

Ngập lụt do triều trên hạ lưu hệ thống sông Đồng Nai trong điều kiện nước biển dâng và vai trò làm giảm ngập của rừng Cần Giờ

Lê Thị Hoa, Sơn Tăng Mỹ Hoa, Trần Thị Mỹ Hồng, Lê Song Giang

Tóm tắt— Hạ lưu sông hệ thống Đồng Nai là vùng đất thấp. Mỗi khi triều cao, nhiều khu vực trên vùng này bị ngập lụt. Bằng phương pháp mô hình toán trong đó sử dụng mô hình tích hợp 1D2D, nguy cơ ngập lụt do triều cao ở vùng này đã được đánh giá cụ thể thông qua các con số về diện tích ngập. Các tính toán cũng chỉ ra rằng nếu mất đi khả năng trữ nước của rừng Cần Giờ, mực nước đỉnh triều ở Nhà Bè và Phú An sẽ tăng thêm khoảng 2 – 3cm và sẽ tăng nhiều hơn trong tương lai khi có nước biển dâng. Trong trường hợp rừng Cần Giờ được đắp đê bao để thành hồ chứa với hướng dòng chảy vào và ra được thiết kế một cách hợp lý, mực nước đỉnh triều ở Nhà Bè và Phú An sẽ giảm từ 10 – 11cm và mức giảm sẽ gia tăng khi có nước biển dâng. Hiệu quả giảm mực nước đỉnh triều này hoàn toàn có thể cân bằng với hiệu ứng từ gia tăng mực nước biển trung bình, giúp cho mực nước triều tại Phú An duy trì ở mức hiện nay cho tới năm 2050 bất chấp nước biển dâng.

Từ khóa— Hệ thống sông Đồng Nai, ngập lụt, nước biển dâng, mô hình 1D2D.

1 GIỚI THIỆU

Từ khoảng hơn chục năm trở lại đây, mực nước đỉnh triều trên hạ lưu hệ thống sông Đồng Nai đã tăng liên tục và trở thành một trong 3 nguyên nhân chính gây ngập lụt vùng hạ lưu sông [1, 2]. Gia tăng mực nước này có nguồn gốc từ 2 yếu tố là nước biển dâng ngoài cửa sông (thể hiện thông qua mực nước tại trạm Vũng Tàu) và sự suy giảm diện

tích các khu chứa nước do quá trình đô thị hoá. Theo kịch bản khí hậu và nước biển dâng (BĐKH-NBD) cho Việt Nam [3], ở kịch bản trung bình cao (RCP6.0) tới năm 2050 mực nước trung bình tại Vũng Tàu sẽ tăng 21cm và tới 2100 là 56cm so với giai đoạn 1986 – 2005. Còn theo Bùi Việt Hưng [4], cứ khoảng 1.000ha đất ngập nước ven sông Soài Rạp và vùng trũng ven sông Sài Gòn bị san lấp sẽ làm gia tăng mực nước sông Sài Gòn lên 1cm.

Một số giải pháp giảm thiểu tác động của việc gia tăng mực nước lên ngập lụt ở Tp Hồ Chí Minh và hạ lưu hệ thống sông Đồng Nai đã được đề xuất như làm đê bao [1] hay làm đê biển [5]. Ý tưởng đào hồ tại rừng ngập mặn Cần Giờ để chứa nước khi triều lên, giúp giảm mực nước đỉnh triều phía thượng lưu (hình 1) cũng đã từng tồn tại, tuy nhiên, rừng Cần Giờ đã được UNESCO công nhận là khu dự trữ sinh quyển thế giới nên việc đào bới sẽ gây tác động quá lớn tới nó là không được phép. Vì vậy khả thi nhất chỉ có thể là tận dụng khả năng trữ nước của nó trong điều kiện bảo tồn tính tự nhiên.

Mục tiêu của bài báo này là đánh giá nguy cơ ngập lụt trên hạ lưu hệ thống sông Đồng Nai do triều trong điều kiện nước biển dâng và phân tích khả năng sử dụng thể tích trữ nước tự nhiên của Cần Giờ cho mục đích giảm mực nước đỉnh triều vùng thượng lưu.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU.

Để đánh giá nguy cơ ngập lụt vùng hạ lưu hệ thống sông Đồng Nai và phân tích khả năng sử dụng thể tích trữ nước tự nhiên của Cần Giờ cho mục đích giảm mực nước đỉnh triều vùng thượng lưu phương pháp mô hình toán sẽ được sử dụng. Do đặc điểm của bài toán là sự hiện diện đồng thời của 2 loại dòng chảy có mức độ quan trọng ngang

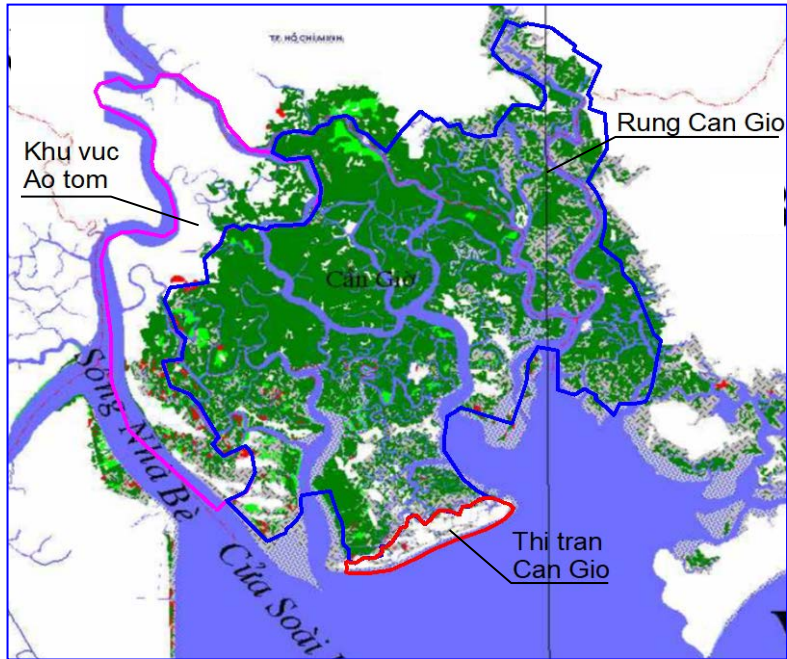
Bản thảo nhận ngày 07 tháng 11 năm 2016, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 12 tháng 4 năm 2017

Bài báo đã được hoàn thành với sự tài trợ của Sở KH-CN TP.HCM trong khuôn khổ Đề tài Nghiên cứu Khoa học Hợp đồng số 168/2016/HĐ-SKH-CN, ngày 11 tháng 12 năm 2015.

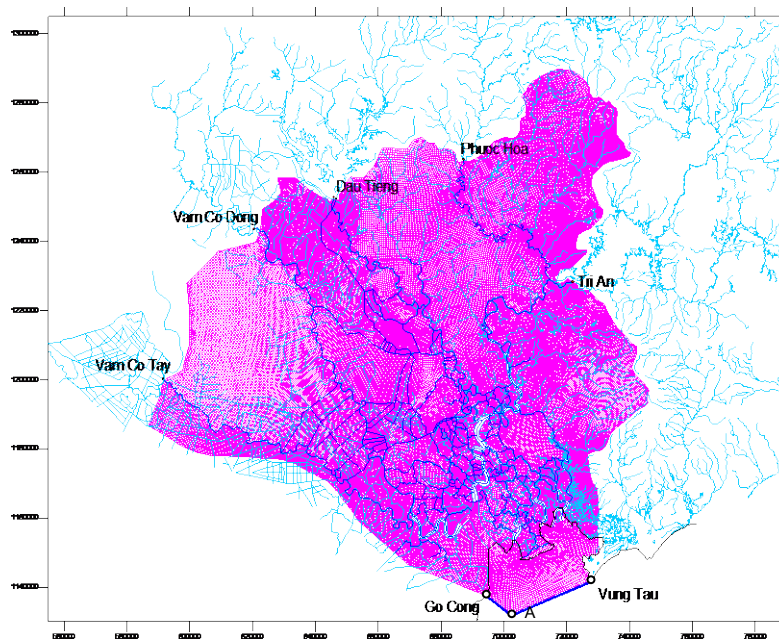
Lê Thị Hoa, Sơn Tăng Mỹ Hoa, Trần Thị Mỹ Hồng, Lê Song Giang - Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG-HCM.
(E-mail: lsgiang@yahoo.com; lsgiang@hcmut.edu.vn).

nhau là dòng chảy trong lòng sông, kênh và dòng chảy tràn trên vùng trũng ngập nên mô hình toán thích hợp và tân tiến nhất cho bài toán vào thời điểm này là mô hình tích hợp một chiều và hai chiều (1D2D). Một vài phần mềm cho phép xây dựng loại mô hình này như MIKE FLOOD [6] hay

SOBEK [7]. Trong nghiên cứu này phần mềm F28 [8] được sử dụng do nó có các khả năng hoàn toàn tương đương với MIKE FLOOD hay SOBEK và đã áp dụng thành công cho bài toán tương tự trên sông Vu Gia – Thu Bồn [9].



Hình 1. Các khu vực ở Cần Giờ



Hình 2. Lưới tính 1D và 2D của mô hình hạ lưu hệ thống sông Đồng Nai

Trong mô hình dòng chảy trong các sông rạch được xem là dòng một chiều (1D) và được giải từ phương trình Saint-Venant:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial s} = q_l \quad (1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \beta \frac{\partial}{\partial s} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial \eta}{\partial s} + gA \frac{|Q|Q}{K^2} - u_l q_l = 0 \quad (2)$$

Còn dòng chảy trên vùng trũng ngập và ngoài biển được xem là dòng hai chiều (2D) và được giải từ phương trình nước nông:

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \nabla \cdot \mathbf{q} = q_v \quad (3)$$

$$\frac{\partial \mathbf{q}}{\partial t} + \nabla \cdot \mathbf{F}(\mathbf{q}) = \mathbf{b}(\mathbf{q}) \quad (4)$$

Trong đó:

- η : mực nước;
- Q , A và K : lưu lượng, diện tích mặt cắt ướt và module lưu lượng của dòng 1D;
- q_l và u_l : lưu lượng nhập lưu 1D và thành phần vận tốc dọc trục sông của lưu lượng nhập lưu;
- q và U : lưu lượng đơn vị và vận tốc trung bình chiều sâu của dòng 2D
($\mathbf{q} = [q_x, q_y]^T = DU$ và $U = [u_x, u_y]^T$);
- D : độ sâu;
- ∇ : toán tử vi phân;
- $\mathbf{F}(\mathbf{q})$ – vector thông lượng của lưu lượng đơn vị;
- q_v : lưu lượng nhập lưu;
- $\mathbf{b}(\mathbf{q})$: vector ngoại lực.

Dòng chảy 1D và 2D nối tiếp với nhau theo 2 hình thức: nối tiếp bằng siêu nút và nối tiếp bằng dòng tràn tại bờ sông.

Các phương trình (1) – (4) được giải bằng phương pháp thể tích hữu hạn trong đó lưới tính của mô hình 2D là phi cấu trúc với các phần tử hình tứ giác.

Hình 2 giới thiệu về mô hình hạ lưu hệ thống sông Đồng Nai. Hệ thống sông, kênh được chia thành 422 nhánh và các nhánh lại được chia thành 5661 đoạn tính với chiều dài mỗi đoạn khoảng 300 – 400m. Mô hình cũng gồm 91750 phần tử tứ giác 2D phủ lên toàn bộ hạ lưu hệ thống sông Đồng Nai và vùng biển Cần Giờ. Kích thước các cạnh của phần tử tứ giác 2D tương đương với chiều dài các đoạn sông, kênh 1D và vào khoảng 300 – 400m.

Mặt cắt các sông, kênh được xây dựng từ tham

khảo các tài liệu [10-14]. Cao độ đáy miền 2D được xác định theo các bản đồ địa hình 1/2.000 Tp.HCM; bản đồ địa hình 1/10.000 Đồng Nai, Bình Dương và Tây Ninh; và bản đồ địa hình 1/25.000 cho phần còn lại. Các bản đồ này được thiết lập bởi Bộ Tài nguyên và Môi trường. Riêng cao độ đáy biển Cần Giờ được xây dựng từ Hải Đồ 1/100.000 do HQNDVN xuất bản năm 1980.

Mô hình có 6 nút biên thượng lưu được áp đặt lưu lượng là Trị An, Phước Hoà, Dầu Tiếng, Kênh Đông, Vàm Cỏ Đông và Vàm Cỏ Tây. Trong các biên này lưu lượng ở Trị An, Phước Hoà, Dầu Tiếng, Kênh Đông là lưu lượng từ các hồ còn lưu lượng về nút đầu nguồn sông Vàm Cỏ Đông và Vàm Cỏ Tây được lấy bằng 75% và 60% lưu lượng chảy về hồ Phước Hoà.

Mực nước triều tại các nút 2D trên biên biển từ Vũng Tàu qua Gò Công được tính từ hàm tương quan với mực nước triều tại Vũng Tàu:

$$\eta_l(t) = a_l + k_l \cdot \eta_{VT}(t - t_l) \quad (5)$$

Trong đó:

- η_{Δ} : mực nước triều tại Vũng Tàu;
- a_l , k_l và t_l : các hệ số tương quan.

Các hệ số tương quan được xác định bằng mô hình toán lan truyền triều trên Biển Đông [15]. Giá trị của các hệ số tương quan của hai điểm đặc trưng nhất trên biên từ Vũng Tàu qua Gò Công được giới thiệu trong bảng 1.

Bảng 1. Các hệ số tương quan để tính thủy triều trên biên theo thủy triều Vũng Tàu

Vị trí	a_l (cm)	k_l	t_l (phút)
Điểm A (ngoài khơi Gò Công)	0,0	1,075	6,0
Gò Công	3,0	1,115	10,0

Ghi chú: Vị trí các điểm trên biên được giới thiệu trên hình 2

Khi thực hiện tính toán các kịch bản nước biển dâng, mực nước tại Vũng Tàu sẽ được tính toán theo phương pháp được trình bày trong [15]:

$$\eta_{\Delta}(t) = \Delta + (1 + \alpha) \cdot \eta(t - t_0) \quad (6)$$

Trong đó:

- η và η_{Δ} : mực nước triều tham chiếu và mực nước triều khi có gia tăng mực nước biển;
- Δ : gia tăng mực nước biển trung bình so với mực nước trung bình vào thời gian của con triều tham chiếu; α – hệ số gia tăng biên độ triều;

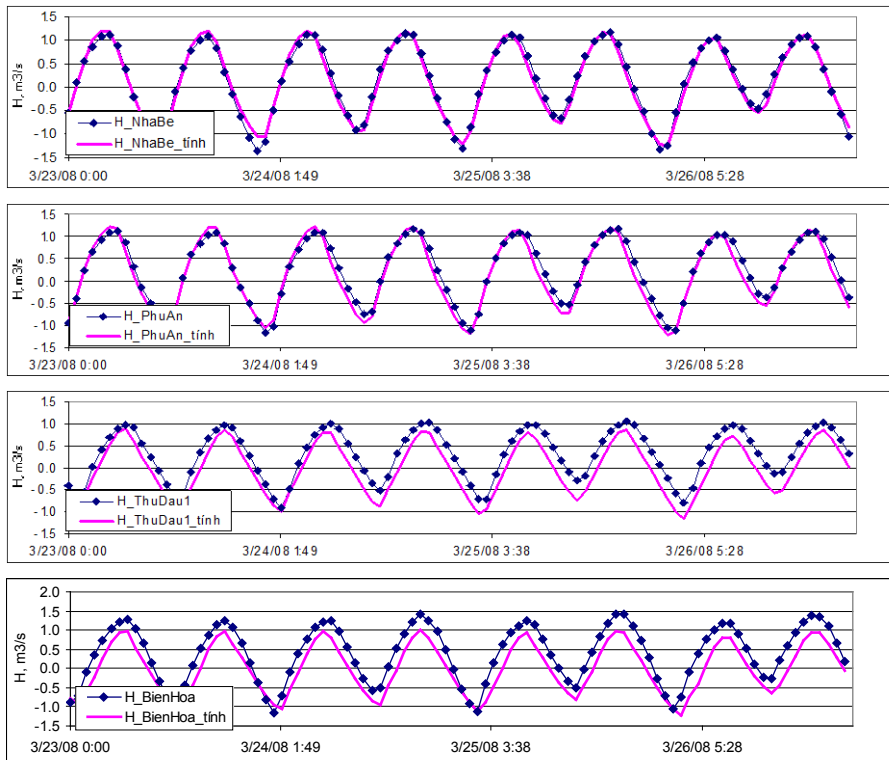
- t_0 : thời gian sớm pha. Các thông số α và t_0 phụ thuộc vào Δ .

Bảng 2 giới thiệu mực nước biển dâng vào một vài năm trong kịch bản trung bình cao RCP6.0 [3] và các giá trị các thông số trong công thức (5).

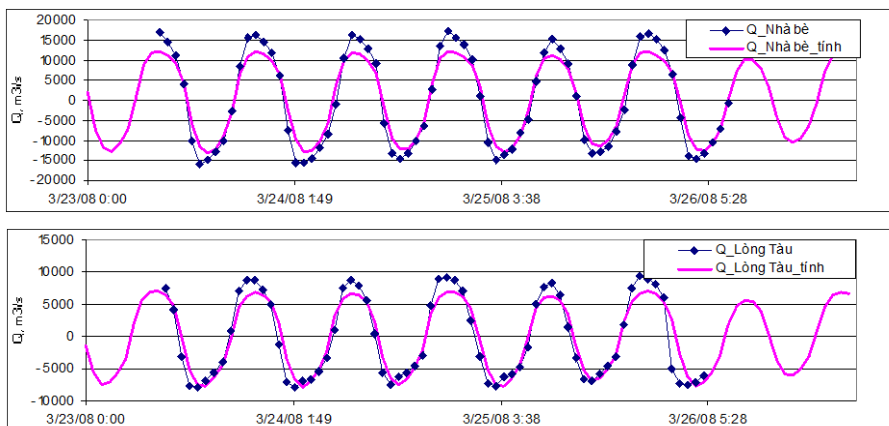
Bảng 2. Mực nước biển dâng Δ và giá trị của các thông số trong công thức (6).

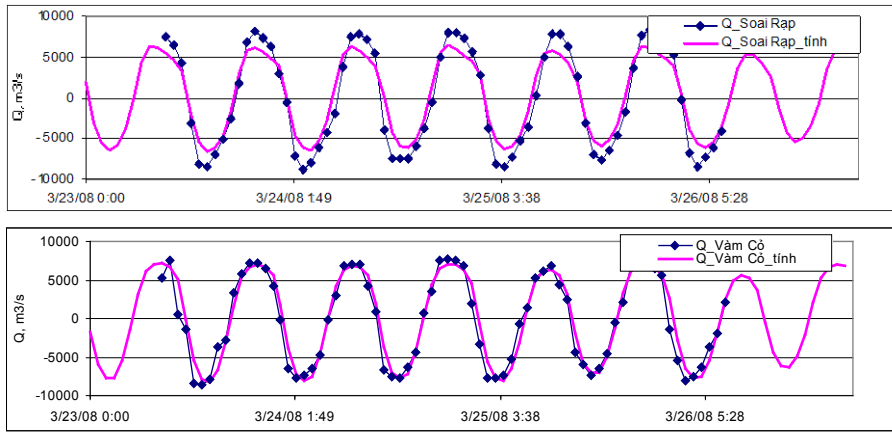
Năm		2013	2030	2050	2070	2100	2100 ^(*)
Δ , cm (so với mực nước giai đoạn 1986 – 2005)		4,2	11	21	34	56	81 ^(*)
So với mực nước triều năm 2013	Δ , cm	0,0	6,9	17,0	29,3	51,7	76,8 ^(*)
	α , %	0,00	0,17	0,43	0,73	1,29	1,92 ^(*)
	t_0 , phút	0,00	0,30	0,75	1,29	2,28	3,38 ^(*)

Ghi chú: (*) - Kịch bản cao RCP8.5

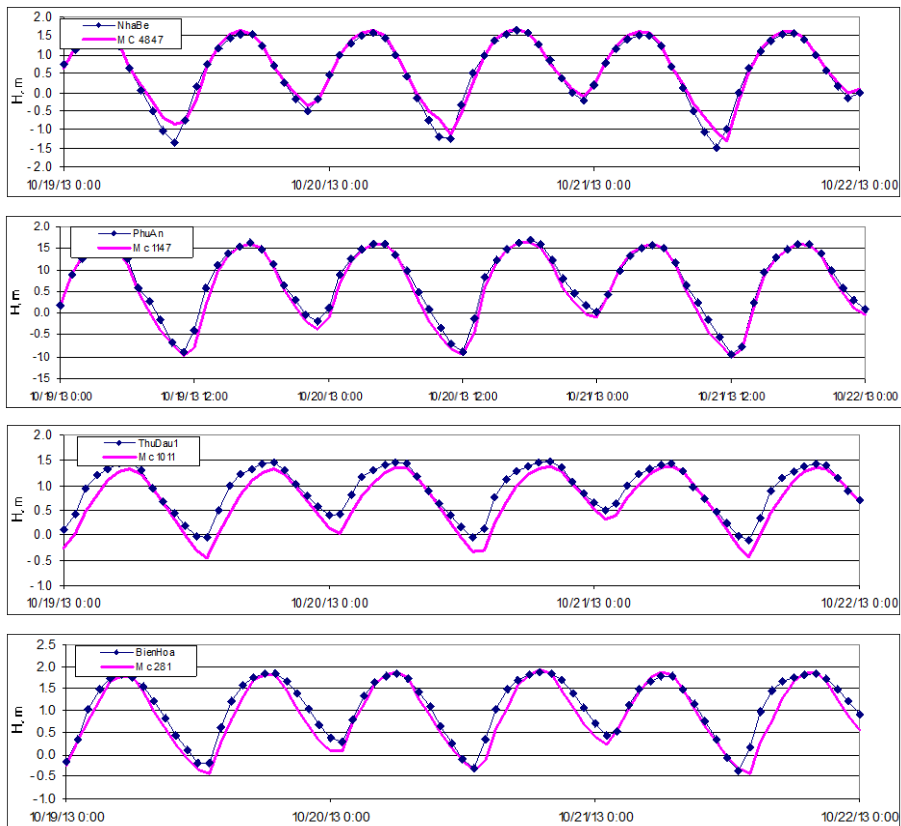


Hình 3. Mực nước tính toán tại các mặt cắt vào tháng 3/2008 (đường liền – tính toán; symbols – đo đạc)





Hình 4. Lưu lượng tính toán tại các mặt cắt vào tháng 3/2008 (đường liền – tính toán; symbols – đo đạc)



Hình 5. Mức nước tính toán tại các trạm đo trên hệ thống sông Đồng Nai trong thời gian triều cao ngày 20/10/2013 (đường liền – tính toán; symbols – đo đạc)

Bảng 3. Sai số của mô hình trong tính toán đợt ngập do triều ngày 20/10/2013

Thông số	Trạm			
	Nhà Bè	Phú An	Thủ Dầu Một	Biên Hòa
Hệ số Nash-Sutcliffe	0,97	0,97	0,74	0,87
Đỉnh triều tính toán (cm)	167	164	139	192
Đỉnh triều thực đo (cm)	165	168	148	188
Sai số (cm)	1	-4	-9	4

Mô hình được hiệu chỉnh và kiểm định theo số liệu đo mực nước tại các trạm thủy văn quốc gia là Nhà Bè, Phú An, Thủ Dầu Một, Biên Hòa, Bến Lức và số liệu đo mực nước và lưu lượng tham khảo từ các tài liệu [7, 10, 11, 16]. Hình 3 và Hình 4 giới thiệu kết quả tính toán vào tháng 3/2008. Kết quả tính mực nước tại các trạm thủy văn quốc gia Nhà Bè, Phú An, Thủ Dầu Một, Biên Hòa và lưu lượng tại 4 mặt cắt Nhà Bè, Lòng Tàu, Soài Rạp và Vàm Cỏ khá phù hợp với số liệu đo đạc với hệ số Nash-Sutcliffe trong khoảng 0,90 – 0,97 đối với lưu lượng và 0,89 – 0,97 đối với mực nước.

Chiều 20/10/2013, mực nước trên hệ thống sông Đồng Nai đã lên kỷ lục làm ngập lụt trên hạ lưu sông Sài Gòn – Đồng Nai xảy ra trên diện rộng. Đây là một tình huống điển hình được dùng để đánh giá ngập lụt. Diễn biến mực nước trong ngày này cũng đã được tính toán bằng mô hình và kết quả tính tại các trạm Nhà Bè, Phú An, Thủ Dầu Một và Biên Hòa được giới thiệu trên hình 5.

So với số liệu đo, hệ số Nash-Sutcliffe của chuỗi kết quả tính nằm trong khoảng 0,74 – 0,97. Mực nước đỉnh triều trong ngày tại các trạm cũng không phạm sai số đáng kể (bảng 3). Các kết quả tính toán trên cho thấy mô hình toán sử dụng trong nghiên cứu bài toán ngập lụt đã được hiệu chỉnh tốt và đủ tin cậy.

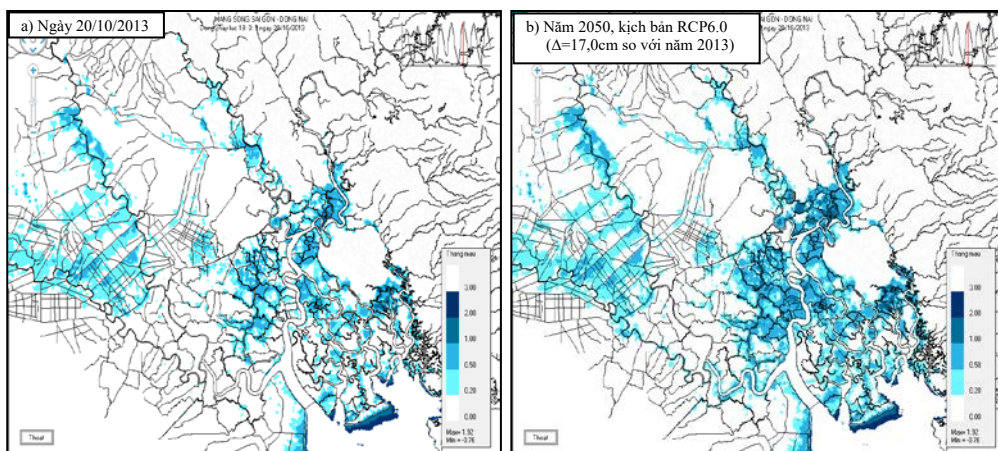
3 KẾT QUẢ TÍNH TOÁN VÀ PHÂN TÍCH.

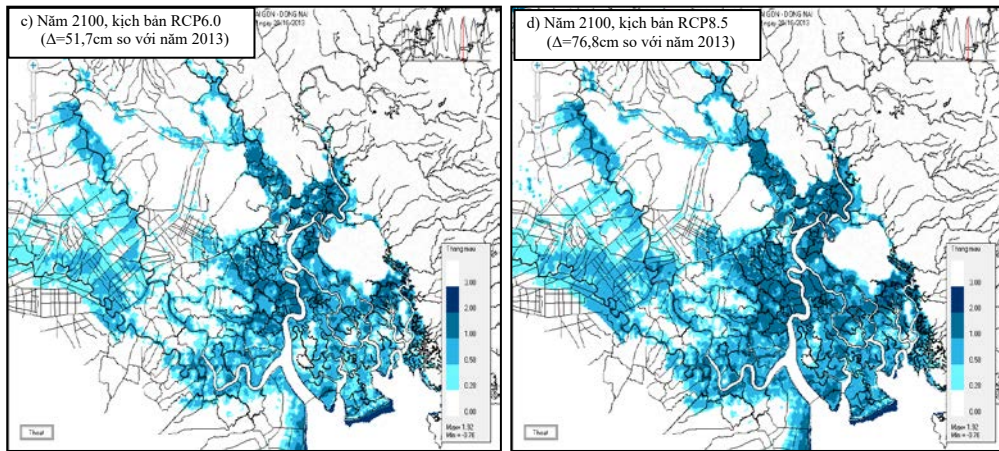
3.1 Nguy cơ ngập do triều

Để đánh giá nguy cơ ngập do triều ở các giai đoạn khác nhau trong tương lai diễn biến ngập lụt trên vùng hạ lưu sông đã được tính toán mô phỏng với giả thiết con triều của ngày 20/10/2013 cùng các điều kiện khí tượng thủy văn khác của ngày này sẽ được lặp lại nhưng với mực nước biển trung bình thay đổi theo kịch bản BĐKH-NBD như được trình bày trong Bảng 2. Ngoài ra địa hình khu vực cũng được giả thiết là thay đổi không đáng kể hoặc không thay đổi.

Hình ảnh mô phỏng ngập lụt vùng hạ lưu hệ thống sông Đồng Nai do triều vào ngày 20/10/2013 và vào các năm 2050, 2100 (kịch bản RCP6.0) và 2100 (kịch bản RCP8.5) được giới thiệu trên hình 6 và diện tích ngập cũng như mực nước tại hai trạm Nhà Bè và Phú An vào các năm tính toán được trình bày trong Bảng 4. Các hình ảnh trên Hình 6 cho thấy các vùng bị ngập chủ yếu là Nam Sài Gòn, Cần Giờ và vùng ven các sông Sài Gòn và sông Đồng Nai.

Khi mực nước biển trung bình gia tăng, diện tích ngập gia tăng khá nhanh (hình 7). Tuy nhiên gia tăng mực nước tại các trạm trong sông sẽ ít hơn so với gia tăng mực nước trung bình ngoài cửa sông (Hình 8).

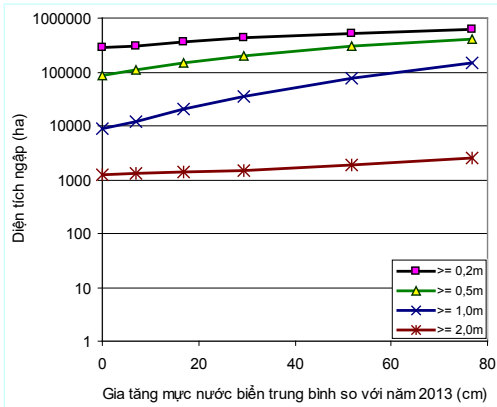




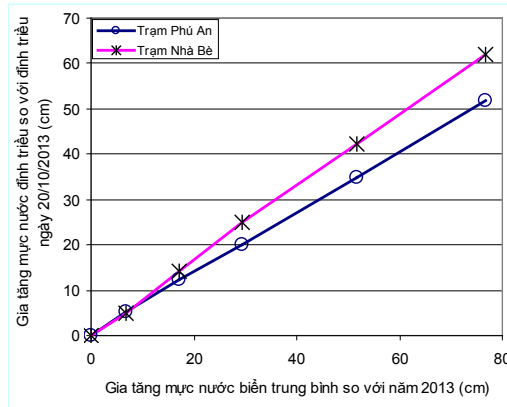
Hình 6. Độ sâu ngập do triều trên vùng hạ lưu hệ thống sông Đồng Nai (đơn vị: mét)

Bảng 4. Gia tăng mực nước và diện tích ngập do triều trên hạ lưu hệ thống sông Đồng Nai.

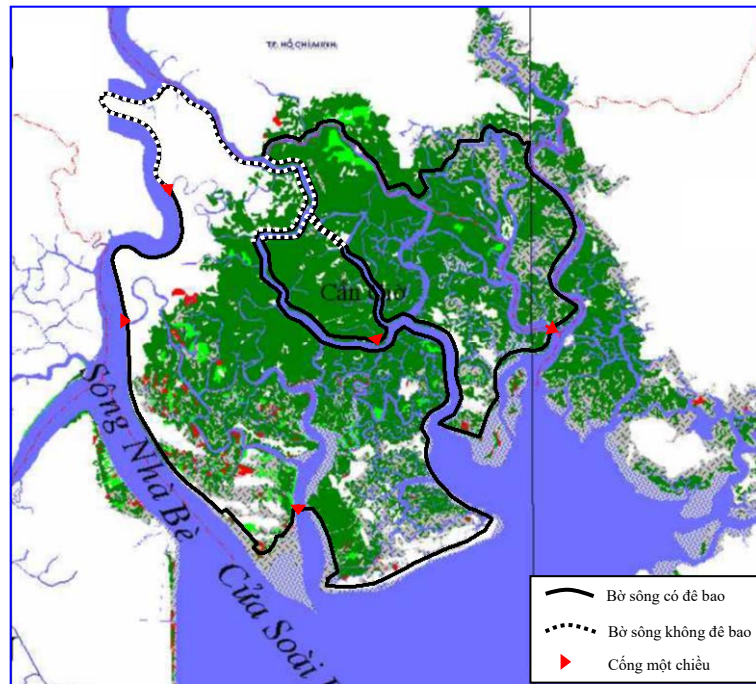
Thông số		Năm					
		20/10/2013	2030	2050	2070	2100	2100 ^(*)
Gia tăng mực nước max so với năm 2013 (cm)	Vũng Tàu	0,0	6,9	17,0	29,3	51,7	76,8
	Nhà Bè	0,0	5,0	14,1	24,9	42,3	62,0
	Phú An	0,0	5,2	12,4	20,1	34,7	51,9
Diện tích ngập (ha)	≥ 0,2m	278516	310487	363835	425012	523521	608955
	≥ 0,5m	88016	110987	147735	198712	297421	410755
	≥ 1,0m	8616	11787	20335	35012	78621	143955
	≥ 2,0m	1236	1277	1375	1502	1901	2555



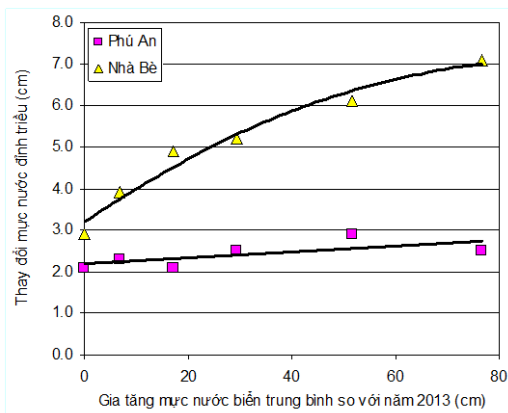
Hình 7. Gia tăng diện tích ngập trên lưu vực do nước biển dâng



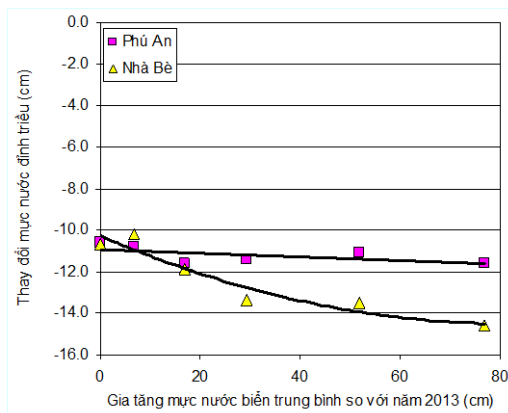
Hình 8. Gia tăng mực nước đỉnh triều tại các trạm Nhà Bè và Phú An do nước biển dâng



Hình 9. Sơ đồ đê bao và công một chiều tạo hồ chứa ở Cần Giỏi



Hình 10. Gia tăng mực nước đỉnh triều tại Nhà Bè và Phú An do mất khu chứa nước Cần Giỏi trong các kịch bản nước biển dâng



Hình 11. Mức độ hạ mực nước đỉnh triều tại Nhà Bè và Phú An do làm hồ ở rừng Cần Giỏi trong các kịch bản nước biển dâng

3.2 Vai trò của rừng ngập mặn Cần Giỏi đối với việc giảm ngập do triều

Để đánh giá vai trò của rừng ngập mặn Cần Giỏi đối với việc giảm ngập do triều ở thượng lưu, 2 kịch bản sau đã được xem xét.

Kịch bản thứ nhất là khả năng trữ nước của rừng ngập mặn Cần Giỏi bị vô hiệu hoá. Điều này có thể được thực hiện bằng nhiều cách khác nhau như giả thiết mặt đất toàn bộ khu vực được nâng lên vượt cao trình đỉnh triều.

Kịch bản thứ hai là biến rừng Cần Giỏi thành hồ chứa có kiểm soát. Toàn bộ rừng Cần Giỏi ở hai bên sông Lòng Tàu sẽ được bao trong đê, trừ đoạn sông Lòng Tàu gần ngã ba sẽ không đắp đê để nước từ sông Lòng Tàu có thể tràn tự do vô rừng. Tất cả các kênh rạch trong vùng bao được lấp công một chiều để nước chỉ chảy vào qua các cửa ở phía Bắc và chảy ra qua các cửa ở phía Nam (hình 9).

Điều kiện thủy văn trong các tính toán này vẫn là con triều của ngày 20/10/2013 và trong các trường hợp tính ở tương lai thì có xét tới gia tăng của mực

nước biển trung bình. Kết quả tính toán bằng mô hình 2 kịch bản này sau đó được so sánh với kết quả tính toán trường hợp rừng Cần Giờ được giữ nguyên hiện trạng (kịch bản “zero”) ở cùng điều kiện thủy văn.

Hình 10 trình bày sự thay đổi của mực nước đỉnh triều tại Nhà Bè và Phú An của kịch bản thứ nhất (khả năng trữ nước của rừng Cần Giờ bị vô hiệu hoá) so với kịch bản “zero”. Kết quả tính cho thấy nếu rừng Cần Giờ bị mất khả năng chứa nước, mực nước đỉnh triều tại Nhà Bè và Phú An sẽ tăng. Ở thời điểm hiện nay mức độ gia tăng đó chỉ là 2 – 3cm nhưng sẽ lớn hơn khi có nước biển dâng.

Hình 11 là sự thay đổi của mực nước đỉnh triều tại Nhà Bè và Phú An của kịch bản thứ hai (biển rừng Cần Giờ thành hồ chứa) so với kịch bản “zero”. Kết quả tính cho thấy do hướng dòng chảy tại khu vực rừng Cần Giờ được thay đổi một cách thích hợp đã làm cho mực nước đỉnh triều tại Nhà Bè và Phú An giảm đáng kể. Ở thời điểm hiện nay mức độ giảm là 10 – 11cm cho cả 2 trạm nhưng sẽ giảm nhiều hơn khi có nước biển dâng. Đối với Phú An, mức giảm này tương đương với mức độ gia tăng đỉnh triều vào năm 2050 (khoảng hơn 12cm). Điều đó có nghĩa là giải pháp biển rừng Cần Giờ thành hồ chứa có thể giúp duy trì mực nước đỉnh triều tại Phú An không tăng so với hiện nay cho tới năm 2050.

4 KẾT LUẬN.

Bằng phương pháp mô hình toán trong đó sử dụng mô hình tích hợp 1D2D được hiệu chỉnh tốt, nguy cơ ngập lụt do triều cao ở hạ lưu sông Sài Gòn – Đồng Nai đã được đánh giá cụ thể thông qua các con số về diện tích ngập. Các tính toán cũng chỉ ra rằng nếu mất đi khả năng trữ nước của rừng Cần Giờ, mực nước đỉnh triều ở Nhà Bè và Phú An sẽ tăng thêm khoảng 2 – 3cm và sẽ tăng nhiều hơn trong tương lai khi có nước biển dâng. Trong trường hợp rừng Cần Giờ được đắp đê bao để thành hồ chứa với hướng dòng chảy vào và ra được thiết kế một cách hợp lý, mực nước đỉnh triều ở Nhà Bè và Phú An sẽ giảm từ 10 – 11cm và mức giảm sẽ gia tăng khi có nước biển dâng. Hiệu quả giảm mực nước đỉnh triều này hoàn toàn có thể cân bằng với hiệu ứng từ gia tăng mực nước biển trung bình, giúp cho mực nước triều tại Phú An duy trì ở mức hiện nay cho tới năm 2050 bất chấp nước biển dâng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bộ Nông nghiệp & Phát triển Nông thôn, “Quy hoạch các giải pháp chống ngập cho thành phố Hồ Chí Minh”, Báo cáo tóm tắt, 2008.
- [2] Lê Sâm, “Nghiên cứu đề xuất các giải pháp chống ngập cho thành phố Hồ Chí Minh”, Báo cáo Đề tài NCKH độc lập cấp nhà nước, Viện Khoa học Thủy lợi Miền nam, 2010.
- [3] Bộ Tài nguyên & Môi trường, “Kịch bản Biến đổi khí hậu và Nước biển dâng cho Việt Nam”, Nhà XB Tài nguyên Môi trường và Bản đồ Việt Nam, 188 trg, 2016.
- [4] Bùi Việt Hưng (2012). Đánh giá mức độ ảnh hưởng của việc san lấp mặt bằng tới tình trạng ngập lụt do triều tại Tp.HCM, 2012.
- [5] Nguyễn Xuân Hiền, “Báo cáo tóm tắt quy hoạch đê biển Vũng tàu – Gò công”, Viện Quy hoạch thủy lợi Miền Nam, 2011.
- [6] DHI (2011). MIKE FLOOD user manual, 2011.
- [7] <https://www.deltares.nl/en/software/sobek/> (ngày 18/4/2017)
- [8] Lê Song Giang, “Xây dựng mô hình toán tổng hợp cho tính toán thoát nước đô thị”, Báo cáo đề tài NCKH mã số B2007-20-13TD, VNU-HCM, 2011.
- [9] Trần Thị Mỹ Hồng, Nguyễn Ngọc Minh, Lê Song Giang, Huỳnh Công Hoài, Nguyễn Quang Trường, “Nghiên cứu so sánh F28 và Mike Flood trên bài toán mô phỏng lũ sông Vu Gia – Thu Bồn”, Tuyển tập *Công trình Hội nghị Khoa học Cơ học Thủy khí Toàn quốc năm 2014*, tr. 236 – 244, 2014.
- [10] Phạm Thế Vinh, *Tính toán thủy văn, thủy lực dự án thủy lợi chống ngập úng khu vực Tp.HCM* - Báo cáo Hợp đồng 433/209 HD-CN/TV-1A ngày 03/9/2009 giữa Viện KHTLMN và BQL Đầu tư XD TL 9 về thực hiện dịch vụ tư vấn gói thầu 1A, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, 2011.
- [11] Hoàng Văn Huân, “Nghiên cứu, điều tra, khảo sát, đánh giá ảnh hưởng và đề ra các giải pháp khắc phục, hạn chế sạt lở bờ do khai thác cát trên địa bàn thành phố Hồ Chí Minh”, Báo cáo tổng hợp đề tài NCKH cấp Sở KHCN Tp.HCM, 2013.
- [12] Vũ Văn Nghị, “Đánh giá mức độ khan hiếm tài nguyên nước ngọt cho Tp. HCM bằng chỉ số áp lực về nước WSI theo các kịch bản quy hoạch phát triển đến năm 2030 trong điều kiện BĐKH khi nước biển dâng và đề xuất các giải pháp tổng thể giảm thiểu”, Báo cáo tổng hợp đề tài NCKH cấp Sở KHCN Tp.HCM, 2016.
- [13] Hoàng Văn Huân, “Đánh giá tác động dòng chảy sông Đồng Nai đoạn từ cầu Hóa An đến cầu Ghềnh thuộc thành phố Biên Hòa, Tp. Hồ Chí Minh”, Báo cáo Thuyết minh dự án, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, 2009.
- [14] Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam (2009). Báo cáo dự án “Xác định mép bờ cao”, 2009.
- [15] Lê Song Giang, Vũ Linh Diệu, “Thủy triều khu vực ven biển Nam bộ trong điều kiện nước biển dâng”, Tuyển tập *Công trình Hội nghị Cơ học Thủy khí Toàn quốc năm 2011*.
- [16] Nguyễn Thế Biên, “Nghiên cứu cơ sở khoa học của việc mở tuyến luồng mới Soài Rạp – Lòng Tàu cho tàu 30.000DWT lưu thông hai chiều vào cảng Hiệp Phước, huyện Nhà Bè, Tp. Hồ Chí Minh”, Báo cáo tổng hợp đề tài NCKH cấp Sở KHCN Tp.HCM, 2011.

Pham Xuan Hong Son, Faculty of Mechanical Engineering, Ho Chi Minh City University of Technology, Vietnam National University – Ho Chi Minh City.

Degree from the Graduate School of Engineering at Pukyong National University, Korea in 2005. His research interests include: automatic control, robotics, manufacturing process. He get award for the best paper in ICASE 2003, Busan, Korea.

Tran Thien Phuc is a Lecturer at the Department of Machine Design, Faculty of Mechanical Engineering, Ho Chi Minh City University of Technology, Vietnam National University – Ho Chi Minh City, Viet Nam. He received a Doctoral

Inundation due to the tide in the context of sea level rise and the role of Can-Gio forest in the reduction of inundation

Le Thi Hoa, Son Tang My Hoa, Tran Thi My Hong, Le Song Giang

Abstract— Lower basin of Sai Gon – Dong Nai river is lowland. It's inundated at high tide. Using mathematical model method with the integrated 1D2D model, the inundation hazard due to the high tide in this region has been evaluated through the inundated area. The calculation results also showed that in the case when the damping ability of Can Gio forest is disabled high water level at Nha Be and Phu An can be increased about 2 – 3 cm and the effect will be stronger in the future following the sea level rise. In the case the Can Gio forest is diked to create a reservoir with reasonable in- and outflow directions, the high water level at Nha Be and Phu An can be decreased about 10 - 11 cm and the effect will be stronger in the future following the sea level rise. This water level decrease effect almost compensates the water level increase due to the sea level rise and keeps the maximum water level at Phu An not exceed actual one until 2050 regardless the sea level rise.

Từ khóa— basin of Sai Gon – Dong Nai river, inundated, the sea level rise, 1D2D model.