



TANKRENGÖRING OCH DESS PÅVERKAN PÅ HAVSMILJÖN

HAVSMILJÖINSTITUTETS RAPPORT NR 2020:6

ANNA LUNDE HERMANSSON OCH IDA-MAJA HASSELLÖV

Havsmiljöinstitutets rapport nr 2020:6

Titel: Tankrengöring och dess påverkan på havsmiljön.

Författare: Anna Lunde Hermansson och Ida-Maja Hassellöv, Chalmers tekniska högskola.

Publicerad: 2020-07-03

Kontakt: ida-maja@chalmers.se

www.havsmiljoinstitutet.se

Referens till rapporten: Lunde Hermansson, A. and Hassellöv, I-M. (2020) Tankrengöring och dess påverkan på havsmiljön. Rapport nr 2020:6, Havsmiljöinstitutet.

Inom Havsmiljöinstitutet samverkar Göteborgs universitet, Stockholms universitet, Umeå universitet, Linnéuniversitetet och Sveriges lantbruksuniversitet för att bistå myndigheter och andra aktörer inom havsmiljöområdet med vetenskaplig kompetens.

Omslagsfoto: Martin Hassellöv

Rättelse: Den 4 mars 2022 uppdaterades tabell 2 då det tidigare fanns felaktigheter i denna.

FÖRORD

Den här rapporten är framtagen av forskare vid Chalmers tekniska högskola, aktiva inom Havsmiljöinstitutets sjöfartgrupp. Sjöfartsgruppens mål är att bidra till ökad kunskap om sjöfartens påverkan på havsmiljön samt bidra med underlag till möjliga åtgärder för att minska belastningen från sjöfarten. Tankrengöring utgör en av de minst utforskade typerna av miljöpåverkan från sjöfart och det finns ingen samlad statistik att tillgå rörande vilka ämnen som släpps ut, i vilka koncentrationer och i hur stora volymer. Det finns inte heller någon samlad dokumentation kring var och när tankrengöring utförs. Samtidigt kan tankrengöring utgöra en potentiellt betydande belastning på havsmiljön. Bakgrunden till uppdraget var därför behovet av samlad kunskap rörande tankrengöring ur ett havsmiljöförvaltningsperspektiv. Rapporten är gjord på uppdrag och finansierad av Havs- och vattenmyndigheten.

Arbetet med den här rapporten kan liknas vid ett pussel; bakom helhetsbilden som presenteras här döljer det sig många människor som har bidragit med sina respektive pusselbitar. Utan er hjälp hade det inte blivit någonting.

Till alla er som arbetar i hamnar och industrier och som delat med er av statistik; ni gav rapporten substans. Till de fartyg och hamnar som tagit emot oss, bjudit på kaffe och svarat på våra frågor. Till Kustbevakningen, Tullverket och Transportstyrelsen som delade med sig av sina erfarenheter och information. Till Filip & co på Sjöfartsverket för ert ihärdiga arbete och hjälp i jakten på data. Till Måns, Jacob, EMSA och HELCOM. Till SPBI, KemI och SCB. Till de hamnar och myndigheter utanför Sveriges gränser som bistått med information. Till Cedre och Race For the Baltic för ert engagemang. Till Kahlid och Anton för er nyfikenhet. Till Jan för din kunskap och yrkeskännedom. Tack!

Tack också till Eva-Lotta Sundblad, Havsmiljöinstitutet, Kjell Larsson, Linnéuniversitetet, Fredrik Lindgren, Havs- och vattenmyndigheten och fyra anonyma granskare som bidragit till att förbättra rapporten genom kritiska och konstruktiva kommentarer.

Rapporten är skriven av Anna Lunde Hermansson och Ida-Maja Hassellöv, Chalmers tekniska högskola. Rapportförfattarna ansvarar för innehållet och slutsatserna i rapporten.

29 juni 2020

Anna Lunde Hermansson och Ida-Maja Hassellöv

FÖRKORTNINGAR

AIS	Automatic Identification System
BCH koden	The Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk
BOD	Biochemical Oxygen Demand
CBD	Convention on Biological Diversity
CDI	Chemical Distribution Institute
Cedre	Centre de Documentation, de Recherche et d'Expérimentations sur les Pollutions Accidentelles des Eaux
DWT	Deadweight tonnage (dödvikt)
EBSA	Ecologically or Biologically Significant Marine Area
EMODnet	European Marine Observation and Data Network
EMSA	European Maritime Safety Agency
EQS	Environmental Quality Standard
ETBE	Etyl tert-butyl eter
EU	Europeiska Unionen
GESAMP	Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection
GIS	Geografiska Informationssystem
GT	Gross Tonnage, enhetslöst mått på fartygsstorlek
HaV	Hav- och Vattenmyndigheten
HELCOM	Helsinki Commission, governing body of the Convention on the Protection of the Marine Environment of the Baltic Sea Area
HNS	Hazardous and Noxious Substances
IBC-koden	The International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk
IMDG	International Maritime Dangerous Goods
IMO	The International Maritime Organization, a specialised agency of the United Nations responsible for regulating shipping
KBV	Kustbevakningen
KF	Koncentrationsfaktor
KN-nummer	Kombinerade nomenklaturen, används av samtliga EU-länder i utrikeshandelsstatistik för varor och även i EU:s gemensamma tulltaxa
LOD	Limit of Detection
MARPOL	The International Convention for the Prevention of Pollution from Ships
MPA	Marine Protected Area
MSFD	Marine Strategy Framework Directive (på svenska Havsmiljödirektivet)
MSW	Maritime Single Window
MTBE	Metyl tert-butyl eter
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
OCIMF	Oil Companies International Marine Forum
ODME	Oil discharge monitoring equipment
OSPAR	The Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic (Oslo Paris konventionen)
P&A	Procedures and Arrangement
PAH	Polycykliska aromatiska kolväten
PEC	Predicted Environmental Concentration
PM	Partiklar
PNEC	Predicted No Effect Concentration

PSSA	Particularly Sensitive Sea Area
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals
RoRo	Fartyg som tar rullande enheter, Roll on-Roll off
SAC	Special Area of Conservation
SCB	Statistiska Centralbyrån
SCI	Sites of Community Importance
SF	Säkerhetsfaktor
SGU	Sveriges Geologiska Undersökning
SHEBA	Sustainable shipping and environment of the Baltic Sea region. Ett forskningsprojekt inom EU med finansiering av BONUS-programmet
SIRE	Ship Inspection Report Programme
SLU	Sveriges Lantbruksuniversitet
SM	Suspenderat material
SMHI	Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
SOLAS	International Convention for the Safety of Life at Sea
SPA	Special Protection Area
SPBI	Svenska Petroleum & Biodrivmedel Institutet
SSN	Safe Sea Net
TRAFA	Trafik Analys
UF	Utspädningsfaktor
UN	United Nations
US-EPA	United States Environmental Protection Agency
VISS	Vatteninformationssystem Sverige
WFD	Water Framework Directive

INNEHÅLL

Förord	3
Förkortningar	4
Innehåll	6
Sammanfattning	7
Summary	8
1. Inledning	9
1.1. Rapportens syfte och upplägg	9
1.2. Avgränsning	10
1.3. Havsmiljön runt Sverige	10
1.4. Kemikalier i havsmiljön	11
1.5. Tankfartyg med produkter som flytande bulk	13
1.6. Gällande regelverk och tankrengöring	15
1.7. Tidigare indikationer på att tankrengöring utgör ett miljöproblem	22
2. Metod	23
2.1. Insamling av data – kemikalier i bulk	23
2.2. Riskanalys	26
2.3. Identifiering av konfliktområden	30
3. Resultat och Diskussion	31
3.1. Kemikalier som fraktas som flytande bulk med fartyg	31
3.2. Konsekvenser av utsläpp	41
3.3. Sannolikhet för utsläpp i olika områden	44
3.4. Områden med hög risk samt intressekonflikter	46
3.5. Identifierade problem samt åtgärdsförslag	51
4. Slutsatser	59
5. Referenser	61
Bilaga A: SCB Kapitelförteckning	68
Bilaga B: PNEC-värden och densitet framtagna för 40 produkter	73
Bilaga C: Källor för GIS kartlager	75
Bilaga D: Exempel på förfrågan skickade per mail till hamnar och industrier	77

SAMMANFATTNING

Varje år trafikeras haven runt Sverige av tankfartyg som tillsammans transporterar hundratals miljoner ton flytande kemiska ämnen och produkter i bulk. När fartyg transporterar olika typer av kemikalier måste tankarna rengöras efter lossning, innan den nya produkten lastas. Målet med denna förstudie var att belysa tankrengöring ur ett havsmiljöperspektiv samt redogöra för gällande regelverk.

Lagliga utsläpp av tvättvatten och kemikalier från operationell tankrengöring av fartyg ger upphov till ökad belastning på havsmiljön och de organismer som lever där. Det finns idag ingen statistik över var och när tankrengöring utförs i svenska havsområden, men utifrån observationer från flyg- och satellitövervakning till havs, samt trafikintensitet av tankfartyg utifrån AIS-data, kan vissa områden utpekas som sannolika områden för utsläpp. Flera av dessa områden angränsar eller överlappar med utpekade skyddsvärda områden, exempelvis enligt Natura 2000.

Dagens regelverk, huvudsakligen inom IMO MARPOL Annex II, rörade utsläpp av tankrengöringsrester är snåriga och lämnar utrymme för olika tolkningar. Dessutom saknas samlad statistik över såväl vilka substanser som lastas och lossas i Sverige. Den statistik som finns att tillgå innehåller ofta felaktigheter vilket bidrar till stora osäkerheter i möjliga bedömning av effekter i havsmiljön till följd av tankrengöring.

Idag är det ytterst få av de ämnen som transporteras i flytande bulk, som med säkerhet kan klassificeras som totalt ofarliga. Regelverket bör därför ses över och i brist på tillförlitlig statistik och vetenskapliga utvärderingar, bör samtliga ämnen som släpps ut i samband med tankrengöring klassificeras som farliga ämnen. Det råder konsensus inom HELCOM om att belastningen på havsmiljön med avseende på farliga ämnen i Östersjön måste minska, vilket styrker argument för att tillämpa försiktighetsprincipen och överväga förbud av utsläpp från tankrengöring till havs. Det finns olika avancerade procedurer för tankrengöring för att minska restvolymen i tankarna. I enlighet med tidigare publicerade resultat finns det stor förbättringspotential avseende att minska koncentrationen av giftiga ämnen i miljön, genom att se över krav på utökad tillämpning av state-of-the art rengöringsprocedurer.

För att minska påverkan på havsmiljön från tankrengöring, samt sjöfartens miljöpåverkan i allmänhet, krävs ökad samverkan mellan berörda transport- respektive miljöförvaltande myndigheter och övriga aktörer så som hamnar, fartygsoperatörer och industrier. Även om det redan finns mycket samarbete inom exempelvis havsmiljöförvaltning, brister det för sjöfartsfrågor i harmoniseringen mellan de övergripande regelverken för fartygen och de miljömålsdirektiv som formuleras av förvaltningssidan.

SUMMARY

Every year, the seas around Sweden are trafficked by chem- and product tankers that collectively transport hundreds of millions of tons of liquid chemical substances and products in bulk. When ships carry different types of chemicals, the tanks must be cleaned after unloading, before the new product is loaded. The aim of this pre-study was to assess tank cleaning from a marine environment perspective and to review current applicable regulations.

Legal discharges of wash water and chemicals from operational tank cleaning of vessels cause an increased pressure on the marine environment. There are currently no statistics on where and when tank cleaning is performed in Swedish sea areas, but based on observations from aerial and satellite surveillance, and traffic intensity of tankers from AIS data, some areas can be identified as probable areas for discharges. Several of these areas border or overlap with designated protected areas, for example according to Natura 2000.

Current regulations, mainly within the IMO MARPOL Annex II, related to discharge of tank cleaning residues are intricate and leave room for different interpretations. In addition, there is no comprehensive statistics available on the substances that are loaded and unloaded in Sweden. Further, the statistics that are available often contain errors which contribute to major uncertainties in the possible assessment of effects in the marine environment as a result of tank cleaning.

Today, very few of the substances transported in liquid bulk, can with certainty be classified as totally harmless. The regulations should therefore be reviewed and in the absence of reliable statistics and scientific evaluations, all substances discharged in connection with tank cleaning should be classified as hazardous substances. There is consensus within HELCOM that the pressure on the marine environment from hazardous substances in the Baltic Sea must be reduced, which strengthens arguments for applying the precautionary principle and consider a ban of discharges from tank cleaning at sea. There are various advanced tank cleaning procedures to reduce the residual volume in the tanks. In accordance with previously published results, there is considerable potential for improvement in reducing the concentration of hazardous substances in the environment, by reviewing requirements for extended application of state-of-the-art cleaning procedures.

In order to reduce the impact on the marine environment from tank cleaning, as well as the environmental impact of shipping in general, increased collaboration between the relevant transport and environmental management authorities and other actors such as ports, ship operators and industries is required. Although there is already an ongoing cooperation within marine environment management, there is a lack of harmonization between the regulations for pollution prevention from ships versus the environmental objectives formulated by the management side.

1. INLEDNING

Varje år trafikeras haven runt Sverige av tusentals fartyg som transporterar såväl passagerare som en mängd olika varor. I Östersjön utgörs 25 procent av dessa fartyg av tankfartyg som årligen transporterar hundratals miljoner ton flytande bulk. Flytande bulk kan definieras som produkter som pumpas in i och ut ur fasta tankar ombord på fartyg. Idag fylls lasttankutrymmena med framförallt mineralolja och petroleumprodukter, men lasten kan också bestå av andra kemikalieprodukter samt vegetabiliska oljor och animaliska fetter (Honkanen m.fl., 2012).

Tankrengöring utförs när fartyg skall byta lasttyp. Produkttankers, eller kemtankers, är konstruerade så att de skall kunna frakta en mängd olika flytande produkter samtidigt och dessutom vara flexibla när det kommer till produkthantering. Tankarna måste således rengöras efter lossning, innan en ny typ av produkt kan lastas för att undvika kontamination. Den operationella tankrengöringen genererar stora volymer tvättvatten, som antingen tas om hand i land, eller släpps ut till havs. Tankrengöring är till viss del reglerad genom det internationella sjöfartsorganet (International Maritime Organization) IMO:s regelverk The International Convention for the Prevention of Pollution from Ships MARPOL 73/78 (hädanefter MARPOL), i Annex I och II, vilket är införlivat i svensk lag genom Lagen (1980:424) om åtgärder mot förorening från fartyg. Befintliga regler är dock inte helt entydiga och det finns ingen lättillgänglig statistik rörande omfattningen av utsläpp av tvättvatten från tankrengöring i havsmiljön.

1.1. Rapportens syfte och upplägg

Syftet med den här rapporten är att förbättra kunskapsläget rörande tankrengöring, för att kunna göra en initial bedömning huruvida utsläpp av tvättvatten från tankrengöring kan medföra negativa miljöeffekter i havsmiljön, både på kort och lång sikt. Idag finns det ingen samlad statistik över hur, var och när utsläpp av tankrengöring görs och därmed saknas också kunskap om vilka typer och volymer av olika ämnen som släpps ut. Uppdraget omfattade också att identifiera kunskapsluckor för att utröna om tankrengöring är ett område som bör utredas djupare.

Studier av sjöfartens påverkan på havsmiljön kräver såväl god kunskap om havsmiljön, som förståelse för fartygsoperationer och ekonomiska drivkrafter inom sjöfart. Rapporten inleds därför med en kort beskrivning av havsmiljön runt Sverige, där särskilt Östersjön utgör ett extra känsligt havsområde. Även gällande ramverk för havsmiljöförvaltning avhandlas kort, liksom effekter av kemikalier i havsmiljön.

Därefter följer en beskrivning av hur tankrengöringsoperationer utförs, inklusive en översikt av befintliga gällande regelverk för hur och var tvättvatten får släppas ut. På grund av avsaknaden av officiell samlad statistik redovisas en påbörjad kartläggning av hur och var tankrengöring utförs, samt var utsläpp av tvättvatten görs, och vad detta kan få för effekter på havsmiljön.

1.2. Avgränsning

Denna studie avser att utreda effekter i havsmiljön runt Sverige till följd av tankrengöring av tankar innehållandes produkter som fraktas i flytande bulkform och som regleras enligt MARPOL Annex II. Tidigt i arbetet konkluderades att eventuella åtgärder kopplade till tankrengöring kommer att innebära ett ökat ansvar för berörd verksamhet på land, såsom hamnar, med ett högre tryck på hamnmottagning och större krav på hantering och rening av avfall. Utredning av den problematiken ligger dock utanför avgränsningen för denna rapport.

1.3. Havsmiljön runt Sverige

Sverige har en lång kustremsa som gränsar till Östersjön, Kattegatt och Skagerrak. Dessa havsområden omges av tio länder (Finland, Ryssland, Estland, Lettland, Litauen, Polen, Tyskland, Danmark, Norge och Sverige) vilket innebär att stora avrinningsområden mynnar ut i de relativt grunda havsbassängerna kring Sverige. Avrinningen ger också upphov till en salthaltsgradient från Kattegatt, med högre salthalt ($S=25\text{‰}$), till Bottenviken, med väldigt låg salthalt ($S=3\text{‰}$) (Rodhe och Winsor, 2003). Detta bidrar till att skapa ett unikt och känsligt ekosystem som inte återfinns någon annanstans på jorden.

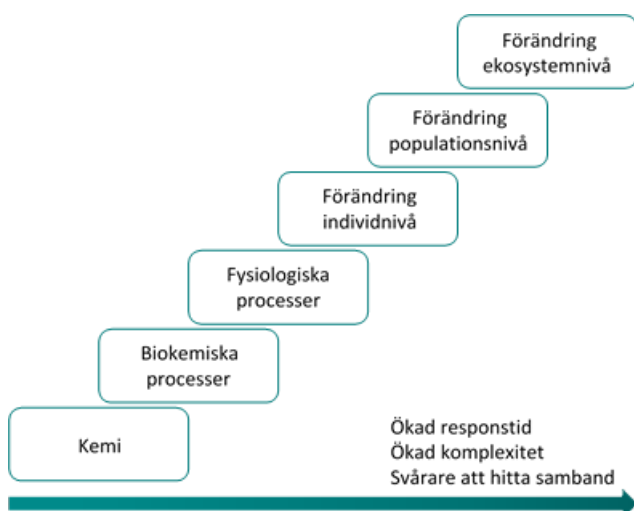
Avrinningen för också med sig övergödande ämnen och olika typer av föroreningar, vilket är extra problematiskt då Östersjön är ett innanhav med begränsat vattenutbyte (Stigebrandt, 2003; Rodhe och Winsor, 2003). Detta innebär bland annat att ackumulationspotentialen för tungmetaller och andra miljögifter är större än i havsområden som har mer omfattande cirkulation (Josefsson och Apler, 2019; HELCOM, 2017; Häkkinen och Posti, 2012). Övergödningsproblematiken, i kombination med begränsat vattenutbyte medför också att stora delar av Östersjöns botten är syrefria, vilket har stor inverkan på lokala biogeokemiska processer (Stigebrandt, 2003). Förhöjda halter av miljögifter och toxiska ämnen har observerats i sedimenten, framförallt inom Östersjöområdet (Josefsson och Apler, 2019).

Bedömningar av tillståndet i Östersjön (Helcom HOLAS I och II) och i svenska vatten enligt Havsmiljödirektivet (HaV Rapport 2018:27, 2018) visar att God miljöstatus inte är uppnått med avseende på övergödning och farliga ämnen. Mot denna bakgrund har Miljömålsberedningen 2018–2020 ett regeringsuppdrag att ta fram en strategi för att vända den negativa trenden och förbättra förutsättningarna för måluppfyllelse av havsanknutna miljökvalitetsmål, såsom Hav i balans samt Levande kust och skärgård, respektive Ingen övergödning, och mål 14: Hav och marina resurser, i Agenda 2030. Sjöfartens påverkan på havsmiljön har hittills fått mycket begränsad uppmärksamhet, men en första samlad bedömning av miljöpåverkan från sjöfartens operationella utsläpp och bidrag till undervattensbuller i Östersjön gjordes 2018 inom EU BONUS projektet SHEBA (Sustainable shipping and the environment of the Baltic Sea region). Däremot inkluderades inte utsläpp av tvättvatten från fartygs tankrengöring inom ramen för SHEBA-projektet (Moldanová m.fl., 2018).

1.4. Kemikalier i havsmiljön

Kemikalier och antropogent härledda produkter som släpps ut i havsmiljön kan påverka på såväl molekylär, individ- och samhällsnivå, och resultera i kaskadeffekter som ger stor inverkan på hela ekosystem (Figur 1). Flera rapporter (Cunha m.fl., 2016; Tornero och Hanke, 2016) beskriver problematiken med att skapa en översikt av potentiella utsläpp; både de utsläpp som härstammar från olyckor och de utsläpp som härstammar från den operationella verksamheten, och dess påverkan på havsmiljön. Detta beror delvis på brister i tillgänglig information, men också på komplexiteten och diversiteten hos de olika ämnena.

Följderna av ett utsläpp beror bland annat på vilka egenskaper som ämnet har. Viktiga egenskaper som ofta omnämns vid utvärdering av effekter på havsmiljön är flyktighet, densitet och löslighet i havsvatten (Cunha m.fl., 2016; Honkanen m.fl., 2012). Dessutom spelar det stor roll hur ett ämne släpps ut, samt hur den omgivande miljön ser ut, vilken tidpunkt det är på året och vilka väderleksförhållanden som råder.



Figur 1. Illustration över hur småskalig förändring på molekylär nivå kan påverka såväl små- som storskaliga processer.

1.4.1. Bedömning av risker med kemikalieutsläpp i havsmiljön

Formuleringen av risk kan definieras på flera olika sätt beroende på vad som undersöks, men kan förenklat sammanfattas som summan av sannolikheten för att något kommer att ske samt konsekvensen av att det sker. Om konsekvenserna är stora och sannolikheten är hög så blir risken väldigt hög. Sannolikheten för att ett utsläpp skall ske på en given position beror av frekvensen av tankrengöring i ett område, vilket i sin tur är relaterat till trafikintensitet av tankfartyg i området.

Vid bedömning av konsekvenser i havsmiljön av utsläpp av olika ämnen finns det en hel del faktorer som måste tas hänsyn till. Biotillgänglighet och toxicitet kan beskriva ämnens påverkan på biota och ämnets beteende i vatten, luft och sediment ger

information om hur ämnet kommer att spridas (Cunha m.fl., 2016).

Nedbrytningshastighet och reaktivitet är andra faktorer som hjälper till att avgöra var och hur ett ämne kan påverka miljön (Cunha m.fl., 2016). Generellt kan sägas att ett ämne som släpps ut kommer att spädas ut och brytas ned (Honkanen m.fl., 2012); i vilken takt detta sker och vilka konsekvenser det får, är dock svårare att utröna. Exempelvis kan en del nedbrytningsprodukter vara mer biotillgängliga och toxiska än det ämne som släpps ut från början, medan andra snabbt oskadliggörs utav biokemiska processer (Ying m.fl., 2002; NRC-US, 2009).

Även om utsläpp från enskilda fartygs tankrengöring är relativt små och snabbt späds ut, kan det ändå föreligga en risk för havsmiljön om flera fartyg ofta släpper ut tvättvatten i samma geografiska område. Paradoxalt nog står det i anvisningarna för dagliga rutiner kopplat till tankrengöring att kylvattenintag ej bör köras samtidigt som operationellt utsläpp av tvättvatten sker (utdrag ur Procedure & Arrangement protocol, P&A manual, samt MARPOL Annex II). Om tvättvattnet ej skulle ha någon effekt på miljön bör det rimligtvis inte finnas några risker för att köra vattenintag simultant. I MARPOL Annex II (Reg. 12.8) anges att utsläppsröret/rören på fartyget skall vara arrangerade för att undvika att ta in rester och vatten som redan släppts ut en gång. Detta måste sägas vara en paradox, eftersom vattnet ändå anses vara tillräckligt rent för att släppas ut i miljön. Kronisk exponering leder ofta till respons som inte nödvändigtvis innebär ökad mortalitet men som ändå kan ha en stor effekt på ekosystemstrukturen i havsmiljön (Honkanen m.fl., 2012).

1.4.2. Gränsvärden och miljökvalitetsnormer

Konsekvensen av ett utsläpp i havsmiljön beror av koncentrationen av ämnet, samt hur potent ämnet är. Dessutom kan konsekvenserna bero på vilken årstid det är och vilka organismer som blir exponerade för ämnet. En vanlig metod som indikerar om ett utsläpp riskerar att påverka havsmiljön negativt är att först uppskatta den resulterade koncentrationen i miljön (Predicted Environmental Concentration (PEC) och jämföra med koncentrationer som inte anses ha någon effekt (Predicted No Effects Concentration (PNEC)) (REACH, 2008).

Ekvation 1

$$R = \frac{PEC}{PNEC}$$

Där R motsvarar kvoten mellan PEC och PNEC. Om $R > 1$, så betyder det att utsläppet sannolikt har en negativ effekt på havsmiljön. PNEC-värden är baserade på toxicitetstudier, oftast utförda i lab, med en substans åt gången (EC, 2003). Det är alltså viktigt att granska de PNEC värden som används och, vid behov, använda en säkerhetsfaktor (SF) vars magnitud bestäms baserat på tillgängliga data (EC, 2003). Om

det endast finns data som redovisar akut toxicitet, föreslår REACH (2008) att PNEC divideras med minst SF=1000; ju fler studier som görs desto lägre värde erfordras som SF.

Ett liknande gränsvärde är Environmental Quality Standards (EQS) som definieras som den koncentration av en specifik förorening eller mix av föroreningar i vatten, sediment eller biota som ej får överskridas om mänsklig hälsa och miljö skall skyddas. (EC (2000) Article. 2 (35)). EQS används idag bland annat för att utreda om områden uppfyller god kemisk status samt i planeringssyfte för att säkerställa att det ej släpps ut för mycket till miljön. Samma data som används för att ta fram PNEC används även för att bestämma EQS och dessa parametrar används ofta parallellt.

Enligt EC (2003) rekommenderas följande ekvation för att beräkna den lokala koncentrationen (c) i närliggande ytvatten efter ett utsläpp med koncentrationen (c_{ut}):

Ekvation 2

$$c = \frac{c_{ut}}{1 + (K_{OC} \times SM \times UF)}$$

Där K_{OC} är en jämviktskoefficient som beskriver ämnets affinitet för vatten v.s. organiskt material, SM är koncentrationen av suspenderat material i vattnet (i den här rapporten organiskt material) och UF ären utspädningsfaktor som ändras beroende på var utsläppet sker.

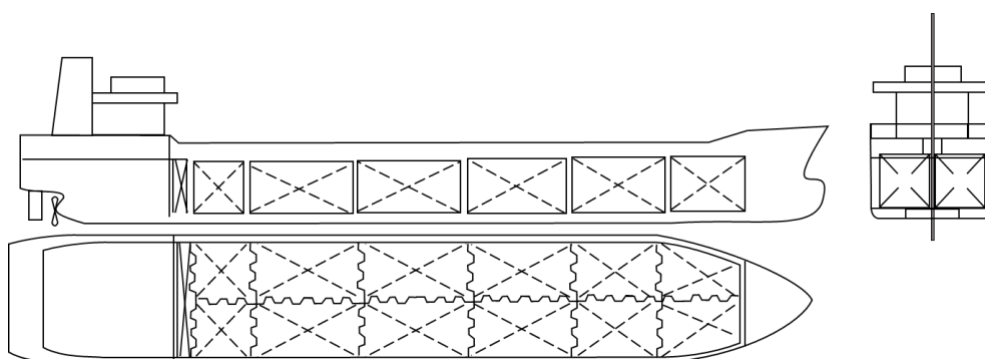
1.5. Tankfartyg med produkter som flytande bulk

Varje år fraktas hundratals miljoner ton av sammantaget cirka 2000 olika kemikalier (olja ej inkluderat) med sjöfart (Tornero och Hanke, 2016) och denna siffra är förväntad att öka (Cunha m.fl., 2015). Kemikalier och kemikalieliknande produkter kan transporteras på flera olika sätt, både i förpackad form och bulkform, och vilka regelverk som är tillämpliga baseras delvis på transportsätt. Produkter som fraktas i bulk kan vara i fast, flytande eller gasform. Denna studie avser att utreda effekter från tankrengöring på tankar innehållandes produkter som fraktas i flytande bulkform och som regleras enligt MARPOL Annex II (se avsnitt 1.6 Gällande regelverk och tankrengöring). Exempel på produkter som transporteras som flytande bulk är alkoholer, vegetabiliska oljor, syror och baser samt andra råvaror till kemikalieindustrin (Tornero och Hanke, 2016). Utöver olje- och petroleumprodukter, fraktades cirka 15 miljoner ton produkter som flytande bulk i Östersjöområdet år 2010 (Häkkinen och Posti, 2012; Honkanen m.fl., 2012).

1.5.1. Storlek och konstruktion av tankfartyg

De tankfartyg som är avsedda för transport av produkter i flytande bulk, men som främst inte används för transport av mineralolja, är ofta i storleksordningen 3000–30 000 ton

dödvikt (DWT) (Eyres och Bruce, 2012). I princip är varje fartyg unikt och det rapporterats om både mindre (1000 DWT) och större (upp till 60 000 DWT) tankfartyg som transporterar kemikalier och kemikalieliknande produkter. Fartygen har ofta 10–60 separata tankar (Figur 2) med varierande kapacitet (Häkkinen och Posti, 2012; Höfer m.fl., 2013; Honkanen m.fl., 2012). På ett fartyg som är certifierat för att frakta kemikalier skall varje tank kunna frikopplas från resterande tankar; alltså skall alla rör, pumpar, ventiler och manifoldrar vara separerade och tankspecifika.



Figur 2. Schematisk genomskärning av en typisk kemtanker på 12 700 dödviktston och separata tankar som kan transportera olika kemikalier i flytande bulk. Modifierad skiss efter Eyres och Bruce (2012).

Det ställs stora krav på logistiken ombord på en kemtanker som hanterar flera olika kemikalier. Produkterna är inte alltid kompatibla med varandra och oavsiktlig omblandning kan innebära stora konsekvenser på hälsa och miljö. Förutom kompatibilitet mellan ämnen tillkommer också att vissa kemikalier skall fraktas varmt, medan andra produkter kräver nedkylning. Det fraktas sällan fler än tio olika typer av produkter på samma tankfartyg (Honkanen m.fl., 2012).

1.5.2. Ökande tanksjöfart globalt och i Östersjön

I Östersjön 2013 transporterades 315 miljoner ton flytande bulk (HELCOM, 2018b), vilket kan jämföras med 290 miljoner ton år 2010 (Honkanen m.fl., 2012; Häkkinen och Posti, 2012). Tankfartygshandeln har globalt mer än fördubblats de senaste 50 åren och ökat från 1 440 miljoner ton år 1970, till 3 194 miljoner ton år 2018 (UNCTAD, 2019). Volymen kemikalier som fraktas med sjöfart har ökat i liknande tempo; från 132 miljoner ton år 1996, till 287 miljoner ton år 2016 (Şanlıer, 2018). Den pågående Covid-19 pandemin gör de flesta typer av prognoser för industriell och ekonomisk tillväxt mycket osäkra. Före pandemins utbrott bedömdes kemikalieproduktionen antas fortsätta öka, vilket förmodligen kommer att resultera i en fortsatt ökad transport av kemikalier med sjöfart (Roose m.fl., 2011); all handel med tankfartyg uppskattas att växa med en årlig

tillväxthastighet på 2,2 procent i perioden 2019– 2024 (UNCTAD, 2019). En ökad trafikintensitet skulle innebära en högre risk för incidenter och olyckor men också en generellt högre frekvens av utsläpp, vilket är särskilt relevant att försöka förebygga i ett avgränsat område som Östersjön (HELCOM, 2013; Cunha m.fl., 2015; Häkkinen och Posti, 2014; Şanlıer, 2018).

1.5.3. Flytande bulk som fraktats med sjöfart och som hanterats i Sverige

Enligt statistik från Eurostat uppgick den totala hanteringen (både som import och export) av flytande bulk som fraktats med sjöfart och som hanterats i Sverige, till cirka 63 miljoner ton år 2018. Trafikanalys senaste rapport (TRAFA, 2018) angående statistik rapporterade att 65 074 000 ton fraktats som flytande bulk till/från Sverige under 2018. Majoriteten (>90% enligt senaste siffrorna rapporterade av TRAFA) utgörs av mineraloljor och petroleumprodukter vilka regleras genom Annex I enligt MARPOL (se avsnitt 1.6 Gällande regelverk och tankrengöring) och därför inte kommer behandlas ingående i denna rapport. Utav den flytande bulk som hanteras i Sverige, härstammar cirka 50 procent från närområdet vilket innebär Sverige, Norge eller något utav de andra HELCOM-nationerna.

1.6. Gällande regelverk och tankrengöring

Hantering av farliga substanser till havs regleras huvudsakligen genom två olika regelverk inom IMO. Den ena är International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS-konventionen), som främst syftar till att värna om säkerhet för fartyg och personal. Den andra konventionen, MARPOL, fokuserar på att förebygga och begränsa förorening från sjöfarten. MARPOL inkluderar sex olika annex där Annex I behandlar hantering av mineralolja, medan Annex II behandlar andra farliga och giftiga ämnen som fraktas som flytande bulk.

1.6.1. IMO PSSA och *Special area*

IMO klassificerar Östersjön som ett särskilt känsligt havsområde (Particularly Sensitive Sea Area, PSSA), vilket innebär att området uppfyller kriterier beskrivna i Revised guidelines for the identification and designation of Particularly Sensitive Sea Areas (PSSAs) (IMO, 2005). PSSA är områden med signifikanta ekologiska och socioekonomiska värden, som också är känsligt för antropogena aktiviteter. Östersjöområdet klassas även som specialområde (Special Area) enligt Annex I, IV, V och VI vilket innebär att det råder striktare regler för hantering av olja, avfall och luftemissioner. Utsläpp av lösningar innehållandes mineraloljor och petroleumprodukter är ej tillåtet inom Östersjöområdet och vatten tillhörandes nordvästra Europa (Figur 3) (MARPOL Annex I Reg 34.B). För alla fartyg med bruttotonnage över 150 krävs också utrustning för detektering av olja (Oil Detection Monitoring Equipment, ODME) som kontinuerligt övervakar utsläpp av vatten innehållandes olja och som dessutom stoppar utflödet om utsläppet av olja överstiger 30 liter per nautisk mil (MARPOL Annex I Reg. 31 och Reg. 34). Utsläpp av olja är dock aldrig tillåtet inom 50 sjömil från närmsta land eller inom områden som klassas som specialområde enligt MARPOL Annex I, hit hör

bland annat Östersjöområdet. MARPOL Annex II reviderades år 2004, med målet att hjälpa till att skydda havsmiljön från effekter av operationella utsläpp och tillfälliga spill från fartyg (Höfer m.fl., 2013). Med den nya versionen infördes ett nytt klassificeringssystem och strängare regler för samtliga havsområden. I dagsläget är det endast Antarktis som är klassificerat som ett specialområde enligt MARPOL Annex II; det råder därmed totalt utsläppsförbud söder om S60° (MARPOL Annex II Reg. 13.8).

1.6.2. IMO MARPOL Annex II

De ämnen som omfattas av MARPOL Annex II (Reg 6.1) klassificeras som X, Y, Z eller O.S. (från "Other Substances") (Tabell 1). De flytande ämnen som ej klassificerats enligt ovan får inte transporteras med sjöfart och utsläpp är totalförbjudet (MARPOL Annex II Reg. 6.3); detta gäller även tankrengöringsrester och ballastvatten (MARPOL Annex II Reg. 13.1.3). Enligt MARPOL skall samtliga flytande ämnen som fraktas med sjöfart klassificeras enligt International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG-koden), för paketerade varor (MARPOL Annex III), eller the International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk (IBC-koden), för varor som transporteras i bulkform (MARPOL Annex II).

Tabell 1. Definition av respektive kategori för produkter som fraktas som flytande bulk. Definitionerna utgår från MARPOL Annex II och är hämtade från Transportstyrelsens hemsida.

KATEGORI	BESKRIVNING ENLIGT TRANSPORTSTYRELSEN
X	Skadliga flytande ämnen som, om de släpps ut i havet vid tankrengöring eller barlastlänsning, skulle utgöra en allvarlig risk för marina tillgångar eller människors hälsa och som därför berättigar till förbud mot utsläpp i havsmiljön.
Y	Skadliga flytande ämnen som, om de släpps ut i havet vid tankrengöring eller barlastlänsning, utgör en risk för marina tillgångar eller människors hälsa, eller som kan medföra skada på skönhets- och rekreationsvärden eller annat behörigt utnyttjande av havet och som därför berättigar till en begränsning av utsläppt mängd.
Z	Skadliga flytande ämnen som, om de släpps ut i havet vid tankrengöring eller barlastlänsning, utgör en mindre risk för marina tillgångar eller människors hälsa och därför berättigar till mindre stränga begränsningar av utsläppt mängd.
O.S.	Ämnen som vid en bedömning har befunnits falla utanför kategori X, Y eller Z. Dessa ämnen omfattas ej av IBC-koden.

IBC-koden

Samtliga fartyg byggda efter 1 juli 1986, med avsikt att transportera flytande bulk, måste följa IBC-koden. Äldre fartyg har ett motsvarande regelverk i "Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk" (BCH-koden). IBC-koden presenterar en internationell standard för hur transport av flytande bulk skall ske på ett säkert sätt. I samband med implementeringen av MARPOL-konventionen så antogs IBC-koden som ett obligatoriskt krav under MARPOL Annex II. Koden listar de ämnen

som omfattas av MARPOL Annex II, anger vilken klass som produkterna tillhör och preciserar de konstruktions- och hanteringskrav som ska efterföljas för att få frakta kemikalier i bulkform. Fartygen klassificeras som typ 1, 2 eller 3 (IMO (2014) 2.1.2) vilket avgör vilka klasser (X, Y, Z) av produkter som får transporteras. Typ 1 fartyg är certifierade att transportera produkter med högst risk för allmän skada vid en incident. Dessa fartyg skall vara konstruerade så att de skall kunna utstå allvarligare olyckor och samtidigt bibehålla intakta tankutrymmen. IBC-koden definierar också vilken typ av tank som skall användas till specifika produkter för att minimera risker för skador, läckage och andra oförutsedda händelser (IMO (2014) Kap.4.1).

Baserat på klassificeringen av samtliga ämnen som återfinns i Kapitel 17 i IBC-koden, görs en riskprofil som sammanställs av expertgruppen GESAMP (2019) (Group of Experts on the Scientific Aspect of Marine Environmental Protection) varje år. Här definieras varje ämne enligt tretton olika kategorier, både genom numerisk betygsättning och kvalitativa beskrivningar, varpå dessa sedan kan användas för att klassificera produkterna (MARPOL Annex II Appendix I). Riskbedömningen som utförs av GESAMP sker i linje med GHS (the Globally Harmonised System of classification and labelling of chemicals of the United States) och den Europeiska motsvarigheten; REACH (the European regulation concerning Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals). Mer information om de utvalda kategorierna, med beskrivning och betygsättningsystem, finns att läsa i den senaste GESAMP-rapporten (Höfer m.fl., 2013). Sammanfattningsvis återspeglar kategorierna produkternas bioackumulationspotential, toxicitet och fara för hälsa och havsmiljön.

P&A manualen

MARPOL Annex II beskriver även hur fartygets obligatoriska hanteringsmanual (P&A manualen) skall utformas och efterföljas. Denna manual skall godkännas utav fartygets flaggstat (HELCOM, 2018b). P&A manualen beskriver hur tankar skall rengöras samt hur utsläpp skall ske. Tankrengöringen beror inte bara på vilken produkt som varit i tanken utan också på vilken produkt som skall i närmast.

1.6.3. Regelverk efter lossning för olika kategorier av flytande bulk

För olika typer av fartyg, som fraktar olika kategorier utav flytande bulk, gäller olika regler efter lossning (Tabell 2). Beroende på fartygets konstruktionsår tillåts olika mängder strip; stripen är det som kvarstår i rör, pump och tank efter lossning. Nyare fartyg kan vara utrustade med en extra pumpanordning med rör av mindre dimension som gör att stripen kan reduceras till volymer i storleksordning av en kaffekopp; detta kallas även superstrip.

Klassificering enligt MARPOL Annex II och krav på prewash

De tankar som innehållit ämnen som tillhör kategori X måste genomgå en så kallad prewash, där hela tanken, efter lossning, sköljs tills koncentrationen av det ursprungliga ämnet är lägre än 0,1 procent (vikt). Allt tvättvatten, även kallat slop, från prewashen måste pumpas iland och omhändertas innan fartyget får lämna kaj. Ansvarig myndighet

eller aktör har sedan som uppdrag att rena tvättvattnet från prewashen. Prewash är också obligatoriskt för tankar som innehållit ämnen som ingår i kategori Y om ämnet definieras som stelnde ("solidifying") eller högvisköst ("high viscosity") enligt MARPOL Annex II (Reg. 1.15.1, 1.17.1). Det finns vissa skillnader på hur prewash skall genomföras beroende på om ämnet är X- respektive Y-klassat samt om de är stelnde eller inte (MARPOL Annex II Appendix VI); exempelvis så är minsta antal tvättcykler på X-klassade produkter dubbelt så många som för Y-klassade ämnen, och för icke-stelnde ämnen är det endast krav på att tankar innehållandes X-klassade ämnen skall tvättas på samtliga ytor inne i tanken.

Vidare skall prewash genomföras om lossningen ej efterföljt de procedurer som anges i P&A manualen (MARPOL Annex II Reg. 13.7.1.2). Fartyget kan söka undantag för prewash om tanken skall lastas med gods som är kompatibelt med det som lossats, om fartyget försäkrar att ingen tankrengöring kommer ske till havs utan i nästa hamn, eller om det är möjligt att ventileras ut de sista resterna av gods (MARPOL Annex II Reg. 13.4).

Tabell 2. Tillåten stripvolym per tank samt eventuella prewashkrav beroende på konstruktionsår och vilken kategori lasten tillhör. Informationen är hämtad från MARPOL Annex II.

KATEGORIER ENLIGT MARPOL 73/78, ANNEX II	FARTYG KONSTRUERADE INNAN 1 JULI 1986	FARTYG KONSTRUERADE MELLAN 1 JULI 1986 OCH 1 JANUARI 2007	FARTYG KONSTRUERADE EFTER 1 JANUARI 2007
X	300 L (+50 L) strip tillåten Prewash obligatorisk max 0.1% (vikt) efter prewash	100 L (+50 L) strip tillåten Prewash obligatorisk max 0.1% (vikt) efter prewash	75 L strip tillåten Prewash obligatorisk max 0.1% (vikt) efter prewash
Y – stelnde/viskösa	300 L (+50 L) strip tillåten Prewash obligatorisk	100 L (+50 L) strip tillåten Prewash obligatorisk	75 L strip tillåten Prewash obligatorisk
Y	300 L (+50 L) strip tillåten Prewash EJ obligatorisk	100 L (+50 L) strip tillåten Prewash EJ obligatorisk	75 L strip tillåten Prewash EJ obligatorisk
Z	900 L (+50 L) strip tillåten Prewash EJ obligatorisk	300 L (+50 L) strip tillåten Prewash EJ obligatorisk	- Prewash EJ obligatorisk

Nya föreskrifter för persistenta flytande ämnen

I nya föreskrifter, som lagts till Annex II i MARPOL och IBC-koden, och som börjar gälla 2021, definieras ytterligare en grupp Y-klassade ämnen som ska omfattas av prewash-kravet. Dessa ämnen definieras som persistenta flytande (F_p) ämnen vars densitet $\leq$ havsvatten (1025 kg/m³ vid 20°C); ångtryck $\leq$ 0.3 kPa; lösligheten $\leq$ 0,1 % (för vätskor) $\leq$ 10 % (för fasta ämnen) och kinematisk viskositet $>$ 10 cSt vid 20°C. Tankar innehållandes Y-klassade ämnen som tillhör denna grupp skall, om viskositeten $\geq$ 50 mPa vid 20°C och/eller har en smältpunkt $\geq$ 0°C, genomgå en prewash då dessa regler träder i kraft.

Tvätt och sköljning som sker efter en godkänd prewash, eller direkt i de fall prewash ej är obligatoriskt, kan utföras till havs och slopen kan släppas ut i havet. Enligt MARPOL Annex II Reg. 13.1.1 så är utsläpp av ämnen som klassificerats som X, Y eller Z förbjudet om utsläppen inte sker i enlighet med riktlinjerna i MARPOL Annex II (Reg. 13.2.1): utsläppet måste ske under gång med en minimumhastighet på 7 knop och skall ske under vattenlinjen, vattendjupet måste vara minst 25 meter och avståndet från närmsta land minst 12 Nm.

1.6.4. Rengörings- och lösningsmedel som används vid tankrengöring

Vatten är det vanligaste mediet som används vid tankrengöring men ibland krävs tillsats av tvätt- och lösningsmedel. Även dessa regleras enligt MARPOL Annex II och IBC-koden. Tillsatser, i form av tvätt och lösningsmedel, får innehålla upp till 10 procent X-klassade ämnen totalt, förutsatt att de bryts ned omgående i naturen. Inga ytterligare restriktioner gäller för detta tvättvatten (MARPOL Annex II Reg. 13.5.2). Om något annat än vatten används som huvudsakligt tvättmedium så skall tvättresterna hanteras som last och regleras enligt Annex I eller II beroende på vilket ämne som används (MARPOL Annex II Reg. 13.5.1).

Efter att ett fartyg utfört eventuell prewash, följt av operationell tankrengöring samt genomgått inspektion anses tanken vara ren och redo att lastas på nytt. Det finns dock organisationer (exempelvis Federation of Oils, Seeds and Fats Association (FOSFA) och National Institute of Oilseed Products (NOIP)) som har restriktioner gällande att vissa produkter, som matvaror, aldrig får transporteras i tank där föregående last utgjorts av exempelvis bensen och fenoler, oberoende av rengöringsgrad (Honkanen m.fl., 2012).

1.6.5. Regionala regelverk, EU, HELCOM och OSPAR

I tillägg till de globala regelverken och riktlinjerna så råder regionala direktiv inom EU. Samtliga vatten inom EU regleras genom Vattendirektivet (WFD, Water Framework Directive) och Havsmiljödirektivet (MSFD, Marine Strategy Framework Directive). De båda direktiven överlappar delvis i kustzonen och båda har som övergripande mål att minska utsläpp av farliga substanser till vatten samt att nå god miljöstatus 2020. EU har också utfärdat direktiv som hanterar fartygsrapportering (2010/65/EU) och från och med 1 oktober 2015 sker all inrapportering gällande fartygsanlöp via Maritime Single Window (MSW). I Sverige är MSW ett samarbete mellan Kustbevakningen, Tullverket, Transportstyrelsen och Sjöfartsverket och det är de sistnämnda som sköter förvaltningen. Samtliga fartyg, oavsett storlek, som transporterar farligt och/eller förorenande gods och som lämnar svensk hamn eller ankarplats, ska anmäla detta via MSW.

Även fartyg som är på väg till svensk hamn eller ankarplats från en destination utanför EU ska rapportera in farligt gods till MSW. Även avfallsanmälan sker genom MSW och ska ske 24 timmar innan ankomst till hamn, detta gäller för sludge, oljehaltigt läsvatten, oljerester, lastrester av skadliga flytande ämnen i bulk eller förpackad form och toalettavfall.

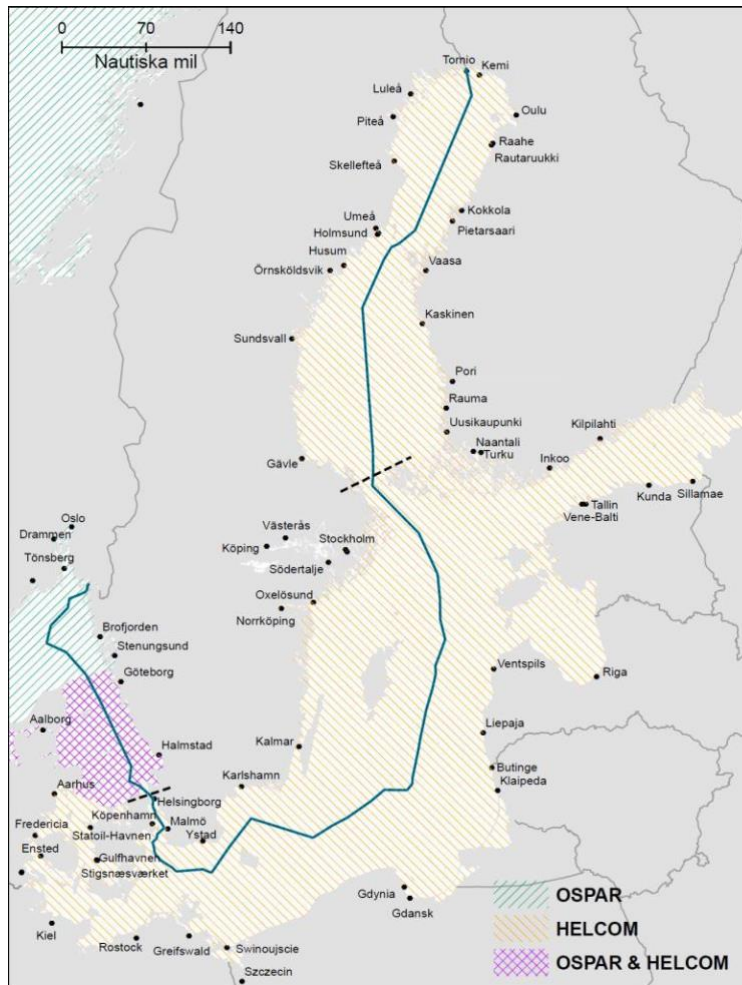
Parallellt med WFD och MSFD arbetar två kommissioner, Helsingforskommissionen (HELCOM) och Oslo Paris-kommissionen (OSPAR), för att förbättra havsmiljön i Östersjön (HELCOM) och Nordostatlanten (OSPAR). Delar av den geografiska utbredningen för dessa konventioner överlappar i havsbassängen mellan Sverige och Danmark, och Sverige är aktiv medlem i båda organisationerna (Figur 3). Samtliga medlemsländer åtar sig att följa de rekommendationer som kommissionerna beslutat, men det finns inga legala påföljder om riktlinjerna inte följs.

I HELCOM:s egna policys och riktlinjer står det bland annat att det är obligatoriskt att lämna fartygsgenererat avfall i hamn, om möjligt, och att det är förbjudet att bränna avfall ombord inom hela Östersjöområdet (HELCOM (2014) Convention Annex IV Reg.6.B). Det är också överenskommet bland HELCOM-nationerna att samtliga fartyg som fraktar farligt gods och som ankommer och avgår hamnar som tillhör en Östersjöstat, måste rapportera dess gods till korrekt myndighet i samma stat (HELCOM, 2017).

Inom OSPAR fokuserar ett arbetsområde på farliga substanser och övergödning. En av målstrategierna är att olika typer av utsläpp av farliga ämnen ska upphöra år 2020 (OSPAR (1992) Convention OSPAR Agreement 2010-3). Inom OSPAR:s strategi för farliga substanser inkluderas även ämnen som, i synergi med andra substanser, ger upphov till negativ påverkan på havsmiljön.

1.6.6. Svensk lagstiftning

I Sverige är det två lagar som styr mottagande och hantering av avfall från fartyg (Naturvårdsverket, 2003). Avfallsförordningen (2001:1063) beskriver hur avfall skall hanteras och tas emot i hamn medan Kapitel 15 i Miljöbalken (1980:424) Lagen om åtgärder mot förorening av fartyg behandlar föroreningsfrågan. Den sistnämnda är även det regelverk där MARPOL införlivas i svensk lagstiftning. Hamnens ansvar beskrivs i bland annat Sjöfartsverkets föreskrifter och allmänna råd (SJÖFS 2001:12) om mottagning av avfall från fartyg.



Figur 3. Gränsen för svensk ekonomisk zon visas med blåsvart heldragen linje. De streckade linjerna vid Ålands Hav och Öresund markerar gränserna mellan Sveriges havsplaneringsområden och färgerna indikerar vilken konvention som råder i respektive område. I området färgat grönt gäller OSPAR konventionen, i området färgat orange gäller HELCOM-konventionen och i området som är lila överlappar konventionerna.

1.6.7. Olje- och kemikalieindustrins egenkontrollsystem – vetting

Olje- och kemikalieindustrin har i stor utsträckning utvecklat ett egenkontrollsystem med så kallade vettingprogram. Vetting utförs i enighet med rederiet som ett komplement till hamnstatskontroller (Port State Controls). Vid en vetting sker noggrann kontroll av erhållna certifikat, andra dokument samt skötsel och drift utav fartyget för att säkerställa att regelverk efterföljs och minimera risker för incidenter. För tankfartyg som hanterar gods enligt Annex II är OCIMF (Oil Companies International Marine Forum) och CDI (Chemical Distribution Institute) två av de främsta organisationerna som utför vettingkontroller.

1.6.8. HNS-konventionen

Ett annat, potentiellt viktigt, styrande instrument är den så kallade HNS-konventionen med tillhörande fond (International Convention on Liability and Compensation for Damage in Connection with the Carriage of Hazardous and Noxious Substances by Sea, 1996, and the 2010 Protocol). I dagsläget är det endast fem stater (Sydafrika, Norge, Turkiet, Kanada och Danmark) som har ratificerat konventionen (<https://www.hnsconvention.org/>). I Sverige finns ett lagförslag formulerat, Lagen (2018:1854) om den internationella fonden för farliga och skadliga ämnen. Lagen kommer att träda i kraft 18 månader efter att konventionen antas vilket i sin tur sker den dag då tillräckligt många stater (minst 12 och motsvarande ett visst tonnage av totala flottan) har ratificerat konventionen. Förutom att säkerställa ersättning och reglera ansvarsfrågan vid utsläpp och olyckor så innebär en ratificering av konventionen att det även ställs högre krav på rapportering av respektive nations hantering av farlig last.

1.7. Tidigare indikationer på att tankrengöring utgör ett miljöproblem

Det finns väldigt få vetenskapliga artiklar och rapporter som adresserar problematiken kring laglig tankrengöring och potentiella kroniska effekter i havsmiljön, som detta kan medföra. Şanlıer (2018) efterlyser en omprövning av regleringen kring utsläpp av tvättvatten från tankrengöring innehållandes kemikalier till havsmiljön. Şanlıer (2018) menar att beslutsfattare såsom IMO och maritima myndigheter endast tagit hänsyn till de låga koncentrationerna som släpps ut i samband med tankrengöring utan att överväga utvecklingen och tillväxten av transport av kemikalier med fartyg.

Enligt en nyligen publicerad rapport (HELCOM, 2018b) finns det idag indikationer på att fartyg, som lossar och lastar i samma hamn, går utomskärs för att utföra tankrengöring och släppa ut tvättvatten och sedan återvänder för att lasta ny bulk. Det finns ett flertal exempel på fetter och paraffiner som spolats iland i Sverige och andra europeiska länder, och som misstänks komma från utsläpp av tvättvatten (Honkanen m.fl., 2012; Larsson, 2019; Roose m.fl., 2011). Trots att dessa utsläpp består av icke-fossila oljor kan de ändå orsaka ökad dödlighet hos fåglar, vilket innebär stora konsekvenser för havsmiljön (Honkanen m.fl., 2012). Exempelvis påträffades 1200 oljeskadade fåglar längs Gotlands sydspets 2013, utan att Kustbevakningen fått larm eller noterat utsläpp (Larsson, 2019). År 2007 upptäcktes döda fåglar och en grön substans som spolats upp längs holländska stränder. De fåglar som kommit i kontakt med ämnet hade börjat att lösas upp och ämnet visade sig vara en blandning av ett flertal kemikalier som svavel, arsenik, koppar och innehöll även spår av fenoler (Roose m.fl., 2011). Källan kunde inte spåras.

1.7.1. Observationer med flyg- och satellitövervakning

Enligt uppgifter från Kustbevakningen fastställdes att 43 utsläpp av okända ämnen/andra kemikalier skett mellan 2017–2019. År 2019 rapporterades elva specifika fall av ilandspolade klumpar av okänd substans till Kustbevakningen. Varje år utförs flygövervakning på uppdrag av HELCOM, där samtliga medlemsländer bidrar. Målet med dessa flygningar är att upptäcka utsläpp och arbeta förebyggande för att förhindra

överträdelser och brott (HELCOM, 2018a). Genom EU projektet Clean Sea Net har satellitövervakningen utökats från år 2007 fram tills idag. Under 2018 observerades 155 spill inom HELCOM-området varav cirka 40 procent identifierades som mineralolja och resten förblev oidentifierade. Då det, vid flygövervakning, endast är möjligt att detektera oljeliknande ämnen på ytan, samt att det råder stor variation i temporal och spatial övervakning bör denna statistik ses på som en indikation på att utsläpp sker men att omfattningen kan vara betydligt större än siffrorna anger. Även Safe Sea Net (SSN) i samarbete med Clean Sea Net publicerar satellitbilder i realtid över potentiella utsläpp, varpå 17 observationer noterades i januari och februari 2020 i, eller i anslutning till, svenskt farvatten.

1.7.2. Stora operationella utsläpp jämfört med utsläpp vid olyckor

Trots intensiv trafik, så är olyckor med kemtankers ovanliga (Honkanen m.fl., 2013). Detta faktum, i tillägg till att sannolikheten för operationella utsläpp är betydligt högre än att stora olyckor inträffar, gör att tankrengöringsutsläpp bör ses som ett reellt hot för havsmiljön (Honkanen m.fl., 2012, 2013). Den totala mängden flytande kemikalier, som släpptes ut vid olyckor i europeiska farvatten mellan 1970 och 2011, har beräknats till ungefär 170 000 ton (Cunha m.fl. 2015). Denna siffra kan jämföras med årliga utsläpp om cirka 7 000 000 ton som kan härledas till operationell tankrengöring globalt sett (Honkanen m.fl., 2012).

2. METOD

Målet var att, under sex månaders tid, samla in så mycket information som möjligt gällande transport av flytande bulk och att koppla detta till potentiella risker i havsmiljön. Informationen användes sedan för att göra en riskanalys för att identifiera potentiella intressekonflikter mellan tankrengöringsoperationer och påverkan på havsmiljön.

2.1. Insamling av data – kemikalier i bulk

Då det i dagsläget inte existerar en samlad databas för rapportering av kemikalier som fraktas som flytande bulk, enligt MARPOL Annex II, tillämpades ett flertal strategier, såsom sökande i databaser, genomgång av befintlig litteratur, intervjuer och studiebesök, parallellt för att samla in information. Ambitionen var att få så korrekt och övergripande statistik som möjligt. Nedan beskrivs de källor för information som användes samt hur data samlades in, analyserades och sammanställdes för att skapa en så utförligt och aktuell översikt som möjligt.

2.1.1. Svenska hamnar och industrier

Urvalet av hamnar som kontaktades baserades på Sjöfartsverkets statistik över anmälda anlop av kemikalieklassade tankfartyg till svenska hamnar under de senaste sex åren (2014–2019). Här inkluderades samtliga fartyg som fraktar flytande bulk, även de fartyg

som transporterar olje- och petroleumprodukter. Olika tjänstepersoner (exempelvis VD, Miljöansvarig, Administratör, Supply Chain Manager, Terminal manager, hamnchef) hos de utvalda hamnarna och industrierna kontaktades, via mail (se Bilaga D), med frågor om vilka flytande bulkprodukter, reglerade enligt MARPOL Annex II, som hanterades inom deras verksamhet. Dessutom efterfrågades statistik gällande kvantiteter utav respektive produkt. Slutligen uppmuntrades de att, om möjligt, svara på hur många fartyg som använts för att transportera de angivna kvantiteterna, samt vilka kemikalier som eventuellt fraktades tillsammans. Svar samlades främst in mailades men även via telefon om detta föredrogs.

2.1.2. Myndigheter och offentliga databaser

Fartyg som opererar i Sverige och anlöper svenska hamnar skall rapportera in till Maritime Single Window (MSW), även kallad MSW Reportal. Portalen förvaltas av Sjöfartsverket men är ett samarbete mellan Kustbevakningen, Tullverket, Sjöfartsverket och Transportstyrelsen. Dessa myndigheter kontaktades och de har alla bidragit med olika delar av den information som, tillsammans med information från andra källor, har sammanställts.

Till Tullverket rapporteras samtliga gods som importeras/exporteras utanför EU och Sverige. Tullverket kunde således bistå med viss statistik över flytande bulk som transporterats med sjöfart år 2017 och 2018.

Statistiska Centralbyrån (SCB) registrerar samtliga varor som importerats/exporterats till/från Sverige och förvaltar en öppen databas med statistik baserat på varunamn eller varugrupp. I enlighet med samtliga EU-länders utrikeshandelsstatistik görs den mest detaljerade indelningen i olika varugrupper enligt den Kombinerade nomenklaturen, KN-nummer. Enligt SCB anses tillförlitligheten i dess publicerade statistik vara vara hög på total nivå, men osäkerhet förekommer för mer detaljerade nivåer. Någon generell angivelse av osäkerhetens omfattning anges ej, men den största osäkerhetskällan bedöms av SCB vara mätfel, samt skattningar som görs för företag som inte är uppgiftsskyldiga. Även svårighet att välja rätt KN-nummer anges som en bidragande orsak till osäkerhet i statisiken (SCB, 2017).

För att filtrera SCB:s offentliga databas kontrollerades först samtliga KN-nummer och varunamn (>10 000 artiklar); de varor och kategorier som bedömdes vara av intresse för detta arbete valdes därefter ut (ungefär 750 artiklar), urvalet för dessa baserades på om de kunde förekomma i flytande form och om de tillhörde Kapitel 4, 5, 13, 15, 22, 27–30, 32–35 eller 38–40 i SCB:s kapitelförteckning (se Bilaga A). Därefter hämtades data på antal ton som importerats och exporterats till och från Sverige under åren 2014–2018 (7 500 datapunkter).

Slutligen rangordnades de återstående artiklarna baserat på mängd som importerats och/eller exporterats och därmed kunde vissa artiklar uteslutas då mängden ansågs vara för liten för att fraktas i bulkform. De kvarvarande 175 artiklarna ansågs vara potentiella produkter som fraktas som flytande bulk i svenska farvatten. Efter sammanställning

matchades också statistiken från Tullverket med erhållen statistik från SCB för att bekräfta sjötransport av visst gods.

Baserat på SCB:s kapitelförteckning, konstruerades även en lista över potentiella produkter, vilken vidarebefordrades till Sjöfartsverket. De kunde därefter ta ut ett omfattande dataset som samlade rapportering av allt farligt gods som anmälts via svenska MSW mellan 2014 och 2019. Dock kunde bulk ej urskiljas från paketerat gods, vilket gjorde att även denna statistik fick jämföras med andra källor för vidare analys. Sjöfartsverket bidrog även med avfallsrapporter, inlämnade från svenska hamnar år 2017–2019. Från Transportstyrelsen erhöles statistik på undantagsansökning för prewash, den informationen kunde användas för att komplettera redan insamlad information från hamnarna.

I tillägg till ovan nämnda myndigheter har information om import och export erhållits från Kemikalieinspektionen och Svenska Petroleum och Biodrivmedel Institutet (SPBI). Kemikalieinspektionen tog ut data över de 50 största posterna av kemiska ämnen som importerats till Sverige med avseende på volym år 2017. Transportmedel anges inte och inte heller om ämnet i fråga är rent eller främst förekommer i blandningar. SPBI producerar varje år statistik över import och export av oljebaserade produkter. Då denna kategori av ämnen främst omfattas av Annex I MARPOL så gjordes inget fortsatt arbete med denna statistik.

European Maritime Safety Agency (EMSA) publicerar varje år offentlig statistik (Eurostat) över årlig import och export av flytande bulk mellan hamnar. Här anges inte vilken typ av flytande bulk som fraktas men statistiken bidrog med information kring trafikflöden i Östersjön och användes för att identifiera de största hamnarna för hantering av flytande bulk inom Östersjöområdet.

Ytterligare information, med mer detaljerade data gällande trafikflödet, sammanställdes och tillhandahölls av EMSA efter att en formell ansökan godkänts av samtliga berörda nationer (Sverige, Finland, Estland, Lettland, Litauen, Polen, Tyskland och Danmark) under ett high-level steering meeting i januari 2020. EMSA samlar in årlig statistik över de fartyg som rapporterat in att de fraktar farligt gods, både i bulk och paketerad form. Vidare anges avgångs- samt ankomstnation för varje resa. Det är medlemsstaternas ansvar att försäkra att denna information når EMSA och EMSA friskriver sig därmed ansvar vid eventuella rapporteringsfel.

2.1.3. Internationella aktörer

Då Östersjön, Kattegatt och Skagerrak gränsar till flera länder och transporter till dessa länder måste gå genom svenska farvatten, kontaktades även samtliga medlemsstaters aktuella myndigheter, i första hand de som motsvarar svenska Sjöfartsverket. I de fall där svar uteblev kontaktades även specifika hamnar. HELCOM kontaktades i ett tidigt skede för att undersöka om de samlade in information gällande transport av farliga produkter inom Östersjöområdet.

Franska Cedre (Centre of Documentation, Research and Experimentation on Accidental Water Pollution) är en organisation som består av experter med olika bakgrund som arbetar med vattenföroreningsfrågor i framförallt Frankrike men också på internationell skala. De uttryckte svårigheterna i att identifiera och kvantifiera de produkter som fraktas som flytande bulk men bidrog med mer generell information om kemikalietransporter och vanliga kemikalier som transporteras på global skala.

2.1.4. Litteraturstudie

Det finns endast en handfull studier som undersökt vanliga kemikalier som fraktas i Östersjön och miljöpåverkan vid ett potentiellt utsläpp i större skala. Dessa studier listar som regel de vanligaste kemikalierna som fraktas och väljer därefter ut ett fåtal för vidare riskanalys. Många har även försökt att skapa prioriteringslistor för de kemikalier som utgör störst hot på lokal och regional skala. Vad som framgick tidigt under litteraturstudien var att de flesta arbetena hänvisade till samma dataset, framförallt refererades Molitor (2006) och Häkkinen och Posti (2012), varpå det är dessa arbeten som legat till grund för jämförelse över år.

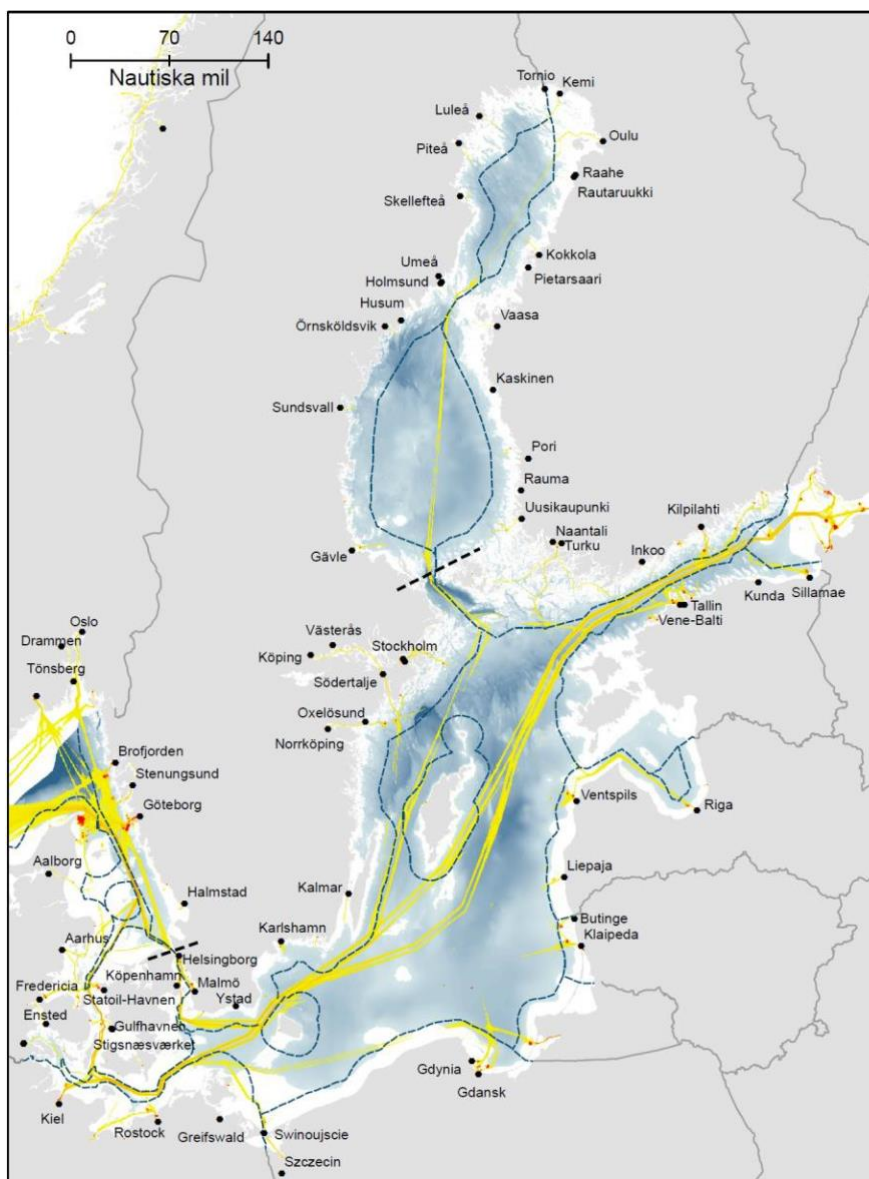
Vidare har data samlats in från projekt och publikationer (t.ex. Neuparth m.fl. (2011); Cunha m.fl. (2015, 2016)) som främst fokuserar på olyckor samt förebyggande av olyckor. Här omnämns ofta produkter som, vid olycka, skulle innebära stora konsekvenser på miljön men som, ur ett tankrengöringsperspektiv, inte nödvändigtvis utgör ett stort hot då de redan är hårt reglerade. Dessa analyser var dock användbara för att identifiera och utvärdera produkter ur ett riskanalysperspektiv.

2.2. Riskanalys

Avsaknaden av detaljerade data om vilka mängder av olika ämnen som släpps ut i svenska vatten vid tankrengöring, samt när och var utsläppen sker, gör det svårt att göra en noggrann riskanalys. I denna rapport baserades riskanalysen på antaganden om var utsläpp av tvättvatten sker, hur utsläppen sker och vilka konsekvenser, i termer av koncentration av föroreningar i havsmiljön, detta kan få beroende på vilket ämne som släpps ut.

2.2.1. Sannolikhet för utsläpp

Uppskattningen av sannolikheten för utsläpp från tankrengöring baseras på trafikintensitet av tankfartyg under 2018 inom HELCOM-OSPAR-området, framtaget ifrån EMODnet (Figur 4). Fartygsintensiteten baseras på den tid som tankfartyg tillbringat inom fördefinierade 1×1 km² rutor. Detta uttrycks i ett månadsmedelvärde som timmar/km²/månad (EMODnet, 2019). Sannolikheten för utsläpp antas att öka med ökad trafikintensitet. Bedömningen av sannolikheten för utsläpp baseras också på flygövervakningsdata från HELCOM. Sannolikheten för utsläpp förväntas vara högre i områden där mer frekventa utsläpp rapporterats.



Figur 4. Trafikintensiteten (gul/röd skala) för tankfartyg som opererade i svenska farvatten 2018 (EMODnet). Varje fartyg som passerat inom varje $1 \times 1 \text{ km}^2$ ruta räknats. Territorialgränsen (streckade blå linjer) sammanfaller med 12 Nm från land. Batymetrin visas på samtliga djup över 25 meter, för djup grundare än 25 meter visas ingen batymetri.

Tabell 3. Beräknade koncentrationsfaktorer (KF) baserat på stripvolym per tank, prewash och superstrip.

PARAMETER	VÄRDE	ENHET	FÖRKLARING	REFERENS
TANKVOLYM	1000	m ³	Exemplifieras i P&A Ungefärligt medelvärde Om tanken är större krävs fler spolkanoner	Honkanen m.fl. (2012)
ANTAL SPOLKANONER PER TANK	1	st	Beror på tankstorlek enligt P&A och MARPOL Annex II	MARPOL Annex II
VOLYM TVÄTTVATTEN PER TVÄTT	20	m ³	10-100 m ³ /tank 18-24 m ³ /tank	Honkanen m.fl. (2012) Honkanen m.fl. (2013)
STRIPVOLYM VID SUPERSTRIP a)	0.1	L	"endast en kaffekopp kvar"	FRAMO
STRIPVOLYM b)	10	L	Vanlig volym efter lossning	Personlig korrenspondens från många respondenter
STRIPVOLYM c)	75	L	Maximalt tillåten för fartyg konstruerade efter 2007	MARPOL Annex II
STRIPVOLYM d)	150	L	Maximalt tillåtet för fartyg konstruerade mellan 1 juli 1986 och 2007	MARPOL Annex II
KF a)	5×10^{-6}	-	koncentrationsfaktor multiplicerat med densiteten ger koncentration	
KF b)	5×10^{-4}	-	koncentrationsfaktor multiplicerat med densiteten ger koncentration	
KF c)	3.75×10^{-3}	-	koncentrationsfaktor multiplicerat med densiteten ger koncentration	
KF d)	7.5×10^{-3}	-	koncentrationsfaktor multiplicerat med densiteten ger koncentration	
KONCENTRATION "SLOP b)" MED PREWASH e)	5×10^{-4}	g/L	0.1 viktprocent prewash-koncentration motsvarar 1 g produkt/liter vatten	MARPOL Annex II Reg. 6.1.1
KONCENTRATION "SLOP c)" MED PREWASH f)	3.75×10^{-3}	g/L	0.1 viktprocent prewash-koncentration motsvarar 1 g produkt/liter vatten	MARPOL Annex II Reg. 6.1.1

2.2.2. Konsekvensanalys

Metoden för att uppskatta potentiella koncentrationer i havsmiljön som en konsekvens av utsläpp av slop från tankrengöring, inspirerades delvis utav tidigare studier (Honkanen m.fl., 2012, 2013), där koncentrationerna från utsläpp beräknades baserat på 1) mängd produkt kvar i tanken samt 2) volym av tvättvatten som används för tankrengöringen. Mängden produkt som finns kvar i en tank innan tankrengöringen påbörjas beror på stripvolymen, om prewash utförts eller ej och om superstrip tillämpats eller ej. Volymen tvättvatten som används beror på hur stor tanken är som skall rengöras; ju större tank desto fler spolkanoner behövs.

Vidare beror volymen tvättvatten av hur många rengöringscykler som körs per tvätt, vilket ska ske i enighet med fartygets P&A manual. Samtliga parametrar som används för att beräkna utsläppskoncentrationer (c_{slop}), samt motivering till hur dessa parametrar bestämdes, presenteras i Tabell 3. c_{slop} används därefter för att beräkna de koncentrationer som utsläppet ger upphov till i havsmiljön.

I den här rapporten presenteras en ny metod för att bestämma utspädningsfatorer (UF) som bättre bör spegla de processer som sker vid ett utsläpp från fartyg under gång. Fartyget släpper ut en viss mängd tvättvatten per tidsenhet under gång med en viss hastighet och omblandning sker inom den vak (teknisk term för kölvattnet, från engelskans wake) som bildas akterom färdriktningen (Figur 5Figur 5).

Den slutgiltiga koncentrationen (PEC) baseras på koncentration av slopen (c_{slop}), flödeshastighet på utsläppet, fartygets hastighet samt storlek på den vak som bildas utav fartyget. Vakens storlek varierar bland annat med fartygets storlek och form och kan, väldigt förenklat, ses som ett homogent vattenpaket där omblandning sker. Inom vaken upprätthålls därmed en koncentration utav de ämnen som släpps ut. Den modifierade ekvationen ser ut enligt Ekvation 3.

Ekvation 3

$$c = \frac{c_{slop}}{1 + K_{OC} \times SM \times UF)} \times \frac{v_{ut}}{v_{fartyg} \times b_{vak} \times d_{vak}}$$

Där v_{ut} hastighet på utflödet (m^3/h), v_{fartyg} är hastigheten på fartyget ($m/h = knop \times 1852$), b_{vak} är bredden på vaken (m) och d_{vak} är vakens djup (m). Vakbildningen och formen på vaken är mycket förenklad vilket illustreras i Figur 5, där vaken antas ha en form av ett rätblock. Suspenderat material (SM) estimerades till 2,5 mg/l men detta kan variera beroende på bland annat säsong och vilket specifikt område som undersöks (Kiryliuk och Kratzer, 2019). Användning av Ekvation 3 förutsätter att utsläppet sker kontinuerligt och tar ej hänsyn till scenarier då slopen=0 m^3 .



Figur 5. Schematisk figur som visar fartyg, utsläpp samt den vak som bildas bakom fartyget. Av praktiska skäl är figuren ej skalenlig men är inkluderad för att illustrera den förenklade formen som vaken antas ha med konstant djup och bredd.

För insamling av PNEC och/eller EQS-värden användes främst REACH databas (REACH, 2020) och HNSMS (Legrand m.fl., 2017). Det finns även ett antal offentliga databaser och verktyg som har utvecklats med syfte att assistera vid olyckshändelser, här återfinns ibland även gränsvärden för respektive ämne. I Sverige används RIB (Kustbevakningen) som, liksom Cameo Chemicals (NOAA), kan användas för att få en snabb översikt över olika ämnens egenskaper, toxicitet och kompatibilitet. För vidare jämförelser av PEC-värden, beräknade enligt Ekvation 3, användes MAMPEC, en tvådimensionell hydrodynamisk och kemisk modell för beräkning av koncentrationer av föroreningar i miljön.

Att jämföra PEC och PNEC (eller EQS) för enskilda ämnen ger endast en indikation på om det kan förefalla en risk för omkringliggande miljöer. Gustavsson m.fl. (2017) och Backhaus och Faust (2012) demonstrerar hur flera olika ämnen kan leda till en additiv effekt, även kallat cocktaileffekt, något som kommer diskuteras vidare i resultat och diskussion.

2.3. Identifiering av konfliktområden

Som komplement till riskanalysbeskrivningen ovan är det viktigt att definiera för vem eller vad som konsekvenserna gäller; en företeelse som får stora konsekvenser på en plats behöver inte nödvändigtvis innebära att konsekvensen är densamma på en annan plats. För att kartlägga och illustrera potentiella konfliktområden användes GIS-verktyget ArcMap 10.5. Målet var att identifiera troliga områden för operationella utsläpp (baserat på riktlinjerna i MARPOL Annex II) och att undersöka vilka av dessa områden som står i

konflikt med andra intressen och naturvärden. Med hjälp av kartlager och analyser, publicerade av HELCOM, Havs- och vattenmyndigheten och EU, markerades områden där sjöfarten delar utrymme med globalt ansedda naturvärden, viktiga näringar såsom fiske och akvakultur samt lekplatser och habitat för nyckelarter.

3. RESULTAT OCH DISKUSSION

I detta avsnitt presenteras den data som samlats in, samt några av de risker som utsläpp av dessa flytande bulkprodukter kan medföra. Vidare presenteras fyra geografiska områden som identifierats som högst intressanta ur ett tankrengöringsperspektiv. Slutligen diskuteras problem samt ges förslag på möjliga åtgärder.

3.1. Kemikalier som fraktas som flytande bulk med fartyg

Vad som framgår i metodavsnittet av denna rapport är att datainsamling, över de flytande bulkprodukter som fraktas i svenskt farvatten, inte är en enkel process och kräver aktivt letande bland många olika källor (Tabell 4). Den resulterande statistiken presenterad nedan (Tabell 5) härstammar därför från en kombination av ett flertal källor såsom myndigheter, hamnar och industrier i och utanför Sverige. Definitionen ”inom Sverige” omfattar den last som antingen lastats eller lossats i en svensk hamn och ”utanför Sverige” är samlad statistik från flytande bulk som lossats och lastats i en hamn utanför Sverige men inom Östersjöländerna eller land som gränsar till Sverige. Ingen utav källorna kunde bistå med all information, vilket resulterar i några av de osäkerheter som diskuteras i samband med redovisning av resultaten.

Enligt Trafikanalys rapport, med statistik över Sjötrafiken i Sverige år 2018, uppgår den totala mängden flytande bulk som hanterats i svenska hamnar i cirka 65 miljoner ton. Detta överensstämmer även med de siffror som hämtats ifrån Eurostat. Den totala mängden hanterad råolja och raffinerade petroleumprodukter i svenska hamnar utgjorde, år 2018, cirka 60 miljoner ton (TRAFA (2018) tabell 3B) vilket indikerar att resterande mängd flytande bulk utgör minst 5 miljoner ton år 2018. Den totala mängden flytande bulk som regleras av MARPOL Annex II som rapporterats in till oss av tillfrågade hamnar och industrier uppgick till 2,8 miljoner ton, alltså endast 56 procent av de 5 miljoner ton beräknade utifrån Trafikanalys statistik.

En anledning till att projektet endast identifierat 56 procent av de totalt 5 miljoner ton, är att inte alla hamnar svarade på utskickade frågor. De hamnar som inte svarade utgjorde 15 procent av det totala antalet anlöp av kem- och oljetankers år 2018. Beroende på exempelvis variationer i fartygsstorlek och hamnkapacitet är det inte möjligt att säga hur stor volym detta motsvarar. Det är inte heller säkert att de hamnar/terminaler som svarade redogjorde för samtliga terminaler; detta kan vara speciellt problematiskt om hamnverksamheten arrenderas ut till industrier eller andra stakeholders. Ett fåtal hamnar svarade på vilka produkter som hanterades, men angav endast totala mängden för

samtliga produkter, dessa motsvarade cirka 690 000 ton, knappt 14 procent av de totalt 2,8 miljoner ton som identifierats i projektet.

Två andra möjliga orsaker till diskrepansen i statistik över mängd flytande bulk från olika informationskällor identifierades genom statistiken över ”undantag för prewash”. I en av de hamnar som rapporterade att de inte tagit emot flytande bulk, förutom olje- och petroleumprodukter, har det vid två tillfällen ansökts om undantag för att utföra prewash, något som endast görs om lasten omfattas utav MARPOL Annex II. Om undantagen dessutom jämförs med statistik från de hamnar som har rapporterat in, framgår att det ibland saknas produkter i inrapporteringen. I samtliga identifierade fall, då rapportering ej överensstämde med undantagsansökan, så har lasten utgjorts av biobränslen (”Biofuel blends” enligt IBC). Här verkar det som om regelverket inte är tillräckligt tydligt. De definitioner som gjorts inom IMO baseras på hur många procent petroleumolja som blandningen innehåller. Om blandningen innehåller >75% petroleumolja så ska det regleras enligt MARPOL Annex I, i annat fall skall det regleras under MARPOL Annex II (MEPC/Circ.761-rev1(2013)). Om det, vid rapporteringstillfället, ej framgår hur stor andel av blandningen som utgörs av biobaserat och/eller fossilt bränsle så är det inte möjligt att avgöra inom vilket Annex lasten regleras.

De ämnen samt kvantiteter, som blivit inrapporterade av hamnar, jämfördes även med statistiken som mottagits från Tullverket. Det visade sig då att det var nio ämnen som inte återfanns i hamnstatistiken. Dessutom var det fyra ämnen (natriumhydroxid, metanol, kaliumhydroxid samt etylacetat) som rapporterats in av hamnarna, men som mottagits i högre kvantiteter enligt Tullverket. Utav de totalt 1,21 miljoner ton produkter som rapporterats in till Tullverket så är drygt 400 000 ton (401 772 ton) ej representerade i hamnstatistiken. Summering utav hamnstatistik samt icke-tillgodräknad statistik från Tullverket resulterar i att det potentiellt finns data över 3,15 miljoner ton gods, vilket motsvarar 63 procent av de 5 miljoner ton som tidigare rapporterats i TRAFKA.

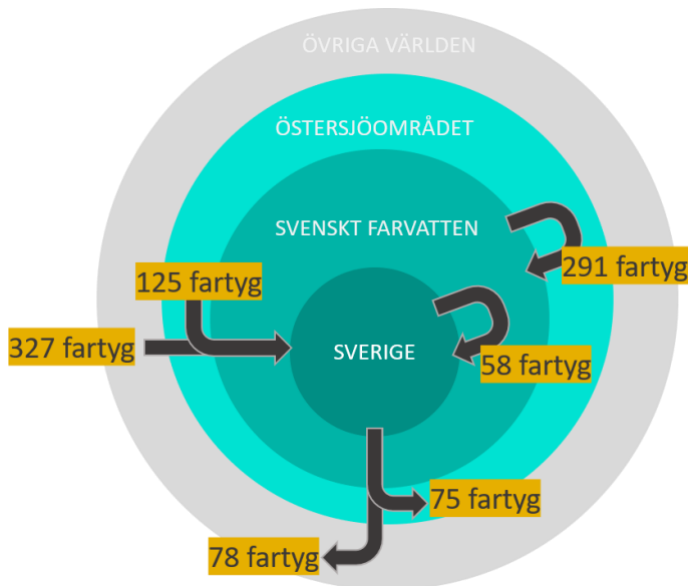
Tabell 4. Översikt av källor som använts för att hitta information om produkter som fraktas som flytande bulk. N=Nej och J=Ja anger vilken data som presenteras från vardera källa, den geografiska täckningen anger var produkterna härstammar från och i kommentarskolumnen återfinns en kortare förklaring, inklusive identifierade påtagliga brister, av varje källa.

KÄLLA	LASTTYP BULK/PAKET	SPECIFIK PRODUKT	FAS	GEOGRAFISK TÄCKNING	TRANSPORT- MEDEL	KOMMENTAR
Sjöfartsverket Farligt gods MSW	N	J	N	Nationell	J	Skiljer ej på bulk eller paketerad form. Vissa poster anges i kg, andra i ton utan att specificera när.
Tullverket	J	J	J	Endast utanför EU	J	Några poster var förmodligen i fast form
Transportstyrelsen	N	N	N	Nationell	N	Endast utfärdade undantag för prewash
Eurostat	J	N	J	Inom EU	J	Ger övergripande statistik över flytande bulk
SCB	N	J	N	Internationell handel	N	Ej inrikeshandel. Särskiljer inte på transportmedel.
Kemikalie- inspektionen	N	J	J	Internationell handel	N	Ej inrikeshandel. Särskiljer inte på transportmedel.
SPBI	-	J	J	Nationell	N	Ej inrikes. Endast petroleumprodukter.
Sjöfartsverket Avfallsrapport	-	-	-	Nationell	J	Rapportering om avfallsmottagning.
Hamnar och industrier i Sverige	J	J	J	Endast lokal	J	84% av total antal anläp 2018. Varierande detalj i rapportering.
Andra länder	J	J	J	Internationell (ej Sverige)	J	Bristfällig respons. Varierad upplösning.
Trafikanalys (TRAFA)	J	N	J	Nationell	J	Ger övergripande statistik över flytande bulk.
EMSA	J	N	N	Internationell (HELCOM)	J	Översikt transportflöde. Farligt gods definition kan vara inkorrekt. Formell ansökan krävs.

Samma jämförelse gjordes även mellan statistik mottagen från Sjöfartsverket, för de poster där ingen IMDG-kod angetts, och statistik från hamnarna och Tullverket. Återigen identifierades ämnen (11 st) som ej fanns representerade i varken hamn- eller Tullstatistiken, samt ett antal ämnen som då de summerades översteg de kvantiteter som rapporterats tidigare av hamnar och Tullverket. Totalt motsvarade dessa poster 703 499 ton vilket innebär att den totala mängden data, insamlad från hamnar/industrier, Tullverket samt Sjöfartsverket summeras till 3,86 miljoner ton (=77% av 5 miljoner ton).

I Tabell 5 redovisas samtliga ämnen som har rapporterats in från svenska hamnar och industrier, Tullverket samt utvalda data från Sjöfartsverket. I tabellen presenteras även ämnen som rapporterats in från internationella aktörer med anslutning till svenskt farvatten. Samtliga kvantiteter har avrundats till närmsta tusental och skall tolkas som ett minimum ton/år då det i vissa fall rapporterats in hanterade produkter utan att ange kvantiteter. Den totala mängden flytande bulk som rapporterats in med både produktnamn och kvantitet, i och utanför Sverige, uppgår till cirka 12 miljoner ton. Majoriteten av produkterna, 7,8 miljoner ton (ca 65 procent), är klassade som kategori-Y produkter enligt MARPOL Annex II. 25 procent utgörs av kategori-Z produkter och endast 3 procent är kategori-X produkter.

Baserat på data som tagits fram av EMSA estimerades trafikflöden för kemikaliefartyg i och kring svenska farvatten för 2019 (Figur 6). Urvalet baserades på de fartyg som angett att de fraktat farligt gods som regleras enligt IBC-koden. Under 2019 anlöpte 510 fartyg som uppfyllde dessa kriterier Sverige; 58 av dessa fartyg kom från en annan svensk hamn, 125 fartyg kom från en hamn inom Östersjöområdet (Finland, Ryssland, Estland, Lettland, Litauen, Polen, Tyskland eller Danmark) och resterande fartyg (327 stycken) ankom från en hamn utanför ovan nämnda alternativ. Utöver anlop till Sverige anmälde 291 fartyg både avgångs- och anlopshamn inom Östersjöområdet. Från Sverige rapporterades det att 153 fartyg avgått med farlig last; 75 av dessa fartyg lossade i en hamn inom Östersjöområdet medan resterande (78 fartyg) lämnade området.



Figur 6. Trafikflödet utav kemtankfartyg i och kring svenskt farvatten under 2019. De presenterade värdena motsvarar antal fartyg, med last som regleras enligt IBC-koden, som angett avgång eller anlop till Sverige eller inom Östersjöområdet under 2019. Inrapporteringen till EMSA görs utav medlemsstaterna baserat på vad respektive fartyg har angett och det finns en risk för felaktigt inrapporterade data till EMSA.

3.1.1. Produktgrupper med olika miljökonsekvenser

Baserat på insamlade data rörande samtliga produkter som fraktas som flytande bulk gjordes en indelning i fem olika grupper, främst baserat på de respektive ämnas spridning i havsmiljön, samt möjliga konsekvenser från utsläpp. De fem grupper som valts ut är:

1. Syror och baser samt alkoholer
2. Potentiella gödningsmedel
3. Bensen och andra aromatiska kolväten
4. Persistenta ämnen som flyter på vattenytan
5. Övriga produkter

Nedan följer en beskrivning av de fem grupperna, tillsammans med en motivering till gruppindelningen. I Tabell 5 visas vilka produkter, utav de som fraktas idag, som inkluderats i vilken/vilka grupper. Då vissa produkter har egenskaper som matchar flera utav de utvalda grupperna är de inkluderade flera gånger.

Tabell 5. Sammanställning över samtliga kemikalier samt kemikalieliknande produkter som rapporterats in som produkter som transporterats som flytande bulk med fartyg år 2017/2018. Produkterna presenteras med CAS-nummer om det funnits tillgängligt, MARPOL-klass enligt IBC-koden samt grupptillhörighet baserat på indelningen i avsnitt 3.1.1. Mängden hanterat gods presenteras i antal ton som hanterats (lastats/lossats) per år i Sverige, respektive gods som lassats/lossats utanför Sverige, det vill säga samtliga Östersjönationer plus Norge ingår. streck innebär att 1) ämnet har inte rapporterats eller 2) ämnet har rapporterats som hanterat men inga kvantiteter har specificerats.

*Inkluderar bland annat hexan och Alkaner(C10-C26), linjära och förgrenade.

** Inkluderar bland annat hexen och propylentrimer.

PRODUKTNAMN	CAS	MARPOL KLASS	GRUPP	SVERIGE	UTANFÖR SVERIGE
		X, Y, Z, O.S.	1,2,3,4,5	Ton/år	Ton/år
1-Hexadecylnaphthalene/ 1,4-Bis(hexadecylnaphthalene) mixture	-	Y	5	7000	-
Aceton	67-64-1	Z	5	-	126 000
Aceton cyanohydrin	75-86-5	Y	5	-	9000
Alkyl(C5-C8) bensen	-	X	3	-	2000
Ammoniak	-	Y	2,1	-	208 000
Ammoniumpolyfosfat (lösning)	-	Z	2	-	69 000
Ammoniumsulfat (lösning)	-	Z	2	-	76 000
Anilin	62-53-3	Y	5	-	22 000
Aviation alkylater (C8 paraffin)	-	X	5	5000	8000
Basoljor	-	-	5	-	306 000
Beckolja	-	X	4	83 000	-
Bensen	71-43-2	Y	3	3000	10 000
Biobränslen (samt blandningar)	-	X	4	143 000	75 000
Bis(2-propylheptyl)ftalat	533-54-0	X	5	15 000	-
Butylakrylat	141-32-2	Y	5	<1000	-
Cyklohexan	110-82-7	Y	5	-	5000
Cymen	99-87-6	Y	3	-	3000
Dietyltriäminpentaättiksyra	67-43-6	Z	5	-	<1000
Diklorbuten	760-23-6	Y	5	1000	-
Diklorpropan	78-87-5	Y	5	-	33 000
Epiklorhydrin	106-89-8	Y	5	-	2000

Etanal	75-07-0	Y	5	33 000	-
Etanol	64-17-5	Z	1	176 000	118 000
ETBE	637-92-3	Y	5	37 000	-
Etylacetat	141-78-6	Z	5	21 000	4000
Etylendiamintetraättiksyra	60-00-4	Y	5	-	<1000
Etylendiklorid	107-06-2	Y	5	7000	213 000
Etylhexanol	104-76-7	Y	5	69 000	-
Etylhexansyra	149-57-5	Y	5	44 000	-
Fenol	108-95-2	Y	3	-	316 000
Fettsyrametylester/Rapsmetylester	-	Y	4	365 000	-
Formalin	50-00-0	Y	5	-	59 000
Fosforsyra	7664-38-2	Z	1	<1000	83 000
Glycerol	58-81-5	Z	5	<1000	-
Glykol	107-21-1	Z	5	1000	-
Hydrerade vegetabiliska oljor (HVO)	-	Y	4	99 000	-
Iso- och cykloalkaner	-	Y	4	10 000	-
Isobutanol	78-83-1	Y	1	-	-
Isopren	78-79-5	Y	5	-	3000
Ister	-	Y	4	-	347 000
Kaliumhydroxid	1310-58-3	Y	1	3000	-
Kaolinitlurry	-	O.S.	5	413 000	-
Kloroform	67-66-3	Y	5	-	5000
Kolväten, acykliska, mättade*	-	Y	5	178 000	677 000
Kolväten, acykliska, omättade**	-	Y	5	2000	5000
Metanol	67-56-1	Y	1	7000	1 025 000
Metylnaftalen	90-12-0	X	3	46 000	-
MTBE	1634-04-4	Z	5	-	272 000
Myrsyra	64-18-6	Y	1	-	11 000
Natriumhydroxid	1310-73-2	Y	1	326 000	1 499 000
Natriumklorat (lösning)	7775-09-9	Z	5	35 000	-
n-butyleter	142-96-1	Y	5	-	122 000
Octanol	111-87-5	Y	5	1000	-
Palmfettsyra, destillat	-	Y	4	-	89 000
Propenoxid	75-56-9	Y	5	-	215 000

Propionsyra	1979-09-04	Y	5	15 000	-
Propylbensen	98-82-8	Y	3	-	5000
Propylenglykol	57-55-6	Z	5	-	633 000
Propylheptanol	10042-59-8	Y	5	6000	-
Pyrgas (innehållandes bensen)	-	Y	3	161 000	12 000
Rapsmetylester	-	Y	4	29 000	-
Rapsolja	-	Y	4	75 000	-
Salpetersyra	7697-37-2	Y	1	35 000	-
Saltsyra	7647-01-0	Z	1	<1000	-
Styren	100-42-5	Y	3	-	89 000
Svavelsyra	7664-93-9	Y	1	475 000	250 000
Talg	-	Y	4	4000	-
Talg, fettsyra	-	Y	4	6000	-
Tallolja, beck	-	Y	4,2	8000	-
Tallolja, fettsyra	-	Y	4,2	14 000	6000
Tallolja, rå	-	Y	4,2	110 000	110 000
Terpentin	-	X	5	7000	-
Tetrakloreten	127-18-4	Y	5	-	81 000
Tetraklormetan	56-23-5	Y	5	-	2000
Tjära	-	X	5	8000	-
Toluen	108-88-3	Y	3	-	25 000
Urea/Ammoniumfosfat lösning	-	Y	2	-	54 000
Urea/Ammoniumnitrat lösning	-	Z	2	-	1 456 000
Vax av kolväten	-	X	4	-	13 000
Vegetabilisk olja	-	Y	4,2	24 000	-
Xylen	1330-20-7	Y	3	3000	152 000
Ättiksyra	64-19-7	Z	1	9000	-

1. Syror och baser samt vattenlösliga alkoholer

Denna grupp omfattar ämnen som inte är direkt toxiska för miljön men som, i kombination med andra kemikalier, skulle kunna bidra till ytterligare belastning på miljön. De är ofta produkter som transporteras i störst volymer sett både till nationell och internationell nivå (Tabell 5). Exempel på ämnen som inkluderas i denna grupp är svavelsyra, ättiksyra, ammoniak, natriumhydroxid, etanol och metanol.

Syror och baser kan påverka pH lokalt, men havsvattnets alkalinitet, den samlade buffertkapaciteten, verkar för att stabilisera och reducera dessa effekter. Utsläpp av starka

syror som dissocierar helt i vatten kommer att bidra till ett lägre pH samt en konsumtion och reducering av den totala alkaliniteten (Turner m.fl., 2018). Vid input av svaga syror ($pK_a > 4.5$) kommer pH också att sjunka men då frigörandet av protoner simultant innebär att en bas bildas, som bidrar till en ökad alkalinitet, så kommer den totala alkaliniteten att förbli oförändrad (Kuliński m.fl., 2014). Metanol och etanol späds effektivt ut och har som enskilda ämnen ingen/liten påverkan på havsmiljön.

Svavelsyra, en stark syra, är ett av de ämnen som transporteras i stora volymer i Östersjöområdet (Tabell 5). Svavelsyra har i flera tidigare publikationer rapporterats att vara ett högriskämne, speciellt i anslutning till större olyckor (Honkanen Häkkinen (2012), Häkkinen Posti (2014)). Vid beräkningar utav operationella utsläpp har det också rapporterats att PEC ofta överstiger PNEC, här är det dock oklart om havsvattens alkalinitet, buffertkapacitet, är inkluderad i riskanalysen.

Alla starka syror kommer att ha en försurande effekt och även om denna effekt på regional skala är liten så kan det lokalt påverka mobiliteten hos exempelvis metaller. En ökad belastning på miljön, i och med cocktaileffekter, kan orsaka stora effekter på områden som trafikeras intensivt.

2. Potentiella gödningsmedel

I denna grupp inkluderas ämnen som kan ha en direkt eller indirekt effekt på eutrofiering av framförallt Östersjöområdet, där övergödningsproblematiken har varit känd länge. Lösningar som innehåller ammoniak/ammonium, nitrat och fosfat kan ha en direkt gödnings effekt om de släpps ut i havsmiljön. Andra ämnen är UREA-lösningar, fosforsyra, salpetersyra etc, vilka även ingår i syra/bas-gruppen ovan och alltså har olika effekt, beroende på vad som undersöks.

Dessutom kan utsläpp av organiskt material bidra till ett ökat syrebehov (Biochemical Oxygen Demand=BOD) då dessa bryts ner. Hög syrekonsumtion och dåligt vattenutbyte resulterar i att syrefria bottenar breder ut sig i Östersjön vilket i sin tur innebär ytterligare frigöring av fosfater. På så sätt kan även utsläpp av organiska ämnen indirekt påverka övergödningen av Östersjön.

Inte heller denna grupp utgör stora risker sett ur ett toxiskt perspektiv men kan likväl ha stor påverkan på havsmiljön och bidra till potentiella cocktaileffekter. Vad som framgår av Tabell 5 är att flera utav de ämnen som tillhör denna grupp klassificeras som Z-ämnen enligt MARPOL Annex II. Denna grupp utgörs alltså utav ämnen som ej är strikt reglerade, som fraktas i stora kvantiteter och som kan ha stor effekt på havsmiljön, speciellt i områden som är känsliga för övergödning

3. Bensen och andra aromatiska kolväten

Flera monoaromatiska kolväten är flyktiga, vilket innebär att de avdunstar under normala förhållanden. Vanligen anses de därför inte nödvändigtvis utgöra ett så stort hot mot havsmiljön. Det är dock viktigt att notera att enligt riktlinjerna i MARPOL Annex II skall tvättvatten släppas ut under gång och under vattenlinjen. När bensen och andra flyktiga

aromatiska kolväten släpps ut under vattenlinjen kommer en större andel att lösa sig och detta får stora effekter på spridningen, samt konsekvenserna i havsmiljön (French McCay m.fl., 2006).

Bensen är med på EU:s prioriteringslista över ämnen som bör övervakas enligt WFD. Bensen är cancerogent och exponering innebär en förhöjd risk för leukemi (Soares m.fl., 2018). Xylener är monoaromatiska kolväten med två metylgrupper bundna till en bensenring. Det finns tre olika isomerer som används för olika bruk, ofta fraktas dock blandningar utav dessa isomerer (Honkanen m.fl., 2012; Duan m.fl., 2017b). Xylener har en låg bioackumulationspotential men påvisar direkt toxiska effekter på organismer som exponeras (Duan m.fl., 2017b). Styren hanteras främst i andra Östersjöländer än Sverige och nämns här främst då det illustrerar ett exempel på hur stakeholders kan vara med att styra hur hanteringen skall gå till. I Finland har lastägarna tagit initiativ till att be om att prewash skall utföras efter lossning utav styren, även om det ej är lagfört enligt MARPOL Annex II (Honkanen m.fl., 2012). Inte heller fenol är ett ämne som hanteras i stora mängder i bulk i Sverige men andra Östersjöländer har redovisat att det förekommer. Även mycket låga koncentrationer av fenol har visat sig att ha stor påverkan på tillväxten hos alger och andra organismer (Duan m.fl., 2017a).

4. Persistenta ämnen som flyter på vattenytan

Dessa ämnen utgörs av biologiska oljor och fetter som ofta används som råmaterial för biobränsleindustrin (Cunha m.fl., 2015). Vid utsläpp bildar dessa produkter ofta skikt ("slicks") som flyter på ytan av vattnet. Då temperaturerna sjunker kan även dessa ämnen stelna och bilda hårda eller geléaktiga klumpar som flyter iland (Cunha m.fl., 2015). Andra mer eller mindre toxiska organiska föreningar kan adsorberas (fästa till ytan) på dessa ansamlingar enligt principen "lika löser lika". En ofarlig produkt kan således få toxiska egenskaper baserat på vilka andra ämnen som förekommer i den kringliggande miljön.

Om produkterna polymeriserar eller formar komplex med exempelvis sand kan de sjunka till botten och bilda ogenomträngliga aggregat som verkar kvävande på grävande arter i sedimenten (Cunha m.fl., 2015). Dessutom ökar syreförbrukningen då organiskt material skall brytas ner, vilket bidrar till en mer reducerad miljö (Cunha m.fl., 2015, 2013). Dessutom kan nedbrytningsprodukter, såsom di- och triglycerider av exempelvis palmolja, som bildas efter exponering till havsmiljön, vara potentiellt farliga (Roose m.fl., 2011).

5. Övriga produkter

Övriga produkter passar inte in i någon utav de andra kategorierna och innehåller bland annat klorerade kolväten, etrar, alkaner och alkener. Flera av dessa produkter är råvaror eller används som lösningsmedel inom industrin. Nedan följer några utvalda exempel av dessa produkter. Halogenerade kolväten är ofta mycket toxiska med potentiellt cancerframkallande egenskaper, även vid låga koncentrationer. Etylendiklorid är en flyktig organisk förening som är både giftigt och cancerframkallande. Det används främst

vid framställning av vinylklorid som används för vidare plastproduktion. Etylendiklorid ingår i Vattendirrektivets utfärdade lista över prioriterade ämnen (EC, 2000).

Etyl tert-butyl eter (ETBE), likt metyl tert-butyl eter (MTBE), används för att öka oktantalet i bensin. Uppmärksammandet av negativa effekter från MTBE har resulterat i att ETBE har ökat på marknaden (Yee m.fl., 2013). Både MTBE och ETBE har relativt hög löslighet i vatten och bryts samtidigt ner långsamt vilket gör att de kan förbli länge i havsmiljön (Yee m.fl., 2013).

Aceton cyanohydrin används ofta som råvara inom kemikalieindustrin och vid framställning av bland annat plexiglas (NRC-US, 2009). I kontakt med vatten bryts aceton cyanohydrin snabbt ner till vätecyanid som är mycket toxiskt även vid väldigt låga koncentrationer (NRC-US, 2009).

3.1.2. Jämförelse med tidigare studier

Enligt Molitor (2006) var de vanligaste kemikalierna som hanterades i svenska hamnar: svavelsyra, natriumhydroxid, ammoniak och etanol. Enligt Häkkinen och Posti (2012), vars statistik majoriteten av senare publikationer hänvisar till, rapporterar att de vanligaste ämnena att transporteras som flytande bulk i Östersjöområdet år 2010 var: metanol, natriumhydroxid, ammoniak, svavelsyra, fosforsyra, pentan, aromatiska kolväten, xylener, MTBE och etanol. Även gödningsmedel och vegetabiliska oljor nämndes som produkter som fraktas i stora volymer. Samtliga ämnen som rapporterades från tidigare studier av Molitor (2006) och Häkkinen och Posti (2012) återfinns bland de vanligaste ämnena som presenteras i denna rapport. De totala mängderna som transporteras ser ut att ha ökat men då samtliga dataset är förenade med stora osäkerheter har ingen djupare analys gjorts på detta.

3.2. Konsekvenser av utsläpp

Ämnen som har hög löslighet i havsvatten anses ofta som mer toxiska, men det är samtidigt viktigt att ta hänsyn till omblandning, turbulens och strömmar som potentiellt snabbt kan späda ut ämnet till koncentrationer under de som anses vara toxiska (Cunha m.fl., 2013). Toxiciteten kan vara både akut och kronisk, där bägge kan vara svåra att uppskatta; ofta måste också flera olika arter undersökas. Många produkter som fraktas som flytande bulk har låg löslighet och det kan därför vara svårt att mäta akut toxicitet inom gränsvärden för ämnets löslighet (Cunha m.fl., 2013). Baserat på statistiken i Tabell 5, bestämdes PNEC-värden för de ämnen där det fanns värden att hämta. För vissa produkter och kemikalier, med väldigt låg löslighet, är det inte möjligt att ta fram PNEC värden för akvatiska miljöer experimentellt då de överskrider produktens löslighet i vatten. För de ämnen där värden för PNEC kunde tas fram (tabell i Bilaga B) valdes åtta ämnen ut för beräkning utav PEC och R (Tabell 6).

Beräkningar av PEC enligt Ekvation 3, då utsläppsflödet=200 m³/h och fartygshastigheten=7 knop, resulterar i en utspädningsfaktor på cirka 80 000:1, betydligt högre än 1000–3000:1 som används av Honkanen m.fl. (2012) på utsläpp som ej genomgått pre-wash, men också betydligt lägre än faktorer som rapporterats utav US-

EPA (2002) 195 000-660 000:1. Resultaten i Tabell 6, som härstammar från Ekvation 3 baseras på antaganden kring vakbildningen och utsläppets omfattning som har direkt påverkan på utspädningsfaktorn. Hastigheten definieras som 7 knop, då detta är minsta tillåtna fartygshastighet för att utsläpp av tvättvatten skall få ske. Genom att öka hastigheten på fartyget, ökar även utspädningsfaktorn. De fartyg som undersöktes av US-EPA (2002) framfördes i hastigheter mellan 9–19 knop. Om v_{fartyg} i Ekvation 3 definieras som 15 knop istället för 7 knop, innebär det att utspädningsfaktorn blir 166 000:1. Vaken antas också ha en konstant bredd (100 m) och ett konstant djup (12 m) baserat på medelvärden presenterade av Nylund m.fl. (2020); för omfattningen av denna rapport anses förenklingen vara tillräcklig, men en mer detaljerad beskrivning över vakbildning och form återfinns i Voropayev m.fl. (2012). Ekvation 3 är en grov förenkling av verkligheten, men tar trots allt hänsyn till effekten från utsläppsflöde, fartygshastighet och vakbildning, vilket har visat sig ha stor betydelse för den resulterande koncentrationen i miljön (US-EPA, 2002; Nylund m.fl., 2020).

Vidare jämfördes PEC-värden, beräknade enligt Ekvation 3, med de PEC-värden som beräknats med programvaran MAMPEC. Trots att programvaran är betydligt mer sofistikerad än ekvationerna presenterade i detta arbete visade den sig, i detta fall, att vara mindre lämpligt att jämföra med, då beräkningarna bygger på att det system som undersöks är i steady-state där belastningen utgörs av en konstant. I de fall där jämförelse gjordes erhöles liknande värden men detta kunde härledas direkt till val av parametrar såsom utsläppshastighet, daglig belastning och totala vattenvolymer. Då tankrengöringsutsläppen snarare är intermittenta krävs det mer högupplöst data för att korrekta beräkningar ska kunna utföras i ett specifikt område.

Tabell 6. Översikt över beräknade PEC/PNEC kvoter för ett urval av ämnen som fraktas kring Sverige. PEC beräknades enligt metodologin beskriven i avsnitt 2.2.2. innehållandes ekvation 3 och de respektive kvoterna beräknades enligt ekvation 2. Om kvoten överstiger 1 (markerade med gul färg) innebär detta att det föreligger en risk för havsmiljön. PNEC-värden och densiteter är hämtade från tabellen i Bilaga B och K_{OC} hämtades från REACH (2020).

ÄMNE	PNEC mg/L	DENSITET kg/m ³	K_{OC} L/kg	PEC/PNEC BASERAT PÅ STRIPVOLYM PER TANK			
				0.1L	10L	75L	150L
Svavelsyra	2.5×10^{-4}	1830	-	<1	>10	>100	>100
Metanol	2.08	790	0.18	<1	<1	<1	<1
Bensen	8×10^{-3}	876	59	<1	<1	>1	>1
Xylen	3.3×10^{-1}	861	407	<1	<1	<1	<1
Etylhexanol	1.7×10^{-3}	830	35	<1	>1	>10	>10
ETBE	1.7×10^{-2}	736	160	<1	>1	>10	>10
Etylendiklorid	1.1×10^{-1}	1250	33	<1	<1	<1	>1
Fenol	1×10^{-3}	1070	33	<1	>1	>10	>10

Beräknade PEC-värden och risker associerade med utsläpp bör därmed tolkas som indikationer på att utsläpp medför en risk snarare än att hanteras som absoluta värden. Av Tabell 6 framgår att flertalet produkter som undersökts når över PNEC-gränsvärden, trots att stripvolymerna hålls under 75 liter per tank, vilket är tillåten stripvolym enligt MARPOL Annex II (Tabell 2). Vad som också framgår av Tabell 3 och Tabell 6 är att både superstrip och prewash, om de sköts korrekt, är effektiva metoder för att minimera utsläpp till havsmiljön. Dessa slutsatser är helt i linje med tidigare publikationer (Honkanen m.fl., 2013, 2012) som konkluderade att PEC sänks med en faktor av 1000 så länge som prewash genomförs och håller sig under respektive produkts PNEC-värde om stripvolymen därefter inte övergår 50 liter. Utan prewash översteg PEC PNEC oavsett stripvolym.

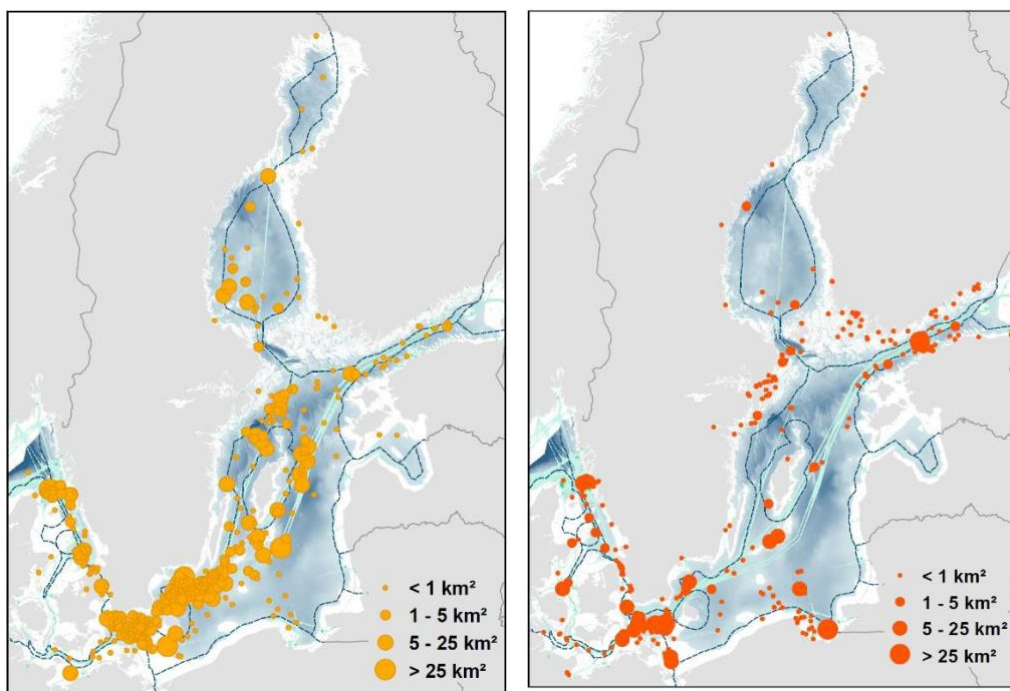
PEC/PNEC-kvoterna är beräknade för ett ämne åt gången. Om slopen som släpps ut innehåller flera olika typer av substanser eller om lösningsmedel används vid tankrengöringen kan detta påverka lösningens totala toxicitet. För att utreda detta krävs att även effekter av blandningar av ämnen undersöks, och inte endast effekter från individuella substanser. Det är idag välkänt att blandningar av kemiska ämnen resulterar i en additiv effekt och att detta bör ingå i riskanalysen (Backhaus och Faust, 2012; Gustavsson m.fl., 2017).

Även om många parametrar skiljer sig mellan stora spill, vid olyckor, kontra operationella utsläpp, som sker mer kontinuerligt, så kan vissa gemensamma strategier

tillämpas då effekterna skall utredas. Viktiga exempel som kommer ha stor betydelse på allvarlighetsgraden av ett utsläpp är var utsläppet sker, vilka väderförhållanden som råder, vilka fysikaliska och kemiska egenskaper som produkten som släpps ut har och om det är flera produkter som släpps ut samtidigt (Cunha m.fl., 2013, 2015). Allt sammantaget resulterar detta i en konsekvensanalys som är komplex och ofta ofullständig i ett eller flera avseenden.

3.3. Sannolikhet för utsläpp i olika områden

Varje år registreras ett antal utsläpp av misstänkt olja eller andra okända substanser utav HELCOM:s flygövervakningsprogram, dit svenska Kustbevakningen också rapporterar in sina data (Figur 7). Genom att summera data från de senaste fem åren framgår det att utsläpp sker mer frekvent inom vissa områden. Det är viktigt att understryka att flygövervakningar ej är randomiserade och fokuseras framförallt till områden med högst trafikintensitet, för att verka förebyggande (HELCOM, 2018a). Detta innebär dock att det finns en viss bias i resultatet där upptäckta utsläpp koncentreras kring farlederna. Samtidigt har Ryssland inte redovisat någon flygövervakningsdata till HELCOM sedan 1990-talet och Lettland har endast utfört ett fåtal flygtimmar vilket leder till att stora områden är obevakade. Sammantaget leder detta till osäkerheter avseende identifierade utsläpp (HELCOM, 2018a). I HELCOM:s senaste rapport om flygövervakning (2018b) nämns även att det finns en risk att medveten dumpning sker under nattetid och vid dåligt väder då risken att bli upptäckt minskar markant.



Figur 7. Översiktskartor som illustrerar utsläpp av olja (höger, röda cirklar) samt oidentifierade substanser (vänster, orange cirklar) som observerats av HELCOM:s flygövervakningsprogram mellan år 2014-2018. Storleken på cirklarna motsvarar storleken på utsläpp i km². Trafikintensiteten för tankfartyg som opererade i svenska farvatten 2018 har färgats ljusblå, territorialgränsen (streckade blå linjer) sammanfaller med 12 Nm från land och batymetrin visas på samtliga djup över 25 meter.

Baserat på sträng egenkontroll genom så kallad vetting, i kombination med utbredd flygövervakning över HELCOM-området, så kan sannolikheten för illegala utsläpp uppskattas som lägre än sannolikheten för utsläpp som går att härledas till laglig verksamhet. I metodavsnitt 2.2.1 framgår att de områden med högre sannolikhet för att utsättas för operationella legala utsläpp av tvättvatten följer de trafikintensiva farlederna som ligger utanför territorialzonen (>12 Nm från land) och där vattendjupet är större än 25 m (Figur 4). Flera studier visar också att koncentrationerna av utsläppta ämnen inom en vak inte är homogena, utan snarare följer en gradient med högre koncentrationer ju närmre källan, det vill säga fartyget (US-EPA, 2002). Dessa studier gjordes dock på utsläpp som skedde på vattenytan varpå omblandning får anses begränsad. Att utsläpp till vaken bättre modelleras med en koncentrationsgradient snarare än ett homogent rätblock får anses vara troligt, men här krävs mer forskning och mer avancerade modeller. Baserat på HELCOM:s flygövervakningsdata (Figur 7) samt antaganden om att majoriteten av fartyg följer IMO:s regelverk, förefaller det troligt att flest utsläpp sker i anslutning till de mest trafikerade farlederna, utanför territorialgränsen och på tillräckligt stort djup (>25 m).

Ytterligare argument för att tankrengöring samt tömning av lasttankar (antingen till sloptank eller till havs) sker under gång är att tankrengöringen kräver stora mängder

vatten samt, i de fall då tvättvattnet skall värmas, stora mängder energi, det vill säga motorkraft. Ventilering av tankarna, efter rengöring, tar ofta flera timmar och görs sällan till kaj då hamnarna inte vill att ventilering av potentiellt farliga gaser sker nära hamnpersonal vilket stöder argumentet att åtminstone delar utav rengöringsproceduren sker till havs.

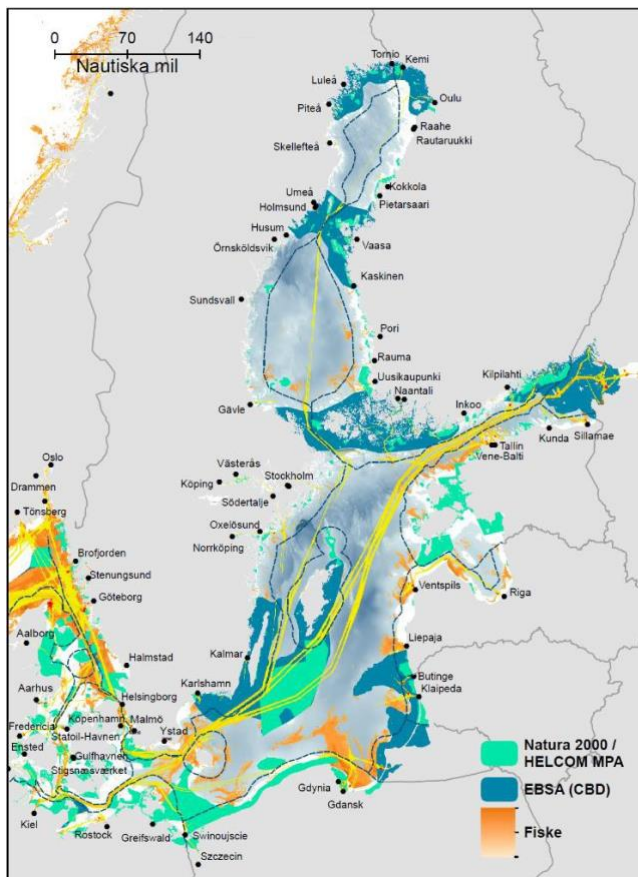
Då prewash är obligatoriskt för X-klassade ämnen samt Y-klassade ämnen som definieras som högviskösa eller stelnande, är sannolikheten för operationella utsläpp av dessa substanser lägre än för de ämnen där prewash ej är regelstadgat. Dock definieras högviskösa samt stelnande ämnen baserat på hanteringstemperatur, vilket i teorin kan innebära att prewash-kravet kan undvikas genom upphettning av ett ämne till en temperatur som överstiger de gränsvärden stadgade i Annex II MARPOL.

Enligt insamlade data från Transportstyrelsen utfärdades år 2018 ett drygt sjuttiofem undantag för prewash. Enligt ett inspektionsföretag som kontrollerar och övervakar bland annat prewash-procedurer går det cirka 4–5 undantag per utförd prewash vilket indikerar att prewash är något som, om möjligt, undviks, potentiellt på grund av ekonomiska skäl då det innebär längre tid och högre kostnader att ligga till kaj.

3.4. Områden med hög risk samt intressekonflikter

Baserat på de konsekvenser som kroniska utsläpp kan ha (Avsnitt 3.2) samt sannolikheten för att utsläpp sker (Avsnitt 3.3), identifierades fyra områden (Västkusten, Arkona- och Bornholmsbassängen, Hoburgs bank och Midsjöbankarna samt områdena kring Norra Kvarken och Ålands hav) där riskerna associerade med tankrengöring bedöms vara extra stora (Figur 8

Figur 8). Dels på grund av hög trafikintensiteten i utvalda områden, men också på grund av närheten till territorialgränsen som också motsvarar 12 Nm från land samt närhet till andra naturvärden såsom fiske och skyddsområden. I text beskrivs respektive områdes unika problematik och som verktyg för att illustrera detta används GIS (ArcMap 10.5) där kartlager från EMODnet, HELCOM och HaV (se Bilaga C) jämförs med de områden som definierats som potentiella utsläppsområden.



Figur 8. Översiktskarta som illustrerar olika intresseområden i svenska havsområden. Trafikintensitet utav tankfartyg år 2018 illustreras utav en gul-röd gradient, turkosgrönfärgade områden markerar EBSA och gröna Natura2000 områden med olika naturvärden. Orange färg visar trafikintensitet utav fiskeflottan år 2018.

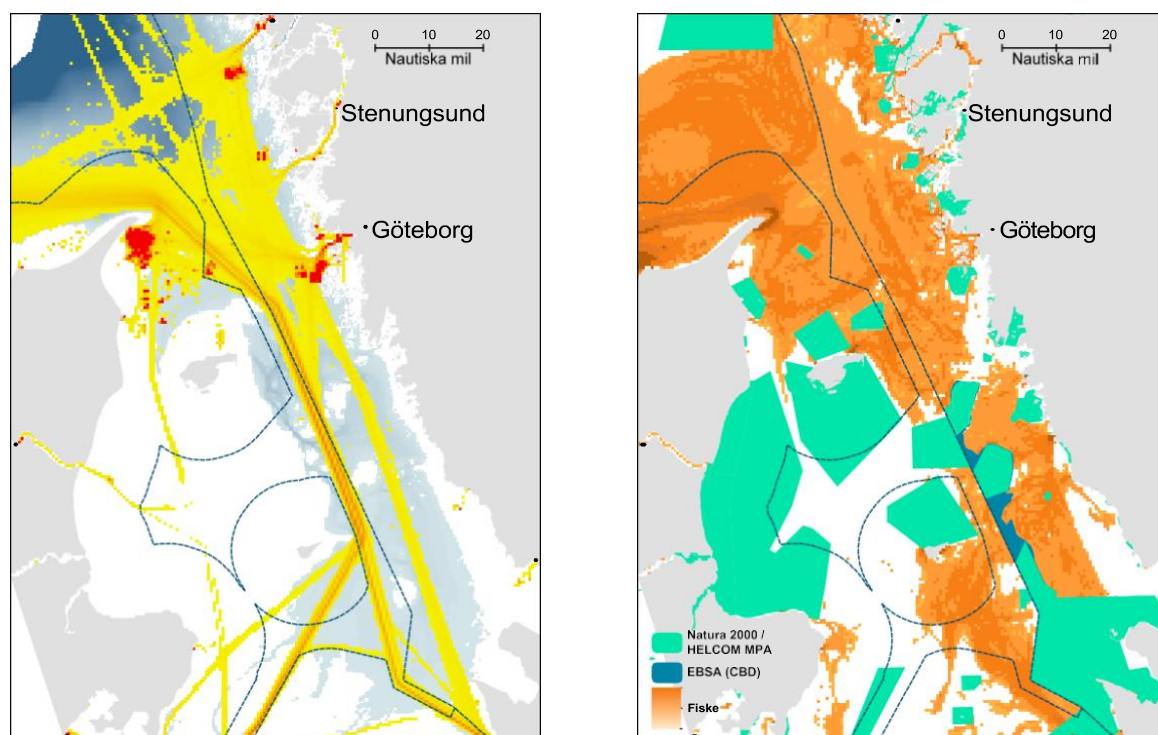
3.4.1. Västkusten

Det råder hög trafikintensitet av tankfartyg längs med Sveriges västkust då sträckan kantas utav stora olje- och industrihamnar, samt utgör den farled som sammankopplar Östersjön med Nordsjön och Atlanten. Förutom hög trafikintensitet av tankfartyg, opererar en stor fiskeflotta regelbundet i närområdet (Figur 9). Om utsläpp av farliga substanser har effekt på fisket, antingen direkt eller indirekt, medför detta en konflikt mellan intressegrupper.

Sveriges och Danmarks territorialgränser begränsar området där utsläpp från operationell tankrengöring kan ske legalt; det är endast en small passage med en bredd på mindre än 3 Nm som ligger på ett avstånd från land som överstiger 12 Nm där djupet är större än 25 meter (Figur 9). Det är alltså ett relativt litet område där utsläpp kan ske legalt vilket lokalt kan innebära en stor belastning. Leden kantas även av Natura 2000-områden samt Fladen och Stora och Lilla Middelgrund som enligt FN:s konvention om biologisk

mångfald har klassats som ”Ecologically or Biologically Significant marine Areas” (EBSA-områden) bland annat på grund av dess unika habitat och rika djurliv.

Från och med första juli år 2020 ska ruttsystemet i Kattegatt och norra Öresund delvis läggas om för att minska trafikintensiteten längs dagens rutt. De fartyg som skall till och från Öresund skall därmed nyttja en farled som går närmre den svenska kusten, även kallad Route S, med dragning rakt över Natura 2000-områden. Sjöfartsverket uppskattar att fartygstrafiken av handelsfartyg kommer att öka kraftigt längs Sveriges västkust. Fler fartyg kommer att gå inom svensk territorialgräns vilket kan komma att påverka deras operationella verksamhet då exempelvis utsläpp av tvättvatten inte längre kommer att kunna ske enligt MARPOL:s regelverk.



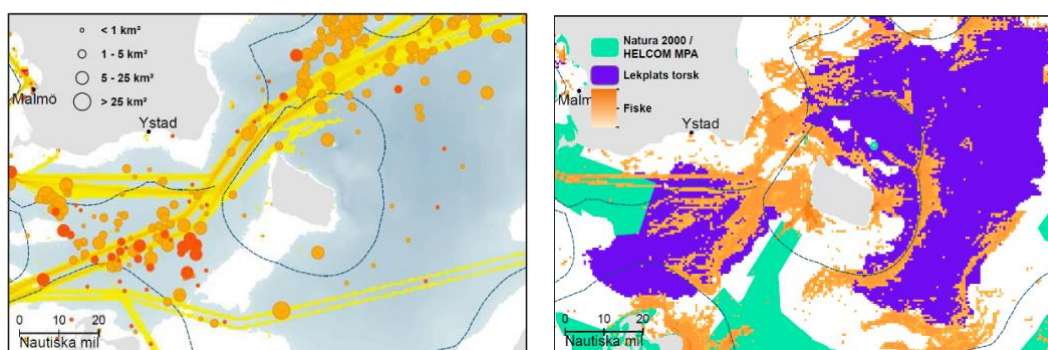
Figur 9. Kartor över Kattegatt, gråa ytor är land och de blå linjerna markerar territorialgränsen som dras ca 12 Nm från land. Vänster: Blå täckning illustrerar havsområden där djupet är >25 m. Trafikintensiteten utav tankfartyg 2018 visas med från gul till röd skala. Höger: Gröna fält markerar Natura 2000-områden samt Marina skyddade områden utfärdade av HELCOM. Orange färg illustrerar trafikintensitet av fiskeflottan enligt EMODnet och de turkosgrönfärgade fälten markerar EBSA-områden.

3.4.2. Arkona- och Bornholmsbassängen

För att utföra legal tömning av reningsvatten krävs att djupet är större 25 meter och då Arkona- och Bornholmsbassängen gränsar till flera grunda områden med hög trafikintensitet skulle detta kunna innebära att tanktömningar sker här. All trafik från sydvästra Sverige, sydöstra Danmark och Tysklands nordkust som skall vidare till norrut i

Östersjöområdet (eller motsatt riktning) passerar detta område, som dessutom är första (eller sista) anhalt där kriterierna för legal tanktömning enligt Annex II i MARPOL uppfylls. Något som ytterligare stödjer teorin om att området är en strategisk plats för tömning av tankar är flygövervakningsdata från HELCOM som visar att det registrerats flest utsläpp, både av oljeprodukter och okända substanser, inom detta område mellan 2014 och 2018 (Figur 10).

Även inom detta område är kommersiellt fiske utbrett och i nära anslutning till farlederna ligger Natura 2000-områden samt EBSA området ”Södra Gotlands Tumlareområde”, som kommer att beskrivas mer i nästa avsnitt 3.4.3, 3.4.3. Hoburgs bank och Midsjöbankarna. I en rapport från Östersjöcentrum vid Stockholms Universitet (Viklund, 2018) konstateras också att Bornholmsbassängen, sedan slutet på 1980-talet, i princip varit det enda området där torsklek av den hotade Östersjötorsken förekommer. Detta bekräftas av flera studier (Hinrichsen m.fl., 2016) och är ytterligare ett starkt argument för att detta område bör skyddas bättre. Arkona- och Bornholmsbassängen har även ansetts som områden som varit extra utsatta för förändring av pH och alkalinitet vid modellering av effekter vid storskaliga utsläpp av tvättvatten från skrubbrar (för avgasrening ombord på fartyg) (Turner m.fl., 2018).



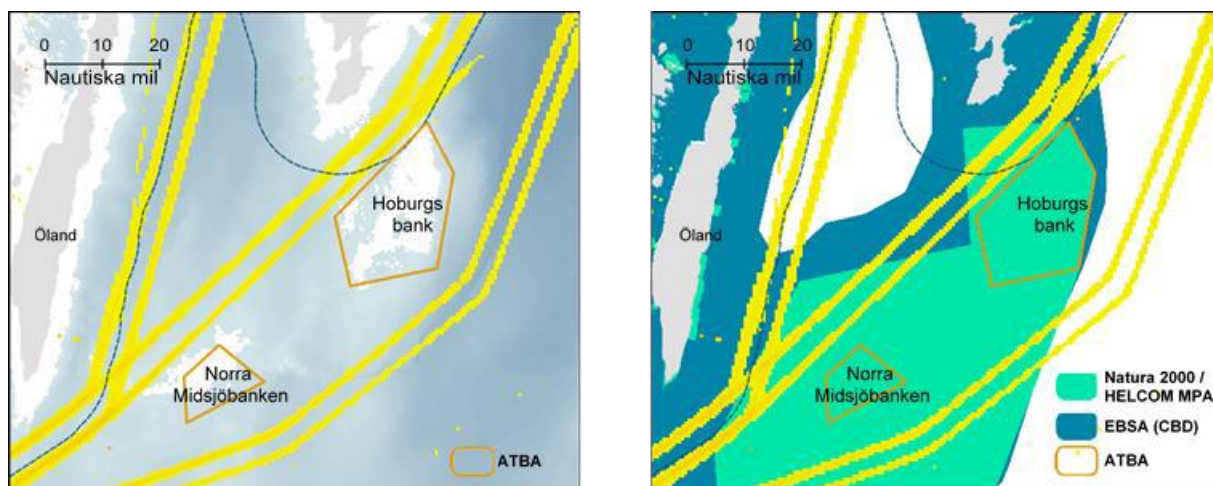
Figur 10. Kartor över området kring Arkona- och Bornholmsbassängen. Grå ytor är land och de blå linjerna markerar territorialgränsen som motsvarar ca 12 Nm från land. Vänster: Blå täckning illustrerar havsområden där djupet är >25 m. Trafikintensiteten av tankfartyg 2018 visas med gul till orange skala och de ifyllda cirklarna visar oljeutsläpp (röd) samt utsläpp av okända substanser (orange) som noterats av flygövervakning av HELCOM år 2014-2018. Höger: Gröna fält markerar Natura 2000-områden samt Marina skyddade områden utfärdade av HELCOM. Orange färg illustrerar trafikintensitet av fiskeflottan och lila fälten markerar lekområden för Östersjötorsk enligt HELCOM.

3.4.3. Hoburgs bank och Midsjöbankarna

Behovet av utökat miljöskydd av Hoburgs bank och Midsjöbankarna har flera gånger rapporterats (Larsson och Karlsson, 2018; Larsson, 2019). Även här är sjöfarten intensiv, både i den djupgående farleden söder om AtbA (Areas to be Avoided) områdena och den som passerar norr om AtbA områdena (Larsson och Karlsson, 2018). Det är främst den norra farleden där riskerna bedöms vara extra stora på grund av närheten till de grundare

bankarna och till land (Figur 11). Larsson och Karlsson (2018) identifierade i detta område fler än 400 passager per år av tankfartyg som transporterade klass X gods och fler än 700 passager per år av tankfartyg som transporterade klass Y gods. Det är frivilligt för fartyg att följa rekommendationen om AbtA.

Både Norra Midsjöbanken och Hoburgsbank ingår i ett Natura 2000 område och som dessutom ingår i ett större EBSA område ("Södra Gotlands Tumlareområde"). De grundare områdena utgör en fördelaktig miljö för filtrerande musslor som sedan utgör födobasen för hotade fågelarter såsom alfågeln *Clangula hyemalis*. Övervintrande fåglar utgör också viktiga naturvärden (Larsson och Karlsson, 2018) och det har uppskattats att dessa minskat med närmre 80 procent sedan 1990-talet ((Larsson, 2019). Dessutom tillhör utsjöbankarna, som namnet på EBSA-området antyder, utbredningsområde för den hotade tumlaren (*Phocoena phocoena*) och antas vara viktigt vid bland annat kalvning (Larsson, 2019). Potentiella kroniska utsläpp av kemikalier i ett område där filtrerare utgör en viktig födobas för ekosystemet kan vara extra problematiskt då ämnen med bioackumulationspotential effektivt förflyttas till högre trofinivåer.



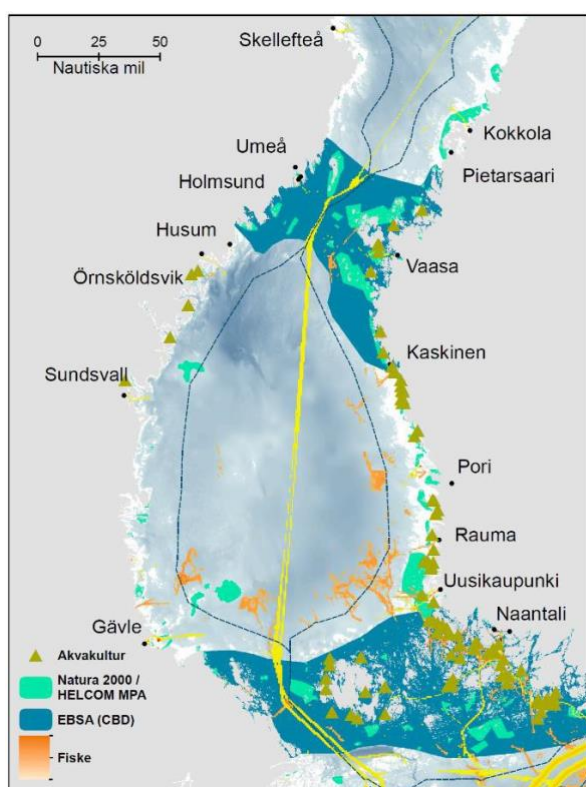
Figur 11. Kartor som visar området kring söder om Gotland. Grå ytor är land och de blå linjerna markerar territorialgränsen som markerar ca 12 Nm från land. Områden som ska undvikas (Areas to be avoided, AbtA) markeras med orange linje. Vänster: Blå täckning illustrerar havsområden där djupet är >25 m. Trafikintensiteten av tankfartyg år 2018 visas med gul till orange skala. Höger: Gröna fält markerar Natura 2000-områden samt Marina skyddade områden utfärdade av HELCOM och turkosgrönfärgade fälten markerar EBSA-områden.

3.4.4. Bottenhavet och Bottenviken

I de norra delarna av den svenska ostkusten är trafikintensiteten av tankfartyg generellt sett inte lika hög som i de södra delarna och på västkusten. Däremot, på grund av de hydrografiska förutsättningarna, med smala djupgående rännor som sedan mynnar ut i mer öppna bassänger, kan trafikintensiteten på ett fåtal ytor vara lika hög som i södra

Östersjön och på västkusten, och här kan konsekvenserna bli minst lika stora. På grund av dessa smala rännor (Södra och Norra Kvarkenområdena) blir också vattenutbytet sämre vilket kan resultera i sämre vattencirkulation och mindre effektiv utspädning. Bottenhavet och Botteviken har dessutom mycket lägre alkalinitet, buffertkapacitet, än resterande Östersjön och dessa områden kan vara mer känsliga för input av starka syror (Kuliński m.fl., 2014). Inom Bottenviken och Bottenhavet har det utfärdats tre specifika EBSA-områden, två illustreras i Figur 12

Figur 12. I området kring Ålands hav, framförallt längs den finska kusten, förekommer stor aktivitet av akvakultur såsom fisk- och musselodlingar.



Figur 12. Översiktskarta över Ålands hav och Norra kvarken. Blå täckning markerar havsområden där djupet är >25 m, grå ytor är land och de blå linjerna markerar territorialgränsen som dras cirka 12 Nm från land. Trafikintensitet av tankfartyg år 2018 illustreras av en gul-orange gradient, de turkosgrönfärgade och gröna områdena markerar EBSA samt Natura2000 områden med olika naturvärden och gröna trianglar visar områden med akvakultur.

3.5. Identifierade problem samt åtgärdsförslag

För framtida hantering av tankrengöringsproblematiken finns stor förbättringspotential, framför allt avseende datahantering, miljöövervakning och regelverk. I detta avsnitt redovisas några av de problem som identifierats under studien, samt ges förslag på åtgärder och hur regelverket kan anpassas för att minimera utsläpp till den havsmiljön.

3.5.1. Datahantering och analys

De rapporter samt beslutsunderlag som används idag är baserat på arbeten som utfördes mellan 2004 och 2012 (Häkkinen och Posti, 2012; Molitor, 2006; Hänninen och Rytkönen, 2006). Den senaste officiellt tillgängliga detaljerade sammanställningen av kemikalier som hanteras i svenska hamnar härstammar från ett examensarbete från 2006 (Molitor, 2006). Baserat på faktum att de volymer som transporteras ökar (UNCTAD, 2019) och att innehållet har förändrats, exempelvis uppkommer nya råvaror i samband med omställning mot biobränslen, finns starka argument för att uppdatera statistiken och göra en ny sammanställning.

Projektets datainsamling visade sig vara en stor utmaning; både att få tillgång till realtidsdata men också att hitta historiska data om flytande bulk som inte är mineraloljor eller andra petroleumprodukter. Idag finns ingen utpekad enskilt ansvarig myndighet för insamling av generell statistik om flytande bulk, än mindre statistik om tankrengöringsoperationer, vilket gör att flera olika instanser sitter på delat uppdrag. Detta gör att rapportering och tillgång till inrapporterat material ter sig ofullständigt. Liknande slutsatser, angående utmaningarna med datainsamling, har dragits av Häkkinen och Posti (2012) som också konstaterade att det är svårt att i befintlig rapportering urskilja kemikalier och flytande bulk. Dessutom identifierade de att sinsemellan olika klassificeringssystem, namnanvändning, rapporteringskrav etc gör det svårt att jämföra studier.

I samband med den här förstudien noterades flera fall där det i rapporteringen till myndigheter blandas kemiska beteckningar, namn, UN-nummer, svenska och engelska språket etc, i samband med rapporteringen av last. Ibland är även produktnamnen felstavade, anges med flera olika namn eller att namnen nämns i olika ordning. Rapportering kan även ske i olika enheter (kg, ton, kubik) utan att det specificeras vilken som används vid vilket tillfälle. Allt detta sammantaget gör att data blir svår att hantera och det blir en väldigt tidskrävande process att sortera samtliga poster manuellt.

I dagsläget finns det inte någon gemensam plattform där statistik samlas in gällande hantering av produkter som transporteras som flytande bulk. Trots stora ansträngningar från myndigheter, stor hjälpsamhet från hamnpersonal och industrier samt assistans från såväl EMSA och andra Östersjöländer så är inte den data som presenteras i denna rapport komplett. Det saknas också officiella siffror rörande kvantifiering av osäkerheten i statistiken, som kan bero på fel i inrapportering, eller avsaknad av relevant data; exempelvis saknas data från Ryssland i statistiken från EMSA. Den data som gjorts tillgänglig för denna förstudie har på ett eller annat sätt saknat delar som gör att den inte kan anses fullständig (Tabell 4).

Det vore önskvärt om Sjöfartsverket, i egenskap av ansvarig myndighet för MSW Reportal, kunde driva arbetet med att komplettera och förbättra förutsättningarna för framtida rapportering. Exempelvis skulle det gå att lägga till en beskrivning av gods där det definieras om lasten är i bulkform eller paketerad där en enkel lösning är att lägga till en extra kolumn i rapporteringen som indikerar om lasten fraktas i bulk eller paketerad

form. En generell harmonisering vore önskvärt för att säkerställa att korrekt ämnen samt kvantiteter rapporteras genom att upprätta ett system som uppmuntrar kontinuitet, exempelvis genom rullgardinsval istället för text och att rapportören måste fylla i vilken enhet som används då kvantiteter rapporteras.

Det framgår också av den statistik som gjorts tillgänglig att import och export utav gods kan variera stort från år till år. SCB rapporterade till exempel att ingen acetaldehyd importerats eller exporterats 2018, men att det i 2017 uppgick i 33 000 ton. Detta understryker vikten utav att samla in statistik från flera år för att få en bättre helhetsbild. Flera hamnar samt SCB nämner även att vissa substanser och kemikalier ligger under sekretess och därför inte har kunnat rapporteras i samband med denna förstudie. Detta gjorde att data i vissa fall uteblev helt och att det i andra fall rapporterades vilka ämnen som hanterades i hamn men inte hur mycket, något som adderar ytterligare en osäkerhet i data då dessa kvantiteter inte inkluderats.

Det råder också osäkerhet kring hur fartyg presenteras på olika AIS plattformar såsom Marine Traffic och SafeSeaNet då det vid flera tillfällen upptäckts att fartygstyper definieras på olika sätt. Om ett tankfartyg enligt en plattform definieras som "other" medan det enligt en annan plattform definieras som en "tanker" introducerar detta en onödig osäkerhet i den data som presenteras. För att på ett korrekt sätt utvärdera hur stor påverkan en viss kategori (exempelvis tankfartyg, passagerarfartyg, RoRo och så vidare) inom fartygsflottan har på havsmiljön så krävs tillgång till statistik kring fartygsintensitet, antal fartyg och vanliga rutter för dessa fartyg. Återigen krävs harmonisering och tydliga riktlinjer för hur fartyg kategoriseras; här krävs internationellt samarbete.

3.5.2. Bedömning av risk och miljöövervakning

De rapporter och publikationer som hanterar riskanalysfrågor, och som hänvisas till i denna rapport, tar samtliga upp att det i dagsläget finns för lite information, speciellt när det kommer till kronisk toxicitet och långvariga effekter (Tornero och Hanke, 2016; Cunha m.fl., 2015, 2016; Neuparth m.fl., 2012; Häkkinen och Posti, 2014; Honkanen m.fl., 2012). Detta gör det inte bara svårt att jämföra ämnen med varandra utan även att utvärdera de enskilda ämnenas effekter, vilket ser ut att i många fall leda till att effekterna underskattas. Om de potentiella synergieffekterna dessutom beaktas, resulterar det i stora osäkerheter.

Det råder också brist på ekologiska och biokemiska data från opåverkade områden, vilket i sin tur medför att det inte finns en referens som utgångspunkt då effekter från sjöfart eller andra aktiviteter utreds (Neuparth m.fl., 2012; Häkkinen m.fl., 2018). En referenspunkt är mycket viktig för att kunna utreda förändring i havsmiljön och speciellt vid spårning av källan till ett utsläpp. Ambitioner enligt Havsmiljödirektivet och de marint relaterade nationella miljömålen, går ut på att nå God miljöstatus (GES) och därmed försöka återgå till förindustriella nivåer, eller belastning endast från naturliga källor. Om det ej finns en referens från början är det svårt att sätta målvärden och strategier för att uppnå GES. Det är svårt att direkt koppla operationella utsläpp till

förändringar av föroreningshalter i miljön då den specifika källan för utsläppen som orsakat föroreningarna sällan kan identifieras med säkerhet (Honkanen m.fl., 2012; Roose m.fl., 2011).

Sedan 2003 har SGU, med jämna mellanrum (5–6 år), utfört sedimentprovtagningar i djupbassängerna inom svensk ekonomisk zon (Josefsson och Apler, 2019). I samband med dessa provtagningar analyseras ytsediment med avseende på kol, kväve, metaller samt organiska ämnen för att på så sätt övervaka status i svenska sediment. Dessa data kan ofta härledas till antropogen aktivitet som exempelvis sjöfart. Här finns en förbättringspotential i att använda befintlig statistik, samt att se över möjlig framtida samordning, så att analys i samband med nya provtagningar även kan innefatta ytterligare ämnen och geografiska provtagningsområden som kan vara av intresse ur sjöfartssynpunkt.

Filtrerande organismer såsom musslor kan också fungera som indikatorer på miljöstatus i haven kring Sverige. Musselbankarna kring Hoburgs bank skulle kunna fungera som naturlig provtagningsplats där musslor kan samlas in och analyseras med avseende på metaller och miljögifter och andra ämnen som kan kopplas till sjöfart, då Hoburgs bank identifierats som ett område med intensiv trafik och potentiellt utsläppsområde. Flera försök med musselburar har också gjorts för att analysera miljöstatus (Dabrowska m.fl., 2013). Ett annat alternativ skulle kunna vara att analysera musslor från ett antal musselburar som sätts ut i och kring svenska farleder, samt i områden med mindre intensiv sjöfart, för att kunna få en indikation på sjöfartens påverkan.

Idag är det olika instanser som är ansvariga för miljöövervakning och mätningar av kemikalier i havsmiljön, både tagna i vattenpelaren, sedimentet och från organismer. Havs- och vattenmyndigheten har det övergripande ansvaret för kust och hav men Naturvårdsverket ansvarar bland annat för de delar som hanterar metaller och miljögifter. I Sverige finns det även olika datavärdar (exempelvis SGU, SLU och SMHI) som ansvarar för att kvalitetssäkra och lagra den data som samlas in.

Vatteninformationssystem Sverige (VISS) är ytterligare en databas där information om Sveriges vattenförekomster lagras. VISS utvecklades i samarbete mellan Vattenmyndigheterna, Länsstyrelserna och Havs- och vattenmyndigheten. Enligt Havs- och vattenmyndigheten drivs ett strategiarbete för att samordna och kvalitetssäkra akvatisk övervakning. Samtidigt har Naturvårdsverket, inom projektet Smart Miljöinformation, i uppdrag att leda arbetet med att digitalisera miljöövervakningsdata. I det pågående strategiarbetet bör även frågor kring utsläpp och påverkan från sjöfart, såsom utsläpp av tankrengöringsvatten, inkluderas.

I samband med miljöövervakningsprogram studeras sällan effekter på individuell eller populationsnivå vilket gör det svårt att identifiera orsak och verkan-samband, detta leder i sin tur till att det blir svårt att komma med åtgärdsförslag. Dessutom fokuserar övervakningen på ett fåtal utvalda kemikalier som, i och med förbud, kan vara mer eller mindre relevanta i dagens havsmiljö. Här är det viktigt att ha en dynamisk lista över ämnen som skall prioriteras för att undvika att kemikalier förbises i tron om att de ej

existerar. Det finns också ett behov av att harmonisera prioriteringslistor och utformningen utav dessa, dagens prioriteringslistor är svåra att jämföra och inget ämne förekommer på samtliga listor.

Utmaningen med att utföra miljöövervakningsprogram är att det på förhand måste definieras vilket/vilka ämnen som ska undersökas. Hantering av prover och den/de valda analytiska metoden/-erna begränsar vilka ämnen som kan analyseras, speciellt när det är önskvärt att erhålla en låg detektionsgräns ("Limit Of Detection" LOD). En stor variation i ämnen som potentiellt släpps ut gör att både övervakning och provtagning blir utmanande. Dessutom krävs kunskap om den omkringliggande miljön och påverkan från yttre, ofta säsongsbaserade, omständigheter såsom väder, strömmar, algbloomningar etc. En tidigare studie som gjorts i Nordsjön, där koncentrationer av utvalda kemikalier i vattnet mättes före och efter ratificeringen utav MARPOL Annex II, pekar på svårigheterna med att göra jämförelser när det är så många parametrar som spelar in (Hurford m.fl., 1990). Denna studie kan också vara svår att applicera på andra, mer skyddade, områden då Nordsjön är ett exponerat hav med hög utbyteshastighet (Honkanen m.fl., 2013).

Det finns idag få/inga generiska modeller som beskriver kemikaliers beteende i havsmiljön. De som finns är ofta begränsade till en viss plats, en viss typ av kemikalie och hanterar sällan mer än en kemikalie åt gången. Många scenarier utspelas i färskvattenmiljöer, vilket sällan reflekterar vad som sker i lösningar med högre salinitet. Temperaturen har en väldigt stor påverkan på hur ett ämne kommer att bete sig (Cunha m.fl., 2016). Ämnen klassificeras och dess egenskaper karaktäriseras oftast vid en enda temperatur (20°C används ofta (Cunha m.fl., 2016)), vilket sällan överensstämmer med den omgivande temperaturen då kemikalier släpps ut eller hanteras. Sverige har säsongsvariationer med snabba väderskiften och stora temperaturfluktuationer vilket gör det extra svårt att förutsäga hur ett utsläpp kan komma att påverka havsmiljön.

Då en riskbedömning görs är det också viktigt att definiera vem eller vad risken gäller och vilken tidsskala som avses. För marina organismer väger ofta toxiciteten, både akut och kronisk, tungt medan för mänsklig hälsa är det ofta ämnen som är cancerframkallande som anses farligast. PNEC kan i bästa fall användas som en proxy för riskerna associerade med förhöjda koncentrationer av ämnen i havsmiljön. Hahn med flera (2014) jämförde hur olika internationella aktörer bestämde PNEC baserat på samma dataset och skillnaden kunde vara upptill 1000 gånger beroende på hur den erhållna datan tolkades och viktades.

För ämnen som inte är direkt toxiska krävs andra metoder för att definiera risken associerad med utsläpp. Vissa fetter och oljor är ofarliga sett ur ett biokemiskt perspektiv och klassificeras inte som toxiska. Däremot sett till de fysikaliska påfrestningar ett oljeutsläpp kan ha på marint liv eller det faktum att andra organiska toxiska ämnen och även tungmetaller som finns i omkringliggande miljön kan absorberas och ackumuleras i dessa utsläpp så ökar riskerna associerade med dessa utsläpp betydligt.

Det är viktigt att ha tydliga riktlinjer och gränsvärden för att kunna utvärdera riskerna associerade med olika påfrestningar kvantitativt. Men det är också viktigt att bibehålla ett brett perspektiv och vara kritisk till hur data framställs och presenteras. Utveckling av generiska modeller som klarar av att hantera flera olika kemikalier, processer och stress vore önskvärt för att förbättra den kvantitativa utvärderingen av vilka effekter sjöfart, liksom annan mänsklig påverkan, har på havsmiljön.

3.5.3. Förslag på policy- och regeländringar

Trots att förändringar inom sjöfartens regelverk ofta är tungrott, då beslut kräver konsensus bland medlemsstaterna, uttrycks att MARPOL Annex II, i kombination med IBC-koden, skall vara ett dynamiskt regelverk med potential att genomföra förändringar inom relativt kort tid. Det finns flera olika nivåer av åtstramning som kan göras med endast små ändringar av själva regelverket. Östersjön klassificeras idag som ett specialområde enligt ett flertal MARPOL Annex (I, IV, V och VI) och ingår också i de områden som klassas som PSSA enligt IMO (IMO, 2005). Om Östersjöområdet klassades som specialområde enligt MARPOL Annex II så skulle bland annat Östersjön samt Kattegatt inkluderas och utsläpp inom dessa områden förbjudas. Tankrengöring skulle då kunna fortgå under fartygets gång, men med krav på att allt avfall/tvättvatten måste samlas i sloptankar och lämnas i land. För att inkludera hela Sveriges västkust skulle den gränsdragning som gäller idag, där det som räknas som Östersjöområdet inkluderar de områden som går under HELCOM-konventionen (Figur 3), behöva omformuleras. Alternativt föreslås att även Nordsjön bör inkluderas som specialområde enligt MARPOL Annex II, då skulle också sannolikheten för att utsläppsrester spolas iland minska.

I HELCOMs konvention för skyddande av havsmiljön i Östersjöområdet Artikel 5 står:

The Contracting Parties undertake to prevent and eliminate pollution of the marine environment of the Baltic Sea Area caused by harmful substances from all sources, according to the provisions of this Convention...

Inom HELCOM råder det konsensus om att förebygga och eliminera alla utsläpp utav farliga ämnen vilket skulle kunna utgöra en drivkraft i frågan om att klassificera Östersjön som ett specialområde inom MARPOL Annex II och därmed förbjuda allt utsläpp av tankrengöringsvatten.

Ett alternativ är att besluta om att införa obligatorisk prewash på samtliga ämnen som ingår i klass X och Y enligt IBC koden. Detta skulle medföra en minskning av totala utsläpp i samband med tankrengöring och tidigare studier har visat att detta är ett effektivt sätt att minska mängden kemikalier som släpps ut i havsmiljön. Idag kan prewash-kravet på stelnande och högviskösa ämnen kringgå, om temperaturen vid lossning hålls tillräckligt hög (Höfer m.fl., 2013; Honkanen m.fl., 2012). Definitionen som görs enligt MARPOL Annex II (Reg. 1.15.1 och 1.17.1) baseras på lossningstemperatur vilket gör att regelverket gällande prewash blir inkonsekvent.

Ämnen klassificeras av GESAMP (GESAMP, 2019; Höfer m.fl., 2013) utifrån en rad kemiska och fysikaliska egenskaper samt potentiell miljö- och hälsopåverkan. Detta ligger sedan till grund för hur ämnet klassas enligt MARPOL Annex II (Reg.6.2.1). Problematiken med denna klassificering är att samma ämne kan ha olika egenskaper beroende på omgivande faktorer såsom temperatur, andra ämnen, utsläppskälla med mera. Då prewash-kravet för vissa Y-klassade ämnen är definierat utifrån en viss typ av egenskap vid lossningstemperatur tillåts implicit att fartyg kringgår åtgärderna då temperaturen kan ändras. Även om lossningstemperaturen kan hållas hög och tvättvattnet är uppvärmt så kommer stelnde och högviskösa ämnen att stelna och bilda ”slicks” då de kommer ut i omgivande lägre temperatur.

I och med nya regler som träder i kraft 2021 så kommer även ”persistent floaters” (F_p enligt GESAMP) att omfattas av prewash-kravet (IMO, 2018). Det är alltså fler och fler ämnen som adderas till listan över ämnen där prewash är obligatoriskt, vilket kan ses som en indikation på att tidigare klassificering ej överensstämmer med potentiell miljöpåverkan. I och med de nya förslagen, gällande prewash av persistenta flytande ämnen, kan prewash-kravet inte längre kringgå genom att exempelvis lossningstemperaturen höjs. Däremot noteras att ämnen som rå tallolja, som enligt GESAMP definieras som ”persistent floater”, ej omfattas av det nya regelverket enligt IBC-koden, trots att det överensstämmer med definitionerna ovan. Det är olyckligt att inte samtliga, utan endast ett urval av dessa ämnen som definierats som persistent floaters i GESAMP, omfattas av det nya prewash-kravet.

Ett annat tydligt exempel där klassificeringen av kemikalier kan ifrågasättas är fallet med nonylfenol och nonylfenoletoxylat. Nonylfenol, ett toxiskt ämne med hög bioackumulationspotential, anses vara så pass skadligt för miljön att det är klassat som ett kategori X ämne. Nonylfenoletoxylat däremot, med lägre toxicitet och påverkan, klassificeras som ett kategori Y ämne och omfattas ej utav prewash-kravet under förutsättning att lossningstemperaturen hålls på en sådan nivå att nonylfenoletoxylat ej klassificeras som högvisköst enligt MARPOL Annex II (Reg. i.17.1). Men flera vetenskapliga publikationer redovisar att nonylfenoletoxylat i havsmiljön snabbt bryts ner till bland annat det X-klassade ämnet nonylfenol, vilket i detta fall innebär att nedbrytningsprodukterna är mer toxiska än källan (Häkkinen och Posti, 2014; Ying m.fl., 2002; Honkanen m.fl., 2012; Roose m.fl., 2011; Soares m.fl., 2018). Nonylfenol har visat sig ha negativ effekt på det östrogena och endokrina systemet och kan därmed ha stora effekter på havsmiljön vid utsläpp (Honkanen m.fl., 2012). Här illustreras tydligt hur klassificeringen av ett ämne inte nödvändigtvis återspeglar de ämnen som bildas i och påverkar havsmiljön vid utsläpp.

Ett förslag att utreda är möjligheten att införa ett förbud för fartyg som lastar och lossar i samma hamn att gå ut från kaj för att utföra tankrengöring till havs (även om det sker inom lagligt område) och sedan återvända för att lasta på nytt. Ett sådant förslag ställer dock krav på samordning mellan hamn, uppköpare, rederi och fartyg, samt krav på översyn av hamnars kapacitet att ta emot tvättvatten från tankrengöring. Samordning

mellan samtliga berörda aktörer och förståelse för att belastningen på havsmiljön måste minska för att uppnå lagförda miljömål är en förutsättning för att kunna bygga en gemensam målbild och säkerställa att så lite förorenande utsläpp som möjligt sker till miljön.

Ett annat alternativ för att minska miljöbelastningen är att införa krav på minskad stripvolym per tank, förslagsvis till volymer som motsvarar superstrip-tömning då detta är något som delvis redan tillämpas. Genom att göra så kallad superstrip skall tanken kunna tömmas så när som fullständigt, med mindre än 1 liter kvar totalt. I samtal med besättningsmän ombord på fartyg framgår att det ofta, om möjligt, genomförs superstrip för att maximera mängden lossat gods. Detta innebär en fördel för både ekonomin och miljön. Däremot nämns att högviskösa, trögflytande, produkter kan fastna i rör med mindre dimensioner och att det, vid denna typ av last, ej genomförs superstrip.

Enligt Miljöbalken finns det idag krav på miljöfarlig verksamhet att utreda vilken påverkan aktiviteter kopplade till verksamheten har på miljön genom så kallade recipientkontroller, här verkar dock inte sjöfarten vara inkluderad. År 2015 publicerade Havs- och vattenmyndigheten en utredning om hur egenkontroller av vattenanknutna recipienter bättre kunde samordnas med regionala och nationella miljöövervakningsprogram; inte heller här nämndes sjöfart (HaV, 2015). Samma regelverk och riktlinjer som gäller för landbaserade miljöfarliga verksamheter bör även tillämpas sjöfart för att vara konsekvent i de krav som ställs och förhoppningsvis mer effektivt kunna utreda miljöeffekter kopplade till all aktivitet.

De flesta förslag som redovisas här kommer att ställa högre krav på hamnarna som skulle behöva utöka sin kapacitet för att ta emot och rena tvätt- och spolvatten från fartygen. Att utreda kostnader/möjligheter för att utföra denna omställning är utanför omfattningen av denna rapport men det kan konstateras att en utredning av kostnader/möjligheter bör utföras i samråd med hamnar i hela Östersjöområdet så att åtstramningen av reglerna kan efterföljas och att det inte blir enstaka ”högrepresterande” hamnar som tvingas ta ansvar för samtliga av fartygens avfall.

Enligt Kustbevakningens årsredovisning visar statistik från flera år tillbaka tydligt att det, i bästa fall, endast är ett fåtal procent av de utsläpp som bekräftas som leder till ett avgiftsföreläggande (KBV, 2019). Det är snittavgifter på cirka 100 000 svenska kronor per förseelse. Här krävs att mer resurser ges till att samla bevis och föra åtal samt att det, vid påvisat brott, utfärdas straff som står i proportion till fartygets eller rederiets omsättning.

Genom att ratificera HNS-konventionen (Regeringen, 2018) formuleras ett tydligare regelverk kring utsläpp av farliga ämnen till havsmiljön, både de som transporteras i förpackad form och i bulkform. Med tydligare regelverk och en definierad ansvarsfördelning, där fartygsägaren står strikt ansvarig, ställs även högre krav på ansvarsförsäkring, vilket i sin tur medför ett system med större krav och fler kontroller.

4. SLUTSATSER

Utsläpp av tvättvatten och kemikalier från operationell tankrengöring av fartyg ger upphov till ökad belastning på havsmiljön och de organismer som lever där. Det är viktigt att understryka att detta är en utav en mängd källor till föroreningar som går att härleda till mänsklig aktivitet. Målet med denna förstudie var att belysa tankrengöring ur ett havsmiljöperspektiv, samt redogöra för gällande regelverk. Under arbetet har det uppkommit ytterligare frågetecken, vilket kan anses vara ett gott argument för att tillämpa försiktighetsprincipen och överväga förbud av utsläpp från tankrengöring till havs. Det råder konsensus inom HELCOM om att belastningen på havsmiljön i Östersjön måste minska. Detta skulle kunna motivera HELCOM-länderna att driva frågan i IMO, om att införa ett totalförbud av utsläpp av samtliga ämnen, snarare än linjen om att succesivt formulera strängare regler. Ett sådant upplägg skulle då kunna inkludera att bereda möjlighet att söka undantag från förbud mot utsläpp, om det genom vetenskaplig bevisning visar sig att so mliga produkter är helt ofarliga för havsmiljön. Idag är det ytterst få ämnen som med säkerhet kan klassificeras som totalt ofarliga och regelverket bör därför ses över. I brist på tillförlitlig statistik och vetenskapliga utvärderingar, bör samtliga ämnen som släpps ut i samband med tankrengöring klassificeras som farliga ämnen.

Havsförvaltning, miljöövervakning och nyttjande av marina resurser bör ske i samråd mellan de olika aktörerna. Även om det redan finns mycket samarbete, brister det för sjöfartsfrågor i harmoniseringen mellan de övergripande regelverken för fartygen och de miljömålsdirektiv som formuleras av förvaltningssidan. För att lösa problematiken associerat med marin miljöpåverkan från utsläpp av tankrengöringsvatten krävs det samordning mellan fartygsoperatörer, industrier och, inte minst, hamnarna. Vad som har blivit uppenbart är att det inte kommer att finnas en generisk lösning utan att förhållandet mellan fartyg, industri, hamn och kommun eller annan myndighet varierar. I denna förstudie presenteras en översikt av effekterna på havsmiljön som kan kopplas till utsläpp av tankrengöringsrester.

För att minska de osäkerheter som finns idag och förbättra förutsättningarna för att kartlägga vad som fraktas kring Sverige, inte bara ur utsläppssynpunkt men också ur säkerhetssynpunkt, så bör en gemensam plattform/databas skapas snarast. Konkret innebär det att information från alla berörda myndigheter behöver organiseras så att information om MARPOL Annex II produkter samlas på en en plats. Det är också avgörande att använda ett harmoniserat system som ej kan misstolkas, exempelvis genom felstavning eller användning av olika namn för samma ämne. Detta kommer göra inrapportering till EMSA, HNS etc mycket lättare och Kustbevakning och annan miljöräddningstjänst får lättare att få en översikt om vad som behöver hanteras vid eventuell olycka.

För att det föreslagna upplägget ska bli framgångsrikt är det en förutsättning att peka ut vem som är ansvarig att rapportera in till den databasen (fartyg, skeppsmäklare, hamn). Med många olika operatörer är det en överhängande risk att det blir rörigt, vilket åter befäster vikten av robusta system exempelvis avseende vilka enheter och benämningar som används, för att kvalitetssäkra den inrapporterade statistiken. Detta bör vara av relevans även för transport av andra typer av ämnen och produkter utöver flytande bulk.

Slutligen är det av yttersta vikt att säkerställa att hamnarna klarar av att hantera större mängder tvättvatten vid eventuellt förbud. Myndigheter bör kunna fungera som länk mellan fartyg och hamn och se till att alla kan och skall följa reglerna.

5. REFERENSER

- MARPOL 73/78 Annex I Regulations for the Prevention of Pollution by Oil. IMO, 2011a.
- MARPOL 73/78 Annex II Regulations for the Control of Pollution by Noxious Liquid Substances in Bulk. IMO, 2011b.
- Backhaus, Thomas och Faust, Michael. Predictive environmental risk assessment of chemical mixtures: A conceptual framework. *Environmental Science & Technology*, 46(5):2564–2573, 03 2012. URL <https://doi.org/10.1021/es2034125>.
- Cunha, Isabel, Moreira, Susana, och Santos, Miguel. Revision on the fate, behaviour and weathering of priority HNS - ARCOPOLplus project. Arcopol Platform, 2013.
- Cunha, Isabel, Moreira, Susana, och Santos, Miguel M. Review on hazardous and noxious substances (HNS) involved in marine spill incidents-An online database. *Journal of Hazardous Materials*, 285:509–516, 2015. ISSN 0304-3894. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389414008991>.
- Cunha, Isabel, Oliveira, Helena, Neuparth, Teresa, Torres, Tiago, och Santos, Miguel Machado. Fate, behaviour and weathering of priority HNS in the marine environment: An online tool. *Marine Pollution Bulletin*, 111(1):330–338, 2016. ISSN 0025-326X. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X16304945>.
- Dabrowska, Henryka, Kopko, Orest, Turja, Raisa, Lehtonen, Kari K., Góra, Agnieszka, Polak-Juszczak, Lucyna, Warzocha, Jan, och Kholodkevich, Sergey. Sediment contaminants and contaminant levels and biomarkers in caged mussels (*Mytilus trossulus*) in the southern Baltic Sea. *Marine Environmental Research*, 84:1 – 9, 2013. ISSN 0141-1136. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141113612002103>.
- Duan, Weiyan, Meng, Fanping, Lin, Yufei, och Wang, Guoshan. Toxicological effects of phenol on four marine microalgae. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 52:170 – 176, 2017a. ISSN 1382-6689. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1382668917301059>.
- Duan, Weiyan, Meng, Fanping, Wang, Feifei, och Liu, Qunqun. Environmental behavior and eco-toxicity of xylene in aquatic environments: A review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 145:324 – 332, 2017b. ISSN 0147-6513. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147651317304621>.
- EC. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of waterpolicy. *Official Journal of the European Communities*, 43, 2000.

- EC. Technical Guidance Document on Risk Assessment in support of Commission Directive 93/67/EEC on Risk Assessment for new notified substances, Commission Regulation (EC) No 1488/94 on Risk Assessment for Existing Substances, Directive 98/8/EC of the European Parliament and the Council concerning the placing of biocidal products on the market. Part II. European Chemicals Bureau, 2003.
- EMODnet. <https://www.emodnet-humanactivities.eu/view-data.php>. EMODnet. EU vessel density map detailed method. Teknisk rapport, European Marine Observation and Data Network, 2019.
- EU. EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS DIREKTIV 2010/65/EU av den 20 oktober 2010 om rapporteringsformaliteter för fartyg som ankommer till och/eller avgår från hamnar i medlemsstaterna och om upphävande av direktiv 2002/6/EG. Teknisk rapport, EUROPAPARLAMENTET, 2010.
- Eurostat. Metadata in Euro SDMX Metadata Structure (ESMS) Compiling agency: Eurostat, the statistical office of the European Union. URL <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>.
- Eyres, D. J. och Bruce, G. J. 22-Tanker construction, ss 265–277. Butterworth-Heinemann, Oxford, 2012. ISBN 978-0-08-097239-8. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780080972398000222>.
- FRAMO. FRAMO CARGO PUMPING SYSTEM. FRAMO an Alfa Laval Brand.
- French McCay, Deborah P., Whittier, Nicole, Ward, Matthew, och Santos, Claudia. Spill hazard evaluation for chemicals shipped in bulk using modelling. Environmental Modelling Software, 21(2):156–169, 2006. ISSN 1364-8152. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364815204002488>.
- GESAMP. GESAMP Composite List 2019. Teknisk rapport, GESAMP, 2019.
- Gustavsson, B. Mikael, Magnér, Jörgen, Carney Almroth, Bethanie, Eriksson, Martin K., Sturve, Joachim, och Backhaus, Thomas. Chemical monitoring of Swedish coastal waters indicates common exceedances of environmental thresholds, both for individual substances as well as their mixtures. Marine Pollution Bulletin, 122(1):409–419, 2017. ISSN 0025-326X. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X17305787>.
- Hahn, Thorsten, Diamond, Jerry, Dobson, Stuart, Howe, Paul, Kielhorn, Janet, Koennecker, Gustav, Lee-Steere, Chris, Mangelsdorf, Inge, Schneider, Uwe, Sugaya, Yoshio, Taylor, Ken, Dam, Rick Van, och Stauber, Jenny L. Predicted no effect concentration derivation as a significant source of variability in environmental hazard assessments of chemicals in aquatic systems: An international analysis. Integrated Environmental Assessment and Management, 10(1):30–36, 2014. ISSN 1551-3793.

- Häkkinen, Jani, Malk, Vuokko, Lehtonen, Kari K., och Leppänen, Matti. Monitoring and assessment of environmental impacts of chemical spills in the Baltic Sea. Report, Finnish Environment Institute, 2018.
- Häkkinen, Jani och Posti, Antti. Survey of transportation of liquid bulk chemicals in the Baltic Sea. Chembaltic (Risks of Maritime Transportation of Chemicals in Baltic Sea), 2012.
- Häkkinen, Jani och Posti, Antti. Review of Maritime Accidents Involving Chemicals - Special Focus on the Baltic Sea. TransNav - the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, 8:295–305, 2014.
- Hänninen, S. och Rytönen, J. Transportation of liquid bulk chemicals by tankers in the Baltic Sea. VTT Technical Research Centre of Finland, 2006.
- HaV. Vattenanknuten recipientkontroll. Redovisning av regeringsuppdrag m2014/1605/nm, Havs- och Vattenmyndigheten, 2015. HaV Rapport 2018:27. Marin strategi för Nordsjön och Östersjön 2018-2023. Rapport 2018:27. Havs- och Vattenmyndigheten, 2018.
- HELCOM. Risks of oil and chemical pollution in the Baltic Sea. Results and recommendations from the HELCOM's BRISK and BRISK-RU projects. Helsinki Commission, 2013.
- HELCOM. CONVENTION ON THE PROTECTION OF THE MARINE ENVIRONMENT OF THE BALTIC SEA AREA, 1992. This issue includes the amendments to its annexes adopted by the helsinki commission in 2000, 2001, 2003, 2007 and 2013, Helsinki Commission, 2014.
- HELCOM. Baltic Sea Clean Shipping Guide 2017. Report, Helsinki Commission, 2017.
- HELCOM. Annual report on discharges observed during aerial surveillance in the Baltic Sea 2018. Baltic Marine Environment Protection Commission, 2018a.
- HELCOM. HELCOM Assessment on maritime activities in the Baltic Sea 2018. Baltic Sea Environment Proceedings No.152. Report, Helsinki Commission, Helsinki, 2018b.
- Hinrichsen, H.-H., Lehmann, A., Petereit, C., Nissling, A., Ustups, D., Bergström, U., och Hüseyin, K. Spawning areas of eastern Baltic cod revisited: Using hydrodynamic modelling to reveal spawning habitat suitability, egg survival probability, and connectivity patterns. Progress in Oceanography, 143:13 – 25, 2016. ISSN 0079-6611. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0079661116000197>.
- HNS-MS. Improving Member States preparedness to face an HNS pollution of the Marine System (HNS-MS). URL: <https://www.hns-ms.eu/hnsdb>.

- Höfer, Thomas, Bowmer, Tim, James, Derek, Le Floch, Stéphane, Morrisette, Mike, Saito, Hotaka, Jiang, Wenxin, Luit, Richard, och Rodriguez, Patricio. Revised GESAMP Hazard Evaluation Procedure for Chemical Substances Carried by Ships No 64, 2nd Edition. Teknisk rapport, International Maritime Organization (IMO), 2013.
- Honkanen, Milja, Häkkinen, Jani, och Posti, Antti. Tank cleaning in the Baltic Sea - Assessment of the ecotoxicity of tank cleaning effluents. Publications of University of Turku, Centre for Maritime Studies, 2012.
- Honkanen, Milja, Häkkinen, Jani, och Posti, Antti. Assessment of the chemical concentrations and the environmental risk of tank cleaning effluents in the Baltic Sea. WMU Journal of Maritime Affairs, 12, 2013.
- Hurford, N., Law, Robin, Fileman, Tim, Payne, A.P., och Colcomb, Kevin. Concentrations of chemicals in the North Sea due to operational discharges from chemical tankers — results from the second survey, October 1988. Oil and Chemical Pollution, 7:251–270, 12 1990.
- IMO. A.982(24) Revised guidelines for the identification and designation of Particularly Sensitive Sea Areas. Teknisk rapport, International Maritime Organization (IMO), 2005.
- IMO. International Code for the Construction and Equipment of Ships carrying Dangerous Chemicals in Bulk. Legislation, International Maritime Organization (IMO), 2014.
- IMO. Amendments to MARPOL Annex I, II, V, VI, the NOx Technical Code, the IBC Code and the BCH Code. Circular letter no. 3892, International Maritime Organization (IMO), 2018.
- Josefsson, Sarah och Apler, Anna. Miljöföroreningar i utsjösediment - Geografiska mönster och tidstrender. Rapport 2019:06, SGU, 2019. KBV. Kustbevakningens årsredovisning 2018. Årsrapport, Kustbevakningen, 2019.
- Kulin'ski, Karol, Schneider, Bernd, Hammer, Karoline, Machulik, Ulrike, och Schulz-Bull, Detlef. The influence of dissolved organic matter on the acid–base system of the Baltic Sea. Journal of Marine Systems, 132:106 – 115, 2014. ISSN 0924-7963. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924796314000256>.
- Kyryliuk, Dmytro och Kratzer, Susanne. Summer Distribution of Total Suspended Matter Across the Baltic Sea. Frontiers in Marine Science, 5:504, 2019. ISSN 2296-7745. URL <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fmars.2018.00504>.
- Larsson, Kjell. Oljeutsläpp från fartyg i Sveriges närområde - Vad visar statistiken? Rapport nr 2019:4, Havsmiljöinstitutet, 2019.

- Larsson, Kjell och Karlsson, Pär. Fartygstrafik i och nära skyddade och känsliga havsområden runt Gotland och Öland. Report, Miljö och Vattenenheten Länsstyrelsen Gotlands län, 2018.
- Legrand, S., Poncet, F., Aprin, L., Parthenay, V., Donnay, E., Carvalho, G., Chataing-Pariaud, S., Dusserre, G., Gouriou, V., Floch, S. Le, Guerroue, P. Le, Hellouvy, Y.-H., Heymes, F., Ovidio, F., Orsi, S., J.Ozer, Parmentier, K., Poisvert, R., Poupon, E., Ramel, R., Schallier, R., Slangen, P., Thomas, A., Tsigourakos, V., Cappellen, M. Van, och Youdjou, N. Understanding HNS behaviour in the marine environment. Final report, HNS-MS, 2017.
- Moldanová, Jana, Fridell, Erik, Volker, Matthias, Hassellöv, Ida-Maja, Eriksson, Martin, Jalkanen, Jukka-Pekka, Tröeltzsch, Jeny, Quante, Marcus, Johansson, Lasse, Majutenko, Ilja, Karl, Matthias, Sigray, Peter, Karasalo, Ilkka, Peltonen, Heikki, Tang, Lin, Magnusson, Kerstin, Jutterström, Sara, Moldan, Filip, Ramacher, Martin, Aulinger, Armin, Ytreberg, Erik, Granhag, Lena, Uppstu, Andreas, Hasenheit, Marius, Raudsepp, Urmas, Roth, Eva, Demirdjian, Benjamin, och Piotrowicz, Jakub. Sustainable Shipping and Environment of the Baltic Sea region. Project report, BONUS SHEBA, 2018.
- Molitor, Edvard. Miljöfarliga transporter till sjöss : Kartläggning och riskanalys. Journal article, Department of Earth Sciences, Uppsala University, 2006.
- Naturvårdsverket. Hamnar - Om hälso- och miljöpåverkan, MKB, tillståndsprövning m.m. Handbok med allmänna råd. Rapport, Naturvårdsverket, 2003.
- Neuparth, T., Moreira, S., Santos, M. M., och Reis-Henriques, M. A. Hazardous and Noxious Substances (HNS) in the marine environment: Prioritizing HNS that pose major risk in a European context. *Marine Pollution Bulletin*, 62(1):21–28, 2011. ISSN 0025-326X. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X10004327>.
- Neuparth, T., Moreira, S. M., Santos, M. M., och Reis-Henriques, M. A. Review of oil and HNS accidental spills in Europe: Identifying major environmental monitoring gaps and drawing priorities. *Marine Pollution Bulletin*, 64(6):1085–1095, 2012. ISSN 0025-326X. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X12001361>.
- NRC-US. National Research Council (US) Committee on Toxicology. Acute Exposure Guideline Levels for Selected Airborne Chemicals, band Volume 7. National Academies Press (US), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK214899/>, 2009.
- Nylund, Amanda T., Arneborg, Lars, Tengberg, Anders, Mallast, Ulf, och Hassellöv, Ida-Maja. In situ observations of turbulent ship wakes and their potential implications for vertical mixing. Manuscript submitted for publication, 2020.

- OSPAR. CONVENTION FOR THE PROTECTION OF THE MARINE ENVIRONMENT OF THE NORTH-EAST ATLANTIC. Text as amended on 24 July 1998, updated 9 May 2002, 7 February 2005 and 18 May 2006. amendments to annexes ii and iii adopted at ospar 2007, OSPAR Commission, 1992.
- REACH. Guidance on information requirements and chemical safety assessment Chapter R.10: Characterisation of dose [concentration]-response for environment. Report, European Chemicals Agency, 2008. REACH. <https://echa.europa.eu>, 2020. URL <https://echa.europa.eu>.
- Regering, Sveriges. Pressmeddelande: Miljömålsberedningen får havsuppdrag, 2020. URL: <https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2018/05/miljomalsberedningen-far-havsuppdrag/>.
- Regeringen. /prop. 2017/18:268 skadeståndsansvar vid sjötransport av farliga och skadliga ämnen=. Regeringens proposition, Sveriges Regering, 2018.
- Rodhe, Johan och Winsor, Peter. On the influence of the freshwater supply on the Baltic Sea mean salinity. *Tellus A: Dynamic Meteorology and Oceanography*, 55:5:455–456, 203.
- Roose, P., Albaigés, J., Bebianno, M.J., Camphuysen, C., Cronin, M., de Leeuw, J., Gabrielsen, G., Hutchinson, T., Hylland, K., Jansson, B., Jenssen, B.M., Schulz-Bull, D., Szefer, P., Webster, L., Bakke, T., och Janssen, C. Chemical Pollution in Europe's Seas: Programmes, Practices and Priorities for Research. Marine Board Position Paper 16. Report, Marine Board-ESF, 2011.
- Şanlıer, Şengül. Should chemical tankers' tank cleaning waters be banned from discharging into the sea? *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 58:14 – 21, 2018. ISSN 1361-9209. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1361920917305199>.
- SCB, 2017. Kvalitetsdeklaration. Utrikeshandel med varor. 2017-02-28. Sidor 1-17. URL https://www.scb.se/contentassets/4584f3f1df19400a885428aaa914d06e/ha0201_kd_2017_ma_170425.pdf
- Soares, J., Oliveira, H., och Santos, M.M. Guidelines and protocols for environmental monitoring and impact assessment of Hazardous and Noxious Substances (HNS). Report, Project MARINER-"Enhancing HNS preparedness through training and exercising", 2018.
- Stigebrandt, Anders. Regulation of vertical stratification, length of stagnation periods and oxygen conditions in the deeper deepwater of the Baltic proper. *Marine Science Reports, Institut für Ostseeforschung, Warnemünde*, 59:69–80, 01 2003.
- Sveriges Riksdag. Lag (1980:424) om åtgärder mot förorening från fartyg. Infrastrukturdepartementet RST TM.

- Tornero, Victoria och Hanke, Georg. Chemical contaminants entering the marine environment from sea-based sources: A review with a focus on European seas. *Marine Pollution Bulletin*, 112(1):17–38, 2016. ISSN 0025-326X. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X16304957>.
- TRAFA. Shipping goods 2018. Report, Trafik Analys; Sveriges Officiella Statistik, 2018.
- Turner, David R., Edman, Moa, Gallego-Urrea, Julián Alberto, Claremar, Björn, Hassellöv, Ida-Maja, Omstedt, Anders, och Rutgersson, Anna. The potential future contribution of shipping to acidification of the Baltic Sea. *Ambio*, 47(3):368–378, 2018. URL <https://doi.org/10.1007/s13280-017-0950-6>.
- UNCTAD. Review of Maritime Transport 2019. New York: United Nations Publications., 2019.
- US-EPA. Cruise Ship Plume Tracking Survey Report. Teknisk rapport, United States Environmental Protection Agency, Office of Water, 2002.
- Viklund, Kristina. Historien om Östersjötorsken. Report, Östersjöcentrum Stockholms Universitet, 2018.
- Voropayev, S. I., Nath, C., och Fernando, H. J. S. Thermal surface signatures of ship propeller wakes in stratified waters. *Physics of Fluids*, 24(11):116603, 2012. URL <https://doi.org/10.1063/1.4767130>.
- Yee, Kian Fei, Mohamed, Abdul Rahman, och Tan, Soon Huat. A review on the evolution of ethyl tert-butyl ether (ETBE) and its future prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 22:604 – 620, 2013. ISSN 1364-0321. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032113001172>.
- Ying, Guang-Guo, Williams, Brian, och Kookana, Rai. Environmental fate of alkylphenols and alkylphenol ethoxylates - A review. *Environment International*, 28(3):215 – 226, 2002. ISSN 0160-4120. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016041200200017X>.

BILAGA A: SCB KAPITELFÖRTECKNING

KAPITEL	TEXT
01	LEVANDE DJUR
02	KÖTT OCH ANDRA ÄTBARA SLAKTBIPRODUKTER
03	FISK SAMT KRÄFTDJUR, BLÖTDJUR OCH ANDRA RYGGRADSLÖSA VATTENDJUR
04	MEJERIPRODUKTER; FÅGELÄGG; NATURLIG HONUNG; ÄTBARA PRODUKTER AV ANIMALISKT URSPRUNG, INTE NÄMNDÄ ELLER INBEGRIPNA NÅGON ANNANSTANS
05	PRODUKTER AV ANIMALISKT URSPRUNG, INTE NÄMNDÄ ELLER INBEGRIPNA NÅGON ANNANSTANS
06	LEVANDE TRÄD OCH ANDRA LEVANDE VÄXTER; LÖKAR, RÖTTER O.D.; SNITTBLOMMOR OCH SNITTGRÖNT
07	GRÖNSAKER SAMT VISSA ÄTBARA RÖTTER OCH STAM- ELLER ROTKNÖLAR
08	ÄTBAR FRUKT SAMT ÄTBARA BÄR OCH NÖTTER; SKAL AV CITRUSFRUKTER ELLER MELONER
09	KAFFE, TE, MATTE OCH KRYDDOR
10	SPANNMÅL
11	PRODUKTER FRÅN KVARNINDUSTRIEN; MALT; STÄRKELSE; INULIN; VETEGLUTEN
12	OLJEVÄXTFRÖN OCH OLJEHALTIGA FRUKTER; DIVERSE ANDRA FRÖN OCH FRUKTER; VÄXTER FÖR INDUSTRIELLT ELLER MEDICINSKT BRUK; HALM OCH FODERVÄXTER
13	SHELLACK O.D.; NATURLIGA GUMMIARTER OCH HARTSER SAMT ANDRA VÄXTSAFTER OCH VÄXTEXTRAKTER
14	VEGETABILISKA FLÄTNINGSMATERIAL; VEGETABILISKA PRODUKTER, INTE NÄMNDÄ ELLER INBEGRIPNA NÅGON ANNANSTANS
15	ANIMALISKA OCH VEGETABILISKA FETTER OCH OLJOR SAMT SPALTNINGSPRODUKTER AV SÅDANA FETTER OCH OLJOR; BEREDDA ÄTBARA FETTER; ANIMALISKA OCH VEGETABILISKA VAXER
16	BEREDNINGAR AV KÖTT, FISK, KRÄFTDJUR, BLÖTDJUR ELLER ANDRA RYGGRADSLÖSA VATTENDJUR
17	SOCKER OCH SOCKERKONFEKTYRER
18	KAKAO OCH KAKAOBEREDNINGAR
19	BEREDNINGAR AV SPANNMÅL, MJÖL, STÄRKELSE ELLER MJÖLK; BAKVERK
20	BEREDNINGAR AV GRÖNSAKER, FRUKT, BÄR, NÖTTER ELLER ANDRA VÄXTDELAR
21	DIVERSE ÄTBARA BEREDNINGAR

22	DRYCKER, SPRIT OCH ÄTTIKA
23	ÅTERSTODER OCH AVFALL FRÅN LIVSMEDELSINDUSTRIN; BEREDDA FODERMEDEL
24	TOBAK SAMT VAROR TILLVERKADE AV TOBAKSERSÄTTNING
25	SALT; SVAVEL; JORD OCH STEN; GIPS, KALK OCH CEMENT
26	MALM, SLAGG OCH ASKA
27	MINERALISKA BRÄNSLEN, MINERALOLJOR OCH DESTILLATIONSPRODUKTER AV DESSA; BITUMINÖSA ÄMNEN; MINERALVAXER
28	OORGANISKA KEMIKALIER; ORGANISKA OCH OORGANISKA FÖRENINGAR AV ÄDLA METALLER, AV SÄLLSYNTA JORDARTSMETALLER, AV RADIOAKTIVA GRUNDÄMNEN OCH AV ISOTOPER
29	ORGANISKA KEMIKALIER
30	FARMACEUTISKA PRODUKTER
31	GÖDSELMEDEL
32	GARVÄMNES- OCH FÄRGÄMNESEXTRAKTER; GARVSYROR OCH GARVSYRADERIVAT; PIGMENT OCH ANDRA FÄRGÄMNEN; LACKER OCH ANDRA MÅLNINGSFÄRGER; KITT OCH ANDRA TÄTNINGS- OCH UTFYLLNINGSMEDEL; TRYCKFÄRGER, BLÄCK OCH TUSCH
33	ETERISKA OLJOR OCH RESINOIDER; PARFYMERINGSMEDEL, KOSMETISKA PREPARAT OCH TOALETMEDEL
34	TVÅL OCH SÅPA, ORGANISKA YTAKTIVA ÄMNEN, TVÄTTMEDEL, SMÖRJMEDEL, KONSTGJORDA VAXER, BEREDDA VAXER, PUTS- OCH SKURMEDEL, LJUS OCH LIKNANDE ARTIKLAR, MODELLERINGSASTOR, S.K. DENTALVAX SAMT DENTALPREPARAT PÅ BASIS AV GIPS
35	PROTEINER; MODIFIERAD STÄRKELSE; LIM OCH KLISTER; ENZYMER
36	KRUT OCH SPRÄNGÄMNEN; PYROTEKNISKA PRODUKTER; TÄNDSTICKOR; PYROFORA LEGERINGAR; VISSA BRÄNNBARA PRODUKTER
37	VAROR FÖR FOTO- ELLER KINOBRUK
38	DIVERSE KEMISKA PRODUKTER
39	PLASTER OCH PLASTVAROR
40	GUMMI OCH GUMMIVAROR
41	OBEREDDA HUDAR OCH SKINN (ANDRA ÄN PÄLSSKINN) SAMT LÄDER
42	LÄDERVAROR; SADELMAKERIARBETEN; RESEFFEKTER, HANDVÄSKOR OCH LIKNANDE ARTIKLAR; VAROR AV TARMAR
43	PÄLSSKINN OCH KONSTGJORD PÄLS; VAROR AV DESSA MATERIAL
44	TRÄ OCH VAROR AV TRÄ; TRÄKOL

45	KORK OCH VAROR AV KORK
46	VAROR AV HALM, ESPARTO ELLER ANDRA FLÄTNINGSMATERIAL; KORGMAKERIARBETEN
47	MASSA AV VED ELLER ANDRA FIBRÖSA CELLULOSAHALTIGA MATERIAL; PAPPER ELLER PAPP FÖR ÅTERVINNING (AVFALL OCH FÖRBRUKADE VAROR)
48	PAPPER OCH PAPP; VAROR AV PAPPERSMASSA, PAPPER ELLER PAPP
49	TRYCKTA BÖCKER, TIDNINGAR, BILDER OCH ANDRA PRODUKTER FRÅN DEN GRAFISKA INDUSTRIEN; HANDSKRIFTER, MASKINSKRIVNA TEXTER SAMT RITNINGAR
50	NATURSILKE
51	ULL SAMT FINA ELLER GROVA DJURHÅR; GARN OCH VÄVNADER AV TAGEL
52	BOMULL
53	ANDRA VEGETABILISKA TEXTILFIBRER; PAPPERSGARN OCH VÄVNADER AV PAPPERSGARN
54	KONSTFILAMENT
55	KONSTSTAPELFIBRER
56	VADD, FILT OCH BONDAD DUK; SPECIALGARNER; SURRNINGSGARN OCH TÅGVIRKE SAMT VAROR AV SÅDANA PRODUKTER
57	MATTOR OCH ANNAN GOLVBELÄGGNING AV TEXTILMATERIAL
58	SPECIELLA VÄVNADER; TUFTADE DUKVAROR AV TEXTILMATERIAL; SPETSAR; TAPISSERIER; SNÖRMAKERIARBETEN; BRODERIER
59	IMPREGNERADE, ÖVERDRAGNA, BELAGDA ELLER LAMINERADE TEXTILVÄVNADER; TEXTILVAROR FÖR TEKNISKT BRUK
60	DUKVAROR AV TRIKÅ
61	KLÄDER OCH TILLBEHÖR TILL KLÄDER, AV TRIKÅ
62	KLÄDER OCH TILLBEHÖR TILL KLÄDER, AV ANNAN TEXTILVARA ÄN TRIKÅ
63	ANDRA KONFEKTIONERADE TEXTILVAROR; HANDARBETSSATSER; BEGAGNADE KLÄDER OCH ANDRA BEGAGNADE TEXTILVAROR; LUMP
64	SKODON, DAMASKER O.D.; DELAR TILL SÅDANA ARTIKLAR
65	HUVUDBONADER OCH DELAR TILL HUVUDBONADER
66	PARAPLYER, PARASOLLER, PROMENADKÄPPAR, SITTKÄPPAR, PISKOR OCH RIDSPÖN SAMT DELAR TILL SÅDANA ARTIKLAR
67	BEARBETADE FJÄDRAR OCH DUN SAMT VAROR TILLVERKADE AV FJÄDRAR ELLER DUN; KONSTGJORDA BLOMMOR; VAROR AV MÄNNISKOHÅR
68	VAROR AV STEN, GIPS, CEMENT, ASBEST, GLIMMER ELLER LIKNANDE MATERIAL
69	KERAMISKA PRODUKTER
70	GLAS OCH GLASVAROR

71	NATURPÄRLOR OCH ODLADE PÄRLOR, ÄDELSTENAR OCH HALVÄDELSTENAR, ÄDLA METALLER OCH METALLER MED PLÄTERING AV ÄDEL METALL SAMT VAROR AV SÅDANA PRODUKTER; OÄKTA SMYCKEN; MYNT
72	JÄRN OCH STÅL
73	VAROR AV JÄRN ELLER STÅL
74	KOPPAR OCH VAROR AV KOPPAR
75	NICKEL OCH VAROR AV NICKEL
76	ALUMINIUM OCH VAROR AV ALUMINIUM
78	BLY OCH VAROR AV BLY
79	ZINK OCH VAROR AV ZINK
80	TENN OCH VAROR AV TENN
81	ANDRA OÄDLA METALLER; KERMETER; VAROR AV DESSA MATERIAL
82	VERKTYG, REDSKAP, KNIVAR, SKEDAR OCH GAFFLAR AV OÄDEL METALL; DELAR AV OÄDEL METALL TILL SÅDANA ARTIKLAR
83	DIVERSE VAROR AV OÄDEL METALL
84	KÄRNREAKTORER, ÅNGPANNOR, MASKINER, APPARATER OCH MEKANISKA REDSKAP; DELAR TILL SÅDANA VAROR
85	ELEKTRISKA MASKINER OCH APPARATER, ELEKTRISK MATERIEL SAMT DELAR TILL SÅDANA VAROR; APPARATER FÖR INSPELNING ELLER ÅTERGIVNING AV LJUD, APPARATER FÖR INSPELNING ELLER ÅTERGIVNING AV BILDER OCH LJUD FÖR TELEVISION SAMT DELAR OCH TILLBEHÖR TILL SÅDANA APPARATER
86	LOK OCH ANNAN RULLANDE JÄRNVÄGS- OCH SPÄRVÄGSMATERIEL SAMT DELAR TILL SÅDAN MATERIEL; STATIONÄR JÄRNVÄGS- OCH SPÄRVÄGSMATERIEL SAMT DELAR TILL SÅDAN MATERIEL; MEKANISK (INBEGRIPET ELEKTROMEKANISK) TRAFIKSIGNALERINGSUTRUSTNING AV ALLA SLAG
87	FORDON, ANDRA ÄN RULLANDE JÄRNVÄGS- ELLER SPÄRVÄGSMATERIEL, SAMT DELAR OCH TILLBEHÖR TILL FORDON
88	LUFTFARTYG OCH RYMDFARKOSTER SAMT DELAR TILL SÅDANA
89	FARTYG SAMT ANNAN FLYTANDE MATERIEL
90	OPTISKA INSTRUMENT OCH APPARATER, FOTO- OCH KINOAPPARATER, INSTRUMENT OCH APPARATER FÖR MÄTNING ELLER KONTROLL, PRECISIONSINSTRUMENT, MEDICINSKA OCH KIRURGISKA INSTRUMENT OCH APPARATER; DELAR OCH TILLBEHÖR TILL SÅDANA ARTIKLAR
91	UR OCH DELAR TILL UR
92	MUSIKINSTRUMENT; DELAR OCH TILLBEHÖR TILL MUSIKINSTRUMENT
93	VAPEN OCH AMMUNITION; DELAR OCH TILLBEHÖR TILL VAPEN OCH AMMUNITION

94	MÖBLER; SÄNGKLÄDER, MADRASSER, RESÅRBOTTNAR TILL SÄNGAR, KUDDAR OCH LIKNANDE STOPPADE INREDNINGSARTIKLAR; BELYSNINGSARMATUR OCH ANDRA BELYSNINGSARTIKLAR, INTE NÄMNDA ELLER INBEGRIPNA NÅGON ANNANSTANS; LJUSSKYLTA, NAMNPLÅTAR MED BELYSNING, O.D.; MONTERADE ELLER MONTERINGSFÄRDIGA BYGGNADER
95	LEKSAKER, SPEL OCH SPORTARTIKLAR; DELAR TILL SÅDANA ARTIKLAR
96	DIVERSE ARTIKLAR
97	KONSTVERK, FÖREMÅL FÖR SAMLINGAR SAMT ANTIKVITETER
98	HELA INDUSTRIANLÄGGNINGAR

BILAGA B: PNEC-VÄRDEN OCH DENSITET FRAMTAGNA FÖR 40 PRODUKTER

PRODUKT	PNEC	DENSITET	KÄLLA
	mg/L	kg/m ³	
Aceton cyanohydrin	0.000013	930	HNS-MS
Natriumklorat lösning	0.00024	-	ECHA
Anilin	0.00012	1020	ECHA
Svavelsyra	0.00025	1830	ECHA
Cymen	0.00037	860	ECHA
Epiklorydrin	0.001	1180	ECHA
Fenol	0.001	1070	ECHA
Etylhexanol	0.0017	830	ECHA
n-butyleter	0.002	770	ECHA
Propylheptanol	0.0022	830	ECHA
Butylakrylat	0.003	900	ECHA
Tetrakloreten	0.005	1610	ECHA
Bensen	0.008	876	HVMFS 2019:25 HNS-MS
Diklorpropan	0.0082	1150	ECHA
Terpentin	0.01	962	ECHA
Styren	0.014	909	ECHA
ETBE	0.017	736	ECHA
Octanol	0.02	830	ECHA
Tetraklormetan	0.022	1590	ECHA
Etylacetat	0.024	902	ECHA
Etylhexansyra	0.036	906	ECHA HNS-MS
Isobutanol	0.04	800	ECHA
Kloroform	0.048	1490	ECHA
Bis(2-propylheptyl)ftalat	0.093	962	ECHA
Propylbensen	0.1	860	ECHA
Etylendiklorid	0.11	1250	ECHA
Cyklohexan	0.2	770	ECHA
Myrsyra	0.2	1220	ECHA
MTBE	0.26	740	ECHA

Ättikssyra	0.306	1041	ECHA
Xylen	0.327	861	ECHA
Formalin	0.44	1100	ECHA
Toluen	0.68	867	ECHA
Etanol	0.79	790	ECHA
Isopren	0.93	680	ECHA
Glykol	1	1110	ECHA
Aceton	1.06	800	ECHA
Metanol	2.08	790	ECHA
Propylenglykol	26	1040	ECHA
Etanal	210	780	ECHA

BILAGA C: KÄLLOR FÖR GIS KARTLAGER

NAMN	KÄLLA	ADRESS
EBSA	HELCOM	http://metadata.helcom.fi/geonetwork/srv/eng/catalog.search/metadata/828468c6-dd88-408c-97d3-ce9c926681f0
Batymetri	Baltic Sea Hydrographic Commission	http://metadata.helcom.fi:8080/geonetwork/srv/eng/catalog.search#/metadata/8b46e4c7-f911-44ab-89e6-2c8b8d9fa2c0 Baltic Sea Bathymetry Database version 0.9.3. Downloaded from http://data.bshc.pro/ on download date
Baslinje + 1Nm	HaV	Framtaget av sjöfartsverket Havs- och vattenmyndigheten, HaV
Kustlinje och gränser	EEA	https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eea-coastline-for-analysis-1/gis-data/europe-coastline-shapefile
BRISK Akvakultur	HELCOM	http://metadata.helcom.fi/geonetwork/srv/eng/catalog.search#/metadata/9321a816-57fb-4d71-afd8-c3ad9c548c9c
HELCOM MPAs	HELCOM	http://metadata.helcom.fi:8080/geonetwork/srv/eng/catalog.search#/metadata/d27df8c0-de86-4d13-a06d-35a8f50b16fa
Oljespill	HELCOM	http://metadata.helcom.fi/geonetwork/srv/eng/catalog.search#/metadata/345c9b95-6e9c-44a4-b02a-ee4304cccffc http://www.helcom.fi/baltic-sea-trends/maritime/illegal-spills/
Natura2000	HELCOM	http://metadata.helcom.fi:8080/geonetwork/srv/eng/catalog.search#/metadata/47a94309-c72b-4a1a-8982-ed24ae829220
Natura2000, fågeldirektivet (SPA)	Naturvårdsverket	https://metadatakatalogen.naturvardsverket.se/metadatakatalogen/GetMetaDataById?id=a80bf3d7-e70c-42d1-9b8d-8148e53e011d
Natura2000, Art- och habitatdirektivet (SCI SAC)	Naturvårdsverket	https://metadatakatalogen.naturvardsverket.se/metadatakatalogen/GetMetaDataById?id=945e918f-8426-4155-8fd6-3f780a85dd8f
Övriga spill	HELCOM	http://metadata.helcom.fi/geonetwork/srv/eng/catalog.search#/metadata/a2dadf9a-92be-4f3e-aa00-b2802ef420b9 http://www.helcom.fi/baltic-sea-trends/maritime/illegal-spills/
Territorialvattnen	HELCOM	http://metadata.helcom.fi:8080/geonetwork/srv/eng/catalog.search#/metadata/8a393266-519d-4eaa-a94b-b67f9f589744
Tankfartyg densitet	EMODnet	https://www.emodnet-humanactivities.eu/view-data.php
Fiskefartyg densitet	EMODnet	https://www.emodnet-humanactivities.eu/view-data.php
Hamnar	EMODnet	https://www.emodnet-humanactivities.eu/view-data.php

Torsk lekområde	HELCOM HOLAS II cod spawning areas	http://metadata.helcom.fi/geonetwork/srv/eng/catalog.search#/metadata/e91d509d-bd3e-4bd8-a7c8-ac2d10bbfd1b
ATBA	HELCOM	http://metadata.helcom.fi/geonetwork/srv/eng/catalog.search#/metadata/60712fe9-ce1b-4fc6-b0b6-46e44f9bf134

BILAGA D: EXEMPEL PÅ FÖRFRÅGAN SOM SKICKADES PER MAIL TILL HAMNAR OCH INDUSTRIER

...

För att göra en så korrekt och trovärdig studie som möjligt så behöver jag er hjälp med att få information om vilka kemikalier som hanteras i er hamn (både lastning och lossning). De kemikalier jag är intresserad av är de som fraktas som flytande bulk enligt IBC koden och Annex II i MARPOL 73/78. Jag är medveten om att olje- och petroleumprodukter också är flytande bulk och om det är lättare för er att inkludera information om dessa så tar jag det med glädje.

Det jag främst vill veta från er är:

- Vilka är de vanligaste kemikalier/substanser som har fraktats/skall fraktas som flytande bulk och hanteras i er hamn?
- Ungefär hur mycket av varje ämne hanteras på en årlig basis? Ju nyare data desto bättre, alltså om ni har data från 2018 är det perfekt. Har ni för fler år (2015-2017) är jag även intresserad av det.

Om ni även har möjlighet att dela med er av följande information så vore det en extra bonus:

- Ungefär hur många fartyg/tankar används för att frakta de kvantiteter som nämns i fråga 2?
- Om det finns flera olika kemikalier ombord, vet ni vilka kemikalier som oftast fraktas samtidigt?

...



Havsmiljöinstitutet

Umeå universitet • Stockholms universitet
Göteborgs universitet • Linnéuniversitetet
Sveriges lantbruksuniversitet