

BƯỚC ĐẦU ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ XÂY DỰNG 03 MÔ HÌNH ỨNG DỤNG GIẢI PHÁP SINH THÁI, THỦY LỢI NHẪM PHÒNG, CHỐNG SẠT LỞ BỜ SÔNG, KÊNH, RẠCH KHU VỰC TÂY NAM SÔNG HẬU

Nguyễn Hoàng Hanh, Nguyễn Quốc Huy, Nguyễn Minh Đức,
Đỗ Quý Mạnh, Lê Ngọc Cương, Nguyễn Việt Đức, Lê Anh Tuấn,
Viện Sinh thái và Bảo vệ công trình

Tóm tắt: Sạt lở bờ sông, kênh, rạch khu vực Tây Nam sông Hậu đang diễn biến hết sức phức tạp, khó lường và rất cấp bách. Chính vì thế, việc ứng dụng giải pháp thủy lợi hỗ trợ cho giải pháp sinh thái nhằm phòng, chống sạt lở bờ sông, kênh, rạch khu vực Tây Nam sông Hậu là rất cần thiết. Kết quả nghiên cứu cho thấy các công trình thủy lợi (giảm sóng, giảm dòng chảy) bằng vật liệu hữu cơ (cọc tre, bó rào tre) đã phát huy khả năng bảo vệ bờ giảm sóng từ 30-40%, giảm dòng chảy từ 35-45%. Góp phần nâng cao tỷ lệ sống của các loài cây trong các mô hình lên trên 85%. Các loài cây như Cỏ Vetiver, Thủy trúc, Tràm cừ, Mắm trắng và Đước đôi sinh trưởng tốt. Ứng dụng giải pháp thuận với tự nhiên cũng góp phần làm chậm các tác động bất lợi của biến đổi khí hậu. Dự kiến sau 3 năm trồng thảm thực vật tại khu vực nghiên cứu giúp tăng khả năng tích lũy Carbon là 26,56 tấn và CO₂ là 97,59 tấn với quy mô tổng 03 mô hình là 3.600 m². Hơn nữa, với giá thành ước đầu tư công trình bảo vệ bờ trên cơ sở ứng dụng giải pháp sinh thái, thủy lợi đầu tư kinh phí khoảng 1 triệu đồng/1mét so với các dạng công trình cứng, công trình bán kiên cố sẽ có giá thấp nhất.

Từ khóa: Giải pháp sinh thái, sạt lở bờ sông, Tây Nam sông Hậu, thủy lợi.

Summary: The problem of riverbank landslides in the Southwest region of Hau River is currently urgent and taking place very complicatedly. Therefore, applying irrigation solutions to support ecological solutions to attack, prevent, and protect river banks, canals, and pits in the southwest area of Hau River is very necessary. Research results show that irrigation works (reducing waves, reducing jumping currents) made of organic materials (bamboo poles, bamboo fence bundles) have promoted the ability to protect waves by 30-40%, reducing applied currents. from 35-45%. Contributed to increasing the survival rate of tree species in the models to over 85%. Plant species such as *Chrysopogon zizanioides*, *Cyperus alternifolius*, *Melaleuca cajuputy*, *Avicennia alba*, *Rhizophora apiculata* grow well. Applying favorable as well as natural solutions contributes to slowing down the adverse effects of climate change. It is expected that after 3 years of planting vegetation in the research area, it will increase the ability to accumulate Carbon by 26.56 tons and CO₂ by 97.59 tons with a total scale of 03 models of 3,600 m². Furthermore, with the estimated cost of investing in shore protection works based on the application of ecological and irrigation solutions, the investment cost is about 1 million VND/1 meter compared to hard formulas, semi-permanent works will has the lowest price.

Keywords: Ecological solutions, river bank erosion, Southwest region of Hau River, irrigation.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

1.1. Tính cấp thiết của vấn đề nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu bao gồm 6 tỉnh, thành phố Cần Thơ, Hậu Giang, Sóc Trăng, Bạc Liêu, Cà Mau và Kiên Giang có đặc điểm là hệ thống sông, kênh, rạch dày đặc, có nhiều lợi thế cho phát triển kinh tế, xã hội và môi trường. Tuy

nhien, những năm gần đây tình trạng sạt lở bờ sông diễn ra phổ rất phổ biến và có xu thế ngày càng gia tăng và nghiêm trọng. Để giải quyết tình trạng sạt lở bờ sông các địa phương khu vực nghiên cứu đã đầu tư xây dựng một số công trình cứng như kè bê tông bảo vệ bờ để giải quyết tình trạng sạt lở cục bộ. Tuy nhiên, giải pháp bảo vệ bờ bằng công trình kè bê tông qua

Ngày nhận bài: 26/9/2024
Ngày thông qua phản biện: 05/11/2024

Ngày duyệt đăng: 02/12/2024

thực tiễn cho thấy một số hạn chế như có suất đầu tư rất lớn, khó có thể áp dụng trên quy mô lớn và ít thân thiện với môi trường, có nguy cơ không bền vững do xây dựng trên nền địa chất yếu, việc thi công xây dựng gặp nhiều khó khăn. Nhiều công trình kè cứng bảo vệ bờ sau khi xây dựng bị sụt lún, đổ vỡ và hư hỏng. Bên cạnh đó, trong những năm gần đây, các công trình dân sinh như cọc tràm, dừa, bao tải cát,... đã phát huy được tác dụng chống sạt, sạt lở bờ sông. Tuy nhiên, những giải pháp này dựa trên kinh nghiệm nhân dân, chưa có những nghiên cứu hệ thống và đảm bảo đủ cơ sở khoa học lý luận và thực tiễn, đặc biệt trong việc nghiên cứu giải pháp sinh thái, thủy lợi phù hợp với điều kiện lập địa vùng đất phù sa ngọt, vùng đất phèn và vùng đất mặn có nhiều đặc điểm khác biệt về hiện trạng và vấn đề sạt lở. Mỗi vùng sinh thái

sẽ có nguyên nhân và cơ chế gây ra sạt lở bờ sông, kênh, rạch khác nhau. Vấn đề giải bài toán phòng, chống sụt lún, sạt lở đất ven sông, kênh, rạch hiện nay theo hướng sinh thái trên cơ sở khoa học và thực tiễn đã trở thành vấn đề cấp thiết đối với cư dân vùng sông nước khu vực Tây Nam sông Hậu nói riêng và đồng bằng sông Cửu Long nói chung. Do vậy, việc xây dựng các mô hình ứng dụng giải pháp sinh thái, thủy lợi để phòng, chống sạt lở bờ sông, kênh, rạch khu vực nghiên cứu trở nên cấp thiết và rất quan trọng cần được ưu tiên thực hiện.

1.2. Địa điểm xây dựng 03 mô hình

Khu vực xây dựng 03 mô hình ứng dụng giải pháp sinh thái, thủy lợi phòng, chống sạt lở bờ sông, kênh, rạch được tiến hành trên 03 vùng sinh thái: Vùng đất phù sa ngọt, vùng đất phèn và vùng đất mặn theo bảng sau:

Bảng 1: Địa điểm xây dựng 03 mô hình

STT	Phân vùng sinh thái	Địa điểm	Cấp sông, kênh	Tọa độ	
				X	Y
1	Đất phù sa ngọt	Kênh Thầy Cai, Ấp Phú Trí A, xã Phú Tân, huyện Châu Thành, tỉnh Hậu Giang	Sông (Dạng kênh cấp 1)	490487	982472
2	Đất phèn	Kênh làng Thứ 7, Ấp Trung Đoàn, xã An Minh Bắc, huyện U Minh Thượng, tỉnh Kiên Giang	Kênh cấp 2	512908	1069605
3	Đất mặn	Kênh Lung Tràm, xã Tân Hưng Tây, huyện Phú Tân, tỉnh Cà Mau	Kênh cấp 3	593226	1096808

2. PHƯƠNG PHÁP XÂY DỰNG 03 MÔ HÌNH

Tham khảo một số hướng dẫn kỹ thuật trồng cây ngập mặn của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2016), Viện Khoa học Thủy lợi Việt

Nam (2011)[1][4]. Biện pháp kỹ thuật sinh thái, thủy lợi áp dụng cho từng khu vực như sau:

- Phương pháp xây dựng mô hình tại khu vực đất phù sa ngọt, xem chi tiết bảng sau:

Bảng 2: Biện pháp kỹ thuật sinh thái, thủy lợi xây dựng mô hình vùng đất phèn

STT	Hạng mục	Biện pháp kỹ thuật		
1	Chọn loài	Cỏ Vetiver, Thủy trúc, Tràm cừ		
2	Cây giống	Cây con có bầu polyetylen		
3	Tiêu chuẩn cây giống	Cỏ Vetiver	Thủy trúc	Tràm cừ
		Tuổi cây: ≥ 3 tháng, $D_{00} \geq 0,8$ cm, $H_{vn} \geq 0,8$ m	Tuổi cây: ≥ 6 tháng, $D_{00} \geq 1,0$ cm, $H_{vn} \geq 1,0$ m	Tuổi cây: ≥ 6 tháng, $D_{00} \geq 1,0$ cm, $H_{vn} \geq 1,0$ m

STT	Hạng mục	Biện pháp kỹ thuật		
4	Mật độ trồng (cây/ha)	80.000	30.000	10.000
5	Thời vụ trồng	Tháng 11		
6	Phương thức trồng	Thuần loài theo băng, băng 1 rộng 4 mét trồng Cỏ Vetiver, băng 2 rộng 3 mét trồng Tràm cừ, băng 3 rộng 3 mét trồng Thủy trúc.		
7	Cải tạo thể nền	Tỷ lệ cát: <50% Không cần cải tạo		
8	Kỹ thuật hỗ trợ	Cắm 1 cọc đối với cây thân gỗ để tăng độ ổn định cho cây trồng		
9	Công trình phụ trợ	- Giảm dòng chảy: Sử dụng 4 hàng cọc tre (ĐK 7 cm, dài 3,5m, mật độ 8 cọc/1m); - Chống xói mặt: Ô bó cạnh cây: 0,5x0,5m (KT: 2m,x0,4mx0,2m), cọc ghim: mỗi ô 2 cọc 1,5m.		

- Phương pháp xây dựng mô hình tại khu vực đất phèn, xem chi tiết bảng sau:

Bảng 3: Biện pháp kỹ thuật sinh thái, thủy lợi xây dựng mô hình vùng đất phèn

STT	Hạng mục	Biện pháp kỹ thuật	
1	Chọn loài	Cỏ Vetiver, Tràm cừ	
2	Cây giống	Cây con có bầu polyetylen	
3	Tiêu chuẩn cây giống	Cỏ Vetiver	Tràm cừ
		Tuổi cây: ≥ 3 tháng, $D_{00} \geq 0,8$ cm, $H_{vn} \geq 0,8$ m	Tuổi cây: ≥ 6 tháng, $D_{00} \geq 1,0$ cm, $H_{vn} \geq 1,0$ m
4	Mật độ trồng (cây/ha)	80.000	10.000
5	Thời vụ trồng	Tháng 11	
6	Phương thức trồng	Trồng thuần loài theo băng, băng 1 rộng 3 mét trồng Cỏ Vetiver, băng 2 rộng 2 mét trồng Tràm cừ	
7	Cải tạo thể nền	Tỷ lệ cát: <50% Không cần cải tạo	
8	Công trình phụ trợ	Giải pháp chống xói mặt: Sử dụng ô bó cạnh cây 0,5x0,5m (KT: 2m x 0,4m x 0,2m), cọc ghim: mỗi ô 2 cọc 1,5m. Chống xói chân: Sử dụng 3 hàng cọc tre (ĐK 7cm; chiều dài 4,5m) Mật độ 6 cọc/m, sử dụng 3 hàng nẹp ngang phía ngoài. Sử dụng bó cạnh cây nhét vào giữa các hàng cọc.	

- Phương pháp xây dựng mô hình tại khu vực đất mặn, xem chi tiết bảng sau:

Bảng 4: Biện pháp kỹ thuật sinh thái, thủy lợi xây dựng mô hình vùng đất mặn

STT	Hạng mục	Biện pháp kỹ thuật	
1	Chọn loài	Đước đôi, Mắm trắng	
2	Cây giống	Cây con có bầu polyetylen	
3	Tiêu chuẩn cây giống	Đước đôi	Mắm trắng
		Tuổi cây: ≥ 12 tháng, $D_{00} \geq 0,8$ cm, $H_{vn} \geq 0,8$ m	Tuổi cây: ≥ 8 tháng, $D_{00} \geq 1,0$ cm, $H_{vn} \geq 1,0$ m
4	Mật độ trồng (cây/ha)	10.000	10.000
5	Thời vụ trồng	Tháng 11	
6	Phương thức trồng	Hỗn giao theo cây	
7	Cải tạo thể nền	Tỷ lệ cát: <50% Không cần cải tạo	

8	Kỹ thuật hỗ trợ	Cắm 1 cọc để tăng độ ổn định cho cây trồng
9	Công trình phụ trợ	Giải pháp chống xói chân: Sử dụng 3 hàng cọc tre (ĐK 7cm; chiều dài 4,5m), mật độ 6 cọc/m, sử dụng 3 hàng nẹp ngang phía ngoài. Sử dụng bó cành cây nhét vào giữa các hàng cọc.

Phương pháp theo dõi thu thập số liệu

Theo dõi tỷ lệ sống của 5 loài cây tại 03 mô hình theo phương pháp tính toán số lượng cây sống/diện tích điều tra và so sánh với thời điểm trồng cây. Thu thập số liệu về chiều cao cây (m), đường kính gốc (cm), số nhánh, đường kính khóm (m), đường kính tán cây (m), tình hình sinh trưởng ở các giai đoạn sau trồng 3 tháng và 9 tháng, áp dụng Thông tư 33/2018/TT/NNPTNT quy định về điều tra, kiểm kê và theo dõi diễn biến rừng [2]. Theo dõi bố trí trạm đo sóng, dòng chảy trước và sau hàng rào tại khu vực bố trí mô hình trên kênh Thầy Cai, ấp Phú Trí A, xã Phú Tân, huyện Châu Thành, tỉnh Hậu Giang. Bố trí trạm đo sóng, dòng chảy trước và sau hàng rào tại kênh Làng thứ 7, ấp Trung Đoàn, xã An Minh Bắc, huyện U Minh Thượng, tỉnh Kiên Giang. Bố trí trạm đo sóng, dòng chảy trước và sau hàng rào tại khu vực bố trí mô hình trên kênh Lung Tràm, xã Tân Hưng Tây, huyện Phú Tân, tỉnh Cà Mau.

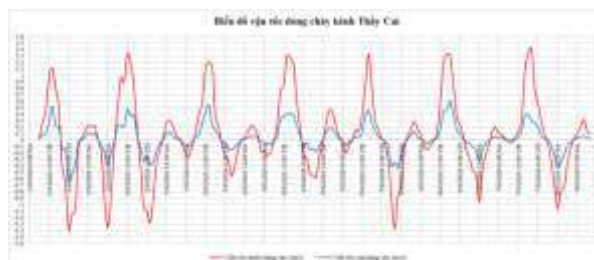
Đánh giá khả năng tích lũy Carbon và CO₂ theo một số phương pháp của các tổ chức như IPPC (2005,2006), Broward County (2012),Chave (2005), Nguyễn Thị Hồng Hạnh và cộng sự (2017) [5] [6] [7] [8] [9].

3. KẾT QUẢ ỨNG DỤNG GIẢI PHÁP SINH THÁI, THỦY LỢI XÂY DỰNG 03 MÔ HÌNH ĐẠI DIỆN CHO 03 VÙNG SINH THÁI

3.1. Mô hình vùng đất phù sa

a) Đánh giá hiệu quả giảm dòng chảy: Kênh Thầy Cai là một kênh lớn của huyện Châu Thành, là một nhánh của sông Mái Dầm, dòng chảy trên sông bao gồm cả dòng chảy tự nhiên và dòng chảy ngược do tàu thuyền đi lại. Tuy nhiên, dòng chảy trên kênh vẫn chủ yếu là dòng chảy tự nhiên do biến đổi mực nước thủy triều. Lưu tốc dòng chảy lớn nhất đo được nằm trong

thời điểm nước lên và nước xuống, vận tốc dòng chảy lớn nhất khoảng $V = 1,5 \text{ m/s}$. Điều này phù hợp với đặc trưng dòng chảy tại 2 pha nước lên và nước xuống, nước từ sông Hậu đổ vào khu vực nội đồng trong thời gian ngắn với tốc độ cao và nước rút từ các phân lưu ra sông Hậu cũng rất nhanh. Trong khi đó, dòng chảy đảo chiều tại thời điểm mặt nước đứng, vận tốc xấp xỉ bằng 0. Kết quả đo đạc cho thấy, tốc độ trung bình của dòng chảy trước hàng rào là $0,44 \text{ m/s}$, tốc độ trung bình của dòng chảy sau khi đi qua hàng rào là $0,15 \text{ m/s}$. Trong đó, tốc độ dòng chảy lớn nhất ở phía trước hàng rào là $1,42 \text{ m/s}$, tốc độ dòng chảy lớn nhất phía sau hàng rào là $0,63 \text{ m/s}$.



Hình 1: Vận tốc dòng chảy trước và sau hàng rào tại vị trí mô hình vùng đất phù sa ngọt

Trên thực tế, nhóm thực hiện quan sát thấy lưu tốc dòng chảy ngay phía sau rào rất lớn ($u_t \sim 1,80 \text{ m/s}$) do ảnh hưởng của lực nhót của nước khi truyền qua lỗ rỗng rất nhỏ trên kết cấu hàng rào. Tuy nhiên, nhiều nghiên cứu thực tế cho thấy các vật liệu làm hàng rào đã làm thay đổi dòng chảy phân tán theo nhiều hướng khác nhau. Mặc dù vận tốc ngay phía sau hàng rào có trị số lớn, nhưng không thể duy trì trong một quãng đường dài. Sau đó, lưu tốc dòng chảy sẽ giảm dần và tạo nên vùng nước tĩnh trong khu vực được hàng rào bảo vệ. Thiết bị đo dòng chảy được đặt ở vị trí phù hợp để đo được hiệu quả giảm dòng chảy của mô hình. Do đó, hàng rào tre còn có tác dụng giảm dòng chảy khá tốt.

Kết quả đo đạc cho thấy hiệu quả giảm dòng chảy của hàng rào tại mô hình vùng đất ngọt trung bình đạt tối đa 35 - 45%.

b. Đánh giá sự sinh trưởng và phát triển của thảm thực vật

Bảng 5: Một số chỉ tiêu sinh trưởng của Cỏ Vetiver tại vùng đất phù sa qua các lần theo dõi

STT	Chỉ tiêu sinh trưởng	Mới trồng	03 tháng	09 tháng
1	Hvn (m)	$0,2 \pm 0,01$	$0,58 \pm 0,03$	$1,22 \pm 0,06$
2	D khóm (cm)	$3,1 \pm 0,1$	$9,9 \pm 0,4$	$19,5 \pm 0,9$
3	D tán (cm)	$4,9 \pm 0,3$	$14,9 \pm 0,8$	$45,5 \pm 2,7$
4	Số khóm	$2,9 \pm 0,2$	$7,1 \pm 0,5$	$42,1 \pm 2,8$

Cỏ Vetiver tại vùng đất phù sa phát triển rất nhanh qua các thời kì theo dõi. Cụ thể, chiều cao vút ngọn trung bình đã tăng hơn 06 lần qua 09 tháng (0,2 đến 1,2 m), đường kính khóm cũng tăng hơn 06 lần (3,1 đến 19,5 cm), đường kính tán phát triển nhanh từ 4,9 cm đến 45,5 cm (tăng hơn 09 lần sau 09 tháng), số khóm là chỉ tiêu phát triển nhanh nhất với số lượng trung bình tăng từ

Kết quả theo dõi sinh trưởng của Cỏ Vetiver sau 09 tháng theo dõi theo số liệu giá trị trung bình, khoảng tin cậy 95%, chi tiết xem bảng sau:

2,9 lên đến 42,1 khóm sau 09 tháng (tăng 14,5 lần). Tỷ lệ sống của Cỏ Vetiver rất cao đạt 98% sau 09 tháng trồng.

Kết quả theo dõi sinh trưởng của cây Thủy trúc sau 09 tháng theo dõi, giá trị trung bình với khoảng tin cậy khoảng 95% theo bảng chi tiết sau:

Bảng 6: Một số chỉ tiêu sinh trưởng của cây Thủy trúc tại vùng đất phù sa qua các lần theo dõi

STT	Chỉ tiêu sinh trưởng	Mới trồng	03 tháng	09 tháng
1	Hvn (m)	$0,34 \pm 0,02$	$0,77 \pm 0,04$	$1,46 \pm 0,09$
2	D khóm (cm)	$7,1 \pm 0,3$	$16,1 \pm 0,7$	$36 \pm 1,8$
3	D tán (cm)	$8,3 \pm 0,4$	$47,1 \pm 2,2$	$69,6 \pm 3,4$
4	Số khóm	$4,1 \pm 0,2$	$14,5 \pm 0,9$	$76,8 \pm 5,6$

Cây Thủy trúc tại vùng phù sa phát triển rất tốt qua 09 tháng theo dõi với tỷ lệ sống đạt 97%. Đối với các chỉ tiêu sinh trưởng, chiều cao vút ngọn trung bình đã tăng hơn 04 lần qua 09 tháng (0,34 đến 1,46 m), đường kính khóm cũng tăng hơn 05 lần (7,1 đến 36 cm), đường kính tán phát triển nhanh từ 8,3 cm đến 69,6 cm (tăng hơn 08 lần sau 09 tháng), số khóm là chỉ tiêu phát triển

nhanh nhất với số lượng trung bình tăng từ 4,1 lên đến 76,8 khóm sau 09 tháng (tăng 18,7 lần).

Kết quả theo dõi sinh trưởng của cây Thủy trúc sau 09 tháng theo dõi, với giá trị trung bình khoảng tin cậy 95% chi tiết xem bảng sau:

Bảng 7: Một số chỉ tiêu sinh trưởng của cây Tràm tại vùng phù sa qua các lần theo dõi

STT	Chỉ tiêu sinh trưởng	Mới trồng	03 tháng	09 tháng
1	Hvn (m)	$0,67 \pm 0,04$	$1,13 \pm 0,06$	$1,84 \pm 0,11$
2	D gốc (cm)	$1,1 \pm 0,1$	$1,8 \pm 0,1$	$2,4 \pm 0,1$
3	D tán (cm)	$16,8 \pm 1,1$	$25,1 \pm 1,4$	$43,7 \pm 2,7$

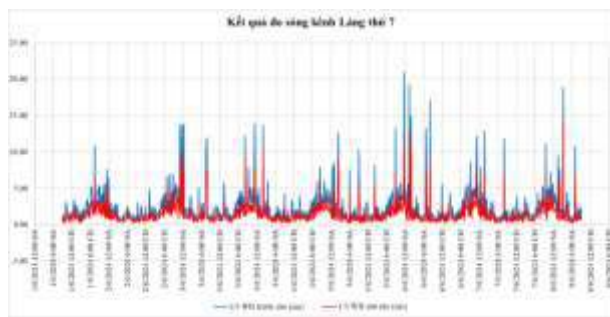
Cây Tràm tại mô hình vùng phù sa ngọt phát triển tương đối tốt qua 09 tháng theo dõi với tỷ lệ sống đạt 95%. Chiều cao vút ngọn trung bình đã tăng gần 03 lần sau 09 tháng (0,67 đến 1,84 m), đường

kính gốc tăng hơn 02 lần (1,1 đến 2,4 cm), đường kính tán phát triển nhanh từ 16,8 cm đến 43,7 cm (tăng hơn 2,6 lần sau 09 tháng).

3.2. Hiệu quả xây dựng mô hình vùng đất phèn

Đánh giá hiệu quả giảm sóng, dòng chảy

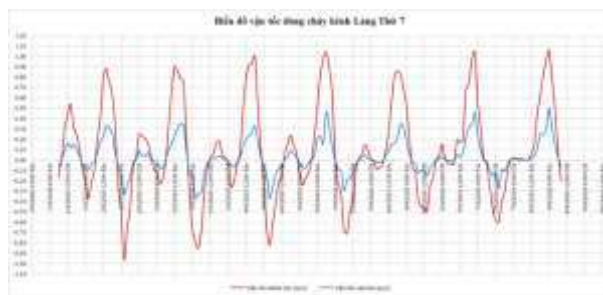
Hiệu quả giảm sóng: Hầu hết các kênh, rạch khu vực vùng đất phèn đều là kênh đào, phục vụ cho công việc thau chua rửa mặn phục vụ nông, lâm nghiệp và vận tải. Qua kết quả quan sát và đo đạc cho thấy, tại vị trí khảo sát kênh Làng thứ 7 thuộc ấp Trung Đoàn, xã An Minh Bắc, huyện U Minh Thượng, tỉnh Kiên Giang cho thấy, hai bên bờ kênh là khu dân cư đông đúc, lượng phương tiện vận chuyển hàng hóa đi lại rất nhiều. Tàu vận tải lớn đi với tốc độ cao gây nên sóng trong lòng dẫn. Chiều cao sóng gây ra bởi những phương tiện này khá lớn truyền vào đến bờ, khuấy động bùn cát gây sạt lở sông, kênh, rạch. Mặt khác, chiều rộng kênh không lớn, khoảng 25m, nên ảnh hưởng của sóng gió là không đáng kể. Chiều cao trung bình của sóng trước hàng rào là 2,42cm, chiều cao trung bình của sóng sau khi đi qua hàng rào là 1,55cm. Trong đó, chiều cao sóng lớn nhất ở phía trước hàng rào là 20,92cm, chiều cao sóng lớn nhất phía sau hàng rào là 14,91cm. Kết quả đo đạc cho thấy hiệu quả giảm sóng của hàng rào tại mô hình vùng đất ngọt trung bình đạt 30 - 40%.



Hình 2: Chiều cao sóng trước và sau hàng rào tại vị trí mô hình vùng đất phèn

Hiệu quả giảm dòng chảy: Tại vị trí đo đạc thuộc

kênh Làng thứ 7, dòng chảy nối trực tiếp với kênh Xẻo Rô, chịu ảnh hưởng của triều biển Tây với 2 lần nước lên và xuống trong ngày. Đây là kênh lớn của tỉnh Kiên Giang, nhiều tàu thuyền đi lại, dòng chảy theo chế độ triều, lưu tốc lớn nhất khi triều lên và triều rút $V = 0,9 - 1,1$ m/s. Dòng chảy trong kênh phụ thuộc vào sự điều tiết của hệ thống cống điều tiết ở đầu nguồn. Kết quả đo đạc cho thấy, tốc độ trung bình của dòng chảy trước hàng rào là 0,36m/s, tốc độ trung bình của dòng chảy sau khi đi qua hàng rào là 0,12m/s. Trong đó, tốc độ dòng chảy lớn nhất ở phía trước hàng rào là 1,05m/s, tốc độ dòng chảy lớn nhất phía sau hàng rào là 0,50m/s.



Hình 3: Vận tốc dòng chảy trước và sau hàng rào tại vị trí mô hình vùng đất phèn

Quan sát thấy lưu tốc dòng chảy ngay phía sau rào rất lớn ($u_t \sim 1,50$ m/s) do ảnh hưởng của lực nhót của nước khi truyền qua lỗ rỗng rất nhỏ trên kết cấu hàng rào. Tương tự như mô hình vùng đất phù sa ngọt, hàng rào tre còn có tác dụng giảm dòng chảy khá tốt. Kết quả đo đạc cho thấy hiệu quả giảm dòng chảy của hàng rào tại mô hình vùng đất ngọt trung bình đạt tối đa 30 - 40%.

Đánh giá sự sinh trưởng và phát triển của thảm thực vật: Kết quả theo dõi sinh trưởng của Cỏ Vetiver sau 09 tháng theo dõi, các chỉ tiêu sinh trưởng với giá trị trung bình trong khoảng tin cậy 95% chi tiết theo bảng sau:

Bảng 8: Một số chỉ tiêu sinh trưởng của Cỏ Vetiver tại vùng đất phèn qua các lần theo dõi

STT	Chỉ tiêu sinh trưởng	Mới trồng	03 tháng	09 tháng
1	Hv _n (m)	$0,3 \pm 0,02$	$0,75 \pm 0,04$	$1,54 \pm 0,1$
2	D khóm (cm)	$3,9 \pm 0,2$	$12,2 \pm 0,5$	$31,2 \pm 1,7$
3	D tán (cm)	$5,9 \pm 0,3$	$17,6 \pm 0,8$	$50,7 \pm 2,9$
4	Số nhánh	$2,9 \pm 0,2$	$7,7 \pm 0,7$	$29,8 \pm 1,8$

Cỏ Vetiver tại vùng đất phèn phát triển rất nhanh qua các thời kì theo dõi. Cụ thể, chiều cao vút ngọn trung bình đã tăng 05 lần qua 09 tháng (0,3 đến 1,54 m), đường kính khóm cũng tăng 08 lần (3,9 đến 31,2 cm), đường kính tán phát triển nhanh từ 5,9 cm đến 50,7 cm (tăng 8,6 lần sau 09 tháng), số khóm là chỉ tiêu phát

triển nhanh nhất với số lượng trung bình tăng từ 2,9 lên đến 29,8 khóm sau 09 tháng (tăng 10,3 lần). Tỷ lệ sống của Cỏ Vetiver rất cao đạt 96% sau 09 tháng trồng.

Kết quả theo dõi sinh trưởng của cây Tràm sau 09 tháng theo dõi:

Bảng 9: Một số chỉ tiêu sinh trưởng của cây Tràm tại vùng đất phèn qua các lần theo dõi

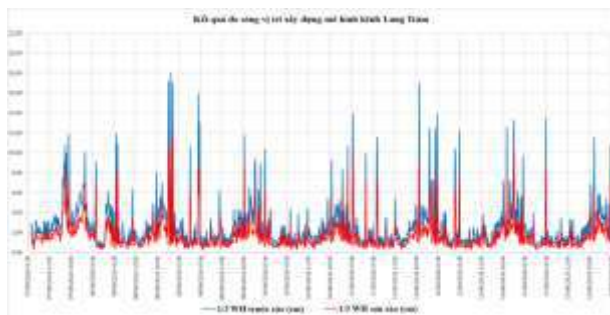
STT	Chỉ tiêu sinh trưởng	Mới trồng	03 tháng	09 tháng
1	Hvn (m)	0,58 ± 0,03	1,32 ± 0,07	2,61 ± 0,16
2	D gốc (cm)	1,2 ± 0,1	2,2 ± 0,1	4,9 ± 0,3
3	D tán (cm)	18 ± 1,1	33,6 ± 2,1	56,1 ± 3,5

Cây Tràm tại mô hình vùng đất phèn phát triển tương đối tốt qua 09 tháng theo dõi với tỷ lệ sống đạt 96%. Chiều cao vút ngọn trung bình đã tăng gần 4,5 lần sau 09 tháng (0,58 đến 2,61 m), đường kính gốc tăng 04 lần (1,2 đến 4,9 cm), đường kính tán phát triển nhanh từ 18 cm đến 56,1 cm (tăng hơn 03 lần sau 09 tháng).

3.1.3. Hiệu quả xây dựng mô hình vùng đất mặn

* Đánh giá hiệu quả giảm sóng, dòng chảy

- *Hiệu quả giảm sóng:* Đối với khu vực đất mặn, huyện Phú Tân là một huyện điển hình về đặc điểm điều kiện lập địa đặc trưng cho khu vực này, là huyện giáp biển nên khu vực giao thông thủy rất quan trọng. Với đặc trưng của khu vực có rất nhiều sông, kênh, rạch lớn nhỏ, lượng tàu thuyền đi lại ở đây mật độ rất lớn, vừa vận chuyển hàng hóa, vừa vận chuyển khách du lịch với nhiều tải trọng và công suất khác nhau. Do đó, sóng trong sông, kênh, rạch cũng là một phân gây ra tình trạng sạt lở ở đây.



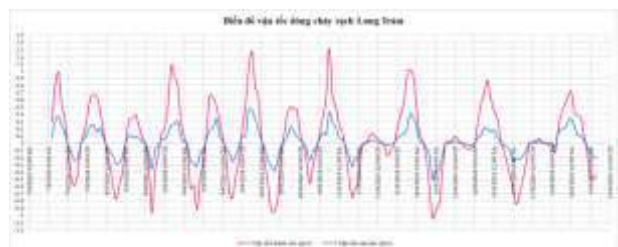
Hình 4: Chiều cao sóng trước và sau hàng rào tại vị trí mô hình vùng đất mặn

Chiều cao trung bình của sóng trước hàng rào là 2,61cm, chiều cao trung bình của sóng sau

khi đi qua hàng rào là 1,68cm. Trong đó, chiều cao sóng lớn nhất ở phía trước hàng rào là 17,97cm, chiều cao sóng lớn nhất phía sau hàng rào là 11,88cm. Kết quả đo đạc cho thấy hiệu quả giảm sóng của hàng rào tại mô hình vùng đất ngọt trung bình đạt 30 - 40%.

Theo số liệu phân tích, hiệu quả giảm sóng tại trạm đo được là 30 - 40% do 1 thiết bị đo được đặt trong phạm vi bảo vệ của hàng rào. Sóng trước khi truyền đến thiết bị này đã bị suy giảm đáng kể khi truyền qua hàng rào tại mô hình và một phần do tác dụng của ma sát đáy.

- *Hiệu quả giảm dòng chảy:* Khu vực nghiên cứu thuộc kênh Lung Tràm, xã Tân Hưng Tây, huyện Phú Tân, tỉnh Cà Mau là một nhánh kênh cấp 3 của sông Cái Đoi, là một sông lớn trong khu vực. Chế độ dòng chảy tuân theo chế độ 2 lần nước lên 2 lần nước xuống trong một ngày do chịu ảnh hưởng của chế độ triều biển Tây. Cùng với đó, hệ thống sông, kênh, rạch chằng chịt, vừa có tác dụng điều tiết nước, phục vụ nông nghiệp, vừa là hệ thống giao thông quan trọng của tỉnh. Vì vậy, dòng chảy tự nhiên của kênh kết hợp với dòng chảy do tàu thuyền chạy có những tác động ảnh hưởng tới sự ổn định của bờ sông, kênh, rạch ở đây.



Hình 5: Vận tốc dòng chảy trước và sau

hàng rào tại vị trí mô hình vùng đất mặn

Kết quả đo đạc cho thấy, tốc độ trung bình của dòng chảy trước hàng rào là 0,39m/s, tốc độ trung bình của dòng chảy sau khi đi qua hàng rào là 0,14m/s. Trong đó, tốc độ dòng chảy lớn nhất ở phía trước hàng rào là 1,31m/s, tốc độ dòng chảy lớn nhất phía sau hàng rào là 0,50m/s.

Kết quả đo đạc cho thấy, dòng chảy đổi chiều 2 lần trong ngày. Lưu tốc dòng chảy trên kênh lớn nhất khoảng $V = 0,8 - 1,05$ m/s tại thời điểm nước lớn và nước ròng.

Trên thực tế, nhóm thực hiện quan sát thấy lưu

tốc dòng chảy ngay phía sau rào rất lớn ($u_t \sim 1,90$ m/s) do ảnh hưởng của lực nhót của nước khi truyền qua lỗ rỗng rất nhỏ trên kết cấu hàng rào. Tương tự như mô hình vùng đất phèn, hàng rào tre có tác dụng giảm dòng chảy khá tốt. Kết quả đo đạc cho thấy hiệu quả giảm dòng chảy của hàng rào tại mô hình vùng đất ngọt trung bình đạt tối đa 30 - 40%.

Đánh giá sự sinh trưởng của thảm thực vật

Kết quả theo dõi sinh trưởng của cây Mắm trắng sau 09 tháng theo dõi với khoảng tin cậy 95% cho các chỉ tiêu sinh trưởng, xem bảng sau:

Bảng 10: Một số chỉ tiêu sinh trưởng của cây Mắm trắng tại vùng đất mặn qua các lần theo dõi

STT	Chỉ tiêu sinh trưởng	Mới trồng	03 tháng	09 tháng
1	Hv _n (m)	0,62 ± 0,03	0,69 ± 0,04	0,84 ± 0,05
2	D gốc (cm)	0,9 ± 0,1	1 ± 0,1	1,3 ± 0,1
3	D tán (cm)	14,9 ± 0,9	40,9 ± 2,5	69,5 ± 4

Cây Mắm trắng tại vùng đất mặn phát triển tốt qua các lần theo dõi. Cụ thể, chiều cao vút ngọn trung bình đã tăng 35% qua 09 tháng (0,62 đến 0,84 m), đường kính gốc cũng tăng 44% (0,9 đến 1,3 cm), đường kính tán phát triển nhanh từ 14,9 cm đến 69,5 cm (tăng 4,6 lần sau 09 tháng). Tỷ lệ sống của cây Mắm

trắng khá cao khi đạt 95% sau 09 tháng trồng.

Kết quả theo dõi sinh trưởng của cây Đước đôi sau 09 tháng theo dõi với giá trị trung bình về sinh trưởng trong khoảng tin cậy 95% cụ thể xem bảng sau:

Bảng 11: Một số chỉ tiêu sinh trưởng của cây Đước đôi tại vùng đất mặn qua các lần theo dõi

STT	Chỉ tiêu sinh trưởng	Mới trồng	03 tháng	09 tháng
1	Hv _n (m)	0,49 ± 0,03	0,62 ± 0,04	0,71 ± 0,05
2	D gốc (cm)	1 ± 0,1	1,1 ± 0,1	1,8 ± 0,1
3	D tán (cm)	6,1 ± 0,3	12,4 ± 0,7	20,4 ± 1,1

Cây Đước đôi tại mô hình vùng đất mặn phát triển trung bình qua các lần theo dõi. Chiều cao vút ngọn trung bình đã tăng 45% qua 09 tháng (0,49 đến 0,71 m), đường kính gốc tăng 80% (1 đến 1,8 cm), đường kính tán phát triển nhanh từ 6,1 cm đến 20,4 cm (tăng hơn 03 lần sau 09 tháng). Tỷ lệ sống của cây Đước đôi khá cao, đạt 90% sau 09 tháng trồng.

So sánh với sinh trưởng của các loài cây Đước đôi và Mắm biển nhận thấy có sự khác nhau rõ rệt ở mô hình kết quả thực hiện trồng cây ven sông ở xã Tân Hưng Tây, huyện Phú Tân, tỉnh

Cà Mau [3] với sinh trưởng chiều cao và đường kính gốc gấp 1,5 lần.

Ước tính giá trị tích lũy Carbon và CO₂ của các mô hình:

Với giải pháp chống sạt lở bờ sông, kênh, rạch là giải pháp sinh thái sử dụng các vật liệu tự nhiên như tre, cọc, thảm thực vật.. hoàn toàn thân thiện với môi trường, không gây hại cho hệ sinh thái cũng như môi trường xung quanh. Hơn nữa, việc sử dụng thảm thực vật cũng góp phần làm chậm các tác động bất lợi của biến đổi khí hậu vì thực vật hấp thụ một lượng đáng kể

carbon dioxide (CO₂) từ không khí và lưu trữ dưới dạng sinh khối. Ước tính sau 3 năm trồng thảm thực vật tại khu vực nghiên cứu giúp tăng khả năng tích lũy Carbon là 26,56 tấn và CO₂ là 97,59 tấn, xem cụ thể bảng sau:

Giá trị về kinh tế đầu tư của mô hình với các

dạng công trình khác nhận thấy: đầu tư xây dựng công trình sinh thái, thủy lợi thấp hơn so với các công trình khác (công trình kiên cố, bán kiên cố) bảo vệ bờ, giá thành đầu tư 1-2 triệu/m so với các dạng công trình khác từ 10-30 triệu đồng/m.

Bảng 12: Khả năng tích lũy Carbon và CO₂ của mô hình

STT	Loại cây trồng	Sinh khối khô (tấn) (Theo dự thảo; Broward County, 2012)	C tích lũy năm 1 (IPCC, 2003, 2006)	CO ₂ (tấn/ha) (IPCC, 2005; Broward County, 2012)	C tích lũy năm 3 (IPCC, 2003, 2006)	CO ₂ sau 3 năm (tấn/ha)
1	Mắm biển	0,203	0,10	0,35	0,14	0,53
2	Đước đôi	0,152	0,07	0,26	0,11	0,40
3	Tràm cừ	3,444	1,62	5,94	2,43	8,92
4	Thủy trúc	21,75	10,22	37,52	17,04	62,53
5	Vetiver	69,02	32,44	119,05	54,07	198,43
6	Cộng	94,57	44,45	163,12	73,79	270,79
7	Ước giá trị 03 Mô hình	34,04	16,00	58,72	26,56	97,49

4. KẾT LUẬN

Xây dựng 03 mô hình cho 03 khu vực sinh thái: Vùng đất phù sa ngọt, vùng đất phèn, vùng đất mặn đặc trưng, quy mô chiều dài 200 mét, chiều rộng lần lượt là 10, 5 và 3 mét. Bước đầu đánh giá được kết quả thực hiện xây dựng mô hình, với hiệu quả hàng rào phát huy khả năng phòng hộ bảo vệ bờ hiệu quả giảm sóng đạt 30-40%, giảm dòng chảy đạt 35-45%. Tỷ lệ sống trung bình các loài thực vật được lựa chọn là Cỏ Vetiver Tràm cừ, Thủy trúc, Mắm trắng, Đước đôi trên 85% sau 9 tháng; Sinh trưởng của các loài rất tốt như Cỏ Vetiver, Tràm cừ, Mắm trắng đây là những loài có triển vọng, tiềm năng phát triển tốt. Ước tính sau 3 năm trồng

thảm thực vật tại khu vực nghiên cứu giúp tăng khả năng tích lũy Carbon là 26,56 tấn và CO₂ là 97,59 tấn. Giá trị đầu tư của mô hình khoảng 1,0 triệu đồng/m, với giá thành phù hợp cho giải pháp sinh thái, thủy lợi hỗ trợ.

LỜI CẢM ƠN: Bài báo được viết dựa trên kết quả nghiên cứu của đề tài: “*Nghiên cứu cơ sở khoa học và ứng dụng giải pháp sinh thái - thủy lợi nhằm phòng, chống sạt lở bờ sông, kênh, rạch khu vực Tây Nam sông Hậu*”; Mã số đề tài: ĐTĐL.CN-97/21; Chủ nhiệm đề tài: TS Nguyễn Hoàng Hanh. Tác giả xin chân thành cảm ơn Bộ Khoa học và Công nghệ đã tài trợ kinh phí thực hiện đề tài.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2016), Quyết định số 5365/QĐ-BNN-TCLN ngày 23/12/2016 ban hành hướng dẫn kỹ thuật trồng rừng 6 loài cây ngập mặn Mắm trắng, Mắm biển, Đước đôi, Đưng, Bần trắng và Cóc trắng
- [2] Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2018), Thông tư số 33/2018/TT-BNNPTNT ngày 16/11/2018 quy định về điều tra, kiểm kê và theo dõi diễn biến rừng.
- [3] Nguyễn Hoàng Hanh (2022), Một số kết quả bước đầu thực hiện giải pháp sinh thái trồng cây bán ngập bảo vệ bờ sông khu vực xã Tân Hưng Tây và xã Việt Thắng, huyện Phú Tân, tỉnh Cà Mau. *Tạp chí Rừng và Môi trường*/số 114 (89-91).
- [4] Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam (2011), Tiêu chuẩn cơ sở trồng cây ngập mặn chắn sóng bảo vệ đê biển. TCCS 08: 2011/VKHTLVN.
- [5] Broward County (2012), “How to calculate the amount of CO₂ sequestered in a tree per year”, available [www.broward.org/NaturalResources/ClimateChange/Documents/Calculating%20CO₂%20Sequestration%20by%20Trees.pdf](http://www.broward.org/NaturalResources/ClimateChange/Documents/Calculating%20CO2%20Sequestration%20by%20Trees.pdf).
- [6] IPCC (2005), Special Report on Carbon dioxide Capture and Storage.
- [7] IPCC (2006), Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by National

- Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T., Tanabe K., (eds). Published: IGES, Japan.
- [8] Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M.A., Chambers, J.Q., Eamus, D., Fo'lster, H., Fromard, F., Higuchi, N., Kira, T., Lescure, J.P., Nelson, B.W., Ogawa, H., Puig, H., Rie'ra, B., Yamakura, T. (2005), "Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests", *Oecologia*, 145, 87–99.
- [9] Nguyễn Thị Hồng Hạnh, Trần Hoàng Ngọc Ánh (2017), "Nghiên cứu định lượng cacbon của rừng trồng thuần loài Bần chua (*Sonneratia caseolaris*) ở ven biển Hậu Lộc, tỉnh Thanh Hóa", *Tạp chí KHLN* 3/2017 (115-124).