

MÔ HÌNH HÓA BIẾN ĐỘNG ĐƯỜNG BỜ VÀ XÂM THỰC BÃI BIỂN, ĐẢO PHÚ QUÝ, TỈNH BÌNH THUẬN

TS. Kiều Xuân Tuyền

Viện KHTL Miền Trung và Tây Nguyên

PGS.TS. Trần Thanh Tùng

Khoa Kỹ thuật Biển, Đại học Thủy lợi

ThS. Lê Đức Dũng

Viện Nghiên cứu biển và hải đảo

Tóm tắt: Dọc lãnh hải miền Trung nước ta có rất nhiều đảo lớn nhỏ, các đảo này đóng vai trò hết sức quan trọng về chính trị, an ninh quốc phòng, chủ quyền đất nước. Trong những năm gần đây, do áp lực dân số gia tăng, với các tác động ngày càng rõ rệt hơn của biến đổi khí hậu, thì các đảo này thường xuyên bị xói lở. Bài báo này trình bày kết quả tính toán các biến động đường bờ, xâm thực bãi biển khu vực đảo Phú Quý, tỉnh Bình Thuận bằng mô hình LITPROF (thuộc bộ mô hình LITPACK) kết hợp với mô hình lan truyền sóng MIKE 21SW. Các kết quả nghiên cứu diễn biến đường bờ và xâm thực bãi biển sẽ phục vụ trực tiếp cho công tác quy hoạch, quản lý, khai thác và phát triển bền vững đảo Phú Quý trong tương lai.

Từ khóa: đảo Phú Quý, LITPROF, biến động đường bờ, xâm thực bãi biển.

Summary: Along the territorial sea of Central Vietnam, many islands of various sizes are playing important roles in politics, security and national defense, and country sovereign. In recent years, due to increasing population pressure, with more conspicuous effect of climate change, these islands are continually eroded. This paper presents results of wave model and estimation of coastline change and beach erosion of Phu Quy island in Binh Thuan province using LITPROF and MIKE 21 SW model. The research on coastline evolution and beach retreat provides meaningful results for planning, management, exploiting and sustainable development of Phu Quy island in the future.

Keywords: Phu Quy island, LITPROF, coastline change, beach erosion.

1. MỞ ĐẦU

Với chiều dài gần 2000 km bờ biển, chiếm hơn 2/3 tổng chiều dài bờ biển Việt nam, biển miền Trung và các đảo ven bờ đã và đang có sự đóng góp rất lớn cho sự phát triển kinh tế xã hội và an ninh quốc phòng của quốc gia nói chung và của miền Trung nói riêng. Vị trí của các đảo ven bờ trong khu vực này và dân cư đang sinh sống trên đảo đóng một vai trò

cực kỳ quan trọng về chính trị, an ninh quốc phòng, chủ quyền đất nước.

Trước các tác động ngày càng rõ rệt của nước biển dâng, các đảo ở khu vực miền Trung đã và đang phải gánh chịu nhiều áp lực của thiên tai, bên cạnh các áp lực về dân số, áp lực do phát triển kinh tế xã hội. Việc giữ ổn định các đảo miền Trung đồng nghĩa với việc có các biện pháp chủ động phòng tránh, giảm nhẹ các tác động của thiên tai. Để giữ ổn định các đảo còn cần phải có các nghiên cứu, dự báo về các tác động do yếu tố thủy động lực và bùn cát gây ra nhằm đưa ra được các phương án bảo

Người phản biện: PGS.TS Trương Văn Bốn

Ngày nhận bài: 16/9/2015

Ngày thông qua phản biện: 6/10/2015

Ngày duyệt đăng: 02/12/2015

vệ phù hợp, hiệu quả cho các khu vực đảo này. Bài báo này trình bày các kết quả nghiên cứu mô hình toán phục vụ phân tích và đánh giá xu thế biến động đường bờ và xâm thực bãi biển trong tương lai khi xét đến các tác động của nước biển dâng. Các kết quả nghiên cứu này sẽ góp phần xây dựng các luận cứ khoa học quan trọng phục vụ nhiệm vụ tôn tạo, bảo vệ, khai thác và phát triển kinh tế xã hội và an ninh quốc phòng bền vững các đảo trong tương lai.

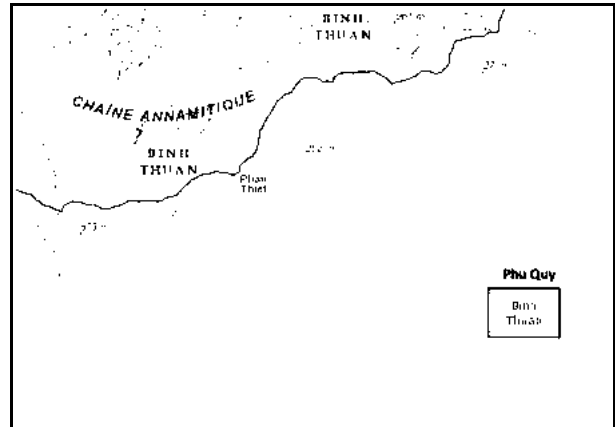
2. GIỚI THIỆU KHU VỰC NGHIÊN CỨU

Huyện đảo Phú Quý là một quần đảo với 10 đảo lớn nhỏ, trong đó đảo Phú Quý là hòn đảo lớn nhất với diện tích tự nhiên khoảng 1.639,4ha. Chiều dài theo hướng Bắc Nam, kéo dài từ thôn 9 xã Long Hải đến xí nghiệp Hai Thắng xã Tam Thanh là 7km và chiều rộng theo hướng Đông Tây tức là từ thôn 3 xã Ngũ Phụng đến mỏm cực Đông của xã Tam Thanh là 4,5km.

Chế độ thủy triều: Tại khu vực đảo chuyển tiếp từ chế độ nhật triều không đều ở phía Bắc và bán nhật triều không đều ở phía Nam, theo số liệu thực đo của trạm Hải văn Phú Quý (1980-2012) mực trung bình nhiều năm là 216cm, lớn nhất là 326cm, thấp nhất 29cm.

Chế độ gió: Nằm trong vùng nhiệt đới gió mùa nên hàng năm trên đảo Phú Quý có hai mùa gió chính: gió mùa Tây Nam từ tháng V đến tháng X, chiếm tần suất là 32,2% và gió mùa

Đông Bắc từ tháng XI đến tháng IV năm sau chiếm tần suất là 65,5%.



Hình 1: Vị trí địa lý đảo Phú Quý

Chế độ sóng: Kết quả phân tích tổng hợp chế độ sóng trong 33 năm (từ năm 1980 đến năm 2012) [1] cho thấy: Các hướng sóng chủ đạo bao gồm: hướng sóng chiếm tỉ lệ cao nhất là hướng Đông Bắc, hướng Tây và hướng Tây Nam. Tần suất lạng sóng trung bình 20 năm là 21,85%.

Theo [7] đảo Phú Quý có diện tích 16,4km² hàng năm không được bồi đắp mở rộng mà liên tục từ những năm 1978 đến nay hiện tượng xâm thực bờ biển ngày càng diễn ra có cường độ mạnh dần nhất là trong vòng 10 năm trở lại đây. Hiện nay, trên đảo có 8 đoạn đường bị sạt lở với những mức độ khác nhau như ở bảng 1.

Bảng 1: Thống kê các đoạn bờ biển bị sạt lở tại đảo Phú Quý từ năm 1978 tới 2012 [7]

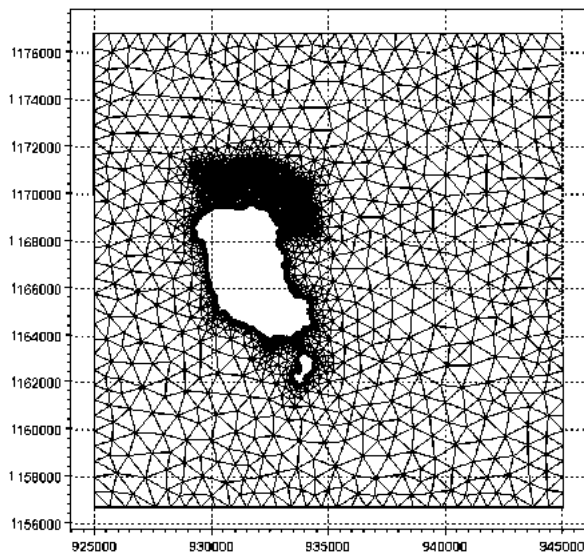
STT	Khu vực	Chiều dài(m)	Tốc độ sạt lở(m/năm)
1	Đoạn lạch Ông Bền thôn Triều Dương	567	4
2	Đoạn khu dân cư Hội An	470	5
3	Đoạn đôn biên phòng 464 cũ, thôn 4 xã Tam Thanh	412	5
4	Đoạn chùa Thạch Lâm đến UBND huyện	900	4
5	Đoạn tiếp giáp kè Bãi Lãng đến chùa Thạch Lâm	1000	4
6	Thôn 9, xã Long Hải	1.050	5
7	Thôn 10, xã Long Hải	1.100	5
8	Khu vực Nhà trẻ thôn 4, xã Tam Thanh	400	4

(nguồn: Phòng nghiệp vụ kinh tế hạ tầng nông thôn huyện Phú Quý)

3. MÔ HÌNH HÓA CHẾ ĐỘ THỦY ĐỘNG LỰC ĐẢO PHÚ QUÝ

3.1. Phạm vi nghiên cứu, miền tính và lưới tính

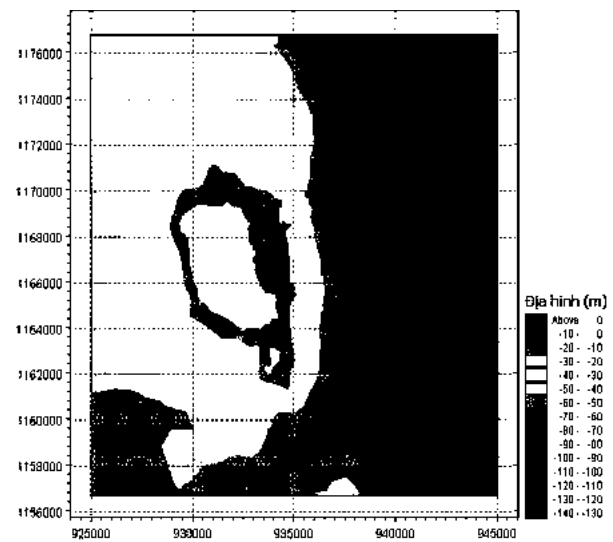
Để nghiên cứu các biến động đường bờ và xâm thực bãi biển khu vực đảo Phú Quý, nhóm nghiên cứu đã tiến hành mô hình hóa quá trình động lực biển bằng mô hình Mike 21. Miền tính, lưới tính (hình 2) của mô hình là vùng biển thuộc đảo Phú Quý, có kích thước 20km×20km. Miền tính, lưới tính được xây dựng trên cơ sở số liệu địa hình ven bờ tỷ lệ



Hình 2: Miền tính, lưới tính của mô hình

1:2000, do Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam đo đạc tháng 12/2012 trong khuôn khổ của đề tài KHCN cấp Nhà nước [1] thuộc chương trình KC.09/11-15 và số liệu khu vực ngoài khơi do Hải quân Việt Nam đo đạc, tỷ lệ 1:10.000 (Hình 3).

Giới hạn miền tính của mô hình trong hệ tọa độ UTM được giới hạn điểm đầu: Kinh độ: 722500; Vĩ độ: 1870600 và giới hạn điểm cuối: Kinh độ: 736000; Vĩ độ: 1894600. Lưới tính được thiết lập trong mô hình là lưới phi cấu trúc với 3450 ô lưới tính toán (Hình 2).



Hình 3: Địa hình đáy biển khu vực đảo Phú Quý

3.2. Số liệu sử dụng tính toán

Số liệu sử dụng tính toán nghiên cứu là chuỗi số liệu sóng, gió thực đo tại trạm Phú Quý (1980-2012). Chuỗi số liệu sóng, gió này được phân

tích, tính toán thành các số liệu sóng, gió có năng lượng tương đương theo từng hướng [5]. Các kết quả tính toán năng lượng sóng, gió tương đương được trình bày tại Bảng 2 và Bảng 3.

Bảng 2: Năng lượng sóng tương đương theo hướng tại trạm Phú Quý (1980-2012)

Hướng	Hs (m)	Ts (s)	tk (ngày)	Hướng	Hs (m)	Ts (s)	tk (ngày)
NE	1,57	4,8	150,69	S	1,27	4,07	2,27
E	0,65	3,11	3,81	SW	1,54	4,76	62,01
SE	0,5	2,73	0,28	W	2,25	5,7	73,2

Bảng 3: Năng lượng gió tương đương theo hướng tại trạm Phú Quý (1980-2012)

Hướng	V(m/s)	Tk(ngày)	Hướng	V(m/s)	Tk(ngày)
NE	5.75	181.43	S	2.08	5.7
E	2.77	15.54	SW	5.8	48.47
SE	2.25	3.96	W	8.00	98.55

Theo kết quả phân tích chuỗi số liệu sóng, gió quan trắc tại trạm Phú Quý (1980-2012) thì khu vực đảo chịu ảnh hưởng của 6 hướng sóng, gió chính. Trong đó có 3 hướng chủ đạo là hướng Đông Bắc, hướng Tây Nam và hướng Tây, đặc trưng cho hai mùa rõ rệt. Đây là các hướng gây ra dòng chảy cũng như vận chuyển bùn cát đặc trưng trong 1 năm của khu vực.

3.3 Kích bản tính toán

Dưới tác động của BĐKH và NBD, mực nước biển sẽ dâng cao, tạo điều kiện cho biển tiến sâu hơn vào trong đất liền. Để đánh giá được khả năng xâm thực bờ và bãi biển khu vực đảo

Phú Quý, nhóm nghiên cứu đã tính toán dự báo diễn biến bờ đảo theo các kịch bản nước biển dâng do do Bộ Tài nguyên và Môi trường công bố năm 2012 [6].

Nghiên cứu này đã sử dụng số liệu nước dâng của khu vực Mũi Kê Gà – Mũi Cà Mau (là nơi gần với đảo Phú Quý nhất), với phương án phát thải cao. Việc lựa chọn số liệu nước dâng theo phương án phát thải cao là nhằm xem xét tới tác động bất lợi nhất mà nước biển dâng có thể gây ra cho khu vực đảo Phú Quý. Các số liệu nước dâng khu vực Mũi Kê Gà – Mũi Cà Mau, theo kịch bản phát thải cao được trình bày tại **Bảng 4**.

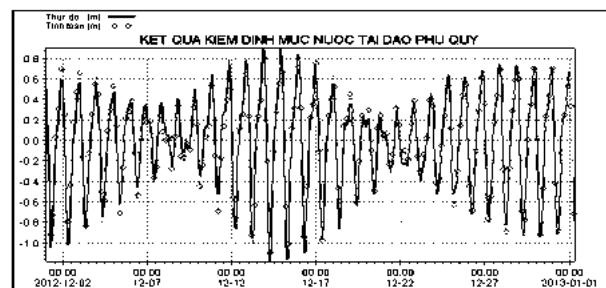
Bảng 4: Số liệu nước dâng khu vực Mũi Kê Gà – Mũi Cà Mau, phương án phát thải cao [6]

Năm	2020	2030	2050	2085	2100
Kịch bản	KB1	KB2	KB3	KB4	KB5
H (cm) nước biển dâng	9	14	30	75	99

3.4 Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy động lực khu vực đảo Phú Quý

Hiệu chỉnh mô hình: Mô hình thủy động lực khu vực đảo Phú Quý được hiệu chỉnh bằng số liệu mực nước đo từ 0 giờ ngày 1/12/2012 đến 23 giờ ngày 31/12/2012 tại khu vực cầu cảng thuộc xã Tam Thanh huyện Phú Quý có tọa độ: N10⁰30'10" E108⁰57'3,9".

Các điều kiện biên và ban đầu để tính toán hiệu chỉnh, kiểm định mô hình mực nước và dòng chảy bao gồm: biên mực nước, biên sóng và biên gió.

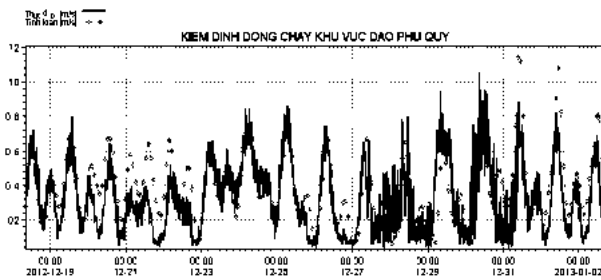


Hình 4: Kết quả hiệu chỉnh mô hình thủy động lực

Các điều kiện biên, ban đầu và tham số mô hình được trình bày chi tiết tại [1]. Kết quả hiệu chỉnh mực nước được trình bày tại **Hình**

4. Sai số giữa mực nước tính toán bằng mô hình và mực nước đo đạc được đánh giá thông qua chỉ số NASH và bằng 0.97

Kiểm định mô hình dòng chảy: để kiểm định mô hình, các số liệu dòng chảy đo bằng máy AWAC tại ngoài khơi đảo Phú Quý có tọa độ: $10^{\circ}28'51''N$; $108^{\circ}58'15''E$ được sử dụng. Thời gian đo đạc là từ 8h50' ngày 18/12/2012 đến 7h10' ngày 03/01/2013.



Hình 5: Kết quả kiểm định mô hình thủy động lực

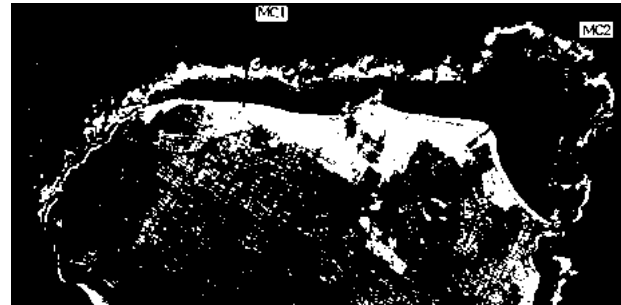
Các điều kiện biên, điều kiện ban đầu và tham số của mô hình như đã nói ở trên. Kết quả kiểm định dòng chảy được trình bày tại **Hình 5**. Dòng chảy tính toán và thực đo có sự tương đồng về giá trị và pha.

Về độ lớn vận tốc dòng chảy tính toán và thực đo khá phù hợp trong thời kỳ triều cường và ít phù hợp trong thời kỳ triều kém do ảnh hưởng của ma sát đáy, tuy nhiên về tổng thể thì kết quả tính toán dòng chảy bằng mô hình so với thực đo là chấp nhận được. Vì vậy có thể sử dụng bộ thông số sau khi hiệu chỉnh, kiểm định mô hình dòng chảy để tính toán cho các kịch bản khác của khu vực nghiên cứu.

4. TÍNH TOÁN BIẾN ĐỘNG ĐƯỜNG BỜ KHU VỰC ĐẢO PHÚ QUÝ

Để mô phỏng biến đổi hình dạng mặt cắt ngang bãi biển ở khu vực phía Bắc đảo Phú Quý, nghiên cứu này đã sử dụng mô hình LITPROF (thuộc bộ mô hình LITPACK) kết hợp với mô hình lan truyền sóng MIKE 21SW

để tính toán diễn biến mặt cắt ngang tại các vị trí đại diện.

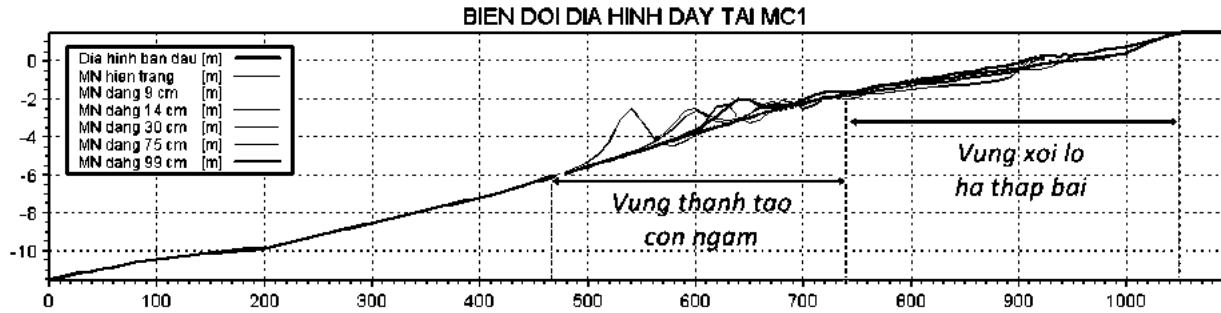


Hình 6: Các mặt cắt tính toán đại diện

Để thuận lợi trong việc mô hình hóa đường bờ khu vực nghiên cứu, bờ biển phía bắc đảo (là khu vực hướng trực diện với biển Đông và thường xuyên bị xói lở liên tục) được chia thành 5 đoạn căn cứ theo kết cấu đường bờ của mỗi đoạn (**Hình 6**). Đặc điểm kết cấu đường bờ của các đoạn bờ đảo được mô tả vắn tắt dưới đây:

- Đoạn đường bờ D1-D2, D3-D4 và đoạn bờ D5-D6 có cấu tạo đường bờ là đá;
- Đoạn đường bờ D2-D3 và D4-D5 có cấu tạo đường bờ là cát.

Như vậy, trừ 3 đoạn bờ có cấu tạo đá ít biến động theo thời gian, 2 đoạn bờ D2-D3 và D4-D5 có cấu tạo cát thường xuyên bị biến động theo mùa. Nghiên cứu đã lựa chọn 2 mặt cắt ngang (MCN) đại diện cho 2 đoạn bờ này để xem xét các biến động bãi biển theo thời gian. Vị trí của 2 MCN đại diện 1 và 2 được thể hiện tại **hình 6**. Các MCN đại diện được lấy tới độ sâu giới hạn vận chuyển bùn cát được tính toán từ [1] (độ sâu -10m) và chiều dài mặt cắt đại diện là 1100m. Mỗi MCN được chia thành 110 ô lưới tính với kích thước 1 ô lưới là 10m. Thời gian mô phỏng cho mỗi MCN là 1 năm. Các số liệu sóng, gió sử dụng trong tính toán diễn biến bãi biển là năng lượng sóng, gió tương đương trình bày ở **Bảng 2** và **Bảng 3**.

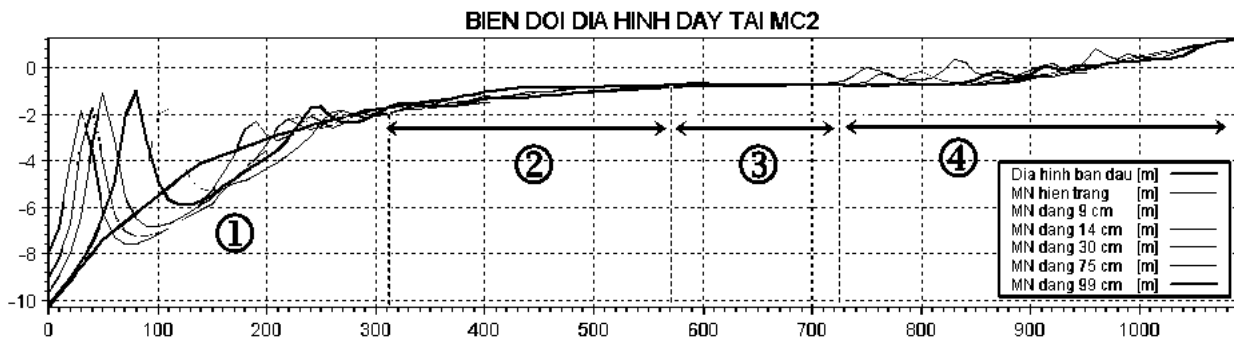


Hình 7: Kết quả biến đổi địa hình đáy tại MC1 theo 5 kịch bản mô phỏng

Diễn biến MCN1: Kết quả mô phỏng biến đổi hình dạng MC1 được trình bày tại hình 7. Biến đổi hình dạng MCN có thể phân thành 2 vùng rõ rệt. Vùng thứ 1, từ mép bờ tới độ sâu -2m, có chiều rộng khoảng 320m, là vùng bãi biển bị hạ thấp do xói lở với mức độ hạ thấp lớn nhất lên tới -0.7 m. Vùng thứ 2, kéo dài từ độ sâu -2 đến độ sâu -6, có chiều rộng khoảng 260m, là vùng thành tạo các cồn ngầm, với chiều rộng của cồn ngầm dao động từ 60 đến 90m và cao từ 0.7 đến 2m. Từ độ sâu -6 ra đến ngoài khơi, mặt cắt ngang hầu như không thay đổi. Kết quả mô phỏng cho thấy nếu xảy ra hiện tượng nước biển dâng khoảng 14cm, thì sau khoảng 15 năm (KB2, năm 2030), bãi biển khu vực phía bắc đảo sẽ mất gần hết do bãi bị xói lở và hạ thấp. Các giải pháp bảo vệ bờ đảo trong tương lai cần phải xem xét tới hiện tượng này.

Diễn biến MCN2: Mặt cắt ngang số 2 có độ dốc bãi biển không đồng nhất. Căn cứ vào độ dốc và diễn biến của bãi biển, có thể chia

MNC số 2 thành 4 vùng như ở hình 8. Vùng 1. giới hạn từ độ sâu -2 đến độ sâu -10 là vùng biến động mạnh nhất và là nơi thành tạo các cồn ngầm, với độ cao cồn ngầm dao động từ 5 đến 6 m. Vùng 2 được giới hạn từ độ sâu -2 đến độ sâu -1, hiện tượng hạ thấp mặt bãi chiếm ưu thế, nhưng mức độ hạ thấp mặt bãi nhỏ hơn so với MCN 1, chỉ khoảng -0.2 đến 0.35 m. Vùng 3 có chiều rộng khoảng 150 m, và tương đối ổn định, không có hiện tượng bồi, xói. Vùng 4 giới hạn từ độ sâu -0.5 đến +1 là vùng hình thành các cồn ngầm thứ cấp, với chiều cao của cồn ngầm chỉ vào khoảng 0.3m. So với MCN 1, MCN 2 ít có sự biến động bãi hơn và mức độ hạ thấp bãi cũng nhỏ hơn so với MCN 1. Tuy nhiên, vùng sườn bãi, từ độ sâu -2 đến -10 là nơi có biến động bãi rất lớn. Kết quả tính toán cũng cho thấy độ sâu vận chuyển bùn cát ở MCN số 2 là lớn hơn -10m. Vấn đề này cần được lưu ý khi tính toán biến động bãi cho các nghiên cứu kế tiếp.



Hình 8: Kết quả biến đổi địa hình đáy tại MC2 theo 5 kịch bản mô phỏng

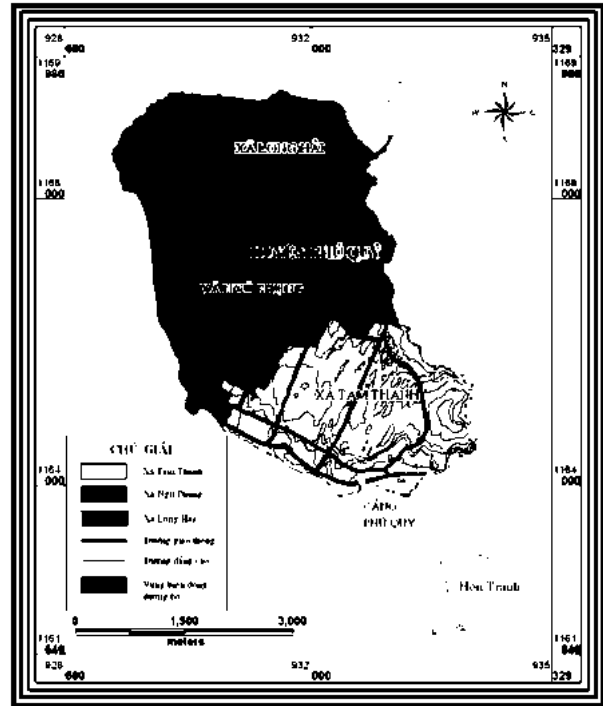
5. TÍNH TOÁN XÂM THỰC BÃI BIỂN ĐẢO PHÚ QUÝ

Các tính toán dự báo xâm thực bãi biển được thực hiện trên cơ sở kế thừa mô hình thủy động lực và vận chuyển bùn cát, diễn biến bờ đảo MIKE 21FM đã được hiệu chỉnh và kiểm định trong của đề tài KHCN cấp Nhà nước thuộc chương trình KC.09/11-15 (kết quả chi tiết xem tại [1]). Các kết quả tính toán xâm thực đảo bằng mô hình MIKE21 FM của 5 kịch bản mô phỏng được trình bày chi tiết tại Bảng 5.

Kết quả mô phỏng xâm thực đảo của kịch bản 2, khi mực nước biển dâng thêm là 14cm được minh họa tại Hình 6. Những vùng có địa hình thấp ở phía tây và phía bắc đảo là nơi bị xâm thực mạnh, tạo điều kiện thuận lợi cho sóng biển tiến sâu hơn vào trong đất liền.

Kết quả tính toán của KB2 cho thấy tổng diện tích khu vực đảo bị xâm thực là 0,74Km². Khu vực phía Bắc của đảo, thuộc xã Long Hải là nơi xảy ra xâm thực nhiều nhất, hiện tượng xâm

thực diễn ra tại cả hai phía với chiều rộng bãi biển bị xâm thực lên tới 8.5 m.



Hình 6: Xâm thực bờ đảo khu vực đảo Phú Quý, KB2

Bảng 5: Tổng hợp kết quả tính toán xâm thực đảo Phú Quý cho 5 kịch bản

Kịch bản	KB1	KB2	KB3	KB4	KB5
Tổng diện tích xâm thực (Km ²)	0.74	0.745	0.754	0.80	0.81
Khoảng cách xâm thực lớn nhất (m)	5.8	8.5	15.8	29.4	47.5

6. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết quả nghiên cứu cho thấy xu thế biến động đường bờ và xâm thực bãi biển khu vực đảo Phú Quý ngày càng gia tăng dưới tác động của nước biển dâng. Đối với xu thế biến động đường bờ, khi nước biển dâng cao mực nước tiến sâu vào phía trong đất liền tạo điều kiện cho các yếu tố tác động từ biển vào vùng ven bờ càng gia tăng dẫn đến xói lở gia tăng và bãi phía trước bị hạ thấp. Đối với xâm thực bãi biển, diện tích xâm thực cũng

như khoảng cách xâm thực tiến sâu vào đất liền phụ thuộc vào kịch bản nước biển dâng và địa hình khu vực chịu tác động. Đối với các khu vực có địa hình thấp, thoải và được cấu tạo bởi cát thì ảnh hưởng của xâm thực và xói lở càng lớn. Như vậy theo kết quả nghiên cứu nếu nước biển dâng kết hợp với sóng sẽ làm mất gần như toàn bộ các bãi biển khu vực nghiên cứu đảo Phú Quý. Vấn đề xói lở sẽ càng gia tăng khi có bão kết hợp triều cường và nước biển dâng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Tuyên K.X., Tùng T.T., Dũng L.Đ., 2015, Báo cáo chuyên đề “*Tính toán dự báo tình hình xâm thực của biển và sạt lở bờ đảo Phú Quý*”, Đề tài KH-CN cấp Nhà nước “Nghiên cứu đánh giá biến động cực trị các yếu tố KTTV biển, tác động của chúng tới môi trường, phát triển KTXH và đề xuất giải pháp phòng tránh cho các đảo đông dân cư thuộc vùng biển miền Trung (chủ yếu là đảo Lý Sơn, đảo Phú Quý)”. KC.09.15/11-15. Bộ KH-CN. 2015.
- [2] DHI Softwave. 2007. *Mike 21 Flow Model FM, Hydrodynamic Module*. DHI
- [3] DHI Softwave. 2007. *Mike LITPACK- LITPROF. User Manual*. DHI
- [4] Fugro Oceanor. 2006. *Calibrated wave parameters off Cap Mia in Vietnam*.
- [5] Tùng T.T., Dũng L.Đ., 2012, Nghiên cứu xác định năng lượng sóng ven bờ cho dải ven biển miền Trung Việt Nam. *Tạp chí KHKT Thủy lợi và Môi trường*, số 39, tháng 12/2012, pp46-53
- [6] Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2012. *Kịch bản BĐKH, nước biển dâng cho Việt Nam*. Hà Nội.
- [7] Phòng nghiệp vụ kinh tế hạ tầng nông thôn huyện Phú Quý, 2014. *Báo cáo hiện trạng xâm thực, xói lở bờ đảo Phú Quý*.