

NGHIÊN CỨU MẶT CẮT NGANG CÂN BẰNG KHU VỰC BỜ BIỂN TỪ CỬA LẬP ĐẾN CỬA LỘC AN TỈNH BÀ RỊA VŨNG TÀU

Th.S Vũ Văn Ngọc, PGS. TS Trương Văn Bôn

Phòng thí nghiệm trọng điểm quốc gia về Động lực sóng biển

Tóm tắt: Dài ven bờ từ Cửa Lập đến cửa Lộc An đã và đang bị xói lở nghiêm trọng gây ra mất ổn định bờ bãi trong khu vực. Hình dạng mặt cắt ngang bãi biển là một tham số quan trọng trong nghiên cứu diễn biến bờ biển vì nó có liên quan chặt chẽ tới sóng đổ và quá trình tiêu tán năng lượng sóng trong vùng sóng vỡ, khi đó độ dốc bãi biển thay đổi, sắp xếp lại bùn cát thành những doi cát còn ngằm trên bề mặt bãi biển. Hiện tượng xói lở bờ biển dẫn tới sự thiếu hụt các vật liệu bùn cát ở bãi trước trong thời đoạn dài và gây nên hiện tượng suy thoái đường bờ biển.

Summary: The shoreline from Lap to Loc An estuary has been eroded seriously causing instability in the coast area. Cross-sectional shape of the beach is an important parameter in studying coastal developments because it is related closely to wave breaking phenomena and processes of wave energy dissipation in the surf zone, meanwhile beach slope changes, rearranging sediment into the submerged sand dunes on the beach surface. Coastal erosion led to a shortage of sediment at the beach in the long periods and causing the degradation of the coastline.

MỞ ĐẦU

Biến động mặt cắt ngang bãi biển là kết quả của quá trình tương tác sóng, mực nước, dòng chảy, thủy triều và bùn cát. Trong điều kiện nhất định, mặt cắt có thể đạt trạng thái cân bằng. Về lý thuyết, có nhiều dạng hàm toán học có thể mô tả hình dạng cân bằng của mặt cắt, chọn lựa được hàm phù hợp và xây dựng hình dạng mặt cắt cân bằng có vai trò đặc biệt quan trọng đối với các nghiên cứu đánh giá bồi tụ, xói lở và suy thoái đường bờ biển. Phương pháp phân tích, chọn lựa hàm toán học và xây dựng mặt cắt cân bằng được trình bày chi tiết trong phần dưới đây.

I. HÀM TOÁN HỌC MÔ TẢ HÌNH DẠNG BÃI BIỂN PHỔ BIẾN NHẤT VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐƯỠNG CONG PHÙ HỢP

Ứng với những điều kiện nhất định của sóng, mực nước, dòng chảy, thủy triều và bùn cát sẽ tồn tại một hình dạng tương ứng của mặt cắt ngang bãi biển, mặt cắt đó gọi là mặt cắt ngang ở trạng thái cân bằng.

Biểu thức toán học mô tả hình dạng bãi biển phổ biến nhất là biểu thức do Bruun và Dean xây dựng (mặt cắt ngang dạng Bruun/Dean)

$$y(x) = A \cdot x^p \quad (1)$$

Trong đó:

A: Hệ số kinh nghiệm thứ nguyên

ρ : Hệ số mũ không thứ nguyên

Bằng cách dùng phương pháp thống kê Bruun tìm ra được hệ số mũ $\rho = 2/3$

$$y(x) = A \cdot x^{2/3} \quad (2)$$

Trong đó:

y: Độ sâu nước tại điểm x theo phương ngang từ mép nước

A: Hệ số tỉ lệ phụ thuộc và các đặc điểm trầm tích

Larson (1991) đề xuất hình dạng mặt cắt ngang thể hiện bởi phương trình sau

$$y(x) = A(x + x_s)^{2/3} \quad (3)$$

x_s tham số biểu thị khoảng cách ngang nó được lấy từ trường dữ liệu bằng cách sử dụng bình phương tối thiểu để giảm lỗi (Larson 1991)

Hình dạng mặt cắt ngang bãi biển ở trạng thái cân bằng được xem như là kết quả của sự cân bằng giữa các lực phá hoại và lực thành tạo nên mặt cắt ngang bãi biển. Hay nói cách khác nếu xét theo quan điểm vận chuyển bùn cát theo phương vuông góc với đường bờ thì mặt cắt ngang bãi biển sẽ đạt tới trạng thái cân bằng khi lượng vận chuyển bùn cát theo phương ngang bằng không

Trong điều kiện tự nhiên, khi các sóng, mực nước, dòng chảy liên tục thay đổi theo thời gian thì ảnh hưởng do chúng tạo nên đối với bãi biển sẽ rất khó đạt tới trạng thái cân bằng “tĩnh” mà chỉ có thể đạt tới trạng thái cân bằng “động” tương ứng với từng thời kỳ trong năm.

Một mặt cắt ngang bãi biển ở trạng thái cân bằng “động” có thể mô tả vắn tắt như sau: mặt cắt ngang ban đầu, sau khi có sự biến đổi của các điều kiện biên, sẽ có sự thay đổi về hình dạng. Trải qua một thời đoạn xác định, một hình dạng mặt cắt cuối cùng sẽ được xác lập với sự biến đổi rất nhỏ theo thời gian. Trong tự nhiên, có thể coi trạng thái cân bằng này là trạng thái cân bằng về mặt động lực của các lực tác dụng, đối với trường sóng ngẫu nhiên và sự biến thiên liên tục của mực nước trong tự nhiên. Bằng cách lấy trung bình hóa các hình dạng mặt cắt trong một thời đoạn xác định, một hình dạng mặt cắt trung bình ở trạng thái cân bằng có thể được xác lập.

Trong nghiên cứu kiến nghị ba thông số để mô tả mặt cắt ngang cân bằng dựa trên hàm cơ bản, hàm số mũ, hàm logarit lần lượt như sau:

Hàm cơ bản có dạng

$$y(x) = A(x + x_0)^p \quad (4)$$

Hàm số mũ Komar và McDougal như sau

$$y(x) = B(1 - e^{-kx+C}) \quad (5)$$

Hàm logarit có dạng

$$h(x) = D + 1/F \cdot \ln(x/G + 1) \quad (6)$$

Hệ số G có liên quan đến đường kính hạt trầm tích và F được ước tính bằng cách sử dụng chu kỳ T thông qua mối quan hệ $F = 4\pi^2/gT^2$

Phương pháp xây dựng đường lý thuyết

Trong nghiên cứu này, đường cong lý thuyết được xây dựng trên cách thức như sau:

- Từ tài liệu mặt cắt (khoảng cách ngang, cao độ) vẽ lên mặt cắt thực tế thể hiện bởi các điểm chấm
- Thiết lập đường cong qua các điểm chấm tọa độ mặt cắt theo phương pháp bình phương tối thiểu và đánh giá sai số quân phương R^2

Cần chú ý rằng với phương pháp thiết lập đường cong lý thuyết trong nghiên cứu sẽ thiết lập lần lượt 3 đường cong như các hàm: hàm cơ bản, hàm số mũ Komar & McDougal, hàm logarit.

Trên cơ sở trình bày phương pháp xây dựng đường lý thuyết, trong nghiên cứu ứng dụng chương trình MatLab để thiết lập hàm lý thuyết phù hợp với các tọa độ điểm thuộc mặt cắt, công cụ là phù hợp hàm có tên “Curver Fitting Toolbox”.

II KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU MẶT CẮT NGANG CÂN BẰNG CHO KHU VỰC BỜ BIỂN TỪ CỬA LẬP ĐẾN CỬA LỘC AN

Trong phần này trình bày về tính toán và chọn lựa mặt cắt cân bằng, đồng thời nhận xét xu thế mặt cắt trên cơ sở so sánh mặt cắt thực tế với mặt cắt cân bằng:

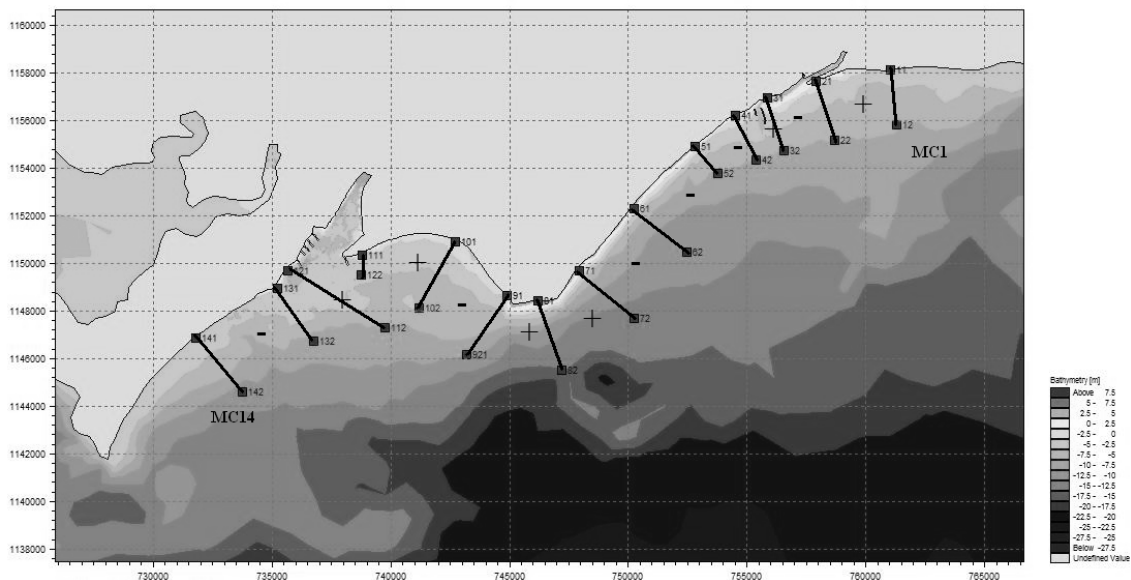
- Để thấy rõ các thông tin về mặt cắt tương ứng với các hàm cơ bản, phù hợp với các mặt cắt thực tế cũng như phù hợp với chế độ động lực tại khu vực, trong tính toán đã sử dụng 13 mặt cắt (Vị trí như Hình 16) khảo sát cho bãi biển tại khu vực từ Cửa Lập- Lộc An thuộc tỉnh Bà Rịa- Vũng Tàu, từ đó thiết lập đường cong phù hợp trên cơ sở các hàm lý thuyết đã trình bày trong mục 1 (Hình 1- Hình 13).

Do đặc thù đoạn bờ biển nghiên cứu hiện đang có xu hướng xói, các mặt cắt đo đạc thể hiện độ dốc khá lớn tại phần gần bờ. Đặc biệt tại các vị trí luồng lạch, độ dốc đầu mặt cắt có thể tới 1.5% (tại MC3), 5% (tại MC12). Dưới tác động của điều kiện

động lực biển, các mặt cắt hiện tại luôn tiềm ẩn nguy cơ biến động để đạt trạng thái cân bằng. Kết quả nghiên cứu nhằm phân tích, đánh giá và tìm được một hàm số biểu thị dạng cân bằng của mặt cắt.

Kết quả tính toán các hệ số trong các hàm lý thuyết bởi phương pháp đường cong phù hợp được thể hiện qua Bảng 1 và các hình từ Hình 2- Hình 14 cho các mặt cắt khác nhau. Các kết quả (Bảng 1) cho thấy rằng cả 3 dạng hàm đều đưa ra được dạng mặt cắt khá phù hợp thể hiện qua hệ số R lớn hơn 0.9 cho tới xấp xỉ 1 và hệ số RMSE tương đối nhỏ, giá trị hệ số tương quan có thể đạt tới 0.999, sai số bình phương trung bình có thể đạt tới 0.095. Như vậy kết quả tính toán đã phù hợp, tuy nhiên với mỗi dạng hàm cho thấy mức độ phù hợp khác nhau do đó cần thiết chọn được hàm phù hợp nhất thể hiện mặt cắt cân bằng cho khu vực nghiên cứu. Để thấy rõ sự biến đổi của hệ số R (Correlation Coefficient - Hệ số tương quan) và RMSE (Root Mean Square Error – Sai số bình phương trung bình) với các dạng hàm và các mặt cắt, trong kết quả tính toán thể hiện sự so sánh qua Hình 15 và Hình 16 nhằm làm rõ sự biến đổi của hệ số R và RMSE được tính toán tại Bảng 1 với các hàm. Qua các phân tích đánh giá và so sánh từ đó thấy rằng sự phù hợp tốt nhất được nhận thấy qua dạng hàm số mũ được xây dựng bởi Komar và McDougal (hàm theo công thức (5) tại mục 1).

Từ kết quả lựa chọn được mặt cắt cân bằng phù hợp nhất với mặt cắt tự nhiên tại khu vực (Hình 2- Hình 14). Qua đó, cũng cho thấy rằng hầu hết các mặt cắt đều có khả năng xảy ra sự mất ổn định, sự mất ổn định này bao gồm xu hướng xói tại đoạn đầu mặt cắt sát bờ và bồi một phần phía còn lại của mặt cắt.



Hình 1. Vị trí các mặt cắt sử dụng trong nghiên cứu

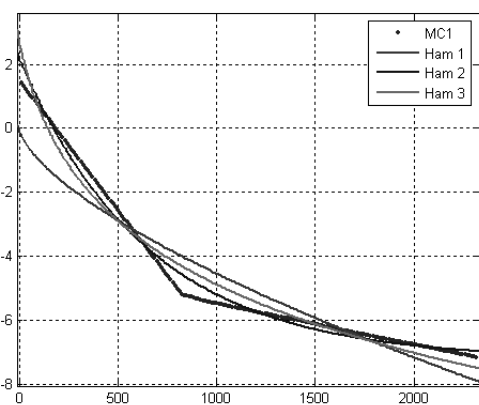
Bảng 1. Kết quả phân tích tham số đường cong phù hợp tương ứng các hàm lý thuyết

3 Dạng hàm lý thuyết	Hệ số	MC1	MC2	MC3	MC4	MC5	MC6	MC7	MC8	MC9	MC10	MC11	MC12	MC14	
Dạng hàm Power function $y(x)=A(x+x_s)^p$	A	-0.049	-0.137	-0.004	-0.047	-0.057	-0.290	-0.234	-0.051	-0.092	-0.195	-0.398	-1.000	-0.018	
	x_s	-1.000	-1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10.000	347.000	
	ρ	0.657	0.517	0.985	0.647	0.640	0.487	0.530	0.750	0.609	0.446	0.374	0.204	0.802	
	R square	0.894	0.971	0.938	0.965	0.979	0.960	0.956	0.959	0.969	0.874	0.979	-0.674	0.962	
	R	0.945	0.985	0.969	0.982	0.990	0.980	0.978	0.979	0.984	0.935	0.989		0.981	
	RMSE	0.793	0.327	0.617	0.370	0.325	0.647	0.787	1.038	0.504	0.594	0.234	1.823	0.473	
Dạng hàm $y(x)=B(1-\exp(-kx+C))$	B	-7.243	-7.674	-12.820	-8.111	-8.627	-11.910	-13.460	-18.240	-10.250	-5.581	-7.141	-4.469	-63.050	
	C	0.265	-0.036	0.072	0.012	0.051	0.039	0.071	0.122	0.078	0.164	-0.178	0.236	-0.036	
	k	0.002	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.039	0.000
	R square	0.990	0.966	0.955	0.963	0.997	0.997	0.999	0.996	0.994	0.977	0.953	0.133	0.961	
	R	0.995	0.983	0.977	0.981	0.998	0.999	0.999	0.998	0.997	0.988	0.976	0.364	0.981	
	RMSE	0.243	0.352	0.529	0.383	0.134	0.170	0.126	0.315	0.231	0.254	0.347	1.316	0.478	
Dạng hàm $h(x) = D+1/F \ln(x/G+1)$	D	2.725	1.180	0.987	0.702	0.898	1.753	2.074	2.687	1.682	2.088	0.644	-1.000	-2.202	
	F	-0.299	-0.397	-0.106	-0.291	-0.254	-0.237	-0.192	-0.100	-0.233	-0.546	-0.551	-1.000	-0.020	
	G	114.500	89.560	1608.000	299.700	286.500	90.150	120.600	412.500	173.500	28.880	36.130	32.950	12870.000	
	R square	0.972	0.986	0.954	0.972	0.998	0.994	0.993	0.991	0.998	0.954	0.984	-0.837	0.962	
	R	0.986	0.993	0.977	0.986	0.999	0.997	0.996	0.996	0.999	0.977	0.992	#!	0.981	
	RMSE	0.410	0.228	0.531	0.330	0.095	0.252	0.322	0.481	0.123	0.360	0.204	1.915	0.478	

Kết quả phân tích tham số đường cong phù hợp với các dạng hàm đã thể hiện được các tham số cụ thể của hàm số cho từng mặt cắt (Bảng 1). Giá trị đánh giá bao gồm hệ số tương quan R và sai số bình phương trung bình RMSE cho thấy khá tốt. Cụ thể

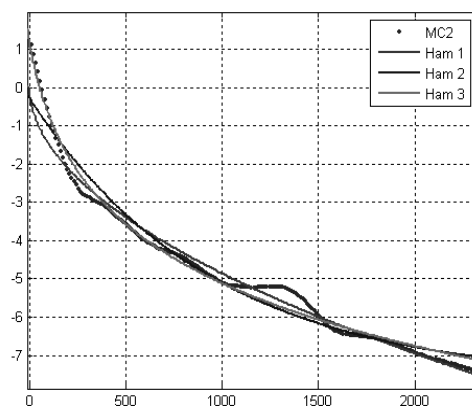
- Với dạng hàm cơ bản: Hệ số R của tất cả các mặt cắt đạt 0.935- 0.99, trung bình đạt 0.9748. Hệ số RMSE khoảng 0.234- 1.823, trung bình đạt 0.6563.
- Với dạng hàm số mũ: Hệ số R của tất cả các mặt cắt đạt 0.364- 0.999, trung bình đạt 0.9412. Hệ số RMSE khoảng 0.126- 1.316, trung bình đạt 0.3572.

Với dạng hàm số logarit: Hệ số R của tất cả các mặt cắt đạt 0.977- 0.999, trung bình đạt 0.9899. Hệ số RMSE khoảng 0.095- 1.915, trung bình đạt 0.4407. Như vậy kết quả cho thấy rằng hàm số mũ có sự phù hợp tốt hơn cả với sai số trung bình nhỏ nhất. Để thấy rõ chi tiết đối với từng mặt cắt, có thể chú ý đến Hình 15 và Hình 16 thể hiện dạng biểu đồ cột nhằm so sánh hệ số tương quan và sai số bình phương trung bình của tất cả các mặt cắt với 3 dạng hàm khác nhau, qua đó thể hiện rõ ràng sự phù hợp tốt nhất của hàm số mũ Komar & McDougal minh họa bởi hệ số tương quan rất chặt chẽ và sai số bình phương trung bình nhỏ nhất. **Mặt cắt 1**



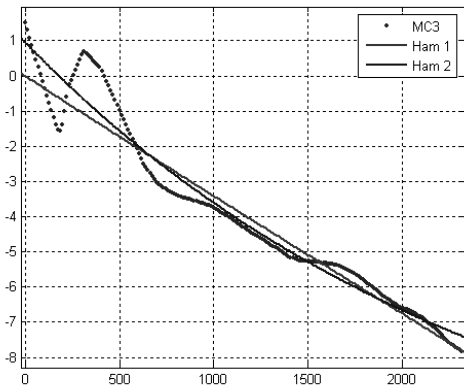
Hình 2. Mặt cắt 1 với 3 dạng hàm mặt cắt cân bằng

Mặt cắt 2



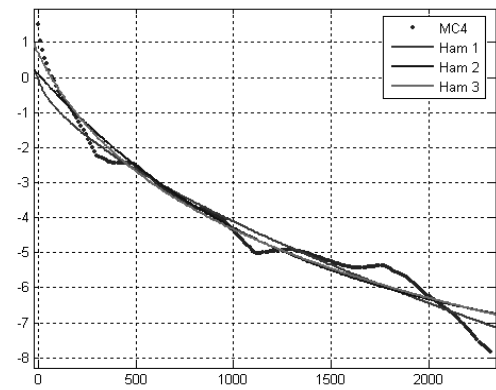
Hình 3. Mặt cắt 2 với 3 dạng hàm mặt cắt cân bằng

Mặt cắt 3



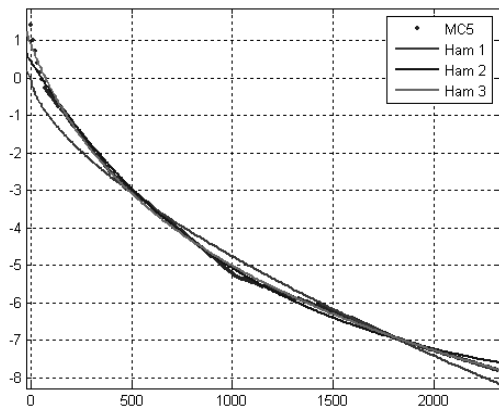
Hình 4. Mặt cắt 3 với 3 dạng hàm mặt cắt cân bằng

Mặt cắt 4



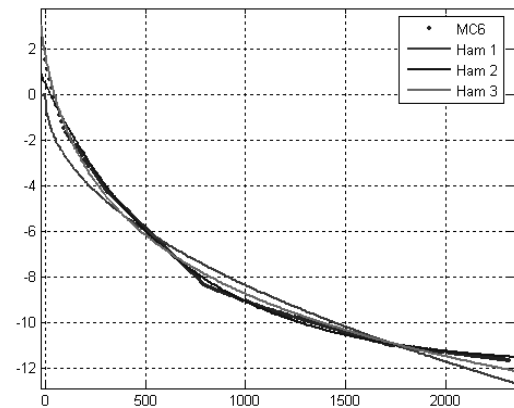
Hình 5. Mặt cắt 4 với 3 dạng hàm mặt cắt cân bằng

Mặt cắt 5



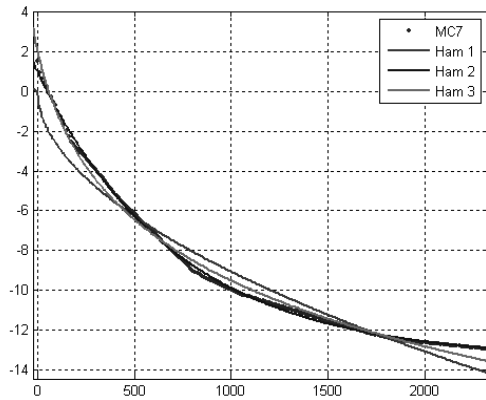
Hình 6. Mặt cắt 5 với 3 dạng hàm mặt cắt cân bằng

Mặt cắt 6



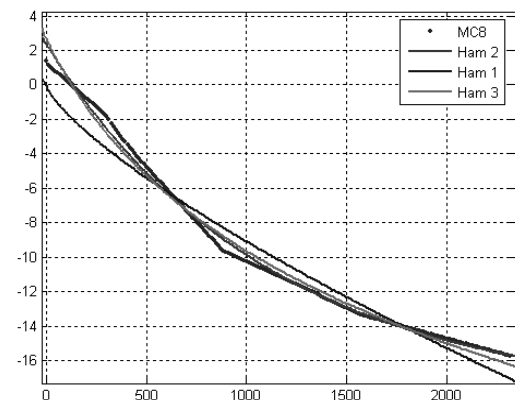
Hình 7. Mặt cắt 6 với 3 dạng hàm mặt cắt cân bằng

Mặt cắt 7



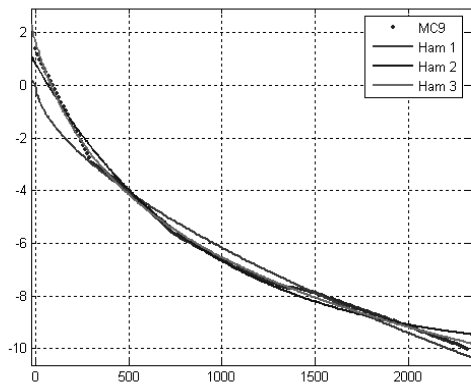
Hình 8. Mặt cắt 7 với 3 dạng hàm mặt cắt cân bằng

Mặt cắt 8



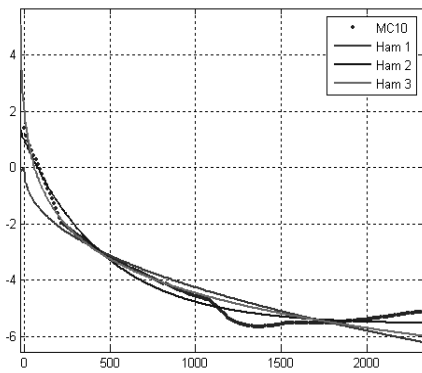
Hình 9. Mặt cắt 8 với 3 dạng hàm mặt cắt cân bằng

Mặt cắt 9



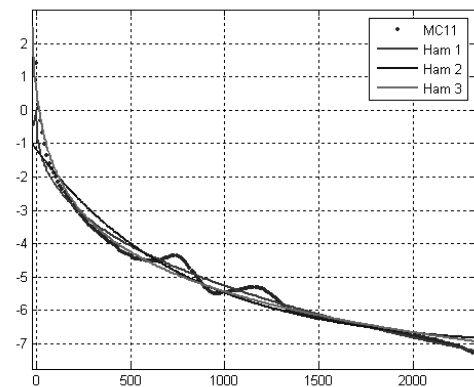
Hình 10. Mặt cắt 9 với 3 dạng hàm mặt cắt cân bằng

Mặt cắt 10



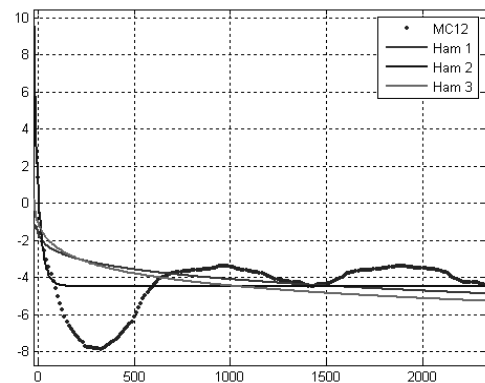
Hình 11. Mặt cắt 10 với 3 dạng hàm mặt cắt cân bằng

Mặt cắt 11



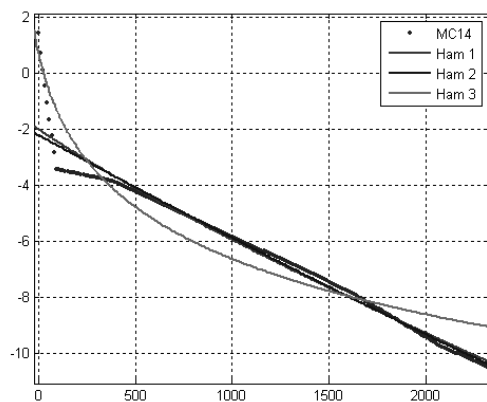
Hình 12. Mặt cắt 11 với 3 dạng hàm mặt cắt cân bằng

Mặt cắt 12



Hình 13. Mặt cắt 12 với 3 dạng hàm mặt cắt cân bằng

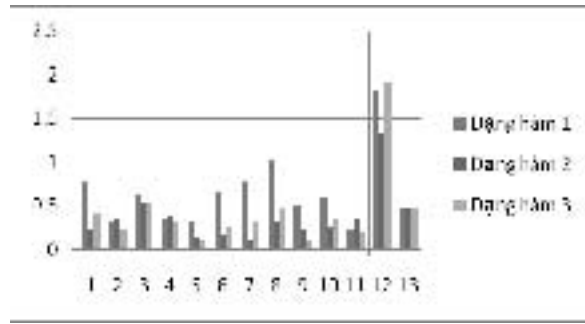
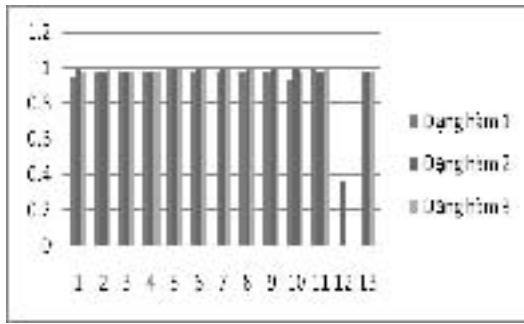
Mặt cắt 14



Hình 14. Mặt cắt 14 với 3 dạng hàm mặt cắt cân bằng

Ghi chú: Trong các hình vẽ thể hiện mặt cắt cân bằng tạo lập bởi 3 hàm khác nhau

- Đường chấm màu tím: Số liệu gốc
- Đường đỏ: Đường lý thuyết theo hàm cơ bản
- Đường xanh: Đường lý thuyết theo hàm số mũ Kom ar và McDougal
- Đường nâu: Đường lý thuyết theo hàm logarit



Hình 15. So sánh hệ số R với các dạng hàm lý thuyết cho các mặt cắt cân bằng

Hình 16. So sánh hệ số RMSE với các dạng hàm lý thuyết cho các mặt cắt cân bằng

Ghi chú: Dạng hàm 1, 2, 3 trong hình vẽ 15 và 16 lần lượt là các hàm lý thuyết: Hàm cơ bản, hàm số mũ Komar & Dougal, hàm logarit

III. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Qua các nghiên cứu được trình bày trong bài báo này đã cho thấy rõ phương pháp xây dựng mặt cắt cân bằng với các hàm lý thuyết và chọn được một hàm phù hợp nhất đối với khu vực nghiên cứu cụ thể tại khu vực từ Cửa Lập đến Cửa Lộc An thuộc tỉnh Bà Rịa Vũng Tàu.

Với những kết quả đạt được cho thấy rõ ràng một số đặc điểm về mặt cắt cân bằng tại khu vực như sau:

- Mặt cắt cân bằng tại khu vực được thiết lập với 3 hàm lý thuyết (công thức (4), (5), (6)) và chọn được dạng mặt cắt phù hợp nhất với dạng hàm theo công thức (5) đó là dạng hàm số mũ được xây dựng bởi Komar và McDougal

$$y(x) = B(1 - e^{-kx+C})$$

Hệ số tương quan tốt nhất đạt được $R=0.999$, sai số bình phương trung bình tốt nhất đạt được $RMSE=0.126$

- Từ sự so sánh mặt cắt hiện trạng với mặt cắt cân bằng phù hợp nhất đã chọn được cho thấy hầu hết phạm vi đầu mặt cắt tương ứng với dải sát bờ đều có xu hướng xói đồng thời lượng bùn cát di đầy tới khu vực liền kề trên mặt cắt gây ra xu hướng bồi.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Nguyen Viet Thanh, Zheng jin hai, Zhang chi. Beach Profiles Characteristics Along Giao Thuy and Hai Hau Coasts Vietnam: A Field Study. China Ocean Eng Vol.26. No4. pp. 699-712.

[2]. Trần Thanh Tùng, Jan van de Graaff. Giáo trình hình thái bờ biển. Đại học thủy lợi Việt Nam.

[3]. Trương Văn Bốn, Vũ Văn Ngọc, Doãn Tiến Hà. Kết quả tính toán thủy triều, sóng và vận chuyển bùn cát ven bờ từ Cửa Lấp đến Cửa Lộc An, tỉnh Bà Rịa- Vũng Tàu bằng mô hình toán. Tạp chí KH&CN thủy lợi T3 (2013). Số 13.Tr 2- Tr6.

[4]. Trương Văn Bốn, Vũ Văn Ngọc, Nguyễn Văn Giáp, Nguyễn Thanh Trang. The reason for sedimentation, erosion and shifting channel in Lap and Loc An estuaries (Ba Ria – Vũng Tàu province) on actual data and numerical models. Oct 08-11, 2012, ICEC 2012, Vol 2. pp. 41- 49.

Người phân biệt: PGS.TS Trịnh Việt An