

# Förord



**D**enna rapport är framtagen inom ramen för Grön Kemi - ett projekt med syfte att försöka påskynda utvecklingen av hälso- och miljöanpassade kemiska produkter som samtidigt har en god funktion. Arbetet har utförts i samverkan med några rederier, Wallenius Lines och DFDS/Tor Line samt med Försvarets materialverk. Uppdragsgivare har varit Göteborgsregionens kommunalförbund, Länsstyrelsen i Västra Götaland, Västra Götalandsregionen samt Business Region Göteborg.

Rapportförfattare är Jan Ahlbom, miljöingenjör på Länsstyrelsen, samt Ulf Duus, frilansande toxikolog i Göteborg. Författarna ansvarar ensamma för innehållet i rapporten.

Kontaktpersoner på sjöfartssidan har främst varit Sara Gorton, miljösamordnare på Wallenius Lines, Anna Jivén/Robert Lahte, miljöansvariga på DFDS/Tor Line samt Johan Gustavsson, ingenjör på Försvarets Materielverk. Kontaktpersonerna har med en positiv och konstruktiv inställning höjt kvaliteten och verklighetsanknytningen i denna studie.

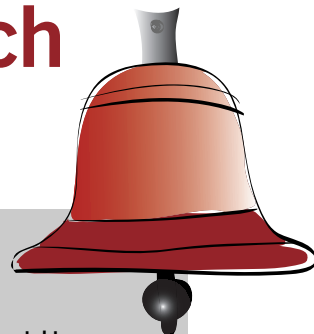
Författarna har gjort två sjöresor över Nordsjön. En färd med Wallenius Lines Don Pasquale och en med DFDS/TorLines Tor Svecia. Syftet var att i detalj granska vilka kemiska produkter som användes ombord samt hur hanteringen sker i praktiken. En viss inblick i sjösjuka och dess konsekvenser erhöles också.

Ett stort antal studiebesök har gjorts hos olika tillverkare och leverantörer av oljeprodukter, färgprodukter, reningsutrustning, oljepannor, kemikalier m.m. Vi har besökt forsknings- och analyslaboratorier, förbränningsexperter, intresseorganisationer för sjöfarten, miljöorganisationer och fartygsmässor. Överallt har vi blivit väl mottagna och många visar stort intresse och engagemang för att försöka minska hälso- och miljöpåverkan från sjöfarten.

Under arbetets gång har ett antal analyser och testförsök utförts. Lars Cedheim på kemisk analys hos SP i Borås har med osedvanlig skärpa letat rätt på minsta molekyl. David Cooper på IVL har bidragit med utsläppsmätningar från fartyg under gång. Anne Anderssen vid Akzo Nobel i Stenungsund hjälpte oss att leta tensider i länsvatten. Britta Eklund vid Stockholms universitet gjorde giftighetstest av bottenfärger och Carl Albury på International Färg AB hjälpte oss måla bottenfärg på provplattor trots att han egentligen skulle på semester.

Alla illustrationer i rapporten har utförts av Ulla Bäckman på Länsstyrelsen. Hon har även stått för formgivning och layout.

# Sammanfattning och slutsatser



## DET "RENA SKEPPET" – ett möjligt val

På det rena skeppet...

- 1 sker hanteringen av cancerklassad tjockolja ombord så att direkt hudkontakt aldrig uppstår.
- 2 sker hanteringen av bunkerbränsle vid bunkring så att spill inte uppstår (se Grön Bunkring).
- 3 förekommer inte avfall i bunkerbränslet. Ett antal avfallsmarkörer ingår i bunkeranalyserna och sker överskridande av bakgrunds nivåerna vidtar fartyget åtgärder gentemot bränsleleverantören.
- 4 används endast bunkerbränsle med mindre än 1 % svavel under färd i Nordsjön eller Östersjön.
- 5 används endast s.k. "hamndiesel" i hamnområden, det vill säga marina destillatolja med låga halter av både svavel (mindre än 0,2 %) och polycykliska aromater.
- 6 finns fungerande oljereining av länsvatten ombord. Oljehalten överstiger inte 5 ppm i utgående vatten, utsläppsdata (volym, oljehalt) dokumenteras under drift, mätapparaturen är kalibrerad mot faktiska förhållanden och årligen sker en opartisk kontroll under drift.
- 7 används endast miljöanpassad olja i propellerhysan. Själva oljan bryts snabbt ner i miljön, tillsatserna har inte hög akuttoxicitet och är inte svårnedbrytbara eller påvisat bioackumulerbara. Tillsatserna utgör ej heller allvarlig hälsofara och oljan är kompatibel med de tätningar som används.
- 8 används endast miljöanpassad hydraulolja och miljöanpassat smörjfett externt eller där det finns risk för läckage ut i havet. Miljökraven finns formulerade i Svensk Standard för hydraulolja respektive smörjfett.
- 9 används inte rengöringskemikalier som är klassade som giftiga, cancerframkallande, mutationsframkallande eller reproduktionstörande. Ej heller används ämnen som leder till miljöfarlighetsklassning. Organiska lösningsmedel accepteras bara under särskilda förutsättningar. Rengöringskemikalierna stör ej länsvattenreiningen.
- 10 finns ej båtottenfärger som innehåller organiska tennföreningar. Valet av bottenfärg görs till de minst miljöbelastande färgtyperna som t.ex. SPC-färg i kombination med silikonfärg eller hårda epoxifärger.
- 11 används vattenburna rostskyddsfärger eller rostskyddsfärger med låga halter organiska lösningsmedel. Pigment med allvarlig hälsorisk som bly och kromat accepteras ej. Färger som innehåller isocyanater undviks.
- 12 är pann- och kylvattenkemikalier ej klassade som miljöfarliga, cancer- eller mutationsframkallande eller reproduktionsstörande. Undantag kan göras för det miljötoxiska nitrit då det inte är bioackumulerande eller persistent. Pannvattenkemikalier är ej heller allergiframkallande eller giftiga.

**S**jöfarten har en oersättlig funktion som transportör av människor och varor över hela världen. Sjöfarten är också ett i grunden miljöanpassat och uthålligt transportmedel. Den har jämförelsevis låga krav på infrastruktur och kan förflytta stora lastmängder till låg energiförbrukning.

Transportarbetet till sjöss ökar och goda möjligheter finns för ytterligare ökning. Sjöfartens internationella karaktär har emellertid lett till att den undgått stora delar av de miljökrav som ställts på landbaserade transportmedel och verksamheter. Sjöfarten dras idag med ett antal hälso- och miljöproblem som är angeläget att lösa.

Syftet med denna rapport är att granska användningen av *kemiska produkter* inom handelsflottan och bedöma vad som utgör störst risk för hälsa och miljö. Syftet är också att finna möjliga och rimliga vägar för att relativt omgående kunna förbättra hälso- och miljösituationen på *befintliga fartyg* och till viss del även i *hamnar*.

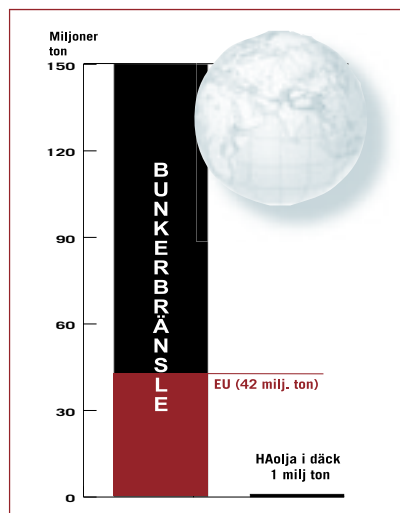
En förhoppning är att rapporten kan bidra till bilden av hur ett ”rent skepp” kan se ut. En tanke är också att redare som investerar i rena skepp skall få marknadsmässiga fördelar genom fler transporter.

## Bunkerbränsle

Bunkerbränsle är den samlade benämningen för drivmedel till fartyg. Världens fartygsflotta hanterar och förbrukar *150 miljoner ton* bunkerbränsle varje år. Totalt dominerande är den marina tjockoljan. Denna olja är klassad som *cancerframkallande* (giftsymbol) och *miljöfarlig* på grund av höga halter polycykliska aromater (PCA). Marina tjockoljor med varierande PCA-halt finns på marknaden men ingen som undgår cancerklassning.

Studier har visat att maskinrumspersonal på fartyg har förhöjd risk att få cancer. Exponering för tjockolja på huden visar på ett relativt snabbt upptag i kroppen av cancerogena polycykliska aromater samt att dessa även reagerar med det genetiska materialet.

Hantering ombord av marina tjockoljor måste radikalt förbättras. *Alla* måste få en bättre insikt om att det är mycket hälsofarliga produkter man använder. Ingen olja får komma på huden och rätt skyddsmaterial måste väljas. Samtliga som på något sätt kommer i kontakt med tjockolja måste



få noggranna hanteringsanvisningar. I ett längre perspektiv är det angeläget att utveckla *icke cancerframkallande bränslen* för fartyg.

Att bunkra betyder att fylla på bränsle till ett fartyg. Bunkring sker ofta till havs där omfattande volymer tjockolja hanteras av tungt lastade s.k. bunkerbåtar. Bunkring kan ske dygnet runt och inte alltid i tjänlig väderlek. Utanför Göteborg som är Nordens största bunkringshamn med en årlig utskeppning av 2 miljoner ton bunkerolja, har olyckor skett med betydande oljeutsläpp som följd.

*Grön Bunkring* är ett projekt som startades 1998 för att minimera riskerna vid överföring av bunkerbränsle. Medverkande var bränsleleverantörer, bunkerfartyg, Kustbevakningen, Göteborgs Hamn och Länsstyrelsen i Västra Götaland. Ett stort antal krav ställdes på utrustning, utbildning, kontroll m.m. av bunkerfartygen. Ett fartyg som uppfyller alla krav får ett grönt bunkerkort.

Bunkerleverantörerna i Göteborg anlitar endast fartyg som har det gröna kortet. Idag innefattar det samtliga 25 bunkerbåtar i Göteborgs hamn. Inga allvarliga incidenter har inträffat sedan projektet genomförts och Grön Bunkring har fått internationell uppmärksamhet som ett intressant angreppssätt mot oljeutsläpp. Ett *"rent skepp"* väljer självfallet att bunkra sitt bränsle från hamnar där bränslehanteringen sker på säkrast möjliga sätt.

Den tekniska specifikationen för marin tjockolja ger vida ramar för vad bränslet kan innehålla. Idag ställer samhället ökande krav på hantering av *farligt avfall* samtidigt som kostnaderna för omhändertagande stiger. En uppenbar risk finns att vissa avfallsslag hamnar i den marina tjockoljan. Det finns inga indikationer på att detta sker i Sverige men väl i andra stora bunkerhamnar ute i världen.

Med jämna mellanrum påträffas avfall som spillolja, tungmetaller, färgrester, lösningsmedel, olika kemikalierester m.m. i bunkerbränsle. Frågan är vad som aldrig upptäcks. Den *standardiserade kontrollen* av riskabla ämnen i bränslet måste utökas exempelvis med avfallsmarkörer som zink, kalcium, fosfor, och polycykliska aromater. Inte minst för att ett fartyg/rederi lättare skall kunna vidta åtgärder gentemot en leverantör om bränslet innehåller avfall.

Generellt är det också angeläget med en slags stickprovsmässig *dopingkontroll* där man "screenar" för ett stort antal riskabla ämnen och ämnesgrupper. Intressant att studera vore t.ex. totalt organiskt klor, PCB, biocider, starka lösningsmedel m.m. Det ligger i högsta grad i sjöfartens och redarnas intresse att få bättre kontroll på vad man köper och sedan förbränner i hamn och till havs.

## Förbränning och utsläpp

Sjöfartens förbränning av bunkerbränsle leder till omfattande utsläpp av bland annat svaveldioxid, kväveoxider och polycykliska aromater (PCA). Detta bidrar signifikant till den totala föroreningsbelastningen i miljön.

### Svavel- och kväveoxider

Utsläppen av svaveldioxid och kväveoxider påverkar hälsan hos ett stort antal människor i Europa. Miljön blir påverkad genom försurningsskador på växtlighet och material. I takt med att sjötransporterna ökar och landbaserade källor minskar sina utsläpp, blir sjöfartens utsläpp allt större både procentuellt och i reella tal.

En jämförelse mellan sjötransporter och vägtransporter med avseende på *utsläppt gram per tonkilometer* visar att svaveldioxidutsläppen och i viss mån partikelutsläppen är betydligt högre för fartygen. Kväveoxiderna och flyktiga organiska ämnen ligger för närvarande i samma utsläppshärad som för tunga lastbilar medan koldioxidutsläppen klart är till fartygens fördel.

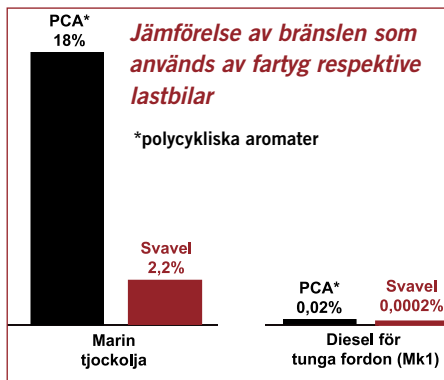
Det enklaste sättet att minska svavelutsläppen är att använda lågsvavligt bunkerbränsle. I medeltal ligger svavelhalten i marin tjockolja kring 3 %. Kostnaden för den normalsvavliga tjockoljan varierar men ligger för närvarande kring 130 US dollar/ton. Tillgång finns idag till tjockolja med mindre än 1 % svavel. I norra Europa kan levereras ca 1,2 miljoner ton/år. Extrakostnaden för lågsvavlig tjockolja ligger runt 20 US dollar/ton. För att täcka hela sjöfartens behov krävs dock avsvavling av tjockolja, något som för närvarande inte görs vid raffinaderierna. Alternativet är svavelrening ombord på fartyget.

När det gäller kväverening handlar det inte längre om bränslets sammansättning utan mer om förbränningsåtgärder och reningsutrustning. Här krävs initialt större investering än att enbart välja ett något renare och dyrare bränsle. Tekniskt väl beprövade metoder finns för effektiv kväverening.

Det ”rena skeppet” väljer självfallet lågsvavligt bränsle. Den marina tjockoljan bör ligga under 1 % svavel. I ett andra steg installeras kväverening med en effektivitet som minst leder till ett utsläpp under 12 gram NO<sub>x</sub>/kWh vid 75 % motorbelastning. Här går också gränsen för lägre farledsavgifter i Sverige.

### Polycykliska aromater

Marin tjockolja är cancerklassad på grund av högt innehåll av polycykliska aromater (PCA). Endast ett fåtal mätningar är gjorda på utsläpp av PCA



vid förbränning av bunkerbränsle. Inom ramen för denna rapport studerades emissionen av polycykliska aromatiska kolväten (PAH)\* från ett biltransportfartyg. Fartyget använde marin tjockolja i huvudmaskin och gasolja i hjälpmotorerna.

*\*Polycykliska aromatiska kolväten (PAH) avser polyaromater bestående enbart av kol och väte. Polycykliska aromater (PCA) är ett vidare begrepp där även andra ämnen som kväve, syre och svavel kan vara bundna till kolvätestrukturerna.*

PAH-utsläppen var cirka 10 gånger högre per energienhet från tjockoljan än från gasoljan. Skillnaden i utsläpp korrelerade väl mot skillnaden i PCA-halt hos bränslena. Att bränslets halt av PCA har avgörande betydelse för storleken på utsläppet har även tidigare konstaterats för fordonsdieslar.

Jämför man utsläppen per energienhet med t.ex. ett tungt dieselfordon – som har vägtrafikens i särklass högsta emissionsfaktorer för PAH – ligger utsläppen från marin tjockolja cirka 30 gånger högre. Motoreffekten hos fartyget ligger cirka 40 gånger högre. Ett större fartyg som går in i hamn på tjockolja kan motsvara PAH-utsläppen från i storleksordningen 1 200 tunga dieselfordon.

I tätortsmiljö i Europa har man av hälsoskäl under många år strävat efter minskade utsläpp från bl.a. fordonstrafiken. Krav har ställts på såväl bättre dieselmotorer som renare dieselbränsle. Miljöklass 1 diesel dominerar idag helt den svenska dieselmärknaden för tunga fordon. *Normal marin tjockolja har en PCA-halt som ligger cirka 1000 gånger högre än Mk 1 diesel och en svavelhalt som ligger ca 10 000 gånger högre.*

Många fartyg använder idag tjockolja i hamnområdet. Med förbättrade motorer kan allt fler använda tjockolja även till hjälpmotorerna för t.ex. elproduktion vid kaj. Utsläppen av svaveldioxid och polycykliska aromatiska kolväten i större hamnar torde signifikant bidra till försämrade luftkvalitet i omgivande tätorter.

Ett enkelt och snabbt sätt att åtgärda problemet är att i hamnområden endast använda s.k. ”hamndiesel”. Många olika raffinaderströmmar kan ingå i diesel och gasolja. En del strömmar som t.ex. krackad gasolja innehåller mycket höga halter PCA. Hamndieseln skulle därför styras till att innehålla låga halter av *både svavel (< 0,2 %) och PCA*. Det ”rena skeppet” på väg till Göteborg ställer självfallet om till hamndiesel när man närmar sig inloppet.

## Oljeutsläpp och länsvatten

Stora oljeutsläpp till havs är idag kanske det mest uppmärksammade av sjöfartens miljöproblem. Vid sidan av tankero olyckorna finns dock problem av minst lika allvarlig art. Fortfarande sker ständigt - trots över 20 år av internationella konventioner och förbud - mer eller mindre medvetna utsläpp av tankrengöringsrester, maskinrumsavfall och oljeinnehållande länsvatten från fartyg i Skagerack, Kattegatt och Östersjön.

Utsläppen är förödande för bl.a. sjöfågel. Exempelvis vistas nästan hela det europeiska alfågelbeståndet i södra Östersjön under vintern. De livnar sig i huvudsak på blåmusslor. Tätt inpå musselbankarna går emellertid även de stora farlederna. Alfågeln missbedömer lätt oljeutsläppen som lugnt vatten - med katastrofala konsekvenser. Varje år dör 100 000 alfåglar av oljeskador bara på Hoburgs bank.

Trots kustbevakningens ökade resurser har det varit svårt att fälla någon för brott vid oljeutsläpp. FN:s havsrättskonvention UNCLOS reglerar rätten till havet och s.k. oskadlig genomfart. Ett oljeutsläpp som sker på fritt vatten kan bara beivras av det land fartyget kommer ifrån. Ligger ett fartyg inom den ekonomiska zonen på 200 sjömil måste "betydande skada" bevisas. Befinner sig fartyg innanför territorialgränsen på 12 sjömil måste ett utsläpp vara "uppsåtligt och allvarligt".

Ett viktigt tekniskt skäl till de ständiga utsläppen är att de flesta större fartyg saknar fungerande oljeavskiljning för länsvattnet. Man har i regel endast enkla gravimetriska länsvattenseparatorer som inte förmår att separera de stabila emulsioner som uppstår när spillvatten blandas med motorolja, växellådsolja, emulgerande propellerhysolja, avfettningsmedel, smörjfett, rengöringskemikalier m.m.

Testerna för godkännande av gravimetriska länsvattenseparatorer bygger på ideala förhållanden när ren olja blandas med vatten. Denna situation existerar inte i verkligheten. En kontroll som utfördes av Göteborgs Hamn visade att 90 % av fartygen som anlöpte Göteborg saknar fungerande oljeavskiljning. Valet för dessa fartyg blir att antingen "justera" larmnivåerna på länsvattenseparatorn och släppa ut oljeemulsionen till havs *eller* att stänga kranarna och lämna allt oljeförorenat avfall iland.

Drivkrafter för att förbättra utrustningen ombord saknas och många fartyg har valt att lämna iland stora mängder oljeblandat vatten. Det har





i sin tur medfört kraftigt ökade behandlingskostnader för många hamnar – i Göteborg har kostnaden fördubblats under 5 år. I ett flertal fall har hamnarna skapat *egna begränsningar* för hur mycket oljehaltigt avfall man tar emot. Begränsningar som strider mot lagstiftningen om att hamnar skall ta hand om fartygsgenererat avfall utan extra kostnad.

Behandlingen av maskinrumsavfallet sker dessutom ofta bristfälligt iland. Det oljehaltiga – ofta toxiska – vattnet dräneras ut i många hamnar med utsläppsnivåer flera hundra gånger högre än vad modern reningsteknik kan ge. Ett antal hamnar har prövats enligt miljöskyddslagen och det har i sin tur lett till att stora mängder länsvatten/sludge istället transporteras med *lastbil* mycket långa sträckor till fungerande reningsanläggningar.

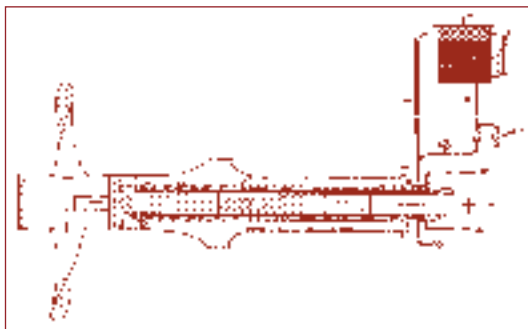
I första hand bör fartygen själva behandla sitt oljeförorenade länsvatten på ett miljöriktigt sätt. Det ”*rena skeppet*” bör ha en reningsteknik som kan separera emulsioner. Oljehalten bör ej överstiga 5 ppm i utgående länsvatten. Utsläppsvärdena måste noggrant dokumenteras under drift och mätapparaturen skall vara kalibrerad mot faktiska förhållanden. Volymmätning måste ske på utgående vatten kompletterat med en årlig opartisk kontroll av reningsanläggningen under drift.

Därutöver bör det i samtliga större hamnar finnas mottagningsanläggningar - gärna typgodkända - som kan behandla maskinrumsavfallet. I de mindre hamnarna kan det räcka med uppsamlingsbehållare från vilka transporter kan ske. För att minska investeringskostnaderna bör hamnarna samarbeta i större utsträckning. Även staten har ett ansvar att fördela ekonomiska medel så att det över hela landet finns ett acceptabelt system för att ta hand om oljehaltiga vatten – allt enligt den Östersjöstrategi som Sverige varit med om att ta fram och underteckna.

## Smörjmedel

Ett fartyg fungerar inte utan smörjmedel. Det behövs system- eller motoroljor, cylinderoljor, växellådsoljor, hydrauloljor, smörjfett, propellerhylsoljor m.m. En del av dessa produkter är s.k. förlustsmörjmedel. De byts i regel aldrig utan förbrukas under användning och hamnar i slutändan i miljön. Dessa produkter är särskilt viktiga att miljöanpassa.

Ett fartygs propelleraxel förs genom skrovet via en s.k. propellerhylsa. I



hylsan finns lager och smörjmedel för att stödja och smörja propelleraxeln. För att inte vatten skall läcka in finns tätningar men smörjmedlet hålls även under visst övertryck. En propelleraxel blir ofta med tiden lite skev. Vajrar och fiskegarn kan också dras in i propellern och skada tätningar i hylsan. Elasticiteten hos tätningarna kan dessutom förändras t.ex. av tillsatser i smörjmedlen. Efterhand kan avsevärda mängder smörjolja läcka rakt ut i havet.

En tumregel som ibland används är att upp till 1 % av tätningens tjocklek i millimeter är acceptabel läckagenivå per dygn. En 600 mm tätning kan alltså läcka 6 liter olja/dygn utan åtgärd. Det skulle medföra närmare 2 m<sup>3</sup>/år och propeller. Förlustvolymen i den storleksordningen har också rapporterats från t.ex. svenska passagerarfärjor. Totala utsläpp av propellerhylsoljor från världens fartyg har av vissa bedömare angivits till närmare 60 000 m<sup>3</sup>/år.

Ofta används motoroljor eller växellådsoljor för propellersmörjningen. Dessa oljor har ett stort antal tillsatser där många är överflödiga i en propellerhylsa. Tillsatserna är ofta giftiga för vattenorganismer, långlivade i miljön och har förmåga till upplagring i biologiskt material. Själva basoljan är i regel av petroleumursprung och är ej lätt att bryta ner i miljön.

Propellerhylsoljor är ett förlustsmörjmedel som är mycket angeläget att miljöanpassa. Utsläpp sker rätt ut i en känslig miljö, ibland under kalla förhållanden då nedbrytning sker mycket långsamt. Propellerhylsoljorna bör endast innehålla snabbt nedbrytbara, ogiftiga basoljor samt tillsatser där användning och miljörisk begränsas så långt som möjligt – utan att funktionen äventyras.

Kriterier för hur en hälso- och miljöanpassad propellerhylsolja bör se ut finns definierad i rapporten. Diskussioner pågår för närvarande med flera oljebolag om produkter som uppfyller dessa kriterier.

Även andra förlustsmörjmedel används ombord. Hydrauloljor för extern hydraulik och smörjfett för vajrar, ankarspel och som propellersmörjning för mindre fartyg, är sådana exempel. På marknaden finns miljöanpassade hydrauloljor och smörjfett framtagna och opartiskt granskade. Det är emellertid viktigt att alltid samråda med tillverkaren om den tekniska lämpligheten. Tillverkarna har alltid det fulla ansvaret för produkterna.

Det ”rena skeppet” använder självfallet miljöanpassade och väl fungerande smörjmedel i alla tillämpningar där det finns risk att olja läcker ut i havet.

## Rengöringskemikalier

Ombord på ett fartyg används många typer av rengöringsmedel. I denna rapport är fokus riktat mot den grovre rengöringen. En rengöring där stora volymer förbrukas, kraftfulla medel används samt där slutdestinationen ofta är maskinrumsavfallet, länsvattnet eller havet. Arbetsmiljön kan också belastas kraftigt.

Den grova rengöringen omfattar tre huvudområden:

1. Allmän rengöring på däcksytor, passageutrymmen och liknande där framförallt smuts och sot förekommer.
2. Rengöring på oljeförorenade ytor, i lastutrymmen och i maskinrum.
3. Rengöring av kraftigt förorenade ytor eller metalldelar med igenkoksat material eller tjock olja. Rengöring sker ofta i särskilda kärl.



Från hälsosynpunkt är det främst hanteringen av starka organiska lösningsmedel som är en risk. En genomgång av produkter från ett antal större leverantörer av marinkemikalier visar att det förekommer många typer av lösningsmedel med allvarlig hälsofara. Det finns bl.a. *cancerframkallande dieselolja*, *allergiframkallande d-limonen*, *giftig kresol* och *hälsoskadliga hög-aromatiska lösningsmedel*. Ofta hanteras dessa i slutna utrymmen med låg luftomsättning.

Från miljösynpunkt finns, utöver lösningsmedlen, ett antal tensider som bör undvikas. Det är framförallt vissa nonjontensider som t.ex. *nonylfenol-etoxylater* och katjontensider som t.ex. *kvartenära ammoniumföreningar*. Dessa är svåra att bryta ner och giftiga mot vattenorganismer. En del rengöringsmedel kan i sin helhet hamna direkt i havet men tensider kan även föras ut via länsvattnet.

Blandas många olika typer av rengöringsmedel med t.ex. oljeavfall uppstår oftast stabila emulsioner. Detta sker i regel i fartygens länsvattentankar. Utan aktiv deemulgering och rening blir det svårt att få ett rent länsvatten. Det är viktigt är att välja rengöringsmedel med tensider som bidrar till lätt separation av olja och vatten. De bör heller inte störa eventuell reningsutrustning.

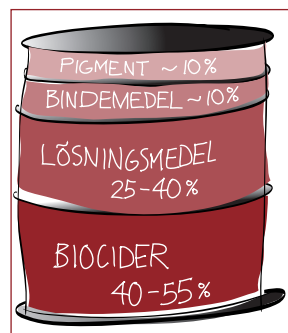
I rapporten finns framtaget ett förslag till *hälso- och miljökriterier för rengöringskemikalier på fartyg*. För att kunna göra en bedömning enligt kriterierna måste dock samtliga komponenter redovisas i produkterna.

Möjligheten finns idag att lägga högaromatiska lösningsmedel och dieselbaljor åt sidan, undvika s.k. carbon removers med blandningar av klorbensen och kresol, och istället välja moderna vattenburna rengöringssystem.

Alkaliska medel med sockertensider, oljelösare med ogiftiga nonjontensider och lågflyktiga lösningsmedel samt kraftfulla rengörare baserade på mikroemulsioner, är exempel som kan användas i ett "rent skepp".

## Bottenfärger

Beväxning under vattenytan på ett fartygsskrov medför ökad friktion och därmed ökad energiförbrukning under gång. En förhöjd ytsträvhet på 0,025 mm kan minska fartygshastigheten med 1 %. För att förhindra denna växtning målas fartyg och fritidsbåtar runt om i världen med totalt cirka 80 000 ton båtbottnfärg eller s.k. antifoulingfärg varje år.



Båtbottnfärg betraktas som bekämpningsmedel och måste i vissa länder godkännas för användning. I fartygsfärger som målas på i Sverige är idag endast *kopparföreningar*, "triazin" (*Irgarol*), "isotiazolin" och *zinkpyrition* godkända som verksamma beståndsdelar. Totala halten biocid ligger i regel mellan 40-55 vikt% i de vanligast använda fartygsfärgerna. En svaghet i lagstiftningen är att andra miljötoxiska substanser mycket väl kan ingå i bottenfärg bara de inte anges som verksamma ämnen.

En grov kalkyl visar att 10 stora tankfartyg (> 200 000 dwt) förbrukar lika mycket aktiv substans räknat som förbrukad mängd koppar per år, som hela svenska fritidsflottan (1996). Man bör dock komma ihåg att fritidsbåtarna vistas i mycket känsliga miljöer och oftast under en period då störningar kan få allvarliga konsekvenser för vattenlevande organismer.

Tennorganiska föreningar eller tributyltenn (TBT) har dominerat i bottenfärg för fartyg sedan 1970-talet. Tributyltennoxid (TBTO) vilket är den verksamma formen, är extremt giftigt för ett brett spektrum av vattenlevande arter och är mycket bioackumulerande. Skador har visats på vattenorganismer i mycket låga halter (t.ex. purpursnäcka). Höga halter TBTO har påvisats i både vatten och sediment.

International Maritime Organization (IMO) har beslutat om ett globalt förbud mot TBT i bottenfärg som målas på fartyg från 1 januari 2003. Det är dock inte undertecknat av tillräckligt många medlemsstater och har därför inte trätt i kraft ännu (maj 2003). I Sverige råder dock ett sådant förbud sedan 1 januari 2003 och inom EU är ett förbud på gång under 2003. De

största färgtillverkarna har upphört med att använda TBT.

De vanligaste alternativen till självpolerande färger (SPC) som innehåller tributyltenn är s.k. CDP-färger (Controlled Depletion Polymer). Det är färger med relativt traditionell bindemedelsuppbyggnad av lösligt harts och polymer som styr biocidutlösningen. Helt dominerande biocid i dessa färger är kopparoxid. Kopparhalterna är höga men verkan är avklingande och ommålningsintervallen ligger på knappt tre år.

Relativt nya på marknaden är s.k. SPC-färger där man bundit in andra biocidkomponenter än TBT. Även här förekommer koppar men halterna är något lägre än i CDP-färgerna. Biocidutlösningen är framförallt lägre per tidsenhet, den går att styra bättre och ommålningsintervallen ligger runt fem år.

Även koppar är ett giftigt ämne för många vattenorganismer. Det ansamlas i botten sedimenten med risk för utlösning under ändrade förhållanden. Alternativa bottenfärger utan kemisk/toxisk verkan finns på marknaden.

Färger uppbyggda av polysiloxanbindemedel - silikonfärg - med hög rörlighet inom molekylerna gör att vattenorganismerna har svårt att få fäste mot fartygsskrovet. Funktionen bygger emellertid på att fartyget rör sig med en hastighet av minst 15 knop och inte ligger still mer än 5 dygn i sträck. En uppskattning är att dessa kriterier uppfylls av cirka 20 % av världens handelsflotta. Silikonfärgerna anges ha ommålningsintervall på 5 år eller mer men de är känsliga för mekanisk nötning t.ex. mot kajkanter eller is.

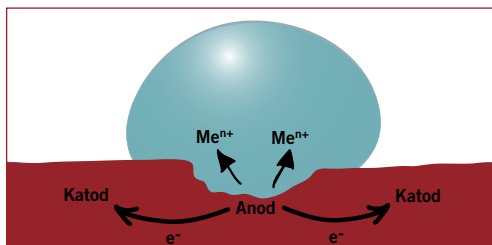
Hårda bottenfärger av epoxibindemedel utan kemisk eller fysikalisk avstöttningsverkan används också t.ex. på isbrytare, vissa färjor och inom marinen. Här krävs dock mekanisk rengöring av dykare med jämna intervall.

Intressant forskning pågår bl.a. vid Chalmers Tekniska Högskola och Göteborgs Universitet om nya beväxningshämmande substanser som inte bygger på toxisk verkan. Imidazolinderivat (kateminer) i låga koncentrationer har visat sig ge mycket effektiva "signaler" som hejdar havstulpaner att kolonisera en yta. Detta utan att organismen skadas. En bedömning är dock att det dröjer ett antal år innan denna forskning kan leda till kommersiella produkter.

Det finns idag inget riktigt bra val när det gäller miljöanpassade bottenfärger. Det finns dock alternativ eller kombinationer av alternativ som är att föredra för ett "rent skepp". Valet måste styras av vilken typ av fartyg som skall bottenmålas. Exempelvis kan i vissa sammanhang nya SPC-färger utan TBTO användas t.ex. i kombination med silikonfärg på ytor som inte är utsatta för nötning. Ett annat alternativ är hårda epoxifärger som då kräver regelbunden mekanisk rengöring av dykare.

## Rostskyddsfärger

Ovanför högsta vattenlinjen på ett fartyg målar man med rostskyddsfärg. Det är framförallt fartygssidor, däck, däckhus och lastutrymmen. Totalt används cirka 120 000 ton rostskyddsfärg



av världens fartygsflotta. Av detta kommer 1600 ton från svenska leverantörer.

I regel är färgerna lösningsmedelsburna med halter kring 50 vikt%. I och med att allt lösningsmedel avdunstar innebär det totala utsläpp av 60 000 ton. Vanliga lösningsmedel är lacknafta, metylisobutylketon och olika aromatiska kolväten som xylen och toluen. Även alkoholer och estrar kan ingå som t.ex. butanol och butylacetat.

Problemet med de vanligt använda organiska lösningsmedlen är inte bara hälsorisker som störningar på nervsystemet, yrsel, trötthet osv. De kan också medverka till bildningen av fotokemiska oxidanter som bl.a. ger upphov till skogs- och jordbruksskador.

En viktig funktion i rostskyddsfärg har pigmentet. Halten kan ligga kring 30 vikt% och dess främsta uppgift är att hindra järnet från att oxideras. I Sverige används framförallt zinkfosfat men fortfarande förekommer i färger från andra länder i världen cancer- och allergiframkallande kromater samt nerv- och fosterskadande blyföreningar.

Bindemedlen är företrädesvis epoxihartser, polyuretanhartser, alkyder och akrylater. Vissa bindemedelskomponenter utgör mycket stor hälsorisk vid målning. Exempel är allergiframkallande lågmolekylära aminer i epoxyharts samt allergiframkallande och i vissa fall cancerframkallande isocyanatmonomerer. Även cancerframkallande stenkolstjära och kresot används som bindemedel i många rostskyddsmedel.

På det ”rena skeppet” används färger med god funktion som är vattenburna eller innehåller låga halter organiska lösningsmedel. Pigment med allvarlig hälsorisk är ej acceptabla och inte heller stenkolstjära eller kresot som bindemedel. Färger som innehåller isocyanater bör undvikas.

## Pann- och kylvattenkemikalier

Pann- och kylvattenkemikalier är olika typer av ämnen som tillsätts för att skydda hetvattenpannor, ångpannor och kylvattensystem mot korrosion och beläggningar. Korroderande ämnen som fritt syre eller olika syror som finns eller bildas i vattnet måste inaktiveras. Detta för att inte järnmaterialet i systemen skall frätas sönder från insidan vilket kan ge förödande konsekvenser.

För pann- och ångsystem har traditionellt det reaktiva, giftiga och cancerframkallande ämnet hydrazin använts och används fortfarande. Även andra ämnen som olika flyktiga aminer med negativa egenskaper från hälso- och miljösynpunkt är vanliga. Pannvattenkemikalierna hanteras kontinuerligt av personal ombord. Pannvatten eller ångkondensat kan läcka till länsvattenet eller kan vid topp- eller bottenblåsning av pannan hamna direkt i havet.



Kylvattensystemet är något enklare att skydda i och med att det primära systemet närmast motorn är slutet. Traditionellt har man använt sig av tillsatser som natriumnitrit/

natriumhydroxid, borat, kromatsalt och aromatiska azoler.

Natriumnitrit är giftigt vid förtäring och mycket giftigt mot vattenorganismer. Det kan även i kontakt med sekundära aminer bilda cancerframkallande nitrosaminer. Sekundära aminer som t.ex. morfolin är vanliga i pannvatten. Även om kylvattensystemet är slutet är det tänkbart med läckage och blandning med pannvatten.

Det är viktigt att det yttre kylvattensystemet med havsvatten inte växer igen av t.ex. alger och musslor. Då kan kylningen av motorn äventyras. Ibland tillsätts kraftiga biocider i havsvattenintaget såsom dinatriummetylenbisditiokarbamat för att förhindra beväxning. Alternativt kan elektroder som doserar små mängder koppar användas.

För det "rena skeppet" kan man ha följande tumregler när det gäller pann- och kylvattenkemikalier. De får inte vara klassade som miljöfarliga eller s.k. CMR-ämnen (cancer- eller mutationsframkallande, reproduktionsstörande). Ett undantag kan göras för det akut miljötoxiska nitrit som dock inte är bioackumulerande eller persistent. Särskilt för pannvattenkemikalier gäller att de ej får vara allergiframkallande eller giftiga.

Som ett intressant miljöanpassat alternativ för både pann- och kylvatten kan nämnas användning av en magnesiumelektrod som fungerar som en offeranod för att reducera syre. Den ger inga skadliga utsläpp eller biprodukter och har installerats med goda resultat på ett antal fartyg.

