

# NGHIÊN CỨU TÍCH HỢP MÔ HÌNH LAN TRUYỀN DẦU VÀO BẢN ĐỒ SỐ 3D CHO KHU VỰC KHÍ - ĐIỆN - ĐẠM CÀ MAU ĐỂ PHỤC VỤ CÔNG TÁC ỨNG PHÓ SỰ CỐ TRÀN DẦU

**CN. Võ Văn Anh Pha**

Viện Dầu khí Việt Nam

Email: phavva.cpse@vpi.pvn.vn

## Tóm tắt

*Các mô hình lan truyền dầu phổ biến trên thế giới hiện nay chủ yếu áp dụng cho các sự cố tràn dầu trên biển. Đối với từng khu vực sông, do điều kiện địa hình và chế độ dòng chảy phức tạp cần phải có nghiên cứu chi tiết cho từng khu vực, để có thể xây dựng mô hình lan truyền dầu hiệu quả. Tập đoàn Dầu khí Việt Nam đã xây dựng mô hình lan truyền dầu cho hệ thống sông kênh khu vực bán đảo Cà Mau, song đây là mô hình lan truyền dầu một chiều, với bản đồ nền đơn giản không thể hiện được đặc điểm của các nhánh sông trên khu vực. Ngoài ra, Viện Dầu khí Việt Nam đã xây dựng và chuyển giao phần mềm bản đồ số 3D cho hệ thống sông kênh của bán đảo Cà Mau. Với nhu cầu cấp thiết của thực tế trong công tác ứng phó sự cố tràn dầu cũng như tăng cường phát huy hiệu quả của những nghiên cứu hiện có, bài báo sẽ giới thiệu sự tích hợp kết quả của mô hình lan truyền dầu vào bản đồ số.*

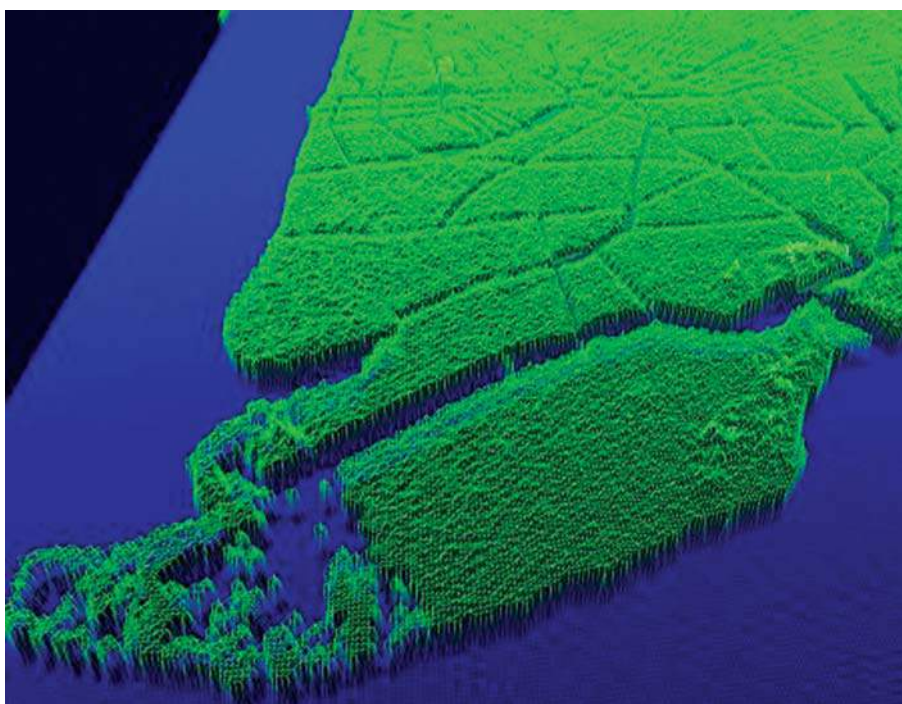
**Từ khóa:** Sự cố tràn dầu, mô hình tràn dầu, ứng phó sự cố, bán đảo Cà Mau.

## 1. Giới thiệu

Khu vực bán đảo Cà Mau có nhiều công trình dầu khí quan trọng như: Cụm Khí - Điện - Đạm Cà Mau, các kho xăng dầu... Việc vận chuyển hàng hóa, xăng dầu, vật liệu xây dựng... bằng đường thủy qua khu vực này dẫn đến nguy cơ xảy ra sự cố tràn dầu cao, gây ảnh hưởng đến môi trường tự nhiên và hoạt động kinh tế - xã hội.

Tập đoàn Dầu khí Việt Nam/ Viện Dầu khí Việt Nam đã xây dựng mô hình lan truyền dầu theo một hướng (ROSM version 1), là kết quả nghiên cứu của đề tài "Nghiên cứu xây dựng mô hình lan truyền dầu trên hệ thống sông/kênh khu vực Khí - Điện - Đạm Cà Mau và tuyến sông/kênh vận chuyển vật liệu chính cho khu vực Khí - Điện - Đạm", có thể áp dụng để chạy mô hình hóa tràn dầu cho khu vực bán đảo Cà Mau. Trong năm 2010, Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển An toàn và Môi trường Dầu khí (CPSE) - Viện Dầu khí Việt Nam đã xây dựng và chuyển giao phần mềm tạo bản đồ số 3D cho hệ thống sông kênh của bán đảo Cà Mau (CMPR 3D Map Version 1) thuộc đề tài "Nghiên cứu xây

dựng phần mềm tạo bản đồ số trong không gian 3D, xây dựng bản đồ số 3D cho các sông/kênh thuộc bán đảo Cà Mau và đề xuất ứng dụng trong các hoạt động dầu khí trong khu vực". Đây là hai phần mềm độc lập, chưa thể tích hợp với nhau để có thể thực hiện tốt nhất việc tính toán, mô hình hóa tràn dầu trong không gian 3D đáp ứng tốt nhất cho nhu cầu hỗ trợ việc ứng phó tràn dầu, do đó chưa khai thác hết hiệu quả của từng phần mềm.



**Hình 1.** Bản đồ số 3D hiện tại của khu vực bán đảo Cà Mau

Với nhu cầu cấp thiết về công cụ hỗ trợ ứng phó sự cố tràn dầu trong khu vực, việc tích hợp phần mềm mô hình lan truyền dầu vào bản đồ số 3D có ý nghĩa quan trọng, tăng tính chính xác và hiệu quả trong việc hỗ trợ cho công tác ứng phó sự cố tràn dầu. Phần mềm tràn dầu sau khi tích hợp sẽ hoàn chỉnh hơn và các kết quả được thể hiện trực tiếp trên bản đồ số 3D giúp dễ nhận biết và phối hợp ứng phó sự cố hiệu quả.

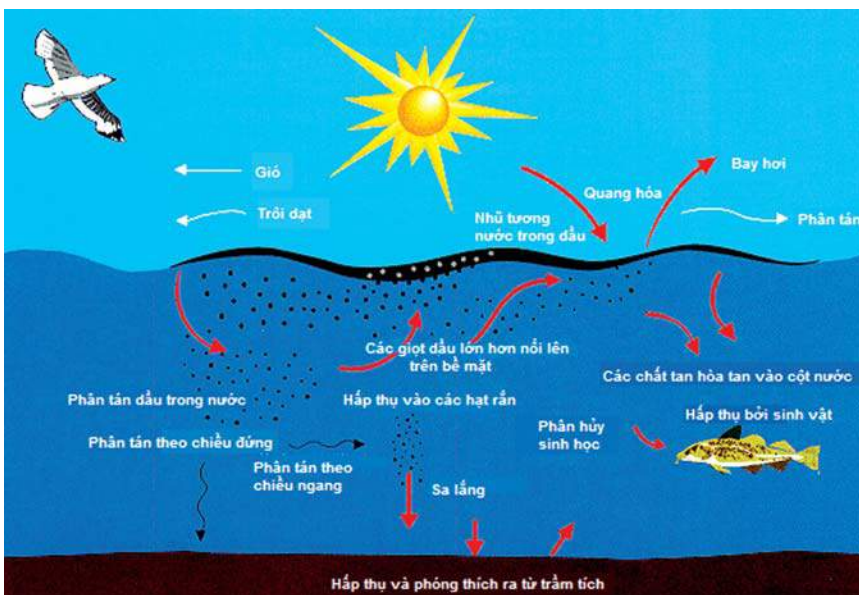
Để thực hiện nhiệm vụ này, nhóm tác giả đã tham khảo và sử dụng các kết quả nghiên cứu đã được công bố trong nước và thế giới, hợp tác với chuyên gia đầu ngành trong lĩnh vực thủy lực để thiết lập và giải bài toán dòng chảy cho khu vực; dựa trên các kết quả nghiên cứu cơ sở toán học của mô hình tràn dầu trên sông trong nước và thế giới để thiết lập và giải quyết bài toán lan truyền dầu trên sông; khảo sát thực địa, thu thập, cập nhật số liệu cho khu vực Khí - Điện - Đạm nhằm phục vụ cho việc kết nối mô hình và mô hình 2D... Các phần mềm được tích hợp và xây dựng mới được thực hiện trên nền tảng OpenGL, sử dụng ngôn ngữ lập trình C++ trên môi trường Windows. Tác giả đã tích hợp hai phần mềm hiện có: Phần mềm sẽ sử dụng kết quả của mô hình lan truyền dầu kết hợp với dữ liệu của bản đồ số 3D để thể hiện kết quả của mô hình lan truyền dầu trên bản đồ số 3D; xây dựng phần mềm lan truyền dầu 2D cho khu vực có số liệu đầy đủ; xây dựng module kết nối mô hình 2D với mô hình 1D của các khu vực ít số liệu; sử dụng các công nghệ xử lý đồ họa 3D để hoàn thiện hóa kết quả mô hình tràn dầu và thể hiện kết quả trên không gian 3D; kiểm chứng thực tế tại hiện trường nhằm đánh giá tính chính xác và khả năng ứng dụng của mô hình.

## 2. Tích hợp phần mềm mô hình lan truyền dầu vào bản đồ số 3D

### 2.1. Thuật toán lan truyền dầu [1]

Lan truyền dầu là quá trình lan truyền chất phức tạp trong đó có kể tới một chuỗi liên tiếp các quá trình thủy động lực học và hóa lý. Khi tràn ra sông, dầu sẽ bị trôi dạt và phân tán theo chiều của dòng chảy. Đây là quá trình chủ yếu quyết định sự lan truyền của dầu trong sông. Cùng với quá trình trên, dầu sẽ tự loang ra trên mặt nước do tác động của gradient áp suất ngang, lực căng mặt ngoài. Quá trình này thường chỉ xảy ra trong giai đoạn đầu khi dầu mới tràn (khoảng 1 - 15 giờ). Khi dầu tràn ra, tùy thuộc điều kiện khí tượng thủy văn, dầu sẽ bị bốc hơi (chỉ bay hơi các thành phần nhẹ). Ngoài ra, còn có các quá trình lý - hóa - sinh khác như: nhũ tương hóa, bám vào bờ, bám vào các hạt rắn (chẳng hạn phù sa), lắng đọng xuống đáy sông, tác dụng hóa học với các chất có trong sông. Một số lượng dầu sẽ bị phân hủy do tương tác sinh học (phân hủy vi sinh). Quá trình phong hóa có thể dẫn đến sự thay đổi lớn các đặc tính của dầu và thay đổi sự vận động của dầu tràn trên sông theo thời gian. Một số quá trình có thể làm biến mất dầu trên mặt sông trong khi quá trình khác lại làm cho dầu tồn tại lâu dài hơn.

Để tính toán quá trình lan truyền của dầu trên sông, cần giải các phương trình thủy động lực học để tính toán vận tốc dòng chảy, sau đó giải phương trình tải khuếch tán để tính lan truyền dầu. Ngoài các thông số cho bài toán thủy lực, các thông số khác như lượng dầu tràn, thời gian và địa điểm dầu tràn, loại dầu tràn là các thông số quan trọng để tính toán được sự lan truyền của dầu.



Hình 2. Quá trình phong hóa dầu trong môi trường

Đồng bằng sông Cửu Long có một số sông lớn (sông Tiền, sông Hậu, sông Vàm Cỏ...), sông cũng có nhiều kênh nhỏ (chiều rộng từ vài chục đến vài trăm mét, nhất là bán đảo Cà Mau). Vì thế, nếu xảy ra sự cố, chủ yếu dầu tràn theo trục sông, khi đó chỉ cần mô hình lan truyền dầu một chiều là đủ. Với các kênh/sông có chiều rộng lớn (vài trăm mét trở lên), để có số liệu về nồng độ dầu theo chiều ngang cần phải xây dựng và sử dụng các mô hình lan truyền dầu 2 chiều ngang. Mặc dù chỉ quan tâm tới lan truyền dầu theo chiều ngang nhưng khi tính toán nhóm tác giả cần các thông tin về điều kiện biên thủy

lực và dầu trên biên (lấy từ mô hình một chiều hoặc phải đo đạc trước). Vì vậy, để linh hoạt và đảm bảo kinh tế, nhóm tác giả đã xây dựng một mô hình ghép nối 1 chiều trong sông (chiều ngang nhỏ) với mô hình 2 chiều ngang trong sông cho các đoạn sông có chiều rộng lớn.

2.1.1. Tải và tán xạ dầu

Tải là quá trình lan truyền dầu do dòng chảy. Tán xạ là quá trình phát sinh bổ sung do thực hiện trung bình theo chiều sâu (hoặc mặt cắt cộng với hiện tượng khuếch tán rối vật lý, trong trường hợp một chiều). Tải và tán xạ là các hiện tượng vật lý chủ yếu làm trôi và phát tán dầu trên mặt và trong nước từ chỗ này đến chỗ khác do tác dụng của gió, sóng, các loại dòng chảy sinh ra bởi thủy triều và lưu lượng thượng nguồn.

Mô hình:

$$u = u_w + u_t, v = v_w + v_t$$

$$D_x = |u| \frac{\Delta x}{2} + D, \quad D_y = |v| \frac{\Delta y}{2} + D$$

Trong đó:

$u_w, v_w$ : Các thành phần vận tốc trên tầng mặt sinh ra bởi gió;

$u_t, v_t$ : Các thành phần vận tốc dòng triều;

$\Delta x$  và  $\Delta y$ : Độ phân giải (bước lưới theo trục x và y) của mạng lưới tính toán;

D: Hệ số tổng hợp liên quan tới phân tán và khuếch tán rối ngang (2 - 10m<sup>2</sup>/s).

Trong thực tế do khó xác định các hệ số  $D_x$  và  $D_y$  và các hệ số này thường nằm trong các số hạng bậc 2, nên thường được xem là các đại lượng không đổi.

Thành phần vận tốc tầng mặt trôi theo gió và sóng được tính theo mô hình sau (Youssef & Spaulding, 1993):

$$u_w = C_1 |w| \cos \theta, v_w = C_1 |w| \sin \theta, C_1 = \alpha + \beta |w|, \alpha = 2 - 7\%$$

$$\beta = 0,03 - 0,05, \quad \theta = \theta_o - \chi \log_{10} |w|, \quad \chi = 8,0$$

Trong đó:

w: Trị số vận tốc gió tại độ cao 10m so với mặt nước;

$u_w, v_w$ : Các thành phần vận tốc dòng chảy trôi lệch sang phải với gió trên tầng 10m với góc  $\theta$ .

2.1.2. Sự loang dầu (Fay, 1969)

Sự loang dầu là quá trình phân tán của dầu trên mặt nước dưới tác động đồng thời của 3 lực: trọng lực, lực căng mặt ngoài và độ nhớt. Theo FAY, quá trình loang của dầu trải qua 4 thời kỳ liên tiếp: quán tính - trọng lực; trọng lực - nhớt; nhớt - sức căng mặt ngoài và sau đó là sự ngừng loang.

f1: Trong giai đoạn cân bằng quán tính - trọng lực ( $t \leq T_i$ ), bán kính vết dầu R (cm) tại thời điểm t do lượng dầu Q (cm<sup>3</sup>) với tỷ trọng  $\rho_o$  tính theo công thức:

$$R(t) = k_{2i} (g \Gamma Q t^2)^{1/4}, \Gamma = \frac{(\rho_2 - \rho_o)}{\rho_o} = 0,08 - 0,10, t \leq T_i$$

Nếu vết dầu là một dải dài L và A = Q/L, công thức tính chiều rộng vết dầu B như sau:

$$B(t) = k_{1i} (g \Gamma A t^2)^{1/3}, \Gamma = \frac{(\rho_2 - \rho_o)}{\rho_o} = 0,08 - 0,10, t \leq T_i$$

f2: Vào thời kỳ  $T_v \geq t > T_i$ , khi diện tích vết khá lớn, lực quán tính trở nên nhỏ và xuất hiện sự cân bằng hai lực ma sát nhớt và trọng lực. Do đó, bán kính vết dầu được tính theo công thức sau:

$$R(t) = k_{2v} \left( g \Gamma Q^2 t^3 \gamma^{-1/2} \right)^{1/6}, T_i < t \leq T_v$$

$$\text{và } B(t) = k_{2v} \left( g \Gamma A^2 t^{3/2} \gamma^{-1/2} \right)^{1/4}, T_i < t \leq T_v$$

f3: Thời kỳ nhớt - sức căng mặt ngoài bắt đầu khi đường biên của vết dầu trở nên khá dài, lực căng mặt ngoài trở thành quan trọng còn lực gradient áp suất ngang trở nên nhỏ bé. Như vậy khi  $t > T_v$  sẽ xuất hiện sự cân bằng giữa lực ma sát và sức căng mặt ngoài. Từ đó, suy ra công thức tính kích thước vết dầu do hiệu loang như sau:

$$R(t) = k_{2s} \left( \sigma^2 t^3 \rho_o^2 \right)^{1/4}, T_v < t \leq T_s$$

$$\text{và } B(t) = k_{1s} \left( \sigma^2 t^3 \rho_o^2 \right)^{1/4}, T_v < t \leq T_s$$

f4: Sự ngừng loang sẽ xuất hiện khi lực căng mặt ngoài tổng hợp giảm dần và bắt đầu đổi dấu. Diện tích cực đại của vết dầu khi ngừng loang có thể đánh giá theo công thức:

$$S_{\max} = \left( \sigma^2 Q^6 \rho_o^{-1} \nu^{-3} \gamma^{-1} \right)^{1/8}, t \leq T_s$$

Như vậy, theo FAY, nếu lượng dầu tràn ra không thất thoát, mặt nước yên lặng hoàn toàn, một tấn dầu có thể phủ một vùng 5km<sup>2</sup>. Một số tác giả khác đánh giá đại lượng này sẽ vào khoảng 2,6 - 12km<sup>2</sup>.

Trong các công thức trên:

- K với các chỉ số là các hằng số xác định bằng thực nghiệm. Các kết quả thí nghiệm của M.H.Fallah và R.M.Stark đều cho các đánh giá sau:

$$K_{1i} = 1,50 - 2,00, k_{1v} = 1,50 - 3,0$$

$$K_{1s} = 1,30 - 2,50, k_{2i} = 1,10 - 2,40$$

$$K_{2v} = 1,40 - 2,50, k_{2s} = 2,30 - 4,00$$

Trong các công thức trên:

$\sigma, \rho_o, \gamma$ : Sức căng mặt ngoài, tỷ trọng và độ nhớt của dầu;

$\nu, \rho_2$ : Độ nhớt và tỷ trọng của nước;

$T_p, T_v$  và  $T_s$ : Thời gian kéo dài từng thời kỳ nói trên (tùy thuộc vào loại dầu và lượng dầu tràn).

### 2.1.3. Sự bốc hơi của dầu (Mackey, 1984)

Bốc hơi dầu là quá trình lý - hóa làm một lượng hydrocarbon di chuyển từ mặt nước vào không khí. Bốc hơi làm cho phần lớn các thành phần nhẹ rời khỏi mặt nước trong vài giờ đầu sau khi dầu tràn ra sông. Bốc hơi làm cho lượng dầu trên mặt nước giảm, tỷ trọng và độ nhớt tăng.

Biểu thức giải tích để dự báo phần thể tích dầu bị bốc hơi lập ra trong ý tưởng bốc hơi tự do và không hạn chế theo mô hình Mackey có dạng:

$$F = \frac{\ln\left(1 + b\left(\frac{T}{T_G}\right)g \exp\left(a - b\frac{T_o}{T}\right)\right)}{T / bT_G},$$

$$g = \frac{\left(\frac{K_m At}{Q}\right)}{Q}, K_m = 0,0292W^{0,78}D^{-0,11}Sc^{-0,67}$$

Trong đó:

$T, T_o$ : Nhiệt độ nước và điểm sôi ban đầu của dầu gốc trên đường cong chung cất ( $^{\circ}K$ );

$T_G$ : Hệ số góc của tiếp tuyến trên đường cong chưng cất;

$A = 16,3, b = 14,3$  (Mackey, 1984, không thứ nguyên);

$A$ : Diện tích vết,  $m^2$ ;

$D = 2R$ : Đường kính vết do thể tích dầu phần tử  $Q$  tạo ra (m);

$Sc$ : Số Schmidt (2,5 - 2,9);

$W$ : Vận tốc gió (m/s).

### 2.1.4. Sự nhũ tương hóa của dầu (Mackey, 1982)

Nhũ tương là quá trình lý - hóa dẫn đến hiện tượng dầu ngậm nước. Hệ quả của quá trình nhũ tương dầu như sau: Thể tích tăng lên 3, 4 lần so với lượng dầu ban đầu; tăng độ nhớt làm cản trở sự loang và bốc hơi; tăng độ bền vững về hóa - sinh cho các thành phần độc (aromatics).

Hiện các nghiên cứu về hiện tượng nhũ tương dầu rất ít, chủ yếu chỉ có các công thức thực nghiệm. Nhóm tác giả sử dụng mô hình do Mackey đề xuất (1982) để dự báo tốc độ ngậm nước của dầu:

$$\frac{dF_{wc}}{dt} = C_1 W^2 \left(1 - \frac{F_{wc}}{C_2}\right), C_1 = 4.610^6, C_2 = 1,25^{-1}$$

Tốc độ tăng độ nhớt của nhũ tương dầu được tính theo công thức:

$$\mu(t) = \mu_o \exp\left(\frac{2,5F_{cw}}{1 - 0,65F_{cw}}\right)$$

Trong đó:

$C_1$ : Hệ số thực nghiệm;

$C_2$ : Hệ số tốc độ;

$F_{wc}$ : Tỷ lệ nước cực đại trong dầu;

$W$ : Vận tốc gió;

$\mu_o$ : Độ nhớt nguyên dầu.

Mô hình tính tốc độ ngậm nước của dầu có sai số rất lớn (100 - 200%). Đến nay, Việt Nam chưa có công cụ tính hàm lượng nước trong các nhũ tương dầu và mô hình tương tự. Mô hình trên chỉ sử dụng một số liệu nhập là trị số vận tốc gió.

### 2.1.5. Sự lắng đọng của dầu (Kolpack, 1977)

Sự lắng đọng của dầu là hiện tượng cơ - lý - hóa xảy ra do sự gia tăng tỷ trọng của dầu, sự tương tác dầu với bùn cát và các vật thể lơ lửng trong nước.

Mô hình: lượng dầu ( $m^3$ )  $F_{sed}$  bám vào các hạt rắn lơ lửng tính theo công thức (Kolpack, 1977):

$$\frac{dF_{sed}}{dt} = \alpha_1 C_{sed}(1 - \alpha_2 S)$$

Trong đó:

$S$ : Độ mặn (‰);

$\alpha_1, \alpha_2$ : Hệ số thực nghiệm;

$C_{sed}$ : Hàm lượng hạt rắn lơ lửng ( $g/m^3$ ).

### 2.1.6. Sự tương tác dầu với đường bờ (Mosm, 1994)

- Phần dầu bám lên bờ sông cho mỗi ô lưới biên sẽ là:

$$F_{sh} = A_{ig}/A$$

Trong đó:

$A_{ig}$ : Diện tích đất của ô lưới biên và  $A$  là diện tích vết của một phần tử dầu tách ra. Nếu lượng dầu đã bám vào nhỏ hơn khả năng tiếp nhận dầu của bờ, thì lượng dầu bám vào ô biên thứ  $i$  tiếp tục tích lũy trong suốt thời gian thứ  $t_i$

$F_{sh}$ : Lượng dầu trong nước mất đi tại ô đó do dầu bám bờ.

Khả năng tiếp nhận dầu của bờ xác định theo công thức:

$$M_{hi} = \rho_o L_i g l W_{gl}$$

i: Kiểu bờ;

$W_i$ : Bề rộng mặt tiền bờ;

$L_i$ : Bề dài vết cực đại có thể bám lên bờ;

l: Chiều dài mặt tiền bờ sông.

- Khối lượng dầu bám vào bờ tiêu hủy theo thời gian xác định theo công thức:

$$M_r = M_o(1 - \exp(-t/T))$$

Trong đó:

$M_o$ : Lượng dầu bám vào bờ ban đầu;

T: Chu kỳ tự rửa của dầu phụ thuộc vào loại bờ và mái dốc (Bảng 1);

t: Thời gian (ngày).

**Bảng 1.** Thời gian tự rửa sạch dầu phụ thuộc vào loại bờ và mái dốc

Kiểu bờ	Độ dốc (độ)	Thời gian tự rửa sạch dầu (ngày)
Đá	80	1,0
Đê chắn sóng	80	1,0
Cát mịn	1,5 - 3,0	2,0 - 20,0
Cát thô	1,5 - 3,0	2,0 - 20,0
Cát sỏi lẫn lộn	5,1	2,0 - 20,0
Bãi triều trống	0	2,0 - 20,0
Đầm lầy, sinh	0	100,0 - 1.000,0
Rừng ngập mặn	0	100,0 - 1.000,0

Nguồn: CSE/ASA/BAT, 1986

**2.1.7. Sự phân hủy sinh hóa (Mosm, 1994)**

Sự phân hủy sinh hóa là các quá trình làm biến dạng hay chuyển hóa các hydrocarbons dầu mỏ thông qua các tác động của vi sinh vật, ánh sáng và nhiệt. Khối lượng dầu mỏ bị chuyển hóa do các tác động của vi sinh vật, ánh sáng và nhiệt độ có cùng một dạng công thức tính toán dự báo:

$$M_{Gi} = M_{oi}(1 - \exp(-t/T))$$

Trong đó:

i: Yếu tố môi trường sinh-hóa thứ i (i = 1, 2, ..., i);

$M_{oi}$ : Khối lượng dầu đang có trong môi trường sinh hóa thứ i;

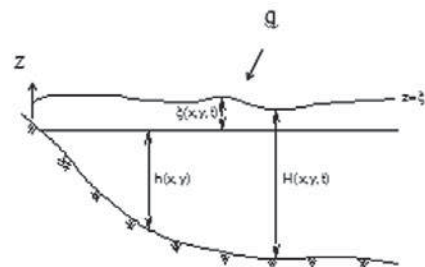
$M_{Gi}$ : Khối lượng dầu bị phân hủy sau thời gian t do thành phần thứ i;

T: Chu kỳ sống của dầu trong môi trường sinh-hóa thứ i (ngày).

T phụ thuộc vào điều kiện tự nhiên từng vùng và xác định bằng thực nghiệm. Các kết quả nghiên cứu trong phòng thí nghiệm cho thấy: loại "sống ngắn" có chu kỳ bán phân hủy  $T_{1/2} = 0,4 - 5,0$  ngày và loại "sống dài lâu" có chu kỳ bán phân hủy  $T_{1/2} = 10 - 1.000$  ngày. Các nhũ tương dầu có  $T_{1/2} = \sim 3$  tháng.

**2.2. Bài toán dòng chảy [1]**

Phương trình mô tả chế độ dòng chảy 2 chiều ngang (3 phương trình tính mực nước, vận tốc U và V; xem ký hiệu trên hình vẽ):



+ Phương trình liên tục

$$\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{\partial (HU)}{\partial x} + \frac{\partial (HV)}{\partial y} = q \text{ hay}$$

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} (HU) + \frac{\partial}{\partial y} (HV) = q$$

Trong đó:

q: Lưu lượng bổ sung trên một đơn vị diện tích (đơn vị  $m^3/s/m^2 = m/s$ ), như lượng dầu tràn;

U, V: Thành phần vận tốc theo hướng x, y;

H: Độ sâu mực nước;

h: Cao trình đáy.

$$H(x, y, t) = h(x,y) + \zeta(x, y, t)$$

**2.3. Dữ liệu thu thập**

Tác giả đã sử dụng lại các số liệu được thu thập từ các đề tài trước gồm số liệu 4.105 mặt cắt các con sông/kênh khu vực bán đảo Cà Mau. Trong đó, mỗi mặt cắt theo các tầng sẽ cho biết các thông tin như: độ sâu đáy; mực nước; chiều rộng của nhánh; các mức cấp nước.

Bên cạnh đó, tác giả cũng thu thập thêm các mặt cắt chi tiết cho khu vực ngã ba Khí - Điện - Đạm Cà Mau nhằm phục vụ cho việc xây dựng mô hình lan truyền dầu 2D.

**Bảng 2.** Số liệu thu thập từ các tài liệu trước

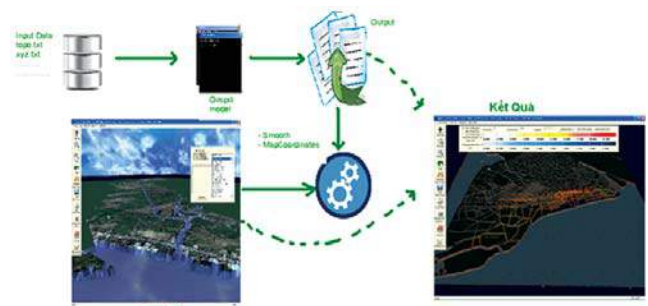
TT	Nội dung	Số lượng
1	Tổng số mặt cắt	4.105
2	Tổng số nút hợp lưu	1.193
3	Tổng số nhánh (nhánh trong và nhánh biên)	1.921
4	Tổng số nút biên Biên mực nước Biên lưu lượng Biên lan truyền chất (mặn)	5
5	Tổng số cống (công trình)	75
6	Tổng số trạm mưa	11
7	Tổng số ô ruộng kín	864
8	Tổng số ô ruộng hở	18
9	Tổng số trạm lấy nước	714
10	Số cấp cho địa hình sông	13



**Hình 3.** Vị trí của các mặt cắt mới được thu thập phục vụ cho mô hình lan truyền dầu 2D

**2.4. Kết quả tích hợp mô hình**

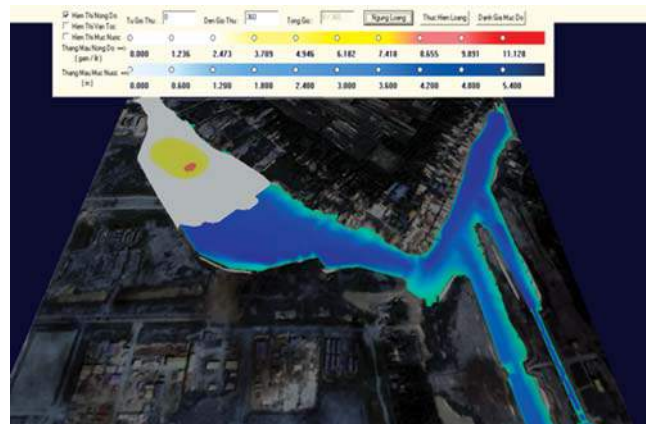
Phần mềm mô hình tích hợp được kế thừa nền tảng công nghệ OpenGL trên ngôn ngữ lập trình C++ đã được sử dụng cho phần mềm mô hình lan truyền dầu vào bản đồ số 3D. Đây là phần mềm chủ yếu tập trung vào thuật toán tính toán và thể hiện trong không gian 3D và không cần tần suất truy cập dữ liệu lớn. Do đó, các dữ liệu được sử dụng trong chương trình được tổ chức dưới dạng tập tin text và có thể xem bằng bất kỳ chương trình hỗ trợ đọc tập tin text.



**Hình 4.** Nguyên tắc hoạt động của phần mềm sau tích hợp



**Hình 5.** Kết quả chạy mô hình cho các nhánh sông chính trong khu vực



**Hình 6.** Kết quả mô hình tràn dầu 2D tại khu vực ngã 3 Khí - Điện - Đạm

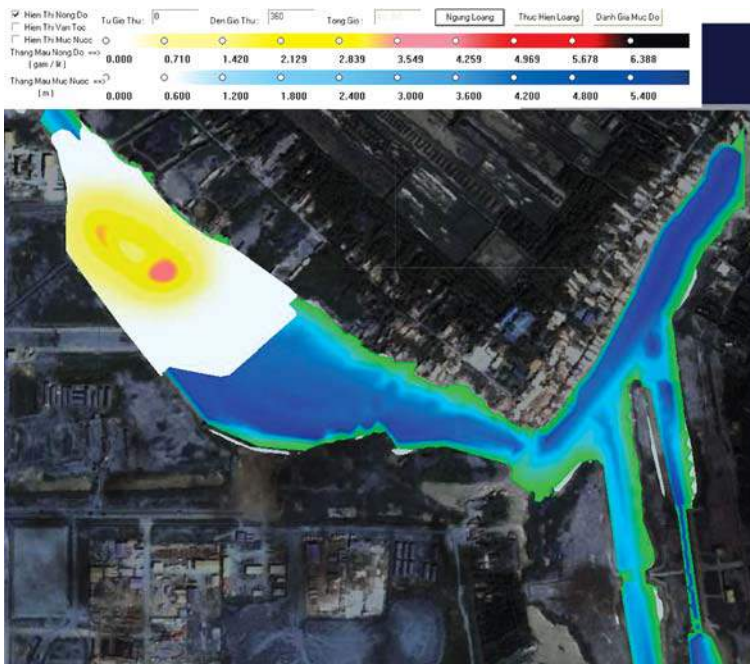
Với thông số (Bảng 3), kết quả mô hình kịch bản thử nghiệm trong khu vực Khí - Điện - Đạm Cà Mau được trong bày trong Hình 7 - 9.

**Bảng 3.** Thông số kịch bản

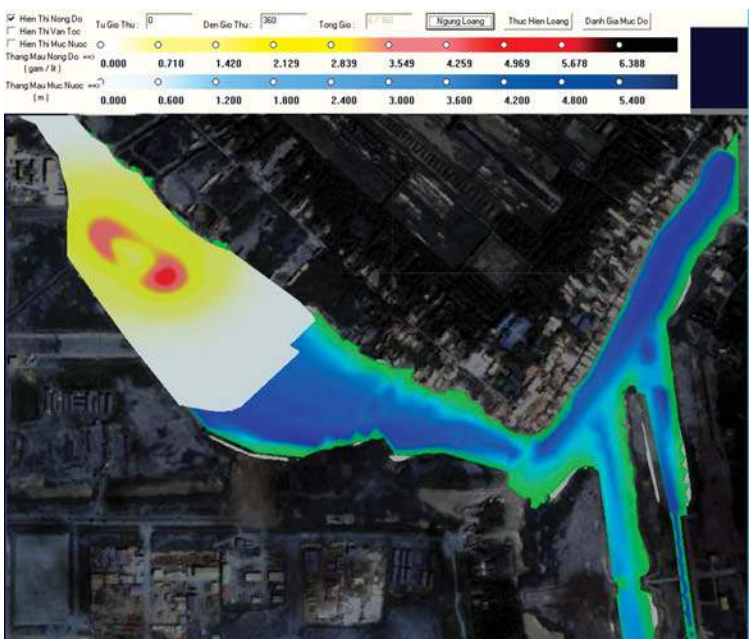
Địa điểm	Gần cụm Khí - Điện - Đạm thuộc sông Cái Tàu - Cà Mau.
Tọa độ	X: 507.063,80 Y: 1.021.662,43
Lượng dầu tràn	300 tấn
Thời gian tràn	Liên tục trong 5 giờ
Thời điểm	Dữ liệu khí tượng lấy ngày 1/2/2004
Thời gian tính	120 giờ



Hình 7. Vị trí xảy ra sự cố tràn dầu trong kịch bản thử nghiệm



Hình 8. Kết quả sau 4 giờ



Hình 9. Kết quả sau 6 giờ

### 3. Kết luận

Phần mềm River Oil Spill Model 2 (ROSM2) phiên bản 1.0 là phiên bản mới được xây dựng, sẽ được cập nhật các dữ liệu và hoàn thiện tính năng trong quá trình sử dụng để phần mềm ngày càng hoàn chỉnh hơn. Đây là phương pháp và phần mềm cơ bản cho việc tính toán lan truyền dầu 2D trên sông và hiện thể hiện tốt cho khu vực có số liệu đầy đủ là khu vực Khí - Điện - Đạm Cà Mau. Nhóm tác giả đề xuất cần thu thập thêm các mặt cắt dày và chi tiết hơn tại các địa điểm khác để có thể áp dụng mô hình 2D như một công cụ ứng phó hiệu quả và chính xác cho toàn khu vực bán đảo Cà Mau.

Ngoài ra, do sự thay đổi của tự nhiên và các quá trình bồi lắng đối với các hệ thống sông/kênh nên các số liệu và dữ liệu cũng cần được cập nhật định kỳ. Vì vậy, phần mềm cần được cập nhật thường xuyên các số liệu và dữ liệu thay đổi để phù hợp với thực tế và đạt hiệu quả cao trong quá trình sử dụng.

### Tài liệu tham khảo

1. Vũ Ngọc Trinh và nnk. *Nghiên cứu xây dựng mô hình lan truyền dầu trên hệ thống sông kênh khu vực cụm Khí - Điện - Đạm Cà Mau và tuyến sông/kênh vận chuyển nguyên vật liệu chính cho cụm Khí - Điện - Đạm*. Viện Dầu khí Việt Nam. 2007.
2. Nguyễn Như Khuê. *Hướng dẫn thực hành xây dựng mô hình toán dòng chảy và nồng độ chất hòa tan*. 1994.
3. Lê Song Giang. *Mô hình dòng chảy và lan truyền mặn Đồng bằng sông Cửu Long*. 2005.
4. Tập đoàn Dầu khí Việt Nam. *Kế hoạch ứng phó sự cố tràn dầu*. 2008.
5. Tập đoàn Dầu khí Việt Nam. *Kế hoạch ứng cứu khẩn cấp*. 2010.
6. Bùi Minh Trường. *Lập trình OpenGL với thư viện AUX*. Đại học Wakayama - Nhật Bản. 2008.
7. L.C.Van Rijn. *Mathematical modelling of morphological processes in the case of suspended sediment transport*. Delft Hydraulics Communication. 1987; 382.

8. P.D.Yapa, H.T.Shen, K.S.Angamma. *Modelling oil spills in a river-lake system*. Journal of Marine Systems. 1994; 4(6): p. 453 - 471.
9. Serguei A.Lonin. *Lagrangian model for oil spill diffusion at sea*. Spill Science & Technology Bulletin. 1999; 5(5/6): p. 331 - 336.
10. Reinaldo García-Martínez, Henry Flores-Tovar. *Computer modeling of oil spill trajectories with a high accuracy method*. Spill Science & Technology Bulletin. 1999; 5(5 - 6): p. 323 - 330.
11. W.J.Guo, Y.X.Wang. *A numerical oil spill model based on a hybrid method*. Marine Pollution Bulletin. 2009; 58: p. 726 - 734.
12. Edward Angel. *Interactive computer graphics: A top-down approach using OpenGL (5<sup>th</sup> edition)*. 2008.
13. Tom McCreynolds, David Blythe. *Advanced graphics programming techniques using OpenGL*. Morgan Kaufmann. 2005.

---

## Integrating oil spill model into 3D digital map for Ca Mau Gas, Power and Fertilizer complex area to facilitate oil spill response

**Vo Van Anh Pha**  
Vietnam Petroleum Institute

### Summary

**Currently, most of commercial oil spill modeling softwares are only applied for oil spill on sea. For river systems, due to the complex terrain and current, it is necessary to have special study for each system to make sure the oil spill modeling software can be applied correctly. Before this project, Petrovietnam already developed an oil spill modeling software for Ca Mau peninsula region. However, this model uses one-dimension map for running which cannot show detail information for each river/canal. Besides, the Vietnam Petroleum Institute has developed and transferred successfully the 3D digital map for Ca Mau peninsula region to Petrovietnam. This paper will present the integration of the available oil spill modeling software into 3D digital map for Ca Mau peninsula region to meet the high demand for oil spill response support tools and take advantage of available software.**

**Key words:** Oil spill incident, oil spill model, oil spill response, Ca Mau peninsula.