



Energistyrelsen



# Vandkvalitet

Vand, sediment og biota

---

**Datablad**



# Miljøovervågning som grundlag for en strategisk og bæredygtig udbygning af havvind i Danmark

Danmark står over for en markant udvidelse af kapaciteten inden for havvindenergi. Som led i den grønne omstilling og målet om klimaneutralitet, planlægges det at etablere en række nye og langt større havvindmølleparker, end tidligere set. Denne udbygning indebærer væsentlige miljømæssige overvejelser, som skal håndteres med omtanke og på et oplyst grundlag.

Energistyrelsen har derfor anmodet NIRAS A/S om at udvikle omfattende og fagligt funderede overvågningsprogrammer for en række centrale miljøparametre. Disse programmer skal bidrage til at skabe et solidt vidensgrundlag og danne et fagligt fundament for fremtidige vurderinger af miljøpåvirkninger fra havvindmølleparker.

Forslag til overvågningsprogram for de udvalgte miljøemner er beskrevet i "datablade" for hvert emne og der er til hvert emne et uddybende "baggrundsnotat". Databladene indeholder konkrete forslag til overvågningsprogrammer, herunder detaljer om antal prøvetagninger, frekvenser og metoder for indsamling af data. Et overvågningsprogram vil altid skulle tilpasses det enkelte projekt, hvorfor de konkrete programmer ikke nødvendigvis følger den fulde metodik i databladene.

Databladene vil løbende og efter behov blive revideret og de nyeste versioner vil være at finde på Energistrelsens hjemmeside.

Produkt: Vandkvalitet - Datablad

Udgiver: Energistyrelsen

Billeder og illustrationer: NIRAS A/S

Dato: september 2025

Version: 1.0



|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Forord .....                                                                       | 7  |
| 2. Screening af NOVANA data og anden eksisterende data .....                          | 9  |
| 3. Prøvetagnings- og analysemetoder .....                                             | 9  |
| 3.1 Krav til analyselaboratorium .....                                                | 10 |
| 3.1.1 Målinger af støtteparametre.....                                                | 10 |
| 4. Baseline.....                                                                      | 11 |
| 4.1 Baseline sediment .....                                                           | 11 |
| 4.1.1 Stofparametre til analyse i sediment .....                                      | 11 |
| 4.1.2 Placering .....                                                                 | 11 |
| 4.1.2.1 Påvirkningsområde .....                                                       | 11 |
| 4.1.2.2 Referencepunkt baseline for sediment .....                                    | 12 |
| 4.1.3 Tidspunkt og varighed .....                                                     | 12 |
| 4.1.4 Prøvetagnings- og analysemetoder:.....                                          | 12 |
| 4.1.5 Udvaskningstest .....                                                           | 12 |
| 4.2 Baseline vandfasen .....                                                          | 13 |
| 4.2.1 Stofparametre til analyse i vand .....                                          | 13 |
| 4.2.2 Placering:.....                                                                 | 13 |
| 4.2.2.1 Baseline .....                                                                | 13 |
| 4.2.2.2 Referencepunkt (baseline).....                                                | 13 |
| 4.3 Tidspunkt og varighed .....                                                       | 13 |
| 4.4 Prøvetagningsmetode og analysemetode .....                                        | 13 |
| 4.5 Baseline biota .....                                                              | 14 |
| 4.5.1 Stofparametre til analyse i biota .....                                         | 14 |
| 4.5.2 Placering - fisk: .....                                                         | 14 |
| 4.5.2.1 Baseline .....                                                                | 14 |
| 4.5.2.2 Referencepunkt (baseline).....                                                | 14 |
| 4.5.3 Placering – muslinger: .....                                                    | 15 |
| 4.5.3.1 Baseline .....                                                                | 15 |
| 4.5.3.2 Referencepunkt (baseline).....                                                | 15 |
| 4.5.4 Tidspunkt og varighed .....                                                     | 15 |
| 4.5.5 Prøvetagningsmetode og analysemetode .....                                      | 15 |
| 4.6 Baseline til indirekte effekter i vand som følge af hydrografiske ændringer ..... | 15 |



|                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5. Overvågning under konstruktionsfase .....                                                                    | 16 |
| 5.1 Frigivelse af stoffer i sedimentet til vandfasen .....                                                      | 16 |
| 5.1.1 Stofparametre til analyse i vand .....                                                                    | 16 |
| 5.1.2 Placering: .....                                                                                          | 16 |
| 5.1.2.1 Påvirkningsområde for vand: .....                                                                       | 16 |
| 5.1.2.2 Referencepunkt for vand .....                                                                           | 17 |
| 5.1.3 Tidspunkt og varighed .....                                                                               | 17 |
| 5.1.4 Prøvetagnings- og analysemetoder: .....                                                                   | 17 |
| 5.2 Stofindhold i sedimentaflejringer .....                                                                     | 18 |
| 5.2.1 Stofparametre til analyse i sediment .....                                                                | 18 |
| 5.2.2 Placering .....                                                                                           | 18 |
| 5.2.2.1 Påvirkningsområde for sediment .....                                                                    | 18 |
| 5.2.2.2 Referencepunkt for sediment .....                                                                       | 18 |
| 5.2.3 Tidspunkt og varighed .....                                                                               | 18 |
| 5.2.4 Prøvetagnings- og analysemetoder: .....                                                                   | 18 |
| 5.3 Spild ved uheld .....                                                                                       | 18 |
| 6. Overvågning under driftsfase .....                                                                           | 19 |
| 6.1 Stofafgivelse fra møller og andre stålkonstruktioner fra korrosionsbeskyttelse og overfladebehandling ..... | 19 |
| 6.1.1 Stofparametre .....                                                                                       | 19 |
| 6.1.2 Prøvetagning af vand og sediment .....                                                                    | 19 |
| 6.1.2.1 Påvirkningsområde .....                                                                                 | 19 |
| 6.1.2.2 Referencepunkt .....                                                                                    | 19 |
| 6.1.2.3 Tidspunkt .....                                                                                         | 20 |
| 6.1.2.4 Prøvetagningsmetode og analyse .....                                                                    | 20 |
| 6.1.3 Prøvetagning – biota muslinger .....                                                                      | 20 |
| 6.1.3.1 Påvirkningsområde .....                                                                                 | 20 |
| 6.1.3.2 Referencepunkt .....                                                                                    | 20 |
| 6.1.3.3 Tidspunkt – biota muslinger .....                                                                       | 20 |
| 6.1.3.4 Prøvetagningsmetode og analyse - biota muslinger .....                                                  | 20 |
| 6.1.4 Prøvetagning – biota fisk .....                                                                           | 21 |
| 6.1.4.1 Påvirkningsområde .....                                                                                 | 21 |
| 6.1.4.2 Referencepunkt .....                                                                                    | 21 |



|         |                                                                                                             |    |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 6.1.4.3 | Tidspunkt – biota fisk .....                                                                                | 21 |
| 6.1.4.4 | Prøvetagningsmetode og analyse - biota fisk .....                                                           | 21 |
| 6.2     | Indirekte ændringer i vandkvalitet som følge af hydrografiske ændringer .....                               | 21 |
| 6.2.1   | Stofparametre .....                                                                                         | 21 |
| 6.2.2   | Placering .....                                                                                             | 22 |
| 6.2.2.1 | Påvirkningsområde .....                                                                                     | 22 |
| 6.2.2.2 | Referencepunkt .....                                                                                        | 22 |
| 6.2.3   | Tidspunkt .....                                                                                             | 22 |
| 6.2.4   | Prøvetagningsmetode og analyse .....                                                                        | 22 |
| 6.3     | Øvrige aktiviteter under drift .....                                                                        | 22 |
| 6.3.1   | Katodisk beskyttelse/offeranoder .....                                                                      | 22 |
| 6.3.2   | Spild ved uheld .....                                                                                       | 23 |
| 7.      | Statistik .....                                                                                             | 23 |
| 7.1     | Frigivelse af sedimentbundne stoffer til vandfasen .....                                                    | 24 |
| 7.2     | Stofindhold i sedimentaflejringer .....                                                                     | 24 |
| 7.3     | Stofafgivelse fra møller og andre stålkonstruktioner fra korrosionsbeskyttelse og overfladebehandling ..... | 25 |
| 7.4     | Indirekte ændringer i vandkvalitet som følge af hydrografiske ændringer .....                               | 26 |
| 8.      | Metadata .....                                                                                              | 26 |
| 9.      | Indrapportering af data .....                                                                               | 26 |
| 10.     | Referencer .....                                                                                            | 27 |
| 11.     | Bilag 1 .....                                                                                               | 29 |
| 11.1    | Screening af behov for supplerende stoffer .....                                                            | 29 |
| 11.2    | Stofparametre til analyse i sediment .....                                                                  | 30 |
| 11.3    | Stofparametre til analyse i vandfasen .....                                                                 | 32 |
| 11.4    | Stofparametre til analyse i biota .....                                                                     | 34 |
| 12.     | Bilag 2 .....                                                                                               | 35 |
| 12.1    | Indsamling af vand- og planktonprøver i felten (TA M01) .....                                               | 35 |
| 12.1.1  | Særligt for effektovervågningen .....                                                                       | 35 |
| 12.2    | Vandkemi – næringsstoffer mv. (TA M02) .....                                                                | 35 |
| 12.2.1  | Særligt for effektovervågningen .....                                                                       | 36 |
| 12.3    | Klorofyl a koncentration (TA M07) .....                                                                     | 36 |
| 12.3.1  | Særligt for effektovervågningen .....                                                                       | 36 |



|          |                                                      |    |
|----------|------------------------------------------------------|----|
| 12.4     | Miljøfarlige stoffer i muslinger (TA M22).....       | 36 |
| 12.4.1   | Særligt for effektovervågningen.....                 | 36 |
| 12.4.1.1 | Metoder.....                                         | 37 |
| 12.4.1.2 | Vandkemiske parametre og registreringer .....        | 37 |
| 12.4.1.3 | Procedure – Aktiv biomonitoring.....                 | 37 |
| 12.4.1.4 | Procedure - passiv biomonitoring .....               | 40 |
| 12.4.1.5 | Håndtering af muslinger efter indsamling .....       | 40 |
| 12.5     | Næringsstoffer i sediment (TA M23).....              | 40 |
| 12.5.1   | Særligt for effektovervågningen.....                 | 40 |
| 12.6     | Miljøfarlige stoffer i sediment (TA M24).....        | 40 |
| 12.6.1   | Særligt for effektovervågningen.....                 | 40 |
| 12.7     | Miljøfarlige stoffer i fisk (TA M25).....            | 41 |
| 12.7.1   | Særligt for effektovervågningen.....                 | 42 |
| 12.8     | Miljøfarlige forurenende stoffer i havvand .....     | 42 |
| 12.8.1   | Metode i udgået TA (konventionel prøvetagning) ..... | 43 |
| 12.8.2   | Særligt for effektovervågningen.....                 | 43 |
| 12.8.2.1 | Passiv indsamling .....                              | 43 |
| 13.      | Appendiks 3 .....                                    | 44 |



## 1. Forord

Vandkvalitet er af overordnet betydning for havets generelle miljøtilstand og for leveforholdene for havets flora og fauna. I Danmark er vandkvaliteten i havet omfattet af miljømål i vandrammedirektivet, havstrategidirektivet og habitatdirektivet. Direktiverne er implementeret i den danske lovgivning gennem hhv. lov om vandplanlægning, havstrategiloven og miljømålsloven.

Til databladet hører et baggrundsnotat, som beskriver og uddyber det lovgivningsmæssige og naturfaglige grundlag for databladet for effektovervågning af vandkvalitet. Notatet indeholder en introduktion til regler og lovgivning, der vedrører det danske havmiljø, en definition af begrebet vandkvalitet samt beskrivelse af den statslige overvågning af vandmiljøet med relevans for databladet. Dertil er der redegjort for viden om de potentielle afledte effekter fra en havvindmøllepark for hhv. konstruktionsfasen og driftsfasen på vandkvaliteten i det marine miljø, der danner grundlag for den mere specifikke tilrettelæggelse af overvågningen. I baggrundsnotatet gennemgås også baggrunden for udvælgelsen af, hvilke miljøfarlige forurenende stoffer (MFS) og andre stoffer, der er relevante at medtage i effektovervågningen.

Anlægsarbejder i havbunden under konstruktion af en havvindmøllepark medfører suspension af havbundssedimenter i vandsøjlen med risiko for frigivelse af næringsstoffer, iltforbrugende stoffer og miljøfarlige forurenende stoffer (MFS) til det marine miljø. Efterfølgende, vil det forstyrrede og spredte sediment igen sedimentere på havbunden. I driftsfasen af en havvindmøllepark kan der ske afgivelse af MFS fra korrosionsbeskyttelse og fra møllernes overfladebehandling (coating). Dertil kan havvindmølleparker potentielt ændre hydrografien omkring vindmøllerne eller uden for parken, der videre kan påvirke lagdelingen af vandsøjlen, strømforholdene og/eller medføre resuspension, hvilket kan have en afledt effekt på parametre såsom ilt, næringsstoffer og klorofyl.

Viden om påvirkninger på vandkvalitet i det marine miljø fra etablering og drift af havvindmølleparker er begrænset og ikke veldokumenteret. Effektovervågning af vandkvalitet skal medvirke til at øge vidensgrundlaget om, hvorvidt en havvindmøllepark medfører effekter på vandkvaliteten, forstået som signifikante ændringer i stofkoncentrationer i vandfasen, sediment og biota. Dertil vil overvågningen belyse omfanget af tab og spild af væsker til havmiljøet under konstruktions- og driftsfasen samt forbruget af eventuelt anvendt korrosionsbeskyttelse på stålkonstruktionerne. Effektovervågning af hydrografi er beskrevet i datablad for hydrografi og sediment.

I de seneste år er der i Danmark blandt andet kommet et øget fokus på vandmiljøet og de forpligtigelser som EU's medlemslande skal leve op til for at overholde vandrammedirektivet, hvilket også influerer på processen for større anlægsprojekter såsom havvindmølleparker.

Effekter på vandkvalitet i havmiljøet forårsaget af havvindmølleparker forventes at være vanskelige at detektere grundet de store omkringliggende vandmasser, der medfører en stor fortynding af stofkoncentrationer. Effektovervågningen er derfor tilrettelagt med det udgangspunkt at udføre overvågningen, der hvor effekterne forventes størst, både i tid og rum. Statistiske overvejelser samt økonomiske hensyn ligger til grund for bestemmelsen af antallet af overvågningsstationer og indsamlet prøver, der indgår i overvågningen.



Antal prøver og målefrekvenser i effektovervågningen er fastsat ud fra et minimumskrav, hvor størrelser af nuværende havvindmølleparker i Danmark er brugt som erfaringsgrundlag. Minimumskravene vurderes som udgangspunkt at være dækkende for havvindmølleparker, der svarer til de størst tilladte havvindmølleparker i Danmark, som på nuværende tidspunkt er omkring 200 km<sup>2</sup>. Der vil uanset parkstørrelse altid skulle foretages en konkret vurdering af, om minimumskravene er tilstrækkelige for det konkrete projekt. Med udbygningen af havvind, og forventeligt endnu større parker i fremtiden, skal det ligeledes vurderes, om variabler som prøveantal, varighed, og gentagelser er tilstrækkelige for hver enkelt havvindmøllepark.

Observeres der effekter, kan databladet udbygges med en mere nuanceret overvågning af den specifikke påvirkning, fx der afdækker påvirkningens udbredelse (fx koncentrationsgradient) og/eller varighed. Er der derimod et komplet fravær af signifikante effekter for flere havvindmølleparker, kan det overvejes at modificere databladet og lade de dele af overvågningen udgå af den fremtidige overvågning.

Som et led i effektovervågningen, udføres der målinger inden konstruktionsfasens opstart, der udgør baseline for overvågningen. Baseline i databladet er delt op efter matricerne sediment, vand og biota med det formål at overskueliggøre prøvetagningen, ligesom at effektovervågningen er delt op i de forskellige overvågningsaktiviteter/påvirkninger i hhv. konstruktions- og driftsfasen. Ved at overvåge vandkvaliteten (vandfase, sediment og biota) i havmiljøet omkring havvindmølleparker kan man bedre forstå og minimere de potentielle negative effekter på det marine økosystem.

Til både baseline og overvågningen under konstruktions- og driftsfasen udlægges der referenceområder, hvorfra der udtages prøver fra referencepunkter samtidig med påvirkningsområderne. Referencepunkterne tjener som kontrol for selve effektovervågningen. Referenceområderne udlægges, hvor der ikke forventes at forekomme effekter fra havvindmølleparken.

Databladet er opbygget som følger:

- **Afsnit Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.: Screening af NOVANA data og anden eksisterende data**

Heri beskrives det, hvordan eventuelt allerede eksisterende data i relation til vandkvalitet kan inddrages i overvågningen.

- **Afsnit 3: Prøvetagnings- og analysemetoder**

I dette afsnit beskrives det, hvorledes databladet gør brug af eksisterende tekniske anvisninger udarbejdet af Aarhus Universitet og hvor disse findes. Dertil beskrives det, hvilke krav til analyser, der er vigtige at være opmærksomme på under tilrettelæggelse og udførelse af overvågningen.

- **Afsnit 4: Baseline**

Heri beskrives krav til måleprogrammet som har til formål at etablere en baseline (før projektet) for baggrundniveauer af stoffkoncentrationer i vand, sediment og biota.

- **Afsnit 5: Overvågning under konstruktionsfase**

Afsnittet beskriver tilrettelæggelse og krav til måleprogrammet, som har til formål at tilvejebringe data og viden om den påvirkning en havvindmøllepark har på vandkvaliteten under konstruktionsfasen.

- **Afsnit 6: Overvågning under driftsfase**





Afsnittet beskriver tilrettelæggelse og krav til måleprogrammet, som har til formål at tilvejebringe data og viden om den påvirkning en havvindmøllepark har på vandkvaliteten under driftsfasen.

- **Afsnit 7: Statistisk**

I dette afsnit beskrives, hvilke statistiske test, overvågningsdata som minimum skal behandles med.

## 2. Screening af NOVANA data og anden eksisterende data

Det undersøges indledningsvist, om der ligger offentligt tilgængelig måldata fra NOVANA, der kan bruges som udgangspunkt i en baselinebeskrivelse samt supplere effektovervågningen. Nærværende effektovervågningsprogram læner sig så vidt det er muligt op ad overvågningsprocedurerne i NOVANA (særligt prøvetagning og analysemetode), og dermed sikres der potentiale for sammenlignelighed. Det gælder fx i forhold til de tekniske anvisninger, som er tekniske procedure for hvordan den konkrete nationale overvågning gennemføres i praksis.

NOVANA data tilgås på Danmarks Miljøportal (Danmarks Miljøportal) herunder fx Miljødata (Miljødata) og Arealdata (Arealdata).

NOVANA data kan fx være målinger af næringsstoffer, ilt og klorofyl i vandfasen eller miljøfarlige forurenende stoffer i sediment og biota. Det er formentlig særlig sandsynligt, at denne slags data ville kunne bruges som supplement til baseline eller som supplement til målinger på referencepunkter. Det vurderes mindre sandsynligt, at kunne anvende NOVANA målinger til selve effektovervågningen under konstruktionsfasen og driftsfasen, da effektovervågningen er meget lokalitetsspecifik, og da der samtidig også indgår stoffer, der normalt ikke varetages af NOVANA i de specifikke undersøgte matricer. Der skal til denne del være opmærksomhed på afstanden til nærmeste NOVANA-station.

Det skal dertil undersøges, om der eksisterer forudgående miljøundersøgelser og kortlægninger fra fx miljøvurderinger/konsekvensvurderinger, som kan inddrages og kobles til baseline programmet. Afhængigt af, hvilke data, der allerede er til rådighed, skal disse inddrages i videst muligt omfang. Data fra sådanne miljøundersøgelser findes på EA-hub (EA-hub) og Arealdata. Yderligere skal det undersøges om der i det givne projektområde i forvejen er kilder, der kan give anledning til lokal forurening.

## 3. Prøvetagnings- og analysemetoder

Der findes en række tekniske anvisninger (TA), der beskriver metoder til at undersøge og overvåge havmiljøet, som er udarbejdet for Miljøstyrelsen af det marine fagdatacenter under Aarhus Universitet. De gældende TA'er kan findes på Aarhus Universitets Institut for Ecoscience hjemmeside (DCE, 2024). Der i databladet henviser til de relevante tekniske anvisninger. Det er afgørende at sikre, at de anvendte tekniske anvisninger til effektovervågningen er de gældende versioner, da der kan ske opdateringer af anvisningerne. De anvisninger, der er henviser til i databladet, er dem, som er gældende på tidspunktet for udformningen af databladet. Årstal og versionsnumre af hver enkelt TA kan ses i referenceafsnittet bagerst i databladet.



I dette datablad henvises der til de relevante TA'er for hver af overvågningsaktiviteterne i afsnit 4, 5 og 6. Desuden fremgår anvisningerne af Bilag 2 med henvisninger og en kort indledende beskrivelse af deres formål. For nogle af TA'erne i Bilag 2 er visse elementer af metodikken tilpasset til effektovervågningen af havvind. Det fremgår af hver TA i Bilag 2, om der særlige forhold i effektovervågningen, der skal tages højde for, når TA'erne følges. Tilpasning af metoderne til effektovervågningen vurderes ikke at have væsentlig betydning for sammenligneligheden med NOVANA data efterfølgende.

Følgende TA'er anvendes i effektovervågningen af vandkvalitet og fremgår også af Bilag 2:

- M01 - Indsamling af vand- og planktonprøver i felten (TA M01)
- M02 – Vandkemi (næringsstoffer mv.) (TA M02)
- M07 – Klorofyl a koncentration (TA M07)
- M22 - Miljøfarlige stoffer i muslinger (TA M22)
- M23 - Næringsstoffer i sediment (TA M23)
- M24 - Miljøfarlige stoffer i sediment (TA M24)
- M25 - Miljøfarlige stoffer i fisk (TA M25)
- 2.8 - Miljøfarlige stoffer i havvand (udgået TA: (Miljøministeriet, 2004) )

### 3.1 Krav til analyselaboratorium

Ved valg af analyselaboratorie til analyse af miljøfarlige forurenende stoffer i biota, sediment og vand er det afgørende at sikre, at analyselaboratoriet lever op til kvalitetskravene i Bekendtgørelse om kvalitetskrav til miljømålinger (BEK nr 811 af 19/06/2024). Af bekendtgørelsen fremgår der krav til detektionsgrænser og usikkerheder for mange relevante parametre, der analyseres for i de tre matricer, men dog ikke alle, der indgår i effektovervågningen. For at sikre tilvejebringelse af relevante analyseresultater, er det vigtigt at have for øje, at forskellige laboratorier tilbyder forskellige detektionsgrænser. Så vidt det er muligt, skal analyseresultater for miljøfarlige forurenende stoffer med kvantificeringsgrænser, være på niveau med eller lavere end miljøkvalitetskravene, der fremgår af Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand (BEK nr 796 af 13/06/2023). Der henledes opmærksomhed til, at der i Bekendtgørelse om kvalitetskrav til miljømålinger er angivet krav til detektionsgrænsen for analyser og ikke LOQ (Limit of Quantification) (BEK nr 811 af 19/06/2024). Ligeledes er det vigtigt at fremhæve, at der for mange miljøfarlige forurenende stoffer findes særskilte datablade med tilhørende fastsatte kvalitetskriterier, der løbende kan blive opdateret, og som kan være relevante at inddrage i tilrettelæggelsen af overvågningen (Miljøstyrelsen).

Informationer, der skal bruges til at beskrive data fra effektovervågningen betegnes som metadata. Metadata, der skal tilvejebringes under effektovervågningen fremgår af afsnit 8.

#### 3.1.1 Målinger af støtteparametre

Til samtlige prøvetagninger i vand, sediment og biota i dette datablad, der vedrører baseline og overvågning, gennemføres der simultant målinger af en række støtteparametre (se Tabel 11.2). Metoderne til disse målinger kan findes på DCE's hjemmeside (DCE, 2024), hvor øvrige gældende tekniske anvisninger, der bl.a. vedrører CTD målinger, iltmålinger samt målinger af fluorescens og lyssvækkelse fremgår.



## 4. Baseline

Til udførelse af selve prøvetagningen anvendes de tekniske anvisninger fra DCE, der fremgår af bilag 2, hvor det også fremgår, om der er særlige forhold eller metoder til effektovervågningen, der skal tages højde for. I det følgende beskrives overordnet, hvilke stoffer, der skal måles for, hvor prøvetagningen skal foregå, tidspunkt og frekvens for prøvetagningen samt beskrivelse og henvisning til relevante TA'er for hver del af baseline. For overskuelighedens skyld, er baseline delt op i hhv. sediment, vand og biota.

### 4.1 Baseline sediment

Baseline overvågning for sediment inden for projektområdet inkluderer prøvetagning for at etablere en reference tilstand før etablering og drift af havvindmølleparken. Referencemålinger uden for projektområdet udføres i forbindelse med baseline. Det skal indledningsvist undersøges om der allerede foreligger sedimentundersøgelser fra fx forundersøgelser, der kan supplere baselineprogrammet for sediment og ud fra en konkret, faglig vurdering eventuel også erstatte dele af nedenstående program. Beskrivelse af stofudvælgelsen fremgår af baggrundsnotatet.

#### 4.1.1 Stofparametre til analyse i sediment

Der foretages analyse af sedimentfraktioner, glødetab, tørstof, TOC, densitet mv. i sedimentet samt næringsstoffer og miljøfarlige forurenende stoffer i sedimentet. I bilag 1 findes en komplet liste over alle stofferne, der skal analyseres for i sedimentet til baseline. Bilaget indledes med en vejledning til udvælgelse af eventuelt supplerende stoffer, udover dem, der indgår i tabellen i bilag 1 for sediment.

Sedimentet analyseres for total stofkoncentration i sedimentprøven og afrapporteres umiddelbart som mg/kg TS. For MFS og næringsstoffer udføres der også udvaskningstests på sedimentprøverne, hvorved det undersøges, i hvilken grad stofferne i sedimentet frigives til vandfasen under udrystningsforsøg.

#### 4.1.2 Placering

Hver station består af minimum 5 nedstik (delprøver) i sedimentet, der blandes sammen til én blandingsprøve. Det medfører en sedimentanalyse pr. station.

##### 4.1.2.1 Påvirkningsområde

Der udlægges i alt minimum 10 stationer inden for projektområdet til sedimentprøvetagning. Ud af de ti stationer udlægges fem stationer i kabeltraceet jævnt fordelt fra kysten og ud til vindmølleområdet. De resterende fem stationer udlægges jævnt fordelt i vindmølleområdet, der alle har en fikseret afstand på ca. 10-50 m fra kommende vindmøller. Stationerne udlægges nedstrøms den fremherskende strømretning<sup>1</sup>. Om muligt, tages der under udlægningen af de ti stationer hensyn til karakteren af overfladesedimenter, idet der forventes højere koncentrationer af stoffer i sedimentationsområder med finkornede sedimenter<sup>2</sup> og hermed også en eventuel større detekterbar påvirkning under konstruktion og drift i/fra disse områder.

<sup>1</sup> Tilgangen er, at udlægge målestationer tæt ved møllerne i den retning, hvor der vurderes at være højst sandsynlighed for "nedstrøms" påvirkning fra møllerne under overvågning i driftsfasen. Placering er dermed lokalitetsspecifik for hver enkelt havvindmøllepark og skal bero på en konkret, faglig vurdering.

<sup>2</sup> Eksisterer der egnede aflejringsområder med høj sedimentation inden for projektområdet, kan udlægningen og prøvetagningen ske i synergi med overvågning af mikroplast i sediment, der indgår i datablad for Marint affald.



Til baseline udtages der sediment til analyse fra minimum 2-3 dybder:

- 1) Overfladesediment (1 cm).
- 2) Dybere overfladesediment (mellem 0 - 1 m, fastsættelse af nøjagtig dybdeinterval beror på konkret vurdering, se metodebeskrivelse i afsnit 12.6.1).
- 3) Dybe sedimentlag ( $\geq 1$  m), er relevant, hvis der i projektet skal graves dybere end blot et par meter. De dybe sedimentprøver kan evt. udtages i forbindelse med de geotekniske undersøgelser af den dybereliggende havbund). Fastsættelse af nøjagtig dybdeinterval beror på konkret vurdering af projektbeskrivelse og områdets geologi.

#### 4.1.2.2 Referencepunkt baseline for sediment

Opstrøms projektområdet (dvs. i modsatte retning af den fremherskende strømretning) placeres minimum to referencepunkter, hvor der udtages en blandingsprøve på hver (minimum bestående af 5 delprøver) af overfladesedimentet (1 cm). Det skal sikres, at det er udenfor den forventede påvirkning af suspenderet sediment fra anlægsfasen både i tid og rum og fra eventuelle påvirkninger fra driftsfasen. Referencepunkterne udlægges så den ene er relativ kystnær og den anden ligger længere væk fra kysten. Om muligt, placeres referencepunkter i potentielle aflejringsområder med høj sedimentation<sup>3</sup>. Disse stationer bevares under effektovervågningen og benyttes ligeledes til indhentning af vandprøver (se afsnit 4.2.2.2 nedenfor).

På referencepunkterne udtages der kun sediment til analyse fra overfladesedimentet (1 cm).

#### 4.1.3 Tidspunkt og varighed

Baseline-målinger for sediment foretages minimum et par måneder inden konstruktionsfasen opstartes, således at analyseresultater af sedimentet fra baseline kan anvendes til bestemmelse af placering af stationer til effektovervågning af konstruktionsfasen. Der prøvetages i vinterhalvåret, hvor sedimentet er mest oxideret (Miljøministeriet, 2023). Der prøvetages én gang.

#### 4.1.4 Prøvetagnings- og analysemetoder:

Prøvetagning af sediment tager udgangspunkt i de tekniske anvisninger Næringsstoffer i sediment (TA M23) (afsnit 12.5) og Miljøfarlige stoffer i sediment (TA M24) (afsnit 12.6), dog tilpasset til effektovervågningen, se afsnit 12.5 og 12.6.

Samtlige stofparametre analyseres for total stofkoncentration i sedimentprøverne og dertil udføres der udvaskningstest for næringsstoffer og MFS. Analyselaboratoriet følger de internationale standarder for sedimentanalyser.

#### 4.1.5 Udvaskningstest

Der er ikke udviklet standarder for udvaskningstest (eluatanalyser) af marint sediment. Der tages derfor udgangspunkt i principperne i Bekendtgørelse om deponeringsanlæg (BEK nr 252 af 31/03/2009) samt følgende betragtninger:

Udvaskningstestene udføres under forhold, der simulerer de naturlige forhold på lokalitetens mest muligt. Derfor anvendes der "kunstigt havvand", dvs. destilleret vand tilsat NaCl med en fast temperatur, hvor der også måles opløste metaller i minimum to prøver forinden til efterfølgende korrektion. Der måles som

<sup>3</sup> Eksisterer der egnede aflejringsområder med høj sedimentation for kontrolstationerne, kan udlægningen og prøvetagningen ske i synergi med overvågning af mikroplast i sediment, der indgår i datablad for Marint affald.



minimum på eluatet efter 24 timer. En faglig vurdering af sedimentets fraktioner, skal afgøre om, der skal måles efter længere tids udrysten end 24 timer, eksempelvis 5 eller 10 dage (fx hvis sedimentet er meget fint og dermed forventes at være længe i suspension under konstruktionsfasen). Udvaskningstest kan udføres som enten batch- eller kolonnetests (Miljøstyrelsen, Miljøprojekt nr. 415 1998. Grundlag for nyttiggørelse af forurenet jord og restprodukter, 1998; BEK nr 252 af 31/03/2009) og vil skulle afklares sammen med det valgte analyselaboratorium i forhold til at sikre, at eventuelt flygtige stoffer håndteres korrekt.

## 4.2 Baseline vandfasen

Baseline overvågning for vandfasen inkluderer prøvetagning for at etablere en referencetilstand før etablering og drift af havvindmølleparken. Referencemålinger udføres samme dag som baseline. Prøvetagning kan foregå samtidig med prøvetagning af sediment eller senere, men dog inden installationerne opstartes.

### 4.2.1 Stofparametre til analyse i vand

I Tabel 11.2 i bilag 1 findes en liste over de stoffer, der skal analyseres i vandfasen til baseline. Beskrivelse af stofudvælgelsen fremgår af baggrundsnotatet.

Der analyseres umiddelbart for de samme miljøfarlige forurenende stoffer (MFS) i vandfasen som i sediment. Er der for den konkrete havvindmøllepark vurderet behov for analyse af supplerende stoffer i sediment (se baggrundsnotat), tilføjes disse stoffer som udgangspunkt også til vandanalyserne.

Dertil analyseres der i vandfasen for suspenderede sedimentkoncentrationer (SS mg/l) klorofyl, iltforbrug, silikat mv., samt udføres målinger af støtteparametre bl.a. ilt, salinitet, temperatur, sigtdybde mv.

### 4.2.2 Placering:

#### 4.2.2.1 Baseline

Der udtages vandprøver på minimum fem stationer ud af de ti stationer udlagt til sedimentprøvetagning (se afsnit **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**), hvoraf der udvælges minimum tre stationer relativt kystnært og minimum to stationer længere væk fra kysten. Der udtages som minimum en vandprøve i vandsøjlen ved hhv. bunden (1 meter over bunden) og ved overfladen (1 meter under havoverfladen). Det resulterer samlet i minimum 10 vandprøver. Vanddybderne noteres for hver station og for selve prøveudtagningens dybden.

#### 4.2.2.2 Referencepunkt (baseline)

Her benyttes samme placering, som referencepunkter for baseline sediment. Ved hver af de to referencepunkter udtages minimum en vandprøve ved hhv. bunden (1 meter over bunden) og en i overfladen (1 meter under havoverfladen).

## 4.3 Tidspunkt og varighed

Baseline for vand kan foretages samtidig med sedimentprøvetagning eller senere, men inden konstruktionsfasens opstart. Der prøvetages minimum én gang. Der kan prøvetages i vandfasen hele året jf. TA M02, M07 og udgået TA om MFS i havvand.

## 4.4 Prøvetagningsmetode og analysemetode

Prøvetagning af vand tager udgangspunkt i de tekniske anvisninger M01 - Indsamling af vand- og planktonprøver i felten (afsnit 12.1). Analyse af stofparametre i vandprøverne tager udgangspunkt i M02 – Vandkemi (afsnit 12.2), M07 – Klorofyl a koncentration (afsnit 12.3) samt MFS i havvand (afsnit 12.8).



Parametre som BOD og suspenderet sedimentkoncentration følger gældende danske standarder. I Bilag 2 fremgår det, om der er forhold eller metoder, der er særlige for effektovervågningen i forhold til de enkelte TA'er.

Det bemærkes, at der i afsnit 12.8 om MFS i havvand er beskrevet en række betragtninger og overvejelser vedrørende konventionel stikprøvetagning og passiv prøvetagning af vandfasen. Forinden overvågningen af vandfasen til baseline, skal der tages stilling til, hvilken prøvetagningsmetode, der på det pågældende tidspunkt er mulig at benytte sig af.

## **4.5 Baseline biota**

### **4.5.1 Stofparametre til analyse i biota**

I bilag 1 Tabel 11.3 findes en liste over de stoffer, der skal analyseres i biota (fisk og muslinger). Beskrivelse af stofudvælgelsen fremgår af baggrundsnotatet, ligesom begrundelserne for, hvorfor målinger i biota indgår som en del af effektovervågningen.

Der analyseres for de samme miljøfarlige forurenende stoffer (MFS) i fisk og muslinger. Stofparametrene til analyse i biota er udvalgt efter, hvilke stoffer, der med højst sandsynlighed kan afgives til havmiljøet fra korrosionsbeskyttelse og overfladebehandling fra en havvindmøllepark. Er der for den konkrete havvindmøllepark vurderet behov for analyse af supplerende stoffer i sediment eller vand (fx stoffer, der er årsag til manglende målopfyldelse i vandplanlægningen), skal der foretages en faglig vurdering af, om det er relevant at inkludere det/disse stoffer til analyse i biota også.

### **4.5.2 Placering - fisk:**

#### **4.5.2.1 Baseline**

Fangst af fisk til analyse af MFS udføres samtidig med effektovervågningen af fisk, hvor der sættes garn i nærheden af de kommende vindmøller. Under effektovervågningen af fisk, fiskes der på fem stationer i tre afstande: 0 m, 300 m og 600 m. Til baseline for biota fisk, udtages der fisk til analyse fra alle fem stationer, således at man opnår fem prøver i alt til analyse. Om muligt benyttes fisk (samme art) fra fangsten tættest ved møllerne (0 m), men kan ved behov for flere individer puljes (blandingsprøve) for fangster ved 300 m eller 600 m fra stationen. Der skal benyttes stationære fiskearter til analyse for MFS, så som skrubber eller ålekabber<sup>4</sup>. Den nødvendige mængde prøvemateriale fra hver station skal afklares med det valgte laboratorium forinden fiskeriet. Mere om prøvemængder er beskrevet i bilag 2 afsnit 12.7.

Baselineovervågning resulterer i én prøve fra hver af de fem stationer, dvs. fem prøver i alt til analyse.

#### **4.5.2.2 Referencepunkt (baseline)**

Fisk indfanget ved referenceområdet til effektovervågning for fisk benyttes til analyse for MFS. Der udtages fisk på fem ud af de femten stationer til analyser for MFS. Skulle det ske, at der er et utilstrækkeligt antal fisk på nogle af stationerne, kan stationerne puljes, så længe det sikres, at analyseresultater af MFS i fisk er fra fem referencepunkter i alt.

Referenceovervågning resulterer i én prøve fra hver af de udvalgte fem stationer, dvs. fem prøver i alt.

---

<sup>4</sup> For andre anvendelige arter henvises til den tekniske anvisning for Miljøfarlige stoffer i fisk TA M25.



### 4.5.3 Placering – muslinger:

Som udgangspunkt gennemføres der indsamling af muslinger, der lever inden for projektområdet og i referenceområdet (også kaldet passiv biomonitoring). Dette forudsætter dog, at der inden for projektområdet findes egnet muslingearter til biotaanalyser og samtidig også eksisterer et område med forekomst af samme art, der vurderes egnet som referenceområde. Er dette ikke tilfældet, gennemføres der i stedet aktiv biomonitoring som involverer udsætning af muslinger i indespærringer. For yderlig beskrivelse af metoder for hhv. aktiv og passiv biomonitoring henvises der til afsnit 12.4.1.3 og 12.4.1.4.

Ligesom for fisk, afhænger størrelsen af den nødvendige prøvemængde af muslinger af flere parametre, og dermed kan det ikke fastlægges på forhånd, hvor mange muslinger, der er behov for at indsamle. Den nødvendige mængde prøvemateriale fra hver station skal afklares med det valgte laboratorium forinden aktiviteten igangsættes.

#### 4.5.3.1 Baseline

Muslinger indsamles fra fem områder (stationer) inden for projektområdet, og udmunder dermed i fem prøver til analyse i alt. Placering af stationerne vil desuden afhænge af, om der udføres aktiv eller passiv biomonitoring af muslinger for den konkrete havvindmøllepark.

#### 4.5.3.2 Referencepunkt (baseline)

Muslinger indsamles fra fem referencepunkter i et samlet referenceområde, som dermed resulterer i fem kontrolprøver til analyse i alt. Det undgås at placere referencepunkter tæt ved udløb fra land. Placering af referenceområde vil desuden afhænge af, om der udføres aktiv eller passiv biomonitoring af muslinger for den konkrete havvindmøllepark.

### 4.5.4 Tidspunkt og varighed

Baseline for biota udføres for fisk samtidig med effektovervågning af fisk i september, mens indsamling (evt. også udsætning til aktiv monitoring) af muslinger foretages i oktober-november måned. Der prøvetages én gang for hhv. fisk og muslinger i forbindelse med baseline.

### 4.5.5 Prøvetagningsmetode og analysemetode

Prøvetagning og analyse af hhv. fisk og muslinger tager udgangspunkt i den tekniske anvisning *M25 Miljøfarlige stoffer i fisk og M22 Miljøfarlige stoffer i muslinger*. I Bilag 2 fremgår det, om der er forhold eller metoder, der er særlige for effektovervågningen i forhold til de enkelte TA'er.

## 4.6 Baseline til indirekte effekter i vand som følge af hydrografiske ændringer

Den geografiske forekomst af potentielle indirekte ændringer i vandkvalitet, som følge af hydrografiske ændringer vil være afhængig af havvindmølleparkens lokalitet og udformning. For denne overvågningsdel med mange ubekendte er det ikke muligt at konkretisere placering og antal for baseline-målinger af denne del af overvågningen forud for kendskab til den konkrete havvindmøllepark. Prøveantal og placering besluttet derfor endeligt i forbindelse med planlægning af effektovervågningen ud fra en faglig vurdering og med tæt kobling til effektovervågning af hydrografien.

Baseline og tilhørende reference foretages som minimum en gang om måneden i et år. Der undersøges for de listede stofparametre i Tabel 11.2 "Stofparametre til analyse i vandfasen", der findes i bilag 1.





## 5. Overvågning under konstruktionsfase

Aktiviteter, der potentielt kan påvirke vandkvalitet under konstruktionsfasen relaterer sig til fysisk påvirkning af havbunden som medfører spredning af sediment og efterfølgende sedimentaflejring i forbindelse med anlægsarbejder i havbunden.

Effektovervågningen under konstruktionsfasen er delt op i to overvågningsaktiviteter:

1. Anlæg af havvindmølleparker kan frigive bl.a. næringsstoffer, iltforbrugende stoffer og miljøfarlige forurenende stoffer (MFS), fra sedimentet til vandfasen. Overvågning af frigivelse af sedimentbundne stoffer til vandfasen udføres, mens anlægsarbejder i havbunden pågår og kort tid efter de er ophørt. Overvågningen af dette er beskrevet i afsnit 5.1 nedenfor.
2. Der vil forekomme nye sedimentaflejringer efter endt anlægsarbejde i havbunden, som følge af det forstyrrede sediment. Overvågning af stofindhold i sedimentaflejringer udføres efter anlægsarbejder er ophørt. Overvågningen af denne del er beskrevet i afsnit 5.2.

### 5.1 Frigivelse af stoffer i sedimentet til vandfasen

Til denne del undersøges stoffrigivelsen til vandfasen, der hvor anlægsaktiviteterne direkte pågår (benævnt kilden). Der udtages vandprøver ved bunden og overfladen og i fikserede afstande til "kilden" (rum) og over flere dage (tid), for at følge udviklingen i vandfasekoncentrationer fra forstyrrelsen i havbunden starter til efter den er ophørt i samme målepunkter/stationer. Der måles i ét område omkring kabelkorridoren og i ét område omkring en mølle, der etableres. Der måles parallelt med målingerne i påvirkningsområdet på referencepunkter udenfor påvirkningsområdet.

#### 5.1.1 Stofparametre til analyse i vand

Der analyseres i vandfasen for suspenderet sedimentkoncentrationer (SS/l), næringsstoffer, klorofyl, iltforbrug mv. samt miljøfarlige forurenende stoffer. Dertil udføres der målinger af støtteparametre såsom ilt, salinitet, temperatur, sigtddybde mv.

For MFS inkluderes som udgangspunkt de samme stoffer til analyserne, som analyseret i sedimentet under baseline (se bilag 1). De MFS, der ikke detekteres i analyserne af sedimentet (total koncentration og udvaskning) og vandfasen til baseline, kan dog med rimelighed udgå af den videre effektovervågning under konstruktionsfasen, hvis det vurderes, at disse stoffer med høj sandsynlighed ikke vil kunne genfindes i vandsøjlen pga. den høje fortynding, der vil være i de omkringliggende vandmasser i havet.

#### 5.1.2 Placering:

Ved hver station for hhv. kabelkorridor og en mølleinstallation udtages der seks vandprøver, som gentages i flere tidsintervaller.

##### 5.1.2.1 Påvirkningsområde for vand:

Der udvælges én kystnær station for kabeltraceet (indenfor 500 m fra kysten), og én for vindmølleområdet, dvs. to stationer i alt. Stationerne placeres der, hvor man vurderer, at den største effekt (koncentrationer i vandfasen) kan optræde under anlæg, og udvælges derfor der, hvor de højeste målte koncentrationer af





stoffer i sedimentprøverne fra baseline er registreret samt også under stillingtagen til, hvor sedimentmodellering (fra fx Miljøkonsekvensrapport) viser den forventelige højeste forekomst af suspenderet sediment i vandsøjlen.

Ved hver station, udtages der to vandprøver: en ved hhv. bunden (ca. 1 meter over bunden) og en ved overfladen i tre punkter (se beskrivelse nedenfor). Koordinater og dybder, for hvor prøverne udtages, noteres og skal indgå i afrapportering.

- punkt placeres så tæt på kilden/arbejdet som muligt.
- 2. og 3. punkt placeres umiddelbart vinkelret på hver side af arbejdet (kilden) med en afstand på 100-200 meter fra kilden (og altså 1. station). Det vil – på baggrund af en faglig vurdering af strømforhold – være muligt at tilpasse placering af 2. og 3. punkt for den konkrete havvindmøllepark, således at man først og fremmest bestræber sig på at måle i fanen af sediment. Punkterne er stationære, hvilket betyder, at man måler i de samme punkter over tid i denne overvågningsaktivitet.

Det betyder, at der samlet for hver station udtages seks vandprøver umiddelbart efter at anlægsarbejdet i havbunden er startet for det konkrete udlagte station (se tidspunkt og frekvenser nedenfor).

### 5.1.2.2 Referencepunkt for vand

Opstrøms anlægsarbejdet (dvs. i modsatte retning af den herskende strømretning) placeres to referencepunkter med samme afstand til kysten som effektovervågningen. Det skal sikres, at det er udenfor påvirkningen af suspenderet sediment fra anlægsfasen, både i tid og rum. Referencepunkterne udlægges så den ene er relativ kystnær og den anden er længere ude i havet.

Ved hver referencepunkt udtages en vandprøve ved hhv. bund og ved overflade (hvilket giver fire vandprøver i alt). Der analyseres for samme stoffer, som beskrevet i afsnit 5.1.1. Vandprøverne udtages samme dage som effektovervågningen, som beskrevet nedenfor i afsnit 5.1.3 om tidspunkt og varighed.

### 5.1.3 Tidspunkt og varighed

Vandprøverne udtages idet anlægsarbejdet i havbunden, for de to udlagte stationer, opstarter (første prøvetagningsrunde= dag 0). Prøvetagningen gentages efter 1, 3, 5 og 7 døgn efter første prøvetagning.

Prøvetagning for frigivelse af stoffer under anlægsarbejde i havbunden omfatter i alt 60 vandprøver (eksklusiv referencemålinger). Referencemålingerne udgør 20 stk. i alt.

### 5.1.4 Prøvetagnings- og analysemetoder:

Prøvetagning af vand tager udgangspunkt i de tekniske anvisninger M01 - Indsamling af vand- og planktonprøver i felten (afsnit 12.1). Analyse af stofparametre i vandprøverne tager udgangspunkt i M02 – Vandkemi (afsnit 12.2), M07 – Klorofyl a koncentration (afsnit 12.3) samt MFS i havvand (afsnit 12.8). Parametre som BOD og suspenderet sedimentkoncentration følger gældende danske standarder. I Bilag 2 fremgår det, om der er forhold eller metoder, der er særlige for effektovervågningen i forhold til de enkelte TA'er.



## 5.2 Stofindhold i sedimentaflejringer

### 5.2.1 Stofparametre til analyse i sediment

Der analyseres faststof for stofferne, angivet i bilag 1, Tabel 11.1. Er der til baseline målt for supplerende stoffer, medtages de også i denne overvågningsaktivitet.

### 5.2.2 Placering

Hver station (blandingsprøve) består af minimum 5 nedstik (delprøver). Der udtages sediment i sedimentlaget 0-1 cm.

#### 5.2.2.1 Påvirkningsområde for sediment

De samme ti stationer fra baseline (sediment) anvendes til denne sedimentundersøgelse.

#### 5.2.2.2 Referencepunkt for sediment

Der anvendes ikke referencepunkt til denne overvågningsaktivitet (se afsnit 7.2 om statistik).

### 5.2.3 Tidspunkt og varighed

Der udtages sedimentprøver én gang på hver station umiddelbart efter at anlægsarbejdet er afsluttet i området omkring stationen. Sedimentprøverne udtages senest to uger efter anlægsarbejdet er afsluttet i det konkrete området for hver station.

### 5.2.4 Prøvetagnings- og analysemetoder:

Prøvetagning af sediment tager udgangspunkt i de tekniske anvisninger Næringsstoffer i sediment (TA M23) (afsnit 12.5) og Miljøfarlige stoffer i sediment (TA M24) (afsnit 12.6). I Bilag 2 fremgår det, om der er forhold eller metoder, der er særlige for effektovervågningen i forhold til de enkelte TA'er.

## 5.3 Spild ved uheld

Der kan i konstruktionsfasen være risiko for spild af væsker, olie, maling mv. fra skibe, der etablerer havvindmølleparken. Som en del af effektovervågningen registreres spild og tab med følgende informationer:

- Under hvilken aktivitet forekom uheldet/spildet
- Varighed og lokalitet af spildet
- Informationer om det spildte, type af væske og specifikt produkt (gerne vedlagt et produktblad), estimat af den spildte mængde
- Beskrivelse af eventuelt begrænsende tiltag, der blev foretaget for at begrænse eller fjerne spildet
- Beskrivelse af eventuelle tiltag for at reducere lignende uheld fremover

Informationer vedrørende spild registreres, når det er aktuelt og samles ét sted (logbog eller digitalt) løbende under konstruktionsfasen. Ved endt konstruktionsfase laves en samlet opgørelse og oversigt af spild baseret på hyppighed, typer og mængder af væsker samt de primære aktiviteter, der gav anledning til uheld i en afrapportering. Overvågningen fortsætter under driftsfasen, hvor der udføres service og vedligehold løbende.



## 6. Overvågning under driftsfase

I driftsfasen kan der ske afgivelse af miljøfarlige forurenende stoffer fra korrosionsbeskyttelse og fra møllernes og andre stålkonstruktioners (fx er transformplatform) overfladebehandling.

Dertil kan tilstedeværelsen af de store fundamenter i vandsøjlen give anledning til ændringer i de lokale hydrografiske forhold, som kan resultere i indirekte effekter i næringsstofniveauer, iltforhold og klorofyl i vandfasen.

Overvågning og registrering af spild og tab af væsker, olie, maling mv. fra skibe, der udfører service og vedligehold af havvindmøllerne, fortsættes under driftsfasen. Dertil registreres tilsyn og vedligehold med eventuelt anvendte offeranoder.

### 6.1 Stofafgivelse fra møller og andre stålkonstruktioner fra korrosionsbeskyttelse og overfladebehandling

Der prøvetages og analyseres for MFS i sediment, vandfasen og biota for at belyse effekter fra stofafgivelse fra havvindmøllekonstruktionerne. Sediment og biota er inkluderet, idet der kan ske akkumulering af forskellige stoffer til koncentrationer, der kan være betydeligt højere end de, der findes i vandfasen (se yderlig beskrivelse i afsnit 2.1 i baggrundsnotat til databladet).

Indsamling af fisk til analyse for MFS er tilrettelagt således at det kan gennemføres som et led samtidig med effektovervågningen af fisk.

#### 6.1.1 Stofparametre

Udvælgelse af stofparametre til overvågning af potentiel afgivelse til havmiljøet er baseret på viden om typiske anvendte materialer og foreliggende viden om eventuel afgivelse af stoffer fra anvendt korrosionsbeskyttelse og overfladebehandling. En grundigt beskrevet redegørelse af materialer og stoffer, der kan afgives, kan findes i baggrundsnotatet afsnit 6.2.

I bilag 1 afsnit fremgår lister over stoffer til analyse i sediment, vand og biota (muslinger og fisk) under driftsfasen for denne overvågningsaktivitet.

#### 6.1.2 Prøvetagning af vand og sediment

##### 6.1.2.1 Påvirkningsområde

Prøvetagning af sediment og vand udføres på de samme fem stationer i vindmølleområdet som anvendt til baseline for sediment. Det vil sige 10-50 meter fra vindmøllerne nedstrøms den fremherskende strømretning, hvilket også skal være den gældende strømretning på selve dagen for prøvetagning. For hver station udtages sedimentprøve til analyse samt en vandprøve ved bunden (1 meter over bunden) og en ved overfladen (en meter under havoverfladen), hvilket giver to vandprøver i alt for hver station.

##### 6.1.2.2 Referencepunkt

Et af referenceområderne udlagt til baseline for sediment benyttes til referencemålinger for sediment og vand. Inden for referenceområdet udlægges der minimum fem stationer (med ca. 50-200 m afstand i mellem),



hvorfra der udtages fem sedimentprøver (fem blandingsprøver af hver minimum fem nedstik) og fem vandprøver i hhv. bund og top (en meter over bunden og en meter under havoverfladen). Der analyseres for de samme stoffer, som beskrevet for effektovervågningen.

### 6.1.2.3 Tidspunkt

Der udtages prøver af sediment og vand et, tre og ti år efter driftsfasens opstart. Der prøvetages i vinterhalvåret, hvor sedimentet er mest oxideret (Miljøministeriet, 2023).

Herefter vurderes det på baggrund af overvågningsresultaterne, om effektovervågningen kan slutte eller skal fortsætte og evt. justeres i tid og rum. Prøver fra referencepunkterne udtages samme dag som effektovervågningen udføres.

### 6.1.2.4 Prøvetagningsmetode og analyse

Prøvetagning af sediment tager udgangspunkt i de tekniske anvisninger Næringsstoffer i sediment (afsnit 12.5) og Miljøfarlige stoffer i sediment (afsnit 12.6) samt Indsamling af vand- og planktonprøver i felten (afsnit 12.1). Analyse af stofparametre i vandprøverne tager udgangspunkt i M02 – Vandkemi (afsnit 12.2) samt MFS i havvand (afsnit 12.8). I Bilag 2 fremgår det, om der er forhold eller metoder, der er særlige for effektovervågningen i forhold til de enkelte TA'er.

Det bemærkes, at der i afsnit 12.8 om MFS i havvand er beskrevet en række betragtninger og overvejelser i forhold til konventionel stikprøvetagning og passiv prøvetagning af vandfasen, der skal tages stilling til inden metoden fastlægges og effektovervågningen gennemføres.

## 6.1.3 Prøvetagning – biota muslinger

### 6.1.3.1 Påvirkningsområde

Prøvetagning af muslinger udføres ved de samme fem vindmølle/positioner som anvendt under baseline. For hver station indsamles blåmuslinger, der er fasthæftet fundamenter, scourprotection eller andet i umiddelbar nærheden af vindmøllerne. Gennemføres der aktiv biomonitering med udsætning af muslinger i indespærringer, benyttes samme placeringer og dybder som for baseline.

### 6.1.3.2 Referencepunkt

Opstrøms vindmølleområdet, dvs. i modsatte retning af den herskende strømretning, placeres et referenceområde, hvori der udlægges fem stationer med en indbyrdes afstand, der afspejler afstanden mellem stationerne benyttet inden for projektområdet. Det undgås at placere referenceområder tæt ved udløb fra land. Placering af referenceområder vil desuden afhænge af, om der udføres aktiv eller passiv biomonitering af muslinger for den konkrete havvindmøllepark.

### 6.1.3.3 Tidspunkt – biota muslinger

Effektovervågning af muslinger udføres i oktober – november i et, tre og ti år efter installationen.

### 6.1.3.4 Prøvetagningsmetode og analyse - biota muslinger

Prøvetagning og analyse tager udgangspunkt i den tekniske anvisning *M22 Miljøfarlige stoffer i muslinger*. Dertil kan der for denne aktivitet være der særlige forhold i effektovervågningen, der skal tages højde for, se Bilag 2.



## 6.1.4 Prøvetagning – biota fisk

### 6.1.4.1 Påvirkningsområde

Fangst af fisk til analyse af MFS udføres samtidig med effektovervågningen af fisk, hvor der sættes garn i nærheden af vindmøllerne. Indsamlingen af fisk gennemføres som beskrevet for baseline i afsnit 4.5.2.

Det understreges, at den nødvendige mængde prøvemateriale fra hver station, forinden fiskeriet skal afklares med det valgte analyselaboratorium, således at fiskerne kan oplyses det nødvendige antal fisk, der skal indsamles til analyse for MFS (se bilag 2 under Miljøfarlige stoffer i fisk).

### 6.1.4.2 Referencepunkt

Indsamlingen af fisk gennemføres som beskrevet for referencepunkter til baseline i afsnit 4.5.2 Der udtages fisk på fem ud af de femten stationer til analyser for MFS.

### 6.1.4.3 Tidspunkt – biota fisk

Der udtages fisk til analyse for MFS fra fiskeriet (effektovervågning af fisk) i september i et, tre og ti år efter installationen.

### 6.1.4.4 Prøvetagningsmetode og analyse - biota fisk

Prøvetagning og analyse tager udgangspunkt i den tekniske anvisning *M25 Miljøfarlige stoffer i fisk*. Dertil kan der for denne aktivitet være der særlige forhold i effektovervågningen, der skal tages højde for, se Bilag 2.

## 6.2 Indirekte ændringer i vandkvalitet som følge af hydrografiske ændringer

Vindmølleparker kan direkte påvirke de hydrografiske forhold både i selve parken og i det omgivne område. Hydrografiske forhold varetages af effektovervågning beskrevet i datablad om hydrografi og sediment. En eventuel øget opblanding kan medføre ændringer i vandkvaliteten og potentielt medføre øget algeopblomstringer og/eller opblanding af iltfattigt bundvand.

Den geografiske forekomst af potentielle indirekte ændringer i vandkvalitet som følge af hydrografiske ændringer vil være afhængig af havvindmølleparkens lokalitet og udformning. For denne overvågningsdel med mange ubekendte er det ikke muligt at konkretisere placering og antal af denne del af overvågningen forud for kendskab til den konkrete havvindmøllepark. Prøveantal og placering besluttet derfor endeligt i forbindelse med planlægning af overvågningen ud fra en faglig vurdering og med tæt kobling til effektovervågning af hydrografien.

Indsamling af vandprøver til dette formål kan med fordel udføres i sammenhæng med at der udføres hydrografiske profilmålinger (datablad for hydrografi og sediment), hvor der bl.a. måles temperatur og salinitet.

### 6.2.1 Stofparametre

Der analyseres for næringsstoffer og klorofyl i vandprøverne, og samtidig måles der for en række fysisk-kemiske parametre under prøvetagning. Der anvendes en Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) på



båden til strømprofil. En komplet liste over måleparametre til denne overvågningsaktivitet findes i bilag 1 afsnit 11.3.

## 6.2.2 Placering

### 6.2.2.1 Påvirkningsområde

Prøveantal og placering skal være repræsentative for det planlagte område og besluttet ud fra en faglig vurdering. Der henvises i øvrigt til databladet for hydrografi og sediment for samme tilgang til placering af stationer.

Ved hver station udtages en vandprøve ved hhv. bund (1 meter over havbunden) og 1 meter under havoverfladen. Ved dybder større end 10-15 meter, udtages der også vandprøver midt i vandsøjlen, således at hver 5-10 m er repræsenteret ved en måling.

### 6.2.2.2 Referencepunkt

Ligesom beskrevet ovenfor, skal placering af referencepunkter og prøveantal være repræsentative for det planlagte område og besluttet ud fra en faglig vurdering.

## 6.2.3 Tidspunkt

Der måles månedligt i tre år efter driftsfasens opstart. Observeres der ingen effekter i måledata herfra, kan man overveje at afslutte overvågningen af denne del. Observeres der derimod effekter, skal måleprogrammet fortsætte og evt. udbygges med henblik på at indhente mere viden om effekter i tid og rum.

## 6.2.4 Prøvetagningsmetode og analyse

Se metodebeskrivelser i bilag 2, der tager udgangspunkt i de tekniske anvisninger M01 - Indsamling af vand- og planktonprøver i felten (afsnit 12.1), M02 – Vandkemi (afsnit 12.2) og M07 – Klorofyl a koncentration (afsnit 12.3). Analyse af parametre såsom BOD og suspenderet sedimentkoncentration følger gældende danske standarder. Dertil henvises der til øvrige gældende tekniske anvisninger fra DCE, der vedrører CTD målinger, iltmålinger samt målinger af fluorescens og lyssvækkelse (DCE, 2024).

## 6.3 Øvrige aktiviteter under drift

### 6.3.1 Katodisk beskyttelse/offeranoder

Som supplement til effektovervågningen af miljøfarlige forurenende stoffer i havmiljøet afgivet fra eventuelle offeranoder, registreres og afrapporteres informationer vedrørende anvendte offeranoder. Informationer dækker over typen/materiale af offeranoder samt antal og størrelse anvendt i hele havvindmølleparken. Udskiftes offeranoderne med nye anoder under levetiden, registreres dette ligeledes med tilsvarende informationer og en opgørelse af restmaterialet (vægt) fra de nedtaget anoder (både under drift og ved nedtagning af møllerne).

Afreportering foretages hvert 5. år og samlet ved demontering af havvindmølleparken. Ved afreportering laves en samlet opgørelse af anvendt offeranode materiale afgivet til havmiljøet samt et estimat af den totale mængde af metaller baseret på de anvendte anodetyper.



Tab og vedligehold af overfladebehandling indgår som en overvågningsaktivitet i databladet Marint affald.

### 6.3.2 Spild ved uheld

Som for konstruktionsfasen, kan der fortsat i driftsfasen være risiko for spild af væsker, olie, maling mv. fra skibe, der servicerer og vedligeholder havvindmølleparken i dens levetid. Som en del af effektovervågningen registreres spild og tab med følgende informationer:

- Under hvilken aktivitet forekom uheldet/spildet
- Varighed og lokalitet af spildet
- Informationer om det spildte, type af væske og specifikt produkt (gerne vedlagt et produktblad), estimat af den spildte mængde
- Beskrivelse af eventuelt begrænsende tiltag, der blev foretaget for at begrænse eller fjerne spildet
- Beskrivelse af eventuelle tiltag for at reducere lignende uheld

Informationer vedrørende spild registreres, når det er aktuelt og samles ét sted (logbog eller digitalt) løbende. Ved afrapportering laves en samlet opgørelse og oversigt af spild baseret på hyppighed, typer og mængder af væsker samt de primære aktiviteter, der gav anledning til uheld. Afrapportering foretages hvert 5. år og samlet ved demontering af havvindmølleparken.

## 7. Statistik

Der vil i analyseresultaterne af stofkoncentrationer fra effektovervågningen højst sandsynligt forekomme stoffer, der ikke er detekteret i enkelte eller alle af prøverne. Det er vigtigt, at tilgangen til den videre databehandling af stoffer under detektionsgrænsen (LD) behandles ensartet. Der findes ikke en officiel accepteret metode, da det kan afhænge af brugen af data. Der er i EU regi foreslået forskellige metodikker (European Union, 2018), dog er disse hovedsageligt udarbejdet med det formål at udregne gennemsnit og efterfølgende sammenholde værdier med miljøkvalitetskrav.

I en statistisk sammenhæng, anbefales at der gennemføres to tests, når der i en test forekommer stoffer med koncentrationer lavere end detektionsgrænsen: 1. test) hvor koncentrationerne af stoffer er sat til 0 (dvs. intet stof i prøven) og 2. test) hvor koncentrationen er sat til halvdelen af stoffets detektionsgrænse.

Ved mistanke om forekomst af en outlier i analyseresultater, kan analyselaboratoriet konsulteres og eventuelt foretage en genanalyse af prøven. Hvis det ikke afhjælper resultatet, kan der gennemføres statistisk test på outlieren (European Union, 2018).

De beskrevet statistiske tests nedenfor skal ses som et minimum. Det anbefales derudover, at resultater altid undersøges grundigt med henblik på at vurdere, om der er potentiale for fx at påvise korrelationer mellem variabler ud fra yderligere statistiske tests.



## 7.1 Frigivelse af sedimentbundne stoffer til vandfasen

De foreslåede undersøgelser er som udgangspunkt formet efter principperne ved et BACI (Before-After-Control-Impact) studiedesign, som er en kendt metode til at identificere menneskeskabte ændringer og effekter ved anlægsprojekter (Conner et al., 2016). I dette design sammenlignes resultaterne før og efter havvindmøllepark-implementering i både reference- (Control) og påvirkningsområdet (Impact). Formålet er at belyse potentielt signifikante interaktionseffekter, der indikerer at ændringerne i den undersøgte miljøfaktor ligger uden for hvad der kan tilskrives den 'naturlige' variation.

Effektvurderingen af sedimentbundne stoffers frigivelse til vandfasen gennemføres efter principperne bag den statistiske analyse metode: ANOVA Repeated measures. Denne metode benyttes til at sammenligne gennemsnit i den undersøgte variabel, på tværs af flere tidspunkter for de undersøgte områder. Den tager højde for, at målingerne er afhængige, da de gentages på det samme område, og undersøger, om der er en signifikant forskel mellem de forskellige tidspunkter og områder.

Undersøgelser i naturlige systemer (in vivo) resulterer ofte i en datavarians som ligger uden for den normalfordeling der er påkrævet af mange statistiske test. Derfor skal non-parametriske test såsom Generalized Linear Mixed-Modelling (GLMM) anvendes. GLMM er en alsidig og fleksibel modelleringsform, der tillader analyse af responsvariabler med non-parametrisk fordeling og inklusion af random-effekter for at håndtere uønskede korrelationer, såsom målestations ID. En anbefaling til de forskellige parametre der skal indgå i den statistiske analyse ses i Tabel 7.1. Ved at følge prøvetagningsprogrammet, vil den statistiske analyse forevist i nedenstående tabel, producere en statistisk power på 0.88 ved en effektstørrelse på 0.4. Den opnåede statistisk power ligger over den generelle konsensus til minimumskrav på 0.8, hvilket styrker testens statistiske pålidelighed ved opnåelse af signifikante resultater.

Efter GLMM analysen skal der, i tilfælde af signifikant interaktions effekter, gennemføres non-parametriske pairwise post-hoc test, såsom Wilcoxon Signed-Rank Test, der kan belyse hvorledes de identificerede forskelle træder i kraft på tværs af områder og måletidspunkter (Krzywinski and Altman, 2014). Alle statistiske test skal benytte p-værdi  $<0.05$ , som værende grænseværdien for signifikante resultater.

Tabel 7.1. Eksempel på hvorledes modellen til analyse af stofkoncentration kan opstilles. Adskillelsen af single effekter og interaktioner er indikeret med et plus-symbol, og interaktioner mellem kovariater er indikeret med kolon ':':

| Responsvariabel   | Kovariater inkl. interaktioner                                                            | Relevante random-effekter |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Stofkoncentration | Område + Tid + Dybde + Område : Tid + Område : Dybde + Tid : Dybde + Område : Tid : Dybde | Målestations ID           |

## 7.2 Stofindhold i sedimentaflejringer

Undersøgelsen af stofindhold i sedimentaflejringer baseres ikke på BACI studiedesign, da den primære interesse er at belyse de specifikke ændringer inden for påvirkningsområdet. I stedet benyttes en reduceret version (Before-After), som udelukkende undersøger om der er en ændring i sedimentets stofindhold i påvirkningsområdet efter projektets konstruktion. Valget af denne metode skyldes at der ikke ønskes at





sammenligne sedimentaflejringer i forhold til den naturlige variation, men udelukkende ændringerne inden for påvirkningsområdet. Derudover kan denne analyse ikke bygges op efter 'Repeated measures ANOVA' (se afsnit 7.1), da der kun undersøges baseline og direkte efter anlægsfasen. Ved brug af BACI design ville analysen påkræve en two-way ANOVA opstilling, hvilket forlanger en uhensigtsmæssig stor og ikke kosteffektiv stikprøvestørrelse.

Derfor anbefales Before-After studiedesign, hvor data analyseres stof-specifikt med non-parametriske ækvivalenter til paired t-test, som analyserer stofkoncentrationer før og efter anlægsfasen (se Tabel 7.2). Hertil anbefales igen at benytte GLMM, da denne kan analysere non-parametrisk data. Alle statistiske test skal benytte p-værdi  $<0.05$ , som værende grænseværdien for signifikante resultater. Ved inklusion af 10 målestationer før og efter anlægsfasen vil den fremlagte indsamlingsprotokol resultere i en statistisk power på 0.83, og altså over den minimalt acceptable værdi, ved en effektstørrelse på 0.6.

*Tabel 7.2 Eksempel på hvorledes modellen til analyse af stofkoncentration i sedimentaflejringer kan opstilles. Siden der benyttes en paired t-test ækvivalent analyse er random-effekter ikke relevant.*

| Responsvariabel   | Kovariater | Relevante random-effekter |
|-------------------|------------|---------------------------|
| Stofkoncentration | Tid        | -                         |

### 7.3 Stofafgivelse fra møller og andre stålkonstruktioner fra korrosionsbeskyttelse og overfladebehandling

Til effektvurderingen af stofafgivelse fra møller og andre stålkonstruktioner under drift fasen, anbefales samme statistiske analyse opstilling som beskrevet i afsnit 7.1. Dette er et BACI studie design, med udgangspunkt i Repeated Measures ANOVA. Denne skal ligeledes bygges op omkring non-parametriske test, som tidligere beskrevet GLMM og efterfølgende Wilcoxon signed-Rank test. Analysen gennemføres stofspecifikt på tværs af alle stofparametre, separat i hver af de fire undersøgte matricer: Sediment, vandfase og biota (muslinger og fisk). En anbefaling til de forskellige parametre der skal indgå i den statistiske analyse ses i **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet..** Denne opstilling vil kunne belyse hvorvidt stofafgivelse fra møller og andre stålkonstruktioner resulterer i en signifikant højere stofkoncentration end hvad der naturligt tilføjes de fire undersøgelsesmatricer i referenceområdet. Alle statistiske test skal benytte p-værdi  $<0.05$ , som værende grænseværdien for signifikante resultater. Ved at følge prøvetagningsprogrammet vil den statistiske analyse vist i **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet..** for sediment og biota, producere en statistisk power på 0.81 ved en effektstørrelse på 0.4. Den opnåede statistiske power ligger over den generelle konsensus til minimumskrav på 0.8, hvilket styrker testens statistiske pålidelighed ved opnåelse af signifikante resultater. Ligeledes vil den statistiske analyse for vandkemi opnå en statisk power på 0.92 ved en effektstørrelse på 0.4. Hvis den statistiker, der skal arbejde med data har en bedre tilgang, der giver minimum samme statistiske power, kan andre metoder bringes i spil. Ligeledes kan der komme ny viden eller nye metoder til, som kan booste det statiske design med tiden.



## 7.4 Indirekte ændringer i vandkvalitet som følge af hydrografiske ændringer

Statistiske metoder afhænger af prøvetagnings antal og potentielt også modellen benyttet til simulering af hydrografiske ændringer, og kan derfor først endeligt fastlægges, når disse parametre er kendte.

## 8. Metadata

Nedenfor fremgår de relevante metadata til effektovervågningsdata der vedrører prøvetagning i sediment, vand og biota. Der er taget udgangspunkt i at benytte samme metadata som Miljøstyrelsen med henblik på mulighed for indrapportering af data. Metadata er vedlagt i en tabel i bilag 3 samt i en excel fil til databladet.

|                                              |                         |                          |
|----------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Stedtype                                     | Dataejер                | Sedimentlag-fra (cm)     |
| Målestation ID                               | Link                    | Sedimentlag-til (cm)     |
| Stedtekst                                    | Prøve                   | CASnr                    |
| Prøve ID                                     | Prøvetype               | ScKode                   |
| GeoZone                                      | Artkode (biota)         | Stofparameter            |
| x-koordinat                                  | Art latin (biota)       | Resultat-attribut        |
| y-koordinat                                  | Art (biota)             | Resultat                 |
| Vandområde ID                                | Analysefraktion (biota) | Enhed                    |
| Dato                                         | Prøvetagning (dybde)    | Detektionsgrænse LD      |
| Måling nr.                                   | Stationsdybde (havbund) | Kvantifikationsgrænse LQ |
| Undersøgelsestype (matrice eller feltmåling) | Temperatur              |                          |

## 9. Indrapportering af data

I nuværende version er det endnu ikke fastlagt, hvor data skal indrapporteres. Dette vil fremgå i en senere opdatering af databladet.



## 10. Referencer

- Arealdata. (u.d.). <https://arealdata.miljoeportal.dk/>.
- BEK nr 252 af 31/03/2009. (u.d.). Bekendtgørelse om deponeringsanlæg.
- BEK nr 796 af 13/06/2023. (u.d.). Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand.
- BEK nr 811 af 19/06/2024. (u.d.). Bekendtgørelse om kvalitetskrav til miljømålinger.
- COWI. (2000). Nye metoder til overvågning af miljøfremmede stoffer i vandmiljøet. Udarbejdet af COWI for Miljøstyrelsen.
- Danmarks Miljøportal. (u.d.). <https://miljoeportal.dk/>.
- DCE. (2024). Tekniske anvisninger. <https://dce.au.dk/udgivelser/tekniske-anvisninger>. DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi.
- EA-hub. (u.d.). <https://eahub.miljoeportal.dk/home>.
- European Union. (2014). COMMON IMPLEMENTATION STRATEGY FOR THE WATER FRAMEWORK DIRECTIVE (2000/60/EC) Guidance Document No. 32 ON BIOTA MONITORING (THE IMPLEMENTATION OF EQSBIOTA) UNDER THE WATER FRAMEWORK DIRECTIVE.
- European Union. (2018). Thomas Brinkmann, Ralf Both, Bianca Maria Scalet, Serge Roudier, Luis Delgado Sancho; JRC Reference Report on Monitoring of Emissions to Air and Water from IED Installations; EUR 29261 EN; doi 10.2760/344197 .
- Harman et al. (2008). Uptake of some selected aquatic pollutants in semipermeable membrane devices (SPMDs) and the polar organic chemical integrative sampler (POCIS). Journal of Environmental Monitoring.
- Larsen et al. (2018). Too much food may cause reduced growth of blue mussels (*Mytilus edulis*) – test of hypothesis and new 'high Chl a BEG-model. *Larsen, Poul S.; Lüskow, Florian; Riisgård, Hans Ulrik. DTU.*
- Miljødata. (u.d.). <https://miljoedata.miljoeportal.dk/>.
- Miljøministeriet. (2004). NOVANA. Teknisk anvisning for marin overvågning. 2.8 Miljøfarlige stoffer i havvand.
- Miljøministeriet. (2019). Danmarks Havstrategi II, basisanalyse. <https://mst.dk/erhverv/rent-miljoe-og-sikker-forsyning/vandmiljoe/havet/danmarks-havstrategi-ii>.
- Miljøministeriet. (2023). Det nationale overvågningsprogram for vandmiljø og natur 2023-27 . <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2023/09/978-87-7038-556-5.pdf>.
- Miljøministeriet. (u.d.). MiljøGIS. <https://mst.dk/erhverv/tilskud-miljoeviden-og-data/data-og-databaser/miljoegis-data-om-natur-og-miljoe-paa-webkort>.
- Miljøstyrelsen. (1998). Miljøprojekt nr. 415 1998. Grundlag for nyttiggørelse af forurenede jord og restprodukter.
- Miljøstyrelsen. (u.d.). Kvalitetskriterier for miljøfarlige forurenende stoffer i vandmiljøet. <https://mst.dk/erhverv/sikker-kemi/kemikalier/graensevaerdier-og-kvalitetskriterier/kvalitetskriterier-for-miljoe-farlige-forurenende-stoffer-i-vandmiljoeet>.
- Norwegian Environment Agency . (2020). Guidelines for environmental monitoring of petroleum activities on the Norwegian continental shelf.
- OSPAR. (2013). Background document and technical annexes for biological effects monitoring, Update 2013 . [https://dome.ices.dk/ohat/trDocuments/2019/help\\_bioeffects\\_background.pdf](https://dome.ices.dk/ohat/trDocuments/2019/help_bioeffects_background.pdf).
- Ref Lab. (2015). Miljøfremmede organiske stoffer i vand M060. V04 / 28.09.2015. [https://cdnmedia.eurofins.com/Microsites/media/1116/m060\\_mfs\\_vand\\_04.pdf](https://cdnmedia.eurofins.com/Microsites/media/1116/m060_mfs_vand_04.pdf).



- TA M01. (u.d.). Teknisk anvisning. Indsamling af vand- og planktonprøver i felten. TA nr. M01. Version 1. Gyldig fra 23.04.2019. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for miljø og energi.
- TA M02. (u.d.). Teknisk anvisning: Vandkemi. TA nr. M02. Version 1. Gyldig fra 16.03.2018.
- TA M07. (u.d.). Teknisk anvisning: Klorofyl a koncentration. TA nr. M07. Version 2. Gyldig fra 21.01.2014. [https://ecos.au.dk/fileadmin/ecos/Fagdatacentre/Marin/TA\\_M07\\_Klorofyl\\_a\\_ver2.pdf](https://ecos.au.dk/fileadmin/ecos/Fagdatacentre/Marin/TA_M07_Klorofyl_a_ver2.pdf).
- TA M22. (u.d.). Teknisk anvisning: Miljøfarlige stoffer i muslinger. TA nr. M22. Version 2. Gyldig fra: 21.05.2013. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi.
- TA M23. (u.d.). Teknisk anvisning: Næringsstoffer i sediment. TA nr. M23. Version 2.1. Gyldig fra: 17.11.2022. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi.
- TA M24. (u.d.). Teknisk anvisning: Miljøfarlige stoffer i sediment. TA nr. M24. Version 2. Gyldig fra: 01.11.2013. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi.
- TA M25. (u.d.). Teknisk anvisning: Miljøfarlige stoffer i fisk. TA nr. M25. Version 2.1. Gyldig fra: 14.11.2022. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi.



## 11. Bilag 1

### Bilag 1 – Stofparametre

I det følgende fremgår tre tabeller med stofparametre til analyse i tre matricer; sediment, vand og biota.

Alle tre tabeller er yderligere inddelt efter, hvilke stoffer under hvilke overvågningsaktiviteter (baseline, konstruktionsfase, driftsfase mv.), der skal måles for (angivet med farvemarkering).

Udvælgelsen af stoffer til analyse beror dels på NOVANA overvågning (herunder tekniske anvisninger fra DCE), OSPAR og HELCOM anbefalinger, sædvanlige støtteparametre til marine målinger, samt viden indhentet fra videnskabelig litteratur (se yderlig beskrivelse i baggrundsnotatet til databladet).

### 11.1 Screening af behov for supplerende stoffer

Udover en række faste parametre, er det for hver havvindmøllepark, der skal overvåges ift. vandkvalitet, nødvendigt at undersøge de lokalitetsspecifikke forhold, der kan influere på overvågningen af vandkvalitet. Dette gøres ud fra følgende to trin:

1. Stoffer, der er årsag til manglende målopfyldelse i vandplanlægning og havstrategi:

Det undersøges om vandområdet, som projektet placeres i, er i manglende målopfyldelse pga. overskridelse af målte MFS koncentrationer (kemisk tilstand og tilstand for nationalt specifikke stoffer). Det kunne fx være methylnaphtalener, nonylphenoler og BDE, som er hyppig årsag til overskridelser af miljøkvalitetskrav og dermed ikke-god tilstand i vandområdeplanerne 2021-2027. Oplysninger kan tilgås på Vandplandata.dk. Stoffer, der giver anledning til manglende målopfyldelse inkluderes i analyseprogrammet for både vand, sediment og biota. Ligger projektet i umiddelbar nærhed af andre vandområder, inddrages ligeledes de stoffer, der giver anledning til manglende målopfyldelse i disse også. Er projektet placeret længere ude end 12 sømil fra basislinjen, hvor der ikke er fastlagt miljømål i medfør af vandplanlægningen, inddrages tilstanden fra det nærmeste territorialfarvand på samme vis, som beskrevet for de målsatte kyst- og territorialfarvande jf. beskrivelse af tilstandsvurdering under Havstrategiens deskriptor 8 Forurenende stoffer (Miljøministeriet, 2019).

2. Kortlægning af mulige forureningskilder:

Der foretages en kortlægning/analyse af, om der eksisterer mulige forureningskilder, der kunne bidrage til forurening af havmiljøet inden for det konkrete projektområde. Hertil kan man gøre brug af Miljøgis (Miljøministeriet) for vandområdeplaner under laget "Påvirkninger og arealanvendelse", arealinformation.dk, samt berørte kommuners viden om vandområderne og lokale kilder til forurening.

Resultaterne af disse to kortlægninger i stoffer, der ikke allerede indgår i listerne nedenfor, inkluderes de i analyseprogrammet for både vand, sediment og eventuelt biota.



## 11.2 Stofparametre til analyse i sediment

Nedenfor fremgår en komplet liste over de stoffer, der skal analyseres for i sediment.

Det fremgår i tabellen om stoffer skal analyseres for hhv. totalkoncentration (T) og udvaskningstest (U). Dertil er der tilføjet, hvilke stoffer, der skal analyseres for de aktuelle sedimentdybder. Dybden på 0-1 m og  $\geq 1$  m bestemmes for det konkrete projekt, som beskrevet i afsnit 12.6.1.

Udvælgelse af MFS i sediment til analyse beror til dels på, hvad der med højest sandsynlighed kan forekomme af MFS i sedimentet inden for projektområdet før installation og efter. Der overvåges for en række faste stoffer opført på HELCOMs og OSPARs primærliste og der laves en kortlægning af vandområdet/vandområderne samt om der eksisterer eventuelle lokale forureninger i området (se afsnit 11.1) ovenfor. Som beskrevet i afsnit 3, er det afgørende at sikre, at detektionsgrænser er tilstrækkeligt lave til sammenholdelse med miljøkvalitetskrav og andre grænseværdier.

Til overvågning af sediment under konstruktionsfase kan man vælge at lade stoffer udgå, hvis samtlige analyser under baseline i både sediment og vandfasen for et stof ikke påvises i nogle af prøverne, idet dermed antages ikke at kunne påvises under effektovervågningen. Denne tilgang gælder dog kun for effektovervågningen for konstruktionsfasen

*Tabel 11.1: Stoffer til sedimentanalyser. Grøn markering angiver at stoffet analyseres under den pågældende overvågningsaktivitet. Hertil er der i rubrikkerne oplyst om stofanalyser udføres som totalkoncentration (T) og udvaskningstest (U) samt i hvilke dybder af sedimentet, stofferne undersøges i. Grå markering indikerer at stoffet ikke analyseres for den pågældende overvågningsaktivitet. \* angiver analyse fra dybereliggende sedimenter (over 1 m), dog henledes der opmærksomhed på, at det kun vil være relevant for projekter, hvor der graves dybt til fx fundamenter (se afsnit 4.1).*

| Stoffer i sediment                | Baseline<br>Faststof / Udvasningstest | Konstruktionsfase | Driftsfase<br>(stofafgivelse) |
|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------|-------------------------------|
| Tørstof total                     | T/- (1 cm, 0-1 m, $\geq 1m^*$ )       | T/- (1 cm)        | T/- (1 cm)                    |
| Glødetab                          | T/- (1 cm, 0-1 m, $\geq 1m^*$ )       | T/- (1 cm)        | T/- (1 cm)                    |
| TOC (organisk kulstof)            | T/- (1 cm, 0-1 m, $\geq 1m^*$ )       | T/- (1 cm)        | T/- (1 cm)                    |
| Vægtfylde (densitet)              | T/- (1 cm, 0-1 m, $\geq 1m^*$ )       | T/- (1 cm)        | T/- (1 cm)                    |
| BOD (biologisk iltforbrug)        | -/U (1 cm, 0-1 m, $\geq 1m^*$ )       | -/U (1 cm)        |                               |
| Sedimentfraktioner                | T/- (1 cm, 0-1 m, $\geq 1m^*$ )       | T/- (1 cm)        |                               |
| Total-P                           | T/U (1 cm, 0-1 m, $\geq 1m^*$ )       | T/- (1 cm)        |                               |
| Jernbundet P                      | T/U (1 cm, 0-1 m, $\geq 1m^*$ )       | T/- (1 cm)        |                               |
| Ortho-phosphat-P                  | T/U (1 cm, 0-1 m, $\geq 1m^*$ )       | T/- (1 cm)        |                               |
| Total-N                           | T/U (1 cm, 0-1 m, $\geq 1m^*$ )       | T/- (1 cm)        |                               |
| Ammoniak+ammonium-N               | T/U (1 cm, 0-1 m, $\geq 1m^*$ )       | T/- (1 cm)        |                               |
| Nitrit+nitrat-N                   | T/U (1 cm, 0-1 m, $\geq 1m^*$ )       | T/- (1 cm)        |                               |
| <b>HELCOM/OSPAR primære liste</b> |                                       |                   |                               |
| <b>Metaller og halvmetaller</b>   |                                       |                   |                               |
| Cadmium                           | T/U (1 cm, 0-1 m, $\geq 1m^*$ )       | T/- (1 cm)        | T/- (1 cm)                    |



|                                                                                            |                                 |            |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------|------------|
| Bly                                                                                        | T/U (1 cm, 0-1 m, $\geq 1m^*$ ) | T/- (1 cm) | T/- (1 cm) |
| Kobber                                                                                     | T/U (1 cm, 0-1 m, $\geq 1m^*$ ) | T/- (1 cm) | T/- (1 cm) |
| Kviksølv                                                                                   | T/U (1 cm, 0-1 m, $\geq 1m^*$ ) | T/- (1 cm) | T/- (1 cm) |
| Nikkel                                                                                     | T/U (1 cm, 0-1 m, $\geq 1m^*$ ) | T/- (1 cm) | T/- (1 cm) |
| Zink                                                                                       | T/U (1 cm, 0-1 m, $\geq 1m^*$ ) | T/- (1 cm) | T/- (1 cm) |
| Arsen                                                                                      | T/U (1 cm, 0-1 m, $\geq 1m^*$ ) | T/- (1 cm) | T/- (1 cm) |
| Chrom                                                                                      | T/U (1 cm, 0-1 m, $\geq 1m^*$ ) | T/- (1 cm) | T/- (1 cm) |
| TBT                                                                                        | T/U (1 cm, 0-1 m, $\geq 1m^*$ ) | T/- (1 cm) |            |
| <b>PAH (sum af 9-16)</b>                                                                   |                                 |            |            |
| Antracen                                                                                   | T/U (1 cm, 0-1 m, $\geq 1m^*$ ) | T/- (1 cm) |            |
| Benz(a)antracen                                                                            | T/U (1 cm, 0-1 m, $\geq 1m^*$ ) | T/- (1 cm) |            |
| Benz(g,h,i)perylene                                                                        | T/U (1 cm, 0-1 m, $\geq 1m^*$ ) | T/- (1 cm) |            |
| Benz(a)pyren                                                                               | T/U (1 cm, 0-1 m, $\geq 1m^*$ ) | T/- (1 cm) |            |
| Chrysen                                                                                    | T/U (1 cm, 0-1 m, $\geq 1m^*$ ) | T/- (1 cm) |            |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren                                                                      | T/U (1 cm, 0-1 m, $\geq 1m^*$ ) | T/- (1 cm) |            |
| Pyren                                                                                      | T/U (1 cm, 0-1 m, $\geq 1m^*$ ) | T/- (1 cm) |            |
| Phenanthren                                                                                | T/U (1 cm, 0-1 m, $\geq 1m^*$ ) | T/- (1 cm) |            |
| Flouranthen                                                                                | T/U (1 cm, 0-1 m, $\geq 1m^*$ ) | T/- (1 cm) |            |
| Naphthalen                                                                                 | T/U (1 cm, 0-1 m, $\geq 1m^*$ ) | T/- (1 cm) |            |
| <b>PCB (sum af 7, ICES-7)</b>                                                              |                                 |            |            |
| CB28, CB52, CB101, CB118, CB138, CB153, CB180                                              | T/U (1 cm, 0-1 m, $\geq 1m^*$ ) | T/- (1 cm) |            |
| <b>Stoffer (MFS), der er årsag til manglende målopfyldelse i vandområdet/vandområderne</b> | T/U (1 cm, 0-1 m, $\geq 1m^*$ ) | T/- (1 cm) |            |
| <b>Stoffer (MFS) fra lokale forureningskilder</b>                                          | T/U (1 cm, 0-1 m, $\geq 1m^*$ ) | T/- (1 cm) |            |
| <b>Øvrige stoffer, der kan afsmitte fra driftsfasen</b>                                    |                                 |            |            |
| Aluminium                                                                                  | T/- (1 cm)                      |            | T/- (1 cm) |
| Indium                                                                                     | T/- (1 cm)                      |            | T/- (1 cm) |
| Magnesium                                                                                  | T/- (1 cm)                      |            | T/- (1 cm) |
| Jern                                                                                       | T/- (1 cm)                      |            | T/- (1 cm) |
| Silicium                                                                                   | T/- (1 cm)                      |            | T/- (1 cm) |
| Bisphenol A                                                                                | T/- (1 cm)                      |            | T/- (1 cm) |
| Diisocyanate                                                                               | T/- (1 cm)                      |            | T/- (1 cm) |
| 4-tert-butylphenol                                                                         | T/- (1 cm)                      |            | T/- (1 cm) |
| Bisphenol A diglycidyl ether                                                               | T/- (1 cm)                      |            | T/- (1 cm) |



### 11.3 Stofparametre til analyse i vandfasen

Nedenfor fremgår en liste over de stoffer, der indgår i analyseprogrammet for vandfasen for hhv. baseline, konstruktions- og driftsfase, som er delt op i stofafgivelse og hydrografiske ændringer.

Til overvågning i vandfasen under konstruktionsfase kan man vælge at lade stoffer udgå, hvis samtlige analyser under baseline i både sediment og vandfasen for et stof ikke påvises i nogle af prøverne, idet dermed antages ikke at kunne påvises under effektovervågningen. Denne tilgang gælder dog kun for effektovervågningen for konstruktionsfasen.

*Tabel 11.2: Stoffer til analyse i vandfasen. Grøn markering angiver at stoffet analyseres under den pågældende overvågningsaktivitet. Grå markering indikerer at stoffet ikke analyseres for den pågældende overvågningsaktivitet.*

| Stoffer i vandfasen                                                         | Baseline | Konstruktionsfase | Driftsfase<br>stofafgivelse | Driftsfase<br>hydrografiske<br>ændringer |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------|-------------------|-----------------------------|------------------------------------------|
| BOD (biologisk iltforbrug)                                                  |          |                   |                             |                                          |
| Suspenderet sediment (SS/l)                                                 |          |                   |                             |                                          |
| Total-P                                                                     |          |                   |                             |                                          |
| Ortho-phosphat-P                                                            |          |                   |                             |                                          |
| Total-N                                                                     |          |                   |                             |                                          |
| Ammoniak+ammonium-N                                                         |          |                   |                             |                                          |
| Nitrit+nitrat-N                                                             |          |                   |                             |                                          |
| Klorofyl (kun for vandprøver fra<br>overfladen, 1 m under<br>havoverfladen) |          |                   |                             |                                          |
| Silikat                                                                     |          |                   |                             |                                          |
| <b>HELCOM/OSPAR primære liste</b>                                           |          |                   |                             |                                          |
| <b>Metaller (opløst og total)</b>                                           |          |                   |                             |                                          |
| Cadmium                                                                     |          |                   |                             |                                          |
| Bly                                                                         |          |                   |                             |                                          |
| Kobber                                                                      |          |                   |                             |                                          |
| Kviksølv                                                                    |          |                   |                             |                                          |
| Nikkel                                                                      |          |                   |                             |                                          |
| Zink                                                                        |          |                   |                             |                                          |
| Arsen                                                                       |          |                   |                             |                                          |
| Chrom                                                                       |          |                   |                             |                                          |
| <b>TBT</b>                                                                  |          |                   |                             |                                          |
| <b>PAH (sum af 9-16)</b>                                                    |          |                   |                             |                                          |
| Antracen                                                                    |          |                   |                             |                                          |
| Benz(a)antracen                                                             |          |                   |                             |                                          |
| Benz(g,h,i)perylen                                                          |          |                   |                             |                                          |
| Benz(a)pyren                                                                |          |                   |                             |                                          |
| Chrysen                                                                     |          |                   |                             |                                          |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren                                                       |          |                   |                             |                                          |





|                                                                                                    |  |  |  |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|
| Pyren                                                                                              |  |  |  |  |
| Phenanthren                                                                                        |  |  |  |  |
| Flouranthren                                                                                       |  |  |  |  |
| Naphthalen                                                                                         |  |  |  |  |
| <b>PCB (sum af 7, ICES-7)</b>                                                                      |  |  |  |  |
| CB28, CB52, CB101, CB118,<br>CB138, CB153, CB180                                                   |  |  |  |  |
| <i>Stoffer (MFS), der er årsag til<br/>manglende målopfyldelse i<br/>vandområdet/vandområderne</i> |  |  |  |  |
| <i>Stoffer (MFS) fra lokale<br/>forureningskilder</i>                                              |  |  |  |  |
| <b>Øvrige stoffer, der kan afsmitte<br/>fra driftsfasen</b>                                        |  |  |  |  |
| Aluminium                                                                                          |  |  |  |  |
| Indium                                                                                             |  |  |  |  |
| Magnesium                                                                                          |  |  |  |  |
| Jern                                                                                               |  |  |  |  |
| Silicium                                                                                           |  |  |  |  |
| Bisphenol A                                                                                        |  |  |  |  |
| Diisocyanate                                                                                       |  |  |  |  |
| 4-tert-butylphenol                                                                                 |  |  |  |  |
| Bisphenol A diglycidyl ether                                                                       |  |  |  |  |
| <b>Støtteparametre</b>                                                                             |  |  |  |  |
| Salinitet                                                                                          |  |  |  |  |
| Temperatur                                                                                         |  |  |  |  |
| Ilt                                                                                                |  |  |  |  |
| Fluorescens                                                                                        |  |  |  |  |
| FDOM                                                                                               |  |  |  |  |
| Sigtdybde (eller lyssvækkelse)                                                                     |  |  |  |  |
| Turbiditet                                                                                         |  |  |  |  |



## 11.4 Stofparametre til analyse i biota

I nedenstående tabel fremgår en liste over de stoffer, der indgår i analyseprogrammet for biota for hhv. baseline og driftsfase (stofafgivelse).

Det er vigtigt at være opmærksom på, at den nødvendige mængde prøvemateriale fra hver station skal afklares med det valgte laboratorium forinden aktiviteterne med monitorering af fisk og muslinger igangsættes.

*Tabel 11.3: Stoffer til analyse i biota (både fisk og muslinger). Grøn markering angiver at stoffet analyseres under den pågældende overvågningsaktivitet.*

| Stoffer i biota                 | Baseline | Driftsfase<br>stofafgivelse |
|---------------------------------|----------|-----------------------------|
| <b>Metaller og halvmetaller</b> |          |                             |
| Cadmium                         |          |                             |
| Bly                             |          |                             |
| Kobber                          |          |                             |
| Kviksølv                        |          |                             |
| Nikkel                          |          |                             |
| Zink                            |          |                             |
| Arsen                           |          |                             |
| Chrom                           |          |                             |
| Aluminium                       |          |                             |
| Indium                          |          |                             |
| Magnesium                       |          |                             |
| Jern                            |          |                             |
| Silicium                        |          |                             |
| <b>Organiske stoffer</b>        |          |                             |
| Bisphenol A                     |          |                             |
| Diisocyanate                    |          |                             |
| 4-tert-butylphenol              |          |                             |
| Bisphenol A diglycidyl ether    |          |                             |



## 12. Bilag 2

Som beskrevet i afsnit 3.1.1 i databladet ledsages alle prøvetagninger af vand, sediment og biota med målinger af en række støtteparametre, hvor der bl.a. foretages CTD målinger, iltmålinger samt målinger af fluorescens og lyssvækkelse. Støtteparametrene fremgår af bilag 1.

### 12.1 Indsamling af vand- og planktonprøver i felten (TA M01)

Denne anvisning skal sikre en ensartet prøvetagning i felten ved indsamling af vandprøver til bestemmelse af bl.a. næringsstoffer, silicium, ilt og klorofyl.

Bemærk at dette metodeafsnit alene omhandler indsamling af vandprøver til kemiske og biologiske parametre, idet denne prøvetagning oftest foregår i én og samme arbejdsgang.

Vedr. samtidige sondemålinger af salinitet, temperatur, dybde, ilt, fluorescens og lysdæmpning henvises til:

- TA M03 CTD-måling
- TA M04 Ilt i vandsøjlen
- TA M05 Fluorescens
- TA M06 Lyssvækkelse

Vandprøver til bestemmelse af næringsstoffer, ilt og klorofyl kan udtages hele året rundt på et vilkårligt tidspunkt af døgnet.

Vandprøver til bestemmelse af de forskellige parametre overføres til beholdere efter de anvisninger, som fremgår af de respektive TA'er (M02, M04 og M07).

#### 12.1.1 Særligt for effektovervågningen

Til overvågningen af havvind udtages der på hver station en vandprøve ved bunden (en meter over bunden) og i overfladen (en meter under overfladen).

Til overvågning af indirekte ændringer i vandkvalitet som følge af hydrografiske ændringer i havområder med dybder større end 10-15 meter, udtages der også vandprøver midt i vandsøjlen, således at minimum hver 5-10 m er repræsenteret ved en måling (afsnit 6.2.2).

### 12.2 Vandkemi – næringsstoffer mv. (TA M02)

Denne anvisning beskriver håndtering af vandprøver til analyse af uorganiske næringssalte nitrat/nitrit ( $\text{NO}_3^-$  /  $\text{NO}_2^-$ ), ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ), fosfat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) og silikat (Si) samt total kvælstof (TN) og total fosfor (TP) – de to sidstnævnte inkluderer både uorganisk og organisk bundet kvælstof og fosfor.

Prøver til analyse af næringsstoffer kan udtages hele året rundt på et vilkårligt tidspunkt af døgnet. Samtidig med udtagning af vandprøver måles dybde, temperatur og saltholdighed, så oplysningerne efterfølgende kan kobles.



### 12.2.1 Særligt for effektovervågningen

Der er ikke vurderet behov for tilpasning eller supplerings af metode til anvisningen i forhold til effektovervågningen af havvind.

## 12.3 Klorofyl a koncentration (TA M07)

Denne tekniske anvisning beskriver, hvordan klorofyl a koncentrationen i fytoplankton måles i vandsøjlen ved (1) at filtrere vandprøven, (2) ekstrahere klorofyl a med ethanol fra de tilbageholdte alger og (3) bestemme ekstraktets absorbans ved en spektrofotometrisk måling.

Klorofyl a koncentrationen anvendes som:

- mål for fytoplanktonbiomassen (en af de primære effekter af eutrofiering), der igen er et mål for den mængde føde, der er tilgængelig for zooplankton,
- kvalitetsparameter i direktiver
- korrelerende parameter til mængden af næringssalte, som tilføres systemet og derfor er velegnet til at følge systemets respons på næringsstofftilførsler over tid,
- skaleringsparameter ved fotosyntesemålinger, således at fotosynteseraten kan udtrykkes pr. klorofylenhed,
- skaleringsparameter ved målinger af fytoplanktons antal og artssammensætning
- vigtig parameter for modelværktøj ved både dynamisk og empirisk modellering.

### 12.3.1 Særligt for effektovervågningen

Der er ikke vurderet behov for tilpasning eller supplerings til anvisningen i forhold til effektovervågningen.

## 12.4 Miljøfarlige stoffer i muslinger (TA M22)

Nedenfor følger metodebeskrivelse af prøveindsamling af muslinger til analyse af miljøfarlige forurenende stoffer, der er tilpasset effektovervågningen. Der er for de dele af metodebeskrivelsen, der følger DCE's TA M22, henvist til den tekniske anvisning (TA M22).

### 12.4.1 Særligt for effektovervågningen

Muslingepopulationer (*Mytilus*-arter) eksisterer typisk i lavvandede områder og findes på havbunden, normalt tæt på kystlinjen og generelt inden for 12-sømilgrænsen. De kan også findes offshore, fastgjort til navigationsbøjer, kæder, olie- og gasplatforme og vindmøllefundamenter.

Muslinger til overvågningen biomoniteres (indsamles) i perioden 1. september - 30. november iht. HELCOM og OSPAR-anbefalinger. I NOVANA programmet monitoreres muslinger i oktober-november, hvorfor det skal tilstræbes at udføre effektovervågningen indenfor samme periode (Miljøministeriet, 2023).

Det tilstræbes, at der anvendes blåmuslinger (*Mytilus edulis*) til overvågningen, da der er forskelle på akkumuleringen af stoffer i de enkelte arter, som gør tolkning af data vanskeligere efterfølgende. Det er vigtigt, at samme art bruges i det samme område, se tabel 1 nedenfor.



#### 12.4.1.1 Metoder

Monitering af muslinger kan enten ske ved passiv biomonitorering (prøvetagning af vilde organismer) eller aktiv biomonitorering (udsætning af indespærret organismer) anvendes. Hver af disse metoder har fordele og begrænsninger (European Union, 2014). I NOVANA anvendes passiv biomonitorering med muslinger (metode fremgår af (TA M22)), men aktiv biomonitorering kan være nyttig i særlige situationer, for eksempel når organismer er fraværende fra det undersøgte sted.

Tilstedeværelsen af muslinger i et projektområde for en havvindmøllepark vil være lokalitetsspecifik og der kan i visse tilfælde sandsynligvis være behov for at benytte den passive biomonitoring, da det kan være usikkert, om der for det pågældende projekt findes muslinger, særligt til målinger for baseline af projektområdet og referenceområder områder.

Indledningsvist skal det derfor undersøges om der findes muslinger inden for projektområdet og i egnet referenceområder områder. Hvis det er tilfældet følges prøvetagningsproceduren for passiv biomonitoring, der i store træk følger TA'en M22 Miljøfarlige stoffer i muslinger, der også anvendes i NOVANA programmet. Vurderes der behov for at benytte aktiv biomonitoring pga. fravær af muslinger indenfor projektområdet og i egnet referenceområder følges proceduren beskrevet i afsnit 12.4.1.3 nedenfor.

Efter indsamling af muslinger (enten passiv eller aktiv) på overvågningsstationerne, er de efterfølgende procedurer for behandling af muslinger/prøver for både aktiv og passiv biomonitoring ens, og fremgår af TA M22.

#### 12.4.1.2 Vandkemiske parametre og registreringer

Ved indsamling og evt. udsætning af muslinger måles nedenstående parametre i vandfasen (OSPAR, 2013). Nogle parametre kan måles *in situ*, og andre vil der skulle udtages en vandprøve iht. gældende tekniske anvisninger til analyse.

- CTD måling
- Salinitet
- Opløste metaller
- Suspenderet stof eller turbiditet
- Klorofyl

Dertil registreres oplysninger om vandsøjledybde, strømme og lagdeling.

#### 12.4.1.3 Procedure – Aktiv biomonitoring

Denne metodebeskrivelse til aktiv biomonitoring tager afsæt i vejledning og beskrivelser fra det europæiske Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) Guidance Document No. 32 on bioa monitoring (European Union, 2014) samt "Guidelines for environmental monitoring of petroleum activities on the Norwegian continental shelf" (Norwegian Environment Agency , 2020).

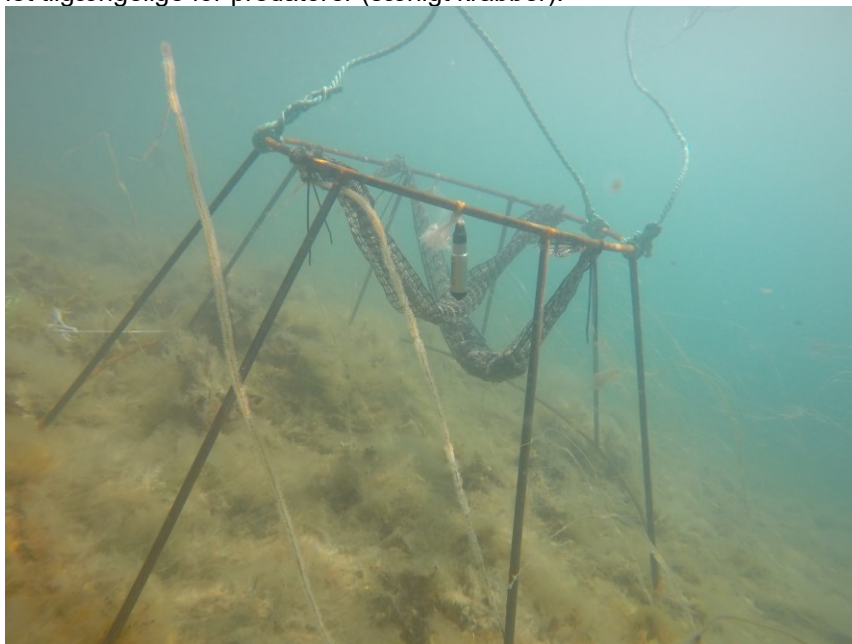
Hvis indespærring anvendes, skal der rettes opmærksomhed på de hydrografiske forhold, særligt på vandstrømme og lagdeling.



Der benyttes bure eller lignende indespærring til udsætning. Det sikres, at indespærringer ikke består af materialer, der kan give anledning til risiko for stofafgivelse til organismene. De anvendte materiale registreres sammen med øvrige informationer om prøvetagning og analyse. Dybde for udsætning samt immersionstid (tiden, de er udsat) skal registreres.

Indespærringer: De parametre, der skal overvejes ved udvikling af et indespærringssystem, inkluderer størrelsen på burene (afhængigt af arten), maskestørrelsen, antallet af organismer pr. bur og antallet af bure pr. sted. Når man indespærre hvirvelløse dyr, skal burene konstrueres af stive plastbeholdere med begge ender erstattet af net (European Union, 2014). Maskestørrelsen vil afhænge af den art, der skal indespærres. Organismene skal naturligvis ikke kunne undslippe fra indespærringen, men maskestørrelsen skal også vælges omhyggeligt for at begrænse tilstopning af suspenderet materiale, men tillade fødepartikler at komme ind til muslingerne.

Det anbefales at benytte krabbetejn (uden masker), hvorpå der er fasthæftet poser, som man normalvis anvender til opdræt af linemuslinger (se Figur 12.1). Herved hænger muslingerne i vandfasen, og er ikke så let tilgængelige for predatorer (særligt krabber).



Figur 12.1: Foto af krabbetejn benyttet til overvågning af muslinger i Grønland. Foto: Anders Stig-Jørgensen, NIRAS.

Placering af indespærringer: For alle indespærringssystemer skal deres placering tillade en god vandcirkulation. Det er derfor vigtigt at være opmærksom på vandstrømmens retning, når buret eller lign. placeres. Bure kan enten sikres til bunden (fx ved hjælp af sten som ballast) eller hænges i vandsøjlen med et anker- og bøjesystem (som vil regulere deres dybde). Buret eller andre indespærringer skal være placeret dybt nok i vandet til at modstå strømbevægelser.

Til overvågningen af havvindmølleparker, skal indespærringer som udgangspunkt placeres på eller nær bunden. Dog skal der tages forbehold for sedimenttransport, der kan begrave muslingerne og en eventuel



lagdeling, der kan medføre begrænset fødeadgang. Alternativt sættes indespærringerne i vandsøjlen. Den vertikale placering af indespærringerne skal være ens i både baseline, påvirkningsstationer og referenceområder stationer.

### Immersionstid:

Muslinger i indespærringer udsættes i en periode på 6 uger.

### Antal muslinger pr. station:

Ved hver prøvetagning skal der indsamles så mange levende muslinger (dog mindst 10 stk.), at det til én prøve (en prøve pr. station) er muligt at dissekere minimum 100 g hele bløddele fra de indsamlede muslinger, svarende til ca. minimum 300 g levende muslinger. Bemærk, at der er tale om en vejledende mængde, da den nødvendige mængde prøvemateriale til stofanalyse forinden skal aftales med det benyttede laboratorium. Dødelighedsniveauet under udsætningen skal tages i betragtning til bestemmelse af antal individer til udsætning. Et dødelighedsniveau på 10 til 20% anses generelt for at være acceptabelt (European Union, 2014).

**Tabel 1** Arter og antal delprøver pr. station.

| Art                                                     | Antal delprøver                                          | Størrelse              |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------|
| <i>Mytilus edulis</i> (blåmusling)                      | 1-3 delprøver pr. station (se årets MFS-programoversigt) | 30-50 mm <sup>1)</sup> |
| <i>Limecola balthica</i> (østersømusling) <sup>2)</sup> | 1 delprøve pr. station (se årets MFS-programoversigt)    | 20-35 mm <sup>1)</sup> |
| <i>Mya arenaria</i> (sandmusling) <sup>3)</sup>         | 1-3 delprøver pr. station (se årets MFS-programoversigt) | min. 20 mm             |

<sup>1)</sup> Optimal størrelse. Hvis der kun findes større muslinger (fx i områder med søstjerner) tages disse. I nogle områder med lav salinitet kan det være svært at finde muslinger i den angivne størrelse, her tages muslinger ned til 20 mm, men der skal så indsamles op til 500 for at få tilstrækkeligt prøvemateriale.

<sup>2)</sup> For Østersøen (HELCOM) er *Limecola balthica* (tidligere *Macoma balthica*) også en accepteret art, hvis der ikke findes blåmuslinger eller sandmuslinger på en station. I dette tilfælde er anbefalingen fra HELCOM, at prøverne tages i september.

<sup>3)</sup> Indsamles, hvor der ikke forefindes *Mytilus edulis*, fx i Ringkøbing Fjord og nogle steder i Limfjorden. Manglende nyrekuttering af muslinger (specielt i Ringkøbing Fjord) gør det dog svært at holde samme størrelse og alder.

Muslinger udviklingsstadiet: Udsætning af muslinger finde sted uden for deres gydningsperiode (Norwegian Environment Agency, 2020). Muslinger, der skal bruges til feltstudier af vandovervågning, skal have gonader på et tidligt udviklingsstadium, så sandsynligheden for at muslingerne gyder i eksponeringsperioden er lav. Hvis de købes fra farme, der holder muslinger i forskellige udviklingsstadier, skal der bruges muslinger, der ikke forventes at gyde i eksponeringsperioden. Det er heller ikke ønskeligt at bruge muslinger, der har gydt lige før de bruges til overvågningsformål (Norwegian Environment Agency, 2020).

Inden udsætning: Konditionering i laboratoriet før udsætning anbefales for at give organismerne mulighed for at komme sig efter prøveudtagningsprocessen og mulig iltmangel under transporten. Før udsætning skal muslingerne derfor akklimatiseres i rent vand med samme temperatur og salinitet som i det område, de skal udsættes i.



Det er vigtigt at dokumentere, at muslingerne, der skal udsættes, er fri for kendte sygdomme og uden for aktiv gydeperiode. Før udsætningen udtages vævsprøver til stofanalyse (minimum 3 prøver) fra muslingerne for at bestemme deres kemiske indhold af de undersøgte stofparametre til overvågningen (Norwegian Environment Agency, 2020).

Fødetilgængeligheden for muslingerne i bur skal dokumenteres, især hvis de er placeret dybt i vandkolonnen. Fødetilgængelighed skal dokumenteres både ved overvågningsstationer og ved referencestationer. Fødetilgængeligheden kan estimeres ud fra biomassen af fytoplankton, der måles som klorofyl a koncentration i vandsøjlen (Larsen et al., 2018). Måling af klorofyl udføres sammen med de øvrige vandkemiske målinger, der prøvetages samtidig med muslingeovervågningen (afsnit 6.1.2)

#### **12.4.1.4 Procedure - passiv biomonitering**

Procedure for passiv biomonitering følger beskrivelser i TA M22.

#### **12.4.1.5 Håndtering af muslinger efter indsamling**

Den videre procedure efter indsamling af muslinger i havet følger TA M22 uanset om der er foretaget aktiv eller passiv biomonitering.

### **12.5 Næringsstoffer i sediment (TA M23)**

Denne TA anviser bestemmelse af næringsstofpuljerne total kvælstof (TN), total fosfor (TP) og jernbundet fosfor (Fe-P) samt organisk stof (angivet som glødetab; eng. loss of ignition) i marine sedimenter og dertil knyttede følgeparametre: vægtfylde og tørstofindhold.

#### **12.5.1 Særligt for effektovervågningen**

Næringsstofpuljer, organisk indhold og følgeparametre analyseres i dybdeintervallet 0-1 cm, 0-1 m og  $\geq 1$  m til baseline, mens der for overvågningen til konstruktionsfasen kun prøvetages i sedimentlaget 0-1 cm.

Dybder mellem 0-1 m og  $\geq 1$  m til baselineovervågningen bestemmes for det konkrete projekt (se beskrivelse i afsnit 12.6 om MFS i sediment).

Sediment udtaget fra hvert dybdeinterval behandles videre som beskrevet i TA'en M23.

### **12.6 Miljøfarlige stoffer i sediment (TA M24)**

Denne tekniske anvisning beskriver prøveindsamling til analyse af miljøfarlige stoffer i marine sedimenter.

#### **12.6.1 Særligt for effektovervågningen**

En sedimentprøve (også benævnt blandingsprøve) skal udtages som en sammenblanding af mindst 5 individuelle nedstik til en dybde af 1 cm i overfladesedimentet (se afsnit om procedure nedenfor), hvor lige store mængder fra hvert nedstik blandes. Analyselaboratoriet skal oplyse den nødvendige prøvemængde i gram til prøvetageren.

Desuden vil der til baseline overvågningen inden for projektområdet samtidig udtages dybereliggende sedimentprøver, der sammen med overfladesediment (1 cm), skal repræsentere, de sedimentlag, der samlet set bliver omplaceret i forbindelse med anlægsarbejder i havbunden.





Til baseline udtages der sediment til analyse fra mindst to - tre forskellige dybder.

- 1) Overfladesediment (1 cm)
- 2) Dybere overfladesediment (mellem 0 - 1 m, fastsættelse af nøjagtig dybdeinterval beror på konkret vurdering)
- 3) Dybe sedimentlag ( $\geq 1$  m), er relevant, hvis der i projektet skal graves dybere end blot et par meter. De dybe sedimentprøver kan evt. udtages i forbindelse med de geotekniske undersøgelser af den dybereliggende havbund). Fastsættelse af nøjagtig dybdeinterval beror på konkret vurdering af projektbeskrivelse og områdets geologi. I så fald skal der i forbindelse med den geotekniske boring og prøvetagning være opmærksomhed på sedimentprøvehåndtering i forhold til at undgå kontaminering, anvendelse af korrekt prøveemballage samt sikre korrekt prøveopbevaring på køl eller frys afhængig af opbevaringstid.

Dybden af dybereliggende sediment besluttet ud fra en faglig vurdering, hvor både anlægsmetoder og sedimentets beskaffenhed og geologi tages i betragtning. Selve ophentningen af sediment og det nødvendige udstyr vil afhænge af dybden, men derudover er metoden til håndtering af sediment som beskrevet i dette afsnit.

Det efterstræbes at indsamle prøverne i perioden 1. september - 31. december. Prøver fra de åbne farvande i Skagerrak og Nordsøen kan også indsamles i perioden 1. januar - 1. marts. Prøvetagningen foretages derfor uden for de tidsperioder, hvor der kan forekomme algeopblomstring, som kan give et betydeligt sedimentationsbidrag til den øverste cm af sedimentet.

Der udtages én blandingsprøve på hver station for overvågningen af havvind. Én blandingsprøve skal, hvis sedimentet indsamles med HAPS, Box-corer eller i kajakrør, bestå af en sammenblanding af mindst 5 delprøver fra den øverste cm af overfladesedimentet fra hver sin individuelle prøvetagning.

Sediment fra dybereliggende lag indsamles med den metode, der vurderes bedst egnet for lokaliteten og dybden til udtagning. Prøverne indsamles og håndteres med samme varsomhed, som beskrevet for overfladesediment. Der udtages én blandingsprøve af dybereliggende sediment fra mindst 5 delprøver på hver station for overvågningen af havvind.

## 12.7 Miljøfarlige stoffer i fisk (TA M25)

Denne tekniske anvisning beskriver prøvetagningsstrategi og prøveindsamling vedrørende miljøfarlige stoffer i fisk og er specielt udarbejdet med henblik på bestemmelse af metaller og organiske miljøfarlige stoffer.

Som beskrevet i databladet for målinger af MFS i fisk tilstræbes det at benytte stationære fiskearter til analyse for MFS, så som skrubber eller ålekvabber<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> For andre anvendelige arter henvises til den tekniske anvisning for Miljøfarlige stoffer i fisk TA M25.



### 12.7.1 Særligt for effektovervågningen

Det er ikke muligt at fastlægge et fast antal fisk eller art til brug for analyse, da det afhænger dels af fiskeriet for den konkrete havvindmøllepark og det benyttede analyselaboratorium. Mængden af nødvendig prøvemateriale (dvs. lever og muskel) kan variere alt efter, hvilket laboratorium, der benyttes til håndtering og analyse af fiskene (se metode i afsnit 12.7 for yderlig beskrivelse). Fiskearten og størrelserne af fiskene, der indfanges i området vil være bestemmende for det antal fisk, der skal til for at opnå en tilstrækkelig prøvemængde (se afsnit 12.7). For at sikre en repræsentativ analyse fra hver station, skal der puljes mindst 12 fisk af samme køn. Derfor vil det uanset behovet for prøvemængden, være et minimum 12 fisk af samme køn af samme art fra hver station, som måles og vejes på stedet og efterfølgende nedfryses indtil dissektion og analyse. Det understreges, at den nødvendige mængde prøvemateriale fra hver station, skal afklares med det valgte laboratorium forinden fiskeriet, således at fiskerne kan oplyses det nødvendige antal fisk, der skal indsamles til analyse for MFS.

Der er i bilag 1 med listen over stoffer til analyse i biota givet et eksempel på prøvemængder oplyst af et dansk analyselaboratorium.

## 12.8 Miljøfarlige forurenende stoffer i havvand

Overvågning af miljøfarlige forurenende stoffer i havmiljøet er ofte begrænset til målinger af koncentrationen i biota eller sediment. Typisk er koncentrationen i vandfasen for lav eller forekomsten af stoffet varierer over tid, hvilket kan give praktiske udfordringer i forhold til at indsamle en repræsentativ prøve ved en simpel prøvetagning. I et vist omfang har indsamlingsstrategien baggrund i, at sediment og biota opkoncentrerer de miljøfarlige forurenende stoffer til målbare niveauer, mens vandprøver indeholder for lidt stof til detektion af stoffet.

Til effektovervågningen af havvind vurderes det dog nødvendigt at måle for udvalgte miljøfarlige forurenende stoffer i vandfasen i havmiljøet, dels for at opnå en baseline for vandfasen og dels for at opnå indikationer om effekter i vandfasen både under konstruktionsfasen og driftsfasen.

Sammenlignelighed med NOVANA data o. lign. vil ikke være af høj relevans for disse målinger, da monitorering af vandfasen for MFS hidtil ikke har været inkluderet i NOVANA programmet for det marine miljø.

For nuværende eksisterer der ikke en gældende teknisk anvisning for prøvetagning af MFS i marint vand. Årsagen er formodentlig, at man er gået bort fra at overvåge de miljøfarlige forurenende stoffer i havvand. DCE har dog i 2004 udarbejdet en teknisk anvisning for marin overvågning, der omfatter en beskrivelse af proceduren for prøvetagning af marine vandprøver, der skal analyseres for MFS (Miljøministeriet, 2004). Uagtet at anvisningen er udgået, vurderes principperne for metoderne som anvendelige.

Såfremt DCE måtte udarbejde en ny teknisk anvisning for prøvetagning i marint vand skal denne følges. Dertil har referencelaboratoriet har procedure for organiske MFS i vand (fx må vandet ikke filtreres), der også skal følges i effektovervågningen (Ref Lab, 2015).



### 12.8.1 Metode i udgået TA (konventionel prøvetagning)

Metodebeskrivelse for konventionel prøvetagning af vandfasen tager udgangspunkt i den udgåede tekniske anvisning (Miljøministeriet, 2004), særligt i afsnit om prøvetagning og prøvehåndtering.

### 12.8.2 Særligt for effektovervågningen

Der kan udtages vandprøver til analyse for MFS hele året rundt. Placering og dybder af vandprøver fremgår af baseline og overvågningsaktiviteter i første del af databladet.

Det bemærkes at prøvetagningsudstyr kan rekvireres fra det analyselaboratorie, der skal udføre de kemiske analyser. Vejledning fra analyselaboratoriet ift. prøvetagning, fyldning af prøvetagningsflasker mv. skal følges. Analyselaboratoriet skal oplyse om det nødvendige prøvevolumen samt om det i forbindelse med prøvetagningen er nødvendigt at skylle flasken i det vand, der udtages prøve af. Prøvetagningsflasker fra analyselaboratoriet vil normalt blive leveret i køletasker.

#### 12.8.2.1 Passiv indsamling

Et muligt alternativ til konventionel prøvetagning, hvor man udtager en vandprøve på et givent tidspunkt, kan være passiv indsamling, der 1) foregår in situ, 2) sker over et længere tidsrum, 3) foretager samtidig opkoncentrering, og 4) fungerer uden energitilførsel (COWI, 2000).

Ved lave, men formodede konstante koncentrationer, fx i havmonitering, kan lavere detektionsgrænser ved passiv prøvetagning være en fordel. Forskningscentret NIVA har i 2008 undersøgt egnetheden af to forskellige metoder til passiv indsamling på organiske stoffer (Harman et al., 2008).

Dog er passiv indsamling af havvand til analyse af miljøfarlige forurenende stoffer ikke en udbredt og velafprøvet metode i Danmark på nuværende tidspunkt, hvorfor der i effektovervågningen i første omgang kun indgår den konventionelle prøvetagning af stikprøver i vandfasen. Inden implementering af passiv prøvetagning, vil en validering af de enkelte produkters og sorbenters<sup>6</sup> anvendelighed i havvand være nødvendig, herunder en sammenligning med stikprøver. Analysemetoden, der anvendes til analyse af sorbenten i passive prøvetager, er i mange tilfælde identisk til analysemetoden, der benyttes til vand. Dermed vil det primært være en validering af selve prøvetagningsmetoden, der vil være nødvendig.

Som metoder udvikles og opnår større robusthed og verificering, anbefales det at vurdere egnetheden af passiv indsamling i forhold til resultater fra tilvejebragte overvågningsdata af vandkvalitet fra havvindmølleparker. Den konventionelle prøvetagningsmetode vil forholdsvis nemt kunne udskiftes til en passiv indsamling, for de overvågningsaktiviteter, der vurderes at være relevante, mens overvågningsstrategierne for vandfasen ift. placering, antal, frekvens mv., vil være den samme.

---

<sup>6</sup> En sorbent i passive målinger er et materiale, der bruges til at opsamle og koncentrere forurenende stoffer fra fx vand.



### 13. Appendiks 3

Tabel med metadata.

|                                              |                         |                          |
|----------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Stedtype                                     | Dataejer                | Sedimentlag-fra (cm)     |
| Målestation ID                               | Link                    | Sedimentlag-til (cm)     |
| Stedtekst                                    | Prøve                   | CASnr                    |
| Prøve ID                                     | Prøvetype               | ScKode                   |
| GeoZone                                      | Artkode (biota)         | Stofparameter            |
| x-koordinat                                  | Art latin (biota)       | Resultat-attribut        |
| y-koordinat                                  | Art (biota)             | Resultat                 |
| Vandområde ID                                | Analysefraktion (biota) | Enhed                    |
| Dato                                         | Prøvetagning (dybde)    | Detektionsgrænse LD      |
| Måling nr.                                   | Stationsdybde (havbund) | Kvantifikationsgrænse LQ |
| Undersøgelsestype (matrice eller feltmåling) | Temperatur              |                          |

**Energistyrelsen**

Carsten Niebuhrs Gade 43  
1577 København V

T: +45 3392 6700  
E: ens@ens.dk

[www.ens.dk](http://www.ens.dk)