

Mô phỏng dòng tách bờ (RIP current) khu vực bãi biển phía nam Nhơn Lý, Bình Định bằng mô hình toán

Đặng Đình Khá^{1,2,*}, Nguyễn Thọ Sáo^{1,2}, Trần Ngọc Anh¹,

¹*Khoa Khí tượng Thủy văn và Hải dương học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, 334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam*

²*Trung tâm Động lực học Thủy khí Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, 334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam*

Nhận ngày 08 tháng 8 năm 2016

Chỉnh sửa ngày 26 tháng 8 năm 2016; Chấp nhận đăng ngày 16 tháng 12 năm 2016

Tóm tắt: Dòng tách bờ (rip current) là một dòng nước mạnh chảy từ bờ hướng ra biển (có thể thẳng góc hoặc hợp một góc với đường bờ), được xem là một trong những mối nguy hiểm hàng đầu ở các bãi tắm tại Việt Nam và trên thế giới. Mỗi năm, dòng rip đã lấy đi sinh mạng của nhiều người tắm biển. Hiện nay, có nhiều hướng nghiên cứu khác nhau để xác định và dự báo dòng tách bờ tại các bãi biển. Bài báo này sẽ trình bày khả năng ứng dụng mô hình toán MIKE 21FM để xác định và dự báo dòng tách bờ (DTB) tại các bãi biển và xây dựng sơ đồ dòng tách bờ cho bãi biển phía nam Nhơn Lý, Quy Nhơn, Bình Định.

Từ khóa: Dòng tách bờ, rip current, MIKE 21FM, Nhơn Lý.

1. Mở đầu

Trong những năm qua, dòng tách bờ (rip current) trên các bãi tắm ven biển đang được quan tâm với nhiều nghiên cứu [1 - 4]. Tuy nhiên, nghiên cứu dòng tách bờ (DTB) vẫn là công việc phức tạp, khó khăn và tốn kém do bản chất vật lý của hiện tượng. Sự hình thành của DTB chủ yếu phụ thuộc vào các đặc trưng sóng và địa hình đáy đối sát bờ. Trong tự nhiên, sóng biển chứa nhiều yếu tố ngẫu nhiên, do đó DTB cũng mang tính chất ngẫu nhiên và biến động lớn trong quá trình hình thành. Mặt khác, sự tồn tại và hành vi của DTB còn phụ thuộc chặt chẽ vào các yếu tố thủy động lực khác như dòng chảy, gió, ... Do đó, đã có nhiều cách tiếp cận khác nhau nhằm xác định được nguyên

nhân, cơ chế hình thành và dự báo được DTB như: nghiên cứu trong phòng thí nghiệm được Bowen and Inman thực hiện vào năm 1969 [2], thả vật thể trôi và dùng máy quay phim ghi lại sự chuyển động để nhận diện dòng tách bờ (Horikawa và Sasaki, 1972) [3], sử dụng ảnh viễn thám (Lê Đình Mầu, 2012) [4], mô hình toán để mô phỏng quá trình hình thành dòng tách bờ (Sorensen et al, 1998) [5]. Trong các phương pháp đó thì mô hình toán đang được sử dụng rãi [1, 5] do sự phát triển của công nghệ máy tính và có khả năng dự báo sự hình thành dòng tách bờ trong các điều kiện khác nhau. Ở Việt Nam, phương pháp sử dụng mô hình toán đã được sử dụng trong nghiên cứu dòng rip tại bãi biển Nha Trang (Lê Đình Mầu, 2012), và Nguyễn Kỳ Phùng (2012) [1, 4]. Tuy nhiên các kết quả này chưa đủ chi tiết và ứng dụng còn hạn chế. Bài báo này trình bày khả năng ứng dụng mô hình toán để mô phỏng dòng tách bờ

* Tác giả liên hệ. ĐT.: 84-945237885
Email: dangdinhkha@hus.edu.vn

và ứng dụng cho khu vực bãi biển Nhơn Lý tỉnh Bình Định.

2. Khảo sát thu thập số liệu

Bãi biển phía nam Nhơn Lý, Quy Nhơn, Bình Định là 1 bãi biển có độ dốc thoải, bờ cát trắng và khuất gió do được bao bọc bởi 2 mỏm núi nhô ra biển là núi Hòn Dựng (xã Cát Tiến) đến núi Cẩm (xã Nhơn Lý), đây sẽ là điều kiện thuận lợi để bãi biển Nhơn Lý trở thành bãi biển đẹp thu hút nhiều du khách. Chính độ dốc của bãi biển nhỏ nên tiềm ẩn nhiều nguy cơ hình thành dòng tách bờ được hình thành do địa hình đới sát bờ và đặc trưng của sóng.

Theo số liệu thông kê từ năm 1979 đến 2015 (European Centre for Mesoscale Weather Forecast - ECMWF) tần suất xuất hiện sóng theo độ cao sóng, ta thấy tại khu vực bãi biển Nhơn Lý độ cao sóng chủ yếu nằm trong khoảng từ 0.5 đến 1.0 m chiếm 51.02%, độ cao sóng từ 1.0 đến 1.5m chiếm 24.47%. Hướng sóng tại khu vực nghiên cứu chủ yếu gồm 3 hướng chính là hướng Đông Bắc (NE), Đông (E), Đông Nam (SE)

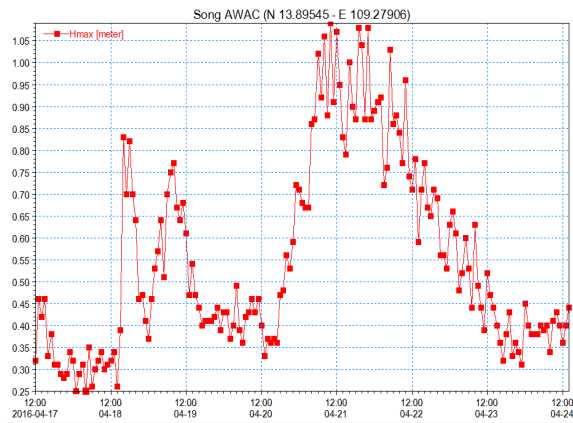
chiếm tần suất là 25.65%, 32,26% và 21,32% (bảng 1). Đây sẽ là cơ sở để chọn các điều kiện tính toán cho các kịch bản khác nhau khi xây dựng sơ đồ dự báo dòng tách bờ.

Để có đủ nguồn số liệu để sử dụng cho việc mô phỏng quá trình hình thành dòng tách bờ khu vực bãi biển Nhơn Lý, Bình Định nghiên cứu đã tiến hành thu thập nhiều nguồn dữ liệu khác nhau như nguồn số liệu sóng ngoài khơi của Trung tâm dự báo khí tượng quy mô vừa Châu Âu (ECMWF) và nguồn số liệu sóng ven bờ, chế độ dòng chảy, mực nước, địa hình, khu vực bãi biển Nhơn Lý từ số liệu khảo sát đo đạc thực địa do Trung tâm Động lực học Thủy khí Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên Hà Nội đo đạc tháng 4 năm 2016 [6].

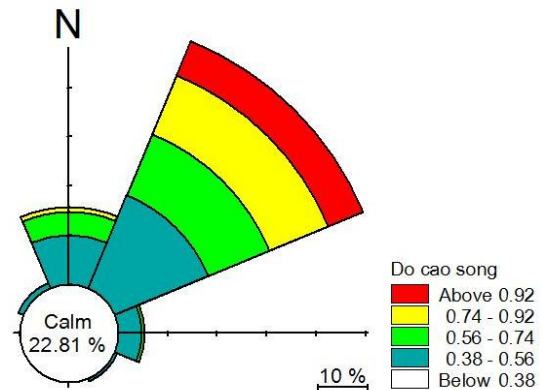
Kết quả đo đạc số liệu sóng bằng AWAC vùng biển Nhơn Lý, Quy Nhơn, Bình Định từ ngày 17/4/2016 đến 24/4/2016 cho thấy độ cao sóng trung bình khoảng 0.5 m, độ cao sóng lớn nhất tại vị trí thả máy là 1.09m vào lúc 10h01' ngày 21/4/2016 (hình 1), hướng sóng chủ đạo Đông Bắc (hình 2).

Bảng 1. Bảng tần suất sóng tại khu vực dự án (ECMWF)

Độ cao sóng(m) / Hướng	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Tổng
0.0 - 0.5	0.17	0.98	3.16	2.81	1.28	0.52	0.16	0.07	9.13
0.5 - 1.0	0.65	5.62	17.98	15.19	5.26	5.47	0.67	0.18	51.02
1.0 - 1.5	0.54	7.90	9.28	3.14	0.12	3.08	0.34	0.06	24.47
1.5 - 2.0	0.31	6.13	1.58	0.13	0.02	0.49	0.13	0.04	8.83
2.0 - 2.5	0.35	3.06	0.16	0.03	0.01	0.06	0.05	0.03	3.73
2.5 - 3.0	0.31	1.32	0.07	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	1.75
3.0 - 3.5	0.18	0.46	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.68
3.5 - 5.5	0.19	0.18	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.40
>= 5.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Tổng	2.69	25.65	32.26	21.32	6.69	9.64	1.36	0.40	100.00



Hình 1. Độ cao sóng trong thời kỳ đo đạc từ ngày 17/4/2016 đến 24/4/2016.



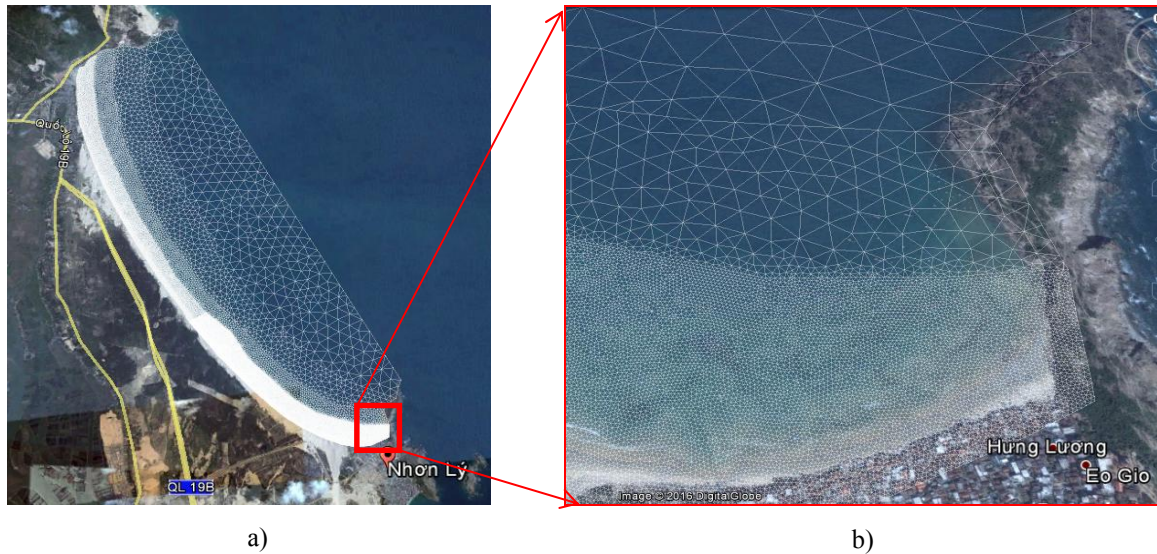
Hình 2. Hoa sóng trong thời kỳ đo đạc từ ngày 17/4/2016 đến 24/4/2016.

Trong đó phần địa hình được đo đạc bổ sung trên toàn vịnh Nhơn Lý (hình 3), với vùng phía nam của bãi biển Nhơn Lý được đo chi tiết với mật độ trung bình 1 điểm đo sâu/20m (hình 4). Số liệu đo đạc được thực hiện từ độ sâu -3m đến -20m nhằm phục vụ ráp nối và đồng bộ với bản đồ khảo sát địa hình tỷ lệ 1/500 được Công ty CP

tư vấn XDCN và Đô thị Việt Nam đo đạc năm 2015 [7], các mảnh bản đồ hải đồ tại khu vực này cũng được sử dụng để phục vụ nghiên cứu. Các số liệu địa hình này sau đó được quy chuẩn về hệ cao độ Quốc gia để xây dựng miền tính cho mô hình thủy động lực.



Hình 3. Các tuyến đo địa hình khu vực vịnh Nhơn Lý, Bình Định (tháng 4/2016).



Hình 4. Miền tính toán khu vực nghiên cứu.

3. Xây dựng mô hình toán

Để có bức tranh tổng thể về chế độ thủy động lực khu vực vịnh Nhon Lý, nghiên cứu đã tiến hành sử dụng mô hình thủy động lực 2 chiều MIKE 21FM với hai mô đun HD và SW do Viện Thủy lực Đan Mạch xây dựng để tính toán chế độ thủy động lực cho vùng nghiên cứu. Mô hình MIKE 21FM là bộ mô hình có tính ổn định và độ tin cậy cao đã được sử dụng trong nhiều nghiên cứu gần đây [1, 4, 8]. Dựa trên các nguồn số liệu thu thập được, nghiên cứu đã tiến hành xây dựng miền tính toán 2 chiều cho khu vực vịnh Nhon Lý.

- Miền tính toán

Miền tính toán được xác định bao gồm toàn vịnh từ núi Hòn Dựng (xã Cát Tiến) đến núi Cẩm (xã Nhon Lý). Lưới phân tử hữu hạn được sử dụng để rời rạc hóa miền tính thành 28278 phần tử với 14492 (hình 5a). Lưới tính toán thay đổi được xây dựng theo mức độ mịn dần sao cho có thể phản ánh tốt nhất các điều kiện xung quanh khu vực nghiên cứu chi tiết. Vùng ngoài khơi (độ sâu 20 - 30m) lưới tính toán có kích thước 100 - 300m, khu vực gần bờ ở độ sâu 10 - 20m có kích thước ô lưới là 40 - 60m, khu vực sát bờ và nằm trong vùng nghiên cứu được chia ở kích thước

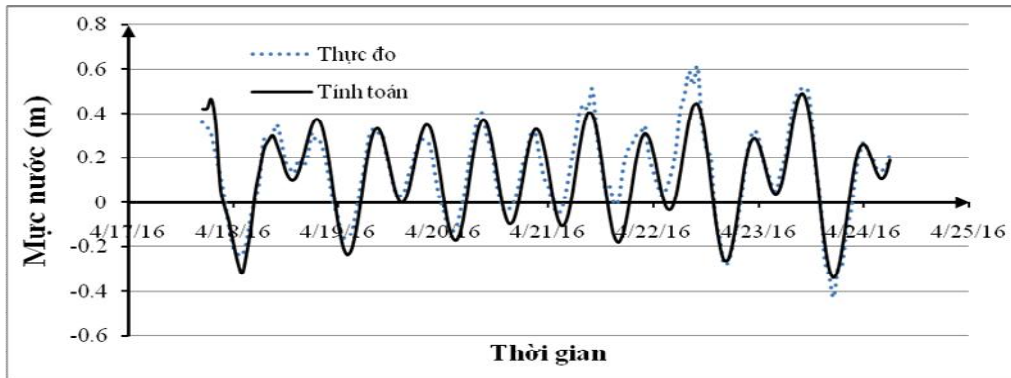
lưới tính là 7 - 20m nhằm thể hiện chính xác nhất địa hình và các địa vật (hình 5b).

- Các điều kiện của mô hình

+ Số liệu sóng ngoài khơi nhận được từ số liệu sóng tái phân tích toàn cầu (ECMWF) được sử dụng để làm biên đầu vào cho mô hình phía biển Đông.

+ Số liệu mực nước thủy triều (thiên văn) dự tính được sử dụng làm điều kiện biên mực nước cho mô hình.

Để khẳng định tính đúng đắn của mô hình đã xây dựng, đã tiến hành hiệu chỉnh mô hình theo chuỗi số liệu đo đạc. Số liệu mực nước thực đo trong thời kỳ khảo sát từ ngày 17/4/2016 đến ngày 24/4/2016 được sử dụng để hiệu chỉnh mô hình. Kết quả hiệu chỉnh mô hình trong thời đoạn từ ngày 17 đến 24 tháng 4 năm 2016 được thể hiện trên hình 6, kết quả so sánh giữa đường quá trình mực nước thực đo và tính toán cho thấy các giá trị tính toán và thực đo khá phù hợp cả về giá trị và pha triều. Sai số đỉnh pha lớn nhất là 19cm, sai số quá trình đánh giá theo chỉ tiêu Nash với mức độ phù hợp là 85%. Qua đó ta thấy, bộ mô hình tính đã xây dựng ổn định và chính xác trong việc mô phỏng các quá trình thủy động lực khu vực nghiên cứu và có đủ tin cậy để mô phỏng các kịch bản tính toán tiếp theo.



Hình 5. So sánh giữa giá trị mực nước tính toán và thực đo từ ngày 17 - 24/4/2016.

4. Kết quả mô phỏng DTB theo các kịch bản

Xây dựng kịch bản tính toán

Căn cứ trên các phân tích về điều kiện về thủy hải văn (thủy triều và sóng) khu vực nghiên cứu, khu vực vịnh Nhơn Lý là khu vực vịnh hẹp, không có sự gia nhập của các sông/suối hay sự có mặt của các lạch triều nên sự biến thiên mực nước theo không gian không đáng kể, do vậy chế độ thủy động lực tại khu vực vịnh Nhơn Lý chịu ảnh hưởng chủ yếu của sóng và thủy triều nên các số liệu sóng và thủy triều được đưa vào làm biên cho mô hình để tính toán các kịch bản.

Các kịch bản tính toán nhằm xác định sự có/không xuất hiện DTB dựa trên các kịch bản về sóng (hướng sóng, độ cao sóng), và do trong khu vực nghiên cứu không có các tài liệu quan trắc dài hạn nên sẽ sử dụng sóng ngoài khơi tại biên của miền tính đã xây dựng ở trên tại tọa độ 13.875° , 109.625° trích xuất từ cơ sở dữ liệu sóng tái phân tích toàn cầu (ECMWF) để tính toán chế độ sóng cho vùng nghiên cứu. Theo số liệu thống kê về sóng (1979 - 2015) các hướng sóng chính tác động đến khu vực nghiên cứu gồm có: sóng Đông Bắc (NE - 25.65%), sóng Đông (E - 32.26%) và sóng Đông Nam (SE - 21.32%), sóng Bắc (N - 2.7%). Độ cao sóng tại biên được lấy theo kịch bản bất lợi ($H_s = 2m$).

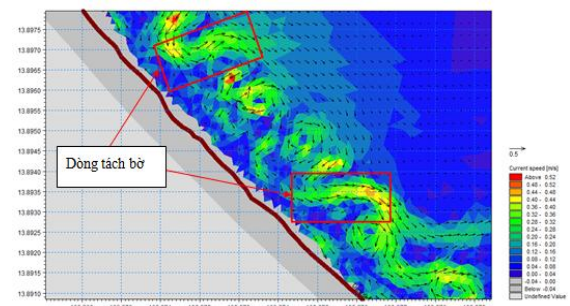
Nhằm chi tiết hoá kết quả tính toán, khu vực phía nam bãi biển Nhơn Lý với bãi tắm kéo dài $\approx 2.5km$ được chia làm 3 khu vực từ Bắc xuống Nam (I, II, III) như hình 7.

Kịch bản hướng sóng Đông Bắc

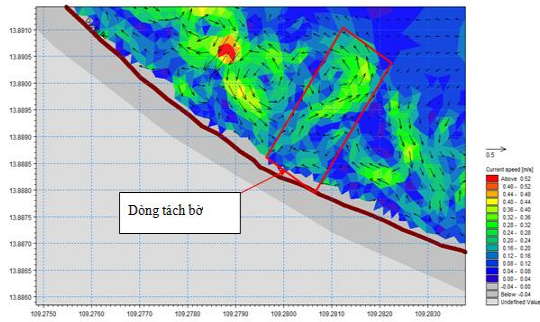
Kết quả tính toán cho thấy dòng tách bờ xuất hiện ở cả 3 khu vực, (hình 8 -10), Các dòng tách bờ này có vận tốc dao động trong khoảng từ 30 - 60cm/s, chiều rộng nằm trong khoảng 20m, hướng ra ngoài khơi 40 - 20m.



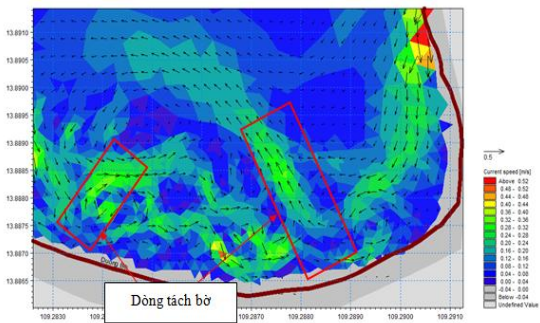
Hình 6. Phân vùng phân tích DTB khu phía nam bãi biển Nhơn Lý, Bình Định.



Hình 7. Trường dòng chảy sát bờ, vùng I theo sóng hướng Đông Bắc.

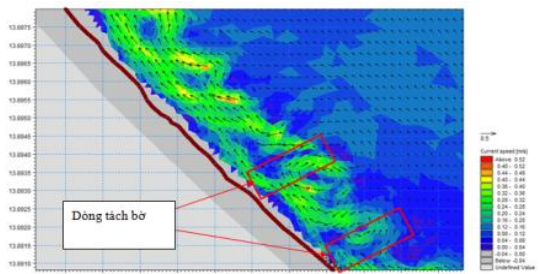


Hình 8. Trường dòng chảy sát bờ, vùng II theo sóng hướng Đông Bắc.

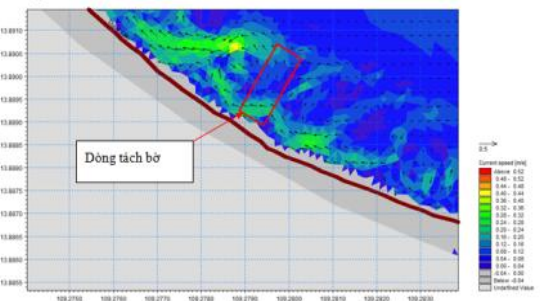


Hình 9. Trường dòng chảy sát bờ, vùng III theo sóng hướng Đông Bắc.

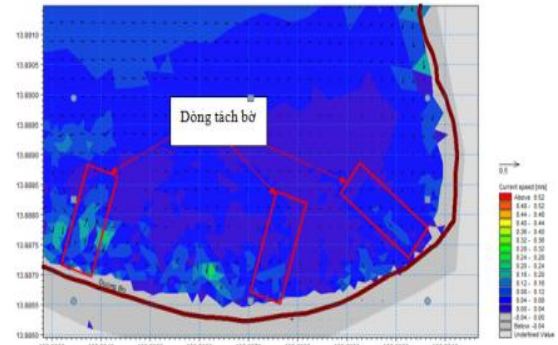
Kịch bản sóng hướng Đông



a)



b)



c)

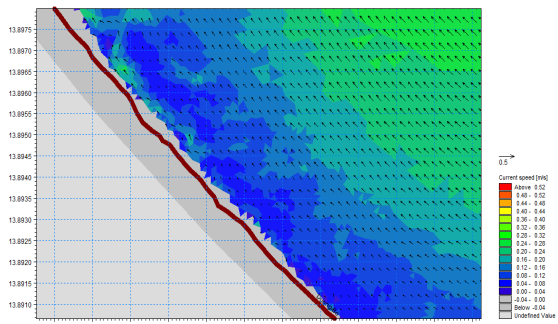
Hình 10. Trường dòng chảy sát bờ khu vực phía nam bãi biển Nhơn Lý theo sóng hướng Đông.

Đối với hướng sóng Đông, tại khu vực I (hình 11a) hình thành những xoáy cục bộ có hướng dòng chảy đi lên phía Bắc với vận tốc khoảng 32cm/s và từ đó hình thành hai DTB có vận tốc khoảng 28cm/s, độ rộng mỗi DTB khoảng 25m, hướng ra khơi khoảng 80m.

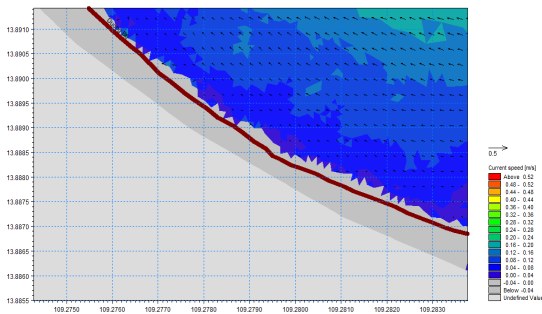
Tại khu vực II, dòng chảy khá nhỏ, chỉ khoảng 12 - 20cm/s và DTB hình thành không rõ rệt, DTB có vận tốc khoảng 10cm/s độ rộng khoảng 25m (hình 11b).

Dòng chảy tại khu vực III có giá trị rất nhỏ chỉ khoảng 7 - 10cm/s tuy nhiên lại có ba DTB có vận tốc khoảng 10 - 12 cm/s, độ rộng DTB khoảng 20m (hình 11c).

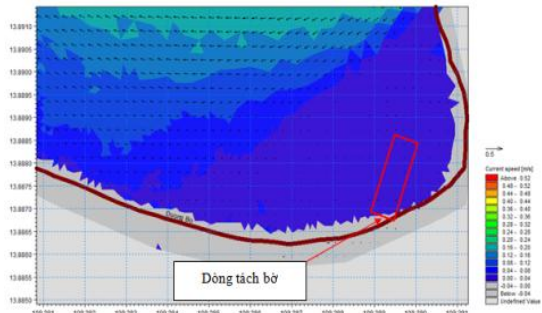
Kịch bản sóng hướng Đông Nam



a)



b)



c)

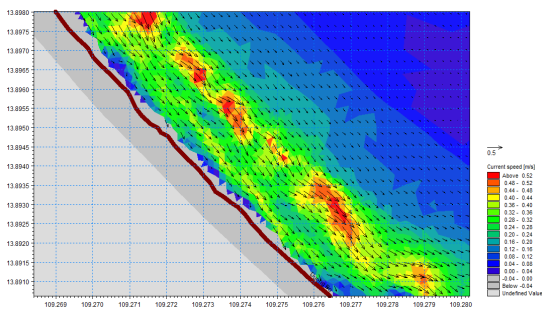
Hình 11. Trường dòng chảy sát bờ khu vực phía nam bãi biển Nhon Lý theo sóng hướng Đông Nam.

Dòng chảy tại Khu vực I theo hướng sóng Đông Nam là khá nhỏ, khoảng 12cm/s, hướng dòng chảy từ Nam lên Bắc và không hình thành DTB (hình 12a).

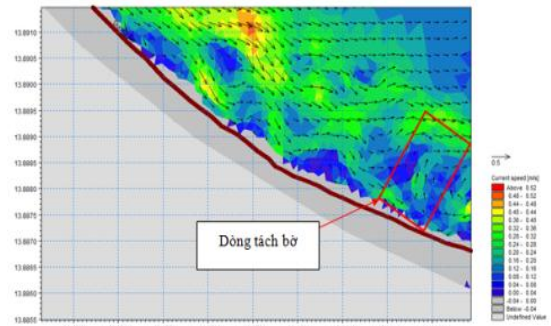
Dòng chảy tại Khu vực II theo hướng sóng Đông Nam là khá nhỏ, khoảng 10cm/s, hướng dòng chảy từ Nam lên Bắc và không hình thành DTB (hình 12b).

Tại Khu vực III, dòng chảy sát bờ rất nhỏ, chỉ hình thành DTB với vận tốc rất nhỏ khoảng 10cm/s có hướng từ Nam lên Bắc (hình 12c).

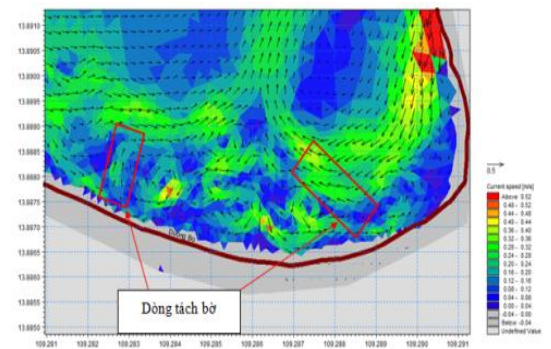
Kịch bản sóng hướng Bắc



a)



b)



c)

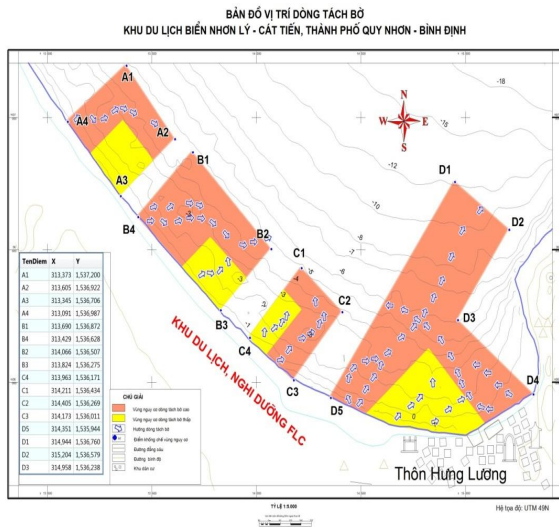
Hình 12. Trường dòng chảy sát bờ khu vực phía nam bãi biển Nhon Lý theo sóng hướng Bắc.

Trong trường hợp sóng có hướng Bắc, tại Khu vực I hình thành dòng chảy ven bờ khá mạnh với tốc độ dòng chảy khoảng 40 - 70cm/s có hướng từ Bắc xuống Nam tuy nhiên không hình thành DTB (hình 13a).

Tại Khu vực II, dòng chảy nhìn chung vẫn hướng từ Bắc xuống Nam với tốc độ khoảng 32 cm/s và hình thành DTB với vận tốc khoảng 20cm/s, độ rộng DTB khoảng 40m (hình 13b).

Tại Khu vực III xuất hiện dòng chảy ven bờ từ mỏm núi Cẩm chảy vào phía trong bãi tắm, dòng chảy này gặp dòng chảy từ phía Bắc đi xuống tạo ra dòng chảy hướng ra khơi với vận tốc dòng chảy khoảng 40cm/s (hình 13c).

Kết quả tính toán cho thấy, DTB tại Khu vực phía nam bãi biển Nhon Lý chủ yếu hình thành theo hướng sóng Đông Bắc và hướng sóng Đông tại cả 3 khu vực, và tại Khu vực III trong có dòng tách bờ với cả 4 hướng sóng (N, NE, E, SE).



Hình 13. Bản đồ vị trí dòng tách bờ khu vực phía nam bãi biển Nhơn Lý, Bình Định.

Tổng hợp các kết quả đánh giá về khả năng xuất hiện DTB có tiềm năng gây nguy hiểm đến người tắm biển tại khu vực phía nam bãi biển Nhơn Lý được trình bày trong bản đồ vị trí dòng tách bờ (hình 14), trong đó khu vực có màu đỏ là khu vực có khả năng xuất hiện lớn với dòng chảy mạnh, còn khu vực màu vàng là khu vực ít có khả năng xuất hiện hơn và nếu xuất hiện DTB thì vận tốc dòng chảy chỉ khoảng 10 - 15cm/s.

5. Kết luận

Kết quả tính toán cho thấy khả năng sử dụng mô hình MIKE 21FM với hai mô đun HD và SW đã mô phỏng chi tiết về sự hình thành dòng tách bờ tại khu vực bãi biển phía nam bãi biển Nhơn Lý, Bình Định. Mô hình đã cho thấy những khu vực có thể xuất hiện dòng tách bờ, cường độ và hướng dòng tách bờ một cách trực quan, có tính khoa học.

Nghiên cứu đã ứng dụng mô hình toán để mô phỏng lại sự hình thành dòng tách bờ theo 4 kịch bản với các chế độ sóng khác nhau tại khu vực phía nam bãi biển Nhơn Lý, Bình Định. Ứng với mỗi chế độ sóng khác nhau thì sự hình thành dòng tách bờ khác nhau. Trong đó sóng hướng

Đông Bắc và Đông xuất hiện nhiều dòng tách bờ hơn sóng hướng Đông Nam và Bắc.

Dựa trên kết quả mô phỏng bằng mô hình toán theo các kịch bản khác nhau, nghiên cứu đã tiến hành thành lập bản đồ vị trí dòng tách bờ cho khu vực phía nam bãi biển Nhơn Lý. Bản đồ này có ý nghĩa quan trọng để các nhà quản lý xây dựng mạng lưới cảnh báo và phòng chống tai nạn trong công tác cứu hộ cứu nạn trên khu vực bãi tắm.

Tài liệu tham khảo

- [1] Nguyễn Kỳ Phùng, Ngô Nam Thịnh, Trần Tuấn Hoàng, Nghiên cứu tính toán dòng Rip (Rip current) khu vực Nha Trang, Tạp chí Khoa học Thủy lợi số 12/2012.
- [2] Bowen, A.J. and Inman, D.I., 1969. Rip Currents. 2. Laboratory and Field Observation. Journal of Geophysical Research 74: 5,479-5,490.
- [3] Horikawa, K. and Sasaki, T., 1972. Field observation of nearshore current system. Coastal Engineering, Chapter 34, p. 635-651.
- [4] Báo cáo tổng hợp, Điều tra đánh giá hiện tượng dòng Rip (Rip current) tại các bãi tắm Khánh Hòa, xác định nguyên nhân và đề xuất giải pháp phòng tránh, TS. Lê Đình Mậu chủ trì, 2012.
- [5] Sorensen, O.R., Schaffer, H.A., Madsen, P.A., 1998. Surf zone dynamics simulated by a Boussinesq type model. III. Wave-induced horizontal nearshore circulation. Coastal Engineering 33 (1998) 155-176.
- [6] Báo cáo khảo sát thực địa “Khảo sát thực địa vùng biển Nhơn Lý, Quy Nhơn, Bình Định”, Trung tâm Động lực học Thủy khí Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, tháng 4 năm 2016.
- [7] Báo cáo Thuyết minh TK BVTC Hạ tầng kỹ thuật dự án Quần thể sân Golf, resort, Biệt thự nghỉ dưỡng cao cấp Nhơn Lý, Công ty CP tư vấn XDCN và Đô thị Việt Nam 2015.
- [8] Điều tra, đánh giá xâm thực cho bãi tắm Cửa Tùng tỉnh Quảng Trị. Dự án chuyển giao Công nghệ giữa Trường Đại học Khoa học Tự nhiên và Sở Tài nguyên Môi trường tỉnh Quảng Trị, 2010.

Simulate the Rip Currents in the South Coast of Nhon Ly, Binh Dinh Using Hydrodynamic Models

Dang Dinh Kha^{1,2}, Nguyen Tho Sao^{1,2}, Tran Ngoc Anh¹

¹*Faculty of Hydrology Meteorology and Oceanography, VNU University of Science,
334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Hanoi, Vietnam*

²*Center for Environmental Fluid Dynamics, VNU University of Science,
334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Hanoi, Vietnam*

Abstract: Rip currents, the powerful water currents that move directly away from the shore (flows out at a right angle to the beach), are considered as one of the leading hazardous at beaches in Vietnam and in the world. It is responsible for the huge number of deaths from drowning every year. Currently, various approaches are applied to simulate and predict the rip currents. This study aims to employ MIKE 21FM hydrodynamic models to simulate and predict the rip currents as well as to develop the warning layout for the south coast of Nhon Ly, Quy Nhon, Binh Dinh.

Keywords: Rip current, MIKE 21FM, Nhon Ly.