

## EFFEKTER AV OLJA I MARIN MILJÖ

### Biologiska effekter

Råoljor består av naturligt förekommande komplexa blandningar av organiska ämnen. Dess fysikaliska egenskaper och kemiska sammansättning varierar från fyndighet till fyndighet. Oljans kemiska sammansättning och de yttre miljöförhållandena (vatten- och lufttemperatur, väderbetingelser) bestämmer hur oljan beter sig i havsmiljön. När olja får kontakt med vatten påbörjas en rad fysikaliska och kemiska processer som förändrar oljans egenskaper och därmed dess effekter på det marina livet. Kalla havsområden så som Östersjön är speciellt sårbara för oljespill. Låga temperaturer ökar oljans viskositet och förhindrar uppblandning med vattnet. Mikrobiologisk nedbrytning av olja på stränderna sker långsammare jämfört med varmare områden och naturlig nedbrytning av olja kan ta dekader snarare än månader. Östersjöns instängda läge gör också att kustområden alltid finns i relativ närhet av ett oljespill var detta än sker. När oljan väl har nått stränderna beror återhämtningsförloppet på en rad faktorer såsom typ av olja, säsong, kustens utseende och exponeringsgrad.

Råolja och vissa oljeprodukter innehåller en rad vattenlösliga fraktioner och ju lättare oljan är desto snabbare sker avdunstning till atmosfären. Nordsjöolja är relativt lätt och avdunstar snabbt medan andra tunga råoljor är trögflytande och avdunstar endast obetydligt vid normala temperaturer. Andra fraktioner löses i vattenfasen. Exempel på vattenlösliga oljeprodukter är aromatiska kolväten så som PAH, bensen och toluen. Den fraktion som stannar kvar på vattenytan formar vanligen en emulsion med vattnet och emulgeringsprocesserna gynnas av vågrörelserna. Vatten som blandas in i olja (s.k. mousse) kan bilda en stabil emulsion under flera månader. Moussebildning kan också medföra att oljan förlorar sina flytegenskaper och sjunker ned till botten.

Forskning kring de långsiktiga effekterna inklusive reproduktionsskador har visat att många organismer är känsliga för råolja i koncentrationer mindre än 1 mg/l. Raffinerade produkter kan vara 10-100 gånger giftigare än råolja. Speciellt produkter med en hög andel aromatiska oljekolväten är mycket giftiga för det marina livet. Hit hör lätta brännoljor som dieselolja, bensin och fotogen.

I det fria vattnet tas olja upp av mikroskopiska planktonorganismer vilka fungerar som en vektor för olja till andra delar av den marina näringsväven.

Analys av olja i blåmusslor i närheten av oljeterminaler har påvisat ett samband mellan mängden spilld olja och halten av aromatiska kolväten i musslorna. Dessutom registrerades en reducerad metabolism hos musslorna som kunde härledas till

ackumulering av PAH.

De yngsta utvecklingsstadierna av fisk är de mest känsliga för exponeringen för olja och kan leda till reducerad kläckbarhet och abnormal utveckling av yngel. Lågdosexponering av vattenlösliga oljefraktioner i de koncentrationer som kan förekomma vid ett oljespill (ca 100 Fg/l) kan emellertid ge upphov till subletala effekter som är svårare att upptäcka. Fysiologiska mätningar har registrerat en förhöjd enzymaktivitet hos fisk vid så låga koncentrationer som 40 Fg/l av Nordsjöolja vilket visar att fiskens avgiftningssystem har trätt i funktion.

Ett relativt litet oljespill under en kritisk period kan orsaka mycket större skada än ett avsevärt större spill under en annan del av året. Det hitills värsta exemplet från Östersjön är ett oljeutsläpp på omkring 10 ton som ägde rum vid Öland 1976 och som beräknas ha förorsakat 60.000 alfvågels död. Undersökningar utförda i Östersjön under vintern 1992-93 visade att mer än 9 miljoner sjöfåglar fördelade på cirka 30 arter utnyttjar Östersjön som övervintringsområde. Exempelvis återfinns mer än 90% av Nordeuropas hela populationer av alfvågels och svärta i öppna Östersjön vintertid. De stora fartygsstråken passerar Pommerska bukten och vidare norrut förbi Hoburgs bank vid Gotlands sydspets där stora mängder av alfvågels samlas. De ökande mängderna av oljeskadad fågel utgör en indikation på den ökande fartygstrafiken i Östersjön och Västerhavet. Under åren 1994-1996 avlivades ca 60.000 alfvågels längs Gotlands kust. Den fulla omfattningen av oljeskadorna hos sjöfågel är emellertid inte känd. Studier i Nordsjön har visat att endast 7-40 % av de fåglar som dör på grund av olja återfinns skadade eller döda på stränderna. Det verkliga antalet oljeskadade fåglar är alltså mångdubbelt större än vad fynden på stränderna anger.

### **Återhämtningsförlopp**

Olja bryts ned av marina bakterier som utnyttjar oljan som kolkälla. Tillräckliga mängder av syre och närsalter krävs för att vidmakthålla tillväxt och metabolism hos mikroorganismerna. Resultatet blir en ökad produktion av bakterier samt nedbrytningsprodukterna koldioxid och vatten. Vid högre temperaturer kommer oljan att avdunsta samtidigt som den mikrobiologiska nedbrytningen sker fortare. De biologiska effekterna av oljespill i tropikerna tycks bli mindre än i tempererade eller arktiska vatten. Erfarenheterna från olyckan med Exxon Valdez vid Alasca har emellertid visat att det också i dessa kalla vatten finns mikroorganismer med mätbart nedbrytande effekt på olja. Kvantitativa uppskattningar av takten i naturlig biologisk nedbrytning varierar från ca 0.03 g till maximalt 60 g olja per ton havsvatten och dygn i kroniskt oljeförorenade vattenområden. Det finns emellertid en rad högmolekylära substanser i oljan som är svåra att bryta ned och som kan tas upp av andra organismer som fisk och skaldjur.

Även om skadorna på den marina miljön efter ett oljespill inte är irreversibla kan återhämtningsförloppet bli långvarigt. I den fria vattenmassan gör den snabba utspädningen tillsammans med den normalt korta generationstiden för planktoniskt levande organismer att skadorna snabbt elimineras. De biologiska nedbrytningsprocesserna är verksamma främst när det gäller de lättare

beståndsdelarna i oljan. Dessa bryts ned till komponenter som löses i vattnet. Det som blir kvar av oljan får därigenom högre densitet och kan så småningom sjunka till botten. När oljan når botten och stränder uppstår emellertid mera långsiktiga skador. Det räcker med några gram olja per kvadratmeter för att orsaka omfattande negativa effekter på bottenlevande organismer. Effekterna kvarstår under betydligt längre tid än i den fria vattenmassan, speciellt om oljan lagras in i bottensediment vid låg temperatur och dåliga syreförhållanden. Nedbrytningen av de tyngre oljefraktionerna går då mycket långsamt eller helt kan upphöra. Oljeförorenade sediment kan också leda till skador på bottenlevande fiskarter som ål och plattfisk.

Tiden som krävs för att den marina miljön skall hinna återhämta sig efter ett oljespill kan variera från några veckor till många år. Den kemiska komplexiteten hos olja komplicerar bedömningarna av de biologiska effekterna under längre tidsrymder. Det finns emellertid knappast några bevis för kvarstående effekter av oljeförorening på samhälls- och populationsnivå. Tiden för återhämtning är i allmänhet kortare i hårt exponerade områden (2-3 år) och avsevärt längre i skyddade områden (20-30 år).

Återhämtningen av det marina växt- och djurlivet i ett oljepåverkat kustområde beror generellt på hur reproduktionen sker hos de drabbade arterna. Många marina fastsittande eller orörliga arter har ett planktoniskt larvstadium vilket innebär att "lediga" ytor som är tillräckligt fria från olja kan börja återkolonieras redan vid nästa rekryteringstillfälle året därpå. Vissa arter saknar däremot frisimmande larvstadium och för dessa kan det ta många år innan de lyckas nå sina ursprungliga områden igen.

### **Fallstudier i svenska vatten**

De flesta registrerade oljeutsläppen av olja är små och fördelas relativt snabbt i vattenmassan. Miljöpåverkan av dessa utsläpp är därför svåra att mäta. Undersökningar av de långsiktiga miljöeffekterna av oljeutsläpp har i stället koncentrerats till utsläpp större än 1000 ton. I svenska vatten är det bara utsläppet av ca 1.000 ton olja i samband med grundstötningen av *Tsesis* i Stockholms södra skärgård 1977 som följts upp med miljöundersökningar under längre tid.

Vid grundstötningen av *Tsesis* nådde ansenliga mängder olja bottenarna. De bottenlevande organismerna reagerade omedelbart med hög dödlighet. Den påföljande vintern uppvisade bottenlevande kräftdjur signifikant ökad frekvens av embryonala skador. Inte förrän den andra sommaren efter olyckan kunde de första tecknen på en återhämtning observeras på de mest påverkade platserna.

### **Fallstudier internationellt**

*Torrey Canyon*. Grundstötning vid Cornwall i Storbritannien 1967. Utsläpp av ca 100.000 ton råolja. Vid bekämpning av oljan användes stora mängder dispergeringsmedel som var betydligt giftigare än nutida medel. Det dröjde mer än 10 år innan djur- och växtlivet på klippkusten hade återhämtat sig.

*Amoco Cadiz.* Grundstötning utanför Bretagne i Frankrike 1978. Utsläpp av ca 220.000 ton lätt råolja. Utsläppet ägde rum på grunt vatten i hårt väder och en 320 km lång kuststräcka påverkades. I likhet med många andra oljeutsläpp bildades en mousse med 30% vatteninnehåll efter det att oljan hade runnit ut i havet. På grund av den stora andelen av olja med låg kokpunkt så avdunstade ca 30% av oljan medan 14% löstes i vattenfasen, 8% bands till sedimenten och 28% landade på stränderna. Den olja som löstes i vattnet bröts snabbt ned av mikroorganismer vilket indikerades av sjunkande närhalts- och syrgaskoncentrationer. Enligt kontrollerade laboratorieundersökningar är emellertid en fullständig nedbrytning av de olika oljefraktionerna till koldioxid och vatten begränsad. 40% av bottenlivet eliminerades i vissa av de påverkade områdena och viss fiskdödlighet observerades upp till 10 km från vraket. De exponerade klippstränderna var nästan helt fria från olja ett par veckor efter olyckan medan sandstränder var fria från olja efter 1-3 år beroende på penetration av oljan ned i sanden. För stränder täckta med klappersten och grus tog det 3-5 år medan det i skyddade områden med lermineral troligen krävs mer än 10 år innan en återhämtning har skett. De ekonomiskt viktiga ostronodlingarna förstördes under lång tid. Sju år efter olyckan var ostron fortfarande kontaminerade. Under de två första åren efter olyckan observerades också en hög frekvens av fenröta hos plattfisk.

*Exxon Valdez.* Grundstötning i Prince William Sound i Alaska 1989. Utsläpp av ca 42.000 ton råolja. Omkring 5000 km av kusten förorenades. Speciellt hårt drabbades fåglar och beståndet av utter. Den största delen av oljan togs bort under det första året genom massiva bekämpnings- och saneringsinsatser. Tre år efter olyckan hade de flesta förorenade kustområden återhämtat sig, dvs sammansättningen av växt- och djurarter hade återgått till den för området normala. Endast svårt nedsmutsade områden som på grund av tekniska svårigheter inte kunnat saneras uppvisade fortfarande sex år efter utsläppet negativa miljöeffekter. Reproduktionen av lax drabbades hårt och ännu tre år efter olyckan dog upp till 40% av laxäggen i de vattendrag som förorenats.

*Braer.* Förlisning vid Shetlandsöarna 1993. Utsläpp av ca 87.000 ton lätt råolja. Olyckan skedde i mycket hårt väder och lasten dispergerades snabbt i den grova sjön. Detta medförde att skadorna i viss mån begränsades. De största skadorna uppstod vid fiskodlingarna. Två år efter förlisningen kunde förhöjda halter av olja fortfarande uppmätas i djupare liggande bottnar.

*Sea Empress.* Grundstötning utanför Milford haven i Storbritannien 1996. Utsläpp av ca 70.000 ton lätt råolja. Området är starkt påverkat av tidvatten. Olyckan skedde några veckor innan stora grupper av migrerande fåglar väntades till området. Enligt vissa bedömningar kan det dröja 30 år innan skadorna på bottenlivet har läkt. Mot detta talar att miljöskadorna efter *Braer* som fraktade samma typ av råolja inte blev så allvarliga som man först befarat.

### **Miljöeffekter av oljeutvinning till havs**

Tillförseln av olja i samband med exploatering av olja till havs omfattar oavsiktliga oljespill, dumpning av borrhax och utsläpp av produktionsvatten. Erfarenheter från

Nordsjön visar att är borrhax blandad med olja utgör den största källan till oljeförorening av bottenarna runt produktionsplattformarna. Oljan härrör från det borrhax innehållande dieseloja som används för att smörja borren, föra upp borrhaxet till ytan och kontrollera trycket i oljereservoaren. Användningen av dieseloja i borrhax är nu förbjuden på grund av sitt höga innehåll av aromatiska oljekomponenter.

Depositionen av material till bottenarna har en direkt fysisk påverkan på de bottenlevande organismerna i omedelbar närhet av plattformen (ca 100 m) vilket visar sig i form av ett minskat antal arter. Längre ut (upp till ca 1500 m) kan de biologiska effekterna på samhällsnivå relateras till en gifteffekt orsakade av olja. Det finns ett starkt negativt samband mellan artrikedomen och koncentrationen av olja i sedimenten. Koncentrationer av olja i sediment som är 1000 gånger högre än bakgrundsvärden kan observeras upp till 750 m från anläggningarna tillsammans med en starkt förändrad sammansättning av bottenfaunan. Därefter återfinns en övergångszon mellan 750 och 1500 m där oljekoncentrationen varierar mellan 20-100 gånger bakgrundsnivån och där faunan återgår till ett normalt utseende. Mellan 1000 och 3000 m från utsläppskällan kan koncentrationen av olja i sedimenten nå 20 gånger bakgrunden. På större avstånd kan inga tydliga effekter på bottenfaunasamhället observeras. I vissa områden med intensiv borrhax eller produktion har fastställts signifikant högre koncentrationer av olja i sedimenten jämfört med bakgrunden på avstånd mellan 5 och 10 km från utsläppskällorna.

En påverkan av artrikedomen hos bottenfaunan tycks börja vid koncentrationer runt 50-60 ppm. Dessa nivåer återfinns normalt upp till 1000 m från anläggningarna. En mera storskalig utbredning av oljekontaminerade sediment har emellertid observerats ju längre tid som utvinningen har pågått i området.