

THUYẾT MINH ĐỀ TÀI NCKH CẤP TRƯỜNG

Ứng dụng phương pháp phân tử hữu hạn trong chất lỏng
mô phỏng sự cố tràn dầu

CHỦ NHIỆM ĐỀ TÀI: THS. BÙI MINH THU

MỤC LỤC

Mục lục	i
MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 1: SỰ CỐ TRÀN DẦU	3
1.1. Sự cố tràn dầu	3
1.2. Sự biến đổi của dầu trên biển	3
CHƯƠNG 2: PHƯƠNG PHÁP PHẦN TỬ HỮU HẠN TRONG CHẤT LỎNG MÔ HÌNH TOÁN QUÁ TRÌNH LAN TRUYỀN DẦU TRONG NƯỚC ...	8
2.1. Phương pháp phần tử hữu hạn giải bài toán hai chiều trong chất lỏng	8
2.2. Mô hình dầu tràn	10
2.3. Mô hình toán quá trình lan truyền của dầu	11
2.4. Các tham số mô hình là đặc tính của dầu tràn ra môi trường	13
2.5. Các yếu tố môi trường	17
2.6. Quá trình biến đổi của dầu	19
2.7. Mô hình dòng chảy hai chiều	25
CHƯƠNG 3: ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP PHẦN TỬ HỮU HẠN MÔ PHỎNG SỰ CỐ TRÀN DẦU	28
3.1. Khu vực mô phỏng	28
3.2. Điều kiện tự nhiên	28
3.3. Mô phỏng thủy lực khu vực Đình Vũ - Cát Hải	31
3.4. Kết quả tính toán mô phỏng tràn dầu	43
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	48
1. Kết luận	48
2. Kiến nghị	48
TÀI LIỆU THAM KHẢO	49

CHƯƠNG 1:

SỰ CỐ TRÀN DẦU - NHỮNG TÁC ĐỘNG ĐẾN KINH TẾ XÃ HỘI VÀ MÔI TRƯỜNG

1.1. Sự cố tràn dầu

Hiện nay tồn tại khá nhiều khái niệm về sự cố tràn dầu. Tuy nhiên, có thể hiểu một cách cơ bản sự cố tràn dầu là một dạng sự cố gây ô nhiễm môi trường biển. Theo quyết định số 02/2013/QĐ-TTg của Thủ tướng chính phủ ký ngày 14 tháng 01 năm 2013 về Quy chế hoạt động ứng phó sự cố tràn dầu quy định:

“Sự cố tràn dầu là hiện tượng dầu từ các phương tiện chứa, vận chuyển khác nhau, từ các công trình và các mỏ dầu thoát ra ngoài môi trường tự nhiên do sự cố kỹ thuật, thiên tai hoặc do con người gây ra.

Sự cố tràn dầu đặc biệt nghiêm trọng là sự cố tràn dầu xảy ra với khối lượng lớn dầu tràn ra trên diện rộng, liên quan đến nhiều tỉnh, thành phố đe dọa nghiêm trọng đến tính mạng, tài sản, môi trường và đời sống, sức khoẻ của nhân dân”.

1.2. Sự biến đổi của dầu

Khối dầu khi rơi xuống bề mặt nước biển sẽ lập tức chịu tác động của các yếu tố nội tại như độ nhớt, thành phần hydrocacbon, sức căng bề mặt ... và các yếu tố môi trường như gió, dòng chảy, nhiệt độ, sóng... làm khối dầu nhanh chóng bị biến đổi. Đây là quá trình gồm tập hợp các biến đổi thành phần và do đó là một quá trình phức tạp [1].

1.2.1. Sự lan tỏa

Quá trình lan tỏa dầu trên biển được người ta quan tâm nhiều nhất khi xảy ra tràn dầu. Sự lan tỏa diễn ra rất nhanh và là quá trình chủ yếu trong giai đoạn đầu tiên của sự cố tràn dầu. Theo thời gian, quá trình này chậm dần và mất dần vai trò quan trọng của chúng.

Quá trình lan tỏa dầu là quá trình hoàn toàn cơ học. Lượng dầu lớn đổ ra biển loang nhanh hơn lượng dầu nhỏ trong thời gian đầu. Trước hết dầu loang thành màng, lúc này tốc độ loang phụ thuộc vào độ nhớt. Tiếp theo váng dầu sẽ bị vỡ dần ra và kéo dài thành những mũi tên song song với chiều gió. Vào giai đoạn này, tốc độ lan truyền của dầu phụ

thuộc vào các yếu tố động học như sức căng bề mặt, dòng chảy, sóng, gió nhưng ít phụ thuộc vào độ nhớt và tỷ trọng.



Hình 1-1. Vệt loang dầu

Dầu có thể tạo thành màng rất mỏng trên mặt nước. Các thí nghiệm đã cho thấy 1 tấn dầu loang có thể loang ra và che phủ trên một diện tích rộng tới 12 km² mặt nước, một giọt dầu có thể tạo ra một màng dầu 20 m² và có độ dày 0,001mm.

1.2.2. Sự bay hơi

Tính bốc hơi rất quan trọng đối với quá trình ứng phó sự cố tràn dầu nói chung, trên biển nói riêng. Ví dụ, khi sự cố tràn dầu trên tàu chở dầu là xăng tràn ra biển nhưng do khả năng bay hơi mạnh nên công tác ứng phó được áp dụng là bỏ mặc, nhưng cần áp dụng các biện pháp đảm bảo an toàn cho tàu thuyền, máy bay bay qua vùng trời có sự cố dưới biển.

1.2.3. Sự khuếch tán

Trong môi trường nước, sóng mặt và chuyển động rối tác động vào vệt dầu tạo thành các hạt dầu có kích cỡ khác nhau. Những hạt dầu đủ nhỏ (những hạt có kích thước nhỏ hơn 100 μm) có thể trộn lẫn vào trong nước biển, các hạt lớn lại nổi lên tạo nên hiện tượng khuếch tán. Hiện tượng này diễn ra rất mạnh tại những nơi có sóng vỡ. Hiện tượng khuếch tán phụ thuộc mạnh vào bản chất của dầu, độ dày lớp dầu, trạng thái của mặt biển. Trong điều kiện bình thường các loại dầu mỡ đang còn ở dạng lỏng ít nhớt có thể khuếch tán vào nước trong một vài ngày, các loại dầu mỡ nhớt hoặc loại tạo ra nhũ tương dầu ngầm nước thì ít bị khuếch tán hơn.

Các chất hoạt động bề mặt có trong dầu hoặc trong nước làm giảm sức căng bề mặt nước - dầu giúp cho sự phân tán của dầu vào nước dễ dàng hơn.

Nhìn chung, lớp dầu càng dày, độ nhớt càng cao thì dầu càng khó khuếch tán vào trong môi trường nước.

1.2.4. Sự nhũ tương hóa

Cơ chế tạo nhũ tương của dầu đến nay vẫn chưa được nghiên cứu một cách tường tận và đầy đủ. Có thể là do các hạt dầu tạo ra trong quá trình phân tán dầu tự nhiên khi nổi lên bề mặt tái hòa nhập với lớp dầu đã kéo theo và bao bọc các hạt nước nhỏ. Cũng có thể do xung lực của sóng biển làm cho nước chui vào lớp đáy các bọt khí có sẵn trong lớp dầu. Tuy nhiên, không phải tất cả các hạt nước kết hợp với dầu đều tạo ra hạt nhũ tương bền vững. Các hạt nhũ tương bền phải có kích thước nằm trong khoảng $1 \div 10 \mu\text{m}$. Nhũ tương dầu nước có kích thước hạt như vậy mới có thể tồn tại lâu dài trong nước. Khi được đưa vào bảo quản trong điều kiện tĩnh, loại nhũ tương này có thể tồn tại nhiều năm.



Hình 1-2. Nhũ tương dầu - nước

Nhiều loại dầu mỏ và nhiên liệu có khả năng hút nước và tạo thành nhũ tương dạng dầu ngậm nước làm tăng thể tích dầu lên $3 \div 4$ lần so với ban đầu (nhũ tương nhũ dầu). Nhũ tương dầu đặc biệt nhớt, do đó ngăn cản quá trình phân tán, bay hơi và cũng là nguyên nhân chính làm cho dầu nhẹ cũng có thể tồn tại lâu dài trong môi trường nước. Tốc độ của quá trình nhũ tương hóa phụ thuộc vào tình trạng biển và độ nhớt của dầu. Khi có gió cấp 3, 4 dầu có độ nhớt nhỏ có thể tạo nhũ tương “dầu - nước” chứa $60 \div 80\%$ nước trong vòng $2 \div 3$ giờ. Dầu có độ nhớt cao tạo nhũ tương nước - dầu có khoảng $30 \div 40\%$ nước. Loại nhũ tương này có màu socola và thường được gọi là bọt socola.

Dầu có hàm lượng asphaltene lớn có thể tạo thành nhũ tương bền vững, bị sóng gió xô dạt, vón cục lại trôi nổi trong nước biển hoặc dạt vào bờ. Độ bền vững của nhũ tương nước trong dầu phụ thuộc vào các thành phần nhựa, sáp và asphaltene có trong dầu. Các

cấu tử này tạo thành lớp màng trên bề mặt giữa các giọt dầu và các giọt nước làm tăng độ bền vững của các hạt nhũ tương được tạo thành trong nước biển.

Tác động của sự nhũ tương hóa là giảm tốc độ phân hủy và phong hóa dầu trong nước. Nhũ tương hóa cũng làm tăng khối lượng và thể tích các chất ô nhiễm trong nước, làm tăng dụng cụ đựng các chất ô nhiễm và làm tăng số việc phải làm để chống ô nhiễm. Ngoài ra, để xử lý các chất ô nhiễm, đặc biệt là nhũ tương dạng socola cần tăng nhiều chi phí. Thực tế cho thấy rằng dạng nhũ tương này khi đưa vào nhà máy xử lý, sản phẩm dầu thu hồi được không đủ bù chi phí tái chế.

1.2.5. Sự hòa tan

Hầu hết các cấu tử có trong thành phần dầu đều là những cấu tử kỵ nước nên khả năng hòa tan trong nước của dầu rất kém. Trong bất kỳ điều kiện nào thì hàm lượng hydrocacbon hòa tan được trong nước cũng không vượt quá 1 mg/l (1ppm). Dầu Diesel có khả năng hòa tan nhiều hơn nhưng vẫn nhỏ hơn sự bốc hơi hàng trăm lần. Do đó, sự hòa tan không đóng vai trò quan trọng trong việc phân tán dầu vào nước, nhưng chất lượng nước sẽ bị suy giảm rất nhanh khi nhiễm một lượng dầu nhỏ. Chẳng hạn, chỉ cần 0,5 gam xăng đã làm 1 m³ nước có mùi dầu khá nặng.

Tốc độ và quy mô của quá trình dầu hòa tan vào trong nước phụ thuộc vào thành phần dầu, mức độ lan truyền, nhiệt độ và độ mặn của nước biển cũng như mức độ phân tán dầu vào nước biển.

Mặc dù có độ tan rất nhỏ trong nước nhưng sự hòa tan dầu trong nước thúc đẩy rất mạnh quá trình oxy hóa dầu bằng oxy hòa tan và các quá trình tiêu thụ dầu bằng thủy vi sinh. Các quá trình này đặc biệt rất quan trọng đối với quá trình tự làm sạch nước sau sự cố tràn dầu.

1.2.6. Sự oxy hóa

Nhìn chung dầu mỏ ít có phản ứng trực tiếp với oxy trong điều kiện môi trường, tuy nhiên một lượng dầu mỏ cũng bị oxy hóa quang hóa thành hydroperoxit rồi thành alcohol, axit cũng như các hợp chất có ooxxy hóa diễn ra nhanh hơn nhưng vẫn không đáng kể so với các quá trình khác và chỉ chiếm khoảng 1/1000 khối lượng dầu/ngày – đêm. Khi bị oxy hóa trong một thời gian dài, dầu trong nước dần bị phong hóa, vón cục thành nhựa đường, rất bền vững, khó bị phân hủy.

1.2.7. Sự lắng đọng

Dầu mỏ và các sản phẩm của dầu mỏ thường có tỷ trọng nhỏ hơn 1 tức là nhỏ hơn tỷ trọng của nước (tỷ trọng của nước biển là 1,025 kg/l), do đó dầu nổi trên mặt nước mà không thể chìm xuống đáy được.

Các hạt nhũ tương dầu, sau khi hấp phụ các hạt vật chất hoặc cơ thể sinh vật lơ lửng trong nước thể nặng hơn rồi chìm dần. Cũng có một số hạt lơ lửng hấp phụ tiếp các hạt nhũ tương dầu phân tán rồi cũng lắng đọng xuống đáy.

Nhiệt độ có ảnh hưởng đến tính nổi chìm của dầu. Ước tính khi nhiệt độ thay đổi 10°C, tỷ trọng nước biển thay đổi 0,25%. Cũng với hiệu số nhiệt độ đó tỷ trọng dầu thay đổi khoảng 0,5%. Chính vì vậy, thường ban ngày, nhiệt độ cao, các hạt dầu nổi lơ lửng, đêm đến khi nhiệt độ xuống thấp, các hạt dầu lại chìm xuống dưới mặt nước. Quá trình đó cứ lặp đi lặp lại nhiều lần cho đến khi hoặc là chúng vón cục, trôi dạt vào bờ đá, bãi cát, hàng cây hoặc là chìm xuống đáy.

1.2.8. Phân hủy sinh học

Vi sinh vật trong nước có thể phân hủy dầu với khối lượng từ 0,03 ÷ 0,5 g dầu/ngàyđêm/m² mặt nước. Khả năng phân hủy sinh học phụ thuộc vào nhiều yếu tố như:

- Thành phần của dầu
- Diện tích dầu trải trên mặt nước
- Nhiệt độ môi trường
- Loài sinh vật
- Hàm lượng oxy và chất dinh dưỡng

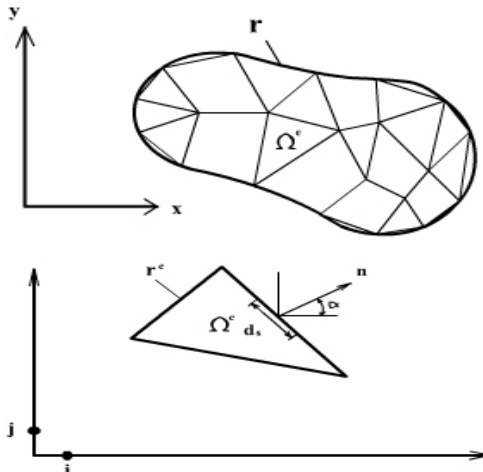
Mỗi loài sinh vật chỉ có khả năng phân hủy một nhóm hydrocacbon cụ thể nào đó. Tuy nhiên, trong nước có nhiều nhóm vi sinh vật cho nên hầu như tất cả các hydrocacbon đều bị phân hủy.

CHƯƠNG 2:

PHƯƠNG PHÁP PHẦN TỬ HỮU HẠN TRONG CHẤT LỎNG VÀ MÔ HÌNH TOÁN QUÁ TRÌNH LAN TRUYỀN DẦU TRONG NƯỚC

2.1. Phương pháp phần tử hữu hạn giải bài toán hai chiều trong chất lỏng

2.1.1. Rời rạc hóa hữu hạn các phần tử



Hình 2-1. Rời rạc hóa phần tử

Trong miền tính toán Ω có dạng hình học bất kỳ được đặt trong một hệ tọa độ tổng thể OXY và được chia thành các phần tử đơn giản là vùng tam giác hoặc tứ giác thuần nhất hoặc hỗn hợp tam giác hoặc tứ giác.

Các miền con là tam giác hoặc tứ giác có vector pháp tuyến \vec{n} . Và được gắn vào một hệ tọa độ cục bộ oxy.

Như vậy, các hàm nội suy, tính toán không chỉ phụ thuộc vào số nút của phần tử mà còn phụ thuộc vào hình dạng của phần tử được chia. Dạng phần tử được chia sao cho miền hình học của nó được định nghĩa duy nhất bởi một tập hợp điểm, các điểm này được dùng như là các nút trong phát triển hàm nội suy. Dạng hình học đơn

Giản nhất là tam giác rời đến hình chữ nhật. Chia lưới tính toán là một bước quan trọng trong việc phân tích phần tử hữu hạn.

Việc sử dụng loại lưới tính toán, số lượng phần tử và mật độ phần tử phụ thuộc và dạng hình học của miền tính toán, bài toán phân tích và độ chính xác mong muốn (muốn độ chính tăng lên thì tăng bậc tự do, hay nói khác đi là làm tăng số lượng phần tử bằng cách chi nhỏ phần tử hơn).

Việc chia lưới tính toán được chia làm các bước:

- Các phần tử lựa chọn tiêu biểu cho phương trình mô tả bài toán.
- Số phần tử, dạng, loại (tuyến tính, bậc hai,) chọn sao cho đáp ứng miền hình học của bài toán.

- c. Mật độ lưới phần tử nên chọn sao cho miền có gradient lớn là đầy đủ (nhiều phần tử hay phần tử bậc cao được dùng ở miền gradient lớn).
- d. Lưới tốt nên có sự thay đổi từ từ, từ miền có mật độ phần tử cao sang miền có mật độ phần tử thấp. Nếu các phần tử chuyển tiếp được dùng, chúng nên dùng xa miền phân giới (ví dụ như miền có gradient lớn). Các phần tử chuyển tiếp là các phần tử nối những phần tử bậc thấp đến các phần tử bậc cao (từ bậc tuyến tính đến bậc hai).

2.1.2. Mô hình phương pháp phần tử hữu hạn

Trên miền con Ω^e xấp xỉ biến u bởi biểu thức:

$$u(x, y) \approx U^e(x, y) = \sum_{j=1}^n u_j^e \psi_j^e(x, y) \quad (2.1)$$

Ở đây:

u_j^e là giá trị của U^e tại nút thứ j của phần tử, ψ_j^e là hàm nội suy Lagrange có đặc tính:

$$\psi_j^e(x, y) = \delta_{ij} \quad (2.2)$$

Từ xấp xỉ ta có:

$$\int_{\Omega^e} \left[\frac{\partial w}{\partial x} \left(a_{11} \sum_{j=1}^n u_j \frac{\partial \psi_j}{\partial x} + a_{12} \sum_{j=1}^n u_j \frac{\partial \psi_j}{\partial y} \right) + \frac{\partial w}{\partial y} \left(a_{21} \sum_{j=1}^n u_j \frac{\partial \psi_j}{\partial x} + a_{22} \sum_{j=1}^n u_j \frac{\partial \psi_j}{\partial y} \right) + a_{00} w \sum_{j=1}^n u_j \psi_j - wf \right] dx dy - \int_{\Gamma_e} w q_n ds \quad (2.3)$$

Phương trình này đúng cho bất kỳ hàm trọng số nào. Do đó, chúng ta sẽ cần n phương trình đại số độc lập để giải cho n ẩn số là u_1, u_2, \dots, u_n . Vì vậy, chúng ta chọn n hàm số độc lập cho hàm trọng số w như sau: $w = [\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_n]$.

Với mỗi lựa chọn w , chúng ta nhận liên hệ đại số của các u_i (u_1, u_2, \dots, u_n). Với phương trình đại số thứ i nhận được như sau:

$$\sum_{j=1}^n \left\{ \int_{\Omega^e} \left[\frac{\partial \psi_i}{\partial x} \left(a_{11} \sum_{j=1}^n u_j \frac{\partial \psi_j}{\partial x} + a_{12} \sum_{j=1}^n u_j \frac{\partial \psi_j}{\partial y} \right) + \frac{\partial \psi_i}{\partial y} \left(a_{21} \sum_{j=1}^n u_j \frac{\partial \psi_j}{\partial x} + a_{22} \sum_{j=1}^n u_j \frac{\partial \psi_j}{\partial y} \right) + a_{00} \psi_i \psi_j \right] dx dy \right\} u_j - \int_{\Omega^e} f \psi_i dx dy - \int_{\Gamma_e} \psi_i q_n ds$$

Với $i = 1, 2, \dots, n$.

Hay:

$$\sum_{j=1}^n K_{ij}^e u_j^e = f_i^e + Q_i^e$$

Ở đây:

$$K_{ij}^e = \int_{\Omega^e} \left[\frac{\partial \psi_i}{\partial x} \left(a_{11} \sum_{j=1}^n u_j \frac{\partial \psi_j}{\partial x} + a_{12} \sum_{j=1}^n u_j \frac{\partial \psi_j}{\partial y} \right) + \frac{\partial \psi_i}{\partial x} \left(a_{21} \sum_{j=1}^n u_j \frac{\partial \psi_j}{\partial x} + a_{22} \sum_{j=1}^n u_j \frac{\partial \psi_j}{\partial y} \right) + a_{00} \psi_i \psi_j \right] dx dy$$

Và:

$$f_i^e = \int_{\Omega^e} f \psi_i^e dx dy, \quad Q_i^e = \int_{\Gamma_e} q_n \psi_i^e ds$$

Trong đó:

a_{ij} ($i, j = 1, 2$), a_{00} và f là các điều kiện biên cho trước.

Viết lại phương trình 2.37 dưới dạng ma trận và vector như sau:

$$[K^e] \cdot \{u^e\} = \{f^e\} + \{Q^e\}$$

Về bản chất, đây là các phép tính toán trên ma trận và vector. Đây là hệ phương trình đại số bao gồm n phương trình độc lập để giải n ẩn số u_1, \dots, u_n cuối cùng được đưa về và giải thông qua các ma trận và định thức. Xuất phát từ nhận định này, việc sử dụng các công cụ tính toán như Matlab hay Mathcad là hoàn toàn có thể giải được bài toán.

2.2. Mô hình dầu tràn¹

Nhiều mô hình tràn dầu đã được nghiên cứu và phát triển trong nhiều thập kỷ qua, điển hình như các nghiên cứu Stolzenbach et al (1977), Huang và Monastero (1982) và Spaulding (1988). Phần lớn các mô hình này nghiên cứu cho các vùng biển ven bờ.

Trong một nghiên cứu gần đây Shen và Yapa (1988) đã phát triển một mô hình cho lan truyền và biến đổi của dầu trên các vùng cửa sông và sông. Các quá trình biến đổi của dầu được xem xét trong mô hình bao gồm các quá trình: lan tỏa cơ học, khuếch tán hỗn loạn, bay hơi, hòa tan và bờ biển lắng đọng bờ biển. Mô hình này đi vào xem xét sự phân tán của các hạt dầu vào trong môi trường nước, cũng như các quá trình khác có liên quan

¹ Hung Tao Shen, Poojitha D. Yapa, De Sheng Wang and Xiao Qing Yang, A Mathematical Model for Oil Slick Transport and Mixing in Rivers, 1993

bao gồm cả các quá trình biến đổi dưới bề mặt lớp dầu, các quá trình tương tác giữa bề mặt các bề mặt vệt dầu và các hạt dầu dưới dạng huyền phù trong nước, và lắng đọng của dầu xuống đáy.

Phần lớn các mô hình mô phỏng tràn dầu hiện nay đi sâu mô phỏng quá trình bốc hơi và lan tỏa của vệt dầu trên bề mặt nước. Một số mô hình khác đi sâu vào các quá trình lý - hóa học nhưng thiếu các thành phần mô phỏng quá trình lan tỏa của dầu.

Gần đây, các mô hình kết hợp hai quá trình trôi dạt và các quá trình phong hóa được Huang và Monastero (1982), Spaulding (1988) thực hiện. Tuy nhiên các điều kiện biên cho quá trình phong hóa không được đầy đủ vì vậy độ tin cậy không cao. Thêm vào đó quá trình phong hóa là quá lâu để có thể làm sạch một cách tự nhiên thay vì đưa và các dự báo trong việc ngăn chặn quá trình lan tỏa của vệt dầu từ đó lập ra các kế hoạch thu vớt dầu và làm sạch tại các khu vực bị ô nhiễm.

Suất phát từ thực tế này, hiện nay, phần lớn các mô hình toán về mô phỏng sự cố tràn dầu chủ yếu đi sâu mô phỏng quá trình trôi dạt và phạm vi ảnh hưởng của các vệt dầu trên bề mặt dưới tác động của các yếu tố thủy văn, dòng chảy, sóng, gió và nhiệt độ mà thôi.

2.3. Mô hình toán quá trình lan truyền của dầu

$$\frac{\partial C_s}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(u_s C_s) + \frac{\partial}{\partial y}(v_s C_s) = \frac{\partial}{\partial x}\left(D_x \frac{\partial C_s}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(D_y \frac{\partial C_s}{\partial y}\right) + \alpha_1 V_b c_v - \gamma C_s - C_a S_E + M_s(x, y) - D_s(x, y) \quad (2.4)$$

Trong đó:

x, y, t : là các biến số theo không gian là phương x và y ; t là thời gian.

z : Tọa độ theo phương đứng tính từ mặt nước

C_s : Nồng độ dầu trong lớp bề mặt trên một đơn vị diện tích bề mặt

c_v : Nồng độ dầu trong hỗn hợp nhũ tương trong một đơn vị thể tích nước

u_s, v_s : Các thành phần vận tốc lan truyền theo phương x

D_x, D_y : Hệ số lan truyền theo phương x và phương y

α_1 : Hệ số lắng đọng của các hạt dầu ở bề mặt nước

- V_b : Vận tốc đẩy nổi của các hạt dầu trong nhũ tương dầu-nước
- γ : Hệ số phân tán các hạt dầu trong nước
- C_a : Nồng độ tiết diện dầu ở lớp bề mặt
- S_E : Tỷ lệ bay hơi và hòa tan trên mỗi đơn vị diện tích bề mặt dầu
- M_s : Hiệu ứng phân bố bề mặt thông qua quá trình lan truyền cơ học
- D_s : Hiệu ứng bề mặt dầu do quá trình lắng đọng bờ biển

Sự phân bố của dầu trong các lớp nhũ tương dầu nước được mô tả thông qua phương trình sau:

$$\frac{\partial(C_v h)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(u C_v h) + \frac{\partial}{\partial y}(v C_v h) = \frac{\partial}{\partial x}\left(h D_x \frac{\partial C_v}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(h D_y \frac{\partial C_v}{\partial y}\right) - \alpha_1 V_b C_v + \gamma C_s - \beta_1 C_v \quad (2.5)$$

Trong đó:

- C_v : Nồng độ dầu trong lớp nhũ tương dầu nước ở độ sâu h
- h : Độ sâu
- u, v : Các thành phần vận tốc theo phương x và phương y
- β_1 : Hệ số xác định tỷ lệ chìm lắng của các hạt dầu xuống đáy trên một đơn vị diện tích

Phương trình (2.2) được đơn giản hóa bằng cách áp dụng định luật bảo toàn khối lượng nước như sau:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(u h) + \frac{\partial}{\partial y}(v h) = 0 \quad (2.6)$$

Phương trình đạo hàm riêng phần Lagrang cho lớp nhũ tương hóa được viết lại như sau:

$$\frac{DC_v}{Dt} = \frac{1}{h} \left[\frac{\partial}{\partial x}\left(h D_x \frac{\partial C_v}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(h D_y \frac{\partial C_v}{\partial y}\right) \right] - \frac{\alpha}{h} V_b C_v + \frac{\gamma}{h} C_s - \beta C_v \quad (2.7)$$

Trong đó:

$$\frac{D}{Dt} = \frac{1}{\partial t} + u \frac{\partial}{\partial x} + v \frac{\partial}{\partial y};$$

$$\alpha C_v = \alpha_1 c_v;$$

$$\beta C_v = (\beta_1 c_v) / h$$

Các phương trình 2.1 đến 2.4 là các phương trình tổng quát về quá trình lan truyền dầu trên mặt nước đã tính đến các quá trình bay hơi và quá trình biến đổi vật chất; các phương trình này được gọi là các phương trình đạo hàm riêng phần.

Các phương trình này được giải khi các điều kiện về vận tốc theo các phương x, y được giải; hay nói khác đi, các mô hình toán về quá trình tràn dầu được giải trên nền bài toán phân tích và tính toán thủy lực.

Về mặt lý thuyết, các phương trình vi phân đạo hàm riêng có thể được giải bằng các phương pháp giải tích; tuy nhiên để giải bằng các phương pháp này sẽ là rất mất thời gian và khối lượng tính toán là rất lớn. Ngày nay, với sự phát triển mạnh mẽ của toán học và máy tính, các phương trình vi phân đạo hàm riêng được giải bằng các phương pháp phân tử hữu hạn, sai phân hữu hạn hay phương pháp phân tử biên.

2.4. Các tham số mô hình là đặc tính của dầu tràn ra môi trường

Đối với các hóa chất là tinh khiết, đặc tính lý hóa học của chúng thường không thay đổi trong suốt thời gian tồn tại. Tuy nhiên điều này không hoàn toàn đúng đối với dầu thô và các sản phẩm dầu đã qua quá trình tinh chế. Bởi vì chúng được trộn lẫn với hàng trăm các thành phần hữu cơ khác nhau, mỗi thành phần trong chúng lại có những đặc tính lý hóa học khác nhau và tương tác với các yếu tố môi trường cũng là khác nhau. Đặc tính lý hóa học của dầu là thực sự quan trọng để đánh giá độc tính của dầu, tác động đến môi trường và hiệu quả của các biện pháp làm sạch.

Hiện nay, cơ sở dữ liệu về đặc tính dầu thô lớn nhất được lưu giữ trong Bộ môn Năng lượng của Trung tâm Công nghệ Năng lượng Bartlesville. Một Cơ sở dữ liệu khác về đặc tính và tương tác với các yếu tố môi trường của các loại dầu khác nhau được lưu trữ trong Công ty quốc tế về dầu lửa và môi trường Châu Âu; rất nhiều các mô hình tính toán tương tác giữa dầu và môi trường được tính toán và lưu trữ ở đây.

2.4.1. Tỷ trọng của dầu

Các yếu tố thời tiết tác động là một trong những nguyên nhân gây nên sự hình thành nhũ tương; ở đây, sự thay đổi về tỷ trọng dầu trong hình thái nhũ tương được tính toán theo công thức sau [2]:

$$\rho_e = Y\rho_w + (1-Y)\rho_{ref} [1 - c_1(T - T_{ref})(1 + c_2f_{evap})] \quad (2.8)$$

Trong đó:

ρ_e : Dung trọng riêng của nhũ tương (kg/m^3)

ρ_w : Dung trọng riêng của nước (kg/m^3)

ρ_{ref} : Dung trọng riêng của dầu tại nhiệt độ tham chiếu²

T : Nhiệt độ dầu (T)

T_{ref} : Nhiệt độ tham chiếu của dầu (T)

f_{evap} : Phần thể tích bay hơi

Y : Phần nước trong nhũ tương dầu nước

c_1, c_2 : Là các hằng số thực nghiệm. Các giá trị tương ứng là 0.008K^{-1} và 0.18

K : Hệ số chuyển khối (m/s)

2.4.2. Điểm đông đặc

Điểm đông đặc là một trong những đặc tính quan trọng của dầu. Điểm đông đặc được định nghĩa như sau:

Điểm đông đặc là nhiệt độ thấp nhất mà nhiên liệu vẫn giữ được đặc tính của chất lỏng; hay nói cách khác, là nhiệt độ thấp nhất mà ta vẫn có thể bơm được nhiên liệu.

Nhìn chung, để xác định, định lượng được điểm đông đặc của dầu là tương đối khó khăn vì mỗi loại dầu khác nhau sẽ có thành phần khác nhau và tính chất là khác nhau. Theo các tài liệu nghiên cứu thì nhiệt độ đông đặc của dầu thô từ -35 đến -48°C . Tuy nhiên, một cách gần đúng điểm đông đặc la tương đương với điểm chảy, điểm chảy của dầu không giống như điểm chảy của các hóa chất tinh khiết khác, nhiệt độ điểm chảy của dầu tăng theo sự tăng nhiệt độ của môi trường xung quanh. Sự thay đổi này được miêu tả qua công thức sau [3]:

² Nhiệt độ tham chiếu là nhiệt độ mà dầu có dung trọng lớn nhất ($T_{ref} = 15.6^\circ\text{C}$)

$$PP = PP_0 (1 + c_5 f_{\text{evap}}) \quad (2.9)$$

Trong đó:

PP : Điểm đông đặc (K)

PP₀ : Điểm đông đặc của dầu sạch (K)

c₅ : Là hằng số thực nghiệm và bằng 0.35

2.4.3. Độ nhớt

Điểm đông đặc và độ nhớt có mối liên hệ mật thiết với nhau. Độ nhớt động lực học là thước đo mức độ kháng chảy hay lực ma sát sinh ra khi có sự trượt giữa các khối nước trong lòng chất lỏng trong quá trình chuyển động. Đơn vị quốc tế của độ nhớt là stoke hoặc poise nhỏ hơn là cSt (centistoke) và cP (centipoise); đây là những đơn vị thường dùng trong độ lực học lưu chất.

Độ nhớt của dầu phụ thuộc rất mạnh vào nhiệt độ; nhiệt độ càng cao, độ nhớt càng giảm và ngược lại. Trong phòng thí nghiệm, độ nhớt tham chiếu của dầu được xác định ở nhiệt độ 100⁰F. Độ nhớt của dầu ở nhiệt độ bất kỳ được gọi là độ nhớt động học và được xác định thông qua biểu thức sau:

$$v_o = v_{ref} e^{\left[c_{vT} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{ref}} \right) \right]} \quad (2.10)$$

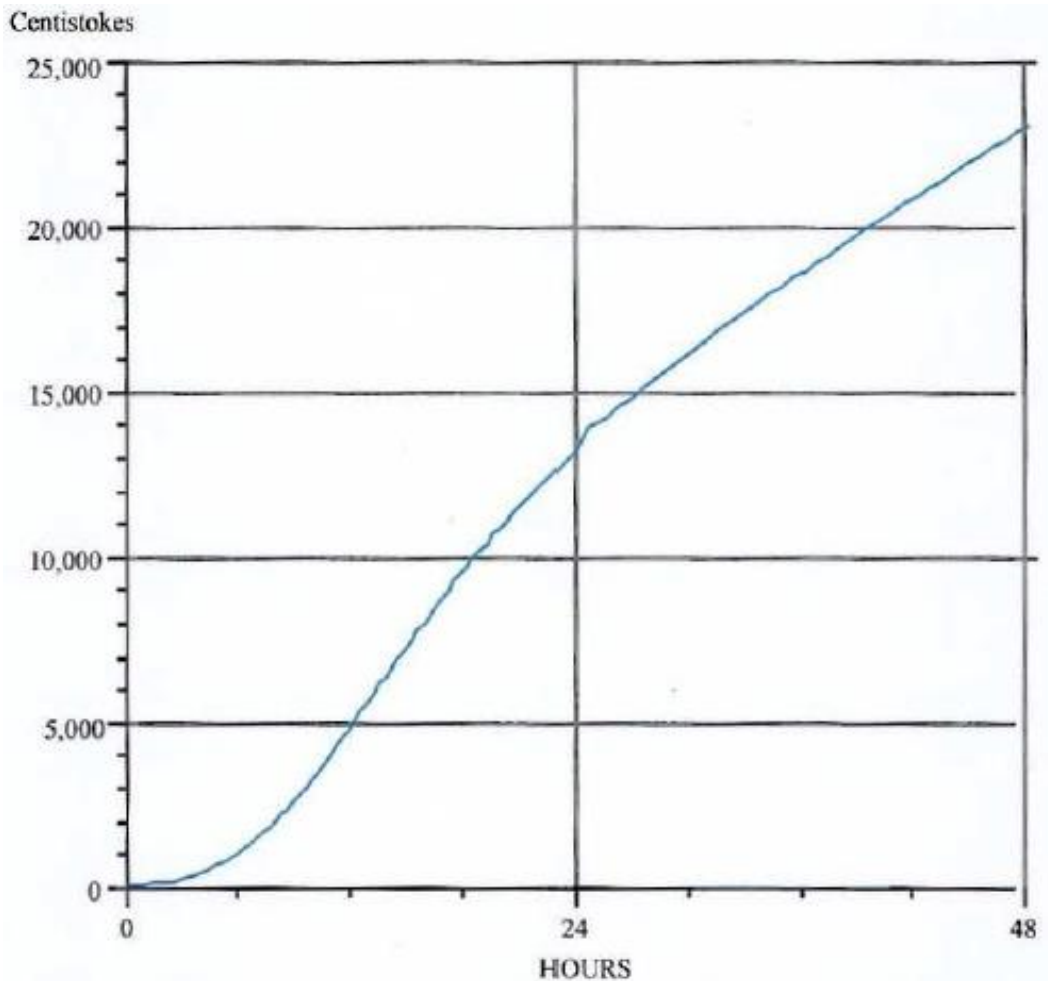
Trong đó:

v_o : Độ nhớt động lực học

v_{ref} : Độ nhớt động lực học tham chiếu

c_{vT} : Hằng số liên hệ giữa độ nhớt và nhiệt độ và bằng 9000K⁻¹ [4]

Trong tính toán dầu tràn, độ nhớt của dầu theo thời gian được tính toán dựa vào biểu đồ thực nghiệm sau:



Hình 2-2. Toán đồ độ nhớt của dầu tràn

2.4.4. Sức căng bề mặt

Trong một số tính toán về quá trình la tỏa cơ học của dầu trên mặt nước cần đến yếu tố sức căng bề mặt. Sức căng bề mặt được định nghĩa là lực hút giữa các phân tử của chất lỏng. Các hóa chất làm giảm sức căng bề mặt sẽ làm tăng tốc độ phân tán dầu vào trong nước.

Sức căng bề mặt của dầu trong nước và dầu trong không khí được xác định theo công thức sau [5]:

$$\begin{aligned} ST_w &= ST_{w0} \cdot (1 + f_{evap}) \\ ST_A &= ST_{A0} \cdot (1 + f_{evap}) \end{aligned} \quad (2.11)$$

Trong đó:

ST_w : Sức căng bề mặt của dầu - nước (N/m)

ST_{w0} : Sức căng bề mặt ban đầu của dầu - nước (N/m)

ST_A : Sức căng bề mặt của dầu – khí (N/m)

ST_{A0} : Sức căng bề mặt ban đầu của dầu – khí (N/m)

Ngoài ra, sức căng bề mặt còn bị ảnh hưởng bởi các thành phần tạo nên dầu mỏ có. Các chất này bao gồm: các alkan, ankel, lưu huỳnh, ankin mạch cao, naphtanen....[6]

2.4.5. Các thành phần dầu mỏ

Các hydrocacbon dầu mỏ được phân loại thành các nhóm chính bao gồm:

Alkan hay còn gọi là parafin; đây là các hydrocacbon no mạch hở; liên kết C – C là liên kết đơn.

Alken là các hydrocacbon không no, tương tự như alkan nhưng có ít nhất một liên kết đôi trong phân tử.

Hydrocacbon thơm là các hợp chất có cấu trúc mạch vòng trong phân tử; bao gồm benzen và các dẫn xuất của benzen.

Dẫn xuất hydrocacbon; một lượng nhỏ các thành phần trong dầu là các chất hữu cơ chứa oxy, nito, lưu huỳnh và được gọi là dẫn xuất hydrocacbon.

Các thành phần tạo nên dầu mỏ là khác nhau và mỗi số trong chúng cũng có những khoảng nhiệt độ sôi, bay hơi... là khác nhau. Lợi dụng tính chất này mà người ta tiến hành chưng cất dầu mỏ và thu được các sản phẩm mong muốn theo những khoảng nhiệt độ đã định trước.

Trong các mô hình tràn dầu, thành phần hóa học của dầu là một trong những yếu tố quan trọng để đánh giá mức độ, tốc độ lan truyền của dầu và quyết định đến tính chất đúng sai của mô hình mô phỏng cho loại dầu nào đó.

2.5. Các yếu tố môi trường

Các yếu tố môi trường tại nơi dầu tràn ra ảnh hưởng rất mạnh đến quá trình lan truyền của dầu; chúng ảnh hưởng đến hướng lan truyền chính của vệt dầu, tốc độ nhũ tương hóa... cũng như hiệu quả của các biện pháp ứng cứu.

Các yếu tố môi trường bao gồm: tốc độ dòng chảy và hướng dòng chảy, tốc độ gió và hướng gió, sóng, bức xạ mặt trời, nhiệt độ nước và không khí, độ mặn...vv.

2.5.1. Gió

Phần lớn các mô hình thời tiết của dầu tràn đều được dựa trên tốc độ gió ở độ cao 10m so với mặt nước và gọi là tốc độ gió chuẩn. Các dữ liệu về gió ở độ cao z sẽ được tính toán và điều chỉnh theo tốc độ gió chuẩn; và được tính theo công thức sau [7]:

$$U_{10} = U_z \left(\frac{10}{z} \right)^{\frac{1}{7}} \quad (2.12)$$

Trong đó, U_z là tốc độ gió ở độ cao z (m). Mặc dù vậy, yếu tố gió bị tác động rất mạnh bởi yếu tố địa hình tại nơi xảy ra sự cố tràn dầu; và trong thực tế các mô hình mô phỏng quá trình tràn dầu, trường gió được lấy theo hướng gió và tốc độ là không đổi tại khu vực đó. Như vậy, yếu tố hướng gió và tốc độ gió là 2 yếu quan trọng ảnh hưởng đến hướng và tốc độ lan truyền của dầu.

2.5.2. Sóng

Trạng thái mặt nước, cụ thể ở đây là sóng; là yếu quan trọng quyết định đến tính chính xác của việc dự đoán mức độ là tỏa, phân tán và nhũ tương hóa của dầu.

Trong các mô hình tràn dầu, việc dự báo quá trình lan truyền dầu được kết hợp đồng thời cả hai yếu tố sóng và gió vì sóng được sinh ra từ gió. Trong tính toán chiều cao sóng sinh ra do gió người ta dựa vào công thức thực nghiệm sau [8]:

$$H = 0.0248.U^2 \quad (2.13)$$

Trong đó:

H : Chiều cao sóng hiệu dụng (m)

U : Tốc độ gió ở độ cao (m/s)

Chu kỳ của sóng phổ được xác định theo công thức:

$$t_p = 0.83.U_s \quad (2.14)$$

Trong đó:

U_s : Vector ứng suất gió bề mặt (m/s)

Và được tính bằng công thức sau:

$$U_s = 0.71.U_{10}^{1.23} \quad (2.15)$$

Lịch sử các vụ tràn dầu trên thế giới đã chỉ ra rằng sự phân tán và nhũ tương hóa của dầu phụ thuộc vào sự suất hiện của sóng vỡ. Thông thường, sóng vỡ bắt đầu xuất hiện khi tốc độ gió đạt từ 5 - 10knot.

2.5.3. Bức xạ mặt trời

Các phản ứng quang hóa của dầu phụ thuộc vào các bức xạ từ mặt trời. Các phản ứng quang hóa làm bề mặt vệt dầu được ổn định hơn và ngăn cản các quá trình phong hóa về mặt dầu. Thông lượng của các bức xạ sóng ngắn ở lớp trên cùng của bầu khí quyển khoảng 1367W/m^2 . Khoảng 17-20% bức xạ được hấp thụ bởi khí quyển và các đám mây tầng cao. Phần còn lại chiếu xuống mặt đất phụ thuộc vào mùa, thời gian chiếu nắng và vĩ độ và lượng mây che phủ [9].

2.6. Quá trình biến đổi của dầu

Quá trình biến đổi của dầu xảy ra ngay sau khi chúng thoát ra ngoài môi trường. Quá trình biến đổi của dầu được chia làm 3 loại như sau:

Thứ nhất, các quá trình biến đổi ngay lập tức sau khi thoát ra ngoài môi trường như: lan tỏa, phân tán, hòa tan, bay hơi và nhũ tương hóa.

Thứ hai, các quá trình phong hóa dưới tác dụng của các bức xạ và các tác nhân oxy hóa có trong khí quyển. Quá trình này xảy ra trong thời gian dài và gọi là các phản ứng quang hóa học. Và một phần dầu được các vi sinh vật ăn dầu phân hủy.

Cuối cùng, các quá trình khác dưới tác động của các điều kiện môi trường mà dầu bắt đầu lắng đọng xuống đáy, các quá trình băng hóa của dầu dưới nhiệt độ thấp.

2.6.1. Dầu thoát ra môi trường do thùng kết chứa

Các sự cố đâm va, tai nạn hàng hải là nguyên nhân chính dẫn đến các vụ tràn dầu; dầu được thoát ra từ các kết chứa thông qua các lỗ thùng.

Simecek-Beany [10] đã mô hình hóa quá trình tràn ra của dầu từ kết chứa bằng cách lý tưởng hóa lỗ thùng như là một hình tròn. Đồng thời đưa ra 3 kịch bản dầu thoát ra như sau:

Kịch bản đơn giản nhất là dầu chảy ra từ vết thùng nằm phía trên đường mặt nước; hay lỗ thùng nằm trong không khí. Lưu lượng dầu chảy ra được xác định bằng phương trình sau:

$$Q_{oil} = A_{hole} C_D \sqrt{2g(Z_{oil} - Z_{hole})} \quad (2.16)$$

Trong đó:

Q_{oil} : Lưu lượng dầu thoát ra (m^3/s)

A_{hole} : Tiết diện lỗ thùng (m^2)

C_D : Hệ số cản

Z_{hole} : Độ cao lỗ thùng trên kết dầu (m)

Z_{oil} : Độ cao của dầu trong kết (m)

Trong trường hợp lỗ thùng nằm dưới mặt nước, nước sẽ tràn vào một cách tương tự như dầu chảy ra. Khi đó, chiều cao cân bằng là yếu tố quyết định đến khả năng thoát ra của dầu và được xác định theo công thức:

$$Z_{eq} = \frac{\rho_w Z_w - \rho_{oil} Z_{oil}}{\rho_w - \rho_{oil}} \quad (2.17)$$

Nếu chiều cao cân bằng lớn hơn độ cao của lỗ thùng và khi đó chỉ có nước chảy vào trong kết dầu và nằm phía dưới lớp dầu.

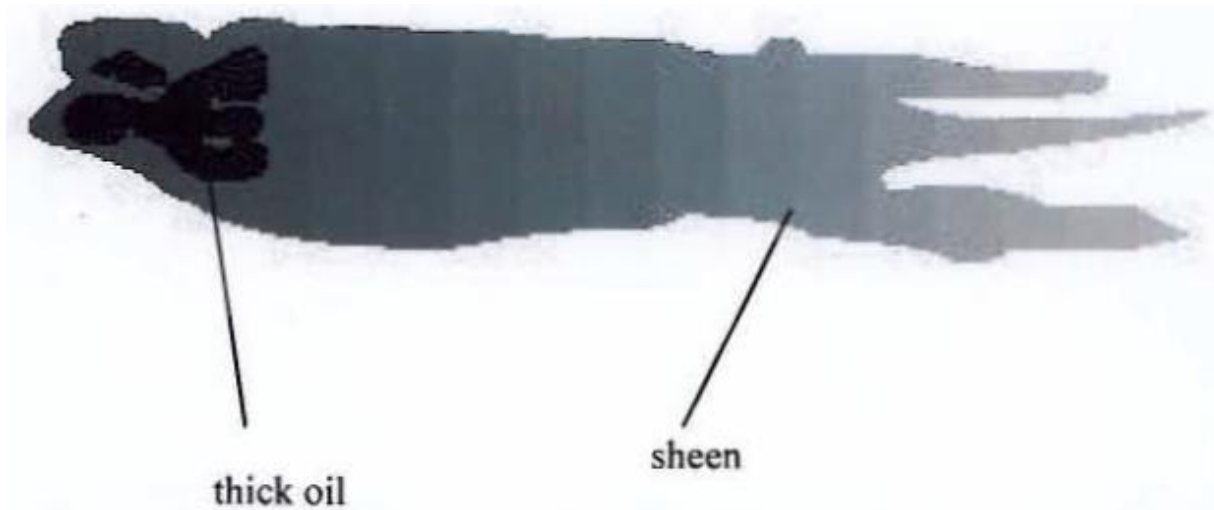
Nếu độ cao cân bằng nhỏ hơn độ cao của lỗ thùng, dầu sẽ thoát ra ngoài cho đến khi độ cao cân bằng bằng độ cao của lỗ thùng; trong suốt quá trình đó, nước vẫn chảy vào trong kết dầu và dầu vẫn chảy ra ngoài.

Kịch bản cuối cùng là các lỗ thùng là không lớn. Khi đó áp suất chân không hình thành trong kết dầu sẽ làm giảm tốc độ lan truyền dầu ra ngoài môi trường. Tuy nhiên trong suốt quá trình này, không khí sẽ lọt vào bể để đảm bảo cân bằng áp suất giữa trong và ngoài kết. Vì vậy, việc đóng chặt các van của kết dầu sẽ làm giảm tốc độ thoát dầu ra môi trường.

2.6.2. Quá trình lan tỏa

Tốc độ dầu lan trên mặt nước ảnh hưởng quá trình khác như: phân tán, bốc hơi và nhũ tương hóa. Diện tích lan tỏa quyết định đến việc lập kế hoạch ứng cứu, sử dụng các biện pháp vớt, thu gom, dầu dệp hoặc sử dụng chất phân tán. Tuy nhiên, quá trình lan tỏa của dầu là quá trình vô cùng phức tạp liên quan đến cả các tính chất vật lý của sản phẩm và điều kiện thủy văn, thủy lực của môi trường.

Dầu bắt đầu lan tỏa trên mặt nước sau khi tràn ra ngoài, nhưng hình dạng lan truyền theo các hướng là không giống nhau. Dưới tác dụng của lực chia cắt trên bề mặt dòng chảy cứng sẽ làm vệt dầu bị kéo dài; và thậm chí, một cơn gió nhẹ cũng làm cho vệt dầu trôi treo chiều gió. Phần lớn các vệt dầu đều có hình dạng một dải dài. Ở những vệt dầu mỏng chúng ánh lên các màu sắc khác nhau. Các công trình nghiên cứu đã chỉ ra rằng, các vệt dầu có chiều dày lớn có sắc đen là chủ yếu, lượng dầu mỏng loang trên mặt nước chiếm tỷ lệ không lớn (khoảng 10% lượng dầu thoát ra môi trường).



Hình 2-3. Vệt dầu lan tỏa trên mặt nước

Quá trình lan tỏa của dầu được thể hiện bằng phương trình sau [11]:

$$\frac{dr}{dt} = \Delta_w \rho h \quad (2.18)$$

Trong đó: $\Delta_w = \frac{\rho_w - \rho}{\rho_w}$ là độ chênh tỷ trọng của dầu sơ với nước.

Quá trình lan tỏa của dầu được chia làm 3 pha; khi vệt dầu có độ dày tương đối lớn, trọng lực là nguyên nhân làm vệt dầu lan tỏa chậm; sau đó, sức căng bề mặt ngoại vi sẽ là lực chi phối quá trình lan tỏa của dầu; lực trở chính là lực quán tính theo do độ nhớt của nước tạo ra làm giảm tốc độ lan truyền của dầu. Do đó, quá trình lan tỏa của dầu được chia làm 3 pha như sau [12]:

Trọng lực - Quán tính.

Trọng lực - Nhớt

Sức căng bề mặt - Nhớt

Cuối cùng, vệt dầu đạt đến trạng thái cân bằng, độ mỏng của vệt dầu đạt giá trị lớn nhất, quá trình lan tỏa của dầu dừng lại.

1. Pha trọng lực - quán tính:

Ở pha này, trọng lực và lực quán tính đóng vai trò chính của quá trình lan tỏa dầu, bán kính khu vực dầu loang R được tính theo công thức:

$$R = 1.14(\Delta_w g V t^2)^{\frac{1}{4}} \quad (2.19)$$

Giai đoạn trọng lực - quán tính xảy ra nhanh chóng, thường thì chỉ trong một vài phút, ngoại trừ các sự cố tràn dầu rất lớn.

Diện tích vệt loang tỏa là hàm tuyến tính với thời gian và được xác định bằng công thức:

$$A = 0.57\pi\sqrt{\Delta_w g V t} \quad (2.20)$$

Trong đó:

- A : Diện tích vệt dầu (m²)
- g : Gia tốc trọng trường (m/s²)
- V : Thể tích dầu tràn ra môi trường (m³)
- t : Thời gian (s)

Khi độ dày của lớp dầu là đủ nhỏ thì chuyển sang quá trình lan tỏa trọng lực - nhớt

2. Pha 2: Trọng lực - nhớt.

Trong pha này trọng lực và lực nhớt đóng vai trò chính. Bán kính vệt dầu được xác định theo công thức:

Thời gian chuyển từ pha trọng lực - quán tính sang pha trọng lực nhớt được xác định theo công thức:

$$t = 2,63\sqrt{\frac{V}{g\Delta_w\nu}} \quad (2.21)$$

$$R = 0.98\left(\frac{\Delta_w g V^{\frac{3}{2}} t^{\frac{3}{2}}}{\nu^{\frac{1}{2}}}\right)^{0.167} \quad (2.22)$$

Diện tích vệt dầu loang được xác định theo công thức:

$$A = 2,1\pi^3 \sqrt{\frac{V^2 g \Delta_w t^{\frac{3}{2}}}{v^{\frac{1}{2}}}} \quad (2.23)$$

Trong đó: v là độ nhớt động học của nước.

3. Pha 3: Sức căng bề mặt - nhớt.

Sức căng mặt và lực nhớt giữ vai trò chính: Bán kính vệt dầu được xác định theo công thức:

$$R = 1.6 \left(\frac{\sigma^2 t^3}{v \rho_w^2} \right)^{\frac{1}{4}} \quad (2.24)$$

Và diện tích vệt dầu được tính theo công thức:

$$A = 2.6\pi \sqrt{\frac{\sigma^2 t^3}{\rho_w^2 v}} \quad (2.25)$$

Trong đó σ là sức căng mặt ngoài.

4. Pha cuối cùng: cân bằng.

Bán kính vệt dầu được tính theo công thức

$$R = \left(\frac{10^5 V^{\frac{3}{4}}}{3.14159} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (2.26)$$

2.6.3. Quá trình bay hơi

Quá trình bay hơi là một trong những quá trình quan trọng; quá trình này làm mất đi một lượng lớn dầu (tùy thuộc vào đặc tính hóa lý). Đối với các sản phẩm dầu nhẹ như xăng thì tốc độ bay hơi của chúng là rất nhanh và hầu như không cần triển khai các biện pháp chống lam tỏa. Công việc phải làm trong tình huống này là cảnh giới không cho các phương tiện lại gần khu vực có xăng dầu lam tỏa ra để tránh nguy cơ bắt cháy.

Phần thể tích dầu bay hơi được xác định bằng công thức sau [13]:

$$F = \frac{1}{C} \left[\ln P_0 + \ln \left(CK_e t + \frac{1}{P_0} \right) \right] \quad (2.27)$$

Trong đó:

$E = K_e t$: Là số hạng bay hơi, phụ thuộc vào thời gian và điều kiện môi trường

$$K_e = \frac{K_m A v}{RTV_0} \quad (2.28)$$

$K_m = 0.0025 V_w^{0.78}$: Hệ số trao đổi chất (m/s)

A : Diện tích vệt dầu (m²)

v : Thể tích phân tử (m³/mol)

R = 82.06 x 10⁻⁶ : Là hằng số khí, (atmm³/mol.K)

T : Là nhiệt độ tuyệt đối của dầu, có thể lấy bằng nhiệt độ nước biển;

V₀ : Là thể tích dầu tràn ban đầu, (m³);

Áp suất hơi ban đầu P₀ tính bằng atm tại nhiệt độ T_e được tính như sau:

$$\ln P_0 = 10.6 (1 - T_0/T_e) \quad (2.29)$$

Trong đó:

T₀ : Là nhiệt độ sôi ban đầu của dầu, tính bằng độ Kelvin

Đối với dầu thô C = 1158.9API^{-1.1435}

$$T_0 = 542.6 - 30.275API + 1.565API^2 - 0.03439API^3 + 0.0002604API^4$$

Với API là chỉ số dầu, được tính theo khối lượng riêng của dầu theo công thức:

$$\rho_o = 141.5 / (API + 131.5) \quad (2.30)$$

Thể tích phân tử của dầu được tính từ trọng lượng phân tử của dầu, giá trị biến đổi trong khoảng từ 150.10⁻⁶ tới 600.10⁻⁶, tùy thuộc vào thành phần dầu. Với dầu đốt, giá trị này nằm trong khoảng 200.10⁻⁶ m³/mol.

2.6.4. Quá trình hòa tan

Các quá trình hòa tan, bao gồm hòa tan của dầu trong nước do quá trình nhũ tương hóa và quá trình lắng đọng dầu được xác định theo các công thức thực nghiệm. Tuy nhiên độ tan của dầu trong nước là rất nhỏ (0.01mg/l).

2.6.5. Quá trình lắng đọng bờ biển

Khi dầu loang tới bãi biển và bờ, nó sẽ đọng lại trên bãi. Sau khi đã lắng đọng trên bãi, dầu sẽ được sóng, gió và dòng chảy đưa trở lại biển. Trên cơ sở công thức chu kỳ bán phân rã, thể tích dầu còn lại trên bãi biển có thể được xác định theo công thức sau:

$$V_2 = V_1 e^{-k(t_2-t_1)} \quad (2.31)$$

Trong đó:

V_1 và V_2 : Là thể tích của dầu trên bãi biển trong thời gian t_1 và t_2 (ngày);

$k = (-\ln(1/2))/\lambda$: Là hệ số suy giảm;

λ : Chu kỳ bán phân rã. Giá trị của hệ số suy giảm k thay đổi từ 0.001 - 0.01 đối với đầm lầy tới 0.99 đối với bờ biển đá trong điều kiện sóng nhẹ.

2.7. Mô hình dòng chảy hai chiều

Mô hình mô phỏng dòng chảy hai chiều được xây dựng dựa trên việc giải hệ phương trình chuyển động 2 chiều lấy tích phân theo độ sâu của dòng chảy. Trong mô hình này, có tính đến ảnh hưởng của gió và thủy triều tới dòng chảy. Trong trường hợp này, hệ phương trình vi phân cho cho dòng chảy như sau:

Phương trình liên tục:

$$\frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} + \frac{\partial \eta}{\partial t} = 0 \quad (2.32)$$

Hệ phương trình chuyển động:

$$\begin{aligned} \frac{\partial q_x}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{q_x^2}{d} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{q_x q_y}{d} \right) + gd \frac{\partial \eta}{\partial x} - f q_y - \frac{\partial}{\partial x} \left(v_{th} \frac{\partial q_x}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial y} \left(v_{th} \frac{\partial q_y}{\partial y} \right) + \frac{gn^2 u \sqrt{u^2 + v^2}}{d^{\frac{1}{3}}} - C_z U_w \sqrt{U_w^2 + V_w^2} = 0 \\ \frac{\partial q_y}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{q_x q_y}{d} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{q_y^2}{d} \right) + gd \frac{\partial \eta}{\partial y} - f q_x - \frac{\partial}{\partial x} \left(v_{th} \frac{\partial q_y}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial y} \left(v_{th} \frac{\partial q_y}{\partial y} \right) + \frac{gn^2 v \sqrt{u^2 + v^2}}{d^{\frac{1}{3}}} - C_z U_w \sqrt{U_w^2 + V_w^2} = 0 \end{aligned} \quad (2.33)$$

Trong đó:

q_x, q_y : Tương ứng là lưu lượng dòng chảy trên 1 đơn vị chiều rộng, tính từ đáy lên đến mặt và vuông góc với x, y ;

η : Dao động mặt nước so với mực chuẩn (mực “0”);

t : Thời gian;

d : độ sâu;

g : Là gia tốc trọng trường;

f : Tham số Coriolis;

v_{th} : Hệ số nhớt rối ngang;

n : Độ nhám thuỷ lực;

U_w, V_w : Thành phần vận tốc gió theo trục x và y ; và

C_z : Hệ số ma sát gió.

Theo số liệu thực nghiệm, hệ số ma sát gió có thay đổi trong khoảng lớn từ 3.10^4 đến 5.10^{-3} và là hàm phụ thuộc vào tốc độ gió. Rất nhiều kết quả nghiên cứu về hệ số ma sát gió trên các đại dương và cho rằng đối với vận tốc gió nằm trong khoảng từ 4m/s đến 21 m/s thì C_{10} có thể được xấp xỉ bằng hàm mũ như sau [14]:

$$C_{10} = 0.51 \times 10^{-3} V_w^{0.46} \quad (2.34)$$

Hoặc theo dạng tuyến tính:

$$C_{10} = (a + bV_w) 10^{-3} \quad (2.35)$$

Trong đó: $a = 0,75$, $b = 0,067$ và V_w là vận tốc gió tại độ cao 10m so với mặt nước biển. Theo các báo cáo của nhiều nhà khoa học khác thì giá trị của a và b nằm trong khoảng $0 < a < 1,18$ và $0,016 < b < 0.100$ [15].

Với $a = 0,8$ và $b = 0,065$ phù hợp với tất cả các số trong toàn bộ phạm vi vận tốc gió, thậm chí còn sử dụng được cho cả gió trong bão.

Trong thực tế, hệ số ma sát gió không chỉ phụ thuộc vào tốc độ gió mà còn phụ thuộc những điều kiện ổn định khí quyển gần bề mặt, độ sâu nước..v.v. Tuy nhiên, trong những điều kiện nghiên cứu ở đây có thể cho rằng những ảnh hưởng này là không đáng kể và do vậy giá trị của hệ số ma sát gió tính theo biểu thức (2.23).

Hệ phương trình được rời rạc hoá bằng phương pháp phần tử hữu hạn áp dụng cho chất lỏng tiến theo hướng từ ngoài khơi vào bờ và ẩn theo hướng song song với bờ trên lưới tính toán là lưới tam giác (Flexible mesh) với mực nước, nồng độ dầu được tính tại trung tâm ô, các véc tơ thành phần của vận tốc dòng chảy được tính tại các biên của ô lưới. Với sơ đồ rời rạc hóa này, bài toán sẽ được giải với điều kiện ổn định CFL (Crank - Frich - Lewy).

CHƯƠNG 3:

ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP PHẦN TỬ HỮU HẠN MÔ PHỎNG SỰ CỐ TRẦN ĐẦU

3.1. Khu vực mô phỏng

Khu vực Đình Vũ là khu vực được lựa chọn để thực hiện mô phỏng. Đây là khu vực được quy hoạch là khu kinh tế tổng hợp nhằm phục vụ nhu cầu phát triển kinh tế - xã hội của thành phố Hải Phòng và vùng duyên hải Bắc Bộ, là một trung tâm kinh tế biển, đa ngành, đa lĩnh vực của vùng duyên hải Bắc Bộ và của cả nước, bao gồm: kinh tế hàng hải mà trọng tâm là phát triển dịch vụ cảng, trung tâm công nghiệp, dịch vụ tài chính, ngân hàng, du lịch, thương mại.



Hình 3-1. Khu kinh tế Đình Vũ - Cát Hải

3.2. Điều kiện tự nhiên

3.2.1. Địa hình đáy biển

Địa hình đáy biển tại khu vực này bị ảnh hưởng của các sông lớn chảy vào vịnh như sông Lạch Huyện, sông Cấm, sông Bạch Đằng và sông Chanh. Toàn bộ khu vực Vịnh bị ảnh hưởng mạnh của cửa các sông lớn và thủy triều của vịnh Bắc Bộ. Đây là khu vực khá bằng phẳng trong vịnh Hải Phòng.

Địa hình đáy biển của Vịnh Hải Phòng thoải thoải với độ dốc trung bình từ 0,04% đến 0,08% theo hướng Nam - Đông Nam. Những doi cát và đụn cát xuất hiện dọc theo các cửa sông và trôi lên khi thủy triều xuống.

3.2.2. Đặc điểm khí tượng

3.2.2.1. Gió

Gió ở miền Bắc Việt Nam và vùng lân cận tương đối lặng ngoại trừ mùa bão thường bắt đầu vào tháng 6 và kết thúc vào tháng 11.

Gió ở Việt Nam thường ảnh hưởng bởi đặc điểm khí hậu. Hướng gió chủ đạo là hướng Bắc đến Tây - Bắc do khí hậu gió mùa Đông bắc trong mùa khô (từ tháng 9 đến tháng 2) và hướng Nam đến Tây - Nam do gió mùa Tây - Nam trong mùa mưa (từ tháng 3 đến tháng 7). Tuy nhiên, ở vùng đồng bằng Bắc bộ, gió Bắc trong mùa khô thay đổi thành hướng Đông - Bắc hoặc Đông, trong khi đó gió Nam trong mùa mưa thay đổi thành hướng Nam hoặc Đông - Nam phụ thuộc vào địa hình khu vực.

Bảng dưới đây chỉ ra tần suất xuất hiện gió theo tốc độ và hướng dựa trên số liệu gió quan trắc trong 3 năm từ 2009 đến 2012. Số liệu này cho thấy gió chủ yếu có hướng từ Đông đến Nam (khoảng 45%) và hướng Bắc (khoảng 13%). Gió với vận tốc lớn hơn 15m/s rất hiếm xuất hiện.

Bảng 3-1. Tần suất gió theo hướng và vận tốc

Hướng gió	Vận tốc gió (m/s)										Tổng	
	Lặng		1,0 -4,0		5,0 – 9,0		10,0 – 15,0		> 15,0			
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
N	---	---	432	9,97	132	3,05	4	0,09	0	0,00	---	---
NNE	---	---	89	2,05	36	0,83	1	0,02	0	0,00	---	---
NE	---	---	241	5,56	63	1,45	3	0,07	0	0,00	---	---
ENE	---	---	134	3,09	12	0,28	0	0,00	0	0,00	---	---
E	---	---	578	13,35	482	11,13	23	0,53	0	0,00	---	---
ESE	---	---	227	5,24	123	2,84	1	0,02	0	0,00	---	---
SE	---	---	307	7,09	132	3,05	4	0,09	0	0,00	---	---
SSE	---	---	87	2,01	126	2,91	36	0,83	0	0,00	---	---
S	---	---	180	4,16	144	3,32	11	0,25	0	0,00	---	---
SSW	---	---	21	0,48	51	1,18	13	0,30	0	0,00	---	---
SW	---	---	50	1,15	24	0,55	0	0,00	0	0,00	---	---
WSW	---	---	4	0,09	0	0,00	0	0,00	0	0,00	---	---
W	---	---	36	0,83	3	0,07	0	0,00	1	0,02	---	---
WNW	---	---	20	0,46	1	0,02	0	0,00	0	0,00	---	---
NW	---	---	155	3,58	15	0,35	0	0,00	0	0,00	---	---
NNW	---	---	108	2,49	16	0,37	1	0,02	0	0,00	---	---
Tổng	---	---	2.669	61,63	1.360	31,40	97	2,24	1	0,02	---	---

Nguồn: Báo cáo tăng cường năng lực các cảng miền Bắc Việt Nam

Sự biến đổi vận tốc gió theo tháng được thống kê trong Bảng dưới. Gió với vận tốc lớn xuất hiện chủ yếu vào mùa mưa từ tháng 3 đến tháng 9.

Bão nhiệt đới tạo ra gió với vận tốc khoảng 40 – 50m/s. Gió mạnh nhất có vận tốc 52m/s hướng Đông-Nam quan trắc được tại Hải Phòng trong bão Sarah ngày 21/07/1977. Gió có vận tốc cực đại theo hướng được thống kê ở Bảng dưới đây

Bảng 3-2. Số liệu vận tốc gió ở trạm Hòn Dấu

Hướng gió	Chu kỳ lặp (Năm)					
	5	10	15	25	50	100
N	32,1	36,2	40,2	42,5	45,4	49,2
NE	36,7	42,2	47,4	50,4	54,2	59,3
E	38,2	43,3	48,3	51,1	54,7	59,5
SE	33,6	38,6	42,7	46,5	49,6	54,0
S	36,3	41,6	46,5	49,5	53,3	58,0
SW	36,6	41,3	45,5	48,0	51,5	56,5
W	31,2	36,9	42,0	45,0	49,3	54,5
NW	37,6	43,3	46,8	49,5	53,4	58,5
Tối đa	38,2	43,3	48,3	51,1	54,7	59,5

Nguồn: Báo cáo nghiên cứu tiền khả thi dự án cảng quốc tế Lạch Huyện

3.2.3. Đặc điểm thủy hải văn

3.2.3.1. Thủy triều

Thủy triều tại Hòn Dấu có chế độ nhật triều. Cao độ mực nước theo hệ hải đồ quan trắc được như sau:

- Mực nước cao (HWL) : +3,55 m
- Mực nước trung bình cao (MHWL) : +3,05 m
- Mực nước trung bình (MWL) : +1,95 m
- Mực nước trung bình thấp (MLWL) : +0,91 m
- Mực nước thấp (LWL) : +0,43 m

Ngoài ảnh hưởng của thiên văn, mực nước thực tế có thể bị ảnh hưởng bởi áp suất không khí, gió và sóng. Mực nước Cao nhất quan trắc được tại Hòn Dấu là +4,21m vào ngày 22/10/1985 và thấp nhất là +0,03m vào ngày 2/01/1991.

3.2.3.2. Dòng chảy

Dòng chảy tại khu vực ảnh hưởng bởi dòng bán nhật triều. Kết quả khảo sát tháng 1 năm 1987 cho thấy vận tốc trung bình khoảng 0,3 đến 0,5m/s. Tuy nhiên, do ảnh hưởng của sóng và gió nên vận tốc dòng chảy trở nên cực đại (1,0 - 1,2m/s) trong lũ và có thể đạt 1,5 - 1,8m/s ở cửa sông khi triều xuống trong kỳ triều tại cửa sông.

3.2.3.3. Sóng

Bảng dưới đây đưa ra số liệu sóng quan trắc tại trạm Hòn Dấu trong 3 năm (2006 - 2008) tạo bởi gió khu vực. Sóng có chiều cao lớn hơn 1,0 m xuất hiện 8,59 %. Sóng có hướng từ Đông đến Nam chiếm 60 % và hướng sóng hiện tại là từ Đông sang Nam. Nhưng sóng cao thường có hướng từ Đông - Nam và Nam.

Bảng 3-3. Tần suất chiều cao sóng theo hướng

Hướng	Chiều cao (m)										Tổng	
	0 – 0,25		0,25 – 0,5		0,5 – 1,0		1,0 – 1,5		> 1,5			
	N	%	N	%	N	%	Nr	%	N	%	N	%
N	---	---	3	0,09	57	1,74	8	0,24	1	0,03	---	---
NE	---	---	0	0,00	47	1,43	16	0,49	0	0,00	---	---
E	---	---	184	5,60	844	25,71	63	1,92	5	0,15	---	---
SE	---	---	37	1,13	429	13,07	89	2,71	6	0,18	---	---
S	---	---	4	0,12	149	4,54	75	2,28	13	0,4	---	---
SW	---	---	0	0,00	10	0,30	5	0,15	1	0,03	---	---
W	---	---	0	0,00	1	0,03	0	0,00	0	0,00	---	---
NW	---	---	0	0,00	10	0,30	0	0,00	0	0,00	---	---
Total	---	---	228	6,94	1.547	47,12	256	7,80	26	0,79	---	---

Nguồn: Báo cáo tăng cường năng lực các cảng miền Bắc Việt Nam

3.3. Mô phỏng thủy lực khu vực Đình Vũ - Cát Hải

3.3.1. Khu vực mô phỏng

Khu vực lập mô hình mô phỏng có phạm vi trải rộng từ trong sông Cấm (khu vực cảng Đình Vũ) cho đến vùng biển giữa đảo Hòn Dấu vào đảo Cát Bà như thể hiện trong hình dưới đây.



Hình 3-2. Khu vực mô phỏng

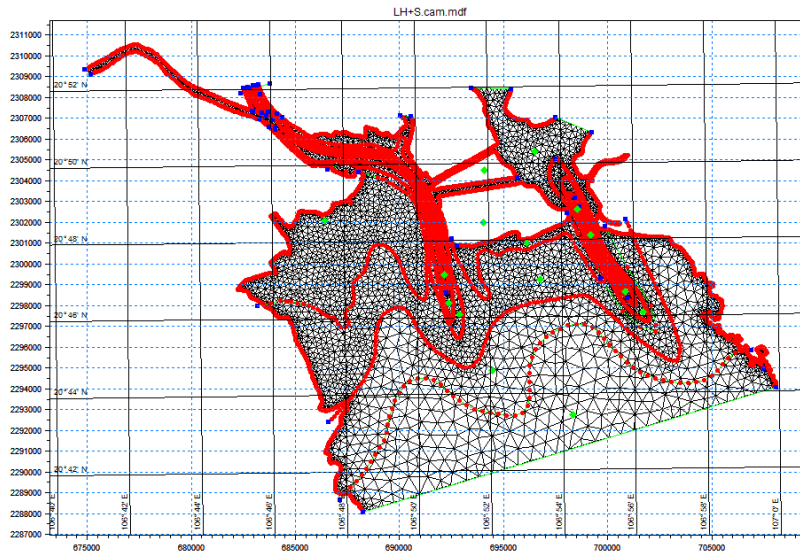
3.3.2. Hệ tọa độ nghiên cứu

Sử dụng hệ tọa độ UTM, múi chiếu 48⁰N là hệ tọa độ tổng thể.

3.3.3. Lưới tính toán

Xuất phát từ khu vực được lựa chọn cho việc lập mô hình mô phỏng, lưới tính của khu vực được lập như sau với những đặc trưng như sau:

- Lưới tính là lưới tính phi cấu trúc hay còn gọi là lưới tính tam giác linh hoạt không đều.
- Với số bậc tự do của phần tử được tăng lên cho các khu vực quan tâm nhiều.



Hình 3-3. Lưới tính toán

3.3.4. Dữ liệu tính toán phục vụ mô phỏng thủy lực

Các dữ liệu cần thiết phục vụ công tác mô phỏng thủy lực cho khu vực nghiên cứu bao gồm:

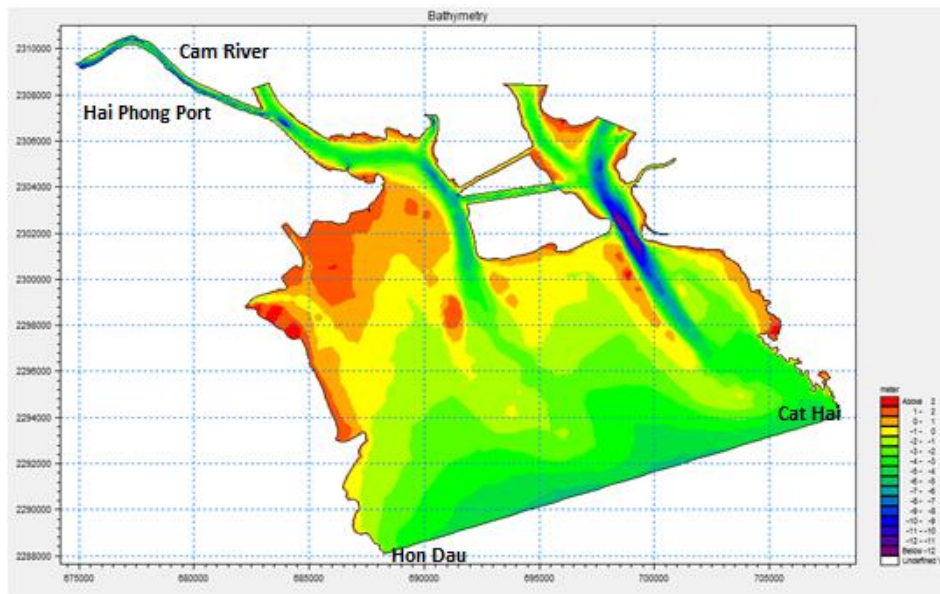
- Địa hình
- Thủy triều
- Lưu lượng nước.
- Các dữ liệu khác như: sóng, gió,...

3.3.5. Địa hình khu vực mô phỏng

Địa hình là yếu tố không thể thiếu trong tính toán, mô phỏng thủy lực.

Dữ liệu địa hình dưới nước được thu thập và số hóa từ các dữ liệu như hải đồ giấy, các dữ liệu khảo sát địa hình dưới nước năm 2013, 2014 khu vực nam Đình Vũ, luồng Hải Phòng, dữ liệu khảo sát địa hình dưới nước khu vực trước cảng.

Quá trình xử lý và mô hình hóa địa hình cho khu vực nghiên cứu sẽ thu được miền địa hình tính toán và được thể hiện dưới đây:

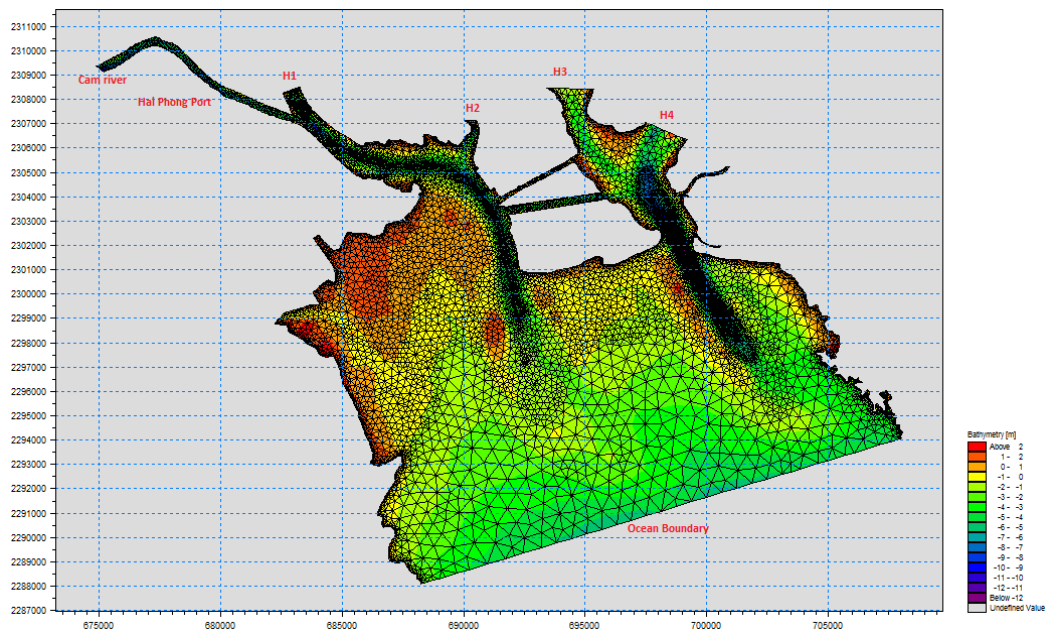


Hình 3-4. Địa hình tính toán trong mô hình

3.3.6. Miền mô phỏng và biên tính toán

Miền mô phỏng cho khu vực nghiên cứu được giới hạn bởi các đường bờ và biên như sau:

- Đường bờ: giới hạn từ đảo Hòn Dấu; khu vực đảo Cát Hải và khu vực Đảo Cát Bà.



Hình 3-5. Các biên tính toán cho khu vực nghiên cứu

3.3.7. Các biên tính toán

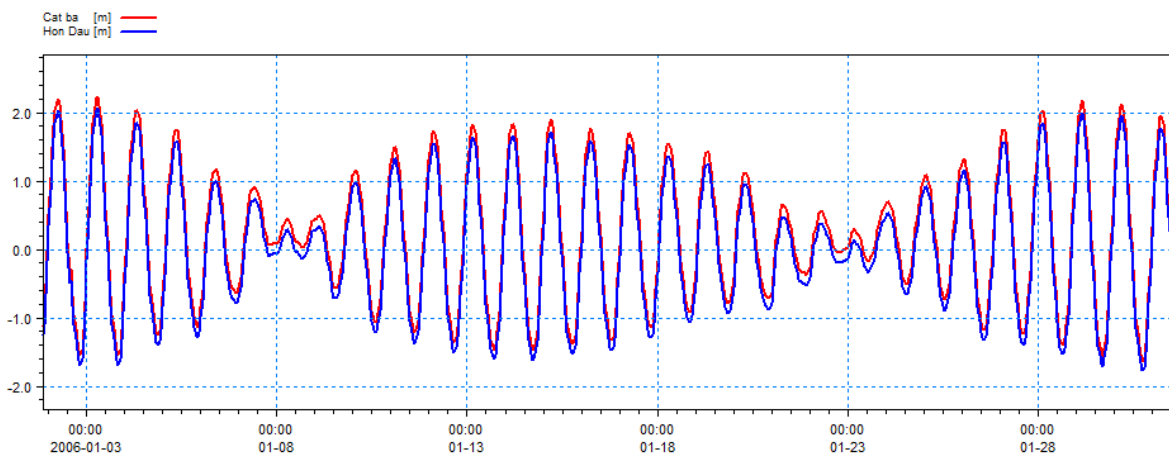
Các biên tính toán cho mô hình mô phỏng thủy lực như sau:

STT	Biên tính toán	Dữ liệu khai báo
-----	----------------	------------------

1	Ocean Boundary	Mức nước tại 2 điểm Hòn Dấu và Cát Bà
2	Cam river	Mức nước tại sông Cẩm tương ứng với vị trí của biên/ Lưu lượng dòng chảy
3	H1	Mức nước tại sông Bạch Đằng tương ứng vị trí tại biên/ Lưu lượng dòng chảy
4	H2	Mức nước tại sông Rút tương ứng với vị trí tại biên/ Lưu lượng dòng chảy
5	H3	Mức nước tương ứng với vị trí tại biên
6	H4	Mức nước tương ứng với vị trí tại biên

Dữ liệu tính toán được sử dụng cho các biên được lựa chọn là bộ số liệu mực nước tương ứng tại các biên H1, H2, H3, H4, biên Ocean Boundary và biên sông Cẩm.

Số liệu mực nước tại 2 trạm thủy văn Hòn Dấu và Cát Bà:



Hình 3-6. Mức nước tại Hòn Dấu và Cát Bà

3.3.8. Các tham số thiết lập

Các tham số được cài đặt trong quá trình tính toán bao gồm:

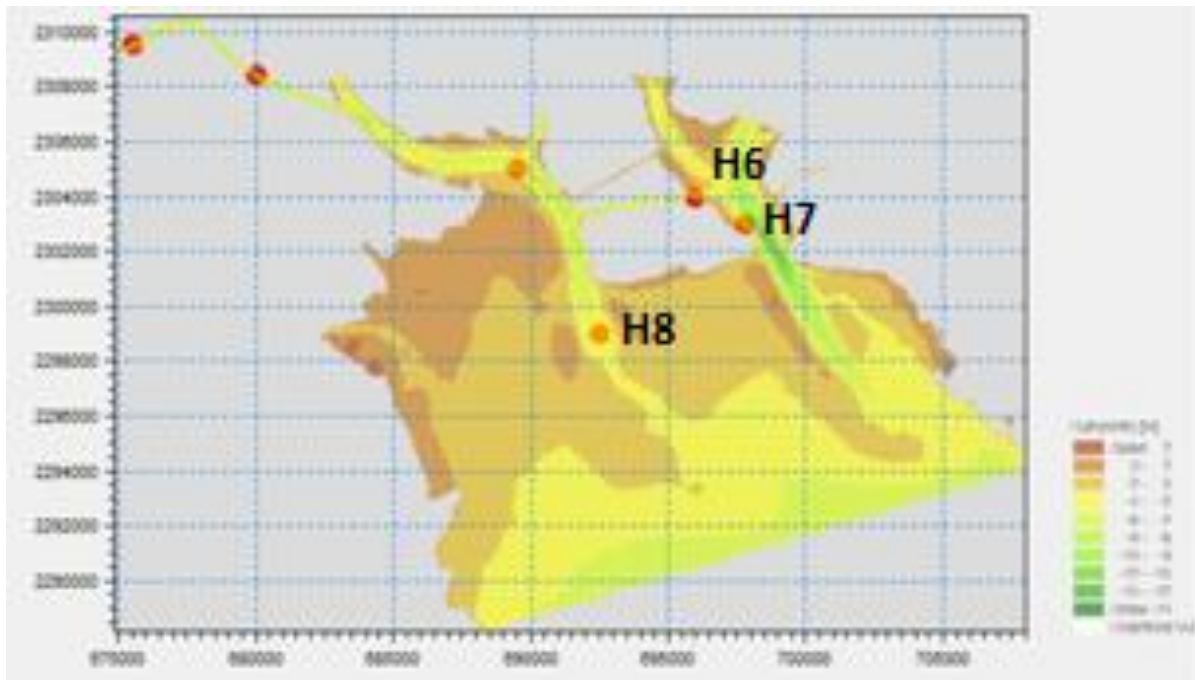
Thành phần	Thông số	Cài đặt
Thời gian mô phỏng		
	Thời gian mô phỏng	Từ 1-1-2006 đến 30-1-2006
	Bước thời gian	3600 (s)
Tham số vật lý		

	Gia tốc	9.81 (m/s ²)
	Khối lượng riêng của nước	1025 (kG/m ³)
	Độ nhớt (Smagonariky)	0.0015 (m ² /s)
	Giới hạn độ sâu cạn	0.005 (m)
	Giới hạn độ sâu ngập	0.05 (m)
	Giới hạn độ sâu ướt	0.1 (m)
	Số Courant (CFL)	0.8
	Lực Coriolis	Lực coriolis
	Độ nhám (Manning)	32 (m ^{1/3} /s)
Điều kiện biên		
	Mực nước ban đầu	0.2 (m)
	Biên biển	Mực nước
	Biên sông	Mực nước
Kết quả		
	Bước thời gian lưu kết quả	60 (min)

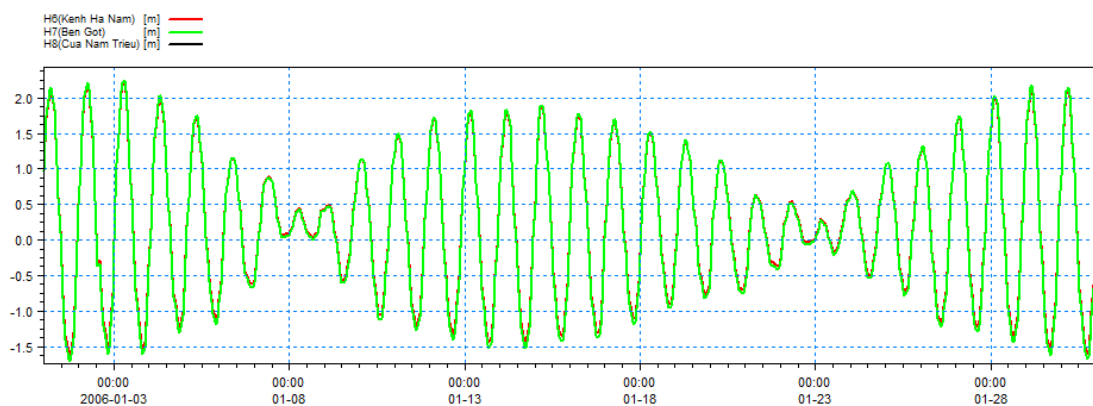
3.3.9. Kiểm chuẩn mô hình

Để kiểm tra và xác thực độ chính xác của mô hình, cần thiết phải có giá trị mực nước thực đo tại một hoặc một số điểm nằm trong khu vực mô phỏng để so sánh với giá trị mực nước tính toán của mô hình tính tại cùng vị trí đó.

Quá trình so sánh đó được thực hiện đồng thời với quá trình hiệu chỉnh các tham số được sử dụng trong mô hình sao cho giá trị mực nước thực đo và mực nước trong mô hình tính tại các điểm kiểm chuẩn là tương đồng về cả độ lớn và pha dao động của mực nước. Cuối cùng là đánh giá độ chính xác của mô hình.



Hình 3-7. Các vị trí kiểm chuẩn mô hình

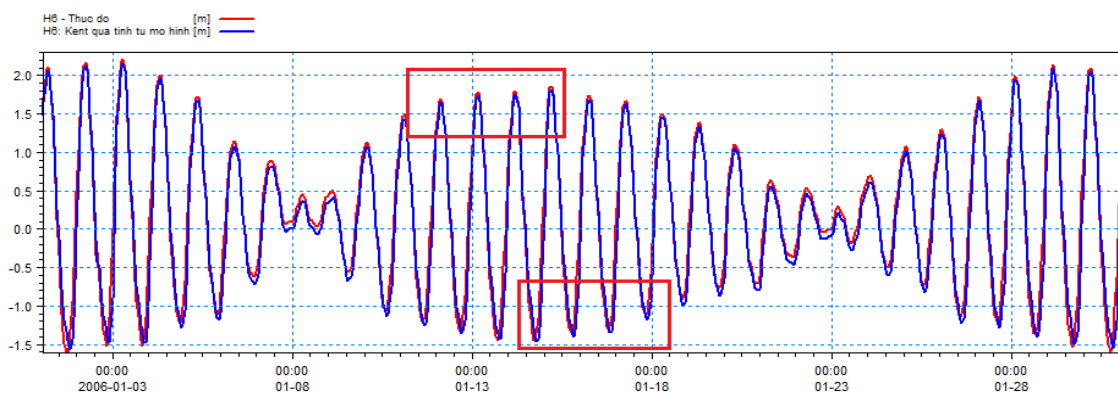


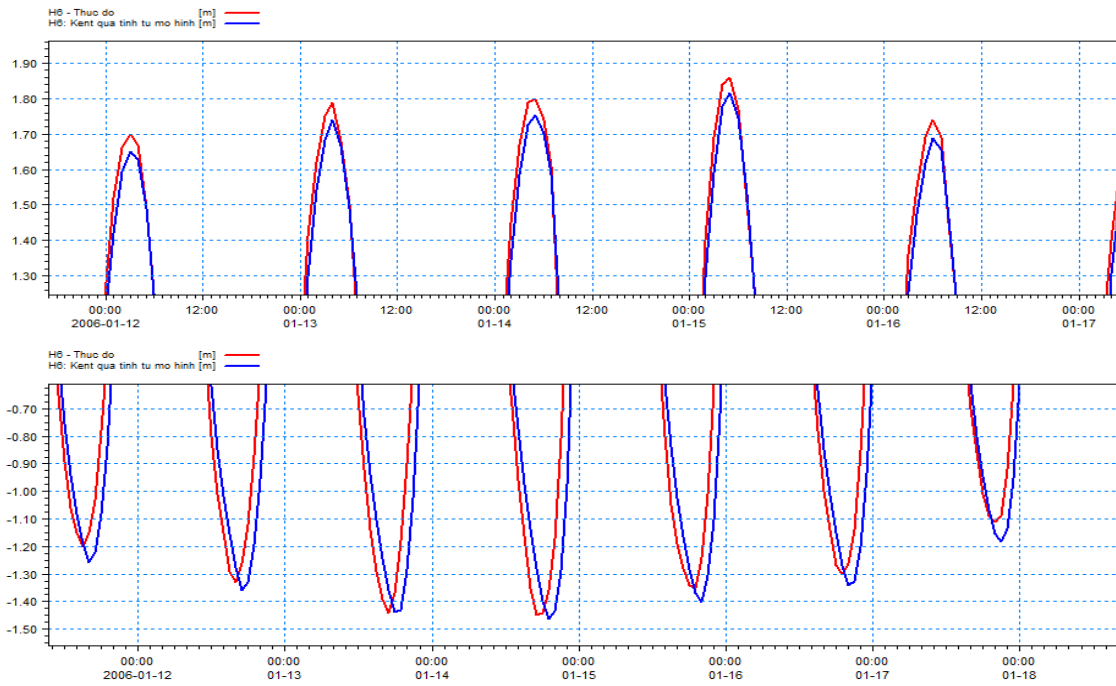
Hình 3-8. Mực nước tại các điểm kiểm chuẩn

3.3.10. Kết quả mô phỏng thủy lực

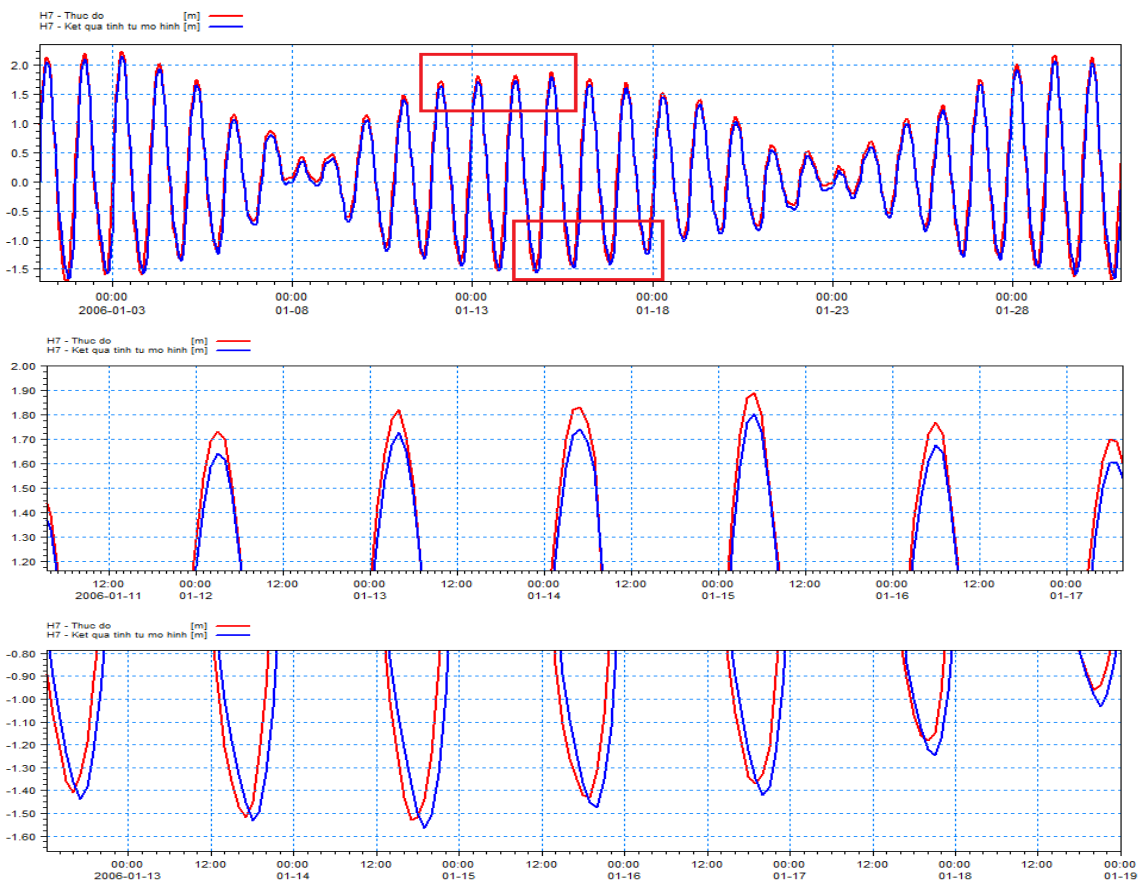
3.3.10.1. Kiểm chuẩn mô hình

Kết quả kiểm chuẩn mô hình như sau:

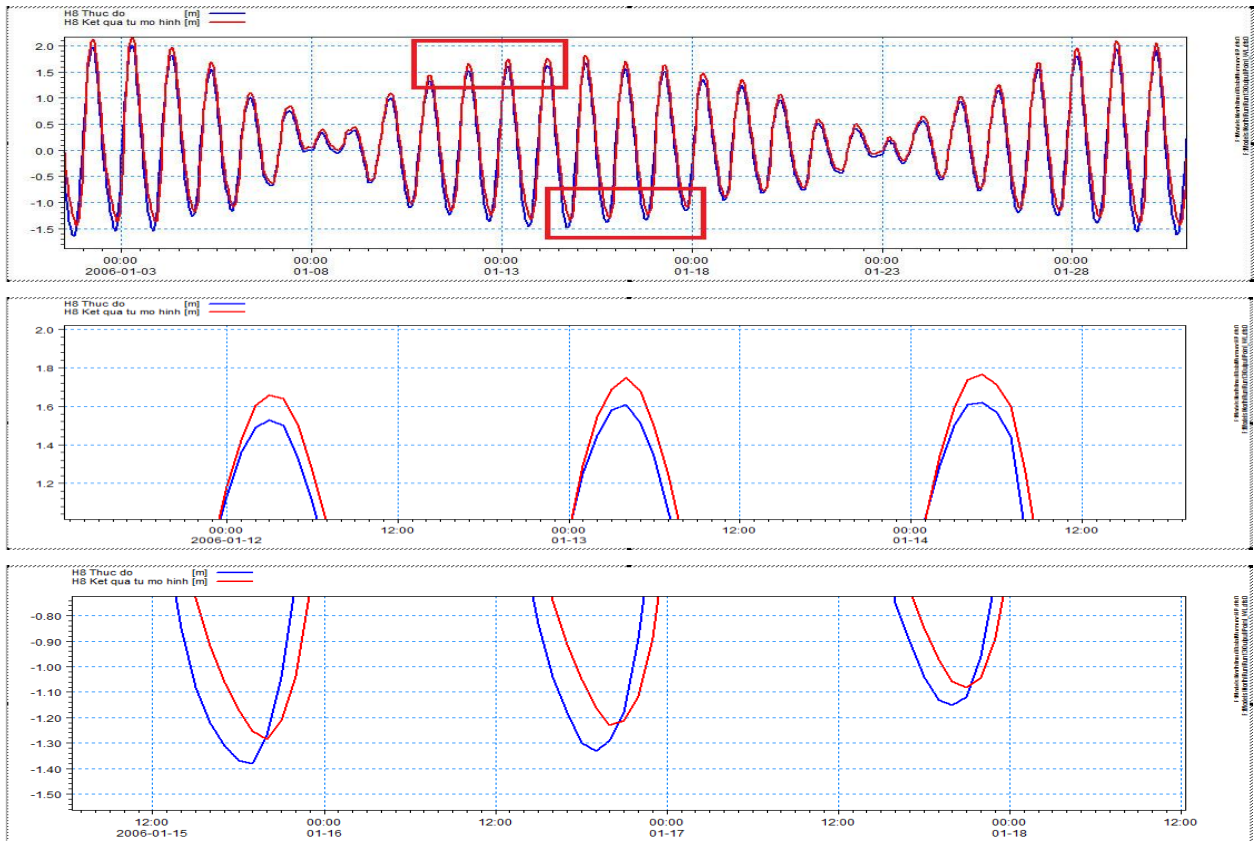




Hình 3-9. Kết quả so sánh kiểm chuẩn mô hình tại điểm H6



Hình 3-10. Kết quả so sánh kiểm chuẩn mô hình tại điểm H7



Hình 3-11. Kết quả so sánh kiểm chuẩn mô hình tại điểm H8

Từ việc so sánh mực nước thực đo với mực nước tính toán từ mô hình tại 2 điểm kiểm chuẩn là H6, H7, chúng ta nhận thấy sự có sự tương đồng lớn cả về độ lớn của mực nước và pha dao động của đường mực nước.

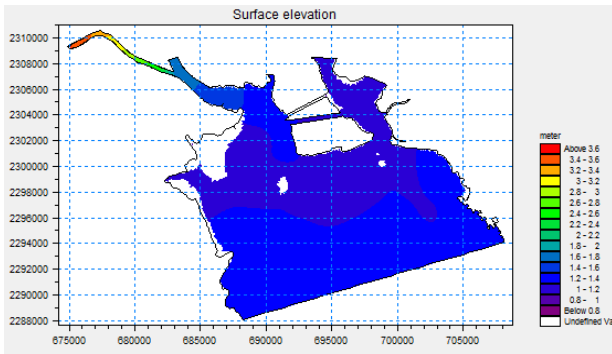
Sự khác biệt xuất hiện giữa mực nước thực đo và mực nước tính toán của mô hình tại điểm kiểm chuẩn H8, có sự khác biệt nằm ở thời điểm mực nước thấp trong sông. Độ lớn của mực nước tại các thời điểm này chênh nhau khoảng 15cm. Sự khác biệt này do:

- Mô hình tính toán được đơn giản hóa một phần yếu tố địa hình và đường bờ.
- Số liệu địa hình chưa thực sự sát với thực tế;
- Độ nhám đáy được đơn giản hóa (giá trị không đổi trên miền) trong mô hình.

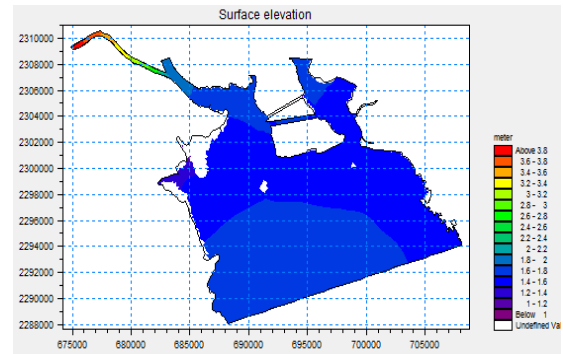
Xem xét sự tương đồng giữa kết quả của mô hình với giá trị thực đo cũng như mức độ sai lệch, thấy rằng kết quả tính toán của mô hình hoàn toàn cho phép sử dụng cho quá trình tính toán, thiết lập nghiên cứu tiếp theo.

3.3.10.2. Kết quả mô phỏng trường dòng chảy

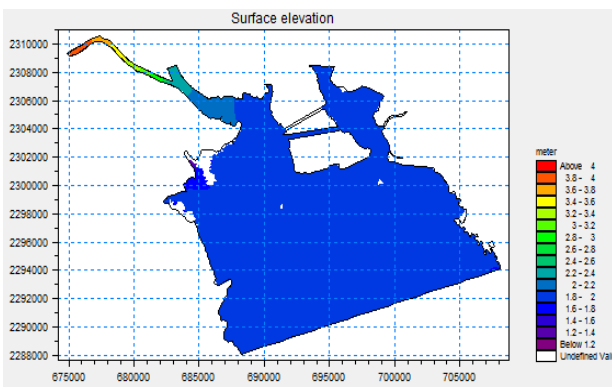
Kết quả tính toán và mô phỏng trường dòng chảy khu vực Đình Vũ - Cát Hải Như sau:



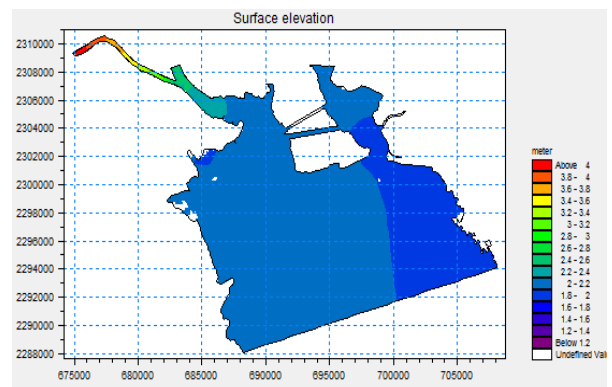
Hình 3-12. Trường mực nước 1:00:00



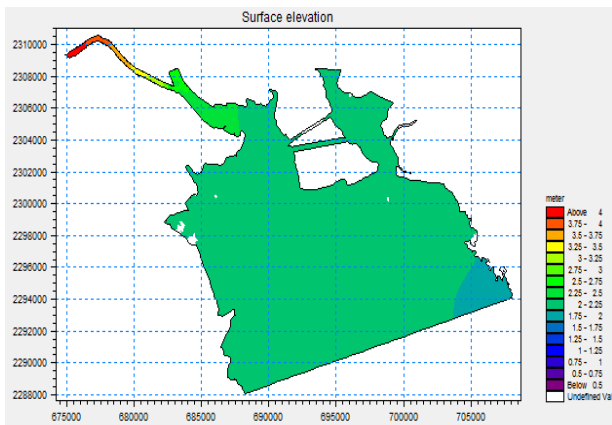
Hình 3-13. Trường mực nước 2:00:00



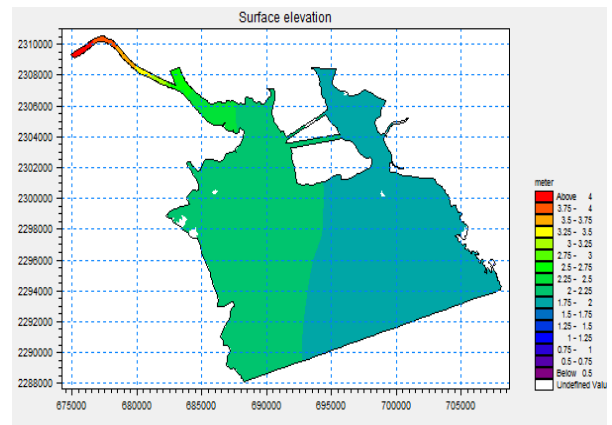
Hình 3-14. Trường mực nước 3:00:00



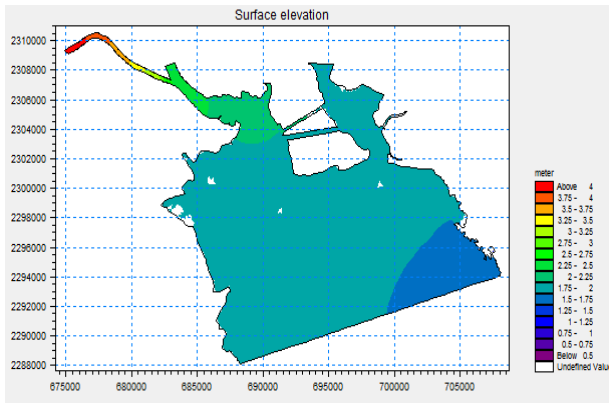
Hình 3-15. Trường mực nước 4:00:00



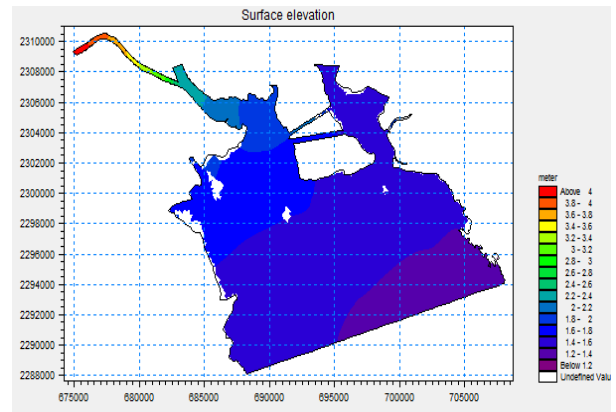
Hình 3-16. Trường mực nước lúc 5:00:00



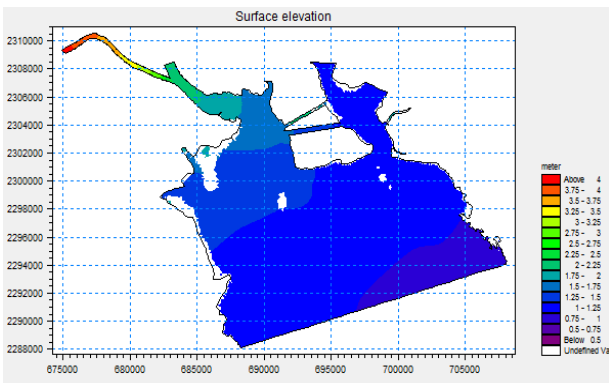
Hình 3-17. Trường mực nước 6:00:00



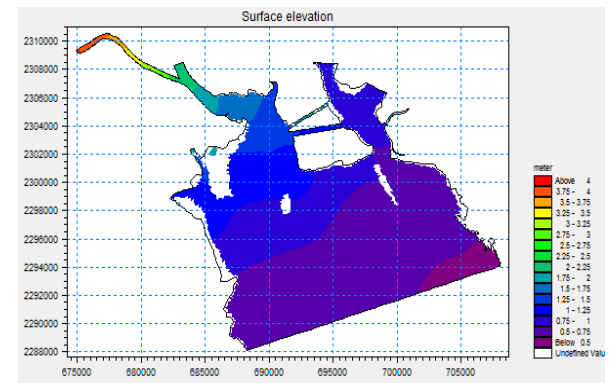
Hình 3-18. Trường mực nước 7:00:00



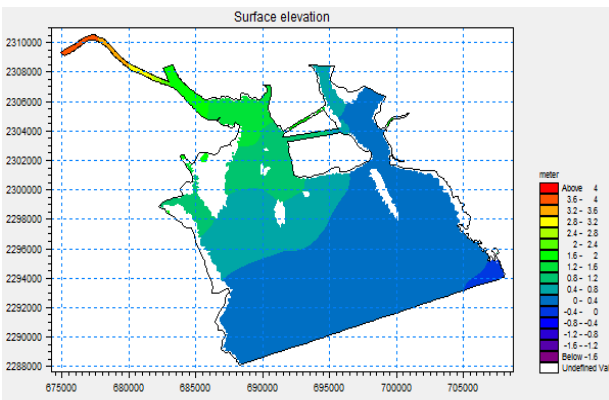
Hình 3-19. Trường mực nước 8:00:00



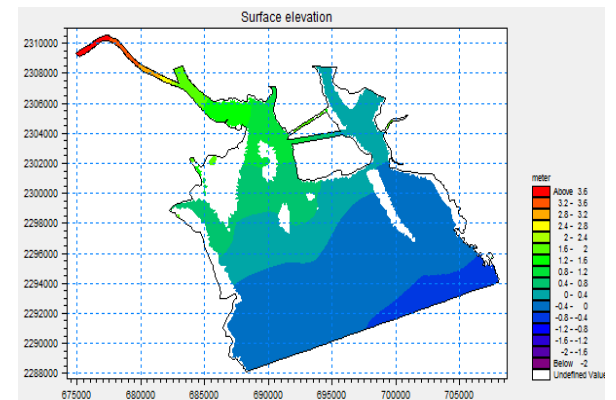
Hình 3-20. Trường mực nước 9:00:00



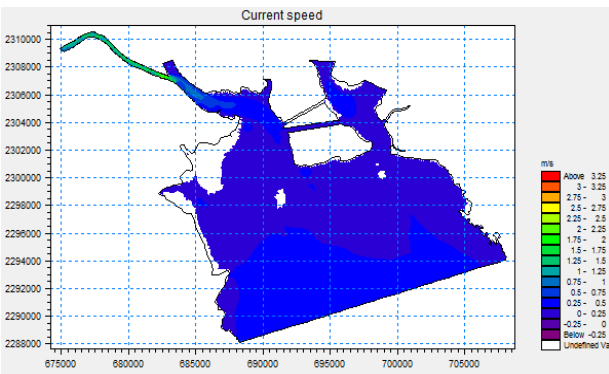
Hình 3-21. Trường mực nước 10:00:00



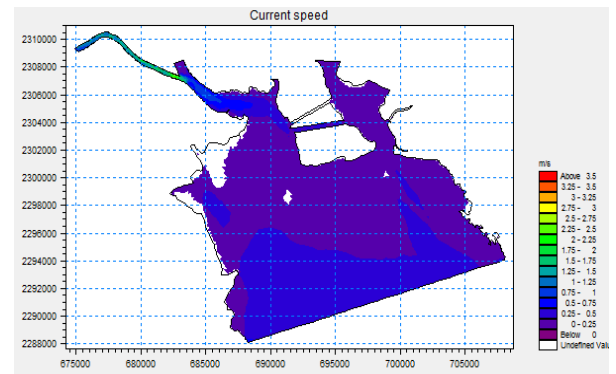
Hình 3-22. Trường mực nước 11:00:00



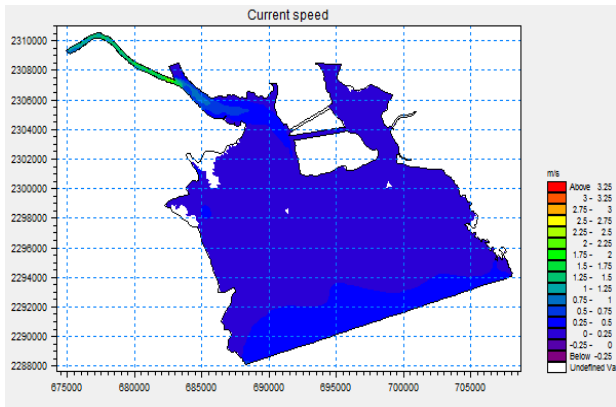
Hình 3-23. Trường mực nước 12:00:00



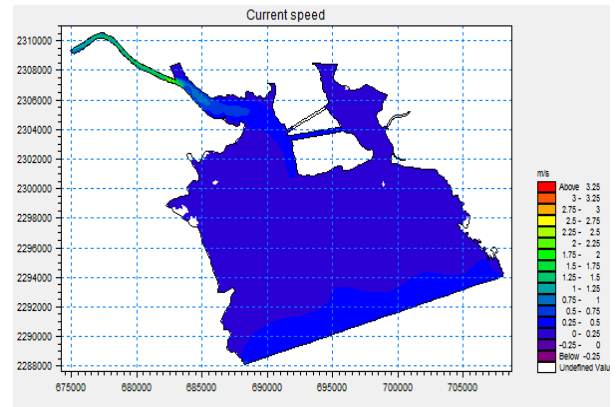
Hình 3-24. Trường dòng chảy 1:00:00



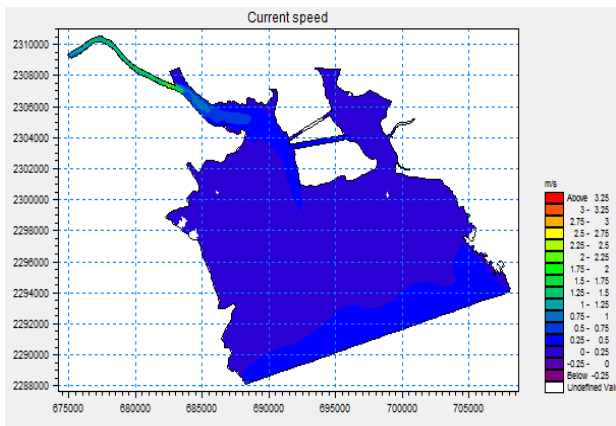
Hình 3-25. Trường dòng chảy 2:00:00



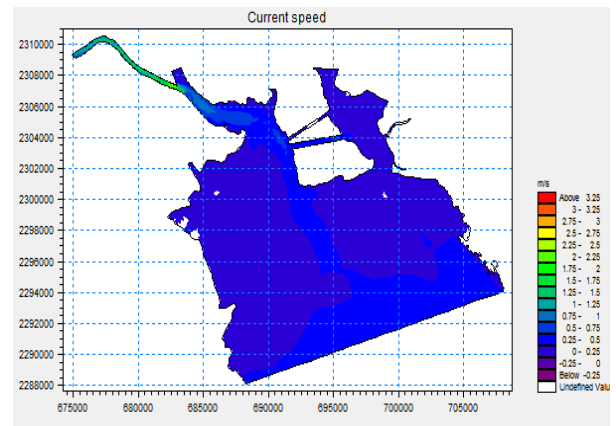
Hình 3-26. Trường dòng chảy 3:00:00



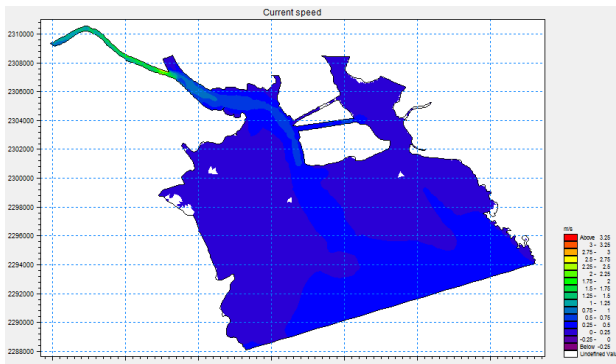
Hình 3-27. Trường dòng chảy 4:00:00



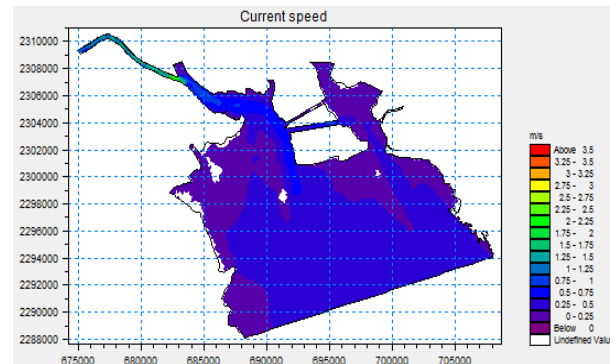
Hình 3-28. Trường dòng chảy lúc 5:00:00



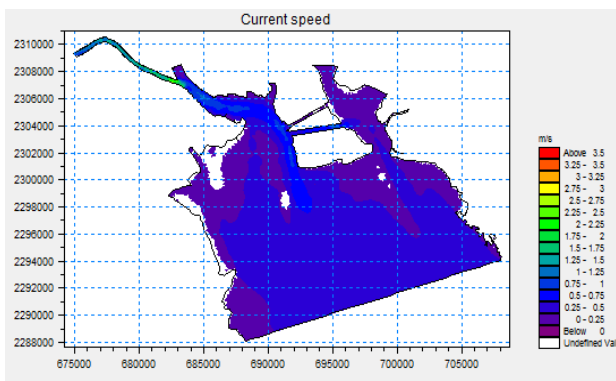
Hình 3-29. Trường dòng chảy lúc 6:00:00



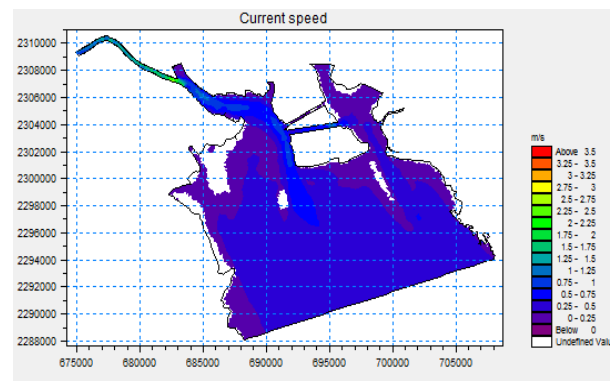
Hình 3-30. Trường dòng chảy lúc 7:00:00



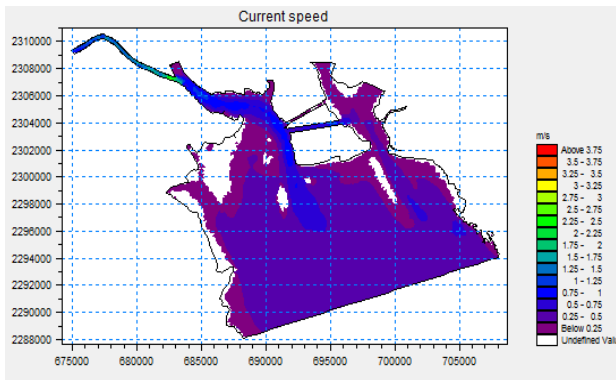
Hình 3-31. Trường dòng chảy lúc 8:00:00



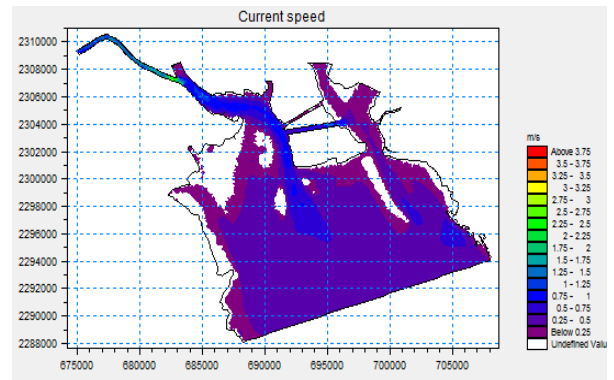
Hình 3-32. Trường dòng chảy lúc 9:00:00



Hình 3-33. Trường dòng chảy lúc 10:00:00



Hình 3-34. Trường dòng chảy lúc 11:00:00



Hình 3-35. Trường dòng chảy lúc 12:00:00

3.4. Kết quả tính toán mô phỏng tràn dầu

3.4.1. Sự cố tràn dầu

3.4.1.1. Kích bản cho sự cố tràn dầu

Giả thiết, lúc 00:00:00 ngày 1/1/2006, xảy ra sự cố tràn dầu. Lượng dầu DO tràn ra ngoài là 5000 lit.

Vị trí điểm xảy ra sự cố có tọa độ:

N : 20⁰49'47.1"

E : 106⁰47'24.9"



Hình 3-36. Vị trí xảy ra sự cố tràn dầu

3.4.1.2. Đặc tính lý hóa học của dầu DO bị tràn ra ngoài

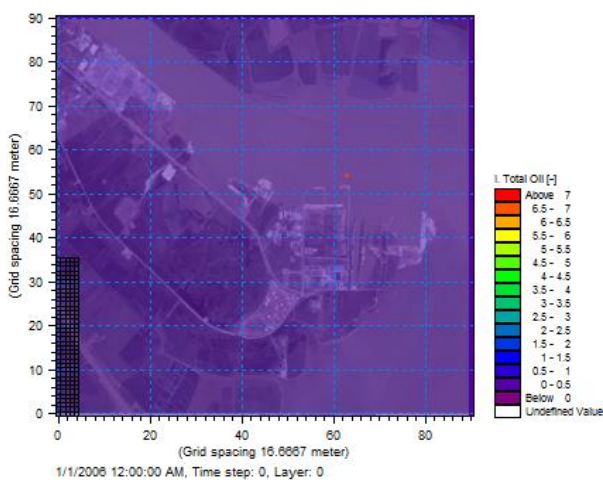
1. Hàm lượng lưu huỳnh : 500mg/kg
2. Chỉ số Xetan : > 50

3. Nhiệt độ cất tại 90% thể tích : 360⁰
4. Điểm chớp cháy cốc kín : 55⁰C
5. Độ nhớt động học ở 40⁰C : 3.5 cSt
6. Cặn cacbon của 10% cặn chung cất : 0.3% khối lượng
7. Hàm lượng tro : 0.01% khối lượng
8. Hàm lượng nước : 200 mg/kg
9. Tạp chất dạng hạt : 10 mg/l
10. Khối lượng riêng (ở 15⁰C) : 820 kg/m³

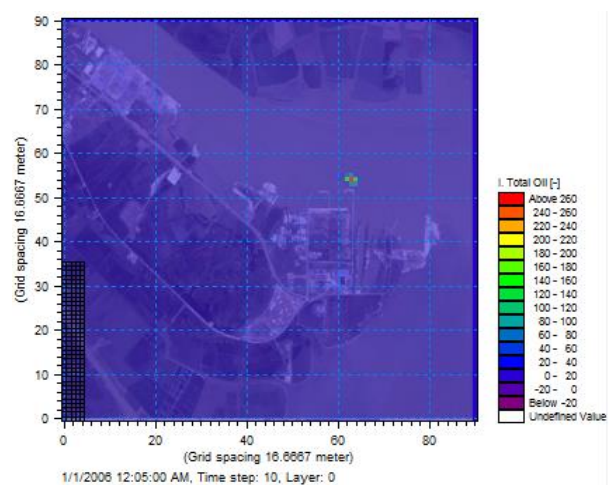
3.4.2. Kết quả phân tích biến đổi vệt dầu

Kết quả tính toán lan truyền và biến đổi vệt dầu theo các kịch bản thiết lập, trong trường gió ổn định, trong khoảng thời gian tính toán cho thấy được hướng di chuyển của vệt dầu theo thời gian tính toán và những tác động của một số yếu tố khí tượng - hải văn chính lên sự biến đổi vệt dầu tại vị trí giả thiết.

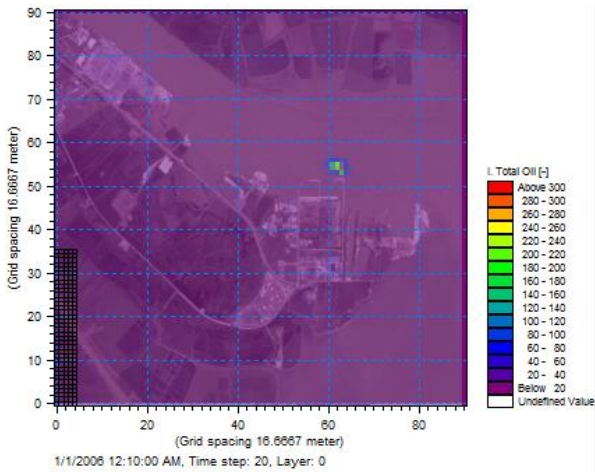
3.4.2.1. Biến đổi của vệt dầu trong kỳ triều lên



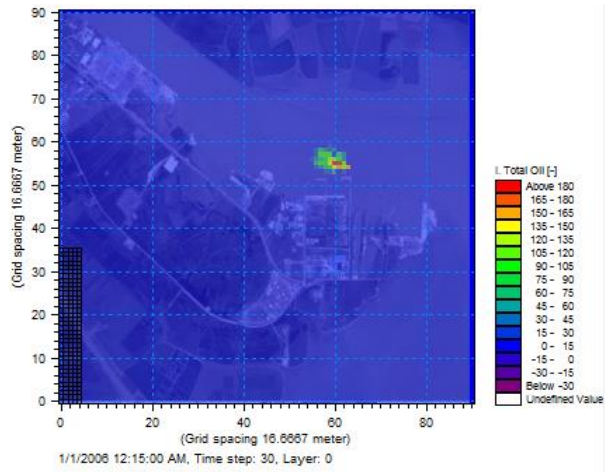
Hình 3-37. Vị trí điểm tràn dầu



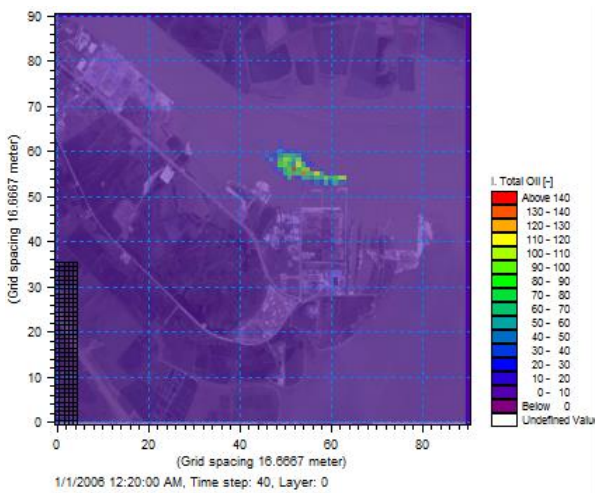
Hình 3-38. Biến đổi vệt dầu sau 5 phút



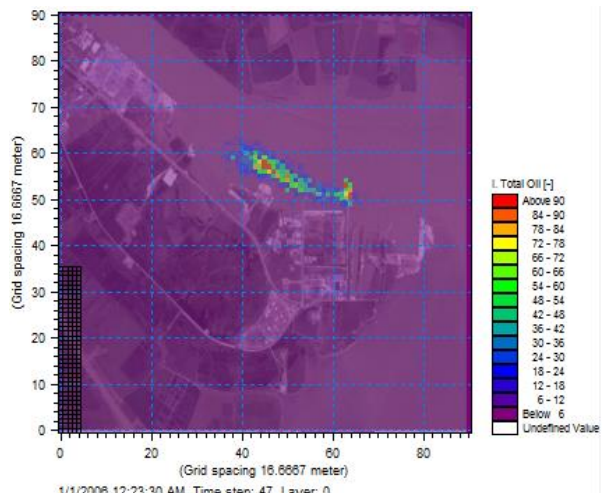
Hình 3-39. Biến đổi vệt dầu sau 10 phút



Hình 3-40. Biến đổi vệt dầu sau 15 phút

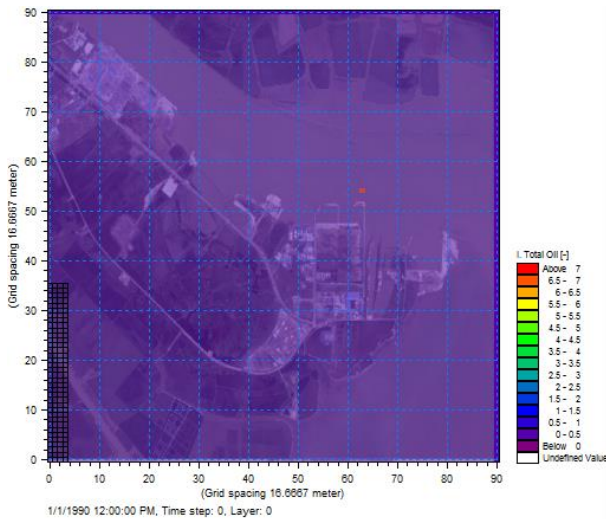


Hình 3-41. Biến đổi vệt dầu sau 20 phút

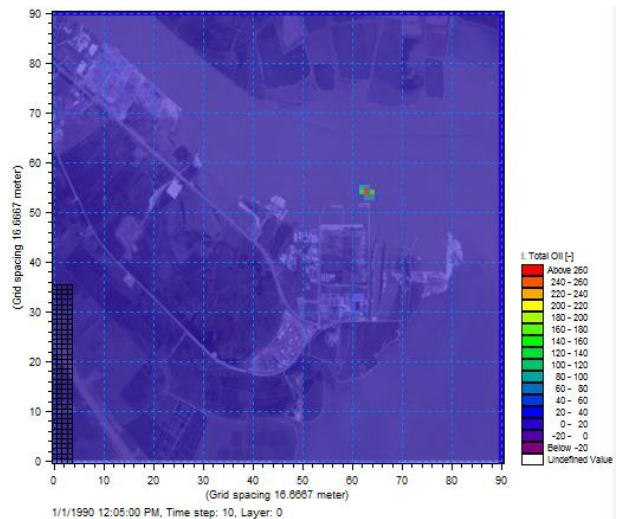


Hình 3-42. Biến đổi vệt dầu sau 23 phút

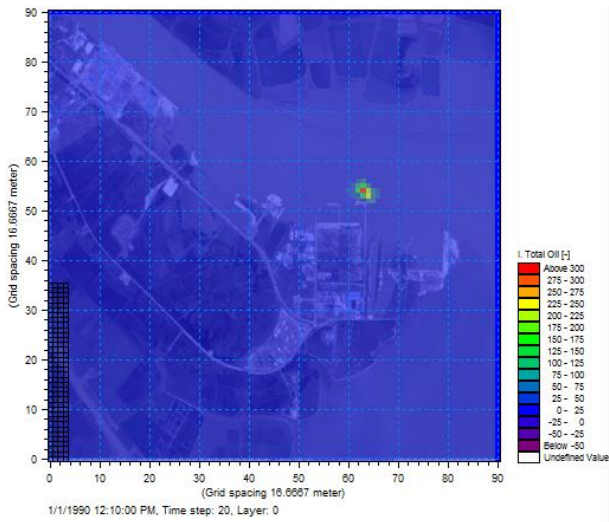
3.4.2.2. Biến đổi của vệt dầu trong kỳ triều thoái



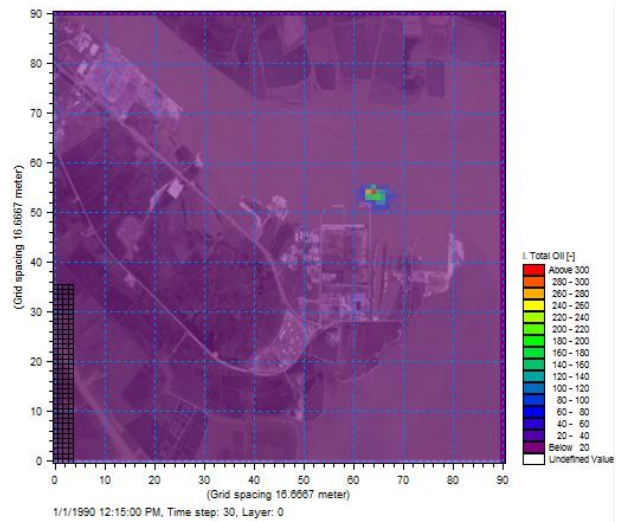
Hình 3-43. Vị trí điểm tràn dầu



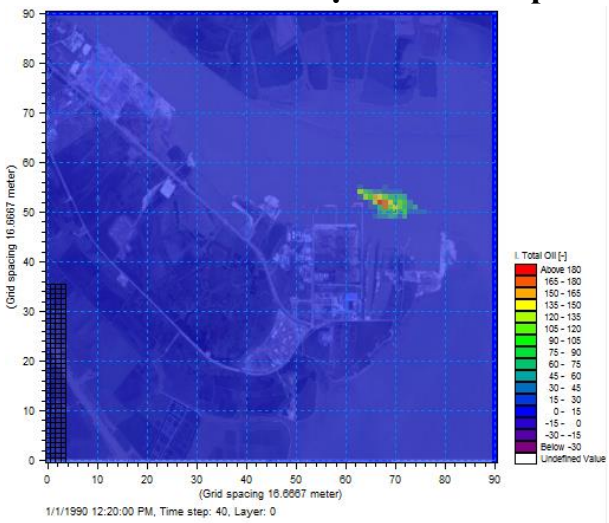
Hình 3-44. Biến đổi vệt dầu sau 5 phút



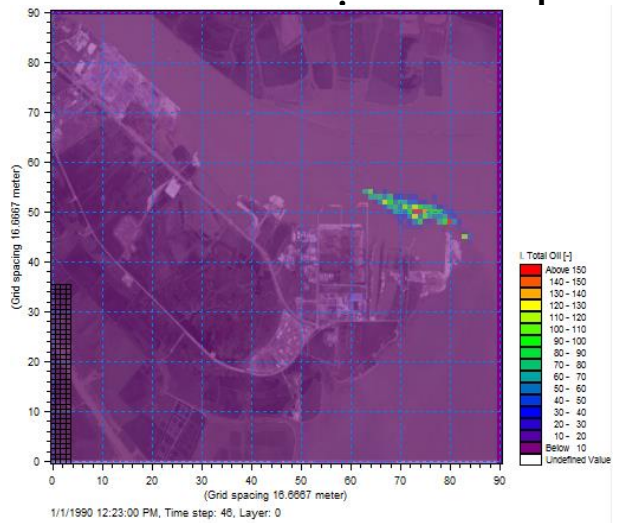
Hình 3-45. Biến đổi vật dầu sau 10 phút



Hình 3-46. Biến đổi vật dầu sau 15 phút



Hình 3-47. Biến đổi vật dầu sau 20 phút



Hình 3-48. Biến đổi vật dầu sau 23 phút

Song song với quá trình lan tỏa, biến đổi của vệt dầu là các quá trình bay hơi, hình thành nhũ tương và phân tán dầu. Kết quả tính toán trong thời gian mô phỏng được thể hiện dưới đây:

Bảng 3-4. Các quá trình biến đổi của dầu

Quá trình	Thời gian				
	Sau 1'	Sau 5'	Sau 10'	Sau 15'	Sau 20'
Lượng bay hơi bề mặt (mm)	0.00068	0.0096	0.034	0.014	0.023
Nồng độ nhũ tương dầu nước (kg/m ³)	0.048	0.114	0.15	0.19	0.22
Hàm lượng dầu phân tán trong nước (10 ⁻¹⁰ kg/m ³)	2.30	5.35	122	137	148

Phạm vi ảnh hưởng nặng nhất của vệt dầu được xác định như sau:

Trong kỳ triều lên: Phạm vi ảnh hưởng nặng nhất là 2.5km đường bờ về thượng lưu.

Trong kỳ triều thoái: Phạm vi ảnh hưởng nặng nhất là 1.2km đường bờ về phía hạ lưu.

Kết quả tính toán biến đổi của vệt dầu sẽ cho phép đánh giá nhanh và toàn cục về khả năng lan truyền của vệt dầu, chủ yếu là lượng dầu còn lại và vị trí của nó dưới tác động của điều kiện khí tượng - hải văn.

Sự biến đổi của vệt dầu là cơ sở triển khai các biện pháp ứng cứu sự cố một cách kịp thời và hợp lý; làm tăng hiệu quả của các giải pháp ứng cứu.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

Trên cơ sở nghiên cứu phương pháp phân tử hữu hạn trong chất lỏng, các phương pháp mô hình hóa quá trình lan truyền và biến đổi của dầu trong nước, đề tài đã đạt được các kết quả sau:

- Nhận định, đánh giá các tác động đến môi trường do sự cố tràn dầu.
- Ứng dụng phương pháp số vào việc giải các bài toán mô phỏng 2 chiều trong chất lỏng.
- Trên cơ sở bài toán 2 chiều trong chất lỏng, tiến hành mô phỏng quá trình biến đổi của vệt dầu do sự cố tràn dầu cho khu vực Đình Vũ - Cát Hải.

2. Kiến nghị

Đối với các cảng:

- Tăng cường nghiên cứu, ứng dụng các phương pháp số trong công tác mô phỏng trước khi xây dựng các kế hoạch ứng phó sự cố tràn dầu.
- Đối với các kế hoạch ứng phó sự cố tràn dầu đã được thực hiện cần thiết phải rà soát trên cơ sở mô hình mô phỏng quá trình tràn dầu cho khu vực mình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] TS. Ngô Kim Định (2014), *Kiểm soát và quản lý ô nhiễm môi trường biển*, NXB Giao thông vận tải.
- [2] Buchanan, I., and Hurford, N., Methods for predicting the physical changes in oil spilt at sea, *Oil & Chemical Pollution*, 4, pp. 311-328, 1988
- [3] Mackay, D., Stiver, W., and Tebeau, P.A., Testing of crude oils (or petroleum products for environmental purposes. *Proc. of the 1983 International Oil Spill Conference*, American Petroleum Institute: Washington, DC, pp. 331-337, 1983.
- [4] Payne, J.R., Kirstein, B.E, McNabb, G.D., Lambach, J.L., Redding, R., Jordan, R.R., Hom, W., Oliveira, C, Smith, G.s, Baxter, D. M. and Gaege, R. Final report, *multivariate analysis of petroleum weathering in the marine environment-Sub Arctic*, Vol. 1 - technical results. Report to Outer Continental Shelf Environmental Assessment Program of the National Oceanic and Atmospheric Administration, 1984.
- [5] Mackay, D .. Shiu, W.Y., Hossain, K., Stiver, W, McCurdy, D., Paterson, S. and Tebeau, P.A. *Development and calibration of an oil spill behavior model*, Report No. CG-Do27-83, US Coast Guard: Washington, DC, 57 pp., 1982.
- [6] Rasmussen, D. *Oil spill modeling a tool for cleanup operations. Proc. of the 1985 Oil Spill Conference*, American Petroleum Institute: Washington, DC, pp. 243-249, 1985.
- [7] Brutsaert, W. and Yeh, G.T. *A power wind law for turbulent transfer computations*, Water Resource Research, 6, pp. 1387- 1391 , 1970.
- [8] Coastal Engineering Research Center. *Shore Protection Manual*, I, U.S. Government Printing Office: Washington, DC, 1984.
- [9] NOAA, Hazardous Materials Response and Assessment Division. *ALOHA 5.0 Theoretical Description*, NOAA Technical Memorandum NOS ORCA 65 (Draft), Seattle, USA, 1992.
- [10] Simecek-Beatty, D. A., Lehr, W.J., and Lankford, J.F. *Leaking tankers: how much oil was spilled Proc. of the Twentieth Arctic and Marine Oil Spill Program Technical Seminar*, Environment Canada: Ottawa, Canada, pp. 841 -852, 1997.

