

**SLUTRAPPORT**

**MUDP forprojekt**

**August 2021 – Oktober 2022**

**A novel solution for a cost-effective, sustainable and ecofriendly detoxification of bilgewater at ports**



**8. SEPTEMBER 2025**

**Af Bo Lindholm Jürgensen  
4PureWater ApS**

**mudp**

---

## Miljøteknologisk Udviklings- og Demonstrationsprogram

Projektet, som er beskrevet i denne rapport, er støttet af Miljøteknologisk Udviklings- og Demonstrationsprogram (MUDP) under Miljøministeriet, der støtter udvikling, test og demonstration af miljøteknologi.

MUDP investerer i udvikling af fremtidens miljøteknologi til gavn for klima og miljø i Danmark og globalt, samtidig med at dansk vækst og beskæftigelse styrkes. Programmet understøtter dels den bredere miljødagsorden, herunder rent vand, ren luft og sikker kemi, men understøtter også regeringens målsætninger inden for klima, biodiversitet og cirkulær økonomi.

Det er MUDP's bestyrelse, som beslutter, hvilke projekter der skal modtage tilskud. Bestyrelsen betjenes af MUDP-sekretariatet i Miljøstyrelsen.

### **MUDP-sekretariatet i Miljøstyrelsen**

Lerchesgade 35, 5000 Odense | Tlf. +45 72 54 40 00

**Mail: [ecoinnovation@mst.dk](mailto:ecoinnovation@mst.dk)**

**[MUDP's hjemmeside](#)**

*Denne slutrapport er godkendt af MUDP, men det er alene rapportens forfatter/projektlederen, som er ansvarlige for indholdet. Rapporten må citeres med kildeangivelse.*

---

## SLUTRAPPORT

### **A novel solution for a cost-effective, sustainable and ecofriendly detoxification of bilge water at ports**

#### FAKTA OM PROJEKTET

---

Projektperiode: August 2021 til oktober 2022

Projektdeltagere: 4PureWater ApS

Bevilling fra MUDP: DKK 498.470,-

Projektleder: Bo Lindholm Jürgensen

#### FORMÅL

---

4PureWater har i tidligere laboratorieforsøg dokumenteret effekten af virksomhedens nye effektive og miljøvenlige teknik til behandling og nyttiggørelse af miljøgiftigt olie- og kemikalieforurenede affaldsvand fra offshore boreplatforme, også benævnt slopvand.

Som forløber for udvikling og etablering af et onsite onshore procesanlæg til behandling og nyttiggørelse af lignende olie- og kemikalieforurenede affaldsvand fra marinesektoren, gennemføres et struktureret forprojekt for at undersøge og dokumentere effekten af 4PureWater's teknik på separation af vand fra det slopvand som Thyborøn Havn modtager fra marinesektoren.

Målet er at blive i stand til at separere vandindholdet i det miljøgiftige slopvand, så vandet på forsvarlig vis kan tilgå recipient, hvor det slutbehandles i biologisk rensningsanlæg. Det er derfor vigtigt at forprojektet dels viser at det separerede vand ikke indeholder stoffer som beskadiger miljøet, samt at "råolien" opkoncentreres så det kan nyttiggøres fx gennem raffinering.

I forprojektet kortlægges og dokumenteres teknikens effekt gennem en række strukturerede laboratorieforsøg udført på et antal forskellige batches af slopvand (slop-olie) som prøvetages på Thyborøn Havn's modtageanlæg.

#### PROJEKTETS RELEVANS

---

De danske Havne modtager hvert år store mængder slopvand. Som eksempel modtager Thyborøn Havn i dag årligt omkring 800.000 liter Slopvand, med en stadig stigende mængde over årene. Slopvandet som er affaldsvand der indeholder olie, tungmetaller og kemikalier opblandet med vand, er et restprodukt fra bl.a. Skibsmotorer, hydraulik anlæg og bundvand fra blandt andet maskinrum m.v. på skibe. Hertil kommer ligeledes opsuget olie som miljøskibe indleverer fra olieudslip på havet. Marinesektoren har ikke lov til at udlede denne type affaldsvand på havet, og de er ved lov forpligtet til at bringe al deres affaldsvand til land hvor det kan behandles på forsvarlig vis. De danske Havne er

forpligtede til at modtage affaldsvandet vederlagsfrit. Havnene står herefter med ansvaret for håndtering samt bortskaffelse typisk gennem eksterne virksomheder som sikrer forsvarlig håndtering og bortskaffelse. Håndtering og bortskaffelse af slopvand er ofte en relativt dyr post på Havnenes budgetter.

På Havnene sker der i dag ikke en separation af olie og vand på et niveau, der er hensigtsmæssigt i forhold til at skabe bæredygtige produkter i fremtiden.

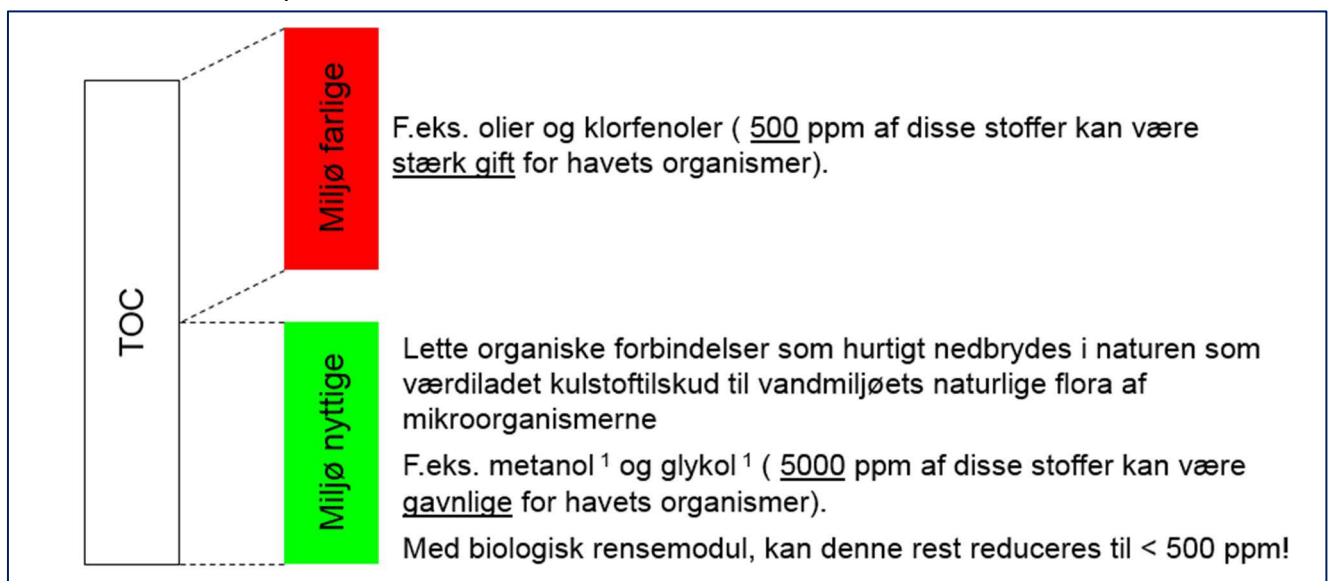
Med forprojektet kortlægges potentialet for de enkle stoffer der er indeholdt i slopvandet fra Thyborøn Havn, med henblik på at vurdere om 4PureWater's teknik egner sig til at separere vandet i en kvalitet så det kan bortskaffes til recipient. Herved kan mængderne af slopvand reduceres med op til 70-80 % (i nogle tilfælde op over 90 %), ligesom den resterende "råolie" vil kunne nyttiggøres gennem raffinering. Herved ændres en affaldsstrøm til at være en ressource og behovet for tankvogns transport reduceres til et minimum, hvilket giver et positivt aftryk på CO<sub>2</sub>-udledningen.

## HOVEDRESULTATER

Resultatet af forprojektet viser, at 4PureWater's nye effektive og miljøvenlige teknik til behandling og nyttiggørelse af olie- og kemikalieforurenet affaldsvand (slopvand), har et stærkt potentiale i forhold til behandling og nyttiggørelse af det slopvand som Thyborøn Havn løbende modtager fra marinesektoren.

Af analyseresultaterne fremgår det at indholdet af vand i den resterende "råolie" efter oparbejdning ligger på ca. 3 - 4% ligesom det ses, at eksempelvis TOC-indholdet i det slopvand som indleveres til Thyborøn Havn ligger meget højt og at TOC-indholdet i det separerede vand er reduceret med en faktor 30 – 100 ligesom det gennem måling af Nitrifikationshæmning på det separerede vand er dokumenteret at de TOC'er som rester efter oparbejdning, ikke er miljøgiftige.

Som anskueliggjort i skitsen nedenfor, så kan TOC'er være både miljønyttige samt miljøskadelige, hvor forprojektet dokumenterer at udelukkende miljønyttige TOC'er tilføres biologien gennem det vand der ledes til recipient.



---

Analysen på det oparbejdede vand viser desuden, at indholdet af tungmetaller som fx Chrom, Kobber, Nikkel, Zink, Bly, Cadmium samt organisk og uorganisk Tin er mikroskopiske set i forhold til de opstillede grænseværdier. Ligeledes ligger indholdet af mineralsk olie på mindre end 1 mg/l hvilket skal vurderes i forhold til den krævede grænseværdi på maksimalt 20 mg/l.

Målt i forhold til de for forprojektets opstillede succeskriterier kan det konkluderes at 4PureWater's teknik til opbehandling af slopvand fra Thyborøn Havn, fuldt ud lever op til de opstillede krav.

## PROJEKTFORLØB OG ERFARINGER

---

Forprojektet blev indledt med en planlægningsfase hvor der blev udarbejdet protokoller til laboratorieforsøgene. Der blev taget kontakt til Thyborøn Havn for at indgå aftale om prøveudtagninger. Ligeledes blev der taget kontakt til teknik og miljøafdelingen hos Lemvig kommune samt til Lemvig vand (spildevandsafdelingen), for at indhente måltal for tilladte indholdsstoffer mv i det vand der separeres fra slopvandet, da det tiltænkes at skulle ledes til recipient (biologisk rensningsanlæg). Dialogen med myndigheder samt ikke mindst med Thyborøn Havn samt Lemvig vand har fungeret perfekt, og fra første præsentation til både Thyborøn Havn samt Lemvig vand, stod det os klart at begge parter fuldt ud forstod potentialet i projektet.

Protokollen blev udarbejdet så projektet sikrede opsamling af det nødvendige antal batches for statistisk at kunne vurdere forventelige spredninger samt virkemåde på en så stor population som muligt. Der blev indsamlet prøver af slopvandet i perioden august 2021 til og med juli 2022. Førstehåndsindtrykket gennem visuel inspektion af de indsamlede prøver viste med tydelighed at der var stor variation på slopvandet.

I den efterfølgende fase blev opbygning af laboratorie setup samt indkøb af materialer og udstyr til de forskellige procestrin beskrevet og planlagt.

Indkøb af materialer og udstyr samt opbygning af laboratorieopstillinger gik planmæssigt. Opstart og indkøring af de forskellige procestrin blev dog udfordret af vintervejret, da alle forsøg foregik udenørs. Dette gav projektet et mindre tidsmæssigt setback.

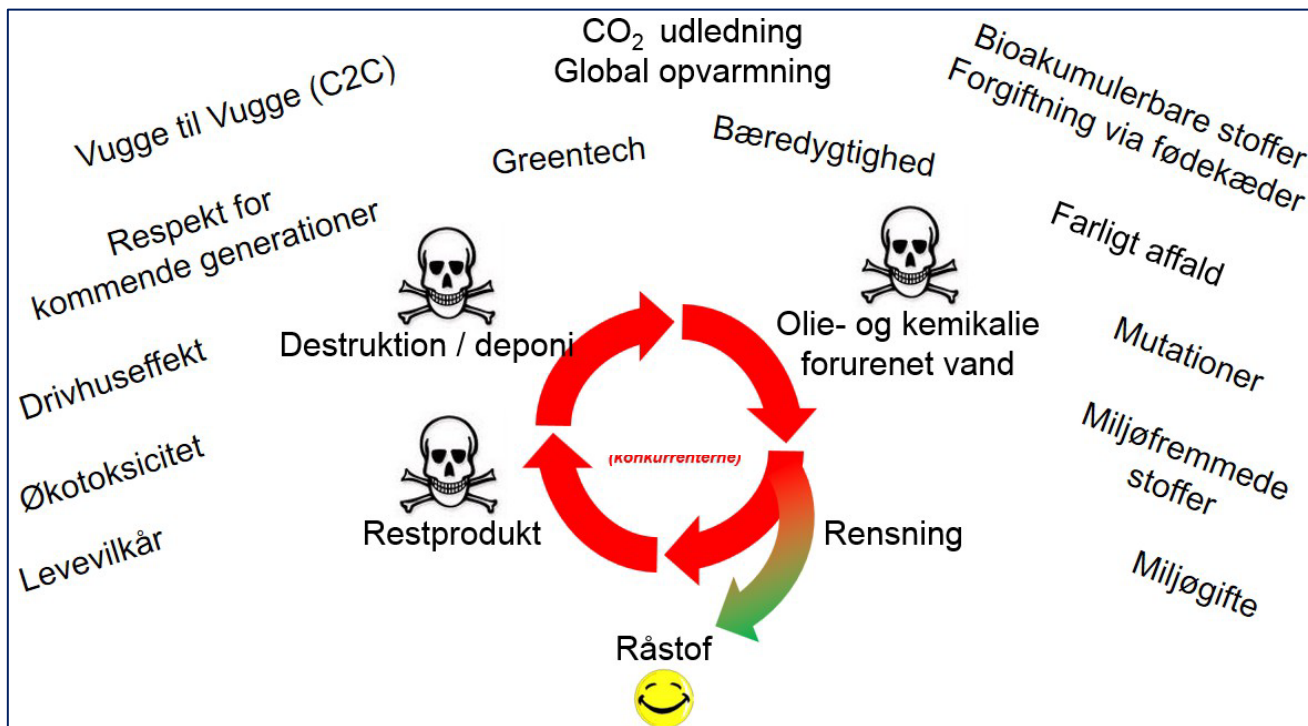
Til udførelse af uvildige analyser af indsamlet slopvand samt resulterende "råolie" og vand, blev der taget kontakt til uvildigt analyseinstitut. Projektet oplevede ret store problemer med kommunikationen med det førstevalgte analyseinstitut, og ret sent i projektforsløbet blev det besluttet at det sikreste ville være at skifte til et andet analysefirma. Valget faldt på SGS analytics i Nørresundby, som projektet har haft et fantastisk samarbejde med. Skiftet fra en analysevirksomhed til en anden betød ligeledes at tidsplanerne måtte justeres, så vi ikke risikerede at gå på kompromis med kvaliteten af det planlagte arbejde.

I løbet af projektet måtte vi sande at covid-19 begrænsninger samt sygdom gav projektet en del udfordringer, hvilket resulterede i forsinkelser og projektudskydelser.

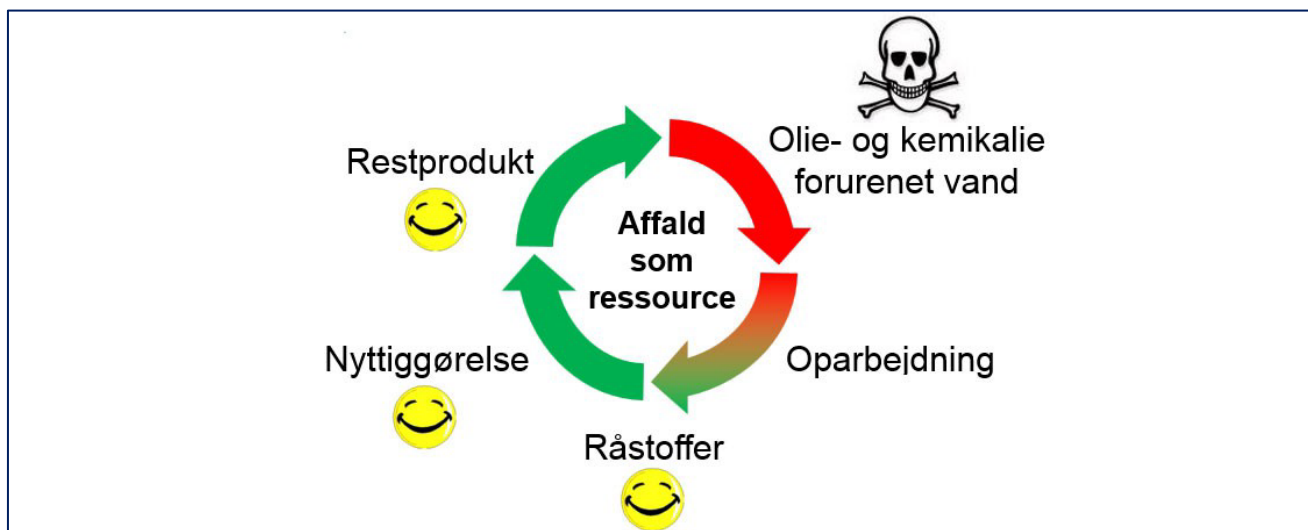
Som tidligere angivet så er teknikken tidligere afprøvet på slopvand fra offshore olieindustrien, så de anvendte procestrin samt separationsteknikker var derfor tidligere eftervist, hvorved projektet ikke oplevede behov for at ændre på disse. Projektet kunne derfor fokusere på justering og optimering af de enkelte procesparametre Dette var en helt klar fordel for gennemførelse af forprojektet.

## KONKLUSION OG PERSPEKTIVERING

Slopvand anses i dag som et miljøgiftigt affaldsprodukt og nutidens håndtering af slopvand sker ud fra utidssvarende metoder uden stor fokus på en holistisk miljøbetragtning. Ofte transporteres og indsamles enorme mængder slopvand fra hele landet, hos få virksomheder som enten bortskaffer slopvandet ved forbrænding eller ved hjælp af simple mekaniske metoder, skimmer topfasen som består af olie, som så raffineres og genanvendes hvorimod den forurenede vandfase deponeres eller sendes til destruktion/afbrænding.



4PureWater ser derimod slopvand som en ressource. Med 4PureWater's teknik separeres vandet fra olie og kemikaliefasen på en måde, som muliggør bortledning af vandet til kommunalt biologisk rensningsanlæg, ligesom den resterende "råolie" kan raffineres og genanvendes og nyttiggøres som en værdifuld ressource.



---

Resultatet af forprojektet viser, at 4PureWater's nye effektive og miljøvenlige teknik til behandling og nyttiggørelse af olie- og kemikalieforureneede affaldsvand (slopvand), har et stærkt potentiale i forhold til behandling og nyttiggørelse af det slopvand som Thyborøn Havn løbende modtager fra marinesektoren.

Forprojektet dokumenterer, gennem analyser udført hos uvildig analysevirksomhed, at indholdsstoffer i, og karakteristika af, det vand som gennem oparbejdning med 4PureWater's teknik separeres fra slopvandet, ligger langt under de stop kriterier som de lokale miljømyndigheder har opstillet som kriterier for at vandet må ledes til recipient.

Konklusionen for forprojektet er derfor at resultaterne til fulde lever op til de opstillede succeskriterier.

---

Læs mere om MUDP på [vores hjemmeside](#).