

# HAZARD NATURAL ȘI ANTROPIC

PAGINA LĂSATĂ ALBĂ INTENȚIONAT

# CAUZE ȘI CONSECINȚE ALE POLUĂRII MEDIULUI MARIN CU HIDROCARBURI

ION MILAN<sup>(1)</sup>, MARIAN-TRAIAN GOMOIU<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Academia Navală „Mircea cel Bătrân”, Str. Fulgerului, nr. 1, Constanța, ionmilan@yahoo.com

<sup>(2)</sup>Institutul Național de Cercetare Dezvoltare pentru Geologie și Geoecologie Marină GEOECOMAR, mtg@cier.ro

---

**Abstract.** În ultimele cinci decenii poluarea cu hidrocarburi a mediului marin a căpătat accente dramatice. Transportul maritim al petrolului, explorarea și exploatarea zăcămintelor de hidrocarburi din domeniul marin, prelucrarea acestora în rafinării situate în vecinătatea zonei litorale, la care se adaugă alte activități cu caracter antropoc, generează o serie de factori de risc, care impică producerea a numeroase incidente de poluare. Accidentele de navigație ale unor mari tancuri petroliere sau incidentele la platforme marine de foraj și exploatare au provocat dezastre ecologice de proporții, cu consecințe dintre cele mai severe. Ecosistemele marine din regiunile poluate au suferit pierderi și dereglări majore, care s-au resimțit pentru mult timp.

**Cuvinte cheie.** poluare, mediu marin, cauze, consecințe, ecosisteme marine

---

## 1. CONSIDERAȚII GENERALE

În prezent petrolul și gazele naturale constituie sursele energetice principale ale omenirii. Începând de la mijlocul secolului al XX-lea, consumul de petrol a crescut aproape continuu, în medie, cu 8-10% anual, de la 510 milioane t în anul 1950, la 1,98 miliarde t în anul 1970, 4,5 miliarde t în 1993 și la peste 6 miliarde t în anul 2006. Producția mondială de țiței a înregistrat, de asemenea, o creștere continuă, de la 20,9 milioane barili pe zi, în anul 1960, la 65,8 milioane barili pe zi în 1999, atingând 81,7 milioane barili pe zi la nivelul anului 2006.

Evoluția transportului maritim al petrolului în comerțul mondial a urmat, în linii mari, tendințele consumului și producției de țiței, cunoscând aproape an de an creșteri ale volumului de transport, de la 1 109 milioane t în 1970, la 1 990 milioane t în 2006. O evoluție și mai spectaculoasă a avut-o comerțul maritim al produselor petroliere, care a crescut de la 232 milioane t în 1970, la 683 milioane t în 2006. Transportul maritim al petrolului și al produselor petroliere constituie, cel puțin pentru ultimele patru decenii, un factor care poate determina un grad ridicat de risc în ceea ce privește producerea incidentelor de poluare marină, deși tehnologia de construcție a petrolierelor a marcat un progres deosebit. Tonajul petrolierelor a crescut de la cca 16 000 tdw, cât aveau

în mod obișnuit tancurile petroliere în anul 1950, la 250 000 tdw în anii 1960, pentru ca în anii 1970 să fie construite petroliere de peste 500 000 tdw. În 2007, capacitatea de transport a flotei mondiale de petroliere a ajuns la 383 milioane tdw. După anul 1970, comerțul maritim a cunoscut o dezvoltare deosebită pe linia transportului gazelor lichefiate. Astfel, în ultimii ani s-a dezvoltat o puternică flotă mondială de nave specializate, constituite din tancuri pentru gaze lichefiate. Navele tanc pentru gaze lichefiate s-au specializat, la rândul lor, pe transportul a două categorii distincte de produse: gaze petroliere lichefiate – LPG (liquified petroleum gas) și gaze naturale lichefiate – LNG (liquified natural gas), flota acestora însumând astăzi 26,9 milioane tdw.

Prospectarea și exploatarea zăcămintelor de petrol și de gaze naturale din domeniul marin au avut o dezvoltare explozivă în ultimele decenii. Anul 1950 marchează începutul exploatării petrolului din zonele marine, cu ajutorul platformelor de foraj și extracție. În timp ce rezervele de petrol din zăcămintele continentale scad vertiginos, companiile petroliere se îndreaptă tot mai mult spre extracțiile marine, estimându-se că aceste resurse s-ar cifra la 160 miliarde barili de petrol și 14 miliarde metri cubi de gaze naturale. Evoluția industriei de foraj marin a fost rapidă. La începutul anului 1974, pe glob se aflau în exploatare 192 platforme fixe și 239

platforme mobile. Numărul acestor mijloace a crescut enorm în ultimul deceniu, astăzi însumând peste 6 900 de instalații petroliere. Conform unui raport al Secretariatului General al Națiunilor Unite, circa 27% din totalul țițeiului și gazelor extrase la nivel mondial provine din activitățile de exploatare a resurselor marine.

## 2. CAUZELE POLUĂRII MEDIULUI MARIN CU HIDROCARBURI

Poluarea mediului marin cu hidrocarburi constituie un fenomen îngrijorător, care a luat o amploare fără precedent începând cu anii 1960. Sursele și cauzele poluării s-au multiplicat an de an proporțional cu apariția și proliferarea unor factori de risc, mai ales în intervalul 1970 - 1980. Incidentele apărute în activitățile de foraj, extracție, transport, operațiuni de transfer, încărcare – descărcare, rafinare, depozitare ș.a. au generat riscuri iminente, date fiind proprietățile periculoase ale petrolului și produselor petroliere.

În Oceanul Planetar ajung cantități uriașe de hidrocarburi. Potrivit unui studiu al Academiei de Științe a SUA, cantitatea medie de petrol ce poluează anual mările și oceanele lumii se ridică la cca 6 milioane t, din care 3,3 milioane t ar proveni din surse terestre (rafinării din zone costiere, emisii industriale și urbane, aport fluvial, transport atmosferic etc.), 2,1 milioane t (35%) – din transportul maritim, 600 000 t – emisii naturale de pe fundul oceanic, iar 8 000 t – din activități de foraj și exploatare marină (Massin, 1999). Din analiza datelor statistice privind sursele și cauzele poluării cu petrol a mediului marin, publicate de diferite instituții internaționale, regionale sau naționale, reiese că ponderea cea mai mare a cantității de petrol ce poluează oceanele și mările Terrei provine din surse de la uscat. Alături de această categorie, dintre cele mai semnificative surse de poluare cu petrol sunt citate: transporturile maritime, emisiile naturale, extracțiile de petrol din zăcămintele marine, rafinările și terminalele petroliere (Tabelul 1). Astfel, emisiile industriale cumulează majoritatea cantității de petrol ce poluează mediul marin la nivel global, deținând un procent de 60,8% din total.

**Tabelul 1** Sursele poluării cu petrol a Oceanului Planetar

| Sursele poluării mărilor și oceanelor cu petrol   | Pondere |
|---------------------------------------------------|---------|
| Emisii industriale                                | 60,8%   |
| Transport maritim, excluzând tancurile petroliere | 14,4%   |
| Emisii naturale                                   | 10,2%   |
| Accidente ale tancurilor petroliere               | 6,6%    |
| Operarea tancurilor petroliere                    | 4,7%    |
| Producția Offshore                                | 2,1%    |
| Rafinării / terminale petroliere                  | 1,2%    |

Sursa: United Nations Environment Programme (UNEP), 1990 [12]

Deși sursele terestre furnizează cea mai mare parte a petrolului ce poluează oceanele și mările lumii, depășind cu mult toate celelalte surse luate împreună, incidentele cu

cele mai grave consecințe s-au datorat transportului maritim. Dezastrele ecologice produse de accidentele de navigație ale unor tancuri petroliere (ex. Torrey Canyon, Amoco-Cadiz, Exxon Valdez, Prestige ș.a.), demonstrează că riscurile pe care le implică transportul maritim sunt cu mult mai ridicate decât cele generate de alte surse.

În bazinul Mării Negre sunt descărcate anual cca 110 000 t de petrol, ceea ce face ca efectele poluării să se resimtă în echilibrul ecologic al întregului bazin. Sursele continentale poluează cel mai grav Marea Neagră. Numai Dunărea varsă în mare o cantitate de 53 000 t anual, adică aproape 50% din totalul cantității de petrol deversat anual în mare. Dintre celelalte surse terestre, sunt evidențiate următoarele: 30 000 t de petrol provin din apele uzate menajere; 15 000 t provin din industrie, inclusiv din industria petrolieră, iar restul de 12 000 t constituie aportul celorlalte surse, în care este inclus și transportul maritim. Poluarea datorată deversărilor de hidrocarburi ca urmare a accidentelor de navigație este nesemnificativă, acest bazin maritim fiind până acum ferit de accidente majore.

Cauzele poluării mediului marin cu hidrocarburi sunt analizate, de regulă, în raport cu cele două forme de poluare pe care le îmbracă poluarea cu hidrocarburi a mediului marin: operațională și accidentală. Poluarea operațională este generată de deversările ce se produc neintenționat, în următoarele situații: pe timpul operațiilor de încărcare-descărcare a tancurilor petroliere; pe timpul operațiilor de buncherare (realizare a plinurilor de combustibil greu și ușor pentru motoarele navei); pe timpul voiajului navei, prin evacuarea balastului și a apei de santină fără o epurare suficientă; pe timpul staționării în porturi, când se înregistrează scurgeri la curățarea petrolierelor în vederea trecerii la transportul altor tipuri de petroluri etc. Poluarea accidentală este cauzată de accidentele de navigație, dintre care cele mai semnificative sunt: coliziunile, eșuările, naufragiile datorate ruperii corpului navei sau găurilor de apă, incendiile, exploziile ș.a.

Din 1974 și până în 2007 s-au înregistrat 9351 incidente de poluare cu petrol, ca urmare a deversărilor operaționale și accidentale provenind din transportul maritim, însă din acestea, majoritatea (83,5%) sunt din categoria celor considerate minore, cu deversări mai mici de 7 t. Procentul deversărilor de peste 700 t reprezintă doar 3,7%, iar accidentele de navigație dețin o pondere de 46,6% din total. În această perioadă s-au înregistrat 573 coliziuni, 580 eșuări, 709 accidente ca urmare a cedării corpului navei (ruperea navei, găuri de apă etc.), 133 explozii și 2361 accidente din alte cauze sau din cauze necunoscute. Accidentele de navigație dețin un procent de 46,6 % din totalul celor 9351 accidente (Tab. 2 și Fig. 1). Poluarea operațională, din punct de vedere al numărului de incidente, are ponderea cea mai mare și constituie în bună măsură rezultatul unui management deficitar în activitatea de prevenire a poluării marine, atât la bordul navelor sau în cadrul companiilor de navigație, cât și la nivelul terminalelor petroliere, al operatorilor portuari sau al firmelor de buncheraj. Prin comparație cu deversările accidentale majore, polu-

area operațională nu a provocat consecințe ecologice la fel de evidente, cu toate că la nivel global cantitatea anuală de hidrocarburi provenită din surse operaționale este de circa patru ori mai mare.

Adevăratele catastrofe ecologice au fost însă provocate de accidentele de navigație în care au fost implicate marile petoliere, în urma cărora, nu de puține ori, cantități deversate de unele nave au depășit 50 000 t, ajungând chiar la 287 000 t, ca în cazul petrolierului *Atlantic Empress* (Fig. 3 și Tab. 3). În perioada 1974-2007, deversările majore de hidrocarburi de peste 700 tone au avut, în principal, cauze accidentale : coliziuni -573, eșuări -580, accidente datorate avarierii corpului navei -709, incendii și explozii -133, alte cauze sau cauze necunoscute -2361 (Tab. 2). După anii 1970, în care s-au înregistrat cele mai multe deversări din istoria omenirii, media

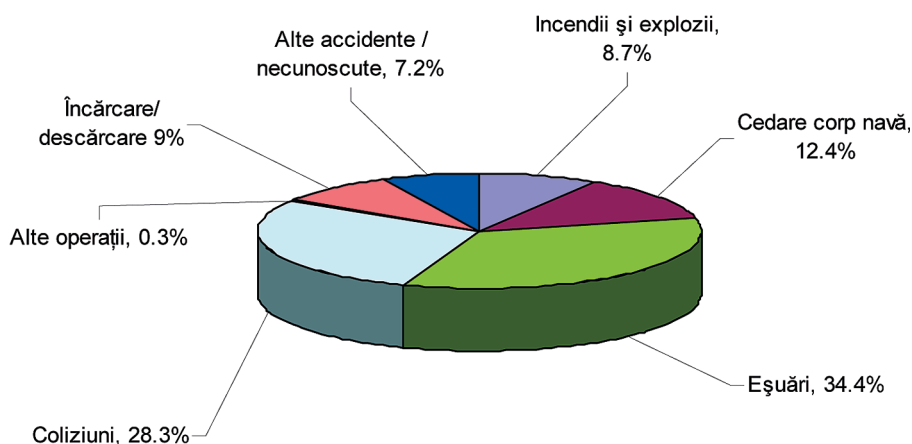
calculată pe zece ani a deversărilor de peste 700 tone a scăzut de la un deceniu la altul (Fig. 2).

Din analiza factorilor de risc ce au stat la originea accidentelor de navigație putem evidenția contribuția majoră a cinci categorii de factori:

- riscurile generate de fenomene hidrometeorologice extreme (furtuni cu vânturi foarte puternice și mare dezlănțuită, uragane, tsunami etc.);
- riscurile determinate de acte de război, terorism și piraterie;
- riscurile generate de proprietățile fizico-chimice periculoase ale anumitor mărfuri transportate, inclusiv petrolul și produsele petroliere;
- riscurile provocate de viciile ascunse ale navei.
- riscurile cauzate de greșelile omului.

**Tabelul 2** Numărul deversărilor de petrol provenind din transportul maritim, în funcție de cauze, în perioada 1974-2007 (Sursa: ITOPF, 2008)

| Categorii de deversări.<br>Cauze | < 7 tone | 7-700 tone | >700 t | TOTAL |      |
|----------------------------------|----------|------------|--------|-------|------|
|                                  |          |            |        | Nr.   | %    |
| 1. OPERAȚIONALE                  |          |            |        |       |      |
| Încărcare/descărcare             | 2 823    | 333        | 30     | 3.186 | 34,1 |
| Buncheraj                        | 548      | 26         | 0      | 574   | 6,1  |
| Alte operații                    | 1 178    | 56         | 1      | 1.235 | 13,2 |
| Total 1                          | 4549     | 415        | 31     | 4995  | 53,4 |
| 2. ACCIDENTALE                   |          |            |        |       |      |
| Coliziuni                        | 175      | 300        | 98     | 573   | 6,1  |
| Eșuări                           | 235      | 226        | 119    | 580   | 6,2  |
| Cedare corp navă                 | 576      | 90         | 43     | 709   | 7,6  |
| Incendii și explozii             | 88       | 15         | 30     | 133   | 1,4  |
| Alte cauze / necunoscute         | 2186     | 150        | 25     | 2361  | 25,2 |
| Total 2                          | 3260     | 781        | 315    | 4356  | 46,6 |
| TOTAL (1+2)                      | 7.809    | 1196       | 346    | 9.351 | 100  |
| % din TOTAL (9.351               | 83,5     | 12,8       | 3,7    | 100   | –    |



**Fig. 1** Ponderea incidentelor cauzelor de poluare din totalul incidentelor (Sursa: ITOPF, 2008)

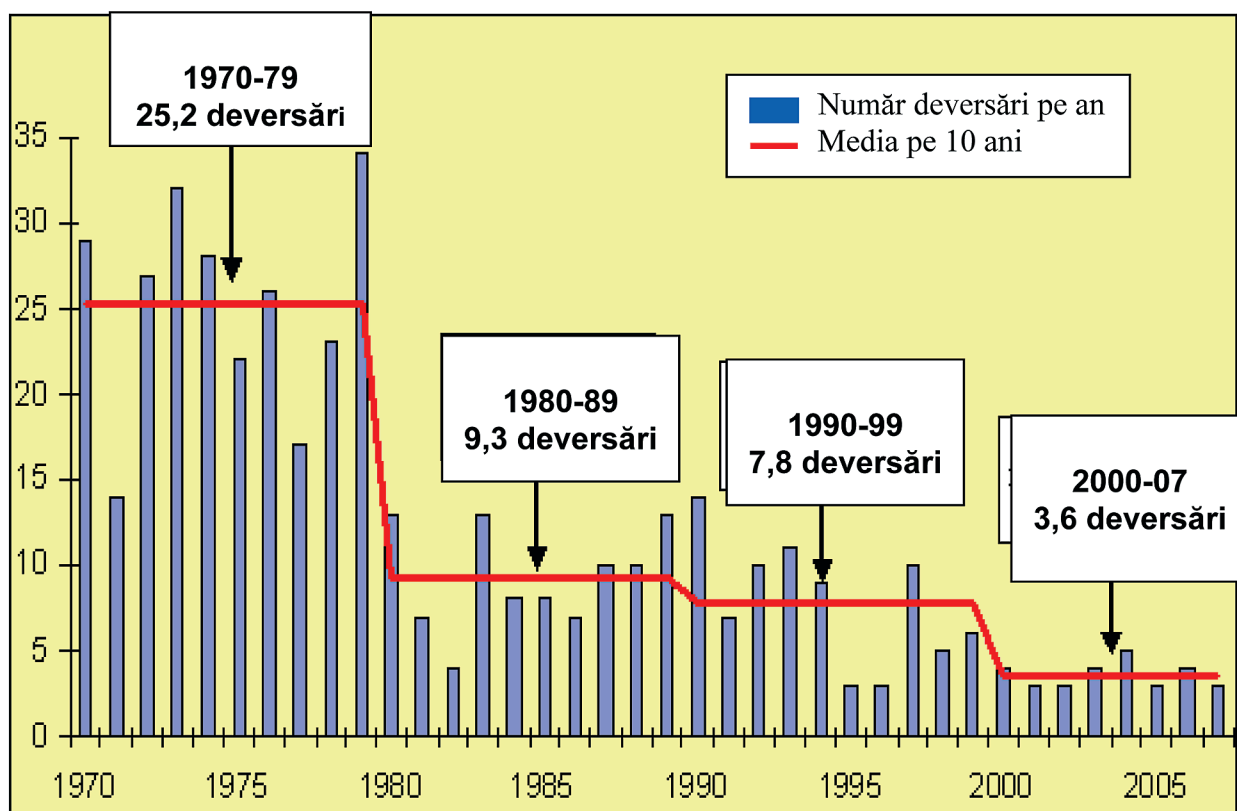


Fig. 2 Numărul deversărilor de petrol mai mari de 700 tone, 1970-2007 (Sursa ITOPF, 2008)

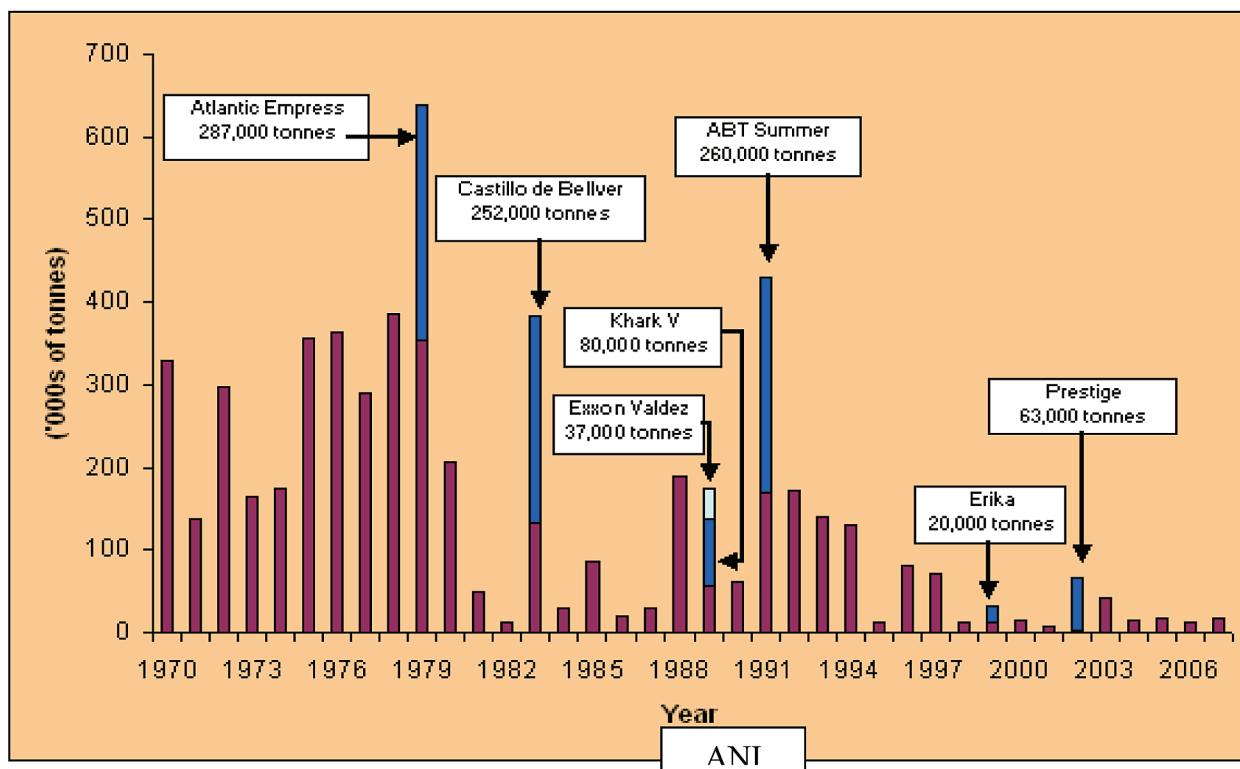


Fig. 3 Cantitățile anuale de hidrocarburi deversate în perioada 1970-2007, ca urmare a accidentelor de navigație (Sursa ITOPF, 2008)

**Tabelul 3** Accidente de navigație ale tancurilor petroliere cu deversări majore de hidrocarburi

| Nr. crt. | Numele navei        | Anul | Locul accidentului                   | Petrol deversat (t) |
|----------|---------------------|------|--------------------------------------|---------------------|
| 1        | Atlantic Empress    | 1979 | Coastele ins.Tobago,Marea Caraibilor | 287,000             |
| 2        | ABT Summer          | 1991 | 700 Mm vest Angola                   | 260,000             |
| 3        | Castillo de Bellver | 1983 | Golful Saldanha,vest Africa de Sud   | 252,000             |
| 4        | Amoco Cadiz         | 1978 | Coasta de nord a Pen.Bretagne,Franta | 223,000             |
| 5        | Haven               | 1991 | Genova, Italia                       | 144,000             |
| 6        | Odyssey             | 1988 | 700 Mm est Noua Scotie, Canada       | 132,000             |
| 7        | Torrey Canyon       | 1967 | Ins.Scilly,ssw Pen.Cornwall,U.K      | 119,000             |
| 8        | Sea Star            | 1972 | Golful Oman, sud Iran                | 115,000             |
| 9        | Urquiola            | 1976 | Rada portului La Coruna, Spania      | 100,000             |
| 10       | Irenes Serenade     | 1980 | Portul Pilos, Grecia                 | 100,000             |
| 11       | Hawaiian Patriot    | 1977 | 300 Mm vest Honolulu                 | 95,000              |
| 12       | Independenta        | 1979 | Str.Bosfor, Turcia                   | 95,000              |
| 13       | Jacob Maersk        | 1975 | Porto, coasta Portugaliei            | 88,000              |
| 14       | Braer               | 1993 | Insulele Shetland, U.K               | 85,000              |
| 15       | Khark 5             | 1989 | 120 Mm vest Maroc                    | 80,000              |
| 16       | Aegean Sea          | 1992 | La Coruna , Spania                   | 74,000              |
| 17       | Sea Empress         | 1996 | Milford Haven, U.K.                  | 72,000              |
| 18       | Katina P.           | 1992 | Maputo, Golful Delagoa, Mozambic     | 72,000              |
| 19       | Nova                | 1985 | Largul Insulei Kharg, Golful Persic  | 70,000              |
| 20       | Prestige            | 2002 | Cap Finisterre, Galicia, Spania      | 63,000              |
| 21       | Andres Patria       | 1978 | Coasta Spaniei                       | 60,000              |
| 22       | Assimi              | 1983 | 55 Mm est de Muscat, Oman            | 53,000              |
| 23       | Metula              | 1974 | Strâmtoarea Magellan, Chile          | 50,000              |
| 24       | Esso Essen          | 1968 | Capul Bunei Speranțe, Africa de Sud  | 50,000              |
| 25       | Ioanis Angelicousis | 1979 | Puerto Rico, Marea Caraibilor        | 50,000              |
| 35       | Exxon Valdez        | 1989 | Baia Prince William,Golful Alaska    | 37,000              |

Surse: ITOPF, 2008 și IMO, 2006

Studiul împrejurărilor în care s-au produs accidentele de navigație ale petrolierelor arată că peste jumătate din accidente s-au datorat condițiilor hidrometeorologice grele, cele mai multe producându-se în Golful Mexic, coastele nord-estice ale SUA, Marea Mediterană, Marea Mânecii, Marea Nordului, vestul Peninsulei Iberice, Marea Japoniei și coastele sudice ale Africii, pe timpul sezonelor cu frecvență ridicată a acestor fenomene. Acești factori au constituit cauza unora din celebrele accidente istorice, ca în cazurile: Torrey Canyon, Amoco Cadiz, Prestige, Castillo de Bellver ș.a. Peste două treimi din accidentele luate în considerare s-au produs în perioada rece a anului, când furtunile pe mare sunt mai violente: în emisfera nordică - în perioada octombrie-martie, iar în emisfera sudică - din martie până în octombrie.

Actele de război care au dus la scufundarea petrolierelor în timpul celor două războaie mondiale sunt bine cunoscute, iar în zilele noastre a apărut un risc nou, cel al terorismului,

care nu ocolește nici transportul maritim. Astfel, petrolierul francez Limburg, având la bord 57 000 t de petrol, a fost supus unui atac terorist, în zona Golfului Aden, pe 06.10.2002.

Datorită emanațiilor de gaze ce se produc în tancuri petrolul și produsele petroliere prezintă un ridicat pericol de incendii și explozii. De aceea, la bordul acestor nave se impun măsuri deosebite atât din punct de vedere al dotării cu instalații de gaz inert, de avertizare și de stingere a incendiilor, cât și al managementului pentru siguranța navigației și operarea mărfii. Naufragiul petrolierului românesc UNIREA, de 88 285 tdw, ce a avut loc în dreptul coastelor Bulgariei, la 40 Mm sud-sud-est de Cap Kaliakra, pe 13.10.1982, a avut drept cauză incendiul și exploziile provocate de acumulările de gaze.

Viciile ascunse ale navei, ale aparaturii și instalațiilor de la bord pot avea efecte dintre cele mai grave asupra petrolierelor. O serie de petroliere rupte în două, sau care au suferit

avarii la instalația de guvernare, la mașini sau la aparatura de radiolocație și care s-au soldat cu naufragii au fost suspectate de vicii ascunse. Deși au fost invocate și alte cauze, în accidentele suferite de petrolierele Prestige, Erika și altele, armatorii au solicitat expertize care să demonstreze că ruperea în două a navelor respective s-ar datora viciilor ascunse.

Între cauzele accidentelor frecvente de navigație ale tancurilor petroliere adeseori sunt citate erorile umane. Se estimează că peste jumătate din accidentele de navigație implică greșeli ale comandanților sau ale echipajelor. În anumite cazuri accidentele puteau fi evitate dacă se luau măsuri de prevenire a anumitor riscuri. Cazul petrolierului Exxon Valdez, eșuat în Golul Alaska, este exemplul cel mai bizar. Comandantul navei a fost acuzat că a condus nava în stare de ebrietate, provocând un dezastru ecologic cu efecte deosebit de severe.

Studiile întreprinse de IMO, Lloyd's, ITOF și alte instituții implicate în managementul naval arată că printre cauzele importante ale accidentelor de navigație ale tancurilor petroliere se numără și nerespectarea normelor și măsurilor de siguranță a navigației, prin înregistrarea cu ușurință a navelor sub pavilion de complezență și prin menținerea în serviciu a navelor cu vechime mai mare de 15 ani, supunând astfel navele unor factori suplimentari de risc. Multe companii de navigație își înregistrează navele sub pavilionul unor state ca Liberia, Panama, Singapore, Bahamas, Cipru, Malta ș.a., nu numai pentru a plăti taxe și impozite mai mici, dar și pentru a trece mai ușor de inspecțiile, nu tocmai foarte exigente, ale societăților de clasificare sau de registru din statele respective. Din această cauză, o pondere mare a navelor sub pavilion de complezență nu îndeplinesc toate condițiile impuse privind siguranța navigației și securitatea transportului maritim, fiind expuse accidentelor de navigație. Conform statisticii ITOF, dintr-un eșantion de 100 petroliere la care s-au înregistrat deversări accidentale mai mari de 1 000 tone, 66 petroliere navigau sub pavilion de complezență. În ceea ce privește navele vechi, s-a constatat că cele mai multe nave pierdute au o vechime de peste 13 ani. De altfel, vârsta medie a flotei mondiale de petroliere este de 10 ani, însă navele care depășesc vârsta de 20 ani reprezintă 13,6% din total. Practic, toate accidentele majore la care tancurile petroliere s-au rupt în două și apoi s-au scufundat, au apărut la nave cu vârste de peste 13 ani.

O altă cauză semnificativă a poluării mărilor și oceanelor cu hidrocarburi o constituie explorarea și exploatarea petrolului și a gazelor naturale din domeniul marin. Executarea lucrărilor de foraj, exploatarea propriu-zisă a hidrocarburilor, stocajul acestora pe mare sau în apropierea litoralului și transportul cu ajutorul navelor sau al conductelor submarine implică o serie de riscuri privind poluarea marină. Și în cazul acestor activități putem întâlni cele două tipuri de poluare, ca și în cazul navigației: operațională și accidentală. Poluarea operațională provine din scăpările relativ mici, produse pe timpul operării normale a platformelor de foraj și exploatare, a instalațiilor de transfer, a stocajului și transportului spre uscat. Totuși, atunci când apar scurgeri constante cu debite însemnate, cum ar fi în cazul unor racorduri imperfecte sau

avariate, poluarea poate atinge niveluri periculoase. Poluarea accidentală în cadrul exploatării hidrocarburilor din domeniul marin este cauzată de deversările majore de petrol ca urmare a unui accident produs la platformele marine, la tancurile de stocaj sau la conductele submarine de transport al țițeiului spre terminalele petroliere sau spre uscat. Dintre accidentele de acest tip, amintim cazurile:

a) Santa Barbara Channel (1969), când au fost deversate în mare cca 11 200 t țiței, în largul localității Santa Barbara, California, ca urmare a exploziei unei platforme de foraj marin din cîmpul petrolier Montesito;

b) Ekofisk (1977), accident produs la platforma petrolieră Bravo, din câmpul petrolier Ekofisk, situat în zona centrală a Mării Nordului. O erupție instantanee a provocat eliberarea fără întrerupere a 12 000 t de petrol. Jumătate din această cantitate s-a evaporat rapid, întrucât petrolul din acest zăcămant are o temperatură ridicată (90°C) și este foarte ușor, iar restul s-a depus la suprafața mării formând o imensă pânză, de peste 1000 kilometri pătrați (Y. Gautier, 1999);

c) Ixtoc One (1979). În istoria accidentelor de poluare înregistrate la platformele petroliere marine, cea mai gravă maree neagră de origine accidentală a fost cea produsă la sonda de foraj marin Ixtoc One, din Golful Mexic, accident în urma căruia au fost deversate în mare circa 600 000 tone de țiței, din iunie 1979 și până în februarie 1980, ceea ce înseamnă echivalentul a trei deversări de talia celei provocate de Amoco-Cadiz. Cu toate că proporțiile acestei deversări sunt, de departe, de o amploare fără precedent, studiile întreprinse și mediatizarea făcută în acest caz au fost mult sub nivelul marilor accidente ale tancurilor petroliere.

Poluarea marină cu hidrocarburi poate avea drept cauză și actele de război care vizează instalațiile petroliere de la țărm. În februarie 1991, în timpul Războiului din Golf, trupele irakiene, în retragerea din Kuwait, au deschis robinetele imenselor rezervoare de petrol din zona de conflict și au dat foc puțurilor, declanșând astfel cea mai mare deversare de petrol din istorie. Circa 60 milioane de barili (de 150 de ori mai mult decât în cazul Exxon Valdez) au inundat întinse suprafețe de pe uscat și de pe litoral, o parte a petrolului ajungând în Golful Persic. Înainte de bombardamentele aliaților, soldații irakieni au deversat în apele Golfului zeci de milioane de barili de țiței, aruncând în aer numeroase terminale petroliere kuweitiene, în scopul de a împiedica o invazie dinspre mare. Pătura de petrol formată a acoperit peste 1600 km de litoral. Coasta de Est a Insulei Abou Ali, compusă dintr-o serie de plaje de nisip deosebit de căutate de turiști, s-a transformat într-un loc fără viață. Catastrofa ecologică provocată de petrolul deversat a afectat grav întregul ecosistem din partea de nord a Golfului Persic.

### 3. CONSECINȚELE POLUĂRII MEDIULUI MARIN CU HIDROCARBURI

Dintre toate formele de poluare, impactul cel mai sever asupra ecosistemelor marine îl are poluarea cu hidrocarburi. Petrolul, deversat în cantități mari, se întinde pe suprafețe



considerabile și afectează grav calitatea apei și viața marină. Consecințele cele mai dezastruoase le-au avut mările negre produse în regiunile costiere și, în special, în zone unde pânza de petrol s-a concentrat pe suprafețe reduse sau cu adâncimi mici: Marea Mânecii, Golful Biscaya, Golful Alaska, Golful Persic etc. Experimentele și observațiile efectuate în cadrul unor deversări accidentale de hidrocarburi au relevat faptul că toxicitatea diferitelor produse petroliere, cum ar fi țițeiul sau chiar și produsele finite, are efecte foarte diferite asupra organismelor marine. În general, s-a observat că toxicitatea periculoasă este cauzată de concentrația compușilor volatili din hidrocarburi, incluzând parafinele ușoare și aromatice (benzina, toluenul, xilenii, naftalina ș.a.). Acești compuși sunt mai solubili în apă decât în hidrocarburi, ceea ce creează efectul toxic al surselor poluante. Poluarea cu hidrocarburi a mărilor și oceanelor lumii a atins în ultimii patruzeci de ani o asemenea amploare încât, potrivit opiniei multor experți, ecosistemelor marine le-ar trebui ani buni pentru o refacere completă, privită atât din punct de vedere al sănătății biotopurilor, cât și prin prisma reabilitării tuturor speciilor de floră și faună ce au avut de suferit în urma poluării. Consecințele ecologice ale mareelor negre cauzate de accidente de mari tancuri petroliere, ale unor rafinării situate în zone costiere sau ale unor platforme marine de extracție a petrolului, urmate de deversarea în mare a unor masive cantități de petrol, s-au dovedit a fi deosebit de grave și uneori chiar catastrofale pentru ecosistemele marine.

Studiile întreprinse în cazul mareelor negre arată că impactul poluării cu petrol asupra organismelor benthice și pelagice este considerabil. În Atlanticul de Nord, conform unor estimări, poluarea cu petrol ar provoca, în fiecare an, moartea a cca 500.000 păsări, familiile cele mai atinse fiind cele de Procellariidae și de Alcidae (F. Ramade, 1999). Cauzele morții păsărilor marine sunt atribuite unor efecte ca: pierderea penajului, îngreuierea aripilor, imposibilitatea de mișcare, dereglarea funcțiilor intestinale și glandulare prin care păsările obțin apa dulce din apa de mare, pierderea calității hidrofuge a penajului, ceea ce duce la imposibilitatea menținerii căldurii corpului în contactul cu apa. În timpul clocitului, petrolul care acoperă penajul păsărilor adulte contaminează ouăle și provoacă moartea embrionilor. Observațiile efectuate arată că o cantitate de 20 miligrame de hidrocarburi, depuse pe ouăle unor păsări marine, prezintă deja o puternică toxicitate.

Efectele poluării cu hidrocarburi au decimat populații de floră și faună marină din cele mai diverse, atât ca genuri cât și ca specii: pești benthici și pelagici, stridii și midii, gasteropode, crustacee, delfini, foci, vidre de mare, pinguini, fitoplancton și zooplancton, colonii de corali, alge marine etc. S-a demonstrat că doze moderate de petrol diminuează activitatea de fotosinteză a algelor și a fitoplanctonului. Totodată, peștii care trăiesc în zone contaminate acumulează hidrocarburi în țesuturile musculare, ceea ce îi face neconsumabili (F. Ramade, 1999). Unele specii ale faunei marine din rândul bivalvelor, peștilor, crustaceelor, zooplanctonului, diverse microorganisme și bacterii etc., pot consuma sau absorbi anumite cantități

de hidrocarburi din zonele poluate. S-a dovedit că țesuturile multor organisme marine pot reține o perioadă îndelungată unele fracțiuni din țițeiul deversat. În corpul peștilor și al unor organisme marine, aceste fracțiuni sunt transformate în diferite substanțe prin procese metabolice. Concentrația de hidrocarburi din corpul lor crește mai mult atunci când aceste viețuitoare se hrănesc cu microorganisme contaminate cu țiței, în asemenea cazuri înregistrându-se o rată a mortalității mai ridicată. Efecte negative, mergând chiar până la moartea organismelor, le-au avut și substanțele utilizate în lupta pentru combaterea poluării, în special dispersanții pe bază de detergenți, ale căror urmări au fost, în unele cazuri, mai grave decât efectele produse de pânza de petrol (cazurile Torrey Canyon, Exxon Valdez, ș.a.).

Extinderea și evoluția în timp a hidrocarburilor deversate în mediul marin pot influența hotărâtor ecosistemele marine. Lungimea litoralului poluat depinde foarte mult de tipul de hidrocarburi, de factorii hidrometeorologici (vânt, curenți, marea etc.), de vâscozitatea, densitatea și punctul de curgere al petrolurilor brute, care pot contribui la dispersia pânzei de petrol spre largul mării sau o pot abate spre țărm, uneori împingând-o pe distanțe foarte mari, chiar de sute de mile marine. De asemenea, eficiența forțelor și mijloacelor de intervenție pentru depoluare pot avea efecte importante asupra evoluției pânzei de petrol. În momentul deversării petrolului, la suprafața apei se formează o pânză poluatoare (denumită și „film” sau „peliculă”). Hidrocarburi, având, în general, densitatea mai scăzută decât cea a apei de mare, rămân în stare de plutire la suprafața mării și doar fracțiunile mai grele, ca păcura sau unele produse de prelucrare ca asfaltenele, pot avea o ușoară imersiune, rămânând în suspensie către suprafață.

Hidrocarburi ajunse în mediul marin nu rămân însă nealterate, așa încât sub acțiunea mediului ele suferă diverse transformări, ceea ce face ca, în timp, concentrația de hidrocarburi rezultată dintr-o deversare să scadă treptat. Așa se explică și faptul că, deși an de an, în oceane sunt deversate cantități de hidrocarburi de ordinul a milioane de tone, concentrația globală nu cunoaște o creștere însemnată. După cum se arată în studii recente, din analiza conținutului de hidrocarburi prezente în apele oceanelor a reieșit că în apele din largul bazinelor concentrația este mai mică de 1 p.p.b., iar în apele costiere este de cca 1-10 p.p.b. O concentrație mai ridicată a fost evidențiată în apropierea căilor maritime ale petrolierelor, unde s-au înregistrat valori de 2-20 p.p.b. Spre deosebire de oceane, în apele mărilor s-a estimat că, în general, concentrația hidrocarburilor este de cca 3 p.p.b. în largul mării, de 20-50 p.p.b. în apele teritoriale și poate ajunge la valori de 100-1000 p.p.b. în zonele poluate cu produse petroliere. Aceste valori sunt medii și ele diferă de la o mare la alta, în funcție de mai mulți factori: volumul deversărilor de hidrocarburi din diverse surse, intensitatea traficului maritim (în special al petrolierelor), caracteristicile mării (suprafață, volumul apelor, grad de deschidere, concentrația factorilor biodegradabili etc.), intensitatea efectelor fenomenelor hidrometeorologice etc.

Unul din cazurile, poate cele mai reprezentative, pentru studiul consecințelor ecologice ale poluării cu hidrocarburi, este cel al mării negre produse în urma eșuării tancului petrolier Amoco-Cadiz. Observațiile și activitățile întreprinse în cadrul unui amplu program de cercetare au permis desprinderea unor constatări și concluzii importante privind impactul pe termen lung al poluării cu petrol asupra unui ecosistem marin valoros. Din concluziile trase, a reieșit că poluarea provocată de deversarea a 223 000 tone de țiței a afectat cca 300 km de litoral și a dus la distrugerea a 260 000 tone de biomasă marină, de pe o suprafață de 250 000 hectare poluate. Din estimările IFREMER, între 19 000 și 37 000 păsări și sute de milioane de pești au pierit în acest accident ecologic. Zona costieră a fost poluată cu 50-60 000 tone de petrol, iar în regiunea afectată de marea neagră (mare și litoral), 30% din faună și 5% din floră au fost distruse (Y. Gautier).

Un alt caz celebru l-a constituit Exxon Valdez, soldat cu deversarea în Baia Prince William, din Golful Alaska, a 40 000 tone de petrol. Această marea neagră a avut consecințe ecologice catastrofale întrucât s-a produs într-o zonă maritimă sensibilă, populată cu delfini, foci, vidre de mare, somoni, vulturi și loc de refugiu pentru numeroase păsări migratoare. Sensibilitatea habitatului era sporită și de caracteristicile fizice ale bazinului maritim în care a avut loc poluarea: acesta era un golf cu o deschidere relativ îngustă, cu adâncimi reduse și presărat cu numeroase insule mici. Petrolul deversat a poluat circa 1770 km de coastă, incluzând aici atât linia coastei golfului Alaska, cât și coastele insulelor din apropiere. Ecosistemul marin a cunoscut urmări dramatice: întregul habitat a fost grav afectat, iar poluarea a cauzat moartea a 35 000 păsări,

1 000 vidre marine, 300 foci, 250 vulturi, 25 balene și milioane de pești (somon, heringi și alte specii). Populația locală, care trăiește în principal din pescuit, avea să suporte o perioadă dramatică, întrucât resursele piscicole, mai ales cele de somon și hering au fost decimate.

O altă consecință a poluării stratului superficial al mărilor și oceanelor cu hidrocarburi este alterarea interacțiunilor ocean-atmosferă. Petrolul influențează negativ, pe de o parte, transferurile de materie din cadrul circuitelor biogeochimice, iar pe de altă parte, fluxurile de energie calorică la nivelul interfeței dintre cele două medii. S-a evaluat că o tonă de petrol poate acoperi 12 km<sup>2</sup> de ocean, ceea ce înseamnă că, la cantitatea anuală de milioane de tone deversate în întregul Ocean Planetar, suprafața marină contaminată prin această formă de poluare ar reprezenta zeci, poate chiar sute de milioane de km<sup>2</sup>. François Ramade nota că numai în Oceanele Atlantic și Indian suprafața contaminată anual cu petrol (dispersat de curenții marini) este estimată la peste 50 milioane de km<sup>2</sup>, ceea ce ar reprezenta cca 30 % din suprafața celor două oceane. Datorită concentrației actuale de poluanți de la suprafață, oceanul - care are un rol important în schimbul de gaze cu atmosfera, absorbind o parte din acestea - preia cantități tot mai mici de CO<sub>2</sub> atmosferic, astfel că excesul de CO<sub>2</sub> de origine antropică participă la amplificarea efectului de seră. În același timp, suprafețele oceanice poluate cu hidrocarburi, dar și cu alte categorii de poluanți (detergenți, pesticide, PCB etc.), reduc procesele de fotosinteză, de evaporare și de formare a oxigenului și a aerosolilor marini, al căror rol în circulația atmosferică și în susținerea unor fenomene hidrometeorologice este determinant.

## BIBLIOGRAFIE

- DRAGOMIR I., „PREVENIREA POLUĂRII MEDIULUI MARIN”, CERONAV, CONSTANȚA, 2005;
- GERLACH S., „MARINE POLLUTION”, EDIT. SPRINGER-VERLAG, BERLIN, 1981;
- MAZILU D., „DREPTUL MĂRII. CONCEPTE ȘI INSTITUȚII CONSACRATE DE CONVENȚIA DE LA MONTEGO-BAY”, EDIT. LUMINA LEX, BUCUREȘTI, 2002;
- MILAN I., „PROBLEME ECOLOGICE RIDICATE DE NAVIGAȚIE ȘI TRANSPORTURILE NAVALE”, REFERAT DE DOCTORAT, CONSTANȚA, 2003;
- MILAN I., „POLUAREA MARINĂ. SCHIȚĂ ISTORICĂ PRIVIND CAUZELE, CONSECINȚELE ȘI CORECTIVELE”, REFERAT DE DOCTORAT, CONSTANȚA, 2006;
- MORERE J.L. Ș.A., „LES ETRES VIVANTS DANS LEUR MILIEU”, EDITURA HACHETTE, PARIS, 1985;
- RAMADE F., „ELEMENTS D'ÉCOLOGIE. ÉCOLOGIE FONDAMENTALE”, EDIT. MC GRAW-HILL, 1993;
- RAMADE F. ET ALL., „DICTIONNAIRE DE L'ÉCOLOGIE”, ENCYCLOPAEDIA UNIVERSALIS ET ALBIN MICHEL, PARIS, 1999;
- „LSM” (LLOYD'S SHIP MANAGER), THE INTERNATIONAL BUSINESS MONTHLY PUBLICATION, LONDON, NOVEMBER 1997 and march 2001;
- „MANUAL ON OIL POLLUTION”, INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, LONDON, 2003;
- „REVIEW OF MARITIME TRANSPORT, 2007”, United Nations Conference on Trade and Development, Geneva, 2008;
- [HTTP://IMO.ORG](http://imo.org) – INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION;
- [HTTP://ITOPF.COM/](http://itopf.com/) - INTERNATIONAL TANKER OWNERS POLLUTION FEDERATION LTD;
- [HTTP://RESPONSE.RESTORATION.NOAA.GOV/PHOTOS/SHIPS.HTML](http://response.restoration.noaa.gov/photos/ships.html) - MAJOR OIL SPILLS AND OIL SPILL CASE HISTORIES DATABASE (1967-2007);
- [HTTP://WWW.IOPCFUND.ORG](http://www.iopcfund.org) [IOPC FUNDS (THE INTERNATIONAL OIL POLLUTION COMPENSATION FUNDS), 2006. „Claims Manual”. London, Great Britain.