

# Sjömil

## Sjöfart, miljö och ekonomi

Anna Mellin



## Förord

VTI notat 6-2010 ger en överblick av sjöfartens miljöpåverkan och vilka styrmedel som finns idag för att begränsa den. Slutligen ges förslag på forskningsområden som är intressanta att studera vidare utifrån ett samhällsekonomiskt perspektiv.

Projektet SJÖMIL har pågått mellan februari och oktober 2009. Färdigställandet av VTI notat 6-2010 har genomförts under februari/mars 2010.

Stockholm mars 2010

*Anna Mellin*  
*Projektledare*

## Kvalitetsgranskning

Intern peer review har genomförts den 11 november 2009 av utredningsledare Inge Vierth. Anna Mellin har genomfört justeringar av slutligt rapportmanus 15 februari 2010. Projektledarens närmaste chef, Gunnar Lindberg, har därefter granskat och godkänt publikationen för publicering 1 mars 2010.

## Quality review

Internal peer review was performed on 11 November 2009 by senior analyst Inge Vierth. Anna Mellin has made alterations to the final manuscript of the report on 15 February, 2010. The research director of the project manager Gunnar Lindberg examined and approved the report for publication on 1 March 2010.

## Innehållsförteckning

Tabellförteckning .....	5
Figurförteckning.....	5
Sammanfattning .....	7
Summary .....	9
1 Inledning .....	11
2 Bakgrund .....	12
3 Sjöfartens miljöpåverkan .....	15
3.1 Bunkerbränsle och luftburna utsläpp .....	15
3.2 Oljeutsläpp.....	16
3.3 Införande av främmande arter via barlastvatten .....	16
3.4 Utsläpp till havet – via bottenfärg och avfall.....	17
3.5 Stranderosion .....	17
3.6 Skrotning av fartyg.....	18
4 Styrmedel och regleringar.....	19
4.1 Befintliga styrmedel och regleringar .....	19
4.2 Styrmedel under diskussion inom IMO och EU .....	23
5 Aktuella och kommande forskningsområden .....	25
Referenser.....	27



## Tabellförteckning

Tabell 1	Kväveoxidsdifferentieringen av de svenska farledsavgifterna .....	19
Tabell 2	Nya svaveldirektiv från IMO .....	21
Tabell 3	IMO:s reglering av NO <sub>x</sub> utsläpp .....	21

## Figurförteckning

Figur 1	Godstransportarbetet i Sverige (svenskt territorium) uppdelat per trafikslag.....	12
Figur 2	Antal tonkilometer inrikes och utrikes i Sverige (inom svenskt territorium .....	13
Figur 3	Antal personkilometer inrikes och utrikes i Sverige (inom svenskt territorium).....	13
Figur 4	Transportarbetet i EU-27 i miljarder tonkm. Sjöfarten visar enbart inhemsk samt transporter mellan EU-27. ....	14
Figur 5	Personkilometer till sjöss inom och mellan EU-27.....	14
Figur 6	Överföring av organismer via fartygens barlastvatten. ....	17
Figur 7	Nordamerikas förslag till ECA. ....	22



## **Sjömil – sjöfart, miljö och ekonomi**

av Anna Mellin

VTI

581 95 Linköping

### **Sammanfattning**

Den här rapporten ger en överblick av den inverkan sjöfarten har på olika miljöområden. De aspekter som tas upp är luftburna utsläpp från förbränning av bunkerbränsle, oljeutsläpp, införandet av främmande arter via ballastvattnet, utsläpp av giftiga kemikalier till den marina miljön via bottenfärger och avfall, stranderosion samt skrotning av fartyg. Vidare presenteras olika styrmedel och regleringar som finns idag och som syftar till att begränsa sjöfartens miljöpåverkan, på lokal, nationell, EU- samt internationell (internationella sjöfartsorganet IMO) nivå. Även några styrmedel som är under diskussion inom EU och IMO för att begränsa emissionsutsläppen, till exempel ett handelssystem med utsläppsrätter för koldioxid, presenteras. Slutligen ges förslag på fortsatta forskningsfrågor med samhällsekonomisk relevans inom området, utifrån det material som presenterats i rapporten. De frågeställningar som är aktuella är som följer: En handbok över riktlinjer för beräkningar och värderingar av sjöfartens externa effekter, analyser av styrmedelseffekter på emissionsspridning, utformandet och konsekvenserna av ett handelssystem med utsläppsrätter för koldioxid samt koldioxiddifferentierade farledsavgifter.



## **Nautical mile – Shipping, environment and economy**

by Anna Mellin

VTI (Swedish National Road and Transport Research Institute)

SE-581 95 Linköping Sweden

### **Summary**

This report provides an overview of the environmental impact of shipping. The environmental issues covered in this report are airborne emissions from the combustion of bunker fuel, oil spills, introduction of alien species through ballast water, discharges of toxic chemicals into the marine environment from anti-fouling systems and waste, shoreline erosion and dismantling of ships. This is followed by a presentation of various policy measures that exist today and seek to limit the environmental impact of shipping, at local, national, EU and international (International Maritime Organization, IMO) level. Furthermore, instruments that are under discussion within the EU and IMO, e.g. a maritime emission trading scheme, are presented. Finally, further research questions with socio-economic relevance are suggested based on the material presented in this report. The questions under consideration are as follows: Guidelines for the calculation and valuation of maritime externalities, analysis of policy instrument impact on the emission dispersion, the design and consequences of an emission trading scheme for carbon dioxide as well as carbon dioxide differentiated fairway dues.



## 1 Inledning

Syftet med det här dokumentet är att skapa en inblick i hur sjöfartens miljöpåverkan ser ut idag och vilka forskningsområden som är aktuella framöver och som kan relateras till VTI:s transportekonomiska verksamhet. Det här dokumentet ska ligga till grund för fortsatt forskning och utredning som knyter samman områdena sjöfart, miljö och ekonomi.

Underlaget till det här PM:et har främst inhämtats genom en litteraturstudie. Litteraturstudien har kompletterats med kontakt med olika nyckelpersoner samt deltagande i konferenser och seminarium för att få uppdaterad information kring vad som händer inom området sjöfart, miljö och ekonomi samt att bygga upp ett kontaktnät inför fortsatt arbete. Deltagande har skett på följande konferenser och seminarium: *Miljöseminarium om sjöfartens miljöåtgärder* arrangerat av Sjöfartsforum i Göteborg mars 2009; *International Association of Maritime Economists (IAME)* konferens i Köpenhamn juni 2009 och *LNG och sjöfart* seminarium arrangerat av Svenska Gasföreningen och Sveriges Redareförening i Stockholm september 2009.

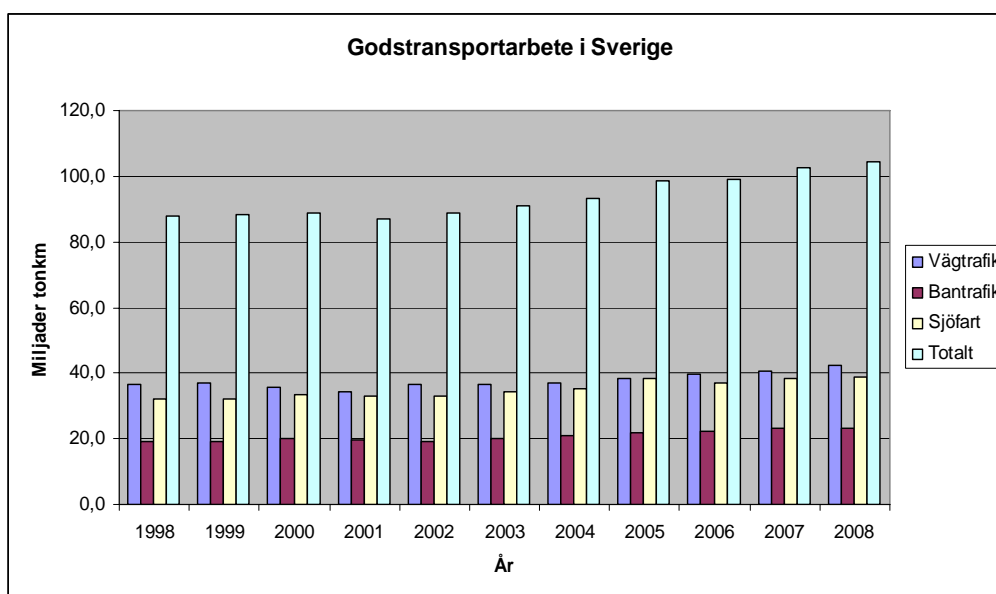
Den här rapporten börjar med en bakgrund till hur den internationella sjöfartsflottan och fartygsaktiviteterna i Sverige och EU ser ut idag i *kapitel 2*. Vidare i *kapitel 3* ges en överblick av de områden där sjöfarten bidrar med en betydande miljöpåverkan, för att sedan i *kapitel 4* belysa vilka styrmedel och regleringar som finns idag för att begränsa sjöfartens miljöpåverkan, med fokus på luftburna utsläpp. Slutligen görs i *kapitel 5* även en utblick över vilka forsknings- och utredningsområden, kopplade till samhälls-ekonomi, som är aktuella idag och som kan vara viktiga framöver inom detta område.

## 2 Bakgrund

Den internationella fartygsflottan idag (2007) består av 96 000 fartyg med en bruttodräktighet över 100 bruttoton (BT), vilket oftast är den gräns som används vid statistik och analyser av den internationella sjöfarten då dessa ska vara registrerade med IMO-nummer (Endresen et al., 2008; Transportstyrelsen, 2009-10-26). Av dessa utgörs ungefär hälften av fartyg som fraktar gods, inklusive passagerarfartyg som oftast också fraktar en viss mängd gods. Övriga fartyg är av icke-handlande karaktär såsom t.ex. försörjnings-, fiske-, sjömättnings- och bogseringsfartyg (Endresen et al., 2008).

Sjöfarten står för drygt 75 procent av alla godstransporter internationellt, mätt i tonkilometer (tonkm), respektive runt 60 procent av det ekonomiska värdet (IMSF, 2009-10-09).

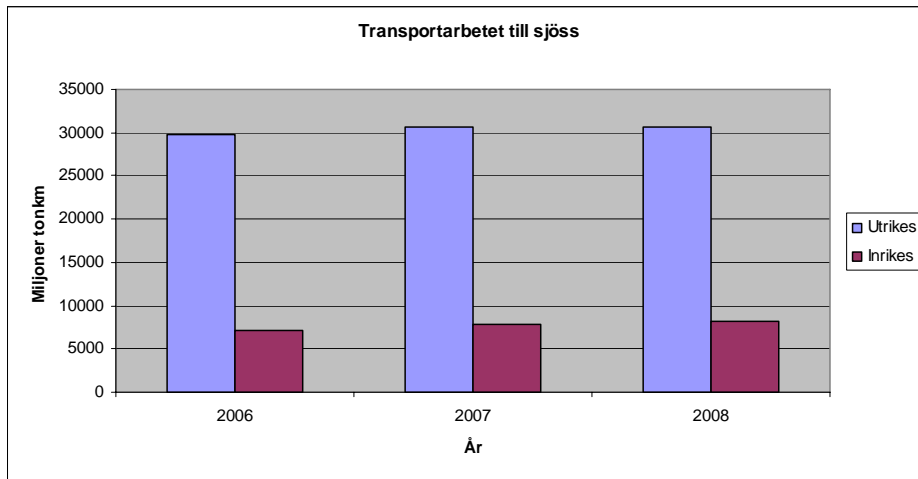
I Sverige står också sjöfarten för den största andelen av godstransporterna. I Figur 1 visas utvecklingen av godstransportarbetet i Sverige uppdelat per trafikslag. Figuren visar dock endast transportarbetet av svensk import och export samt inrikes transporter som utförts inom svenskt territorium. Över de senaste åren, mellan 1998 och 2008, har det totala transportarbetet ökat med ca 19 procent, medan fördelningen mellan de olika trafikslagen har varit relativt stabil och sjöfarten spelar en viktig roll.



Figur 1 Godstransportarbetet i Sverige (svenskt territorium) uppdelat per trafikslag.

Källa: SIKA (2009-10-21)

Sjöfarten är framförallt viktig vid gränsöverskridande transporter. Detta illustreras av statistiken som visas i Figur 2 och 3 nedan över transportarbetet i tonkm och antalet personkm uppdelat på inrikes och utrikes trafik.



Figur 2 Antal tonkilometer inrikes och utrikes i Sverige (inom svenskt territorium).

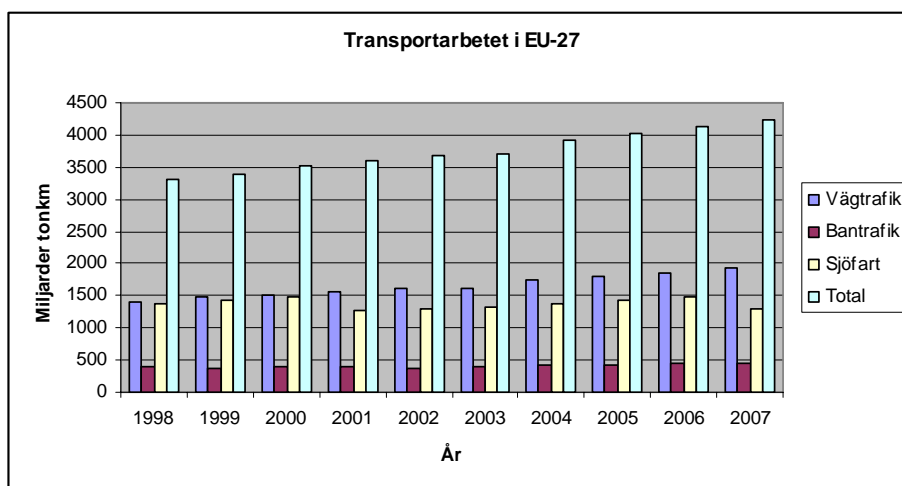
Källa: SIKA Statistik (2009)



Figur 3 Antal personkilometer inrikes och utrikes i Sverige (inom svenskt territorium).

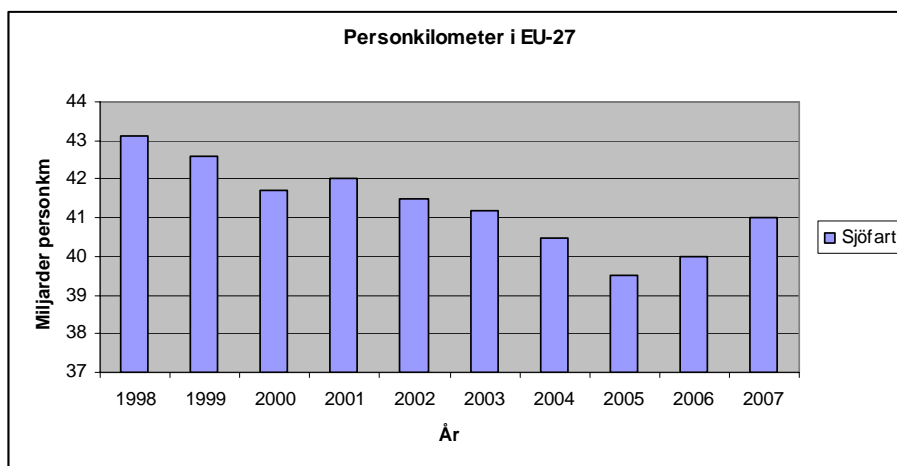
Källa: SIKA Statistik (2009)

Figur 4 och 5 nedan visar transportarbetet i tonkm och antalet personkm inom och mellan länderna i EU-27.



Figur 4 Transportarbetet i EU-27 i miljarder tonkm. Sjöfarten visar enbart inhemsk samt transporter mellan EU-27.

Källa: Europeiska kommissionen (2009-10-28a)



Figur 5 Personkilometer till sjöss inom och mellan EU-27.

Källa: Europeiska kommissionen (2009-10-28b)

Statistiken som presenterats ovan visar på sjöfartens viktiga roll i transportsystemet. Men detta innebär även att sjöfarten ger upphov till en betydande inverkan på miljön. Miljöfrågor som har uppmärksammats inom sjöfarten har bl.a. varit oljeutsläpp, svavel och kväveoxidsproblematiken och nu senast är det klimatfrågan som tillslut även har uppmärksammats inom sjöfarten. För även om sjöfarten har en stor potential att vara energieffektiv, så skiljer sig effektiviteten stort mellan olika fartygstyper. I följande kapitel ges en överblick över sjöfartens miljöpåverkan.

### 3 Sjöfartens miljöpåverkan

När man pratar om sjöfarten och dess miljöpåverkan kan det lätt framstå som en mycket homogen grupp, så är dock inte fallet. Inom sjöfartssegmentet finns det en mängd olika processer som verkar. Om vi avgränsar oss till själva fartygen, är det även här en rik variation av olika fartygstyper som uppfyller olika syften. Det är därför svårt att ange t.ex. generella nivåer på utsläpp per tonkm utifrån ett standardiserat fartyg. Nedan följer en presentation av de områden där fartyg bidrar med en betydande påverkan på miljön.

#### 3.1 Bunkerbränsle och luftburna utsläpp

Det vanligaste är idag att fartyg använder sig av dieselmotorer och kör på marina tjeckolja (Heavy Fuel Oil). Detta är en restprodukt från raffinaderierna som är trögflytande och rik på kolväten och svavel. Sjöfarten konsumerar stora mängder bränsle och detta utgör ett billigt alternativ. De främsta luftburna utsläppen från de marina bunkerbränslena är svaveldioxid ( $\text{SO}_2$ ), kväveoxider ( $\text{NO}_x$ ) och koldioxid ( $\text{CO}_2$ ). Det bildas även cancerogena polycykliska aromater (PCA) som har betydande hälsopåverkan (Ahlbom och Duus, 2003).

Mängden luftburna utsläpp per fartygskilometer beror på förbränningsprocessen och förbrukningen av bränsle som i sin tur främst beror på fartygets fart och utformning. Enligt Stopford (2007) och Wijnołst och Wergeland (1997) refererade till i (Endresen et al., 2008) kan en hastighetssänkning på 2–3 knop (motsvarande 3,7–5,6 km/h) under s.k. *design speed* generera en halvering av den dagliga bunkeråtgången för ett fartyg. Oftast brukar man jämföra olika trafikslags emissioner utifrån utsläpp per tonkm, i dessa fall är även lastkapaciteten av stor betydelse, där ex. tankfartyg har en mycket mer lasteffektiv utformning än RoRo-fartyg som fraktar mer luft. Den större delen av sjöfartens utsläpp hamnar oftast utanför nationell statistik eftersom sjöfarten är internationell. Detta är en anledning till att det statistiska underlaget för de globala utsläppen är relativt osäkert. Sjöfartens utsläpp beräknas främst med två olika metoder; antingen baserat på statistik över försäljning av bunkerbränsle eller utifrån aktivitetsbaserade modeller. Den senare metoden beräknar bränslekonsumtionen baserat på världsflorens storlek och data över sjöfartsaktiviteter (ex. baserat på AIS-data<sup>1</sup>) samt uppgifter om fartygens motoreffekt (Endresen et al., 2008). Utsläppen beräknas sedan utifrån bränslekonsumtionen genom s.k. emissionsfaktorer. Resultaten utifrån olika studier och metoder visar på relativt stora skillnader mellan metoderna för både historiska och aktuella utsläpp. Detta har lett till att det idag finns en diskussion bland forskare om nivåerna på sjöfartens utsläpp och hur de bör beräknas på bästa sätt (Endresen et al., 2008). På EU nivå pågår det just nu ett projekt inom CEN<sup>2</sup> med att ta fram standardiserade beräkningsmetoder för bl.a. godstransporters utsläpp av växthusgaser (CEN, 2010-02-11).

Svavel- och kväveoxiderna påverkar miljön framförallt genom försurning, men de ger även upphov till betydande hälsoeffekter genom bildandet av partiklar. Sjöfartens emissioner har länge setts som något som sker långt ute till havs och därför inte påverkar människor i någon större grad. Det har i studier (ex. Corbett et al., 1999) påvisats att större delen av utsläppen, 70–80 procent, görs i hamn eller kustnära områden inom 400 km från land. Dessa utsläpp har visat sig ha en stor inverkan på

<sup>1</sup> Automatic Identification System, ett system som gör det möjligt att följa fartygs rörelser i realtid. Informationen består bl.a. av fartygets identitet, geografiska position samt kurs och fart.

<sup>2</sup> European Committee for Standardization.

människors hälsa vilket har skapat stor uppmärksamhet och skärpta regleringar (Corbett et al., 2007). Skärpta regleringar har bl.a. införts av IMO genom att upprätta emissionskontrollområden i norra Europa<sup>3</sup> (Emission Control Area, ECA.) Även i Nordamerika har det tagits initiativ till att införa ett ECA med extra strikta krav för utsläpp av SO<sub>2</sub> och NO<sub>x</sub> för att skydda miljön och människors liv och hälsa. I Sverige stod sjöfarten för 13 procent av det nedfallna svavlet och för 16 procent av kväveoxidnedfallet 2002 (Ahlbom och Duus, 2003).

CO<sub>2</sub> bidrar till den globala uppvärmningen och utsläppen är direkt beroende av kolhalten i det bränsle som används. Totalt sett släpper sjöfarten ut relativt stora mängder CO<sub>2</sub>. Uppgifter kring sjöfartens totala utsläpp är osäkra, men år 2007 beräknas (aktivitetsbaserat) de totala CO<sub>2</sub>-utsläppen från internationell och nationell sjöfart ha uppgått till drygt 1 050 miljoner ton. Detta motsvarar ungefär tre procent av de totala globala CO<sub>2</sub>-utsläppen (Buhaug et al., 2009)

### 3.2 Oljeutsläpp

Tidigare har ett av de mest uppmärksammade miljöproblemen förknippat med sjöfart varit oljeutsläpp. Framförallt har läckage från olyckor uppmärksammats, men det finns även problem med fartygsbesättningar som tömmer sina tankar med oljeinblandat innehåll rakt ut i havet, såsom länsvatten och spillolja eller vid rengöring av tankarna. Detta trots att det finns internationella regleringar sedan 20 år som förbjuder dylika handlingar. För att minska riskerna för läckage vid olyckor har IMO antagit en striktare reglering som kräver dubbelskrov.

Många fartyg saknar oljeavskiljare till länsvattnet<sup>4</sup>, vilket innebär att det blir stora mängder vätska som innehåller olja och som skall lämnas in i hamn för rening. Hamnar runt Östersjön får enligt Helsingforskommissionen (HELCOM<sup>5</sup>) inte ta ut någon extra ersättning för detta uppdrag som de är skyldiga att utföra. Bristen på oljeavskiljare och de stora mängder länsvatten etc. som fartygen vill bli av med har dock lett till att flera hamnar har infört restriktioner för hur mycket de tar emot från varje fartyg. Reningen väl i hamn har också i flera fall visat sig vara bristfällig (Ahlbom och Duus, 2003).

### 3.3 Införande av främmande arter via barlastvatten

En annan frågeställning som förknippats med sjöfartens miljöpåverkan är införandet av främmande arter via barlastvattnet och fartygsskrovet. Det är framförallt små organismer som transporteras världen över och släpps ut i främmande miljöer, detta är ett av de allvarligaste hoten mot de marina ekosystemens biodiversitet. Det beror på att effekten av införandet av främmande arter oftast är irreversibelt. Då främmande arter inte har några naturliga fiender kan det leda till flera olika problem, ex. ökad konkurrens om mat och resurser, samt övergödning. Det finns många exempel på kraftiga effekter av införandet av främmande arter, ett är införandet av den Nordamerikanska maneten *Mnemiopsis leidyi* i Svarta havet. Införandet av den här maneten har inneburit att planktonet har försvunnit och därmed bidragit till att hela det kommersiella fisket i Svarta havet har kollapsat (Globallast, 2009-09-28). Idag finns dock en begränsad

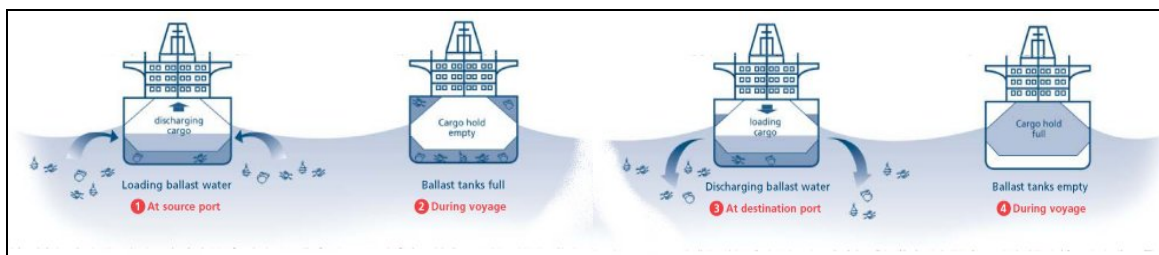
---

<sup>3</sup> Se mer under rubriken Styrmedel och regleringar.

<sup>4</sup> Det vatten som av olika ursprung samlas i maskinrumskölen ombord på fartyg (Kustbevakningen, 2010-02-15).

<sup>5</sup> HELCOM är en överenskommelse mellan Östersjöländerna.

kunskap om effekterna på ekosystemen och interaktionen mellan antropogent beteende och ekosystemens respons (Norwegian ministry of the environment, 2009).



Figur 6 Överföring av organismer via fartygens ballastvatten.

Källa: Globallast (2009-09-28)

För att minska spridning av främmande arter finns det olika tekniker och metoder för att tömma ballastvattnet. Den metod som IMO föreskriver och som anses vara en av de bästa idag av tillgängliga metoder är att byta ut ballastvattnet ute till havs. Detta innebär dock säkerhetsrisker för fartyget, samt att det inte är ett 100 procentigt skydd. Kritiker hävdar t.o.m. att det skulle generera en ökad spridning av främmande arter (Globallast, 2009-09-28).

Det finns alternativa metoder, men kring dessa behövs ytterligare forskning och utveckling. Alternativen utgörs av:

- *Mekanisk behandling*, genom ex. filter
- *Fysisk behandling* genom sterilisering via ex. ozon och värmebehandling
- *Kemisk behandling*, genom att använda biocider
- Alternativt kombinationer av ovanstående metoder (Globallast, 2009-09-28).

### 3.4 Utsläpp till havet – via bottenfärg och avfall

Utsläpp av toxiska kemikalier, ex. tennföreningar som tributyltenn (TBT), från bottenfärg på fartygens skrov är ett annat miljöproblem för sjöfarten. Det finns flera olika förslag på miljövänligare alternativ, men det har än så länge varit svårt att finna alternativ som lika effektivt motverkar beväxtning på skrovet. Den ökade beväxningen leder till ökad friktion vilket i sin tur innebär en högre energiförbrukning för att framföra fartyget (Ahlbom och Duus, 2003). Avfall från fartyg bidrar också till utsläpp till havsmiljön. Dessa avfall kan generera flera olika problem. Till exempel kan det leda till övergödning, vid utsläpp av svartvatten från septiktankar<sup>6</sup>, eller utsläpp av giftiga ämnen från dumpning av farligt avfall överbord.

### 3.5 Stranderosion

Ett område som det inte har forskats så mycket kring är de ekonomiska värderingarna och styrmedel av fartygs påverkan på stranderosion. I Sverige är det Statens geotekniska institut (SGI) som har ansvar för samordning av stranderosionsfrågor, med målet att

<sup>6</sup> Det vill säga avfall från toaletter.

minska erosionen i Sverige (SGI, 2009-10-21). Den yta som avses när man pratar om stranderosion är till den nivå vid kustområden eller kustzoner som de högsta vågorna når. Stranderosion är en naturlig process som inte bara för bort material från kusten, utan även omplacera material. Den mänskliga påverkan kan påskynda, förflytta eller eventuellt minska processen (Rankka och Rankka, 2003). Stranderosionen är delvis ett naturmiljöproblem genom att den biologiska mångfalden minskar när stränderna omvandlas till sterila sten- och grusområden, men även och kanske främst ett socioekonomiskt problem genom att boende och ägare drabbas av förstörda bryggor och sjönära anläggningar. Fartyg påverkar erosionsprocessen genom att de ger upphov till vågor, vattenståndsvariationer och strömmar. Fartyg på djupt vatten producerar s.k. kelvinvågor, när dessa vågor kommer in på grundare vatten blir de kortare men samtidigt högre. Vågornas utbredningshastighet beror på fartygets hastighet, vilket innebär att snabbgående fartyg genererar högre och kraftigare vågor än långsammare fartyg (Rankka och Rankka, 2003). Hastigheten är den viktigaste faktorn för hur stor erosionsskadan blir. Fartygens skrovform spelar dock också in (Granath, 2004). Deplacerande fartyg ger även upphov till vattenståndsvariationer genom att de följs av en avsänkning. Avsänkningen kan leda till instabilitet i sedimentet vid höjdskillnader på botten, vilket kan generera erosion samt ras/skred. Jetstrålar från fartygens motorer kan också ha en eroderande effekt (Andersson et al., 2008). Effektsambanden mellan fartygens framfart och dess inverkan på stränder finns det relativt god kunskap om och det finns även modeller för att analysera dessa effekter (Rankka och Rankka, 2003).

### 3.6 Skrotning av fartyg

Skrotning av fartyg leder till både hälso- och miljöpåverkan. Framförallt är det bristen på återvinning som är problemet. I många fall säljs fartygen vidare när de blir äldre och till slut körs de upp på en strand (s.k. strandning) i framförallt Indien, Pakistan och Bangladesh. Till dessa länder skickas över 80 procent av alla större fartyg (i tonnage) för skrotning (Europeiska kommissionen, 2008). I dessa länder råder dåliga arbetsvillkor och svaga miljökrav (Europeiska kommissionen, 2008, Shipbreaking, 2009-10-28). Det finns anläggningar för skrotning med bättre standarder i ex. Kina och inom EU men dessa har en mycket låg marknadsandel (Europeiska kommissionen, 2008). Av de farliga substanser som frigörs vid skrotning återfinns bl.a. olja, tungmetaller (ex. bly, kvicksilver och kadmium) polycykliska aromatiska kolväten (PAH) vilka är cancerogena, PCB, TBT som är en aggressiv biocid som tidigare tillåtits att användas i bottenfärger (antifoulingprodukter) samt asbest (Shipbreaking, 2009-10-28).

## 4 Styrmedel och regleringar

### 4.1 Befintliga styrmedel och regleringar

#### *Emissioner*

##### **Miljödifferenterade farleds- och hamnavgifter**

I Sverige behöver fartyg som lastar eller lossar last, eller lämnar eller hämtar passagerare betala farledsavgifter vid utnyttjandet av de svenska farlederna (Sjöfartsverket, 2008). Dessa avgifter används för att finansiera Sjöfartsverkets aktiviteter t.ex. underhåll av befintlig infrastruktur och investeringar i ny. De svenska farledsavgifterna består av två delar, en baseras på mängden gods som lastas och lossats i svenska hamnar<sup>7</sup> medan den andra baseras på fartygets bruttodräktighet. Den sistnämnda delen är sedan 1998 differentierad beroende på fartygens utsläpp av kväve- och svaveloxider (Swahn, 2002).

Den bruttodräktighetsbaserade farledsavgiften tas ut som en avgift per bruttoton och nivån skiljer mellan 0,80 och 2,05 kronor per ton beroende på fartygstyp vilket syns i Tabell 1 i den nedersta grå raden. Kväveoxidsdifferentieringen innebär en reduktion av den bruttodräktighetsbaserade farledsavgiften. Reduktionen utgör en linjärskala som börjar gälla vid utsläpp om 10 g/kWh ner till 0,5 g/KWh se (vilket är väsentligt lägre än vad IMO:s Tier III kommer att kräva, se Tabell 3) där de som uppfyller de lägsta kraven är befriade från avgiften (Sjöfartsverket, 2008). Tabell 1 visar avgifterna vid respektive utsläppsnivå.

*Tabell 1 Kväveoxidsdifferentieringen av de svenska farledsavgifterna.*

Utsläppsnivå NO <sub>x</sub> (g/kWh)	Passagerarfartyg och järnvägsfärjor (kr/ton)	Kryssningsfartyg (kr/ton)	Övriga fartyg (kr/ton)
0–0,49	0	0	0
0,5–0,90	0,15	0,03	0,25
1,00–1,90	0,40	0,08	0,61
2,00–2,90	0,63	0,16	0,77
3,01–3,90	0,77	0,24	0,93
4,01–4,90	0,91	0,32	1,09
5,01–5,90	1,05	0,40	1,25
6,01–6,90	1,19	0,48	1,41
7,01–7,90	1,33	0,56	1,57
8,01–8,90	1,47	0,64	1,73
9,01–9,90	1,61	0,72	1,89
10,00–	1,80	0,80	2,05

Källa: Sjöfartsverket (2008)

<sup>7</sup> Avgiften för lastat och lossat gods är 3,05kr/ton, undantaget lågvärdig last i bulk (ex. sand, granit, järnmalm och kalksten) där en avgift på 0,80 kr/ton gäller (Sjöfartsverket, 2008).

Svaveldifferentieringen innebär ett påslag på farledsavgiften. De fartyg som kan verifiera att de alltid använder lågsvavligt marint bränsle får en lägre eller ingen extra kostnad. De fartyg som använder marint bränsle som överskrider svavelhalten 0,5 viktsprocent betalar en extra taxa om 0,70 kr/ton. De som använder bränsle med lägre svavelhalt mellan 0,5 och 0,2 betalar 0,20 kr/ton medan de som använder ännu lågsvavligare bränsle, dvs. under 0,2 viktprocent, är undantagna svavelavgiften helt (Sjöfartsverket, 2008).

### **Differentierade hamnavgifter**

Utifrån en trepartsöverenskommelse från år 1996 mellan Sveriges Redareförening, Sjöfartsverket och Sveriges hamnar infördes differentierade hamnavgifter. Detta är en frivillig åtgärd för varje hamn, och även utformningen av differentiering är upp till varje hamn att designa. Därav skiljer sig systemen åt mellan de 33 hamnar som valt att införa incitamentet för att minska utsläppen av svavel och/eller kvävoxider (Mellin och Rydhed, 2008). Generellt kan sägas att differentieringarna är lägre för hamnavgifterna än farledsavgifterna, dock är det svårt att veta exakt vilka avgifter som tas ut av hamnarna då hamnavgifterna ofta är förhandlingsbara (Mellin och Rydhed, 2008).

### **Norska NO<sub>x</sub>-fonden**

I Norge har man infört ett annat styrmedel, en så kallas NO<sub>x</sub>-fond, för att minska utsläppen av just NO<sub>x</sub>. Norska rederier och landbaserad industri betalar idag en skatt på 15,39 NOK per kilo NO<sub>x</sub>. NO<sub>x</sub>-skatten infördes i Norge i början på 2007 som ett steg för att kunna uppnå sina åtaganden enligt Göteborgsprotokollet<sup>8</sup> (NHO, 2009-10-15, Norwegian directorate of customs and excise, 2008). De företag som undertecknade ett miljöavtal med staten, innan den första juli 2008, om att rena sina NO<sub>x</sub>-utsläpp slipper betala skatten. Istället betalar de 4 NOK/kilo NO<sub>x</sub> till en fond som ska användas för att investera i NO<sub>x</sub>-reducerande åtgärder. Pengarna i fonden går tillbaka till de företag som signerat miljöavtalet. Stöd från fonden kan ansökas om när man har genomfört åtgärder och dokumenterat att man minskat sina utsläpp. Det ekonomiska stödet betalas vid godkännande ut per reducerat kilo NO<sub>x</sub> enligt ett upprättat system. Hittills har drygt 530 företag ingått i miljöavtalet (NHO, 2009-10-15).

### **IMO:s Annex VI till MARPOL konventionen**

IMO antog nya regleringar för sjöfartsemissioner på det 58:e miljökommittémötet den 9 oktober år 2008. Detta innebär en revidering av bilaga VI i MARPOL konventionen<sup>9</sup> som reglerar sjöfartens luftburna utsläpp internationellt. Regleringarna, som visas i Tabell 2 nedan, är uppdelade inom respektive utanför så kallade svavelkontrollområden (SECA<sup>10</sup>). Idag finns det två svavelområden, dessa är både belägna i norra Europa och innefattar Östersjön samt Nordsjön och Engelska kanalen (IMO, 2008). Utanför SECA

---

<sup>8</sup> EU Protokoll som syftar till att minska försurning, övergödning och marknära ozon. Fyra föroreningar som orsakar problemen behandlas, svavel, kvävoxider, ammoniak och flyktiga organiska ämnen, VOC. Målet är att inom Europa minska utsläppen från 1990 års nivå med 63 procent (SO<sub>x</sub>), 41 procent (NO<sub>x</sub>), 40 procent (VOC) and 17 procent (Ammoniak) till år 2010.(UNECE, 2009-11-02).

<sup>9</sup> International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 relating thereto (MARPOL).

<sup>10</sup> Sulphur Emission Control Area.

är målet att sänka svavelhalten till 0,5 viktprocent år 2020, men en översyn kommer att genomföras av en av IMO tillsatt expertgrupp senast år 2018 för att undersöka ifall det finns tillräckligt med lågsvavligt bränsle för att uppfylla kraven. Om så ej visar sig vara fallet kommer den nya svavelhalten att gälla från år 2025 istället (IMO, 2008).

Tabell 2 Nya svaveldirektiv från IMO.

	Inom SECA	Utanför SECA
<b>Idag</b>	1,5 viktprocent	4,5 viktprocent
<b>IMO:s nya regler</b>		
<b>2010-07-01</b>	1,0 viktprocent	
<b>2012</b>		3,5 viktprocent
<b>2015</b>	0,1 viktprocent	
<b>2020 / 2025<sup>11</sup></b>		0,5 viktprocent

Källa: IMO (2009-09-24)

Ovanstående nämnda revidering av MARPOL konventionen innefattar även uppdateringar av kväveregleringarna. Tidigare fanns kravet som nu kallas för Tier 1, dvs. fas 1, men liksom för svavelhalterna införs en successiv skärpning. Regleringen sätter gränser för marina dieselmotorers utsläpp av kväveoxider (mätt i totalvikt av kvävedioxid). Se följande Tabell 3:

Tabell 3 IMOs reglering av NO<sub>x</sub> utsläpp.

rpm <sup>12</sup>	Tier 1 (2010-2011)	Tier 2 (2011)	Tier 3 (2016)
rpm < 130	17 g/kWh	14,4 g/kWh	3,4 g/kWh
130 < rpm < 2000	45*rpm <sup>(-0,2)</sup> g/kWh	44*rpm <sup>(-0,23)</sup> g/kWh	9*rpm <sup>(-0,2)</sup> g/kWh
rpm > 2000	9,8 g/kWh	7,7 g/kWh	2,0 g/kWh

Källa: IMO (2008)

USA och Kanada har ansökt hos IMO om att få inrätta ett ECA i de områden som visas i Figur 7. Detta har accepterats vid MEPC:s (IMO:s Marine Environment Protection Committee) senaste möte i juli 2009, men det formella beslutet tas först vid nästa möte i mars 2010 (Acid News, 2009).

<sup>11</sup> En avstämning kommer att göras 2018 för att avgöra ifall en sänkning till 0,5 viktprocent är möjligt till 2020, om det bedöms att så ej är fallet skjuts sänkningen upp till år 2025.

<sup>12</sup> Rpm = revolutions per minute (dvs. varv per minut).



*Figur 7 Nordamerikas förslag till ECA.*

Källa: Acid News (2009)

### ***Oljeutsläpp***

Diskussioner kring oljeutsläpp och fartygs säkerhet kulminerade under år 1989 när det inträffade ett mycket allvarligt oljeutsläpp genom en olycka av Exxon Valdez utanför Alaskas känsliga kust. Detta startade en diskussion kring utfasandet av enkelskroviga tankfartyg och en övergång till dubbelskrov. US Oil Pollution Act från år 1990 innebär att alla tankfartyg över 5000 DWT och som är byggda från 1996 och framåt ska vara dubbelskroviga. Senast 2015 ska alla tankfartyg vara utbytt (EPA, 2009-10-09). Det har sedan antagits liknade regleringar av både EU och IMO. (Sjöfartsverket, 2007; EG, 2003 och IMO, 2007).

### ***Barlastvatten***

IMO antog 2004 en konvention för kontroll och hantering av barlastvatten, där tömning/byte av barlastvatten generellt förbjuds inom kustnära områden (Norwegian ministry of the environment, 2009 och Sjöfartsverket, 2007). Konventionen har inte trätt i kraft än utan först när minst 30 stater som står för minst 35 procent av handelsflottans bruttodräktighet har ratificerat konventionen träder den i kraft 12 månader därefter. Konventionen innebär bl.a. att fartygs barlastvatten inte får överstiga vissa angivna gränsvärden för koncentrationen av organismer och patogener. Detta genom att använda godkända metoder för att rena/behandla barlastvattnet (Sjöfartsverket, 2007).

### ***Giftiga bottenfärger***

IMO har infört en konvention för att förhindra skadliga avfallningar från bottenfärger. Den s.k. antifoulingkonventionen (AFS) trädde i kraft 2001. Den anger ett förbud mot att använda bottenfärger som innehåller tennorganiska föreningar från år 2003. Vidare från år 2008 får det överhuvudtaget inte förekomma tennorganiska föreningar på fartygs skrov (Sjöfartsverket, 2007). Regleringen är införlivad i svensk lagstiftning genom Kemikalieinspektionens föreskrift 10 kapitlet 24 § (KIFS 1998:8).

## ***Avfall***

Inom HELCOM antogs 1974 Helsingforskonventionen vilken syftar till att minska utsläppen till Östersjön och att kontrollera fartygsavfallet. År 1996 antogs den s.k. Östersjöstrategin för att organisera avfallshanteringen i Östersjön, som fortsatt att öka trots att alla länder runt Östersjön antagit både MARPOL- och Helsingforskonventionen. Även EU direktiv 2000/59/EG behandlar samma frågor som Östersjöstrategin (Ahlbom och Duus, 2003). IMO reglerar fartygsavfall i MARPOL konventionens Annex. Där Annex 1 avser förbud mot utsläpp av oljehaltigt avfall, Annex IV toalettavfall och Annex V fast avfall. Fartygen är skyldiga att tömma sitt avfall i hamn och genom HELCOM regleras Östersjöhamnarnas ansvar för mottagning av avfallet. Det är dock upp till varje land att bestämma över hur reningsanläggningarna ska se ut och hur man ska hantera avfallet (Sjöfartsverket, 2007).

## ***Stranderosion***

Statens Geologiska Institut ansvarar för stranderosionsfrågor i Sverige, deras samordning samt att begränsa stranderosionen. Den lagstiftning som finns idag rör inte direkt sjöfarten, utan det är enbart via lokala hastighetsregleringar som fartygspåverkan på stranderosionen regleras.

## ***Skrotning av fartyg***

De stora hälso- och miljöriskerna kopplade till skrotning av fartyg är något som IMO internationellt försöker att reglera. Inom IMO finns det flera antagna konventioner kring återvinningen av fartyg, däremot är det inga som är ratificerade av tillräckligt många länder och som har trätt i kraft (Transportstyrelsen, 2009-10-28). Den senaste konventionen som antogs av IMO är den som togs fram i Hong Kong under *Convention for the safe and environmentally sound recycling of ships* i maj 2009. Konventionen avser att vara heltäckande inom fartygsåtervinning och att inrätta ett system för kontroll och tillsyn under fartygens hela livslängd. Den bygger främst på besiktning och certifiering av fartygen samt av återvinningsanläggningar. Konventionen innebär dock inget konkret förbud mot strandning eller ställer krav på extern granskning av återvinningsanläggningarna (Europeiska kommissionen, 2008, IMO, 2009-11-02). Viktigt att nämna i sammanhanget är även Baselkonventionen, en internationell konvention som behandlar bl.a. handel med farligt avfall (där fartyg ingår i definitionen som farligt avfall). Sedan 1995 finns ett förbud mot att EU och OECD länder exporterar farligt avfall till länder utanför OECD. Förbudet har inte trätt i kraft än, men EU har sedan 1998 införlivat förbudet i sin lagstiftning (Europeiska kommissionen, 2008). EU arbetar även aktivt med frågan för att påskynda ratificeringsprocessen av IMO konventionerna.

## **4.2 Styrmedel under diskussion inom IMO och EU**

### ***Emissioner***

Den internationella sjöfartens utsläpp av CO<sub>2</sub> inkluderas inte i Kyotoprotokollet och efter klimatmötet (COP 15) i Köpenhamn under december 2009 slöts det heller inga nya avtal utan det är fortfarande ålagt IMO att begränsa sjöfartens klimatpåverkan. Inom ramen för detta har IMO i år (2009) publicerat en uppdaterad rapport av sin studie från år 2000 om sjöfartens klimatpåverkan "Second IMO GHG study 2009". Inom ramen för rapporten utvärderas olika potentiella styrmedel. Som bas för olika styrmedel behövs en

referenspunkt för fartygens utsläpp. Detta har lett till att man tagit fram två energi-effektivitets index; *Energy Efficiency Design Index* (EEDI) och *Energy Efficiency Operational Indicator* (EEOI). Det förstnämnda är ett index för att uttrycka växthusgaseffektiviteten hos fartygsdesignen. Indexet visar på kvoten mellan kostnaden (dvs. emissionerna) genom nyttan (dvs. transportkapaciteten). Indexet uttrycks i gram CO<sub>2</sub> per tonkilometer. EEOI syftar också till att visa på växthusgaseffektiviteten, men istället för att påverka fartygsdesignen som främst avser nybyggnationer, syftar det här indexet till att optimera de operationella delarna. Detta är motsvarigheten till vad som tidigare benämnts "IMO CO<sub>2</sub> index". Vilket uttrycks i gram CO<sub>2</sub> per utfört transportarbete mätt i lastkapacitet i form av ex. tonkm eller TEUkm (Buhaug et al., 2009). Det har vidare tagits fram en hanteringsplan, en form av ledningssystem som benämnts *Ship Efficiency Management Plan* (SEMP), för att främja de mest bränsleeffektiva fartygen. En lyckad implementering avser innehålla planering, implementering, bevakning av prestationer samt självförbättring. SEMP skulle kunna bli en utvidgning av den redan befintliga ISM koden<sup>13</sup>. Till grund för övervakningen och självförbättrandet föreslås användandet av EEOI.

Utifrån de ovannämnda referenserna har IMO föreslagit två olika styrmedel, ett handelssystem med utsläppsrätter alternativt en avgift på marint bränsle. Maritime Emissions Trading Scheme (METS) är ett handelssystem med utsläppsrätter för CO<sub>2</sub>. Liket det system som finns inom EU idag (EU ETS – Emission Trading Scheme), men METS skulle istället vara internationellt och enbart innefatta sjöfartens emissioner. Det finns idag en risk med att inkludera sjöfarten i ex. EU ETS, eftersom även om det blir en nettosänkning av utsläppen, riskerar individuella länder att överskrida sina kvoter genom att köpa utsläppsrätter av sjöfarten som inte är inkluderad i Kytotoprotokollet. International Compensation Fund (ICF) är som namnet antyder en internationell fond för att kompensera investeringar och utgifter för att minska utsläppen av CO<sub>2</sub>. Fonden skulle finansieras genom att införa en avgift på marint bränsle.

Om IMO inte lyckas enas om en åtgärdsplan för att minska den internationella sjöfartens CO<sub>2</sub>-utsläpp till 2011 kommer man att från EU:s håll föreslå egna åtgärder, bl.a. har ett handelssystem med utsläppsrätter för sjöfarten diskuterats. Under ett seminarium om möjligheterna att använda LNG (Liquified Natural Gas), dvs. flytande naturgas som bränsle inom sjöfarten, var det flera redare som uttalade sig positivt till ett handelssystem för utsläppsrätter. Helst vill de ingå i EU ETS och att de emissioner som var relevanta var främst koldioxid samt eventuellt kväveoxider. Svaveloxider menades inte längre vara relevanta i och med de strikta IMO regler som beslutats träda i kraft, vilket leder till att det inte finns något handlingsutrymme (LNG och Sjöfart, 2009-09-22<sup>14</sup>).

En annan reglering som lagts fram som förslag i bl.a. Sverige och Tyskland för att minska fartygens miljöpåverkan i hamn är en sänkning av energiskatten för fartyg som ansluter sig till landbaserad el, istället för att producera el via sina hjälpmotorer (Finansdepartementet, 2009). Det svenska förslaget innebär en sänkning av skatten till miniminivån inom EU på 0,5 öre/kWh. Syftet är att minska emissioner av främst kväve- och svaveloxider i hamnarna, men även en minskning av koldioxid och buller (Finansdepartementet, 2009).

---

<sup>13</sup> International Safety Management (ISM) Code 2002. Syftet med ISM är att vara en internationell standard för säkerhetshantering och fartyg samt att förhindra miljöförstöring IMO (2009-10-18).

<sup>14</sup> Seminariumet "LNG och Sjöfart" arrangerat av Svenska Gasföreningen och Sveriges Redareförening, Näringslivets Hus, Stockholm, 2009-09-22. Se även [www.ostersjopositionen.se/blog/?p=199](http://www.ostersjopositionen.se/blog/?p=199).

## 5 Aktuella och kommande forskningsområden

### **Handbok över sjöfartens externa effekter**

Riktlinjer för beräkningar och värderingar av de externa effekterna som sjöfarten ger upphov till är ett område där kunskap efterfrågas. Med utgångspunkt i EU-finansierade "Handbook on estimation of external cost in the transport sector" skulle en uppdatering och komplettering på sjöfartssidan kunna göras för att ex. sammanställa en handbok anpassad för Sverige.

Som en del i handboken skulle en värdering av fartygs inverkan på stranderosion genomföras. Sjöfartsverket har efterfrågat detta för att undersöka ifall det är en extern effekt som skulle kunna internaliseras i farledsavgifterna. Här finns det sedan tidigare relativt välbelagda effektsamband av fartygens inverkan på stranderosion i farleder genom skärgårdar. Inom ramen för det här projektet har dock ingen kunskap hittats kring några ekonomiska värderingar. Det finns riktlinjer för hur och vilka aspekter man bör ta in vid ekonomiska värderingar när det gäller stranderosion, men dessa avser inte sjöfarten specifikt.

### **Emissionsspridning och dess hälso- och miljöpåverkan**

Det finns vidare ett intresse, bl.a. från ASEK (Arbetsgruppen för Samhällsekonomiska Kalkylvärden och analysmetoder), av att studera hälso- och miljöpåverkan av emissioner från transporter och dess monetära värdering. Detta går även att koppla till sjöfartens emissioner och dess spridning. Här kan ett samarbete med andra enheter inom VTI göras, med andra discipliner, ex. epidemiologer, samt även med andra institut såsom SMHI, och Sjöfartsverket etc. Även analyser av olika styrmedels inverkan på emissionsspridningar skulle kunna genomföras där nyttjandet av sjöfartens AIS kan bidra till detaljerad information om situationen idag, för att sedan ex. jämföra effekterna av IMO:s striktare svavel- och kväveoxidkrav i Östersjön och Nordsjön. Kopplingar kan även göras till den nationella godsmodellen (SAMGODS). Liknande forskningsfrågor har ansökts om till NordForsk i ett samarbete med bl.a. Åbo Universitet i Finland som tidigare arbetat mycket med AIS-data för att mäta emissionsnivåer.

### **Handelssystem med utsläppsrätter**

Här avses främst ett handelssystem för utsläppsrätter av CO<sub>2</sub>. Inom det här området finns det flera olika perspektiv att analysera t.ex.:

- Hur ett utformande av METS skulle kunna se ut på europeisk alternativt internationell nivå?
- Miljöeffekter och samhällsekonomiska konsekvenser för ex. Sverige vid ett införande.

Det är också möjligt att koppla frågan till den forskning som redan pågår inom VTI om flygets handelssystem (Fredrik Kopsch) samt auktionering av utsläppsrätter inom handelssystemen (Joakim Ahlberg).

### **CO<sub>2</sub>-differentierade farledsavgifter**

I klimatberedningens betänkande från år 2008 framgår det att Sjöfartsverket ska utreda möjligheterna och effekterna av CO<sub>2</sub>-differentierade farledsavgifter (SOU 2008:24). En dylik utredning har än så länge inte gjorts. Som beskrivits tidigare finns det idag differentieringar för SO<sub>x</sub> och NO<sub>x</sub>. En utökning av differentieringen skulle kunna ge incitament för energieffektivare fartyg och utnyttjandet/utvecklandet av alternativa bränslen.

## Referenser

Acid News. (2009) North American ECA met by approval, Acid News No 3, The Air Pollution & Climate Secretariat.

Ahlbom, J. & Duus, U. (2003) *Rent skepp kommer lastat – med möjligheter till en miljöanpassad sjöfart*, Göteborgs Länstryckeri AB.

Andersson, M., Lundström, K., Rankka, W. & Rydell, B. (2008) Erosion och sedimenttransport i vattendrag. *VARIA 592*. SGI.

Buhaus, Ø., Corbett, J. J., Endresen, Ø., Eyring, V., Faber, J., Hanayama, S., Lee, D. S., Lee, D., Lindstad, H., Markowska, A. Z., Mjelde, A., Nelissen, D., Nilsen, J., Pålsson, C., Winebrake, J. J., Wu, W.-Q. & Yoshida, K. (2009) Second IMO GHG study 2009. IMO.

CEN (2010-02-11)

<<http://www.cen.eu/cen/Sectors/TechnicalCommitteesWorkshops/CENTechnicalCommittees/Pages/WP.aspx?param=6301&title=CEN/TC%20320>>.

Corbett, J. J., Fischbeck, P. S. & Pandis, S. N. (1999) Global Nitrogen and Sulfur Emissions Inventories for Oceangoing Ships. *Journal of Geophysical Research* 104.

Corbett, J. J., Winebrake, J. J., Green, E. H., Kasibhatla, P., Eyring, V. & Lauer, A. (2007) Mortality from Ship Emissions: A Global Assessment. *Environmental Science Technology*, 41.

EG. (2003) EG förordning 1726/2003 av den 22 juli 2003 om ändring av förordning (EG) nr 417/2002 om ett påskyndat införande av krav på dubbelskrov eller likvärdig konstruktion för oljetankfartyg med enkelskrov.

Endresen, Ø., Eide, M., DAlsøren, S., Isaksen, I. & Sjørgård, E. (2008) The Environmental Impacts of Increased International Maritime Shipping - Past trends and future perspectives. *Global Forum on Transport and Environment in a Globalising World*. Guadalajara, OECD.

EPA (2009-10-09) <<http://www.epa.gov/OEM/content/lawsregs/opaover.htm>>.

Europeiska Kommissionen. (2009-10-28a)

<[http://ec.europa.eu/transport/publications/statistics/doc/2009\\_32\\_tkm.xls](http://ec.europa.eu/transport/publications/statistics/doc/2009_32_tkm.xls)>.

Europeiska Kommissionen. (2009-10-28b)

<[http://ec.europa.eu/transport/publications/statistics/doc/2009\\_33\\_pkm.xls](http://ec.europa.eu/transport/publications/statistics/doc/2009_33_pkm.xls)>.

Europeiska Kommissionen. (2008) EU-Strategi för bättre nedmontering av fartyg. *KOM (2008)767 Slutlig*.

Finansdepartementet (2009) Promemoria avseende skattenedsättning för landansluten elektrisk kraft till fartyg i hamn, s.k. landström. Fi2009/7742, 2009-12-09.

Globallast (2009-09-28)

<<http://globallast.imo.org/index.asp?page=problem.htm&menu=true>>.

Granath, L. (2004) Fartygstrafik och stranderosion i Stockholms skärgård. *Rapport 2004:19*. Länsstyrelsen i Stockholms län.

IMO (2007) IMO amendment to MARPOL 73/78 Annex 1: Regulation for the prevention of pollution by oil.

IMO (2008) Amendments to the the annex of the protocol of 1997 to amend the international convention for the prevention of pollution from ships, 1973, as modified by the protocol of 1978 relating thereto. MEPC 58/23/Add.1 Annex 13. IMO.

IMO (2009-10-18) <[http://www.imo.org/humanelement/mainframe.asp?topic\\_id=287](http://www.imo.org/humanelement/mainframe.asp?topic_id=287)>.

IMO (2009-11-02) <[http://www.imo.org/Environment/mainframe.asp?topic\\_id=818](http://www.imo.org/Environment/mainframe.asp?topic_id=818)>.

IMSF (2009-10-09) <[http://www.imsf.info/Seabourne\\_Trade.html](http://www.imsf.info/Seabourne_Trade.html)>.

Kustbevakningen (2010-02-15)  
<<http://www.kustbevakningen.se/Documents/Milj%C3%B6r%C3%A4ddning/Olja/Provtagning/Fartygsprovtagning.pdf>>.

Maibach, M, Schreyer, C., Sutter, D., van Hessen, H.P., Boon, B.H., Smokers, R., Schrotten, A., Doll, C., Pawlowska, B., Bak, M. (2007) Handbook on estimation of external cost in the transport sector – Internalisation Measures and Policies for All External Costs of Transport (IMPACT), 2007, CE Delft.

Mellin, A. och Rydhed, H. (2008) An Assessment of CO<sub>2</sub> Differentiated Port Dues, School of Business, Economics and Law University of Gothenburg, Department of Economics – Environmental Economics Unit, 2008, Gothenburg.

NHO (2009-10-15) <<http://www.nho.no/applications-for-support/category479.html>>.

Norwegian Directorate of Customs and Excise (2008) Tax on emissions of NO<sub>x</sub> 2008 Circular No. 14/2008 S. Oslo.

Norwegian Ministry of the Environment (2009) Integrated Management of the Marine Environment of the Norwegian Sea. Norwegian Ministry of the Environment.

Rankka, K. & Rankka, W. (2003) Mekanismer vid stranderosion. *Varia* 533. SGI.

SGI (2009-10-21)  
<[http://www.swedgeo.se/templates/SGIStandardPage\\_\\_\\_\\_595.aspx?epslanguage=SV](http://www.swedgeo.se/templates/SGIStandardPage____595.aspx?epslanguage=SV)>.

Shipbreaking, P. O. (2009-10-28) <<http://www.shipbreakingplatform.com>>.

SIKA (2009-10-21) <<http://www.sika-institute.se/upload/Statistik/Transportarbete/Transportarbete%202008.xls>>.

SIKA Statistik (2009) Sjötrafik 2008 helår. *SIKA Statistik 2009:7*.

Sjöfartsverket (2007) Sjöfartsverkets underlagsrapport till den fördjupade utvärderingen av miljö kvalitetsmålen (FU-09). Norrköping, Sjöfartsverket.

Sjöfartsverket (2008) SJÖFS 2008:5.

SOU 2008:24 (2008) *Svensk klimatpolitik*, SOU 2008:24, Klimatberedningen, Miljövärdsberedningen Jo 1968:A, Stockholm.

Swahn, H. (2002) *Environmentally differentiated fairway charges in practice - the Swedish experience*. Sjöfartsverket.

Transportstyrelsen (2009-10-26)  
<<http://www.transportstyrelsen.se/sv/Sjofart/Fartyg/IMO-nummer-for-fartyg/>>.

Transportstyrelsen (2009-10-28)  
<<http://www.transportstyrelsen.se/sv/Sjofart/Miljoskydd/Atervinning-av-fartyg/>>.

Unece (2009-11-02) <[http://www.unece.org/env/lrtap/multi\\_h1.htm](http://www.unece.org/env/lrtap/multi_h1.htm)>.



VTI är ett oberoende och internationellt framstående forskningsinstitut som arbetar med forskning och utveckling inom transportsektorn. Vi arbetar med samtliga trafikslag och kärnkompetensen finns inom områdena säkerhet, ekonomi, miljö, trafik- och transportanalys, beteende och samspel mellan människa-fordon-transportssystem samt inom vägkonstruktion, drift och underhåll. VTI är världsledande inom ett flertal områden, till exempel simulatorteknik. VTI har tjänster som sträcker sig från förstudier, oberoende kvalificerade utredningar och expertutlåtanden till projektledning samt forskning och utveckling. Vår tekniska utrustning består bland annat av körsimulatorer för väg- och järnvägstrafik, väglaboratorium, däckprovsningsanläggning, krockbanor och mycket mer. Vi kan även erbjuda ett brett utbud av kurser och seminarier inom transportområdet.

VTI is an independent, internationally outstanding research institute which is engaged on research and development in the transport sector. Our work covers all modes, and our core competence is in the fields of safety, economy, environment, traffic and transport analysis, behaviour and the man-vehicle-transport system interaction, and in road design, operation and maintenance. VTI is a world leader in several areas, for instance in simulator technology. VTI provides services ranging from preliminary studies, highlevel independent investigations and expert statements to project management, research and development. Our technical equipment includes driving simulators for road and rail traffic, a road laboratory, a tyre testing facility, crash tracks and a lot more. We can also offer a broad selection of courses and seminars in the field of transport.

