

Bài báo khoa học

## Tác động của hạ thấp đáy sông đến chế độ thủy triều trên hệ thống sông Cửu Long và đề xuất một số giải pháp quản lý

Nguyễn Nghĩa Hùng<sup>1\*</sup>, Nguyễn Công Thành<sup>2</sup>, Lê Quân Quân<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Viện khoa học Thủy lợi miền Nam; hungsiwrr@gmail.com; lequan2005@gmail.com

<sup>2</sup> Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia TP HCM; ncthanh@hcmus.edu.vn

\* Tác giả liên hệ: hungsiwrr@gmail.com; Tel.: +84-988.485.575

Ban Biên tập nhận bài: 12/6/2020; Ngày phản biện xong: 20/7/2020; Ngày đăng bài: 25/7/2020

**Tóm tắt:** Bài báo trình bày kết quả so sánh địa hình đáy sông (1998, 2008, 2018) và phân tích tài liệu mực nước giai đoạn 1998–2018, để đánh giá thực trạng hạ thấp đáy sông và sự thay đổi chế độ thủy triều trong giai đoạn 20 năm trở lại đây thuộc hệ thống sông Cửu Long. Kết quả cho thấy, tổng lượng chênh lệch bùn cát thay đổi giai đoạn 1998–2008 là –388,86 triệu m<sup>3</sup> (38,9 triệu m<sup>3</sup>/năm) và giai đoạn 2008–2018 là –685,64 triệu m<sup>3</sup> (68,6 triệu m<sup>3</sup>/năm). Xu thế hạ thấp đáy sông trên hệ thống sông Tiền và sông Hậu giai đoạn 1998–2008 là –8,7 cm/năm, giai đoạn 2008–2018 là –15,3 cm/năm. Tại Tân Châu giai đoạn 1998–2018, mực nước lớn cao giảm –20 cm, mực nước ròng thấp giảm –70 cm, trong khi đó dải triều tăng +50 cm, xu thế càng ra biển sự thay đổi càng mạnh. Như vậy, nếu so sánh tốc độ hạ thấp đáy sông với tốc độ lún sụt đất tự nhiên (sụt lún 1–2,5 cm/năm) và nước biển dâng (năm 2030, 13 cm; năm 2100, 50 cm) thì yếu tố hạ thấp đáy sông có tốc độ lớn hơn và tác động đến chế độ dòng chảy mạnh hơn. Kết quả bài báo cho thấy sự cần thiết phải điều chỉnh quản lý khai thác cát, đồng thời từng bước phải điều chỉnh quản lý dòng sông để khai thác và giảm thiểu rủi ro do ngập lụt, sạt lở và xâm nhập mặn đem lại trong tương lai.

**Từ khóa:** Hạ thấp lòng dẫn; Khai thác cát; Thủy triều; Đồng bằng sông Cửu Long.

### 1. Mở đầu

Đồng bằng sông Cửu Long tuy chỉ chiếm 5% tổng diện tích của toàn lưu vực sông nhưng là nơi nguồn nước của toàn lưu vực đổ ra biển, đồng thời cũng là nơi mà biển truyền nước mặn từ các cửa sông vào đất liền, được đánh giá là 1 trong 3 vùng châu thổ dễ bị tổn thương về biến đổi khí hậu và nước biển dâng của thế giới. Đối với Việt Nam, đồng bằng sông Cửu Long đóng vai trò hết sức quan trọng trong phát triển kinh tế xã hội và an ninh chính trị. Với diện tích chỉ 3,96 triệu ha chiếm 13% tổng diện tích của cả nước nhưng chiếm hơn 50% tổng sản lượng nông nghiệp và 90% tổng sản lượng gạo xuất khẩu, 70% tổng sản lượng cây ăn trái và hơn 75% sản lượng thủy sản.

Dòng sông Mê Công không chỉ đem về nguồn lợi phù sa, thủy sản, nguồn nước ngọt để tạo nên vẻ đẹp trù phú và hệ sinh thái của vùng đồng bằng rộng lớn, mà còn đem đến những mối hiểm họa đe dọa đến ổn định và an sinh xã hội của con người, như ngập lụt, sạt lở, khô hạn và xâm nhập mặn. Chính vì vậy, hệ thống lòng dẫn sông tuy rộng, nhưng đã và đang bị suy thoái khá nghiêm trọng, sự thay đổi địa hình lòng dẫn sông do khai thác cát đã được [1]

phân tích tài liệu trong khoảng 10 năm (1998 và 2008) với tổng số điểm đo khoảng 10.000 điểm từ khảo sát đường thủy nhận định, lòng sông hạ thấp trung bình 1,3 m/năm, lượng cát lấy trên tuyến sông Tiền khoảng 93 triệu m<sup>3</sup> và sông Hậu 110 triệu m<sup>3</sup>. [2] đã chỉ ra rằng, lượng cát lấy từ Campuchia chiếm hơn nhiều so với lượng cát tự nhiên sẵn có, đồng thời tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng, đập thượng nguồn cũng làm suy giảm lượng bùn cát đã được làm rõ [3]. [4] chỉ ra rằng, lượng cát lấy từ các tỉnh ở ĐBSCL đã vượt ngưỡng bùn cát cho phép với tổng lượng khoảng 28 triệu m<sup>3</sup>/năm, tương đương khoảng 0,076 triệu tấn/ngày, thực tế con số này còn lớn hơn nhiều do đây chỉ là tài liệu báo cáo chính thống từ các tỉnh năm 2013. [5] đã khảo sát kỹ lưỡng trên đoạn sông dài khoảng 20 km khu vực Mỹ Thuận – Sa Đéc, tổng lượng bùn cát được khai thác trong đoạn sông này là 4,64±0,31 triệu m<sup>3</sup>/năm, nghiên cứu cũng đã tìm ra tốc độ di đẩy của bùn cát đáy lớn nhất trong mùa mưa với hàm lượng 9,61 kg/s với khoảng ước lượng là 0,16 triệu m<sup>3</sup>/năm (lớn hơn khoảng 29 lần), cho thấy sự mất cân bằng giữa lượng cát lấy đi và lượng cát đem lại trong vùng là rất lớn.

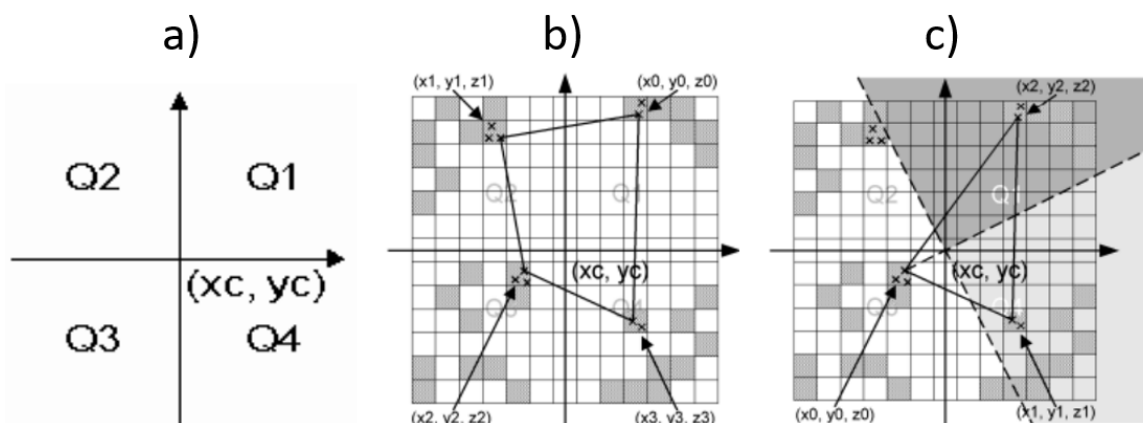
Vấn đề thủy động lực thủy triều lấn sâu vào khu vực sông, kênh rạch ở vùng ĐBSCL đã và đang là vấn đề nóng gần đây, nghiên cứu trước đây cho rằng thủy triều tác động trong mùa khô có thể đến khu vực Tân Châu, Châu Đốc và trong mùa lũ không đến vùng này. Tuy nhiên gần đây, nghiên cứu cho thấy khu vực Tân Châu và Châu Đốc chịu sự tác động của thủy triều kể cả trong mùa lũ, thủy triều có thể có tác động lớn đến khả năng thoát lũ ở vùng ĐBSCL [6–8].

Nội dung bài báo này tập trung vào kết quả so sánh của 3 thời điểm nhóm nghiên cứu có tài liệu địa hình ở dạng đo bình độ đo sâu của Ủy ban sông Mê Công (MRC) và tài liệu của chúng tôi khảo sát năm 2018, đồng thời kết hợp với việc phân tích chuỗi số liệu mực nước giờ nhiều năm tại các trạm cơ bản Tân Châu, Châu Đốc, Vàm Nao, Mỹ Thuận và Cần Thơ để xem xét sự tác động của việc thay đổi đáy sông và sự thay đổi thủy triều.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

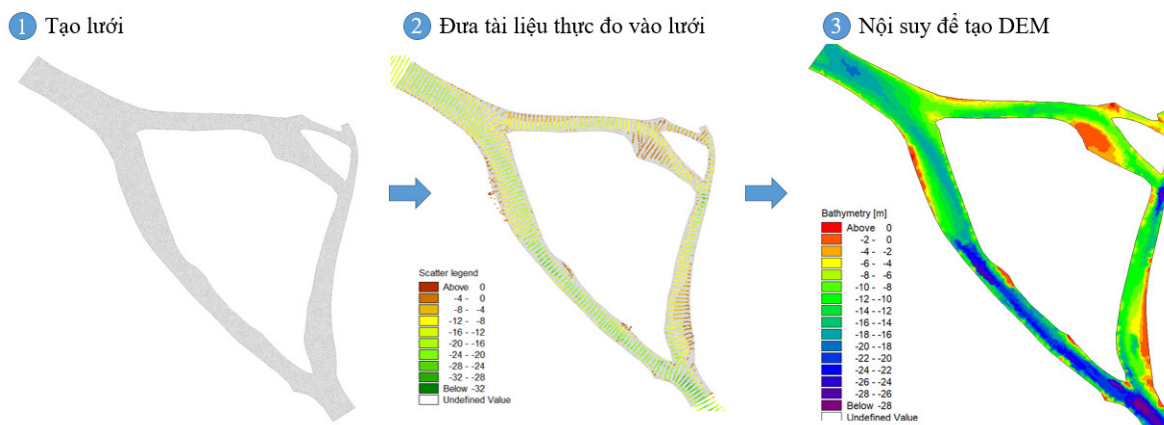
### 2.1 Phương pháp tạo bình đồ độ cao (DEM) từ tài liệu thực đo và chập bình đồ

Tài liệu địa hình sau khi được thu thập từ MRC (1998, 2008) và tài liệu thực đo năm 2018 nghiên cứu đã sử dụng phương pháp nội suy đa giác 3 hoặc 4 điểm ngẫu nhiên trong việc tạo bản đồ DEM ở trong phần mềm MIKE 21FM, chúng tôi tiến hành xây dựng các bản đồ đáy sông qua các thời kỳ. Sử dụng tài liệu này cho việc tính toán mô phỏng MIKE21FM để đánh giá khả năng tiêu thoát lũ cho từng giai đoạn.



Hình 1. Phương pháp nội suy đa giác dựa trên các tài liệu thực đo.

Hình 1a chỉ ra tại một điểm cần tìm địa hình có tọa độ  $(x_c, y_c)$  có 4 vùng lân cận là  $Q_1-Q_4$ . Phần mềm sẽ tìm ra các điểm gần nhất có tài liệu thực đo trong 4 vùng này để tiến hành nội suy và đưa ra các điểm chưa có tài liệu thành tài liệu cho vùng, tùy thuộc có 4 điểm hay 3 điểm lân cận thể hiện như ở Hình 1b, 1c. Đây cũng là cách để nội suy tài liệu thường dùng trong các phần mềm xử lý nội nghiệp cho khảo sát địa hình hoặc tạo DEM như phần mềm Hydro, Suffer [9].



Hình 2. Quá trình tạo ra DEM địa hình làm cơ sở so sánh sự chênh lệch biến đổi đáy sông.

Sau khi có các DEM đáy sông khác nhau, chúng tôi tiến hành chập các bình đồ ở các vùng DEM lại để tìm ra sự thay đổi về địa hình xói hoặc bồi. Tốc độ của sự thay đổi đáy sông được thực hiện bằng công thức tính toán sau:

$$Z(T) = (V_{\text{bồi}} - V_{\text{xói}}) / A \tag{1}$$

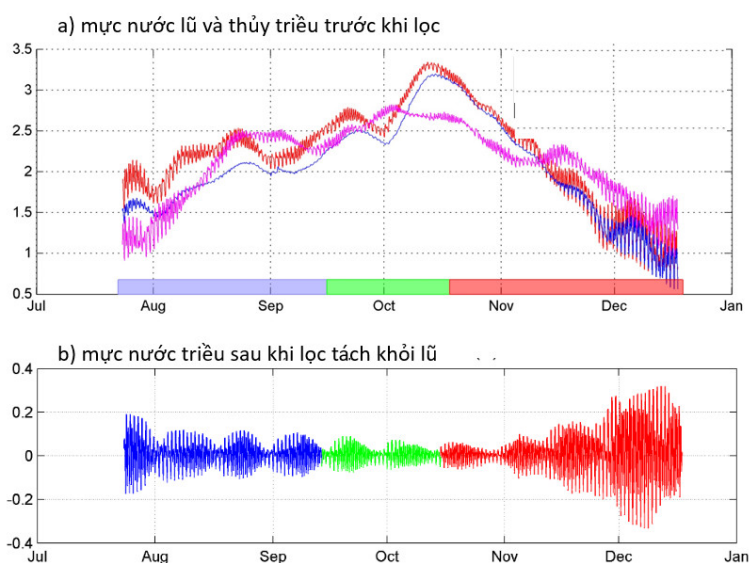
Trong đó  $Z(T)$  là sự thay đổi đáy trong khoảng thời gian xem xét tính toán  $T$  (năm), nếu so sánh 1998 và 2008,  $T = 10$  năm, mục đích để xem xét tốc độ thay đổi trong khoảng thời gian trung bình hàng năm;  $V_{\text{bồi}}$  là sự sai lệch của địa hình sau trừ cho địa hình trước trên một diện tích  $A$  của DEM, nếu địa hình sau cao hơn địa hình trước ( $m^3$ );  $V_{\text{xói}}$  là sự sai lệch của địa hình sau trừ cho địa hình trước trên một diện tích  $A$  của DEM, nếu địa hình sau thấp hơn địa hình trước ( $m^3$ );  $A$  là diện tích của vùng DEM xem xét so sánh ( $m^2$ ).

## 2.2. Phương pháp lọc nhiễu và phân tích xu thế triều từ tài liệu mực nước giờ

Sử dụng bộ công cụ lọc nhiễu tín hiệu thường dùng cho việc phân tích các chuỗi số liệu liên tục trong phần mềm Matlab (*low pass filter*) [11] để nghiên cứu các hiệu ứng khác nhau có tính lặp lại như lũ, triều, để tìm ra xu thế diễn biến của mực nước. Trong đó có thể loại bỏ các tín hiệu bị nhiễu, những tài liệu đột biến do quá trình đo đạc xử lý tài liệu. Tùy thuộc vào đặt các tần suất lọc và cửa sổ lọc để trung bình hóa chuỗi số liệu trong khuôn khổ cho phép. Hình 1a là tài liệu chuỗi mực nước lũ trước khi lọc triều và hình 1b là thủy triều được tách ra từ chuỗi tài liệu lũ.

Xuất phát từ tài liệu thực đo giai đoạn 1998–2018, chúng tôi tiến hành loại bỏ các tác động của chế độ thủy triều để xét xu thế chung của mực nước trung bình ngày. Sử dụng bộ lọc với bước tần suất trung bình hóa là 24,8h, trong đó một ngày có 2 lần nước lớn: nước lớn cao (NLC), nước lớn thấp (NLT) và hai lần nước ròng: nước ròng cao (NRC) và nước ròng thấp (NRT), dải triều được xem xét là yếu tố cấu thành chế độ triều.

Dải triều (DT) = NLC – NRT hay còn được gọi là biên thủy triều (1/2 dải triều).



Hình 3. Minh họa cho phương pháp lọc nhiễu bằng bộ lọc “low-pass-filter”.

### 2.3. Các số liệu sử dụng

- Tài liệu địa hình 1998, 2008 được cung cấp bởi MRC;
- Tài liệu địa hình 2018 do nhóm thực hiện đề tài KC08.12/16–20 khảo sát bằng thiết bị máy đo hồi âm có gắng định vị vệ tinh, tổng số 512 mặt cắt;
- Tài liệu thủy văn 1998–2018 được cung cấp bởi đài khí tượng thủy văn cho các trạm Tân Châu, Châu Đốc, Mỹ Thuận, Cần Thơ, An Thuận, Vũng Tàu.

## 3. Kết quả và thảo luận

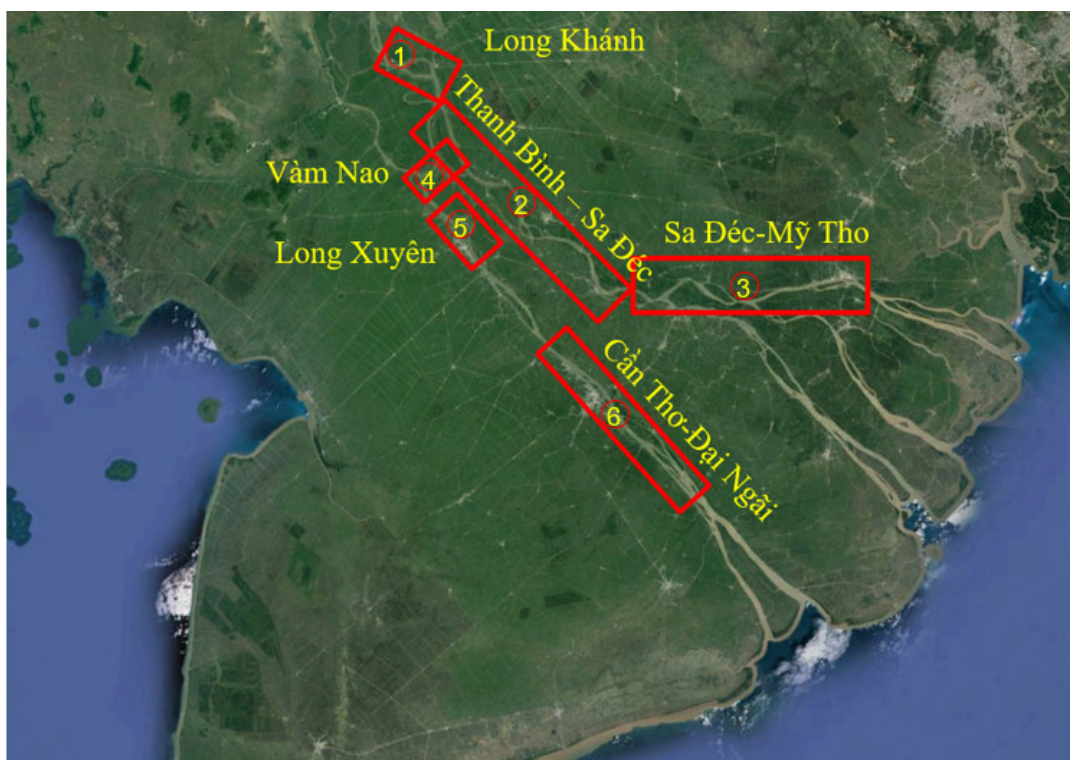
### 3.1. Đánh giá tốc độ hạ thấp đáy sông

Tốc độ hạ thấp đáy sông được chúng tôi xem xét ở 6 vùng như thể hiện ở hình dưới đây, lý do lựa chọn 6 vùng này vì có tài liệu địa hình tốt nhất, đồng thời cũng có sự biến động cao về các mỏ khai thác cát ở vùng tập trung này. Vùng 1, khu vực cù lao Long Khánh đoạn từ Tân Châu đến đầu cù lao Châu Ma. Vùng 2, khu vực giáp ranh giữa 2 tỉnh An Giang và Đồng Tháp từ đầu Cù Lao Châu (thuộc Thanh Bình) Ma đến Sa Đéc, đoạn 3 từ khu vực Sa Đéc đến Mỹ Tho. Đoạn 4 khu vực sông Vàm Nao, đoạn 5 khu vực TP Long Xuyên, đoạn 6 khu vực từ Cần Thơ đến Đại Ngãi.

Trong 6 vùng nghiên cứu, tốc độ hạ thấp đáy sông đoạn 2 ở Thanh Bình đến Sa Đéc với tốc độ 24,1 cm/năm, đoạn sông có tổng chiều dài 80 km, đây là đoạn bao gồm cả nghiên cứu [5], đoạn sông có tổng lượng bùn cát đến chỉ khoảng 0,16 triệu m<sup>3</sup>/năm. Trong đoạn sông này có 3 khu vực khai thác cát trọng điểm.

Trên sông Hậu, đoạn từ Cần Thơ đến Đại Ngãi có tốc độ hạ thấp đáy sông nhỏ hơn ở giai đoạn 1998–2008 là 16 cm/năm, đến giai đoạn 2008–2018 là 13 cm/năm, trong khi đó lượng cát về vùng sông này chỉ khoảng 1,7 triệu m<sup>3</sup>/năm (2,8 triệu tấn) [11].





Hình 4. Vị trí các khu vực so sánh địa hình xác định tốc độ hạ thấp đáy sông.

Bảng 2. Tốc độ hạ thấp đáy sông ở các đoạn nghiên cứu.

Khu vực	Thể tích thay đổi (xói, bồi) giai đoạn 1998–2008 (triệu m <sup>3</sup> )			Tốc độ Z(t) cm/ năm	Thể tích thay đổi (xói, bồi) giai đoạn 2008–2018 (triệu m <sup>3</sup> )			Tốc độ Z(t) cm/ năm
	V Bồi	V xói	V thay đổi		V Bồi	V xói	V thay đổi	
Đoạn 1: Tân Châu – Hồng Ngự	–	–	–	–	10,36	86,52	76,16	28,3
Đoạn 2: Thanh Bình – Sa Đéc	215,06	291,01	75,95	8,3	28,53	248,24	219,71	24,1
Đoạn 3: Sa Đéc – Mỹ Tho	76,44	157,32	80,88	10,4	44,82	203,61	158,79	20,5
Đoạn 4: Khu vực Vàm Nao	2,67	8,29	5,62	10,9	0,83	11,48	10,65	20,7
Đoạn 5: Khu vực Long Xuyên	25,09	33,69	8,6	7,1	2,19	33,93	31,74	25,5
Đoạn 6: Cần Thơ – Đại Ngãi	26,02	147,19	121,17	16,0	27,43	124,97	97,54	12,9

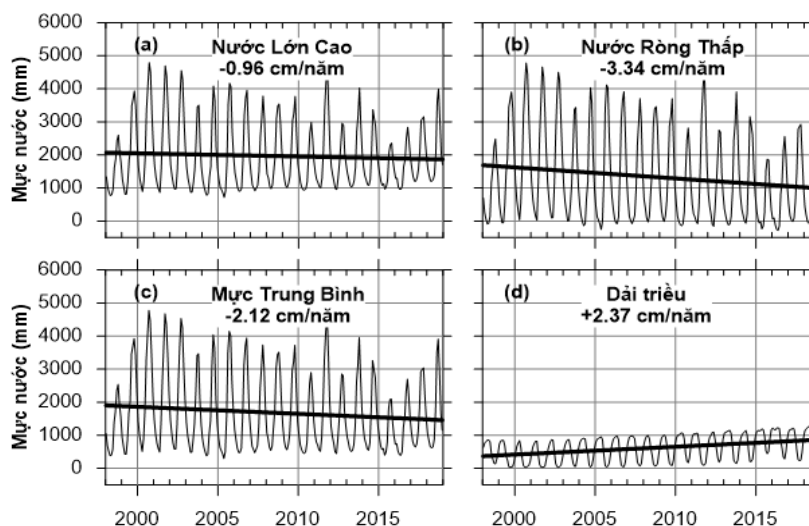
Ghi chú: dấu (–) chỉ không có đầy đủ tài liệu để so sánh

Kết quả chấp các bình đồ thể hiện trên bảng 2 cho thấy, hầu hết ở trên các đoạn sông tốc độ hạ thấp trong giai đoạn 10 năm gần đây (2008–2018) lớn hơn gấp 2 lần so với tốc độ hạ thấp đáy sông giai đoạn (1998–2008), điều này thể hiện nhu cầu cát của xã hội trong giai đoạn sau nhiều hơn, riêng đoạn từ Cần Thơ đến Đại Ngãi, tốc độ hạ thấp đáy nhỏ hơn so với giai đoạn trước.

### 3.2. Đánh giá sự thay đổi thủy triều

Kết quả phân tích mực nước tại Tân Châu cho thấy, mực nước lũ giảm mạnh trong khoảng từ năm 2000 trở lại đây, điều này cũng phù hợp với các nghiên cứu trước đây đã tiến hành phân tích [12]. Hầu hết các đỉnh lũ trong những năm gần đây chỉ ở mức báo động 1

hoặc 2, thậm chí trong mùa mưa 2019 vừa qua, hiện tượng tích nước thủy điện đã diễn ra cả năm dẫn đến việc thiếu nước lũ về vùng ĐBSCL. Qua phân tích chuỗi số liệu cho thấy chế độ thủy triều thay đổi ở các trạm cơ bản như sau: Trạm Tân Châu ở hình 5 cho thấy, nước ròng thấp hạ thấp mạnh (-3,34 cm/năm), trong đó mực nước trung bình và mực nước lớn cao có xu thế giảm, trong khi đó giải triều tăng +2,37 cm/năm.



**Hình 5.** Xu thế diễn biến mực nước ở trạm Tân Châu giai đoạn 1998–2018.

Tương tự cho các trạm khác được thống kê ở bảng 2.

**Bảng 2.** Tốc độ hạ thấp đáy sông ở các đoạn nghiên cứu.

Tên Trạm	Tốc độ thay đổi các yếu tố thủy triều 1998–2018 (cm/ năm)				Kết quả sự thay đổi các yếu tố thủy triều 1998–2018 (cm)			
	NLC	NRT	MNTB	DT	NLC	NRT	MNTB	DT
	Tân Châu	-0,96	-3,34	-2,12	+2,37	-20	-70	-45
Châu Đốc	-0,24	-3,39	-1,78	+3,11	-5	-71	-37	+65
Mỹ Thuận	+1,13	-2,74	-0,73	+3,83	-24	-58	-15	+80
Cần Thơ	+1,26	+0,77	+0,84	+0,48	+27	+16	+18	+10
An Thuận	+0,78	+0,75	+0,6	+0,29	+16	+15	+12	+6
Vũng Tàu	+0,28	+0,38	+0,19	-0,10	+6	+8	+4	-2

Ghi chú: NLC– Nước lớn cao; NRT – nước ròng thấp, MNTB– mực nước trung bình, DT – dải triều; dấu (-) chỉ xu thế giảm, dấu (+) chỉ xu thế tăng

Nhìn vào bảng kết quả phân tích đặc tính thủy triều, chúng ta có một số nhận xét như sau: (1) Dải triều (DT): Trong giai đoạn 1998–2018 dải triều tăng mạnh ở tại Tân Châu (50 cm) và Châu Đốc (65 cm), đặc biệt tại Mỹ Thuận (80 cm), nhưng ở Cần Thơ lại tăng thấp hơn (10 cm), trong khi đó ngoài phía biển tại Vũng Tàu xu thế giảm (-2 cm). Như vậy, các tác động lên hệ thống sông có sự thay đổi rất đáng kể; (2) Nước lớn cao (NLC), nước ròng thấp (NRT) và mực nước trung bình (MNTB): Mực nước lớn cao có xu thế giảm ở vùng thượng nguồn và tăng ở vùng hạ nguồn, xu thế này giảm mạnh ở khu vực Tân Châu (-20 cm), Mỹ Thuận (-24 cm), trong khi đó trên sông Hậu giảm ít hơn Châu Đốc (-5 cm). Tại Cần Thơ có xu thế ngược lại (+27 cm), tương tự cho xu thế của mực nước ròng thấp và mực

nước trung bình, nhóm nghiên cứu cho rằng, có thể tác động do khai thác cát trên sông Hậu không nhiều dẫn đến thủy triều chưa biến động nhiều, hoặc có thể do sụt lún mốc khảo sát; (3) Rõ ràng tác động của việc hạ thấp mực nước ròng thấp sẽ làm giảm khả năng lấy nước và lưu thông thủy trên các hệ thống kênh vùng nội đồng ở phía thượng nguồn, điều này cũng có thể giải thích cho việc gia tăng nạn vét trong giai đoạn gần đây.

Như vậy, tại Tân Châu giai đoạn 1998–2018, mực nước lớn cao giảm –20 cm, mực nước ròng thấp giảm –70 cm, trong khi đó dải triều tăng +50 cm, xu thế càng ra biển sự thay đổi càng mạnh. Như vậy, nếu so sánh tốc độ hạ thấp đáy sông với tốc độ lún sụt đất tự nhiên (sụt lún 1–2,5 cm/năm [13-14]) và nước biển dâng (năm 2030, 13 cm; năm 2100, 50 cm [15]) thì yếu tố hạ thấp đáy sông có tốc độ lớn hơn và tác động đến chế độ dòng chảy mạnh hơn.

### 3.2. Đề xuất một số giải pháp

Trên cơ sở phân tích từ 2 yếu tố: đáy sông và thủy triều, chúng ta thấy rằng, mặc dầu có sự tương quan giữa các tác động khác như đập thượng nguồn, biến đổi khí hậu, nước biển dâng... nhưng các tác động vừa nói trên thường có xu thế chung và diễn ra cho toàn đồng bằng, dễ có sự tác động thay đổi cục bộ như các phân tích đã đưa ra. Điều này phần nào chứng minh được sự tương quan chặt chẽ giữa việc hạ thấp đáy sông và chế độ thủy triều trên hệ thống sông ở vùng ĐBSCL, mà nguyên nhân chính là khai thác cát quá mức dẫn đến mất cân bằng cát trên sông, dẫn đến thủy triều đang ngày càng lấn sâu vào đất liền gây ngập, xâm nhập mặn, gia tăng vận tốc trên sông kênh gây sạt lở. Do đó, theo chúng tôi, một số giải pháp cần phải triển khai sớm như sau:

+ Quản lý khai thác cát ở dạng tập trung, tránh tình trạng phân tán và giao cho các địa phương tự lập quy hoạch, kế hoạch và cấp phép khai thác. Dòng sông chịu sự tác động chung của dòng chảy, do đó việc quản lý chung ở tầm quốc gia sẽ hạn chế được sự cạnh tranh vùng giáp ranh và cần công khai minh bạch trong việc khai thác cát. Khu vực khai thác cát kiến nghị chỉ lấy ở những vùng phía thượng nguồn sông Tiền (giáp biên giới), và lượng cát chỉ lấy bằng với mức cát về vùng ĐBSCL để tránh việc mất cân bằng cát. Điều này, chúng tôi đã tiến hành chứng minh trong đề tài nghiên cứu khoa học cấp nhà nước KC08.12/16–20.

+ Rà soát và bổ sung các tính toán thiết kế khi xác định các cao trình ngưỡng công, bề hót và hống bom, cao trình kênh rạch để tránh tình trạng do biên triều càng ngày càng lớn, chân triều thấp dần, dẫn đến việc tro đáy hoặc hoạt động kém hiệu quả trong thời gian tới. Nếu tác động ở mức như đã phân tích, việc thiết kế công trình dẫn đến kém hiệu quả là nguy cơ lớn sẽ diễn ra trong tương lai.

## 4. Kết luận

+ Nội dung so sánh địa hình đáy sông ở trên một số đoạn cho thấy xu thế hạ thấp đáy diễn ra khá rõ rệt mà tác động chính ở đây là do việc lấy cát quá mức so với sức tải cát tự nhiên của lòng sông. Tốc độ hạ thấp đáy sông ở nhiều nơi vượt 28,3 cm/năm (tương đương 2,83m/ 10 năm), trên sông Hậu có tốc độ hạ thấp đáy nhỏ hơn sông Tiền, điều này cũng dẫn đến tác động từ phía thượng nguồn và thủy triều biến động sẽ có sự sai khác trên hệ thống sông.

+ Kết quả phân tích các yếu tố thủy triều cho thấy, xu thế hạ thấp đỉnh triều cường (mực nước triều cao) và chân triều (mực nước ròng thấp) với tốc độ khá mạnh 5–20 cm/năm và tác động này đang diễn ra ở vùng thượng châu thổ, trong khi đó vùng ven biển có xu thế tăng. Dải triều cũng tăng mạnh, đặc biệt tại khu vực Tân Châu 50 cm và Châu Đốc là 65 cm tại Mỹ Thuận 80 cm trong giai đoạn 1998–2018, trong khi đó xu thế này tại Vũng Tàu giảm –2 cm. Điều này cho thấy, tác động của việc hạ thấp đáy sông có ảnh hưởng lớn đến chế độ thủy triều trên hệ thống sông làm cho việc lấy nước, tiêu thoát nước và giao thông thủy sẽ ngày càng khó khăn.

+ Các giải pháp kiến nghị trong bài báo chủ yếu dựa trên hai cách tiếp cận (đáy sông và mực nước thủy triều), song điều đó cho thấy sự mất cân bằng bùn cát đang diễn ra ngày một rõ rệt, tác động của việc trơ đáy kênh, thiếu hụt nguồn nước vùng thượng châu thổ đã và đang diễn ra mạnh mẽ. Do đó, cần rà soát và tăng cường khả năng lấy nước, trữ nước, đồng thời hạn chế việc lấy cát phân tán dẫn đến mất kiểm soát trong tương lai.

+ Mặc dầu đây là tiếp cận mới ở mức độ nghiên cứu của đề tài lớn, phạm vi bài báo chưa nêu rõ được những tác động của các vấn đề hạ thấp đáy sông, song rõ ràng cần phải được tiếp tục làm sáng tỏ và nghiên cứu cụ thể hơn để đánh giá được mức độ tác động đến chế độ thủy động lực và hệ thống công trình thủy lợi trong tương lai.

**Đóng góp của tác giả:** Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: N.N.H, N.C.T.; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: N.N.H, N.C.T.; Xử lý số liệu: N.C.T, L.Q.Q.; Viết bản thảo bài báo: N.N.H.; Chỉnh sửa bài báo: L.Q.Q.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được thực hiện dưới sự tài trợ của đề tài nghiên cứu khoa học cấp nhà nước thuộc chương trình KC08 mã số KC08.12/16–20 “Nghiên cứu tác động bất lợi của biến đổi hình thái lòng dẫn và hạ thấp mực nước hệ thống sông Cửu Long, đề xuất giải pháp giảm thiểu”.

**Lời cam đoan:** Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

### **Tài liệu tham khảo**

1. Guillaume B.; Edward A.; Marc G.; Phillippe D. Recent morphological changes in the Mekong and Bassac river channels, Mekong delta: The marked impact of river–bed mining and implications for delta destabilisation. *Geomorphology* **2014**, 224, 177–191. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2014.07.009>.
2. Chris, H.; Jim, B.; Dan, P.; Stephen, D.; Julian, L.; Rolf, A.; Andrew, N.; Chris, U. Measuring Bedload and Suspended Load Sediment Flux in Large Rivers: New Data from the Mekong River and its Applications in Assessing Geomorphic Change. American Geophysical Union, Fall Meeting 2014, Abstract ID. EP51A-3513.
3. Stephen, E.D.; Hackney, C.R.; Leyland, J.; Kumm, M.; Lauri, H.; Parsons, D.R.; Best, J.L.; Nicholas, A.P.; Aalto, R. Fluvial sediment supply to a mega–delta reduced by shifting tropical–cyclone activity. *Nat.* **2016**, 539, 276–279. <https://doi.org/10.1038/nature19809>.
4. Hùng, L.M.; San, D.C.; Hoang, T.B.; Chuong, L.T. Nghiên cứu ảnh hưởng hoạt động khai thác cát đến thay đổi lòng dẫn sông Cửu Long (sông Tiền, sông Hậu) và đề xuất giải pháp quản lý, quy hoạch khai thác hợp lý, Kết quả đề tài độc lập cấp nhà nước ĐTDL 2010T/29, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, 2012.
5. Jordan, C.; Tiede, J.; Lojek, O.; Visscher, J.; Apel, H.; Nguyen, H.Q.; Quang, C.N.X.; Schlurmann, T. Sand mining in the Mekong Delta revisited – current scales of local sediment deficits. *Sci. Rep.* **2019**, 9, 17823. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-53804-z>
6. Hùng, N.N.; Thành, N.C.; Quân, L.Q. Đánh giá tác động của hạ thấp lòng dẫn đến thoát lũ hệ thống sông cửu long giai đoạn 1998–2018. Tuyển tập báo cáo khoa học lần thứ 2, Chương trình KC08/16–20, 2018.
7. Toàn, T.Q.; Tuấn, T.M. Biến động nguồn nước mùa lũ hàng năm do ảnh hưởng của các hồ đập thượng lưu và diễn biến lũ năm 2018 ở đồng bằng sông Cửu Long. Kỷ yếu hội thảo Khoa học công nghệ thủy lợi phục vụ phát triển bền vững vùng Nam Bộ, Nam Trung Bộ và Tây Nguyên, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, 2019.



8. Hùng, N.N. Nghiên cứu các giải pháp khoa học công nghệ để điều chỉnh và ổn định các đoạn sông có cù lao đang diễn ra biến động lớn về hình thái trên sông Tiền, sông Hậu. Viện khoa học Thủy lợi miền Nam, Kết quả đề tài KC08.21/11–15/2015.
9. MIKE Zero. Creating 2D bathymetries Scientific document. Danish Hydraulics Institute (DHI), 2017, pp. 39.
10. Mathworks “Lowpass-filter signals” Available online: <https://www.mathworks.com/help/signal/ref/lowpass.html>.
11. Stephens, J.D.; Allison, M.A.; Di Leonardo, D.R.; Weathers, H.D.; Ogston, A.S.; McLachlan, R.L.; Xing, F.; Mesel, E.A. Sand dynamics in the Mekong River channel and export to the coastal ocean. *Cont. Shelf Res.* **2017**, *147*, 38–50. <http://dx.doi.org/10.1016/j.csr.2017.08.004>
12. Thắng, T.Đ.; Hoàng, T.B.; Toàn, T.Q.; Vượng, N.Đ.; Tuấn, T.M.; Thịnh, L.V. Một số vấn đề về dòng chảy và xu thế mặn xâm nhập vùng đồng bằng sông Cửu Long. Kỷ yếu hội thảo Khoa học công nghệ thủy lợi phục vụ phát triển bền vững vùng Nam Bộ, Nam Trung Bộ và Tây Nguyên, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, 2019.
13. Minderhoud, P.S.J.; Erkens, G.; Pham, V.H.; Bui, V.T.; Erban, L.; Kooi, H.; Stouthamer, E. Impacts of 25 years of groundwater extraction on subsidence in the Mekong delta, Vietnam. *Environ. Res. Lett.* **2017**, *12*, 064006. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa7146>.
14. Minderhoud, P.S.J.; Coumou, L.; Erban, L.E.; Middelkoop, H.; Stouthamer, E.; Addink, E.A. The relation between land use and subsidence in the Vietnamese Mekong delta. *Sci. Total Environ.* **2018**, *634*, 715–726. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.372>.
15. Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam. *Bộ Tài Nguyên và Môi trường*, phiên bản cập nhật 2016, 2017.

## The impacts of river bed degradation to tide condition of the lower Mekong River System and proposed solution

Nguyen Nghia Hung<sup>1\*</sup>, Nguyen Cong Thanh<sup>2</sup>, Le Quan Quan<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Southern Institute of Water Resources Research, Vietnam; hungsiwrr@gmail.com;

<sup>2</sup> University of Science, Vietnam National University, Ho Chi Minh, Vietnam; ncthanh@hcmus.edu.vn

**Abstract:** The paper presents the results of topographic comparison (1998, 2008, 2018) and time series hourly water level analysis for the period of 1998–2018 to assess the riverbed degradation and the changes of tidal regime in this 20 years of the lower Mekong River system. The results showed the rate of river bed degradation in the entire river system in the period of 1998–2008 is –8.7 cm/year, the period of 2008–2018 is –15.3 cm/year. In Tan Chau for the period of 1998–2018, the crest of spring tide level and the lowest spring tide water level decreased by –20 cm and –70 cm respectively, while the tide range increased by + 50 cm, it means the stronger propagating tide landwards further. Thus, if comparing the rate of river bed degradation and the rate of natural land subsidence (subsidence 1–2.5 cm/year) and sea level rise (2030, 13 cm; 2100, 50 cm), the factor degradation of the river bed has a greater impact on the river flow regime. It is important to gradually adjust the river management to exploit and minimize risks of flooding, bank erosion and saline intrusion in the future.

**Keywords:** River bed degradation; Sand mining; Tide regime; Mekong Delta.