

NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN SÓNG BẰNG MÔ HÌNH DELFT 3D TẠI KHU VỰC BIỂN CẦN GIỜ

Bảo Thạnh, Ngô Nam Thịnh, Trần Tuấn Hoàng

Phân viện Khí tượng Thủy văn và Môi trường Phía Nam

Khu vực biển Cần Giờ có nhiều cửa sông là nơi xảy ra các quá trình tương tác giữa biển và sông hết sức mạnh mẽ. Tương tác sóng – dòng tại cửa sông là một trong những yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến dao động mực nước tại cửa sông. Bài báo này chỉ chú trọng tính toán lan truyền sóng tại khu vực biển Cần Giờ làm cơ sở đầu vào cho việc mô phỏng tương tác sóng – dòng. Có nhiều mô hình tính toán sóng hiện hành như DELFT, RCPWAVE, REFDIF, WAVEWATCH,... tuy nhiên, ở đây lựa chọn mô hình DELFT 3D do khả năng tích hợp tính toán cả tương tác sóng – dòng sử dụng hệ thống lưới cong thích hợp cho vùng cửa sông phức tạp.

1. Cơ sở lý thuyết

Trong nghiên cứu này, modul sóng trong mô hình DELFT được sử dụng để tính toán phổ sóng, sóng được diễn tả với phổ mật độ tác động sóng 2 chiều, ngay cả trong trường hợp các hiện tượng phi tuyến lẫn át (ví dụ trong vùng sóng vỡ). Việc sử dụng phổ trong trường hợp điều kiện phi tuyến mạnh là hợp lý, trong một số điều kiện sóng có thể dự báo với độ chính xác vừa phải cho phân bố phổ của moment bậc hai của các sóng này (mặc dù không đầy đủ để mô tả sóng theo các phương pháp thống kê). Phổ sóng được xem xét trong modul này là phổ mật độ tác động $N(\sigma, \theta)$ hơn là phổ mật độ năng lượng khi có mặt của dòng chảy, phổ mật độ tác động được bao phủ toàn bộ, trong khi đó, phổ mật độ năng lượng thì không (Whitham, 1974). [4][6]. Các biến độc lập là tần số tương đối σ (như quan sát trong khung của chuyển động tham chiếu với vận tốc dòng) phổ mật độ tác động bằng phổ mật độ năng lượng chia cho tần số tương đối:

$$N(\sigma, \theta) = \frac{E(\sigma, \theta)}{\sigma}$$

Phổ này có thể biến đổi theo không gian và thời gian.

Hassemann và các đồng sự (1973)[4][6] đã mô tả sự tiến triển của phổ sóng bằng phương trình phổ tác động trong hệ tọa độ Cartesian là:

$$\frac{\partial}{\partial t} N + \frac{\partial}{\partial x} c_x N + \frac{\partial}{\partial y} c_y N + \frac{\partial}{\partial \sigma} c_\sigma N + \frac{\partial}{\partial \theta} c_\theta N = \frac{S}{\sigma}$$

Số hạng thứ nhất bên tay trái của phương trình biểu diễn tốc độ thay đổi của phổ mật độ tác động theo thời gian, số hạng thứ 2 và thứ 3 biểu diễn quá trình lan truyền của tác động trên không gian địa lý (với vận tốc lan truyền là c_x và c_y trong không gian x và y). Số hạng thứ 4 biểu diễn độ di chuyển của tần số tương đối bởi sự biến đổi của độ sâu và dòng (với vận tốc lan truyền là c_σ trong không gian σ). Số hạng thứ 5 biểu diễn sự khúc xạ do độ sâu và dòng (với tốc độ lan truyền là c_θ trong không gian θ). Biểu thức cho các tốc độ lan truyền được dẫn ra từ lý thuyết sóng tuyến tính (Whitham, 1974; Mei 1983; Dingemans, 1997)[4][6]. Số hạng $S(= S(\sigma, \theta))$ bên tay phải của phương trình cân bằng tác động là số hạng nguồn của phổ mật độ năng lượng biểu diễn ảnh hưởng của sự phát sinh, sự tiêu tán và tương tác phi tuyến giữa các sóng có tần số khác nhau.

Các quá trình được tính đến trong modul này bao gồm:

- + Sự phát sinh bởi gió
- + Sự tiêu tán bởi sóng bạc đầu, ma sát đáy và sự vỡ sóng do độ sâu.
- + Tương tác phi tuyến giữa các sóng có tần số khác nhau.

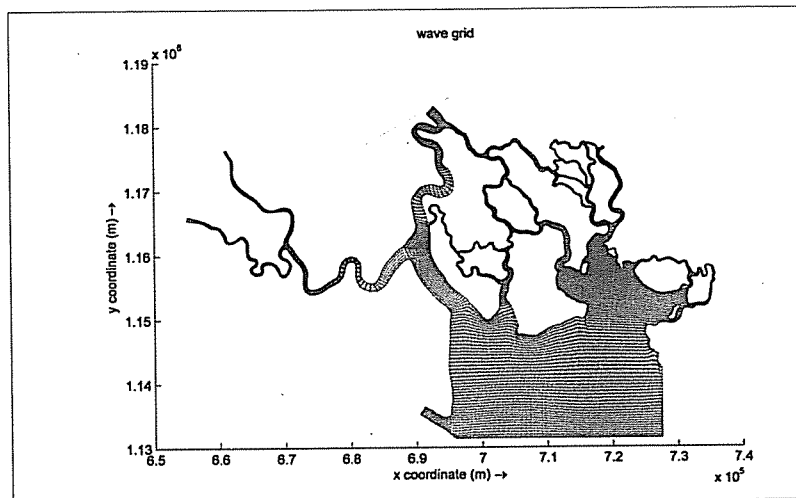
Thêm vào đó quá trình truyền sóng qua các vật cản và thiết lập ảnh hưởng sóng trên bề mặt biển trung bình có thể được tính.

2. Dữ liệu đầu vào

a. Lưới tính và địa hình

Hệ thống sông tại Cần Giờ rất phức tạp với rất nhiều nhánh sông với nhiều đoạn uốn cong, vì vậy thiết lập lưới tính cho khu vực này cần phải chia nhỏ lưới ở trong các con sông, kênh đồng thời lưới tính

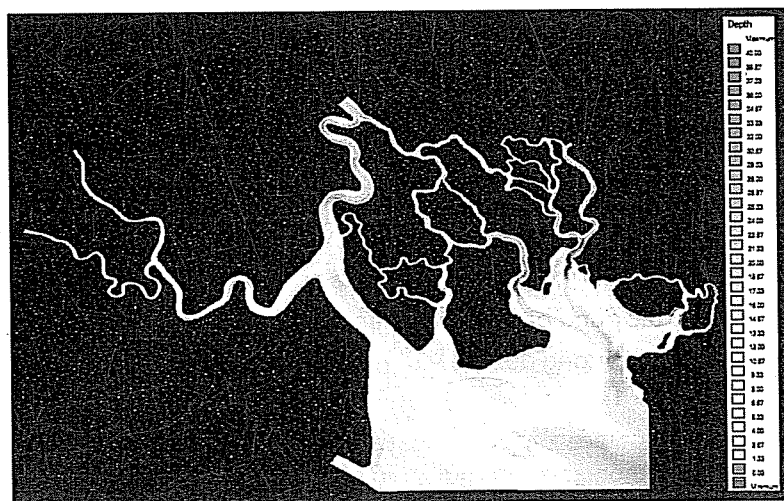
phải lượn theo địa hình phức tạp tại khu vực. Mô hình DELFT3D sử dụng hệ tọa độ Sigma giúp việc chia lưới bám sát địa hình và các biên sông hơn. Tính toán sóng tại khu vực biển Cần Giờ là cơ sở đầu vào cho mô hình dòng chảy, vì thế lưới tính tại đây được chia khá mịn như hình 1.



Hình 1. Lưới tính khu vực tính toán

Số liệu địa hình đáy khu vực biển Cần Giờ và một số sông chính là số liệu được trích từ hải đồ tỉ lệ 1:200.000 do Hải quân Nhân dân Việt Nam tái bản lần thứ 1 năm 1993 [2] và hiệu chỉnh dựa trên ảnh

vệ tinh GoogleEarth và ETOPO2. Đồng thời kết hợp với dữ liệu địa hình thực năm 2009 được thu thập từ Viện Kỹ Thuật biển và Công ty cổ phần Tư vấn Thiết kế cảng - Kỹ thuật biển Portcoast.



Hình 2. Địa hình khu vực nghiên cứu

b. Số liệu gió và sóng

- Số liệu gió: được lấy từ dữ liệu thực đo trạm Vũng Tàu và các đợt khảo sát.
- Số liệu biên sóng: số liệu biên sóng ngoài khơi

được lấy trung bình nhiều năm dựa trên cơ sở tính toán sóng khu vực nước sâu và ven bờ biển Đông và Tây Nam Bộ thuộc đề tài cấp nhà nước KC.09/06-10

[2] và các đợt khảo sát "Nghiên cứu quá trình tương tác biển - lục địa và ảnh hưởng của chúng đến hệ sinh thái ven bờ Đông và bờ Tây Nam Bộ". Các biên trong sông được lấy bằng không.

3. Kiểm định mô hình

Dữ liệu sóng dùng kiểm định là dữ liệu được khảo sát đo đạc bởi Phân viện Khí tượng Thủy văn và Môi trường phía Nam, gồm 10 vị trí ở Cửa sông Soài Rạp vào ngày 16/01/2013. Kết quả kiểm định cho thấy (Bảng 1):

- Về độ cao sóng: sai số giữa tính toán và thực đo

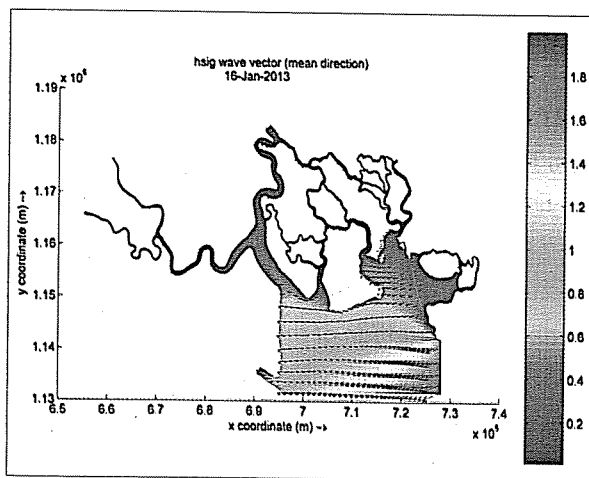
tương đối nhỏ, có 7 vị trí có sai số dưới 10% và chỉ có 3 vị trí là có sai số lên đến khoảng 30% đó là tại điểm 1, 2 và 3.

- Về hướng sóng: sai số giữa tính toán và thực đo đều nhỏ, tất cả đều dưới 6%, chỉ có 2 vị trí là 6 và 7 là khoảng 11%.

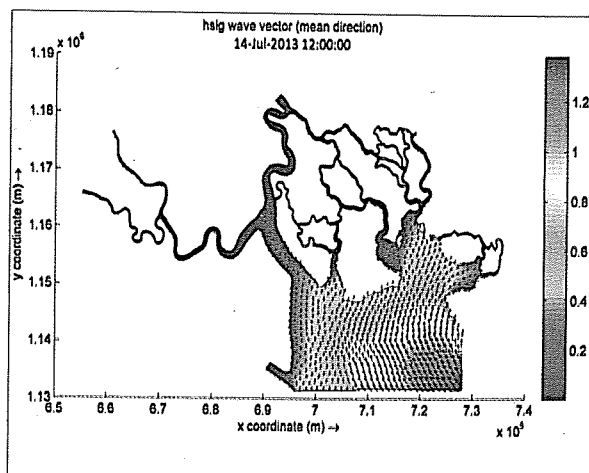
Như vậy, kết quả tính toán và thực đo có sai số tương đối nhỏ cả về hướng và độ cao sóng. Kết quả này cho thấy mô hình chạy khá ổn định và gần sát với thực tế. Vì vậy, bộ thông số này sẽ được sử dụng cho việc tính toán trường sóng tại khu vực biển Cần Giờ.

Bảng 1. Sai số giữa tính toán và thực đo tại 10 vị trí cửa sông Soài Rạp

| Điểm | Vị trí | | Tính toán | | Thực đo | | Sai số (%) | |
|------|----------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------|-------|
| | Vĩ độ | Kinh độ | Độ cao sóng(m) | Hướng sóng(độ) | Độ cao sóng(m) | Hướng sóng(độ) | Độ cao sóng | Hướng |
| 1 | 10°24'13 | 106°47'14 | 0.57 | 89.53 | 0.40 | 90.00 | 30.12 | 0.52 |
| 2 | 10°23'54 | 106°47'32 | 0.59 | 90.25 | 0.40 | 94.00 | 32.22 | 4.16 |
| 3 | 10°23'37 | 106°47'51 | 0.60 | 90.30 | 0.40 | 94.00 | 33.76 | 4.10 |
| 4 | 10°23'27 | 106°48'03 | 0.61 | 90.82 | 0.60 | 92.00 | 1.83 | 1.30 |
| 5 | 10°23'16 | 106°48'14 | 0.62 | 90.96 | 0.60 | 86.00 | 3.54 | 5.45 |
| 6 | 10°23'06 | 106°48'23 | 0.63 | 90.68 | 0.60 | 80.00 | 5.30 | 11.77 |
| 7 | 10°22'50 | 106°48'34 | 0.65 | 90.27 | 0.60 | 80.00 | 7.41 | 11.38 |
| 8 | 10°22'34 | 106°48'46 | 0.67 | 89.93 | 0.70 | 90.00 | 4.84 | 0.08 |
| 9 | 10°22'19 | 106°49'01 | 0.68 | 89.69 | 0.70 | 94.00 | 2.21 | 4.81 |
| 10 | 10°22'09 | 106°49'11 | 0.69 | 89.19 | 0.70 | 90.00 | 0.83 | 0.90 |



Hình 3. Kết quả tính toán trường sóng mùa gió Đông Bắc ngày 16.01.2013



Hình 4. Kết quả tính toán trường sóng mùa gió Tây Nam ngày 14.7.2013