



ENDK – KBH05 – BASELINENOTAT I
FORBINDELSE MED OFFSHORE
MILJØUNDERSØGELSER
DECEMBER 2023

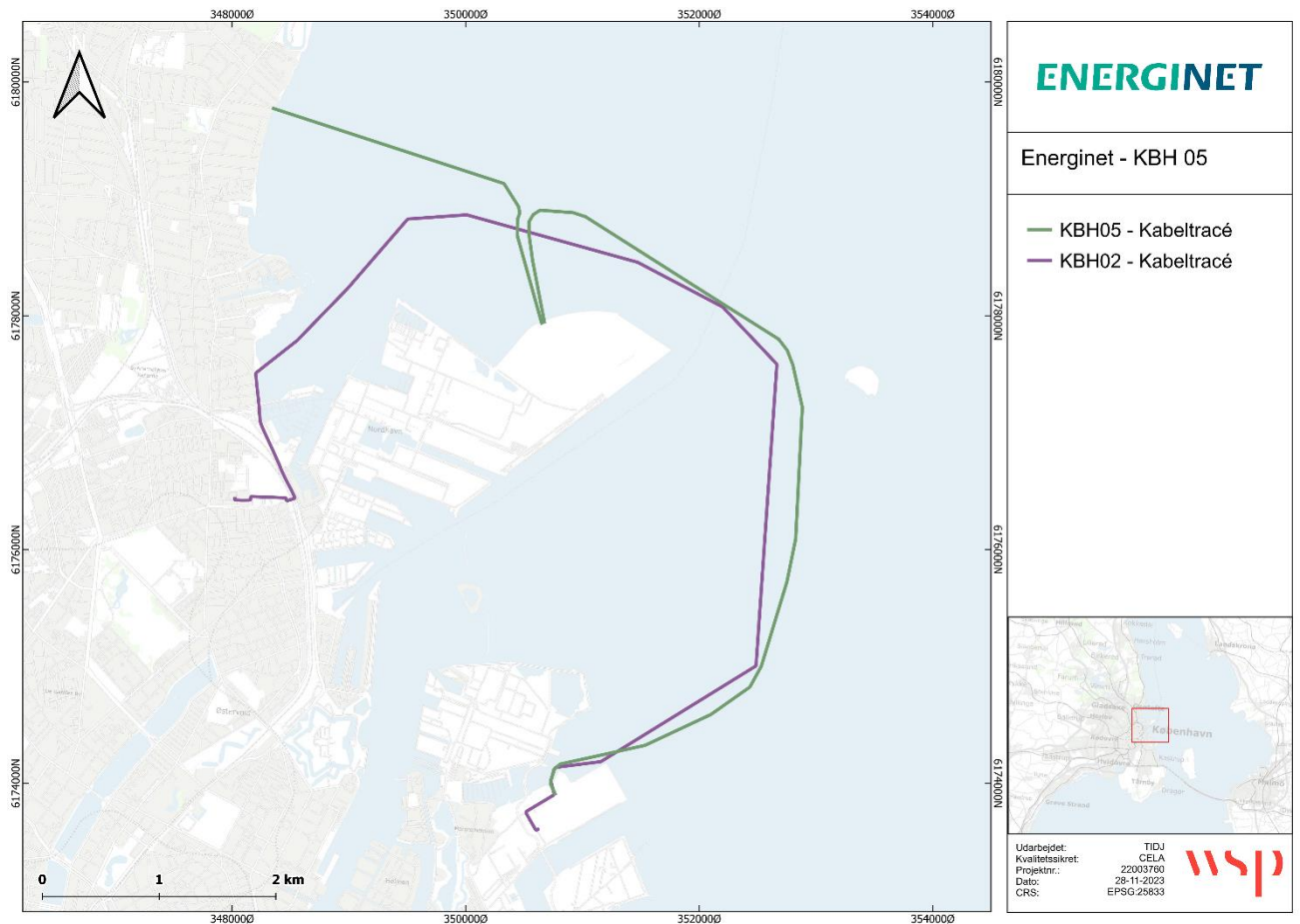
Projekt navn	ENDK - KBH05 – Baseline notat i forbindelse med offshore miljøundersøgelser
Kunde	Energinet Eltransmission A/S
Projektleder	Jan.Nicolaisen@wsp.com
Projekt nummer	22003760
Til	Energinet v. Bjørn Pedersen
Udarbejdet af	Camilla Rasch, Cecilie Lara og Tina Drist-Jensen
Kvalitetssikret af	Jan Frydensberg Nicolaisen
Godkendt af	Lea Bjerre Schmidt
Version	03 - final
Versionsdato	04/12/2023
Første udgivelsesdato	13/10/2023

INDHOLD

1	BAGGRUND	2
2	BASELINEUNDERSØGELSE	3
2.1	Eksisterende data	3
2.1.1	Substrattyper og vegetation	3
2.1.2	Sedimentkemi	8
2.2	Gennemført feltprogram	0
2.2.1	Kortlægning med sidescan sonar (SSS) og enkeltstråle ekkolod	1
2.2.2	Visuelle punktverifikationer med ROV	2
2.2.3	Prøvetagning af sediment	2
2.3	Databehandling og afrapportering	4
2.3.1	Grænseværdier for miljøfarlige forurenende stoffer i sediment	4
3	RESULTATER	6
3.1	Substratforhold	6
3.2	Naturtyper og biologiske forhold	8
3.2.1	Biologiske forhold tilknyttet naturtype 1a	11
3.2.2	Biologiske forhold tilknyttet naturtype 1b	13
3.2.3	Biologiske forhold tilknyttet naturtype 2	15
3.2.4	Biologiske forhold tilknyttet naturtype 3 og 4	17
3.3	Dybdeforhold	19
3.4	Bundvegetation	20
3.5	Sedimentforhold og -kemi	22
3.5.1	Miljøfarlige forurenende stoffer	22
3.5.2	Sedimentets sammensætning	27
	HTML-STRUKTUR	31
	FEJLKILDER	32
	REFERENCER	33

1 BAGGRUND

I forbindelse med KBH05-projektet, der omfatter etablering af nye 132 kV kabelanlæg, hhv. HK13040 fra Glentegård Højspændingsstation til Oceankaj Højspændingsstation på Nordhavn og HK13041 mellem Amagerværket og Oceankaj Højspændingsstation, samt etablering af ny højspændingsstation, Oceankaj, på Nordhavn, er der blevet gennemført en række marine undersøgelser. Undersøgelserne danner grundlag for nærværende baseline notat, der skal benyttes i den efterfølgende miljøvurdering af projektet.



Figur 1. Kabeltracéer for henholdsvis det planlagte KBH05 og det eksisterende KBH02 kabel.

2 BASELINEUNDERSØGELSE

Formålet med de marine feltundersøgelser er at kortlægge havbunden og afrapportere resultaterne i forhold til naturforhold, herunder udbredelse af bundvegetation samt forekomst af miljøfremmede stoffer ift. vandplansinteresser for vandområdet. Feltundersøgelserne har en kvalitet, der gør, at de på fyldestgørende vis kan bruges som grundlag for de nødvendige miljøvurderinger af projektet.

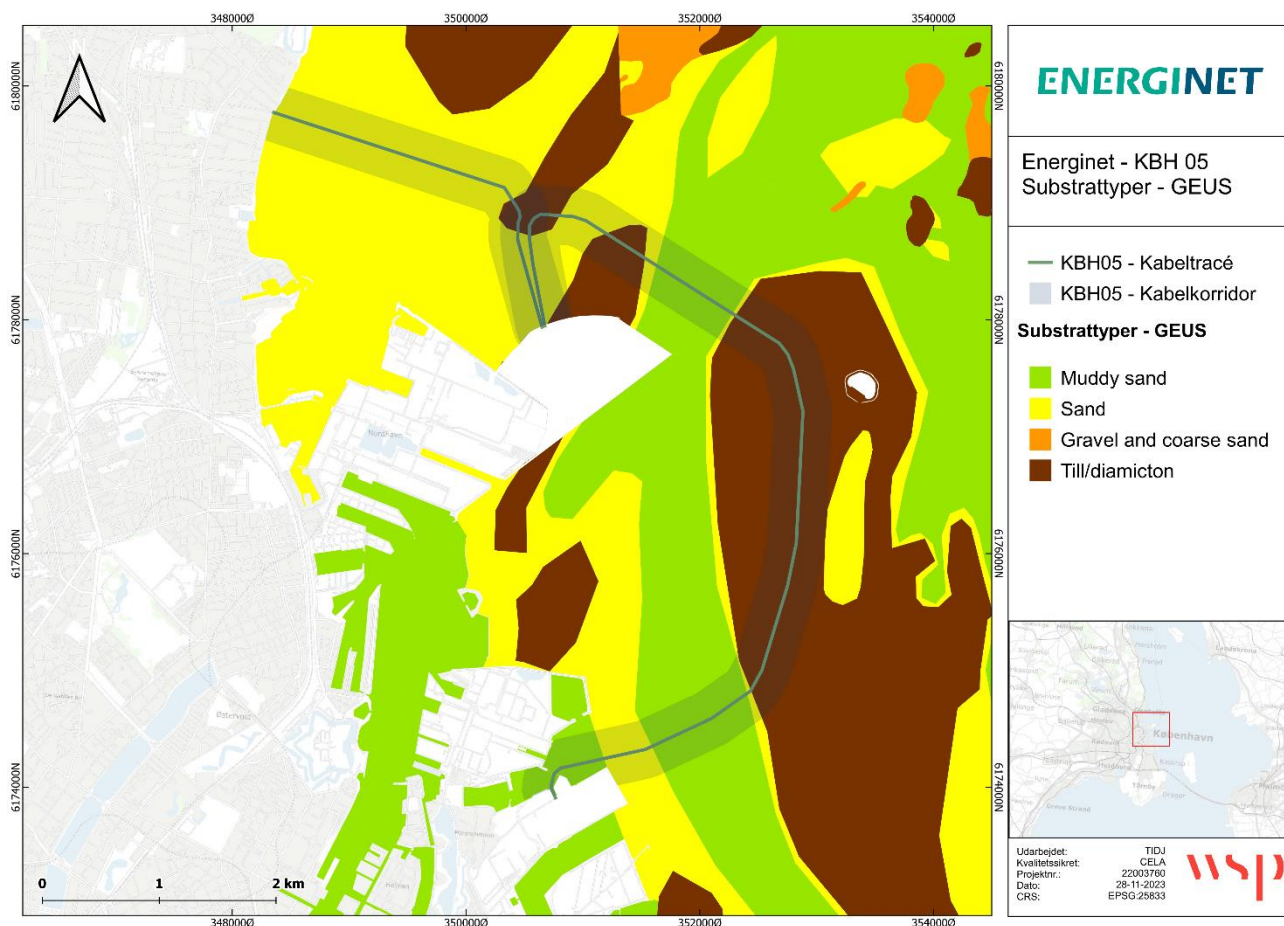
I det følgende afrapporteres eksisterende data for området samt metoder og resultater, der danner baggrund for nærværende baseline notat.

2.1 EKSISTERENDE DATA

Flere marine undersøgelser er blevet foretaget i eller i nærhed til projektområdet for KBH05. Nedenfor gennemgås kort de seneste undersøgelser, der vurderes at være relevante for projektet.

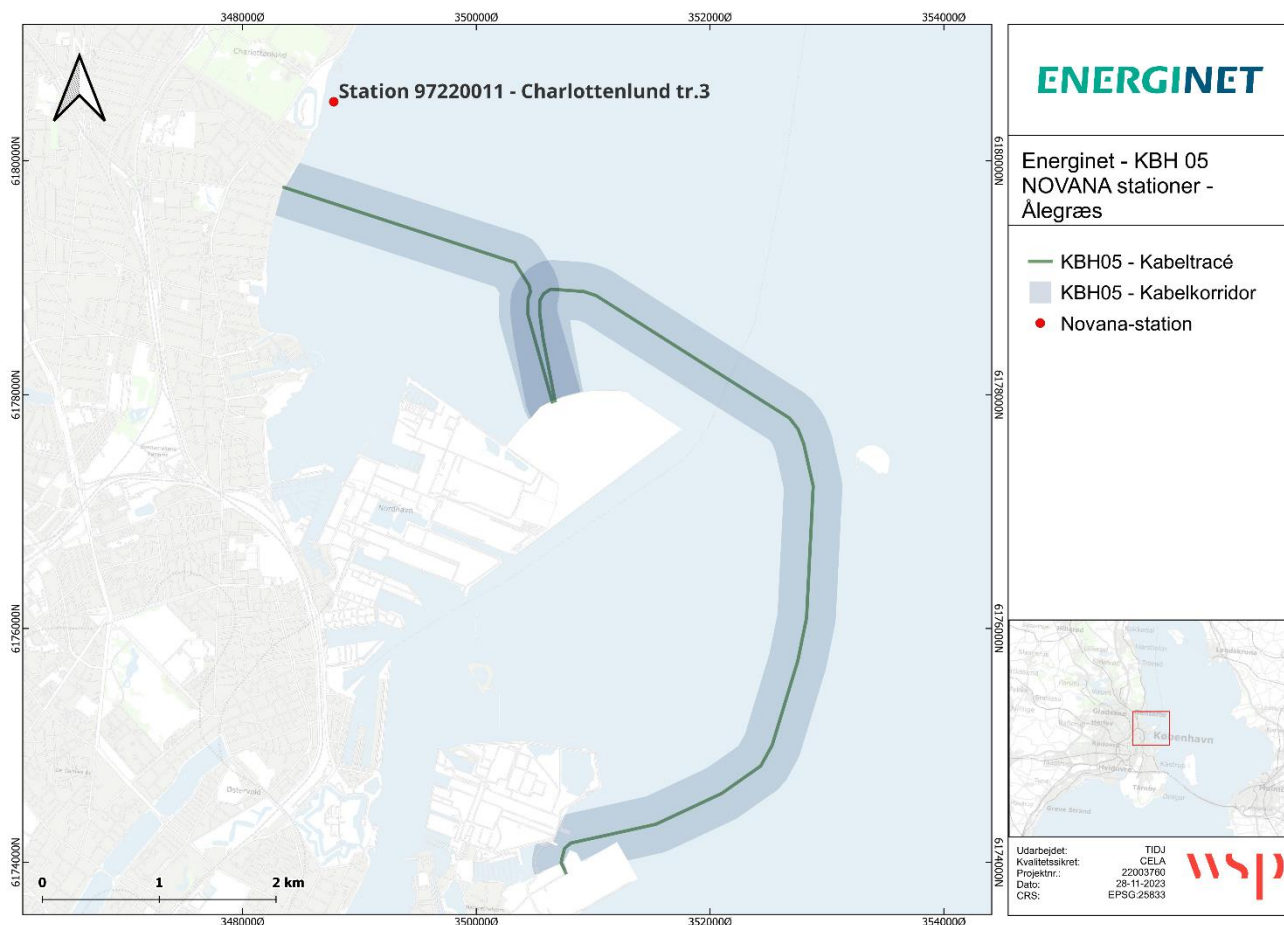
2.1.1 SUBSTRATTYPER OG VEGETATION

Som vist i Figur 1 planlægges de to søkabelforbindelser i KBH05-projektet at forløbe fra kysten nord for Hellerup Havn til Nordhavnsmlen og videre til Amagerværket i syd. På baggrund af GEUS' landsdækkende substrattypekortlægning ses det, at projektområdet udgøres primært af sandede og dels siltede substrater med indslag af till (blandet substrat af sten, grus, sand, silt og ler) hovedsageligt ved Middelgrunden (Figur 2).



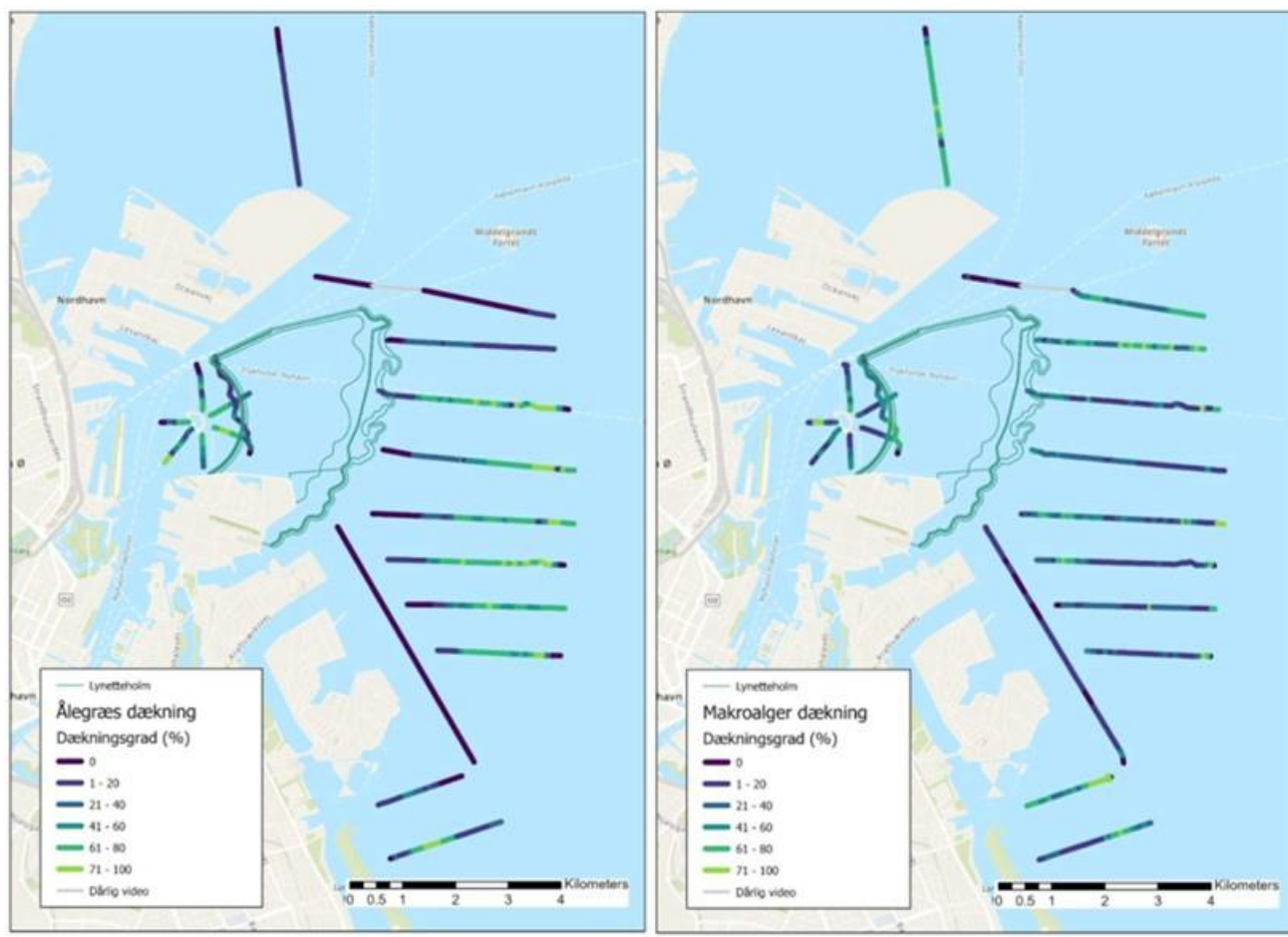
Figur 2. Substrattyper i kabelkorridoren for KBH05.

Der findes kun relativt få undersøgelser af de marine naturforhold i området nord for Hellerup Havn, og beskrivelsen af de eksisterende forhold baserer sig derfor på NOVANA-overvågningsdata. Der findes kun én nærliggende NOVANA station (station 97220011 - Charlottenlund, tr.3) i området nord for Hellerup Havn (se Figur 3), der er et ålegræstransekt. Seneste data herfra (perioden 2020-2022) viste, at hoved- og maksudbredelsen af ålegræs var henholdsvis mellem 4,3-6,4 m og 5,6-7 m i området. Stationen har tidligere overvåget for makroalger, men seneste data er fra 2005 og vurderes af den årsag ikke at være relevante for de nuværende forhold.



Figur 3. Placering af station 97220011 – Charlottenlund tr. 3 til overvågning af ålegræs.

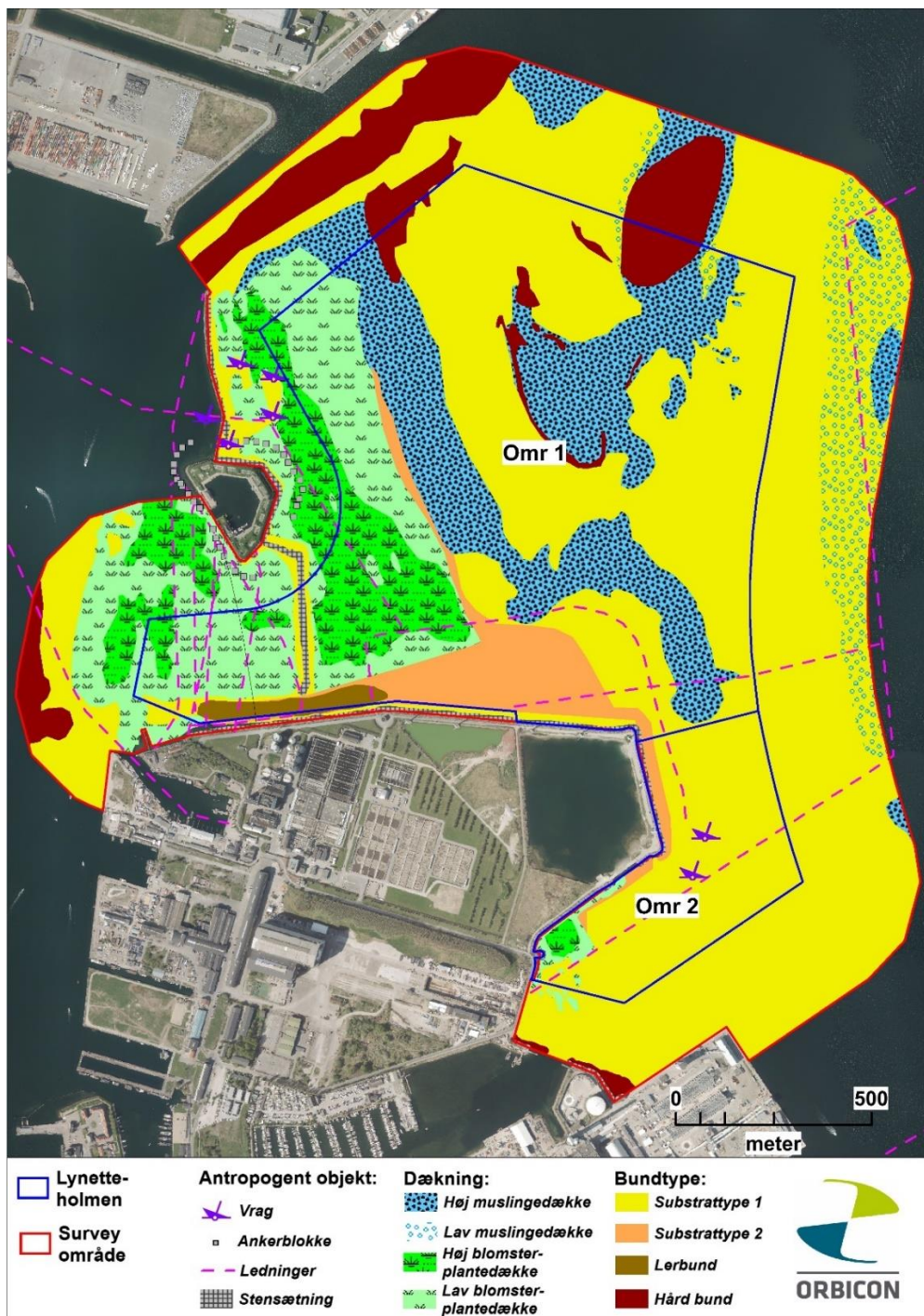
Området omkring Nordhavnsmlen blev kortlagt i juni 2022 ved hjælp af videoslæde transekter (DHI, 2022, Figur 4). Undersøgelserne viste, at substratet primært udgjordes af sand og grus bestrøet med sten og domineret af makroalger (0-90 % dækning) og dertil desuden sparsom ålegræsvegetation (0-15 %).



Figur 4. Dækningsgrader af ålegræs og makroalger undersøgt med videoslæde i forbindelse med Lynetteholmen projektet (DHI, 2022).

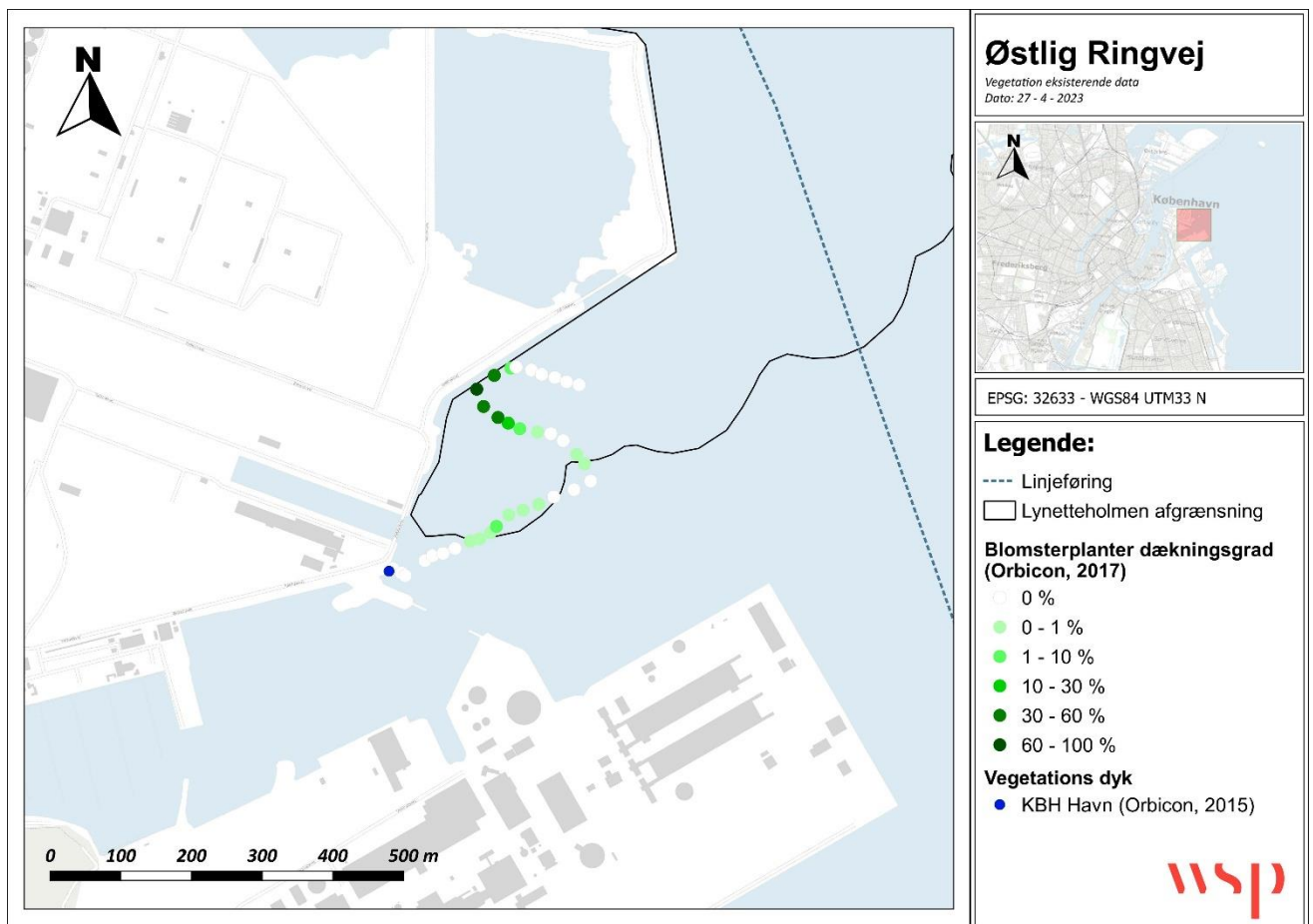
Ved samme undersøgelse i 2022 blev Middelgrunden kortlagt. Substratet bestod primært af sandbund med spredte sten og fasthæftede makroalger. Ålegræs dominerede de lavvandede flader (ned til ca. 6-7 m dybde) med lokale dækningsgrader på op mod 100 %, hvorimod skrænterne og de dybere dele af Middelgrunden var domineret af makroalger ligeledes med dækningsgrader lokalt på op til 100 %.

I februar 2019 blev Lynetteholm projektområdet undersøgt med sidescan sonar (Orbicon, 2019), hvori en mindre del af det undersøgte område er sammenfaldende med området omkring Amagerværket (se Figur 5). Undersøgelserne i 2019 viste, at området nord for Amagerværket primært var udgjort af substrattype 1 (områder bestående af finkornet blød bund eller fast sandbund) med lokale forekomster af ålegræs omkring den sydlige del af Refshaleøen, nord for kabeltraceet for KBH05.



Figur 5. Overfladesedimentkort for Lynetteholmen projektområde med angivelse af dækning af marine blomsterplanter (Orbicon, 2019). Den indtegnede ydre perimeter for Lynetteholmen stammer fra et tidligere udkast.

Dette er i overensstemmelse med tidligere undersøgelser, der generelt viste lave dækningsgrader af ålegræs (0-10 %) i samme område syd for Refshaleøen og med lokale dækningsgrader op mod 100 % tættest omkring Refshaleøen (Orbicon, 2018) (Figur 6).

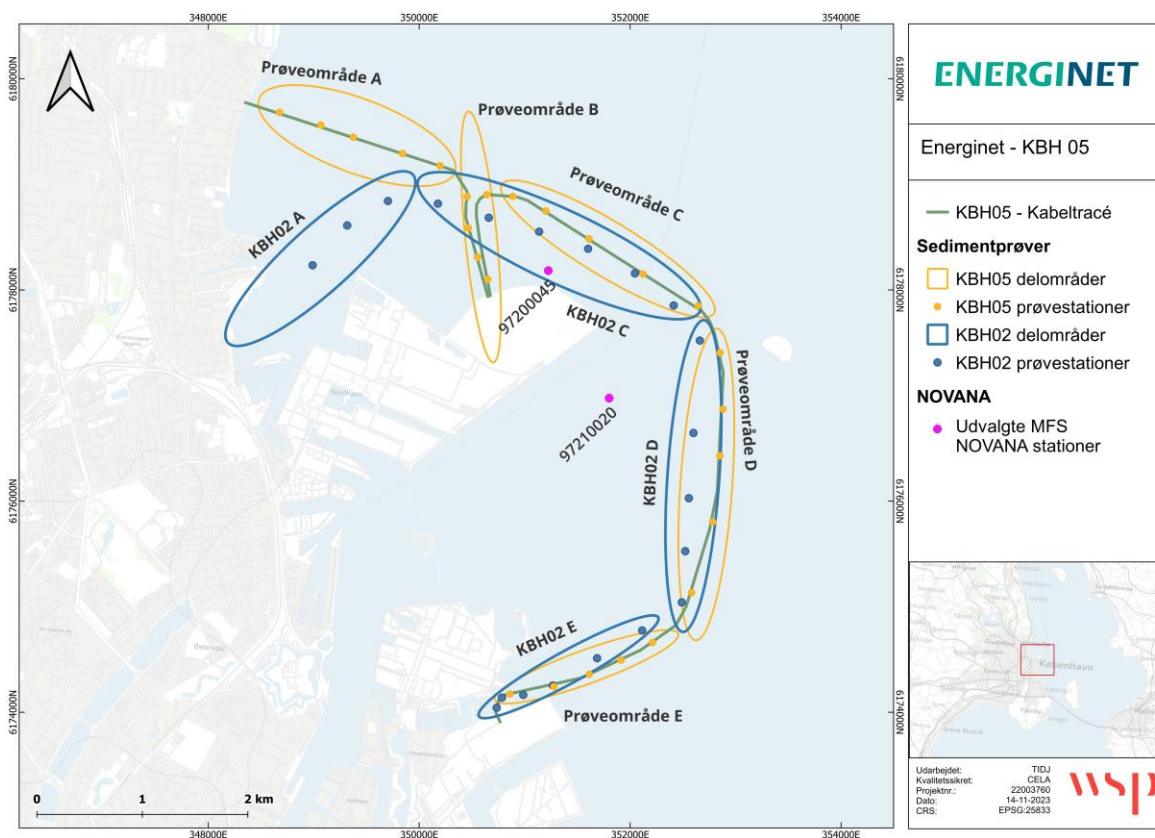


Figur 6. Paravanedyk foretaget i 2017. Dækningsgrader af marine blomsterplanter i området syd for Refshaleøen (Orbicon, 2018).

2.1.2 SEDIMENTKEMI

Tidligere undersøgelser vedrørende miljøfarlige forurenende stoffer (MFS) omfatter KBH02-kabelnedlægningsprojektet og data fra NOVANA overvågningsstationer fra nærområdet. Placering af tidligere undersøgelser i området kan ses i relation til projektområdet på Figur 7.

I det følgende anvendes forskellige, prioriterede grænseværdier i forbindelse med analysen af kemidata, og der henvises til at læse afsnit 2.3.1 – Grænseværdier, for detaljer.



Figur 7. Sedimentprøvetagningsstationer fra tidligere undersøgelser (KBH02 og udvalgte NOVANA stationer) tæt ved projektområdet, samt angivelse af delområder og prøvestationer for nærværende projekt.

KBH02

I forbindelse med KBH02-projektet blev der i sommeren 2020 gennemført prøvetagning af sedimentet i området. Der blev udtaget sedimentprøver fra i alt 23 områder langs tracéet for henholdsvis et gammelt, eksisterende og et nyt, planlagt søkabel mellem Amagerværket og Svanemøllen Koblingsstation i og omkring Københavns Havn.

Sedimentprøverne blev analyseret for indholdet af tungmetaller, kulbrinter, butyltin-forbindelser, PAH og PCB og beskrevet med kornstørrelsesanalyse. Resultaterne blev sammenlignet med øvre og nedre aktionsniveau jf. Klapvejledningen (By- og Landskabsstyrelsen, 2008) samt kvalitetsparametre der bruges af HELCOM og OSPAR (Orbicon, 2020).

Kun for to af stationerne (NC04 og NC06) var der koncentrationer af enten cadmium eller kviksølv, der oversteg alle tre grænseværdier. De øvrige analyseresultater lå enten under Klapvejledningens nedre aktionsniveau eller mellem det nedre og øvre aktionsniveau.

NOVANA Data

I området omkring projektområdet findes to eksisterende NOVANA stationer (Miljøportalen, 2023), hvor MFS er målt i sedimentet (se Figur 7).

- NOVANA data (Miljøportalen, 2023), data fra stationerne:
 - 97200045 (2008)
 - 97210020 (2011/2018)

Alt data fra nærliggende stationer, hvor MFS er målt, er valgt, og årstallet for undersøgelsen på de enkelte stationer kan ses i parentes efter stationsnummeret ovenfor.

De udvalgte NOVANA stationer, 97200045 og 9710020, ligger inden for 1 sm grænsen, henholdsvis ca. 89 m og ca. 820 m fra projektområdet. Placering af NOVANA stationerne kan ses på Figur 7, og overskridelser af de anvendte grænseværdier på de enkelte NOVANA stationer kan ses i Tabel 2. Indholdet af organisk kulstof (TOC) i sedimentet på de to stationer var mellem 0,34-2,87 % og de beregnede sedimentkvalitetskrav/-kriterier (SK-krav og SK-kriterier) kan ses i Tabel 1.

På NOVANA stationerne blev der fundet overskridelser af de lovpligtigt sedimentkvalitetskrav (SK-krav og EQS) for 5 MFS: anthracen, pyren, methylnaphthalener naphthalen, nonylphenoler og TBT (Tabel 2), samt overskridelser af de ikke-lovpligtige vurderingskriterier (SK-kriterier og ERL) for 9 MFS: arsen, kviksølv, benz(a)anthracen, benz(g,h,i)perylene, benz(a)pyren, crysen, indeno(1,2,3-cd)pyren, phenanthren, pyren.

Tabel 1. Udregnede grænseværdier for to NOVANA stationer baseret på indholdet af TOC (%). Værdierne er angivet i µg/kg tørstof (TS), med undtagelse af sølv, som er angivet i mg/kg TS. f_{oc} er fraktionen af kulstof i sedimentet.

Grænse- værdier /Station	År	TOC (%)	Sølv (mg/kg TS)	Anthracen	Benz(a)anthracen	Crysen	Phenanthren	Pyren	Methylnaphthalen	Naphthalen	Nonylphenoler	4-tert-octylphenol
SK-krav			260 $\times f_{oc}$	96 $\times f_{oc}$					478 $\times f_{oc}$	2760 $\times f_{oc}$	2500 $\times f_{oc}$	3930 $\times f_{oc}$
SK- kriterier					600 $\times f_{oc}$	462 $\times f_{oc}$	7800 $\times f_{oc}$	8400 $\times f_{oc}$				
97200045	2008	0,34	0,88	0,326	2,040	1,57	26,52	28,56	1,63	9,38	8,5	13,36
97210020	2011	2,15	5,59	2,06	12,9	9,93	167,7	180,6	10,28	59,34	53,75	84,5
97210020	2018	2,87	7,46	2,76	17,22	13,26	223,86	241,08	13,72	79,21	71,75	112,79

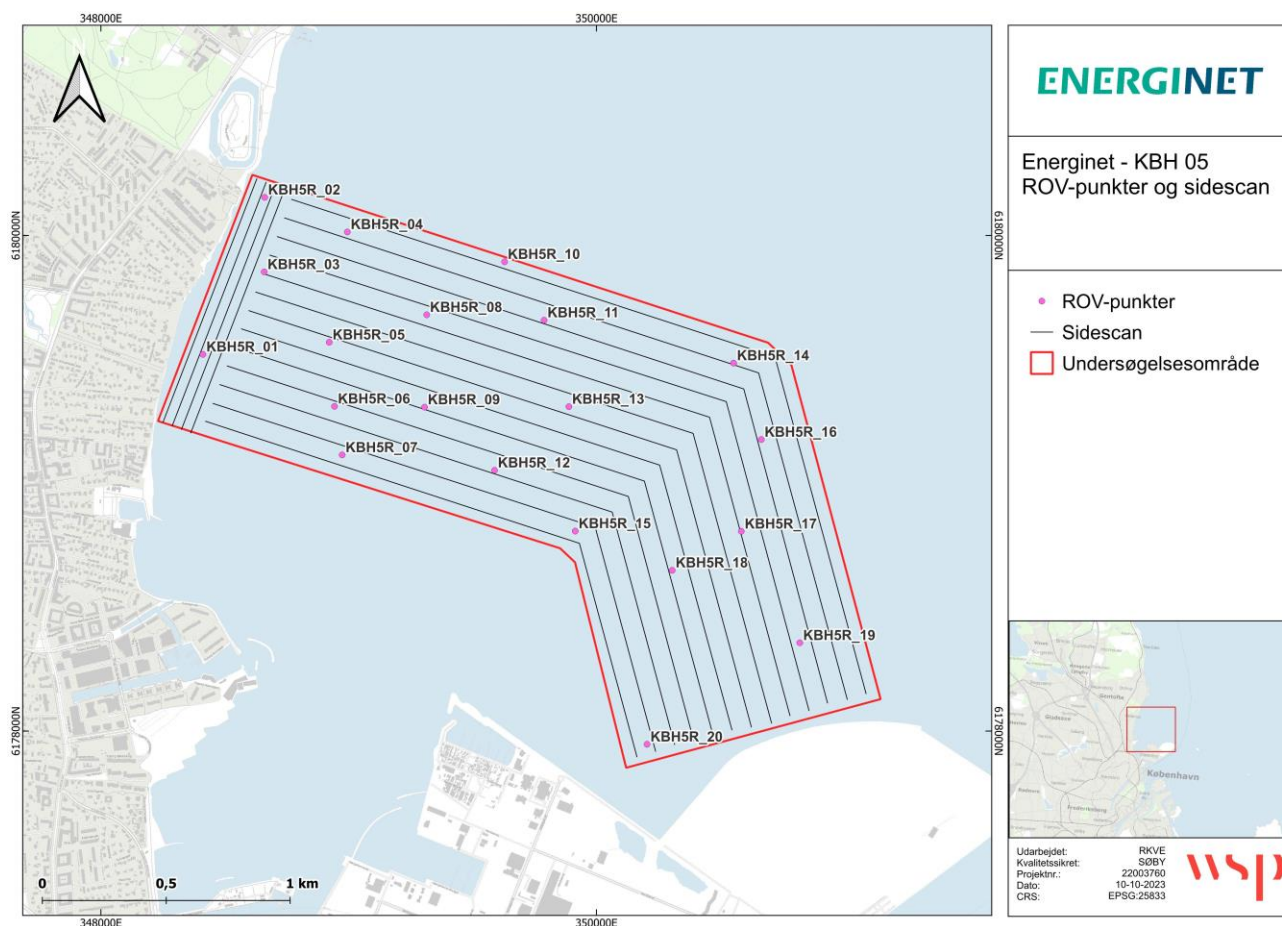
Tabel 2. Sedimentprøver som overskrider de marine sedimentgrænseværdier på to NOVANA stationer i området omkring projektområdet med angivelse af årstal for undersøgelsen og prioriterede grænseværdier. SK-krav og EQS er lovfastsatte sedimentkvalitetskrav, mens SK-kriterier og ERL ikke er lovpligtige (se detaljer om grænseværdier og hvordan de er prioriteret i afsnit 2.3.1). SK-krav og SK-kriterier for anthracen, benz(a)anthracen, nonylphenoler, crysen og methylnaphthalener er udregnet på baggrund af indholdet af TOC i sedimentet, og de udregnende SKK-værdier kan ses i Tabel 1. Overskridelser af de nationale lovfastsatte SK-krav værdier er repræsenteret ved **røde tal** og **sorte tal** indikerer overskridelser af andre ikke-lovpligtige grænseværdier. f_{oc} er fraktionen af TOC i sedimentet. Tomme celler = ingen overskridelser. "na." i tabellen betyder, at der ikke er noget data. Placering af NOVANA stationerne kan ses på Figur 7.

Grænse-værdier /Station	År	Tungmetaller (mg/kg TS)		PAH'er (µg/kg TS)										Andet (ug/kg TS)	
		Arsen	Kviksølv	Anthracen	Benzo(a)anthracen	Benzo(ghi)perylene	Benzo(a)pyren	Crysen	Indeno(1,2,3-cd)pyren	Phenanthren	Pyren	Sum af methylnaphthalener	Nnaphthalen	Sum af nonylphenoler	TBT
SK-krav				96 x f_{oc}								478 x f_{oc}	2760 x f_{oc}	2500 x f_{oc}	
EQS															1,6
SK-kriterier		0,4			600 x f_{oc}	42	7	462 x f_{oc}	42	7800 x f_{oc}	8400 x f_{oc}				
ERL			0,15												
97200045	2008	5,5			22,5		23,6	23,5			37	49,9		11,9	
97210020	2011	2,3	0,27	41,4	78,2	209,3	188,4	98,3	206,5	168,4	342,5	66,3	62,9		2,68
97210020	2018	na.	na.	na.	na.	na.	na.	na.	na.	na.	na.	na.	na.	88,3	na.

2.2 GENNEMFØRT FELTPROGRAM

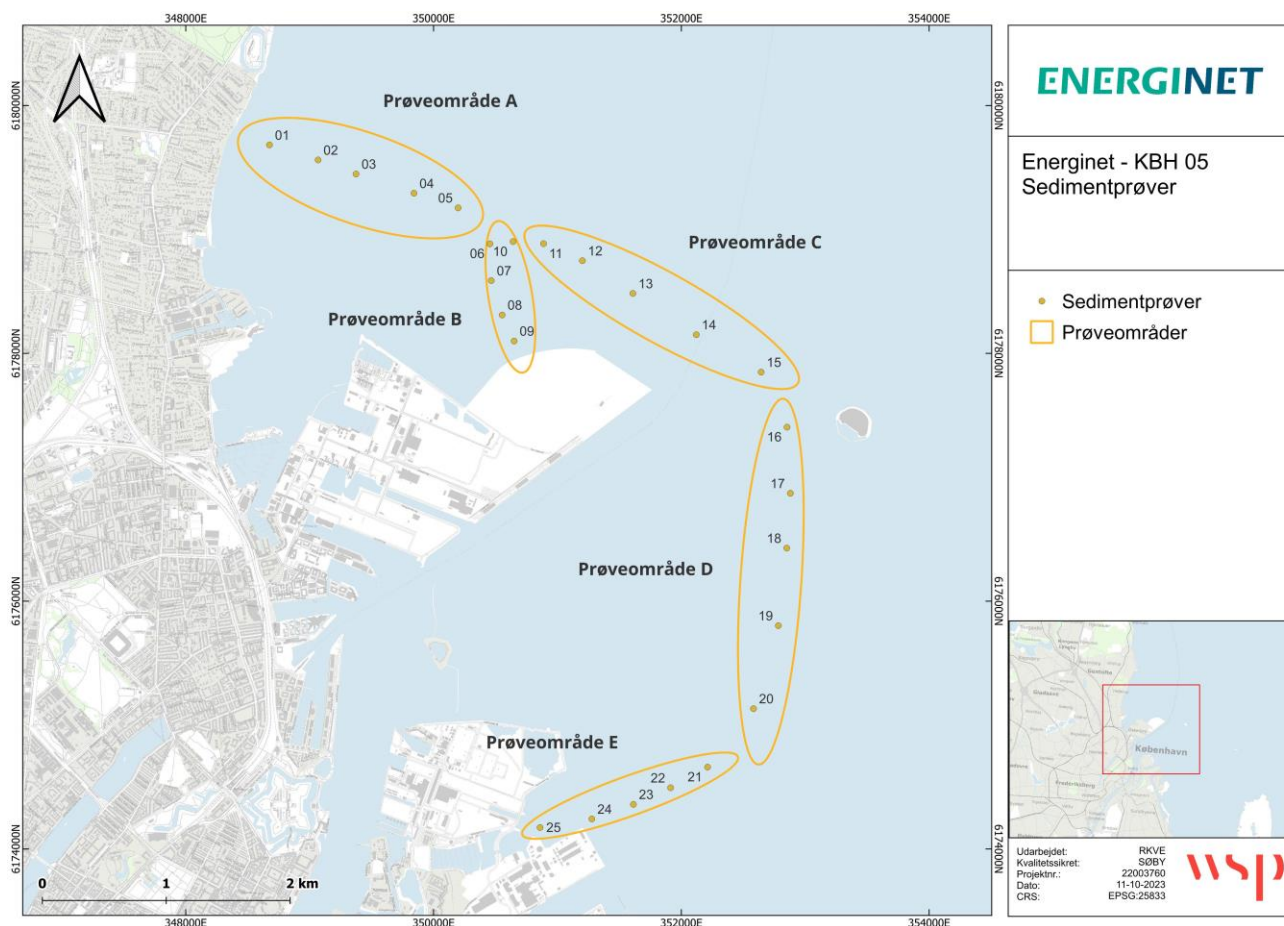
Feltarbejdet blev udført i sommeren 2023.

I Figur 8 og Figur 9 fremgår oversigtskort over de feltundersøgelser, der er blevet foretaget i forbindelse med nærværende baseline notat. Substrattyper og naturforhold blev kortlagt med sidescan sonar (SSS) langs kabelkorridoren fra Nordhavsmolen til ilandføringspunktet nord for Hellerup Havn og dybdeforhold blev undersøgt ved brug af enkeltstråle ekkolod. Efter kortlægning med SSS er der blevet gennemført en række ROV dyk til verifikation af substratet og til identifikation af forekommende biologiske samfund – med særlig fokus på ålegræsudbredelse og dækning samt potentielle stenede områder med makroalger.



Figur 8. Kort over de gennemførte undersøgelser med sidescan sonar og ROV.

Derudover er der udført prøvetagning af sediment langs hele kabeltraceet til brug for analyse af sedimentets beskaffenhed, herunder indhold af miljøfremmede stoffer (tungmetaller, PAH'er og aromatiske kulbrinter) samt analyse af særlige kemiske parametre (phenoler og blødgørere), der kan være problematiske i forhold opnåelse af målsætningen om god kemisk og økologisk tilstand i vandområdet jf. vandområdeplanerne.



Figur 9. Kort over sedimentprøvetagningsstationer.

2.2.1 KORTLÆGNING MED SIDESCAN SONAR (SSS) OG ENKELTSTRÅLE EKKOLOD

Der blev gennemført en kortlægning med sidescan sonar (SSS) og enkeltstråle ekkolod med en sejllinjeafstand, der giver fuldt dækkende kortlægning af havbunden, fra ca. 1 meters vanddybde tættest på land til ca. 30 m fra kysten. Der blev sejlet parallelt med kysten ud til 150 m (fire sejllinjer) samt vinkelret på kysten nord for Hellerup Havn og Nordhavnsmlen.

Kortlægningen resulterede i følgende resultater:

- 1) 100 % dækkende kortlægning med SSS af havbunden med mulighed for at identificere og afgrænse følgende:
 - a) Udbredelse og afgrænsning af de forskellige forekommende substrattyper i området – inddelt efter substrattypeklassifikationsmodellen, der anvendes i forbindelse med Natura 2000-, råstof- og Havstrategikortlægninger (substrattype 1, 2, 3 og 4 med dertilhørende underinddelinger).
 - b) Udbredelsen af vegetation (ålegræs og makroalger) i undersøgelsesområdet
- 2) Enkeltstråle ekkolod, der giver de overordnede dybdeforhold i området.

2.2.2 VISUELLE PUNKTVERIFIKATIONER MED ROV

Der er foretaget undersøgelser af overfladesedimentets sammensætning og de biologiske samfund vha. visuel verificering med ROV (remotely Operated Vehicle) med live videomonitorering på 20 stationer i undersøgelsesområdet (se Figur 8). Punkterne blev udpeget, så alle substrattyper blev verificeret, herunder områder med ålegræs – og så alle dybdeintervaller var dækket. ROV'en blev styret fra surveyskibet Sephia via en kontrolenhed, hvor optaget video også blev lagret. Til undersøgelserne blev brugt en BlueROV2 (Bluerobotics). For hver af de 20 udpegede lokaliteter blev ROV'en bragt til bunden, hvorefter nærområdet omkring stationspositionen blev afsøgt. ROV-piloten udvalgte herefter et område, der substratmæssigt og biologisk set var repræsentativt for det afsøgte område, hvorefter videoen blev startet og en 2-5 minutters sekvens optaget. På hver videosekvens kommenterede en erfaren marinbiolog de observerede substratmæssige og biologiske elementer. Detaljer om det biologiske samfund og bundsubstrat blev registreret i felten i en logbog (vedlagt som Bilag 4), der indeholder biologiske og geologiske beskrivelser samt informationer om dybde- og bølgeforhold for verifikationstidspunktet på stationen. Disse undersøgelser danner baggrund for udarbejdelsen af naturtypekort.

De visuelle verifikationer tjener følgende formål:

- 1) De bruges til at verificere substrattyperne, så der kan udarbejdes præcise substrattypekort med angivelse af naturtyperne.
- 2) De benyttes til at beskrive de epiflora- og faunasamfund, der er knyttet til de forskellige substrattyper – f.eks. ved angivelse af dækningsgrad af ålegræs og makroalger og desuden dominerende arter/typer.
- 3) De benyttes til at verificere forekomsten af ålegræs og ålegræssets overordnede dækningsgrad i forskellige dybdeintervaller.

2.2.3 PRØVETAGNING AF SEDIMENT

Sedimentprøvetagningen blev ligeledes gennemført i sommeren 2023 fra WSP's surveybåd – Sephia, jf. den godkendte prøveplan.

Prøvetagningsstationer fremgår af Figur 9. Den samlede kabelstrækning blev underopdelt i 5 delstrækninger, hvor der i hver delstrækning blev udtaget 5 prøver med HAPS core sampler, som blev sammenlagt til én homogen blandingsprøve pr. delstrækning. Således blev der i alt analyseret fem sedimentprøver.

Sedimentprøverne blev indsamlet langs kabeltracéet ca. +/- 15-25 m fra centerpositionen. Afstanden mellem delprøverne var ca. 15-25 meter.

Hver delprøve blev fotograferet og beskrevet med vanddybde, prøvehøjde, bundtype, sedimentbeskrivelse og lugt. Data og beskrivelser blev indført i en feltlogbog, der er vedlagt som bilag 4. Eksempler på bundtyper og sedimentprøver fremgår af Figur 10.



Figur 10. Billeder af sedimentprøver fra station KBH5_EF_01 (til venstre) og KBH5_AU_21 (til højre) til analyse hos henholdsvis Eurofins og DCE.

Delsedimentprøverne fra hver station blev i felten overført til PID poser og efterfølgende sendt til analyse ved hhv. akkrediteret laboratorium Eurofins og DCE.

På Eurofins laboratoriet blev hver delprøve delt i to, hvor den ene halvdel blev frosset ned som ekstramateriale. Den anden halvdel af hver delprøve fra hver station blev homogeniseret og analyseret for:

- PAH
- Aromatiske kulbrinter
- Tungmetaller
- Tørstof
- Glødetab
- Kornstørrelsesfordeling

På DCE-laboratoriet blev hver delprøve delt i to, hvor den ene halvdel blev frosset ned som ekstramateriale. Den anden halvdel af hver delprøve fra hver station blev homogeniseret og analyseret for:

- Phenoler
- Blødgørere

Resultaterne fra analyserne repræsenterer det øverste lag af sediment – ca. 0-30 cm. Under dette lag har sedimentet generelt lavere påvirkning af menneskeskabt belastning og derfor generelt et lavere indhold af tungmetaller og øvrige forureningsparametre. Resultaterne fra sedimentprøverne er efterfølgende sammenlignet med lovpligtige og vejledende grænseværdier i prioriteret rækkefølge (se afsnit 2.3.1). Analyserapporterne fra Eurofins og DCE er vedlagt som Bilag 1, 2 og 3.

Med sedimentprøvetagningen opnåedes følgende:

- 1) Analyse af sedimentets beskaffenhed, herunder indhold af MFS som tungmetaller, PAH'er og aromatiske kulbrinter
- 2) Analyse af indhold af blødgørere og phenoler, der kan være problematiske i forhold til vandområdets målopfyldelse

2.3 DATABEHANDLING OG AFRAPPORTERING

Efter gennemførelse af feltarbejdet er følgende udført:

- 1) Gennemgang af videomaterialet fra punktverifikationer og opdatering af de tilhørende logbøger.
- 2) Gennemgang og tolkning af sidescan sonar data på baggrund af en geoprettet sidescan mosaik og de visuelle verifikationer.
- 3) Udarbejdelse af følgende kort:
 - a) Substrattypekort for havbundssedimenterne.
 - b) Naturtypekort hvor alle naturtyper knyttet til de forskellige substrat typer er vist og beskrevet.
 - c) Dybdekort.
 - d) Kort over udbredelse af vegetation (ålegræs og makroalger) – og hvis muligt med forskellige farvekoder for dækningsgraden (0 %, <1-10 %, 10-50 %, 50-100 %).
- 4) Gennemgang af analyseresultater for sediment og sammenligning med gældende grænseværdier for de undersøgte miljøfremmede stoffer (se nedenfor i 'Omregning af sediment data' for flere detaljer vedrørende metoden for databehandling).
- 5) Udarbejdelse af en metodebeskrivelse for det udførte feltarbejde med angivelse af, hvor og i hvilket omfang, der er blevet afvejet fra det planlagte metodeoplæg.
- 6) Udarbejdelse af nærværende baseline notat for feltarbejdet, der indeholder:
 - a) Metodebeskrivelse med angivelse af undersøgelsens omfang og analysemetoder.
 - b) Resultatafsnit med beskrivelse af substratforhold og de dertil knyttede biologiske forhold inden for undersøgelsesområdet samt sedimentkemi. Rapporten vil indeholde alle de relevante kort og billedeksempler fra de forskellige substrat- og naturtyper, herunder ålegræsbede og makroalgesamfund.
 - c) Fejlkildeafsnit med relevant kortfattet beskrivelse af usikkerheder på undersøgelsens resultater.
 - d) Databilag med angivelse af alle indsamlede data.
 - e) Rapporten vil blive leveret på USB nøgle med klikbare kort i en HTML struktur, så det herved er muligt at "kalde" videosekvenser m.m. frem ved klik på kort over de forskellige naturtyper m.m.

2.3.1 GRÆNSEVÆRDIER FOR MILJØFARLIGE FORURENENDE STOFFER I SEDIMENT

For at kunne analysere miljøfarlige forurenende stoffer (MFS) i det marine miljø; vand, sediment og biota (matricer), benyttes forskellige grænseværdier i forskellige dele af verden. I nærværende notat undersøges det, om de målte koncentrationer af MFS overskrider udvalgte grænseværdier specifikt for matricen sediment, da denne er udgangspunktet for undersøgelsen.

Anvendte grænseværdier er prioriteret i overensstemmelse med anbefalinger fra Nationalt Center for Miljø og Energi ved Aarhus Universitet (DCE) (Strand & Larsen, 2013). Dog er vores nationale lovfastsatte sedimentkvalitetskrav (heri benævnt SK-krav), og de nationale sedimentkvalitetskriterier (heri benævnt SK-kriterier) medtaget i nærværende rapport. De

nationale sedimentkvalitetskrav og -kriterier er ikke inkluderet i (Strand & Larsen, 2013), da bekendtgørelsen om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand ikke var fastsat på tidspunktet for DCEs anbefaling i 2013.

Følgende grænseværdier er anvendt i analysen af MFS i nærværende notat og er prioriteret i rækkefølge:

- 1) **SK-krav:** Nationale lovfastede sedimentkvalitetskrav, fastsat i BEK nr. 796 af 13/06/2023, Miljøstyrelsen (Miljøstyrelsen, 2023a)
- 2) **EQS:** Environmental Quality Standards, EU's Miljøkvalitetskrav (HELCOM, 2017)
- 3) **SK-kriterier:** Nationale sedimentkvalitetskriterier som ikke indgår i BEK nr. 796 af 13/06/2023, men som findes på MST's hjemmeside i form af datablade (Miljøstyrelsen, 2023b)
- 4) **EAC:** Environmental Assessment Criteria, OSPARs miljøvurderingskriterier (OSPAR, 2009)
- 5) **ERL:** Effect Range Low, USA's miljøstyrelse (OSPAR, 2009)
- 6) **Nedre aktionsniveau:** Klapvejledningen (By- og Landskabsstyrelsen, 2008)

Punkt 1 og 2 i ovenstående liste er lovpligtige grænseværdier. Punkt 3-6 er kun vejledende.

I Danmark har Miljøstyrelsen fastsat lovpligtige miljøkvalitetskrav for forurenende stoffer i vandmiljøet, herunder sedimentkvalitetskrav (SK-krav) (Miljøstyrelsen, 2023a). EU-kommissionen har også fastsat lovpligtige miljøkvalitetskrav (EQS), som bruges af HELCOM-landene ifm. klassifikation af kemisk tilstand under Vandrammedirektivet. Både EU's og vores nationale kvalitetskrav er lovpligtige grænseværdier baseret på risikovurderinger. Grænseværdierne er fastsat på baggrund af kemiske stoffers effekter på de dyr og planter, der lever i vandet og udgør den højeste koncentration af et forurenende stof, hvor myndighederne vurderer, at det ikke giver skader på vandmiljøet.

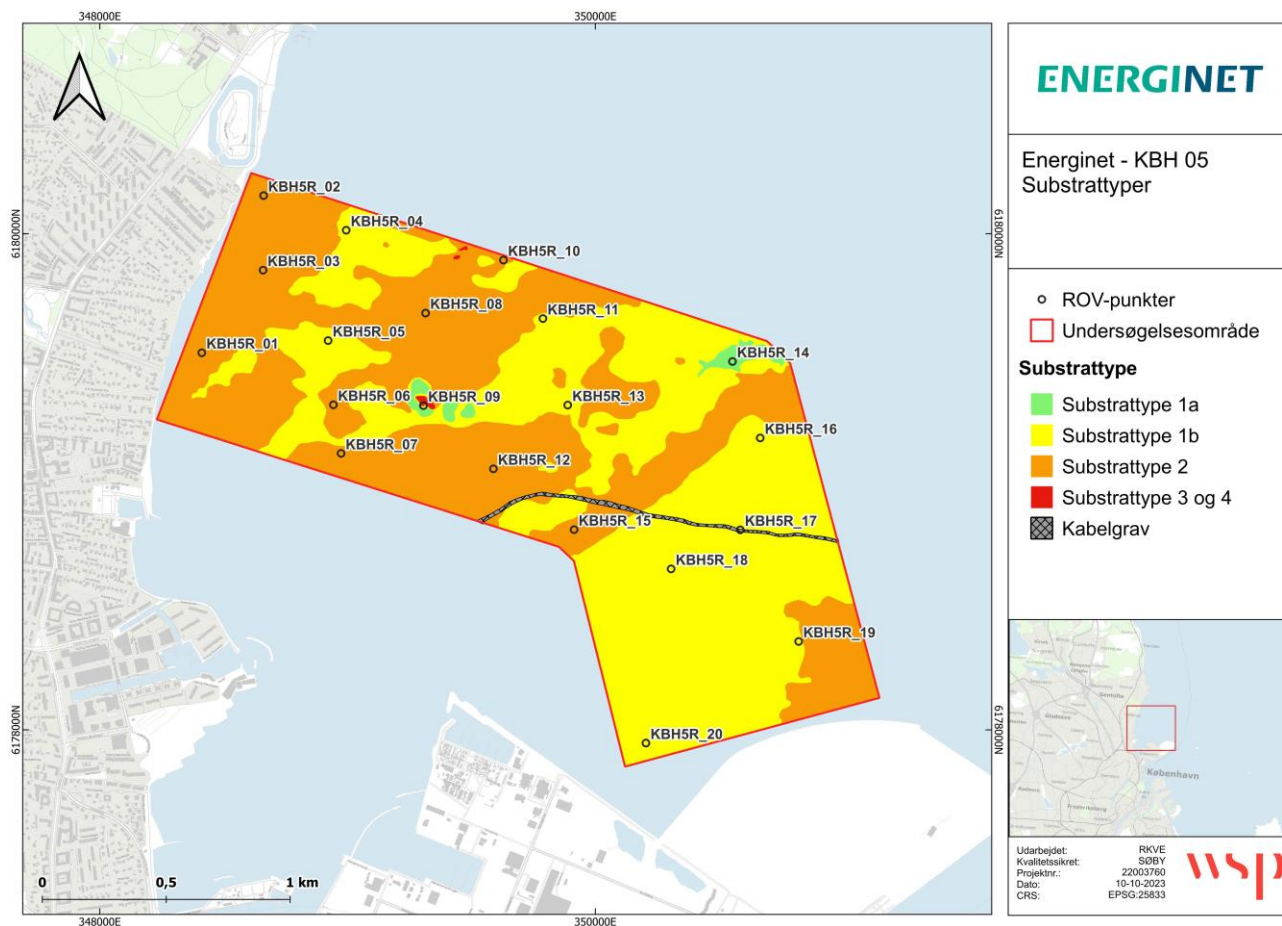
De lovfastede SK-krav værdier fremgår af bekendtgørelse nr. 796 af 13. juni 2023 om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand (Miljøstyrelsen, 2023a). Dog er der i bekendtgørelsen kun inkluderet få grænseværdier for miljøfarlige stoffer i sediment. På Miljøstyrelsens hjemmeside findes imidlertid en række sedimentkvalitetskriterier (SK-kriterier), som ikke indgår i bekendtgørelsen (BEK nr. 796 af 13/06/23), men hvor der i forbindelse med fastsættelsen af kvalitetskriteriet, er udarbejdet et datablad over stoffets miljøeffekter mv. (Miljøstyrelsen, 2023b). Disse sedimentkvalitetskriterier er brugt i analysen af miljøfarlige stoffer i nærværende notat, når der ikke findes en lovpligtig grænseværdi.

Fra international side findes OSPARs miljøvurderingskriterier (EAC) samt 'Effekt Range Low' (ERL), som er udviklet af miljøstyrelsen i USA (se (OSPAR, 2009; Nyberg et al., 2013), men bruges af OSPAR som substitut for EAC-værdierne. Begge kriterier er baseret på risikovurderinger og er vurderingsværktøjer, men ikke lovkrav. Disse benyttes, som beskrevet i ovenstående prioritetsliste, når der ikke findes lovpligtige grænseværdier (SK-krav og EQS) eller SK-kriterier.

Yderligere findes der i Klapvejledningen (By- og Landskabsstyrelsen, 2008) et "nedre aktionsniveau", som er et lovkrav ifm. klapning af sediment og derfor ikke er direkte anvendelig i forhold til vurdering af miljøfarlige stoffer i almindelige havbundssedimenter. Derfor benyttes nedre aktionsniveau kun ved fraværet af ovenstående grænseværdier.

3 RESULTATER

3.1 SUBSTRATFORHOLD



Figur 11. Substrattypekort over registrerende bundtyper i området.

Ovenstående Figur 11 viser substrattyperne i det undersøgte område. Til tolkning af overfladefladesedimentet er bundsubstratet opdelt i følgende substrattyper jf. Råstofbekendtgørelsen (BEK nr. 1680 af 17/12/2018):

- **Substrattype 1** – Sand, silt og dynd: Områder bestående af finkornet blød bund eller fast sandbund (evt. med dynamiske bundformer) med varierende indslag af skaller og grus. Sand er defineret som kornstørrelser i intervallet 0,06-2,0 mm. Typisk underinddeles substrattype 1 i substrattype 1a (siltede, bløde bunde), 1b (faste sandbunde) og 1c (lerede bunde), hvilket ikke fremgår af bekendtgørelsen. Det er en standard substrattypeinddeling, der er anvendt i bl.a. danske råstofsager, substrat- og habitatnaturtypekortlægninger. Underinddelingen er anerkendt af MST.
- **Substrattype 2** - Sand, grus og småsten: Områder, som består af en blanding af groft sand og grus med en kornstørrelse på ca. 2-20 mm og småsten med størrelser på ca. 2-10 cm. Substrattypen indeholder også enkelte større sten fra ca. 10 cm og større, der dækker op til 10% af havbunden.

- **Substrattype 3** - Sand, grus og småsten samt stenbestrøning med større sten: Områder bestående af blandede substrater med sand, grus og småsten med en varierende mængde af større sten fra ca. 10 cm dækkende 10-25% af havbunden. Substrattypen adskiller sig fra substrattype 2 ved at indeholde et større antal sten fra ca. 10 cm og opefter. Stenene ligger oftest spredt (bestrøning) og kun i ét lag.
- **Substrattype 4** – Stenede områder og stenrev med 25-100% af større sten: Områder domineret af sten fra ca. 10 cm fra tæt bestrøning til egentlige stenrev med eller uden huledannende elementer. Der kan også forekomme varierende mængder af sand, grus og småsten, samt biogene rev/eller kalkrev i denne substrattype. Stenene kan ligge i ét lag, eller danne egentlige stenrev, som rejser sig over den omkringliggende bund med flere lag (huledannende).

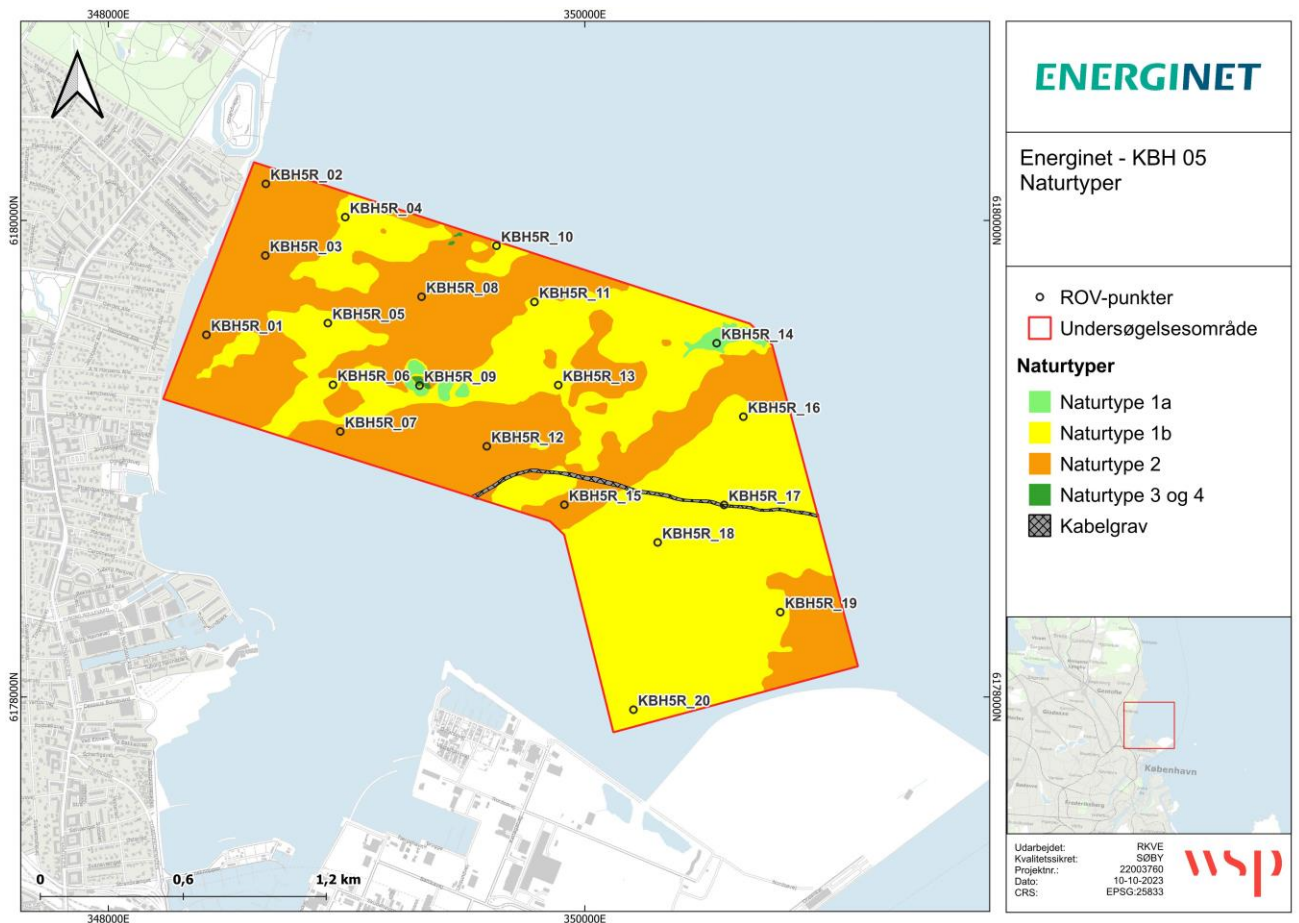
Substrattype 1a er kun registreret på to stationer i den centrale del af undersøgelsesområdet. Substrattypen forekommer både alene og som primær substrattype til en lokal type 4 bund på station KBH5R_14. Den findes på dybder mellem 7,1-10 m og dækker ca. 1,1 % af undersøgelsesområdet.

Substrattype 1b er registreret som en gennemgående bundtype, der er udbredt i det meste af området, dog primært omkring Nordhavsmolen. Substrattypen findes som mosaik med grovere substrater (substrattype 2). Substrattypen forekommer i 4-7,3 m meters dybde og dækker ca. 50,6 % af undersøgelsesområdet.

Substrattype 2 er på tilsvarende vis en gennemgående substrattype, der primært dominerer området nord for Hellerup Havn. Naturtypen danner på tilsvarende vis mosaik med både finere (substrattype 1a) og grovere (substrattype 4) bundtyper. Bundtypen er registreret på 1,8-7 m dybde og dækker ca. 47,5 % af undersøgelsesområdet.

Substrattype 4 findes kun som sekundær substrattype til substrattyperne 1a og 2 på hhv. station KBH5R_09 og KBH5R_12 i den centrale til nordvestlige del af undersøgelsesområdet på dybder mellem 6-7,1 m dybde. Substrattypen dækker ca. 0,1 % af undersøgelsesområdet.

3.2 NATURTYPER OG BIOLOGISKE FORHOLD



Figur 12. Naturtypekort over registrerende bundtyper i området.

Naturtypefordelingen i projektområdet er vist på Figur 12. Naturtypekortet er udarbejdet på baggrund af substrattypekortet og de visuelle verifikationer og viser den arealmæssige udbredelse af naturtyperne i undersøgelsesområdet.

Naturtyperne korresponderer med substrattyperne på følgende måde:

- Naturtype 1a = substrattype 1a – siltet, mudret sandbundssamfund
- Naturtype 1b = Substrattype 1b - sandbundssamfund
- Naturtype 2 = Substrattype 2a – grusbundssamfund evt. med enkelte større sten (>10 cm) med dækning under 10 %
- Naturtype 3/4 = Substrattype 3+4 - stenrev med store sten (> 10 cm) og dækning mellem 10 %-100 %

I det følgende beskrives bundtype, bundflora og -faunasamfund for de observerede naturtypesamfund i undersøgelsesområdet. I Tabel 3 fremgår en sammenligning af bundfauna og -flora, som er observeret i relation til de forskellige naturtyper.

Tabel 3. Sammenligning af arter og dækningsgrader (%) for bundflora og fauna i naturtyperne i området.

NATURTYPE	FAUNA	%	BUNDFLORAARTER	%	ROV-STATION	DYBDE (M)	SUBSTRAT	
							-TYPE	BUNDTYPE
Naturtype 1a	Dyndsnegl, sandormehobe, blåmusling, strandkrabbe Havkarusse, toplettet kutling	<1-1	Smal rødblad, savtang, fedtemøg, røde buskalger, cladophora sp.	<1-1	KBH5R_09 KBH5R_14	7,1-10	1a Sekundært type 4 (station KBH5R_09)	Sandet, siltet og mudret flad bund, der er dækket af et lag organisk materiale (sandsynligvis) og med tegn på iltsvind (lokale områder med liglagen samt svovlbakterier). Der er enkelte større sten på bunden.
Naturtype 1b	Dyndsnegl, sandormehobe, hydroider, blåmusling, rurer, hindemosdyr, strandkrabbe Toplettet kutling, fiskeyngel	1-10	Ålegræs, fedtemøg, savtang, blæretang, gaffeltang, smal rødblad, røde buskalger, strengetang, horntang, cladophora sp., callithamnion sp., hildenbrandia, blodrød ribbeblad	15-100	KBH5R_04 KBH5R_05 KBH5R_06 KBH5R_10 KBH5R_11 KBH5R_13 KBH5R_16 KBH5R_17 KBH5R_18 KBH5R_20	4-7,3	1b Sekundært type 2 (Stationer KBH5R_05 KBH5R_10)	Fast sandbund evt. med lidt grus og små sten og enkelte store sten. Generelt svært at vurdere substrat grundet høj flora dækning.
Naturtype 2	Dyndsnegl, sandormehobe, hydroider, blåmusling, kalkrørsorm, rurer, mosdyr, søanemone Sandkutling, havkarusse, fiskeyngel	<1-2	Ålegræs, savtang, blæretang, fedtemøg, smal rødblad, gaffeltang, røde buskalger, strengetang, cladophora sp., hildenbrandia,	15-90	KBH5R_01 KBH5R_02 KBH5R_03 KBH5R_07 KBH5R_08 KBH5R_10 KBH5R_12 KBH5R_15 KBH5R_19	1,8-7	2 Sekundært type 4 (station KBH5R_12)	Sandbund med en del grus, små sten samt flere større sten (<10 %). Generelt svært at vurdere substratet pga. høj flora dækning. Bundtypen danner mosaik med substrattypen 1b (KBH5R_05).
Naturtype 3/4	Dyndsnegl, rurer, kalkrørsorm, blåmusling, sandormehobe, strandkrabbe	<1-1	Smal rødblad, fedtemøg, savtang, gaffeltang, røde buskalger, horntang, blodrød ribbeblad, strengetang, cladophora	90-100	KBH5R_09 KBH5R_12	6-7,1	4 Forekomm er kun som sekundær substrattyp e til 1b og 2	Sandet, siltet bund med mange store sten og muligvis grus og mindre sten. Substrat svært at bedømme grundet høj dækningsgrad af makroalger. Forekommer kun

	Havkarusse, toplettet kutling		sp., callithamnion sp., sukkertang				(hvv. station KBH5R_09 og KBH5R_12)	som lokal, sekundær bundtype til øvrige bundtyper.
--	-------------------------------	--	------------------------------------	--	--	--	-------------------------------------	--

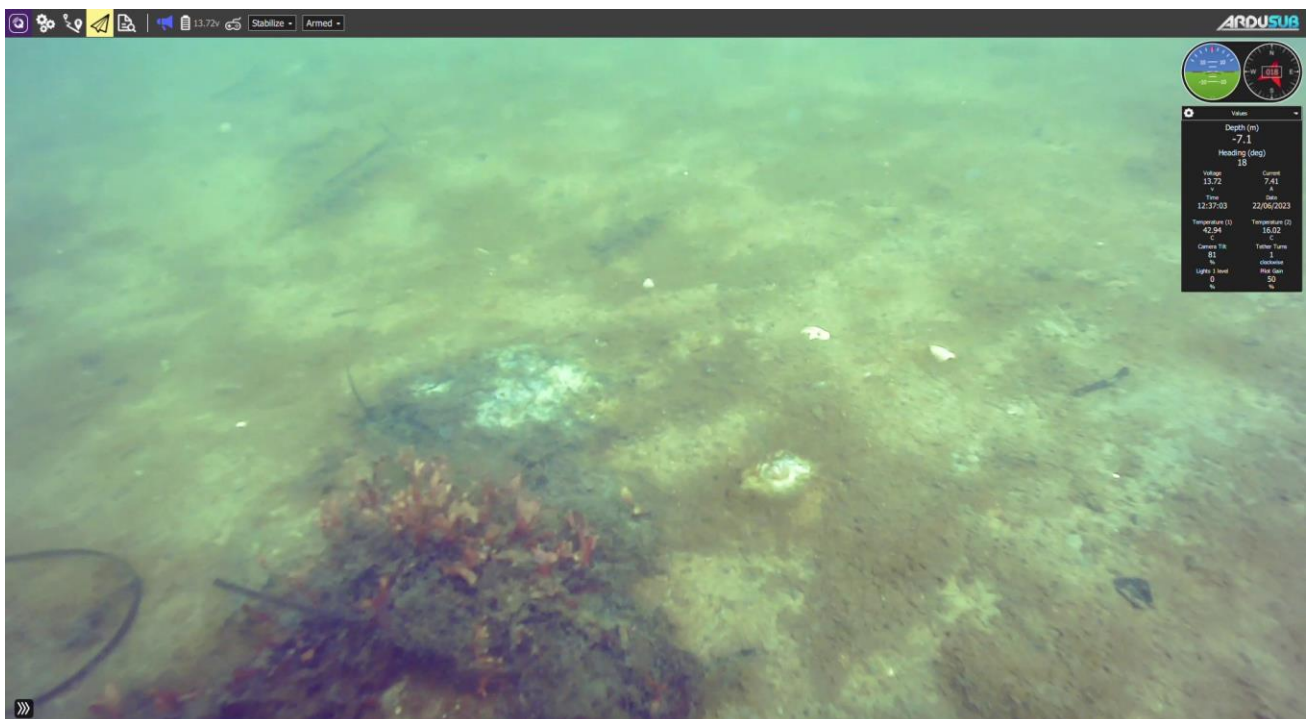
I nedenstående gennemgås de enkelte naturtyper observeret i undersøgelsesområdet, dels i forhold til selve bundtypen og dels i forhold til de biologiske forhold i området. Derudover beskrives de forskellige naturtypers forekomst i undersøgelsesområdet.

3.2.1 BIOLOGISKE FORHOLD TILKNYTTET NATURTYPE 1A

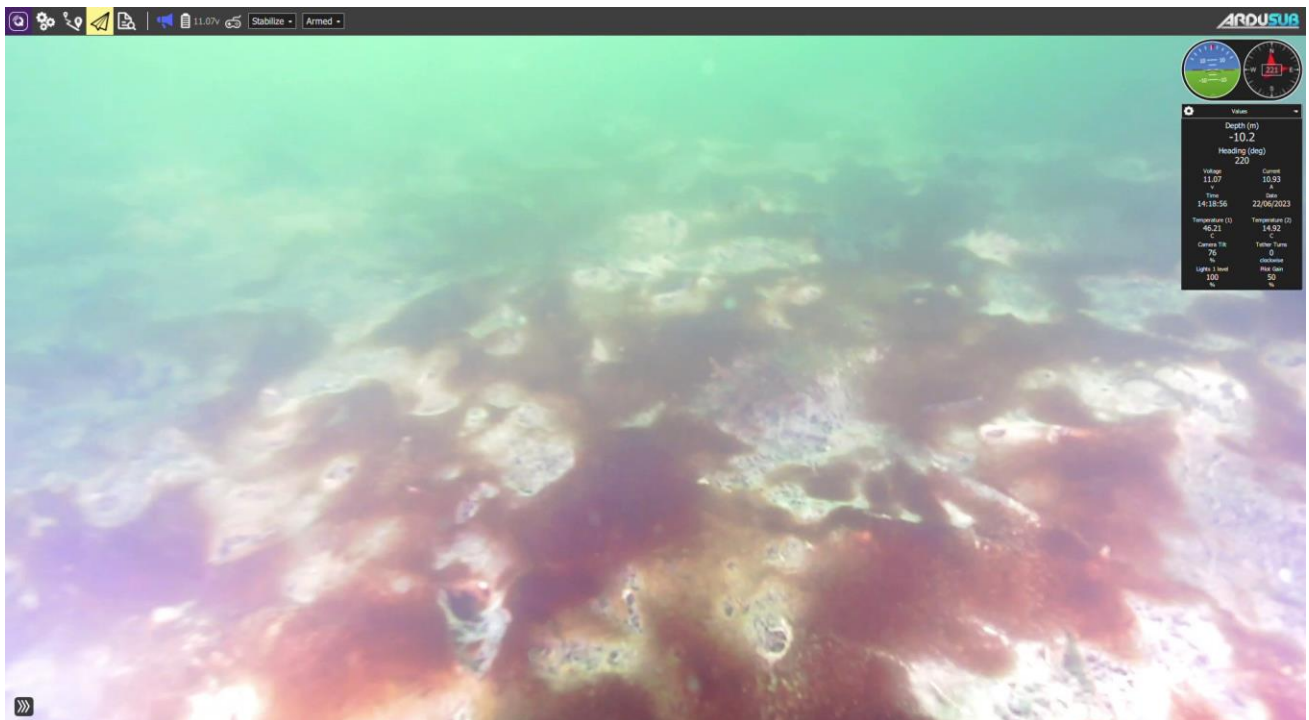
Naturtypen 1a er tilknyttet substrattypen 1a, som typisk er en siltet, mudret sandbund med bevoksning af ålegræs med varierende dækningsgrad, dog oftest relativ sparsom, samt bundlevende organismer.

Naturtypen er kun fundet på to ROV-stationer i den centrale del af undersøgelsesområdet og er altså ikke udbredt i området. På naturtypen fandtes ingen ålegræs dog enkelte små og større sten med makroalgebevoksning (Figur 13) samt skalfragmenter (Figur 15). Bunden var flere steder dækket af liglagen og svovlbakterier (Figur 14). Naturtypen forekommer i 7,1-10 m dybde.

Naturtypen blev verificeret på ROV-station KBH5R_09 og KBH5R_14 og udgør ca. 1,1 % af havbunden i undersøgelsesområdet.



Figur 13. Naturtype 1a – Siltet, mudret sandbund med forekomster af liglagen og svovlbakterier samt fastsiddende smal rødblad. Station KBH5R_09.



Figur 14. Naturtype 1a – Siltet, mudret sandbund dækket af liglagen og svovlbakterier. Station KBH5R_14.



Figur 15. Naturtype 1a – Siltet, mudret sandbund med skal fra blåmusling samt forekomster af liglagen og svovlbakterier. Station KBH5R_14.

Dækningsgraden af fauna var generelt lav (0-1 %) og var udgjort af dyndsnegl, sandormehobe, blåmusling og strandkrabbe. Der blev observeret havkarusse og toplettet kutling på naturtypen. Bundfloraen var sparsom (<1-1 % dækning) og domineret af makroalger udgjort af røde buskalger, smal rødblad, savtang, cladophora sp., og fedtemøg. Der blev ikke registreret sårbare arter på naturtype 1a-stationerne.

3.2.2 BIOLOGISKE FORHOLD TILKNYTTET NATURTYPE 1B

Naturtype 1b er knyttet til substrattype 1b, som typisk er en sandbund med bevoksning af ålegræsbede af varierende dækning og forskellige bundlevende organismer. På naturtypen findes derudover enkelte større sten med makroalgebevoksning.

Naturtypen er udbredt og dominerer især store dele af det sydøstlige undersøgelsesområde omkring Nordhavnsmlen. I den centrale og dels den nordvestlige del af undersøgelsesområdet findes naturtypen som mosaik med grovere substrater. På naturtypen fandtes ålegræs med varierende dækningsgrader samt enkelte store sten med fastsiddende makroalger (Figur 16, Figur 18 og Figur 19). Naturtypen forekommer i 4-7,3 m dybde.

Naturtypen blev verificeret på ROV-station KBH5R_04, KBH5R_05, KBH5R_06, KBH5R_10, KBH5R_11, KBH5R_13, KBH5R_16, KBH5R_17, KBH5R_18 og KBH5R_20 og udgør ca. 50,6 % af havbunden i undersøgelsesområdet.



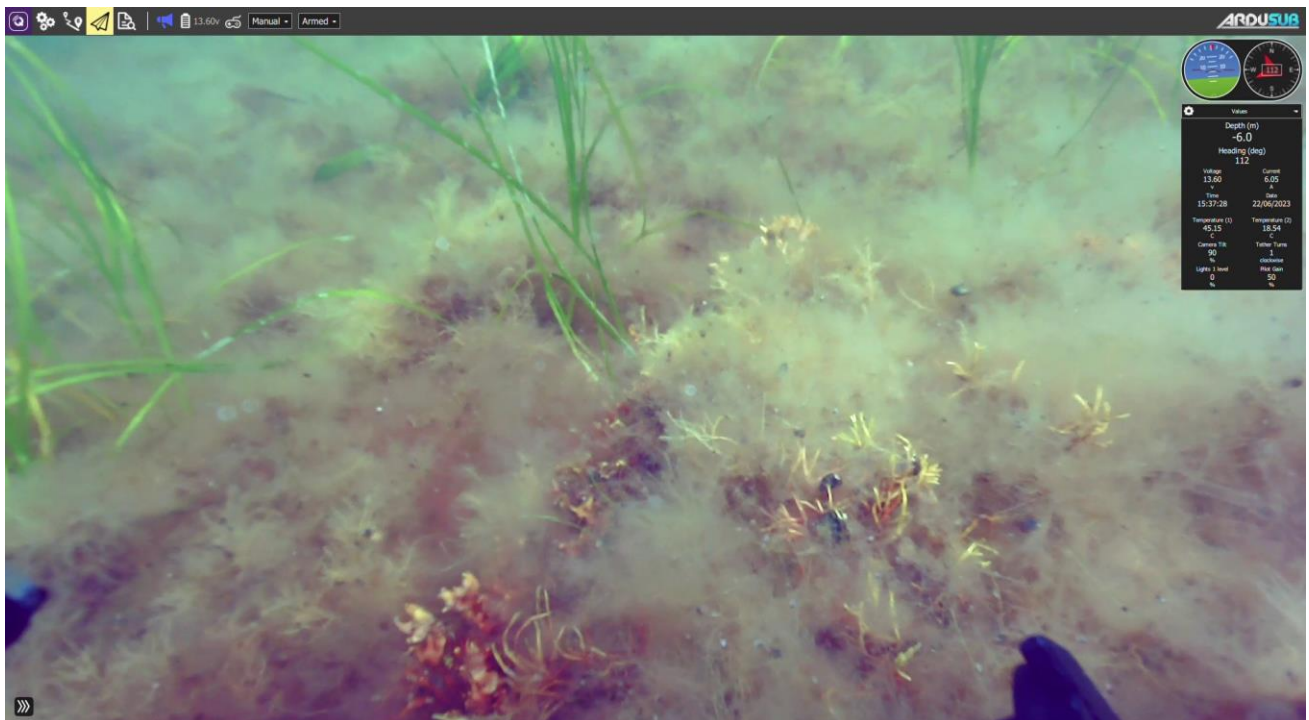
Figur 16. Naturtype 1b – Fast sandbund med ålegræs og savtang fastsiddende på sten. Station KBH5R_04.



Figur 17. Naturtype 1b – Fast sandbund med sparsom ålegræs og løstliggende og fastsiddende arter af Fucus. Bunden er flere steder dækket af fedtemøg. Dyndsnegle samt sandormehobe ses på bunden. Station KBH5R_04.



Figur 18. Naturtype 1b – Fast sandbund med høj dækning af ålegræs. Fedtemøg dækker bunden imellem ålegræsset og øregopler ses over ålegræsbedet. Station KBH5R_10.



Figur 19. Naturtype 1b – Fast sandbund med ålegræs og enkelte store sten med gaffeltang og smal rødblad. På ålegræs ses hindemosdyr. Fedtemøg dækker det meste af bunden og i fedtemøget ses juvenile blåmuslinger. Station KBH5R_18.

Dækningsgraden af fauna var generelt lav (<1-5 %), dog i et enkelt område op til mellem 5-10 % (station KBH5R_13), og bestod af dyndsnegl, sandormehobe, hydroider, blåmusling, rurer, hindemosdyr og strandkrabbe. Der blev observeret toplettet kutling og fiskeyngel på naturtypen. Bundfloraen var domineret af ålegræs med skiftende dækningsgrader (10-75 %), men på sten fandtes også savtang, blæretang, gaffeltang, smal rødblad, røde buskalger, horntang, strengetang, cladophora sp., callithamnion sp., hildenbrandia og blodrød ribbeblad. Desuden var der på de fleste stationer med denne naturtype et relativt stort dække af fedtemøg. Der blev ikke registreret sårbare arter på naturtype 1b-stationerne.

3.2.3 BIOLOGISKE FORHOLD TILKNYTTET NATURTYPE 2

Naturtype 2 er koblet til substrattype 2, som typisk består af sandbund med spredte små og store sten.

Bundtypen dominerer i den centrale til nordvestlige del af undersøgelsesområdet, hvor den indgår i mosaik primært med substrattype 1b og dels også med 1a og 3/4. På naturtypen er fundet varierende dækningsgrader af ålegræs samt mindre og større sten med fastsiddende makroalger (Figur 20, Figur 21 og Figur 22). Bundtypen er registreret på 1,8-7 m dybde.

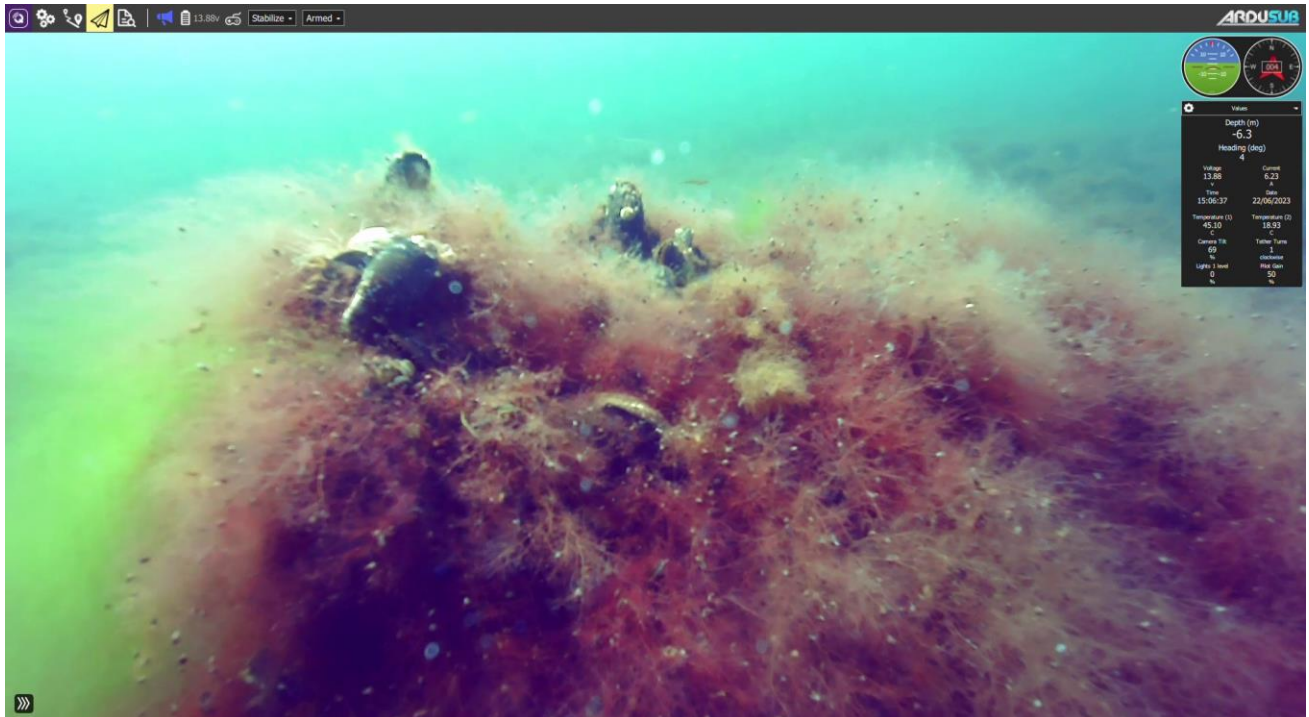
Naturtypen er verificeret på stationerne KBH5R_01, KBH5R_02, KBH5R_03, KBH5R_07, KBH5R_08, KBH5R_10, KBH5R_12, KBH5R_15 og KBH5R_19 og udgør ca. 47,5 % af havbunden i undersøgelsesområdet.



Figur 20. Naturtype 2 – Ålegræsbed med høj dækningsgrad. Dyndsnegle ses på ålegræs. Station KBH5R_07.



Figur 21. Naturtype 2 – sandbund med sparsomt ålegræsdekke, sandormehobe og en sandkutlingerede. Station KBH5R_15.



Figur 22. Naturtype 2 – stor sten med fastsiddende makroalger (røde buskalger og cladophora sp.) samt levende voksne og juvenile blåmuslinger. På blåmuslingerne sidder rurer og i baggrunden ses en topletet kutling. Station KBH5R_19.

Faunadækningen var lav (<1-2 %). Bundfaunaen bestod af dyndsnegl, sandormehobe, hydroider, blåmusling, kalkrørsorm, rurer, mosdyr og søanemone. Der blev observeret topletet kutling, sandkutling, havkarusse og fiskeyngel på naturtypen. Floraen bestod af ålegræs, savtang, blæretang, fedtemøg, smal rødblad, gaffeltang, røde buskalger, strengetang, cladophora sp. og hildenbrandia. Der blev ikke registreret sårbare arter eller beskyttede naturtyper på naturtype 2-stationerne.

3.2.4 BIOLOGISKE FORHOLD TILKNYTTET NATURTYPE 3 OG 4

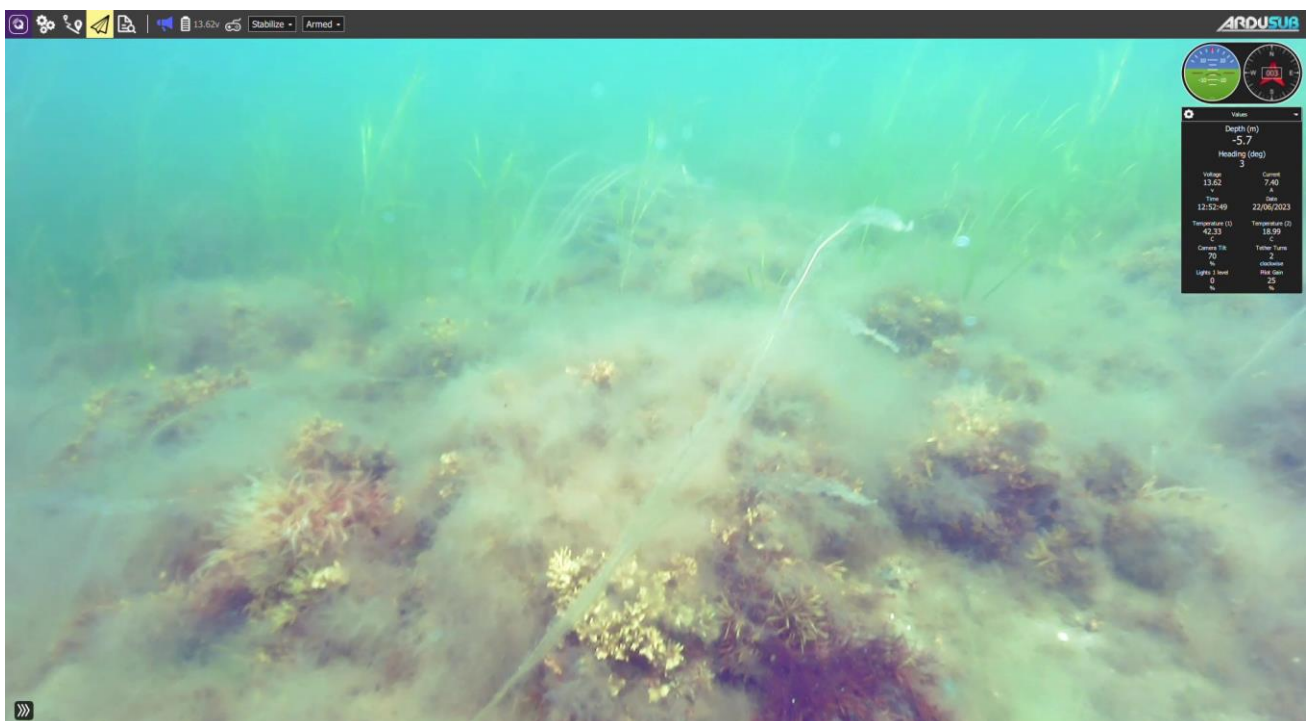
Naturtype 3/4 er knyttet til substrattype 3 og substrattype 4, som er en bestrøningsbund med varierende mængder af mindre og større sten. Grænsen mellem de to substrattyper er diffus, men overordnet er bundforholdene i de stenede områder meget heterogene og stendækningen varierende. På baggrund af den diffuse overgang mellem substrattype 3 og 4, samt at det oftest er de samme arter, der findes i tilknytning til de to substrattyper, behandles og beskrives de observerede flora og faunaarter for naturtype 3 og 4 samlet.

Naturtype 3/4 er kun registreret som sekundær naturtype til hhv. naturtype 1a og 2 i den centrale del af undersøgelsesområdet. På naturtypen blev registreret relativ høje dækningsgrader af store sten med substratspecifik dækning af makroalger på 100 % (Figur 23 og Figur 24). Naturtypen er observeret på dybder fra 6-7,1 m.

Naturtypen er verificeret på stationerne KBH5R_09 og KBH5R_12. Naturtypen udgør ca. 0,1 % af havbunden i undersøgelsesområdet.



Figur 23. Naturtype 4 – knyttet til substrattype 3 og 4. Mange store sten med fuld dækning af makroalger, herunder røde buskalg, strengetang, gaffeltang og sukkertang, der er dækket af et lag fedtemøg. I midten af billedet ses en havkarusse. Station KBH5R_09.



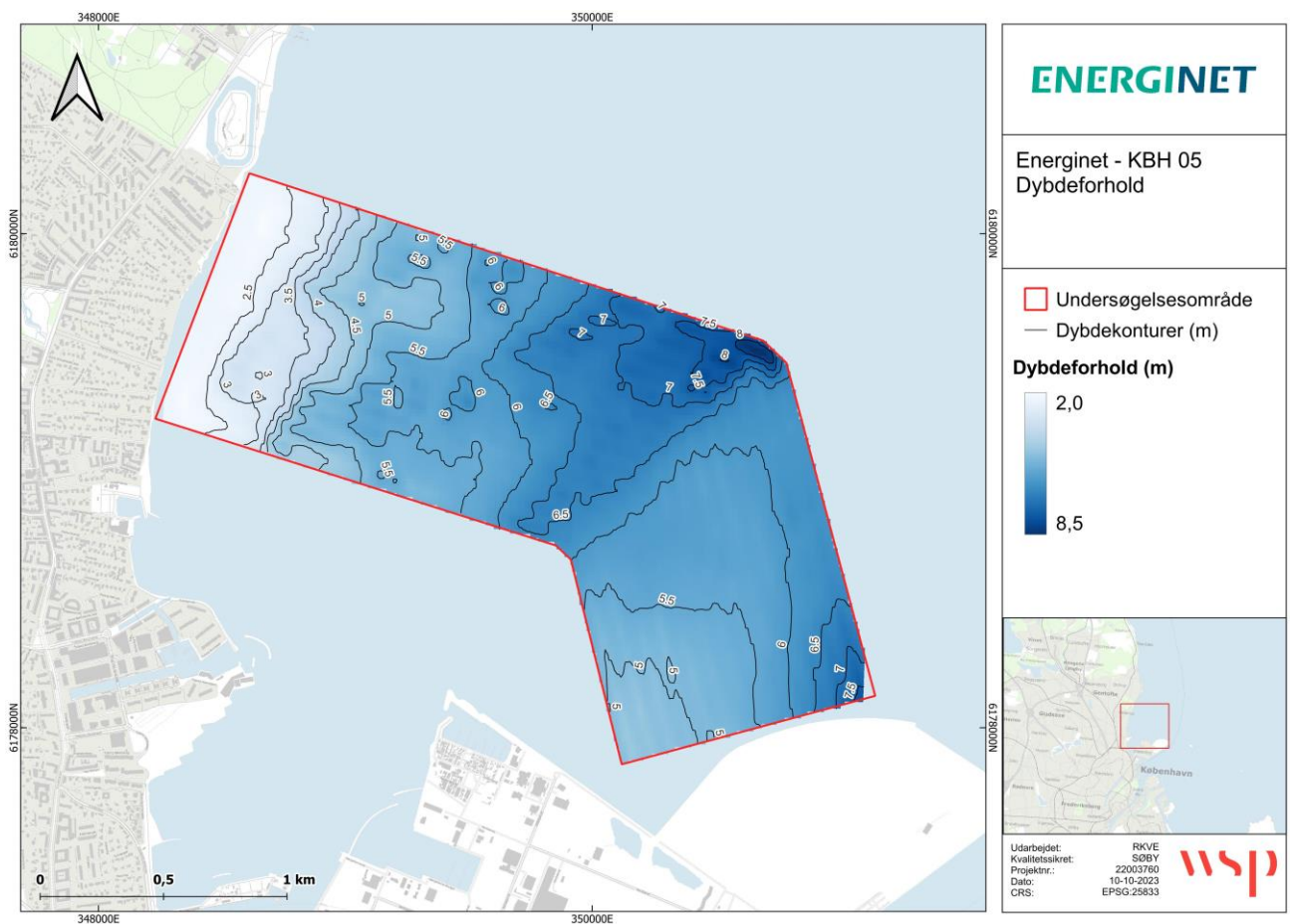
Figur 24. Naturtype 4 – knyttet til substrattype 3 og 4. Her ses skellet mellem den dominerende naturtype 2 med ålegræs i baggrunden og den lokale naturtype 4 med mange store sten dækket af fastsiddende makroalger, herunder gaffeltang, smal rødblad, røde buskalg og strengetang. Bunden er dækket af et lag fedtemøg Station KBH5R_12.

Faunadækningen var lav (<1-1 %). Den observerede bundfauna for naturtypen bestod af dyndsnejl, rurer, kalkrørsorm, blåmusling, sandormehobe og strandkrabbe. De observerede

fiskearter omfattede havkarusse og toplettet kutling. Bundfloraen på naturtype 3/4 var domineret af makroalger med en overordnet dækningsgrad mellem 90-100 % og 100 % substratspecifik dækningsgrad på sten. Makroalgebevoksningen var udgjort af smal rødblad, fedtemøg, savtang, gaffeltang, røde buskalger, horntang, blodrød ribbeblad, strengetang, cladophora sp., callithamnion sp. og sukkertang.

De registrerede arter er almindelige for stenrevsområder i den del af danske farvande men ikke særegne for naturtypen. Der blev ikke registreret sårbare arter eller beskyttede naturtyper på naturtype 3/4-stationerne.

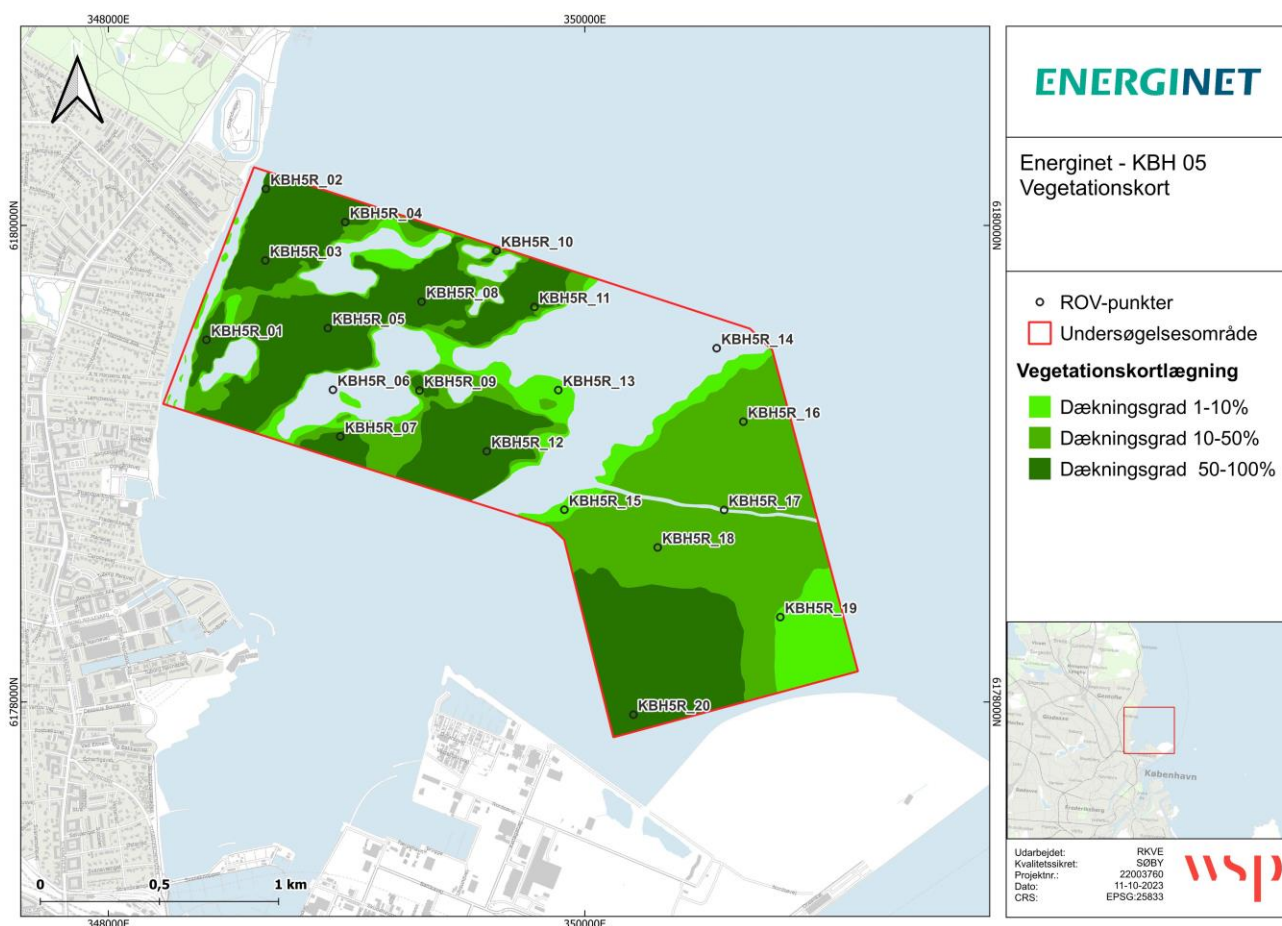
3.3 DYBDEFORHOLD



Figur 25. Dybdekort – registreringer af dybden i området.

Dybdeforholdene i området varierer fra 0 meter inde ved kysten nord for Hellerup Havn og ud til 8 m i det nordøstlige hjørne af undersøgelsesområdet (Figur 25). Fra kystlinjen og havværts ses en uafbrudt faldende vanddybde i området.

3.4 BUNDEVEGETATION



Figur 26. Udbredelsesforhold af vegetation (ålegræs og makroalger) i området.

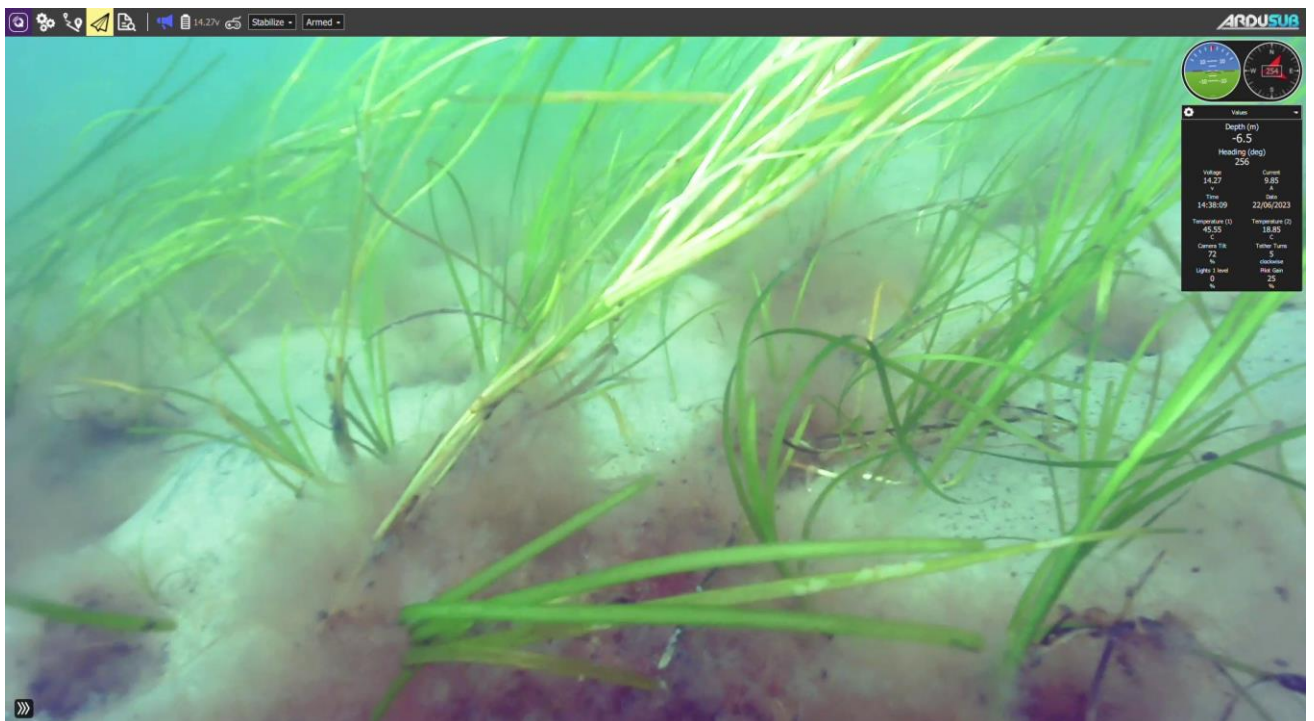
Ovenstående Figur 26 viser udbredelsesforhold og dækningsgrader af registreret vegetation i området, er udarbejdet på baggrund af sidescan-mosaikken og er verificeret med ROV-observationer.

Resultaterne viste, at der i størstedelen af undersøgelsesområdet fandtes relativ høje dækningsgrader af ålegræs og/eller makroalger (50-100 %) især i den centrale og nordvestlige del af undersøgelsesområdet nord for Hellerup Havn. Til sammenligning var dækningsgraden af ålegræs og makroalger i området omkring Nordhavsmolen generelt lavere (1-10 % og 10-50 %), med undtagelse af det sydvestlige hjørne af området, hvor dækningsgraden var tilsvarende høj (50-100 %).

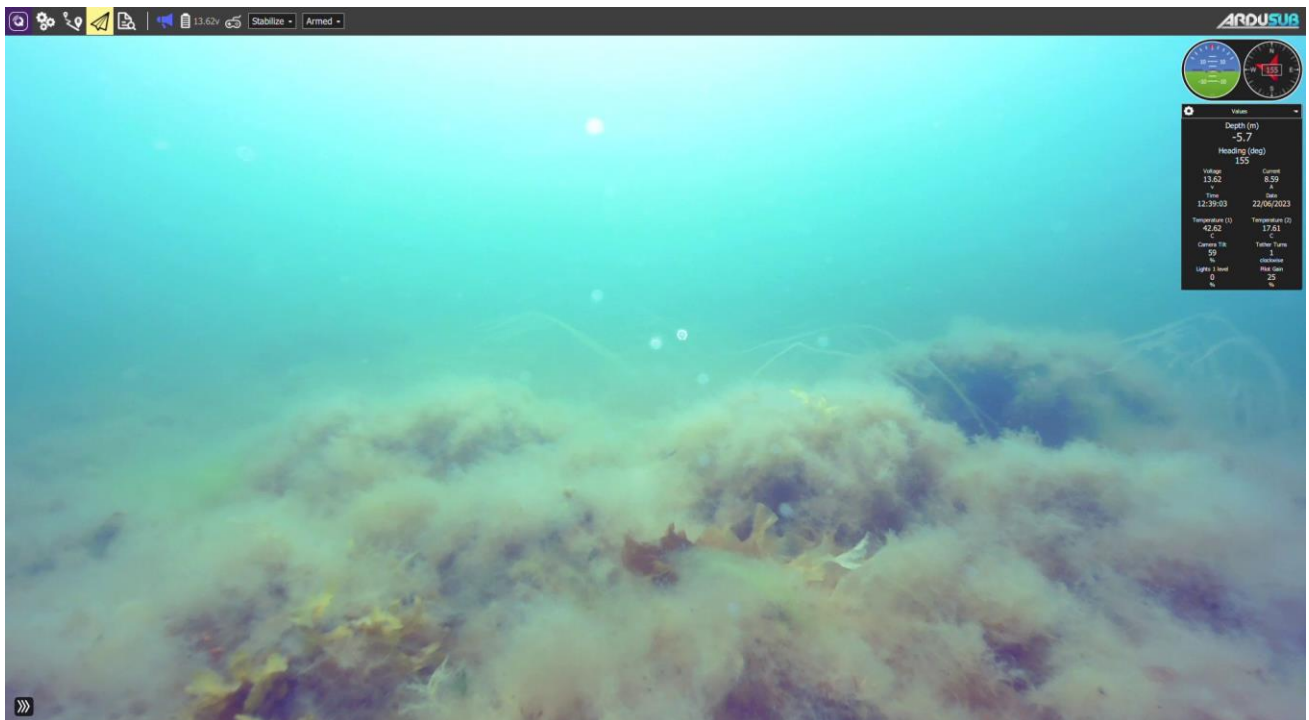
Eksempler på ålegræsbede og makroalgesamfund er vist i nedenstående Figur 27, Figur 28 og Figur 29. Den samlede registrerede arealudbredelse af vegetation i området var ca. 76,5 % af undersøgelsesområdet.



Figur 27. Ålegræsbed med høj dækningsgrad og flere større sten med makroalger på en substrattype 1b-bund fra station KBH5R_03.



Figur 28. Ålegræsbed på en substrattype 1b-bund fra station KBH5R_16.



Figur 29. Makroalgensamfund på substrattype 4 på station KBH5R_09.

KBH05 projektet ligger inden for vandområde Nordlige Øresund under Vanddistrikt Sjælland. Ålegræssets dybdeudbredelse benyttes som indikator for den økologiske tilstand, der administreres jf. vandområdeplanerne. Kravet til ålegræssets hovedudbredelse, hvor der er min. 10 % dækningsgrad, er fastsat til 6,3 m, hvor hovedudbredelsesdybden ved seneste opgørelse af NOVANA overvågningsdata (perioden 2014-2019) blev opgjort til 6,4 m. Ålegræs som kvalitetselement vurderes dermed at være i god økologisk tilstand. Den samlede økologiske tilstand for vandområdet er vurderet til at være i moderat tilstand, idet flere kvalitetselementer, herunder bentiske invertebrater og nationalt specifikke stoffer samt kemiske parametre ikke lever op til kravene i vandområdeplanerne.

3.5 SEDIMENTFORHOLD OG -KEMI

3.5.1 MILJØFARLIGE FOURENENDE STOFFER

Herunder foretages en redegørelse for tilstedeværelsen af miljøfarlige forurenende stoffer (MFS) i projektområdet baseret på indsamlet data i forbindelse med feltprogrammet. Det vurderes om de analyserede MFS overskrider forskellige anvendte grænseværdier, som er prioriteret i rækkefølgen: SK-krav, EQS, SK-kriterier, EAC, ERL og nedre aktionsniveau (se detaljer og hvordan grænseværdierne er prioriteret i afsnit 2.3.1 – Metode/ Grænseværdier). Koncentrationer af MFS vurderes derfor kun ud fra den højest prioriterede grænseværdi, der findes for det specifikke stof. I det følgende behandles de lovpligtige kvalitetskrav (SK-krav og EQS) og de ikke-lovpligtige vurderingskriterier (SK-kriterier, ERL og Nedre aktionsniveau) separat, idet de ikke-lovpligtige vurderingskriterier, som navnet antyder, ikke er et lovkrav, men er medtaget som vejledende parametre.

Der er for hver af de fem delområder (A, B, C, D og E) lavet 1 blandingsprøve, som består af fem sedimentprøver taget inden for samme delområde. Blandingsprøverne er navngivet A, B, C, D og E efter områderne.

SK-kravet for sølv, anthracen, naphthalen, nonylphenol, methylnaphthalener, 4-tert-octylphenol og SK-kriteriet for benz(a)anthracen, crysen, phenanthren og pyren udregnes på baggrund af prøvernes indhold af organisk stof (TOC) i sedimentet (Miljøstyrelsen, 2023a; 2023b). De beregnede grænseværdier kan ses i Tabel 4.

I de fem delområder er der stor variation i indholdet af organisk stof i sedimentet (0,11-4,03 % TOC), hvilket betyder, at der også er stor variation i grænseværdierne mellem delområderne (se Tabel 4).

Tabel 4. Udregnede grænseværdier for de fem blandingsprøver for områderne A, B, C, D og E baseret på indholdet af TOC (%). Værdierne er angivet i µg/kg tørstof (TS), med undtagelse af sølv, som er angivet i mg/kg TS. f_{oc} er fraktionen af kulstof i sedimentet.

Grænse- værdier /Delom- råder	TOC	Sølv	Anthracen	Benzo(a)anthracen	Crysen	Phenanthren	Pyren	Sum af methylnaphthalener	Naphthalen	Sum af nonylphenoler	4-tert-octylphenol
	%	mg/kg TS	µg/kg TS								
SK-krav		260 $\times f_{oc}$	96 $\times f_{oc}$					478 $\times f_{oc}$	2760 $\times f_{oc}$	2500 $\times f_{oc}$	3930 $\times f_{oc}$
SK- kriterier				600 $\times f_{oc}$	462 $\times f_{oc}$	7800 $\times f_{oc}$	8400 $\times f_{oc}$				
A	0,34	0,89	0,33	2,05	1,58	26,68	28,74	1,64	9,44	8,55	13,44
B	0,11	0,29	0,11	0,66	0,51	8,56	9,22	0,52	3,03	2,74	4,31
C	1,3	3,39	1,25	7,82	6,02	101,64	109,45	6,23	35,96	32,58	51,21
D	1,8	4,79	1,77	11,05	8,51	143,68	154,74	8,81	50,84	46,05	72,39
E	4,0	10,48	3,87	24,19	18,63	314,52	338,71	19,27	111,29	100,81	158,47

Der er for hvert delområde målt 46 MFS, som dækker over en bred vifte af kemiske grupper og typisk fremkommende stoffer (metaller, PAH'er, phenoler og phthalater) (vedlagt som bilag 1 og 2). Koncentrationer af MFS, som overskrider de lovfastsatte sedimentkvalitetskrav (SK-krav og EQS) og andre grænseværdier/vurderingskriterier, er beskrevet i nedstående, og kan ses i Tabel 5.

For de fem delområder er der sammenlagt ikke fundet overskridelser af alle anvendte grænseværdier (både lovpligtige og ikke-lovpligtige) for 7 tungmetaller: bly, cadmium, sølv, vanadium, chrom, kobber og zink, og 4 PAH'er (naphthalen, acenaphthen, fluoranthen og phenanthren), samt 4-tert-octylphenol, BBP, DEHA og DEHP. Mens der er fundet overskridelser af alle anvendte grænseværdier (både lovpligtige og ikke-lovpligtige) for 3 tungmetaller: arsen, kviksølv og nikkel, og 8 PAH'er (anthracen, benzo(a)anthracen, benzo(ghi)perylene, benzo(a)pyren, crysen, indeno(1,2,3-cd)pyren, pyren og summen af methylnaphthalener) samt summen af nonylphenoler (se Tabel 5) (WSP, 2023).

Tabel 5. Sedimentprøver som overskrider de marine sedimentgrænseværdier i undersøgelsesområdet (delområde A, B, C, D og E) i forbindelse med baselineundersøgelsen. SK-krav og SK-kriterier for anthracen, benz(a)anthracen, nonylphenoler, crysen og methylnaphthalener er udregnet på baggrund af indholdet af TOC i sedimentet, og de udregnede værdier kan ses i Tabel 4. Overskridelser af de nationale lovfastsatte SK-krav er repræsenteret ved **røde tal** og **sorte tal** indikerer overskridelser af andre ikke-lovpligtige grænseværdier. f_{oc} er fraktionen af TOC i sedimentet. Tomme celler = ingen overskridelser. "-" indikerer at detektionsgrænsen fra laboratorieanalysen er højere end den prioriterede grænseværdi, og derfor er det ikke muligt at fastslå, om der er overskridelser af det specifikke stof i delområdet. Placering af delområder kan ses på Figur 9.

Grænseværdier /Delområder	Tungmetaller (mg/kg TS)			PAH'er (µg/kg TS)							Phenoler (ug/kg TS)	
	Arsen	Kviksølv	Nikkel	Anthracen	Benzo(a)anthracen	Benzo(ghi)perylen	Benzo(a)pyren	Crysen	Indeno(1,2,3-cd)pyren	Pyren	Sum af methylnaphthalener	Sum af nonylphenoler
SK-krav				96 x f_{oc}							478 x f_{oc}	2500 x f_{oc}
SK-kriterier	0,4		6,8		600 x f_{oc}	42	7	462 x f_{oc}	42	8400 x f_{oc}		
ERL		0,15										
Prøve A	0,92			1	7,1		8,2	7,9			11	11,9
Prøve B	0,7			-	-			1,5			-	20
Prøve C	1,1			11	61	74	69	66	61	130	65	
Prøve D	1,8			4,2	15		17	16			54	
Prøve E	3,9	0,21	8,7	100	290	200	280	320	140	540	221	

Overskridelser af lovpligtige sedimentkvalitetskrav (SK-krav og EQS)

De lovpligtige miljøkvalitetskrav, som er inkluderet i analysen, er Miljøstyrelsens sedimentkvalitetskrav (SK-krav) samt EU's sedimentkvalitetskrav (EQS). EQS er ikke benyttet, da der for målte MFS fandtes et SK-krav, som har højere prioritet jf. prioriteringslisten i afsnit 2.3.1.

Af de 46 målte MFS findes der SK-krav for 13 af stofferne: bly, cadmium, sølv, vanadium, anthracen, sum af methylnaphthalener, naphthalen, sum af nonylphenoler og 4-tert-octylphenol (Miljøstyrelsen, 2023a).

Der blev ikke fundet nogle overskridelser af bly, cadmium, sølv, vanadium, naphthalen og 4-tert-octylphenol i nogle af delområderne.

Af de undersøgte MFS i projektområdet fandtes overskridelser af SK-kravet for anthracen, sum af methylnaphthalener og sum af nonylphenoler (Tabel 5). Koncentrationen af anthracen og methylnaphthalener overskred SK-kravet i alle 5 delområder, på nær B, hvor SK-kravet for både anthracen og summen af methylnaphthalener var lavere end detektionsniveauet, og det er således ikke muligt at fastslå om koncentrationen af de to MFS overskrider i delområde B. For nonylphenoler er der fundet overskridelser i område A og B (Tabel 5).

Det højeste antal overskridelser (3) fandtes i område A, men de højeste koncentrationer fandtes i område E, hvor koncentrationen af anthracen og summen af methylnaphthalener var noget højere end i de resterende delområder, hvor koncentrationerne lå tættere på grænseværdien.

Overskridelser af andre grænseværdier/vurderingskriterier

For MFS hvor der ikke forefindes et lovfastsat SK-krav, benyttes andre vurderingskriterier (SK-kriterier, EAC, ERL og Nedre aktionsniveau) til at analysere tilstanden i prioriteret rækkefølge som beskrevet i afsnit 2.3.1. EAC og Nedre aktionsniveau er ikke benyttet, da der for undersøgte MFS fandtes et vurderingskriterie med højere prioritet.

For de resterende 33 målte MFS, hvor der ikke findes et SK-krav, findes der et SK-kriterie for 14 af stofferne (arsen, nikkel, acenaphthen, benzo(a)anthracen, benzo(ghi)perylene, benzo(a)pyren, crysen, fluoranthen, indeno(1,2,3-cd)pyren, phenanthren, pyren, BBP, DEHA og DEHP) (Miljøstyrelsen, 2023b) og en ERL-værdi for 4 af stofferne (chrom, kobber, kviksølv og zink) (OSPAR, 2009).

Der blev ikke fundet nogen overskridelser af acenaphthen, fluoranthen, phenanthren, BBP, DEHA, DEHP, chrom, kobber og zink i nogle af delområderne.

Der er fundet overskridelser af SK-kriterierne i alle 5 delområder for arsen og crysen, mens der for benzo(a)anthracen er fundet overskridelser i 4 delområder (A, C, D og E) (Tabel 5). For benzo(a)pyren er der fundet overskridelser i alle delområder på nær B og for benzo(ghi)perylene, indeno(1,2,3-cd)pyren og pyren er der fundet overskridelser af SK-kriterierne i delområderne C og E. For område E er der fundet yderligere overskridelser af nikkel, som ikke er fundet i nogle af de andre delområder. I område B er det ikke muligt at fastslå om der er overskridelser af anthracen, benzo(a)anthracen og summen af methylnaphthalener, da SK-krav og SK-kriterie værdierne ligger under detektionsniveauet (Tabel 5).

Af ERL-værdierne er der kun fundet overskridelser af kviksølv for område E, mens der for de andre delområder ikke er fundet nogen overskridelser af stoffer med en ERL-grænseværdi (Tabel 5).

Ligesom for SK-krav værdierne fandtes de højeste koncentrationer også i delområde E, men i modsætning til analysen med SK-krav værdierne, fandtes de fleste overskridelser også i område E.

3.5.2 SEDIMENTETS SAMMENSÆTNING

Sediments kornstørrelse beskriver, hvor fint eller groft det pågældende sediment er.

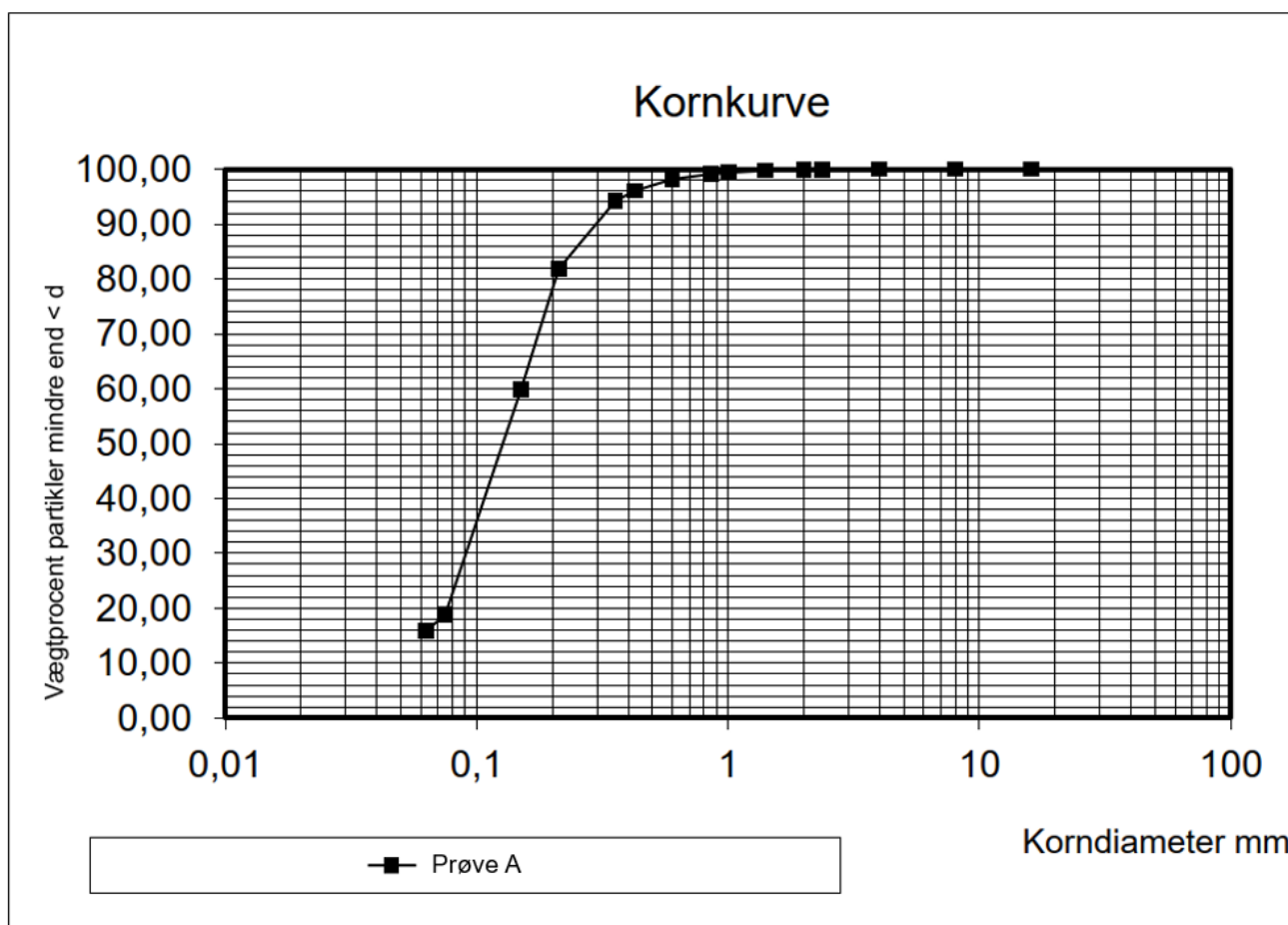
Sedimentsammensætningen beskrives på baggrund af kornstørrelserne på den kumulative kornstørrelseskurve ved henholdsvis 10, 50 og 60 % (d10, d50 og d60) af den samlede masseprocent og beskrives som følgende:

- d10 svarer til, at 10 % er mindre end denne kornstørrelse
- d50 svarer til middelkornstørrelsen
- d60 svarer til, at 60 % er mindre end denne kornstørrelse

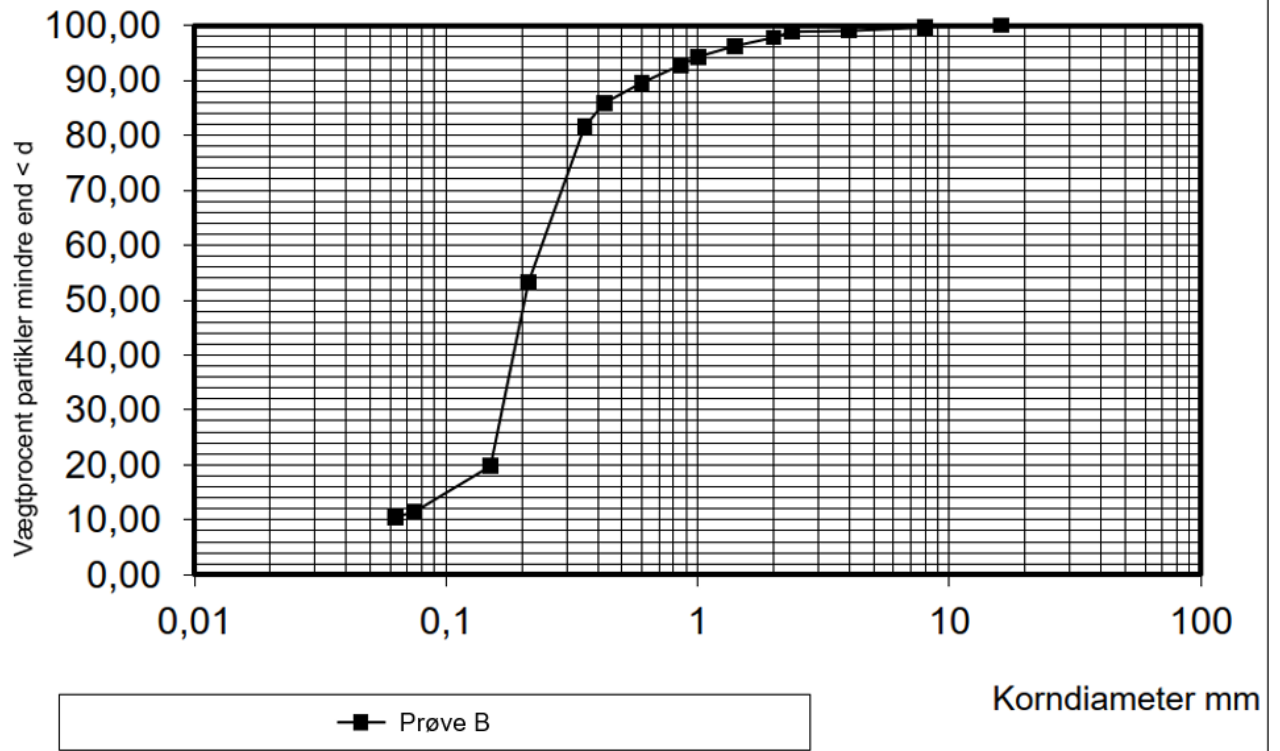
D10 og d60 bruges ved fastlæggelsen af kornkurvens sorteringsgrad ud fra formlen $U=d60/d10$, hvorefter materialet kan beskrives (velsorteret: <2, sorteret: 2 - 3,5, ringe sorteret: 3,5 - 7 og usorteret: >7).

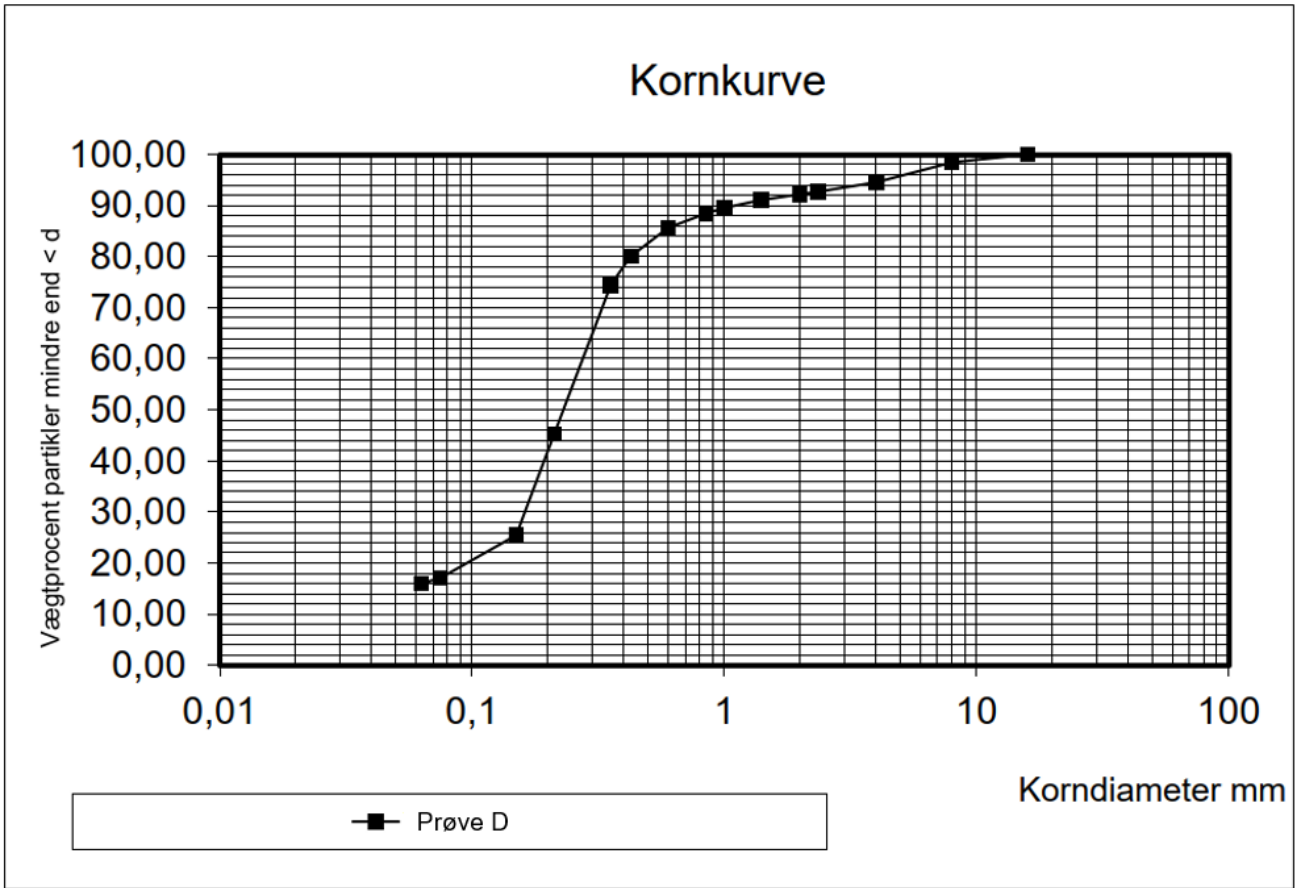
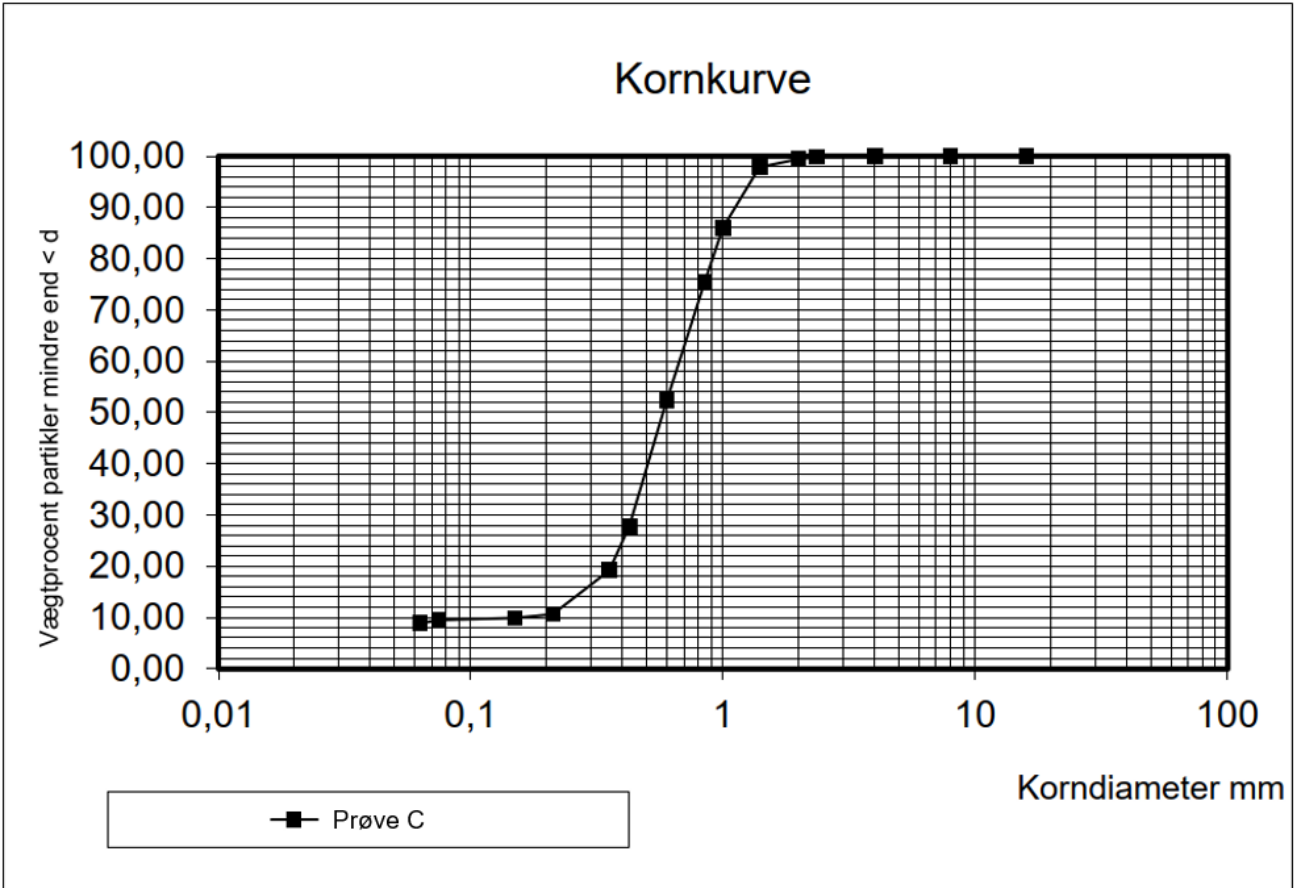
Usorterede sedimenter vil i princippet indeholde hele kornstørrelsesspektret i nogenlunde lige andele. Ringe sorterede sedimenter vil som regel have en svag overvægt af en eller flere kornfraktioner, mens sorterede sedimenter vil have en tydelig overvægt af en eller flere fraktioner.

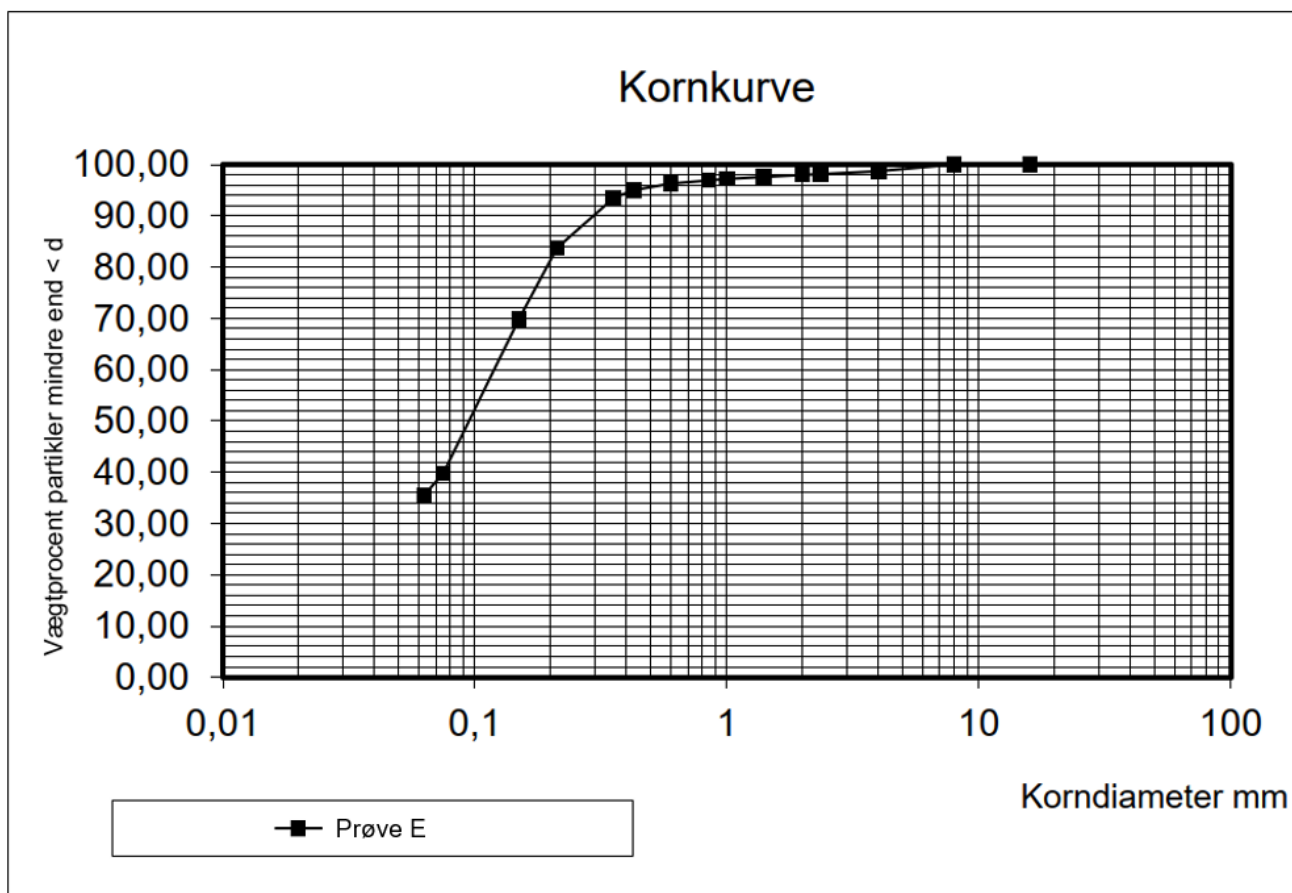
I de nedenstående grafer er kornstørrelsen fra de udtagne sedimentprøver angivet på en kumulativ kornstørrelseskurve (%) af den samlede masseprocent Figur 30.



Kornkurve







Figur 30. Kornkurver for prøveområderne A-E (oppefra og ned) analyseret af Eurofins.

Tabel 6. Kornstørrelsen aflæst på de kumulative kornstørrelseskurver ved henholdsvis 10, 50 og 60 % (d_{10} , d_{50} , d_{60}) af den samlede masse i procent. Middelkornstørrelsen er angivet som type, mens sorteringsgraden er angivet både som værdi ($U = d_{60}/d_{10}$) og som indeks type.

Område	Kornstørrelse				Sorteringsgrad	
	d_{10}	d_{50}	d_{60}	Middelkornstørrelsen	$U = d_{60}/d_{10}$	Indeks
Prøve A	0,024	0,35	0,375	Mellem sand	15,6	Usorteret
Prøve B	0,01	0,215	0,25	Mellem sand	25,0	Usorteret
Prøve C	0,016	0,335	0,375	Mellem sand	23,4	Usorteret
Prøve D	0,007	0,048	0,075	Silt	10,7	Usorteret
Prøve E	0,028	0,3	0,35	Mellem sand	12,5	Usorteret

Middelkornstørrelsen fra størstedelen af sedimentprøverne beskriver materialet som værende primært mellemkornet sand med undtagelse af prøveområde D, der består primært af silt (Tabel 6). Sedimentet kan for alle områderne betegnes som usorteret.

Analyseresultater og yderligere data vedrørende sedimentets beskaffenhed kan findes i Bilag 2.

HTML-STRUKTUR

Alle kort – videosekvenser og logbøger for transekterne er tilgængelige i en HTML struktur. HTML strukturen er en interaktiv struktur med klikbare kort m.m., som åbnes i Google Chrome. Herfra vil man kunne klikke på de enkelte transekter og få vist den tilhørende undervandsvideo, logbog m.m.

FEJLKILDER

Feltundersøgelserne blev overordnet gennemført tilfredsstillende og efter planen. Der skal dog tages højde for følgende potentielle fejlkilder.

Grundet risiko for havari og personskade er en mindre del af undersøgelsesområdet på vanddybder lavere end 1 m, ikke opmålt (SSS+SB) – primært på grund af store sten. Områder umiddelbart fri for større sten blev opmålt ind til omkring 50 centimeters dybde.

REFERENCER

- By- og Landskabsstyrelsen. (2008). Vejledning fra By- og Landskabsstyrelsen. Dumpning af optaget havbundsmateriale - klappning. Udkast. <https://nst.dk/media/nst/Attachments/Klapvejledning.pdf>. By- og Landskabsstyrelsen.
- DHI. (2022). *Lynetteholm miljøundersøgelser*.
- HELCOM. (2017). *The integrated assessment of hazardous substances – supplementary report to the first version of the 'State of the Baltic Sea' report*.
- Miljøstyrelsen. (2023a). *BEK nr 796 af 13/06/2023: Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand*. Hentet fra <https://www.retsinformation.dk/eli/ta/2023/796>.
- Miljøstyrelsen. (2023b). *Kvalitetskriterier for miljøfarlige forurenende stoffer i vandmiljøet, liste med alle datablade*. Hentet fra <https://mst.dk/kemi/kemikalier/graensevaerdier-og-kvalitetskriterier/miljoekvalitetskriterier/>.
- Nyberg et al. (2013). Elisabeth Nyberg, Martin M. Larsen, Anders Bignert, Elin Boalt, Sara Danielson and the CORESET expert group for hazardous substances indicators. HELCOM Core Indicator Report. Online. <http://www.helcom.fi/Core%20Indicators/HELCOM-CoreIndicator-Metals.pdf>.
- Orbicon. (2018). *Marine blomsterplanter i Københavns Kommunes marine områder*. Teknik- og Miljøforvaltningen, Københavns Kommune.
- Orbicon. (2019). *Geofysisk kortlægning af havbunden i området for Lynetteholmen*. By & Havn.
- Orbicon. (2020). *Reinvesteringsprojekt KBH02*. Energinet.
- OSPAR. (2009). Background Document on CEMP Assessment Criteria for QSR 2010 (OSPAR publication number 2009/461). https://qsr2010.ospar.org/media/assessments/p00390_supplements/09-02e_Agreement_CEMP_Assessment_Criteria.pdf.
- Strand, J., & Larsen, M. (2013). *Opstilling af vurderingskriterier for miljøfarlige stoffer i vandmiljøet. Notat fra DCE*. Nationalt Center for Miljø og Energi.
- WSP. (2023). *ENDK - KBH05 – Baseline notat i forbindelse med offshore miljøundersøgelser*. Energinet Eltransmission A/S.