



VIỆN KHOA HỌC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

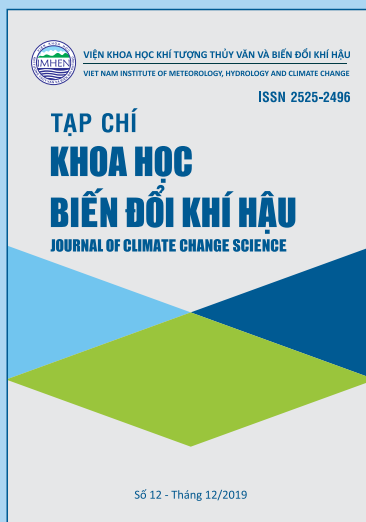
VIET NAM INSTITUTE OF METEOROLOGY, HYDROLOGY AND CLIMATE CHANGE

ISSN 2525-2496

TẠP CHÍ KHOA HỌC BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

JOURNAL OF CLIMATE CHANGE SCIENCE

Số 12 - Tháng 12/2019



TẠP CHÍ KHOA HỌC BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

TỔNG BIÊN TẬP

Nguyễn Văn Thắng

PHÓ TỔNG BIÊN TẬP

Huỳnh Thị Lan Hương

HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP

Trần Thục

(Chủ tịch Hội đồng biên tập)

Dương Hồng Sơn

Mai Văn Khiêm

Nguyễn Kỳ Phùng

Dương Văn Khảm

Doãn Hà Phong

Hoàng Minh Tuyền

Trương Đức Trí

Đỗ Tiến Anh

Lê Ngọc Cầu

Đỗ Đình Chiến

Bạch Quang Dũng

Nguyễn Xuân Hiến

Vũ Văn Thắng

Thư ký tòa soạn

Trần Thanh Thủy

Trị sự và phát hành

Trần Thanh Thủy

Giấy phép xuất bản

Số 604/GP-BTTTT do

Bộ Thông tin và Truyền thông
cấp ngày 30/12/2016

Tòa soạn

Số 23 ngõ 62 Nguyễn Chí Thanh

Đống Đa, Hà Nội

Điện thoại: 024.37731410; Fax: 024.38355993

Email: tapchibdkh@imh.ac.vn

In tại

Công ty In La Giang

Giá: 20.000 đồng

Số 12 - Tháng 12/2019

Trong số này

1

Nguyễn Tú Anh, Nguyễn Phương Thảo: Đồng lợi ích từ giảm nhẹ biến đổi khí hậu trong quản lý chất thải rắn tại Việt Nam: Lý thuyết, phương pháp đánh giá và áp dụng

16

Trần Văn Tình, Trần Đăng Hùng: Nghiên cứu ứng dụng ảnh viễn thám xác định nồng độ bùn cát lơ lửng vùng cửa sông ven biển Nam Bộ

23

Trần Tân Tiến, Công Thanh, Phạm Thu Thủy, Nguyễn Thị Nga: Đánh giá khả năng dự báo sự hình thành áp thấp nhiệt đới trên Biển Đông bằng hệ thống tổ hợp LETKF

32

Nguyễn Văn Đại, Nguyễn Anh Nam, Đặng Quang Thịnh, Nguyễn Văn Hiệp, Phạm Văn Tuấn: Xây dựng hệ thống dự báo ngập lụt đô thị cho khu vực Hà Nội sử dụng số liệu mưa lưới độ phân giải cao

42

Huỳnh Thị Lan Hương, Nguyễn Thị Liễu, Vương Xuân Hòa, Phạm Thu Giang: Lý thuyết về phương pháp đánh giá độ không chắc chắn trong kiểm kê phát thải khí nhà kính và áp dụng tính toán đối với ngành sản xuất xi măng của Việt Nam

49

Trương Sỹ Vinh: Tính toán sức chịu tải môi trường du lịch của vườn quốc gia Cúc Phương

55

Tạ Đình Thi, Tạ Văn Trung, Phan Thị Kim Oanh, Đỗ Nam Thắng: Áp dụng khung phân tích SWOT đánh giá khả năng đảm bảo an ninh môi trường vùng đồng bằng sông Cửu Long

75

Hà Thị Thuận, Trần Hồng Thái: Cơ sở lý luận, thực tiễn và đề xuất bộ tiêu chí đánh giá điều kiện thực hiện dự án về hợp tác công tư trong ứng phó với biến đổi khí hậu

83

Nguyễn Thị Kim Anh, Lê Văn Quy, Lê Văn Linh, Nguyễn Trường Giang, Nguyễn Văn Tiến, Hoàng Thị Vân, Nguyễn Phương Nhung, Hán Thị Ngân: Nghiên cứu đánh giá xu thế lắng đọng ướt tại các trạm thuộc mạng lưới EANET của Việt Nam giai đoạn 2000-2018

ĐỒNG LỢI ÍCH TỪ GIẢM NHẸ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU TRONG QUẢN LÝ CHẤT THẢI RẮN TẠI VIỆT NAM: LÝ THUYẾT, PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ VÀ ÁP DỤNG

Nguyễn Tú Anh⁽¹⁾, Nguyễn Phương Thảo⁽¹⁾, Đoàn Thị Xuân Hương⁽²⁾

⁽¹⁾Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

⁽²⁾Vụ Hợp tác quốc tế, Bộ Tài nguyên và Môi trường

Ngày nhận bài 12/11/2019; ngày chuyển phản biện 13/11/2019; ngày chấp nhận đăng 29/11/2019

Tóm tắt: Nghiên cứu được thực hiện nhằm làm rõ lý thuyết về các đồng lợi ích và xây dựng phương pháp đánh giá đồng lợi ích của các giải pháp giảm nhẹ khí nhà kính (KNK) trong quản lý chất thải rắn (CTR). Từ đó sẽ cung cấp thêm luận cứ cho các chính sách giảm phát thải KNK và tăng cường các giải pháp giảm phát thải KNK trong lĩnh vực quản lý CTR ở Việt Nam. Theo đó, ba nội dung chính được tiến hành bao gồm: (1) Nghiên cứu tổng quan về đồng lợi ích của các hoạt động giảm nhẹ phát thải KNK nói chung và trong quản lý CTR nói riêng; (2) Các phương pháp đánh giá đồng lợi ích của các hoạt động giảm nhẹ phát thải KNK trong quản lý CTR; (3) Hướng áp dụng phương pháp đánh giá đồng lợi ích cho quản lý CTR ở Việt Nam. Các kết quả thu được đã tạo được tiền đề cho công tác nghiên cứu và áp dụng đánh giá đồng lợi ích trong công cuộc ứng phó BĐKH tại Việt Nam.

Từ khóa: Khí nhà kính, đánh giá vòng đời, lượng giá, kinh tế, xã hội, môi trường.

1. Mở đầu

Biến đổi khí hậu (BĐKH) là một vấn đề cấp bách toàn cầu của xã hội hiện đại và các tác động của nó đối với hệ thống tự nhiên và con người ngày càng trở nên rõ ràng và nghiêm trọng. Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng phát thải KNK từ các hoạt động của con người là nguyên nhân chính dẫn đến nhiệt độ bề mặt trung bình toàn cầu tăng lên khoảng 0,85°C tính từ năm 1880 đến năm 2012 [1] với nhiệt độ tăng tối đa ở một số khu vực lên tới hơn 1,5°C trong ít nhất một mùa [2]. Thỏa thuận Paris về BĐKH đã được thông qua vào năm 2015 với sự phê chuẩn của 185/197 thành viên của Công ước trong đó có Việt Nam tính đến tháng 9/2019 [3]. Theo đó, các quốc gia cam kết nỗ lực giữ cho nhiệt độ trái đất trung bình tăng không quá 2°C (hướng đến giữ giới hạn ở mức 1,5°C) so với thời kỳ trước công nghiệp thông qua việc triển khai và tăng cường các hành động và đầu tư cần thiết cho một tương lai carbon thấp bền vững [4]. Trong

đó, giảm nhẹ KNK trong quản lý CTR cũng có tiềm năng đóng góp một phần quan trọng trong những nỗ lực này, đặc biệt là với các nước đang phát triển [5].

Mặt khác, Báo cáo Đánh giá lần thứ 5, Ủy ban Liên chính phủ về Biến đổi khí hậu (IPCC) đã chỉ ra rằng các hành động giảm nhẹ KNK không chỉ làm giảm được các rủi ro liên quan đến BĐKH mà còn có thể mang lại những lợi ích khác như cải thiện chất lượng không khí, sức khỏe, an ninh lương thực, đa dạng sinh học, chất lượng môi trường địa phương, an ninh năng lượng, xóa đói giảm nghèo và các mục tiêu phát triển bền vững khác [6]. Việc xác định và đánh giá được các đồng lợi ích từ các hoạt động giảm nhẹ phát thải KNK (sau đây gọi tắt là đồng lợi ích) đóng vai trò quan trọng trong việc hoạch định chính sách của mỗi quốc gia cũng như trên phương diện quốc tế.

Nằm trên vành đai bão nhiệt đới, Việt Nam được xác định là một trong những quốc gia dễ chịu tổn thương với BĐKH nhất trên thế giới. Theo Chỉ số mới nhất về mức độ tổn thương do khí hậu (CRI) năm 2017 thực hiện bởi tổ chức

Liên hệ tác giả: Nguyễn Tú Anh
Email: tuanh.evp@gmail.com

Germanwatch, Việt Nam được xác định là quốc gia đứng thứ 6 về mức độ chịu tác động [7]. Vì vậy, Việt Nam rất tích cực thực hiện các hoạt động ứng phó với BĐKH thông qua việc tham gia vào Công ước khung của Liên hiệp quốc về Biến đổi khí hậu (UNFCCC) năm 1992, Nghị định thư Kyoto và rất nhiều các sáng kiến, cơ chế, đối thoại và nền tảng tương tự khác. Nhận thấy tầm quan trọng của đồng lợi ích đối với hoạch định chính sách của quốc gia, nghiên cứu gần đây của Huỳnh Thị Lan Hương và cộng sự [8] đã đưa ra các chỉ số đồng lợi ích từ các biện pháp ứng phó với BĐKH trong Dự thảo Báo cáo đóng góp do Quốc gia tự quyết định (NDC) cập nhật của Việt Nam. Các chỉ số này được xác định dựa trên tổng hợp và phân tích ý kiến các chuyên gia về đồng lợi ích giữa giảm nhẹ phát thải KNK, thích ứng với BĐKH và phát triển kinh tế - xã hội cũng như việc đạt được các mục tiêu phát triển bền vững của Việt Nam. Tuy nhiên, tiếp cận đồng lợi ích trong các giải pháp ứng phó BĐKH vẫn còn là vấn đề mới mẻ đối với Việt Nam và cũng chưa có một hướng dẫn cụ thể nào về phương pháp đánh giá và cách áp dụng. Đặc biệt, chưa có nghiên cứu nào cụ thể về đồng lợi ích từ các biện pháp ứng phó BĐKH trong lĩnh vực quản lý CTR dẫn đến nhiều lợi ích tiềm năng chưa được biết đến và chưa nâng cao được hiệu quả thực hiện của các chính sách tương ứng. Vì vậy, cần có nghiên cứu để làm rõ cách tiếp cận đồng lợi ích cũng như lượng hóa cụ thể các đồng lợi ích này nhằm cung cấp thông tin cho quá trình hoạch định chính sách về BĐKH trong lĩnh vực CTR.

Nghiên cứu này được thực hiện nhằm làm rõ lý thuyết về các đồng lợi ích và xây dựng phương pháp đánh giá đồng lợi ích của các giải pháp giảm nhẹ KNK trong lĩnh vực CTR. Từ đó, nghiên cứu sẽ cung cấp thêm luận cứ cho các chính sách giảm phát thải KNK và tăng cường các giải pháp giảm phát thải KNK trong lĩnh vực quản lý CTR ở Việt Nam.

2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu này được thực hiện dựa trên phương pháp tổng hợp và phân tích các tài liệu liên quan đến đồng lợi ích và đánh giá đồng lợi ích của các hoạt động giảm nhẹ BĐKH trong lĩnh vực quản lý CTR. Từ đó, dựa trên những yêu

cầu thực tế, nghiên cứu đã xác định và đề xuất phương pháp và các số liệu cần thiết để đánh giá đồng lợi ích của giảm nhẹ BĐKH trong lĩnh vực quản lý CTR ở Việt Nam.

2.1. Đồng lợi ích và tầm quan trọng trong giảm nhẹ BĐKH

2.1.1. Sự phát triển của thuật ngữ đồng lợi ích

Các nghiên cứu liên quan đến đồng lợi ích nói chung và đồng lợi ích trong giảm nhẹ KNK nói riêng đã xuất hiện từ rất sớm với những khái niệm, lĩnh vực, phạm vi và mục đích sử dụng khác nhau. Trước những năm 90, đồng lợi ích từ giảm nhẹ KNK được đề cập đến dưới dạng các lợi ích về xã hội. Sau đó các lợi ích kinh tế đã được chú ý đến thông qua hai khái niệm mới là chính sách “không hối tiếc” và “lợi ích kép” đối với thuế carbon [9]. Tiếp đến là một số các nghiên cứu về đồng lợi ích về sức khỏe được thực hiện ở những năm cuối của thập niên 90 [10]. Tuy nhiên, theo Mayrhofer và Gupta [9] khái niệm đồng lợi ích chỉ được chính thức đề cập đến trong Báo cáo đánh giá lần thứ ba của IPCC [11] và được phát triển tục tiếp từ thuật ngữ “lợi ích phụ trợ” (ancillary benefits) đưa ra trong Báo cáo Đánh giá lần thứ hai của IPCC năm 1995. Theo đó, “Đồng lợi ích là những lợi ích có được từ những chính sách được thực hiện với những lý do khác nhau trong cùng thời điểm bao gồm giảm nhẹ BĐKH, thừa nhận rằng hầu hết các chính sách được thiết kế cho việc giảm nhẹ KNK còn có những vai trò khác cũng quan trọng không kém (ví dụ liên quan tới các mục tiêu phát triển bền vững, công bằng)” và đồng lợi ích bao gồm cả các lợi ích tích cực và tiêu cực [11]. Điều cần lưu ý là ở báo cáo này IPCC tách riêng hai khái niệm đồng lợi ích (lợi ích ngoài giảm nhẹ KNK, có tầm quan trọng ngang với giảm nhẹ KNK, có được từ các chính sách đa mục tiêu trong đó có giảm nhẹ KNK) và lợi ích phụ trợ (lợi ích ngoài giảm nhẹ KNK, có được từ các chính sách giảm nhẹ KNK). Trong báo cáo gần đây nhất của IPCC, hai khái niệm này đã được đồng nhất, điều chỉnh và các tác động tiêu cực được tách riêng ra. Theo đó, đồng lợi ích từ các biện pháp giảm nhẹ KNK là các tác động tích cực từ các chính sách và biện pháp được xây dựng để

giảm nhẹ KNK nhưng lại có thể xuất hiện trong các mục tiêu khác mà chưa được đánh giá hiệu quả ròng đối với tổng thể phúc lợi xã hội [6]. Vì vậy, thuật ngữ “đồng lợi ích” trong nghiên cứu này được hiểu là các lợi ích thêm vào của các hành động giảm nhẹ KNK (ngoài lợi ích ứng phó với BĐKH) như các lợi ích về kinh tế, xã hội, môi trường, chính trị và thể chế.

2.1.2. Tầm quan trọng của đồng lợi ích trong giảm nhẹ BĐKH

Một số đóng góp từ việc xác định đồng lợi ích đối với chính sách quốc gia có thể kể đến như cung cấp thông tin chính xác hơn về hiệu quả và lợi ích kinh tế của các kế hoạch và chính sách của chính phủ, hỗ trợ xây dựng các chính sách tổng hợp có hiệu quả chi phí cao hơn trong giải quyết các vấn đề khác nhau như sức khỏe, môi trường, cơ sở hạ tầng, kinh tế,... [12]. Từ đó, các kết quả đánh giá có thể hỗ trợ và thúc đẩy các hành động giảm nhẹ thông qua việc: (1) Cho phép lồng ghép chính sách khí hậu và hội nhập vào các lĩnh vực chính sách cốt lõi như phát triển kinh tế, tài chính, cơ sở hạ tầng hoặc năng lượng; (2) Tạo điều kiện cho sự phối hợp và hành động phối hợp trên phạm vi quốc gia, khu vực và địa phương; (3) Đưa đến những thay đổi trong mối quan hệ giữa khu vực công, tư nhân và dân sự cũng như phát triển các hình thức hợp tác mới; (4) Mở khóa các hình thức đầu tư mới, chuyển hướng các dòng tài chính hiện có, thúc đẩy tiềm năng hình thành các phương thức tài chính mới [13].

Trên phương diện quốc tế, hiểu được các đồng lợi ích ở cấp quốc gia sẽ tạo điều kiện cho các thảo luận và đối thoại về lợi ích của các hành động khí hậu, nâng cao hiểu biết về đa mục tiêu trong giảm nhẹ phục vụ cho quá trình xây dựng các chính sách được báo trước (informed policies), góp phần tăng cường các hành động trong tương lai cũng như thúc đẩy các nước đưa ra cam kết trong các đàm phán về BĐKH.

2.2. Các loại đồng lợi ích

Mayrhofer và Gupta [9] đã tổng hợp và chỉ ra rằng thuật ngữ đồng lợi ích được áp dụng cho một loạt các mục tiêu khác nhau (ngoài khí hậu) liên quan kinh tế, môi trường, xã hội và chính trị.

Các đồng lợi ích kinh tế có thể ở dạng an ninh

năng lượng hoặc khả năng độc lập năng lượng thông qua việc thúc đẩy các nguồn năng lượng tái tạo và do đó giảm sự phụ thuộc vào nhiên liệu hóa thạch nhập khẩu như dầu, khí đốt và than đá. Điều này cũng có thể làm giảm sự phụ thuộc vào nguồn năng lượng nhập khẩu và tăng cường sự ổn định tài chính của một quốc gia. Bên cạnh đó, các công nghệ năng lượng tái tạo có thể tạo thêm công việc cho xã hội do các công nghệ này yêu cầu sử dụng nhiều nhân lực hơn và thường được gọi là các công việc xanh. Cuối cùng, giảm nhẹ BĐKH ở các nước đang phát triển có thể đòi hỏi chuyển giao công nghệ và thúc đẩy thay đổi công nghệ trong các lĩnh vực khác nhau, do đó ảnh hưởng đến hiệu quả kinh tế chung.

Các đồng lợi ích cũng áp dụng cho các mục tiêu môi trường khác, như cải thiện chất lượng không khí, nước và đất hoặc bảo vệ tài nguyên môi trường. Các biện pháp chính sách liên quan đến sử dụng đất và quản lý rừng đã chứng minh được khả năng mang lại đồng lợi ích dưới hình thức bảo vệ đa dạng sinh học và bảo tồn hệ sinh thái. Đối lại, các lợi ích môi trường như giảm ô nhiễm không khí có tác dụng tốt đối với sức khỏe cộng đồng ở quy mô lớn như giảm các bệnh về tim mạch, hô hấp và liên quan đến ô nhiễm trong nhà thông qua việc triển khai bếp nấu sạch. Việc mở rộng giao thông công cộng được xác định là có thể mang lại lợi ích đồng sức khỏe vì hình thức giao thông này gây ra ít thương tích hơn và không gây tử vong cũng như cải thiện sức khỏe tâm thần thông qua việc giảm các yếu tố gây căng thẳng như tiếng ồn và tắc nghẽn giao thông.

Các lợi ích xã hội bao gồm: Tiếp cận năng lượng thông qua việc triển khai các công nghệ năng lượng sạch tại địa phương; an ninh lương thực và nước thông qua bảo tồn rừng; và tái chế chất dinh dưỡng. Ngoài ra, tính công bằng cũng được tăng cường thông qua các chính sách tương ứng đối với cộng đồng dân cư địa phương, ví dụ như thanh toán cho các dịch vụ môi trường trong các chính sách liên quan đến giảm phát thải từ phá rừng và suy thoái rừng (REDD+).

Đồng lợi ích chính trị và thể chế liên quan đến sự tham gia, hợp tác và ổn định chính trị. Quan điểm này chỉ mới được chú ý gần đây, một

số nghiên cứu cho rằng các vấn đề phức tạp trong và ngoài nước liên quan đến nước, thực phẩm và năng lượng đều có thể được xoa dịu thông qua các chính sách đồng lợi ích, từ đó góp phần ổn định chính trị. Sự tham gia là một đồng lợi ích đối với địa phương nơi thực hiện các chương trình REDD+ do nó mang lại khả năng tăng cường dân chủ trong quản lý rừng đồng thời và giảm nhẹ BĐKH. Bên cạnh đó có một số nghiên cứu khác đề cập đến các cơ hội hợp tác liên vùng về giảm nhẹ BĐKH thông qua việc khai thác các đồng lợi ích ở cấp địa phương [14, 15].

3. Các phương pháp và mô hình sử dụng trong đánh giá đồng lợi ích của quản lý CTR

3.1. Đồng lợi ích từ các hoạt động giảm nhẹ phát thải KNK trong quản lý CTR

Lĩnh vực quản lý chất thải chỉ chiếm khoảng 3-5% lượng phát thải KNK toàn cầu, thấp hơn so với các lĩnh vực khác như giao thông và các tòa nhà. Tuy nhiên, mặc dù mức phát thải tương đối thấp được ghi nhận từ quá trình xả thải và xử lý chất thải, phòng chống và thu hồi chất thải (dưới dạng vật liệu thứ cấp hoặc năng lượng) có khả năng giảm nhẹ phát thải đáng kể trong các lĩnh vực khác của nền kinh tế bao gồm khai thác vật liệu, khai thác mỏ, lâm nghiệp, nông nghiệp, giao thông, sản xuất và sản xuất năng lượng [13]. Bên cạnh đó, các biện pháp quản lý CTR thường bao gồm các giải pháp cuối - đường - ống, chẳng hạn như đổ rác và chôn lấp không chỉ dẫn đến phát thải khí mê-tan từ các loại chất thải chưa được xử lý mà còn ảnh hưởng đáng kể đến môi trường, xã hội và kinh tế trong bối cảnh địa phương. Những tác động tiêu cực có thể kể đến như suy thoái môi trường xung quanh các bãi thải, sự lây lan dịch bệnh và chi phí cao mà chính quyền thành phố phải chịu trong việc thu gom và xử lý chất thải. Do đó, quản lý CTR có cơ hội đem lại đồng lợi ích cao nhất trong ngắn hạn và là một vấn đề lớn ở các nước đang phát triển [16]. Các biện pháp giảm nhẹ KNK trong quản lý CTR (hay còn gọi là quản lý CTR carbon thấp) được xác định là có thể đem lại các đồng lợi ích cao bao gồm giảm chất thải, thu hồi và tái chế chất thải, sản xuất phân bón từ rác thải hữu cơ, sản xuất năng lượng từ chất thải, phân hủy kỵ khí chất thải cùng với sản

xuất điện và/hoặc nhiệt, xử lý sinh học cơ học, đốt hoặc sử dụng khí bãi rác.

Nhìn chung, thực hiện các biện pháp quản lý CTR carbon thấp có thể đem lại những lợi ích đáng kể liên quan đến sức khỏe, tạo việc làm và nền kinh tế xanh, giảm bất bình đẳng và tỉ lệ nghèo [13, 17]. Smith và cộng sự [12] chỉ ra một số đồng lợi ích chính của giảm nhẹ BĐKH trong lĩnh vực chất thải bao gồm: (1) Giảm thiểu, tái sử dụng và tái chế chất thải (và phương pháp kinh tế tuần hoàn) có rất nhiều lợi ích như giảm tác động xử lý chất thải (sử dụng đất, mùi, tác động thị giác, xả rác, sâu bọ, chất lượng nước), tránh các tác động môi trường và xã hội của hoạt động khai thác và chế biến nguyên liệu, tiết kiệm chi phí, và tăng cường an ninh vật liệu; (2) Thu hồi khí bãi rác dẫn đến lợi ích chất lượng không khí từ việc giảm khí mê-tan (tiền chất ozone); (3) Quá trình phân hủy kỵ khí cũng dẫn đến giảm lượng khí thải mê-tan và giảm lượng khí thải amoniac trong trường hợp phân chuồng/bùn; (4) Có những lợi ích liên quan đến tạo việc làm từ việc chuyển từ nền kinh tế vứt bỏ sang nền kinh tế “sửa chữa và tái sử dụng”.

Về quy mô, những đồng lợi ích này có thể có ý nghĩa và có khả năng hấp dẫn cao hơn so với những lợi ích kinh tế trực tiếp của những hành động đó. Các kế hoạch thu gom và sử dụng khí bãi rác có thể có tác động rất lớn đến sức khỏe thông qua việc giảm các điều kiện hô hấp bất lợi, và cũng thông qua việc giảm các bệnh lây truyền qua đường nước. Các đồng lợi ích chính cho sức khỏe từ hai biện pháp can thiệp carbon thấp là đốt khí bãi rác và/hoặc sử dụng để sản xuất năng lượng và tái chế. Chất lượng không khí ngoài trời có thể bị ảnh hưởng xấu bởi khí thải xảy ra trong quá trình phân hủy chất thải. Tuy nhiên, việc định lượng những lợi ích này là một thách thức không nhỏ. Những lợi ích này thường được đưa ra dưới dạng số lượng giảm các trường hợp tử vong hoặc tình trạng sức khỏe so với thời kỳ trước. Hệ thống sử dụng khí bãi rác cũng mang lại lợi ích gia tăng trong việc giảm thiểu ô nhiễm nước và do đó ngăn ngừa các rủi ro sức khỏe liên quan đến các bệnh lây truyền qua đường nước. Mặt khác, thu gom, đốt hoặc sử dụng khí bãi rác còn có đồng lợi ích là giảm phiền toái và tác động bất lợi cho cộng

đồng lân cận do mùi hôi. Tuy nhiên, đến nay vẫn thiếu các nghiên cứu có thể định lượng hoặc lượng giá các tác động của mùi khí bãi rác.

Các nghiên cứu về quản lý chất thải và hiệu suất tập trung vào sử dụng vật liệu và hiệu quả tài nguyên thiên nhiên. Hiệu suất tài nguyên cao hơn có thể tăng năng suất kinh tế và duy trì tăng trưởng kinh tế bằng cách đảm bảo cung cấp đủ nguyên liệu, đầu tư vào công nghệ/sáng kiến mới và nâng cao khả năng cạnh tranh. Hiệu suất tài nguyên được hiểu là “hiệu quả mà nền kinh tế sử dụng nguyên liệu khai thác từ tài nguyên thiên nhiên (đầu vào vật lý) để tạo ra giá trị kinh tế (đầu ra tiền tệ)”. Tổ chức Hợp tác và Phát triển Kinh tế (OECD) kết hợp quan điểm phúc lợi trong hiệu suất tài nguyên bằng cách đưa vào một khía cạnh định tính như tác động môi trường trên mỗi đơn vị đầu ra được sản xuất với một đơn vị đầu vào tài nguyên thiên nhiên nhất định. Hiệu suất tài nguyên được liên kết chặt chẽ với khái niệm tách rời sinh thái - kinh tế (eco-economic decoupling): Tách rời tương đối và tách rời tuyệt đối. Cải thiện về hiệu suất vật liệu có thể đạt được thông qua các can thiệp chính sách và thay đổi công nghệ nhằm cải thiện sử dụng hiệu quả tài nguyên, thu hồi chất thải và tái chế.

Cải thiện hiệu suất tài nguyên thông qua thu hồi và tái chế chất thải cũng có thể đóng vai trò quan trọng trong gia tăng tính cạnh tranh của ngành công nghiệp trên thị trường toàn cầu. Theo nghiên cứu của Defra, ngành công nghiệp Anh có thể tăng tổng lợi nhuận lên khoảng 16% nếu họ sử dụng được tất cả lượng chất thải tiềm năng, nước chi phí thấp và tiết kiệm năng lượng. Theo đó, việc này sẽ tăng tính cạnh tranh của ngành công nghiệp nước này trên thị trường toàn cầu. Các ngành công nghiệp sản xuất kim loại và hóa chất/các sản phẩm khoáng sản phi kim loại có cơ hội đáng kể trong việc tăng gấp đôi lợi nhuận thông qua giảm chất thải và tiết kiệm thông qua sản xuất tinh gọn. Qua đó có thể thấy rõ các cơ hội đồng lợi ích từ hiệu quả tài nguyên và quản lý chất thải trong nền kinh tế xanh.

Ngoài ra, các chương trình tái chế có thể cung cấp cơ hội việc làm cho cả lao động có tay nghề và lao động không có kỹ năng. Thêm

vào đó, việc chuyển đổi sang quản lý chất thải carbon thấp có thể có tác động tích cực đáng kể đến bất bình đẳng và nghèo đói thông qua quản lý chất thải có sự tham gia, tạo việc làm vì người nghèo, và các chương trình hợp tác về tái chế và sản xuất phân bón, đặc biệt là trong bối cảnh các nước đang phát triển. Các nghiên cứu điển hình từ Brazil cho thấy các mô hình mới về tích hợp người nhặt rác trong các hợp tác xã tái chế không chỉ làm tăng số lượng và chất lượng của rác tái chế, mà còn cải thiện năng suất của cộng đồng bằng cách tăng thu nhập, cải thiện điều kiện làm việc và giúp trẻ em có thể tham gia học tập ở các bậc học cao hơn bởi vì gia đình của họ có đủ khả năng chi trả.

Tuy nhiên, để định lượng và lượng giá những lợi ích này có thể gặp nhiều khó khăn hơn so với các lợi ích kinh tế trực tiếp. Bên cạnh đó, giá trị của những lợi ích này phụ thuộc nhiều vào các bối cảnh khác nhau như các yếu tố địa lý, chính trị, kinh tế và văn hóa. Ví dụ, đồng lợi ích giảm nghèo và bất bình đẳng có thể rõ rệt hơn ở các nước đang phát triển nơi mà khu vực phi chính thức (ví dụ như người nhặt rác) đóng vai trò quan trọng trong việc cung cấp phần lớn các vật liệu có thể tái chế để đáp ứng nhu cầu tiêu dùng so với ở các nước công nghiệp, thu nhập cao. Tạo việc làm xanh có thể có lợi cho cả các nước phát triển và đang phát triển nhưng bản chất của các công việc này sẽ khác nhau giữa các quốc gia. Ví dụ về các công việc xanh ở châu Âu bao gồm các cơ hội về thiết kế, tư vấn, nghiên cứu, chính sách và quy định, trong khi ở châu Á, những công việc này lại liên quan đến các công việc yêu cầu sức lao động, không cần kỹ năng, như trong các nhà máy tách kim loại quý từ chất thải điện và điện tử, và phân loại chất thải hỗn hợp thành vật liệu tái chế chất lượng cao. Các điều kiện địa chất và khí tượng địa phương cũng kiểm soát mức độ ô nhiễm không khí và nước từ các cơ sở quản lý chất thải, như bãi rác mở, có thể ảnh hưởng đến sức khỏe con người. Do đó, các tác động tích cực đối với sức khỏe của chương trình thu gom khí bãi rác cũng sẽ phụ thuộc vào các điều kiện này.

Tóm lại, các đồng lợi ích từ quản lý CTR carbon thấp phụ thuộc nhiều vào các yếu tố bên ngoài, cụ thể là các bối cảnh vật chất, xã hội,

kinh tế, địa lý và chính trị. Do đó, các đồng lợi ích và các chiến lược thúc đẩy chúng cần được xem xét trên cơ sở trường hợp cụ thể. Ngoài ra, cần có các kỹ thuật đo lường mạnh mẽ để đánh giá đầy đủ các đồng lợi ích tương ứng để khuyến khích và cung cấp các hành động cụ thể cho các chiến lược quản lý CTR carbon thấp.

3.2. Các công cụ đánh giá đồng lợi ích cho lĩnh vực CTR

Một số công cụ đã được đề xuất để đánh giá các đồng lợi ích trong các lĩnh vực khác nhau, gồm cả lĩnh vực chất thải. Nghiên cứu của Santucci và cộng sự [16] đã đánh giá đồng lợi ích đối với ngành chất thải và sử dụng dữ liệu thực nghiệm từ các dự án quản lý CTR vì cộng đồng và vì người nghèo ở một số quốc gia ở châu Á - Thái Bình Dương để làm nổi bật một loạt các đồng lợi ích liên quan đến các dự án đó. Bên cạnh đó, nghiên cứu cũng thảo luận các vấn đề hướng đến một đánh giá hệ thống hơn về các đồng lợi ích và sự tích hợp của chúng vào việc ra quyết định. Cách tiếp cận như vậy có liên quan đáng kể trong bối cảnh của UNFCCC và chương trình nghị sự bền vững toàn cầu, bao gồm chương trình nghị sự phát triển sau năm 2015.

Đại học Liên Hợp Quốc (UNU) gần đây đã phát triển các công cụ đánh giá đồng lợi ích cho các ngành vận tải, năng lượng đô thị và quản lý chất thải đô thị. “Công cụ đánh giá đồng lợi ích cho CTR đô thị”, cho phép đánh giá đồng lợi ích của các công nghệ quản lý CTR đô thị bằng cách sử dụng phương pháp đánh giá vòng đời (LCA) [18]. Công cụ này xem xét các tác động môi trường liên quan đến BĐKH, ô nhiễm không khí và nước thải. Phân tích cũng đi kèm với ý nghĩa phục hồi năng lượng của các kịch bản khác nhau và đánh giá phân tích lợi ích chi phí. Tương tự, Chương trình Phát triển Liên hợp quốc (UNDP) cũng đã đưa ra công cụ Đánh giá phát triển bền vững hành động phù hợp quốc gia (NAMA), cho phép người dùng đánh giá các chỉ số hiệu suất phát triển bền vững và kết quả phát triển bền vững đạt được trong suốt vòng đời của NAMA. Lợi ích phát triển bền vững NAMA được định lượng bằng cách sử dụng các cải tiến phù hợp trên toàn quốc và được tính toán cho từng chỉ số để đánh giá lợi ích chung

của từng can thiệp trong một giai đoạn giám sát cụ thể.

Một số quốc gia cũng phát triển những phương pháp đánh giá riêng. Bộ Môi trường Nhật Bản đã giới thiệu “Hướng dẫn đánh giá định lượng phương pháp tiếp cận đồng lợi ích đối với các dự án biến đổi khí hậu”, trong đó xác định ba cấp phương pháp đánh giá, dựa trên tính khả dụng của dữ liệu, từ định tính đánh giá (bậc 1) để đánh giá định lượng dựa trên dữ liệu đo được (bậc 3) [19]. Công cụ cho phép đánh giá một số đồng lợi ích trong lĩnh vực chất thải, chẳng hạn như cải thiện thu gom chất thải, giảm chất thải mang đi chôn lấp, giảm lượng nước ô nhiễm hoặc mùi khó chịu. Bên cạnh đó, Bộ Môi trường và Phát triển bền vững Colombia đã xây dựng một phương pháp để đánh giá các đồng lợi ích của các hành động giảm thiểu BĐKH như là một phần của Chiến lược phát triển carbon thấp của mình. Theo đó, hai trong mười biện pháp giảm thiểu đã được xác định thuộc lĩnh vực chất thải (giảm chôn lấp chất thải hữu cơ và xử lý nước thải). Trong trường hợp giảm chôn lấp chất thải hữu cơ, phương pháp tính đồng lợi ích của Colombia ước tính sự gia tăng tuổi thọ của bãi rác cũng như tránh chi phí cho việc xử lý nước rỉ rác.

Trong một số trường hợp nhất định, các nghiên cứu và công cụ được xem xét đều hữu ích trong việc xác định và định lượng các nhóm đồng lợi ích cụ thể liên quan đến các hành động giảm nhẹ BĐKH. Phương pháp và các bước cụ thể để đánh giá và lượng giá các đồng lợi ích của lĩnh vực quản lý CTR carbon thấp được đề cập trong các mục tiếp theo.

3.3. Phương thức đánh giá đồng lợi ích từ quản lý CTR carbon thấp

Để tính toán các đồng lợi ích, các bước chính cần được thực hiện như: Xác định các chỉ số tác động có thể định lượng đối với từng biện pháp quản lý CTR carbon thấp; tiến hành thu thập dữ liệu cho các chỉ số này trước và sau dự án; và tính toán các đồng lợi ích ròng [16]. Phương pháp và kết quả tính toán cho đồng lợi ích của sản xuất phân bón từ CTR hữu cơ ở Bangladesh được sử dụng làm đại diện trong từng bước cụ thể.

3.3.1. Bước 1 - Định lượng giảm phát thải từ quản lý CTR carbon thấp

Lượng phát thải và giảm KNK hàng năm từ quản lý chất thải rắn đô thị có thể được ước tính bằng cách sử dụng hướng dẫn của IPCC [20, 21] về “Kiểm kê KNK Quốc gia” và LCA [22]. Chính quyền địa phương hoặc các bên liên quan được chỉ định cần thu thập dữ liệu có hệ thống. Dữ liệu cơ bản là lượng chất thải theo trọng lượng gửi đến từng cơ sở xử lý; thành phần chất thải; lượng năng lượng hóa thạch được sử dụng để thu gom, vận chuyển và xử lý chất thải; và số lượng sản phẩm được thu hồi từ mỗi trung tâm xử lý hoặc thu hồi vật liệu. Các yêu cầu dữ liệu khác, chẳng hạn như các yếu tố phát thải cần thiết để ước tính lượng phát thải trực tiếp, được liệt kê trong Hướng dẫn của IPCC. Ngoài ra, các phương pháp ACM 0022 hoặc AMS III được UNFCCC phê duyệt có thể được sử dụng

để tính toán giảm phát thải từ việc ủ phân rác hữu cơ đô thị [23]. Dựa trên ACM 0022, có thể giảm 0,5 tấn CO₂tđ bằng cách chuyển một tấn chất thải hữu cơ đô thị từ bãi rác sang phân trộn. Nói cách khác, có thể giảm một tấn CO₂tđ bằng cách ủ hai tấn chất thải hữu cơ đô thị. Bên cạnh đó, danh sách các dữ liệu cần thiết cho ước tính KNK dựa trên vòng đời từ các công nghệ xử lý riêng lẻ được cung cấp trong hướng dẫn của IGES về công cụ tính toán KNK trong lĩnh vực chất thải [24].

3.3.2. Bước 2 - Xác định các chỉ số tác động có thể định lượng cho dự án ngoài việc giảm phát thải KNK

Sau khi xác định các lĩnh vực có thể tạo ra đồng lợi ích, xác định các chỉ số tác động có thể đo lường được. Ở giai đoạn này cũng cần phân loại các loại hình lợi ích là ở lĩnh vực công hay tư (Bảng 1).

Bảng 1. Ví dụ các chỉ số đồng lợi ích của sản xuất phân bón từ chất thải hữu cơ [15]

Vấn đề	Đồng lợi ích	Chỉ số đồng lợi ích	Loại lợi ích
Thiếu cơ hội việc làm cho người nghèo ở các thành phố và thị trấn	Tạo việc làm mang lại thu nhập cao hơn và điều kiện làm việc an toàn hơn cho những người nhặt rác tham gia tái chế chất thải hỗn hợp mà không có sự bảo vệ nào	Số lượng việc làm an toàn được tạo ra cho các nhóm thu nhập thấp, bao gồm cả người nhặt rác Tăng thu nhập của người lao động bằng cách tạo việc làm an toàn	Công và tư
Thiếu sự quản lý chất thải hữu cơ dẫn đến các chất dinh dưỡng không được sử dụng và tạo ra ô nhiễm	Nếu chất thải được phân loại đúng cách và sử dụng công nghệ thích hợp, phân ủ có thể được sản xuất và sử dụng trong nông nghiệp	Lượng phân bón hữu cơ được sản xuất	Công và tư
Không đủ diện tích chôn lấp và khu vực mới để chôn lấp đang trở nên khan hiếm do tăng giá đất và các quy định về môi trường	Việc ủ phân có thể tiết kiệm các khu vực chôn lấp cũng như chi phí chôn lấp cho chính quyền địa phương	Lượng chất thải thay đổi Chi phí tiết kiệm được từ xử lý chất thải	Công
Do sử dụng nhiều phân bón hóa học, thiếu luân canh, cường độ trồng trọt cao, hạn hán và các lý do khác, đất bị mất độ phì, do đó gây ra mối đe dọa đối với an ninh lương thực	Sử dụng phân hữu cơ có thể làm giảm việc sử dụng phân bón hóa học đồng thời làm tăng năng suất cây trồng	Tăng năng suất cây trồng trên mỗi ha Lượng phân bón hóa học được sử dụng giảm Giảm tiền trợ cấp	Công và tư

3.3.3. Bước 3 - Thu thập dữ liệu cơ sở cho các chỉ số đồng lợi ích được xác định

Để tính được đồng lợi ích ròng, thu thập dữ liệu cơ sở cho các chỉ số trước khi thực hiện dự án là quan trọng (Bảng 2 (a)). Dữ liệu cơ sở có thể được thu thập thông qua khảo sát trong giai đoạn thiết kế dự án. Trong trường hợp dữ liệu cơ sở không có sẵn, dữ liệu thứ cấp từ các báo cáo hoặc tạp chí được công bố cũng có thể được sử dụng.

3.3.4. Bước 4 - Thu thập dữ liệu cho các chỉ số định lượng sau khi thực hiện biện pháp quản lý CTR carbon thấp

Sau khi thực hiện dự án, dữ liệu liên quan đến các chỉ số định lượng sẽ được thu thập, chủ yếu từ các nguồn sơ cấp (Bảng 2 (b)). Các dữ liệu này thường được thu thập và sử dụng trong các

báo cáo tuân thủ môi trường và xã hội gửi đến các cổ đông và nhà tài trợ của dự án/biện pháp.

3.3.5. Bước 5 - Tính toán đồng lợi ích ròng của biện pháp quản lý CTR carbon thấp

Các đồng lợi ích ròng của dự án là sự chênh lệch giữa lợi ích sau khi thực hiện quản lý CTR carbon thấp và trước khi thực hiện. Lợi ích ròng này được tính cho từng chỉ số riêng biệt (Bảng 2 (c)).

3.3.6. Bước 6 - Chuyển đổi giá trị đồng lợi ích trên mỗi tấn giảm phát thải

Với trường hợp phân bón hữu cơ từ CTR ở Bangladesh, dựa trên các tính toán ở bước 1, việc giảm một tấn CO₂tđ có thể đạt được thông qua việc ủ hai tấn chất thải hữu cơ đô thị. Như vậy, các đồng lợi ích của việc tái chế hai tấn chất thải hữu cơ đô thị được trình bày trong Bảng 3.

Bảng 2. Ví dụ dữ liệu cho các chỉ số đồng lợi ích trước và sau khi thực hiện sản xuất phân bón từ chất thải hữu cơ [15]

Vấn đề	Chỉ số đồng lợi ích	(a) Dữ liệu cơ sở	(b) Điều kiện sau khi thực hiện dự án	(c) Đồng lợi ích ròng
Thiếu cơ hội việc làm cho người nghèo ở các thành phố và thị trấn	Số lượng việc làm an toàn được tạo ra cho các nhóm thu nhập thấp, bao gồm cả người nhặt rác Tăng thu nhập của người lao động bằng cách tạo việc làm an toàn	Thu nhập trung bình của một người nhặt rác ở Dhaka là khoảng 33,74USD mỗi tháng trong đó 15% được chi cho các chi phí y tế. Thu nhập trung bình khả dụng là 28,68 USD mỗi tháng	2 công việc mỗi tấn Thu nhập trung bình của người nhặt rác làm việc trong nhà máy là 90,85USD mỗi tháng	2 công việc mỗi tấn Tăng thu nhập trung bình của người nhặt rác bằng cách làm việc trong nhà máy phân ủ là 57,11USD mỗi tháng
Thiếu sự quản lý chất thải hữu cơ dẫn đến các chất dinh dưỡng không được sử dụng và tạo ra ô nhiễm	Lượng phân bón hữu cơ được sản xuất	Không có nhà máy ủ phân nào được ở Dhaka sử dụng chất thải thị trường	250kg mỗi tấn chất thải hữu cơ được xử lý	250kg mỗi tấn chất thải hữu cơ được xử lý
Không đủ diện tích chôn lấp và khu vực mới để chôn lấp đang trở nên khan hiếm do tăng giá đất và các quy định về môi trường	Lượng chất thải thay đổi Chi phí tiết kiệm được từ xử lý chất thải	Trong kịch bản cơ sở, không có chất thải nào được sử dụng để ủ phân Thành phố Dhaka dành 7,79 USD/tấn cho việc vận chuyển chất thải và 3,89 USD/tấn cho việc chôn lấp chất thải	1,1m ³ diện tích bãi chôn lấp trên mỗi tấn chất thải hữu cơ 11,68 USD/tấn (chi phí vận chuyển và chôn lấp)	1,1m ³ diện tích bãi chôn lấp trên mỗi tấn chất thải hữu cơ 11,68 USD/tấn (chi phí vận chuyển và chôn lấp)

Vấn đề	Chỉ số đồng lợi ích	(a) Dữ liệu cơ sở	(b) Điều kiện sau khi thực hiện dự án	(c) Đồng lợi ích ròng
Do sử dụng nhiều phân bón hóa học, thiếu luân canh, cường độ trồng trọt cao, hạn hán và các lý do khác, đất bị mất độ phì, do đó gây ra mối đe dọa đối với an ninh lương thực	Năng suất cây trồng trên mỗi ha (gạo) Lượng phân bón hóa học sử dụng Giá của phân hóa học Tiền trợ cấp cho phân bón hóa học	4,16 tấn/ha (gạo BRRI 46) NPKS (80-35-40-10kg/ha) + không có phân trộn 255,37 USD/ha (không bao gồm chi phí bón phân và nhân công) 101,14 USD/tấn	4,58 tấn/ha (gạo BRRI 46) 75% NPKS (80-35-40-10kg/ha) + 1 tấn / ha phân hữu cơ 235,7 USD/ha (không bao gồm chi phí bón phân và nhân công) Tiết kiệm 25% cho trợ cấp phân bón hóa học	0,42 tấn/ha (Gạo BRRI 46) có giá trị khoảng 98,12 USD Tiết kiệm 25% lượng phân bón hóa học sử dụng dẫn đến tiết kiệm được 19,66 USD/ha

Bảng 3. Ví dụ các đồng lợi ích trên một tấn giảm phát thải KNK thông qua sản xuất phân bón từ CTR hữu cơ [15]

Đồng lợi ích	Giá trị (USD)	Loại
Thêm thu nhập cho 4 người nhặt rác làm việc trong nhà máy ủ phân	7,53	Công và tư
Chi phí tiết kiệm của thành phố từ việc giảm lượng chôn lấp 2 tấn chất thải	23,36	Công
Tiết kiệm 25% phân bón hóa học sử dụng cho 0,5ha	9,71	Công và tư
Tiết kiệm 25% trợ cấp cho phân bón hóa học (nếu không sẽ được áp dụng cho 0,5ha)	4,13	Công
Tăng năng suất cây trồng 0,21 tấn lúa trên 0,5ha thông qua việc sử dụng 0,5 tấn phân hữu cơ (có nguồn gốc từ chế biến 2 tấn chất thải)	49,09	Công và tư
Tổng	93,82	

3.4. Phương pháp lượng giá các tác động môi trường

Về tác động môi trường, một nghiên cứu từ SCORELCA năm 2013 đã đánh giá khả năng áp dụng các phương pháp định giá có sẵn như là một công cụ để lượng giá các tác động môi trường trong các nghiên cứu LCA [25].

Một số phương pháp và các ứng dụng trước đây của những phương pháp này đã được xem xét và đánh giá, bao gồm: (1) Phương pháp tiếp cận thị trường/quan sát sự ưa thích (market approach/observed preferences): Phương pháp giá thị trường (market price method); (2) Bộc lộ sự ưa thích (revealed preferences): Hành vi phòng ngừa (averting

behavior), chi phí di chuyển (travel cost) và phương pháp định giá hưởng thụ (hedonic pricing); (3) Phát biểu sở thích (stated preferences): Phương pháp định giá ngẫu nhiên (contingent valuation) và phương pháp phân tích kết hợp (conjoint analysis); (4) Phương pháp chi phí kiểm soát (abatement cost); (5) Phương pháp ràng buộc ngân sách (budget constraint); (6) Phương pháp chi phí phục hồi (restoration cost); và (7) Phương pháp phân tích/thống kê [25, 26]. Trong số các phương pháp đó, phương pháp giá thị trường, định giá ngẫu nhiên, phân tích kết hợp: Thí nghiệm sự lựa chọn, ràng buộc ngân sách, chi phí phục hồi và sự kết hợp của những phương pháp này là những công cụ được xác

định là có tiềm năng cao để định giá các tác động môi trường và thường được sử dụng trong các nghiên cứu LCA [25, 27]. Trong đó:

- Phương pháp giá thị trường định giá một hàng hóa/dịch vụ dựa trên giá thị trường hiện có tương ứng;

- Phương pháp phân tích định giá ngẫu nhiên và phân tích kết hợp: Phương pháp thử nghiệm lựa chọn là công cụ lượng giá cho các hàng hóa/dịch vụ phi thị trường dựa trên câu trả lời của người trả lời theo một kịch bản giả định cụ thể. Phương pháp định giá ngẫu nhiên áp dụng bảng câu hỏi trực tiếp đối với người trả lời về việc sẵn sàng/chấp nhận trả một khoản như là sự bồi thường cho các tác động bất lợi đến tính sẵn có của sản phẩm/dịch vụ nhất định. Trong khi đó, phương pháp lựa chọn dự phòng yêu cầu người trả lời lựa chọn đánh đổi giữa các nhóm hàng hóa/dịch vụ có sự sẵn có khác nhau của cùng một thuộc tính và tổng giá khác nhau;

- Phương pháp ràng buộc ngân sách là một công cụ đặc biệt để lượng giá các tác động đến sức khỏe của con người. Phương pháp này dựa trên dữ liệu từ sản xuất kinh tế ước tính trên đầu người mỗi năm để đánh giá mức độ ảnh hưởng kinh tế của những thay đổi trong số năm có cuộc sống tốt (đối với cả hai trường hợp tăng hoặc bị mất) [28, 29]; và

- Phương pháp chi phí phục hồi là phương pháp lượng giá dựa trên tổng chi phí cho việc phục hồi các thiệt hại do con người gây ra cho môi trường được sử dụng như là giá trị tiền tệ của hệ sinh thái bị ảnh hưởng [26].

3.4.1. Lượng giá tác động sức khỏe

DALY (Disability Adjusted Life Years - Số năm sống hiệu chỉnh theo mức độ tàn tật) là chỉ số thiệt hại về sức khỏe con người được sử dụng rộng rãi trong các nghiên cứu gần đây về môi trường và sức khỏe. Chỉ số này cho phép định lượng và phản ánh số năm cuộc sống bị mất đi do các nguyên nhân tác động đến sức khỏe như chết trước tuổi thọ trung bình, bị tàn tật tạm thời hay vĩnh viễn. DALY thường được báo cáo cho mỗi người (DALY/người) sau khi tiêu chuẩn hóa. DALY là một đo lường gánh nặng bệnh tật bằng cách kết hợp tổng số “năm mất do tử vong sớm (YLL)” và tổng số “năm mất do khuyết tật

(YLD)” [29]. Chỉ số DALY biểu thị sự khác nhau giữa dân số bị bệnh và dân số khỏe mạnh. Một đơn vị DALY tương đương với việc giảm một năm trong cuộc sống khỏe mạnh.

Phương pháp ràng buộc ngân sách có thể được sử dụng để định giá DALY [28, 29]. Vì một cá nhân khỏe mạnh có thể đóng góp cho nền kinh tế của một quốc gia trong suốt cuộc đời của người đó, số năm bị mất do chết và tàn tật có nghĩa là thời kỳ không đóng góp kinh tế của người đó. Do đó, giá trị tiền tệ của DALY được tính bằng cách nhân giá trị DALY với GDP bình quân đầu người trong cùng một năm [29].

Cách tiếp cận phát biểu sở thích cũng là một lựa chọn để đánh giá tiền tệ của DALY, bao gồm phương pháp định giá ngẫu nhiên [30], [31] và phương pháp phân tích kết hợp [32]. Theo bảng câu hỏi định giá ngẫu nhiên, người được hỏi được hỏi cho biết họ sẵn sàng trả bao nhiêu/chấp nhận tăng thêm một năm trong cuộc sống hạnh phúc. Đối với phương pháp phân tích kết hợp, người trả lời đưa ra lựa chọn của họ trong số các chính sách khác nhau, trong đó có tác động nhất định, ví dụ, đối với sức khỏe con người (mất tuổi thọ trên mỗi người), đối với tài sản xã hội (mất tài sản xã hội trên mỗi người), đối với đa dạng sinh học (mất tích các loài sinh vật) và sản xuất cơ sở (ức chế sự tăng trưởng của thực vật) được đưa ra cùng với mức tăng thuế cụ thể [32]. Kết quả từ bảng câu hỏi phân tích liên hợp có thể được sử dụng cho cả tác động đến sức khỏe con người và hệ sinh thái tự nhiên.

3.4.2. Lượng giá tác động đến hệ sinh thái

Về chất lượng hệ sinh thái, chỉ số thiệt hại đối với các tác động hệ sinh thái có thể là tiềm năng biến mất của các loài trên một m² bề mặt trái đất trong một năm (PDF/m²/yr) [33] hay nồng độ gây chết/hiệu quả (LC/EC) theo đánh giá độc tính sinh thái của chất hóa học thải ra môi trường. Ngoài phương pháp phân tích kết hợp đã đề cập ở trên, giá thị trường, đánh giá ngẫu nhiên [31] và chi phí phục hồi [26] là các phương pháp lượng giá khác đối với các tác động sinh thái thường được sử dụng trong một số nghiên cứu lượng giá giá sinh học và LCA. Vì PDF liên quan trực tiếp đến đa dạng sinh học, nó có thể được định giá theo phương pháp định giá

ngẫu nhiên, phân tích kết hợp và phương pháp chi phí phục hồi.

Nồng độ gây chết (LCa) [34] và nồng độ hiệu quả (ECa) [35] là nồng độ trung bình của hóa chất trong môi trường đất hoặc nước dẫn đến mức độ tử vong hoặc gây hiệu ứng nhất định (a%) đối với sinh vật thử nghiệm tương ứng. Vì nồng độ gây chết và nồng độ hiệu quả biểu thị tác động của một chất hóa học nhất định giải phóng ra môi trường đối với lượng sinh vật có sẵn trong môi trường sống của chúng có liên quan trực tiếp đến năng lực sản xuất của hệ sinh thái đó, chúng có thể được ước tính thông qua phương pháp giá thị trường.

4. Phương hướng áp dụng phương pháp đánh giá đồng lợi ích cho lĩnh vực CTR carbon thấp ở Việt Nam

4.1. Hiện trạng CTR ở Việt Nam

Theo Báo cáo: Đóng góp dự kiến do quốc gia tự quyết định của Việt Nam (INDC) - Lĩnh vực chất thải [36], trong những năm 1970 và 1980, quản lý chất thải rắn (CTR) bao gồm việc thu thập và xử lý chất thải. Các Phòng Quản lý đô thị thuộc Ủy ban nhân dân mỗi tỉnh phụ trách việc xử lý CTR, trong đó bao gồm quản lý, thu gom, vận chuyển và xử lý chất thải.

Do quá trình công nghiệp hóa và hiện đại hóa, lượng rác thải từ các hoạt động kinh tế khác nhau đã tăng lên cả về số lượng và loại thành phần, dẫn đến sự xuất hiện của các loại CTR mới. Quản lý CTR không còn chỉ là nhiệm vụ của các tỉnh thành, mà còn là vấn đề liên quan đến các ngành công nghiệp, nông nghiệp, xây dựng và y tế. Theo Tổng cục Thống kê, năm 2016, cả nước thu gom được trên 33.167 tấn CTR.

CTR bao gồm CTR sinh hoạt, xây dựng, nông nghiệp, công nghiệp và y tế. CTR sinh hoạt được tạo ra bởi các hộ gia đình, ký túc xá, chợ, trung tâm thương mại, văn phòng, khu vực nghiên cứu và các trường học. CTR xây dựng là chất thải được tạo ra bởi các dự án xây dựng và sửa chữa cơ sở hạ tầng. CTR nông nghiệp là chất thải tạo ra bởi các hoạt động nông nghiệp bao gồm trồng trọt và chăn nuôi. CTR công nghiệp được tạo ra bởi các cơ sở và các khu vực công nghiệp. CTR y tế được tạo ra bởi các bệnh viện và cơ sở chăm sóc sức khỏe, có thể gồm các chất thải

điện tử, chẳng hạn như thiết bị bị hỏng.

Các thành phần của CTR khác nhau tùy thuộc vào mức sống ở các khu vực địa lý khác nhau. Trong các nguồn phát sinh CTR, lượng CTR sinh hoạt đô thị tăng nhanh theo quy mô dân số đô thị. Ước tính lượng CTR sinh hoạt ở các đô thị phát sinh trên toàn quốc tăng trung bình 10-16% mỗi năm.

4.2. Các biện pháp giảm nhẹ KNK tiềm năng và phương hướng đánh giá đồng lợi ích

Tuy lĩnh vực chất thải có tiềm năng giảm nhẹ KNK không cao bằng trong các lĩnh vực khác, quản lý và xử lý CTR hiệu quả cung cấp nhiều đồng lợi ích [36]. Để đạt được mục tiêu giảm phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực chất thải phù hợp với INDC của Việt Nam, bốn phương án giảm nhẹ được kỳ vọng thực hiện trên các quy mô khác nhau nhằm giảm phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực này. Các lựa chọn này là:

- W1: Sản xuất phân bón hữu cơ;
- W2: Thu hồi khí bãi rác để tạo ra điện và nhiệt;
- W3: Tái chế CTR;
- W4: Xử lý yếm khí các CTR hữu cơ và thu hồi khí mê-tan để tạo điện và cung cấp nhiệt.

Đối với việc đánh giá đồng lợi ích của một biện pháp giảm nhẹ BĐKH thì quá trình xác định đồng lợi ích của giải pháp giảm nhẹ BĐKH là rất quan trọng. Đồng lợi ích của giải pháp cần được xác định bao gồm lợi ích lượng hóa được và lợi ích không lượng hóa được. Các nhóm đồng lợi ích mang lại khi thực hiện giải pháp giảm nhẹ BĐKH cần được xác định đầy đủ. Các giải pháp, chính sách về giảm nhẹ BĐKH có thể mang lại những đồng lợi ích có giá thị trường như: Doanh thu tiềm năng từ bán chứng chỉ giảm phát thải; lợi ích về năng lượng (tiết kiệm chi phí mua nhiên liệu; chi phí tiêu thụ điện; doanh thu từ bán điện); lợi ích về phân bón (tiết kiệm chi phí mua phân bón hóa học, doanh thu từ bán phân bón hữu cơ); lợi ích về tiết kiệm chi phí đầu tư xử lý môi trường không khí, nước. Tuy nhiên, các giải pháp, chính sách về giảm nhẹ BĐKH cũng mang lại những đồng lợi ích phi thị trường như: lợi ích về môi trường, giá trị bảo tồn đa dạng sinh học và cải thiện môi trường, cảnh quan. Do đó, việc xác định các đồng lợi ích

một cách đầy đủ sẽ tạo nền tảng cho việc lượng hóa lợi ích của các giải pháp.

Sau khi xác định được các giải pháp ưu tiên quản lý CTR carbon thấp tại Việt Nam cùng với các đồng lợi ích tương ứng, các bước thu thập và tính toán đồng lợi ích được đề cập trong mục 3.3 và 3.4 cần được thực hiện để có một kết quả

tổng hợp về tổng lợi ích của mỗi giải pháp. Các nghiên cứu tương tự cũng cần được áp dụng cho các giải pháp khác không nằm trong danh mục ưu tiên để cung cấp số liệu so sánh và tham khảo mang tính toàn diện hệ thống cho các chính sách quản lý CTR carbon thấp trong các giai đoạn tiếp theo của Việt Nam.

Bảng 4. Ví dụ về đồng lợi ích của một số giải pháp quản lý CTR carbon thấp ở Việt Nam

TT	Giải pháp	Đồng lợi ích
1	Giải pháp quản lý chất thải rắn sinh hoạt đô thị	Doanh thu từ việc bán điện (tạo ra năng lượng điện từ chất thải) Giảm chi phí xử lý nước của các hộ dân sống gần bãi chôn lấp Cải thiện chất lượng môi trường nước mặt, nước ngầm; môi trường không khí, môi trường đất Lợi ích về sức khỏe do giảm số ca bệnh liên quan đến chất thải rắn Tăng doanh thu ngành du lịch
2	Giải pháp xử lý chất thải chăn nuôi bằng hầm biogas	Tiết kiệm chi phí tiêu thụ năng lượng Tiết kiệm chi phí mua phân bón (do sử dụng bã thải từ hầm biogas bón cho cây trồng) Tăng năng suất cây trồng Cải thiện chất lượng không khí Cải thiện chất lượng môi trường nước Giảm mùi hôi và cải thiện cảnh quan
3	Giải pháp thu hồi khí CH ₄ từ hệ thống xử lý nước thải công nghiệp	Tiết kiệm chi phí tiêu thụ năng lượng (than, dầu, điện,...) Tiết kiệm chi phí xử lý nước thải Cải thiện chất lượng nước mặt, nơi tiếp nhận nước thải của nhà máy Cải thiện chất lượng môi trường không khí Cải thiện chất lượng môi trường đất Giảm mùi hôi và cải thiện cảnh quan
4	Giải pháp quản lý nước thải sinh hoạt đô thị giảm nhẹ BDKH	Cải thiện chất lượng môi trường nước Cải thiện chất lượng môi trường không khí Cải thiện chất lượng môi trường đất

5. Kết luận

Nghiên cứu đã đưa ra được các phương pháp đánh giá đồng lợi ích trong giảm nhẹ BDKH cho lĩnh vực quản lý CTR, các bước tiến hành đánh giá và phương hướng áp dụng tại Việt Nam.

Trong phần đầu, nghiên cứu đã đề cập tới các khái niệm về đồng lợi ích cũng như những đồng lợi ích của các phương án giảm phát thải KNK trong lĩnh vực CTR, cùng các ví dụ về đồng lợi ích trong lĩnh vực này từ các công trình nghiên cứu trên thế giới. Nhìn chung, thực hiện các biện pháp quản lý CTR carbon thấp có thể đem lại những lợi ích đáng kể liên quan đến sức

khỏe, tạo việc làm và thúc đẩy nền kinh tế xanh, giảm bất bình đẳng và tỉ lệ nghèo. Mặt khác, các đồng lợi ích từ quản lý CTR carbon thấp phụ thuộc nhiều vào các yếu tố bên ngoài, cụ thể là các bối cảnh vật chất, xã hội, kinh tế, địa lý và chính trị. Do đó, các đồng lợi ích và các chiến lược thúc đẩy chúng cần được xem xét trên cơ sở từng trường hợp cụ thể. Ngoài ra, cần có các kỹ thuật đo lường mạnh mẽ để đánh giá đầy đủ các đồng lợi ích tương ứng để khuyến khích và cung cấp các hành động cụ thể cho các chiến lược quản lý CTR carbon thấp.

Bên cạnh đó, nghiên cứu đã đề cập tới các

phương pháp đánh giá đồng lợi ích của các hoạt động giảm nhẹ phát thải KNK trong lĩnh vực CTR. Theo đó, các phương pháp cũng như các bước tính toán đồng lợi ích từ hệ thống quản lý CTR carbon thấp đã được đưa ra và phân tích. Các phương pháp lượng giá các đồng lợi ích đối với sức khỏe và hệ sinh thái từ các hoạt động giảm nhẹ phát thải KNK trong lĩnh vực này cũng được xác định và tổng quát.

Cuối cùng, báo cáo đề cập đến phương hướng áp dụng các phương pháp nhằm đánh giá đồng lợi ích cho lĩnh vực chất thải rắn của Việt Nam, bao gồm các mô hình và các phương pháp tính phù hợp với điều kiện đặc thù của Việt Nam nói chung và lĩnh vực chất thải rắn nói riêng.

Qua nghiên cứu, tiềm năng to lớn cho việc sử dụng phương pháp đánh giá đồng lợi ích nhằm

hỗ trợ các công tác quy hoạch và xây dựng chiến lược ứng phó các tác động từ BĐKH trong lĩnh vực CTR ở Việt Nam đã được tổng hợp và chứng minh. Việt Nam cần học tập kinh nghiệm từ các quốc gia khác về đánh giá đồng lợi ích để điều chỉnh và đưa ra được một công cụ hiệu quả và có ích cho cuộc chiến ứng phó với BĐKH và phát triển bền vững.

Tuy nhiên, có thể thấy rằng, cho đến nay các nghiên cứu về đánh giá và lượng giá các đồng lợi ích về thể chế và chính trị còn hạn chế và chỉ dừng ở những thông tin cơ bản, đặc biệt là đối với lĩnh vực quản lý CTR. Do vậy, các nghiên cứu tiếp theo về đồng lợi ích của các biện pháp giảm nhẹ BĐKH nói chung và trong lĩnh vực CTR nói riêng cần chú ý hơn đến khía cạnh thể chế và chính trị.

Lời cảm ơn: Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu đã hỗ trợ để thực hiện bài báo này.

Tài liệu tham khảo

1. IPCC (2013), *"Summary for Policymakers," in Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, T. F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, and P. M. Midgley, Eds. Cambridge and New York: Cambridge University Press.
2. IPCC (2018), *Global Warming of 1.5°C, An IPCC Sp. In Press: IPCC*.
3. UNFCCC (2019), *"Paris Agreement - Status of Ratification," 2019. [Online]. Available: <https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/status-of-ratification>. [Accessed: 25-Sep-2019].*
4. UNFCCC (2015), *Decision 1/CP.21 on Adoption of the Paris Agreement, vol. FCCC/CP/20. Paris: UNFCCC, Conference of the Parties (COP21), 2015.*
5. J. Bogner et al., *"Waste management," in Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, B. Metz, O. R. Davidson, P. R. Bosch, R. Dave, and L. A. Meyer, Eds. Cambridge and New York: Cambridge University Press, 2007, pp. 585–618.
6. IPCC (2014), *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge and New York: Cambridge University Press.*
7. M.-L. H. and M. W. David Eckstein (2019), *Global Climate Risk Index 2019. Bonn: Greenwatch.*
8. H. T. L. Hương and cộng sự (2020), *"Dự thảo Báo cáo kỹ thuật về hài hòa và đồng lợi ích cho cập nhật Đóng góp do Quốc gia tự quyết định (NDC) của Việt Nam", Hà Nội.*
9. J. P. Mayrhofer and J. Gupta (2016), *"The science and politics of co-benefits in climate policy," Environ. Sci. Policy, vol. 57, pp. 22–30.*
10. H. M. Deng, Q. M. Liang, L. J. Liu, and L. D. Anadon (2017), *"Co-benefits of greenhouse gas mitigation: A review and classification by type, mitigation sector, and geography," Environ. Res. Lett., vol. 12, no. 12, 2017.*

11. IPCC (2001), *Climate Change 2001: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
12. A. Smith, A. Pridmore, K. Hampshire, C. Ahlgren, and J. Goodwin (2016), *“Scoping study on the co-benefits and possible adverse side effects of climate change mitigation: Final report,”* Oxford.
13. A. Gouldson, A. Sudmant, H. Khreis, and E. Papargyropoulou (2018), *“The Economic and Social Benefits of Low-Carbon Cities: A Systematic Review of the Evidence,”* London and Washington, DC.
14. H. Nakamura and T. Kato (2011), *“Climate change mitigation in developing countries through interregional collaboration by local governments: Japanese citizens’ preference,”* Energy Policy, vol. 39, no. 7, pp. 4337–4348, Jul. 2011.
15. J. A. Puppim de Oliveira, C. N. H. Doll, T. A. Kurniawan, Y. Geng, M. Kapshe, and D. Huisingh (2013), *“Promoting win-win situations in climate change mitigation, local environmental quality and development in Asian cities through co-benefits,”* J. Clean. Prod., vol. 58, pp. 1–6, Nov. 2013.
16. L. Santucci, I. Puhl, M. Sinha, I. Enayetullah, and W. K. Agyemang-bonsu (2015), *“Valuing the sustainable development co-benefits of climate change mitigation actions : The case of the waste sector and recommendations for the design of nationally appropriate mitigation actions (NAMAs),”* Bangkok, 2015.
17. World Bank (2018), *“Local and Regional Pollution Reduction Co-Benefits from Climate Change Mitigation Interventions: A Literature Review,”* Washington, DC, 2018–1.
18. UNU-IAS (2014), *“Guidebook: The Co-benefits Evaluation Tool for Municipal Solid Waste,”* Yokohama.
19. MoE (2009), *“Manual for Quantitative Evaluation of the Co-Benefits Approach to Climate Change Projects,”* Tokyo.
20. IPCC, *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Kanagawa: IPCC, 2006.
21. IPCC, *2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Intergovernment Panel on Climate Change (IPCC), 2019.
22. J. B. Guinée et al. (2001), *“Life cycle assessment: An operational guide to the ISO standards,”* Leiden.
23. UNFCCC (2012), *Clean Development Mechanism: CDM Methodology Booklet, 2012th ed*. Bonn: United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC).
24. N. Menikpura and J. Sang-Arun (2013), *GHG calculator for solid waste ver. II-2013*. Kanagawa: Institute for Global Environmental Strategies (IGES).
25. B. Weidema, M. Brandão, and M. Pizzol (2013), *“The use of monetary valuation of environmental impacts in life cycle assessment: state of the art, strengths and weaknesses,”* SCORE LCA, Final report 2012–03.
26. NEEDS, *“Assessment of biodiversity losses,”* 2006. [Online]. Available: <http://www.needs-project.org>. [Accessed: 30-Oct-2016].
27. M. Pizzol, B. Weidema, M. Brandão, and P. Osset (2015), *“Monetary valuation in life cycle assessment: a review,”* J. Clean. Prod., vol. 86, pp. 170–179.
28. B. P. Weidema (2009), *“Using the budget constraint to monetarise impact assessment results,”* Ecol. Econ., vol. 68, no. 6, pp. 1591–1598.
29. K. Dalal and L. Svanström (2015), *“Economic burden of disability adjusted life years (DALYs) of injuries,”* Health (Irvine, Calif.), vol. 7, pp. 487–494.
30. B. Desaiques et al. (2011), *“Economic valuation of air pollution mortality: a 9-country contingent valuation survey of value of a life year (VOLY),”* Ecol. Indic., vol. 11, no. 3, pp. 902–910.
31. S. Ahlroth and G. Finnveden (2011), *“Ecovalue08-A new valuation set for environmental systems analysis tools,”* J. Clean. Prod., vol. 19, pp. 1994–2003.
32. N. Itsubo and A. Inaba (2015), *“LIME2 life-cycle impact assessment method based on endpoint modeling - chapter 3 : integration and environment impacts,”* JLCA News Lett..

33. O. Jolliet, M. Margni, R. Charles, S. Humbert, J. Payet, and G. Rebitzer (2003), *"IMPACT 2002 + : a new life cycle impact assessment methodology," Int. J. Life Cycle Assessment*, vol. 8, no. 6, pp. 324–330.
34. B. P. Hollebone, B. Fieldhouse, M. Landriault, K. Doe, and P. Jackman (2008), *"Aqueous solubility, dispersibility and toxicity of biodiesels,"* in International Oil Spill Conference Proceedings, vol. 2008, no. 1, pp. 929–936.
35. M. B. N. L. Leite, M. M. S. de Araújo, I. A. Nascimento, A. C. S. da Cruz, S. A. Pereira, and N. C. do Nascimento (2011), *"Toxicity of water-soluble fractions of biodiesel fuels derived from castor oil, palm oil, and waste cooking oil," Environ. Toxicol. Chem.*, vol. 30, no. 4, pp. 893–897.
36. Government of Viet Nam (2015), *"Intended Nationally Determined Contribution of Viet Nam, Submission to UNFCCC," Ha Noi.*

CO-BENEFITS OF CLIMATE CHANGE MITIGATION IN SOLID WASTE MANAGEMENT IN VIETNAM: THEORY, ASSESSMENT METHODS AND APPLICATION

Nguyen Tu Anh⁽¹⁾, Nguyen Phuong Thao⁽¹⁾, Doan Thi Xuan Huong⁽²⁾

⁽¹⁾Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change

⁽²⁾Department of International Cooperation, Ministry of Natural Resources and Environment

Received: 12/11/2019; Accepted: 29/11/2019

Abstract: This study focused on clarifying the theory of co-benefits as well as identifying and developing appropriate methods to assess the co-benefits of greenhouse gas (GHG) mitigation measures in the solid waste sector. Subsequently, the study could contribute references for policies on GHG emissions reduction and strengthen solutions to reduce GHG emissions in low carbon solid waste management in Viet Nam. Accordingly, three main contents were conducted including: (1) To provide an overview of co-benefits of GHG emission reduction activities in general and in solid waste sector in particular; (2) To introduce to the assessment of co-benefits of climate change mitigation in solid waste management; (3) To present guidance on applying adequate methods to assess co-benefits of solid waste sector in Viet Nam. The results can create a premise for further research on and application of co-benefit assessment in response to climate change in Viet Nam.

Keywords: Greenhouse gas, life cycle assessment, monetarization, economic impacts, social impacts, environmental impacts.

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG ẢNH VIỄN THÁM XÁC ĐỊNH NỒNG ĐỘ BÙN CÁT LƠ LỪNG VÙNG CỬA SÔNG VEN BIỂN NAM BỘ

Trần Văn Tình⁽¹⁾, Trần Đăng Hùng⁽²⁾

⁽¹⁾Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

⁽²⁾Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Ngày nhận bài 4/10/2019; ngày chuyển phản biện 5/10/2019; ngày chấp nhận đăng 5/11/2019

Tóm tắt: Việc ước tính nồng độ bùn cát lơ lửng có vai trò rất quan trọng trong công tác nghiên cứu đánh giá chất lượng nước, môi trường nước vùng cửa sông ven biển, đánh giá diễn biến hình thái đường bờ. Nghiên cứu này đã sử dụng ảnh viễn thám để xác định mối quan hệ giữa phổ xạ từ ảnh vệ tinh với nồng độ bùn cát lơ lửng vùng cửa sông Mê Kông và ven biển Nam Bộ trên cơ sở kết hợp số liệu đo đạc ngoài thực địa và phân tích giải đoán ảnh. Kết quả của nghiên cứu thể hiện mối quan hệ giữa phổ phản xạ từ ảnh vệ tinh (Modis) với nồng độ bùn cát lơ lửng tuân theo hàm số mũ ($R^2 = 0,82$). Kết quả này sẽ cho được bức tranh khá đầy đủ về xu thế vận chuyển bùn cát vùng cửa sông Mê Kông và vùng ven biển Nam Bộ.

Từ khóa: Cửa sông ven biển Nam Bộ, ảnh viễn thám, bùn cát lơ lửng.

1. Đặt vấn đề

Nồng độ bùn cát lơ lửng là một chỉ số quan trọng để đánh giá chất lượng nước và vận chuyển bùn cát. Nó liên quan tới hiện tượng xói lở và bồi tụ tại các vùng cửa sông, ven biển. Hiện nay, các phương pháp chính để xác định nồng độ bùn cát lơ lửng gồm: Đo đạc thực địa, mô hình toán, viễn thám. Xác định nồng độ bùn cát lơ lửng theo phương pháp đo đạc truyền thống thường rất tốn kém nên gặp nhiều khó khăn khi nghiên cứu trên phạm vi rộng. Phương pháp mô hình toán để mô phỏng được đòi hỏi phải có bộ số liệu về thủy văn, hải văn, địa hình và bùn cát lớn. Phương pháp sử dụng ảnh viễn thám có thể cung cấp thông tin về phân bố không gian của nồng độ bùn cát lơ lửng ở phạm vi lớn. Sự kết hợp khác nhau của các kênh phổ ở dải sóng nhìn thấy và cận hồng ngoại đã được nghiên cứu và đề xuất như là chỉ số để tính toán xác định bùn cát lơ lửng khu vực cửa sông, ven biển,...

Bản chất của phương pháp viễn thám trong nghiên cứu độ đục là dựa vào giá trị phản xạ phổ của nước trên kênh ảnh. Thông thường trong nước chứa nhiều tạp chất, vì vậy khả

năng phản xạ phổ của nước trên các kênh ảnh cũng phụ thuộc vào thành phần và trạng thái của nước. Các công trình nghiên cứu độ đục sử dụng ảnh viễn thám thường dựa vào mối quan hệ giữa độ đục đo đạc từ thực địa và giá trị phản xạ phổ của các kênh ảnh được thu nhận từ các dải sóng điện từ khác nhau. Dữ liệu ảnh Modis trong dải phổ thị tần (620-670nm), dải phổ cận hồng ngoại (841-876nm) và các kênh hồng ngoại sóng ngắn (858-1.240nm) thường được sử dụng trong nhiều nghiên cứu ước tính độ đục của nước [1, 2, 3].

Hệ thống sông Mê Kông với khoảng 90% lượng dòng chảy và bùn cát đổ ra Biển Đông qua 8 cửa sông chính vận chuyển lượng bùn cát bồi tụ cho dải ven biển Nam Bộ. Vùng biển Nam Bộ có chế độ sóng, dòng chảy biến đổi theo mùa khá rõ rệt. Vùng cửa ra các con sông và mũi Cà Mau có chế độ thủy thạch động lực phức tạp do bị ảnh hưởng dòng chảy từ hệ thống sông Mê Kông và sự thiếu hụt bùn cát do hệ thống các hồ chứa trên thượng nguồn sông Mê Kông nên gần đây xảy ra hiện tượng xói lở bờ rất nghiêm trọng. Để đưa ra giải pháp bảo vệ bờ đòi hỏi phải làm rõ nguyên nhân xói lở, trong đó nghiên cứu vấn đề vận chuyển bùn cát liên quan đến xói lở hết sức khó khăn do yêu cầu đo

Liên hệ tác giả: Trần Văn Tình

Email: tvtinh@hunre.edu.vn

đặc và tính toán khối lượng lớn, tốn kém nhiều tài chính. Nghiên cứu này sử dụng phương pháp phân tích ảnh viễn thám kết hợp với dữ liệu đo đạc bùn cát lơ lửng thực tế để xây dựng quan hệ phổ phản xạ của ảnh và nồng độ bùn cát lơ lửng vùng cửa sông ven biển Nam Bộ. Với phương pháp này có thể ước tính được nồng độ bùn cát khu vực nghiên cứu từ ảnh viễn thám khi có ít số liệu đo đạc. Kết quả nghiên cứu sẽ là tài liệu quan trọng để so sánh với kết quả nồng độ bùn cát lơ lửng được mô phỏng từ mô hình Mike 21MT, khi hiệu chỉnh và kiểm định mô hình Mike 21MT có ít tài liệu thực đo.

2. Cơ sở dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Cơ sở dữ liệu

Cơ sở dữ liệu gồm: Tài liệu bùn cát lơ lửng thực đo, tư liệu ảnh viễn thám, bản đồ địa hình,

mực nước thủy triều là những tài liệu chính được sử dụng trong nghiên cứu này.

- Tài liệu ảnh và bản đồ:

Ảnh vệ tinh Modis chụp vào các ngày 12/01/2013 và 19/01/2013 được thu nhận từ website: <https://modis.gsfc.nasa.gov/> của Cơ quan Hàng không và Vũ trụ Quốc gia (NASA) tên ảnh MOD02QKM.A2013012.0315.006.2014218 110004. với độ phân giải 250m.

- Tài liệu bùn cát lơ lửng:

Số liệu nồng độ bùn cát lơ lửng được xác định từ kết quả phân tích mẫu lấy trong khoảng thời gian có ảnh Modis. Trong đợt khảo sát từ ngày 10/01/2013 đến ngày 25/01/2013 của dự án: “Khảo sát, tính toán chế độ động lực bồi lắng, xói lở khu vực Cà Mau do tác động của biến đổi khí hậu” do Viện khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu thực hiện (Hình 1).



Hình 1. Vị trí lấy mẫu bùn cát lơ lửng tại khu vực nghiên cứu [5]

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp phân tích xử lý ảnh viễn thám

Ảnh Modis là dữ liệu miễn phí được tải trực tiếp từ cơ sở dữ liệu ảnh của Cơ quan Hàng không và Vũ trụ Quốc gia (NASA). Với độ phủ chụp lên tới 1.000km x 1.000km, độ phân giải

của các kênh ảnh là 250m, ảnh Modis rất phù hợp khi áp dụng cho vùng biển Nam Bộ, khu vực nghiên cứu nằm trọn vẹn trong một cảnh ảnh, do vậy dữ liệu ảnh sử dụng sẽ đảm bảo được tính thống nhất, đồng nhất về mặt thời gian.

Quy trình xử lý ảnh Modis trong nghiên cứu này được thực hiện như sau (Hình 2):

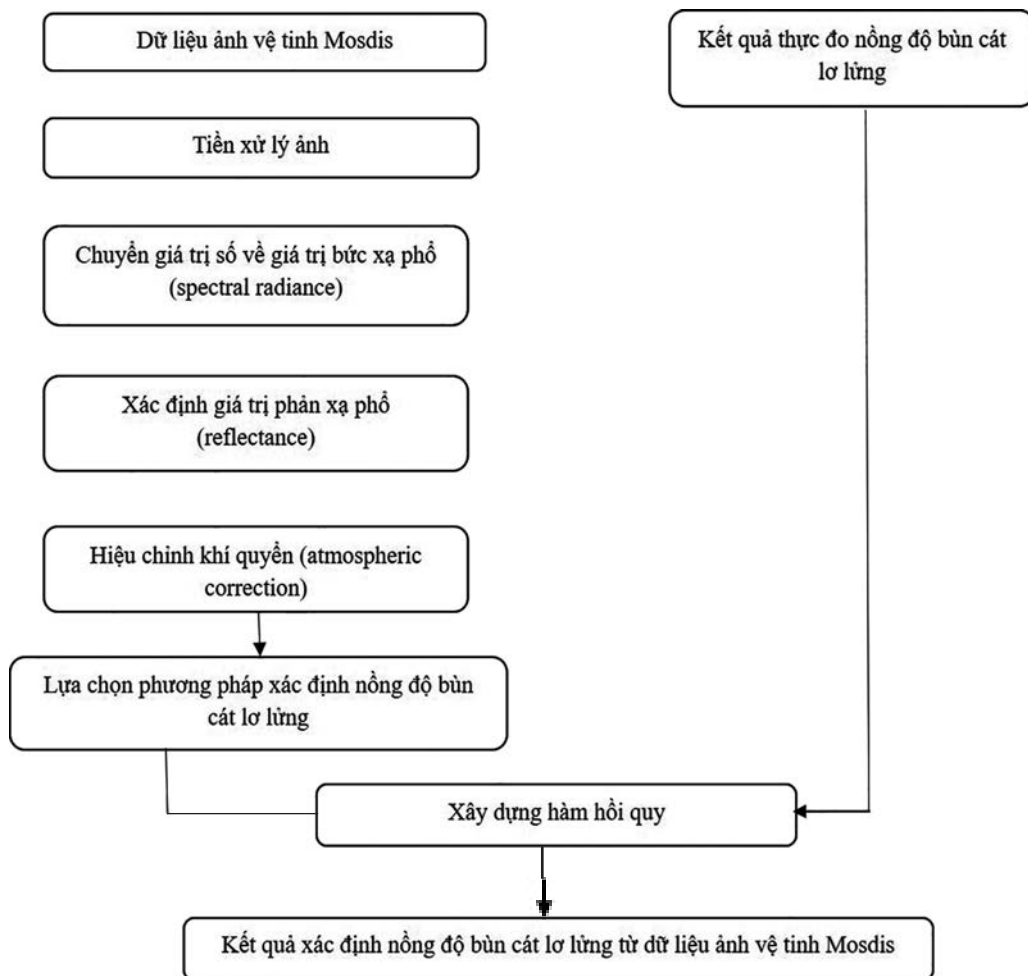
- Hiệu chỉnh hình học bằng việc sử dụng các điểm khống chế mặt đất GCP để nắn ảnh về hệ tọa độ VN-2000.

- Hiệu chỉnh bức xạ bằng sử dụng mối quan hệ tuyến tính giữa kênh cận hồng ngoại và kênh thị phổ dựa vào đặc tính hấp thụ mạnh của nước trên kênh cận hồng ngoại.

- Hiệu chỉnh khí quyển bao gồm tiến hành lọc mây, lọc nhiễu dựa vào tỉ số giữa kênh đỏ và kênh cận hồng ngoại.

- Cắt ảnh theo phạm vi vùng nghiên cứu.

Phương pháp GIS được sử dụng để tính toán độ đục nước biển và biên tập bản đồ cho khu vực nghiên cứu.



Hình 2. Quy trình các bước xác định hàm lượng chất lơ lửng từ ảnh viễn thám

2.2.3. Phương pháp phân tích tương quan hồi quy

Trong phân tích tương quan hồi quy, hệ số xác định (R^2) là một tiêu chí dùng để xác định mối liên quan tuyến tính. Hệ số R^2 có giá trị nằm trong khoảng từ 0 đến 1, R^2 càng cao thì mối liên hệ giữa biến phụ thuộc và biến độc lập càng chặt chẽ. Trong nghiên cứu này, hàm tương quan hồi quy được xây dựng dựa trên các dữ liệu độ đục đo đạc ngoài thực địa và giá trị độ đục tính toán từ các kênh ảnh Modis

tại bước sóng 645nm và 859nm vào các ngày tương ứng.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Kết quả lấy mẫu bùn cát lơ lửng tại hiện trường

Các mẫu bùn cát lơ lửng lấy tại hiện trường được phân tích trong phòng thí nghiệm để xác định nồng độ bùn cát lơ lửng. Kết quả phân tích cho thấy khu vực cửa sông ven biển Nam Bộ có nồng độ bùn cát lơ lửng tương đối thấp (Bảng 1).

Bảng 1. Đặc trưng nồng độ bùn cát lơ lửng khu vực nghiên cứu

TT	Ký hiệu mẫu	Thời gian lấy mẫu	Kinh độ	Vĩ độ
1	LT-01	Ngày 19/01/2013	106°46'20"	10°26'05"
2	LT-02	Ngày 19/01/2013	106°45'22"	10°11'36"
3	LT-03	Ngày 19/01/2013	106°37'47"	9°57'33"
4	LT-04	Ngày 19/01/2013	106°32'23"	9°51'45"
5	LT-05	Ngày 19/01/2013	106°32'23"	9°34'56"
6	LT-06	Ngày 19/01/2013	106°13'03"	9°29'58"
7	LT-07	Ngày 19/01/2013	106°44'25"	9°12'29"
8	LT-08	Ngày 19/01/2013	106°25'00"	9°01'09"

3.2. Xây dựng thuật toán thực nghiệm

Dựa trên kết quả phân tích mẫu bùn cát lơ lửng thực đo khu vực nghiên cứu, tiến hành lập phương trình hồi quy giữa giá trị nồng độ bùn cát lơ lửng thực đo với giá trị phản xạ phổ trên các kênh đỏ (645nm) như sau:

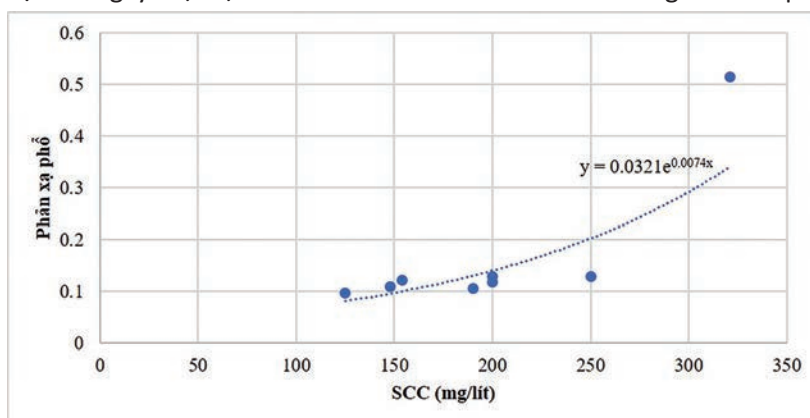
- Phương trình hồi quy phi tuyến tính thiết lập từ số liệu thực đo ngày 12/01/2013:

$$SCC = 0,0321e^{0,0074pwred} \text{ (mg/l)} \quad (1)$$

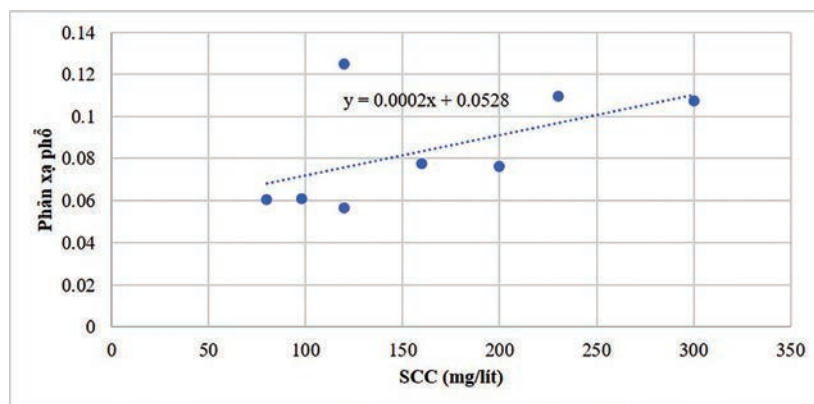
- Phương trình hồi quy tuyến tính thiết lập từ số liệu thực đo ngày 19/01/2013:

$$SCC = 0,0002 * pw_{red} + 5,28 \text{ (mg/l)} \quad (2)$$

Trong đó: SSC là hàm lượng bùn cát lơ lửng; pw_{red} là giá trị phổ phản xạ tại kênh đỏ của ảnh Modis chụp cùng thời điểm sau khi đã hiệu chỉnh ảnh hưởng của khí quyển.



Hình 3. Tương quan giữa nồng độ bùn cát thực đo và giá trị phản xạ phổ ngày 12/01/2013



Hình 4. Tương quan giữa nồng độ bùn cát thực đo và giá trị phản xạ phổ ngày 19/01/2013

Trong hai phương trình thực nghiệm trên, phương trình (1) có hệ số tương quan R^2 là 0,82 và phương trình (2) có hệ số tương quan R^2 là 0,55. Do đó trong nghiên cứu này sẽ sử dụng phương trình (1) để ước tính hàm lượng bùn cát cho khu vực nghiên cứu.

3.3. Kết quả xác định nồng độ bùn cát lơ lửng trong nước khu vực cửa sông ven biển Nam Bộ

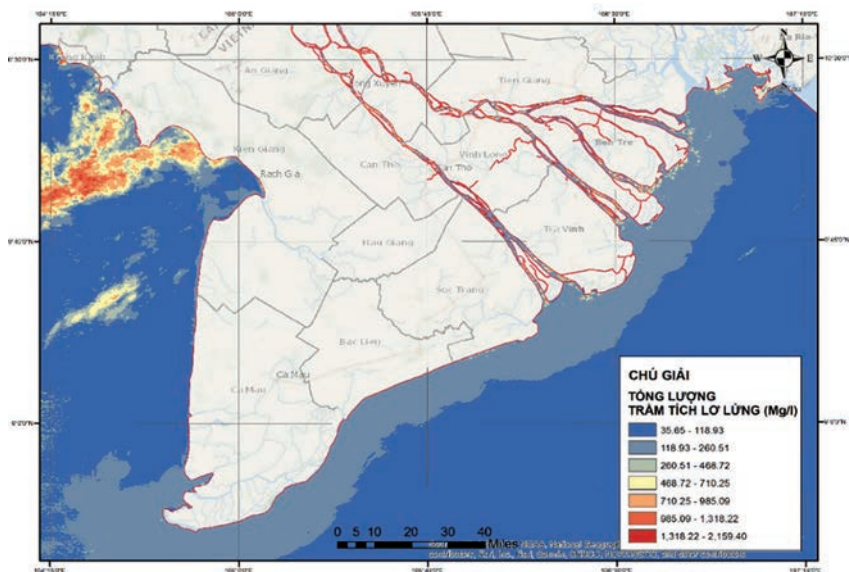
Trên cơ sở sử dụng công thức (1) để xác định nồng độ bùn cát lơ lửng như đã trình bày ở trên, nghiên cứu tiến hành đánh giá ước tính phân bố nồng độ bùn cát lơ lửng khu vực cửa sông ven biển Nam Bộ cho một số cảnh ảnh ngày 12/01/2013 và ngày 19/01/2013

Từ kết quả nghiên cứu (Hình 5-6) cho thấy: Về không gian, nồng độ bùn cát lơ lửng có quy luật phân bố khá rõ ràng, trong sông có hàm lượng lớn nhất, nồng độ bùn cát lơ lửng của nước biển ở khu vực gần bờ tăng cao và có xu hướng giảm dần khi ra xa bờ. Đặc biệt ở các khu vực: Vùng cửa sông Mê Kông, mũi Cà Mau và vịnh Rạch Giá là những nơi ngoài biển có nồng độ bùn cát lơ lửng cao. Đây là những khu vực nước nông và là nơi tích tụ trầm tích đổ ra từ các cửa sông lớn. Bên cạnh những kết quả ban đầu đạt được, nghiên cứu còn một số hạn chế: Rất khó để có được ảnh vệ tinh trong điều kiện quang mây

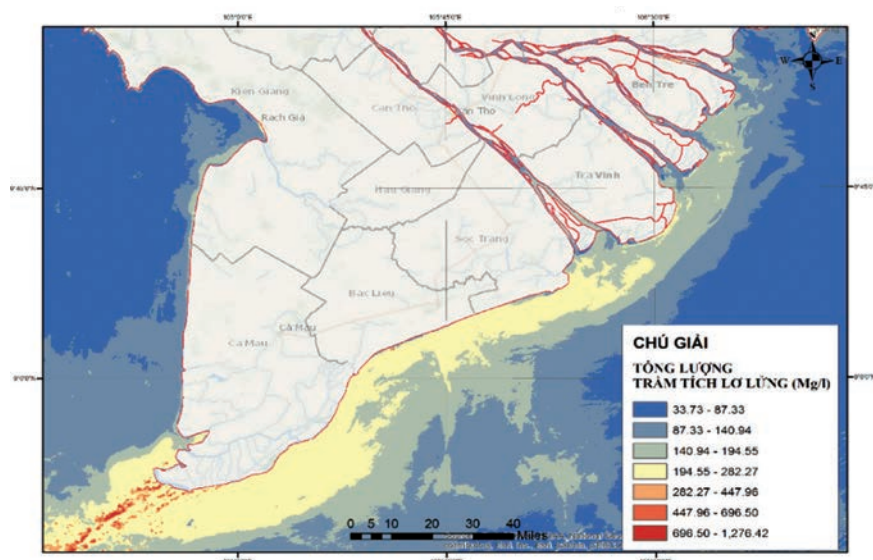
tương ứng với thời điểm lấy mẫu thực địa để kiểm chứng, vệ tinh quang học phụ thuộc hoàn toàn vào thời tiết quang mây.

4. Kết luận

Xác định nồng độ bùn cát lơ lửng vùng ven cửa sông ven biển sử dụng giá trị phản xạ phổ kênh màu đỏ (645nm) của ảnh vệ tinh Modis là một cách tiếp cận hợp lý. Đây là nguồn dữ liệu hữu ích để bổ sung số liệu cho các nghiên cứu và ứng dụng trong trường hợp số liệu thực đo còn hạn chế. Các kết quả nghiên cứu có độ chính xác chấp nhận được, thể hiện qua hệ số xác định R^2 được tính toán thông qua việc xác lập tương quan hồi quy giữa nồng độ bùn cát thực đo và giá trị phản xạ phổ của ảnh. Điều đó chứng tỏ cho phương pháp được sử dụng trong nghiên cứu là đáng tin cậy và điều này cho phép trong tương lai có thể sử dụng phân tích ảnh để tính toán hàm lượng bùn cát lơ lửng. Dựa vào kết quả phân tích trên ảnh vệ tinh, nghiên cứu đã cho thấy phần nào bức tranh toàn cảnh sự phân bố bùn cát tại vùng cửa sông ven biển Nam Bộ, nhìn chung các khu vực có nồng độ bùn cát lơ lửng cao tập trung ở vùng cửa sông ven bờ, trong khi đó với vùng biển xa nồng độ bùn cát lơ lửng thường đạt giá trị thấp.



Hình 5. Bản đồ phân bố nồng độ bùn cát lơ lửng khu vực cửa sông ven biển Nam Bộ ngày 12/01/2013 từ ảnh Modis



Hình 6. Bản đồ phân bố nồng độ bùn cát lơ lửng khu vực cửa sông ven biển Nam Bộ ngày 19/01/2013 từ ảnh Modis

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

1. Nguyễn Thanh Hùng và nnk (2017), "Nghiên cứu ứng dụng ảnh viễn thám xác định nồng độ bùn cát lơ lửng vùng cửa Hời sông Mã", *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi*, số 37.
2. Lương Chính Kế (2013), "Ứng dụng công nghệ viễn thám vệ tinh giám sát chất lượng nước mặt vùng cửa sông ven biển Quảng Ninh - Phòng bằng ảnh SPOT - 5", Hội thảo khoa học Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội.
3. Trần Thực và nnk (2013), *Khảo sát, tính toán chế độ động lực bồi lắng, xói lở khu vực Cà Mau do tác động của biến đổi khí hậu*, Viện Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu
4. Trần Văn Tình, Nguyễn Thị Bích Ngọc, Nguyễn Thành Luân, Hoàng Ngọc Quang (2018), "Ứng dụng mô hình MIKE 11 ST tính toán dòng chảy bùn cát cho vùng hạ lưu sông Mê Kông", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, số 695.

Tài liệu tiếng Anh

5. Gang Yang, Xiaohua Wang (2018), *Using 250-M Surface Reflectance MODIS Aqua/Terra Product to Estimate Turbidity in a Macro-Tidal Harbour: Darwin Harbour, Australia.*
6. Max Jacobo Moreno - Indian University (2010), *Using the Surface Reflectance MODIS Terra Product to Estimate Turbidity in Tampa Bay, Florida.*
7. Trinh Le Hung, Vu Danh Tuyen (2014), *Estimating suspended sediment concentrations in surface water of Tri An lake using Landsat multispectral images, journal of Sciences, Orel State Agrarian University, Russia.*

APPLYING SATELLITE IMAGES TO DETERMINE SUSPENDED SEDIMENTS CONCENTRATION IN THE SOUTH COASTAL ESTUARIES AREA OF VIET NAM

Tran Van Tinh⁽¹⁾, Tran Dang Hung⁽²⁾

Institute of Meteorology Hydrology and Climate Change

Received: 4/10/2019; Accepted: 5/11/2019

Abstract: *Estimation of suspended sediment concentration is an important issue in water quality assessment research, environment of the south coastal estuaries area and assessing shoreline morphology. This paper have used satellite images to specify the relationship between the reflection spectrum of satellite images and suspended sediment concentrations in Me Kong estuaries and the south coastal of Viet Nam which based on the method of combining field observation data and qualitative satellite images Analysis. The results of the study which has created a complete picture of the trend of sediment transport in Me Kong estuaries and the south coastal of Viet Nam showed the correlation between the reflected spectrum from the satellite image (Modis) and the suspended sediment concentration is an exponential relation ($R^2 = 0.82$).*

Keywords: *The south coastal estuaries area of Viet Nam, satellite images, suspended sediments.*

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG DỰ BÁO SỰ HÌNH THÀNH ÁP THẤP NHIỆT ĐỚI TRÊN BIỂN ĐÔNG BẰNG HỆ THỐNG TỔ HỢP LETKF

Trần Tân Tiến, Công Thanh, Phạm Thu Thủy, Nguyễn Thị Nga

Phòng Thí nghiệm Nghiên cứu Dự báo và Cảnh báo Thiên tai Khí tượng Thủy văn, Khoa Khí tượng Thủy văn và Hải dương học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội

Ngày nhận bài 3/10/2019; ngày chuyển phản biện 4/10/2019; ngày chấp nhận đăng 15/11/2019

Tóm tắt: Nghiên cứu này đã tiến hành thử nghiệm và đánh giá kết quả dự báo sự hình thành của áp thấp nhiệt đới trên Biển Đông hạn 3 ngày bằng phương pháp LETKF 5 thành phần và 2 lưới lồng với độ phân giải là 27km và 9km. Số liệu dự báo toàn cầu GFS được cập nhật SST được sử dụng làm điều kiện biên và điều kiện ban đầu của mô hình. Số liệu gió vệ tinh CIMSS, số liệu cao không radiosonde, quan trắc bề mặt được dùng cho quá trình đồng hóa. Phương pháp LETKF trong mô hình WRF dự báo được sự hình thành của các cơn áp thấp nhiệt đới trên Biển Đông trong giai đoạn 2010-2017. Mô hình cho dự báo có độ lệch thời gian khoảng 7-8 tiếng so với thực tế. Vị trí hình thành dự báo lệch khoảng 70-150km so với vị trí hình thành thực tế. So sánh giữa kết quả dự báo của lưới 1 và lưới 2 thì lưới 2 của mô hình cho dự báo có phần chính xác hơn cả về vị trí và thời gian hình thành của các cơn áp thấp nhiệt đới trên Biển Đông.

Từ khóa: Xoáy thuận nhiệt đới, dự báo tổ hợp.

1. Giới thiệu

Nằm trong khu vực Tây Bắc Thái Bình Dương, nơi có một số lượng rất lớn các cơn bão và áp thấp nhiệt đới hoạt động, Việt Nam là một trong những quốc gia chịu ảnh hưởng nặng nề nhất của áp thấp và bão nhiệt đới. Theo thống kê những năm gần đây, bão có xu hướng gia tăng cả về số lượng và cường độ, có những cơn đã đạt đến cấp siêu bão đổ bộ vào nước ta. Quỹ đạo bão cũng ngày càng trở nên phức tạp, khó dự báo. Vì vậy, việc dự báo sớm và chính xác những hoạt động bão và áp thấp nhiệt đới là nhu cầu và cũng là yêu cầu cấp thiết đối với chúng ta. Hiện nay, có nhiều phương pháp đã được nghiên cứu để dự báo được sự hình thành của xoáy thuận nhiệt đới trên Biển Đông như phương pháp Synop, phương pháp thống kê, phương pháp số trị, thêm vào đó là sử dụng radar và vệ tinh. Tuy nhiên, ở thời điểm hiện tại, phương pháp dự báo bằng mô hình số vẫn được phổ biến hơn cả. Cùng với những cố gắng

trong việc tính toán, mô phỏng chi tiết các quá trình vật lý liên quan tới thời tiết, các nhà khoa học trong và ngoài nước đã có nhiều công trình nghiên cứu về bài toán đồng hóa số liệu cho mô hình số trị khu vực nhằm nâng cao chất lượng dự báo.

Ở Việt Nam, Lê Thị Hồng Vân (2009) đã sử dụng phương pháp đồng hóa số liệu xoáy giả với mô hình WRF để nghiên cứu dự báo quỹ đạo và cường độ bão với cơn bão Lekima (2007) trong 5 trường hợp thử nghiệm. Theo tác giả, việc lựa chọn đồng hóa số liệu khí áp mực biển và gió các mực là hợp lý hơn cả. Trước khi bão đổ bộ khoảng 1 đến 2 ngày nên sử dụng phương pháp có đồng hóa số liệu trường cài xoáy giả, phương án này cho xu hướng đổ bộ sớm hơn quan trắc và vị trí thường lệch phải so với quỹ đạo quan trắc. Trước đổ bộ khoảng 3 ngày (khi cơn bão còn xa bờ) nên có sự lựa chọn tối ưu giữa 2 phương án không đồng hóa và có đồng hóa trường cài xoáy giả dựa trên đặc trưng (cường độ, di chuyển) và khu vực đổ bộ của bão. Cũng sử dụng mô hình WRF, Hoàng Đức Cường (2011) sử dụng sơ đồ đồng hóa số liệu 3DVAR cập nhật

Liên hệ tác giả: Công Thanh

Email: congthanh1477@gmail.com

số liệu cao không, số liệu Synop cho trường ban đầu; và ứng dụng sơ đồ phân tích xoáy giả tích hợp với đồng hóa số liệu. Kết quả nghiên cứu cho thấy, khi sử dụng sơ đồ 3DVAR cho kết quả dự báo vượt trội so với trường hợp không sử dụng sơ đồ, đặc biệt là ở các hạn từ 42h-72h; đối với trường hợp sử dụng sơ đồ phân tích xoáy giả cho sai số biến động khá mạnh và tăng dần theo các hạn dự báo, trung bình khoảng trên 361km, lớn nhất khoảng 462km ở hạn dự báo 72h. Dư Đức Tiến (2017) đã dùng hệ thống LETKF để nghiên cứu đặc trưng của bão hoạt động trên khu vực Tây Bắc Thái Bình Dương và Biển Đông Việt Nam. Kết quả cho thấy vị trí và cường độ ban đầu của bão có sự giảm sai số đáng kể so với không đồng hóa số liệu ban đầu, đối với hạn 48h-96h thì việc đồng hóa số liệu tăng xác suất nắm bắt được thực tế hơn. Tác giả cũng cho rằng việc giảm đồng thời sai số dự báo quỹ đạo và cường độ là một vấn đề rất phức tạp khi chất lượng dự báo quỹ đạo bão và cường độ được cải thiện nhưng lại sai lệch về hạn dự báo.

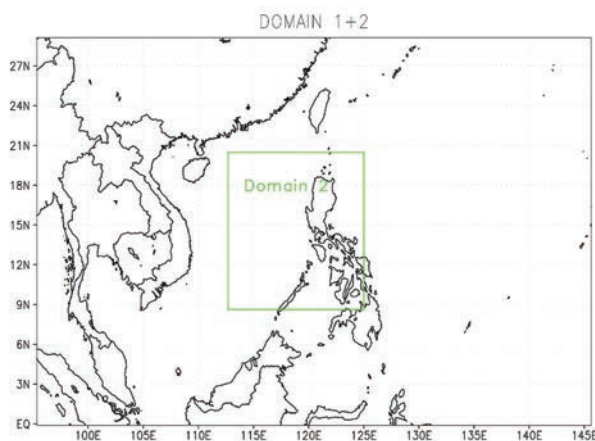
Trên thế giới, việc đồng hóa số liệu radar quan trắc thời tiết Doppler (DWP) (tốc độ hướng tâm và độ phản hồi) đã được ghi nhận từ rất lâu trước đó [7, 8, 9, 10] như một cách tiếp cận hiệu quả để cải thiện phân tích thời tiết quy mô vừa và quy mô nhỏ, và dự báo quy mô vừa. Kain và các cộng sự (2010) đã sử dụng phương pháp đồng hóa số liệu radar trong nghiên cứu đánh giá của mình. Cụ thể, các tác giả thử nghiệm chạy mô hình WRF-ARW với

phương pháp phân tích 3D-Var trong 2 trường hợp có và không có đồng hóa số liệu radar. Kết quả cho thấy, so với dự báo không đồng hóa, các đánh giá trực quan về các lần chạy với điều kiện ban đầu (có đồng hóa) được cải thiện. Kuldeep và ccs (2014) lựa chọn đồng hóa riêng độ phản hồi radar, gió hướng tâm và đồng thời cả hai. Kết quả cho thấy vị trí tâm xoáy được dự báo gần với thực tế hơn khi đồng hóa đồng thời cả 2 yếu tố, trường ẩm và đối lưu trong lõi được cải thiện khi đồng hóa riêng độ phản hồi và cường độ bão được cải thiện bởi đồng hóa số liệu gió. Kunii (2014) cũng đã thực hiện phương án đồng hóa LETKF đối với mô hình quy mô vừa bất thủy tĩnh NHM với các loại số liệu: Cao không, vệ tinh, máy bay. Tác giả nhận định rằng so với kết quả dự báo không đồng hóa từ số liệu dự báo toàn cầu của JMA, dự báo đồng hóa trường ban đầu LETKF cải thiện rõ rệt độ chính xác của dự báo đối với đối tượng nghiên cứu là hiện tượng mưa lớn ở Nhật. Dù vậy, vẫn còn tồn tại những sai số về không gian và thời gian trong việc dự báo hiện tượng này.

Cho đến nay, phương pháp sử dụng mô hình số không ngừng phát triển và cải tiến, đáp ứng nhu cầu của ngành khí tượng học nói riêng và xã hội nói chung. Do đó, chúng tôi đã chọn sử dụng mô hình số WRF với phương pháp LETKF để dự báo sự hình thành của áp thấp nhiệt đới ở Biển Đông.

2. Số liệu và phương pháp

2.1 Số liệu và miền tính

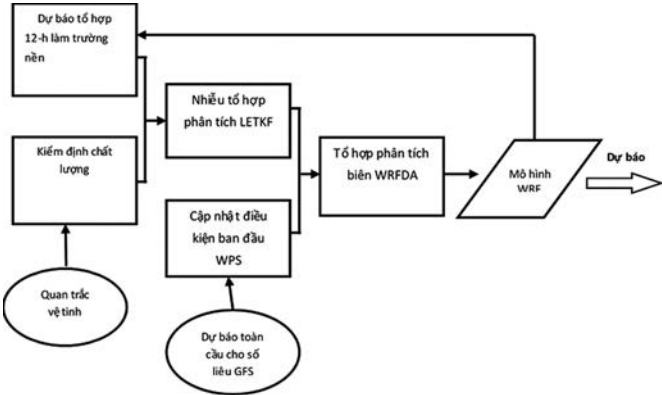


Hình 1. Miền tính của mô hình (áp thấp nhiệt đới ngày 25/9/2013)

Mô hình thiết kế với miền tính thô độ phân giải 27km, 31 mực thẳng đứng, 220x122 điểm nút lưới theo phương kinh - vĩ (Hình 1). Với cấu hình này miền tính là một vùng diện tích rộng lớn, kéo dài từ 0°-30°N, 95°E-145°E, bao phủ toàn bộ khu vực Biển Đông và mở rộng một phần khu vực Tây Bắc Thái Bình Dương để xem xét bổ sung các quá trình tương tác của hoàn lưu khu vực. Miền tính lưới lồng phụ thuộc vào khu vực hình thành xoáy, trong 1 ô lưới vuông kéo dài 12,5 × 12,5 độ kinh vĩ, lấy tâm xoáy thực tế làm “gốc”. Số điểm nút lưới của miền lưới với độ phân giải cao là 148 × 148 điểm lưới, ô lưới giữa trùng với vị trí tâm xoáy được coi là sẽ hình thành trong thực tế.

Điều kiện biên và điều kiện ban đầu của mô hình sử dụng số liệu mô hình toàn cầu GFS với

độ phân giải 0,5° × 0,5° kinh vĩ, được cập nhật 6h một lần. Số liệu được sử dụng lấy trong khoảng thời gian liên tiếp từ 3 ngày trước khi áp thấp nhiệt đới hình thành để tiến hành dự báo. Số liệu được lấy liên tiếp trong bộ số liệu từ năm 2010-2017. Trường ban đầu và điều kiện biên của thí nghiệm được cập nhật SST (nhiệt độ mặt nước biển) để tăng khả năng bám sát thực tế của mô hình. Trong nghiên cứu, số liệu quan trắc được sử dụng cho các thí nghiệm của hệ thống đồng hóa tổ hợp LETKF là số liệu gió vệ tinh CIMSS của Trường Đại học Wisconsin - Madison, Hoa Kỳ. Ngoài ra, còn một dạng số liệu quan trắc được sử dụng là số liệu cao không radiosonde. Sơ đồ hệ thống dự báo tổ hợp LETKF được trình bày tại Hình 2.



Hình 2. Sơ đồ hệ thống dự báo tổ hợp LETKF

2.2 Thiết kế quy trình của mô hình WRF

Số liệu dự báo toàn cầu GFS được phát báo và tải về sẽ được chương trình tiền xử lý và nội suy về lưới mô hình. Trường dự báo GFS sau đó sẽ được cộng vào nhiều tái phân tích tạo ra bởi lọc Kalman tổ hợp để tạo ra một tổ hợp các trường phân tích cùng với điều kiện biên tương ứng của các trường phân tích này. Bộ các đầu vào và biên tạo ra trong bước này sẽ được đưa vào mô hình WRF để dự báo thời tiết với hạn tùy ý. Song song

với quá trình dự báo thời tiết được xác định trước này, mô hình WRF cũng sẽ lưu trữ một tổ hợp các dự báo rất ngắn 12 giờ để làm trường nền cho dự báo tiếp theo. Kết quả dự báo của member trước được sử dụng như trường nền cho member tiếp theo với các sơ đồ vật lý được thay đổi liên tục cho mỗi member. Kết quả nhận được sau mỗi member cũng là khác nhau. Trong khuôn khổ bài viết này, 5 thành phần lần lượt là member 001, 005, 009, 013 và 017 được lựa chọn Bảng 1).

Bảng 1. Các sơ đồ tham số hóa vật lý của các thành phần

Member	Sơ đồ vi vật lý	Sơ đồ bức xạ sóng dài	Sơ đồ đối lưu
001	Kessler	RRTM	Kain - Fritsch
005	Kessler	RRTM	GF
009	Lin	RRTM	BMJ
013	WSM3	RRTM	Kain - Fritsch
017	WSM3	RRTM	GF

2.3. Phương pháp xác định sự hình thành áp thấp nhiệt đới

Một chương trình fortran được thiết kế để thử nghiệm tìm tâm và thời điểm hình thành cho các cơn áp thấp nhiệt đới được dự báo từ mô hình WRF LETKF. Nhóm tác giả nhận định áp thấp nhiệt đới hình thành theo các tiêu chí sau:

1) Tồn tại một giá trị cực tiểu của áp suất mực biển chênh lệch với một đường đẳng áp khép kín ít nhất 2mb.

2) Giá trị cực tiểu tương đối của áp suất mực biển nhỏ hơn 1.008hPa trong vòng 1,5 độ kinh vĩ quanh điểm vị trí cực tiểu của áp suất mực biển.

3) Giá trị cực đại của gió theo phương ngang ở mực 10m đạt cấp 6 trong vòng 1,5 độ kinh vĩ quanh điểm vị trí cực tiểu của áp suất mực biển.

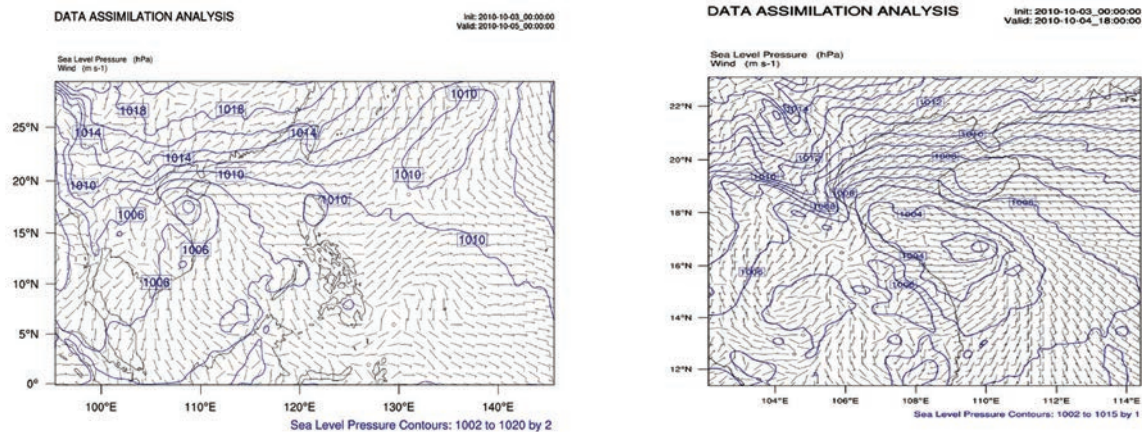
Tính từ thời điểm dự báo hình thành, ba tiêu chí trên được thỏa mãn trong ít nhất 24 giờ dự báo liên tục thì thời điểm đó được coi là hình thành áp thấp nhiệt đới. Từ đó, một chương

trình fortran để tính được tâm xoáy thuận tại thời điểm thỏa mãn các tiêu chí trên (trong bán kính 1,5 độ tính từ vị trí áp suất mực biển cực tiểu) đối với 5 dự báo thành phần của LETKF được xây dựng để đưa ra được vị trí trung bình của tâm xoáy dự báo của 20 cơn áp thấp nhiệt đới trên Biển Đông trong giai đoạn 2010 đến 2017.

3. Kết quả

3.1 Dự báo sự hình thành của ATNĐ ngày 04/10/2010

Nhóm tác giả tiến hành chạy thử nghiệm mô hình WRF-LETKF cho cơn áp thấp nhiệt đới ngày 04/10/2010. Áp thấp nhiệt đới được xác định thời gian hình thành vào lúc 18h (UTC) ngày 04/10/2010 ở vị trí 17,8°N, 118,3°E với khí áp cực tiểu tại tâm được ghi nhận là 1.006hPa. Mô hình được chạy bắt đầu từ lúc 00h (UTC) ngày 03/10/2010 (Hình 3).



Hình 3. Dự báo của mô hình cơn áp thấp ngày 04/10/2010 (member 001)

Trong khuôn khổ bài báo, nhóm tác giả phân tích cụ thể về sự hình thành của áp thấp nhiệt đới mà mô hình dự báo được ở member 001. Đối với lưới 1, áp thấp nhiệt đới được dự báo hình thành vào lúc 00h (UTC) ngày 05/10/2010, chậm hơn 6 giờ so với thời gian thực tế. Trong khi đó, lưới 2 lại

dự báo chính xác về thời gian hình thành của cơn áp thấp. Việc đánh giá sự hình thành được thực hiện theo đúng phương pháp đã được đề cập, thời điểm dự báo hình thành ở 2 lưới thỏa mãn 3 tiêu chí đưa ra và 2 thời điểm này cũng là khác nhau. Sai số dự báo được trình bày trong Bảng 2.

Bảng 2. Sai số dự báo của member 001

Lưới	Thời gian dự báo	Kinh độ	Vĩ độ	Áp suất cực tiểu tại tâm	Sai số khoảng cách (km)	Sai số thời gian (tiếng)	Sai số khí áp (hPa)
1	00h 05/10/2010	108,75	17,99	994,87	62,41	6	-9,13
2	18h 04/10/2010	109,51	17,57	1.000,45	33,98	0	-3,55

Như vậy, với trường hợp cơn áp thấp ngày 04/10/2010, mô hình WRF-LETKF (member 001) đã dự báo được sự hình thành nó với khoảng cách từ tâm dự báo đến tâm thực tế được đánh giá là tốt, chỉ khoảng 30-60km trên cả 2 lưới. Lưới 1 của mô hình cho dự báo trễ hơn thực tế trong

khi lưới 2 dự báo chính xác về thời gian hình thành. Khí áp tại tâm xoáy của lưới 1 cũng tồn tại sự sai lệch lớn hơn so với lưới 2. Mô hình tiếp tục chạy với các member còn lại, tổng hợp các member và có được kết quả dự báo của cơn áp thấp. Sai số dự báo được trình bày trong Bảng 3.

Bảng 3. Sai số dự báo của member 001

Lưới	Thời gian dự báo	Kinh độ	Vĩ độ	Áp suất cực tiểu tại tâm	Sai số khoảng cách (km)	Sai số thời gian (tiếng)	Sai số khí áp (hPa)
1	18h 04/10/2010	108,75	17,99	1.000,20	66,33	+2	-3,80
2	14h 04/10/2010	109,41	17,49	1.002,10	36,56	-3,6	-1,90

Nhìn chung, mô hình WRF sau khi được đồng hóa dữ liệu bằng hệ thống LETKF đã cho dự báo khá chính xác về sự hình thành của áp thấp nhiệt đới trên Biển Đông. Cụ thể đối với cơn áp thấp ngày 04/10/2010, sai số khoảng cách chỉ khoảng 30-60km, độ lệch thời gian là không quá nhiều và sai số khí áp cực tiểu chỉ khoảng dưới 3hPa, đây là những con số chấp nhận được đối với dự báo sự hình thành của áp thấp nhiệt đới.

3.2 Đánh giá kết quả dự báo sự hình thành của ATNĐ bằng mô hình WRF-LETKF

Nhóm tác giả đã tiến hành chạy thử nghiệm mô hình WRF với hệ thống dự báo tổ hợp LETKF 5 thành phần cho 20 cơn áp thấp nhiệt đới được chọn đối với 2 lưới đã được trình bày trong phần trước. Kết quả dự báo sự hình thành của chúng được trình bày ở Bảng 4.

Bảng 4. Kết quả dự báo sự hình thành của áp thấp nhiệt đới

STT	Thực tế				Lưới 1				Lưới 2			
	Thời gian hình thành	Vĩ độ	Kinh độ	Khí áp cực tiểu tại tâm (hPa)	Thời gian hình thành	Vĩ độ	Kinh độ	Khí áp cực tiểu tại tâm (hPa)	Thời gian hình thành	Vĩ độ	Kinh độ	Khí áp cực tiểu tại tâm (hPa)
1	18h 20/08/2010	17	118,6	1.009	08h 21/08/2010	17,34	117,56	1.005,6	23h 20/08/2020	17,81	118,15	1.005,6
2	06h 27/08/2010	15	118	1.004	18h 27/08/2010	15,41	117,44	1.002,2	06h 27/08/2010	15,52	118,09	1.003,7
3	18h 04/10/2010	18	109,3	1.004	20h 04/10/2010	17,41	108,82	1.000,2	14h 04/10/2010	17,49	109,41	1.002,1
4	00h 24/09/2011	15	111,3	1.004	18h 23/09/2011	15,16	110,40	998,4	18h 23/09/2011	14,61	110,58	997,4
5	12h 10/12/2011	12	115,9	1.007	06h 10/12/2011	12,22	114,08	1.001,4	07h 10/12/2011	11,76	115,14	1.001,1
6	00h 17/02/2012	9	116,3	1.007	13h 16/02/2012	10,59	118,29	1.003,6	05h 16/02/2012	9,32	116,22	1.006,0
7	06h 26/03/2012	10	115,4	1.008	02h 26/03/2012	8,93	112,91	1.005,7	01h 26/03/2012	9,80	114,15	1.005,1
8	18h 05/08/2013	13	113,5	1.003	08h 05/08/2013	11,02	116,95	1.006,9	10h 05/08/2013	12,42	113,81	1.003,0
9	00h 16/09/2013	16	114	1.007	17h 15/09/2013	14,98	114,11	1.001,6	17h 15/09/2013	15,77	114,01	1.001,4

STT	Thực tế				Lưới 1				Lưới 2			
	Thời gian hình thành	Vĩ độ	Kinh độ	Khí áp cực tiểu tại tâm (hPa)	Thời gian hình thành	Vĩ độ	Kinh độ	Khí áp cực tiểu tại tâm (hPa)	Thời gian hình thành	Vĩ độ	Kinh độ	Khí áp cực tiểu tại tâm (hPa)
10	09h 25/09/2013	14	118,1	1.006	04h 26/09/2013	13,64	118,74	1.009,6	14h 25/09/2013	14,42	117,58	1003,1
11	00h 06/09/2014	15	117,4	1.003	00h 27/09/2014	15,65	117,89	1.001,0	02h 07/09/2014	15,47	117,04	1.000,5
12	01h 20/06/2015	15	112	1.004	12h 20/06/2015	16,00	113,71	1.001,2	11h 19/06/2015	15,60	112,80	1.001,5
13	01h 13/09/2015	15	113,5	1.004	23h 12/09/2015	15,27	112,83	1.002,0	01h 13/09/2015	15,21	113,74	1.001,8
14	00h 25/07/2016	17	117,5	1.008	14h 25/07/2016	15,74	116,83	1.002,4	04h 25/07/2016	17,42	117,28	1.003,8
15	09h 15/08/2016	22	115,3	996	08h 15/08/2016	20,85	115,56	990,4	00h 15/08/2016	21,04	115,32	994,1
16	21h 12/10/2016	17	112	1.007	22h 12/10/2016	17,59	110,78	1.002,3	17h 12/10/2016	16,39	112,07	1.002,5
17	00h 10/06/2017	13	118	1.006	19h 09/06/2017	12,54	115,17	1.007,2	14h 09/06/2017	13,24	116,99	1.007,0
18	06h 14/07/2017	16	112,8	1.004	04h 14/07/2017	15,08	112,43	1.002,7	06h 14/07/2017	16,46	112,36	1.001,9
19	06h 21/07/2017	18	113,8	1.007	13h 21/07/2017	18,61	114,08	1.004,6	08h 21/07/2017	18,90	114,01	1.004,9
20	06h 27/07/2017	19	116	1.007	23h 27/07/2017	18,55	116,28	996,6	22h 26/07/2017	18,13	116,59	996,6

Theo Bảng 4, mô hình WRF với phương pháp LETKF 5 thành phần đều có thể dự báo được sự hình thành của 20 cơn áp thấp trong giai đoạn 2010-2017. Kết quả dự báo vị trí hình thành,

thời gian hình thành và khí áp cực tiểu tại tâm áp thấp được lấy trung bình theo 5 thành phần của LETKF. Sai số dự báo được trình bày ở Bảng 5 sau đây:

Bảng 5. Sai số dự báo

STT	Độ lệch khoảng cách (km)	Độ lệch thời gian (tiếng)	Độ lệch áp suất (hPa)	Độ lệch khoảng cách (km)	Độ lệch thời gian (tiếng)	Độ lệch áp suất (hPa)
1	113,98	+14	-3,4	92,55	+5	-3,4
2	61,24	+12	-1,8	26,02	0	-0,3
3	66,33	+2	-3,8	36,56	-4	-1,9
4	96,95	-4	-5,6	94,96	-6	-6,6
5	206,12	-6	-5,6	83,09	-5	-5,9
6	261,28	-11	-3,4	9,44	-19	-1,0
7	280,25	-4	-2,3	141,43	-5	-2,9
8	434,84	-10	3,9	72,68	-8	0,0
9	114,30	-7	-5,4	25,25	-7	-5,6

STT	Độ lệch khoảng cách (km)	Độ lệch thời gian (tiếng)	Độ lệch áp suất (hPa)	Độ lệch khoảng cách (km)	Độ lệch thời gian (tiếng)	Độ lệch áp suất (hPa)
10	80,05	+19	3,6	73,43	+5	-2,9
11	65,33	+24	-2,0	43,03	+26	-5,5
12	194,49	-13	-2,8	87,90	-14	-2,5
13	77,93	-2	-2,0	34,86	0	-2,2
14	157,56	+14	-5,6	52,28	+4	-4,2
15	98,54	-1	-5,6	73,17	-9	-1,9
16	150,56	+1	-4,7	56,89	-4	-4,5
17	310,88	-5	1,2	113,05	-10	1,0
18	88,98	-2	-1,3	87,29	0	-2,1
19	105,09	+7	-2,4	134,99	+2	-2,1
20	30,25	-7	-10,4	74,47	-8	-10,4

Bảng 5 trình bày về các sai số tồn tại khi tiến hành chạy thử nghiệm dự báo sự hình thành áp thấp nhiệt đới trên 2 lưới của mô hình. Do sự khác biệt về độ phân giải cũng như số điểm lưới, các sai số này cũng có sự khác biệt, đặc biệt là sai số về khoảng cách.

Đối với vị trí hình thành: Có thể thấy rõ ràng phần lớn mô hình đều dự báo vị trí hình thành của các cơn áp thấp nhiệt đới có sai số trung bình khoảng 150km. Cơn áp thấp số 8 lại có dự báo vị trí hình thành sai số khá lớn, lên đến hơn 400km. Tuy nhiên, sai số này chỉ còn khoảng 70km ở lưới 2. Đối với cơn áp thấp này, lưới 2 của mô hình đã cho sự báo về sự hình thành giảm sai số vị trí rất nhiều so với lưới 1. Cơn áp thấp số 6 thậm chí còn cho sai số vị trí của lưới 2 chỉ còn khoảng 10km so với thực tế. Có thể nói rằng lưới lồng đã làm rất tốt công việc giảm sai số vị trí dự báo, nâng cao tính chính xác của dự báo vị trí hình thành. Đối lập, cơn áp thấp số 19 và 20 lại cho dự báo về vị trí hình thành lưới 1 tốt hơn lưới 2 khoảng 30-40km nhưng đây là một con số không quá lớn khi so sánh với các cơn áp thấp khác. Nhìn chung, mô hình cho dự báo sự hình thành của các cơn áp thấp nhiệt đới với sai số vị trí hình thành trung bình khoảng 70km với lưới 2 và 150km với lưới 1. Dự báo vị trí của lưới 1 có xu hướng lệch Bắc so với thực tế với 6 cơn được dự báo lệch phía Tây Bắc và 6 cơn lệch phía Đông Bắc. Lưới 2 cũng cho dự báo

có xu hướng lệch thiên về phía Bắc khi có đến 9 cơn áp thấp có vị trí lệch về phía Tây Bắc và 4 cơn lệch phía Tây Bắc so với thực tế.

Về thời gian hình thành: Hầu hết các cơn áp thấp nhiệt đới đều có xu hướng dự báo gần như nhau trong mỗi trường hợp, có cơn thậm chí dự báo rất chính xác thời điểm hình thành của nó. Chỉ có 2 cơn áp thấp nhiệt đới số 3 và số 16 cho dự báo 2 lưới có xu hướng ngược nhau, lưới 1 hình thành muộn hơn trong khi lưới 2 dự báo hình thành sớm hơn thực tế. Lưới 1 cho sai số dự báo trung bình khoảng 8 tiếng và lưới 2 cho sai số trung bình ít hơn một chút so với lưới 1 là khoảng 7 tiếng. Sai số trung bình của 2 lưới khác biệt không đáng kể nhưng cũng có những cơn áp thấp có sai số thời gian ở 2 lưới rất khác nhau. Cụ thể, cơn số 1, 2, 6, 10, 14 có độ lệch giữa lưới 1 và lưới 2 là khá lớn, lên đến gần 10 tiếng. Ngoài ra, cơn áp thấp nhiệt đới số 11 có thời gian dự báo của cả 2 lưới sai khác nhiều so với thực tế, lên đến 24 tiếng với lưới 1 và 26 tiếng với lưới 2.

Về khí áp cực tiểu tại tâm: Nhìn chung, khí áp cực tiểu tại tâm dự báo của mô hình không có sự khác biệt quá nhiều trên cả 2 lưới. Sai số khí áp trung bình của cả 2 lưới có giá trị khoảng 3hPa, trong đó lưới 1 cho sai số nhỏ hơn không quá nhiều và 2 lưới đều cho sự báo nhỏ hơn thực tế. Đặc biệt nhất có cơn áp thấp số 20, kết quả dự báo của cả 2 lưới cho sai số khí áp lớn đến

10hPa, đây là sai số khá lớn và mô hình đã cho dự báo sai khi lúc này đã dự báo áp thấp nhiệt đới đã phát triển thành bão. Cũng có cơn áp thấp cho dự báo rất chính xác về khí áp cực tiểu tại tâm khi chỉ có sai số khoảng 0,018hPa đến 0,3hPa ở lưới 2 là cơn số 8 và số 2. Còn lại, hầu hết các cơn đều có sai số dự báo lưới 2 nhỏ hơn một chút so với lưới 1 nhưng không quá đáng kể. Sai số trung bình chỉ khoảng 3hPa là một con số khá nhỏ, có thể chấp nhận được việc dự báo sự hình thành của XTNĐ.

Như vậy, có thể lựa chọn dùng mô hình WRF với hệ thống dự báo tổ hợp LETKF 5 thành phần và 2 lưới lồng cho dự báo sự hình thành của áp thấp nhiệt đới trên Biển Đông. Kết quả dự báo tốt hơn cả ở lưới 2 về vị trí hình thành và khí áp cực tiểu tại tâm nhưng cả 2 lưới vẫn cho dự báo thời gian có sai số lớn. Dự báo thời gian hình thành áp thấp nhiệt đới là bài toán khó cần được nghiên cứu tiếp hoặc chỉ đặt tiêu chí trong khoảng 12 giờ tới có hình thành áp thấp nhiệt đới trên Biển Đông hay không.

4. Kết luận

Sau khi nghiên cứu thử nghiệm mô hình WRF LETKF 5 thành phần với 2 lưới lồng để dự báo sự hình thành của áp thấp nhiệt đới trên Biển

Đông, chúng tôi rút ra một số kết luận sau:

Mô hình WRF với hệ thống tổ hợp LETKF 5 thành phần và 2 lưới lồng đã dự báo được sự hình thành của các cơn áp thấp trên Biển Đông trong giai đoạn 2010-2017.

Kết quả dự báo cho thấy, vị trí hình thành dự báo có sai lệch so với thực tế trung bình khoảng 150km ở lưới 1 và 70km ở lưới 2, đây là một kết quả rất khả quan. Dự báo thường có xu hướng hình thành lệch về phía Bắc so với vị trí trong thực tế. Thời gian hình thành được dự báo có sự sai lệch khá lớn, khoảng 7-8 tiếng so với thực tế, điều này cho thấy tính chưa khả thi của mô hình WRF LETKF trong dự báo thời gian hình thành. Về khí áp cực tiểu tại tâm, cả 2 lưới đều cho dự báo có sai lệch không quá 3hPa so với khí áp trong thực tế. Nhìn chung, lưới 2 cho dự báo tốt hơn cả.

Như vậy, mô hình WRF với hệ thống dự báo tổ hợp LETKF 5 thành phần và 2 lưới lồng có thể được sử dụng để nâng cao chất lượng dự báo sự hình thành của áp thấp nhiệt đới trên Biển Đông với độ chính xác cao cả về vị trí hình thành và khí áp cực tiểu tại tâm. Về thời gian hình thành dự báo lệch khoảng 8 giờ so với thực tế.

Lời cảm ơn: Các tác giả chân thành cảm ơn sự hỗ trợ của Đề tài KC.09.12/16-20 cho nghiên cứu này.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

1. Dư Đức Tiến (2017), “Khảo sát mối quan hệ giữa kỹ năng mô phỏng quỹ đạo bão và cường độ bão cho khu vực Tây bắc Thái Bình Dương bằng hệ thống dự báo tổ hợp”, Luận án Tiến sĩ.
2. Hoàng Đức Cường (2011), “Ứng dụng mô hình WRF dự báo bão đến hạn 72h”, Nghiên cứu ứng dụng mô hình WRF phục vụ dự báo thời tiết và bão ở Việt Nam, Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ cấp Bộ.
3. Lê Thị Hồng Vân (2009), “Áp dụng phương pháp đồng hóa số liệu xoáy giả đối với mô hình WRF để dự báo bão”, Luận văn Thạc sĩ Khí tượng.

Tài liệu tiếng Anh

4. Kain, J. S., Xue, M., Coniglio, M. C., Weiss, S. J., Kong, F., Jensen, T. L.,... Levit, J. J. (2010), *Assessing Advances in the Assimilation of Radar Data and Other Mesoscale Observations within a Collaborative Forecasting–Research Environment*. Weather and Forecasting, 25 (5), 1510-1521.
5. Kunii, M. (2014), *Mesoscale Data Assimilation for a Local Severe Rainfall Event with the NHM-LETKF System*. Weather and Forecasting, 29 (5), 1093–1105.
6. Srivastava K., R. Bhardwaj & S.K. Roy Bhowmik (2014), *Assimilation of Doppler Weather Radar*

Data in WRF Model for Numerical Simulation of Structure of Cyclone Aila (2009) of the Bay of Bengal at the Time of Landfall, Monitoring and Prediction of Tropical Cyclones in the Indian Ocean and Climate Change

7. Xiao Q., Kuo YH, Lee WC, Lim E, Y.-R. Guo, Barker DM (2005), *Assimilation of Doppler Radar Observations with a Regional 3DVAR System: Impact of Doppler Velocities on Forecasts of a Heavy Rainfall Case. Journal of Applied Meteorology*, 44(6): 768 - 788. DOI: 10.1175/JAM2248.1
8. Xiao Q, Kuo YH, Sun J, Lee WC, Barker DM, Lim E (2007), *An approach of radar reflectivity data assimilation and its assessment with the inland QPE of Typhoon Rusa (2002) at landfall. J Appl Meteorol Clim* 46:14–22.
9. Gao J, Xue M, Keith A.B, Kelvin D (2004), *A Three-Dimensional Variational Data Analysis Method with Recursive Filter for Doppler Radars. Journal of Atmospheric and Oceanic Technology* 21 (3). DOI: 10.1175/1520-0426(2004)021<0457:ATVDAM>2.0.CO; 2.
10. Xue M, Wang D, Gao J, Brewster K, Droegemeier KK (2003), *The advanced regional prediction system (ARPS) storm scale numerical weather prediction and data assimilation. Meteorol Atmos Phys* 82:139–170.

EVALUATION OF THE POSSIBILITY OF FORECASTING THE FORMATION OF TROPICAL CYCLONES IN THE BIEN DONG USING THE LETKF ENSEMBLED SYSTEM

Tran Tan Tien, Cong Thanh, Pham Thu Thuy, Nguyen Thi Nga

*Laboratory of researching in forecasting and warning hydro-meteorological disasters,
Faculty of Hydrology, Meteorology and Oceanography, VNU University of Science, Ha Noi, Viet Nam*

Received: 3/10/2019; Accepted: 15/11/2019

Abstract: *In this study, we attempted and evaluated the results of forecasting the formation of tropical cyclones with 3 day term in the Bien Dong using the ensemble system LETKF (5 components and 2 nested grids). The resolutions are 27km and 9km respectively. The global forecast data (GFS) is updated SST data is used as boundary and initial conditions of the model, assimilation data including CIMSS satellite wind data, radiosonde data and surface observation data. The ensemble system LETKF in the WRF model predicted the formation of tropical depressions in the Bien Dong in the period of 2010-2017. Time bias from model is about 7-8 hours, distance bias is about 70-150km from predicting position to reality. Comparing between 2 grids, grid 2 of the model gives a more accurate prediction both on the location and time of formation of tropical depressions in the Bien Dong.*

Keywords: *Tropical cyclones; ensemble forecasting system.*

XÂY DỰNG HỆ THỐNG DỰ BÁO NGẬP LỤT ĐÔ THỊ CHO KHU VỰC HÀ NỘI SỬ DỤNG SỐ LIỆU MƯA LƯỚI ĐỘ PHÂN GIẢI CAO

Nguyễn Văn Đại⁽¹⁾, Nguyễn Anh Nam⁽¹⁾, Đặng Quang Thịnh⁽¹⁾, Nguyễn Văn Hiệp⁽²⁾, Phạm Văn Tuấn⁽³⁾

⁽¹⁾Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

⁽²⁾Viện Vật lý địa cầu

⁽³⁾Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Ngày nhận bài 15/10/2019; ngày chuyển phản biện 16/10/2019; ngày chấp nhận đăng 10/11/2019

Tóm tắt: Vấn đề ngập lụt do mưa lớn ở các khu vực đô thị ngày càng trở nên trầm trọng do hệ thống tiêu thoát nước không theo kịp tốc độ đô thị hóa và các thiên tai ngày càng khắc nghiệt hơn dưới tác động của biến đổi khí hậu. Đô thị là khu vực có kinh tế phát triển, do đó, khi xảy ra tình trạng ngập lụt thì mức độ thiệt hại về kinh tế ở khu vực đô thị sẽ nghiêm trọng hơn rất nhiều so với các khu vực khác. Để giải quyết vấn đề này, ngoài việc cải tạo và xây dựng bổ sung hệ thống tiêu thoát nước thì cần thiết phải xây dựng hệ thống dự báo ngập lụt đô thị thời gian thực. Hệ thống này cần được thực hiện hoàn toàn tự động và có độ chính xác cao để có khả năng dự báo sớm những khu vực có khả năng ngập lụt. Bài báo này giới thiệu kết quả xây dựng hệ thống dự báo ngập lụt đô thị thời gian thực sử dụng số liệu mưa lưới độ phân giải cao 1x1km từ mô hình WRF cho 8 quận nội thành cũ của Thành phố Hà Nội.

Từ khóa: Thời gian thực, ngập lụt đô thị, quận nội thành, MIKE URBAN.

1. Mở đầu

Thủ đô Hà Nội là trung tâm kinh tế, văn hóa, chính trị của cả nước, tuy nhiên, đã có nhiều trận mưa lớn trong quá khứ như trận mưa các năm 2008, 2012, 2013 gây ngập lụt cho thành phố làm thiệt hại nhiều về kinh tế cũng như ảnh hưởng đến sức khỏe của người. Mặc dù đã có nhiều nghiên cứu về dự báo, cảnh báo ngập úng cho Thành phố Hà Nội như dự án “Xây dựng bản đồ nguy cơ ngập lụt Hà Nội có xét đến tác động của biến đổi khí hậu” [1] và dự án “Xây dựng hệ thống cảnh báo ngập úng thời gian thực cho nội thành Hà Nội” [2] cũng như hệ thống camera theo dõi, giám sát đã được Công ty TNHH một thành viên thoát nước Hà Nội lắp đặt tại một số khu vực thường xuyên xảy ra ngập úng khi mưa lớn để cảnh báo cho người dân nhưng vẫn chưa đáp ứng được nhu cầu về cảnh báo, dự báo ngập lụt cho Thành phố Hà Nội. Các nghiên cứu nêu trên đã thiết lập các mô hình thủy văn, thủy lực để cảnh báo ngập lụt đô thị

cho nội thành Hà Nội nhưng chưa xây dựng các công cụ tự động cập nhật số liệu để có thể dự báo theo thời gian thực. Ngoài ra, các nghiên cứu này mới chỉ sử dụng số liệu quan trắc tại trạm, trong khi đó, trên khu vực nghiên cứu (KVNC) chỉ có duy nhất một trạm khí tượng là trạm Láng. Nếu xét trên toàn Thành phố Hà Nội thì có thêm hai trạm khí tượng khác là trạm Hà Đông và trạm Sơn Tây, tuy nhiên, hai trạm này ở khá xa KVNC. Do đó, nếu chỉ sử dụng số liệu mưa quan trắc tại trạm thì không đủ đại diện cho phạm vi KVNC.

Viện Vật lý địa cầu thực hiện tiểu dự án “Thiết lập hệ thống quan trắc tăng cường và hệ thống dự báo, cảnh báo độ phân giải cao hạn ngắn, cực ngắn dòng, mưa lớn và ngập lụt đô thị cho Thành phố Hà Nội phục vụ phát triển kinh tế, đảm bảo an sinh xã hội” [3], trong đó có xây dựng hệ thống mô hình dự báo ngập lụt đô thị cho khu vực các quận nội thành cũ của Hà Nội với các công cụ cập nhật số liệu tự động và sử dụng số liệu mưa lưới độ phân giải cao 1x1km. Bài báo này giới thiệu kết quả xây dựng hệ thống dự báo ngập lụt đô thị thời gian thực sử dụng dữ

Liên hệ tác giả: Nguyễn Văn Đại
Email: dai.nguyenvan@imh.ac.vn

liệu mưa lưới độ phân giải cao cho 8 quận nội thành cũ của Thành phố Hà Nội.

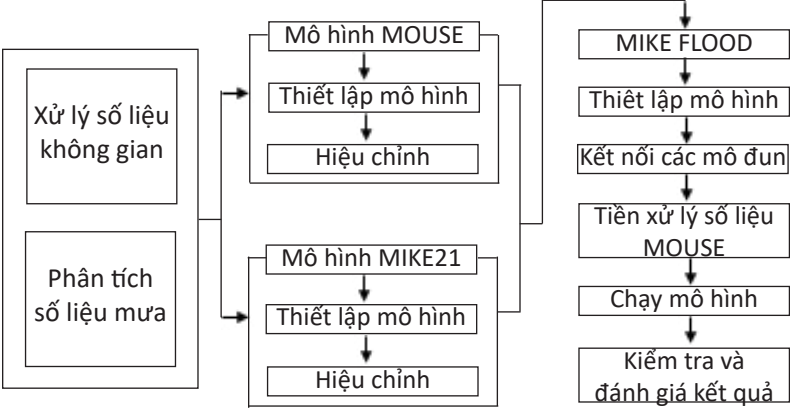
2. Phương pháp nghiên cứu và dữ liệu sử dụng

2.1. Phương pháp nghiên cứu

Để tính toán ngập lụt cho KVNC, bộ mô hình toán bao gồm MIKE-URBAN, MIKE21 và MIKE-FLOOD (liên kết mô hình MIKE-URBAN và mô hình MIKE21) do Viện Thủy lực Đan Mạch (DHI) xây dựng và phát triển được sử dụng trong nghiên cứu này. Có nhiều mô hình có khả năng tính toán thủy văn, thủy lực cho đô thị, tuy nhiên, MIKE-URBAN được lựa chọn do đây là mô

hình được tích hợp trên nền GIS, dễ sử dụng và có khả năng liên kết với các mô hình khác trong bộ mô hình MIKE để tính toán ngập lụt cho đô thị. Mô hình MIKE21 được sử dụng để tính toán thủy lực 2 chiều. Mô hình MIKE-FLOOD liên kết mô hình MIKE-URBAN và mô hình MIKE21.

Ngoài ra, ngôn ngữ lập trình MATLAB cũng được sử dụng để xây dựng công cụ cập nhật số liệu mưa lưới thời gian thực và xây dựng phần mềm tích hợp các mô hình tính toán thủy văn, thủy lực, ngập lụt để tự động chạy các mô hình với số liệu cập nhật.



Hình 1. Sơ đồ cấu trúc mô hình MIKE-FLOOD

2.2. Dữ liệu sử dụng

2.2.1. Dữ liệu không gian

- Hệ thống tiêu thoát nước bao gồm hệ thống các hố ga, cống ngầm, kênh hở, hồ điều hòa, trạm bơm, đập, van điều khiển với đầy đủ các thông tin cần thiết được kế thừa từ dự án “Xây dựng hệ thống cảnh báo ứng ngập thời gian thực cho nội thành Hà Nội” [2]. Ngoài ra, nghiên cứu này cũng đã thu thập bổ sung hệ thống tiêu thoát nước chi tiết cho các quận nội thành cũ của Thành phố Hà Nội từ Công ty TNHH MTV thoát nước Hà Nội.

- Bản đồ nền địa lý các lớp của Thành phố Hà Nội.

- Bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2015 chi tiết cho từng quận, huyện của Thành phố Hà Nội.

- Số liệu dân cư từng phường, xã năm 2009 và số liệu dân cư theo niên giám thống kê Thành phố Hà Nội năm 2017.

- Bản đồ DEM độ phân giải 5x5m cho khu vực 8 quận nội thành cũ (Tây Hồ, Cầu Giấy, Đống Đa,

Ba Đình, Hoàn Kiếm, Hai Bà Trưng, Thanh Xuân, Hoàng Mai) được kế thừa từ dự án “Xây dựng hệ thống cảnh báo ứng ngập thời gian thực cho nội thành Hà Nội” [2].

- Bản đồ DEM độ phân giải 30x30m cho các vùng còn lại của KVNC (gồm các quận, huyện: Bắc Từ Liêm, Nam Từ Liêm, Hoài Đức, Hà Đông, Thanh Trì, Thanh Oai, Thường Tín, Ứng Hòa, Phú Xuyên).

- Độ sâu ngập tại 27 vết ngập năm 2012, trong đó, kế thừa dữ liệu tại 15 vết ngập từ dự án “Xây dựng hệ thống cảnh báo ứng ngập thời gian thực cho nội thành Hà Nội” [2].

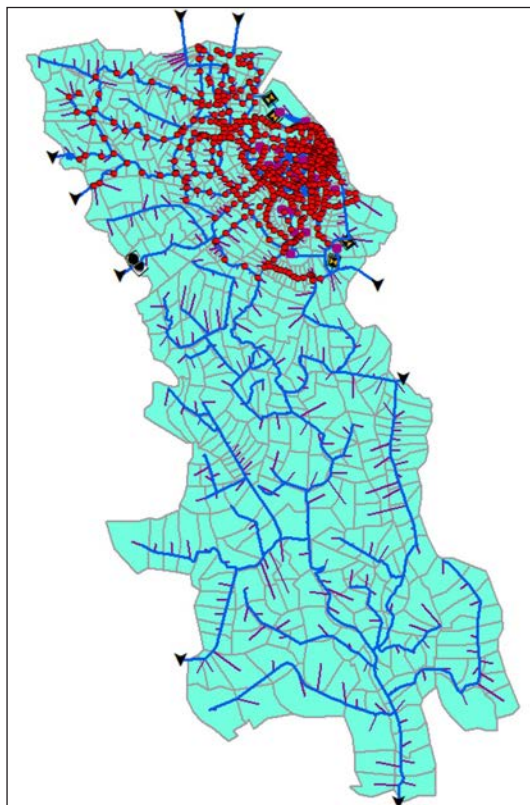
- Độ sâu ngập tại 65 vết ngập năm 2013.

2.2.2. Số liệu chuỗi thời gian

- Số liệu mưa lưới độ phân giải 1x1km được trích xuất từ kết quả của mô hình khí tượng WRF cho KVNC được thực hiện bởi tiểu dự án “Thiết lập hệ thống quan trắc tăng cường và hệ thống dự báo, cảnh báo độ phân giải cao hạn ngắn, cực ngắn đồng, mưa lớn và ngập lụt đô thị cho Thành phố Hà Nội phục vụ phát triển kinh

tế, đảm bảo an sinh xã hội” [3] từ 13 giờ ngày 29/10/2008 đến 12 giờ ngày 01/11/2008, từ 12 giờ ngày 15/8/2012 đến 11 giờ ngày 21/8/2012, từ 12 giờ ngày 06/08/2013 đến 11 giờ ngày

11/08/2013. Chất lượng dự báo mưa của mô hình số trị WRF độ phân giải 1x1km đã được hiệu chỉnh và kiểm định bằng số liệu thực đo và đảm bảo độ tin cậy để tính toán.



Hình 2. Hệ thống tiêu thoát nước KVNC trong mô hình MIKE-URBAN

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Thiết lập mô hình MIKE-URBAN

3.1.1. Mô phỏng thống tiêu thoát nước

Hệ thống tiêu thoát nước của KVNC được mô phỏng trong mô hình MIKE-URBAN bao gồm (Hình 2): 1.102 nút thu nước (hố ga); 441 đoạn cống tròn; 712 đoạn cống hộp; 65 đoạn kênh hở; 19 nút hồ chứa; 9 nút trạm bơm; 9 nút cửa ra.

3.1.2. Phân chia lưu vực bộ phận

Trên cơ sở hệ thống tiêu thoát nước đã được đưa vào trong mô hình MIKE-URBAN, KVNC được chia thành 601 lưu vực bộ phận để tính toán dòng chảy sinh ra từ mưa.

3.2. Thiết lập mô hình MIKE21 FM

Để thiết lập địa hình cho mô hình MIKE21, sử dụng dữ liệu DEM 5x5m cho khu vực 8 quận nội

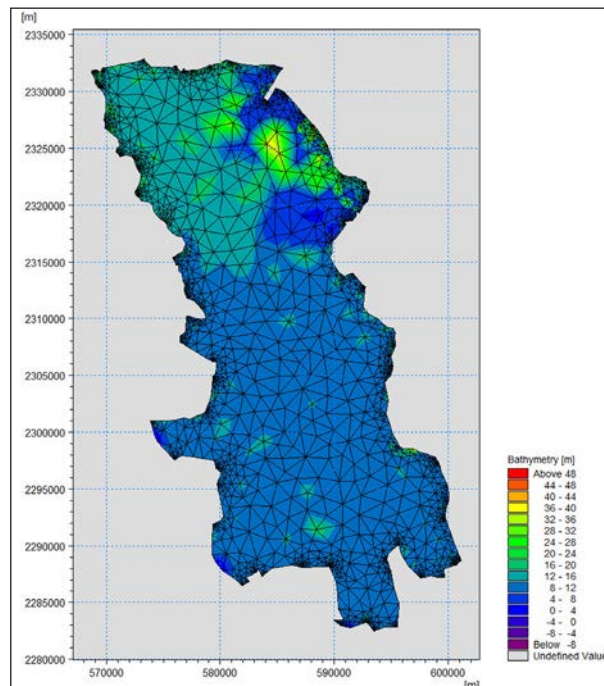
thành cũ (Tây Hồ, Cầu Giấy, Đống Đa, Ba Đình, Hoàn Kiếm, Hai Bà Trưng, Thanh Xuân, Hoàng Mai) và dữ liệu DEM 30x30m cho khu vực các quận, huyện còn lại của KVNC.

Trên cơ sở dữ liệu địa hình được kết hợp từ DEM 5x5m và 30x30m, nghiên cứu này đã xây dựng lưới tính (MESH) và đưa dữ liệu địa hình vào lưới tính cho mô hình MIKE21 FM như trên Hình 3.

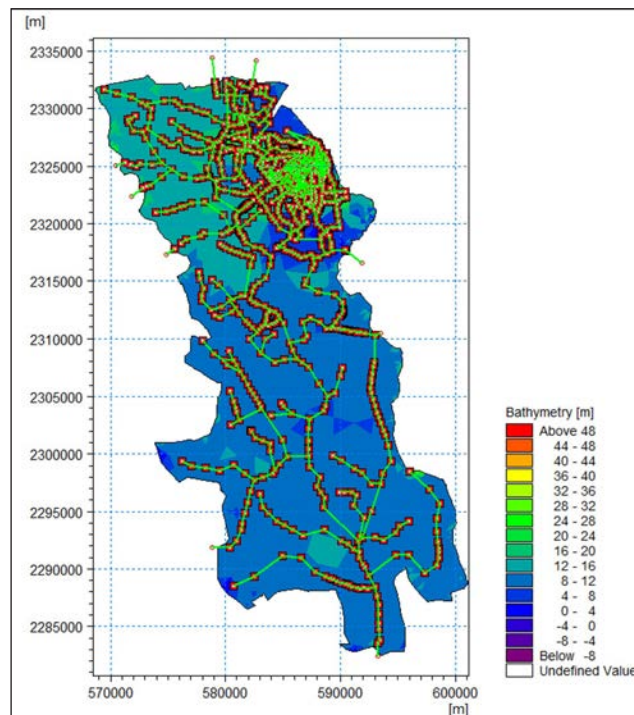
3.3. Thiết lập mô hình MIKE-FLOOD

Sau khi thiết lập được mô hình MIKE-URBAN và mô hình MIKE21 FM cho KVNC, hai mô hình này được liên kết trong mô hình MIKE-FLOOD để tính toán ngập lụt cho KVNC.

Ngoài các nút cửa ra (outlet), tất cả các nút còn lại trong mô hình MIKE-URBAN đều được liên kết với lưới địa hình trong mô hình MIKE21 FM để tính toán ngập lụt (Hình 4).



Hình 3. Lưới tính (MESH) trong mô hình MIKE21 FM của KVNC



Hình 4. Liên kết các mô hình MIKE-URBAN và MIKE21 FM trong mô hình MIKE-FLOOD

3.4. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình tính toán ngập lụt

3.4.1. Hiệu chỉnh bộ thông số mô hình

Việc hiệu chỉnh các thông số mô hình đã thiết

lập được thực hiện với chuỗi số liệu mưa lưới từ ngày 17/8/2012 đến ngày 18/8/2012.

Kết quả tính toán thủy lực 1 chiều trong mô hình MIKE-URBAN được liên kết với địa hình

trong mô hình MIKE21 FM trong mô hình MIKE-FLOOD để tính toán ngập lụt cho giai đoạn hiệu chỉnh.

Kết quả tính toán độ sâu ngập lớn nhất trong giai đoạn hiệu chỉnh so với giá trị độ sâu ngập tại các vết lũ năm 2012 được trình bày trong Bảng 1.

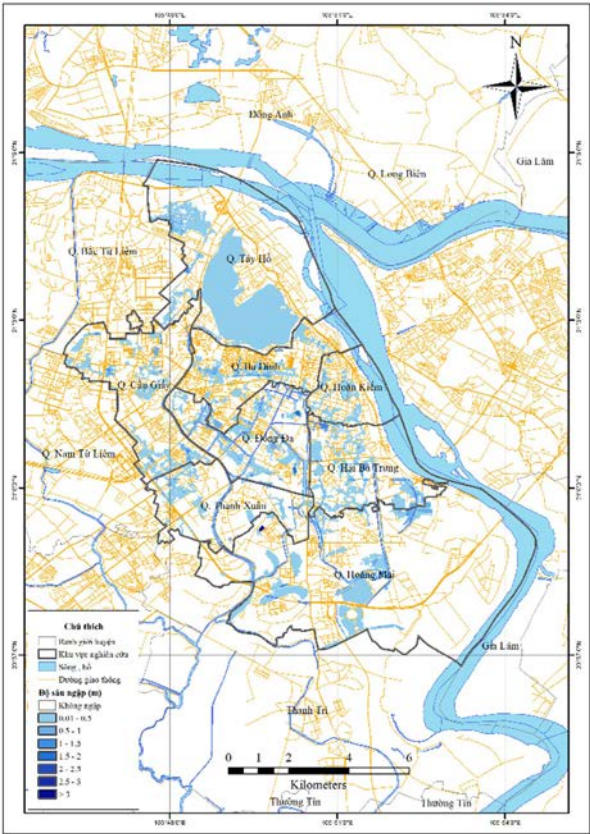
Bảng 1. Kết quả tính toán độ sâu ngập lớn nhất trong giai đoạn hiệu chỉnh tại một số vết lũ năm 2012

STT	Điểm úng ngập	Kinh độ	Vĩ độ	Độ sâu ngập (m)		Sai số (m)
				Thực đo	Tính toán	
1	Ngã tư Hồ Tùng Mậu - Xuân Thủy - Cầu Giấy	105°46,8'	21°2,20'	0,32	0,384	0,064
2	Phạm Văn Đồng (Đối diện Bộ Công an) - Cầu Giấy	105°46,86'	21°2,98'	0,23	0,256	0,026
3	Trần Bình - Từ Liêm	105°45,96'	21°2,07'	0,24	0,21	-0,03
4	Phan Văn Trường - Ba Đình	105°47,4'	21°2,32'	0,15	0,127	-0,023
5	Nguyễn Đức Cảnh - Đống Đa	105°51'	20°59,58'	0,2	0,237	0,037
6	Trương Định - Hoàng Mai	105°50,76'	20°59,95'	0,18	0,214	0,034
7	Giải Phóng (Ga Hà Nội) - Hoàng Mai	105°50,16'	20°59,22'	0,35	0,326	-0,024
8	Số 5, Thái Hà - Đống Đa	105°49,2'	21°0,76'	0,35	0,293	-0,057
9	Thái Thịnh - Đống Đa	105°49,2'	21°0,51'	0,15	0,176	0,026
10	Ngọc Khánh - Ba Đình	105°49,08'	21°1,84'	0,3	0,332	0,032
11	Trường Chinh - Đống Đa	105°49,74'	21°0,03'	0,31	0,278	-0,032
12	Lê Trọng Tấn - Hoàng Mai	105°50,16'	20°59,22'	0,36	0,336	-0,024
13	Quan Nhân - Thanh Xuân	105°48,54'	20°59,71'	0,15	0,129	-0,021
14	Cao ốc Keangnam - Phạm Hùng - Cầu Giấy	105°47,04'	21°0,94'	0,5	0,606	0,106
15	Tường nhà cô Mơ, Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy	105°48,79'	21°2,81'	1,33	1,184	-0,146
16	Tường nhà chị Lan Anh, Xuân La	105°47,89'	21°3,95'	1,29	1,136	-0,154
17	Tường nhà chị Minh, Phạm Ngọc Thạch, Đống Đa	105°50,35'	21°2,22'	1,28	1,125	-0,155
18	Tường nhà anh Kim, Nguyễn Khánh Toàn, Cầu Giấy	105°48,36'	21°2,79'	1,19	1,22	0,03
19	Công ty thiết bị phụ tùng Hòa Phát, Yên Sở, Hoàng Mai	105°48,48'	21°1,73'	1,19	1,22	0,03
20	Tường nhà anh Văn, Trần Đăng Ninh	105°48,06'	21°2,36'	1,17	1,23	0,06
21	Tường nhà anh Hải, Thanh Nhân, Hai Bà Trưng	105°51,52'	21°0,70'	1,12	1,19	0,07
22	Tường nhà anh Minh, Trương Định, Hoàng Mai	105°48,31'	21°2,27'	1,11	1,15	0,04
23	Tường nhà chị Châu, Đại Kim, Hoàng Mai	105°48,87'	20°59,03'	1,07	1,12	0,05
24	Tường nhà cô Kê, Nguyễn Tam Trinh, Hoàng Mai	105°47,85'	21°2,03'	1,01	1,08	0,07
25	Tường nhà chị Thúy, Thịnh Liệt, Hoàng Mai	105°51,07'	20°58,78'	0,94	0,97	0,03
26	Tường nhà số 32D1B, ngõ 231, Tân Mai, Hoàng Mai	105°50,39'	21°1,01'	0,9	0,93	0,03

Theo kết quả tính toán trong Bảng 1, độ sâu ngập tính toán tại các vết ngập và độ sâu ngập thực tế khá phù hợp với sai số lớn nhất là 15,5cm và chỉ có 4/26 vị trí có sai số lớn hơn 10cm, các vị trí còn lại đều có sai số nhỏ. Điều

đó cho thấy, bộ thông số mô hình đã đảm bảo độ chính xác.

Từ kết quả tính toán ngập lụt cho giai đoạn hiệu chỉnh năm 2012, dự án đã xây bản đồ ngập lớn nhất cho khu vực 8 quận nội thành cũ (Hình 5).



Hình 5. Bản đồ ngập lớn nhất giai đoạn hiệu chỉnh khu vực 8 quận nội thành cũ

3.4.2. Kiểm định bộ thông số mô hình

Sau khi hiệu chỉnh độ chính xác của bộ thông số mô hình, bộ thông số này được giữ nguyên và tính toán cho giai đoạn từ ngày 08/8/2013 đến ngày 09/8/2013 để kiểm định mức độ ổn định của bộ thông số mô hình.

Mô hình MIKE-FLOOD liên kết mô hình MIKE-URBAN với mô hình MIKE21 FM để tính toán ngập lụt cho giai đoạn kiểm định. Kết quả tính toán độ sâu ngập lớn nhất trong giai đoạn kiểm định so với giá trị độ sâu ngập tại một số vết ngập năm 2013 được trình bày trong Bảng 2.

Bảng 2. Kết quả tính toán độ sâu ngập lớn nhất trong giai đoạn kiểm định tại một số vết lũ năm 2013

STT	Điểm úng ngập	Kinh độ	Vĩ độ	Độ sâu ngập (m)		Sai số (m)
				Thực đo	Tính toán	
Quận Tây Hồ						
1	Tường trường PTTH Chu Văn An	105° 49' 53,3"	21° 02' 32,7"	0,5	0,55	0,05
2	Cột điện đối diện TT Phụ nữ và phát triển	105° 49' 42,7"	21° 02' 28,1"	0,55	0,51	-0,04

STT	Điểm ứng ngập	Kinh độ	Vĩ độ	Độ sâu ngập (m)		Sai số (m)
				Thực đo	Tính toán	
Quận Ba Đình						
14	Trên cột bê tông trạm biến áp Nguyễn Trường Tộ 2	105° 50' 46,1"	21° 02' 31,5"	0,88	0,8	-0,08
15	Góc tường rào nhà tư lệnh cảnh vệ	105° 50' 16,2"	21° 02' 34,5"	0,72	0,68	-0,04
16	Cột điện giáp tòa nhà Đại sứ quán Thái Lan	105° 50' 00,5"	21° 02' 01,5"	0,33	0,35	0,02
17	Cột đèn trước nhà 209 Đội Cấn (cạnh ngõ 209)	105° 49' 20,8"	21° 02' 06,8"	0,66	0,68	0,02
18	Cột điện cạnh tường khách sạn La Thành	105° 49' 10,1"	21° 02' 07,7"	0,67	0,7	0,03
19	Cột điện trước SN10 nhà hàng Hồng Hường - Đường Huỳnh Thúc Kháng	105° 48' 40,8"	21° 01' 05,4"	0,33	0,36	0,03
20	Cột điện trước nhà 343 Đội Cấn	105° 49' 00,9"	21° 02' 09,6"	0,38	0,35	-0,03
21	Cột đèn đối diện NH Quân đội số 1 Liễu Giai	105° 48' 52,3"	21° 02' 08,7"	0,67	0,64	-0,03
22	Cột đèn đối diện trước cửa số nhà 28 Điện Biên Phủ	105° 50' 24,4"	21° 01' 54,2"	0,49	0,51	0,02
23	Cột điện ngã 3 Núi Trúc đối diện số nhà 53 Núi Trúc	105° 49' 20,8"	21° 01' 48,8"	0,15	0,19	0,04
24	Cột điện trước số nhà 158 Ngọc Khánh	105° 49' 05,5"	21° 01' 32,3"	0,71	0,73	0,02
Quận Đống Đa						
25	Trên cột tường hàng rào công ty Sprodex Hà Nội - đường Láng Hạ	105° 48' 52,2"	21° 00' 59,7"	0,3	0,35	0,05
26	Cột điện trước nhà 167 Thái Hà	105° 49' 00,8"	21° 00' 53,8"	0,71	0,8	0,09
27	Cột điện trước cửa nhà số 152 phố Chùa Bộc	105° 49' 28,9"	21° 00' 32,0"	0,24	0,31	0,07
28	Cột điện trước Ki ot 24 tòa nhà B4 Phạm Ngọc Thạch	105° 49' 04,7"	21° 00' 52,2"	0,43	0,45	0,02
29	Cột đèn HBTT/5-1 trước đình Kim Liên	105° 50' 16,1"	21° 00' 38,1"	0,57	0,59	0,02
30	Cột điện B4 Ki/15 sát tường lưu niệm CTHCM đường Hoàng Tích Trí	105° 50' 09,0"	21° 00' 29,1"	0,23	0,3	0,07
31	Cột điện trên đường Quốc Tử Giám, sát bờ tường vườn hoa	105° 50' 08,2"	21° 01' 38,2"	0,64	0,68	0,04

STT	Điểm ứng ngập	Kinh độ	Vĩ độ	Độ sâu ngập (m)		Sai số (m)
				Thực đo	Tính toán	
32	Cột điện đối diện trường tiểu học Lý Thường Kiệt, sát Bệnh viện Da liễu HN	105° 50' 18,5"	21° 01' 42,0"	0,95	1,02	0,07
33	Cột đèn đường gần ngõ 117 Nguyễn Lương Bằng, cạnh Công ty xe máy Cường Ngân	105° 49' 41,7"	21° 00' 57,8"	0,21	0,23	0,02
34	Cột điện trước nhà 173B Khâm thiên, sát ngõ Toàn Thắng	105° 50' 06,8"	21° 01' 09,6"	0,53	0,59	0,06
35	Trên cột đèn (CNN/22) trước Kiot 13/122 phố Lê Duẩn	105° 50' 29,4"	21° 01' 22,2"	0,99	0,95	-0,04
36	Cột điện trước số nhà 200 đường Trường Chinh	105° 49' 44,3"	21° 00' 0,34"	0,4	0,38	-0,01
Quận Hai Bà Trưng						
37	Trên cột đèn điện trước cổng công viên Thống Nhất	105° 50' 29,4"	21° 00' 39,5"	0,29	0,35	0,06
38	Cột điện đôi trước nhà 30A (Hàng Chuối)	105° 51' 26,5"	21° 01' 00,3"	0,59	0,64	0,05
39	Cột điện trước số nhà 39 đường Trường Chinh	105° 50' 59,0"	20° 59' 41,6"	0,31	0,36	0,05
40	Cột điện trước số nhà 257 Thanh Nhàn	105° 51' 12,9"	21° 00' 11,4"	0,39	0,43	0,04
41	Cột điện trước số nhà 124 phố Lạc Trung	105° 51' 50,9"	21° 00' 10,0"	0,46	0,45	-0,01
42	Cột bê tông cạnh đường vào công ty bánh kẹo Hải Châu sát số nhà 11	105° 52' 09,2"	20° 59' 56,8"	0,32	0,32	0
43	Thành tường nhà cạnh cổng Tổng công ty lương thực miền Bắc	105° 52' 12,4"	21° 00' 08,6"	0,61	0,68	0,07
44	Trên cột điện trước cửa nhà Bìa hơi Minh béo số H7	105° 52' 19,3"	21° 00' 00,7"	0,57	0,32	-0,25
45	Trên tường nhà số 48 ngay đầu đường Thi Sách - Hòa Mã	105° 51' 14,7"	21° 00' 56,3"	0,61	0,56	-0,05
46	Cột điện trước cửa nhà giò chả Đức Minh 70A Trần Xuân Soạn	105° 51' 10,5"	21° 01' 00,5"	0,51	0,46	-0,05
Quận Cầu Giấy						
47	Trên cột đèn đường cạnh trường TH-FPT	105° 47' 31,3"	21° 01' 36,8"	0,85	0,9	0,05
48	Cổng Chợ Xanh	105° 47' 09,7"	21° 02' 11,9"	0,18	0,22	0,04
49	Đối diện bộ công an đường Phạm Văn Đồng	105° 46' 53,6"	21° 02' 53,3"	0,3	0,27	-0,03

Theo kết quả tính toán trong Bảng 2, độ sâu ngập tính toán tại các vết ngập và độ sâu ngập thực tế cũng khá phù hợp với sai số lớn nhất là 25cm và chỉ có 2/65 vị trí có sai số lớn hơn 10cm, các vị trí còn lại đều có sai số nhỏ. Điều đó cho thấy, bộ thông số mô hình đã đảm bảo độ ổn định và có thể sử dụng để tính toán theo các kịch bản khác nhau.

3.5. Xây dựng công cụ cập nhật số liệu thời gian thực và tự động chạy các mô hình

3.5.1. Cập nhật tự động kết quả mưa lưới dự báo từ mô hình khí tượng

Nghiên cứu này đã sử dụng chương trình Matlab để xây dựng công cụ tự động cập nhật kết quả mưa lưới dự báo từ mô hình khí tượng mỗi khi tệp kết quả mưa dự báo được tạo.

3.5.2. Xác định mưa trên từng tiểu lưu vực dựa vào số liệu mưa lưới

Mô hình tính mưa - dòng chảy trong mô hình MIKE-URBAN là mô hình thông số tập trung, do đó, để tính toán dòng chảy từ mưa cho các tiểu lưu vực này cần thiết phải tính được lượng mưa trung bình cho từng tiểu lưu vực từ các giá trị mưa lưới.

Như vậy, để tính toán được lượng mưa trung bình cho từng tiểu lưu vực thì phải xác định được có bao nhiêu điểm mưa lưới nằm trên lưu vực bộ phận đó. Sau khi xác định được các điểm mưa lưới nằm trên mỗi lưu vực bộ phận, do mưa lưới là lưới vuông nên lượng mưa trung bình của mỗi lưu vực bộ phận sẽ được tính bằng trung bình số học của các giá trị mưa tại các điểm mưa lưới nằm trong lưu vực bộ phận đó theo công thức sau:

$$X_{\text{tiểu lưu vực}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{\text{ô lưới}}$$

Trong đó: X là ký hiệu của mưa, n là số ô lưới nằm trong tiểu lưu vực.

Để xác định được những điểm mưa lưới nào nằm trong lưu vực bộ phận cần phải đưa các điểm mưa lưới đó lên bản đồ rồi chồng xếp với bản đồ của các lưu vực bộ phận, sau đó sử dụng các công cụ GIS để xác định các điểm mưa lưới nằm trong mỗi lưu vực bộ phận.

3.5.3. Tự động tạo file số liệu mưa dự báo theo format của mô hình MIKE URBAN

Sau khi tính toán được mưa trên từng tiểu lưu vực, bước tính toán tiếp theo là lưu chuỗi số liệu mưa tính toán này theo định dạng mưa đầu vào của MIKE-URBAN có dạng *.dsf0. Công cụ tự động cập nhật kết quả mưa lưới dự báo cũng sẽ tự động tạo các file mưa dự báo (*.dsf0) làm đầu vào cho từng tiểu lưu vực.

Công cụ sẽ tạo ra 601 file *.dfs0 tương ứng với 601 lưu vực bộ phận của KVNC.

3.5.5. Cập nhật thời gian mô phỏng thời gian thực cho MIKE-URBAN và MIKE21

Do mô phỏng ngập lụt trên bề mặt đô thị sử dụng mô hình MIKE21 nên phải đồng thời cập nhật thời gian bắt đầu và kết thúc mô phỏng của cả mô hình MIKE-URBAN và MIKE21 tương ứng với thời điểm bắt đầu và kết thúc chuỗi số liệu mưa dự báo.

Công cụ cập nhật số liệu thời gian thực cũng được bổ sung mã nguồn để cho phép cập nhật thời gian bắt đầu mô phỏng theo thời gian thực cho mô hình MIKE-URBAN và MIKE21 cũng như tự động chạy mô hình MIKE-FLOOD sau khi thời gian bắt đầu mô phỏng của các mô hình MIKE-URBAN và MIKE21 được cập nhật.

4. Kết luận

Nghiên cứu này đã xây dựng được hệ thống dự báo ngập lụt đô thị thời gian thực cho 8 quận nội thành cũ của thành phố Hà Nội bao gồm các mô hình thủy văn, thủy lực đã được hiệu chỉnh, kiểm định và công cụ tự động cập nhật số liệu, chạy các mô hình theo thời gian thực. Đặc biệt là số liệu mưa lưới độ phân giải cao 1x1km được sử dụng từ kết quả dự báo của mô hình số trị WRF. Tuy nhiên, để có thể dự báo ngập lụt đô thị cho khu vực 8 quận nội thành cũ của thành phố Hà Nội cho kết quả tốt, cần thiết phải áp dụng cho những trận mưa thực tế trong tương lai và có những điều chỉnh phù hợp để hoàn thiện các mô hình thủy văn thủy lực cũng như cải thiện chất lượng dự báo mưa. Hệ thống dự báo ngập lụt đô thị này sẽ góp phần phục vụ phát triển kinh tế, đảm bảo an sinh xã hội trên địa bàn thành phố.

Lời cảm ơn: Bài báo này được thực hiện trong khuôn khổ dự án “Thiết lập hệ thống quan trắc tăng cường và hệ thống dự báo, cảnh báo độ phân giải cao hạn ngắn, cực ngắn đông, mưa lớn và ngập lụt đô thị cho thành phố Hà Nội phục vụ phát triển kinh tế, đảm bảo an sinh xã hội” Số TTTT: 16/FIRST/2a/IGP thuộc Tiểu hợp phần 2a, Dự án FIRST.

Tài liệu tham khảo

1. Sở Tài nguyên và Môi trường Thành phố Hà Nội (2013), *Báo cáo tổng hợp kết quả dự án “Xây dựng bản đồ nguy cơ ngập lụt Hà Nội có xét đến tác động của biến đổi khí hậu”*.
2. Trung tâm khí tượng thủy văn quốc gia (2016), *Báo cáo kết thúc dự án “Xây dựng hệ thống cảnh báo ngập úng thời gian thực cho nội thành Hà Nội”*.
3. Viện Vật lý địa cầu (2019), *Báo cáo tổng kết “Xây dựng hệ thống mô hình dự báo, cảnh báo ngập lụt đô thị cho khu vực Hà Nội”* thuộc tiểu dự án “Thiết lập hệ thống quan trắc tăng cường và hệ thống dự báo, cảnh báo độ phân giải cao hạn ngắn, cực ngắn đông, mưa lớn và ngập lụt đô thị cho thành phố Hà Nội phục vụ phát triển kinh tế, đảm bảo an sinh xã hội”.

ESTABLISHING AN URBAN INUNDATION FORECAST SYSTEM FOR HA NOI AREA USING HIGH RESOLUTION GRID RAINFALL DATA

Nguyen Van Dai⁽¹⁾, Nguyen Anh Nam⁽¹⁾, Dang Quang Thinh⁽¹⁾, Nguyen Van Hiep⁽²⁾, Pham Van Tuan⁽³⁾

⁽¹⁾Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change

⁽²⁾Institute of Geophysics

⁽³⁾Ha Noi University of Natural Resources and Environment

Received: 15/10/2019; Accepted: 10/11/2019

Abstract: The problem of flooding due to heavy rains in urban areas is getting more seriously due to the unproprate drainage system which does not keep up with the rate of urbanization. Additionally, natural disasters become more unpredictable in the context of climate change. Urban are economically developed areas, so when floods occur, economic losses in urban areas will be much more than in other areas. To solve this problem, in addition to the renovation and newly additional construction of drainage systems, it is necessary to build a real-time inundation forecast system. This system needs to be implemented fully automatically and with high accuracy to enable early forecasting of flooded areas. This paper introduces the results of building a real-time urban inundation forecast system using 1x1km high resolution grid rainfall data derived from WRF model for 8 old urban districts of Ha Noi City.

Keywords: Real time, urban inundation, grid rainfall, old urban districts.

LÝ THUYẾT VỀ PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ ĐỘ KHÔNG CHẮC CHẴN TRONG KIỂM KÊ PHÁT THẢI KHÍ NHÀ KÍNH VÀ ÁP DỤNG TÍNH TOÁN ĐỐI VỚI NGÀNH SẢN XUẤT XI MĂNG CỦA VIỆT NAM

Huỳnh Thị Lan Hương, Nguyễn Thị Liễu, Vương Xuân Hòa, Phạm Thu Giang

Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Ngày nhận bài 18/11/2019; ngày chuyển phản biện 19/11/2019; ngày chấp nhận đăng 5/12/2019

Tóm tắt: Đánh giá độ không chắc chắn trong kiểm kê phát thải khí nhà kính (KNK) được xem là một trong những nội dung quan trọng và cần thiết nhằm đánh giá độ tin cậy của các kết quả và đưa ra những góp ý cải thiện cho các kỳ kiểm kê trong tương lai. Bài báo giới thiệu về các yếu tố của tính không chắc chắn, ví dụ như độ tin cậy của nguồn dữ liệu, sai số trong tính toán, đo lường và sử dụng mô hình tính toán,...; phân tích những biểu hiện chính của độ không chắc chắn trong việc sử dụng số liệu hoạt động và hệ số phát thải; và giới thiệu về phương pháp đánh giá độ không chắc chắn trong kiểm kê phát thải KNK. Bên cạnh đó, bài báo cũng áp dụng Hướng dẫn kiểm kê phát thải KNK quốc gia của Ban liên chính phủ về Biến đổi khí hậu (IPCC) phiên bản năm 2006 để tính toán phát thải cho ngành xi măng và ứng dụng các Hướng dẫn thực hành tốt của IPCC năm 2000 để đánh giá độ chưa chắc chắn cho kết quả tính toán phát thải KNK này. Theo đó, năm 2014 lượng phát thải KNK từ lĩnh vực này là hơn 32 triệu tấn CO_2 đ. Độ chưa chắc chắn của kết quả tính toán là khoảng 26%, chủ yếu là do việc sử dụng các hệ số phát thải mặc định của IPCC.

Từ khóa: Phát thải khí nhà kính, độ không chắc chắn, kiểm kê.

1. Mở đầu

Tháng 12/2015, các Bên tham gia Công ước Khung Liên Hợp Quốc về BĐKH (UNFCCC) đã thông qua Thỏa thuận Paris về biến đổi khí hậu, đây được xem là khuôn khổ pháp lý toàn cầu đầu tiên ràng buộc trách nhiệm của tất cả các Bên trong giảm nhẹ phát thải KNK, thích ứng với BĐKH, hướng đến phát triển bền vững và trách nhiệm của các Bên sẽ được thực hiện thông qua Đóng góp do quốc gia tự quyết định (NDC). Theo đó, Đóng góp dự kiến do quốc gia tự quyết định (INDC) của Việt Nam đã được đệ trình lên Ban thư ký của UNFCCC vào ngày 29/9/2015 và trở thành NDC vào ngày 3/11/2016. Việt Nam đã và đang thực hiện Thỏa thuận Paris về BĐKH (Quyết định số 2053/QĐ-TTg ngày 28/10/2016 của Thủ tướng Chính phủ).

Kiểm kê phát thải KNK cho biết mức độ phát thải KNK của từng ngành/lĩnh vực cụ thể và từ đó

biết được mức độ phát thải KNK của mỗi quốc gia. Kết quả kiểm kê phát thải KNK là cơ sở để xây dựng và đề xuất những chính sách cắt giảm phát thải KNK phù hợp, vừa đảm bảo sự phát triển kinh tế - xã hội, vừa góp phần bảo vệ hệ thống khí hậu toàn cầu.

Trong lĩnh vực các quá trình công nghiệp, một trong số hai ngành có tiềm năng giảm phát thải KNK cùng với công nghiệp sản xuất thép là ngành sản xuất xi măng. Đối với ngành xi măng, hiện tại Bộ Xây dựng và Bộ Công Thương đang nghiên cứu các phương án sử dụng các vật liệu như tro bay, vôi và bã thải gypssum (thạch cao) của nhà máy Diamoni photphat (DAP) để thay thế thành phần clinke trong xi măng nhằm bảo vệ môi trường và giảm phát thải KNK.

Tuy nhiên, theo các đánh giá chung kiểm kê phát thải KNK quốc gia nói chung và lĩnh vực các quá trình công nghiệp (ngành sản xuất xi măng) nói riêng ở Việt Nam còn có độ không chắc chắn cao. Bài báo phân tích những nguyên nhân dẫn đến độ không chắc chắn nói chung và tính toán

Liên hệ tác giả: Nguyễn Thị Liễu
Email: lieuminh2011@gmail.com

thí điểm độ không chắc chắn cho kết quả phát thải KNK từ hoạt động sản xuất xi măng để làm rõ những yếu tố ảnh hưởng đến độ không chắc chắn và đưa ra những khuyến nghị cải thiện trong tương lai.

2. Những lý thuyết về tính không chắc chắn trong kiểm kê phát thải KNK

2.1. Sự cần thiết phải tính toán độ không chắc chắn trong kiểm kê phát thải KNK

Ước tính độ không chắc chắn giúp cho các lĩnh vực có thể xác định các yếu tố cần thiết để cải thiện trong quá trình kiểm kê phát thải KNK. Quá trình phân tích độ không chắc chắn cần đạt được các tiêu chí sau:

- Độ tin cậy (credibility)

Phân tích độ không chắc chắn giúp hiểu rõ về độ tin cậy của kết quả phát thải KNK tính toán được.

- Tính thực tiễn (Utility)

Phân tích độ không chắc chắn sẽ đưa ra được những khuyến nghị cải thiện để nâng cao chất lượng các kỳ kiểm kê trong tương lai.

- Phù hợp với yêu cầu (Requirement)

Phân tích độ không chắc chắn là một trong những yêu cầu của hoạt động kiểm kê khí nhà kính quốc gia.

- Có tính khoa học (Scientific)

Việc phân tích độ không chắc chắn phải dựa trên cơ sở khoa học và phương pháp luận phù hợp.

2.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến độ không chắc chắn trong kiểm kê KNK quốc gia

Trong kiểm kê phát thải KNK, tính không chắc chắn được xem xét đến các nguyên nhân chính như sau:

- Không có số liệu: Đây là trường hợp số liệu hoạt động cho kiểm kê KNK không được đo đạc, giám sát trực tiếp bởi các cơ sở phát thải KNK hoặc được báo cáo chính thức bởi các cơ quan quản lý, dẫn đến việc phải sử dụng các nguồn số liệu thay thế hoặc các báo cáo của các cơ quan nghiên cứu và tổ chức quốc tế. Thông thường, nguyên nhân này có thể dẫn đến những sai khác và không đồng nhất về kết quả phát thải KNK do các nguồn số liệu khác nhau thường không đồng nhất với nhau.

- Phương pháp tính toán: Các phương pháp

tính toán phát thải KNK đơn giản thông thường sẽ sử dụng các hệ số mặc định (ví dụ: Hệ số phát thải). Tuy nhiên, việc sử dụng các hệ số mặc định sẽ làm tăng độ không chắc chắn. Ngược lại, các phương pháp tính toán chi tiết với các hệ số đặc trưng của quốc gia và công nghệ sẽ làm giảm độ không chắc chắn.

- Số liệu không đầy đủ: Trong một số trường hợp, các cơ sở phát thải KNK có cung đo đạc và cấp số liệu cho đơn vị kiểm kê phát thải, tuy nhiên các số liệu chưa đầy đủ để phục vụ kiểm kê KNK (có thể không đủ về chuỗi số liệu hoặc không đủ về số lượng các tham số và thông số của công nghệ). Trong các tình huống này, cách tiếp cận phổ biến là sử dụng dữ liệu đại diện cho các lĩnh vực giống nhau hoặc tương tự nhau hoặc sử dụng phép nội suy hoặc ngoại suy làm cơ sở để ước tính.

- Thiếu dữ liệu mang tính đại diện: Nguyên nhân của độ không chắc chắn cũng liên quan đến sự thiếu tương quan hoàn toàn giữa các điều kiện liên quan đến dữ liệu sẵn có và các điều kiện liên quan đến việc phát thải hoặc hoạt động hoặc phát thải thực tế. Ví dụ, dữ liệu phát thải có thể được áp dụng cho các tình huống trong đó nhà máy đang vận hành ở chế độ đầy tải nhưng không phải cho các tình huống liên quan đến việc khởi động hoặc thay đổi tải. Trong trường hợp này, dữ liệu chỉ có một phần liên quan đến ước tính phát thải mong muốn. Thiếu tính đại diện thường dẫn đến thiếu khách quan.

- Sai số lấy mẫu ngẫu nhiên trong hệ thống: Nguyên nhân của độ không chắc chắn này liên quan đến dữ liệu là một mẫu ngẫu nhiên có quy mô hữu hạn và thường phụ thuộc vào sự khác biệt của nhóm lấy mẫu và kích thước của mẫu đó (số lượng các điểm dữ liệu). Nó thường có thể được giảm bằng cách tăng số lượng các mẫu độc lập được thực hiện. Do đó, thực nghiệm tốt để phân biệt đúng giữa biến đổi và không chắc chắn. Kích cỡ mẫu lớn hơn sẽ không làm giảm sự biến đổi vốn có, nhưng sẽ dẫn đến các khoảng tin cậy hẹp hơn là cơ sở để ước tính thành phần cấu tạo của độ không chắc chắn.

- Sai số đo lường: Lỗi đo lường, có thể ngẫu nhiên hoặc có hệ thống, là kết quả của sai sót trong đo đạc, ghi và chuyển thông tin; sai số của dụng cụ đo lường; các giá trị không chính

xác của các tiêu chuẩn đo lường và các tài liệu tham khảo; các giá trị không chính xác của hằng số và các thông số khác thu được từ các nguồn bên ngoài và được sử dụng trong thuật toán giảm dữ liệu (ví dụ, giá trị mặc định từ Hướng dẫn IPCC); xấp xỉ và các giả định kết hợp trong phương pháp đo lường và quy trình ước lượng; và/hoặc các thay đổi trong các quan sát lặp đi lặp lại về việc phát thải hoặc biến số liên quan theo các điều kiện tương đương.

- Báo cáo sai hoặc phân loại sai: Độ không chắc chắn ở đây có thể là do định nghĩa không đầy đủ, không rõ ràng về nguồn phát thải/hấp thụ. Nguyên nhân của độ không chắc chắn thường dẫn đến thiếu khách quan.

- Dữ liệu bị lỗi: Độ không chắc chắn có thể xảy ra khi các phép đo đã được thử nhưng không có giá trị nào hợp lệ. Một ví dụ là các phép đo dưới giới hạn phát hiện. Nguyên nhân của độ không chắc chắn này có thể dẫn đến sự thiếu khách quan và sai số ngẫu nhiên. Khi các giá trị đo dưới giới hạn phát hiện, có thể ước tính một giới hạn trên về độ không chắc chắn. Có các kỹ thuật thống kê khắt khe để xử lý các dữ liệu không phát hiện cũng như các loại dữ liệu còn thiếu khác như dữ liệu bị mất một cách ngẫu nhiên. Những kỹ thuật này có thể liên quan đến ước tính hoặc sự gán kết trong các phần không có dữ liệu.

2.3. Những biểu hiện và nguyên tắc giảm thiểu độ không chắc trong kiểm kê KNK

2.3.1. Độ không chắc chắn liên quan đến số liệu hoạt động

Số liệu hoạt động cho kiểm kê KNK thường gắn liền với hoạt động kinh tế - xã hội hơn là các hệ số phát thải. Số liệu hoạt động thường được các cơ quan thống kê quốc gia thu thập và công bố thường xuyên. Quá trình thu thập số liệu hoạt động kinh tế - xã hội này có thể đã được đánh giá về độ không chắc chắn. Vì số liệu hoạt động kinh tế - xã hội thường không được thu thập nhằm phục vụ các mục đích xây dựng và đánh giá các kế hoạch, chiến lược và chính sách chứ không phải cho mục đích ước tính phát thải KNK. Do đó, tính khả thi của số liệu hoạt động nên được đánh giá trước khi sử dụng chúng.

Các cơ quan thực hiện kiểm kê KNK cũng có

thể thực hiện các nghiên cứu chuyên ngành để thu thập số liệu hoạt động phù hợp với thực tiễn trong việc ưu tiên các nỗ lực cắt giảm các nguồn phát thải chính (ví dụ các lĩnh vực có ảnh hưởng đáng kể đến tổng lượng kiểm kê KNK quốc gia về mức tuyệt đối phát thải và xu hướng phát thải).

Độ không chắc chắn của số liệu hoạt động là do:

- Thiếu số liệu;
- + Sử dụng giá trị đại diện, ngoại suy;
- + Số liệu bị lỗi.
- Số liệu không thực sự đại diện;
- Sai số do đo lường;
- Báo cáo sai.

Xem xét những điều này trong giai đoạn thu thập số liệu sẽ giảm thiểu độ không chắc chắn.

Thu thập thông tin để định lượng độ không chắc chắn trong số liệu hoạt động:

- + Số liệu về độ không chắc chắn sẽ được thu thập như một phần của việc thu thập số liệu;
- + Yêu cầu ước tính độ không chắc chắn của số liệu nguồn như là một phần của các yêu cầu thông thường cho tất cả các bên cung cấp số liệu;
- + Thông tin này sẽ không nhất thiết phải được công bố, vì vậy khuyến nghị nên liên hệ trực tiếp với bên cung cấp số liệu (ví dụ: Cơ quan thống kê).

+ Các bên cung cấp số liệu có nhận thức tốt hơn về số liệu của họ.

2.3.2. Độ không chắc chắn liên quan đến hệ số phát thải

Trong một số trường hợp, các phép đo phát thải định kỳ có thể có tại một địa điểm. Nếu các phép đo này có thể được liên kết với số liệu hoạt động đại diện thì có thể xác định một hệ số phát thải cụ thể tại địa điểm cùng với hàm phân phối xác suất tương ứng để biểu thị lượng phát thải hàng năm.

Khi không có số liệu cụ thể về địa điểm, thường ước tính phát thải sử dụng các hệ số phát thải từ tài liệu tham khảo phù hợp với Hướng dẫn của IPCC và Hướng dẫn thực hành tốt cụ thể cho từng lĩnh vực (hệ số phát thải mặc định). Những hệ số này được đo lường trong các trường hợp điển hình. Sẽ có độ không chắc chắn liên quan đến các đo đạc ban đầu, cũng như với

việc sử dụng các hệ số trong hoàn cảnh khác với điều kiện đo đạc ban đầu. Hướng dẫn cụ thể cho tính toán các nguồn phát thải chính cũng cho thấy độ không chắc chắn có liên quan đến việc sử dụng các hệ số này.

Khi sử dụng các hệ số phát thải mặc định, độ không chắc chắn liên quan cần được ước tính từ:

- Các cụ thể của quốc gia: Đối với các hệ số phát thải dựa trên phép đo, số liệu từ quá trình đo lường ban đầu có thể cho phép đánh giá độ không chắc chắn và có thể được biểu thị bởi một hàm phân phối xác suất.

- Hướng dẫn thực hành tốt: Đối với hầu hết các hệ số phát thải, hướng dẫn thực hành tốt cụ thể nguồn cung cấp các ước tính về độ không chắc chắn mặc định nên được sử dụng khi không có các thông tin khác. Tuy nhiên, cơ quan kiểm kê nên đánh giá tính đại diện của các hệ số mặc định. Nếu hệ số mặc định được đánh giá là không có tính đại diện và phân loại nguồn phát thải là quan trọng đối với kiểm kê, nên xây dựng các giá định dựa trên đánh giá của chuyên gia.

Một hệ số phát thải được áp dụng cho kết quả phát thải KNK cao hơn hoặc thấp hơn mức phát thải trong năm cơ sở sẽ có xu hướng có cùng sai số trong những năm tiếp theo. Do đó, độ không chắc chắn do các hệ số phát thải gây ra sẽ có xu hướng tương quan theo thời gian.

Trong Hướng dẫn kiểm kê phát thải KNK quốc gia phiên bản 2006 (2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories) thông tin về độ không chắc chắn có thể được tìm thấy trong mỗi chương, tại mục "đánh giá độ không chắc chắn" và trong hầu hết các bảng của hệ số phát thải (EF).

- Phạm vi giá trị;
- Tỷ lệ phần trăm độ không chắc chắn;
- Yếu tố của độ không chắc chắn.

2.3.3. Giảm thiểu độ không chắc chắn

Đánh giá độ không chắc chắn có thể được sử dụng để kiến nghị các cải thiện trong tương lai đối với các nguồn phát thải chính (Key Category Analysis). Thông thường, các nguồn phát thải lớn trong lĩnh vực các quá trình công nghiệp như sản xuất sắt thép hay sản xuất xi măng nếu có độ không chắc chắn cao do thiếu số liệu hoặc do sử dụng hệ số phát thải mặc

định, thì việc đảm bảo chất lượng đo đạc số liệu và xây dựng hệ số phát thải KNK đặc trưng quốc gia cho các hoạt động sản xuất này có thể sẽ là những hoạt động ưu tiên nhằm cải thiện chất lượng kiểm kê KNK trong tương lai.

Có 7 cách để giảm thiểu độ không chắc chắn:

- 1) Cải thiện khái niệm và phân loại nguồn phát thải;
- 2) Cải thiện các phương pháp tính toán;
- 3) Nâng cao tính đại diện của số liệu;
- 4) Sử dụng các phương pháp đo đạc chính xác hơn;
- 5) Thu thập nhiều số liệu đo đạc hơn;
- 6) Loại bỏ nguy cơ sai lệch về số liệu đã biết;
- 7) Nâng cao trình độ kiến thức.

3. Phương pháp và số liệu sử dụng

3.1. Phương pháp luận

3.1.1. Phương pháp kiểm kê phát thải KNK từ quá trình sản xuất xi măng

Tính toán phát thải CO₂ của ngành sản xuất xi măng dựa trên phương pháp Bậc 1 tức là tính toán sản lượng clinker thông qua số liệu về sản lượng xi măng. Sử dụng phương trình 2.1 IPCC 2006 để tính toán phát thải CO₂ như sau:

$$CO_2 \text{ Phát thải} = \left[\sum_i (M_{ci} \cdot C_{cli}) - Im + Ex \right] \cdot EF_{cle} \quad (1)$$

Trong đó:

CO₂ phát thải = Phát thải CO₂ từ sản xuất xi măng, tấn;

M_{ci} = Sản lượng xi măng, tấn;

C_{cli} = Hàm lượng Clinker trong xi măng;

Im = Lượng clinker nhập khẩu, tấn;

Ex = Lượng clinker xuất khẩu, tấn;

EF_{cle} = Hệ số phát thải của clinker trong xi măng, tấn CO₂/tấn clinker.

3.1.2. Phương pháp đánh giá độ chưa chắc chắn

Đánh giá độ chưa chắc chắn, sử dụng phương pháp Bậc 1 được hướng dẫn ở mục 6.3 của chương 6 của thực hành tốt của IPCC để đánh giá độ không chắc chắn về phát thải của lĩnh vực các quá trình công nghiệp năm 2014.

Độ không chắc chắn của tổng các hoạt động của lĩnh vực được xác định bằng việc sử dụng công thức 6.3 ở trang 6.12 của chương 6 của thực hành tốt của IPCC, trong đó U_i là độ không chắc chắn của từng hoạt động của lĩnh vực.

Độ không chắc chắn của từng hoạt động (U_i) được xác định theo công thức 6.4 ở trang 6.12 của chương 6 của thực hành tốt của IPCC dựa vào độ bất định của các yếu tố thành phần tạo nên là độ bất định (%) của số liệu hoạt động và độ bất định (%) của hệ số phát thải.

Công thức tính độ chưa chắc chắn thành phần:

$$U_{total} = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + \dots + U_n^2} \quad (2)$$

Trong đó: U_{total} = phần trăm độ chưa chắc chắn trong kết quả phát thải của nguồn chính (một nửa khoảng tin cậy 95% chia cho tổng và thể hiện dưới dạng phần trăm); U_i = tỷ lệ phần trăm độ chưa chắc chắn liên quan đến mỗi nguồn phát thải thành phần, $i=1,2,\dots,n$.

Công thức tính độ chưa chắc chắn tổng

Bảng 1. Số liệu về sản lượng xi măng giai đoạn 2010-2014

Năm	Sản lượng xi măng	Lượng Clinker nhập khẩu	Lượng Clinker xuất khẩu	Nguồn
	Tấn	Tấn	Tấn	
2010	55.801.000	1.000.000	600.000	GSO Viet Nam & ximang.vn
2011	58.271.000	1.150.000	3.300.000	GSO Viet Nam & ximang.vn
2012	56.353.000	800.000	6.500.000	GSO Viet Nam & ximang.vn
2013	57.516.000	0	11.060.000	GSO Viet Nam & ximang.vn
2014	56.871.503	0	15.182.000	Viet Nam cement report 2014

3.2.2. Hệ số phát thải

Các hệ số được sử dụng trong tính toán phát thải KNK hoạt động sản xuất xi măng được lấy theo hệ số

5.11:

$$U_E = \frac{\sqrt{(U_1 * E_1)^2 + (U_2 * E_2)^2 + \dots + (U_n * E_n)^2}}{|E_1 + E_2 + \dots + E_n|} \quad (3)$$

Trong đó: U_E = Độ chưa chắc chắn của tổng kết quả phát thải KNK; U_i = Tỷ lệ độ chưa chắc chắn liên quan đến nguồn/bể i ; E_i = Ước tính phát thải/hấp thụ cho nguồn/bể i .

3.2. Số liệu sử dụng

3.2.1. Số liệu hoạt động

Số liệu để tính toán phát thải trong hoạt động sản xuất xi măng được lấy từ Niên giám thống kê - Tổng cục Thống kê 2010-2013; Báo cáo ngành xi măng Việt Nam 2014 (Bảng 1).

mặc định theo hướng dẫn của IPCC. Đối với xi măng: Hàm lượng clinker trong xi măng được lấy theo Báo cáo 1.3.1- 1.3.4 - dự án Nordic % (Bảng 2)

Bảng 2. Số liệu và nguồn số liệu về hệ số phát thải

Ngành sản xuất	Hệ số	Nguồn
Xi măng	Ccli = 0,83 EFcl = 0,52	- Báo cáo nhiệm vụ 1.3.1- 1.3.4, dự án Nordic - Phương trình 2.4 Tập 3: Quy trình công nghiệp và sử dụng sản phẩm, IPCC 2006

4. Kết quả

Theo như phương pháp tính toán, lượng phát thải KNK từ ngành xi măng là 32.440 nghìn tấn CO₂ tăng.

Độ không chắc chắn của hệ số phát thải và số liệu hoạt động đối với từng hoạt động trong lĩnh vực được lấy theo hướng dẫn của IPCC, về cơ bản các giá trị của độ không chắc chắn cho từng hoạt động được lấy từ các giá trị mặc định của IPCC hướng dẫn và có đánh giá chuyên gia để lấy giá trị cho phù hợp với tình hình của quốc gia và điều kiện hiện nay của số liệu thu thập được.

Độ chưa chắc chắn của kết quả phát thải KNK từ hoạt động sản xuất xi măng năm 2014 sẽ được ước tính từ độ chưa chắc chắn của số liệu hoạt động và độ chưa chắc chắn của hệ số phát thải trong lĩnh vực.

Cụ thể giá trị của độ không chắc chắn của số liệu hoạt động và hệ số phát thải được lấy từ tài liệu hướng dẫn của IPCC: Hướng dẫn kiểm kê KNK quốc gia phiên bản năm 2006, Hướng dẫn thực hành tốt về kiểm kê KNK quốc gia phiên bản năm 2000 GPG và Hướng dẫn kiểm kê KNK quốc gia phiên bản năm 1996 sửa đổi, các giá trị này được ghi rõ ở Bảng 4 dưới đây:

Bảng 4. Nguồn giá trị của độ không chắc chắn trong ngành sản xuất xi măng

1. Nguồn giá trị của độ không chắc chắn của số liệu hoạt động
Hướng dẫn thực hành tốt lĩnh vực các quá trình công nghiệp (GPG2000 IP) trang 3.15 Bảng 3.2 (ước tính chuyên gia)
Hướng dẫn thực hành tốt (GPG2000) trang 3.23 mục 3.1.2.1 “Đánh giá độ không chắc chắn”
2006GL phần 3, trang 3.17, mục 3.2.3.2.
GPG2000 trang 3.29 mục 3.1.3.1 “Đánh giá độ không chắc chắn”
IPCC sửa đổi 1996 (IPCC revised 1996), trang 3.88, trang 3.99, trang 3.112 (ước tính chuyên gia)
Hướng dẫn của IPCC 2006 (2006 IPCC guideline) trang 2.31 mục 2.4.2.2
2. Nguồn giá trị độ không chắc chắn của hệ số phát thải
Hướng dẫn thực hành tốt lĩnh vực các quá trình công nghiệp (GPG2000 IP) trang 3.15 Bảng 3.2
Hướng dẫn thực hành tốt 2000 (GPG2000) trang 3.23 mục 3.1.2.1 “Đánh giá độ không chắc chắn”
Hướng dẫn thực hành tốt 2000 (GPG200) trang 3.29 mục 3.1.3.1 “Đánh giá độ không chắc chắn”
Hướng dẫn của IPCC 2006 (2006 IPCC guideline) trang 2.31 mục 2.4.2.1

Từ kết quả về giá trị độ chưa chắc chắn của số liệu hoạt động và hệ số phát thải, độ chưa chắc chắn của kết quả phát thải KNK từ hoạt động sản xuất xi măng rắn được ước tính vào khoảng 26% (Bảng 5)

Đối với hoạt động kiểm kê KNK quốc gia cho lĩnh vực sản xuất xi măng, giá trị độ chưa chắc chắn vào khoảng 26% tuy không phải là thấp nhưng có thể chấp nhận được. Có thể nhận thấy, độ chưa chắc chắn của kết quả phát thải

KNK từ hoạt động lĩnh vực sản xuất xi măng chủ yếu phụ thuộc việc sử dụng các hệ số phát thải mặc định. Đây là điều không thể tránh khỏi do chưa có nhiều nghiên cứu sâu về lĩnh vực phát thải KNK quá trình sản xuất xi măng. Do đó, trong tương lai để có thể cải thiện hơn độ tin cậy của các kết quả tính toán phát thải KNK từ quá trình sản xuất xi măng, cần có các nghiên cứu về hệ số phát thải KNK đặc trưng quốc gia trong lĩnh vực này.

Bảng 5. Lượng phát thải và độ chưa chắc chắn trong kiểm kê KNK

Nguồn phát thải	Loại khí	Phát thải (nghìn tấn)	Độ chưa chắc chắn của phát thải	Độ không chắc chắn của số liệu hoạt động	Độ chưa chắc chắn của hệ số phát thải	Độ chưa chắc chắn chung
Hoạt động sản xuất xi măng	CH ₄	32,4	36%	35%	6%	25%

5. Kết luận

Nghiên cứu này đã tính toán được mức phát thải KNK từ hoạt động sản xuất xi măng ở Việt Nam và đánh giá được độ chưa chắc chắn của các kết quả này. Theo đó, năm 2014 lượng phát thải KNK từ lĩnh vực này là khoảng 33,9 nghìn tấn CO₂tđ. Xu thế phát thải trong những năm gần đây đang tăng nhanh hơn so với giai đoạn trước. Độ chưa chắc chắn của kết quả tính toán là khoảng 26%, chủ yếu là do việc sử dụng các

hệ số phát thải mặc định.

Nghiên cứu cũng đã chỉ ra rằng, để có thể cải thiện hơn kết quả tính toán phát thải KNK từ hoạt động sản xuất xi măng thì cần cập nhật và bổ sung thường xuyên chuỗi số liệu về tình hình sản xuất xi măng của Việt Nam và các tính toán về lượng phát thải của lĩnh vực này. Bên cạnh đó, để cải thiện độ chưa chắc chắn của kết quả thì phải có những nghiên cứu về hệ số phát thải KNK đặc trưng quốc gia hoạt động sản xuất xi măng.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được thực hiện trong khuôn khổ của nhiệm vụ “Rà soát và cập nhật Đóng góp do quốc gia tự quyết định (NDC) của Việt Nam” do Bộ Tài nguyên và Môi trường chủ trì, với

sự hỗ trợ của GIZ và UNDP. Các tác giả xin trân trọng cảm ơn Cục Biến đổi khí hậu về những hỗ trợ về số liệu và các ý kiến đóng góp.

Tài liệu tham khảo

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường, Báo cáo cập nhật hai năm một lần lần thứ hai của Việt Nam cho (BUR2).
2. IPCC (2000), *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*.
3. IPCC (2003), *Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*.
4. IPCC (2006), *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*.
5. Nordic Development Fund, 2010. Nordic Climate Facility.
6. <http://www.gso.gov.vn/default.aspx?tabid=391&idmid=3&ItemID=13225>.

VALUATION METHOD OF UNCERTAINTY IN GREENHOUSE GAS EMISSIONS INVENTORY AND APPLY FOR VIET NAM'S CEMENT SECTOR

Huynh Thi Lan Huong, Nguyen Thi Lieu, Vuong Xuan Hoa, Pham Thu Giang
Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change

Received: 8/11/2019; Accepted: 5/12/2019

Abstract: Assessing the uncertainty in greenhouse gas (GHG) emissions inventory is considered as one of the important and necessary contents to assess the reliability of the results and make adjustments GHG inventories in the future. Article introduces the factors of uncertainty, such as the reliability of data sources, errors in calculation, measurement and the use of calculation models,... Analysis of the main manifestations of uncertainty in using activity data and emissions factors; and introduction of methods to assess uncertainty in GHG emissions inventories. The paper applies IPCC 2006 to calculate GHG emissions for the cement industry, 2000 GPG to assess the uncertainty of GHG emission calculation results. In 2014, GHG emissions from this sector were more than 32 million tons of CO₂eq. The uncertainty of the calculated result is about 26%, mainly due to the use of IPCC's default emission factors.

Keywords: GHG emissions, uncertainty, inventory.

TÍNH TOÁN SỨC CHỊU TẢI MÔI TRƯỜNG DU LỊCH CỦA VƯỜN QUỐC GIA CÚC PHƯƠNG

Trương Sỹ Vinh

Viện Nghiên cứu Phát triển Du lịch

Ngày nhận bài 5/12/2019; ngày chuyển phản biện 6/12/2019; ngày chấp nhận đăng 20/12/2019

Tóm tắt: Vườn quốc gia Cúc Phương là vườn quốc gia (VQG) đầu tiên của Việt Nam. Nhờ những lợi thế về cảnh quan thiên nhiên, sự đa dạng về hệ sinh thái, các giá trị văn hóa và lịch sử, VQG đã trở thành điểm du lịch sinh thái hấp dẫn của nhiều du khách trong và ngoài nước,... Hiện nay, tổng lượng khách du lịch đến VQG trung bình khoảng 85.000 lượt/năm (giai đoạn 2011-2018), trong đó khách du lịch quốc tế chiếm khoảng 15%. Việc gia tăng các hoạt động du lịch tại đây đã gây ra nhiều hệ lụy nhất định, đặc biệt sức ép đến môi trường sinh thái. Đã có nhiều nghiên cứu về tác động của hoạt động du lịch đến môi trường của VQG, tuy nhiên chưa có nghiên cứu nào đánh giá về khả năng chịu tải của môi trường ở VQG dưới tác động của hoạt động du lịch. Mục tiêu của bài báo là xác định mức độ chịu tải của các yếu tố thành phần môi trường trong phát triển du lịch ở VQG làm cơ sở đề xuất các giải pháp phát triển du lịch bền vững. Bài báo sử dụng phương pháp nghiên cứu định lượng với các công thức đã được áp dụng trong nhiều nghiên cứu có liên quan. Những kết quả tính toán cho thấy, vào những ngày bình thường, sức chịu tải môi trường của VQG Cúc Phương nhìn chung không vượt quá khả năng cho phép, tuy nhiên, vào những ngày cao điểm, lượng du khách đến VQG đã vượt ngưỡng chịu tải của hệ sinh thái, về khả năng cung cấp nước sạch và hệ thống giao thông.

Từ khóa: Cúc Phương, sức chịu tải môi trường du lịch, du lịch bền vững.

1. Mở đầu

Luật Bảo vệ môi trường năm 2014 quy định: “Sức chịu tải của môi trường là giới hạn chịu đựng của môi trường đối với các nhân tố tác động để môi trường có thể tự phục hồi”. Theo đó, khái niệm về sức chịu tải môi trường và khả năng tự phục hồi của môi trường được xác định dựa trên việc nghiên cứu các chất ô nhiễm được đưa vào môi trường tự nhiên sẽ biến đổi theo thời gian và bị loại bỏ mà không có bất kỳ sự can thiệp nào của con người được gọi là quá trình tự làm sạch hay tự phục hồi.

Sức chịu tải môi trường du lịch là một khái niệm có nội hàm rộng và được hiểu theo nhiều cách khác nhau. Đã có nhiều khái niệm được đưa ra, nhưng nhìn chung đều thống nhất cho rằng sức chịu tải môi trường du lịch là khả năng đáp ứng lượng khách tối đa trong không gian

khu điểm du lịch mà không gây tổn hại tới môi trường tự nhiên, kinh tế, văn hóa xã hội và ảnh hưởng tới chất lượng trải nghiệm của khách du lịch [5-7]. Tùy theo tính chất của khu, điểm du lịch, sức chịu tải môi trường du lịch có thể bao gồm sức chịu tải của các yếu tố thành phần như sức chịu tải hệ sinh thái, sức chịu tải của hạ tầng kinh tế - xã hội (hệ thống cấp nước, giao thông, thu gom và xử lý chất thải,...),... trong không gian phát triển du lịch. Mức độ quan trọng của các yếu tố thành phần này và mối liên hệ giữa chúng đối với sức chịu tải môi trường của điểm đến du lịch không như nhau, phụ thuộc vào điều kiện, hoàn cảnh không gian và thời gian cụ thể [7].

Việc tính toán sức chịu tải môi trường của điểm đến du lịch nhằm đánh giá mức chịu tải hiện tại của điểm đến và trên cơ sở kết quả đánh giá, khuyến cáo các nhà quản lý phải có các biện pháp để kiểm soát các tác động từ hoạt động du lịch nằm trong ngưỡng chịu tải của các thành phần môi trường tự nhiên cũng như phù hợp

Liên hệ tác giả: Trương Sỹ Vinh

Email: vinhts.itdr@vietnamtourism.gov.vn

với khả năng đáp ứng của các điều kiện về kinh tế - xã hội tại mỗi khu, điểm du lịch. Chính vì vậy, sức chịu tải môi trường của điểm đến du lịch có thể được coi là một trong các chỉ số quan trọng phản ánh mức độ phát triển bền vững của điểm đến [1, 2, 5].

VQG Cúc Phương là một trong những điểm du lịch sinh thái nổi tiếng ở Việt Nam. Sự phát triển của hoạt động du lịch ở đây đã góp phần hỗ trợ cho công tác bảo tồn, nâng cao nhận thức về môi trường cho du khách. Tuy nhiên, sự phát triển của du lịch ở đây cũng đã có những tác động nhất định đến cảnh quan, tài nguyên du lịch sinh thái do nhiều nguyên nhân, đặc biệt là do sự quá tải về lượng du khách trong thời gian cao điểm. Đã có nhiều nghiên cứu về tác động của hoạt động du lịch đến môi trường của VQG Cúc Phương, tuy nhiên, chưa có nghiên cứu nào đánh giá về khả năng chịu tải của môi trường ở VQG dưới tác động của hoạt động du lịch.

Nghiên cứu này tập trung đánh giá sức chịu tải môi trường du lịch hiện tại của VQG Cúc Phương làm căn cứ giúp các nhà quản lý đề ra các giải pháp phát triển du lịch bền vững tại điểm du lịch này.

2. Số liệu và phương pháp nghiên cứu

Trong nghiên cứu này các số liệu thống kê về khách du lịch, số phòng lưu trú, hệ thống thu gom và xử lý chất thải, hệ thống cung cấp nước, hệ thống giao thông,... được thu thập từ các báo cáo thống kê hàng năm của VQG Cúc Phương. Các số liệu liên quan khác được thu thập từ các đề án về bảo tồn và phát triển du lịch của VQG Cúc Phương.

Phương pháp nghiên cứu chính được sử dụng trong nghiên cứu là tính toán và phân loại các yếu tố thành phần của sức chịu tải môi trường du lịch của VQG Cúc Phương theo các công thức đã được mô tả trong các tài liệu [4, 5, 9]. Cụ thể:

- Sức chịu tải của hệ sinh thái

$$E1 = U/PCC \quad (1)$$

U - Số lượt khách du lịch/ngày.

PCC - Số lượng khách du lịch có thể tải được trong một ngày của không gian xác định. PCC được tính toán theo phương pháp của Cifuentes (đã được IUCN sử dụng trong [4]).

$$PCC = A \times D \times Rf \quad (2)$$

A - diện tích/chiều dài; D - mật độ khách hay là diện tích/chiều dài chiếm dụng của một khách; Rf - là yếu tố quay vòng (số lượng khách cho phép thăm trong ngày) và được tính theo công thức sau: $Rf = \text{chu kỳ mở cửa/thời gian trung bình của một chuyến thăm}$.

Các thông số A và Rf được xác định trên cơ sở các quy định và số liệu thống kê của VQG Cúc Phương [3]. Tham số mật độ khách D (khoảng cách tối thiểu giữa các nhóm tham quan, khoảng cách giữa mỗi khách trong nhóm) phụ thuộc vào đặc điểm của từng khu vực tham quan và được lấy theo số liệu thống kê của VQG Cúc Phương và kinh nghiệm tính toán đối với một số VQG nêu trong [8].

- Sức chịu tải của hạ tầng kinh tế - xã hội

+ Sức chịu tải của hệ thống cấp nước

$$E_2 = P_{yc}/P_{hc} \quad (3)$$

P_{hc} là tổng công suất nước cấp hiện có của điểm du lịch ($m^3/\text{ngày.đêm}$)

P_{yc} là tổng công suất nước cấp cần có của điểm du lịch, đảm bảo cho sinh hoạt của dân cư và khách du lịch ($m^3/\text{ngày.đêm}$)

+ Sức chịu tải của hệ thống xử lý chất thải

$$E_3 = M/N \quad (4)$$

M: Tổng lượng chất thải rắn/ngày hoặc tổng lượng chất thải lỏng/ngày

N: Lượng CTR đã được thu gom và vận chuyển đi xử lý/ngày hoặc tổng lượng chất thải lỏng đã được xử lý/ngày.

+ Sức chịu tải của hệ thống cơ sở vật chất kỹ thuật du lịch

$$E_4 = U/B \quad (5)$$

U - Số lượt khách du lịch/ngày

B - Số lượng giường ngủ hiện có của điểm du lịch

+ Sức chịu tải của hệ thống giao thông

Hệ thống giao thông bao gồm các tuyến giao thông và các bãi đỗ xe của khu, điểm du lịch. Sức chịu tải của hệ thống giao thông được tính theo công thức:

$$E_5 = U/X \quad (6)$$

U - Số lượng khách du lịch/ngày

X - Số lượng khách du lịch cao nhất mà các tuyến giao thông hoặc các bãi đỗ xe có thể đáp ứng. X được xác định bằng cách sử dụng công thức Boullón (1985):

$$X = n \times L/D \quad (7)$$

Trong đó, đối với các tuyến giao thông: L -

chiều dài tuyến đường; D - mật độ xe lưu thông hay là chiều dài chiếm dụng của một xe lưu thông ($D = K + Lx$, trong đó K là khoảng cách an toàn cho phép giữa hai xe và Lx là chiều dài của xe tham gia giao thông); n - số khách/xe

Đối với các bãi đỗ xe, L là diện tích của bãi đỗ, D là diện tích chiếm chỗ của mỗi xe và n là số bãi đỗ xe.

Các kết quả tính toán sức chịu tải nêu trên đều là các giá trị không thứ nguyên. Theo Cui Fengjun (1995) và LiuShi-dong (2009) [5, 9], kết quả tính toán thường được phân thành ba loại: Nhỏ hơn 1, bằng 1 và lớn hơn 1. Nếu kết quả nhỏ hơn 1, điều đó có nghĩa là sức chịu tải không vượt quá khả năng cho phép và có thể được coi là điều kiện tải nhẹ; nếu kết quả bằng 1, có nghĩa là sức chịu tải ở trạng thái phù hợp hay điều kiện tải phù hợp; nếu kết quả lớn hơn 1 có nghĩa là sức chịu tải hiện tại đã vượt quá khả năng cho phép, có thể coi là tình trạng quá tải.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Sức chịu tải của hệ sinh thái

VQG Cúc Phương có nhiều tuyến, điểm tham quan khác nhau. Tùy vào đặc thù của mỗi tuyến, điểm tham quan, các thông số tính toán A,D, Rf có thể khác nhau. Việc tính toán tham số PCC sẽ được thực hiện cho từng tuyến tham quan, theo

công thức (1), sau đó sẽ tính tổng PCC của toàn bộ các tuyến, trên cơ sở đó sẽ xác định sức chịu tải của toàn tuyến du lịch.

* Tuyến Động người xưa - cây Đấng cổ thụ

Chiều dài của tuyến khoảng 3.000m. Khách đi theo nhóm, mỗi nhóm 10 người, chiều dài tiêu chuẩn của mỗi nhóm trên tuyến là 110m. Thời gian mở cửa cho khách du lịch tham quan hàng ngày là 10h (từ 7h00-17h00); thời gian tham quan trung bình của 1 nhóm khách cho tuyến này là 6h (hệ số luân chuyển $Rf = 10/6 = 1,66$ lần/ngày).

Theo công thức (2) ta có:

$$PCC = \left(\frac{3.000}{110} + 1 \right) \times 10 \times 1,66 \text{ (khách/ngày)}$$

* Tuyến Trung tâm Bồng - cây Chò nghìn năm

Chiều dài của tuyến khoảng 3.500m. Khách đi theo nhóm, mỗi nhóm 10 người, chiều dài tiêu chuẩn của mỗi nhóm trên tuyến đường là 110m. Thời gian mở cửa cho khách du lịch tham quan hàng ngày là 10h (từ 7h00-17h00); thời gian tham quan trung bình của 1 nhóm khách là 5h (hệ số luân chuyển $Rf = 10/5 = 2$ lần/ngày).

Theo công thức (2) ta có:

$$PCC = \left(\frac{3.000}{110} + 1 \right) \times 10 \times 2 \text{ (khách/ngày)}$$

Tính toán tương tự cho các tuyến tham quan khác ta có kết quả tính toán PCC cho 7 tuyến tham quan chính của VQG Cúc Phương (Bảng 1).

Bảng 1. Kết quả tính toán PCC của các tuyến tham quan chính tại VQG Cúc Phương

TT	Tên tuyến tham quan	Chiều dài (m)	Rf (lần/ngày)	PCC (khách/ngày)
1	Vườn thực vật và các trung tâm cứu hộ động vật	3.000	2,00	565
2	Động Người xưa - cây Đấng cổ thụ	3.000	1,66	469
3	Trung tâm Bồng - cây Chò nghìn năm	3.500	2,00	656
4	Cây Đấng Đồng Cơn	2.000	2,50	480
5	Đỉnh Kim giao - động Trăng khuyết	5.000	1,00	465
6	Trung tâm Bồng - đỉnh Mây Bạc	3.500	2.00	656
7	Hai cây Đấng mới	3.500	1,66	545
Tổng		23.500		3.836

Theo thống kê lượng khách du lịch tại VQG Cúc Phương năm 2018 là 120.900 hay trung bình 1 ngày có 331 khách du lịch đến.

Theo công thức (1) ta có:

$$E_1 = 331/3836 = 0,086 \text{ (8,6\%)}$$

Tuy nhiên, vào ngày cao điểm, có tới 9.000 lượt khách du lịch/ngày đến VQG. Khi đó, $E_1 = 9.000/3.836 = 2,35 \text{ (235\%)}$.

Như vậy, vào những ngày bình thường VQG Cúc Phương vẫn đủ sức đón khách, tuy nhiên vào

ngày cao điểm lượng du khách đã vượt ngưỡng chịu tải về sinh thái của VQG Cúc Phương.

3.2. Sức chịu tải của hạ tầng kinh tế - xã hội

- Sức chịu tải của hệ thống cấp nước

Công suất hiện có của hệ thống cấp nước là 30m³/ngày.đêm. Số lượng khách du lịch lưu trú trung bình một ngày trong năm 2018 là 26.255/365=72. Số khách du lịch cao nhất trong ngày là 206 (lấp đầy toàn bộ cơ sở lưu trú). Số lượng cán bộ của vườn hoạt động thường xuyên trong ngày là 20. Nếu mỗi khách du lịch cần 320 lít/ngày.đêm thì đối với ngày thường:

$$E_2 = (92 \times 0,32) / 30 = 0,98 \text{ (98\%)}$$

Ngày cao điểm:

$$E_2 = (226 \times 0,32) / 30 = 2,41 \text{ (241\%)}$$

Như vậy, vào ngày thường, nước sạch đủ dùng cho khách du lịch lưu trú tại VQG Cúc Phương. Tuy nhiên, ngày cao điểm thì công suất nước hiện tại là không đủ.

- Sức chịu tải của hệ thống thu gom và xử lý chất thải

+ Hệ thống thu gom và xử lý nước thải

Theo số liệu thống kê, trung bình mỗi ngày hoạt động du lịch, bảo tồn và các hoạt động khác ở VQG sẽ thải ra 25,5m³/ngày. Vào ngày cao điểm, lượng nước thải có thể cao gấp 2 lần. Hiện nay, tại VQG Cúc Phương đã xây dựng 24 bể xử lý theo công nghệ Bastaf, thể tích mỗi bể là 2m³. Theo tiêu chuẩn thiết kế của bể loại này, lượng nước thải xử lý được vào khoảng 1/3 thể tích. Như vậy, hệ thống trên sẽ xử lý được khoảng (24 x 2)/3= 16m³ nước thải mỗi ngày, tương đương 5.840m³/năm.

Theo công thức (4) ta có sức chịu tải của hệ thống thu gom và xử lý nước thải là ngày thường: $E_{3n} = 25,5/16 = 1,59$ (159%) và ngày cao điểm là $E_{3n} = 51/16 = 3,18$ (318%)

Như vậy, nếu toàn bộ nước thải của khu du lịch đều qua 24 bể Bastaf thì các bể không đủ năng lực xử lý ở cả ngày thường và ngày cao điểm.

+ Hệ thống thu gom, xử lý chất thải rắn

Hiện nay, VQG Cúc Phương có khoảng 500 thùng nhựa đựng rác loại 200 lít và 100 lít; 03 điểm lưu chứa rác tạm thời với thể tích mỗi điểm chứa rác là 30m³. Nếu được vận chuyển đi xử lý trong ngày, mỗi điểm chứa rác sẽ chứa

được khoảng 11,25 tấn rác thải, vậy hệ thống thu gom rác thải tại VQG Cúc Phương sẽ đáp ứng được khoảng 33,75 tấn/ngày, tương đương với 12,320 tấn/năm. Ước tính lượng phát sinh CTR tại VQG Cúc Phương trung bình là khoảng 222kg/ngày.

Theo công thức (4) ta có sức chịu tải của hệ thống thu gom và xử lý chất thải rắn là: $E_{3r} = 222/33.750 = 0,0065$ (0,65%).

Đối với ngày cao điểm, theo thống kê, lượng rác thải có thể tăng cao gấp 20 lần. Khi đó: $E_{3r} = 222 \times 20 / 33.750 = 0,13$ (13%).

- Sức chịu tải của hệ thống cơ sở lưu trú

VQG Cúc Phương hiện có 372 giường phục vụ khách du lịch. Như vậy, theo công thức (5) ta có: $E_4 = 72/372 = 0,193$ (19,3%)

Theo số liệu thống kê của VQG Cúc Phương, tỷ lệ khách lưu trú ở VQG khoảng 22-28% trong tổng số khách đến. Như vậy, vào ngày cao điểm, lượng khách có nhu cầu lưu trú có thể đạt xấp xỉ 2.000 khách. Khi đó, $E_4 = 2.000/372 = 5,38$ (538%).

- Sức chịu tải của hệ thống giao thông

Sức chịu tải của hệ thống giao thông được tính cho tuyến giao thông chính nối từ trung tâm hành chính (cổng Vườn) đến trung tâm Bồng và hệ thống các bãi đỗ xe của VQG.

Tuyến giao thông nối từ trung tâm hành chính (cổng Vườn) đến trung tâm Bồng được xem là tuyến quyết định đến khả năng đáp ứng của hệ thống giao thông của VQG. Tuyến giao thông này dài khoảng 20.000m, một làn xe. Các tham số để tính toán sức chịu tải của tuyến giao thông này được xác định như sau: Chiều dài của xe tham gia giao thông tính quy đổi cho ô tô loại 45 chỗ ngồi là 12,2m; khoảng cách an toàn cho phép giữa hai xe là 24,4m. Theo đó, số lượng xe tối đa có thể di chuyển trên tuyến này là: 20.000/36,6 = 546 (xe).

VQG Cúc Phương hiện tại có 3 bãi đỗ xe (tại cổng vườn, khu Hồ Mạc và trung tâm Bồng) với tổng diện tích là 2.400m². Diện tích chiếm chỗ tiêu chuẩn cho xe 45 chỗ là 40m². Theo đó, số lượng xe tối đa có thể chứa được là: 2.400/40 = 60 (xe).

Giả thiết xe lên Cúc Phương và chờ để đón khách về trong ngày, khi đó tổng số xe chờ lớn nhất tương đương số xe có thể đỗ tại các bãi đỗ, có nghĩa là trong một ngày, số lượng xe tối đa có

thể đến Cúc Phương chỉ là 60 xe (mặc dù tuyến giao thông có thể cho phép tới 546 xe), tương đương 2.700 khách.

Theo công thức (6) ta có:

Đối với ngày thường: $E_5 = 331/2.700 = 0,123$ (12,3%).

Đối với ngày cao điểm: $E_5 = 9.000/2.700 = 3,33$ (333%).

Bảng 2: Tổng hợp kết quả tính toán các thành phần của sức chịu tải môi trường du lịch của VQG Cúc Phương

Các thành phần của sức chịu tải môi trường du lịch	Chỉ số ngày thường (%)	Chỉ số ngày cao điểm (%)
Sức chịu tải hệ sinh thái (E_1)	8,6	235
Sức chịu tải môi trường hạ tầng KTXH		
+ Hệ thống cấp nước (E^2)	98	241
+ Hệ thống thu gom và xử lý nước thải (E^{3n})	159	318
+ Hệ thống thu gom và xử lý chất thải rắn (E_{3r})	0,65	13
+ Hệ thống cơ sở lưu trú (E_4)	19,3	538
+ Hệ thống giao thông (E_5)	12,3	333

Trên cơ sở các tính toán nêu trên, ta có bảng tổng hợp các thành phần của sức chịu tải môi trường du lịch của VQG Cúc Phương (Bảng 2).

Từ bảng trên có thể thấy, nếu không xem xét đến khả năng đáp ứng của hệ thống thu gom và xử lý nước thải thì những ngày thường, lượng khách du lịch đến VQG còn ít và dưới mức chịu tải của khu du lịch. Tuy nhiên, vào những ngày cao điểm, VQG đã quá tải với mức độ cao ở hầu hết các chỉ số, đặc biệt đối với sức chịu tải hệ sinh thái vì đây là dạng tài nguyên du lịch chính của khu du lịch. Nếu kết quả tính toán đưa thêm vào các yếu tố ảnh hưởng đến sức chịu tải hệ sinh thái như các hệ số hạn chế về thời tiết, địa hình, về sự tác động tới động vật và thảm thực vật tự nhiên từ khách du lịch,... thì chỉ số quá tải ngày cao điểm còn cao hơn nhiều. Trong bảng trên cũng chỉ ra sự quá tải của hệ thống cơ sở lưu trú vào ngày cao điểm, tuy nhiên, đây không phải là chỉ số đáng quan ngại bởi thực tế không khuyến khích việc lưu trú quá nhiều trong VQG.

4. Kết luận

Những kết quả tính toán trên Bảng 2 cho thấy, vào những ngày bình thường, sức chịu tải

môi trường của VQG Cúc Phương nhìn chung không vượt quá khả năng cho phép, thậm chí ở mức tải rất nhẹ, ngoại trừ khả năng đáp ứng của hệ thống thu gom và xử lý nước thải. Điều này cho thấy lượng khách du lịch đến VQG Cúc Phương nhìn chung ít so với năng lực hiện có ở ngày bình thường. Tuy nhiên, vào những dịp cuối tuần, ngày lễ lượng du khách đã vượt ngưỡng chịu tải của hệ sinh thái, về khả năng cung cấp nước sạch, hệ thống giao thông của VQG Cúc Phương.

Để phát triển du lịch bền vững tại VQG Cúc Phương, cần có phương án hạn chế khách du lịch trong mùa cao điểm, tổ chức các tuyến tham quan hợp lý với giới hạn về thời gian và số lượng khách cũng như số lượt tham quan/ngày để đảm bảo không gây ảnh hưởng đến sự sinh trưởng và phát triển bình thường của các loài động, thực vật, đặc biệt đối với những ngày cao điểm. Bên cạnh đó, theo tính toán nêu trên, sức chịu tải môi trường sẽ được nâng cao nếu hạ tầng cấp nước, hạ tầng xử lý chất thải, hạ tầng giao thông và hệ thống cơ sở vật chất cũng như trang thiết bị phục vụ du lịch được đầu tư xây dựng, nâng cấp, mở rộng./.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

1. Huỳnh Tấn Hải (2015), *Đánh giá sức tải du lịch sinh thái tại khu bảo tồn biển vịnh Nha Trang*, Luận văn Thạc sỹ, Trường Đại học Nha Trang.
2. Nguyễn Văn Hoàng (2012), “Đánh giá sức tải trong hoạt động du lịch - sự cần thiết cho quy hoạch và quản lý phát triển du lịch biển”, *Tạp chí Khoa học ĐHSP Tp.HCM*, số 38, năm 2012.
3. Ban Quản lý Vườn quốc gia Cúc Phương (2016), *Đề án du lịch sinh thái Vườn quốc gia Cúc Phương đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2030*.

Tài liệu tiếng Anh

4. Ceballos-Lascurain, Hector (1996), *Tourism, Ecotourism, and Protected Areas: The State of Nature-Based Tourism Around the World and Guidelines for Its Development*, IUCN Protected Area Programme series, Island Press.
5. Cui Fengjun, Liu Jiaming (1998), “A study on the theory and application of tourism environmental bearing capacity”, *Progress in Geography*. Vol. 17, pp. 86-91.
6. Hens, Luc (1998), *Tourism and Environment*, Free University of Brussels, Belgium.
7. Li, Zhiqiang (2016), “A Research on Evaluation Method of Tourism Environmental Bearing Capacity in the Context of Ecological Environment Protection”, *International Journal of Earth Sciences and Engineering*. Vol. 9.
8. Sayan, Mustafa Selcuk and Atik, Meryem (2011), “Recreation Carrying Capacity Estimates for Protected Areas: A Study of Termessos National Park”, *Ekoloji*. Vol. 20(78), pp. 66-74.
9. SunRui-hong, LiuShi-dong (2009), “Research on Tourism Environmental Carrying Capacity of ChongMing Island”, *Proceedings of the 2009 International Conference on Environmental Science and Information Application Technology*. Vol. 3. July 2009.

CALCULATING TOURISM ENVIRONMENTAL CARRYING CAPACITY OF CUC PHUONG NATIONAL PARK

Truong Sy Vinh

Institute for Tourism Development Research

Received: 5/12/2019; Accepted: 20/12/2019

Abstract: *Cuc Phuong National Park is the first National Park of Viet Nam. Thanks to its advantages of natural landscapes, diverse ecosystems, cultural and historical values, the park has become an attractive ecotourism destination for many domestic and foreign tourists. The total number of tourist arrivals to the Park is about 85,000/year. The development of tourism activities at the Park has caused certain consequences, especially pressure on the ecological environment. There have been many studies on the impact of tourism activities on the Park's environment, however, environmental carrying capacity under the impact of tourism activities has not been addressed. The objective of this article is to determine carrying capacity of different environment elements in tourism development at the Park and to propose relevant recommendations for sustainable tourism development. The article uses quantitative research methods with those formulas having been applied in related studies. The results show that, on normal days, the environmental carrying capacity of the Park is acceptable. However, on peak days, the number of tourist visits exceeds the capacity of the eco-system, clean water provision and transport systems.*

Keywords: *Cuc Phuong, tourism environmental carrying capacity, sustainable tourism.*

ÁP DỤNG KHUNG PHÂN TÍCH SWOT ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG ĐẢM BẢO AN NINH MÔI TRƯỜNG VÙNG ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

Tạ Đình Thi⁽¹⁾, Tạ Văn Trung⁽²⁾, Phan Thị Kim Oanh⁽³⁾, Đỗ Nam Thắng⁽⁴⁾

⁽¹⁾Tổng cục Biển và Hải đảo Việt Nam, Bộ Tài nguyên và Môi trường

⁽²⁾Tổng cục Môi trường, Bộ Tài nguyên và Môi trường

⁽³⁾Viện Chiến lược chính sách Tài nguyên và Môi trường, Bộ Tài nguyên và Môi trường

⁽⁴⁾Crawford School of Public Policy, Australian National University

Ngày nhận bài 5/10/2019; ngày chuyển phản biện 6/10/2019; ngày chấp nhận đăng 5/12/2019

Tóm tắt: Hiện nay, không chỉ ở Việt Nam mà ngay cả trên thế giới, vấn đề đảm bảo an ninh môi trường đã và đang trở thành vấn đề toàn cầu. Thực tế cho thấy các thách thức an ninh môi trường không chỉ đe dọa an ninh con người, an ninh kinh tế, an ninh lương thực,... mà còn là một trong những nguy cơ lớn đe dọa an ninh quốc gia và sự tồn vong của nhân loại. Sự khan hiếm tài nguyên, ô nhiễm, suy thoái môi trường ngày càng gia tăng có thể gây suy yếu nền kinh tế, làm trầm trọng thêm vấn đề đói nghèo, làm bất ổn chính trị, thậm chí trở thành ngòi nổ cho các cuộc xung đột. Nhiều học giả trong nước và trên thế giới đều thống nhất quan điểm về mối quan hệ giữa an ninh quốc gia và an ninh môi trường có tính hữu cơ, chặt chẽ, bởi vì về thực chất, an ninh môi trường là một thành tố thuộc an ninh phi truyền thống, một bộ phận cấu thành an ninh quốc gia. Đảm bảo an ninh môi trường chính là một phần quan trọng nhằm đảm bảo an ninh quốc gia trong thời đại mới.

Là một trong những quốc gia chịu ảnh hưởng nặng nề nhất của biến đổi khí hậu và đồng bằng sông Cửu Long là một trong ba đồng bằng trên thế giới bị ảnh hưởng nặng nề nhất do tác động của nước biển dâng. Biến đổi khí hậu toàn cầu và hệ quả của phát triển kinh tế không bền vững kể cả nội sinh và ngoại sinh đã và đang gây ra những áp lực rất lớn đến vấn đề đảm bảo an ninh môi trường ở đồng bằng sông Cửu Long, một trong những vùng kinh tế quan trọng bậc nhất của Việt Nam.

Từ khóa: Biến đổi khí hậu, an ninh quốc gia, an ninh môi trường, đồng bằng sông Cửu Long.

1. Đặt vấn đề

Nói đến an ninh quốc gia (ANQG) là nói đến sự ổn định của chế độ xã hội, vấn đề độc lập, chủ quyền, thống nhất toàn vẹn lãnh thổ và các lợi ích cốt lõi của mỗi quốc gia. Trước đây, ở mỗi quốc gia khi nói đến ANQG hay bảo vệ ANQG chủ yếu là nói đến vấn đề quốc phòng và an ninh quân sự. Tuy nhiên sau một loạt các sự kiện mang tính chất lịch sử: Kết thúc thời kỳ chiến tranh lạnh (1947-1991), bức tường Berlin sụp đổ (1989), Liên Xô tan rã (1991) và đặc biệt là sau sự kiện khủng bố ngày 11/9 (2001) ở Mỹ, xu thế toàn cầu hóa, hợp tác và tránh đối đầu quân sự trở thành xu thế chung của cả thế giới,

chiến tranh quân sự giữa các quốc gia đã đi vào quá khứ thay vào đó là các vấn đề về xung đột sắc tộc, xung đột tôn giáo, tranh chấp tài nguyên giữa các quốc gia lại trở nên ngày càng sâu sắc hơn bao giờ hết.

Trong thời đại toàn cầu hóa, hội nhập quốc tế sâu rộng, bảo đảm ANQG không còn chỉ giới hạn trong việc ngăn chặn, ứng phó với các nguy cơ chiến tranh mà còn bao hàm nhiều vấn đề khác mang tính phi truyền thống, một trong số đó là vấn đề về an ninh môi trường (ANMT).

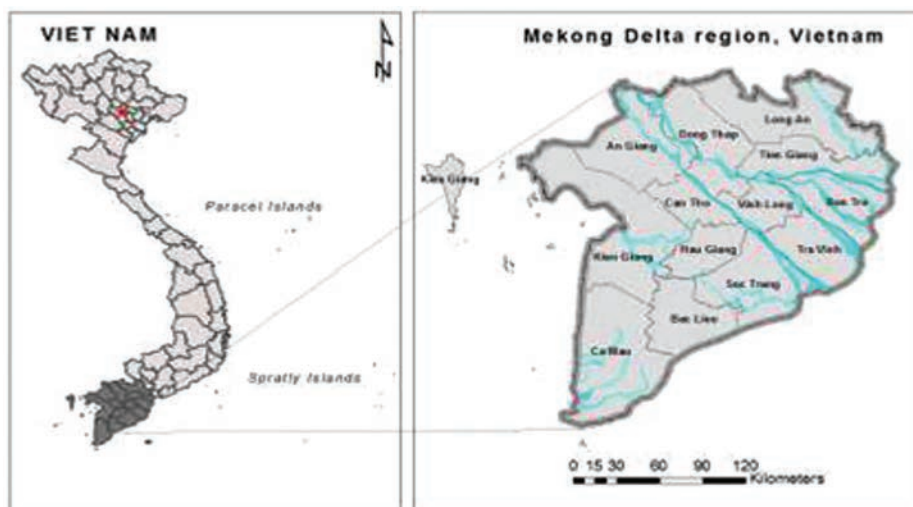
Ngay từ năm 1987, Đại hội đồng Liên Hợp Quốc đã đề cập tới vấn đề môi trường có thể gây ảnh hưởng tới ANQG trong một văn bản chính thức, theo đó “Quản lý nguồn tài nguyên không hợp lý, lãng phí đều gây ra những uy hiếp đối với an ninh. Sự biến đổi tiêu cực của

Liên hệ tác giả: Phan Thị Kim Oanh
Email: ptkoanh@isponre.gov.vn

môi trường đang tạo thành các uy hiếp đối với sự phát triển,... trở thành căn nguyên của các căng thẳng và tiêu cực xã hội ảnh hưởng đến cả nhân loại như đói nghèo, mù chữ, dịch bệnh,...” [26].

Thực tế thời gian vừa qua ở Việt Nam, các vấn đề môi trường như sự cố môi trường biển trong tháng 4/2016 tại ven biển 4 tỉnh miền Trung (Hà Tĩnh, Quảng Bình, Quảng Trị, Thừa

Thiên - Huế) làm hải sản chết bất thường do những vi phạm và sự cố trong quá trình thi công, vận hành thử nghiệm tổ hợp nhà máy của Công ty Formosa Hà Tĩnh hay đợt hạn hán xâm nhập mặn nghiêm trọng xảy ra ở 13 tỉnh đồng bằng sông Cửu Long năm 2016 đã gây ra những thiệt hại to lớn về kinh tế - xã hội, gây ảnh hưởng xấu đến đời sống của người dân, an ninh, an toàn và trật tự xã hội.



Hình 1. Vị trí đồng bằng sông Cửu Long trong bản đồ Việt Nam

Là vùng địa lý có vai trò rất quan trọng đối với nền kinh tế của Việt Nam, đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) gồm 13 tỉnh, thành phố trực thuộc Trung ương, có tổng diện tích 4,08 triệu ha, dân số tính đến thời điểm tháng 4/2019 là 17,27 triệu người, chiếm khoảng 12% diện tích tự nhiên và 17,9% dân số của Việt Nam [2, 19].

Với 3 mặt Đông, Tây, Nam giáp Biển Đông và biển Tây Nam, có đường bờ biển dài hơn 700km cùng với mật độ sông ngòi kênh rạch rất cao (khoảng 4km/km²) [6]. ĐBSCL là vùng có vị trí rất thuận lợi để phát triển kinh tế, đặc biệt là kinh tế nông nghiệp, thủy sản và nghề cá [4]. Theo số liệu thống kê tính đến năm 2018, ĐBSCL đứng đầu cả nước về sản lượng lương thực, cây trái và thủy sản. Diện tích chỉ chiếm xấp xỉ 12% diện tích cả nước, tuy nhiên ĐBSCL đóng góp tới 18% GDP Việt Nam, 56% sản lượng lúa cả nước; 90% tổng lượng gạo xuất khẩu và 40% sản lượng thủy sản của cả nước, nhiều mặt hàng, hàng hóa và nông sản của ĐBSCL được xuất khẩu và được ưa chuộng tại nhiều quốc gia trên thế giới. ĐBSCL

có vai trò rất quan trọng trong việc đảm bảo an ninh lương thực của quốc gia [19, 29].

Là vùng có nhiều lợi thế, tiềm năng để phát triển, tuy nhiên hiện nay ĐBSCL đang phải đối mặt với rất nhiều thách thức trong quá trình phát triển. Là một trong ba đồng bằng trên thế giới bị ảnh hưởng nặng nề nhất do biến đổi khí hậu (BĐKH) [28], hiện nay BĐKH ở ĐBSCL không chỉ còn là dự báo mà đang trở nên ngày càng hiện hữu và thực sự gây ra sự thay đổi mạnh mẽ ở đây. Theo số liệu quan trắc khí tượng thủy văn ở ĐBSCL cập nhật đến năm 2014 của Bộ Tài nguyên và Môi trường, các yếu tố khí hậu như nhiệt độ và lượng mưa ở ĐBSCL đã có những biến đổi khá rõ rệt. Trong giai đoạn từ năm 1958 đến năm 2014, nhiệt độ trung bình năm ở vùng đã tăng 0,5°C, lượng mưa hàng năm có xu hướng biến đổi khác nhau giữa các khu vực trên cả ĐBSCL. Đa số các khu vực lượng mưa tăng khoảng 5 đến 20%, tuy nhiên một số vùng lại giảm từ 0-10% như ở Cà Mau và 10-20% ở Phú Quốc [6]. Ngoài ra, Việt Nam là quốc gia ở hạ

nguồn sông Mê Kông, dưới ảnh hưởng kép của BĐKH và kế hoạch sử dụng nước của các quốc gia ở thượng nguồn, dòng chảy vào ĐBSCL các năm vừa qua đang có xu hướng ngày càng giảm rõ rệt. Chuỗi số liệu từ 1996-2016 cho thấy, dòng chảy vào ĐBSCL có xu hướng giảm qua các năm kể cả mùa lũ và mùa cạn. Tổng dòng chảy mùa ở ĐBSCL có xu thế giảm, trung bình mỗi năm giảm khoảng 1,87 tỷ m³ vào mùa lũ và 0,18 tỷ m³ vào mùa cạn, tổng lượng dòng chảy trung bình mỗi năm chỉ đạt khoảng 75-90% so với trung bình nhiều năm [9]. Thực tế năm 2015-2016 do các hiện tượng thời tiết bất thường, BĐKH và xâm nhập mặn, sự sụt giảm nguồn nước ở thượng nguồn, 13 tỉnh ĐBSCL giai đoạn năm 2015-2016, đã phải đối mặt với đợt hạn hán và xâm nhập mặn nghiêm trọng, được xem là đợt hạn hán nghiêm trọng nhất trong vòng 100 năm qua ở Việt Nam. Ước tính có khoảng 160 nghìn ha lúa bị thiệt hại và xấp xỉ 800 nghìn tấn lúa ở ĐBSCL bị mất trắng trong đợt hạn hán, xâm nhập mặn lịch sử. Theo số liệu của Tổng cục Thống kê, sản lượng lúa đông xuân vùng ĐBSCL năm 2016 giảm hơn 10% so với vụ đông xuân trước. Thiệt hại ước tính lên đến hàng nghìn tỷ đồng [18].

Một vấn đề đáng báo động khác ở ĐBSCL là tình trạng sụt lún và xói lở bờ biển nghiêm trọng. Theo công trình nghiên cứu của tác giả Edward J. Anthony thuộc Đại học Aix-Marseille cùng các cộng sự thực hiện và công bố cuối năm 2015, bằng việc sử dụng ảnh vệ tinh SPOT 5 có độ phân giải cao, các tác giả báo cáo đã tính toán định lượng sự xói lở bờ biển và mất đất trên quy mô lớn ở ĐBSCL trong khoảng thời gian từ 2003 đến 2012 lên đến gần 2,3km²/năm dọc theo đoạn bờ biển phía Biển Đông, riêng trong giai đoạn 2007-2012 mỗi ngày ĐBSCL mất một diện tích tương đương với 1,5 sân bóng đá [27].

Ngoài ra, do mặt trái của sự phát triển chưa thật sự bền vững vấn đề ô nhiễm môi trường cũng đang là một vấn đề đáng lo ngại ở ĐBSCL. Sản xuất nông nghiệp sử dụng quá nhiều hóa chất; công nghiệp chủ yếu là công nghiệp chế biến thủy hải sản quy mô nhỏ khiến việc xả thải trực tiếp ra nguồn nước rất khó kiểm soát, đã và đang diễn ra ngày một nghiêm trọng ở ĐBSCL. Kết quả phân tích của Bộ TNMT cho thấy, môi trường nước tại khu vực đang có dấu hiệu ngày

càng suy thoái [5]. Vấn đề về thu gom và xử lý chất thải rắn tại các tỉnh vùng ĐBSCL hiện đang cũng gặp nhiều khó khăn, bất cập do thiếu nhà máy xử lý, trong khi lượng rác thải lại có xu hướng ngày càng tăng theo xu thế phát triển chung của toàn xã hội. Công nghệ xử lý chất thải rắn chủ yếu là chôn lấp tạo ra nhiều hệ lụy, đặc biệt là gây ô nhiễm nguồn nước khi điều kiện địa chất vùng ĐBSCL đòi hỏi phải có giải pháp kỹ thuật cho bãi chôn lấp để hạn chế ô nhiễm nguồn nước mặt và nước ngầm. Mặt khác, suy thoái các hệ sinh thái, suy giảm ĐDSH hệ sinh thái rừng ngập mặn do hoạt động phá rừng để nuôi trồng thủy sản cũng đang có xu hướng gia tăng. Đặc biệt là tại ven biển các tỉnh Cà Mau, Bạc Liêu, Kiên Giang, Sóc Trăng, Bến Tre,... việc giảm diện tích rừng ngập mặn dẫn đến chức năng phòng hộ và các dịch vụ khác của hệ sinh thái này bị suy giảm [4].

Có thể nhận thấy hiện nay do vị trí là quốc gia ở hạ lưu sông Mê Kông, ảnh hưởng của BĐKH và các hoạt động phát triển kinh tế thiếu bền vững an ninh môi trường (ANMT) ở ĐBSCL đang phải đứng trước những thách thức vô cùng to lớn như: Suy giảm hệ sinh thái, thiếu hụt nguồn nước từ thượng nguồn, ô nhiễm môi trường, sụt lún, xâm nhập mặn, sụt giảm mực nước ngầm,... Những bất ổn này có xu hướng ngày càng gia tăng do tác động của BĐKH đang có xu hướng ngày càng trở nên trầm trọng hơn ở khu vực.

ANMT là thành tố không thể tách rời của ANQG, ANQG tại vùng ĐBSCL chỉ được đảm bảo khi ANMT được đảm bảo. Vì vậy, việc nghiên cứu, đánh giá một cách tổng thể, toàn diện theo hệ thống nhằm nhận diện đầy đủ các điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội và thách thức qua đó định hướng được mô hình phát triển và các giải pháp phù hợp để chủ động, linh hoạt trước những biến động bất thường, nhằm đảm bảo ANMT của vùng là hết sức cần thiết và cấp bách hiện nay.

2. Phương pháp nghiên cứu của bài viết

2.1. Câu hỏi nghiên cứu

ANMT của ĐBSCL liệu có đảm bảo trong bối cảnh bị tác động của BĐKH và các thách thức như hiện nay và giải pháp nào để đảm bảo ANMT ở ĐBSCL?

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Để trả lời câu hỏi nghiên cứu trên trong khuôn khổ phạm vi nghiên cứu của bài viết, nhóm tác giả sử dụng các phương pháp nghiên cứu truyền thống gồm: Phương pháp kế thừa; phương pháp điều tra xã hội học; phương pháp thống kê; phương pháp phân tích SWOT; phương pháp chuyên gia để đánh giá hiện trạng và đề xuất các giải pháp đảm bảo ANMT ở ĐBSCL. Cụ thể các phương pháp đã sử dụng như sau:

- Phương pháp kế thừa: Tiếp thu, kế thừa có chọn lọc các tài liệu nghiên cứu đã có của các tổ chức trong nước và ngoài nước đã công bố về các vấn đề ANMT, BĐKH và ĐBSCL của World Bank, Viện Khoa học Khí tượng thủy văn và Biến đổi khí hậu (IMHEN), Viện Chiến lược, Chính sách Tài nguyên và Môi trường (ISPONRE), Ủy ban Liên chính phủ về Biến đổi Khí hậu (IPCC), Bộ Tài nguyên và Môi trường (MONRE) phục vụ mục tiêu của bài viết;

- Phương pháp tổng hợp, thống kê: Sử dụng để tổng hợp, thống kê, phân tích cơ sở dữ liệu thông tin từ các phiếu điều tra xã hội học; số liệu KT-XH, khí tượng thủy văn, môi trường và BĐKH, Báo cáo của các địa phương phục vụ quá trình đánh giá thực trạng vấn đề ANMT ở ĐBSCL;

- Phương pháp điều tra xã hội học: Thu thập thông tin, ý kiến của các cơ quan quản lý nhà nước, cán bộ quản lý môi trường ở địa phương để có cái nhìn thực tiễn về các vấn đề: Thực trạng các vấn đề môi trường đang xảy ra ở địa phương, nguyên nhân và các hạn chế, các khó khăn về chính sách và giải pháp ứng phó mà các địa phương ở ĐBSCL đang gặp phải, để từ đó phân tích và đưa ra các giải pháp phù hợp;

- Phương pháp phân tích SWOT: Phương pháp sử dụng chính trong báo cáo để nhận định, đánh giá nhằm hiểu rõ điểm mạnh (Strengths), điểm yếu (Weaknesses), cơ hội (Opportunities) và thách thức (Threats) của ĐBSCL đối với vấn đề ANMT làm cơ sở đề xuất các giải pháp, chiến lược phù hợp;

- Phương pháp chuyên gia: Xin ý kiến chuyên gia để hoàn thiện khung đánh giá SWOT và các giải pháp đưa ra trong bài viết.

3. Trao đổi, thảo luận

3.1. Khái niệm an ninh môi trường và yêu cầu về đảm bảo an ninh môi trường ở đồng bằng sông Cửu Long

3.1.1. Khái niệm an ninh môi trường

ANQG là khái niệm mang tính chính trị - pháp lý, thể hiện bản chất chế độ xã hội của một quốc gia. Ở Việt Nam, Luật ANQG năm 2004 [16] đã xác định: “ANQG là sự ổn định, phát triển bền vững của chế độ XHCN và Nhà nước CHXHCN Việt Nam, sự bất khả xâm phạm độc lập, chủ quyền, thống nhất, toàn vẹn lãnh thổ của Tổ quốc”. Nội dung cơ bản của ANQG là bảo vệ lợi ích quốc gia và loại bỏ các mối đe dọa tới lợi ích đó. ANQG bao hàm an ninh truyền thống (ANTT) và an ninh phi truyền thống (ANPTT). Tùy thuộc vào bối cảnh, thời điểm khác nhau mà những thách thức ANTT hoặc ANPTT nổi lên đe dọa tới ANQG. Trong bối cảnh hiện nay, do mặt trái của sự phát triển cùng với xu thế toàn cầu hóa diễn ra mạnh mẽ, vấn đề ANQG không chỉ giới hạn trong việc ngăn chặn, ứng phó với các nguy cơ chiến tranh mà còn bao hàm nhiều vấn đề ANPTT như biến đổi khí hậu, ô nhiễm, suy thoái môi trường, cạn kiệt nguồn nước, khủng bố, dịch bệnh, tội phạm xuyên quốc gia, tội phạm công nghệ cao,... Các thách thức ANPTT vẫn có thể khiến một quốc gia, thể chế xã hội sụp đổ mà không cần bất kỳ một hoạt động quân sự nào.

Một trong những vấn đề ANPTT nổi cộm hiện nay và được nhiều học giả trên thế giới quan tâm nghiên cứu là vấn đề an ninh môi trường (ANMT). Năm 1972, vấn đề ANMT lần đầu tiên được đưa vào chương trình nghị sự quốc tế tại Hội nghị Liên Hiệp quốc về Môi trường và Con người ở Stockholm (Thụy Điển). Vào năm 1977, Cục Tình báo Liên bang Mỹ (CIA) đã thiết lập một Trung tâm Môi trường đầu tiên trên thế giới để đánh giá mối liên hệ giữa môi trường và an ninh. Ủy ban Quốc tế về Môi trường và Phát triển đã kêu gọi mọi người cần hiểu an ninh một phần cũng là chức năng của phát triển bền vững. Ủy ban đã nêu vai trò của các áp lực về môi trường trong việc làm nảy sinh mâu thuẫn, đồng thời cũng tuyên bố rằng “một phương án an ninh quốc gia và quốc tế toàn diện phải vượt

xa việc tập trung vào lực lượng quân sự và chạy đua vũ trang” [13].

Hiện nay, nhiều học giả trong nước và trên thế giới đều thống nhất quan điểm về quan hệ ANQG và ANMT có tính chất hữu cơ, chặt chẽ, bởi vì về thực chất, ANMT là một thành tố thuộc ANPTT, một bộ phận cấu thành ANQG, bên cạnh an ninh chính trị, an ninh kinh tế, an ninh văn hóa,... Tùy bối cảnh của từng nước và tùy từng giai đoạn phát triển của lịch sử, vị trí và vai trò của ANMT trong ANQG có thay đổi. Nhưng nhìn chung, trên thế giới và Việt Nam, vị trí và vai trò ANMT đang ngày càng đóng vai trò quan trọng. Các nghiên cứu đã khá thống nhất trong việc xác định các vấn đề ANMT chủ yếu mà thế giới đang phải đối mặt, bao gồm: Tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu, trong đó nhấn mạnh tới hiệu ứng nhà kính gây ấm lên toàn cầu; nguy cơ nguồn nước và sự hủy hoại các nguồn tài nguyên biển; sự phá hủy và tổn hại của tầng ô-zôn; hiện tượng sa mạc hóa đất đai; hệ thực vật rừng bị phá hoại; đa dạng sinh học suy giảm và vấn đề mưa a-xít. Cùng xu thế đó, hiện nay, Việt Nam cũng đang đứng trước nhiều mối đe dọa về ANMT cấp bách cần phải giải quyết, như: Biến đổi khí hậu; an ninh nguồn nước, an ninh môi trường biển bị đe dọa; ô nhiễm tại các khu vực trọng điểm và ô nhiễm xuyên biên giới chưa thể kiểm soát; suy giảm tài nguyên rừng và đa dạng sinh học,... Có thể thấy, chưa bao giờ các vấn đề môi trường lại được đặt ra cấp bách đối với toàn nhân loại như hiện nay.

Trước thực trạng trên, Đảng và Nhà nước ta đã khẳng định: *“Bảo vệ môi trường là một trong những vấn đề sống còn của nhân loại; là nhân tố bảo đảm sức khỏe và chất lượng cuộc sống của nhân dân; góp phần quan trọng vào việc phát triển kinh tế - xã hội, ổn định chính trị, an ninh quốc phòng và thúc đẩy hội nhập kinh tế quốc tế của nước ta”* [11]. Ngay trong *Cương lĩnh xây dựng đất nước trong thời kỳ quá độ lên chủ nghĩa xã hội* được thông qua tại Đại hội VII Đảng ta đã khẳng định: *“Nhân dân các nước đang đứng trước những vấn đề toàn cầu cấp bách liên quan đến vận mệnh loài người. Đó là giữ gìn hòa bình, đẩy lùi nguy cơ chiến tranh, bảo vệ môi trường sống, hạn chế sự bùng nổ dân số, phòng ngừa và đẩy lùi những bệnh tật hiểm*

ngheo” [10]. Vấn đề bảo vệ môi trường, ứng phó với biến đổi khí hậu là một nội dung quan trọng được đưa vào Văn kiện Đại hội Đảng toàn quốc lần thứ XII, trong đó nhấn mạnh: *“Tăng cường công tác quản lý tài nguyên, bảo vệ môi trường, chủ động ứng phó với biến đổi khí hậu phục vụ phát triển bền vững theo hướng bảo đảm tính tổng thể, liên ngành, liên vùng, đáp ứng nhiệm vụ trước mắt và lâu dài, trong đó lợi ích lâu dài là cơ bản, có trọng tâm, trọng điểm, phù hợp với từng giai đoạn”* và yêu cầu phải *“sẵn sàng ứng phó với các mối đe dọa an ninh truyền thống và phi truyền thống”* [12].

Trong Sách trắng quốc phòng Việt Nam năm 2004 khẳng định: *“Những vấn đề chưa được giải quyết liên quan đến tranh chấp biên giới, lãnh thổ, trên biển, trên bộ cũng như những vấn đề an ninh phi truyền thống khác như: Buôn bán vận chuyển ma túy, vũ khí, cướp biển, tội phạm có tổ chức xuyên quốc gia, khủng bố, nhập cư và di cư trái phép, suy thoái môi trường sinh thái,... cũng là mối quan tâm, an ninh của Việt Nam”*. Việt Nam đã đưa khái niệm ANMT vào Luật Bảo vệ môi trường 2014, theo đó *“an ninh môi trường là việc bảo đảm không có tác động lớn của môi trường đến sự ổn định chính trị, xã hội và phát triển kinh tế của quốc gia”*.

Nhóm nghiên cứu của đề tài cho rằng: An ninh môi trường là việc đảm bảo an toàn, khả năng sẵn sàng ứng phó trước các mối đe dọa có nguồn gốc từ môi trường tự nhiên (biến đổi khí hậu; ô nhiễm, suy thoái môi trường; khan hiếm tài nguyên), nhằm ngăn chặn không xảy ra các bất ổn về chính trị, xã hội, kinh tế.

3.1.2. Đảm bảo An ninh môi trường ở đồng bằng sông Cửu Long

ANMT bao hàm nhiều nội dung rộng lớn, đa ngành và đa lĩnh vực. Trong khuôn khổ phạm vi nghiên cứu của bài viết, nhóm tác giả chỉ tập trung nghiên cứu các vấn đề môi trường quan trọng và cấp bách nhất hiện nay của ĐBSCL.

Như đã trình bày ở trên, ĐBSCL là vùng địa lý có vai trò đặc biệt. ĐBSCL là đồng bằng lớn nhất của Việt Nam có độ phì nhiêu cao, mạng lưới sông ngòi chằng chịt và bờ biển dài, có các vùng đất ngập nước đa dạng, độ đa dạng sinh học

cao, trữ lượng tài nguyên nước ngọt và diện tích rừng ngập mặn (RMN) và tiềm năng sản xuất nông nghiệp, thủy sản và nghề cá lớn nhất Việt Nam. Tuy nhiên, ĐBSCL lại rất dễ bị tổn thương do BĐKH và các yếu tố ngoại sinh. Như vậy, đảm bảo ANMT ở ĐBSCL có nghĩa là việc bảo đảm không có tác động lớn của môi trường đến sự ổn định chính trị, xã hội và phát triển kinh tế của vùng được đảm bảo. Cụ thể nghiên cứu tập trung vào 05 nhóm lĩnh vực như sau:

(1) Thích ứng với BĐKH (giảm nhẹ BĐKH, thích ứng với tăng nhiệt độ, hạn hán, nước biển dâng, xâm nhập mặn);

(2) Đảm bảo an ninh nguồn nước (an ninh nước mặt và nước ngầm);

(3) Đảm bảo an ninh môi trường biển (đảm bảo năng lực ứng phó với rủi ro ô nhiễm môi trường biển);

(4) Giảm nguy cơ tai biến và ô nhiễm môi trường;

(5) Duy trì mức độ đa dạng sinh học.

3.2. Các điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội và thách thức của đồng bằng sông Cửu Long trong việc đảm bảo an ninh môi trường

3.2.1. Điểm mạnh (Strength)

- Là đồng bằng lớn nhất của Việt Nam có độ phì nhiêu cao và nền nhiệt cao, ổn định. Tổng tích ôn nhiệt cả năm của ĐBSCL đạt tới trị số 9.800-10.000°C, số giờ nắng trung bình cả năm từ 2.226-2.709 giờ [21]. Thuận lợi để phát triển một nền nông nghiệp nhiệt đới với nhiều chủng loại cây con, tạo nên sự đa dạng trong sản xuất và trong chuyển dịch cơ cấu sản xuất nông nghiệp;

- Nguồn nước mặt khá dồi dào, bao gồm hệ thống sông tự nhiên và hệ thống kênh đào chằng chịt, mang nguồn nước tràn trải hầu như rộng khắp đồng bằng. Hằng năm, sông Mê Kông vận chuyển trên 450 tỷ m³ vào ĐBSCL [9].

- ĐBSCL là một trong các vùng có tiềm năng nước dưới đất lớn nhất Việt Nam, gồm 07 tầng chứa nước chính, chiều sâu phân bố từ vài chục mét đến 500-600m. Các khu vực tiềm năng nguồn nước (nhật) lớn gồm: Bạc Liêu, Long An, Đồng Tháp, Cà Mau, Trà Vinh, Cần Thơ. Trữ lượng khai thác tiềm năng nước nhật khoảng 22,5 triệu m³/ngày, trữ lượng tiềm năng nước lợ, mặn khoảng 39 triệu m³/ngày. Trong đó, trữ

lượng khai thác an toàn nước nhật toàn vùng khoảng 4,5 triệu m³/ngày [9].

- Có lợi thế và tiềm năng biển rất lớn với 750km chiều dài bờ biển (chiếm 23% tổng chiều dài bờ biển toàn quốc) và 360.000km² diện tích vùng biển đặc quyền kinh tế (chiếm 37% tổng diện tích vùng đặc quyền kinh tế của cả nước). Ngoài ra, vùng còn hàng trăm đảo lớn, nhỏ và hơn 800ha bãi triều [21]. Do đó, vùng có nguồn lợi thủy sản hết sức phong phú, hàng trăm bãi cá, tôm tập trung ở hai ngư trường Đông và Tây Nam Bộ với trữ lượng khoảng 2.582.568 tấn, chiếm 62% của cả nước và khả năng khai thác đáng kể so với cả nước, cụ thể: Cá 62%, tôm sú và tôm he - 66%, tôm sắt và tôm chì - 61%, mực ống - 69% và mực nang - 76% [21]. Bên cạnh đó, vùng biển ven bờ còn có tiềm năng bảo tồn khá cao kéo theo có thể phát triển một số ngành nghề thủy sản mới như: Nuôi thích nghi, đánh cá, phát triển gắn với du lịch sinh thái.

- Có hệ sinh thái tự nhiên đa dạng phong phú. Chúng là những hệ sinh thái rất nhạy cảm và dễ bị tác động về môi trường. Trong các vùng đất ngập nước ở ĐBSCL, có thể xác định được 3 hệ sinh thái tự nhiên với các nét đặc trưng sau [21]:

- Hệ sinh thái rừng ngập mặn: Nằm ở vùng rìa ven biển trên các bãi lầy mặn, hiện đang dần biến mất trên quy mô lớn. Trong số các rừng ngập mặn còn lại, khoảng 80% chủ yếu phân bố ở tỉnh Bạc Liêu và Cà Mau.

- Hệ sinh thái đầm nội địa (rừng tràm): Hiện nay, hệ sinh thái này chỉ còn lại chủ yếu khu vực đất than bùn U Minh và một số nơi trong vùng đất phèn ở Đồng Tháp Mười và Hà Tiên. Hệ sinh thái này có thể ổn định đất, thủy văn và bảo tồn các loài vật nên thích hợp cho việc cải tạo các vùng đất hoang và đất không phù hợp cho sản xuất nông nghiệp do cây tràm thích nghi với điều kiện đất phèn và có khả năng chịu mặn.

- Hệ sinh thái cửa sông: Cửa sông là nơi diễn ra quá trình vận chuyển chất dinh dưỡng và phù du sinh vật, đẩy các ấu trùng tôm cá, các bồi đọng, thực vật. Đây là hệ sinh thái phong phú và năng động nhất trên thế giới. Do các loài sinh vật chủ yếu sinh sống trong môi trường nước nên chúng rất dễ bị ảnh hưởng do ô nhiễm môi trường, sự thay đổi chế độ nước và sự giảm sút phù sa.

3.1.2. Điểm yếu (Weaknesses)

- Tập trung quá mức vào sản xuất lúa thâm canh, chuyển sang hệ thống canh tác 3 vụ lúa/năm đã tạo ra những hệ lụy đáng báo động về sinh thái, môi trường, đa dạng sinh học và hiệu quả sử dụng tài nguyên [4]. Nhiều vùng ở thượng nguồn chỉ quy hoạch sản xuất 2 vụ lúa song trong những năm qua đã phát triển mạnh vụ 3, tác động nghiêm trọng đến không gian chứa lũ, dòng chảy lũ, nước ngầm, độ phì nhiêu của đất và gây ô nhiễm môi trường;

- Lạm dụng phân bón và thuốc bảo vệ thực vật, sử dụng chất cấm và kháng sinh trong chăn nuôi và thủy sản gây ô nhiễm môi trường và suy giảm HST [20];

- Là vùng đất còn non trẻ mới hình thành, nền ĐBSCL thuộc dạng đất yếu (bùn sét, bùn sét pha, bùn cát pha), có diện phân bố lớn dễ bị xâm thực và sạt lở [6];

- ĐBSCL bị ảnh hưởng mạnh của thủy triều Biển Đông theo sông Tiền, sông Hậu, sông Vàm Cỏ xâm nhập sâu vào đồng bằng và ảnh hưởng lên phần lớn diện tích của ĐBSCL. Sự xâm nhập của thủy triều kéo theo sự xâm nhập của mặn, mặn đang làm ảnh hưởng (cả tích cực đến tiêu cực) đến sản xuất và đời sống cho khoảng 1,7 triệu ha đất ở vùng ven biển và ven các sông lớn [6, 9];

- Đối với vùng ĐBSCL, vấn đề môi trường nghiêm trọng nhất là ô nhiễm nước do các hoạt động sản xuất nông nghiệp, công nghiệp chế biến [20]. Trong đó sản xuất nông nghiệp sử dụng nhiều hóa chất gây ô nhiễm nguồn nước. Bên cạnh đó, với đặc trưng công nghiệp chế biến thủy hải sản quy mô nhỏ nên việc xả thải trực tiếp ra nguồn nước rất khó kiểm soát;

- Thu gom và xử lý chất thải rắn tại các tỉnh vùng ĐBSCL gặp nhiều khó khăn do thiếu nhà máy xử lý, lượng rác thải, đặc biệt là lượng chất thải rắn sinh hoạt bình quân đầu người ngày càng tăng. Việc xử lý chất thải rắn chủ yếu là chôn lấp tạo ra nhiều hệ lụy, đặc biệt là gây ô nhiễm nguồn nước khi điều kiện địa chất vùng ĐBSCL đòi hỏi phải có giải pháp kỹ thuật cho bãi chôn lấp để hạn chế ô nhiễm nguồn nước mặt và nước ngầm [20, 21].

- Hiện tượng phá rừng ngập mặn ven biển để nuôi trồng thủy sản diễn ra phổ biến khiến cho

các hệ sinh thái, nhất là hệ sinh thái rừng ngập mặn bị suy thoái nghiêm trọng, đặc biệt ở vùng ven biển các tỉnh Cà Mau, Bạc Liêu, Kiên Giang, Sóc Trăng, Bến Tre,... Ngoài ra việc giảm diện tích rừng ngập mặn dẫn đến chức năng phòng hộ và các dịch vụ khác của hệ sinh thái này bị suy giảm [4];

- Phát triển thủy sản tăng mạnh trong khi cơ sở hạ tầng phân ranh mặn ngọt chưa phát triển đồng bộ làm ảnh hưởng đến các vùng sản xuất lúa phụ cận[4];

- Trình độ ứng dụng khoa học công nghệ vào sản xuất của vùng còn chưa cao. Trình độ lao động qua đào tạo của vùng theo các số liệu thống kê là thấp nhất cả nước [29];

- Thiếu chiến lược và chính sách căn cơ cho toàn đồng bằng, thiếu tính kết nối giữa phát triển nông nghiệp, nông thôn với công nghiệp hóa, đô thị hóa [4].

3.1.3. Cơ hội (Opportunities)

- Được sự quan tâm của Đảng, Nhà nước, quan tâm của người dân địa phương, quan tâm và hợp tác của các tổ chức quốc tế, các nước về PTBV, ứng phó với BĐKH ở ĐBSCL;

- Có cơ hội thuận lợi để đầu tư phát triển KCN, công nghệ mới đặc biệt là công nghệ sản xuất sạch và công nghệ môi trường trong thời kỳ cách mạng công nghiệp lần thứ 4 (cách mạng công nghiệp 4.0);

- Cơ hội từ các thách thức: Giảm tài nguyên nước ngọt, HST nước ngọt tạo cơ hội phát triển kinh tế và chuyển đổi sinh kế dựa vào HST mặn lợ; nước biển dâng và giảm nước ngọt từ sông Mê Kông thúc đẩy phát triển đa dạng sinh học ven biển, hệ sinh thái mặn lợ, rừng ngập mặn phát triển;

- Xu thế toàn cầu hóa, hội nhập quốc tế diễn ra mạnh mẽ, mở ra cơ hội tiếp cận thị trường và chuyển giao công nghệ trong sản xuất, công nghệ sạch, bảo vệ môi trường;

- Xu thế chuyển đổi mô hình tăng trưởng, tái cấu trúc các ngành kinh tế của đất nước sẽ được đẩy mạnh, hệ thống hạ tầng được quan tâm đầu tư, thể chế được hoàn thiện, nguồn nhân lực phát triển một bước;

- Sự quan tâm của quốc tế đối với vùng ĐBSCL, nhất là tác động của BĐKH và duy trì

hệ sinh thái đất ngập nước đặc trưng của vùng có những loài quý hiếm như: Sếu đầu đỏ, tràm chim, các loài dơi,...

- Các xu thế phát triển theo mô hình tăng trưởng xanh, phát triển nền kinh tế xanh hướng đến phát triển bền vững, thích ứng với BĐKH là xu thế chung toàn cầu và được cam kết mạnh mẽ từ Chính phủ Việt Nam.

3.1.4. Thách thức (Threats)

a. Các nguồn gây thách thức đối với an ninh môi trường ở đồng bằng sông Cửu Long

**Biến đổi khí hậu và nước biển dâng*

Như đã trình bày ở trên, ĐBSCL được đánh giá là 1 trong 3 đồng bằng trên thế giới dễ bị tổn thương nhất do BĐKH và nước biển dâng [28]. Theo kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng của Việt Nam [5], BĐKH sẽ gây ra sự thay đổi các yếu tố nhiệt độ, lượng mưa và mực nước biển đối với ĐBSCL như sau:

- Nhiệt độ trung bình và nhiệt độ cực trị gia tăng: Theo kịch bản trung bình RCP4.5, nhiệt độ trung bình năm khu vực ĐBSCL có xu thế tăng so với trung bình thời kỳ cơ sở (1986-2005), giữa thế kỷ tăng khoảng 1,4°C (0,9÷2,1); đến cuối thế kỷ tăng khoảng 1,8°C (1,2÷2,7). Theo kịch bản cao RCP8.5, giữa thế kỷ tăng khoảng 1,9°C (1,3÷2,7); đến cuối thế kỷ tăng khoảng 3,4°C (2,6÷4,6). Về nhiệt độ cực trị, theo kịch bản RCP4.5, đến cuối thế kỷ 21, nhiệt độ tối

cao và tối thấp trung bình năm có xu thế tăng từ 1,9 đến 2,1°C. Theo kịch bản cao RCP8.5, mức tăng có thể đến 3,8°C. Vào giữa thế kỷ 21 số ngày nắng nóng (ngày nhiệt độ cao nhất $T_x \geq 35^\circ\text{C}$) có xu thế tăng từ 20 đến 40 ngày so với thời kỳ cơ sở. Đến cuối thế kỷ 21, số ngày nắng nóng tăng đến 40 đến 60 ngày.

- Lượng mưa năm và mưa cực trị thay đổi: Theo kịch bản trung bình RCP4.5, lượng mưa năm có xu thế tăng. Giữa thế kỷ tăng khoảng 8,8-20,6%, đến cuối thế kỷ tăng khoảng 9,6-21,2%. Theo kịch bản cao RCP8.5, giữa thế kỷ tăng 10,8-18,3%, đến cuối thế kỷ tăng khoảng 12,6-22,7%. Lượng mưa một ngày lớn nhất và 5 ngày lớn nhất đều được dự tính có xu thế tăng trong thế kỷ 21 theo các kịch bản trung bình và kịch bản cao. Đến cuối thế kỷ 21, theo kịch bản trung bình RCP4.5, mức tăng của lượng mưa 1 ngày lớn nhất và 5 ngày lớn nhất có thể tăng 40-80%. Lượng mưa mùa đông, mùa xuân có xu thế giảm và nhiệt độ tăng cao khiến bốc hơi tăng, dẫn đến nguy cơ hạn hán sẽ nghiêm trọng hơn vào các tháng mùa đông, mùa xuân ở khu vực ĐBSCL.

- Biến đổi mực nước: Các kịch bản nước biển dâng cho thấy nhìn chung, BĐKH sẽ làm cho mực nước biển dâng tại khu vực ven biển phía Tây ĐBSCL cao hơn một ít so với khu vực phía Đông.

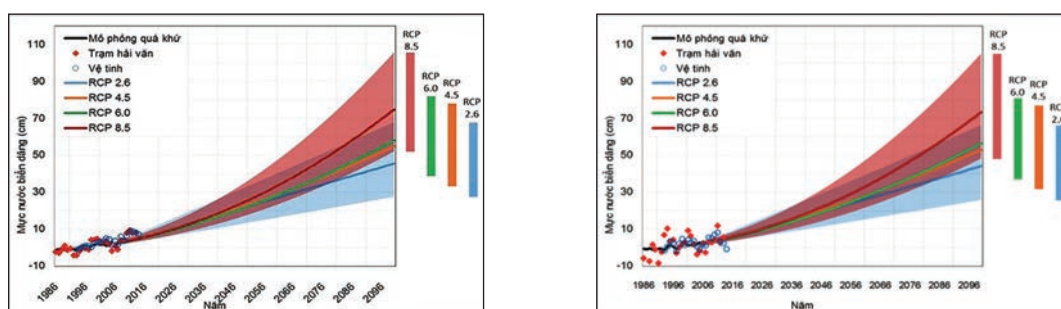
Bảng 1. Mực nước biển dâng tại khu vực ven biển phía Đông đồng bằng sông Cửu Long [5]

(Đơn vị: cm)

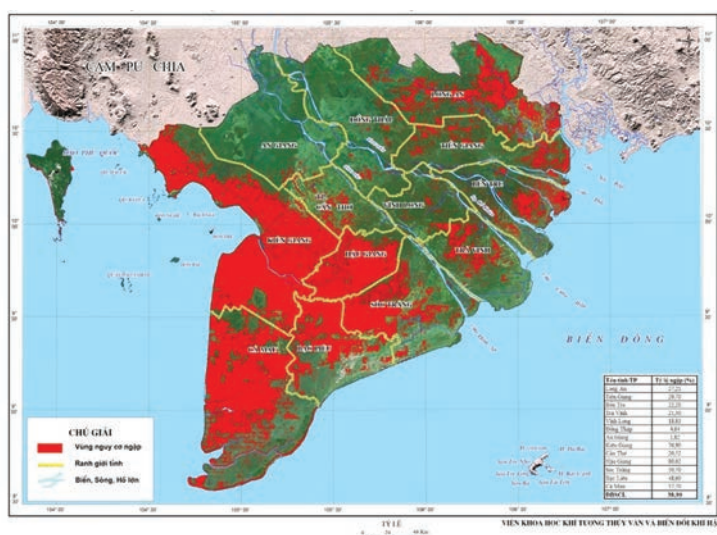
Kịch bản RCP	Các mốc thời gian của thế kỷ 21							
	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
RCP2.6	12 (7 ÷ 19)	17 (10 ÷ 25)	21 (12 ÷ 32)	26 (15 ÷ 39)	30 (18 ÷ 46)	35 (20 ÷ 52)	39 (23 ÷ 59)	44 (26 ÷ 66)
RCP4.5	12 (7 ÷ 18)	17 (10 ÷ 25)	22 (13 ÷ 32)	28 (17 ÷ 40)	33 (20 ÷ 49)	40 (24 ÷ 58)	46 (28 ÷ 67)	53 (32 ÷ 77)
RCP6.0	11 (7 ÷ 16)	16 (10 ÷ 23)	21 (14 ÷ 31)	27 (18 ÷ 39)	34 (22 ÷ 48)	41 (27 ÷ 58)	48 (32 ÷ 69)	56 (37 ÷ 81)
RCP 8.5	12 (8 ÷ 17)	18 (12 ÷ 26)	25 (16 ÷ 35)	32 (21 ÷ 46)	41 (27 ÷ 59)	51 (33 ÷ 73)	61 (41 ÷ 88)	73 (48 ÷ 105)

Bảng 2. Mức nước biển dâng tại khu vực ven biển phía Tây đồng bằng sông Cửu Long [5]
(Đơn vị: cm)

Kịch bản RCP	Các mốc thời gian của thế kỷ 21							
	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
RCP 2.6	13 (8 ÷ 19)	17 (10 ÷ 26)	22 (13 ÷ 33)	27 (16 ÷ 40)	31 (19 ÷ 47)	36 (22 ÷ 54)	41 (25 ÷ 61)	45 (27 ÷ 68)
RCP 4.5	12 (7 ÷ 18)	17 (10 ÷ 25)	23 (14 ÷ 32)	28 (17 ÷ 40)	34 (21 ÷ 49)	41 (25 ÷ 58)	48 (29 ÷ 68)	55 (33 ÷ 78)
RCP 6.0	11 (8 ÷ 16)	16 (11 ÷ 23)	22 (15 ÷ 31)	28 (19 ÷ 40)	35 (23 ÷ 49)	42 (28 ÷ 59)	50 (33 ÷ 70)	58 (39 ÷ 82)
RCP 8.5	12 (9 ÷ 17)	18 (13 ÷ 26)	25 (17 ÷ 35)	33 (23 ÷ 47)	42 (29 ÷ 59)	52 (36 ÷ 73)	63 (44 ÷ 89)	75 (52 ÷ 106)



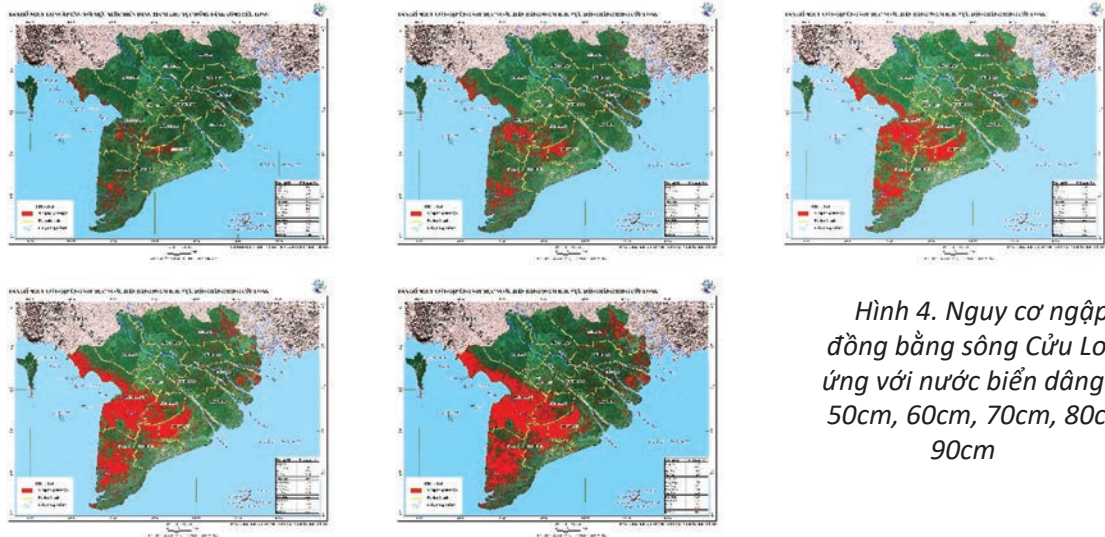
Hình 2. Kịch bản nước biển dâng khu vực đồng bằng sông Cửu Long:
(a) Khu vực ven biển phía Đông; (b) Khu vực ven biển phía Tây [14]



Hình 3. Nguy cơ ngập đồng bằng sông Cửu Long ứng với mực nước biển dâng 100cm

Nước biển dâng có thể làm cho các khu vực ven biển thường xuyên bị ngập. Tùy theo kịch bản NBD, tỷ lệ diện tích bị ngập của ĐBSCL vào cuối thế kỷ là: Nếu NBD 50cm, 60cm, 70cm, 80cm, 90cm và 100cm, tỷ lệ diện tích bị ngập tương ứng là 4,48%, 8,58%, 14,7%, 21,0%, 28,2%

và 38,9%. Sản xuất nông nghiệp sẽ bị ảnh hưởng do diện tích canh tác bị ngập do lũ, triều và thời gian ngập lụt kéo dài. Nếu mực nước biển dâng 100cm sẽ ảnh hưởng 38,9% diện tích đất của ĐBSCL, các tỉnh bị ảnh hưởng nhiều nhất là Hậu Giang (80,62%), Kiên Giang (76,9%) [5].



Hình 4. Nguy cơ ngập đồng bằng sông Cửu Long ứng với nước biển dâng 50cm, 60cm, 70cm, 80cm, 90cm

- Bão và các hiện tượng thời tiết cực đoan: Theo kịch bản BĐKH, ở khu vực Biển Đông, số lượng bão yếu và trung bình có xu thế giảm trong khi số lượng bão mạnh đến rất mạnh lại có xu thế tăng rõ rệt. Hoạt động của bão và áp thấp nhiệt đới có xu hướng dịch chuyển về phía Nam và có thể sẽ có nhiều ảnh hưởng đến khu vực ĐBSCL. Nguy cơ mưa lớn, gió mạnh khi bão mạnh, siêu bão đổ bộ đối với vùng ĐBSCL như sau: Lượng mưa một ngày lớn nhất trong bão: 300-350mm; lượng mưa ba ngày lớn nhất trong bão: 400-450mm; tốc độ gió mạnh nhất trong bão: 45-50m/s (cấp 12-15). Riêng khu vực cực nam Nam Bộ (Cà Mau, Bạc Liêu, Kiên Giang,...) có thể có nguy cơ gió mạnh hơn các khu vực khác trong vùng. Khu vực từ TP. Hồ Chí Minh đến Cà Mau, nước dâng do bão cao nhất đã xảy ra tới 2,0m, trong tương lai, khi bão có khả năng mạnh thêm, nước dâng do bão có thể lên đến trên 2,7m. Biên độ thủy triều trong khu vực này dao động trong khoảng từ 1,8-2,0m [24].

**Suy giảm mực nước, đa dạng sinh học và phù sa và tác động đến kinh tế xã hội do hoạt động phát triển kinh tế thượng nguồn*

Các dự án trên dòng chính ở hạ lưu sông Mê

Kông (144 hồ thủy điện) sẽ gây biến động nhanh và đáng kể mực nước phía hạ lưu; gây ra sự suy giảm rất lớn về bùn cát và gây gián đoạn các mùa sinh thái - thủy văn. Các dự án dòng chính có thể sẽ dẫn đến những tổn thất vĩnh viễn về đa dạng sinh học dưới nước và trên cạn. Khoảng 17% diện tích đất ngập nước của dòng sông Mê Kông sẽ bị mất và một số loài sinh vật quan trọng có thể sẽ bị tuyệt chủng. Các cộng đồng dân cư sống trong phạm vi 15km từ sông Mê Kông sẽ bị ảnh hưởng do suy giảm nghề đánh bắt và tổn thất về nông nghiệp. Biến đổi khí hậu sẽ cường hóa những tác động đến an ninh lương thực do các đập dòng chính gây ra, làm suy giảm năng suất thủy sản và nông nghiệp trong bối cảnh gia tăng nhu cầu lương thực. Ngoài ra thực tế trong vài năm gần đây, do sụt giảm phù sa và do khai thác cát đã làm gia tăng hiện tượng xói lở bờ sông trên dòng chính sông Mê Kông và bờ biển vùng bán đảo Cà Mau. Trong tương lai, tác động của việc sụt giảm phù sa sẽ nghiêm trọng hơn, khi tất cả các công trình thủy điện trên dòng chính và dòng nhánh sông Mê Kông đi vào vận hành. Ước tính tổng lượng phù sa sụt giảm là vào khoảng 75% [9, 14].

Mainstream dams on the Mekong



Hình 5. Hệ thống đập thủy điện trên sông Mê Kông

**Ô nhiễm môi trường do gia tăng dân số:*

Gia tăng dân số đi kèm theo đô thị hóa và công nghiệp hóa gây áp lực lên đất sản xuất nông nghiệp và hạ tầng của khu vực. Theo số liệu thống kê, năm 2018 vùng ĐBSCL có dân số khoảng 17,8 triệu người với mật độ 440 người/km², dự báo đến năm 2050 ước tính 30 triệu người với mật độ 750 người/km² [29]. Sự phát triển nóng về không gian này không đồng bộ với hệ thống hạ tầng kỹ thuật (giao thông, cấp nước, thoát nước, xử lý chất thải rắn,...) dẫn đến tình trạng ô nhiễm môi trường gia tăng.

**Gia tăng sạt lở bờ sông do phát triển khu công nghiệp và đô thị theo các hướng dọc bờ sông:*

Để thu hút đầu tư công nghiệp, hàng nghìn ha đất dọc sông Tiền và sông Hậu được ưu tiên cho sản xuất nông nghiệp được quy hoạch chuyển thành các khu công nghiệp (KCN). Các KCN và khu dân cư dọc theo các tuyến ven sông có nền đất yếu (trầm tích trẻ) và dòng chảy lũ có

vận tốc lớn làm gia tăng sạt lở bờ sông [3].

**Ngập lụt đồng bằng và ngập lụt đô thị*

Số liệu thống kê cho thấy, năm 2002 có lũ đặc biệt lớn ở ĐBSCL được đánh giá là kỷ lục trong vòng hơn 80 năm qua. Lũ 2002 trên sông Mê Kông là một trong 5 trận lũ lớn nhất thời kỳ 1961-2004 về tổng lượng lũ và đỉnh lũ (tương đương lũ năm 1966, 1961, 1978, 2000 và 2001).

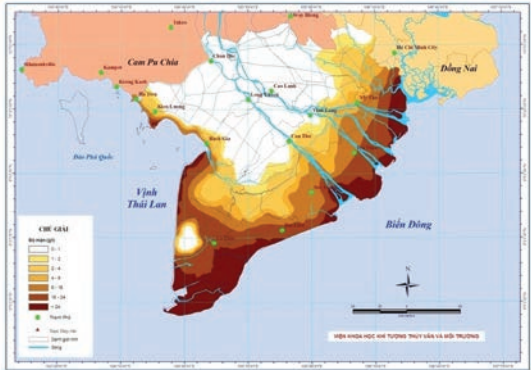
Lũ năm 2015 ở ĐBSCL có lưu lượng đỉnh và tổng lượng nhỏ nhất trong vòng 90 năm qua. Tổng lượng nước toàn mùa lũ năm 2015 vào khoảng 220 tỷ m³, bằng 50% của năm lũ lớn (400-440 tỷ m³) và 60% của năm lũ trung bình (350-370 tỷ m³). Tổng lượng lũ tích tụ thời trên tất cả vùng ngập lũ ở ĐBSCL năm 2015 dưới 2 tỷ m³, chưa bằng một nửa của năm lũ trung bình (4 tỷ m³) và 40% của năm lũ lớn (5 tỷ m³). Do năm 2015 ít mưa nên dòng chảy kiệt mùa khô 2015-2016 vào ĐBSCL rất thấp (từ 7.000 xuống còn 200m³/s, bằng 20-30% lượng bổ sung hàng năm). Với tình trạng suy giảm dòng chảy

như vậy, xâm nhập mặn mùa khô 2016 đã diễn ra gay gắt nhất từ trước đến nay [1].

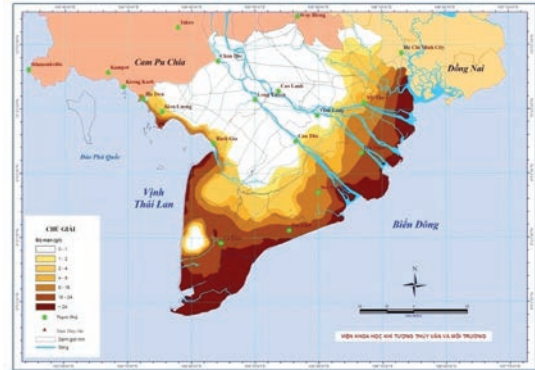
Cùng với việc gia tăng của bão lũ, NDB do BĐKH, tình trạng ngập lụt đô thị tại ĐBSCL ngày

càng gia tăng. Nguyên nhân một phần là do mưa cực đoan hơn và do bê tông hóa đô thị làm mất các khu trữ nước và vùng ven đô.

**Xâm nhập mặn gia tăng*



a) Kịch bản A2-nước biển dâng 30cm



b) Kịch bản A2-nước biển dâng 30cm

Hình 6. Xâm nhập mặn tại đồng bằng sông Cửu Long [8]

Xâm nhập mặn ở ĐBSCL có xu thế gia tăng cả về mức độ lẫn tần suất xảy ra. Nước biển dâng sẽ làm gia tăng xâm nhập mặn vào các nhánh sông ở ĐBSCL. Nếu mực nước biển dâng 1m, diện tích chịu ảnh hưởng của độ mặn 4g/l có thể tăng 334.000ha so với mốc năm 2004, tức là tăng 25% [15].

Dưới tác động của BĐKH, quá trình xâm nhập mặn sẽ có xu thế gia tăng so với thời kỳ nền. Theo nghiên cứu của Cục quản lý Tài nguyên nước - Bộ Tài nguyên và Môi trường, trong 20 năm tới, diện tích đất lớn nhất có thể bị ảnh hưởng bởi độ mặn lớn hơn 4‰ khoảng 1.605.200ha, chiếm 41% diện tích toàn ĐBSCL, tăng 255.100ha so với thời kỳ nền năm 1991-2000; diện tích chịu ảnh hưởng của độ mặn lớn hơn 1‰ khoảng 2.323.100ha, chiếm 59% diện tích tự nhiên, tăng 193.200ha.

Trong 40 năm tới, diện tích đất lớn nhất có thể bị ảnh hưởng bởi độ mặn lớn hơn 4‰ khoảng 1.851.200ha, chiếm 47% diện tích toàn ĐBSCL, tăng 439.200 ha so với thời kỳ nền năm 1991-2000; diện tích chịu ảnh hưởng của độ mặn lớn hơn 1‰ khoảng 2.524.100ha, chiếm 64% diện tích tự nhiên, tăng 456.100ha. Gần 4/5 diện tích vùng bán đảo Cà Mau bị ảnh hưởng mặn (ngoại trừ phần diện tích Tây sông Hậu). Toàn bộ diện tích các dự án Gò Công, Bảo Định, Bắc Bến Tre, Mỏ Cày, Nam Măng Thít, Tiệp Nhật,... bị nhiễm mặn. Ngoài các thành phố/thị xã Bến Lức, Tân

An, Bến Tre, Trà Vinh, Sóc Trăng, Bạc Liêu, Cà Mau, Rạch Giá, Hà Tiên vốn đã bị ảnh hưởng mặn sẽ thêm Mỹ Tho, Vĩnh Long và Cần Thơ bị ảnh hưởng do nước mặn xâm nhập sâu hơn [8].

**Gia tăng xói lở bờ biển do BĐKH*

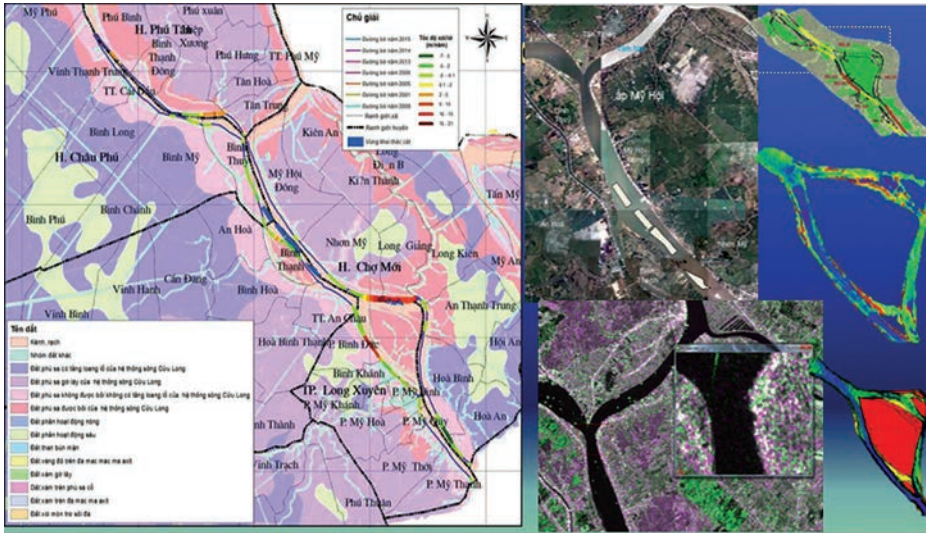
ĐBSCL có đặc điểm địa chất, thổ nhưỡng ven bờ có lớp sét, cát pha xen kẽ, những lớp hạt cát do không có lực dính liên kết, vào các tháng mùa mưa khi mực nước lên cao, hiện tượng sạt lở xảy ra ít hoặc rất ít, khi đã ngậm nước và vào mùa kiệt, kết cấu đất đã yếu, thêm vào đó các hoạt động sử dụng đất làm tăng tải trọng lên bờ, sẽ tạo ra hình dạng như hàm ếch, do tác động của dòng chảy ở sông dẫn đến sạt lở bất ngờ do sức chống cắt của khối đất, hiện tượng sạt lở đã xảy ra tại khu vực An Giang phức tạp trong năm 2016. Hiện nay, ĐBSCL có khoảng 550 điểm sạt lở với tổng chiều dài khoảng gần 800km, chủ yếu diễn ra dọc sông Tiền, sông Hậu, Vàm Cỏ Đông và Vàm Cỏ Tây. Mức độ nghiêm trọng có xu hướng gia tăng.

Từ năm 2005 đến nay bờ biển vùng ĐBSCL bị xói lở với tốc độ khoảng 300ha/năm, xảy ra chủ yếu dọc bờ biển Kiên Giang và Cà Mau. Tổng diện tích xói lở 280km² với tốc độ trung bình 26-30m/năm trong đó đoạn bị xói lở cao nhất 50-67m/năm ở khu vực cửa sông Bồ Đề. Dưới tác động của BĐKH và NBD sẽ làm gia tăng nguy cơ xói lở bờ biển đặc biệt là tại khu vực mũi Cà Mau càng trở nên trầm trọng hơn [22].

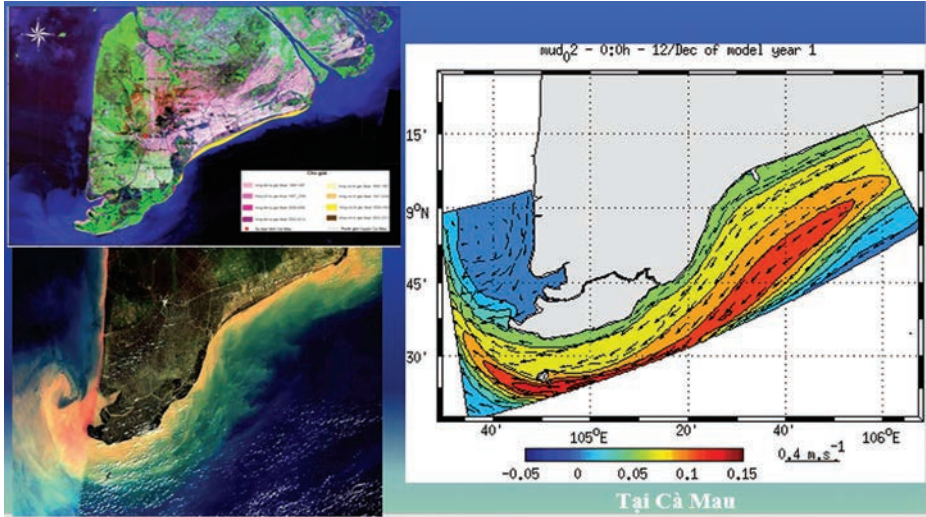
**An ninh nguồn nước bị đe dọa:*

An ninh nguồn nước cho ĐBSCL cũng là một thách thức lớn. Sự thay đổi mạnh mẽ chế độ mưa hằng năm, gia tăng triều cường vùng cửa sông, ven biển, hạn hán kéo dài kèm theo hoạt

động của các công trình khai thác nước trên thượng nguồn sông Mê Kông sẽ tạo ra sự thiếu hụt nguồn nước mặt, sụt giảm lượng nước ngầm và tăng diện tích “mặn hóa” do xâm nhập mặn.



Hình 7. Sạt lở bờ sông Hậu và đề xuất kế hoạch tổng thể khắc phục [23]



Hình 8. Bồi lắng, xói lở khu vực Cà Mau do tác động của biến đổi khí hậu giai đoạn 1989-2012 [22]

**Suy thoái hệ sinh thái do biến đổi khí hậu và chuyển đổi mục đích sử dụng đất*

Biến đổi khí hậu với những biểu hiện như nhiệt độ tăng, thay đổi lượng mưa, thay đổi dòng chảy sông Mê Kông, hạn hán, xâm nhập mặn, nước biển dâng; gây ảnh hưởng quan trọng đến hệ sinh thái và đa dạng sinh học đất ngập nước ĐBSCL. Ngoài ra, do tác động của các thủy điện bậc thang dòng chính trên sông Mê Kông sẽ khiến cho lượng phù sa giảm, kéo theo

chuỗi thức ăn cho hải sản ven biển giảm nên nguy cơ hải sản ven bờ có nhiều thay đổi không thuận, việc sạt lở bờ biển thay vì bồi đắp như trước đây dẫn đến nhiều nguồn lợi ven biển bị mất như hệ sinh thái rừng ngập mặn.

**Sụt lún do khai thác nước ngầm*

Hiện nay việc sử dụng nước ngầm cho sinh hoạt và cho các hoạt động sản xuất tại ĐBSCL đang làm cạn kiệt các tầng nước ngầm, đặc biệt tại bán đảo Cà Mau và khu vực Thành phố Hồ

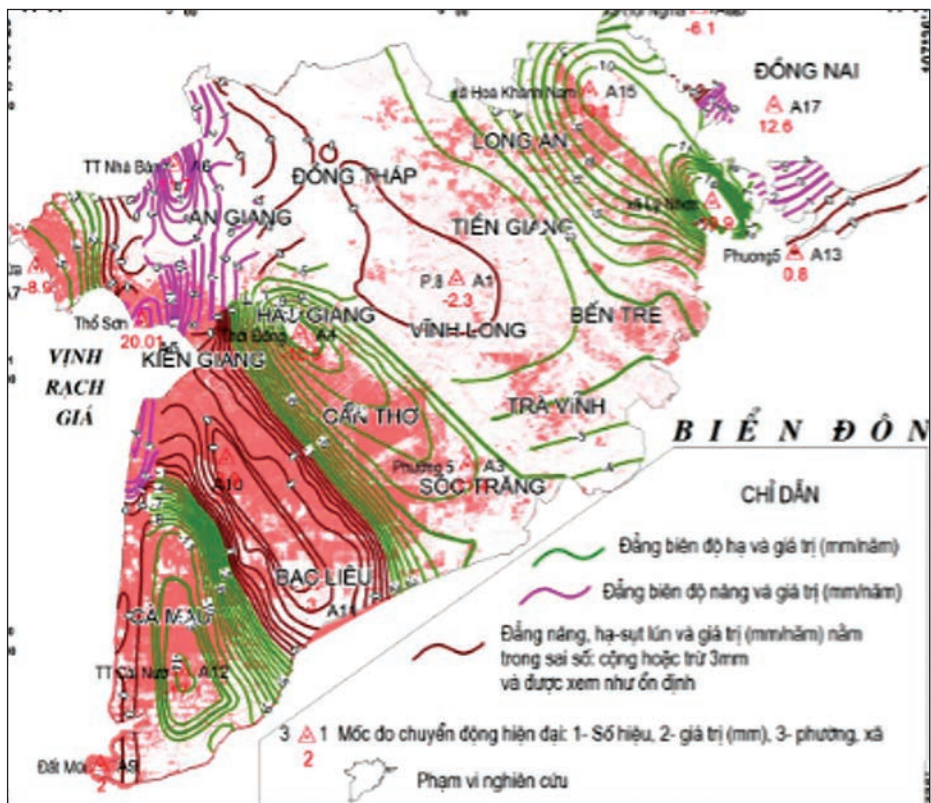
Chí Minh. Theo kết quả ban đầu của nghiên cứu hợp tác giữa Việt Nam với Viện Địa kỹ thuật Na Uy cho tỉnh Cà Mau thì tốc độ sụt lún địa chất do khai thác nước ngầm ở Cà Mau là $1,9 \div 2,8 \text{ cm/năm}$, tốc độ lún lớn nhất có thể lên tới $3,3 \text{ cm/năm}$. Khu vực Hậu Giang có tốc độ sụt lún do khai thác nước ngầm khoảng $3,01-3,3 \text{ cm/năm}$ và có thể xảy ra ở hầu hết diện tích toàn tỉnh. Đối với Cà Mau, khu vực có tốc độ sụt lún lớn nhất $3,01-3,3 \text{ cm/năm}$ do khai thác nước ngầm có diện tích có nguy cơ sụt lún ở tốc độ này khoảng 38.450 ha [25].

Theo kết quả đo kiểm tra năm 2015 của Cục Đo đạc và Bản đồ Việt Nam, có thể thấy đa số khu vực lún 5 cm đến 10 cm , đặc biệt khu vực ven biển Cà Mau và Bạc Liêu có giá trị lún trên 10 cm trong giai đoạn 2005-2015 (10 năm) [7].

Các nguyên nhân lún liên quan đến sự nâng hạ địa chất (Hình 12) có thể đến từ: (i) Chuyển động kiến tạo từ từ ở vùng lộ đá móng trước Holocen; (ii) Nén cố kết trầm tích trẻ (sediment autocompaction - lún nông); (iii) Do khai thác

nước ngầm; (iv) Hoạt động nhân sinh (gia tải công trình, đô thị hóa,...), và (v) Tính từ biến của đất đá. Tùy theo đặc điểm cấu trúc địa động lực mà các nguyên nhân này có thể ảnh hưởng đến các khu vực cụ thể khác nhau. Theo kết quả của Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, chuyển dịch đứng tại 5 mốc địa động lực ổn định và tin cậy nhất (A001, A007, A011, A013, A016) tại khu vực đồng bằng sông Cửu Long cho thấy, tốc độ hạ trung bình là $2,7 \text{ mm/năm}$, tốc độ hạ lớn nhất là $19,9 \text{ mm/năm}$ (mốc A014 ở Cần Giờ), tốc độ nâng lớn nhất đạt $20,6 \text{ mm/năm}$ (mốc A005 ở Hòn Đất) [17].

Việc thiếu nước ngọt vào mùa khô do BĐKH, hoạt động của các công trình khai thác nước trên thượng nguồn sẽ dẫn đến tăng sử dụng nước ngầm lấy từ các tầng chứa nước sâu ($>110 \text{ m}$) để bổ sung cho nguồn nước ngọt, đặc biệt là để kiểm soát độ mặn trong nuôi tôm và sản xuất rau quả và cây ăn trái (cả ở khu nuôi tôm và trồng lúa) khiến cho tình trạng sụt lún và hạ thấp mực nước ngầm sẽ trở nên ngày càng nghiêm trọng hơn.



Hình 9. Tốc độ nâng, hạ địa chất vùng đồng bằng sông Cửu Long [17]

3.2. Phân tích SWOT khả năng đảm bảo an ninh môi trường ở đồng bằng sông Cửu Long

Tổng hợp những phân tích đã trình bày ở trên, vận dụng phương pháp phân tích đánh giá SWOT để đánh giá khả năng đảm bảo ANMT của ĐBSCL với các yếu tố bên trong hệ thống là: Thực trạng điểm mạnh và điểm yếu điểm yếu của khu vực; các yếu tố bên ngoài là: Các yếu tố

khí hậu và NBD theo kịch bản BĐKH và NBD của Việt Nam do Bộ Tài nguyên và Môi trường công bố, kịch bản phát triển thủy điện bậc thang trên dòng chính sông Mê Kông và các yếu tố.

Qua quá trình phân tích và đánh giá theo phương pháp SWOT có thể nhận thấy, trước thách thức từ BĐKH và NBD ngành nông nghiệp ở khu vực ĐBSCL đang tồn tại những vấn đề sau:

Điểm mạnh (S) - Điều kiện thổ nhưỡng, khí hậu thuận lợi cho phát triển nông nghiệp; - Tài nguyên nước mặt tự nhiên dồi dào; - Tài nguyên nước ngầm có trữ lượng lớn; - Có lợi thế và tiềm năng phát triển nguồn lợi thủy hải sản từ kinh tế biển; - Hệ sinh thái tự nhiên đa dạng phong phú với HST rừng ngập mặn, HST đầm nội địa, HST cửa sông.	Cơ hội (O) - Được sự quan tâm của Đảng, Nhà nước, tổ chức quốc tế về PTBV, ứng phó BĐKH ở ĐBSCL; - Có cơ hội thuận lợi để đầu tư phát triển KHCN (CMCN 4.0); - NBD và giảm nước ngọt từ sông Mê Kông thúc đẩy phát triển đa dạng sinh học ven biển, HST mặn lợ, RNM phát triển; kinh tế biển; - Xu thế toàn cầu hóa, hội nhập quốc tế diễn ra mạnh mẽ; - Xu thế chuyển đổi mô hình tăng trưởng, nguồn nhân lực phát triển một bước; - Sự quan tâm của quốc tế đối với vùng ĐBSCL, nhất là tác động của BĐKH và duy trì hệ sinh thái đất ngập nước; - Xu thế toàn cầu về phát triển theo mô hình Tăng trưởng xanh, phát triển nền kinh tế xanh.
Điểm yếu (W) - Tập trung quá mức vào sản xuất lúa thâm canh gây ảnh hưởng đến không gian chứa lũ, nước ngầm và độ phì nhiêu của đất; - Lạm dụng phân bón, hóa chất gây ô nhiễm môi trường và suy giảm HST; - Địa chất non trẻ dễ bị xâm thực và sạt lở; - Thủy văn chịu ảnh hưởng mạnh của thủy triều dễ gây xâm nhập mặn; - Ô nhiễm môi trường chưa được kiểm soát; - Khó khăn trong thu gom và xử lý chất thải rắn; - Suy giảm RNM do hoạt gia tăng hoạt động nuôi trồng thủy hải sản; - Hạ tầng thủy lợi phân ranh mặn ngọt chưa hoàn thiện; - Trình độ KHCN và lao động qua đào tạo chưa cao. - Chưa có chiến lược và chính sách căn cơ cho toàn đồng bằng, thiếu tính kết nối giữa phát triển nông nghiệp, nông thôn với công nghiệp hóa, đô thị hóa.	Thách thức (T) - Gia tăng nhiệt độ TB và nhiệt độ cực trị; - Thay đổi lượng mưa hàng năm; - Biến đổi mực nước gây gia tăng nguy cơ ngập lụt, mất đất sản xuất nông nghiệp, công nghiệp và đô thị; - Gia tăng nguy cơ bão và các hiện tượng thời tiết cực đoan; - Sụt giảm phù sa và lượng nước do hoạt động phát triển kinh tế các quốc gia thượng nguồn; - Gia tăng ô nhiễm môi trường do áp lực của gia tăng dân số; - Phát triển công nghiệp, đô thị dọc bờ sông gây nguy cơ sạt lở tăng cao; - Gia tăng nguy cơ ngập lụt; - Gia tăng xâm nhập mặn; - Gia tăng nguy cơ xói lở bờ biển; - An ninh nguồn nước bị đe dọa; - BĐKH và chuyển đổi mục đích sử dụng đất gây suy thoái HST; - Gia tăng sụt lún do khai thác nước ngầm.

4. Một số giải pháp đảm bảo an ninh môi trường ở đồng bằng sông Cửu Long

Trên cơ sở xem xét đặc điểm tự nhiên của khu vực ĐBSCL, tổng hợp số liệu của các nguồn tài liệu đã có, kết quả điều tra xã hội học và báo cáo của các địa phương, theo các nguyên tắc cơ bản của phương pháp phân tích đánh giá SWOT, trong khuôn khổ nghiên cứu của bài viết, một số định hướng để đảm bảo ANMT ở ĐBSCL được đề xuất như sau:

**Phát huy điểm mạnh để tận dụng thời cơ (S/O)*

- Ưu tiên nghiên cứu chuyển đổi quy hoạch sử dụng đất trồng lúa nước sang mô hình nuôi trồng thủy hải sản hoặc chuyển đổi vùng cá nước ngọt và nước lợ có tính đến các yếu tố BĐKH như nước biển dâng và xâm nhập mặn, tổ chức lãnh thổ phát triển dựa trên đặc điểm tự nhiên của vùng để lựa chọn ngành nghề phù hợp;

- Chuyển đổi mạnh cơ cấu giữa nuôi trồng trong nội địa với nuôi trồng trên biển; cơ cấu giữa nuôi và trồng. Phát triển mạnh nuôi, trồng trên biển, đặc biệt nuôi hải sản lồng bè trên biển quanh đảo. Phát triển nuôi các loài thủy sản bản địa như cá; phát triển nuôi trồng thủy sản theo hướng bền vững, hiện đại, hiệu quả, nâng cao năng suất và chất lượng sản phẩm phù hợp với yêu cầu của thị trường và đảm bảo an ninh thực phẩm quốc gia. Tổ chức lại sản xuất khai thác hải sản trên biển, trên cơ sở cơ cấu lại tàu thuyền, nghề nghiệp phù hợp với các vùng biển, tuyến biển, với môi trường tự nhiên, nguồn lợi hải sản. Xây dựng cơ chế quản lý phù hợp để định hướng khai thác, bảo tồn và phát triển nguồn lợi hải sản trên biển, tăng cường sự tham gia của cộng đồng. Đổi mới và ứng dụng khoa học công nghệ trong khai thác thủy sản, bảo quản sản phẩm để giảm tổn thất sau thu hoạch. Chống đánh bắt bất hợp pháp, hủy diệt nguồn lợi;

- Tận dụng xu thế tiến hành chuyển đổi sản xuất, phát triển theo mô hình tăng trưởng xanh, tăng cường phát triển nông nghiệp sạch, nông nghiệp thông minh, ứng dụng khoa học công nghệ, công nghệ cao vào phát triển và sản xuất nông nghiệp và nuôi trồng, đánh bắt thủy hải sản;

- Đổi mới mô hình hợp tác quốc tế dựa trên

cơ sở đồng thuận, cùng có lợi; duy trì hệ sinh thái vùng trong bối cảnh biến đổi khí hậu, thực hiện tăng trưởng xanh, xây dựng nền kinh tế xanh của vùng hướng đến phát triển bền vững;

- Huy động các nhà tài trợ quốc tế hỗ trợ kỹ thuật trong quá trình xây dựng các chương trình/đề án phục vụ tái cơ cấu nông nghiệp vùng ĐBSCL. Hỗ trợ kỹ thuật xây dựng các mô hình tổ chức sản xuất - kinh doanh, liên kết chuỗi giá trị, hợp tác xã, ban điều hành ngành hàng, nối kết thị trường lao động, tổ chức nghiệp đoàn của lao động di cư,...;

- Hợp tác chặt chẽ với các nước thuộc tiểu vùng sông Mê Kông để chia sẻ thông tin, trao đổi về chiến lược kế hoạch khai thác sông Mê Kông và ảnh hưởng tiềm năng. Nghiên cứu cơ chế để hạn chế ảnh hưởng tiêu cực của phát triển kinh tế trên thượng nguồn sông Mê Kông đến ĐBSCL của Việt Nam cũng như các nước khác thuộc hạ lưu sông Mê Kông;

- Tăng cường điều phối liên ngành, liên vùng trong huy động nguồn lực từ các tổ chức quốc tế, các nhà tài trợ đa phương, song phương, các tổ chức phát triển nhằm hỗ trợ phát triển ĐBSCL thích ứng với BĐKH.

**Phát huy điểm mạnh để vượt qua thách thức (S/T)*

- Đổi mới mô hình tổ chức lãnh thổ phát triển nông nghiệp với tầm nhìn dài hạn dựa trên đặc trưng sinh thái của vùng theo hướng nâng cao chất lượng, lựa chọn sản phẩm giá trị cao dựa trên cơ sở áp dụng khoa học, kỹ thuật công nghệ và định hướng đáp ứng nhu cầu thị trường, đạt mục tiêu hiệu quả kinh tế, xã hội và môi trường. Trước hết là mô hình nông nghiệp lúa nước, thủy sản nuôi và tự nhiên, cây ăn quả có giá trị cao tăng cường quy hoạch chuyển đổi đất trồng lúa sang nuôi trồng thủy hải sản;

- Ưu tiên phát triển công nghiệp xanh, ít phát thải, không gây tổn hại đến hệ sinh thái tự nhiên, đáp ứng đúng nhu cầu thị trường mang lại hiệu quả tổng thể lớn nhất. Trước hết là mô hình công nghiệp chế biến gắn với nông sản, thủy sản và chế biến hoa quả tạo thành chuỗi giá trị của vùng đáp ứng nhu cầu thị trường cần.

- Mở rộng và nâng cao chất lượng mạng lưới quan trắc, giám sát biến động tài nguyên,

môi trường, quan trắc, dự báo khí tượng thủy văn, biến đổi khí hậu, thiên tai, sụt lún; thúc đẩy, khuyến khích các tổ chức, doanh nghiệp tăng cường thực hiện quan trắc và đóng góp thông tin, số liệu quan trắc, giám sát. Xây dựng hệ thống cơ sở dữ liệu tích hợp, tổng hợp tài nguyên môi trường, biến đổi khí hậu vùng ĐBSCL hỗ trợ chuyển đổi mô hình phát triển bền vững.

- Hoàn thiện quy hoạch, xây dựng hạ tầng kỹ thuật đồng bộ, đặc biệt là các công trình hạ tầng kỹ thuật về môi trường dựa vào kịch bản BĐKH và đánh giá vùng sẽ bị ngập nước trong ngắn hạn và dài hạn nhằm mục đích: Xác định các điểm tập trung dân cư, khu đô thị, công nghiệp,... không thể di dời để định hình và có các giải pháp cứng; Xác định các vùng sinh thái tự nhiên, những vùng nông nghiệp cần chuyển đổi mùa vụ để định hình và có các giải pháp mềm.

- Quy hoạch lại hệ thống thủy lợi phù hợp với cơ chế giữ lũ, ngăn mặn linh hoạt hơn và phục vụ nhiều hệ thống canh tác khác nhau, đặc biệt thủy sản và trái cây;

- Quy hoạch và quản lý nghiêm quy hoạch rừng ngập mặn/ngập lợ đảm bảo cân đối môi trường, sinh thái. Xây dựng cơ chế chi trả dịch vụ môi trường để tạo sinh kế cho người dân phát triển và bảo vệ rừng ngập mặn/ngập lợ.

**Cải thiện điểm yếu để không làm mất đi cơ hội (W/O)*

- Kiểm soát chặt tình trạng lạm dụng phân bón, hóa chất bảo vệ thực vật trong sản xuất; xử lý nghiêm tình trạng các cơ sở gây ô nhiễm môi trường;

- Bố trí lại dân cư, tách ra khỏi vùng sản xuất chuyên canh, tập trung vào một số khu vực có thể xử lý và ứng phó với lũ, đảm bảo không bị chia cắt, phát triển cộng đồng làng xã để xây dựng các vùng nông thôn văn minh lúa nước, xã hội hiện đại, môi trường sạch đẹp đặc trưng vùng lũ;

- Xây dựng và triển khai chiến lược đảm bảo an ninh năng lượng để PTBV, ứng phó BĐKH. Đối với dự án đầu tư mới ưu tiên chuyển sang năng lượng tái tạo (gió, mặt trời, thủy triều,...). Có chính sách ưu tiên phát triển công nghệ sử dụng năng lượng tái tạo, phát triển các ngành,

thói quen sử dụng tiết kiệm và hiệu quả năng lượng

- Đẩy mạnh các giải pháp bảo vệ, nâng cao chất lượng môi trường, có chính sách khuyến khích phát triển sản xuất sạch, thu gom, tái chế, tái sử dụng, chuyển rác thành năng lượng, hạn chế tối đa chôn lấp rác thải. Đảm bảo nước thải 100% phải được thu gom và xử lý trước khi xả ra ngoài môi trường;

- Đẩy mạnh và nâng cao hiệu quả nghiên cứu khoa học, phát triển công nghệ và chuyển giao tri thức, tận dụng cách mạng công nghiệp 4.0 để phát triển nền kinh tế sử dụng bền vững tài nguyên thiên nhiên, bảo vệ môi trường và thích ứng với BĐKH ở ĐBSCL;

- Tăng cường hợp tác quốc tế, chủ động hợp tác với các nước lưu vực sông Mê Kông trong chia sẻ, sử dụng hiệu quả và bền vững nguồn tài nguyên nước và các tài nguyên có liên quan trong lưu vực sông Mê Kông trên cơ sở cùng có lợi, bảo tồn giá trị cốt lõi của sông Mê Kông. Tăng cường hợp tác trong Ủy hội sông Mê Kông quốc tế, hợp tác Mê Kông - Lan Thương, tiểu vùng sông Mê Kông mở rộng;

- Phát triển nâng cao chất lượng nguồn năng lực cho vùng ĐBSCL, phát triển một số trung tâm nghiên cứu tổng hợp ĐBSCL đáp ứng các yêu cầu PTBV, ứng phó BĐKH.

**Không để thách thức làm phát triển điểm yếu (W/T)*

- Giảm dần diện tích lúa theo hướng chuyển đổi toàn bộ diện tích lúa 3 vụ sang lúa 2 vụ và luân canh với 1 vụ rau màu hoặc thủy sản. Chuyển sự tập trung vào số lượng sang chất lượng để đáp ứng nhu cầu các thị trường đòi hỏi chất lượng cao trong và ngoài nước;

- Phục hồi và phát triển rừng ngập mặn nhằm bảo vệ môi trường, bảo vệ chống xói mòn và sạt lở ven biển, thúc đẩy đa dạng sinh học, gắn với phục hồi sinh thái. Kết hợp hài hòa giữa bảo vệ rừng ngập mặn với phát triển thủy sản và du lịch sinh thái ở vùng ven biển, đặc biệt là khu vực bán đảo Cà Mau;

- Xây dựng các công trình đê biển, kè biển, kè chắn sóng và các công trình khác phù hợp với điều kiện tự nhiên, quy hoạch nuôi trồng thủy hải sản của khu vực theo các kịch bản BĐKH của Việt Nam;

- Tăng cường năng lực, bộ máy của các cơ quan dự báo khí tượng, khí hậu, đồng thời phải lồng ghép, tính đến yếu tố BĐKH vào trong các chiến lược, quy hoạch, kế hoạch, chương trình của Trung ương cũng như của địa phương. Tăng cường khả năng dự báo thiên tai, hạn mặn và các hiện tượng thời tiết cực đoan;

- Tăng cường công tác quản lý về bảo tồn đa dạng sinh học, bảo vệ và phát triển rừng, đặc biệt là rừng ngập mặn ven biển. Phát triển rừng ngập mặn kết hợp nuôi trồng và thủy sản

tự nhiên. Phục hồi và trồng mới hệ thống rừng ngập mặn ven biển để bảo vệ môi trường sống và sinh sản cho các loại thủy hải sản và phát triển bền vững sinh kế dựa trên nuôi trồng thủy sản của toàn vùng;

- Xây dựng chiến lược và chính sách đồng bộ cho toàn bộ ĐBSCL, đảm bảo tính kết nối giữa phát triển nông nghiệp, nông thôn với công nghiệp hóa, đô thị hóa có tính đến các kịch bản BĐKH và phát triển KT-XH của các quốc gia thượng nguồn sông Mê Kông.

Nghiên cứu này thuộc nội dung của đề tài cấp Quốc gia “Nghiên cứu xác định các chỉ số an ninh môi trường, đề xuất khung chính sách và giải pháp quản lý, ứng phó” (Mã số: BĐKH.15/16-20) thuộc Chương trình Khoa học và công nghệ ứng phó với biến đổi khí hậu, quản lý tài nguyên và môi trường giai đoạn 2016-2020.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu Tiếng Việt

1. Nguyễn Ngọc Anh (2016), “Hạn - mặn lịch sử 2016 ở đồng bằng sông Cửu Long: Bài học kinh nghiệm và những giải pháp ứng phó”, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam*, Hà Nội.
2. Ban chỉ đạo Tổng điều tra dân số và nhà ở Trung ương (2019), *Kết quả Tổng điều tra dân số và nhà ở thời điểm 0 giờ ngày 01/4/2019*, NXB Thống kê, Hà Nội.
3. Bộ Kế hoạch và Đầu tư và Ngân hàng Thế giới (2017), *Hội thảo Phát triển bền vững vùng đồng bằng sông Cửu Long trong điều kiện biến đổi khí hậu - Cơ hội và thách thức*, Cần Thơ.
4. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2017), *Giải pháp chuyển đổi nông nghiệp bền vững cho các tiểu vùng tại đồng bằng sông Cửu Long*, Hội nghị phát triển bền vững vùng đồng bằng sông Cửu Long thích ứng với biến đổi khí hậu, Cần Thơ.
5. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2016), *Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam*, NXB Tài nguyên Môi trường và Bản đồ Việt Nam, Hà Nội.
6. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2017), *Báo cáo tổng hợp đồng bằng sông Cửu Long - Chuyển hóa thách thức thành cơ hội để phát triển bền vững*, Hội nghị phát triển bền vững đồng bằng sông Cửu Long thích ứng với biến đổi khí hậu, Cần Thơ.
7. Cục Đo đạc và Bản đồ Việt Nam (2016), *Đo kiểm tra hệ thống mốc độ cao hạng I, II, III nhà nước khu vực Thành phố Hồ Chí Minh và đồng bằng sông Cửu Long*, Đề cương thực hiện Dự án.
8. Cục Quản lý Tài nguyên nước (2013), *Nghiên cứu cơ sở khoa học xác định nguyên nhân, đề xuất giải pháp ứng phó với xâm nhập mặn trong điều kiện biến đổi khí hậu ở vùng đồng bằng sông Cửu Long*.
9. Cục Quản lý tài nguyên nước (2017), *Tài nguyên nước thực trạng - thách thức và định hướng quản lý, sử dụng tài nguyên nước nhằm phát triển bền vững đồng bằng sông Cửu Long*, Hội nghị phát triển bền vững đồng bằng sông Cửu Long thích ứng với biến đổi khí hậu, Cần Thơ.
10. Đảng Cộng sản Việt Nam (1991), *Cương lĩnh xây dựng đất nước thời kỳ quá độ lên chủ nghĩa xã hội*, NXB Chính trị, Hà Nội.
11. Đảng Cộng sản Việt Nam (2004), Nghị quyết số 41-NQ/TW, ngày 15/11/2004 của Bộ Chính trị khóa IX về *bảo vệ môi trường trong thời kỳ đẩy mạnh công nghiệp hóa và hiện đại hóa đất nước*.
12. Đảng Cộng sản Việt Nam (2016), *Văn kiện Đại hội Đảng toàn quốc lần thứ XII*.
13. Nguyễn Đình Hòa và Nguyễn Ngọc Sinh (2010), *Đảm bảo An ninh Môi trường cho Phát triển bền*

vững, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.

14. Hội đồng tư vấn của Ủy ban Quốc gia về Biến đổi khí hậu (2017), *Tổng quan các thách thức đối với đồng bằng sông Cửu Long*, Hội nghị phát triển bền vững đồng bằng sông Cửu Long thích ứng với Biến đổi khí hậu, Cần Thơ.
15. MD-ICRSL (2016), *Dự án chống chịu khí hậu tổng hợp và sinh kế bền vững đồng bằng sông Cửu Long*.
16. Quốc hội nước Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (2004), *Luật An ninh quốc gia*.
17. Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam (2015), *Điều tra, đánh giá địa động lực hiện đại để hoàn thiện kịch bản biến đổi khí hậu và đề xuất giải pháp thích ứng ở đồng bằng sông Cửu Long*, Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu, Báo cáo tổng kết Dự án.
18. Tổng cục Thống kê (2016), *Tình hình kinh tế - xã hội năm 2016*.
19. Tổng cục Thống kê (2018), *Niên giám thống kê Việt Nam 2018*.
20. Ủy ban nhân dân các tỉnh đồng bằng sông Cửu Long (2017), *Báo cáo đánh giá hiện trạng an ninh môi trường trên địa bàn tỉnh*.
21. Viện Chiến lược chính sách Tài nguyên và Môi trường (2017), *Định hướng chuyển đổi quy mô lớn mô hình phát triển đồng bằng sông Cửu Long*, Hội nghị phát triển bền vững vùng đồng bằng sông Cửu Long thích ứng với biến đổi khí hậu, Cần Thơ.
22. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu (2013), *Dự án Khảo sát, tính toán chế độ động lực bồi lắng, xói lở khu vực Cà Mau do tác động của biến đổi khí hậu*.
23. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu (2015), *Dự án Điều tra, khảo sát điều kiện tự nhiên - dòng chảy, địa hình, địa chất lòng sông nhằm xác định nguyên nhân gây sạt lở bờ sông Hậu (đoạn chảy qua An Giang) và đề xuất kế hoạch tổng thể khắc phục*.
24. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu (2016), *Báo cáo cập nhật phân vùng bão, xác định nguy cơ bão, nước dâng do bão, trong đó có phân vùng mưa lớn, gió mạnh ở sâu trong đất liền khi bão mạnh, siêu bão đổ bộ*, Báo cáo Dự án cấp Bộ, chủ biên.
25. Viện Kỹ thuật địa lý Na Uy (2013), *Báo cáo nghiên cứu giai đoạn 1: Đánh giá tình trạng mất đất ở Cà Mau*, Nghiên cứu mất đất cho tỉnh Cà Mau, Việt Nam, Cần Thơ.
26. Phạm Thành Dung (2015), *An ninh phi truyền thống và định hướng giải pháp cho Việt Nam trong điều kiện hội nhập quốc tế*, Báo cáo tổng hợp nghiên cứu Đề tài độc lập cấp Nhà nước.

Tài liệu Tiếng Anh

27. Edward J. Anthony và các cộng sự (2015), *Linking rapid erosion of the Me Kong River delta to human activities*.
28. World Bank (2007), *The Impact of Sea Level Rise on Developing Countries, A Comparative Analysis*, Washington, DC.

Tài liệu Internet

29. Tổng cục thống kê Số liệu thống kê, truy cập ngày 26/8/2019, tại trang web <https://www.gso.gov.vn/Default.aspx?tabid=706&ItemID=13412>.

USING SWOT ANALYSIS FRAMEWORK TO ASSESS THE ABILITY TO ENSURE ENVIRONMENTAL SECURITY IN THE ME KONG DELTA

Ta Dinh Thi⁽¹⁾, Ta Van Trung⁽²⁾, Phan Thi Kim Oanh⁽³⁾, Do Nam Thang⁽⁴⁾

⁽¹⁾Viet Nam Administration of Seas and Islands

⁽²⁾Viet Nam Environment Administration

⁽³⁾Institute of Strategy and Policy on Natural Resources and Environment

⁽⁴⁾Crawford School of Public Policy, Australian National University

Received: 5/10/2019; Accepted: 5/12/2019

Abstract: Nowadays, not only in Viet Nam but also in the world, environmental security has become a global problem. The reality shows that environmental security challenges not only threaten human security, economic security, food security,... but also one of the major threats to national security and survival of mankind. The increasing scarcity of resources, pollution, and environmental degradation can weaken the economy, worsen poverty, destabilize politics, and even become a trigger for conflicts. Many domestic and international scholars agree on the view that the relationship between national security and environmental security is organic and coherent because intrinsically, environmental security is an element belonging to non-traditional security, a component of national security. Ensuring environmental security is an important part to ensure national security in the new era.

As one of the countries most heavily affected by climate change and the Me Kong Delta is one of the three deltas in the world most affected by the impact of sea-level rise. Global climate change and the consequences of unsustainable economic development both endogenous and exogenous have been exerting great pressure on the issue of environmental security in the Me Kong Delta, one of Viet Nam's most important economic regions.

Keywords: Climate change, national security, environmental security, Me Kong Delta.

CƠ SỞ LÝ LUẬN, THỰC TIỄN VÀ ĐỀ XUẤT BỘ TIÊU CHÍ ĐÁNH GIÁ ĐIỀU KIỆN THỰC HIỆN DỰ ÁN VỀ HỢP TÁC CÔNG TƯ TRONG ỨNG PHÓ VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

Hà Thị Thuận⁽¹⁾, Trần Hồng Thái⁽²⁾

⁽¹⁾Công ty Cổ phần Thiết bị Khí tượng Thủy văn và Môi trường Việt Nam

⁽²⁾Tổng cục Khí tượng Thủy văn

Ngày nhận bài 2/12/2019; ngày chuyển phản biện 3/12/2019; ngày chấp nhận đăng 20/12/2019

Tóm tắt: Biến đổi khí hậu (BĐKH) đang nổi lên như một trong những thách thức lớn nhất đối với nhân loại thế kỷ 21. Việt Nam là một quốc gia đang phát triển và cũng là một trong các quốc gia chịu ảnh hưởng nặng nề nhất của BĐKH toàn cầu. Để giải quyết các vấn đề do tác động của BĐKH gây ra đòi hỏi Chính phủ Việt Nam cần phải huy động một nguồn lực lớn trong xã hội, đặc biệt là nguồn lực tài chính. Tuy nhiên các chính sách về cơ chế tài chính ứng phó với BĐKH tại Việt Nam hiện nay vẫn còn nhiều bất cập chưa đáp ứng được. Những khó khăn thách thức ấy đã tạo nên một động lực mạnh mẽ nhằm thúc đẩy dự án hợp tác công tư (PPP) việc ứng phó với BĐKH ở Việt Nam. Mục tiêu của bài báo nhằm nghiên cứu đề xuất bộ tiêu chí đánh giá các điều kiện thực hiện dự án hợp tác công - tư trong ứng phó với BĐKH. Kết quả nghiên cứu đã xây dựng bộ tiêu chí đánh giá các điều kiện thực hiện dự án PPP trong ứng phó với BĐKH ở Việt Nam.

Từ khóa: Biến đổi khí hậu, bộ tiêu chí, hợp tác công tư.

1. Tổng quan

Mô hình PPP xuất hiện từ khá sớm. Tuy nhiên phải đến những năm 1950 thì thuật ngữ “hợp tác công - tư” (public-private partnerships) mới bắt đầu xuất hiện ở Hoa Kỳ trong các chương trình giáo dục do cả khu vực công và khu vực tư tài trợ. Các nghiên cứu đã công bố liên quan đến việc huy động vốn khu vực tư nhân [12, 13]. Các nghiên cứu này đã cho phép hiểu rõ hơn về toàn bộ khái niệm về chính sách PPP [7]. Cuối những năm 1990, Li và cộng sự đã nghiên cứu PPP của các lĩnh vực khác nhau [14]; các lĩnh vực như quản lý rủi ro [6, 15], quản lý mối quan hệ [5, 10, 16], khả năng tài chính đều đã được các nhà nghiên cứu trên toàn thế giới công bố rộng rãi [8, 17]. PPP trong ứng phó với BĐKH, chỉ ra rằng các nước đang phát triển không đủ mạnh để cung cấp cơ sở hạ tầng và dịch vụ công, thì PPP là cách thức hữu hiệu để có cơ sở hạ tầng và dịch vụ cho xã hội [9, 11].

Liên hệ tác giả: Hà Thị Thuận

Email: hathuan.hymetco@gmail.com

Ở Việt Nam, vấn đề PPP đang rất được quan tâm, được thể hiện thông qua Nghị định số 63/2018/NĐ-CP về Đầu tư theo hình thức PPP. PPP trong dịch vụ công, khuyến khích tư nhân tham gia đầu tư phát triển kết cấu hạ tầng và ứng phó với BĐKH những giải pháp chủ yếu về huy động vốn tín dụng nhà nước để đầu tư phát triển cơ sở hạ tầng [2, 3, 4]. Ngoài ra, liên quan đến vấn đề tài chính nhằm ứng phó BĐKH, tác giả Trần Thọ Đạt và cộng sự, đã công bố nghiên cứu “*Tài chính ứng phó với BĐKH ở Việt Nam và hàm ý về chính sách*”, bài viết phân tích thực trạng chính sách tài chính đối với BĐKH ở Việt Nam, những thách thức về huy động nguồn tài chính đang gặp phải, từ đó đưa ra hàm ý chính sách để huy động hiệu quả nguồn tài chính cho BĐKH [1].

Trong khi việc xác định các tiêu đánh giá các điều kiện thực hiện dự án về PPP chưa được xây dựng thì việc làm sáng tỏ vai trò của Nhà nước, khối tư nhân và các bên liên quan chính là một trong những cơ sở quan trọng để xây dựng bộ tiêu chí. Đây cũng chính là nội dung được thực

hiện trong bài báo.

2. Cơ sở lý luận, thực tiễn đề xuất bộ tiêu chí

2.1. Cơ sở lý luận, thực tiễn

2.1.1. Cơ sở lý luận về PPP

Đầu tư theo hình thức PPP là “hình thức đầu tư được thực hiện trên cơ sở hợp đồng dự án giữa cơ quan nhà nước có thẩm quyền và nhà đầu tư, doanh nghiệp dự án để xây dựng, cải tạo, vận hành, kinh doanh, quản lý công trình hạ tầng, cung cấp dịch vụ công” (Nghị định số 63/2018/NĐ-CP). PPP được hiểu là hợp tác giữa khu vực công và khu vực tư dưới hình thức dự án trong đó các nguồn lực, rủi ro, trách nhiệm, lợi ích được chia sẻ giữa hai bên nhằm đạt được mục tiêu chung. Đây là khái niệm sẽ được sử dụng xuyên suốt trong nghiên cứu.

Đặc điểm của PPP là đảm bảo nghĩa vụ và quyền lợi hài hòa giữa các bên, có sự tham gia của nhà nước, nhà đầu tư tư nhân cần huy động được vốn từ các tổ chức tài trợ vốn, không phải là tư nhân hóa. Trong khi PPP trong ứng phó với BĐKH là sự hợp tác giữa nhà nước với các nhà đầu tư lớn, hướng tới các lợi ích dài hạn và kiên nhẫn theo đuổi dự án; thời gian triển khai dự án rất dài, lên tới 20-30 năm nên không phù hợp với các nhà đầu tư nhỏ lẻ, hướng tới các mục tiêu ngắn hạn và muốn đạt tới kết quả một cách nhanh chóng. Do lượng vốn cần cho trong ứng phó với BĐKH rất lớn nên nguồn vốn huy động từ các tổ chức tài chính có thể lên đến 70-80% phần vốn đầu tư tư nhân. Các nhà quản lý doanh nghiệp dự án cần có năng lực quản lý rất cao do dự án PPP trong ứng phó với BĐKH chủ yếu là những dự án lớn, trải dài trên nhiều địa phương. Hiệu quả kinh tế mang lại cho các nhà đầu tư thường không cao. Chịu nhiều rủi ro cả về chính trị, kinh tế, xã hội, công nghệ và tự nhiên, trong đó có nhiều rủi ro bất khả kháng như rủi ro về điều kiện chính trị, chính sách không ổn định.

Vai trò của nhà nước đối với phát triển hình thức PPP trong ứng phó với BĐKH

Để có thể triển khai được mô hình PPP, vai trò của nhà nước là rất quan trọng, thể hiện ở 4 vai trò sau: (1) Khởi xướng PPP; (2) Đối tác trong hợp đồng PPP; (3) Hỗ trợ các nhà đầu tư tư nhân và (4) Quản lý sự phát triển của PPP.

Với vai trò khởi xướng PPP, nhà nước có trách nhiệm xác định trong danh mục các dự án trong ứng phó với BĐKH, các dự án nào nhà nước sẽ triển khai, các dự án nào sẽ được triển khai dưới hình thức PPP.

Nhà nước và tư nhân là hai đối tác làm việc cùng nhau để triển khai dự án, đem kết quả phục vụ người dân. Vai trò đối tác của nhà nước thể hiện ở hai nội dung: (1) Nhà nước là một chủ thể ký kết hợp đồng với tư nhân và (2) nhà nước là một chủ thể tham gia thực hiện dự án (với vai trò bình đẳng như khối tư nhân).

Theo nghiên cứu của Ngân hàng thế giới (1997), mức độ khả thi về tài chính của dự án phụ thuộc chủ yếu vào: Nhu cầu thị trường, cơ cấu thuế, thời gian nhượng quyền, tính hấp dẫn của dự án và các rủi ro bất khả kháng.

Giai đoạn ban đầu của sự phát triển PPP tại mỗi quốc gia là giai đoạn khó khăn và phức tạp nhất. Trong giai đoạn này, các bên tham gia vào PPP đều gặp những khó khăn riêng. Khó khăn của nhà nước là lựa chọn các dự án tiến hành theo hình thức PPP, xây dựng cơ chế thu hút sự tham gia của khối tư nhân nhưng vẫn phải đảm bảo giá trị đồng tiền cho nhà nước, xác định, chịu trách nhiệm và bảo lãnh những rủi ro ở mức độ hợp lý, xây dựng cơ chế phối hợp với tư nhân.

Chức năng cơ bản của quản lý nhà nước đối với đầu tư theo hình thức PPP trong dự án ứng phó với BĐKH

Xây dựng chiến lược, quy hoạch, kế hoạch phát triển DA UPBĐKH là một trong những chức năng cơ bản của quản lý nhà nước đối với lĩnh vực trong ứng phó với BĐKH. Nhà nước thông qua chiến lược xác định hệ thống các mục tiêu dài hạn phát triển hạ tầng BĐKH và các biện pháp chủ yếu để thực hiện mục tiêu.

Chức năng xây dựng khung chính sách, quy định cho hình thức PPP trong dự án ứng phó với BĐKH. Chính sách, quy định về phân bổ rủi ro giữa nhà nước và tư nhân. Chính sách, quy định về ưu đãi và đảm bảo đầu tư. Chính sách, quy định về ưu đãi và đảm bảo đầu tư nhằm mục tiêu thu hút đầu tư của khu vực tư nhân và cải thiện tính khả thi tài chính các dự án PPP BĐKH.

Chức năng xây dựng khung pháp lý cho hình thức PPP để thu hút và duy trì PPP, xây dựng

chính sách, quy định phù hợp thời thì chưa đủ mà còn cần phải có khung pháp lý để thực thi. Đây là công cụ thể chế hóa chiến lược, quy hoạch, kế hoạch, chính sách, quy định về PPP. Trong lĩnh vực hạ tầng, khung pháp lý đầy đủ và minh bạch rất quan trọng vì vốn đầu tư lớn được cung cấp bởi các nhà đầu tư tư nhân trong nước hoặc nước ngoài, thời gian hoàn vốn kéo dài (khoảng 25 năm) làm tăng nguy cơ tranh chấp hợp đồng, đòi hỏi các nhà hoạch định chính sách phải nhận thức được những mong đợi của nhà đầu tư, các rào cản và thách thức của PPP.

Chức năng xây dựng, vận hành bộ máy quản lý PPP và phát triển nguồn nhân lực. Vấn đề cuối cùng cần xem xét là mối liên kết giữa cơ quan nhà nước được ủy quyền với các bộ chủ quản và có thể là các cấp chính phủ. Hoạt động của mối quan hệ PPP có thể diễn ra ở mức độ quốc gia hoặc địa phương và vị trí của các cơ quan phụ trách mối quan hệ PPP này cần phù hợp với hoạt động của thị trường.

Chức năng giám sát và đánh giá đầu tư theo hình thức PPP trong dự án ứng phó với BĐKH là nhằm: 1) Huy động tối đa nguồn vốn của khu vực tư nhân cho phát triển KCHT trong ứng phó với BĐKH; 2) Sử dụng hiệu quả hơn nguồn vốn của Nhà nước trong dự án trong ứng phó với BĐKH; 3) Giảm rủi ro cho cả khu vực tư nhân và nhà nước; 4) Góp phần thực hiện các mục tiêu phát triển KTXH của địa phương hay của quốc gia.

Vai trò của khu vực tư nhân trong dự án ứng phó với BĐKH theo hình thức PPP

- Nhà đầu tư tìm kiếm lợi nhuận và các cơ hội mới:

Vai trò là người bỏ vốn đầu tư: Khu vực tư nhân có thể là nhà đầu tư vốn phát triển các dự án xây dựng dự án ứng phó với BĐKH. Đặc biệt với các nước đang phát triển, Chính phủ luôn luôn trong tình trạng thiếu nguồn vốn cần thiết cho các dự án nên vai trò của khu vực tư nhân vì thế cũng quan trọng hơn. Chi phí đầu tư ban đầu cho dự án xây dựng dự án ứng phó với BĐKH đã là rất lớn, nhưng việc bảo trì và nâng cấp dự án ứng phó với biến đổi khí hậu là thường xuyên và chi phí hàng năm bỏ ra cũng không hề nhỏ, khu vực tư nhân cũng có thể đóng góp quan trọng vào quá trình này. Thông qua hình thức PPP, khu

vực tư nhân góp phần giảm gánh nặng cho ngân sách nhà nước.

Vai trò là người huy động vốn: Để đáp ứng được nhu cầu vốn lớn cho dự án xây dựng dự án ứng phó với BĐKH, khu vực tư nhân cũng thể hiện được vai trò linh hoạt hơn so với khu vực công trong việc huy động vốn. Kênh dẫn vốn đa dạng, phong phú từ nhiều đối tác khác nhau. Thông thường các dự án xây dựng dự án ứng phó với BĐKH do khu vực công cộng đầu tư, nguồn vốn chủ yếu là từ ngân sách nhà nước và một phần từ nguồn tài trợ của các Chính phủ và/hoặc các tổ chức quốc tế.

Vai trò là người sử dụng hiệu quả đồng vốn đầu tư trong xây dựng dự án ứng phó với BĐKH: Trên bình diện xã hội, khu vực tư nhân thể hiện vai trò sử dụng hiệu quả đồng vốn tốt hơn so với khu vực công thông qua các khía cạnh như có cơ chế giám sát tài chính chặt chẽ, có cơ chế khuyến khích, tối ưu hóa chi phí, tiết kiệm tối đa các cấp quản lý.

Vai trò là người nâng cao giá trị thương mại cho các tài sản dự án ứng phó với BĐKH. Thông thường khi các tài sản dự án ứng phó với BĐKH thuộc quản lý của nhà nước thì tài sản đó không được khai thác tối ưu, các tiện ích không được sử dụng triệt để và gây ra lãng phí nguồn lực xã hội.

- Người xây dựng dự án trong ứng phó với BĐKH:

Trong vai trò là người xây dựng dự án ứng phó với BĐKH, khu vực tư nhân thường đưa ra các sáng kiến để cải tiến quá trình triển khai dự án. Với cơ chế linh hoạt, khu vực tư nhân thường có khuynh hướng và có điều kiện hơn so với khu vực công cộng trong việc sử dụng những lao động có kinh nghiệm và có nhiều sáng kiến trong việc triển khai dự án. Các quyết định liên quan đến triển khai dự án thuộc khu vực nhà nước thường cứng nhắc và theo một quy trình nhất định. Ngược lại, khu vực tư nhân thường ra quyết định rất linh hoạt dựa trên cơ sở giảm chi phí, đẩy nhanh tiến độ làm cho dự án có hiệu quả hơn, mang lại nhiều lợi nhuận hơn. Với những sáng kiến mang lại hiệu quả, khu vực tư nhân thực hiện việc khen thưởng rõ ràng sẽ ngày càng thúc đẩy cán bộ đưa ra nhiều sáng kiến hơn nữa. Điều này giúp khu vực tư nhân

có động lực phát triển các ý tưởng, sáng kiến để ngày một đáp ứng tốt hơn trong quá trình triển khai dự án.

- Người cung cấp dịch vụ:

Xây dựng biểu phí thác dự án phải đảm bảo hài hòa lợi ích của người dân, nhà nước và nhà đầu tư tư nhân. Vận hành để dự án ứng phó với BĐKH đảm bảo hoạt động bình thường theo chức năng của nó. Trong quá trình khai thác dự án, khu vực tư nhân phải thường xuyên tiến hành hoạt động sửa chữa, bảo dưỡng nhằm duy trì tiêu chuẩn kỹ thuật của dự án ứng phó với BĐKH đang khai thác, đảm bảo tính năng hoạt động của dự án như thiết kế. Đồng thời phải dạng hóa sản phẩm dịch vụ: Quản lý khai thác dự án ứng phó với BĐKH cần được xem là một dịch vụ tổng hợp, được xem là lợi thế để đem lại lợi nhuận tối đa.

2.2. Cơ sở thực tiễn PPP trong ứng phó với BĐKH

2.2.1. Chính sách và hành động của chính phủ nhằm ứng phó với BĐKH

BĐKH đã trở thành một vấn đề quốc tế ngày càng được chú ý và Việt Nam đã tham gia vào một số sáng kiến theo quy định của Công ước khung của Liên hợp quốc về BĐKH (UNFCCC) và Nghị định thư Kyoto. Bộ TNMT là đầu mối cho Công ước khung tại Việt Nam và là Cơ quan Quốc gia được chỉ định cho công tác Cơ chế phát triển sạch (CDM). Các sáng kiến bao gồm việc chuẩn bị Thông báo quốc gia lần thứ nhất và xây dựng các qui trình và pháp lý hóa thủ tục phê duyệt quốc gia cho Cơ chế phát triển sạch.

Phạm vi ứng phó BĐKH ngày càng mở rộng. Gần đây, nhiều chính sách quốc gia đã xem xét lồng ghép vấn đề BĐKH vào trong công tác quản lý môi trường, bảo tồn đa dạng sinh học và các mục tiêu liên ngành khác như giảm nghèo và cải thiện cuộc sống cho phụ nữ.

Khung chính sách đang được phát triển hướng theo 3 chiến lược mà Việt Nam sẽ tăng cường năng lực để ứng phó với BĐKH và bắt đầu giảm mức độ phát thải GHG. Ngoài Kế hoạch hành động quốc gia về phòng chống giảm nhẹ thiên tai đã được phê duyệt như nêu ở trên, còn có 2 chiến lược đang được thực hiện: Chiến lược Quốc gia ứng phó với BĐKH và Chiến lược

phát triển xanh sẽ hướng đến các kế hoạch hành động các-bon thấp.

Những Chiến lược quốc gia này được hỗ trợ bởi các kế hoạch ngành. Một số trong đó đã được xây dựng. Cụ thể là Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn và Bộ Công thương đã đi đầu trong hướng phát triển này.

2.2.2. Thực trạng một số yếu tố và điều kiện đảm bảo PPP trong ứng phó với BĐKH ở Việt Nam

Có thể thấy các chính sách, quy định chung về xúc tiến đầu tư hiện nay đã đưa ra được khuôn khổ chung để tiến hành xúc tiến đầu tư đối với dự án đầu tư theo hình thức PPP trong ứng phó với BĐKH. Thực tế thực hiện, Việt Nam đã xây dựng được danh mục dự án kêu gọi đầu tư trong các giai đoạn khác nhau, tổ chức các hội thảo chuyên ngành về PPP trong ứng phó với BĐKH. Tuy nhiên, Việt Nam chưa có quy định riêng về xúc tiến đầu tư cho dự án PPP ứng phó với BĐKH, trong khi đây là một hình thức đầu tư tương đối mới mẻ, khác với hình thức đầu tư truyền thống. Từ Luật Đầu tư 2005, Nghị định số 63/2018/NĐ-CP chưa giải quyết triệt để, tận gốc những vướng mắc, chưa thể tạo sự đột phá trong thu hút đầu tư theo hình thức PPP vào những dự án hạ tầng có quy mô trong thời gian tới, đặc biệt là đẩy mạnh huy động vốn nước ngoài. Việc xây dựng Luật PPP đã được nhiều đại biểu Quốc hội, doanh nghiệp nhấn mạnh và Chính phủ cũng đang đặt quyết tâm cao để xây dựng, hoàn thiện Dự thảo Luật PPP, sớm trình Quốc hội thông qua.

Khảo sát ý kiến của doanh nghiệp về nhận định “chính sách xúc tiến đầu tư đối với dự án PPP ứng phó với BĐKH là hợp lý”, có đến 35,48% không đồng ý, 6,45% rất không đồng ý và 1,61% hoàn toàn không đồng ý với ý kiến này (điểm trung bình 3,58).

Chính sách tài chính: Chính sách tài chính đối với dự án đầu tư theo hình thức PPP trong ứng phó với BĐKH ở Việt Nam nhằm mục tiêu đảm bảo nguồn tài chính cho dự án đầu tư, thu hút vốn đầu tư tư nhân, đảm bảo giá trị đồng tiền cho nhà nước và lợi nhuận cho nhà đầu tư. Nguyên tắc cơ bản áp dụng chính sách là tuân thủ các quy định quốc tế, khu vực và quốc gia, đảm bảo minh bạch, bình đẳng trước pháp luật

đối với các nhà đầu tư trong việc tiếp cận, sử dụng vốn, tín dụng, hỗ trợ. Để đạt mục tiêu đề ra, nhà nước đưa ra các quy định về ưu đãi thuế, bảo lãnh, bảo đảm, cấu trúc tài trợ dự án, suất đầu tư của dự án, được thể hiện chủ yếu trong Luật Đầu tư, Nghị định số 63/2018/NĐ-CP về đầu tư theo hình thức PPP và một số văn bản pháp lý liên quan.

Bảo lãnh của Nhà nước đối với doanh nghiệp thực hiện dự án: Về bảo lãnh cung cấp nguyên liệu, căn cứ vào tính chất và yêu cầu, các dự án đầu tư theo hình thức PPP có thể được Chính phủ bảo lãnh nguyên liệu. Về bảo đảm cân đối ngoại tệ, dự án được mua ngoại tệ tại tổ chức tín dụng để đáp ứng nhu cầu giao dịch vãng lai, giao dịch vốn và các giao dịch khác, chuyển vốn, lợi nhuận, thanh lý đầu tư ra nước ngoài theo quy định về quản lý ngoại hối. Về bảo đảm quyền sở hữu tài sản, tài sản hợp pháp của nhà đầu tư không bị quốc hữu hóa hoặc tịch thu bằng biện pháp hành chính.

Cấu trúc tài trợ dự án: Các dự án PPP ứng phó với BĐKH được cung cấp tài chính từ ba nguồn là nhà đầu tư, nhà nước và bên cho vay. Nhà đầu tư bỏ vốn chủ sở hữu vào dự án thông qua việc góp vốn trực tiếp vào dự án hoặc góp vốn điều lệ vào doanh nghiệp. Nguồn vốn này do nhà đầu tư tự huy động, không thấp hơn 15% tổng vốn đầu tư của nhà đầu tư đóng góp vào dự án (đối với phần vốn đến 1.500 tỷ đồng) và không thấp hơn 10% (đối với phần vốn trên 1.500 tỷ đồng). Nhà nước đóng góp thông qua việc cấp chi phí chuẩn bị dự án, chi phí xây dựng các hợp phần phụ trợ cho dự án hoặc giải phóng mặt bằng nhằm đảm bảo tính khả thi về mặt tài chính cho dự án. Phần vốn góp của Nhà nước có thể dưới hình thức hỗ trợ vốn xây dựng công trình dự án (đối với dự án thu hồi vốn đầu tư và lợi nhuận từ phí người sử dụng), thanh toán trực tiếp cho dự án (với dự án thu hồi vốn đầu tư và lợi nhuận từ khoản thanh toán của nhà nước như BTL, BLT), xây dựng công trình phụ trợ, tổ chức bồi thường, giải phóng mặt bằng và tái định cư. Quỹ Phát triển dự án (PDF) được thành lập để trang trải chi phí thuê tư vấn trong quá trình chuẩn bị dự án. Chi phí này được tính vào tổng mức đầu tư và được nhà đầu tư trúng thầu hoàn trả.

Khảo sát ý kiến của doanh nghiệp về nhận

định “chính sách tài chính đối với dự án PPP ứng phó với BĐKH là hợp lý”, đánh giá trung bình của doanh nghiệp là 3,35, trong đó có đến 38,71% không đồng ý, 11,29% rất không đồng ý và 3,23% hoàn toàn không đồng ý với ý kiến này.

Tổ chức tài trợ vốn

Trong thời gian qua, các hoạt động tài trợ vốn cho các dự án PPP được thực hiện bởi nhiều tổ chức tài trợ khác nhau: Từ các ngân hàng thương mại trong và ngoài nước (BIDV, Ngân hàng Hợp tác Quốc tế Nhật Bản,...), từ các ngân hàng phát triển quốc tế (ADB, WB,...), quỹ hỗ trợ phát triển Quốc tế Vương quốc Anh (DFID) tại Việt Nam, Quỹ EDCF (Quỹ Hợp tác phát triển kinh tế Hàn Quốc), Quỹ ICDF (Quỹ Phát triển hợp tác quốc tế của Đài Loan),... Trong những năm sắp tới, để thúc đẩy dự án theo hình thức PPP chính phủ Việt Nam sẽ đẩy mạnh sự hoạt động của các quỹ hỗ trợ như Quỹ PDF (do Chính phủ thành lập với sự hỗ trợ vốn từ các Đối tác phát triển để chuẩn bị các dự án PPP tại Việt Nam), Quỹ Bù đắp thiếu hụt tài chính cho dự án (VGF),... Các tổ chức tài trợ vốn không chỉ thể hiện vai trò trong việc hình thành dự án, tài trợ vốn khi tiến hành dự án theo hình thức PPP, mà còn tham gia giám sát tính khả thi của dự án cũng như giám sát năng lực tài chính của các đơn vị vay vốn và tiến hành thi công dự án.

3. Đề xuất bộ tiêu chí đánh giá các biện pháp thúc đẩy thực hiện dự án PPP trong ứng phó với BĐKH

Trên cơ sở khái niệm, đặc điểm, vai trò của nhà nước và các bên liên quan trong việc phát triển PPP, đặc biệt những thách thức của BĐKH đối với PPP, trong nghiên cứu này đề xuất bộ tiêu chí đánh giá điều kiện thực hiện PPP. Theo đó nhóm tiêu chí tập trung vào 03 nhóm bao gồm: Môi trường đầu tư TPP; môi trường pháp lý, năng lực của nhà nước cụ thể như sau:

(1) Nhóm tiêu chí về môi trường đầu tư gồm các điều kiện thành phần sau:

- Điều kiện thành phần kinh tế vĩ mô với các yêu cầu: Ổn định; chính sách kinh tế vĩ mô ổn định; tăng trưởng kinh tế hợp lý; định hướng phát triển kinh tế thống nhất; quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội đồng bộ;

- Điều kiện thành phần tài chính tính dụng

với yêu cầu: Ổn định; có tiềm năng phát triển nhanh; nhà đầu tư dễ dàng tiếp cận với nguồn tín dụng ứng phó với BĐKH;

- Điều kiện thành phần môi trường kinh doanh với các yêu cầu: Giá phí dịch vụ ổn định; thị trường tiềm năng; chi phí tiếp cận thị trường hợp lý; chi phí đầu tư hợp lý;

(2) Nhóm tiêu chí môi trường pháp lý bao gồm các điều kiện thành phần sau: Quy trình PPP; quy định về cấu trúc tài trợ; quy định về cơ chế chia sẻ rủi ro; quy định về chế tài xử phạt vi phạm hành chính về PPP; quy định về chính sách hỗ trợ dự án ứng phó với BĐKH. Các điều kiện thành phần cần đảm bảo tính thống nhất, minh bạch, khả thi, hợp lý.

(3) Nhóm điều kiện năng lực nhà nước bao gồm các điều kiện thành phần sau:

- Điều kiện thành phần cam kết tham gia dự án phải đảm bảo các yêu cầu: Rõ ràng; đúng tiến độ; thực hiện đúng cam kết tham gia dự án.

- Điều kiện thành phần lựa chọn dự án phải đảm bảo các yêu cầu: Có năng lực phân tích tài chính dự án; có năng lực phân tích kinh tế dự án ứng phó với BĐKH; có năng lực phân tích kỹ thuật của dự án; công bằng trong lựa chọn dự án; khách quan trong lựa chọn dự án.

- Điều kiện thành phần lựa chọn nhà đầu tư phải đảm bảo các yêu cầu: Phân tích năng lực tài chính nhà đầu tư; phân tích năng lực kinh nghiệm nhà đầu tư trong dự án ứng phó với BĐKH; lập hồ sơ yêu cầu/hồ sơ mời thầu chất lượng cao; công bằng trong lựa chọn nhà đầu tư; khách quan trong lựa chọn nhà đầu tư.

- Điều kiện thành phần tham gia dự án phải đảm bảo các yêu cầu: Lập danh mục dự án tốt; có năng lực giải phóng mặt bằng đúng tiến độ; quỹ đất dồi dào; vốn nhà nước đủ mạnh để tham gia dự án; giám sát dự án tốt; đánh giá tình hình thực hiện dự án tốt.

4. Kết luận

Nghiên cứu cơ sở khoa học về PPP trong ứng phó với BĐKH đối với Việt Nam vừa có ý nghĩa khoa học, vừa có ý nghĩa thực tiễn phục vụ thiết thực cho việc hoạch định các chính sách về tài chính, kinh tế ứng phó với BĐKH. Trong bối cảnh BĐKH, khi các thiên tai như bão, lũ, nước dâng, xâm nhập mặn và các hiện tượng thời tiết cực đoan ảnh hưởng ngày một rõ nét đến các hoạt động kinh tế - xã hội, thực tiễn cho thấy khi nguồn lực nhà nước còn hạn chế thì PPP ngày càng phát huy được vai trò quan trọng trong việc huy động nguồn lực xã hội để phát triển bền vững kinh tế đất nước.

Các nghiên cứu trước đây về PPP đã giúp hiểu rõ những vai trò của Nhà nước và doanh nghiệp, hiện đã được cụ thể hóa bằng các văn bản quy phạm pháp luật về PPP ở Việt Nam. Tuy nhiên, thực tiễn áp dụng hiện vẫn còn nhiều rào cản gây khó khăn cho các doanh nghiệp tham gia vào PPP, đặc biệt là các doanh nghiệp có vốn nước ngoài. Trong bối cảnh BĐKH, khi các rủi ro về PPP có nguy cơ ngày một ra tăng thì việc tìm ra những luận chứng khoa học, thực tiễn và bài học kinh nghiệm mẫu chốt của các nước sẽ là cơ sở để Việt Nam đưa ra những khuyến cáo chính sách về PPP phù hợp nhằm đem lại lợi ích chính đáng giữa Nhà nước và nhà đầu tư.

Bài báo đưa ra đề xuất các tiêu chí đánh giá các điều kiện thực hiện dự án hợp tác công-tư trong ứng phó với BĐKH nhằm đảm bảo nghĩa vụ và quyền lợi hài hòa giữa các bên, có sự tham gia của nhà nước, nhà đầu tư tư nhân cần huy động vốn từ các tổ chức tài trợ vốn, PPP không phải là tư nhân hóa, lợi ích của PPP sẽ thu hút được nguồn lực đầu tư tư nhân, tăng năng suất và hiệu quả nguồn lực và vấn đề cải cách các lĩnh vực thông qua việc xóa bỏ các xung đột có thể xảy ra.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

1. Trần Thọ Đạt và Đinh Đức Trường (2019), “Tài chính ứng phó với biến đổi khí hậu ở Việt Nam và hàm ý về chính sách”, *Tạp chí Tài chính*.
2. Nguyễn Ngọc Hiến (2002), “*Vai trò của nhà nước trong cung ứng dịch vụ công*”, Role of State on Public Service Provision, Culture and Information Publisher.

3. Ngô Thị Năm (2002), *Giải pháp huy động vốn đầu tư xây dựng cơ sở hạ tầng kinh tế trên địa bàn Thành phố Hà Nội*, Học viện Tài chính.
4. Vũ Huy Từ. (1998), *Quản lý khu vực công*.

Tài liệu tiếng Anh

5. Abdul-Rashid Abdul-Aziz và Economics (2001), "Foreign workers and labour segmentation in Malaysia's construction industry", *Construction Management Economics*, 19(8), pp. 789-798.
6. Akintola Akintoye, Craig Taylor and Eamon Fitzgerald (1998), "Risk analysis and management of private finance initiative projects", *Engineering Construction Architectural Management*, 5(1), pp. 9-21.
7. Faisal Al-Sharif và Ammar Kaka (2004), *PFI/PPP topic coverage in construction journals. Paper presented at the Proc., 20th Annual ARCOM Conf.*
8. Sandalkhan Bakatjan, Metin Arikan, Robert LK Tiong, và cộng sự (2003), "Optimal capital structure model for BOT power projects in Turkey", *Journal of Construction Engineering Management*, 129(1), pp. 89-97.
9. Ndandiko Charles (2006), *Public Private Partnerships as modes of procuring public infrastructure and service delivery in developing countries: Lessons from Uganda. Paper presented at the In Proceedings of the International Public Procurement Conference.*
10. Dickson KW Chiu, Wesley CW Chan, Gary KW Lam và cộng sự (2003), *An event driven approach to customer relationship management in an e-brokerage environment, Paper presented at the 36th Hawaii International Conference on System Sciences HICSS36.*
11. Harris Clive (2003), *Private participation in infrastructure in developing countries: trends, impacts, and policy lessons, The World Bank.*
12. Darrin Grimsey và Mervyn K Lewis (2002), "Evaluating the risks of public private partnerships for infrastructure projects", *International journal of project management*, 20(2), pp. 107-118.
13. Y. Ke, S. Wang, A. P. Chan và cộng sự (2010), "Preferred risk allocation in China's public-private partnership (PPP) projects", *International Journal of Project Management*, 28(5), pp. 482-492.
14. Bing Li, Akin Akintoye, PJ Edwards, và cộng sự (2004), *Risk treatment preferences for PPP/PFI construction projects in the UK. Paper presented at the Proceedings: ARCOM Conference, Heriot Watt University.*
15. Ping SHEN, Lin SUN và Jianping ZHU (2006), "Results of Implementing Nursing Risk Management Program [J]", *Journal of Nursing Science*, 10.
16. Hedley Smyth and Andrew Edkins (2007), "Relationship management in the management of PFI/PPP projects in the UK", *International Journal of Project Management*, 25(3), pp. 232-240.
17. Andreas Wibowo (2004), "Valuing guarantees in a BOT infrastructure project", *Engineering, construction architectural management*.

THEORY, PRACTICE AND PROPOSAL CRITERIA TO ASSESS PROJECT IMPLEMENTATION CONDITIONS ON PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP IN RESPONSE TO CLIMATE CHANGE

Ha Thi Thuan⁽¹⁾, Tran Hong Thai⁽²⁾

⁽¹⁾Viet Nam Meteorological, Hydrological and Environment Equipment Joint Stock Company

⁽²⁾Viet Nam Meteorological and Hydrological Administration

Received: 5/12/2019; Accepted: 20/12/2019

Abstract: *The climate change is emerging as one of the biggest challenges facing humanity in the 21st century. Viet Nam is a developing country and also one of the countries most heavily affected by climate change. To solve the problem caused by climate change requires the Government of Viet Nam to mobilize a large amount of resources in society, especially financial resources. However, current policies on financial mechanism to respond to climate change in Viet Nam still have many shortcomings that have not been met. These challenges have created a strong motivation to promote PPP in response to climate change in Viet Nam. The objective of the paper is to research and propose a set of criteria to evaluate public-private partnership project implementation conditions in response to climate change. The research results have developed a set of criteria to evaluate public-private partnership implementation conditions in response to climate change in Viet Nam.*

Keywords: *Climate change, criteria, public-private partnership.*

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ XU THẾ LẮNG ĐỘNG ƯỚT TẠI CÁC TRẠM THUỘC MẠNG LƯỚI EANET CỦA VIỆT NAM GIAI ĐOẠN 2000-2018

Nguyễn Thị Kim Anh⁽¹⁾, Lê Văn Quy⁽¹⁾, Lê Văn Linh⁽¹⁾, Nguyễn Trường Giang⁽¹⁾, Nguyễn Văn Tiến⁽¹⁾,
Hoàng Thị Vân⁽¹⁾, Nguyễn Phương Nhung⁽²⁾, Hán Thị Ngân⁽³⁾

⁽¹⁾Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

⁽²⁾Trường Đại học Công nghệ Giao thông Vận tải

⁽³⁾Tổng Cục Lâm nghiệp, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn

Ngày nhận bài 2/11/2019; ngày chuyển phản biện 3/11/2019; ngày chấp nhận đăng 5/12/2019

Tóm tắt: Nghiên cứu ứng dụng phương pháp kiểm nghiệm phi tham số Seasonal Mann-Kendall (SMK), đánh giá xu thế lắng đọng ướt của các ion nss-SO_4^{2-} , nss-Ca^{2+} , NH_4^+ , NO_3^- và H^+ tại 4 trạm Hà Nội, Hòa Bình, Cúc Phương và Đà Nẵng từ năm 2000-2018. Trong đó, lắng đọng H^+ có xu thế giảm do nồng độ H^+ trong nước mưa giảm tại các trạm, mức độ giảm lắng đọng trung bình năm từ 0,43%/năm đến 4,4%/năm. Lắng đọng NO_3^- và nss-SO_4^{2-} có xu thế tăng tại Hà Nội, Hòa Bình và giảm tại Cúc Phương, Đà Nẵng. Bên cạnh đó, ion NH_4^+ có xu thế tăng rõ ràng tại Hà Nội và Hòa Bình với mức tăng trung bình năm từ 2,34-2,67%/năm. Ion nss-Ca^{2+} có xu thế tăng rõ ràng tại Hà Nội và Đà Nẵng với mức tăng trung bình năm từ 3,52-11,03%/năm

Từ khóa: Lắng đọng ướt, Mann-Kendall, xu thế.

1. Mở đầu

Việt Nam là một thành viên của mạng lưới giám sát lắng đọng axit vùng Đông Á (EANET) và hiện tại Việt Nam có 7 trạm giám sát lắng đọng axit thuộc mạng lưới này, bao gồm Hà Nội, Hòa Bình, Cúc Phương, Đà Nẵng, Thành phố Hồ Chí Minh, Cần Thơ và Yên Bái. Các kết quả quan trắc về lắng đọng axit tại mạng lưới EANET gồm lắng đọng khô và lắng đọng ướt. Trong nghiên cứu này, chỉ xem xét đến xu thế lắng đọng ướt cho các trạm của Việt Nam thuộc mạng lưới EANET.

Đánh giá xu thế nồng độ và lượng lắng đọng ướt của các chất ô nhiễm đã được nghiên cứu và công bố trong nhiều công trình khoa học trước đây [14, 15, 12, 10, 11, 2], trong đó, nghiên cứu của tác giả Ngô Thị Vân Anh đã đánh giá được lắng đọng axit cho các trạm thuộc EANET với số liệu từ năm 2000-2015. Tuy nhiên, nghiên cứu này mới chỉ ra được xu thế lắng đọng của các ion đến năm 2015, chưa xem xét đến độ dốc của xu thế nồng độ các ion trong nước mưa.

Bài báo này tập trung phân tích xu thế lắng đọng ướt theo mùa đối với các ion nss-SO_4^{2-} ,

nss-Ca^{2+} , NH_4^+ , NO_3^- và H^+ từ chuỗi số liệu 2000-2018 tại các trạm của Việt Nam thuộc EANET. Nghiên cứu ứng dụng phương pháp kiểm nghiệm phi tham số Seasonal Mann-Kendall (SMK) và ước tính độ dốc Mann-Kendall (Sen's slope) để đánh giá xu thế lắng đọng axit trong nước mưa (lắng đọng ướt).

2. Dữ liệu và phương pháp

2.1. Dữ liệu

Dữ liệu được thu thập từ nguồn số liệu quan trắc tại các trạm thuộc mạng lưới EANET từ năm 2000-2018 đối với Hà Nội và Hòa Bình; từ năm 2009-2018 đối với Đà Nẵng và Cúc Phương. Chuỗi số liệu các trạm Thành phố Hồ Chí Minh (quan trắc từ 2014), Cần Thơ (quan trắc từ 2014) và Yên Bái (quan trắc từ 2015), không đủ điều kiện đầu vào tính toán cho SMK.

Các trạm có số liệu quan trắc theo từng tuần (7 ngày) và được phân tích với các thông số: pH, EC, SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- , NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ [3]. Trong nghiên cứu này, xem xét đến nồng độ và lượng lắng đọng các ion: nss-SO_4^{2-} , nss-Ca^{2+} , NH_4^+ , NO_3^- và H^+ . Nồng độ và lượng lắng đọng các ion được tính toán và công bố theo các công thức của EANET.

Liên hệ tác giả: Nguyễn Thị Kim Anh
Email: nguyengkimanh1004@gmail.com

Các ion H^+ , $nss-SO_4^{2-}$, $nss-Ca^{2+}$ được tính theo các công thức sau:

$$H^+ \left(\frac{\mu mol}{L} \right) = 10^{(6-pH)}$$

$$[nss-SO_4^{2-}] = [SSO_4^{2-}] - 0,06028 \times [Na^+]$$

$$[nss-Ca^{2+}] = [Ca^{2+}] - 0,02161 \times [Na^+]$$

Lượng lắng đọng ướt (Dw) được tính như sau:

$$Dw = \hat{C} \times P$$

$$\hat{C} = \sum (C_i P_i) / \sum P_i$$

Trong đó:

Dw: Lượng lắng đọng ướt theo tháng ($\mu mol/m^2/tháng$)

P: Tổng lượng mưa tháng (mm)

$\hat{C}$: Nồng độ ion trung bình tháng ($\mu mol/L$)

C_i : Nồng độ ion trung bình ngày ($\mu mol/L$)

P_i : Tổng lượng mưa ngày i (mm)

2.2. Phương pháp

Seasonal Mann-Kendall được phát triển bởi Hirsch và cộng sự (1982), nhằm mục đích phát hiện xu thế thay đổi của nồng độ các chất và các biến khí hậu, SMK đặc biệt được áp dụng để đánh giá xu thế cho các biến có ảnh hưởng bởi yếu tố mùa. Hơn nữa, SMK không nhạy cảm đối với các trường hợp bị thiếu dữ liệu và dữ liệu lỗi [10].

Ứng dụng phương pháp kiểm nghiệm phi

tham số Seasonal Mann-Kendall để đánh giá xu thế thay đổi nồng độ và mức độ lắng đọng của các chất ô nhiễm được sử dụng trong nhiều nghiên cứu trước đây [2, 5, 7]. Độ dốc xu thế SMK ước tính bằng độ dốc Theil-Sen [13] trong bài báo được quy ước là độ dốc Sen'slope.

Kitayama (2012) ước tính sự thay đổi hàng năm (tỷ lệ %/năm) trong lắng đọng ion được tính theo công thức:

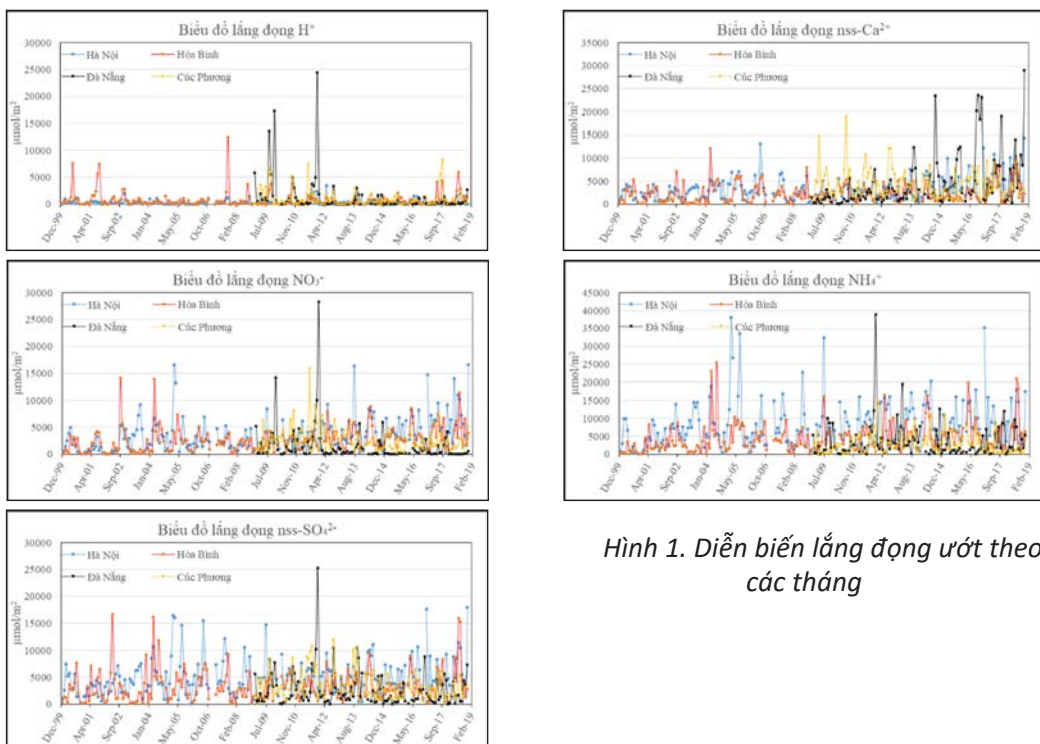
$$\text{Thay đổi} = (\text{Độ lớn của độ dốc xu thế}) / (\text{lắng đọng trung bình}) \times 100\%$$

Những thay đổi hàng năm về nồng độ ion và lượng mưa cũng được xác định tương tự.

3. Kết quả

3.1. Lắng đọng các ion theo tháng

Như miêu tả ở trên, trong nghiên cứu sử dụng số liệu 4 trạm là Hà Nội, Hòa Bình, Cúc Phương và Đà Nẵng để đánh giá, phân tích xu thế của lắng đọng ướt. Kết quả cho thấy, lượng lắng đọng H^+ trung bình từ 307,3-1.167,5 $\mu mol/m^2/tháng$ (Bảng 1), cao nhất tại trạm Đà Nẵng và thấp nhất tại trạm Hà Nội. Lượng lắng đọng H^+ lớn nhất tại trạm Đà Nẵng và nhỏ nhất tại Hà Nội với giá trị lần lượt 24.414 $\mu mol/m^2/tháng$ và 0,08 $\mu mol/m^2/tháng$ (Hình 1).



Hình 1. Diễn biến lắng đọng ướt theo các tháng

Tổng lượng lắng đọng NO_3^- tập trung chủ yếu vào mùa hè và mùa xuân tại trạm Hà Nội và Hòa Bình; ở trạm Đà Nẵng tập trung chủ yếu vào mùa đông và mùa thu; ở trạm Cúc Phương có sự chênh lệch không đáng kể giữa các mùa. Lượng lắng đọng NO_3^- cao nhất tại trạm Hà Nội và thấp nhất tại trạm Đà Nẵng với giá trị lần lượt: $3.550,3\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{tháng}$ và $1.404,4\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{tháng}$ (Hình 1).

Lắng đọng nss-SO_4^{2-} tại trạm Đà Nẵng dao động khá lớn giữa các tháng trong năm, có giá trị lớn nhất là $25.254\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{tháng}$ và nhỏ nhất là $30,7\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{tháng}$. Giá trị trung bình tại các trạm Hà Nội, Hòa Bình, Cúc Phương và Đà Nẵng lần lượt là $4.815,7\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{tháng}$, $3.228,8\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{tháng}$, $3.400,2\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{tháng}$, $2.624,3\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{tháng}$. Như vậy, lắng đọng nss-SO_4^{2-} tại trạm Đà Nẵng thấp nhất trong

4 trạm.

Với lắng đọng nss-Ca^{2+} , giá trị lớn nhất được thấy tại trạm Đà Nẵng và giá trị nhỏ nhất tại trạm Hòa Bình với giá trị lần lượt: $28.956,7\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{tháng}$ và $22,6\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{tháng}$. Theo giá trị trung bình, lắng đọng tại trạm Đà Nẵng có giá trị lớn nhất sau đó đến Cúc Phương, Hà Nội và Hòa Bình với giá trị lần lượt: $4.505,0\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{tháng}$, $4.353,8\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{tháng}$, $3.233,9\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{tháng}$, $2.270,0\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{tháng}$ (Bảng 1).

Với lắng đọng NH_4^+ giá trị lớn nhất được thấy tại trạm Đà Nẵng và giá trị nhỏ nhất tại trạm Hòa Bình với giá trị lần lượt: $38933,4\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{tháng}$ và $18\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{tháng}$. Giá trị lắng đọng trung bình ở các trạm Hà Nội, Hòa Bình, Cúc Phương và Đà Nẵng lần lượt là: $7.817,4\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{tháng}$, $4.473,3\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{tháng}$, $2.793,3\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{tháng}$, $3.316\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{tháng}$.

Bảng 1. Giá trị trung bình tháng lắng đọng các ion, độ dốc Sen' slope, mức ý nghĩa p tại các trạm

Trạm		H^+	NO_3^-	nss-SO_4^{2-}	NH_4^+	nss-Ca^{2+}
Hà Nội	Trung bình	307,3	3550,3	4815,7	7817,4	3233,9
	Độ dốc Sen	-1,3	194,1	87,2	183,0	113,8
	p	0,0825	< 0,0001	0,0026	0,0003	0,0001
Hòa Bình	Trung bình	743,8	2562,9	3228,8	4473,3	2270,0
	Độ dốc Sen	-9,6	106,7	36,5	119,5	29,5
	p	0,0921	< 0,0001	0,2085	< 0,0001	0,1778
Đà Nẵng	Trung bình	925,5	2643,2	3400,2	2793,3	4353,8
	Độ dốc Sen	-10,9	-45,5	-84,1	65,8	-82,4
	p	0,6660	0,1774	0,2572	0,3880	0,6273
Cúc Phương	Trung bình	1167,5	1404,4	2624,3	3316,0	4505,0
	Độ dốc Sen	-51,3	-81,8	-47,4	4,5	496,7

Bảng 2. Mức độ thay đổi lắng đọng theo năm (%)

Trạm	H^+	NO_3^-	nss-SO_4^{2-}	NH_4^+	nss-Ca^{2+}
Hà Nội	-0,43	5,47***	1,81**	2,34***	3,52***
Hòa Bình	-1,29	4,16***	1,13	2,67***	1,30
Cúc Phương	-1,17	-1,72	-2,47	2,35	-1,89
Đà Nẵng	-4,40***	-5,82***	-1,81*	0,14	11,03***

Chú thích: * ứng với mức ý nghĩa ($p < 0,05$)

** ứng với mức ý nghĩa ($p < 0,01$)

*** ứng với mức ý nghĩa ($p < 0,001$)

Bảng 3. Mức độ thay đổi nồng độ và lượng mưa theo năm (%)

Trạm	H ⁺	NO ₃ ⁻	nss-SO ₄ ²⁻	NH ₄ ⁺	nss-Ca ²⁺	Lượng mưa
Hà Nội	-1,12**	3,83***	0,47	1,33***	0,75***	0,45
Hòa Bình	-0,85*	3,48***	0,68	2,31***	1,21*	-0,09
Cúc Phương	-3,45	-8,59*	-6,23***	0,09	-2,39**	1,80*
Đà Nẵng	-10,13***	-8,95***	-2,63*	0,72	12,67***	0,29

Chú thích: * ứng với mức ý nghĩa ($p < 0,05$)

** ứng với mức ý nghĩa ($p < 0,01$)

*** ứng với mức ý nghĩa ($p < 0,001$)

3.2. Xu thế lắng đọng các ion

Giá trung bình lắng đọng theo tháng của các trạm, độ dốc Sen và mức ý nghĩa theo giá trị p được trình bày trong Bảng 1. Trong đó, tính toán theo SMK cho từng ion và theo các trạm, các giá trị $p > 0,05$ được cho là các kết quả tính toán không thỏa mãn theo mức ý nghĩa xem xét và sẽ bị loại bỏ. Các trạm và các ion có mức ý nghĩa $p < 0,05$ được xem xét để ước tính xu thế lắng đọng cho các ion tại các trạm. Các giá trị p nhỏ nhất xuất hiện tại các vị trí: Trạm Hà Nội với ion NO₃⁻; trạm Hòa Bình với ion NO₃⁻, NH₄⁺; trạm Đà Nẵng với các ion H⁺, NO₃⁻ và nss-Ca²⁺.

Mức độ thay đổi lắng đọng hàng năm được trình bày trong Bảng 3. Các trạm Hà Nội và Hòa Bình có xu thế tăng lắng đọng trong cả thời kỳ tính toán lần lượt là 5,47%/năm và 4,16%/năm. Nguyên nhân do sự gia tăng lượng phát thải, và đóng góp ô nhiễm không khí từ các khu vực lân cận. Theo dữ liệu phát thải từ EDGAR [18] từ năm 2000-2012 lượng phát thải NO_x tăng từ 439,59*10⁶-945,5*10⁶ kg mức tăng trung bình theo các năm là 6,66%. Dương Hồng Sơn (2013), ô nhiễm không khí từ khu vực phía Đông Bắc ảnh hưởng đến miền Bắc Việt Nam đối với NO₂ vào mùa đông và mùa hè lần lượt là: 48% và 1,5%. Đàm Duy Ân (2016), tỷ lệ lắng đọng khô NO₂ tại miền Bắc Việt Nam có nguồn gốc từ các quốc gia lân cận vào các tháng 1, 2, 6 và 8 lần lượt là: 22,31%, 15,66%, 10,78% và 11,13%. Điều này giải thích xu thế tăng lắng đọng NO₃⁻ của trạm Hà Nội và Hòa Bình; tuy nhiên, chưa giải thích được xu thế giảm lắng đọng NO₃⁻ tại Cúc Phương và Đà Nẵng.

Tại trạm Hà Nội, có mức tăng lắng đọng nss-SO₄²⁻ lớn nhất với giá trị 1,81%/năm. Lượng phát thải SO₂ từ năm 2000-2012 tăng từ

324,15*10⁶-745,55*10⁶ kg [18] mức tăng trung bình theo các năm là 7,29%. Theo Dương Hồng Sơn (2013), vào mùa đông ô nhiễm không khí từ khu vực phía Đông Bắc ảnh hưởng đến miền Bắc Việt Nam khá lớn 55% đối với SO₂; theo Đàm Duy Ân (2016) tỷ lệ lắng đọng khô SO₂ tại miền Bắc có nguồn gốc từ các quốc gia lân cận từ 12,63-28,61%.

Xu thế lắng đọng ion NH₄⁺ chỉ tại trạm Hà Nội và Hòa Bình thỏa mãn mức ý nghĩa ($p < 0,05$). Trạm Đà Nẵng có mức tăng lắng đọng NH₄⁺ thấp nhất và nhỏ hơn khoảng 20 lần so với các trạm còn lại, lắng đọng NH₄⁺ tại Đà Nẵng có mức tăng 0,14%/năm, các trạm còn lại tăng từ 2,34-2,67%/năm.

Lắng đọng nss-Ca²⁺ có mức tăng trung bình 3,94%/năm tại 4 trạm, trạm Đà Nẵng có mức tăng cao nhất lên tới 11,03%/năm, duy nhất trạm Cúc Phương có lượng lắng đọng giảm là -1,89%/năm.

3.3. Xu thế của nồng độ các ion

Để phân tích nguyên nhân gây ra xu thế trong lắng đọng ion, trong nghiên cứu đã tiến hành phân tích xu thế của nồng độ các ion và lượng mưa (Bảng 3). Tương tự với lượng lắng đọng, kết quả tính cho nồng độ các ion và lượng mưa, với các xu thế không đạt mức ý nghĩa có khoảng giá trị p từ 0,056-0,876. Với các kết quả có xu thế ($p < 0,05$) nồng độ ion H⁺ có sự thay đổi hàng năm từ -10,13%/năm đến -0,85%/năm. Có thể giải thích nguyên nhân gây ra xu thế giảm lắng đọng ion H⁺ là do xu thế giảm nồng độ ion H⁺ trong nước mưa. Khi nồng độ ion H⁺ trong nước mưa giảm có nghĩa các khu vực này có xu thế giảm mưa axit hàng năm. Trong 4 trạm xem xét, duy nhất có trạm Cúc Phương là có xu thế không theo mức ý nghĩa ($p < 0,05$) đối với cả nồng độ

và lắng đọng ion H^+ . Trạm Hà Nội và Hòa Bình có xu thế giảm nồng độ nhưng không có xu thế giảm trong lắng đọng nên chưa thỏa mãn mức ý nghĩa ($p < 0,05$).

Với ion NO_3^- , khi nồng độ ion tại Cúc Phương và Đà Nẵng có xu thế giảm với mức giảm hàng năm khoảng -8%/năm gây ra xu thế giảm lượng lắng đọng tại 2 trạm này. Trong khi đó, trạm Hà Nội và Hòa Bình có xu thế tăng nồng độ NO_3^- từ 3,48-3,83%/năm và lắng đọng tăng từ 4,16-5,47%/năm.

Tương tự NO_3^- , ion $nss-SO_4^{2-}$ có xu thế tăng nồng độ và tăng lắng đọng tại Hà Nội, Hòa Bình, và có xu thế giảm nồng độ và giảm lắng đọng tại Cúc Phương, Đà Nẵng. Theo kết quả tính toán, trung bình 4 trạm có mức giảm nồng độ -1,93%/năm.

Với NH_4^+ , cả nồng độ và lắng đọng đều có xu thế tăng có ý nghĩa ($p < 0,05$) tại trạm Hà Nội và Hòa Bình; với trạm Cúc Phương và Hòa Bình, đều không đạt mức ý nghĩa ($p < 0,05$). Theo kết quả tính toán, 4 trạm có mức tăng nồng độ từ 0,09 -2,31%/năm, dẫn tới tăng lắng đọng NH_4^+ .

Với $nss-Ca^{2+}$, mức tăng nồng độ trung bình tại Đà Nẵng là 12,67%/năm dẫn tới lượng lắng đọng tăng 11,03%/năm. Trạm Hà Nội, Hòa Bình có mức tăng nồng độ trung bình lần lượt là

0,75%/năm và 1,21%/năm dẫn tới tăng lượng lắng đọng trung bình là 3,52% và 1,3%/năm.

Cúc Phương là trạm duy nhất có xu thế tăng lượng mưa thỏa mãn ($p < 0,05$) và có mức thay đổi hàng năm 1,8%/năm, đây cũng là mức thay đổi lớn nhất trong 4 trạm. Các trạm còn lại có mức thay đổi từ -0,09%/năm đến 0,45%/năm.

4. Kết luận

Các tính toán đã đánh giá được xu thế lắng đọng các ion theo thời gian tại 4 trạm Hà Nội, Hòa Bình, Cúc Phương và Đà Nẵng. Lắng đọng H^+ có xu thế giảm tại tất cả các trạm, mức thay đổi lắng đọng dao động từ -4,4%/năm đến -0,43%/năm. Trong khi đó, lắng đọng NO_3^- và $nss-SO_4^{2-}$ có xu thế tăng tại 2 trạm Hà Nội, Hòa Bình và giảm tại 2 trạm Cúc Phương và Đà Nẵng. Lắng đọng NO_3^- có xu thế rõ ràng tại Hà Nội, Hòa Bình và Đà Nẵng. Ion $nss-SO_4^{2-}$ có xu thế rõ ràng tại Hà Nội và Đà Nẵng. NH_4^+ có xu thế rõ ràng tại Hà Nội và Hòa Bình, $nss-Ca^{2+}$ có xu thế rõ ràng tại Hà Nội và Đà Nẵng. Trong 4 trạm tính toán, chỉ có Cúc Phương là không có xu thế rõ ràng với tất cả các ion. Như vậy, có thể nhận thấy, tại các trạm của Việt Nam thuộc mạng lưới EANET, xu thế lắng đọng của các ion phụ thuộc chủ yếu vào xu thế nồng độ các ion trong nước mưa.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

1. Đàm Duy Ân, Lê Văn Linh, Đàm Duy Hùng, Mai Trọng Thông (2016), “Đánh giá ảnh hưởng của lan truyền xuyên biên giới đến lắng đọng khô tại miền Bắc Việt Nam sử dụng phương pháp mô hình hóa WRF-CMAQ”, *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, Tập 32, Số 3S, tr. 1-6
2. Ngô Thị Vân Anh, Dương Hồng Sơn, Nguyễn Thị Hằng Nga, Lê Văn Linh, Lê Ngọc Cầu, Trần Thị Diệu Hằng (2017), “Nghiên cứu xác định xu thế lắng đọng axit tại các trạm thuộc mạng lưới giám sát lắng đọng axit vùng Đông Á (EANET)”, *Tạp chí Khoa học Biến đổi khí hậu*, Số 1, tr. 61-66.
3. Ngô Thị Vân Anh, Lê Văn Quy, Lê Văn Linh, Trần Thị Diệu Hằng (2018), “Rà soát, đề xuất hoàn thiện mạng lưới giám sát lắng đọng axit tại Việt Nam”, *Tạp chí Khoa học Biến đổi khí hậu*, Số 8, tr. 1-12.
4. Dương Hồng Sơn (2013), *Nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của ô nhiễm không khí xuyên biên giới đến miền Bắc Việt Nam, ứng dụng công nghệ tiên tiến*, Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ TNMT.

Tài liệu tiếng Anh

5. Aldo Marchetto, Michela Rogora, Silvia Arisci (2013), *Trend analysis of atmospheric deposition data: A comparison of statistical approaches*, *Atmospheric Environment* 64, 95-102.
6. EANET (2018), *Data report 2017*.
7. Gregory van der Heijden, Arnaud Legout, Manuel Nicolas, Erwin Ulrich, Dale W. Johnson, Etienne Dambrine (2011), *Long-term sustainability of forest ecosystems on sandstone in the Vosges*

Mountains (France) facing atmospheric deposition and silvicultural change, *Forest Ecology and Management*, vol.261, issue.3, pp.730-740.

8. Hirsch, R.M., Slack, J.R., Smith, R.A (1982), *Techniques of trend analysis for monthly water quality data*. *Water Resour. Res.* 18(1), 107-121.
9. Kitayama, K., Seto, S., Sato, M., and Hara (2012), *Increases of wet deposition at remote sites in Japan from 1991 to 2009*, *J. Atmos. Chem.*, 69, 33-46.
10. Kitayama, K., Seto, S., Sato, M., and Hara (2012), *Increases of wet deposition at remote sites in Japan from 1991 to 2009*, *J. Atmos. Chem*, 69, 33-46.
11. Lei Liu, Xiuying Zhang, Xuehe Lu (2016), *The composition, seasonal variation, and potential sources of the atmospheric wet sulfur (S) and nitrogen (N) deposition in the southwest of China*. *Environmental Science and Pollution Research*, 23:6363-6375.
12. Noguchi, I., Hayashi, K., Aikawa, M., Ohizumi, T., Minami, Y., Kitamura, M., Takahashi, A., Tanimoto, H., Matsuda, K., Hara, H. (2007), *Temporal trends of non-sea salt sulfate and nitrate in wet deposition in Japan*. *Water Air Soil Pollut.* 7, 67-75 (2007). doi:10.1007/s11267-006-9095-5.
13. Sen, P.K. (1968), *Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau*, *J. Am. Stat. Assoc.* 63, 1379-1389.
14. Seto, S., Hara, H., Sato, M., Noguchi, I., Tonooka, Y. (2004), *Annual and seasonal trends of wet deposition in Japan*. *Atmospheric Environment*, doi:10.1016/j.atmosenv.2004.03.037.
15. Seto, S., Nakamura, A., Noguchi, I., Ohizumi, T., Fukuzaki, N., Toyama, S., Maeda, M., Hayashi, K., Hara, H., (2002), *Annual and seasonal trends in chemical composition of precipitation in Japan during 1989–1998*, *Atmospheric Environment* 36(21), 3505-3517.
16. Te Chang C, Wang CP, Chuan JH và cộng sự (2017), *Trends of two decadal precipitation chemistry in a subtropical rainforest in East Asia*. *Sci Total Environ* 605–606:88–98. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.06.158>.
17. www.eanet.asia/
18. https://edgar.jrc.ec.europa.eu/overview.php?v=432_AP

ASSESSMENT ON WET DEPOSITION TRENDS AT THE STATIONS UNDER EANET MONITORING NETWORK DURING THE PERIOD OF 2000-2018

Nguyen Thi Kim Anh⁽¹⁾, Le Van Quy⁽¹⁾, Le Van Linh⁽¹⁾, Nguyen Truong Giang⁽¹⁾, Nguyen Văn Tien⁽¹⁾,
Hoàng Thị Van⁽¹⁾, Nguyen Phuong Nhung⁽²⁾, Han Thi Ngan⁽³⁾

⁽¹⁾Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change

⁽²⁾University of Transport Technology

⁽³⁾Viet Nam Administration of Forestry, Ministry of Agriculture and Rural Development

Received: 2/11/2019; Accepted: 29/11/2019

Abstract This paper presents the non-parametric test method Seasonal Mann-Kendall (SMK) to evaluate the tendency of wet deposition of nss-SO_4^{2-} , nss-Ca^{2+} , NH_4^+ , NO_3^- and H^+ ions at four stations in Ha Noi, Hoa Binh, Cuc Phuong and Da Nang during the period from 2000 to 2018. According to this, the deposition of H^+ tends to decrease caused by the reduction of H^+ concentration in rainwater, the average annual reduction of deposition ranges from 0.43%/year to 4.4%/year. The deposition of NO_3^- and nss-SO_4^{2-} tend to increase in Ha Noi and Hoa Binh; conversely, they decrease in Cuc Phuong and Da Nang. Besides, the ion NH_4^+ has a clear tendency to increase in Ha Noi and Hoa Binh with an average annual increase from 2.34-2.67%/year. The nss-Ca^{2+} also has a clear increased trend in Hanoi and Da Nang with an average annual rate at 3.52-11.03%/year.

Keywords: Wet deposition, Mann-Kendall, trend.

In this issue

1

Nguyen Tu Anh, Nguyen Phuong Thao, Doan Thi Xuan Huong: Co-benefits of climate change mitigation in solid waste management in Viet Nam: Theory, assessment methods and application

16

Tran Van Tinh, Tran Dang Hung: Applying satellite images to determine suspended sediments concentration in the south coastal estuaries area of Viet Nam

23

Tran Tan Tien, Cong Thanh, Pham Thu Thuy, Nguyen Thi Nga: Evaluation of the possibility of forecasting the formation of tropical cyclones in the Bien Dong using the LETKF ensembled system

32

Nguyen Van Dai, Nguyen Anh Nam, Dang Quang Thinh, Nguyen Van Hiep, Pham Van Tuan: Establishing an urban inundation forecast system for Ha Noi area using high resolution grid rainfall data

42

Huynh Thi Lan Huong, Nguyen Thi Lieu, Vuong Xuan Hoa, Pham Thu Giang: Valuation method of uncertainty in greenhouse gas emissions inventory and apply for Viet Nam's cement sector

49

Truong Sy Vinh: Calculating tourism environmental carrying capacity of Cuc Phuong national park

55

Ta Dinh Thi, Ta Van Trung, Phan Thi Kim Oanh, Do Nam Thang: Using swot analysis framework to assess the ability to ensure environmental security in the Me Kong delta

75

Ha Thi Thuan, Tran Hong Thai: Theory, practice and proposal criteria to assess project implementation conditions on public-private partnership in response to climate change

83

Nguyen Thi Kim Anh, Le Van Quy, Le Van Linh, Nguyen Truong Giang, Nguyen Van Tien, Hoang Thi Van, Nguyen Phuong Nhung, Han Thi Ngan: Assessment on wet deposition trends at the stations under EANET monitoring network during the period of 2000-2018



VIỆN KHOA HỌC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

Số 23 ngõ 62 Nguyễn Chí Thanh, Đống Đa, Hà Nội

Điện thoại: 024.37731410; Fax: 024.38355993

Email: imhen@imh.ac.vn

Website: www.imh.ac.vn