



Energistyrelsen



Marint affald

Baggrundsnotat

Energistyrelsen

Carsten Niebuhrs Gade 43
1577 København V

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

www.ens.dk



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: Marint affald - Baggrundsnotat

Udgiver: Energistyrelsen

Billeder og illustrationer: NIRAS A/S

Dato: september 2025

Version: 1.0



1. Indledning	4
2. Generel introduktion til fagemnet	4
2.1 Havstrategidirektivet og øvrig lovgivning	4
2.2 Marint affald og mikroplast i havstrategien	5
2.3 Potentielle effekter på marint affald fra havvindmølleparker	5
2.3.1 Erosion fra overfladebehandling på møller	5
2.3.2 Spøgelsesnet og andet makroaffald	6
3. Eksisterende national overvågning (NOVANA) af marint affald	7
3.1 Makroaffald	7
3.2 Mikroplast	7
4. Referencer	9



1. Indledning

Dette notat danner baggrunden for databladet for effektovervågning af Marint affald.

Notatet giver en kort introduktion til regler og lovgivning, der vedrører det danske havmiljø i forhold til marint affald. Dernæst redegøres for de potentielle afledte effekter fra en havvindmøllepark på marint affald i havmiljøet og det nuværende vidensniveau, der danner grundlag for den mere specifikke tilrettelæggelse af overvågningen. I notatet beskrives desuden den statslige overvågning af marint affald.

2. Generel introduktion til fagemnet

Marint affald er et miljøproblem, som i de seneste år har fået stadigt stigende opmærksomhed, og som er inkluderet blandt Havstrategidirektivets 11 deskriptorer for god miljøtilstand. Affald i havmiljøet kan udgøre en risiko for dyrelivet, idet bl.a. havpattedyr og havfugle kan indtage og ophobe plast i maven og risikere at sidde fast i affaldsstykker eller blive kvalt. Mikroplastik har også fået stor opmærksomhed i den videnskabelige litteratur. Et stigende antal undersøgelser har dokumenteret tilstedeværelsen af mikroplast i bl.a. vandsøjlen, strande og marine sedimenter og i marint biota (Sørensen et al., 2013).

Mikroplastik kan overordnet set opdeles i materialer anvendt direkte i produkter, materialer nedbrudt i forbindelse med slitage ved brug (primær mikroplastik), eller materialer dannet ved nedslidning af større plastikmaterialer i miljøet (sekundær mikroplastik) (Jakobsen et al., 2021).

2.1 Havstrategidirektivet og øvrig lovgivning

Formålet med det europæiske havstrategirammedirektiv (Rådets direktiv nr 2008/56/EF), herefter blot refereret til som havstrategidirektivet, er at sikre god miljøtilstand i alle europæiske havområder inden 2020, og Danmark er gennem havstrategidirektivet forpligtet til at opretholde en god miljøtilstand i danske havområder. I Danmark er havstrategidirektivet udmøntet i bekendtgørelse af lov om havstrategi (LBK nr 123 af 01/02/2024) og i seksårige strategier, hvor den nuværende er Danmarks Havstrategi II (2018-2024) (Miljøministeriet). Offentlige myndigheder er ved udøvelsen af deres opgaver forpligtede til ikke at handle i modstrid med de mål og indsatser, der fastlægges i havstrategien. Havstrategien gælder for danske havområder, herunder havbund og undergrund, på søterritoriet og i den danske eksklusive økonomiske zone. Havstrategien gælder dog ikke havområder, der strækker sig ud til én sømil uden for basislinjen, i det omfang disse områder er omfattet af lov om miljømål m.v. for vandforekomster og internationale naturbeskyttelsesområder (LBK nr 692 af 26/05/2023) samt lov om vandplanlægning (vandområdeplanerne) (LBK nr 126 af 26/01/2017).

Havstrategidirektivet angiver 11 deskriptorer, der beskriver væsentlige karakteristika for påvirkninger af havet og dets tilstand: Biodiversitet (D1), Ikke-hjemmehørende arter (D2), Erhvervsmæssigt udnyttede fiskebestande (D3), Havets fødenet (D4), Eutrofiering (D5), Havbundens integritet (D6), Hydrografiske ændringer (D7), Forurenende stoffer (D8), Forurenende stoffer i fisk og skaldyr til konsum (D9), Marint affald (D10) og Undervandsstøj (D11).



Udtømning af affald på dansk søterritorium ikke må finde sted jf. gældende lovgivning om beskyttelse af havmiljøet (LBK nr 147 af 19/02/2024) samt bekendtgørelse udstedt i medfør heraf (BEK nr 537 af 22/05/2017). Alle aktiviteter i forbindelse med opførelse og drift af en havvindmøllepark vil skulle overholde dette.

2.2 Marint affald og mikroplast i havstrategien

Marint affald indgår i havstrategirammedirektivet som deskriptor 10. I Danmarks Havstrategi defineres marint affald som affald, der er efterladt på havet eller stranden, eller som tilføres havet via vandløb, spildevand, fra land eller luften. Marint affald opdeles i makroaffald og mikroaffald, hvor mikroaffald er affald, hvis partikelstørrelse er mindre end 5 mm.

For havstrategiens deskriptor 10 Marint affald tilsigter miljømålene, at mængden af marint affald reduceres væsentligt (miljømål 10.1), herunder at tab af fiskeredskaber i de danske farvande forebygges (miljømål 10.3). Hertil er der fastsat en række operationelle miljømål, der skal arbejde hen imod fastsættelse af tærskelværdier og god miljøtilstand, udvikling af indikatorer og målemetoder for mikroplast i havbundssediment og vandsøjle, samt bl.a. udarbejdelse af kataloger og implementering af national plastikhandlingsplan (miljømål 10.4-10.7) (Miljøministeriet).

Der er ikke endnu fastsat tærskelværdier for marint affald i havstrategien, og der er ikke tilstrækkeligt fagligt grundlag for at vurdere, hvornår god miljøtilstand opnås. God miljøtilstand i forhold til marint mikroplastik skal ifølge Havstrategidirektivet vurderes på baggrund af et primærkriterie: D10C2: Sammensætningen, mængden og den rumlige fordeling af mikroaffald.

2.3 Potentielle effekter på marint affald fra havvindmølleparker

Al anlægsarbejde vil skulle overholde gældende lovgivning om beskyttelse af havmiljøet (LBK nr 147 af 19/02/2024) samt bekendtgørelse udstedt i medfør heraf (BEK nr 537 af 22/05/2017), hvor der bl.a. er nedsat forbud mod udtømning af affald på dansk søterritorium. Anlægsaktiviteter forbundet med etablering af en havvindmøllepark vurderes ikke at give anledning til tilførsel af marint affald til havmiljøet, og der vurderes derfor ikke behov for effektovervågning af marint affald i konstruktionsfasen.

2.3.1 Erosion fra overfladebehandling på møller

Havvindmøller overfladebehandles (males) af flere årsager og særligt for at beskytte selve konstruktionerne mod erosion og korrosion. Der anvendes forskellige typer overfladebeskyttelse på henholdsvis vinger og tårn og de dele af fundamentet, som er over eller under vand. Overfladebeskyttelsen på den enkelte konstruktion er dermed optimeret til netop den overflade, som skal beskyttes. Overfladebeskyttelse består typisk af en epoxy- eller polyuretanbaseret beskyttelse, der begge er polymerer med høj molekylærvægt (Kirchgeorg et al, 2018).

Den fysiske påvirkning, som havvindmøller er udsat for i forhold til vind og vejr samt det omkringliggende havmiljø, kan føre til slid og erosion, der videre leder til at overfladebehandlingen revner og/eller afskaller. Den mest velkendte og udbredte slitage er *leading edge erosion*, hvor den skærende kant på vingen er særligt udsat (Mishnaevsky et al.).



Slid og erosion af overfladebehandling fra møller og stålkonstruktioner kan potentielt tilføre havmiljøet marint affald i form af mikroplast. Slitage og erosion vil typisk først være synlig efter et par års drift af havvindmøller. Viden om erosionsmængder og -tendenser samt effekter af mikroplast fra konstruktionerne i en havvindmøllepark er på nuværende tidspunkt meget begrænset (DTU, Projekt PREMISE. <https://premise.dtu.dk/>, 2024). Omfanget af erosion formodes at være til dels afhængig af valgte materialer og overfladebeskyttelse, samt den teknologi og omhu, der er anvendt ved påføring og varierer også med vindhastighed, nedbørsintensitet- og type (fx hagl), driftsmønster, UV-stråling og andre parametre (Pryor et al., 2022). Derudover kan møllernes rotationshastighed være afgørende for, hvor meget slid og erosion vingerne er udsat for. Det er i koncessionshavers interesse, at konstruktionerne har en lang levetid og et minimum af behov for vedligehold, hvorfor det forventes, at der for fremtidige havvindmølleparker gøres brug af den tilgængelige teknologi, som minimerer sliddet på overfladen af møllerne og dermed også afgiver mindst muligt eroderet overfladebeskyttelse til det omkringliggende havmiljø.

Overfladen på havvindmøller inspiceres løbende under driften og kan under levetiden kræve vedligehold af overfladebehandling. Under vedligehold kan der ske spild til havmiljøet i form af afslibning af ældre overfladebehandling og påføring af ny.

Denne effektovervågning skal ses om en indsats til vidensopbygning af størrelsesorden af eroderet overfladebehandling under havvindmølleparkens levetid, samt hvorvidt havvindmølleparker er en målbar kilde til mikroplast i havet (sediment).

Det anbefales at være opmærksom på ny viden eller metoder til overvågning af mikroplast fra vindmøller, således at man efterhånden som data tilvejebringes kan vurdere, om der er en effekt af mikroplast i havbundssedimenter. På baggrund af dette kan man vurdere, om overvågningen skal justeres.

Det bemærkes, at der hos DTU i 2024 er igangsat et projekt om mikroplast fra vindmøller støttet af Veluxfonden, hvis formål er at belyse, hvilken indvirkning mikroplast, der eroderes fra havvindmøllevinger, har på det marine miljø (DTU, Projekt PREMISE. <https://premise.dtu.dk/>, 2024). Viden, der oparbejdes i løbet af projektet, kan potentielt være værdifuldt og til nytte for fremtidig effektovervågning af mikroplast fra havvindmøller og bør indtænkes løbende.

2.3.2 Spøgelsesnet og andet makroaffald

Der er en række både land- og havbaserede kilder til affald i havmiljøet, hvoraf havbaserede kilder som fiskeri og skibsfart er estimeret at bidrage med ca. 50 % til affald på strande og i fugle i den danske del af Nordsøen og Skagerrak, mens bidraget vurderes mindre i Østersøen (Jakobsen et al., 2021).

Spøgelsesnet er en samlet betegnelse for alle typer af mistede eller efterladte fiskeredskaber i hav- eller ferskvand. Betegnelsen omfatter derfor både fritids- og erhvervsfiskeredskaber som garn, ruser, trawl og tejner, men også lystfiskerudstyr som liner, blink, pirke og gummidyr. Tabte eller efterladte fiskeredskaber kan efterfølgende drive rundt indtil de indfanges af vagt, stenrev eller lignende. Marine pattedyr, fisk mv. risikerer at sidde fast i nettene og drukne, eller blive indviklet i liner og dø af sult. De fleste fiskeredskaber er lavet af forskellige former for plastikmateriale. De vil på sigt nedbrydes og bidrage til mikroplast i vandsøjlen og sedimentet, hvorfor de fortsat udgør et miljøproblem i mange år efter de er tabt eller efterladt. Spøgelsesnet og andet affald anses som affald, der ikke hører til i naturen (Pedersen et al., 2021).



Vindmøllefundamenter vil, afhængigt af fundamenttypen, danne en struktur på havbunden, som skiller sig ud fra det omkringliggende område, hvor net, garn og andre redskaber eller makroaffald kan sætte sig fast. Derudover formodes fiskeriaktiviteter at kunne have indflydelse på mængden af tabte fiskeredskaber, der evt. kan aflejres omkring havvindmølleparker. Trawlaktiviteter er forbudt omkring havvindmølleparker, mens fiskeri med net og garn som udgangspunkt tillades. Det kan til dels betyde, at potentielt mistede net i områder omkring havvindmølleparker ikke i samme grad bliver fanget af trawl som andre steder, hvor der foregår bundtrawl, og at der samtidig for visse havvindmølleparker formodes at kunne forekomme en højere fiskeriaktivitet med net og garn, grundet fundamenternes tiltrækning på fisk, hvilket kan lede til flere tabte redskaber omkring møller.

Man ved erfaringsmæssigt, at spøgelsesnet og andet makroaffald typisk fanges eller aflejres ved sten, vrage og andre strukturer på havbunden (DTU, 2021). Registreringer fra rutinemæssige inspektioner af havvindmølleparker, særligt i udlandet, har også vist, at der kan forekomme net og andet affald – typisk registreret som anormaliteter - omkring møllefundamenterne. Hvorvidt fænomenet gør sig gældende i dansk farvand og evt. i hvilken grad, og om det er lokalitets- og mølledesignspecifikt, vil overvågning af dette emne bidrage til at belyse.

Overvågningen af marint affald i havvindmølleparker vil bidrage til at belyse omfanget af aflejet/ utilsigtet fasthæftelse af makroaffald omkring vindmøllefundamenter (og evt. andre parkkonstruktioner) og potentialet for fjernelse og dermed aktiv reduktion af makroaffald.

3. Eksisterende national overvågning (NOVANA) af marint affald

Dette afsnit beskriver den nuværende statslige overvågning af hhv. makroaffald og mikroaffald (mikroplast) med relevans for overvågningen i nærværende datablad. Miljøstyrelsen varetager miljøovervågning af marint affald i henhold til EU's havstrategidirektiv.

3.1 Makroaffald

I NOVANA programmet 2023-2027 beskrives det, at affald på havbunden registreres i forbindelse med internationale bundtrawlsundersøgelser (IBTS i Nordsøen og BITS i Østersøen) af en ekstern aktør. De enkelte stationer udlægges hvert år tilfældigt, og dækningen af de danske farvande varierer. Samlet undersøges affaldsforekomst på omkring 4-7 km havbund om året. Affaldet opgøres i antal, vægt og underkategoriseres i affaldstyper (Miljøministeriet, 2023).

3.2 Mikroplast

Overvågning af mikroplast i havet er et relativt nyt område, hvorfor Miljøstyrelsens data ikke fremgår af offentligt tilgængelige databaser (fx Miljødata.dk). Miljøstyrelsen har indtil nu haft igangsat forsknings- og udviklingsprojekter vedrørende mikroplast, som har været en del af Miljøstyrelsens arbejde med udvikling af indikatorer og målemetoder for mikroplast i sediment og vand (Miljøministeriet, 2024; Liu et al., 2021; Liu et al., 2022; Liu et al., 2023).



Miljøstyrelsen har i 2023 i samarbejde med Aalborg Universitet igangsat udviklingen af et overvågningsprogram og en metodebeskrivelse for undersøgelsen af mikroplast i sediment, og i 2024 har man opstartet et reelt overvågningsprogram for mikroplast i sediment. En systematisk indsamling og analysering af mængden og sammensætningen af mikroaffald i sedimenter er af denne årsag en helt nystartet overvågning, og er derfor kun foretaget en enkelt gang på fire udvalgte stationer i de indre danske farvande.

Miljøstyrelsen oplyser, at metodebeskrivelsen til overvågningen af mikroplast i sediment ikke er en officiel dansk teknisk anvisning (TA), da disse udarbejdes og varetages af det marine fagdatacenter hos Aarhus Universitet (DCE). Miljøstyrelsen planlægger alligevel at bruge vedlagte metodebeskrivelse (bilag 1) til kontrolovervågning af faste danske stationer, med en given fast frekvens mellem hvert genbesøg. Metodebeskrivelsen er Danmarks nuværende bud på en "TA", som opfylder alle nuværende internationale guidelines fra EU, samt fra havkonventionerne HELCOM og OSPAR, til analysering af mikroplast i sediment. Planen på længere sigt er, at Miljøstyrelsen sammen med DCE får lavet en officiel TA, uden at justeringer vil få betydning for den kommende tidsserie af mikroplastprøver.

Prøvetagning, analysemetoder og afrapportering af mikroplast i nærværende effektorovervågning skal være sammenlignelig med Miljøstyrelsens overvågning af mikroplast iht. havstrategidirektivet for at sikre sammenlignelighed med eksisterende data fra den nationale overvågning. Det er vigtigt at være opmærksom på, at forskellige analysemetoder giver forskellige resultater. Analyseprocedurerne er omfattende, og selv analysemetoder, der umiddelbart virker ens, er det ikke nødvendigvis (Aalborg Universitet, 2022). Til nærværende effektorovervågning af mikroplast i sediment, tages der udgangspunkt i "Metodebeskrivelse for overvågning af mikroplast i marint sediment" (Aalborg Universitet, 2024), der fremgår af bilag 1 til databladet for Marint affald.



4. Referencer

- BEK nr 537 af 22/05/2017. (u.d.). Bekendtgørelse om udtømning af affald fra skibe og platforme.
- DTU. (2021). Ghost nets in Danish waters. *Eva Maria Pedersen, Niels G. Andersen, Josefine Egekvist, Anders Nielsen, Jeppe Olsen*.
- DTU. (2024). Projekt PREMISE. <https://premise.dtu.dk/>.
- Jakobsen et al. (2021). GAP-ANALYSE: Fremskrivning af menneskelige aktiviteter og presfaktorer. *DTU*.
- Kirchgeorg et al. (2018). Emissions from corrosion protection systems of offshore wind farms: Evaluation of the potential impact on the marine environment. *Marine Pollution Bulletin* 136 (2018) 257–268.
- LBK nr 123 af 01/02/2024. (u.d.). Bekendtgørelse af lov om havstrategi.
- LBK nr 126 af 26/01/2017. (u.d.). Lov om vandplanlægning.
- LBK nr 147 af 19/02/2024. (u.d.). Bekendtgørelse af lov om beskyttelse af havmiljøet.
- LBK nr 692 af 26/05/2023. (u.d.). Bekendtgørelse af lov om miljømål m.v. for internationale naturbeskyttelsesområder (Miljømålsloven).
- Liu et al. (2021). Havstrategi – Analyse af mikroplast-partikler i sedimenter. Fan Liu, Claudia Lorenz, Jes Vollertsen. Aalborg Universitet, BUILD, Forskningsgruppen for mikroplast. *Miljøstyrelsen, Miljø- og Fødevareministeriet*.
- Liu et al. (2022). Havstrategi 2022 – mikroplast i marine sedimenter. Fan Liu, Claudia Lorenz, Jes Vollertsen. Aalborg Universitet, BUILD, Forskningsgruppen for mikroplast.
- Liu et al. (2023). Mikroplast i marine sedimenter - Nordsøen og Skagerrak. Fan Liu, Claudia Lorenz, Jes Vollertsen Aalborg Universitet, BUILD, Forskningsgruppen for mikroplast.
- Miljøministeriet. (2023). NOVANA. Det nationale overvågningsprogram for vandmiljø og natur 2023-27.
- Miljøministeriet. (2024). Danmarks Havstrategi II, tredje del. Indsatsprogram. <https://mim.dk/media/zqknzk1p/indsatsprogram-2024.pdf>.
- Miljøministeriet. (u.d.). Danmarks Havstrategi II. <https://mst.dk/erhverv/rent-miljoe-og-sikker-forsyning/vandmiljoe/havet/danmarks-havstrategi-ii>.
- Mishnaevsky et al. (u.d.). Recent developments in the protection of wind turbine blades against leading edge erosion: Materials solutions and predictive modelling. *Renewable Energy Volume 215, October 2023, 118966*.
- Pedersen et al. . (2021). Ghost nets in Danish waters. *DTU Aqua Report no. 394-2021*.
- Pryor et al. (2022). Atmospheric Drivers of Wind Turbine Blade Leading Edge Erosion: Review and Recommendations for Future Research. *Energies*.
- Rådets direktiv nr 2008/56/EF. (u.d.). Rådets directive 2008/56/EF om fastlæggelse af en ramme for Fællesskabets havmiljøpolitiske foranstaltninger (Havstrategirammedirektivet).
- Sørensen et al. (2013). Analyse af marint affald i sild og hvilling fra det nordlige Storebælt. *DTU*.
- Aalborg Universitet. (2022). Havstrategi 2022 – mikroplast i marine sedimenter. <https://mst.dk/media/0qudhe52/havstrategi-2022-mikroplastik-i-marine-sedimenter.pdf>.
- Aalborg Universitet. (2024). Metodebeskrivelse for overvågning af mikroplast i marint sediment" sendt i udbud af MST d. 25. april 2024. Forfattere: Jes Vollertsen og Fan Liu.