



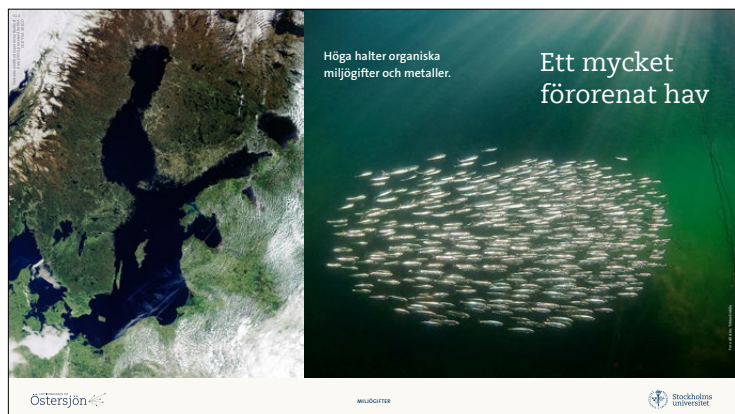
## FAKTAUNDERLAG TILL BILDSPEL

# Miljögifter i Östersjön

Här finner du fakta om de ämnen som skadar livet, med fokus på Östersjön. Det är tänkt som stöd för dig som lärare, inför genomgångar och diskussioner i klassrummet. Använd gärna bilderna i det tillhörande bildspelet.

## Innehåll

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| Ett mycket förorenat hav           | 3  |
| Ett särskilt utsatt hav            | 4  |
| Gamla, nya och okända gifter       | 5  |
| Egenskaper hos miljögifter         | 6  |
| Varifrån kommer alla ämnen?        | 7  |
| Vilka skador ger gifterna?         | 9  |
| Exempel på miljögifter i Östersjön | 11 |
| Kemikaliesamhället – då och nu     | 15 |
| Vad behöver göras?                 | 17 |



# Ett mycket förorenat hav

## FÖRORENAT – OCH VÄLSTUDERAT

Östersjön kallas ibland "världens mest förorenade hav". Det finns inga vetenskapligt gjorda jämförelser som ger täckning för det påståendet, men det man kan konstatera är att det är ett mycket förorenat havsområde.

Det är också ett av världens mest välstuderade havsområden, och därför vet vi mycket mer om de föroreningar som finns i Östersjön än i många andra av världens hav. Föroreningarna består både av flera typer av miljögifter och av alltför stora mängder näring (kväve och fosfor).<sup>1</sup>

Att vi vet så pass mycket om Östersjön beror mycket på att länderna runt havet samarbetat i många år för att förbättra Östersjöns miljö, i sammanslutningen Helcom (Helsingforskommissionen)<sup>2</sup>.

Enskilda miljögifter kan finnas i ännu högre halter i andra havsområden än i Östersjön. Till exempel finns det mycket högre halter av kvicksilver i havet utanför Kinas kust än i Östersjön. Men faktum kvarstår att det finns höga halter av både kvicksilver och många andra miljögifter i Östersjön.

## HOT MOT EKOSYSTEMET

Miljögifterna hotar Östersjöns ekosystem. De levande organismerna utsätts för höga halter organiska miljögifter och metaller<sup>3</sup>. Även vi människor får i oss gifterna, t.ex. när vi äter fisk som är fångad i Östersjön eller i insjöar i Östersjöns avrinningsområde. I samlade utvärderingar som Helcom gjort bedöms Östersjön ligga långt från målet om god miljöstatus vad gäller miljögifter.<sup>4</sup>

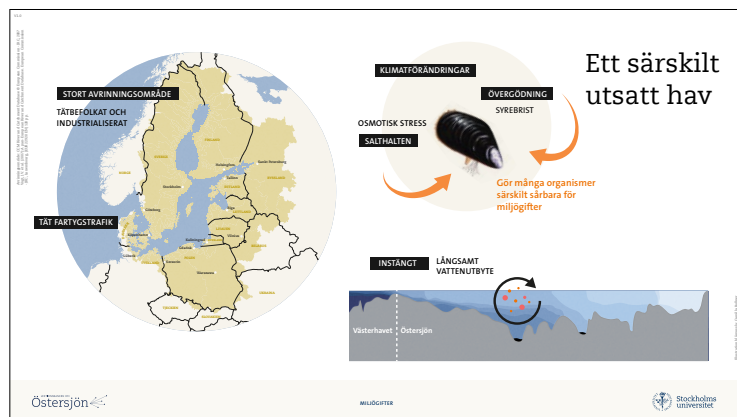
Hur har då situationen kunna bli så illa?

1. Mer om problemen med utsläppen av näring finns i lektionsbankens del om övergödning. I denna del fokuserar vi på problemen kopplade till miljögifter.

2. Helsingforskommissionen: <https://helcom.fi/>

3. Tidigare har man ofta talat om "tungmetaller" för att beteckna de miljögiftiga metallerna, men det finns även metaller med förhållandevis låg densitet, som är giftiga i högre doser (t.ex. aluminium). Därför talar man nu mer generellt om "metaller" i miljösammanhang.

4. Helcoms samlade utvärderingar: <https://helcom.fi/baltic-sea-trends/holistic-assessments/>



# Ett särskilt utsatt hav

## FÄLLA FÖR MILJÖGIFTER

Östersjön är särskilt utsatt för miljögifter av flera skäl. Det är instängt och omgivet av ett mycket stort avrinningsområde i förhållande till sin volym. Omsättningstiden för vattnet är lång – det tar 30-40 år innan hela vattenmassan är utbytt. Det gör att de svårnedbrytbara ämnen som hamnar i Östersjön blir kvar länge, och det blir inte samma utspädnings effekt som i andra, djupare och öppnare hav.

Många långlivade, farliga ämnen binder också till sedimenten på havets botten och försvinner inte ens när vattnet byts ut och hamnar i Nordsjön. Sammantaget fungerar Östersjön som en fälla för miljögifter. Jämfört med till exempel det närliggande Västerhavet, är halterna av miljögifter generellt mycket högre i Östersjön.

## TÄTBEFOLKAT OCH INDUSTRIALISERAT

Avrinningsområdet har också en stor befolkning – över 80 miljoner – och är starkt industrialiserat. Det har gett stora utsläpp av kemikalier och metaller, både historiskt och i närtid. Mycket av det vi släpper ut inom avrinningsområdet hamnar förr eller senare i Östersjön. Därför är Östersjöns miljö i hög grad ett resultat av det som sker på land. Begreppet *source-to-sea*<sup>5</sup> (från källa till hav) är särskilt påtagligt för ett instängt och grunt havsområde med så stort avrinningsområde som Östersjön.

Många industrier – pappersmassabruk, stålverk m.m. har också traditionellt placerats vid kusten för att underlätta transporter.

Även människans aktiviteter till havs ger stora utsläpp, inte minst från alla fartyg och andra båtar. Östersjön är ett av de mest sjötrafiktäta områdena i världen.

## SALTHALTEN

Östersjöns ekosystem är också särskilt utsatt av andra skäl. Många av arterna i innanhavet lever under osmotisk stress. De har marint (saltvattens-) eller limniskt (sötvattens-) ursprung, och är inte fullt ut anpassade till det bräckta vatten de lever i, utan måste lägga en hel del energi på att hantera salthalten.

I försök som forskare gjort med blåmusslor, märkräfflor och blåstång, reagerade exemplar från Östersjön mycket kraftigare på föroreningar än exemplar från Västerhavet. Den ökade känsligheten tror forskarna beror på den ökade fysiologiska stress som organismerna upplever i lägre salthalt.

Salthalten påverkar också giftigheten hos vissa miljögifter och hur biotillgängliga de är, det vill säga i vilken mån de kan tas upp av och påverka levande organismer. Metaller som bly, koppar, krom, kadmium, kvicksilver, nickel och zink har visat sig bli giftigare och mer tillgängliga för djur i vatten med låg salthalt, jämfört med i havsvatten med oceanisk salthalt.

## FLERA STRESSFAKTORER

Östersjöns ekosystem är utsatt för flera typer av stress. Utöver den annorlunda salthalten är innanhavet kraftigt övergött, med utbredd syrebrist vid botten och i djupvattnet och flera andra konsekvenser<sup>6</sup>. Klimatförändringarna ger också havsförurning, mindre havsis och fler värmeböljor. Allt detta tillsammans gör många organismer särskilt sårbara för miljögifter.

5. *Source-to-sea*-begreppet går ut på att ha ett systemperspektiv i frågor som gäller vattenkvalitet, där vattnets väg följs genom hela dess kretslopp, från att det t.ex. faller ner som regn över land, rör sig genom mark och vattendrag och påverkas av människans (och andra organismers) aktiviteter, till att det rinner ut i havet igen. Läs mer t.ex. här: <https://siwi.org/why-water/source-to-sea/>

6. Se mer om övergödningens konsekvenser i lektionsbankens del om övergödning.

# Gamla, nya och okända gifter



## STÖRSTA KÄNDA PROBLEMEN

De kända miljögifter som idag utgör störst problem i Östersjön är bromerade flamskyddsmedel, TBT (tributyltenn), kvicksilver och koppar, och särskilt i södra Östersjön även kadmium och bly. Även PAH (polycykliska aromatiska kolväten) och PFAS (per- och polyfluorerade alkylsubstanter) utgör allvarliga hot.<sup>7</sup>

## GAMLA UTSLÄPP FINNS KVAR

Flera gamla miljögifter som DDT (diklordifenyltrikloreten), PCB (polyklorerade bifenyler) och dioxiner har minskat i koncentration efter olika regleringar och förbud, och ligger nu under de satta gränsvärdena i de flesta delar av Östersjön. Fortfarande är dock halterna höga jämfört med andra havsområden, eftersom ämnena bryts ner så långsamt.

I de norra delarna av Östersjön (Bottenhavet och Bottenviken) är halterna av dioxiner i bl.a. strömming fortfarande så pass höga att det är farligt för människor att äta obegränsat av dem. Särskilt unga personer och kvinnor i fertil ålder behöver följa Livsmedelsverkets kostråd kring fet fisk för att inte få i sig skadliga mängder miljögifter.<sup>8</sup>

## NYA ÄMNER OCH BLANDNINGAR

I den nationella miljöövervakningen görs regelbundna mätningar bara efter redan kända, prioriterade miljögifter, som man vet är skadliga. Samtidigt produceras och används hela tiden nya ämnen, i form av industrikemikalier, bekämpningsmedel, läkemedel och hygienprodukter, vars effekter vi än så länge vet mycket lite om. Globalt används nu över 350 000 olika kemikalier<sup>9</sup>, och miljöövervakningen och miljöforskningen har inte en chans att hänga med i kemikalieindustrins snabba takt.

Nya metoder är under utveckling för att kunna screena för ett större antal ämnen i miljön. Men utmaningarna är stora och analyserna är dyra. På 1960-talet, när de första larmen om kemikaliernas skadeverkningar i naturen kom, fanns ett fåtal ämnen som släpptes ut i stor mängd, och det var jämförelsevis lätt att koppla skador hos fåglar, fiskar och sälar till specifika miljögifter, som PCB, dioxiner och DDT. Idag är mängden ämnen överväldigande, och det är mycket svårare att koppla en

viss kemikalie till en viss typ av effekt. Särskilt som det också uppstår en "cocktail effekt" när många olika ämnen släpps ut i miljön. Ämnen som kanske inte är toxiska (giftiga) var för sig, kan få giftverkan när de blandas.

I Europa är ca 35 000 kemikalier registrerade enligt EU:s förordning om kemikalier, Reach<sup>10</sup>, och andra lagstiftningar. I praktiken används dock många fler kemikalier än så i Europa, för det är bara ämnen som produceras eller importeras i större mängd än 1 ton per år och användare, som behöver registreras. Det är problematiskt, anser miljögiftsforskare, eftersom mängden inte säger något om kemikaliernas toxicitet. Konsekvensen är att det kan finnas många mycket giftiga ämnen som släpps ut i mindre mängder, och som vi därför inte har någon som helst koll på, och som inte har genomgått ens de enklaste tester för att undersöka om de är farliga.

Dessutom kommer ett stort antal kemikalier till Europa via import av varor som produceras i andra delar av världen, där kemikalieanvändningen inte är lika reglerad. Den som importerar varor är ansvarig för att de inte innehåller ämnen som är förbjudna enligt EU-lagstiftning. Men det bygger på ärlig redovisning från exportörens sida och är svårt att kontrollera, särskilt för enskilda. Av den anledningen bör man som privatperson avstå från att köpa varor direkt från exempelvis Asien över internet, eftersom risken finns att de innehåller farliga och förbjudna kemikalier.

## SKRÄP, KEMISKA VAPEN, RADIOAKTIVITET OCH OLJEUTSLÄPP

Till föroreningarna i Östersjön kommer, utöver organiska miljögifter och metaller, också mängder av skräp och mikrokräp, dumpade kemiska stridsmedel från andra världskriget<sup>11</sup>, samt en viss radioaktivitet.

Ibland sker plötsliga och dramatiska förorenande händelser. Det kan vara fartygsolyckor med oljeutsläpp, som ger stora lokala problem. Vi tenderar att ge mycket uppmärksamhet åt sådana händelser, medan de kontinuerliga utsläppen av föroreningar pågår i tystnad. Enligt miljögiftsforskarna är det den dagliga användningen av kemikalier som är det största problemet.

7. Se Helcoms samlade utvärdering på temat miljögifter: <https://helcom.fi/wp-content/uploads/2023/03/HELCOM-Thematic-assessment-of-hazardous-substances-marine-litter-underwater-noise-and-non-indigenous-species-2016-2021.pdf>

8. Livsmedelsverkets kostråd kring fet fisk från Östersjön och vissa insjöar: <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonkskade-amnen/miljogifter/dioxiner-och-pcb>. Se även övningen "Dioxinerna i fisken vi äter".

9. Z. Wang et al., 2020: Toward a Global Understanding of Chemical Pollution: A First Comprehensive Analysis of National and Regional Chemical Inventories. Environmental Science & Technology. <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acs.est.9b06379>

10. Reach står för Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals och är en förordning som innehåller bland annat regler om registrering och utvärdering av ämnen, godkännande, förbud och begränsningar, krav på tillstånd för särskilt farliga ämnen och regler om att informera kunder. Den gäller alla kemiska ämnen som används inom EU i större mängd. Läs mer hos Kemikalieinspektionen: <https://www.kemi.se/lagar-och-regler/lagstiftningar-inom-kemikalieområdet/eu-gemensam-lagstiftning/reach-forordningen/kort-om-reach-forordningen>

11. Även kemiska stridsmedel består vanligtvis av organiska ämnen.

# Egenskaper hos miljögifter



## TOXICITET

Till miljögifter räknas alla ämnen som kan skada växt- och djurliv om de släpps ut i miljön. Dessa toxiska (giftiga) ämnen delas ofta in i organiska och oorganiska miljögifter.

Organiska miljögifter har oftast<sup>12</sup> en struktur som bygger på kolatomer, och många av dem är halogenerade. Det betyder att de också innehåller klor, fluor eller brom. Till de organiska miljögifterna hör exempelvis dioxiner, PCB, DDT, bromerade flamskyddsmedel, PAH, PFAS och läkemedel.

Ibland är nedbrytningsprodukten av en kemikalie mer skadlig än kemikalien själv. Exempelvis bryts nonylfenoletoxilater (som används i rengöringsmedel) ner till det starkt giftiga ämnet nonylfenol<sup>13</sup>.

De oorganiska miljögifterna utgörs av metaller. Metaller är grundämnen som finns naturligt i berggrunden, i jord och vatten. I små mängder är flera av dem livsnödvändiga för både växter och djur, inklusive människor. Men i högre koncentrationer är många metaller mycket giftiga. Det gäller bl.a. kvicksilver, bly, kadmium, zink, koppar och krom. Vi människor har använt olika metaller i flera tusen år, och vi har både anrikat dem och spritt dem i miljön.

Vissa metaller och andra grundämnen, som är ofarliga i sig, kan bli mycket giftiga i kemiska föreningar. Ett exempel är tenn. En del organiska tennföreningar är så giftiga att de används som bekämpningsmedel. Den mest kända är TBT (tributyltenn) som använts i båtbottnfärger, för att hålla skrovet fritt från alger, havstulpaner och annan påväxt.

## PERSISTENS

En egenskap som många problematiska miljögifter delar är att de är persistenta, det vill säga svårnedbrytbara. Det innebär att de kommer att finnas kvar länge i miljön, även långt efter att deras negativa effekter har upptäckts och användningen begränsats eller till och med helt förbjudits. Metaller bryts inte ner alls. En del organiska miljögifter, som PFAS, är så stabila och långlivade att de kallas "evighetskemikalier".

## BIOACKUMULERING

Många miljögifters persistens och förmåga att effektivt binda till levande vävnad gör att de ansamlas i levande

organismer, mer och mer under organismernas levnad. Detta kallas bioackumulering. Halterna blir ofta högre ju högre upp i näringskedjan en organism befinner sig, vilket kallas biomagnifikation. Allra högst halter av miljögifter blir det i vävnaderna hos toppredatorerna. En säl eller sillgrissla i Östersjön hinner under sin livstid äta stora mängder förorenad fisk, och halterna av miljögifter i sälens och fågelns vävnader kommer att vara betydligt högre än i den fisk de äter.

På grund av att näringskedjorna i vatten ofta är längre än på land<sup>14</sup>, drabbar miljögifter vattenlevande djur högt upp i näringskedjan särskilt hårt.

Fisk och ryggradslösa djur kan få i sig gifterna direkt ur vattnet via gälarna, eller när de äter djur, växter eller alger, som tagit upp gifterna. Många ryggradslösa djur kan också ta upp dem direkt genom huden eller när de filtrerar vattnet på partiklar, som gifterna fäster vid. Sjöfåglar och marina däggdjur får i sig gifterna genom födan. Det gäller också oss människor; vi får i oss gifterna när vi äter fisk och annan mat från havet – samma gifter som vi tidigare släppt ut, ofta på land.

## BINDER TILL FETT ELLER PROTEINER

De "klassiska" organiska miljögifterna, som DDT, dioxiner och PCB, är fettlösliga och ansamlas i djurs och människors fettvävnad. Växter och alger befinner sig längst ner i näringskedjan och drabbas inte lika hårt av dessa gifter.

Ju fetare ett djur är, desto mer av de fettlösliga miljögifterna kan ansamlas i dem. Därför innehåller fiskarter med högt fettinnehåll ("feta fiskar") som strömming, lax, öring och sik betydligt mer miljögifter än magrare fiskarter som till exempel torsk, abborre och gädda.

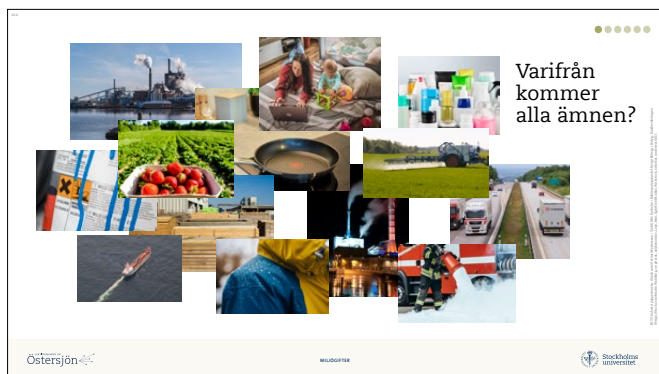
Nyare organiska miljögifter, som PFAS, är däremot vattenlösliga och vissa binder till proteiner istället för till fett. De bioackumuleras därför i blodet och i den blodrika levern. Den giftiga metallen kvicksilver bioackumuleras i muskelvävnad.

Ett samlingsnamn för sådana här svårnedbrytbara, giftiga ämnen som ansamlas i organismer är PBT-ämnen (Persistenta, Bioackumulerande, Toxiska).

12. Siloxaner bygger istället på en struktur av kisel- och syreatomer.

13. Nonylfenoletoxilater är numera förbjudna i EU men tillförs fortfarande våra vattendrag och hav, främst genom importerade textilier från länder där de fortfarande är tillåtna. Ämnena kommer ut i avloppsvattnet när vi tvättar textilerna.

14. Se mer i lektionsbankens del om ekologi och biologisk mångfald.



# Varifrån kommer alla ämnen?

## AVSIKTIG SPRIDNING OCH OÖNSKADE BIEFFEKTER

En del av de giftiga ämnen vi sprider i miljön har vi spridit avsiktligt. Ibland är det just ämnenas giftighet man vill åt, som när man använder bekämpningsmedel. Många miljögifter har spridits i form av träsnyddsmiddel (mot svampangrepp på virke), myggmedel, råttgift, båtbottnfärger (för att förhindra påväxt av alger och havstulpaner) och växtskyddsmedel (mot skadedjur, svampangrepp och ogräs) inom jordbruk, skogsbruk och trädgårdsodling.

Andra giftiga kemikalier används vid industriella processer, eller bildas som oavsiktliga biprodukter. Längs Östersjökusten finns flera tungt industrialiserade områden, och där har bland annat processer inom cellulosaindustrin och metallsmältverk tidigare lett till stora utsläpp av dioxiner och kvicksilver.

Många kemikalier används också i tillverkningsindustrin, för att ge produkter olika eftertraktade egenskaper, såsom att göra dem brandsäkra, vattenavstötande eller glänsande. Då är ämnets giftighet vanligtvis en oönskad bieffekt. Gifterna läcker ut både från tillverkningsprocessen och när vi använder produkterna – och även efter att vi slängt dem. Det rör sig om allt från byggmaterial till fordon, möbler, elektronik, brandsläckningsmedel, kläder och kosmetika.



Många miljögifter uppstår vid ofullständig förbränning av organiskt material i industriella processer, vid förbränning av drivmedel i trafik och maskiner eller när sopor eldas upp till energiproduktion. Även när vi eldar med ved i öppna spisen hemma bildas miljögifter, bland annat dioxiner och PAH.<sup>15</sup>

Andra miljögifter utgörs av läkemedelsrester.

## PUNKTKÄLLOR OCH DIFFUSA KÄLLOR

Alla dessa ämnen når Östersjön på olika sätt. En stor källa är avloppsreningsverken, där de allra flesta än så länge inte är gjorda för att rena vattnet från metaller, läkemedel, PFAS och andra miljöfarliga ämnen.

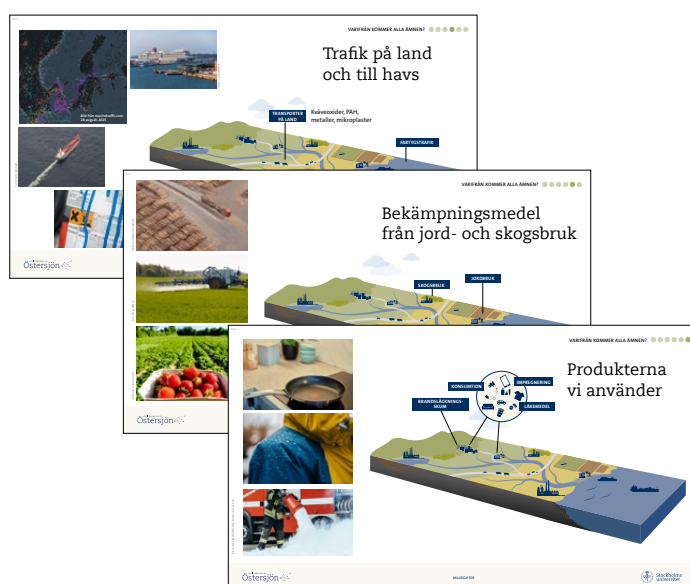
Större, tydligt lokaliserade föroreningskällor, som reningsverk och industrier, kallas punktkällor. Utsläpp som sker från många små källor över större ytor, till exempel genom läckage från jord- och skogsbruksmark eller från trafiken, kallas diffusa källor.

Gifterna når också Östersjön genom små och stora vattendrag, genom luften (som så kallat atmosfäriskt nedfall) och genom dumpning direkt i havet. Maritima aktiviteter, som fartygstrafik, ger utsläpp i form av bland annat oljespill, rök, båtbottnfärger och skrubbevatten<sup>16</sup>.

15. Dioxiner och PAH hör till sådana miljögifter som också kan bildas vid naturliga processer, som skogsbränder.

16. Skrubbar används för att rena fartygens rökgaser från svavel. Det minskar luftutsläppen, men när vattnet som använts för att rena avgaserna släpps ut i havet, ökar utsläppen till havsvattnet istället, av både svavel, PAH och andra farliga ämnen. Läs mer om problemen med skrubbevatten här: <https://www.ivl.se/press/nyheter/2023-02-08-fartygens-skrubbevatten-giftigt-redan-vid-mycket-laga-koncentrationer.html>

## Varifrån kommer alla ämnen? (fortsättning)



Många av de organiska miljögifterna övergår lätt i ånga och kan i luftburen form spridas över hela jorden. I Östersjön hittar forskare och miljöövervakare kemikalier som aldrig använts i avrinningsområdet, utan som kommit via atmosfären. En del av den PCB, DDT och HCH (insektsbekämpningsmedlet hexaklorcyklohexan) som finns i Östersjön har förts till innanhavet via luften.

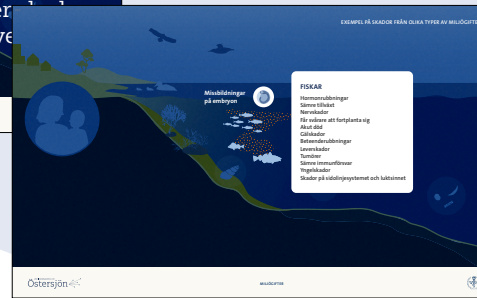
Mycket av miljögifterna kommer ändå från avrinningsområdet. En stor svensk källa är massaindustrin, där den tidigare blekningen av pappersmassa med klorgas gett stora utsläpp av dioxiner. Dioxinerna finns fortfarande kvar i fiberbankar (tjocka lager av förorenade fibrer) utanför fabrikerna längs Östersjökusten. Från bland annat brandsläckningsskum och impregneringsmedel läcker PFAS ut i grundvattnet och i havet. Mängder av kvicksilver har släppts ut från smältverk där man framställer metaller. Från jordbruket sker diffusa utsläpp av bekämpningsmedel. I hela Sverige finns historiska utsläpp från industrier och gruvor lagrade i marken och i sediment i sjöar, vattendrag och i havet.

Utsläpp av miljögifter sker också direkt från oss människor, från sådant vi sväljer och kissar ut (som läkemedel) och sådant vi smetar på oss (som kosmetika och hygienprodukter). Gifter läcker också från till exempel kläder vi bär, elektroniska prylar vi använder, fordon vi kör och möbler vi sitter i.

Utöver antropogena (människoskapade) gifter finns också sådana som bildas naturligt, till exempel vid vissa algbloomningar<sup>17</sup>.

17. Läs mer om algtoxiner här: <https://itameri.fi/sv/ostersjons-tillstand/skadliga-amnen/algtoxiner/>

# Vilka skador ger gifterna?



## KONTINUERLIGA UTSLÄPPEN VÄRST

Miljögifter kan ha en direkt dödlig verkan, men vanligare är att de långsamt leder till skador som är svårare att se, som försämrad hälsa eller rubbningar av näringsväven. Dramatiska och plötsliga händelser, som till exempel fartygsolyckor med omfattande oljeläckage, ger ofta omedelbara och tydliga effekter, såsom att sjöfåglar dör. Men dessa händelser är jämförelsevis sällsynta. De kontinuerliga utsläppen, via avloppsvatten, vattendrag och avrinning direkt från marken, olika punktkällor och diffust nedfall från luften, är sammantaget mycket större och har mycket större effekt. Men de får mindre uppmärksamhet och det är svårare att binda utsläppen till effekterna.

## LIVSNÖDVÄNDIGA METALLER GIFTIGA I HÖGRE DOSER

Metaller kan skada organismer i hela ekosystemet, från växter och alger på näringsvävens lägsta trofinivå, till toppredatorerna på den högsta nivå<sup>18</sup>, inklusive oss människor. Metallerna, varav flera är livsnödvändiga i extremt små doser, kan i större mängd skada fortplantning, hjärna och nervsystem, ge skelett- och leverskador, cancer och andra sjukdomar.

## LÅNGSIKTIGA, KRONISKA SKADOR

Organiska miljögifter ger framför allt kroniska effekter på sikt, även i låga koncentrationer. De kan till exempel rubba hormonbalansen och därmed regleringen av centrala livsprocesser, vilket kan skada till exempel fortplantning och immunsystem. Ett djur vars immunsystem försämrats av organiska miljögifter kanske inte dör av det, men blir mer mottagligt för patogener (sjukdomsframkallande bakterier, virus, svampar, m.m.) och parasiter, som i sin tur ger sämre hälsa och överlevnad. Organiska miljögifter kan också ge skador på hjärna och nervsystem och vara cancerframkallande.

Det vi vet om miljögifters skadeverkningar är ofta från djurförsök inne på labb och från undersökningar av vilda djur. Hur människor påverkas är svårt att direkt studera, eftersom man inte kan göra förgiftningsförsök på människor. Utöver djurförsök får man istället göra så kallade epidemiologiska studier, där hela befolkningsgrupper studeras, och man letar efter samband mellan olika skador och sjukdomar och de miljögifter som grupperna utsatts för. Ofta uppträder effekterna av miljögifter lång tid efter exponeringen, till och med först i nästa generation, vilket gör det ännu svårare att bevisa kopplingen till specifika miljögifter. Men att det är svårt betyder inte att skadeeffekterna inte finns.

## TIDIGA UTVECKLINGSSTADIER MEST KÄNSLIGA

Dioxiner hör till de organiska miljögifter som är mest välstuderade vad gäller effekter på människor. Studier av fiskarfamiljer längs Östersjökusten, som äter mycket fisk, har visat att det finns ett samband mellan dioxiner och cancersjukdomar. Vi vet också att dioxiner förs över till foster via moderkakan och till ammande barn via modersmjölken. Hög exponering under fostertiden kan ge lägre födelsevikt. De barn som får i sig höga halter under foster- eller amningstiden kan också få sämre kognitiv utveckling, och pojkar kan senare som vuxna få sämre spermiekvallitet.

## TOPPREDATORERNA HÅRT DRABBADE

I Östersjön har flera toppredatorer, som gråsäl, vikare, utter, havsörn och sillgrissla (som alla i huvudsak äter fisk) drabbats hårt av miljögifter, inte minst PCB och DDT, som allvarligt skadat fortplantningen. På 1970-talet var närmare en tredjedel av gråsälshonorna sterila, på grund av förträngningar, hopväxningar och tumörer på livmodern. Dessutom hade de skador på njurar, binjurar, tarmar, klor, hud och skelett. Havsörnarnas och sillgrisslornas ägg fick så tunna skal att de krossades under ruvningen. På 1980-talet upptäcktes också allvarliga tarmsår hos sälarna. När PCB och DDT förbjöds gick halterna i miljön ner och bestånden kunde återhämta sig.

Men snart efter att halterna av DDT och PCB minskade i Östersjön ökade istället andra persistenta, bioackumulerande kemikalier, bland annat bromerade flamskyddsmedel. Dessa har i djurförsök också visat sig vara mycket giftiga, med skador på fortplantning, beteende, hormonbalans och immunförsvar.

Vi vet också att många polycykliska aromatiska kolväten (PAH), som kommer från förbränningsprocesser och oljespill, kan orsaka skador på arvsmassan och ger tumörer hos såväl fisk som däggdjur.

Djuren i Östersjön fortsätter att vara utsatta för både gamla och nya miljögifter. Forskarna kan se symptom hos fiskar, såsom aktiverat immunförsvar, aktiva avgiftningssystem och rubbad ämnesomsättning, och många sälar har fortfarande tarmsår och har också blivit allt magrare.

PFAS – en grupp bestående av tusentals olika kemikalier, som likt många andra ämnen vi använder är designade för att skydda eller förenkla vårt dagliga liv – har också visat sig allvarligt skada levande organismer. I djurstudier har man sett

18. Läs mer om näringsväven och trofinivåer i lektionsbankens del om ekologi och biologisk mångfald.

## Vilka skador ger gifterna? (fortsättning)

skador på bland annat immunsystemet, hjärnans utveckling och reproduktionsorganen, och hos människa kan man se samband mellan exponering för PFAS och sänkt födelsevikt, liksom ökad risk för vissa cancerformer.

### HORMONSTÖRNINGAR OCH MISSBILDADE EMBRYON

Ett litet djur som används som indikator på miljögifter inom den marina miljöövervakningen är vitmärslan. Vitmärslorna är centimeterstora kräftdjur som lever i Östersjöns mjuka botten och är viktig föda för många fiskar. Halten av miljögifter korrelerar mot hur många av deras ägg och embryon som blir missbildade.

Inom miljöövervakningen undersöks också marina snäckor, där man ser hur knappt mätbara halter av TBT, som tidigare användes i båtbottnfärger, ger hormonstörningar som gör snäckorna sterila.

Många läkemedel, som når havsmiljön via avloppsreningsverken, kan liksom TBT ha stora effekter redan vid mycket låga koncentrationer. Läkemedel är ju designade för att påverka levande celler, och föga förvånande har hormonsubstanser visat sig kunna störa hormonbalansen hos havslevande djur. Forskarna har bland annat sett att östrogener från p-piller kan ge hanfiskar honlika egenskaper.

### BÅDE MEKANISKA OCH KEMISKA SKADOR AV SKRÄP

Marint skräp, både stort och smått, skadar också djur. Det kan ske rent mekaniskt, till exempel genom att djuren äter plastbitar och annat skräp, som skadar eller täpper till matsmältningskanalen, eller genom att djuren fastnar. I Östersjön finns stora mängder spöknät (förlorade nät, trålar och andra fiskeredskap) som inte längre vittjas, men som år efter år fortsätter att döda fiskar och även sälar, tumlare och andra djur.<sup>19</sup>

Skräpet kan också läcka giftiga ämnen, till exempel mjukgörare, flamskyddsmiddel och PFAS. Och mikroplaster kan föra in gifterna i marina djur när de äter och filtrerar havsvatten och sediment.

På havets botten finns också tusentals ton kemiska stridsmedel; senapsgas, nervgas och andra dödliga kemikalier, som Tyskland producerade under andra världskriget och som efter kriget dumpades i bland annat Bornholmsbassängen och Gotlandsdjupet. På den tiden tyckte man att det var ett bra sätt att göra sig av med farligheterna.<sup>20</sup> Man har hittat spår av nedbrytningsprodukter från de kemiska stridsmedlen i torsk från Gotlandsdjupet, men i halter som anses ofarliga för människor.<sup>21</sup> Det händer att fiskare får upp dumpade

stridsmedel (flygbomber, artillerigranater, landminor) i sina fångstredskap, och en del har fått allvarliga hudskador av läckande senapsgas<sup>22</sup>.

Risken att innehållet i de dumpade kemiska stridsmedlen läcker ut och sprids ökar allteftersom metallbehållarna rostar sönder. Ändå förespråkar myndigheterna än så länge att de får ligga där de ligger, eftersom det anses ännu mer riskabelt att försöka ta upp dem.

### RADIOAKTIVITET

Radioaktivitet förekommer naturligt i miljön, både från kosmisk strålning och från berg som vittrar. I Östersjön finns också radioaktivitet som härstammar framför allt från stormakternas kärnvapentestningar i atmosfären på 1950- och -60-talen och kärnkraftsolyckan i Tjernobyl 1986. Mycket av de radioaktiva partiklarna har sjunkit ner till havsbotten och begravts i sediment. Även om nivåerna av radioaktivitet fortfarande är högre i Östersjön än i många andra hav, anses de inte utgöra något hot mot Östersjöns djur och människors hälsa.

### EFFEKTER PÅ EKOSYSTEMNIVÅ

Miljögifter skadar inte bara enskilda individer av olika organismer, utan ger också effekter på ekosystemnivå. Olika organismer är olika känsliga för olika ämnen, och utöver en direkt molekylär verkan på organismernas celler, kan ämnena också ge indirekta effekter på organismernas relationer. De kan till exempel påverka konkurrensen mellan olika arter, balansen mellan en parasit och dess värd, eller mellan bytesdjur och rovdjur. Ämnena kan också påverka centrala ekologiska processer, som primärproduktionen hos växter och alger, inklusive plankton, och omsättningen av näringsämnen. Om det är svårt att koppla ett visst ämne till specifika skador, är det ännu svårare att studera och bevisa ämnenas invecklade påverkan på ekosystemnivå. Man kan fundera på hur sådana experiment skulle behöva vara konstruerade för att bli någotsånär verklighetstroga!

När skadeeffekter av olika ämnen väl upptäcks hos toppredatorer, såsom marina däggdjur, är utsläppen i miljön ofta redan så omfattande, att det är för sent att mota Olle i grind. Å andra sidan kan man få tidiga varningssignaler om nya potentiella miljögifter (så kallade *contaminants of emerging concern, CEC*) genom att mäta halten av olika ämnen i vävnaderna hos just toppredatorer. Biomagnifikationen gör att vissa ämnen kan upptäckas i toppredatorerna medan halterna kanske är på ännu omätbara nivåer i djur längre ner i näringskedjan.

19. Läs mer om spöknät här: <https://hsv.se/artiklar/fakta-om-forlorade-fiskeredskap>.

20. Vår (åtminstone delvis) förändrade syn på havet som legitim dumpningsplats för avfall illustreras av denna instruktionsfilm till allmänheten från Sveriges Television 1964: <https://www.youtube.com/watch?v=t03saJVFkv4>. Visa gärna eleverna och låt dem reagera. Be dem sedan reflektera över hur de tror att dagens lösningar på avfallsproblematiken och andra miljöproblem kommer att dömas av kommande generationer.

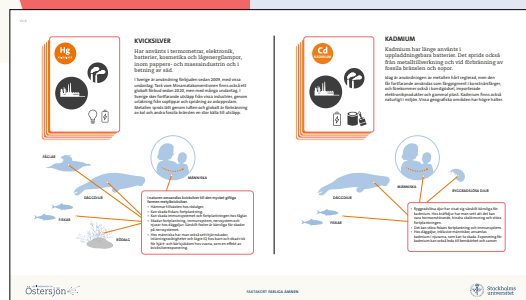
21. Läs mer i denna rapport från Havs- och vattenmyndigheten: <https://www.havochvatten.se/data-kartor-och-rapporter/rapporter-och-andra-publikationer/publikationer/2020-06-03-undersokning-av-biota-och-sediment-i-anslutning-till-dumpningsomraden-av-kemisk-ammunition-pa-vast-och-ostkusten-2019.html>

22. Läs om symptom och skador som de kemiska stridsmedlen ger: <https://www.forsvarsmakten.se/sv/information-och-fakta/for-dig-som-privatperson/upphittad-ammunition/symptom-och-skador-av-kemiska-stridsmedel/>

# Exempel på miljögifter i Östersjön<sup>23</sup>



Se separat bildspel  
*Faktakort om farliga ämnen i Östersjön*



## KVICKSILVER

Har använts i termometrar, amalgam, elektronik, batterier, ABS-bromsar, kosmetika och lågenergilampor, inom pappers- och massaindustrin och i betning av säd för att förhindra mögelangrepp. I Sverige är användning förbjuden sedan 2009, med vissa undantag. Tack vare Minamatakonventionen finns också ett globalt förbud sedan 2020, men med många undantag. I Sverige sker fortfarande utsläpp från vissa industrier, genom urlakning från soptippar och spridning av avloppsslam. Metallen sprids lätt genom luften och globalt är förbränning av kol och andra fossila bränslen en stor källa till utsläpp.

I naturen omvandlas kvicksilver till den mycket giftiga formen metylkvicksilver, som bland annat hämmar tillväxten hos rödalger och kan skada fiskars fortplantning. Det kan även skada immunsystemet och fortplantningen hos fåglar. Hos däggdjur skadar det både fortplantning, immunsystem, nervsystem och njurar. Särskilt foster är känsliga för skador på nervsystemet. Hos människa har man sett hjärnskador, inlärningssvårigheter och lägre IQ hos barn och ökad risk för hjärt- och kärlsjukdom hos vuxna, som en effekt av kvicksilverexponering.

## BLY

Bly har använts av människan i tusentals år, och förekommer bland annat i mynt, målarfärger, vattenledningar och i lödningen i gamla konservburkar. Idag används det framför allt i batterier, men finns också i till exempel ammunition, fiskesänken och andra vikter (som blykolar på båtar), i en del plaster (för att göra dem hållbarare och ge färg), och i metallprodukter där formen är viktig, såsom nycklar och böjda vattenkranar (legeringar med bly underlättar tillverkningen). Tidigare användes bly som tillsats i bensin, men det förbjöds i Sverige och flera andra länder 1995.

Bly är giftigt redan vid låga halter och kan skada nervsystemet, njurarna och blodbildningen hos både människor och andra djur. Hos fåglar ansamlas bly i njurar och skelett. Bly i höga doser hindrar fågelungar att växa som de ska, och hos rovfåglar kan bly leda till akut förgiftning. Varje år påträffas

havsörnar kring Östersjön som dött av blyförgiftning, förmodligen efter att ha ätit kadaver av djur skjutna med blyhagel. Hos människor kan man se ett samband mellan blyexponering tidigt i livet och beteendestörningar och lägre IQ hos barn.

## KADMIIUM

Kadmium har länge använts i uppladdningsbara batterier (nickelkadmium-ackumulatorer). Det sprids också från metalltillverkning och vid förbränning av fossila bränslen och sopor, som inte sorterats rätt utan innehåller nickel-kadmiumbatterier. Idag är användningen av metallen hårt reglerad, men den får fortfarande användas som färgpigment i konstnärsfärger, och förekommer också i konstgödsel, importerade elektronikprodukter och gammal plast. Rökare får i sig mycket kadmium från tobaksröken. Kadmium finns naturligt i miljön och tas lätt upp av växternas rötter och finns därför också i grödor vi äter.

Ryggradslösa djur har visat sig särskilt känsliga för kadmium. Hos kräftdjur har man sett att det kan vara hormonstörande, hindra skalömsning och störa fortplantningen. Det kan också störa fiskars fortplantning och immunsystem. Hos däggdjur, inklusive människor, ansamlas kadmium i njurarna, som kan ta skada. Exponering för kadmium kan också leda till benskröhet och cancer.

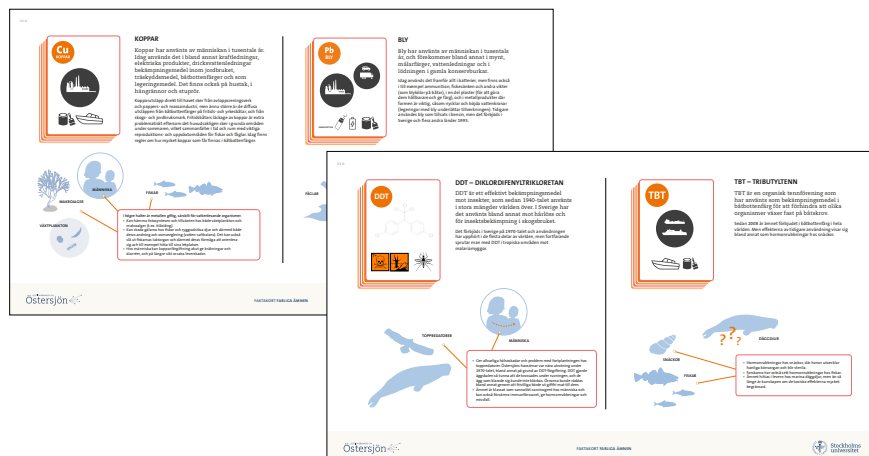
## KOPPAR

Koppar har använts av människan i tusentals år. Idag används det i bland annat kraftledningar, elektriska produkter, dricksvattenledningar bekämpningsmedel inom jordbruket, träskyddsmedel, båtbottnfärger (för att slippa påväxt av alger, havstulpaner m.fl. ryggradslösa djur) och som legeringsmedel. Det finns också på hustak, i hänggränsor och stuprör.

Kopparutsläpp direkt till havet sker från avloppsreningsverk och pappers- och massaindustri, men ännu större är de diffusa utsläppen från båtbottnfärger på fritids- och yrkesbåtar, och från skogs- och jordbruksmark. Fritidsbåtars läckage av koppar är extra problematiskt eftersom det huvudsakligen sker i grunda områden under sommaren, vilket sammanfaller i tid

<sup>23</sup> Mer information om respektive ämne kan hittas på webbplatser hos t.ex. Kemikalieinspektionen, Naturvårdsverket, Havsmiljöinstitutet ([sverigesvattenmiljo.se](http://sverigesvattenmiljo.se)), Livsmedelsverket och Karolinska institutet (Institutet för miljömedicin).

## Exempel på miljögifter i Östersjön (fortsättning)



och rum med viktiga reproduktions- och uppväxtområden för fiskar och fåglar.

Koppar är ett livsnödigt mikronäringsämne för sannolikt alla organismer. Det ingår i många enzymer, och behövs bland annat för syretransporten hos många ryggradslösa djur och för växternas fotosyntes. Men i högre halter är metallen giftig, särskilt för vattenlevande organismer.

För höga halter koppar kan hämma fotosyntesen och tillväxten hos både växtplankton och makroalger (t.ex. blåstång). Det kan skada gälarna hos fiskar och ryggradslösa djur och därmed både deras andning och osmoreglering (vatten-saltbalans). Det kan också slå ut fiskarnas luktorgan och därmed deras förmåga att orientera sig och till exempel hitta till sina lekplatser.

Hos människa kan kopparförgiftning akut ge kräkningar och diarréer, och på längre sikt orsaka leverskador.

Idag finns regler om hur mycket koppar som får finnas i båtbottnfärger på väst- respektive ostkusten. I Bottniska viken norr om Örskär och i insjöar får det inte förekomma någon koppar eller andra biocider<sup>24</sup> alls i bottenfärgerna.<sup>25</sup> Det finns numera andra effektiva metoder för att hålla båtbottnar fria från påväxt.

### TBT

TBT (tributyltenn) är en organisk tennförening som har använts som bekämpningsmedel i båtbottnfärg för att förhindra att olika organismer växer fast på båtskrov<sup>26</sup>. Sedan 2008 är ämnet förbjudet i båtbottnfärg i hela världen. Men effekterna av tidigare användning visar sig bland annat som hormonrubbingar hos snäckor, där honor utvecklar hanliga könsorgan<sup>27</sup> och blir sterila. Forskarna har också sett hormonrubbingar hos fiskar. Ämnet hittas i levern hos marina däggdjur, men än så länge är kunskapen om de toxiska effekterna mycket begränsad.

### DDT

DDT (diklordifenyltrikloretan) är ett effektivt bekämpningsmedel mot insekter, som sedan 1940-talet använts i stora mängder världen över. I Sverige har det använts bland annat mot härlöss och för insektsbekämpning i skogsbruket. Det förbjöds i Sverige på 1970-talet och användningen har upphört i de flesta delar av världen, men fortfarande sprutar man med DDT i tropiska områden mot malariamyggor.<sup>28</sup>

Ämnet ger allvarliga hälsoskador och problem med fortplantningen hos toppredatorer. Östersjöns havsörnar var nära utrotning under 1970-talet, bland annat på grund av DDT-förgiftning. DDT gjorde äggskalen så tunna att de krossades under ruvningen, och de ägg som klarade sig kunde inte kläckas. Örnarna kunde räddas bland annat genom att frivilliga körde ut giftfri mat till dem.<sup>29</sup>

Ämnet är klassat som sannolikt carcinogent hos människa och kan också försämra immunförsvaret, ge hormonrubbingar och missfall.

### PCB

PCB (polyklorerade bifenyl) är ett samlingsnamn för drygt 200 organiska ämnen. De började användas i större skala på 1930-talet i bland annat byggindustrin – i plaster, fogmassor, isolering och andra byggmaterial. De användes också som smörjolja till transformatorer och kondensatorer, i färger och självkopierande papper. 1978 förbjöds PCB i nya produkter i Sverige, och 1995 kom ett totalförbud. Sedan dess har halterna i miljön minskat, men eftersom de bryts ner långsamt fortsätter mycket av de PCB:er som någonsin använts att cirkulera i biosfären.

Ämnena ansamlas i fettvävnaden hos djur. De kan skada fiskars fortplantning och utveckling och har även visats skada immunförsvaret hos kräddjur. Under 1970-talet minskade sålpopulationerna i Östersjön kraftigt. Djuren kunde inte föroka

24. Ämnen som dödar liv.

25. Läs mer om vilka regler som gäller för fritidsbåtar: <https://www.kemi.se/rad-till-privatpersoner/kemikalier-i-hemmet-och-pa-fritiden/batbottenfarger>.

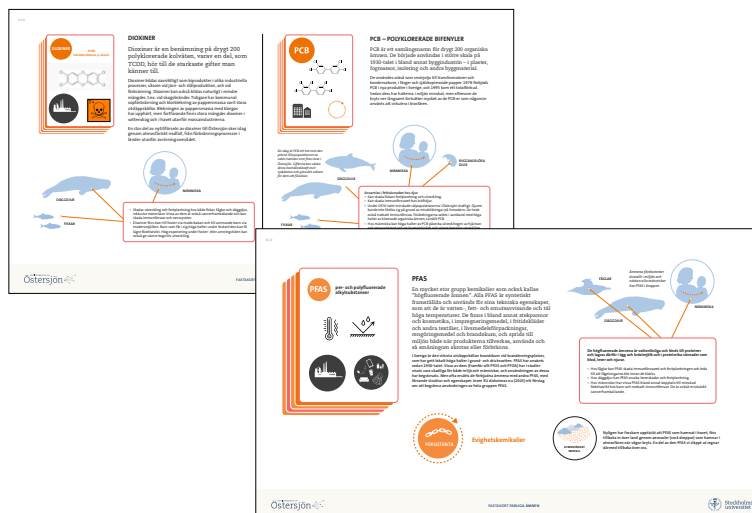
26. Påväxt bromsar farten och gör att bränsleåtgången blir större. Här finns möjlighet att låta eleverna diskutera en av alla målkonflikter som finns inom miljögiftsproblematiken. Dyrare resa, lägre fart och ökad användning av fossila bränslen (vilket ger både högre koldioxidutsläpp och andra miljöfarliga utsläpp) eller giftspridning rakt ut i vattnet som skadar djurlivet? Vilka alternativ finns till de giftiga båtbottnfärgerna? Vilka avvägningar har myndigheterna gjort i regleringen av båtbottnfärger? Läs mer t.ex. här: <https://www.kemi.se/arkiv/nyhetsarkiv/nyheter/2021-03-18-fem-fragor-och-svar-om-batbottenfarg>

27. Fenomenet kallas "imposex" (imposed sex).

28. Denna målkonflikt (malariaspredning kontra giftspridning) får eleverna utforska i övningen "Målkonflikt: Malaria eller DDT?"

29. Läs om Projekt Havsörn här: <https://www.naturskyddsforeningen.se/artiklar/projekt-havsorn-en-framgangssaga/>

## Exempel på miljögifter i Östersjön (fortsättning)



sig på grund av missbildningar på livmodern. De hade också nedsatt immunförsvar. Förändringarna sattes i samband med höga halter av klorerade organiska ämnen, särskilt PCB. Än idag är PCB ett hot mot den ytterst lilla populationen av valen tumlare som finns kvar i Östersjön. Gifterna kan sänka deras motståndskraft mot sjukdomar och göra det svårare för dem att få kalvar.

Hos människa kan höga halter av PCB påverka utvecklingen av hjärnan och nervsystemet och ge hyperaktivitet och sämre kognitiv utveckling hos barn. De kan också ge nedsatt immunförsvar, oregelbunden menstruation och flera olika cancersjukdomar.

### DIOXINER

Dioxiner är en benämning på drygt 200 organiska ämnen, varav en del, som TCDD, hör till de starkaste gifter man känner till. Dioxiner bildas oavsiktligt som biprodukter i olika industriella processer, såsom vid järn- och stålproduktion, och vid förbränning. Dioxiner kan också bildas naturligt i mindre mängder vid skogsbränder. Tidigare har kommunal sopförbränning och klorblekning av pappersmassa varit stora utsläppskällor. Blekningen av pappersmassa med klorgas har upphört, men fortfarande finns stora mängder dioxiner i havet utanför massaindustrierna. En stor del av nytillförseln av dioxiner till Östersjön sker genom atmosfäriskt nedfall, från förbränningsprocesser i länder utanför avrinningsområdet.

Dioxiner har visat sig skada utveckling och fortplantning hos både fiskar, fåglar och däggdjur, inklusive människor. Vissa av dem är också cancerframkallande och kan skada immunförsvar och nervsystem. Dioxiner förs över till foster via moderkakan och till ammande barn via modersmjölken. Eftersom nedbrytningstiden är så lång och ämnena binds i fettvävnad kan de föras vidare från mor till dotter i flera generationer. Barn som får i sig höga halter under fostertiden kan få lägre födelsevikt. Hög exponering under foster- eller amningstiden kan också ge sämre kognitiv utveckling.

### BROMERADE FLAMSKYDDSMEDEL

Bromerade flamskyddsmedel omfattar ett 70-tal organiska ämnen som används för att fördröja eller förhindra brand. De blandas in i bland annat plaster och gummi i elektrisk och elektronisk utrustning, i byggnadsmaterial, textilier och möbelstopning. Ämnena läcker till naturen under produkternas hela livscykel – från tillverkningen, under användningen och när de skrotas eller förbränns. En del av ämnena är förbjudna att producera och använda.

Bromerade flamskyddsmedel kan orsaka missbildningar på fiskars embryon och leda till att fåglar misslyckas med sin reproduktion, bland annat för att äggskalarna blir tunnare. Det rapporteras numera om oroande höga halter av flamskyddsmedel i havsörnar i Östersjöområdet.

I djurförsök på råttor och möss har man sett skadliga effekter på bland annat fortplantning, beteende, hormonbalans och immunförsvar. Kunskapen om gifteffekterna är fortfarande otillräcklig, men ämnernas kemiska egenskaper och likhet med andra miljögifter ger oro för allvarliga miljö- och hälsoproblem på längre sikt, både hos människor och andra djur.

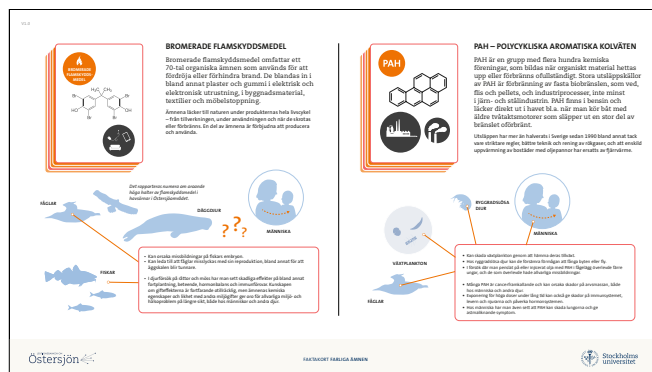
### PFAS

PFAS (per- och polyfluorerade alkylsubstanser) är en mycket stor<sup>30</sup> grupp kemikalier, som även kallas "högfluorerade ämnen". Alla PFAS är syntetiskt framställda och används för sina eftertraktade tekniska egenskaper, som att de är vatten-, fett- och smutsavvisande och tål höga temperaturer. De finns i bland annat stekpannor och kosmetika, i impregneringsmedel i fritidskläder och andra textilier, i livsmedelsförpackningar, rengöringsmedel och brandskum, och sprids till miljön både när produkterna tillverkas, används och så småningom skrotas eller förbränns<sup>31</sup>. I Sverige är den största utsläppskällan brandskum vid brandövningsplatser, som har gett lokalt höga halter i grund- och dricksvatten. Ämnena är så svårnedbrytbara att de fått öknamnet "evighetskemikalier".

30. Antalet PFAS brukar ofta anges till över 10 000, men med en ny definition från OECD 2021 finns också siffror på >7 miljoner. Läs mer i artikeln "Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS) in PubChem: 7 Million and Growing": <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.3c04855>.

31. Läs om forskarnas fynd av PFAS i avfall och avfallsförbränning: [https://www.umu.se/nyheter/pfas-finns-i-restprodukter-fran-avfallsforbranning\\_11789213/](https://www.umu.se/nyheter/pfas-finns-i-restprodukter-fran-avfallsforbranning_11789213/)

## Exempel på miljögifter i Östersjön (fortsättning)



PFAS har använts sedan 1950-talet. Vissa av dem (framför allt PFOS och PFOA) har i studier visats vara skadliga för både miljö och människor, och användningen av dessa har begränsats. Men ofta ersätts de förbjudna ämnena med andra PFAS, med liknande struktur och egenskaper. Inom EU diskuteras nu (2025) ett förslag om att begränsa användningen av hela gruppen PFAS.<sup>32</sup>

De högfluorerade ämnena är vattenlösliga och binds till proteiner, till skillnad från andra organiska miljögifter som vanligtvis är fettlösliga. De lagras därför i ägg och bröstmjolk och i proteinrika vävnader som blod, lever och njurar. Hos fåglar kan PFAS skada immunförsvaret och fortplantningen och leda till att fågelungarna dör innan de kläcks. Hos däggdjur kan PFAS orsaka leverskador och skada fortplantningen. Ämnena förekommer överallt i miljön och nästan alla människor har PFAS i kroppen. Hos människor har vissa PFAS bland annat kopplats till minskad födelsevikt hos barn och nedsatt immunförsvaret. De är också misstänkt cancerframkallande.

Nyligen har forskare upptäckt att PFAS som hamnat i havet, förs tillbaka in över land genom aerosoler (små droppar) som kastas upp i atmosfären när vågor bryts. Den PFAS vi släppt ut regnar därmed tillbaka över oss.<sup>33</sup>

### PAH

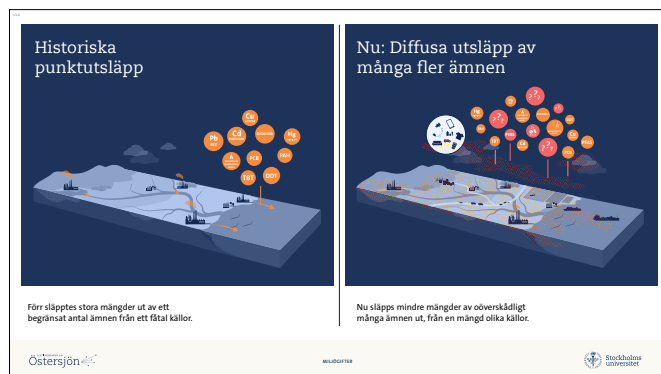
PAH (polycykliska aromatiska kolväten) är en grupp med flera hundra kemiska föreningar, som bildas när organiskt material hettas upp eller förbränns ofullständigt. Ett av de giftigaste och mest välkända bland dem är bens[a]pyren. Stora utsläppskällor av PAH är förbränning av fasta biobränslen, som ved, flis och pellets, och industriprocesser, inte minst i järn- och stålindustrin. Utsläppen har mer än halverats i Sverige sedan 1990 bland annat tack vare striktare regler, bättre teknik och rening av rökgaser, och att enskild uppvärmning av bostäder med oljepannor har ersatts av fjärrvärme.

PAH kan skada växtplankton genom att hämma deras tillväxt, och hos ryggradslösa djur kan de försämra förmågan att fånga byten eller fly. I försök där man penslat på eller injicerat olja med PAH i fågelägg överlevde färre ungar, och de som överlevde hade allvarliga missbildningar.

Många PAH är cancerframkallande och kan orsaka skador på arvsmassan, både hos människa och andra djur. Exponering för höga doser under lång tid kan också ge skador på immunsystemet, levern och njurarna och påverka hormonsystemen. Hos människa har man även sett att PAH kan skada lungorna och ge astmaliknande symptom.

32. Läs det senaste om processen på EU:s kemikaliemyndighet Echas webbplats: <https://echa.europa.eu/sv/hot-topics/perfluoroalkyl-chemicals-pfas>

33. Läs mer om hur havet blir en sekundär källa till PFAS på land i denna artikel i Havsutsikt: <https://www.havet.nu/havsutsikt/artikel/pfas-fran-haven-hemsoker-oss>



## Kemikaliesamhället – då och nu

### KEMIKALIESAMHÄLLET FRAMVÄXT

Under 1900-talet började syntetiskt framställda kemikalier användas i stor skala. Industrisamhällets framväxt var stark och teknikoptimismen stor. Med kemikaliernas hjälp höjde man levnadsstandarden; man lyckades få större skördar i jordbruket, stoppa utbredningen av dödliga sjukdomar och skapa nya material, rengörings- och konserveringsmedel. Till en början insåg man inte att en del av ämnena var farliga, även för människor, och de spriddes utan begränsningar.

Ännu i slutet på 1960-talet släppte många industrier i Sverige ut kemikalier och metaller direkt i havsvattnet. Från exempelvis Rönnskärsverken, ett stort smältverk utanför Skellefteå vid Bottenviken, som betraktas som Sveriges genom tiderna största föroreningskälla, flödade arsenik, bly, koppar, zink, kadmium, kvicksilver och även dioxiner ut till luft och vatten. Fiskarna utanför smältverket blev förgiftade, med skador bland annat på skelettet, och bottarna var i stort sett döda inom ett par kilometer från anläggningen. Rönnskärsverken släpper numera bara ut en bråkdel mot hur det var då.

Kvicksilver släpptes också ut i svenska havsområden från kloralkalifabriker<sup>34</sup>, massafabriker och pappersbruk, inte minst längs Norrlandskusten. Sedan dess har utsläppen stoppats, men bottensedimenten utanför dessa industrier är ofta fortfarande allvarligt förorenade. Utanför massafabrikerna och pappersbruken ligger tjocka lager av förorenade fibrer (så kallade fiberbankar), som kan läcka både kvicksilver, dioxiner och DDT.

Det finns ännu äldre utsläpp av både kvicksilver, bly och andra metaller. Metallerna har använts av människan länge i olika slags hantverk och produkter – en del av dem till och med som läkemedel.<sup>35</sup>

### MILJÖMEDVETANDET VÄCKS

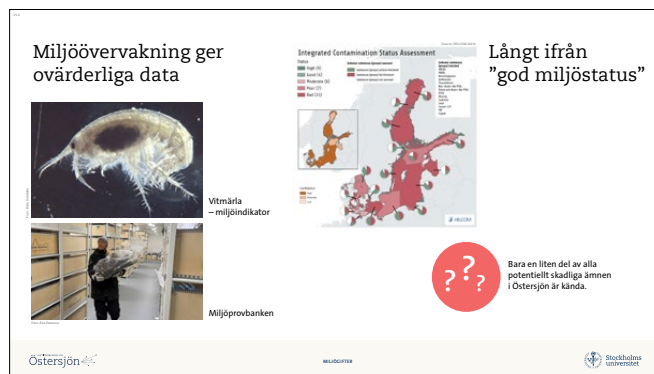
På 1930- och 1940-talet började PCB respektive DDT användas i stor skala, och efter bara ett par decennier hade utsläppen kommit att hota Östersjöns bestånd av havsörn, gråsäl, vikare och utter. Det var när gifterna ansamlats hos toppredatorerna och deras skador blev uppenbara, som människor började undersöka och förstå kopplingen mellan kemikalierna och vilka faror de utgjorde för miljön. Miljömedvetandet ökade snabbt, inte minst efter den amerikanska marinbiologen Rachel Carsons bok *Silent Spring* (Tyst vår) 1962, som uppmärksammade farorna med att sprida kemikalier i naturen. 1969 fick Sverige sin första miljöskyddslag, och de kommande decennierna förbjöds eller begränsades användningen av flera av de kemikalier och metaller vars skadeverkningar blivit kända.

Det gick snabbt att förorena ett helt innanhav. När man sedan började få kunskap, satte in åtgärder och förbjöd eller begränsade farliga ämnen kunde man också se hur djuren återhämtade sig, även om det tog tid. Fördrojningen mellan utsläpp, att skadeverkningarna uppenbaras och man kan koppla skadorna till specifika ämnen och så småningom får till åtgärder mot spridningen, och att halterna av de långlivade gifterna går ner och miljön återhämtar sig, gör att vi idag lever med verkningarna av de utsläpp som gjordes för flera decennier sedan. Och det vi släpper ut nu kommer att påverka människor, djur och resten av ekosystemet under lång tid framöver.

34. Fabriker som framställer klor. Klor är en av de viktigaste baskemikalierna i den kemiska industrin och används för att framställa många andra ämnen, t.ex. plaster, lösningsmedel, färger, bleknings- och desinfektionsmedel.

35. Läs om vad kvicksilver användes till redan på 1700-talet i denna artikel: <https://blogs.abo.fi/historia/2020/11/04/kvicksilver-i-lakekonst-vetenskap-och-hantverk-i-abo-pa-1700-talet/>

# Kemikaliesamhället – då och nu (fortsättning)



## MILJÖÖVERVAKNING GER OVÄRDERLIGA DATA

Det mesta av den kunskap vi har om förekomsten av olika miljögifter kommer från den nationella miljöövervakningen, som regelbundet tar prover, både på land och till havs, från djur, vatten och sediment. Miljöprovbanken vid Naturhistoriska riksmuseet i Stockholm är Europas äldsta, med prover ända från mitten av 1960-talet. Där finns bland annat sillgrissleägg och små lever- och muskelprover från fisk och marina däggdjur, som varit ovärderliga när forskarna ska försöka ta reda på hur halterna av miljögifter ändrats över tid och hur det påverkat djuren.<sup>36</sup>

## LJUSPUNKTER, MEN LÅNGTIFRÅN "GOD MILJÖSTATUS"

Var sjätte år gör Helcom<sup>37</sup> en omfattande utvärdering, för att ta reda på hur Östersjöns ekosystem mår. Den senaste publicerades 2023.<sup>38</sup> Forskarna kan se vissa förbättringar sedan tidigare utvärderingar, men i sin helhet är föroreningsgraden fortfarande oacceptabelt hög. Målet om "god miljöstatus" i Östersjön är långtifrån uppnått. Statusen vad gäller miljögifter är antingen "otillfredsställande" eller "dålig" i nästan alla Östersjöns delar. Det beror främst på för höga halter av bromerade flamskyddsmedel, TBT, kvicksilver och koppar. Även kadmium och bly bidrar.

Miljögiftssituationen har ändå blivit bättre i en del områden ute i det öppna havet, även om de ännu inte uppnått "god" miljöstatus, och forskarna ser nedåtgående trender för flera av de ämnen som undersöks. Tack vare förbud mot användning av vissa ämnen och bättre reningsmetoder är utsläppen idag mycket mindre än tidigare från de flesta punktkällor, som industrier och gruvor. Efter förbudet mot att blanda in bly i

bensin har blyhalterna i fisk minskat betydligt. Halterna av PCB, DDT och dioxiner fortsätter också att minska, och ligger nu under fastlagda riktvärden i stort sett i hela Östersjön, även om halterna fortfarande är höga jämfört med andra hav i världen. Halterna av PFOS (ett av flera giftiga ämnen i den stora gruppen PFAS) har efter en tidigare exponentiell uppgång i alla fall planat ut, förmodligen tack vare att ämnet förbjöds 2008. Däremot är halterna av kadmium fortfarande lika höga som för 40 år sedan, trots flera åtgärder för att minska utsläppen.

## OKÄNDA KEMIKALIER OCH EFFEKTER

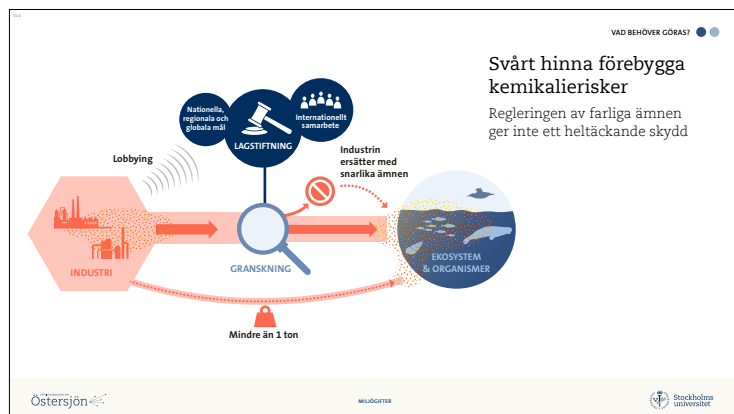
Även om Östersjön hör till världens mest välstuderade hav, är det fortfarande mycket vi inte vet. Det är kostsamt och tidskrävande att analysera kemikalier ute i miljön, och därför görs en prioritering av vad som ska ingå i miljöövervakningen. Bara en liten del av alla potentiellt skadliga ämnen i Östersjön är kända, och av dem är det bara några få som ingår i miljöövervakningen. Det finns en uppsjö andra kemikalier, från industrin, personliga hygienprodukter och läkemedel bland annat, som släpps ut i Östersjön utan att vi har koll på vilka mängder det rör sig om och vilka effekter de har, enskilt eller i kombination med varandra.<sup>39</sup> Omfattande utvärderingar till trots är därför det verkliga hotet från miljögifter i Östersjön till stora delar okänt.

36. Läs mer om Miljöprovbanken här: <https://www.nrm.se/aktuellt/nyheter/2024-12-02-sveriges-miljoprovbanks-fyller-60-ar>

37. Helcom=Helsingforskommissionen, samarbetsorganet till skydd för Östersjöområdet marina miljö.

38. Holistic Assessment 3 (HOLAS3): <https://stateofthebalticsea.helcom.fi/>.

39. Läs om detektivarbetet att identifiera nya miljögifter, i Havsutskikt nr 2/2021: <https://www.havet.nu/havsutskikt/artikel/miljogifter>



## Vad behöver göras?

### LAGSTIFTNING

Att lagstifta mot användning och spridning av miljögifter har visat sig vara det mest effektiva sättet för att få ner mängden gifter i miljön. Ett bra exempel är förbuden på 1970-talet mot DDT och PCB, som ledde till att bestånden av havsörn, säl, utter och andra djur kunde återhämta sig. Ett annat bra exempel är förbudet mot att tillsätta bly i bensinen. Mycket bly finns kvar i marken och i havet från tidigare utsläpp från trafiken, men nedfallet av "nytt" bly har minskat till en bråkdel sedan 1970-talet.

### INNOVATION OCH TEKNIKUTVECKLING

När lagstiftning ställer krav på industrin går den tekniska utvecklingen ofta fort; man hittar alternativ både vad gäller ämnen och processer och utvecklar bättre rening.

Samhället behöver många innovativa ingenjörer för att hitta alternativ till de smutsiga material och industriella processer som används idag.

### INTERNATIONELLT SAMARBETE

Eftersom gifterna sprids över landgränser är internationellt samarbete avgörande. Flera globala konventioner finns för att skydda människor och miljö från miljögifter, bland andra Stockholmskonventionen om långlivade organiska föreningar<sup>40</sup> och Minamatakonventionen om kvicksilver<sup>41</sup>.

När EU:s Reach-förordning<sup>42</sup> trädde i kraft 2007 var det en milstolpe i EU:s kemikalielagstiftning, och den anses än idag vara världens mest ambitiösa kemikalielagstiftning. Det som var innovativt med Reach var att den lägger ansvaret för att ta reda på kemikaliernas egenskaper och risker för miljö och hälsa på tillverkare och importörer. Företagen är skyldiga att lämna information om kemikalierna, vilket ger myndigheterna bättre

möjligheter att förbjuda dem som är särskilt farliga och se till att övriga används på ett säkert sätt.

EU har också ett vattendirektiv<sup>43</sup> och ett havsmiljödirektiv<sup>44</sup>, med syftet att uppnå och upprätthålla god miljöstatus i Europas vatten, kuster och hav. Med god miljöstatus menas att vattnet, stränderna och botten har friska och produktiva ekosystem och att ekosystemtjänsterna finns kvar och nyttjas hållbart.

Havsmiljödirektivet slår fast att det marina ekosystemets arter, samhällen, livsmiljöer och funktioner ska skyddas och bevaras, samtidigt som människans behov av resurser tillgodoses. 2010 införlivades Havsmiljödirektivet i svensk lagstiftning genom instiftandet av havsmiljöförordningen<sup>45</sup>. Havs- och vattenmyndigheten ansvarar för att Sverige bedömer miljöstatusen i våra hav, miljöövervakar havsmiljön och planerar vad som behöver göras för att nå och upprätthålla god miljöstatus.

### AVLOPPSRENING

De avloppssystem som byggdes i slutet på 1800- och början på 1900-talen var i stort sett rörledningar som ledde avloppsvattnet direkt från kök och toaletter till närmsta sjö, vattendrag eller kustvatten. Efter andra världskriget och framför allt under 1970-talet satsade Sverige mycket för att bygga kommunala avloppsreningsverk, och idag är så gott som alla hushåll i tätorterna anslutna.

I nutida avloppsreningsverk sker i regel både mekanisk, biologisk och kemisk rening av vattnet, och de tar bort kväve, fosfor och organiskt material ur avloppsvattnet, vilket bromsar övergödningen. Men de är inte gjorda för att rena vattnet från kemikalier. En del fastläggs i avloppsslammet, men mycket av läkemedel, kosmetika och många andra potentiellt farliga

40. Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants: <https://www.pops.int/>

41. Minamata Convention on Mercury: <https://minamataconvention.org/>

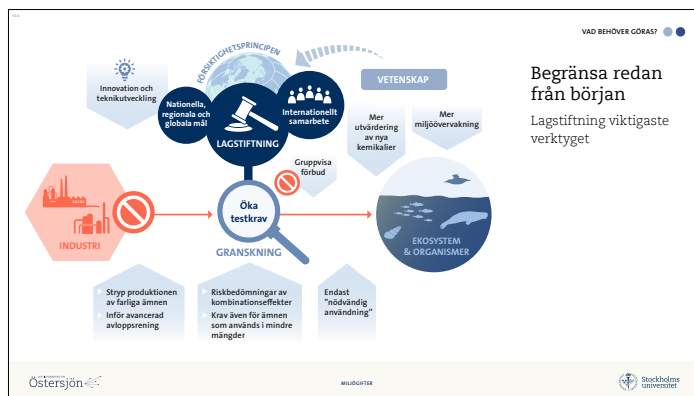
42. Reach (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals): <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/ALL/?uri=CELEX:32006R1907&qid=1630589730800>

43. EU:s vattendirektiv: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/?uri=celex:32000L0060>

44. EU:s havsmiljödirektiv: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/?uri=CELEX:32008L0056>

45. Sveriges havsmiljöförordning: [https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/havsmiljoforordning-20101341\\_sfs-2010-1341/](https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/havsmiljoforordning-20101341_sfs-2010-1341/)

## Vad behöver göras? (fortsättning)



ämnen, passerar i hög grad opåverkade genom reningsverken till vattenmiljön utanför.

2024 reviderades EU:s avloppsvattendirektiv<sup>46</sup>. De skärpta kraven innebär att från 2045 måste alla stora reningsverk i EU rena bort även kemikalierester från sitt avloppsvatten. Mellanstora reningsverk måste också göra det, om de ligger vid ett särskilt känsligt vattenområde.

### NATIONELLA, REGIONALA OCH GLOBALA MÅL

Sverige har sedan 1999 flera nationella miljökvalitetsmål, där ett av dem är "giftfri miljö". Detta miljömål går ut på att människors hälsa och ekosystemen inte ska hotas av "ämnen i miljön som har skapats i eller utvunnits av samhället".<sup>47</sup>

Helsingforskommissionen, där alla länder som omger Östersjön ingår, skapade 2007 den gemensamma aktionsplanen *Baltic Sea Action Plan*, där de förbinder sig att genomföra åtgärder för att förbättra Östersjöns miljötillstånd.<sup>48</sup>

FN:s medlemsländer har antagit Agenda 2030, med 17 globala mål för hållbar utveckling. Flera av målen berör miljögifter. Under mål 14, om hav och marina resurser, är det första delmålet att minska föroreningarna i havet".<sup>49</sup>

### DET SVÅRA GENOMFÖRANDET

Att få lagstiftning, direktiv och konventioner på plats är bara första steget. Sedan följer den svåra implementeringen, när man faktiskt ska göra det man bestämt.

När det gäller miljögifter har lagstiftningen haft svårt att hinna förebygga kemikalierisker i samma takt som konsumtions- och produktionsökningen skapar nya risker. När ett ämne blivit

förbjudet är det inte ovanligt att industrin ersätter det med ett snarlikt ämne, med bara lite annorlunda kemisk struktur, som då betraktas som "nytt" och inte omfattas av förbudet. Den enormt stora mängden nya ämnen skapar en omöjlig katt- och råtta-lek, där lagstiftningen inte har en chans att hänga med den snabba utvecklingen i kemiindustrin.

### VÄGEN FRAMÅT

2020 kom EU-kommissionens nya kemikaliestrategi, som visar vart kommissionen vill att EU ska röra sig och vilka nya lagar som ska komma, förutsatt att det finns tillräckligt stöd hos EU-parlamentet och medlemsländerna. Bland annat föreslås en förenklad och förstärkt lagstiftning med gruppvisa förbud och stärkt kontroll av att lagstiftningen följs. Det föreslås också att riskbedömningarna av kemikalier ska omfatta kombinationseffekter, eftersom vi exponeras för en blandning av olika kemikalier.

Strategin användes som språngbräda när Sverige och fyra andra EU-länder<sup>50</sup> 2023 föreslog att EU ska förbjuda hela gruppen av PFAS, både i konsumentprodukter och industriell användning, med undantag endast för dem som är strikt nödvändiga för samhället, för till exempel hälsa eller säkerhet (*essential use*)<sup>51, 52</sup> Förslaget har mötts av en stark lobbying-kampanj från kemiindustrin, som värnar arbetstillfällena och vinster.<sup>53</sup>

Miljögiftsforskare menar att Reach-förordningen behöver reformeras även på andra sätt. Det är till exempel bara ämnen som produceras eller importeras i mängder över 1 ton/år och användare, som behöver registreras i EU. Men mängden säger inget om hur giftigt ett ämne är, och därför kan många farliga ämnen slinka igenom utan någon kontroll.

46. EU:s avloppsreningsdirektiv: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/sv/TXT/?uri=CELEX%3A32024L3019>

47. Det nationella miljömålet giftfri miljö: <https://www.sverigesmiljomal.se/miljomalen/giftfri-miljo/>

48. Helsingforskommissionens Baltic Sea Action Plan: <https://helcom.fi/baltic-sea-action-plan/>

49. FN:s globala mål om hav och marina resurser: <https://globalamalen.se/om-globala-malen/mal-14-hav-och-marina-resurser/>

50. Sverige samt Danmark, Nederländerna, Norge och Tyskland.

51. Läs mer om vad begreppet *essential use* innebär här: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda\\_24\\_2152](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_24_2152). Begreppet kan användas som utgångspunkt för en diskussion med eleverna. Var går gränsen för *essential use*? Hur väger man olika nyttor och risker mot varandra? Miljögiftsproblematiken är full av målkonflikter. Många ämnen, som PFAS, är designade för att skydda eller förenkla våra dagliga liv. En del ämnen skulle lätt kunna ersättas av andra, medan en del är mer oundgängliga, t.ex. i mediciner. Brandskum med PFAS används för att skydda människor och egendom i händelse av brand – men när brandskummet sedan har förorenat människors dricksvatten kan det orsaka cancer. PFAS används också i produkter som elektronik och friluftskläder, för sina vattenavvisande egenskaper. Hur "livsnödvändigt" är det att något är vattenavvisande, i olika situationer? Diskutera tänkbara scenarier.

52. Läs om hur arbetet med förslaget fortskrider, hos EU:s kemikaliemyndighet Echa: <https://echa.europa.eu/sv/hot-topics/perfluoroalkyl-chemicals-pfas>.

53. Paneuropeisk journalistisk granskning av den omfattande lobbyingkampanjen: <https://foreverpollution.eu/>. Granskningen kan vara en intressant utgångspunkt för att låta eleverna diskutera: Vilka är det som bestämmer hur vårt samhälle utvecklas? Vad avgör vilken kunskap vi har om sakernas tillstånd? Vilken roll spelar myndigheter, företag, forskare, journalister, vanliga medborgare?

## Vad behöver göras? (fortsättning)

Dessutom är testerna som krävs av företagen ofta för enkla för att de ska kunna visa på ämnernas långsiktiga effekter, som cancer eller svårigheter att få barn. Testkraven behöver öka, liksom sanktionerna mot de företag som inte följer reglerna.

Hittills har vi alltid underskattat faran, vad gäller kemikaliers påverkan på ekosystemet. Miljögiftsforskare, och även svensk och europeisk lagstiftning, betonar därför försiktighetsprincipen<sup>54</sup>, som innebär att man är skyldig att vidta försiktighetsåtgärder redan om något **kan** vara skadligt. Det vill säga även innan man säkert vet. I praktiken har vår hantering av kemikalier i samhället hittills varit det motsatta – vi har spridit mängder av ämnen, som vi inte vet så mycket om, och drar i nödbromsen först när skadan redan är skedd.

### STOPPA INNAN DE SLÄPPS UT

Generellt har det blivit svårare att minska utsläppen nu än för 60 år sedan. Då var det relativt få kemikalier som användes, fast i stora mängder, och utsläppen kom ofta från ett fåtal punktkällor. Nu är långt fler olika kemikalier i omlopp, men ofta i mindre mängder, och från många olika och diffusa källor.

Det enda sättet att komma åt problemet och få en någotsånär giftfri miljö är därför att begränsa produktionen, användningen och utsläppen, redan från början. Att försöka få bort en förorening som redan finns i miljön är mycket dyrare och svårare (i många fall inte ens möjligt) jämfört med att förhindra att ämnet släpps ut i miljön i första taget.

Att strypa produktionen av farliga ämnen är också viktigt för att kunna få till en cirkulär ekonomi, vilket är en nödvändig del av den gröna omställningen. I nuläget har vi "skitiga flöden", eftersom mycket av det vi producerar innehåller farliga kemikalier.

Även den gröna omställningen i sig skapar nya farliga utsläpp. Ett exempel är att PFAS används i litiumbatterier. Ett annat exempel är att det behövs sällsynta jordartsmetaller till batterier, solceller och elektroniska komponenter, och stora mängder kemikalier används redan vid gruvbrytningen. Här behövs teknisk innovation för att hitta renare alternativ.

Det krävs alltså framsynta politiska beslut, lagstiftning i enlighet med försiktighetsprincipen, helst på global nivå, och att samhället satsar ordentligt med resurser på att genomföra de beslut som fattats och se till att de följs.

Kommuner som är stora inköpare kan ställa krav på sina leverantörer att material och varor inte innehåller farliga ämnen. Det kan till exempel göras genom att välja miljömärkt. Även företag kan ställa krav vid sina inköp, och de som själva tillverkar produkter behöver byta ut farliga kemikalier mot säkrare alternativ.

### VAD KAN MAN GÖRA SJÄLV?

På det privata planet kan var och en rösta på politiker som för fram bra förslag, och även höra av sig till politiker (om fem personer hör av sig är det en "folkstorm"). Som privatperson kan man också påverka företag och andra aktörer genom att fråga vilken miljöhänsyn de tar och hur de kan bli bättre.

Man kan också konsumera mindre (vilket i sig ger mindre kemikalieanvändning), och köpa second hand och miljömärkt när man handlar.

Var också noga med att ta hand om avfall på rätt sätt.<sup>55</sup> Släng inte cigarettfimpar, snus och plast i naturen. Se till att uttjänta batterier, elektronik, lösningsmedel, färgrester och annat farligt avfall lämnas in där det ska på en återvinningsstation och inte läggs i vanliga hushållssopor. Spola heller aldrig ner överblivna läkemedel i toaletten. De ska lämnas in till närmaste apotek.

<sup>54</sup>. Läs om försiktighetsprincipen här: <https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/miljobalken/hansynsreglerna--kapitel-2-miljobalken/forsiktighetsprincipen-2-kap-3/>

<sup>55</sup>. Låt gärna eleverna studera EU:s s.k. avfallstrappa, pedagogiskt presenterad här: <https://www.naturskyddsforeningen.se/faktablad/avfallstrappan/> och låt dem reflektera över hur de hanterar sitt eget avfall, i relation till denna prioriteringsordning.

## LÄROPLANSKOPPLINGAR (GY25)

Materialet tar upp information om giftiga ämnen och varför livet i Östersjön är särskilt utsatt. Det beskriver källor, spridningsvägar och skadeeffekter, historisk utveckling samt om åtgärder framåt: lagstiftning, teknikutveckling, samarbete och gemensamma regelverk, och individens möjligheter att påverka. Tar även upp teknisk och ekonomisk utveckling ("kemikaliesamhället").

Faktaunderlaget är i första hand tänkt för dig som är lärare, som stöd för genomgångar, övningar och diskussioner. Utifrån ämnets syfte och beroende på vilka delar du väljer att använda kan faktaunderlaget passa för dig som undervisar i:

---

### BIOLOGI

Ur ämnets syfte (i korthet):

- Naturvetenskapligt perspektiv.
- Handlingsberedskap att påverka liv och samhället.
- Granska information och reflektera över frågor om hållbar utveckling.
- Diskutera samhällseliga och etiska frågor utifrån en naturvetenskaplig utgångspunkt.
- Aktuell forskning.

#### Nivå 1

Kan exempelvis koppla till (om miljöfrågor lyfts in i nivå 1)

- > Ekologi och evolution
- > Biologin i omvärlden

#### Nivå 2

Kan exempelvis koppla till

- > Ekologi och evolution
- > Fysiologi, anatomi och hälsa
- > Biologin i omvärlden

---

### NATURKUNSKAP

Ur ämnets syfte (i korthet):

- Naturvetenskapligt perspektiv på omvärlden.
- Frågor som rör miljö, hållbar utveckling och hälsa.
- Hur kunskaper i naturvetenskap kan användas i arbetsliv och vardagsnära situationer. Naturvetenskapliga kunskaper för att kunna möta, förstå och påverka sin samtid.
- Ämnesspecifika begrepp.
- Naturvetenskapens betydelse för människors levnadsvillkor och för samhället i stort.

#### Nivå 1b (samt 1a1, 1a2)

Kan exempelvis koppla till

- > Natur och hållbar utveckling (även 1a1)
- > Människokroppen och hälsa (även 1a2)
- > Naturvetenskap i omvärlden (även 1a1 och 1a2)
- > Naturvetenskapliga arbetsmetoder (även 1a1 och 1a2)

**Nivå 2**

Kan exempelvis koppla till

- > Natur och hållbar utveckling
- > Människokroppen och hälsa
- > Naturvetenskap i omvärlden
- > Naturvetenskapliga arbetsmetoder

**KEMI**

Ur ämnets syfte (i korthet):

- Kemins begrepp, kemiska samband. Naturvetenskapligt perspektiv.
- Handlingsberedskap att påverka liv och samhället.
- Granska information och reflektera över frågor om hållbar utveckling.
- Samhälleliga och etiska frågor utifrån en naturvetenskaplig utgångspunkt.
- Kemins betydelse för människors levnadsvillkor och samhället i stort.

**Nivå 1**

Kan exempelvis koppla till

- > Materia och energi (delvis)
- > Kemin i omvärlden

**Nivå 2**

Kan exempelvis koppla till

- > Materia och energi
- > Kemin i omvärlden

**SAMHÄLLSKUNSKAP**

Ur ämnets syfte (i korthet):

- Frågor som berör hållbar samhällsutveckling.
- Analysera samhällsfrågor.

**Nivå 1b**

Kan exempelvis koppla till

- > Ekonomi och resursfördelning (även 1a1)
- > Samhällsvetenskapliga perspektiv och arbetsmetoder

**Nivå 2**

Kan exempelvis koppla till

- > Inflytande och beslutsfattande

**Nivå 3**

Kan exempelvis koppla till

- > Inflytande och beslutsfattande
- > Ekonomi och resursfördelning
- > Samhällsvetenskapliga perspektiv och arbetsmetoder

## POLITIK OCH HÅLLBAR UTVECKLING

Ur ämnets syfte (i korthet):

- Förutsättningar, drivkrafter och värden som ligger till grund för arbete med miljömässig, social och ekonomisk hållbarhet.
- Samband mellan livsstil och hållbar utveckling.
- Nationella och internationella bestämmelser inom området.
- Frågor som behandlar politik om hållbar utveckling.

### Nivå 1

Kan exempelvis koppla till

- > Svensk och europeisk miljölagstiftning, internationella konventioner.
- > Centrala aktörer inom hållbar utveckling.
- > Samband mellan livsstil, politik och hållbar utveckling.
- > Information från olika källor.
- > Analys av något hållbarhetsproblem.

### Nivå 2

Kan exempelvis koppla till

- > Nationell miljölagstiftning kopplat till något miljöpolitiskt område.
- > Information från olika källor.
- > Användning av begrepp och teorier inom området politik och hållbar utveckling.
- > Fördjupning av något miljöproblem samt värdering av olika handlingsalternativ för ekonomisk, social och miljömässig hållbarhet.

---

## GEOGRAFI

Ur ämnets syfte (i korthet):

- Samband mellan natur, människa och samhälle.
- Framtidens globala utmaningar.
- Frågor kopplade till hållbar utveckling och hållbar samhällsplanering.
- Handlingsberedskap i aktuella frågor.

### Nivå 1

Kan exempelvis koppla till

- > Hur ekologiska, sociala, ekonomiska och etiska perspektiv är integrerade med varandra i frågor som rör hållbar utveckling.
- > Hållbar samhällsplanering och beredskap kopplat till framtidsfrågor.

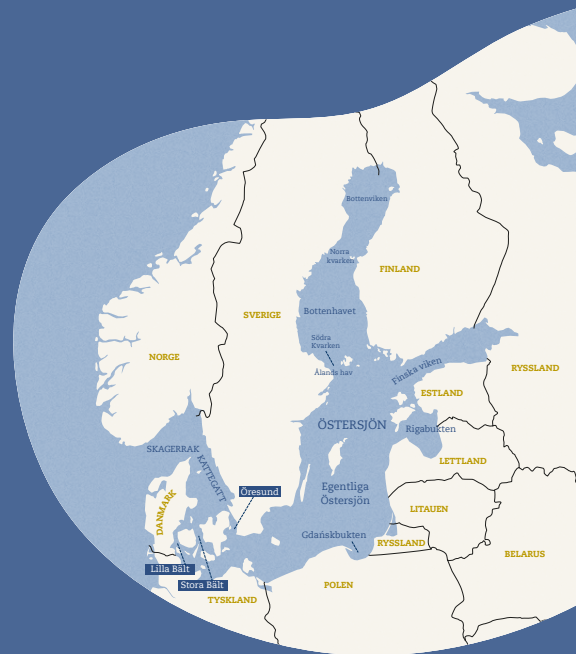
### Nivå 2

Kan exempelvis koppla till

- > Analys av aktuella intressekonflikter på olika platser (natur, människa, samhälle).

Faktaunderlaget är en del av **Lektionsbanken om Östersjön**, från Stockholms universitets Östersjöcentrum. I lektionsbanken finns också ett tillhörande bildspel och övningar för eleverna. Allt material är fritt att använda i din undervisning, så länge du anger källan.

Du hittar allt material på [su.se/lektionsbanken-om-ostersjon/](https://su.se/lektionsbanken-om-ostersjon/)



---

**Grafisk form:** Azote

**Illustrationer och grafik** där ej annat angivet: Azote och Östersjöcentrum

**Med finansiering av Formas**