

Het milieu in Europa: de tweede balans

13. Technologische ongevallen en natuurrampen

European Environment Agency



13. Technologische ongevallen en natuurrampen

Voornaamste bevindingen

Het aantal grote bedrijfsongevallen dat jaarlijks in de EU wordt gemeld, is sinds 1984 ongeveer gelijk gebleven. Gelet op het feit dat sindsdien zowel de melding van ongevallen is verbeterd als de industriële activiteit is toegenomen, valt aan te nemen dat het aantal ongevallen per eenheid activiteit is afgenomen. Er is momenteel geen databank die ook informatie over bedrijfsongevallen in de LMOE en de NOS bevat.

Uitgaande van de Internationale schaal voor nucleaire voorvallen (INES) van de Internationale Organisatie voor Atoomenergie, hebben zich sinds 1986 (Tsjernobyl - INES-niveau 7) in Europa geen "ongevallen" (INES-niveaus 4-7) meer voorgedaan. Bij de meeste voorvallen die zijn gemeld, ging het om "anomalieën" (INES-niveau 1), en in enkele gevallen was er sprake van een "incident" (INES-niveaus 2-3).

Het jaarlijkse aantal grote ongelukken met olieverontreiniging op zee is de afgelopen tien jaar wereldwijd aanzienlijk verminderd. Drie van de grootste olierampen die zich ooit in de wereld hebben voorgedaan, vonden de laatste paar jaar echter in West-Europa plaats. Deze calamiteiten waren verantwoordelijk voor een groot deel van de totale olievervuiling.

Met betrekking tot veel activiteiten die aanleiding kunnen geven tot grote ongevallen, is er sprake van een almaar groeiende intensiteit. Ook neemt in sommige gevallen de kwetsbaarheid van deze activiteiten en van infrastructuren voor natuurrampen toe. De Seveso II-richtlijn verschaft door zijn grote reikwijdte en uitgebreidheid en door zijn gerichtheid op ongevalpreventie een groot deel van het noodzakelijke kader voor een beter risicobeheer. De industrie en de regelgevende en planningautoriteiten moeten nu overgaan tot de toepassing ervan. De richtlijn verschaft tevens een model voor Oost-Europa, waar zo'n breed transnationaal kader niet bestaat. Maar er is ook een algemene behoefte voor de aanpak van andere dan industriële rampen.

In de jaren negentig vond een uitzonderlijk groot aantal overstromingen plaats die veel schade veroorzaakten en tal van slachtoffers eisten. Hoewel de meest waarschijnlijke oorzaak voor deze overstromingen natuurlijke variaties in de waterhuishouding zijn, zijn de effecten ervan mogelijk versterkt door de menselijke invloed op de hydrologische kringloop.

13.1. Inleiding

De meeste effecten voor het milieu die in dit rapport beschreven worden, zijn een gevolg van gewone menselijke activiteiten zoals de productie en het gebruik van energie, industrie, transport en landbouw. De gezondheid van de mens en het milieu kunnen echter ook aangetast worden door ernstige technologische ongevallen en extreme natuurrampen.

Zulke ongevallen en rampen vormen een unieke klasse milieuproblemen. Ze zijn vooral reden tot bezorgdheid vanwege de mogelijke omvang van de gevolgen (vandaar de belangstelling van de pers en het publiek die ze teweegbrengen), de onvoorspelbaarheid ervan (vandaar het gebleken gebrek aan beheersbaarheid en de moeilijkheid om er adequaat op voorbereid te zijn) en de onzekerheden over de consequenties ervan. Er is vaak weinig bekend over de beweging in het milieu van stoffen die kunnen vrijkomen, en over hun gevolgen voor het milieu en de gezondheid. Er kunnen ook onvoorziene reacties optreden met de omgeving op het moment van de ramp, hetgeen bijdraagt aan de onzekerheid.

Hoewel statistieken over gebeurtenissen in het verleden enige indicatie kunnen geven van mogelijk te verwachten voorvallen in de toekomst, sluit de complexiteit van de oorzaken die tot deze gebeurtenissen leiden (met betrekking tot sociale factoren en ingewikkelde milieuproblemen zoals

klimaatsveranderingen), elke voorspelling uit over het of, wanneer of waar in de toekomst gebeurtenissen zich zullen voordoen. Deze onzekerheden betekenen in combinatie met die welke verband houden met de aard en grootte van de eruit voortvloeiende gevolgen, dat grote technologische ongevallen en natuurrampen moeten worden beschouwd als belangrijke risicofactoren die beoordeeld en beheerst dienen te worden.

In dit hoofdstuk wordt verder ingegaan op vier soorten gebeurtenissen:

- grote ongevallen bij industriële installaties;

- ongevallen bij nucleaire installaties;
- ongevallen bij transport over zee en op offshore-installaties;
- rampen die veroorzaakt worden door natuurlijke risico's en de mogelijke verergering door de mens ervan.

In dit hoofdstuk wordt een overzicht van dergelijke gebeurtenissen in Europa gedurende ongeveer de laatste tien jaar gegeven en worden de tendensen in het vóórkomen ervan en de oorzaken en gevolgen voor de gezondheid van de mens en het milieu behandeld.

13.2. Gevolgen en trends

Ongevallen en natuurrampen doen zich in grotendeels onvoorspelbare, afzonderlijke gebeurtenissen voor (kader 13.1). Sommige soorten grote technologische ongevallen en sommige natuurrampen kunnen als enige omvangrijke gevolgen op korte termijn teweegbrengen en kunnen soms onherstelbare schade aan lokale populaties en ecosystemen toebrengen, bijvoorbeeld door de acute effecten van zwaar giftige stoffen, de gevolgen van explosies of het vrijkomen van grote hoeveelheden vervuilende stoffen in een kort tijdsbestek. In de meeste gevallen zijn het de gevolgen voor het water van dergelijke ongevallen die meestal de grootste milieuschade aanrichten. Effecten op de gezondheid van de mens en dodelijke ongevallen, indien daar sprake van is, zijn meestal het gevolg van atmosferische emissies. Het totale effect van kleine ongevallen op het milieu, zoals ongevallen tijdens het transport van giftige stoffen, die niet in dit hoofdstuk behandeld worden vanwege een gebrek aan gegevens, is misschien veel groter dan dat van grote ongevallen

Tot het spectrum aan effecten voor de gezondheid van de mens die een gevolg kunnen zijn van grote technologische ongevallen, behoren acute gevolgen, zoals verwondingen, verbrandingen en vergiftigingen, en effecten op de lange termijn of vertraagde gevolgen, zoals een verhoogd risico op neoplastische ziekten of aangeboren afwijkingen bij kinderen van getroffen ouders.

Ofschoon statistieken over ongevallen met gevolgen voor de gezondheid van de mens niet specifiek in dit rapport besproken worden, wordt deze categorie gedomineerd door verkeersongevallen, die in 1996 in Europa 105.000 doden en 2,2 miljoen gewonden tot gevolg hadden (ECE-gegevens). Industriële ongevallen en bekende maar onvoorziene ongevallen, zoals besmetting van voedsel of drinkwater, veroorzaken jaarlijks honderden dodelijke slachtoffers en duizenden verwondingen of ziekmeldingen in Europa. Bovendien kunnen dergelijke ongevallen het milieu op dezelfde manier aantasten als gewone emissies van vervuilende stoffen, bijvoorbeeld door verschillende onderdelen van een getroffen ecosysteem via voedselketens te beschadigen.

Aangezien er verschillende meldingscriteria zijn en als gevolg hiervan ook verschillende interpretaties over wat een groot ongeval is (behalve in het geval van stralingsincidenten/-ongevallen tengevolge van de beschikbaarheid van de Internationale schaal voor nucleaire voorvallen – INES), is het niet mogelijk om algemene kwantitatieve trends betreffende grote ongevallen af te leiden. Ofschoon het consistent inzicht in en de melding van ongevallen is verbeterd sinds de invoering van de gegevensbank van het Meldingssysteem voor grote ongevallen (MARS) en de INES in 1992 (zie beneden), krijgen sommige geografische gebieden (bv. Oost-Europa) toch nog minder aandacht dan andere. Bepaalde soorten voorvallen (bv. 'bijna-ongevallen') worden vaak helemaal niet gemeld. Er kunnen echter kwalitatieve tendensen worden onderscheiden en de volgende paragrafen beschrijven de voornaamste ontwikkelingen in Europa op het gebied van technologische ongevallen en natuurrampen gedurende ongeveer het laatste decennium.

13.2.1. Grote industriële ongevallen

Consistente informatie over industriële ongevallen in Europa is alleen beschikbaar voor de EU. Voor Midden- en Oost-Europa is er geen betrouwbare bron van eensluidende informatie. Daarom richt deze paragraaf zich op de beschikbare informatie van de EU waaruit in sommige gevallen parallellen kunnen worden getrokken voor de rest van Europa.

Kader 13.1: Wat is een ongeval?

Een ongeval is een onbedoeld voorval met nadelige consequenties, die kunnen variëren van vrij onbeduidend tot catastrofaal. Gezien de grote variëteit aan voorvallen die als ongevallen kunnen worden aangeduid, zijn duidelijke definities nodig om gegevens over technologische ongevallen en natuurrampen te presenteren en de aard en gevolgen ervan te bespreken. Er is echter geen enkele definitie voor een 'groot ongeval'. Definities zijn doorgaans gebaseerd op de verschillende soorten ongunstige gevolgen (aantal dodelijke slachtoffers, verwondingen, aantal geëvacueerden, gevolgen voor het milieu, kosten, enz.) en op een drempelniveau voor elk type gevolg.

Binnen de Europese Unie worden grote ongevallen omschreven als 'plotselinge, onverwachte, niet geplande voorvallen tengevolge van onbeheersbare ontwikkelingen tijdens een industriële activiteit, die feitelijk of mogelijk ernstige, onmiddellijke of vertraagde, ongunstige gevolgen veroorzaakt (dood, verwondingen, vergiftiging of ziekenhuisopname) voor een aantal mensen binnen en/of buiten de installatie.' (Europese Raad, 1982; CEG, 1988).

De Seveso I en II-richtlijnen (Europese Raad, 1982, 1997) vereisen dat de bevoegde autoriteiten van de lidstaten bij de Europese Commissie melding maken van grote ongevallen waarbij gevaarlijke stoffen zijn betrokken en die in hun respectievelijke landen plaatsvinden. Dit geldt niet voor nucleaire, mijn- of transportongevallen en ongevallen op stortterreinen. Sinds 1984 zijn dergelijke ongevallen gemeld bij MARS, dat geleid en onderhouden wordt door het Gemeenschappelijk Centrum voor onderzoek van de Europese Commissie, Ispra.

Hoewel er op dit moment geen gelijksoortige gegevensbank bestaat voor Midden- en Oost-Europa en de NOS, kan hier verandering in komen door samenwerkingsprojecten van de Europese Commissie (PHARE en TACIS) en het werk van de regionale coördinatiecentra van de ECE ter voorkoming van industriële ongevallen (Boedapest) en voor opleiding en oefening bij industriële ongevallen (Warschau).

In het kader van de vereisten van de Seveso-richtlijn zijn van 1984 tot eind april 1997 in totaal 293 grote industriële ongevallen gemeld bij de MARS-gegevensbank; 190 van deze ongevallen hebben plaatsgevonden vanaf 1990. In tabel 13.1 zijn de gevolgen van de sinds 1984 gemelde ongevallen samengevat. Ongeveer tweederde van de ongevallen die milieuschade tot gevolg hadden, hadden betrekking op waterverontreiniging (zoetwaterreservoirs, rivieren) en in de helft van deze gevallen werd de verontreiniging veroorzaakt door het gebruik van bluswater.

Ofschoon de meeste publieke aandacht meestal uitgaat naar relatief zeldzame, grote ongevallen die de meest duidelijke en dramatische effecten tot gevolg hebben, werden 43 ongevallen (17%) die geen of slechts verwaarloosbare gevolgen hadden, toch als 'groot ongeval' aangeduid door de bevoegde autoriteiten van de EU-lidstaten en werden aldus gemeld.

De spreiding van de meldingen van grote ongevallen in de EU is gedurende de laatste 13 jaar relatief stabiel geweest (figuur 13.1). Een trend in het voorkomen van ongevallen kan echter niet uit deze gegevens worden afgeleid, omdat het aantal landen dat ongevallen meldt, veranderd is (meer landen melden ongevallen in de tweede helft van de periode) en omdat de meldingen van voorvallen vollediger zijn geworden (door een groeiende aanvaarding van het systeem). Desalniettemin duidt de relatief stabiele trend in grote ongevallen onder deze omstandigheden op het feit dat het aantal grote ongevallen per eenheid activiteit afneemt, omdat de intensiteit van industriële activiteiten in West-Europa, die de oorzaak zijn van de meeste grote ongevallen, stijgt (zie hoofdstuk 1, paragraaf 1.3.2). Er is meer bewijs nodig om deze conclusie te staven, hetgeen ook meer licht zou kunnen werpen op de effectiviteit van beleids- en preventiemaatregelen en zou kunnen leiden tot een beleid voor verdere verbeteringen.

De Seveso II-richtlijn (Europese Raad, 1997), die Seveso I vervangt en uitbreidt, bevat voor meldingsdoeleinden een beknopte en ondubbelzinnige definitie van wat een 'groot ongeval' is. Deze definitie is gebaseerd op drempelcriteria (zie kader 13.2). Het gevolg hiervan zal waarschijnlijk zijn dat de drempelcriteria voor de melding van een ongeval over het geheel genomen verlaagd zullen worden en de verwachting is dat dit zal leiden tot een aanmerkelijk stijging in het aantal meldingen. Dit wil echter niet automatisch zeggen dat er ook meer ongevallen zijn. Seveso II vereist ook de melding van 'bijna-ongevallen' die niet voldoen aan de kwantitatieve criteria, maar die voor de lidstaten van bijzonder technisch belang zijn om grote ongevallen te voorkomen en hun gevolgen te beperken.

Een analyse van de ongevallen die in het kader van MARS zijn gemeld, laat zien dat de meeste hebben plaatsgevonden in de petrochemische en verwerkingsindustrie en raffinaderijen en dat de keramische, cement- en verfindustrie het minst gevoelig zijn voor ongevallen. De stoffen die het vaakst bij ongevallen vrijkwamen, waren licht ontvlambare gassen; chloor en ammoniak kwamen ook vaak vrij.

De gegevens laten zien dat grote industriële ongevallen waarbij gevaarlijke stoffen betrokken zijn, doorgaans het gevolg zijn van een aantal oorzaken zoals

Tabel 13.1 Gevolgen van ongevallen in de EU die gemeld zijn bij MARS sinds 1984 (situatie oktober 1996)

Gevolgen	Aantal ongevallen¹
Geen of verwaarloosbaar	43
Dodelijke slachtoffers	
- op de locatie ²	47
- buiten de locatie	16
Verwondingen ³	
- op de locatie	94
- - buiten de locatie	26
Milieuschade	21
Verlies van nationaal erfgoed	0
Materiële schade ⁴	
- op de locatie	5
- - buiten de locatie	9
Verstoring van openbaar leven	121

1 Elk ongeval kan meerdere gevolgen hebben, vandaar dat het genoemde totaal hier hoger is dan het aantal gemelde ongevallen in deze periode.

2 Dodelijke ongelukken en verwondingen op de locatie betreffen personeel in vast en tijdelijk dienstverband en hulpdiensten op of bij de plaats van het ongeval.

3 Tot de verwondingen behoren kleine verwondingen alsmede die waarbij een ziekenhuisopname van 24 uur of meer noodzakelijk was.

4 Materiële schade verwijst alleen naar gevallen waar betrouwbare schattingen van de kosten zijn gegeven.

Bron: MARS-gegevensbank

fouten van machineoperators, storingen van onderdelen, chemische reacties en voorvallen buiten de locatie; over het algemeen is het belangrijker om duidelijkheid te verschaffen in de opeenvolging van gebeurtenissen dan om te kijken naar een enkele basisoorzaak, die in de meeste gevallen niet bestaat. Uit recente gedetailleerde analyses van beschrijvingen van grote ongevallen (Drogaris 1993, Rasmussen 1996) blijkt dat storingen van onderdelen en fouten van machineoperators de twee meest voorkomende directe oorzaken zijn van grote ongevallen, terwijl de belangrijkste onderliggende oorzaak veronachtzaming van het management is (67% van de ongevallen).

Alhoewel, zoals hierboven vermeld, het aantal ongevallen per eenheid activiteit lijkt te dalen, zijn er over het algemeen geen betekenisvolle tendensen te zien in de bronnen, oorzaken en gevolgen van grote ongevallen gedurende de laatste tien jaar. Dit zou betekenen dat vele van de vaak ogenschijnlijk triviale 'lessen die getrokken kunnen worden' uit ongevallen uit het verleden nog niet voldoende zijn verwerkt in industriële praktijken en normen.

13.2.2. Kernrampen

Kernrampen kunnen optreden in een groot aantal installaties, waaronder militaire installaties, medische voorzieningen en onderzoeksinstituten alsmede in installaties voor het opwekken van elektriciteit in kerncentrales. Het transport van radioactief materiaal (bv. kernbrandstof, radio-isotopen en afvalproducten) is ook een potentiële oorzaak van stralingsongevallen. Op dit moment (eind 1996) zijn er 442 kerncentrales in bedrijf in de hele wereld (218 in Europa) en 36 in aanbouw (18 in Europa). Er zijn ook 99 splijstofkringloopfabrieken in Europa (IAEA-gegevens).

In 1992 formaliseerde de Internationale Organisatie voor Atoomenergie (IAEA) de Internationale schaal voor nucleaire voorvallen (INES) om zo het publiek onmiddellijk in consistente bewoordingen te kunnen laten weten van welke veiligheidsrisico's er sprake is bij gemelde voorvallen in kerncentrales. Voorvallen die alleen betrekking hebben op nucleaire of stralingsveiligheid, worden ingedeeld op een schaal van nul tot zeven; een voorval van niveau nul wordt aangeduid als een 'anomalie', niveaus 1-3 worden aangeduid als 'incidenten' en niveaus 4-7 als 'ongevallen'. Alleen de niveaus 5-7 brengen risico's buiten de locatie zelf met zich mee.

Op grond van de INES-definities zijn bijna alle voorvallen die gemeld zijn bij de IAEA vanaf 1990, geclassificeerd als 'anomalieën' en slechts enkele als 'incidenten' (IAEA-gegevens). Sinds 1986 zijn er geen 'ongevallen' in Europa geweest (Tsjernobyl – INES-niveau 7). In de voormalige Sovjet-Unie zijn in het verleden twee zeer ernstige ongevallen geregistreerd: Tsjernobyl en Kyshtym in 1957 in een militaire verwerkingsfabriek (INES-niveau 7). De informatie over voorvallen in de voormalige Sovjet-Unie kan echter onvolledig zijn vanwege de militaire aard van een aantal fabrieken en schepen. In het kader van het nieuwe informatiebeleid van de Russische Federatie wordt informatie over anomalieën en incidenten meteen vrijgegeven (bv. kerncentrale van St.-Petersburg,

Kader 13.2 : Criteria voor het melden van een ongeval aan de Europese Commissie (MARS-gegevensbank)

De criteria voor het melden van een ongeval hebben betrekking op:

- vrijgekomen hoeveelheid gevaarlijke stoffen;
- persoonlijke ongevallen;
- omvang en duur van evacuatie en onderbreking van diensten;
- schade aan bezittingen;
- schade aan de natuurlijke omgeving van planten en dieren op het land, in zoet water en in zee en schade aan het grondwater;
- grensoverschrijdende schade;

Bron: Europese Raad, 1997

1991, INES-niveau 2, en militaire opwerkingsfabriek in Tomsk, 1993, INES-niveau 3).

De meeste afwijkende voorvallen (anomalieën en incidenten) die onlangs zijn opgetreden in nucleaire installaties in Europa, waren een gevolg van menselijke fouten tijdens werkzaamheden en werden gevolgd door een automatische terugkeer naar veilige reactoromstandigheden.

De gevolgen van het ongeval bij Tsjernobyl zijn in het Dobris-rapport en elders beschreven (CEG, 1996; EG/IAEA/WHO, 1996; CEG, 1998). De acute gevolgen voor de gezondheid bestonden uit 31 dodelijke ongevallen en ongeveer 140 mensen die in verschillende mate leden aan stralingsziekte en een verslechtering van de gezondheidstoestand – het betrof hier geen publiek. Met betrekking tot de sociaal-economische versterking en psychologische stress zijn de gevolgen (waaronder de evacuatie van 120.000 mensen) ernstig en naar verwachting van lange duur.

Wat de latere effecten voor de gezondheid (kanker) betreft, is er een wezenlijke en significante stijging geconstateerd in het aantal kinderen met schildklierkanker die in de besmette gebieden van de voormalige Sovjet-Unie wonen, en wellicht is er ook een stijging in het aantal volwassenen met schildklierkanker die in die gebieden wonen. De piek van deze uitwas aan schildklierkanker is misschien nog niet bereikt. Met 1 op 100 is het sterftecijfer van dit soort kanker laag in vergelijking met andere soorten.

Zowel binnen als buiten de voormalige Sovjet-Unie is er bij de bevolking echter geen stijging waargenomen in het aantal mensen met andere soorten kanker, leukemie, aangeboren afwijkingen, ongunstig verlopen zwangerschappen of andere ziektes die door straling worden veroorzaakt en aan het ongeval bij Tsjernobyl kunnen worden toegeschreven. Grote epidemiologische programma's worden uitgevoerd om verder inzicht te verschaffen in de mogelijke toekomstige effecten voor de gezondheid. Het is echter onwaarschijnlijk dat de blootstelling aan straling waarneembare stralingseffecten zal hebben bij de bevolking die groter zijn dan de normale incidentie bij dezelfde ziektes, behalve bij schildklierkanker. In het geval van het grote aantal voornamelijk militair personeel dat betrokken was bij de reddingsacties ter plekke en bij de hierop volgende opruimwerkzaamheden, zijn de beperkte gegevens minder duidelijk.

13.2.3. Grote ongevallen op zee

De milieuschade die veroorzaakt wordt door ongevallen op zee, kan aanzienlijk variëren afhankelijk van de vraag waar deze ongevallen plaatsvinden. Zeer grote olie lekkages trekken de aandacht van het publiek, maar de grootte van de lekkage is geen indicatie voor de uiteindelijke gevolgen. De eigenlijke gevolgen kunnen aanzienlijk verschillen afhankelijk van de vraag of de olie is vrijgekomen in kustwateren die ecologisch gevoelig zijn, de heersende weersomstandigheden en het soort olie dat weggelekt is (zie ook hoofdstuk 10, paragraaf 10.3.3).

De meest recente schadelijke olie lekkage in Europese wateren (tot eind 1997) was die door de *Sea Empress* in februari 1996 nabij Milford Haven in het Verenigd Koninkrijk. Ongeveer 72.000 ton ruwe olie kwam vrij, waardoor 200 km kustlijn werd verontreinigd. Ofschoon zowel op zee als aan land een omvangrijke schoonmaakoperatie werd gestart, stierven duizenden vogels. De visvangst in het gebied werd verboden en ofschoon de kust tegen het begin van het toeristenseizoen zichtbaar schoon was, trad er tijdens de rest van het jaar verontreiniging op door olieresiduen vanwege het weer mobiel worden van bedolven olie door stormen.

Over de hele wereld zijn er tussen 1970 en 1996 1.082 olie lekkages van 7-700 ton gemeld en 384 lekkages van meer dan 700 ton (ITOPF, 1997). De gegevens laten zien dat:

- Van de ongeveer 10.000 gemelde incidenten, de overgrote meerderheid (83%) binnen de kleinste categorie valt, d.w.z. < 7 ton.
- Het aantal omvangrijke olie lekkages (> 700 ton) sterk is gedaald: tegen het einde van de jaren tachtig daalde het gemiddeld aantal omvangrijke olie lekkages elk jaar met eenderde van het aantal in de vorige tien jaar.

- De enkele zeer grote lekkages die toch optraden, verantwoordelijk waren voor een hoog percentage van de totale weggelekte olie (bv. sinds 1986 is 74% van de hoeveelheid olie van de 366 lekkages van meer dan 7 ton vrijgekomen bij 10 zeer omvangrijke lekkages).
- In de afgelopen tien jaar er in de hele wereld een opmerkelijke daling is opgetreden in het jaarlijks aantal omvangrijke olie lekkages.

Op Europees niveau daalt het jaarlijks aantal omvangrijke olie lekkages, maar niet zo snel als hetzelfde aantal wereldwijd. Figuur 13.2 laat het aantal olie lekkages zien van meer dan 700 ton in Europese wateren als gevolg van ongevallen met tankers, combinatietankschepen en binnenschepen tussen 1970 en 1996. Het aantal ongevallen dat heeft plaatsgevonden in de regionale zeeën van Europa sinds 1987 staat in hoofdstuk 10, figuur 10.7 en de geografische verdeling hiervan in kaart 10.1.

Grote ongevallen op zee (bv. ongevallen met tankers of olieplatforms, erupties van activiteit in oliebronnen en incidenten met betrekking tot pijpleidingen) kunnen directe gevolgen hebben voor de gezondheid van de mens en hierbij kunnen dodelijke slachtoffers vallen; bij de explosie op de Piper Alpha in 1988 op de Noordzee kwamen 167 mensen om.

De vele kleine ongevallen en lekkages die plaatsvinden en waar al dan niet melding van wordt gemaakt, kunnen op langere termijn van belang zijn afhankelijk van de persistentie van de weggelekte stoffen. Zoals reeds vermeld in hoofdstuk 10, paragraaf 10.3.3, is er geen bewijs dat omvangrijke olie lekkages of blijvende oliebronnen onomkeerbare schade berokkenen aan de natuurlijke rijkdommen van de zee. Er is echter weinig onderzoek gedaan naar de effecten op de lange termijn van olie op de verschillende levensvormen in zee. Het is bekend dat zelfs kleine lekkages bij ongunstige omstandigheden omvangrijke schade kunnen aanrichten aan een kwetsbaar gebied (bv. aan bodemfauna, -flora en -sedimenten) en de gevolgen van vele toxische chemicaliën, waaronder zware metalen en gechloreerde koolwaterstoffen, voor het zeemilieu zijn grotendeels onbekend. Uitgebreidere controle en onderzoek zullen nodig zijn voordat de potentiële blijvende gevolgen van olie lekkages bekend zijn (ITOPF, 1997).

13.2.4. Natuurrampen

Tot de natuurlijke risico's die een bedreiging vormen voor het milieu en de gezondheid van de mens, behoren stormen, orkanen, overstromingen, tornado's, cyclonen, schade door winterweer, hittegolven, grote branden, sneeuwstormen, tyfonen, zware hagelbuien, aardbevingen en vulkanische activiteit. Sommige vormen van milieudegradatie, zoals ontbossing en woestijnvorming, kunnen bijdragen aan het ontstaan of de omvang van sommige van deze natuurrampen (zie hoofdstuk 11).

In tegenstelling tot ongevallen zijn natuurrampen een belangrijke 'drijfkracht' achter het veranderingsproces van het milieu; het is moeilijk om exacte definities te geven vanwege de ononderbroken aard van het spectrum van hun omvang en gevolgen. Zoals bij technologische ongevallen hangen hun omvang en gevolgen af van zowel de eigenschappen van het voorval zelf als menselijke factoren, zoals bevolkingsdichtheid, maatregelen ter voorkoming van rampen en noodplannen. Natuurrampen kunnen ook de gevolgen van technologische ongevallen versnellen of vergroten.

Zoals blijkt uit figuur 13.3 (OESO, 1997), is het aantal geregistreerde natuurrampen per jaar die in principe beïnvloed kunnen worden door menselijke activiteiten via veranderingen in het klimaat of het landschap (dus uitgezonderd aardbevingen en vulkanische activiteit), in de hele wereld gestegen. Een stijging in de bevolkingsdichtheid van kwetsbare gebieden zoals kustlijnen en rivierbekkens in combinatie met een groei van industriële activiteiten in die gebieden

Figuur 13.2 Aantal onvoorziene olie lekkages in Europese zeeën en hoeveelheden weggelekte olie, 1970-1996

aantal olie lekkages

jaarlijkse hoeveelheid olie lekkages in 1000 ton

Opmerking: Alleen lekkages van meer dan 700 ton

Bron: ITOPF, 1997

Figuur 13.3 Aantal natuurrampen, 1980-1996

aantal rampen

Opmerking: Inclusief stormen, orkanen, overstromingen, tornado's, cyclonen, schade door winterweer, hittegolven, grote branden, sneeuwstormen, tyfonen en zware hagelbuien. Uitgezonderd aardbevingen en vulkanische activiteit.

Bron: OESO, 1997

bijgedragen tot een aantal menselijke catastrofes.

Hoewel de meeste rampen uit figuur 13.3 voorvielen in ontwikkelingslanden, valt in bepaalde delen van Europa, voornamelijk het zuiden en oosten, een soortgelijke tendens te bespeuren.

In Europa en de rest van de wereld zijn stormen en overstromingen de meest voorkomende natuurrampen en wat economische en verzekerde verliezen betreft ook de duurste (zie tabel 13.2). De schade die wordt veroorzaakt door overstromingen, hangt af van de duur en de hoogte van de waterstand, de topografie en het gebruik van de overstroomde vlakke, maatregelen ter voorkoming van overstromingen en de oplettendheid van de bevolking die door overstromingen kan worden getroffen. Menselijke activiteiten kunnen van invloed zijn op zowel de frequentie als de gevolgen van overstromingen; afwatering van water- en moerasgebieden en kanalisering van rivieren verergeren bijvoorbeeld hoge waterstanden en wegen kunnen water vervoeren waardoor aardverschuivingen kunnen optreden. Veel van deze problemen zijn de oorzaak van de overstroming in 1997 in het stroomgebied van de Oder en de Vistula, hetgeen beschreven wordt in kader 13.3.

Vanaf het einde van de jaren tachtig is er een duidelijke verergering opgetreden in de gevolgen van natuurrampen (Swiss Re, 1993). Zo steeg in een stad aan de Duits-Franse grens (Kehl) tussen 1900 en 1977 het water van de Rijn slechts vier maal zeven meter boven het overstromingsniveau (ongeveer één maal per twintig jaar). Sindsdien is dat niveau al tien maal bereikt, een gemiddelde van één maal per jaar (UWIN, 1996). Dit heeft geleid tot een vermenigvuldiging van de economische verliezen. Uit gegevens van Munich Re (1997) blijkt dat tussen 1990 en 1996 in Europa de economische verliezen die veroorzaakt zijn door overstromingen en aardverschuivingen, vier maal zo hoog waren als de verliezen tussen 1980 en 1989 en 12,5 maal zo hoog als in de jaren zestig. De verzekerde verliezen door overstromingen zijn gestegen van 608 miljoen US-dollar tussen 1980 en 1989 tot 1.815 miljoen US-dollar tussen 1990 en 1996. De economische schade en omvangrijke sociale versterking die natuurrampen tot gevolg kunnen hebben, benadrukken dat het van belang is om meer aandacht te besteden aan natuurrampen en de wisselwerking ervan met de menselijke invloeden op het milieu.

13.3. Toekomstperspectieven voor verdere voorkoming van ongevallen en vermindering van natuurrampen

De wisselwerking tussen de maatschappij en het milieu lijkt steeds meer tekenen te vertonen van kwetsbaarheid voor natuurrampen: de tendens van stijgende economische en verzekerde verliezen door natuurrampen zet onverminderd door (paragraaf 13.2.4). In de volgende paragrafen worden de strategieën besproken die in Europa worden ontwikkeld door industriële en autoriteiten op het gebied van regelgeving en planning voor het onder controle brengen van de verschillende soorten grote risico's die hierboven besproken zijn.

13.3.1. Grote industriële ongevallen

De grote ongevallen die de noodzaak aan het licht brachten om een beleid te ontwikkelen voor het reguleren van potentieel gevaarlijke industrieën (bv. Flixborough in 1974, Seveso in 1976), hadden een aantal gemeenschappelijke kenmerken:

Overstromingen (rivier/jaar)	Doden	Schade (in miljard ecu)*	Opmerkingen
Tazlau (Roemenië) 1992	107	0,05	doorbraak van Tazlaudam
Ouveze 1992	41	camping	
Rijn/Maas 1993/1994	10	1,1	
Po 1994	63	10	stroomgebied bedekt met tot 60 cm modder
Rijn 1995	1,6	evacuatie van 240.000 inwoners van Nederland	

Rivierbekkens Glomma en Trysil (Noorwegen) 1995	0,3		
Rivier in Pyreneeën 1996	85	camping	
Oder en Vistula 1997	105	5,9	evacuatie van 195.000 mensen, veel materiële schade

* schatting

Bron: EMA-ETC/IW

275 Technologische ongevallen en natuurrampen

de lokale overheden wisten niet om welke chemicaliën het ging en om welke hoeveelheden, ze wisten niet genoeg over de procédés om te kunnen begrijpen welke chemicaliën er konden worden geproduceerd of hoeveel energie er kon vrijkomen bij ongevallen en er was een gebrek aan plannen voor noodgevallen. Het was tegen deze achtergrond dat de eerste Seveso-richtlijn zich vooral richtte op de totstandkoming en het beheer van een correcte informatiestroom tussen de verschillende partijen in het risicobeheerproces. Tot Seveso II behoren nieuwe vereisten (Amendola, 1997), zoals:

- meer verplichtingen voor de bevoegde overheden;
- het door bedrijven onder gespecificeerde omstandigheden ontwikkelen van beleidsplannen ter voorkoming van grote ongevallen;
- een nieuwe categorie gevaarlijke stoffen, nl. 'gevaarlijk voor het milieu';
- het testen van noodplannen;
- meer expliciete criteria voor het melden van ongevallen;
- toegankelijker maken van informatie voor het publiek.

Kader 13.3: De overstroming van 1997

Wat gebeurde er?

In juli 1997 deed zich in Europa een van de ernstigste overstromingen voor. Uitgestrekte delen van Zuid-Polen, het oosten van Tsjechië en West-Slowakije kwamen na uitzonderlijk zware regenval onder water te staan. In de plaatsen die het zwaarst getroffen werden, viel er in enkele dagen meer regen dan doorgaans in een heel jaar (bv. 585 mm in vijf dagen in een Tsjechisch meetpunt). Veel rivieren in de stroomgebieden van de Oder, Labe, Vistula en Morava overstromden. Het hoogwater verplaatste zich stroomafwaarts waardoor dorpen onder water kwamen te staan en waardoor huizen en bruggen werden vernietigd. Industrieel afval en rioolwater kwam in het water terecht, waardoor landbouwgronden, winkels, kantoren en huizen werden verontreinigd.

De overstroming trof een kwart van het totale landoppervlak van Polen – een gebied met 4,5 miljoen inwoners – waaronder 1.400 steden en dorpen. De steden Opole, Klodzko en Wroclaw werden verwoest. In Polen alleen werd 400.000 hectare landbouwgrond getroffen, 50.000 huizen verwoest, kwamen meer dan 5.000 varkens en een miljoen kippen om, werden 170.000 telefoonverbindingen doorgesneden, werden 162.000 mensen geëvacueerd en kwamen 55 mensen om. Wat de infrastructuur betreft, werden 480 bruggen, 3.177 kilometer aan wegen en 200 kilometer aan spoorwegen beschadigd. De totale schade werd in Polen geschat op 4 miljard US-dollar.

In Tsjechië heeft de overstroming voor 2,1 miljard US-dollar aan schade veroorzaakt, 40 mensen kwamen om door het water en nog eens 10 stierven aan de gevolgen van de overstroming (hartaanvallen, infecties). Ongeveer 2.150 huizen werden verwoest, 18.500 raakten beschadigd en in totaal 26.500 mensen moesten worden geëvacueerd. In Duitsland moesten ongeveer 6.500 mensen hun huizen verlaten. In de zwaarst getroffen regio in Duitsland, Land Brandenburg, werden de kosten geschat op 361 miljoen US-dollar. In veel landen die getroffen werden, was de overstroming een nationale ramp die een chaos in de communicatie veroorzaakte, humanitaire hulp noodzakelijk maakte en ernstige tekortkomingen in noodplannen en risicovoorbereiding aan het licht bracht.

Tot de milieu-effecten behoren verhoogde concentraties van voedings- en verontreinigende stoffen in de riviermond van de Oder. Zware metalen, minerale oliën en organische spoorelementen zoals simazin en atrazin werden door het water meegenomen. De stikstofconcentratie in de Oder was zes tot acht maal hoger dan het gemiddelde van 1996 en de concentratie van fosfaat was 16 maal de gemiddelde waarde van 1996.

Onderliggende oorzaken

De overstroming werd veroorzaakt door extreem zware regenval, maar het gevolg hiervan werd versterkt door menselijke veranderingen aan de omgeving. Met name het waterhoudend vermogen van de verschillende stroomgebieden die overstromd waren, is door menselijk ingrijpen verlaagd. De

vernietiging van bossen en drassige rivieroeveren, de aanleg van bergstromen en –rivieren, de vernietiging van de vegetatie aan de waterkant, de verwijdering van natuurlijke waterhoudende landschapskenmerken (heggen, bosjes en vegetatiegroepen) en drainage van landbouwgrond hebben allemaal bijgedragen aan de vermindering van het absorberend vermogen van de bodem. Het recht maken en verkorten van de Oder en de Vistula in de laatste tien jaar heeft deze rivieren ook kwetsbaarder voor overstromingen gemaakt. Hierdoor komen zware overstromingen in dit gebied al tien jaar bijna regelmatig voor, maar deze waarschuwingssignalen zijn genegeerd.

Geleerde lessen

De overstroming van 1997 heeft verschillende tekortkomingen aan het licht gebracht in de afweer tegen rampen in de overstroomde gebieden. Inefficiënte controle op grondgebruik maakte het mogelijk dat er huizen en industrieën waren in risicogebieden, waardoor de schade alleen maar groter was. Dijken en afweermiddelen tegen overstromingen verkeerden in slechte conditie. Inefficiënte communicatiesystemen en een gebrek aan coördinatie tussen de politie, brandweer, burgerwacht en het leger bemoeilijkten de uitvoering van noodmaatregelen. Conflicten over bevoegdheden tussen de lokale en de centrale overheid tijdens de hersteloperaties maakten duidelijk dat het bureaucratische bestuur tijdens overstromingen en de *command-and-control* aanpak ontoereikend waren. In de praktijk waren het de lokale overheid, niet-gouvernementele organisaties en bedrijven die een vitale rol speelden in het helpen van mensen om zichzelf te helpen en in het starten van de herstelwerkzaamheden in de verwoeste woongebieden.

De ervaringen die werden opgedaan tijdens deze overstroming dwingen de staten in de getroffen gebieden om de aanpak voor het voorkomen van overstromingen en de veiligheid m.b.t. de omgeving opnieuw te bezien. Men ziet in dat er van een ander standpunt moet worden uitgegaan: men moet risicopreventie en de bijbehorende maatregelen niet langer beschouwen als voornamelijk een technisch probleem, maar als een onderdeel van de dynamische wisselwerking tussen de mens en de natuur – een aanpak die vraagt om een beter besef en begrip van de wisselwerking tussen menselijke activiteiten en natuurlijke systemen.

Bronnen:: REC, 1997; Christine Bismuth & Marian Pohl, Umweltbundesamt; Bismuth e.a., 1998.; Nationale contactpunten van Tsjechië, Polen en Slowakije

In Seveso II wordt ook opgeroepen tot beleidsplannen voor grondgebruik met betrekking tot grote risico's op ongevallen die sociaal-organisatorische gevolgen kunnen hebben, met name voor landen die op dit moment niet aan deze voorwaarden voldoen:

- een grote groep autoriteiten, met name lokale autoriteiten voor planningswerkzaamheden, zal worden betrokken bij beslissingen over de verenigbaarheid van nieuwe ontwikkelingsprojecten met het bestaande grondgebruik;
- van het publiek wordt verwacht dat het deelneemt aan de besluitvorming en een actievere rol speelt in het gehele risicobeheerbeleid.

Het feit dat chemische verontreiniging die samengaat met industrieel en ander grondgebruik, grensoverschrijdende gevolgen kan hebben, is weergegeven in de ECE-Overeenkomst over de grensoverschrijdende weerslag van industriële ongevallen (Helsinki, 1992), die onlangs is herzien (Genève, 1997). Deze overeenkomst helpt de betrokken partijen om zich voor te bereiden en te reageren op industriële ongevallen die grensoverschrijdende gevolgen kunnen hebben, en ook om deze te voorkomen. De overeenkomst moedigt ook internationale samenwerking op dit gebied aan en verplicht de partijen om compatibele en efficiënte meldingssystemen voor ongevallen op te zetten om zo informatie te verkrijgen en over te brengen voor het tegengaan van de grensoverschrijdende gevolgen.

In Seveso II wordt een model voor Oost-Europa gegeven gezien de uitgebreidheid van deze regio. Het model is gebaseerd op verplichte vereisten, het recht om onacceptabele activiteiten te verbieden en een controlesysteem waarbij industriële ondernemers en bevoegde overheden in de lidstaten en de Europese Commissie zijn betrokken. Nergens anders bestaat een gelijksoortige internationaal programma.

13.3.2. Nucleaire incidenten/ongevallen

Ofschoon het ongeval bij Tsjernobyl geen belangrijke leerzame ervaringen heeft opgeleverd die relevant zijn voor het ontwerp van en de regelgevende kaders die van toepassing zijn op kerncentrales, behalve dan voor reactors van hetzelfde type (RMBK), is dit ongeval een nieuwe uitdaging voor Europa, omdat het bijvoorbeeld de noodzaak heeft duidelijk gemaakt om zowel op nationaal als internationaal niveau beter voorbereid te zijn op noodgevallen bij een groot nucleair ongeval.

Op dit moment worden twee doelstellingen nagestreefd m.b.t. nucleaire veiligheid:

- Het nog verder verkleinen van de kans op een ernstig ongeval in nieuwe kerncentrales en, als een ongeval optreedt, de gevolgen hiervan beperken tot de locatie zelf.
- Het stellen van algemene veiligheidsregels die worden onderschreven en nageleefd door alle landen. Hiertoe behoort ook de promotie van een algemeen en blijvend besef op alle niveaus met betrekking tot nucleaire veiligheid en milieubescherming. De nieuwe betrekkingen die in het begin van de jaren negentig tot stand zijn gebracht tussen de LMOE, de NOS en de rest van Europa, hebben gunstige voorwaarden geschapen voor de verdere ontwikkeling van de internationale aspecten van nucleaire veiligheid. Een Internationaal verdrag inzake nucleaire veiligheid, dat er voornamelijk op was gericht eensluidende – en hogere – veiligheidsnormen voor kerncentrales in de hele wereld tot stand te brengen, werd in 1994 aangenomen. Specifieke problemen op het gebied van nucleaire veiligheid in Oost-Europa worden aan de orde gesteld door een groep van 24 landen, waaronder West-Europese landen, Canada, de VS en Japan, onder toezegging van financiële steun door het TACIS- en PHARE-programma van de CEG en zachte leningen van EURATOM en de EBWO.

In het kader van het IAEA Bedrijfsveiligheidsinspectieteam (OSART) -programma dat in 1983 werd opgezet, voeren internationale teams van experts intercollegiale inspecties uit m.b.t. de bedrijfsveiligheid van afzonderlijke kerncentrales op verzoek van de regering van het gastland. Tegen het einde van september 1997 waren er 89 missies uitgevoerd (waarvan 53 bij Europese reactoren) in 62 kerncentrales in 30 landen. OSART-missies blijken zeer effectief te zijn in kerncentrales in de LMOE.

Als ondanks de verschillende maatregelen zich toch een kernongeval voordoet, is snelle, betrouwbare en juiste informatie vereist. Hiervoor hebben de IAEA en de Europese Commissie communicatiesystemen opgezet om urgente radiologische informatie te verzenden tussen de IAEA, de Europese Commissie en de lidstaten.

13.3.3. Grote ongevallen op zee

Verscheidene internationale verdragen hebben tot doel het verminderen van de risico's op ongevallen op zee en de schade aan het milieu die deze kunnen aanrichten. Naast de wereldwijde verdragen die hierop zijn gericht (zoals de Internationale Conventie ter voorkoming van zeeverontreiniging door olie, 1954), bestaan er verscheidene regionale verdragen, bijvoorbeeld voor de Baltische Zee, het noordoosten van de Atlantische Oceaan en de Zwarte Zee.

De Internationale Overeenkomst inzake paraatheid en samenwerking bij olieverontreiniging en maatregelen ter bestrijding, hierna de OPRC-overeenkomst te noemen, die tot doel heeft om verontreiniging van de zee door olie lekkages te voorkomen, eist dat lidstaten een nationaal systeem dat in overeenstemming is met het preventiebeginsel, opzetten met maatregelen om op olie lekkages te reageren. Dit wil zeggen dat een minimum aan bepaalde schoonmaakapparatuur voor olie lekkages aanwezig moet zijn. De deelnemende partijen moeten hulp aan andere verlenen in geval van nood. Er kan ook hulp worden verleend aan andere landen, zoals ontwikkelingslanden, om een dergelijk systeem op te zetten. De Internationale Maritieme Organisatie (IMO) verleent ondersteuning bij technologische samenwerking zodat ontwikkelingslanden zich kunnen aansluiten bij de OPRC-overeenkomst. Rond januari 1998 hadden 35 partijen (waaronder 11 Europese) zich aangesloten bij de overeenkomst.

De veiligheid van tankers is een belangrijk aandachtspunt van de IMO wat de bescherming van de zee betreft. De tankervloot in de wereld wordt ouder en er bestaat een verband tussen ouderdom en het vóórkomen van ongevallen. Het merendeel van alle tankers ter wereld is in de jaren zeventig gebouwd, zodat ze niet hoeven te voldoen aan de strengere eisen die na die tijd zijn ingevoerd. Tegenwoordig hebben slechts 251 van de 3.500 tankers ter wereld een dubbele romp. Gedurende de komende jaren zullen de meeste tankers hiermee moeten worden uitgerust of uit dienst worden genomen. Volgens de IMO zal deze maatregel echter verspreid over een aantal jaren moeten worden ingevoerd, onder andere vanwege het beperkte aantal beschikbare schepen.

13.3.4. Natuurrampen

De wisselwerking tussen menselijke activiteiten en natuurlijke risico's zoals beschreven in paragraaf 13.2.4, heeft de kans vergroot dat natuurrampen de menselijke gezondheid en het milieu beïnvloeden, waarbij de vitale rol van planning van grondgebruik om dergelijke gevolgen te verkleinen of te vermijden speciale nadruk verdient.

De Verenigde Naties is het Internationaal decennium voor de beperking van natuurrampengevaar (IDNDR, 1990-2000) begonnen om mensen ervan bewust te maken hoeveel zij zelf kunnen doen om zich beter te beschermen tegen natuurrampen. De Wereldconferentie over de beperking van natuurrampengevaar in Yokohama in 1994 vormde een belangrijke mijlpaal in het IDNDR-proces om dit besef te vergroten en richtsnoeren werden opgesteld voor het voorkomen van natuurrampen, een betere voorbereiding op en de vermindering van de gevolgen van natuurrampen, waaronder:

- inschatting van risico's;
- voorkoming van rampen en voorbereidende maatregelen als een integraal onderdeel van het ontwikkelingsbeleid en planningsprocedures;
- systemen voor een vroegtijdige waarschuwing;
- preventieve maatregelen met participatie op alle niveaus, van de lokale gemeenschap, de nationale regering tot op regionaal en internationaal niveau;
- voorlichting en scholing;
- het delen van technologieën om rampen te voorkomen, te verminderen en te beperken.

De richtsnoeren van de IDNDR zijn kaderrichtsnoeren en bieden landen de mogelijkheid om bij te dragen aan een wereldwijde strategie voor het omgaan met natuurrampen. Veel landen, waaronder ook Europese, hebben nationale plannen opgesteld met een veelheid aan activiteiten die bedoeld zijn om de gevolgen van natuurrampen in de volgende eeuw te beperken.

In hoofdstuk 2 wordt de mogelijkheid besproken dat het broeikaseffect zal resulteren in een hogere frequentie en schaalvergroting van extreme gevolgen zoals orkanen en overstromingen, wat misschien de belangrijkste wisselwerking tussen menselijke activiteiten en natuurrampen is. Vanwege deze bedreiging en de recente overstromingen hebben veel Europese landen 'overstromingsactieplannen' opgezet, voornamelijk als speciale taken die onderdeel moeten uitmaken van bestaande programma's voor het beheren van rivierbeddingen. De belangrijkste aanbevelingen en richtsnoeren hebben betrekking op het vasthouden van overstromingswater, betere prognoses m.b.t. overstromingen en de vermindering van potentiële schade (bv. het beperken van bouwactiviteiten op plekken die door

overstromingen kunnen worden getroffen). Er worden maatregelen genomen om het publiek meer bewust te maken van overstromingsrisico's en hulp te verlenen in geval van overstromingen.

Bibliografie

Amendola, A. (1997). Approaches to risk analysis in the European Union. Séminaire Euroforum: Analyse Quantitative des Risques. Parijs, Frankrijk.

Bismuth, C., Schmitz, E., Wiemann, A. (1998). Das Oderhochwasser. Umweltbundesamt. Duitsland.

Europese Commissie (1988). Rapport over de toepassing in de lidstaten van Richtlijn 82/501/EEG van 24 juni 1982 inzake de risico's van zware ongevallen bij bepaalde industriële activiteiten. COM(88) 261. Brussel, België.

Europese Commissie (1996). Proceedings of the first international conference: The radiological consequences of the Chernobyl accident. Minsk, 18-22 maart 1996. EUR report 16544, 1192 blz. Bureau voor officiële publicaties der Europese Gemeenschappen, Luxemburg.

Europese Commissie (1998). Atlas of caesium deposition on Europe after the Chernobyl accident. EUR report 16733. Bureau voor officiële publicaties der Europese Gemeenschappen, Luxemburg.

Drogaris, G. (1993). Learning from Major Accidents Involving Dangerous Substances. Safety Science, Nr. 16.

EC/IAEA/WHO (1996). Proceedings of an International Conference: One Decade after Chernobyl - Summing up the Consequences of the Accident. Wenen, 8-12 april 1996. IAEA Wenen, Oostenrijk.

Europese Raad (1982). Richtlijn 82/501/EEG van de Raad inzake de risico's van zware ongevallen bij bepaalde industriële activiteiten ('Seveso I'). Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen.

Europese Raad (1997). Richtlijn 96/82/EG van de Raad inzake de risico's van zware ongevallen bij bepaalde industriële activiteiten ('Seveso II'). Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen.

ITOPF (1997). International Tanker Owners Pollution Federation, www-pagina <http://www.itopf.com/>, Londen, Verenigd Koninkrijk.

Munich Re Insurance Company (1997). Personal communication and Munich Re - Topics, Annual review of natural catastrophes 1996.

OESO (1997). OECD Environmental Data Compendium 1997. OESO, Parijs, Frankrijk.

Rasmussen, K. (1996). The Experience with the Major Accident Reporting System from 1984 to 1993. Europese Commissie, EUR 16341 EN.

REC (1997). The Bulletin: Quarterly Newsletter of the Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe, nr. 2, jaargang 7, zomer 1997.

Swiss Re Insurance Company (1993). Natural Catastrophes and Major Losses in 1992: Insured Damage Reaches New Record Level. In Sigma Economic Studies. Red.: E. Rudolph.

UWIN (1996). Worldwatch Paper on River and Wetland Development. Universities Water Information Network, Southern Illinois University, Carbondale, USA.