

# **Câu chuyện về Hàng rào chữ T - Ứng dụng hàng rào tre cho nước xuyên qua ở vùng hạ lưu sông Mekong, Việt Nam**

*TS. Thorsten Albers*

## **Giới thiệu**

Việc sử dụng tài nguyên thiên nhiên không bền vững ở vùng ven biển đồng bằng sông Cửu Long ở Việt Nam đang đe dọa đến chức năng bảo vệ của rừng ngập mặn địa phương. Do đó, các bãi bùn ven biển có thể bị xói lở và tác động bởi biến đổi khí hậu, đặc biệt do sự gia tăng về cường độ và tần suất của bão. Ở những nơi xói lở nghiêm trọng đã phá hủy đai rừng ngập mặn, việc phục hồi các bãi bùn và rừng ngập mặn chỉ có thể thực hiện được nếu năng lượng sóng được giảm đi bởi các rào cản tự nhiên. Các phương pháp tiếp cận tinh vi và cụ thể cho việc bảo vệ bờ biển ngày càng trở nên quan trọng trong bối cảnh này. Hàng rào tre cho nước xuyên qua với hình dạng hình chữ T từ trên nhìn xuống khá phù hợp để giảm xói lở và kích thích bồi lắng. “Câu chuyện về hàng rào” này kể về quá trình thiết kế và giám sát hàng rào tre cho nước xuyên qua, với tổng chiều dài 7.500 m hàng rào được xây dựng trên bờ biển phía Đông và 2.500 m trên bờ biển phía Tây của đồng bằng sông Cửu Long ở Việt Nam, đồng thời cũng chỉ ra những điểm còn hạn chế của giải pháp này (Albers & Schmitt, 2015).

Thứ nhất, cách tiếp cận quản lý vùng ngập lũ đã được triển khai tại xã Vĩnh Tân, tỉnh Sóc Trăng bắt đầu từ năm 2009. Nghiên cứu được tiến hành để thu thập và đánh giá các dữ liệu sẵn có liên quan đến cách tiếp cận quản lý. Các dữ liệu còn thiếu về độ sâu, mực nước, lượng trầm tích và đặc biệt là điều kiện sóng đã được thu thập thông qua các phép đo ngoài thực địa. Các dữ liệu này cũng được sử dụng để kiểm định các kết quả của các mô hình số và để hiểu các quá trình thủy động lực học và diễn biến hình thái tại vùng trọng điểm.

Tính hiệu quả của các công trình xây dựng truyền thống cũng như các thiết kế khác nhau sử dụng vật liệu địa phương đã được thử nghiệm trong máng sóng. Hàng rào tre hình chữ T mang lại kết quả tốt nhất và có thêm lợi thế do độ bền của tre, tính khả dụng và chi phí thấp. Từ tháng 5 năm 2012 đến tháng 9 năm 2012, hàng rào tre dài 700 m đã được xây dựng trên bờ biển tỉnh Sóc Trăng. Bản thiết kế hàng rào được điều chỉnh một số điểm cho phù hợp để áp dụng cho bờ biển tỉnh Bạc Liêu, xây dựng nên 500 m hàng rào tre hoàn tất vào tháng 5 năm 2012. Sau giai đoạn thí điểm này, việc xây dựng hàng rào tiếp tục được triển khai vào tháng 10 và tháng 11 năm 2012 tương ứng trên bờ biển Sóc Trăng và Bạc Liêu.

Năm 2013, một chương trình đo đạc toàn diện được tiến hành dọc theo bờ biển phía Đông và bờ biển phía Tây tỉnh Cà Mau để đánh giá các điều kiện thủy lực và hình thái động lực học.

Kết quả phân tích được sử dụng để chuyển giao ứng dụng hàng rào hình chữ T đến các tỉnh phía Nam Việt Nam và để thích ứng với thiết kế theo các điều kiện biên hiện có của địa phương.

Ngay sau khi hoàn thành các công trình, một chương trình quan trắc toàn diện đã được bắt đầu. Các phép đo sóng được thực hiện để định lượng hiệu quả giảm năng lượng sóng của hàng rào tre trong các điều kiện bão và thủy triều khác nhau. Sự thay đổi đường bờ biển, mật độ và độ cao lắng đọng bùn cũng được quan trắc. Ngoài ra, các thử nghiệm khả năng chịu kéo được thực hiện để đánh giá độ bền của hàng rào tre. Hơn nữa, một bộ tài liệu hình ảnh đã được thực hiện sau khi hoàn thành việc xây dựng tại các địa điểm được lựa chọn.

### **Nguyên tắc chung và lý do chọn hàng rào tre hình chữ T**

Việc xây dựng các thành phần bảo vệ bờ biển như đê kè rất tốn kém và khả năng tăng chiều cao đê bị hạn chế do khả năng chịu tải của lớp đất nền mềm ở đồng bằng sông Cửu Long. Do đó cần hướng tới việc hạn chế tải trọng sóng và sự leo sóng ở mái dốc ngoài của đê. Việc làm giảm năng lượng sóng bằng rừng ngập mặn là rất quan trọng khi hệ thống đê phải bảo vệ dải đất liền trong đê trong điều kiện gia tăng về cường độ và tần suất của bão và nước biển dâng. Ở những nơi hiện tượng xói lở đã phá hủy rừng ngập mặn và đang xâm thực bãi triều ngoài đê, cần phải quản lý các bãi bồi để khôi phục các vùng đất bị xói lở, qua đó tạo điều kiện để phục hồi rừng ngập mặn.

Hình 1 cho thấy các bước từ bãi triều bị xói lở ban đầu, tới phục hồi bãi bồi và phục hồi, tái sinh rừng ngập mặn. Điều này cũng chứng tỏ sự cần thiết phải bảo vệ rừng ngập mặn một cách hiệu quả để tránh tái phát xói lở do rừng ngập mặn bị suy thoái hoặc phá hủy. Bức ảnh trong Hình 1 cho thấy ví dụ về một bãi biển bị xói lở tại tỉnh Sóc Trăng. Bản vẽ ở bên phải của bức ảnh minh họa hiệu ứng tiêu tán năng lượng sóng của một vùng bồi thấp bị xói lở. Một phần năng lượng sóng bị mất đi trên bãi bồi, phần năng lượng còn lại đều dồn vào thân đê. Phần năng lượng chưa tiêu tán hết này làm tăng nguy cơ xói lở nghiêm trọng hoặc thậm chí vỡ đê và dẫn đến việc phải đầu tư thêm các công trình tốn kém như kè lát mái làm từ các rọ đá.

Để bảo vệ đê và giảm nhu cầu tăng chiều cao đê, các bãi trước bị xói lở phải được phục hồi, nhằm mục đích làm cho hệ thống trở lại điều kiện tồn tại trước đó. Cách hiệu quả nhất để làm điều này dọc theo bãi bồi ven bờ là sử dụng hàng rào chữ T cho nước xuyên qua, không cản trở đường vào của trầm tích mà còn tạo điều kiện nước yên tĩnh để lắng đọng trầm tích. Ngoài ra, các hàng rào chữ T, hoặc các kè phá sóng thường giảm xói lở và vì thế cần đến các giải pháp khẩn cấp đối với các khu vực bị đe dọa, nơi mà bãi triều ngoài đê đã bị xói lở đã tiến đến chân đê. Điều này được minh họa trong bản vẽ thứ hai bên phải của Hình 1. Bãi bồi cao (bãi

bồi đã được phục hồi) tiêu tán rất nhiều năng lượng sóng và chỉ còn một phần nhỏ năng lượng sóng (cũng là lực xói lở) có thể tiếp cận tới thân đê.

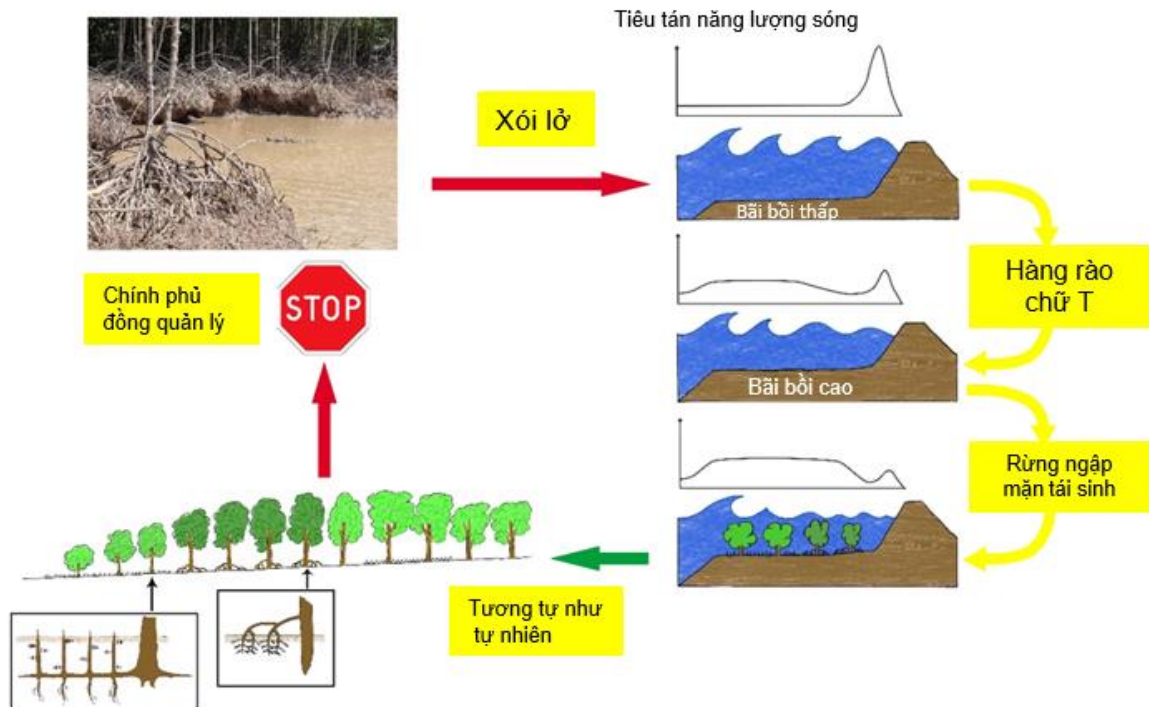
Nguyên tắc thiết kế hàng rào chữ T này dựa trên việc chuyển giao mô hình kết cấu nổi tiếng hiệu quả đã áp dụng ở Biển Wadden, nơi quản lý bãi ngập lũ đã được xem một biện pháp bảo vệ bờ biển chủ động quan trọng trong những thập kỷ gần đây. Nguyên tắc này đã được áp dụng cho bờ biển phía Đông của đồng bằng sông Cửu Long, và thiết kế thực tế của hàng rào chữ T đã được điều chỉnh phù hợp với điều kiện địa phương, được thí nghiệm trong một máng sóng và thử nghiệm tại hiện trường ở huyện Vĩnh Tân, nơi mà xói lở đã tàn phá đai rừng ngập mặn và đang đe dọa hệ thống đê biển (Schmitt & Albers 2014).

Phục hồi bãi bồi đòi hỏi kiến thức đầy đủ về quá trình thủy văn cũng như sự hiểu biết tổng quát về hệ thống biến động hình thái - thủy văn, dựa trên mô hình số và phân tích dữ liệu. Kết quả của cả hai phép đo thực địa và mô hình số trên bờ biển tỉnh Sóc Trăng được sử dụng để xác định các điều kiện biên cho việc thiết kế các biện pháp đối phó: đất yếu với nền bùn và sét; chiều cao sóng hiệu dụng 0,65 m; các chu kỳ sóng 5-6 s; biên độ thủy triều 3,50 m; độ sâu tại đê lên đến 2 m khi triều cường. Mô hình số cũng được sử dụng để đảm bảo rằng xói lở sau công trình có thể được giảm thiểu càng nhiều càng tốt. Các thông số thiết kế như chiều cao hàng rào, đường kính cọc và độ sâu chôn cọc được dựa trên các phép đo thực địa, mô hình số và tính toán tĩnh. Việc tính toán khoảng cách thực tế giữa các cọc, lựa chọn vật liệu buộc thích hợp nhất và thành phần của bó cây được dựa trên kết quả kiểm tra và giám sát thực địa. Ngoài ra, mô hình vật lý trong máng sóng được sử dụng để xác định thiết kế tối ưu cho các hàng rào sẽ triển khai trong thực tế. Tre được lựa chọn dựa trên độ bền, tính khả dụng và chi phí thấp, và không phải đối mặt với các vấn đề của việc xây dựng kết cấu bê tông nặng trên bùn mềm (Albers và nnk. 2013; Schmitt & Albers 2014). Kinh nghiệm rút ra từ mười năm sử dụng tre để bảo vệ xói lở ở Khok Kha (tỉnh Samut Sakhon, Thái Lan) cho thấy tre có độ bền từ 5 đến 7 năm.

Sau khi phục hồi thành công bãi triều trước đê, rừng ngập mặn sẽ được tái sinh tự nhiên nếu được bảo vệ khỏi các tác động của con người. Nếu tỷ lệ tái sinh tự nhiên không đủ thì cần thiết phải trồng bổ sung rừng ngập mặn. Trong trường hợp này, cần phải lưu ý trồng đúng vị trí và đúng thời điểm các loài thực vật ngập mặn thích hợp. Điều này dễ dàng được thực hiện bằng cách học từ thiên nhiên - bắt chước cách thức sự sinh sôi và phát triển của các loài thực vật để tạo nên một phân khu loài (xem phân vùng rừng ngập mặn và hình vẽ bộ rễ thực vật ngập mặn trong Hình 1).

Điều quan trọng là bất kỳ chiến lược bảo vệ bờ biển dựa trên hệ sinh thái (hoặc khu vực) nào cũng có các điều khoản về bảo vệ và quản lý rừng ngập mặn lâu dài. Nếu không thì tất cả các khoản đầu tư sẽ bị lãng phí nếu các khu rừng ngập mặn trên các bãi bồi vừa phục hồi lại tiếp tục bị phá hủy do các tác động của con người, dẫn tới các bãi bồi bị xói lở trở lại. Đồng quản

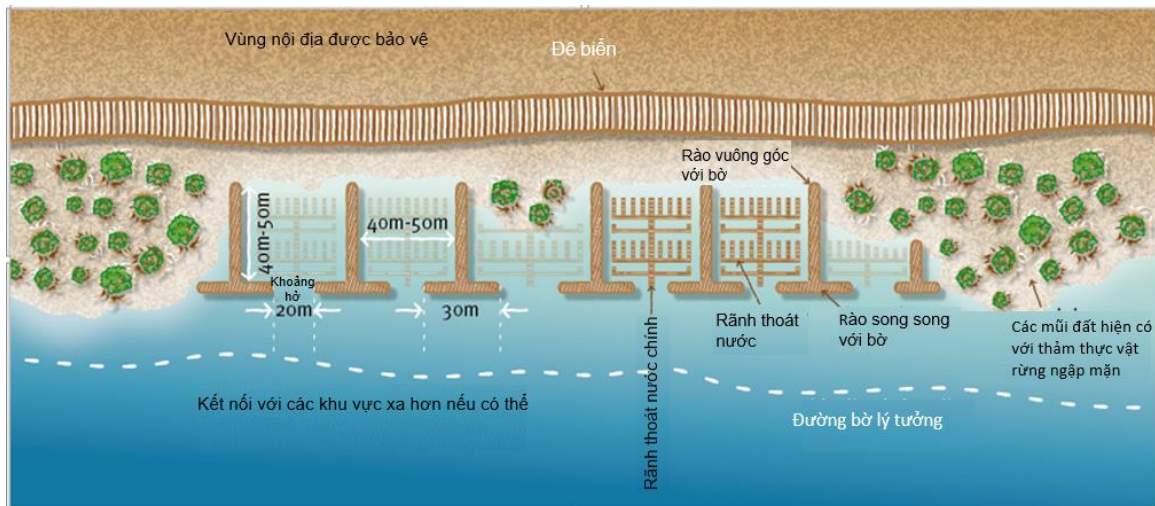
lý, hoặc quản trị chia sẻ, đã được chứng minh là một cách tiếp cận để bảo vệ và quản lý rừng ngập mặn bền vững và hiệu quả (Schmitt 2012). Quản lý và bảo vệ rừng ngập mặn hiệu quả là điều cần thiết cho sự bền vững của các khoản đầu tư vào khôi phục các bãi bồi ven biển.



Hình 1: Sơ đồ mô tả các bước từ việc bờ biển bị xói lở đến việc phục hồi bãi bồi và tái sinh / phục hồi rừng ngập mặn. Bảo vệ rừng ngập mặn hiệu quả có thể ngăn chặn sự tái xói lở do sự suy thoái hoặc phá hủy rừng ngập mặn (K. Schmitt 2010); Sơ đồ tiêu tán năng lượng sóng được sửa đổi của Albers và nnk. (2013) và Bản vẽ rừng ngập mặn cùng hệ thống rễ cây ngập mặn của Schmitt và nnk. 2013.

### Bố trí công trình

Để áp dụng phương pháp đã miêu tả, đầu tiên cần xác định những điểm nóng dọc theo bờ biển, nơi không có rừng ngập mặn bảo vệ đê (Hình 2). Mục đích nhằm tạo một vành đai rừng ngập mặn khép kín có chiều rộng xấp xỉ 100m trong bước đầu tiên. Nhìn chung, điều này có thể đạt được bằng việc lắp đặt hàng rào chữ T.



Hình 2: Khôi phục bãi bồi bằng hàng rào tre dọc và ngang (Albers và nnk., 2013)

Sự bố trí của hàng rào chữ T bao gồm một phần dọc bờ, làm giảm năng lượng sóng đến và một phần vuông góc với bờ làm giảm năng lượng dòng chảy dọc bờ. Cách bố trí hình chữ T này được thể hiện trong Hình 2. Các cấu trúc dọc bờ khép kín các khoảng trống bị xói lở trong rừng ngập mặn bằng cách nối giữa các mũi đất còn lại. Việc giảm chiều cao sóng, do đó giảm vận tốc quỹ đạo dưới sóng, sẽ làm tăng tốc độ lắng đọng. Kết quả từ các điểm chuẩn ở tỉnh Bạc Liêu cho thấy đã có khoảng 17 cm trầm tích lắng đọng trong vòng 7 tháng. Việc giảm cường độ sóng ở phía đất liền của hàng rào cũng làm tăng nhanh sự tích tụ bùn cát và do đó làm tăng sự ổn định của các trầm tích chống xói lở. Điều này được thể hiện qua việc giám sát mật độ bùn ở tỉnh Sóc Trăng.



Hình 3: Khôi phục các bãi biển bị xói lở bằng hàng rào tre ở tỉnh Bạc Liêu (ĐBSCL, Việt Nam). Các cấu trúc dọc bờ khép kín các khoảng trống bị xói lở trong rừng ngập mặn bằng cách kết nối các mũi đất còn sót lại. Hình ảnh do Công Lý và G.E. Wind 2013 cung cấp.

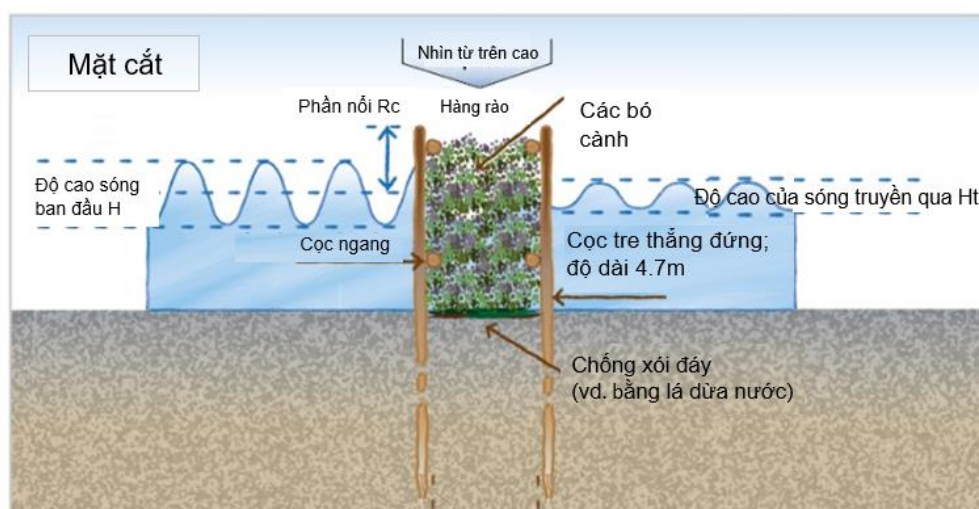
Vị trí thực tế của các hàng rào T được xây dựng dựa vào mức độ tái tạo lại bờ biển ban đầu bằng cách kết nối các mũi đất hiện có với thảm thực vật rừng ngập mặn (Hình 3). Điều này có nghĩa là hàng rào không can thiệp vào dòng chảy hiện hành và do đó sẽ

không gây xói lở. Chi tiết về xây dựng và quan trắc có thể tham khảo tại tài liệu của Albers và nnk. (2013).

Trong quá trình xác định bố trí mặt bằng công trình, cần thiết phải dựa trên kiến thức toàn diện về các điều kiện biên thủy lực và biến động hình thái. Ví dụ, sự hiện diện của các bãi cát trong khu vực bãi bồi ảnh hưởng đáng kể đến thiết kế và hiệu quả của hàng rào chữ T. Sự tiêu tán năng lượng sóng tới trên các doi cát cho phép giảm kích thước của hàng rào và tăng tốc độ lắng đọng. Tại những nơi có tiếp xúc với bãi biển dốc hơn, cần xem xét kết hợp hàng rào chữ T với hàng rào chắn sóng bê tông. Giải pháp kết hợp này được đề xuất cho một số phân đoạn dọc theo vùng đồng bằng sông Cửu Long, đặc biệt là đoạn dọc theo bờ biển phía Tây.

### Thiết kế

Các hàng rào bao gồm hai hàng cọc tre thẳng đứng với đường kính trung bình mỗi cọc khoảng 8 cm và bó cành đặt trong khoảng trống giữa hai hàng. Khoảng cách giữa hai hàng cọc là 0,40 m đối với các đoạn vuông góc với bờ và 0,50 m đối với các đoạn dọc bờ. Khoảng cách giữa hai cọc trong một hàng là 0,30 m. Hai hàng cọc ngang được nối với các cọc đứng ở mỗi bên. Các bó cành giữa các hàng bao gồm các cành tre nhỏ hoặc vật liệu tương tự được bó lại. Dây thép không gỉ được sử dụng để buộc các khớp nối để đảm bảo tính bền vững và ổn định. Để tránh bị xói ở chân cọc, một lớp lá cọ dừa đôi hoặc vật liệu tương tự được lót vào. Tuy nhiên, khó có thể chống xói ở dưới đáy một cách hoàn toàn, do vậy độ đầm sâu trong bùn của các cọc phải đủ lớn để xói cục bộ không ảnh hưởng đến sự ổn định của hàng rào. Hình 4 cho thấy mặt cắt ngang tổng thể của hàng rào chữ T và thể hiện hiệu quả giảm sóng.



Hình 4: Thiết kế hàng rào tre cho nước xuyên qua và kết quả truyền sóng (Albers và nnk., 2013)

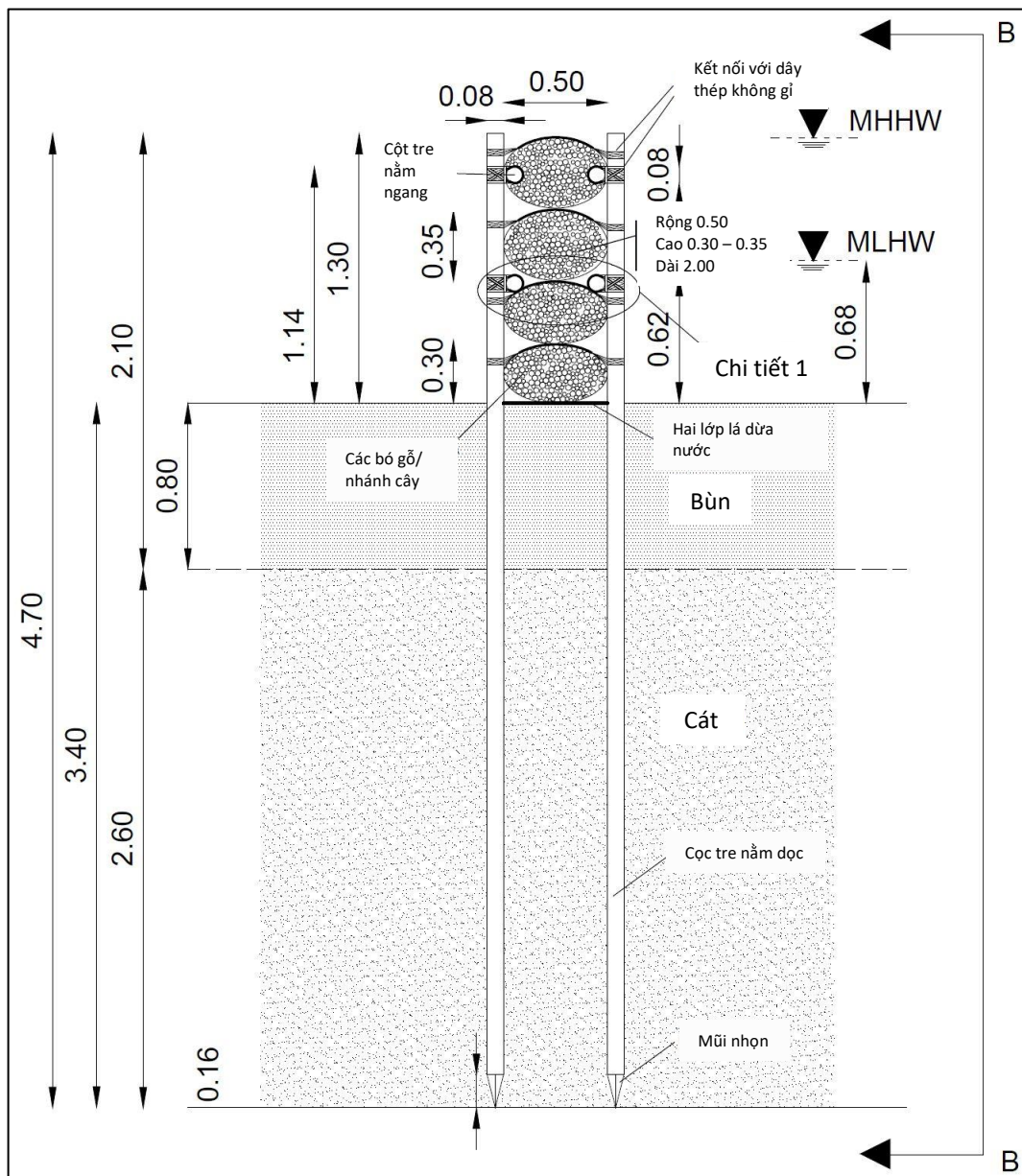


Dưới đây là tóm tắt các thông số kỹ thuật của hàng rào tre. Các giá trị và kích thước đã được tính toán cho vùng bờ biển của tỉnh Sóc Trăng trong năm 2012 dựa trên các số đo đã nêu ở trên. Độ sâu chôn cọc và chiều dài của cọc tre tùy theo đặc điểm khu vực và phải được điều chỉnh phù hợp với tình hình cụ thể của nền đất hiện tại. Hơn nữa, độ sâu của lớp bùn cũng phải được xem xét. Đường kính của cọc tre phải được điều chỉnh phù hợp với mực nước, độ sâu, sóng và các thông số dòng chảy cụ thể của khu vực. Hình 5, Hình 6, Hình 7 và Hình 8 minh họa các đặc tính kỹ thuật khác của các hàng rào tre. Kích thước của các phần phải được điều chỉnh theo các điều kiện cụ thể của địa phương. Theo như mô tả, các vùng mỏ hàn với kích thước khoảng 50m x 50 m được sắp đặt với các khe hở ra biển rộng 10-20 m. Kích thước của khu vực phụ thuộc vào điều kiện địa phương, cụ thể là địa hình dưới nước (độ dốc), biên độ triều và vị trí của rìa rừng ngập mặn còn lại. Phần hàng rào song song bờ phải được kết nối với phần vách bị xói lở ở đất liền.

Tóm tắt các thông số kỹ thuật:

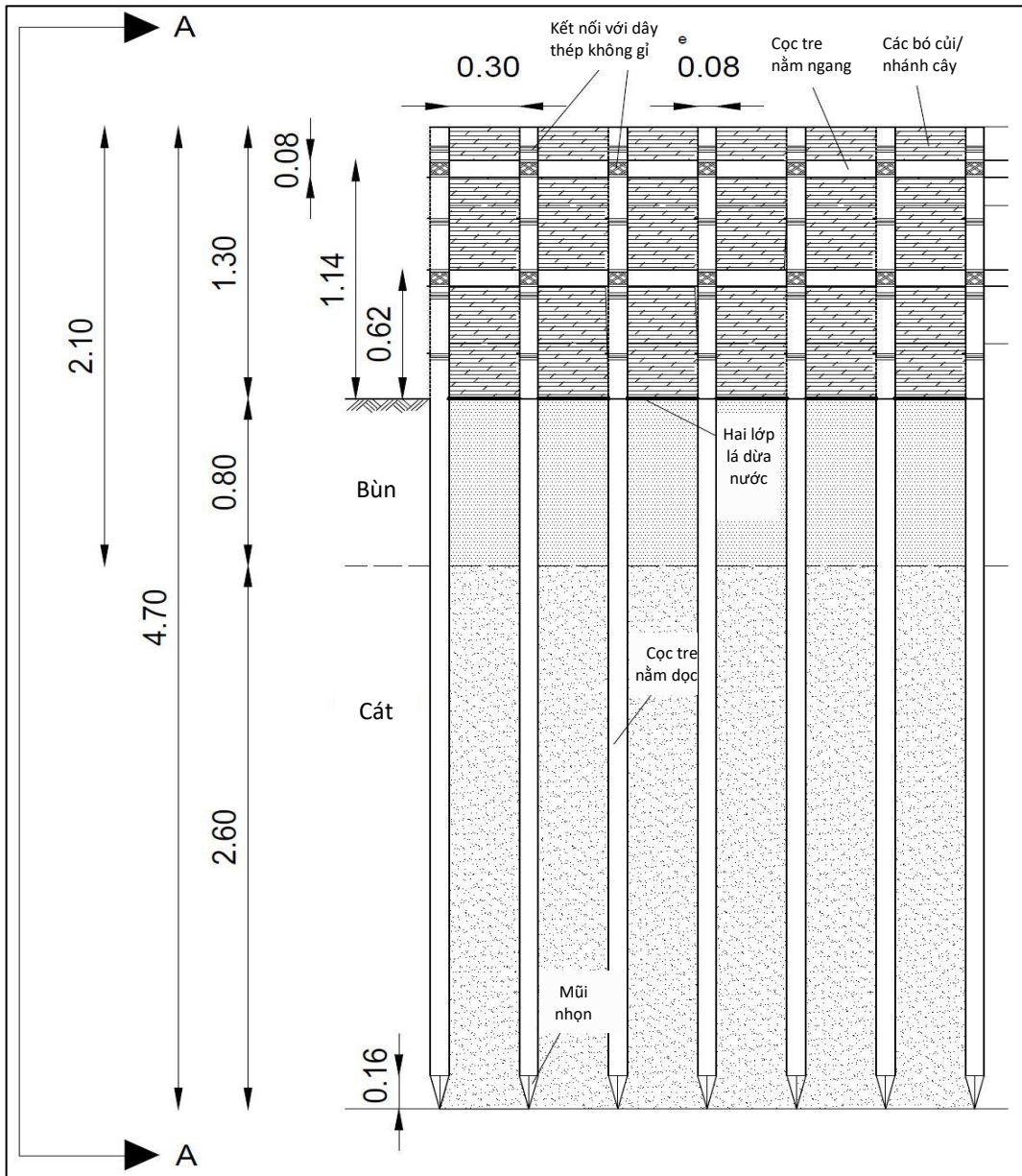
- Hai hàng cọc tre thẳng đứng
- Khoảng cách giữa hai hàng: 0,5 m
- Khoảng cách giữa hai cọc trong một hàng: 0,30 m
- Chiều dài của cọc đứng: 4,7 m
- Độ chôn sâu của cọc đứng: 3,4 m
- Đường kính các cọc đứng: 8 cm đối với hàng rào dọc bờ biển; 6 cm đối với hàng rào ngang bờ
- Hai thanh ngang ở mỗi hàng: một gắn vào phía dưới, một gắn phía trên tương ứng với bản vẽ kỹ thuật
- Đường kính các cọc ngang: 8 cm đối với phần hàng rào dọc bờ; 6 cm đối với phần hàng rào ngang bờ
- Chiều dài của cọc ngang: 3 - 5 m
- Các cọc ngang được buộc vào mỗi cột dọc bằng dây thép không gỉ (đường kính 3,0 mm  $\pm$  1 mm, dễ uốn).
- Khoảng cách đan chéo của hai cọc ngang với cọc bên cạnh không được cách xa hơn 30 cm.
- 4 - 6 lớp bó (tùy thuộc vào mức độ nén) được đặt ở giữa hai hàng cọc dọc tương ứng với các bản vẽ kỹ thuật sao cho phần trên của cọc ngang bằng với đỉnh của các cọc đứng.
- Đầu cọc tre chấn sóng phải cao hơn 1,30 m so với đáy
- Tất cả các lớp bó được gắn buộc vào các cọc dọc và ngang bằng dây thép không gỉ (đường kính 3,0 mm  $\pm$  1 mm, dây dẻo)

- Cấu trúc của các nhánh cây được sử dụng cho các bó phải linh hoạt và dễ mở; Các cành không được quá dày (<15 mm)
- Các nhánh cây phải được bó bằng dây thép không gỉ, buộc ít nhất tại ba vị trí của các bó (hai đầu và điểm giữa).
- Phần dưới cùng của bó nên sử dụng các cành nhánh có chất lượng tốt
- Lớp đáy lót 2 lớp lá dừa nước
- Ở cuối hàng rào, một cọc tre dựng đứng với các thông số kỹ thuật tương tự như các cọc tre dọc được mô tả ở trên phải được đóng ở giữa hai hàng cọc đứng để tăng độ ổn định của các bó.

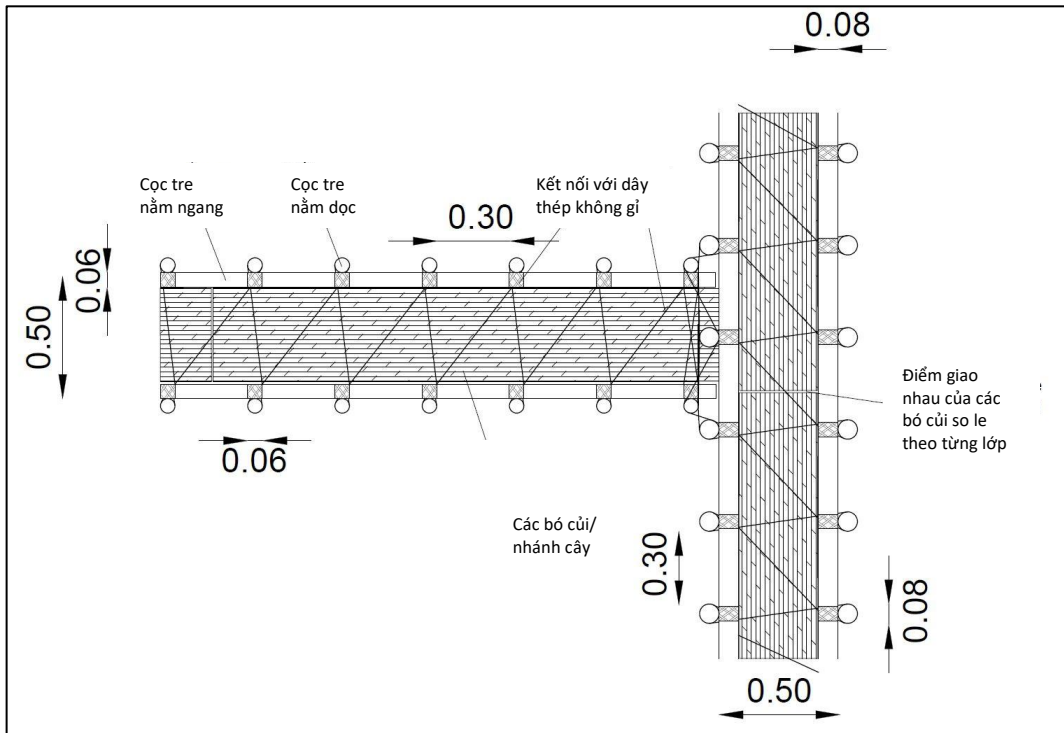


Hình 5: Hàng rào tre dọc bờ biển; Mặt cắt A-A; kích thước [m]; MHHW = mực nước cao trung bình; MLHW = mực nước thấp trung bình

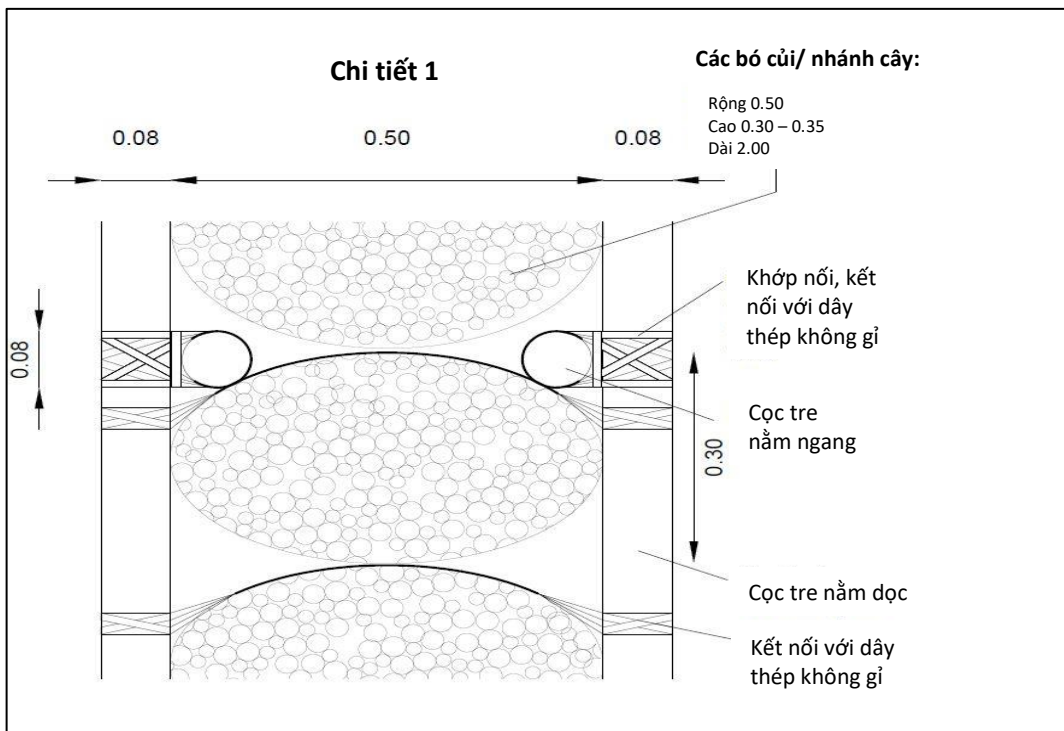




Hình 6: Hàng rào tre dọc bờ biển; kích thước [m]; mặt cắt B-B



Hình 7: Phần giao nhau của hàng rào tre dọc bờ và ngang bờ; kích thước [m]



Hình 8: Hàng rào tre dọc bờ biển; kích thước [m]; Chi tiết 1

Sự ổn định và độ bền là rất cần thiết để hàng rào chữ T có thể hài hoà kích thước với các điều kiện biên của vùng bờ cụ thể. Các địa điểm chịu tác động sóng cao hơn và nhiều hơn thì cần có bán kính hàng rào lớn hơn và kết nối vững chắc hơn cũng như quản lý chất lượng và giám

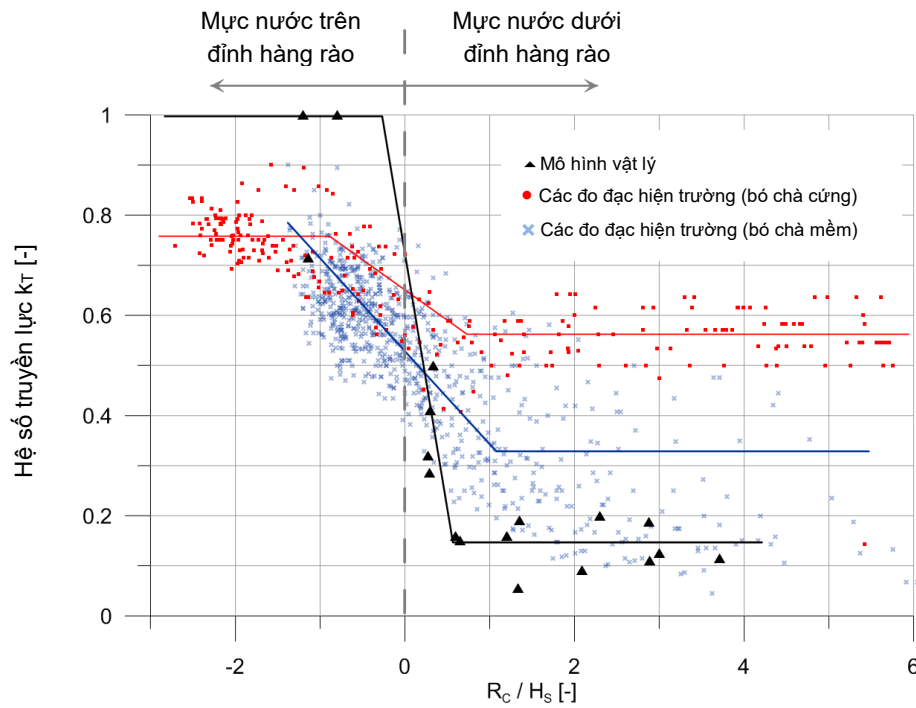
sát chặt chẽ ở tại hiện trường. Những vùng chịu ít tác động hơn, ví dụ: những vùng sau bãi bồi có thể được thiết kế giảm đường kính đi. Độ sâu của các cọc phụ thuộc vào lớp đất nền bên dưới và mức độ tác động của sóng. Do đó, các kiến thức về động lực học và các điều kiện biên hình thái động lực học là rất cần thiết để đảm bảo tính tối ưu của thiết kế. Cần thực hiện đo thủy văn và phân tích các dữ liệu trước đó, nếu hàng rào chữ T chưa từng được xây dựng ở điểm đã chọn. Trong bất kỳ trường hợp nào, việc kiểm tra và bảo trì cần phải được thực hiện thường xuyên ở các điểm xây dựng hàng rào.

Đối với những điểm chịu mức độ tác động cao, ví dụ như ở huyện Trần Văn Thời, tỉnh Cà Mau, giải pháp kết hợp giữa cọc tre, các bó cây tre/tràm và các cọc bê tông sẽ được áp dụng nhằm chống chịu với những đợt sóng lớn hơn và tăng độ bền cho hàng rào.

### **Quan trắc**

Ngay sau khi hoàn thành thi công, cần tổ chức quan trắc toàn diện. Trong khuôn khổ chương trình quan trắc, việc đo cường độ sóng để định lượng hiệu quả truyền sóng của hàng rào tre trong các điều kiện bão và thủy triều khác nhau đã được phân tích. Sóng được đo tại 02 điểm ở phía biển và phía đất liền của hàng rào tre, mỗi điểm cách nhau khoảng 5m tính từ hàng rào tre. Bộ chuyển đổi áp suất đã được sử dụng để đo và lưu trữ dữ liệu liên tục trong vòng 6 tháng với tần suất 10Hz. Dữ liệu sóng được phân tích và tổng hợp ở chiều cao sóng có nghĩa trong khoảng thời gian 15 phút.

Hình 9 cho thấy kết quả đo thực địa so với kết quả chạy mô hình vật lý đã thực hiện trước đó. Nó cho thấy hệ số truyền sóng  $k_T$  liên quan đến tỉ số của độ cao lưu không  $R_C$  và độ cao sóng ban đầu  $H_S$ . Các bó cây linh động sẽ làm giảm hệ số truyền sóng (chấm xanh) hơn là các bó cây được đặt cố định (chấm đỏ), và vì vậy có hiệu quả giảm sóng cao hơn. Nó có thể làm giảm đến 80% độ cao sóng ban đầu. Các đường viền màu xanh, đỏ và đen thể hiện sự phù hợp nhất thông qua các giá trị đo được.



Hình 9: Các hệ số truyền sóng của hàng rào tre trong các điều kiện thủy động lực khác nhau

Việc giám sát rừng ngập mặn trên thực tế được thực hiện bằng cách chụp ảnh cố định tại các khoảng thời gian lặp đều. Điều này được thể hiện trong Hình 10 và Hình 11. Hình 10 đưa ra một ví dụ về bồi lắng và tái sinh tự nhiên của rừng ngập mặn từ bờ biển tỉnh Sóc Trăng tại cửa cống số 4. Hàng rào chữ T được xây dựng vào tháng 10 năm 2012. Trong phần ảnh trên cùng bên trái từ tháng 10 năm 2012, các yếu tố song song bờ biển của hàng rào vẫn hiển thị rõ ràng. Ảnh trên cùng bên phải (chụp tháng 2 năm 2013) cho thấy sự khởi đầu của quá trình bồi tụ. Vào tháng 11 năm 2013 việc bồi lắng trầm tích đã bắt đầu từ rìa phía các khoảng hở trong hàng rào chữ T và dấu hiệu tái sinh tự nhiên của cây Mắm bắt đầu xuất hiện (ảnh dưới cùng bên trái). Ảnh dưới cùng bên phải (tháng 1 năm 2015) cho thấy sự phát triển của rừng ngập mặn, không bị xáo trộn bởi tác động sóng (do đạt được cao độ bồi tốt) hoặc có tác động của con người.

Chỉ trong vòng 16 tháng, trầm tích gần như hoàn toàn bao phủ khu vực được tạo ra bởi hàng rào. Vùng tích tụ trầm tích đang di chuyển từ các cạnh về phía khoảng hở trong hàng rào do sự thoát nước bề mặt qua các khoảng trống và sự tái sinh tự nhiên của cây Mắm bắt đầu được kích hoạt khi đạt đến điều kiện này. Điều này cũng cho thấy rừng ngập mặn có thể tái sinh tự nhiên miễn là chúng được bảo vệ khỏi sự phá hủy của con người và các mầm bệnh sẵn có.





Hình 10: Tái sinh tự nhiên của cây Mắm trên các vùng đồng bằng ngập nước được khôi phục tại tỉnh Sóc Trăng từ việc xây dựng các hàng rào chữ T trong tháng 10 năm 2012 cho đến tháng 1 năm 2015 (Ảnh: GIZ Sóc Trăng, R. Sorgenfrei).



Hình 11: Những thay đổi về bồi lắng và sự tái sinh, phục hồi rừng ngập mặn tại khu vực 4 trên bờ biển tỉnh Bạc Liêu sau khi lắp đặt hàng rào tre hình chữ T. Ảnh từ tháng 5 năm 2012 (trên cùng bên trái), tháng 9 năm 2012 (trên cùng bên phải), tháng 12 năm 2012 (dưới cùng bên trái) và tháng 9 năm 2013 (dưới cùng bên phải); (Ảnh: GIZ Bạc Liêu, Albers)

Tại một địa điểm khác ở tỉnh Bạc Liêu, việc phục hồi rừng ngập mặn bắt đầu ngay sau khi xây dựng các hàng rào. Hình 11 cho thấy hình ảnh tại hiện trường từ tháng 5 năm 2012 (trước khi xây dựng hàng rào), từ tháng 9 đến tháng 12 năm 2012 và tháng 9 năm 2013. Rừng ngập mặn phát triển tốt trong khu vực được bảo vệ bởi hàng rào trước tác động sóng và dòng chảy. Rừng ngập mặn, khi đó, cũng bắt đầu tác động đến tỷ lệ bồi lắng bằng cách bẫy trầm tích một cách tự nhiên.

### **Các hạn chế**

Dựa trên kinh nghiệm, dữ liệu quan trắc và bảo trì từ các công trình xây dựng hàng rào chữ T trước đây, các điều kiện biên sau đây phải được thực hiện để đảm bảo rằng các hàng rào như mô tả ở trên có thể được áp dụng thành công:

- Môi trường nhiều trầm tích bùn; đường kính kích thước hạt trung bình của lớp bùn trên cùng đạt cỡ  $d_{50} < 0,03$  mm
- Độ dày lớp bùn trên cùng  $> 0,50$  m
- Độ thoải của bãi triều  $< 1: 1000$
- Đỉnh hàng rào tương đương với mực nước cao trung bình trong triều cường
- Khoảng cách từ đỉnh hàng rào đến bề mặt bãi  $< 1.40$  m
- Chiều cao sóng có nghĩa  $H_s < 0,90$  m
- Chu kỳ sóng trung bình  $T_m < 8$  s

Nếu các tiêu chí hạn chế này bị vượt quá một cách không đáng kể, cần phải xem xét các giải pháp thích ứng, chẳng hạn như gia cố thêm cột bê tông. Nếu các tiêu chí giới hạn bị vượt đáng kể, việc áp dụng của hàng rào chữ T sẽ không khả thi.

Hơn nữa, chúng ta cần biết rằng tre và trầm thu hút họ một biển (hà, hải sinh). Ở một số địa điểm, họ một biển có thể gây ảnh hưởng nghiêm trọng hoặc thậm chí phá hủy cấu trúc hàng rào chữ T sau một vài tháng, đặc biệt là khi quá trình lắng đọng xảy ra chậm hơn tiến trình phá hoại này. Càng gần bờ biển và thời gian ngập nước càng lâu, nguy cơ bị hà tấn công càng cao. Cần xem xét kĩ và kiểm tra các tác động đến môi trường trước khi xử lý hóa chất các cọc tại địa điểm phát hiện hiện tượng một





*Hình 12: Cọc tre bị con hà ăn hỏng. Con hà ấu trùng bám lên bề mặt gỗ (tất cả các loại gỗ), đục và ăn sâu vào gỗ trong quá trình phát triển của nó. Các con hà khi lớn sẽ không gây hại và đục vào gỗ.*

## **Kết luận**

Dọc theo các khu vực ven biển không có vành đai rừng ngập mặn, hàng rào tre là một biện pháp chống xói lở và bảo vệ bờ biển hiệu quả để khôi phục bãi triều và tạo điều kiện cho việc tái sinh rừng ngập mặn. Hiệu quả truyền sóng của chúng đủ để giảm chiều cao sóng một cách đáng kể và kích thích bồi lắng ở phía đất liền. Việc xây dựng các hàng rào này có hiệu quả về chi phí và thường khả thi hơn so với các công trình lớn trên nền đất yếu.

Tuy nhiên, việc áp dụng hàng rào chữ T có giới hạn biên rõ ràng. Nếu vị trí hàng rào nằm trong vùng tiếp xúc quá nhiều với tác động sóng trong khoảng thời gian ngập nước nhất định, nỗ lực bảo trì sẽ tăng đáng kể, trước khi việc áp dụng biện pháp này trở nên không còn khả thi. Do đó, cách thức áp dụng cũng như thiết kế và bố trí mặt bằng của hàng rào chữ T phải được kiểm tra và điều chỉnh lại tại các khu vực áp dụng sau này.

## **Tài liệu tham khảo**

Albers, Schmitt (2016): Thiết kế đê điều, khôi phục đồng bằng lũ lụt và đồng quản lý rừng ngập mặn như một phần của chiến lược bảo vệ bờ biển khu vực cho các bãi triều bùn của đồng bằng sông Cửu Long, Việt Nam. Trong: Khu sinh thái và quản lý đất ngập nước. Springer. Tập 23, Số 6 (2015), Trang 991-1004. DOI 10.1007 / s11273-015-9441-3

Albers, Schmitt (2015): Thiết kế đê điều, khôi phục đồng bằng lũ lụt và đồng quản lý rừng ngập mặn như một phần của chiến lược bảo vệ bờ biển khu vực cho các bãi bùn ven bờ của đồng bằng sông Cửu Long, Việt Nam. Trong: Khu sinh thái và quản lý đất ngập nước. Springer. Volume 23, Issue 6 (2015), Page 991-1004. DOI

10.1007/s11273-015-9441-3. <http://link.springer.com/article/10.1007/s11273-015-9441-3>

- Albers, T., Schmitt, K., Dinh, C.S. (2013): Hướng dẫn quản lý bờ biển - Bảo vệ bờ biển ở đồng bằng sông Cửu Long. Xuất bản bởi Cơ quan Hợp tác Phát triển Đức (GIZ) GmbH. ISBN 978-604-59-0630-9. Vietnam. [http://daln.gov.vn/r/files//ICMP-CCCEP/tai\\_lieu/Document/Soc-trang/Shoreline-Management-Guidelines.pdf](http://daln.gov.vn/r/files//ICMP-CCCEP/tai_lieu/Document/Soc-trang/Shoreline-Management-Guidelines.pdf)
- Schmitt, K., Albers, T. (2014): Bảo vệ vùng ven biển và sử dụng hàng rào tre ở đồng bằng sông Cửu Long. Trong sách Thiên tai ven biển và biến đổi khí hậu ở Việt Nam (Thảo và nnk., 2014), Elsevier. ISBN: 978-0-12-800007-6. Nhật Bản.
- Schmitt, K., Albers, T., Pham, T.T., Dinh, C.S. (2013): Thích ứng với địa điểm và thích ứng với biến đổi khí hậu trong khu vực rừng ngập mặn của tỉnh Sóc Trăng, Việt Nam. Tạp chí Bảo tồn ven biển. <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11852-013-0253-4>
- Schmitt K (2012) Trồng rừng ngập mặn, tham gia cộng đồng và quản lý tổng hợp ở tỉnh Sóc Trăng, Việt Nam. Trong: Macintosh DJ, Mahindapala R, Markopoulos M (eds) Chia sẻ bài học về phục hồi rừng ngập mặn. Bangkok, Thái Lan: rừng ngập mặn cho tương lai và Gland, Thụy Sĩ. IUCN, Gland, trang 205–225. <http://raefuture.org/assets/Repository/Documents/Call-for-Hành-động-và-Kỷ-yếu-từ-2012-Colloquium-Mamallapuram-India.pdf>. Đã truy cập ngày 9 tháng 2 năm 2015