ỨNG DỤNG MÔ HÌNH DELFT3D DỰ BÁO MỰC NƯỚC CỬA SÔNG HẠ LƯU SÔNG SÀI GÒN – ĐỒNG NAI

Bảo Thạnh, Ngô Nam Thịnh, Trần Tuấn Hoàng

Phân viện Khí tượng Thủy văn và Môi trường Phía Nam

Mô hình Delft3D được ứng dụng tính toán dự báo mực nước tại khu vực cửa sông ven biển hạ lưu sông Sài Gòn – Đồng Nai. Mô hình chạy song song hai module sóng (Delft - WAVE) và module dòng chảy (Delft – FLOW) nhằm thể hiện sự liên kết và tương tác qua lại giữa chúng. Mô hình chạy dự báo mực nước trong 72 giờ và kết nối dữ liệu trường gió từ mô hình khí tượng WRF để tính toán tương tác sóng – dòng chảy tại khu vực cửa sông nhằm xem xét tác động tổng hợp của các yếu tố gió, sóng biển, thủy triều, dòng chảy sông,...lên dao động mực nước.

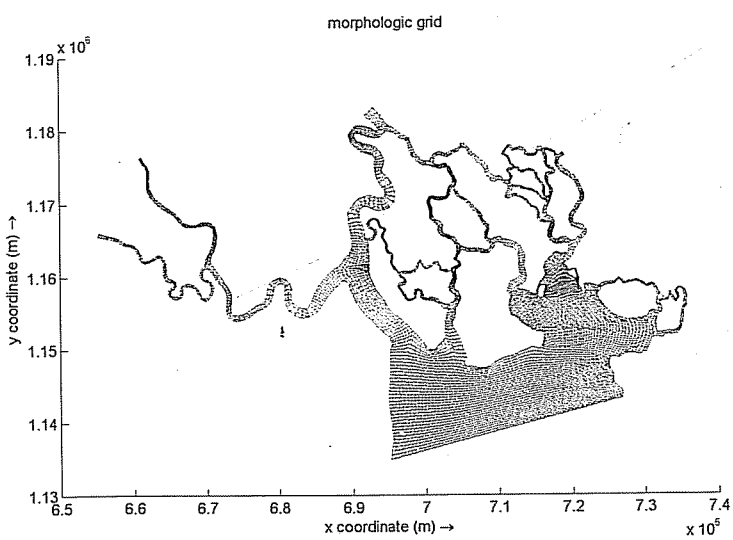
1. Mở đầu

Mực nước tại các cửa sông là đầu vào rất quan trọng cho các mô hình một chiều trong sông, phục vụ công tác dự báo mực nước trong sông cũng như việc tính toán dòng chảy, bồi xói và nghiên cứu các vấn đề môi trường,... Khi không có trạm quan trắc mực nước tại cửa sông, mô hình toán là công cụ hiệu quả để tính toán và dự báo mực nước. Mô hình Delft3D là một trong những sản phẩm được phát triển bởi Deltares (trước kia là Viện Thủy lực Delft Hà Lan). Mô hình này được sử dụng rộng rãi trên thế giới và ở Việt Nam với độ chính xác cao. Vì vậy, mô hình Delft3D đã được ứng dụng tính toán dự báo mực nước tại các cửa sông phục vụ cho các nghiên cứu và dự báo mực nước trong sông thuộc hạ lưu sông Sài Gòn – Đồng Nai.

2. Dữ liệu đầu vào

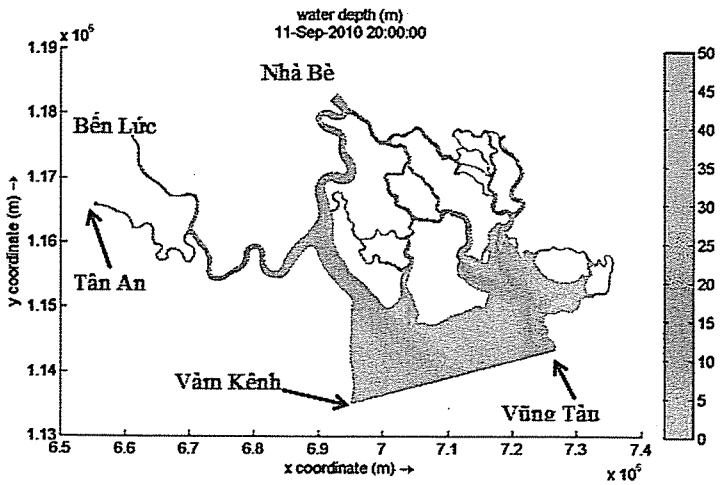
a. Lưới tính và địa hình

Hệ thống sông tại Cần Giờ rất phức tạp với nhiều nhánh sông với các 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 bao gồm khoảng 58208 nút lưới như hình sau:



Hình 1. Hệ thống lưới cong 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 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 khí tượng, thủy – hải văn

- Số liệu gió: Được lấy từ mô hình dự báo khí tượng WRF và được xử lý nội suy phù hợp với miền tính.

- Số liệu mực nước: được tính toán từ chương trình dự báo mực nước bằng phương pháp bình phương tối thiểu tại các trạm Vũng Tàu, Vàm Kênh, Bến Lức, Nhà Bè, Tân An.

- 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 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. Kết quả tính toán

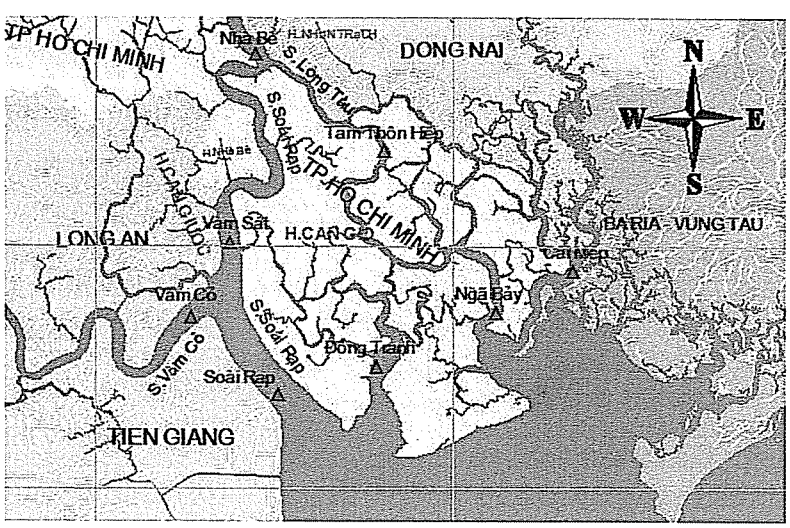
Từ các số liệu đầu vào khí tượng, thủy – hải văn đều được lấy từ kết quả dự báo, mô hình Delft3D được sử dụng để tính toán dự báo mực nước năm 2010, qua đó so sánh kết quả dự báo với số liệu thực đo nhằm đánh giá độ chính xác của kết quả dự báo. Dữ liệu thực đo dùng để so sánh tại các trạm (hình 3) Đồng Tranh, Cái Mép, Ngã Bảy, Vàm Cỏ và Vàm Sát được đo đạc trong 4 tháng như sau:

+ Tháng 3 (mùa khô): 9 giờ ngày 1/3/2010 đến 9 giờ ngày 3/3/2010.

+ Tháng 4 (mùa khô): 9 giờ ngày 1/4/2010 đến 9 giờ ngày 3/4/2010.

+ Tháng 9 (mùa mưa): 9 giờ ngày 9/9/2010 đến 9 giờ ngày 11/9/2010.

+ Tháng 10 (mùa mưa): 9 giờ ngày 8/10/2010 đến 9 giờ ngày 10/10/2010.



Hình 3. Vị trí các điểm đo đạc phục vụ kiểm định mô hình

Chỉ tiêu đánh giá được dùng là chỉ tiêu Nash-Sutcliffe được sử dụng để kiểm định kết quả chạy của mô hình bằng cách so sánh hai giá trị thực đo và tính toán:

$$N^2 = \frac{F_0^2 - F^2}{F_0^2}$$

Trong đó: $F_0^2 = \sum_{j=1}^{n}(H_{dj} - H_{bqd})^2$

$$F^2 = \sum_{j=1}^{n}(H_{tj} - H_{dj})^2$$

Ở đây H_{tj} và H_{dj} là giá trị tính toán và thực đo, H_{bqd} là giá trị bình quân của chuỗi số liệu thực đo, n là độ dài chuỗi số liệu.

Bảng 1. Tiêu chuẩn đánh giá tương quan giữa số liệu thực đo và tính toán

Đánh giá	Đạt	Khá	Tốt
N^2	0,4 – 0,65	0,65 – 0,85	>0,85

(Theo Tổ chức khí tượng thế giới-WMO)

Ngoài ra, đánh giá mức độ tương quan giữa kết quả tính toán và thực đo bằng hệ số tương quan R^2

$$R^2 = \frac{\sum_{i}^{n}\left(F_{sim,i} - \overline{F}_{sim,i}\right)^2}{\sum_{i}^{n}\left(F_{obs,i} - \overline{F}_{obs,i}\right)^2}$$

Kết quả so sánh giữa dự báo và thực đo trong 2 ngày của tháng 3, tháng 4, tháng 9 và tháng 10 tại một số vị trí như đã nêu trên, với hệ số Nash (N^2) và hệ số tương quan R^2 tính toán được như sau:

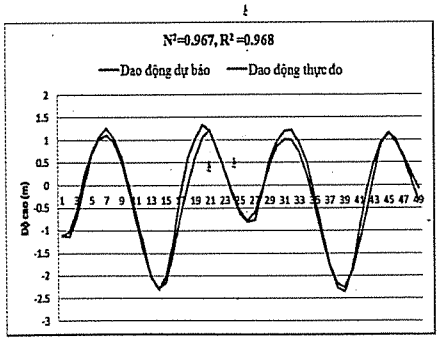
Bảng 2. Hệ số Nash (N^2) và hệ số tương quan (R^2) được tính toán giữa số liệu đo đạc và dự báo cho một số trạm vào tháng 3 và tháng 4 (mùa khô)

Trạm	Mực nước tháng 3		Mực nước tháng 4	
	N^2(Số Nash)	R^2 (Độ lệch chuẩn)	N^2(Số Nash)	R^2 (Độ lệch chuẩn)
Vàm Sát	0.850	0.973	0.971	0.984
Vàm Cỏ	0.942	0.984	0.929	0.969
Đồng Tranh	0.934	0.983	0.983	0.983
Ngã Bảy	0.973	0.985	0.964	0.981
Cái Mép	0.908	0.964	0.967	0.968

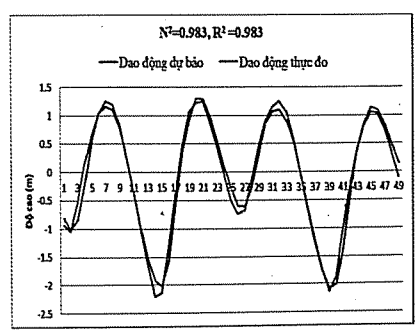
Bảng 3. Hệ số Nash (N^2) và hệ số tương quan (R^2) được tính toán giữa số liệu đo đạc và dự báo cho một số trạm vào tháng 9 và tháng 10 (mùa mưa)

Trạm	Mực nước tháng 9		Mực nước tháng 10	
	N^2(Số Nash)	R^2 (Độ lệch chuẩn)	N^2(Số Nash)	R^2 (Độ lệch chuẩn)
Vàm Sát	0.883	0.903	0.983	0.989
Vàm Cỏ	0.969	0.986	0.926	0.956
Đồng Tranh	0.970	0.986	0.987	0.989
Ngã Bảy	0.976	0.977	0.973	0.976
Cái Mép	0.916	0.923	0.948	0.951

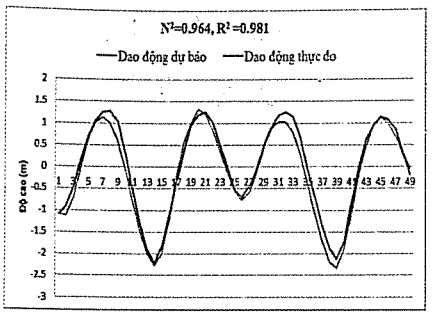
Dưới đây là biểu đồ thể hiện kết quả so sánh giữa dự báo và thực đo tại các trạm vào tháng 4 và tháng 10 như sau:



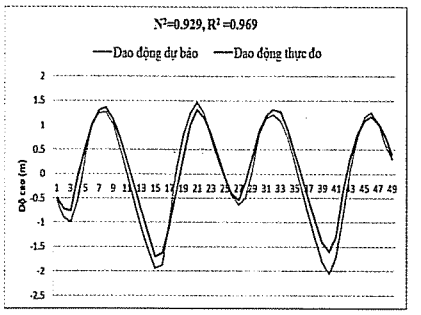
Hình 4. Kết quả so sánh giữa dự báo và thực đo tại trạm Cái Mép vào tháng 4



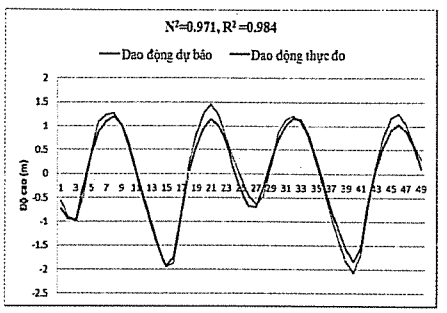
Hình 5. Kết quả so sánh giữa dự báo và thực đo tại trạm Đồng Tranh vào tháng 4



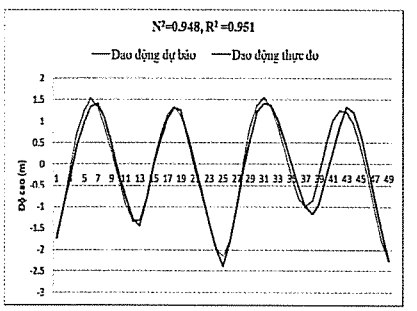
Hình 6. Kết quả so sánh giữa dự báo và thực đo tại trạm Ngã Bảy vào tháng 4



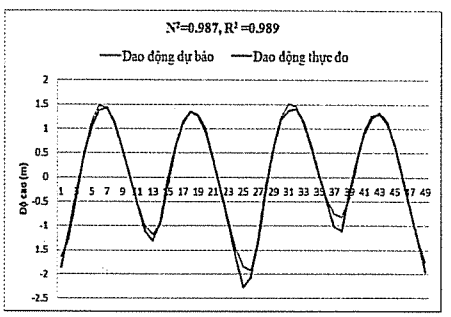
Hình 7. Kết quả so sánh giữa dự báo và thực đo tại trạm Vàm Cỏ vào tháng 4



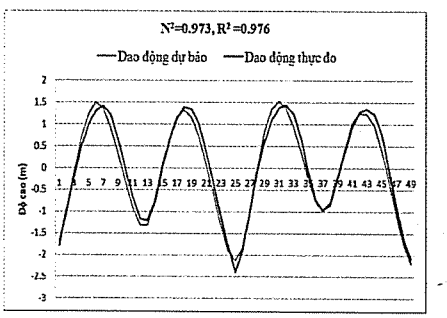
Hình 8. Kết quả so sánh giữa dự báo và thực đo tại trạm Vàm sát vào tháng 4



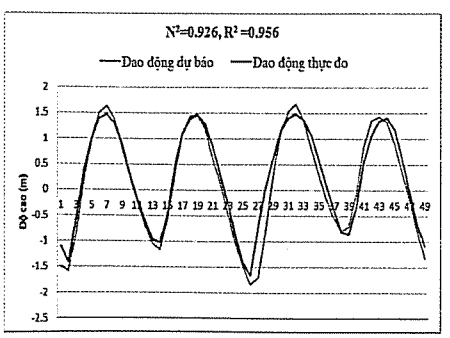
Hình 9. Kết quả so sánh giữa dự báo và thực đo tại trạm Cái Mép vào tháng 10



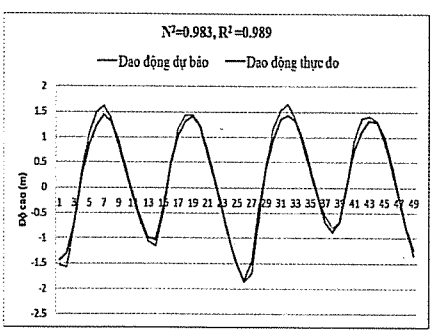
Hình 10. Kết quả so sánh giữa dự báo và thực đo tại trạm Đồng Tranh vào tháng 10



Hình 11. Kết quả so sánh giữa dự báo và thực đo tại trạm Ngã Bảy vào tháng 10



Hình 12. Kết quả so sánh giữa dự báo và thực đo tại trạm Vàm Cỏ vào tháng 10



Hình 13. Kết quả so sánh giữa dự báo và thực đo tại trạm Vàm Sát vào tháng 10

Qua kết quả so sánh giữa dự báo và thực đo cho thấy hệ số Nash và hệ số tương quan đều rất tốt tại 5 vị trí kiểm định là Cái Mép, Đồng Tranh, Ngã Bảy, Vàm Cỏ và Vàm Sát. Các hệ số Nash và tương quan đa số trên 0,9 trong 4 tháng dự báo, chỉ có vị trí trạm Vàm Sát vào tháng 3 và tháng 9 có chỉ số Nash tương đối nhỏ hơn lần lượt là 0,850 và 0,883. Vì vậy, mô hình Delft3D đã dự báo mực nước tại các cửa sông khá tốt, mô hình sẽ được tiếp tục dự báo mực nước ở cửa sông góp phần nâng cao chất lượng dự báo tại các vị trí nằm sâu trong sông.

4. Kết luận

Mô hình Delft3D đã sử dụng các dữ liệu đầu vào khí tượng, thủy – hải văn lần lượt là kết quả dự báo của mô hình khí tượng WRF và phương pháp dự báo mực nước bằng phương pháp bình phương tối thiểu để tính toán dự báo mực nước tại một số vị trí cửa sông.

Mô hình Delft3D đã cho kết quả dự báo thử nghiệm mực nước tại các ví trí cửa sông khá chính xác, qua đó đủ độ tin cậy để tiến hành dự báo mực nước tại các cửa sông cho tương lai.

Kết quả từ mô hình Delft3D là dữ liệu đáng tin cậy làm đầu vào cho mô hình một chiều khi các cửa sông này không có trạm đo tự động.

Kết quả dự báo mực nước của mô hình Delft3D có những sai số nhất định, đó là do sai số tổng hợp của mô hình dự báo khí tượng WRF, chương trình dự tính mực nước bằng phương pháp bình phương tối thiểu làm đầu vào cho mô hình Delft3D và cả trong mô hình Delft3D.

Tài liệu tham khảo

1. Lê Quốc Huy (2010). Ứng dụng mô hình Delft3D tính nước dâng trong bão vùng biển ven bờ Việt Nam. Luận văn cao học Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội.

2. Nguyễn Kỳ Phùng, La Thị Cang, Huỳnh Công Hoài, Đăng Văn Tỏ (2009). "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". Đề tài cấp nhà nước.

3. Nguyễn Thị Thụy Hằng (2012). Nghiên cứu sự thay đổi chế độ thủy động lực học và hình thái sông Soài Rạp do nạo vét. Luận văn cao học Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia TP.HCM.

4. CERC (1984). Shore protection manual. Vol. I&II. US Army Corps of Egineers, Coastal Egineering Research Center, US Govt. Priting Office.

5. E. van Meerendonk (ed.) (1990). Coastal Engineering, DELFT Hydraulics.

6. Holthuijsen (2007): Waves in oceanic and coastal waters. Cambridge University Press.

7. WL Delft Hydraulics,Delft-3d User Manual, Delf, The Netherlands, 2007

8. WL/Hydraulics (2003). Simulation of short-crested waves with HISWA or SWAN (SWAN user manual).