



A XVI-a Conferință internațională – multidisciplinară  
„Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești”  
SEBEȘ, 2016

## **IMPLICAȚIILE FINANCIARE ALE UNEI DEVERSĂRI DE PRODUS PETROLIER, ÎN INTERIORUL ACVATORIULUI PORTULUI MARITIM CONSTANȚA**

Ionuț VOICU, Laurențiu George DUMITRESCU,  
Valeriu Nicolae PANAITESCU, Fănel-Viorel PANAITESCU

### **THE FINANCIAL IMPLICATIONS OF A DISCHARGE OF OIL PRODUCT, INSIDE CONSTANTA SEA PORT AQUATORY**

This paper aims to account the financial costs of collecting an accidental oil spill by an oil tank in Constanta Sea Port aquatorium, due to a technical failure occurred on its board.

Keywords: Pisces II simulator, pollution, oil

Cuvinte cheie: simulatorul Pisces II, poluare, produs petrolier

#### **1. Introducere**

Lucrarea de față își propune să contabilizeze costurile financiare ale unei operațiuni de localizare, limitare și colectare a unui produs petrolier deversat pe suprafața apei mării, în acvatoriul Portului Maritim Constanța, prin simularea reacției autorităților și răspunsul acestora la situația creată.

Pentru realizarea simulării a fost folosit Simulatorul pentru Situații de Urgență PISCES II, din cadrul Universității Maritime Constanța - Departamentul pentru Științe Inginerești în Domeniul Mecanic și Mediu.

Simulatorul PISCES II este conceput pentru a fi folosit în procesul de pregătire, instruire și antrenare a personalului din

conducerea centrelor de comandă și a celui operativ care desfășoară activități practice de localizare, limitare și colectare a produselor petroliere deversate pe suprafața apei mării. Softul este proiectat să simuleze răspunsul în cazul unor deversări de produse petroliere pe suprafața apei, astfel încât modelul matematic ia în calcul răspunsul autorităților cu privire la incident, în plus ține seama și de principalele procese fizico-chimice care afectează pelicula de produs petrolier, cum ar fi: evaporarea, dispersia, emulsificarea și variația viscozității, precum și de factorii de mediu, linia țărmului, curenții marini, vreme, starea mării, gheață, zonele protejate învecinate.

## 2. Descrierea evenimentului. Răspunsul autorităților

În urma unor probleme tehnice apărute la bordul unui tanc petrolier, în timpul deplasării acestuia prin acvatoriul Portului Maritim Constanța către dana 79, este deversată accidental pe suprafața apei mării o cantitate de 5 tone de produs petrolier nerafinat, Iranian Heavy. Poluarea rezultată din deversarea produsului petrolier este sesizată imediat de către personalul de la bordul navei astfel încât, conform regulamentelor în vigoare, comandantul navei raportează incidentul și cere ajutor Autorității Navale Române pentru limitarea poluării și colectarea produsului petrolier de pe suprafața apei mării.

Pentru îndepărtarea de pe suprafața apei a produsului petrolier deversat Autoritatea Navală Română hotărăște să folosească nava "Nicolae Zeicu", figura 1.



Fig. 1 Nava "Nicolae Zeicu" [1]

Nava este special destinată pentru localizarea, limitarea și colectarea produselor petroliere de pe suprafața apei. Aceasta are următoarele caracteristici:

- lungime: 24,7 m;
- înălțime: 2,7 m;
- viteza maximă: 10 Nd;
- autonomie: 80 h;
- deplasament: 134 t;
- lățime: 6 m;
- pescaj: 2,2 m;
- viteza de croazieră: 7 Nd;
- echipaj minim: 4 persoane;
- tarif: 385 \$/oră;

Nava este specializată în operațiuni de limitare a poluării și de colectare a produselor petroliere deversate pe suprafața apei, aceasta având la bord următoarele echipamente de intervenție, după cum urmează:

- o barieră antipoluare, figura 2:
  - producător: Lamour;
  - tipul: HSW;
  - lungime: 200 m;
  - lățime: 1,30 m;
  - bordul liber: 0,44 m;
  - pescaj: 0,66 m;
  - timp de lansare: 20 min;
  - tarif: prețul este inclus în cel al navei "Nicolae Zeicu".



Fig. 2 Barieră antipoluare [2]

- trei dispozitive de colectare produse petroliere tip "skimmer", figura 3:

- producător: Vikoma;
- model: Komora 12K MK2;
- debit maxim: 17,5 m<sup>3</sup>/h;
- debit minim: 1,75 m<sup>3</sup>/h;
- masă: 139 kg;
- capacitate de stocare: 9 m<sup>3</sup>;
- raza de recuperare: 20 m;
- rata de recuperare:
  - produse petroliere nerafinate: 12 t/h;
  - produse petroliere rafinate: 2 t/h;
- tarif: 44 \$/h/dispozitiv.



Fig. 3 Dispozitiv de colectare produse petroliere tip "skimmer" cu disc [3]

În 20 de minute de la primirea ordinului de marș, nava este complet operațională, aceasta putând să intervină pentru îndeplinirea misiunii încredințate.

### 3. Date folosite pentru simulare

Pentru a simula situația creată este folosit Simulatorul pentru Situații de Urgență PISCES II, în care au fost introduși următorii parametri:

- a) parametrii hidrometeorologici:
  - temperatura apei mării: 15 °C;
  - temperatura aerului: 12 °C;
  - densitatea apei mării: 1 015 kg/m<sup>3</sup>;
  - viteza/direcția curentului: 0,1 m/s cu 315°
  - viteza/direcția vântului: 5 m/s cu 0°.
- b) parametrii fizici ai produsului petrolier:
  - densitatea: 876 kg/m<sup>3</sup>;
  - tensiunea superficială: 0,0264 N/m;

- vâscozitatea cinematică:  $22,8 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ ;
- conținutul maxim de apă: 70 %;
- punctul de îngheț: - 22 °C;
- punctul de aprindere: - 15 °C;

#### 4. Rezultatul simulării

Au fost simulate două scenarii și anume:

- primul scenariu în care pelicula de produs petrolier nu este localizată, limitată și nici colectată astfel încât inevitabil aceasta produce poluarea digului de nord al Portului Maritim Constanța
- cea de-a doua situația când forțele specializate localizează, limitează și colectează întreaga cantitate de produs petrolier deversată.

##### 4.1. Inacțiunea forțelor specializate

Evoluția peliculei de produs petrolier în cazul inacțiunii forțelor specializate este prezentată în figura 4.

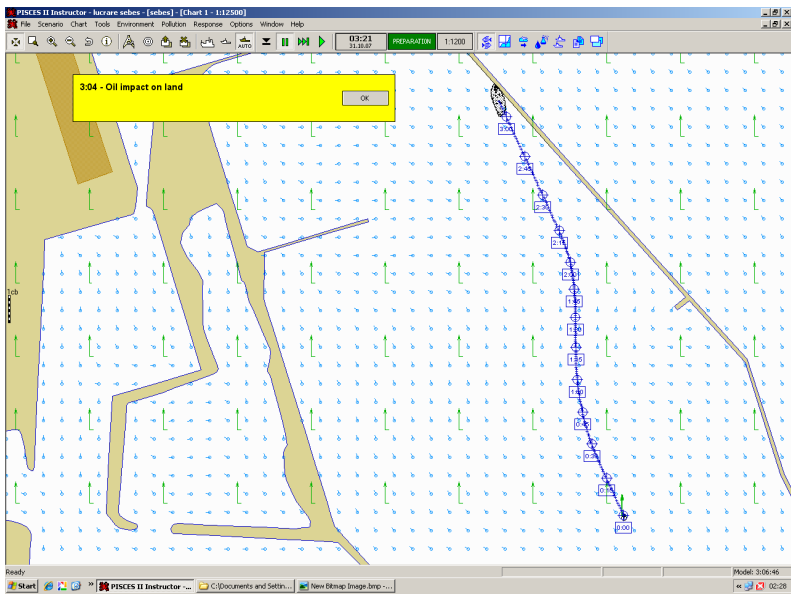


Fig. 4 Evoluția peliculei de produs petrolier în cazul inacțiunii forțelor specializate [4]

În acest caz, ca urmare a inacțiunii forțelor specializate digul de nord al Portului Maritim Constanța este poluat de un volum de 5,1 m<sup>3</sup> de produs petrolier pe o lungime de maximum 1,4 km, suprafața poluării fiind de 74,2 m<sup>2</sup>, figura 5.

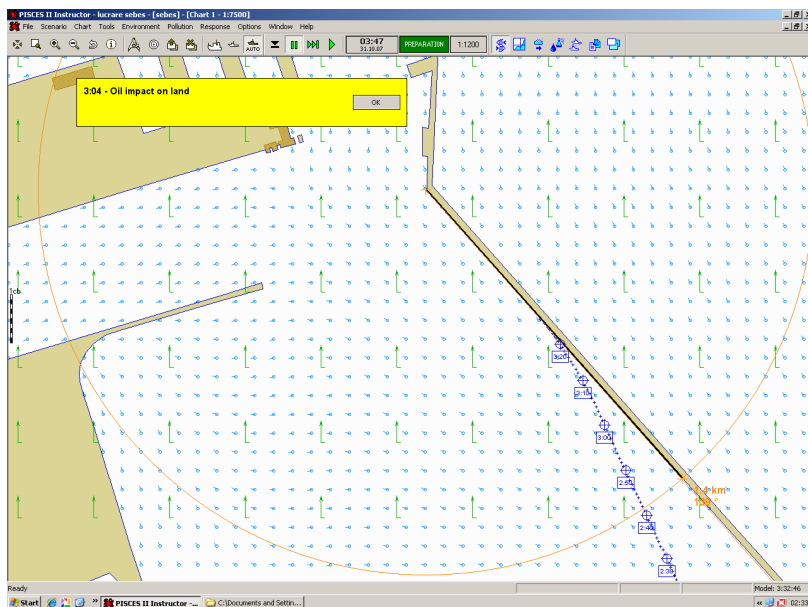


Fig. 5 Contaminarea cu produs petrolier a digului de nord al Portului Maritim Constanța [4]

În tabelul 1 sunt prezentate caracteristicile peliculei, de produs petrolier, pe timpul transportului acesteia, sub acțiunea curentului marin și a vântului, spre digul de nord al Portului Maritim Constanța.

Tabelul 1

Timpul	Volumul deversat [m <sup>3</sup> ]	Volumul care plutește [m <sup>3</sup> ]	Volumul evaporat [m <sup>3</sup> ]	Volumul depus pe țărâm [m <sup>3</sup> ]	Volumul de amestec [m <sup>3</sup> ]	Grosimea maximă a peliculei [mm]	Aria peliculei [m <sup>2</sup> ]
00:10	5,7	5,7	0	0	5,9	5,6	2 208
00:20	5,7	5,6	0,1	0	6,1	4,9	2 666
00:30	5,7	5,6	0,1	0	6,4	4,5	3 105

Timpul	Volumul deversat [m <sup>3</sup> ]	Volumul care plutește [m <sup>3</sup> ]	Volumul evaporat [m <sup>3</sup> ]	Volumul depus pe țărni [m <sup>3</sup> ]	Volumul de amestec [m <sup>3</sup> ]	Grosimea maximă a peliculei [mm]	Aria peliculei [m <sup>2</sup> ]
00:40	5,7	5,6	0,1	0	6,6	4,7	3 401
00:50	5,7	5,5	0,2	0	6,8	3,9	3 859
01:00	5,7	5,5	0,2	0	7	3,6	4 378
01:10	5,7	5,5	0,2	0	7,2	3,6	4 839
01:20	5,7	5,4	0,3	0	7,5	3,4	5 200
01:30	5,7	5,4	0,3	0	7,7	3,6	5 380
01:40	5,7	5,4	0,3	0	7,9	3,2	5 727
01:50	5,7	5,3	0,3	0	8,1	3	6 156
02:00	5,7	5,3	0,4	0	8,4	2,6	6 649
02:10	5,7	5,3	0,4	0	8,6	2,3	8 097
02:20	5,7	5,2	0,4	0	8,8	2,3	9 324
02:30	5,7	5,2	0,5	0	9	2,2	9 924
02:40	5,7	5,2	0,5	0	9,2	2,1	10 658
02:50	5,7	5,1	0,5	0	9,4	2,2	11 429
03:00	5,7	5,1	0,5	0	9,6	1,9	12 161
03:10	5,7	4,2	0,6	0,9	8,1	3,4	10 548
03:20	5,7	1	0,6	4	2,1	2,4	3 069
03:30	5,7	0	0,6	5,1	0	0	74,2

#### 4.2. Acțiunea forțelor specializate

Evoluția peliculei de produs petrolier, figura 6, în cazul acțiunii forțelor specializate, este oprită după aproximativ o oră și treizeci de minute, de la anunțarea evenimentului de către comandantul navei implicate, cu ajutorul unui baraj antipoluare aflat în dotarea navei “Nicolae Zeicu”, colectarea produsului petrolier deversat făcându-se cu ajutorul a trei dispozitive de colectare tip “skimmer” pentru hidrocarburi, aflate și ele de asemenea în dotarea navei “Nicolae Zeicu”.

Operațiunea de colectare a produsului petrolier deversat a durat aproximativ o oră și patruzeci de minute timp în care a fost colectat, cu ajutorul celor trei dispozitive tip “skimmer” un volum de 8,7 m<sup>3</sup> de amestec de apă cu produs petrolier, volumul de produs petrolier recuperat fiind de 5,3 m<sup>3</sup>.

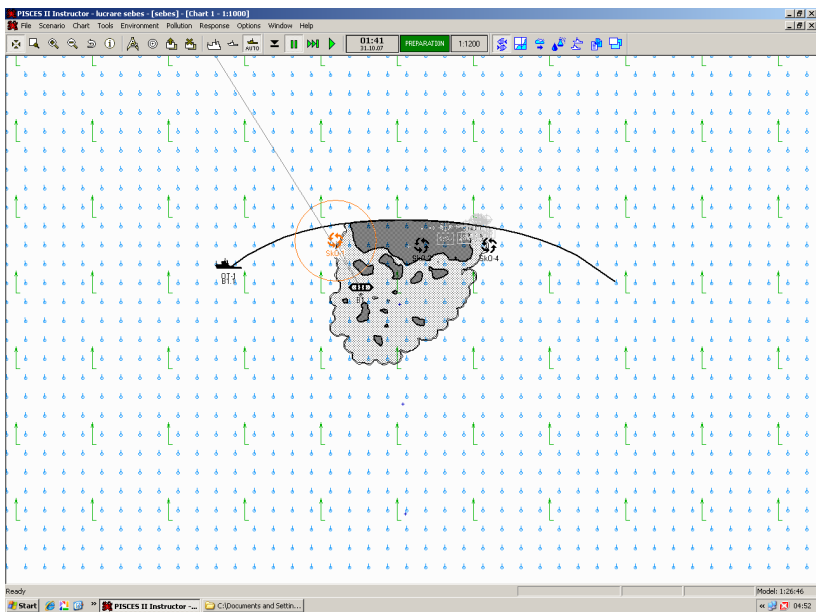


Fig. 6 Localizarea, limitarea și colectarea produsului petrolier deversat [4]

În tabelul 2 sunt prezentate caracteristicile peliculei de produs petrolier, pe timpul transportului acesteia sub acțiunea curentului marin și a vântului, precum și pe timpul limitării și nu în ultimul rând a colectării acestuia de pe suprafața apei.

Tabelul 2

Timpul	Volumul plutește [m <sup>3</sup> ]	Volumul evaporat [m <sup>3</sup> ]	Volumul recuperat [m <sup>3</sup> ]	Volumul de amestec [m <sup>3</sup> ]	Volumul de amestec recuperat [m <sup>3</sup> ]	Grosimea maximă a peliculei [mm]	Aria peliculei [m <sup>2</sup> ]
00:10	5,7	0	0	5,9	0	5,5	2 226
00:20	5,6	0,1	0	6,1	0	4,6	2 715
00:30	5,6	0,1	0	6,4	0	4,3	3 158
00:40	5,6	0,1	0	6,6	0	4,4	3 457
00:50	5,5	0,2	0	6,8	0	4,1	3 903
01:00	5,5	0,2	0	7	0	3,6	4 418
01:10	5,5	0,2	0	7,2	0	3,5	4 906



Timpul	Volumul care plutește [m <sup>3</sup> ]	Volumul evaporat [m <sup>3</sup> ]	Volumul recuperat [m <sup>3</sup> ]	Volumul de amestec [m <sup>3</sup> ]	Volumul de amestec recuperat [m <sup>3</sup> ]	Grosimea maximă a peliculei [mm]	Aria peliculei [m <sup>2</sup> ]
01:20	5,4	0,3	0	7,5	0	3,4	5 312
01:30	5	0,3	0,4	7,1	0,6	33,2	1 665
01:40	4,4	0,3	1	6,5	1,4	29,3	763
01:50	3,9	0,3	1,5	5,9	2,2	27,1	717
02:00	3,3	0,3	2,1	5,2	3,1	24,5	684
02:10	2,7	0,3	2,6	4,5	4	23,7	651
02:20	2,2	0,3	3,2	3,7	4,9	19	562
02:30	1,7	0,3	3,7	2,9	5,8	20,6	457
02:40	1,1	0,3	4,2	2	6,7	18,3	378
02:50	0,7	0,3	4,6	1,3	7,4	14,7	324
03:00	0,4	0,3	5	0,7	8,1	11,2	229
03:10	0	0,3	5,4	0,1	8,7	4,3	93,2

În final, implicațiile financiare ale operațiunii de localizare, limitare și colectare a produsului petrolier deversat pentru care s-a realizat prezenta simulare, sunt estimate la 2 154,18 \$, conform tabelului 3.

Tabel 3

Operațiune	Timp	Nava "Nicolae Zeicu"	Dispozitiv de colectare tip "skimmer"x3	Total [€]
	[min]	[385 €/oră]	[44 €/oră]	
Deplasare în misiune	30	192,5	66	258,5
Amplasare echipamente/așteptare	70	449,17	154	603,17
Colectare produs petrolier	100	641,67	220	861,67
Retragere echipamente	20	128,34	44	172,34
Deplasare din misiune	30	192,5	66	258,5
Total	250	1 604,18	550	2 154,18

## 5. Concluzii

■ Făcând o analiză a prețului barilului de produs petrolier, care în momentul de față este de aproximativ 28 \$/baril, și estimând costul volumului de produs petrolier deversat, care este de aproximativ 997,5

\$, ajungem la concluzia că implicațiile financiare pentru localizarea, limitarea și colectarea teoretică, prin simularea deversării pe suprafața apei a unui volum de 5,7 m<sup>3</sup> de produs petrolier, este dublu valorii produsului petrolier în sine.

■ În cazul unei deversări reale a aceluiași produs petrolier, estimăm că costurile financiare ale operațiunilor de localizare, limitare și colectare a produsului petrolier de pe suprafața apei este mai mare decât cel teoretic, acesta fiind influențat de:

- experiența personalului care operează echipamentele destinate limitării și colectării produsului petrolier deversat;
- condițiile hidrometeorologice;
- informațiile cu privire la evoluția peliculei de produs petrolier și transportul acesteia sub influența vântului și a curentului marin.

## BIBLIOGRAFIE

[1] \* \* \* <http://www.fassmer.de/shipbuilding/work-vessels-and-pilot-boats/>

[2] \* \* \* <http://www.markleen.com/products/>

[3] \* \* \* <http://www.dbrinc.org/EquipmentPopup/KomaraDiskSkimmer.html>

[4] \* \* \* PISCES29-PL Specifications, ver. 1.0, 2008.

[5] Bejan, M., *În lumea unităților de măsură*. Ediția a doua revăzută și adăugită. Editura Academiei Române și Editura AGIR, București, 2005.

Asist. univ. Dr. Ing. Ionuț VOICU

Universitatea Maritimă Constanța, membru AGIR din 2009

e-mail: ctionut2009@yahoo.com

Drd. Ing. Laurențiu George DUMITRESCU

Universitatea Maritimă Constanța

e-mail: dumitrescu.laurentiugeorge@yahoo.com

Prof. univ. Em. Dr. Ing. Valeriu Nicolae PANAITESCU

Universitatea "Politehnica" București, membru AGIR

e-mail: valeriu.panaitescu@yahoo.com

Prof. univ. Dr. Ing. Fănel-Viorel PANAITESCU

Universitatea Maritimă Constanța

e-mail: viopanaiteescu@yahoo.com