

MÔ HÌNH MÔ PHỎNG DIỄN BIẾN RỪNG NGẬP MẶN VEN BIỂN THÁI BÌNH DƯỚI BIẾN ĐỘNG CỦA CÁC YẾU TỐ MÔI TRƯỜNG VÀ NƯỚC BIỂN DÂNG

Nguyễn Thị Kim Cúc¹, Trần Văn Đạt²

Tóm tắt: Vai trò và tầm quan trọng của hệ sinh thái rừng ngập mặn (RNM) đã được đề cập ở nhiều khía cạnh. Tuy vậy, RNM cũng là hệ sinh thái chịu ảnh hưởng nhất định từ hệ quả của biến đổi khí hậu. Mô hình toán học mô phỏng các quá trình cơ bản chi phối sự phát triển của RNM dựa vào các yếu tố môi trường như độ mặn hay cao độ ngập là một trong những công cụ hiệu quả giúp hỗ trợ công tác quản lý hệ sinh thái rừng ngập mặn. Tác giả đã áp dụng mô hình sinh thái (đã được xây dựng cho RNM Cần Giờ) để mô phỏng sự phát triển và thay đổi của RNM dưới ảnh hưởng của các yếu tố môi trường theo ba kịch bản biến đổi về độ ngập nước gây ra bởi những ảnh hưởng của biến đổi khí hậu kết hợp với biến động về độ mặn và nhiệt độ. Từ kết quả phân tích mô hình, nhóm nghiên cứu đã đề xuất quy hoạch bảo vệ và phát triển RNM vùng nghiên cứu cho các năm 2030, 2050 và 2100.

Từ khóa: Rừng ngập mặn, mô hình sinh thái, biến đổi khí hậu.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vai trò và tầm quan trọng của hệ sinh thái rừng ngập mặn (RNM) đã được thảo luận rộng rãi trong nhiều lĩnh vực nghiên cứu. RNM là hệ sinh thái tự nhiên đặc trưng và đóng vai trò rất quan trọng cả về yếu tố kinh tế lẫn sinh thái cảnh quan và yếu tố môi trường ở các vùng đất ngập nước ven biển của vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới (Phan Nguyên Hồng và cs., 1999) [4]. Sự tồn tại, sinh trưởng, phát triển và phân bố của chúng phụ thuộc chặt chẽ vào điều kiện tự nhiên, địa hình, địa mạo... nơi chúng sinh sống. Hơn nữa, khi nghiên cứu về khả năng thích ứng của hệ sinh thái RNM vùng ven biển đồng bằng sông Hồng, nhóm tác giả Nguyễn Thị Kim Cúc và Trần Văn Đạt (2012) [3] đã chỉ ra rằng hệ sinh thái này có nguy cơ bị suy thoái do ảnh hưởng của nước biển dâng kết hợp với tốc độ bồi lắng cao nhưng không đồng đều của vùng và nguy cơ bị kẹt bởi công trình thủy lợi (đê biển đã kiên cố hóa) nên không thể thực hiện quá trình diễn thế lấn sâu vào đất liền.

Việc dự báo được diễn biến tình trạng RNM trong tương lai có thể thách thức những giả định của chúng ta về các vấn đề có liên quan đến các yếu tố môi trường có ảnh hưởng đến sự phân bố của thực vật RNM cũng như tính đa dạng của chúng, đồng thời cung cấp cho ta một tầm nhìn bao quát về mức độ và phạm vi của sự thay đổi của các loài trước những ảnh hưởng xáo trộn của các tác nhân bên ngoài. Các mô hình mô phỏng các quá trình sinh thái đã được công nhận là công cụ mạnh mẽ giúp hỗ trợ nhận biết diễn biến sự phức tạp của hệ thống sinh thái và đã trở thành một phương tiện hữu ích trong quy hoạch phát triển vùng. Một mô hình sinh thái có thể mô phỏng sự phát triển và diễn thế của RNM dưới ảnh hưởng của các yếu tố môi trường đã được xây dựng và áp dụng với RNM Cần Giờ thuộc thành phố Hồ Chí Minh (Nguyễn Hoàng Anh, 2013) [2]. Ứng dụng mô hình này, nhóm nghiên cứu tiến hành mô phỏng các động thái của các loài thực vật ngập mặn chính theo kịch bản nước biển dâng (Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2012) [1] và ảnh hưởng biến đổi của độ mặn, nhiệt độ.

¹ Trường Đại học Thủy Lợi.

² Viện Kinh tế và Quản lý Thủy Lợi.

2. MÔ HÌNH TÍNH TOÁN MÔ PHỎNG SỰ PHÁT TRIỂN CỦA THỰC VẬT NGẬP MẶN VÀ KẾT QUẢ HIỆU CHỈNH SỐ LIỆU VỚI MÔ HÌNH

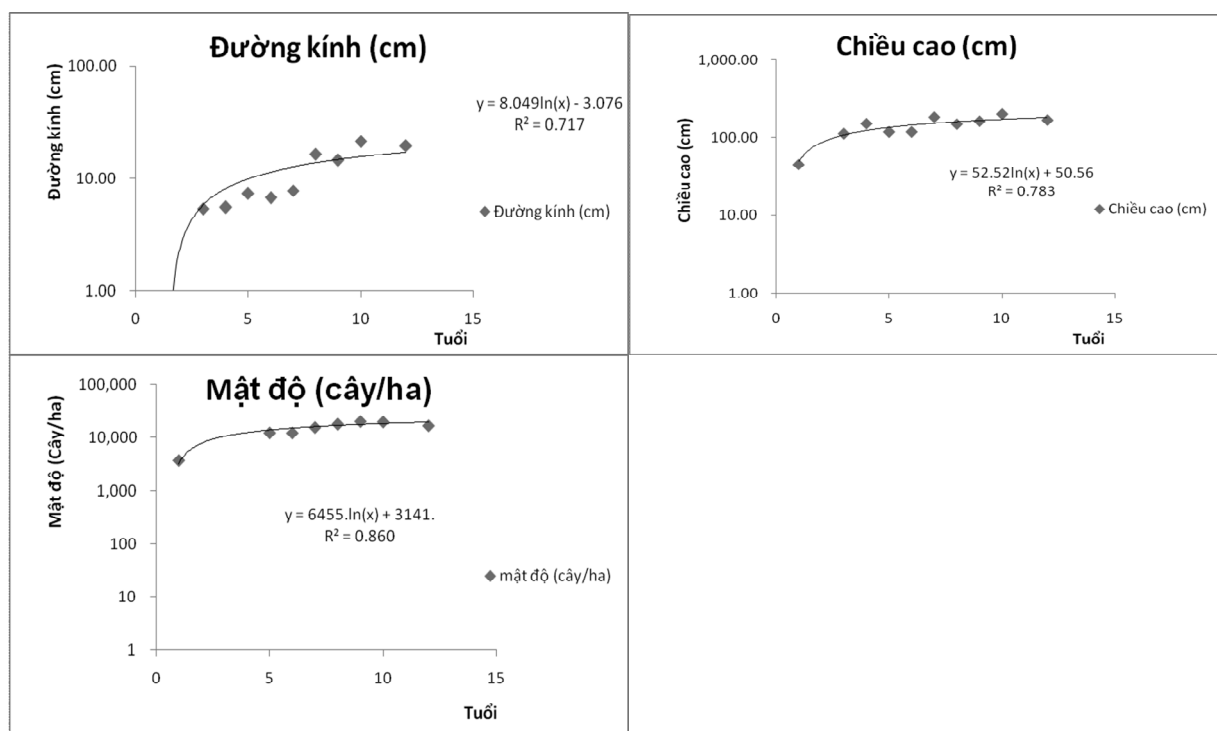
2.1. Dữ liệu sử dụng trong mô hình

Dữ liệu sử dụng trong nghiên cứu này chủ yếu dựa trên dữ liệu đo đếm tại các ô tiêu chuẩn với các chỉ số sinh trưởng bao gồm đường kính thân, chiều cao và đường kính tán cây của hai loài cây trồng chính trong vùng là cây Trang (*Kandelia candel*) và Bần (*Sonneratia caseolaris*) và 01 loài cây gia nhập, cây Sú (*Aegiceras corniculatum*). Dữ liệu tăng trưởng của cây từ 18 ô tiêu chuẩn (10m x 10m) (bao gồm tuổi cây, đường kính cây và chiều cao cây) phân bố ở các điều kiện môi trường khác nhau của độ mặn và độ cao địa hình được phân tích dựa vào số liệu khảo sát năm 2012 và số liệu cập nhật từ 09 ô tiêu chuẩn được khảo sát tháng 3 và 4 năm 2014. Giá trị tăng trưởng về chiều cao, đường kính và mật độ cây (Hình 1) khảo sát được trong đề tài nghiên cứu được cập nhật vào số liệu sử dụng trong tính toán. Biểu đồ thể hiện tăng trưởng chiều cao và đường kính tại độ cao 0,3 m

so với mặt đất cho thấy các giá trị của 2 chỉ số này tăng lên khi cây trồng có tuổi cao hơn. Tuy nhiên, các giá trị này đã đạt giá trị ổn định khi cây đạt độ tuổi 8-9. Những giá trị của các chỉ số sinh trưởng trên gần như không đổi sau đó.

Dữ liệu độ mặn của khu vực thu được trong khoảng thời gian 1996-2006 từ trạm quan trắc thuộc Đài khí tượng thủy văn Văn Úc. Số liệu này được tiến hành nội suy và xây dựng thành bản đồ phân vùng độ mặn dựa theo mức độ phù hợp cho sự phát triển của RNM.

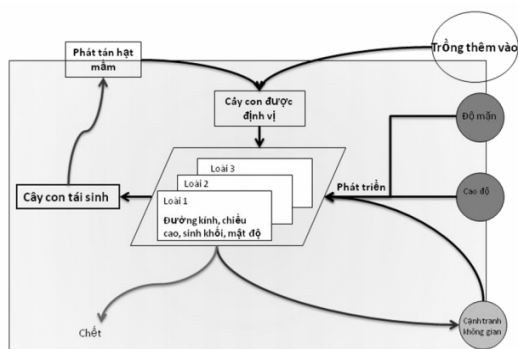
Ba kịch bản nước biển dâng theo nhiệt độ bao gồm là các điều kiện môi trường ổn định và hai kịch bản tiếp theo là sự thay đổi mực nước biển. Theo báo cáo của Bộ Tài Nguyên Môi Trường năm 2010, khí hậu sẽ thay đổi đáng kể trên tất cả các vùng của Việt Nam, đặc biệt là ở vùng ven biển đồng bằng sông Hồng của Việt Nam. Đến cuối thế kỷ 21, mực nước biển dự kiến sẽ cao hơn khoảng từ 54 đến 116 cm so với giá trị trung bình của những năm 1980-1999. Chúng tôi áp dụng các kịch bản thay đổi mực nước biển trong các mô phỏng (Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2010) [1].



Hình 1. Kết quả khảo sát đường kính, chiều cao và mật độ của thảm thực vật trồng vùng nghiên cứu

2.2. Mô tả bài toán

Sự khác biệt giữa RNM và các loại rừng trên đất liền nằm ở chỗ trong môi trường của RNM luôn tồn tại yếu tố độ mặn và sự ngập triều định kỳ. Vì vậy, hai yếu tố này là điều kiện tiên quyết được đề cập đến như là những yếu tố chính ảnh hưởng đến sự tăng trưởng của cây rừng ngập mặn. Ngoài ra, sự phát triển của thực vật RNM còn bị ảnh hưởng bởi mật độ dày của chúng, mật độ phân bố của cây gây nên tình trạng cạnh tranh không gian sống của mỗi cá thể thực vật. Sự lựa chọn mô hình toán và cấu trúc mô hình tăng trưởng của cây RNM ở Cần Giờ được thực hiện dựa trên các công trình nghiên cứu của Botkin, Chen và Twilley, Berger và Hildenbrandt (Nguyễn Hoàng Anh, 2013). Mô hình này được sử dụng và hiệu chỉnh với dữ liệu thực tế đo được ở RNM tại Thái Bình cho ba loài Trảng, Bần và Sú. Chu trình sống của cây bao gồm: cây con định vị trên môi trường, phát triển, cạnh



Hình 2. Sơ đồ cấu trúc của mô hình

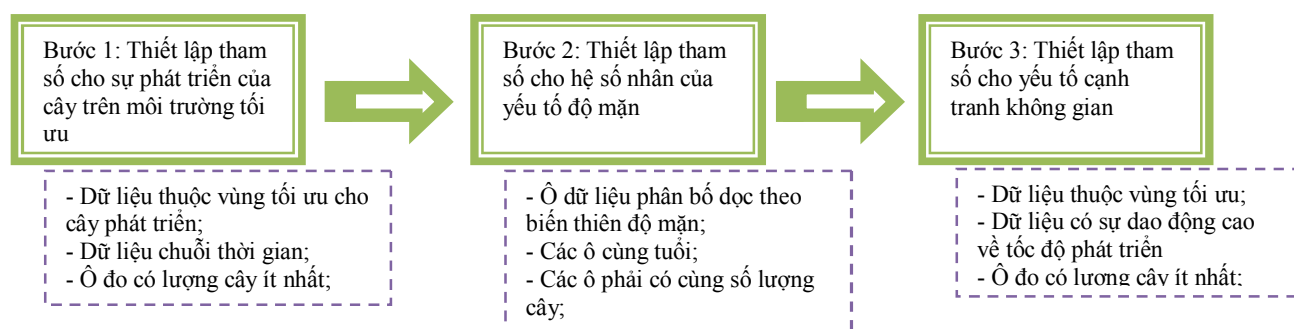
tranh không gian sống, sản sinh hạt mầm, chết. Sơ đồ cấu trúc của mô hình như ở Hình 2 mô tả chu trình sống và phát triển của cây.

Mô hình sử dụng các hằng số sinh trưởng của cây dưới các điều kiện nhiệt độ và độ ngập triều khác nhau. Ngoài ra, yếu tố cạnh tranh về mặt không gian giữa các cá thể cùng loài và khác loài cũng được tính toán trong mô hình

2.3. Chuẩn hóa dữ liệu với mô hình

Số liệu về sinh trưởng của thực vật thu được từ các ô đo đếm trong các điều kiện môi trường khác nhau về độ mặn và cao độ địa hình được sử dụng để thiết lập tham số cho các mô hình toán nêu trên. Ở bước đầu tiên, phương trình phát triển của thực vật trong điều kiện môi trường tối ưu được thiết lập. Dữ liệu lựa chọn cho bước này là dữ liệu chuỗi thời gian bao gồm các dữ liệu đường kính ngang ngực và chiều cao của cây. Cây có giá trị đường kính lớn nhất trong các ô và ô tiêu chuẩn có số lượng cây nhỏ nhất được lựa chọn cho quá trình thiết lập này.

Tiếp theo, hệ số nhân của các yếu tố ảnh hưởng đến sinh trưởng và phát triển của cây bao gồm độ mặn và yếu tố cạnh tranh cũng được thiết lập. Sự chọn lựa giá trị của các tham số dựa vào giá trị cao nhất của hệ số tương quan ($R^2 > 0.9$) và giá trị nhỏ nhất của sai số ($SE < 0.1$). Quy trình thiết lập tham số được thực hiện như sơ đồ ở Hình 3.

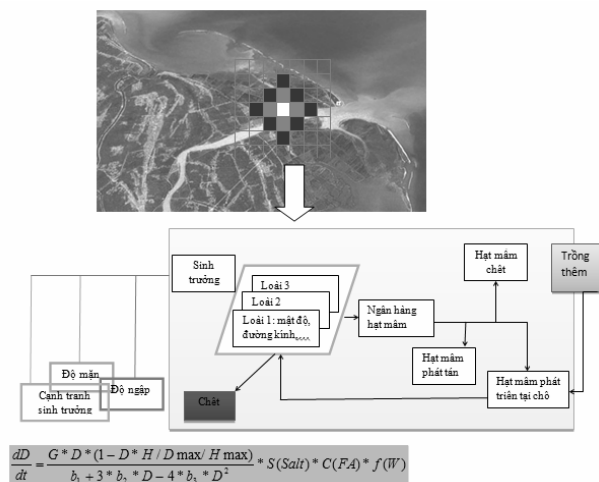


Hình 3. Quy trình thiết lập tham số được áp dụng trong quy trình tính toán

2.4. Thiết kế cấu trúc và mô hình

- Đây là một mô hình mô phỏng động lực rừng dạng tập hợp. Mô hình này mô phỏng các quá trình động học của rừng (bắt đầu, phát triển, tương tác, sinh sản, chết) trên một phạm vi diện tích quy mô lớn về không gian và thời gian. Mô hình này có thể thích ứng với các ứng dụng mới với các điều kiện môi trường khác nhau bằng cách điều chỉnh các trình điều khiển, các thông số hoặc phương trình, trong khi vẫn giữ nguyên cấu trúc của mô hình. Mô hình này tiếp nhận dữ liệu đầu vào trực tiếp từ các lớp bản đồ dưới định dạng GIS (độ mặn, dữ liệu độ cao, các loài thực vật ban đầu...) và sản phẩm đầu ra của nó có thể được hiển thị dưới dạng bản đồ có định dạng GIS.

- Đối tượng, các biến và tỷ lệ của mô hình: Mô hình được cấu trúc thành một mạng lưới có nhiều ô tính (cell), mỗi ô đóng vai trò của một khoảnh rừng, kích thước của ô lưới có thể được thay đổi tùy theo từng điều kiện. Dữ liệu thuộc tính về cấu trúc rừng và thành phần loài được lưu trữ trong bảng dữ liệu thuộc tính của mỗi ô tính. Tính không đồng nhất trong một ô tính cũng được đề cập bao gồm các loài thực vật khác nhau và kích thước khác nhau. Yếu tố môi trường (độ mặn và cao độ của địa hình) được đưa vào mô hình trực tiếp từ các lớp bản đồ. Trong một ô tính, yếu tố môi trường được giả định là đồng nhất. Hình 4 mô tả sự tương tác của các quá trình động lực rừng trong mạng lưới CA.



Hình 4. Sơ đồ mô hình áp dụng cấu trúc của Cellular automata

3. KẾT QUẢ MÔ HÌNH HÓA DIỄN BIẾN THẨM THỰC VẬT NGẬP MẶN VÙNG VEN BIỂN TỈNH THÁI BÌNH TRƯỚC ẢNH HƯỞNG CỦA NƯỚC BIỂN DÂNG

3.1. Diễn biến thẩm thực vật ngập mặn do ảnh hưởng của mực nước biển

Các mô phỏng cho 110 năm (1990-2100) trên toàn bộ diện tích vùng RNM và bãi bồi ven biển từ đê Trung ương đến vị trí có độ sâu 0 m nước biển trong giai đoạn hiện tại. Thời gian chúng tôi lựa chọn cho việc bắt đầu thực hiện mô hình mô phỏng là khi trong vùng chỉ còn một diện tích nhỏ thực vật ngập mặn, tồn tại không tập trung. Quá trình mô phỏng thể hiện mạnh mẽ từ sau năm 1996-1998 khi một diện tích đáng kể, tập trung cây ngập mặn được trồng trong vùng. Mô phỏng dựa trên sự tác động lẫn nhau của 4 các yếu tố đó là sự thay đổi về mực nước biển, nhiệt độ, độ mặn và sự cạnh tranh về không gian giữa các cá thể cây ngập mặn.

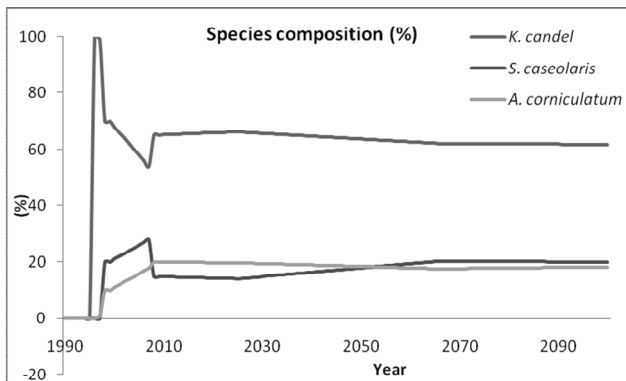
Kết quả phân tích mô hình mô phỏng về biến động trong thành phần loài của các loài cũng như sinh khối của từng loài và của cả khu vực thể hiện trong Hình 5 và 6.

Kết quả phân tích mô hình cho thấy thành phần loài trong khu vực nghiên cứu có xu hướng không tăng (03 loài) nếu không có những tác động tích cực của con người như hoạt động trồng xen, tạo khoảng trống cho quá trình tái sinh tự nhiên của các loài cây khác có khả năng thích ứng với điều kiện của vùng. Với từng loài cụ thể cho thấy, loài Trang giảm dần về tỷ lệ, loài Sú giữ tỷ lệ tương đối ổn định và Bần chua, sau một thời gian chịu tác động của nhiệt độ sẽ có cơ chế thích ứng để có thể tồn tại và có xu hướng tăng lên, không đáng kể, về tỷ lệ thành phần loài.

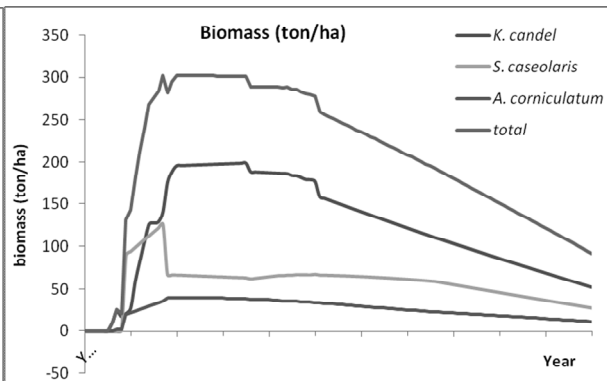
Tổng sinh khối và sinh khối của các loài trong vùng đều có xu hướng giảm sau năm 2010. Với mật độ cao như hiện tại, quá trình tự tủa thừa diễn ra liên tục, và theo tốc độ này, cơ

hội cho các cây non tự tái sinh cũng không cao, do vậy sinh khối của các loài nói chung sẽ giảm. Ngoài ra, các yếu tố khí hậu bị biến đổi do hiện tượng trái đất nóng lên cũng có những tác động

đến sinh trưởng và phát triển của thảm thực vật và do đó có những ảnh hưởng trực tiếp và gián tiếp đến sinh khối của từng loài và tổng sinh khối trên ha của cả vùng.



Hình 5. Diễn biến phân bố loài



Hình 6. Diễn biến giá trị sinh khối của các loài

3.2. Quy hoạch bảo tồn và phát triển RNM vùng nghiên cứu

3.2.1. Quy hoạch phát triển rừng cho từng giai đoạn theo kịch bản nước biển dâng

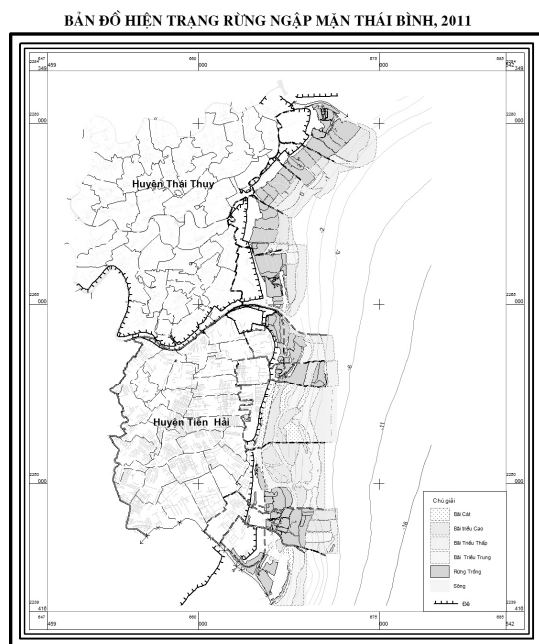
Qua kết quả phân tích mô hình, nhóm nghiên cứu đề xuất định hướng quy hoạch phát triển rừng theo các năm. Kết quả thể hiện trong Hình 7.

Định hướng quy hoạch dựa trên sự phù hợp về cơ sở pháp lý, điều kiện môi trường chính cho sự sinh trưởng và phát triển của 02 loài cây ngập mặn chính trồng và 01 loài cây gia nhập trong vùng nghiên cứu. Định hướng quy hoạch trong báo cáo này chưa xét đến các yếu tố khác như: định hướng phát triển kinh tế xã hội, quy hoạch phát triển kinh tế xã hội của địa phương, vùng... Hơn nữa, định hướng quy hoạch chỉ xét đến yếu tố môi trường chính mà nghiên cứu đã đề cập là độ ngập. Ngoài ra, yếu tố nhiệt độ, thổ nhưỡng, độ mặn cũng được xét đến trong quá trình đề xuất định hướng quy hoạch. Phương pháp trồng, chăm sóc và bảo vệ RNM trong định hướng quy hoạch được áp dụng theo các mức độ từ đơn giản (trồng bằng trụ mầm) đến

phương pháp trồng áp dụng công nghệ cao (cây con được ươm trong vườn ươm 1-3 năm, khi trồng có bầu rế, cọc trồng đỡ...) như đã được áp dụng trong quá trình trồng và bảo vệ rừng tại các tỉnh ven biển miền Bắc trong thập niên qua.

Yếu tố thổ nhưỡng là yếu tố tham khảo, coi như không có biến động trong suốt quá trình. Bản đồ đất hiện trạng được sử dụng cho tất cả các thời kỳ dự báo. Về cơ bản, loại trừ đất cát không có khả năng trồng và phát triển rừng, còn lại các loại đất phù sa ở độ mặn khác nhau đều có thể thực hiện việc trồng rừng ngập mặn. Thành phần loài thực vật, trong báo cáo này ta chỉ xem xét trên những loài đang tồn tại, chưa có điều kiện để thực nghiệm cụ thể với các loài cây khác.

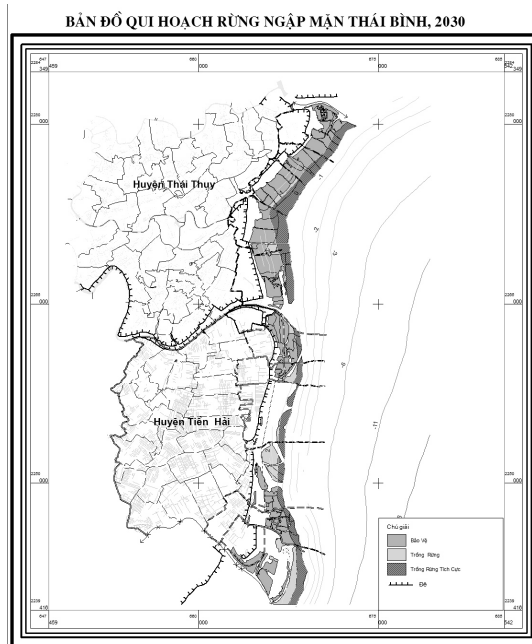
Tuổi thực vật: trong vùng chưa có ghi chép về tuổi thọ của các loài cây trong điều kiện tự nhiên hoặc tối ưu. Nhưng theo diễn biến tình hình tại vùng nghiên cứu cũng như các vùng có điều kiện tương tự có thể dự báo tuổi thọ trung bình của cây Trang là 25 năm và 30 năm với cây Bần.



TỶ LỆ 1 : 150000

1 cm trên bản đồ bằng 1500 ngoài thực địa

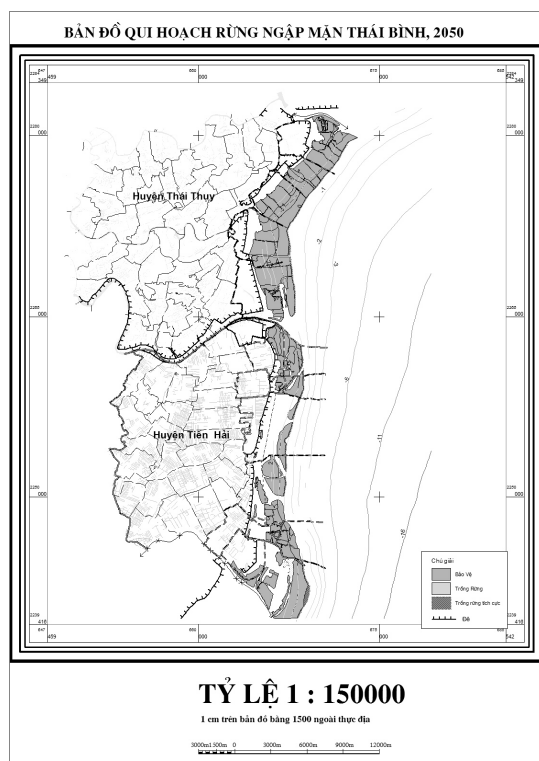
3000m 6000m 9000m 12000m



TỶ LỆ 1 : 150000

1 cm trên bản đồ bằng 1500 ngoài thực địa

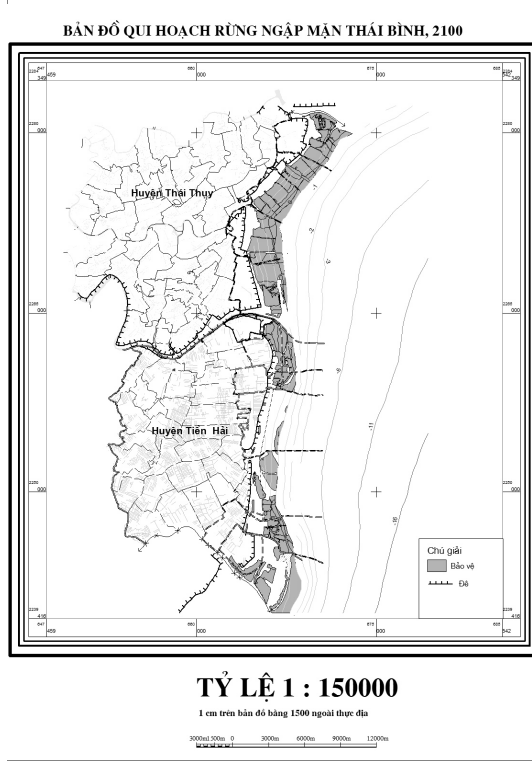
3000m 6000m 9000m 12000m



TỶ LỆ 1 : 150000

1 cm trên bản đồ bằng 1500 ngoài thực địa

3000m 6000m 9000m 12000m



TỶ LỆ 1 : 150000

1 cm trên bản đồ bằng 1500 ngoài thực địa

3000m 6000m 9000m 12000m

Hình 7. Hiện trạng RNM vùng ven biển tỉnh Thái Bình năm 2011 và định hướng quy hoạch phát triển rừng cho giai đoạn 2030, 2050 và 2100 dựa vào điều kiện tự nhiên

Như vậy, việc xây dựng định hướng quy hoạch phát triển RNM tại vùng nghiên cứu là kết quả của việc chồng ghép (GIS) các bản đồ

về diễn biến RNM của từng giai đoạn (sản phẩm của mô hình) với bản đồ biến động thể nền (sản phẩm của mô hình thủy động lực), bản đồ đất,

và xem xét điều kiện tối ưu cho sinh trưởng và phát triển của những loài cây ngập mặn vùng nghiên cứu.

Kết quả phân tích thể hiện trong bản đồ định hướng quy hoạch phát triển thảm thực vật ngập mặn vùng nghiên cứu đến các năm 2030, 2050, 2100 (Hình 7). Dựa trên kết quả phân tích mô hình và những hiểu biết về thực vật vùng nghiên cứu, tổ hợp một số yếu tố môi trường chính, nhóm nghiên cứu đề xuất định hướng quy hoạch phát triển thảm thực vật ngập mặn vùng nghiên cứu. Số liệu về diện tích thảm thực vật này thể hiện trong Bảng 1 là chi tiết về biến động thảm thực vật của từng huyện của tỉnh Thái Bình.

Kết quả nghiên cứu định hướng quy hoạch

phát triển thảm thực vật ngập mặn trong vùng có những hạn chế như: Chưa xét đến các yếu tố con người (tác động có chủ định của con người, định hướng phát triển kinh tế xã hội...); Chưa xem xét đến các yếu tố môi trường khác ngoài yếu tố độ ngập, độ mặn và nhiệt độ; Chưa xem xét đến việc trồng mới những loài cây khác trong vùng (do việc nghiên cứu loài mới trong vùng cần có nghiên cứu thực nghiệm tại địa phương trong một thời gian tương đối dài, 3-7 năm tùy từng loài cây); Chưa chỉ ra được định hướng bảo vệ và phát triển thảm thực vật ở đây: hình thức, phương pháp, quy trình và cơ chế tĩa thưa, chăm sóc, bảo vệ...; Chưa có thời gian và kinh phí thử nghiệm kết quả của mô hình.

Bảng 1. Diện tích quy hoạch phát triển RNM vùng nghiên cứu của từng huyện qua từng giai đoạn

QH: là diện tích được quy hoạch để trồng thêm

Huyện	Hiện trạng	Năm 2030		Năm 2050		Năm 2100	
	Diện tích (ha)	Diện tích (ha)	QH (ha)	Diện tích (ha)	QH (ha)	Diện tích (ha)	QH (ha)
Thái Thụy	3.368	5.014	1.787	4.803	153	4.477	-
Tiền Hải	2.632	4.935	2.393	5.031	378	4.729	-

3.2.2. Đề xuất phương án quy hoạch nhằm bảo tồn và phát triển bền vững RNM trong vùng

Việc bảo tồn và phát triển RNM nói chung và trong vùng nghiên cứu nói riêng cần phải được chú trọng đến việc phát triển cả chất lượng và số lượng. Như đã phân tích, trong bối cảnh biến đổi khí hậu, những kết quả chỉ ra rằng có nhiều biến động về số lượng (diện tích rừng ngập mặn). Những nguyên nhân đầu tiên dẫn đến sự biến động đó được cho là ảnh hưởng của mực nước biển dâng do hệ quả của biến đổi khí hậu. Tuy nhiên, tồn tại trong thiên nhiên nên hệ sinh thái RNM cũng như các hệ sinh thái khác chịu tác động của hệ những tương tác khác như nhiệt độ, độ mặn, những hiện tượng thời tiết cực

đoan... và cả những tác động của con người.

Trên đây là những đề xuất nhằm thực hiện việc bảo tồn và phát triển thảm thực vật ngập mặn vùng ven biển tỉnh Thái Bình trong điều kiện biến đổi khí hậu, đặc biệt là yếu tố mực nước biển. Tuy nhiên, để thực hiện được từng đề xuất cần phải được tiến hành nghiên cứu kỹ lưỡng, đề xuất chi tiết để đảm bảo thực hiện thành công trong điều kiện thực tế tại từng địa phương.

Lời cảm ơn

Tác giả xin gửi lời cảm ơn đến Tiến sỹ Nguyễn Hoàng Anh, Viện Môi trường và Tài nguyên, Đại học Quốc gia Hà Nội về những chia sẻ về kỹ thuật ứng dụng mô hình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2012. Báo cáo tổng kết các kịch bản nước biển dâng và khả năng giảm thiểu rủi ro ở Việt Nam.
- [2]. Hoang Anh Nguyen, Otto Richter, Van Quy Pham, 2010. “A systems ecology approach based on the combination of remote sensing and process modeling and its application to mangrove ecosystem in Vietnam” - International Conference on The Future of Biodiversity, Giessen, Germany, August 2010.
- [3]. Nguyễn Thị Kim Cúc và Trần Văn Đạt, 2012. Nghiên cứu khả năng thích ứng của hệ sinh thái RNM vùng ven biển dưới tác động của nước biển dâng - Nghiên cứu ở Đồng bằng sông Hồng. Tạp chí khoa học kỹ thuật: Thủy lợi và Môi trường, số 37, trang 45-52.
- [4]. Phan Nguyên Hồng và cs., 1999. RNM Việt Nam. NXB Nông nghiệp.

Abstract:

MODEL FOR PREDICTING THAI BINH MANGROVE FOREST DYNAMICS UNDER VARIABLE ENVIRONMENTAL CONDITIONS AND SEA LEVEL RISE

It is well-known that the mangrove ecosystems play important roles in coastal regions. However, the impacts of climate change on this ecosystem become clearer recently. Therefore, mangrove management is quite a difficult undertaking because of its geographic conditions and its complex bio-geological processes. Mathematical models that simulate the underlying processes governing the growth of mangrove in dependence of environmental factors such as salinity, topography or temperature are effective tools for supporting the mangrove ecosystem management. In this study, an ecological model (which was build up and apply for mangroves in Can Gio Biosphere Reserved) to simulate the development of mangrove attributes under influences of environmental factors is developed and applied to planted mangroves in coastal districts of Thai Binh Province. This model is the applied to simulate the dynamics of mangrove species under three scenarios of inundation levels and the changes of salinity and temperature caused by the influences of the global warming effect. The results of the simulations show that all three exanimated mangroves species' health and composition are affected dramatically under the changes of environmental conditions. Base on the simulation output the planning for sustainable mangroves development were proposed for the year 2030, 2050 and 2100.

Key words: mangroves, ecological model, climate change.

Người phản biện: PGS.TS. Phạm Thị Minh Thư

BBT nhận bài: 05/9/2014

Phản biện xong: 17/9/2014