

Bài báo khoa học

Đánh giá tình hình vận chuyển bùn cát trên sông Mê Công và lượng hóa vận chuyển bùn cát đáy năm 2011 trên hệ thống sông Cửu Long

Nguyễn Nghĩa Hùng^{1*}, Lê Quân Quân¹, Lê Mạnh Hùng¹

¹ Viện khoa học Thủy lợi miền Nam; hungsiwrr@gmail.com; lequan2005@gmail.com

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

Ban Biên tập nhận bài: 18/5/2022; Ngày phản biện xong: 11/6/2022; Ngày đăng bài: 25/6/2022

Tóm tắt: Nội dung bài báo đánh giá tình hình về vận chuyển bùn cát nói chung và bùn cát đáy nói riêng trong những năm gần đây của hệ thống sông Mê Công. Dựa trên các tài liệu quan trắc đã công bố và tính toán từ mô hình toán MIKE11AD về hệ thống sông kênh ở vùng ĐBSCL, chúng tôi tính toán lượng bùn cát phân bố bùn cát đáy đại diện cho năm có lũ lớn (2011) trên hệ thống sông Cửu Long. Đây là kết quả tính toán mới về lượng bùn cát đáy trên hệ thống sông Cửu Long và chúng được phân bố như thế nào trên các đoạn sông. Cụ thể, lượng bùn cát đáy về qua biên giới VN-CPC chỉ 5,82 triệu m³ (tổng về từ Tân Châu và Châu Đốc), trong đó qua Tân Châu chiếm khoảng 85% (4,95 triệu m³) và Châu Đốc chỉ khoảng 15% (0,87 triệu m³), sau khi phân bố lại lưu lượng tại Vàm Nao, bùn cát đáy trên sông Tiền đoạn Mỹ Thuận chiếm 39% (2,27 triệu m³), đoạn Cần Thơ khoảng 35% (2,01 triệu tấn), tổng lượng bùn cát đáy đổ ra biển khoảng 1,59 triệu m³. Đây là kết quả đầu tiên được tính toán phân bố cho toàn nhánh sông thuộc hệ thống sông Cửu Long, làm cơ sở cho việc tính toán dự báo và nghiên cứu ổn định chính trị hệ thống sông Cửu Long phục vụ cho phát triển kinh tế được tốt hơn.

Từ khóa: Bùn cát; Bùn cát đáy; Sông Mê Công; Hệ thống sông Cửu Long.

1. Mở đầu

Bùn cát là yếu tố cơ bản trong quá trình hình thành dòng sông, trên bề mặt lưu vực là sự rửa trôi và xói mòn, trên dòng sông là sản phẩm của sự tác động qua lại của dòng nước và lòng dẫn. Bùn cát trong dòng sông ở nghĩa hẹp tại một đoạn sông được chia làm 2 yếu tố cơ bản (bùn cát lơ lửng và bùn cát đáy), trong đó bùn cát lơ lửng di chuyển theo dòng nước có nồng độ tăng dần từ bề mặt sông đến đáy sông, bùn cát đáy là lượng cát di chuyển ở tầng nước sát đáy sông, lượng bùn cát đáy này có thể di đầy, nhiễu loạn và “nhảy cóc” tạo nên các sóng cát di động dọc theo chiều dài sông. Tổng lượng bùn cát được tính bao hàm cả bùn cát đáy và bùn cát lơ lửng. Đối với bùn cát lơ lửng, việc khảo sát đo đạc để biết được nồng độ trong nước được lấy mẫu ở các tầng nước qua thủy trực, phân tích đo đạc và biết được giá trị nồng độ tại mỗi điểm đo khá rõ ràng, tuy nhiên đối với bùn cát đáy là đại lượng hầu như chưa thể đo đạc được một cách chính xác, chủ yếu dựa vào kinh nghiệm.

Chính vì vậy, quá trình vận chuyển bùn cát vẫn đang là vấn đề rất phức tạp trong nghiên cứu thủy động lực học cả về không gian, thời gian, các yếu tố tác động. Những năm đầu của thế kỷ 20 nghiên cứu bùn cát được nhiều nhóm nghiên cứu trên thế giới quan tâm, nhiều công thức tính toán dự báo được xây dựng dựa trên cơ sở các kết quả nghiên cứu trong phòng thí nghiệm, kết quả khảo sát ngoài hiện trường và cả trên các mô hình toán tính toán [1]. Tuy

vậy, do đặc thù ở mỗi con sông, đoạn sông có sự khác nhau về dòng chảy, loại hình lòng dẫn,... mà việc ứng dụng các công thức tính toán dự báo bùn cát còn hạn chế. Tài liệu khảo sát đo đạc phục vụ tính toán thường thiếu tính đồng bộ về dòng chảy và lòng dẫn, các vật liệu đáy sông, do đó kết quả nghiên cứu thường chỉ áp dụng cho từng vùng nhất định.

Trên hệ thống sông Mê Công nói chung và Cửu Long nói riêng, chưa có nghiên cứu nào bài bản và tập trung chuyên sâu vào vấn đề vận chuyển bùn cát và các yếu tố thủy động lực liên quan một cách đồng bộ. Chủ yếu các tài liệu thực đo tại các trạm cơ bản trong mạng lưới đo đạc dòng chảy Yunjinghong (Cảnh Hồng), Kratie, Pnom Pênh, Tân Châu, Châu Đốc, Vàm Nao, Cần Thơ, Mỹ Thuận) [1, 2–7]. Thông qua việc đo đạc bùn cát lơ lửng để tính toán được tổng lượng bùn cát về vùng ĐBSCL. Khảo sát bùn cát đáy chỉ được một số công bố quốc tế gần đây do việc sử dụng thiết bị đo hồi âm đa tần (multibeam) để chụp ảnh đáy sông và sóng cát theo thời gian, từ đó ước lượng được lượng bùn cát di đáy dưới đáy sông, như tại Phnom Pênh 2013 [8], tại Sa Đéc–Mỹ Thuận năm 2018 [9], tại cửa sông Hậu khu vực từ Cần Thơ đến biển nhóm nghiên cứu Mỹ [10–11].

Một số kết luận đến nay về bùn cát của các nhóm nghiên cứu quốc tế thông qua việc phân tích số liệu thực đo, số liệu khảo sát bùn cát đáy và mô hình toán cho thấy:

- Bùn cát trên hệ thống sông Mê Công và hệ thống sông Cửu Long ngày càng giảm nhỏ [2, 6–7] và có thể đến khi hoàn thành xây dựng đập thủy điện theo kế hoạch ở phía thượng nguồn, lượng cát chỉ còn từ 4÷6% [2].

- Bùn cát trên hệ thống sông Cửu Long chủ yếu là bùn cát lơ lửng, bùn cát đáy chỉ chiếm một phần nhỏ (13÷18%) tổng lượng bùn cát, càng về phía thượng nguồn bùn cát đáy càng chiếm ưu thế hơn [8–10].

- Hiện nay, lượng bùn cát đáy về châu thổ sông Cửu Long chỉ khoảng từ 6,18 Mt yr⁻¹ ± 2.01 Mt. Như vậy, nếu so sánh với tổng lượng độ đục hàm lượng bùn cát đáy chỉ chiếm từ 11–13% SSC tại khu vực Phnom Pênh.

Do nguồn bùn cát là nguồn vật liệu đặc biệt quan trọng trong việc phát triển hạ tầng phục vụ phát triển kinh tế xã hội. Tuy nhiên, tính đến nay, chưa có nghiên cứu nào công bố tổng lượng bùn cát đáy về châu thổ ĐBSCL là bao nhiêu và chúng được phân bố trên các nhánh sông ra sao, vì vậy, bài báo là sự cố gắng để trả lời câu hỏi đó. Dựa trên cơ sở các khảo sát đo đạc đã công bố, tỷ lệ giữa bùn cát đáy và bùn cát lơ lửng được xác định ở từng khu vực khác nhau, dựa trên tỷ lệ này, chúng tôi tiến hành dự báo cho bùn cát đáy bằng mô hình toán MIKE 11AD để xem xét sự phân bố của bùn cát đáy trên các nhánh sông Cửu Long. Đây là kết quả bước đầu cho việc định lượng cát về châu thổ và trên các nhánh sông chính, tạo tiền đề cho các nghiên cứu về chỉnh trị sông và ổn định thế sông phục vụ phát triển kinh tế xã hội của vùng ĐBSCL.

2. Phương pháp và tài liệu sử dụng nghiên cứu

2.1. Giới thiệu vùng nghiên cứu

Phạm vi vùng nghiên cứu được tính từ Kratie thuộc địa phận Campuchia trở ra cửa biển, trong đó trọng tâm nghiên cứu ở vùng ĐBSCL, hệ thống sông và kênh rạch ở vùng này là đối tượng nghiên cứu về bùn cát của bài báo. Trong vùng có 5 trạm thủy văn cơ bản có đo đạc thường xuyên về lưu lượng, mực nước, bùn cát lơ lửng từ năm 2008 đến nay. Trên hình 1 là vùng đo nghiên cứu bùn cát đáy đã được công bố năm 2014 [8], vùng 2 là vùng đo bùn cát đáy của nhóm nghiên cứu [9] và vùng 3 là vùng đo của nhóm [10].

2.2. Phân tích thủy văn

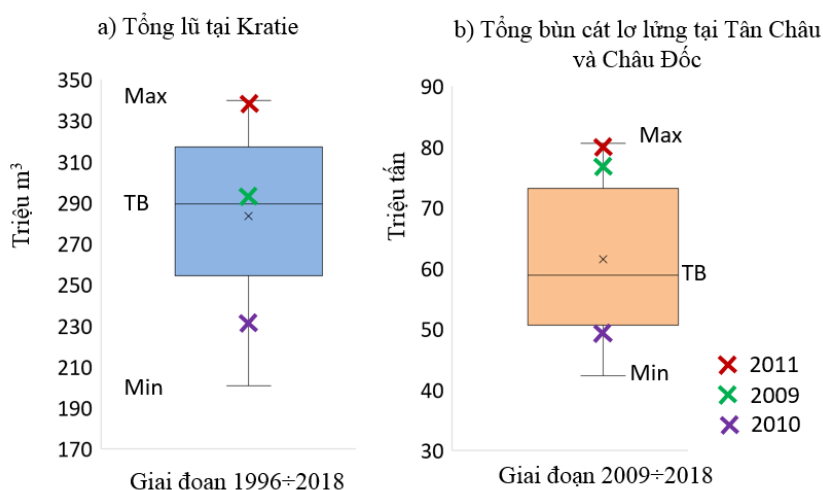
Phương pháp phân tích thủy văn được sử dụng để tính toán các yếu tố thủy văn cần thiết cho các trạm đo cơ bản về nồng độ bùn cát lơ lửng trong các giai đoạn đo. Trong đó dựa trên các tài liệu được quan trắc của Đài khí tượng thủy văn để tính toán tổng lượng bùn cát lơ

lững của các năm, kết hợp với lưu lượng dòng chảy tại các vị trí tính toán nhằm tiến hành phân tích sự biến động của các yếu tố dòng chảy và bùn cát.



Hình 1. Phạm vi vùng nghiên cứu và các khu vực đo bùn cát đáy, các trạm thủy văn.

Theo tính toán phân bố chuỗi số liệu lưu lượng Q được tính từ tương quan mực nước H đo đạc tại Kratie từ 1996÷2018, và SSC tổng tại Châu Đốc và Tân Châu giai đoạn 2008÷2018.



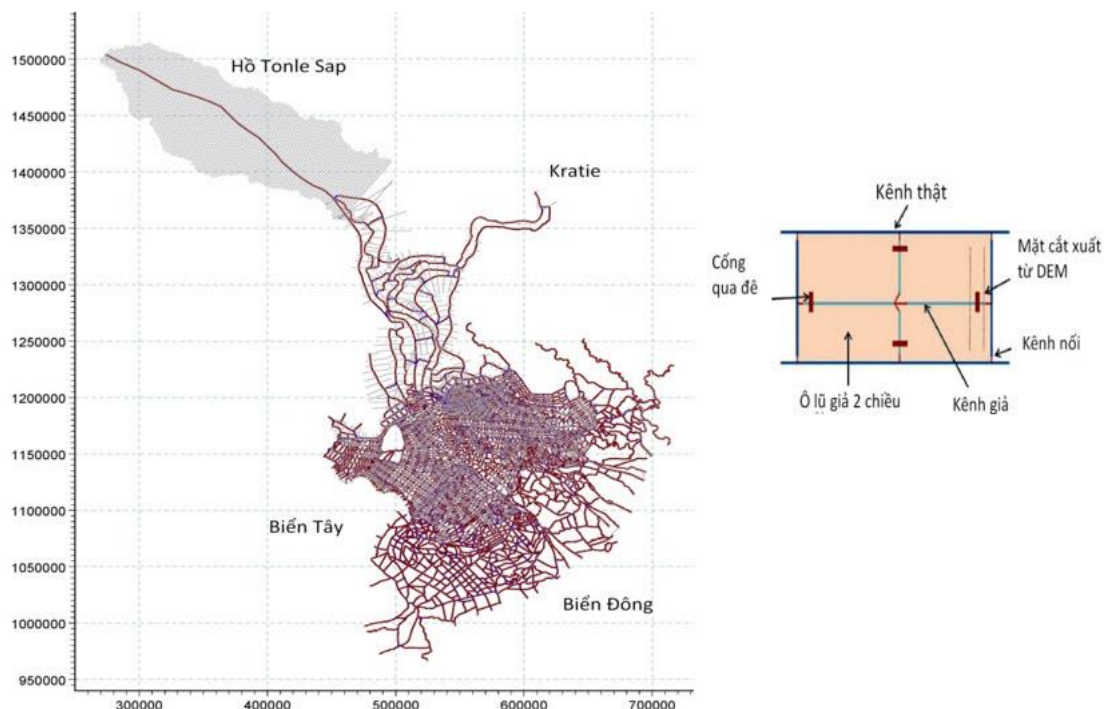
Hình 2. Hệ thống mạng lưới tính toán và các biên sử dụng trong mô hình.

Năm 2011 là năm lũ lớn, với tổng lượng lũ tại Kratie và bùn cát lơ lửng quan trắc được tại Tân Châu, Châu Đốc, cho thấy hợp lý để lựa chọn cho việc tính toán dự báo bùn cát đáy trên hệ thống sông Cửu Long.

2.3. Sử dụng mô hình toán 1 chiều

Sử dụng phần mềm MIKE11HD và AD cho toàn mạng lưới sông kênh, công trình trên hệ thống và bãi ngập lũ tính toán thủy động lực cho vùng ĐBSCL. Mô hình đã được Viện khoa học Thủy lợi miền Nam xây dựng từ những năm 2002 và đến nay liên tục được cập nhật

các địa hình, công trình, các biên tính toán. Mặc dù, vùng ĐBSCL là một vùng có địa hình phức tạp, sông ngòi và kênh rạch chằng chịt, bên cạnh đó là việc phát triển cơ sở hạ tầng không ngừng thay đổi, nên việc có được bộ cơ sở dữ liệu đồng bộ về địa hình và thủy văn, công trình là rất khó khả thi. Tuy nhiên đây là mô hình một chiều đã được hiệu chỉnh, kiểm định nhiều lần, đã ứng dụng vào trong tính toán ở nhiều vấn đề thực tế chấp nhận được.



Hình 3. Hệ thống mạng lưới tính toán và các biên sử dụng trong mô hình.

+ Có 3.402 nhánh sông được thiết lập với sự kết nối trong mô hình, các công trình cống kiểm soát nước 2.260, có 22 biên lưu lượng và 59 biên mực nước (Hình 3). Biên thượng nguồn của mô hình là biên lưu lượng được lấy tại vị trí Kratie theo tài liệu của Ủy ban sông Mê Công quốc tế (MRC) và các nhánh sông phụ lưu, biên hạ nguồn là các biên mực nước trên các cửa sông biển Đông và biển Tây. Các số liệu biên lưu lượng và mực nước được cập nhật từ MRC và Đài Khí tượng Thủy văn Nam Bộ quan trắc. Hệ thống công trình thủy lợi được cập nhật ở vùng ĐBSCL đến năm 2018 và hệ thống địa hình sông, kênh rạch được cập nhật ở mức tối đa theo từng vùng.

Mô hình toán MIKE 11 đã được sử dụng trong bài báo là thừa kế kết quả nghiên cứu trước đã được công bố quốc tế về bùn cát lơ lửng phân bố trên các hệ thống sông ở ĐBSCL. Tài liệu bùn cát sử dụng trong cân chỉnh mô hình và hiệu chỉnh mô hình là tài liệu thực đo tại các trạm đo cơ bản (Tân Châu, Châu Đốc, Vàm Nao, Mỹ Thuận, Cần Thơ), tài liệu hiệu chỉnh 2010 và kiểm định năm 2009. Các sơ đồ mạng lưới tính và các phương pháp cân chỉnh mô hình đã được trình bày ở các bài báo trước của nhóm tác giả [12–14], do đó ở bài báo này chúng tôi chỉ trình bày sơ bộ và sử dụng kết quả để tính toán bùn cát đáy trên hệ thống sông Cửu Long.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Bùn cát lơ lửng ở phía thượng nguồn sông Mê Công

Nhiều công bố cho thấy số liệu của đập thượng nguồn đã cắt giảm rõ rệt lượng phù sa và bùn cát đáy ở trên lưu vực sông Mê Công, song độ chính xác của chuỗi số liệu cụ thể và trong lịch sử cho thấy đây là những vấn đề còn phải bàn luận nhiều [2–7], mặc dù những điều

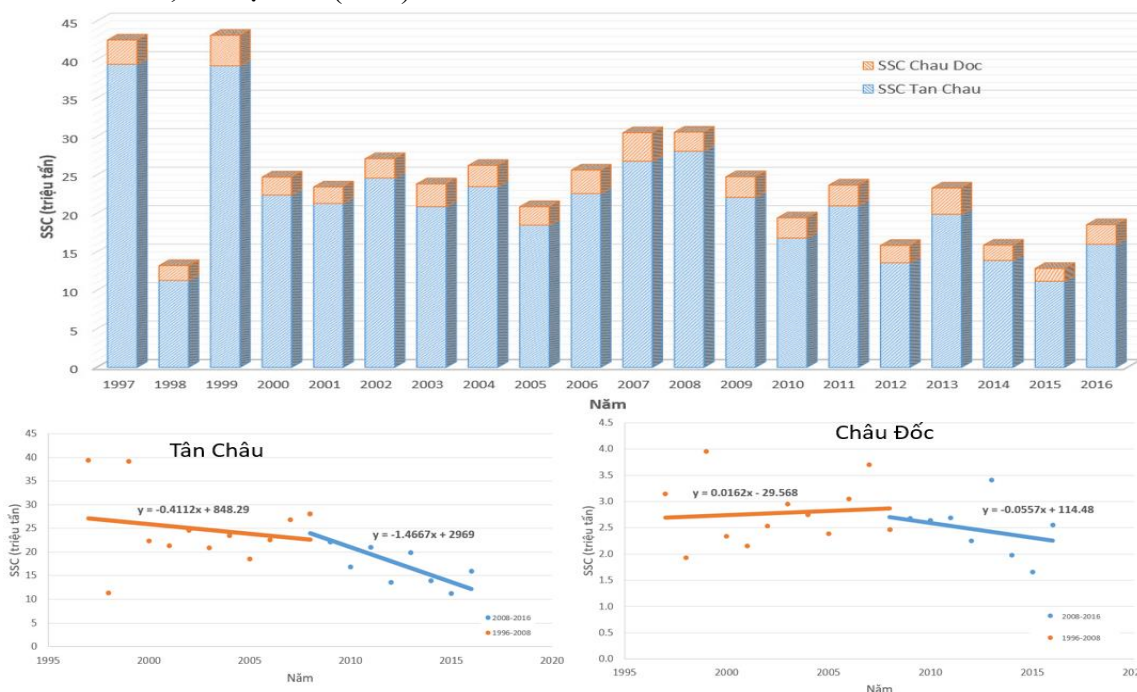
này các tác giả vẫn lưu ý các đập được lên kế hoạch xây dựng trong tương lai sẽ có tác động đến lượng trầm tích của đồng bằng. [3] đã nghiên cứu và chỉ ra trầm tích bị giữ lại bởi đập Manwan tạo ra những ảnh hưởng khác nhau đối với các biến thể trầm tích ở hạ lưu. Trạm Gajiu bị ảnh hưởng đáng kể nhất bởi con đập, nhưng ở hạ lưu 401 km tại Yunjinghong, tác động của nó không còn đáng kể. Tại Chiang Saen đã giảm đột ngột cho đến năm 1996 và bắt đầu phục hồi sau năm 1997. Các nghiên cứu trước đây cho thấy đập Manwan thực sự gây ra trầm tích hạ lưu giảm xuống các mức độ khác nhau [6–7]. [7] đã chứng minh rằng các tác động của hồ chứa ở hạ lưu SSC bị hạn chế trong phạm vi từ vị trí đập Manwan đến Viêng Chăn, và SSC ở hạ lưu không đáp ứng đáng kể.

Tại Yunjinghong (Cảnh Hồng), bùn cát triết giảm rõ rệt theo dạng tuyến tính với nồng độ từ 4,5 kg/m³ xuống chỉ còn dưới 1,5 kg/m³. [3] đã phân tích tải lượng bùn cát tại các trạm trên hệ thống lưu vực sông Mê Kông cho thấy rằng kể từ năm 2002, việc xây dựng các đập lớn trên các đầu nguồn dường như có ít tác động về tải lượng trầm tích. Dữ liệu thực đo tại các trạm Jinghong, Chiang Saen, Luang Prabang, Nong Khai, Mukdahan và Pakse cho thấy rằng ít có bằng chứng về sự gia tăng tải lượng trầm tích giữa trạm đo Jinghong ở thượng lưu và tại Pakse phía hạ lưu mặc dù diện tích lưu vực tại vị trí hạ lưu này tăng gần bốn lần. Bên cạnh đó, lượng bùn cát trầm tích giảm đi cũng có nguyên nhân một phần đến từ sự thay đổi việc sử dụng đất.

Hầu hết các nghiên cứu đều cho thấy sự sụt giảm bùn cát lơ lửng trên vùng thượng nguồn là rõ rệt, tổng lượng bùn cát lơ lửng về đến Phnom Pênh chỉ khoảng 50 ±5 triệu tấn [8]. Trong đó [8] nghiên cứu rất kỹ cho năm 2008–2010, cho thấy nếu trong tháng 9 và tháng 10, lượng bùn cát trước khi vào Tonle Sap và chia rẽ nhánh sông Hậu và sông Tiền tương ứng là 2008: 33,56 triệu tấn; 2009: 29,17 triệu tấn; 2010: 30,76 triệu tấn, số liệu này có thể so sánh với kết quả đo đạc của Đài khí tượng thủy văn ở phần sau.

3.2. Bùn cát lơ lửng trên hệ thống sông Cửu Long

Như đã đề cập ở trên, khảo sát bùn cát phù sa giai đoạn trước 2008, chỉ đo trong mùa lũ, nên kết quả nghiên cứu đoạn đầu tháng 9 đến cuối tháng 10 hàng năm. Từ tài liệu đo đạc chất lượng lơ lửng trong giai đoạn 1997–2016. Tổng lượng CLL trung bình chảy vào ĐBSCL trong tháng 9 và 10 là 24,3 triệu tấn; trong đó, qua Tân Châu là 21,7 triệu tấn (89%) và qua Châu Đốc là 2,66 triệu tấn (11%).



Hình 4. Sự triết giảm phù sa bùn cát tại trạm Tân Châu và Châu Đốc giai đoạn 1997–2016 trong mùa lũ.

Nếu so sánh với phía thượng nguồn khu vực Phnom Pênh như nghiên cứu [7] cho thấy, tổng lượng bùn cát lơ lửng về đồng bằng sông Cửu Long theo số liệu của Đài KTTV như sau: 2008: 30,6 triệu tấn; 2009: 24,8 triệu tấn, và 2010 là 19,4 triệu tấn. [7] nghiên cứu rất kỹ cho năm 2008–2010, cho thấy nếu trong tháng 9 và tháng 10, lượng bùn cát trước khi vào Tonle Sap và chia rẽ nhánh sông Hậu và sông Tiền tương ứng là 2008: 33,56 triệu tấn; 2009: 29,17 triệu tấn; 2010: 30,76 triệu tấn. Cho thấy, không những không tăng phù sa về đồng bằng mà đã bị triết giảm khá nhiều cho đoạn sông từ Phom Pênh về Tân Châu.

Ở giai đoạn 2008–2016, phù sa bùn cát được đo đạc với độ tin cậy cao hơn và có đo đạc cả năm, diễn biến và xu thế thay đổi của tổng lượng bùn cát lơ lửng hàng năm cùng với mực nước đỉnh lũ hàng năm trong giai đoạn 2008–2016 tại Tân Châu và Châu Đốc được thể hiện ở hình trên. Theo đó, tương tự như xu thế về hàm lượng bùn cát lơ lửng, tổng lượng bùn cát lơ lửng tại 2 trạm cũng có xu thế giảm tương ứng với giảm mực nước đỉnh lũ tại trạm. Trong đó giảm mỗi năm là 2,96 triệu tấn (tương đương giảm 5,6%/năm) tại Tân Châu và giảm 0,21 triệu tấn (tương đương giảm 3,2%/năm) tại Châu Đốc.

Bảng 1. Tổng lượng bùn cát lơ lửng cả năm tại Tân Châu, Châu Đốc.

| Năm | Tân Châu | | Châu Đốc | | Tổng |
|------|----------|-----------------|----------|-----------------|-----------------|
| | MN (cm) | SSC (triệu tấn) | MN (cm) | SSC (triệu tấn) | SSC (triệu tấn) |
| 2008 | 377 | 62,5 | 320 | 6,7 | 69,2 |
| 2009 | 412 | 49,1 | 352 | 6,1 | 55,2 |
| 2010 | 320 | 29,9 | 282 | 4,3 | 34,2 |
| 2011 | 486 | 47,9 | 427 | 8,3 | 56,2 |
| 2012 | 325 | 31,1 | 290 | 5,0 | 36,1 |
| 2013 | 435 | 41,3 | 383 | 6,4 | 47,7 |
| 2014 | 395 | 34,8 | 320 | 5,3 | 40,1 |
| 2015 | 255 | 24,8 | 235 | 3,8 | 28,6 |
| 2016 | 307 | 30 | 284 | 4,8 | 34,8 |
| TB | | 39,0 | | 5,6 | 44,7 |

Kết quả đo đạc nêu trên cũng cho thấy khá trùng khớp với các nghiên cứu của phía thượng nguồn. Điều đặc biệt là sau khi lượng bùn cát sụt giảm tại Phnom Pênh, lượng bùn cát lơ lửng về Tân Châu và Châu Đốc cũng không thay đổi nhiều.

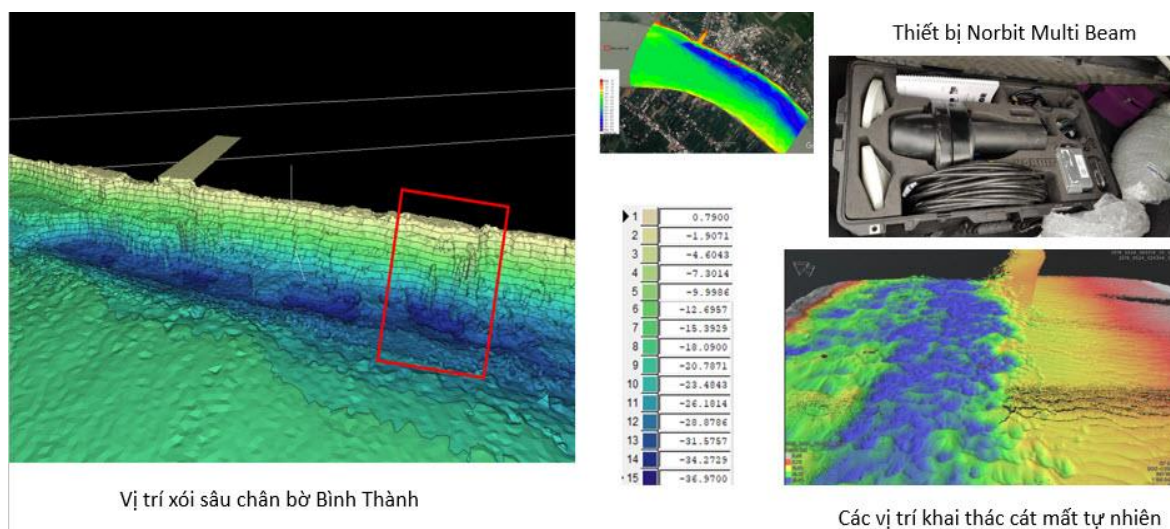
3.3. Bùn cát đáy ở một số đoạn sông ở Mê Công

Hầu hết nghiên cứu bùn cát đáy sông ở vùng châu thổ sông Mê Công rất thiếu, do đó việc tài liệu bùn cát đáy và thành phần hạt cấu tạo của đáy sông đang rất hiếm. Đầu tiên phải kể đến công nghệ đo đạc bùn cát đáy bằng thiết bị sóng âm đa tần (Multi beam) được USGS đo đạc khảo sát ở đoạn sông Phnom Pênh năm 2012 và sau đó là nhóm Đại học Southampton đo đạc đoạn sông Phnom Pênh đến Kratie trong hai mùa lũ 2013 và 2014, và tính đến nay đã có 3 nhóm sử dụng công nghệ này để đo đạc trên dòng sông chính của sông Mê Công. Điều này rất quan trọng vì bùn cát vận chuyển ở tầng đáy mới quyết định đến hình thái sông, phần bùn cát lơ lửng chỉ tham gia khi có sự bồi lắng nơi có sự bồi lắng mạnh và dòng nước gần như ở bãi ngập hoặc vùng ven biển có xâm nhập mặn hạt phù sa kết bông để lắng xuống.

[8] đã tiến hành đo đạc chi tiết đáy sông, chụp ảnh với độ phân giải cao bằng thiết bị hiện đại như thể hiện ở hình trên với nhiều thời đoạn khác nhau, thông qua việc khảo sát với độ phân giải cao và hiện đại, nhóm nghiên cứu đã định lượng được tổng lượng vận chuyển bùn cát đáy ở đoạn Phom Pênh chỉ khoảng 1% trên tổng lượng bùn cát vận chuyển qua đoạn sông nghiên cứu ($0.18 \text{ Mt yr}^{-1} \pm 0.07 \text{ Mt yr}^{-1}$), nếu xét đến cả lượng cát di đáy pha trộn trong nước, tổng lượng cát ở tại khu vực Phnom Pênh khoảng $6,18 \text{ Mt yr}^{-1} \pm 2.01 \text{ Mt}$. Như

vậy, nếu so sánh với tổng lượng độ đục hàm lượng bùn cát đáy chỉ chiếm từ 11÷13% SSC tại khu vực Phnom Pênh.

Nghiên cứu của nhóm CHLB Đức, khảo sát đoạn sông dài 20 km từ Sa Đéc đến Mỹ Thuận, sử dụng công nghệ siêu âm đa tầng, có xem xét đến cả các tác động của khai thác cát, vận chuyển bùn cát đáy trong mùa khô và mùa mưa năm 2018 [9]. Kết quả cho thấy, lưu lượng bùn cát đáy vận chuyển trong mùa khô tại mặt cắt hạ du cầu Mỹ Thuận là $Q_s = 0,42$ kg/s vào ngày 18/03/2018 và đầu nhánh sông Cỏ Chiên $Q_s = 2,81$ kg/s vào 02/10/2018, thời điểm ngắn do tác động của khai thác cát đo được $Q_s = 9,61$ kg/s. Đây là hai giá trị quan trọng để xem xét diễn biến bùn cát đáy trong khu vực này. Như vậy, giả sử nếu hai giá trị đo đặc hiếm hoi này là hai giá trị trung bình đại diện cho mùa khô và mùa mưa cho năm lũ tương đối lớn (2018). Thì tổng lượng cát đáy qua khu vực Sa Đéc hàng năm khoảng 0,05 triệu tấn/năm, kể cả trường hợp do tác động của bùn cát đáy, lưu lượng $Q_s = 9,61$ kg/s thì tổng lượng bùn cát đáy cả năm cho vùng Sa Đéc Mỹ Thuận chỉ khoảng 0,16 triệu tấn/năm và con số này sẽ nhỏ hơn rất nhiều khi ra đến cửa biển. Trong nghiên cứu của đề tài, chúng tôi may mắn được sử dụng đo cho khu vực Thanh Bình, nơi có kè Bình Thành, thời gian đo và số liệu khá tương đồng với nhóm nghiên cứu của Đức, với kết quả như sau.



Hình 5. Multi Beam cho việc xem xét diễn biến khu vực Bình Thành, Đồng Tháp.

Kết quả sử dụng đo đạc địa hình đáy đa tần để xác định diễn biến của hố xói khu vực kè Bình Thành được nhóm đề tài thực hiện trong tháng 5 năm 2019. Kết quả lần đầu sử dụng và phân tích độc lập địa hình đáy đối với nhóm nghiên cứu của Việt Nam trên sông Tiền cho thấy, địa hình đáy được tạo ra bởi các sóng cát với chiều dài từ 2÷10 m, chiều cao của sóng cát khoảng 3m, tuy nhiên đây là khu vực hố xói nên chế độ thủy động lực rất phức tạp, tỉ lệ sóng cát diễn biến trong giai đoạn đo đạc khoảng 3,2 kg/s.

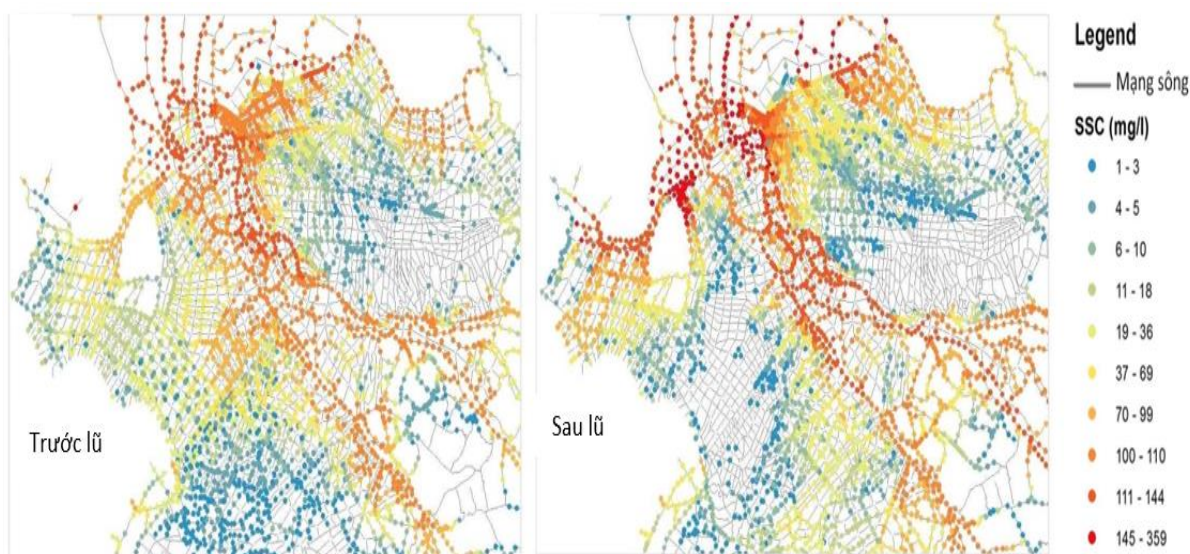
Nhóm nghiên cứu Mỹ, nghiên cứu chi tiết bùn cát đáy và hình thái đáy sông đoạn từ Cần Thơ đến Cù Lao Dung, công bố trong tuyển tập đặc biệt về Mê Công. Trong đó phải kể đến 2 nghiên cứu quan trọng về hình thái đáy sông và vận chuyển bùn cát đáy [10–11]. Trong đó, [10] phát hiện thấy rằng, hầu hết đáy sông khu vực sông Hậu ở phía bề mặt (khoảng 80%) được cấu tạo từ vật liệu có tuổi chỉ khoảng 3,5 ngàn năm, nghĩa là lượng cát này được xói bồi từ bờ sông dọc châu thổ đoạn từ hạ du cù lao Long Khánh, hoặc Tân Lộc trở xuống [16]. Trong đó, [10] cũng phân tích từ 17 mặt cắt cho thấy các sóng bùn cát ở dưới đáy sông có chiều dài khoảng 2–15 m và chiều cao nhỏ hơn 2m, trong 17 mặt cắt nhóm có sử dụng mẫu đáy cho thấy hầu hết có khoảng 5% hàm lượng cát và có 6 mẫu chiếm hàm lượng cát hơn 50%, phần còn lại chủ yếu là sét và bùn. [11] nghiên cứu định lượng về trao đổi cát ở vùng cửa sông Hậu, nhóm nghiên cứu cho rằng, trong mùa lũ 2014 và mùa khô 2015, tổng lượng cát trao đổi giữa các cửa sông ra biển khoảng 6.5 ± 1.6 Mt yr⁻¹, trong đó chi tiết cho các cửa

như sau: Sông Hậu khoảng 2,8 triệu tấn; Sông Tiền 3,8 triệu tấn; Ba Lai 0; Cung Hầu 0,2 triệu tấn, Hàm Luông 0,7 triệu tấn, Cổ Chiên 0,7 triệu tấn, Trần Đề 0,6 triệu tấn, Định An 2,1 triệu tấn. Vận chuyển bùn cát đáy chiếm khoảng 13% tổng số bùn cát di chuyển trên mặt cắt ngang, tại Cần Thơ, lượng cát di chuyển khá tương đồng với Mỹ Thuận, khoảng $Q_s = 2,3$ kg/s và tại đầu cù lao Dung $Q_s = 2,8$ kg/s.

Như vậy, tiếp cận từ các tài liệu thực đo cho thấy hàm lượng bùn cát đáy chiếm phần rất nhỏ so với tổng lượng bùn cát, vì vậy, việc nghiên cứu bùn cát ở ĐBSCL cần tiếp cận theo phương án mô hình toán AD mô phỏng vận chuyển phù sa không tính đến bùn cát đáy mà chủ yếu dựa trên các tham số đo đạc để tính ước lượng bùn cát đáy là hợp lý. Thành phần bùn cát đáy chỉ chiếm từ 10÷18% tổng lượng bùn cát trên sông Mê Công. Chúng tôi sử dụng tỷ lệ này để tính toán ra bùn cát đáy cho trên các nhánh sông, cụ thể: tại khu vực thượng châu thổ trên sông Tiền, tỷ lệ bùn cát đáy chiếm 15÷18% trên tổng bùn cát lơ lửng, và khu vực giữa là 13÷15%, và khu vực cửa sông 10÷13%.

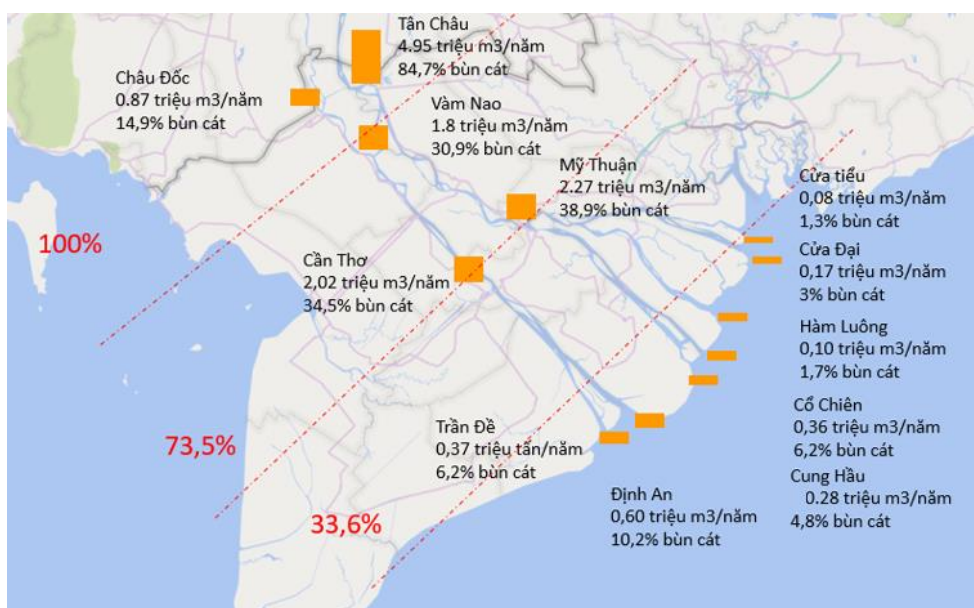
3.4. Tính toán lượng bùn cát đáy trên hệ thống sông Cửu Long

Bùn cát đáy được tính toán từ kết quả mô hình từ bùn cát lơ lửng đã được thực hiện trước đây, dựa trên cơ sở tỷ lệ thành phần bùn cát đáy và bùn cát lơ lửng thực đo. Mục đích là để có được tỷ lệ sự biến đổi lượng bùn cát đáy bồi đắp ra biển và kiểm soát lượng cát đáy được khai thác, nhằm đảm bảo ổn định thể sông. Trên hệ thống sông Cửu Long, bùn cát lơ lửng được tính toán và mô phỏng và sử dụng khá tốt, tuy nhiên bùn cát đáy do thiếu sự đo đạc kiểm định về thành phần ở nhiều đoạn nên đã chưa được quan tâm. Trên cơ sở sử dụng 3 loại tỷ lệ thành phần đã nêu trên, kết quả tính dự báo bùn cát ở trên hệ thống sông Cửu Long năm lũ lớn (2011), bùn cát được nhóm tác giả thể hiện tổng hợp ở hình 6.



Hình 6. Hàm lượng bùn cát trong năm lũ lớn (2011) trên hệ thống sông Cửu Long.

Chuỗi số liệu tính toán về bùn cát lơ lửng mùa lũ 2011, nghiên cứu đã tính toán bùn cát đáy dựa trên cơ sở đo đạc và khuyến nghị về tỷ lệ thành phần bùn cát đáy (Hình 7). Như vậy, nếu xét tổng lượng bùn cát đáy năm 2011 về hệ thống sông Cửu Long khoảng 5,84 tr.m³/năm điều này cũng phù hợp với nghiên cứu đo đạc trước của [8], đồng thời lượng bùn cát chiếm phần lớn ở nhánh sông Tiền đoạn qua Tân Châu (85%), và đoạn qua Châu Đốc chỉ chiếm 15%, sau khi phân bổ trên sông Vàm Nao, tỷ lệ bùn cát đáy ở tại Cần Thơ (35%) và Mỹ Thuận (39%) tương đối bằng nhau. Lượng bùn cát đáy di chuyển ra cửa biển lớn nhất tại cửa Định An chiếm 10%, các cửa còn lại từ 3÷6%.



Hình 7. Hàm lượng bùn cát đáy trong năm lũ lớn (2011) trên hệ thống sông Cửu Long.

4. Kết luận

+ Nghiên cứu cho thấy sự hợp lý trong việc sử dụng tỷ lệ thành phần bùn cát đáy trong khảo sát đã công bố để tính toán trên cơ sở mô phỏng tính toán bùn cát lơ lửng, qua đó giải quyết được phần nào thắc mắc lượng bùn cát đáy về đồng bằng sông Cửu Long và chúng được phân bố thế nào trên hệ thống sông. Tuy nhiên đây cũng là điểm hạn chế về độ chính xác của việc tính toán bùn cát đáy dựa trên bùn cát lơ lửng. Phương pháp này chỉ ứng dụng khi chưa có điều kiện đo đạc bùn cát đáy bằng các phương pháp đo đạc hiện đại như đã nêu. Trong tương lai, khi có nhiều số liệu bùn cát đáy hơn, cần tiếp tục kiểm định so sánh giữa tài liệu đo và tính toán để hoàn thiện hơn.

- Dựa trên kết quả tính toán năm 2011, bùn cát đáy tạo nên thế sông hiện nay phụ thuộc rất lớn vào bùn cát trên nhánh sông Tiền, đoạn qua Tân Châu chiếm khoảng 85%, và sau khi phân bố qua Vàm Nao, lượng bùn cát đáy sông Hậu ít hơn (31% tại Cần Thơ) sông Tiền (39% tại Mỹ Thuận).

- Lượng bùn cát trao đổi ra cửa biển chiếm khoảng 22%, trong đó cửa Định An chiếm tổng lượng bùn cát đáy nhiều nhất 10%, các cửa còn lại trung bình từ 3-6% tổng lượng bùn cát đáy.

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: N.N.H., L.M.H.; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: N.N.H., L.M.H.; Xử lý số liệu: L.Q.Q.; Viết bản thảo và chịu trách nhiệm nội dung bài báo: N.N.H.; Chỉnh sửa bài báo: L.Q.Q., L.M.H.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được thực hiện dưới sự tài trợ của đề tài nghiên cứu khoa học cấp nhà nước độc lập mã số ĐT.ĐL.CN-48/18 “Nghiên cứu đề xuất giải pháp chính trị hệ thống sông Tiền, sông Hậu phục vụ phát triển kinh tế xã hội bền vững vùng ĐBSCL”.

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. Singh, V.P. On the theories of hydraulic geometry. *Int. J. Sediment Res.* **2003**, 18(3), 196-218.
2. Kondolf, G.M.; Rubin, Z.K.; Minear, J.T. Dams on the Mekong: Cumulative sediment starvation. *Water Resour. Res.* **2014**, 50, 5158-5169.

3. Walling, D.E. The changing sediment load of the Mekong River. *Ambio* **2008**, 37(3), 150–157.
4. Wang, J.J.; Lu, X.X.; Kumm, M. Sediment load estimates and variations in the Lower Mekong River. *River Res. Appl.* **2011**, 27, 33–46.
5. Xue, Z.; Liu, J.P.; Ge, Q. Changes in hydrology and sediment delivery of the Mekong River in the last 50 years: connection to damming, monsoon, and ENSO. *Earth Surf. Proc. Land.* **2011**, 36, 296–308.
6. Kumm, M.; Penny, D.; Sarkkula, J.; Koponen, J. Sediment: Curse or Blessing for Tonle Sap Lake? *Ambio* **2008**, 37(3), 158–163.
7. Lu, X.X.; Siew, R.Y. Water discharge and sediment flux changes over the past decades in the Lower Mekong River: possible impacts of the Chinese dams. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* **2006**, 10, 181–195.
8. Hackey, C.; Darby, S.E.; Parsons, D.R.; Layland, J. River bank instability from unsustainable sand mining in the lower Mekong. *Nat. Sustainability* **2019**, 3, 217–225. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0455-3>.
9. Jordan, C.; Tiede, J.; Lojek, O.; Visscher, J.; Apel, H.; Quan, N.H.; Quang, C.N.X.; Schlurmann, T. Sand mining in the Mekong Delta revisited – current scales of local sediment deficits. *Sci. Rep.* **2019**, 17823. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-53804-z>.
10. Allison, M.A.; Weathers, H.D.; Meselhe, E.A. Bottom morphology in the Song Hau distributary channel, Mekong River Delta, Vietnam. *Cont. Shelf Res.* **2017**, 147, 51–61.
11. Stephens, J.D.; Allison, M.A.; Di Leonardo, D.R.; Weathers, H.D.; Ogston, A.S.; McLachlan, R.L.; Xing, F.; Meselhe, E.A. Sand dynamics in the Mekong River channel and export to the coastal ocean. *Cont. Shelf Res.* **2017**, 147, 38–50.
12. Hùng, N.N. và cs. Ứng dụng phương pháp hiệu chỉnh tự động đa mục tiêu trong xây dựng mô hình dòng chảy 1D ở đồng bằng sông Cửu Long. Tuyển tập Hội nghị thường niên năm 2015 – Trường Đại học Thủy Lợi, 2015.
13. Hùng, N.N.; Quân, L.Q. Sự thay đổi dòng chảy trên các nhánh: Tonle Sap, Bassac và Mê Công, do hạ thấp đáy sông Cửu Long. *Tap Chí khí tượng thủy văn* **2020**, 716, 40–50.
14. Manh, N.V.; Dung, N.V.; Hung, N.N.; Bruno, M.; Heiko, A. 2014. Large-scale suspended sediment transport and sediment deposition in the Mekong Delta. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* **2014**, 18, 3033–2014.
15. Fu, K.D.; He, D.M.; Lu, X.X. Sedimentation in the Manwan reservoir in the Upper Mekong and its downstream impacts. *Quat. Int.* **2008**, 186, 91–99.
16. Hùng, N.N. và cs. 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. Bộ Khoa học Công Nghệ, KC08.21/11–15, 2013.

Assesment of sediment transport in the Mekong River and quantification of sediment transport in 2011 in the Mekong River system

Nguyen Nghia Hung^{1*}, Le Quan Quan¹, Le Manh Hung¹

¹ Southern Institute of Water Resources Research, Vietnam; hungsiwrr@gmail.com; lequan2005@gmail.com

Abstract: The content of the article assesses the situation of sediment transport in general and bed load sediment in particular in recent years in the Mekong river system. Based on published measured data and calculations from the MIKE11AD mathematical model of the

river and canal system in the Mekong Delta, we estimate the amount of bed load sediment and its distribution in representing the large flood year (2011) on Mekong river system. This is the result of a new estimation of the amount of sediment on the river bedload of the Mekong River system and how they are distributed across the river sections. Specifically, the amount of bedload sediment through the VN–CPC border is only 5.84 mcm, of which, about 85% through Tan Chau and only about 15% through Chau Doc, after redistributing the flow at Vam Nao, the mud will Bottom sand on Tien river accounts for 39% (2.27 mcm), Can Tho section is about 35% (2.01 mcm), the total amount of sediment and sand discharged into the sea is about 1.54 mcm. This is the first result that is calculated and distributed to the entire tributary of the Mekong river system, as a basis for calculating, contributions to studying the stability of the Mekong river system for social–economic development.

Keywords: Sediment transport; Bed load sediment; Mekong River; Mekong Delta.