

DIỄN BIẾN XÓI LỞ BỜ, SUY THOÁI RỪNG NGẬP MẶN VÀ ĐỊNH HƯỚNG GIẢI PHÁP PHÒNG CHỐNG CHO DẢI VEN BIỂN HẠ DU ĐỒNG BẰNG SÔNG MEKONG

Trần Bá Hoàng, Lê Thị Phương Thanh

Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

Tóm tắt: Dải đất ven biển, rừng ngập mặn, đê biển là một thể thống nhất, tạo thành một bức tường vững chắc ngăn chặn những tác động bất lợi từ Đại Dương vào đất liền, tăng khả năng lắng đọng phù sa mở rộng diện tích, bảo vệ môi trường, bảo vệ đa dạng sinh học và các hệ sinh thái.

Với vị trí, vai trò to lớn như vậy, nhưng rừng ngập mặn ven biển hạ du sông Mekong đã và đang bị suy thoái nghiêm trọng. Hệ sinh thái rừng ngập mặn ven biển không còn hoàn chỉnh, không còn đủ khả năng hỗ trợ cho nhau. Nhiều đoạn bờ biển không còn rừng ngập mặn, xói lở bờ biển đã tàn phá nhiều nhà cửa, công trình hạ tầng, kiến trúc và nhiều thành quả lao động của người dân sống ven biển.

Qua phân tích tài liệu lịch sử, ảnh viễn thám nhiều năm và với sự hỗ trợ của mô hình toán, mô hình vật lý ... đã đánh giá được quy luật diễn biến, phân tích rõ nguyên nhân và định hướng giải pháp khả thi, hiệu quả cho việc khôi phục rừng ngập mặn, phòng chống xói lở dải ven biển hạ du sông Mekong.

Từ khóa: Xói lở; suy thoái rừng ngập mặn; ven biển hạ du sông Mekong.

Summary: The system of mangrove belt and seadike in the Mekong Delta plays an important role in protecting the behind land againsts natural disasters from the ocean, increasing sediment deposition along the coast, as well as protecting environment, biodiversity, and biological systems. Unfortunately, the mangrove forest in the delta has been seriously degrading in recent decades, even completely disappeared at several area. Coastal erosion has damaged houses, infrastructures (i.e seadike, road, ...), properties of people living in the coastal area. By analysing historical data, remote sensing images in several years and also by using numerical and physical models, the change of coastline and the main causes of coastal erosion were carried out, from which the feasible solutions for coastal erosion protection and mangrove forest restoration for the Mekong delta coast were proposed.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hạ du đồng bằng sông Mekong là một bộ phận của châu thổ sông Mekong, thuộc lãnh thổ Việt Nam, có diện tích 39.734 km². Hạ du đồng bằng sông Mekong được hình thành từ trầm tích phù sa bồi dần qua những kỷ nguyên thay

đổi mực nước biển.

Sự tham gia của sông Mekong đóng vai trò rất quan trọng trong suốt quá trình hình thành vùng châu thổ-hạ du đồng bằng sông Mekong. Lượng nước trung bình hàng năm của sông cung cấp cho vùng này khoảng 400 tỷ m³ cùng với hơn 100 triệu tấn phù sa (Morgan F. R., 1961).

Ngày nhận bài: 09/6/2017

Ngày thông qua phản biện: 24/7/2017

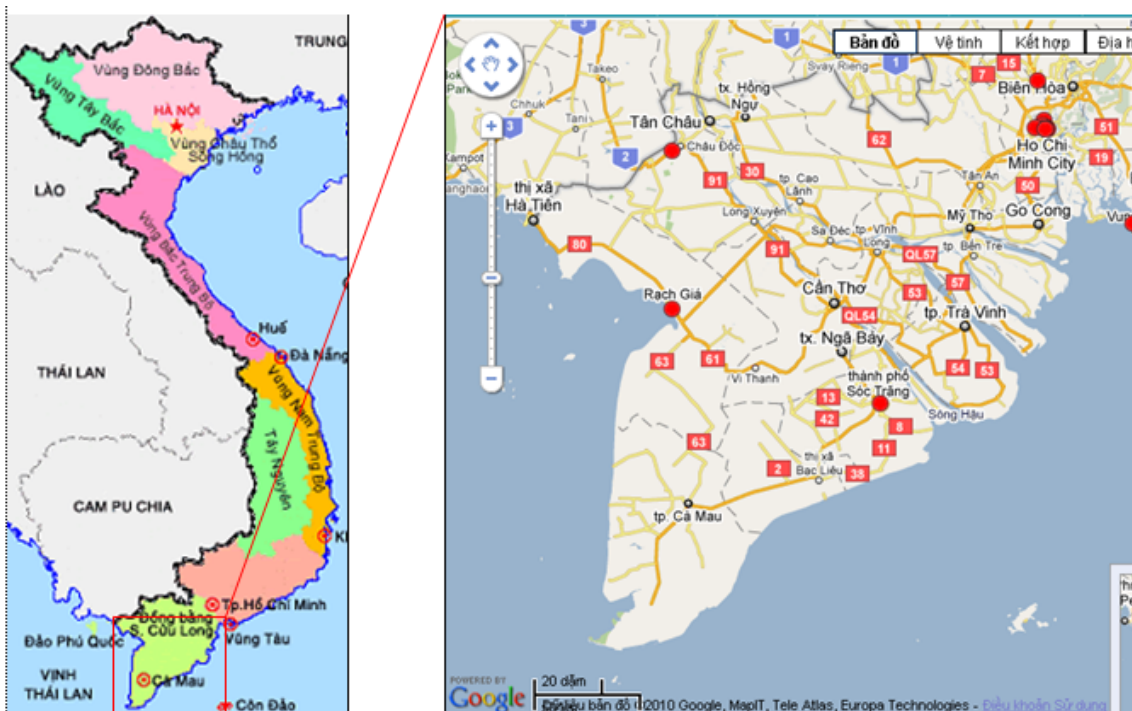
Ngày duyệt đăng: 26/7/2017



Hình 1. Lưu vực sông Mekong và phạm vi nghiên cứu dải ven biển hạ du đồng bằng sông Mekong (nguồnvinanren.vn)

Trải qua các chu kỳ tiến hóa, thay đổi, thích nghi giữa biển và lục địa, dải ven biển hạ du đồng bằng sông Mekong đã xuất hiện một hệ sinh thái chuyển tiếp - dải rừng ngập mặn ven biển, có tính đa dạng sinh học cao, với 98 loài thực vật, phổ biến là các loài mắm trắng, đước, bần trắng, bần chua, vẹt tách, đà quánh, đà vôi, giá, cóc vàng, dừa nước v.v..., có đến 36 loài thú, 182 loài chim, 34 loài bò sát và 6 loài lưỡng cư, 260 loài cá [1].

Dải ven biển hạ du đồng bằng sông Mekong, thuộc địa phận của 7 tỉnh: Tiền Giang, Bến tre, Trà Vinh, Sóc Trăng, Bạc Liêu, Cà Mau và tỉnh Kiên Giang, với chiều dài khoảng 774 km.



Hình 2. Vị trí dải ven biển hạ du đồng bằng sông Mekong (nguồn Google)

Dải rừng ngập mặn ven biển hạ du sông Mekong cùng với hệ thống đê biển có tác dụng ngăn chặn những tác động bất lợi từ biển vào đất liền (sóng, gió, bão, nước mặn ...), tăng khả năng lắng đọng phù sa, bảo vệ môi trường

và các hệ sinh thái vùng ven biển.

Với vị trí, vai trò quan trọng như vậy, nhưng rừng ngập mặn ven biển hạ du đồng bằng sông Mekong đã bị suy thoái nghiêm trọng. Báo cáo của Tổng cục Lâm nghiệp tại hội nghị tổng kết

năm 2016 cho thấy, chỉ tính trong 5 năm, từ 2011 đến 2016, diện tích rừng ngập mặn dải ven biển hạ du sông Mekong đã giảm đi 15,339 ha (gần 10%), từ 194,723 ha năm 2011 xuống còn 179,384 ha năm 2016 [2].

Xói lở bờ biển và suy thoái rừng ngập mặn vùng hạ dung đồng bằng sông Mekong đã, đang và sẽ còn gây nên thiệt hại rất lớn về kinh tế, xã hội và môi trường. Nhiều đoạn đê biển bị vỡ làm nước mặn xâm nhập sâu vào ruộng đồng, nhiều người dân sống ven biển đã mất đi nhà cửa, cơ sở hạ tầng bị sóng biển cuốn đi. Vấn đề đặt ra là, làm thế nào để ngăn chặn được tình trạng xói lở bờ biển, suy thoái rừng ngập mặn ...trả lại điều kiện sống và môi trường tự nhiên như trước đây.

Vì lẽ đó việc tiến hành nghiên cứu diễn biến xói lở, suy thoái rừng ngập mặn ... trên cơ sở đó đề xuất được giải pháp phù hợp khả thi nhằm ngăn chặn xói lở và khôi phục lại diện tích rừng ngập mặn đã bị tàn phá là hết sức cấp thiết.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU VÀ TÀI LIỆU SỬ DỤNG

Để thực hiện các nội dung nghiên cứu về đánh giá diễn biến, xác định nguyên nhân và đề xuất

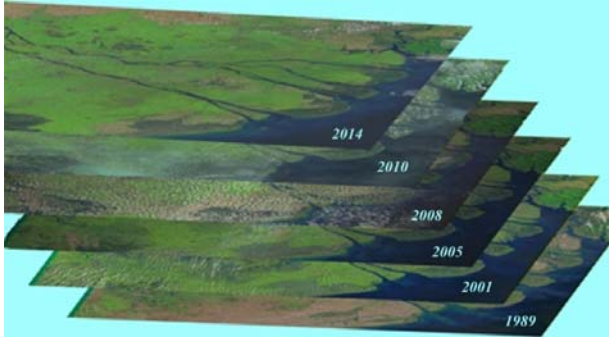
giải pháp phù hợp, khả thi nhằm ngăn chặn tình trạng xói lở bờ biển, suy thoái dải rừng ngập mặn ven biển hạ du đồng bằng sông Mekong, chúng tôi đã tiến hành một số phương pháp nghiên cứu như:

- Tổng hợp, phân tích nguồn tài liệu lịch sử, kế thừa có chọn lọc các kết quả từ các đề tài, dự án trước đây liên quan tới nội dung nghiên cứu này. Trong đó các bản đồ Nam Kỳ Lục tỉnh 1861, 1863, 1930 được Pháp đo vẽ, các số liệu đo đạc các thông số thủy văn, hàm lượng bùn cát lơ lửng tại Trạm Tân Châu, các tài liệu thủy văn bùn cát tại trạm Kratie của UB sông Mekong, một số tài liệu đo không liên tục trên sông Hậu tại Long Xuyên, Cần Thơ, trên sông Hậu tại cửa sông Vàm Nao, Mỹ Thuận ... được sử dụng để kiểm định mô hình, để phân tích đánh giá trong nghiên cứu này.

- Xử lý ảnh viễn thám và hệ thống tin địa lý GIS. Nội dung cần thực hiện là: (i) số hóa và chuyển đổi về hệ tọa độ UTM; (ii) sử dụng phần mềm ENVI 4.0 để ghép ảnh; (iii) Sử dụng phần mềm ArcGIS để xử lý, chồng ghép các bản đồ đo đạc, không ảnh, ảnh vệ tinh các thời kỳ khác nhau, trên cơ sở đó phân tích sự biến động đường bờ, rừng ngập mặn.

Bảng 1. Các ảnh vệ tinh sử dụng để phân tích diễn biến dải ven biển DB sông Mekong

TT	Thời gian	Kiểu dữ liệu	Định dạng	Tỷ lệ/ Độ phân giải
1	1965	Topography map	Vector	1/50.000
2	1989	Landsat TM	Raster	15m x 15m
3	2001	Landsat ETM	Raster	15m x 15m
4	2006	Landsat ETM	Raster	15m x 15m
5	2008	Landsat ETM	Raster	15m x 15m
6	2010	Landsat ETM	Raster	15m x 15m
7	2014	Landsat ETM	Raster	15m x 15m



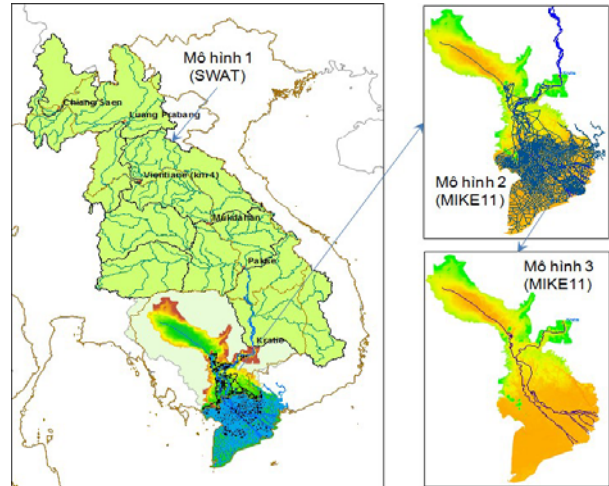
Hình 3. Chồng ghép bản đồ để xác định quy luật diễn biến đường bờ dài ven biển hạ du sông Mekong

Bên cạnh đó, công tác điều tra khảo sát thực địa, phỏng vấn người dân địa phương nhằm kiểm chứng, đánh giá kết quả thu được từ việc phân tích ảnh vệ tinh, chồng ghép bản đồ.

-Ứng dụng mô hình toán Swat, Mike 11, Mike 21, Litprof, Litline ... để mô phỏng các tác động của sóng, gió, bão, dòng chảy ven bờ, mức độ thiếu hụt bùn cát, do xây dựng các công trình thượng nguồn tới dài ven biển, ứng với trường hợp biến đổi khí hậu-nước biển dâng theo các mức độ khác nhau. Trên cơ sở đó sẽ xác định được nguyên nhân và diễn biến đường bờ biển theo không gian và thời gian. Các bước nghiên cứu trình bày ở trên được thể hiện ở hình 5 dưới đây.

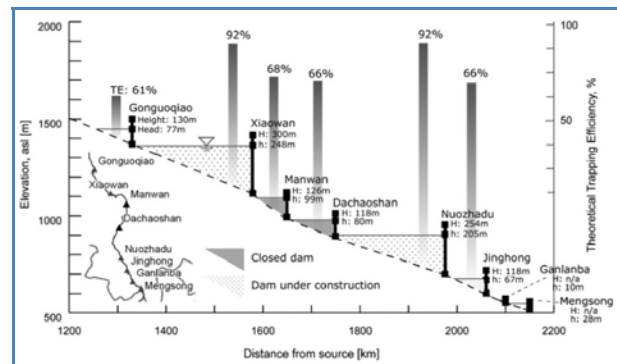


Hình 4. Sơ đồ các bước nghiên cứu xác định nguyên nhân xói bồi dài ven biển hạ du sông Mekong

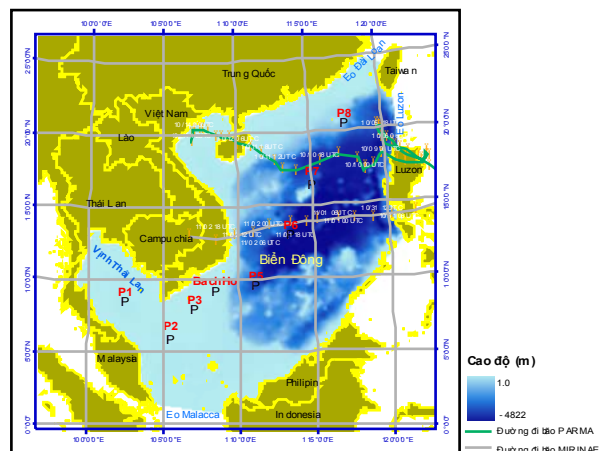


Hình 5. Các mô hình tính toán phân bố và vận chuyển bùn cát trên sông Mekong

Các số liệu về hệ thống bậc thang thủy điện của Trung Quốc trên sông Lancang,



Hình 6. Hệ thống bậc thang thủy điện của Trung Quốc trên sông Lancang (vị trí, chiều cao đập, cột nước, và hệ số lắng đọng bùn cát). Nguồn: Kummur và Varis[8].



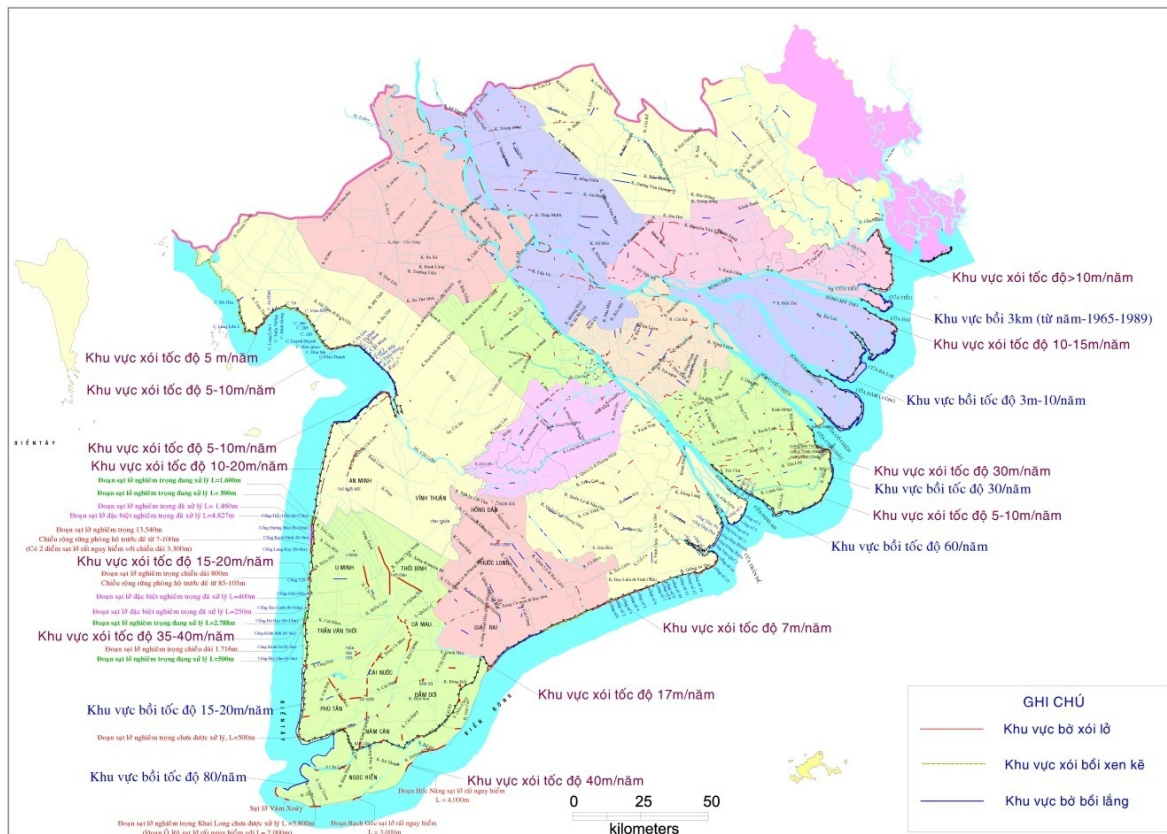
Hình 7. Các vị trí kiểm định mô hình về sóng, mực nước dâng do bão ở biển Đông

- Nghiên cứu trên mô hình thực tế (tỷ lệ 1:1) trong nghiên cứu này được thực hiện, với mục đích quan sát trực quan, theo dõi, đo đạc, phân tích, đánh giá phản ứng của chế độ thủy thạch động lực tại khu vực nghiên cứu trước những biến động của tự nhiên, trước những hoạt động khai thác của con người. Trên cơ sở đó sẽ nhận diện, xác định được nguyên nhân, cơ chế diễn biến xói bồi và định hướng được giải pháp khả thi, phù hợp.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Diễn biến xói lở, suy thoái rừng ngập mặn dải ven biển hạ du sông Mekong

Tổng hợp kết quả nghiên cứu bằng mô hình toán, phân tích ảnh viễn thám, ảnh vệ tinh GIS, phân tích tài liệu lịch sử từ các nguồn khác nhau [3,4], sau đó kiểm chứng diễn biến thực tế. Kết quả nhận được là bản đồ diễn biến xói bồi, suy thoái rừng ngập mặn dải ven biển hạ du sông Mekong, được thể hiện trên hình 8 dưới đây (các khu vực có tốc độ xói lở lớn ghi trên bản đồ chính là tốc độ suy thoái rừng ngập mặn),



Hình 8. Diễn biến xói bồi, suy thoái rừng ngập mặn dải ven biển hạ du sông Mekong

Một số khu vực xói lở mạnh như: khu vực Gò Công Đông (tỉnh Tiền Giang), Vĩnh Châu (tỉnh Sóc Trăng), Gành Hào (tỉnh Bạc Liêu), mũi Cà Mau (tỉnh Cà Mau)..., cho thấy khi chiều rộng đai rừng phòng hộ càng giảm thì tốc độ xói lở càng diễn ra nhanh hơn. Trong những năm gần

đây, mỗi năm diện tích rừng ngập mặn mất đi khoảng 500ha. Kết quả nghiên cứu cho thấy có tới 24 khu vực thường xuyên bị xói lở, với tốc độ lún sâu vào đất liền từ 5-45 m/năm, trên tổng chiều dài khoảng 250 km. Chi tiết xem bảng 2.

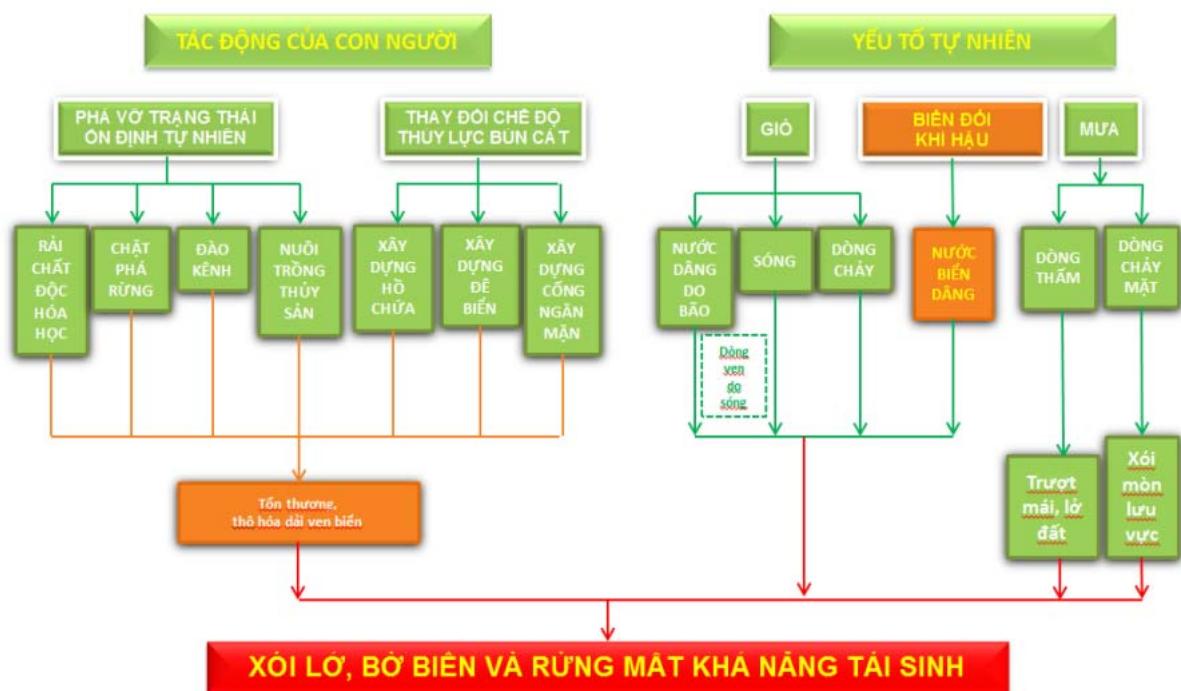
Bảng 2. Thống kê số khu vực xói bồi dải ven biển theo địa danh tỉnh

STT	Đơn vị hành chính	Xói lở			Xói bồi xen kẽ		Bồi lắng		
		Số điểm	Chiều dài (km)	Tốc độ min-max (m/năm)	Số điểm	Chiều dài (km)	Số điểm	Chiều dài (km)	Tốc độ min-max (m/năm)
1	Tiền Giang	1	17	10-15			1	16,49	
2	Bến Tre	1	8,51	10-15			4	88,568	0-10
3	Trà Vinh	4	24,44	5-30			2	41,86	30-60
4	Sóc Trăng	3	29,6	5-10			3	30,87	
5	Bạc Liêu	2	15	10-20	1	18,64	1	22	
6	Cà Mau	12	150	5-40			2	70,75	15-80
7	Kiên Giang	1	6,19	5-20	3	76,7	3	43,06	
	Tổng	24	250,74		4	95,34	16	313,598	

3.2. Nguyên nhân gây xói lở, suy thoái rừng ngập mặn dải ven biển hạ du sông Mekong

Kết quả nghiên cứu đã xác được tổ hợp các

nguyên nhân cơ bản gây ra xói lở bờ biển hạ du sông Mekong, được thể hiện như hình 9.



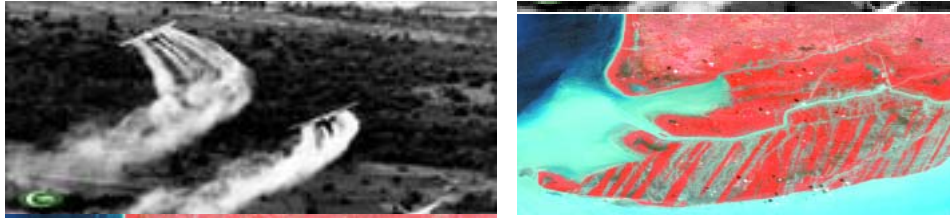
Hình 9. Tổ hợp các nguyên nhân gây ra xói lở dải ven biển hạ du sông Mekong

- Nguyên nhân gây xói lở, suy thoái rừng ngập mặn từ yếu tố con người.

Được phân thành hai nhóm:

+ Nhóm những hoạt động của con người phá

vỡ tính hoàn chỉnh, trạng thái tự nhiên ổn định lâu dài bờ biển, rừng ngập mặn như: Rải chất độc hóa học phá rừng trong thời gian chiến tranh.



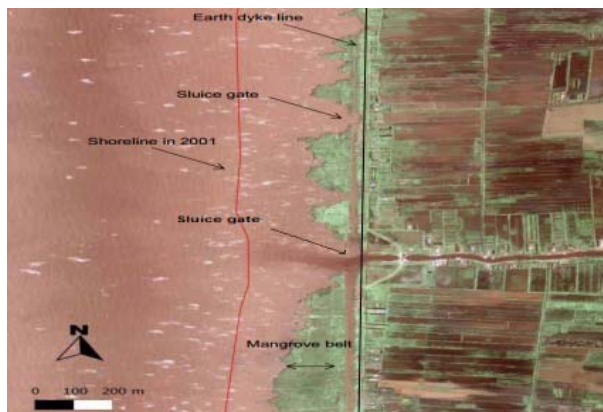
Hình 10. Rải chất độc hóa học hủy diệt rừng ngập mặn tỉnh Cà Mau

Chặt phá rừng, đào kênh mương thoát lũ, rửa chua phèn và nuôi trồng thủy sản,



Hình 11. Đào kênh mương, ao ... phá vỡ trạng thái tự nhiên ổn định của dải ven biển

Đào kênh rạch, mở cống rãnh, xây dựng đê biển, lấn chiếm bãi biển, thu hẹp vùng cửa sông gây tổn thương dải ven biển.



Hình 12. Đào kênh, xây cống, đê biển gây tổn thương dải ven biển [14]



Hình 13. Bãi biển và cửa sông Gành Hào bị lấn chiếm làm thay đổi hình thái chính là nguyên nhân gây ra xói lở rất nghiêm trọng trong nhiều năm nay [7]

+ Nhóm những hoạt động của con người làm thay đổi chế độ động lực, làm thiếu hụt phù sa, chất dinh dưỡng. Kết quả nghiên cứu cho thấy, các hồ thủy điện trên dòng chính sông Mekong đã giữ lại một lượng phù sa đáng kể, làm giảm đi hơn 40% lượng phù sa chảy ra biển [5,6]. Xây dựng hệ thống đê biển ngăn không cho dòng chảy tràn đưa chất dinh dưỡng, phôi cây ra phía ngoài đai rừng để tái sinh lớp cây mới. Xây dựng các công trình ngăn mặn giữ ngọt vùng cửa sông làm thay đổi căn bản hệ sinh thái vùng ven bờ. Theo kết quả khảo sát có tới hàng trăm kilomet chiều dài bãi biển bị thô hóa, cây rừng không thể tái sinh, phát triển.

- Nguyên nhân gây xói lở suy thoái rừng ngập mặn từ yếu tố tự nhiên, được cho là bước tiếp nối làm trầm trọng hơn mức độ xói lở và hủy diệt rừng ngập mặn theo thời gian. Những vị trí tổn thương, thay đổi hình thái ổn định tự nhiên ... là những nơi chịu áp lực tập chung, dần tạo thành bậc tiếp nhận sóng lớn, theo thời gian các vị trí bị tổn thương được mở rộng ra và lan truyền với tốc độ phụ thuộc vào sóng, gió, bão và sự hội tụ ở các cấp mực nước tạo ra sóng lớn. Điều kiện địa chất yếu, đất nền chưa được cố kết, tình

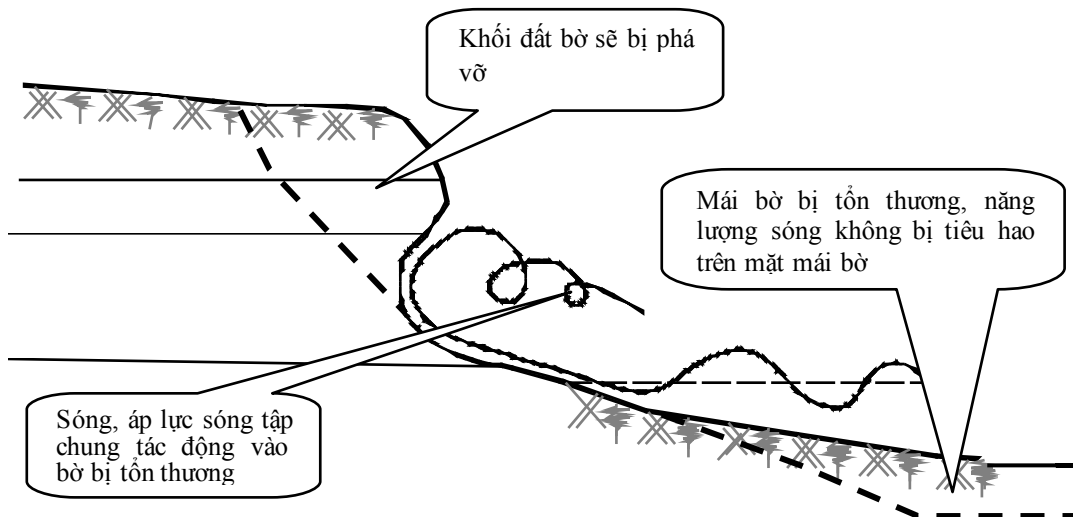
trạng biến đổi khí hậu – nước biển dâng càng làm cho xói lở bờ, suy thoái rừng ngập mặn

trở nên phức tạp và gia tăng theo không gian và thời gian.



Hạt cây không thể nảy mầm, sinh trưởng, phát triển

Hình 14. Bãi biển thiếu phù sa, thiếu chất dinh dưỡng và luôn bị sóng, dòng ven tác động nên cây không sinh trưởng được (ảnh của tác giả chụp 6/2017)



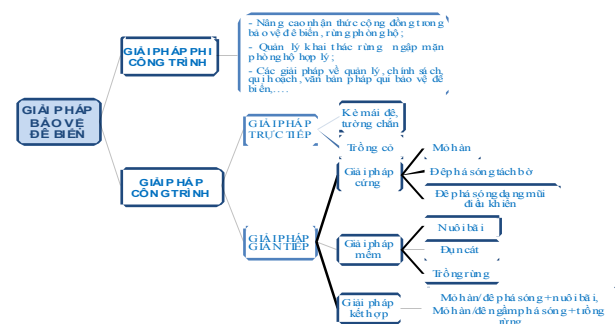
Hình 15. Sóng và áp lực tập chung của sóng vào vị trí dải ven biển bị tổn thương



Hình 16. Sóng biển đã mở rộng phạm vi xói lở, suy thoái rừng ngập mặn (nguồn tinmoitruong.vn)

3.3. Đề xuất giải pháp phòng chống xói lở, suy thoái rừng ngập mặn cho dải ven biển hạ du sông Mekong

Tổng kết các loại giải pháp công trình, phi công trình đã sử dụng để bảo vệ, chống xói lở, suy thoái rừng ngập mặn, được tổng hợp ở sơ đồ dưới đây,



Hình 17. Tổng hợp các loại giải pháp phòng chống xói lở, suy thoái rừng ngập mặn dải ven biển hạ du sông Mekong

Qua theo dõi, nghiên cứu quá trình hình thành, mở rộng phạm vi xói lở, suy thoái rừng ngập mặn, kết quả mô phỏng tác động của sóng gió, dòng chảy, bùn cát ven bờ. Đồng thời đúc kết kinh nghiệm từ những công trình thực tế đã xây dựng dọc dải ven biển hạ du sông Mekong, tác giả xin khuyến cáo một số giải pháp ít tốn kém nhưng đem lại hiệu quả cao:

- Quản lý đới bờ, vùng cửa sông để tránh tình trạng gây tổn thương, làm mất hình thái tự nhiên dải ven biển, rừng ngập mặn;
- Gây bồi tạo bãi, bồi phù sa bằng các hàng rào bằng cây ít tốn kém và không cứng tuyệt đối. Vị trí, cao trình, độ cứng hàng rào được tính toán cụ thể xong không nên đưa ra quá xa bờ, tốt nhất bố trí thành nhiều lớp, trước mắt là vá các vị trí bờ lõm, kinh nghiệm từ dự án GIZ, xây dựng hàng rào gây bồi tạo bãi tại dải ven biển Bạc Liêu [13],



Hình 18. Hàng rào gây bồi tạo bãi khôi phục rừng ngập mặn dự án GIZ tại Bạc Liêu,

- Cải tạo thể nền bằng cách đào hố đổ đất (cải tạo thể nền), trồng cây ương từ nơi khác sẽ không mang lại hiệu quả cao, tỷ lệ cây sống rất thấp, đôi khi mất trắng chỉ sau một mùa gió Chướng. Trong khi đó cây tái sinh khi phù sa bồi đạt chiều dày hơn 10 cm sẽ phát triển rất nhanh và bền vững trước tác động của mọi điều kiện khắc nghiệt của tự nhiên.



Hình 19. Cây được tái sinh khi lớp phù sa bồi trên 10 cm tại bãi biển Sóc Trăng (ảnh của tác giả chụp 6/2017)

- Thực tế cho thấy ứng dụng Geotube làm đê ngầm giảm sóng cho dải ven biển hạ du sông Mekong không đem lại hiệu quả mong muốn, vì cao trình đỉnh đê bị hạ thấp, không đảm bảo cao trình thiết kế (ống Geotube bị tác động của sóng sẽ di chuyển xuống rãnh sâu sát bên do dòng triều rút tạo nên). Mặt khác ống Geotube còn bị rách do con hà bám và thuyền bè đi lại.
- Bảo vệ bờ biển bằng kết cấu cứng (bê tông

cốt thép) dạng tường đứng có mũi hắt cần nghiên cứu kỹ điều kiện áp dụng, bởi vì dưới tác động của áp lực sóng tập chung, công trình rất khó đảm bảo điều kiện ổn định lâu dài. Công trình kè biển Gành Hào, kè Nhà Mát ... là những ví dụ thực tế chứng tỏ điều đó.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Trên cơ sở số liệu đo đạc, khảo sát của nhóm tác giả đồng thời thu thập từ các báo cáo định

kỳ hàng năm của các địa phương, từ các đề tài dự án đã thực hiện trước đây liên quan, chúng tôi đã tiến hành phân tích, đánh giá, mô phỏng trên mô hình toán 1D, 2D về tác động của các công trình thượng nguồn, khai thác cát tại một số vị trí dọc sông Mekong tới chế độ thủy văn, bùn cát dọc dải ven biển hạ du sông Mekong trong điều kiện biến đổi khí hậu-nước biển dâng theo các kịch bản dự báo (thấp, trung bình và cao) đến năm 2100. Kết quả nhận được là bản đồ diễn biến xói bồi, suy thoái rừng ngập mặn dải ven biển hạ du sông

Mekong thể hiện ở hình 8. Đã tổng hợp và phân tích trên cơ sở khoa học các nguyên nhân, các giải pháp phòng chống xói lở, suy thoái rừng ngập mặn cho vùng nghiên cứu.

Nghiên cứu này chúng tôi mới cơ sở khuyến cáo xây dựng hàng rào gây bồi, khôi phục rừng ngập mặn tái sinh ở những vị trí dải bờ bị lấn sâu vào bờ, trong những nghiên cứu tiếp theo cần tính toán chi tiết thông số sóng, dòng chảy ven bờ, lượng bùn cát di chuyển tại từng vị trí để bố trí hàng rào với cao trình, hướng ... phù hợp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Hệ sinh thái rừng ngập mặn ven biển đồng bằng sông Cửu Long, Viện sinh thái, môi trường, 2009;
- [2]. Báo cáo tổng kết năm, *Hoạt động khôi phục rừng ngập mặn ven biển nước ta*, Tổng cục Lâm nghiệp, Hà Nội tháng 12/2016;
- [3]. Báo cáo Bộ NN&PTNT, *Hiện trạng, nguyên nhân và giải pháp chống xói lở vùng Đồng bằng sông Cửu Long*, Viện KHTLMN, Hà Nội tháng 5/2017;
- [4]. Lê Mạnh Hùng & nnk, “Nghiên cứu ảnh hưởng của hoạt động khai thác cát đến thay đổi lòng dẫn sông Cửu Long và đề xuất giải pháp quản lý, quy hoạch khai thác cát hợp lý”, Báo cáo tổng kết đề tài cấp Nhà nước, 2013;
- [5]. Nguyễn Hữu Nhân, “Nghiên cứu cơ chế hình thành và phát triển vùng bồi tụ ven bờ biển và các giải pháp KHCN để phát triển bền vững về KT-XH vùng biển Cà Mau”, Báo cáo tổng kết đề tài độc lập cấp Nhà nước, 2015;
- [6]. Lê Mạnh Hùng, Nguyễn Duy Khang, *Nghiên cứu chế độ dòng chảy, phân bố bùn cát dải ven biển từ cửa sông Soài Rạp đến cửa Tiểu, đề xuất giải pháp chống sạt lở đê biển Gò Công tỉnh Tiền Giang*, Viện KHTLMN, 2011;
- [7]. Tăng Đức Thắng, Đinh Công Sản, Lê Thanh Chương, nnk “Báo cáo thực trạng xói bồi bờ sông bờ biển và định hướng giải pháp bảo vệ ổn định lâu dài”, Hội thảo báo cáo chính phủ, Tp.HCM, 2015;
- [8]. Kumm, M. and Varis O. 2007. Sediment-related impacts due to upstream reservoir trapping, the lower Mekong River. *Geomorphology*, **85**, pp. 275–293;
- [9]. Coastal engineering manual CEM, 2001, 2008. US Department of Army;
- [10]. Thorsten Albers và Nicole von Lieberman, “Nghiên cứu về dòng chảy và mô hình xói lở”, Dự án Quản lý Nguồn Tài nguyên Thiên nhiên vùng ven biển tỉnh Sóc Trăng, GIZ, 2011;
- [11]. Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, Báo cáo xử lý khẩn cấp các khu vực sạt lở Gành Hào, Nhà Mát (Bạc Liêu), Vincom – Cần Thơ, Mỹ Hội Đông (An Giang), ... , 2016, 2017;
- [12]. Báo cáo kết quả ban đầu dự án AFD về phòng chống xói lở ven biển ĐBSCL.
- [13]. Thorsten Albers – Đinh Công Sản – Klaus Schmitt, Bảo vệ bờ biển ở Đồng bằng sông Cửu Long, 2013;
- [14]. Coastal Engineering Consultancy in Ca Mau Province, GIZ, 5/2014.