

# Miljøministeriet

## Erhvervsøkonomiske konsekvenser af regulering af udledning af scrubbervand

Rapport  
13. oktober 2023

**LITEHAUZ**



**EY**

Building a better  
working world

## Indhold

1. Indledning	2
2. Status for regulering af udledning af scrubbevand	4
3. Tilgang og metode til konsekvensvurderinger	5
4. Resultater	10
Referencer	16
Bilag A. Scenarieanalyser	17

## 1. Indledning

'Heavy fuel oil' (HFO) med et svovlindhold på 3,5% har i mange år været skibsfartens fortrukne brændstof, da det er billigere end brændstoffer med lavere svovlindhold.

Udledning af svovloxider (SOx) til luften er begrænset internationalt gennem FN's søfartsorganisation (IMO), regionalt i EU, via nationale tiltag og i et vist omfang lokalt i specifikke havne. IMO's seneste tiltag begrænser fra 2020 svovlindholdet i skibsbrændstof til 0,50%.<sup>1</sup>

Det betyder, at HFO med et svovlindhold på 3,5% i dag kun må anvendes, hvis udstødningsgassen renses med en røgvasker - en såkaldt scrubber.

Danmark har sammen med landene omkring Østersøen og Nordsøen vedtaget, at disse to havområder efter IMO's og EU's regler er SOx-kontrolområder (SECA). Det vil sige, at hele Danmarks søterritorium og den eksklusive økonomiske zone er omfattet, og der er her krav til særligt lave udledninger svarende til 0,10% svovl i brændstoffet. Lovgivningens accepterede alternativ, scrubberen, skal minimum give samme rensningsgrad, som brug af renere brændstoffer ville gøre, jf. IMO MEPC.259(68).

Scrubberer renser forbrændingsmotorens udstødningsgasser ved at sprøjte en tåge af vand ind i skorstenen, som vasker svovl og svovlpartikler ud af røgen, og de kaldes derfor også røgvaskere. For de mest almindelige scrubberer (åbne/'open-loop') er vandet normalt havvand, som suges ind fra omgivelserne, og scrubberen er i stand til at rense røgen til niveauer, som opfylder kravet i SECA-områder korresponderende til maksimum 0,10% svovl i brændstof. Efter vasken indeholder vaskevandet de udvaskede forbindelser fra røgen, og det udledes i dag tilbage til havet.

Miljøministeriet har bedt EY og Litehauz om at belyse fem mulige modeller for regulering af udledning af scrubbervand samt de deraf følgende økonomiske konsekvenser for danske rederier, danske udstyrsproducenter og danske havne. Den påtænkte regulering forbyder udledning totalt inklusive oprenset vand kaldet 'bleed-off'. Det betyder, at skibe, der sejler i de berørte områder, skal sejle med lukket scrubber og opsamle bleed-off eller anvende brændstoffer med et lavt svovlindhold.

De fem mulige modeller for regulering er defineret ud fra, hvilket område reguleringen dækker:

- 1 sømil fra land
- 3 sømil fra land
- 12 sømil fra land
- Nordsøen
- Østersøen.

Sømilegrænserne er defineret ud fra afstanden til basislinjerne indenfor dansk søterritorie, jf. havmiljøloven. Den relevante afgrænsning for henholdsvis 1- og 12-sømilegrænserne fremgår af figur 1.

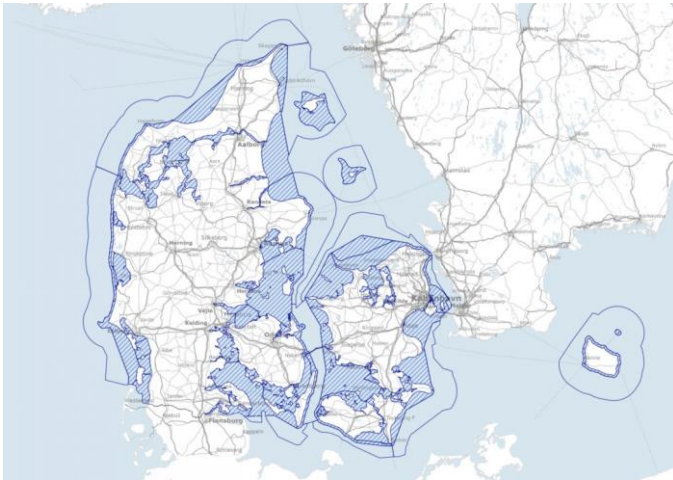
Nordsøen og Østersøen defineres som i havmiljøloven §5, stk. 5 og 6.<sup>2</sup>

Rapporten er finansieret af Den Danske Maritime Fond.

<sup>1</sup> <https://www.imo.org/en/MediaCentre/PressBriefings/pages/34-IMO-2020-sulphur-limit-.aspx>, besøgt den 27. september 2023.

<sup>2</sup> Havmiljøloven §5 stk. 5. Ved Østersøområdet forstås i denne lov Østersøen, Den Botniske Bugt, Den Finske Bugt, Sundet, Bælterne og Kattegat indtil breddeparallellen 57°44,8'N gennem Skagen.  
Stk. 6. Ved Nordsøområdet forstås den egentlige Nordsø samt andre havområder indenfor følgende grænser:  
1) Nordsøen syd for den 62. nordlige breddegrad og øst for meridianen 5° V.  
2) Skagerrak afgrænset i syd af breddeparallellen 57°44,8'N gennem Skagen.  
3) Den Engelske Kanal og adgangsvejene hertil øst for meridianen 5° V og nord for breddeparallellen 48°30'N. Se <https://www.retsinformation.dk/eli/ta/2019/1165>

Figur 1. Kort over 1- og 12-sømilegrænserne



Kilde: Miljøgis (<https://miljoegis.mim.dk/>).

I rapporten refererer vi til tre typer scrubberer:

- Åben scrubber: Benytter havvand til at neutralisere SO<sub>x</sub> fra udstødningsgassen. Havvandet pumpes ind i scrubberen, og vaskevandet ledes tilbage i havet.
- Lukket scrubber: SO<sub>x</sub> neutraliseres med en blanding af alkali og vand. Oprensset vand, bleed-off, ledes enten overbord eller til en tank for senere udledning. Biprodukt i form af slam skal afleveres og renses på land. I den foreslåede regulering skal bleed-off indenfor reguleringsområderne opsamles.
- Hybridscrubber: Kan operere som både en åben og lukket scrubber.

I analysen ser vi også på muligheden for at benytte 'marine gas oil' (MGO<sup>3</sup>), som har et svovlindhold på mindre end 0,10%, fremfor en lukket scrubber.

Det er kun ejere af skibe med åbne eller hybridscrubberer, der vil blive påvirket af reguleringen af udledningen af scrubbevand.

Skibe, der i dag sejler på brændstoffer med et lavt svovlindhold, og skibe, der anvender lukkede scrubberer, overholder allerede den potentielle nye regulering.

Ejere af skibe med hybridscrubberer påvirkes økonomisk, da det er dyrere at operere med en scrubber i lukket fremfor åben tilstand.

Vi bemærker, at klima- og miljøøkonomiske konsekvenser ikke er en del af erhvervsøkonomiske konsekvensvurderinger. Derudover bemærker Danske Maritime, at mange rederier, der opererer kystnært, allerede har en politik om skifte til brændstoffer med et lavt svovlindhold. Dette er ikke taget i betragtning i analysen.

### Struktur i rapporten

I afsnit 2 beskriver vi, hvordan udledningen af scrubbevand reguleres i andre lande, mens tilgangen til at belyse konsekvenserne for danske rederier, udstyrsproducenter og havne beskrives i afsnit 3.

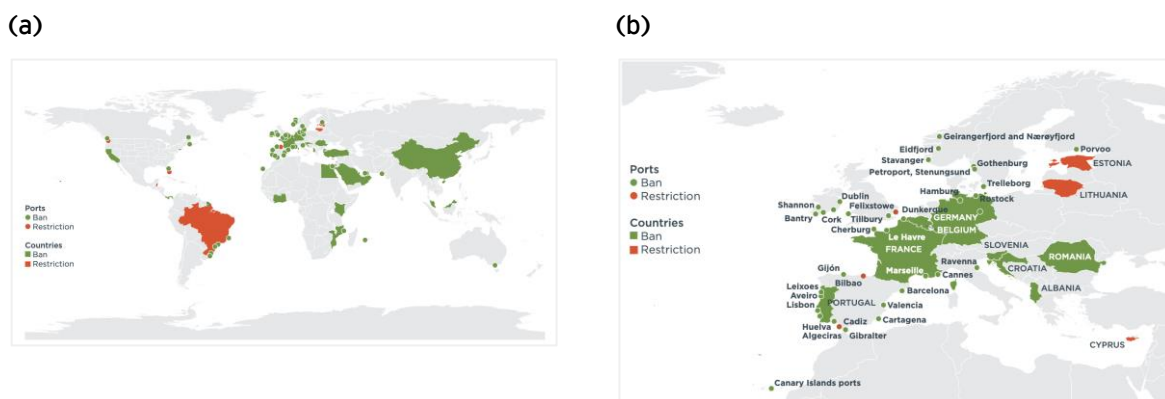
Resultaterne af analysen er beskrevet i afsnit 4. Supplerende analyser findes i bilag A.

<sup>3</sup> MGO er et såkaldt 'Ultra-Low Sulphur Fuel Oil'.

## 2. Status for regulering af udledning af scrubbevand

Der er indført 13 restriktioner for anvendelse af scrubbere og 80 forbud mod udledning af vaskevand og/eller bleed-off i havne og territorier i 45 lande verden over, jf. figur 2. Der er også indført forbud og restriktioner i flere europæiske lande. Otte lande har indført nationale forbud (ICCT, 2023) for territorier eller havne generelt, mens der er lokale restriktioner i en række havne – oftest i form af et forbud mod udledning af vaskevand/bleed-off eller krav om anvendelse af lukket scrubber.

Figur 2. Forbud og begrænsninger i havne og stater globalt (a) og i Europa (b) mod anvendelse af scrubbere



Kilde: Opgjort februar 2023 af ICCT (2023).

OSPAR (2023) har opdateret ICCT's liste (ICCT, 2021) med flere detaljer om udledningsbegrænsninger. Der er indført nationale forbud mod udledning af vaskevand i enkelte lande:

- Frankrig og Belgien har forbud, som dækker 3 sømil fra kysten.
- Tyskland har haft et forbud på indre vandveje siden 2014.<sup>4</sup>
- I Sverige er et forslag om et forbud ud til 1 sømil i proces.

I EU-lande er disse restriktioner og forbud for havne og søterritorier ofte begrundet i Vandrammedirektivet eller Havstrategirammedirektivets målsætninger om 'god miljøtilstand'. Den tyske søfartsstyrelse, BSH, har foreslået et udledningsforbud i følsomme og/eller kystnære områder (UBA, 2023).

Ved national regulering af udledning af vaskevand/bleed-off-vand er udledningsforbuddet derfor indtil nu knyttet til territorialfarvandet (3 sømil).

Lokale begrænsninger rettes mod åbne scrubbere eller omfatter udledninger af scrubbevand generelt. Begrænsningerne mod brug af scrubber eller udledning af scrubbevand er typisk knyttet til havne med meget trafik eller til særligt følsomme områder.

<sup>4</sup> Vi bemærker, at Danmark ikke har indre vandveje.

### 3. Tilgang og metode til konsekvensvurderinger

De økonomiske konsekvenser af den potentielle nye regulering er vurderet ud fra Erhvervsministeriets *Vejledning om erhvervsøkonomiske konsekvensvurderinger*.

I henhold til vejledningen skal fagministerierne opgøre følgende effekter, hvis de er relevante for den regulering, der undersøges:

- **Skatter, afgifter og tilskud mv.:** Vedrører de direkte omkostninger eller besparelser for virksomhederne, som modsvares af tilsvarende effekter på statens provenu.
- **Øvrige efterlevelseseffekter:** Vedrører virksomhedernes direkte omkostninger eller besparelser som følge af den ændrede regulering. De består af:
  - i) omkostninger/besparelser, som direkte følger af ændrede krav til virksomhedernes produktion/fysiske indretning/drift eller
  - ii) produktionsbegrænsninger/-muligheder opgjort som værdien af den mistede eller øgede produktion.
- **Adfærdsvirkninger:** Vedrører ændret adfærd hos virksomhederne og dækker over deres tilpasning til den ændrede regulering.
- **Afledte effekter:** Vedrører den samfundsmæssige afledte reaktion i øvrige brancher som følge af den ændrede regulering.

På grund af karakteren af reguleringen af udledningen af scrubbevand er det her alene relevant at vurdere de tre sidstnævnte effekter. Vurderingen af adfærdsvirkninger er kvalitativ i overensstemmelse med vejledningen.

I analysen opgør vi konsekvenserne for tre grupper:

- Danske rederier ('øvrige efterlevelseseffekter' og 'adfærdsvirkninger')
- Danske udstyrsproducenter ('afledte effekter')
- Havne m.m. ('afledte effekter').

Når vi opgør effekterne for de danske rederier, inkluderer vi efter aftale med Miljøministeriet omkostninger for både danskejede og danskflagede (DK/DIS-registrerede) skibe.

Erhvervsministeriets vejledning skelner mellem omstillingskonsekvenser og løbende konsekvenser for virksomhederne:

- **Omstillingskonsekvenser** defineres som de omkostninger og/eller indtægter, som kun afholdes én gang, i forbindelse med at eksisterende virksomheder skal omstille sig til ny regulering.
- **Løbende konsekvenser** defineres som varige omkostninger og/eller indtægter for virksomhederne, som følger af den ændrede regulering opgjort pr. år.

Nedenfor gennemgår vi tilgangen til at opgøre omstillingskonsekvenserne og de løbende konsekvenser.

#### 3.1 Danske rederier

Ejerne af skibe med åbne scrubbere kan efterleve den nye regulering ved at investere i hybridskrubbere. Det udløser både omstillingsomkostninger for rederierne og øgede løbende omkostninger, da det er dyrere at anvende scrubbere i lukket fremfor åben tilstand. De kan også efterleve reguleringen ved at skifte over til at sejle på MGO, hvilket alene udløser højere driftsomkostninger.

Ejerne af skibe med hybridscrubbers kan efterleve den nye regulering ved at benytte scrubberen i lukket fremfor åben tilstand eller ved at skifte over til at sejle på MGO. Begge alternativer udløser alene ekstra driftsomkostninger for ejerne.

Nedenfor beskriver vi, hvordan vi har opgjort effekterne for de danske rederier i hovedanalysen. Via en række følsomhedsanalyser undersøger vi, i hvilken grad analysens resultater afhænger af forudsætningerne.

I vores hovedanalyse antager vi, at rederierne vælger den løsning til at imødekomme reguleringen, der set over en 30-årig periode med et afkastkrav på 8% er billigst. Det indebærer, at vi har opgjort nutidsværdien af hvert alternativ for rederierne. For ombygning af åbne scrubbers til hybridscrubbers, der involverer en omstillingsomkostning, tager vi højde for de fremtidige økonomiske konsekvenser ved at inkludere en lineær afskrivning af omstillingsomkostningerne over 30 år i beregningen af de løbende omkostninger.

### Grunddata og sejlmonstre for de berørte skibe

For hvert af scenarierne er de berørte skibe identificeret ud fra oplysninger fra de relevante danske rederier og skibsregisteret.<sup>5</sup>

Vi har bedt om følgende oplysninger fra rederierne for det seneste år for hvert af de berørte områder for deres skibe med åbne og hybridscrubbers:

- IMO-nummer
- Scrubberteknologi
- Brændstofforbrug
- Sejldistance
- Hastighed
- Sejltimer
- Antal hovedmotorer.

Fra skibsregisteret har vi indsamlet følgende oplysninger for de berørte skibe:

- Total motoreffekt
- Skibstype
- Bruttotonnage.

### Omkostninger til scrubberinstallation (CAPEX)

Vores estimater for omkostningerne til at omstille fra en åben til en hybridscrubber er baseret på input fra tre danske scrubberproducenter.

Der benyttes én scrubber pr. hovedmotor. Dimensioneringen af scrubberen afhænger af den motorkraft, som den skal håndtere.

Analysen er baseret på, at omkostningerne til ombygning af en åben til en hybridscrubber kan opgøres ud fra en variabel omkostning på 288 kr. pr. kW. Derudover er der en trinvis, fast omkostning afhængig af motorkraften og rederiernes 'off-hire'-omkostninger<sup>6</sup>, mens ombygning finder sted:

- <10 MW: Omkostning på 7,7 mio. kr. og off-hire-omkostninger på 1 mio. kr.

---

<sup>5</sup> Det har ikke været muligt at anvende såkaldte AIS-data indenfor rammerne af dette projekt.

<sup>6</sup> 'Off-hire' er alternativomkostningen ved, at skibet er på værft og ikke tjener penge.

- 10-20 MW: Omkostning på 11,4 mio. kr. og off-hire-omkostninger på 1 mio. kr.
- 20-50 MW: Omkostning på 18,4 mio. kr. og off-hire-omkostninger på 1,2 mio. kr.

Nogle åbne scrubber er ikke forberedt til ombygning til en hybridscrubber, og for dem kan ombygningen være dyrere, end ovenstående nøgletal indikerer.

Under den foreslåede regulering, som begrænser udledningen af bleed-off-vand i de udvalgte områder, vil dette vand skulle opsamles ombord, og det skønnes at kunne lade sig gøre i scenarierne 1-12 sømil. I Nordsø- og Østersøområderne har skibene ikke eksisterende tankkapacitet til at opbevare den genererede mængde scrubbervand. I disse scenarier skal der derfor indregnes omkostninger til yderligere tankkapacitet til at opbevare bleed-off-vand og endvidere ekstra tankkapacitet til et øget forbrug af kemikalier og ferskvand. Igen er investeringen afhængig af den motorkraft, som scrubberens skal håndtere. Omkostningerne er opgjort til følgende:

<20 MW:

- Ekstra kemikalielager: 300.000 kr.
- Ekstra tanke til ferskvand: 1.000.000 kr.
- Etablering af spildevandstank uden udledning: 3.000.000 kr.

20-50 MW:

- Ekstra kemikalielager: 1.200.000 kr.
- Ekstra tanke til ferskvand: 4.000.000 kr.
- Etablering af spildevandstank uden udledning: 6.000.000 kr.

Denne investering skal også afholdes af skibe, der allerede har installeret en hybridscrubber, samt off-hire-omkostninger svarende til ovenstående.

I analysen har vi alene indregnet de direkte omkostninger, da det ligger udenfor rammerne af dette projekt at beregne alternativomkostninger ved, at lastkapaciteten i visse tilfælde formindskes i Nord- og Østersøscenarierne som følge af ekstra tanke.

### Forbrug, affaldsproduktion og enhedspriser (OPEX)

Det er dyrere at benytte en scrubber i lukket fremfor i åben tilstand. Det skyldes blandt andet, at der skal tilsættes alkali til at neutralisere SO<sub>x</sub>, og at der er øgede omkostninger til drift af vandreanslægsanlæg ombord på skibene. Derudover producerer scrubberens slam, som skal håndteres på land. OPEX er i sidste ende en funktion af motorernes forbrug af energi.

På baggrund af input fra to danske rederier antager vi, at natriumhydroxid koster 4.400 kr./ton og affaldshåndtering 1.350 kr./m<sup>3</sup>.

I analysen antager vi, at de berørte skibe som udgangspunkt sejler på HFO, men at de kan imødekomme den nye regulering ved at skifte til MGO eller sejle med en lukket hybridscrubber.

I hovedanalysen antager vi, at prisen på HFO og MGO svarer til gennemsnittet for de seneste tre år, dvs. 3.150 kr./ton for HFO og 5.250 kr./ton for MGO.<sup>7</sup> I alternative scenarier undersøger vi betydningen af, at prisen på henholdsvis HFO og MGO stiger med 10%.

---

<sup>7</sup> Baseret på en USD/DKK-kurs på 7 kr. og <https://shipandbunker.com/prices/emea/nwe/nl-rtm-rotterdam> tilgået den 7. august 2023.



### 3.2 Danske udstyrsproducenter m.m.

Den mulige regulering påvirker også udstyrsproducenter, der arbejder med levering af udstyr til røgrensning på skibe, dvs.:

- Produktion af scrubbere
- Konvertering af åbne scrubbere til hybridscrubbere
- Andet udstyr leveret særskilt til installation og drift af scrubbere.

Vi har opgjort effekterne for udstyrsproducenterne ud fra de nøgletal og konsekvensvurderinger, der indgår i vurderingerne af effekterne for rederierne, dialog med udstyrsproducenter samt overordnede nøgletal for producenternes markedsandele på verdensmarkedet og nøgletal for skibstrafikken.

Reguleringen kan potentielt også påvirke leverandørerne af bunkerolie og kemikalier samt værfter, der er beskæftiget med installation, vedligehold og ombygning. På basis af indledende undersøgelser vurderer vi, at effekterne for disse er relativt begrænsede.

### 3.3 Havne m.m.

Ifølge Danske Havne bliver de danske havne primært indirekte berørt af reguleringen.

Restprodukterne fra brugen af lukkede scrubbere afleveres på havnen, men det er ikke havnene selv, der er ansvarlige for at modtage dem. Normalt er de heller ikke involveret i organiseringen af bortskaffelsen.

De berørte skibe hyrer i dag egnede firmaer til at bortskaffe scrubberaffaldet, som i de fleste tilfælde er slam, der udgør omkring en procent af mængden af bleed-off-vand. Under de nuværende regler behandles bleed-off-vand fra lukket skrubberdrift ombord og udledes i overensstemmelse med IMO's udledningskriterier i områder, hvor det er tilladt. Der er derfor normalt ikke nogen omkostning direkte for havnevirksomheden.

I visse tilfælde er alternativet, at scrubbervandet opsamles ombord og ledes til land i havn. Ved rute fart kan dette være til spildevandstanke eller direkte til tankvogn. Omkostninger til tanke og leje af havnens areal eller en ekstern serviceudbyders tankvogne vil skulle betales af rederierne. Der er ikke beregnet eventuelle indtægter til havnen herfra eller potentielt ringere indtægter fra arealudleje til tankanlæg end til mere profitable aktiviteter.

Danske Havne har dog bemærket, at der kan være pladsproblemer til opsamlings- og rensningsudstyr på visse havne.

Enkelte skibe har tankkapacitet til midlertidigt at opbevare bleed-off-vand, og bortskaffelse af dette scrubbervand i havnene er ikke almindelig praksis i dag. Som beskrevet i afsnit 3.1 vil bleed-off-vand i de udvalgte områder skulle opsamles ombord, og det skønnes at kunne lade sig gøre i scenarierne 1-12 sømil. Ved regulering i Nordsø- og Østersøområderne skal en betydelig mængde bleed-off-vand håndteres på havene.

Tabel 1 viser de forventede mængder af bleed-off-vand for et eksempelskib og et containerskib, som er repræsentative for de skibe, der undersøges. 500 sømil repræsenterer en typisk afstand mellem Immingham og Esbjerg eller Bremerhaven/Klaipeda og Aarhus. 1.000 sømil vil være et scenarie for et containerskib, der krydser Nordsøen og anløber Aarhus. Et skib i eksempel størrelsen har brug for en tankkapacitet for bleed-off-vand på mellem 150 og 300 m<sup>3</sup>, mens et containerskib i ekstreme tilfælde skal installere en tank på 1.350 m<sup>3</sup>. Det er, afhængig af de specifikke forhold på skibet, muligt, at en eksisterende tank, fx en ballasttank, kan konverteres til at indeholde bleed-off-vand.

Tabel 1. Eksempler på bleed-off fra skibe, der er repræsentative for scenarierne

Skib	Eksempelskib	Containerskib A	Containerskib B
Total motoreffekt (MW)	20	60	60
Distance i scenarie (sømil)	500	500	1.000
Hastighed (sømil)	17	20	20
Sejltimer i scenarie	29	25	50
Energiforbrug (MWh)	588	1.500	3.000
Bleed-off (m <sup>3</sup> ) low	147	375	750
Bleed-off (m <sup>3</sup> ) high	265	675	1.350
Alkaliforbrug (m <sup>3</sup> )	8	18	37

De vigtigste danske havne, der potentielt vil modtage bleed-off-vand fra fragtskibssejlad i Nordsøen og Østersøen, er Aarhus Havn for containertrafikken (375 - 675 m<sup>3</sup> pr. skib for en sejlad på 500 sømil) og Esbjerg Havn for ro-ro-trafikken (ca. 150 - 265 m<sup>3</sup> pr. skib for en sejlad på 500 sømil).

Andre havne, der anløbes af ro-ro, omfatter blandt andre Odense og Fredericia Havne, som kan modtage mindre mængder bleed-off-vand. En række havne kan lejlighedsvis anløbes af andre fragtsegmenter med længere rejser i det begrænsede område eller af passagerskibe i linjetrafik fra typisk kortere rejser. Valget af løsning i disse scenarier kan omfatte brug af ekstern serviceudbyder af tanktransport (i lighed med slambortskaffelse i dag), containerbaserede renseanlæg på land eller naturligvis brug af lavsvovlsolie. Der vil ved ca. 20 m<sup>3</sup> kapacitet i en tankvogn være brug for op til 34 kørsler og i det ekstreme tilfælde 68 kørsler ved anløb.

Bortskaffelsesløsningerne skal dog skaleres op fra slam til hele vandvolumenet (100 x), og hvis reglerne i Nordsø- og Østersøscenarierne omfatter alle skibe med scrubber, ikke blot danske, vil det kræve yderligere kapacitet ombord og på landsiden. Baseret på mængderne af udledt vand fra åbne scrubbere, der er rapporteret i litteraturen (OSPAR 2023, Ytreberg et. al. 2022, ICCT, Oispova et.al. 2021) for Nordsøen og Østersøen, kan det beregnes, at hvis alle disse skibe bruger lukkede scrubbere, vil der blive produceret 0,7-2,9 mio. m<sup>3</sup> bleed-off-vand i Østersøen og 0,3-1,4 mio. m<sup>3</sup> i Nordsøen.

I tilfælde af at havnene vil få ekstraomkostninger, vil de med en omkostningsbaseret prissætning sende denne regning videre til skibsejerne.

## 4. Resultater

I dette afsnit præsenterer vi resultaterne af analysen. Vi starter med at vurdere, hvor mange skibe der vil blive påvirket af reguleringen.

### 4.1 Skibsstatistik

Vi vurderer, at mellem 20 og 50 danskejede eller danskflagede skibe vil blive påvirket af reguleringen alt afhængigt af reguleringens omfang, jf. tabel 2. Det er baseret på oplysningerne fra de danske rederier og deres skibes sejlmonstre i 2021/2022.

Færrest skibe påvirkes selvsagt indenfor 1- og 3-sømilegrænserne, mens cirka dobbelt så mange skibe påvirkes af reguleringen i de øvrige områder.

Mellem en tredjedel og halvdelen af de berørte skibe har installeret en hybridskrubber. Det tegner et billede af, at skibe, der primært sejler udenfor de nordiske farvande, i højere grad benytter åbne skrubbere, mens skibe, der primært sejler i de nordiske farvande, i højere grad benytter hybridskrubbere. Dette underbygges af, at det i dag primært er ro-ro- og ro-pax-skibe, der har installeret hybridskrubbere.

**Tabel 2. Antal skibe og nuværende skrubbertype i 2021/2022**

Model for regulering	Antal skibe	Heraf antal skibe med åben skrubber	Heraf antal skibe med hybridskrubber
1 sømil	23	10	13
3 sømil	23	10	13
12 sømil	48	33	15
Nordsøen	53	32	21
Østersøen	40	20	20

Note: Bemærk, at antallet af skibe i de berørte områder er opgjort uafhængigt af hinanden, og at antallet af skibe ikke kan adskilles. Tallene bygger alene på oplysninger, vi har fået fra rederier. Vi har ikke haft adgang til AIS-data.

Skibe med åbne skrubbere er i gennemsnit større end skibe med hybridskrubbere på tværs af alle fem områder, jf. tabel 3 og 4.

Skibene befinder sig relativt kort tid i områderne 1-12 sømil. Skibene opholder sig væsentligt længere tid i Nordsøen og Østersøen.

Tabel 3. Skibsstatistik for skibe med åbne scrubbere

Model for regulering	Bruttotonnage (t), gennemsnit	Sejldistance (sømil), gennemsnit	Sejltid (dage), gennemsnit
1 sømil fra land	166	70	0,2
3 sømil fra land	166	210	0,5
12 sømil fra land	97	3.330	9
Nordsøen	99	4.360	11
Østersøen	135	5.390	13

Tabel 4. Skibsstatistik for skibe med hybridskrubbere

Model for regulering	Bruttotonnage (t), gennemsnit	Sejldistance (sømil), gennemsnit	Sejltid (dage), gennemsnit
1 sømil fra land	45	60	0,1
3 sømil fra land	45	190	0,4
12 sømil fra land	42	2.600	7
Nordsøen	38	60.580	136
Østersøen	39	26.150	57

#### 4.2 Adfærdsvirkninger

Øgede omkostninger for rederierne ved at sejle i bestemte områder kan have adfærdsmæssige effekter. Potentielt kan visse sejladser ophøre, da de ikke længere er profitable, eller det kan være en fordel for rederierne at planlægge længere ruter med mindre sejlad i de regulerede områder.

Som det fremgår af tabel 3 og 4, er den gennemsnitlige sejltid i 1-, 3- og 12-sømileområderne relativt begrænset. Derfor vurderer vi, at der primært vil være adfærdsmæssige effekter, hvis reguleringen kommer til at omfatte Nordsø- eller Østersøområderne.

#### 4.3 Økonomiske konsekvenser for danske rederier

Det er vores vurdering, at det ikke kan betale sig for rederierne at ombygge skibe med åbne scrubbere til hybridskrubbere, hvis der indføres regulering i 1- og 3-sømileområderne, jf. tabel 5 og 6. Sejltiden er for kort til, at den lavere pris på HFO kan opveje en forholdsvis stor omstillingsomkostning. Derfor vil skibe med åbne scrubbere skifte til MGO. For skibe med hybridskrubbere kan det bedst betale sig at skifte til lukket drift.

Vi forventer derfor ikke, at de danske rederier har omstillingsomkostninger forbundet med regulering i 1- og 3-sømileområderne. De vil derimod stå overfor øgede driftsomkostninger som følge af lukket drift af hybridskrubbere og skift til MGO. Vi skønner de løbende omkostninger til at være ca. 300.000 kr. pr. år i 1-sømileområdet og 800.000 kr. pr. år i 3-sømileområdet.

Danske Maritime har påpeget, at mange rederier, der opererer kystnært, allerede har en politik om at skifte til lavsvovlsolie. Dette ikke er taget med i betragtningen, men det vil alt andet lige mindske omstillingsomkostningerne for rederierne.

Hvis reguleringen indføres i 12-sømileområdet, kan det potentielt betale sig for enkelte skibe at installere en hybridskrubber, men de fleste skibe med åbne scrubber vil skifte til MGO. Vi anslår, at det udløser omstillingsomkostninger for ca. 39 mio. kr., og at de løbende omkostninger vil udgøre ca. 20 mio. kr.

Vi vurderer, at det for skibe med hybridskrubber bedst kan betale sig at benytte scrubber i lukket tilstand fremfor at skifte til MGO. Vi forventer derfor ikke, at reguleringen vil ændre disse rederiers valg af en hybridskrubber i fremtidige skibe.

Vi forventer heller ikke, at rederier med skibe, hvor det bedst kan betale sig med åben scrubber, vil undlade at investere i en scrubber i fremtiden på baggrund af reguleringen. Vi vurderer, at sejltiden i reguleringsområderne er for kort til at påvirke investeringsbeslutningen.

Derfor antager vi, at rederierne vil investere i den samme fordeling af skibe med åbne og hybridskrubber fremadrettet. Det er inkluderet i de løbende omkostninger som afskrivninger af omstillingsomkostningerne.

Hvis reguleringen indføres i de noget større Nordsø- eller Østersøområder, fremgår det af tabel 5 og 6, at det vil udløse højere omkostninger for rederierne, og at det er økonomisk rentabelt for 13% henholdsvis 15% af skibene med åbne scrubber at ombygge til en hybrid løsning. Dog vil det for 16% af skibene i Nordsøen og 52% af skibene i Østersøen, der allerede har en hybridskrubber, være billigere at benytte MGO fremfor at benytte scrubber i lukket tilstand. Det er en konsekvens af, at der er forholdsvis store omkostninger forbundet ved at omstille fra udledning til ingen udledning af bleed-off i Nordsø- og Østersøscenarierne.

Vi estimerer, at omstillingsomkostningerne udgør henholdsvis ca. 348 og 237 mio. kr., mens de løbende omkostninger udgør henholdsvis ca. 148 og 68 mio. kr.

**Tabel 5. Økonomiske konsekvenser for danske rederier**

Model for regulering	Omstillingsomkostninger (mio. kr.)	Løbende omkostninger (mio. kr. pr. år)
1 sømil fra land	0	0,3
3 sømil fra land	0	0,8
12 sømil fra land	39	19,5
Nordsøen	348	147,4
Østersøen	237	68,0

Tabel 6. Ombygninger til hybridscrubber fra åben scrubber og andel med hybridscrubber efter regulering

Model for regulering	Ombygning fra åben til hybridscrubber	Hybridscrubber til MGO	Andel med hybridscrubber efter regulering
1 sømil fra land	0%	0%	57%
3 sømil fra land	0%	0%	57%
12 sømil fra land	3%	0%	33%
Nordsøen	13%	16%	40%
Østersøen	15%	52%	28%

### Usikkerhed

Da en række af de relevante input til beregningerne er behæftet med usikkerhed, har vi gennemført beregninger for alternative scenarier:

- **Scenarie 1.** Det er usikkert, hvor mange rederier der vil vælge at investere i at ombygge åbne scrubbere til hybridscrubbere. Det afhænger primært af prisspændet mellem HFO og MGO. I den første scenarieanalyse opgøres omkostningerne, hvis: a) prisen på HFO er 10% højere (mindre prisspænd), samt b) hvis prisen på MGO er 10% højere (større prisspænd).
- **Scenarie 2.** I hovedanalysen antager vi, at ejerne af skibene vælger den løsning, der er teknisk billigst.<sup>8</sup> I scenarie 2 beregner vi tre alternativer: a) Skibene sejler videre med den nuværende teknologi, dvs. at skibe med åbne scrubbere vælger MGO, og skibe med hybridscrubbere lukker scrubberen. b) Alle skibe vælger at sejle på MGO. c) Alle skibe vælger at sejle med (og om nødvendigt investere i) en lukket hybridscrubber.

Til illustration har vi vist resultaterne af analyserne af scenarierne for 12-sømil-reguleringsområdet i tabel 7. De alternative scenarier for de øvrige modeller for regulering fremgår af bilag A.

Analyserne for scenarie 1 viser, at i 12-sømileområdet har prisspændet mellem HFO og MGO mindre betydning for valget mellem ombygning og skift til MGO. Det vil stadig for størstedelen af skibene være for dyrt at omstille til hybridscrubber, hvis de ikke allerede har det.

Hvis rederierne ikke ændrer deres nuværende complianceteknologi, vil de løbende omkostninger være 8 mio. kr. højere pr. år end i hovedanalysen. Det illustrerer, at visse skibe i 12-sømil-reguleringsområdet vil have fordel af at omstille til hybridscrubber.

Det vil være væsentligt dyrere for de danske rederier alene at sejle på MGO. Her er de løbende omkostninger 14 mio. kr. højere pr. år end i hovedanalysen. Tilsvarende er det vores vurdering, at der er forhøjede omkostninger forbundet ved alene at benytte hybridscrubbere.

<sup>8</sup> Det skal iflg. Erhvervsministeriets *Vejledning om erhvervsøkonomiske konsekvensvurderinger* forudsættes, at berørte virksomheder agerer rationelt og med henblik på at maksimere virksomhedens profit.

Tabel 7. Økonomiske konsekvenser for danske rederier for 12-sømil-reguleringsområdet

Scenarier	Omstillingsomkostninger (mio. kr.)	Løbende omkostninger (mio. kr. pr. år)	Ombygning fra åben til hybridscrubber	Hybridscrubber til MGO	Andel med hybridscrubber efter regulering
Hovedanalyse, i alt	39	19,5	3%	0%	33%
<b>1. Prisspændet på HFO og MGO ændres</b>					
a) HFO stiger med 10%	39	17,0	3%	0%	33%
b) MGO stiger med 10%	54	22,2	6%	0%	35%
<b>2. Valg af efterlevelsesteknologi</b>					
a) Uændret teknologi	0	27,9	0%	0%	31%
b) MGO	0	33,7	0%	100%	0%
c) HFO og hybridscrubber	1.008	40,5	100%	0%	100%

#### 4.4 Økonomiske konsekvenser for danske udstyrsproducenter

Udstyrsproducenterne sælger deres produkter globalt, og det er ikke kun danske og danskejede skibe, der påvirkes af reguleringen.

Vores bedste skøn er, at der er i omegnen af 4-5 gange så mange skibe totalt set med farttid i områderne relativt til danske. Det baserer vi på OSPAR Quality Status Report (2023), som opgør antallet af skibe med åbne scrubbere i Østersøen. Det har ikke været muligt at få data for de øvrige områder.

I tabel 8 præsenterer vi vores vurdering af de økonomiske konsekvenser for danske udstyrsproducenter. Opgørelsen er baseret på, at de har en markedsandel på 10-15% og en overskudsgrad på ca. 10%. Disse nøgletal er baseret på dialog med industrieksperter. Vi bemærker, at indtjening er vanskelig at kvantificere, men det er påkrævet i en erhvervsøkonomisk analyse.

I 1- og 3-sømileområderne kan det ikke betale sig at omlægge fra åbne til hybridscrubbere. Derfor forventer vi ikke, at regulering af de områder vil påvirke udstyrsproducenterne.

For 12-sømileområdet vurderer vi, at de danske udstyrsproducenter står til at tjene mellem 0,4 og 2,4 mio. kr. ekstra i forbindelse med omstillingen. Det høje skøn er baseret på, at de udenlandske rederier har samme fordeling af omstillingsomkostninger og løbende omkostninger som de danske rederier. Det er sandsynligvis et overkantsskøn, da danske skibe har særlig høj sejltid i danske farvande. Det lave skøn er derfor alene baseret på omkostningerne for de danske rederier. De løbende indtægter vurderer vi til at være på 100.000 kr. eller mindre pr. år.

For regulering i Nordsøen anslår vi, at de danske udstyrsproducenter står til at tjene 2,1 til 11,4 mio. kr. i omstillingsindtægter og 100.000 til 400.000 kr. pr. år som løbende indtjening.

For regulering i Østersøen er de anslåede omstillingsindtægter 1,0 til 5,4 mio. kr. De løbende indtægter vurderer vi til at udgøre 200.000 kr. eller mindre pr. år.

I relation til vurderingerne af effekterne for udstyrsproducenterne er det værd at holde sig for øje, at producenterne opererer på et globalt marked, hvor dansk regulering spiller en begrænset rolle.

Vi bemærker også, at alle omstillingsindtægter ikke nødvendigvis falder i samme år.

**Tabel 8. Økonomiske konsekvenser for udstyrsproducenter**

Model for regulering	Omstillingsindtægter (mio. kr.)	Løbende indtægter (mio. kr. pr. år)
1 sømil fra land	0	0
3 sømil fra land	0	0
12 sømil fra land	0,4 til 2,4	≤0,1
Nordsøen	2,1 til 11,4	0,1 til 0,4
Østersøen	1,0 til 5,4	≤0,2



## Referencer

ICCT (2020) Air emissions and water pollution discharges from ships with scrubbers. Available at <https://theicct.org/publication/air-emissions-and-water-pollution-discharges-from-ships-with-scrubbers/>

ICCT (2023) Global update on scrubber bans and restrictions. POLICY UPDATE June 2023. [https://theicct.org/wp-content/uploads/2023/06/Scrubbers\\_policy\\_update\\_final.pdf](https://theicct.org/wp-content/uploads/2023/06/Scrubbers_policy_update_final.pdf)

IMO MEPC.259(68) - 2015 Guidelines for Exhaust Gas Cleaning Systems  
[https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MEPCDocuments/MEPC.259\(68\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MEPCDocuments/MEPC.259(68).pdf)

IMO MEPC.340(77) - 2021 Guidelines for Exhaust Gas Cleaning Systems  
<https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/Air%20pollution/MEPC.340%2877%29.pdf>

Oispova et al. (2021). Global scrubber washwater discharges under IMO's 2020 fuel sulfur limit  
<https://theicct.org/wp-content/uploads/2021/06/scrubber-discharges-Apr2021.pdf>

OSPAR (2023) Tabel fra e-mail modtaget 2. maj 2023 fra Anne Munch Christensen, Miljøministeriet.

UBA (2023) Environmental Impacts of Discharge Water from Exhaust Gas Cleaning Systems on Ships. Final report of the project ImpEx. <https://www.umweltbundesamt.de/en/publikationen/environmental-impacts-of-discharge-water-from>

Ytreberg et al. (2022), Metal and PAH loads from ships and boats, relative other sources, in the Baltic Sea. Marine Pollution Bulletin, 182.

## Bilag A. Scenarieanalyser

I dette appendiks viser vi konsekvenserne af de alternative scenarier for alle modeller for regulering.

Tabel 9. Økonomiske konsekvenser for danske rederier. Scenarie, hvor prisen på HFO stiger med 10%

	Omstillings- omkostninger (mio. kr.)	Løbende omkostninger (mio. kr. pr. år)	Ombygning fra åben til hybridscrubber	Hybrid- scrubber til MGO	Andel med hybrid- scrubber efter regulering
1 sømil fra land	0	0,2	0%	0%	57%
3 sømil fra land	0	0,7	0%	0%	57%
12 sømil fra land	39	17,0	3%	0%	33%
Nordsøen	328	136,5	9%	17%	38%
Østersøen	237	63,2	15%	52%	28%

Tabel 10. Økonomiske konsekvenser for danske rederier. Scenarie, hvor prisen på MGO stiger med 10%

	Omstillings- omkostninger (mio. kr.)	Løbende omkostninger (mio. kr. pr. år)	Ombygning fra åben til hybridscrubber	Hybrid- scrubber til MGO	Andel med hybrid- scrubber efter regulering
1 sømil fra land	0	0,3	0%	0%	57%
3 sømil fra land	0	1,0	0%	0%	57%
12 sømil fra land	54	22,2	6%	0%	35%
Nordsøen	753	136,3	31%	13%	51%
Østersøen	263	73,0	20%	46%	33%

Tabel 11. Økonomiske konsekvenser for danske rederier. Scenarie, hvor rederierne ikke skifter teknologi

	Omstillings- omkostninger (mio. kr.)	Løbende omkostninger (mio. kr. pr. år)	Ombygning fra åben til hybridscrubber	Hybrid- scrubber til MGO	Andel med hybrid- scrubber efter regulering
1 sømil fra land	0	0,3	0%	0%	57%
3 sømil fra land	0	0,8	0%	0%	57%
12 sømil fra land	0	27,9	0%	0%	31%
Nordsøen	154	171,7	0%	0%	40%
Østersøen	142	88,4	0%	0%	50%

Tabel 12. Økonomiske konsekvenser for danske rederier. Scenarie hvor alle rederier skifter til MGO

	Omstillings- omkostninger (mio. kr.)	Løbende omkostninger (mio. kr. pr. år)	Ombygning fra åben til hybridscrubber	Hybrid- scrubber til MGO	Andel med hybrid- scrubber efter regulering
1 sømil fra land	0	0,4	0%	100%	0%
3 sømil fra land	0	1,1	0%	100%	0%
12 sømil fra land	0	33,7	0%	100%	0%
Nordsøen	0	380,5	0%	100%	0%
Østersøen	0	174,5	0%	100%	0%

Tabel 13. Økonomiske konsekvenser for danske rederier. Scenarie, hvor alle rederier skifter til hybridscrubber

	Omstillings- omkostninger (mio. kr.)	Løbende omkostninger (mio. kr. pr. år)	Ombygning fra åben til hybridscrubber	Hybrid- scrubber til MGO	Andel med hybrid- scrubber efter regulering
1 sømil fra land	512	16,8	100%	0%	100%
3 sømil fra land	512	17,0	100%	0%	100%
12 sømil fra land	1.008	40,5	100%	0%	100%
Nordsøen	1.401	136,2	100%	0%	100%
Østersøen	1.148	78,7	100%	0%	100%