



# Miljögifter i Östersjön – en exposé

RAPPORT 1/2019

Östersjöcentrum

  
Stockholms  
universitet

# Innehåll

- 4 Berättigad oro
- 7 Var kommer de ifrån?
- 9 Hur sprids de vidare?
- 10 Östersjön - det känsliga innanhavet
- 11 Effekter
- 13 Påverkas människor?
- 14 Åtgärder
- 16 Lagar och överenskommelser
- 19 Övervakning av miljögifter
- 21 Trender - vart är vi på väg?
- 22 Mot framtiden
- 24 Miljögiftshistoria – några milstolpar
- 25 Referenser

**Författare:** Kristina Viklund

**Omslagsfoto:** Le Carlsson/Azote

**Figurer:** Kristina Viklund

**Faktaundersökning:** Emma Undeman och Gun Rudquist

**Layout och original:** Ulrika Brenner

**Design:** Blomquist & Co

**Tryck:** Universitetsservice US-AB 2019





# Miljögifter i Östersjön

## – en exposé

Vi visste inte vilken spridning de kunde få.

Vi trodde inte att de skulle påverka hela ekosystemet.

Nu vet vi mer. Vi reparerar gamla misstag, men gör ständigt nya.

Mycket kvarstår att göra för att nå en giftfri miljö.

Om det ens är möjligt.

# Berättigad oro

## Dramatisk upptäckt

Början på 1960-talet var en tid av utveckling. Industrier, bostäder och vägar byggdes, och nya material och ämnen utvecklades i människans tjänst. Teknikens framsteg gav nya möjligheter, och den kemiska industrins produkter hittade ständigt nya områden. Men så briserade en bomb, i form av boken ”Tyst vår” av den amerikanska biologen Rachel Carson. Enligt Rachel Carson höll vårens fågelkvitter på att tystna eftersom fåglarna dog, förgiftade av bekämpningsmedel som spridits i naturen. Få böcker har fått sådant genomslag i samhället världen över. Och hennes oro visade sig vara berättigad.

## Miljögifter på agendan

I början på 1960-talet hade bekämpningsmedel som DDT använts i ett tjugotal år, och PCB hade använts inom industrin ännu längre. Den allmänna uppfattningen var att föroreningar var lokala, och bara kunde orsaka problem i utsläppskällans absoluta närhet<sup>[1]</sup>. Men allt fler oroande rapporter började dyka upp, som exempelvis att havsörnarna hade allvarliga problem med sin reproduktion. Ett genombrott inom analystekniken gjorde att man kunde analysera denna typ av organiska ämnen i mycket låga koncentrationer. Den nya tekniken kunde användas till att analysera prover från naturen, och långsamt började man förstå att dessa ämnen fått en mycket större spridning än vad avsikten varit<sup>[2, 3]</sup>. I undersökningar av havsörnars fjädrar och ägg hittade man mycket höga halter av DDT och PCB<sup>[3, 4]</sup>. När även fisk på matborden visades innehålla miljögifter blev allmänheten orolig, och miljögifterna seglade upp på den politiska agendan<sup>[2]</sup>.

## Långlivade organiska miljögifter

Både DDT och PCB är så kallade organiska miljögifter. Alla levande organismer är uppbyggda av organiska ämnen, det vill säga molekyler med en grundstruktur av kol och väte till vilken andra grundämnen kan vara bundna. Naturens byggstenar är nästan alltid förhållandevis lättnedbrytbara, och de komplicerade molekyler som byggs upp under organismens levnad sönderdelas i samband med ämnesomsättning eller när organismen dör.

Men många organiska miljögifter finns inte naturligt i miljön utan är designade av människan. Andra organiska miljögifter är naturligt



*När DDT började användas mot insekter kunde ingen ana vilken spridning ämnet skulle få i miljön. Både DDT och PCB är så kallade organiska miljögifter och mycket svårnedbrytbara.*



Foto: Martin Almqvist/Azote

Många miljögifter är fettlösliga, vilket gör att de ansamlas i kroppsvävnad. Fisk med stort fettinnehåll, exempelvis lax, innehåller därför ofta mer miljögifter.

förekommande och bildas vid till exempel skogsbränder eller vulkanutbrott, men också som följd av mänskliga aktiviteter såsom industriprocesser eller förbränning av fossila bränslen. En gemensam egenskap för många kemikalier som orsakat problem i miljön är att de är persistenta, alltså svårnedbrytbara. Persistensen innebär att ämnet kommer att finnas kvar i naturen mycket länge.

### Halogenering ökar persistensen

Genom att utgå från organiska ämnen som redan är relativt stabila har man i många fall kunnat uppnå ännu större stabilitet genom att exempelvis ersätta väteatomerna i den organiska molekylen med halogener, en grupp ämnen som innefattar fluor, klor, brom och jod. Processen kallas för halogenering, och gör inte bara ämnena svårare att bryta ned utan ökar dessutom oftast ämnets fettlöslighet och därmed förmåga att lagras i levande vävnad<sup>[2]</sup>.

De kända miljögifterna PCB och DDT har framställts genom att ersätta en del av väteatomerna i molekylen med klor. I många flamskyddsmedel som används i textilier och plast för att fördröja brand har väteatomerna ersatts med brom, klor eller fluor. Att DDT är så pass svårnedbrytbart gör att det har långvarig effekt på skadeinsekter. Men när ämnet sprids till andra organismer i naturen eller lagras i människokroppen blir persistensen ett problem<sup>[2]</sup>.

### Långvarig effekt

Persistenta ämnen kan ofta spridas till olika miljöer, och till djur och människor som lever långt från det ursprungliga spridningsområdet eftersom de inte bryts ned i någon större utsträckning under sin färd i luft eller vatten. Om en negativ miljöeffekt upptäcks kommer det inte att räcka med att sluta producera ämnet för att effekten genast ska upphöra. Ämnena kommer att cirkulera i miljön tills de slutligen bryts ned eller begravs exempelvis under jord eller i djupa sedimentlager på havsbotten. Persistenta ämnen har orsakat några av de allvarligaste skadorna på miljön de senaste 50 åren, och i de flesta fall har man inte känt till ämnernas skadeverkan då de började användas<sup>[5]</sup>.

### Fettlösliga ämnen i organismer

De klassiska organiska miljögifterna är också i hög grad fettlösliga. Det gör att de ansamlas i levande organismer. Hur fettlösligt ett ämne är beror bland annat på hur stor molekylen är och hur den är sammansatt. Generellt är ämnet mer fettlösligt ju mer halogenerat det är. Stora klorerade kolväten, såsom PCB, kan finnas i hundratusentals gånger högre halter i plankton än i det omgivande vattnet<sup>[2]</sup>.

### Lagras i kroppen

Många organiska miljögifter lagras i det djur som fått i sig det. Högre stående djur har ofta ett väl utvecklat system för att bryta ned födans olika komponenter under transporten i mag-tarmkanalen. När fetter bryts ner kommer de mer svårnedbrytbara miljögifterna som är lösta i fett istället att passera relativt opåverkade genom membranerna i tarmen och ut i kroppen. Där kan de sedan lagras i kroppens fettvävnad<sup>[6]</sup>.

Långlivade djur kommer att anrika mer och mer miljögifter i kroppen under sin levnad. Dessutom kommer mängden miljögift att öka ju högre upp i näringsväven giftet kommer. En säl som lever i Östersjön kommer under sin livstid att äta stora mängder förorenad fisk. Halterna miljögift



i fettvävnaden kommer att vara betydligt högre i sälen än i den fisk den äter, ett fenomen som kallas biomagnifikation. Högre stående djur har dock även i flera fall en bättre förmåga att bryta ned och utsöndra själva miljögifterna än djur längre ner i näringskedjan, vilket motverkar ackumulering.

Man hittar alltså generellt högre halter av miljögifter i rovdjur än i dess bytesdjur, och de högsta halterna hittar man ofta i de djur som är överst i näringskedjan<sup>[6]</sup>. Det är också i dessa djur som man sett de tydligaste effekterna av miljögifterna<sup>[7]</sup>. Även vi människor befinner oss överst i näringskedjan, och äter till viss del samma mat som andra rovdjur. Miljögifter blir inte bara ett problem för ekosystemet utan även ett reellt problem för oss.



*Långlivade, fiskätande rovdjur är hårt drabbade av miljögifter. En säl hinner äta stora mängder förorenad fisk under sin livstid.*

## Metaller – naturliga i små mängder

Även metaller kan orsaka skada i miljön. Metaller är grundämnen som finns naturligt i berggrund, jord och vatten. I små mängder är vissa metaller livsviktiga för växter, människor och djur. Människan har under tusentals år utvunnit metaller ur berggrunden, och de har haft en avgörande betydelse för människans utveckling. Men människans användning och spridning av metaller innebär att halterna ökar i luft, mark och vatten, till koncentrationer som kan ligga långt över de naturliga nivåerna. Många metaller förekommer idag i koncentrationer som är skadliga för levande organismer<sup>[8]</sup>.

I och med att metallerna är grundämnen kan de, till skillnad från organiska miljögifter, inte brytas ner. Metallerna kan förekomma i olika former i naturen, vissa former mer lättillgängliga för växter och djur än andra. De olika formerna kan också skilja sig åt när det gäller giftighet. Ett känt exempel är kvicksilver, som är mycket giftigare när det förekommer som organiskt metylkvicksilver jämfört med när det förekommer som grundämne. Vissa av formerna gör också att metallerna binds mer eller mindre hårt till mark och sediment. En del av metallerna frigörs med tiden eller när förhållandena i mark eller sediment ändras, och kan då åter läcka ut i miljön<sup>[8]</sup>.

# Var kommer de ifrån?

## Avsiktlig spridning

Det kan tyckas märkligt att farliga ämnen sprids avsiktligt i naturen, men i vissa fall är det just giftigheten man är ute efter. Exempel finns i vår närhet, i form av träskyddsmedel, myggmedel, medel för att bekämpa råttor, båtbottnfärger med gifter för att förhindra påväxt och annat. Kemiska bekämpningsmedel (växtskyddsmedel) mot skadedjur, svampangrepp eller mot konkurrerande växter används inom bl.a. jordbruk, skogsbruk och trädgårdsbruk<sup>[9]</sup>.

Många av de bekämpningsmedel man utvecklade tidigt är organiska miljögifter som haft stor påverkan på vår miljö. Det klassiska exemplet är DDT, som sedan 1940-talet har producerats i stora kvantiteter världen över. DDT är ett effektivt bekämpningsmedel mot insekter. Det är relativt billigt att tillverka, och är ett av de preparat som än idag används i tropikerna mot malariamyggan. Men malariamyggan har med tiden utvecklat en viss grad av resistens mot ämnet, och en rad olika afrikanska länder har rapporterat problem med resistens mot de preparat som används för att bekämpa malariamyggan<sup>[10, 11]</sup>.

I Sverige har användandet av DDT alltid varit ganska begränsat, och ämnet förbjöds 1970. Men trots den begränsade omfattningen av medlet i våra trakter kunde höga halter av ämnet eller dess nedbrytningsprodukter upptäckas i djur i den svenska faunan redan på 1960-talet<sup>[2]</sup>. Idag är andra bekämpningsmedel i fokus för miljödebatten, såsom glyfosat som är kopplat till cancer hos människa och neonicotinoider som kan vara skadligt för bin.

Även metaller har spridits i så stora kvantiteter eller i former som gjort att de skadat miljön. Under 1950- och 1960-talen tillsattes exempelvis metylkvicksilver i stor omfattning som betningsmedel i utsäde för att minska risken för växtsjukdomar<sup>[12]</sup>. Det blev så småningom uppenbart att betningen hade stor påverkan på frätande fåglar, och kvicksilverbetning förbjöds 1966.

## Industriutsläpp

Industriprocesser leder ofta till att gifter sprids oavsiktligt till miljön. Även om stora åtgärder gjorts för att minska utsläppen från industrier så fortsätter dessa att vara en källa till miljögifter<sup>[9]</sup>. Längs Östersjöns kust finns flera tungt industrialiserade områden, och farliga ämnen kan bildas i de industriella processerna.

Kända exempel är cellulosaindustrin och metallsmältverk. Tidigare användes klorgas för blekning av papper, vilket visade sig sprida stora mängder dioxiner och andra miljögifter till miljön. Numera har reningstekniken utvecklats och klorblekningen ersatts av andra processer, men områdena runt industrierna kan fortfarande innehålla höga halter av såväl dioxiner som kvicksilver<sup>[8, 9, 13]</sup>.



Foto: Maksym Dragunov/Mostphotos

Jordbruket är bara ett av många exempel på verksamhet där miljögifter sprids avsiktligt i miljön.

Industrin släpper ut miljögifter, även om reningstekniken utvecklats enormt och utsläppen minskat till en bråkdel av vad de varit.



Foto: Ingegerd Sundlöf/Mostphotos

## Förbränning

Många miljögifter sprids vid ofullständig förbränning av organiskt material. Det kan vara allt från förbränning av drivmedel och avfall till energiproduktion och industriella processer. Exempelvis verkar dioxiner som finns i alltför höga koncentrationer i Östersjön till stor del ha sitt ursprung i utsläpp från förbränningsprocesser i sydöstra Europa. Luften som passerat över Tyskland, Ryssland och Polen innehåller betydligt högre halter av dioxiner när den når Östersjön än om luften kommit västerifrån<sup>[14-16]</sup>.

Även i Sverige tros merparten av utsläppen av dioxiner härröra från förbränning av olika slag, inte minst den småskaliga förbränningen vid exempelvis uppvärmning av hus<sup>[13]</sup>. Tidigare var kommunal förbränning av avfall en stor källa till dioxiner, men detta är idag till stora delar åtgärdat. Däremot kan askan från denna förbränning fortfarande orsaka utsläpp av gifter till mark och vatten då det deponeras<sup>[13]</sup>.

## Importerade problem

När vi importerar varor importerar vi ofta även miljögifter som är förbjudna i Sverige och EU<sup>[17]</sup>. Importerade textilier kan till exempel innehålla ämnen som ska förhindra mögel och bakterier eller avvisa smuts, och som läcker ut när vi använder, tvättar eller så småningom deponerar eller bränner tyget<sup>[18]</sup>. Stora mängder textilier och andra varor importeras från länder där kemikaliekontrollen är eftersatt<sup>[1]</sup>.

Miljögifter som släpps ut i andra delar av världen kommer från såväl produktion som användning av produkter eller handhavande av avfall, och kan innehålla kemikalier som är förbjudna här. Dessa kan nå Östersjöregionen genom långväga transport framförallt i luft.



Foto: Craig Robinson/Mostphotos

*Varor importeras från länder där kemikaliekontrollen är eftersatt, och kan innehålla ämnen som inte är tillåtna vid produktion i Sverige.*



# Hur sprids de vidare?

## Mark, vatten och luft

Miljögifterna sprids i marken genom att följa med vattnet ner till grundvattnet, och via bäckar och floder till havet<sup>[20, 21]</sup>. Från mark och vatten, eller direkt från utsläppskällan, kan gifterna också avdunsta till atmosfären, och sedan spridas till områden långt från den ursprungliga källan där de deponeras igen till land och vatten<sup>[22]</sup>. Ämnena kan bindas till partiklar i marken, vattnet eller i sedimenten i bottenarna på sjöar och hav, för att sedan frigöras när förhållandena förändras. Kopplingen mellan land och hav är komplicerad, och innefattar även olika processer där levande organismer är inblandade. Exempelvis kan djur som lever på eller i havsbottenarna både frigöra tidigare bundna miljögifter och binda dem ännu starkare genom att föra ner partiklar till djupare skikt i sedimenten<sup>[23-25]</sup>.

Både organiska miljögifter och metaller kan spridas över stora områden som gas eller genom att bindas till partiklar som sprids med luftströmmar<sup>[16, 20, 22, 26]</sup>. Det är en viktig förklaring till att vi kan hitta exempelvis bromerade flamskyddsmedel, DDT och metylkvicksilver på så avlägsna platser som Arktis, långt från några utsläppskällor<sup>[27]</sup>.

*Djurplankton får i sig miljögifter genom passivt upptag från vattnet och genom att äta växtplankton, bakterier och annat organiskt material. Djurplanktonen utgör i sig en viktig födokälla för fisk och andra djur. Bilden visar en hoppkräfta.*

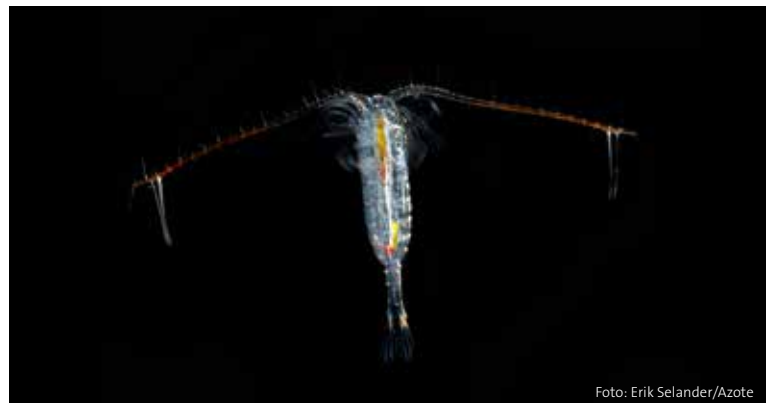


Foto: Erik Selander/Azote

## ... och in i näringskedjan

Men hur tar miljögifterna sig in i näringskedjan? Hur får vi i oss dessa gifter?

I Östersjön kan miljögifterna tas upp från vattnet av de organismer som lever där. Upptaget kan ske direkt från vattnet. Miljögifterna kan också vara bundna till organiska partiklar som utgör föda för vissa djurplankton och bottenlevande djur. Fisk kan få i sig en del miljögifter via gälarna, men det mesta av de mer fettlösliga föroreningarna får de i sig via födan. När det gäller kvicksilver så omvandlas grundämnet till det betydligt giftigare metylkvicksilver av mikroorganismer. Metylkvicksilver kan sedan tas upp av organismer, och transporteras vidare upp i näringskedjan<sup>[28]</sup>.

Även för människor är födan en viktig källa till miljögifter, och konsumtionen av fisk står för en ansevärd del av vårt intag av miljögifter<sup>[29]</sup>. Många miljögifter förekommer i jämförelsevis höga halter i Östersjöfisk<sup>[29, 30]</sup>. Spädbarn får i sig miljögifter från modern via amning, samtidigt som amningen fungerar renande för modern<sup>[31-33]</sup>.

Dricksvatten kan också vara en källa till miljögifter. Under senare tid har man exempelvis uppmärksammat att dricksvattentäkter i närheten av brandövningsplatser varit förorenade med PFAS<sup>[34]</sup>.



Foto: Jesper Östlund/Azote

*Vår konsumtion av fisk står för en stor andel av vårt intag av miljögifter. Östersjöfisk innehåller jämförelsevis höga halter av en del miljögifter.*

# Östersjön – det känsliga innanhavet

## Utsötat och artfattigt

En stor andel av de farliga ämnen som sprids i miljön hamnar till slut i havet. Östersjöns ekosystem är på många sätt känsligare än de flesta andra havsområden världen över. Det är ett instängt hav med begränsat utbyte mellan de olika delarna av Östersjön och med Atlanten, vilket innebär att vattnet har en mycket lång omsättningstid. Det är relativt grunt, och i Egentliga Östersjön är också vattnet skiktat i djupled, vilket innebär att djupvattnet inte blandas med ytvatten. Den begränsade vattenvolymen gör att miljögifterna inte späds ut som de skulle ha gjorts i andra havsområden. Östersjön blir en fälla för många miljögifter, och de svårnedbrytbara miljögifter som hamnat i Östersjön kommer att bli kvar där länge<sup>[35, 36]</sup>.

## Stress ger känslighet

Många Östersjöarter lever under osmotisk stress. Det innebär att de inte är riktigt anpassade efter den salthalt de lever i, utan måste lägga en del energi på att hantera salthalten. Detta kan göra dem extra känsliga för miljögifter<sup>[35]</sup>. Det har exempelvis visats att blåstång påverkas i högre grad av koppar, ett vanligt ämne i båtbottnfärger, ju lägre salthalten i vattnet är. Detta verkar i första hand vara kopplat till blåstångens osmotiska stress<sup>[37]</sup>.

Den låga salthalten i Östersjön kan i vissa fall också ha en direkt inverkan på hur giftiga eller tillgängliga miljögifter är. Metaller som bly, koppar, krom, kadmium, kvicksilver, nickel och zink har visat sig vara giftigare och mer tillgängliga för djur i vatten med låg salthalt jämfört med i havsvatten<sup>[38]</sup>.



Foto: Nicklas Wijkmark/Azote

*Blåstången i Östersjön är inte riktigt anpassad efter den låga salthalten, vilket gör att den är extra känslig för miljögifter.*

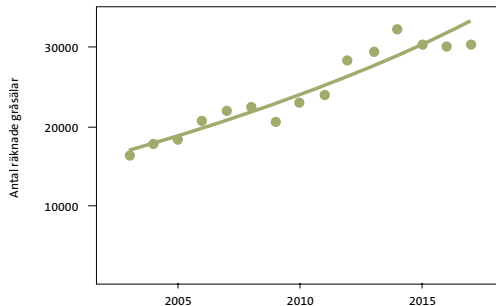
# Effekter

## Sälar hårt drabbade

Fiskätande däggdjur är generellt hårt drabbade av miljögifter<sup>[12]</sup>. Ett exempel på detta i Östersjön är gråsälarna. Gråsälpopulationen i Östersjön har under en lång tid haft problem med fortplantningen, och tidigt kopplades problemen ihop med PCB. Under 1970-talet var närmare en tredjedel av honorna sterila, på grund av att livmoderhornen fått förträngningar, vuxit ihop helt eller att livmodern fått tumörer<sup>[39]</sup>. Gråsälarna uppvisade dessutom skador på binjurar, njurar, tarmar, klor, hud och skelett<sup>[12, 40, 41]</sup>. En onaturligt stor andel av sälarna drabbades av allvarliga tarmsår. Populationen, som redan tidigare decimerats av hård jakt, fortsatte att minska trots att jakten upphörde. Från att ha bestått av över 90 000 djur i Östersjön i början på 1900-talet var antalet i mitten på 1970-talet nere på ungefär 3000 djur<sup>[41]</sup>.

Under senare tid har gråsälarna blivit en framgångssaga, där kraftfulla åtgärder fått goda effekter på populationstillväxten<sup>[39, 42]</sup>. Idag har de flesta av skadorna minskat betydligt i omfattning, och populationen har tillväxt stadigt sedan slutet på 1980-talet<sup>[41]</sup>. I takt med att PCB-koncentrationen i djuren minskar blir de friskare<sup>[39]</sup>.

Men faran är inte över för sälarna. Den förhöjda frekvensen allvarliga tarmsår kvarstår<sup>[39]</sup>, och under senare tid har också sälarna blivit magrare<sup>[43]</sup>. Orsakerna till dessa rubbningar är inte kända. Möjligheten finns att sälarna nu påverkas negativt av andra miljögifter än PCB<sup>[43]</sup>.

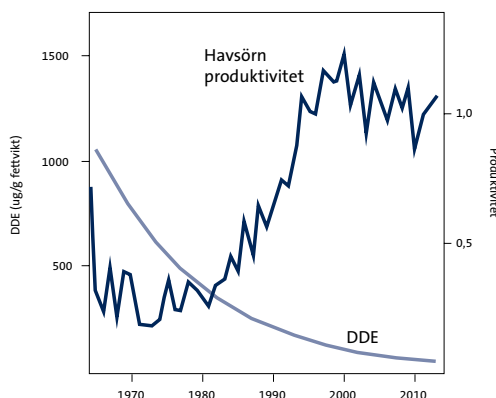


Gråsälpopulationen har tillväxt sedan 1980-talet, vilket visar på ett förbättrat hälsotillstånd. Men faran är inte över för sälarna. Fortfarande har de en förhöjd frekvens av tarmsår, och under senare tid har de blivit magrare. Källa: Naturhistoriska riksmuséet.

Gråsälarna har återvänt till Östersjön, efter att ha varit i det närmaste utrotade under 1970-talet.



Foto: Tony Svensson/Azote



Höga halter av DDE, en nedbrytningsprodukt av DDT, hittades i havsörnsägg på 1960-talet. Halterna av DDE var starkt kopplade till havsörnens reproduktionsproblem. Källa: Bignert, Helander (2015)<sup>7</sup>.

## Havsörnen varnar

Havsörnen har haft en viktig roll i övervakningen av miljögifter. Det var havsörnarnas problem att få fram levande ungar som på 60-talet gjorde att vi fick upp ögonen för att något inte stod rätt till<sup>[44]</sup>. Den är en av få arter som övervakas årligen, och där äggen analyseras på sitt innehåll av miljögifter<sup>[7]</sup>. Havsörnen visade oss hur miljögifterna kunde spridas i naturen, men den visar oss också vilken positiv effekt kraftfulla åtgärder kan få<sup>[3]</sup>.

Det tog lång tid från det att havsörnarnas problem uppmärksammades i början på 1960-talet och till dess att man visste vilka ämnen som orsakade problemen. Ett stort steg togs 1966, då forskaren Sören Jensen kunde identifiera ämnesgruppen PCB och fann dessa ämnen i höga halter i prover från havsörn<sup>[3]</sup>. Detektivarbetet gick vidare med förbättrade analysmetoder, och snart kunde man även identifiera DDE, en nedbrytningsprodukt av insektsmedlet DDT<sup>[44]</sup>.



Havsörnens problem är komplext. Både kullstorleken och andelen bon med ungar har varit starkt påverkade, och äggens skaltjocklek har minskat. Äggskalen har inte bara blivit tunnare, de har också blivit mer porösa vilket gjort att äggen torkat ut. Ett starkt samband har hittats mellan havsörnens reproduktionsproblem och äggens innehåll av DDE och PCB<sup>[7, 45]</sup>.



Foto: Lars-Eric Sellberg/Azote

*Havsörnen har visat oss vilken skada miljögifter kan göra för miljön, men den har också visat oss vad kraftfulla åtgärder kan få för positiva effekter.*

### Sillgrisslan ger tillbakablick

Precis som havsörnen har sillgrisslan en av huvudrollerna i miljögifternas historia. Den häckar på några platser längs den svenska ostkusten, och den största kolonin finns på Stora Karlsö utanför Gotland. Sillgrisslan är en av få fiskätande fågelarter som är någorlunda stationär, vilket gör att den lämpar sig väl för studier av miljötillståndet<sup>[46]</sup>. Ägg från sillgrissla har samlats in årligen i över 40 år. Äggen har förvarats infrusna i Naturhistoriska riksmuséets miljöprovbanks, vilket gett möjlighet till retrospektiva studier av miljögifter och förändringar av äggen. Med hjälp av detta material har man exempelvis kunnat fastställa att sillgrissläggens skal inte var förtunnade i början på 1940-talet, men att skalen sedan dess förtunnats hos sillgrisslan precis som hos havsörnen. Miljögiftsanalyser av äggen har visat på en tydlig koppling mellan innehållet av DDT och skalförtunning<sup>[7, 46]</sup>.



Foto: Eva Kylberg/Azote

*Sillgrisslan har en huvudroll i miljögifternas historia. Tack vare att ägg från sillgrissla samlats in i under en lång tid och förvarats infrusta kan man nu få en bild av situationen från tiden innan den systematiska övervakningen inleddes.*

# Påverkas människor?

## Svårt att studera

Av förklarliga skäl är det svårt att göra försök på människor när det gäller ämnens giftighet. Istället är man hänvisad till epidemiologiska undersökningar, där man studerar hela befolkningsgrupper och försöker hitta samband mellan olika sjukdomstillstånd och vilka miljögifter som grupperna utsatts för. Man använder sig också av resultat från djurförsök och undersökningar på viltlevande djur för att kunna dra slutsatser om effekter på människor. Många gånger är det fråga om effekter som uppträder långt efter exponeringen, eller till och med på nästa generation. Det gör det ännu svårare att säkert bevisa kopplingen till specifika miljögifter<sup>[30, 47]</sup>.

## Sammanvägd riskbedömning

Även om man inte i alla fall kunnat påvisa effekter av ett miljögift betyder det inte att effekterna inte finns. Man gör därför riskbedömningar av varje miljögift eller grupp av gifter, och gränsvärden sätts för vad som är acceptabelt för mänsklig konsumtion<sup>[30, 48, 49]</sup>. När riskbedömningar görs vägs resultaten från de epidemiologiska undersökningarna ihop med vad man utifrån djurförsök och undersökningar på viltlevande djur säkrare vet om effekter på djur, framförallt andra däggdjur<sup>[47]</sup>.



*Foster och spädbarn är extra känsliga för miljögifter, och kan få i sig dessa från modern via moderkakan och vid amningen.*

## Välstuderade dioxiner

Bland de mest studerade ämnesgrupperna när det gäller effekter på människor är dioxiner. I flera svenska studier av fiskarfamiljer längs Östersjöskusten har fokus legat på att hitta samband mellan dioxiner och tumörsjukdomar. Det var länge svårt att få entydiga svar på om det finns en koppling eller inte. Idag anses det finnas tillräckliga bevis, och dioxiner klassas som cancerogena för människor.

Dioxiner har även visats påverka fortplantningen, immunförsvarets funktion, hormonsystemen och utvecklingen av centrala nervsystemet. Foster och spädbarn är extra känsliga för dioxiner. Ämnena förs över till foster och ammade spädbarn via moderkakan och modersmjölken. Hög exponering för dioxiner under foster- och amningsperioden kan påverka hormonnivåer hos nyfödda, födelsevikt, barnens motoriska och kognitiva utveckling samt ha effekter på tandemaljen. Pojkar som utsatts som foster eller spädbarn kan få försämrad spermie kvaliteten i vuxen ålder<sup>[30]</sup>.

# Åtgärder

## Miljölagstiftningen viktigast

Att lagstifta mot användning och spridning av miljögifter har visat sig vara den mest effektiva åtgärden för att få ner miljögiftshalterna i miljön<sup>[42, 50, 51]</sup>.

Ett gott exempel är de förbud som infördes på 1970-talet i Sverige mot användande av DDT och PCB<sup>[52]</sup>. I Sverige hade jordbruket använt DDT i stora mängder sedan 1940-talet, och PCB hade framställts storskaligt inom industrin sedan 1930-talet<sup>[1]</sup>. Förbuden ledde till en återhämtning hos den svenska faunan<sup>[1, 52]</sup>.

Ett annat tydligt exempel är förbudet mot att tillsätta bly i bensin<sup>[53]</sup>. Bly hade avsiktligt tillsatts i bensinen i Sverige sedan 1940-talet. Under 1970- och 80-talen begränsades den högst tillåtna blyhalten i bensinen gradvis, för att till slut helt förbjudas 1995. Även om det mesta av den bly som spridits via biltrafiken finns kvar i marken har nedfallet av ”nytt” bly minskat i de södra och mellersta delarna av Sverige med 95 procent sedan 1970-talet<sup>[1]</sup>.

## Industrin tvingas ställa om

Miljölagstiftningen har ställt krav på industrin, vilket lett till teknisk utveckling och stora förändringar<sup>[54]</sup>. Industrin har i många fall lagt om till mer miljövänliga processer när det gäller utsläpp av både rökgaser och avloppsvatten<sup>[1]</sup>.

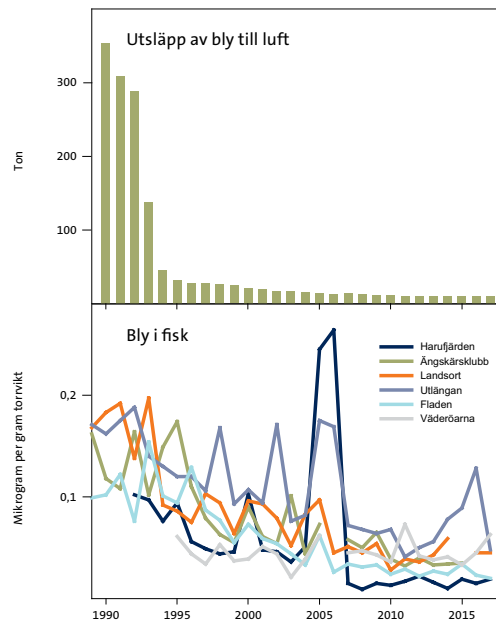
Stålverken och metallsmältverken har tidigare släppt ut enorma mängder tungmetaller och andra föroreningar. Exempelvis är Rönnskärsverken, ett metallsmältverk i Västerbotten, Sveriges genom tiderna största föroreningskälla. År 1970 släppte Rönnskärsverken ut två tusen ton arsenik i havet<sup>[1]</sup>.

Men myndigheterna har ställt höga krav på begränsningar, vilket lett till långtgående rening av utsläppen. Idag är Rönnskärsverkens utsläpp av arsenik, kadmium, bly och kvicksilver nere på mindre än en procent av vad de var tidigare<sup>[1]</sup>. Generellt har införande av ny reningsteknik medfört att exempelvis utsläppen av kvicksilver till luften minskat med 80 procent sedan 1990<sup>[55]</sup>.

Processer som klorblekning av pappersmassa, som tidigare var en av de viktiga källorna till dioxiner i miljön, har upphört. Skärpt lagstiftning i kombination med en stark reaktion från miljörörelsen och allmänheten gjorde att klorgasblekningen utvecklades snabbt i början på 1990-talet<sup>[1]</sup>.



Foto: remik44992/Mostphotos



Förbudet att tillsätta bly i bensin, tillsammans med förbättrad rening inom industrin, har lett till att halterna som släpps ut till luften minskat radikalt. Så småningom visar detta sig som minskande halter i fisk. Källa: Naturvårdsverket.

Från 1940-talet och fram till 1990-talet tillsattes bly i bensinen. Detta gav upphov till stora utsläpp av bly till luften. Det bly som släpptes ut finns i hög grad kvar i marken än idag.



## Gamla synder orsakar problem

Industrin producerar stora mängder avfall, och hanteringen av detta är reglerad i miljölagstiftningen. Men det finns många platser, såväl på land som i vattenmiljöer, som fortfarande är påverkade av dumpning av avfall och utsläpp som gjordes för länge sedan<sup>[56]</sup>.

Vissa miljögifter kan lagras i mark och botten sediment och kan med tiden bli ett problem för miljön även då de ursprungliga utsläppen minskats eller upphört. De gamla föroreningarna ligger till stor del kvar i markerna och kan ibland läcka ut i sjöar och vattendrag, eller läcka tillbaka till vattnet från sedimenten.

Saneringen av dessa områden kan vara både svår och dyr att genomföra. Det är också ofta svårt att veta vem som är ansvarig för det förorenade området<sup>[56, 57]</sup>. Arbetet med denna typ av åtgärder har kommit en bit på väg när det gäller landområden, medan man ligger långt efter när det gäller vattenmiljöer<sup>[58]</sup>.

## Från hygienproblem till miljöproblem

De avloppssystem som byggdes upp i början på 1900-talet innebar att rörledningar förde avloppet från kök och toaletter till närmaste sjö eller kustvatten. Problemen med dålig hygien och sjukdomsspridning i städerna omvandlades på så sätt till miljöproblem i omgivningarna.

Under 1970-talet skedde en kraftig utbyggnad av avloppssystemen i Sverige, och i dag är så gott som alla hushåll i tätorterna anslutna till kommunala avloppsreningsverk. Ungefär 95 procent av tätorternas avloppsvatten genomgår både biologisk och kemisk rening<sup>[59]</sup>.

Dagens avloppsreningsverk är optimerade för att ta bort kväve, fosfor och organiskt material ur avloppsvattnet, men oftast inte utformade för att rena vattnet från andra kemiska föroreningar. Många substanser renas till stor del från vattnet på vägen genom reningsverken ändå; de bryts exempelvis ned under transporten eller hamnar i slammet som avskiljs från vattnet. Men många persistenta ämnen passerar i hög utsträckning opåverkade genom avloppsreningsverken till vattenmiljön utanför.

Avancerad teknik för att kunna rena även denna typ av ämnen med hjälp av exempelvis ozon eller aktivt kol finns utvecklad, men används än så länge i liten utsträckning i länderna runt Östersjön<sup>[59]</sup>.

## Diffusa utsläpp svåra att åtgärda

Generellt har det blivit svårare att sätta in åtgärder mot miljögifter nu jämfört med för femtio år sedan. Tidigare användes relativt få kemikalier fast i stora mängder, och utsläppen kom ofta från ett fåtal punktkällor. Idag används istället många fler olika kemikalier, men ofta i små mängder. Utsläppen kommer alltså istället från en mängd olika och diffusa källor. Det gör det betydligt svårare att åtgärda problemen<sup>[17]</sup>.

De miljögifter som tidigare spridits från specifika källor finns till stor del kvar i miljön, exempelvis i mark och havsbottenarna<sup>[8]</sup>. En stor del av utsläppen av PCB har exempelvis tidigare varit läckage från olika produkter och byggmaterial. Idag är avdunstning från mark troligtvis en viktig källa till de PCB:er som finns i luften<sup>[60]</sup>.

Diffusa utsläpp från jordbruk, skogsbruk och småskalig förbränning eller från vägtrafik, dagvatten och liknande är svåra att mäta och pågår under en lång tid<sup>[61]</sup>. Kunskap kring hur dessa diffusa källor ska hanteras är dessutom bristfällig<sup>[9]</sup>.



Foto: Björn Wedin/Mostphotos

*Utsläppen kommer idag från en mängd olika och diffusa källor. Det gör det svårare att åtgärda problemen jämfört med tidigare, då stora punktsläpp var vanligare.*

# Lagar och överenskommelser

## Effektiv lagstiftning

I Sverige har lagstiftningen på miljöområdet utvecklats rejält sedan 1960-talet. Miljöskyddslagen, som reglerade under vilka förutsättningar industrier fick bedriva miljöfarlig verksamhet, trädde i kraft 1969. Den satte fart på en hel del åtgärder inom industrin. Föroreningarna från industrin idag går inte att jämföra med nivåerna för femtio år sedan<sup>[1]</sup>.

För 20 år sedan, år 1998, ersattes miljöskyddslagen och annan lagstiftning på miljöområdet med miljöbalken. Miljöbalken är den svenska lag som i hög grad styr och begränsar samhällets inverkan på miljön<sup>[62]</sup>.

## Europeisk vattenpolitik

Men miljögifter är ett globalt problem, och åtgärdsarbete ställer stora krav på samarbete mellan länder. Flera EU-direktiv och -förordningar finns idag för att hantera kemikalier, och regler som ställer krav på miljöns kvalitet är numera en viktig del av EU:s, och därmed Sveriges, miljölagstiftning<sup>[50]</sup>.

EU driver en gemensam vattenpolitik för att säkerställa att vatten av god kvalitet finns tillgängligt i alla medlemsländer. EU:s vattendirektiv<sup>[63]</sup> trädde i kraft år 2000 och fastställde då gemensamma regler för att stoppa försämringen av vattenförekomsterna inom EU, och för att uppnå god status i Europas vatten. Det inbegriper naturligtvis även miljögifter. Vattendirektivet omfattar alla vatten på land och i kustområdena.

## Havsmiljön har eget direktiv

I kustområdet överlappas vattendirektivet av EU:s havsmiljödirektiv<sup>[64]</sup>, som antogs inom EU 2008. Syftet med havsmiljödirektivet är att uppnå eller upprätthålla en god miljöstatus i Europas hav senast 2020.

*Inom EU samarbetar länderna med frågor som gäller kemikalier och miljö. EU:s vattenpolitik har lett till flera lagar, alla med mål att Europas vatten ska uppnå god miljöstatus.*





*Reach-förordningen kräver registrering av kemikalier i större mängd, och inkluderar ämnen som används för kläder och möbler.*

Havsmiljödirektivet definierar god miljöstatus som ett tillstånd där haven är friska och produktiva och där användningen av den marina miljön är hållbar. Det marina ekosystemets arter, samhällen, livsmiljöer och funktioner ska skyddas och bevaras, samtidigt som människans behov av resurser tillgodoses. År 2010 införlivades havsmiljödirektivet i svensk lagstiftning genom instiftandet av havsmiljöförordningen.

Enligt havsmiljödirektivet ska åtgärdsprogram upprättas, och 2015 beslutade Havs- och vattenmyndigheten om ett svenskt åtgärdsprogram för havsmiljön<sup>[65]</sup>. I programmet nämns en rad olika åtgärder och vilken myndighet som ska ansvara för att åtgärden blir genomförd. Åtgärdsprogrammet och uppföljningen av det samordnas med grannländerna.

Åtgärdsprogrammen under både vattendirektivet och havsmiljödirektivet ska uppdateras med jämna mellanrum.

## REACH kräver registrering

År 2006 beslutade EU om Reach-förordningen<sup>[66]</sup>, som innebär att den som tillverkar eller importerar kemiska ämnen i mängder om minst ett ton per år ska registrera dessa hos Europeiska kemikaliemyndigheten, ECHA. Reach instiftades för att förbättra skyddet av människors hälsa och miljön från risker som kan förorsakas av kemikalier.

Förordningen gäller för alla kemiska ämnen, inte enbart de som används inom industrin. Det innebär att även exempelvis kemikalier som är ingredienser eller tillsatser i rengöringsprodukter, målarfärger, kläder, möbler och hushållsapparater inbegrips. Därför inverkar förordningen på de flesta företag över hela EU<sup>[67]</sup>.

## Gränsvärden

Gränsvärden sätts av EU för enskilda miljögifter eller för grupper av miljögifter. Det finns gränsvärden för acceptabel mänsklig konsumtion, men även för halter som anses säkra i vattnen, bottensedimenten, växter och djur. Det är alltså inte bara risken för hälsoeffekter på människor som bedöms, utan även effekter på ekosystemen<sup>[49, 68]</sup>.

Gränsvärdena är satta så att ämnen med koncentrationer under gränsvärdet inte ska skada miljön<sup>[49]</sup>. Det finns dock alltid en osäkerhet i detta, och det långsiktiga målet är att giftiga ämnen som producerats av människor inte ska finnas alls eller i naturliga koncentrationer i miljön i framtiden<sup>[49]</sup>. Systemet med gränsvärden grundar sig på de effekter ett visst ämne har, och säger ingenting om hur kombinationer av ämnen kan påverka organismer.

## Miljökvalitetsmålen

Den svenska riksdagen beslutade 1999 att det skulle finnas femton nationella miljökvalitetsmål för Sverige. I november 2005 antogs ett sextonde miljökvalitetsmål om biologisk mångfald. Det övergripande målet är att vi ska kunna lämna över en miljö till nästa generation där vi löst de stora miljöproblemen, och där inte vi orsakar några miljöproblem utanför Sveriges gränser<sup>[69]</sup>.

Ett av målen är "Giftfri miljö". Definitionen av detta mål är att: "Förekomsten av ämnen i miljön som har skapats i eller utvunnits av samhället inte ska hota människors hälsa eller den biologiska mångfalden. Halterna av naturfrämmande ämnen ska vara nära noll, och deras påverkan på människors hälsa och ekosystemen ska vara försumbar. Halterna av naturligt förekommande ämnen ska vara nära bakgrundsnivåerna"<sup>[69]</sup>.





Foto: Stefan Dammin/Mostphotos

*Inom miljömålet Giftfri miljö är bedömningen att det inte kommer att vara möjligt att nå det uppställda målet till år 2020.*

Den senaste utvärderingen av miljömålet Giftfri miljö gav en dystur bild. Bedömningen var att det inte kommer att vara möjligt att nå det uppställda målet till år 2020<sup>[70]</sup>.

## Agenda 2030

FN:s medlemsländer har antagit Agenda 2030, som innehåller 17 globala mål för hållbar utveckling. Flera av målen berör miljögifter. Under mål 14, hav och marina resurser, finns ett delmål att avsevärt minska föroreningarna i haven.

## Överenskommelser mellan länder

En viktig del i arbetet med att åtgärda miljögiftsproblem är de överenskommelser som finns mellan länder inom en rad olika områden<sup>[69]</sup>.

Denna typ av överenskommelser kallas konventioner. Sverige har anslutit sig till ett 40-tal internationella konventioner<sup>[69]</sup>, där flera av dem har med miljögifter att göra. Nedan redovisas de som är av särskild vikt.

- **Helsingforskonventionen**

Helsingforskonventionen<sup>[71]</sup> bildades 1974 för att skydda Östersjöområdets marina miljö. Arbetet samordnas av Helsingforskommissionen, Helcom, som består av representanter för alla länder som undertecknat konventionen. År 2007 skapades den gemensamma aktionsplanen Baltic Sea Action Plan (BSAP)<sup>[72]</sup>, i vilken länderna förbinder sig att genomföra åtgärder för att förbättra Östersjöns miljötillstånd. BSAP håller nu på att uppdateras.

- **Minimatakonventionen**

Minimatakonventionen är en förhållandevis ny konvention, den inrättades 2017. Idag har över 100 länder ratificerat den. Syftet med konventionen är att skydda människor och miljö från kvicksilver, och de länder som skrivit på konventionen förväntas upprätta planer för att begränsa utsläppen och sluta använda kvicksilver<sup>[73]</sup>.

- **Stockholmskonventionen**

Stockholmskonventionen trädde i kraft 2004, och syftar till att fasa ut långlivade organiska föroreningar med allvarliga hälso- och miljöfarliga egenskaper. Ett stort antal länder har kommit överens om att förbjuda eller begränsa produktion och användning av ett antal farliga kemikalierna, bland annat DDT, PCB, bekämpningsmedlet hexaklorbensen och dioxiner. Stockholmskonventionen innehåller en lista som idag består av 33 ämnen som är förbjudna eller strikt begränsade, och fler ämnen läggs till listan allteftersom<sup>[74]</sup>.

# Övervakning av miljögifter

## Basen för miljöarbetet

Miljöövervakning innebär att kontinuerligt och systematiskt mäta tillståndet i miljön. Mätningarna inom den nationella miljöövervakningen pågår på samma sätt år efter år. Därigenom kan resultaten jämföras och förändringar upptäckas.

Miljöövervakningen är basen för Sveriges miljöarbete. Det är en förutsättning för att vi ska kunna leva upp till våra internationella åtaganden när det gäller rapportering av miljötillståndet. Miljöövervakningen är också grunden för arbetet med de nationella miljömålen. Utan en god kunskap om miljöns tillstånd är det svårt att få till de förbättringar som krävs för att vi ska närma oss målen<sup>[75]</sup>.

## Kust och hav

Naturvårdsverket är samordnare för den svenska miljöövervakningen. Havs- och vattenmyndigheten är ansvarig för programområdet Kust och hav, medan Naturvårdsverket ansvarar för de delar som har med hav och miljögifter att göra. Tre delprogram inom programområdet Kust och hav har direkt med miljögifter i havet att göra, nämligen:

- Metaller och organiska miljögifter i marin miljö-, halter och effekter
- Integrerad kustfiskövervakning
- Toppkonsumenter

Bland annat undersöks hur mycket miljögifter det finns i marina djur längs Sveriges kust. Både trender och tillstånd redovisas. Varje år analyseras metaller och organiska miljögifter i sill/strömning, abborre, tånglake, torsk och blåmusslor, liksom i ägg från sillgrissla, fisktärna och strandskata.

Analysresultaten redovisas bland annat till Helcom, som med fem års mellanrum sammanställer statusen i Östersjön med hjälp av data från alla berörda länder<sup>[75]</sup>.

*Miljöövervakning av våra hav är basen för vårt miljöarbete. Det är en förutsättning för att vi ska kunna leva upp till våra internationella åtaganden när det gäller rapportering av miljötillståndet i havet. Bilden är från en provtagning med forskningsfartyget R/V Electra.*



Foto: Henrik Hamrén/Östersjöcentrum

## Övervakning av effekter

För att göra det möjligt att upptäcka effekter av miljögifter innan de hunnit ge effekt på populationsnivå så undersöks hälsotillstånd hos abborre och tånglake. Embryoutvecklingen hos det lilla kräfdjuret vitmärla analyseras för att man ska kunna upptäcka generella effekter av miljögifter. Hälsotillstånd och populationsutveckling för sälar, samt reproduktionsparametrar för havsörn, är också en del av miljögiftsövervakningen<sup>[75]</sup>.



Foto: Tobias Dahlin/Azote

*Miljögiftshalter i tånglake undersöks inom miljöövervakningen. Tånglakens hälsotillstånd undersöks också, för att man ska kunna upptäcka effekter av miljögifter innan populationen hunnit påverkas.*

## Att övervaka rätt ämnen

Analys av kemikalier i miljön är kostsamma och tidskrävande, och därför behöver man göra en prioritering av vilka kemikalier som ska analyseras. Endast en bråkdel av alla kemikalier i miljön övervakas idag. I takt med att vi använder mer och mer kemikalier i samhället blir andelen ämnen som övervakas jämfört med hur många ämnen vi exponeras för mindre och mindre<sup>[17]</sup>.

Att övervaka alla ämnen är inte realistiskt, och inte ens önskvärt eftersom många ämnen inte utgör någon risk vare sig för människor eller ekosystem. Men det är viktigt att upptäcka nya farliga ämnen i tid, för att undvika de missar som gjordes under 1960- och 1970-talen.

Det finns idag en tydlig tendens att prioritera redan kända kemikalier just för att de redan tidigare är analyserade och utgör en känd risk för miljö och människa. Det finns förstås goda argument för att samhället bör övervaka dessa kemikalier, men prioriteringen innebär tyvärr att vi saknar viktig kunskap om nya giftiga kemikalier som finns i miljön. De kemikalier som analyseras i Östersjöfisk är till allra största del redan reglerade på något vis<sup>[17]</sup>. Utmaningen består i att identifiera ämnen som har potential att orsaka skada på ekosystem och människor innan skadan har uppstått<sup>[76]</sup>.

## Persistens kan vara tillräckligt

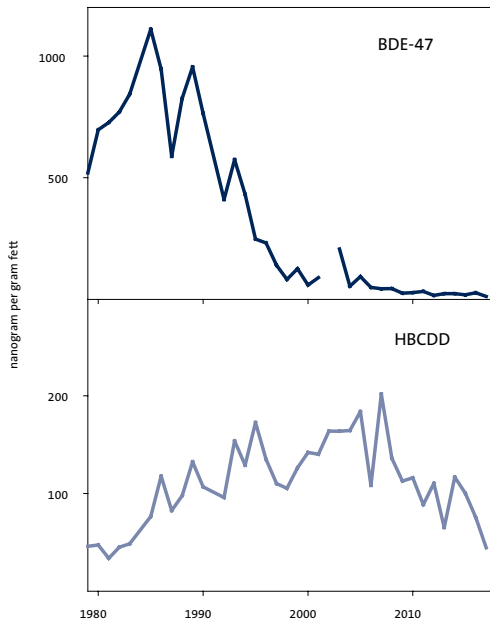
En möjlighet är att undersöka ämnens persistent, alltså hur långlivade de är, och låta detta vara ett kriterium för att prioriteras vid övervakning. I över 40 år har det funnits kunskap om att persistens är en riskfaktor. Tillsammans med bioackumulering och toxicitet har det varit kriterium för att utsläpp och spridning av ämnet ska regleras. Kanske borde det i framtiden räcka med att påvisa att ett ämne är persistent för att det ska övervakas, och för att spridningen av ämnet ska begränsas<sup>[5, 77]</sup>.



# Trender - vart är vi på väg?

## Dålig status i Östersjön

Östersjön är generellt hårt belastat av föroreningar, och statusen avseende miljögifter klassas som dålig i alla delar<sup>[49]</sup>. Men det finns också många positiva tecken, i form av minskande halter av ämnena i miljön. Tydliga minskande trender ses exempelvis för de klorerade föreningarna, såsom exempelvis PCB och DDT<sup>[78, 79]</sup>. De långa tidsserierna som finns för dioxiner i sillgrissleägg visar en tydlig minskning från 1960-talet och fram till mitten på 1980-talet. Efter en period utan förändring har nu koncentrationerna de senaste tio åren återigen minskat<sup>[80, 81]</sup>.



Flamskyddsmedel är en grupp ämnen som används för brandfarliga produkter. Halterna av ämnet BDE-47 har minskat i sillgrissleägg sedan 1980-talet, medan HBCDD ökade ända fram till mitten av 2000-talet. Källa: Naturvårdsverket.

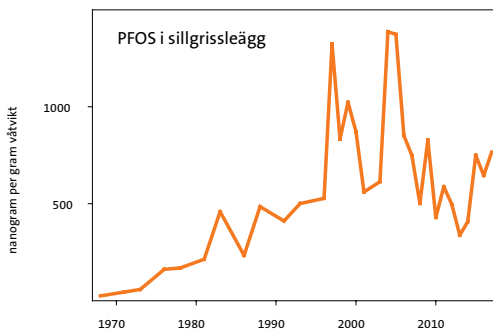
## Olika utveckling för olika flamskyddsmedel

Flamskyddsmedel är en grupp ämnen som används för brandfarliga produkter. Det finns många olika former av flamskyddsmedel, och trenderna för dessa ämnens förekomst i miljön varierar för de olika formerna. Exempelvis har halterna av ämnet BDE-47 minskat i sillgrissleägg sedan 1980-talet, medan HBCDD ökade ända fram till mitten av 2000-talet. Även HBCDD har dock börjat minska de senaste tio åren<sup>[80, 82]</sup>.

## PFAS med okänd giftighet

PFAS är en grupp mycket svårnedbrytbara högfluorerade ämnen som har orsakat debatt, eftersom man hittills bara reglerat ett fåtal av substanserna som tillhör gruppen trots att de alla är eller bryts ned till extremt persistenta molekyler. De är både långlivade och vattenlösliga, vilket är ovanliga egenskaper bland de miljögifter vi känner till<sup>[83]</sup>.

PFOS, som är det mest uppmärksammade och problematiska PFAS-ämnet, har fått en mycket stor spridning i miljön innan effekterna av ämnet på ekosystemet och människor började undersökas<sup>[84]</sup>. Halterna i sillgrissleägg ökade från 1970-talet, men har börjat minska under senare år<sup>[80, 85]</sup>. I närheten av punktkällor, till exempel brandövningsplatser, har höga halter av PFOS uppmätts i fisk<sup>[83]</sup>.



PFOS, som är ett mycket svårnedbrytbar högfluorerat ämne, har fått en mycket stor spridning i miljön. Halterna i sillgrissleägg ökade från 1970-talet, men har börjat minska under senare år. Källa: Naturvårdsverket.

## Tungmetallerna – bara bly minskar

Bly visar en minskande trend i Östersjön, men ingen trend i Västerhavet<sup>[80]</sup>. Halterna är högre i de södra delarna av Egentliga Östersjön jämfört med övriga Östersjön och Västerhavet<sup>[53, 78]</sup>.

Övriga tungmetaller visar inga generella trender. Kadmium i fisk håller sig på samma nivåer som på 1980-talet, trots en rad åtgärder<sup>[80, 86]</sup>. Halterna av kvicksilver i sill/strömming från svenska hav är under EU:s gränsvärde för fisk, men ingen tydligt minskande trend kan ses de senaste 40 åren<sup>[80, 87]</sup>.

Halterna av kvicksilver i sill/strömming från svenska hav är under EU:s gränsvärde för fisk, men ingen tydligt minskande trend kan ses de senaste 40 åren.



# Mot framtiden

## Multistressat ekosystem

Vi har gått från en tid med tydliga effekter till en tid med subtila effekter som kan vara svåra att koppla till miljögifter. Haven är inte bara utsatta för gifter och föroreningar, de påverkas också av klimatförändringar, övergödning, förändringar i näringsväven och annat. Negativa effekter kan orsakas av en rad olika saker, och ibland en kombination av dessa. Det gör miljögiftsproblematiken svår att hantera.

## Övergödning på gott och ont

Östersjöns problem med övergödning är vid det här laget känt för de flesta. Det finns ett komplicerat förhållande mellan övergödning och hur mycket miljögifter som finns i omlopp i det marina ekosystemet<sup>[35]</sup>. Graden av övergödning påverkar halten av organiskt material i havet, och detta påverkar i sin tur utbytet av organiska kemikalier mellan havsvattnet och luften ovanför<sup>[88]</sup>. Halten organiskt material i vattnet påverkar också transporten av fettlösliga kemikalier till sedimenten och koncentrationen av kemikalier i vattenfasen, vilket styr upptaget i den pelagiska näringskedjan<sup>[89]</sup>. En av effekterna av övergödningen är att bottenarna blir syrefria<sup>[42, 90]</sup>. I syresatta bottenar lever bottenlevande djur som gräver i botten-sedimenten och äter partiklar. Detta gör att miljögifter som legat begravda i bottenarna åter kommer i kontakt med vattnet. I syrefria bottenar, däremot, saknas dessa bottenlevande djur. Om ett områdes botten varit syrefria men syresätts, kanske som ett resultat av åtgärder mot övergödning, kan alltså miljögiftssituationen faktiskt förvärras<sup>[23]</sup>.



Foto: Joakim Hansen/Azote

*Det finns ett komplicerat förhållande mellan övergödning och hur mycket miljögifter som finns i omlopp i det marina ekosystemet. Exempelvis så kan syresättningen av tidigare syrefria bottenar förvärra miljögiftssituationen.*

## Klimatförändringar kan ge mer gifter

I Östersjön kommer klimatförändringarna troligtvis leda till en ökad tillrinning av vatten från land till hav. Med det ökade vattenflödet kommer såväl organiskt material som miljögifter bundna till detta<sup>[91]</sup>. Den ökande mängden organiskt kol kommer att förändra balansen mellan växtplankton och bakterier i näringsvävens basala delar, till fördel för bakterierna<sup>[92]</sup>. Det kommer i sin tur att innebära förändringar i hur och i

vilka mängder miljögifterna tas upp i födoväven<sup>[91,93]</sup>. Exempelvis beräknas ackumulationen av det giftiga metylkvicksilvret mångdubblas i djurplankton i framtiden, vilket kommer att innebära ökande halter även i fisk<sup>[93]</sup>.

### En cocktail av gifter

Ekosystemen påverkas inte av ett miljögift i taget, utan alltid av en kombination av ämnen. Under en lång tid har varje miljögift hanterats enskilt, utan att någon större hänsyn har tagits till kombinationseffekter mellan olika ämnen, eller att ämnena kan brytas ner till andra, mer eller mindre giftiga, ämnen i ekosystemet<sup>[94]</sup>. Kombinationen av olika ämnen har visat sig kunna orsaka skada även i fall där varje enskilt ämne legat på så låg nivå att det inte ansetts kunna skada ekosystemet<sup>[95,96]</sup>.

### Ett liv med kemikalier

Idag lever vi i ett kemikaliesamhälle. Vi använder stora mängder plast som innehåller olika tillsatsämnen, vi flamskyddar textilier och andra material, vi impregnerar våra kläder, vi använder hudkrämer och tvål, vi tar mediciner och vi köper mat med lång hållbarhet. Överallt finns kemikalier, och vi utvecklar ständigt nya användningsområden för att våra behov ska tillgodoses och för att vi ska upprätthålla vår livsföring. Den utbredda användningen av kemikalier i vår vardag leder till diffusa och svårhanterliga utsläpp. Kemikalierna kan fungera bra i människans tjänst och för det de är avsedda för, men många kan orsaka skada när de sprids i miljön. I många fall vet vi inte vilka de farliga ämnena är.

Sedan 1960-talet, när miljögifterna och deras spridning i miljön först uppmärksammades, har kunskapen om miljögifterna och hur de sprids ökat enormt. Analysmetoder har utvecklats, ämnenas spridning i naturen övervakas och en mängd överenskommelser har upprättats mellan länder kring hantering av farliga ämnen. Samtidigt fortsätter utvecklingen av kemikalier och produkter i rasande fart. Det dyker ständigt upp nya ämnen och nya problem, och en hel del gamla problem återstår att lösa.

*Överallt finns kemikalier, och vi utvecklar ständigt nya användningsområden för att våra behov ska tillgodoses och för att vi ska upprätthålla vår livsföring. Många kemikalier kan orsaka skada när de sprids i miljön och i många fall vet vi inte vilka de farliga ämnena är.*



Foto: Magnus Eriksson/Azote



# Miljögiftshistoria – några milstolpar

- 1929 – Framställning av PCB i industriell skala startar
- 1942 – Paul Muller får nobelpriset för upptäckten av DDT:s insekticida effekt.
- 1962 – Rachel Carsons bok "Tyst vår" kommer ut. Året efter kommer den ut på svenska.
- 1964 – Regeringen tillsätter en naturresursutredning, vilken inbegriper undersökning av olika föroreningars förekomst och skadeverkningar i Sverige.
- 1966 – PCB upptäcks i miljön av forskaren Sören Jensen. Betning av utsäde med metylkvicksilver förbjuds i Sverige.
- 1967 – Statens naturvårdsverk inrättas
- 1968 – PCB-olycka i Japan , där flera tusen personer blev sjuka efter att ha ätit PCB-förorenad risolja.
- 1969 – Mycket höga halter av PCB i havsörn rapporteras i en artikel i Nature, författad av Sören Jensen m.fl. Sveriges första miljöskyddslag antas.
- 1970 – DDT förbjuds i Sverige
- 1972 – PCB förbjuds i Sverige, dock inte i slutna system.
- 1976 – Olyckan i Seveso, Italien. Ett kilo TCDD sprids, tusentals husdjur och vilda djur dör.
- 1978 – Den svenska miljögiftsövervakningen initieras.
- 1979 – PCB-olycka i Taiwan som drabbade över 2000 personer som konsumerat PCB-förorenad risolja.
- 1983 – FN:s luftvårdskonvention (CLRTAP) träder i kraft.
- 1987 – Den första dioxinriskbedömningen genomförs i de nordiska länderna.
- 1988 – Övervakning av fiskars hälsotillstånd startar i Sverige.
- 1989 – Övervakning av havsörn i marin miljö startar i Sverige.
- 1991 – Naturvårdsverket initierar ett forskningsprogram kring persistenta organiska miljöföroreningar.
- 1995 – PCB förbjuds i Sverige även i slutna system. Det blir förbjudet att tillsätta bly i bensin i Sverige.
- 1998 – Helsingforskonventionen för skydd av Östersjöns marina miljö träder i kraft.
- 1998 – Oslo-Pariskonventionen (OSPAR) för skydd av den marina miljön i Nordostatlanten träder i kraft.
- 1999 – Miljöbalken träder i kraft, och ersätter miljöskyddslagen. Sveriges riksdag beslutar om miljö kvalitetsmål.
- 2000 – Vattendirektivet träder i kraft. Det blir förbjudet att tillsätta bly i bensin inom EU.
- 2003 – Den nationella övervakningen av miljögifter i sediment startar.
- 2004 – Stockholmskonventionen om långlivade organiska föroreningar träder i kraft.
- 2007 – REACH-förordningen om registrering, utvärdering, tillstånd och begränsningar av kemiska ämnen träder i kraft. En gemensam aktionsplan för Östersjöns miljö, Baltic Sea Action Plan, beslutas av Helcom.
- 2008 – Havsmiljödirektivet träder i kraft.
- 2010 – Havsmiljödirektivet införlivas i svensk lagstiftning genom Havsmiljöförordningen.
- 2012 – Undantaget från EU för Sverige att få sälja fet fisk från Östersjön på den inhemska marknaden trots att fisken innehåller förhöjda halter av dioxiner permanentas.
- 2017 – Minimatakonventionen om kvicksilver träder i kraft.

# Referenser

- Bernes, C. and L. Lundgren, *Bruk och missbruk av naturens resurser. Monitor. Vol. 21. 2009: Naturvårdsverket.*
- Bernes, C., *Organiska miljögifter. Monitor, ed. Naturvårdsverket. 1998: Naturvårdsverket.*
- Helander, B., *Havsörnen larmar om miljögifterna, in Havet 1988. 2017, Havsmiljöinstitutet.*
- Jensen, S., et al., DDT and PCB in Marine Animals from Swedish Waters. *Nature*, 1969. 224: p. 247.
- Mackay, D., et al., The role of persistence in chemical evaluations. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 2014. 10(4): p. 588-594.
- Gobas, F., et al., Mechanism of biomagnification in fish under laboratory and field conditions. *Environmental Science & Technology*, 1999. 33(1): p. 133-141.
- Bignert, A. and B.O. Helander, Monitoring of contaminants and their effects on the common Guillemot and the White-tailed sea eagle. *Journal of Ornithology*, 2015. 156: p. S173-S185.
- Bernes, C., *Förändringar under ytan. Monitor. Vol. 19. 2005: Naturvårdsverket. 192.*
- Naturvårdsverket. *Miljögifter. 2018; Available from: <https://www.naturvardsverket.se/Amnen/Miljogifter/>.*
- van den Berg, H., Global status of DDT and its alternatives for use in vector control to prevent disease. *Environmental health perspectives*, 2009. 117(11): p. 1656-1663.
- WHO. *Malaria. 2018 2018-06-11 [cited 2018 2018-06-11]; Available from: <http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/malaria>.*
- Brunström, B., Å. Larsson, and N. Johansson, *Effekter av miljögifter på däggdjur, fåglar och fiskar i akvatiska miljöer. 2008, Naturvårdsverket. p. 104.*
- Wiberg, K., et al., Sources, transport, reservoirs and fate of dioxins, PCBs and HCB in the Baltic Sea environment, in *Swedish Environmental Protection Agency report. 2009. p. 144.*
- Assefa, A., et al., Tracing the sources of PCDD/Fs in Baltic Sea air by using metals as source markers. *Environmental Science-Processes & Impacts*, 2018. 20(3): p. 544-552.
- Shatalov, V., et al., Tracing the origin of dioxins in Baltic air using an atmospheric modeling approach. *Atmospheric Pollution Research*, 2012. 3(4): p. 408-416.
- Sellström, U., A.-L. Egeback, and M.S. McLachlan, Identifying source regions for the atmospheric input of PCDD/Fs to the Baltic Sea. *Atmospheric Environment*, 2009. 43(10): p. 1730-1736.
- Sobek, A., et al., The dilemma in prioritizing chemicals for environmental analysis: known versus unknown hazards. *Environmental Science: Processes & Impacts*, 2016. 18(8): p. 1042-1049.
- Kemikalieinspektionen. *Kemikalier i textilier. 2009; Available from: <https://www.kemi.se/global/faktablad/faktablad-kemikalier-i-textilier.pdf>.*
- Newton, S., U. Sellström, and C.A. de Wit, Emerging Flame Retardants, PBDEs, and HBCDDs in Indoor and Outdoor Media in Stockholm, Sweden. *Environmental Science & Technology*, 2015. 49(5): p. 2912-2920.
- Bernes, C., *Förändringar under ytan—Sveriges havsmiljö granskad på djupet. Naturvårdsverket, Stockholm, Monitor 19. 192 s. 2005, ISBN 91-620-1245-2.*
- Sobek, A. and Ö. Gustafsson, Deep Water Masses and Sediments Are Main Compartments for Polychlorinated Biphenyls in the Arctic Ocean. *Environmental Science & Technology*, 2014. 48(12): p. 6719-6725.
- Bidleman, T., et al., Atmospheric pathways of chlorinated pesticides and natural bromoanisoles in the northern Baltic Sea and its catchment. *Ambio*, 2015. 44 Suppl 3: p. 472-83.
- Granberg, M.E., et al., Bioturbation-Driven Release of Organic Contaminants from Baltic Sea Sediments Mediated by the Invading Polychaete *Marenzelleria neglecta*. *Environmental Science & Technology*, 2008. 42(4): p. 1058-1065.
- Josefsson, S., et al., Bioturbation-Driven Release of Buried PCBs and PBDEs from Different Depths in Contaminated Sediments. *Environmental Science & Technology*, 2010. 44(19): p. 7456-7464.
- Sundqvist, K.L., et al., Levels and homologue profiles of PCDD/Fs in sediments along the Swedish coast of the Baltic Sea. *Environmental Science and Pollution Research*, 2009. 16(4): p. 396-409.
- Sundqvist, K., et al., Dioxiner sammansättning avslöjar ursprunget, in *Havet : Nationell marin tillståndsrapport, V. Kristina, Editor. 2008, Naturvårdsverket: Stockholm. p. 82-84.*
- AMAP, *AMAP Assessment 2016: Chemicals of Emerging Arctic Concern. , in Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP). 2017, AMAP: Oslo, Norway. p. 353.*
- Xu, J.Y., et al., Mercury methylating microbial communities of boreal forest soils. *Scientific Reports*, 2019. 9.
- Naturvårdsverket. *Miljöfarliga ämnen i vattenmiljön. 2018 2018-10-10; Available from: <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Vatten/Miljofarliga-amnen-i-vattenmiljon/>.*
- Livsmedelsverket. *Dioxiner och PCB. 2018 2018-02-12; Available from: <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonskade-amnen/miljogifter/dioxiner-och-pcb>.*
- Landrigan, P., et al., Chemical Contaminants in Breast Milk and Their Impacts on Children's Health: An Overview. *Environmental health perspectives*, 2002. 110: p. A313-5.
- Mead, M.N., Contaminants in human milk: weighing the risks against the benefits of breastfeeding. *Environmental health perspectives*, 2008. 116(10): p. A427-A434.
- Nyberg, E., et al., Inter-individual, inter-city, and temporal trends of per- and polyfluoroalkyl substances in human milk from Swedish mothers between 1972 and 2016. *Environmental Science-Processes & Impacts*, 2018. 20(8).
- Livsmedelsverket. *PFAS - Poly- och perfluorerade alkylsubstanser. 2019 2019-08-07; Available from: <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonskade-amnen/miljogifter/pfas-poly-och-perfluorerade-alkylsubstanser>.*
- Magnusson, K. and K. Norén, The sensitivity of the Baltic Sea ecosystem to hazardous compounds - the BaltSens project, in *PM, Kemikalieinspektionen, Editor. 2012.*
- Witt, G., Occurrence and transport of polycyclic aromatic hydrocarbons in the water bodies of the Baltic Sea. *Marine Chemistry*, 2002. 79(2): p. 49-66.
- Andersson, S. and L. Kautsky, Copper effects on reproductive stages of Baltic Sea *Fucus vesiculosus*. *Marine Biology*, 1996. 125(1): p. 171-176.
- Hall, L.W. and R.D. Anderson, The Influence of Salinity on the Toxicity of Various Classes of Chemicals to Aquatic Biota. *Critical Reviews in Toxicology*, 1995. 25(4): p. 281-346.

39. Bäcklin, B.-M., et al., Sälpopulation och sähälsa, in Havet 2015/2016. 2016, Havsmiljöinstitutet.
40. Artdatabanken. Halichoerus grypus, gräsäl. 2018; Available from: <https://artfakta.artdatabanken.se/taxon/100068>.
41. Harding, K.C., et al., Status of Baltic grey seals: Population assessment and extinction risk. 2007, 2007. 6: p. 24.
42. Elmgren, R., T. Blenckner, and A. Andersson, Baltic Sea management: Successes and failures. AMBIO, 2015. 44(3): p. 335-344.
43. Karlsson, O., Magra sälar i Östersjön, in Havet. 2009, Naturvårdsverket. p. 86-90.
44. Helander, B., et al., The role of DDE, PCB, coplanar PCB and eggshell parameters for reproduction in the white-tailed sea eagle (*Haliaeetus albicilla*) in Sweden. *Ambio*, 2002. 31(5): p. 386-403.
45. Helander, B. and A. Bignert, Indikator för äggskalstjocklek havsörn, in Rapport. 2017, Naturhistoriska riksmuseet.
46. Bignert, A., et al., Time-related factors influence the concentrations of sDDT, PCBs and shell parameters in eggs of Baltic guillemot (*Uria aalge*), 1861–1989. *Environmental Pollution*, 1995. 89(1): p. 27-36.
47. Öberg, M.H., Helen, Hälsorisker med långlivade organiska miljögifter, in Naturvårdsverkets rapporter. 2000, Naturvårdsverket.
48. Ankarberg, E., et al., Riskvärdering av persistenta klorerade och bromerade miljöföreningar i livsmedel. 2007, Livsmedelsverket.
49. HELCOM, State of the Baltic Sea - — Second HELCOM holistic assessment 2011-2016, in Baltic Sea Environment Proceedings. 2018.
50. Kemikalieinspektionen. Gifrfri miljö. 2017; Available from: <https://www.miljomal.se/sv/Miljomalen/4-Gifrfri-miljo/>.
51. Bignert, A., et al., Åtgärder får effekt. Havet, 2010. 2010: p. 68-69.
52. Bignert, A., et al., Åtgärder får effekt, in Havet 2010. 2010, Naturvårdsverket och Havsmiljöinstitutet.
53. Naturvårdsverket. Så mår miljön - statistik - Bly i fisk. 2019 2019-04-01; Available from: <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Bly-i-fisk/>.
54. Naturvårdsverket. Krav på industrier – bra för miljö och konkurrenskraft. 2017 2019-08-19; Available from: <http://www.naturvardsverket.se/Om-Naturvardsverket/Naturvardsverkets-femtioara-historia/9/>.
55. Naturvårdsverket. Så mår miljön - statistik - Utsläpp av kvicksilver till luft. 2018 2018-12-17 2019-08-30; Available from: <http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Kvicksilver-utslapp-till-luft/>.
56. Sveriges geologiska undersökningar. Förorenade områden. 2018 2018-12-07 2019-08-30].
57. Sveriges riksdag, Uppföljning av statens insatser inom havsmiljöområdet, in Rapport från riksdagen. 2008.
58. Naturvårdsverket, Fördjupad utvärdering av miljömålen 2019. 2019.
59. Naturvårdsverket, Rening av avloppsvatten i Sverige 2016. 2018.
60. Wiberg, K., et al., Managing the dioxin problem in the Baltic region with focus on sources to air and fish, in Swedish Environmental Protection Agency report. 2013, Swedish Environmental protection Agency. p. 133.
61. Naturvårdsverket. Diffusa utsläpp. 2018; Available from: <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Data-databaser-och-sokregister/Utslapp-i-siffror/Diffusa-utslapp/>.
62. riksdag, S. Miljöbalk (1998:808). 1998; Available from: [https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/miljobalk-1998808\\_sfs-1998-808](https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/miljobalk-1998808_sfs-1998-808).
63. EU, God vattenkvalitet i Europa (EU:s vattendirektiv). 2000.
64. EU. Europaparlamentets och rådets direktiv 2008/56/EG. 2008 [cited 2008 2008-06-17]; Available from: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:164:0019:0040:SV:PDF>.
65. Havs-och\_vattenmyndigheten. God havsmiljö 2020: Marin strategi för Nordsjön och Östersjön – Del 4: Åtgärdsprogram för havsmiljön. 2015 [cited 2016 2016-01-25]; Available from: <https://www.havochvatten.se/hav/uppdrag--kontakt/publikationer/publikationer/2016-01-25-god-havsmiljo-2020-marin-strategi-for-nordsjon-och-ostersjon---del-4-atgardsprogram-for-havsmiljon.html>.
66. EU. REACH. 2006 2019-08-07; Available from: [https://ec.europa.eu/environment/chemicals/reach/reach\\_en.htm](https://ec.europa.eu/environment/chemicals/reach/reach_en.htm).
67. ECHA. Att förstå Reach. Available from: <https://echa.europa.eu/sv/regulations/reach/understanding-reach>.
68. European Commission, Study for the strategy for a non-toxic environment of the 7th Environment Action Programme. Final report. 2017.
69. Naturvårdsverket, Sveriges miljömål. 2019.
70. Kemikalieinspektionen, Fördjupad utvärdering av Gifrfri miljö 2019. 2019.
71. EU. Helsingforskonventionen om skydd av Östersjön. 1994 2017-02-23.
72. Helcom. Baltic Sea Action Plan. 2007; Available from: <http://www.helcom.fi/baltic-sea-action-plan>.
73. Naturvårdsverket. Minimatakonventionen om kvicksilver. 2019 2019-06-25; Available from: <https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/EU-och-internationalt/Internationalt-miljoarbete/miljokonventioner/Kvicksilver/>.
74. FN. Stockholm Convention. 2008; Available from: <http://chm.pops.int/Home/tabid/2121/Default.aspx>.
75. Naturvårdsverket. Miljöövervakningens programområde Kust och hav. 2019 2019-03-20; Available from: <https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Miljoovervakning/Miljoovervakning/Kust-och-hav/>.
76. MacLeod, M., et al., Identifying Chemicals That Are Planetary Boundary Threats. *Environmental Science & Technology*, 2014. 48(19): p. 11057-11063.
77. Cousins, I.T., et al., Why is high persistence alone a major cause of concern? *Environmental Science: Processes & Impacts*, 2019. 21(5): p. 781-792.
78. Bignert, A., et al., Comments Concerning the National Swedish Contaminant Monitoring Programme in Marine Biota, 2017 (2016 years data). 2017, Naturhistoriska riksmuseet.
79. Naturvårdsverket. PCB i fisk. 2018 2019-04-01; Available from: <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/PCB-i-fisk/>.
80. Bignert, A., et al., Comments Concerning the National Swedish Contaminant Monitoring Programme in Marine Biota, 2017 (2016 years data). 2017, Swedish Museum of Natural History. p. 341.
81. Naturvårdsverket. Dioxin i fisk. 2018 2018-04-12; Available from: <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Dioxin-i-fisk/>.
82. Naturvårdsverket. Flamskyddsmedel i sillgrissleägg. 2018 2018-04-16; Available from: <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Flamskyddsmedel-i-sillgrissleagg/>.



83. Naturvårdsverket, Högfluorerade ämnen (PFAS) och bekämpningsmedel 2016. p. 172.
84. Land, M., et al., What is the effect of phasing out long-chain per- and polyfluoroalkyl substances on the concentrations of perfluoroalkyl acids and their precursors in the environment? A systematic review protocol. *Environmental Evidence*, 2018. 4(1): p. 3.
85. Naturvårdsverket. PFOS i sillgrissleägg. 2018 2019-04-01; Available from: <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/PFOS-i-sillgrissleagg/>.
86. Naturvårdsverket. Kadmium i fisk. 2018 2019-04-01; Available from: <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Kadmium-i-fisk/>.
87. Naturvårdsverket. Kvicksilver i sill/strömming. 2018 2019-04-01; Available from: <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Kvicksilver-i-sill/>.
88. Dachs, J., et al., Oceanic Biogeochemical Controls on Global Dynamics of Persistent Organic Pollutants. *Environmental Science & Technology*, 2002. 36(20): p. 4229-4237.
89. Borga, K., T.M. Saloranta, and A. Ruus, Simulating climate change-induced alterations in bioaccumulation of organic contaminants in an Arctic marine food web. *Environ Toxicol Chem*, 2010. 29(6): p. 1349-57.
90. Carstensen, J., et al., Deoxygenation of the Baltic Sea during the last century. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2014. 111(15): p. 5628.
91. Rodríguez, J., et al., Effects of Organic Pollutants on Bacterial Communities Under Future Climate Change Scenarios. *Frontiers in Microbiology*, 2018. 9(2926).
92. Wikner, J. and A. Andersson, Increased freshwater discharge shifts the trophic balance in the coastal zone of the northern Baltic Sea. *Global Change Biology*, 2012. 18(8): p. 2509-2519.
93. Jonsson, S., et al., Terrestrial discharges mediate trophic shifts and enhance methylmercury accumulation in estuarine biota. *Science Advances*, 2017. 3(1): p. e1601239.
94. Bernhardt, E.S., E.J. Rosi, and M.O. Gessner, Synthetic chemicals as agents of global change. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2017. 15(2): p. 84-90.
95. Kortenkamp, A., Ten Years of Mixing Cocktails: A Review of Combination Effects of Endocrine-Disrupting Chemicals. *Environmental Health Perspectives*, 2007. 115(Suppl 1): p. 98-105.
96. Kortenkamp, A., et al., Low-Level Exposure to Multiple Chemicals: Reason for Human Health Concerns? *Environmental Health Perspectives*, 2007. 115(Suppl 1): p. 106-114.

## ÖSTERSJÖCENTRUMS RAPPORTSERIE

### RAPPORT 1/2017

Människan, näringen och havet

### RAPPORT 1/2018

Historien om Östersjötorsken

### REPORT 2/2018

Limitations of using blue mussel farms as a nutrient reduction measure in the Baltic Sea

### RAPPORT 1/2019

Miljögifter i Östersjön – en exposé

## Miljögifter i Östersjön – en exposé

Från mitten på 1900-talet och till nu har mängden kemikalier i samhället fullkomligt exploderat. Vi har utvecklat dem för olika syften, och de tjänar ofta sitt syfte och hjälper oss att upprätthålla vår livsföring.

Men medaljen har en tydlig baksida. Många ämnen är giftiga, svårnedbrytbara och sprids till stora områden långt från utsläppskällan. De tas upp i organismer och anrikas i födoväven. Några av de mest kända miljögifterna har orsakat stor skada på djur högt upp i näringsväven. De har potential att orsaka skada även på oss människor.

Miljögifter transporteras med vatten och luft från land till hav, och de största problemen med miljögifter i ekosystemen hittar vi i havet. Där kan de lagras i sediment eller spridas till andra havsområden. Innanhavet Östersjön är extra känsligt för miljögifter, eftersom vattenomsättningen är långsam och många organismer redan lever under salthaltsstress.

För att åtgärda miljögiftsproblemen krävs samarbete mellan länder och en ändamålsenlig och effektiv lagstiftning. Det finns idag en mängd överenskommelser mellan länder gällande miljögifter, och även många exempel på effektiva åtgärder som gjort att miljögiftshalter har minskat. Men mycket kvarstår att göra, och problemen blir alltmer komplicerade och svåra att åtgärda.

## Stockholms universitets Östersjöcentrum

Vid Stockholms universitet har framgångsrik forskning och utbildning om havet bedrivits i över fem decennier. Här utförs världsledande Östersjöforskning, men även forskning i andra svenska havsområden, i tropiska hav och i polarområdena. Forskningen bidrar i sin tur till universitetets breda utbud av marina kurser och utbildningar. Östersjöcentrum har i uppdrag att stärka och synliggöra den marina verksamheten vid universitetet.

Vi är en länk mellan vetenskapen och samhället. En unik kombination av forskare, kommunikatörer och omvärldsanalytiker som arbetar med att öka kunskapen om havet och förbättra samhällets åtgärder mot olika miljöutmaningar. Vi ger vetenskapligt stöd i Östersjörelaterade beslut och gör forskningsresultat användbara för samhället. Fokus ligger på Östersjöns miljöutmaningar; minska övergödningen, nå ett hållbart fiske, minska miljögiftsbelastningen och bevara den biologiska mångfalden.