

Morphodynamic modeling and causes of closure of My A inlet

Nghiem Tien Lam¹, Le Dinh Thanh², Vu Minh Cat¹, Vu Thi Thu Thuý²

Abstract: Morphodynamics and sediment transport of the My A inlet in the low flow season are modeled using Delft3D. The simulation model takes into account the forcing of waves, tides and river flows. Model outputs of sediment transport and morphological changes allow analysing the mechanism and cause of inlet closure. The analysis shows that longshore sediment is accreted on the northern side of the inlet both on the ebb tidal delta and along the north coast, but onshore sediment transport by wave reworking is the main process to close the inlet.

Keywords: simulation model, morphodynamics, sediment transport, inlet closure

Tính toán vận chuyển bùn cát và nguyên nhân bồi lấp cửa Mỹ Á

Nghiem Tien Lam¹, Lê Đình Thành², Vũ Minh Cát¹, Vũ Thị Thu Thuý²

Tóm tắt: Động lực học và vận chuyển bùn cát khu vực cửa Mỹ Á trong thời kỳ mùa cạn được mô hình hoá bằng mô hình Delft3D. Mô hình mô phỏng các quá trình ảnh hưởng của sóng, thủy triều, dòng chảy từ sông ra, vận chuyển bùn cát và biến đổi địa hình đáy. Kết quả tính toán các quá trình thủy động lực học và vận chuyển bùn cát cho phép phân tích nguyên nhân xói lở bờ biển và bồi lấp cửa. Cân bằng bùn cát cho thấy cửa bị bồi lấp có nguyên nhân là do cả dòng vận chuyển bùn cát dọc bờ và dòng vận chuyển bùn cát ngang bờ vào cửa dưới tác động chủ đạo của sóng gây ra.

Từ khóa: mô hình mô phỏng, thủy động lực học, vận chuyển bùn cát, diễn biến cửa sông

1. Giới thiệu

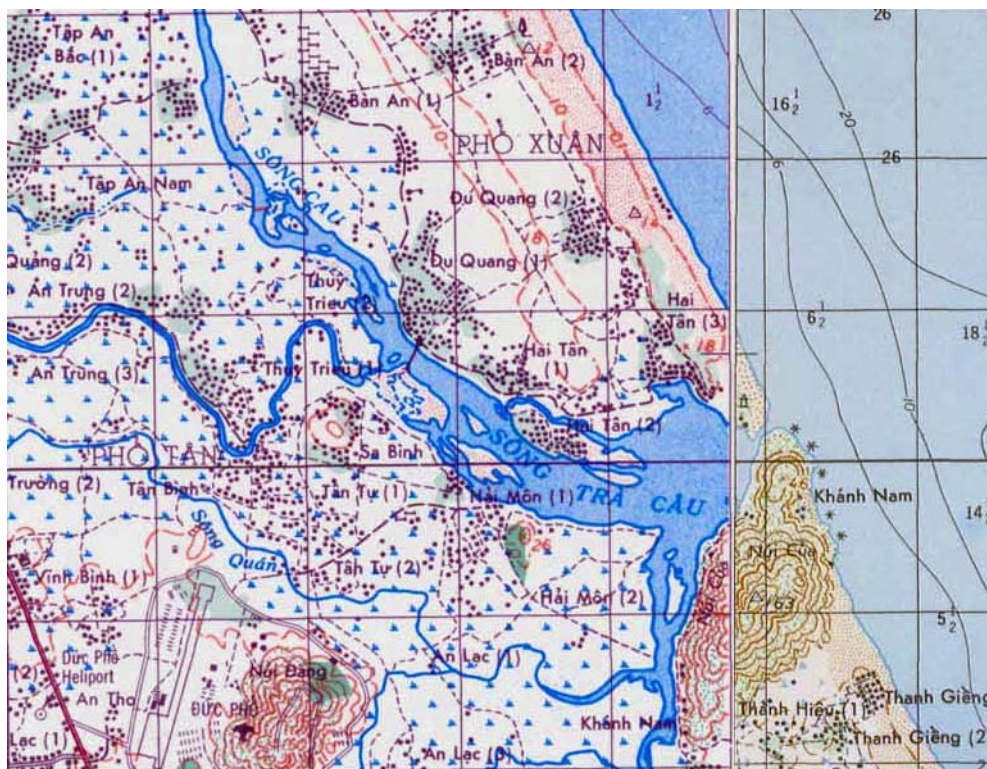
Cửa Mỹ Á thuộc xã Phở Quang, huyện Đức Phổ là một trong 4 cửa biển quan trọng của Quảng Ngãi. Cửa Mỹ Á có vai trò quan trọng đối với sự phát triển kinh tế xã hội của vùng vì cửa là luồng giao thông chính cho tàu thuyền trong vùng ra vào đánh bắt thủy hải sản. Kể từ sau trận lũ lịch sử năm 1999, cửa Mỹ Á bị bồi lấp nghiêm trọng nên luồng tàu ra vào bị nhỏ dần. Hàng năm, sau mỗi mùa biển động từ tháng 1 đến tháng 4 thì cửa biển Mỹ Á lại bị cát bồi lấp, tàu thuyền ra vào đánh bắt thủy sản gặp rất nhiều khó khăn. Ngoài ra, cửa Mỹ Á là cửa tiêu thoát nước của các lưu vực sông Thoa, sông Trà Câu, sông Rớ, và nam sông Vệ (huyện Mộ Đức) nên nó có vai trò quan trọng trong thoát lũ, tiêu úng ngập, ổn định dân cư và phát triển sản xuất nông nghiệp trong vùng. Sự bồi lấp cửa biển làm cho nước sông Thoa đổ về dâng cao gần một mét vẫn không thể thoát được ra biển và đe dọa

¹ Faculty of Marine and Coastal Engineering, Water Resources University; 175 Tay Son, Hanoi, Vietnam; E-mail: lam.n.t@wru.edu.vn

² Water Resources University; 175 Tay Son, Hanoi, Vietnam

ngập úng trên 45 ha lúa ven sông. Sự bồi lấp cửa Mỹ Á có ảnh hưởng to lớn đến sản xuất và đời sống xã hội trong vùng. Cho đến nay đã có nhiều dự án nghiên cứu quy hoạch tiêu thoát lũ cho lưu vực sông Thoá nhưng vấn đề ổn định và chống bồi lấp cửa Mỹ Á vẫn chưa được giải quyết một cách trọn vẹn do sự hạn chế về số liệu cơ bản ở khu vực cửa sông và biển. Để giải quyết được tình trạng bồi lấp cửa Mỹ Á thì cần thiết phải nắm bắt được nguyên nhân và quy luật diễn biến của cửa.

Cửa Mỹ Á nói riêng và các cửa sông Miền Trung nói chung nằm trong khu vực nhiệt đới gió mùa nên chịu ảnh hưởng rất lớn của chế độ gió mùa và có quy luật biến đổi theo mùa. Chế độ gió mùa quyết định đến sự biến đổi của khí hậu sông biển và dòng chảy từ sông ra, do đó quyết định đến các quá trình dòng ven và vận chuyển bùn cát ven bờ, quá trình dòng chảy và bùn cát từ sông ra. Diễn biến của cửa sông là kết quả của sự cân bằng giữa các quá trình vận chuyển bùn cát trong khu vực dưới tác động chính của sóng, thủy triều và dòng chảy từ sông ra.



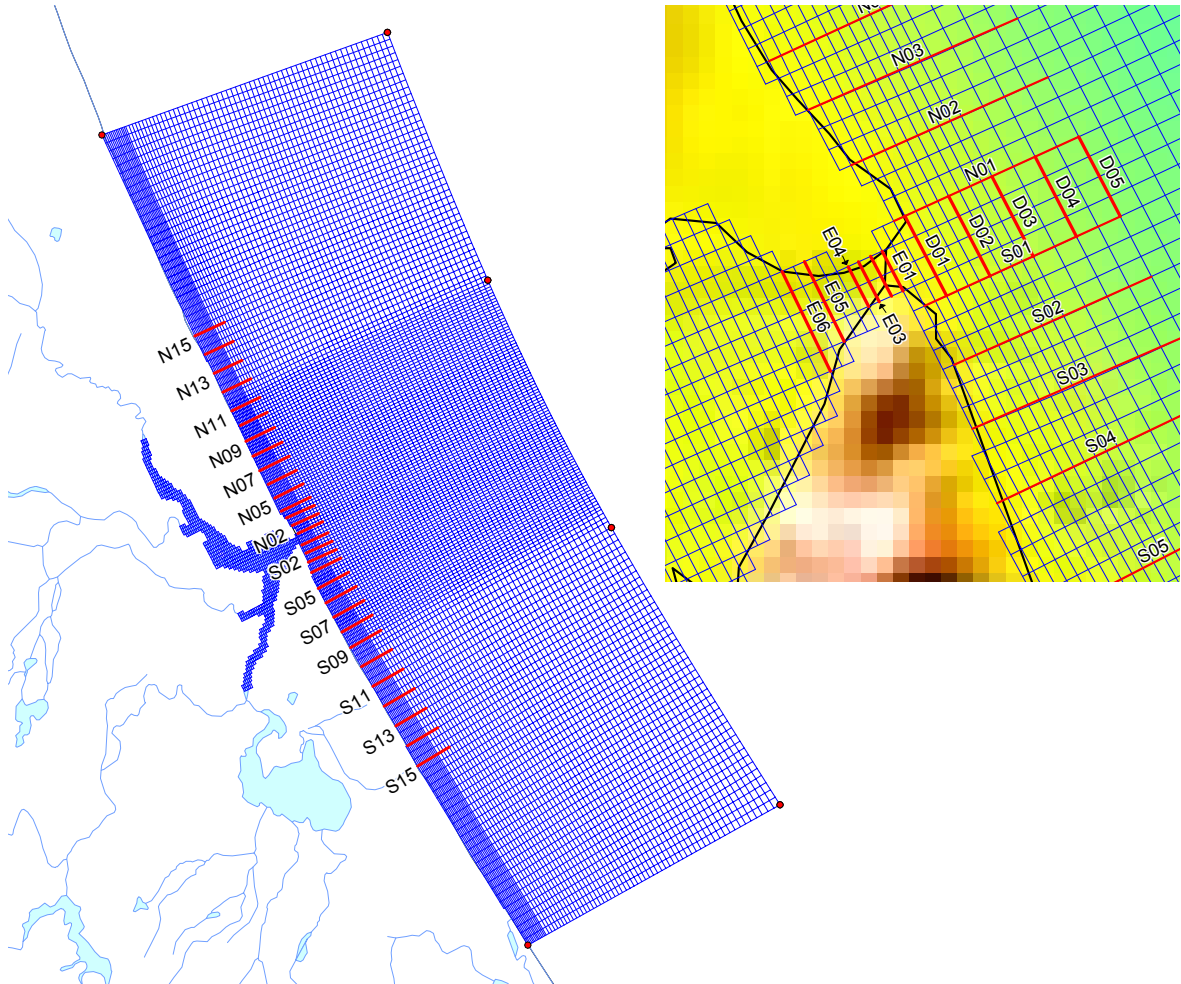
Hình 1. Bản đồ khu vực cửa Mỹ Á, Quảng Ngãi

Chế độ thủy văn của khu vực dưới tác động của chế độ gió mùa được chia ra thành mùa lũ và mùa cạn. Căn cứ vào số liệu quan trắc thủy văn của trạm An Chi (sông Vệ) giai đoạn 1978-1999, mùa lũ trong khu vực kéo dài 3 tháng từ tháng X đến tháng XII, mùa cạn kéo dài 9 tháng từ tháng I đến tháng IX. Trong mùa lũ, dòng chảy các sông Miền Trung bị chi phối chủ yếu bởi dòng chảy các sông. Dòng chảy lũ được coi là tác nhân chính duy trì độ mở của cửa. Trong mùa cạn, dòng chảy từ sông rất nhỏ và dòng chảy qua cửa chủ yếu là dòng triều. Chế độ thủy triều khu vực cửa Mỹ Á là chế độ triều hỗn hợp chủ yếu là nhật triều không đều với độ lớn thủy triều khoảng 1.5 m. Tuy nhiên trong thời kỳ này tác động của sóng là chủ đạo và tạo nên dòng bùn cát dọc bờ gây ra bồi lấp cửa.

Báo cáo này sẽ trình bày các kết quả nghiên cứu quy luật vận chuyển bùn cát và nguyên nhân bồi lấp cửa trong thời kỳ mùa cạn dựa trên phương pháp mô hình mô phỏng.

2. Phương pháp nghiên cứu

Để xác định nguyên nhân và định lượng được quá trình vận chuyển bùn cát do sóng, phương pháp mô hình mô phỏng đã được sử dụng trong nghiên cứu với bộ phần mềm Delft3D của Delft Hydraulics (Hà Lan) (WL | Delft Hydraulics, 2006a). Delft3D cho phép mô hình hoá các quá trình thuỷ động lực học như lũ, thủy triều, sóng, các quá trình vận chuyển bùn cát do sóng, dòng chảy và biến đổi địa hình đáy.

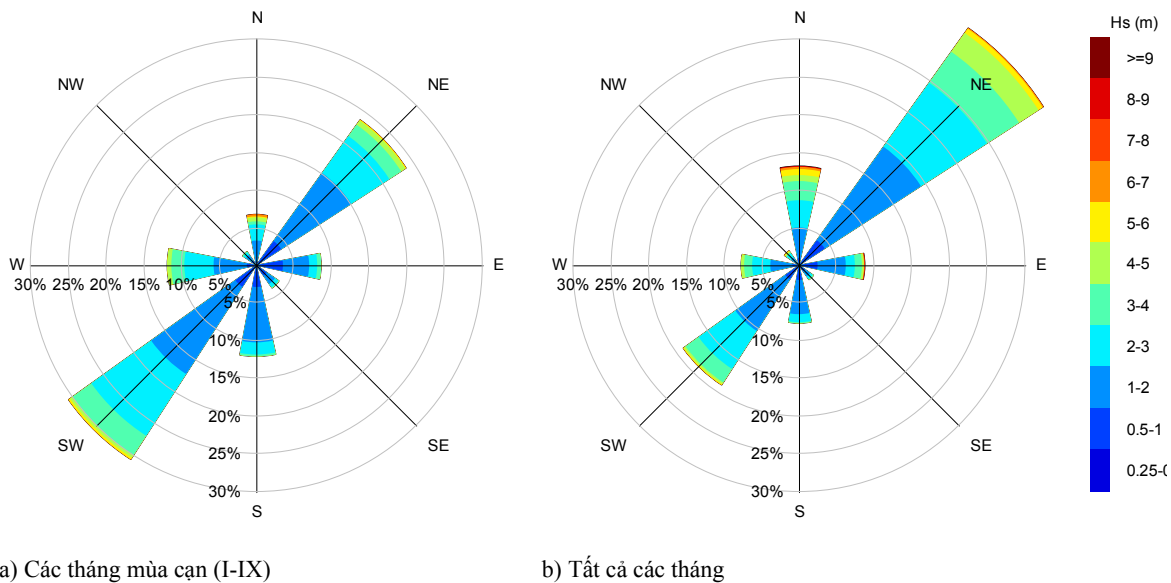


Hình 2. Lưới và miền tính toán (trái) và địa hình chi tiết khu vực cửa Mỹ Á (phải)

Mô hình sóng

Tác động của sóng được mô phỏng bằng mô đun Delft3D-WAVE (WL | Delft Hydraulics, 2006b) dựa trên cơ sở của mô hình SWAN (The SWAN team, 2007) cho sự lan truyền và biến đổi của sóng khu vực nước gần bờ. Miền tính toán và lưới tính của mô hình như trong hình 2. Lưới tính được chia thô ở khu vực ngoài khơi và mịn hơn ở khu vực cửa và ven bờ. Điều kiện biên của mô hình sóng là số liệu sóng của các đợt khảo sát bằng tàu tại khu vực biển tỉnh Quảng Ngãi từ năm 1966 đến năm 1980. Các hoa sóng thể hiện khí hậu sóng của khu vực trong thời kỳ mùa cạn (I-IX) và tất cả các tháng như trong hình 3. Trong mô hình có xét đến các quá trình biến đổi sóng do ma sát đáy, sóng vỡ theo độ sâu (mô hình ENDEC của Battjes và Janssen, 1978), sóng phát triển và vỡ bậc đầu, các quá trình khúc xạ và biến đổi năng lượng giữa các tần số của phổ sóng. Ảnh hưởng của độ sâu nước và

vận tốc dòng chảy đến sự biến đổi của sóng được xét đến sử dụng kết quả từ mô hình dòng chảy.



Hình 3. Biểu đồ hoa sóng khu vực biển Quảng Ngãi

Mô hình dòng chảy

Các quá trình thủy động lực học của vùng nước ven bờ khu vực cửa Mỹ Á được mô phỏng bằng mô đun Delft3D-FLOW (WL | Delft Hydraulics, 2006a) bao gồm quá trình dòng chảy từ sông ra, các quá trình thủy triều, dòng chảy do gió và do sóng. Lưới và miền tính toán được sử dụng như trong mô hình sóng. Điều kiện biên của mô hình là các quá trình dòng chảy trong sông và mực nước triều tại các biên hồ ngoài biển được tính toán trên trang web dự tính thủy triều trực tuyến của Khoa Kỹ thuật Biển, Trường đại học Thủy lợi. Các điểm hình tròn trên hình 2 là các điểm giới hạn đầu các đoạn biên mực nước triều. Các biên trong sông là dòng chảy tính toán từ các mô hình thủy văn. Dòng chảy do tác động của sóng được tính toán trong mô đun Delft3D-WAVE. Do một số điều kiện sóng có độ cao sóng khá lớn ($H > 6.5$ m) và tạo dòng chảy khá mạnh nên bước thời gian tính toán được lấy là $\Delta t = 2$ phút để đảm bảo điều kiện ổn định của mô hình.

Vận chuyển bùn cát và biến đổi đáy

Quá trình vận chuyển bùn cát do tác động của sóng và dòng chảy được tính toán theo phương pháp Bijker (1971) trong mô đun Delft3D-FLOW. Số liệu bùn cát khu vực cửa Mỹ Á sử dụng tài liệu của Viện Khoa học Thủy lợi khảo sát tháng 3 năm 2005. Kích thước hạt được lấy trung bình cho tất cả các mẫu khảo sát trong khu vực ở các bãi biển với $D_{50} = 0.2$ mm và $D_{90} = 0.314$ mm.

Việc tính toán các quá trình thủy động lực học, sóng, vận chuyển bùn cát cho thời kỳ mùa cạn kéo dài 9 tháng từ tháng I đến tháng IX theo cách tuần tự thông thường sẽ đòi hỏi rất nhiều thời gian tính toán. Để giảm thiểu thời gian tính toán, kỹ thuật tăng tốc độ tính toán do Roelvink (2006) đề xuất được áp dụng trong quá trình mô phỏng. Kỹ thuật này giả thiết sự biến đổi của đáy do chênh lệch của vận chuyển bùn cát tịnh là khá chậm so với các biến đổi của dòng chảy hay sóng, do đó sự biến đổi của đáy có thể được “tăng tốc” lên bằng một hệ số hình thái mà vẫn ít ảnh hưởng đến sai số tính toán sóng và dòng chảy. Bằng cách này, thời gian mô phỏng cho một thời kỳ dài sẽ được giảm thiểu đi rất nhiều lần.

3. Kết quả tính toán và thảo luận

3.1. Vận chuyển bùn cát dọc bờ

Bảng 1 trình bày kết quả tính toán vận chuyển bùn cát khu vực cửa Mỹ Á cho 2 lần chạy mô phỏng: lần mô phỏng thứ nhất cho tất cả các tháng trong năm và lần mô phỏng thứ 2 cho các tháng mùa cạn (I-IX). Chiều dương của vận chuyển bùn cát dọc bờ là hướng từ bắc xuống nam. Vị trí và tên các mặt cắt thể hiện trên hình 2.

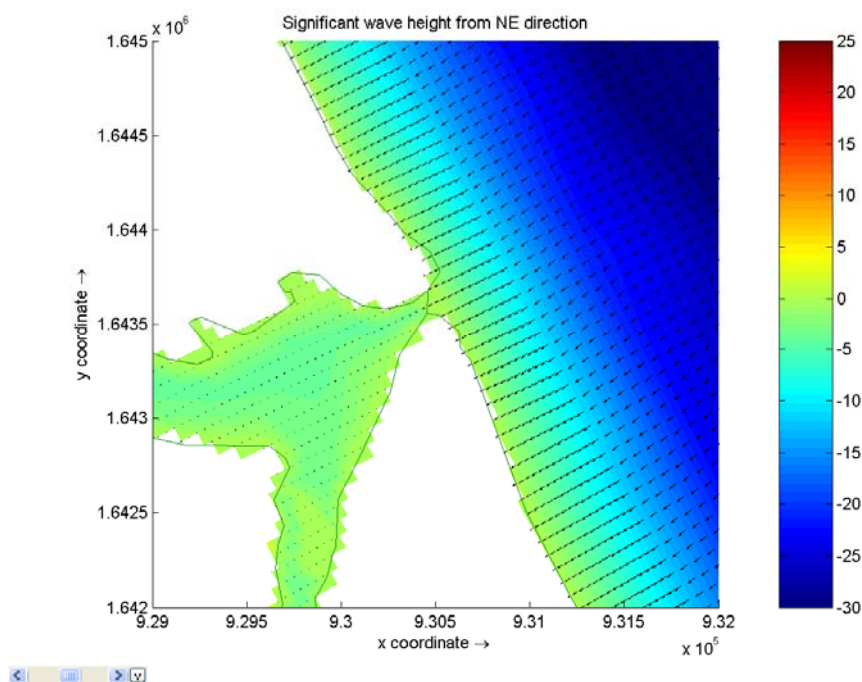
Từ kết quả tính toán trong bảng 1 cho thấy lượng vận chuyển bùn cát tịnh dọc bờ (Q_{net}) vào khoảng từ 0.51 – 0.81 triệu $m^3/năm$ và hướng theo chiều từ bắc xuống nam. Lượng vận chuyển bùn cát tịnh ở phía bắc cửa lớn hơn ở phía nam cửa. Hình 5 trình bày trường dòng vận chuyển bùn cát tịnh thể hiện rõ xu thế này. Ở phía bắc cửa Mỹ Á, Q_{net} biến đổi dần từ 0.7 triệu $m^3/năm$ ở mặt cắt N15 lên đến 0.81 triệu $m^3/năm$ ở mặt cắt N11 sau đó lại giảm dần đến còn 0.525 triệu $m^3/năm$ ở mặt cắt N01 ngay sát cửa. Sự biến đổi này chủ yếu là do sự thay đổi của hướng đường bờ gây ra. Từ hình 3b và hình 4 cho thấy hướng sóng chủ đạo trong cả năm chủ yếu đến từ hướng đông bắc (NE) có góc 45° trong khi hướng pháp tuyến đường bờ của khu vực vào khoảng $\beta \approx 62^\circ$. Do vậy sóng NE chủ đạo sẽ tạo ra dòng vận chuyển bùn cát tịnh dọc bờ hướng từ bắc xuống nam. Ở bờ bắc cửa Mỹ Á, càng gần đến cửa thì góc pháp tuyến đường bờ càng giảm làm cho Q_{net} giảm tương ứng. Ở phía nam của cửa Q_{net} nhỏ hơn và biến đổi từ 0.52 triệu $m^3/năm$ ở mặt cắt S01 đến 0.55 triệu $m^3/năm$ ở mặt cắt S15. Như vậy chênh lệch vận chuyển bùn cát dọc bờ theo xu thế giảm dần lượng vận chuyển bùn cát tịnh ở bờ bắc của cửa Mỹ Á và hướng từ bắc xuống nam làm cho khu vực bờ bắc gần cửa và mũi cát ở bờ bắc của cửa bị bồi lấp và làm cho cửa bị đóng dần.

So sánh với các kết quả tính toán vận chuyển bùn cát khu vực Thừa Thiên-Huế (ví dụ Lee, 1970; Trần Thanh Tùng, 2001; Trịnh Việt An et al., 2007) thì các kết quả tính toán ở trên là chấp nhận được. Khu vực cửa Thuận An có Q_{net} khoảng 0.3 triệu $m^3/năm$ và khu vực cửa Tư Hiền có $Q_{net} \approx 0.95$ triệu $m^3/năm$ trong khi chế độ sóng yếu hơn (độ cao sóng trung bình ≤ 1 m) và phân tán hơn, bùn cát thô hơn ($D_{50} = 0.39$ mm), hướng pháp tuyến đường bờ nhỏ hơn ($\beta \approx 35^\circ$) và chế độ thủy triều cũng yếu hơn (độ cao thủy triều 0.41 m). Nếu so sánh với kết quả tính toán vận chuyển bùn cát của KBR cho khu vực cửa Mỹ Á với lượng vận chuyển bùn cát xuống phía nam 0.3 triệu $m^3/năm$, lượng vận chuyển bùn cát lên phía bắc 0.2 triệu $m^3/năm$, và $Q_{net} = 0.1$ triệu $m^3/năm$ hướng từ bắc xuống nam thì các kết quả của KBR xem ra khá nhỏ so với khu vực.

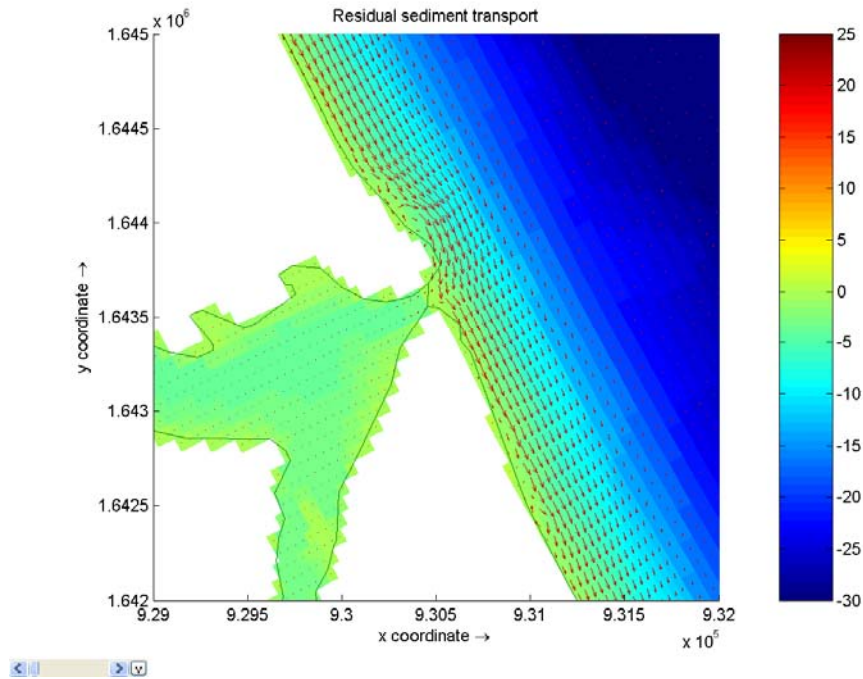
Từ bảng 1 cho thấy lượng vận chuyển bùn cát theo chiều từ bắc xuống nam chủ yếu diễn ra vào các tháng mùa cạn. Lượng vận chuyển bùn cát từ bắc xuống nam (Q_s^+) vào khoảng 0.92 – 1.2 triệu $m^3/năm$ và riêng mùa cạn có Q_s^+ vào khoảng 0.75 – 1.0 triệu $m^3/năm$, còn lại khoảng 0.15 – 0.26 triệu $m^3/năm$ được vận chuyển từ bắc xuống nam trong 3 tháng mùa lũ. Lượng vận chuyển bùn cát theo chiều từ nam lên bắc chủ yếu diễn ra vào các tháng mùa lũ trong thời kỳ đầu của gió mùa đông bắc và sự hoạt động của bão và áp thấp nhiệt đới. Với dòng vận chuyển bùn cát theo chiều ngược lại từ nam lên bắc (Q_s^-) thì tất cả các tháng trong năm có $Q_s^- = 0.35 - 0.44$ triệu $m^3/năm$, riêng mùa cạn có $Q_s^- = 0.053 - 0.081$ triệu $m^3/năm$ và còn lại $Q_s^- = 0.30 - 0.37$ triệu $m^3/năm$ của 3 tháng mùa lũ. Lượng vận chuyển bùn cát dọc bờ hướng từ bắc xuống nam trong mùa cạn chủ yếu diễn ra vào thời kỳ cuối của gió mùa đông bắc trong các tháng I-IV khi biên động và sóng tương đối lớn. Các tháng còn lại nhất là thời kỳ có gió mùa tây nam hoạt động mạnh thì độ cao sóng khá nhỏ tạo ra dòng dọc bờ yếu và gây ra lượng vận chuyển bùn cát hướng từ nam lên bắc cũng nhỏ hơn rất nhiều. Điều này làm cho vận chuyển bùn cát tịnh trong mùa cạn $Q_{net} = 0.70 - 0.93$ triệu $m^3/năm$ lại lớn hơn lượng vận chuyển bùn cát tịnh của cả năm.

Bảng 1. Kết quả tính toán vận chuyển bùn cát dọc bờ khu vực cửa Mỹ Á

Mặt cắt	Bắc-Nam: Q_s^+ (m ³)		Nam-Bắc: Q_s^- (m ³)		Tịnh: Q_{net} (m ³)	
	Cả năm	Mùa cạn	Cả năm	Mùa cạn	Cả năm	Mùa cạn
N01	945 360	788 228	-419 836	-64 185	525 524	724 043
N02	961 576	804 979	-428 263	-68 594	533 313	736 385
N03	979 059	827 101	-431 331	-69 251	547 728	757 849
N04	988 915	844 064	-436 591	-67 996	552 324	776 068
N05	1 015 971	848 181	-440 711	-69 399	575 260	778 782
N06	1 060 501	828 596	-426 888	-72 114	633 613	756 482
N07	1 139 287	925 054	-428 543	-72 813	710 744	852 241
N08	1 168 227	932 538	-421 614	-66 472	746 613	866 066
N09	1 209 020	951 576	-414 975	-68 532	794 045	883 045
N10	1 193 684	999 671	-411 747	-64 472	781 937	935 199
N11	1 212 300	968 076	-400 882	-60 413	811 418	907 663
N12	1 191 129	954 438	-399 631	-60 631	791 497	893 807
N13	1 171 455	961 572	-400 392	-63 563	771 063	898 009
N14	1 099 294	943 275	-389 982	-61 816	709 312	881 459
N15	1 101 370	940 062	-401 083	-59 999	700 286	880 063
S01	932 820	788 927	-415 903	-60 633	516 917	728 294
S02	939 568	801 668	-421 527	-67 895	518 041	733 773
S03	943 160	799 674	-427 949	-74 903	515 212	724 771
S04	942 523	801 786	-432 444	-79 848	510 079	721 938
S05	938 751	796 643	-432 706	-81 245	506 045	715 398
S06	944 044	806 780	-425 467	-76 286	518 576	730 494
S07	965 454	822 684	-415 799	-73 533	549 655	749 151
S08	962 302	799 777	-402 776	-69 351	559 526	730 425
S09	934 444	773 358	-387 517	-62 877	546 927	710 481
S10	922 318	766 655	-370 451	-57 236	551 867	709 419
S11	929 492	773 337	-364 900	-57 254	564 593	716 082
S12	953 839	803 595	-371 211	-59 619	582 628	743 976
S13	929 397	767 659	-364 736	-57 021	564 661	710 638
S14	913 455	756 636	-355 042	-53 695	558 413	702 940
S15	916 968	765 656	-366 138	-53 021	550 830	712 634



Hình 4. Trường độ cao sóng hướng đông bắc



Hình 5. Trường vận chuyển bùn cát tịnh khu vực cửa Mỹ Á

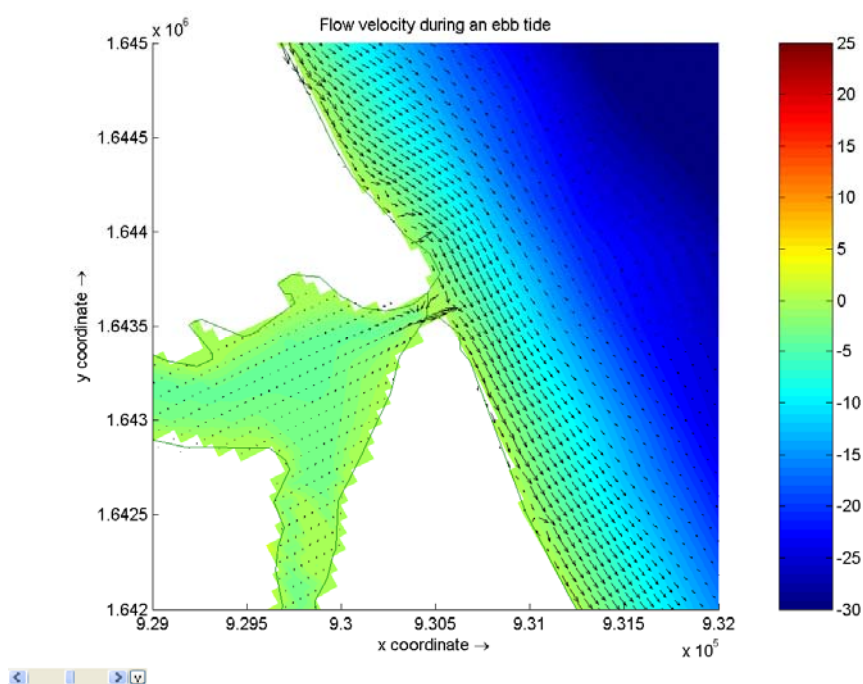
3.2. Vận chuyển bùn cát ngang bờ

Bảng 2 trình bày kết quả tính toán vận chuyển bùn cát qua cửa Mỹ Á cho cả năm và cho mùa cạn (I-IX). Chiều dương của vận chuyển bùn cát qua cửa là từ sông ra biển. Vị trí và tên các mặt cắt thể hiện trên hình 2. Các kết quả vận chuyển bùn cát này chỉ do tác động của sóng và thủy triều mà chưa xét đến vận chuyển bùn cát do dòng chảy từ sông ra. Điều này có thể chấp nhận được bởi vì trong mùa lũ, dòng chảy lũ thường chủ yếu vận chuyển bùn cát từ sông ra biển. Lưu tốc dòng lũ mạnh xói mở rộng mặt cắt cửa và vận chuyển bùn cát ra phía ngoài cửa. Còn trong mùa cạn thì lượng bùn cát trong sông hầu như không đáng kể nên bùn cát chủ yếu do dòng ven bờ vận chuyển vào cửa dưới tác dụng của sóng.

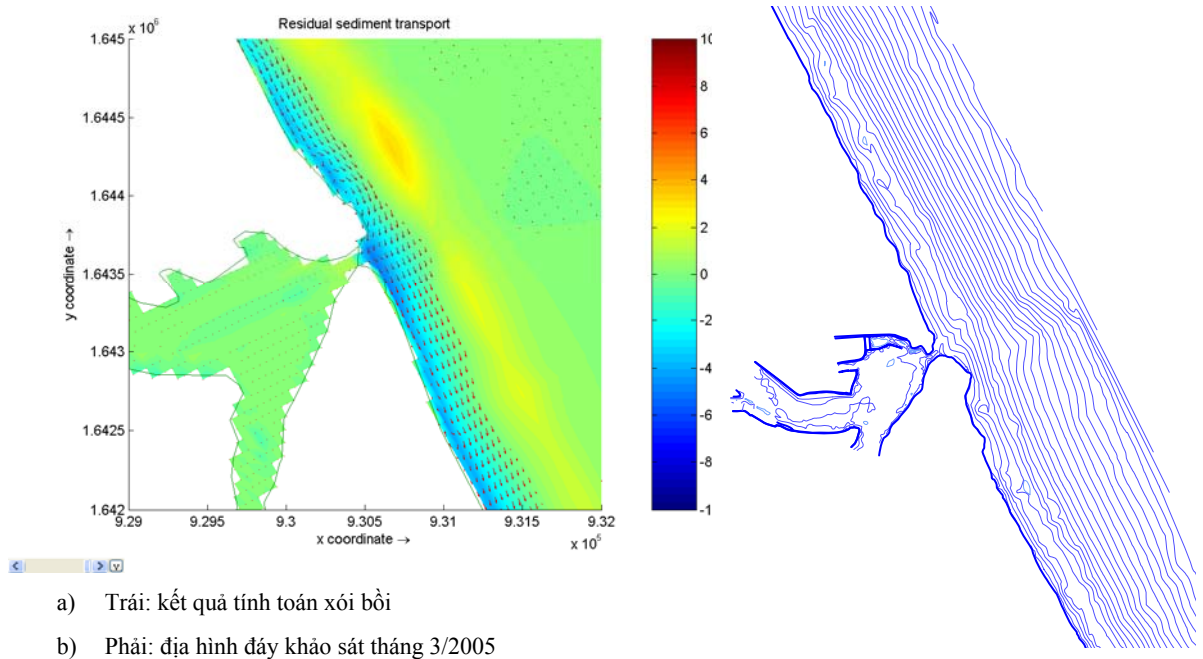
Lượng đi từ ngoài vào chủ yếu là do dòng ven bờ do sóng đưa vào cửa từ hai phía cùng với lượng bùn cát vận chuyển do sóng bào mòn và vận chuyển từ các doi cát ở bãi bồi triều rút (ebb-tidal delta) đưa khu vực cửa sau đó được dòng triều lên vận chuyển vào lòng dẫn cửa và bồi lắng tại đó. Sự vận chuyển bùn cát ngang bờ từ bãi bồi triều rút vào cửa được chứng minh trên bảng 2 bằng lượng vận chuyển bùn cát tịnh âm và tăng dần về độ lớn từ ngoài xa (22 nghìn $\text{m}^3/\text{năm}$ tại mặt cắt D05) vào gần đến cửa (57 nghìn $\text{m}^3/\text{năm}$ tại mặt cắt D02). Lượng vận chuyển bùn cát phía trong cửa chủ yếu là hướng ra ngoài biển. Tại mặt cắt hẹp nhất của cửa E01, lượng bùn cát đi vào là 9.5 nghìn $\text{m}^3/\text{năm}$ lượng bùn cát đi ra là 15.4 nghìn $\text{m}^3/\text{năm}$. Lượng bùn cát được vận chuyển ra ngoài cửa là do tác dụng của dòng chảy từ sông ra và dòng triều rút (thường mạnh hơn dòng triều lên, thể hiện ở bãi bồi triều rút phát triển hơn). Hình 6 cho thấy dòng triều rút khá mạnh chảy ép sát vào bờ phía nam cửa ra ngoài. Lượng vận chuyển bùn cát tịnh ra ngoài cửa tăng dần từ phía trong (0.9 nghìn $\text{m}^3/\text{năm}$ tại mặt cắt E06) ra đến cửa (5.8 nghìn $\text{m}^3/\text{năm}$ tại mặt cắt E01) cho thấy tác dụng cố gắng đào xói để duy trì lòng dẫn cửa của dòng triều và dòng chảy từ sông. Tuy nhiên vận chuyển này là quá nhỏ so với lượng vận chuyển bùn cát tịnh vận chuyển vào cửa theo cả 2 hướng ngang bờ từ bãi bồi triều rút và dọc bờ từ 2 phía bờ biển vào cửa. Đây là nguyên nhân chính gây ra sự bồi lấp của cửa.

Bảng 2. Kết quả tính toán vận chuyển bùn cát qua cửa Mỹ Á

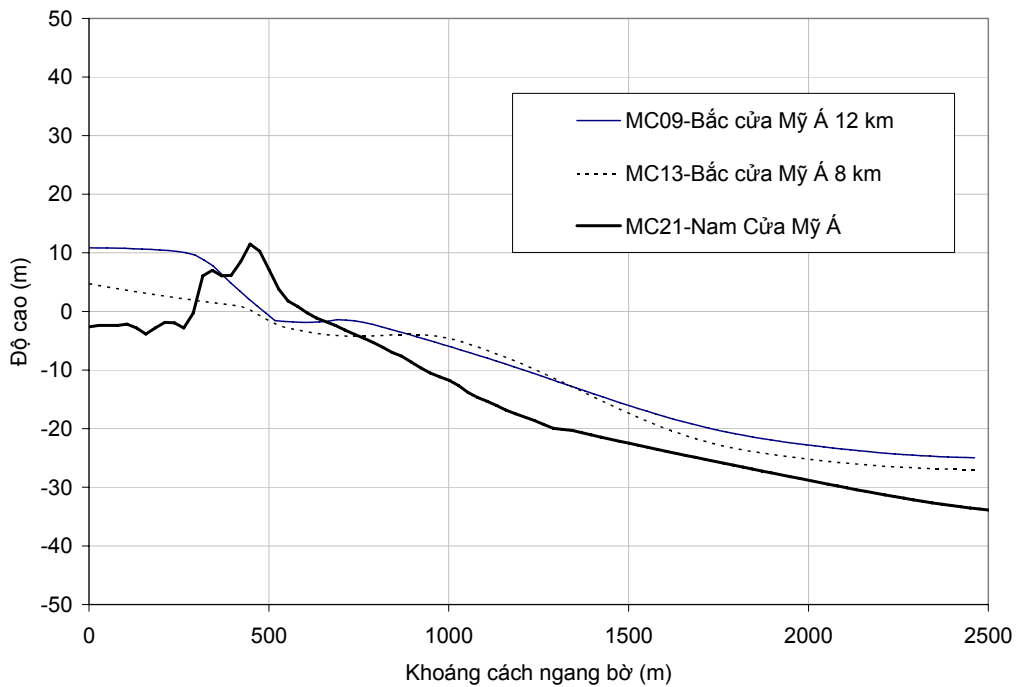
Mặt cắt	Sông-Biển: Q_s^+ (m ³)		Biển-Sông: Q_s^- (m ³)		Tịnh: Q_{net} (m ³)	
	Cả năm	Mùa cạn	Cả năm	Mùa cạn	Cả năm	Mùa cạn
E01	15 366	13 420	-9 556	-7 442	5 810	5 978
E02	12 107	10 320	-9 205	-5 831	2 902	4 489
E03	9 391	7 600	-8 079	-3 780	1 311	3 820
E04	6 557	4 696	-7 014	-2 461	-457	2 235
E05	2 620	1 169	-1 638	-559	982	610
E06	1 394	586	-442	-345	952	242
D01	38 402	13 522	-71 075	-49 693	-32 673	-36 171
D02	16 882	2 567	-76 238	-59 330	-59 356	-56 763
D03	10 793	90	-69 881	-40 091	-59 088	-40 001
D04	5 856	135	-42 303	-19 944	-36 446	-19 809
D05	163	199	-22 064	-8 702	-21 901	-8 503



Hình 6. Trường vận tốc dòng chảy ứng với pha triều rút



Hình 7 Biến đổi địa hình đáy biển khu vực cửa Mỹ Á



Hình 8. Mặt cắt ngang bãi biển lân cận cửa Mỹ Á

Hình 7a (trái) cho thấy tình hình diễn biến bồi xói đáy biển khu vực cửa ở cuối thời kỳ tính toán. Địa hình đáy bị xói mạnh tại khu vực bãi bồi triều rút và kéo dài đến khu vực phía nam cửa (gần Núi Cửa) trong đới sóng vỡ. Do độ cao sóng khá lớn có hướng đông bắc chủ đạo nên ngoài hiện tượng vận chuyển bùn cát dọc bờ khá mạnh còn xảy ra hiện tượng vận chuyển bùn cát ngang bờ (có nguyên nhân một phần do sóng phản xạ) trên suốt dọc dải bờ biển, đặc biệt là bờ biển phía bắc. Vận chuyển bùn cát ngang bờ tạo thành cồn cát biển

động xa bờ từ 200 đến 500 m thể hiện trên hình 7a và được thể hiện rõ bởi sự nhiễu động của các đường đẳng sâu từ kết quả khảo sát của Viện khoa học Thủy lợi tháng 3 năm 2005 trên hình 7b cũng như trên mặt cắt ngang bờ biển MC09 hoặc MC13 (xây dựng từ hải đồ) trên hình 8.

4. Kết luận

Báo cáo đã trình bày một ứng dụng của mô hình mô phỏng tính toán vận chuyển bùn cát và biến đổi cửa Mỹ Á tỉnh Quảng Ngãi trong thời kỳ mùa cạn. Mô hình Delft3D đã được ứng dụng để mô hình hoá các quá trình sóng, gió, dòng chảy từ sông, thủy triều, vận chuyển bùn cát và biến đổi đáy sử dụng các số liệu quan trắc của khu vực. Mặc dù số liệu cơ bản bị hạn chế nhưng mô hình mô phỏng đã cho phép nghiên cứu và tìm hiểu được nguyên nhân và cơ chế bồi lấp cửa.

Từ kết quả mô hình mô phỏng cho thấy lượng vận chuyển bùn cát tịnh dọc bờ vào khoảng 0.51 – 0.81 triệu m³/năm hướng từ bắc xuống nam. Sự vận chuyển bùn cát dọc bờ theo cả hai chiều nam, bắc diễn ra chủ yếu trong 3 tháng mùa lũ từ tháng X đến XII (thời kỳ đầu mùa gió đông bắc). Trong thời kỳ mùa cạn từ tháng I-IX, lượng vận chuyển bùn cát cũng diễn ra chủ yếu từ bắc xuống nam trong các tháng cuối của mùa gió đông bắc (tháng I-IV). Các tháng mùa cạn còn lại, nhất là thời kỳ gió mùa tây nam hoạt động mạnh, sự vận chuyển bùn cát do sóng diễn ra ít hơn.

Nguyên nhân chính của sự bồi lấp cửa Mỹ Á là do dòng vận chuyển bùn cát dưới tác động của sóng theo cả hướng ngang bờ từ ngoài bãi bồi triều rút vào cửa và theo cả hướng dọc bờ chủ yếu từ bờ phía bắc vào cửa. Dòng triều lên có tác dụng vận chuyển một phần bùn cát vào bồi lấp luồng cửa. Dòng chảy từ sông ra và dòng triều rút mạnh hơn có tác dụng khôi phục lại luồng cửa bằng việc xói và vận chuyển bùn cát ra ngoài song lượng vận chuyển bùn cát được vận chuyển ra ngoài là quá nhỏ so với vai trò chủ đạo của sóng trong thời kỳ mùa cạn.

Tài liệu tham khảo

- _____, 2006, Báo cáo nghiên cứu khả thi” Giải pháp kỹ thuật cho khu vực cửa biển và cảng neo trú tàu thuyền cửa Mỹ Á huyện Đức Phổ-tỉnh Quảng Ngãi”, Dự án “Giảm nhẹ thiên tai tỉnh Quảng Ngãi”, Công ty KBR – Australia và Trung tâm Động lực Cửa sông ven biển và Hải đảo, Viện Khoa học Thủy lợi.
- Trịnh Việt An, Lương Phương Hậu, 2007. Dự án đầu tư xây dựng Công trình chỉnh trị ổn định cửa Tư Hiền, tỉnh Thừa Thiên-Huế, Tập II – Báo cáo chính. Viện Khoa học Thủy lợi.
- Battjes, J.A. and Janssen, J.P.F.M., Energy loss and set-up due to breaking of random waves. In: Proceedings of the 16th International Conference on Coastal Engineering, American Society of Civil Engineers, Hamburg, Germany. pp. 569-587.
- Bijker, E.W., 1971. Longshore Transport Computations. Journal of the Waterways, Harbours and Coast Engineering Division, 97(WW4): 687-701.
- Lee, T.T., 1970. Estuary inlet channel stabilization study using a hydraulic model, Proc. of the 12th Conf. on Coastal Engineering. ASCE, Washington, D.C., pp. 1117-1121.
- Roelvink, J.A., 2006. Coastal morphodynamic evolution techniques. Coastal Engineering, 53(2-3): 277-287.
- The SWAN team, 2007. SWAN Technical Documentation - SWAN Cycle III version 40.51AB
- Tung, T.T., 2001. Coastal erosion along the sand barrier, case study in Hue – Vietnam. MSc Thesis, IHE Delft, Delft.
- WL | Delft Hydraulics, 2006a. Delft3D-FLOW User Manual Version 3.13, Delft.
- WL | Delft Hydraulics, 2006b. Delft3D-WAVE User Manual Version 3.02, Delft.