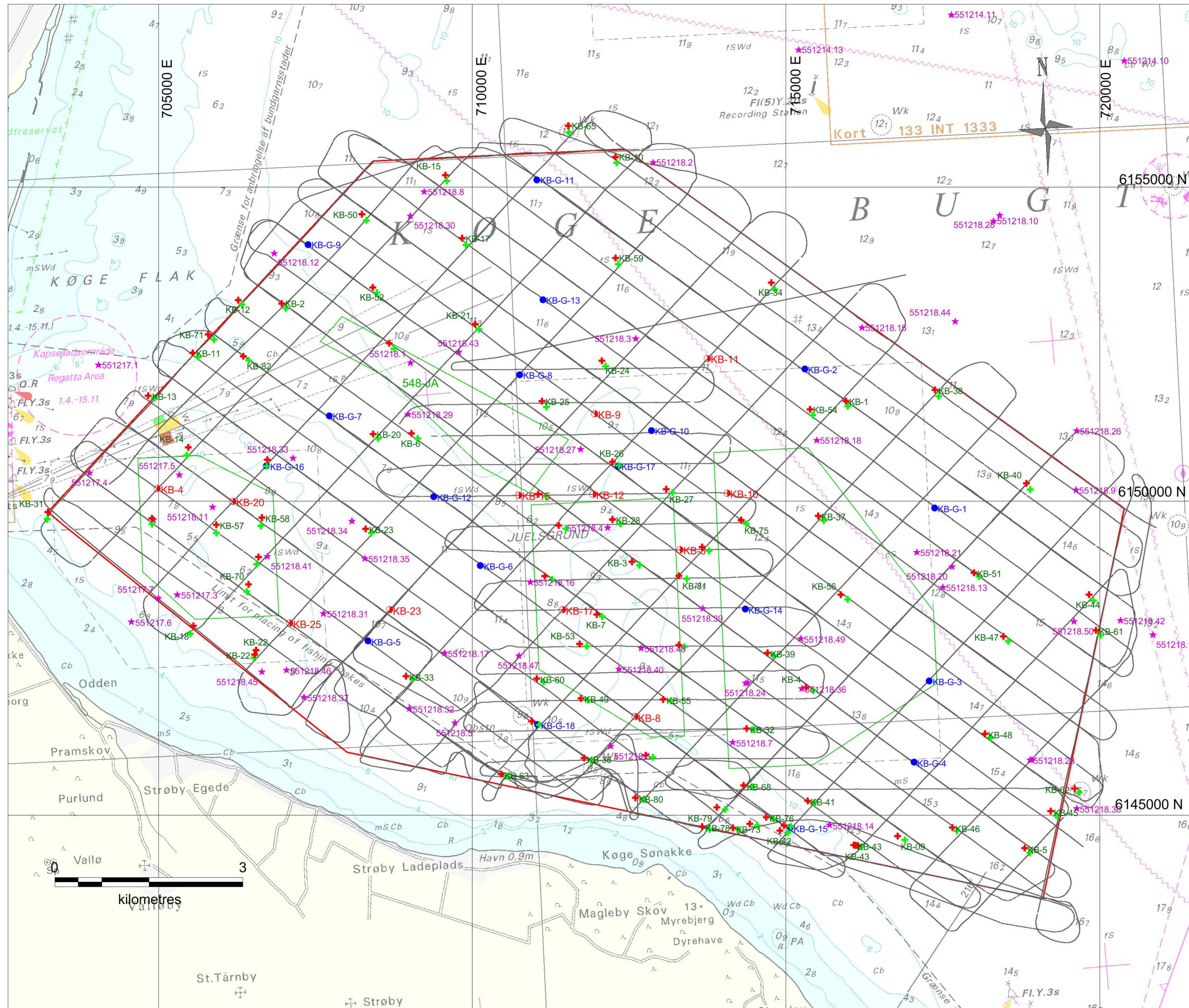
DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

Tegningsnummer:

**Bilag A3\_Køge Bugt**







# Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014

SIGNATURFORKLARING:

- Råstofkortlægningsområde
- Indvindingsområder
- + Videotransekt start
- + Videotransekt slut
- Grab prøve
- Vibrocore
- ★ Arkiv overfladeprøve
- Seljlinje

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Korttema:  
**Sejllinjer og bundverifikationspunkter**

Klient:  

 Naturstyrelsen  
 Haraldsgade 53  
 2100 København Ø

Tegnet af NNP 4/2-2015 Godkendt af KAE 6/2-2015

De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland  
 Øster Voldgade 10  
 1350 København K

DCE  
 Nationalt Center for Miljø og Energi  
 Aarhus Universitet  
 Frederiksborgvej 399  
 Postboks 358  
 4000 Roskilde

Tegningsnummer:  
**Bilag B3\_Køge Bugt**

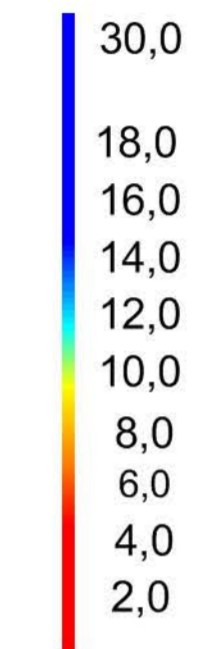


# Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014

SIGNATURFORKLARING:

 Kortlægningsområde

Dybdekontur (m)



Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Korttema:

**Dybdeforhold**

Klient:



Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Tegnet af NNP  
4/2-2015

Godkendt af KAE  
6/2-2015



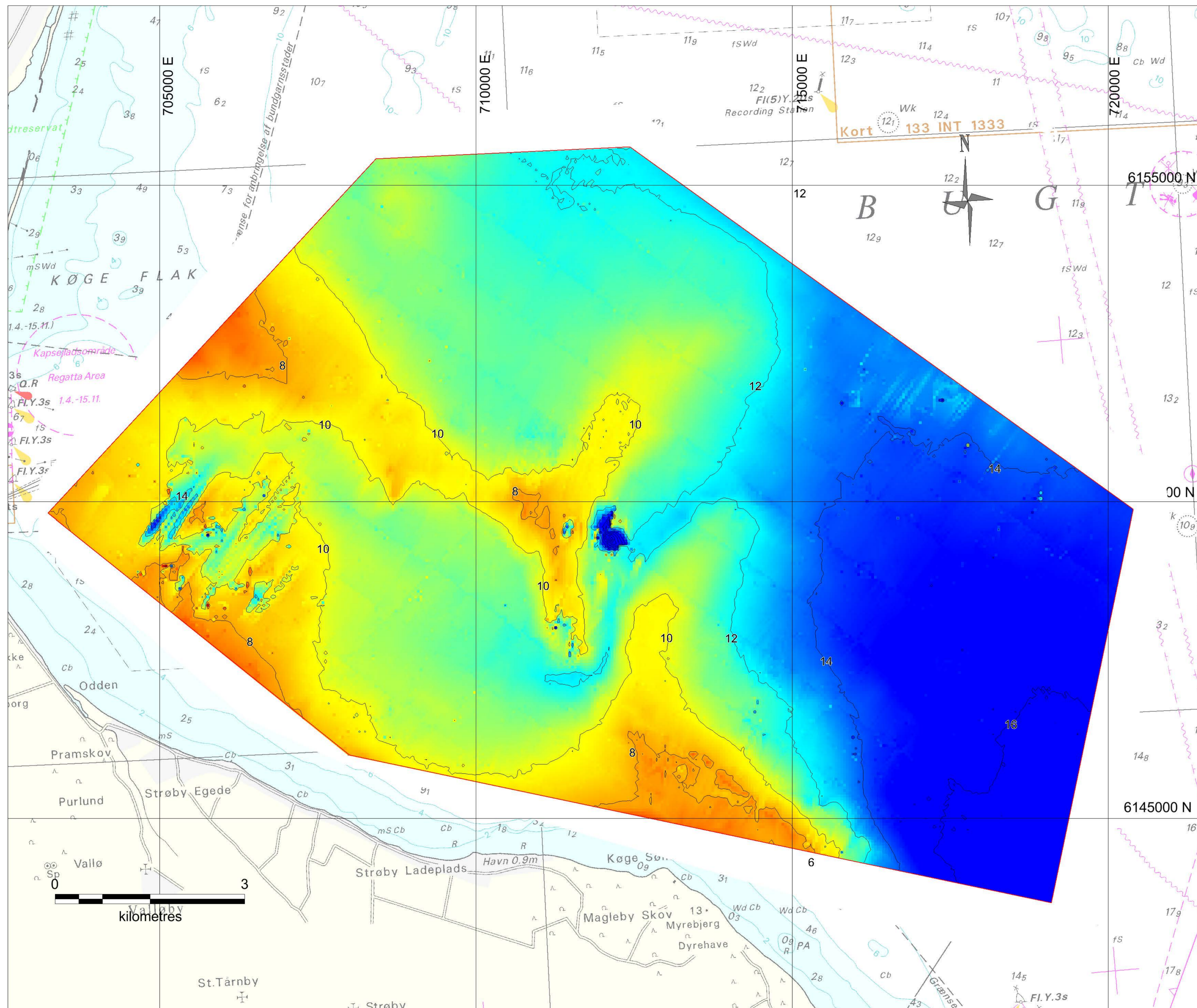
De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K



DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

Tegningsnummer:

**Bilag C3\_Køge Bugt**






# Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014

SIGNATURFORKLARING:

- Råstofkortlægningsområde
- Indvindingsområder
- Substrattype 1
- Substrattype 2
- Substrattype 3
- Substrattype 4


Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Korttema: **Bundsubstrattyper**

Klient:  Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

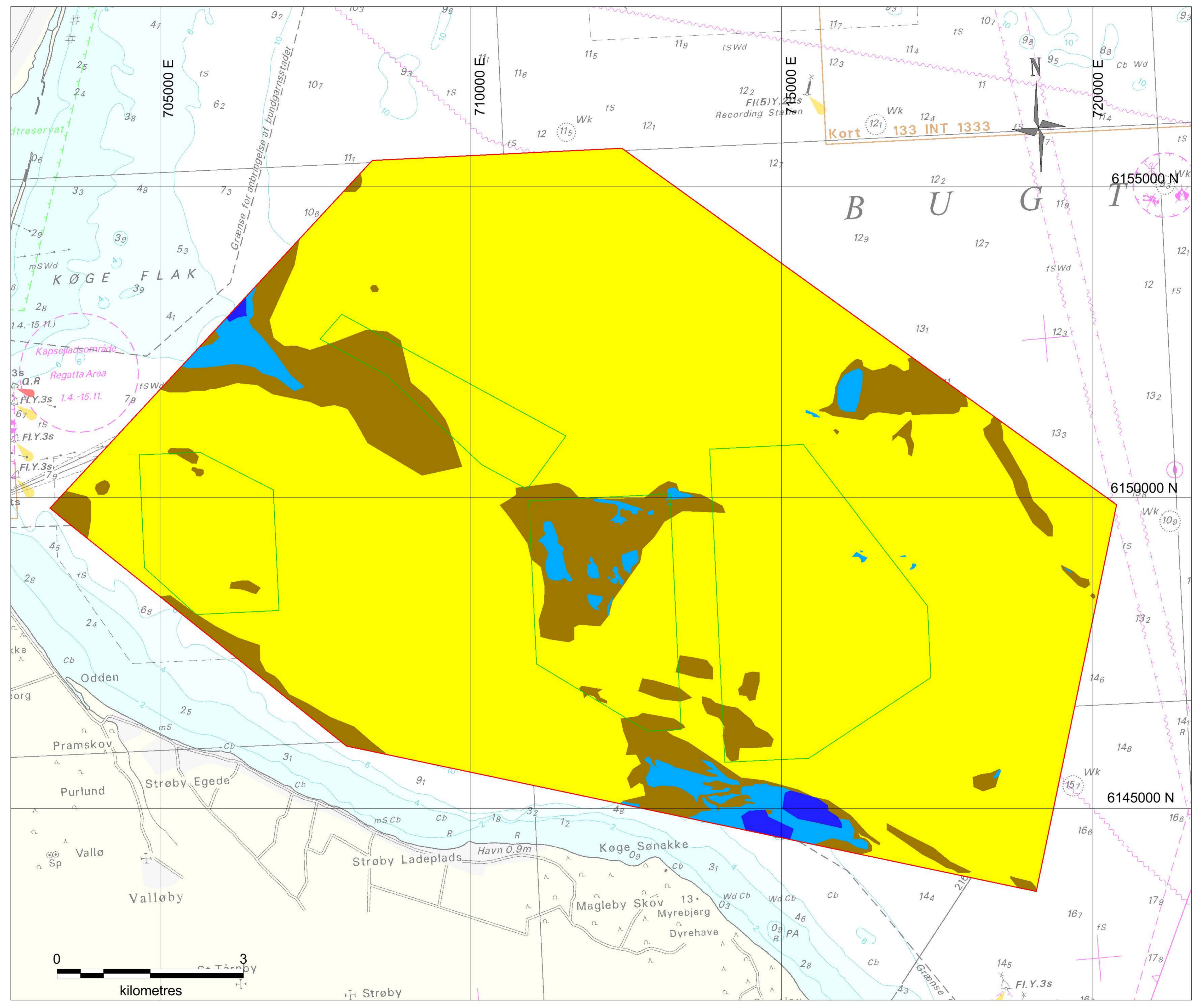
Tegnet af NNP  
4/2-2015

Godkendt af KAE  
6/2-2015

 De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

 DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

Tegningsnummer: **Bilag D3\_Køge Bugt**





# Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014

SIGNATURFORKLARING:


-  Råstofkortlægningsområde
-  Indvindingsområde
-  Indvindingsspor, markante
-  Slæbespor
-  Sejlrende uddybning
-  Klappingsspor
-  Vrag


Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Korttema: **Menneskelig aktivitet**

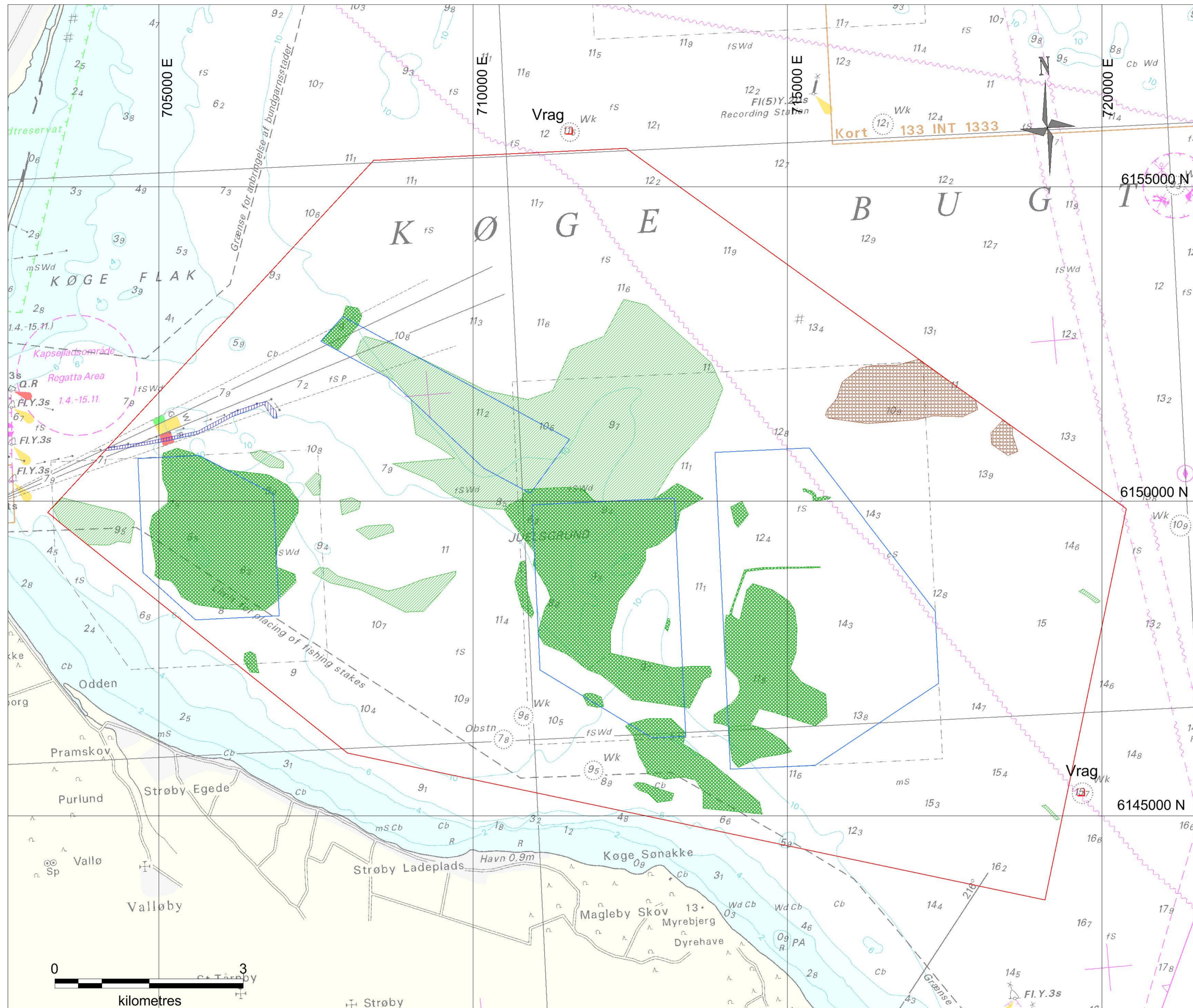
Klient:  Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Tegnet af NNP 4/2-2015 Godkendt af KAE 6/2-2015

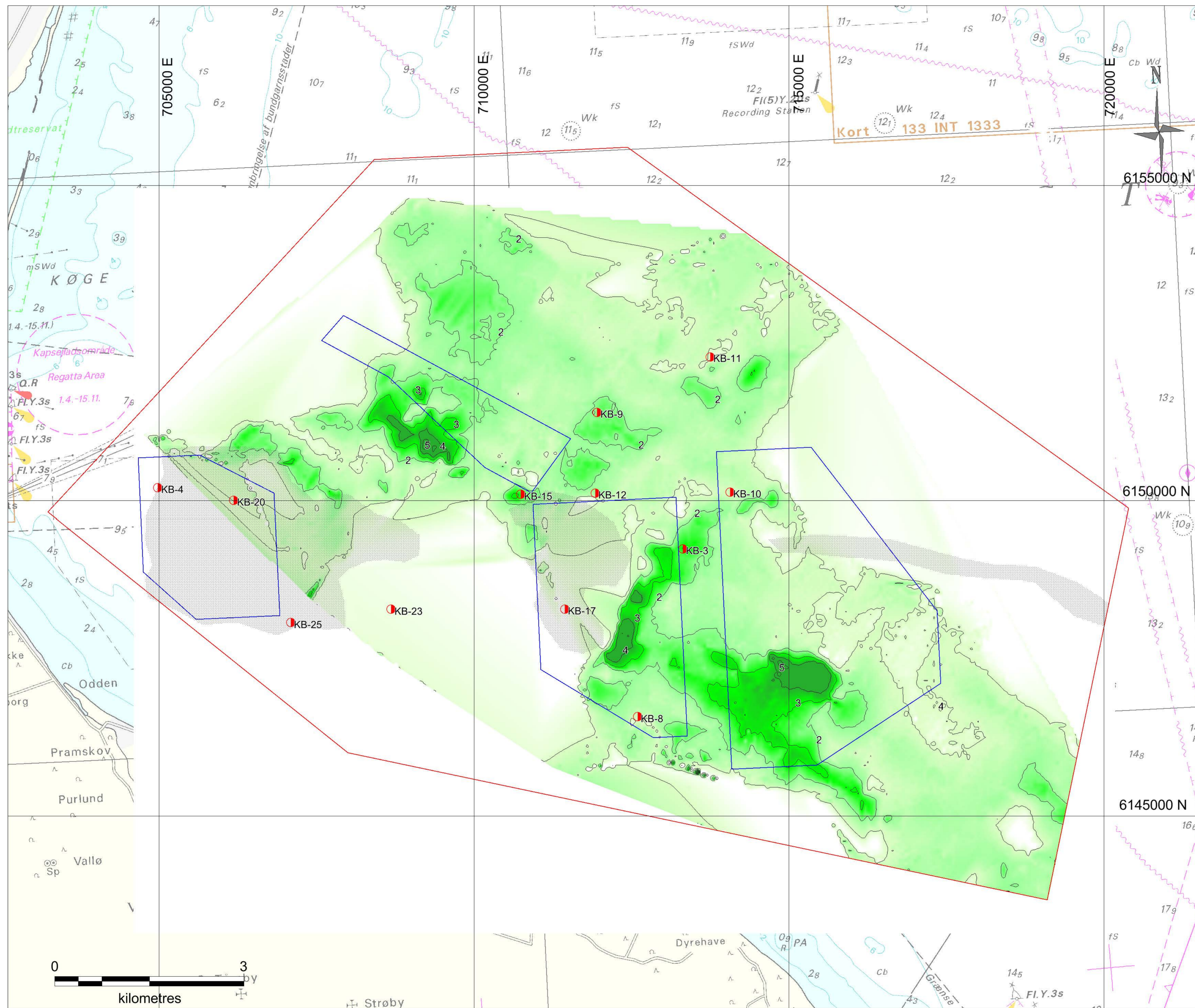
 De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

 DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

Tegningsnummer: **Bilag E3\_Køge Bugt**



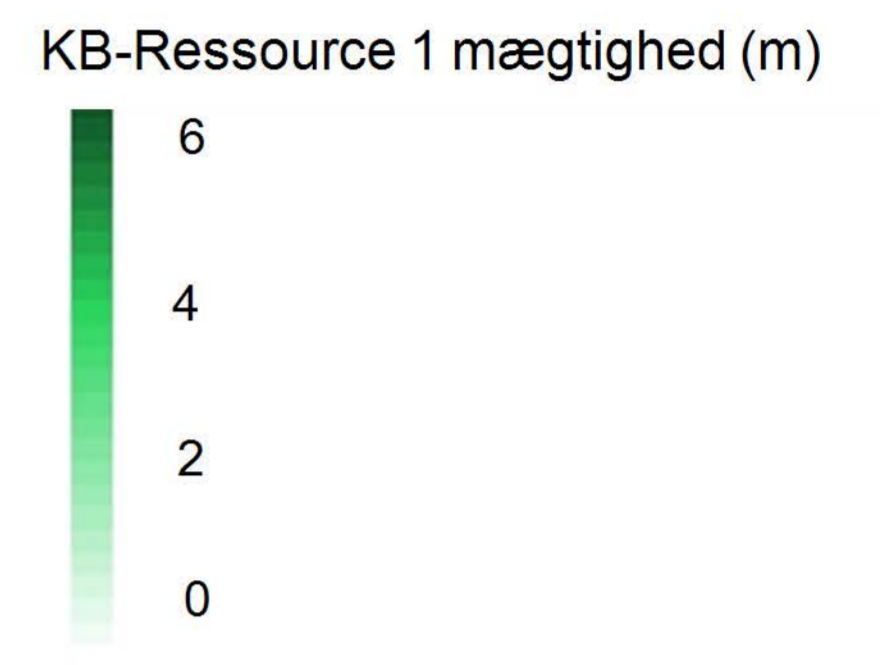




# Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014

SIGNATURFORKLARING:

- Kortlægningsområde
- Indvindingsområder
- Vibrationskerner
- KB-Ressource 2 område



Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Korttema: **Råstoffer: KB-Ressource 1**

Klient: Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Tegnet af NNP  
4/2-2015

Godkendt af KAE  
6/2-2015



De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K







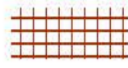
DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

Tegningsnummer: **Bilag F3.1\_Køge Bugt**

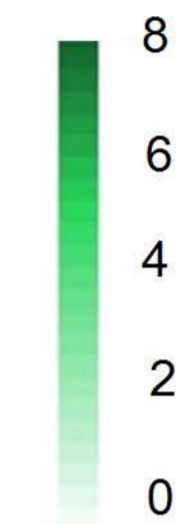


# Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014

SIGNATURFORKLARING:

-  Kortlægningsområde
-  Indvindingsområde
-  Vibrationskerner
-  KB-Ressource 1
-  Overjord > 1m

KB-Ressource 2 mægtighed (m)



Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Korttema:

**Råstoffer: KB-Ressource 2**

Klient:



Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Tegnet af NNP  
4/2-2015

Godkendt af KAE  
6/2-2015



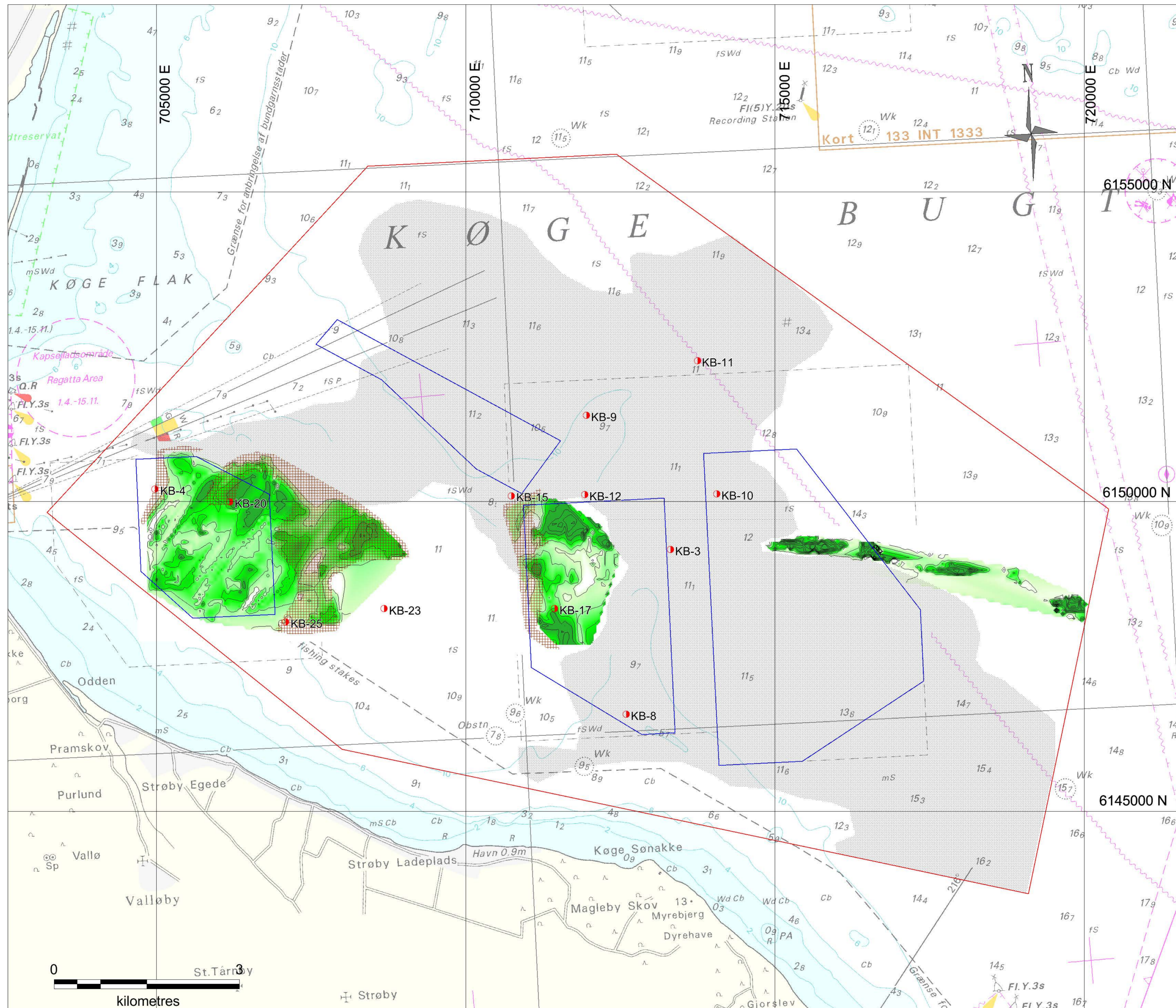
De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K



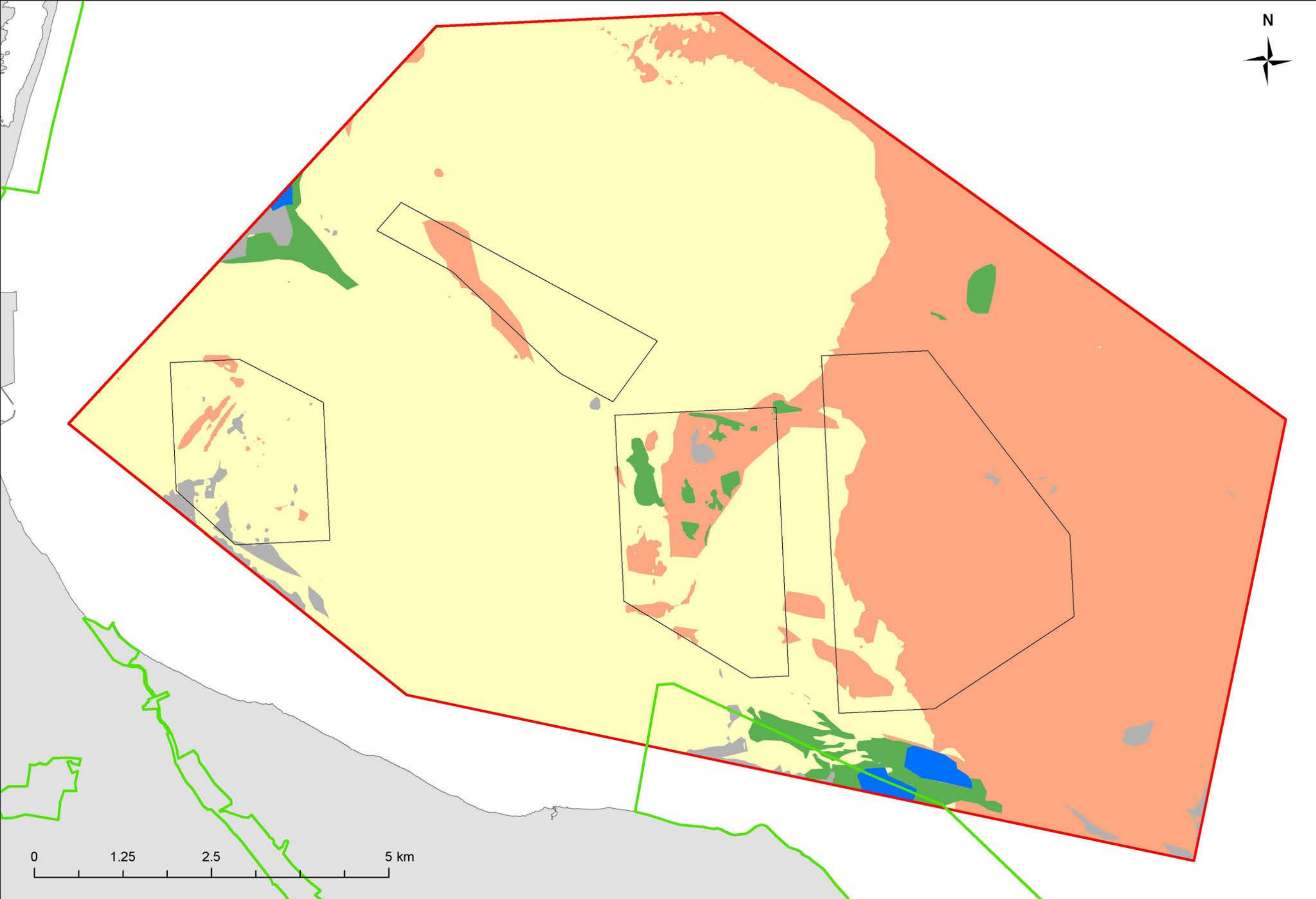
DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

Tegningsnummer:

**Bilag F3.2\_Køge Bugt**







**Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**

-  Natura 2000
-  Kortlægningsområde
-  Indvindingsområder


- Naturtype**
-  Samfund domineret af drivende trådalger og blåmuslinger
  -  Samfund domineret af drivende trådformede rødalger
  -  Samfund domineret af fasthæftet og løstdrivende trådalger samt blåmuslinger
  -  Samfund domineret af fasthæftet trådalger og blåmuslinger
  -  Ingen data

Datum: ETRS 89 Projektion: UTM 32 nord

Korttema:  
**Naturtyper**

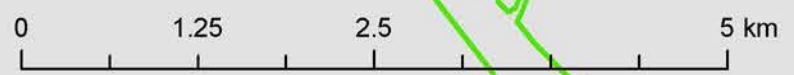
Klient: Naturstyrelsen  
Haraldgade 53  
2100 København Ø  
 Miljøministeriet  
Naturstyrelsen

Tegnet af COG 04/02-2015	Godkendt af KDA 04/02-2015
-----------------------------	-------------------------------

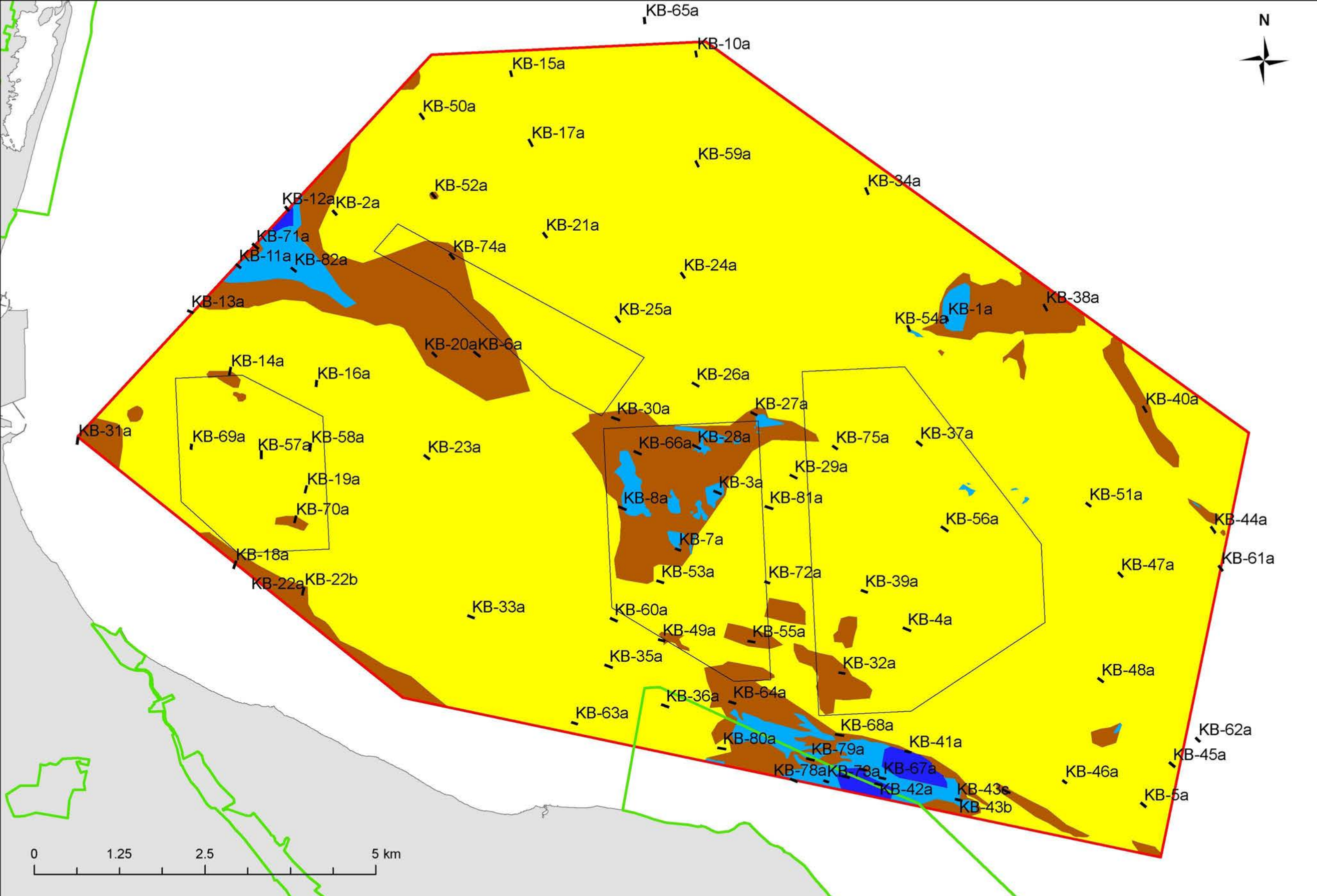
 Aarhus Universitet  
DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

 De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

Tegningsnummer:  
**G3.1**







**Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**

- Video transekter
- ▭ Natura 2000
- ▭ Kortlægningsområde
- ▭ Indvindingsområder
- ▭ Substrattype 1
- ▭ Substrattype 2
- ▭ Substrattype 3
- ▭ Substrattype 4

Datum: ETRS 89 Projektion: UTM 32 nord

Korttema:  
**Prøvetagning stationer**

Klient: Naturstyrelsen  
Haraldgade 53  
2100 København Ø  
Miljøministeriet  
Naturstyrelsen

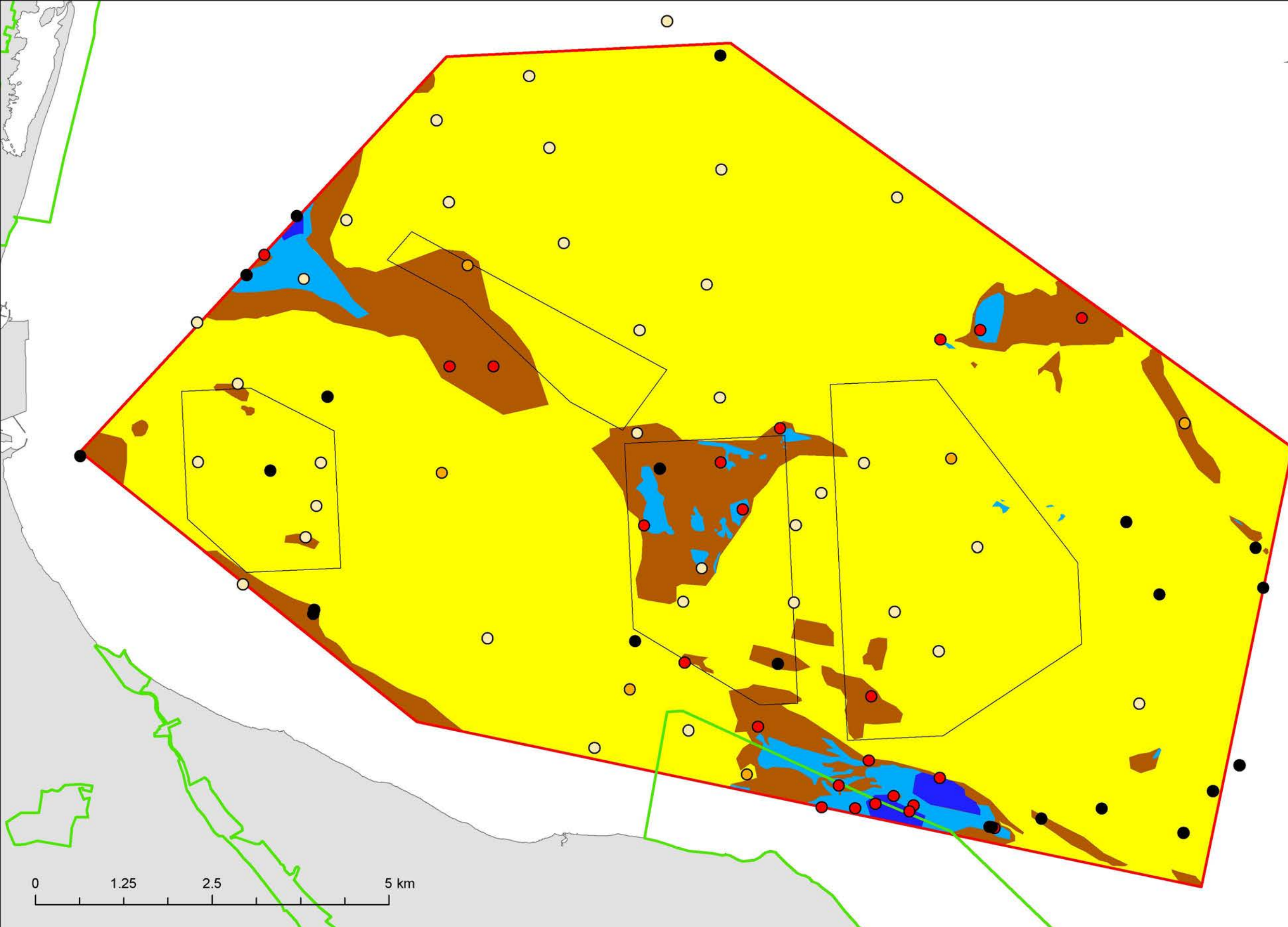
Tegnet af COG 04/02-2015      Godkendt af KDA 04/02-2015

AARHUS UNIVERSITET  
DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

De Nationale Geologiske  
Undersøgelser for Danmark  
og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K  
G E U S

Tegningsnummer: **H3**





**Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**

Blåmuslinger, dækning i procent

- 0
- > 0 - 10
- > 10 - 25
- > 25 - 100
- Natura 2000
- Kortlægningsområde
- Indvindingsområder
- Substrattype 1
- Substrattype 2
- Substrattype 3
- Substrattype 4

Datum: ETRS 89 Projektion: UTM 32 nord


Korttema:  
**Tæthed af blåmuslinger på overflade substrat**

Klient:  

 Naturstyrelsen  
 Haraldgade 53  
 2100 København Ø  
 Miljøministeriet  
 Naturstyrelsen

Tegnet af COG  
04/02-2015

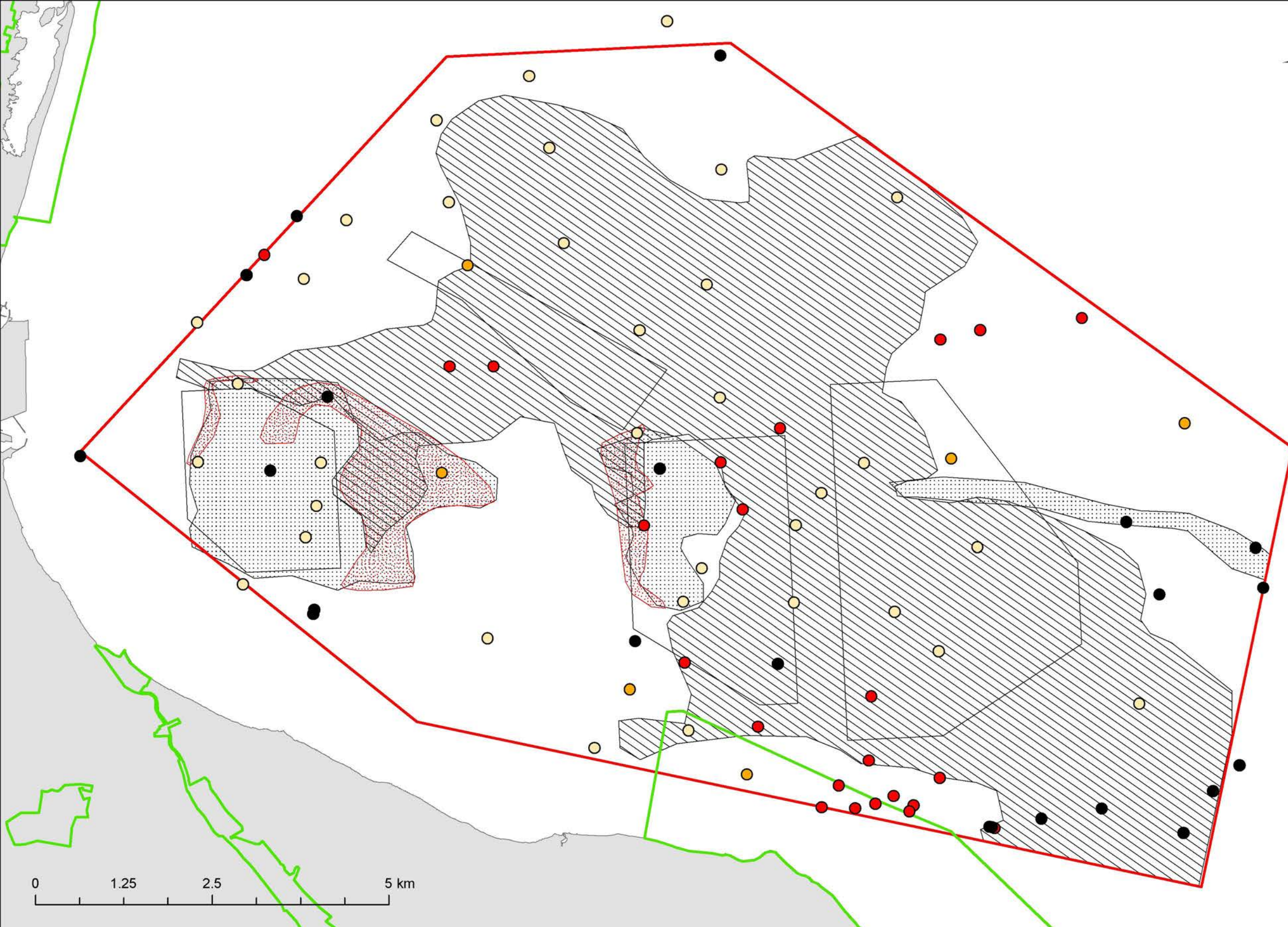
Godkendt af KDA  
04/02-2015

 Aarhus Universitet  
 DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi  
 Frederiksborgvej 399  
 Postboks 358  
 4000 Roskilde

 De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland  
 Øster Voldgade 10  
 1350 København K

Tegningsnummer:  
**13.1**





**Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**

- Blåmuslinger, dækning i procent
- 0
  - > 0 - 10
  - > 10 - 25
  - > 25 - 100
- Natura 2000
  - Kortlægningsområde
  - Indvindingsområder
  - Postglacial enhed
  - Overjord > 1 m på smeltevandssand
  - Smeltevandssand

Datum: ETRS 89 Projektion: UTM 32 nord

Korttema:  
**Tæthed af blåmuslinger over råstofressourcer**

Klient:  Naturstyrelsen  
Haraldgade 53  
2100 København Ø

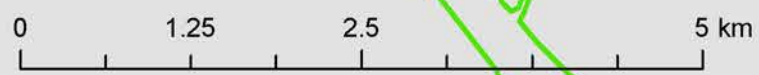
Tegnet af COG  
04/02-2015

Godkendt af KDA  
04/02-2015

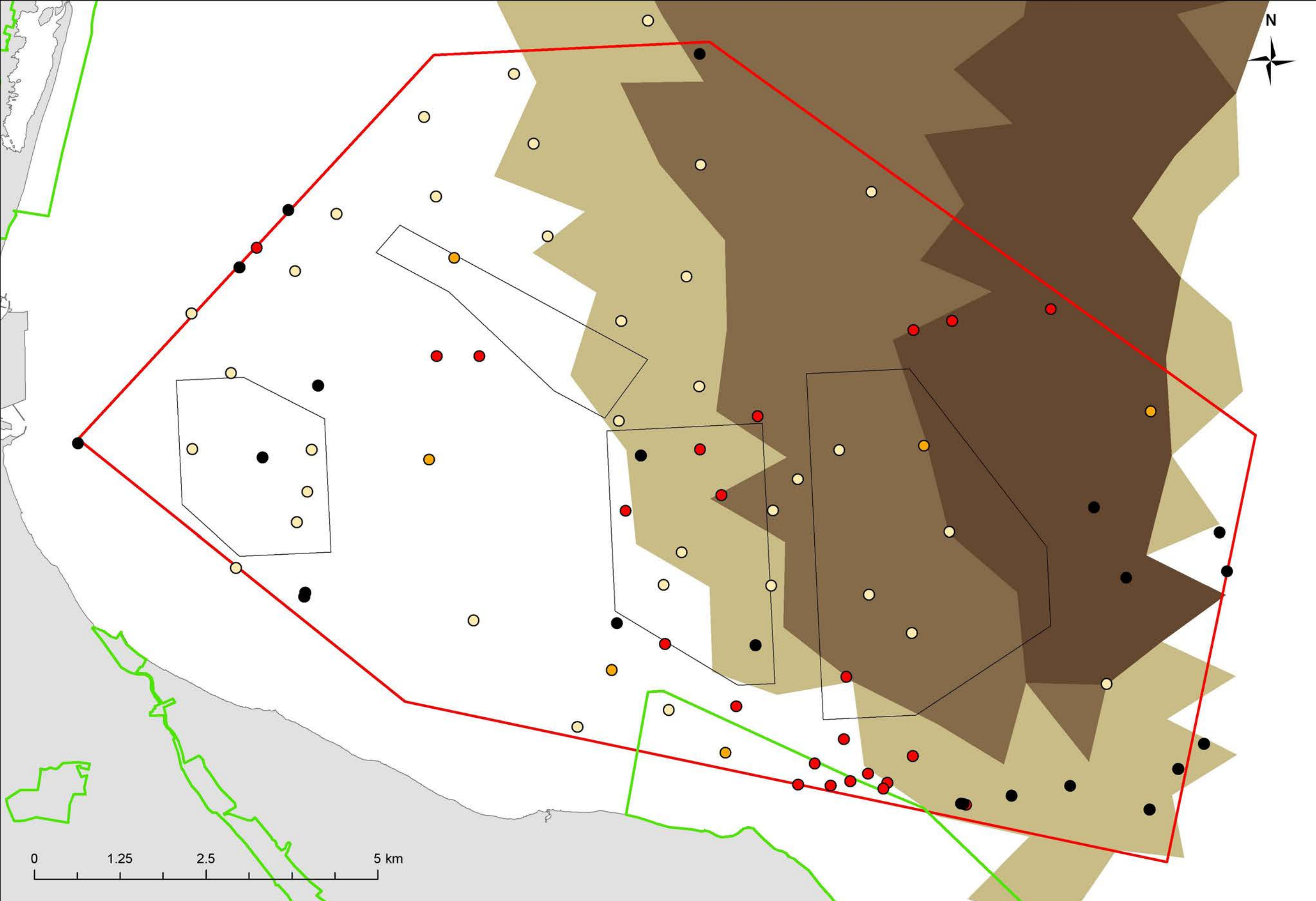
 Aarhus Universitet  
DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

 De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

Tegningsnummer:  
**13.2**







**Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**

**Blåmuslinger, dækning i procent**

- 0
- > 0 - 10
- > 10 - 25
- > 25 - 100

- ▭ Natura 2000
- ▭ Kortlægningsområde
- ▭ Indvindingsområder

**Aflejringsrater for sediment**

- Skovshoved marts, g/m<sup>2</sup>**
- ▭ <=1
  - ▭ > 1 - 10
  - ▭ >10 - 25
  - ▭ >25 - 50
  - ▭ >50 - 108,79

Datum: ETRS 89 Projektion: UTM 32 nord

Korttema:  
**Tæthed af blåmuslinger i sedimentaflejringsområder**

Klient:  

 Naturstyrelsen  
 Haraldgade 53  
 2100 København Ø

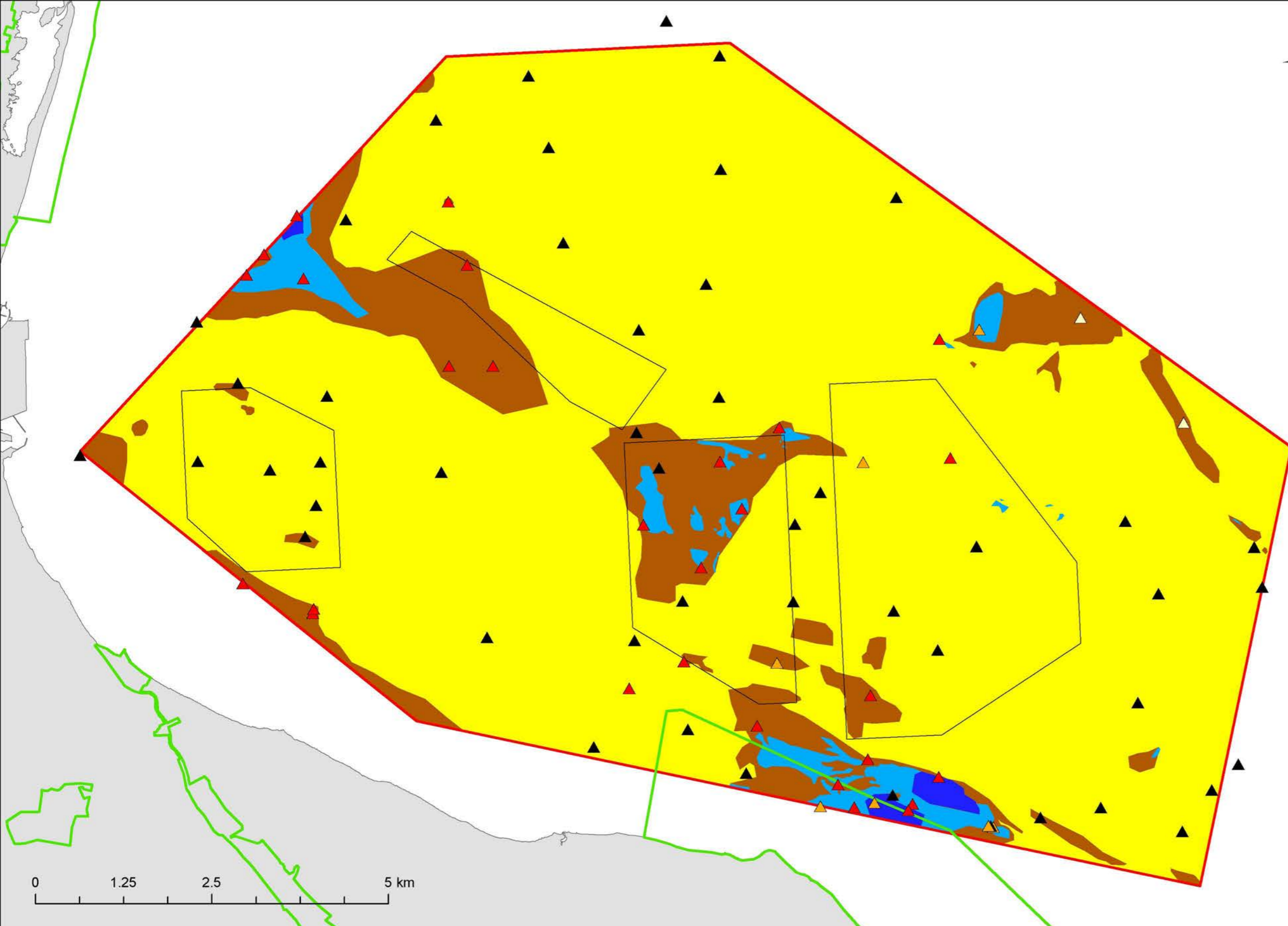
Tegnet af COG  
04/02-2015

Godkendt af KDA  
04/02-2015

 Aarhus Universitet  
 DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi  
 Frederiksborgvej 399  
 Postboks 358  
 4000 Roskilde

 De Nationale Geologiske  
 Undersøgelser for Danmark  
 og Grønland  
 Øster Voldgade 10  
 1350 København K

Tegningsnummer:  
**13.3**



**Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**

**Makroalger, samlet dækning i procent**

- ▲ 0
- △ > 0 - 10
- ▲ > 10 - 25
- ▲ > 25 - 100
- ▭ Natura 2000
- ▭ Kortlægningsområde
- ▭ Indvindingsområder
- ▭ Substrattype 1
- ▭ Substrattype 2
- ▭ Substrattype 3
- ▭ Substrattype 4

Datum: ETRS 89 Projektion: UTM 32 nord

**Korttema:**  
**Tæthed af makroalger på overflade substrat**

Klient: Naturstyrelsen  
Haraldgade 53  
2100 København Ø  
Miljøministeriet  
Naturstyrelsen

Tegnet af COG  
04/02-2015

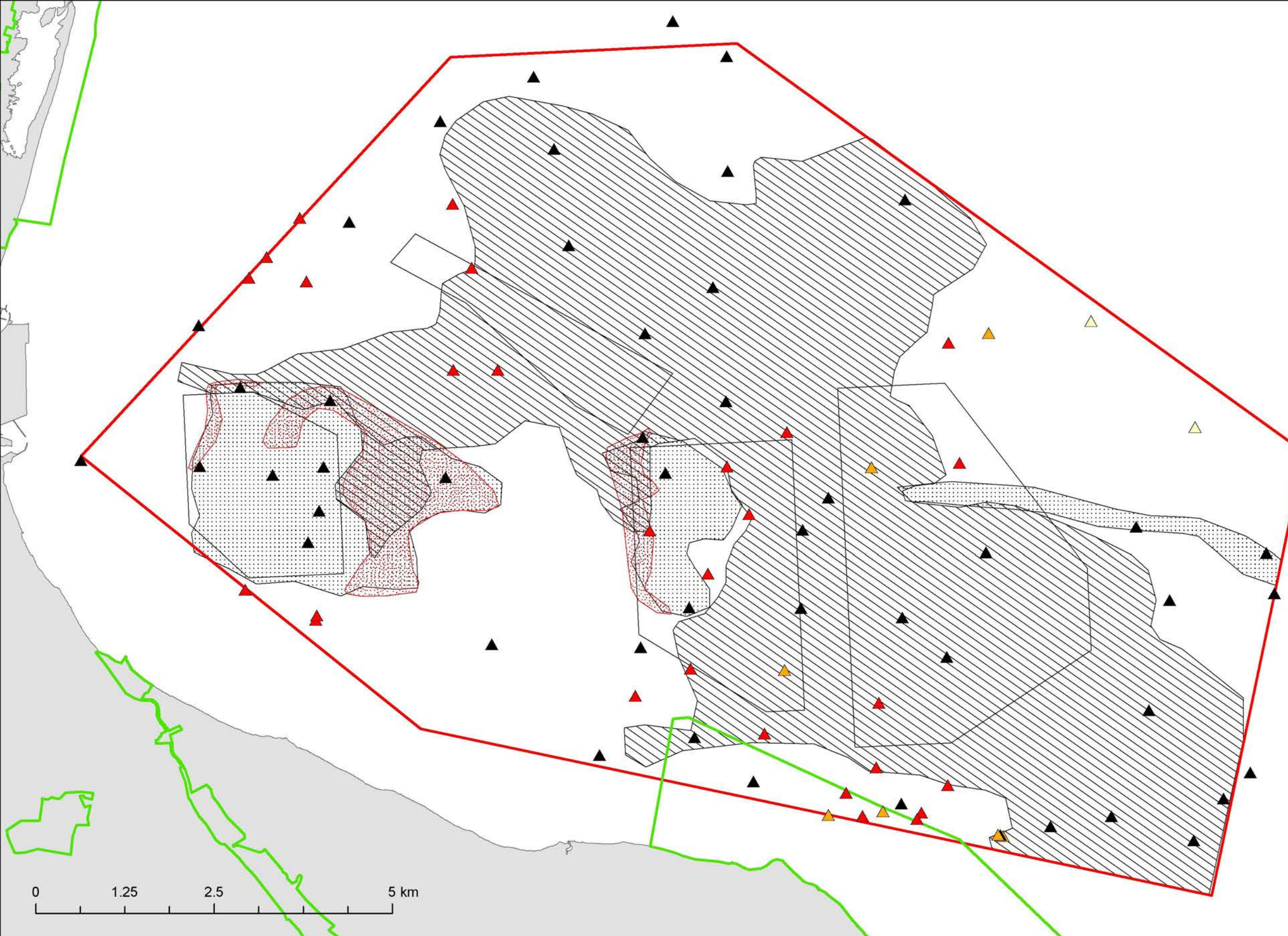
Godkendt af KDA  
04/02-2015

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

Tegningsnummer: **J3.1**





**Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**

**Makroalger, samlet dækning i procent**

- ▲ 0
- △ > 0 - 10
- ▲ > 10 - 25
- ▲ > 25 - 100
- ▭ Natura 2000
- ▭ Kortlægningsområde
- ▭ Indvindingsområder
- ▭ Postglacial enhed
- ▭ Overjord > 1 m på smeltevandssand
- ▭ Smeltevandssand

Datum: ETRS 89 Projektion: UTM 32 nord

**Korttema:  
Tæthed af makroalger over råstofressourcer**

Klient: Naturstyrelsen  
Haraldgade 53  
2100 København Ø  
Miljøministeriet  
Naturstyrelsen

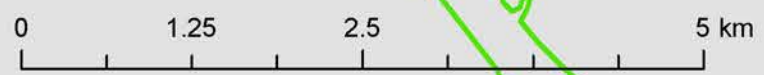
Tegnet af COG  
04/02-2015

Godkendt af KDA  
04/02-2015

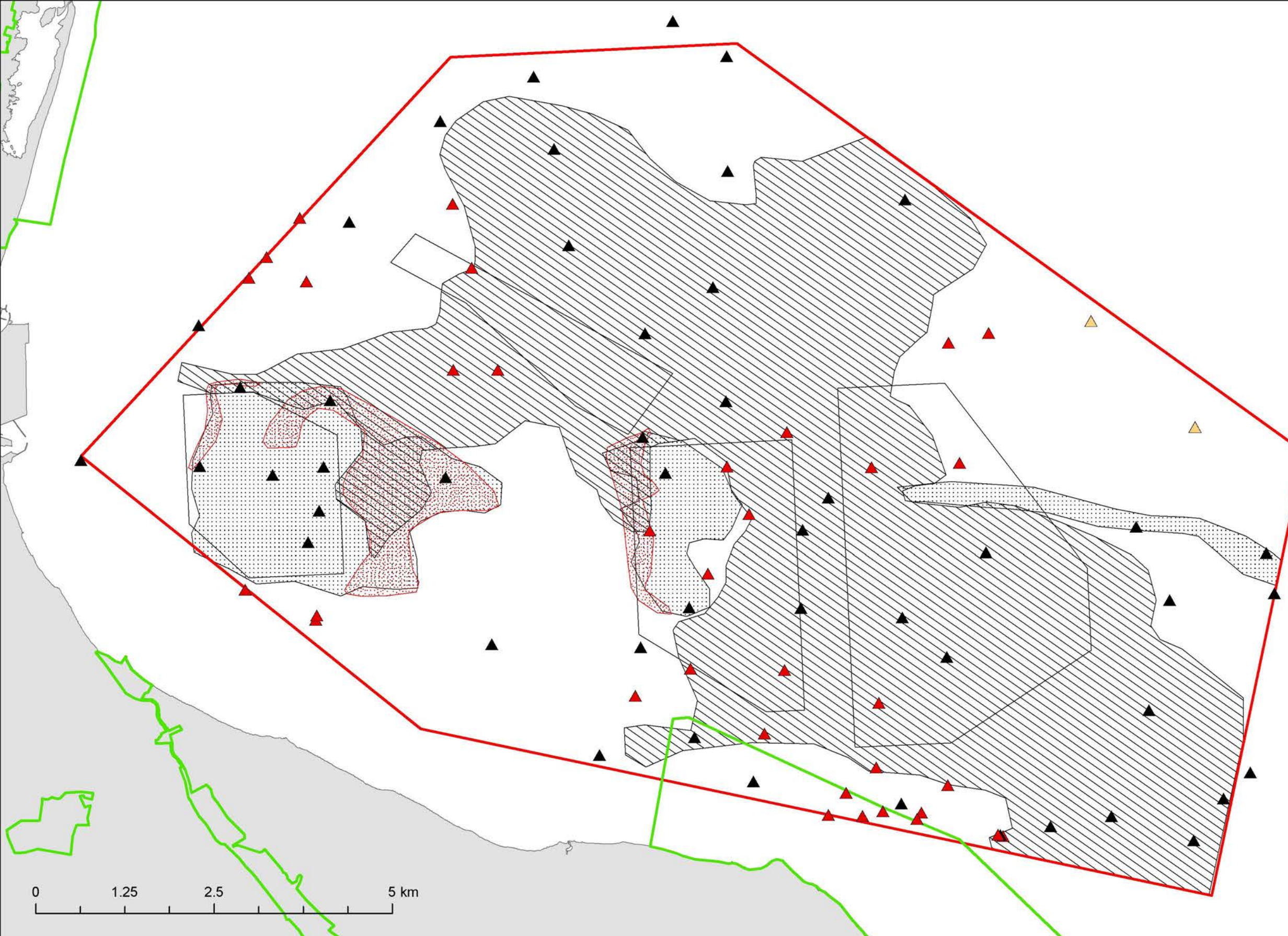
DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

Tegningsnummer: **J3.2**







**Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**

**Makroalger, samlet dækning i procent**

- ▲ 0
- ▲ >0 - 10
- ▲ > 10 - 100
- Natura 2000
- Kortlægningsområde
- Indvindingsområder
- Postglacial enhed
- Overjord > 1 m på smeltevandssand
- Smeltevandssand

Datum: ETRS 89 Projektion: UTM 32 nord

**Korttema:  
Tæthed af makroalger over råstofressourcer**

Klient: Naturstyrelsen  
Haraldgade 53  
2100 København Ø  
Miljøministeriet  
Naturstyrelsen

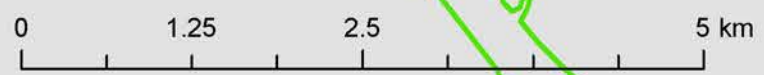
Tegnet af COG  
04/02-2015

Godkendt af KDA  
04/02-2015

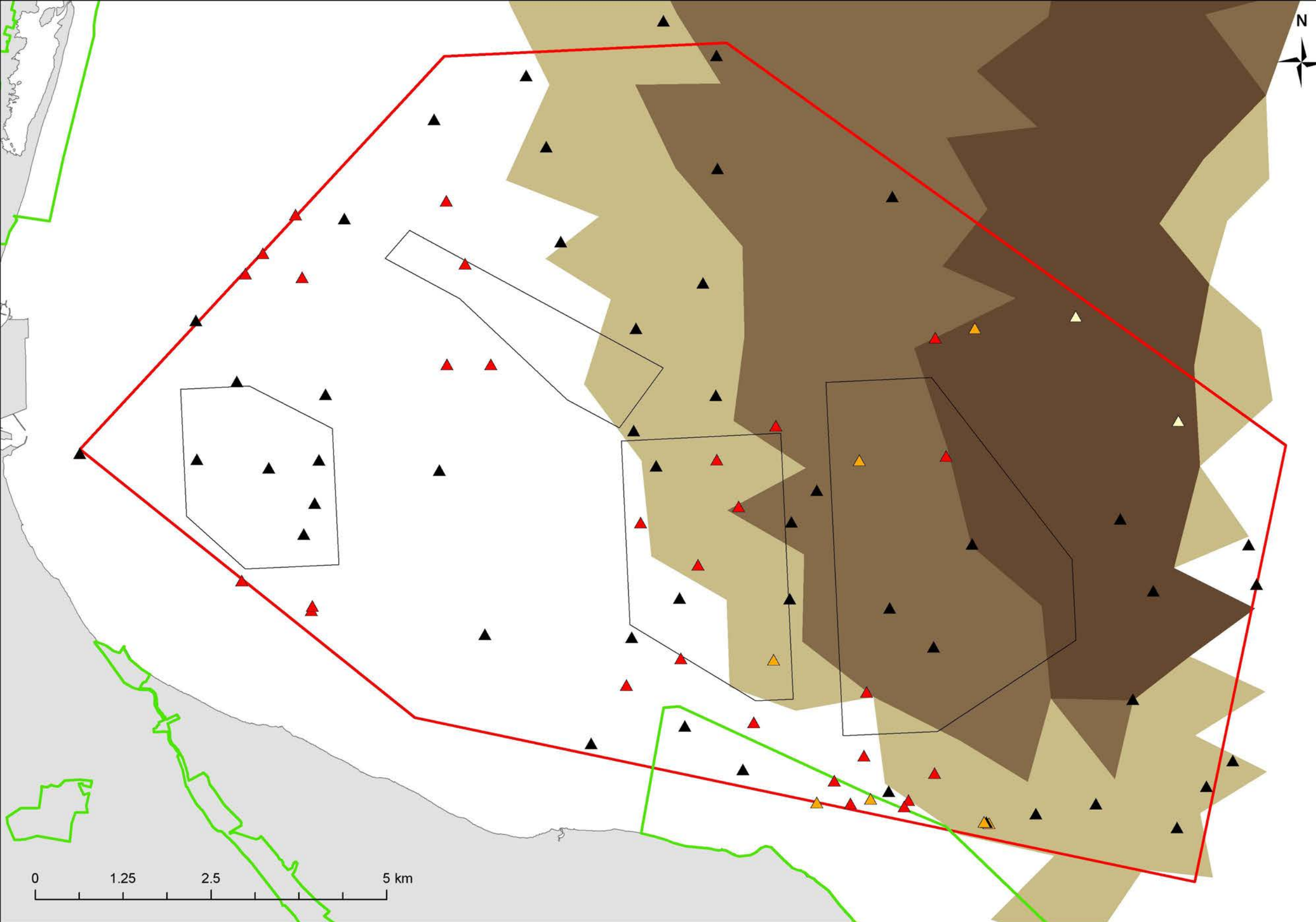
DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

Tegningsnummer: **J3.2**







**Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**

**Makroalger, samlet dækning i procent**

- ▲ 0
- ▲ > 0 - 10
- ▲ > 10 - 25
- ▲ > 25 - 100

- Natura 2000
- Kortlægningsområde
- Indvindingsområder

**Aflejringsrater for sediment**

- Skovshoved marts, g/m<sup>2</sup>**
- ≤1
  - > 1 - 10
  - >10 - 25
  - >25 - 50
  - >50 - 108,79

Datum: ETRS 89 Projektion: UTM 32 nord

**Korttema: Tæthed af makroalger i sedimentaflejringsområder**

Klient: Naturstyrelsen  
Haraldgade 53  
2100 København Ø  
Miljøministeriet  
Naturstyrelsen

Tegnet af COG  
04/02-2015

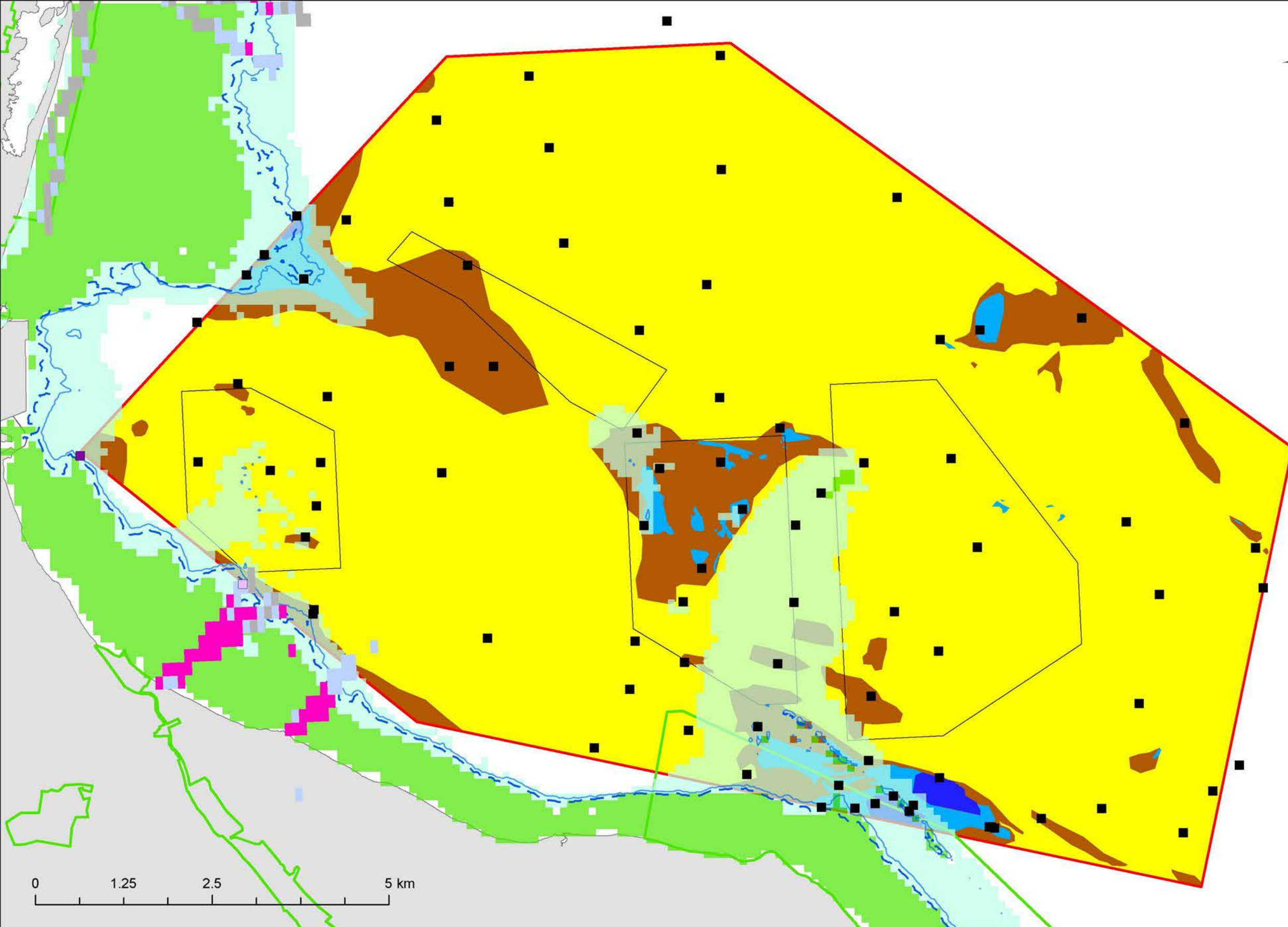
Godkendt af KDA  
04/02-2015

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

Tegningsnummer: **J3.3**





**Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**

- Ålegræs dækningsprocent**
- 0
  - >0 - 10
  - >10 - 100
- NOVANA transekter (middel 2008-2013)**
- ◆ 0
  - ◆ >0 - 10
  - ◆ >10 - 100
- Hovedudbredelse ekstrapoleret fra NOVANA transekter
- Dybdegrænse god tilstand
- Ålegræs model**
- > 0 - 10
  - >10 - 100
  - Natura 2000
  - Kortlægningsområde
  - Indvindingsområder
  - Substrattype 1
  - Substrattype 2
  - Substrattype 3
  - Substrattype 4

Datum: ETRS 89 Projektion: UTM 32 nord

Korttema:  
**Tæthed af ålegræs på overflade substrat**

Klient:  Naturstyrelsen  
Haraldgade 53  
2100 København Ø

Tegnet af COG  
04/02-2015

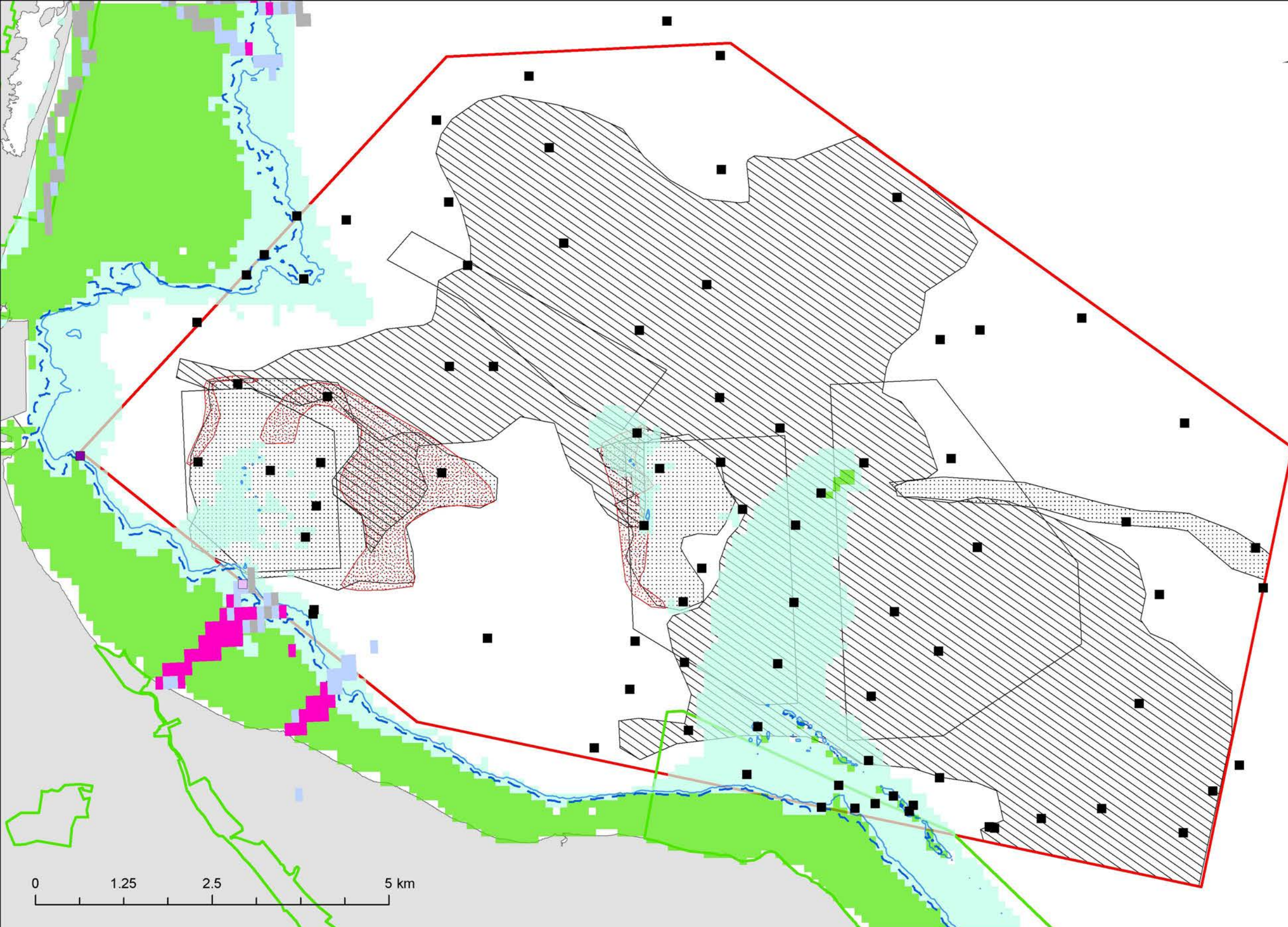
Godkendt af KDA  
04/02-2015

 Aarhus Universitet  
DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

 De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

Tegningsnummer: **K3.1**





**Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**


- Ålegræs dækningsprocent**
- 0
  - >0 - 10
  - >10 - 100
- NOVANA transekter (middel 2008-2013)**
- ◆ 0
  - ◆ >0 - 10
  - ◆ >10 - 100
- Hovedudbredelse ekstrapoleret fra NOVANA transekter
- Dybdegrænse god tilstand
- Ålegræs model**
- > 0 - 10
  - >10 - 100
  - Natura 2000
  - Kortlægningsområde
  - Indvindingsområder
  - Postglacial enhed
  - Overjord > 1 m på smeltevandssand
  - Smeltevandssand

Datum: ETRS 89 Projektion: UTM 32 nord

Korttema:  
**Tæthed af ålegræs over råstofressourcer**

Klient:  Naturstyrelsen  
Haraldgade 53  
2100 København Ø

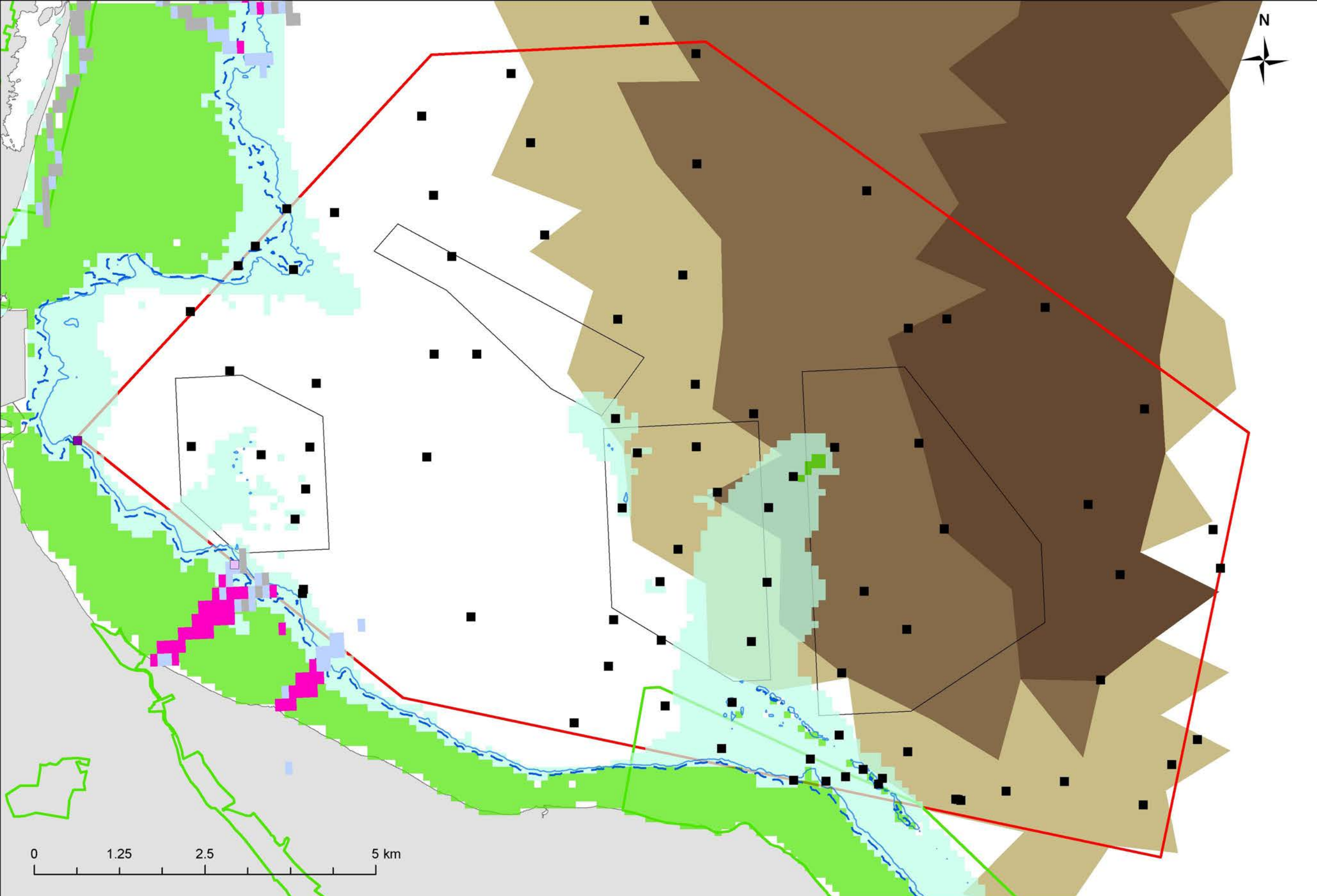
Tegnet af COG 04/02-2015      Godkendt af KDA 04/02-2015

 Aarhus Universitet  
DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

 De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

Tegningsnummer: **K3.2**





**Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**

**Ålegræs dækningsprocent**

- 0
- >0 - 10
- >10 - 100

**NOVANA transekter (middel 2008-2013)**

- 0
- >0 - 10
- >10 - 100

Hovedudbredelse ekstrapoleret fra NOVANA transekter

Dybdegrænse god tilstand

**Ålegræs model**

- > 0 - 10
- >10 - 100
- Natura 2000
- Kortlægningsområde
- Indvindingsområder

**Aflejringsrater for sediment**

Skovshoved marts, g/m<sup>2</sup>

- ≤1
- > 1 - 10
- >10 - 25
- >25 - 50
- >50 - 108,79

Datum: ETRS 89 Projektion: UTM 32 nord

Korttema:  
**Tæthed af ålegræs i sedimentaflejringsområder**

Klient: Naturstyrelsen  
Haraldgade 53  
2100 København Ø  
Miljøministeriet  
Naturstyrelsen

Tegnet af COG 04/02-2015      Godkendt af KDA 04/02-2015

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

Tegningsnummer: **K3.3**



# Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014

SIGNATURFORKLARING:

- Kortlægningsområde
- Indvindingsområder
- Overfladenær geologi:
- Glaciale aflejringer/moræne
- Smeltevandsaflejringer
- Marint sand/grus - tyndt dæklag
- Marint sand (Holocæn)
- Marint dyndet sand (Holocæn)

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Korttema: **Kortlægning af ressourcer**

Klient:  Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Tegnet af NNP  
4/2-2015

Godkendt af KAE  
6/2-2015

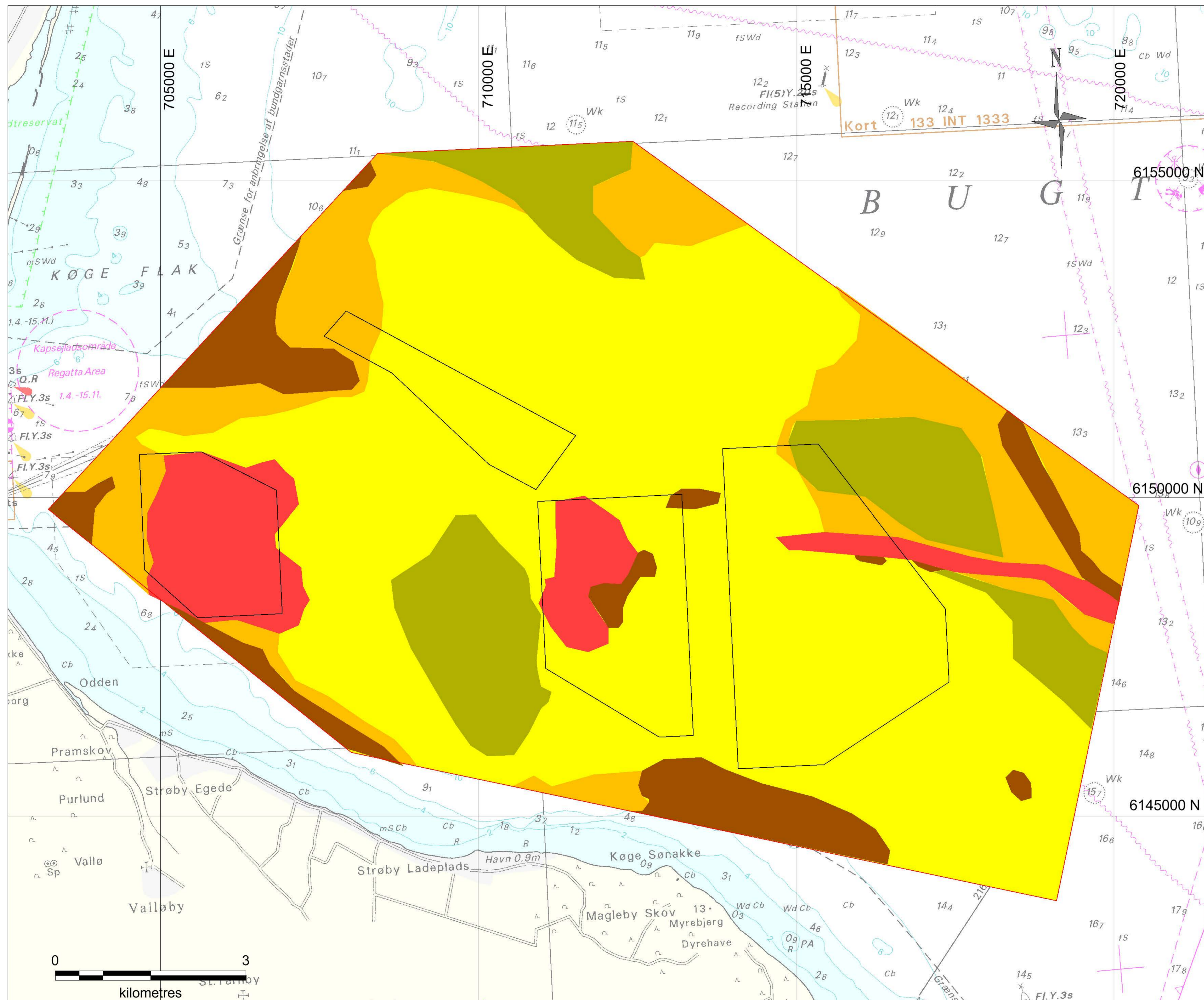


De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

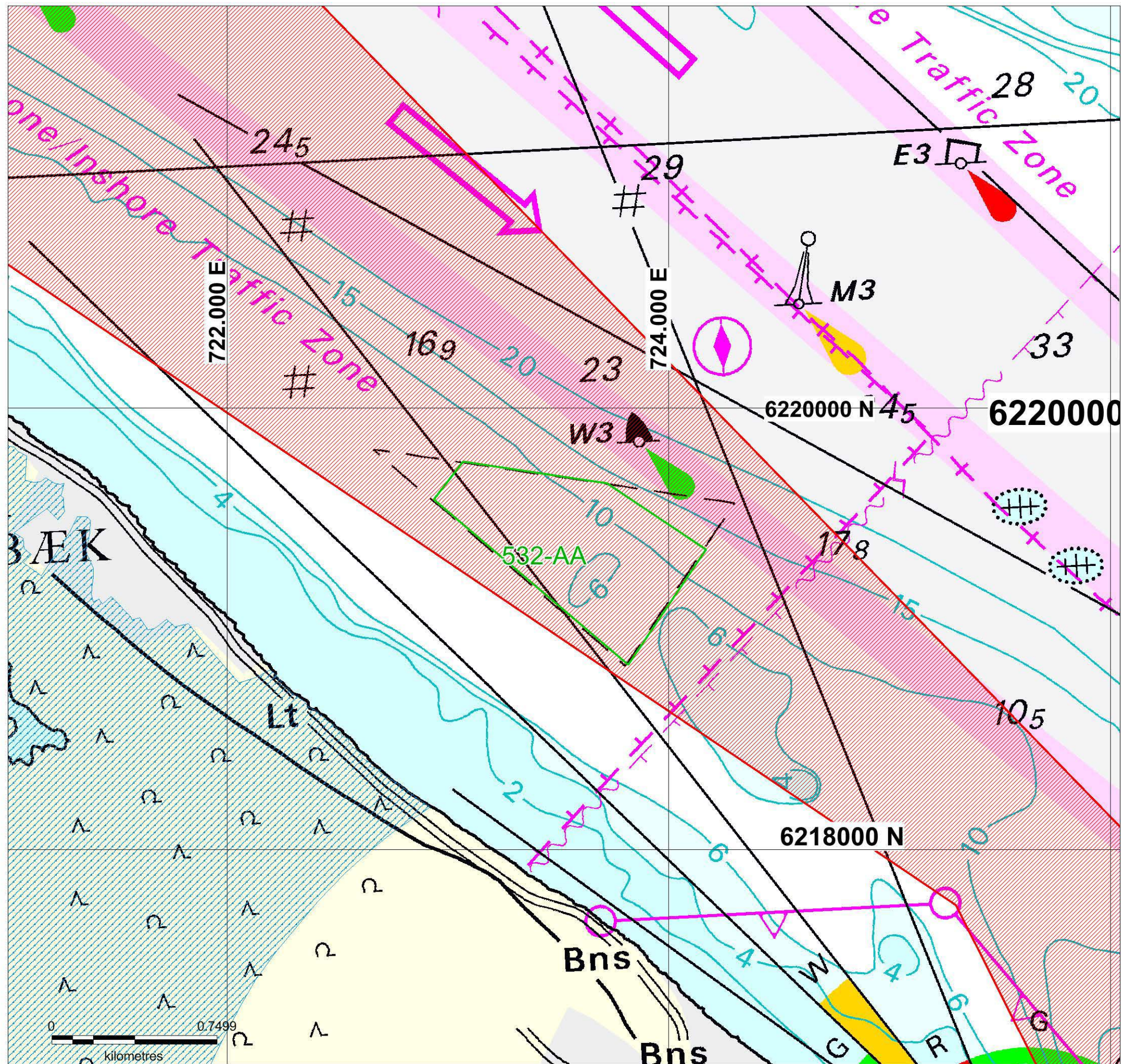


DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

Tegningsnummer: **Bilag L3\_Køge Bugt**









**Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**

SIGNATURFORKLARING:

-  Råstofkortlægningsområde
-  Indvindingsområde
-  Natura-2000 område

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Korttema: **Undersøgelsesområdet**

 Miljøministeriet  
Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Klient:

Tegnet af SLO  
6/03-2015

Godkendt af KAE  
09/03 - 2015



De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

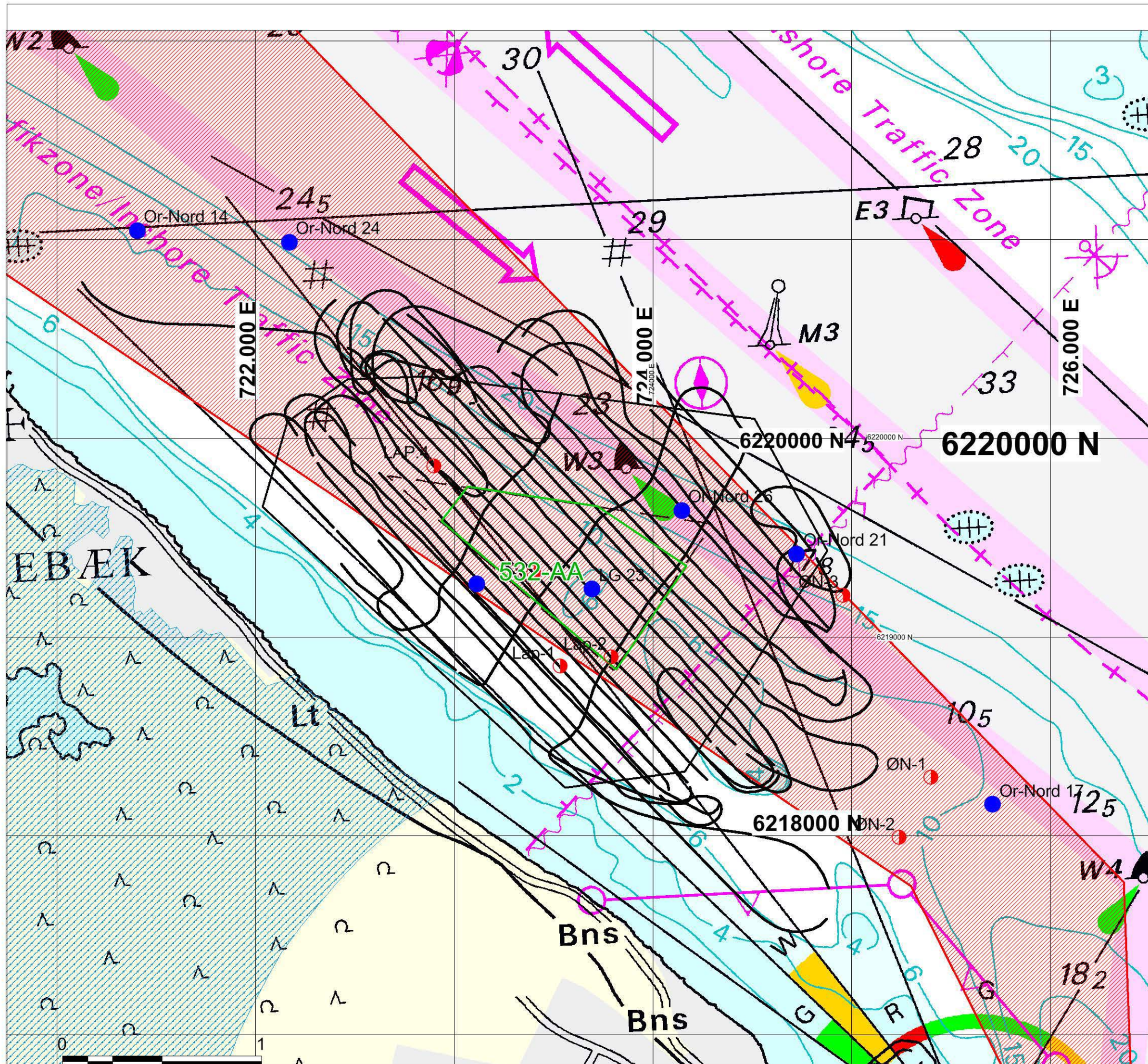


DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

**Bilag A4\_Lappegrund**





Tegningsnummer:





# Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014

SIGNATURFORKLARING:

-  Kortlægningsområde
-  Indvindingsområde
-  natura\_2000
-  Grab\_prøver
-  boringer\_NST 2014
-  Seismik linje

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

## Undersøgelsesområdet

Korttema:



Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Klient:

Tegnet af SLO  
6/03-2015

Godkendt af KAE  
09/03 - 2015



De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K



DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

## Bilag B4\_Lappegrund

Tegningsnummer:



# Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014

SIGNATURFORKLARING:

 Kortlægningsområde

Dybdekontur (m)



Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

## Dybdeforhold

Korttema:



Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Klient:

Tegnet af SLO  
6/03-2015

Godkendt af KAE  
09/03 - 2015



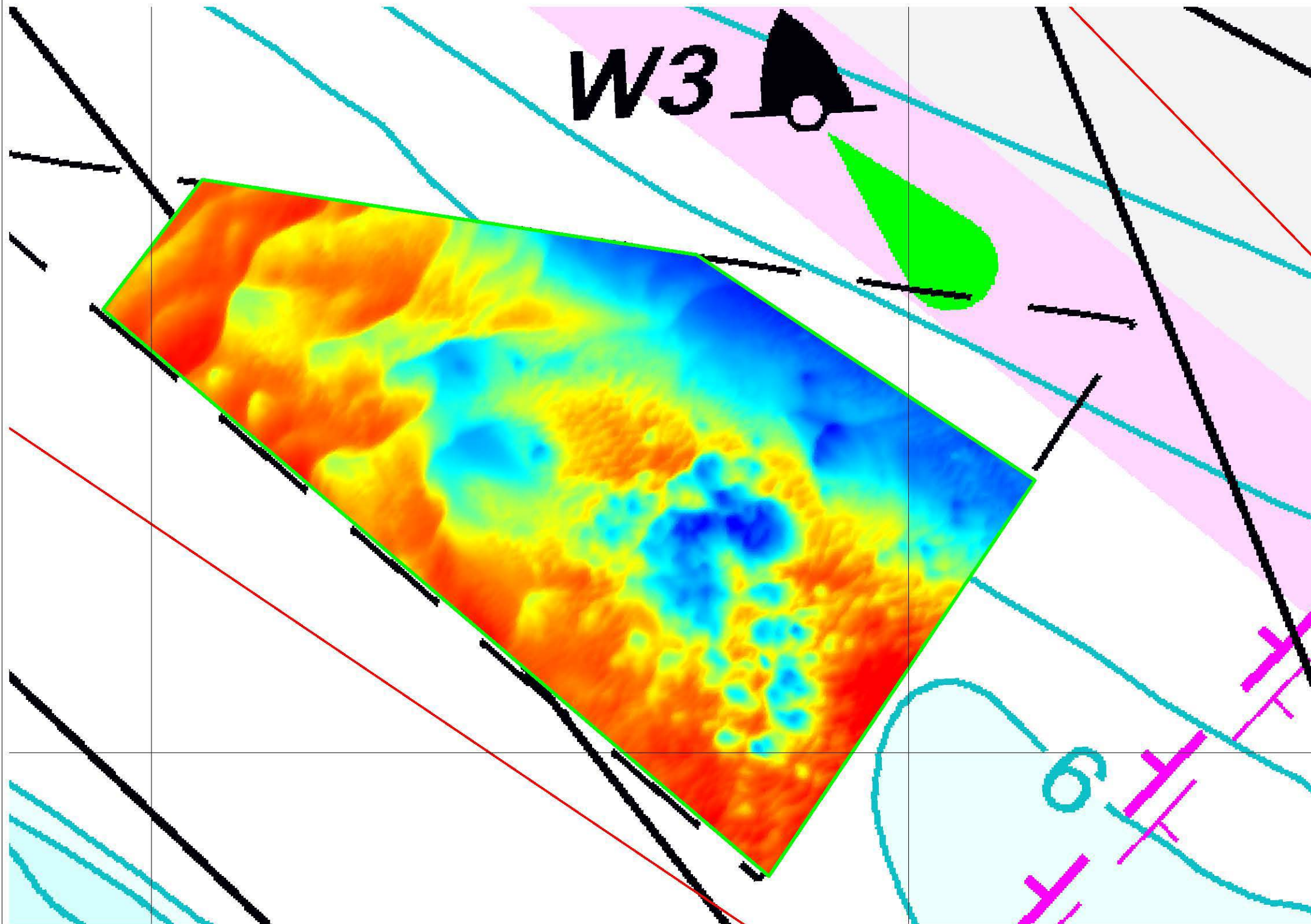
De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K



DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

## Bilag C4\_Lappegrund

Tegningsnummer:



No Window



**Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**

SIGNATURFORKLARING:

-  Indvindingsspor
-  Substrattype 2
-  Substrattype 1
-  Kortlægningsområde
-  Indvindingsområde
-  500 m zone

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Korttema: **Bundsubstratter**

 Miljøministeriet  
Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Klient:

Tegnet af SLO  
6/03-2015

Godkendt af KAE  
09/03 - 2015

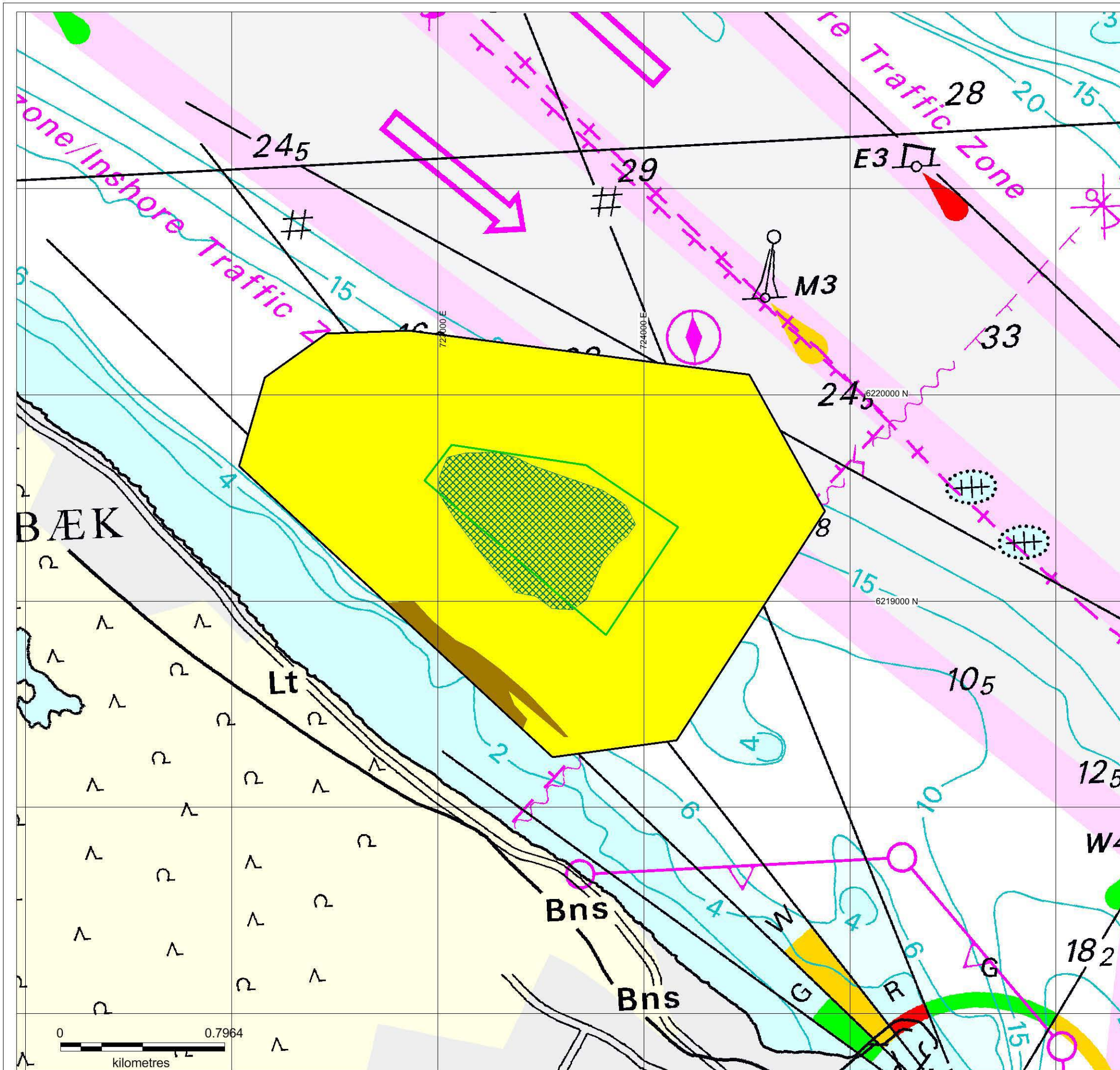


De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

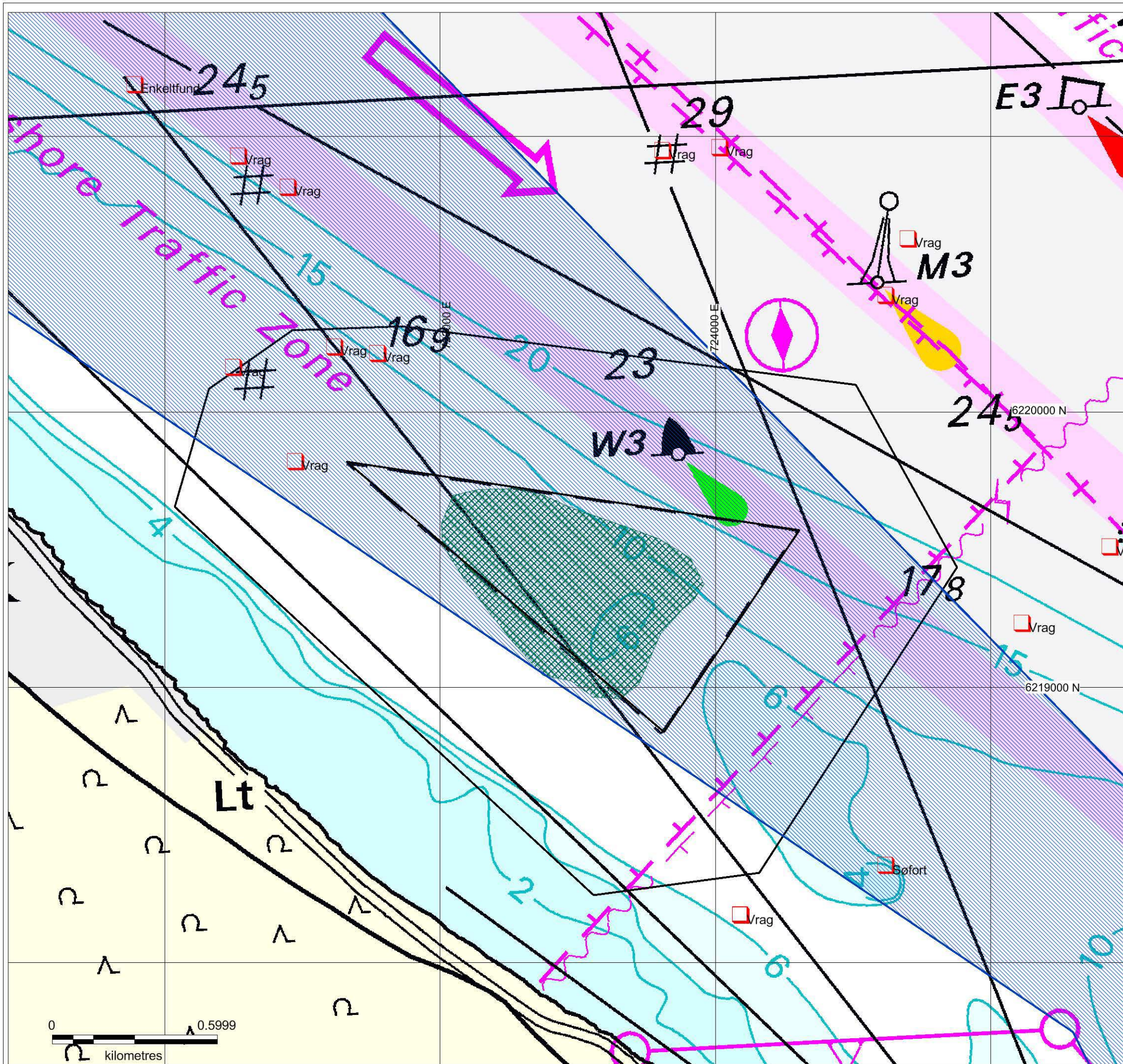


DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

Tegningsnummer: **Bilag D4\_Lappegrund**







# Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014

SIGNATURFORKLARING:

-  Kultuthistorisk lokalitet
-  Indvindingsområde Lappegrund
-  Kortlægningsområde
-  Indvindingsspor
-  500\_m\_zone
-  Råstofkortlægningsområde

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

## Menneskelig aktivitet

Korttema:



Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Klient:

Tegnet af SLO  
6/03-2015

Godkendt af KAE  
09/03 - 2015



De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

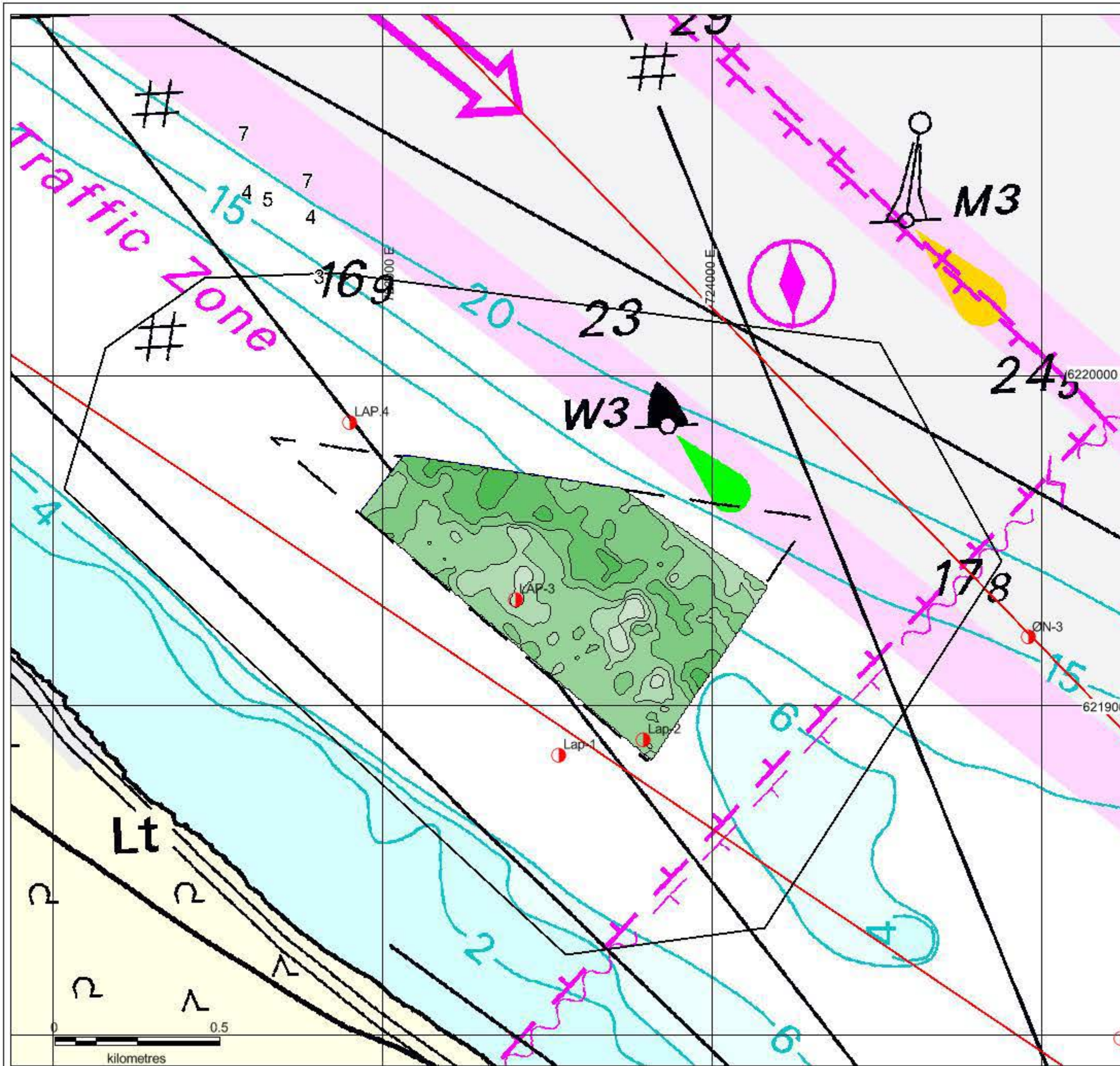


DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

## Bilag E4\_Lappegrund

Tegningsnummer:





**Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**

SIGNATURFORKLARING:

- Kortlægningsområde
- Indvindingsområder

- Tykkelse i m
- 0 to 1
  - 1 to 2
  - 2 to 3
  - 3 to 4
  - 4 to 5
  - 5 to 6
  - 6 to 7
  - 7 to 8

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

**Øvre Dynamisk Holocæn sand**

Korttema:

Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Klient

Tegnet af SLO  
6/03-2015

Godkendt af KAE  
09/03 - 2015

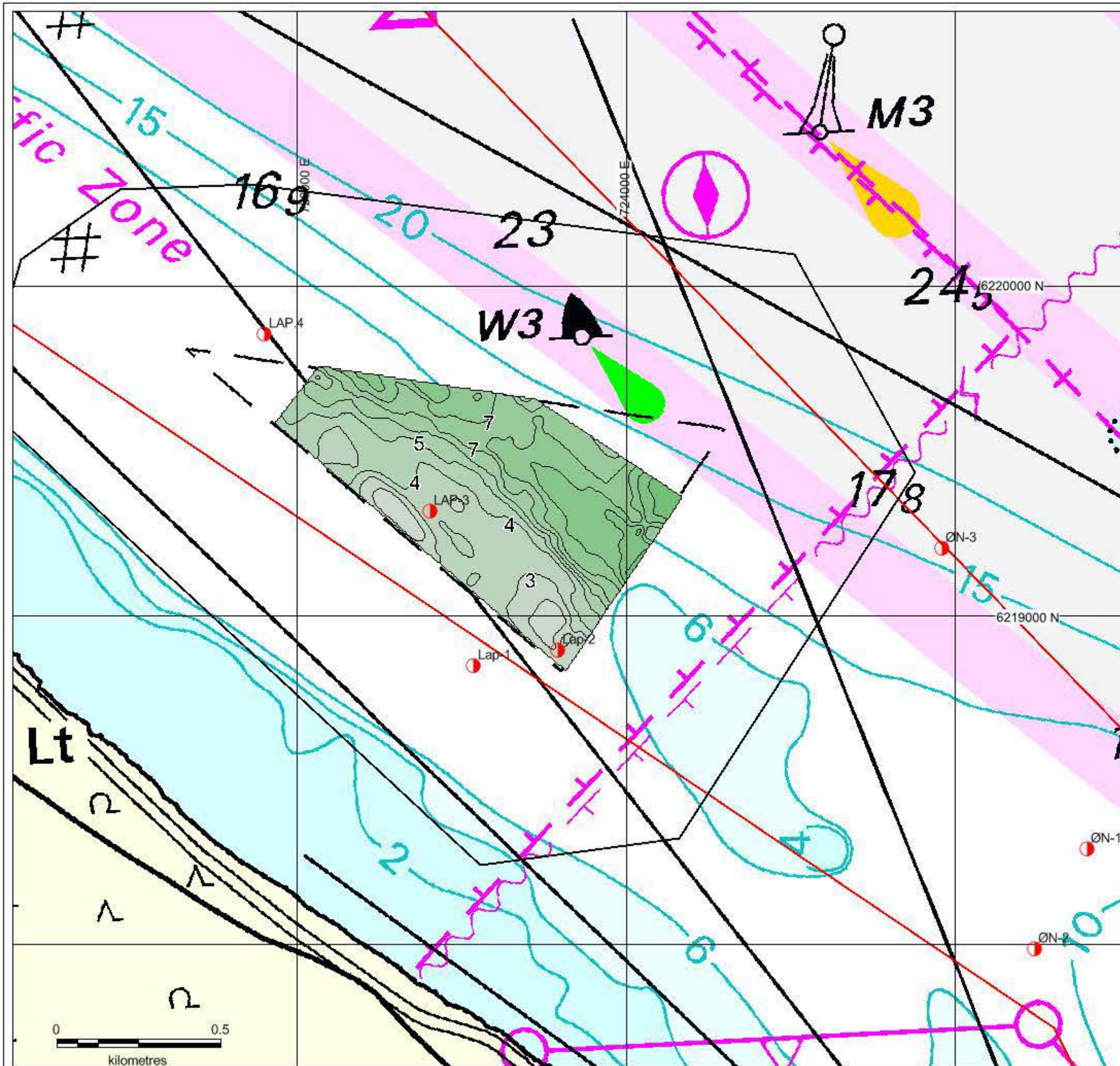
De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

**Bilag F4.1\_Lappegrund**

Tegningsnummer:





**Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**

SIGNATURFORKLARING:

- Kortlæningsområde
- Boringer

Lower Unit HS\_Lappegrund i m

- 2 to 3
- 3 to 4
- 4 to 5
- 5 to 6
- 6 to 7
- 7 to 8
- 8 to 9
- 9 to 10
- 10 to 11
- 11 to 12
- 12 to 13

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

**Råstoffer: Nedre Holocæn Sandenhed**

Korttema:

**Naturstyrelsen**  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Klient:

Tegnet af SLO  
6/03-2015

Godkendt af KAE  
09/03 - 2015

**De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland**  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

**DCE**  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

**Bilag F4.2\_Lappegrund**  
Tegningsnummer:



# Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014

SIGNATURFORKLARING:

-  Råstofkortlægningsområde
-  Indvindingsområde
-  Natura-2000 område
-  500 m Påvirkningszone

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

## Oversigtskort

Korttema:



Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Klient:

Tegnet af SLO  
6/03-2015

Godkendt af KAE  
09/03 - 2015



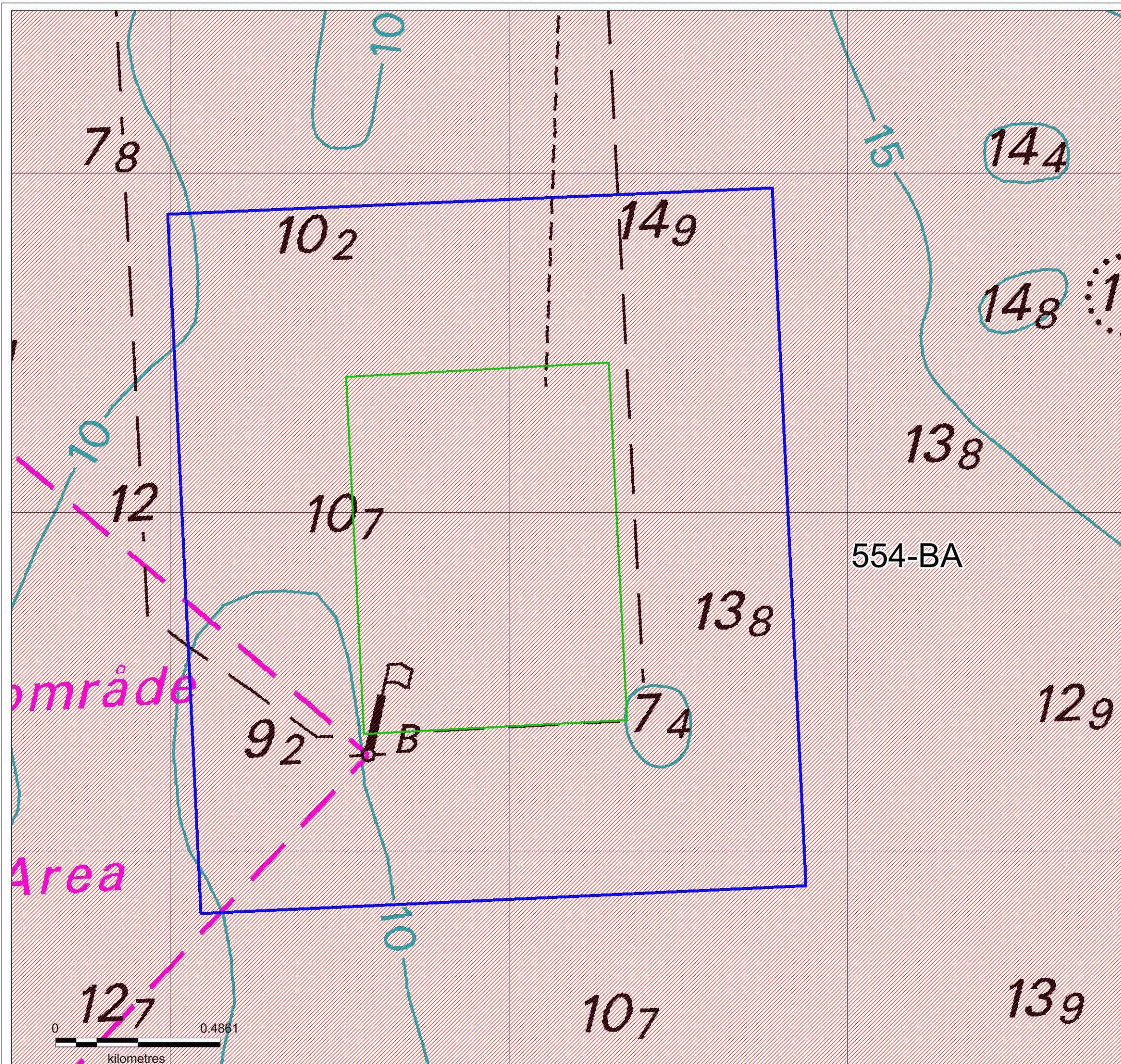
De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K



DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

## Bilag A5\_Nivå Flak

Tegningsnummer:





**Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**

SIGNATURFORKLARING:

-  Kortlægningsområde
-  Indvindingsområde
-  natura\_2000
-  Grab\_prøver
-  boringer\_NST 2014
-  Bundeverifikationspunkter
-  Seismik linje

No Window

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

**Sejllinjer og bundverifikationspunkter**

Korttema:



Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Klient:

Tegnet af SLO  
6/03-2015

Godkendt af KAE  
09/03 - 2015



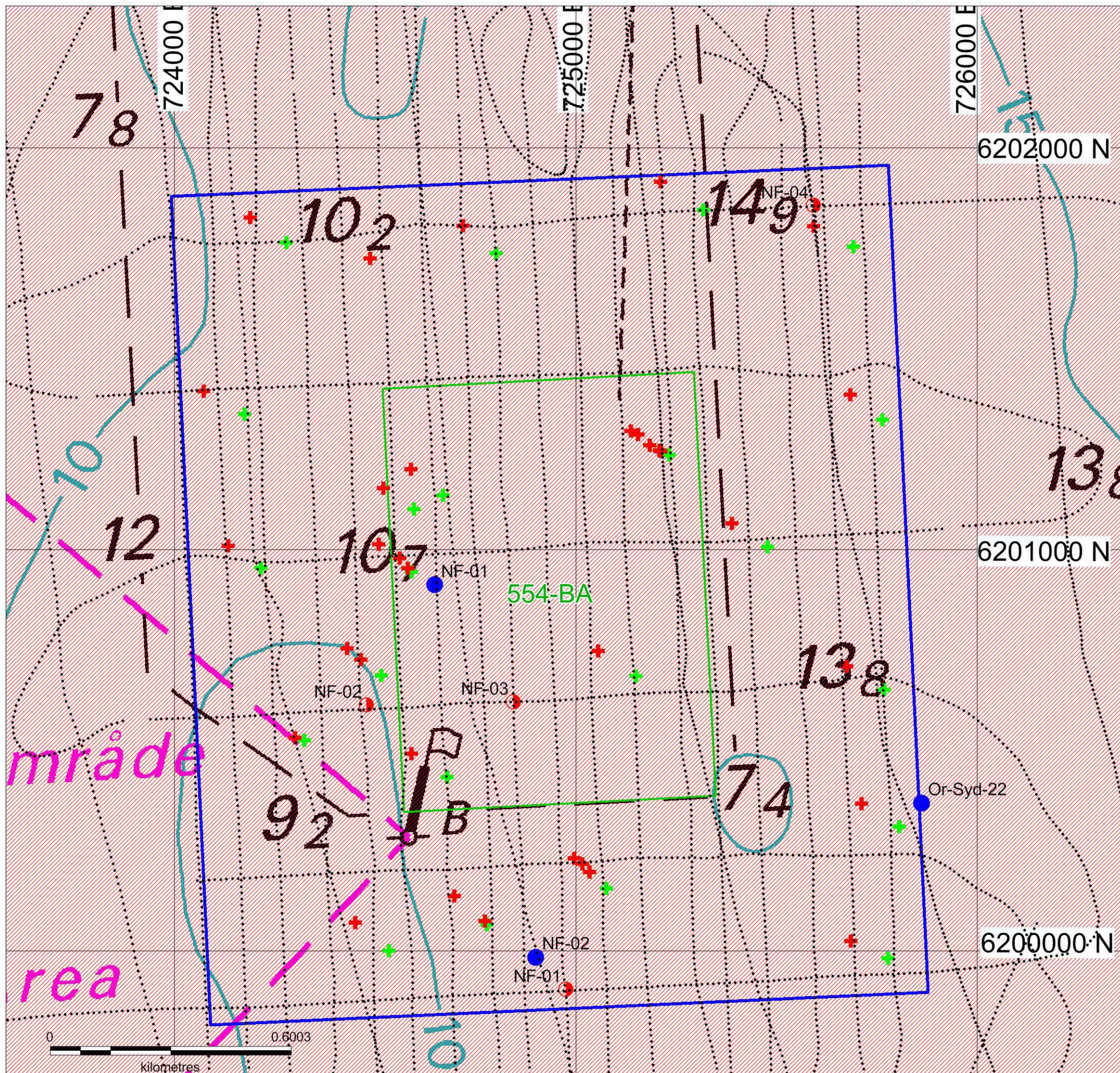
De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K



DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

**Bilag B5\_Nivå Flak**

Tegningsnummer:







**Marin råstofkortlægningh og miljøundersøgelser i Øresund 2014**


SIGNATURFORKLARING:


 Kortlægningsområde


 -22 to -20


 -20 to -18

 -18 to -16

 -16 to -14

 -14 to -12

 -12 to -10

 Seljlinje

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Korttema: **Dybdeforhold**



Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Klient:

Tegnet af SLO  
6/03-2015

Godkendt af KAE  
09/03 - 2015



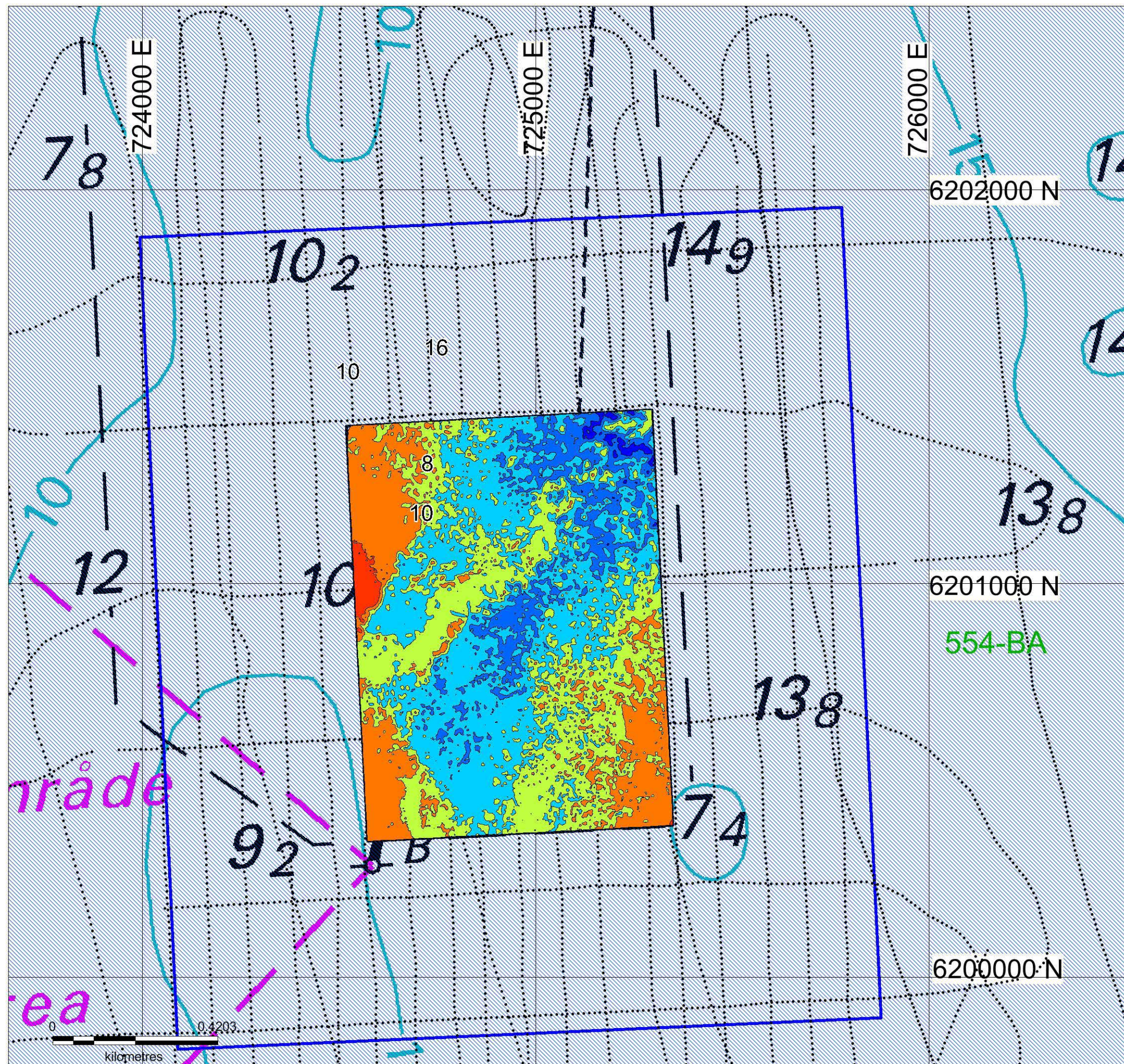
De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K



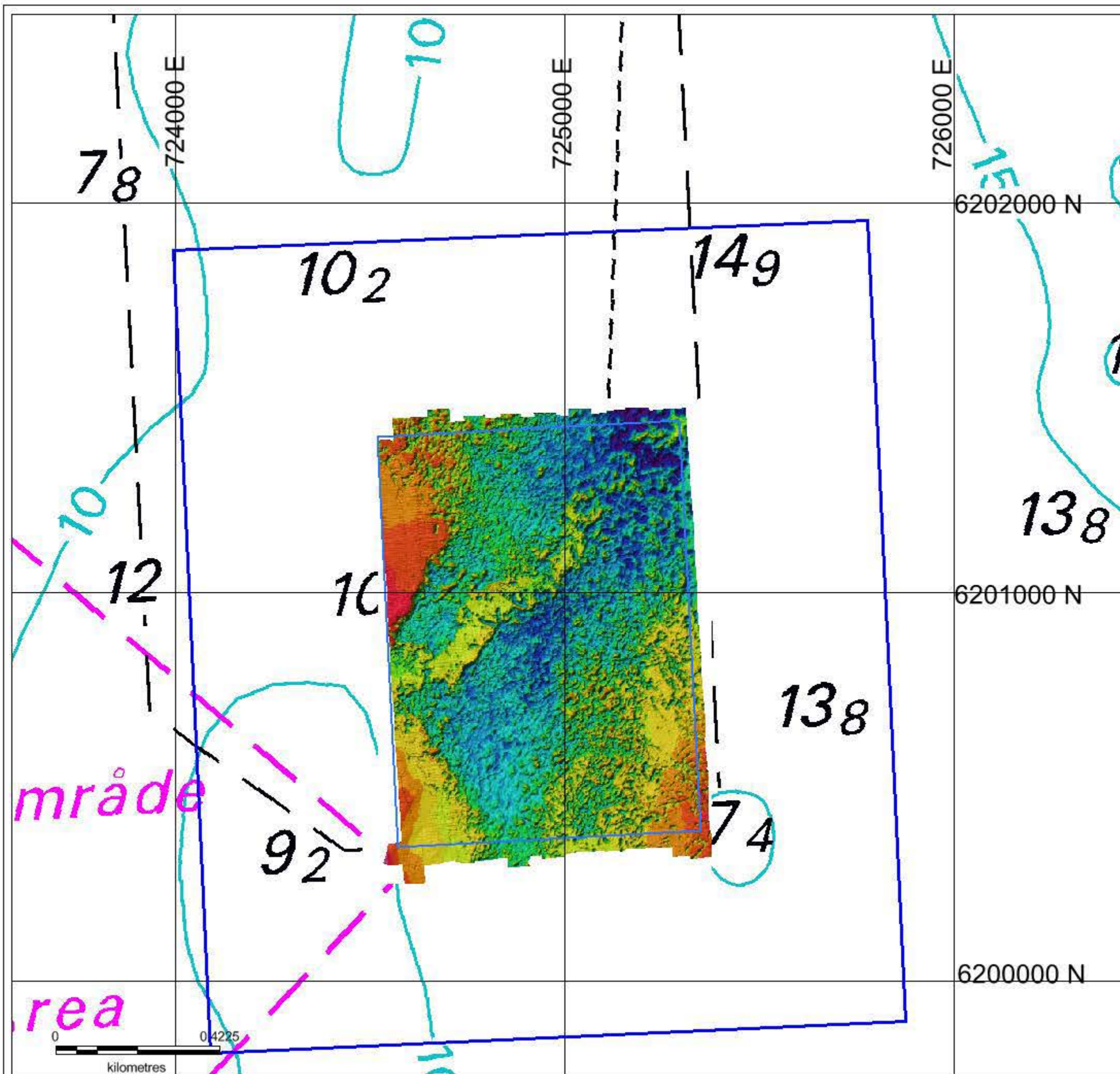
DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

**Bilag C5\_Nivå Flak**

Tegningsnummer:





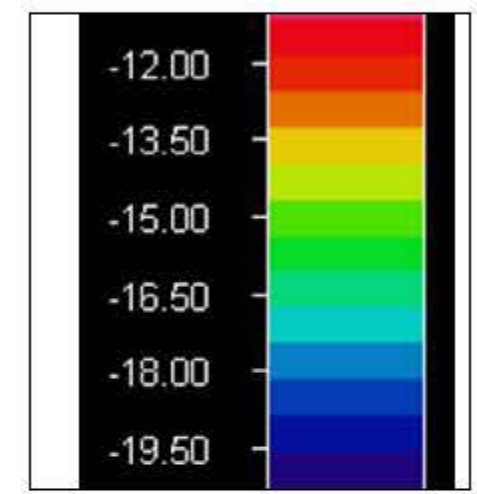


**Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**

SIGNATURFORKLARING:

- Råstofkortlægningsområde
- Indvindingsområde

Multibeam Dybder i m



Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

**Multibeam Kort**

Korttema:

Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Klient:

Tegnet af SLO  
6/03-2015

Godkendt af KAE  
09/03 - 2015

De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

**Bilag C5\_1\_Nivå Flak**

Tegningsnummer:



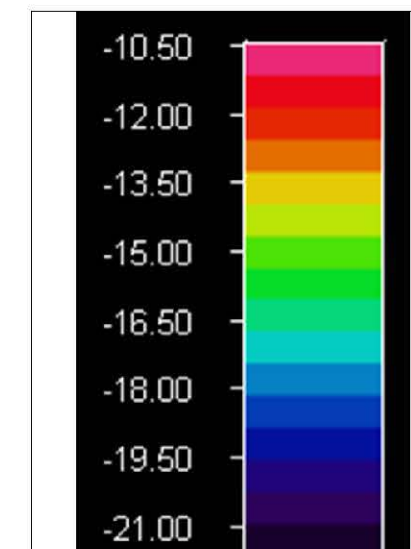
## Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014

SIGNATURFORKLARING:

 Råstofkortlægningsområde

 Indvindingsområde

Multibeam Dybder i m



Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

### Sejllinjer og bundverifikationspunkter

Korttema:



Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Klient:

Tegnet af SLO  
6/03-2015

Godkendt af KAE  
09/03 - 2015



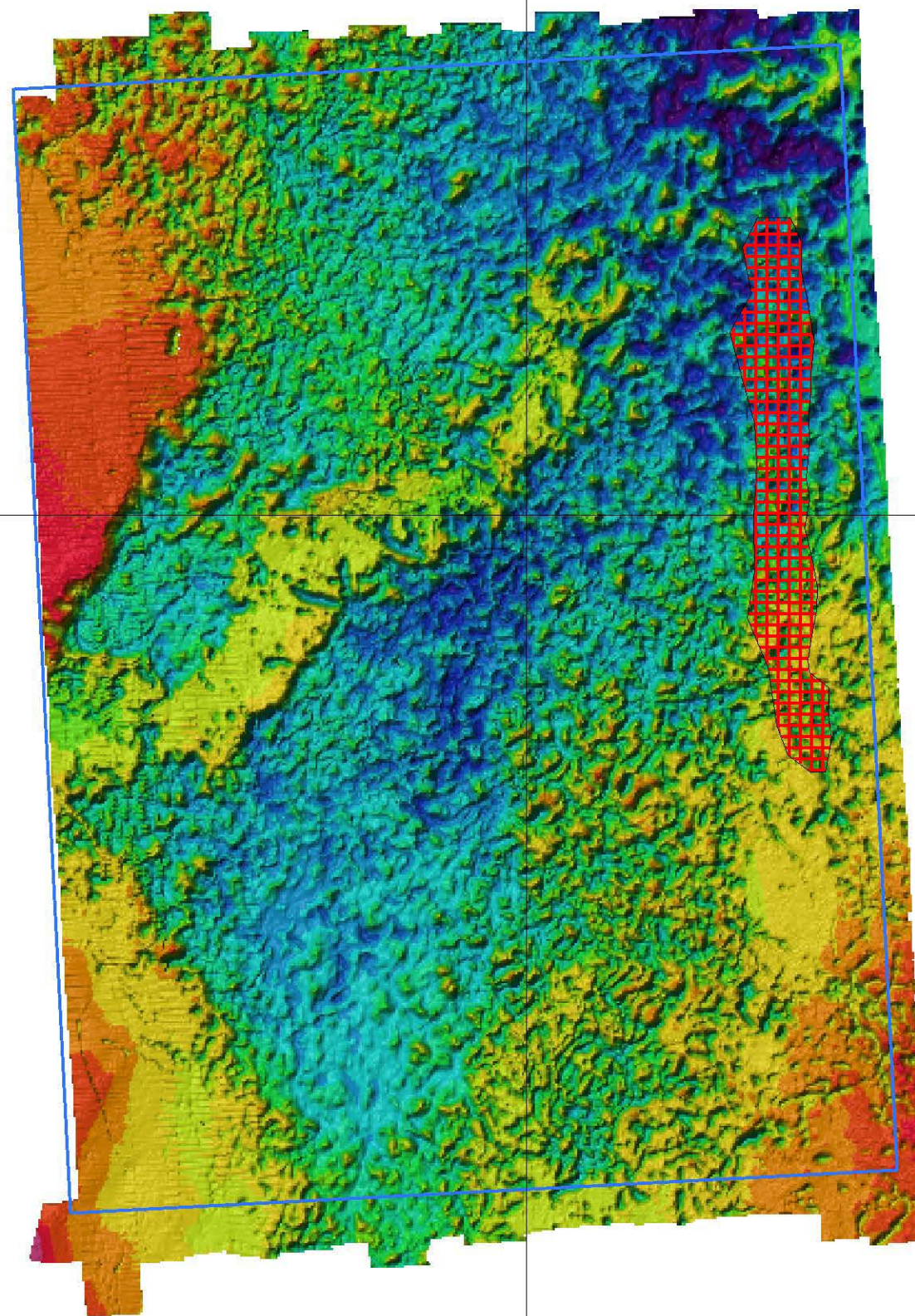
De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K



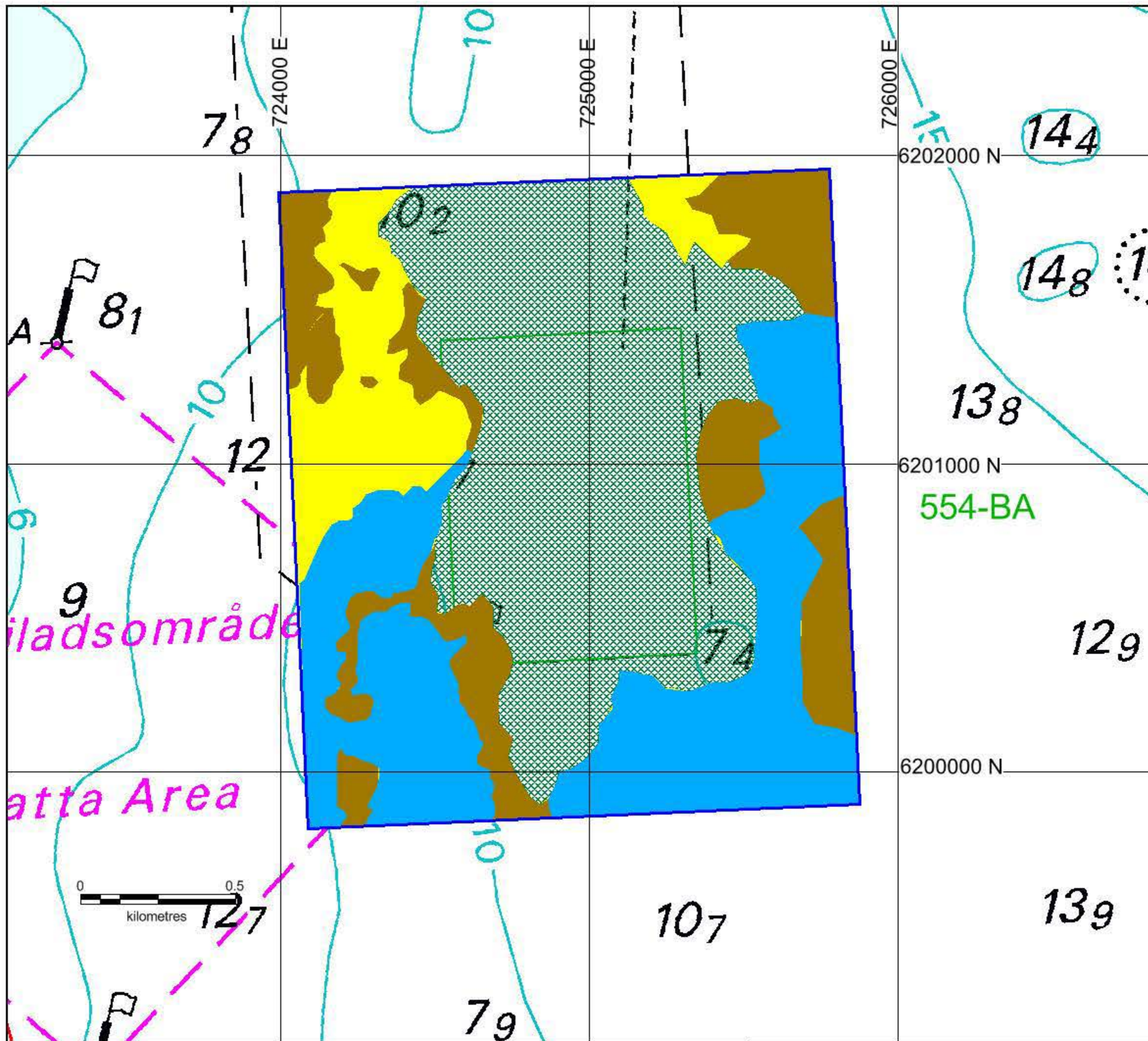
DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

### Bilag C5\_2Nivå Flak

Tegningsnummer:









**Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**

**SIGNATURFORKLARING:**

-  Nivå\_500m\_Påvirkningsz
-  Substrattype\_3
-  Substrattype\_2
-  Substrattype\_1
-  Spor efter indvinding
-  Råstof kortlægningsområde

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

**Bundsubstrattyper**


Korttema:

 Miljøministeriet  
Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Klient

Tegnet af SLO  
09/03-2015

Godkendt af KÆ  
12/03-2015

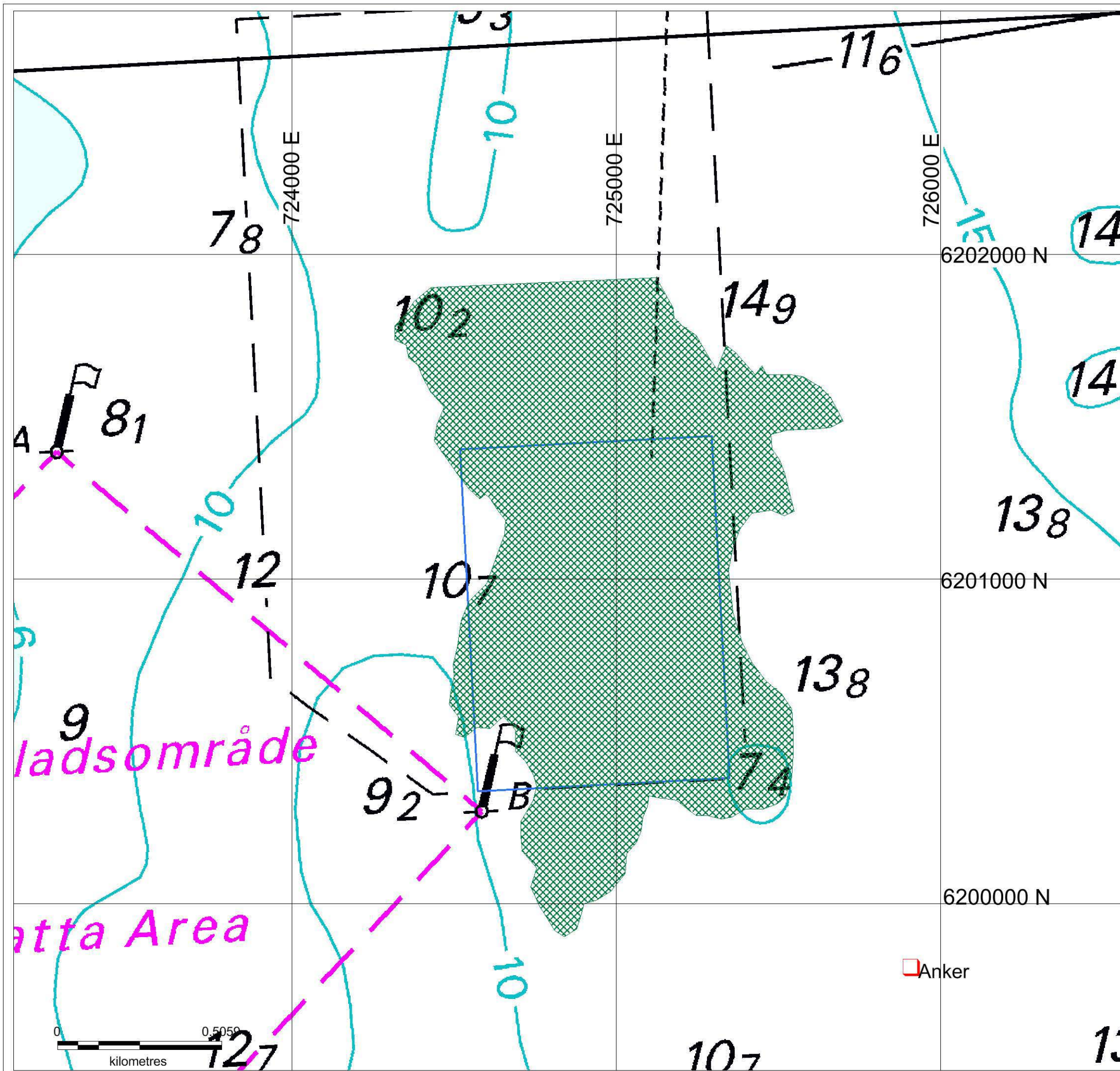
 De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

 DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

**Bilag D5\_Nivå Flak**

Tegningsnummer:





## Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014

SIGNATURFORKLARING:

- Råstofkortlægningsområde
- Indvindingsområde
- Indvindingsspor, markante
- Slæbespor
- Vrag og andre kulturminder

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Korttema: **Menneskelig aktivitet**



Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Klient:

Tegnet af SLO  
6/03-2015

Godkendt af KAE  
09/03 - 2015



De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K



DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

Anker

**Bilag E5\_Nivå Flak**

Tegningsnummer:



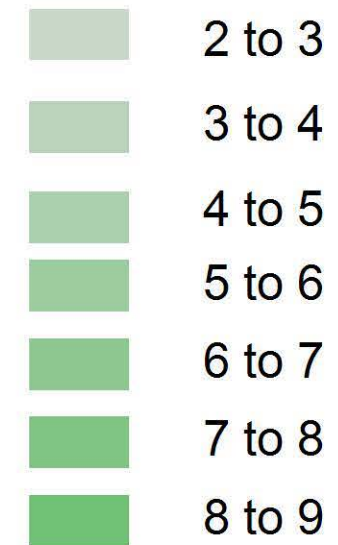
**Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**

SIGNATURFORKLARING:

 Råstofkortlægningsområde

 Indvindingsområde

Smeltevandssand mægtighed (m)



Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

**Råstoffer: Smeltevandssand enheder**  
Korttema:



Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Klient:

Tegnet af SLO  
6/03-2015

Godkendt af KAE  
09/03 - 2015



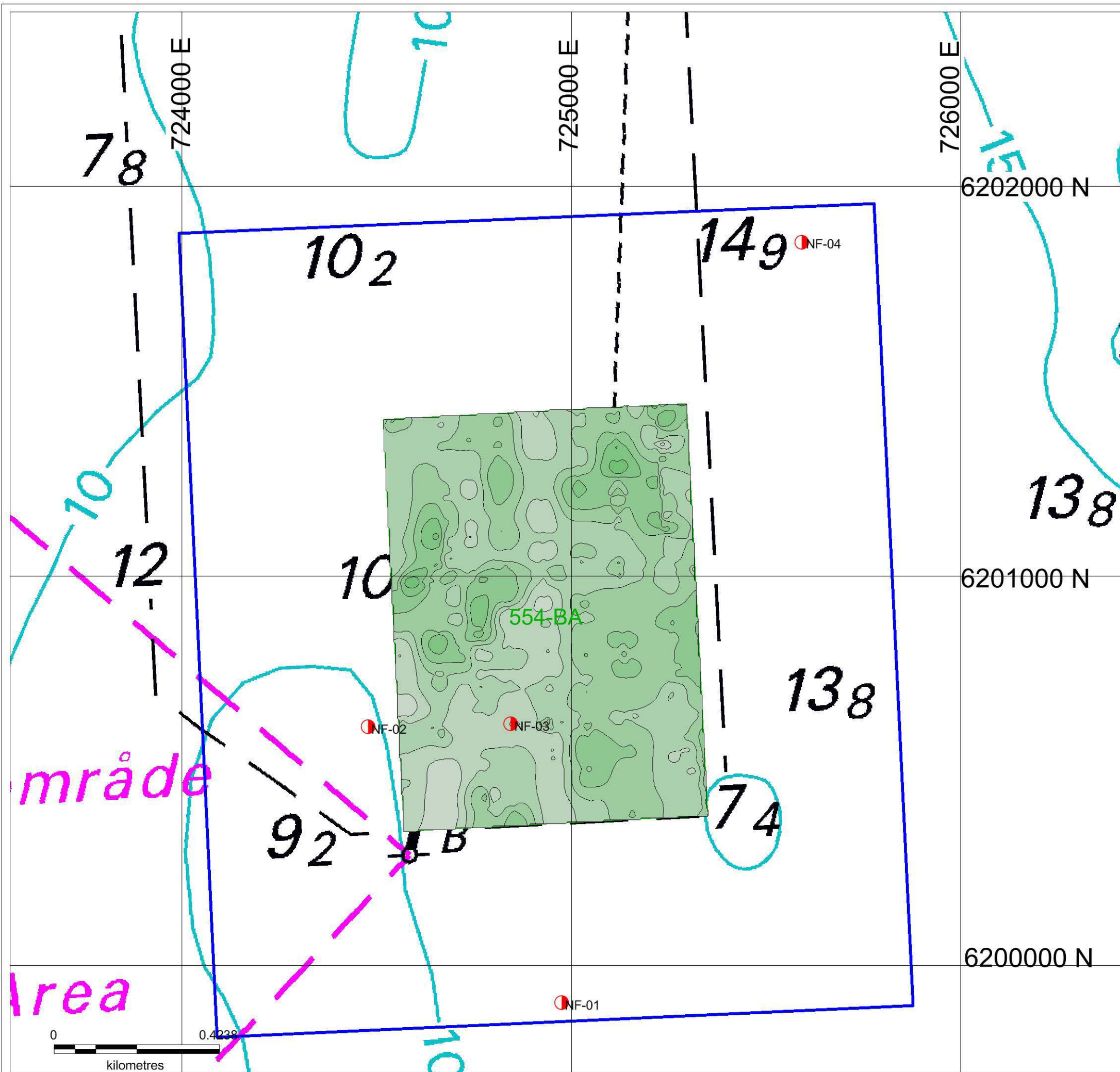
De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K



DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

**Bilag F5\_Nivå Flak**

Tegningsnummer:





**Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**

SIGNATURFORKLARING:

-  Råstofkortlægningsområde
-  Indvindingsområde
-  Natura-2000 område
-  500m påvirkningsområde

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

**Undersøgelsesområdet**

Korttema:



Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Klient:

Tegnet af SLO  
6/03-2015

Godkendt af KAE  
09/03 - 2015



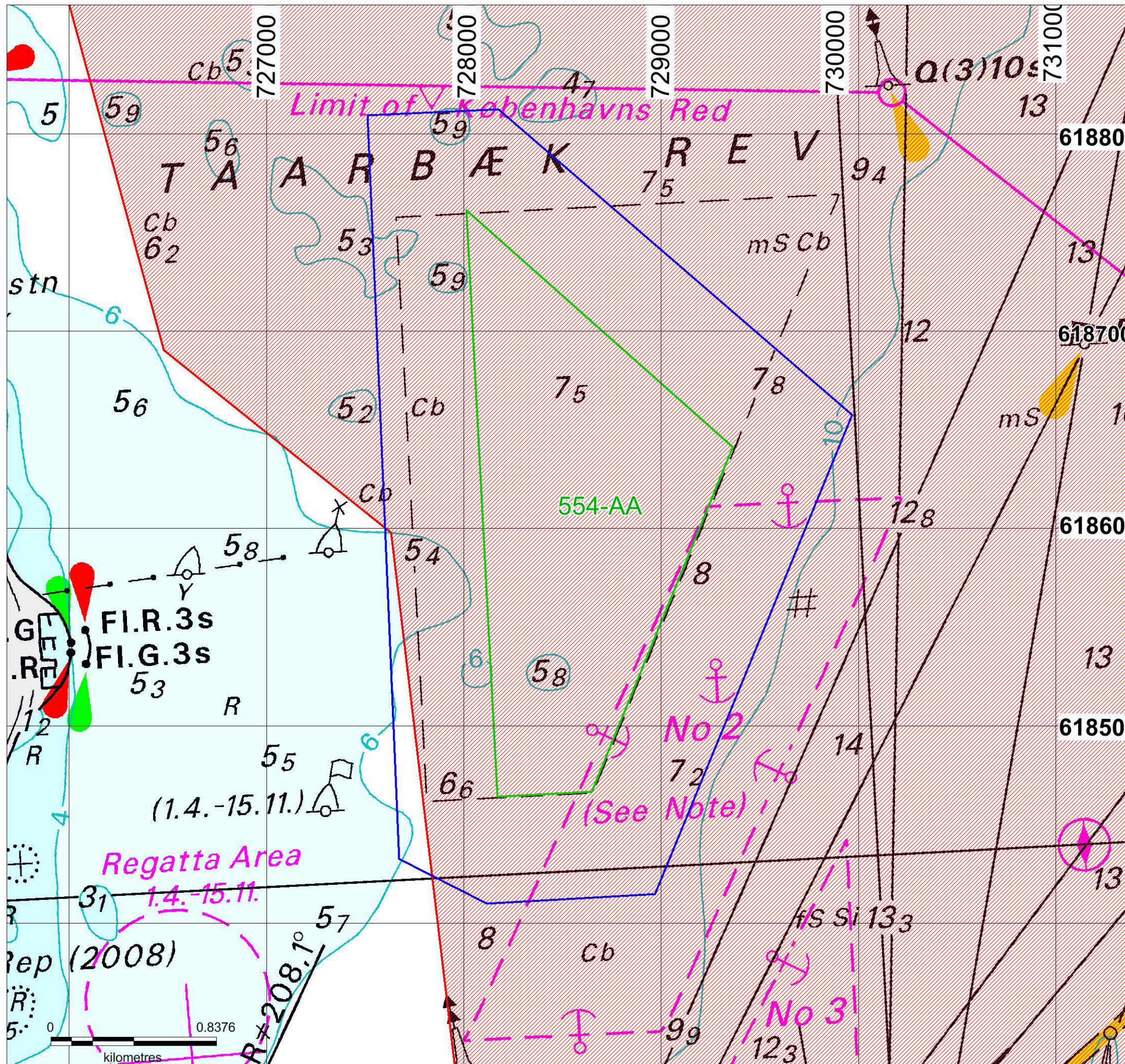
De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K



DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

**Bilag A6\_skovshoved**

Tegningsnummer:





**Marin Råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**

SIGNATURFORKLARING:

-  Kortlægningsområde
-  Indvindingsområde
-  Grab\_prøver
-  boringer\_NST 2014
-  Videopunkt Start
-  Videopunkt Slut
-  Seismik linje

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Korttema: **Undersøgelsesområdet**

 Miljøministeriet  
Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Klient:

Tegnet af SLO  
6/03-2015

Godkendt af KAE  
09/03 - 2015



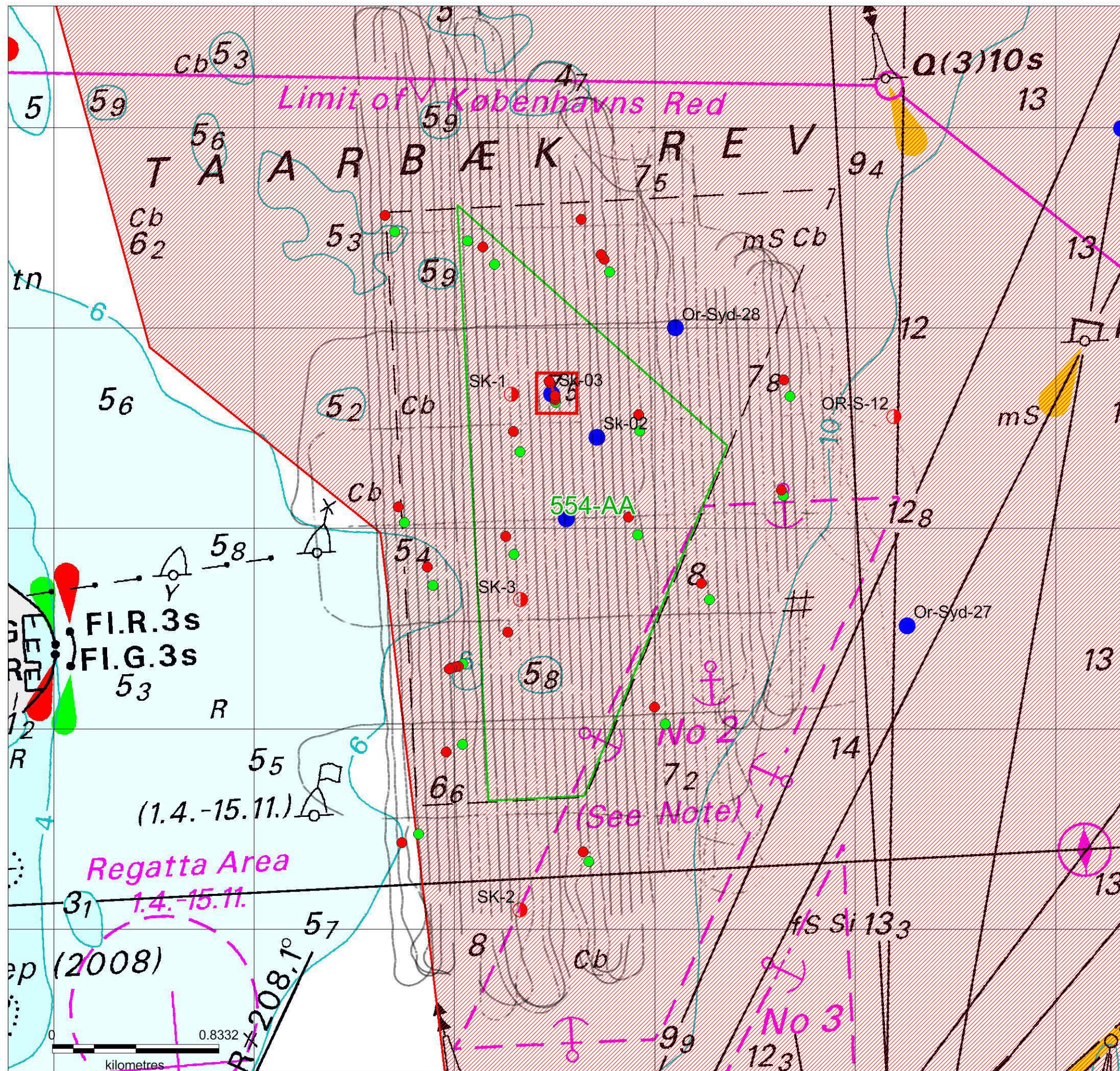
De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K



DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

**Bilag B6\_Skovshoved**

Tegningsnummer:






**Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**


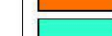









SIGNATURFORKLARING:

 Råstofkortlægningsområde

 Indvindingsområde

 Natura-2000 område

Dybder i m

	-6 to -7
	-7 to -8
	-8 to -9
	-9 to -10
	-10 to -11
	-11 to -12
	-12 to -13
	-13 to -14
	-14 to -15
	-15 to -16
	-16 to -17

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Korttema: **Undersøgelsesområdet**



Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Klient:

Tegnet af SLO  
6/03-2015

Godkendt af KAE  
09/03 - 2015



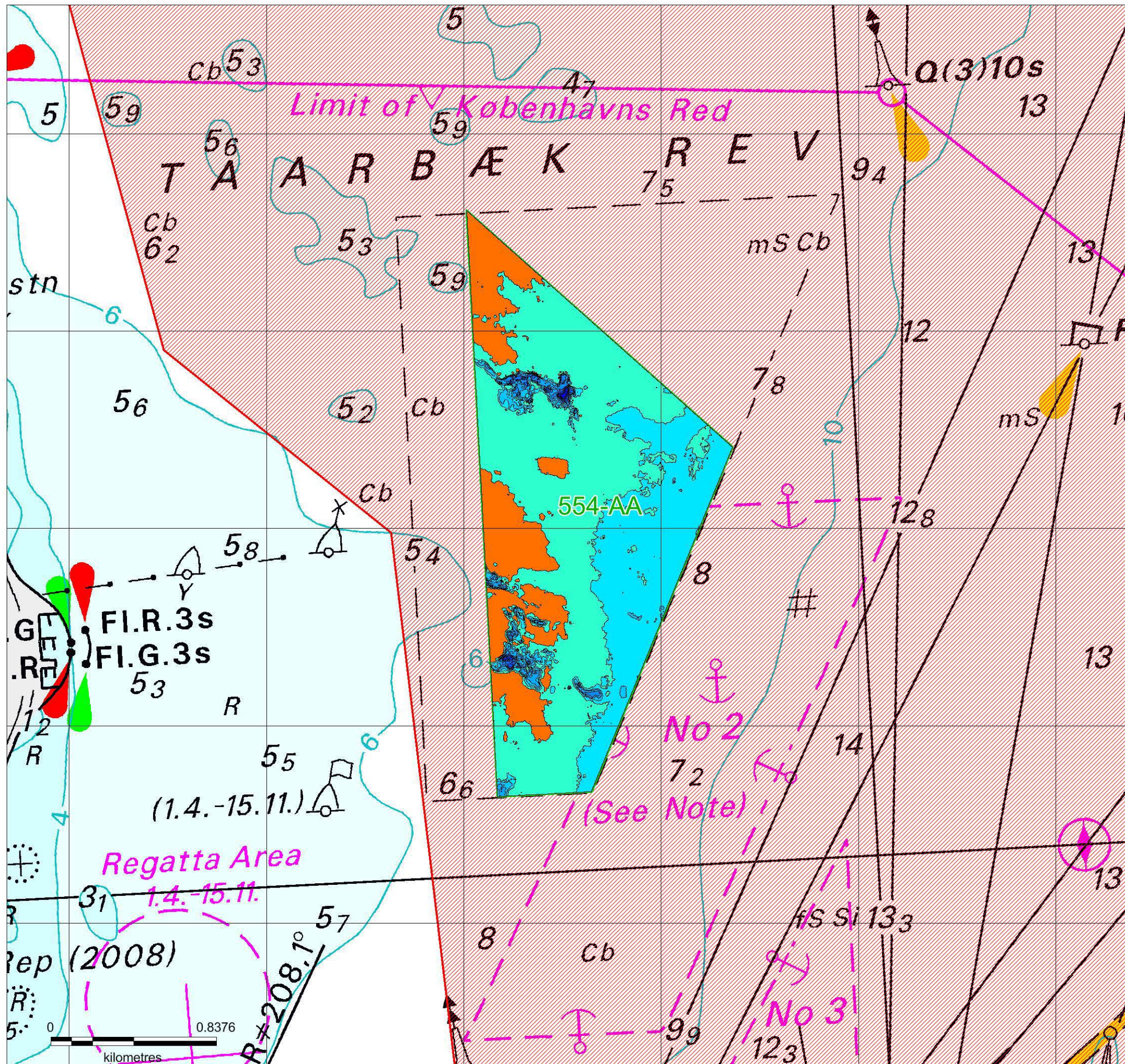
De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K



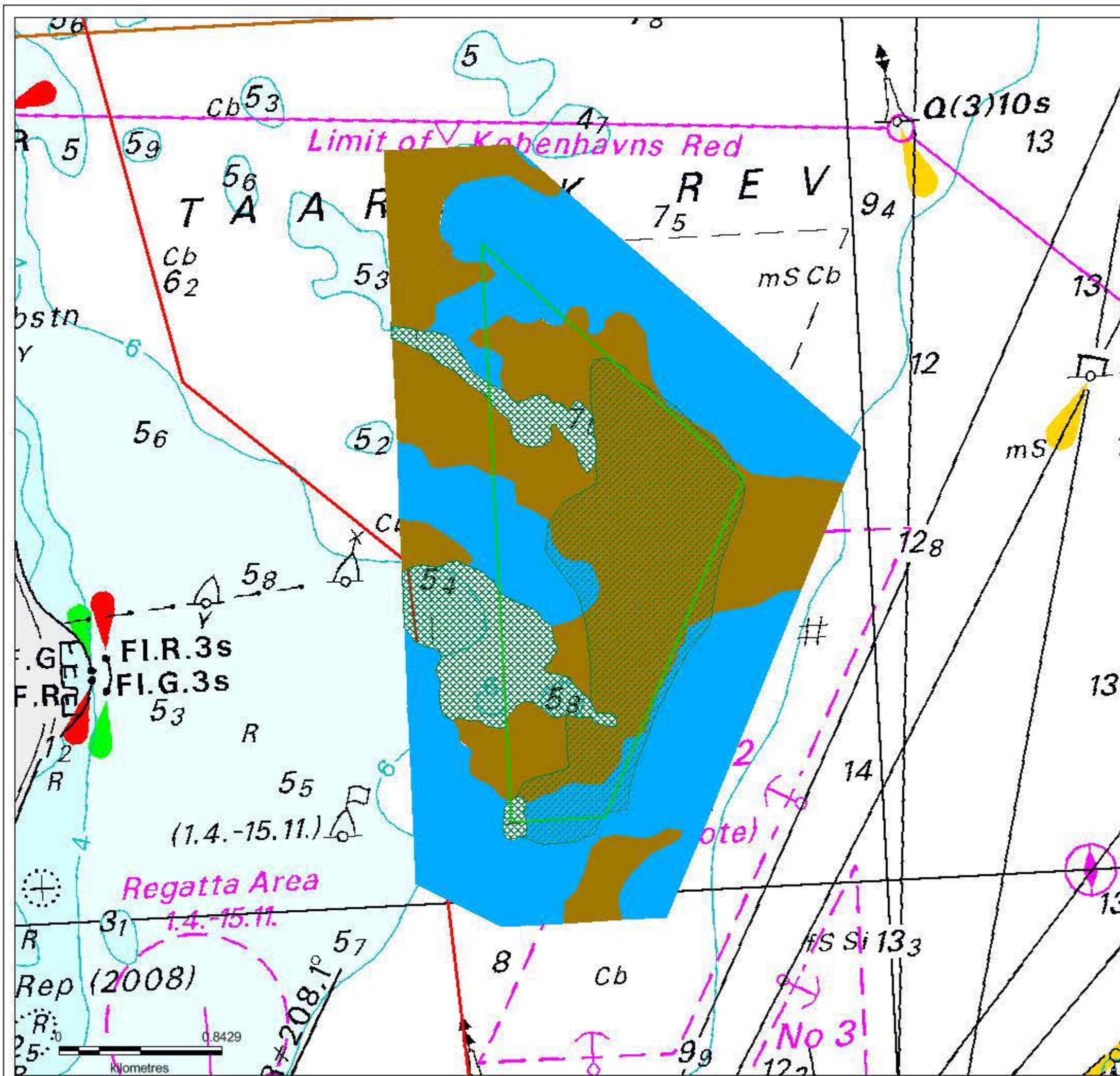
DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

**Bilag C6\_skovshoved**

Tegningsnummer:







**Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**

SIGNATURFORKLARING:

- Råstofkortlægningsområde
- Indvindingsområder
- Substrattype 2
- Substrattype 3
- Indvinding Stiksugning
- 

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Korttema: **Bundsubstrattyper**

Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Klient

Tegnet af SLO 6/03-2015	Godkendt af KAE 09/03 - 2015
----------------------------	---------------------------------

De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

**Bilag D6\_skovshoved**  
Tegningsnummer:



SIGNATURFORKLARING:

- Arkæologiske lokaliteter
- Område med spor af slæbesugning
- Områder med indvinding ved stiksugning
- Kortlægningsområde i Øresund
- Undersøgelsesområde Skovshoved

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

Korttema:

**Menneskelig aktivitet**

Klient:



Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Tegnet af SLO  
14/02-2015

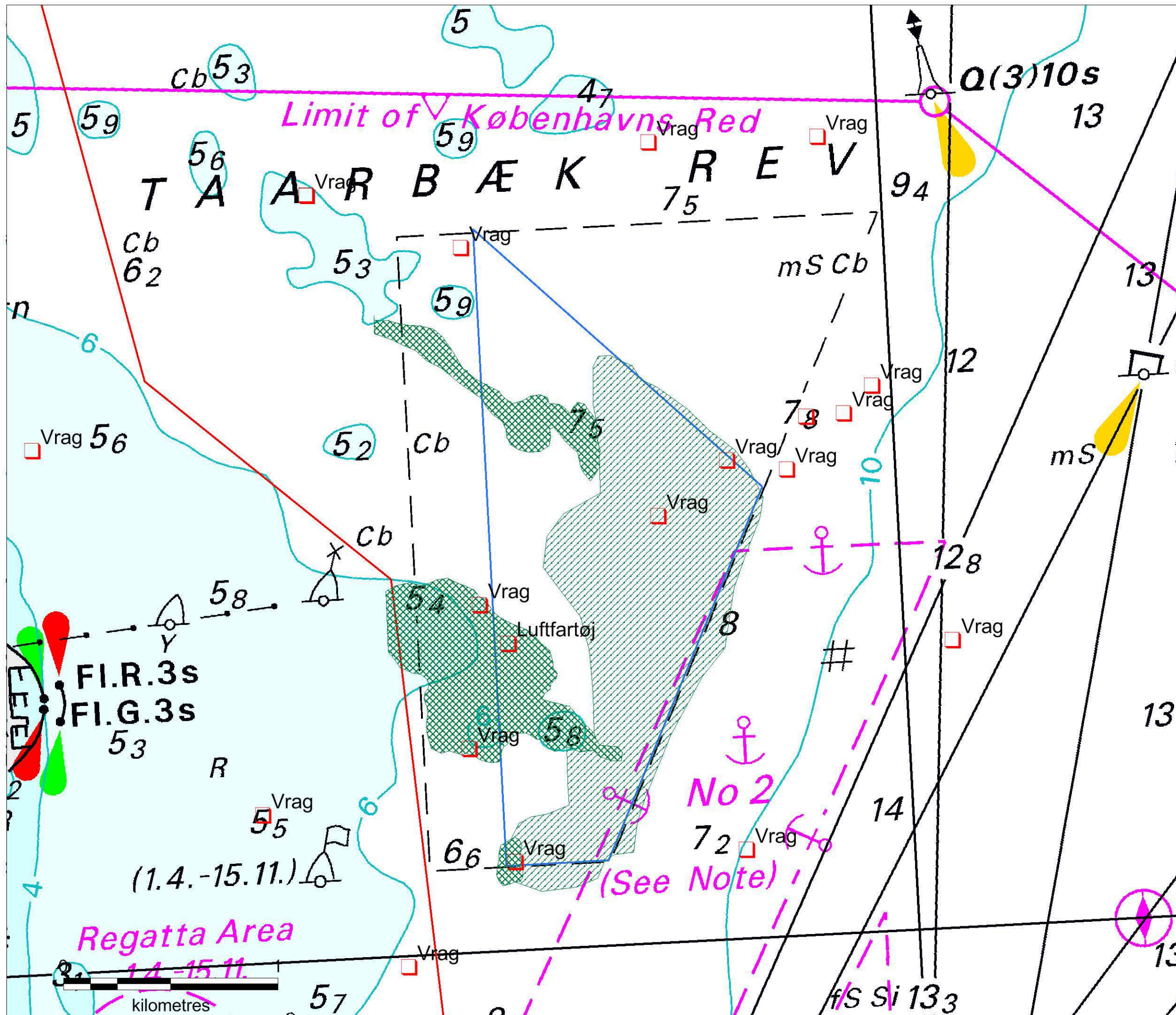
Godkendt af KAE  
22/02-2015

De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

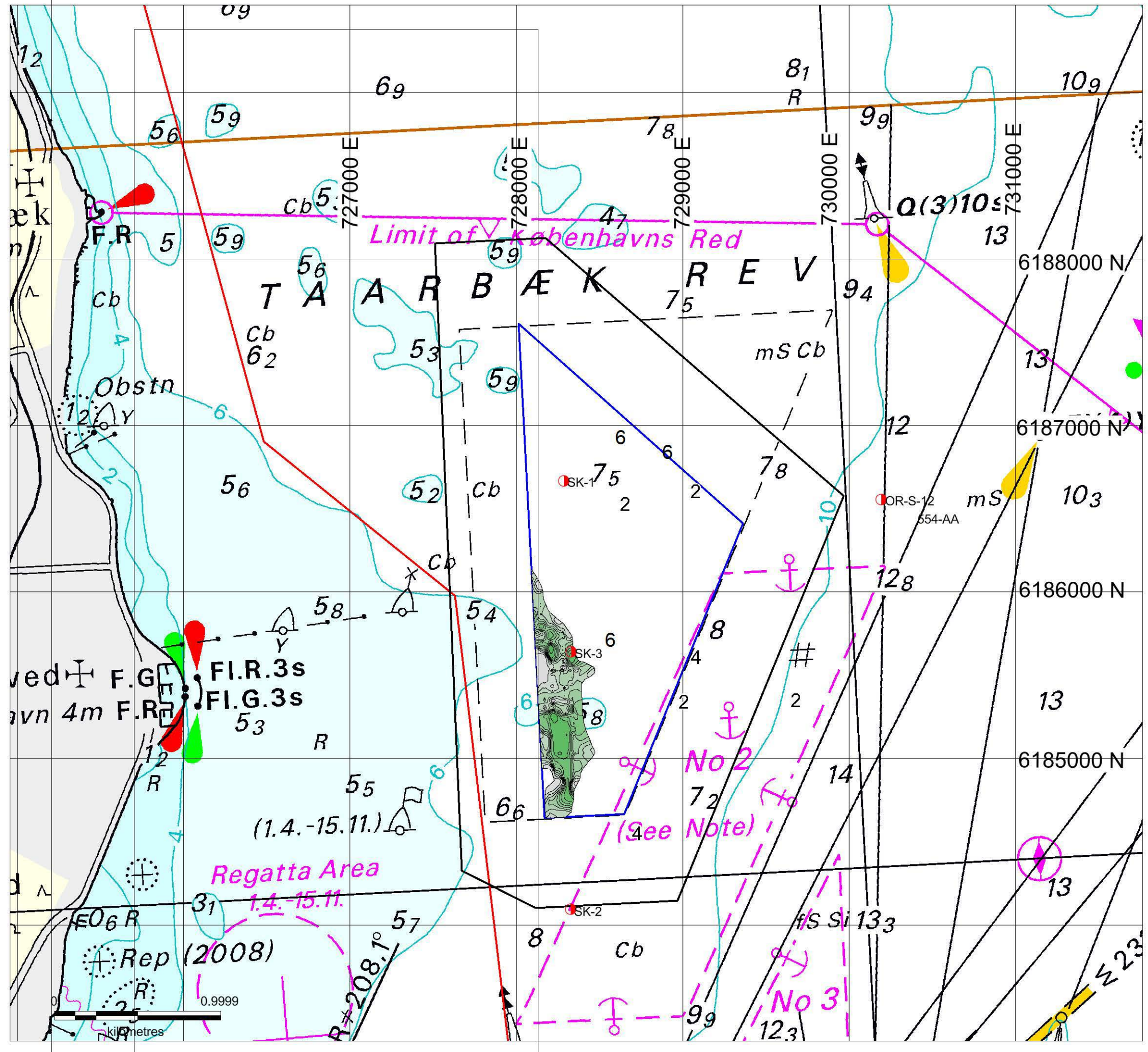
DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

Tegningsnummer:

**Bilag E6\_Skovshoved**







**Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**

SIGNATURFORKLARING:

- Kortlægningsområde
- Indvindingsområder

Tykkelser i m

- 1 to 2
- 2 to 3
- 3 to 3
- 3 to 4
- 4 to 5
- 5 to 5
- 5 to 6
- 6 to 7

Datum : WGS 84 Projektion : UTM zone 32 nord

**Glacialt sand og grust**

Korttema:



Naturstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

Klient:

Tegnet af SLO  
6/03-2015

Godkendt af KAE  
09/03-2015



De Nationale Geologiske Undersøgelser  
for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K



DCE  
Nationalt Center for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde









**Bilag F6\_skovshoved**

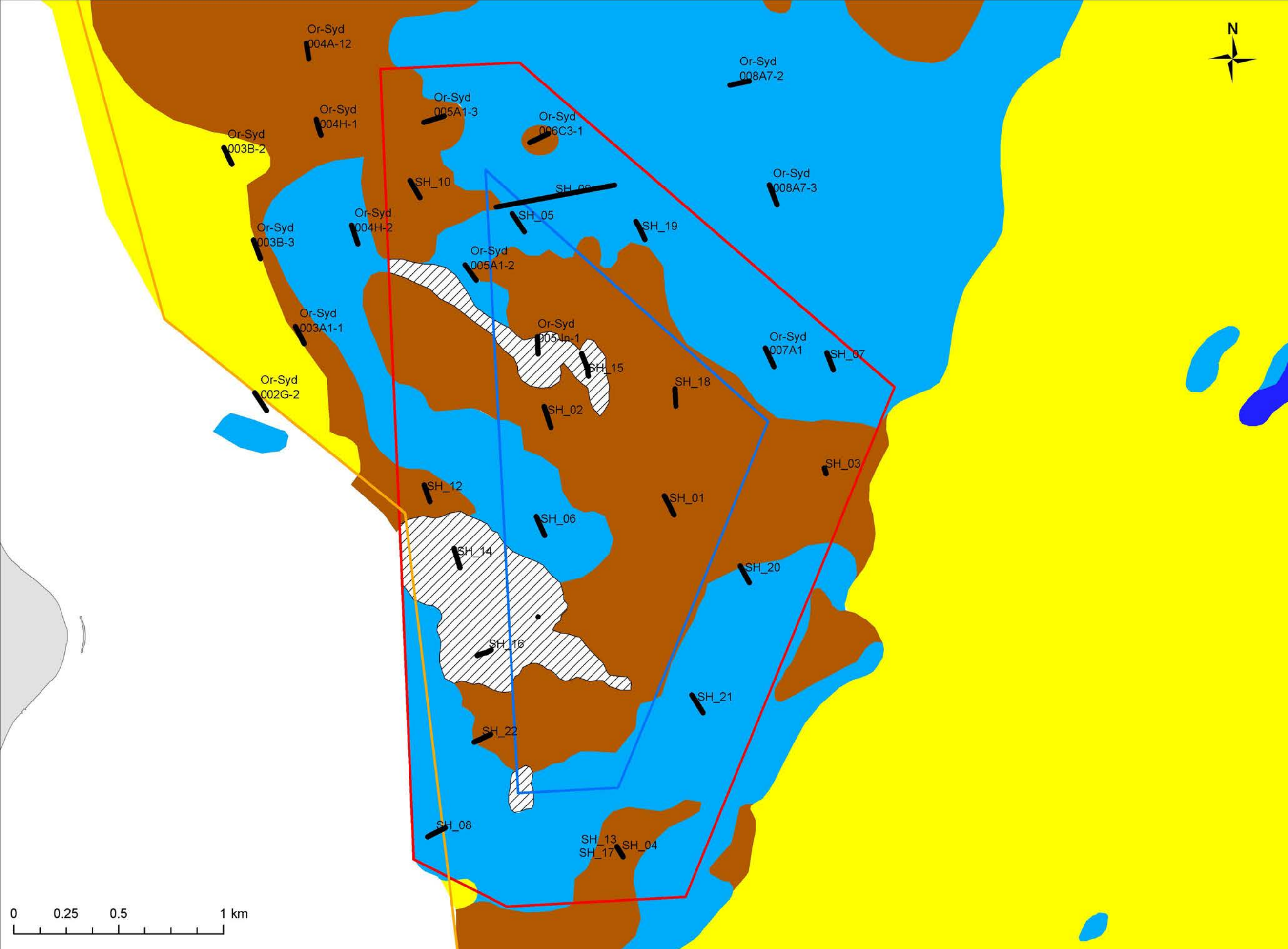
Tegningsnummer:



**Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014**



-  Transekter
-  Kortlægningsområde
-  Indvindingsområder
-  500m box
-  Indvinding
-  Substrat 1
-  Substrat 2
-  Substrat 3
-  Substrat 4




Datum: ETRS 89 Projektion: UTM 32 nord

Korttema:  
**Prøvetagning stationer**

Klient:  Naturstyrelsen  
Haraldgade 53  
2100 København Ø  
Miljøministeriet  
Naturstyrelsen

Tegnet af COG 04/02-2015	Godkendt af KDA 04/02-2015
-----------------------------	-------------------------------

 AARHUS UNIVERSITET  
DCE - Nationalt Center  
for Miljø og Energi  
Aarhus Universitet  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde

 De Nationale Geologiske  
Undersøgelser for Danmark  
og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

Tegningsnummer:  
**H6.1**

## **Bilag M: Grabprøver**



Target No.	UTM32 Easting	UTM32 Northing	Latitude	Longitude
KB-G-1	717373	6149884	55° 26.807'	012° 26.229'
KB-G-2	715301	6152097	55° 28.053'	012° 24.370'
KB-G-3	717287	6147135	55° 25.330'	012° 26.019'
KB-G-4	717043	6145841	55° 24.640'	012° 25.728'
KB-G-5	708338	6147771	55° 25.906'	012° 17.579'
KB-G-6	710129	6148974	55° 26.507'	012° 19.328'
KB-G-7	707725	6151352	55° 27.849'	012° 17.159'
KB-G-8	710756	6152007	55° 28.123'	012° 20.060'
KB-G-9	707386	6154083	55° 29.327'	012° 16.960'
KB-G-10	712859	6151119	55° 27.591'	012° 22.011'
KB-G-11	711032	6155113	55° 29.788'	012° 20.463'
KB-G-12	709390	6150062	55° 27.112'	012° 18.678'
KB-G-13	711127	6153202	55° 28.757'	012° 20.466'
KB-G-14	714354	6148278	55° 26.023'	012° 23.296'
KB-G-15	715070	6144799	55° 24.132'	012° 23.813'
KB-G-16	706721	6150555	55° 27.445'	012° 16.172'
KB-G-17	712327	6150551	55° 27.299'	012° 21.481'
KB-G-18	711040	6146442	55° 25.121'	012° 20.076'
Or-Syd-01	727176	6207288	55° 57.427'	012° 38.364'
Or-Syd-02	727140	6208720	55° 58.198'	012° 38.402'
Or-Syd-03	726123	6207610	55° 57.630'	012° 37.371'
Or-Syd-04	726152	6207439	55° 57.537'	012° 37.390'
Or-Syd-05	726233	6206407	55° 56.979'	012° 37.416'
Or-Syd-06	726220	6206532	55° 57.047'	012° 37.409'
Or-Syd-07	725258	6205792	55° 56.676'	012° 36.450'
Or-Syd-08	725337	6205017	55° 56.257'	012° 36.487'
Or-Syd-09	725446	6204165	55° 55.795'	012° 36.549'
Or-Syd-10	725151	6207283	55° 57.481'	012° 36.422'
Or-Syd-11	725810	6209980	55° 58.914'	012° 37.190'
Or-Syd-12	726354	6211042	55° 59.470'	012° 37.765'
Or-Syd-13	726056	6213424	56° 00.760'	012° 37.599'
Or-Syd-14	725534	6212494	56° 00.274'	012° 37.051'
Or-Syd-15	725233	6211933	55° 59.981'	012° 36.734'
Or-Syd-16	724570	6210428	55° 59.190'	012° 36.022'
Or-Syd-17	724037	6209360	55° 58.630'	012° 35.457'
Or-Syd-18	723630	6207460	55° 57.619'	012° 34.972'
Or-Syd-19	723729	6205713	55° 56.676'	012° 34.980'
Or-Syd-20	723865	6204604	55° 56.076'	012° 35.055'
Or-Syd-21	724090	6202390	55° 54.878'	012° 35.161'
Or-Syd-22	725862	6200367	55° 53.740'	012° 36.757'
Or-Syd-23	731330	6187992	55° 46.927'	012° 41.360'
Or-Syd-24	737334	6185119	55° 45.207'	012° 46.942'
Or-Syd-25	736857	6184817	55° 45.058'	012° 46.471'
Or-Syd-26	734900	6184384	55° 44.883'	012° 44.582'
Or-Syd-27	730260	6185510	55° 45.622'	012° 40.213'
Or-Syd-28	729104	6186997	55° 46.455'	012° 39.185'
Or-Syd-29	725539	6192188	55° 49.349'	012° 36.040'
Or-Syd-30	727172	6190094	55° 48.176'	012° 37.496'
Or-Syd-31	728768	6189639	55° 47.886'	012° 38.997'
Or-Syd-32	732530	6190731	55° 48.366'	012° 42.646'
Or-Syd-33	725501	6202853	55° 55.088'	012° 36.536'
Or-Syd-34	726774	6197064	55° 51.937'	012° 37.464'
Or-Syd-35	723645	6199188	55° 53.168'	012° 34.576'
Or-Syd-36	725631	6214742	56° 01.481'	012° 37.258'
NF-01	724650	6200910	55° 54.066'	012° 35.623'

Target No.	UTM32 Easting	UTM32 Northing	Latitude	Longitude
NF-02	724901	6199983	55° 53.560'	012° 35.818'
Sk-01	728561	6186044	55° 45.958'	012° 38.619'
Sk-02	728714	6186451	55° 46.172'	012° 38.785'
Sk-03	728488	6186668	55° 46.296'	012° 38.580'
Dis-01	727065	6212643	56° 00.311'	012° 38.529'
LG 03	723115	6219265	56° 03.985'	012° 35.066'
LG 23	723696	6219239	56° 03.955'	012° 35.624'
Or-Nord 21	724725	6219415	56° 04.020'	012° 36.622'
Or-Nord 22	719634	6222251	56° 05.688'	012° 31.865'
Or-Nord 14	721408	6221041	56° 04.988'	012° 33.512'
Or-Nord 24	722173	6220982	56° 04.935'	012° 34.246'
Or-Nord 17	725710	6218155	56° 03.315'	012° 37.506'
Or-Nord 31	726569	6217575	56° 02.978'	012° 38.302'
Or-Nord 26	724147	6219633	56° 04.154'	012° 36.077'

Grabpositioner for undersøgelsesområderne angivet i UTM (zone 32) og geografiske positioner. Prøvenummer fremgår også af tabellen.



**Bilag N: Boringer**

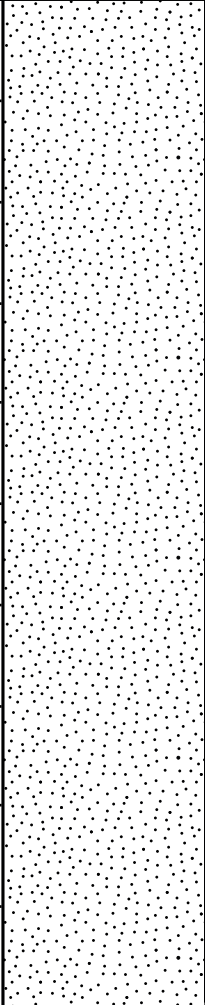
Well no.	Actual position (UTM)		Actual position		Date	Time	Heading	WD	Recovery
	Northing	Easting	Latitude	Longitude					
SK-2	728329	6184090	55° 44.911'	012° 38.284'	15/09/2014	14:26:00	90	8.8	3.6m
SK-3	728332	6185637	55° 45.748'	012° 38.371'	15/09/2014	15:29:00	86	7.8	3 m
SK-1	728287	6186663	55° 46.292'	012° 38.376'	15/09/2014	16:35:00	98	8.8	4.7 m
ØN-4	719800	6222098	56° 05.592'	012° 32.010'	16/09/2014	08:25:00	128	15.5	4.4 m
LAP.4	722900	6219855	56° 04.318'	012° 34.886'	16/09/2014	09:25:00	128	9.3	4.1 m
LAP-3	723402	6219317	56° 04.007'	012° 35.329'	16/09/2014	10:45:00	128	9.8	4.3 m
Lap-1	723535	6218847	56° 03.743'	012° 35.432'	16/09/2014	11:45:00	128	7.6	4.3m
Lap-2	723792	6218893	56° 03.761'	012° 35.680'	16/09/2014	12:25:00	136	8.2	3.5 m
ØN-3	724959	6219204	56° 03.927'	012° 36.880'	16/09/2014	13:10:00	110	18.2	2.5 m
ØN-1	725400	6218289	56° 03.392'	012° 37.232'	16/09/2014	14:40:00	132	12.8	4.0 m
ØN-2	725241	6217987	56° 03.247'	012° 37.039'	16/09/2014	15:30:00	135	12.8	4.6 m
DISK-02	726657	6212760	56° 00.391'	012° 38.163'	16/09/2014	16:40:00	159	11.5	5.0 m
OR-S-01	723137	6204126	55° 55.845'	012° 34.312'	16/09/2014	18:00:00	182	8.8	5.0 m
OR-S-02	724594	6202898	55° 55.135'	012° 35.642'	17/09/2014	08:25:00	187	13.0	4.0 m
NF-04	725593	6201853	55° 54.544'	012° 36.576'	17/09/2014	10:25:00	174	18.0	4.2 m
NF-03	724846	6200617	55° 53.909'	012° 35.797'	17/09/2014	11:05:00	173	16.8	2.2 m
NF-02	724479	6200609	55° 53.915'	012° 35.437'	17/09/2014	11:55:00	183	12.8	5.3 m
NF-01	724976	6199902	55° 53.512'	012° 35.888'	17/09/2014	13:35:00	217	13.2	3.8 m
OR-S-4	727460	6199030	55° 52.976'	012° 38.198'	17/09/2014	14:35:00	188	14.9	5.5 m
OR-S-5	726377	6196358	55° 51.572'	012° 37.040'	17/09/2014	15:35:00	204	9.5	2.8 m
OR-S-9	729151	6195529	55° 51.050'	012° 39.665'	17/09/2014	16:15:00	189	16.8	5.5 m
OR-S-7	729187	6195014	55° 50.7711'	012° 39.643'	17/09/2014	16:50:00	217	9.5	2.5 m
OR-S-3	729461	6194524	55° 50.500'	012° 39.892'	17/09/2014	17:25:00	151	10.2	2.8 m
OR-S-6	727705	6194486	55° 50.535'	012° 38.229'	17/09/2014	18:15:00	116	9.5	6.0 m
OR-S-12	730194	6186551	55° 46.199'	012° 40.186'	18/09/2014	08:35:00	104	13.0	1.7 m
OR-S-20	730591	6190532	55° 48.317'	012° 40.763'	18/09/2014	09:35:00	109	12.1	1.2 m
OR-S-21	726817	6192176	55° 49.300'	012° 37.252'	18/09/2014	10:35:00	123	7.5	5.3 m
OR-S-11	727326	6193154	55° 49.816'	012° 37.786'	18/09/2014	11:10:00	119	8.8	5.5 m
OR-S-15	730165	6193574	55° 49.970'	012° 40.519'	18/09/2014	12:00:00	123	11.0	5.0 m
OR-S-14	734464	6187548	55° 46.600'	012° 44.321'	18/09/2014	13:00:00	125	18.0	4.7 m
OR-S-13	734510	6187346	55° 46.490'	012° 44.354'	18/09/2014	13:45:00	130	16.0	2.5 m
KB 4	704979	6150192	55° 27.300'	012° 14.530'	19/09/2014	07:50:00	50	10.6	4.8 m
KB 20	706185	6149988	55° 27.150'	012° 15.630'	19/09/2014	08:30:00	94	10.4	4.5 m
KB 25	707088	6148055	55° 26.086'	012° 16.416'	19/09/2014	09:10:00	12	10.0	4.2 m
KB 23	708683	6148267	55° 26.160'	012° 17.939'	19/09/2014	09:50:00	354	11.8	4.85m
KB 8	712595	6146563	55° 25.131'	012° 21.563'	19/09/2014	10:50:00	22	9.4	1.6 m
KB 17	711440	6148269	55° 26.089'	012° 20.531'	19/09/2014	11:30:00	54	10.0	3.6 m
KB 3	713313	6149225	55° 26.560'	012° 22.357'	19/09/2014	12:10:00	25	11.8	3.8 m
KB 10	714062	6150118	55° 27.023'	012° 23.116'	19/09/2014	12:40:00	3	13.3	2.8 m
KB 11	713749	6152265	55° 28.190'	012° 22.906'	19/09/2014	13:40:00	352	12.0	2.4 m
KB 9	711953	6151384	55° 27.764'	012° 21.136'	19/09/2014	14:10:00	340	10.6	5.0 m
KB 12	711923	6150104	55° 27.069'	012° 21.078'	19/09/2014	14:40:00	179	10.8	3.0 m
KB 15	710741	6150085	55° 27.091'	012° 19.941'	19/09/2014	15:00:00	254	8.8	4.2 m

Borepositioner angivet i UTM (zone 32) og geografiske positioner. Boringsnummer og vanddybden på borepositionerne fremgår af tabellen.

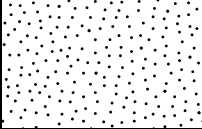
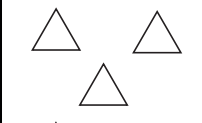
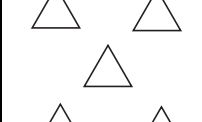


Well no.	Planned position		Actual position (UTM)		Actual position (UTM)				Heading	WD	Recovery
	Northing	Easting	Northing	Easting	Northing	Easting					
SK-2	55° 44.913'	012° 38.299'	728329	6184090	55° 44.911'	012° 38.284'	15/09/2014	14:26:00	90	8.8	3.6m
SK-3	55° 45.745'	012° 38.380'	728332	6185637	55° 45.748'	012° 38.371'	15/09/2014	15:29:00	86	7.8	3 m
SK-1	55° 46.299'	012° 38.388'	728287	6186663	55° 46.292'	012° 38.376'	15/09/2014	16:35:00	98	8.8	4.7 m
ØN-4	56° 05.601'	012° 32.017'	719800	6222098	56° 05.592'	012° 32.010'	16/09/2014	08:25:00	128	15.5	4.4 m
LAP-4	56° 04.308'	012° 34.889'	722900	6219855	56° 04.318'	012° 34.886'	16/09/2014	09:25:00	128	9.3	4.1 m
LAP-3	56° 04.005'	012° 35.345'	723402	6219317	56° 04.007'	012° 35.329'	16/09/2014	10:45:00	128	9.8	4.3 m
Lap-1	56° 03.748'	012° 35.449'	723535	6218847	56° 03.743'	012° 35.432'	16/09/2014	11:45:00	128	7.6	4.3m
Lap-2	56° 03.766'	012° 35.699'	723792	6218893	56° 03.761'	012° 35.680'	16/09/2014	12:25:00	136	8.2	3.5 m
ØN-3	56° 03.900'	012° 36.837'	724959	6219204	56° 03.927'	012° 36.880'	16/09/2014	13:10:00	110	18.2	2.5 m
ØN-1	56° 03.396'	012° 37.214'	725400	6218289	56° 03.392'	012° 37.232'	16/09/2014	14:40:00	132	12.8	4.0 m
ØN-2	56° 03.238'	012° 37.046'	725241	6217987	56° 03.247'	012° 37.039'	16/09/2014	15:30:00	135	12.8	4.6 m
DISK-02	56° 00.385'	012° 38.143'	726657	6212760	56° 00.391'	012° 38.163'	16/09/2014	16:40:00	159	11.5	5.0 m
OR-S-01	55° 55.839'	012° 34.334'	6204126	723137	55° 55.845'	012° 34.312'	16/09/2014	18:00:00	182	8.8	5.0 m
OR-S-02	55° 55.137'	012° 35.669'	724594	6202898	55° 55.135'	012° 35.642'	17/09/2014	08:25:00	187	13.0	4.0 m
NF-04	55° 54.547'	012° 36.574'	725593	6201853	55° 54.544'	012° 36.576'	17/09/2014	10:25:00	174	18.0	4.2 m
NF-03	55° 53.903'	012° 35.797'	724846	6200617	55° 53.909'	012° 35.797'	17/09/2014	11:05:00	173	16.8	2.2 m
NF-02	55° 53.909'	012° 35.445'	724479	6200609	55° 53.915'	012° 35.437'	17/09/2014	11:55:00	183	12.8	5.3 m
NF-01	55° 53.515'	012° 35.885'	724976	6199902	55° 53.512'	012° 35.888'	17/09/2014	13:35:00	217	13.2	3.8 m
OR-S-4	55° 52.976'	012° 38.220'	727460	6199030	55° 52.976'	012° 38.198'	17/09/2014	14:35:00	188	14.9	5.5 m
OR-S-5	55° 51.569'	012° 37.049'	726377	6196358	55° 51.572'	012° 37.040'	17/09/2014	15:35:00	204	9.5	2.8 m
OR-S-9	55° 51.044'	012° 39.661'	729151	6195529	55° 51.050'	012° 39.665'	17/09/2014	16:15:00	189	16.8	5.5 m
OR-S-7	55° 50.766'	012° 39.669'	729187	6195014	55° 50.7711'	012° 39.643'	17/09/2014	16:50:00	217	9.5	2.5 m
OR-S-3	55° 50.495'	012° 39.906'	729461	6194524	55° 50.500'	012° 39.892'	17/09/2014	17:25:00	151	10.2	2.8 m
OR-S-6	55° 50.524'	012° 38.225'	727705	6194486	55° 50.535'	012° 38.229'	17/09/2014	18:15:00	116	9.5	6.0 m
OR-S-12	55° 46.184'	012° 40.203'	730194	6186551	55° 46.199'	012° 40.186'	18/09/2014	08:35:00	104	13.0	1.7 m
OR-S-20	55° 48.315'	012° 40.784'	730591	6190532	55° 48.317'	012° 40.763'	18/09/2014	09:35:00	109	12.1	1.2 m
OR-S-21	55° 49.306'	012° 37.261'	726817	6192176	55° 49.300'	012° 37.252'	18/09/2014	10:35:00	123	7.5	5.3 m
OR-S-11	55° 49.818'	012° 37.796'	727326	6193154	55° 49.816'	012° 37.786'	18/09/2014	11:10:00	119	8.8	5.5 m
OR-S-15	55° 49.963'	012° 40.531'	730165	6193574	55° 49.970'	012° 40.519'	18/09/2014	12:00:00	123	11.0	5.0 m
OR-S-14	55° 46.597'	012° 44.329'	734464	6187548	55° 46.600'	012° 44.321'	18/09/2014	13:00:00	125	18.0	4.7 m
OR-S-13	55° 46.487'	012° 44.363'	734510	6187346	55° 46.490'	012° 44.354'	18/09/2014	13:45:00	130	16.0	2.5 m
KB 4	55° 27.294'	012° 14.506'	704979	6150192	55° 27.300'	012° 14.530'	19/09/2014	07:50:00	50	10.6	4.8 m
KB 20	55° 27.153'	012° 15.639'	706185	6149988	55° 27.150'	012° 15.630'	19/09/2014	08:30:00	94	10.4	4.5 m
KB 25	55° 26.090'	012° 16.408'	707088	6148055	55° 26.086'	012° 16.416'	19/09/2014	09:10:00	12	10.0	4.2 m
KB 23	55° 26.164'	012° 17.927'	708683	6148267	55° 26.160'	012° 17.939'	19/09/2014	09:50:00	354	11.8	4.85m
KB 8	55° 25.146'	012° 21.553'	712595	6146563	55° 25.131'	012° 21.563'	19/09/2014	10:50:00	22	9.4	1.6 m
KB 17	55° 26.094'	012° 20.537'	711440	6148269	55° 26.089'	012° 20.531'	19/09/2014	11:30:00	54	10.0	3.6 m
KB 3	55° 26.560'	012° 22.354'	713313	6149225	55° 26.560'	012° 22.357'	19/09/2014	12:10:00	25	11.8	3.8 m
KB 10	55° 27.021'	012° 23.105'	714062	6150118	55° 27.023'	012° 23.116'	19/09/2014	12:40:00	3	13.3	2.8 m
KB 11	55° 28.184'	012° 22.907'	713749	6152265	55° 28.190'	012° 22.906'	19/09/2014	13:40:00	352	12.0	2.4 m
KB 9	55° 27.757'	012° 21.165'	711953	6151384	55° 27.764'	012° 21.136'	19/09/2014	14:10:00	340	10.6	5.0 m
KB 12	55° 27.069'	012° 21.078'	711923	6150104	55° 27.069'	012° 21.078'	19/09/2014	14:40:00	179	10.8	3.0 m
KB 15	55° 27.089'	012° 19.958'	710741	6150085	55° 27.091'	012° 19.941'	19/09/2014	15:00:00	254	8.8	4.2 m

DISK-2; DGU 561231. 83; 56°00,391'N, 12°38,163'Ø; 11,5 m

AGE	SCALE (m)	LITHOLOGY	<p>MUD SAND GRAVEL</p> <p>clay silt vf m vc gran pebb cobb boul</p>	NOTES
HS	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p>			<p>☞ Cardium, Macoma</p> <p>HCl (+)</p> <p>☞ Echinocardium</p> <p>HCl (+)                      2.5Y 5/1 grå</p> <p>HCl +</p>

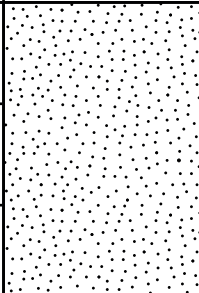
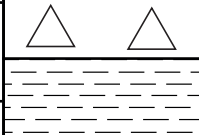
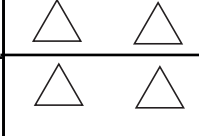


KB-10; DGU 551218. 68; 55°27,023', 12°23,116'; 13,3 m				
AGE	SCALE (m)	LITHOLOGY	MUD SAND GRAVEL	
			clay silt vf f m c vc gran pebb cobb boul	NOTES
HS				Cardium, Macoma stor klast af TS HCl +
ML	1			HCl +
	2			2.5Y 5/1 grå
				HCl +

KB-11; DGU 551218. 69; 55°28,190'N, 12°22,906'Ø; 12,0 m

AGE	SCALE (m)	LITHOLOGY	MUD SAND GRAVEL clay silt vf m vc gran pebb cobb boul	NOTES
ML	1 2		<p>HCl + 2.5Y 5/1 grå</p> <p>HCl + 2.5Y 4/1 mørkegrå</p>	

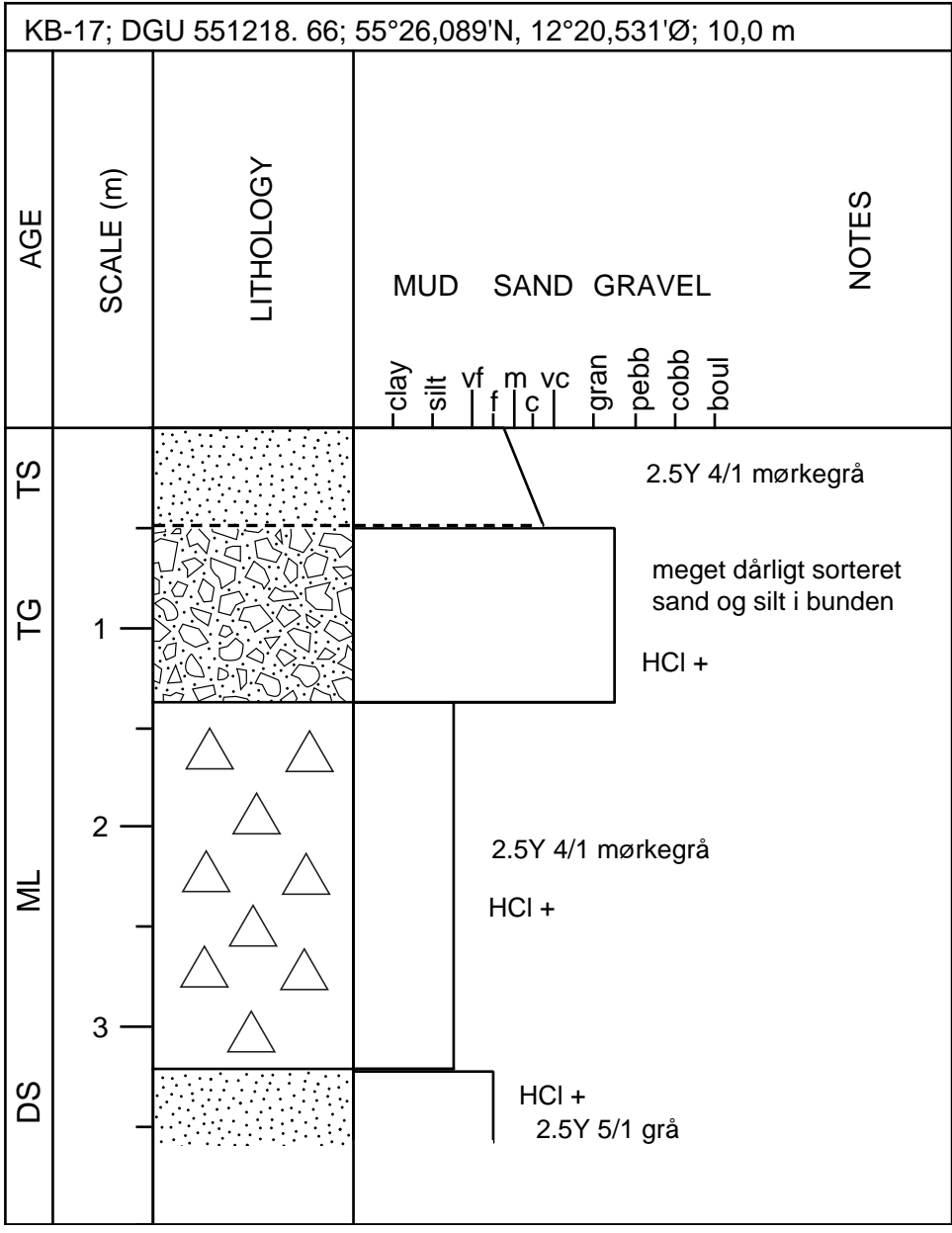


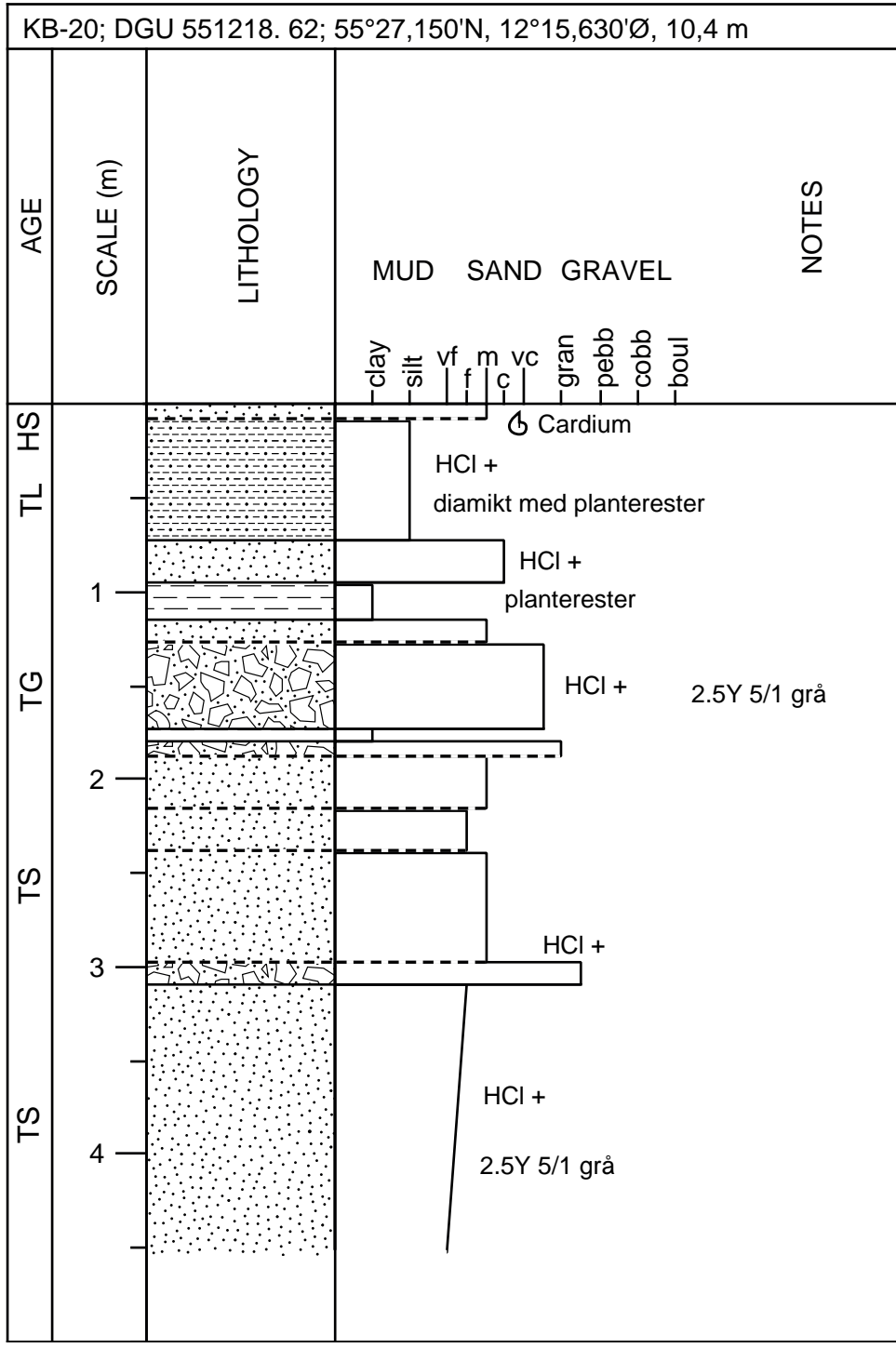
KB-12; DGU 551218. 71; 55°27,069', 12°21,078'; 10,8 m				
AGE	SCALE (m)	LITHOLOGY	MUD SAND GRAVEL	NOTES
			clay silt vf f m c vc gran pebb cobb boul	
TS	1			2.5Y 5/1 grå HCl +
DL ML	2			HCl +
ML MS				HCl + 2.5Y 4/1 mørkegrå

KB-15; DGU 551218. 72; 55°27,091'N, 12°19,941'Ø; 8,8 m

AGE	SCALE (m)	LITHOLOGY	<p>MUD SAND GRAVEL</p> <p>clay silt vf m vc gran pebb cobb boul</p>	NOTES
HS				<p>☉ Cardium, Scrobicularia</p> <p>2.5Y 5/1 grå</p> <p>HCl (+)</p>
FT FP	1			<p>☉ Bithynia, Lymnaea, Pisidium</p> <p>10YR 5/2 gråbrun</p> <p>2.5Y 3/1 meget mørkegrå</p> <p>7.5YR 4/2 brun</p>
TS	2			<p>en sort rådden glimmerskifer sten</p> <p>HCl +</p>
TS	3			<p>2.5Y 7/1 lysegrå</p>
TS	4			<p>HCl +</p>

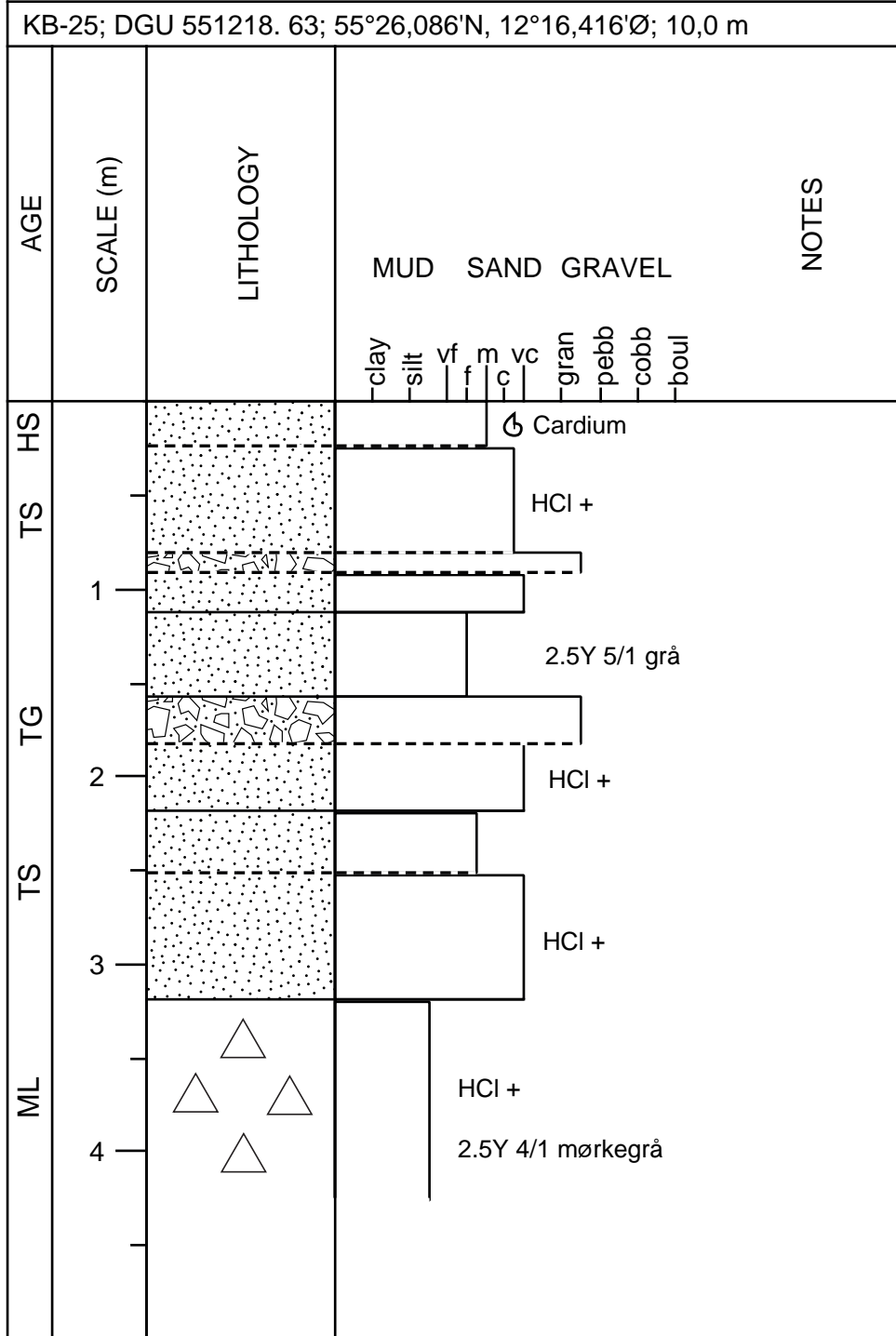






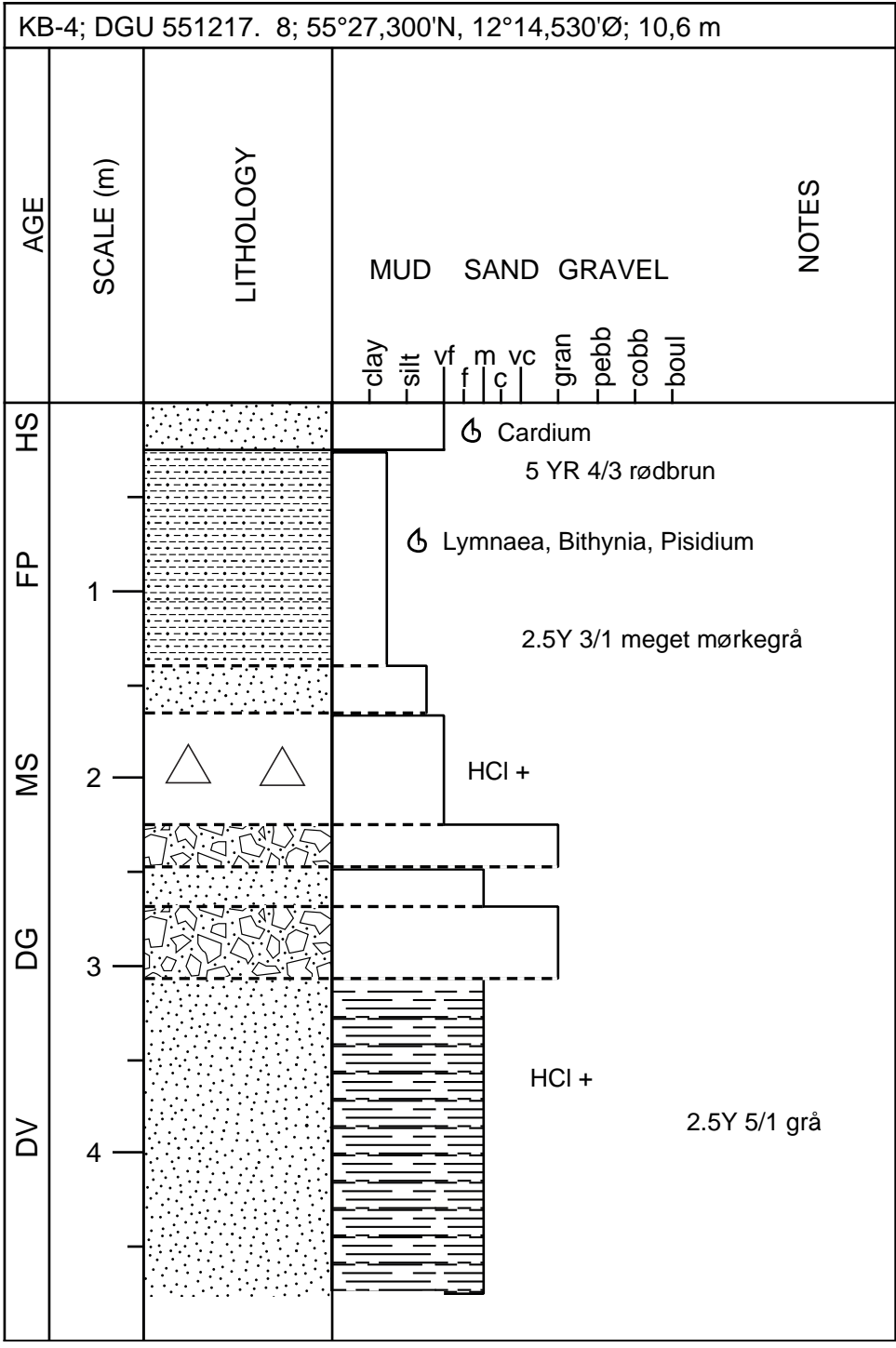


KB-23; DGU 551218. 64; 55°26,160'N, 12°17,939'Ø; 11,8 m				
AGE	SCALE (m)	LITHOLOGY	MUD SAND GRAVEL	NOTES
			-clay -silt vf f m vc gran pebb cobb boul	
HP				Scrobicularia 2.5Y 4/2 olivengrå 2.5Y 4/3 olivenbrun 2.5Y 3/2 meget mørk gråbrun
FP	1			Bithynia, Valvata, Pisidium
FP				HCl - 2.5Y 3/2 meget mørk gråbrun tørveagtig
TL	2			
	3			HCl + in situ rødder
	4			2.5Y 5/1 grå



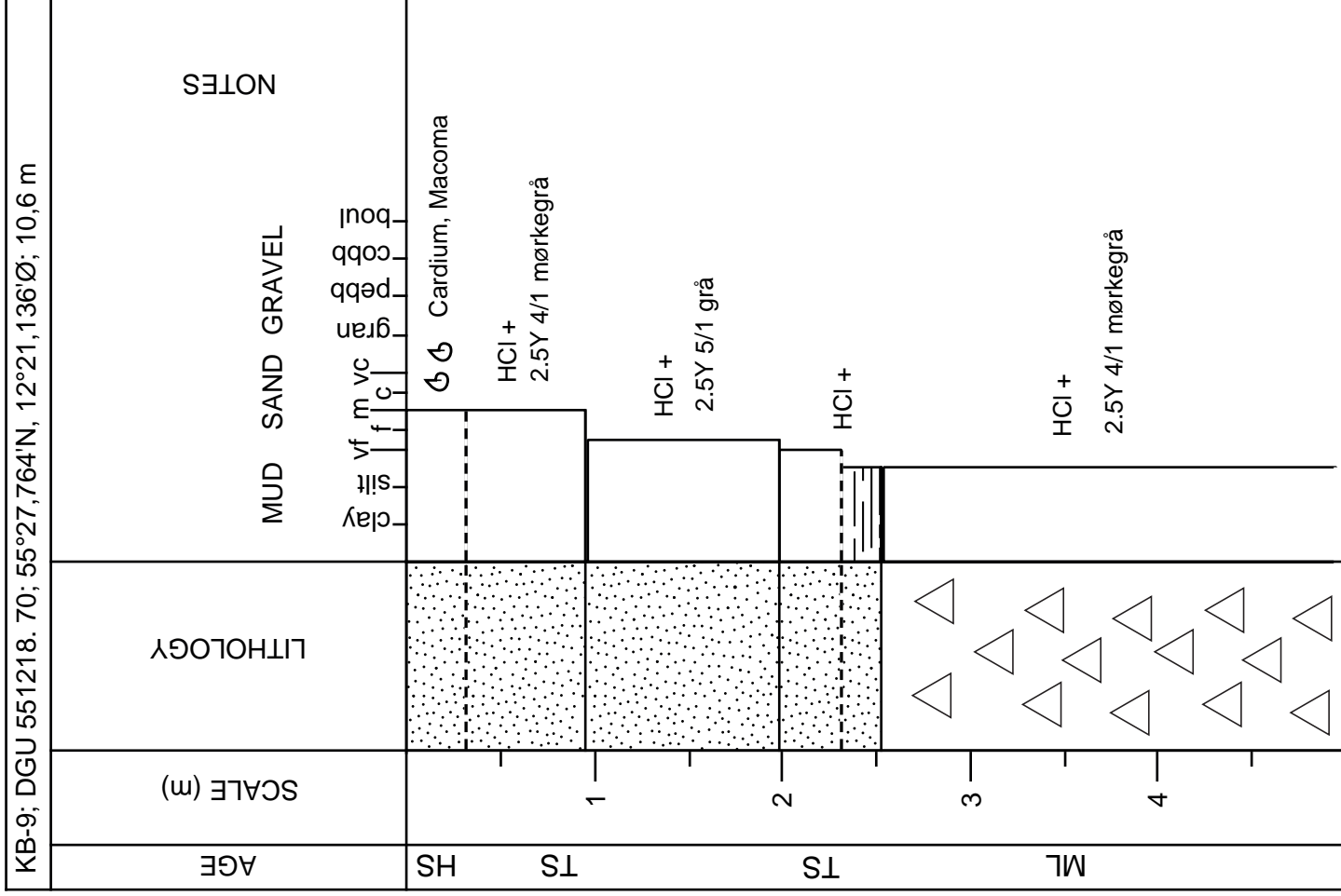


KB-3; DGU 551218. 67; 55°26,560'N, 12°22,357'Ø; 11,8 m				
AGE	SCALE (m)	LITHOLOGY	MUD SAND GRAVEL	NOTES
			clay silt vf f m vc gran pebb cobb boul	
HS				☉ Cardium HCl + 2.5Y 5/1 grå
FP	1			HCl + ☉ Bithynia, Valvata, Lymnaea, Pisidium
				pind sammenskyllede planterester
TS	2			HCl + 2.5Y 5/1 grå
ML	3			HCl + 2.5Y 4/1 mørkegrå
DS				HCl +





KB-8; DGU 551218. 65; 55°25,131'N, 12°21,563'Ø; 9,4 m				
AGE	SCALE (m)	LITHOLOGY	MUD SAND GRAVEL	NOTES
ML	1		clay silt vf m vc gran pebb cobb boul	Mya arenaria spredte småsten HCl + 2.5Y 4/1 mørkegrå





LAP-1; DGU 561231. 78; 56°03,743'N, 12°35,432'Ø; 7,6 m

AGE	SCALE (m)	LITHOLOGY	MUD SAND GRAVEL	NOTES	
			clay silt vf f m c vc gran pebb cobb boul		
HS	0,5			Spisula Cardium 2.5Y 5/1 grå HCl +	
	1				Spisula HCl +
	2				HCl + pind
	3				Nassarius HCl + 2.5Y 5/1 grå
	4				tynde lag tang Spisula

LAP-2; DGU 561231. 79; 56°03,761'N, 12°35,680'Ø; 8,2 m				
AGE	SCALE (m)	LITHOLOGY	MUD SAND GRAVEL	NOTES
			clay silt vf f m c vc gran pebb cobb boul	
HS	0,5	[Dotted pattern]	[Vertical line pattern]	Ⓒ Cardium Cardium HCl + 2.5Y 5/1 grå
	1			Ⓒ Cardium, Spisula Lag af silt
	2	[Dotted pattern]	[White box]	Ⓒ Cardium HCl +
HS	3	[Dotted pattern]	[Vertical line pattern]	pind Ⓒ 2.5Y 5/1 grå HCl +



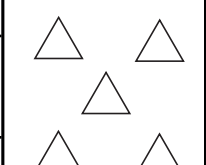
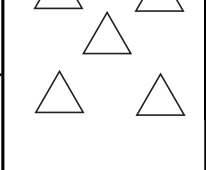

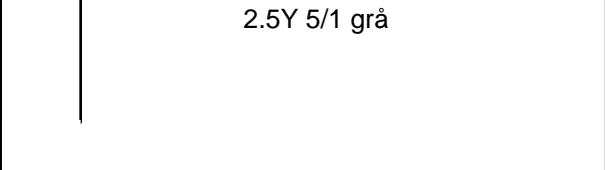






LAP-4; DGU 561231.76; 56°04,318'N, 12°34,886'Ø; 9,3 m				
AGE	SCALE (m)	LITHOLOGY	MUD SAND GRAVEL	NOTES
			clay silt vf f m c vc gran pebb cobb boul	
HS	0,5			2.5Y 4/1 mørkegrå
	1			HCl + ☉ Cardium, Spisula
	2			HCl +
HV	3			☉ skalfragmenter HCl +



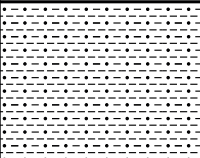
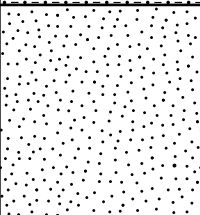
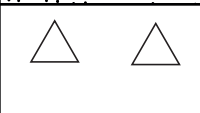
NF-1; DGU 551203. 17; 55°53,512'N, 12°35,888'Ø; 13,2 m

AGE	SCALE (m)	LITHOLOGY	MUD SAND GRAVEL clay silt vf m vc gran pebb cobb boul	NOTES
HP				
DG	1  2	 	 	HCl +  HCl +  2.5Y 5/1 grå
ML	3			

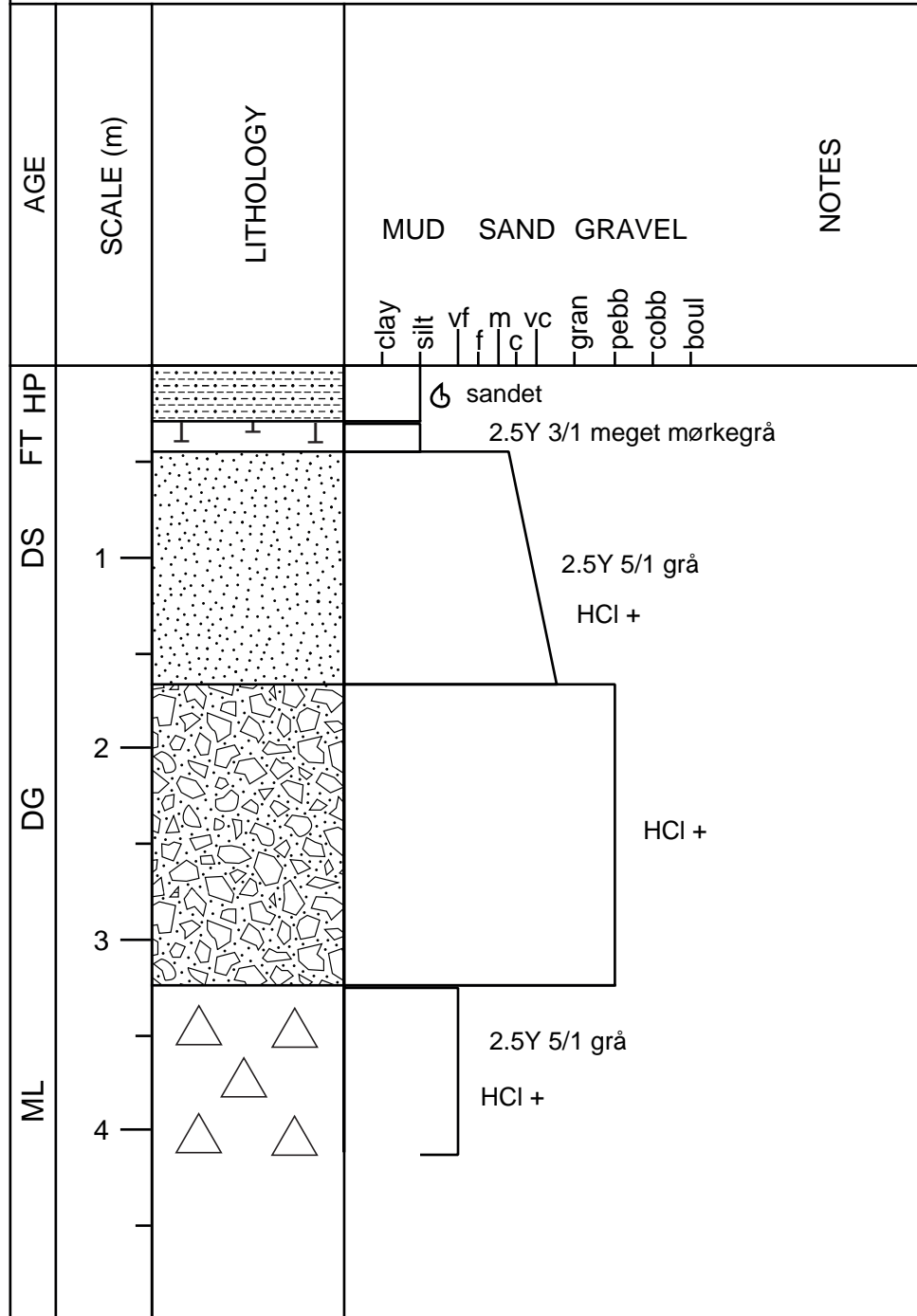
NF-2; DGU 551203. 16; 55°53,915'N, 12°35,437'Ø; 12,8 m

AGE	SCALE (m)	LITHOLOGY	MUD SAND GRAVEL								NOTES		
			clay	silt	vf	m	vc	gran	pebb	cobb		boul	
HP	1												sandet Hydrobia, Macoma 10YR 4/1 mørkegrå HCl +
TS	2												HCl + 2.5Y 4/1 mørkegrå
DL	3												HCl + 2.5Y 5/1 grå
DS	4												HCl + 5Y 4/2 olivengrå
MG													HCl +
ML													HCl +



NF-3; DGU 551203. 15; 55°53,909'N, 12°35,797'Ø; 16,8 m				
AGE	SCALE (m)	LITHOLOGY	MUD SAND GRAVEL	NOTES
			clay silt vf f m c vc gran pebb cobb boul	
HP				2.5Y 3/1 meget mørk sortgrå HCl -
DS	1			HCl + 2.5Y 5/1 grå HCl +
MG	2			

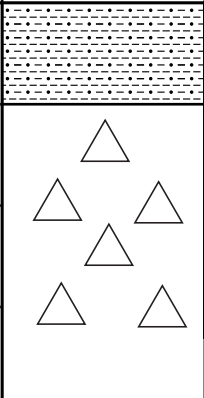
NF-4; DGU 551203. 14; 55°54,544'N, 12°36,576'Ø; 18,0 m



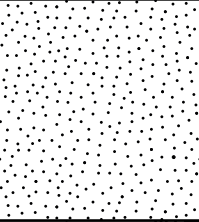
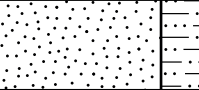
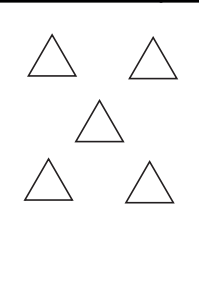


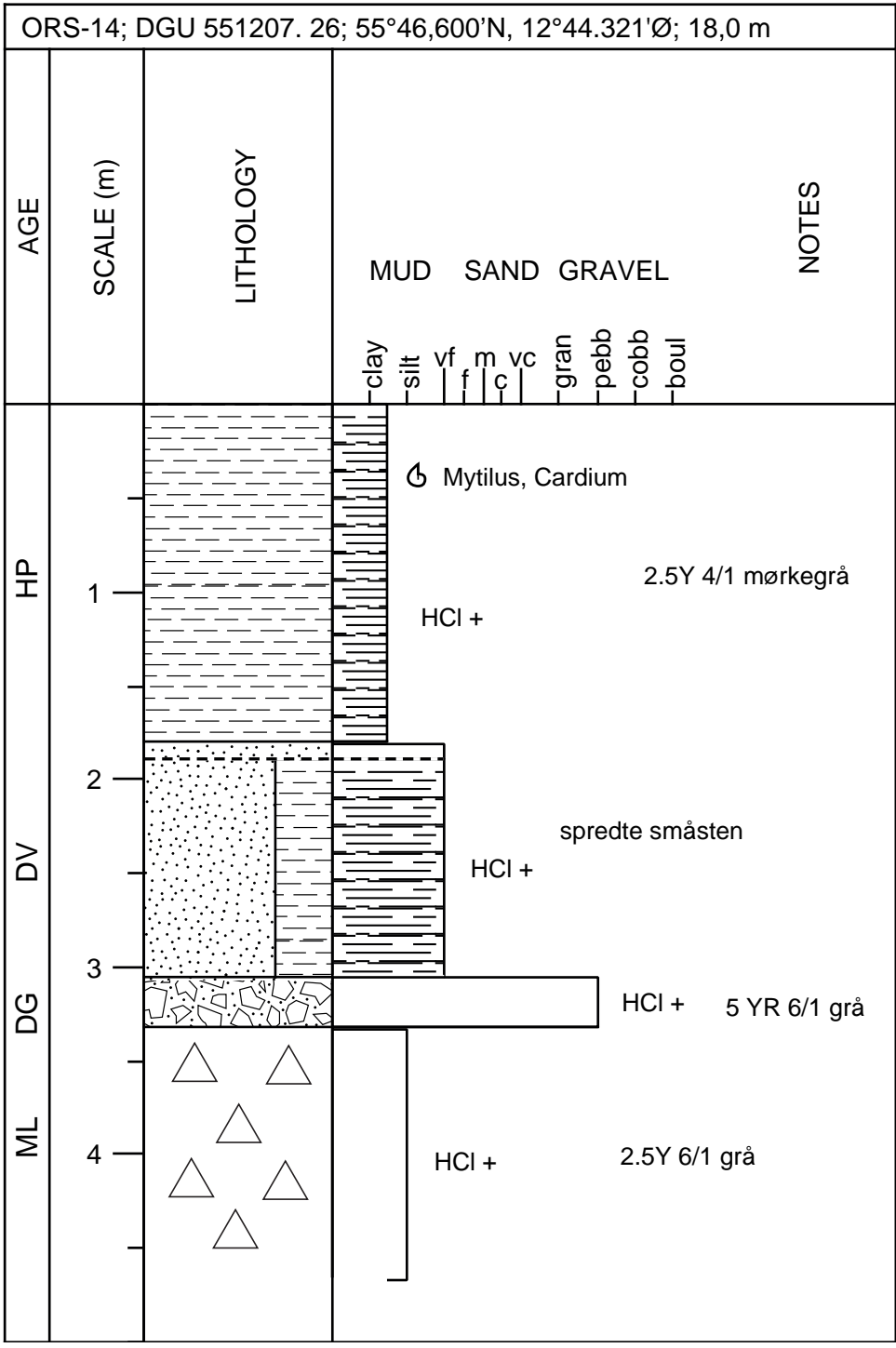
ORS-11; DGU 551207. 24; 55°49,816'N, 12°37,786'Ø; 8,8 m				
AGE	SCALE (m)	LITHOLOGY	MUD SAND GRAVEL	NOTES
			clay silt vf f m c vc gran pebb cobb boul	
HP	1			2.5Y 3/2 meget mørk gråbrun Mytilus sandet HP HCl +
MS	2			Arcica Mange sten HCl +
MI				slap moræne
DS	3			småsten
MS	4			slap i toppen
	5			2.5Y 4/1 mørkegrå HCl +

ORS-12; DGU 551207. 21; 55°46,199'N, 12°40,186'Ø; 13,0 m

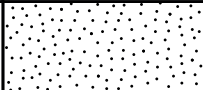
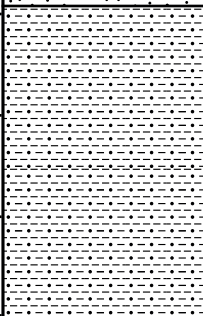
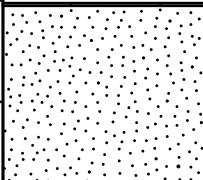
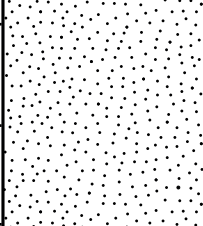
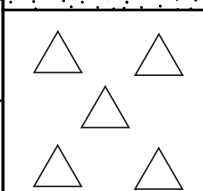

AGE	SCALE (m)	LITHOLOGY	MUD SAND GRAVEL  clay silt vf m vc gran pebb cobb boul	NOTES
ML	1		<p>HCl - Littorina, Nassarius 2.5Y 5/1 mørkegrå</p> <p>HCl + slap moræne 2.5Y 3/2 mørk olivengrå</p>	



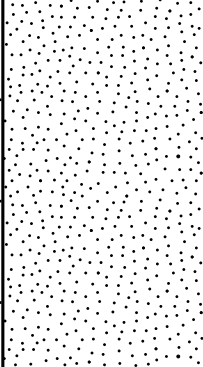
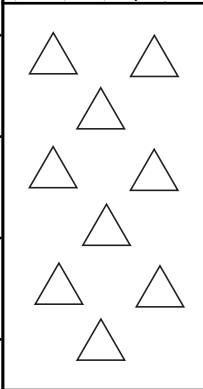
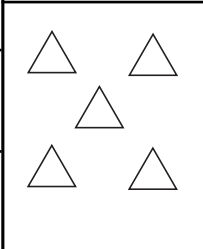
ORS-13; DGU 551207. 27; 55°46,490'N, 12°44,354'Ø; 16,0 m				
AGE	SCALE (m)	LITHOLOGY	MUD SAND GRAVEL	NOTES
			clay silt vf m vc gran pebb cobb boul	
HS	1			Cardium 2.5Y 4/1 mørkegrå HCl (+)
FV				forstyrret under boring tagrør, fyr, birk, kogleaks
MS	2			HCl + 2.5Y 5/1 grå





ORS-15; DGU 551207. 25; 55°49,970'N, 12°40,519'Ø; 11,0 m				
AGE	SCALE (m)	LITHOLOGY	MUD SAND GRAVEL	NOTES
			clay silt vf f m c vc gran pebb cobb boul	
HS				
HP	1			Ⓒ Littorina 2.5Y 4/1 mørkegrå Ⓒ Macoma, Cardium HCl (+) Ⓒ Hydrobia, Cardium vedfragmenter, trækul omlejrrede rester af tagrør
	2			
DS	3			HCl + 2.5 Y 6/1 grå
	4			slap i toppen
MG				HCl + 2.5 Y 6/1 grå HCl +

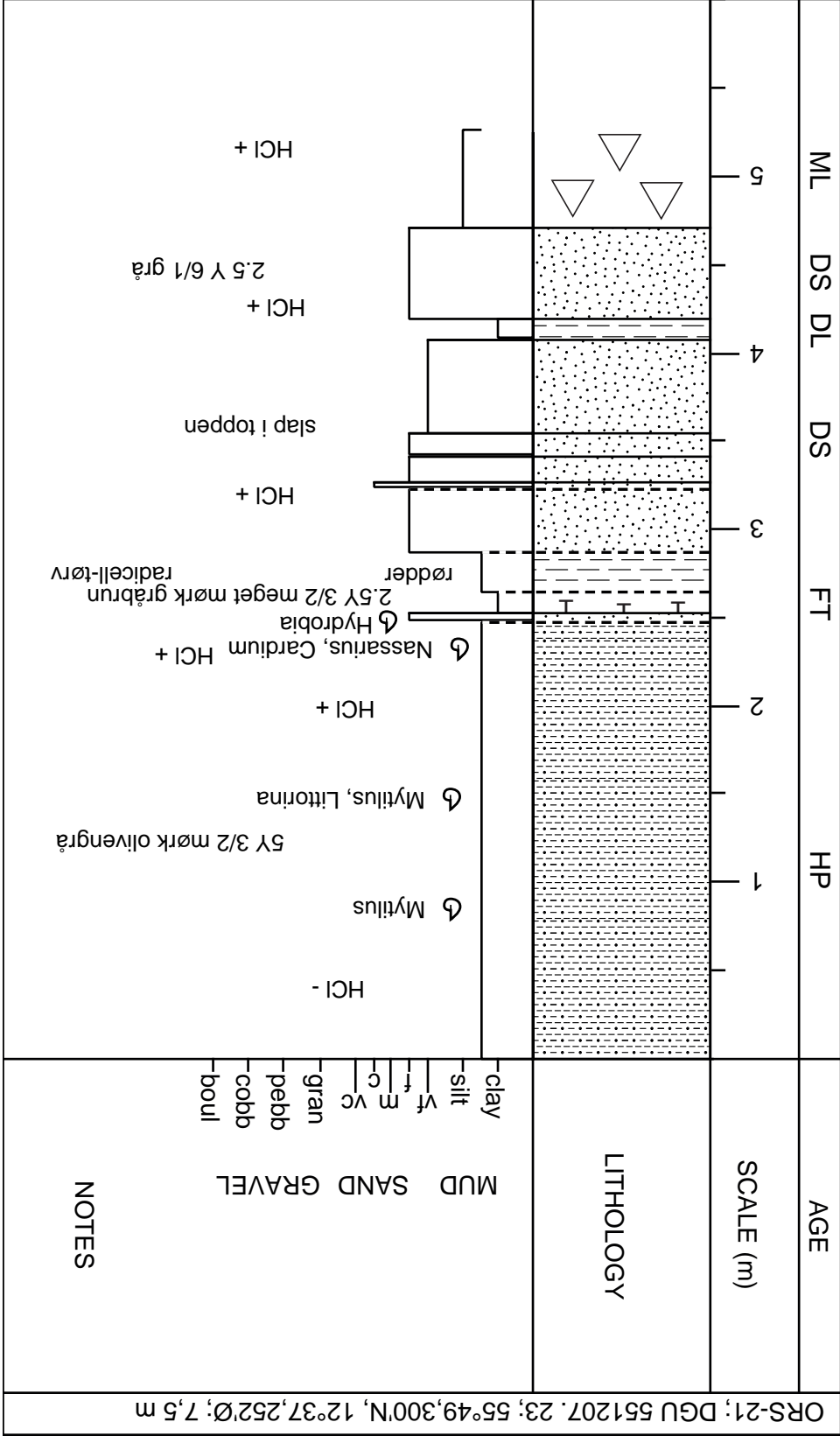
ORS-1; DGU 551203. 12; 55°55,845'N, 12°34,312'Ø; 8,8 m

AGE	SCALE (m)	LITHOLOGY	MUD SAND GRAVEL NOTES
			-clay -silt vf m vc -gran -pebb -cobb -boul
TS	1		småsten 2.5Y 4/1 mørkegrå HCl +
MG	2		2.5Y 5/1 grå HCl +
ML	4		5Y 4/2 olivengrå HCl +



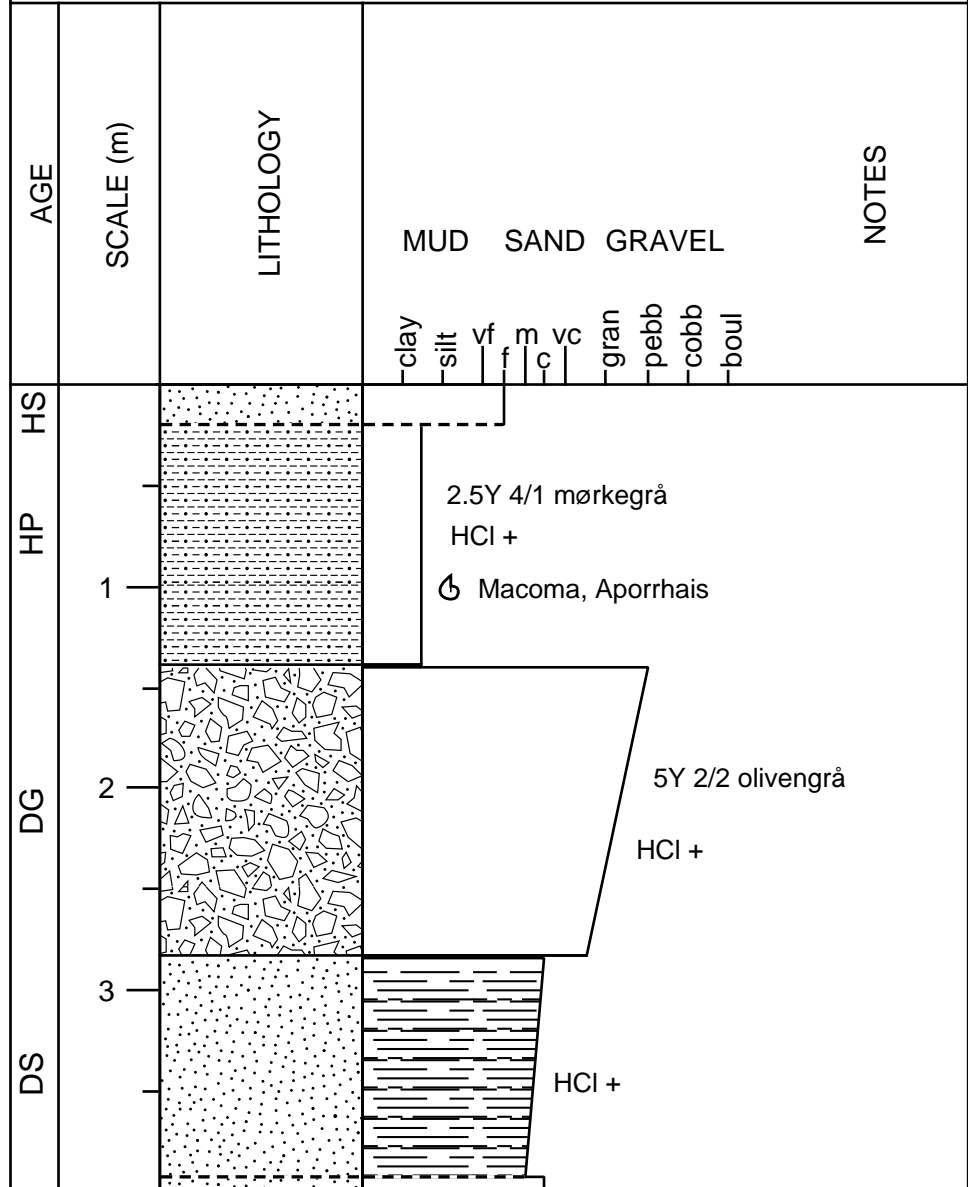
ORS-20; DGU 551207. 22; 55°48,317'N, 12°40,763'Ø; 12,1 m				
AGE	SCALE (m)	LITHOLOGY	MUD SAND GRAVEL	NOTES
ML DG DS	1		clay silt vf f m c vc gran pebb cobb boul	HCl + HCl + 2.5Y 6/2 lys brungrå

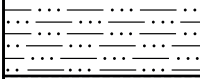



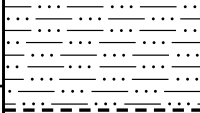
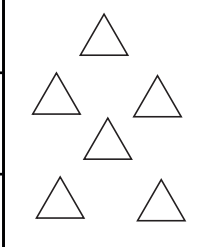
ORS-21; DGU 551207. 23; 55°49,30'N, 12°37,25'Ø; 7,5 m





ORS-2, DGU 551203. 13; 55°55,135'N, 12°35,642'Ø; 13,0 m

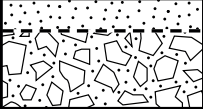
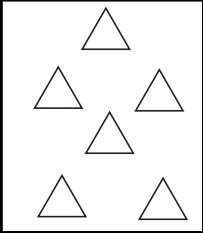

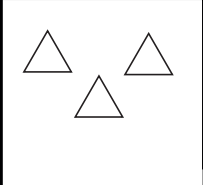


ORS-3; DGU 551207. 19; 55°50,500'N, 12°39,892'Ø; 10,2 m				
AGE	SCALE (m)	LITHOLOGY	MUD SAND GRAVEL	NOTES
			clay silt vf m vc gran pebb cobb boul	
HP				HCl - 5Y 3/2 mørk olivengrå
DG	1	 		 Mytilus, Nassarius HCl -
ML	2	 		HCl + 2.5Y 6/2 lys brungrå



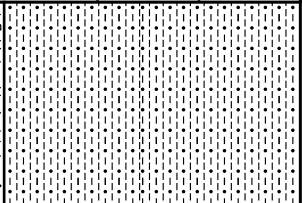
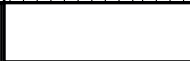
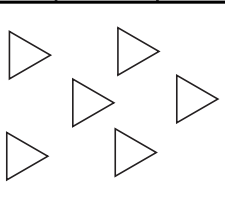



ORS-4; DGU 551203. 18; 55°52,976'N, 12°38,198'Ø; 14,9 m

AGE	SCALE (m)	LITHOLOGY	NOTES
			MUD SAND GRAVEL clay silt vf m vc gran pebb cobb boul
HS	1		2.5Y 5/1 mørkegrå ☪☪ Aporrhais, Mytilus, Balanus, Arctica 2.5Y 4/1 grå
HL	2		☪ Littorina HCl + ☪ Hydrobia HCl +
HS	3		2.5Y 4/1 grå ☪ Mytilus, Macoma
FL HS HG	4		☪ Macoma, Hydrobia mange omlejrede planterester: Fyr, birk, asp, tagrør, kogleaks, iris
FL	5		



ORS-5; DGU 551207. 16; 55°51,572'N, 12°37,040'Ø; 9,5 m			
AGE	SCALE (m)	LITHOLOGY	NOTES
DG DS			clay silt vf f m c vc gran pebb cobb boul 2.5Y 5/1 mørkegrå
ML	1		HCl + 2.5Y 5/1 grå
DG	2		2.5Y 5/1 grå
ML			HCl + 2.5Y 5/1 grå



ORS-6; DGU 551207. 20; 55°50,535'N, 12°38,229'Ø; 9,5 m

AGE	SCALE (m)	LITHOLOGY	NOTES
HP	1		clay silt vf f m c vc gran pebb cobb boul ⊕ Cardium HCl -
HG	2		⊕ Cardium slap i toppen
ML	3		HCl +
ML	4		2.5Y 3/2 mørk olivengrå
ML	5		HCl +
ML			slap i bunden

ORS-7; DGU 551207. 18; 55°50,7711'N, 12°39,643'Ø; 9,5 m

AGE	SCALE (m)	LITHOLOGY	NOTES
HS			<p>MUD SAND GRAVEL</p> <p>clay silt vf m vc gran pebb cobb boul</p> <p>Mytilus, Littorina</p> <p>slap i toppen 2.5Y 6/1 grå</p> <p>HCl +</p> <p>2.5Y 3/2 mørk olivengrå</p> <p>HCl +</p>
ML	<p>1</p> <p>2</p>		



ORS-9; DGU 551207. 17; 55°51,050'N, 12°39,665'Ø; 16,8 m

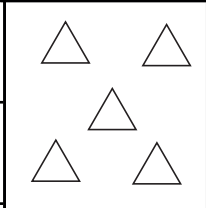
AGE	SCALE (m)	LITHOLOGY	MUD SAND GRAVEL clay silt vf m vc gran pebb cobb boul	NOTES
HP	1 2 3 4 5		<p>HCl +</p> <p>2.5Y 4/2 mørk brungrå</p> <p>⌚ Aporrhais</p> <p>HCl +</p> <p>⌚ Aporrhais</p> <p>2.5Y 5/1 grå</p> <p>⌚ Turritella</p> <p>⌚ Arctica</p> <p>HCl +</p>	

SK-1; DGU 551207. 15; 55°46,292'N, 12°38,376'Ø; 8,8 m			
AGE	SCALE (m)	LITHOLOGY	NOTES
			MUD    SAND    GRAVEL clay    silt    vf    m    vc    gran    pebb    cobb    boul f    c
MS			HCl +
MS	1		
DS	2		HCl +      2.5Y 5/1 grå
ML			
MS	3		
MS			HCl +

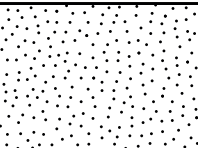


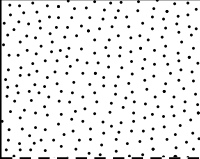

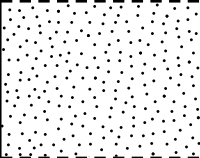


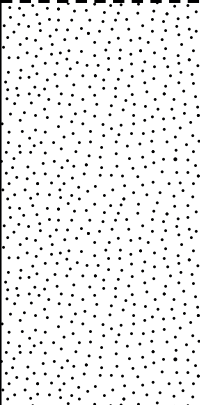

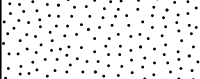
SK-2; DGU 551211. 4; 55°44,911'N, 12°38,284'Ø; 8,8 m				
AGE	SCALE (m)	LITHOLOGY	MUD SAND GRAVEL	NOTES
			clay silt vf m vc gran pebb cobb boul	
HS				Cardium 2.5Y 5/1 grå
HP				tagrør i toppen
TL	1		HCl +	2.5Y 4/1 mørkegrå
ML	2		HCl +	2.5Y 4/3 olivenbrun
DV	3		HCl +	2.5Y 5/1 grå

SK-3; DGU 551207. 14; 55°45,748'N, 12°38,371'Ø; 7,8 m

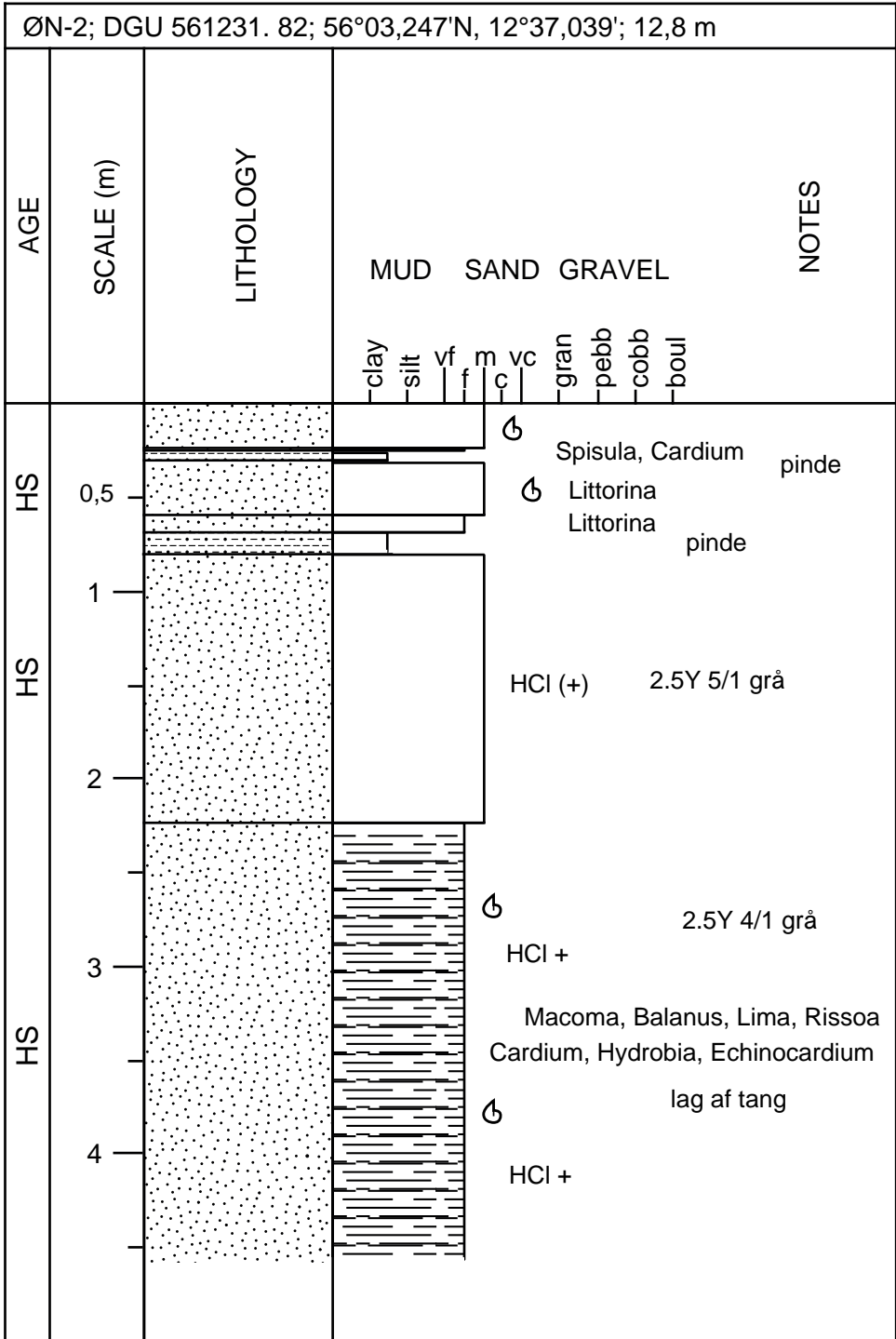
AGE	SCALE (m)	LITHOLOGY	MUD SAND GRAVEL	NOTES
			clay silt vf f m c vc gran pebb cobb boul	
ML	1		øverste del slap HCl + 5Y 5/2 olivengrå	
DG	2		HCl + 5Y 5/1 grå	

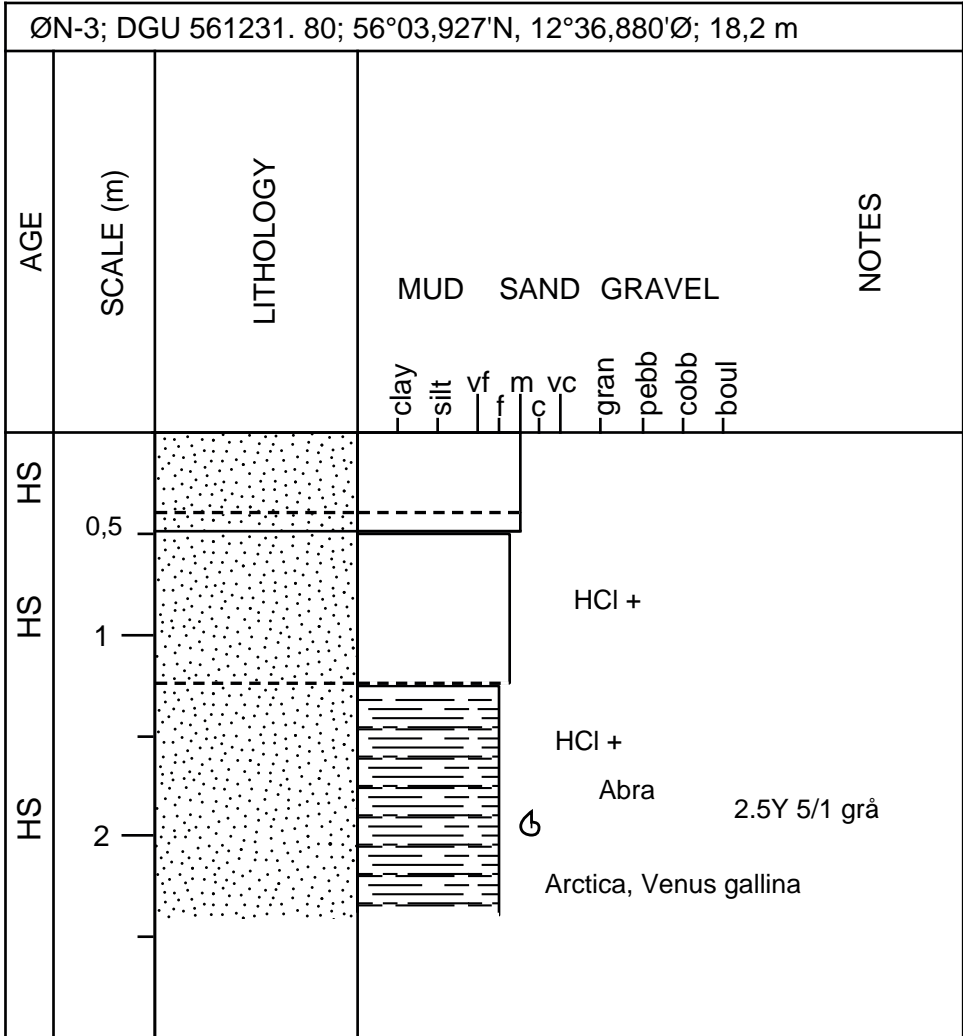


SK-5			
AGE	SCALE (m)	LITHOLOGY	NOTES
HS	0,5		<p>MUD SAND GRAVEL</p> <p>clay silt vf m vc gran pebb cobb boul</p> <p>HCl + spredte småsten 2.5Y 5/1 grå</p> <p>☞ Mya arenaria</p>

ØN-1; DGU 561231. 81; 56°03,392'N, 12°37,232'Ø; 12,8 m				
AGE	SCALE (m)	LITHOLOGY	MUD SAND GRAVEL	NOTES
			clay silt vf m vc gran pebb cobb boul	
HS	0,5			 Spisula HCl (+)
HS	1			 Littorina, Cardium, Macoma HCl (+) 2.5Y 5/1 grå
HS	2			 HCl (+) 2.5Y 5/1 grå
HS	3			

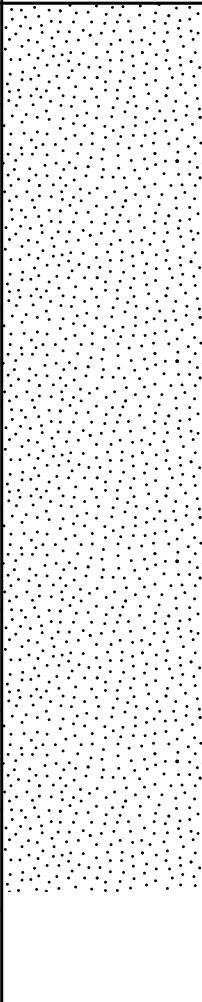








ØN-4; DGU 561231. 75; 56°05,592'N. 12°32,010'Ø; 15,5 m

AGE	SCALE (m)	LITHOLOGY	<p>MUD SAND GRAVEL</p> <p>clay silt vf m vc gran pebb cobb boul</p>	NOTES
HS	<p>0,5</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p>		<p>Cardium</p> <p>HCl +</p> <p>Spisula</p> <p>2.5Y 5/1 grå</p> <p>HCl +</p> <p>Nassarius</p> <p>Astarte</p> <p>5 cm flintesten</p> <p>HCl +</p>	

## **Bilag O: Kornkurver/sigteanalyser**



Boring	Dybdeinterval (cm)	Råstofområde
DISK-2	0-500	Disken
KB-3	180-240	Køge Bugt
KB-3	340-380	
KB-3	0-50	
KB-4	350-450	
KB-8	0-60	
KB-9	0-30	
KB-9	35-95	
KB-9	100-190	
KB-9	205-220	
KB-11	5-70	
KB-12	0-140	
KB-15	0-80	
KB-17	0-50	
KB-17	50-100	
KB-17	330-359	
KB 20	190-215	
KB 20	320-370	
KB-25	25-80	
KB-25	115-155	
KB-25	157-183	
KB-25	260-310	
LAP-1	0-100	Lappegrund
LAP-1	200-260	
LAP-2	0-100	
LAP-2	250-350	
LAP-3	0-80	
LAP-4	0-50	
LAP-4	50-140	
NF-2	140-250	Nivå Flak
NF-3	90-180	
NF-4	50-150	
ORS-1	0-100	Øresund Syd
ORS-1	90-190	
ORS-2	200-280	
OR-S-4	0-200	
OR-S-13	0-100	
OR-S-20	0-18	
SK-1	0-40	Skovshoved
SK-2	0-40	
SK-3	180-300	
SK-5	0-70	
ØN-1	0-70	Øresund Nord
ØN-1	100-150	
ØN-1	200-400	
ØN-2	0-20	
ØN-2	100-200	

Boring	Dybdeinterval (cm)	Råstofområde
ØN-2	300-400	
ØN-3	0-40	
ØN-3	50-120	
ØN-3	150-240	
ØN-4	0-200	

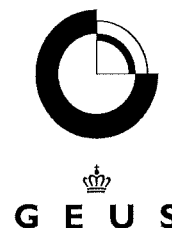
Angivelse af dybdeintervaller (fra top af boring) af prøver udtaget til sigteanalyse i undersøgelsesområderne. Områdenavn og boringsnummer fremgår af tabellen.



# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** DISK-2 0-500 cm  
**Lab. Id:** 14082  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Disken kerne  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmquist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**Total Weight** 108,92 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount passing
mm	Φ	g	%	%
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	0,00	0,00	100,00
4,00	-2,00	0,00	0,00	100,00
2,80	-1,49	0,00	0,00	100,00
2,00	-1,00	0,00	0,00	100,00
1,40	-0,49	0,11	0,10	99,90
1,00	0,00	0,07	0,06	99,83
0,710	0,49	0,05	0,05	99,79
0,500	1,00	0,08	0,07	99,72
0,355	1,49	0,14	0,13	99,59
0,250	2,00	1,84	1,69	97,90
0,180	2,47	17,85	16,39	81,51
0,125	3,00	54,87	50,38	31,13
0,090	3,47	22,28	20,46	10,68
0,075	3,74	3,99	3,66	7,01
0,063	3,99	3,26	2,99	4,02
< 0,063	> 3,99	4,38	4,02	0,00

Sieve Analysis

Gravel  
Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	4,02
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	82,17
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	13,56
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	0,25
Gravel (> 2 mm):	0,00
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	0,24	2,07
16%	84%	0,19	2,39
25%	75%	0,17	2,53
40%	60%	0,16	2,68
Median 50%	50%	0,15	2,78
75%	25%	0,11	3,13
84%	16%	0,10	3,33
90%	10%	0,09	3,52
95%	5%	0,07	3,90

### Moments Statistics

Mean	2,84
Sorting	0,51
Skewness	0,20
Kurtosis	1,26
Uniformity Coefficient	1,79

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

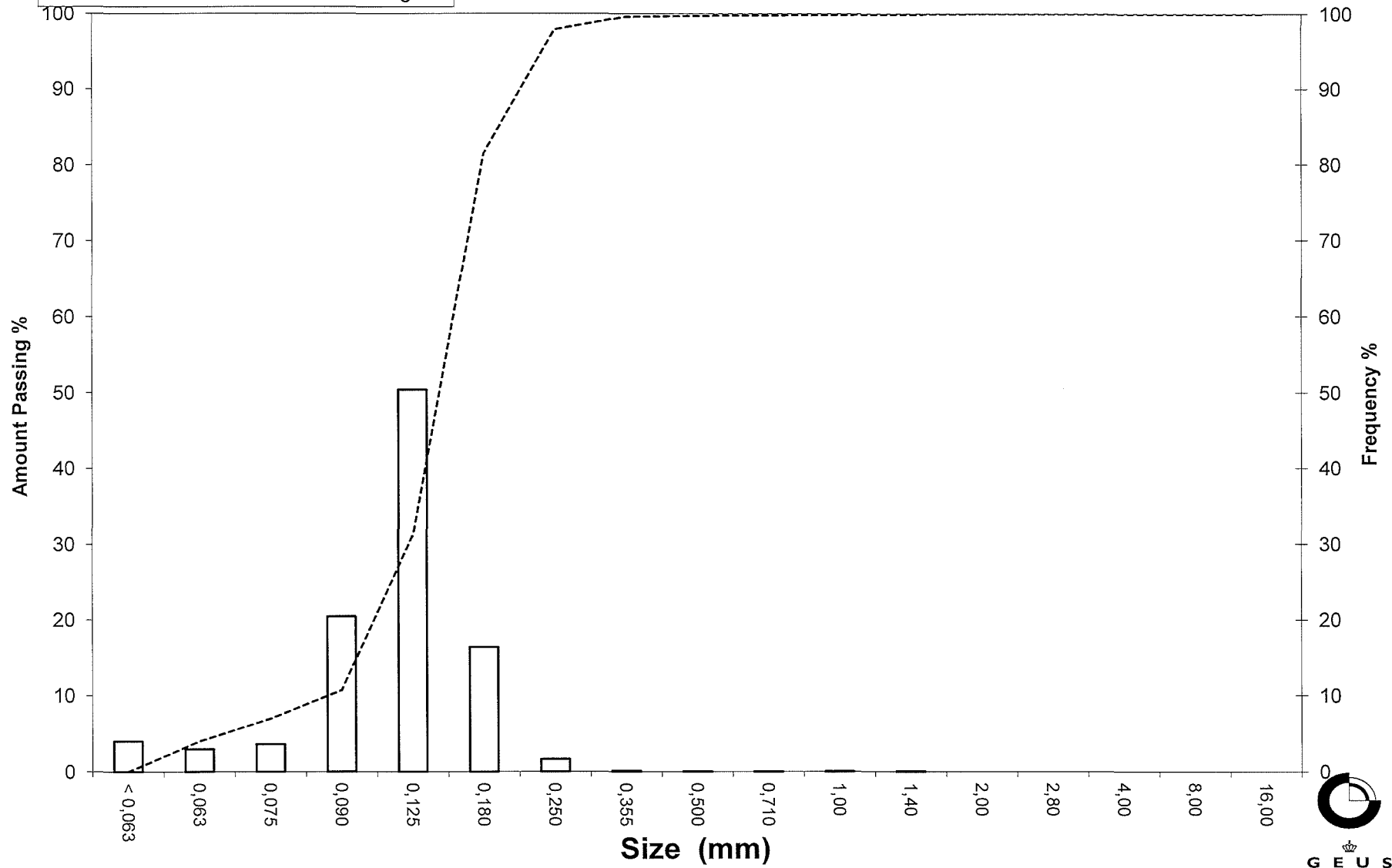
Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

# Grain Size Distribution

Sample Id: DISK-2 0-500 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing





# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** KB-3 180-240 cm  
**Lab. Id:** 14083  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Køge Bugt kerne  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmqvist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**GEUS**

**Total Weight** 119,9 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount passing
mm	Φ	g	%	%
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	0,00	0,00	100,00
4,00	-2,00	0,00	0,00	100,00
2,80	-1,49	0,00	0,00	100,00
2,00	-1,00	0,00	0,00	100,00
1,40	-0,49	0,20	0,17	99,83
1,00	0,00	0,22	0,18	99,65
0,710	0,49	0,48	0,40	99,25
0,500	1,00	1,73	1,44	97,81
0,355	1,49	6,06	5,05	92,75
0,250	2,00	22,07	18,41	74,35
0,180	2,47	23,79	19,84	54,50
0,125	3,00	21,77	18,16	36,35
0,090	3,47	22,76	18,98	17,36
0,075	3,74	6,51	5,43	11,93
0,063	3,99	3,20	2,67	9,27
< 0,063	> 3,99	11,11	9,27	0,00

Sieve Analysis

Gravel

Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	9,27
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	50,91
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	38,32
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	1,51
Gravel (> 2 mm):	0,00
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	0,42	1,25
16%	84%	0,31	1,71
25%	75%	0,25	1,98
40%	60%	0,20	2,33
Median 50%	50%	0,17	2,59
75%	25%	0,10	3,26
84%	16%	0,09	3,54
90%	10%	0,07	3,91
95%	5%	-----	-----

### Moments Statistics

Mean	2,61
Sorting	-----
Skewness	-----
Kurtosis	-----
Uniformity Coefficient	3,01

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

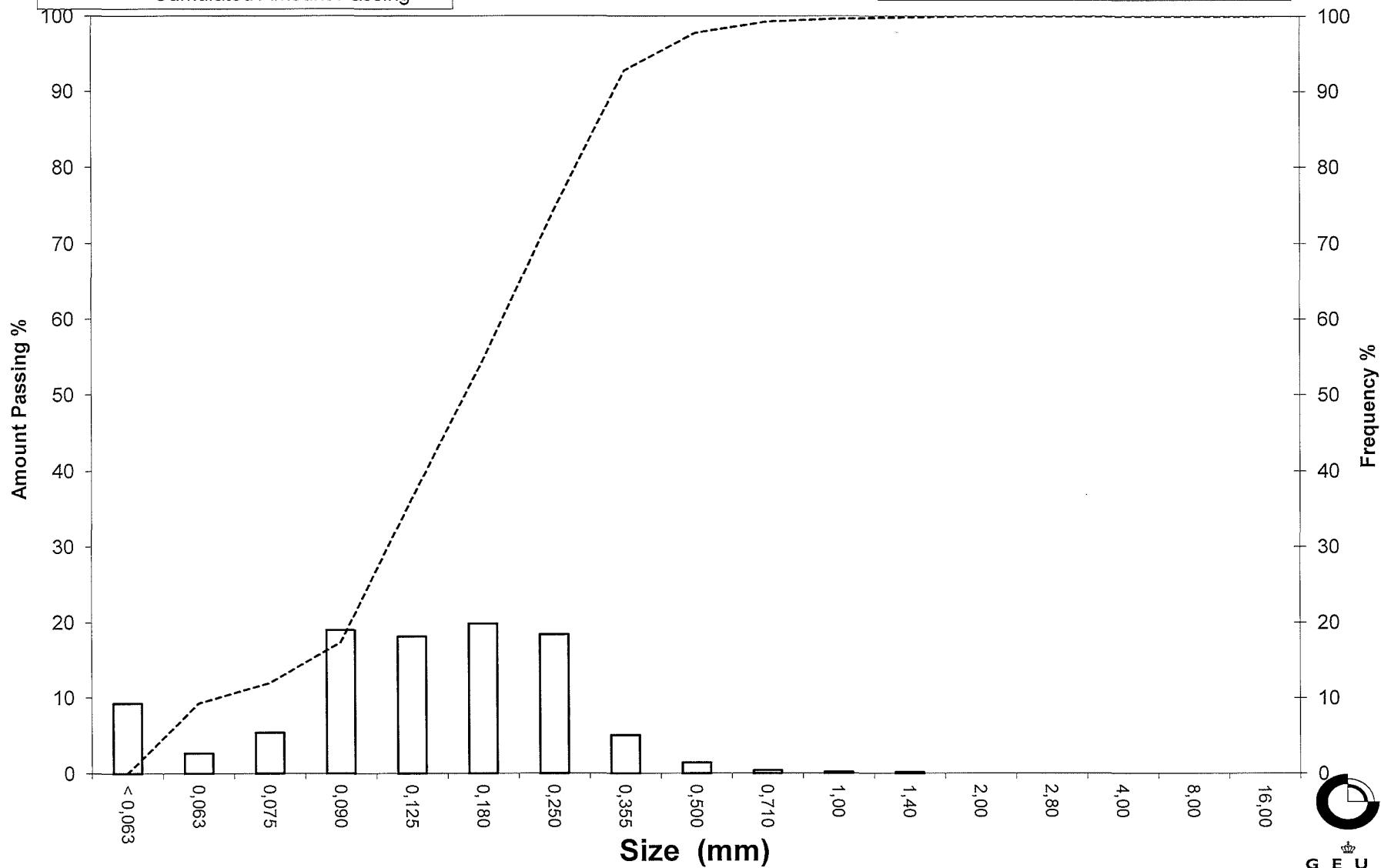
Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

# Grain Size Distribution

Sample Id: KB-3 180-240 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing

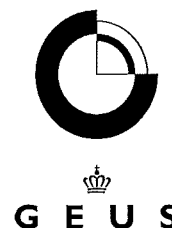




# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** KB-3 340-380 cm  
**Lab. Id:** 14084  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Køge Bugt kerne  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmquist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**Total Weight** 104,93 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount passing
mm	Φ	g	%	%
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	0,00	0,00	100,00
4,00	-2,00	0,00	0,00	100,00
2,80	-1,49	0,00	0,00	100,00
2,00	-1,00	0,00	0,00	100,00
1,40	-0,49	0,02	0,02	99,98
1,00	0,00	0,01	0,01	99,97
0,710	0,49	0,06	0,06	99,91
0,500	1,00	0,37	0,35	99,56
0,355	1,49	2,56	2,44	97,12
0,250	2,00	15,27	14,55	82,57
0,180	2,47	30,41	28,98	53,59
0,125	3,00	32,70	31,16	22,42
0,090	3,47	13,99	13,33	9,09
0,075	3,74	2,65	2,53	6,57
0,063	3,99	1,45	1,38	5,18
< 0,063	> 3,99	5,44	5,18	0,00

Sieve Analysis

Gravel  
Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

Size Class	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	5,18
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	56,68
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	37,86
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	0,27
Gravel (> 2 mm):	0,00
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	0,34	1,56
16%	84%	0,26	1,94
25%	75%	0,23	2,11
40%	60%	0,20	2,35
Median 50%	50%	0,17	2,53
75%	25%	0,13	2,95
84%	16%	0,11	3,21
90%	10%	0,09	3,44
95%	5%	-----	-----

### Moments Statistics

Mean	2,56
Sorting	-----
Skewness	-----
Kurtosis	-----
Uniformity Coefficient	2,12

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

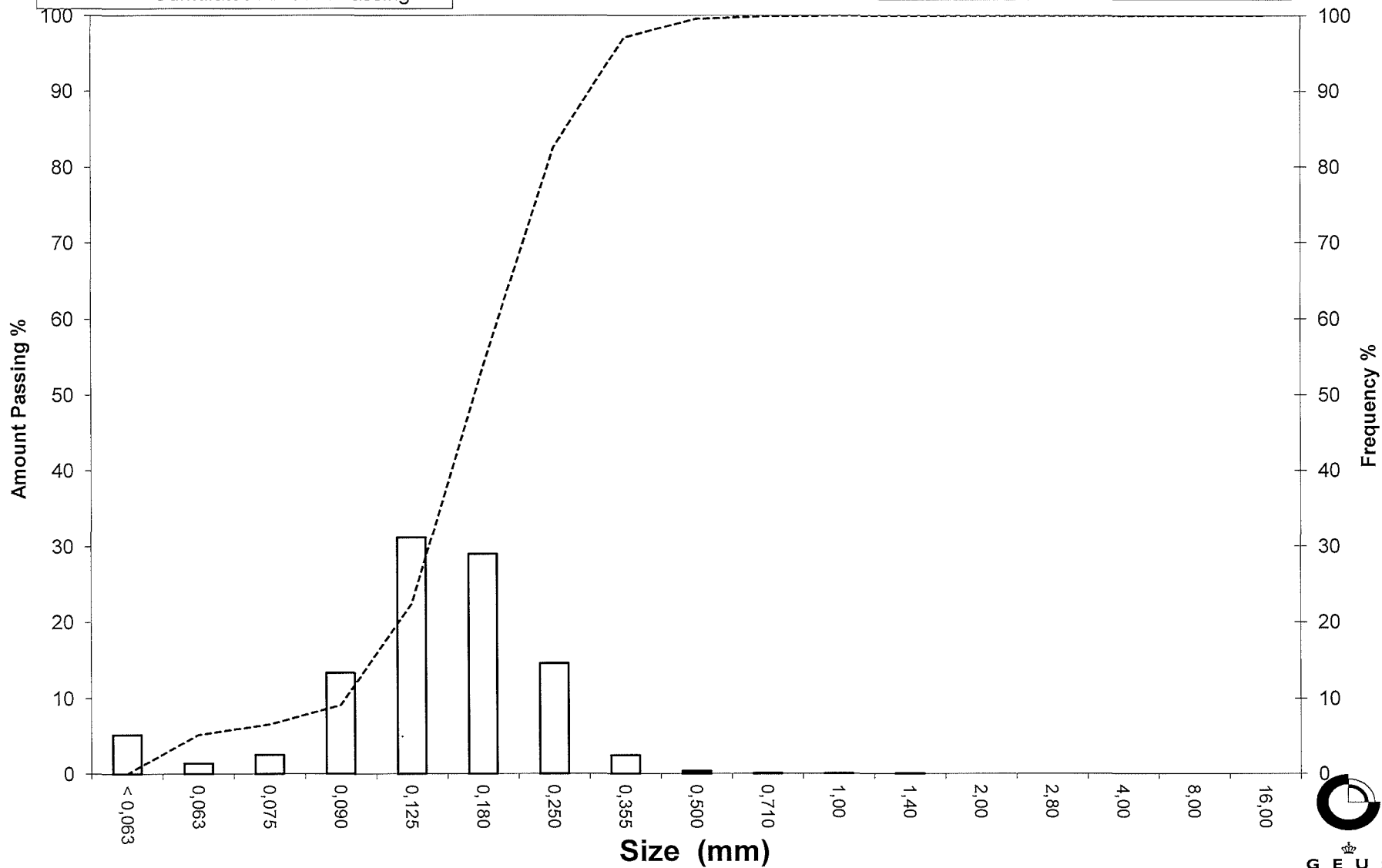
Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

Øster Voldgade 10 1350 København K  
Tel.: +45 38 14 20 00 Telefax: +45 38 14 20 50  
Email: GEUS@geus.dk

# Grain Size Distribution

Sample Id: KB-3 340-380 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing

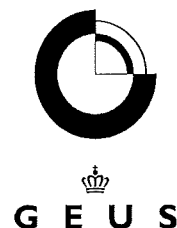




# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** KB-3 0-50 cm  
**Lab. Id:** 14085  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Køge Bugt kerne  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmquist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**Total Weight** 112,42 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount
mm	Φ	g	%	amount passing %
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	0,00	0,00	100,00
4,00	-2,00	0,00	0,00	100,00
2,80	-1,49	0,00	0,00	100,00
2,00	-1,00	0,00	0,00	100,00
1,40	-0,49	0,04	0,04	99,96
1,00	0,00	0,00	0,00	99,96
0,710	0,49	0,04	0,04	99,93
0,500	1,00	0,07	0,06	99,87
0,355	1,49	0,28	0,25	99,62
0,250	2,00	2,83	2,52	97,10
0,180	2,47	24,83	22,09	75,01
0,125	3,00	57,18	50,86	24,15
0,090	3,47	16,73	14,88	9,27
0,075	3,74	3,98	3,54	5,73
0,063	3,99	2,00	1,78	3,95
< 0,063	> 3,99	4,44	3,95	0,00

Sieve Analysis

Gravel

Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	3,95
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	77,37
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	18,57
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	0,10
Gravel (> 2 mm):	0,00
Sum:	100,00

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	0,24	2,04
16%	84%	0,21	2,26
25%	75%	0,18	2,47
40%	60%	0,16	2,61
Median 50%	50%	0,15	2,71
75%	25%	0,13	2,99
84%	16%	0,11	3,24
90%	10%	0,09	3,45
95%	5%	0,07	3,83

### Moments Statistics

Mean	2,74
Sorting	0,52
Skewness	0,17
Kurtosis	1,43
Uniformity Coefficient	1,79

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

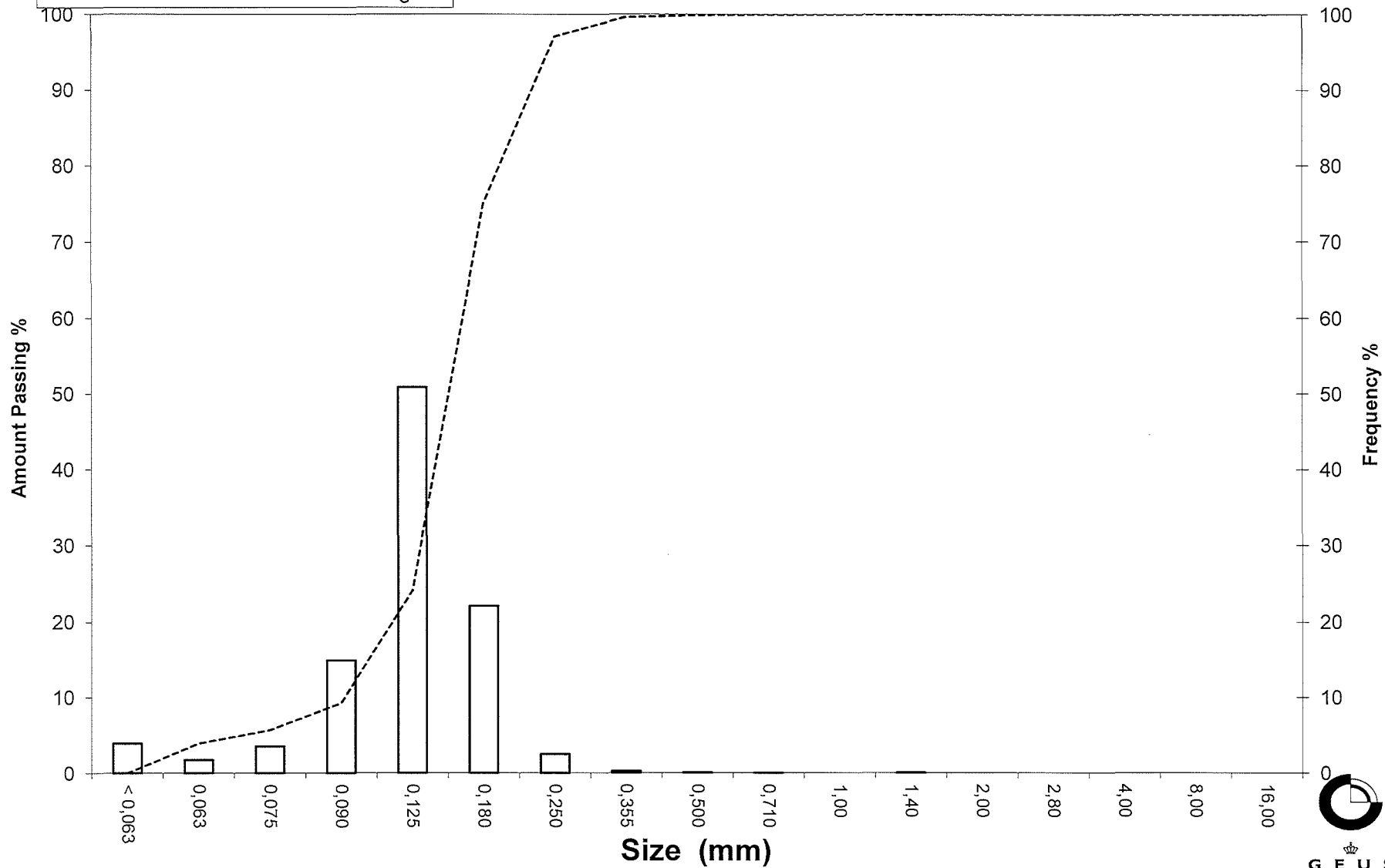
Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

# Grain Size Distribution

Sample Id: KB-3 0-50 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing





# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** KB-4 350-450cm  
**Lab. Id:** 14086  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Køge Bugt kerne  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmqvist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**Total Weight** 115,7 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount passing
mm	Φ	g	%	%
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	0,00	0,00	100,00
4,00	-2,00	0,00	0,00	100,00
2,80	-1,49	0,00	0,00	100,00
2,00	-1,00	0,00	0,00	100,00
1,40	-0,49	0,75	0,65	99,35
1,00	0,00	1,16	1,00	98,35
0,710	0,49	2,73	2,36	95,99
0,500	1,00	15,70	13,57	82,42
0,355	1,49	46,23	39,96	42,46
0,250	2,00	38,91	33,63	8,83
0,180	2,47	7,59	6,56	2,27
0,125	3,00	1,59	1,37	0,90
0,090	3,47	0,35	0,30	0,60
0,075	3,74	0,09	0,08	0,52
0,063	3,99	0,05	0,04	0,48
< 0,063	> 3,99	0,55	0,48	0,00

Sieve Analysis

Gravel

Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	0,48
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	3,67
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	84,73
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	11,12
Gravel (> 2 mm):	0,00
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	0,69	0,53
16%	84%	0,52	0,93
25%	75%	0,47	1,08
40%	60%	0,42	1,26
Median 50%	50%	0,38	1,39
75%	25%	0,30	1,73
84%	16%	0,27	1,88
90%	10%	0,25	1,98
95%	5%	0,21	2,26

### Moments Statistics

Mean	1,40
Sorting	0,50
Skewness	0,02
Kurtosis	1,08
Uniformity Coefficient	1,65

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

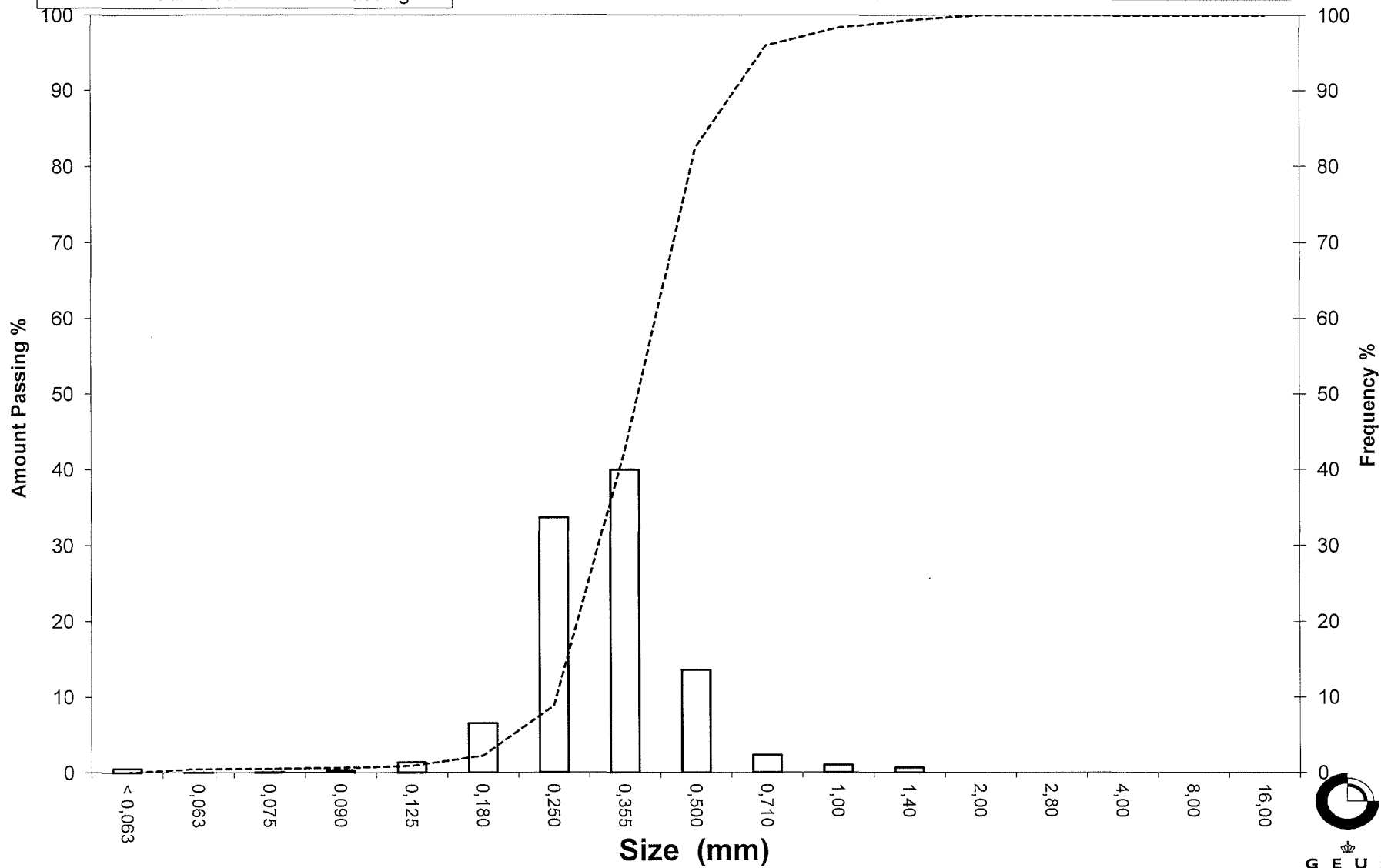
Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

Øster Voldgade 10 1350 København K  
 Tel.: +45 38 14 20 00 Telefax: +45 38 14 20 50  
 Email: CEIS@geus.dk

# Grain Size Distribution

Sample Id: KB-4 350-450cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing

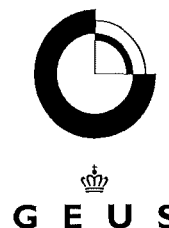




# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** KB-8 0-60 cm  
**Lab. Id:** 14087  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Køge Bugt kerne  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmqvist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**Total Weight** 110,11 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount passing
mm	Φ	g	%	%
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	0,00	0,00	100,00
4,00	-2,00	0,00	0,00	100,00
2,80	-1,49	0,00	0,00	100,00
2,00	-1,00	0,00	0,00	100,00
1,40	-0,49	0,33	0,30	99,70
1,00	0,00	0,16	0,15	99,55
0,710	0,49	0,26	0,24	99,32
0,500	1,00	0,63	0,57	98,75
0,355	1,49	1,80	1,63	97,11
0,250	2,00	9,79	8,89	88,22
0,180	2,47	27,69	25,15	63,07
0,125	3,00	42,01	38,15	24,92
0,090	3,47	18,56	16,86	8,06
0,075	3,74	2,68	2,43	5,63
0,063	3,99	1,16	1,05	4,58
< 0,063	> 3,99	5,04	4,58	0,00

Sieve Analysis

Gravel

Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

Size Class	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	4,58
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	65,68
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	28,76
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	0,98
Gravel (> 2 mm):	0,00
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	0,33	1,60
16%	84%	0,24	2,07
25%	75%	0,21	2,23
40%	60%	0,18	2,51
Median 50%	50%	0,16	2,63
75%	25%	0,13	3,00
84%	16%	0,11	3,23
90%	10%	0,09	3,41
95%	5%	0,07	3,88

### Moments Statistics

Mean	2,64
Sorting	0,64
Skewness	0,06
Kurtosis	1,22
Uniformity Coefficient	1,87

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

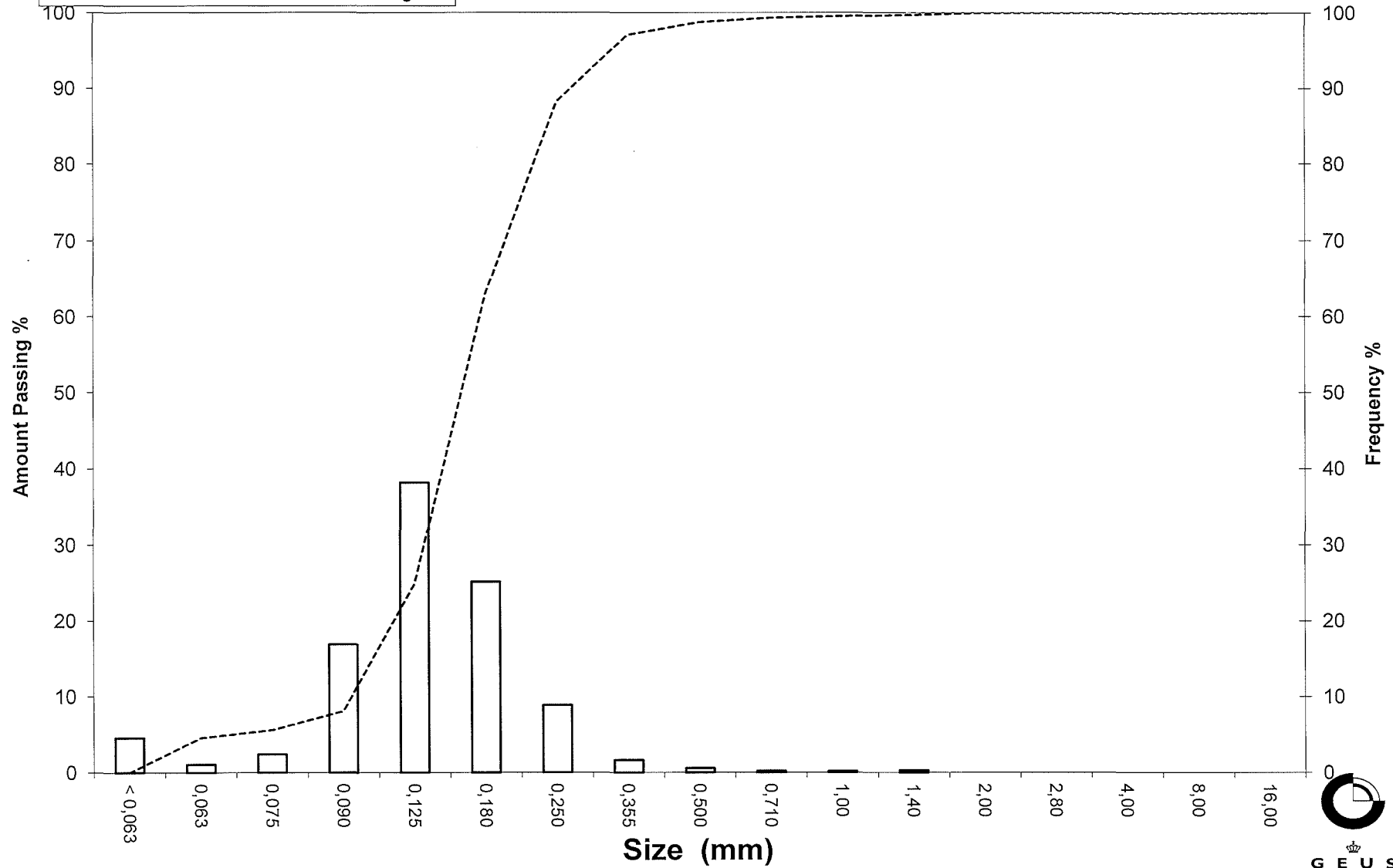
Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)  
 Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)  
 Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)  
 Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)  
 Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

# Grain Size Distribution

Sample Id: KB-8 0-60 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing





# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** KB-9 0-30 cm  
**Lab. Id:** 14088  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Køge Bugt kerne  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmquist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**Total Weight** 101,18 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount passing
mm	Φ	g	%	%
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	0,00	0,00	100,00
4,00	-2,00	0,00	0,00	100,00
2,80	-1,49	0,00	0,00	100,00
2,00	-1,00	0,00	0,00	100,00
1,40	-0,49	0,24	0,24	99,76
1,00	0,00	0,13	0,13	99,63
0,710	0,49	0,22	0,22	99,42
0,500	1,00	0,74	0,73	98,69
0,355	1,49	3,77	3,73	94,96
0,250	2,00	37,52	37,08	57,88
0,180	2,47	38,10	37,66	20,22
0,125	3,00	16,62	16,43	3,80
0,090	3,47	1,77	1,75	2,05
0,075	3,74	0,35	0,35	1,70
0,063	3,99	0,54	0,53	1,17
< 0,063	> 3,99	1,18	1,17	0,00

Sieve Analysis

Gravel

Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	1,17
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	29,81
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	68,05
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	0,97
Gravel (> 2 mm):	0,00
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	0,36	1,49
16%	84%	0,32	1,63
25%	75%	0,30	1,74
40%	60%	0,26	1,97
Median 50%	50%	0,24	2,09
75%	25%	0,19	2,40
84%	16%	0,17	2,59
90%	10%	0,15	2,78
95%	5%	0,13	2,95

### Moments Statistics

Mean	2,10
Sorting	0,46
Skewness	0,11
Kurtosis	0,91
Uniformity Coefficient	1,76

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

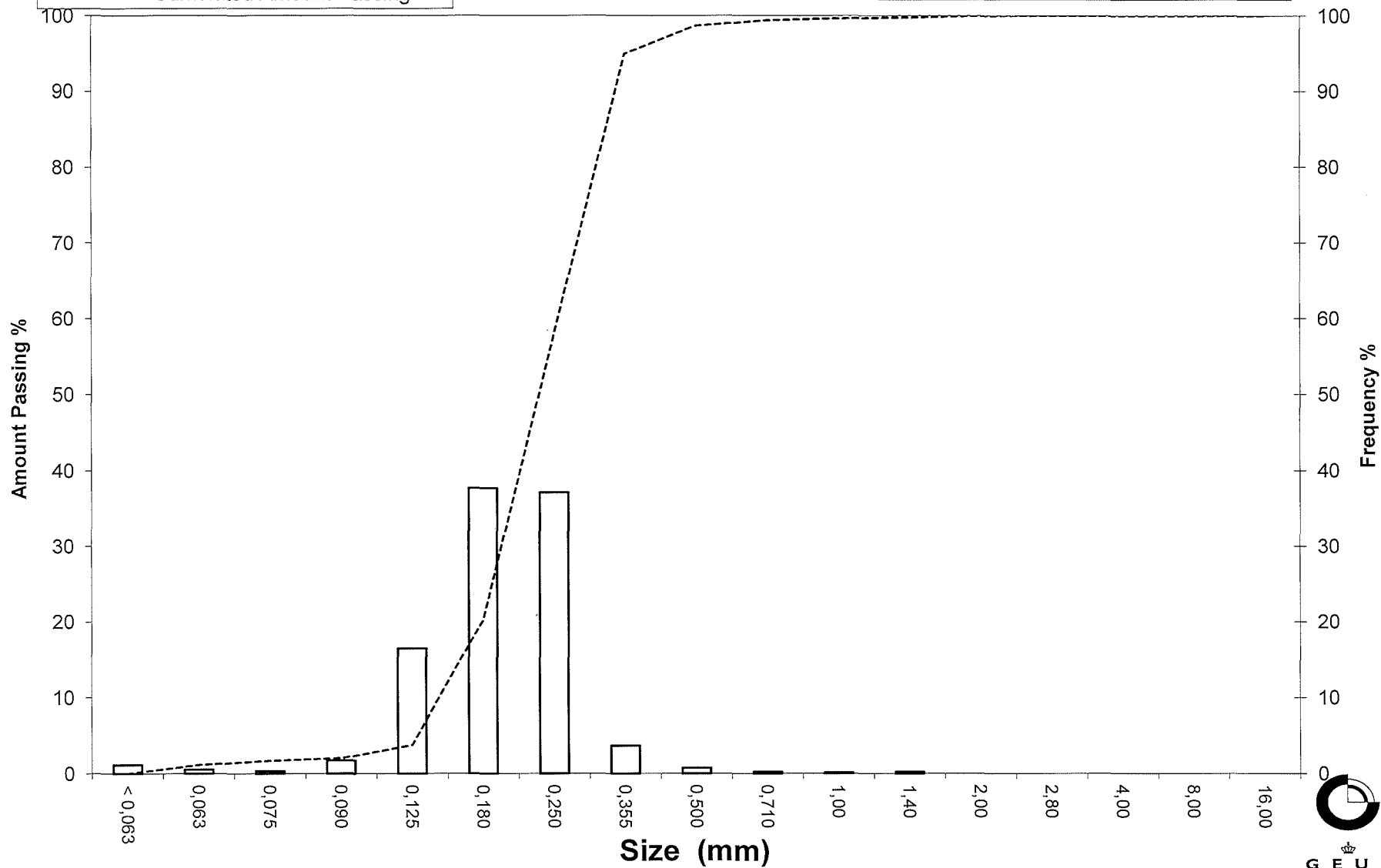
Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgg-Bulletin 1988)

Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

# Grain Size Distribution

Sample Id: KB-9 0-30 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing

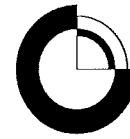




# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** KB-9 35-95 cm  
**Lab. Id:** 14089  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Køge Bugt kerne  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmquist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**GEUS**

**Total Weight** 116,64 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount passing
mm	Φ	g	%	%
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	0,00	0,00	100,00
4,00	-2,00	0,00	0,00	100,00
2,80	-1,49	0,00	0,00	100,00
2,00	-1,00	0,00	0,00	100,00
1,40	-0,49	0,07	0,06	99,94
1,00	0,00	0,15	0,13	99,81
0,710	0,49	0,38	0,33	99,49
0,500	1,00	2,03	1,74	97,75
0,355	1,49	6,99	5,99	91,75
0,250	2,00	32,72	28,05	63,70
0,180	2,47	39,55	33,91	29,79
0,125	3,00	21,58	18,50	11,29
0,090	3,47	7,90	6,77	4,52
0,075	3,74	0,97	0,83	3,69
0,063	3,99	0,51	0,44	3,25
< 0,063	> 3,99	3,79	3,25	0,00

Sieve Analysis

Gravel

Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	3,25
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	36,23
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	59,09
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	1,43
Gravel (> 2 mm):	0,00
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	0,43	1,21
16%	84%	0,33	1,62
25%	75%	0,29	1,77
40%	60%	0,24	2,04
Median 50%	50%	0,22	2,17
75%	25%	0,17	2,59
84%	16%	0,14	2,85
90%	10%	0,12	3,08
95%	5%	0,09	3,43

### Moments Statistics

Mean	2,21
Sorting	0,65
Skewness	0,11
Kurtosis	1,12
Uniformity Coefficient	2,05

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

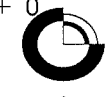
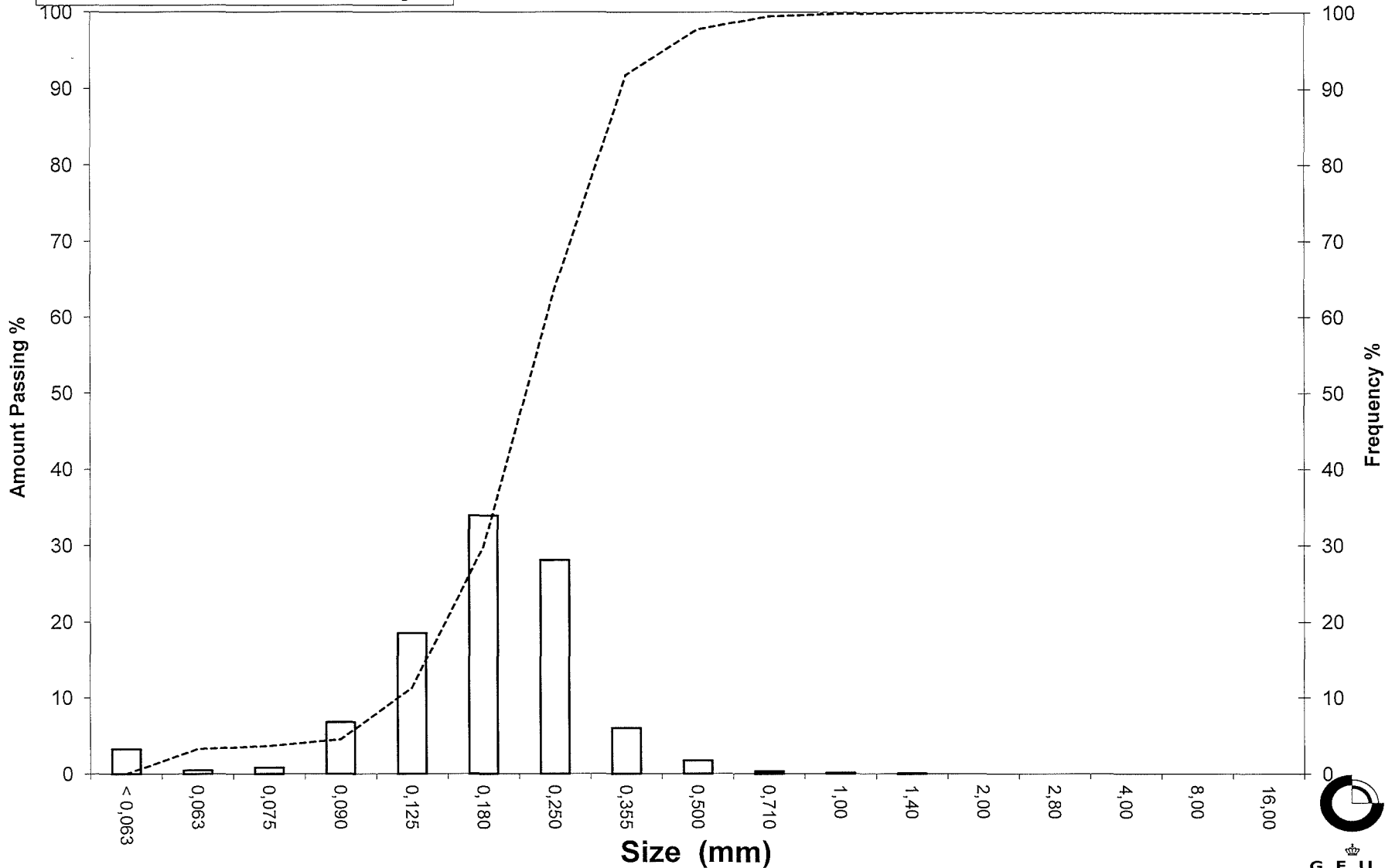
Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

Øster Voldgade 10 1350 København K  
 Tel.: +45 38 14 20 00 Telefax: +45 38 14 20 50  
 Email: GEUS@geus.dk

# Grain Size Distribution

Sample Id: KB-9 35-95 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing



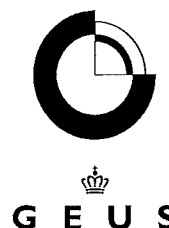
GEUS



# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** KB-9 100-190 cm  
**Lab. Id:** 14090  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Køge Bugt kerne  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmquist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**Total Weight** 113,32 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount passing
mm	Φ	g	%	%
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	0,00	0,00	100,00
4,00	-2,00	0,08	0,07	99,93
2,80	-1,49	0,13	0,11	99,81
2,00	-1,00	0,33	0,29	99,52
1,40	-0,49	0,11	0,10	99,43
1,00	0,00	0,21	0,19	99,24
0,710	0,49	0,16	0,14	99,10
0,500	1,00	0,28	0,25	98,85
0,355	1,49	0,63	0,56	98,30
0,250	2,00	3,03	2,67	95,62
0,180	2,47	16,85	14,87	80,75
0,125	3,00	49,26	43,47	37,28
0,090	3,47	18,45	16,28	21,00
0,075	3,74	3,80	3,35	17,65
0,063	3,99	3,63	3,20	14,45
< 0,063	> 3,99	16,37	14,45	0,00

Sieve Analysis

Gravel

Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	14,45
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	70,56
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	13,97
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	0,55
Gravel (> 2 mm):	0,48
Sum:	100,00

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	0,25	2,02
16%	84%	0,20	2,36
25%	75%	0,17	2,53
40%	60%	0,15	2,70
Median 50%	50%	0,14	2,83
75%	25%	0,10	3,34
84%	16%	0,07	3,86
90%	10%	-----	-----
95%	5%	-----	-----

### Moments Statistics

Mean	3,01
Sorting	-----
Skewness	-----
Kurtosis	-----
Uniformity Coefficient	-----

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

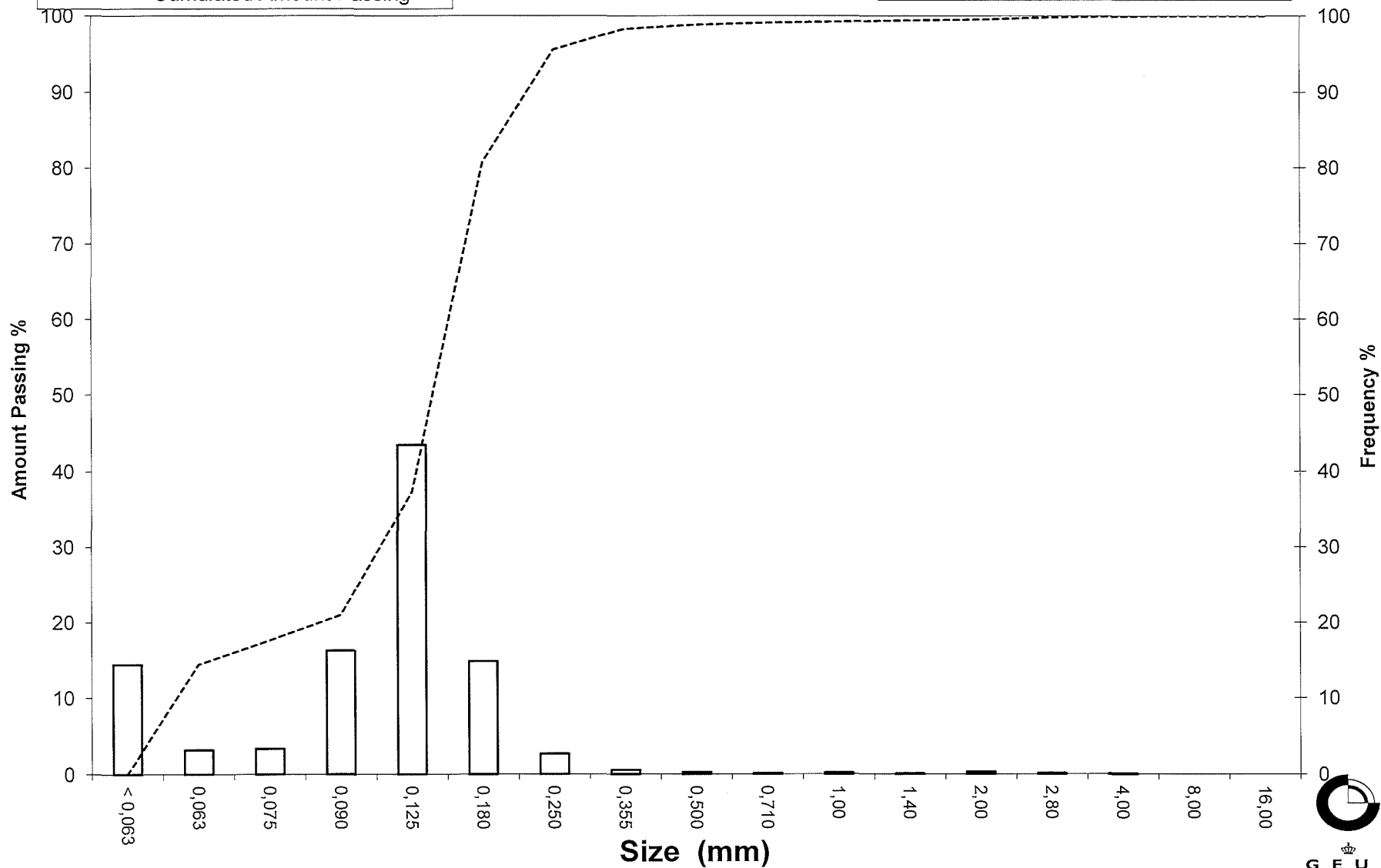
Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

Øster Voldgade 10 1350 København K  
 Tel.: +45 38 14 20 00 Telefax: +45 38 14 20 50  
 Email: GEUS@geus.dk

# Grain Size Distribution

Sample Id: KB-9 100-190 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing

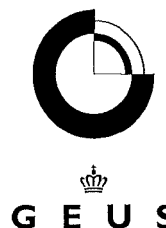




# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** KB-9 205-220 cm  
**Lab. Id:** 14091  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Køge Bugt kerne  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmqvist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**Total Weight** 105,75 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount passing
mm	Φ	g	%	%
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	0,00	0,00	100,00
4,00	-2,00	0,00	0,00	100,00
2,80	-1,49	0,00	0,00	100,00
2,00	-1,00	0,00	0,00	100,00
1,40	-0,49	0,06	0,06	99,94
1,00	0,00	0,07	0,07	99,88
0,710	0,49	0,13	0,12	99,75
0,500	1,00	0,25	0,24	99,52
0,355	1,49	0,31	0,29	99,22
0,250	2,00	0,45	0,43	98,80
0,180	2,47	0,57	0,54	98,26
0,125	3,00	2,68	2,53	95,73
0,090	3,47	16,75	15,84	79,89
0,075	3,74	15,02	14,20	65,68
0,063	3,99	15,92	15,05	50,63
< 0,063	> 3,99	53,54	50,63	0,00

Sieve Analysis

Gravel  
Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	50,63
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	47,79
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	1,22
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	0,37
Gravel (> 2 mm):	0,00
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	0,12	3,02
16%	84%	0,10	3,34
25%	75%	0,08	3,56
40%	60%	0,07	3,83
Median 50%	50%	-----	-----
75%	25%	-----	-----
84%	16%	-----	-----
90%	10%	-----	-----
95%	5%	-----	-----

### Moments Statistics

Mean	3,34
Sorting	-----
Skewness	-----
Kurtosis	-----
Uniformity Coefficient	-----

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

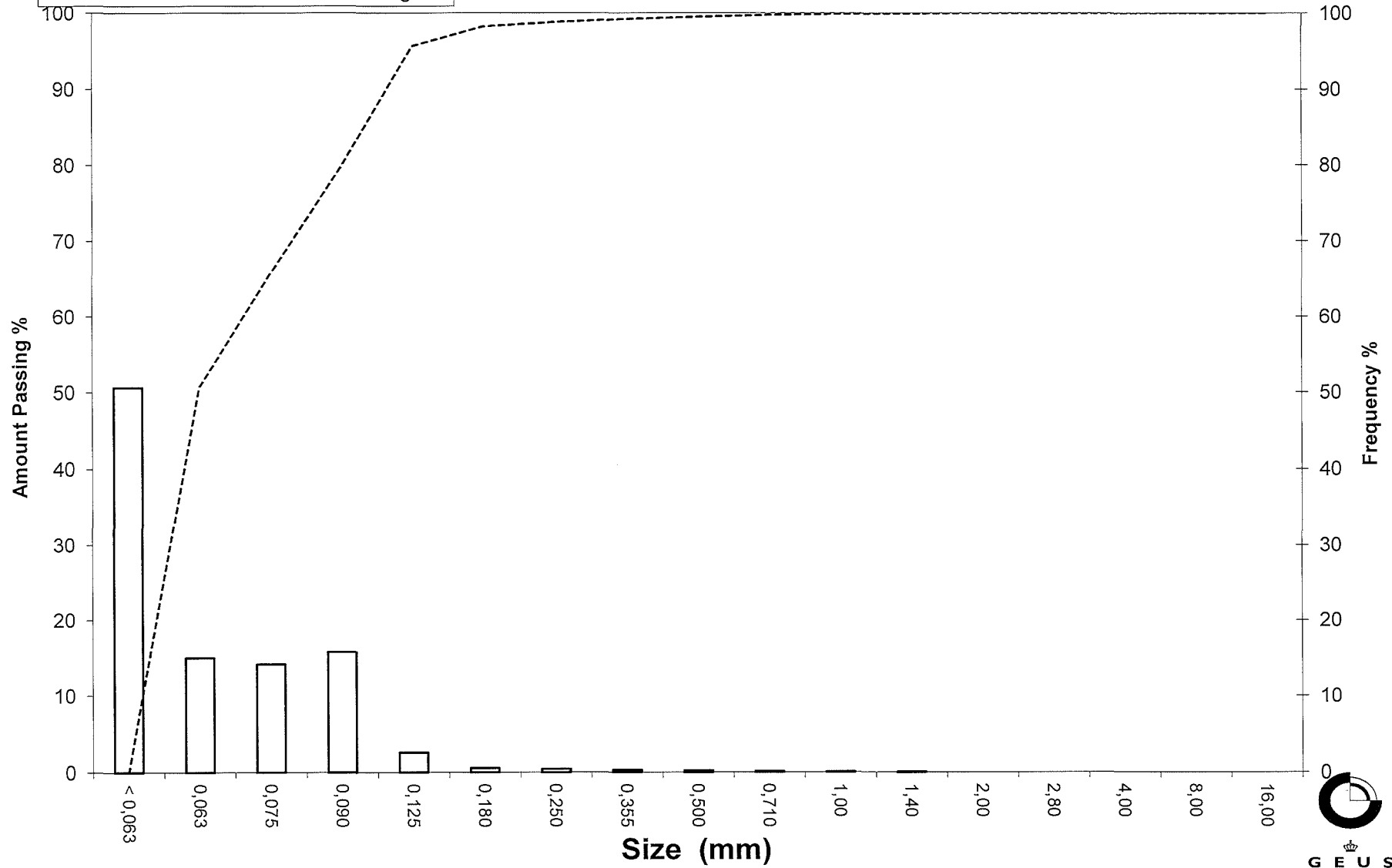
Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

# Grain Size Distribution

Sample Id: KB-9 205-220 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing

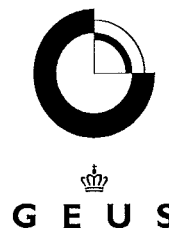




# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** KB-11 5-70 cm  
**Lab. Id:** 14092  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Køge Bugt kerne  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmqvist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**Total Weight** 112,9 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount
mm	Φ	g	%	amount passing %
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	0,00	0,00	100,00
4,00	-2,00	0,00	0,00	100,00
2,80	-1,49	0,00	0,00	100,00
2,00	-1,00	0,00	0,00	100,00
1,40	-0,49	0,01	0,01	99,99
1,00	0,00	0,06	0,05	99,94
0,710	0,49	0,08	0,07	99,87
0,500	1,00	0,27	0,24	99,63
0,355	1,49	0,90	0,80	98,83
0,250	2,00	1,83	1,62	97,21
0,180	2,47	2,04	1,81	95,40
0,125	3,00	19,26	17,06	78,34
0,090	3,47	67,58	59,86	18,49
0,075	3,74	12,20	10,81	7,68
0,063	3,99	4,56	4,04	3,64
< 0,063	> 3,99	4,11	3,64	0,00

Sieve Analysis

Gravel

Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	3,64
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	92,28
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	3,82
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	0,26
Gravel (> 2 mm):	0,00
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	0,18	2,48
16%	84%	0,14	2,80
25%	75%	0,12	3,02
40%	60%	0,11	3,13
Median 50%	50%	0,11	3,21
75%	25%	0,09	3,41
84%	16%	0,09	3,53
90%	10%	0,08	3,68
95%	5%	0,07	3,90

### Moments Statistics

Mean	3,18
Sorting	0,40
Skewness	-0,06
Kurtosis	1,48
Uniformity Coefficient	1,46

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

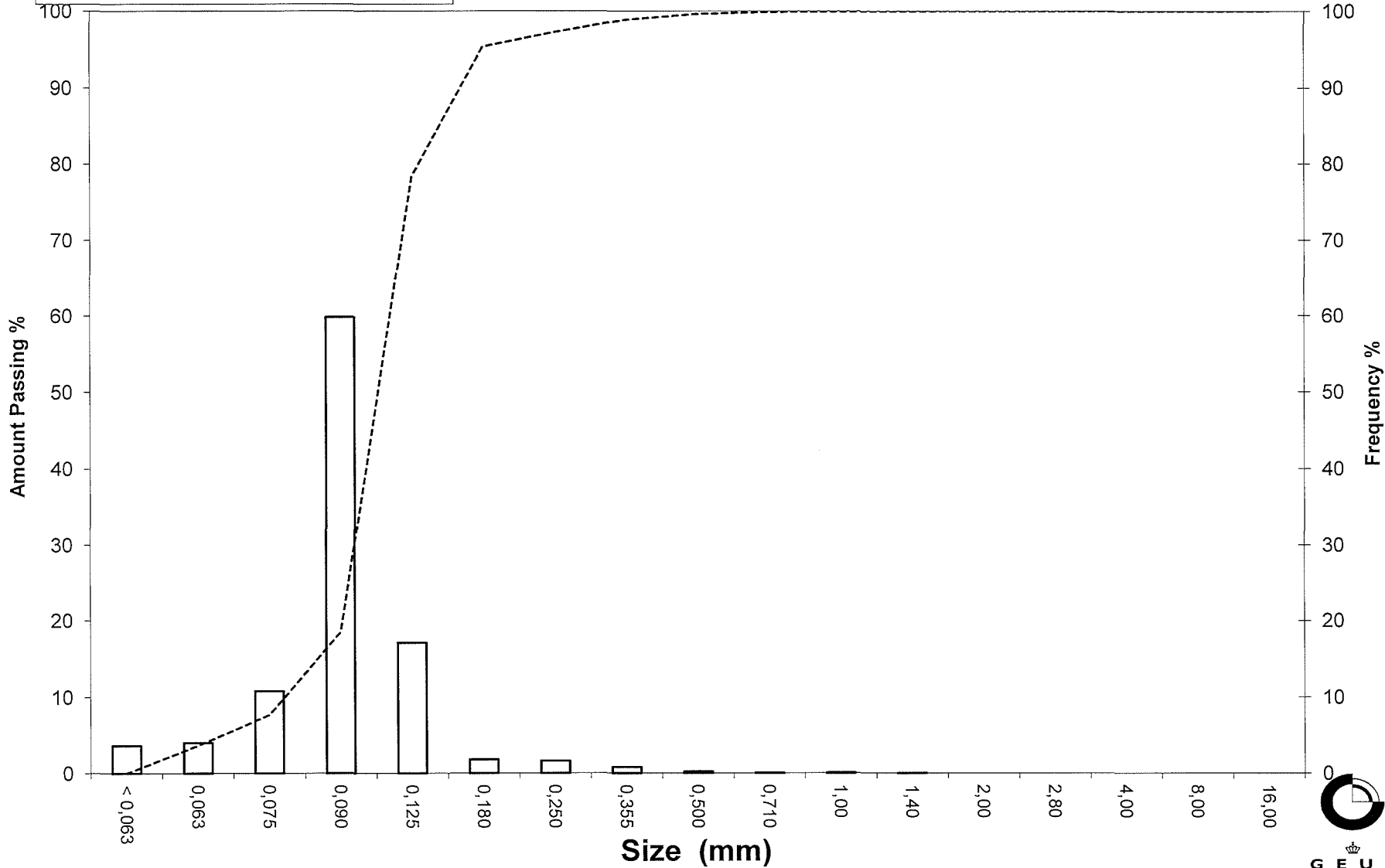
Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

Øster Voldgade 10 1350 København K  
 Tel.: +45 38 14 20 00 Telefax: +45 38 14 20 50  
 Email: GEUS@geus.dk

# Grain Size Distribution

Sample Id: KB-11 5-70 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing





# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** KB-12 0-140 cm  
**Lab. Id:** 14093  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Køge Bugt kerne  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmqvist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**GEUS**

**Total Weight** 115,1 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount passing
mm	Φ	g	%	%
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	0,00	0,00	100,00
4,00	-2,00	0,00	0,00	100,00
2,80	-1,49	0,00	0,00	100,00
2,00	-1,00	0,13	0,11	99,89
1,40	-0,49	0,23	0,20	99,69
1,00	0,00	0,64	0,56	99,13
0,710	0,49	0,92	0,80	98,33
0,500	1,00	2,58	2,24	96,09
0,355	1,49	7,11	6,18	89,91
0,250	2,00	19,27	16,74	73,17
0,180	2,47	31,24	27,14	46,03
0,125	3,00	38,15	33,15	12,88
0,090	3,47	10,34	8,98	3,90
0,075	3,74	1,69	1,47	2,43
0,063	3,99	0,95	0,83	1,61
< 0,063	> 3,99	1,85	1,61	0,00

Sieve Analysis

Gravel

Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	1,61
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	52,18
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	43,37
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	2,73
Gravel (> 2 mm):	0,11
Sum:	100,00

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	0,47	1,08
16%	84%	0,32	1,65
25%	75%	0,26	1,94
40%	60%	0,22	2,21
Median 50%	50%	0,19	2,39
75%	25%	0,15	2,78
84%	16%	0,13	2,94
90%	10%	0,11	3,14
95%	5%	0,09	3,41

### Moments Statistics

Mean	2,33
Sorting	0,68
Skewness	-0,14
Kurtosis	1,12
Uniformity Coefficient	1,90

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

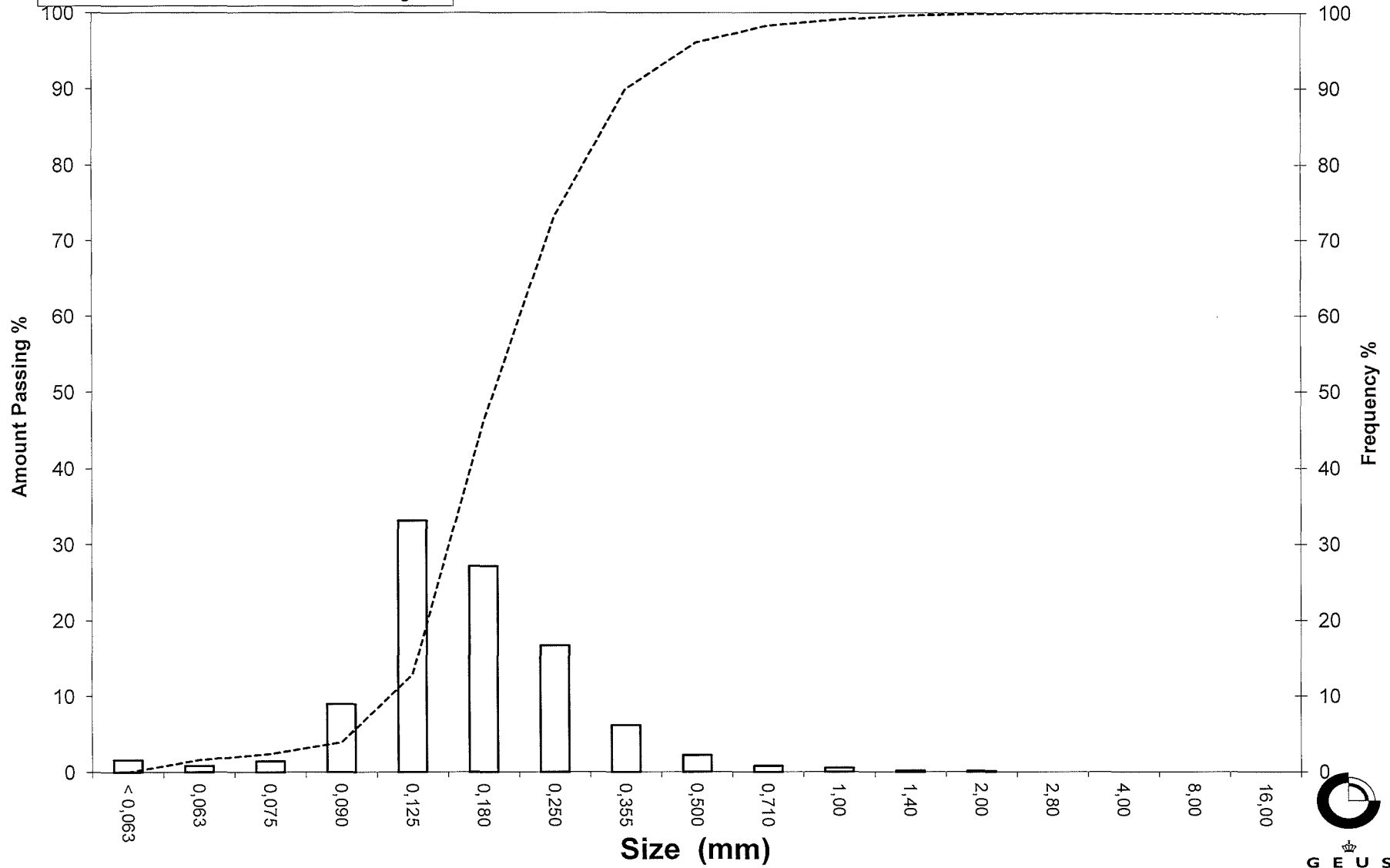
Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

Øster Voldgade 10 1350 København K  
 Tel.: +45 38 14 20 00 Telefax: +45 38 14 20 50  
 Email: GEUS@geus.dk

# Grain Size Distribution

Sample Id: KB-12 0-140 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing

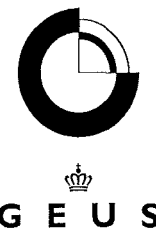




# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** KB-15 0-80 cm  
**Lab. Id:** 14094  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Køge Bugt kerne  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmqvist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**Total Weight** 112,92 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount
mm	Φ	g	%	amount passing %
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	0,00	0,00	100,00
4,00	-2,00	0,00	0,00	100,00
2,80	-1,49	0,00	0,00	100,00
2,00	-1,00	0,00	0,00	100,00
1,40	-0,49	0,01	0,01	99,99
1,00	0,00	0,01	0,01	99,98
0,710	0,49	0,02	0,02	99,96
0,500	1,00	0,27	0,24	99,73
0,355	1,49	4,39	3,89	95,84
0,250	2,00	31,95	28,29	67,54
0,180	2,47	40,47	35,84	31,70
0,125	3,00	28,18	24,96	6,75
0,090	3,47	5,57	4,93	1,82
0,075	3,74	0,67	0,59	1,22
0,063	3,99	0,32	0,28	0,94
< 0,063	> 3,99	1,06	0,94	0,00

Sieve Analysis

Gravel

Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	0,94
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	41,01
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	57,90
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	0,16
Gravel (> 2 mm):	0,00
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	0,35	1,51
16%	84%	0,31	1,68
25%	75%	0,28	1,85
40%	60%	0,24	2,09
Median 50%	50%	0,22	2,21
75%	25%	0,17	2,60
84%	16%	0,15	2,78
90%	10%	0,13	2,92
95%	5%	0,11	3,15

### Moments Statistics

Mean	2,23
Sorting	0,52
Skewness	0,09
Kurtosis	0,90
Uniformity Coefficient	1,78

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

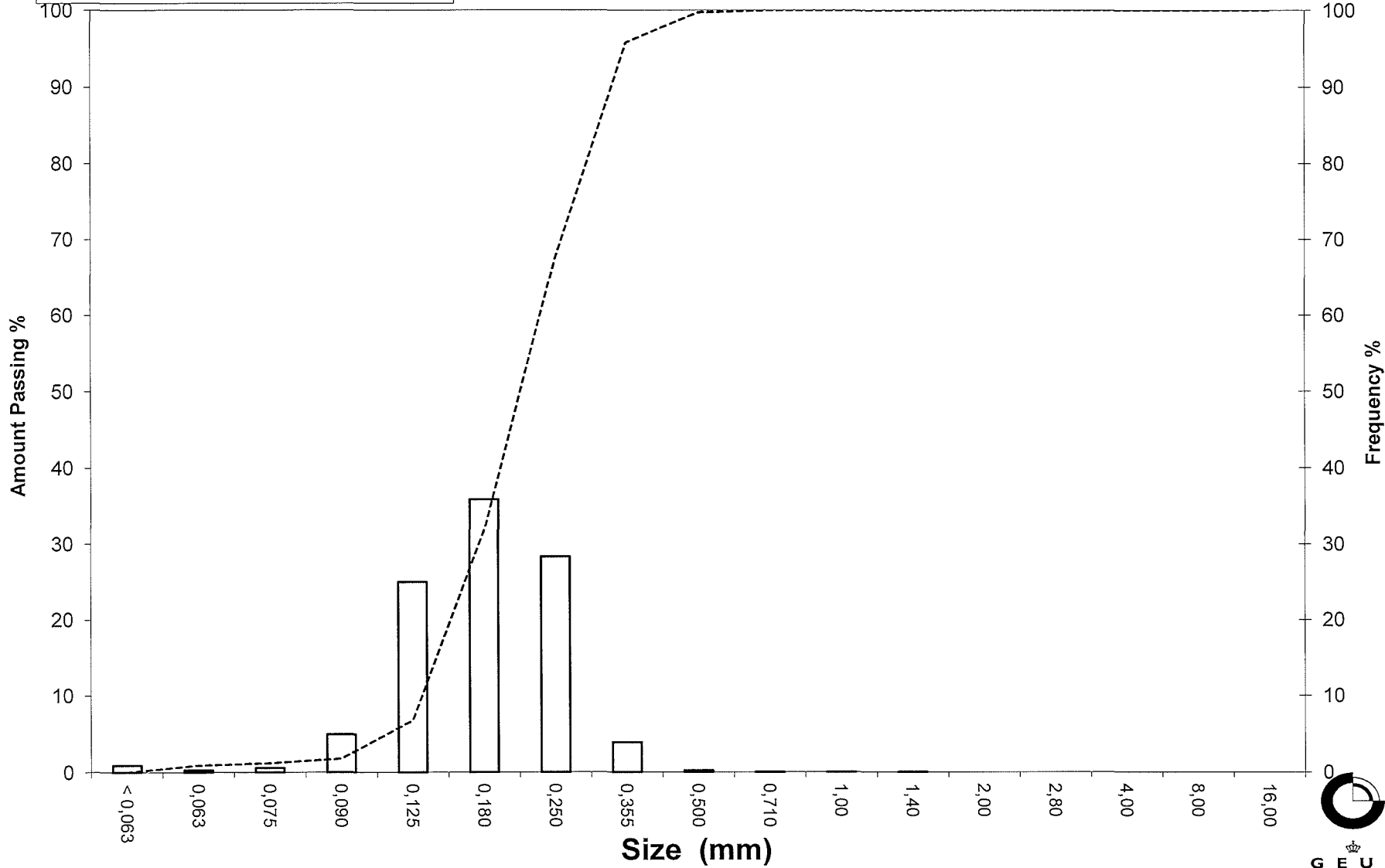
Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

Øster Voldgade 10 1350 København K  
 Tel.: +45 38 14 20 00 Telefax: +45 38 14 20 50  
 Email: GEUS@geus.dk

# Grain Size Distribution

Sample Id: KB-15 0-80 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing

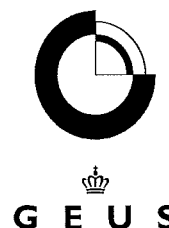




# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** KB-17 0-50 cm  
**Lab. Id:** 14095  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Køge Bugt kerne  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmqvist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**Total Weight** 139,38 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount passing
mm	Φ	g	%	%
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	0,15	0,11	99,89
4,00	-2,00	0,21	0,15	99,74
2,80	-1,49	0,60	0,43	99,31
2,00	-1,00	1,55	1,11	98,20
1,40	-0,49	2,57	1,84	96,36
1,00	0,00	2,89	2,07	94,28
0,710	0,49	3,83	2,75	91,53
0,500	1,00	8,17	5,86	85,67
0,355	1,49	14,09	10,11	75,56
0,250	2,00	35,81	25,69	49,87
0,180	2,47	38,58	27,68	22,19
0,125	3,00	23,08	16,56	5,63
0,090	3,47	4,49	3,22	2,41
0,075	3,74	0,56	0,40	2,01
0,063	3,99	0,34	0,24	1,76
< 0,063	> 3,99	2,46	1,76	0,00

Sieve Analysis

Gravel

Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	1,76
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	28,33
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	58,36
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	9,74
Gravel (> 2 mm):	1,80
Sum:	100,00

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	1,14	-0,19
16%	84%	0,48	1,07
25%	75%	0,35	1,50
40%	60%	0,29	1,78
Median 50%	50%	0,25	2,00
75%	25%	0,19	2,42
84%	16%	0,16	2,65
90%	10%	0,14	2,84
95%	5%	0,12	3,08

### Moments Statistics

Mean	1,91
Sorting	0,89
Skewness	-0,26
Kurtosis	1,46
Uniformity Coefficient	2,09

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

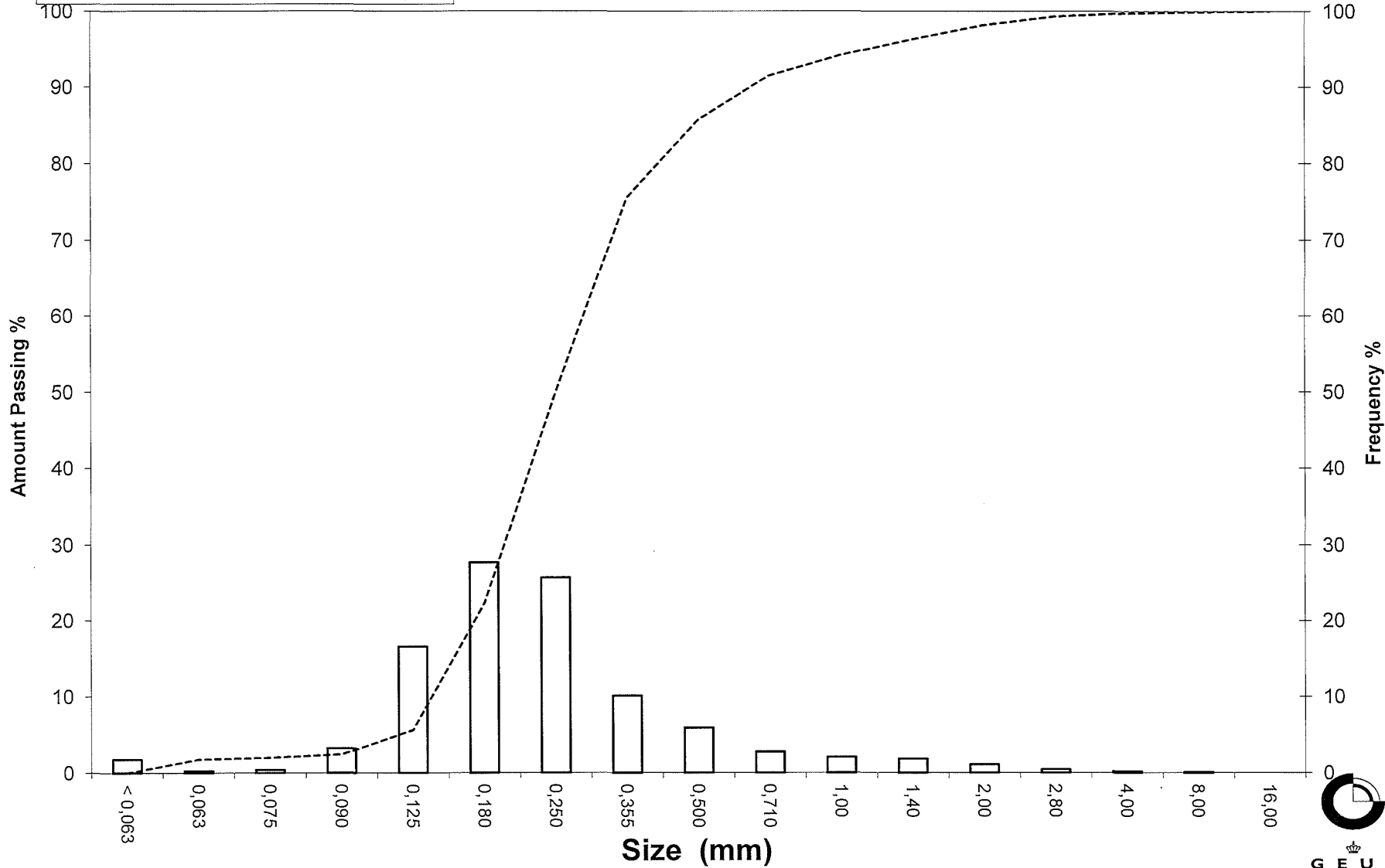
Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

# Grain Size Distribution

Sample Id: KB-17 0-50 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing





# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** KB-17 50-100 cm  
**Lab. Id:** 14096  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Køge Bugt kerne  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmqvist  
**Remarks:** For mat. < 8mm.



**Total Weight** 207,16 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount
mm	Φ	g	%	amount passing %
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	10,77	5,20	94,80
4,00	-2,00	29,31	14,15	80,65
2,80	-1,49	19,38	9,36	71,30
2,00	-1,00	18,11	8,74	62,56
1,40	-0,49	15,80	7,63	54,93
1,00	0,00	9,83	4,75	50,18
0,710	0,49	8,82	4,26	45,93
0,500	1,00	12,53	6,05	39,88
0,355	1,49	15,60	7,53	32,35
0,250	2,00	23,00	11,10	21,24
0,180	2,47	16,18	7,81	13,43
0,125	3,00	12,62	6,09	7,34
0,090	3,47	4,69	2,26	5,08
0,075	3,74	1,30	0,63	4,45
0,063	3,99	1,08	0,52	3,93
< 0,063	> 3,99	8,14	3,93	0,00

Sieve Analysis

Gravel

Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

Size Class	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm)	3,93
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm)	11,74
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm)	27,09
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm)	19,80
Gravel (> 2 mm)	37,44
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	8,31	-3,05
16%	84%	4,95	-2,31
25%	75%	3,27	-1,71
40%	60%	1,80	-0,85
Median 50%	50%	0,99	0,02
75%	25%	0,29	1,81
84%	16%	0,20	2,30
90%	10%	0,15	2,75
95%	5%	0,09	3,50

### Moments Statistics

Mean	0,00
Sorting	2,15
Skewness	0,03
Kurtosis	0,76
Uniformity Coefficient	12,07

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

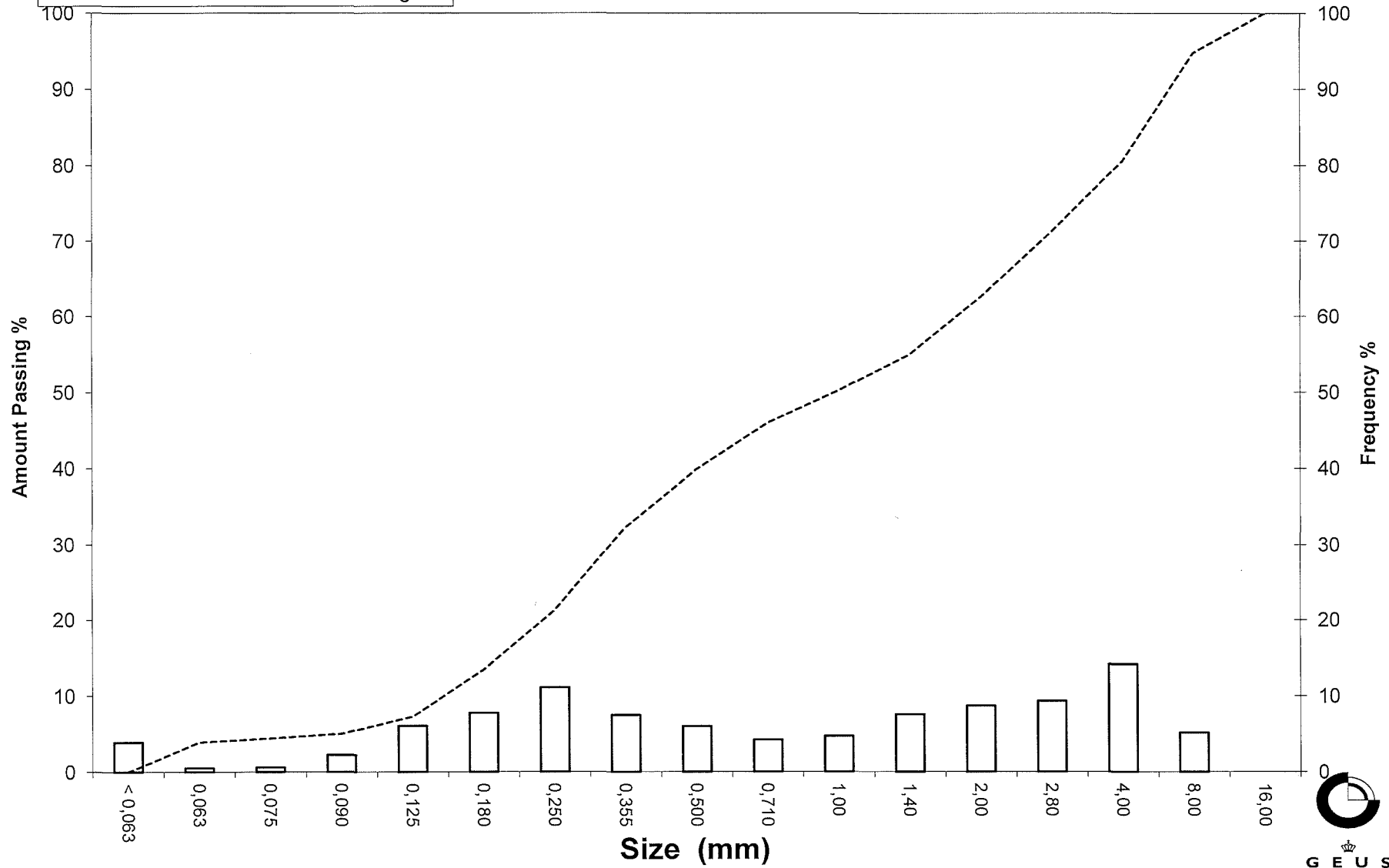
Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

# Grain Size Distribution

Sample Id: KB-17 50-100 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing

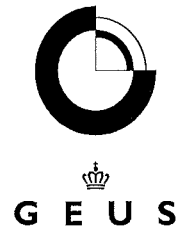




# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** KB-17 330-359 cm  
**Lab. Id:** 14097  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Køge Bugt kerne  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmqvist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**Total Weight** 111,85 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount passing
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	1,06	0,95	99,05
4,00	-2,00	0,00	0,00	99,05
2,80	-1,49	0,16	0,14	98,91
2,00	-1,00	0,19	0,17	98,74
1,40	-0,49	0,20	0,18	98,56
1,00	0,00	0,28	0,25	98,31
0,710	0,49	0,36	0,32	97,99
0,500	1,00	0,60	0,54	97,45
0,355	1,49	1,20	1,07	96,38
0,250	2,00	5,40	4,83	91,55
0,180	2,47	23,32	20,85	70,70
0,125	3,00	52,95	47,34	23,36
0,090	3,47	17,81	15,92	7,44
0,075	3,74	2,46	2,20	5,24
0,063	3,99	1,31	1,17	4,07
< 0,063	> 3,99	4,55	4,07	0,00

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

Size Class	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	4,07
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	72,59
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	21,05
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	1,03
Gravel (> 2 mm):	1,26
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	0,33	1,62
16%	84%	0,22	2,15
25%	75%	0,19	2,36
40%	60%	0,17	2,58
Median 50%	50%	0,16	2,68
75%	25%	0,13	2,98
84%	16%	0,11	3,20
90%	10%	0,10	3,39
95%	5%	0,07	3,78

### Moments Statistics

Mean	2,68
Sorting	0,59
Skewness	0,01
Kurtosis	1,44
Uniformity Coefficient	1,75

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

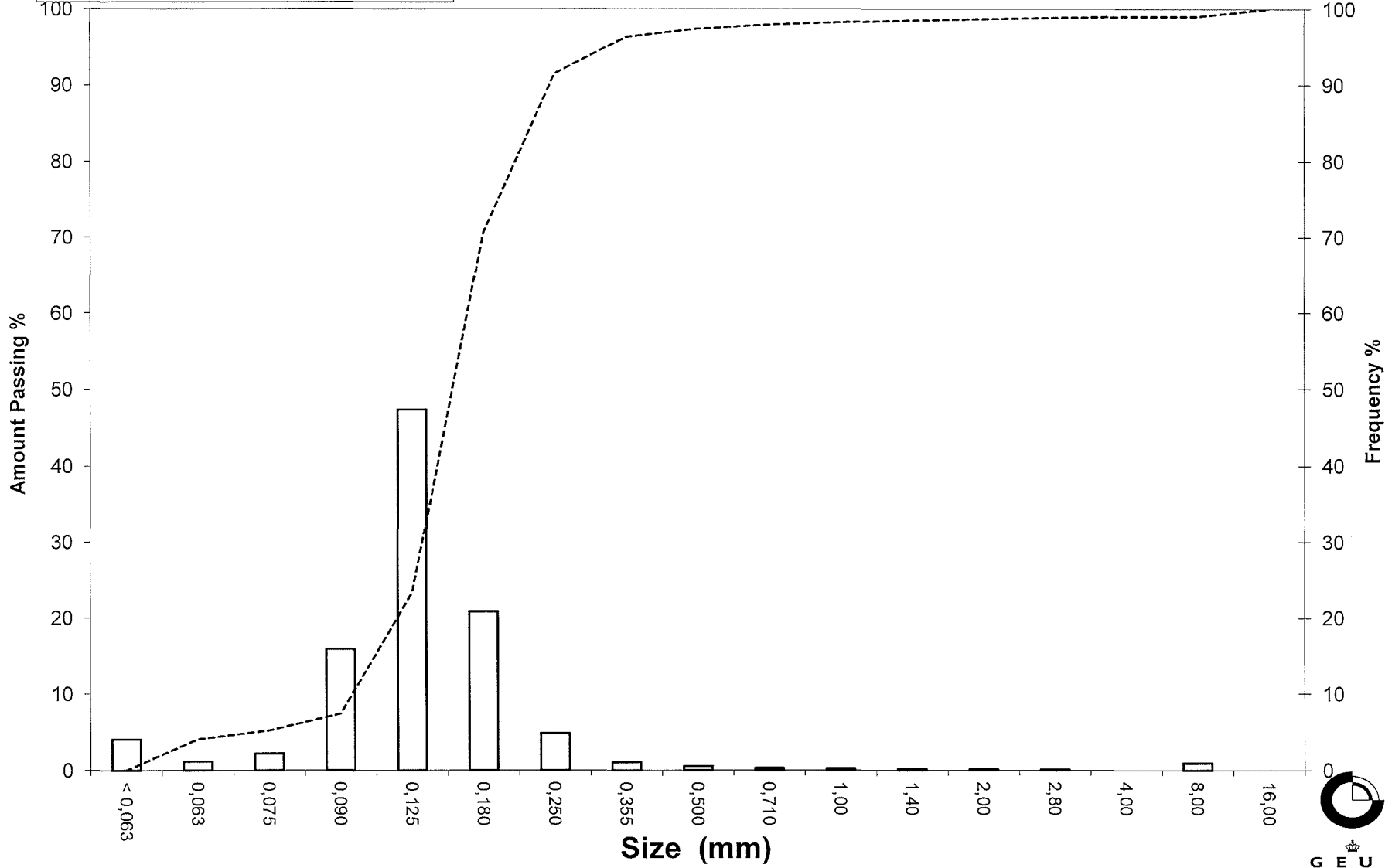
Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

# Grain Size Distribution

Sample Id: KB-17 330-359 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing

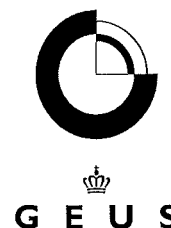




# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** KB-20 190-215 cm  
**Lab. Id:** 14098  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Køge Bugt kerne  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmqvist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**Total Weight** 132 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount passing
mm	Φ	g	%	%
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	0,00	0,00	100,00
4,00	-2,00	0,19	0,14	99,86
2,80	-1,49	0,54	0,41	99,45
2,00	-1,00	0,62	0,47	98,98
1,40	-0,49	1,22	0,92	98,05
1,00	0,00	3,74	2,83	95,22
0,710	0,49	7,87	5,96	89,26
0,500	1,00	21,41	16,22	73,04
0,355	1,49	36,34	27,53	45,51
0,250	2,00	37,29	28,25	17,26
0,180	2,47	15,87	12,02	5,23
0,125	3,00	5,07	3,84	1,39
0,090	3,47	0,68	0,52	0,88
0,075	3,74	0,10	0,08	0,80
0,063	3,99	0,09	0,07	0,73
< 0,063	> 3,99	0,97	0,73	0,00

Sieve Analysis

Gravel

Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	0,73
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	7,94
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	72,09
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	18,22
Gravel (> 2 mm):	1,02
Sum:	100,00

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	0,99	0,02
16%	84%	0,64	0,64
25%	75%	0,53	0,93
40%	60%	0,43	1,21
Median 50%	50%	0,38	1,40
75%	25%	0,28	1,84
84%	16%	0,24	2,04
90%	10%	0,21	2,27
95%	5%	0,18	2,50

### Moments Statistics

Mean	1,36
Sorting	0,73
Skewness	-0,10
Kurtosis	1,11
Uniformity Coefficient	2,08

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

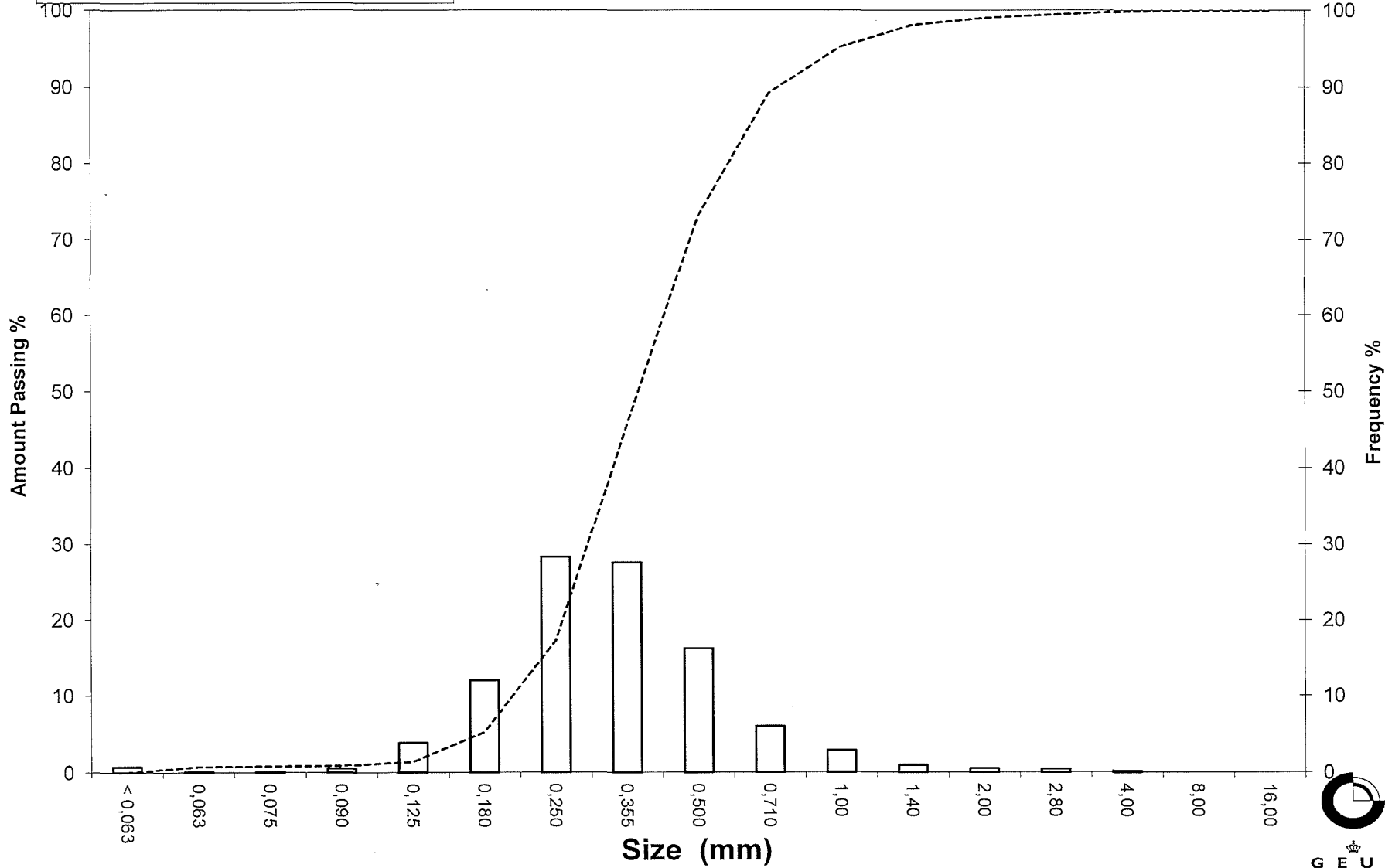
Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

# Grain Size Distribution

Sample Id: KB-20 190-215 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing

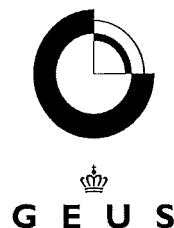




# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** KB-20 320-370 cm  
**Lab. Id:** 14099  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Køge Bugt kerne  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmqvist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**Total Weight** 103,24 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount passing
mm	Φ	g	%	%
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	0,00	0,00	100,00
4,00	-2,00	0,00	0,00	100,00
2,80	-1,49	0,04	0,04	99,96
2,00	-1,00	0,09	0,09	99,87
1,40	-0,49	0,04	0,04	99,84
1,00	0,00	0,10	0,10	99,74
0,710	0,49	0,13	0,13	99,61
0,500	1,00	0,32	0,31	99,30
0,355	1,49	0,84	0,81	98,49
0,250	2,00	4,67	4,52	93,97
0,180	2,47	19,47	18,86	75,11
0,125	3,00	41,63	40,32	34,78
0,090	3,47	22,06	21,37	13,42
0,075	3,74	5,10	4,94	8,48
0,063	3,99	3,20	3,10	5,38
< 0,063	> 3,99	5,55	5,38	0,00

Sieve Analysis

Gravel

Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	5,38
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	75,12
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	18,96
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	0,42
Gravel (> 2 mm):	0,13
Sum:	100,00

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	0,27	1,87
16%	84%	0,21	2,23
25%	75%	0,18	2,48
40%	60%	0,16	2,65
Median 50%	50%	0,15	2,78
75%	25%	0,11	3,20
84%	16%	0,09	3,41
90%	10%	0,08	3,65
95%	5%	-----	-----

### Moments Statistics

Mean	2,81
Sorting	-----
Skewness	-----
Kurtosis	-----
Uniformity Coefficient	2,00

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

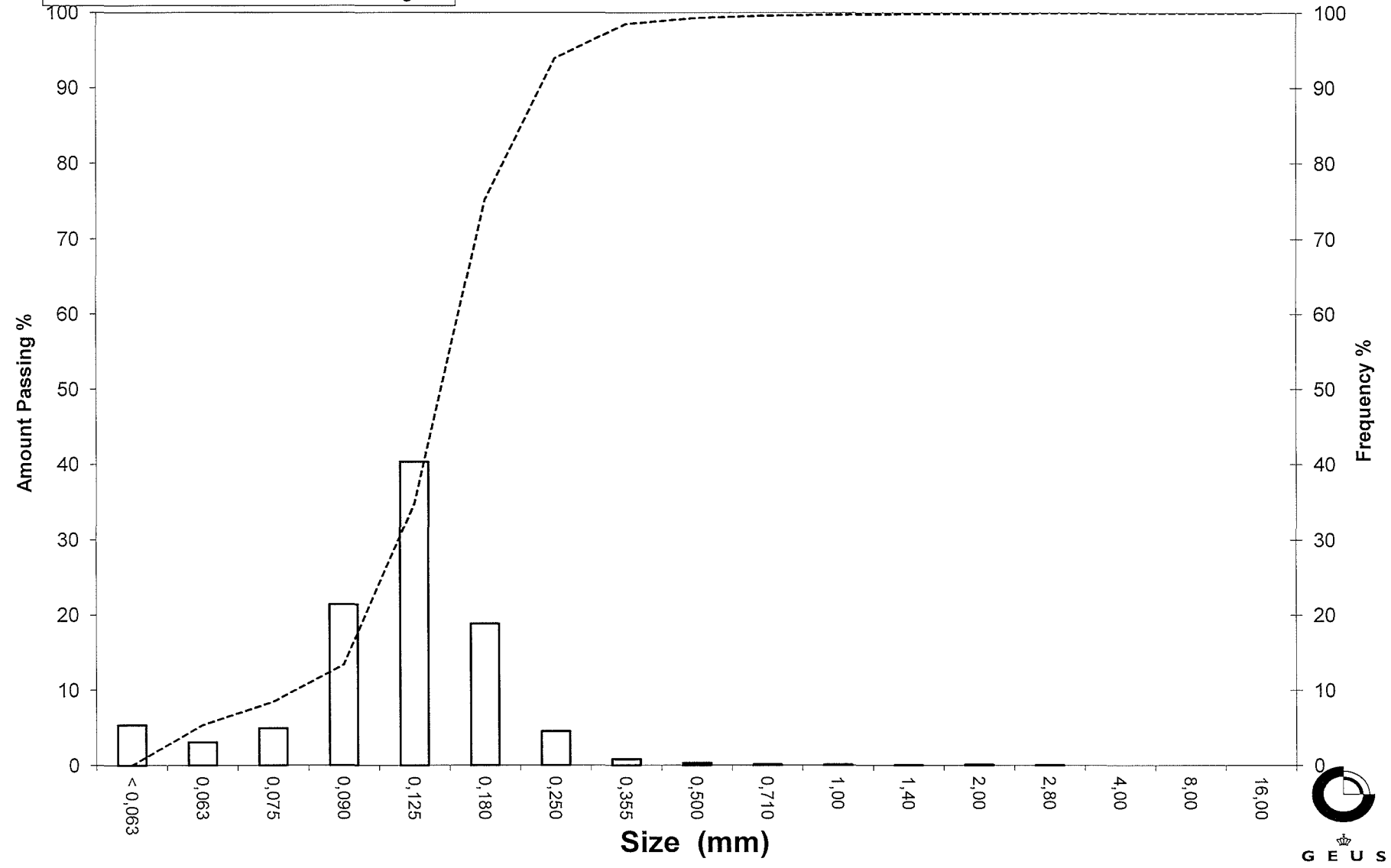
Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)  
 Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)  
 Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)  
 Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)  
 Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

# Grain Size Distribution

Sample Id: KB-20 320-370 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing





# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** KB-25 25-80 cm  
**Lab. Id:** 14100  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Køge Bugt kerne  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmqvist  
**Remarks:** For mat. < 8mm.



**Total Weight** 206,88 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount passing
mm	Φ	g	%	
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	3,61	1,74	98,26
4,00	-2,00	9,77	4,72	93,53
2,80	-1,49	8,29	4,01	89,53
2,00	-1,00	11,54	5,58	83,95
1,40	-0,49	16,68	8,06	75,88
1,00	0,00	22,00	10,63	65,25
0,710	0,49	23,42	11,32	53,93
0,500	1,00	22,11	10,69	43,24
0,355	1,49	18,57	8,98	34,27
0,250	2,00	19,01	9,19	25,08
0,180	2,47	14,30	6,91	18,17
0,125	3,00	14,38	6,95	11,21
0,090	3,47	7,37	3,56	7,65
0,075	3,74	1,83	0,88	6,77
0,063	3,99	1,55	0,75	6,02
< 0,063	> 3,99	12,45	6,02	0,00

Sieve Analysis

Gravel

Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	6,02
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	14,12
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	28,19
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	35,62
Gravel (> 2 mm):	16,05
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	5,24	-2,39
16%	84%	2,01	-1,01
25%	75%	1,37	-0,45
40%	60%	0,87	0,21
Median 50%	50%	0,63	0,66
75%	25%	0,25	2,00
84%	16%	0,16	2,62
90%	10%	0,11	3,14
95%	5%	-----	-----

### Moments Statistics

Mean	0,76
Sorting	-----
Skewness	-----
Kurtosis	-----
Uniformity Coefficient	7,65

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

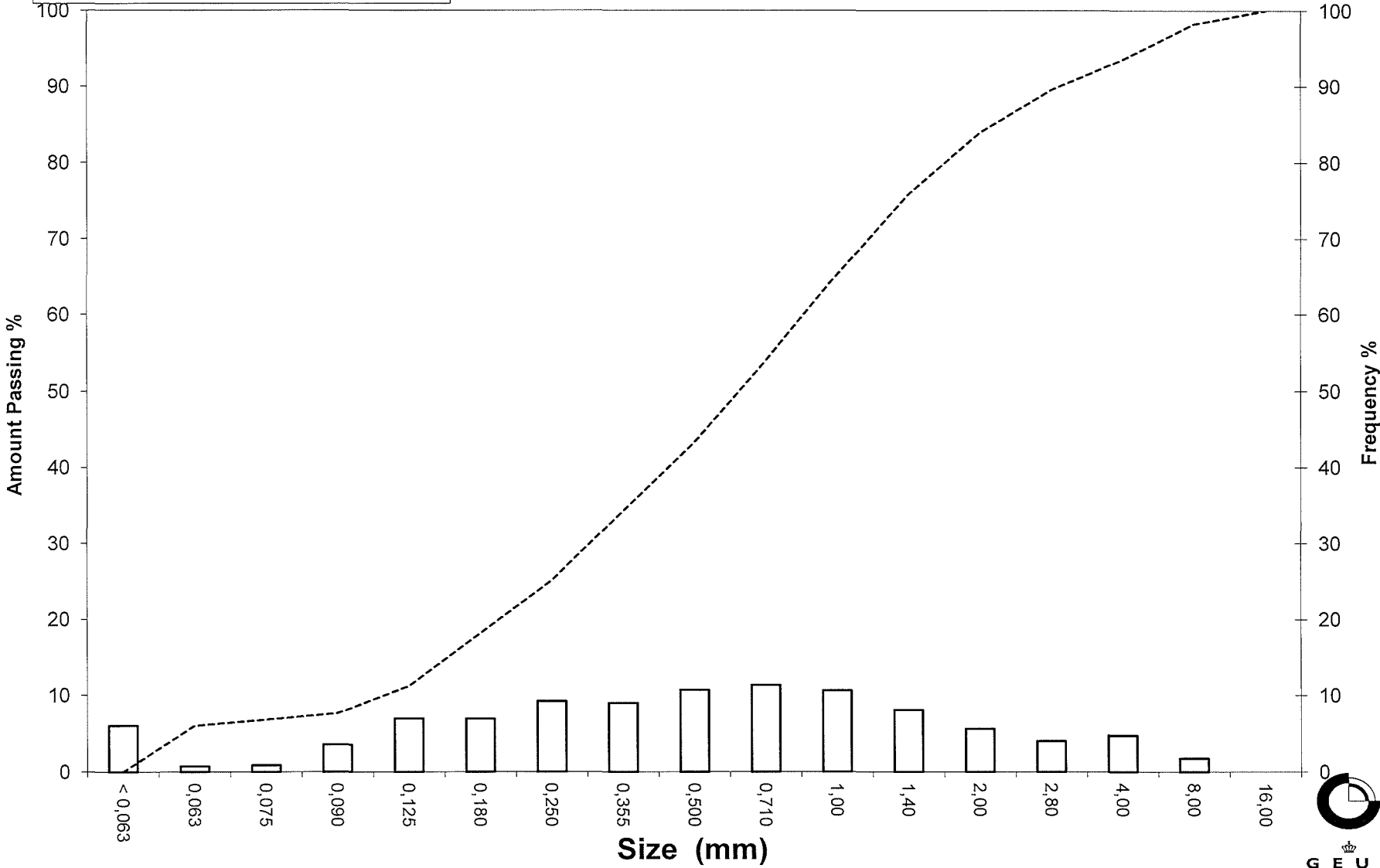
Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

# Grain Size Distribution

Sample Id: KB-25 25-80 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing





# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** KB-25 115-155 cm  
**Lab. Id:** 14101  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Køge Bugt kerne  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmqvist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**Total Weight** 102,09 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount
mm	Φ	g	%	amount passing %
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	0,00	0,00	100,00
4,00	-2,00	0,00	0,00	100,00
2,80	-1,49	0,00	0,00	100,00
2,00	-1,00	0,02	0,02	99,98
1,40	-0,49	0,02	0,02	99,96
1,00	0,00	0,10	0,10	99,86
0,710	0,49	0,23	0,23	99,64
0,500	1,00	0,82	0,80	98,83
0,355	1,49	2,62	2,57	96,27
0,250	2,00	11,78	11,54	84,73
0,180	2,47	29,19	28,59	56,14
0,125	3,00	36,50	35,75	20,38
0,090	3,47	13,50	13,22	7,16
0,075	3,74	2,52	2,47	4,69
0,063	3,99	1,61	1,58	3,11
< 0,063	> 3,99	3,18	3,11	0,00

Sieve Analysis

Gravel  
Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	3,11
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	61,19
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	34,91
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	0,76
Gravel (> 2 mm):	0,02
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	0,34	1,54
16%	84%	0,25	2,01
25%	75%	0,23	2,14
40%	60%	0,19	2,40
Median 50%	50%	0,17	2,55
75%	25%	0,13	2,92
84%	16%	0,11	3,14
90%	10%	0,10	3,36
95%	5%	0,08	3,70

### Moments Statistics

Mean	2,57
Sorting	0,61
Skewness	0,05
Kurtosis	1,14
Uniformity Coefficient	1,94

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

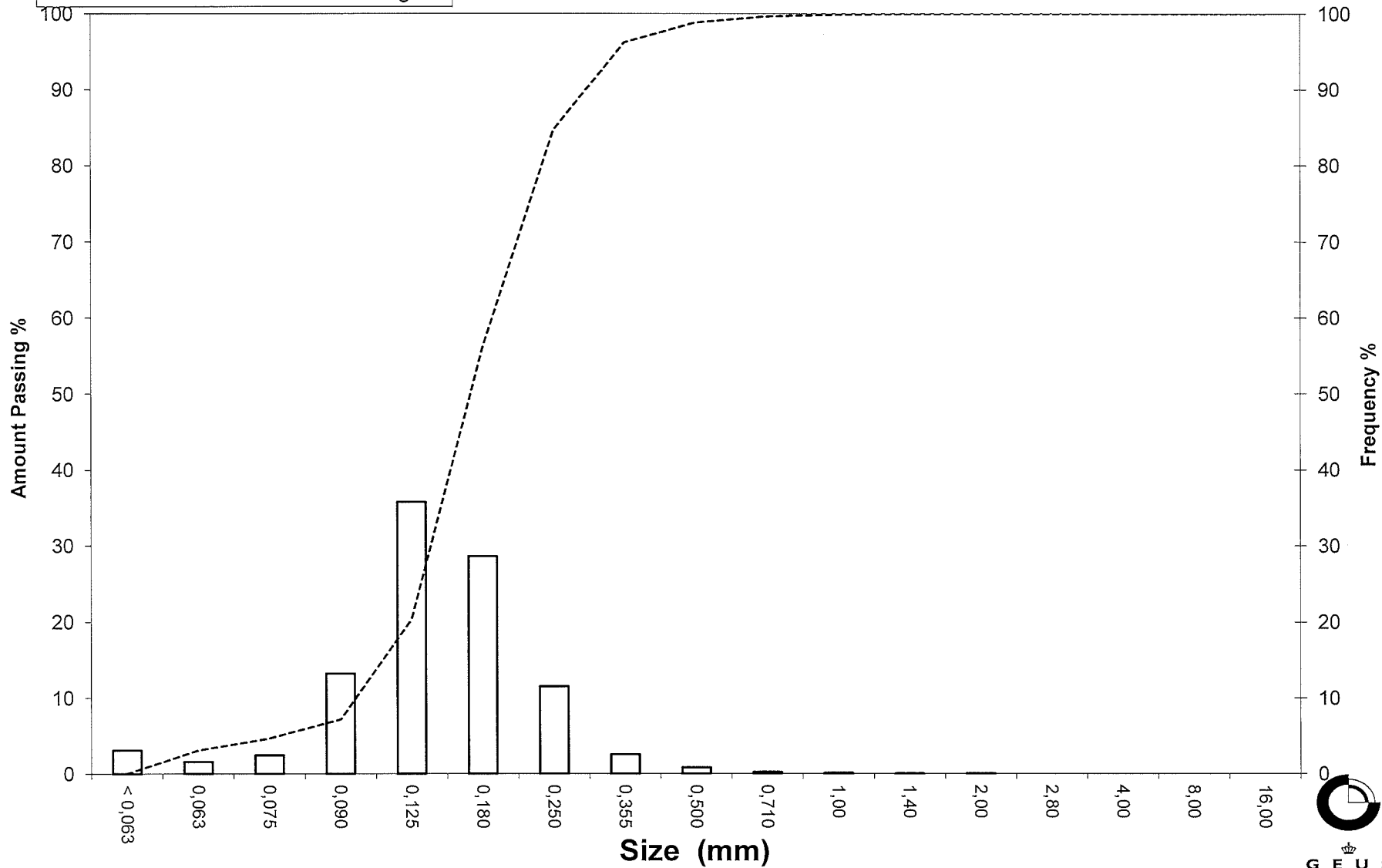
Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)  
 Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)  
 Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)  
 Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)  
 Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

# Grain Size Distribution

Sample Id: KB-25 115-155 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing

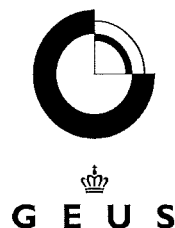




# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** KB-25 157-183 cm  
**Lab. Id:** 14102  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Køge Bugt kerne  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmqvist  
**Remarks:** For mat. < 16mm.



**Total Weight** 890,05 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount passing
mm	Φ	g	%	
16,00	-4,00	201,21	22,61	77,39
8,00	-3,00	142,35	15,99	61,40
4,00	-2,00	120,76	13,57	47,83
2,80	-1,49	47,19	5,30	42,53
2,00	-1,00	40,73	4,58	37,95
1,40	-0,49	36,24	4,07	33,88
1,00	0,00	51,97	5,84	28,04
0,710	0,49	66,76	7,50	20,54
0,500	1,00	83,85	9,42	11,12
0,355	1,49	31,35	3,52	7,60
0,250	2,00	12,31	1,38	6,22
0,180	2,47	10,53	1,18	5,03
0,125	3,00	12,50	1,40	3,63
0,090	3,47	6,28	0,71	2,92
0,075	3,74	2,00	0,22	2,70
0,063	3,99	1,53	0,17	2,53
< 0,063	> 3,99	22,49	2,53	0,00

Sieve Analysis

Gravel

Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

Size Class	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	2,53
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	2,84
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	10,24
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	22,35
Gravel (> 2 mm):	62,05
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	-----	-----
16%	84%	-----	-----
25%	75%	14,80	-3,89
40%	60%	7,59	-2,92
Median 50%	50%	4,64	-2,21
75%	25%	0,88	0,18
84%	16%	0,61	0,72
90%	10%	0,45	1,14
95%	5%	0,18	2,48

### Moments Statistics

Mean	-0,75
Sorting	-----
Skewness	-----
Kurtosis	-----
Uniformity Coefficient	16,72

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

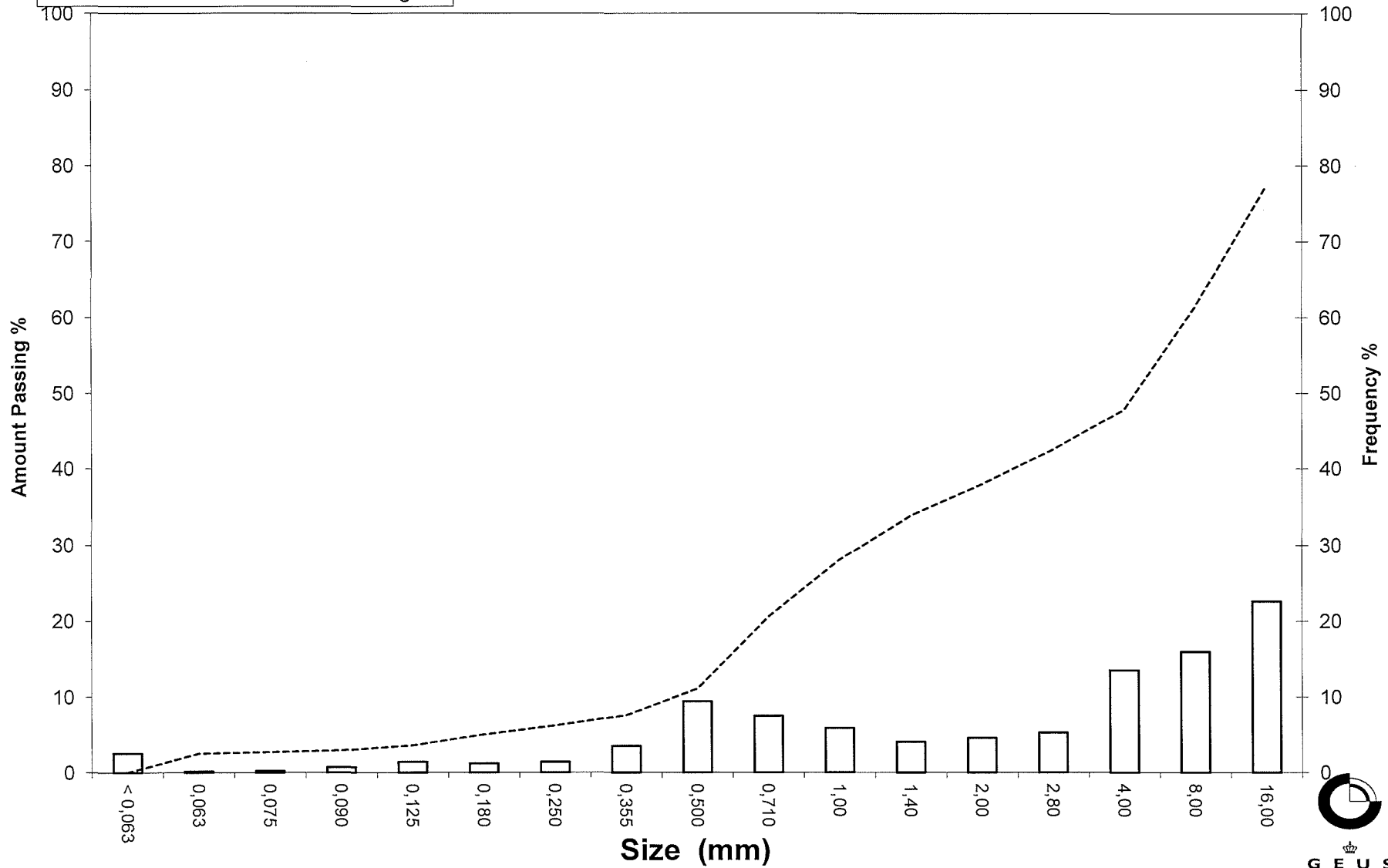
Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

# Grain Size Distribution

Sample Id: KB-25 157-183 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing





# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** KB-25 260-310 cm  
**Lab. Id:** 14103  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Køge Bugt kerne  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmquist  
**Remarks:** For mat. < 8mm.



**Total Weight** 224,61 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount passing
mm	Φ	g	%	%
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	3,35	1,49	98,51
4,00	-2,00	7,98	3,55	94,96
2,80	-1,49	6,30	2,80	92,15
2,00	-1,00	8,12	3,62	88,54
1,40	-0,49	13,13	5,85	82,69
1,00	0,00	20,55	9,15	73,54
0,710	0,49	49,34	21,97	51,57
0,500	1,00	65,98	29,38	22,20
0,355	1,49	30,18	13,44	8,76
0,250	2,00	11,57	5,15	3,61
0,180	2,47	4,17	1,86	1,75
0,125	3,00	1,96	0,87	0,88
0,090	3,47	0,53	0,24	0,65
0,075	3,74	0,13	0,06	0,59
0,063	3,99	0,07	0,03	0,56
< 0,063	> 3,99	1,25	0,56	0,00

Sieve Analysis

Gravel  
Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

Size Class	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm)	0,56
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm)	1,73
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm)	33,90
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm)	52,35
Gravel (> 2 mm)	11,46
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	4,05	-2,02
16%	84%	1,53	-0,62
25%	75%	1,06	-0,09
40%	60%	0,82	0,28
Median 50%	50%	0,70	0,52
75%	25%	0,52	0,94
84%	16%	0,43	1,21
90%	10%	0,37	1,44
95%	5%	0,28	1,85

### Moments Statistics

Mean	0,37
Sorting	1,04
Skewness	-0,28
Kurtosis	1,53
Uniformity Coefficient	2,23

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

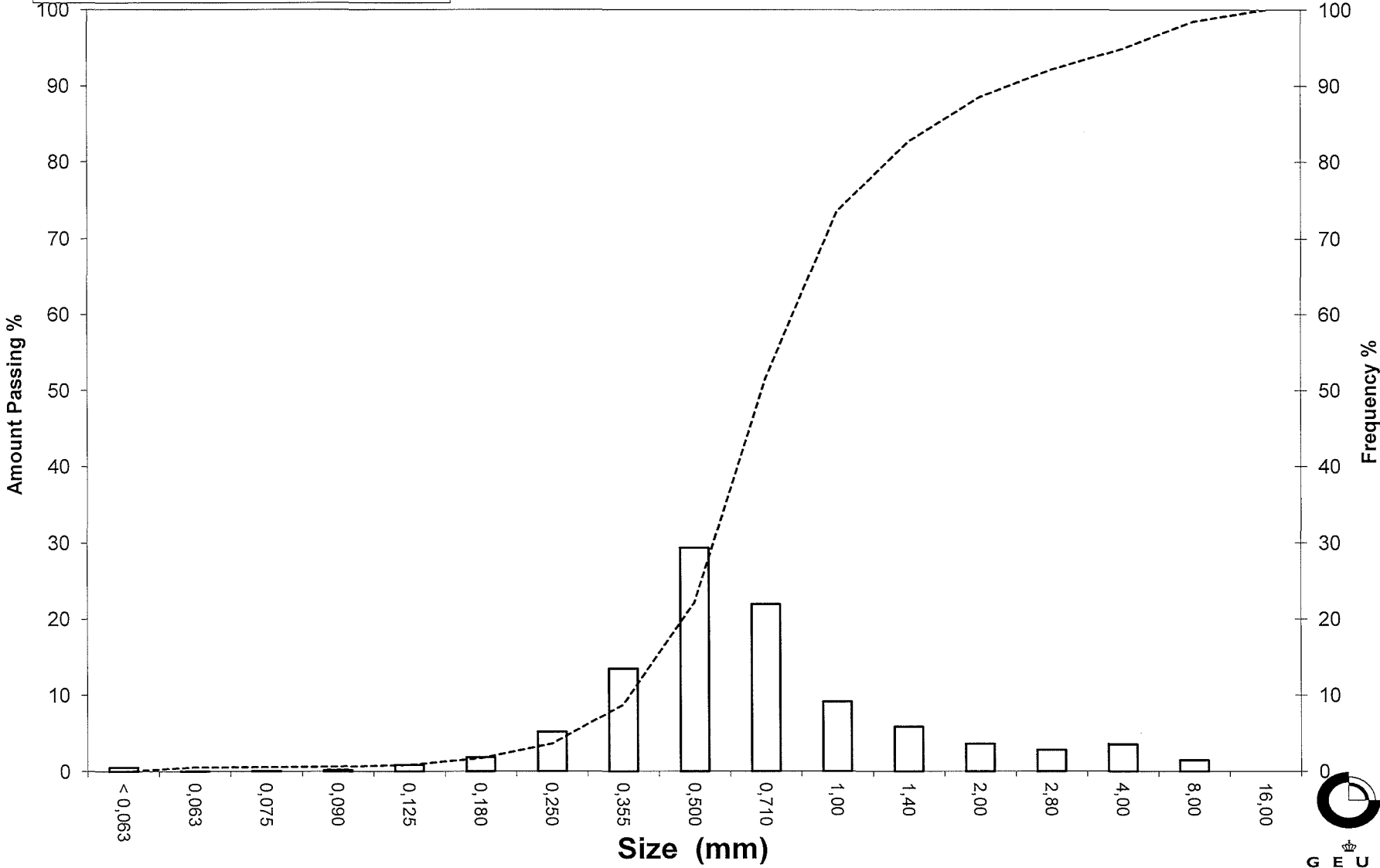
Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

# Grain Size Distribution

Sample Id: KB-25 260-310 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing





# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** LAP-1 0-100 cm  
**Lab. Id:** 14104  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Lappegrund kerne  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmqvist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**Total Weight** 128,35 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount passing
mm	Φ	g	%	%
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	1,01	0,79	99,21
4,00	-2,00	0,04	0,03	99,18
2,80	-1,49	0,09	0,07	99,11
2,00	-1,00	0,08	0,06	99,05
1,40	-0,49	0,12	0,09	98,96
1,00	0,00	0,42	0,33	98,63
0,710	0,49	1,44	1,12	97,51
0,500	1,00	8,40	6,54	90,96
0,355	1,49	19,00	14,80	76,16
0,250	2,00	33,83	26,36	49,80
0,180	2,47	44,96	35,03	14,77
0,125	3,00	16,79	13,08	1,69
0,090	3,47	1,41	1,10	0,59
0,075	3,74	0,17	0,13	0,46
0,063	3,99	0,05	0,04	0,42
< 0,063	> 3,99	0,54	0,42	0,00

Sieve Analysis

Gravel  
Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

Size Class	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	0,42
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	24,36
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	69,30
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	4,97
Gravel (> 2 mm):	0,95
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	0,63	0,67
16%	84%	0,43	1,21
25%	75%	0,35	1,51
40%	60%	0,29	1,78
Median 50%	50%	0,25	2,00
75%	25%	0,20	2,32
84%	16%	0,18	2,45
90%	10%	0,16	2,64
95%	5%	0,14	2,85

### Moments Statistics

Mean	1,89
Sorting	0,64
Skewness	-0,24
Kurtosis	1,11
Uniformity Coefficient	1,82

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

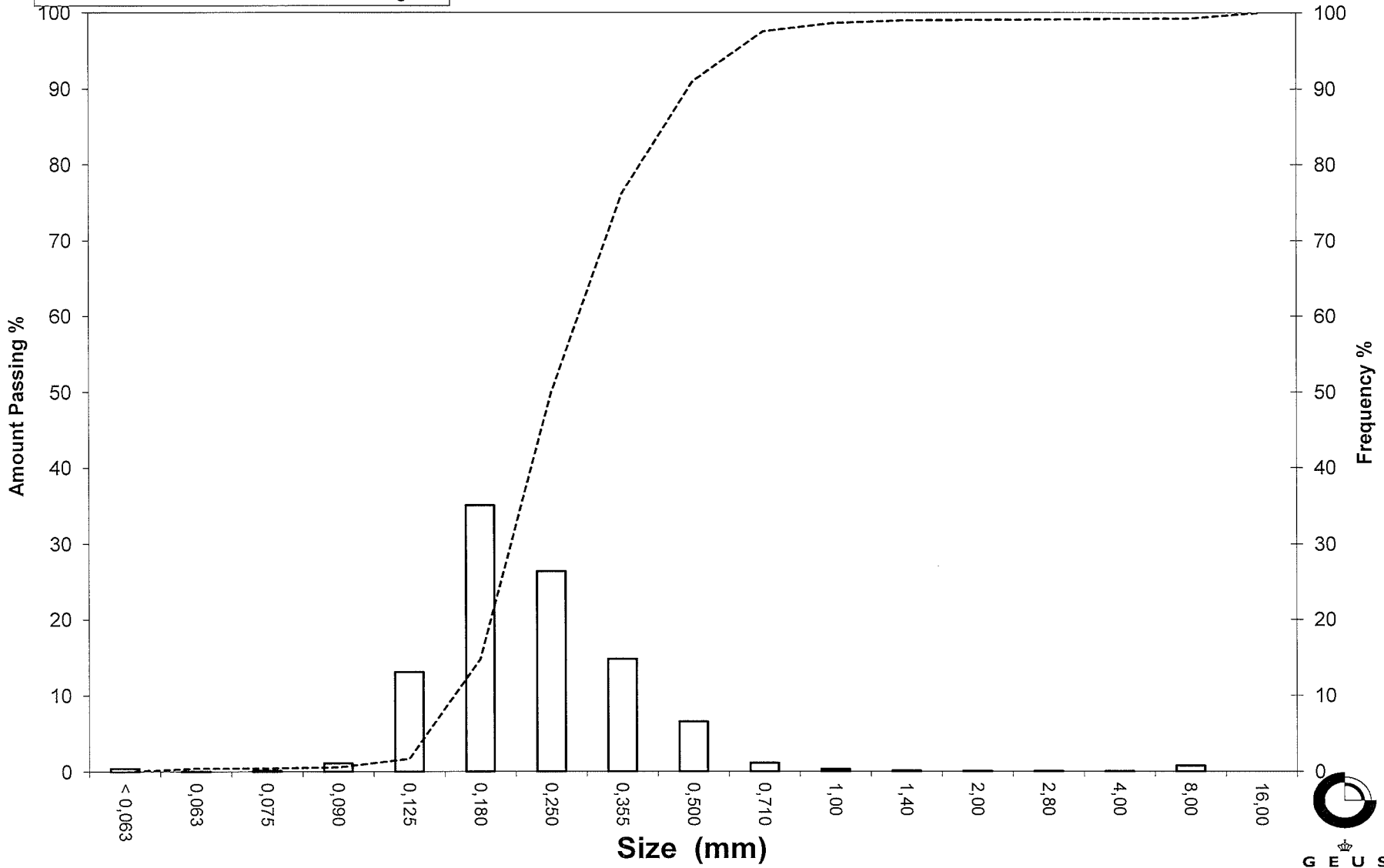
Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

# Grain Size Distribution

Sample Id: LAP-1 0-100 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing

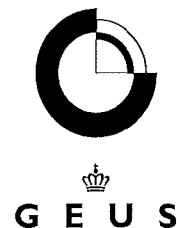




# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** LAP-1 200-260 cm  
**Lab. Id:** 14105  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Lappegrund kerne  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmqvist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**Total Weight** 125,58 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount passing
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	0,00	0,00	100,00
4,00	-2,00	0,62	0,49	99,51
2,80	-1,49	0,38	0,30	99,20
2,00	-1,00	0,54	0,43	98,77
1,40	-0,49	0,68	0,54	98,23
1,00	0,00	1,21	0,96	97,27
0,710	0,49	3,17	2,52	94,74
0,500	1,00	13,53	10,77	83,97
0,355	1,49	29,47	23,47	60,50
0,250	2,00	25,48	20,29	40,21
0,180	2,47	24,79	19,74	20,47
0,125	3,00	20,39	16,24	4,24
0,090	3,47	3,59	2,86	1,38
0,075	3,74	0,48	0,38	1,00
0,063	3,99	0,21	0,17	0,83
< 0,063	> 3,99	1,04	0,83	0,00

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

Size Class	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm)	0,83
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm)	25,28
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm)	62,99
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm)	9,67
Gravel (> 2 mm)	1,23
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	0,74	0,44
16%	84%	0,50	1,00
25%	75%	0,44	1,17
40%	60%	0,35	1,50
Median 50%	50%	0,30	1,73
75%	25%	0,20	2,35
84%	16%	0,16	2,60
90%	10%	0,14	2,79
95%	5%	0,13	2,97

### Moments Statistics

Mean	1,78
Sorting	0,78
Skewness	0,03
Kurtosis	0,88
Uniformity Coefficient	2,44

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

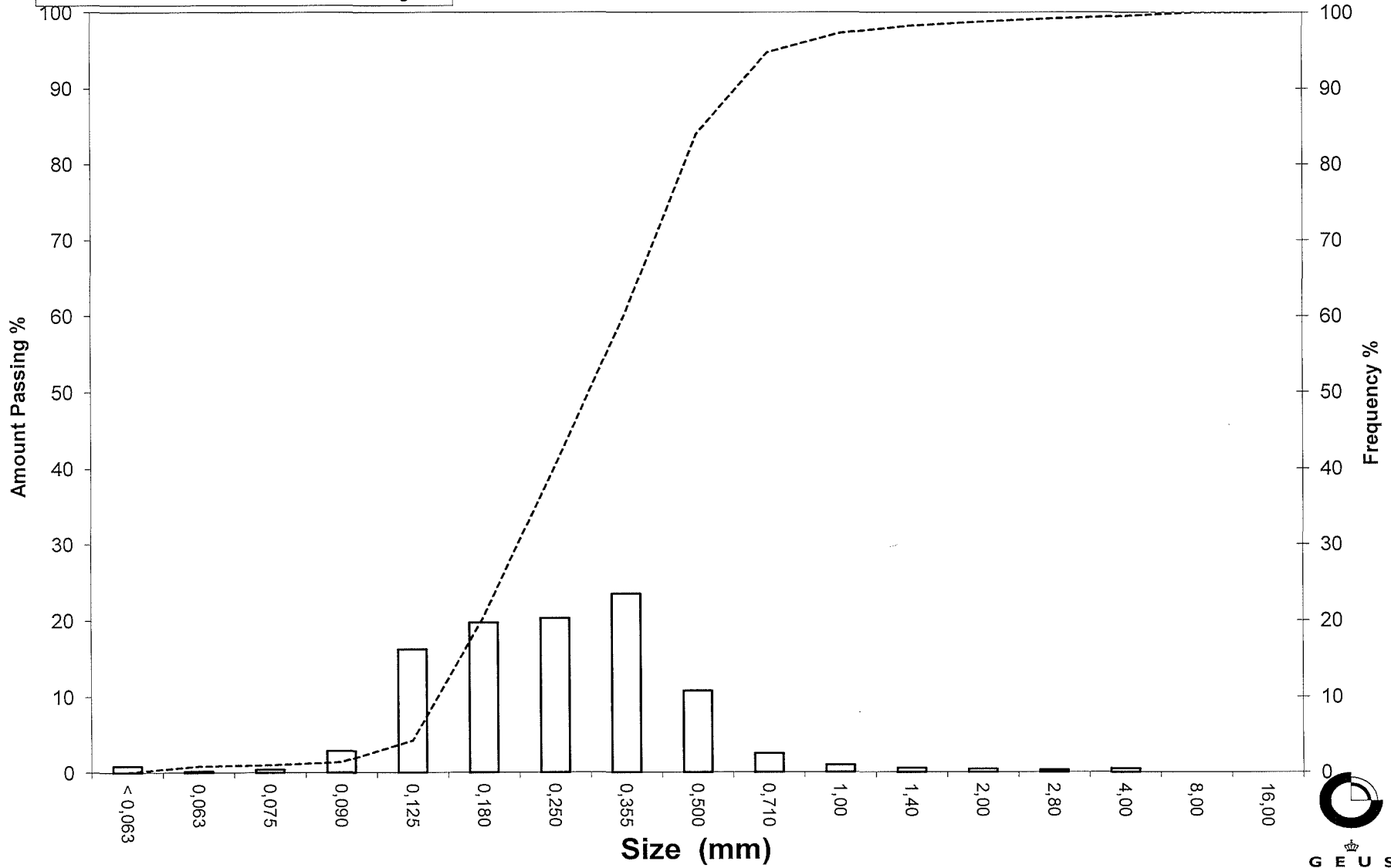
Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

# Grain Size Distribution

Sample Id: LAP-1 200-260 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing





# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** LAP-2 0-100 cm  
**Lab. Id:** 14106  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Lappegrund kerne  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmquist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**Total Weight** 107,06 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount
mm	Φ	g	%	amount passing %
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	0,00	0,00	100,00
4,00	-2,00	0,00	0,00	100,00
2,80	-1,49	0,00	0,00	100,00
2,00	-1,00	0,00	0,00	100,00
1,40	-0,49	0,17	0,16	99,84
1,00	0,00	0,12	0,11	99,73
0,710	0,49	0,28	0,26	99,47
0,500	1,00	3,28	3,06	96,40
0,355	1,49	10,13	9,46	86,94
0,250	2,00	18,79	17,55	69,39
0,180	2,47	48,44	45,25	24,15
0,125	3,00	23,62	22,06	2,08
0,090	3,47	1,24	1,16	0,92
0,075	3,74	0,12	0,11	0,81
0,063	3,99	0,04	0,04	0,78
< 0,063	> 3,99	0,83	0,78	0,00

Sieve Analysis

Gravel  
Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	0,78
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	36,30
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	60,79
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	2,14
Gravel (> 2 mm):	0,00
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	0,48	1,06
16%	84%	0,34	1,57
25%	75%	0,28	1,82
40%	60%	0,24	2,09
Median 50%	50%	0,22	2,18
75%	25%	0,18	2,46
84%	16%	0,16	2,65
90%	10%	0,14	2,79
95%	5%	0,13	2,92

### Moments Statistics

Mean	2,13
Sorting	0,55
Skewness	-0,18
Kurtosis	1,18
Uniformity Coefficient	1,63

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

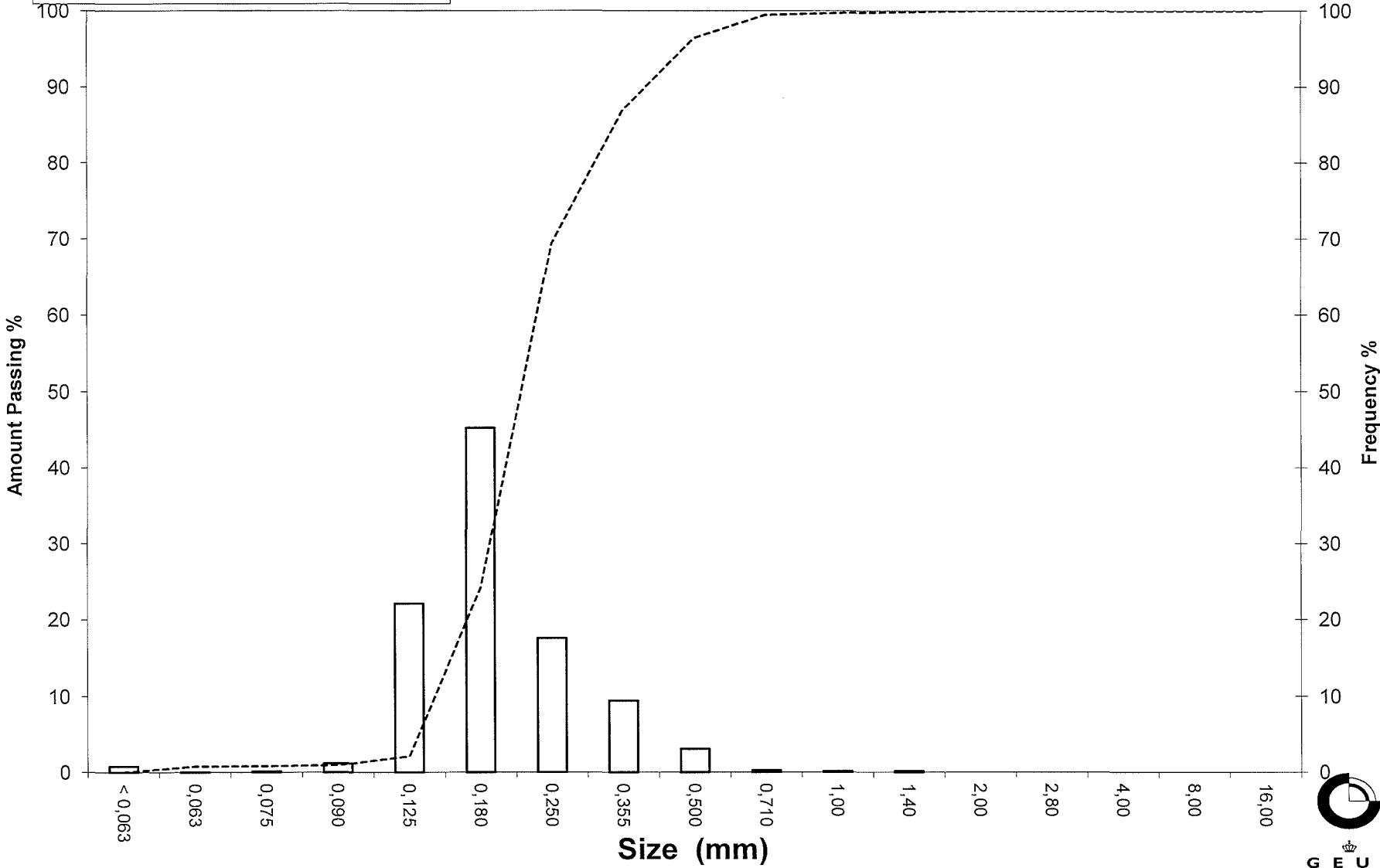
Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)  
 Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)  
 Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)  
 Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)  
 Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

# Grain Size Distribution

Sample Id: LAP-2 0-100 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing

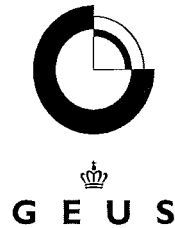




# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** LAP-2 250-350 cm  
**Lab. Id:** 14107  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Lappegrund kerne  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmqvist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**Total Weight** 110,94 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount passing
mm	Φ	g	%	%
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	0,00	0,00	100,00
4,00	-2,00	0,00	0,00	100,00
2,80	-1,49	0,00	0,00	100,00
2,00	-1,00	0,00	0,00	100,00
1,40	-0,49	0,01	0,01	99,99
1,00	0,00	0,02	0,02	99,97
0,710	0,49	0,02	0,02	99,95
0,500	1,00	0,03	0,03	99,93
0,355	1,49	0,21	0,19	99,74
0,250	2,00	2,40	2,16	97,58
0,180	2,47	41,00	36,96	60,62
0,125	3,00	49,33	44,47	16,15
0,090	3,47	11,33	10,21	5,94
0,075	3,74	1,96	1,77	4,17
0,063	3,99	1,09	0,98	3,19
< 0,063	> 3,99	3,54	3,19	0,00

Sieve Analysis

Gravel

Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

Size Class	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	3,19
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	67,99
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	28,76
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	0,06
Gravel (> 2 mm):	0,00
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	0,25	2,03
16%	84%	0,22	2,16
25%	75%	0,21	2,27
40%	60%	0,18	2,48
Median 50%	50%	0,17	2,58
75%	25%	0,14	2,88
84%	16%	0,12	3,01
90%	10%	0,10	3,27
95%	5%	0,08	3,61

### Moments Statistics

Mean	2,58
Sorting	0,45
Skewness	0,15
Kurtosis	1,06
Uniformity Coefficient	1,72

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

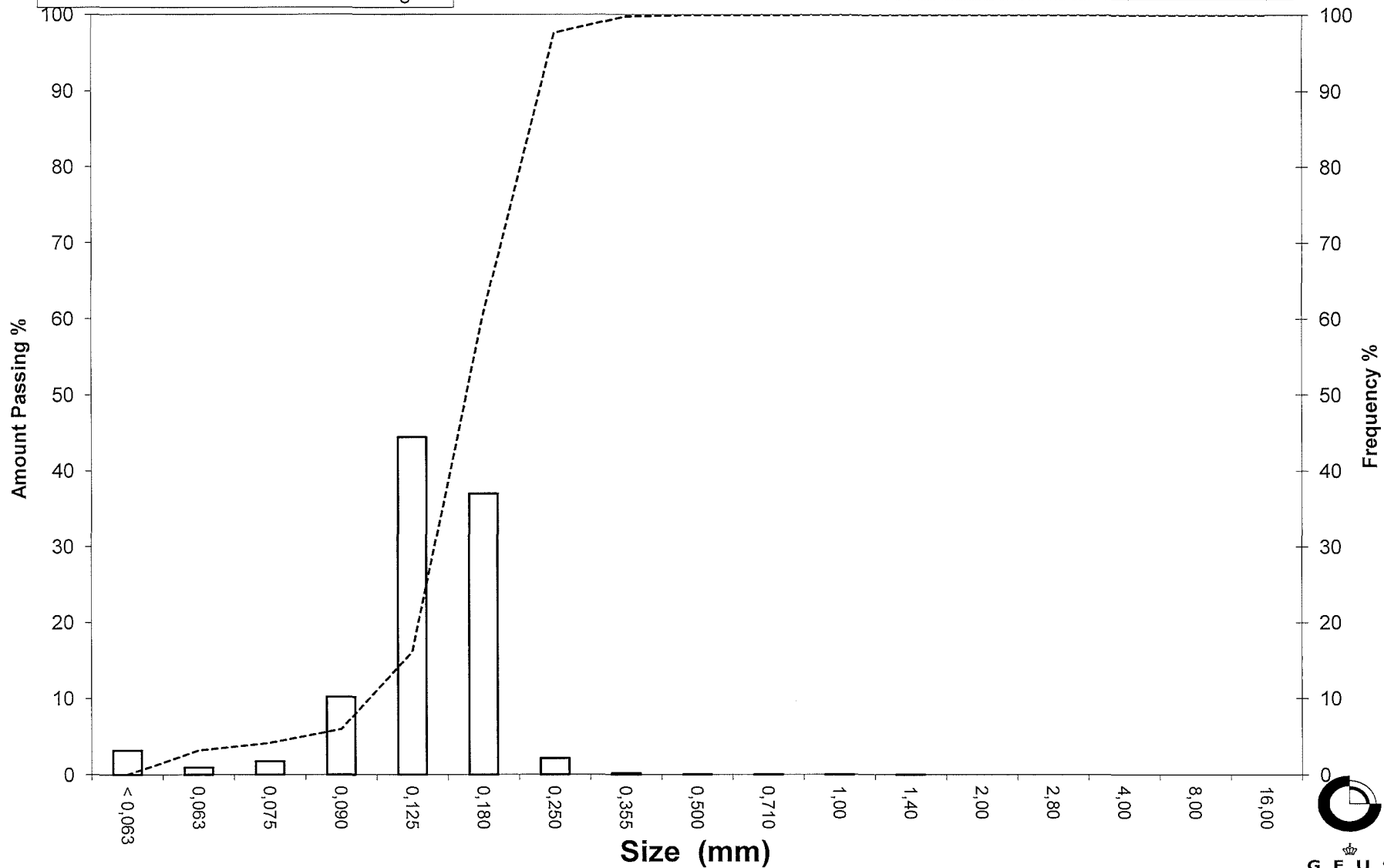
Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

# Grain Size Distribution

Sample Id: LAP-2 250-350 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing

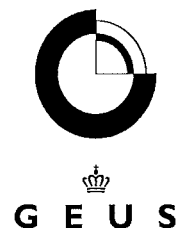




# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** LAP-3 0-80 cm  
**Lab. Id:** 14108  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Lappegrund kerne  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmqvist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**Total Weight** 102,79 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount
mm	Φ	g	%	amount passing %
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	0,00	0,00	100,00
4,00	-2,00	0,08	0,08	99,92
2,80	-1,49	0,11	0,11	99,82
2,00	-1,00	0,06	0,06	99,76
1,40	-0,49	0,08	0,08	99,68
1,00	0,00	0,26	0,25	99,43
0,710	0,49	0,38	0,37	99,06
0,500	1,00	2,37	2,31	96,75
0,355	1,49	8,21	7,99	88,76
0,250	2,00	25,51	24,82	63,95
0,180	2,47	41,66	40,53	23,42
0,125	3,00	20,82	20,25	3,16
0,090	3,47	2,21	2,15	1,01
0,075	3,74	0,25	0,24	0,77
0,063	3,99	0,12	0,12	0,65
< 0,063	> 3,99	0,67	0,65	0,00

Sieve Analysis

Gravel

Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	0,65
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	34,34
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	62,85
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	1,91
Gravel (> 2 mm):	0,24
Sum:	100,00

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	0,47	1,09
16%	84%	0,33	1,58
25%	75%	0,30	1,75
40%	60%	0,24	2,04
Median 50%	50%	0,23	2,15
75%	25%	0,18	2,45
84%	16%	0,16	2,65
90%	10%	0,14	2,80
95%	5%	0,13	2,94

### Moments Statistics

Mean	2,12
Sorting	0,55
Skewness	-0,10
Kurtosis	1,08
Uniformity Coefficient	1,69

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

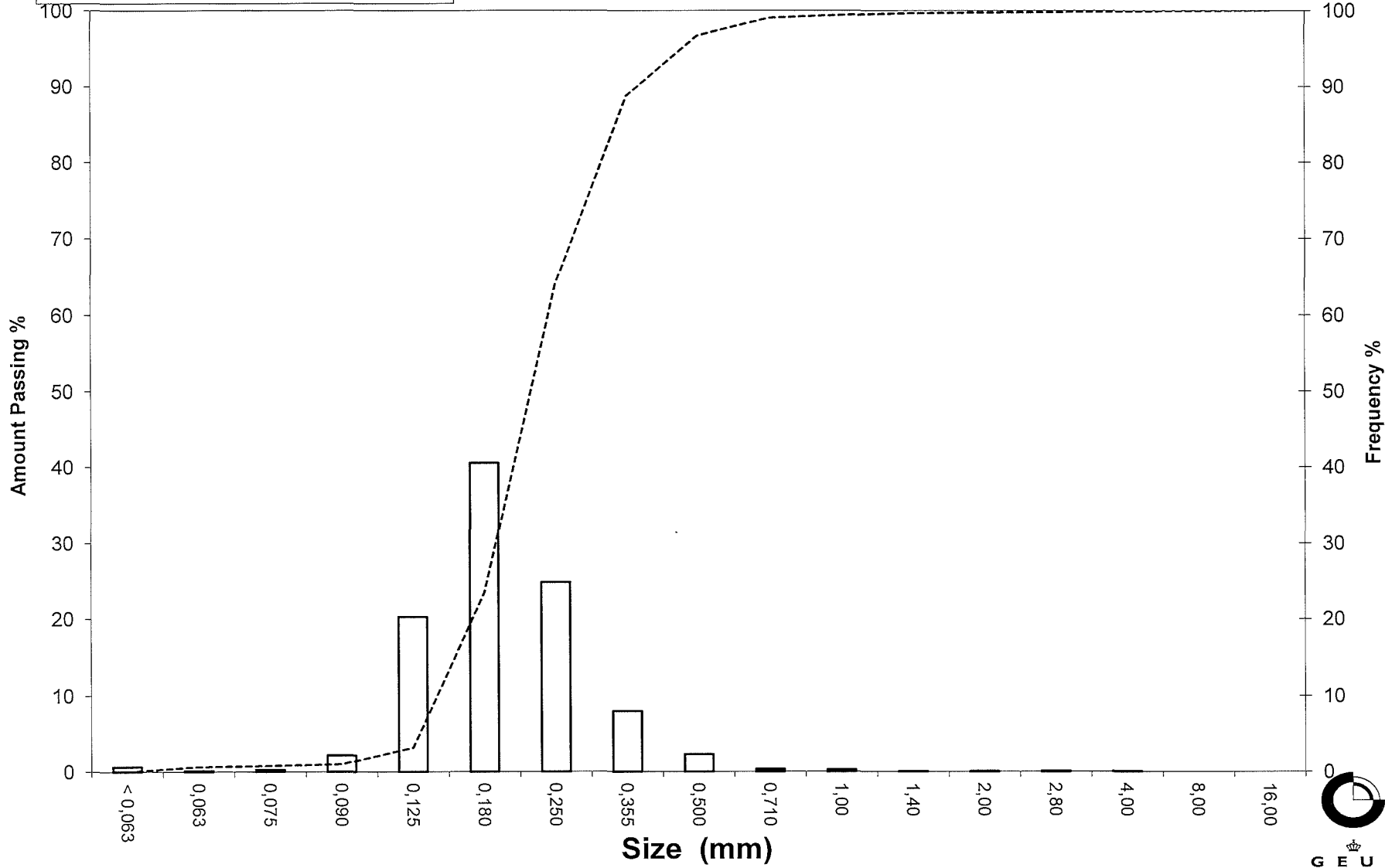
Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

# Grain Size Distribution

Sample Id: LAP-3 0-80 cm

- Frequency Percent
- Cumulated Amount Passing

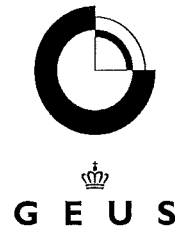




# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** LAP-4 0-50 cm  
**Lab. Id:** 14109  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Lappegrund kerne  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmquist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**Total Weight** 109,22 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount passing
mm	Φ	g	%	%
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	0,00	0,00	100,00
4,00	-2,00	0,08	0,07	99,93
2,80	-1,49	0,00	0,00	99,93
2,00	-1,00	0,00	0,00	99,93
1,40	-0,49	0,08	0,07	99,85
1,00	0,00	0,21	0,19	99,66
0,710	0,49	1,06	0,97	98,69
0,500	1,00	11,42	10,46	88,23
0,355	1,49	34,70	31,77	56,46
0,250	2,00	42,50	38,91	17,55
0,180	2,47	15,40	14,10	3,45
0,125	3,00	2,65	2,43	1,03
0,090	3,47	0,42	0,38	0,64
0,075	3,74	0,06	0,05	0,59
0,063	3,99	0,02	0,02	0,57
< 0,063	> 3,99	0,62	0,57	0,00

Sieve Analysis

Gravel  
Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	0,57
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	6,91
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	85,73
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	6,71
Gravel (> 2 mm):	0,07
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	0,64	0,65
16%	84%	0,48	1,06
25%	75%	0,44	1,19
40%	60%	0,37	1,43
Median 50%	50%	0,34	1,57
75%	25%	0,27	1,89
84%	16%	0,24	2,05
90%	10%	0,21	2,23
95%	5%	0,19	2,41

### Moments Statistics

Mean	1,56
Sorting	0,51
Skewness	-0,03
Kurtosis	1,03
Uniformity Coefficient	1,75

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

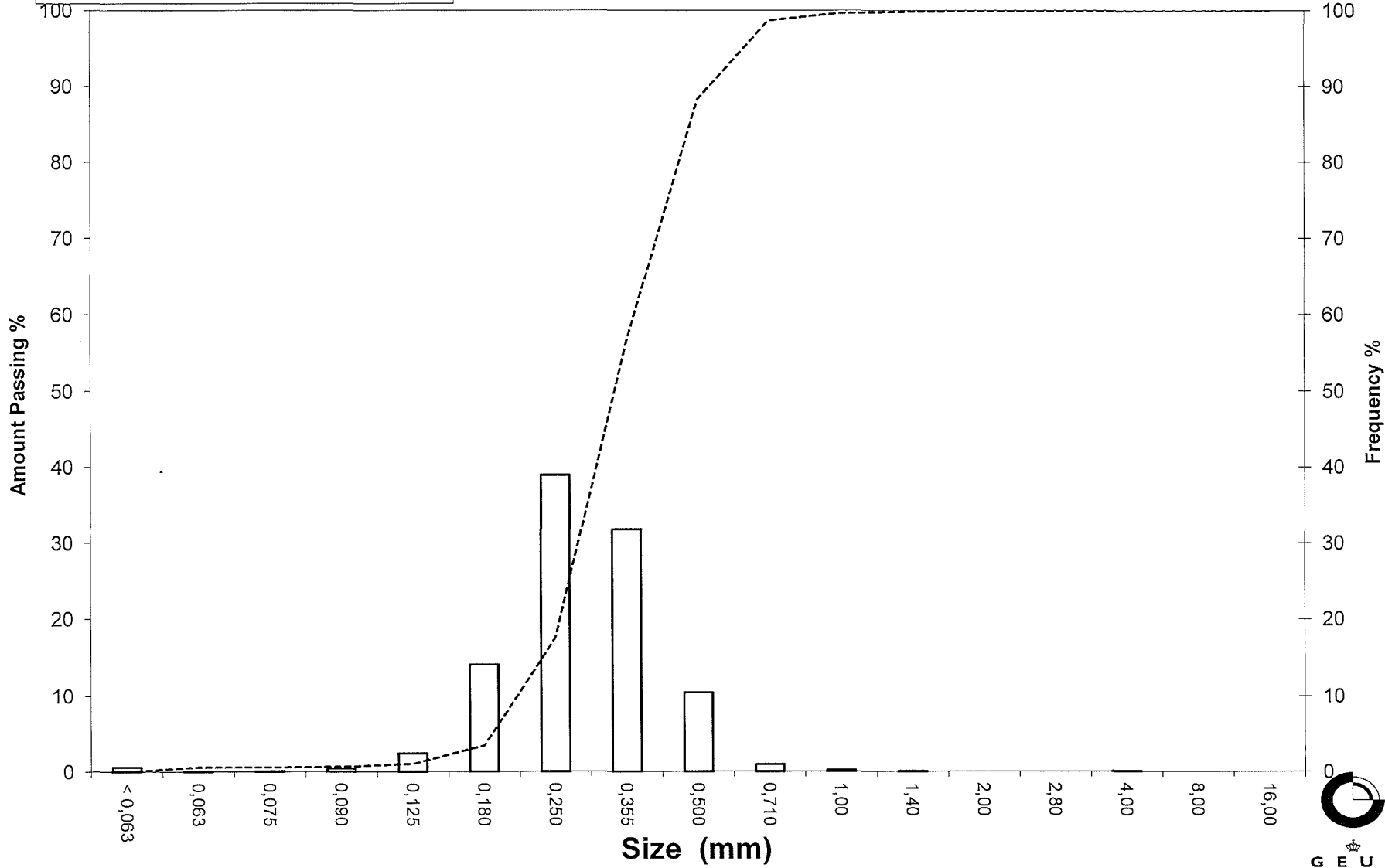
Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

# Grain Size Distribution

Sample Id: LAP-4 0-50 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing

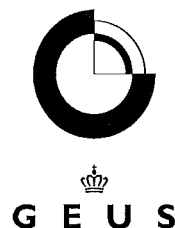




# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** LAP-4 50-140 cm  
**Lab. Id:** 14110  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Lappegrund kerne  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmquist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**Total Weight** 122,27 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount passing
mm	Φ	g	%	%
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	0,00	0,00	100,00
4,00	-2,00	0,12	0,10	99,90
2,80	-1,49	0,01	0,01	99,89
2,00	-1,00	0,04	0,03	99,86
1,40	-0,49	0,12	0,10	99,76
1,00	0,00	0,48	0,39	99,37
0,710	0,49	1,15	0,94	98,43
0,500	1,00	6,70	5,48	92,95
0,355	1,49	20,38	16,67	76,28
0,250	2,00	41,84	34,22	42,06
0,180	2,47	34,50	28,22	13,85
0,125	3,00	12,70	10,39	3,46
0,090	3,47	2,76	2,26	1,20
0,075	3,74	0,44	0,36	0,84
0,063	3,99	0,19	0,16	0,69
< 0,063	> 3,99	0,84	0,69	0,00

Sieve Analysis

Gravel

Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	0,69
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	21,22
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	73,65
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	4,30
Gravel (> 2 mm):	0,14
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	0,58	0,79
16%	84%	0,42	1,24
25%	75%	0,35	1,51
40%	60%	0,31	1,71
Median 50%	50%	0,27	1,87
75%	25%	0,21	2,27
84%	16%	0,19	2,43
90%	10%	0,16	2,65
95%	5%	0,13	2,91

### Moments Statistics

Mean	1,85
Sorting	0,62
Skewness	-0,03
Kurtosis	1,15
Uniformity Coefficient	1,91

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

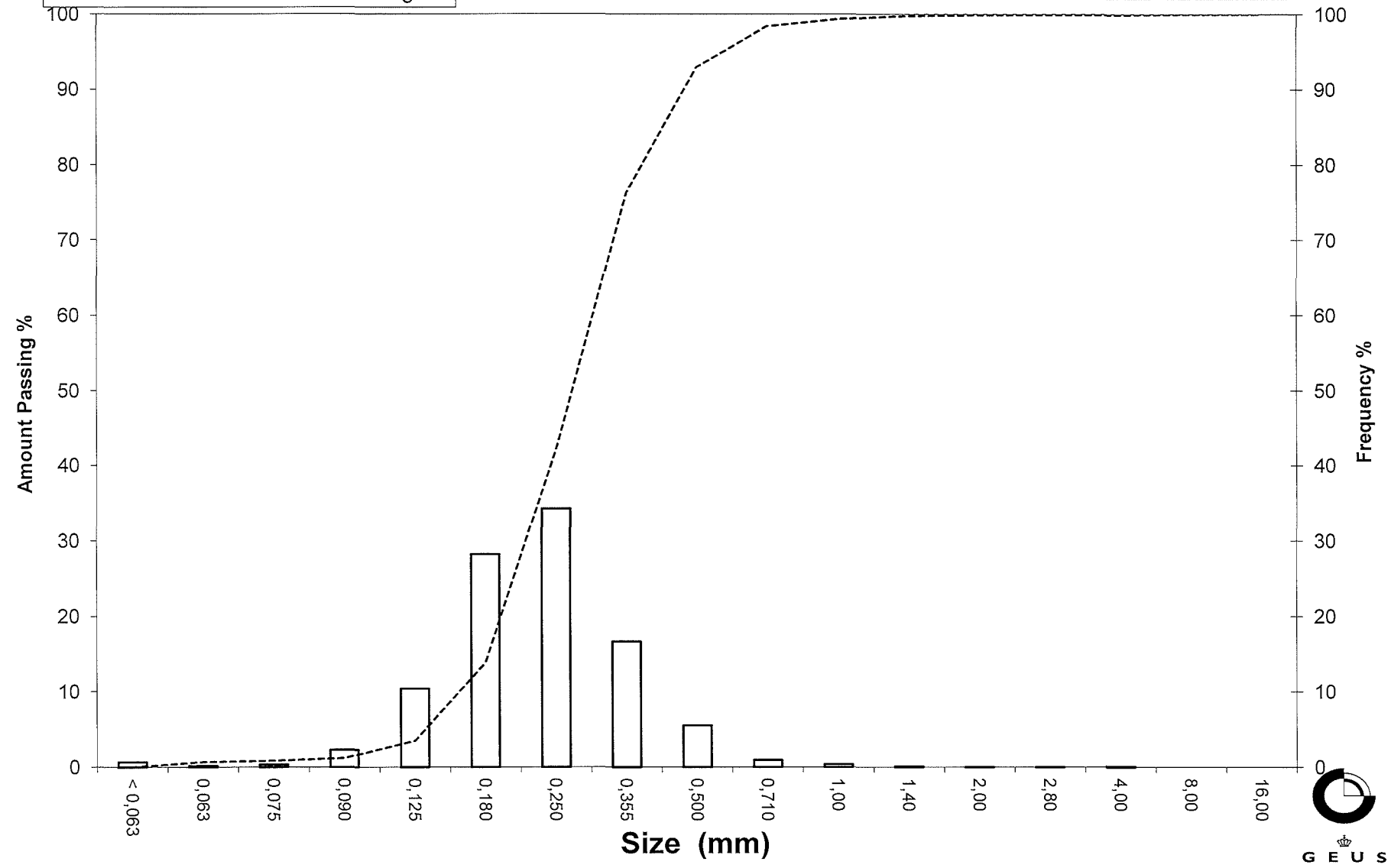
Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

# Grain Size Distribution

Sample Id: LAP-4 50-140 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing

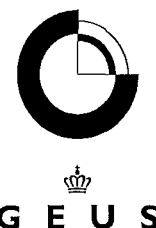




# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** NF-2 140-250 cm  
**Lab. Id:** 14111  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Nivå Flak  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmquist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**Total Weight** 129,5 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount passing
mm	Φ	g	%	%
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	2,43	1,88	98,12
4,00	-2,00	0,21	0,16	97,96
2,80	-1,49	0,39	0,30	97,66
2,00	-1,00	0,50	0,39	97,27
1,40	-0,49	0,80	0,62	96,66
1,00	0,00	1,48	1,14	95,51
0,710	0,49	2,71	2,09	93,42
0,500	1,00	9,06	7,00	86,42
0,355	1,49	20,94	16,17	70,25
0,250	2,00	36,70	28,34	41,92
0,180	2,47	22,60	17,45	24,46
0,125	3,00	12,86	9,93	14,53
0,090	3,47	5,87	4,53	10,00
0,075	3,74	1,39	1,07	8,93
0,063	3,99	0,99	0,76	8,16
< 0,063	> 3,99	10,57	8,16	0,00

Sieve Analysis

Gravel  
Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	8,16
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	21,29
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	60,31
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	7,52
Gravel (> 2 mm):	2,73
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	0,93	0,11
16%	84%	0,48	1,06
25%	75%	0,40	1,33
40%	60%	0,32	1,66
Median 50%	50%	0,28	1,84
75%	25%	0,18	2,46
84%	16%	0,13	2,91
90%	10%	0,09	3,47
95%	5%	-----	-----

### Moments Statistics

Mean	1,94
Sorting	-----
Skewness	-----
Kurtosis	-----
Uniformity Coefficient	3,52

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

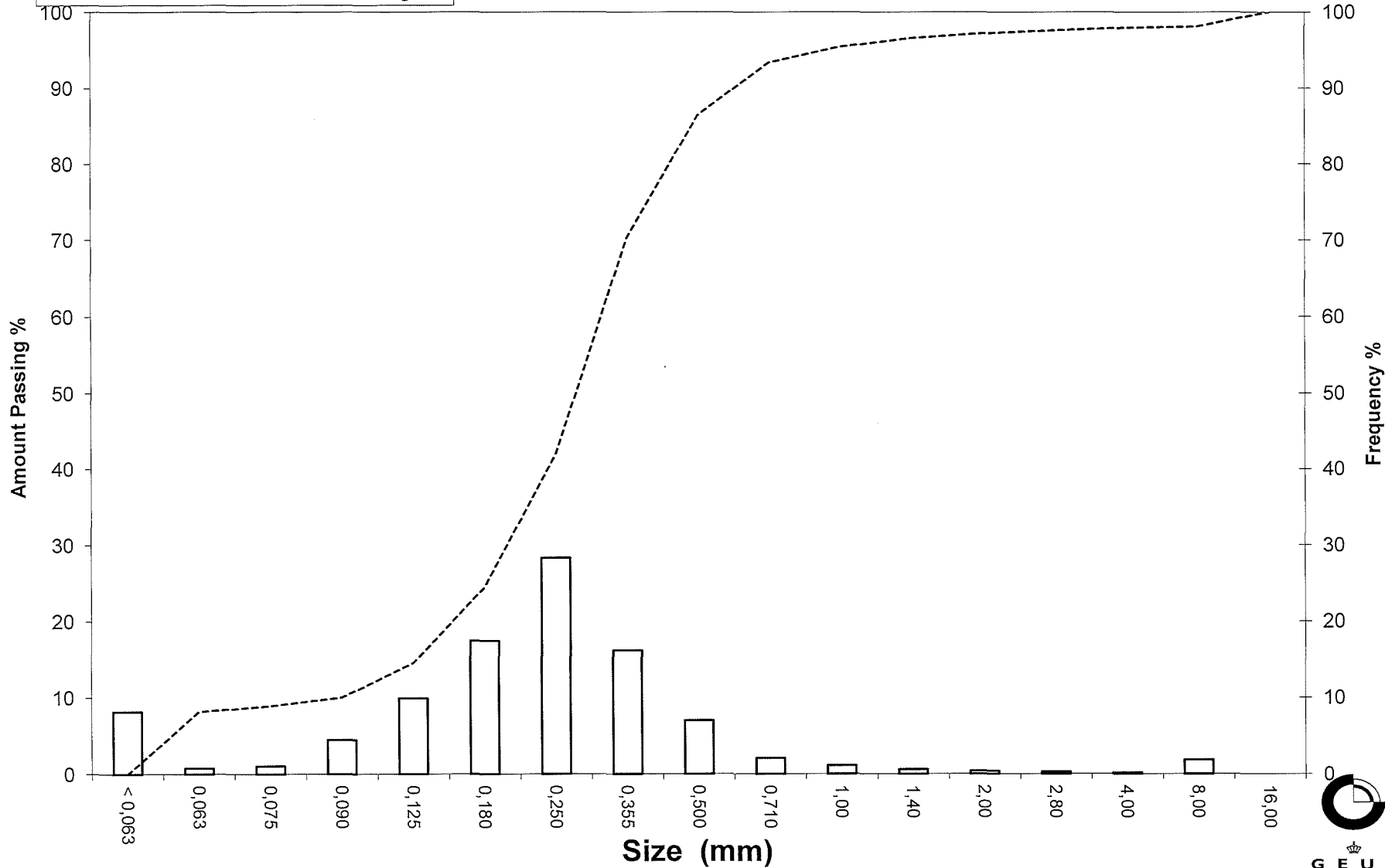
Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

# Grain Size Distribution

Sample Id: NF-2 140-250 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing

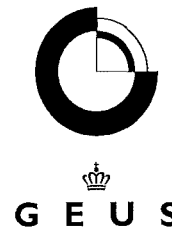




# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** NF-3 90-180 cm  
**Lab. Id:** 14112  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Nivå Flak  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmqvist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**Total Weight** 136,3 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount passing
mm	Φ	g	%	%
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	0,66	0,48	99,52
4,00	-2,00	2,11	1,55	97,97
2,80	-1,49	4,62	3,39	94,58
2,00	-1,00	5,28	3,87	90,70
1,40	-0,49	7,25	5,32	85,39
1,00	0,00	9,04	6,63	78,75
0,710	0,49	8,20	6,02	72,74
0,500	1,00	12,97	9,52	63,22
0,355	1,49	24,76	18,17	45,06
0,250	2,00	36,36	26,68	18,38
0,180	2,47	16,64	12,21	6,17
0,125	3,00	4,83	3,54	2,63
0,090	3,47	1,04	0,76	1,86
0,075	3,74	0,27	0,20	1,67
0,063	3,99	0,19	0,14	1,53
< 0,063	> 3,99	2,08	1,53	0,00

Sieve Analysis

Gravel  
Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	1,53
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	8,13
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	58,09
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	22,95
Gravel (> 2 mm):	9,30
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	2,95	-1,56
16%	84%	1,32	-0,40
25%	75%	0,82	0,29
40%	60%	0,47	1,08
Median 50%	50%	0,39	1,34
75%	25%	0,28	1,86
84%	16%	0,24	2,08
90%	10%	0,20	2,31
95%	5%	0,16	2,63

### Moments Statistics

Mean	1,01
Sorting	1,25
Skewness	-0,39
Kurtosis	1,09
Uniformity Coefficient	2,35

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

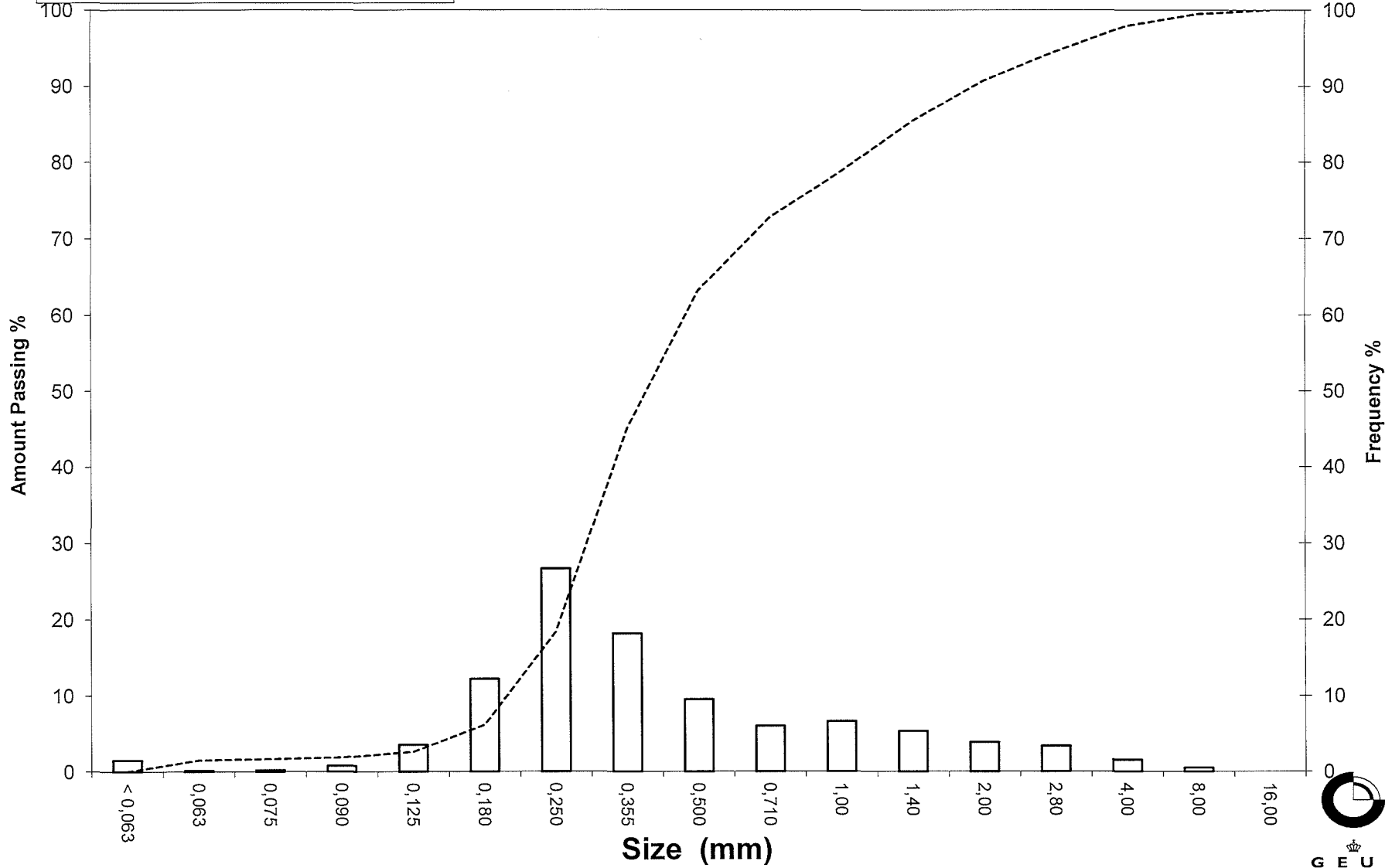
Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

# Grain Size Distribution

Sample Id: NF-3 90-180 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing

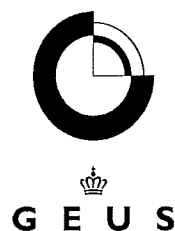




# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** NF-4 50-150 cm  
**Lab. Id:** 14113  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Nivå Flak  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmqvist  
**Remarks:** For mat. < 8mm.



**Total Weight** 220,15 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount passing
mm	Φ	g	%	%
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	5,24	2,38	97,62
4,00	-2,00	14,13	6,42	91,20
2,80	-1,49	19,14	8,69	82,51
2,00	-1,00	21,65	9,83	72,67
1,40	-0,49	19,62	8,91	63,76
1,00	0,00	15,97	7,25	56,51
0,710	0,49	15,62	7,10	49,41
0,500	1,00	22,88	10,39	39,02
0,355	1,49	24,46	11,11	27,91
0,250	2,00	24,79	11,26	16,65
0,180	2,47	13,64	6,20	10,45
0,125	3,00	9,13	4,15	6,30
0,090	3,47	4,14	1,88	4,42
0,075	3,74	1,34	0,61	3,82
0,063	3,99	1,11	0,50	3,31
< 0,063	> 3,99	7,29	3,31	0,00

Sieve Analysis

Gravel

Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

Size Class	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm)	3,31
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm)	8,91
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm)	31,75
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm)	28,71
Gravel (> 2 mm)	27,33
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	6,37	-2,67
16%	84%	3,01	-1,59
25%	75%	2,19	-1,13
40%	60%	1,19	-0,25
Median 50%	50%	0,73	0,45
75%	25%	0,33	1,61
84%	16%	0,24	2,04
90%	10%	0,17	2,52
95%	5%	0,10	3,31

### Moments Statistics

Mean	0,30
Sorting	1,81
Skewness	-0,08
Kurtosis	0,90
Uniformity Coefficient	6,85

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

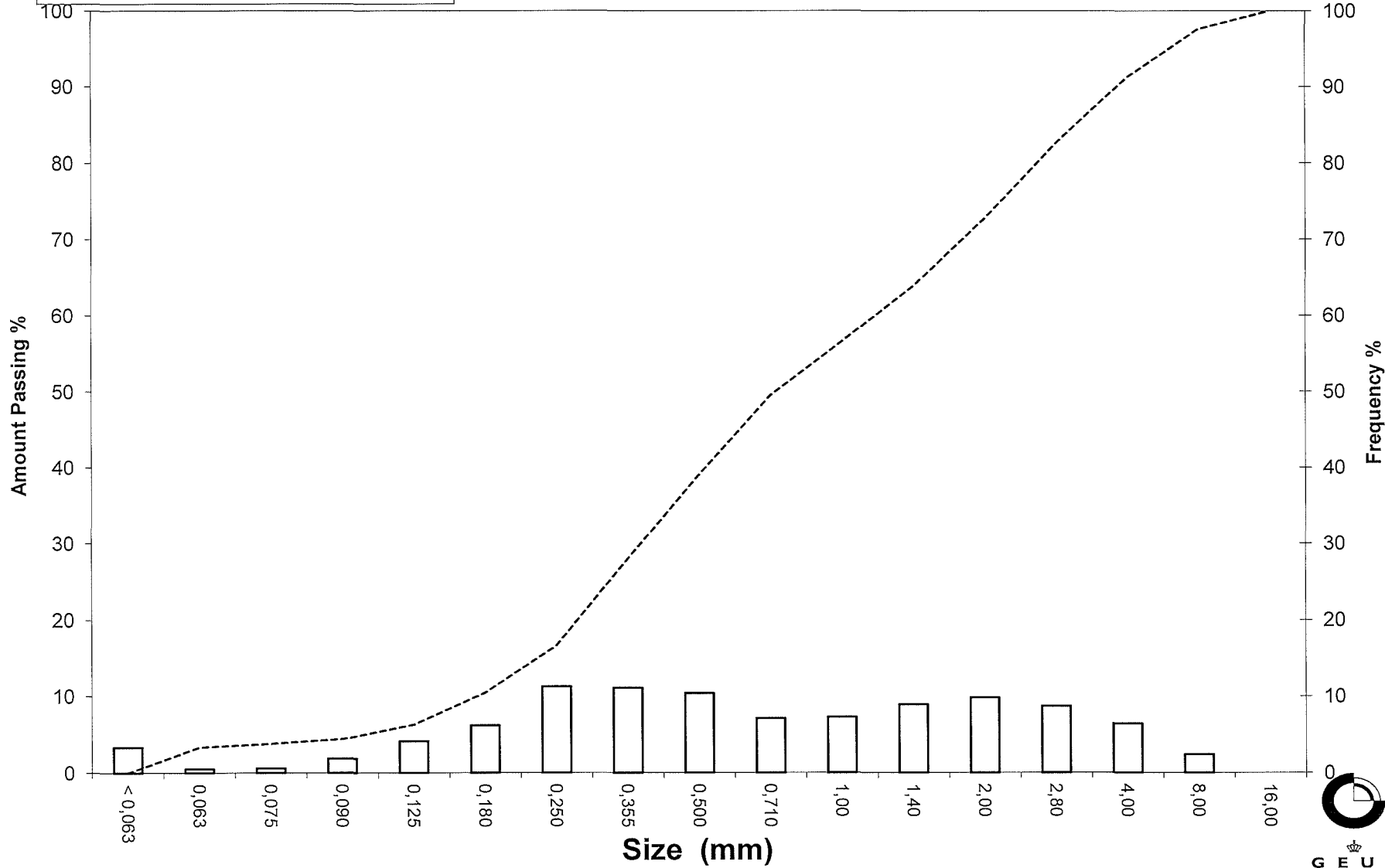
Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

# Grain Size Distribution

Sample Id: NF-4 50-150 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing





# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** ORS-1 0-100 cm  
**Lab. Id:** 14114  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Øresund Syd  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmquist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**Total Weight** 122,6 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount passing
mm	Φ	g	%	%
16,00	-4,00	5,25	4,28	95,72
8,00	-3,00	0,59	0,48	95,24
4,00	-2,00	5,86	4,78	90,46
2,80	-1,49	2,30	1,88	88,58
2,00	-1,00	2,73	2,23	86,35
1,40	-0,49	2,71	2,21	84,14
1,00	0,00	3,32	2,71	81,44
0,710	0,49	3,44	2,81	78,63
0,500	1,00	5,34	4,36	74,27
0,355	1,49	6,66	5,43	68,84
0,250	2,00	10,02	8,17	60,67
0,180	2,47	17,49	14,27	46,40
0,125	3,00	26,63	21,72	24,68
0,090	3,47	11,83	9,65	15,03
0,075	3,74	3,06	2,49	12,54
0,063	3,99	2,50	2,04	10,50
< 0,063	> 3,99	12,87	10,50	0,00

Sieve Analysis

Gravel

Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

Size Class	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm)	10,50
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm)	39,98
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm)	25,87
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm)	10,01
Gravel (> 2 mm)	13,65
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	7,80	-2,96
16%	84%	1,38	-0,46
25%	75%	0,54	0,90
40%	60%	0,25	2,02
Median 50%	50%	0,20	2,34
75%	25%	0,13	2,99
84%	16%	0,09	3,42
90%	10%	-----	-----
95%	5%	-----	-----

### Moments Statistics

Mean	1,76
Sorting	-----
Skewness	-----
Kurtosis	-----
Uniformity Coefficient	-----

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

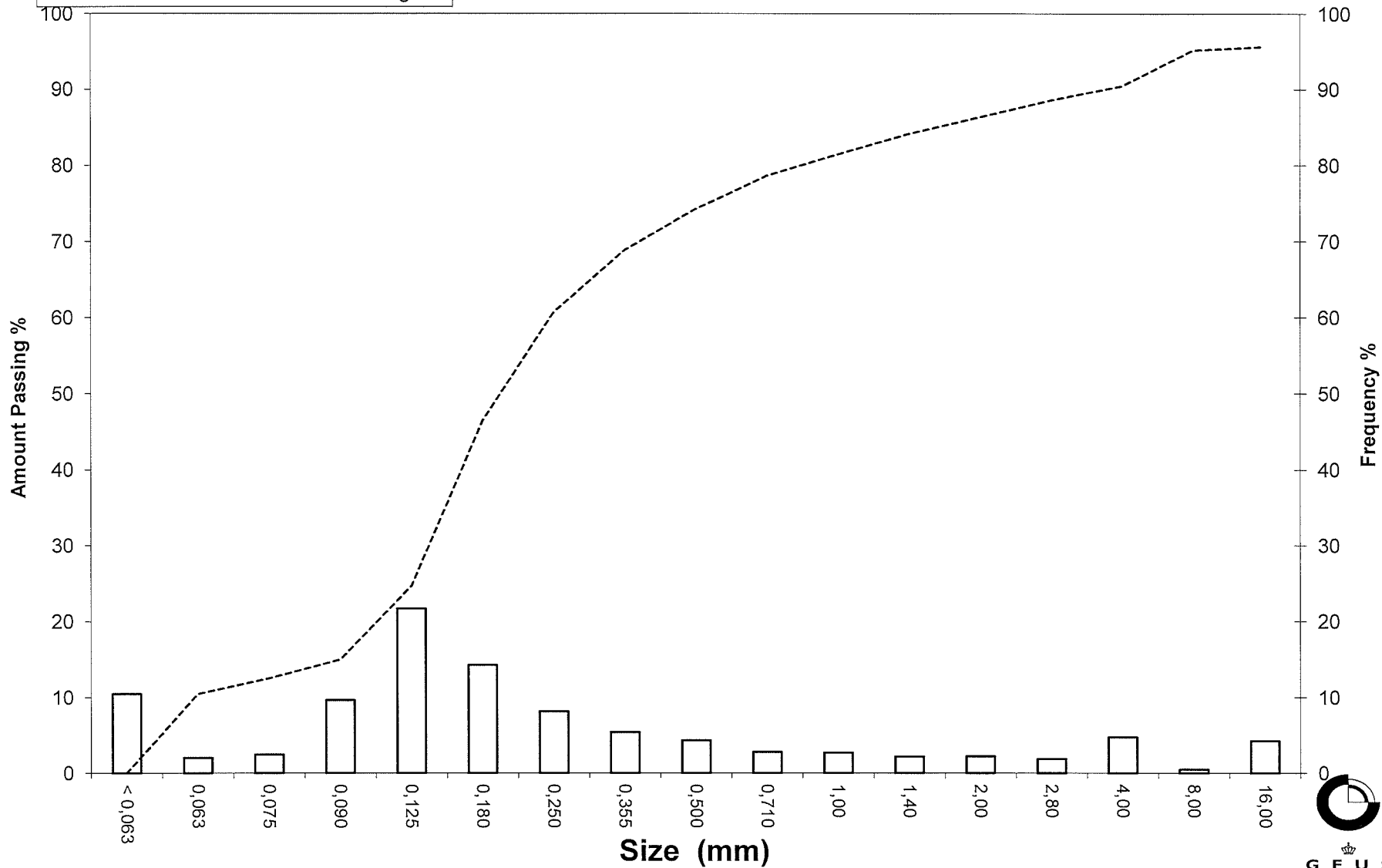
Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

# Grain Size Distribution

Sample Id: ORS-1 0-100 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing

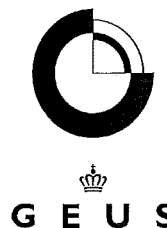




# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** ORS-1 90-190 cm  
**Lab. Id:** 14115  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Øresund Syd  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmquist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**Total Weight** 116,69 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount
mm	Φ	g	%	amount passing %
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	0,00	0,00	100,00
4,00	-2,00	0,00	0,00	100,00
2,80	-1,49	0,00	0,00	100,00
2,00	-1,00	0,02	0,02	99,98
1,40	-0,49	0,02	0,02	99,97
1,00	0,00	0,08	0,07	99,90
0,710	0,49	0,13	0,11	99,79
0,500	1,00	0,23	0,20	99,59
0,355	1,49	0,44	0,38	99,21
0,250	2,00	1,71	1,47	97,75
0,180	2,47	14,57	12,49	85,26
0,125	3,00	55,98	47,97	37,29
0,090	3,47	29,92	25,64	11,65
0,075	3,74	4,95	4,24	7,40
0,063	3,99	2,90	2,49	4,92
< 0,063	> 3,99	5,74	4,92	0,00

Sieve Analysis

Gravel

Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	4,92
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	83,91
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	10,85
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	0,30
Gravel (> 2 mm):	0,02
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	0,23	2,09
16%	84%	0,18	2,49
25%	75%	0,17	2,57
40%	60%	0,15	2,73
Median 50%	50%	0,14	2,84
75%	25%	0,11	3,21
84%	16%	0,10	3,38
90%	10%	0,08	3,57
95%	5%	0,06	3,98

### Moments Statistics

Mean	2,90
Sorting	0,51
Skewness	0,21
Kurtosis	1,22
Uniformity Coefficient	1,79

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

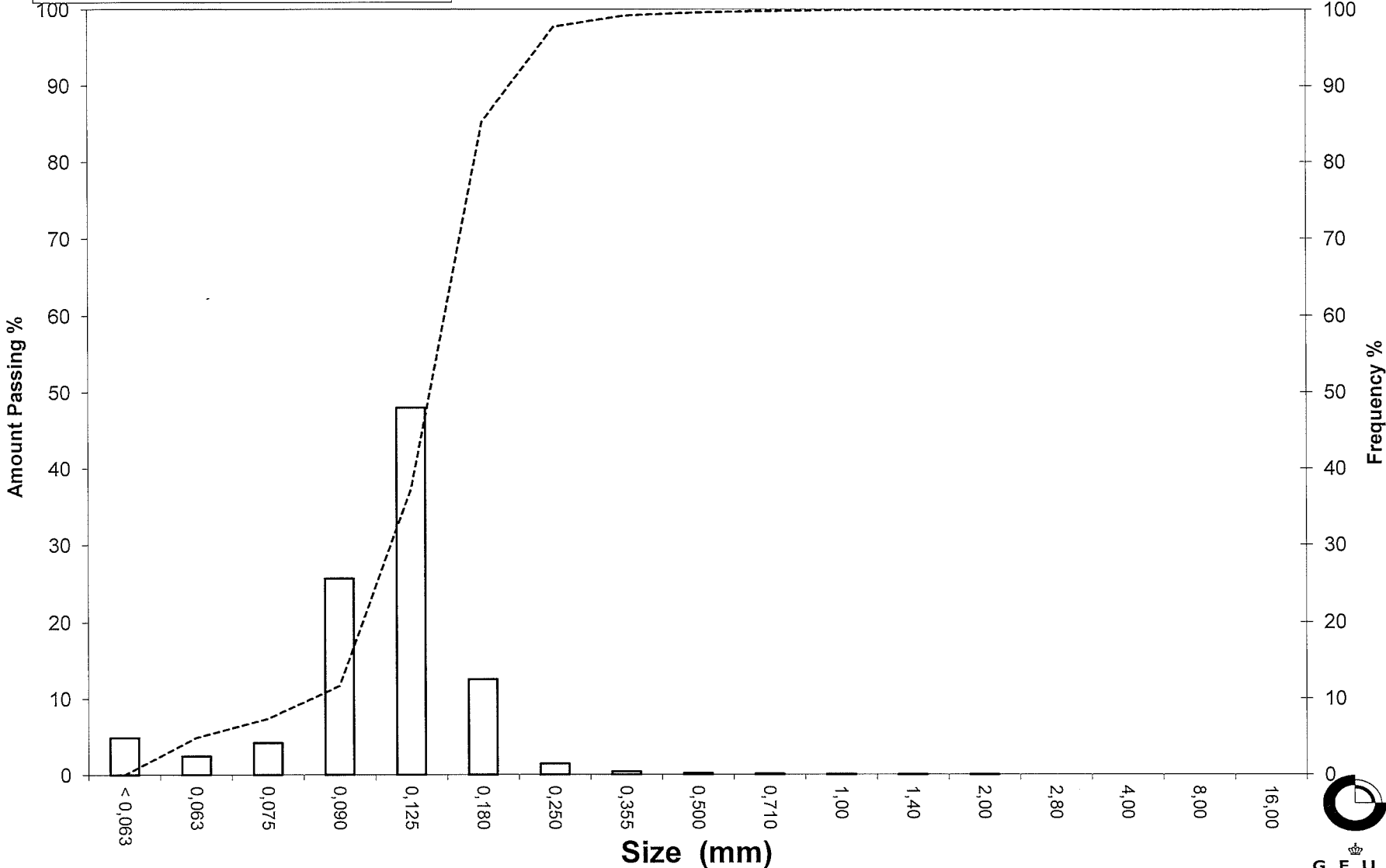
Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

Øster Voldgade 10 1350 København K  
 Tel.: +45 38 14 20 00 Telefax: +45 38 14 20 50  
 Email: GEUS@geus.dk

# Grain Size Distribution

Sample Id: ORS-1 90-190 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing

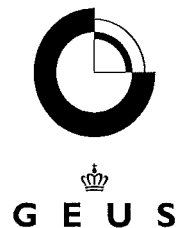




# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** OR-S-2 200-280 cm  
**Lab. Id:** 14116  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Øresund Syd  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmquist  
**Remarks:** For mat. < 8mm.



**Total Weight** 208,73 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount passing
mm	Φ	g	%	%
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	7,65	3,67	96,33
4,00	-2,00	19,26	9,23	87,11
2,80	-1,49	15,38	7,37	79,74
2,00	-1,00	16,20	7,76	71,98
1,40	-0,49	17,03	8,16	63,82
1,00	0,00	21,33	10,22	53,60
0,710	0,49	19,47	9,33	44,27
0,500	1,00	25,93	12,42	31,85
0,355	1,49	26,73	12,81	19,04
0,250	2,00	24,49	11,73	7,31
0,180	2,47	9,66	4,63	2,68
0,125	3,00	2,94	1,41	1,27
0,090	3,47	0,57	0,27	1,00
0,075	3,74	0,17	0,08	0,92
0,063	3,99	0,12	0,06	0,86
< 0,063	> 3,99	1,80	0,86	0,00

Sieve Analysis

Gravel

Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

Size Class	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm)	0,86
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm)	3,14
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm)	33,76
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm)	34,21
Gravel (> 2 mm)	28,02
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	7,42	-2,89
16%	84%	3,49	-1,80
25%	75%	2,31	-1,21
40%	60%	1,25	-0,32
Median 50%	50%	0,89	0,17
75%	25%	0,42	1,24
84%	16%	0,33	1,61
90%	10%	0,27	1,87
95%	5%	0,22	2,22

### Moments Statistics

Mean	-0,01
Sorting	1,63
Skewness	-0,18
Kurtosis	0,85
Uniformity Coefficient	4,56

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

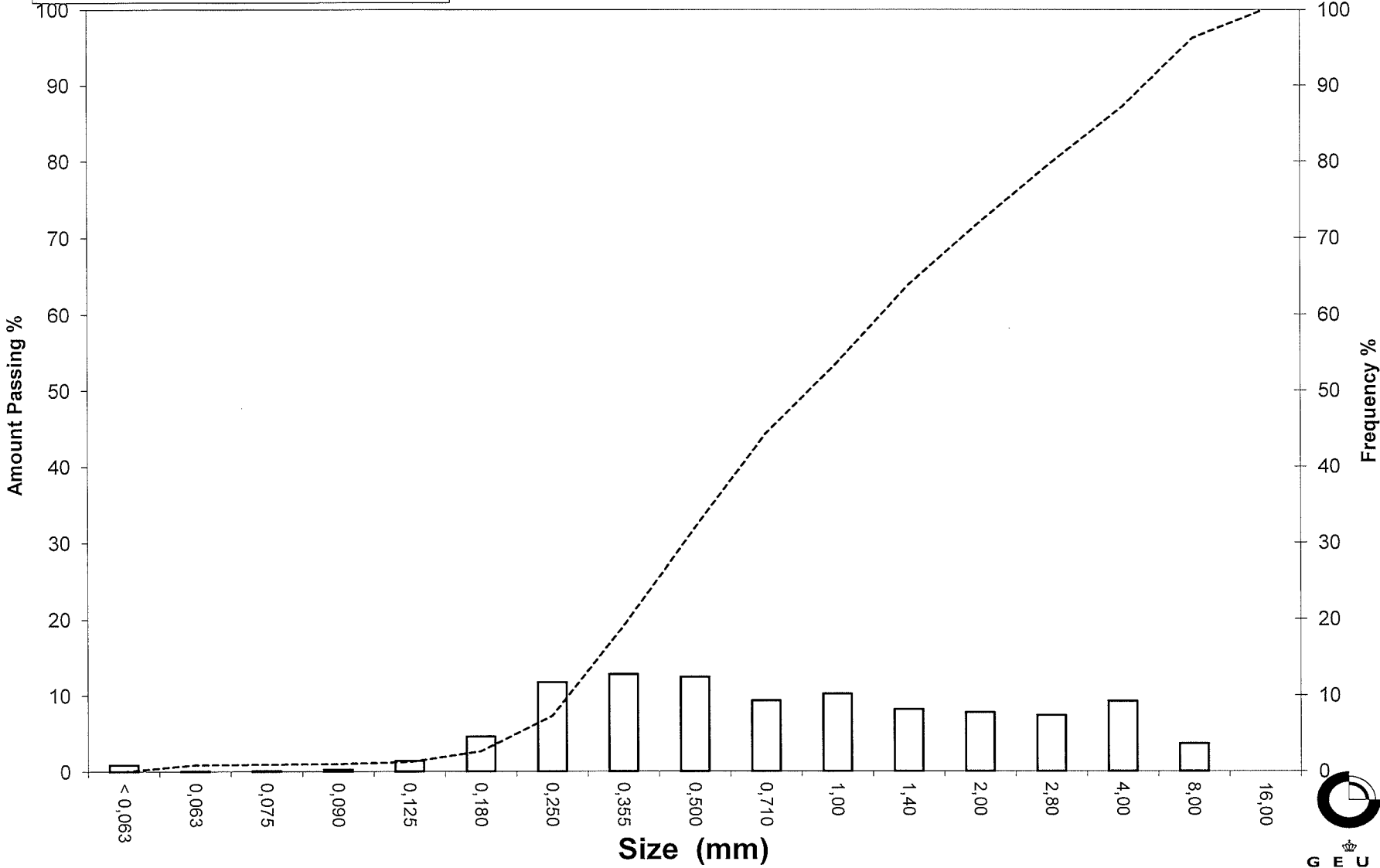
Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

Øster Voldgade 10 1350 København K  
 Tel.: +45 38 14 20 00 Telefax: +45 38 14 20 50  
 Email: GEUS@geus.dk

# Grain Size Distribution

Sample Id: OR-S-2 200-280 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing





# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** OR--S4 0-200 cm  
**Lab. Id:** 14117  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Øresund Syd  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmqvist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**Total Weight** 137,91 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount passing
mm	Φ	g	%	%
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	4,22	3,06	96,94
4,00	-2,00	5,68	4,12	92,82
2,80	-1,49	2,28	1,65	91,17
2,00	-1,00	2,17	1,57	89,59
1,40	-0,49	2,77	2,01	87,59
1,00	0,00	5,36	3,89	83,70
0,710	0,49	6,51	4,72	78,98
0,500	1,00	11,08	8,03	70,94
0,355	1,49	16,41	11,90	59,05
0,250	2,00	22,10	16,02	43,02
0,180	2,47	14,80	10,73	32,29
0,125	3,00	9,28	6,73	25,56
0,090	3,47	6,22	4,51	21,05
0,075	3,74	3,10	2,25	18,80
0,063	3,99	2,96	2,15	16,66
< 0,063	> 3,99	22,97	16,66	0,00

Sieve Analysis

Gravel

Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

Size Class	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm)	16,66
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm)	18,70
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm)	39,42
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm)	14,82
Gravel (> 2 mm)	10,41
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	6,12	-2,61
16%	84%	1,03	-0,04
25%	75%	0,61	0,72
40%	60%	0,37	1,45
Median 50%	50%	0,30	1,76
75%	25%	0,12	3,05
84%	16%	-----	-----
90%	10%	-----	-----
95%	5%	-----	-----

### Moments Statistics

Mean	0,86
Sorting	-----
Skewness	-----
Kurtosis	-----
Uniformity Coefficient	-----

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

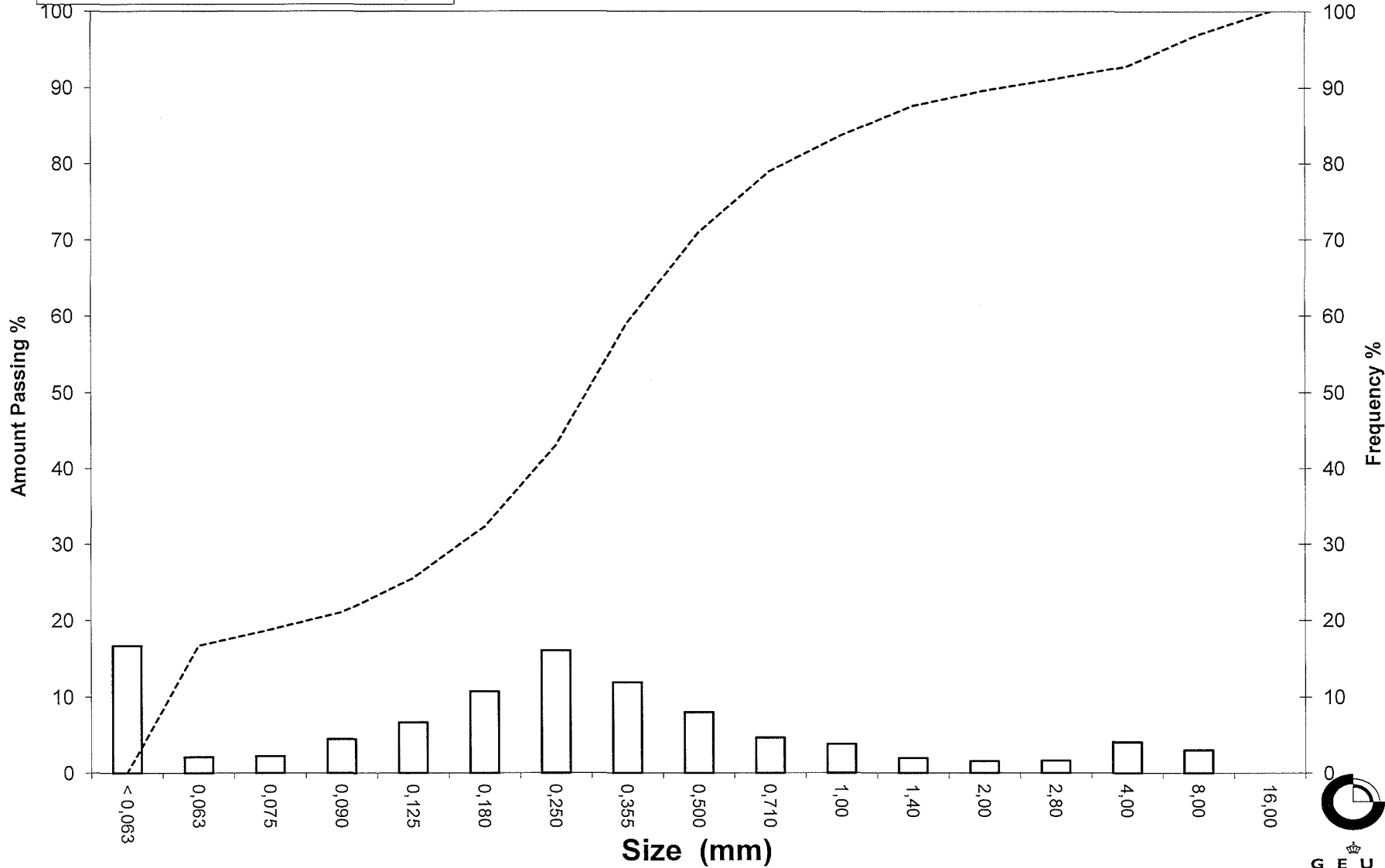
Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

# Grain Size Distribution

Sample Id: OR--S4 0-200 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing





# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** OR-S-13 0-100 cm  
**Lab. Id:** 14118  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Øresund Syd  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmqvist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**Total Weight** 115,29 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount passing
mm	Φ	g	%	%
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	1,09	0,95	99,05
4,00	-2,00	1,34	1,16	97,89
2,80	-1,49	0,49	0,43	97,47
2,00	-1,00	0,85	0,74	96,73
1,40	-0,49	0,80	0,69	96,04
1,00	0,00	1,46	1,27	94,77
0,710	0,49	5,33	4,62	90,15
0,500	1,00	24,87	21,57	68,57
0,355	1,49	39,41	34,18	34,39
0,250	2,00	25,55	22,16	12,23
0,180	2,47	7,00	6,07	6,16
0,125	3,00	1,32	1,14	5,01
0,090	3,47	0,62	0,54	4,48
0,075	3,74	0,29	0,25	4,22
0,063	3,99	0,28	0,24	3,98
< 0,063	> 3,99	4,59	3,98	0,00

Sieve Analysis

Gravel

Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

Size Class	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	3,98
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	3,91
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	70,95
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	17,88
Gravel (> 2 mm):	3,27
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	1,07	-0,10
16%	84%	0,65	0,62
25%	75%	0,56	0,83
40%	60%	0,46	1,11
Median 50%	50%	0,42	1,25
75%	25%	0,31	1,69
84%	16%	0,27	1,90
90%	10%	0,22	2,16
95%	5%	0,12	3,01

### Moments Statistics

Mean	1,26
Sorting	0,79
Skewness	0,08
Kurtosis	1,49
Uniformity Coefficient	2,07

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the ½ phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

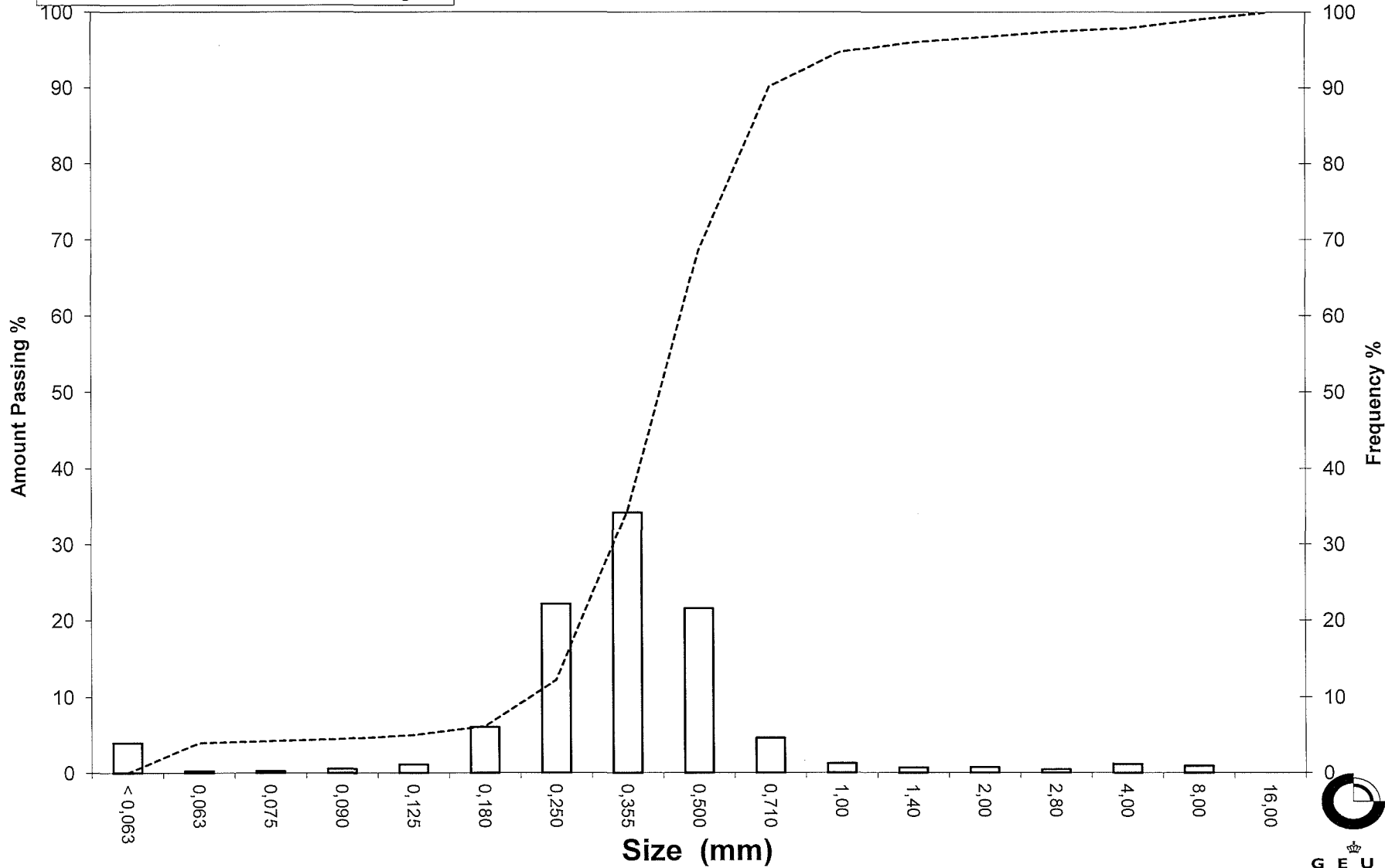
Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

Øster Voldgade 10 1350 København K  
 Tel.: +45 38 14 20 00 Telefax: +45 38 14 20 50  
 Email: GEUS@geus.dk

# Grain Size Distribution

Sample Id: OR-S-13 0-100 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing





# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** OR-S-20 0-18 cm  
**Lab. Id:** 14119  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Øresund Syd  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmqvist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**Total Weight** 112,08 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount passing
mm	Φ	g	%	%
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	0,00	0,00	100,00
4,00	-2,00	0,00	0,00	100,00
2,80	-1,49	0,00	0,00	100,00
2,00	-1,00	0,00	0,00	100,00
1,40	-0,49	0,02	0,02	99,98
1,00	0,00	0,09	0,08	99,90
0,710	0,49	0,75	0,67	99,23
0,500	1,00	7,40	6,60	92,63
0,355	1,49	14,56	12,99	79,64
0,250	2,00	15,20	13,56	66,08
0,180	2,47	16,85	15,03	51,04
0,125	3,00	27,42	24,46	26,58
0,090	3,47	13,61	12,14	14,44
0,075	3,74	3,49	3,11	11,32
0,063	3,99	2,64	2,36	8,97
< 0,063	> 3,99	10,05	8,97	0,00

Sieve Analysis

Gravel

Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

Size Class	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	8,97
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	46,37
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	40,43
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	4,23
Gravel (> 2 mm):	0,00
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	0,58	0,80
16%	84%	0,40	1,31
25%	75%	0,32	1,65
40%	60%	0,22	2,17
Median 50%	50%	0,18	2,49
75%	25%	0,12	3,05
84%	16%	0,09	3,40
90%	10%	0,07	3,87
95%	5%	-----	-----

### Moments Statistics

Mean	2,40
Sorting	-----
Skewness	-----
Kurtosis	-----
Uniformity Coefficient	3,25

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

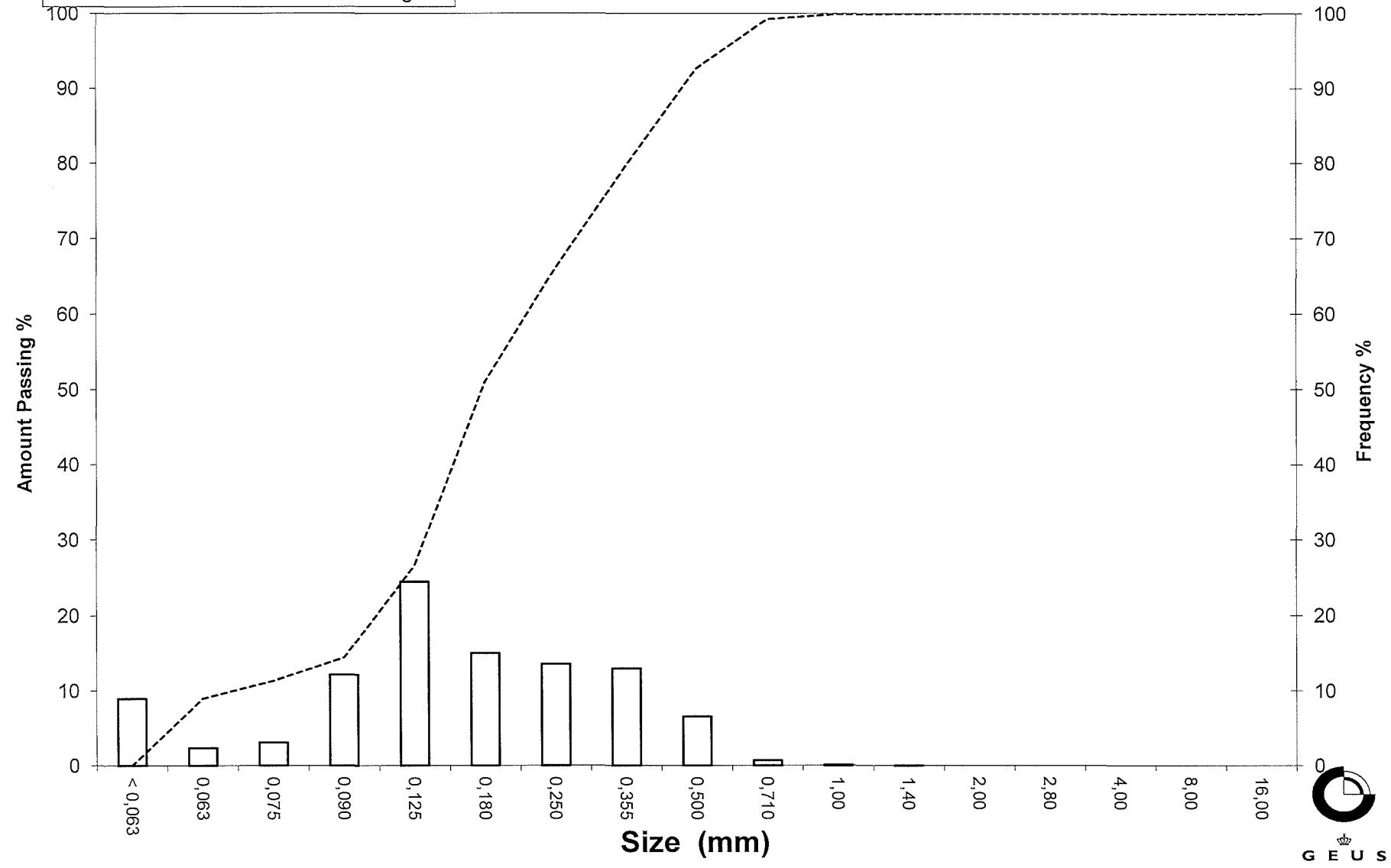
Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

# Grain Size Distribution

Sample Id: OR-S-20 0-18 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing





# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** SK-1 0-40 cm  
**Lab. Id:** 14120  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Skovshoved  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmqvist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**Total Weight** 123,01 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount passing
mm	Φ	g	%	%
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	15,70	12,76	87,24
4,00	-2,00	3,11	2,53	84,71
2,80	-1,49	1,79	1,46	83,25
2,00	-1,00	2,47	2,01	81,25
1,40	-0,49	2,44	1,98	79,26
1,00	0,00	2,48	2,02	77,25
0,710	0,49	2,37	1,93	75,32
0,500	1,00	3,46	2,81	72,51
0,355	1,49	3,75	3,05	69,46
0,250	2,00	8,65	7,03	62,43
0,180	2,47	26,62	21,64	40,79
0,125	3,00	31,54	25,64	15,15
0,090	3,47	9,83	7,99	7,15
0,075	3,74	2,41	1,96	5,19
0,063	3,99	1,59	1,29	3,90
< 0,063	> 3,99	4,80	3,90	0,00

Sieve Analysis

Gravel

Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

Size Class	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	3,90
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	43,07
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	26,88
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	7,40
Gravel (> 2 mm):	18,75
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	12,87	-3,69
16%	84%	3,42	-1,77
25%	75%	0,69	0,54
40%	60%	0,24	2,05
Median 50%	50%	0,21	2,25
75%	25%	0,15	2,77
84%	16%	0,13	2,98
90%	10%	0,10	3,29
95%	5%	0,07	3,77

### Moments Statistics

Mean	1,15
Sorting	2,32
Skewness	-0,64
Kurtosis	1,37
Uniformity Coefficient	2,36

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

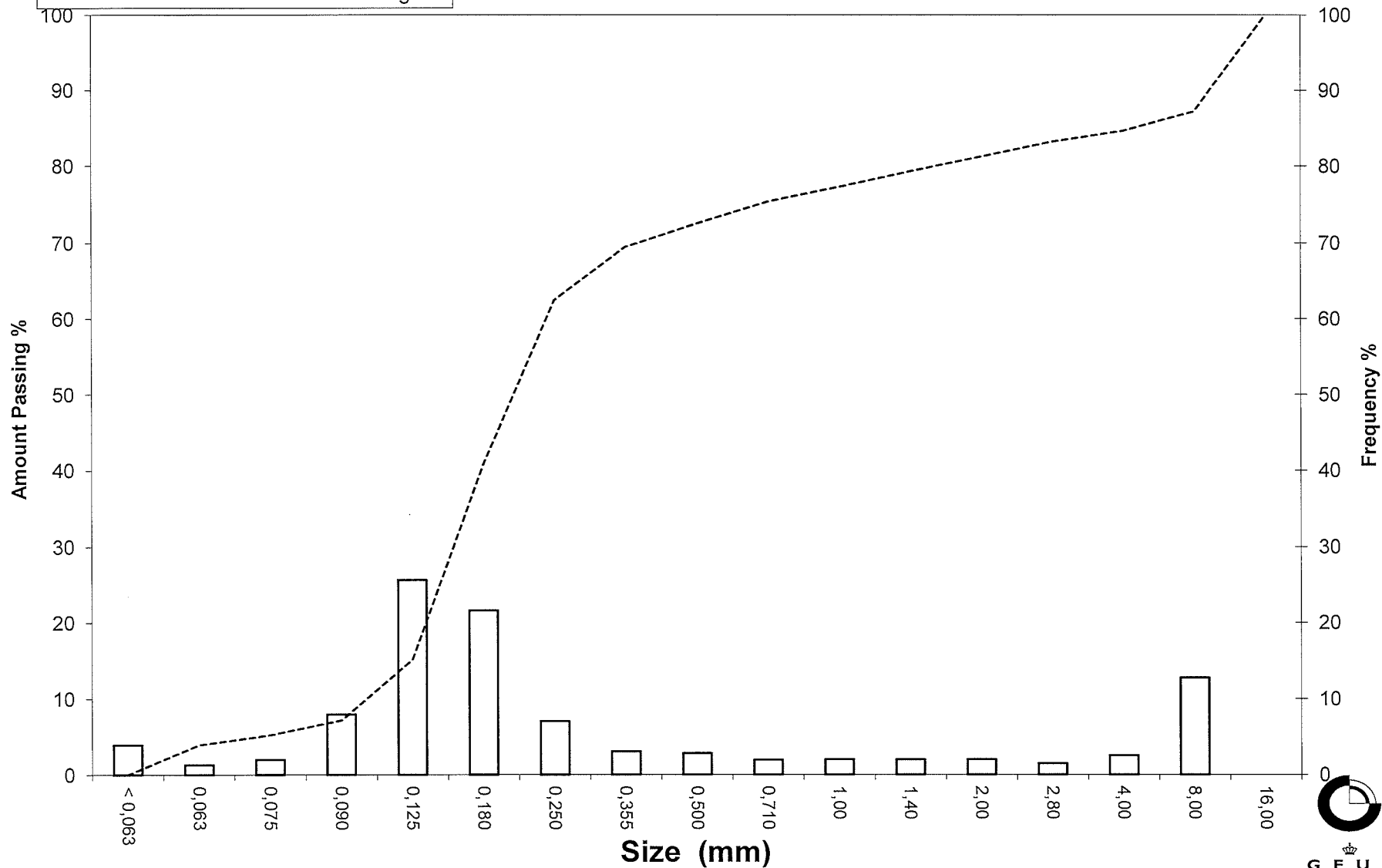
Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

# Grain Size Distribution

Sample Id: SK-1 0-40 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing





# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** SK-2 0-40 cm  
**Lab. Id:** 14121  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Skovshoved  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmquist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**Total Weight** 121,94 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount passing
mm	Φ	g	%	%
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	0,00	0,00	100,00
4,00	-2,00	1,95	1,60	98,40
2,80	-1,49	0,27	0,22	98,18
2,00	-1,00	0,38	0,31	97,87
1,40	-0,49	1,06	0,87	97,00
1,00	0,00	3,36	2,76	94,24
0,710	0,49	6,95	5,70	88,54
0,500	1,00	17,10	14,02	74,52
0,355	1,49	30,40	24,93	49,59
0,250	2,00	40,36	33,10	16,49
0,180	2,47	13,55	11,11	5,38
0,125	3,00	4,32	3,54	1,84
0,090	3,47	0,94	0,77	1,07
0,075	3,74	0,17	0,14	0,93
0,063	3,99	0,12	0,10	0,83
< 0,063	> 3,99	1,01	0,83	0,00

Sieve Analysis

Gravel

Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	0,83
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	7,73
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	72,64
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	16,67
Gravel (> 2 mm):	2,13
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	1,11	-0,15
16%	84%	0,64	0,64
25%	75%	0,51	0,98
40%	60%	0,42	1,27
Median 50%	50%	0,36	1,48
75%	25%	0,28	1,85
84%	16%	0,25	2,02
90%	10%	0,21	2,26
95%	5%	0,17	2,52

### Moments Statistics

Mean	1,38
Sorting	0,75
Skewness	-0,22
Kurtosis	1,26
Uniformity Coefficient	1,99

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

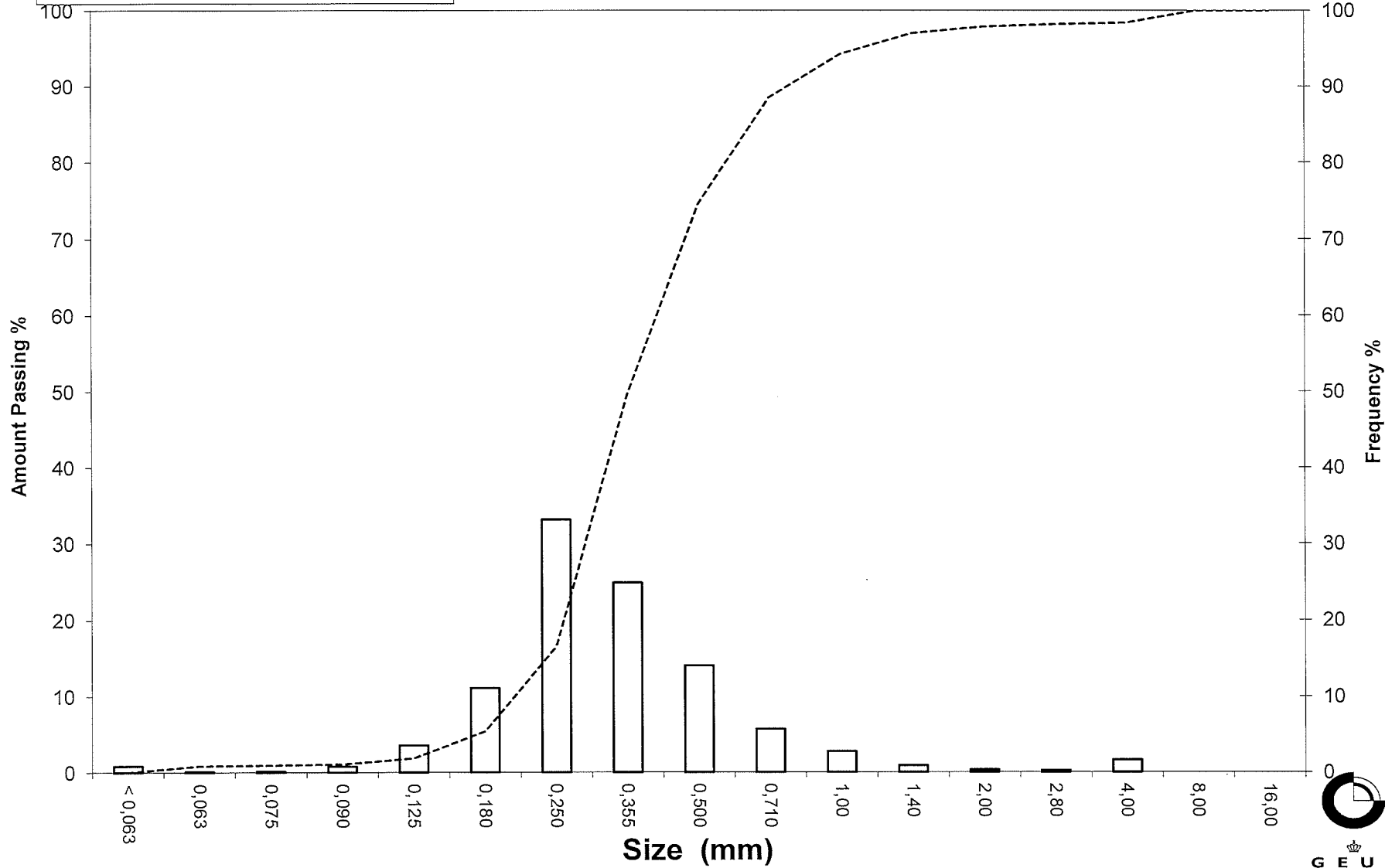
Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

# Grain Size Distribution

Sample Id: SK-2 0-40 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing

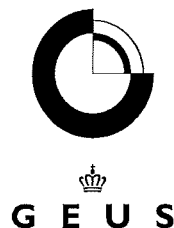




# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** SK-3 180-300 cm  
**Lab. Id:** 14122  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Skovshoved  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmqvist  
**Remarks:** For mat. < 16mm.



**Total Weight** 2537,16 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount passing
mm	Φ	g	%	
16,00	-4,00	1029,79	40,59	59,41
8,00	-3,00	414,19	16,32	43,09
4,00	-2,00	278,87	10,99	32,10
2,80	-1,49	77,48	3,05	29,04
2,00	-1,00	102,40	4,04	25,01
1,40	-0,49	105,12	4,14	20,86
1,00	0,00	115,66	4,56	16,30
0,710	0,49	110,22	4,34	11,96
0,500	1,00	90,45	3,57	8,39
0,355	1,49	48,43	1,91	6,49
0,250	2,00	36,38	1,43	5,05
0,180	2,47	24,29	0,96	4,09
0,125	3,00	22,20	0,87	3,22
0,090	3,47	13,02	0,51	2,71
0,075	3,74	4,81	0,19	2,52
0,063	3,99	4,23	0,17	2,35
< 0,063	> 3,99	59,62	2,35	0,00

Sieve Analysis

Gravel

Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

Size Class	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	2,35
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	2,02
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	5,72
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	14,91
Gravel (> 2 mm):	74,99
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	-----	-----
16%	84%	-----	-----
25%	75%	-----	-----
40%	60%	-----	-----
Median 50%	50%	11,39	-3,51
75%	25%	2,00	-1,00
84%	16%	0,98	0,03
90%	10%	0,59	0,75
95%	5%	0,25	2,02

### Moments Statistics

Mean	-1,74
Sorting	-----
Skewness	-----
Kurtosis	-----
Uniformity Coefficient	-----

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

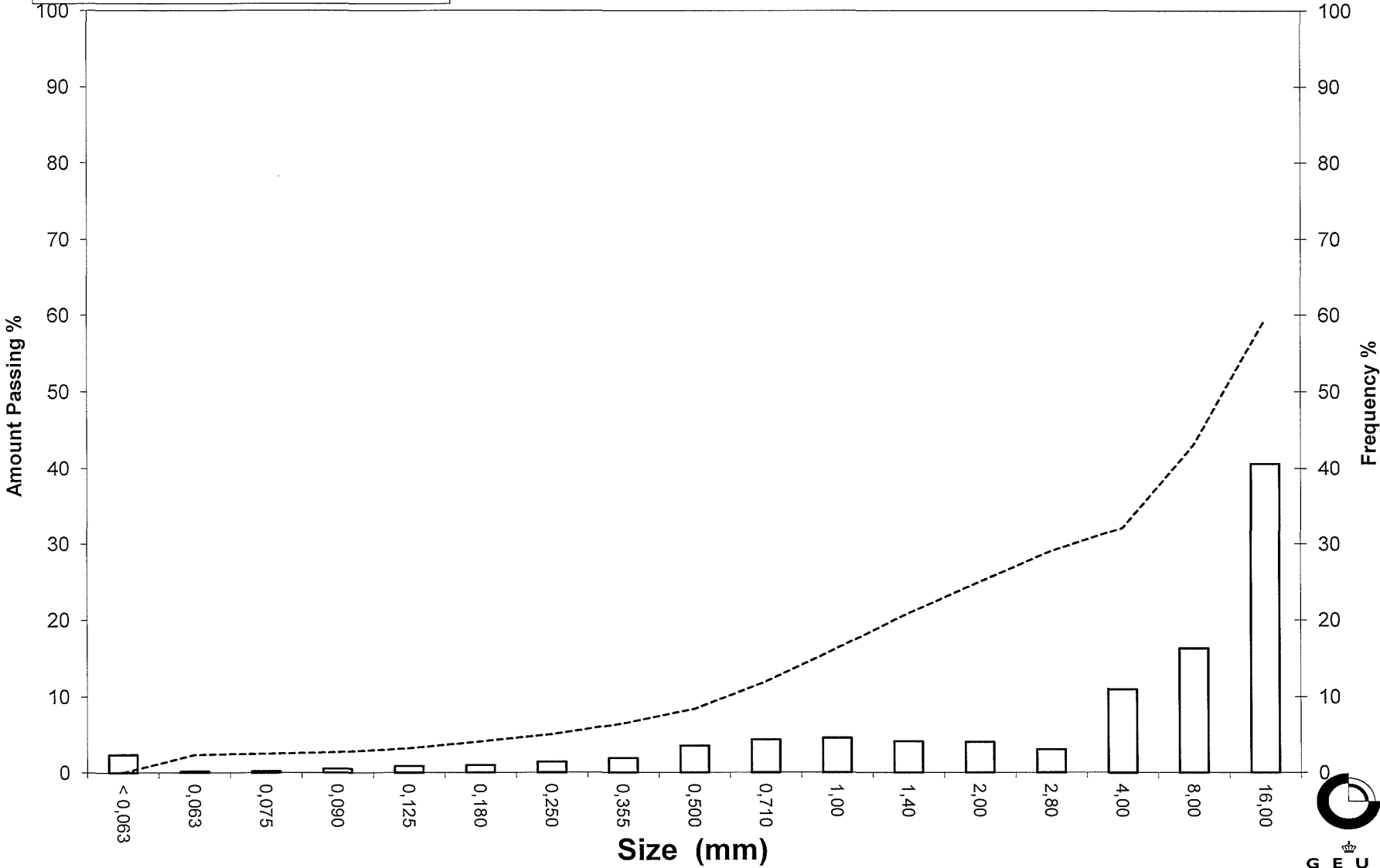
Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

Øster Voldgade 10 1350 København K  
 Tel.: +45 38 14 20 00 Telefax: +45 38 14 20 50  
 Email: GEUS@geus.dk

# Grain Size Distribution

Sample Id: SK-3 180-300 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing

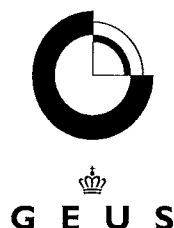




# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** SK-3 0-70 cm  
**Lab. Id:** 14123  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Skovshoved  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmquist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**Total Weight** 117,95 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount passing
mm	Φ	g	%	%
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	0,00	0,00	100,00
4,00	-2,00	0,39	0,33	99,67
2,80	-1,49	0,24	0,20	99,47
2,00	-1,00	0,47	0,40	99,07
1,40	-0,49	0,51	0,43	98,64
1,00	0,00	0,96	0,81	97,82
0,710	0,49	1,04	0,88	96,94
0,500	1,00	1,86	1,58	95,36
0,355	1,49	3,10	2,63	92,73
0,250	2,00	8,38	7,10	85,63
0,180	2,47	31,07	26,34	59,29
0,125	3,00	43,60	36,96	22,32
0,090	3,47	13,95	11,83	10,50
0,075	3,74	3,15	2,67	7,83
0,063	3,99	2,22	1,88	5,94
< 0,063	> 3,99	7,01	5,94	0,00

Sieve Analysis

Gravel

Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	5,94
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	60,87
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	29,30
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	2,95
Gravel (> 2 mm):	0,93
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	0,48	1,06
16%	84%	0,25	2,03
25%	75%	0,22	2,17
40%	60%	0,18	2,46
Median 50%	50%	0,17	2,59
75%	25%	0,13	2,95
84%	16%	0,11	3,23
90%	10%	0,09	3,52
95%	5%	-----	-----

### Moments Statistics

Mean	2,62
Sorting	-----
Skewness	-----
Kurtosis	-----
Uniformity Coefficient	2,09

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

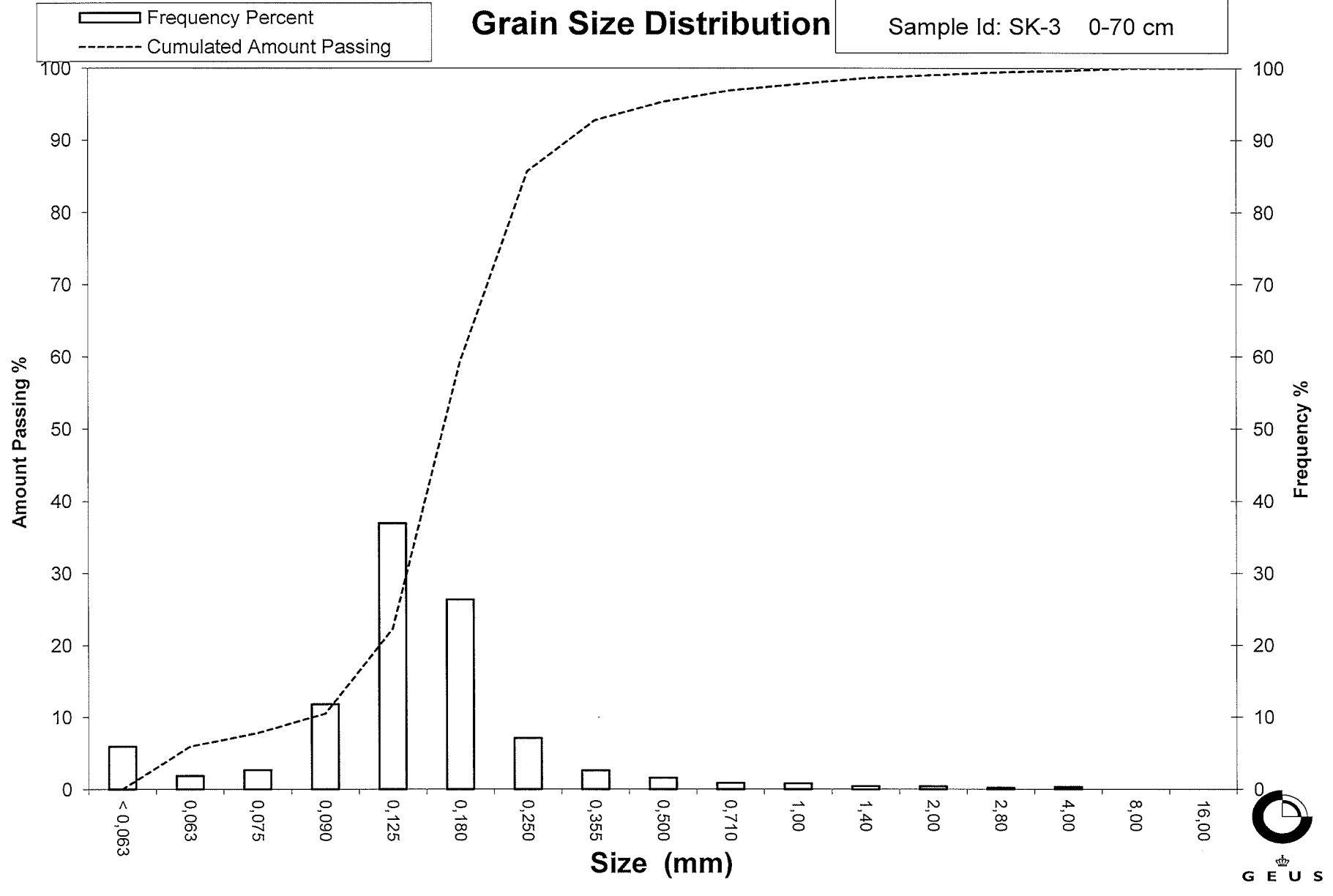
Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

# Grain Size Distribution

Sample Id: SK-3 0-70 cm





# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** ØN-1 0-70 cm  
**Lab. Id:** 14124  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Øresund Nord  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmqvist  
**Remarks:** For mat. < 8mm.



**Total Weight** 199,78 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount passing
mm	Φ	g	%	%
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	2,40	1,20	98,80
4,00	-2,00	9,31	4,66	94,14
2,80	-1,49	8,75	4,38	89,76
2,00	-1,00	9,93	4,97	84,79
1,40	-0,49	13,99	7,00	77,79
1,00	0,00	22,08	11,05	66,73
0,710	0,49	27,68	13,86	52,88
0,500	1,00	50,69	25,37	27,51
0,355	1,49	40,09	20,07	7,44
0,250	2,00	10,97	5,49	1,95
0,180	2,47	2,19	1,10	0,85
0,125	3,00	0,75	0,38	0,48
0,090	3,47	0,22	0,11	0,37
0,075	3,74	0,00	0,00	0,37
0,063	3,99	0,00	0,00	0,37
< 0,063	> 3,99	0,73	0,37	0,00

Sieve Analysis

Gravel

Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

Size Class	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	0,37
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	0,80
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	38,42
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	45,20
Gravel (> 2 mm):	15,21
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	4,74	-2,24
16%	84%	1,93	-0,95
25%	75%	1,30	-0,38
40%	60%	0,86	0,22
Median 50%	50%	0,69	0,54
75%	25%	0,48	1,05
84%	16%	0,42	1,26
90%	10%	0,37	1,42
95%	5%	0,31	1,70

### Moments Statistics

Mean	0,29
Sorting	1,15
Skewness	-0,38
Kurtosis	1,13
Uniformity Coefficient	2,30

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the ½ phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

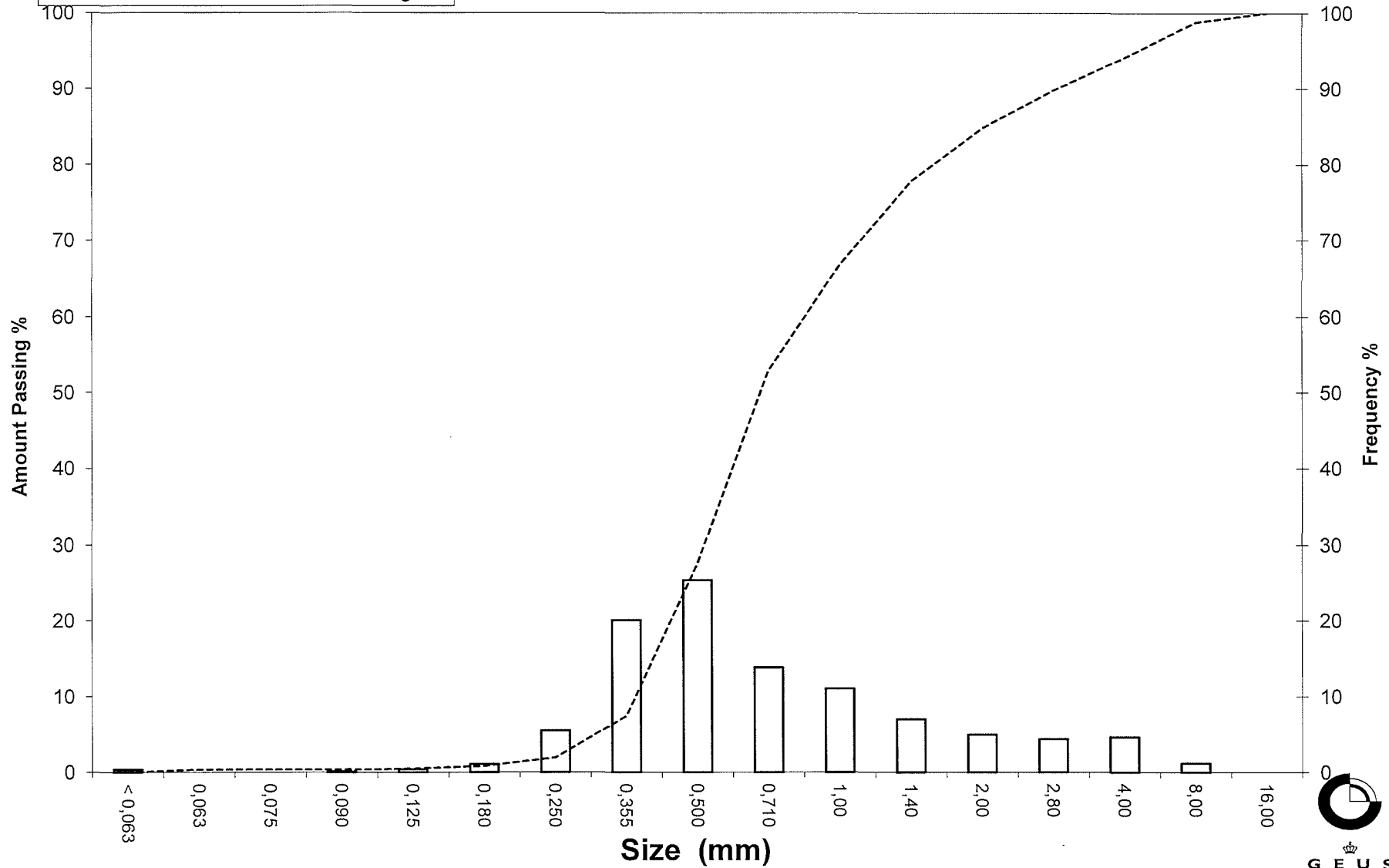
Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

Øster Voldgade 10 1350 København K  
 Tel.: +45 38 14 20 00 Telefax: +45 38 14 20 50  
 Email: GEUS@geus.dk

# Grain Size Distribution

Sample Id: ØN-1 0-70 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing





# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** ØN-1 100-150 cm  
**Lab. Id:** 14125  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Øresund Nord  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmqvist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**Total Weight** 129,63 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount passing
mm	Φ	g	%	%
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	0,00	0,00	100,00
4,00	-2,00	0,00	0,00	100,00
2,80	-1,49	0,55	0,42	99,58
2,00	-1,00	0,56	0,43	99,14
1,40	-0,49	0,66	0,51	98,63
1,00	0,00	2,57	1,98	96,65
0,710	0,49	5,52	4,26	92,39
0,500	1,00	22,54	17,39	75,01
0,355	1,49	45,40	35,02	39,98
0,250	2,00	32,95	25,42	14,56
0,180	2,47	14,86	11,46	3,10
0,125	3,00	3,40	2,62	0,48
0,090	3,47	0,16	0,12	0,35
0,075	3,74	0,01	0,01	0,35
0,063	3,99	0,01	0,01	0,34
< 0,063	> 3,99	0,44	0,34	0,00

Sieve Analysis

Gravel  
Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

Size Class	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	0,34
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	6,04
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	76,91
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	15,86
Gravel (> 2 mm):	0,86
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	0,89	0,17
16%	84%	0,61	0,72
25%	75%	0,50	1,00
40%	60%	0,44	1,19
Median 50%	50%	0,40	1,33
75%	25%	0,29	1,77
84%	16%	0,26	1,97
90%	10%	0,22	2,17
95%	5%	0,19	2,38

### Moments Statistics

Mean	1,34
Sorting	0,65
Skewness	-0,02
Kurtosis	1,18
Uniformity Coefficient	1,97

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

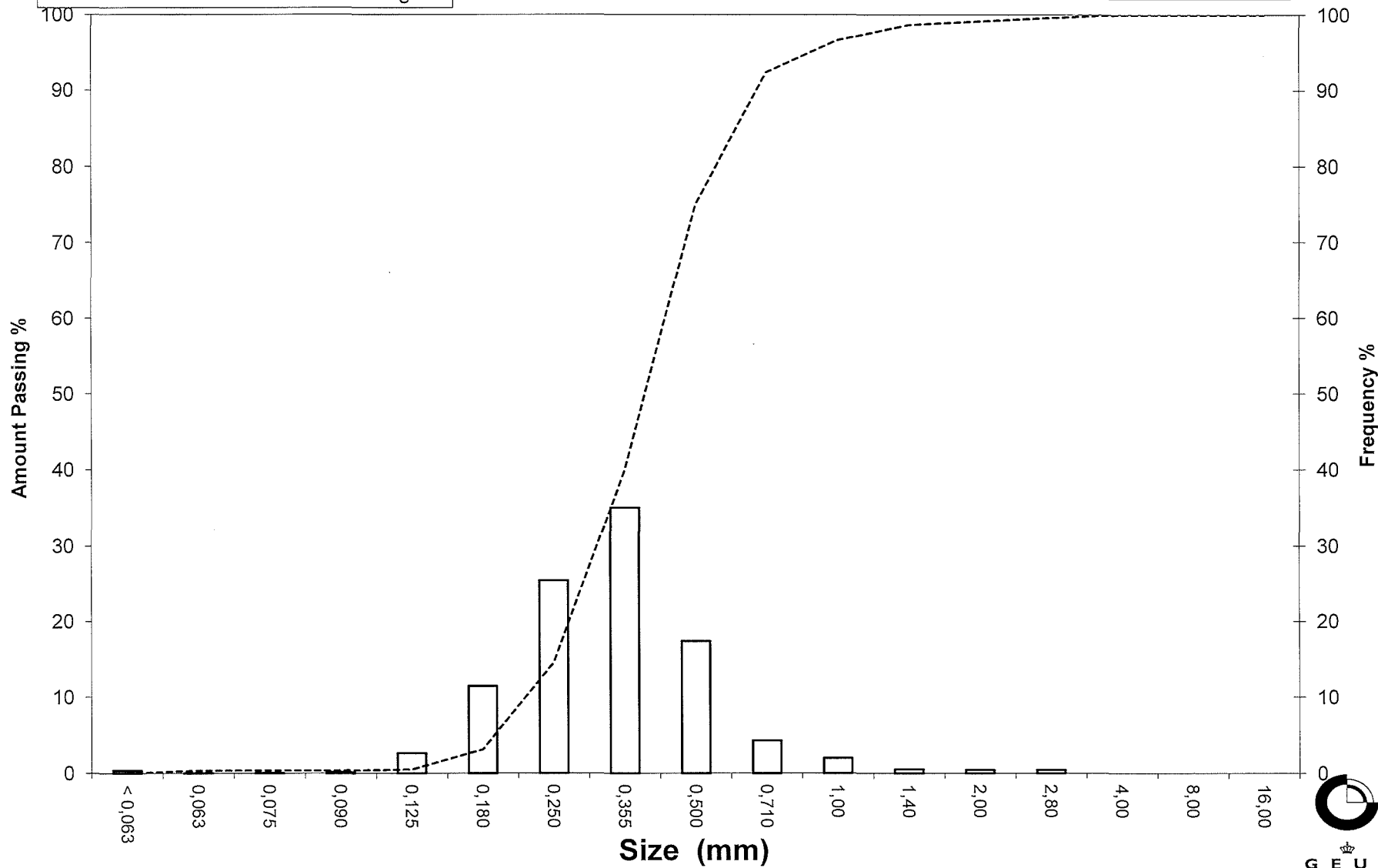
Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

# Grain Size Distribution

Sample Id: ØN-1 100-150 cm

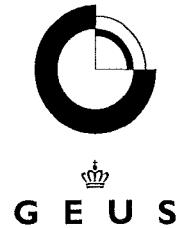
Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing



# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** ØN-1 200-400 cm  
**Lab. Id:** 14126  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Øresund Nord  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmqvist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**Total Weight** 133,82 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount
mm	Φ	g	%	amount passing %
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	0,00	0,00	100,00
4,00	-2,00	0,00	0,00	100,00
2,80	-1,49	0,10	0,07	99,93
2,00	-1,00	0,16	0,12	99,81
1,40	-0,49	0,45	0,34	99,47
1,00	0,00	0,89	0,67	98,80
0,710	0,49	2,21	1,65	97,15
0,500	1,00	19,48	14,56	82,60
0,355	1,49	56,63	42,32	40,28
0,250	2,00	42,21	31,54	8,74
0,180	2,47	8,86	6,62	2,11
0,125	3,00	2,14	1,60	0,52
0,090	3,47	0,23	0,17	0,34
0,075	3,74	0,01	0,01	0,34
0,063	3,99	0,01	0,01	0,33
< 0,063	> 3,99	0,44	0,33	0,00

Sieve Analysis

Gravel

Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	0,33
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	3,68
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	85,52
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	10,28
Gravel (> 2 mm):	0,19
Sum:	100,00

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	0,68	0,56
16%	84%	0,52	0,94
25%	75%	0,47	1,08
40%	60%	0,42	1,24
Median 50%	50%	0,39	1,36
75%	25%	0,30	1,72
84%	16%	0,27	1,87
90%	10%	0,25	1,98
95%	5%	0,21	2,25

### Moments Statistics

Mean	1,39
Sorting	0,49
Skewness	0,07
Kurtosis	1,08
Uniformity Coefficient	1,66

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

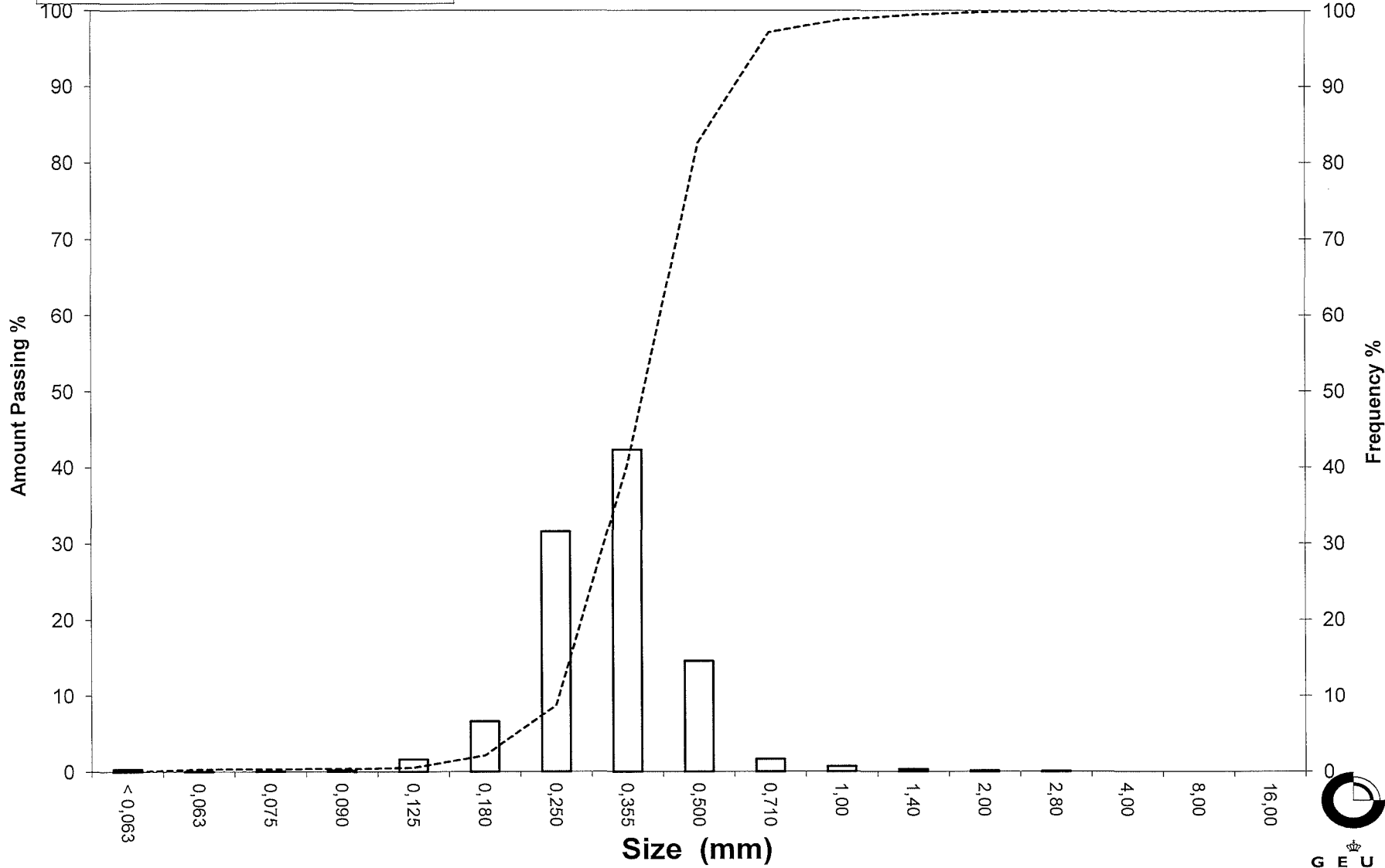
Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on



# Grain Size Distribution

Sample Id: ØN-1 200-400 cm

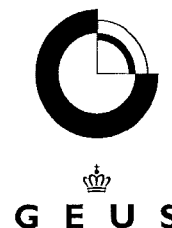
Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing



# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** ØN-2 0-20 cm  
**Lab. Id:** 14127  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Øresund Nord  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmqvist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**Total Weight** 162,49 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount passing
mm	Φ	g	%	%
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	0,93	0,57	99,43
4,00	-2,00	2,07	1,27	98,15
2,80	-1,49	2,60	1,60	96,55
2,00	-1,00	3,19	1,96	94,59
1,40	-0,49	3,30	2,03	92,56
1,00	0,00	6,16	3,79	88,77
0,710	0,49	7,92	4,87	83,89
0,500	1,00	21,58	13,28	70,61
0,355	1,49	38,25	23,54	47,07
0,250	2,00	48,65	29,94	17,13
0,180	2,47	23,38	14,39	2,74
0,125	3,00	3,29	2,02	0,72
0,090	3,47	0,32	0,20	0,52
0,075	3,74	0,05	0,03	0,49
0,063	3,99	0,02	0,01	0,48
< 0,063	> 3,99	0,78	0,48	0,00

Sieve Analysis

Gravel

Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

Size Class	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	0,48
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	6,38
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	70,08
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	17,65
Gravel (> 2 mm):	5,41
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	2,17	-1,12
16%	84%	0,72	0,48
25%	75%	0,57	0,81
40%	60%	0,43	1,20
Median 50%	50%	0,37	1,42
75%	25%	0,28	1,85
84%	16%	0,24	2,03
90%	10%	0,22	2,22
95%	5%	0,19	2,39

### Moments Statistics

Mean	1,31
Sorting	0,92
Skewness	-0,33
Kurtosis	1,39
Uniformity Coefficient	2,02

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

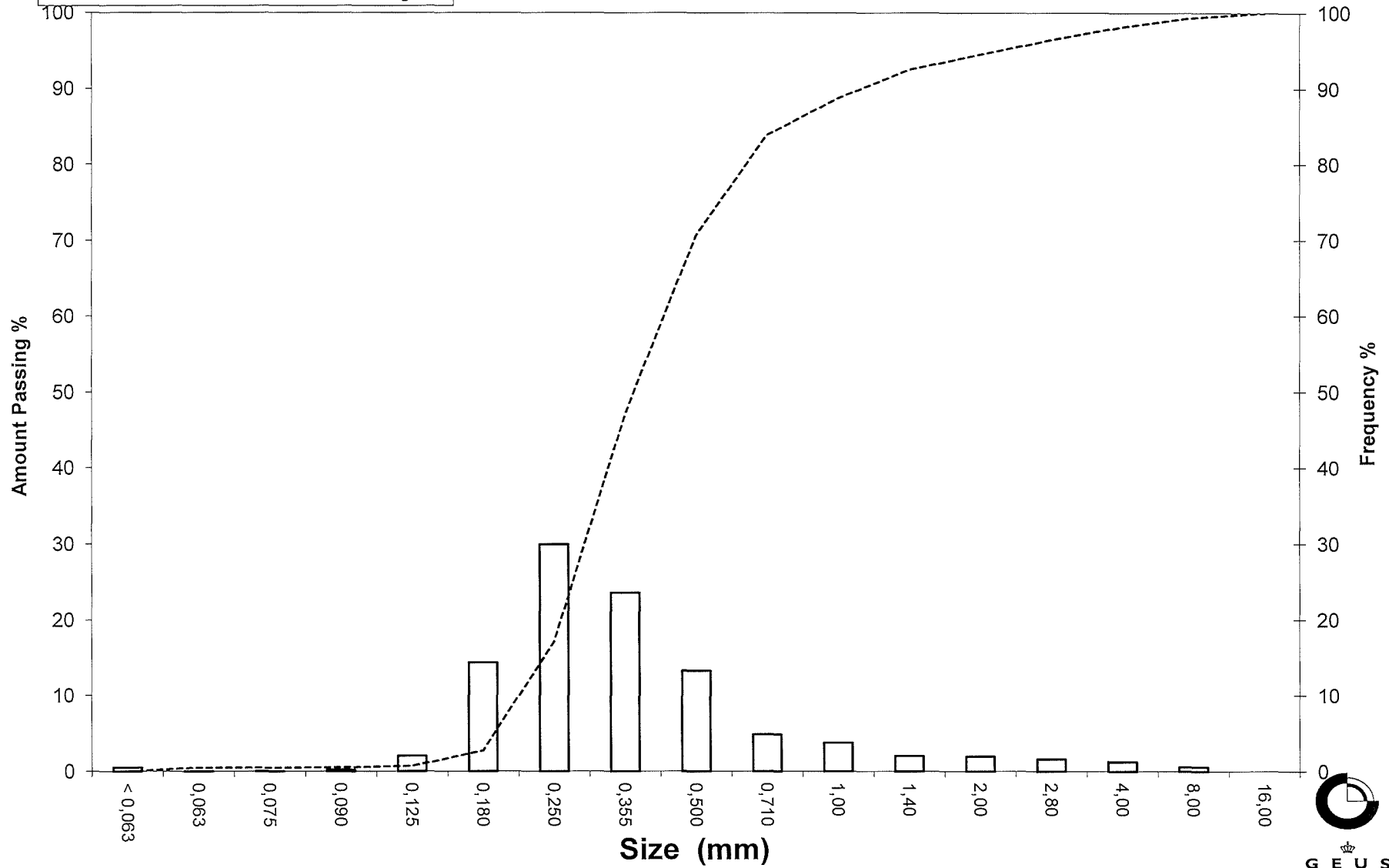
Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

Øster Voldgade 10 1350 København K  
 Tel.: +45 38 14 20 00 Telefax: +45 38 14 20 50  
 Email: GEUS@geus.dk

# Grain Size Distribution

Sample Id: ØN-2 0-20 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing





# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** ØN-2 100-200 cm  
**Lab. Id:** 14128  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Øresund Nord  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmquist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**G E U S**

**Total Weight** 114,2 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount passing
mm	Φ	g	%	%
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	0,00	0,00	100,00
4,00	-2,00	0,07	0,06	99,94
2,80	-1,49	0,00	0,00	99,94
2,00	-1,00	0,04	0,04	99,90
1,40	-0,49	0,04	0,04	99,87
1,00	0,00	0,19	0,17	99,70
0,710	0,49	1,30	1,14	98,56
0,500	1,00	17,49	15,32	83,25
0,355	1,49	49,65	43,48	39,77
0,250	2,00	27,71	24,26	15,51
0,180	2,47	13,14	11,51	4,00
0,125	3,00	3,60	3,15	0,85
0,090	3,47	0,39	0,34	0,51
0,075	3,74	0,03	0,03	0,48
0,063	3,99	0,01	0,01	0,47
< 0,063	> 3,99	0,54	0,47	0,00

Sieve Analysis

Gravel

Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	0,47
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	6,82
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	83,25
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	9,36
Gravel (> 2 mm):	0,10
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	0,66	0,60
16%	84%	0,51	0,97
25%	75%	0,47	1,08
40%	60%	0,42	1,24
Median 50%	50%	0,39	1,36
75%	25%	0,29	1,78
84%	16%	0,25	1,99
90%	10%	0,22	2,21
95%	5%	0,19	2,43

### Moments Statistics

Mean	1,44
Sorting	0,53
Skewness	0,20
Kurtosis	1,07
Uniformity Coefficient	1,95

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

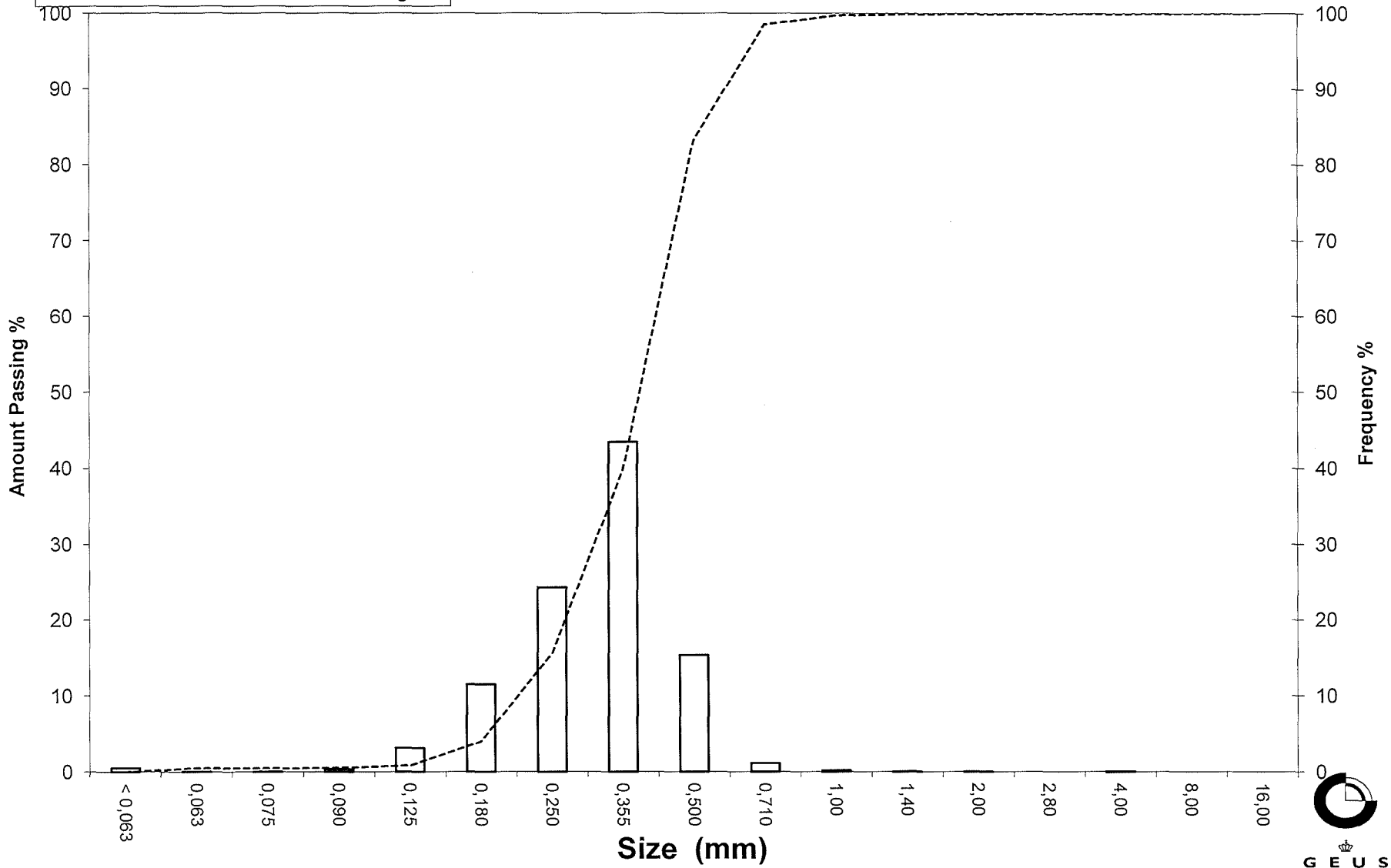
Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

Øster Voldgade 10 1350 København K  
 Tel.: +45 38 14 20 00 Telefax: +45 38 14 20 50  
 Email: CEIS@geus.dk

# Grain Size Distribution

Sample Id: ØN-2 100-200 cm

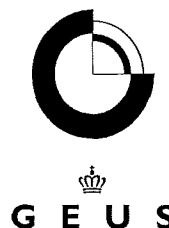
Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing



# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** ØN-2 300-400 cm  
**Lab. Id:** 14129  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Øresund Nord  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmquist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**Total Weight** 121,06 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount passing
mm	Φ	g	%	%
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	0,00	0,00	100,00
4,00	-2,00	0,00	0,00	100,00
2,80	-1,49	0,00	0,00	100,00
2,00	-1,00	0,01	0,01	99,99
1,40	-0,49	0,01	0,01	99,98
1,00	0,00	0,07	0,06	99,93
0,710	0,49	0,10	0,08	99,84
0,500	1,00	0,28	0,23	99,61
0,355	1,49	0,88	0,73	98,88
0,250	2,00	1,45	1,20	97,69
0,180	2,47	12,72	10,51	87,18
0,125	3,00	77,68	64,17	23,01
0,090	3,47	21,71	17,93	5,08
0,075	3,74	2,02	1,67	3,41
0,063	3,99	0,88	0,73	2,68
< 0,063	> 3,99	3,25	2,68	0,00

Sieve Analysis

Gravel

Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	2,68
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	87,50
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	9,54
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	0,27
Gravel (> 2 mm):	0,01
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	0,23	2,11
16%	84%	0,18	2,50
25%	75%	0,17	2,56
40%	60%	0,16	2,67
Median 50%	50%	0,15	2,76
75%	25%	0,13	2,98
84%	16%	0,11	3,17
90%	10%	0,10	3,33
95%	5%	0,09	3,49

### Moments Statistics

Mean	2,81
Sorting	0,38
Skewness	0,14
Kurtosis	1,34
Uniformity Coefficient	1,57

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

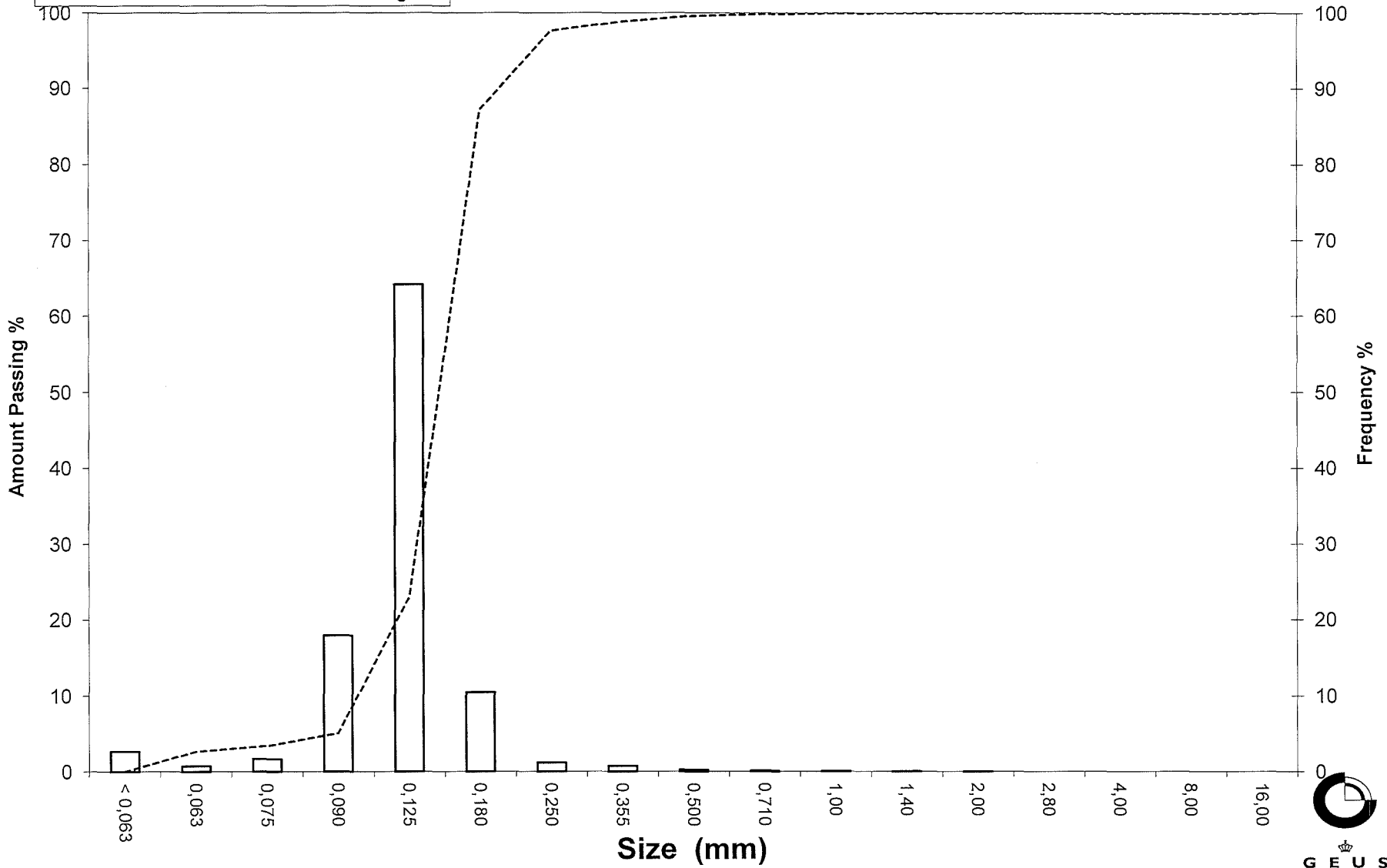
Øster Voldgade 10 1350 København K  
 Tel.: +45 38 14 20 00 Telefax: +45 38 14 20 50  
 Email: CEIS@geus.dk



# Grain Size Distribution

Sample Id: ØN-2 300-400 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing



# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** ØN-3 0-40 cm  
**Lab. Id:** 14130  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Øresund Nord  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmquist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**Total Weight** 115,89 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount passing
mm	Φ	g	%	%
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	0,00	0,00	100,00
4,00	-2,00	0,00	0,00	100,00
2,80	-1,49	0,00	0,00	100,00
2,00	-1,00	0,00	0,00	100,00
1,40	-0,49	0,11	0,09	99,91
1,00	0,00	0,29	0,25	99,65
0,710	0,49	1,86	1,60	98,05
0,500	1,00	17,61	15,20	82,85
0,355	1,49	29,41	25,38	57,48
0,250	2,00	31,58	27,25	30,23
0,180	2,47	26,95	23,25	6,97
0,125	3,00	6,88	5,94	1,04
0,090	3,47	0,59	0,51	0,53
0,075	3,74	0,08	0,07	0,46
0,063	3,99	0,02	0,02	0,44
< 0,063	> 3,99	0,51	0,44	0,00

Sieve Analysis

Gravel

Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	0,44
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	13,18
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	76,47
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	9,91
Gravel (> 2 mm):	0,00
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	0,67	0,58
16%	84%	0,52	0,96
25%	75%	0,46	1,14
40%	60%	0,37	1,44
Median 50%	50%	0,33	1,62
75%	25%	0,23	2,09
84%	16%	0,21	2,27
90%	10%	0,19	2,40
95%	5%	0,16	2,63

### Moments Statistics

Mean	1,61
Sorting	0,64
Skewness	-0,01
Kurtosis	0,88
Uniformity Coefficient	1,95

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

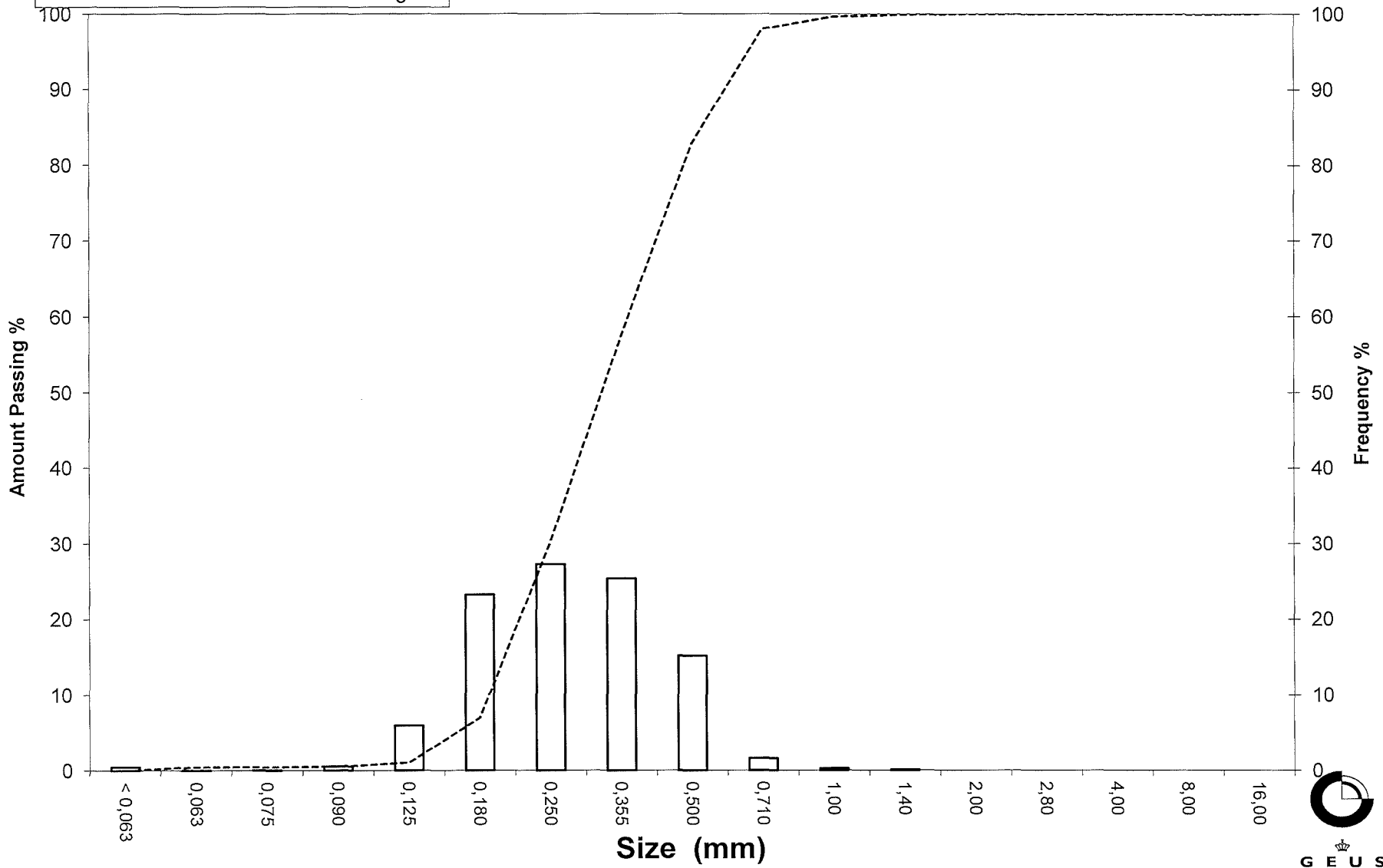
Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

Øster Voldgade 10 1350 København K  
 Tel.: +45 38 14 20 00 Telefax: +45 38 14 20 50  
 Email: GEUS@geus.dk

# Grain Size Distribution

Sample Id: ØN-3 0-40 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing

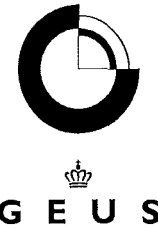




# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** ØN-3 50-120 cm  
**Lab. Id:** 14131  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Øresund Nord  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmquist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**Total Weight** 131,36 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount passing
mm	Φ	g	%	%
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	0,00	0,00	100,00
4,00	-2,00	0,00	0,00	100,00
2,80	-1,49	0,00	0,00	100,00
2,00	-1,00	0,01	0,01	99,99
1,40	-0,49	0,14	0,11	99,89
1,00	0,00	0,40	0,30	99,58
0,710	0,49	1,22	0,93	98,65
0,500	1,00	8,99	6,84	91,81
0,355	1,49	18,79	14,30	77,50
0,250	2,00	36,28	27,62	49,89
0,180	2,47	46,49	35,39	14,49
0,125	3,00	16,69	12,71	1,79
0,090	3,47	1,23	0,94	0,85
0,075	3,74	0,12	0,09	0,76
0,063	3,99	0,05	0,04	0,72
< 0,063	> 3,99	0,95	0,72	0,00

Sieve Analysis

Gravel

Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	0,72
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	23,88
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	70,46
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	4,92
Gravel (> 2 mm):	0,01
Sum:	100,00

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	0,60	0,74
16%	84%	0,42	1,25
25%	75%	0,35	1,53
40%	60%	0,29	1,79
Median 50%	50%	0,25	2,00
75%	25%	0,20	2,32
84%	16%	0,18	2,45
90%	10%	0,16	2,64
95%	5%	0,14	2,85

### Moments Statistics

Mean	1,90
Sorting	0,62
Skewness	-0,22
Kurtosis	1,10
Uniformity Coefficient	1,80

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

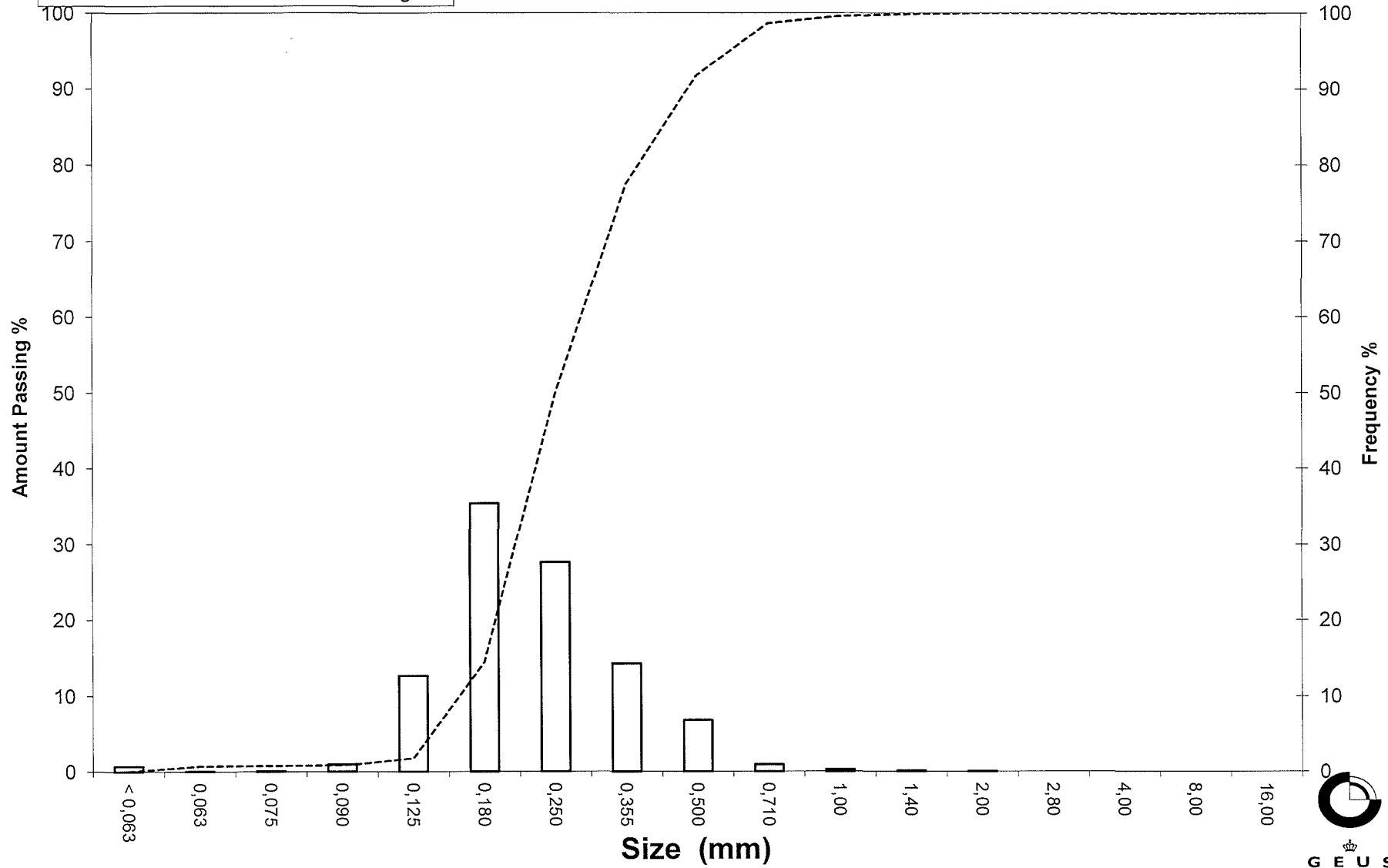
Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

Øster Voldgade 10 1350 København K  
 Tel.: +45 38 14 20 00 Telefax: +45 38 14 20 50  
 Email: GEUS@geus.dk

# Grain Size Distribution

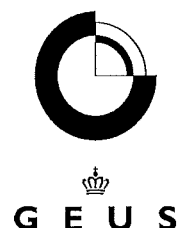
Sample Id: ØN-3 50-120 cm



# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** ØN-3 150-240 cm  
**Lab. Id:** 14132  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Øresund Nord  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmqvist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**Total Weight** 128,74 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount passing
		g	%	
mm	Φ			
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	0,00	0,00	100,00
4,00	-2,00	0,00	0,00	100,00
2,80	-1,49	0,05	0,04	99,96
2,00	-1,00	0,05	0,04	99,92
1,40	-0,49	0,08	0,06	99,86
1,00	0,00	0,19	0,15	99,71
0,710	0,49	0,29	0,23	99,49
0,500	1,00	0,77	0,60	98,89
0,355	1,49	3,78	2,94	95,95
0,250	2,00	27,31	21,21	74,74
0,180	2,47	67,82	52,68	22,06
0,125	3,00	25,58	19,87	2,19
0,090	3,47	1,44	1,12	1,07
0,075	3,74	0,14	0,11	0,96
0,063	3,99	0,10	0,08	0,89
< 0,063	> 3,99	1,14	0,89	0,00

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	0,89
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	36,23
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	62,06
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	0,75
Gravel (> 2 mm):	0,08
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	0,35	1,51
16%	84%	0,30	1,76
25%	75%	0,25	1,99
40%	60%	0,23	2,12
Median 50%	50%	0,22	2,20
75%	25%	0,18	2,44
84%	16%	0,16	2,62
90%	10%	0,15	2,77
95%	5%	0,13	2,91

### Moments Statistics

Mean	2,19
Sorting	0,43
Skewness	-0,01
Kurtosis	1,27
Uniformity Coefficient	1,57

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

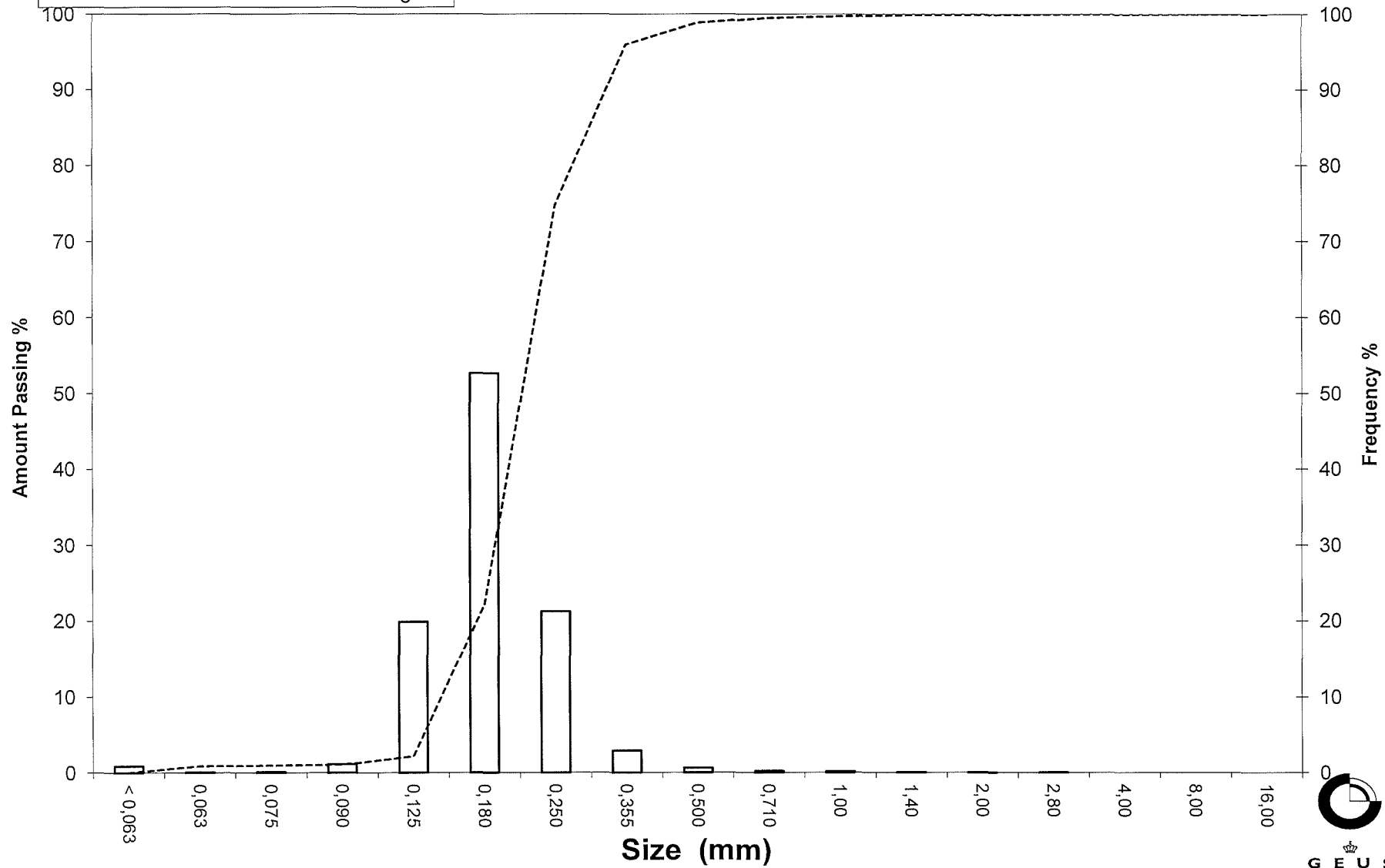
Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on



# Grain Size Distribution

Sample Id: ØN-3 150-240 cm

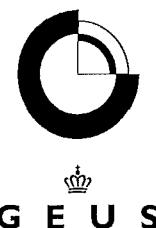
Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing



# Grain Size Distribution

## Geotechnical

**Sample Id:** ØN-4 0-200 cm  
**Lab. Id:** 14133  
**Submitter:** Naturstyrelsen  
**Subject:** Øresund Nord  
**Date:** Sember/oktober 2014  
**Executed:** I. Nørgaard & M. Elmqvist  
**Remarks:** For mat. < 2mm.



**Total Weight** 134,43 g

### Size Fractions

Size	Size	Weight	Weight	Cumulated amount
mm	Φ	g	%	amount passing %
16,00	-4,00	0,00	0,00	100,00
8,00	-3,00	0,00	0,00	100,00
4,00	-2,00	1,06	0,79	99,21
2,80	-1,49	0,67	0,50	98,71
2,00	-1,00	0,96	0,71	98,00
1,40	-0,49	1,89	1,41	96,59
1,00	0,00	3,48	2,59	94,00
0,710	0,49	10,16	7,56	86,45
0,500	1,00	35,02	26,05	60,40
0,355	1,49	44,90	33,40	27,00
0,250	2,00	28,71	21,36	5,64
0,180	2,47	5,30	3,94	1,70
0,125	3,00	0,76	0,57	1,13
0,090	3,47	0,44	0,33	0,80
0,075	3,74	0,16	0,12	0,68
0,063	3,99	0,08	0,06	0,62
< 0,063	> 3,99	0,84	0,62	0,00

Sieve Analysis

Gravel

Sand

### Size Classes (DGF-Bulletin 1 1988)

	Weight %
Silt and clay (< 0,063 mm):	0,62
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	2,20
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	69,98
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	25,20
Gravel (> 2 mm):	2,00
<b>Sum:</b>	<b>100,00</b>

### Moments Measures (Folk and Wards)

Percentile	Percentile	d(mm)	Φ
Amount in sieve	Amount passing		
5%	95%	1,15	-0,21
16%	84%	0,69	0,53
25%	75%	0,62	0,69
40%	60%	0,50	1,00
Median 50%	50%	0,45	1,14
75%	25%	0,35	1,53
84%	16%	0,30	1,73
90%	10%	0,27	1,88
95%	5%	0,24	2,07

### Moments Statistics

Mean	1,13
Sorting	0,64
Skewness	-0,09
Kurtosis	1,11
Uniformity Coefficient	1,84

The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves to the 1/2 phi scale

Size Classes and Percentiles are found by linear interpolation

### Formulas

Mean  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} + \phi_{50\%}) / 3$  (Folk and Ward 1957)

Sorting  $(\phi_{84\%} - \phi_{16\%}) / 4 + (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / 6,6$  (Folk and Ward 1957)

Kurtosis  $(\phi_{95\%} - \phi_{5\%}) / (2,44 * (\phi_{75\%} - \phi_{25\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Skewness  $(\phi_{16\%} + \phi_{84\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{84\%} - \phi_{16\%})) + (\phi_{5\%} + \phi_{95\%} - 2 * \phi_{50\%}) / (2 * (\phi_{95\%} - \phi_{5\%}))$  (Folk and Ward 1957)

Uniformity Coefficient  $(d_{60\%} / d_{10\%})$  (dgf-Bulletin 1988)

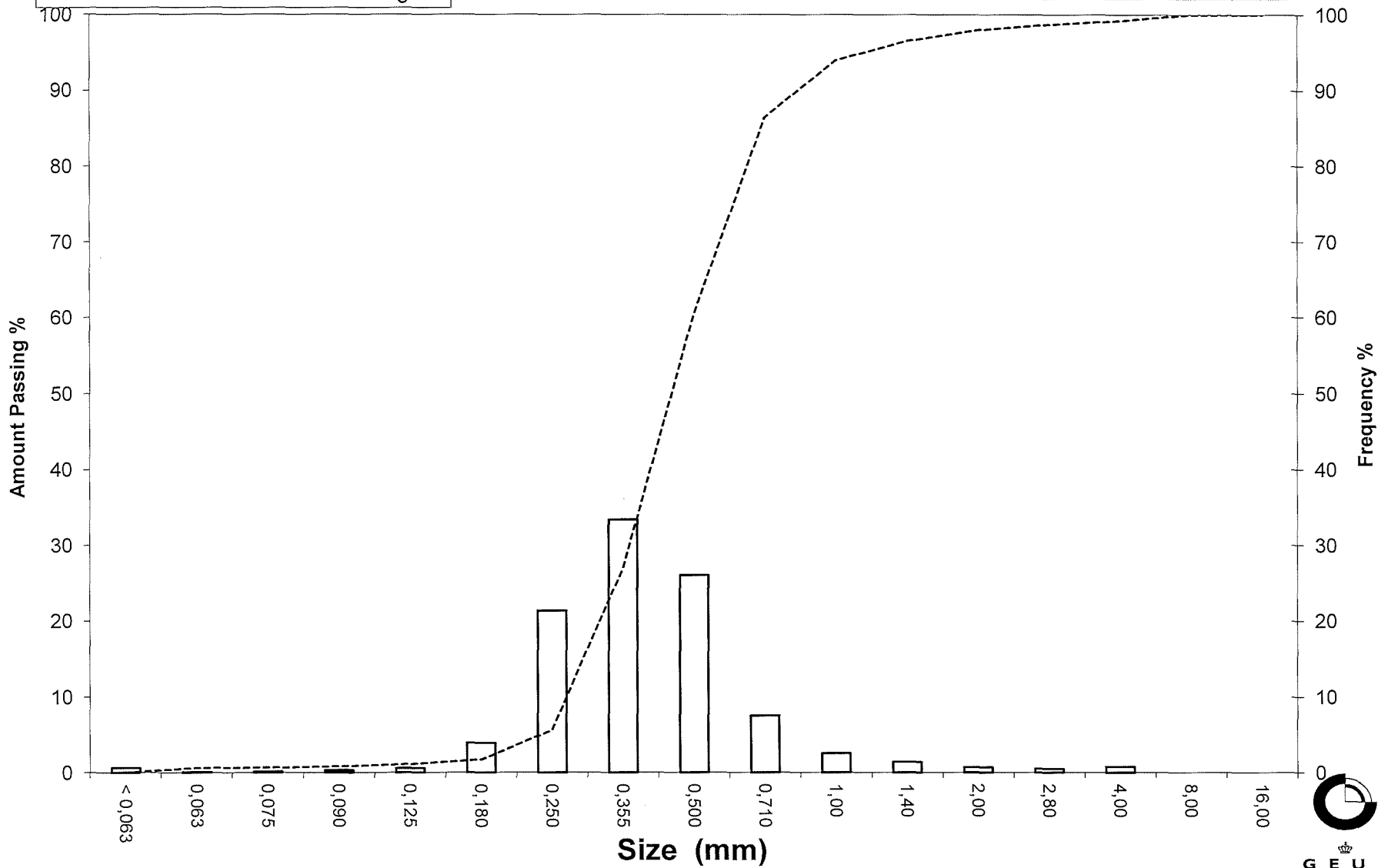
Mean, sorting, skewness and kurtosis are based on

Øster Voldgade 10 1350 København K  
 Tel.: +45 38 14 20 00 Telefax: +45 38 14 20 50  
 Email: GEUS@geus.dk

# Grain Size Distribution

Sample Id: ØN-4 0-200 cm

Frequency Percent  
Cumulated Amount Passing





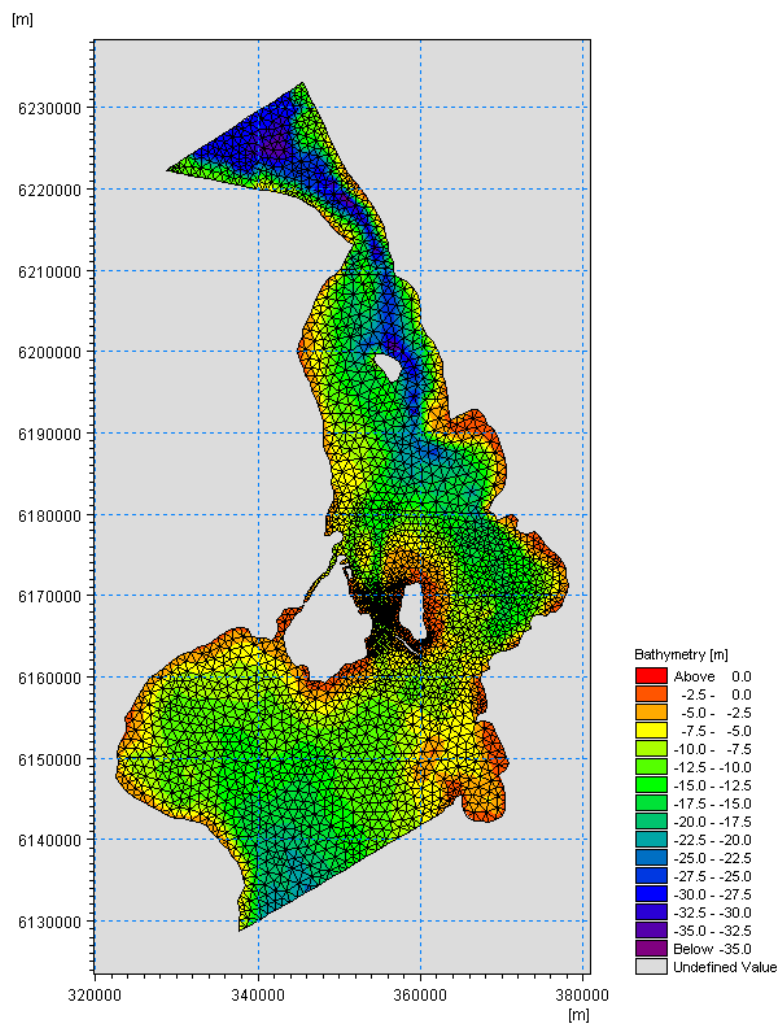
## **Bilag P: Videotransekter**

Videotransekt skemaer er ikke vedlagt i udskrift, men ligger i kopi på vedlagte CD.

## **Bilag Q: Spildmoniteringsrapport**



## Spildmodellering i forbindelse med råstofkortlægning i Øresund

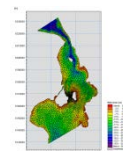


Denne rapport er udarbejdet under DHI's ledelsessystem, som er certificeret af DNV  
for overensstemmelse med ISO 9001 for kvalitetsledelse



# Spildmodellering i forbindelse med råstofkortlægning i Øresund

Udarbejdet for                      GEUS  
Repræsenteret ved                Steen Lomholt



*Bathymetrisk grundlag for sedimenttransportmodellen*

Projektleder	Ulrik Lumborg
Kvalitetsansvarlig	Jacob Vested
Projektnummer	11816853
Godkendelsesdato	22-12-2014
Revision	1.0
Klassifikation	Fortrolig





## INDHOLDSFORTEGNELSE

### INDHOLDSFORTEGNELSE

<b>1</b>	<b>Introduktion .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Modelbeskrivelse og datagrundlag.....</b>	<b>1</b>
2.1	Sedimentspild.....	4
<b>3</b>	<b>Resultater.....</b>	<b>6</b>
3.1	Sedimentkoncentrationer .....	6
3.2	Sedimentdeponering .....	10
<b>4</b>	<b>Konkluderende bemærkninger.....</b>	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>Referencer .....</b>	<b>14</b>

### FIGURER

Figur 2-1	Skematisk præsentation af processer inkluderet i den anvendte sedimenttransport model .....	1
Figur 2-2	Den numeriske models bathymetriske grundlag.....	3
Figur 3-1	Typisk øjebliksbillede af sedimentkoncentrationer som følge af sedimentspild ved Lappegrund .....	6
Figur 3-2	Typisk øjebliksbillede af sedimentkoncentrationer som følge af sedimentspild ved Nivå Flak .....	7
Figur 3-3	Typisk øjebliksbillede af sedimentkoncentrationer som følge af sedimentspild ved Skovshoved.....	8
Figur 3-4	Andel af tiden hvor koncentrationen $2 \text{ mg l}^{-1}$ er overkredet som følge af sedimentspild ved indvindingsfeltet Lappegrund for hhv. perioderne marts og maj.....	9
Figur 3-5	Andel af tiden hvor koncentrationen $2 \text{ mg l}^{-1}$ er overkredet som følge af sedimentspild ved indvindingsfeltet Nivå Flak for hhv. perioderne marts og maj.....	9
Figur 3-6	Andel af tiden hvor koncentrationen $2 \text{ mg l}^{-1}$ er overkredet som følge af sedimentspild ved indvindingsfeltet Skovshoved for hhv. perioderne marts og maj.....	10
Figur 3-7	Aflejringsrater for sediment spildt ved Lappegrund for hhv. marts og maj måned .....	11
Figur 3-8	Aflejringsrater for sediment spildt ved Nivå Flak for hhv. marts og maj måned .....	11
Figur 3-9	Aflejringsrater for sediment spildt ved Skovshoved for hhv. marts og maj måned.....	12

### TABELLER

Tabel 2-1	Udvælgelse af modelperioder .....	2
Tabel 2-2	Nøgleparametre for modellering af spildt sediment i Øresund .....	4
Tabel 2-3	Anvendte spilmængder for de tre indvindingsfelter. Tallene angiver spildet af den samlede sedimentpulje idet kun den finkornede andel spredes udover indvindingsfeltet.....	4

## 1 Introduktion

I forbindelse med råstoftkortlægning i Øresund har der vist sig et behov for at kende til spredningen af spildt sediment. GEUS har henvendt sig til DHI med henblik på at få lavet en modellering af spredningen af dette sediment.

Studiet er lavet ved at opstille en numerisk model der beregner spredningen af det spildte sediment på baggrund af beregnede strømningsmønstre. Modellen beregner spild fra tre indvindingsfelter individuelt og er opsat for både en normal og en rolig periode.



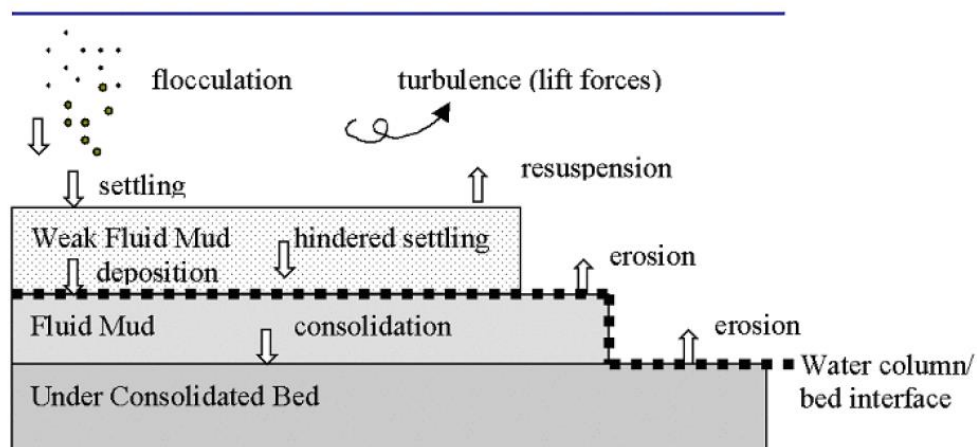
## 2 Modelbeskrivelse og datagrundlag

Nærværende studie er baseret på DHI hydrodynamiske modelværktøj MIKE 3 FM. MIKE 3 er et generelt system der kan bruges til modellering af hydrodynamiske forhold i oceaner, estuarier, kystnære områder og søer.

Modelsystemet blev udviklet af DHI gennem 1980'erne og er siden blevet anvendt i et meget stort antal studier, herunder undersøgelser i forbindelse med Øresundsbron.

MIKE 3 beregner tidsvarierende tre-dimensionale strømninger og inkluderer bl.a. effekter af bathymetri, densitetsvariationer og eksterne forcings som eksempelvis vind og tidevand.

For at beregne spredningen af spildt sediment anvendes sedimenttransportmodulet MIKE 3 MT som beregner transport, aflejring og resuspension af finkornet sediment. Modellen er essentielt baseret på algoritmerne angivet i Mehta et al. (1989) og indeholder processerne vist i Figur 2-1.



Figur 2-1 Skematisk præsentation af processer inkluderet i den anvendte sedimenttransport model

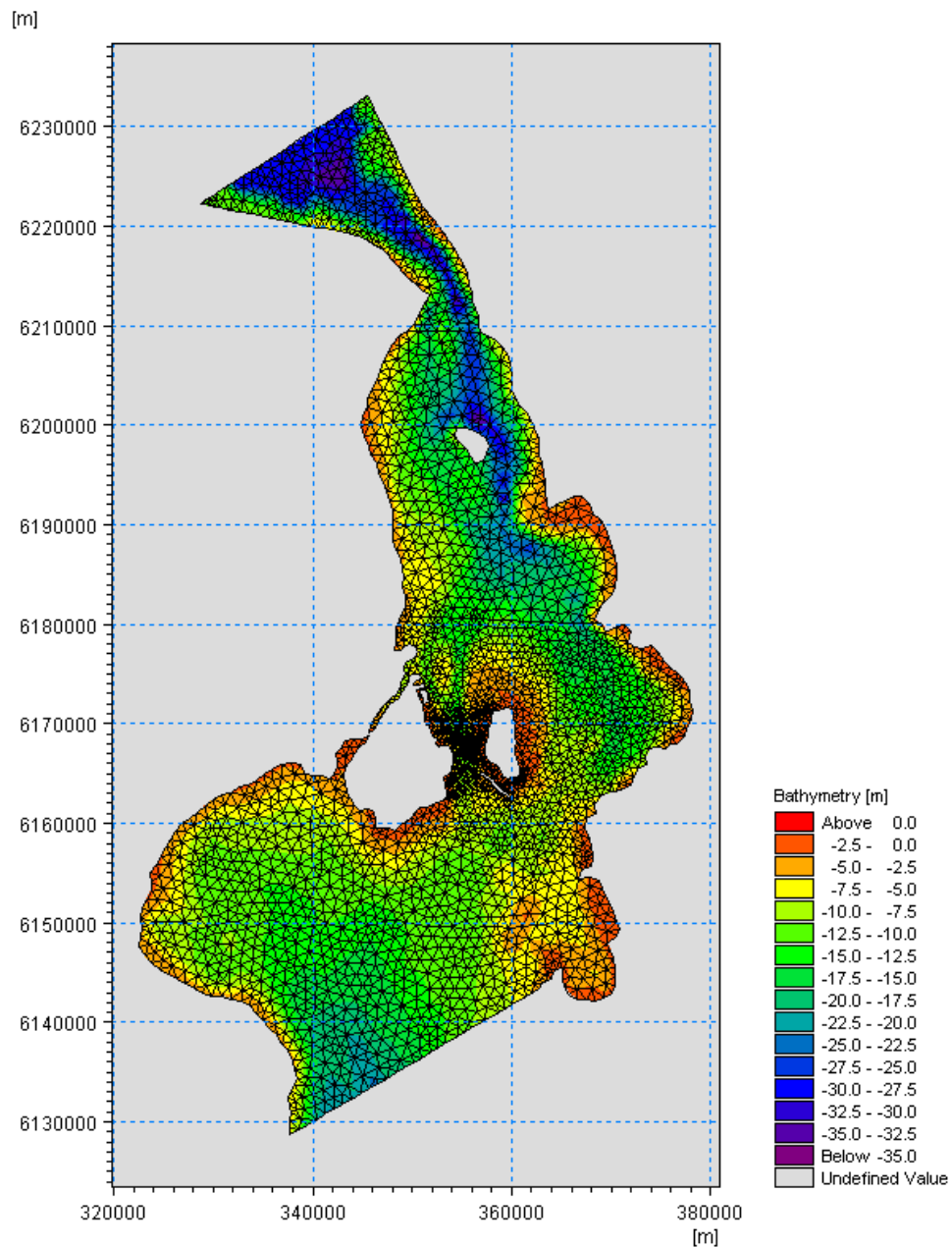
Den aktuelle model er sat op i flexible mesh systemet der anvender et trekantsnet til at beregne hydrodynamik og sedimenttransport. Trekantsnettet giver den fordel at det er muligt at angive en høj spatial opløsning i interesseområderne samtidig med at man kan opnå en relativ høj beregningshastighed.

Modellen er afviklet for dels en rolig måned og dels en måned der kan betragtes som værende normal. Perioderne er udvalgt fra en analyse af de enkelte måneder fra januar 2012 til august 2014. Analysen indeholder en undersøgelse af hydrodynamikken (strømhastigheder og bølgehøjder) i et punkt umiddelbart syd for Helsingør-Helsingborg tværsnittet På baggrund af denne analyse er valgt perioderne som angivet i Tabel 2-1. Den hydrodynamiske model er drevet af vandstand, salinitet og temperatur på de to åbne rande. Data for de valgte perioder er udtrykket fra DHI's operationelle vandudsigt. Yderligere bruges vind og lufttryk som eksterne randbetingelser til modellen. Det bathymetriske grundlag er vist i Figur 2-2.

Tabel 2-1 Udvalgelse af modelperioder

<i>Måned</i>	<i>Betegnelse</i>	<i>Begrundelse</i>
Marts 2014	Normal periode	Månedens har strømhastigheder under 0,1 m/s i 22,0% af tiden i forhold til 22,4% i gennemsnit. Den gennemsnitlige bølgehøjde er 0,3m set i forhold til gennemsnittet på 0,4m
Maj 2014	Rolig periode	Månedens har strømhastigheder under 0,1 m/s i 34,2% af tiden hvilket er det laveste af alle undersøgte måneder. Den gennemsnitlige bølgehøjde er 0,2 m set i forhold til 0,1 m som er de laveste månedsbølger i den undersøgte periode

Fordelingen af strømretninger er ikke ens for de to perioder og maj 2014 har således en højere forekomst af nordgående strømninger end marts 2014. Dette gør at resultaterne ikke er helt sammenlignelige. For at få en model der afspejler de naturlige forhold bedst muligt er det dog valgt at bruge modelperioder der reelt forekommer i naturen frem for at konstruere kunstige situationer.



Figur 2-2 Den numeriske models bathymetriske grundlag

Sedimenttransportmodellen indeholder udelukkende materiale spildt fra graveoperationerne. Dette betyder at modellen startes uden baggrundskoncentration og uden sediment på bunden. Desuden tilføjes ikke sediment fra modellens åbne rande. På denne måde kan effekterne af det spildte sediment umiddelbart vurderes. Der findes ikke informationer om kornstørrelsesfordelingen i fraktioner finere end 63µm. Det er derfor antaget at det spildte sediment har en mediankornstørrelse på 50µm svarende til en faldhastighed på 0,83 mm sek<sup>-1</sup>. Sediment finere end 63µm har så høj faldhastighed at det antages at sedimentere i gravefeltet. Der er derfor ikke regnet på sediment grovere end 63 µm. Modelparametre for det spildte sediment er vist i Tabel 2-2. Det bemærkes at parametrene ikke er målt i studieområdet og således er baseret på erfaringer. Det vurderes dog at modellen er tilstrækkelig nøjagtig til formålet.



Tabel 2-2 Nøgleparametre for modellering af spildt sediment i Øresund

<i>Parameter</i>	<i>Værdi</i>
Initiel bundtykkelse	0
Koncentration på åbne rande	0
Kritisk bundforskydningsspænding for erosion ( $\tau_{ce}$ )	0,1 N m <sup>-2</sup>
Erosionskoefficient (E)	0,00005 kg m <sup>-2</sup> sek <sup>-1</sup>
Faldhastighed ( $w_s$ )	0,83 mm sek <sup>-1</sup>
Kritisk bundforskydningsspænding for aflejring ( $\tau_{cd}$ )	0,07 N m <sup>-2</sup>

## 2.1 Sedimentspild

Fra kunden er modtaget kornstørrelsesfordelinger af sediment fra de tre indvindingsområder. Denne information er anvendt til en estimering af sedimentspildet.

I forbindelse med opgravning spildes en del af sedimentet. I Øresund opgraves fortrinsvis med sugedstyr (stiksugning eller slæbesugning). For denne gravetype spildes der relativt lidt i selve graveoperationen. Imidlertid udledes en del overløbsvand for at kunne transportere mest muligt opgravet sediment. Dette overløbsvand indeholder en del fint sediment. Det er i studiet antaget at der spildes 7% af hele sedimentpuljen. Værdien er valgt i ønsket om et konservativt estimat og er således i den øvre ende af hvad man normalt finder ved spildundersøgelser. For hver enkelt af de tre indvindingsfelter er der udregnet andelen af sediment finere end 63 $\mu$ m. Det antages således at der spildes 7% af denne fraktion. Spildet af den totale gravemængde er angivet i Tabel 2-3. Det bemærkes at i virkeligheden kan spildet både blive større og mindre. Det afhænger af den valgte gravemetode og af den aktuelle tilladelse mht. spild.

Tabel 2-3 Anvendte spilmængder for de tre indvindingsfelter. Tallene angivet spildet af den samlede sedimentpulje idet kun den finkornede andel spredes udover indvindingsfeltet

	<i>Lappegrund</i>	<i>Nivå Flak</i>	<i>Skovshoved</i>
Spild	0,2%	1,8%	0,3%
Aktuelt kvartal valgt	Ikke angivet	4 kv 1996	1 kv 2014
Total indvinding	3900 m <sup>3</sup>	6345 m <sup>3</sup>	9522 m <sup>3</sup>
Total indhold af sediment <63 $\mu$ m	1,8%	26,0%	4,5%
Gennemsnitlig pumpeetid pr last	1,5 timer	1,2 timer	4,8 timer
Antal dage med indvinding	2	3	8

Det spildte sediment vil ved sugemateriel forlade dredgeren som overløbsvand og hele spildet er derfor introduceret modellen ved vandoverfladen. Det er valgt at de enkelte graveoperationer starter 3. marts kl 08:00 for normalperioden og 3. maj kl 08:00 for den rolige periode. Der pumpes i henhold til den opgivne pumpetid og derefter 4 timers pause (transittid). Der fortsættes indtil hele den totale indvinding for kvartalet er opbrugt. Modellen fortsætter derefter til månedens udgang hvorefter resultaterne analyseres. Der foreligger ikke oplysninger om de reelle indvindingstidspunkter hvorfor denne metode er foretrukket.

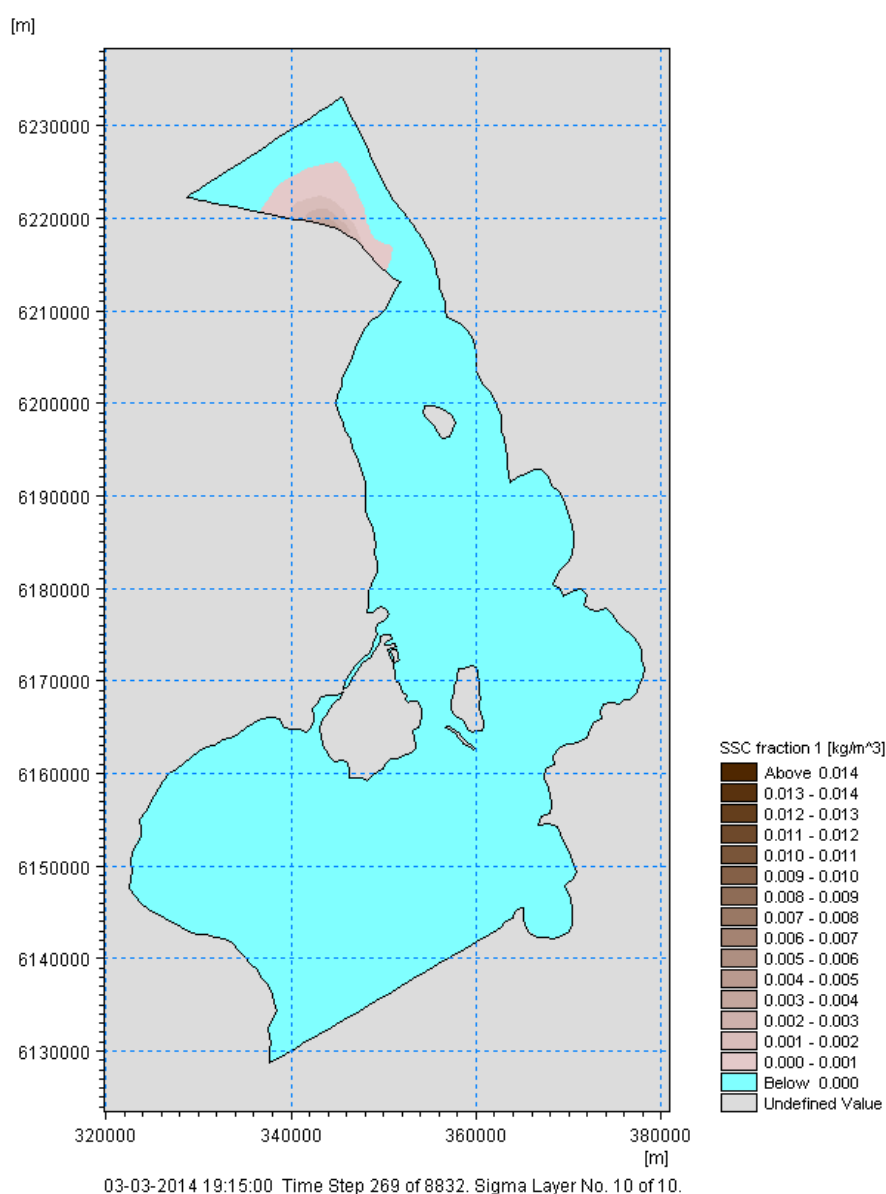
Modellerne afvikles individuelt så sedimentet for de enkelte indvindingsfelter og de enkelte perioder kan følges uafhængigt af hinanden.

## 3 Resultater

Modelresultaterne er analyseret dels for sedimentkoncentrationer og dels for aflejningsrater som behandles individuelt i det følgende.

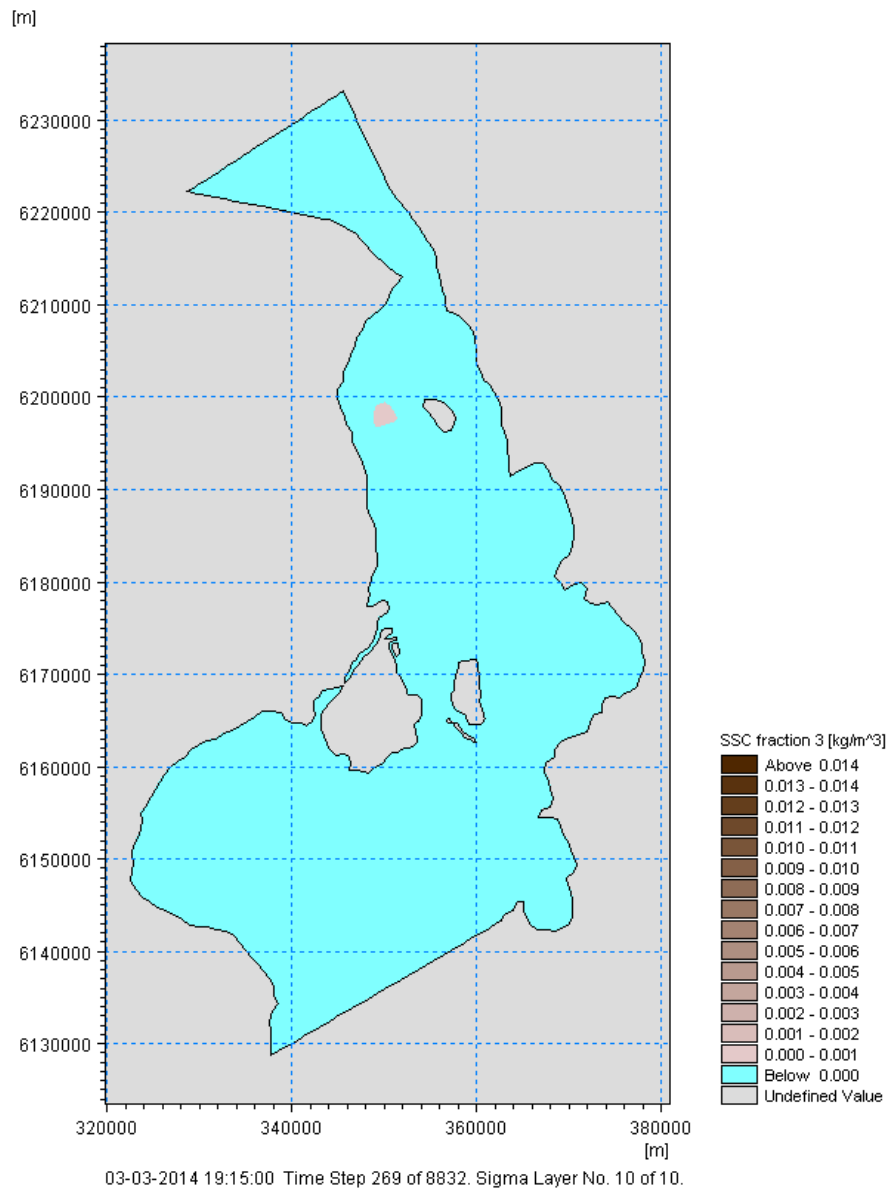
### 3.1 Sedimentkoncentrationer

Det spildte sediment spredes relativt hurtigt pga. strømningsforholdene i Øresund. Sedimentkoncentrationerne bliver hurtigt lave. Typiske øjebliksbilleder af sedimentkoncentrationer ved de tre indvindingsfelter er vist i Figur 3-1 til Figur 3-3. Generelt er sedimentkoncentrationerne mindre end 10 mg/l.

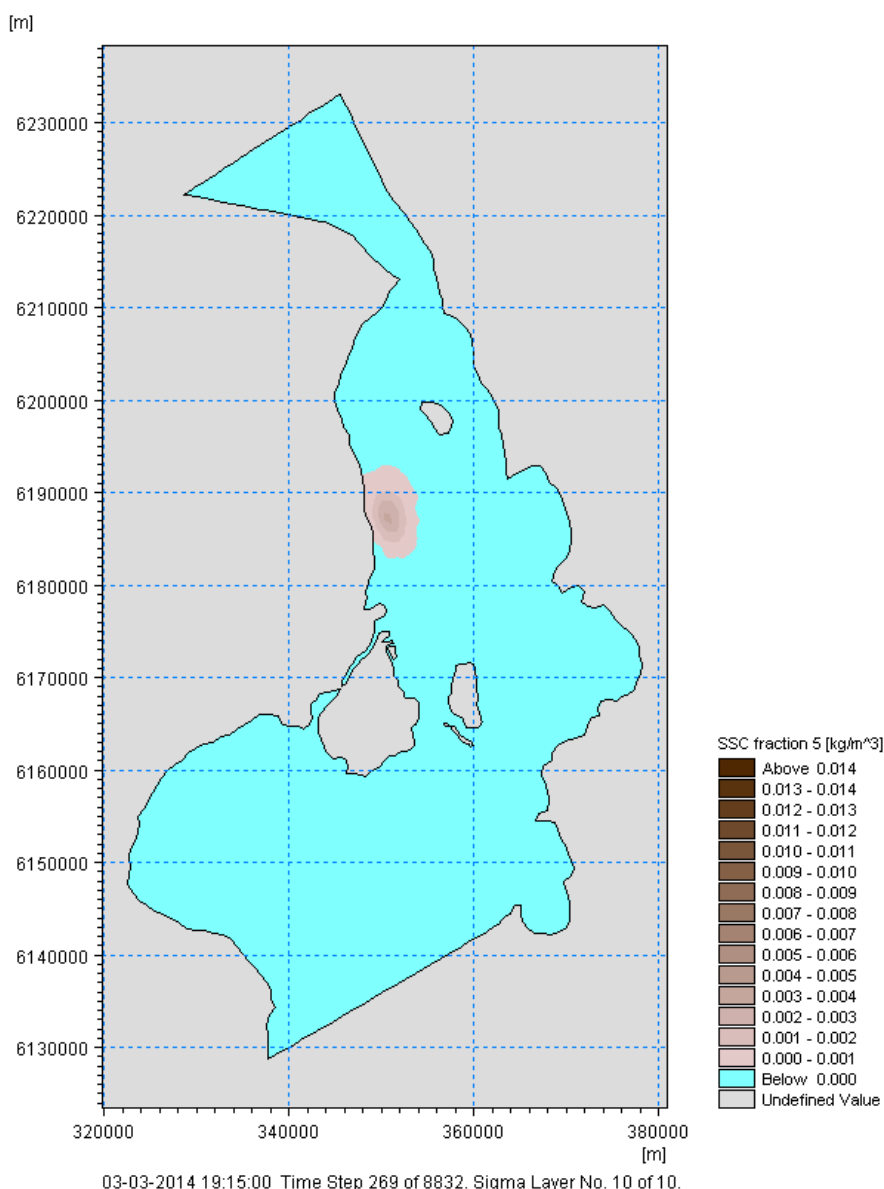


Figur 3-1 Typisk øjebliksbillede af sedimentkoncentrationer som følge af sedimentspild ved Lappegrund





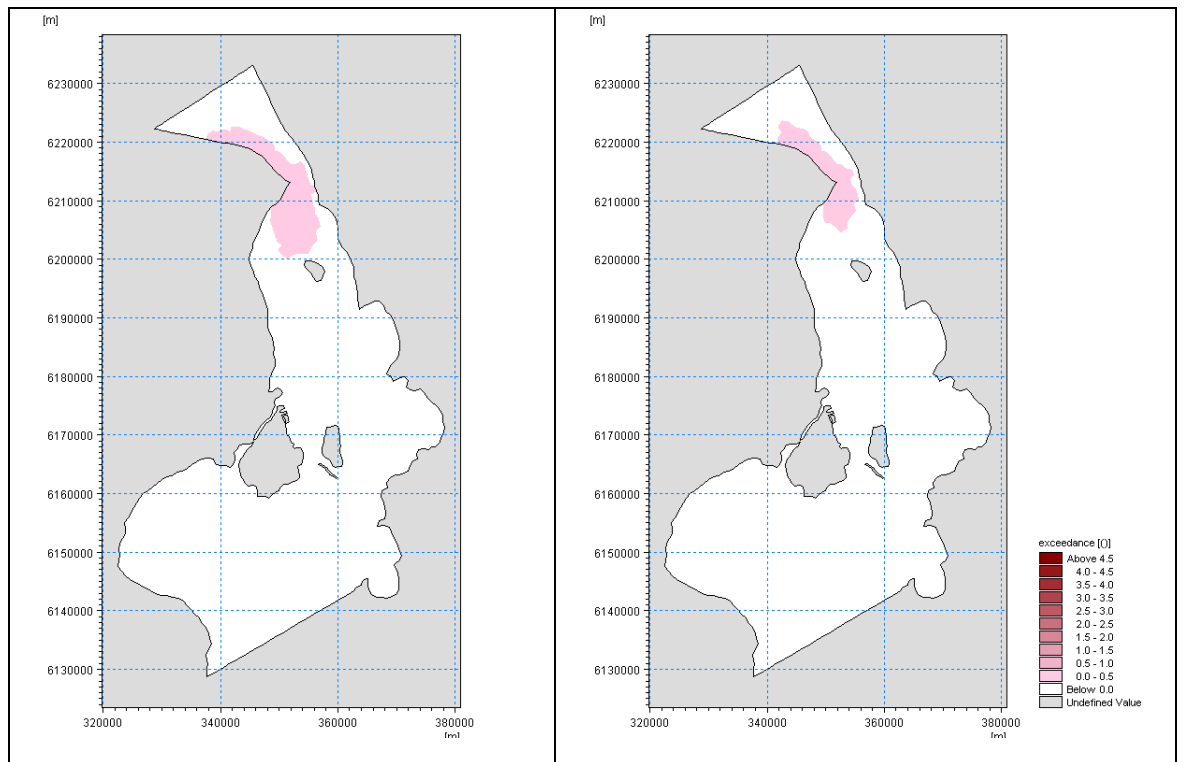
Figur 3-2 Typisk øjebliksbillede af sedimentkoncentrationer som følge af sedimentspild ved Nivå Flak



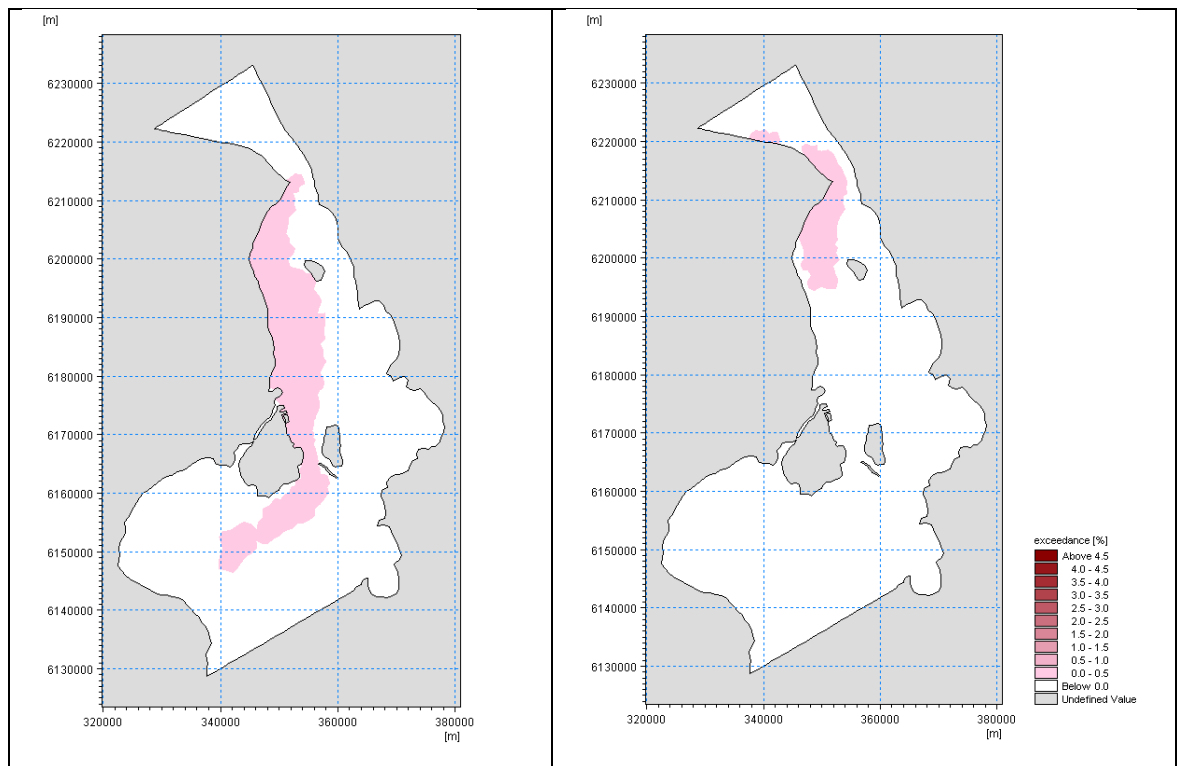
Figur 3-3 Typisk øjebliksbillede af sedimentkoncentrationer som følge af sedimentspild ved Skovshoved

For nærmere at kvantificere sedimentkoncentrationerne er det beregnet i hvor stor en del af tiden koncentrationen 2 mg/l er overskredet. 2 mg/l sættes ofte som grænsen for hvornår sedimentet kan skelnes med det blotte øje og det bemærkes at hverken bundfauna, muslinger eller fødesøgende fugle stresses ved denne koncentration.

I Figur 3-4 til Figur 3-6 er vist procent af tiden hvor koncentrationen 2 mg l<sup>-1</sup> er overskredet for de enkelte indvindingsfelter og for begge de beregnede perioder. Det bemærkes at der er forskel på fordelingen af strømretningerne i de to benyttede måneder og at resultaterne derfor ikke kan sammenlignes direkte

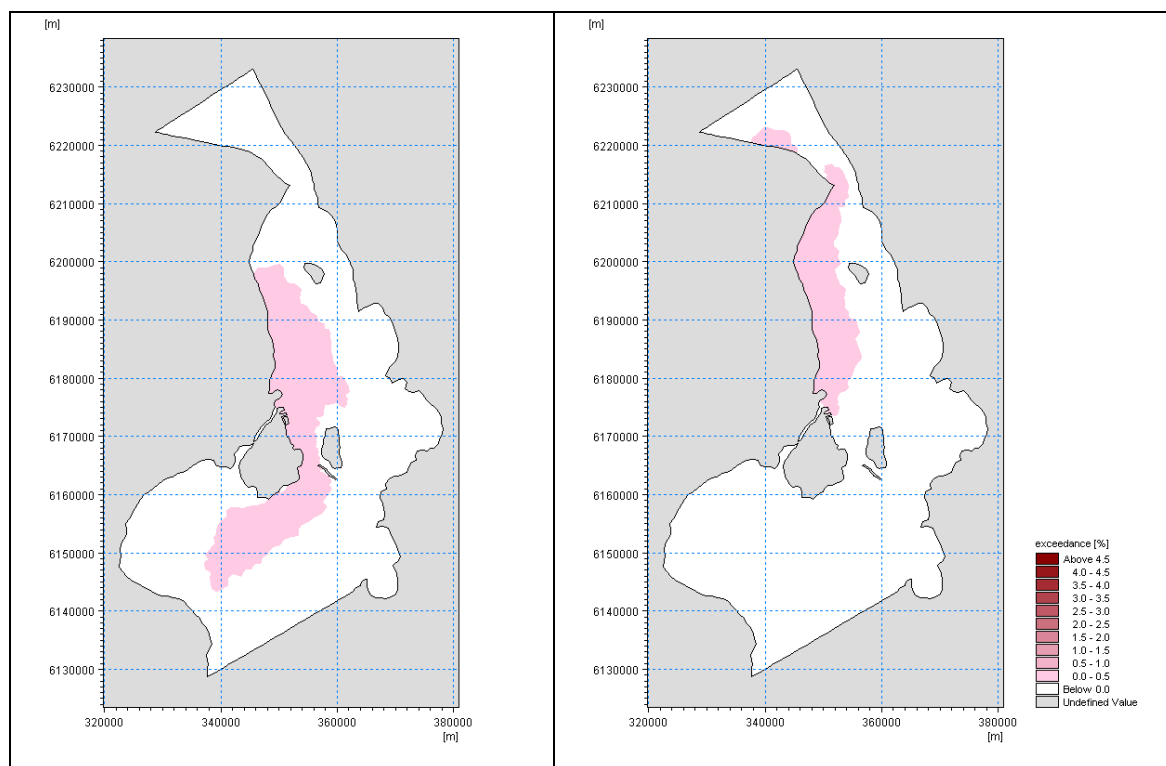


Figur 3-4 Andel af tiden hvor koncentrationen  $2 \text{ mg l}^{-1}$  er overkredet som følge af sedimentspild ved indvindingsfeltet Lappegrund for hhv. perioderne marts og maj.



Figur 3-5 Andel af tiden hvor koncentrationen  $2 \text{ mg l}^{-1}$  er overskredet som følge af sedimentspild ved indvindingsfeltet Nivå Flak for hhv. perioderne marts og maj.

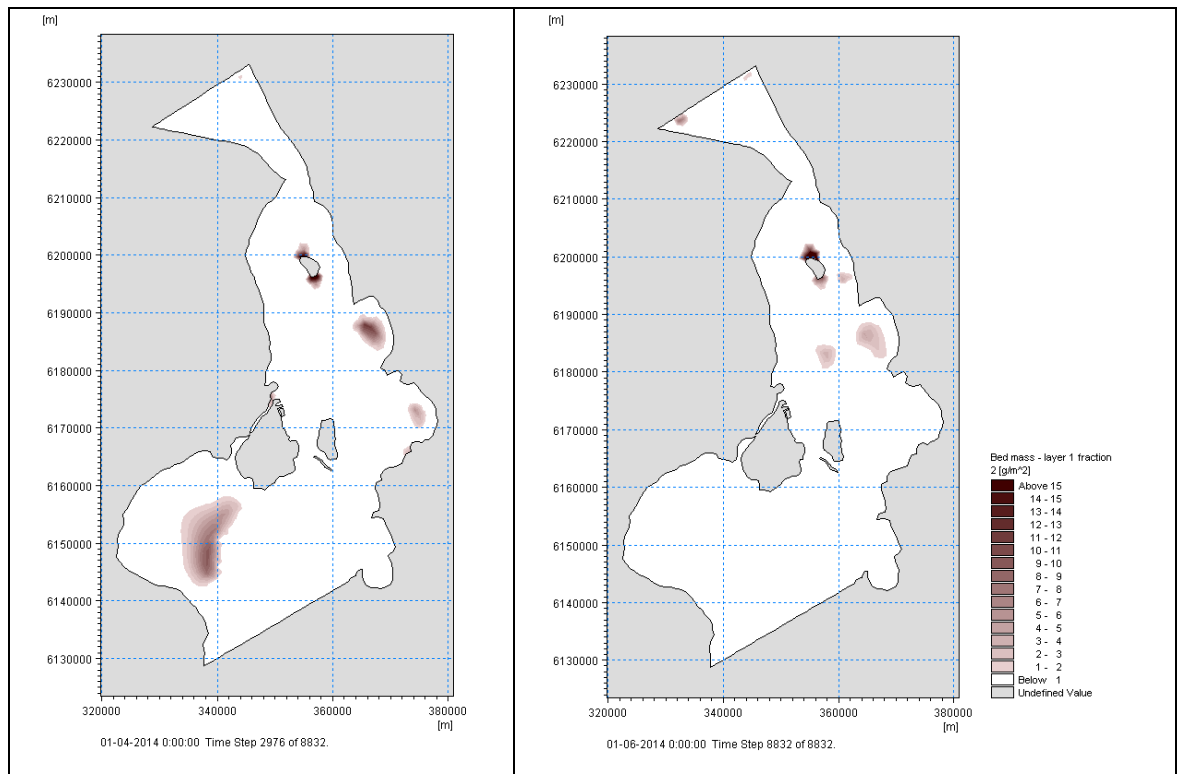




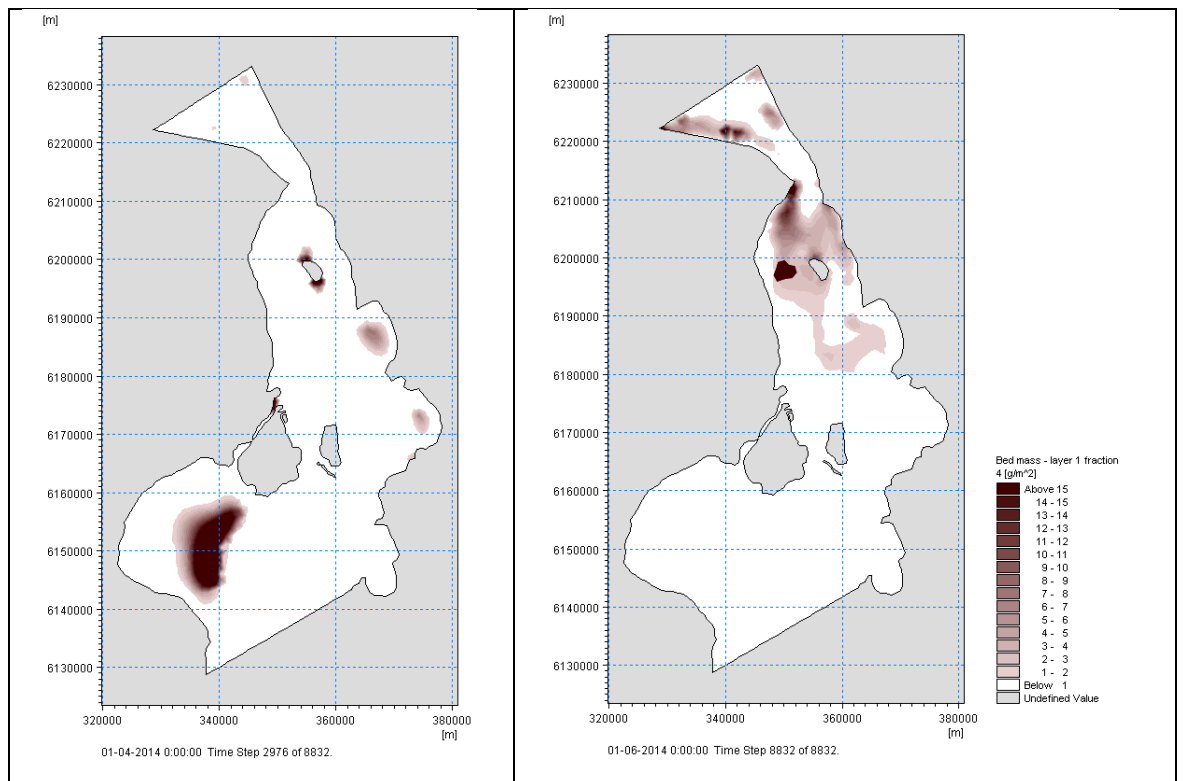
Figur 3-6 Andel af tiden hvor koncentrationen  $2 \text{ mg l}^{-1}$  er overskredet som følge af sedimentspild ved indvindingsfeltet Skovshoved for hhv. perioderne marts og maj.

## 3.2 Sedimentdeponering

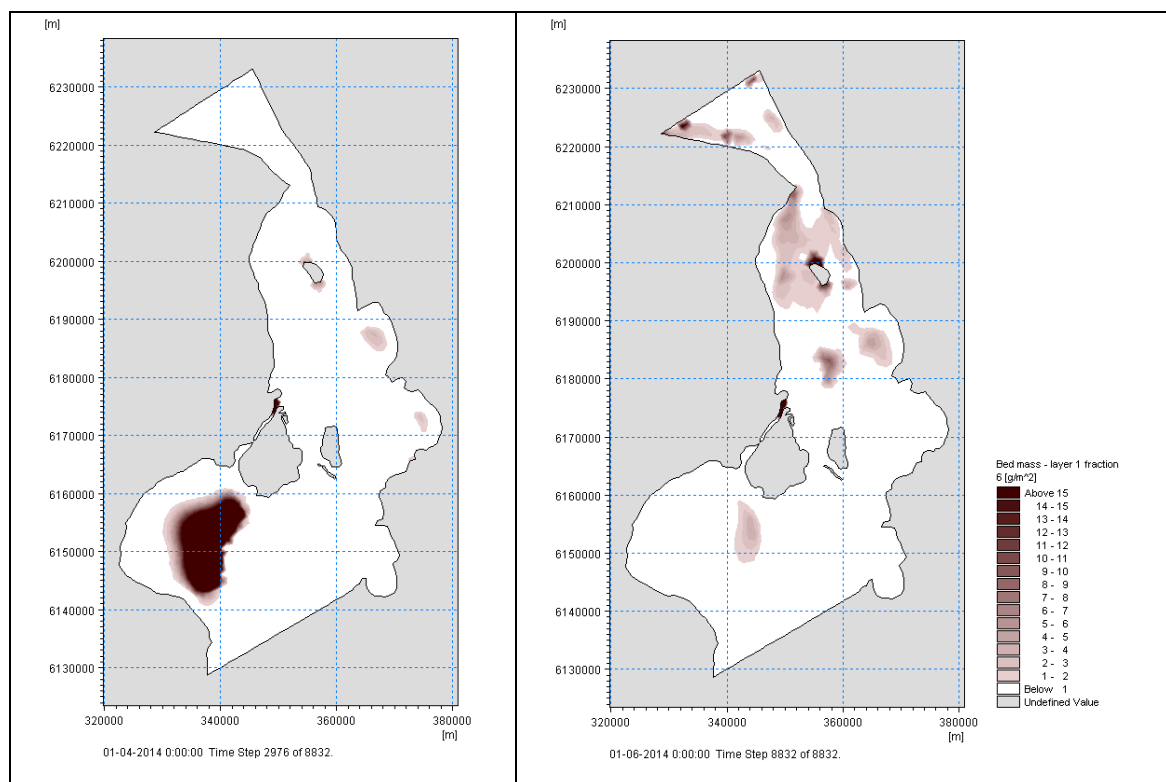
Sedimentet spredes som nævnt med havstrømmene og aflejres ved rolige forhold og i områder hvor strømhastighederne nær bunden er lave. Modellen er afviklet så indvindingen foregår i begyndelsen af den aktuelle måned og aflejringen er vist ved afslutningen af den nævnte måned. Det bemærkes at der er forskel på fordelingen af strømretningerne i de to benyttede måneder og at resultaterne derfor ikke kan sammenlignes direkte.



Figur 3-7 Aflejringsrater for sediment spildt ved Lappegrund for hhv. marts og maj måned



Figur 3-8 Aflejringsrater for sediment spildt ved Nivå Flak for hhv. marts og maj måned



Figur 3-9 Aflejningsrater for sediment spildt ved Skovshoved for hhv. marts og maj måned

Kortene viser at i normalperioden (marts, panelerne til venstre) aflejres der sediment i den ydre del af Køge Bugt. Sedimentet transporteres med strømmen og aflejres først når forholdene ved bunden er rolige. I det store aflejningsområde er dybden omkring 15 meter. Det vurderes at resuspension fra dette område er mulig 1-2 gange pr år.

For den rolige periode transporteres sedimentet ikke lige så langt men aflejres tættere ved indvindingsfeltet. Generelt er aflejningsområderne større men tyndere. Det vurderes at sedimentet let kan resuspenderes og således transporteres videre mod dybere og roligere områder.

Modellen har beregnet det spildte sediment som masser. Aflejningsraterne er derfor ligeledes præsenteret i masse ( $\text{g m}^{-2}$ ). Der viser sig imidlertid ofte et behov for at kende til aflejningsmængder i mm. Dette kan gøres ved at dividere med en densitet af det aflejrede sediment. Denne densitet er behæftet med en vis usikkerhed men ligger erfaringsmæssig omkring  $350 \text{ kg/m}^3$  for nyligt aflejret sediment. Bruges denne densitet fås at  $5 \text{ g m}^{-2}$  svarer til ca.  $0,015 \text{ mm}$ . De områder med højst aflejring ligger omkring  $60 \text{ g m}^{-2}$  hvilket svarer til  $0,17 \text{ mm}$ . Tallene er som nævnt behæftet med en vis usikkerhed men er under alle omstændigheder meget lave og alle mindre end  $1 \text{ mm}$ .



## 4 Konkluderende bemærkninger

På baggrund af analysen af sedimentet på indvindingsområderne og de numeriske analyser kan følgende konkluderes:

- Der er generelt meget lidt fint sediment i sedimentprøverne taget på indvindingsfelterne. Indholdet af fint sediment er størst ved Nivå Flak
- Den lille mængde fint sediment der spildes, spredes over et relativt stort område, men i lave koncentrationer. Det bemærkes dog at de naturlige sedimentkoncentrationer i Øresund er meget lave og at den relative ændring derfor kan være stor
- Sedimentet aflejres i rolige og dybere områder. Det største aflejningsområde er i den ydre del af Køge Bugt
- Det er sandsynligt at sedimentet senere kan resuspenderes og yderligere omlejres inden det når så dybe områder at det vil forblive der

## 5 Referencer

Mehta, A.J., Hayter, E.J., Parker, W.R., Krone, R.B. and Teeter, A.M., 1989. Cohesive sediment transport. I: Process description. *Journal of Hydraulic Engineering* – ASCE 115(8):1076–1093.

## **Bilag R: Bathymetrisk surveyrapport**



Client: **GEUS**  
Steen Lomholt  
(slo@geus.dk)

Subcontracting to GEUS  
Bathymetric survey of 4 areas in Øresund

# Dansurvey

# BATHYMETRIC SURVEY

# REPORT

***Survey period: 28-September to 4-October -2013***

Ref: GEUS\_Survey\_Oresund\_2014  
Date: 11-11-2014  
Version: final\_v1

Prepared by John Dahl  
(jd@dansurvey.com)  
Dansurvey  
+45 45354585

..

**TABLE OF CONTENTS**

- 1.) GENERAL SURVEY INFORMATION**
- 2.) THE SURVEY SYSTEM**
- 3.) SURFACE POSITIONING (RTK)**
- 4.) GEODESY & VERTICAL REDUCTION**
- 5.) VESSEL OFFSETS**
- 6.) PATCH TEST**
- 7.) SOUND VELOCITY PROFILES**
- 8.) SURVEY DATES & ACTIVITIES**
- 9.) OBSERVATIONS**
- 10.) SURVEY DATA DELIVERIES**
- 11.) VERTICAL VERIFICATION**
- 12.) LAPPEGRUND SURVEY RESULT**
- 13.) DISKEN SURVEY RESULT**
- 14.) NIVÅ FLAK SURVEY RESULT**
- 15.) SKOVSHOVED SURVEY RESULT**

## 1. GENERAL SURVEY INFORMATION

GEUS contracted Dansurvey to perform bathymetric survey of 4 area in Øresund.

Dansurvey shall be responsible for all offshore activities, including preparations, mobilization, data acquisition and data processing.

The survey equipment were supplied by GEUS and Dansurvey. The survey vessel and crew were supplied by Dansurvey.

The scope of work is to make a high resolution bathymetric multi beam survey according to specifications given in verbal.

The time frame and planning of the survey trails were defined as 'as soon as possible'.

The survey areas are located in weather protected areas, why extensive weather downtime isn't to be expected.

### 1.1 Specifications

The survey lines should be planned to ensure 100% coverage, and sufficient high ping rate to ensure observations within all cells in the final gridded data set.

The Multi beam opening angle is limited to 120 degree, equal to a swath on 3 times depth below sensor.

Survey lines are sailed parallel with 15-25 meter line spacing. The total coverage is approximate with 10-20%% overlap.

The survey quality and accuracy shall meet requirements in IHO special order.

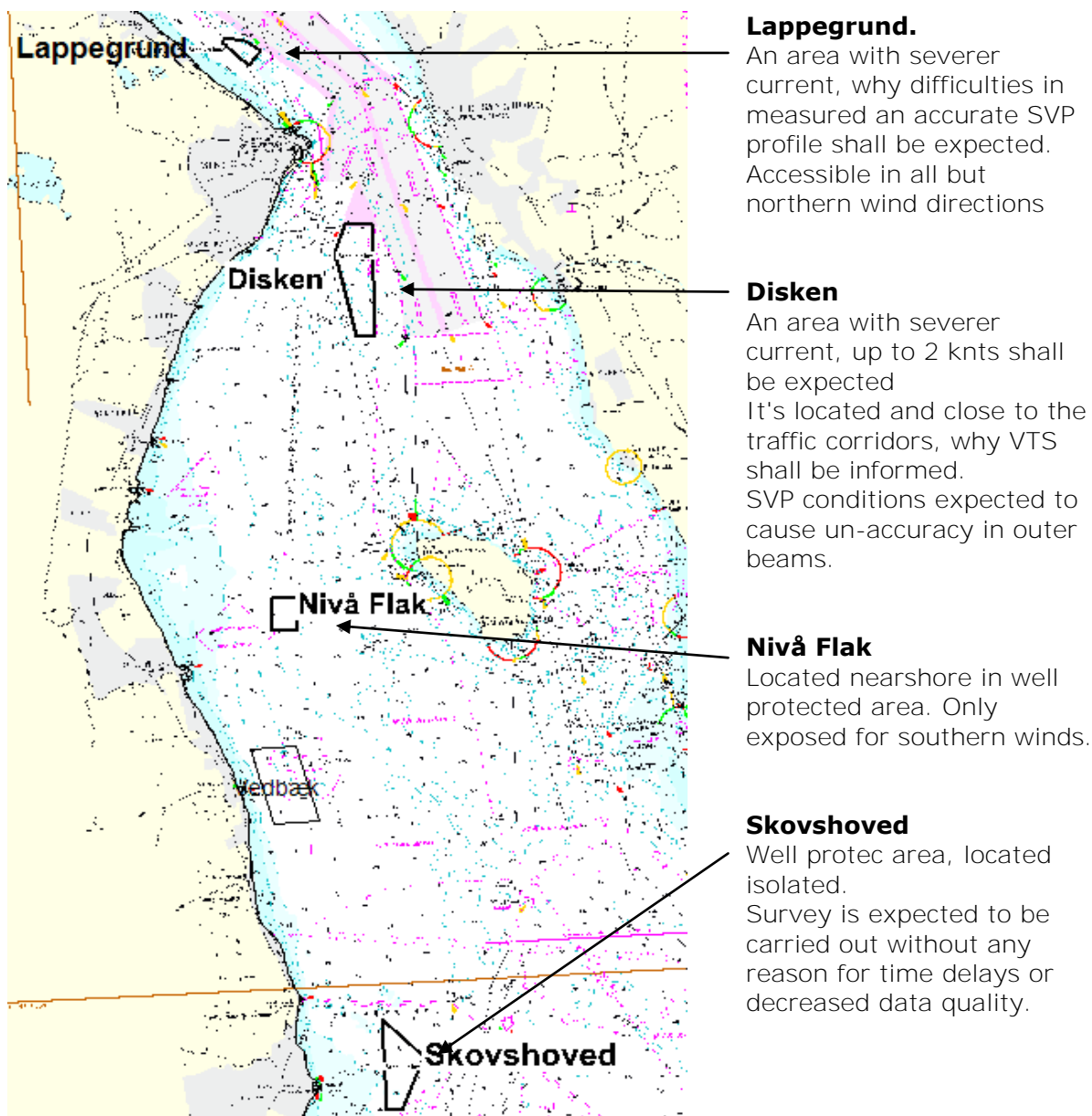
The offshore activities and data acquisition shall be planned and carried out within reasonable weather conditions.



1.2 The survey areas

Survey area	Size, km <sup>2</sup>	Remark
Lappegrund	0,6	Exp deoht 7m
Disken	3,3	Exp deoht 8,5m
Niva Flak	0,8	Exp deoht 13m
Skovshoved	2,3	Exp deoht 7m
Total	7,0	

A total of 7 square kilometers on shallow water. The areas are all located near shore in Oeresund, and is considered as well protected against wind and waves. Current and sound velocity conditions usual cause difficulties.



## 2. THE SURVEY SYSTEM

The survey system shall be considered as state of art, with the best specifications available on the commercial marked.

### 2.1. Equipment

The survey equipment system set-up comprises the following instruments:

- o Surface positioning: POS MV 320v4 (Trimble 960 GNSS)
- o Surface positioning, secondary: None
- o RTK reference: Trimble VRS, via 3-G modem.
- o Gyro/Heading sensor: POS MV 320v4 (spec: heading < 0.02 °)
- o Motion sensor: POS MV 320v4 (spec: Roll/Pitch 0.02 °)
- o Multi-beam Echo-sounder: Reson 7125sv (spec: 400Khz/512Beams)
- o On-line sound velocity probe: Reson SVP-70, calibrated 2014
- o Sound Velocity Profiler: Reson SVP-15, calibrated 2014
- o Trackpilot, (autopilot): Simrad AP-50



#### The Seabat 7125 wet-end.

Considered as state or art sonar  
wet 512 means of 0.5° \* 1°  
Ping rate up to 50 per second

Receiver, 256 channels

Transmitter, 64 channels



#### The Pos-MV 320

Turnkey positioning and orientation  
sensor in one package

Lasergyro for motion and heading

Primary GPS for position

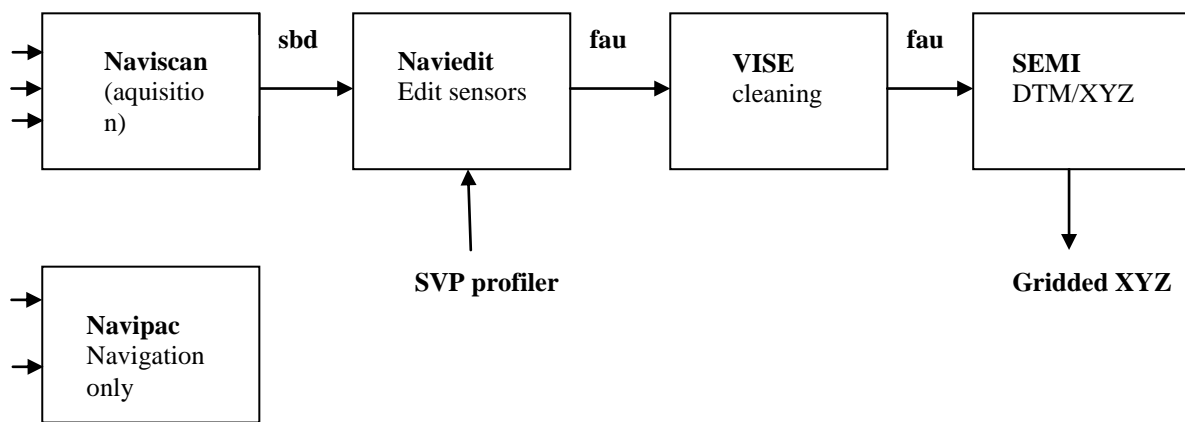
Secondary GPS for accurate heading

Processor unit for processing and  
interface

2.2. **Software (online + Offline)**

- EIVA suite:
- Navipac (Navigation only, and logging of delayed heave),
  - Naviscan (Multibeam acquisition),
  - Naviedit (Post-processing, applying SVP, correct bathy etc)
  - Vise (Data cleaning)
  - Semi (Gridding)
  - Fledermaus (Presentation/evaluation in 3D,)

**Software flow**

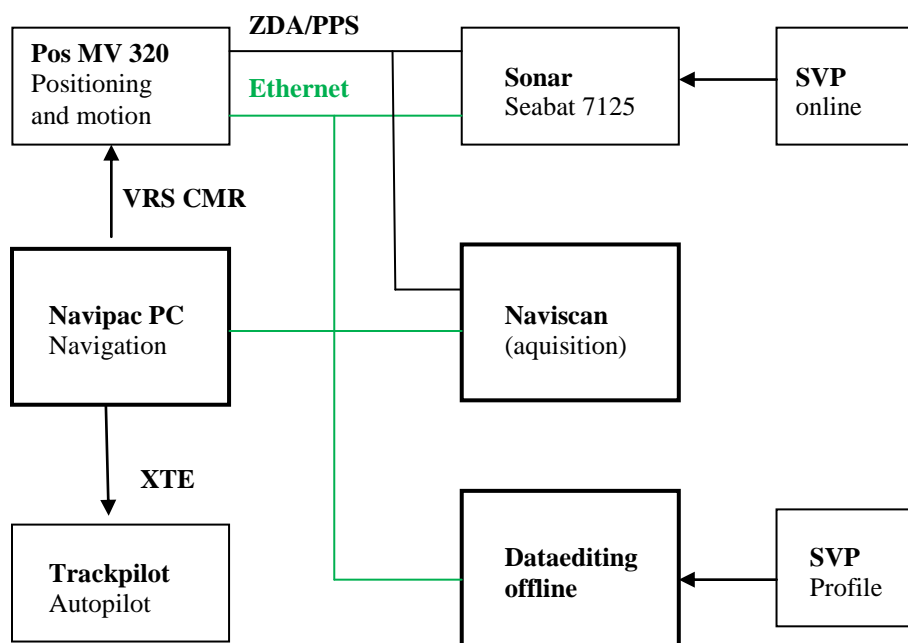




2.3. **Interface, wiring**

All sensors are interface directly to the Naviscan Acquisition PC and logged as raw sensor data in the SBD files.

Bathy/Tide level is calculated online in Naviscan, and logged directly in the Naviscan SBD files.



**Serial data (RS232)**

- Timestamp (ZDA to the Seabat sonar and Naviscan aquisition)
- XTE (trackcontrol steering signal to autopilot)
- VRS/CMR, serial CMR corrections from internet
- SVP, online sensor on sonar head for beam steering
- SVP profiler data applied in data editing.
- Vessel heading from PosMV to autopilot.

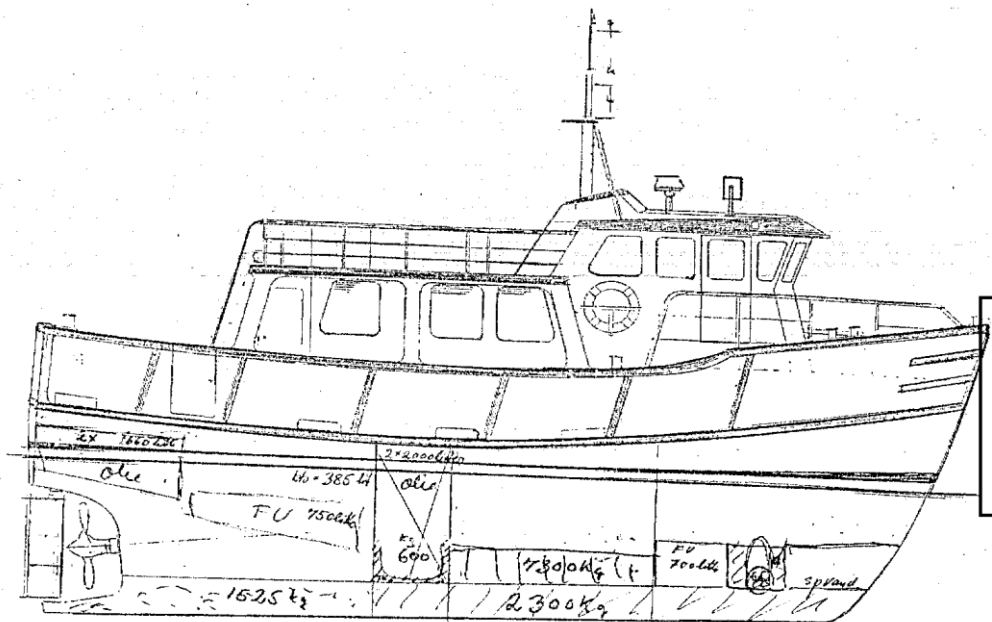
**Ethernet (connected via switch)**

- PosMV motion data to Naviscan & Navipac
- PosMV RTK positioning data to Navipac & Naviscan
- Seabat data to Naviscan

2.4. Survey Vessel, MS Kattegat



MS Kattegat, owned and operated by Dansurvey ApS



**Registration**

Name	M/V Kattegat
Owner	Dansurvey ApS
Year Built	1996
Flag	Danish
Classification	DMA
IMO No.	N/A
Call Sign	OU6959
Home Port	Husteded, Denmark
Sea Area	A1
Pax	12

**Main Characteristics**

Length Over All	13.75 m
Breath Moulded	4.30 m
Depth Moulded	3.20 m
Draft max.	2.77 m
Gross Tonnage	15.4 T
Net. Tonnage	4.6 T

**Propulsion**

Main Engine	370 BHP
Propeller	Fixed, adjustable
Generator Aux 1	380 V/ 16 A
Inverter Aux 2	230 V/ 8 A
Bow Thruster	40 BHP

**Bunkers**

Fuel	7.5 m <sup>3</sup>
Fresh Water	3.2 m <sup>3</sup>
Black Water	0.8 m <sup>3</sup>

**Performance**

Maximum Speed	9.0 Kn
Service Speed	8.0 Kn
Consumption per hr	Transit 40l Survey 20l

**Accommodation**

Cabins	3
Toilets	2
Showers	2
Mess room	1
Galley	1
Survey room	1 (Bridge)

**Deck Equipment**

Anchor Winch	electric
Aft Boom, fixed mount and tilt	for towed equipment

**Navigation /  
Comm. Equipment**

Radar	JRC, new 2012
AIS, class A	Furuno
Seamap, not ECDIS	QASTOR
VHF 1 with DSC	SP radio
VHF 2 with P- channels	Furuno
GPS, navigation	Furuno G32
Echosounder	Furuno
Navtex	Furuno
Autopilot, with track control	Simrad AP50

**Life Saving  
Equipment**

Life Rafts 16 persons	1
Survival Suits	4
Life Jackets	18
Work jackets, inflatable	4

**Fire Fighting  
Equipment**

Fire Fighting Equipment	Regulations
----------------------------	-------------



### 3. SURFACE POSITIONING (RTK)

RTK positioning using CMR+ corrections from Trimble VRS. The CMR corrections are feed into the PosMV on GNSS port 1. (loose coupled).

The PosMV's internal Trimble BD960 RTK receiver are therefore used for RTK positioning.

The theoretical accuracy is 4-5cm (XYZ) on the antenna.

The CMR+ corrections signal was found stable and reliable throughout the survey in all survey areas.

The final survey result survey result also indicates a very good vertical position, as no difference in height is observed between the survey lines in the area with overlap.

### 4. GEODESY AND VERTICAL REDUCTION

**Projection Type:** UTM zone 32N  
CM: 09° 00' East  
False Easting: 500 000  
Scale at CM: 0.999600

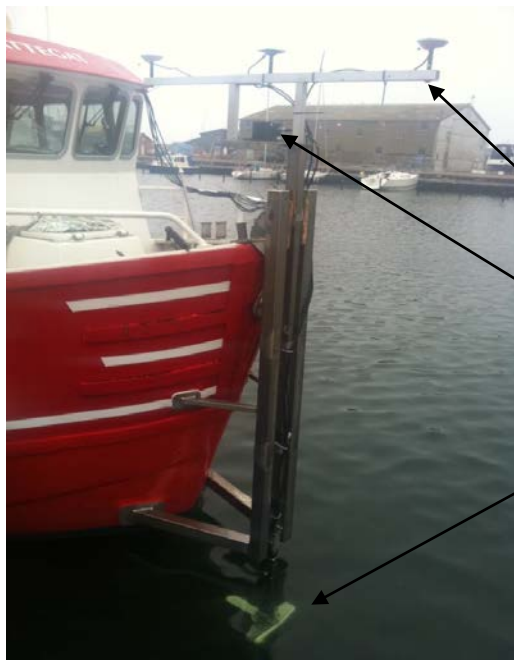
**Ellipsoid:** GRS80 (=WGS84)

**Vertical Datum:** DVR90 (02) (defined via the DKgeo02.gri file)  
Height reduction performed online by loading the DVR90 geoid file into the Eiva acquisition software (Naviscan & Navipac)

**Sounding Units** Depths shall be recorded in e.g. meters with two decimals.

**Time:** All times is logged in UTC.

**5. VESSEL OFFSETS**



**Survey Vessel M/S Kattegat**

Stern mounted pole, machined with high accuracy giving know offsets and nearly no level arms or mounting angles between the survey sensors.

GNSS antennas

IMU, PosMV

Sonar, Seabat 7125 (400Khz)  
Mounted 1m below surface.

**Offset's measured by Dansurvey.**

<b>Vessel reference/Offsets</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
Primary GNSS (PosMV)	0	0	3.166
MRU (Vessel ref X,Y)	0	0	3.166
Multi beam sonar	0	0,0351	-1,04
Vessel Ref (Surface IMU)	0	0	0
PosMV primary to ref IMU	-0,002	0.997	0,414
PosMV baseline (GAMS)	+0.001	-1.998	-0.001

As there's nearly no horizontal distances between the sensors, the vertical offsets can be measured accurate using a simple measurement tape.,

Vessel reference point is PosMV 320 MRU unit (XY), but height reduced to surface(Z).

This to insure the SVP profile to be applied correctly in the Naviedit processing software

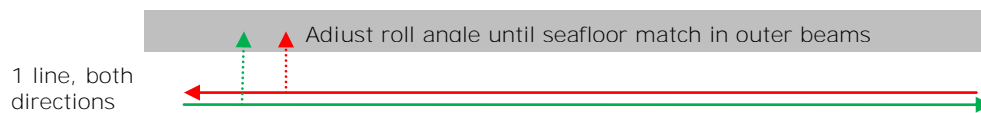
## 6. PATCHTEST

The purpose of the patchtest is to align the the sensors into the same vessels reference system.

The patch test shall therefore measured and identify the vairus angles between the orientation sensor (PosMV) and the multi beam sonar head. All corrections found are applied to the multi beam sonar mounting angles. The mounting angles can be applied in the Naviscan aquisition software, as well as in the Naviedit processing software.

### Roll calibration

One line shall be sailed in both directions. The seafloor must be flat, and preferable on reasonable deep. The roll mounting angles is then found by adjusting the angles so the depths in outer beams matches. The roll calibration were performed at deeper water just NW of Lappegrund.



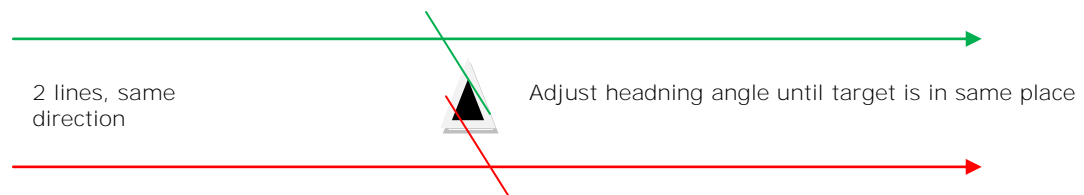
### Pitch calibration

One line shall be sailed in both directions. It can be a slope, or even better with an sharp edged object in the center beams. The pitch test was performed inside the survey area at Lappegrund, which has bumps and slopes. The pitch mounting angle is found by adjusting the pitch angle until the target or slope is in the same horizontal position. (alternative there an 'echo')



### Heading calibration.

Two lines are sailed in parallel, in same direction. The must be an easy to identify target or slope between the lines. The heading mounting angle is then adjusted until the target between the lines is in the same horizontal position. The heading patch test was performed inside the survey area at Lappegrund.



Calibration Type	Result of Patch test
Time delay	+0ms (network interface with PPS)
Pitch	+0,19°
Roll	-0.49°
Heading	+1,05°

*Patch test results are found using EIVA contour software package.*



## 7. SOUND VELOCITY PROFILES

A profile, or a set of profiles was obtained every 2-3 hours.

The sound velocity conditions observed throughout the survey campaign were found difficult as expected.

This caused the depth measured in the outer beams to be inaccurate in some areas. Typical in the deeper water parts of the survey areas.

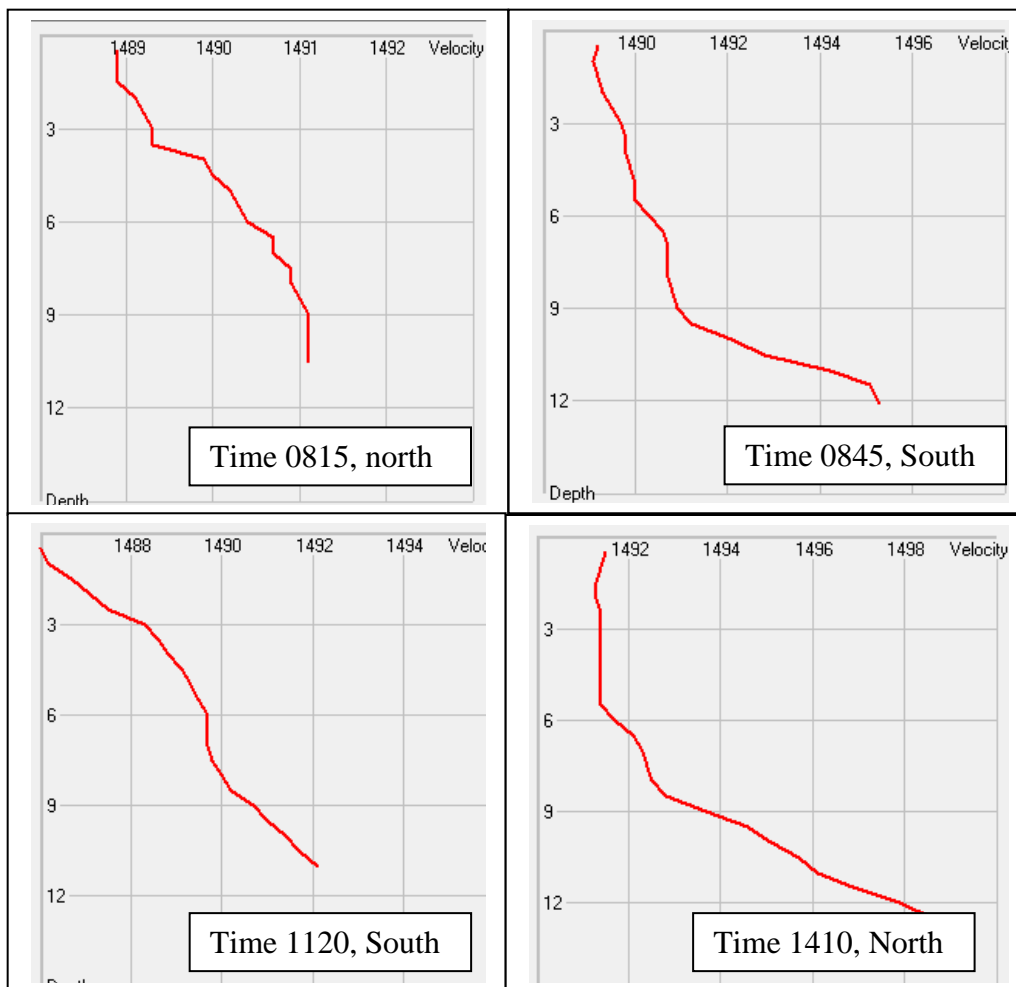
The in two small survey areas, (Nivå+Lappegrund) only one profile are applied to correct the measured depths.

In the two large areas, a profile is measured both north and south of the areas, and interpolate using distance.

Specially on Disken there was severer difficulties using a valid sound velocity profile.

The current caused the conditions in the water column to change over even short time.

### Exambls, Disken



**8. SURVEY DATES AND ACTIVITES**

Mobilization, Hundested	28-29 September 2014
Transit to Lappegrund	30-September 2014, 0500-0830.
Patchtest	30-September 2014, 0830-1000 Weather conditions, calm sea, wind = 5m/s
Survey Lappegrund (1a2)	30-September 2014, 1000-1900 Weather conditions, calm sea, wind = 5m/s
Survey Disken (1a2)	30 September 2014, 0730-11930 Weather conditions, calm sea, wind = 6m/s
Survey Lappegrund (2a2)	1 October 2014, 0730-0930 Weather conditions, 0.4m wave, wind = 8m/s
Survey Disken (2a2)	1 October 2014, 1030-1900 Weather conditions, 0.6m wave, wind 8-12 m/s Weather conditions on the limit for data acquisition.
Survey Niva (1a1)	2 October 2014 0900-1530 Weather conditions, calm sea, wind = 5m/s
Survey Skovshoved (1a2)	2 October 2014, 0730-1900 Weather conditions, calm sea, wind = 5m/s
Survey Skovshoved (2a2)	3 October 2014, 0700-1430 Weather conditions, calm sea, wind = 5m/s
Depht verification	4 October 2014 Test at benchmark in Copenhagen
De-mob equipment, KBH	4 October 2014
Data processing, Office	4-7 October 2014
Data deliveries,	7 October 2014
Reporting deliveries	12 November 2014

## 9. OBSERVATIONS

The time stamping of the multi beam data repeatedly caused the multibeam sonar to loose synchronization.

The problem appeared to be the PosMV PPS output. The pulse were not always detected, why the sonar PC lost 1 second.

The timetagged data send to the Naviscan acquisition PC was out of sync with the other PosMV positioning and orientation data.

This malfunctioning caused the recorded depths to be incorrect adjusted for vessels movements, and by this appeared as 'wobbles' on the seafloor.

The problem appeared typical 2-5 times per survey day. In most cases the recorded survey data could be recovered by entering a time delay on 1000mille seconds to the sonar data in the Naviedit editing software.

Some lines were not recoverable and had to be re-surveyed. The re-survey was carried out before the vessels left each of the survey areas.

There's a few lines on Disken and a single line on Skovshoved where the problem was minor, only causing a few cm wobbles on the seafloor. Unfortunately these minor wobbles wasn't observed while the vessel was in the survey areas. This lines can't be fully recovered by adjusting the time delay in Naviedit, and are visible in the data set delivered.

The general survey quality and accuracy shall be considered as good and reliable thus the problems observed.

## 10. SURVEY DATA DELIVERIES

**The survey results are handled out as ascii XYZ.**

- Cell size 0.5m mean and minimum gridded data.  
(Minimum and mean value of all observations within the cell.)  
No interpolation or smoothing (RAW gridded XYZ data)
- Cell size 1m mean and minimum gridded data.  
(Minimum and mean value of all observations within the cell.)  
No interpolation or smoothing (RAW gridded XYZ data)

### **Presentation of data**

None, charting etc by GEUS

### **Data deliveries**

- Data, all gridded data is delivered on the 07-October-2014.
- Survey report in short form factor delivered on 12-November-2014



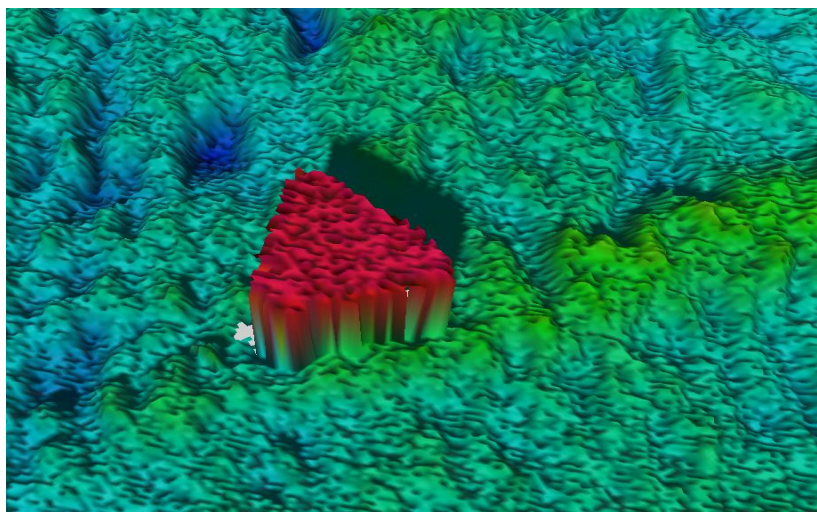
### 11. VERTICAL VERIFICATION

For vertical verification the port of Copenhagen's benchmark were use as reference. the target depths is informed to be 9.72m (DVR90-02). The target is located inside the harbor basin, giving limited space for maneuvering, and by this only short 'run-in' to the survey lines.

The measured depth found on top of the target was only vairing bwteen 9.67 to 9.72. The average found using gridded mean data is 9.69to 9.70 (depending on where the measuring are taken.)

This indicates the survey system measured approximate 2,5cm to low. As the data is recorded using real time corrections for RTK, it's found there's no argue for correcting the data set.

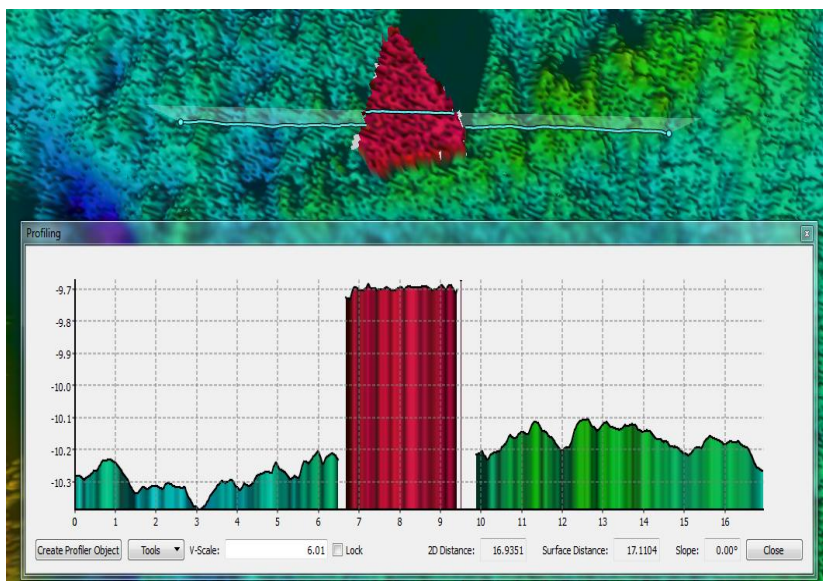
The 2,5cm may as well be caused by the GPS accuracy and the short run in, which typical gives a heave measurement a bit to high.



**DTM model**

All 5 survey lines, mean data

The measured depth in center of benchmark center is 9.69-9.70.



**Profile**

to verify measured depth

**Note**

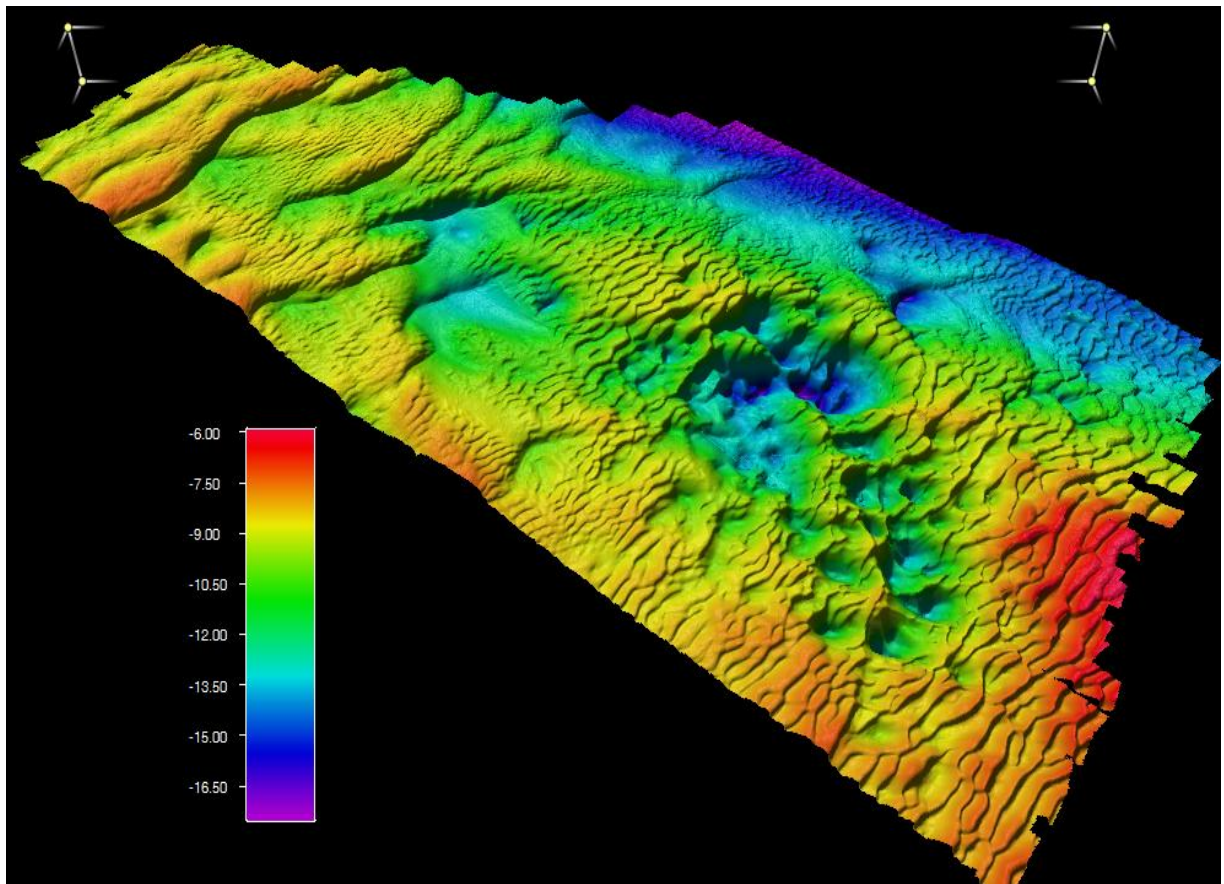
The five survey lines has a perfect match on the benchmark. This proves the patch test result found is correct.

## 12. LAPPEGRUND SURVEY RESULT

The survey area is 0.6km<sup>2</sup>.  
Weather/sea conditions very calm.

The survey overlap is 25%, and the survey result is accurate and the quality is general high.

The seafloor is found very dynamic, Ss a result strong current, the sand reefs slides on the seafloor.

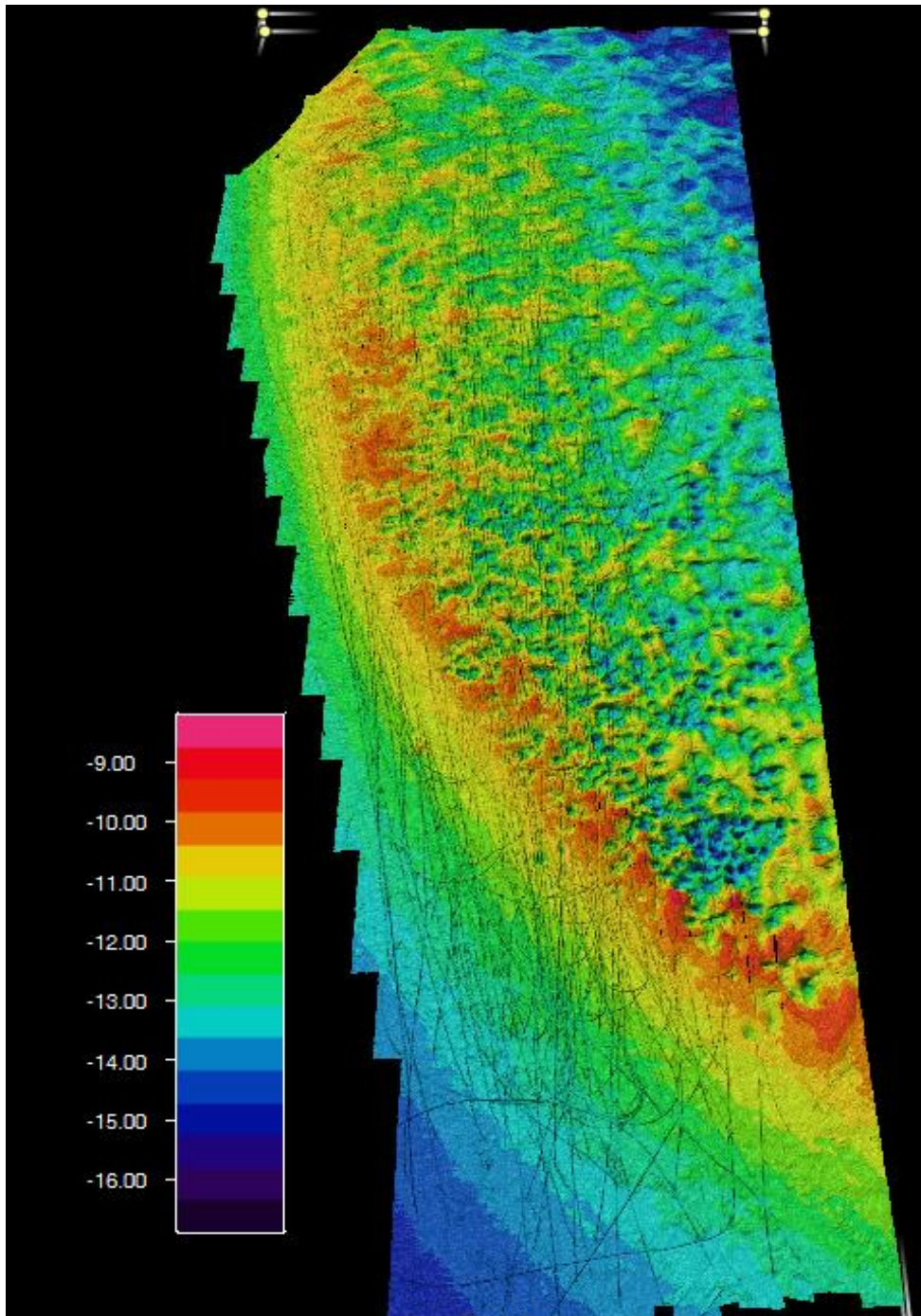




### 13. DISKEN SURVEY RESULT

The weather conditions on the limit during 30% of the survey period. Some heave artifacts can be observed.

The sopund velocity conditions extreme difficult to compensate. So the in SW corner of the survey area the multi beams is unstable.

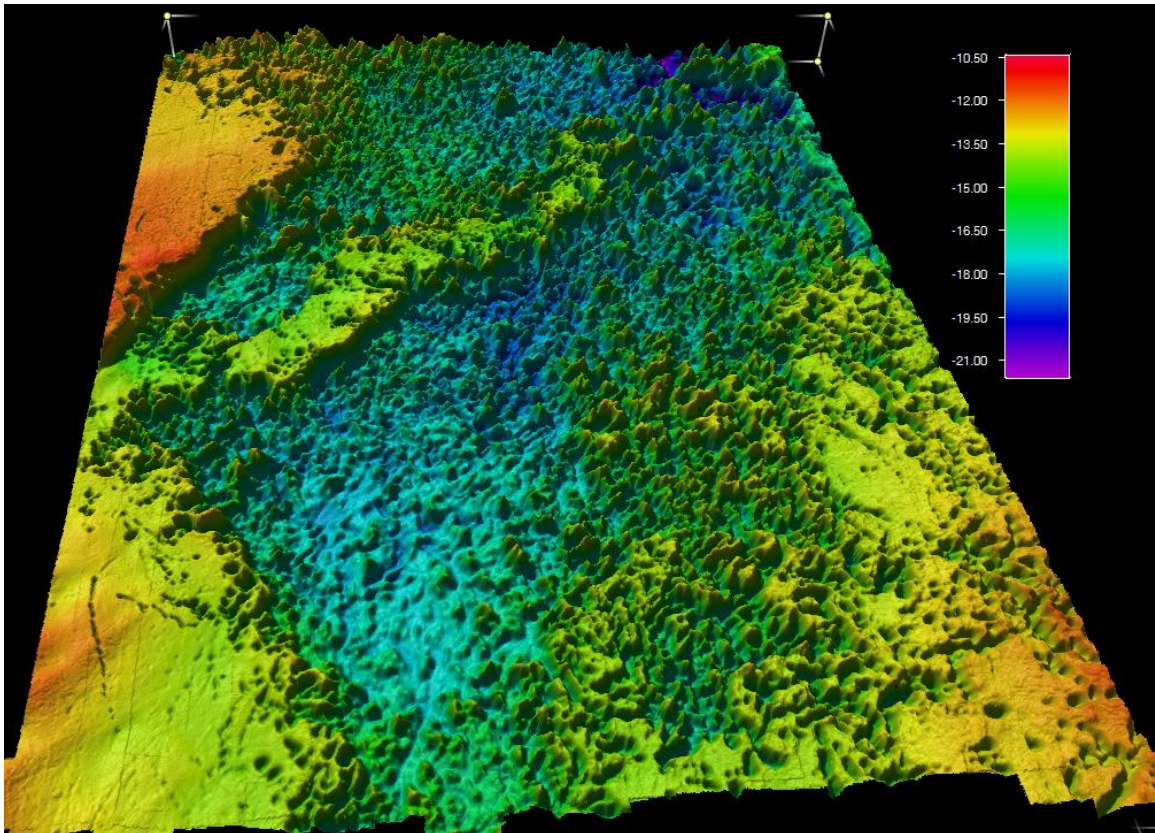




## 14. NIVÅ FLAK SURVEY RESULT

The survey area is 0.8km<sup>2</sup>. The weather conditions was good.

Due to the huge variation in water depths, the overlap is more than 50% in most f the survey area.



## 15. SKOVSHOVED SURVEY RESULT

The survey area is 2.3km<sup>2</sup>. The survey quality is high.

