

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO      BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT  
VIỆN KHOA HỌC THỦY LỢI VIỆT NAM  
**VIỆN KHOA HỌC THỦY LỢI MIỀN NAM**

PHẠM THẾ VINH

**NGHIÊN CỨU VAI TRÒ CỦA CÁC BÃI TRIỀU  
ĐẾN MỰC NƯỚC VÀ LƯU LƯỢNG  
SÔNG SÀI GÒN - ĐỒNG NAI**

**CHUYÊN NGÀNH: Kỹ thuật tài nguyên nước**

**MÃ SỐ: 9-58-02-12**

**TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT**

TP. HỒ CHÍ MINH, năm 2021

Công trình được hoàn thành tại **Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam**

Người hướng dẫn khoa học 1: GS.TSKH Nguyễn Ân Niên

Người hướng dẫn khoa học 2: GS.TS Tăng Đức Thắng

Phản biện 1:

Phản biện 2:

Phản biện 3:

Luận án này sẽ được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận án cấp Viện  
hợp tại: Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

vào lúc ..... giờ ..... ngày ..... tháng ..... năm .....

Có thể tìm hiểu luận án tại thư Viện:

- Thư viện Quốc gia
- Thư viện Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam
- Thư viện Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

# MỞ ĐẦU

## 1. Tính cấp thiết của đề tài luận án

Khu vực hạ lưu sông Sài Gòn - Đồng Nai (SG-ĐN) là một trung tâm kinh tế quan trọng của khu vực phía Nam. Đây là một vùng có địa hình tương đối thấp, mạng lưới sông dày, chịu ảnh hưởng của thủy triều. Theo số liệu quan trắc mực nước tại các trạm thủy văn từ năm 1980 đến 2015, mực nước lớn nhất năm tại khu vực ven biển do tác động của nước biển dâng là rất rõ (Vũng Tàu tăng 0,45 cm/năm). Tuy nhiên, khi so sánh với sự gia tăng mực nước lớn nhất năm trong sông thì mức độ gia tăng này thấp hơn rất nhiều và không đồng nhất tại các khu vực (Nhà Bè tăng 1,03 cm/năm; Phú An tăng 1,21 cm/năm). Hậu quả là tình trạng ngập do triều tại hạ lưu sông SG-ĐN ngày càng trầm trọng mặc dù các cấp chính quyền đã có nhiều giải pháp để giảm thiểu. Thực tế hiện nay, địa hình các khu vực đồng bằng ven sông đã thay đổi đáng kể, những khu vực ngập triều trước đây không những được thay thế bằng các khu công nghiệp, khu dân cư mà còn được xây dựng đê bao bảo vệ để sản xuất nông nghiệp. Phải chăng, tình hình ngập hiện nay là một phần do tác động của việc thay đổi các bãi ngập triều. Vì vậy, nghiên cứu này làm rõ tác động của các bãi triều đến mực nước và lưu lượng trên sông chính thuộc khu vực hạ lưu sông SG-ĐN.

## 2. Mục đích nghiên cứu

- Phân tích dựa trên cơ sở khoa học để đưa ra những lập luận của việc thay đổi bãi triều tác động đến mực nước và lưu lượng trong lòng dẫn.
- Dựa vào mô hình thủy lực, mô phỏng và đánh giá được tác động của bãi triều đến mực nước và lưu lượng trên sông thuộc hạ lưu lưu vực sông SG-ĐN.

## 3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu của luận án là các bãi triều khu vực hạ lưu lưu vực sông SG-ĐN. Giới hạn phạm vi nghiên cứu của luận án bao gồm toàn bộ khu vực ảnh hưởng triều tính từ trạm thủy văn Thủ Dầu Một trên sông Sài Gòn và trạm thủy văn Biên Hoà trên sông Đồng Nai ra đến cửa biển.

#### **4. Phương pháp nghiên cứu**

Luận án đã sử dụng các phương pháp sau: (i) Phương pháp kế thừa; (ii) Phương pháp tổng hợp và thu thập; (iii) Phương pháp phân tích; (iv) Phương pháp mô hình toán; (v) Phương pháp so sánh liên hệ thực tiễn.

#### **5. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của luận án**

a. Ý nghĩa khoa học: (i) Làm sáng tỏ tác động của bãi triều đến mực nước và lưu lượng trong lòng dẫn và trên sông SG-ĐN; (ii) Đưa ra những luận cứ khẳng định tác động của các bãi triều đến mực nước, lưu lượng trên sông là rất lớn và không thể bỏ qua.

b. Ý nghĩa thực tiễn: (i) Việc thay đổi các bãi triều tác động rất lớn đến mực nước và lưu lượng trên sông. Tác động này trong những năm gần đây còn lớn hơn nhiều so với tác động của biến đổi khí hậu, nước biển dâng; (ii) Ứng dụng cho công tác nghiên cứu, thiết kế, xây dựng, khai thác và vận hành các công trình trong hạ lưu sông SG-ĐN nói riêng và cho tất cả những khu vực trũng thấp, chịu tác động của thủy triều.

#### **6. Những đóng góp mới của luận án.**

- Thiết lập được mối liên hệ giữa bãi triều với mực nước và lưu lượng trên sông.
- Lượng hóa tác động của bãi triều đến mực nước và lưu lượng trên sông thuộc hạ lưu lưu vực sông SG-ĐN.

#### **7. Cấu trúc của luận án.**

Luận án được trình bày trong 140 trang, gồm 116 hình, 15 bảng và các trang thuyết minh.. Nội dung chính của luận án gồm phần mở đầu, 3 chương chính, phần kết luận và kiến nghị, được trình bày như sau:

*Mở đầu*

*Chương 1: Tổng quan nghiên cứu*

*Chương 2: Cơ sở khoa học và xây dựng công cụ nghiên cứu*

*Chương 3: Kết quả nghiên cứu và thảo luận*

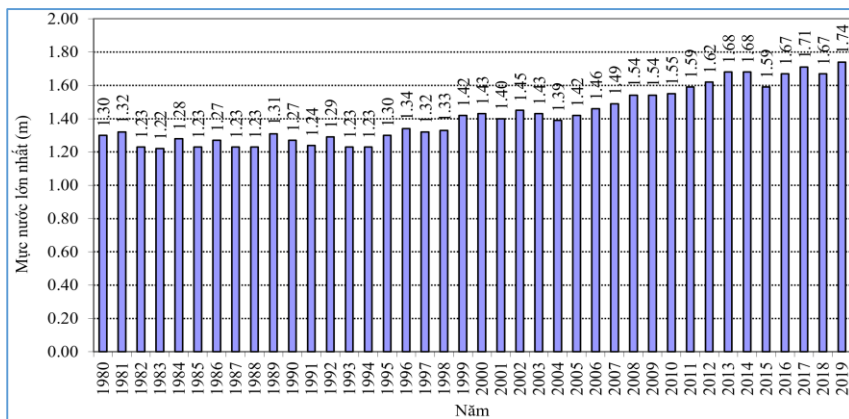
*Kết luận và kiến nghị*

Phần phụ lục được trình bày trong 39 trang, gồm 5 bảng biểu và 41 hình minh họa thể hiện các bãi triều trong khu vực hạ lưu sông SG-ĐN, giới thiệu mô hình toán sử dụng trong nghiên cứu, mô tả việc thiết lập, hiệu chỉnh và kiểm định mô hình.

# CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU

## 1.1. Giới thiệu chung

Tình trạng ngập úng đang là mối quan tâm hàng đầu của các đô thị lớn tại Thành phố Hồ Chí Minh (TPHCM), Đồng Nai và Bình Dương. Các nguyên nhân chủ yếu gây ngập trong khu vực nghiên cứu có thể kể đến: (i) Mưa lớn; (ii) Triều cường; (iii) Lũ thượng lưu; (iv) Biến đổi khí hậu; (v) Đô thị hoá; (vi) Lún nền. Sự gia tăng mực nước lớn nhất gây ngập tại khu vực hạ lưu sông SG-ĐN ngày càng lớn trong những năm gần đây và chủ yếu được cho là do biến đổi khí hậu. Tuy nhiên, tốc độ gia tăng mực nước lớn nhất tại Vũng Tàu lại thấp hơn nhiều so với mực nước lớn nhất ở trong sông. Như vậy, ngoài các yếu tố làm mực nước sông tăng cao đột biến trong những năm gần đây nghiên cứu cho là có một nguyên nhân khác. Liệu sự thu hẹp các bãi triều để phát triển kinh tế trong khu vực đã làm cho dòng chảy chỉ còn tập trung trong sông gây nên mực nước lớn nhất ngoài sông dâng cao.



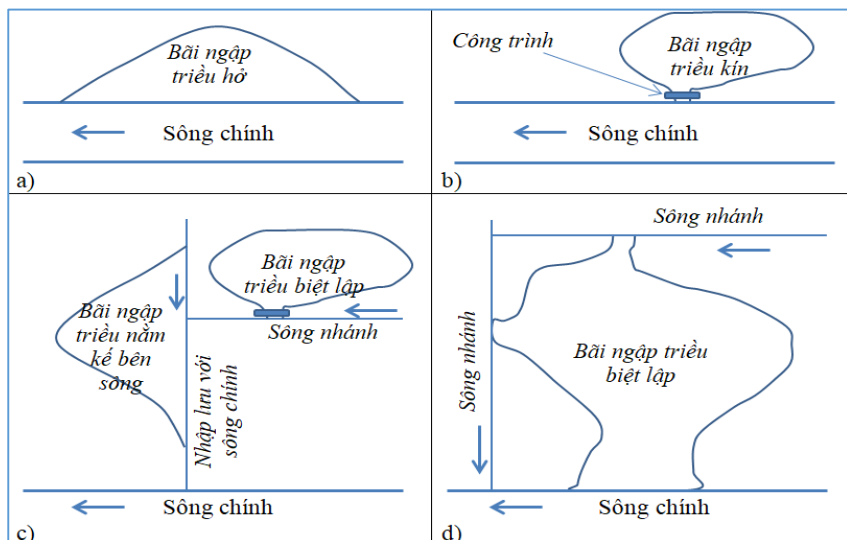
Hình 1: Mực nước lớn nhất năm tại Phú An

Bãi triều trong hạ lưu sông SG-ĐN thường nằm ven các sông chính, kênh, rạch nhánh. Các bãi triều đã bị thay đổi trong khu vực nghiên cứu có thể kể đến: (i) Bãi triều đã chuyển thành khu sản xuất nông nghiệp: Tổng diện tích đất sản xuất nông nghiệp chiếm 69,8% trên tổng diện tích đất tự nhiên. Để bảo vệ các khu sản xuất nông nghiệp, các công trình (đê bao, cống hở, cống bọng...) đã được xây dựng để kiểm soát triều khi mực nước ngoài sông cao và tiêu nước khi chân triều thấp trong suốt thời kỳ canh tác; (ii) Bãi triều sau khi xây dựng công trình kiểm soát ngập: Việc

xây dựng các công trình kiểm soát ngập như lắp các cửa van clape ngăn triều, xây dựng các công kiểm soát triều cũng làm mất tác dụng cắt triều của các bãi triều và các kênh rạch trong vùng bảo vệ; (iii) Bãi triều khi san lấp xây dựng khu đô thị: Việc xây dựng các khu đất ở, các khu vực hành chính đã làm mất hẳn hầu hết các bãi triều tự nhiên. Đặc điểm của khu vực san lấp thường có cao trình vượt đỉnh triều nên dòng chảy không thể xâm nhập vào các khu vực này. Tổng diện tích đất này chiếm 21,0% trên tổng diện tích đất tự nhiên trong khu vực nghiên cứu; (iv) Bãi triều khi xây dựng các công trình giao thông: Việc xây dựng các công trình giao thông trong khu vực cũng làm cho mối liên hệ giữa dòng chảy trong sông và các bãi triều thay đổi so với trước đây. Dòng chảy trên sông chính cũng không còn xâm nhập trực tiếp vào các bãi triều mà phải đi xa hơn qua các nhánh sông các cống, cầu. Với những cống bọng nhỏ thì dòng chảy không thể vào hết các bãi triều làm cho mực nước lớn nhất ngoài sông và trong bãi triều có sự chênh lệch và làm giảm tác dụng cắt triều của bãi.

## 1.2. Mối liên hệ giữa sông và bãi ngập triều

Các bãi triều có thể xuất hiện ven sông, xa sông. Các bãi triều có thể là đất mặt nước, đất nông nghiệp trước đây chưa canh tác, các khu rừng ngập mặn, đất chưa sử dụng.



Hình 2: Các dạng bãi triều ven sông chính và sông nhánh

Mối liên hệ giữa bãi triều và sông có thể theo hình thức: (i) Bãi triều ven sông (một hoặc cả 2 phía, Hình 2, a, c) gắn với mặt cắt sông được xem là không gian mở rộng của sông và (ii) bãi triều biệt lập (Hình 2, b, c, d). Kết nối giữa bãi triều và sông có thể qua công trình, qua đoạn kênh (như mô phỏng trong mô hình KOD hoặc mô hình VRSAP).

### 1.3. Các nghiên cứu trước đây

#### 1.3.1. Các nghiên cứu trên thế giới

✚ Những số liệu thực đo về thủy văn tại một số khu vực chịu tác động bởi thủy triều và ảnh hưởng của việc thay đổi các bãi triều trên thế giới đã minh chứng cho việc mực nước lớn nhất trên sông tăng nhanh. N.E. Vellingaa, A.J.F. Hoitink, M. van der Vegta, W. Zhangc, P. Hoekstraa (2014) đã công bố một phân tích về mực nước thực đo trong 70 năm của 13 trạm ở phía Bắc vùng đồng bằng sông Rhine-Meuse. Họ đã chứng minh rằng mực nước trung bình trong sông có sự gia tăng song song với mực nước biển trung bình. Khi nói đến mực nước lớn nhất và thấp nhất, ảnh hưởng của sự can thiệp của con người vào thủy triều là lớn hơn mực nước biển dâng.

✚ Đã có nhiều nghiên cứu đề cập đến việc phân tích truyền triều tại các cửa sông dựa vào việc tuyến tính hóa phương trình thủy động lực bằng cách bỏ qua các thông số quán tính, mật độ trong phương trình động lượng và tuyến tính hóa thông số ma sát. Theo Leo C. Vanriijn (2004), phương trình truyền triều tại cửa sông có thể viết dưới dạng phương trình truyền sóng:

$$\eta = \hat{\eta} \cos(\omega t - kx) \quad (1.1)$$

Trong đó:

$\hat{\eta}$  : Biên độ triều

$\omega$ : Tần số góc ( $\omega = 2\pi/T$ )

$k$ : số sóng ( $k = 2\pi/L$ )

✚ Những nghiên cứu về tác động lưu lượng thượng lưu đến sự suy giảm của thủy triều cũng đã được đề cập. Theo H. Cai, H. H. G. Savenije và M. Toffolo (2014), tác động của lưu lượng thượng lưu làm mực nước trung bình tăng dần về phía thượng lưu và có ảnh hưởng đáng kể đến việc truyền sóng thủy triều. Một số nghiên cứu đã đề cập đến tác động của địa hình đến chế độ thủy triều trên sông dựa trên việc giải và đơn

giảm hoá phương trình thủy động lực. Deltares (2013), đã đề cập đến sự khuếch đại lớn của thủy triều (biên độ triều gia tăng) tại 4 con sông ở châu Âu (Ems, Elbe, Scheldt và Lore). Theo kết quả nghiên cứu, trong trường hợp có nhiều bãi ngập triều, lưu lượng tại cửa sông tăng lên, làm sông sâu thêm và làm mất đi sức cản thủy lực.

### **1.3.2. Các nghiên cứu trong nước**

✚ Các số liệu thống kê và phân tích về mực nước lớn nhất tại hạ lưu sông SG-ĐN đã được các nghiên cứu trong nước đề cập. Các nghiên cứu, dự án đã thực hiện trong khu vực này hầu như đã tính toán đến mực nước gia tăng do BĐKH tác động đến mực nước trong sông. Một số nghiên cứu, dự án đã tính toán việc mực nước dâng cao thêm khi xây dựng các công trình kiểm soát ngập. Các giải pháp đã đề cập đến vấn đề cải tạo kênh rạch, xây dựng thêm các hồ điều tiết để tăng thêm dung tích điều hoà dòng chảy do mưa.

✚ Một số nhà nghiên cứu đã đề cập đến vấn đề trữ nước trong các mô hình thủy lực được thiết lập. Theo Nguyễn Tất Đắc (2005), các ô chứa được phân làm hai loại (ô trữ kín và ô trữ hở). Theo Phạm Thế Vinh và Nguyễn Ân Niên (2012), từ tính toán thành phần nguồn nước có thể xác định được khối nước triều chứa vào ô trữ. Khi bãi triều bị lấp các nguồn này được trả ngược về dòng chính và làm mực nước lớn nhất trên sông tăng thêm.

Từ những nghiên cứu trên, cần làm rõ hơn tác động của các bãi triều đến lưu lượng và mực nước trên sông bằng việc xác định mối quan hệ giữa bãi triều với mực nước và lưu lượng trên sông thông qua việc phân tích các thông số trong phương trình thủy động lực cũng như mô phỏng bằng mô hình toán.



## CHƯƠNG 2. CƠ SỞ KHOA HỌC VÀ XÂY DỰNG CÔNG CỤ NGHIÊN CỨU

### 2.1. Cơ sở khoa học về quan hệ giữa bãi triều đến mực nước và lưu lượng

Để phân tích cơ sở khoa học về quan hệ giữa bãi triều với mực nước và lưu lượng trên sông, luận án đã dựa vào việc phân tích các thông số của phương trình thủy động lực và phương trình truyền triều được mô tả bằng hàm của sóng tuần hoàn nếu coi quá trình truyền triều vào cửa sông như một chuyển động sóng.

#### 2.1.1. Tác động của chiều rộng bãi triều đến mực nước

✚ Phương trình liên tục trong hệ phương trình thủy động lực viết theo biến phụ thuộc  $Q(x,t)$ ,  $Z(x,t)$  được viết dưới dạng sau:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + Bc \frac{\partial Z}{\partial t} = q \quad (2.1)$$

Trong đó:

$Q$ : Lưu lượng mặt cắt ( $m^3/s$ )

$Z$ : Cao độ mực nước (m)

$Bc$ : là bề rộng mặt cắt sông và bãi (m)

$q$ : Lượng nhập khu giữa ( $m^3/m.s$ )

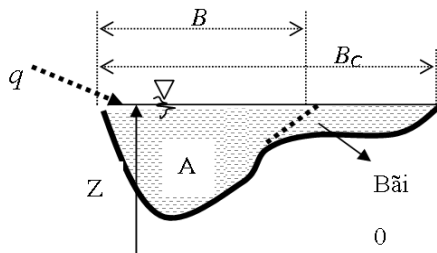
Nếu phân chia bề rộng mặt cắt sông thành hai thành phần ( $B$  và  $B_{\text{bãi}}$ ) và không có dòng chảy nhập lưu thì phương trình (2.1) có thể viết dưới dạng:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + (B + B_{\text{bãi}}) \frac{\partial Z}{\partial t} = 0 \quad (2.2)$$

Trong đó:

$B$ : là bề rộng mặt cắt sông (m)

$B_{\text{bãi}}$ : là bề rộng mặt cắt bãi (m)



Hình 3: Mặt cắt ngang sông điển hình

Biến đổi phương trình (2.2):

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + B \frac{\partial Z}{\partial t} = -B_{bai} \frac{\partial Z}{\partial t} \quad (2.3)$$

Theo minh họa trên và theo (2.3) ta thấy vế phải ( $-B_{bai} \frac{\partial Z}{\partial t}$ ) như một dòng chảy khu giữa. Trong thời điểm triều lên,  $Z_2 > Z_1$  và trị số  $\frac{\partial Z}{\partial t} > 0$  và giá trị  $-B_{bai} \frac{\partial Z}{\partial t} < 0$ . Như vậy, khi dòng chảy khu giữa dương thì mực nước

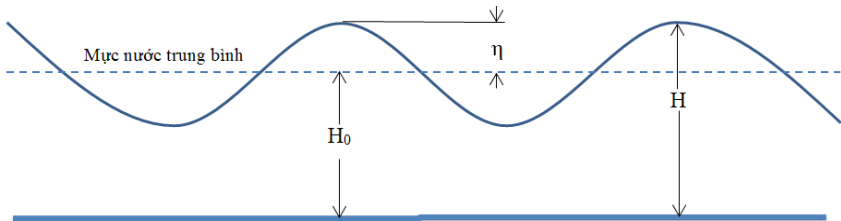
lớn nhất trên sông tăng lên và ngược lại. Theo giá trị của vế trái của phương trình (2.3) với bề rộng bãi càng lớn thì giá trị của vế phải càng nhỏ và càng giảm mực nước lớn nhất trong bãi và sông. Như vậy, bề rộng bãi tỷ lệ nghịch với dòng chảy khu giữa và làm giảm mực nước lớn nhất trên sông.

✚ Nếu coi quá trình truyền triều vào cửa sông như một chuyển động sóng thì theo Leo C. Vanrijn, với cửa sông không có dòng nhập lưu ( $q$ ), lòng dẫn rộng ( $Bc \gg H$ ) với mặt cắt ngang hình chữ nhật có bề rộng không đổi, phương trình truyền sóng có thể viết như sau:

$$\eta = \hat{\eta} \cos(\omega t - kx) = \hat{\eta} \cos(\omega(t - \frac{x}{c})) \quad (2.4)$$

Trong đó:

- $\hat{\eta}$ : Biên độ sóng;
- $\omega$ : Tần số góc ( $\omega = 2\pi/T$ );
- $c$ : Vận tốc truyền sóng ( $c=L/T= \omega/k$ );
- $k$ : số sóng ( $k= 2\pi/L$ );
- $T$ : Chu kỳ sóng;
- $L$ : Chiều dài sóng.



Hình 4: Minh họa các tham số của sóng triều

Vận tốc truyền sóng trong sông theo Leo C. Vanrijn (1989) tính theo công thức:

$$c = \sqrt{\frac{Ag}{B_c}} \quad (2.5)$$

Nếu coi mặt cắt lòng dẫn và bãi triều là hình chữ nhật, coi độ sâu trong bãi triều ( $H_{bãi}$ ) nhỏ thì (2.5) có thể viết thành:

$$c = \sqrt{\frac{HBg}{B + B_{bãi}}} \quad (2.6)$$

Xét trong trường hợp sóng bị thay đổi do vào trong sông với địa hình lòng sông nâng cao (sóng phản xạ một phần, Hình 5). Độ dài của sóng ( $L_2 = c_2T$ ) giảm do chu kỳ sóng (T) không đổi. Theo phương trình cân bằng khối lượng chất lỏng dẫn tới:

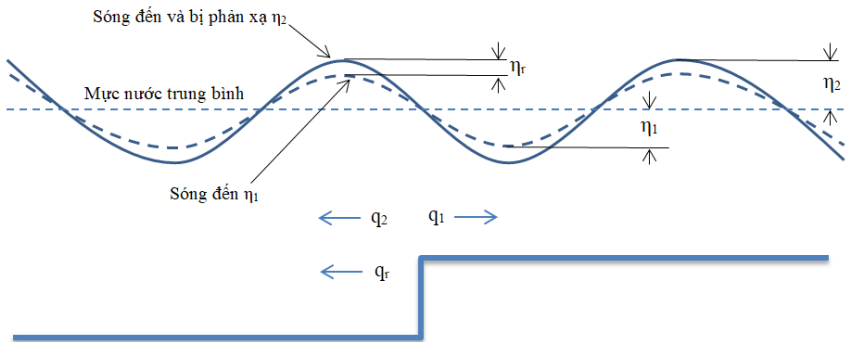
$$q_2 = q_1 - q_r \text{ với } q = c\eta$$

Như vậy:

$$c_2\hat{\eta}_2 = c_1\hat{\eta}_1 - c_1\hat{\eta}_r \quad (2.7)$$

Tại bậc đáy thấp, biên độ sóng bằng nhau ta có:

$$\hat{\eta}_2 = \hat{\eta}_1 + \hat{\eta}_r \quad (2.8)$$



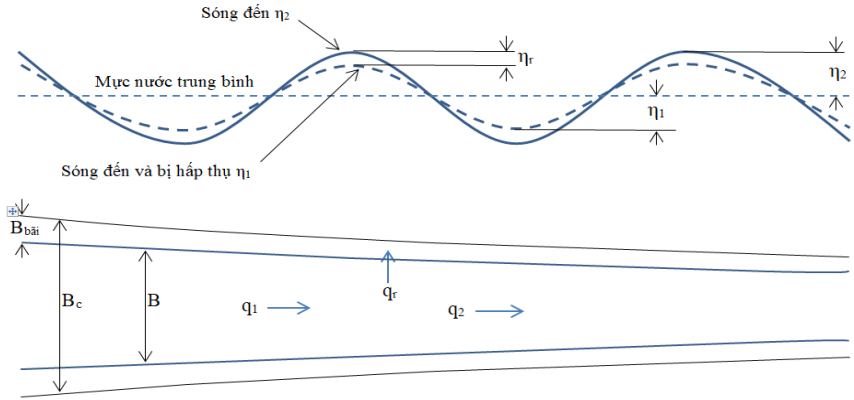
Hình 5: Minh họa phản xạ sóng do độ sâu thay đổi

Thay (2.7) vào (2.8), biên độ sóng gia tăng lên so với trường hợp không bị phản xạ như sau:

$$\hat{\eta}_r = \hat{\eta}_1 \frac{c_1 - c_2}{c_1 + c_2}$$

Tương tự, xét trong trường hợp sóng bị thay đổi do vào trong sông có xét đến phần bãi triều ven sông, lúc này sóng bị hấp thụ bởi các bãi triều (Hình 6). Theo phương trình cân bằng khối lượng chất lỏng cũng dẫn tới:

$$\hat{\eta}_r = -\hat{\eta}_1 \frac{c_1 - c_2}{c_1 + c_2} \quad (2.9)$$



Hình 6: Minh hoạ bị hấp thụ sóng do bãi triều thay đổi

Thay giá trị  $c$  trong (2.6) vào phương trình (2.9) ta được:

$$\hat{\eta}_r = -\hat{\eta}_1 \frac{\sqrt{H_1 g} - \sqrt{\frac{H_2 B g}{B + B_{bãi}}}}{\sqrt{H_1 g} + \sqrt{\frac{H_2 B g}{B + B_{bãi}}}} \quad (2.10)$$

Do lòng sâu sâu nên có thể coi cao trình mực nước ( $H_1 = H_2$ ), khi đó (2.10) trở thành:

$$\hat{\eta}_r = -\hat{\eta}_1 \frac{1 - \sqrt{\frac{B}{B + B_{bãi}}}}{1 + \sqrt{\frac{B}{B + B_{bãi}}}} \quad (2.11)$$

$$\text{Nếu đặt: } r_b = \frac{B}{B + B_{bãi}} \quad (2.12)$$

Trong đó:  $r_b$  là tỷ lệ giữa bề rộng sông và bề rộng sông tính cả bãi ngập triều. Tỷ lệ này càng nhỏ thì bãi triều càng lớn ( $0 \leq r_b \leq 1$ )

Thì phương trình thay (2.12) vào (2.11) phương trình trở thành:

$$\hat{\eta}_r = -\hat{\eta}_1 \frac{1 - \sqrt{r_b}}{1 + \sqrt{r_b}} \quad (2.13)$$

Theo phương trình (2.13), với bề rộng sông ( $B$ ) và chiều sâu cột nước ( $H$ ) không đổi, thì bề rộng bãi càng lớn trị số  $r_b$  càng nhỏ dẫn đến biên độ sóng  $\eta_r$  càng giảm nhiều.

### 2.1.2. Tác động của chiều rộng bãi triều đến lưu lượng

Về lưu lượng lòng dẫn khi có bãi, lưu lượng sau khi qua bãi triều (ở thượng lưu bãi ngập triều) giảm đi với trị số  $q_r$  như sau:

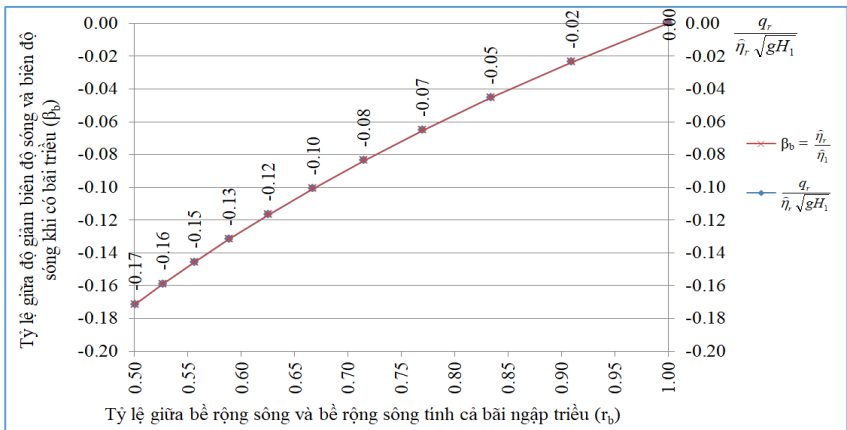
$$q_r = -\hat{\eta}_1 \sqrt{gH_1} \frac{1 - \sqrt{r_b}}{1 + \sqrt{r_b}} \quad (2.14)$$

Nếu viết dưới dạng không thứ nguyên, và đặt  $\beta_b = \frac{\hat{\eta}_r}{\hat{\eta}_1}$  (tỷ lệ giữa độ

giảm biên độ sóng và biên độ sóng khi có bãi triều, ( $-1 < \beta_b \leq 0$ ),  $\beta_b$  có thể viết như sau:

$$\beta_b = \frac{\hat{\eta}_r}{\hat{\eta}_1} = \frac{q_r}{\hat{\eta}_1 \sqrt{gH_1}} = -\frac{1 - \sqrt{r_b}}{1 + \sqrt{r_b}} \quad (2.15)$$

Một ví dụ với số liệu cụ thể cho phương trình (2.13) và (2.15): Giả thiết bề rộng sông  $B = 1.000\text{m}$ ; biên độ triều  $\eta_1 = 1,5\text{m}$ ; cao trình mực nước  $H = 10\text{ m}$ , bề rộng bãi triều được giả định từ  $0\text{m}$  đến  $1.000\text{m}$ . Sau khi tính toán ta được kết quả như Hình 7.



Hình 7: Quan hệ giữa  $r_b$  với  $\beta_b$

Từ kết quả trên thấy rằng, chiều rộng bãi triều có tác động đến độ giảm mực nước lớn nhất trên sông, chiều rộng bãi càng lớn thì mức độ giảm mực nước lớn nhất trên sông càng nhiều. Khi phân tích không thứ nguyên, tỷ lệ  $r_b$  càng nhỏ (bãi triều càng lớn) thì tỷ lệ  $\beta_b$  càng nhỏ (độ giảm mực nước lớn nhất càng nhiều).

### **2.1.3. Tác động của mặt cắt lòng dẫn đến mực nước và lưu lượng**

Đối với trường hợp mở rộng lòng dẫn, như ta đã biết khi mở rộng mặt cắt theo chiều ngang hoặc chiều sâu thì lưu lượng trong sông (khi chưa mở rộng mặt cắt  $q_1$ ) nhỏ hơn lưu lượng trong sông (khi mở rộng mặt cắt  $q_2$ ):  $q_1 < q_2$ .

Theo công thức truyền sóng (2.4) và trong trường hợp không có bãi triều ( $B = B_c$ ), lòng dẫn là chữ nhật thì:

$$c = \sqrt{gH} \quad \text{và} \quad q = \eta \sqrt{gH} = \eta \sqrt{g(H_o + \eta)} \quad (2.16)$$

Xét trong hai trường hợp trên ta có:

$$q_1 = c_1 \eta_1 = \eta_1 \sqrt{g(H_o + \eta_1)} \quad (2.17)$$

$$q_2 = c_2 \eta_2 = \eta_2 \sqrt{g(H_o + \eta_2)} \quad (2.18)$$

Như vậy, nếu  $q_2 > q_1$  thì theo phương trình (2.17) và (2.18);  $\eta_2 > \eta_1$  và việc mở rộng mặt cắt lòng dẫn làm cho biên độ triều tăng lên.

## **2.2. Tài liệu phục vụ nghiên cứu**

### **2.2.1. Tài liệu địa hình**

Số liệu địa hình bao gồm: (i) Địa hình mặt cắt sông toàn bộ sông kênh khu vực hạ lưu SG-ĐN chủ yếu được đo đạc từ năm 2006-2018; (ii) Bản đồ cao độ số 1/10.000 và 1/2.000 các tỉnh thuộc hạ lưu sông Đồng Nai; (iii) Quy mô các công trình thủy lợi, giao thông, xây dựng và cơ sở hạ tầng.

### **2.2.2. Tài liệu khí tượng thủy văn**

Các tài liệu khí tượng, thủy văn Quốc Gia từ năm 1980 đến 2018.

### **2.2.3. Tài liệu sử dụng đất**

Các số liệu bao gồm: Diễn biến sử dụng đất tại các tỉnh Đồng Nai, Bình Dương, TPHCM, Bà Rịa - Vũng Tàu và Long An trong vùng nghiên cứu các năm: Năm 2000, năm 2010 và năm 2015..

### **2.2.4. Tài liệu ảnh viễn thám**

Các số liệu ảnh vệ tinh bao gồm các loại: Landsat 1-2, Landsat 4- 5, Landsat 7, Landsat 8 với độ phân giải 30m. Các ảnh trên được thu thập trong các năm 1980, 1990, 2000, 2010 và năm 2015.

## **2.3. Công cụ sử dụng trong nghiên cứu**

### **2.3.1. Công cụ trong phân tích về cơ cấu sử dụng đất**

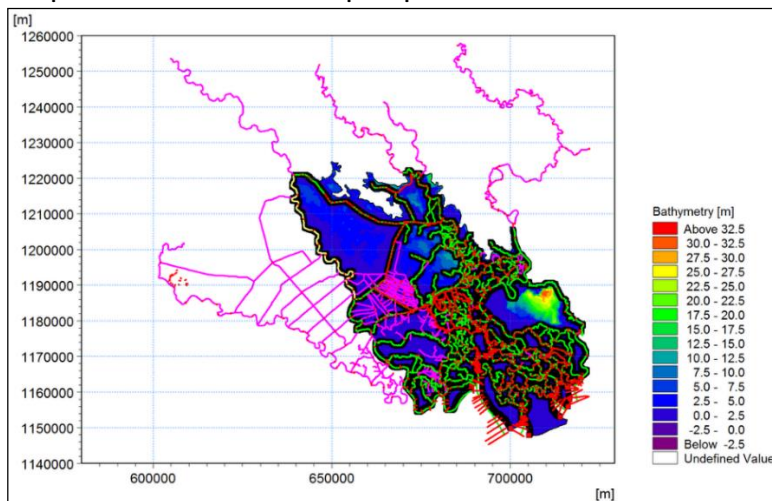
Trong việc phân tích ảnh vệ tinh, sử dụng phần mềm ENVI. Dựa trên đặc trưng phản xạ phổ của các loại đối tượng phân thành 5 loại đất: đất dân cư - xây dựng, đất nông nghiệp, đất mặt nước, đất rừng và đất chưa sử dụng. Xác định các loại hình sử dụng đất cần phân chia, sau đó chọn các vùng mẫu trên ảnh tương ứng được so sánh với bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2015.

### 2.3.2. Công cụ trong mô phỏng bãi ngập triều

Để diễn tả mối tương quan giữa thông số của bãi triều với mực nước và lưu lượng, luận án sử dụng mô hình toán thủy lực để mô phỏng và đánh giá. Mô hình MIKE được áp dụng trong nghiên cứu bao gồm: (i) Mô hình thử nghiệm cho mạng sông đơn giản và (ii) Mô hình thủy lực cho vùng hạ lưu sông SG-ĐN.

✚ Mô hình thử nghiệm bao gồm 2 nhánh sông với mặt cắt sông được mô tả giống với 2 sông Sài Gòn và Đồng Nai. Các trường hợp nghiên cứu về tác động của bãi triều đến mực nước và lưu lượng trên sông dựa vào việc thay đổi quy mô và vị trí bãi ngập triều. Tất cả các số liệu đầu vào khác, các thông số trong mô hình không thay đổi khi tính toán mô phỏng.

✚ Mô hình thủy lực cho vùng hạ lưu sông SG-ĐN được thiết lập dựa trên mô hình 1 chiều, 2 chiều trong đó mô tả các kết nối giữa sông và bãi ngập triều, các kết nối qua công trình. Mô hình cũng được hiệu chỉnh và kiểm định để sát với các điều kiện thực tế.

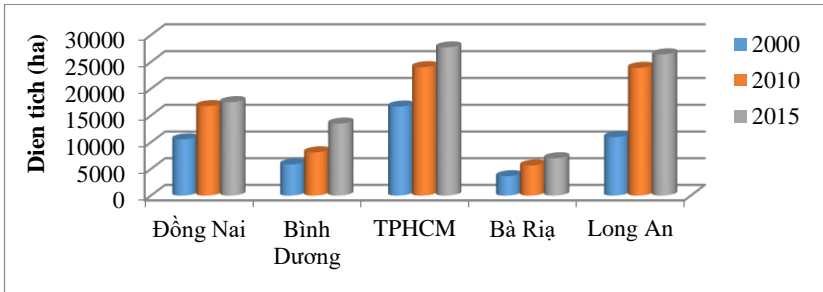


Hình 8: Sơ đồ thủy lực kết nối 1 và 2 chiều vùng nghiên cứu

## 2.4. Diễn biến sử dụng đất khu vực nghiên cứu

### 2.4.1. Diễn biến sử dụng đất dựa trên tài liệu thu thập của các tỉnh

Theo kết quả nghiên cứu của luận án dựa trên số liệu sử dụng đất tại 05 tỉnh, cấu sử dụng đất đã thay đổi khá nhiều. Tổng diện tích đất ở trong 05 tỉnh khoảng 47.680ha vào năm 2000, tăng lên 92.100ha vào năm 2015 (tăng 93,2% so với năm 2000). Diện tích mặt nước thống kê trong khu vực vào khoảng 167.310ha vào năm 2000, đến năm 2015 giảm còn 126.550ha (giảm 24,4% so với năm 2000).



Hình 9: Thay đổi diện tích sử dụng đất ở từ năm 2000 – 2015

### 2.4.2. Diễn biến sử dụng đất dựa trên tài liệu phân tích ảnh vệ tinh

Theo kết quả nghiên cứu phân tích ảnh vệ tinh của luận án trong các năm 1980, 1990, 2000, 2010 và 2015. Diện tích đất xây dựng khu vực hạ lưu sông SG-ĐN (bao gồm đất ở, đất giao thông, xây dựng, thủy lợi, cơ sở hạ tầng...) tăng lên khá lớn, tổng diện tích đất xây dựng trong vùng hạ lưu sông Đồng Nai khoảng 118.750ha vào năm 1980, tăng lên 138.290ha vào năm 1990 (tăng 16,5% so với năm 1980) tăng lên 152.540ha vào năm 2000 (tăng 28,5% so với năm 1980), tăng lên 235.890ha vào năm 2010 (tăng 98,6% so với năm 1980) và tăng lên 288.360ha vào năm 2015 (tăng 142,8% so với năm 1980).

Như vậy, qua 35 năm, diện tích đất xây dựng đã tăng lên gần gấp ba so với trước đây. Nếu xét từ năm 2000 đến 2015, thời gian có tốc độ xây dựng cơ sở hạ tầng tăng nhanh, diện tích đất xây dựng đã tăng gần gấp đôi so với năm 2000. Sự thay đổi về cơ cấu sử dụng đất khá lớn làm cho các bãi triều bị thu hẹp hoặc thậm chí không còn tại một số khu vực. Những thay đổi này là một trong những nguyên nhân cần làm rõ để đánh giá tác động của chúng đến thay đổi mực nước và lưu lượng trên sông. Các tài liệu trên sẽ được sử dụng để mô phỏng thủy lực về việc thu hẹp các bãi triều trong nghiên cứu của luận án.

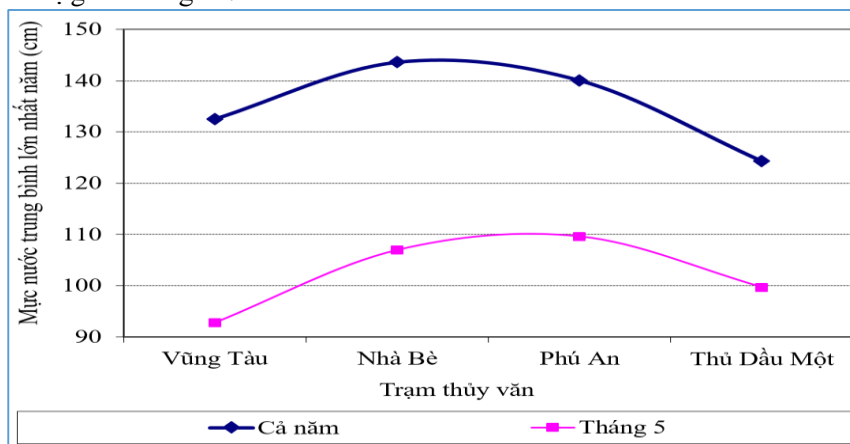


## CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Kết quả phân tích về biến động mực nước trên sông dựa vào số liệu thực đo

Theo kết quả phân tích tương quan mực nước lớn nhất từ năm 1980 đến 1999, mực nước lớn nhất tại Vũng Tàu gia tăng 0,94 cm/năm nhưng mực nước tại Phú An chỉ gia tăng 0,42 cm/năm. Xét trong giai đoạn từ năm 2000-2018, mực nước tại Vũng Tàu tăng 0,13 cm/năm nhưng mực nước tại Phú An lại gia tăng lên 1,81 cm/năm. Điều này chứng tỏ rằng, trong giai đoạn 20 năm trở lại đây, mực nước lớn nhất tại Phú An gia tăng khá lớn. Để làm rõ hơn việc tác động của bãi triều đến mực nước lớn nhất trên sông khi tách các ảnh hưởng của mưa trong khu vực và lũ ở thượng lưu, mực nước lớn nhất trong tháng 5 (mùa kiệt) được sử dụng để phân tích. Kết quả phân tích trong giai đoạn 1980-2018, độ gia tăng mực nước lớn nhất trong sông vẫn gia tăng hơn rất nhiều so với ngoài biển: Vũng Tàu tăng 0,38 cm/năm; Nhà Bè tăng 1,10 cm/năm; Phú An tăng 1,18 cm/năm; Thủ Dầu Một tăng 0,92 cm/năm; Biên Hòa tăng 2,46 cm/năm; Bến Lức tăng 1,07 cm/năm. Điều này chứng tỏ, tác động của việc thu hẹp các bãi triều là một trong những nguyên nhân làm gia tăng mực nước lớn nhất trong sông cả về mùa lũ và mùa kiệt.

Về hình dạng đường mực nước lớn nhất dọc sông, mực nước trung bình lớn nhất năm và trung bình lớn nhất tháng 5 có dạng vồng lên ở đoạn từ Phú An cho tới Nhà Bè (Hình 10), nơi mà các bãi triều ven sông hầu như đã bị giảm đáng kể.

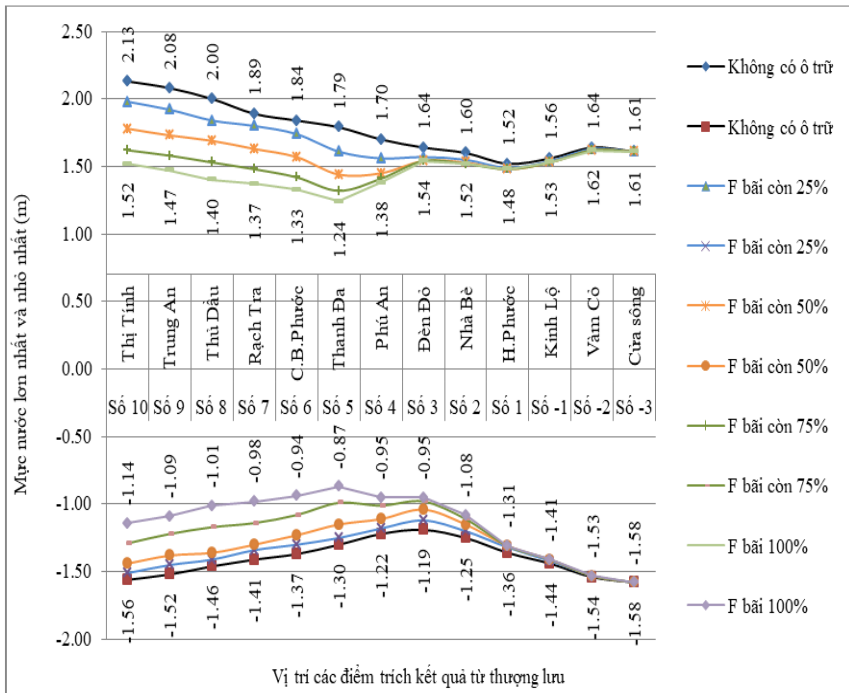


Hình 10: Đường mực nước trung bình lớn nhất năm và trung bình lớn nhất tháng 5 dọc sông

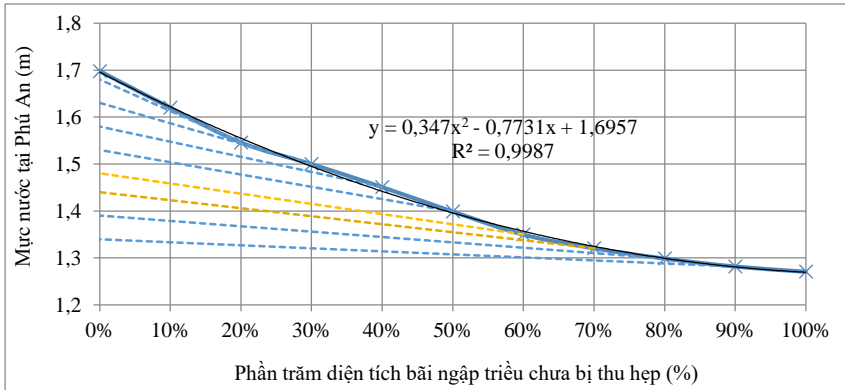
### 3.2. Kết quả nghiên cứu quy luật của mô hình thử nghiệm

Kết quả nghiên cứu của mô hình thử nghiệm được trình bày như sau:

- (i) Tại vị trí bãi triều, biên độ triều có xu hướng co hẹp lại làm cho mực nước lớn nhất giảm thấp, mực nước nhỏ nhất tăng lên. Như vậy, khi cần giảm thấp mực nước tại đâu thì đặt vị trí bãi triều ở vị trí đó. (Hình 11).
- (ii) Nếu xét quá trình mực nước tại vị trí bãi triều, mực nước đỉnh triều càng cao thì khả năng cắt triều của bãi càng lớn. Diện tích vị trí bãi càng lớn thì tác động của bãi triều đến độ giảm mực nước càng nhiều. Dựa vào độ giảm mực nước lớn nhất và diện tích bãi triều thay đổi, xây dựng được đường quan hệ về mức độ giảm mực nước lớn nhất và diện tích của bãi triều (Hình 12).



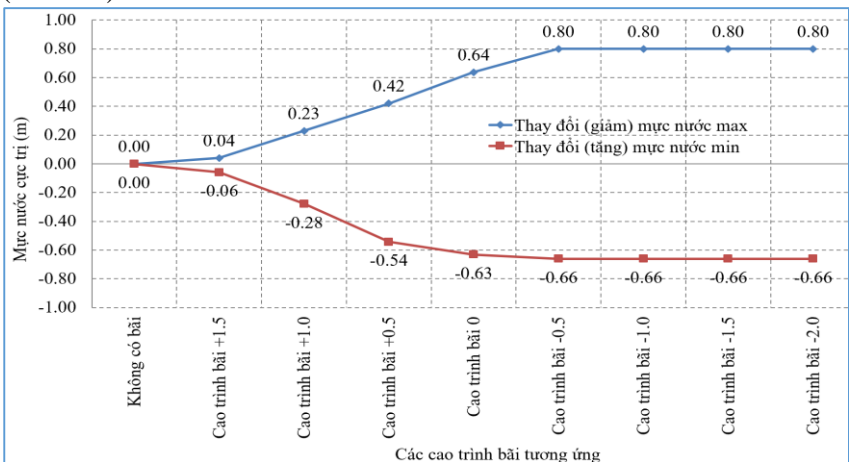
Hình 11: Thay đổi mực nước lớn nhất và nhỏ nhất khi diện tích bãi triều tại Thanh Đa thay đổi



Hình 12: Thay đổi mực nước lớn nhất tại Phú An khi diện tích bãi triều tại Phú An thay đổi

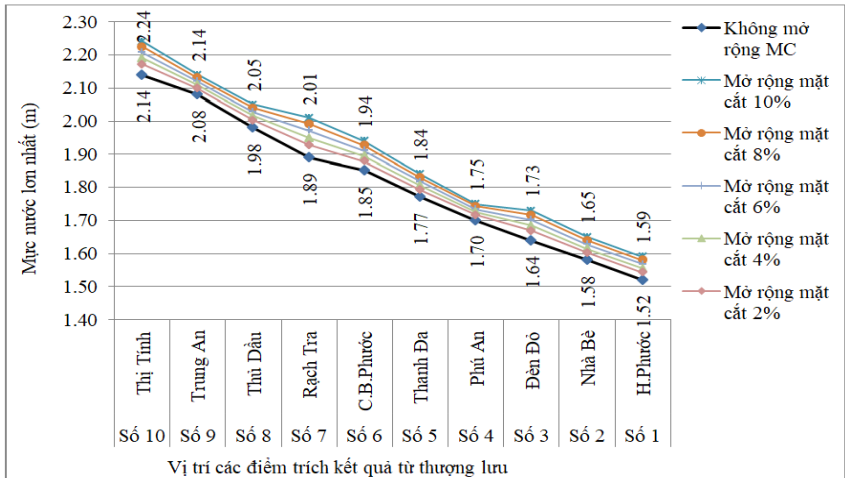
(iii) Xét về sự thay đổi lưu lượng trên sông giữa trường hợp không có và không có bãi triều. Khi có bãi triều lưu lượng trên sông tại hạ lưu bãi triều tăng lên và lưu lượng trên sông tại thượng lưu bãi triều giảm đi. Điều này có thể sẽ dẫn tới vận tốc trên sông thay đổi và là một trong những nguyên nhân làm xói lở hoặc bồi lắng lòng dẫn.

(iv) Cao trình bãi triều tác động đến mực nước đỉnh và chân triều tại từng vị trí phụ thuộc vào chân triều tại vị trí đó. Như vậy, bãi triều không cần sâu mà tác động của chúng đến mực nước lớn nhất vẫn rất nhiều (Hình 13).



Hình 13: Tương quan biến đổi mực nước lớn nhất, nhỏ nhất và cao trình bãi thay đổi tại vị trí có chân triều -0,5m (tại Thủ Dầu Một)

(v) Biên độ triều lớn thêm khi diện tích mặt cắt sông ở hạ lưu tăng lên. Điều này chứng tỏ, đối với khu vực sông Soài Rạp hiện nay, việc nạo vét lòng sông này đã làm gia tăng mực nước lớn nhất tại Phú An và Nhà Bè (Hình 14).

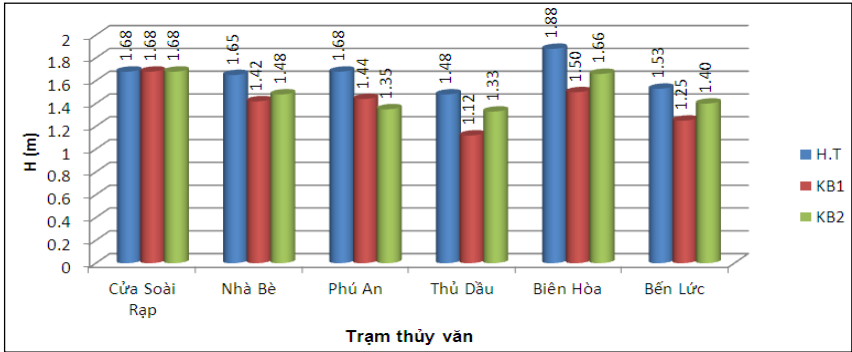


Hình 14: Đường mực nước lớn nhất trường hợp hiện trạng và mở rộng mặt cắt

### 3.3. Kết quả nghiên cứu tác động của bãi triều đến mực nước và lưu lượng hạ lưu sông Sài Gòn – Đồng Nai

Các kết quả tính toán của mô hình cho hạ lưu sông SG-ĐN được trình bày như dưới đây:

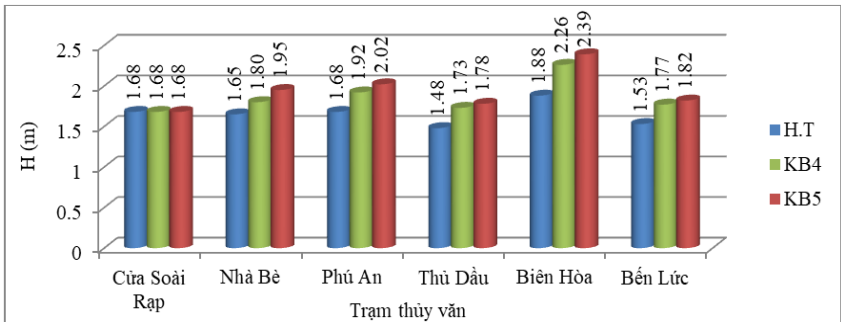
(i) Tác động của các khu đất xây dựng cho đến nay đã làm gia tăng mực nước lớn nhất trên các sông 17 cm, tác động của các khu đất nông nghiệp cho đến nay đã làm gia tăng 25 cm (Hình 15). Tổng cộng tác động của việc phát triển mặt bằng khu vực cho đến nay đã làm gia tăng mực nước lớn nhất trên các sông 42 cm; (ii) Nếu xét độ gia tăng mực nước theo BĐKH (17 cm tại Phú An) và gia tăng mực nước lớn nhất do thu hẹp các bãi triều (19 cm tại Phú An) thì việc thu hẹp các bãi triều do con người gây ra là lớn hơn nhiều so với mực nước biển dâng.



Hình 15: Mức nước lớn nhất hiện trạng (H.T) và khi xét đến tác động của đất nông nghiệp (KB1) và xây dựng (KB2)

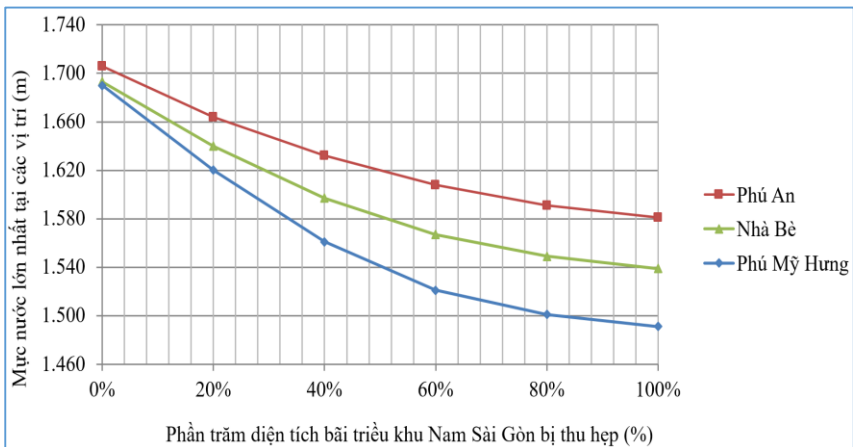
Lưu lượng tại các vị trí trên sông cũng giảm đáng kể khi so sánh giữa trường hợp hiện nay và khi chưa có các khu vực sản xuất nông nghiệp và xây dựng. Nếu tính cả tác động của khu đất nông nghiệp và xây dựng làm giảm diện tích bãi triều thì lưu lượng lớn nhất tại cửa Soài Rạp đã giảm đi 83% và lưu lượng nhỏ nhất đã giảm đi 85%.

(ii) Theo phân tích, hiện nay vùng hạ lưu lưu vực sông SG-ĐN còn 23% diện tích bãi triều có thể tương tác với triều trong đó khu vực Cần Giờ đã chiếm 68,3% diện tích này, các khu vực còn lại trong khu vực hạ lưu chỉ còn 31,7%. Nếu các khu trũng thấp không còn (ngoại trừ khu vực Cần Giờ, KB4), mực nước lớn nhất trên sông chính có độ gia tăng trung bình 19 cm so với hiện nay. Khi các khu trũng thấp không còn trong tương lai (kể cả khu vực Cần Giờ, KB5), mực nước lớn nhất trên sông chính có độ gia tăng trung bình 25 cm so với hiện trạng (Hình 16).



Hình 16: Dự báo độ gia tăng mực nước lớn nhất trên sông khi không còn các khu trũng

(iii) Để đánh giá chi tiết sự thay đổi cơ cấu sử dụng đất của một khu vực đến mực nước trên sông chính. Nghiên cứu đã lựa chọn khu vực Nam Sài Gòn với diện tích khoảng 17.500ha. Theo kết quả tính toán, tổng lượng qua bãi triều và kênh rạch của toàn bộ Khu Nam Sài Gòn trong một chu kỳ triều khi chưa bị thu hẹp có thể lên tới 7,24 tỷ m<sup>3</sup>. Khi bãi triều không còn, tổng lượng vào ra bãi triều chỉ còn lại khoảng 2,17 tỷ m<sup>3</sup> trong một chu kỳ triều (chỉ còn khoảng 30%). Mực nước đỉnh triều tại Phú An tăng lên khoảng 12 cm (tăng từ cao trình +1,58 m lên cao trình +1,70 m). Mực nước lớn nhất tại Nhà Bè tăng lên khoảng 15 cm (tăng từ cao trình +1,54 m lên cao trình +1,69 m), mức độ tăng này cao hơn tại Phú An do khu vực Nam Sài Gòn có nhiều sông lớn (Cây Khô, Mương Chuối, Cần Giuộc, Sông Kinh...) liên thông với vị trí gần trạm thủy văn này. Mực nước lớn nhất tại Phú Mỹ Hưng tăng lên khoảng 20 cm (tăng từ cao trình +1,49 m lên cao trình +1,69 m), so với độ gia tăng mực nước lớn nhất ngoài sông chính thì mức độ gia tăng này lớn hơn nhiều do khu vực này sẽ là nơi bị tác động chính của việc san lấp các bãi triều (Hình 17). Điều này chứng tỏ không gian bãi triều trong Khu Nam Sài Gòn đã tác động rất lớn đến mực nước lớn nhất trên sông. Lưu lượng trên sông chính cũng có sự biến đổi lớn, trên sông Sài Gòn lưu lượng sẽ gia tăng lên khoảng 14,5%. Trên sông Đồng Nai từ Mương Chuối đến Mũi Đèn đỏ lưu lượng có thể tăng lên 21%. Tại sông Soài Rạp từ Hiệp Phước đến biển Đông lưu lượng lại giảm đi dưới 10,7% so với khi chưa thu hẹp bãi triều.



Hình 17: Quan hệ mực nước đỉnh triều lớn nhất tại các vị trí và phần trăm diện tích bãi triều của khu Nam Sài Gòn

### **3.4. Giải pháp giảm thiểu tác động của gia tăng mực nước đỉnh triều**

Ngoài tác động do con người, tác động của biến đổi khí hậu cũng sẽ làm gia tăng mực nước lớn nhất trên sông. Có nhiều giải pháp cho việc kiểm soát ngập trong khu vực, có thể lên đê bao và xây dựng công bảo vệ khi mực nước dâng cao, có thể nâng cao cốt nền xây dựng để tránh việc ngập. Đối với đê bao hiện nay thường kết hợp với đường giao thông, việc nâng cao cao trình đê kéo theo những kết nối về cơ sở hạ tầng xung quanh cũng phải thay đổi. Việc nâng cao cốt nền cũng rất khó khăn khi đất đã được xây dựng công trình, đặc biệt là công trình nhà ở.

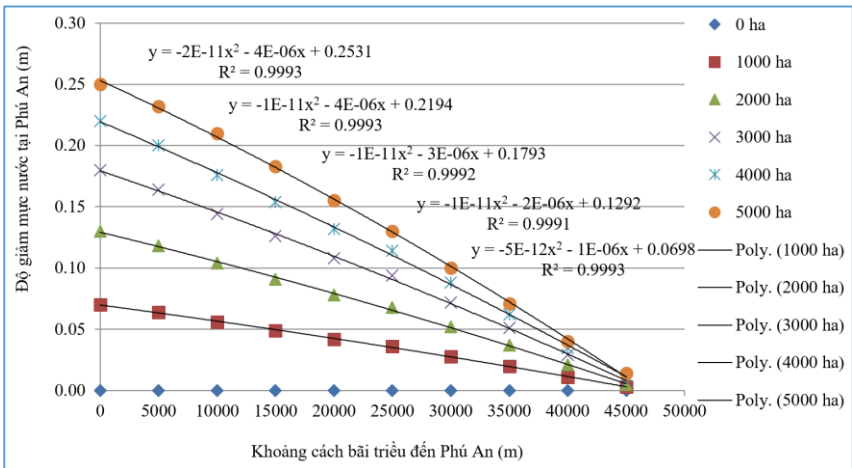
Đề nghiên cứu làm giảm mực nước lớn nhất trong sông một số giải pháp đã được đề cập: (i) Co hẹp cửa Soài Rạp bằng việc xây dựng đập ngăn một phần sông Soài Rạp làm giảm năng lượng triều và làm co hẹp biên độ triều; (ii) Giải pháp xây dựng tuyến đê biển Vũng Tàu - Gò Công nhằm kiểm soát ngập cho khu vực nghiên cứu cũng là một giải pháp tác động vào cửa sông để giảm mực nước lớn nhất trên sông. Các nghiên cứu trên là giải pháp kỹ thuật tốt trong việc kiểm soát mực nước đỉnh triều, tuy nhiên tác động của các công trình lớn này đến môi trường sinh thái và kinh phí xây dựng cần được cân nhắc. Trong nghiên cứu này, luận án đề xuất giải pháp khôi phục lại các bãi triều đã bị thu hẹp trước đây. Các khu vực sản xuất nông nghiệp nếu muốn sử dụng vào việc điều hoà dòng triều trong mùa triều cường chỉ cần mở các cống ngăn triều, khai thông các kênh rạch thì các khu vực này sẽ tham gia vào việc giảm đỉnh triều. Như vậy, các khu vực này có thể chỉ sử dụng canh tác trong mùa triều thấp và giảm mực nước đỉnh triều trong thời kỳ triều cao. Các bãi triều trong mô phỏng được phân bố ven sông Sài Gòn từ Thị Tính đến cửa sông Sài Gòn và trên sông Đồng Nai từ Biên Hoà đến Hiệp Phước với tổng diện tích 430km<sup>2</sup>.

Theo kết quả tính toán, mực nước tại Phú An lúc này giảm từ cao trình +1,68m đến cao trình +1,50m (giảm 18cm), tại Thủ Dầu Một giảm từ cao trình +1,48m xuống còn +1,23m. Với cao trình mực nước lớn nhất như trên sẽ làm giảm ngập đáng kể cho vùng nghiên cứu. Như vậy, giải pháp hoàn trả lại các khu trũng, làm giảm mực nước trên sông, đưa dòng chảy về theo tự nhiên trước đây trên phương diện kỹ thuật là có thể thực hiện được. Tuy nhiên, cần phải nghiên cứu dựa vào cả khía cạnh kinh tế và xã hội. Mặt khác, không chỉ áp dụng giải pháp này mà có thể kết hợp với giải pháp khác như tác động làm thu hẹp một phần cửa sông để giảm năng lượng triều từ biển, từ đó có thể hạ thấp mực nước đỉnh triều trên các sông.

### 3.5. Kết quả xây dựng tương quan giữa diện tích và vị trí bãi triều với mực nước lớn nhất trên sông

Dựa vào các số liệu mô phỏng bằng mô hình toán, xây dựng đường quan hệ về độ giảm mực nước lớn nhất tại Phú An với khoảng cách bãi triều theo từng diện tích cụ thể (Hình 18). Một tập hợp mô phỏng được thực hiện trong nghiên cứu này bao gồm thay đổi cả về vị trí bãi triều và diện tích bãi triều để đưa ra bảng kết quả mực nước phụ thuộc vào diện tích bãi triều và khoảng cách từ vị trí bãi triều tới Phú An. Từ kết quả này có thể xây dựng hàm tương quan giữa độ giảm mực nước tại Phú An khi biết diện tích bãi và vị trí bãi triều.

Như vậy, khi biết khoảng cách từ bãi triều đến vị trí tính toán và diện tích bãi triều có thể tính toán được độ giảm mực nước tại Phú An. Kết quả cũng cho thấy rằng, mối quan hệ giữa độ suy giảm mực nước lớn nhất với diện tích trong kết quả mô hình thử nghiệm, mối quan hệ giữa độ suy giảm mực nước lớn nhất với chiều rộng bãi triều trong kết quả mô hình thử nghiệm, thể hiện hợp lý với việc phân tích lý thuyết về truyền sóng triều cửa sông.



Hình 18: Quan hệ giữa độ giảm mực nước lớn nhất tại Phú An khi thay đổi vị trí tính từ Phú An đến Hiệp Phước và diện tích bãi triều



## KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

### **Kết luận**

Địa hình lòng sông và các bãi ven sông luôn thay đổi dưới tác động của các yếu tố tự nhiên và con người, những thay đổi này đã tác động đến mực nước và lưu lượng trên sông. Các dạng địa hình có thể kể đến như: (i) Địa hình mặt cắt sông vao gồm mặt cắt lòng sông và các bãi bên; (ii) Các khu trũng ở phía thượng lưu là các khu chậm lũ; (iii) Tại hạ lưu vùng ảnh hưởng triều là các bãi chứa (chậm) triều (bãi triều). Luận án tập trung nghiên cứu về sự thay đổi mực nước và lưu lượng trên sông khi thu hẹp các bãi triều.

Luận án đã sử dụng việc phân tích lý thuyết để xác định các mối quan hệ giữa bề rộng của bãi triều với mực nước và lưu lượng trên sông. Luận án cũng đã sử dụng các tài liệu về sử dụng đất thông quan việc thu thập số liệu tại địa phương và phân tích ảnh vệ tinh để xác định các bãi triều. Để làm rõ hơn tác động của bãi triều đến mực nước và lưu lượng trên sông, luận án đã xây dựng mô hình thử nghiệm nhằm mô phỏng các bãi triều với rất nhiều trường hợp tính. Đối với áp dụng tính toán thực tế cho hạ lưu sông SG-ĐN, luận án đã sử dụng mô hình thủy lực (1 chiều, 2 chiều) để mô tả tác động của các bãi triều đến mực nước và lưu lượng trên sông chính trong khu vực hạ lưu sông SG-ĐN. Luận án cũng đã mô phỏng tính toán dự báo về mực nước lớn nhất có thể dâng lên trong tương lai khi các bãi triều không còn và đề xuất giải pháp giảm mực nước trong sông dựa trên quan điểm khôi phục các bãi ngập triều.

*Như vậy có thể thấy rằng, bãi triều trong vùng nghiên cứu là một yếu tố vô cùng quan trọng tác động đến chế độ triều. Theo các kết quả phân tích, tác động của con người trong việc thu hẹp các bãi triều làm cho mực nước lớn nhất tăng lên còn lớn hơn nhiều so với tác động của nước biển dâng. Do đó, con người cần phải có những quan niệm và ứng xử phù hợp hơn trong vấn đề khai thác và bảo vệ các bãi triều trong khu vực. Nghiên cứu này áp dụng cho vùng hạ lưu SG-ĐN nhưng về nguyên lý và quy luật chung có thể áp dụng được cho các lưu vực sông khác nơi có ảnh hưởng của thủy triều.*

### **Hướng phát triển tiếp theo**

Các yếu tố lún sụt đất, biến hình lòng dẫn, tác động của gió, thành phần độ mặn, hình dạng bãi triều và công trình tác động đến truyền triều vào cửa sông chưa được đề cập trong nghiên cứu này. Trong các nghiên cứu tiếp theo, cần nghiên cứu thêm về các yếu tố này để đưa ra được kết quả đầy đủ hơn.

## CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ

- 1) Phạm Thế Vinh, Nguyễn Ân Niên, 2012. *Phân tích tác động thành phần triều trong tiêu thoát nước đô thị vùng ảnh hưởng triều*, Tuyển tập kết quả KH&CN 2012, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam;
- 2) Phạm Thế Vinh, Nguyễn Ân Niên, 2015. *Một số nhận định về biến động mực nước trên các sông chính tại Việt Nam*, Tuyển tập kết quả KH&CN 2015, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam;
- 3) TRINH Thi Long, VO Khắc Tri, NGUYEN van Khanh Triet, PHAM The Vinh, FUJII Hideto, 2016. *Evaluation of Full-Dike System Impact on the Flow Regime in a Flood Prone Area of the Mekong Delta*, Japan International Center for Agriculture Science (Tập chí Quốc tế của Nhật bản JIRCAS có chuẩn ISSN 13421999 xuất bản năm 2016);
- 4) Phạm Thế Vinh, Đỗ Đắc Hải, Nguyễn Ân Niên, 2016. *Thử tìm tốc độ truyền triều trong hệ thống sông ngòi*, Tuyển tập công trình Hội nghị khoa học Cơ học thủy khí toàn quốc lần thứ 19;
- 5) Phạm Thế Vinh, Nguyễn Ân Niên, Tăng Đức Thắng, 2017. *Tác động của bãi triều đến chế độ dòng chảy hạ lưu sông Đồng Nai*, Tuyển tập kết quả KH&CN 2017, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam;
- 6) Phạm Thế Vinh, Nguyễn Ân Niên, Tăng Đức Thắng, 2017. *Mô phỏng cơ chế dòng triều dưới tác động của sự thay đổi mặt bằng sử dụng đất đến mực nước hạ lưu sông Đồng Nai*, Tuyển tập công trình Hội nghị khoa học Cơ học thủy khí toàn quốc lần thứ 20;
- 7) Võ Quang Tường, Phạm Thế Vinh, Nguyễn Quý, Huỳnh Thanh Sơn, 2018. *Nghiên cứu bước đầu tác động của các hồ điều tiết Cần Giò (dự kiến) đến mực nước trên sông Sài Gòn (TPHCM)*, Tạp chí KH&CN Thủy lợi số 43, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.