BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM HÀ NỘI**

**NGUYỄN HOÀNG HANH**

# NGHIÊN CỨU ĐẶC ĐIỂM TÁI SINH TỰ NHIÊN VÀ PHỤC HỒI THẢM THỰC VẬT NGẬP MẶN KHU VỰC QUANH ĐẢO ĐỒNG RUI, HUYỆN TIÊN YÊN, TỈNH QUẢNG NINH

**Chuyên ngành: Sinh thái học**
**Mã số: 9.42.01.20**

**TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ SINH HỌC**

**Hà Nội - 2019**

Công trình được hoàn thành tại:
Trường Đại học Sư phạm Hà Nội

Người hướng dẫn khoa học: 1. PGS. TS. Mai Sỹ Tuấn
2. PGS. TS. Trịnh Văn Hạnh

Phản biện 1: GS.TS Lã Đình Mỡi – Viện sinh thái và tài nguyên sinh vật

Phản biện 2: PGS.TS Trần Văn Ba – Trường ĐHSP Hà Nội

Phản biện 3: PGS.TS Nguyễn Thị Kim Cúc – Trường ĐH Thủy Lợi

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận án cấp Trường họp tại Trường Đại học Sư phạm Hà Nội vào hồi …..giờ … ngày … tháng… năm…

Có thể tìm hiểu luận án tại: Thư viện Quốc Gia, Hà Nội

# MỞ ĐẦU

## 1. Lý do chọn đề tài

Hệ sinh thái (HST) rừng ngập mặn (RNM) có ý nghĩa vô cùng quan trọng cả về mặt môi trường và kinh tế xã hội, Đây là HST có năng suất cao, giữ vai trò quan trọng ở vùng cửa sông ven biển nhiệt đới, có nhiều tài nguyên quý giá, đóng góp cho đời sống con người, đặc biệt là cư dân vùng cửa sông ven biển về cả kinh tế xã hội và môi trường sống. Song, đây lại là một HST rất nhạy cảm với các tác động của con người và thiên nhiên.

Thảm thực vật ngập mặn (TTVNM) xã Đồng Rui là thảm thực vật (TTV) tiêu biểu cho tiểu khu 1 (Khu vực từ Móng Cái đến Cửa Ông) thuộc khu vực I - ven biển Đông Bắc từ Mũi Ngọc đến mũi Đồ Sơn theo cách phân chia của Phan Nguyên Hồng (1991) [13]. Trong những năm gần đây, TTVNM Đồng Rui đã và đang chịu nhiều áp lực do quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội thông qua các hoạt động khai thác và nuôi trồng thủy sản, làm mất đi nhiều diện tích TTTV tự nhiên và làm ảnh hưởng đến chất lượng và quá trình tái sinh, phục hồi của TTV. TTV thường được phục hồi thông qua tái sinh tự nhiên, hoặc bằng cách trồng rừng. Thông qua tái sinh tự nhiên hầu hết các loài đặc hữu của địa phương sẽ được phục hồi và thay thế tự nhiên quần xã thực vật ngập mặn (QXTVNM) trước đó (dẫn theo Đinh Thanh Giang, 2010) [10]. Ưu điểm chính của tái sinh tự nhiên là rừng sau quá trình phục hồi được trông đợi giống với các loài cây ngập mặn (CNM) địa phương.

Xuất phát từ những quan điểm trên, chúng tôi tiến hành nghiên cứu đề tài: *"Nghiên cứu đặc điểm tái sinh tự nhiên và phục hồi thảm thực vật ngập mặn khu vực quanh đảo Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh"*.

## 2. Mục tiêu của luận án

Cung cấp thông tin, số liệu khoa học định lượng cần thiết về đặc điểm của tái sinh tự nhiên và phục hồi TTVNM khu vực đảo Đồng Rui, từ đó đề xuất được các giải pháp phục vụ công tác phục hồi, phát triển TTVNM tại khu vực này.

**3. Nội dung của luận án**

- Nghiên cứu đặc điểm cơ bản TTVNM quanh đảo Đồng Rui: Hệ thực vật; Đa dạng các QXTVNM; Đặc điểm cấu trúc tầng cây cao của một số QXTVNM tự nhiên tại khu vực nghiên cứu: Cấu trúc tổ thành tầng cây cao; Mật độ, độ tàn che của các QXTVNM; Một số chỉ tiêu sinh trưởng TCC; Mức độ ưu thế (D) và đa dạng loài (H) TCC);

- Nghiên cứu đặc điểm tái sinh tự nhiên của các QXTVNM tại khu vực nghiên cứu (Đặc điểm tái sinh tự nhiên dưới tán; Đặc điểm tái sinh tự nhiên trong lỗ trống).

- Nghiên cứu, đánh giá quá trình phục hồi tự nhiên của một số QXTVNM bao gồm quá trình phục hồi thông qua tái sinh tự nhiên của một số QXTVNM từ năm 2012 đến năm 2018; Xu hướng diễn thế và phục hồi của TTVNM tại khu vực nghiên cứu; Lập bản đồ các biến đổi QXTVNM tại khu vực nghiên cứu.

- Nghiên cứu đề xuất giải pháp phục hồi và phát triển QXTVNM tại khu vực đảo Đồng Rui: Cơ sở đề xuất giải pháp; Giải pháp lâm sinh để phục hồi và phát triển TTVNM tại khu vực nghiên cứu.

**4. Luận điểm bảo vệ**

- Luận điểm 1: Các QXTVNM là một hệ thống động, quá trình tái sinh diễn ra thường xuyên và chịu ảnh hưởng của các nhân tố ngoại cảnh,

- Luận điểm 2: Những đặc điểm về cấu trúc tầng cây tái sinh (CTS) phụ thuộc chặt chẽ vào đặc điểm cấu trúc tầng cây cao (TCC) của các QXTVNM,

- Luận điểm 3: Quá trình phục hồi tự nhiên của các QXTVNM chính là sự tái sinh tự nhiên (tái sinh dưới tán cây và tái sinh trong các khoảng trống trong các QXTVNM).

**5. Điểm mới của luận án**

- Lượng hóa được diễn biến biến đổi tổ thành loài; đa dạng loài; diễn biến cây chết, cây bổ sung, cây chuyển cấp của lớp cây tái sinh dưới tán, tái sinh lỗ trống trong các QXTVNM tại khu vực đảo Đồng Rui trên cơ sở nguồn số liệu thu thập từ các OTC định vị, theo dõi 6 năm (2012-2018).

- Xác định được xu hướng phục hồi của các QXTVNM thông qua đặc điểm tái sinh tự nhiên dưới tán và đặc điểm tái sinh lỗ trống của các QXTVNM.

**6. Ý nghĩa của luận án**

- Lượng hóa diễn biến tái sinh tự nhiên của TTVNM để có được các cơ sở khoa học về cơ chế duy trì đa dạng loài trong HST RNM này.

- Kết quả nghiên cứu là cơ sở định hướng các giải pháp lâm sinh, bảo tồn, phục hồi và duy trì TTVNM tại Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh nói riêng và khu vực miền Bắc nói chung.

**7. Thời gian thực hiện luận án**

- Từ tháng 12/2011 ÷ tháng 2/2012: Nghiên cứu tài liệu, tổng hợp thông tin, hoàn thiện phương pháp và lên kế hoạch chi tiết;

- Từ tháng 3/2012 ÷ tháng 3/2018: Điều tra thu thập số liệu, xử lý và phân tích số liệu;

- Từ tháng 3/2018 ÷ tháng 9/2018: viết các bài báo khoa học, viết và hoàn thiện luận án.

*8. Bố cục của luận án*

Luận án gồm 143 trang, được chia thành các phần:

- Mở đầu: 5 trang
- Chương 1: Tổng quan vấn đề nghiên cứu (19 trang)
- Chương 2. Nội dung và phương pháp nghiên cứu (17 trang)
- Chương 3. Đặc điểm tự nhiên, kinh tế - xã hội của khu vực nghiên cứu (9 trang)
- Chương 4. Kết quả nghiên cứu và thảo luận (82 trang)
- Kết luận và kiến nghị (3 trang)
- Tài liệu tham khảo (7 trang)
- Danh sách các công trình đã công bố liên quan đến luận án (1 trang)

Luận án có 40 bảng; 31 hình (16 biểu đồ, 11 sơ đồ, 3 bản đồ và 1 ảnh; 27 phụ lục; 71 tài liệu tham khảo, trong đó có 44 tài liệu tiếng Việt và 27 tài liệu tiếng Anh.

# CHƯƠNG I
# TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

Luận án đề cập và phân tích các vấn đề liên quan tới sự tái sinh và phục hồi các TTVNM. Trong đó, các nghiên cứu trên thế giới và tại Việt Nam đều khẳng định: TTVNM là một hệ thống luôn biến đổi; thường xuyên có sự tái sinh và sự phục hồi của TTVNM thông qua tái sinh tự nhiên cũng như nhân tạo (trồng rừng).

Tuy nhiên, hiếm có ít những nghiên cứu về định lượng diễn biến tái sinh tự nhiên cho các QXTVNM khác nhau trong cả một quá trình cụ thể. Đặc biệt, tại Việt Nam hầu hết những nghiên cứu về TTVNM chỉ đánh giá sơ bộ đặc điểm tái sinh từ đó đề xuất luôn giải pháp trồng rừng, trong khi, với các QXTVNM thì khả năng tái sinh và phục hồi tự nhiên là rất lớn, nếu có sự nghiên cứu đánh giá bài bản về diễn biến tái sinh cho từng đối tượng QXTVNM cụ thể thì có thể phân loại để áp dụng các giải pháp phục hồi QXTVNM tự nhiên, hướng tới hình thành các quần xã bền vững về mặt sinh thái đồng thời tiết kiệm chi phí trồng phục hồi TTVNM đặc biệt là trong điều kiện BĐKH như hiện nay. Bên cạnh đó, do đặc thù về tự nhiên và phát triển sản xuất, nên trong thời gian qua các nghiên cứu về TTVNM tại Việt Nam thường tập trung ở các tỉnh miền Nam (khu vực Cần Giờ, thành phố Hồ Chí Minh, khu vực Đồng bằng sông Cửu Long), ít các nghiên cứu về tái sinh tự nhiên của các QXTVNM ở miền Bắc Việt Nam. Phân tích, đánh giá tổng hợp các kết quả nghiên cứu về TTVNM tại khu vực quanh đảo Đồng Rui cho thấy còn một số vấn đề còn tồn tại liên quan đến đặc điểm tái sinh tự nhiên của các QXTVNM khu vực nghiên cứu như sau:

- Chưa có công trình nghiên cứu, đánh giá lượng hóa được đặc điểm các QXTVNM tại khu vực quanh đảo Đồng Rui một cách đầy đủ và hệ thống;
- Chưa có các nghiên cứu đầy đủ về đặc điểm cơ bản TTVNM tự nhiên quanh đảo Đồng Rui như phổ dạng sống, đa dạng các QXTVNM;
- Chưa có nghiên cứu đánh giá đầy đủ về đặc điểm cấu trúc tổ thành, mật độ, độ tàn che, sinh trưởng, mức độ ưu thế, đa dạng loài tầng cây cao và xu hướng diễn thế của các QXTVNM tự nhiên;

- Chưa có các nghiên cứu chuyên sâu về diễn biến tái sinh như tái sinh tự nhiên dưới tán các QXTVNM và đặc điểm tái sinh trong lỗ trống là cơ sở khoa học và thực tiễn để đề xuất giải pháp phục hồi và phát triển TTVNM nhất là tại các tỉnh phía Bắc Việt Nam.

Khu vực quanh đảo Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh là khu vực điển hình và đại diện cho các QXTVNM tại tiểu khu 2, khu vực miền Bắc, với sự khác biệt về các yếu tố địa lý, địa chất, thủy văn v.v... theo sự phân chia của Phan Nguyên Hồng (1991).

Chính vì vây, luận án nghiên cứu đề xuất và định lượng diến biến quá trình phục hồi TTVNM tự nhiên thông qua diễn biến tái sinh dưới tán và tái sinh trong lỗ trống của một số QXTVNM tại khu vực quanh đảo Đồng Rui. Kết quả nghiên cứu góp phần bổ sung cơ sở khoa học và thực nghiệm cho việc phục hồi và phát triển TTVNM khu vực quanh đảo Đồng Rui nói riêng và các HST RNM tại Việt Nam nói chung.

# CHƯƠNG II
# ĐỊA ĐIỂM, ĐỐI TƯỢNG, PHẠM VI, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

## 2.1. ĐỊA ĐIỂM NGHIÊN CỨU

Khu vực quanh đảo Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh,

## 2.2. ĐỐI TƯỢNG, PHẠM VI NGHIÊN CỨU

### 2.2.1. Đối tượng nghiên cứu

TTVNM, trong đó được chia ra thành 13 QXTVNM tự nhiên và 1 QXTVNM nhân tạo (rừng trồng). Đề tài nghiên cứu về đặc điểm tái sinh tự nhiên và phục hồi của 13 QXTVNM tự nhiên tại khu vực quanh đảo Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh.

### 2.2.2. Phạm vi nghiên cứu

- Nội dung nghiên cứu của luận án chỉ giới hạn trong việc nghiên cứu đánh giá khả năng tái sinh và phục hồi các TTVNM tự nhiên khu vực quanh đảo Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh; thông qua việc nghiên cứu đặc điểm cơ bản TTVNM, đặc điểm cấu trúc tầng cây cao của một số QXTVNM tự nhiên, đặc điểm tái sinh tự nhiên của các QXTVNM và xu hướng diễn thế của TTVNM tại khu vực nghiên cứu, để từ đó đề

xuất một số giải pháp phục hồi và phát triển TTVNM tại khu vực nghiên cứu.

- Luận án tập trung vào nhóm CNM thực thụ vì đây là những loài phân bố ở những nơi ngập triều định kỳ (Phan Nguyên Hồng và cộng sự, 1999) nên có thể định lượng được sự thay đổi về mật độ, kích thước và cấu trúc loài trong thời gian theo dõi.

Thời gian nghiên cứu được tiến hành trong 7 năm, từ tháng 12 năm 2011 đến tháng 9 năm 2018, trong đó: tháng 12/2011 ÷ 2/2012: Nghiên cứu tài liệu, tổng hợp thông tin, hoàn thiện phương pháp và lên kế hoạch chi tiết; tháng 3/2012 ÷ tháng 3/2018: Điều tra thu thập số liệu, xử lý và phân tích số liệu; tháng 3/2018 ÷ tháng 9/2018: Viết các bài báo khoa học, viết và hoàn thiện luận án.

## 2.3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.3.1. Phương pháp tiếp cận

Luận án sử dụng kết hợp phương pháp tiếp cận hệ thống, tiếp cận tổng hợp, tiếp cận lấy không gian bù thời gian và một số phương pháp tiếp cận khác với các giả thuyết:

- Sự phân bố, sinh trưởng và phát triển của các loài CNM bị chi phối bởi tác động tổng hợp của các yếu tố môi trường.

- Các mô hình về mối quan hệ giữa các đặc điểm của TTVNM và các yếu tố môi trường được sử dụng thống nhất trong cả thời gian nghiên cứu, theo dõi, đánh giá 6 năm. Sự biến đổi về cấu trúc tổ thành CTS, cây cao; số lượng CTS chết, chuyển cấp trong cả thời gian là những đặc điểm làm cơ sở để đánh giá xu hướng phục hồi của TTVNM.

### 2.3.2. Phương pháp kế thừa, thu thập dữ liệu thứ cấp

Các thông tin, số liệu có liên quan đến các nội dung nghiên cứu đã được thu thập và sử dụng để kế thừa, biện luận, so sánh, v.v… với kết quả nghiên cứu của luận án.

### 2.3.3. Phương pháp điều tra thực địa

Trong 50 tuyến điều tra cơ bản, đề tài đã xác định được 13 QXTVNM tự nhiên trên toàn bộ khu vực nghiên cứu, tiến hành lập 39 OTC tạm thời kích thước 10x10m (3 OTC/QXTVNM tự nhiên) để nghiên cứu tái sinh dưới tán, và lập 4 ODV kích thước 20x20m trên 4 QXTVNM tự nhiên điển

hình để nghiên cứu quá trình phục hồi QXTVNM thông qua diễn biến tái sinh tự nhiên trong 6 năm, bên cạnh đó theo dõi 15 lỗ trống định vị trong tổng số 96 trống quan sát được, thời gian theo dõi là 6 năm nhằm đánh giá đặc điểm tái sinh trong lỗ trống.

- Thu thập và tính toán dữ liệu về TTVNM: tên loài, chiều cao vút ngọn và đường gốc, độ tàn che TCC và CTS, phẩm chất cây tái sinh, từ đó tính toán xác định CTTT, chỉ số ưu thế Simpson, chỉ số đa dạng Shannon H', chỉ số tương đồng SI (Sorensen's Index), dãy chỉ số Rényi dạng phân bố số CTS theo chiều cao, v.v… theo các tác giả Phan Nguyên Hồng (2003), Nguyễn Nghĩa Thìn (1997), FAO (2007). Mẫu thực vật được định danh dựa theo các tài liệu của Phạm Hoàng Hộ [12] Nguyễn Hoàng Trí (1996) [38]). Phân tích phổ dạng sống của HTV theo Raunkiær C. (1934) [83]. Phân tích giá trị nguồn gen quý hiếm theo "Sách Đỏ Việt Nam" của Bộ Khoa học và Công nghệ (2007) [4]. Giá trị sử dụng của các loài được đánh giá theo Võ Văn Chi (1996) [6], Đỗ Tất Lợi (1999) [22], Triệu Văn Hùng (2007) [19], các kiểu quần xã thực vật nghiên cứu, sắp xếp, mô tả theo Phan Nguyên Hồng (1999) [14] và tổ hợp loài ưu thế theo Thái Văn Trừng [42].

- Xây dựng bản đồ hiện trạng 2012 và 2018 theo phương pháp của Trần Quang Bảo và cộng sự (2014).

### 2.3.4. Phương pháp lập bản đồ hiện trạng

Nghiên cứu sử dụng phương pháp giải đoán ảnh vệ tinh, kết hợp điều tra chỉnh lý ngoài thực địa để xây dựng bản đồ hiện trạng rừng tại thời điểm năm 2012 và năm 2018. Các phần mềm được sử dụng để xây dựng bản đồ gồm: Ecognition Developer 8.7, ArcGIS 10.4, Mapinfor 12.5. Sử dụng bản đồ hiện trạng rừng năm 2012 (bản đồ diễn biến rừng - nguồn: Chi cục Kiểm lâm tỉnh Quảng Ninh); Bản đồ diễn biến rừng năm 2017 (trên nền bản đồ kiểm kê rừng năm 2016 – nguồn: Chi cục kiểm lâm tỉnh Quảng Ninh); Ảnh vệ tinh SPOT 5, độ phân giải không gian 5m chụp tháng 10/2012; Ảnh vệ tinh VNREDsat, độ phân giải không gian 5m chụp tháng 10/2017. Ngoài ra, sử dụng 2 cảnh ảnh landsat chụp tháng 11/2012 và tháng 11/2017.

# CHƯƠNG III
# ĐẶC ĐIỂM TỰ NHIÊN, KINH TẾ - XÃ HỘI KHU VỰC NGHIÊN CỨU

Đề tài nghiên cứu các đặc điểm kinh tế - xã hội của xã đảo Đồng Rui, huyện Tiên Yên. Xã Đồng Rui có đường trục lối từ trung tâm xã với Quốc lộ 18A, thuận tiện giao thông đi lại giao thương với thành phố Cẩm Phả, thị trấn Tiên Yên và các xã trong huyện và ngược lại. Xã Đồng Rui (huyện Tiên Yên) có biển, RNM với diện tích tự nhiên trên 4.900 ha, trong đó diện tích đất ngập nước 3.000 ha, diện tích có RNM trên 2.000 ha, có HST đa dạng, nguồn lợi hải sản phong phú, có những loài giá trị kinh tế cao, như: Ốc đĩa, Ngán, Cua biển, Ruốc, Cá bớp, Sá sùng, Bông thùa, các loại cá v.v...

Quảng Ninh là tỉnh nằm ở vùng Đông Bắc Việt Nam với tổng diện tích tự nhiên là 6.102,35 $km^2$ (chưa tính biển đảo), có tọa độ địa lý từ $106^o26'$ đến $108^o31'$ kinh độ Đông và từ $20^o40'$ đến $21^o40'$ vĩ độ Bắc, phía Đông Bắc giáp Trung Quốc, phía Nam giáp vịnh Bắc Bộ, phía Tây Nam giáp thành phố Hải Dương, phía Tây Bắc giáp các tỉnh Lạng Sơn, Bắc Giang và Hải Dương.

# CHƯƠNG IV
# KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

## 4.1. Đặc điểm cơ bản thảm thực vật ngập mặn quanh đảo Đồng Rui

### *4.1.1. Hệ thực vật*

Phân tích thành phần loài thực vật bậc cao có mạch phân bố tại Đồng Rui cho thấy, có 144 loài thuộc 115 chi, 53 họ thuộc hai ngành thực vật là ngành Dương xỉ (Pteridophyta) và ngành Ngọc lan (Magnoliophyta)

Trong ngành Ngọc Lan, lớp Ngọc Lan (Magnoliopsida) có số loài chiếm ưu thế vượt trội so với lớp Hành (Liliopsida) bởi các tỉ lệ 33/1 ở bậc họ, 5,47/1 ở bậc chi và 3,79/1 ở bậc loài.

Trên tổng thể cấu trúc thành phần loài của hệ thực vật (HTV) cho thấy HTVNM Đồng Rui có số loài thấp nhất với 144 loài so với 174 loài của HTVNM VQG Xuân Thủy và 199 loài thuộc HTVNM Thái Thụy.

### *4.1.2. Đa dạng các QXTVNM*

Tại xã Đồng Rui, 14 QXTVNM đã được xác định với tổng diện tích 2.129,6 ha, có 13 QXTVNM tự nhiên và 1 QXTVNM nhân tạo (rừng trồng):

- Quần xã tự nhiên Vẹt dù (*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lam.) + Đâng (*Rhirophora stylosa* Griff.)

- Quần xã tự nhiên Vẹt dù (*Bruguiera gymnorrhiza*) + Đâng (*Rhirophora stylosa*)+ Sú (*Aegiceras corniculatum* (L.) Blanco.) + Trang (*Kandelia obovata* Sheue Liu & Yong);

- Quần xã tự nhiên Vẹt dù (*Bruguiera gymnorrhiza*) + Đâng (*Rhirophora stylosa*) + Mắm biển (*Avicennia marina* (Forssk.) Veirh.) + Trang (*Kandelia obovata*);

- Quần xã tự nhiên Sú (*Aegiceras corniculatum*) + Mắm biển (*Avicennia marina*) + Trang (*Kandelia obovata*) + Đâng (*Rhirophora stylosa*) + Vẹt dù (*Bruguiera gymnorrhiza*);

- Quần xã tự nhiên Đâng (*Rhirophora stylosa*)) + Vẹt dù (*Bruguiera gymnorrhiza*) + Sú (*Aegiceras corniculatum*) +Trang (*Kandelia obovata*) + Mắm biển (*Avicennia marina*);

- Quần xã tự nhiên Mắm biển (*Avicennia marina*) ưu thế;

- Quần xã tự nhiên Sú (*Aegiceras corniculatum*) + Trang (*Kandelia obovata*) + Đâng (*Rhirophora stylosa*) + Vẹt dù (*Bruguiera gymnorrhiza*);

- Quần xã tự nhiên Sú (*Aegiceras corniculatum*) + Trang (*Kandelia obovata*) + Mắm biển (*Avicennia marina*);

- Quần xã tự nhiên Sú (*Aegiceras corniculatum*) + Trang (*Kandelia obovata*);

- Quần xã tự nhiên Sú (*Aegiceras corniculatum*) + Bần chua (*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.) + Trang (*Kandelia obovata*);

- Quần xã tự nhiên Mắm biển (*Avicennia marina*) ưu thế phục hồi sau NTTS;

- Quần xã tự nhiên Vẹt dù (*Bruguiera gymnorrhiza*) ưu thế;

- Quần xã tự nhiên Cóc vàng (*Lumnitzera racemosa* (Gaud.) Presl.) + Giá (*Excoecaria agallocha* L.) + Mắm biển (*Avicennia marina*);

- Rừng trồng ngập mặn Trang (*Kandelia obovata*) + Đâng (*Rhirophora stylosa*).

Ngoài các QXTVNM, ở Đồng Rui còn có các quần xã khác phân bố hoàn toàn trên cạn như rừng trồng (bao gồm cả trảng bụi, trảng cỏ) diện tích 30,91ha và đất canh tác nông nghiệp, đất khác v.v... với tổng diện tích 4.974 ha.

## 4.2. Đặc điểm cấu trúc tầng cây cao một số QXTVNM tự nhiên tại khu vực nghiên cứu

### *4.2.1. Cấu trúc tổ thành tầng cây cao*

Thành phần loài TCC của khu vực nghiên cứu có độ đa dạng thấp, số loài tham gia công thức tổ thành (CTTT) trên các QXTVNM tự nhiên dao động từ 2 - 6 loài, với duy nhất 1 quần xã ở khu vực ngập triều cao có 6 loài tham gia (quần xã Cóc + Giá + Mắm biển).

### *4.2.2. Mật độ, độ tàn che của các QXTVNM*

Mật độ TCC tương đối thấp và sự có sự khác biệt rõ rệt giữa các quần xã, mật độ trung bình dao động từ 2.223 - 7.333 cây/ha.

### *4.2.3. Một số chỉ tiêu sinh trưởng tầng cây cao*

Đường kính gốc cây của TCC ở cả 13 quần xã tự nhiên dao động từ 3,6 - 7,6 cm, trung bình chỉ đạt 5,7 cm.

Chiều cao vút ngọn của TCC trên cả 13 quần xã tự nhiên dao động từ 1,4 - 2,8 m, các quần xã Cóc vàng + Giá + Mắm biển và quần xã Sú + Mắm biển + Trang + Đâng + Vẹt dù $H_{VN}$ chỉ đạt 1,4 m.

Diện tích tán trung bình của cây dao động từ 1,3 - 6,1 $m^2$.

### *4.2.4. Mức độ ưu thế (D) và đa dạng loài (H) tầng cây cao*

Mức độ ưu thế (chỉ số Simpson D), mức độ đa dạng (chỉ số Shannon - Wiener H) cho thấy mức độ đa dạng sinh học tại khu vực ở mức thấp, dao động trong khoảng từ 0,187 - 0,692, H dao động từ 0,482 – 1,965, thấp nhất tại quần xã Mắm biển phục hồi sau NTTS. Nghiên cứu đã sử dụng dãy hệ số Rényi để xác định chỉ số đồng đều của các loài. Theo dãy số này thì các quần xã Sú + Mắm biển + Trang, Đâng + Vẹt dù; quần xã Đâng + Vẹt dù + Sú + Trang + Mắm biển và quần xã Vẹt dù + Đâng + Mắm biển + Trang là 3 quần xã tự nhiên có mức độ đa dạng loài cao nhất và tương tự nhau.

## 4.3. Đặc điểm tái sinh tự nhiên của các QXTVNM

### *4.3.1. Đặc điểm tái sinh tự nhiên dưới tán các QXTVNM*

*4.3.1.1. Mật độ và tổ thành loài cây tái sinh tự nhiên dưới tán các QXTVNM*

Mật độ CTS dưới tán QXTVNM dao động từ 3.500 – 18.500 cây/ha.

Tổ thành loài CTS dưới tán tương đối đồng nhất với tổ thành TCC, số loài dao động từ 1 - 5 loài, chủ yếu từ 2 - 4 loài.

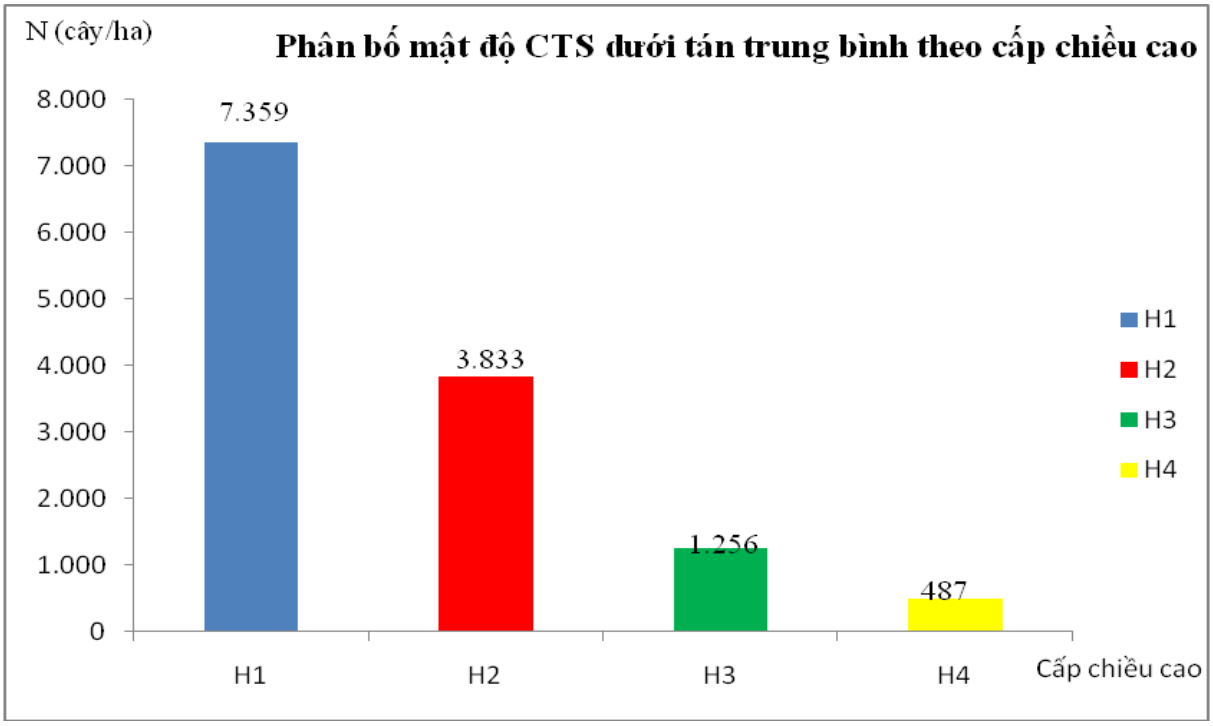
*4.3.1.2. Tính đa dạng loài của tầng cây tái sinh dưới tán các QXTVNM*

Chỉ số đa dạng Shannon - Wiener (H) của CTS dao động trong khoảng từ 0 - 1,87, mức độ ưu thế (D) của CTS biến động trong khoảng từ 0 - 0,693.

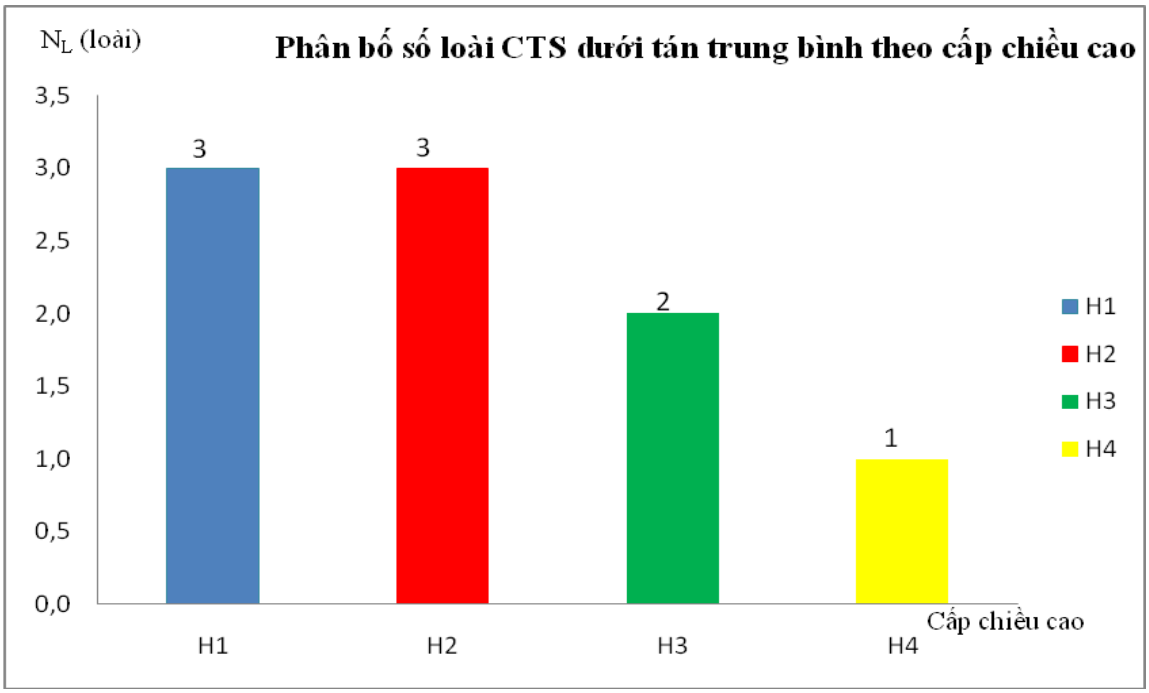
Quần xã Sú + Mắm biển + Trang + Đâng + Vẹt dù; quần xã Đâng + Vẹt dù + Sú + Trang + Mắm biển là 2 quần xã có độ đa dạng của CTS cao nhất

*4.3.1.3. Phân bố không gian của cây tái sinh dưới tán các QXTVNM*

*a) Phân bố số loài ($N_L$), mật độ CTS (N) theo cấp chiều cao ($H_{vn}$)*




.




**Hình 4.4. Biểu đồ phân bố $N/H_{vn}$ và $N_L/H_{vn}$của CTS tự nhiên dưới tán các QXTVNM**

*b) Đặc điểm cây tái sinh triển vọng dưới tán các QXTVNM*

CTS triển vọng có số loài dao động từ 1 - 4 loài, đây cũng chính là các loài chiếm ưu thế nhất ở TCC. Mật độ CTS triển vọng thấp nhất là 333 cây/ha, cao nhất là 3.333 cây/ha.

*4.3.1.4. Phẩm chất cây tái sinh dưới tán QXTVNM*

CTS dưới tán QXTVNM phần lớn có phẩm chất tốt (54,3% đối với lớp cây tái sinh có chiều cao dưới 0,8 m và 69,1% đối với CTS có chiều cao ≥0,8 m); Tương ứng 2 mức chiều cao CTS này với cây có phẩm chất xấu lần lượt là 25,9% và 19,9%, CTS có phẩm chất trung bình là 19,8% và 11,0%.

***4.3.2. Đặc điểm tái sinh tự nhiên trong lỗ trống của các QXTVNM***

*4.3.2.1. Đặc điểm chung các lỗ trống tại khu vực nghiên cứu*

Năm 2012 tại Đồng Rui có 96 lỗ trống phân bố trên 6 quần xã tự nhiên trong tổng số 13 QXTVNM tự nhiên. Diện tích các lỗ trống ở thời điểm năm 2012 dao động từ 14,4 $m^2$ đến 1.012,3 $m^2$. Đến năm 2018, ở khu vực nghiên cứu có 103 lỗ trống, diện tích các lỗ trống dao động từ 14,4 $m^2$ - 283,1 $m^2$, lỗ trống có diện tích lớn nhất là 920,7 $m^2$ (01 lỗ trống).

*4.3.2.2. Đặc điểm lỗ trống trong các ô định vị*

15 lỗ trống định vị có mặt ở 4 quần xã tự nhiên khác nhau. Có sự thay đổi rõ ràng về diện tích và số lượng lỗ trống từ năm 2012 đến năm 2018, còn lại 14 lỗ trống trong 4 ODV với tổng diện tích 948,2 $m^2$, giảm 602,7 $m^2$ so với năm 2012. Đã giảm đi 1 lỗ trống trong ODV số 1 do quá trình tái sinh đã vá liền lỗ trống;

*4.3.2.3. Đặc điểm tầng cây cao xung quanh lỗ trống*

Thành phần loài TCC xung quanh lỗ trống khá đồng nhất với các quần xã tự nhiên trên mỗi ODV chứa lỗ trống, biến động từ 2 đến 5 loài tùy thuộc vào từng lỗ trống. Mật độ trung bình TCC của các quần xã tự nhiên xung quanh lỗ trống dao động từ 2.458 - 5.023 cây/ha.

*4.3.2.4. Đặc điểm cây tái sinh trong lỗ trống*

*a) Mật độ và tổ thành cây tái sinh trong lỗ trống*

Mật độ CTS trong lỗ trống dao động từ 1.000 - 9.000 cây/ha, tổ thành CTS trong lỗ trống khá tương đồng với tổ thành của TCC, số loài dao động từ 1 đến 5 loài, phổ biến là từ 2 - 4 loài.

*b. Tính đa dạng loài cây tái sinh trong lỗ trống*

Độ ưu thế (D) biến động từ 0,288 – 1, độ đa dạng loài của CTS (H) biến động từ 0-2,005. Các lỗ trống có thành phần loài CTS kém đa dạng, hầu hết chỉ có từ 2 - 3 loài, chủ yếu tương đồng với thành phần của TCC xung quanh.

*c) Phân bố không gian của cây tái sinh trong lỗ trống*

- *Phân bố số loài ($N_L$), mật độ cây (N), tái sinh trong lỗ trống theo cấp chiều cao ($H_{vn}$)*

Phân bố mật độ, số loài CTS theo cấp chiều cao tập trung chủ yếu ở chiều cao dưới 0,4 m và giảm mạnh khi chiều cao tăng lên đến trên 0,8 m ở tất cả các lỗ trống trừ lỗ trống số 1.

Mật độ CTS dao động từ 1.000 - 9.000 cây/ha, phân bố chủ yếu ở cấp chiều cao dưới 0,4 m (từ 1.000 - 4.500 cây/ha).

- *Đặc điểm lớp cây tái sinh triển vọng trong các lỗ trống*

Trong 15 lỗ trống thì chỉ có 9 lỗ trống có CTS triển vọng, mật độ dao động từ 300 - 3.500 cây/ha.

Tổ thành CTS có triển vọng trên các lỗ trống khá đơn giản, chủ yếu là 2 loài Vẹt dù và Đâng.

*d) Chất lượng cây tái sinh trong lỗ trống*

Tỷ lệ CTS có chất lượng xấu tương đối cao, 8 trên 15 lỗ trống có tỷ lệ CTS có phẩm chất xấu trên 50 %.

**4.4. Quá trình phục hồi tự nhiên của một số QXTVNM**

***4.4.1. Quá trình phục hồi thông qua tái sinh tự nhiên của một số QXTVNM từ năm 2012 đến năm 2018***

*4.4.1.1. Quá trình phục hồi tự nhiên thông qua tái sinh dưới tán*

*a. Diễn biến tổ thành loài CTS dưới tán và đa dạng loài*

- ODV số I: TCC có 3 loài ưu thế trong tổng số 4 loài ở lần đo năm 2012, bao gồm: Sú, Trang, Mắm biển. Năm 2018, các loài ưu thế không có sự thay đổi so với trước đó, tuy nhiên có bổ sung thêm loài Vẹt dù vào CTTT. Tầng CTS có 4 loài tham gia, cả 4 loài đều là loài ưu thế; thành phần loài có sự kế thừa so với TCC với sự tham gia của Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù.

- ODV số II: TCC có 2 loài ưu thế trong tổng số 5 loài ở lần đo năm 2012, bao gồm: Vẹt dù, Đâng. Năm 2018 xuất hiện thêm 2 loài Sú, Trang tham gia CTTT của TCC. Tầng CTS ghi nhận sự ưu thế tuyệt đối của cả hai loài Vẹt dù và Đâng ở cả hai lần đo. - ODV số III: TCC xuất hiện 3 loài cây Mắm biển, Sú và Vẹt dù ở cả 2 lần đo. Tầng CTS có 2 loài ưu thế trong tổng số 3 loài xuất hiện trong CTTT, bao gồm: Mắm biển (trên 85%) và Sú (khoảng 10%) và Vẹt dù (4%).

- ODV số IV: TCC có 4 loài ưu thế trong tổng số 5 loài ở cả 2 lần đo năm 2012 và 2018 bao gồm:Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang, trong đó Vẹt dù là loài chiếm ưu thế nhất với khoảng 45% tổng số cây. Tầng CTS tại lần đo năm 2012 có thành phần và cấu trúc tổ thành tương tự so với TCC nhưng vào năm 2018 xuất hiện thêm Mắm biển trong số loài ưu thế, giảm độ ưu thế của loài Trang.

Số lượng loài cây xuất hiện tại khu vực tương đối thấp, biến động từ 1 - 5 loài. Số lượng loài cây ưu thế biến động trong khoảng từ 1 - 4 loài. Số lượng loài cây ưu thế xuất hiện trong TCC tương đối ổn định tại 2 lần đo.

Chỉ số đa dạng Shannon -Wiener cho thấy mức độ đa dạng loài tại khu vực ở mức thấp, dao động trong khoảng từ 0,790 - 1,979 đối với TCC;

0,611 - 1,737 đối với tầng CTS. Chỉ số đa dạng loài có xu hướng tăng lên sau 6 năm.

Chỉ số Rényi cho thấy ở TCC, ODV số IV có chỉ số đa dạng loài cao nhất tại cả 2 lần đo năm 2012 và năm 2018. ODV số II và IV có mức độ đa dạng tương tự nhau và nằm ở mức trung bình, ODV số III có tính đa dạng loài thấp nhất. Ở tầng CTS, chỉ số đa dạng loài tầng CTS năm 2018 cao hơn năm 2012 tại 3 ODV số I, III, IV và ngược lại tại ODV số II.

- *Chỉ số tương đồng (SI)*

Chỉ số SI giữa TCC và tầng CTS tại cả 2 thời điểm đều ở mức cao. Năm 2012 và năm 2018, chỉ số SI dao động từ 0,6 - 1,0.

Chỉ số SI của TCC tại hai thời điểm 2012 và 2018 ở mức cao, dao động từ 0,3-1.

Tương tự TCC, tầng CTS có chỉ số SI của cả 4 ODV đều đạt 1,0 tại hai thời điểm. Điều này cho thấy không có sự xuất hiện loài mới từ năm 2012 – 2018 của CTS ở các ODV nghiên cứu.

*b. Diễn biến số cây tái sinh dưới tán bổ sung, chết và chuyển cấp*

Mật độ CTS tại các ODV có sự biến động không rõ rệt theo thời gian. Các ODV số II, III và IV có xu hướng tăng mật độ đến cực đỉnh vào năm 2014, sau đó giảm vào năm 2016. Trong khi đó, ODV I lại tăng dần từ năm 2012 - 2014 và giảm xuống còn 10.556 cây/ha vào năm 2016), tuy nhiên lại tăng gần gấp đôi vào năm 2018, đạt 19.167 cây/ha. Xét tổng thể trong cả giai đoạn 2012 - 2018, mật độ CTS có xu hướng tăng.

Phân bố CTS theo cấp chiều cao cây ở các năm tuân theo luật phân bố giảm. Số CTS có chiều cao dưới 0,4 m đạt mật độ lớn nhất, nhỏ nhất là mật độ số CTS có chiều cao trên 1,2 m. Năm 2012, 2016, 2018 mật độ CTS có chiều cao dưới 0,4 m tương đương gần 2 lần tổng số cây của 3 cấp còn lại.

Số CTS bổ sung trung bình trong 6 năm đạt giá trị cao nhất tại ODV số IV (trung bình 10.833 ± 15,39), thấp nhất tại ODV II (trung bình 6.481 ± 20,03). Số cây chết trung bình trong 6 năm có giá trị cao nhất tại ODV số IV (trung bình 7.963 ± 8,96), thấp nhất tại ODV số II (2.778 ± 5,69).

Năm 2014 và năm 2018 số CTS bổ sung đạt giá trị gấp gần 2 lần số cây chết. Tuy nhiên, tại năm 2016 số CTS bổ sung lại có giá trị thấp hơn số cây chết trung bình.

Từ năm 2012 đến năm 2018 số CTS bổ sung, chết và chuyển cấp giảm dần theo cấp chiều cao. Trung bình hàng năm lượng CTS chết tại cấp chiều cao nhỏ hơn 0,4 m đạt giá trị lớn nhất (7.847 cây/ha).

- *Sự chuyển cấp giữa các lớp cây*

Trong khoảng thời gian 6 năm (2012 - 2018) tại TCC số cây bị chết biến động từ 125 - 425 cây/ha, số cây mới bổ sung biến động từ 275 - 400 cây/ha. Số lượng cây chuyển cấp không được tính toán do TCC tại khu vực khá đơn giản. Tại tầng CTS, số cây chết biến động từ 4.722 - 14.444 cây/ha, số cây mới bổ sung biến động từ 15.556 - 20.833 cây/ha, số cây chuyển cấp biến động trong khoảng từ 3.333 - 8.611cây/ha.

*4.4.1.2. Quá trình phục hồi tự nhiên thông qua tái sinh trong lỗ trống*

*a) Diễn biến tổ thành loài CTS trong lỗ trống và đa dạng loài*

- Mật độ tái sinh tăng mạnh từ năm 2012 đến năm 2018, tuy nhiên tổ thành tái sinh thì ít có sự biến đổi sau 6 năm. Nhìn chung, mật độ CTS tăng từ 500cây/ha đến 17.000 cây/ha.

- Về thành phần loài hầu như ít có sự thay đổi, chỉ có sự biến đổi nhẹ về hệ số tổ thành của các loài tham gia.

- Chỉ số đa dạng loài Shannon - Wiener (H) tầng CTS của các lỗ trống biến động trong khoảng từ 0,00 - 2,00 (năm 2012) và 0,00 - 1,98 (năm 2018). Sự biến động về mức độ đa dạng sinh học các loài CTS trong lỗ trống trong 2 năm 2012 và 2018 không rõ rệt.

- Dãy chỉ số Rényi của tầng CTS trong 15 lỗ trống ở các ô ODV trên 4 quần xã tự nhiên cho thấy, nếu xét chung cho các lỗ trống trên mỗi quần xã tự nhiên, thì chỉ có các lỗ trống thuộc quần xã tự nhiên Vẹt dù, Đâng, Sú, Trang và quần xã tự nhiên Sú, Trang, Đâng, Vẹt dù có biến động đa dạng loài của CTS theo hướng tăng từ năm 2012 đến năm 2018, các lỗ trống trên hai quần xã tự nhiên còn lại có chiều hướng giảm.

- *Chỉ số tương đồng (SI)*

+ Sự tương đồng giữa TCC và tầng CTS đều rất cao 0,5 - 1 tại cả hai thời điểm nghiên cứu, trong đó có 11/15 lỗ trống có chỉ số tương đồng SI > 0,8, điều này cho thấy TCC và tầng CTS có mối liên hệ mật thiết với nhau.

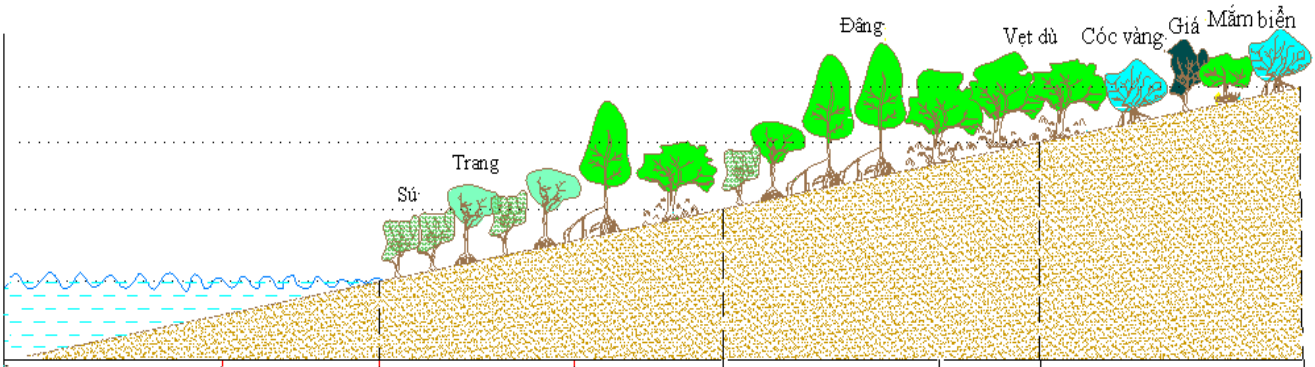
+ Sự tương đồng về TCC và tầng CTS tại năm 2012 và 2018 đều rất cao (≈1). Điều này cho thấy tầng CTS và TCC tại hai thời điểm nghiên cứu có tính kế thừa nhau.

*b) Biến động mật độ cây tái sinh trong các lỗ trống qua các năm*

Mật độ CTS tăng từ 500 cây/ha đến 17.000 cây/ha. Duy nhất có 1 lỗ trống cho thấy mật độ tái sinh giảm mạnh, từ 2.000 cây/ha xuống 1.000 cây/ha. Trong 4 cấp chiều cao, cấp H1 (<0,4 m) có sự tăng mạnh về mật độ CTS, bình quân tăng từ 2.000 - 8.500 cây/ha; cấp H2 (0,4≤H<0,8 m), mật độ CTS tăng từ 500 đến 3000 cây/ha; cấp H3 (0,8≤H<1,2 m), mật độ tăng, dao động từ 500 - 3.000 cây/ha; cấp H4 (≥1,2 m), sự tăng lên của mật độ CTS cũng dao động từ 500 – 3.000 cây /ha và khá tương đồng với cấp chiều cao H3.

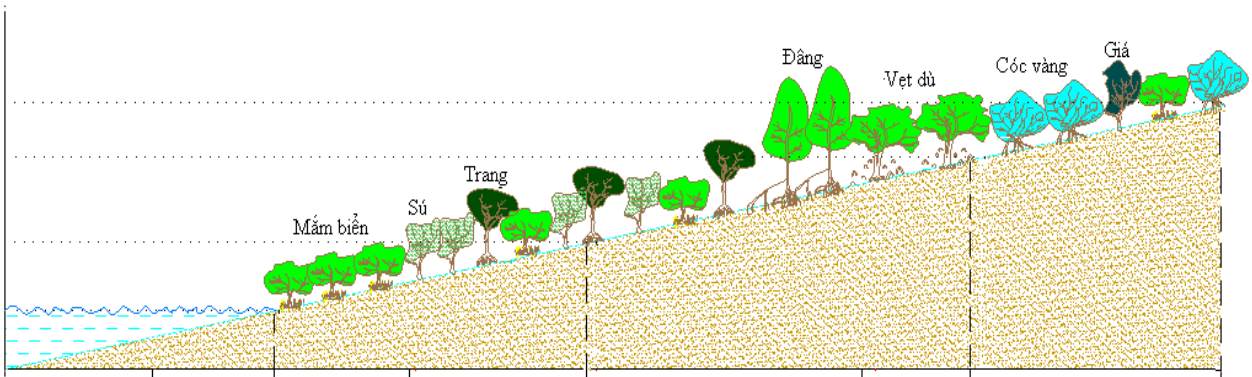
### *4.4.2. Xu hướng diễn thế QXTVNM tự nhiên tại khu vực nghiên cứu*

Qua quá trình phân tích, bằng việc kết hợp các phương pháp điều tra thực địa, điều tra theo dõi trên các OTC, trên các ODV, phân tích ảnh vệ tinh có sử dụng thiết bị bay không người lái, chúng tôi đã xây dựng được sơ đồ xu hướng diễn thế QXTVNM tại đảo Đồng Rui. Xu hướng diễn thế tự nhiên của các loài CNM vùng ven biển đảo Đồng Rui được xác định có cả xu hướng diễn thế nguyên sinh và xu hướng diễn thế thứ sinh.



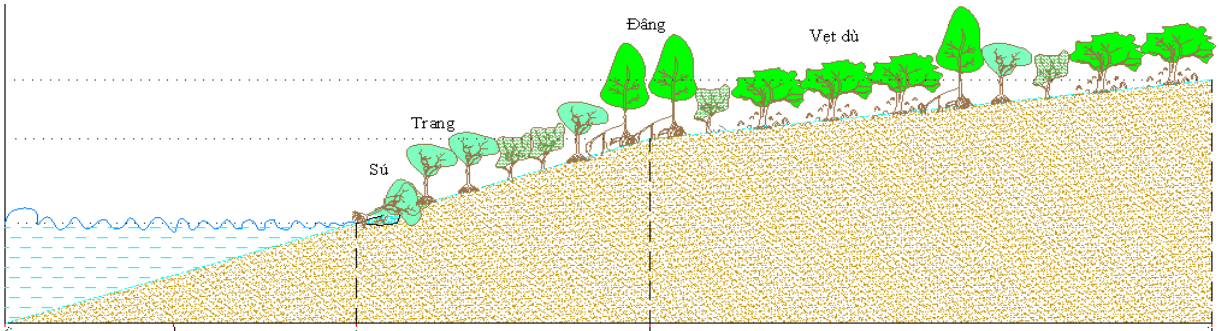

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Quần xã thực vật ngập mặn | Chưa xuất hiện rừng ngập mặn | Sú+Trang | Sú+Trang+ Đâng+ Vẹt dù | Vẹt dù + Đâng+Sú+ Trang | - Vẹt dù+ Đâng<br>- Vẹt dù ưu thế | Cóc vàng+Giá+Mắm biển |
| Chế độ ngập triều | Ngập khi nước triều rất thấp | Ngập khi nước triều thấp | | Ngập khi nước triều trung bình | | Ngập khi nước triều cao hoặc cao bất thường |
| Số ngày ngập triều trong tháng | 30 ngày | 25÷ 29 | 20÷ 24 | 15÷ 19 | 10÷ 14 | ≤ 9 |

**Hình 4.16. Sơ đồ mặt cắt phản ánh xu hướng diễn thế QXTVNM tự nhiên khu vực Đông Nam, đảo Đồng Rui**




| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Quần xã thực vật ngập mặn | Chưa có rừng ngập mặn | Mắm biển ưu thế | Sú+Trang+ Mắm biển | - Sú+Mắm biển+Trang Đâng+Vẹt dù<br>- Đâng+Vẹt dù+Sú+ Trang+Mắm biển | Vẹt dù+ Đâng+ Mắm biển+Trang | Cóc vàng+Giá+Mắm biển |
| Chế độ ngập triều | Ngập khi nước triều rất thấp | Ngập khi nước triều thấp | | Ngập khi nước triều trung bình | | Ngập khi nước triều cao hoặc cao bất thường |
| Số ngày ngập triều trong tháng | 30 ngày | 25÷29 | 20÷24 | 15÷19 | 10÷14 | ≤9 |

**Hình 4.17. Sơ đồ mặt cắt phản ánh xu hướng diễn thế QXTVNM tự nhiên khu vực Tây Bắc, đảo Đồng Rui**




| | | | |
|---|---|---|---|
| Quần xã thực vật ngập mặn | Chưa có cây ngập mặn | Sú+Trang | Vẹt dù + Đâng +Sú + Trang |
| Chế độ ngập triều | Ngập khi nước triều rất thấp | Ngập khi nước triều trung bình | |
| Số ngày ngập triều trong tháng | 30 ngày | 15÷19 | 10÷14 |

**Hình 4.18. Sơ đồ mặt cắt phản ánh xu hướng diễn thế QXTVNM tự nhiên khu vực Tây Nam, đảo Đồng Rui**

(mặt cắt TTV khiếm khuyết giai đoạn tiên phong)

Nghiên cứu về diễn thế của các QXTVNM tự nhiên ở huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh, Phan Nguyên Hồng (1991) [13] đã chỉ ra rằng: diễn

thế nguyên sinh tại khu vực này có 4 giai đoạn điển hình. Cho tới nay, với 3 xu hướng diễn thế tại khu vực nghiên cứu (hình 4.16, 4.17, 4.18), tại khu vực Đông Nam, đảo Đồng Rui quá trình diễn thế nguyên sinh vẫn bao gồm 4 giai đoạn; khu vực khác là ở Tây Bắc của đảo Đồng Rui, xuất hiện 3 giai đoạn của quá trình diễn thế nguyên sinh, mặc dù vậy tại nơi đây vẫn có giai đoạn tiên phong, giai đoạn hỗn hợp và giai đoạn cuối cùng; khác với 2 khu vực trên, ở khu vực Tây Nam của đảo Đồng Rui chỉ xuất hiện 2 giai đoạn của quá trình diễn thế: giai đoạn hỗn hợp và giai đoạn cuối, sự khiếm khuyết giai đoạn tiên phong sẽ là khởi đầu của sự suy thoái QXTVNM tự nhiên tại khu vực này.

Dựa trên xu hướng diễn thế tự nhiên tại các khu vực khác nhau của đảo Đồng Rui có ý nghĩa về mặt lý thuyết và thực tiễn, là cơ sở để đề xuất các giải pháp phục hồi QXTVNM thành công thông qua việc xúc tiến tái sinh tự nhiên hoặc trồng rừng bằng cách lựa chọn loài CNM phục hồi phù hợp với từng điều kiện lập địa. Đối với khu vực bị xói lở, khiếm khuyết giai đoạn tiên phong cần nghiên cứu, ứng dụng kỹ thuật, công nghệ làm giảm sóng (như làm tường mềm cản sóng bằng tre, quây lưới, v.v..) tạo điều kiện thuận lợi cho các trụ mầm, cây con của những loài CNM tiên phong như Sú, Trang hay Mắm biển tái sinh trên các bãi bồi mới hình thành và ổn định.

### *4.4.3. Các diễn biến QXTVNM và diện tích đất tại khu vực nghiên cứu*

#### *4.4.3.1. Bản đồ hiện trạng QXTVNM*

Để xác định diện tích đất lâm nghiệp, cũng như đánh giá sự thay đổi của các trạng thái tại khu vực, chúng tôi đã xây dựng bản đồ hiện trạng diện tích rừng năm 2012 và 2018

#### *4.4.3.2. Biến động diện tích đất khu vực nghiên cứu giai đoạn 2012 – 2018*

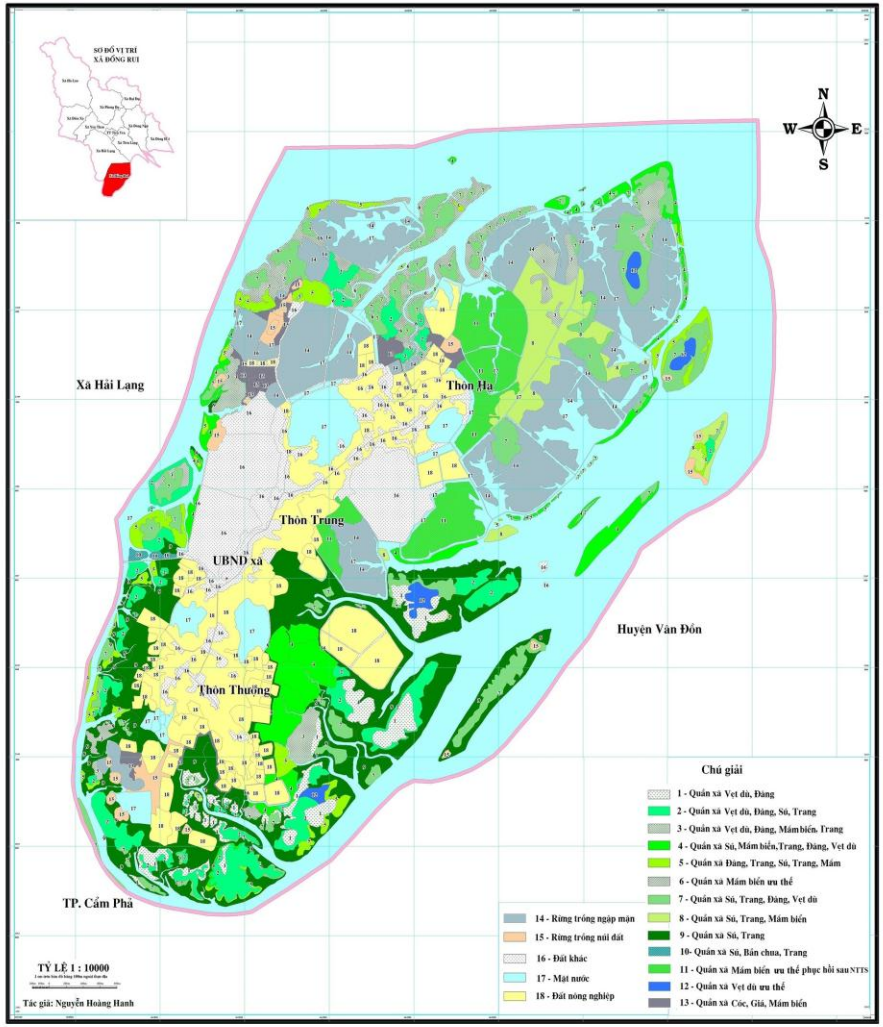
**Bảng 4.38. Ma trận diễn biến TTVNM xã Đồng Rui, giai đoạn 2012 – 2018**

*Đơn vị tính: ha*

| Mã QXTVNM | | Hiện trạng TTVNM năm 2018 | | | | | | | | | | | | | | | | | | Tổng |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | |
| **Hiện trạng TTVNM năm 2012** | **1** | 120,1 | 0,2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 120,3 |
| | **2** | 11,7 | 177,7 | - | - | 1,0 | - | 1,4 | - | 0,5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 192,2 |
| | **3** | - | - | 116,7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1,1 | - | - | - | - | 117,8 |
| | **4** | 1,0 | 0,7 | 1,7 | 197,8 | 4,4 | - | - | - | - | - | 0,7 | - | - | 1,4 | - | - | - | - | 207,8 |
| | **5** | - | 0,9 | - | 1,8 | 113,5 | - | - | - | 0,4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 116,7 |
| | **6** | - | - | - | - | - | 75,7 | - | - | - | - | 35,2 | - | - | 4,3 | - | - | - | - | 115,2 |
| | **7** | 4,5 | 5,1 | - | - | 3,1 | - | 90,4 | - | 1,1 | - | - | - | - | 0,2 | - | - | - | - | 104,2 |
| | **8** | - | - | - | - | - | - | - | 12,2 | - | - | 5,8 | - | - | - | - | - | - | - | 17,9 |
| | **9** | 0,9 | 0,3 | - | - | 0,4 | - | 7,1 | - | 357,6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 366,2 |
| | **10** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4,5 | - | - | - | - | - | - | - | - | 4,5 |
| | **11** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 149,3 | - | - | 1,1 | - | - | - | - | 150,4 |
| | **12** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 23,4 | - | - | - | - | - | - | 23,4 |
| | **13** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 44,0 | - | - | - | - | - | 44,0 |
| | **14** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5,1 | - | - | 216,8 | - | - | - | 1,0 | 222,9 |
| | **15** | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,8 | - | - | - | - | 1,0 | 30,9 | | - | - | 32,7 |
| | **16** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 12,4 | - | 270,1 | 24,0 | 1,1 | 307,6 |
| | **17** | - | - | - | 0,1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3,1 | 1.917,3 | 18,5 | 1.939,0 |
| | **18** | - | - | - | 0,9 | - | - | 0,4 | - | - | - | - | - | - | 311,7 | - | 69,8 | 11,9 | 496,8 | 891,4 |
| **Tổng** | | 138,0 | 184,8 | 118,4 | 200,7 | 122,3 | 75,7 | 99,2 | 12,2 | 360,4 | 4,5 | 196,0 | 23,4 | 44,0 | 550,0 | 30,9 | 342,9 | 1.953,2 | 517,5 | 4.974,0 |

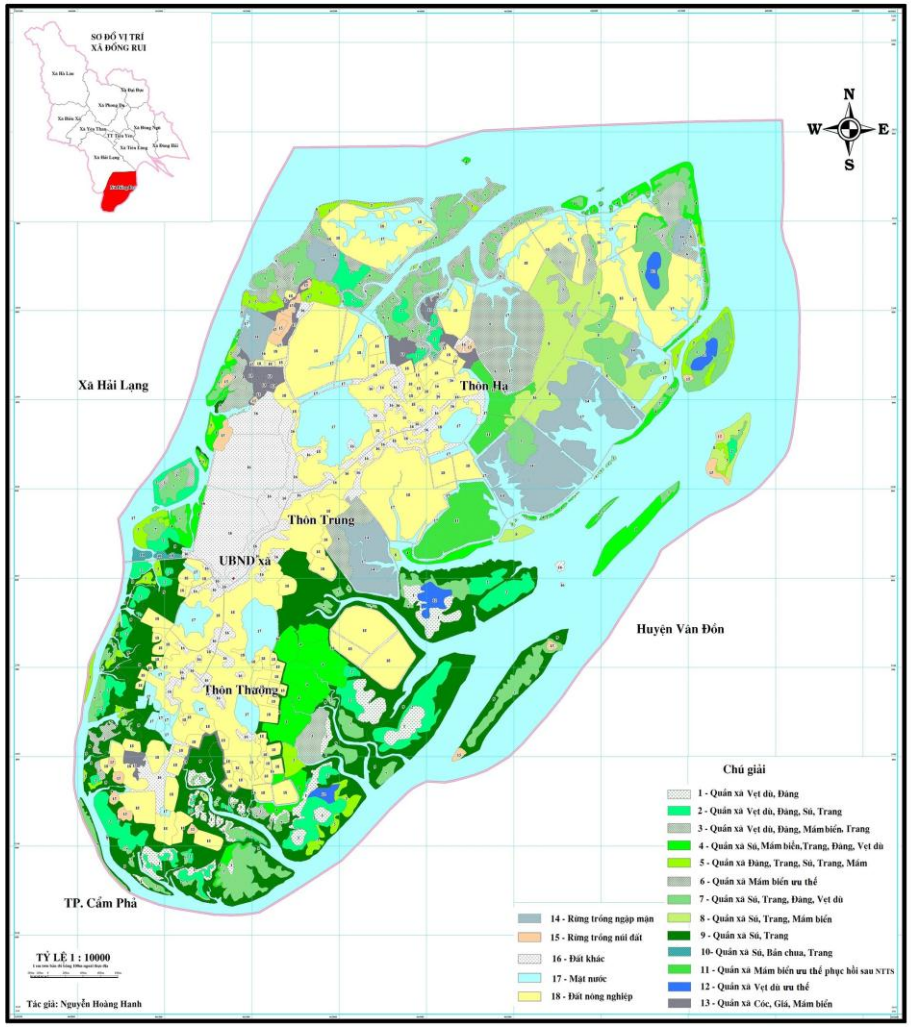
**BẢN ĐỒ THẢM THỰC VẬT NGẬP MẶN**

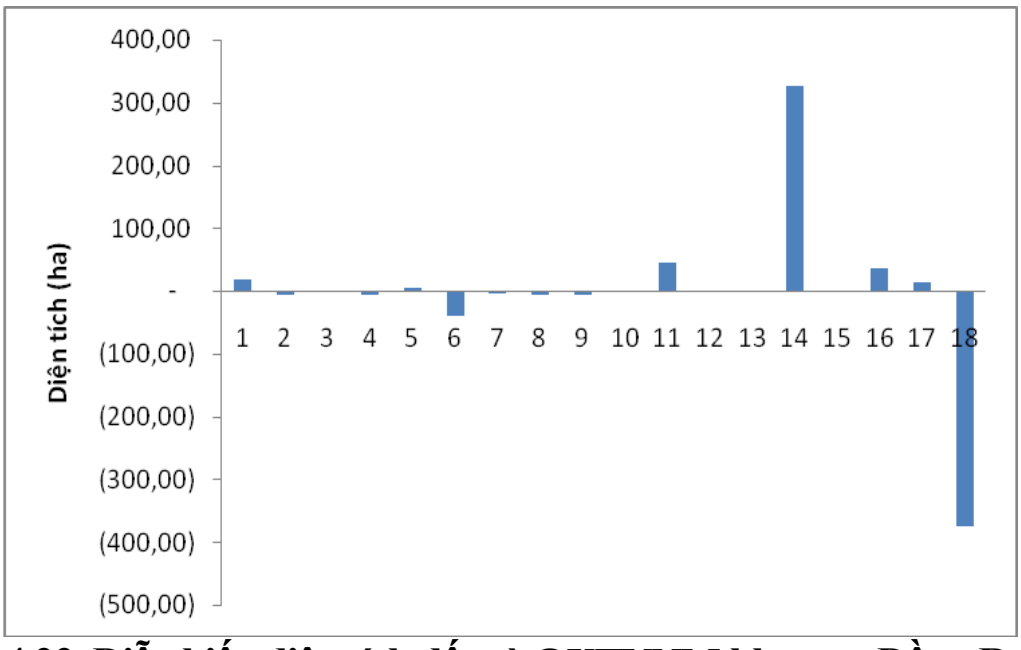
**KHU VỰC QUANH ĐẢO ĐỒNG RUI, HUYỆN TIÊN YÊN, TỈNH QUẢNG NINH, NĂM 2018**




**BẢN ĐỒ THẢM THỰC VẬT NGẬP MẶN**

**KHU VỰC QUANH ĐẢO ĐỒNG RUI, HUYỆN TIÊN YÊN, TỈNH QUẢNG NINH, NĂM 2012**






**Hình 4.22. Diễn biến diện tích đất và QXTVNM khu vực Đồng Rui giai đoạn 2012 - 2018**

Trong giai đoạn từ năm 2012 - 2018, trong các QXTVNM và đất chưa có rừng tại khu vực nghiên cứu, diện tích quần xã thực vật rừng trồng ngập mặn Đâng, Trang tăng lên nhiều nhất (327,0 ha); diện tích đất nông nghiệp suy giảm mạnh nhất (373,9 ha); có 4 QXTVNM và 2 trạng thái đất khác, mặt nước tăng lên về diện tích; 3 QXTVNM không thay đổi; 6 QXTVNM và 2 trạng thái đất khác còn lại suy giảm về diện tích so với năm 2012.

## 4.5. Đề xuất giải pháp phục hồi và phát triển QXTVNM tại khu vực nghiên cứu

### *4.5.1. Cơ sở để xuất giải pháp*

- Kế thừa có chọn lọc các tài liệu khác đã có liên quan đến khí hậu, thủy văn, địa chất, đất đai, thực trạng đất ngập mặn và RNM vùng nghiên cứu;
- Kết quả nghiên cứu đánh giá về hiện trạng TTV, phân bố, kết cấu, tổ thành, và sinh trưởng của các QXTVNM chủ yếu khu vực đảo Đồng Rui, Tiên Yên, Quảng Ninh;
- Kết quả điều tra, đánh giá diễn biến tái sinh và khả năng phục hồi TTVNM tại vùng nghiên cứu.

### *4.5.2. Giải pháp lâm sinh để phục hồi và phát triển QXTVNM tại khu vực nghiên cứu*

Các quần xã đều có tiềm năng tự phục hồi tự nhiên, vì vậy trên cơ sở kết quả nghiên cứu đề tài đã tiến hành phân loại các giải pháp tác động lên từng quần xã tự nhiên, bao gồm: ***1) Khoanh nuôi bảo vệ; 2) Khoanh nuôi xúc tiến tái sinh tự nhiên và 3) Khoanh nuôi xúc tiến tái sinh có trồng bổ sung.***

# KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

## Kết luận

*1. Đặc điểm TTVNM:* Tại khu vực đảo Đồng Rui đã ghi nhận 144 loài, 115 chi, 53 họ thuộc hai ngành thực vật là ngành thực vật bậc cao có là ngành Dương xỉ (Pteridophyta) và ngành Ngọc lan (Magnoliophyta). Trong đó có 16 loài CNM thực sự phân bố ở 14 QXTVNM với 13 QXTVNM tự nhiên và 1 QXTVNM là rừng trồng đã được xác định, với tổng diện tích 2.129,6 ha. Các loài gồm Vẹt dù, Đâng , Sú, Trang và Mắm biển là các loài đặc trưng cho QXTVNM ở khu vực nghiên cứu.

*2. Đặc điểm cấu trúc tầng cây cao một số QXTVNM:* Thành phần loài TCC có độ đa dạng thấp, số loài tham gia CTTT của các QXTVNM dao động từ 2 - 6 loài, Vẹt dù và Đâng là 2 loài chiếm ưu thế trên nhiều quần xã, mật độ trung bình TCC từ 2.223 - 7.333 cây/ha, độ tàn che TCC từ 0,36 đến 0,83, đường kính gốc trung bình đạt 5,7 cm, chiều cao vút ngọn dao động 1,4 - 2,8 m, diện tích tán của cây từ 1,3 - 6,1 $m^2$.

*3. Xu hướng biến động TTVNM:* Có 3 xu hướng diễn thế tại khu vực nghiên cứu: tại khu vực phía Đông Nam, đảo Đồng Rui quá trình diễn thế nguyên sinh bao gồm 4 giai đoạn: giai đoạn tiên phong, giai đoạn hỗn hợp, giai đoạn Vẹt dù ưu thế và giai đoạn cuối; khu vực khác là ở phía Tây Bắc của đảo Đồng Rui, chỉ có 3 giai đoạn của diễn thế nguyên sinh, bao gồm giai đoạn tiên phong, giai đoạn hỗn hợp và giai đoạn cuối; khác với 2 khu vực trên; ở khu vực phía Tây Nam của đảo Đồng Rui chỉ có 2 giai đoạn diễn thế: giai đoạn hỗn hợp và giai đoạn cuối. Sự khiếm khuyết giai đoạn tiên phong sẽ là khởi đầu của sự suy thoái QXTVNM tự nhiên tại khu vực này.

Xu hướng diễn thế thứ sinh diễn ra tại những khu vực đầm nuôi tôm bị bỏ hoang, phân bố tập trung từ phía Đông Bắc của đảo, các bờ đầm bị vỡ, khi nước triều vào tạo các lạch nước nhỏ trong đầm, Mắm biển là loài cây tiên phong chiếm ưu thế cao.

*4. Đặc điểm tái sinh tự nhiên của các QXTVNM:* Gồm 2 hình thức tái sinh:

- Dưới tán của các QXTVNM, mật độ CTS tự nhiên dao động từ 3.500 - 18.500 cây/ha và chiếm phần lớn là CTS có chiều cao <0,8 m, CTS có chiều cao ≥0,8 m; có mật độ dao động 333 - 3.000 cây/ha; tổ thành loài CTS chủ yếu gồm 2 - 4 loài và tương đối đồng nhất với TCC.

- Trong số 15 lỗ trống ở 4 ODV, đại diện cho 4 quần xã tự nhiên điển hình, các lỗ trống có diện tích đều giảm do tái sinh tự nhiên trong lỗ trống đã vá liền: mật độ CTS trong lỗ trống trung bình thấp hơn so với tái sinh dưới tán, dao động 1.000 - 9.000 cây/ha; tổ thành loài CTS trong lỗ trống cũng khá đơn giản, chỉ từ 1 - 5 loài và khá tương đồng với TCC và mật độ

CTS ở cấp chiều cao <0,8 m chiếm chủ yếu, mật độ CTS giảm ở những cấp chiều cao ≥0,8 m (300 - 3.500 cây/ha).

*5. Quá trình phục hồi tự nhiên các QXTVNM:* Trong TTVNM tại xã Đồng Rui có thể tận dụng khả năng phục hồi tự nhiên thông qua khả năng tái sinh tự nhiên của của các QXTVNM. Quá trình phục hồi được diễn ra theo 2 cách là dưới tán cây và trong các lỗ trống.

+ Tái sinh dưới tán: tổ thành TCC và tầng CTS tương đối đơn giản, với sự xuất hiện từ 1 - 4 loài ưu thế, sau 6 năm không có sự biến đổi nhiều về thành phần loài giữa TCC và tầng CTS, mật độ CTS dưới tán tăng lên sau 6 năm, dao động  từ 15.208 - 19.853 cây/ha, có sự tăng lên về độ đa dạng loài của quần xã;

+ Tái sinh trong lỗ trống: mật độ CTS trong lỗ trống biến động mạnh hơn so với CTS dưới tán, dao động từ 1.000 - 20.500 cây/ha, tăng mạnh sau 6 năm, tổ thành loài CTS trong lỗ trống cũng dao động từ  2 - 5 loài CTS, tương đồng cao với tổ thành TCC tại cả 2 thời điểm 2012, 2018.

*6. Đề xuất giải pháp phục hồi thảm thực vật ngập mặn khu vực quanh đảo Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh:* TTVNM có khả năng phục hồi tự nhiên nếu không bị tác động từ bên ngoài nên các giải pháp đề xuất là khoanh nuôi bảo vệ, khoanh nuôi xúc tiến tái sinh tự nhiên và khoanh nuôi xúc tiến tái sinh kết hợp trồng bổ sung. Các giải pháp này được áp dụng linh hoạt cho từng loại quần xã tự nhiên khác nhau tùy vào đặc điểm riêng từng quần xã.

**Kiến nghị**

Cần tiếp tục nghiên cứu, hoàn thiện, bổ sung các biện pháp kỹ thuật phục hồi và phát triển TTVNM, các giải pháp kỹ thuật tổng hợp để khôi phục và phát triển TTVNM của địa phương và cả nước có điều kiện tương tự.

Cần tiếp tục tiến hành phục hồi, trồng mới và quản lý bền vững TTVNM khu vực quanh xã Đồng Rui, nâng cao nhận thức, năng lực về phục hồi, bảo vệ và phát triển bền vững TTVNM, bảo tồn đa dạng sinh học và ứng phó với BĐKH, cải thiện sinh kế cho người dân địa phương.

.

# DANH SÁCH CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN

1. **Nguyễn Hoàng Hanh**, Mai Sỹ Tuấn, 2018. Hiện trạng thảm thực vật ngập mặn xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh. *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học trái đất và Môi trường* 34 (3), 2018: 120-130.

2. **Nguyễn Hoàng Hanh,** Đỗ Quý Mạnh, Trần Việt Hà, 2018. Một số tính chất lý, hóa học của đất ngập mặn tại khu vực xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh. *Tạp chí Rừng và Môi trường* 90, 2018: 26-30.

3. **Nguyễn Hoàng Hanh**, Phạm Hồng Tính, Nguyễn Thị Hồng Hạnh, Mai Sỹ Tuấn, 2018. Đặc điểm tái sinh lỗ trống của rừng ngập mặn tại Đồng Rui, Tiên Yên, Quảng Ninh. *Tạp chí Sinh học* 40 (2), 2018: 129-137.

4. **Nguyễn Hoàng Hanh**, Cao Bá Kết, Trần Thị Mai Sen, Lê Hồng Liên, Phạm Thị Quỳnh, 2018. Đặc điểm cấu trúc tầng cây cao và xu hướng diễn thế của các quần xã thực vật ngập mặn, xung quanh đảo Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn: Khoa học và Công nghệ* 23, 2018: 89-96.

5. **Nguyễn Hoàng Hanh**, Trần Thị Mai Sen, Lê Hồng Liên, Cao Bá Kết, 2018. Động thái tái sinh tự nhiên dưới tán rừng của các quần xã thực vật ngập mặn tại xã Đồng Rui, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm Nghiệp* 6, 2018: 40-48.

MINISTRY OF EDUCATION AND TRAINING

**HANOI NATIONAL UNIVERSITY OF EDUCATION**

**NGUYEN HOANG HANH**

# STUDY ON NATURAL REGENERATION AND RESTORATION OF THE MANGROVE VEGETATION ON DONG RUI ISLAND, TIEN YEN DISTRICT, QUANG NINH PROVINCE

**Major: Ecology**
**Code: 9.42.01.20**

SUMMARY OF DOCTORAL THESIS OF BIOLOGY

Ha Noi - 2019

The thesis has been completed at:

Ha Noi National University of Education

Scientific supervisors: 1. Ass.Prof. Dr. Mai Sy Tuan
2. Ass.Prof. Dr. Trinh Van Hanh

Reviewer 1: Prof. Dr. La Dinh Moi – Institute of Ecology and Biological resources
Reviewer 2: Ass.Prof. Dr. Tran Van Ba – Hanoi National University of Education
Reviewer 3: Ass.Prof. Dr. Nguyen Thi Kim Cuc – Thuyloi University

The thesis will be defended before the University Thesis Examining Council at Ha Noi National University of Education at …. (time) on …… (date) in……(year).

The thesis can be found at: the National Library, Ha Noi

# INTRODUCTION

## 1. Rationale

A mangrove ecosystem is of great significance in both environmental and socio-economic aspects. This ecosystem is of high productivity, plays an important role in the tropical coastal estuarine region and rich in valuable resources, contributing to human life, especially that of local people in coastal estuarine areas in terms of socio-economic aspects and living environment. However, they are very sensitive to human and natural impacts.

The mangrove forest in Dong Rui commune is representative of sub-zone 1 (the region from Mong Cai to Cua Ong) in Zone I - the North East coastal area from Mui Ngoc to Do Son cape according to the zonation of Phan Nguyen Hong (1991) [13]. In recent years, Dong Rui mangrove ecosystem has been under great pressures due to exploitation and aquaculture activities based on socio-economic development planning; as a consequence, a large area of natural mangrove forestshave been lost, adversely affecting their quality, regeneration and restoration. Mangrovesusually recover through natural regeneration, or by reforestation. Through natural regeneration, most of the local endemic species will be rehabilitated and naturally replace the mangrove community that has existed before (Dinh Thanh Giang, 2010) [10]. The main advantage of natural regeneration is that the post-rehabilitation forest is expected to be similar to the local mangrove species.

From the above point of view, we have conducted a *"Study on natural regeneration and restoration of mangrove vegetation on Dong Rui island, Tien Yen district, Quang Ninh province"* .

## 2. Objectives of the study thesis

The study is aimed to provide necessary quantitative scientific information and data on the characteristics of natural regeneration and rehabilitation of mangrove vegetation on Dong Rui island, from which solutions to rehabilitation, development and sustainable management of mangrove ecosystems in this area have been proposed.

## 3. Contents of the study thesis

**- *Basic characteristics of the mangrove vegetationon Dong Rui island (*Flora; diversity of mangrove floral communities).**

**- *Structure characteristics of high tree layers of some natural mangrove communities in the study area*** (species composition of high tree layers); density, canopy cover of mangrove communities, some growth

indicators of high tree layers, dominance (D) and species diversity (H) of high tree layers).

- ***Characteristics of natural regeneration of mangrove communities in the study area*** (Characteristics of natural regeneration under forest canopy; natural regeneration in gaps).

- ***Natural restoration of some mangrove communities*** (restoration through natural regeneration of some mangrove communities from 2012 to 2018; trend of mangrove succession in the study area; mapping of changes of mangrove communities in the study area).

- ***Proposed solutions to restoration and development of mangrove communities in the study area*** (Basis for proposing solutions; and silviculture solutions to restoration and development of mangrove communities in the study area).

**4. Study thesis arguments**

- Argument 1: Mangrove communities are a dynamic system; regeneration takes place frequently and is influenced by external factors;

- Argument2: Structural characteristics of regenerating layers is greatly dependent on structural characteristics of high tree layers of mangrove communities;

- Argument 3: Natural restoration of mangrove communities is natural regeneration (regenerating under forest canopy and regenerating in space in forests).

**5. New contributions of the thesis**

- Quantifying species composition change over time; species biodiversity; over-time change of dead trees, supplementary trees, height-based change of regenerative trees under under mangrove vegetation community canopy, gap regeneration in the mangroves in Dong Rui island based on the data collected from standard plots and permanent sample plots, with the monitoring time of 6 years (2012-2018).

- Determining the restoration trend of mangrove communities based on features of natural regeneration of mangrove communities under mangrove vegetation community canopy and in gaps.

**6. Significance of the study thesis**

- Quantified natural regeneration of mangrove vegetation community provide a scientific basis for the mechanism of species diversity maintenance in this mangrove flora community ecosystem.

- The study results are the basis for the orientation of silvicultural and social solutions for conservation, rehabilitation and maintenance of

mangrove ecosystems in Dong Rui in particular and in the North of Vietnam in general.

**7. Timing of the study thesis**

- From December 2011 to February 2012: review/study documents, synthesize information, finalize methods used and make a detailed plan;
- From March 2012 to March 2018: make a survey,collect data, process and analyse data;
- From March 2018 to September 2018: writescientific articles, write and finalize the thesis.

**8. Thesis structure**

The thesis has 143 pages, including:

- Introduction: 5 pages
- Chapter 1: Overview of the study (19 pages)
- Chapter 2. Content and methods of the study (17 pages)
- Chapter 3. Natural and socio-economic characteristics of the study area (9 pages)
- Chapter 4. Study findings and discussion (82 pages)
- Conclusion and recommendations: 3 pages
- References: 7 pages
- List of published works related to the thesis: 1 pages

The thesis covers 41 tables, 31 photos (charts 16, 11 diagrams, 3 maps and 1 photos; 27 annexes; 71 references, 44 of which are in Vietnamese and 27 in English.

# CHAPTER I
# OVERVIEW OF THE STUDY

The thesis covers the discussion and analysis of the issues related to the regeneration and restoration of mangrove vegetations. In this regard, it has been asserted in a number of studies in the world and in Vietnam that mangrove vegetations are a constantly changing system; regeneration and restoration of the mangrove vegetations through natural regeneration as well as mangrove planting has occurred frequently.

However, there are few proper studies that quantify the natural regeneration of different mangrove communities for a specific period of time. Especially, in Viet Nam, most of the mangrove vegetation research covers only preliminary assessment of the regeneration characteristics, and then suggests solutions to afforestation whereas mangrove communities are potentially capable of natural regeneration and restoration. If there is a proper study and assessment of regeneration change for each specific

mangrove floral community, natural mangrove floral community restoration solutions for each spesific type can be proposed towards the formation of ecologically sustainable communities; this would save the cost of planting and rehabilitation of mangrove vegetations, especially in the context of climate change. In addition, due to the typical natural conditions and production development, over the past time, mangrove vegetation studies in Vietnam are mainly concentrated in southern provinces (Can Gio district, Ho Chi Minh city, in the Mekong Delta); few studies on natural mangrove regeneration have been seen in Northern Vietnam. Overal analysis and assessment of mangrove vegetation research findings in the area around Dong Rui Island shows that there are still some problems related to the natural regeneration characteristics of the mangrove forest in the study area as follows:

- No thorough and systematic study and assessment of quantified characteristics of mangrove communities in Dong Rui island has been found;
- Not thorough enough studies on basic features of natural mangrove vegetations in Dong Rui island such as life form spectrum, and diversity of mangrove communities;
- Absence of thorough assessment study on the characteristics of species composition, density, forest cover, growth rate, dominance, species diversity of high tree layers and succession trend of natural mangrove communities;
- There are no in-depth research on regeneration change over time such as natural regeneration under mangrove community canopy and regeneration in gaps which can be a scientific and practical basis to propose solutions to mangrove vegetation rehabilitation and development especially in the northern provinces of Viet Nam.

The area around Dong Rui island, Tien Yen district, Quang Ninh province is typical and representative of mangrove floral communities in sub-zone 2, Northern Viet Nam, with the difference in geographical, geological, hydrological ... factors, according to the zonation of Phan Nguyen Hong (1991).

Therefore, the thesis has proposed and quantified the process of natural mangrove vegetation restoration through over-time regeneration change under forest canopy and regeneration in gaps of some mangrove communities in the study area. The study findings would contribute to supplement the scientific and experimental basis for the rehabilitation and development of mangroves vegetations in the area around Dong Rui Island in particular and mangrove ecosystems in Vietnam in general.

# CHAPTER II
# STUDY SITE, OBJECTS, SCOPE AND METHODS

## 1. Study site

The area around Dong Rui island, Tien Yen district, Quang Ninh province.

## 2. Study objects and scope

### 2.1. Study objects

The mangrove vegetation is divided into 13 natural mangrove floral communities and 1 planted mangrove floral community. Research topic about characteristics of natural regeneration and restoration of the 13 natural mangrove floral communities in the area around Dong Rui island, Tien Yen district, Quang Ninh province.

### 2.2. Study scope

- The thesis study only covers the research and assessment of regeneration and rehabilitation capability of natural mangrove vegetations around Dong Rui island, Tien Yen District, Quang Ninh Province; through the study on basic features of mangrove vegetations, structure characteristics of high tree layers of some natural mangrove floral communites, characteristics of natural regeneration of mangrove floral communities and sucession trend of mangrove vegetations in the study site.

- The thesis focuses on true mangrove group as these species are distributed in areas periodically flooded by tide (Phan Nguyen Hong et al., 1999). Therefore, it is possible to quantify changes in species density, size and structure throughout the monitoring period.

The study was conducted for 7 years from December 2011 to September 2018; from December 2011 to February 2012: literature review, information synthesis, method finalization, and detailed planning; from March 2012 to March 2018: survey and data collection, data processing and analysis; from March 2018 to September 2018: writing of scientific articles and writing and finalization of the thesis.

### 2.3.Study methods

#### *2.3.1. Approaches*

The thesis uses a combination of systematic approach, integrated approach, space -replacement-for- time approach and some other approaches with the following hypotheses:

- Distribution, growth and development of mangrove species are influenced by the combined impacts of environmental factors.

- Models of the relationship between the characteristics of mangrove vegetations and environmental factors have been used consistently

throughout the six-year study, monitoring and evaluation. Such features as changes in species composition of regeneration tree, high trees,the number regeneration tree with height based classified and dead regeneration tree over the study time are the basis for assessing the trend of mangrove vegetation restoration.

***2.3.2. Inheritance method of secondary data collection***

Information and data related to the study contents have been collected and used for inheritance, argumentation, comparison, etc. with the study findings of the thesis.

***2.3.3. Field survey methods***

Of the 50 basic survey transects, 13 mangrove communities in the entire study area have been identified; 39 temporary standard plots of 10x10m each (3 standard plots/a natural mangrove floral community) were set up to study regeneration under canopy; and 4 permanent sample plots sized 20x20m were established in 4 typical mangrove communities to investigate the process of forest restoration through the six-year natural regeneration change; in addition, 15 permanet gaps were monitored among the total 96 gaps observed for 6 years to evaluate regenerative characteristics in gaps.

- Data collection and calculation/computation concerning mangrove vegetations: species name, total height and diameter collar, forest cover of high tree layers and regeneration tree, regeneration tree quality, based on which species composition was identified, Simpson dominance index, Shannon H ' diversity index, Similarity Index (Sorensen's Index), Rényi index etc. according to Phan Nguyen Hong (2003), Nguyen Nghia Thin (1997), FAO (2007). Plant specimens were identified based on the documents of Pham Hoang Ho [12], Nguyen Hoang Tri (1996) [38]. Analysis of the life form spectrum of flora according to Raunkiær C. (1934) [83]. Analysis of rare genetic resource value under the "Red Book of Vietnam" of the Ministry of Science and Technology (2007) [4]. The value of species usage was evaluated according to Vo Van Chi (1996) [6], Do Tat Loi (1999) [22], Trieu Van Hung (2007) [19]; types of mangrove communities were studied and arranged according to Phan Nguyen Hong (1999) [14] and the dominant species composition according to Thai Van Trung [42].
- Making status maps of 2012 and 2018 using the method of Tran Quang Baoet al. (2014).

***2.3.4. Method of status mapping***

In the study, the satellite image interpretation method was applied, combined with field survey to develop a map of the current forest

situation in 2012 and 2018. The software used to build the map includes Ecognition Developer 8.7, ArcGIS 10.4, Mapinfor 12.5. The map of forest status in 2012 (map of forest changes - source: Quang Ninh Provincial Forest Protection Department); Map of forest change in 2017 (based on forest inventory map of 2016 - source: Quang Ninh Provincial FPD); Satellite image SPOT 5, with resolution of 5m space taken in October/2012; VNREDsat satellite image, resolution of 5m space taken in October/2017. In addition, two landsat photos taken in November 2012 and November 2017 were used.

# CHAPTER III
# NATURAL AND SOCIO-ECONOMIC FEATURES OF THE STUDY SITE

Research topic of socio-economic characteristics of Dong Rui island commune, Tien Yen district. Dong Rui has a road from the center of the commune to the Highway 18A, convenient for transportation to Cam Pha city, Tien Yen town and communes in the district and vice versa for trading purposes. Dong Rui commune (Tien Yen district) witnesses marine area and mangrove forests with a natural area of over 4,900 ha, of which there are 3,000 ha of wetlandsandover 2,000 ha of mangrove forest area, rich in ecosystems, and marine resources. Species of high economic value are found such as: snail (oc dia), *Austriella corrugata* (ngan), sea crabs, tiny shrimp (ruoc), cobia fish, Sipuncula – peanut worms, *Antillesoma antillarum*, different fish species, etc.

Quang Ninh is a province in the Northeast of Viet Nam with a total natural area of 6,102.35 km2 (excluding sea and islands) with geographic coordinates of $106^{o}26'$ to $108^{o}31'$ east longitude and from $20^{o}40'$ to $21^{o}40'$ North latitude; It borders with China to the Northeast, with Tokin gulf to the South, with Hai Duong city to the Southwest, with Lang Son, Bac Giang and Hai Duong provinces to the North West.

# CHAPTER IV
# STUDY RESULTS AND DISCUSSION

## 4.1. Basic features of mangrove vegetations on Dong Rui island

### *4.1.1. Flora*

An analysis of the higher vascular plant species found in Dong Rui shows that there are 144 species belonging to 115 genera, 53 families and two phyla of Pteridophyta and Magnoliophyta.

In Magnoliophyta, the Magnoliopsida class has species dominance over the Liliopsida class with the ratio of 33/1 at the family level, 5.47/1 at the genus level and 3.79/1 at the species level.

Overall, the floral species composition shows that the flora in Dong Rui mangroves has the lowest number of species with 144 species compared with 174 species found in Xuan Thuy National Park and 199 species found inthe mangrove flora in Thai Thuy.

### *4.1.2. Diversity of mangrove communities*

In Dong Rui commune, 14 mangrove communities have been identified on a total area of 2.129,6 ha:

- *Community of Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lam. + *Rhirophora stylosa* Griff.);
- *Community of Bruguiera gymnorrhiza + Rhirophora stylosa + Aegiceras corniculatum* (L.) Blanco. + *Kandelia obovata* Sheue Liu & Yong
- *Community of Bruguiera gymnorrhiza + Rhirophora stylosa + Avicennia marina* (Forssk.) Veirh. + *Kandelia obovata*;
- *Community of Aegiceras corniculatum + Avicennia marina + Kandelia obovata + Rhirophora stylosa + Bruguiera gymnorrhiza*;
- *Community of Rhirophora stylosa + Bruguiera gymnorrhiza + Aegiceras corniculatum + Kandelia obovata + Avicennia marina*;
- *Community of Avicennia marina dominant* restored after aquaculture;
- *Community of Aegiceras corniculatum + Kandelia obovata + Rhirophora stylosa + Bruguiera gymnorrhiza*;
- *Community of Aegiceras corniculatum + Kandelia obovata + Avicennia marina*;
- *Community of Aegiceras corniculatum + Kandelia obovata*;
- *Community of Aegiceras corniculatum + Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.) + *Kandelia obovata*;
- *Community of Avicennia marina* dominant;
- *Community of Bruguiera gymnorrhiza* dominant;

- *Community of Lumnitzera racemosa* (Gaud.) Presl.) + *Excoecaria agallocha* L. + *Avicennia marina*;

- *Plantations of Kandelia obovata + Rhirophora stylosa*.

In addition to mangrove communities, there are others observed on land such as the plantations (including shrubs, grass land) with an area of 30.91 ha and agricultural land and other land with the total natural area of 4,974 ha.

## 4.2. Structural characteristics of high tree layersof some natural mangrove communities in the study area

### *4.2.1. Species composition of high tree layers*

The species composition of high tree layers in the study area is low in diversity; species in species composition in natural mangrove floral communities varied from 2 to 6 species, with only one community in high tide flooded areas having 6 species involved (community of *Lumnitzera, Excoecaria agallocha L., A.marina* ).

### *4.2.2. Density and canopy closure of mangrove communities*

High tree layers are low in density; there is a remarkable difference between communities with an average density of 2,223 – 7,333 trees/ha.

### *4.2.3. Some growth indicators of high tree layers*

The diameter collar of high tree layers in all 13 natural communities ranged from 3.6 to 7.6 cm, averaging only 5.7 cm.

The total height of high tree layersin all 13 natural communities fluctuated from 1.4 to 2.8 m; the community of *Lumnitzera racemosa, Excoecaria agallocha, A.marina, and K.obovata* and the community of *Aegiceras corniculatum, A.marina, K.obovata and Bruguiera gymnorrhiza* saw the total height of only 1.4 m.

The average canopy area ranged from 1.3 to 6.1 $m^2$.

### *4.2.4. Dominance (D) and species diversity (H) of high tree layers*

The dominance level (Simpson Diversity index) and biodiversity level (the Shannon-Wiener Diversity Index H) showa low biodiversity at the site, varrying from 0.187 to 0.692, and H ranging from 0.482 to 1.965; the lowest diversity was observed in the community of *A.marina* restored after aquaculture. The study used the Rényi index to determine the uniformity of species. According to this sequence, the communities of *Aegiceras corniculatum, A. marina, K. obovata, Rhizophora stylosa and Bruguiera gymnorrhiza,* the community of *Rhizophora stylosa, Bruguiera gymnorrhiza, Aegiceras corniculatum, K. obovata and A. marina* and the natural communities of *Bruguiera gymnorrhiza, Rhizophora stylosa,*

*A.marina and K.obovata* witnessed the highest biodiversity and similarities.

## 4.3. Characteristics of natural regeneration of mangrove communities in the study site

### *4.3.1. Characteristics of natural regeneration under mangrove vegetation community canopy*

*4.3.1.1. Density and species composition of natural regenerating tree under mangrove vegetation community canopy*

The density of natural regenerating tree under mangrove vegetation community canopy ranged from 3,500 to 18,500 trees/ha.

The species composition of regeneration tree under mangrove vegetation community canopy was relatively similar to that of high tree layers, varying from 1 to 5 species, mainly from 2 to 4 species.

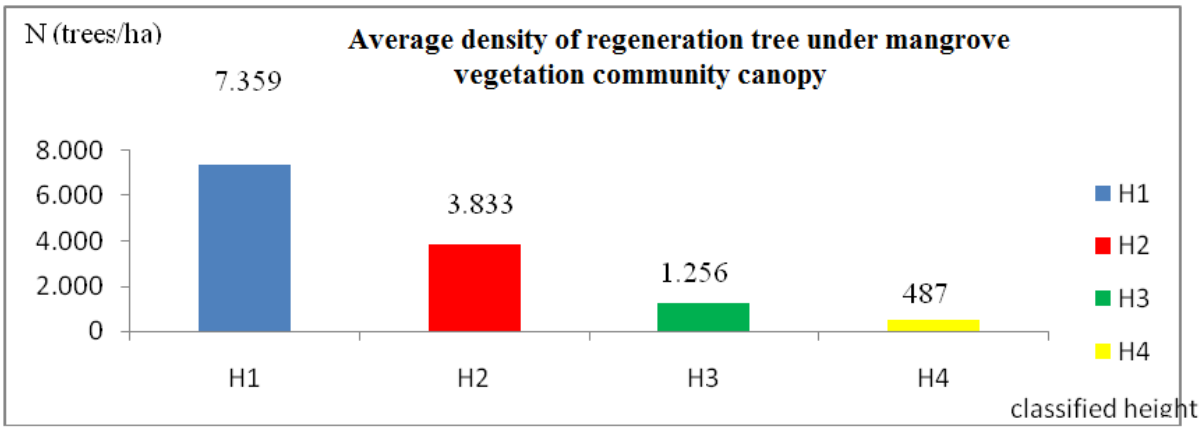
*4.3.1.2. Species diversity of regeneration tree layer under mangrove vegetation community canopy*

The diversity index (H) of regeneration tree was between 0 and 1.87; the dominance (D) of the regenerative trees fluctuated between 0 and 0.693.

The community of *Aegiceras corniculatum, A. marina, K. obovata, Rhizophora stylosa and Bruguiera gymnorrhiza*, the community of *Rhizophora stylosa, Bruguiera gymnorrhiza, Aegiceras corniculatum, K.obovata and A. marina* are the two communities with the highest diversity of regeneration trees.

*4.3.1.3. Spacial distribution of regeneration tree under mangrove vegetation community canopy*

*a) Species distribution ($N_L$), density of regeneration tree (N) at classified heights ($H_{vn}$)*




.

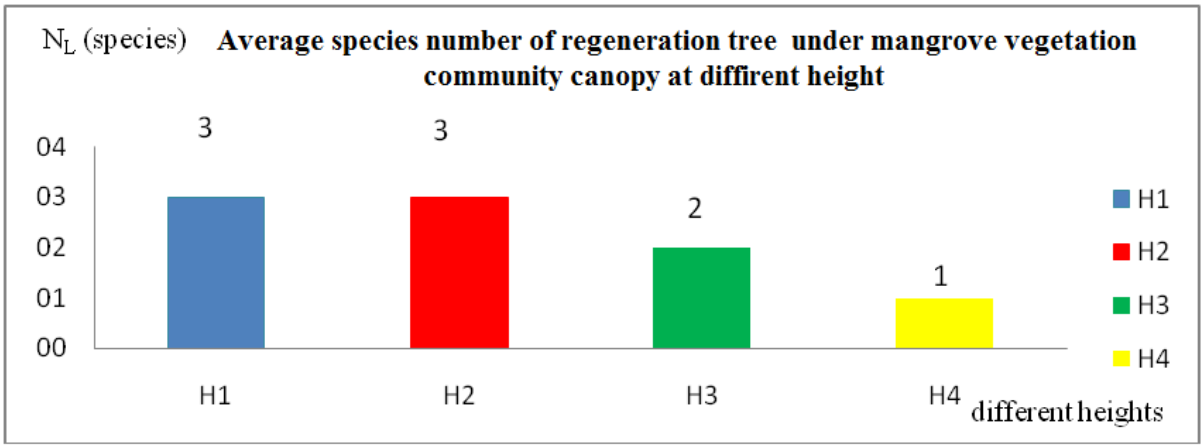



**Figure 4.4. Chart of $N/H_{vn}$ and $N_L/H_{vn}$ of regeneration trees under mangrove vegetation community canopy**

*b) Characteristics of prospective regeneration tree under mangrove vegetation community canopy*

Prospective regeneration tree had from 1 – 4 species which were the most dominant in high tree layer. The lowest and highest density of Prospective regeneration tree was 333 trees/ha and 3,333 trees/ha respectively.

*4.3.1.4. Quality of regeneration tree under mangrove floral community canopy*

Regeneration tree under mangrove floral community canopy are mostly of good quality (54.3% for regeneration tree with height below 0.8 m and 69.1% for regeneration tree with height ≥ 0.8 m); the respective figures for these two types of regeneration tree of these heights of poor qualityare 25.9% and 19.9% respectively; the regeneration tree of medium quality at these heights accounted for 19.8% and 11.0%, respectively.

***4.3.2. Natural regeneration in gaps***

*4.3.2.1. General features of gaps in the study site*

In 2012 in Dong Rui, there were 96 gaps distributed in 6 natural communities of the total 13 natural mangrove communities. The area of the gaps ranged from 14.4 $m^2$ to 1,012.3 $m^2$. In 2018, there are 103 gaps in the study site with the area of from 14.4 $m^2$ to 283.1 $m^2$; one gap had the largest area of 920.7 $m^2$.

*4.3.2.2. Characteristics of gaps in permanent sample plots*

The 15 permanent gaps are located in four different natural communities. Obviously, there has been a change in the area and number of gaps from 2012 to 2018; there are14 remaining gaps in 4 permanent plots with a total area of 948.2 $m^2$, down 602.7 $m^2$ compared to 2012. There is a decrease of one gap in the permanent plot No 1 due to the regeneration process that fills the gap;

*4.3.2.3. Characteristics of high tree layers around the gaps*

The species composition of the high tree layer around the gap is quite similar to the natural communities on each permanent plot containing gaps, varying from 2 to 5 species depending on each gap. The average density of the high tree layers of the natural communities around the gaps fluctuated from 2,458 to 5,023 trees / ha.

*4.3.2.4. Characteristics of regeneration tree in gaps*

*a) Density and species composition of regeneration tree in gaps*

Density of regeneration tree in the gaps ranged from 1,000 to 9,000 trees /ha. Species composition of regeneration tree was fairly the same as that of high tree layers. The number of species varied from 1 to 5 species, commonly from 2 to 4 species.

*b. Species diversity of regeneration tree in gaps*

The dominance (D) varied from 0.288 to 1; the regeneration diversity H changed from 0 to 2.005. The gaps saw less diverse species composition of regeneration tree, mostly from 2 to 3 species, being mostly similar to that of the surrounding high tree layers.

*c) Spacial distribution of regeneration tree in gaps*

*- Species number ($N_L$), tree density (N), regeneration in gaps at classified heights ($H_{vn}$)*

Regarding the density and number of species: regeneration tree at classified heights concentrated mainly at height of less than 0.4 m and decreased sharply at the height increasing to more than 0.8 m in all gaps except the gap number 1.

Density of regeneration tree was from 1,000 - 9,000 trees / ha, distributed mainly at the height of less than 0.4 m (from 1,000 to 4,500 trees / ha).

- *Characteristics of regeneration tree layer in gaps*

Of the 15 gaps, only 9 gaps had prospectively well growing regeneration tree ; the density ranged from 300 to 3,500 trees /ha.

Species composition of prospective regenenative trees growing well in gaps was fairly simple; two main species were *Bruguiera gymnorrhiza* and *Rhizophora stylosa*.

*d) Quality of regeneration tree in gaps*

The percentage of regeneration tree of poor quality was fairly high; 8 out of 15 gaps had the percentage of poor-quality regeneration tree over 50 %.

**4.4. Natural restoration process of some mangrove communities**

***4.4.1. Restoration through natural regeneration of some mangrove communities from 2012 to 2018***

*4.4.1.1. Natural restoration through regeneration under mangrove vegetation community canopy*

*a. Over-time change of species composition of regeneration tree under mangrove vegetation community canopy and biodiversity*

- Permanent plot No I: the high tree layer had 3 dominant species of the total 4 species measured in 2012, including *A. corniculatum*, *K. obovata*, and *A. marina*. In 2018, dominant species witness no change compared to the previous time; however, one species of *B. Gymnorrhiza* is added to species composition. The regenerative layer involved 4 species which were all dominant; the species composition of regenerative layer was the same as that of the high tree layer, including *A. corniculatum, K. obovata, R. stylosa and B. gymnorrhiza*.

- Permanent plot No II: High tree layer had two dominant species of the total five species found in 2012, including: *B. gymnorrhiza* and *R. stylosa*. In 2018, two more species of *A. corniculatum* and *K. obovata* added to the species composition of the high tree layer. Regeneration tree layer witnessed the absolute dominance of two species of *B. gymnorrhiza* and *R. Stylosa* during the two measurements.

- Permanent plot No III: In the high tree layer, 3 species of *A.marina, A. corniculatum* and *B. gymnorrhiza* were observed at the two measurements. Regenerative layer saw two dominant species of the total 3 species present in the species composition including: *A. marina* (over 85%) and *A. corniculatum* (about 10%) and *B. gymnorrhiza* (4%).

- Permanent plot NoIV: High tree layer had 4 dominant species in total of 5 species in both measurements in 2012 and 2018, including: *B. gymnorrhiza , R. stylosa, A. corniculatum and K. obovata, of which B. Gymnorrhiza* is the most dominant with about 45% of total trees. The regenerative layer measured in 2012 has similar composition compared to that of high tree layer, but in 2018, *A. marina* becomes dominant, reducing the dominance of the *K.obovata* species.

The number of species in the area was relatively low, ranging from 1 to 5 species. The number of dominant species varied from 1 to 4 species. The number of dominant species in high tree layer was relatively stable at 2 measurements.

The Shannon-Wiener index shows a low level of biodiversity in the area, ranging from 0.790 to 1.979 for high tree layer and 0.611 – 1.737 for the regenerative seedling layer. Biodiversity index tended to increase after six years.

The Rényi index shows that in high tree layer, permanent plot No IV had the highest biodiversity index at both2012 and 2018 measurements. Permanent plots No II and IV had similar diversity which was at a medium level. Permanent No. III had the lowest biodiversity. In regenerative layer, the biodiversity index in 2018 was higher than in 2012 in the 3 permanent plots No I, III, IV and lower in permanent plot No II.

**Similarity index (SI)*

SI index between high tree layer and regenerative layer in both years was high. In 2012 and 2018, SI fluctuated from 0.6 – 1.

SI of high tree layer in 2012 and 2018 was high, from 0.3 – 1.0.

Similar to high tree layer, the regeneratiion trees layer had a high SI in both years, reached 1,0.

*b. Change of additional, dead and height-based classified regeneration tree under canopy*

Density of regeneration tree in permanent plots hasn't shown significant change over time.Permanent plots No II, III and IV tended to peak in density in 2014, and then decrease in 2016. Mean while, permanent plot No I saw a gradual increase in density from 2012 to 2014 and a decrease to 10,556 trees / ha in 2016; but the figure almost doubles in 2018, reaching 19,167 trees per hectare. Overall, during the period of 2012 - 2018, the density of regeneration trees has tended to increase.

Distribution of regeneration tree according to classified heights over years followed a downward trend. regeneration trees less than 0.4 m in height had the largest density and the smalles density could be found among the trees of over 1.2 m high. In 2012, 2016, and 2018, regeneration tree below 0.4 m high saw the densitynearly twice as many as that of the total number of trees of the other 3 classified heights.

The average additional regeneration tree for the six years were the highest in numberin permanent plot No IV (an average of 10,833 ± 15.39) and the lowest inpermanent plot No II (an average of 6,481 ± 20.03). Average number of dead seelings in 6 years was the highest in permanent plot No IV (7,963 ± 8.96 on average), and the lowest in permanent plot No II (2,778 ± 5.69).

In 2014 and 2018, the number of additional regeneration tree was nearly twice as much as that of the dead ones. However, in 2016 the number of additional, dead and classified height based change trees showed a gradual reduction with classified heights. Annually, on average, the number of dead regeneration tree at height of less than 0.4m reached the highest (7,847 trees /ha).

**Change of regeneration tree in classified heights*

In the period of 6 years (2012 - 2018), in the high tree layer, the number of dead trees have varied from 125 to 425 trees /ha, the number of new/additional trees from 275 to 400 trees / ha. The number of classified height based change trees has not been calculated as the high tree layer in the study area was quite simple. In the regenerative seedling layer, the number of dead regeneration tree has varied from 4,722 to 14,444 trees /ha, and the number of new regeneration tree has ranged from 15,556 to 20,833 trees / ha, and the number of classified height change regeneration tree from 3,333 to 8,811 trees / ha.

*4.4.1.2. Natural restoration through gap regeneration*

*a) Change in species composition in gaps and biodiversity*

- Regeneration density has rosen markedly from 2012 to 2018. However, species composition of regeneration tree has seen little change for 6 years. In general, the density of regeneration tree has increased from 500 trees /ha to 17,000 trees /ha.

- There was insignificant change in the composition of the species; only minor change could be observed in the coefficients of composition of the involved species.

- Shannon-Wiener biodiversity (H) index of the regeneration tree layer in gaps varied between 0.00 - 2.00 (2012) and 0.00 - 1.98 (2018). The fluctuation in biodiversity of regenerative species in gaps in 2012 and 2018 was unclear.

- The Rényi index of the regenerative layer in 15 gaps in permanent plots in the four natural communities shows that for the gaps in each natural community, only the gaps in the natural communities of *B. gymnorrhiza , R. stylosa , A. corniculatum and K. obovata*, and the natural community of *A. corniculatum, K. obovata, R. stylosa and B. gymnorrhiza* experienced upward changes in species diversity of regenerative regeneration tree from 2012 to 2018; the gaps in the other two natural communities showed a downward trend in this regard.

**Similarity index (SI)*

- The similarity between high tree layer and regenerative layer was great (0.5-1) 1) in both study periods of time. This has shown the close relationship between high tree layer and regenerative layer.

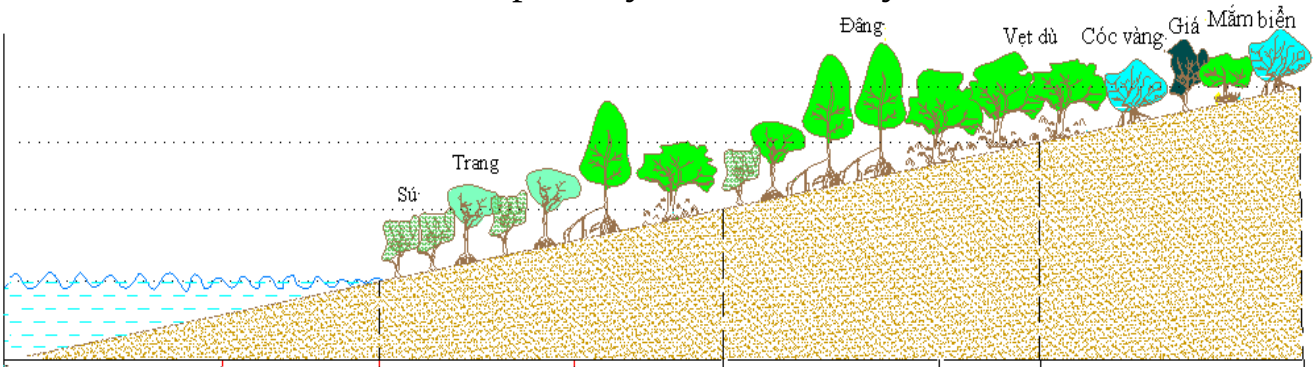
- The similarity between high tree layer and regenerative layer in 2012 and 2018 was great (≈1), reflective of the fact that high tree layer and regenerative layer in both study time was inheritably the same.

b) Change in regeneration tree density in gaps over years

Regeneration tree density rose from 500 trees /ha to 17,000 trees /ha. Only one gap showed that the density of regeneration decreased sharply, from 2,000 trees /ha to 1,000 trees /ha. Of the four classified heights, H1 (<0.4 m) saw a considerable increase in density of regeneration tree, from 2,000 to 8,500 trees /ha on average; at H2 (0.4 ≤ H <0.8 m), the density of regeneration tree rose from 500 to 3000 trees /ha; H3 (0.8 ≤ H <1.2 m) witnesseda density increase from 500 to 3,000 trees /ha; the figure for H4 (≥1.2 m) rose from 500 to 3,000 trees / ha and was fairly similar to that of H3 height.

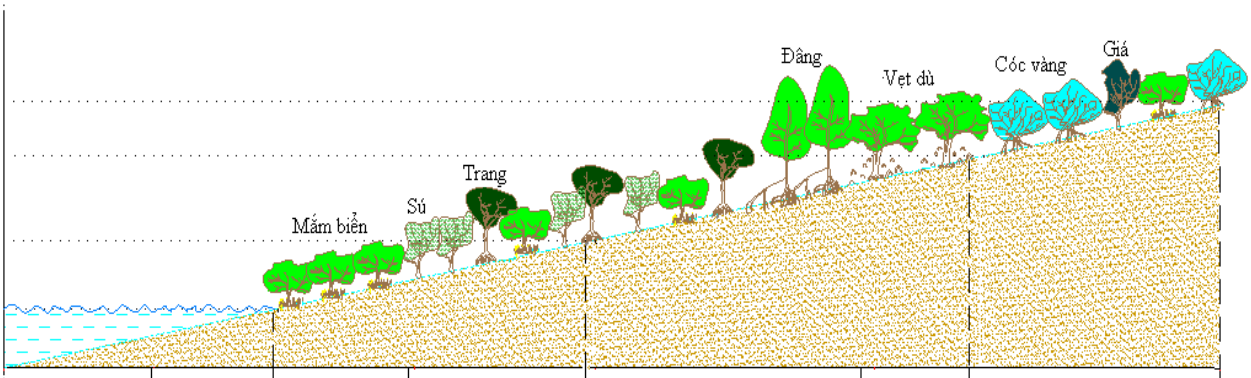
### *4.4.2. Succession trend of natural mangrove communities in the study site*

Through the analysis process, by combining the field investigation methods, monitoring surveys on standard plots, permanent plots, analyzing satellite images using drone equipment, we have built a diagram of succession trend of mangrove communities on Dong Rui island. The natural succession trend of mangrove species in the coastal area of Dong Rui Island is found to be both primary and secondary.



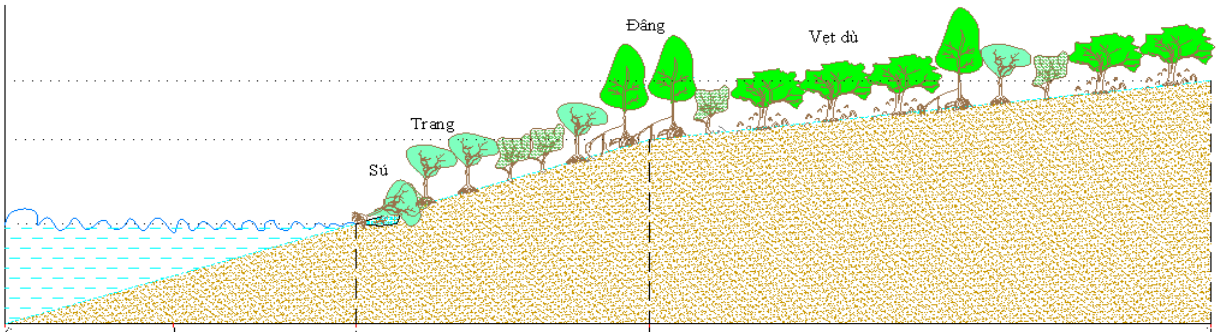

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Quần xã thực vật ngập mặn | Chưa xuất hiện rừng ngập mặn | Sú+Trang | Sú+Trang+ Đâng+ Vẹt dù | Vẹt dù + Đâng+Sú+ Trang | - Vẹt dù+ Đâng<br>- Vẹt dù ưu thế | Cóc vàng+Giá+Mắm biển |
| Chế độ ngập triều | Ngập khi nước triều rất thấp | Ngập khi nước triều thấp | | Ngập khi nước triều trung bình | | Ngập khi nước triều cao hoặc cao bất thường |
| Số ngày ngập triều trong tháng | 30 ngày | 25÷ 29 | 20÷ 24 | 15÷ 19 | 10÷ 14 | ≤ 9 |

**Figure 4.16. Diagram of the transect describing the succession trend of natural mangrove communities in the Southeast, Dong Rui island**




| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Quần xã thực vật ngập mặn | Chưa có rừng ngập mặn | Mắm biển ưu thế | Sú+Trang+ Mắm biển | - Sú+Mắm biển+Trang Đâng+Vẹt dù<br>- Đâng+Vẹt dù+Sú+ Trang+Mắm biển | Vẹt dù+ Đâng+ Mắm biển+Trang | Cóc vàng+Giá+Mắm biển |
| Chế độ ngập triều | Ngập khi nước triều rất thấp | Ngập khi nước triều thấp | | Ngập khi nước triều trung bình | | Ngập khi nước triều cao hoặc cao bất thường |
| Số ngày ngập triều trong tháng | 30 ngày | 25÷29 | 20÷24 | 15÷19 | 10÷14 | ≤9 |

**Figure 4.17. Diagram of the transect describing the succession trend of natural mangrove communities in the northwest, Dong Rui island**




| | | | |
|---|---|---|---|
| Quần xã thực vật ngập mặn | Chưa có cây ngập mặn | Sú+Trang | Vẹt dù + Đâng +Sú + Trang |
| Chế độ ngập triều | Ngập khi nước triều rất thấp | Ngập khi nước triều trung bình | |
| Số ngày ngập triều trong tháng | 30 ngày | 15÷19 | 10÷14 |

**Figure 4.18 Diagram of the transect describing the succession trend of natural mangrove communities in the southwest, Dong Rui island**

(absence of pioneer stage)

Research on the succession of natural mangrove communities NADs in Tien Yen district, Quang Ninh province, Phan Nguyen Hong (1991) [13] has shown that: the primaryprimitive succession stage in this area hasexperiences 4 typical stages. So far, with the 3 trends of succession in the study area (Figure 4.16, 4.17, and 4.18), in the Southeast region of, Dong Rui island, the process of primary itive succession still consists of 4 stages; Another area is in the Northwest of Dong Rui Island, witnesses there are three stages of primary itstage ive succession in spite of the presence of , although there is still a pioneering stage, a mixed phasestage and a final stage; Unlike the above two regions, in the southwest region of Dong Rui island, there are only two stages of the succession process: the mixed stage phase and the final stage, the absence of the pioneering stagephase defect would ill be the beginning of the degradation of the natural mangrove communities in in this area.

The natural succession trend in different areas of Dong Rui Island which is of theoretical and practical significance provides the basis for proposing solutions to restore successfully mangrove communities through natural regeneration promotion or planting by selecting the mangrove species to be planted suitable to each site conditions. Eroded areas require the study on absence of the pioneer stage, application of techniques and technology to reduce waves (such as building of soft walls for wave buffering with bamboos, nets, etc.) to create favorable conditions for propagules and regeneration tree of pioneer mangrove species such as *A. corniculatum, K. obovata* or A.marina to regenerate on the newly formed and stable mudflats.

### *4.4.3. Mangrove community change and land area in the study site*

#### *4.4.3.1. Map of mangrove community status*

To determine the area of forest land as well as to assess changes in status in the area, we have developed a map of forest area status in 2012 and 2018.

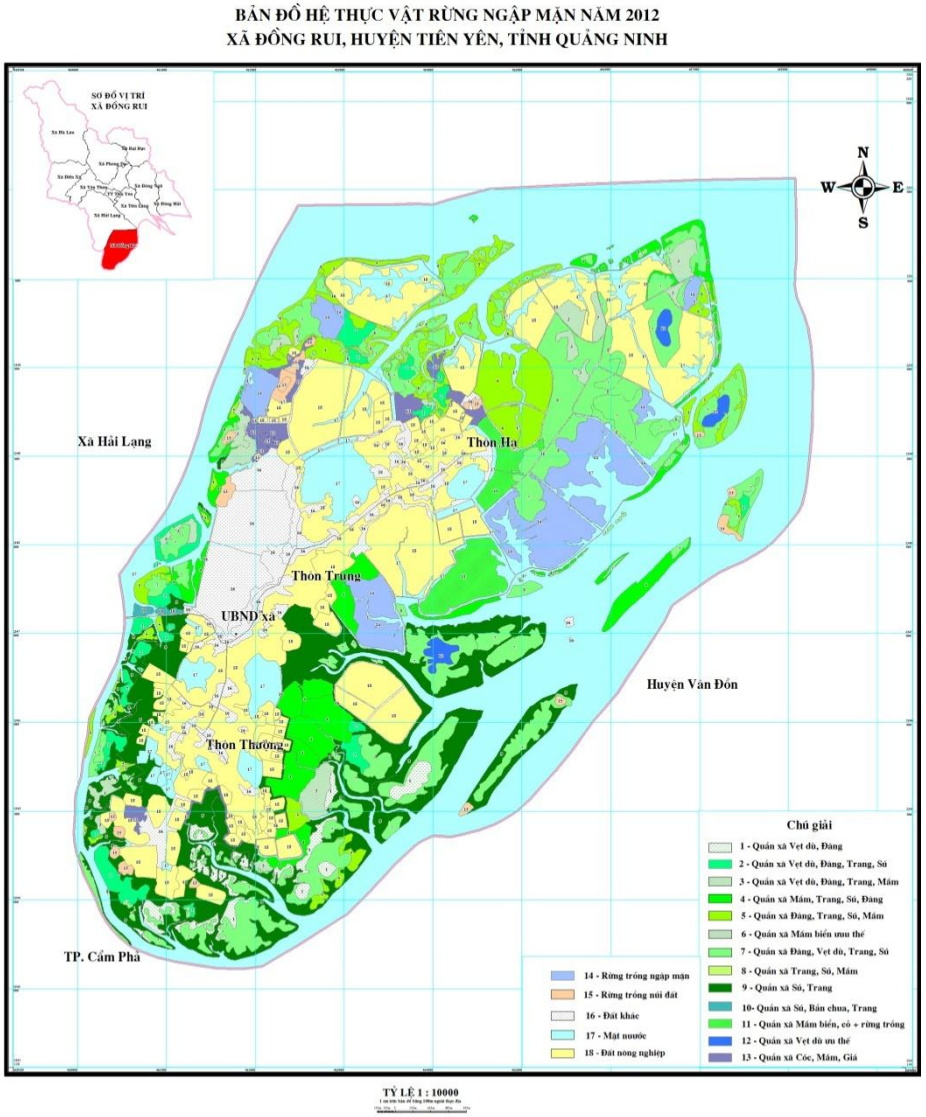
#### *4.4.3.2. Change of land area in the study site for the period of 2012 – 2018*

## Table 4.38. Matrix of mangrove vegetation change in Dong Rui commune for the period of 2012 – 2018

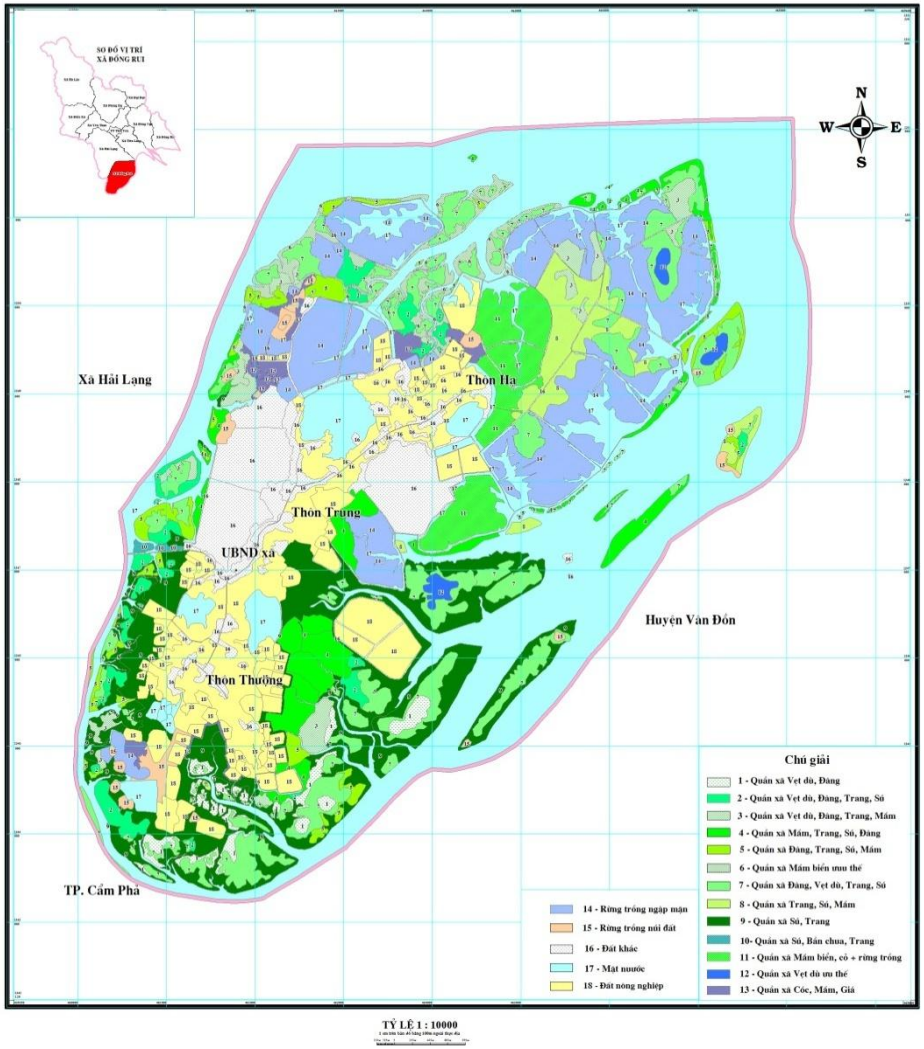
*Unit: ha*

| Mangrove community code | | Mangrove vegetation status in 2018 | | | | | | | | | | | | | | | | | | Tổng |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | |
| **Mangrove vegetation status in 2012** | **1** | 120,1 | 0,2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 120,3 |
| | **2** | 11,7 | 177,7 | - | - | 1,0 | - | 1,4 | - | 0,5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 192,2 |
| | **3** | - | - | 116,7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1,1 | - | - | - | - | 117,8 |
| | **4** | 1,0 | 0,7 | 1,7 | 197,8 | 4,4 | - | - | - | - | - | 0,7 | - | - | 1,4 | - | - | - | - | 207,8 |
| | **5** | - | 0,9 | - | 1,8 | 113,5 | - | - | - | 0,4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 116,7 |
| | **6** | - | - | - | - | - | 75,7 | - | - | - | - | 35,2 | - | - | 4,3 | - | - | - | - | 115,2 |
| | **7** | 4,5 | 5,1 | - | - | 3,1 | - | 90,4 | - | 1,1 | - | - | - | - | 0,2 | - | - | - | - | 104,2 |
| | **8** | - | - | - | - | - | - | - | 12,2 | - | - | 5,8 | - | - | - | - | - | - | - | 17,9 |
| | **9** | 0,9 | 0,3 | - | - | 0,4 | - | 7,1 | - | 357,6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 366,2 |
| | **10** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4,5 | - | - | - | - | - | - | - | - | 4,5 |
| | **11** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 149,3 | - | - | 1,1 | - | - | - | - | 150,4 |
| | **12** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 23,4 | - | - | - | - | - | - | 23,4 |
| | **13** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 44,0 | - | - | - | - | - | 44,0 |
| | **14** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5,1 | - | - | 216,8 | - | - | - | 1,0 | 222,9 |
| | **15** | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,8 | - | - | - | - | 1,0 | 30,9 | | - | - | 32,7 |
| | **16** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 12,4 | - | 270,1 | 24,0 | 1,1 | 307,6 |
| | **17** | - | - | - | 0,1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3,1 | 1.917,3 | 18,5 | 1.939,0 |
| | **18** | - | - | - | 0,9 | - | - | 0,4 | - | - | - | - | - | - | 311,7 | - | 69,8 | 11,9 | 496,8 | 891,4 |
| **Total** | | 138,0 | 184,8 | 118,4 | 200,7 | 122,3 | 75,7 | 99,2 | 12,2 | 360,4 | 4,5 | 196,0 | 23,4 | 44,0 | 550,0 | 30,9 | 342,9 | 1.953,2 | 517,5 | 4.974,0 |

**Map of mangrove flora in 2012 in Dong Rui commune, Tien Yen district, Quang Ninh Province**




**Map of mangrove flora in 2018 in Dong Rui commune, Tien Yen district, Quang Ninh Province**



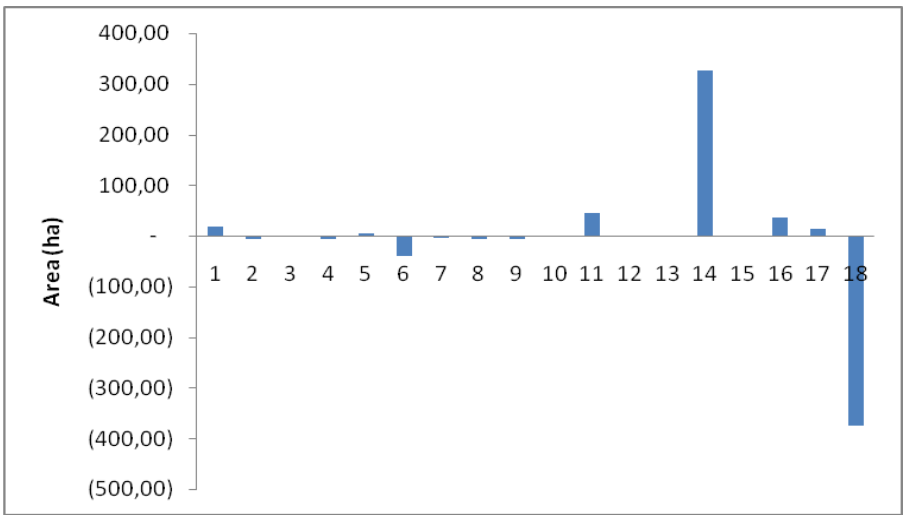



**Figure 4.22. Change in land and mangrove community area in Dong Rui for the peiod of 2012 – 2018**

In the period from 2012 - 2018, in the mangrove communities and non-forest land in the study area, the area of the plantation communities of *R.stylosa* and *K.obovata* increased the most (327.0 ha); the area of agricultural land declined the most (373.9 ha); the other re are 4 other mangrove communities and 2 other land statetypes, and the water surface increaseds in area; the other 3 mangrove communities does nothave not changed in area; 6 The remaining 6 mangrove communities and 2 other land types states declined in area compared to 2012.

## 4.5. Proposed solutions to restoration and development of mangrove communities in the study site

### *4.5.1. Basis for solution recommendations*

- Selective inheritance of materials related to climate, hydrology, geology, land, mangrove land status and mangrove forests in the study site;
- Findings of study and assessment of forest status, distribution, structure, species composition, and growth of mangrove communities mainly on Dong Rui island, Tien Yen, Quang Ninh;
- Results of survey and assessment of regeneration change and capability of mangrove vegetation restoration in the study site.

### *4.5.2. Silvicultural solutions for restoration and development of mangrove communities in the study area*

Communities can potentially naturally recover; therefore, based on the results of the study, solutions that have impacts on each natural community have been classified, including: ***1) zoned forest protection; 2) zoned forest protection and natural regeneration promotion and 3) forest protection and natural regeneration promotion combined with supplementary planting***

# CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

## CONCLUSIONS

1. ***Characteristics of floral vegetations in the study site:*** The species composition of the higher vascular plants distributed in Dong Rui include a total of 144 recorded species, belonging to 115 genera, 53 families and two phyla of Pteridophyta and Magnoliophyta. Of them, there are 16 true mangrove species with 14 identified mangrove communities on a total area of 2,129.6 ha. Species typical for the study area are *B. gymnorrhiza, R. stylosa, A. corniculatum, K. obovata and A. marina*.

2. ***Structural characteristics of high tree layers of some mangrove communities in the study site:***

The species composition of high tree layers was low in diversity; the number of species inspecies composition varied from 2 to 6 species; *B. gymnorrhiza and R. Stylosa* were dominant in many communities; the average density of high tree layers was from 2,223 to 7,333 trees/ha; canopy closure of high tree layers was from 0.36 to 0.83; average diameter collar was 5.7cm; total height was between 1.4 and 2.8m; the canopy area of trees was from 1.3 to 6.1 $m^2$.

3. ***Trend of mangrove vegetation change:*** There are three trends of succession in the study site. In the Southeast of Dong Rui island, the process of primary succession consists of 4 stages: pioneer stage, mixed stage, *B.gymnorrhiza* dominance stage and final stage; *a*nother area in the Northwest of Dong Rui Island, witnesses three stages of primary stage succession: a pioneer stage, a mixed stage and a final stage; Unlike the above two regions, in the southwest region of Dong Rui island, there are only two stages of the succession process: the mixed stage and the final stage, the absence of the pioneer stage would be the beginning of the degradation of the natural mangrove communities in this area.

Secondary succession trends to occur in abandoned shrimp ponds, found mainly from the northeast of the island; tidal currents go over broken pond banks, creating small water creeks in ponds; *A.marina* is a dominant pioneer species.

4. ***Natural regeneration characteristics of mangrove communities:*** **including two forms of regeneration**

- For natural regeneration under canopy of mangrove communities, the density of regeneration tree ranged from 3,500-18,500 trees /ha with the majority of thoseat height <0.8 m; regeneration tree at height ≥0.8 m saw a density of from 333 to 3,000 trees /ha; species composition of

regeneration tree included 2-4 species and was relatively similar to that of higher tree layers.

For regeneration in gaps: 15 gaps were located in 4 permanent plots representing four typical natural communities that have been monitored for 6 years. Most of the gaps were reduced in area due to natural regeneration in gaps which partly fill the gaps: the average density of regeneration tree was lower than that of regeneration tree under the canopy, fluctuating from 1,000 to 9,000 regeneration tree per hectare; like the regeneration under canopy, species composition of regeneration tree in gaps was simple, including from 1 to 5 species and quite similar to high tree layers; and regeneration tree at height <0.8 m were high in density;the density decreased with those at height of ≥0.8 m (300 - 3,500 trees /ha).

***5. Natural restoration process of mangrove communities:*** In the mangrove vegetation of Dong Rui commune, it is possible to take advantage of natural recovery through the natural regeneration of mangrove communities. The restoration occurs under canopy and in gaps.

- Regeneration tree under the canopy: species composition of high tree layers and regenerative layers was relatively simple, with the appearance of 1-4 dominant species; after 6 years, there have been insignificant changes in species composition between high tree layer and regenerative layer; the density of regeneration tree under canopy has increased after 6 years, from 15,208 to 19,853 trees /ha; there has been an increase in biodiversity of the community;

- Regeneration tree in gaps: the density of regeneration tree in gaps fluctuated more significantly than those under canopy, from 1,000 to 20,500 trees / ha, increased sharply after 6 years; species composition in gaps also ranged from 2 - 5 species of regeneration tree, highly similar to species composition of high tree layer in both 2012 and 2018.

***6. Proposed solutions to restoration of mangrove vegetation in the area around Dong Rui island, Tien Yen district, Quang Ninh province:*** Mangrove vegetations are capable of natural regeneration if they are not influenced from the outside; so, the proposed solutions are zoned forest protection, zoned forest protection and natural regeneration promotion and zoned forest protection and regeneration promotion combined with supplementary planting. These solutions are applied flexibly for different types of natural communities depending on the characteristics of each community.

## RECOMMENDATIONS

- It is necessary to continue studying, finalizing and supplementing technical measures for rehabilitation and development of mangroves and integrated technical solutions to restore and develop mangroves vegetations in localities and the whole country with similar conditions.

- It is recommended to continue the rehabilitation, planting and sustainable management of coastal mangrove ecosystems in Dong Rui commune, raise awareness and build capacity of restoration, protection and sustainable development of mangrove vegetations, biodiversity conservation and climate change response, and improve livelihoods for local people.

## LIST OF PUBLISHED WORKS RELATED TO THE THESIS

**1. Nguyen Hoang Hanh**, Mai Sy Tuan, 2018. Current status of mangrove vegetation in Dong Rui commune, Tien Yen district, Quang Ninh province. *Journal of Science, Viet Nam National University: Earth Sciences and the Environment 34 (3):* 120-130.

**2. Nguyen Hoang Hanh**, Do Quy Manh, Tran Viet Ha, 2018. Some physical and chemical properties of mangrove soil in Dong Rui commune, Tien Yen district, Quang Ninh province. *Journal of Forests and Environment 90*, 2018: 26-30.

**3. Nguyen Hoang Hanh**, Pham Hong Tinh, Nguyen Thi Hong Hanh, Mai Sy Tuan, 2018. Features of mangrove regeneration in gaps in Dong Rui, Tien Yen, Quang Ninh. *Journal of Biology 40* (2), 2018: 129-137.

**4. Nguyen Hoang Hanh**, Cao Ba Ket, Tran Thi Mai Sen, Le Hong Lien, Pham Thi Quynh, 2018. Characteristics of high tree layer structure and trends of succession of mangrove plant communities, around Dong Island Rui, Tien Yen district, Quang Ninh province. *Journal of Agriculture and Rural Development: Science and Technology* 23, 2018: 89-96.

**5. Nguyen Hoang Hanh**, Tran Thi Mai Sen, Le Hong Lien, Cao Ba Ket, 2018. Natural regeneration dynamics under forest canopy of mangrove plant communities in Dong Rui commune, Tien Yen district, Quang Ninh province . *Forestry Science and Technology Journal* 6, 2018: 40-48.