



Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội:
Các Khoa học Trái đất và Môi trường

Website: <https://js.vnu.edu.vn/EES>



Lún nền - thách thức lâu dài đối với rừng ngập mặn tại vườn quốc gia Xuân Thủy

Lê Xuân Thuyên^{1,*}, Phạm Vũ Ánh², Phạm Văn Cự³,
Nguyễn Việt Cách², Lê Đình Anh Vũ¹

¹Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG Thành phố Hồ Chí Minh

²Vườn Quốc gia Xuân Thủy, Giao Thủy, Nam Định, Việt Nam

³Đại học Quốc gia Hà Nội, 144 Xuân Thủy, Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 13 tháng 12 năm 2017

Chỉnh sửa ngày 24 tháng 6 năm 2018; Chấp nhận đăng ngày 07 tháng 9 năm 2018

Tóm tắt: Là một hệ sinh thái ở vị trí tiên phong, nơi tiếp giáp biển-lục địa nhiệt đới, nên rừng ngập mặn luôn phải đối diện nhiều nguy cơ đến từ biển, đặc biệt là do tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng. Lún là vấn đề địa phương có thể làm trầm trọng thêm tác động của các tai biến này. Bài báo trình bày kết quả quan trắc lún nông được thực hiện bằng kỹ thuật bàn xoay (SET-MH) do Cục Địa chất Hoa Kỳ phát triển, tại vùng lõi VQG Xuân Thủy. Kết quả đo cho thấy từ thời điểm 30/12/2012 tốc độ sa bồi trung bình là 2,9 cm/năm và tốc độ lún là -3,4 cm/năm.

Phương pháp quan trắc lún này vốn đơn giản và chi phí thấp cung cấp thêm nhiều thông tin bổ ích giúp xác định rõ xu hướng chung của vùng ven biển đồng bằng sông Hồng và giúp hoạch định việc bảo vệ khu dự trữ sinh quyển ở ven biển đồng bằng này.

Từ khóa: Rừng ngập mặn, lún nông, kỹ thuật SET-MH.

1. Mở đầu

Rừng ngập mặn (RNM) là một hệ sinh thái trên vùng gian triều ở ven biển nhiệt đới thường có chế độ năng lượng thấp [1, 2]. Đây là hệ sinh thái có vai trò quan trọng trong chu trình vật chất tự nhiên, có năng suất sinh học cao dẫn đầu trên toàn cầu [3], là nơi sinh sản của nhiều loài thủy sinh, thủy sản. RNM còn được quan

tâm chú ý do hạn chế tác động của bão biển, nước dâng tràn [4] như đã được kiểm chứng qua các tai biến: động đất-sóng thần xảy ra ở Acer (Indonesia) vào năm 2004 và siêu bão Haiyan quét qua Phillipine, 11/2013. RNM còn là hệ sinh thái có khả năng tích lũy cacbon cao [5] giúp giảm thiểu sự gia tăng nồng độ khí nhà kính. Tóm lại, RNM có giá trị về nhiều mặt, dịch vụ hệ sinh thái của RNM có giá trị tăng nhanh nhất trong số các hệ sinh thái trên toàn cầu, từ 13.786 lên 193.843 USD/ha, tương ứng giá tính vào năm 1997 và 2011 [6].

*Tác giả liên hệ. ĐT.: 84-907475341.

Email: lxthuyen@hcmus.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4221>

Tuy là là những cây tiên phong, đối diện với tác động của sóng gió biển, bão ngập và nước mặn thường xuyên, nhưng khả năng chống chịu của rừng ngập mặn cũng có giới hạn nhất định [1]. Trên thực tế thì RNM Xuân Thủy phân bố ở trong khu vực có nguy cơ cao và lâu dài bởi cả do bão và nước biển dâng [7].

Báo cáo của Ban liên chính phủ về Biến đổi khí hậu – IPCC [8] cũng như nhiều nghiên cứu khác thì đều nhận mạnh tới nguy cơ chìm ngập của các vùng đất thấp ven biển [9], đặc biệt là đối với các châu thổ là những nơi có nền đất yếu [10, 11]. Một mặt thì nước biển dâng lên, nhưng nền đất còn bị lún xuống ở nơi có nền đất yếu, sẽ gây ra tình trạng chìm ngập thực tế trở nên nhanh hơn và nghiêm trọng hơn rất nhiều [10].

Lún là tiến trình biến dạng tự nhiên của khối đất đá dưới tác dụng của trọng lực bản thân hay có sự gia tải áp lên trên. Ở đây người ta phân biệt lún sâu và lún nông. Lún sâu thường xảy ra do liên quan tới việc xếp các vỉa nước ngầm hay dầu ở dưới sâu hàng chục, hàng trăm mét do bị bơm rút khai thác, kê cả do chuyển động kiến tạo [10]. Quy mô lún do khai thác nước ngầm có thể tính toán kiểm soát được [10], có thể làm chậm hoặc ngưng lại bằng việc bù dung tích chất lỏng đã bị lấy đi. Còn lún nông thì liên quan tới quá trình cô kết và thoát nước tự nhiên của khối trầm tích trẻ vốn có bề dày vài chục mét và luôn diễn ra với tốc độ nhanh hơn rất nhiều so với lún sâu trong nền trầm tích cổ bên dưới [12, 13] và hầu như ở ngoài tầm kiểm soát của chúng ta. Vì vậy, chỉ có thể tiến hành quan trắc để xác định xu thế biến đổi lâu dài bề mặt địa hình. Có nhiều giải pháp đo, quan trắc lún, từ trắc đạc địa hình định kỳ theo mốc đã định, tới kỹ thuật xây dựng giếng quan trắc hay sử dụng kỹ thuật viễn thám [14]. Mỗi giải pháp đều có thể mạnh và hạn chế riêng. Hiện tại, kỹ thuật đo lún SET-MH được xem là đơn giản và có chi phí thấp nên được áp dụng có hiệu quả ở châu thổ sông Mississippi [15] và trong RNM ở nhiều nơi [12, 16-18]. Khi tích hợp kỹ thuật đo lún từ từng vị trí này với

GIS và viễn thám thì ta có thể mô hình hóa phạm vi lún và dự báo diễn biến bề mặt địa hình trên phạm vi rộng có độ tin cậy cao và rất hiệu quả [15].

Trong bài này chúng tôi trình bày kết quả sơ bộ quan trắc lún nông dưới thảm rừng ngập mặn tại VQG Xuân Thủy, vùng lõi chính của Khu Dự trữ sinh quyển Châu thổ Sông Hồng.

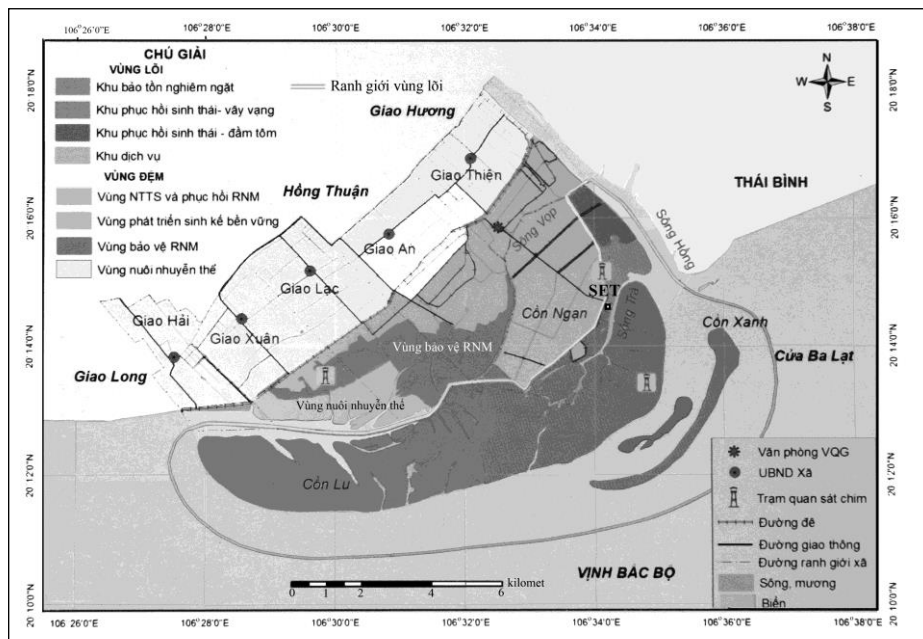
2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đặc điểm tự nhiên của khu vực nghiên cứu

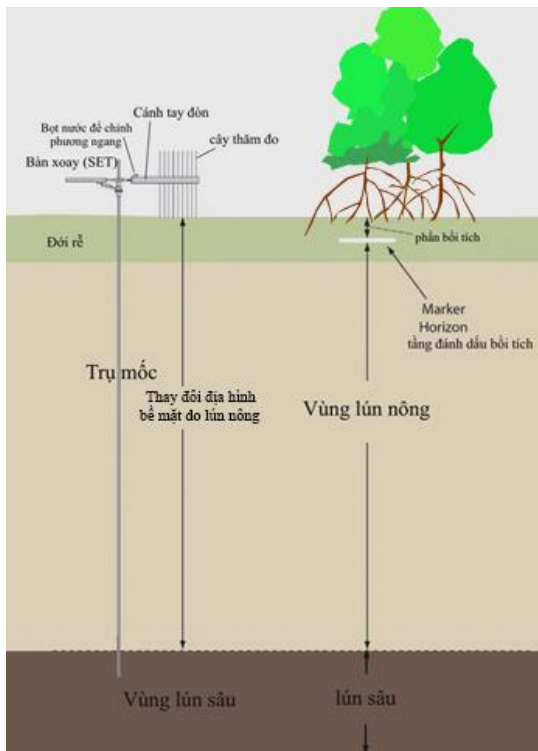
Vườn Quốc gia Xuân Thủy rộng khoảng 15 ngàn hecta, nằm ở phía Nam cửa Ba Lạt, phần Đông Nam của huyện Giao Thủy tỉnh Nam Định. Đây là vùng đất trè, phần lớn diện tích do phù sa sông Hồng bồi đắp nên từ khoảng 1930 trở lại đây với tốc độ lấn biển khá nhanh, vào khoảng 100 m/năm [19]. Rừng ngập mặn ở đây có 7 loài chính và một số loài cây rừng ngập mặn được đưa từ nơi khác về trồng [20]. Địa hình khu vực nghiên cứu khá thấp và bằng phẳng, phủ bởi bùn sét chảy nhão với cấp hạt mịn là sét và bột chiếm ưu thế [21], rìa ngoài phía biển là dải các bãi cát. Toàn bộ khu vực là vùng bán ngập, chịu ảnh hưởng chế độ nhật triều đều với biên độ triều cao nhất 185 cm [22].

2.2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

Tại VQG Xuân Thủy chúng tôi sử dụng kỹ thuật đo lún SET-MH (Surface Elevation Table – Marker Horizon) tạm dịch là kỹ thuật bàn xoay, là kỹ thuật quan trắc lún do Cục Địa chất Hoa Kỳ phát triển từ 1993 và đã thực hiện ở hơn 30 quốc gia, vùng lãnh thổ. Các thông tin cơ bản về phương pháp đo này được mô tả trong tài liệu [23] có thể truy cập tại địa chỉ <http://www.pwrc.usgs.gov/set/>. Theo nguyên tắc chung thì ta sẽ ghi nhận đồng thời những thay đổi tương đối bề mặt địa hình từ một cánh tay đòn xoay ngang quanh trụ mốc cố định và cả trầm tích được bồi mới (Hình 2, 3).



Hình 1. Phân khu chức năng ở VQG Xuân Thủy và vị trí quan trắc lún bằng SET-MH (dấu vuông đen ở gần rìa phía bắc của vùng lõi).



Hình 2. Sơ đồ nguyên tắc đo lún nông bằng kỹ thuật SET-MH.

Tại mỗi vị trí quan trắc đều gồm có 03 trụ mốc cách nhau 10 – 30 mét để thu dữ liệu đồng bộ có độ tin cậy cần thiết và mức độ đại diện cao cho khu vực quan sát cũng như với hoạt động chung của mạng quan trắc [23]. Trụ mốc làm bằng thép không rỉ đường kính phi 14 mm được dùng búa máy hoặc búa chuyên dụng đóng theo chiều thẳng đứng xuyên (có thể sâu tới vài chục mét) qua tầng trầm tích Holocene mềm nhão, xuống tới nóc tầng trầm tích Pleistocene vốn là nền trầm tích cổ kết chặt cứng. Đầu trên mặt đất của trụ mốc có gắn bộ gá nối kết với cánh tay đòn khi tiến hành đo. Bộ kết cấu cánh tay đòn này có thể xoay quanh trụ mốc nhưng lại cố định được theo vị hướng xác định từ lần đo đầu nhờ có rãnh khớp cố định (4 hoặc 8 hướng).

Khi đo, dùng vít vô tận để điều chỉnh thẳng bằng cánh tay đòn theo bọt nước để bảo đảm cánh tay đòn luôn ở vị trí nằm ngang tại mỗi hướng. Như vậy là cao trình của cánh tay đòn và hướng đo sẽ luôn được bảo đảm là thống nhất theo trụ mốc giữa các đợt đo. Cánh tay đòn có 9 lỗ để đưa 9 cây thăm làm bằng sợi thủy

ting (hạn chế co giãn nhiệt gây sai số) với độ dài xác định. Đặt cây thăm qua lỗ trên cánh tay đòn và đầu thăm vừa chạm với mặt đất, kẹp cố định và đo độ dài phần cây thăm từ bề mặt cánh tay đòn đến đầu mút còn lại (hình 3a). Nếu đo theo 4 hướng thì tại mỗi mốc ta sẽ có giá trị cao độ tương đối của 36 điểm xung quanh bán kính bằng độ dài cánh tay đòn so với cao trình của mốc, và với 3 trụ mốc thì mỗi lượt đo ta sẽ có 108 số đo. Cơ cấu này bảo đảm mỗi lần đo, đầu cây thăm sẽ đặt đúng vị trí điểm tương ứng đo lần đầu tiên. Việc thực hiện phép đo lặp lại theo các đợt đo cho phép theo dõi sự thay đổi cao độ bề mặt địa hình vị trí đo so cao trình trụ mốc. Đồng thời, quanh mỗi trụ mốc ta tiến hành rải lớp bột đánh dấu (có thể dùng bột đá, hoặc bột bả tường màu trắng để dễ phân biệt với nền đất) tại 3- 4 vị trí bất kỳ. Bột đánh dấu này có cấp hạt và tỷ trọng gần tương đồng với bùn cát tự nhiên nên hạn chế việc làm thay đổi hệ số nhám bề mặt trầm tích. Mỗi đợt đo, dùng khoan đất loại nhỏ (kiểu khoan thổ những thu nhỏ - dài khoảng 20 cm và đường kính khoảng 2 cm) để thăm (lặp lại 5-10 lượt) bề dày lớp trầm tích mới bồi phủ bên trên lớp bột đánh dấu được rải từ lần đo trước đây (Hình 3c), và rải bột mới lặp lại tại vị trí bên cạnh (Hình 3b). Lưu giữ số liệu là thao tác đơn giản trên bảng tính Excel cho đồng loạt số liệu của cả 3 vị trí của mỗi đợt đo với các tham số ngày đo, số đo bề dày bồi tích mới và số đo độ dài đầu mút trên của mỗi cây thăm tới bề mặt cánh tay đòn nằm ngang-thể hiện thay đổi cao độ bề mặt địa hình. Sử dụng phép thống kê để xác định giá trị thay đổi trung bình về cao độ địa hình (E) từ số liệu đo từ các cây thăm, tương ứng là số liệu bề dày bùn cát bồi trên lớp bột đánh dấu (A) từ tất cả 3 vị trí mốc. Tóm lại, ta có mốc thời gian khởi điểm (ngày/ tháng/năm) và của các đợt đo, tương ứng là chuỗi dữ liệu A và E theo đợt đo. Trường hợp $|E| - |A| > 0$ thì khu vực quan trắc đang nâng, còn ngược lại thì đang bị lún chìm. Thông thường chuỗi số liệu đo sau khoảng 4 năm đã đạt được độ ổn định, tin cậy để tính toán [16,

18, 23, 24]. Từ giá trị tích lũy của $|E| - |A|$ và biết thời gian khởi điểm ta suy ra tốc độ lún hay nâng trung bình của bề mặt ban đầu. Số liệu từ bộ dữ liệu cơ bản này có thể chiết xuất dùng cho nhiều phân tích khác nhau, tùy theo mục đích người sử dụng [23A]. Trong bài báo này, từ số liệu bồi và lún lũy kế theo thời gian ta tính ra được đường khuynh hướng để minh giải các giá trị A và E theo đơn vị thời gian năm. Như vậy, phương pháp SET-MH cho phép thu được bộ số liệu xác định đồng thời tốc độ trầm tích và tốc độ lún tại khu vực quan trắc. Điểm kỹ thuật đáng quan tâm khi lựa chọn địa điểm quan trắc là cần lựa chọn vị trí tương đối đồng nhất về vị địa hình, thảm phủ, và có thể quản lý an toàn về lâu dài nhằm hạn chế được tối đa những tác động không mong muốn do hoạt động nhân sinh, hoặc không lựa chọn nơi đang có nguy cơ bị sạt lở (thời gian quan trắc sẽ không đủ dài). Đây là dụng cụ cơ khí, điều chỉnh bằng tay, nên việc đọc dữ liệu thì nên có người chuyên đảm nhiệm để hạn chế sai số do thay đổi nhân sự bởi mỗi các nhân sẽ cảm nhận bằng mắt khác nhau về độ cân bằng của bột nước - thủy chuẩn khi di chuyển hướng và cố định cánh tay đòn, cũng như ghi nhận bề dày trầm tích mới bồi.

Tại vườn QG Xuân Thủy đã lắp đặt 03 mốc đo lún SET-MH từ 30/12/2012 ở vị trí trong hình 1, tại thăm cây Sú (*Aegiceras corniculatum*) cao khoảng 2-3 mét trên nền đất bùn sét và xung quanh còn có một số cây Bần chua (*Sonneratia caseolaris*) ở ven rìa lạch nước cạn. Đây là khu vực rừng đặc trưng của vùng lõi của VGQ lại thích hợp cho việc tiến hành quan trắc lâu dài do ở gần trạm quản lý của VQG nên hạn chế được các tác động nhân sinh không mong muốn làm xáo trộn nền và ảnh hưởng tới chất lượng số liệu. Tọa độ vị trí tương ứng là: N 20° 14' 37.9" - E 106° 34' 17.3"; N 20° 14' 37.3" - E 106° 34' 16.8" và N 20° 14' 36.6" - E 106° 34' 17.0". Các trụ mốc được kết nối cứng liên tục từ các đoạn trụ dài 1,2m và tất cả được đóng tới độ sâu tương ứng là 14,1 m, 14,4 m và 14,4 m tại các trụ 1, 2 và 3.



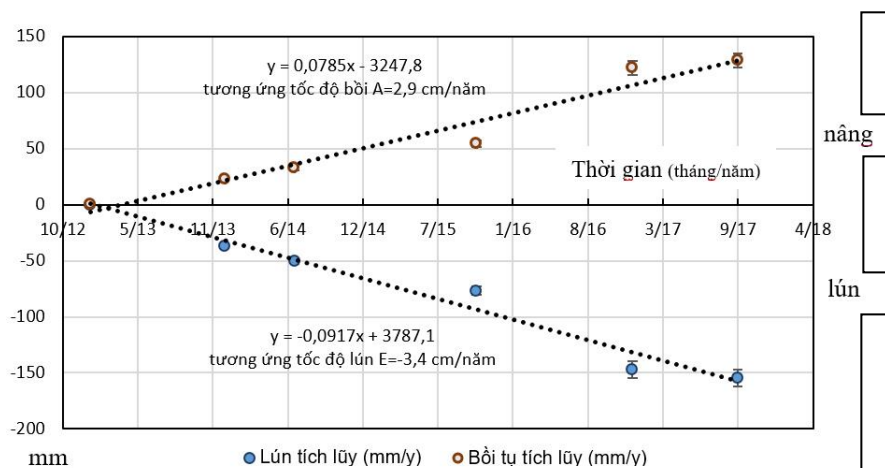
Hình 3. Thực hiện đo lún tại VQG Xuân Thủy: a) đo cao độ mặt đất so với trụ mốc, khi đo không tiếp xúc trực tiếp mặt đất để hạn chế xáo trộn; b) rải bột trắng làm dấu để xác định bề dày trầm tích mới vào đợt đo tiếp theo; c) dùng khoan đất thăm và đo bề dày trầm tích mới bồi.

3. Kết quả

Kết quả tổng hợp khuynh hướng bồi tích và lún tại vị trí quan trắc thu được qua 6 đợt đo từ 30/12/2012 đến 22/9/2017, được trình bày trong biểu đồ hình 4. Lấy hệ số góc từ phương trình đường khuynh hướng nhân với 365 (ngày) thì ta sẽ có giá trị trung bình năm. Từ kết quả biểu diễn trên hình 4 này cho thấy trong suốt thời gian quan trắc thì tốc lún trung bình ở đây là -

$0,0917 \times 365 = -3,4$ (cm/năm), trong khi đó tốc độ sa bồi thì thấp hơn và chỉ đạt $0,0785 \times 365 = 2,9$ (cm/năm).

So sánh giữa tốc độ sa bồi (A) và lún (E) ta thấy $|E| > |A|$ thể hiện một xu hướng chung trong thời gian 4 năm 9 tháng là cao độ mặt đất ở khu vực nghiên cứu đang bị hạ thấp xuống khoảng 0,5 cm/năm.



Hình 4. Biểu đồ thể hiện đường khuynh hướng theo giá trị đo bồi/lún lũy kế theo thời gian và kết quả tính toán giá trị trung bình (từ hệ số góc của đường khuynh hướng) về tốc độ bồi (giá trị dương) và tốc độ lún (giá trị âm) tại 3 mốc đo lún.

4. Thảo luận

Tại vị trí đầu cồn Lu, kề bên cửa Ba Lạt bẫy trầm tích ngắn hạn của một nghiên cứu trước đây [25] cho tốc độ bồi dưới tán RNM cao hơn 1 cm/năm và cao hơn gần 10 lần so với tốc độ trầm tích dài hạn (khi chưa hình thành bãi triều và RNM). Nhưng tốc độ trầm tích trung bình trong gần 5 năm tại vị trí quan trắc lún SET – MH (hình 4), cách vị trí nghiên cứu nêu trên khoảng 0,8 km theo đường sông Trà, thì lớn hơn gần 2 lần. Tuy thực tế vẫn có sự biến thiên khá lớn về số liệu đo tốc độ bồi tại từng vị trí đo. Điều này là hợp lý bởi luôn có sự khác biệt phương pháp đo (bẫy bằng khay trên mặt bùn sẽ không phản ánh đầy đủ tiến trình diễn ra trong tự nhiên do khác biệt về hệ số nhám hoặc dòng đi đẩy) và có cả do khác biệt nhất định về tốc độ trầm tích theo không gian và thời gian trong bất cứ một quá trình trầm tích tự nhiên. Nếu ta có mạng lưới đo hợp lý và đủ rộng thì mới làm được rõ khuynh hướng này.

Những số liệu ban đầu thu được cho thấy tốc độ lún nông ở vùng lõi của VQG Xuân Thủy là khá cao, nhưng là tương đồng với những kết quả khác trong khu vực Đông Nam Á [18] cũng như gần với giá trị quan trắc lún tại RNM ở Nam Bộ do nhóm nghiên cứu của ĐH Khoa học Tự nhiên – ĐHQG thành phố HCM đang tiến hành tại Cần Giờ (Hình 6), Cù Lao Dung (Sóc Trăng) và Mũi Cà Mau. Về nguy cơ bị chìm ngập bởi nước biển dâng, theo kết quả tổng hợp của Alongi [26] thì RNM càng an toàn trước nguy cơ bị chìm ngập khi mà tốc độ trầm tích dưới nền rừng lớn hơn tốc độ nước biển dâng (giá trị ≥ 1). Theo kịch bản tính toán của Bộ Tài nguyên và Môi trường [22] thì tốc độ nước dâng trung bình ven biển vịnh Bắc Bộ từ 1993 đến 2014 là 2,5mm/năm và mực nước trên toàn Biển Đông cũng chỉ tăng trung bình là $4,05 \pm 0,6$ mm/năm. Tuy vậy con số này vẫn có thể là thiên nhỏ bởi theo một công bố khác thì tốc độ nước dâng trên biển Đông thì lớn hơn gấp gần 2 lần con số này, là 7,6 mm/năm [27]. Nếu chấp nhận giá trị nước dâng lâu dài ở khu vực là 2,5mm/năm [4] hay thậm chí là 7,6 mm/năm thì với tốc độ bồi tích xác định là xấp xỉ

2,9cm/năm từ nghiên cứu này thì rõ ràng là tương lai của RNM ở Xuân Thủy là rất an toàn bởi hệ số so sánh theo Alongi sẽ là >1 , có nghĩa là thậm chí RNM có thể còn lấn nhanh ra biển nhờ có tốc độ trầm tích vượt trội. Tuy nhiên, điều này là không thực tế bởi loạt ảnh viễn thám bao quát toàn vùng Hải Hậu - Giao Thủy, đoạn tiếp giáp với VQG Xuân Thủy về phía Nam, cho thấy từ năm 2010 đến nay bờ biển ở đây đã chuyển từ trạng thái bồi tích ưu thế sang xen kẽ bồi tụ - xói lở [28]. Vật liệu từ vùng xói lở có thể làm gia tăng tương ứng tốc độ tái trầm tích một cách cục bộ theo không gian và thời gian, đặc biệt là ở vùng xa sau đường bờ theo kiểu trầm tích dâng tràn (washover). Nhưng kết quả xác định tốc độ trầm tích dài hạn hơn (trung bình thế kỷ) theo phân bố đồng vị chỉ ^{210}Pb dư trong lõi trầm tích nông lấy tại 2 vị trí trong khu vực lõi VQG cho giá trị trung bình là 0,78 cm/năm [29] và tới khoảng 1,46 cm/năm [25] là thấp hơn nhiều so với tốc độ trầm tích trung bình xác định tại điểm quan trắc từ 2012.

Thực tế thì người ta xác định tốc độ nước biển dâng thực tế (effective sea-level rise) gồm các thành phần là tốc độ lún, bồi tích và nước biển dâng để đánh giá đầy đủ nguy cơ chìm ngập một châu thổ [10]. Giá trị này tại điểm quan trắc ở VQG Xuân Thủy sẽ là khoảng 7,5 mm/năm (với giá trị bồi tích được xem là thiên lớn từ quan trắc này) và trong đó thì lún nền đang đóng góp nhiều nhất vào tốc độ nước dâng/chìm ngập thực tế. Số liệu quan trắc SET-MH cho thấy quan hệ của Alongi đề xuất [26] giữa trầm tích với nước biển dâng thực tế (gồm tốc độ lún nền cộng thêm mực nước biển dâng khu vực 2,5mm) ở khoảng 0,85. Giá trị này chỉ rõ đã xuất hiện nguy cơ cao đối với RNM ở đây (có lẽ là gần với diễn biến thực tế như đã nêu) và nguồn sa bồi thấp là yếu tố giới hạn cần được chú ý cải thiện.

Kết quả nghiên cứu này khẳng định rõ vai trò quan trọng của nguồn phù sa bồi đắp bù lún, làm giảm tốc độ dâng nước thực tế ở vị trí quan trắc, tương tự như kết quả đánh giá chung trên toàn vùng [18]. Và đây có lẽ cũng là một thách thức lớn tại khu vực VQG Xuân Thủy cũng như cho toàn vùng bờ châu thổ sông Hồng về lâu

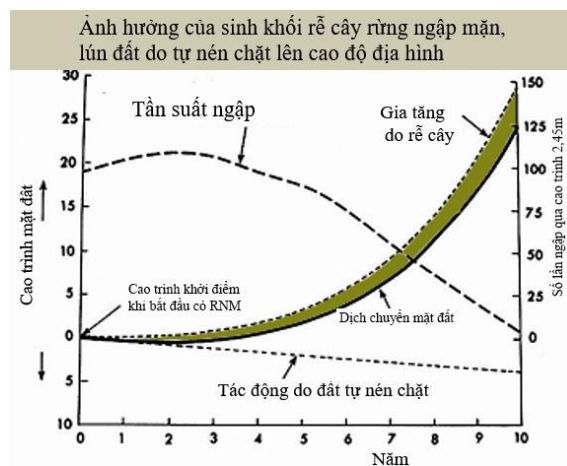
dài. Lượng bùn cát lắng đọng trên hồ chứa thủy điện Hòa Bình (bậc tích nước cuối cùng ở hạ lưu sông Hồng) từ năm 1989 đang làm sụt giảm bùn cát đưa ra vùng cửa sông, ven biển. Thiếu bùn cát bồi đắp bù lún mà cao trình mặt đất lại hạ thấp nhanh trên các châu thổ chính là nguy cơ chủ yếu đối với những nơi này trong tương lai [30] và trước hết là đối với RNM vì chúng ở vị trí tiên phong [1, 18] nên khó có thể sống sót bởi bị ngập sâu và nhanh [2].

Hậu quả do suy giảm phù sa hiện có thể còn chưa nổi bật rõ bởi độ trì hoãn (delay) trên toàn hệ thống. Diễn biến tổng lượng phù sa qua trạm Hà Nội là giảm liên tục từ 1960 cho đến nay và đặc biệt giảm nhanh là từ thời gian sau năm 2000. Trong giai đoạn 2010-2015, lượng phù sa hàng năm chỉ còn khoảng 10% so với 1960 [31]. Theo số liệu đo đạc và thống kê thì lượng phù sa đi qua và lắng đọng ngoài cửa Ba Lạt đã sụt giảm đáng kể có liên quan tới việc vận hành hồ thủy điện Thác Bà, Hòa Bình, và đây cũng là vấn đề ở nhiều vùng ven bờ châu thổ sông Hồng [32]. Các biểu hiện tiêu cực do thiếu hụt bùn cát sẽ càng lộ rõ hơn trong tương lai tới đây và còn lan rộng theo vùng ven biển, như vấn đề đã được ghi nhận ở nhiều châu thổ khác [33, 34]. Điều này có nghĩa là chúng ta vẫn còn cơ hội và thời gian, tuy không nhiều, để hành động, có giải pháp quản lý vấn đề có liên quan trước khi có thể xảy ra những biến cố lớn phát sinh từ sụt giảm phù sa.

Liên quan tới lún, thiếu hụt phù sa và dẫn đến mất đất, ta có thể tham khảo ví dụ điển hình của châu thổ sông Mississippi. Số liệu tổng hợp từ đo đạc từ năm 1932 đến 2002 cho thấy diện tích châu thổ sông Mississippi đã bị thu hẹp lại gần 1/2 khi mà lượng bùn cát do sông tải về bị giảm [35] do bị bẫy lại trên rất nhiều hồ đập ở thượng nguồn, lưu ý là tốc độ lún nông ở đây (Hình 7) đo bằng SET-MH vẫn còn chậm hơn với kết quả đo được ở Xuân Thủy. Để cứu vãn tình hình, người ta đang phải tiến hành nhiều dự án “lái phù sa” sông Mississippi trở lại bồi đắp để cứu những vùng đất ngập nước và rừng ngập trên châu thổ sông này [36].

RNM có lượng sinh khối ngầm dưới đất rất cao [5], và khối vật chất còn góp phần giữ đất, đặc biệt là giúp nâng cao mặt đất dưới tán rừng, hạn chế phần nào tiến trình ngập, giảm tác hại cho vùng nội địa ở phía sau [17]. Vì lý do này cộng thêm khả năng cản sóng gió biển mà việc trồng và bảo vệ RNM còn được xem là giải pháp công trình xanh hiệu quả bảo vệ bờ biển có nguy cơ bị lún chìm [37-39], như là xu hướng bảo vệ bờ trong tương lai [40].

Well và Coleman [41] lưu ý là sinh khối rễ ngầm của cây RNM 10 tuổi đã giúp làm nâng cao bề mặt đất cao thêm tới 5 cm so với đối chứng ở RNM Amazon (Hình 5). Điều này cũng được khẳng định qua kết quả quan trắc dài 25 năm bằng SET-MH ở Caribe [42] khi RNM được duy trì phát triển tốt. Tuy sinh khối của RNM ở vĩ độ cao, như ở Hậu Lộc và ở Xuân Thủy [8] có thể thấp hơn so với RNM mọc ở vùng gần xích đạo [5], nhưng dù sao thì sinh khối ngầm của chúng vẫn có vai trò nhất định giúp duy trì cao trình mặt đất ở VQG Xuân Thủy, rừng càng trưởng thành thì tác dụng này càng lớn. Tại VQG Xuân Thủy, lượng hữu cơ trầm tích có nguồn gốc từ RNM ở đây tăng cao rõ ràng trong trầm tích dưới RNM [21].



Hình 5. Tác động tích cực của RNM, đặc biệt là sinh khối phần thân rễ ngầm góp phần nâng cao nền đất, giảm ngập [41].

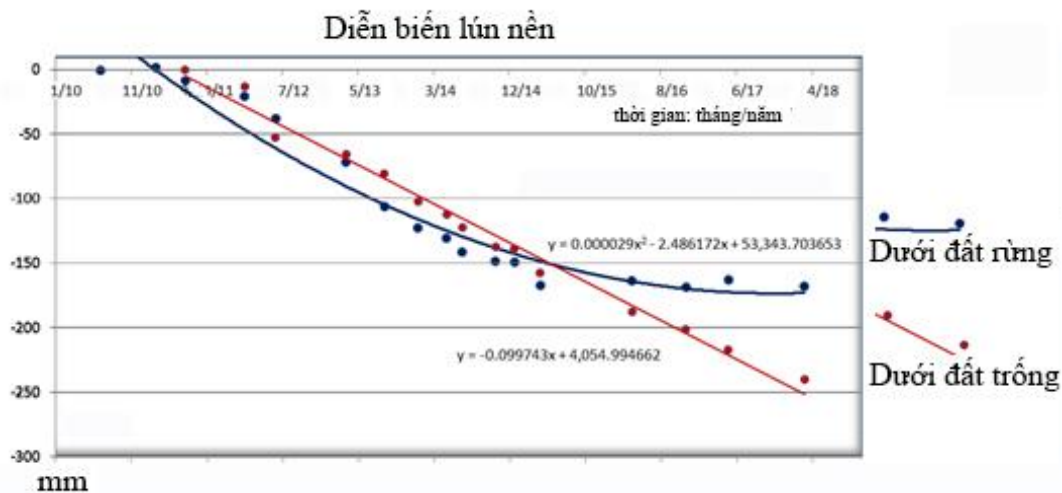
Kết quả nghiên cứu gần đây còn cho thấy lượng cacbon trong đất dưới rừng Vẹt cao gấp khoảng 2 lần so với đất không có rừng, và thảm rừng Vẹt 18 tuổi có thể bổ sung vào đất, gồm phần tích lũy từ rễ ngầm dưới đất và lượng vật rụng bị chôn vùi là khá cao, khoảng 6,94 Mg cacbon hữu cơ/ha/năm [43].

Một quan trắc lún dưới RNM tại Cần Giờ (kết quả chưa công bố) cho thấy rõ vai trò của phần sinh khối ngầm của RNM làm thay đổi tốc độ lún chìm nền đất. Tại một khu RNM thuần nhất là cây Đước trồng từ 1980, cây cao khoảng 15 mét, bị cơn bão Durian quét qua (ngày 6 tháng 12 năm 2006) và làm gãy đổ hoàn toàn một khoảng rừng thành vùng đất trống rộng khoảng 8 hecta. Việc quan trắc lún bằng SET-MH bắt đầu sau sự kiện này, tại 2 vị trí cách nhau chỉ khoảng 150 mét, ở nơi có rừng từ 6/2010 và từ 6/2011 tại khu đất trống nêu trên và kết quả cho thấy tốc độ lún nền diễn ra có khác biệt lớn (Hình 6) giữa nền đất trống do RNM bị gãy đổ (chuỗi điểm màu đỏ) sau bão và nơi RNM còn nguyên vẹn (chuỗi điểm màu xanh lơ). Tốc độ lún dưới nền đất rừng thì rõ ràng là thấp hơn so với ở nơi đất trống và có khuynh hướng chậm lại theo thời gian.

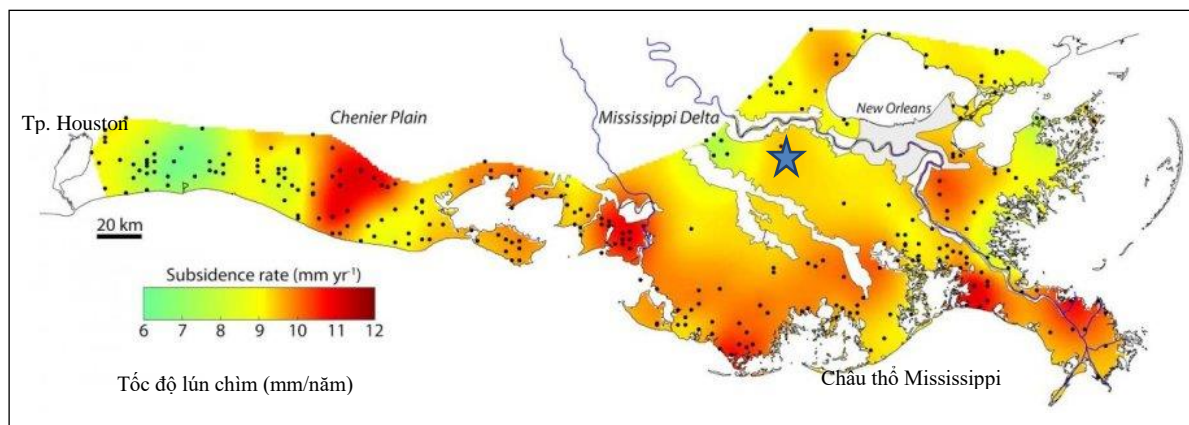
Từ kết quả ban đầu trình bày trong bài viết này ta thấy lún là nguy cơ lớn gây chìm ngập

mất đất ở địa điểm nghiên cứu. Tuy vậy, quy mô vùng chìm ngập thực tế đối với cả phạm vi VQG Xuân Thủy thì vẫn là câu hỏi lớn. Để hiểu rõ nguy cơ này cho các vùng bờ thì cần phải có thêm thông tin chi tiết, từ nhiều vị trí cụ thể và có thời gian quan trắc đủ dài khi muốn đánh giá đúng tác động của nước biển dâng [44]. Vì vậy, kết quả quan trắc lún tại một vị trí (với 3 mốc đo) chưa cho phép ta xây dựng hoàn chỉnh bức tranh về bồi và lún cũng như nguy cơ lâu dài đối với toàn VQG này, hay rộng hơn là khu dự trữ sinh quyển sông Hồng. Nếu xây dựng mạng lưới nhiều điểm thì kết hợp với công nghệ GIS-viễn thám xác định đặc trưng dòng bùn cát ven bờ, đặc trưng thảm phủ... ta có thể phân tích ra nhiều thông tin rất bổ ích và sống động về tương lai của khu vực, như qua ví dụ dưới đây.

Hiệu quả sử dụng mạng lưới đo lún bằng SET-MH đã được kiểm chứng với mạng lưới hàng ngàn điểm bố trí trên toàn cầu [18, 23, 24]. Số liệu đo lún bằng SET-MH từ hơn 20 năm qua ở vùng ven biển bang Louisiana và châu thổ sông Mississippi đã giúp xây dựng được sơ đồ phân bố tốc độ lún ở đây (hình 7) để hoạch định chương trình tổng thể bảo vệ vùng bờ [36]. Đây là mô hình hữu ích cho chúng ta học tập, áp dụng để bảo vệ các vùng đất thấp ven biển.



Hình 6. Khác biệt về tốc độ lún nền dưới nơi có rừng Đước (hơn 30 năm tuổi) và nơi bị mất rừng (đất trống) do bão Durian (12/2006), ở RNM Cần Giờ.



Hình 7. Quy mô lún (lún nông) ở vùng ven biển bang Louisiana và châu thổ sông Mississippi (Hoa Kỳ), các điểm đen là hơn 4 trăm vị trí quan trắc lún nông bằng kỹ thuật SET-MH được thiết lập từ hơn 20 năm qua [15A].

5. Kết luận

Cho đến nay, lún nền là vấn đề còn ít được quan tâm, đặc biệt là đối với vùng đất thấp ven biển vốn có nguy cơ bị chìm ngập do nước biển dâng. Số liệu lún sẽ giúp ta đánh giá đúng tốc độ nước biển dâng thực tế tại mỗi vùng bờ biển và số liệu tính toán tại điểm quan trắc cho thấy tốc độ này cao hơn 3 lần so với tốc độ nước biển dâng được công bố đối với khu vực. Quan trắc lún và bồi bằng kỹ thuật SET-MH dưới RNM tại Xuân Thủy cho thấy, ngoài nước biển dâng thì lún và thiếu hụt bùn cát bồi đắp là nguy cơ lớn nhất ở tầm khu vực đe dọa tới tương lai của RNM tại đây.

RNM là hệ sinh thái có giá trị cao nếu được bảo vệ để phát triển tốt, đặc biệt không cản trở dòng bùn cát đi tới bồi đắp, thì cây rừng sẽ lớn mạnh hơn và tạo thêm sinh khối ngầm giúp nâng cao trình nền đất để giảm bớt nguy cơ chìm ngập của chính RNM ở vùng ven biển.

Mặt khác, SET-MH là giải pháp quan trắc lún nông đơn giản và rẻ tiền, có độ tin cậy tốt nên có thể triển khai rộng rãi trong khu vực. Việc mở rộng mạng lưới đo đạc, quan trắc lún/bồi tích phù sa ở VQG Xuân Thủy nói riêng và toàn phạm vi khu dự trữ sinh quyển đồng bằng sông Hồng là việc làm cần thiết để hoạch định lâu dài quy mô lún chìm/ngập và các giải pháp bảo tồn các hệ sinh thái ở đây.

Lời cảm ơn

Các tác giả cảm ơn sự hỗ trợ hiệu quả từ VQG Xuân Thủy, ĐHQG Thành phố Hồ Chí Minh cho nhiệm vụ quan trắc lún đầu tiên này được thực hiện ở đồng bằng sông Hồng, và đặc biệt là lời cảm ơn tới Cục Địa chất Hoa Kỳ (USGS) vì đã hỗ trợ kỹ thuật quan trắc lún bằng kỹ thuật SET-MH. Các tác giả cũng cảm ơn những ý kiến đóng góp của người phản biện đã giúp hoàn thiện nội dung bài báo này.

Tài liệu tham khảo

- [1] J.C. Ellison, Vulnerability assessment of mangroves to climate change and sea-level rise impacts, *Wetlands Ecology and Management* 23 (2015) 115.
- [2] J. C. Ellison, Geomorphology and sedimentology of mangrove. In *Coastal wetlands: An integrated ecosystem approach*, Elsevier, 2009.
- [3] LOICZ report 25, 1993.
- [4] IPCC, Working Group II: Impacts, Adaptation and Vulnerability, 2014.
- [5] D.C. Donato, J. B. Kauffman, D. Murdiyarso, K. Sofyan, Melanie Stidham, Markku Kanninen, Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics, *Nature Geoscience* 4 (2011) 293.
- [6] R. Costanza, R. Groot, P. Sutton, Sander van der Ploeg, S.J. Anderson, Ida Kubiszewski, S. Farber, R. K. Turner, Changes in the global value of

- ecosystem services, *Global Environmental Change* 26 (2014) 152.
- [7] T.C. Jennerjahn, E. Gilman, K.W. Krauss, L.D. Lacerda, I. Nordhaus, E. Wolanski, *Mangrove Ecosystems: A Global Biogeographic Perspective*, Springer, 2017.
- [8] P.V. Hieu, L.V. Dung, N.T. Tue, K. Omori, Will restored mangrove forests enhance sediment organic carbon and ecosystem carbon storage? *Regional Studies in Marine Science* 14 (2017) 43.
- [9] R.J. Nicholls, A. Cazenave, *Sea-Level Rise and Its Impact on Coastal Zones*, *Science* 328 (2010) 1517.
- [10] J.P. Ericson, C.J. Vörösmarty, S.L. Dingman, L. G. Ward, M. Meybeck, Effective sea-level rise and deltas: causes of change and human dimension implications, *Global and planetary change* 50 (2006) 63.
- [11] J.P.M. Syvitski, *Deltas at risk*, *Sustainability Science* 3 (2008) 23.
- [12] N.V. Kỳ, L.X. Thuyên, Đ.H. Hải, Đ.V. Lĩnh, Lún mặt đất tại đồng bằng sông Cửu Long: phải chăng do khai thác nước dưới đất? *Tạp chí Địa Chất*, số 352-354 (2015).
- [13] T.E. Törnqvist, D.J. Wallace, J.E.A. Storms, J. Wallinga, R.L. van Dam, M. Blaauw, M.S. Derksen, C.J. W. Klerks, C. Meijneken, E.M.A. Snijders, Mississippi Delta subsidence primarily caused by compaction of Holocene strata, *Nature Geoscience* 1 (2008) 173.
- [14] L.E. Erban, S.M. Gorelick, H.A. Zebker, S. Fendorf, Release of arsenic to deep groundwater in the Mekong Delta, Vietnam, linked to pumping-induced land subsidence, *PNAS*, 110 (2013) 13751.
- [15] H.J. Nienhuis, T.E. Törnqvist, K.L. Jankowski, A.M. Fernandes, M.E. Keogh, *A New Subsidence Map for Coastal Louisiana*, *GSA Today*, 2017.
- [16] D. R Cahoon, J.C. Lynch, Vertical accretion and shallow subsidence in a mangrove forest of southwestern Florida, USA, *Mangroves and Salt Marshes* 1 (1997) 173.
- [17] K.W. Krauss, K. L. McKee., C.E. Lovelock, D.R. Cahoon, N. Saintilan, R. Reef, C. Luzhen, How mangrove forests adjust to rising sea level, *New Phytologist* 202 (2014) 19.
- [18] C.E. Lovelock, D.R. Cahoon, D. A. Friess, G.R. Guntenspergen, K.W. Krauss, R. Reef, K. Rogers, M. L. Saunders, F. Sidik, A. Swales, N. Saintilan, L.X. Thuyen, T. Triet, The vulnerability of Indo-Pacific mangrove forest to sea-level rise, *Nature* 526 (2015) 559.
- [19] D.M.Duc, M.T. Nhuan, C.V. Ngoi, An analysis of coastal erosion in the tropical rapid accretion delta of the Red River, Vietnam, *Journal of Asian Earth Sciences* 43 (2002) 98.
- [20] H.T. Hải, H.T.T. Nhân, *Hiện trạng đa dạng sinh học của vườn quốc gia Xuân Thủy*, NXB Hồng Đức, 2015.
- [21] N.T. Tue, N.T. Ngoc, T.D. Quy, H. Hamaoka, M. T. Nhuan, K. Omori, A cross-system analysis of sedimentary organic carbon in the mangrove ecosystems of Xuan Thuy National Park, Vietnam, *Journal of Sea Research* 67 (2012) 69.
- [22] *Kịch bản dự báo biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam*, Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2016.
- [23] J.C. Lynch, P. Hensel, D.R. Cahoon, The surface elevation table and marker horizon technique: A protocol for monitoring wetland elevation dynamics. National Park Service, Fort Collins, Colorado, 2015.
- [24] Lower Mekong Monitoring Network: Assessing the Impacts of Dams and Climate Change on Mekong Wetlands. <http://www.pwrc.usgs.gov/set>.
- [25] P. Van Santen, P.G.E.F. Augustinus, B.M. Janssen-Stelder, S. Quartel, N.H. Tri, Sedimentation in an estuarine mangrove system, *Journal of Asian Earth Sciences* 29 (2007) 566.
- [26] D.M. Alongi, The Impact of Climate Change on Mangrove Forests, *Current Climate Change Reports* 1 (2015) 30.
- [27] R. Rietbroek, S-E. Brunnabend, J. Kusche, J. Schröter, C. Dahle, Revisiting the contemporary sea-level budget on global and regional scales, *PNAS* 113 (2016) 1504.
- [28] P. Q. Sơn, N. Đ. Anh, *Diễn biến xói lở-bồi tụ ven biển Hải Hậu (Nam Định) và vùng lân cận trong hơn 100 năm qua trên cơ sở phân tích tài liệu bản đồ địa hình và tư liệu viễn thám đa thời gian*, *Tạp chí Các khoa học về Trái đất* 38 (2016) 118.
- [29] N.T. Tue, T.D. Quy, A. Amano, H. Hamaoka, S. Tanabe, M.T. Nhuan, K. Omori. Historical profiles of trace element concentrations in mangrove sediments from the Ba Lat Estuary, Red River, Vietnam, *Water, Air, & Soil Pollution*, 223 (2012) 1315.
- [30] Liviu Giosan, J. Syvitski, S. Constantinescu, J. Day, Protect the world's deltas, *Nature* 516 (2014) 31.
- [31] P.T.X. Binh, L.T.P. Quynh, L.N. Da, D.T. Thuy, Recent change (2000-2015) of total suspended solid flux of the Red river: Impact of dam/reservoir impoundment in the upstream river basin, *Proceeding of the Third International*

- Conference on Estuarine Coastal and Shelf Study – ECSS, 2017, HCMC 7 Nov. 2017.
- [32] V.D. Vinh, S. Ouillon, T.D. Thanh, L.V. Chu, Impact of the Hoa Binh dam (Vietnam) on water and sediment budgets in the Red River basin and delta, *Hydrology and Earth System Sciences*, 18 (2014) 3987.
- [33] B.R. Couvillion, J.A. Barras, G.D. Steyer, W. Sleavin, M. Fischer, H. Beck, N. Trahan., Griffin B., Heckman D., Land area change in coastal Louisiana from 1932 to 2010: USGS- Scientific Investigations Map 3164, scale 1:265,000, (2011), 12 p.
- [34] D.J. Stanley, A.G. Warne, Nile delta in its destruction phase, *Journal of Coastal Research*, 14 (1998) 794.
- [35] R. E. Turner, The mineral sediment loading of the modern Mississippi River Delta: what is the restoration baseline? *Journal of Coastal Conservation* 21 (2017) 867.
- [36] Louisiana's 2012 Coastal Master Plan. <http://coastal.la.gov/a-common-vision/2012-coastal-master-plan/>
- [37] T. Hiroshi, Design Considerations of Artificial Mangrove Embankments for Mitigating Coastal Floods – Adapting to Sea-level Rise and Long-term Subsidence, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci. Discuss.*, doi:10.5194/nhess-2017-61.
- [38] T. Hiroshi, M. Takahito, F. Daisuke, E. Miguel, K. Shota, Mangrove forest against dyke-break-induced tsunami on rapidly subsiding coasts, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 16, (2016) 1629.
- [39] Bas W. Borsje, Bregje K. van Wesenbeeck, Frank Dekker, Peter Paalvast, Tjeerd J. Bouma, Marieke M. van Katwijk, Mindert B. de Vries, How ecological engineering can serve in coastal protection, *Ecological Engineering* 37 (2011) 113.
- [40] Ariana E. Sutton-Grier, Kateryna Wowk, Holly Bamford, Future of our coasts: The potential for natural and hybrid infrastructure to enhance the resilience of our coastal communities, economies and ecosystems, *Environmental Science and Policy* 51 (2015) 137.
- [41] T.J. Wells, M.J. Coleman, Periodic mudflat progradation, northeastern coast of South America: a hypothesis, *Journal of Sedimentary Research* 51 (1981)1069.
- [42] K.W Krauss, C.N. Cormier, M.J. Osland, M.L. Kirwan, S.L. Camille, A. Janet. Nestlerode, R.J. Marc, F.S. Andrew, C.S. Amanda, D.D. Darrin, J. E. Harvey, Alejandro E. Almario, Created mangrove wetlands store belowground carbon and surface elevation change enables them to adjust to sea-level rise, *Scientific Reports* (2017). DOI:10.1038/s41598-017-01224-2.
- [43] H.T. Hien, C. Marchand, J. Aime, D.H. Nhon, P. N. Hong, N.X. Tung, N.T.K. Cuc, Belowground carbon sequestration in a mature planted mangroves (Northern Viet Nam), *Forest Ecology and Management* 407 (2018) 191.
- [44] National Academy of Engineering, Responding to the Threat of Sea Level Rise: Proceedings of a Forum, Washington- National Academies Press, 2017. doi: <https://doi.org/10.17226/24847>.

Challenge to Mangrove in the Xuan Thuy National Park

Le Xuan Thuyen¹, Pham Vu Anh², Pham Van Cu³,
Nguyen Viet Cach², Le Dinh Anh Vu¹

¹*University of Science, Vietnam National University, Ho Chi Minh City, Vietnam*

²*National Park Xuan Thuy, Giao Thuy, Nam Dinh, Vietnam*

³*Vietnam National University, Hanoi, 144 Xuan Thuy, Cau Giay, Hanoi, Vietnam*

Abstract: As a pioneer ecosystem located at land–water interface in the tropic, there exist always many risks from the seasidet mangroves, especially due to impacts of climate change and sea level rise. Land subsidence is a local problem that can exacerbate the impacts of these geo-hazards. This

contribution presents a result of shallow subsidence carried out by using SET-MH technique (developed by the United States Geological Survey) in the core zone of the National Park. The measurement shows the average sedimentation rate of 2.9 cm /yr and the sinking rate of -3.4 cm / yr, since Dec. 30th 2012.

As a simple and low cost method could provide more useful information to help identify the generally sinking trend of coastal areas in the Red River Delta and also to protect its own biosphere reserve.

Keywords: Mangrove, shallow subsidence, SET-MH technique.