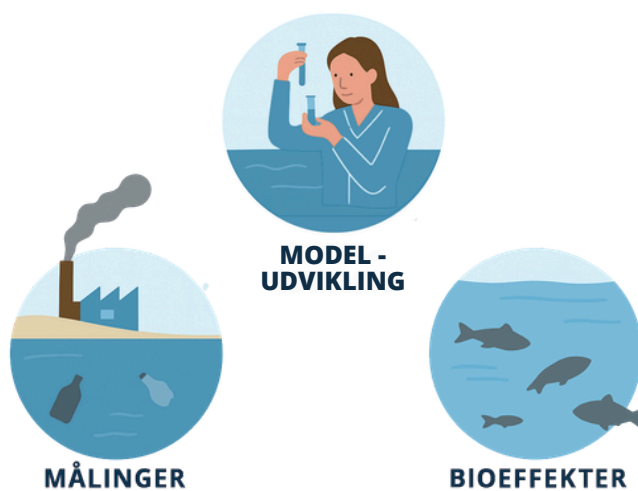




Nyt koncept til integreret miljøvurdering af forureningskilder i havet



AARHUS UNIVERSITET

DEMOCRACY X



VELUX FONDEN

NewSea - et forskningsprojekt om miljøfarlige stoffer i danske farvande

Dette materiale er udviklet som informationsmateriale til projektet NewSea.

Projektet er støttet af VELUX Fonden og har til formål at udvikle nye metoder til dataindsamling, modellering og effektvurderinger af miljøfarlige stoffer (ofte kaldet MFS) i danske farvande.

Materialet er opbygget, så det først giver en kort status til hvordan det står til med de miljøfarlige forurenende stoffer i vores have og beskriver dernæst, hvordan den nuværende statslige overvågning og regulering af stofferne foregår.

Efter dette gives et kort overblik over hvordan NewSea Projektet arbejder med at udvikle nye og forbedrede metoder til at styrke og forbedre den nuværende overvågning og regulering.

Havet og os danskere

Danmark er et land hvor vi har et nært forhold til havet. Vi har 8.750 km kystlinje, og ingen danskere bor langt fra kysten. De fleste af os har et forhold til stranden, lyden af måger og duften af tang. Vi bruger aktivt havet som kilde til ferie og fritid, hobbyer som lystfiskeri, sejlads og vandsport, og vi får en del af vores fødevarer fra havet.

Dertil kommer den værdi, som havet og dens liv har i sig selv, og som vi alle kender, men har svært ved at kvantificere: Glæden ved at følge vejrets skiftende forhold over et skiftevis roligt og iltet hav, eller glæden ved at gå en tur i strandkanten med sine børn og samle skaller, fange krabber eller kigge efter rav.

Havet tjener på den måde et utal af funktioner, men hvordan har vores hav det egentlig? Og hvad gør vi for at sikre, at havene har det godt under overfladen, så de kan fortsætte med at danne rammen om vores aktiviteter fremover?

Miljøfarlige forurenende stoffer i danske havområder

Der er mange forhold, der påvirker havets kvalitet og de organismer, der lever deri. De for tiden mest omtalte påvirkninger er nok iltsvind og fiskedød, som er et tiltagende problem pga. kvælstofforurening fra landbrugets anvendelse af gødning.

Havet påvirkes imidlertid også af en lang række af andre kemiske stoffer, hvis påvirkning og effekt vi mere for nyligt er begyndt at forstå og kortlægge. Sammenlignes iltsvind og kvælstofproblematikken med situationen for miljøfarlige forurenende stoffer, fremstår der tydelige forskelle.

Sammenhængen mellem iltsvind, døde havbunde og udledning af kvælstof er veldokumenteret og de nødvendige indsatser kendte, men når det gælder forureningen med de miljøfarlige forurenende stoffer, er billedet langt mere komplekst.

Her er der tale om tusindvis af forskellige stoffer med vidt forskellige effekter på livet i havet, om ukendte cocktaileffekter og om udledninger fra mange kilder - fra fabrikker, havbrug, landbrug, rensningsanlæg mv.

I det seneste år har nye data vist stigende forekomster af flere miljøfarlige forurenende stoffer i de danske havområder, og det har ført til bekymring hos borgere - både over stoffernes negative effekter på livet i havet og på mennesker, når vi spiser fisk, muslinger, krebsdyr mv.

Disse bekymringer – sammen med nye EU-regler – førte til, at Miljøministeriet i 2021 udgav en ny strategi for håndtering af miljøfarlige kemiske stoffer; *Miljøfarlige Stoffer - et vandmiljø uden farlig kemi. Dec. 2021*".

For at forstå problemets omfang er det vigtigt at se nærmere på, hvad miljøfarlige forurenende stoffer egentlig er, og hvordan de påvirker havets organismer.

Fakta om miljøfarlige forurenende stoffer

"Miljøfarlige forurenende stoffer" er stoffer der kan være skadelige for miljø og menneskers sundhed, og som enten ikke findes naturligt, eller som findes i højere koncentration, end hvad der er naturligt forekommende. Mange af stofferne er giftige for levende organismer, ligesom nogle af dem kun nedbrydes langsomt – eller slet ikke – og derfor ophobes i fødekæderne. Det betyder, at koncentrationerne af nogle af stofferne stiger jo længere op i fødekæden man kommer, f.eks. i rovfisk som makrel og tun, men også i havørne, isbjørne – og mennesker.

Organismer, som udsættes for miljøfarlige forurenende stoffer, kan afhængigt af type og dosis – få nedsat reproduktionsevne, fosterskader stofskifteforstyrrelser, misdannelser, svækket immunsystem og kræft.

En alvorlig situation i de danske farvande

En analyse fra Tænk tanken Hav (juni 2025), baseret på data fra Miljøministeriets overvågningsprogram, viser, at situationen fortsat er meget alvorlig. Ud af 109 kystnære danske havområder er der kun tre områder, hvor grænseværdierne for de målte kemiske stoffer ikke er overskredet. I EU-terminologi betegnes disse tre områder som værende i "god kemisk tilstand".

I de resterende områder er der konstateret overskridelser for ét eller flere af de stoffer der måles for, og disse områder kategoriseres som værende i "dårlig kemisk tilstand".



“God kemisk tilstand”

■ Ingen målte overskridelser.

“Ikke god kemisk tilstand”

- 1-3 forskellige stoffer målt overskredet.
- 4-6 forskellige stoffer målt overskredet.
- 7-9 forskellige stoffer målt overskredet.
- 10-13 forskellige stoffer målt overskredet.

◀ Kortet viser antallet af målte miljøfarlige stoffer, som overskrider miljøkvalitetskravene (grænseværdierne) i de enkelte vandområder. Der er målte overskridelser af grænseværdierne i 120 ud af 123 vandområder, og områderne hvor mere end seks målte miljøfarlige stoffer overskrides, udgør 50% af de danske vandområder. Flest antal målte overskridelser ses i Bælthavet og Roskilde Fjord.

Figuren er baseret på data fra Miljøstyrelsens tilstandsvurdering i forbindelse med genbesøget af vandområdeplanerne 2021–2027. Her indgår op til 31 målte miljøfarlige stoffer, samt tilpassede miljøkvalitetskrav, som anvendes til den kemiske og den økologiske tilstandsvurdering af de i alt 123 danske vandområder: 109 kystvande og 14 territorialfarvande. Kilde: Vandplandata 2025.

Kilde: Analyse, Tænketanken hav, juni 2025.

Eksempler på kemiske stoffer, hvor grænseværdierne er overskredet i mange danske havområder, inkluderer blandt andet:

BENZ(A)PYREN

Meget langsomt nedbrydeligt organisk oliestof. Dannes ved afbrænding fx af brænde, kul, benzin. Ophobes på havbunden, i organismer og i fødekæden.

Effekter på havmiljøet: Kræftfremkaldende, svækket immunsystem, nedsat reproduktion og udvikling.

41 %

af de 116** målte vandområder overskrider grænseværdierne med **>1–52 gange.**

CADMIUM

Ikke-nedbrydeligt metal. Anvendes fx i metallegeringer, galvanisering, batterier, pigmenter, plastik. Ophobes på havbunden og i organismer.

Effekter på havmiljøet: øget dødelighed, svækket immunsystem og nedsat reproduktion.

95 %

af de 116** målte vandområder overskrider grænseværdierne med **>2–36 gange.**

PCB

Svært-nedbrydeligt evigheds-kemikalie. Anvendes fx i smøremidler, varmeledere, blødgørere. Ophobes på havbunden, i organismer og i fødekæden.

Effekter på havmiljøet: Hormonforstyrrende, leverskader, nedsat vækst og reproduktion.

79 %

af de 81* målte kystvande overskrider grænseværdierne med **>1–165 gange.**

Kilde: Analyse, Tænketanken Hav, juni 2025.

Tænk tanken Hav konkluderer også, at Danmark er meget langt fra at kunne opfylde krav i EU's Vandrammedirektiv om, at alle havområder skal have opnået "god kemisk tilstand" senest i 2027.

I et åbent samråd i Folketingets Miljø- og Fødevarerudvalg (september 2025) udtalte Miljøminister Magnus Heunicke også at den nuværende kemiske forurening og tilstand i de danske havområder:

"er et meget alvorligt problem, som staten har forvaltet dårligt og underprioriteret i mange år".

På den baggrund har ministeren bedt Miljøstyrelsen udarbejde en plan for hvordan udfordringerne skal håndteres. Planen skal bl.a. indeholde forslag til fastsættelse af grænseværdier for flere kemiske stoffer, og forventes offentliggjort sidst i november 2025.

Lovgivning og regulering af miljøfarlige forurenende stoffer

Reguleringen af miljøfarlige forurenende stoffer sker på både EU-niveau og nationalt niveau. De vigtigste regelsæt omfatter:

- EU's Vandrammedirektiv og Havstrategidirektiv,
- REACH-forordningen (EU's kemikalierregulering),
- Biocidforordningen, og
- Pesticidforordningen.

Herhjemme er udledninger reguleret gennem Miljøbeskyttelsesloven, hvor Miljøstyrelsen og kommunerne fastsætter vilkår for at begrænse udledningen af miljøfarlige stoffer til vandmiljøet. Formålet er at sikre, at udledningerne ikke medfører overskridelser af grænseværdier i de modtagende vandområder.

Grænseværdierne for, hvor store mængder miljøfarlige stoffer der må være i havet, fastsættes for en række såkaldte "EU prioriterede miljøfarlige forurenende stoffer" på EU-niveau.

For indholdet i fisk og muslinger fastlægges værdierne typisk ud fra laboratorieforsøg, der viser, hvordan organismer påvirkes med hensyn til overlevelse, reproduktion og sygdom.

EU-prioriterede miljøfarlige forurenende stoffer

Med en ny EU-aftale fra september 2025 er listen over prioriterede miljøfarlige forurenende stoffer blevet udvidet, og grænseværdierne er skærpet.

Indtil for nylig omfattede listen over EU prioriterede miljøfarlige forurenende følgende stoffer/stofgrupper: Antrazin, bromerede flammehæmmere, benz(a)pyren, bly, cadmium, di(2-ethylhexyl),phthalat, dioxiner, fluoranthen, hexachlorbenzen, kviksølv, naphthalen, nikkel, nonyl- og octylphenoler, perfluoroctansulfonsyrer (PFOS) og tributyltin.

Efter den nye aftale udvides listen med blandt andet visse pesticider, lægemiddelrester, bisphenoler og 25 PFAS-stoffer, herunder trifluoreddikesyre (TFA), som er et nedbrydningsprodukt fra visse pesticider.

Medlemslandene skal opfylde de nye krav om grænseværdier og overvågning inden udgangen af vandplanperioden 2028–2033.

For de nyligt tilføjede stoffer gælder fristen dog frem til 2039, og der er mulighed for udsættelse på op til seks år, hvis særlige betingelser er opfyldt.

Overvågning af miljøfarlige forurenende stoffer i havet

For at skaffe viden om forureningen er der etableret et nationalt overvågningsprogram, NOVANA (National Overvågning af Vandmiljøet og Naturen).

Overvågningen af miljøfarlige forurenende stoffer i havområder har været en del af det danske overvågningsprogram, siden det første landsdækkende overvågningsprogram blev igangsat i 1998.

I dag varetages programmet af Styrelsen for Grøn Arealomlægning og Vandmiljø (SGAV) under Ministeriet for Grøn Trepert i samarbejde med Miljøstyrelsen og en række forsknings- og uddannelsesinstitutioner.

I det nuværende overvågningsprogram for havet opereres med 72 kontrolovervågningsstationer og 271 operationelle stationer fordelt ud over 109 hav-delområder.

Der tages over tid prøver de samme steder ved henholdsvis kontrol- og operationelle stationer. Ved kontrolstationerne måles hen over årene på et fast udvalg af de EU-prioriterede miljøfarlige forurenende stoffer særligt med henblik på at belyse risikoen for overskridelser af de gældende grænseværdier og for at tegne et langtidsbillede af vandområdernes generelle tilstand, mens målingerne af de EU-prioriterede stoffer ved de operationelle stationer er mere skiftende og målrettet f.eks. særlige lokale problemstillinger, eller hvor der er ukendt kemisk tilstand.

Det som der måles på, ud fra prøvetagningerne ved overvågningsstationerne, er koncentrationerne af de kemiske stoffer i havbund (sediment), i muslinger (blåmuslinger) og i bundlevende fisk (skrubber, rødspætter, ålekvabber og sortmundet kutling).

Der foretages i øjeblikket ikke målinger af de miljøfarlige forurenende stoffer direkte i havvandet, fordi koncentrationerne kan være meget svingende og i nogle tilfælde så lave, at de dårligt kan måles.

Hvilke af de EU-prioriterede miljøfarlige forurenende stoffer, der analyseres for, varierer fra station til station. Mens prøvetagning ved kontrolovervågningsstationerne tages hvert 5. eller 6. år, varierer frekvensen af prøvetagninger ved de operationelle stationer afhængigt af formålet, men der er ofte mere end 6 år imellem.

Der er ofte mere end 6 år imellem prøvetagninger.

Der er brug for mere viden og et stærkere datagrundlag

Selv om der således udtages og analyseres prøver i NOVANA-programmet, står det klart, at den nuværende overvågning og regulering skal styrkes, hvis vi skal have et dækkende billede af situationen.

Der findes tusindvis af miljøfarlige forurenende stoffer, og listen vokser stadig. Nye stoffer introduceres hurtigere, end de gamle udfases, og de mange forskellige kilder og stoffer skaber store udfordringer – både for overvågningen og for myndighedernes evne til at skabe overblik, målrette indsatser og gennemføre effektiv regulering.

Det er netop denne udfordring – behovet for bedre data, modeller og forståelse – som NewSea-Projektet arbejder med at løse.

NewSea-Projektet – mod en bedre forståelse af miljøfarlige forurenende stoffer i danske kystvande

NewSea-Projektet har til formål at udvikle et integreret koncept for, hvordan vi måler, modellerer og forstår miljøfarlige forurenende stoffers påvirkning af havets organismer. Projektet skal bidrage til at styrke og modernisere overvågningen af disse stoffer og til at skabe bedre grundlag for fremtidig regulering og forvaltning.

Projektet gennemføres af 15 forskere og teknisk personale fra Aarhus Universitets Institut for Ecoscience, i samarbejde med Fonden Democracy x, som bidrager med kommunikation og inddragelse af interessenter, borgere og beslutningstagere. NewSea Projektet, som er støttet af VELUX FONDEN, blev igangsat i 2023 og forventes afsluttet i 2026.

Projektets geografiske fokusområde

Smålandsfarvandet og Storebælt er valgt som projektets geografiske fokusområde for analyser, vurderinger og modeludvikling. Området rummer både lukkede fjorde med ringe vandskifte og mere åbne havområder med stærke strømforhold.

Hele området er i dag klassificeret som værende i "dårlig kemisk tilstand." Ifølge den seneste vandområdeplan (VMP3.II 2021–2027) og Danmarks rapportering til EU under Vandrammedirektivet, skyldes den dårlige kemiske tilstand især overskridelser af grænseværdier for tungmetaller som bly, kviksølv og cadmium.



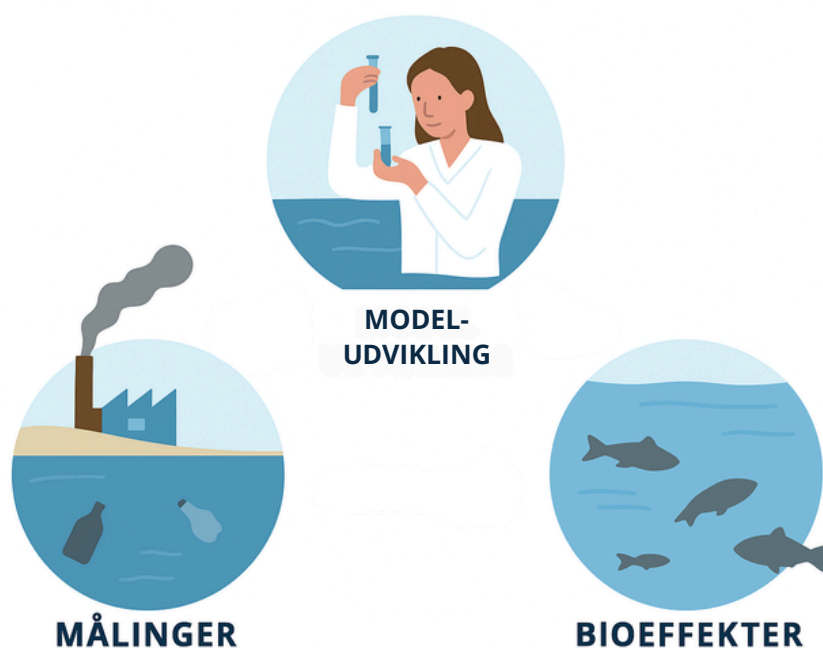
Figurtekst: Kortet viser projektets geografiske fokusområde med angivelser af forskellige punktkilder for forurening med miljøfarlige forurenende stoffer, med direkte (røde trekkanter) og indirekte (orange cirkler) udløb til fokusområdet og placeringer af prøvestationer (åbne cirkler). Forstørret udsnit vist for Storebælt/Fedkrogen (nederst til venstre) og Karrebæk Fjord (Nederst til højre)

Projektets tre hovedkomponenter

Forskerne i NewSea-Projektet arbejder med tre faglige hovedkomponenter, som tilsammen skal bidrage til udviklingen af et samlet og integreret koncept for miljøvurdering af miljøfarlige forurenende stoffer i havet:

1. Målinger – af indholdet af miljøfarlige forurenende stoffer i havvand og i organismer
2. Modeller – der beskriver stoffernes udbredelse og spredning i tid og rum
3. Bioeffekter – analyser af, hvordan stofferne påvirker havets organismer

Resultaterne udveksles løbende mellem forskerne, og projektets sidste fase vil samle resultaterne til nye metoder og modeller i et helhedsorienteret koncept for den fremtidige miljøvurdering.



Figurtekst: Projektets tre hovedkomponenter, som tilsammen skal bidrage til udvikling af en integreret overvågnings- og miljøvurderingsmodel.

1. Målinger – kortlægning og målinger af miljøfarlige forurenende stoffer i havvand og organismer.

En delgruppe af forskere i projektet arbejder med kortlægning af punktkilder i projektets geografiske fokusområde – f.eks. rensningsanlæg, virksomheder og akvakulturanlæg.

Og de måler indholdet af miljøfarlige forurenende stoffer både tæt på kilderne og længere ude i fjorde og i fokusområdets åbne havområder for at forstå, hvordan stofferne spredes og hvilke koncentrationer af stofferne der vil forekomme forskellige steder i havmiljøet.

Til formålet anvendes blandt andet passive samplere – måleapparater, der ligger i vandet over længere tid og som en svamp opsamler stoffer fra havvandet, så man kan beregne gennemsnitlige koncentrationer. Det bruges til at måle forekomsten af bl.a. tungmetaller, PFAS-stoffer, farmaceutiske stoffer og organiske forbindelser som PAH'er og nonylphenoler.

Derudover indsamles prøver af fisk, muslinger og havsnegle, som analyseres for indhold af miljøfarlige forurenende stoffer.

For at undersøge, hvordan stofferne optages i levende organismer, placeres fisk og muslinger også i bure nær de steder, hvor der også foretages målinger i vandet med de passive samplere. Ved at sammenligne koncentrationer i vand og i de udsatte organismer kan forskerne vurdere, hvor hurtigt stofferne optages, hvor de ophobes, og hvordan de påvirker organismene.

Alle data videregives til de to forskergrupper i projektet, som arbejder med modellering og bioeffektundersøgelser, så resultaterne kan sammenholdes.

2. Modeller – fordeling og skæbne af stofferne i havmiljøet.

Denne forskergruppe arbejder med at udvikle modeller, der beskriver hvordan stofferne spredes, og hvor de havner i havmiljøet. Modellerne skal kunne vise, hvordan forureningen fordeler sig geografisk og ændrer sig over tid, afhængigt af strømforhold, nedsynkning og udledninger fra kilder på land og fra nabo-havområder.

Modeludviklingen baseres på en 3D forureningsmodel af havområder udviklet af Aarhus Universitet. Modellen beskriver strømningsforhold og spredningen af stofferne i havet samt optagelsen af muslinger.

Modellens data kalibreres med data fra måleprogrammet - fx resultaterne fra de passive samplere og de biologiske prøver - kombineret med oplysninger om:

- udledninger fra vandløb,
- udledninger fra rensningsanlæg og industri
- tilførsler fra naboområder (Østersøen og Kattegat) og
- atmosfærisk nedfald

Den færdige model vil kunne vise, hvor forureningen bevæger sig hen, hvordan og hvornår den spredes eller ophobes, og hvordan fremtidige ændringer i klima og strømforhold kan påvirke situationen.

Scenarierne skal blandt andet bruges til at identificere de vigtigste punktkilder og deres påvirkningsafstand, påvirkninger fra Østersøen, sårbare områder og til at vurdere effekten af forskellige reguleringsindsatser.

Den udviklede model dokumenteres og gøres tilgængelige for myndigheder, forskere og andre projekter, så de kan indgå i en helhedsorienteret overvågnings- og forvaltningsmodel.

3. Bioeffekter – de biologiske konsekvenser af forureningen.

Forskerne i denne gruppe undersøger helbredstilstanden hos både vildtlevende organismer (som fisk, muslinger, tanglopper og snegle) og hos muslinger, der udsættes i kontrollerede burforsøg tæt på udvalgte punktkilder.

Der fokuseres på effektbaserede metoder, hvor man undersøger mere subtile effekter end dødelighed - effekter der kan indikere, om dyrenes helbred er påvirket af eksponering for de miljøfarlige forurenende stoffer, som

- ændringer i enzymer, der beskytter dyret,
- forstyrrelser i udvikling og formering
- skader på celler og arvemateriale, som kan føre til yderligere helbredsskader.

Ved at koble de ovennævnte biologiske effekter i de forskellige organismer med målinger af de kemiske stoffer i vand, fisk og muslinger kan forskerne vurdere, hvordan stoffernes tilstedeværelse hænger sammen med de observerede effekter.

Målet er at kunne give tidlige advarsler ("early warnings") om negative påvirkninger i havmiljøet, før effekterne bliver alvorlige eller synlige på økosystemniveau.

Der arbejdes således mod en helhedsorienteret vurdering, der kan belyse cocktaileffekter – altså de samlede effekter af mange forskellige stoffer på én gang – og deres betydning for havets sundhed.

Det samlede koncept – mod en integreret miljøvurdering

I projektets sidste fase samles, vurderes og kombineres resultaterne fra de tre forskergrupper med henblik på at udvikle et målrettet og integreret koncept for overvågning og forvaltning af miljøfarlige forurenende stoffer i havet.

Det samlede koncept skal kunne samle viden om målinger, modelleret spredning, bioakkumulation - og biologiske effekter i ét system, som giver et mere helhedsorienteret billede af den kemiske tilstand i danske farvande.

Modellen vil blive udarbejdet, så den lever op til rammer og standarder fastlagt af internationale institutioner og samarbejder – herunder OSPAR, HELCOM og EU's Havstrategidirektiv.

Målet er, at konceptet skal styrke myndighedernes muligheder for at målrette overvågning og regulering, så Danmark kan opnå "god kemisk tilstand" i de kystnære havområder.

I projektets afsluttende fase vil det integrerede koncept blive præsenteret for Folketinget og delt med relevante myndigheder og forskningsmiljøer som et forslag til fremtidig praksis for overvågning og vurdering af miljøfarlige stoffer.

Informationsmaterialet er skrevet af Søren Mark Jensen, ekstern videnskabsjournalist, i samarbejde med Democracy x og forskere fra Aarhus Universitet. Layout er designet af Anna Rubeck.

