

XÁC ĐỊNH LƯỢNG VẬN CHUYỂN Bùn CÁT Dọc BỜ BIỂN KHU VỰC CỬA ĐẠI, QUẢNG NAM

Nghiêm Tiến Lam¹, Vũ Thị Thu Thủy²

Tóm tắt: Hiện tượng xói lở bờ biển ở khu vực Cửa Đại (Hội An, Quảng Nam) đã diễn ra nhiều năm và có liên quan chặt chẽ đến cân bằng vận chuyển bùn cát dọc bờ do sóng. Các kết quả tính toán vận chuyển bùn cát dọc bờ của khu vực này đã công bố trước đây thường được tính toán dựa trên các số liệu sóng của một số thời kỳ xác định tương đối ngắn mà chưa sử dụng các số liệu cho một khoảng thời gian nhiều năm. Bài viết này trình bày một số kết quả tính toán vận chuyển bùn cát dọc bờ do sóng cho khu vực bờ biển Cửa Đại sử dụng phương pháp Soulsby – Van Rijn (1997) dựa trên các số liệu thực đo và số liệu sóng nước sâu ngoài khơi của khu vực từ 1997 đến 2010. Số liệu sóng thể hiện hướng sóng chủ đạo của khu vực là hướng ENE xuất hiện với hơn 50% thời gian. Với hướng sóng chủ đạo này, kết quả tính toán cho thấy lượng vận chuyển bùn cát dọc bờ ở khu vực chủ yếu xảy ra trong các tháng có hoạt động của gió mùa Đông Bắc. Lượng vận chuyển bùn cát tịnh ở khu vực phía Bắc cửa sông có hướng Nam – Bắc với độ lớn từ 2,7 triệu đến 3,0 triệu m³/năm. Lượng vận chuyển bùn cát tịnh ở khu vực phía Nam cửa sông có hướng Bắc – Nam với độ lớn từ 1,4 triệu đến 1,6 triệu m³/năm. Sự gia tăng của lượng vận chuyển bùn cát tịnh dọc ở trong phạm vi 1 km – 3 km ở phía Bắc của Cửa Đại là nguyên nhân chính gây ra hiện tượng xói lở bờ biển rất mạnh ở khu vực này.

Từ khóa: xói lở bờ biển, vận chuyển bùn cát, Soulsby – Van Rijn, Cửa Đại, Hội An.

1. MỞ ĐẦU

Bờ biển khu vực Cửa Đại của thành phố Hội An đóng vai trò vị trí quan trọng trong phát triển kinh tế và thu hút khách du lịch của tỉnh Quảng Nam. Trong những năm gần đây, hiện tượng xói lở bờ biển của khu vực này đã và đang diễn ra rất nghiêm trọng. Có đoạn bờ biển bị xâm thực sâu vào đất liền trung bình từ 10 đến 15 m một năm dọc theo chiều dài xói lở hơn 2 km của bờ biển (Dân trí, 2017). Việc nghiên cứu tìm hiểu nguyên nhân và tìm kiếm giải pháp chống xói lở cho bờ biển khu vực Cửa Đại là một vấn đề rất cấp thiết, được Trung ương và địa phương, các nhà khoa học và các tổ chức quốc tế quan tâm. Đã có nhiều đề tài nghiên cứu, nhiều hội thảo quốc tế được tổ chức, tuy nhiên vẫn chưa có câu trả lời rõ ràng về nguyên nhân gây xói lở bờ

biển và giải pháp hiệu quả để chống xói lở và bảo vệ bờ biển của khu vực này.

Hiện tượng xói lở bờ biển có nguyên nhân trực tiếp là sự mất cân bằng bùn cát do các quá trình vận chuyển bùn cát dọc bờ và ngang bờ gây ra. Các quá trình này lại chịu chi phối bởi nhiều quá trình và yếu tố ảnh hưởng phức tạp như các điều kiện địa hình, đặc điểm trầm tích, sóng, dòng chảy do thủy triều và dòng chảy từ thượng nguồn. Các hoạt động của con người như khai thác cát, trồng rừng hay phá rừng, xây dựng các công trình ở thượng nguồn và ven biển cũng có tác động đến các quá trình ảnh hưởng này. Hầu hết các quá trình và yếu tố kể trên đều biến đổi theo thời gian và chịu ảnh hưởng của các quá trình có quy mô khu vực và toàn cầu như chế độ gió mùa, biến đổi khí hậu và nước biển dâng. Tuy nhiên quy mô và mức độ ảnh hưởng của từng quá trình và từng tác nhân đến xói lở bờ biển không giống nhau, tùy thuộc vào

¹ Khoa Kỹ thuật Biển, Đại học Thủy lợi

² Khoa Công trình, Đại học Thủy lợi.

các quá trình đó là biến đổi nhanh hay chậm và tác động trực tiếp hay gián tiếp đến các quá trình vận chuyển bùn cát.

Quá trình vận chuyển bùn cát ngang bờ là một quá trình biến đổi theo mùa. Trong mùa đông, sóng lớn trong các đợt gió mùa Đông Bắc thường gây ra xói lở bờ biển với tốc độ nhanh và vận chuyển bùn cát ra xa bờ, bồi lắng ở những độ sâu nước lớn hơn trong vùng sóng vỡ. Trong mùa hè, các cơn sóng nhỏ hơn dần dần vận chuyển bùn cát từ bên ngoài vào bồi đắp lại bờ biển. Do vậy xét trong một năm, vận chuyển bùn cát ngang bờ có gây ra hiện tượng xói lở bờ biển và làm thay đổi hình dạng mặt cắt ngang của bãi biển nhưng không làm thay đổi đáng kể tổng lượng bùn cát của một đoạn bờ biển tính cả khu vực sóng vỡ.

Khác với vận chuyển bùn cát ngang bờ, tùy thuộc vào chế độ sóng gây ra quá trình vận chuyển bùn cát dọc bờ mà một đoạn bờ biển có thể bị xói hay bị bồi trong khoảng thời gian nhiều năm do quá trình vận chuyển bùn cát dọc bờ này quyết định đến cân bằng bùn cát giữa các đoạn bờ biển trong cả năm.

Ở đoạn bờ biển ngay cửa sông thì cân bằng bùn cát này có sự đóng góp trực tiếp của lượng vận chuyển bùn cát từ trong sông ra, nhất là trong các trận lũ lớn. Bùn cát từ trong sông được vận chuyển ra thường được bồi lắng tạo thành các bãi bồi triều dâng và bãi bồi triều rút. Các hạt mịn hơn thường được dòng chảy biển đưa ra xa bờ, còn các hạt thô hơn sẽ được sóng vận chuyển một phần vào bồi đắp bãi biển và một phần thành dòng vận chuyển bùn cát dọc bờ.

Do vậy, để đánh giá nguyên nhân bồi, xói cho một đoạn bờ biển thì việc định lượng được các quá trình vận chuyển bùn cát dọc bờ và ngang bờ do tác động của sóng đóng vai trò quan trọng. Lượng hóa được đúng các quá trình này sẽ giúp cho việc xác định được giải pháp bảo vệ bờ biển một cách phù hợp và hiệu quả. Cho đến nay, đã có một số nghiên cứu và kết quả định lượng về lượng vận chuyển bùn cát dọc bờ cho khu vực bờ biển Cửa Đại.

Đặng Đình Đoan và Vũ Minh Cát (2011) sử dụng mô hình MIKE21 FM để tính toán vận

chuyển bùn cát và mô phỏng diễn biến địa hình đáy vùng cửa sông Thu Bồn dưới tác dụng của sóng và dòng chảy. Nghiên cứu này cho kết quả vận chuyển bùn cát tổng cộng khoảng 0,06 – 0,07 triệu m^3 /năm theo hướng Bắc – Nam trong thời kỳ gió mùa Đông Bắc và khoảng 0,04 triệu m^3 /năm theo hướng ngược lại trong thời kỳ gió mùa Tây Nam. Nghiên cứu cũng cho thấy hiện tượng xói diễn ra vào mùa hè và hiện tượng bồi diễn ra vào mùa đông.

Lê Đình Mậu (2012) tính toán cân cân vận chuyển bùn cát dọc bờ tại khu vực Cửa Đại sử dụng các mô hình WAM, SWAN và GENESIS cho khoảng thời gian từ 01/09/1998 đến 31/08/1999. Nghiên cứu này cho thấy, dọc theo bờ biển phía bắc cửa sông, lượng vận chuyển bùn cát tịnh dọc bờ biến đổi từ 0,10 – 0,35 triệu m^3 /năm theo hướng Nam – Bắc ở khu vực xa cửa sông và trong khoảng 0,05 – 0,10 triệu m^3 /năm theo hướng Bắc – Nam ở gần cửa sông. Dọc theo bờ biển phía nam cửa sông, dòng vận chuyển bùn cát tịnh dọc bờ biến đổi từ 0,30 triệu m^3 /năm xuống 0,05 triệu m^3 /năm theo hướng Bắc – Nam ở gần cửa sông và từ 0,10 triệu m^3 /năm xuống 0,05 triệu m^3 /năm theo hướng Nam – Bắc dọc khu vực bờ biển xa hơn ở phía Nam.

Kết quả tính toán của Vũ Thanh Ca (Quảng Nam Online, 2016) cho thấy lượng vận chuyển bùn cát ở khu vực này là 0,036 triệu m^3 /năm theo hướng Bắc – Nam và 0,011 triệu m^3 /năm theo hướng Nam – Bắc, gây ra sự thiếu hụt bùn cát ở khu vực cửa sông Thu Bồn là 0,025 triệu m^3 /năm.

Có thể thấy, các nghiên cứu kể trên đã đưa ra các kết quả tính toán khá khác nhau. Lý do cho các khác biệt này ngoài quan sự khác nhau về phương pháp tính toán thì còn có sự khác biệt rất lớn về thời kỳ tính toán và các số liệu đầu vào. Trong đó, các số liệu sóng được sử dụng có thể chưa đại diện một cách đầy đủ cho chế độ sóng nước sâu của khu vực này.

Do vậy, để đánh giá được đúng lượng vận chuyển bùn cát dọc bờ, cần thiết phải sử dụng một bộ số liệu, nhất là số liệu sóng trong một khoảng thời gian đủ dài để thể hiện một cách đại biểu cho chế độ sóng của khu vực. Bài báo này sẽ trình bày một số kết quả tính toán khác về

vận chuyển bùn cát dọc bờ cho khu vực ven biển Cửa Đại dựa trên các số liệu của khu vực và số liệu sóng từ NOAA trong 13 năm, từ 1997 đến 2010.

2. PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN

Công thức Soulsby-Van Rijn đã được nhiều tác giả sử dụng để tính toán vận chuyển bùn cát do sóng và dòng chảy như Silva et al. (2009), Roelvink and Ad Reniers (2012), và được cài đặt trong nhiều phần mềm như Delft3D, TELEMAC, X-BEACH, M-SHORECIRC, EROS, MORSYS2D, COHERENS. Lượng vận chuyển bùn cát dọc bờ biển do sóng kết hợp với dòng chảy có thể được tính toán bằng công thức Soulsby – Van Rijn (1997) như sau

$$q_t = A_s U \left(\sqrt{U^2 + \frac{0.018}{C_D} U_{rms}^2} - U_{cr} \right)^{2.4} (1 - 1.6 \tan \beta) \quad (1)$$

Trong đó: q_t là lượng vận chuyển bùn cát tổng cộng do sóng và dòng chảy, A_s được tính theo công thức

$$A_s = \frac{0.005h(d_{50}/h)^{1.2} + 0.012d_{50}D_*^{-0.6}}{[(s-1)gd_{50}]^{1.2}} \quad (2)$$

g là gia tốc trọng trường, h là độ sâu nước, β là độ dốc ngang của lòng dẫn, s là tỷ trọng riêng của bùn cát, d_{50} và d_{90} là các đường kính đặc trưng của bùn cát, U là vận tốc trung bình của dòng chảy, U_{cr} là ngưỡng vận tốc dòng chảy gây ra chuyển động của bùn cát

$$U_{cr} = \begin{cases} 0.19(d_{50})^{0.1} \log(4h/d_{90}), & d_{50} \leq 0.5\text{mm} \\ 8.5(d_{50})^{0.6} \log(4h/d_{90}), & d_{50} > 0.5\text{mm} \end{cases} \quad (3)$$

D_* là thông số đường kính hạt bùn cát,

$$D_* = \sqrt[3]{\frac{g(s-1)}{\nu^2} d_{50}} \quad (4)$$

ν là hệ số nhớt động học của nước, C_D là hệ số kéo do dòng chảy, U_{rms} là vận tốc quỹ đạo quân phương ở sát đáy do sóng,

$$U_{rms} = \frac{\pi H}{\sqrt{2T} \sinh(kh)} \quad (5)$$

H là độ cao sóng, T là chu kỳ sóng, k là số sóng.

Để tính toán lượng vận chuyển bùn cát dọc bờ, trước hết quá trình truyền sóng từ nước sâu vào đến bờ được tính toán dựa vào phương

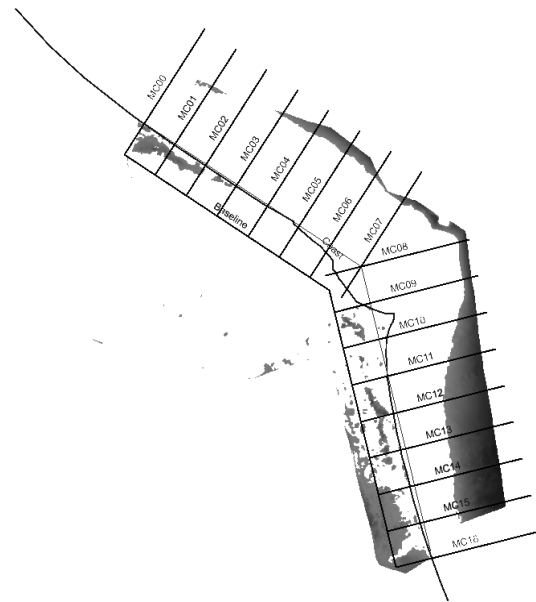
trình cân bằng năng lượng sóng (xem Battjes và Janssen, 1978) sử dụng số liệu mặt cắt ngang bãi và số liệu sóng ở nước sâu để xác định các thông số thủy động lực của sóng ở khu vực ven bờ. Các thông số thủy động lực của sóng ở khu vực ven bờ sau đó sẽ được sử dụng để tính toán vận chuyển bùn cát dọc bờ theo công thức Soulsby – Van Rijn (1997) với giả thiết ảnh hưởng của sóng ở trong vùng sóng vỡ lớn hơn rất nhiều so với các quá trình thủy động lực khác.

3. CÁC SỐ LIỆU

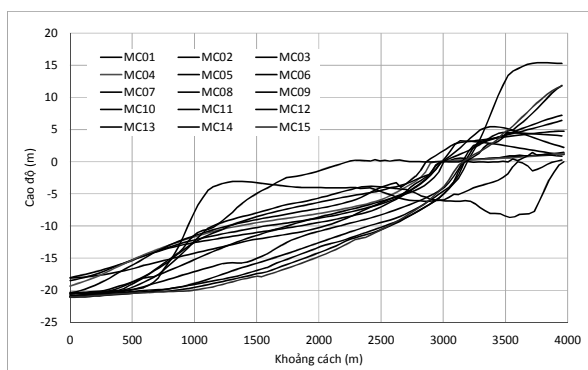
Các số liệu để được sử dụng để tính toán vận chuyển bùn cát ven biển gồm có: địa hình đáy biển, số liệu sóng và số liệu bùn cát.

a. Số liệu địa hình

Số liệu địa hình dựa trên bình đồ địa hình khu vực cửa sông khảo sát trong Đề án 47 (Kiều Xuân Tuyền, 2010). Số liệu này đã được xây dựng thành DEM 10×10 m sau đó trích xuất cho các mặt cắt ngang bãi biển như Hình 1 sử dụng công cụ Vertical Mapper. Các mặt cắt tính toán bao gồm 15 mặt cắt ngang bãi đánh số từ MC01 ở phía Bắc cửa sông đến MC15 ở phía Nam của cửa sông. Các mặt cắt cách đều nhau một khoảng là 1 km. Hình 2 thể hiện địa hình của các mặt cắt tính toán.



Hình 1. Vị trí các mặt cắt tính toán vận chuyển bùn cát dọc bờ



Hình 2. Địa hình các mặt cắt tính toán vận chuyển bùn cát dọc bờ

b. Số liệu trầm tích đáy

Số liệu trầm tích đáy được thu thập từ Đề án 47 (Kiều Xuân Tuyên, 2010). Số liệu này bao gồm 48 mẫu trầm tích đáy được thu thập ở 16 vị trí dọc bờ biển, mỗi vị trí có 3 mẫu ở các độ sâu nước khác nhau. Phần lớn các mẫu trầm tích đáy đều thể hiện là cát thô. Giá trị các đường kính hạt đặc trưng trung bình cho toàn bộ 48 mẫu trầm tích đáy cho $d_{50} = 0.68$ mm và $d_{90} = 1.37$ mm.

c. Số liệu sóng

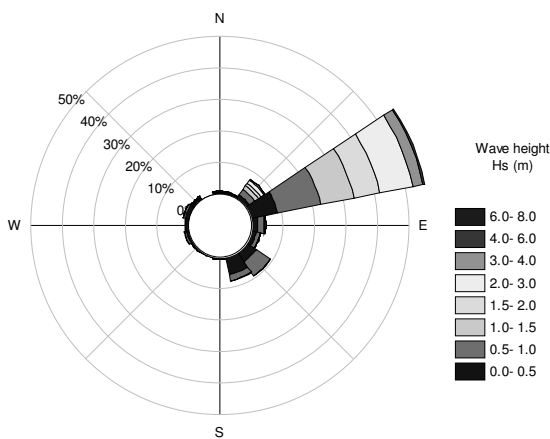
Số liệu sóng nước sâu sử dụng cho nghiên cứu này là số liệu sóng nước sâu từ mô hình WAVEWATCH III của NOAA cho điểm ngoài khơi tỉnh Quảng Nam tại tọa độ $108^{\circ}45'$ Đông và $16^{\circ}00'$ Bắc trong thời gian 13 năm từ 1997 đến 2010. Các số liệu này sau đó được phân tích để xác định phân bố độ cao và hướng sóng cho các thời kỳ gió mùa Đông Bắc, gió mùa Tây Nam và trung bình trong một năm. Bảng 1 và

Hình 3 trình bày chế độ sóng và hoa sóng nước sâu ngoài khơi tỉnh Quảng Nam được tổng hợp từ số liệu trên. Từ hoa sóng này cho thấy chế độ sóng của khu vực chịu ảnh hưởng của chế độ khí hậu gió mùa rõ rệt. Hướng sóng chủ đạo của khu vực là hướng ENE. Trong thời kỳ gió mùa Đông Bắc ngoài sóng ENE còn có sóng hướng NE, với độ cao sóng biến động trong khoảng từ 0,5 – 3 m. Các đợt gió mùa Đông Bắc mạnh có thể tạo ra sóng 4 – 6 m. Thời kỳ gió mùa Tây Nam có hướng sóng chủ yếu là SE và SSE với độ cao 0,5 – 1 m. Các số liệu sóng nước sâu trong 13 năm được tổng hợp thành bảng phân bố chế độ sóng nước sâu đại diện cho khu vực với các khoảng độ cao sóng theo 16 hướng sóng khác nhau.

Việc tính toán vận chuyển bùn cát được thực hiện cho từng mặt cắt với tất cả các điều kiện sóng. Với mỗi mặt cắt, các điều kiện sóng nước sâu ở Bảng 1 được sử dụng làm điều kiện biên tại điểm đầu cách bờ khoảng 4 km trên mỗi mặt cắt. Sau đó quá trình tính truyền sóng được thực hiện từ ngoài vào đến bờ để giải phương trình cân bằng năng lượng sóng theo phương pháp sai phân (Battjes và Janssen, 1978) cho ra kết quả động lực sóng để tính toán vận chuyển bùn cát. Các kết quả tính toán vận chuyển bùn cát cho các điều kiện sóng khác nhau của mỗi mặt cắt được tổng hợp thành lượng vận chuyển bùn cát tổng cộng và lượng vận chuyển bùn cát tịnh cho các giai đoạn theo mùa và cho cả năm.

Bảng 1. Phân bố tần suất theo độ cao và hướng sóng ngoài khơi Quảng Nam

Độ cao sóng H_s (m)	Hướng sóng																Cộng
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	
< 0.2	Lặng sóng																0.61
0.2 - 0.5	0.28	0.24	1.36	8.93	2.29	1.96	4.03	6.14	0.79	0.29	0.33	0.61	0.68	1.00	0.41	0.48	29.81
0.5 - 1.0	0.26	0.25	2.11	13.86	2.03	1.27	5.41	1.90	0.17	0.19	0.45	0.71	0.26	0.56	0.41	0.22	30.07
1.0 - 1.5	0.08	0.15	1.47	10.75	0.20	0.10	0.16	0.06	0.01		0.02	0.01	0.03	0.08	0.15	0.14	13.41
1.5 - 2.0	0.03	0.04	0.96	8.23	0.09	0.03									0.03	0.09	9.50
2.0 - 3.0	0.04	0.03	1.27	10.78	0.10	0.01									0.01	0.06	12.31
3.0 - 4.0	0.01		0.30	3.30	0.04											0.01	3.66
4.0 - 6.0	0.01		0.01	0.59	0.01												0.62
6.0 - 8.0		0.01															0.01
Cộng	0.71	0.71	7.49	56.44	4.78	3.37	9.60	8.09	0.97	0.49	0.79	1.33	0.97	1.64	1.01	1.00	100.0



Hình 3. Hoa sóng ngoài khơi Hội An, Quảng Nam

4. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN VÀ NHẬN XÉT

Bảng 2 trình bày kết quả tính toán lượng vận chuyển bùn cát dọc bờ cho 15 mặt cắt ven biển khu vực Cửa Đại. Trong đó giá trị dương $S_{(+)}$ biểu thị hướng vận chuyển bùn cát dọc bờ theo hướng Bắc – Nam, giá trị âm $S_{(-)}$ biểu thị hướng vận chuyển bùn cát dọc bờ theo hướng Nam - Bắc. S_{net} là lượng vận chuyển bùn cát tịnh và có dấu dương nếu có chiều Bắc-Nam và có dấu âm

nếu có chiều Nam-Bắc.

Kết quả này cho thấy, với các mặt cắt nằm ở phía Bắc của Cửa Đại (MC01 đến MC07), bùn cát được vận chuyển trong năm chủ yếu theo hướng Nam - Bắc với lượng vận chuyển bùn cát tịnh từ 2,7 – 3,0 triệu $m^3/năm$. Với các mặt cắt nằm ở phía Nam của Cửa Đại (MC10 đến MC15), bùn cát được vận chuyển trong năm chủ yếu theo hướng Bắc – Nam với lượng vận chuyển bùn cát tịnh 1,4 – 1,6 triệu $m^3/năm$. Các mặt cắt MC08 và MC09 tại cửa sông cho kết quả vận chuyển trong năm chủ yếu theo hướng Bắc – Nam với lượng vận chuyển bùn cát tịnh 1,3 triệu $m^3/năm$. Các kết quả tính toán này lớn hơn nhiều lần kết quả của các tác giả khác đã công bố trước đây. Tuy nhiên so với các giá trị vận chuyển bùn cát tịnh đã công bố cho khu vực như 1,2 – 1,4 triệu $m^3/năm$ ở khu vực cửa Thuận An (Thừa Thiên-Huế) (Trịnh Việt An và nnk, 1999; Nghiêm Tiến Lam, 2009), 0,5 – 0,8 triệu $m^3/năm$ ở khu vực cửa Mỹ Á (Quảng Ngãi) (Nghiêm Tiến Lam, 2009), cho thấy lượng vận chuyển bùn cát tịnh dọc theo một số đoạn bờ biển cát ở Miền Trung có thể lên đến hàng triệu $m^3/năm$.

Bảng 2. Kết quả tính toán lượng vận chuyển bùn cát dọc bờ ($10^6 m^3/năm$) tại các mặt cắt

Mặt cắt	Thời kỳ gió mùa Đông Bắc			Thời kỳ gió mùa Tây Nam			Thời gian cả năm		
	$S_{(+)}$	$S_{(-)}$	S_{net}	$S_{(+)}$	$S_{(-)}$	S_{net}	$S_{(+)}$	$S_{(-)}$	S_{net}
MC01	0,005	-2,669	-2,664	0,021	-0,094	-0,073	0,026	-2,763	-2,737
MC02	0,005	-2,722	-2,716	0,022	-0,096	-0,074	0,027	-2,818	-2,790
MC03	0,005	-2,810	-2,805	0,021	-0,098	-0,078	0,026	-2,908	-2,882
MC04	0,005	-2,886	-2,881	0,019	-0,098	-0,079	0,024	-2,984	-2,960
MC05	0,005	-2,894	-2,889	0,019	-0,100	-0,081	0,024	-2,994	-2,970
MC06	0,005	-2,825	-2,819	0,021	-0,100	-0,080	0,026	-2,925	-2,899
MC07	0,005	-2,757	-2,752	0,020	-0,101	-0,081	0,025	-2,858	-2,833
MC08	1,273	-0,012	1,261	0,095	-0,008	0,086	1,367	-0,020	1,347
MC09	1,270	-0,012	1,258	0,095	-0,008	0,087	1,365	-0,020	1,345
MC10	1,545	-0,013	1,531	0,098	-0,009	0,089	1,642	-0,023	1,620
MC11	1,514	-0,014	1,500	0,093	-0,009	0,084	1,606	-0,023	1,584
MC12	1,472	-0,014	1,458	0,090	-0,009	0,082	1,562	-0,022	1,540
MC13	1,423	-0,013	1,410	0,087	-0,008	0,079	1,510	-0,022	1,489
MC14	1,401	-0,013	1,388	0,086	-0,008	0,077	1,487	-0,021	1,466
MC15	1,378	-0,013	1,365	0,085	-0,008	0,077	1,463	-0,021	1,442

Các kết quả tính toán trong Bảng 2 cũng cho thấy lượng bùn cát từ thượng nguồn đổ ra cửa sông sẽ được phân chia tương đối đồng đều cho cả 2 bờ biển phía Bắc và phía Nam của Cửa Đại (MC07 và MC10). Tại ngay ngoài cửa (MC08 và MC09) có sự biến động về vận chuyển bùn cát rất lớn do tác động của sóng biển đến các cồn cát ngầm của bãi bồi triều rút (ebb tidal delta) trước cửa. Do vậy các cồn cát ngầm này sẽ hoạt động rất tích cực và liên tục thay đổi, di chuyển, ảnh hưởng đến sự đi lại của tàu thuyền.

Kết quả tính lượng vận chuyển bùn cát tịnh dọc bờ cũng cho thấy từ MC07 đến MC06 và từ MC05 đến MC04 có sự gia tăng rất lớn của lượng vận chuyển bùn cát dọc bờ. Do đó trong phạm vi 1 km – 3 km ở phía Bắc của Cửa Đại sẽ xảy ra hiện tượng xói lở bờ biển rất mạnh do chênh lệch và thiếu hụt lượng vận chuyển bùn cát dọc bờ giữa các mặt cắt này.

5. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày kết quả tính toán vận chuyển bùn cát dọc bờ biển cho khu vực Cửa Đại tỉnh Quảng Nam theo công thức Soulsby – Van Rijn (1997) sử dụng các số liệu đo đạc của khu vực.

Kết quả tính toán lượng vận chuyển bùn cát dọc bờ cả năm cho 15 mặt cắt ven biển khu vực Cửa Đại cho thấy rằng lượng vận chuyển bùn cát dọc bờ trong một năm chủ yếu gây ra bởi sóng lớn trong thời kỳ gió mùa Đông Bắc.

Với các mặt cắt nằm ở phía Bắc của Cửa Đại, bùn cát được vận chuyển trong năm chủ yếu theo hướng Nam - Bắc với lượng vận chuyển bùn cát tịnh từ 2,7 triệu đến 3,0 triệu triệu m^3 /năm. Với các mặt cắt nằm ở phía Nam của Cửa Đại, bùn cát được vận chuyển trong năm chủ yếu theo hướng Bắc – Nam với lượng vận chuyển bùn cát tịnh từ 1,4 triệu đến 1,6 triệu triệu m^3 /năm.

Tại ngay ngoài cửa có sự biến động về vận chuyển bùn cát rất lớn do tác động của sóng biển đến các cồn cát ngầm của bãi bồi triều rút trước cửa. Do vậy các cồn cát ngầm này sẽ hoạt động rất tích cực và liên tục thay đổi, di chuyển, ảnh hưởng đến sự đi lại của tàu thuyền.

Sự gia tăng của lượng vận chuyển bùn cát tịnh dọc ở trong phạm vi 1 km – 3 km ở phía Bắc của Cửa Đại là nguyên nhân chính gây ra hiện tượng xói lở bờ biển rất mạnh ở khu vực này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Trịnh Việt An, Lương Phương Hậu, Hà Học Khanh, Lương Giang Vũ (1999), Báo cáo tổng hợp “Nghiên cứu đề xuất giải pháp chống bồi lấp cửa Thuận An và bảo vệ bờ biển từ cửa Thuận An đến eo Hòa Duân”. Viện Khoa học Thủy lợi. Hà Nội.
- Battjes, J. A. và Janssen, J. P. F. M. (1978), *Energy Loss and Set-Up Due to Breaking of Random Waves*. 16th International Conference on Coastal Engineering. 27 Aug – 3 Sep, 1978. Hamburg, Germany
- Dân trí (2017), *Đề xuất nhiều giải pháp cứu biển Cửa Đại*. Báo điện tử Dân trí ngày 26/05/2017. Liên kết tại <http://dantri.com.vn/xa-hoi/de-xuat-nhieu-giai-phap-cuu-bien-cua-dai-20170526073239285.htm>
- Đặng Đình Đoan và Vũ Minh Cát (2011), *Nghiên cứu chế độ động lực vùng cửa sông Thu Bồn (Quảng Nam) và đề xuất giải pháp chống bồi lấp, tạo luồng vận tải thủy và thoát lũ*. Tiểu ban Khí tượng, Thủy văn và Động lực học biển. Hội nghị Khoa học và Công nghệ Biển toàn quốc lần thứ V.
- Nghiêm Tiến Lam (2009), *Hydrodynamics and Morphodynamics of a Seasonally Forced Tidal Inlet System*. PhD Dissertation, Delft University of Technology. Delft, The Netherlands. ISBN 978-90-9024356-6.
- Nghiêm Tiến Lam, Lê Đình Thành, Vũ Minh Cát, Vũ Thị Thu Thủy (2009), *Sediment transport and morphodynamics of My A inlet, Vietnam, in the low flow season*. The 5th International Conference on Asian and Pacific Coasts (APAC2009), 13-16 October 2009, Singapore.

- Lê Đình Mậu (2012), *Tính toán cân cân vận chuyển bùn – cát dọc bờ tại khu vực Cửa Đại (Hội An)*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển. Số 1, 2012. Tr 27-42.
- Quảng Nam Online (2016), *Tìm giải pháp chống sạt lở bờ biển Cửa Đại*. Báo điện tử Quảng Nam Online ngày 25/12/2016. Liên kết tại <http://nguoiquangxaque.com/xa-hoi/201412/tim-giai-phap-chong-sat-lo-bo-bien-cua-dai-572869/>
- Roelvink, D., and Ad Reniers (2012), *A Guide to Modeling Coastal Morphology*. World Scientific Publishing.
- Silva, P. A., Bertin, X., Fortunato, A.B. and Oliveira, A. (2009), *Intercomparison of sediment transport formulas in current and combined wave-current conditions*. Journal of Coastal Research, SI 56, pp559-563.
- Soulsby, R. (1997), *Dynamics of marine sands: A manual for practical applications*. Thomas Telford, UK.
- Kiều Xuân Tuyền (2010), Báo cáo tổng hợp Dự án “Điều tra đánh giá hiện trạng cửa sông Thu Bồn và kiến nghị các giải pháp bảo vệ, khai thác hoàn thiện”. Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.

Abstract:

DETERMINATION OF LONGSHORE SEDIMENT TRANSPORT FOR CUA DAI BEACHES, QUANG NAM PROVINCE

Coastal erosion along the beaches near Cua Dai estuary (Hoi An, Quang Nam province) has occurred for years which is governed by wave induced longshore sediment transport. There have been few estimations of longshore sediment transport for the area but mostly based on wave data collected for some short periods which are not well presenting the wave climate of the area. This paper presents new results on wave induced longshore sediment transports along the beaches based on measured data and longterm deepwater waves from 1997 to 2010 using Soulsby – Van Rijn (1997) method. The wave data show the prevailing wave direction is ENE which occurred for more than 50% of time. Due to this, the longshore sediment transports are mainly due to the prevailing waves during the Northeast monsoon season. The estimated net longshore sediment transport along the northern coast of the estuary is about 2.7 to 3.0 million cubic meters per year to the north. The net longshore sediment transport along the southern coast is about 1.4 to 1.6 million cubic meters per year to the south. The increment of the net longshore sediment transport along the coastal section from 1 to 3 kilometers north of the estuary is the major cause of severe coastal erosion in this section.

Keywords: coastal erosion, sediment transport, Soulsby – Van Rijn, Cua Dai, Hoi An.

Ngày nhận bài: 14/6/2017

Ngày chấp nhận đăng: 27/9/2017