

PHÂN TÍCH VÀ MÔ HÌNH HÓA CÁC CHẤT GÂY Ô NHIỄM KHÔNG KHÍ TỪ CÁC PHƯƠNG TIỆN CƠ GIỚI DẠC THEO CÁC TUYẾN ĐƯỜNG GIAO THÔNG BẰNG MÔ HÌNH CALROAD View Version 6.50

Nguyễn Thanh Tường, Nguyễn Thị Thanh Hoài, Nguyễn Thu Minh
(Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu)

Tóm tắt

Quá trình công nghiệp hóa và đô thị hóa nhanh chóng đã làm tăng lượng khí thải từ các phương tiện giao thông dẫn đến chất lượng không khí xung quanh ở các khu vực đô thị bị suy giảm. Báo cáo này trình bày đề cập đến việc sử dụng, phân tích và mô hình hóa các chất ô nhiễm chính dọc theo hành lang các con đường cao tốc ở đô thị. Việc lấy mẫu không khí sẽ được thực hiện tại các giao lộ dọc theo các con đường cao tốc tại các thời điểm khác nhau trong ngày và kết quả sẽ được phân tích. Dự đoán về các chất ô nhiễm được thực hiện bằng cách sử dụng CALRoads View Model.

Mô hình CALRoads View đã được sử dụng rộng rãi trên toàn thế giới cho các mục đích quản lý về phát thải từ các phương tiện giao thông cơ giới. CALRoads View đưa ra một loạt các ưu điểm so với các mô hình trước đó và đã được nhiều nhà nghiên cứu khác nhau trên thế giới sử dụng để dự đoán nồng độ chất ô nhiễm của các chất phát thải từ các phương tiện giao thông dọc theo các con đường / đường cao tốc trong các điều kiện khí hậu khác nhau.

Từ khóa: Chất lượng không khí xung quanh, CalRoads View, Hệ số phát thải, Phương tiện Giao thông cơ giới.

1. Mở đầu

Hiện nay, ô nhiễm không khí do phương tiện giao thông đang là mối quan tâm lớn của các quốc gia. Phương tiện giao thông cơ giới là nguồn chính gây ô nhiễm không khí đô thị. Việc sử dụng các phương tiện cơ giới lần lượt dẫn đến phát thải các chất dạng hạt rắn (SPM), các oxit của Nitơ (NO_x), các oxit của lưu huỳnh (SO_x), Hydrocacbon (HC), v.v... là nguồn chính gây ô nhiễm không khí. Các chất ô nhiễm không khí được tạo ra từ giao thông như NO_2 và PM_{10} là những vấn đề gây ảnh hưởng xấu đến sức khỏe của con người; và giao thông tạo ra khí nhà kính như carbon dioxide (CO_2) đang góp phần vào sự nóng lên toàn cầu.

Đã có một nghiên cứu về việc đo lường, phân tích và mô hình hóa các chất ô nhiễm chính dọc theo các con đường cao tốc ở thành phố Mumbai, Ấn độ. Giám sát chất lượng không khí đã được thực hiện tại bốn điểm giao lộ dọc theo đường vành đai liên kết Bandra Worli tại các giờ cao điểm và các kết quả đã được phân tích. Dự đoán về các chất ô nhiễm từ các phương tiện giao thông được thực hiện bằng cách sử dụng CALRoads View Model. Giá trị dự đoán của các chất ô nhiễm được so sánh với tiêu chuẩn do Hội đồng kiểm soát ô nhiễm trung ương (CPCB) của Ấn Độ quy định. Người ta thấy rằng mức độ tập trung của các chất ô nhiễm tại cả ba địa điểm đều cao hơn giới hạn tiêu chuẩn của CPCB. Người ta cũng quan sát thấy rằng mô hình CALRoads View dự đoán nồng độ PM_{10} cao hơn một chút và nồng độ NO_x thấp hơn một chút so với số liệu quan trắc.

Hình 1. Bản đồ vị trí của các trạm quan trắc chất lượng không khí



2. Phương pháp nghiên cứu

Việc quan trắc được thực hiện bằng các phương pháp tiêu chuẩn theo quy định của cơ quan quản lý Ấn Độ (Thông báo của MoEF, 1994). Việc giám sát không khí được thực hiện tại cả 4 địa điểm đối với các chất ô nhiễm chính. Nitrogen dioxide (NO_2), sulfur dioxide (SO_2) và các chất hạt lơ lửng (PM_{10}) được đo với sự trợ giúp của bộ lấy mẫu khối lượng lớn. NO_2 và SO_2 được thu thập bằng cách hút không khí xung quanh qua dung dịch hấp thụ với tốc độ lấy mẫu cho trước (1,5 lít/phút). Các thông số này được đo bằng cách sử dụng phương pháp Jacob và Hochheiser đã chỉnh sửa đối với NO_2 và đối với SO_2 sử dụng phương pháp West và Gaeke. Dung dịch hấp thụ NO_2 là natri hydroxit cộng với asenit và natri tetrachloromercurat đối với SO_2 . Dự đoán tất cả các chất ô nhiễm được thực hiện bằng mô hình CALRoads View và các giá trị dự đoán của các chất ô nhiễm được so sánh với các giá trị trong hướng dẫn của CPCB.

3. CALRoads View 6.50 (Lakes Environments, 2016).

Hãng phần mềm Lakes Environmental Software, Canada đã phát triển mô hình CALINE4 để dự đoán nồng độ CO , các sol khí (các hạt mịn và siêu mịn $\text{PM}_{2.5}$, PM_{10}) được tạo ra bởi các phương tiện cơ giới lưu thông trên các tuyến đường giao thông đô thị và bán đô thị đông đúc và nhận thấy có sự thống nhất đồng đều giữa nồng độ quan trắc được với các giá trị dự đoán mô phỏng. Mô hình CALRoads View đã được sử dụng rộng rãi trên toàn thế giới cho các mục đích quản lý về phát thải từ các phương tiện giao thông cơ giới.

CALRoads View là một bộ mô hình mô phỏng phát tán không khí hoàn chỉnh bao gồm các mô hình CALINE4, CAL3QHC và CAL3QHCR. Các mô hình phát tán không khí này được sử dụng trong chương trình phần mềm để dự đoán các tác động đến chất lượng không khí do carbon monoxide (CO), nitrogen dioxide (NO_2), các vật chất dạng hạt (PM) và các nồng độ chất ô nhiễm tro khác từ các phương tiện cơ giới đang di chuyển và chạy không tải tại dọc theo các con đường và tại các nút giao thông đường bộ. CALRoads View được sử dụng cùng với dữ liệu khí thải từ mô hình

MOBILE hoặc các mô hình khí thải khác để chứng minh sự tuân thủ theo Tiêu chuẩn Chất lượng Không khí Xung quanh Quốc gia (NAAQS), Bộ Quy chuẩn Liên bang, Chương trình Chiến lược Chất lượng Không khí Quốc gia của Vương quốc Anh và trong các dự án lập mô hình cho việc lựa chọn địa điểm và thiết kế các dự án đường cao tốc.

Mô hình này được phát triển bởi Lakes Environmental Software, Canada, 2016. CALRoads View là một giao diện trực quan và năng động thân thiện với người dùng được phát triển cho ba bộ mã mô hình phân tán không khí của Bộ Giao thông Vận tải California (CALTRANS) và Cơ quan Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ (EPA) bao gồm CALINE4, CAL3QHC và CAL3QHCR. CALRoads View sử dụng các tệp thực thi của mô hình gốc mà không cần bất kỳ sửa đổi nào. Giao diện này là một ứng dụng nguyên bản chạy trên nền Hệ điều hành Microsoft Windows 7 / 8 / 10 với nền tảng 32 hoặc 64bit.

Phần mềm có những ưu điểm sau;

- Ước tính tổng nồng độ ô nhiễm không khí từ cả các phương tiện giao thông đang di chuyển và chạy không tải.
- Ước tính chiều dài xếp hàng tại các giao lộ và sự đóng góp của lượng khí thải từ các phương tiện chạy không tải.
- Đánh giá các loại hình nút giao lộ bằng cách tổng hợp các dữ liệu về các loại hình đèn tín hiệu, lưu lượng dòng xe chuyển động bão hòa, các loại hình dữ liệu chuyển động đến...
- Tính toán nồng độ chất ô nhiễm trên các con đường cùng cấp, đường hầm, đường trên cao, cầu, nút giao thông, đường qua hẻm núi và tại các bãi đỗ xe, và các công trình đỗ xe.
- Bao gồm các mô hình mô phỏng phân tán dạng nguồn đường CALINE4, CAL3QHC và CAL3QHCR và các thuật toán giao thông để ước tính độ dài hàng đợi xe cộ tại các giao lộ có lắp đèn báo hiệu.
- Tính toán nồng độ chất phát thải từ dữ liệu khí tượng theo giờ có từ trước hoặc do người dùng chỉ định.
- Xác định dữ liệu giao thông và tín hiệu tối đa với bảy loại hình mẫu khác nhau
- Phân biệt được vị trí vùng dự án là giữa thành thị hay nông thôn.
- Nhập các tệp định dạng AutoCAD.DXF, tệp ảnh hàng không hoặc các bản đồ cơ sở khác (tệp .BMP).
- Tạo báo cáo chất lượng 2D, view từ trên xuống dưới, và các đồ họa dạng 3D.
- Tạo ra các đường bình đồ về nồng độ các chất bằng cách sử dụng các đồ họa dưới dạng 3 chiều.
- Giao diện CALRoads View có các tùy chọn để sử dụng để soạn các tệp dòng thực thi CALINE4, CAL3QHC và CAL3QHCR.
- Khả năng nhập các tệp đầu vào CALINE4, CAL3QHC và CAL3QHCR có sẵn vào giao diện của CALRoads View.

- Nhập bản đồ cơ sở ở nhiều định dạng khác nhau để dễ dàng hình dung và xác định khu vực mô hình cần nghiên cứu, đánh giá.
- Mô hình được xây dựng dưới dạng miền cảm thụ dạng lưới để tìm ra mức độ ô nhiễm tại các vị trí khác nhau trên các loại bản đồ nên đã được định nghĩa từ trước.
- Mô hình đã được phát triển với sự trợ giúp của các miền cảm nhận riêng rẽ nhằm tìm ra tải lượng chất ô nhiễm chính xác tại một vị trí cụ thể cho trước.

4. Dữ liệu đầu vào cho mô hình CALRoads View 6.50

Các dữ liệu đầu vào khác nhau được yêu cầu để chạy mô hình CALRoads View được đưa ra trong bảng 1.

Bảng 1. Dữ liệu đầu vào cho mô hình CALRoad View 6.50

Số liệu về khí tượng	Đơn vị
Vận tốc gió	2 m/s
Hướng gió	220-280 độ
Độ thay đổi hướng gió	10 độ
Cấp ổn định của gió	4 Cấp (A,B,C,D)
Nhiệt độ môi trường xung quanh	28 độ (⁰ C)
Độ cao miền cảm nhận	1.8 (m)
Mixing Height	1000 (m)
Vận tốc rơi, vận tốc rơi của hạt chất thải trong môi trường xung quanh	0 (m/s)
Vận tốc lắng đọng, (giá trị vận tốc mà tại đó chất thải sẽ bị bề mặt đất hấp thụ)	0 (m/s)
Sức cản thủy lực bề mặt, lượng khí chuyển động rồi ảnh hưởng đến sự phát tán của dòng khí thải	100 cm
Nồng độ nền các chất ô nhiễm	(mg/l)
Số liệu địa hình	
Bản đồ nền địa hình tham khảo	Bản đồ vệ tinh đã được cân chỉnh
Độ dài, độ rộng tuyến đường giao thông	35 m
Lưu lượng xe giao thông	550 xe/h
Hệ số phát thải theo từng loại xe	(mg/xe.km)
Chu kỳ chung tín hiệu đèn giao thông	120 s
Chu kỳ tín hiệu đèn đỏ	60s
Loại đèn giao thông	

Số liệu về khí tượng	Đơn vị
Lưu lượng xe trên từng làn đường	100 (xe/h/làn)
Thời gian dừng xe trung bình trước đèn giao thông	2 phút

5. So sánh các mô hình mô phỏng ô nhiễm từ phương tiện giao thông

Bảng 2 cho thấy sự so sánh của các mô hình mô phỏng ô nhiễm từ phương tiện giao thông khác nhau. Rõ ràng là từ bảng này, CALRoads View Model có nhiều tính năng hơn trong quá trình xây dựng mô hình. Các loại mô hình khác nhau và tính phù hợp của chúng được nêu trong bảng 2.

Bảng 2. So sánh giữa các mô hình mô phỏng ô nhiễm từ phương tiện giao thông

Tên mô hình	Các thông số phát tán	Tính toán độ cao của dòng khí thải	Phản ứng hóa học	Phát tán của các hạt	Khả năng đồ họa
Nguồn đường không giới hạn dạng đơn giản	Môi trường chuyển động rối	không	không	không	không
Nguồn đường giới hạn	Môi trường chuyển động rối	không	không	không	không
Mô hình của Viện nghiên cứu Stanford	Sự giao thông tác động và chịu tác động tới các vật cản xây dựng	không	không	không	không
CALLINE4	Sự giao thông tác động và môi trường chuyển động rối	có	không	có	không
Phương pháp đơn giản hóa để ước tính phát thải từ các nguồn di động	Sự giao thông tác động và môi trường chuyển động rối	có	không	có	không
CAL3QHC	Sự giao thông tác động và môi trường chuyển động rối	có	không	có	không
CALRoads View	Sự giao thông tác động và môi trường chuyển động rối	có	không	có	có

6. Kết quả và thảo luận

Giám sát không khí được thực hiện tại bốn địa điểm dọc theo đường Worli Bandra Link và nồng độ các chất ô nhiễm được phân tích trong phòng thí nghiệm. Mô hình hóa các chất ô nhiễm được thực hiện bằng mô hình CALRoads View.

Chi tiết về nồng độ quan sát và dự đoán của các chất ô nhiễm được đưa ra trong bảng 3.

*Bảng 3. So sánh nồng độ được dự đoán và quan sát được
(Tất cả các giá trị đều tính bằng $\mu\text{g} / \text{m}^3$)*

Chất ô nhiễm	Điểm 1		Điểm 2		Điểm 3		Điểm 4	
	O	P	O	P	O	P	O	P
PM ₁₀	489.16	502.76	424.17	475.16	402.18	469.77	376.05	424.76
NO ₂	130.72	91.24	110.77	80.04	75.17	60.49	117.91	85.32
SO ₂	102.75	79.53	108.16	84.53	76.50	64.14	88.18	68.74

(O = Giá trị quan sát, P = Giá trị dự đoán)

7. Kết luận

Từ nghiên cứu trên, các điểm sau đã được kết luận:

1. Nồng độ PM₁₀, NO₂ và SO₂ tại cả 3 trạm quan trắc hầu hết đều cao hơn giới hạn cho phép của CPCB.
2. Giá trị dự đoán của nồng độ cho kịch bản tương lai chỉ rõ rằng phải thực hiện các biện pháp phòng ngừa để giảm thiểu mức độ ô nhiễm. ở các khu vực lân cận.
3. Người ta thấy rằng mô hình CALRoads View dự đoán nồng độ PM₁₀ cao hơn và nồng độ NO₂ thấp hơn so với giá trị đo được.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lakes Environmental Software (2009). “Tài liệu hướng dẫn sử dụng CALRoads View Software” Canada.
2. Majumdar, B.K., Dutta, A., Chakrabarty, S. and Ray, S. (2009) „Assessment of Vehicular Pollution in Kolkata, India using CALINE4 Model“. Environment Monitoring Assessment, Vol.70 pp. 33-43.
3. Niirjer R.S., Jain, S.s., Parida, M., Sharma, N., Robert, V.R. and Mittal, N. (2002) “Development of Transport Related Air Pollutants Modeling for an Urban Area”, Journal of the Indian Rpoad Congress, Vol.63(2) 289-326.
4. Li, K., Niemeier, D., 1998. Using multivariate multiple regression models to improve the link between air quality and travel demand models. Transportation Research 3 (6), 375-387.
5. Tạp chí Quốc tế về Nghiên cứu Sáng tạo trong Khoa học và Kỹ thuật, Tập Số 2, Phát hành lần 04, Tháng 4 năm 2016: www.ijirsc.com
6. Jensen S.S., Berkowicz, R., Hansen, H.S., Hertel, O., 2001. Công cụ GIS hỗ trợ việc ra quyết định của Đan Mạch để quản lý chất lượng không khí đô thị và nguồn nhân lực. Tạp chí Nghiên cứu Giao thông vận tải, Phần D 6, 229-241.
7. Mensink, C., De Vlieger, I., Nys, J., 2000. Một mô hình phát thải giao thông đô thị cho khu vực Antwerp. Môi trường khí quyển 34, 4595-4602.

ANALYSIS AND MODELING OF AIR POLLUTANTS FROM MOTOR'S VEHICLES ALONG TRAFFIC ROUTES BY MODEL CALROAD View SOFTWARE Version 6.50

Nguyen Thanh Tuong, Nguyen Thi Thanh Hoai, Nguyen Thu Minh.
Vietnam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change.

Abstract

Currently, air pollution caused by transportation is a major concern of countries. Motor vehicles are the main source of urban air pollution. The use of motor vehicles in turn leads to emissions of solid particulate matter (SPM), oxides of Nitrogen (NO_x), oxides of sulfur (SO_x), Hydrocarbons (HC), etc, which are the main source polluting the air. The air pollutants created from traffic such as NO₂ and PM₁₀ are problems that adversely affect human health; and transport-generating greenhouse gases like carbon dioxide (CO₂) are contributing to global warming.

Lakes Environmental Software, Canada, has developed a CALRoad View model that simulates the dispersion of pollutants from motor vehicle exhaust fumes in the air.

The CALRoads View model has been widely used around the world for motor vehicle emissions management purposes. CALRoads View offers a wide range of advantages over previous models and has been used by various researchers around the world to predict the pollutant concentration of emissions from vehicles following roads / highways in different climatic conditions.

Keywords: Ambient Air Quality, CalRoads View, Emission factor, Vehicular Traffic.

ỨNG DỤNG CÀI TRƯỜNG QUY MÔ NHỎ VÀO ĐIỀU KIỆN BIÊN NHẪM NÂNG CAO KẾT QUẢ MÔ HÌNH HẢI DƯƠNG KHU VỰC

Phạm Văn Sỹ¹, Jin Hwan Hwang²

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

⁽²⁾ Trường đại học Quốc gia Soeul, Hàn Quốc

Tóm tắt

Việc tạo ra các trường có quy mô nhỏ trong quá trình nâng cao độ phân giải của các trường hải dương học như dòng chảy, nhiệt độ, độ muối, khi sử dụng mô hình hải dương khu vực, được cung cấp điều kiện biên và ban đầu từ kết quả của các mô hình đại dương toàn cầu có độ phân giải thấp, bằng phương pháp trao đổi 1 chiều, là một vấn đề hết sức quan trọng và rất được quan tâm. Nhiều nghiên cứu trước đây đã cho thấy, quy mô nhỏ được sinh ra trong mô hình hải dương khu vực bằng phương pháp trao đổi một chiều là khá tốt khi được dẫn dắt bởi các dòng chảy và thông tin có quy mô lớn, được cung cấp từ kết quả của các mô hình toàn cầu hoặc từ số liệu quan trắc cho mô hình hải dương khu vực tại điều kiện biên và điều kiện ban đầu và kết hợp với các lực trong khu vực miền lưới tính. Tuy nhiên, nghiên cứu này đã phát hiện ra rằng, năng lượng các quy mô nhỏ được tạo ra quá yếu ngay cả khi nguồn năng lượng của quy mô lớn ở trạng thái mạnh và liên tục, dẫn đến làm giảm chất lượng mô phỏng của mô hình hải dương khu vực. Trên cơ sở đó, nghiên cứu đề xuất một phương pháp hiệu quả với tên gọi “cài quy mô nhỏ vào điều kiện biên” thông qua việc tạo ra các quy mô nhỏ nhân tạo dựa trên thông tin của quy mô lớn tại điều kiện biên của các mô hình hải dương khu vực. Phương pháp này đã giúp cải thiện việc tạo ra quy mô nhỏ cũng như nâng cao kết quả mô phỏng cho các mô hình hải dương khu vực.

1. Mở đầu

Mô hình toàn cầu mô phỏng sự khác nhau của các quá trình vật lý trong hệ thống khí hậu của trái đất ở các quy mô khác nhau. Tuy nhiên, độ phân giải của mô hình toàn cầu (GCM-global circulation model) quá thưa để nắm bắt chi tiết các quá trình khí quyển và đại dương trong mô phỏng thời tiết và khí hậu đại dương trong khu vực. Do đó, Dickinson et al. (1989) đề xuất ý tưởng sử dụng mô hình khu vực (RCM-regional circulation model) để nâng cao độ phân giải từ đầu ra của mô hình GCM. Nhiều loại mô hình khu vực (RCM) đã được phát triển để mô phỏng cho khu vực khí tượng và đại dương. Đặc biệt, các RCM đã nâng cao và cải thiện kỹ năng của họ để giảm quy mô trong nhiều thập kỷ trong dự báo hoạt động trên quy mô khu vực trong nhiều lĩnh vực khác nhau (Lim et al., 2013; Pham et al., 2016, 2020).

Cho đến nay, một số lượng lớn các nghiên cứu đã chứng minh rằng các quy mô nhỏ trong thống kê khí hậu của cả mô phỏng khí quyển và đại dương có thể được tái tạo với biên độ và phân bố không gian phù hợp. Khi đánh giá khả năng quy mô nhỏ, Denis et al. (2002a) kết luận rằng quy mô nhỏ khi không có trong điều kiện ban đầu và điều kiện biên được cung cấp bởi đầu ra của GCM, có thể được tái tạo bằng mô phỏng RCM một chiều “downscaling” với mức độ chính xác cao. Các tính năng quy mô nhỏ xuất hiện sau khi giảm quy mô được kích thích bởi hai loại “nguồn kích thích”: (1) năng lượng ở quy mô lớn bị phá vỡ xuống quy mô nhỏ thông qua tương tác phi tuyến tính; (2) các nguồn địa phương mà có thể tạo ra và phát triển quy mô nhỏ thông qua tương tác ma sát của các dòng chảy bên trong miền lưới tính, ví dụ như ma sát gió tại bề mặt, khuếch tán trong sông, chuyển động của dòng chảy xung quanh các đảo, tại khu vực ven bờ. Van Tuyl và Errico. (1989) đã đề cập rằng sự tự tương tác của các

chuyển động quy mô lớn không đủ tạo ra các quy mô nhỏ. Nói cách khác, khi không có các “nguồn kích thích” khác, việc quy mô nhỏ không thể tái tạo đầy đủ.

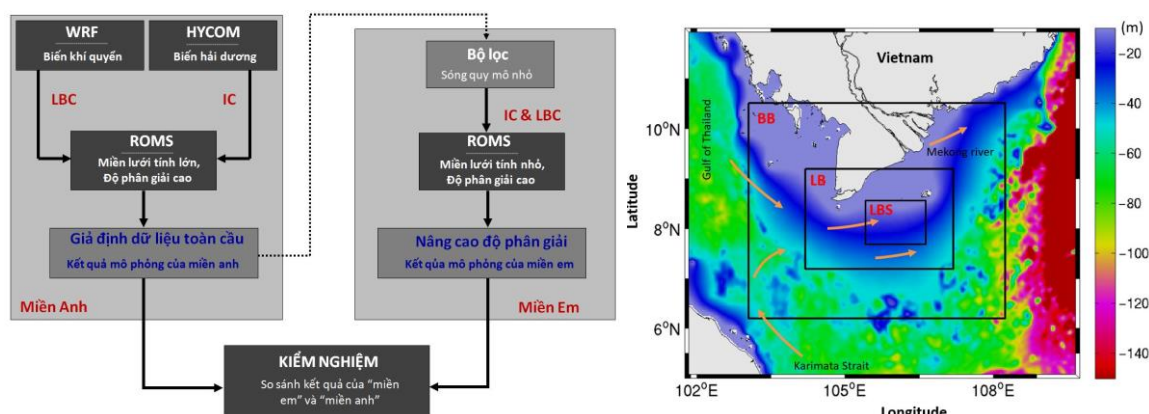
Xem xét tất cả các vấn đề đã đề cập ở trên, mục tiêu của nghiên cứu này tiến hành trả lời các câu hỏi sau: (1) Làm thế nào các quy mô nhỏ được tạo ra mà không có “nguồn kích thích”? và (2) Các quy mô nhỏ ảnh hưởng đến chất lượng của kết quả RCM như thế nào? Cấu trúc của báo cáo được miêu tả như sau. Phần 2 mô tả ngắn gọn phương pháp luận, thiết lập các thí nghiệm. Phần 3 trình bày các kết quả mô phỏng với thảo luận về các tính năng quy mô nhỏ, không có trong IC (điều kiện ban đầu) và LBC (điều kiện biên). Ngoài ra, nghiên cứu này cũng đề xuất một cách tiếp cận mới để cải thiện chất lượng của các kết quả RCM. Phần 4 đưa ra kết luận.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Phương pháp thực nghiệm BBE

Nghiên cứu áp dụng phương pháp đặc biệt (Big-Brother Experiment (BBE)) (Denis et al. 2002a) để đánh giá độ nhạy cảm của kích thước miền lưới tính tới kết quả của mô hình hải dương khu vực. Cấu trúc của phương pháp BBE được miêu tả trong Hình 1. Trước tiên, BBE sử dụng mô hình hải dương khu vực để mô phỏng cho miền lưới tính rộng lớn, với độ phân giải cao, được gọi là “Miền Anh” (MA). Tiếp đến, tất cả sóng có quy mô nhỏ (small scales) của MA được loại bỏ hoàn toàn thông qua bộ lọc (low-pass filter). Sau khi loại bỏ sóng có quy mô nhỏ, độ phân giải của MA trở nên thấp hơn, và được sử dụng để cung cấp điều kiện biên và ban đầu cho cùng loại mô hình hải dương khu vực có cùng độ phân giải cao như MA trước khi loại bỏ quy mô nhỏ, nhưng kích thước miền lưới tính nhỏ hơn và nằm trong miền lưới tính lớn của MA, được gọi là “Miền Em” (ME). Chú ý rằng ME sử dụng kết quả của MA sau khi loại bỏ sóng có quy mô nhỏ cho điều kiện biên và điều kiện ban đầu, tựa như sử dụng kết quả của mô hình hải dương toàn cầu với độ phân giải thấp.

Hình.1. Sơ đồ mô tả phương pháp BBE: IC là điều kiện ban đầu; BC là điều kiện biên. BC và IC cung cấp cho MA được lấy từ mô hình hải dương toàn cầu HYCOM (Bên phải); Bản đồ địa hình khu vực nghiên cứu: BB là Miền Anh và LB là Miền Em.



Tác động của kích thước miền lưới tính được đánh giá dựa trên biểu đồ “Taylor diagram” thông qua 3 chỉ số thống kê bao gồm độ lệch chuẩn (Standard Deviation-SDS) (độ giống nhau của kết quả mô phỏng của ME và MA), hệ số tương quan (correlation coefficient-COR), và độ lệch sai số toàn phương trung bình trung tâm (Center Root Mean Squared Different-CRMSD) (độ lớn của sai số). Biểu đồ “Taylor diagram” có thể dễ dàng thể hiện các chỉ số thống kê trên đồ thị 2 chiều. Sự kết hợp

thông tin của các chỉ số thống kê có thể dễ dàng đánh giá sự tương quan, khác nhau của độ lệch chuẩn và sai số khác nhau giữa ME và MA.

2.2. Thiết lập mô hình và miền lưới tính

Mô hình hải dương khu vực được áp dụng trong nghiên cứu là ROMS (Regional Ocean Modeling System). ROMs giải phương trình Reynolds-averaged Navier-Stokes equations với điều kiện xấp xỉ Boussinesq và cân bằng thủy tĩnh theo phương thẳng đứng (Cambon et al., 2014).

Thời gian mô phỏng trong nghiên cứu khoảng 62 ngày trong năm 2014 từ (4/8 ~ 4/10/2014), cho khu vực biển phía tây nam của Biển Đông. MA sử dụng các biến hải dương bao gồm (nhiệt độ, độ muối, vận tốc dòng chảy và độ cao của mặt nước biển) của đầu ra mô hình hải dương toàn cầu HYCOM, là số liệu sẵn có trên trang web của the Center for Ocean-Atmospheric Prediction Studies (COAPS, <http://hycom.coaps.fsu.edu/thredds/catalog.html>). Các biến hải dương này có độ phân giải $1/12^\circ \times 1/12^\circ$ (~ 9 km), với 33 lớp độ sâu (0 - 5.5 km) trong tọa độ z, với thời gian cập nhật 24 tiếng (chi tiết dữ liệu được miêu tả trong COAPS). Dữ liệu khí tượng được cung cấp từ mô hình WRF, nâng cao độ phân giải từ dữ liệu phân tích toàn cầu có độ phân giải $1^\circ \times 1^\circ$, cập nhật với thời gian 6 tiếng. Độ phân giải của lưới tính WRF giống với độ phân giải của mô hình hải dương để tránh lỗi phát sinh trong quá trình nội suy.

Các nhóm thí nghiệm của Miền Em được thiết lập bao gồm J1 (không loại bỏ quy mô nhỏ; J3, J6, J9, loại bỏ quy mô nhỏ tương ứng với tỷ lệ độ phân giải của ô lưới giữa GCM và RCM lần lượt là 6km, 12km và 19km, nhằm đánh giá được khả năng tạo ra các quy mô nhỏ của mô hình RCM khi thiếu các nguồn kích thích, và J3R, J6R và J9R) đánh giá kết quả khi ứng dụng phương pháp mới cài trường quy mô nhỏ vào biên đầu vào. Các nhóm thí nghiệm sau đó sẽ được so sánh với kết quả của Miền Anh.

2.3. Cài trường vận tốc thực vào trong điều kiện biên

Phương pháp cài trường vận tốc thực dựa vào phổ năng lượng được sử dụng trong nghiên cứu này dựa trên phương pháp của Saad et al. (2017), tạo ra dòng chảy rối tại biên đầu vào. Theo Saad et al. (2017), một trường bất kỳ của vận tốc trong không gian 2 chiều, $U(X) \equiv (u, v)$ trong hệ tọa độ không gian Cartesian $X \equiv (x, y)$ có thể được tạo ra theo công thức sau:

$$U(X) = 2 \sum_{n=1}^N q_n \cos(k_n K_n \cdot X + \phi_n) \delta_n \quad (1)$$

Trong đó, q_n là độ lớn có được từ phổ năng lượng trung $q_n = 2\sqrt{k_n E_S(\ell_n)}$, $k_n = \frac{2\pi}{\ell_n}$ số sóng, $K_n \equiv (\kappa_{x,n}, \kappa_{y,n})$ là đơn vị của hướng vector kết hợp với n-th của số sóng, ϕ_n là góc pha của sóng, và $\delta_n \equiv (\delta_{x,n}, \delta_{y,n})$ đơn vị của hướng vector. Trong phương trình (1), K_n và ϕ_n được lựa chọn ngẫu nhiên δ_n được ước tính bởi sự cường chế khuếch tán tự

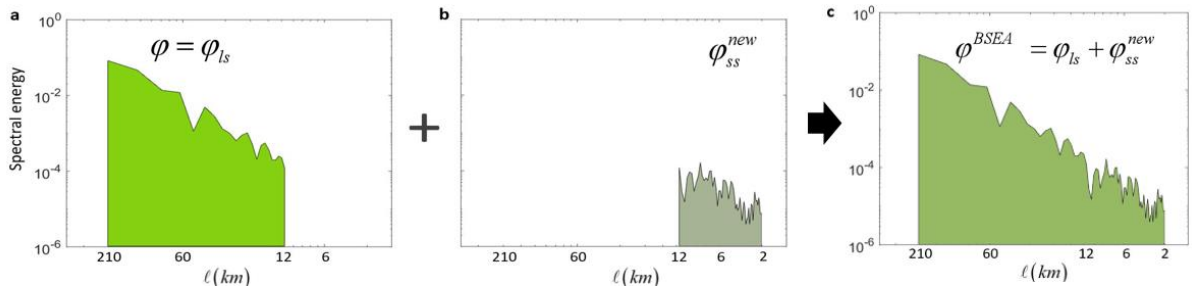
do, thỏa mãn điều kiện liên tục của phương trình liên tục. $\delta_n = \frac{\varsigma_n \times \kappa'_n}{|\varsigma_n \times \kappa'_n|}$, Với ς_n đơn vị vector trung, có thể được chọn ngẫu nhiên từ một phân bố đồng nhất.

$$\kappa'_n \equiv (\kappa'_{x,n}, \kappa'_{y,n}) = \left(\frac{2}{\Delta x} \sin\left(\frac{1}{2} k_n \kappa_{x,n} \Delta x\right), \frac{2}{\Delta y} \sin\left(\frac{1}{2} k_n \kappa_{y,n} \Delta y\right) \right)$$

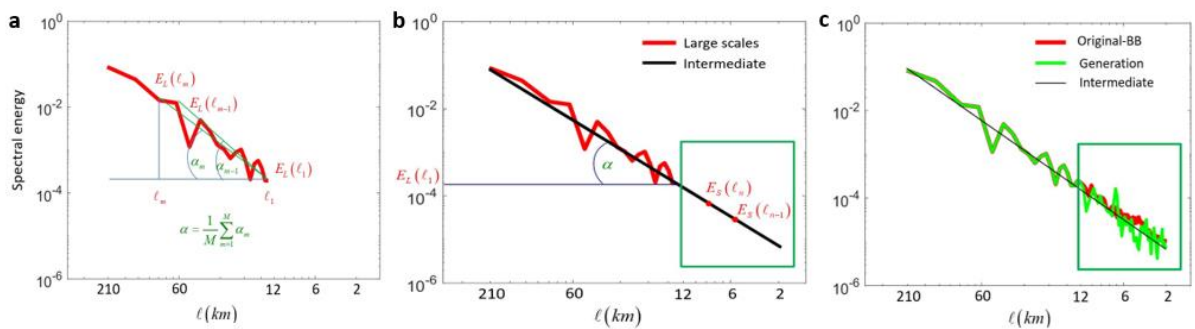
Quy trình cài quy mô nhỏ vào điều kiện biên được miêu tả như trong [hình 2](#) và [3](#) như sau:

Ban đầu, MA sau khi đã loại bỏ quy mô nhỏ, chỉ còn quy mô lớn $\varphi = \varphi_{ls}$ ([Hình 2a, 3a](#)). Quy mô nhỏ φ_{ss}^{new} được tạo ra dựa trên các thông tin của quy mô lớn ([Hình. 2b, 3b](#)). Cuối cùng quy mô nhỏ kết hợp với quy mô lớn tạo ra điều kiện biên cung cấp cho ME bao gồm cả quy mô nhỏ và lớn $\varphi^{BSEA} = \varphi_{ls} + \varphi_{ss}^{new}$ ([Hình 2c, 3c](#)).

Hình.2. Ví dụ về quy trình tạo ra quy mô nhỏ cho dữ liệu cho trường hợp J6. (a) phổ năng lượng quy mô lớn của MA, (b) tạo ra phổ năng lượng quy mô nhỏ, (c) phổ năng lượng mới cho tất cả các quy mô



Hình.3. (a) miêu tả về tính toán góc nghiêng của quy mô lớn, (b) tính toán phổ năng lượng của quy mô nhỏ dựa vào thông tin của quy mô lớn, và (c) tạo ra năng lượng phổ thực từ công thức 1.



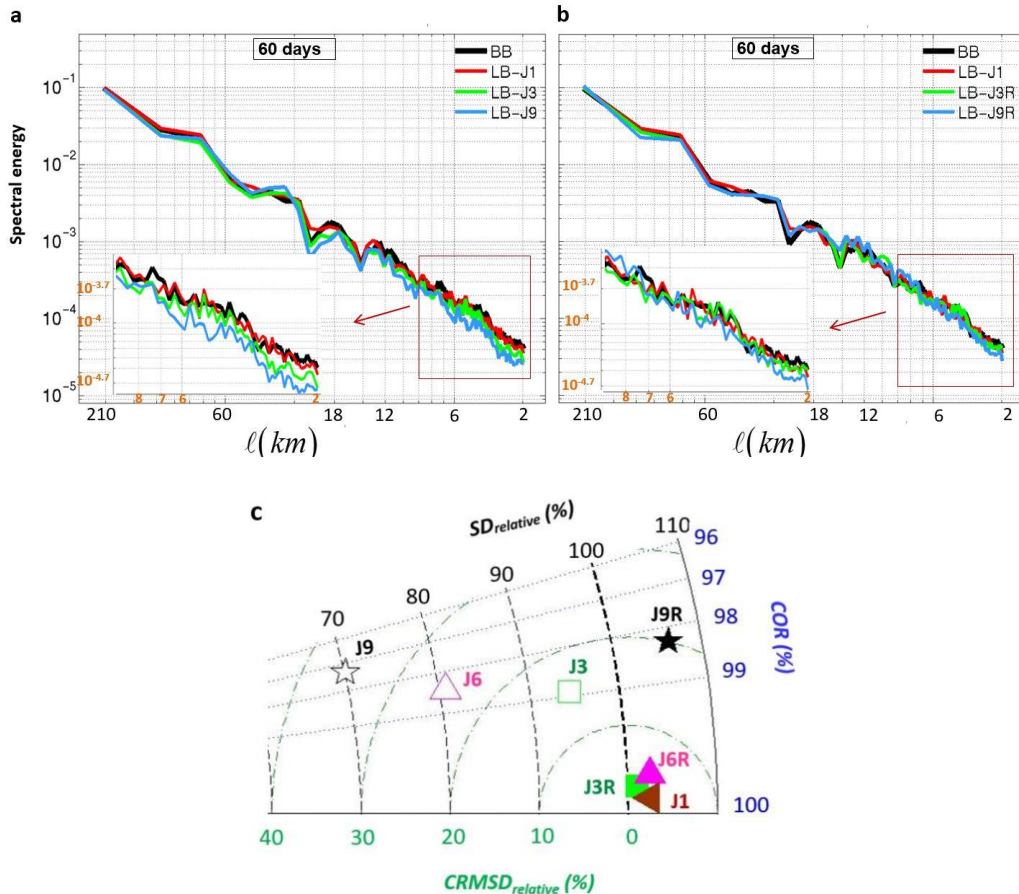
3. Kết quả

3.1. Đánh giá quy mô nhỏ khi thiếu các nguồn kích thích

[Hình 4a](#) miêu tả phổ năng lượng của J3 và J9 không có các nguồn kích thích, cùng với phổ năng lượng của J1 để so sánh với các trường hợp mô phỏng. Có thể nhận ra rằng trong J3 và J9 ban đầu, năng lượng ở các quy mô nhỏ đã được lọc ra khỏi các điều kiện ban đầu và biên. Sau 60 ngày mô phỏng, năng lượng quy mô nhỏ (từ 2km tới 18 km) phục hồi, nhưng vẫn không đạt được mức năng lượng như của MA. Tỷ lệ độ phân giải càng cao thì sự thiết hụt năng lượng càng lớn. Chẳng hạn, trong J3,

năng lượng ở quy mô nhỏ phục hồi tốt, và khá tương đồng với năng lượng của MA hơn là ở J9. Sự thiếu hụt năng lượng ở quy mô nhỏ sẽ khiến kết quả mô phỏng bị suy giảm.

Hình.4. (a) phổ năng lượng tại lớp bề mặt sau 60 ngày mô phỏng của MA ban đầu và ME ở các tỷ lệ độ phân giải khác nhau, và (b) sau khi cài quy mô nhỏ vào các trường hợp của ME. (c) Sơ đồ Taylor diagram của phổ năng lượng sau 60 ngày mô phỏng



3.2. Nâng cao khả năng mô phỏng của mô hình khi ứng dụng cài quy mô nhỏ vào điều kiện biên

Hình 4b cho thấy, sau khi cài quy mô nhỏ vào BCs trong J3R và J9R, năng lượng ở ở mô nhỏ (từ 2km tới 18 km) tăng tới mức rất gần với biên độ năng lượng của MA sau 60 ngày dẫn tới nâng cao chất lượng kết quả mô phỏng. Kết quả của trường hợp J9R thể hiện tốt hơn J6, kết quả của J6R có kết quả tốt hơn nhiều so với J3 và J3R gần như tương đồng với J1 (Hình 4c). Như vậy, cài quy mô nhỏ vào điều kiện biên của RCM có thể nâng cao chất lượng mô phỏng và giảm số lần nâng cao độ phân giải (cascade downscaling).

4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu cho thấy, quy mô nhỏ được tạo ra phụ thuộc rất lớn vào các nguồn kích thích. Thiếu các nguồn kích thích RCM không thể tạo ra quy mô nhỏ đầy đủ, dẫn tới thiếu hụt năng lượng tại quy mô nhỏ và ảnh hưởng tới kết quả mô phỏng. Khi cộng các chuyển động quy mô nhỏ vào điều kiện biên, RCM có thể phát triển quy mô nhỏ ở mức độ phù hợp, giúp nâng cao chất lượng của mô hình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Cambon, G., Marchesiello, P., Penven, P., Debreu, L., 2014. ROMS_AGRIF User Guide. http://www.romsagrif.org/index.php/documentation/ROMS_AGRIF-User-Guide
2. Dickinson, S.D., Gurarie, D., 2000. Quasi two dimensional turbulence. *Physics-Uspekhi*. 43, 863-900.
3. Denis, B., Laprise, R., Caya, D., Côté, J., 2002a. Downscaling ability of one-way nested regional climate model: the Big-Brother Experiment. *Clim. Dyn.* 18, 627-646. DOI 10.1007/s00382-001-0201-0.
4. Giorgi, F., 1990. On the simulation of regional climate using a limited area model nested in a general circulation model. *J. Clim.* 3, 941-963.
5. Lim, H.S., Kim, C.S., Park, K.S., Shim, J.S., 2013. Down-scaled regional ocean modeling system (ROMS) for high-resolution coastal hydrodynamics in Korea. *Acta Oceanol. Sin.* 32, No. 9, 50
Pham, V.S., Hwang, J.H., Ku, H., 2016. Optimizing dynamic downscaling in one-way nesting using a regional ocean model. *Ocean Model.* 106, 104-120.
6. Pham, V.S., Hwang, J.H., Ku, H., 2016. Optimizing dynamic downscaling in one-way nesting using a regional ocean model. *Ocean Model.* 106, 104-120.
7. Pham, V.S., Hwang, J.H., 2020. Optimizing dynamic downscaling in one-way nesting using a regional ocean model. *Ocean Model.* 106, 104-120
8. Saad, T., Cline, D., Stoll, R., Sutherland, J.C., 2017. Scalable tool for generating synthetic isotropic turbulence with arbitrary spectra. *AIAA Journal* Vol. 55, No.1.
9. Van Tuyl, A.H., Errico, R.M., 1989. Scale interaction and predictability in a mesoscale model. *Mon. Wea. Rev.* 117, 3664-3673.

A NEW BOUNDARY SMALL EDDY ADDITIONS TECHNIQUE IMPROVES LONG-TERM INTEGRATION RESULTS OF ONE-WAY NESTED REGIONAL OCEAN MODEL

Pham Van Sy¹, Jin Hwan Hwang²

⁽¹⁾ Vietnam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate change

⁽²⁾ Seoul National University, Korea

Abstract

Generation of small-scale structure in dynamical downscaling and nesting procedure using the regional oceanographic models is really an important issue. A great number of studies have shown that small-scale features in one-way nested regional circulation model are well generated when driving by large-scale flows and information supplied from global-scale model output or observations at the lateral boundaries and incorporates with local forcing. This research, however, find that reproduction of small – scale motions is too weak even sustain the energy at larger scales, then leading to degradation of results of nested regional ocean model. Base on that, this work proposed an efficient method, named “boundary small eddy additions” to improve the quality of nested regional ocean model’s results even though a stimulating source absents in the domain of simulation. In this technique, new adding artificial small-scales motions, which are constructed from the information of large-scale, are added at the boundaries in a nested model. This method can significantly enhance the reproducing of the model and help to reduce the horizontal resolution jump different between driving data and nested model.

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ BƯỚC ĐẦU VIỆC SỬ DỤNG MƯA DỰ BÁO CHIRPS-GEFS CHO CÔNG TÁC DỰ BÁO TÀI NGUYÊN NƯỚC TRÊN LƯU VỰC SÔNG SÊ SAN- SREPOK

Lê Thị Mai Vân¹, Lê Mạnh Hùng², Lê Thế Trung¹, Trương Văn Hùng¹, Phan Thế Mạnh¹, Vũ Minh Đức¹, Nguyễn Thị Hạ¹, Lakshmi Venkataraman²

⁽¹⁾ Trung tâm Cảnh báo dự báo Tài nguyên nước, Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước quốc gia

⁽²⁾ Khoa Kỹ thuật Hệ thống và Môi trường, Đại học Virginia, Hoa Kỳ

Tóm tắt

Dự báo và cảnh báo tài nguyên nước trong thời đoạn tháng, mùa, và năm đang ngày được xã hội và các bộ ngành quan tâm gần đây. Để đưa ra kết quả dự báo cảnh báo tài nguyên nước tin cậy, đầu vào mưa dự báo đóng một vai trò hết sức quan trọng. Báo cáo này đánh giá bước đầu số liệu mưa dự báo CHIRPS-GEFS cho lưu vực sông Sê San và Srepok. CHIRPS-GEFS là một trong những sản phẩm mưa dự báo dài ngày (15 ngày) với độ phân giải cao (ô lưới 5x5km) và được cập nhật thường xuyên theo thời gian thực. Kết quả đánh giá cho thấy CHIRPS-GEFS có tương quan tương đối tốt với mưa trạm và mô hình thủy văn sử dụng CHIRPS-GEFS có đường quá trình lưu lượng tháng là tương đối tin cậy. Từ tháng 11/2020, CHIRPS-GEFS đã được tích hợp trong hệ thống tác nghiệp cảnh báo dự báo tài nguyên nước của Trung tâm Cảnh báo dự báo Tài nguyên nước.

1. Mở đầu

Thông tin dự báo trước vài tuần các đặc trưng thời tiết (nhiệt độ cao hay thấp, mưa nhiều hay ít) có giá trị lớn đối với các kế hoạch thường nhật và quản lý tài nguyên. Rất nhiều lĩnh vực có thể hưởng lợi từ loại dự báo này, bao gồm quản lý tình trạng khẩn cấp, sức khỏe cộng đồng, năng lượng, quản lý tài nguyên nước, nông nghiệp và đánh bắt cá (Pegion et al. 2019). Tuy nhiên, một vấn đề hạn chế hiện nay trong hệ thống dự báo là dự báo nội mùa từ hai tuần đến một tháng. Hạn chế này nằm giữa dự báo thời tiết và dự báo mùa. Đối với dự báo thời tiết, điều kiện ban đầu khí quyển có thể nâng cao khả năng dự báo còn đối với dự báo mùa có thể dự báo được dựa trên sự thay đổi chậm của điều kiện biên bề mặt như nhiệt độ bề mặt nước biển hoặc độ ẩm. Khả năng ứng dụng dự báo nội mùa đã được đánh giá ở một số khu vực (National Academies of Sciences Engineering and Medicine (2016)) nhưng vẫn chưa rõ ràng về khả năng dự báo nội mùa ở trên nhiều khu vực khác nhau.

Global Ensemble Forecasting System (GEFS) là một trong những sản phẩm cung cấp mưa dự báo tới 35 ngày (Zhu et al.2018). GEFS được phát triển bởi NCEP (Trung tâm phòng đoán môi trường Hoa Kỳ). Hạn chế của GEFS là nó cung cấp số liệu mưa dự báo ở dạng lưới thô (100 x 100km). Xuất phát từ hạn chế đó, nhóm nghiên cứu về thiên tai khí hậu – trường Đại học California Santa Barbara, đã kết hợp sản phẩm mưa tái tạo của họ (CHIRPS) và GEFS để chi tiết hóa và hiệu chỉnh sai số, cung cấp một sản phẩm mưa dự báo có nhiều đặc tính tốt hơn - CHIRPS-GEFS. Sản phẩm CHIRPS-GEFS có thể đưa ra mưa dự báo ngày tới 15 ngày ở độ phân giải 5x5 km ở phạm vi toàn cầu. Một đặc điểm nổi bật nữa là sản phẩm này hiện nay cung cấp số liệu mưa dự báo theo thời gian thực. Đây là điều rất hữu ích cho các trung tâm cảnh báo dự báo tác nghiệp có thể đánh giá kiểm định sản phẩm này cho hệ thống của mình (Meechaiya et al., 2020).

Báo cáo này có mục đích giới thiệu ứng dụng của sản phẩm CHIRPS-GEFS cho lưu vực sông Sesan và Srepok (LVS 2S) trong công tác dự báo tài nguyên nước. Trung tâm Cảnh báo và Dự báo tài nguyên nước (CEWAFO), là đơn vị hành chính sự nghiệp độc lập thuộc Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước quốc gia (NAWAPI) hiện nay đã và đang sử dụng nguồn dữ liệu dự báo mưa đầu vào được khai thác từ Tổng cục Khí tượng Thủy văn; tuy nhiên nguồn dữ liệu này chỉ cung cấp xu thế mưa cho tháng tiếp theo. Vì thế, hiện nay Trung tâm đã và đang sử dụng nguồn dữ liệu dự báo mưa đầu vào được khai thác từ Tổng cục Khí tượng Thủy văn, kết hợp với nguồn dữ liệu mưa toàn cầu CHIRPS- GEFS để phục vụ công tác cảnh báo, dự báo tài nguyên nước mặt cho LVS 2S.

2. Khu vực nghiên cứu

LVS 2S là một trong những thượng lưu chính của sông Mê Kông có lưu vực nằm trên 2 nước Việt Nam và Campuchia. Diện tích lưu vực Sê San và Srepok bên phía Việt Nam lần lượt là 11.465 km² và 18.061km² (Hình 1).

LVS 2S có đặc điểm địa hình chênh lệch cao độ lớn, độ dốc cao. Lưu vực sông Sê San trải từ cao độ từ 56 m tới 2.390m so với mực nước biển. Lưu vực trải dài xấp xỉ 250km và trải rộng xấp xỉ 120km theo bề rộng. Lưu vực sông Srêpôk thì rộng hơn, bằng phẳng hơn và có cao độ thấp hơn lưu vực Sê San.



Hình 1. Vị trí và ranh giới lưu vực sông 2S

Lượng mưa hàng năm trong LVS 2S có sự phân hóa rõ rệt theo độ cao. Lượng mưa ở các vùng núi cao thường lớn hơn ở địa hình thấp. Do ảnh hưởng bởi chế độ gió mùa, LVS 2S có hai mùa rõ rệt: mùa mưa và mùa khô. Ngoài ra, tùy vào địa hình khác nhau mà mùa mưa trong LVS 2S cũng có thời gian khác nhau. Phần lớn các vùng trong lưu vực, mùa mưa kéo dài từ tháng 05 đến tháng 10, trong khi những vùng gần dãy Trường Sơn, mùa mưa từ tháng 08 đến tháng 12. Tổng lượng mưa hàng năm trên LVS Sesan cao hơn so với LVS Srepok (2.037 mm so với 1,600 mm).

LVS 2S cần một lượng nước cho phát triển kinh tế, chính trị, và xã hội. Tổng nhu cầu sử dụng nước toàn lưu vực trong năm 2019 cho LVS Sesan và Srepok là 639,21 triệu m³ và 2.301,74 triệu m³. Nhu cầu cho tưới chiếm tỷ lệ cao nhất trong các nguồn sử dụng nước. Dự kiến đến năm 2030, tổng nhu cầu sử dụng nước cho LVS Sesan và Srepok lần lượt là 1.042,66 triệu m³ và 2.707,96 triệu m³.

3. Số liệu nghiên cứu

3.1. Số liệu mưa trạm

Trên LVS 2S, hiện có 27 trạm đo được sử dụng cho mô hình thủy văn NAM. Mô hình thủy văn NAM được dùng để mô phỏng lưu lượng cho các lưu vực sông từ đầu vào mưa và bốc hơi. Các trạm này có chuỗi số liệu mưa theo ngày trong khoảng thời gian 1980-2017, trong đó 25 chuỗi số liệu được đo từ trạm đo mưa và 2 chuỗi số liệu mưa tại Măng Bụt và Đắc So Mei được tạo ra bằng dữ liệu từ GSMAP (JAXA Global Rainfall Watch) nhằm đảm bảo phân bố mưa vùng hợp lý.

3.2. Số liệu lưu lượng

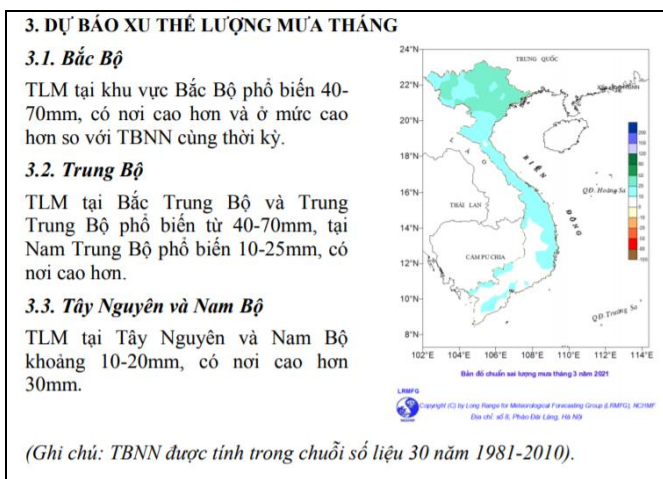
Dữ liệu quan trắc 1985 - 2013 của các trạm thủy văn sau: Đắc Mốt, Kon Plong, Giang Sơn, và Đức Xuyên / Buôn Tua Srah (Đức Xuyên từ năm 1985 - 2011 và Buôn Tua Srah từ năm 2011 - 2013) được dùng để đánh giá hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy văn NAM. Hiện nay, số liệu quan trắc của các trạm này đang được tiếp tục cập nhật thường xuyên để đảm bảo cho công tác đánh giá kết quả khi thực hiện dự báo.

3.3. Số liệu mưa dự báo từ Tổng cục KTTV

Số liệu mưa dự báo tháng từ website Trung tâm Khí tượng thủy văn trung ương được phát hành ngày đầu tiên hàng tháng là một trong những nguồn dữ liệu dự báo khá hữu ích trong công tác dự báo, cảnh báo tài nguyên nước. Nguồn dữ liệu này đáp ứng để sử dụng làm dữ liệu đầu vào cho mô hình dự báo theo thời đoạn tháng (Hình 2).

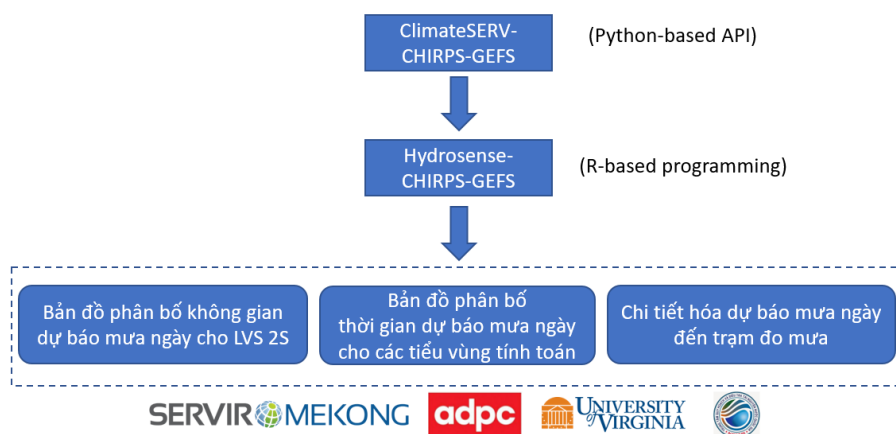
Sản phẩm CHIRPS-GEFS hiện nay được CEWAFO và đơn vị cộng tác tải trực tiếp về từ máy chủ tập tin (ftp server) của nhóm nghiên cứu về thiên tai khí hậu – trường Đại học California Santa Barbara (https://data.chc.ucsb.edu/products/EWX/data/forecasts/CHIRPS-GEFS_precip_v12/daily_16day) hoặc cổng thông tin ClimateSERV của SERVIR (<https://climateserv.servirglobal.net/>).

Sau khi dữ liệu toàn cầu CHIRPS-GEFS được tải về, thông qua phần mềm R chúng tôi trích xuất thông tin cho LVS 2S, bao gồm bản đồ phân bố không gian thời gian dự báo mưa cho LVS 2S và các tiểu vùng dự báo, và các trạm đo mưa (Chi tiết quy trình trích xuất xem Hình 3). Ngoài ra, chúng tôi cũng đã tải về dữ liệu dự báo lịch sử của CHIRPS-GEFS từ 2000-2016 để phục vụ cho công tác đánh giá độ tin cậy của CHIRPS-GEFS.



Hình 2. Hình ảnh thông tin dự báo mưa trong bản tin dự báo tại Website của Trung tâm dự báo khí tượng thủy văn quốc gia

Hình 3. Quy trình trích xuất số liệu dự báo mưa CHIRPS-GEFS độ phân giải 5x5 km cho LVS 2S.



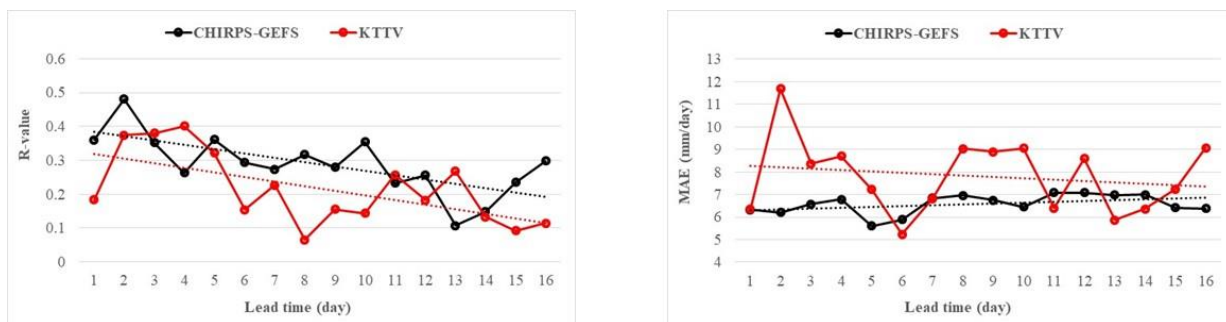
4. Đánh giá mưa dự báo

4.1. So sánh số liệu mưa dự báo với mưa trạm

Chúng tôi sử dụng hệ số tương quan và sai số tuyệt đối để so sánh mưa dự báo CHIRPS-GEFS với mưa đo từ trạm đo mưa. Để làm được điều này, chúng tôi trích xuất số liệu từ ô lưới về dạng điểm (pixel to point). Nếu trong một ô lưới có từ hai trạm đo mưa trở lên, chúng tôi tính giá trị trung bình của các trạm đo mưa đó là đại diện cho điểm.

Hệ số tương quan dao động từ -1 đến 1, càng gần 1 hai chuỗi số liệu có tương quan càng chặt. Sai số tuyệt đối đánh giá độ lệch tuyệt đối trung bình của hai chuỗi số liệu. Sai số tuyệt đối càng gần không thì càng tốt. Để Chúng tôi có đánh giá hệ số tương quan và sai số tuyệt đối cho CHIRPS-GEFS và KTTV so với mưa trạm (dữ liệu dự báo từ Tổng cục Khí tượng Thủy văn) cho năm 2019 (Hình 4). Kết quả cho thấy CHIRPS-GEFS có tương quan cao hơn và sai số tuyệt đối nhỏ hơn so với KTTV khi so sánh với mưa trạm.

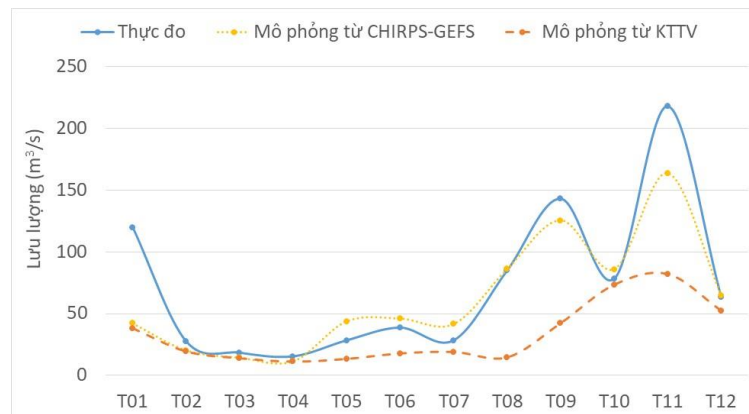
Hình 4. So sánh mưa dự báo (CHIRPS-GEFS và KTTV) với mưa tại trạm. Đây là giá trị trung bình từ kết quả so sánh từ 9 trạm đo mưa trong LVS 2S cho năm 2019.



4.2. Ứng dụng dự báo tài nguyên nước

Hiện nay trong mô hình thủy động lực MIKE 11 (do Viện Thủy Lực Đan Mạch - DHI xây dựng), mô hình thủy văn NAM đã được tích hợp để tính quá trình dòng chảy từ mưa, mô hình MIKE BASIN để tính toán cân bằng nước. Đây là một bộ công cụ đánh giá phù hợp để tính toán dự báo cho nhiều chế độ thủy văn và điều kiện khí hậu khác nhau, trong đó có LVS 2S. Để đánh giá số liệu dự báo CHIRPS-GEFS trong công tác dự báo tài nguyên nước, chúng tôi sử dụng mô hình thủy văn NAM với đầu vào là CHIRPS-GEFS để mô phỏng lưu lượng nước cho năm 2019. Chúng tôi cũng làm tương tự cho số liệu dự báo từ Tổng cục KTTV để so sánh. Chú ý là mô hình thủy văn NAM đã được chúng tôi kiểm định dựa vào số liệu thực đo từ 1985-2013. Kết quả cho thấy số liệu mô phỏng lưu lượng của mô hình NAM dùng CHIRPS-GEFS là khá sát với số liệu thực đo ($R^2 = 0.814$), và tốt hơn so với số liệu mô phỏng lưu lượng của mô hình NAM dùng số liệu dự báo từ Tổng cục KTTV ($R^2 = 0.579$) (Hình 5). Như vậy, qua đánh giá sơ bộ cho năm 2019, số liệu dự báo CHIRPS-GEFS có tương quan tốt với số liệu tại trạm đo mưa. Khi dùng CHIRPS-GEFS làm đầu vào mưa cho mô hình thủy văn NAM, kết quả mô phỏng lưu lượng cũng tương đối tin cậy. Do đó, chúng tôi quyết định sử dụng CHIRPS-GEFS trong công tác cảnh báo dự báo tài nguyên nước của Trung tâm Cảnh báo dự báo tài nguyên nước.

Hình 5. So sánh số liệu tháng lưu lượng thực đo và số liệu tháng lưu lượng mô phỏng từ mô hình thủy văn NAM dùng số liệu mưa dự báo (CHIRPS-GEFS và KTTV) làm đầu vào cho năm 2019 tại trạm Giang Sơn, sông Srepok.



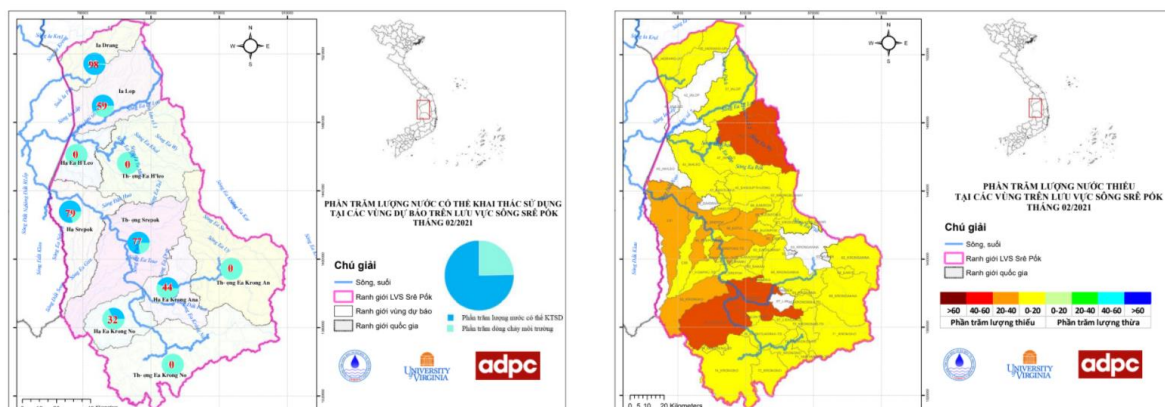
5. Kết quả sử dụng mưa dự báo CHIRPS-GEFS trong hệ thống tác nghiệp của trung tâm cảnh báo dự báo

Trong hệ thống tác nghiệp của trung tâm cảnh báo dự báo, bản tin dự báo tài nguyên nước theo tháng là một trong những sản phẩm cuối, nhằm cung cấp các thông tin về số lượng, chất lượng nước, đồng thời dự báo tổng lượng nước đến, lượng nước có thể khai thác sử dụng tại các vùng dự báo và đưa ra những cảnh báo về tài nguyên nước nhằm phục vụ công tác quản lý Nhà nước, công tác điều tra cơ bản và quy hoạch tài nguyên nước. Hình 6 là bản đồ dự báo tài nguyên nước mặt trong tháng 2/2021 (tổng lượng nước có thể khai thác sử dụng và dự báo nguy cơ thiếu nước) cho LVS Srepok. Có thể nhận thấy hầu hết các tiểu vùng dự báo đang trong nguy cơ thiếu nước (có thể đến 40%). Lí do có thể là đây là giai đoạn ít mưa của vùng trong khi nhu cầu sử dụng nước tăng cao. Có thể thấy là việc sử dụng CHIRPS-GEFS là đầu vào cho mô hình dự báo tài nguyên nước đưa ra kết quả phân bố không gian thừa thiếu nước khá hợp lý.

Hình 6. Bản đồ (a) lượng nước có thể khai thác sử dụng và (b) dự báo nguy cơ thiếu nước cho LVS Srepok, ngày phát tin: Tháng 02/2021. Nguồn: <http://cewaf0.gov.vn/>

(a) Lượng nước có thể khai thác sử dụng

(b) Dự báo nguy cơ thiếu nước



6. Kết luận

Báo cáo này đã đánh giá bước đầu số liệu mưa dự báo CHIRPS-GEFS, cùng với dữ liệu dự báo của Tổng cục Khí tượng Thủy văn phục vụ dự báo cho lưu vực sông Sê San và Srepok. CHIRPS-GEFS là một trong những sản phẩm mưa dự báo dài ngày (15 ngày) với độ phân giải cao (ô lưới 5x5km) và được cập nhật thường xuyên theo thời gian thực. Kết quả đánh giá cho thấy CHIRPS-GEFS có tương quan tương đối tốt với mưa trạm và mô hình thủy văn sử dụng CHIRPS-GEFS có đường quá trình lưu lượng tháng là tương đối tin cậy.

Cần tiếp tục nghiên cứu chiết xuất dữ liệu này với thời đoạn dài hơn (30 ngày), cũng như tiếp tục nghiên cứu các nguồn dữ liệu toàn cầu phù hợp khác để phục vụ hiệu quả cho các bản tin tháng, mùa, năm đang thực hiện tại Trung tâm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. C. Meechaiya, M. Laverde-Barajas, L.H. Son, S. Khem, et al (2020). Towards more Accurate Riverine Flood Forecasting over the Lower Mekong Basin: Assessment of the Rainfall Forecast CHIRPS-GEFS for the Mekong River Commission - Asian Disaster Preparedness Center, Spatial Informatics Group, The Mekong River Commission, Deltas, SERVIR Science Coordination Office, University of Alabama, Climate Hazards Group, University of California and University of San Francisco.
2. Zhu Y, Zhou X, Li W, Hou D, Melhauser C, Sinsky E, Peña M, Fu B, Guan H, Kolczynski W (2018) Toward the improvement of subseasonal prediction in the National Centers for environmental prediction global ensemble forecast system. Journal of Geophysical Research: Atmospheres 123:6732-6745.
3. Pegion K, Kirtman BP, Becker E, Collins DC, LaJoie E, Burgman R, Bell R, DelSole T, Min D, Zhu Y (2019) The Subseasonal Experiment (SubX): A multimodel subseasonal prediction experiment. Bulletin of the American Meteorological Society 100:2043-2060.
4. National Academies of Sciences Engineering and Medicine (2016) Next generation earth system prediction: strategies for subseasonal to seasonal forecasts. National Academies Press.

PREMILINARY RESULTS OF CHIRPS-GEFS IN OPERATIONAL WATER RESOURCES FORECASTING SYSTEM – A CASE STUDY IN SESAN AND SREPOK RIVER BASIN

**Lê Thị Mai Vân¹, Lê Mạnh Hùng², Vũ Minh Đức¹, Trương Văn Hùng¹,
Phan Thế Mạnh¹, Lê Thế Trung¹, Nguyễn Thị Hạ¹, Lakshmi Venkataraman²**

⁽¹⁾ Center for Water Resources Warning and Forecasting (CEWAFO), National Centre for Water Resources Planning and Investigation (NAWAPI)

⁽²⁾ Department of Engineering System and Environment, University of Virginia, USA

Abstract

Advanced forecasting water resources from monthly to seasonal and yearly timescales has been receiving a lot of attention from society and stakeholders. To accurately acquire forecasted water resources, forecasted rainfall dataset plays a critical role. This study reports preliminary results for a forecasted rainfall product – CHIRPS-GEFS over Sesan and Srepok river basin. CHIRPS-GEFS provides medium-range daily rainfall forecast (up to 15 days) with high spatial resolution (5 x 5 km) and is regularly updated in real-time. Our results indicate that CHIRPS-GEFS exhibited considerable relationship with rain gauge. Also, hydrological model using CHIRPS-GEFS as input produced reasonable forecasted streamflow. Starting from November 2020, CHIRPS-GEFS has been integrated in operational water resources forecasting system of Center for Water Resources Warning and Forecasting.

MÔ HÌNH SỐ ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA BÃO ĐẾN TRƯỜNG THỦY ĐỘNG LỰC TẠI VÙNG VEN BỜ CHÂU THỔ SÔNG HỒNG: MỘT NGHIÊN CỨU ĐIỂN HÌNH VỀ SIÊU BÃO RUMMASUN (2014)

Lê Đức Cường¹, Đỗ Huy Toàn², Nguyễn Bá Thủy³, Nguyễn Minh Huân^{2,4}

⁽¹⁾ Viện Nghiên cứu Biển và Hải đảo

⁽²⁾ Trung tâm Động lực học Thủy khí Môi trường, Đại học Khoa học Tự nhiên

⁽³⁾ Trung tâm dự báo Khí tượng-Thủy văn Quốc gia

⁽⁴⁾ Khoa Khí tượng Thủy văn và Hải dương học, Đại học Khoa học Tự nhiên

Tóm tắt

Vùng ven bờ châu thổ sông Hồng là nơi có chế độ thủy triều phức tạp với nhiều cửa sông, lạch và bãi cạn ở ven bờ phía Tây Vịnh Bắc Bộ, đây là nơi thường xuyên chịu ảnh hưởng bởi bão. Trong nghiên cứu này, mô hình mã nguồn mở Delft3D đã được áp dụng để mô phỏng tác động của siêu bão Rammasun (2014) đến những biến động của trường thủy động khu vực ven bờ châu thổ sông Hồng. Kết quả mô phỏng cho thấy, tốc gió tăng gấp 6 lần so với tốc độ gió trung bình mùa. Tốc độ dòng chảy tầng mặt và độ cao sóng cực đại đáng kể tăng lần lượt gấp 4 và 9 lần so với điều kiện bình thường. Hướng của dòng chảy mặt và hướng sóng chịu chi phối của hướng gió. Mực nước tại cửa sông Ba Lạt trong cơn bão giảm chênh lệch 0,7m so với kịch bản không có tác động của siêu bão Rammasun.

1. Mở đầu

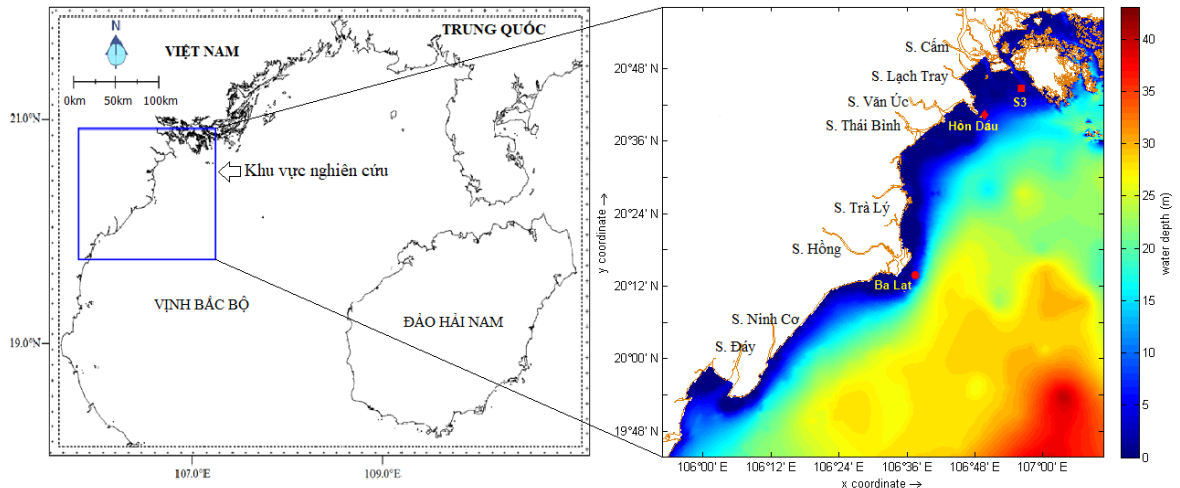
Nằm ở bờ tây của Vịnh Bắc Bộ, vùng ven bờ châu thổ sông Hồng là cửa sông đa nhánh dưới sự chi phối của chế độ nhật triều. Trung bình mỗi năm, đồng bằng sông Hồng có 2,0 - 2,5 cơn bão ảnh hưởng (QĐ 901/QĐ-BTNMT), trong những năm gần đây có xu hướng gia tăng số ngày bão. Ngày nay, mô hình số đã trở thành một phương tiện hiệu quả để nghiên cứu các quá trình tương tác giữa khí áp, gió, sóng và dòng chảy, đánh giá ảnh hưởng của cơn bão đến mực nước dâng, vận chuyển bùn cát, biến đổi địa hình đáy... Dựa trên mô hình số 3 chiều, một số lượng lớn các nghiên cứu mô phỏng số về sóng, thủy triều và dòng chảy dưới ảnh hưởng của một số lượng lớn các cơn bão tại Vịnh Bắc Bộ đã được thực hiện.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã tiến hành phân tích thống kê các cơn bão đi qua Vịnh Bắc Bộ từ tháng 7 đến tháng 9 năm 2014 và chúng tôi đã lựa chọn một trường hợp đại diện là siêu bão Rammasun. Rammasun là một cơn bão có cường độ rất mạnh, thời gian tác động dài và quỹ đạo di chuyển đi qua Vịnh Bắc Bộ. Thông qua việc áp dụng một mô hình mã nguồn mở, tiến hành kết nối đồng thời các mô đun thủy động lực, sóng, thủy triều và trường khí tượng trong siêu bão Rammasun và mô phỏng tác động của nó đến trường thủy động lực vùng ven bờ châu thổ sông Hồng.

2. Khu vực nghiên cứu

Vùng ven bờ châu thổ sông Hồng nằm ở phía tây của Vịnh Bắc Bộ (Hình 1), thuộc ở vùng cận nhiệt đới, nơi đây có hoạt động áp thấp nhiệt đới và bão diễn ra thường xuyên vào mùa hè. Bão có thể gây ra các thiên tai ở biển như nước biển dâng, dòng chảy mạnh, sóng lớn và các thảm họa biển khác, bão có thể gây ra sóng cát ở dưới đáy biển, thậm chí hình thành nên những rãnh và hố tại đáy biển.

Hình 1. Khu vực nghiên cứu

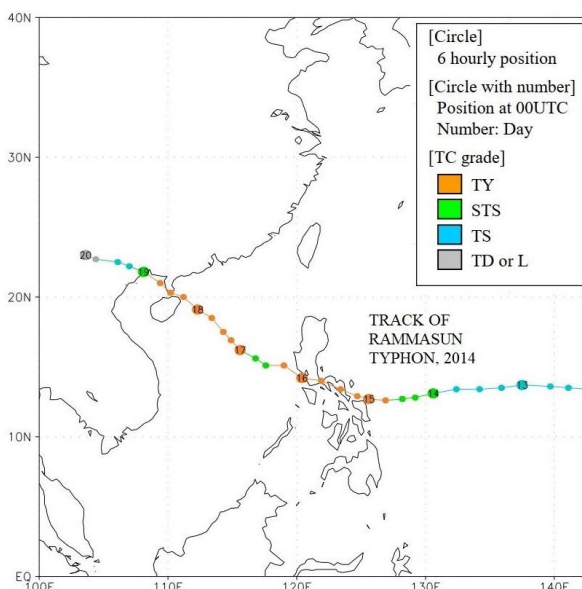


3. Tài liệu và phương pháp

3.1. Tài liệu

Dữ liệu được sử dụng trong nghiên cứu này bao gồm: Đường bờ trích xuất từ cơ sở dữ liệu World Vector Shorelines của NOAA; Số liệu độ sâu vùng ngoài khơi trích xuất từ cơ sở dữ liệu Gebco-2014, kết hợp với dữ liệu độ sâu ở vùng ven bờ được số hóa từ bản đồ tỷ lệ 1:50000 của Cục đo đạc bản đồ; Tại biên lũng ngoài biển sử dụng bộ hằng số điều hòa từ TPXO 8.0 với 13 sóng triều; Lưu lượng nước trung bình mùa tại biên lũng phía trong sông tham khảo từ kết quả của một số đề tài KC.09.17/11-15 do Viện Tài nguyên và Môi trường biển chủ trì và thực hiện. Kịch bản mô phỏng không có bão sử dụng số liệu gió trung bình mùa nhiều năm tại trạm Hòn Dấu; Quỹ đạo di chuyển, tốc độ gió và áp suất cực đại tại tâm bão Rammasun được khai thác từ cơ sở dữ liệu của tổ chức khí tượng Nhật Bản (JMA, 2014) (Hình 2); Số liệu sóng trong bão tại biên lũng phía biển được trích xuất từ kết quả mô phỏng của mô hình WAVEWATCH-III lấy từ cơ sở dữ liệu của Trung tâm nghiên cứu dữ liệu Châu Á Thái Bình Dương (APDRC).

Hình 2. Quỹ đạo di chuyển của siêu bão Rammasun (2014)



Thời gian (UTC±0)	Vị trí tâm bão		Áp suất tâm bão (hPa)	Tốc độ gió cực đại (kt)
	Lon (E)	Lat (N)		
06h-17th	114.9	16.9	960	65
12h-17th	114.3	17.5	955	70
18h-17th	113.4	18.5	945	80
00h-18th	112.3	19.1	940	85
06h-18th	111.2	20	935	90
12h-18th	110.2	20.3	940	90
18h-18th	109.4	21	955	70
00h-19th	108.1	21.8	965	50
06h-19th	107	22.2	980	40
12h-19th	106.1	22.5	990	35
18h-19th	104.4	22.7	996	NaN
00h-20th	103.6	23	998	NaN

3.2. Phương pháp

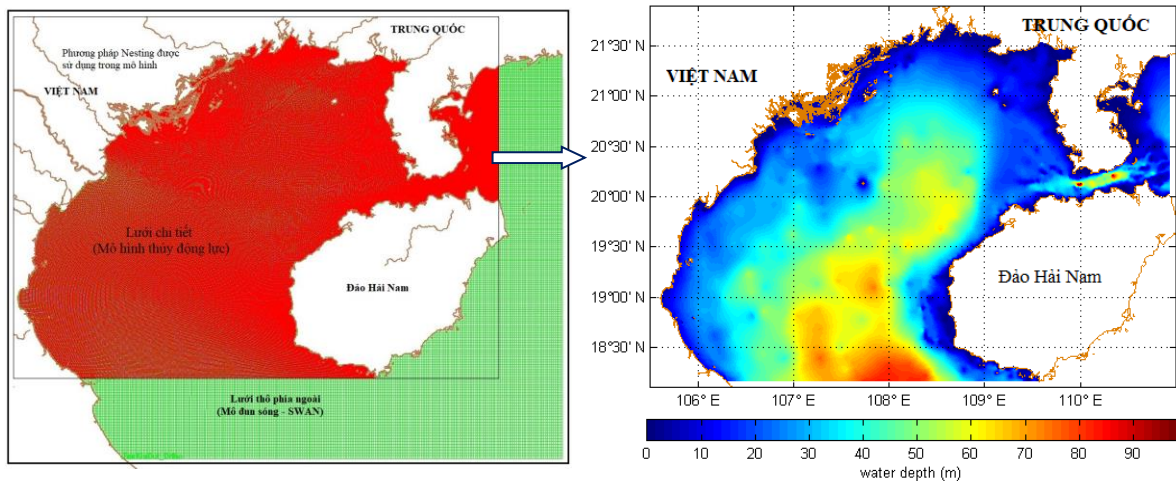
Hiện nay, có nhiều mô hình thủy động lực có khả năng tính toán, mô phỏng các quá trình động lực, mô trường nước như: sóng, dòng chảy và vận chuyển bùn tại khu vực ven biển được sử dụng phổ biến trên thế giới và đang được ứng dụng rộng rãi ở Việt Nam trong đó có bộ mô hình Delft3D của Hà Lan. Trong nghiên cứu này, việc áp dụng phương pháp lưới lồng (Hình 3), và tính toán kết hợp đồng thời (online – coupling) của các mô đun chính là thủy động lực, sóng, dòng chảy và trường khí tượng trong bão đã được áp dụng để đánh giá tác động của siêu bão đến trường thủy động lực.

Cơ sở toán học của mô hình thủy động lực là giải phương trình Navier Stokes với chất lỏng không nén trong nước nông và phương pháp xấp xỉ Boussinesq (WL|Delft Hydraulics, 2010). Phương trình liên tục (viết trong hệ tọa độ cong trục giao):

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{1}{\sqrt{G_{\xi\xi}\sqrt{G_{\eta\eta}}}} \frac{\partial [(d+\zeta)U\sqrt{G_{\eta\eta}}]}{\partial \xi} + \frac{1}{\sqrt{G_{\zeta\zeta}\sqrt{G_{\eta\eta}}}} \frac{\partial [(d+\zeta)V\sqrt{G_{\xi\xi}}]}{\partial \eta} = Q \quad (1)$$

Trong đó Q thể hiện sự thêm vào hay mất của nguồn nước, sự bốc hơi và mưa trên 1 đơn vị diện tích; ζ, η là các thành phần bình lưu trong hệ tọa độ cong trục giao; $\sqrt{G_{\xi\xi}}, \sqrt{G_{\eta\eta}}$ là các hệ số chuyển đổi từ hệ tọa độ Đề Các sang hệ tọa độ cong trục giao; d là độ sâu tại điểm tính (độ sâu của nước dưới đường chuẩn “0 hải đồ”); ζ là mực nước tại điểm tính (mực nước trên 1 đường chuẩn); U, V lần lượt là các thành phần vận tốc theo các hướng ξ, η .

Hình 3. Phạm vi, lưới tính và trường độ sâu của mô hình



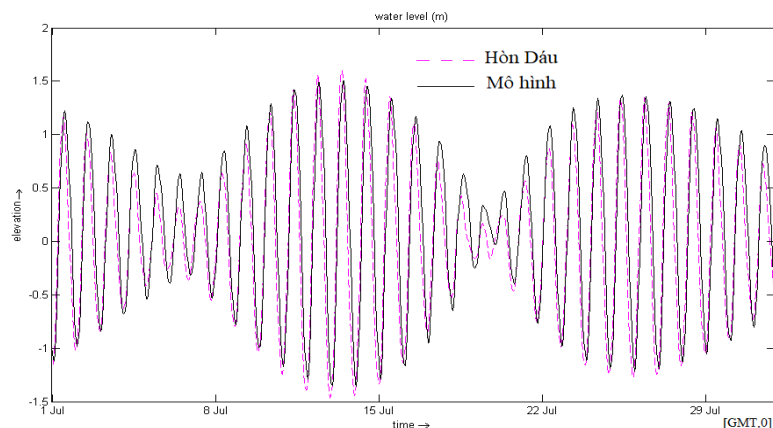
Để có cơ sở đánh giá tác động của bão, một kịch bản mô phỏng hiện trạng trường thủy động lực sử dụng điều kiện gió trung bình mùa, và một kịch bản sử dụng trường khí tượng (gió và áp suất) trong cơn bão Rammasun (Bảng 1).

Bảng 1. Các kịch bản mô phỏng

Kịch bản mô phỏng	Thủy triều	Lưu lượng	Dòng chảy	Sóng	Gió trung bình mùa	Gió, khí áp trong bão
(1)	+	+	+	+	+	-
(2)	+	+	+	+	-	+

Kết quả so sánh giữa số liệu mực nước trạm Hòn Dấu và kết quả mô phỏng của mô hình có độ sai số RMSE (Chai, T. và nnk, 2014) là 0,12 m (Hình 4). Kết quả so sánh cho thấy độ chính xác giữa kết quả mô hình và số liệu mực nước tại trạm Hòn Dấu cả về pha và độ lớn.

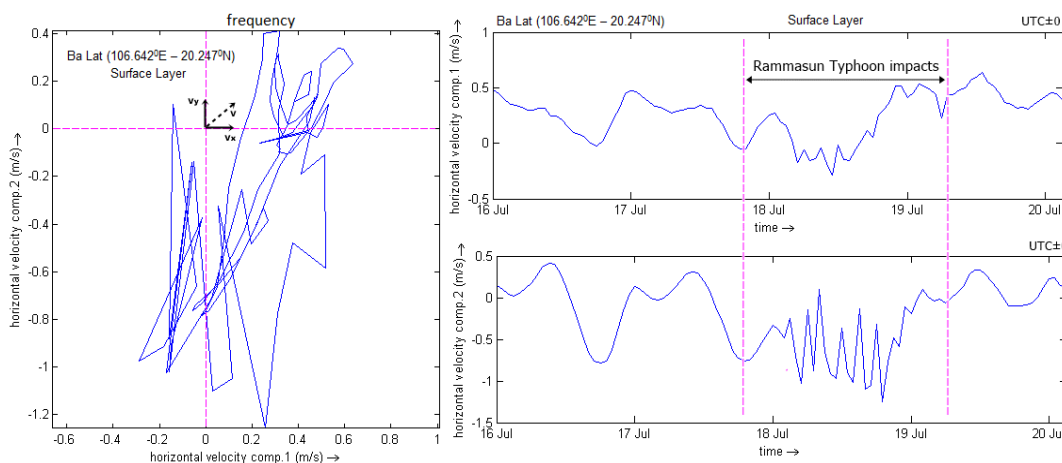
Hình 4. Kết quả so sánh mực nước tại trạm Hòn Dấu và kết quả tính toán bởi mô hình



4. Kết quả mô phỏng

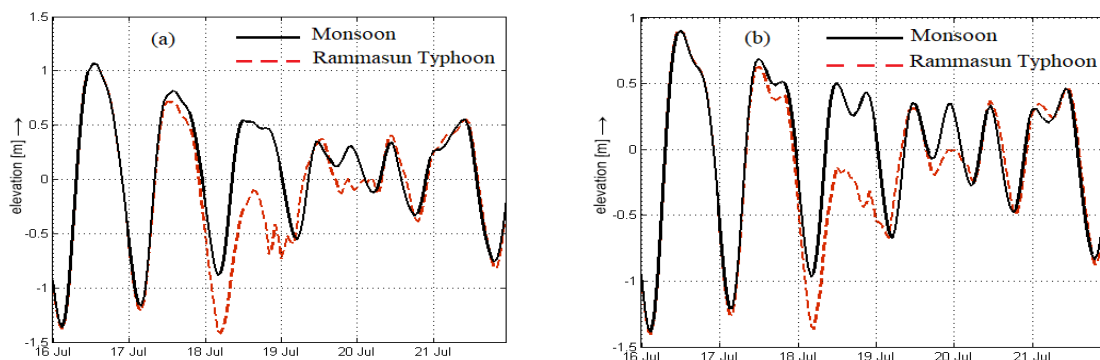
Kết quả mô phỏng cho thấy, dưới tác động trường gió trong bão, tại khu vực cửa sông Ba Lạt dòng chảy tầng mặt trong cơn bão tăng 0,25 – 0,3 m/s so với kịch bản không có bão. Trong thời kỳ bão đổ bộ vào Vịnh Bắc Bộ, hướng dòng chảy chịu chi phối mạnh mẽ bởi hướng gió trong bão, hướng dòng chảy tầng mặt theo hướng Nam Đông Nam chiếm tần suất lớn nhất, sau đó là hướng Tây Nam, và hướng Đông Bắc trong pha triều lên (Hình 5). Tại tầng đáy, do tác động của gió trong siêu bão Rammasun suy giảm, hướng dòng chảy tầng đáy có hướng chủ đạo là Tây Bắc (đi vào phía trong sông) và Đông Nam.

Hình 5. Tác động của siêu bão Rammasun lên các thành phần véc tơ dòng chảy tầng mặt tại khu vực cửa sông Ba Lạt

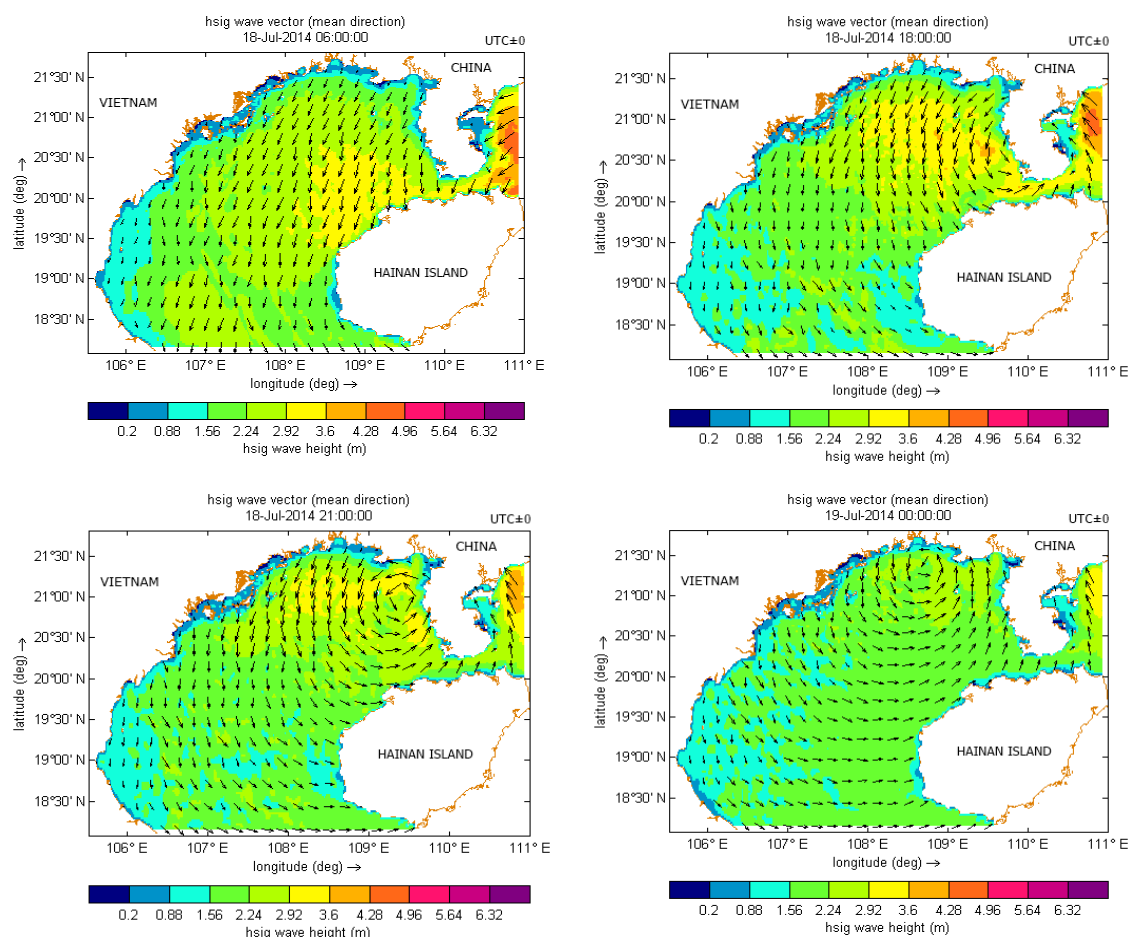


Dưới tác động của siêu bão Rammasun gây nên hiện tượng nước rút tại vùng ven bờ châu thổ sông Hồng với mực nước suy giảm 0,7m tại khu vực Hòn Dấu và 0,6m tại khu vực cửa sông Ba Lạt (Hình 6). Độ cao sóng cực đại trong bão tại khu vực nghiên cứu lớn hơn khoảng 2m so với kịch bản không có tác động của bão, hướng sóng trong bão chịu sự chi phối và tương đối đồng nhất với hướng gió trong siêu bão Rammasun (Hình 7).

Hình 6. Tác động của siêu bão Rammasun tới biến động mực nước tại khu vực Hòn Dấu (a) và cửa sông Ba Lạt (b)



Hình 7. Một số kết quả mô phỏng trường sóng trong siêu bão Rammasun tại các thời điểm khi cơn bão di chuyển vào Vịnh Bắc Bộ



5. Kết luận

Nghiên cứu này đã áp dụng thành công mô hình mã nguồn mở Delft3D, thông qua việc kết nối đồng thời giữa các mô đun vào mô phỏng tác động của siêu bão Rammasun đến trường thủy động lực vùng ven bờ châu thổ sông Hồng. Các kết quả mô phỏng cho thấy:

+Trong khoảng thời gian cơn bão tác động đến khu vực, chiều cao sóng phía ngoài khơi cửa sông Ba Lạt cao gấp 9 lần so với điều kiện biển bình thường (Chiều cao sóng cực đại đạt 2m), hướng sóng tương đối đồng nhất với hướng gió.

+ Do tác động của ứng suất gió bề mặt, tốc độ dòng chảy tầng mặt tăng khoảng 0,25 – 0,3 m/s so với kịch bản không có bão. Tại tầng đáy (từ đới độ sâu 5m ra phía ngoài khơi), tác động của hướng gió lên hướng dòng chảy suy giảm và dòng chảy tầng đáy vẫn chịu chi phối bởi dòng triều.

+ Do khu vực nghiên cứu nằm ở rìa trái của cơn bão trong quá trình di chuyển, dưới tác động của dòng chảy gió bề mặt, khối nước tầng mặt di chuyển mạnh ra phía ngoài khơi, gây nên hiện tượng nước rút tại vùng ven bờ châu thổ sông Hồng với mực nước suy giảm 0,7m so với kịch bản không tính đến tác động của bão.

6. Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được hỗ trợ bởi đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ Tài nguyên và Môi trường Việt Nam (MONRE), mã số. 2018.05.16. Tập thể tác giả xin trân thành cảm ơn dự án.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Chai, T. and Draxler, R. R, Root mean square error (RMSE) or mean absolute error (MAE) – Arguments against avoiding RMSE in the literature, Geoscientific Model Development, 7 (2014) 1247-1250. <https://doi.org/10.5194/gmd-7-1247-2014>.
2. JMA, Annual Report on the Activities of the RSMC Tokyo – Typhoon Center, Japan Meteorological Agency, Tokyo, (2014) 7-18 and Appendix 8.
3. WL | Delft Hydraulics, 2010. Delft3D-FLOW User Manual Version 3.04.12566. WL | Delft Hydraulics, Delft, The Netherlands, 2010.

NUMERICAL MODELING OF THE IMPACT OF TYPHOON ON HYDRODYNAMICS IN THE RED RIVER DELTA COASTAL AREA: A CASE STUDY OF SUPER RAMMASUN TYPHOON (2014)

Le Duc Cuong¹, Do Huy Toan², Nguyen Ba Thuy³, Nguyen Minh Huan^{2,4}

⁽¹⁾Institute of Seas and Islands

⁽²⁾Center For Environmental Fluid Dynamics, VNU University of Science

⁽³⁾Vietnam National Hydro-meteorological Forecasting Center

⁽⁴⁾Faculty of Hydrogy, Meteorology and Oceanography, VNU University of Science

Abstract

The Red River Delta is a complex tidal estuary with many channels and shoals in the Gulf of Tonkin, which was affected by typhoon frequently. An open-source coupled numerical model based on Delft3D was established and validated, using to simulate the hydrodynamic changes due to the typhoon Rammasun in the. The results indicated that, wind velocity increased by 6 times. Wind direction transferred from northerly, controlled by monsoon, to southerly due to the effect of typhoon, and further rotated anticlockwise with the westward movement of typhoon. Accordingly, current velocity and significant wave height increased distinctly by 4 and 9 times, respectively, more than the normal condition. Directions of current and waves also changed along with the wind direction. The southeastwardly current induced by typhoon resulted in strong sea level decrease, by about 70 cm around the Ba Lat River mouth.

XÂY DỰNG BẢN ĐỒ NGẬP LỤT TRÊN LƯU VỰC SÔNG KIẾN GIANG

Lê Văn Tuấn¹, Vũ Văn Thăng², Phùng Đức Chính³,
Đặng Thị Lan Phương⁴, Đặng Thu Hiền⁵

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

Tóm tắt

Bài báo này trình bày kết quả xây dựng các bản đồ ngập lụt tương ứng với tần suất lũ 1%, 2%, 5%, 10% và 20% ở lưu vực sông Kiến Giang (Quảng Bình). Kết quả đã xác định được diện tích, độ sâu ngập lụt của các khu vực trên lưu vực sông Kiến Giang, đồng thời kết quả cũng cho thấy ngập lụt xảy ra thường xuyên ở hai bên bờ sông, vùng hạ lưu và khu vực đồng bằng thấp, trũng.

Từ khóa: lũ, tần suất lũ, ngập lụt, bản đồ ngập lụt, khu vực ngập lụt.

1. Mở đầu

Quảng Bình là một trong những tỉnh duyên hải Miền Trung, có đặc điểm khí hậu và địa hình hết sức phức tạp. Bão, lụt thường xảy ra từ tháng IX đến giữa tháng XII hàng năm, tập trung vào các tháng X và XI. Khi bão, áp thấp nhiệt đới xảy ra kèm theo mưa lớn, triều cường dâng cao gây ngập lụt ở đồng bằng, lũ quét ở miền núi. Trung bình mỗi năm trên khu vực Quảng Bình có 2 đến 3 trận lũ.

Gần đây nhất là trận mưa lũ xảy ra từ ngày 13 đến ngày 15 tháng 10 năm 2016, do ảnh hưởng của áp thấp nhiệt đới, khu vực Quảng Bình có mưa to đến rất to, tổng lượng mưa phổ biến từ 600-900mm (Đồng Hới mưa 920 mm) gây lũ lụt trên diện rộng, khiến hàng ngàn căn nhà ven sông Kiến Giang sông Gianh ở các huyện Tuyên Hóa, Quảng Trạch, Thị xã Ba Đồn, huyện Bố Trạch, thành phố Đồng Hới và huyện Lệ Thủy chìm trong lũ.

Các thiên tai ảnh hưởng cực kỳ nghiêm trọng tới sự phát triển kinh tế - xã hội và cuộc sống con người. Ở Việt Nam, việc cảnh báo phục vụ công tác phòng tránh thiên tai còn hạn chế, nhất là đối với các tỉnh chịu ảnh hưởng trực tiếp và thường xuyên như tỉnh Quảng Bình. Vì vậy, Hội Chữ thập đỏ Việt Nam (VNRC) phối hợp với Hội Chữ thập đỏ Đức (GRC) xây dựng các bản đồ cảnh báo ngập lụt trên lưu vực sông Kiến Giang tỉnh Quảng Bình ứng với các tần suất lũ 1%, 2%, 5%, 10%, 20%, từ đó có thể ứng phó kịp thời khi mưa lũ xảy ra.

2. Phương pháp và số liệu

Sử dụng số liệu mực nước tại các trạm thủy văn Đồng Hới, Kiến Giang và Lệ Thủy, tương ứng với các giai đoạn 1980-2015, 1976-2015 và 1980-2015.

Hiện nay, trên các sông thuộc địa phận tỉnh Quảng Bình có số liệu đo dòng chảy không đầy đủ, không đủ dài và không có số liệu mặt cắt lòng dẫn nên không thể sử dụng mô hình toán để mô phỏng ngập lụt. Bởi vậy, đã sử dụng số liệu mực nước lớn nhất ứng với các tần suất lũ 1%, 2%, 5%, 10%, 20% và bản đồ địa hình DEM 5x5m cho vùng đồng bằng ven biển và 15x15m cho khu vực miền núi kết hợp với điều tra khảo sát để xây dựng bản đồ ngập lụt cho lưu vực sông Kiến Giang ứng với các tần suất lũ tương ứng.

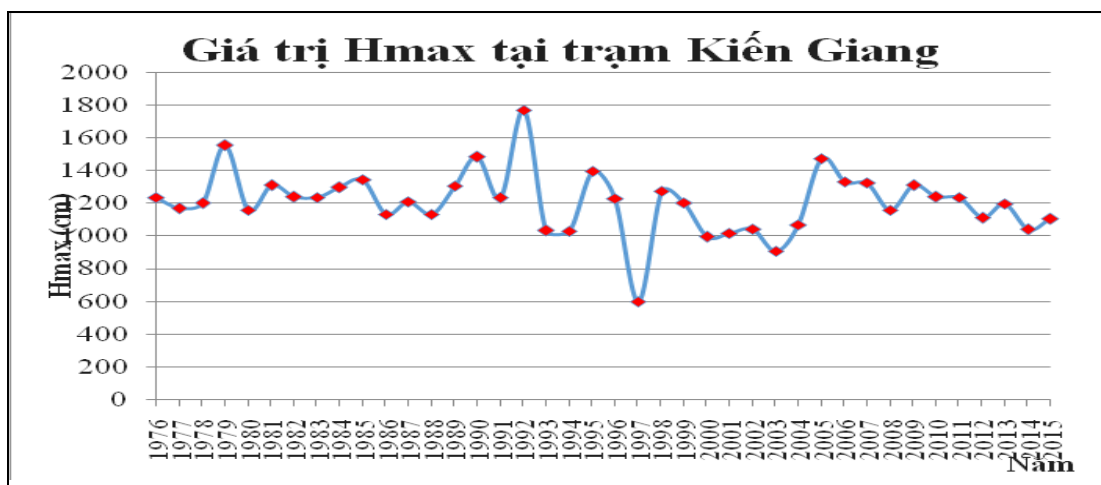
Trong nghiên cứu sử dụng phương pháp GIS để xác định các khu vực có khả năng ngập lụt, sau đó kết hợp với số liệu điều tra khảo sát để xây dựng bản đồ ngập lụt. Các bước thực hiện như sau:

Bước 1: Biên tập, xử lý số liệu mực nước tại các trạm thủy văn trên lưu vực sông Kiến Giang.

Bước 2: Tính toán mực nước ứng với tần suất lũ 1%, 2%, 5%, 10%, 20%.

Từ chuỗi số liệu thu thập, tổng hợp mỗi năm giá trị mực nước lớn nhất tại các trạm trên sông Kiến Giang. Sử dụng đường tần suất lý luận theo phương pháp Pearson III (PIII) và thu được kết quả mực nước tại các trạm ứng với tần suất lũ 1%, 2%, 5%, 10% và 20% được trình bày ở Bảng 1.

Hình 1. Mực nước ngày lớn nhất tại trạm Kiến Giang



Bảng 1. Mực nước ứng với các tần suất lũ trên sông Kiến Giang (cm)

Trạm	Tần suất (P%)				
	1	2	5	10	20
Đồng Hới	213,82	203,71	188,79	175,79	160,36
Kiến Giang	1703,59	1641,736	1551,10	1472,63	1380,20
Lệ Thủy	389,42	371,95	346,32	324,11	297,92

- ❖ **Bước 3:** Xây dựng các bản đồ ngập lụt ứng với các tần suất lũ 1%, 2%, 5%, 10%, 20%.
- ❖ **Bước 4:** Điều tra khảo sát, xác định vết lũ của các trận lũ đã xảy ra và vị trí có khả năng ngập lụt ứng với các tần suất.
- ❖ **Bước 5:** Hiệu chỉnh bản đồ ngập lụt ứng với các tần suất lũ 1%, 2%, 5%, 10%, 20% sau khi điều tra khảo sát.

3. Kết quả tính toán

3.1. Bản đồ ngập lụt ở lưu vực sông Kiến Giang tương ứng với tần suất lũ

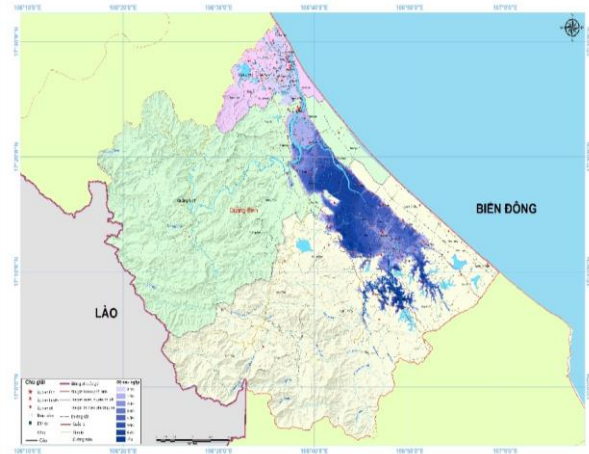
Kết quả tính toán ngập lụt trên lưu vực sông Kiến Giang ứng với lũ tần suất lũ 1% được trình bày trong Bảng 2, Hình 1.

Bảng 2. Diện tích (km²) và tỷ lệ phần trăm (%) ngập lụt tại các huyện trên lưu vực sông Kiến Giang ứng với tần suất lũ

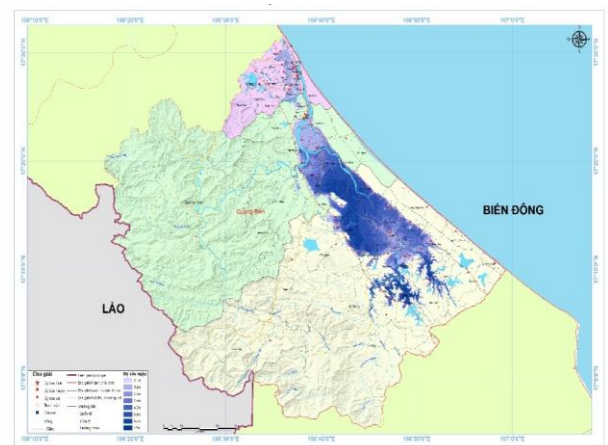
TT	Huyện	Tổng	0-1m	1-2m	2-3m	3-4m	4-5m	5-6m	6-7m	>7m
		Diện tích ngập lụt với tần suất lũ 1%								
1	Đồng Hới	29,77	27,98	1,40	0,33	0,06	0,01	0,00	0,00	0,00
		19,12%	17,97%	0,9%	0,21%	0,04%	0,01%	0%	0%	0%

TT	Huyện	Tổng	0-1m	1-2m	2-3m	3-4m	4-5m	5-6m	6-7m	>7m
2	Lệ Thủy	188,79	12,14	21,70	28,59	26,73	32,17	26,83	31,10	9,53
		13,33%	0,86%	1,53%	2,02%	1,89%	2,27%	1,89%	2,2%	0,67%
3	Quảng Ninh	91,78	6,03	22,60	8,02	13,80	12,98	11,32	16,91	0,12
		7,7%	0,51%	1,9%	0,67%	1,16%	1,09%	0,95%	1,42%	0,01%
	Tổng	310,34	46,15	45,7	36,93	40,6	45,16	38,15	48,01	9,65
		Diện tích ngập lụt với tần suất lũ 2%								
1	Đồng Hới	19,49	3,71	15,49	0,24	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
		12,52%	2,38%	9,95%	0,15%	0,03%	0%	0%	0%	0%
2	Lệ Thủy	182,42	11,69	23,20	28,25	27,99	31,68	30,90	22,29	6,42
		12,88%	0,83%	1,64%	1,99%	1,98%	2,24%	2,18%	1,57%	0,45%
3	Quảng Ninh	90,15	5,82	23,12	10,44	13,09	11,91	15,27	10,45	0,06
		7,56%	0,49%	1,94%	0,88%	1,1%	1%	1,28%	0,88%	0,01%
	Tổng	292,06	21,22	61,82	38,92	41,12	43,59	46,18	32,74	6,48
		Diện tích ngập lụt với tần suất lũ 5%								
1	Đồng Hới	18,02	17,02	0,78	0,18	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
		11,57%	10,9%	0,5%	0,12%	0,03%	0%	0%	0%	0%
2	Lệ Thủy	176,88	15,39	26,11	26,45	30,87	30,16	35,30	8,66	3,94
		12,49%	1,09%	1,84%	1,87%	2,18%	2,13%	2,49%	0,61%	0,28%
3	Quảng Ninh	87,01	22,47	6,37	11,75	13,93	10,69	19,42	2,32	0,06
		7,3%	1,89%	0,53%	0,99%	1,17%	0,9%	1,63%	0,19%	0,01%
	Tổng	281,91	54,88	33,26	38,37	44,83	40,85	54,73	10,99	4,01
		Diện tích ngập lụt với tần suất lũ 10%								
1	Đồng Hới	15,86	15,05	0,63	0,15	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
		10,19%	9,67%	0,4%	0,1%	0,02%	0%	0%	0%	0%
2	Lệ Thủy	167,58	13,00	28,50	25,68	32,78	29,11	31,93	4,01	2,56
		11,83%	0,92%	2,01%	1,81%	2,31%	2,06%	2,25%	0,28%	0,18%
3	Quảng Ninh	81,85	18,73	7,76	12,58	13,71	11,72	17,24	0,12	0,00
		6,87%	1,57%	0,65%	1,06%	1,15%	0,98%	1,45%	0,01%	0%
	Tổng	265,29	46,79	36,89	38,4	46,51	40,83	49,17	4,13	2,57
		Diện tích ngập lụt với tần suất lũ 20%								
1	Đồng Hới	14,37	13,74	0,50	0,11	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
		9,23%	8,82%	0,32%	0,07%	0,01%	0%	0%	0%	0%
2	Lệ Thủy	160,15	16,46	27,91	27,28	32,76	35,64	16,79	1,81	1,52
		11,31%	1,16%	1,97%	1,93%	2,31%	2,52%	1,19%	0,13%	0,11%
3	Quảng Ninh	61,76	3,85	8,43	12,79	11,79	17,45	7,39	0,06	0,00
		5,18%	0,32%	0,71%	1,07%	0,99%	1,46%	0,62%	0,01%	0%
	Tổng	236,27	34,04	36,84	40,18	44,56	53,1	24,18	1,87	1,52

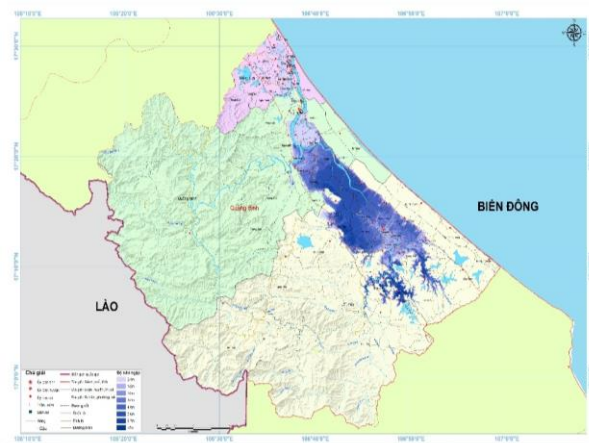
Hình 2. Bản đồ ngập lụt trên lưu vực sông Kiến Giang, tỉnh Quảng Bình ứng với các tần suất lũ



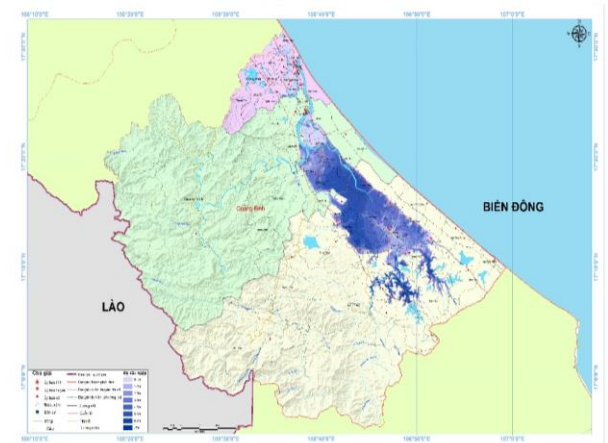
Tần suất lũ 1%



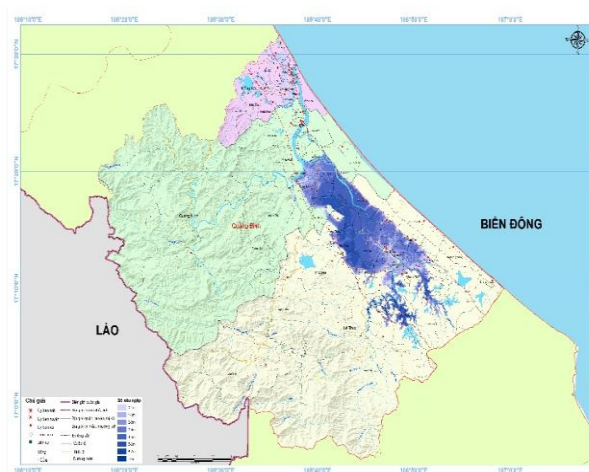
Tần suất lũ 2%



Tần suất lũ 5%



Tần suất lũ 10%



Tần suất lũ 20%

3.2. Một số nhận xét

Từ kết quả tính toán ngập lụt ở lưu vực sông Kiến Giang ở trên cho thấy:

- Ứng với tần suất lũ 1%: trên lưu vực sông Kiến Giang có khoảng 343,60km² bị ngập, trong đó có khoảng 46,15km² bị ngập sâu từ 0-1m, khoảng 45,7km² bị ngập sâu từ 1-2m, khoảng 36,93km² bị ngập sâu từ 2-3m.

- Ứng với tần suất lũ 2%: trên lưu vực sông Kiến Giang có khoảng 323,61km² bị ngập, trong đó có khoảng 31,05km² bị ngập sâu từ 0-1m, khoảng 72,66km² bị ngập sâu từ 1-2m, khoảng 49,54km² bị ngập sâu từ 2-3m

- Ứng với tần suất lũ 5%: trên lưu vực sông Kiến Giang có khoảng 310,89km² bị ngập, trong đó có khoảng 65,29km² bị ngập sâu từ 0-1m, khoảng 44,08km² bị ngập sâu từ 1-2m, khoảng 46,08km² bị ngập sâu từ 2-3m.

- Ứng với tần suất lũ 10%: trên lưu vực sông Kiến Giang có khoảng 291,80 km² bị ngập, trong đó có khoảng 57,12km² bị ngập sâu từ 0-1m, khoảng 47,63km² bị ngập sâu từ 1-2m, khoảng 43,81km² bị ngập sâu từ 2-3m.

- Ứng với tần suất lũ 20%: trên lưu vực sông Kiến Giang có khoảng 238,28km² bị ngập, trong đó có khoảng 35,63km² bị ngập sâu từ 0-1m, khoảng 37,19km² bị ngập sâu từ 1-2m, khoảng 40,23km² bị ngập sâu từ 2-3m.

4. Kết Luận

Trên lưu vực sông Kiến Giang, ngập lụt thường xảy ra ở cả hai bờ sông và vùng hạ lưu. Các xã dọc theo hai bờ sông ở các huyện Quảng Ninh, Lệ Thủy bị ảnh hưởng nghiêm trọng bởi lũ lụt.

Ngoài ra, phần hạ lưu sông là vùng đồng bằng thấp, trũng như một lòng máng hứng nước, bởi vậy khi mưa lũ thường gây ngập lụt. Hơn nữa, vùng hạ lưu sông Kiến Giang lại là khu đô thị (Thành phố Đồng Hới, và thị trấn Quán Hàu của huyện Quảng Ninh) nếu bị ngập lụt cao, thiệt hại về tài sản sẽ rất lớn.

Lời cảm ơn: Bài báo này được trích dẫn từ kết quả của hợp tác nghiên cứu: “Dữ liệu thiên tai của tỉnh Quảng Bình đánh giá hiện trạng và cách sử dụng hệ thống dự báo, cảnh báo sớm” giữa VNRC và GRC.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Hoàng Thái Bình (2009), “Xây dựng bản đồ ngập lụt hạ lưu hệ thống sông Nhật Lệ (Mỹ Trung - Tám Lu - Đồng Hới)”, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên.
2. Nguyễn Đức Lý, Ngô Hải Dương, Nguyễn Đại (2013), “Khí hậu và thủy văn tỉnh Quảng Bình”. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội.
3. Thủ tướng chính phủ (2014), “Quyết định số 44/2014/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ : Quy định chi tiết về cấp độ rủi ro thiên tai.
4. Thủ tướng chính phủ (2014), “Quyết định số 46/2014/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ: Quy định về dự báo, cảnh báo và truyền tin thiên tai”.
5. Vũ Đức Long (2014), “Nghiên cứu xây dựng công nghệ cảnh báo, dự báo lũ và cảnh báo ngập lụt cho các sông chính ở Quảng Bình, Quảng Trị”, Trung tâm Khí tượng Thủy văn Quốc gia.

BUILDING THE INUNDATION MAPS IN THE KIEN GIANG RIVER BASIN

**Le Van Tuan¹, Vu Van Thang², Phung Duc Chinh³,
Dang Thi Lan Phuong⁴, Dang Thu Hien⁵**

Vietnam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate change

Abstract

This paper presents the results of the building the inundation maps corresponding to the flood frequencies of 1%, 2%, 5%, 10%, and 20% in the Kien Giang river basin (Quang Binh). The results have determined the flooding areas and depths of areas in the Kien Giang river basin, and the results also showed that flooding occurs frequently on both sides of the river, downstream and in the low, sunken field.

ĐÁNH GIÁ ĐẬP HẠ LƯU SÔNG DINH TRONG VIỆC ĐIỀU TIẾT LŨ, NGĂN CHẶN XÂM NHẬP MẶN PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN KINH TẾ VÙNG HẠ LƯU SÔNG DINH TỈNH NINH THUẬN

Nguyễn Sỹ Thoại

Đài Khí tượng Thủy văn Tỉnh Ninh Thuận

Tóm tắt

Ninh Thuận là một trong những tỉnh bị ảnh hưởng nhất bởi thiên tai phức tạp và biến đổi khí hậu. Địa hình hỗn hợp giữa miền núi, đồng bằng và khu vực ven biển có bờ biển dài.

Ninh Thuận thường xuyên đối mặt với các hiện tượng thời tiết khắc nghiệt hơn như lũ lụt, đi kèm với xói lở bờ biển và nhiễm mặn. Các hiện tượng này gây ra tác động đáng kể đối với nông nghiệp, ngư nghiệp, cấp nước tưới tiêu, cấp nước đô thị, môi trường và sinh thái.

Theo các dữ liệu trong vòng 5 năm qua, hạn hán hàng năm đã gây ra tình trạng thiếu nước cho hơn 5.000 ha lúa, thiếu nước sạch cho khoảng 15.000 đến 20.000 hộ gia đình. Thiệt hại nông nghiệp ước tính hàng trăm tỷ đồng, tổng diện tích cháy rừng là hàng trăm ha, thiệt hại hàng tỷ đồng; tần suất lũ/số trận lũ ngày càng gia tăng, ảnh hưởng đến hơn 600 ha nuôi trồng thủy sản.

- Những thay đổi trong việc phân bố lượng mưa có thể dẫn đến sự gia tăng hoặc giảm dòng chảy tại một số khu vực;

- Tần suất lũ và mức độ nghiêm trọng của hạn hán ngày càng tăng do sự gia tăng hoặc giảm tổng lượng mưa;

- Dòng chảy của sông và sự phân phối dòng chảy sẽ bị ảnh hưởng, xâm nhập mặn gia tăng vào trong vùng;

Trong những năm qua, tỉnh đã xây dựng 21 hồ chứa nước đưa vào sử dụng với tổng dung tích hồ là 194,27 triệu m³ với năng lực tưới thiết kế là 16.692ha và 03 đập dâng lớn (đập sông Pha, Nha Trinh, Lâm Cẩm) sử dụng nguồn nước xả của nhà máy thủy điện Đa Nhim. Trên địa bàn tỉnh Ninh Thuận còn có 57 đập dâng xây dựng trên các sông suối nhỏ cấp nước tưới cho 1.344ha đất canh tác nông nghiệp.

Đập và hồ chứa được xây dựng nhưng chưa hoàn chỉnh dẫn đến hiệu quả thấp và việc kiểm soát nước trong mùa mưa và mùa khô kém. Do đó, tài nguyên nước cần được tích hợp quản lý tại cả thượng lưu và hạ lưu.

Việc sử dụng nước của người dân vùng hạ lưu, đặc biệt là khu vực thành phố Phan Rang – Tháp Chàm, khu vực cửa sông Dinh chủ yếu dựa vào nguồn nước sông Dinh và khai thác nước ngầm. Vì vậy xây dựng đập ngăn mặn, tích trữ nước trong mùa khô, điều tiết nước trong mùa lũ có ý nghĩa quan trọng trong việc phòng chống và giảm nhẹ thiên tai trên địa bàn tỉnh Ninh Thuận. Việc hoàn thành đập sông Dinh, đánh giá tình trạng xâm nhập mặn, thoát lũ vùng cửa sông từ đó đưa ra các giải pháp tích ứng là nhiệm vụ rất cần thiết và quan trọng.

Chính vì vậy: Dự án đập hạ lưu sông Dinh được thực hiện theo Quyết định 2171/QĐ-UBND ngày 2-10-2015 của UBND tỉnh Ninh Thuận.

Hình 1: Phối cảnh Dự án Đập-cầu giao thông sông Dinh.



1. Mở đầu

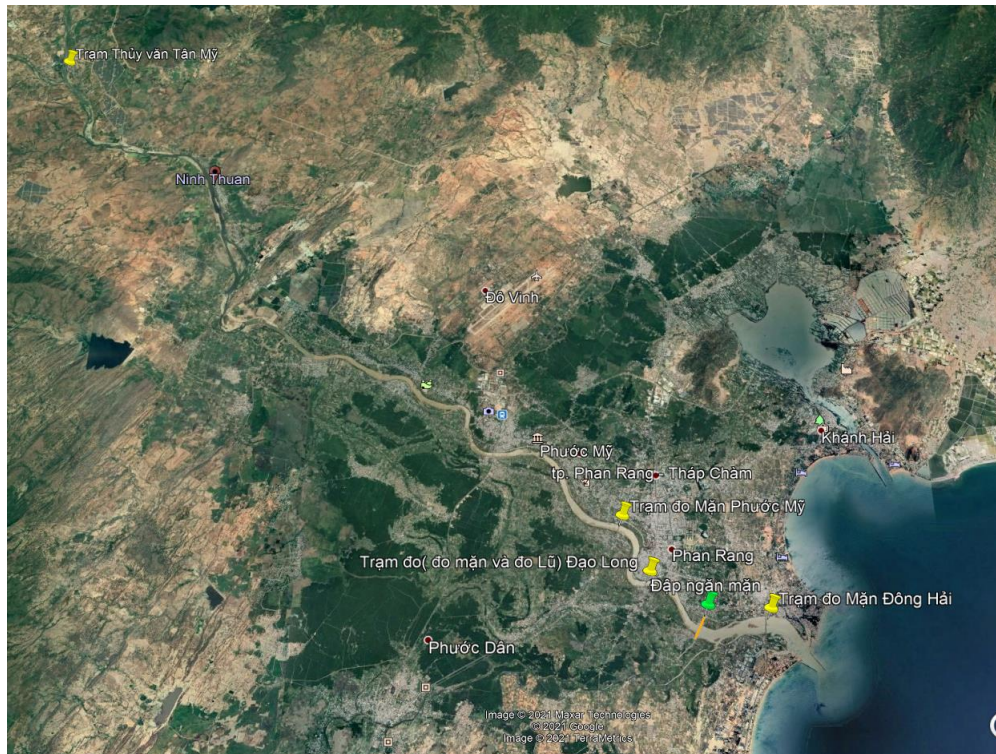
Sông Dinh (Sông Cái) là sông lớn nhất của tỉnh, dài hàng trăm km, có hướng chảy từ Bắc-Đông Bắc về phía Nam-Đông Nam và là hợp lưu của nhiều sông suối nhỏ. Phần lớn lưu vực sông Dinh chảy qua các vùng núi cao, chỉ đến vị trí cách cửa sông khoảng 16,0 km địa hình mới mở rộng dần tạo nên vùng đồng bằng bán sơn địa và đồng bằng ven biển. Dòng chảy trên sông Dinh rất dôi dào, bình quân hàng năm khoảng 2,5 tỷ m³. Tuy nhiên, do dòng chảy phân phối không đều nên mùa lũ thường tập trung trên 80% lượng dòng chảy trong năm, gây nên tình trạng ngập lụt trên diện rộng hai bên bờ sông Dinh. Mùa khô lượng dòng chảy chỉ chiếm khoảng 15% đến 20% lượng dòng chảy trong năm gây khô hạn, xâm thực mặn vùng hạ lưu.

Ngày 19-4-2020, công trình đã hạ van đóng nước công trình đập hạ lưu Sông Dinh, bắt đầu thực hiện nhiệm vụ điều tiết nước. Khi đóng nước 6 cửa van với cao trình 3,2 m, đập có chức năng ngăn không cho nước biển xâm nhập mặn, đồng thời tích trữ dung tích trên 3,5 triệu m³ nước ngọt vùng hạ lưu phục vụ cho sản xuất, sinh hoạt, tạo cảnh quan sinh thái hai bên bờ sông. Đây là công trình áp dụng công nghệ mới trong ngành thủy lợi để ngăn mặn, trữ ngọt lớn nhất cả nước hiện nay. Hệ thống các cửa van, được tích hợp bởi công nghệ vận hành liên hoàn tại khu vực điều hành tổng hoặc có thể vận hành đóng mở từng cửa van riêng. Khi cần thiết, các cửa van đồng loạt dâng lên đảm bảo thoát lũ và hạ xuống chặn dòng trong khoảng 30 phút.

2. Đánh giá vai trò của đập hạ lưu sông Dinh trong việc phòng chống giảm nhẹ thiên tai

Để đánh giá vai trò của đập hạ lưu sông Dinh trong việc ngăn mặn và tiêu thoát lũ, tiến hành thu thập số liệu đo mặn, mực nước tại các trạm ở hình 2, tính toán và đánh giá. Số liệu thu thập sẽ tập trung vào trước khi và sau khi đóng các cửa đập để ngăn nước.

Hình 2: Vị trí đập hạ lưu sông Dinh và các trạm đo khảo sát mặn, lũ



2.1. Cơ sở dữ liệu đánh giá

- Số liệu điều tra khảo sát tình hình nước nhiễm mặn được tiến hành đo đạc liên tục 24 giờ/ngày thời kỳ tháng 3, 4, 5 năm 2020; Thời gian đo đạc 6 ngày, bao gồm 3 ngày trước khi mở đập và 3 ngày sau khi đóng cửa đập.

- Tập báo cáo đánh giá tình hình hạn hán, nhiễm mặn của Sở Nông nghiệp và Phát triển thôn tỉnh Ninh Thuận.

- Số liệu đánh giá tình hình tiêu thoát nước lũ được thu thập số liệu mực nước từng giờ của những ngày có lũ lớn (tại trạm thủy văn Đèo Long và Tân Mỹ trên sông cái), thời điểm các cửa đập đều được mở.

- Tập báo cáo đánh giá tình hình thiệt hại do lũ lớn ngày 29, 30/11 năm 2020 của Văn phòng Ban chỉ đạo Phòng chống thiên(PCTT) tại tỉnh Ninh Thuận.

2.2. Thực hiện phương pháp đánh giá

Việc đánh giá được tính toán trên bộ số liệu đo đạc, khảo sát bao gồm các giá trị: Trung bình, cao nhất, thấp nhất, thu thập số liệu điều tra, khảo sát, thực địa; Báo cáo tình hình thiệt hại thiên tai của cơ quan: Văn phòng Ban chỉ đạo PCTT tỉnh Ninh Thuận; Sở Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn để phân tích so sánh mức độ thiệt hại của 2 loại hình thiên lũ lụt, xâm nhập mặn tại vùng hạ lưu sông Dinh 2 bên đập.

3. Đánh giá vai trò của đập hạ lưu sông Dinh trong việc ngăn chặn xâm nhập mặn, tiêu thoát lũ

3.1. Đánh giá đập hạ lưu sông Dinh trong việc ngăn chặn xâm nhập mặn

Mùa khô năm 2020 là năm xảy ra khô hạn rất nặng xảy ra trên địa bàn tỉnh Ninh Thuận, đặc biệt là vùng ven biển, từ giữa tháng 11/2019 đến 20/5/2020 trên địa bàn tỉnh mới bắt đầu có mưa(khoảng 6 tháng). Ngày 19/4/2020, công trình đập hạ lưu

sông Dinh đã hạ van đóng nước, bắt đầu thực hiện nhiệm vụ điều tiết tích nước phục vụ công tác phòng chống khô hạn, thiếu nước, xâm nhập nhiễm mặn vùng hạ lưu. Diễn biến tình trạng xâm nhập mặn tại thời kỳ này được tổng hợp qua biểu thống kê đo đạc khảo sát, phân tích dưới đây.

Bảng 1: Số liệu đo đạc khảo sát độ mặn trước khi đóng các đập tại trạm đo Đạo Long ngày 25,26 tháng 3 và ngày 1 và 8,9 tháng 4 năm 2020

Ngày giờ đo khảo sát mặn	Độ mặn (%0)	Ngày giờ đo khảo sát mặn	Độ mặn (%0)	Ngày giờ đo khảo sát mặn	Độ mặn (%0)
25/03/2020 06:00	3.547	31/03/2020 23:00	1.990	08/04/2020 05:00	10.116
25/03/2020 07:00	6.619	01/04/2020 00:00	2.062	08/04/2020 06:00	10.108
25/03/2020 08:00	10.876	01/04/2020 01:00	1.802	08/04/2020 07:00	12.963
25/03/2020 09:00	21.18	01/04/2020 02:00	2.696	08/04/2020 08:00	17.165
25/03/2020 10:00	14.065	01/04/2020 03:00	5.820	08/04/2020 09:00	15.703
25/03/2020 11:00	14.78	01/04/2020 04:00	10.958	08/04/2020 10:00	16.09
25/03/2020 12:00	12.093	01/04/2020 05:00	4.757	08/04/2020 11:00	18.552
25/03/2020 13:00	10.676	01/04/2020 06:00	5.460	08/04/2020 12:00	17.348
25/03/2020 14:00	8.19	01/04/2020 07:00	7.530	08/04/2020 13:00	14.641
25/03/2020 15:00	8.073	01/04/2020 08:00	8.998	08/04/2020 14:00	12.296
25/03/2020 16:00	7.201	01/04/2020 09:00	11.052	08/04/2020 15:00	11.584
25/03/2020 17:00	7.029	01/04/2020 10:00	12.313	08/04/2020 16:00	10.572
25/03/2020 18:00	6.581	01/04/2020 11:00	16.887	08/04/2020 17:00	11.497
25/03/2020 19:00	5.841	01/04/2020 12:00	10.203	08/04/2020 18:00	11.187
25/03/2020 20:00	9.641	01/04/2020 13:00	10.025	08/04/2020 19:00	14.179
25/03/2020 21:00	13.828	01/04/2020 14:00	9.595	08/04/2020 20:00	14.518
25/03/2020 22:00	15.165	01/04/2020 15:00	9.868	08/04/2020 21:00	16.698
25/03/2020 23:00	15.363	01/04/2020 16:00	7.364	08/04/2020 22:00	17.168
26/03/2020 00:00	5.45	01/04/2020 17:00	7.156	08/04/2020 23:00	19.55
26/03/2020 01:00	6.699	01/04/2020 18:00	4.162	09/04/2020 00:00	14.632
26/03/2020 02:00	8.221	01/04/2020 19:00	3.970	09/04/2020 01:00	8.995
26/03/2020 03:00	8.171	01/04/2020 20:00	3.352	09/04/2020 02:00	10.237
26/03/2020 04:00	7.032	01/04/2020 21:00	3.067	09/04/2020 03:00	11.361
26/03/2020 05:00	6.777	01/04/2020 22:00	2.766	09/04/2020 04:00	9.717
TB	9.712	TB	6.827	TB	13.620
Max	21.180	Max	16.887	Max	19.550
Min	3.547	Min	1.802	Min	8.995

Bảng 2: Số liệu đo đạc khảo sát độ mặn sau khi đóng các đập tại trạm đo Đạo Long ngày 22,23 tháng 4 và ngày 4,5 và 10,11 tháng 5 năm 2020

Ngày giờ đo khảo sát mặn	Độ mặn (%0)	Ngày giờ đo khảo sát mặn	Độ mặn (%0)	Ngày giờ đo khảo sát mặn	Độ mặn (%0)
--------------------------	-------------	--------------------------	-------------	--------------------------	-------------

Ngày giờ đo khảo sát mặn	Độ mặn (%0)	Ngày giờ đo khảo sát mặn	Độ mặn (%0)	Ngày giờ đo khảo sát mặn	Độ mặn (%0)
22/04/2020 04:00	2.689	04/05/2020 02:00	1.557	10/05/2020 20:00	0.311
22/04/2020 05:00	2.798	04/05/2020 03:00	1.700	10/05/2020 21:00	0.256
22/04/2020 06:00	2.736	04/05/2020 04:00	1.591	10/05/2020 22:00	0.219
22/04/2020 07:00	2.965	04/05/2020 05:00	1.729	10/05/2020 23:00	0.213
22/04/2020 08:00	3.105	04/05/2020 06:00	1.918	11/05/2020 00:00	0.209
22/04/2020 09:00	3.030	04/05/2020 07:00	1.844	11/05/2020 01:00	0.202
22/04/2020 10:00	3.089	04/05/2020 08:00	1.934	11/05/2020 02:00	0.208
22/04/2020 11:00	1.874	04/05/2020 09:00	1.803	11/05/2020 03:00	0.279
22/04/2020 12:00	1.780	04/05/2020 10:00	1.799	11/05/2020 04:00	0.227
22/04/2020 13:00	1.893	04/05/2020 11:00	1.833	11/05/2020 05:00	0.196
22/04/2020 14:00	1.894	04/05/2020 12:00	1.956	11/05/2020 06:00	0.223
22/04/2020 15:00	1.904	04/05/2020 13:00	1.830	11/05/2020 07:00	0.218
22/04/2020 16:00	1.990	04/05/2020 14:00	2.020	11/05/2020 08:00	0.238
22/04/2020 17:00	1.903	04/05/2020 15:00	1.849	11/05/2020 09:00	0.219
22/04/2020 18:00	1.844	04/05/2020 16:00	1.916	11/05/2020 10:00	0.167
22/04/2020 19:00	1.843	04/05/2020 17:00	1.903	11/05/2020 11:00	0.150
22/04/2020 20:00	1.775	04/05/2020 18:00	1.957	11/05/2020 12:00	0.144
22/04/2020 21:00	1.739	04/05/2020 19:00	1.941	11/05/2020 13:00	0.194
22/04/2020 22:00	1.513	04/05/2020 20:00	1.905	11/05/2020 14:00	0.256
22/04/2020 23:00	1.466	04/05/2020 21:00	1.905	11/05/2020 15:00	0.256
23/04/2020 00:00	1.520	04/05/2020 22:00	1.920	11/05/2020 16:00	0.490
23/04/2020 01:00	1.541	04/05/2020 23:00	1.895	11/05/2020 17:00	0.247
23/04/2020 02:00	1.715	05/05/2020 00:00	1.833	11/05/2020 18:00	0.229
23/04/2020 03:00	1.538	05/05/2020 01:00	1.828	11/05/2020 19:00	0.236
TB	2.089	TB	1.849	TB	0.233
Max	3.105	Max	2.020	Max	0.490
Min	1.466	Min	1.557	Min	0.144

Qua bảng 1: Khi các cửa đập đều được mở, lúc này mực nước thủy triều ngoài biển dâng cao, nước biển xâm nhập vào sâu vào thượng nguồn qua điểm đo mặn cầu Đạo Long, độ mặn cao nhất lên đến 21.18‰, độ mặn trung bình đạt 7-13‰, thấp nhất đạt 2.089‰.

Qua bảng 2: Khi các cửa đập đều được đóng, phục vụ việc tích nước phòng trồng hạn hán, thiếu nước, lúc này mực nước thủy triều ngoài biển không dâng cao lên, nước biển không xâm nhập vào sâu trong thượng nguồn, xem xét tại điểm đo mặn cầu Đạo Long, độ mặn cao nhất đạt 3.105‰, độ mặn trung bình đạt 1-2‰, thấp nhất là 0.144‰. Độ mặn lớn nhất quan trắc được đều dưới 4‰, cơ bản đảm bảo nước cho sinh hoạt và tưới tiêu cho cây trồng.

Thiệt hại do hạn hán, thiếu nước, xâm nhập mặn. Theo báo cáo của Sở Nông Nghiệp và phát triển Nông thôn tính đến ngày 9/7/2020 khu vực phía trên đập hạ lưu sông Dinh không bị thiếu nước và xâm nhập mặn. Tình hình thiệt hại cây trồng và vật nuôi là không xảy ra.

3.2. Đánh giá đập hạ lưu sông Dinh trong việc tiêu thoát lũ

Trong các ngày 29-30/11/2020 đến ngày 1/12/2020, khu vực tỉnh Ninh Thuận đã xuất hiện 2 đợt lũ lớn:

Đợt 1: Trên sông Cái tại trạm Tân Mỹ đã đạt đỉnh là 37.82m, trên báo động 3 là 0.32m, vào lúc 18 giờ ngày 29/11. Tại trạm Phan Rang đã đạt đỉnh là 3.31m, dưới báo động 2 là 0.19m, vào lúc 21 giờ ngày 29/11, (Bảng 3).

Đợt 2: Trên sông Cái tại trạm Tân Mỹ đã đạt đỉnh là 37.38m, dưới báo động 3 là 0.12m, vào lúc 01 giờ ngày 01/12. Tại trạm Phan Rang đã đạt đỉnh là 3.15m, dưới báo động 2 là 0.35m, (Bảng 4).

Bảng 3: Số đo mực nước từng giờ ngày 29-30/11/2020 tại trạm đo Đạo Long và Tân Mỹ hệ thống sông Dinh khi các cửa đập đều mở

Ngày	Giờ đo	Mực nước trạm thủy văn (đơn vị: m)	
		Tân Mỹ	Đạo Long
29/11/2020	1	34.22	0.09
	4	34.60	
	7	35.03	0.04
	8	35.79	
	9	36.07	0.23
	10	36.26	
	11	36.60	0.67
	12	36.72	1.12
	13	36.80	1.66
	14	37.42	2.06
	15	37.60	2.25
	16	37.75	2.66
	17	37.80	2.86
	18	37.82	3.06
	19	37.52	3.20
	20	37.40	3.26
	21	37.20	3.31
	22	37.12	3.31
	23	37.05	3.24

Ngày	Giờ đo	Mức nước trạm thủy văn (đơn vị: m)	
		Tân Mỹ	Đạo Long
30/11/2020	0		3.02
	1	36.99	2.90
	2		2.82
	3	36.90	2.73
	4		2.55
	5	36.62	2.42
	6		2.32
	7	36.18	2.20
	9	36.10	1.95
	11	35.97	1.80
	13	35.94	1.72
	15	35.92	1.64
TB		36.67	2.06
Max		37.82	3.31

*Bảng 4: Số đo mực nước từng giờ ngày 1/12/2020
tại trạm đo Đạo Long và Tân Mỹ hệ thống sông Dinh khi các cửa đập đều mở*

Ngày	Giờ đo	Mức nước trạm thủy văn (đơn vị: m)	
		Tân Mỹ	Đạo Long
1/12/2020	0	37.33	2.73
	1	37.37	2.88
	2	37.38	3.01
	3	37.34	3.12
	4	37.26	3.15
	5	37.10	3.05
	6		2.98
	7	37.02	2.98
	8		
	9	37.04	2.95
	10		
	11	37.04	2.78
	12		
	13	37.04	2.69
	14		

Ngày	Giờ đo	Mức nước trạm thủy văn (đơn vị: m)	
		Tân Mỹ	Đạo Long
	15	36.94	2.65
	16		
	17	36.73	2.60
	18		
	19	36.54	2.51
TB		37.09	2.86
Max		37.38	3.15

Bảng 5: Cấp báo động lũ tại các trạm thủy văn (độ cao: m)

Tân Mỹ		Phan Rang	
Cấp báo động	Cao độ(m)	Cấp báo động	Cao độ(m)
BĐ1	35.50	BĐ1	2.50
BĐ2	36.50	BĐ2	3.50
BĐ3	37.50	BĐ3	4.50
Lũ lịch sử	41.21	Lũ lịch sử	5.34

Qua bảng 3, 4, đối chiếu với cấp độ báo động lũ tại các trạm ở biểu số 5: Trong đợt mưa lũ ngày 29-30/11/2020, mực nước lũ trên sông Dinh tại trạm Tân Mỹ trên báo động 3, tại trạm Đạo Long xấp xỉ báo động 2. Tuy nhiên khi các cửa đập đều được mở (bảng 4), lúc này mực nước lũ trên sông chảy tự nhiên, không ảnh hưởng gì đến dòng nước lũ (đập hoàn toàn bảo đảm nước chảy không bị tích nước tại cửa đập làm gây lên hiện tượng lũ lụt hai bên cửa sông). Thực tế với mực nước lũ tại trạm thủy văn Tân Mỹ đạt đỉnh 37, 82m (trên báo động 3 là 0, 32m), tại trạm Đạo Long xấp xỉ báo động 2, với lưu lượng tối thiểu từ 2500-4000m³/s, các cửa đập đều đóng, hoặc đóng 3/6 cửa đập chỉ trong 5-10 phút thì toàn bộ vùng hạ lưu thượng nguồn đập khoảng 2km trở lại khả năng có nguy cơ thành con sông mới, và gây ngập lụt nghiêm trọng 2 bên bờ sông.

Thiệt hại do thiên tai lũ lụt các ngày 29/11 đến ngày 1/12/2020. Qua khảo sát thực tế, vùng hạ lưu phía trên cửa đập một số vùng ngập úng do mưa lớn tại chỗ gây ngập cục bộ do thoát nước chậm nước hoàn toàn không bị gập lụt nước từ sông chảy vào khu dân cư 2 bên bờ đập.

Kết luận

Công trình Đập hạ lưu sông Dinh hoàn toàn đảm bảo ngăn chặn tình trạng xâm nhập mặn trong mùa khô, điều tiết thoát lũ trong mùa mưa. Tuy nhiên về lâu dài để đảm bảo vận hành tốt nhất, phần thường nguồn đập cần lắp đặt các trạm đo mực nước, đo lưu lượng tự động, nhằm kiểm soát tốt nhất diễn biến mưa lũ vùng thượng nguồn. Trong dự báo các dự báo viên KTTV cần xây dựng các trương trình dự báo lưu lượng nước về đập Đập theo các kịch bản lũ khác nhau, thường xuyên theo dõi hệ thống đo mưa tự động để có cảnh báo kịp thời cho đơn vị quản lý vận hành đập. Đây là công trình có ý nghĩa hết sức đặc biệt, quan trọng của tỉnh Ninh Thuận với mục tiêu ngăn chặn tình trạng xâm nhập mặn do ảnh hưởng thủy triều đối với vùng đất hai bên bờ sông Dinh; Tạo thành hồ chứa nước ngọt có dung tích khoảng 3,5 triệu m³ nước để cung cấp nước phục vụ sản xuất và sinh hoạt cho dân cư dọc theo hai bờ sông Dinh.

Mùa mưa, các cửa đập được mở với mục đích tiêu thoát lũ trong mùa mưa là rất tốt. Việc hoàn thành công trình đập hạ lưu sông Dinh giúp tỉnh Ninh Thuận giải quyết rất tình trạng khô hạn thiếu nước, ngăn chặn xâm nhập mặn vùng hạ lưu sông Dinh; Góp phần cải thiện khí hậu khu vực thành phố Phan Rang - Tháp Chàm; Đáp ứng yêu cầu phát triển du lịch, có kết hợp giao thông phục vụ phát triển đô thị.

ASSESSMENT OF THE RIVER CRUISING IN THE FLOOD SAVING, PRECAUTIONS OF INVESTMENTS FOR DEVELOPMENT REGION DOWNSTREAM RIVER OF NINH THUAN PROVINCE

Nguyen Sy Thoai

Ninh Thuan Provincial Hydrometeorology Station

Abstract

Ninh Thuan is one of the driest provinces in the country, frequently facing more extreme weather phenomena such as floods, sea level rise associated with coastal erosion and salinity. These phenomena have significant impacts on agriculture, fisheries, irrigation water supply, urban water supply, environment and ecology.

Dinh river dam, completed and put into operation, surface water as well as groundwater in front of Dinh river dam will gradually be sweetened and people in front of Dinh river dam will not be affected by saline intrusion. Living in this area mostly concentrates on riverside, depends on agriculture and water is taken directly from Dinh river or underground drilled wells near the river.

Completion of Dinh river dam, assessment of saline intrusion, flood drainage in Dinh river mouth, from which posing solutions for accretion are very necessary and important tasks.

Dam and reservoir are constructed but incomplete resulting in low efficiency and poor water control during rainy and dry seasons. Therefore, water resources need to be integrated for both upstream and downstream management.

The Dinh river dam is being built and expected to be completed by 2020. So the problem is no longer a problem of adapting to saline intrusion, but it is necessary to clearly define the "coexistence" and long-term development of the population. in 02 clusters before and after Dinh river dam with 02 natural conditions, current conditions are fresh before Dinh river dam and saline after Dinh river dam. This is an appropriate time to review and plan for the adaptation and development of the region in the period when the Dinh River dam is in place.

Reviewing the living conditions of the people in the two areas before and after the Dinh River dam when the Dinh River dam is completed is very important.

The goal of reviewing the current state of life of people in the two areas before and after the Dinh river dam to be able to statistic and assess the level of impact - damage - improvement of people's lives first. and after beating. Children, the elderly, women and agricultural households are the ones who use a lot of water and are also affected and vulnerable when the water source is saline intrusion so as to take measures. support and improve the lives of the people.

The dam project downstream of Dinh river is completely guaranteed to prevent saline intrusion in the dry season, and regulate flood drainage in the rainy season. However, in the long term to ensure the best operation, the dam source usually needs to install water level measuring stations, automatic flow measurement, in order to best control flood changes in upstream areas to have forecasts, warns the fastest dam operator. In the forecast, the

hydroelectric forecasters need to develop programs for forecasting the water flow to the dam under different flood scenarios, regularly monitoring the automatic rain measurement system to have timely warnings to the management unit. operation of the dam. This is a project of very special and important significance of Ninh Thuan province with the aim of preventing saline intrusion due to tidal influence on the land on both sides of Dinh river; Regulating flood drainage in the rainy season; To form a freshwater reservoir to supply water for production and daily life for the population along the two banks of Dinh river.

MÔ HÌNH SỐ THỦY ĐỘNG LỰC MÔ PHỎNG QUÁ TRÌNH VẬN CHUYỂN VI NHỰA TẠI VÙNG CỬA SÔNG BẠCH ĐẰNG

Lê Đức Cường ^{*1}, Đinh Hải Ngọc², Đỗ Huy Toàn³, Nguyễn Minh Hải², Phạm Văn Hiếu¹, Dương Thanh Nghị², Nguyễn Văn Thao², Nguyễn Bá Thủy⁴, Dư Văn Toán¹

⁽¹⁾ Viện Nghiên cứu Biển và Hải đảo

⁽²⁾ Viện Tài nguyên và Môi trường biển, VAST

⁽³⁾ Trung tâm Động lực học thủy khí Môi trường, Trường Đại học KHTN

⁽⁴⁾ Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Quốc gia

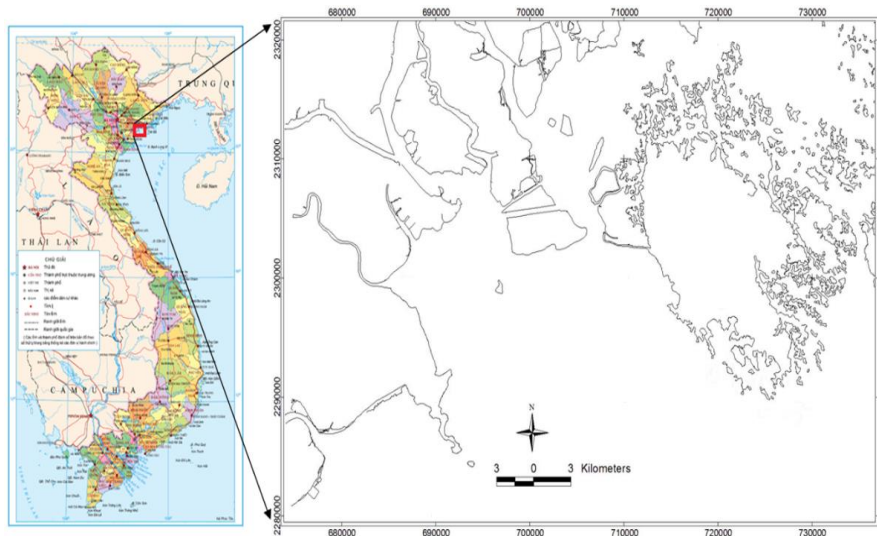
Tóm tắt

Trong nghiên cứu này chúng tôi áp dụng mô đun Delft3d- PART (Tracking Particle) mô hình thủy động 3 chiều Delft3D mã nguồn mở để mô phỏng mô phỏng quá trình vận chuyển của vi nhựa tại vùng cửa sông Bạch Đằng. Trong nghiên cứu này, dữ liệu vi nhựa được tham khảo để sử dụng làm điều kiện đầu vào cho mô hình được thu thập bằng lưới thu mẫu sinh vật phù du trong mùa mưa và mùa khô năm 2020, với kích thước mắt lưới 80 μ m.

1. Giới thiệu

Vùng cửa sông Bạch Đằng nằm ở phía đông bắc của đồng bằng sông Hồng, khu vực nghiên cứu được giới hạn từ 106.7 - 107.0 kinh độ Đông và từ 20.65 - 21.85 vĩ độ Bắc. Đây là nơi tiếp nhận trực tiếp tải lượng nước từ sông Lạch Tray, sông Cẩm và sông Bạch Đằng, ngoài ra khu vực nghiên cứu có sự trao đổi nước với Vịnh Hạ Long qua kênh Hà Nam và Lạch Huyện (Hình 1).

Hình 1. Khu vực nghiên cứu



Trong những năm gần đây, tình trạng suy thoái chất lượng nước liên quan sự phát triển kinh tế xã hội ở khu vực cửa sông Bạch Đằng là một vấn đề cần quan tâm. Trong các chất gây ô nhiễm cho môi trường nước, thì ô nhiễm do rác thải nhựa đang là một vấn đề nóng được quan tâm trong những năm gần đây. Trong nghiên cứu này, chúng tôi áp dụng mô hình số để mô phỏng quá trình vận chuyển của vi nhựa trong môi trường nước. Vi nhựa (MPs) là những mảnh vụn nhựa có kích thước từ 5 μ - 5mm. Vi nhựa có nguồn gốc khác nhau: nó nằm trong thành phần của kem đánh răng, chất tẩy rửa, các sản phẩm nhựa dùng trong nông nghiệp. Kết quả nghiên cứu, sẽ cung cấp thêm những hiểu biết về mối liên hệ của các tham số vật lý, hóa học với các quá trình thủy động lực khu vực đến quá trình vận chuyển của vi nhựa trong môi trường nước.

2. Tài liệu và phương pháp

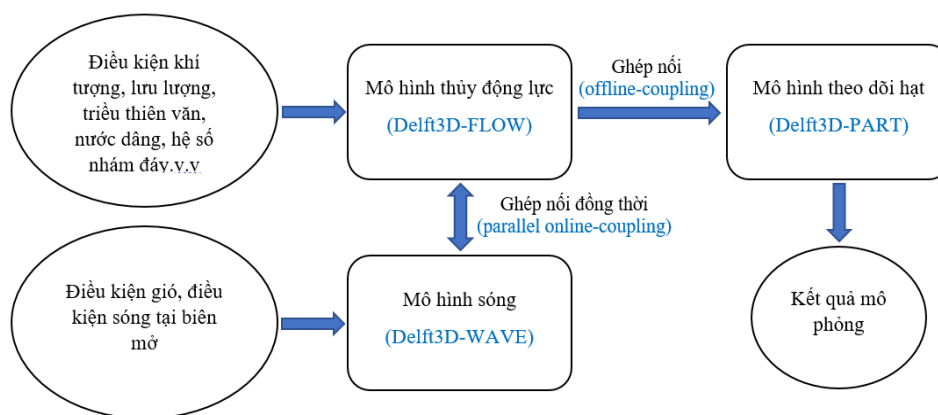
2.1. Tài liệu

Đường bờ biển sử dụng bộ dữ liệu đường bờ độ phân giải cao World Vector Shoreline được trích xuất từ cơ sở dữ liệu của NOAA. Kết hợp với dữ liệu được số hóa từ các bản đồ địa hình tỷ lệ 1: 25.000 do Cục Đo đạc Bản đồ (Bộ Tài nguyên và Môi trường Việt Nam) xuất bản. Sử dụng số liệu gió trung bình tháng nhiều năm, đại diện cho một tháng trong mùa mưa và mùa khô tại trạm khí tượng Hòn Dấu. Tại biên mở phía biển, sử dụng bộ sóng triều chính tại biên của lưới thô trích xuất từ mô hình thủy triều thế giới “TPXO 8.0 Global”, sau đó trích xuất mực nước từ kết quả mô phỏng tại các vị trí biên mở của vùng tính phía trong. Số liệu nhiệt độ, độ muối, sóng tại các biên lỏng phía biển khai thác từ cơ sở dữ liệu từ Trung tâm Nghiên cứu Dữ liệu Châu Á Thái Bình Dương (APDRC). Số liệu biên đầu vào tại các vị trí biên sông (lưu lượng nước, số liệu nhiệt độ, độ muối) được lấy từ số liệu khảo sát của đề tài KC09.17/11-15 (2013-2015). Số liệu vi nhựa đầu vào cho mô hình được tham khảo từ kết quả thu mẫu và phân tích của đề tài VAST 06.02/19-20 do của Viện Tài nguyên và Môi trường biển - VAST thực hiện.

2.2. Phương pháp

Phương pháp chính được sử dụng trong nghiên cứu này là áp dụng mô hình số vào mô phỏng quá trình phát tán và vận chuyển của vi nhựa trong môi trường nước. Việc áp dụng mô hình Delft3D vào mô phỏng quá trình vận chuyển của vi nhựa trong môi trường nước, được tiến hành thông qua việc tham số hóa các thông số vi nhựa (mật độ, kích thước, tỷ trọng, tốc độ chìm, độ nhám, ứng suất gió.v.v.), sau đó áp dụng dụng mô đun Delft3D-PART (Particle tracking) của mô hình Delft3D để đánh giá quá trình vận chuyển và phát tán vi nhựa trong môi trường nước (Hình 2).

Hình 2. Sơ đồ khối mô hình theo dõi vết của hạt



Mô đun Delft3D-PART tính toán sự diễn biến vị trí của các hạt theo thời gian, cho phép mô phỏng dấu vết của hạt trong một mô hình không gian và thời gian một cách chi tiết. Vị trí của mỗi hạt riêng lẻ có thể bị ảnh hưởng bởi sự đối lưu (vận chuyển của khối nước), sự khuếch tán /phân tán (thành phần ngẫu nhiên) và sự lắng đọng. Mỗi hạt trong mô hình là một đại diện của các hạt trong thực tế.

Công thức gần đúng biểu diễn tốc độ chìm của hạt được biểu diễn như sau:

$$V_s = \frac{(\rho_{particle} - \rho_{fluid})D_p^2}{19\mu}$$

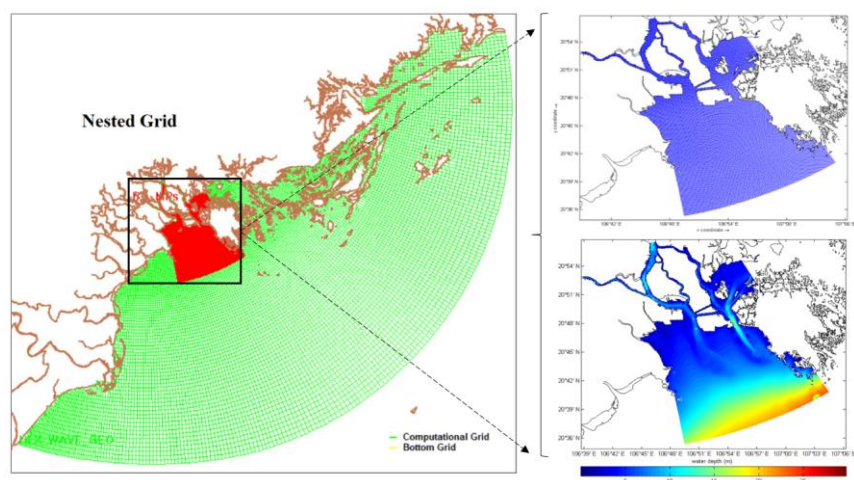
Trong đó V_s là tốc độ phát tán (m/s), $\rho_{particle}$ là tỷ trọng của hạt (kg/m³), ρ_{fluid} là tỷ trọng của nước biển (kg/m³), và D_p là đường kính của hạt.

Trong mô hình, nồng độ tối thiểu một hạt được biểu thị bằng là khối lượng của hạt chia cho thể tích của ô chứa hạt:

$$C_{min} = \frac{m_{particle}}{A_{cell} \times h_{layer}} = \frac{M_{total}}{N_{total} \times A_{cell} \times h_{layer}}$$

Trong đó C_{min} là độ phân giải nhỏ nhất của hàm lượng (kg/m3), $m_{particle}$ là thể tích của hạt (kg), A_{cell} là diện tích của ô lưới tính toán (m2), h_{layer} là độ dày của lớp nước tại một vị trí xác định, N_{total} là tổng số hạt của nguồn phát thải, M_{total} là tổng thể tích của nguồn phát thải (kg).

Hình 3. Lưới tính và độ sâu sử dụng trong mô hình

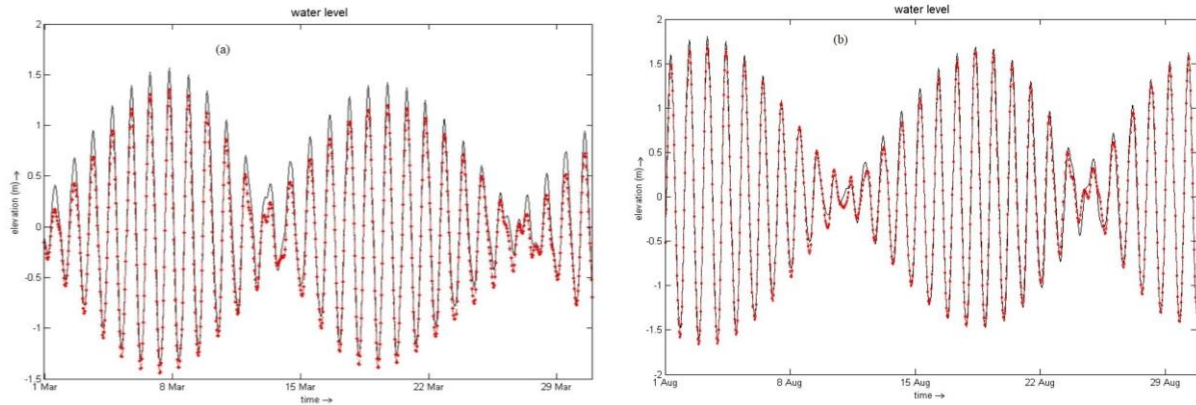


Lưới tính toán của mô hình (vùng phía trong) với số điểm lưới là (M,N) = 285 x 185, bước lưới nhỏ nhất là 150 m và lớn nhất là 410m (Hình 3).

Bảng 1. Các tham chính của mô hình thủy động lực và theo dõi vết của hạt

Các tham số chính của mô hình thủy động lực		Các tham số chính của mô hình vận chuyển và tích tụ vi nhựa	
Thông số	Giá trị	Tham số	Giá trị
Số điểm lưới (M,N)	289, 189	Số tầng	3 tầng
Bước lưới: Δx, Δy	150m – 500m	Loại vi nhựa và kích thước hạt	PE, 5 mm
Bước thời gian tính toán	60 giây	Tỷ trọng của hạt	926 kg/m ³ (Brian Quinn và nnk, 2017)
Ngưỡng giữa khô và ướt	0.1m	Kiểu phát thải	Nguồn liên tục
Khoảng thời gian tính toán (mùa mưa và mùa khô)	30 ngày	Tốc độ phân rã “Decay”	0 (1/day)
Hệ số nhớt theo phương ngang	1,0m ² /s	Tốc độ chìm (Ao) “Settling velocity” [m/s]	- 0.00045 (Dana Stuparu và nnk, 2015)
Hệ số nhớt theo phương đứng	1.0 x 10 ⁻⁶ m ² /s	Tốc độ chìm cực đại (Vmax) [m/s]	100
Hệ số khuếch tán theo phương ngang	1.0m ² /s	Tốc độ chìm cực tiểu (Vmin) [m/s]	-10
Hệ số khuếch tán theo phương đứng	1,0 x 10 ⁻⁶ m ² /s	Hệ số nhám (Roughness)	0.5 (Benamin và nnk, 2020)
Hệ số nhám Chezy	60 m ^{1/2} /s	Ứng suất gió (Wind drag)	1
Mô hình rối 3 chiều	k-Epsilon	Hệ số khuếch tán a (Coefficient a)	1
		Hệ số khuếch tán b (Coefficient b)	0.05
		Tỷ trọng của nước	1024 kg/m ³
		Vết của hạt	3D tracks

Hình 4. Kết quả so sánh mực nước tại trạm Hòn Dấu và kết quả tính toán bởi mô hình

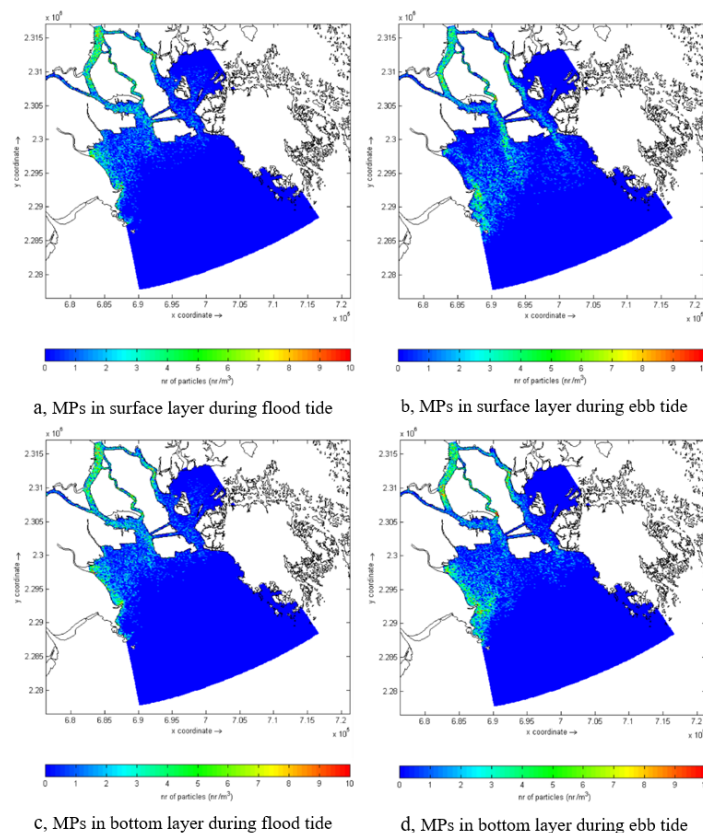


Sai số bình phương trung bình (RMSE) giữa mực nước tính toán của mô hình với dữ liệu mực nước tại trạm Hòn Dấu là 0.09 m cho kịch bản mùa khô (a), và 0.13 m cho kịch bản mùa mưa (b) (Hình 5).

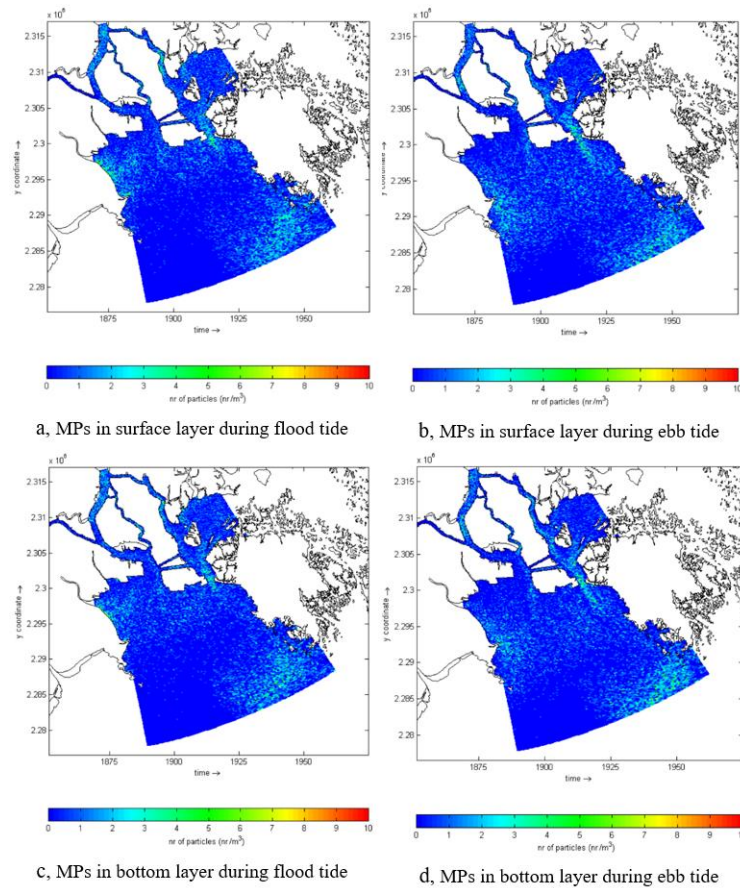
3. Kết quả mô phỏng

Kết quả mô phỏng cho thấy, trong mùa khô MPs tập trung ở khu vực ven bờ phía Tây Nam Đình Vũ, khu vực đê Cẩm Cạp ra đến Đồ Sơn với mật độ vi nhựa khoảng 3.0 - 3.5 nr/m³ (đôi tượng). Trong mùa này, do trường gió hướng Đông Bắc chiếm ưu thế, làm cho vi nhựa có quy mô phát tán ra phía ngoài khơi nhỏ, và hầu như không phát tán sang Vịnh Hạ Long (Hình 5).

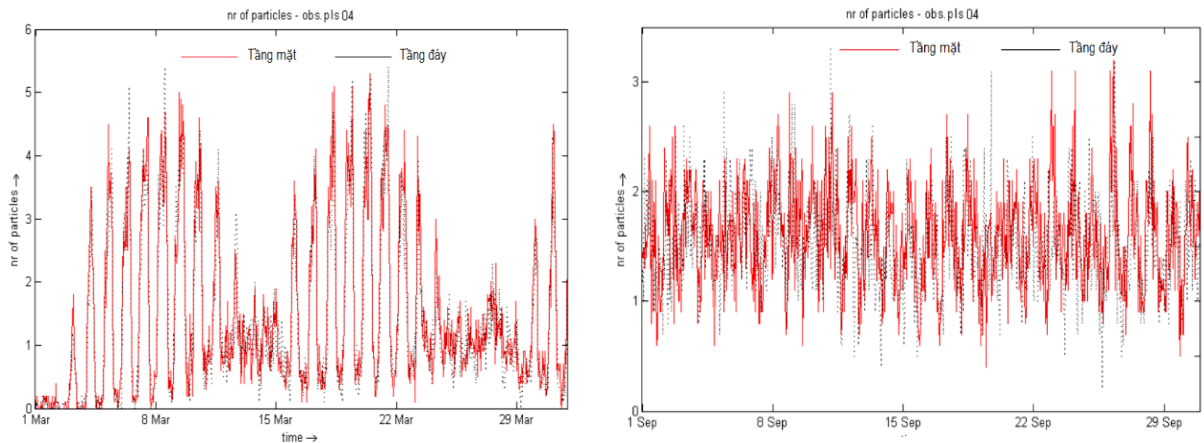
Hình 5. Kết quả mô phỏng quá trình vận chuyển của vi nhựa trong mùa khô



Hình 6. Kết quả mô phỏng quá trình vận chuyển của vi nhựa trong mùa mưa



Hình 7. Kết quả mô phỏng biến đổi mật độ MPs tại khu vực ven bờ Cát Hải ($20^{\circ}46'9.64''N$; $106^{\circ}51'13.46''E$) trong 1 tháng mùa khô (a) và mùa mưa (b)



Trong mùa mưa, mật độ vi nhựa trong môi trường nước trung bình vào khoảng 2-3 nr/m^3 trong các pha triều lên, nơi có mật độ vi nhựa cao nhất là ở phía trong sông, các khu vực cửa sông Lạch Tray, ven bờ đê Cẩm Cáp, ven bờ Cát Hải và khu vực Bến Gót. Trong mùa mưa, dưới tác động của trường gió Đông Nam vi nhựa có xu hướng vận chuyển sang Vịnh Hạ Long lớn hơn so với mùa khô. Mặt khác, do tải lượng nước sông trong mùa mưa lớn hơn mùa khô, làm khô vi nhựa di chuyển ra phía ngoài khơi Cát Bà nhiều hơn so với mùa khô (Hình 6). Qua kết quả mô phỏng, có thể thấy mật độ môi trường nước các khu vực phụ thuộc vào tải lượng đầu vào tại biên phía sông, phụ thuộc vào khả năng trao đổi nước của khu vực (trong nghiên cứu này, biên độ triều trong mùa khô lớn hơn mùa mưa), và tác động của trường gió.

4. Kết luận

Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã áp dụng mô hình theo dõi vết của hạt (Delft3D-PART) vào mô phỏng quá trình phát tán, vận chuyển của vi nhựa trong môi trường nước tại vùng cửa sông Bạch Đằng. Việc tham số hóa các thông số đầu vào của vi nhựa cho mô hình số đã được thực hiện, thông qua việc tham khảo từ các công trình nghiên cứu đã công bố, các thông số chính bao gồm: loại nhựa, tỷ trọng, tốc độ phân rã, hệ số khuếch tán, hệ số nhám, tốc độ chìm, tốc độ phát tán.v.v.

Thông qua kết quả mô phỏng quá trình vận chuyển và phát tán vi nhựa theo các kịch bản, có thể đưa ra một số nhận định như sau: Trong mùa khô, số lượng vi nhựa trong môi trường nước trung bình vào khoảng 3.5 nr/m³, với hàm lượng trung bình vào khoảng 1.0×10^{-7} - 1.5×10^{-7} kg/m³. Vào mùa mưa, số lượng vi nhựa (PE) trong môi trường nước trung bình vào khoảng 3 nr/m³, với hàm lượng trung bình vào khoảng 3.0×10^{-7} - 5.0×10^{-7} kg/m³.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được hỗ trợ bởi đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ Tài nguyên và Môi trường Việt Nam (MONRE), mã số. 2018.05.16. và đề tài cấp VAST mã số KHCBB1.01/18-20 do Viện Tài nguyên và Môi trường thực hiện.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Asli Numanoglu Genca, Nilufer Vuralb, Lale Balas, 2020. Modeling transpot of microplastics in enclosed coastal water: A Case study om the Fethiye Inner Bay. Marine Pollution Bulletin; Volume 150, January 2020, 110747.
2. Collins C., Hermes JC., 2019. Modelling the accumulation and transport of floating marine micro-plastics around South Africa. Marine Pollution Bulletin. Volume 139, February 2019, Pages 46-58.
8. WL | Delft Hydraulics, 2010. Delft3D-FLOW User Manual Version 3.04.12566. Delft3D-PART User Manual. WL | Delft Hydraulics, Delft, The Netherlands, 2010.

HYDRODYNAMIC MODELLING OF MICROPLASTICS TRANSPORT IN BACHDANG ESTUARY

Le Duc Cuong¹, Dinh Hai Ngoc², Do Huy Toan³, Nguyen Minh Hai², Pham Van Hieu¹, Duong Thanh Nghi², Nguyen Van Thao², Nguyen Ba Thuy⁴, Du Van Toan¹

⁽¹⁾ Institute of Seas and Islands

⁽²⁾ Institute of Marine Environment and Resources, VAST

⁽³⁾ Center For Environmental Fluid Dynamics, VNU University of Science

⁽⁴⁾ Vietnam National Hydro-meteorological Forecasting Center

Abstract

In this study, an open-source three-dimensional model (Delft3D) was applied to study the transport of microplastic in Bach Dang estuary. Microplastics as data input for the model in this study were assessed by taking water samples by 80µm mesh size plankton net. Microplastics results appear in 10 water samples surveyed.

XÂY DỰNG QUY TRÌNH XÁC ĐỊNH RỦI RO THIÊN TAI DO BÃO VÀ ÁP THẤP NHIỆT ĐỐI CHO KHU VỰC VEN BIỂN QUẢNG NINH – HẢI PHÒNG

Đỗ Đình Chiến¹, Nguyễn Thị Lan², Hoàng Văn Đại³, Trần Thị Thanh Hải⁴

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

Tóm tắt:

Việc nghiên cứu, đánh giá rủi ro thiên tai do bão và áp thấp nhiệt đới (ATNĐ) là cần thiết và có ý nghĩa khoa học, thực tiễn, góp phần nâng cao hiệu quả phục vụ của ngành khí tượng, thủy văn trong phòng chống và giảm nhẹ thiệt hại do thiên tai do bão và ATNĐ. Trên cơ sở định nghĩa về rủi ro thiên tai của IPCC (2012) và sử dụng phương pháp chỉ số với cách tiếp cận dựa trên bộ chỉ thị để xây dựng phương pháp đánh giá rủi ro do bão và ATNĐ. Nhóm tác giả đề xuất quy trình đánh giá rủi ro do bão và ATNĐ cho khu vực ven biển Quảng Ninh – Hải Phòng, bao gồm các bước: Xây dựng bộ chỉ thị, chuẩn hóa chỉ thị, xác định trọng số và tính chỉ số rủi ro do bão và ATNĐ.

1. Mở đầu

Mặc dù Việt Nam bị ảnh hưởng nặng nề của thiên tai, nhất là bão và ATNĐ [1, 3, 9] nhưng việc nghiên cứu đánh giá rủi ro mới được quan tâm trong những năm gần đây và chủ yếu liên quan đến đánh giá quy mô, cường độ của thiên tai và thiệt hại, tổn thất do thiên tai nói chung mà chưa có nghiên cứu đánh giá đầy đủ rủi ro do bão và ATNĐ [7, 9], nhất là chưa có quy trình để xác định rủi ro thiên tai do bão và ATNĐ. Dựa trên các nghiên cứu trên thế giới và tại Việt Nam về phương pháp đánh giá rủi ro thiên tai nói chung và rủi ro thiên tai do bão và ATNĐ nói riêng có xem xét đến đặc thù bão và ATNĐ khu vực Quảng Ninh – Hải Phòng, bài báo đã đưa ra quy trình và tính toán xác định cấp độ rủi ro thiên tai bão và ATNĐ cho khu vực ven biển Quảng Ninh – Hải Phòng.

Phạm vi nghiên cứu bao gồm toàn bộ các quận/huyện/thành phố thuộc tỉnh Quảng Ninh và thành phố Hải Phòng. Đây là vùng chịu ảnh hưởng trực tiếp của từ 3-5 cơn bão đổ bộ vào vịnh Bắc Bộ hàng năm. Bão thường xuất hiện từ tháng 7 - 9, hoạt động mạnh nhất vào tháng 8 với tốc độ gió mạnh nhất có thể lên tới 40 - 50 m/s (cấp 13 - 16) [1, 2]. Đặc biệt, bão thường kèm theo nước dâng, sóng mạnh, mưa lớn trên diện rộng gây ngập lụt và thiệt hại nặng nề cho sản xuất và tính mạng của con người [2,3,7].

2. Đề xuất quy trình xác định rủi ro thiên tai do bão và ATNĐ cho khu vực nghiên cứu

2.1. Phương pháp nghiên cứu

Hiện nay, có rất nhiều quan điểm, định nghĩa khác nhau về rủi ro thiên tai nhưng nhìn chung đều tập trung vào 3 thành phần: Hiểm họa (H), Phơi bày (E) và Tính dễ bị tổn thương (V). Nghiên cứu này vận dụng định nghĩa về rủi ro thiên tai của IPCC 2012 để xây dựng phương pháp đánh giá rủi ro bão và ATNĐ cho Việt Nam. Theo đó, rủi ro được cấu thành từ 3 yếu tố: (1) Hiểm họa (hazard); (2) Mức độ phơi bày trước hiểm họa (exposure); và (3) Tính dễ bị tổn thương (vulnerability). Trong đó, hiểm họa (H) là khả năng xảy ra của các hiện tượng tự nhiên hoặc do con người gây ra, có tác động bất lợi đến các đối tượng dễ bị tổn thương và nằm trong phạm vi ảnh hưởng của hiểm họa đó; Mức độ phơi bày (trước hiểm họa) được sử dụng để chỉ sự hiện diện (theo vị trí) của con người, sinh kế, các dịch vụ môi trường và các nguồn tài nguyên, cơ sở hạ tầng, hoặc các tài sản kinh tế, xã hội hoặc văn hóa ở những nơi có thể

chịu những ảnh hưởng bất lợi bởi các hiện tượng tự nhiên và vì thế có thể là đối tượng của những tổn hại, mất mát, hư hỏng tiềm tàng trong tương lai; Tính dễ bị tổn thương (V) đề cập đến khuynh hướng của các yếu tố dễ bị tác động của hiểm họa như con người, cuộc sống của họ và tài sản bị ảnh hưởng bất lợi khi bị tác động bởi các hiểm họa. Khi đó, rủi ro được biểu diễn như sau: $R = f(H, E, V)$ [6].

Tổng hợp những nghiên cứu trên thế giới và tại Việt Nam về rủi ro thiên tai theo khái niệm rủi ro của IPCC (2012), nghiên cứu này xây dựng công thức tính rủi ro là hàm tích của các thành phần H, E, V, nếu không xuất hiện hiểm họa hoặc không có phơi lộ hoặc không dễ bị tổn thương thì rủi ro sẽ bằng 0. Trọng số (mức độ đóng góp) của mỗi thành phần H, E, V đối với chỉ số rủi ro là như nhau, khi đó rủi ro do bão và ATNĐ được biểu diễn như sau:

$$\bar{R} = \sqrt[3]{H \times E \times \frac{(S+AC)}{2}} \quad (1)$$

trong đó: H - Hiểm họa; E - Mức độ phơi bày trước hiểm họa; V - Tính dễ bị tổn thương: $V = f(S, AC)$ với S – Độ nhạy, AC – Khả năng thích ứng.

Để tính toán rủi ro, nghiên cứu sử dụng phương pháp chỉ số với cách tiếp cận dựa trên bộ chỉ thị, mỗi yếu tố thành phần của rủi ro (H, E, V) được thể hiện thông qua các chỉ thị đặc trưng. Việc xem xét, lựa chọn các yếu tố chỉ thị là rất quan trọng, điều này quyết định tính hợp lý, hiệu quả cũng như độ chính xác trong đánh giá rủi ro. Trên cơ sở nghiên cứu, phân tích đánh giá đặc tính của hiểm họa do bão và ATNĐ, cùng với đặc điểm điều kiện tự nhiên, kinh tế xã hội vùng ven biển Quảng Ninh - Hải Phòng, có xem xét đến mức độ sẵn có của nguồn số liệu tại khu vực nghiên cứu, bài báo đã xác định các yếu tố chỉ thị của từng yếu tố thành phần rủi ro thiên tai do bão và ATNĐ khu vực nghiên cứu. Trong đó, i) Yếu tố hiểm họa do bão và ATNĐ được đặc trưng bởi vận tốc gió lớn nhất trong bão, lượng mưa 1 ngày lớn nhất trong bão và tổng lượng mưa trong bão; ii) Yếu tố mức độ phơi bày trước hiểm họa của bão, ATNĐ chủ yếu tập trung vào các đối tượng bị phơi bày trước gió mạnh, mưa lũ và ngập lụt ven biển, yếu tố này được đặc trưng bởi nhóm chỉ thị dân cư và sử dụng đất; iii) Yếu tố dễ bị tổn thương đặc trưng bởi khả năng ứng phó (chăm sóc y tế, thông tin truyền thông, hoạt động phòng tránh thiên tai), nhân tố con người (cấu trúc dân số, trình độ giáo dục, tỷ lệ hộ nghèo, hoạt động sản xuất), kinh tế - xã hội,...

Phương pháp tính trọng số của Iyengar và Sudarshan (1982) được sử dụng để tính trọng số cho các chỉ thị của S và AC.

Sử dụng công cụ GIS nhằm tích hợp các lớp thông tin hiểm họa, mức độ phơi bày trước hiểm họa và tính dễ bị tổn thương để xác định cấp độ rủi ro do bão và ATNĐ [3, 4]. Hiểm họa, mức độ phơi bày trước hiểm họa, tính dễ bị tổn thương của rủi ro do bão và ATNĐ đã được tính toán, kết quả gồm dạng số và dạng bản đồ (bản đồ đều được chuyển thành raster bằng công cụ conversion tools của phần mềm ArcGis, tương ứng mỗi pixel là 100m, kích thước pixel cell được xác định đồng nhất cho tất cả các lớp dữ liệu để xác định rủi ro). Bản đồ rủi ro được xây dựng dựa trên 3 bản đồ thành phần hiểm họa, mức độ phơi bày trước hiểm họa, tính dễ bị tổn thương.

2.2. Đề xuất quy trình xác định rủi ro do Bão và ATNĐ

Nghiên cứu đề xuất quy trình xác định rủi ro do bão và ATNĐ gồm 4 bước như sau (Hình 1):

Bước 1: Xây dựng bộ chỉ thị đánh giá rủi ro do bão và ATNĐ

Xây dựng bộ chỉ thị đánh giá rủi ro do bão và ATNĐ, bao gồm: Bộ chỉ thị của yếu tố H, bộ chỉ thị của yếu tố E và bộ chỉ thị của yếu tố V (gồm bộ chỉ thị của độ nhạy S và khả năng thích ứng AC). Bộ chỉ thị đảm bảo các yếu tố: Chuyển tải và cung cấp thông tin cần thiết; Thể hiện mức độ đại diện của chỉ thị trong các thành phần H, E, V; Số liệu dùng để tính toán các chỉ số phải được thu thập từ các nguồn thống kê chính thống, chi tiết và có độ tin cậy cao; Đơn giản, dễ áp dụng; Số liệu có thể cập nhật theo chu kỳ.

Bước 2: Chuẩn hóa dữ liệu cho các chỉ thị

Chuẩn hóa số liệu nhằm mục đích chuyển đổi số liệu của từng chỉ thị về dạng không thứ nguyên có đơn vị trong khoảng $[0, 1]$. Trong đó, chỉ thị của thành phần khả năng thích ứng AC sử dụng công thức chuẩn hóa nghịch biến và các chỉ thị còn lại sử dụng công thức chuẩn hóa đồng biến.

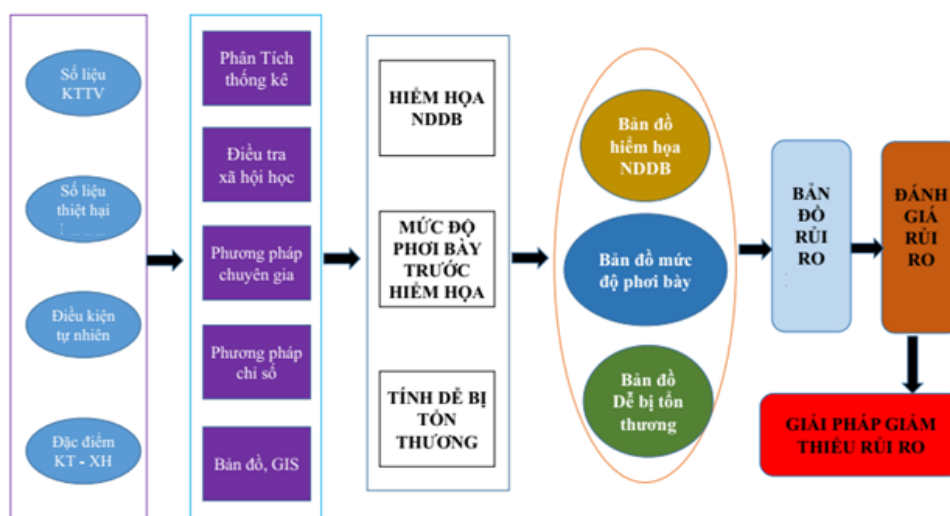
Bước 3: Xác định trọng số cho các thành phần

Tính trọng số để xác định mức độ đóng góp của mỗi chỉ thị đối với các thành phần của chỉ số rủi ro. Nghiên cứu sử dụng phương pháp tính trọng số của Iyengar và Sudarshan (1982) để tính trọng số cho các chỉ thị của S, AC và sử dụng phương pháp trọng số cân bằng để tính trọng số cho các chỉ thị của E.

Bước 4: Tính toán và xây dựng bản đồ phân cấp cấp độ rủi ro do bão và ATNĐ

Hiểm họa, mức độ phơi bày trước hiểm họa, tính dễ bị tổn thương của rủi ro do bão và ATNĐ đã được tính toán, kết quả gồm dạng số và dạng bản đồ. Sử dụng phương pháp hàm phân bố xác suất để phân cấp cấp độ rủi ro bão và ATNĐ (5 cấp: rất cao, cao, trung bình, thấp và rất thấp). Phương pháp bản đồ và GIS được sử dụng để xây dựng bản đồ thành phần H, E, V và bản đồ rủi ro do bão và ATNĐ là kết quả chồng chập các lớp bản đồ thành phần. Kết quả bản đồ rủi ro do bão và ATNĐ sẽ thể hiện phân vùng rủi ro với các cấp độ rủi ro tương ứng cho từng khu vực.

Hình 2. Quy trình đánh giá rủi ro do bão, ATNĐ



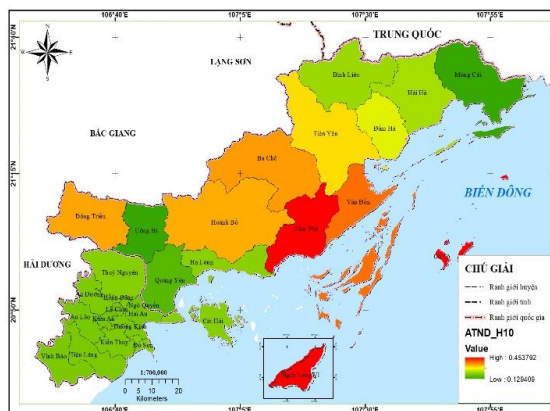
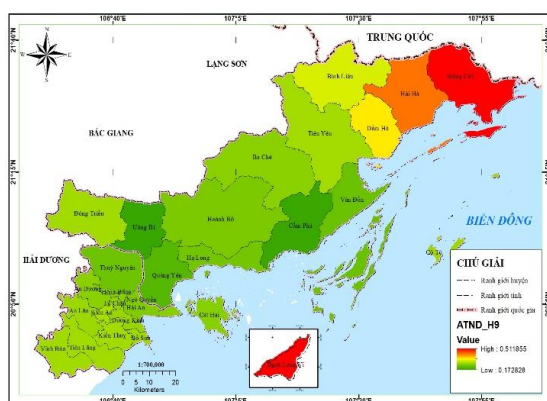
3. Áp dụng đánh giá rủi ro thiên tai do bão và ATNĐ cho khu vực nghiên cứu

Áp dụng quy trình đánh giá rủi ro do bão, ATNĐ ở trên cho vùng nghiên cứu đưa ra kết quả sau:

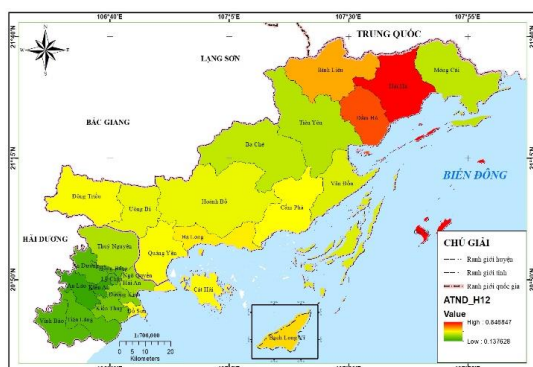
Theo số liệu thống kê, trong thời gian 20 năm gần đây (1999 – 2019), có tổng 22 cơn bão và ATNĐ đổ bộ vào khu vực Quảng Ninh – Hải Phòng. Để đánh giá hiểm họa, nghiên cứu chia 22 cơn bão và ATNĐ thành 3 nhóm gồm: Nhóm 1 (các cơn bão cấp 9 và dưới cấp 9); Nhóm 2 (các cơn bão cấp 10 và cấp 11); Nhóm 3 (các cơn bão cấp 12 và trên cấp 12). Đối với mỗi cơn bão, ATNĐ, thu thập số liệu các chỉ thị: Vận tốc gió lớn nhất trong bão, lượng mưa ngày lớn nhất trong bão và tổng lượng mưa trong bão của 10 trạm thuộc địa phận Quảng Ninh và Hải Phòng (Bãi Cháy, Quảng Hà, Cô Tô, Cửa Ông, Uông Bí, Tiên Yên, Móng Cái, Phù Liễn, Bạch Long Vỹ, Hòn Dấu), 2 trạm trạm Đình Lập (Lạng Sơn), Sơn Lập (Bắc Giang). Để tính toán số liệu đặc trưng của mỗi nhóm bão đã phân chia, nghiên cứu lựa chọn sử dụng số liệu gió/mưa lớn nhất đã xuất hiện tại khu vực nghiên cứu. Số liệu tổng hợp của bộ chỉ thị hiểm họa do bão, ATNĐ của khu vực Quảng Ninh – Hải Phòng chia theo 3 nhóm cấp bão. Tiến hành chuẩn hóa chỉ thị, sử dụng trọng số đều, kết quả đánh giá hiểm họa do bão và ATNĐ tương ứng với từng cấp bão được thể hiện trên các hình từ Hình 2 đến Hình 4.

Hình 3. Bản đồ hiểm họa do bão và ATNĐ cấp 9

Hình 4. Bản đồ hiểm họa do bão và ATNĐ cấp 10 và cấp 11



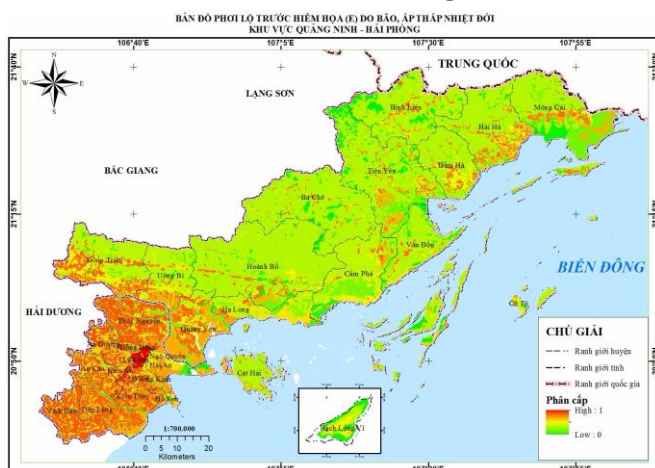
Hình 5. Bản đồ hiểm họa do bão và ATNĐ cấp 12 và trên cấp 12 và dưới cấp 9



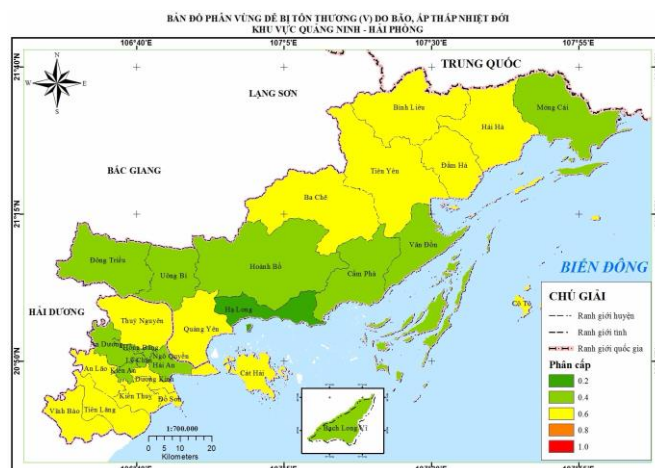
Đối với mức độ phơi bày trước hiểm họa, sử dụng bản đồ hiện trạng sử dụng đất, bản đồ hiện trạng nuôi trồng thủy sản, chia thành 6 loại sử dụng đất và gán giá trị tương ứng với mức độ phơi bày trước hiểm họa (5 là mức độ phơi bày lớn nhất và 0 là không bị ảnh hưởng), cụ thể: Đất nông nghiệp (5); Đất nuôi trồng thủy sản (4); Đất ở, giao thông, thủy lợi (3); Đất lâm nghiệp (2); Đất khác (1); Đất chưa sử dụng (0). Áp dụng các bước của quy trình đánh giá rủi ro, kết quả mức độ phơi bày trước hiểm họa do bão và ATNĐ của khu vực Quảng Ninh – Hải Phòng được mô tả trong Hình 6.

Từ bộ chỉ thị đánh giá tính dễ bị tổn thương do bão và ATNĐ, nghiên cứu tiến hành thu thập số liệu, chuẩn hóa chỉ thị, xác định trọng số và tính được kết quả chỉ số dễ bị tổn thương cho khu vực ven biển Quảng Ninh – Hải Phòng (Hình 7).

Hình 6. Bản đồ mức độ phơi bày trước hiểm họa do bão và ATNĐ khu vực ven biển Quảng Ninh – Hải Phòng



Hình 7. Bản đồ tính dễ bị tổn thương do do bão và ATNĐ khu vực Quảng Ninh – Hải Phòng

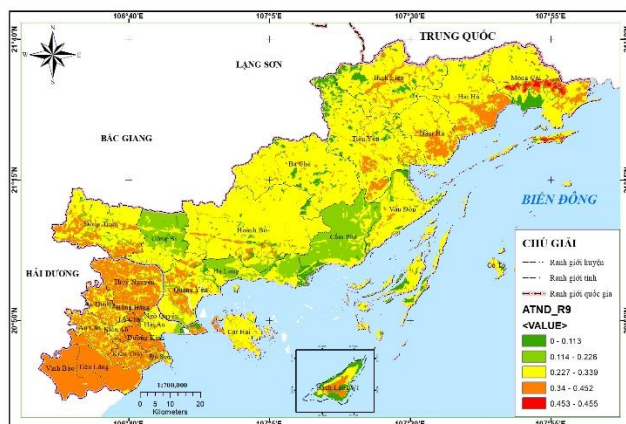


Chỉ số rủi ro được tính dựa trên kết quả đánh giá H, E, V với hàm quan hệ được trình bày trong công thức (1). Sử dụng công cụ Raster Calculator trong GIS để xây dựng bản đồ rủi ro do bão, ATNĐ và phương pháp hàm phân bố xác suất để phân cấp cấp độ rủi ro (Bảng 1). Chỉ số rủi ro do bão, ATNĐ của khu vực Quảng Ninh – Hải Phòng theo các nhóm bão cấp 9 và dưới cấp 9, cấp 10-11, cấp 12 và trên cấp 12 được thể hiện trong Hình 7 đến Hình 9.

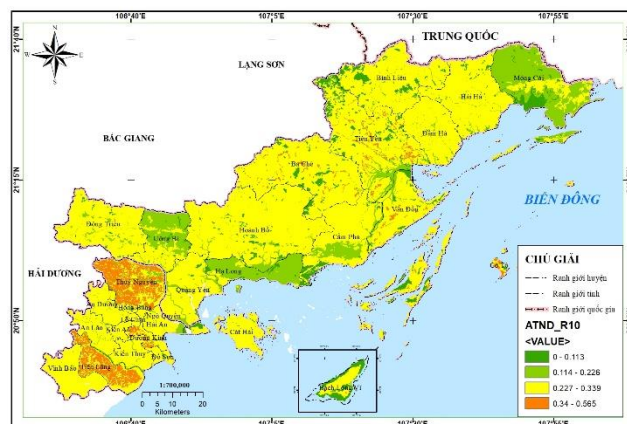
Bảng 1. Phân cấp cấp độ rủi ro do bão và ATNĐ cho khu vực nghiên cứu

Phân cấp	Chỉ số
Rất thấp	$0.00 \leq R \leq 0,113$
Thấp	$0.114 < R \leq 0,226$
Trung bình	$0,227 < R \leq 0,339$
Cao	$0,339 < R \leq 0,452$
Rất cao	$0,452 < R$

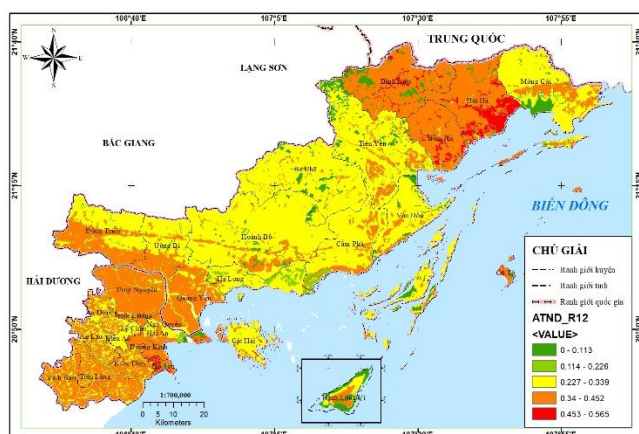
Hình 8. Bản đồ rủi ro do bão và ATNĐ cấp 9 và dưới cấp 9



Hình 9. Bản đồ rủi ro do bão và ATNĐ cấp 10 và cấp 11



Hình 10. Bản đồ rủi ro do bão và ATNĐ cấp 12 và trên cấp 12



Kết quả đánh giá rủi ro và đánh giá hiểm họa có sự tương đồng. Cụ thể:

Kết quả phân cấp cấp độ rủi ro do bão cấp 9 và dưới cấp 9 nằm trong khoảng $[0; 0,456]$, cấp độ rủi ro do bão tại khu vực Quảng Ninh – Hải Phòng xuất hiện đủ 5 cấp từ rất thấp đến rất cao. Cấp độ rủi ro rất cao chỉ xảy ra tại một khu vực nhỏ của thành phố Móng Cái; mặc dù hiểm họa xảy ra tại đây cao nhất so với toàn khu vực nhưng rìa ven biển phía nam của Móng Cái lại có cấp độ rủi ro ở mức rất thấp do mức độ phơi lộ tại đây rất thấp. Thành phố Hải Phòng phần lớn đều xảy ra hiểm họa ở mức thấp nhưng có cấp độ rủi ro ở mức cao (phần lớn đều trong khoảng $0,34 - 0,452$) do chỉ số mức độ phơi bày và tính dễ bị tổn thương đều tương đối lớn. Thành phố Uông Bí, Hạ Long và Cẩm Phả có nhiều khu vực rủi ro cấp thấp, kết quả này khá tương đồng với chỉ số tính dễ bị tổn thương.

Kết quả đánh giá hiểm họa do bão cấp 10 – 11 của khu vực Quảng Ninh – Hải Phòng nhìn chung thấp hơn so với nhóm bão cấp 9 và dưới cấp 9 nên kết quả chỉ số rủi ro do bão cấp 10 – 11 cũng nhỏ hơn. Cấp độ rủi ro do bão cấp 10 – 11 phổ biến ở khu vực là cấp trung bình với khoảng hơn 80% diện tích; không xuất hiện cấp độ rủi ro rất cao và cấp độ rủi ro cao cũng xuất hiện rất ít, nằm rải rác ở những khu vực rất nhỏ ở

các huyện Ba Chẽ, Tiên Yên, Vân Đồn (Quảng Ninh) và xuất hiện nhiều tại huyện Thủy Nguyên, Tiên Lãng (Hải Phòng).

Đối với nhóm bão cấp 12 và trên cấp 12, chỉ số rủi ro ở khu vực Quảng Ninh – Hải Phòng xuất hiện đủ 5 cấp ($R \sim 0 - 0,565$). Cấp độ rủi ro rất cao xuất hiện tập trung tại khu vực ven biển huyện Hải Hà và rải rác ở huyện Bình Liêu và ven biển huyện Đàm Hà; phần lớn diện tích còn lại của các huyện này đều có cấp độ rủi ro cao. Vùng từ Hạ Long, Uông Bí lên phía bắc tới Tiên Yên, cấp độ rủi ro chủ yếu ở cấp trung bình. Khoảng 90% diện tích thành phố Hải Phòng có cấp độ rủi ro là cao, các quận trung tâm của thành phố như Kiến An, Lê Chân, Ngô Quyền do có tính dễ bị tổn thương thấp nên cấp độ rủi ro ở mức trung bình.

4. Kết luận

Bài báo sử dụng khái niệm của IPCC (2012) về rủi ro thiên tai, sử dụng phương pháp chỉ số theo hướng tiếp cận dựa trên chỉ thị để đánh giá rủi ro do bão và ATNĐ. Nghiên cứu đã xây dựng phương pháp và bộ chỉ thị đánh giá rủi ro do bão và ATNĐ. Quy trình đề xuất đánh giá rủi ro do bão và ATNĐ đề xuất trong nghiên cứu này đã được áp dụng thí điểm cho khu vực ven biển Quảng Ninh – Hải Phòng với kết quả khu vực ven biển thành phố Hải Phòng có mức độ rủi ro cao hơn nhiều so với tỉnh Quảng Ninh, các quận/huyện ở Hải Phòng đều có chỉ số rủi ro ở mức cao và rất cao; tại Quảng Ninh, chỉ một số khu vực nhỏ tại các huyện/thị xã phía Bắc của tỉnh có chỉ số rủi ro đạt mức rất cao (khu vực nhỏ của Tp. Móng Cái, huyện Hải Hà và Đàm Hà), các khu vực còn lại đều ở mức trung bình và thấp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Xuân Hiên (2018), Assessment of storm surge risk in aquaculture in the Northern coastal area of Vietnam, EnvironmEntal Sciences: 10.31276/VJSTE.60(4).89-94
2. Nguyễn Xuân Trinh (2019), Nghiên cứu đánh giá rủi ro đa thiên tai và thiệt hại đối với nuôi trồng thủy sản khu vực ven biển đồng bằng Bắc Bộ và đề xuất các giải pháp chính sách chia sẻ rủi ro đa thiên tai
3. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu (2015), Báo cáo đặc biệt của Việt Nam về quản lý rủi ro thiên tai và các hiện tượng cực đoan nhằm thúc đẩy thích ứng với biến đổi khí hậu.
4. ADP (2017), Disaster risk assessment for project preparation: A Practical Guide
5. Institute for Environment and Human Security (2006), Vulnerability – A Conceptual and Methodological Review, No.4/2006
6. IPCC (2012), Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation.
7. ISDR (2004): Living with Risk. A Global Review of Disaster Reduction Initiatives
8. N.s Iyengar and P.Sudarshan (1982), A method of classifying regions from multivariate data. Economic and Political Weekly, Vol. 17, No 51, Special Article, Dec 18
9. UNDP (2010), Disaster Risk Assessment.

**CONTRIBUTING OF PROCESS TO IDENTIFY THE DISASTER RISK,
STORM, TROPICAL DEPRESSION FOR THE COASTAL AREA
OF QUANG NINH – HAI PHONG**

Đo Đình Chien¹, Nguyen Thi Lan², Hoang Van Dai³, Tran Thi Thanh Hai⁴
Vietnam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change

Abstract:

The research and assessment of disaster risks caused by storm, tropical depression is necessary, scientifically and practically significant, contributing to improving the efficiency of the meteorology and hydrology in the prevention and mitigation of damage caused by storm, tropical depression disasters. On the basis of the IPCC's definition of disaster risk (2012) and the use of an index approach with a set-based the criteria to contribute risk assessment method for storm, tropical depression. The authors proposed risk assessment process for the coastal area of Quang Ninh – Hai Phong, including the following steps: Contributing the criteria, standardizing the criteria, determining the weighting and calculating the storm, tropical depression index.

MÔ PHỎNG BIẾN ĐỘNG TRẠNG THÁI, KHÔNG GIAN THẨM PHỦ LƯU VỰC SÔNG CẢ SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP CHUỖI MARKOV VÀ CELLULAR AUTOMATA

Nguyễn Thanh Bằng¹, Bùi Tiến Diệu², Trần Đăng Hùng¹

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

⁽²⁾ Đại học Đông Nam Na Uy

Tóm tắt:

Nghiên cứu về biến động sử dụng đất/thẩm phủ bề mặt (thẩm phủ) có vai trò thiết yếu vì đây là đầu vào để đánh giá tác động với tài nguyên nước, tài nguyên đất, hệ sinh thái, môi trường, v.v. Tại Việt Nam, trong bối cảnh kinh tế xã hội phát triển nhanh chóng, việc nghiên cứu và dự tính được các thay đổi thẩm phủ càng cấp bách hơn. Vấn đề mô phỏng biến động thẩm phủ đã được thực hiện phổ biến trong quá khứ bằng nhiều kỹ thuật, phương pháp khác nhau và phương pháp tiếp cận chuỗi Markov và Hệ tự hành dạng tế bào (Cellular Automata) là một trong số đó. Tuy mô hình Markov-Cellular Automata (Markov-CA) đã được áp dụng rộng rãi trên thế giới, nhưng việc xác định các tác nhân ảnh hưởng (driving factors), các ràng buộc (constraints) và hiệu chuẩn các tham số mô hình còn phụ thuộc vào đặc trưng của từng khu vực. Nghiên cứu này tập trung vào mô phỏng biến động trạng thái và không gian của thẩm phủ lưu vực sông Cả trong giai đoạn 2005-2015. Kết quả của nghiên cứu là dự tính về thẩm phủ năm 2030 của lưu vực sông Cả. Thêm vào đó, các tác nhân chính và các ràng buộc được xác định trong mô hình kết hợp Markov-CA sẽ là một tài liệu tham khảo có giá trị để sử dụng cho các lưu vực tương tự. Kết quả dự tính và mô hình hiệu chỉnh đã được đánh giá bằng hệ số Kappa và cho độ tin cậy cao.

Từ khóa: Thay đổi sử dụng đất /lớp phủ đất; Chuỗi Markov; Cellular Automata; Sông Cả.

1. Đặt vấn đề

Trong nhiều năm, các nghiên cứu về biến đổi lớp phủ bề mặt là đầu vào quan trọng cho đánh giá tác động tài nguyên nước, tài nguyên đất, hệ sinh thái, môi trường,... Thẩm phủ có mối quan hệ chặt chẽ với thổ nhưỡng, tài nguyên nước, đa dạng sinh học, hệ sinh thái, khí hậu,... Do đó, bất kỳ sự thay đổi nào trong việc sử dụng đất và thẩm phủ bề mặt cũng sẽ dẫn đến các thay đổi tương ứng. Nguyên nhân gây ra sự thay đổi thẩm phủ được tóm gọn trong hai yếu tố chính: do con người và do tự nhiên (Lambin, 1997). Các thay đổi thẩm phủ do con người như: nạn phá rừng là một trong những nguyên nhân chính làm gia tăng nồng độ CO₂ trong khí quyển (Kabat, 1999), việc mở rộng đất canh tác bừa bãi làm suy giảm lượng nước ngọt, việc khai thác đất làm hủy hoại chức năng sinh học của các lớp thổ nhưỡng (Sciences, 2001).... Tuy nhiên các thay đổi trong thẩm phủ cũng có thể bị gây ra bởi các yếu tố do tự nhiên, đặc biệt là trong việc thay đổi thẩm thực vật (Lambin, 1997). Vì vậy, việc phát hiện và dự báo được các thay đổi thẩm phủ này là vô cùng cần thiết.

Một cách tiếp cận điển hình để mô phỏng và dự đoán các thay đổi thẩm phủ là điều tra các yếu tố góp phần vào quá trình chuyển đổi đất và cung cấp dự đoán xác suất về nơi những thay đổi có thể xảy ra thông qua mô hình (Ahmed, Ahmed, & Zhu, 2013), (Halmy et al., 2015). Có nhiều cách tiếp cận mô hình khác nhau để mô phỏng và khám phá sự thay đổi của thẩm phủ (Overmars, De Koning, & Veldkamp, 2003), (Veldkamp & Lambin, 2001). Trong đó, phân tích chuỗi Markov được sử dụng để dự tính các thay đổi lớp phủ dựa trên ma trận xác suất chuyển đổi đối với từng loại lớp

phủ đất (ma trận chuyển đổi là xác suất có điều kiện của hệ thống để chuyển đổi thành một trạng thái mới với xu thế của trạng thái hiện tại của hệ thống). Sau đó mô hình CA được sử dụng để tái tạo lại ma trận chuyển đổi Markov thành một tập hợp dữ liệu rõ ràng về mặt không gian. CA đưa ra các dự đoán về không gian với đầu vào là các xác suất chuyển đổi lớp phủ đất và vị trí trước đây của các loại lớp phủ đất. Tóm lại, chuỗi Markov có khả năng dự tính tốt xác suất thay đổi thảm phủ về mặt thống kê, trong khi CA lại là mô hình rất mạnh về việc thể hiện các thay đổi theo không gian.

2. Dữ liệu và phương pháp

2.1. Dữ liệu sử dụng

Dữ liệu viễn thám

Để nghiên cứu sự thay đổi của cảnh quan trong giai đoạn 2005-2015, cần phải xây dựng được các bản đồ thảm phủ của từng giai đoạn 2005-2010-2015. Bản đồ dựa trên dữ liệu hình ảnh LANDSAT của Cơ quan Khảo sát Địa chất Hoa Kỳ (USGS). Các ảnh thu thập được là LANDSAT 5 TM và LANDSAT 8 OLI/TIRS với cùng độ phân giải 30m (Bảng 1), trong đó ảnh của cột 127 hàng 47 là ảnh có độ phủ lớn nhất, xấp xỉ 80% diện tích toàn lưu vực sông Cả. Ảnh được chọn dựa trên tiêu chí: độ che phủ mây thấp, không bị nhiễu, thời gian của ảnh không cách nhau quá xa, đặc biệt là ảnh 127-47, hình ảnh được thu thập như trong Bảng 1. Ngoài ra, báo cáo còn thu thập các ảnh độ phân giải cao từ Google Earth và bản đồ hiện trạng sử dụng đất do Cục Khảo sát, Bản đồ và Thông tin Địa lý Việt Nam xuất bản sử dụng để kiểm chứng kết quả phân loại.

Bảng 1. Danh sách các nguồn và loại tư liệu sử dụng trong nghiên cứu:

Năm	Loại tư liệu và độ phân giải	Hàng- cột	Ngày	Nguồn
2005	Landsat 5 TM 30 m	126-47	14 th July 2005	https://earthexplorer.usgs.gov/
		126-48	09 th April 2005	
		127-46	18 th May 2005	
		127-47	18 th May 2005	
		128-46	23 rd April 2005	
		128-47	07 th April 2005	
2010	Landsat 5 TM 30 m	126-47	12 th July 2010	https://earthexplorer.usgs.gov/
		126-48	12 th July 2010	
		127-46	08 th Nov 2010	
		127-47	08 th Nov 2010	
		128-46	21 st April 2010	
		128-47	30 th Oct 2010	

2015	Landsat 8 OLI/TIRS 30 m	126-47	11 th Aug 2015	https://earthexplorer.usgs.gov/
		126-48	28 th Sept 2015	
		127-46	30 th May 2015	
		127-47	30 th May 2015	
		128-46	28 th Oct 2015	
		128-47	28 th Oct 2015	

Dữ liệu phụ trợ và dữ liệu thực địa (GPS)

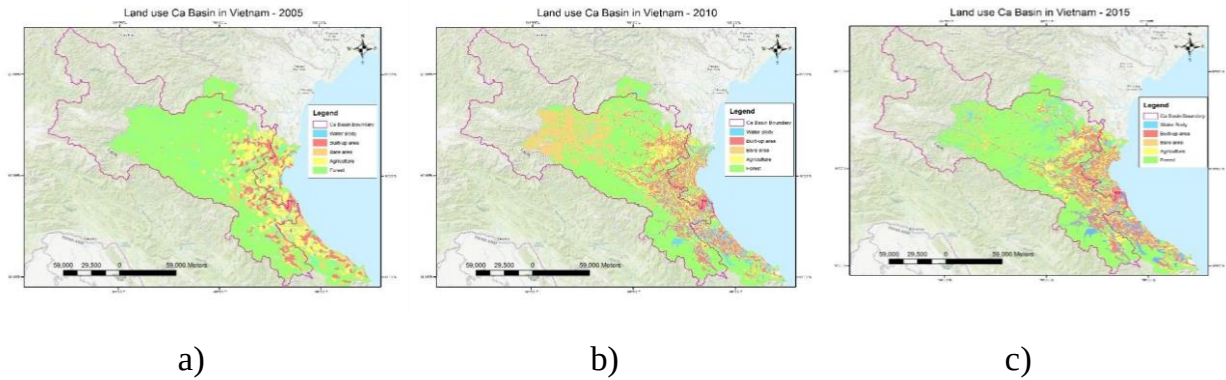
Mô hình số độ cao - DEM

Dữ liệu mô hình số độ cao ASTER Global DEM 2.0 (GDEM 2.0) là một sản phẩm của METI và NASA được thu thập từ nguồn Cục Khảo sát Địa chất Hoa Kỳ (USGS). GDEM 2.0 được METI và NASA công bố vào giữa tháng 10 năm 2011, kế thừa hầu như toàn bộ các đặc tính của GDEM 1.0 với độ phân giải 30 m, độ phủ từ vĩ độ 83° Bắc đến 83° Nam. Nhưng GDEM 2.0 có độ phân giải ngang cao hơn bằng cách sử dụng lõi tương quan 5x5 thay cho 9x9 như đã dùng cho GDEM 1.0. GDEM 2.0 có độ chính xác toàn thể 17 m so với 20 m của GDEM 1.0 cùng với 95% mức độ chắc chắn (ASTER-GDEM, tháng 10 năm 2011).

Dữ liệu mô hình số độ cao khu vực nghiên cứu được thu thập là Nghệ An, Hà Tĩnh nằm từ vĩ độ 17° đến 19° Bắc, kinh độ 103° đến 106° Đông. Sau đó công cụ ArcSWAT được sử dụng để tính toán hướng dòng chảy, tích lũy dòng chảy, tạo ngưỡng diện tích tiểu lưu vực, tạo mạng lưới dòng chảy, cửa xả,... (Olivera và cộng sự, 2006).

Bản đồ hiện trạng sử dụng đất

Bản đồ hiện trạng sử dụng đất là bản đồ thể hiện sự phân bố các loại đất theo quy định về mục đích sử dụng đất tại thời điểm kiểm kê. Bắt đầu từ năm 1999, theo Chỉ thị 24/1999/CT-TTg của Thủ tướng Chính phủ đã chỉ đạo về việc kiểm kê đất đai và ban hành năm 2000. Từ đó đến nay, việc kiểm kê và lập bản đồ hiện trạng sử dụng đất được thực hiện vào các năm 2005, 2010, 2015 (Hình 1). Bản đồ hiện trạng sử dụng đất được thành lập trên cơ sở bản đồ địa chính, đối chiếu với số liệu thực địa và số liệu kiểm kê đất đai. Trong trường hợp chưa có bản đồ địa chính thì ảnh hàng không hoặc ảnh vệ tinh có độ phân giải cao được chuyển thành ảnh trực giao kết hợp với dữ liệu thực địa và kiểm kê đất đai để lập bản đồ hiện trạng sử dụng đất; Trường hợp không có các loại bản đồ trên thì bản đồ hiện trạng sử dụng đất thời kỳ trước sẽ đồng thời được kiểm tra với số liệu thực địa và số liệu kiểm kê đất đai. Chúng là các tài liệu tham khảo thứ cấp có giá trị hỗ trợ phân loại LULC.



Hình 1. Hiện trạng sử dụng đất khu vực sông Cà

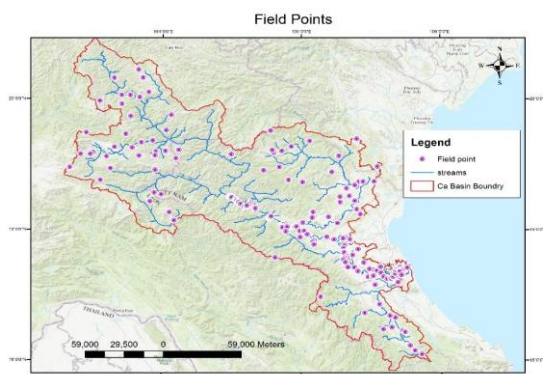
(a) 2005; (b) 2010; (c) 2015

(nguồn từ Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam)

Thảm phủ bề mặt chia theo mục đích sử dụng bao gồm: sản xuất nông nghiệp, lâm nghiệp, nuôi trồng thủy sản, làm muối, nông nghiệp khác, xây dựng, chuyên dùng, sông, nước bề mặt, đất trống và chưa sử dụng. Chúng có thể được tập hợp lại thành 5 lớp chính: Rừng, Nông nghiệp, Xây dựng, Vùng nước và Vùng trống (Hình 1).

Dữ liệu thực địa

Dữ liệu thực địa được thu thập để phân loại và kiểm chứng kết quả phân loại. Tổng số mẫu đã thu thập là 120 mẫu. Bởi việc phân loại thảm phủ được thực hiện cho 3 thời kỳ, nên tất cả dữ liệu thực địa được kiểm tra, lựa chọn nhằm đảm bảo rằng những khu vực lấy mẫu nếu đã trải qua thay đổi (vd: khu vực phục hồi sau hỏa hoạn) thì sẽ bị loại trừ ra khỏi cuộc điều tra. Thông qua tham khảo ý kiến của người dân địa phương, 5 danh mục thảm phủ được lấy mẫu - Rừng, Nông nghiệp, Xây dựng, Vùng nước, Đất trống - với khoảng 20 dữ liệu mặt đất cho mỗi lớp. Một số dữ liệu thử nghiệm được thu thập thêm bằng việc sử dụng Google Maps với thuật toán điểm ngẫu nhiên.



Hình 2. Vị trí các điểm thực địa

2.2. Cơ sở khoa học và phương pháp nghiên cứu

Phân loại hợp lý cực đại

Phương pháp phân loại được sử dụng là Phân loại hợp lý cực đại (Maximum Likelihood classification-MLC), là một trong những phương pháp của Phân loại có giám sát. Phương pháp này dựa trên một tập hợp các pixel mẫu nhất định và sau đó xác định các pixel có cùng đặc điểm quang phổ. Tiếp theo, hàm mật độ xác suất ước

tính (Gaussian) được sử dụng để xác định các pixel khác của cùng một mục đích thảm phủ. Nguyên tắc MLC cũng có thể được tìm thấy trong các nghiên cứu của Foody và Strahler (Foody et al., 1992; Strahler, 1980; Rogan & Chen, 2004; Al-sharif & Pradhan, 2014). Đây là phương pháp phân loại ảnh được sử dụng phổ biến và cho độ chính xác phân loại tương đối cao.

Trong nghiên cứu này, dữ liệu Landsat được phân loại với phương pháp hợp lý cực đại và một số dữ liệu phụ trợ (ví dụ: DEM, dữ liệu sử dụng đất, chỉ số thảm thực vật và dữ liệu phân tích hình ảnh của ảnh Landsat) được kết hợp thông qua ý kiến chuyên gia để cải thiện độ chính xác của phân loại. Sau khi xem xét các đặc điểm phổ của ảnh viễn thám và kiến thức đã có về thảm phủ của khu vực nghiên cứu, năm lớp thảm phủ đã được xác định và phân loại cho các năm 2005, 2010 và 2015 (Bảng 2).

Bảng 2. Danh mục thảm phủ phân loại (Thông tư 08/2007/TT-BTNMT)

Lớp thảm phủ	Chú giải
Rừng	Đất rừng có rừng tự nhiên, rừng trồng đạt tiêu chuẩn lâm nghiệp (rừng sản xuất, rừng phòng hộ, rừng đặc dụng).
Nông Nghiệp	Đất sản xuất nông nghiệp bao gồm: Đất trồng cây hàng năm (ví dụ: đất trồng lúa, đồng cỏ chăn nuôi, trồng cây hàng năm khác); Đất trồng cây lâu năm (ví dụ: vườn cây ăn quả, cây lâu năm).
Xây dựng	Đất xây dựng để ở, xây dựng công trình, đất trụ sở cơ quan, công trình sự nghiệp; bảo vệ đất đai, an ninh.
Vùng nước	Đất sông suối và mặt nước chuyên dùng, mặt nước ven biển.
Đất trống	Đất không có mục đích sử dụng bao gồm đất đồng bằng chưa sử dụng, đất đồi núi chưa sử dụng, núi đá không có rừng.

Phân tích chuỗi Markov

Quá trình Markov (hay còn gọi là phân tích chuỗi Markov) là quá trình chuyển đổi ngẫu nhiên của một hệ thống (trong trường hợp này là hệ thống thảm phủ sông Cả) từ trạng thái này sang trạng thái khác tại các bước thời gian từ 't' đến 't+1' thông qua việc sử dụng ma trận xác suất chuyển đổi (Guan et al., 2011; López, Hermanns, & Katoen, 2001). Ma trận xác suất chuyển đổi được tính toán bằng cách giả định rằng các phân bố xác suất tới trạng thái tiếp theo chỉ phụ thuộc vào trạng thái hiện tại, chứ không phụ thuộc vào trạng thái trước đó của hệ thống (Veldkamp & Lambin, 2001). Trong nghiên cứu này, ma trận xác suất dựa trên khả năng chuyển đổi giữa các lớp thảm phủ vào các năm 2005, 2010 và 2015 và sau đó được sử dụng để dự tính thảm phủ vào năm 2030. Ma trận chuyển đổi được biểu diễn như sau:

$$P = (P_{ij}) = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{n1} & P_{n2} & \dots & P_{nn} \end{bmatrix} \quad 0 \leq P_{ij} \leq 1 \quad \sum_{i=1}^n P_{ij} = 1 \quad (1)$$

trong đó P là ma trận xác suất chuyển đổi, P_{ij} là xác suất của thảm phủ i chuyển đổi thành thảm phủ j từ năm bắt đầu đến năm kết thúc và n là số lớp thảm phủ. (Guan et al., 2011).

Các mô hình Markov thể hiện sự ưu việt trong việc xác định định lượng các thay đổi thảm phủ giữa hai khoảng thời gian. Tuy nhiên, mô hình Markov không thể cung cấp sự phân bố theo không gian của các lần chuyển đổi lớp thảm phủ (Araya & Cabral, 2010).

Cellular Automata

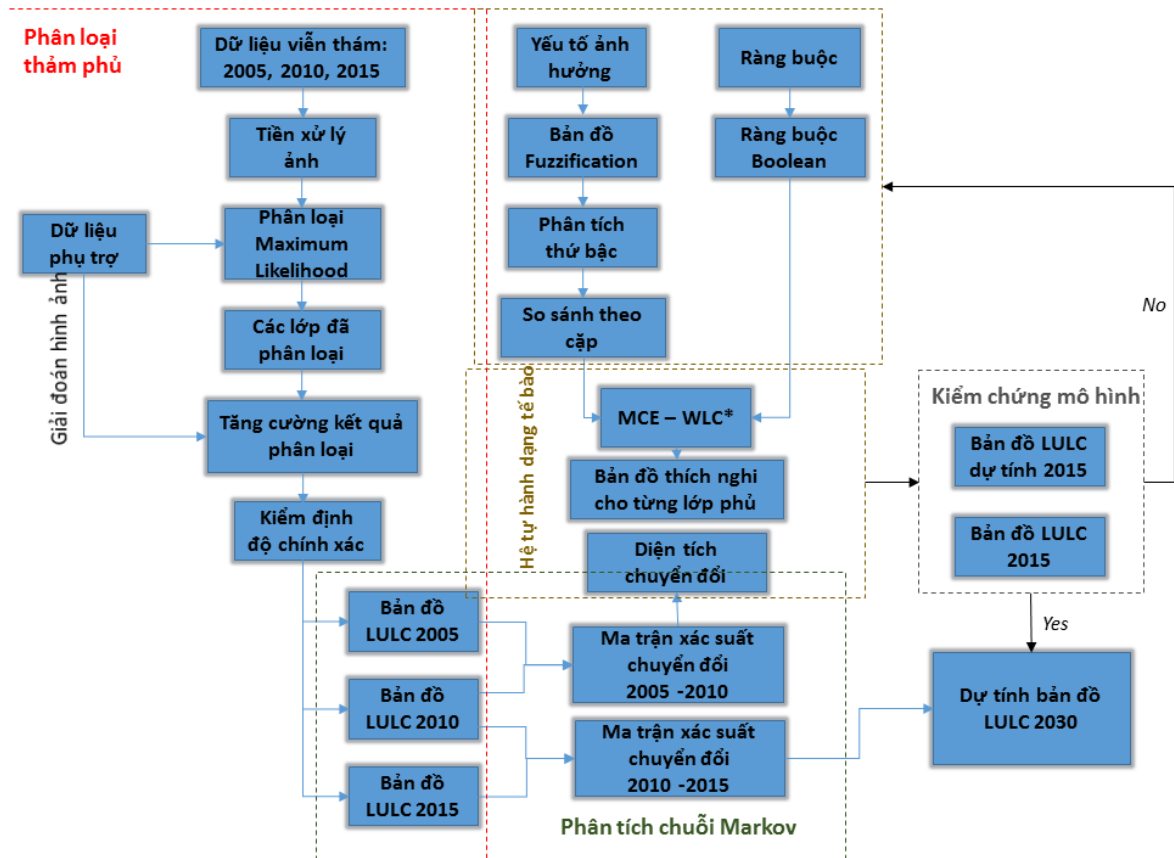
Mô hình Cellular Automata (CA) đưa ra các dự tính về không gian với đầu vào là các xác suất chuyển đổi lớp thảm phủ và trạng thái hiện tại của các lớp thảm phủ. Mô phỏng biến động thảm phủ sử dụng mô hình CA là một trong những phương pháp được ưa chuộng vì nó cho kết quả rõ ràng về mặt không gian dựa theo các quy tắc chuyển đổi được định nghĩa bởi người dùng (Al-sharif & Pradhan, 2014). Một hệ CA chứa các ô không gian riêng rẽ, trong đó mỗi ô đều có các trạng thái đặc trưng. Moreno, Wang, & Marceau, 2009 định nghĩa một CA đơn giản bao gồm các thành phần sau: (1) không gian lưới L mà mô hình hoạt động, (2) trạng thái ô Q trong không gian lưới, (3) quy tắc chuyển đổi f , nhằm xác định quá trình chuyển đổi không gian, (4) trạng thái của vùng lân cận Δ ảnh hưởng đến ô trung tâm. Do đó, những thay đổi về mặt không thời gian của trạng thái trong một hệ thống A có thể được mô tả như sau:

$$A = [L, Q, \Delta, f] \quad (2)$$

Tuy nhiên, mối quan tâm hàng đầu trong mô hình CA là việc định nghĩa các quy tắc chuyển đổi f phù hợp dựa trên các dữ liệu huấn luyện (Al-shalabi, Billa, Pradhan, Mansor, & Al-Sharif, 2013).

Quy trình đề xuất mô phỏng biến động trạng thái, không gian thảm phủ lưu vực sông Cả

Nghiên cứu này sử dụng mô hình kết hợp Markov - Cellular Automata (Markov-CA) để dự đoán những thay đổi của LULC đối với lưu vực sông Cả năm 2030. Quá trình tiền xử lý dữ liệu và thống nhất định dạng được thực hiện bằng cách sử dụng các phần mềm GIS. Mô hình Markov-CA được hỗ trợ bởi phần mềm TerrSet, được phát triển bởi Clark Labs tại Đại học Clark, là một phần mềm không gian địa lý tích hợp với khả năng kết hợp phân tích IDRISI GIS cho mục đích giám sát và mô hình hóa (Eastman, 2015). Quy trình mô phỏng được nhóm nghiên cứu đề xuất dưới đây (Hình 3).



*MCE-WLC: Đánh giá đa tiêu chí-Kết hợp tuyến tính có trọng số

Hình 3. Quy trình mô phỏng biến động trạng thái, không gian thảm phủ lưu vực sông Cả

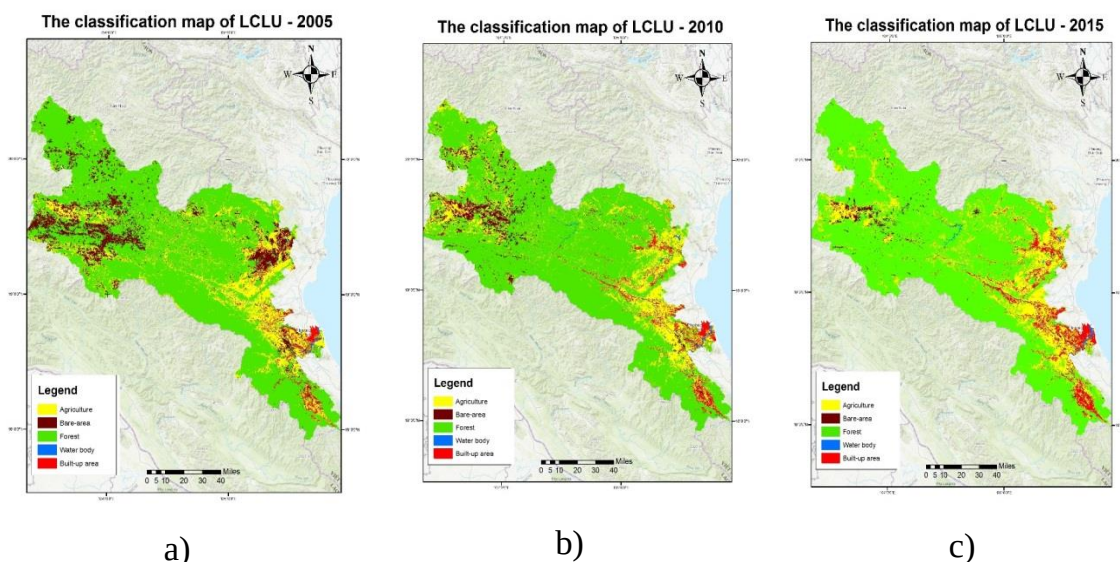
Giai đoạn đầu tiên, các ảnh Landsat được phân loại và kết quả là các lớp thảm phủ đã được xử lý và kiểm định độ chính xác. Trong giai đoạn thứ hai, Ma trận xác suất chuyển đổi và Ma trận diện tích chuyển đổi được tính toán bằng Phân tích chuỗi Markov. Đồng thời, các yếu tố ảnh hưởng và các ràng buộc được thiết lập cho từng loại sử dụng đất. Nguyên lý mờ được áp dụng cho từng yếu tố ảnh hưởng và gán giá trị từ 0 đến 255 cho mỗi pixel của từng lớp thảm phủ; giá trị Boolean (0 hoặc 1) được gán cho các ràng buộc dựa theo các quy tắc được nhóm nghiên cứu định nghĩa. Sau đó, Quy trình phân tích thứ bậc và So sánh theo cặp được sử dụng để đánh giá trọng số cho từng yếu tố ảnh hưởng. Các yếu tố ảnh hưởng đã được gán trọng số và các ràng buộc được kết hợp bằng phương pháp MCE-WLC để đưa ra bản đồ tính phù hợp cho từng loại lớp thảm phủ. Trong giai đoạn thứ ba, tất cả các thành phần trước đó được đưa vào mô-đun mô phỏng Cellular Automata và xuất ra bản đồ thảm phủ dự tính của giai đoạn tiếp theo (2015). Trong giai đoạn đánh giá kết quả, bản đồ thảm phủ dự tính được so sánh với bản đồ thảm phủ kiểm chứng bằng hệ số Kappa. Nếu kết quả đánh giá chỉ ra rằng một mức độ đồng thuận không đạt yêu cầu, các yếu tố ảnh hưởng đã được đánh trọng số và các ràng buộc sẽ được xem xét lại. Ngược lại thì mô hình đã sẵn sàng để dự tính thảm phủ trong tương lai.

3. Kết quả mô phỏng

3.1. Phân loại thảm phủ

Để đánh giá một cách chính xác sự thay đổi thảm phủ từ năm 2005 đến 2015, các ảnh Landsat 5 TM và Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) và Cảm biến hồng ngoại nhiệt (TIRS) được thu thập từ trang web của Cục Khảo sát Địa chất Hoa Kỳ (USGS). Tất cả các cảnh ảnh được hiệu chỉnh về độ chính xác hình học và đưa về hệ quy chiếu WGS 1984, UTM vùng 48N.

Các ảnh được xếp chồng và phân tích bằng phần mềm ENVI, ArcGIS và được phân loại bằng cách sử dụng thuật toán hợp lý cực đại. Kết quả phân loại được trình bày trong (Hình 4).



Hình 4. Bản đồ phân loại thảm phủ lưu vực sông Cả

(a) 2005, (b) 2010, (c) 2015

Đánh giá độ chính xác đã được sử dụng để đánh giá độ chính xác của dữ liệu được phân loại. 175 mẫu thử nghiệm đã được chọn, trong đó 90 mẫu là các điểm GPS được thu thập tại thực địa, số còn lại là các điểm được chọn ngẫu nhiên từ Google Maps. Nghiên cứu đã tính toán và đánh giá chỉ số PA, UA, CA và Kappa cho dữ liệu phân loại của các năm 2005, 2010 và 2015. Kết quả được trình bày trong Bảng 3.

Bảng 3. Đánh giá độ chính xác của phân loại thảm phủ bằng chỉ số PA; UA; CA.

Lớp thảm phủ	2005		2010		2015	
	PA (%)	UA (%)	PA (%)	UA (%)	PA (%)	UA (%)
Nông nghiệp	68.40	74.28	77.77	80.00	83.33	85.71
Vùng trống	74.19	65.71	84.85	80.00	86.11	88.57
Rừng	78.38	82.86	80.00	91.43	91.67	94.29
Vùng nước	87.88	82.86	94.44	97.14	100	100
Xây dựng	77.78	80.00	93.33	80.00	93.75	85.71
Tổng thể CA (%)	77.14		85.71		90.86	
Chỉ số Kappa	0.7143		0.8214		0.8857	

Theo đó, Độ chính xác nhà sản xuất (PA) và Độ chính xác người dùng (UA) của mỗi lớp phủ đều lớn hơn 75% đối với kết quả phân loại năm 2010 và 2015. Cụ thể, riêng năm 2005, chỉ số PA của nông nghiệp chỉ đạt 68,40%, UA của đất trống chỉ đạt 65,71%, tuy nhiên, PA và UA của các lớp phủ khác vẫn đạt trên 75% trong cả 3 năm. Tổng thể Độ chính xác phân loại của dữ liệu phân loại cho các năm 2005, 2010 và

2015 lần lượt là 77,14%, 85,71%, 90,86%. Chỉ số Kappa cho kết quả phân loại năm 2005, 2010, 2015 là 0,71, 0,82, và 0,88, tương ứng. Chỉ số CA và Kappa của năm 2005 tương đối thấp hơn so với các năm khác có thể được giải thích là do dữ liệu kiểm tra được thu thập vào năm 2018 nên vẫn có sự khác biệt nhất định so với năm 2005.

3.2. Ma trận xác suất chuyển đổi, Ma trận diện tích chuyển đổi

Ma trận xác suất chuyển đổi

Ma trận xác suất chuyển đổi xác định khả năng một ô hoặc pixel sẽ chuyển đổi từ một lớp thảm phủ này sang các lớp thảm phủ khác từ thời điểm ‘t’ đến ‘t+1’. Ma trận này là kết quả của việc lập bảng so sánh chéo giữa hai ảnh thảm phủ đã được điều chỉnh sai số tỷ lệ và tạo thành một tập ảnh thể hiện xác suất chuyển đổi, mỗi ảnh đại diện cho một lớp thảm phủ (Houet & Hubert-Moy, 2006). Ma trận xác suất chuyển đổi được xây dựng từ các bản đồ thảm phủ các năm 2005 - 2010 và 2010 - 2015 bằng phần mềm ArcGIS và TerrSet (Bảng 3).

Bảng 4. Ma trận xác suất chuyển tiếp giai đoạn 2005 - 2010 và 2010 - 2015 (%)

		Nông nghiệp (%)	Đất trồng (%)	Rừng (%)	Vùng nước (%)	Xây dựng (%)
2005 - 2010	Nông nghiệp	42.98	7.14	38.58	1.76	9.54
	Đất trồng	35.74	17.35	43.15	0.39	3.37
	Rừng	22.53	5.97	70.52	0.37	0.61
	Vùng nước	24.07	0.63	7.92	63.22	4.15
	Xây dựng	18.75	3.15	5.71	1.96	70.43
2010 - 2015	Nông nghiệp	63.89	4.26	21.69	1.20	8.96
	Đất trồng	25.76	66.40	4.70	0.38	2.75
	Rừng	24.81	3.34	70.76	0.47	0.63
	Vùng nước	15.00	0	0	85.00	0
	Xây dựng	0	0	0.01	15.97	84.02

Bảng 4 cho thấy xác suất chuyển đổi của đất nông nghiệp và đất trồng cao hơn rừng, đất xây dựng và vùng nước trong giai đoạn 2005-2010. Đất xây dựng và vùng nước có rất ít khả năng chuyển thành các loại thảm phủ khác, chỉ khoảng 15% trong giai đoạn 2010-2015.

Ma trận diện tích chuyển đổi

Ma trận diện tích chuyển đổi ghi lại số ô hoặc pixel dự kiến sẽ thay đổi từ lớp thảm phủ này sang lớp thảm phủ khác trong giai đoạn tiếp theo. Ma trận này được tạo

ra bằng cách nhân các cột trong ma trận xác suất chuyển đổi với số pixel của lớp thảm phủ tương ứng được tính trong ảnh thứ 2. Kết quả của ma trận diện tích chuyển đổi được trình bày trong (Bảng 5).

Bảng 5. Ma trận diện tích chuyển đổi giai đoạn 2005-2010 và 2010-2015 (pixel)

		Nông nghiệp (pixel)	Đất trống (pixel)	Rừng (pixel)	Vùng nước (pixel)	Xây dựng (pixel)
2005 - 2010	Nông nghiệp	3,511,522	583,006	3,151,858	144,081	779,401
	Đất trống	744,148	361,252	898,504	8,171	70,201
	Rừng	4,778,388	1,265,217	14,955,883	78,376	129,558
	Vùng nước	95,896	2,527	31,554	251,882	16,539
	Xây dựng	309,583	51,943	94,306	32,381	1,162,909
2010 - 2015	Nông nghiệp	5,974,382	398,421	2,028,508	112,114	837,973
	Đất trống	579,574	1,494,112	105,851	8,601	61,880
	Rừng	4,479,663	602,590	12,778,159	84,471	114,425
	Vùng nước	81,596	0	0	462,369	0
	Xây dựng	19	56	169	358,662	1,886,814

Bảng 4 cho thấy một cái nhìn rõ ràng hơn về số lượng pixel đã thay đổi từ một lớp thảm phủ này sang lớp thảm phủ khác. Cụ thể, số lượng pixel trong lớp rừng có sự thay đổi lớn nhất trong cả hai giai đoạn, ngay sau đó là lớp nông nghiệp. Lớp ít thay đổi nhất là lớp nước.

3.3. Bản đồ tính phù hợp

Bản đồ tính phù hợp thể hiện khả năng phù hợp của mỗi một pixel thảm phủ. Chúng nằm trong khoảng từ 0 đến 255, 255 tương ứng với khả năng cao nhất và 0 là thấp nhất. Mỗi bản đồ tính phù hợp được tạo ra bởi các quy tắc chuyển đổi được hình thành bởi mối liên hệ giữa các yếu tố kinh tế xã hội, sinh thái và không gian (ví dụ: đất xây dựng có xu hướng phát triển gần đường xá). Bên cạnh đó, cũng có những ràng buộc đối với từng loại lớp phủ (ví dụ: các khu vực rừng được quy hoạch để bảo tồn). Do đó, các yếu tố ảnh hưởng và ràng buộc là hai thành phần quyết định sự chuyển đổi của từng lớp phủ.

Trong nghiên cứu này, độ dốc, mô hình độ cao kỹ thuật số (DEM), khoảng cách đến sông, khoảng cách đến các đường giao thông được đặt làm các yếu tố ảnh hưởng, kết hợp cùng với các ràng buộc như: vùng nước và đất xây dựng chuyển đổi sang đất trống là không phù hợp). Các yếu tố và ràng buộc này được chọn sau khi tham khảo các nghiên cứu trước đây như (Araya & Cabral, 2010; Hadi Memarian, 2012; Halmy et al., 2015; Houet & Hubert-Moy, 2006; Ozturk, 2015; Shafizadeh Moghadam &

Helbich, 2013; Yang, Zhang, Liu, Xing, & de Sherbinin, 2017; Zabihi et al., 2015) và kiến thức của các tác giả về lĩnh vực nghiên cứu. Các ràng buộc được chuẩn hóa thành kiểu Boolean (0 và 1, đại diện cho hoàn toàn không có khả năng và có khả năng) và các yếu tố ảnh hưởng được chuẩn hóa thành thang đo mức phù hợp từ 0 (ít phù hợp nhất) đến 255 (phù hợp nhất). Để đạt được điều đó, ba loại hàm thuộc hàm mờ (hàm tuyến tính, hàm sigma, hàm dạng J) và các điểm khống chế đóng vai trò quan trọng để xác định thang đo mức phù hợp tiềm năng cho mỗi lớp phủ (Bảng 6). Loại hàm mờ và các điểm khống chế được lựa chọn dựa trên sự hiểu biết về khu vực nghiên cứu và tham vấn ý kiến chuyên gia (Ozturk, 2015). Lý thuyết tập mờ có thể được tìm thấy tại (An, Moon, & Rencz, 1991; Luo & Dimitrakopoulos, 2003; Ranjbar & Honarmand, 2004).

Bảng 6. Tiêu chuẩn hóa các nhân tố theo mô-đun mờ

Lớp	Yếu tố	Hàm	Điểm khống chế
Đất nông nghiệp Đất xây dựng	Độ dốc	Dạng J	0 độ phù hợp cao nhất
			0-20 độ phù hợp giảm dần
			> 20 độ không phù hợp
	DEM	Dạng J	0 phù hợp cao nhất
			0-350 m phù hợp giảm dần (nông nghiệp)
			0-150 m phù hợp giảm dần (xây dựng)
			>350 m không phù hợp (nông nghiệp)
Vùng nước	Khoảng cách đến sông	Sigma	>150 m không phù hợp (xây dựng)
			<1.5 km phù hợp cao nhất
			1.5-5.5 km phù hợp giảm dần
	Khoảng cách đến đường giao thông	Dạng J	>5.5 km không phù hợp
			<0.2 km phù hợp cao nhất
			0.2-5 km phù hợp giảm dần
Vùng nước	Độ dốc	Dạng J	>5 km không phù hợp
			0 độ phù hợp cao nhất
			0-15 độ phù hợp giảm dần
Vùng nước	DEM	Dạng J	>15 độ không phù hợp
			0 m phù hợp cao nhất

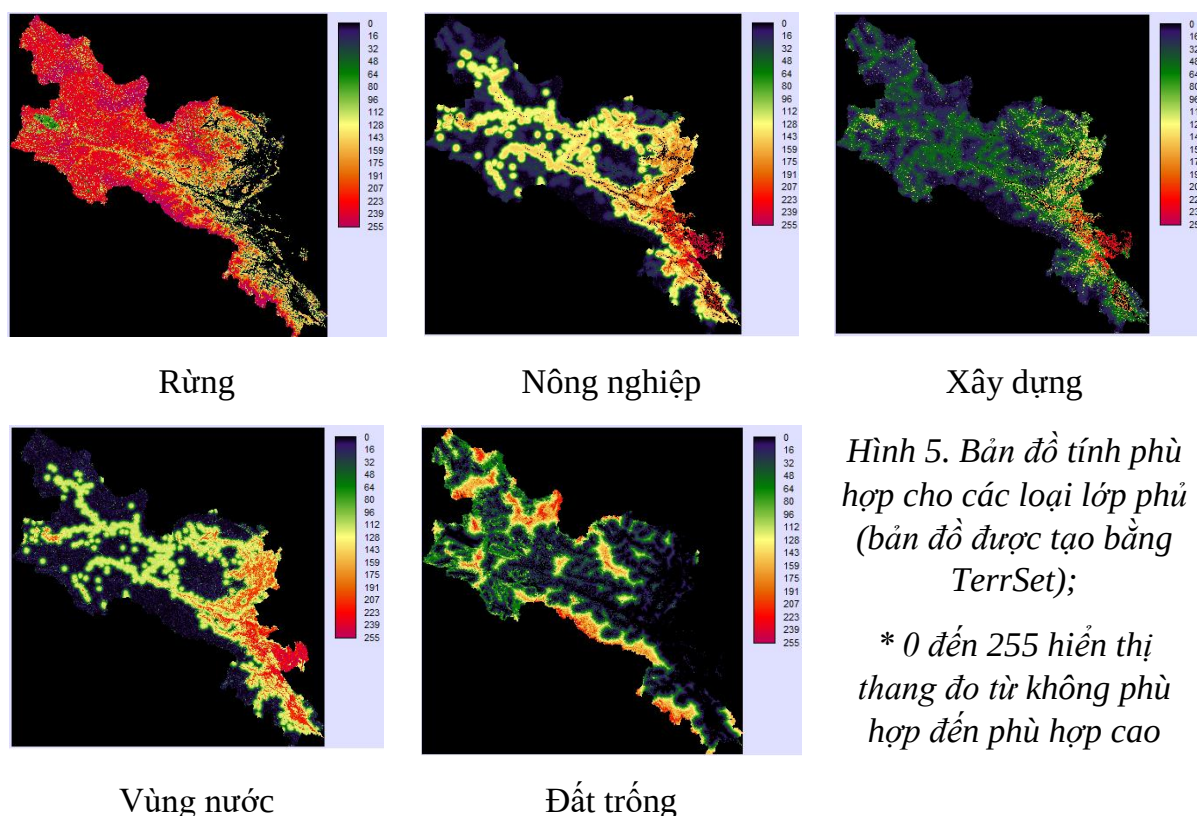
			0-300 m phù hợp giảm dần
			>300 m không phù hợp
	Khoảng cách đến sông	Sigma	<1 km phù hợp cao nhất
			1-5 km phù hợp giảm dần
			>5 km không phù hợp
	Độ dốc	Sigma	<5 độ không phù hợp (Rừng)
			<20 độ không phù hợp (Đất trống)
			5-18 độ phù hợp tăng dần (Rừng)
			20-40 độ phù hợp tăng dần (Đất trống)
			>18 độ phù hợp cao nhất (Rừng)
			>40 độ phù hợp cao nhất (Đất trống)
	Đất rừng Đất trống	DEM	<150 m không phù hợp (Rừng)
			<1300 m không phù hợp (Đất trống)
			150-700 m phù hợp tăng dần (Rừng)
			1300-1700 m phù hợp tăng dần (Đất trống)
			>700 m phù hợp cao nhất (Rừng)
			>1700 m không phù hợp (Đất trống)
	Khoảng cách đến đường giao thông	Sigma	<1 km không phù hợp
			1-10 km phù hợp tăng dần
			>10 km phù hợp cao nhất

Theo đó, quy trình phân tích thứ bậc và so sánh theo từng cặp được áp dụng để đưa ra các trọng số tương quan với các cặp yếu tố ảnh hưởng trong đánh giá đa tiêu chí. Các trọng số được tính bằng chuỗi các so sánh theo cặp về mức độ quan trọng tương quan giữa các yếu tố ảnh hưởng về sự phù hợp của các pixel trong từng lớp phủ. Các cặp so sánh này được phân tích để tạo ra một tập các trọng số có tổng bằng 1 (Eastman, 2015). Quy trình tạo ra các trọng số đã được nghiên cứu bởi (Saaty, 1977; Saaty, 2013). Trọng số lớn hơn nghĩa là yếu tố đó quan trọng hơn (Bảng 7).

Bảng 7. Các yếu tố và trọng số tương ứng được sử dụng trong việc xây dựng bản đồ tính phù hợp

Yếu tố	Rừng	Nông nghiệp	Xây dựng	Vùng nước	Vùng trống
Độ dốc	0.5917	0.1740	0.5232	0.3874	0.1571
DEM	0.3332	0.2696	0.2976	0.1692	0.2493
Khoảng cách đến đường chính	0.0751	0.0795	0.1222		0.5936
Khoảng cách đến sông		0.4768	0.0570	0.4434	
Tỷ lệ nhất quán	0.01	0.02	0.03	0.02	0.05

Sau đó, mô-đun Đánh giá Đa tiêu chí (Multi-Criteria Evaluation-MCE) được sử dụng để đưa ra quyết định lựa chọn giữa các khả năng có thể xảy ra. Thông qua MCE, các tiêu chí được kết hợp bằng phương pháp kết hợp tuyến tính có trọng số (Weighted Linear Combination-WLC) nhằm đưa các tập hợp tiêu chí thành bản đồ tính phù hợp. Phương pháp WLC có tính đến các yếu tố ảnh hưởng có trọng số và cả các ràng buộc bằng toán tử logic AND. Phép nhân giữa chúng cho kết quả là bản đồ tính phù hợp cho từng lớp phủ cụ thể (Hình 5).



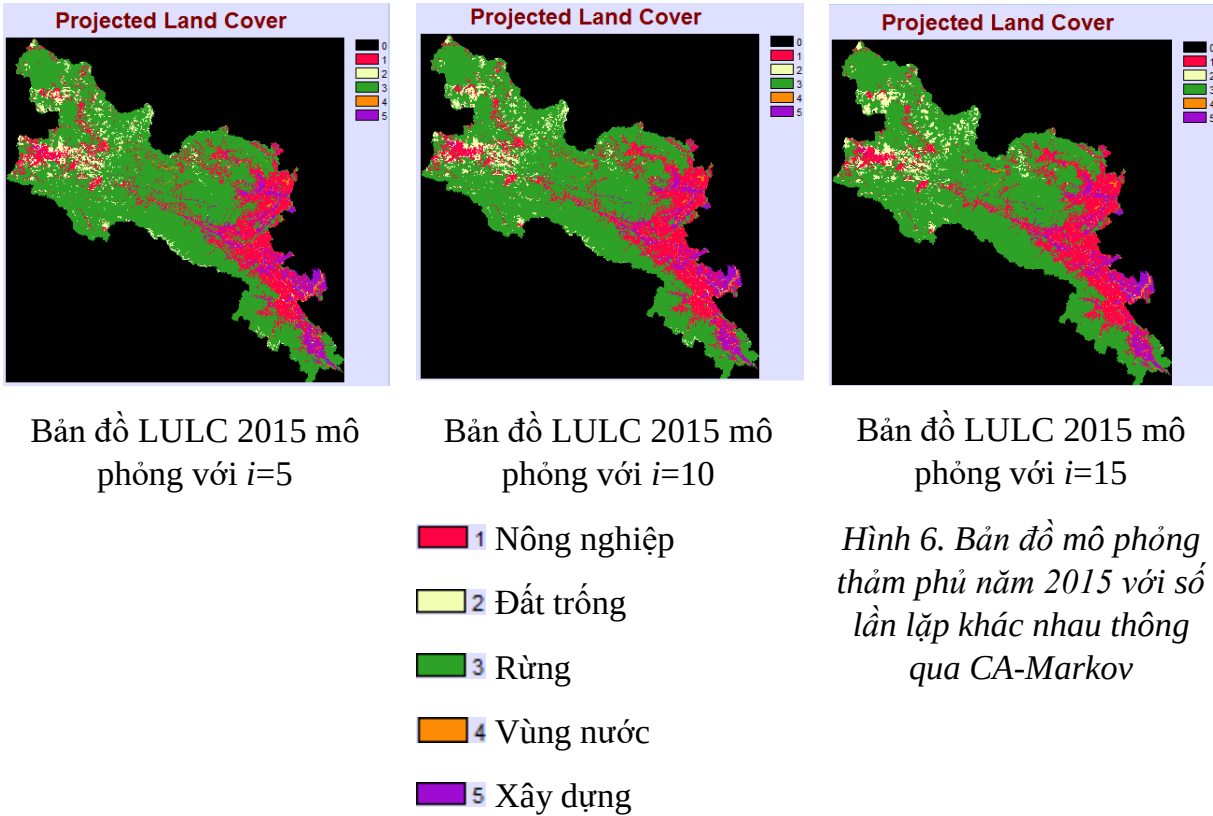
Hình 5. Bản đồ tính phù hợp cho các loại lớp phủ (bản đồ được tạo bằng TerrSet);

* 0 đến 255 hiển thị thang đo từ không phù hợp đến phù hợp cao

3.4. Mô phỏng thảm phủ năm 2015

Mô hình tích hợp giữa mô hình Cellular Automata và mô hình Markov có thể dự tính các biến đổi thảm phủ giữa hai khoảng thời gian. Do đó, các xác suất chuyển đổi trong giai đoạn 2005-2010 cùng với thảm phủ cơ sở 2010 đã được sử dụng để mô

phỏng thăm phủ vào năm 2015. Mỗi pixel được gán cho một lớp phủ trong tương lai dựa theo mức độ phù hợp của nó được quy định trong bản đồ tính phù hợp. Số lần lặp lại i cũng là số bước thời gian sẽ được sử dụng trong mô hình. Việc chọn con số này cũng là một trong những yếu tố sẽ ảnh hưởng đến kết quả dự tính của mô hình. Với mục đích đạt được các tham số tối ưu, số lần lặp đã được kiểm tra trong nghiên cứu của (Arsanjani, Kainz, & Mousivand, 2011). Do đó, số lần lặp lại được lựa chọn trong nghiên cứu là 5, 10 và 15 (Hình 6).



Hình 6. Bản đồ mô phỏng thăm phủ năm 2015 với số lần lặp khác nhau thông qua CA-Markov

3.5. Kiểm định mô hình

Kiểm định mô hình luôn là một phần quan trọng để xác minh và kiểm tra độ chính xác của một mô hình. Tuy nhiên, không có tiêu chí cố định để đánh giá mức thi hành hệ thống của các mô hình biến động thăm phủ đất (Pontius, 2000). Để định lượng khả năng của mô hình, chúng ta cần so sánh kết quả dự tính từ mô hình với bản đồ tương tự và đáng tin cậy sử dụng hệ số Kappa (Cohen, 1960). Nhưng (Pontius Jr, 2002; Pontius, 2000) đã chứng minh rằng hệ số Kappa tiêu chuẩn (Cohen's Kappa) hầu như không cung cấp thông tin hữu ích gì vì nó nhầm lẫn giữa lỗi định lượng và lỗi vị trí. Do đó, ngoài Kappa tiêu chuẩn (Kstandard), các thành phần khác nhau của hệ số Kappa bao gồm Kappa cho không có thông tin (Kno), Kappa cho vị trí ô lưới (Klocation) và Kappa cho vị trí tầng lớp (KlocationStrata) đã được sử dụng để bổ sung cho những thiếu sót này (Pontius, 2000). Tóm lại, bản đồ mô phỏng thăm phủ 2015 đã được xác thực với bản đồ thăm phủ 2015 đã phân loại và kiểm chứng, và kết quả được thể hiện dưới đây (Bảng 7).

Bảng 7. Thống kê Kappa cho các mô phỏng dựa trên dữ liệu kiểm chứng (2015)

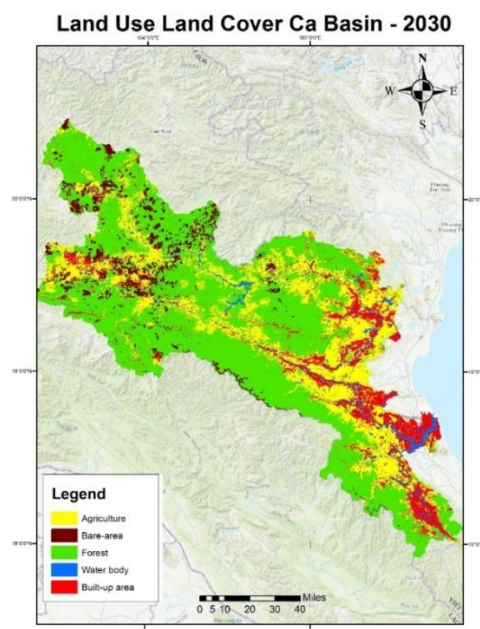
Chỉ số Kappa	2015 LULC ($i = 5$)	2015 LULC ($i = 10$)	2015 LULC ($i = 20$)
--------------	-----------------------	------------------------	------------------------

K_{no}	0.9507	0.9349	0.9119
$K_{location}$	0.9178	0.8887	0.8451
$K_{locationStrata}$	0.9178	0.8887	0.8451
$K_{standard}$	0.9156	0.8865	0.8420

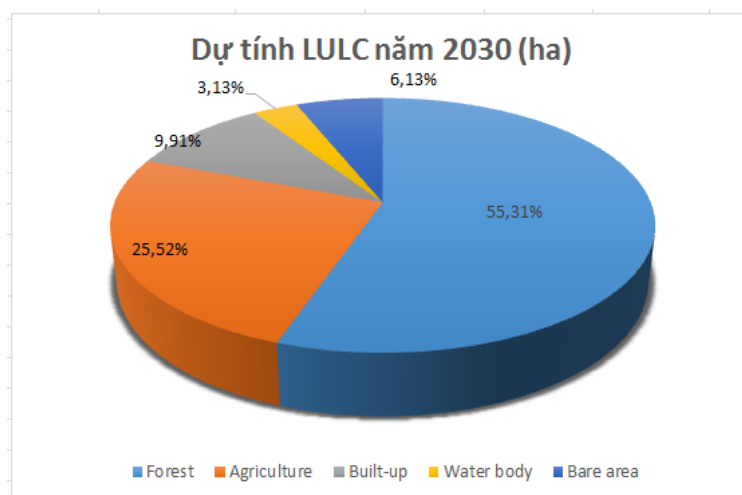
(Kirppendorff, 1989) cho rằng các mối liên hệ giữa hai biến có $K < 0,7$ thường là không đủ độ tin cậy, và theo phân tích của các nhà nghiên cứu thì $K > 0,8$ được đánh giá là mô hình có độ tin cậy tốt, còn với khoảng $0,67 < K < 0,8$ cho phép các nhà nghiên cứu có thể đưa ra kết luận thí nghiệm. Theo đó, có thể thấy mô hình mô phỏng đã cho kết quả có độ tin cậy tốt, và mô hình đã hiệu chỉnh có thể được áp dụng để dự đoán các loại bản đồ trong tương lai như thảm phủ năm 2030.

3.6. Dự tính thảm phủ năm 2030

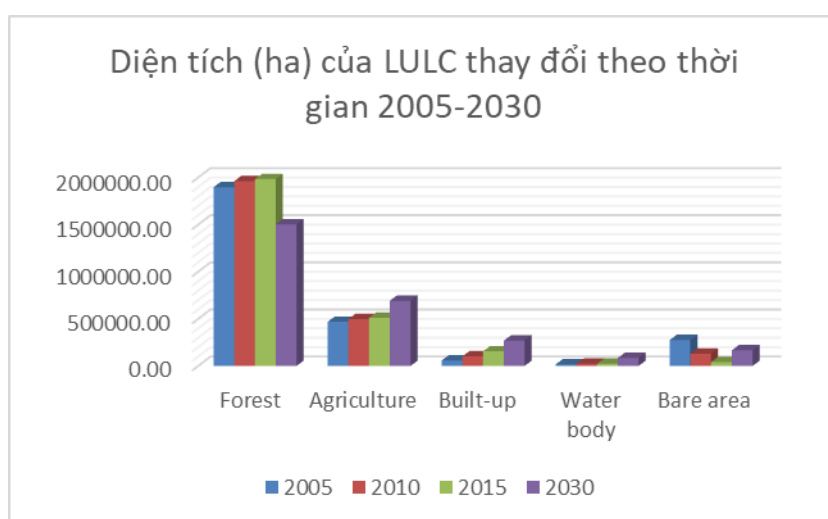
Sau khi hiệu chuẩn, mô hình CA-Markov đã chứng minh được tính khả thi trong việc thực hiện các mô phỏng thảm phủ trong tương lai. Do đó, mô hình này tiếp tục được sử dụng với các thông số đã được kiểm chứng trong điều kiện khu vực nghiên cứu - lưu vực sông Cả (các yếu tố ảnh hưởng cùng với trọng số của nó, các ràng buộc, số lần lặp lại, v.v). Tuy nhiên, sự khác biệt là dữ liệu đầu vào: 1) bản đồ thảm phủ thành lập từ ảnh viễn thám cho giai đoạn 2010-2015 được sử dụng để dự tính thảm phủ năm 2030; 2) các thành phần tạo ra các yếu tố ảnh hưởng như đường giao thông, sông được cập nhật tới năm 2015. Bản đồ thảm phủ dự tính cho năm 2030 được thể hiện trong Hình 7.



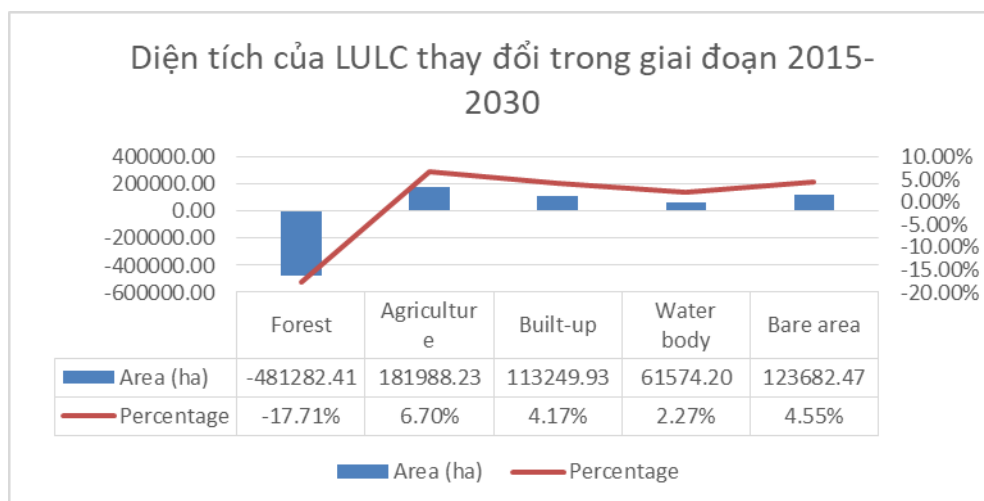
Hình 7. Bản đồ thảm phủ dự tính cho năm 2030



Hình 8. Diện tích (ha) và tỷ lệ phân bố (%) cho từng lớp thảm phủ vào năm 2030



a)



b)

Hình 9. Lượng thay đổi dự tính từ a) 2005 đến 2030; b) 2015 đến 2030

Hình 7 thể hiện sự phân bố không gian của từng lớp thảm phủ vào năm 2030 mà mô hình CA-Markov dự tính. Hình 8 thể hiện định lượng về số diện tích của từng

loại đất: rừng, đất nông nghiệp, đất xây dựng, mặt nước, diện tích đất trồng tương ứng với 55%, 26%, 10%, 3%, 6% tổng diện tích đất vào năm 2030 Chúng ta cũng có thể dễ dàng nhận thấy sự gia tăng diện tích đất trồng ở vùng cao phía Tây vào năm 2030 so với những năm trước. Ngoài ra, diện tích rừng được dự báo sẽ giảm mạnh, đặc biệt là các khu vực gần đất nông nghiệp và đất xây dựng. Đất nông nghiệp năm 2030 tăng so với năm 2005 (Hình 9a). Đặc biệt, trong Hình 9b, đất trồng tăng 4,55%, vùng nước tăng 2,27%, đất xây dựng tăng 4,17%, đất nông nghiệp tăng 6,70% từ năm 2015 đến năm 2030. Diện tích đất lâm nghiệp tăng nhẹ trong giai đoạn 2005 - 2010, nhưng những năm sau con số đó liên tục giảm, đặc biệt từ 2015 - 2030 diện tích đất lâm nghiệp giảm 17,71%. Tổng số ha dự kiến thay đổi từ năm 2015 đến năm 2030 là 96177,24 ha, bằng 35,39% tổng diện tích đất nghiên cứu.

6. Kết luận

Nghiên cứu này chứng minh tính khả thi của phương pháp chuỗi Markov và Cellular Automata để lập mô hình mô phỏng biến động thảm phủ ở lưu vực sông Cả. Quá trình nghiên cứu cũng đã làm rõ các phương pháp kiểm chứng và đánh giá mô hình, từ đó đưa ra mô hình hiệu chỉnh với các thông số phù hợp với điều kiện của khu vực nghiên cứu. Kết quả xác nhận với hệ số Kappa cho thấy sự thống nhất chặt chẽ giữa bản đồ thảm phủ thành lập từ ảnh viễn thám và mô phỏng cũng cho thấy rằng mô hình có độ tin cậy tốt.

Kết quả của nghiên cứu này cho thấy rằng thảm phủ trên lưu vực sông Cả đã, đang và sẽ tiếp tục thay đổi. Đặc biệt, đến năm 2030 diện tích đất rừng giảm dần và chuyển sang các loại đất khác như đất nông nghiệp, đất xây dựng, đất trồng. Điều này cũng phản ánh chính xác các xu hướng phát triển kinh tế - xã hội hiện nay: đô thị hóa, mở rộng đất nông nghiệp, phá rừng,... Sự thay đổi sẽ làm tăng áp lực lên các yếu tố tự nhiên khác như hiện trạng đất, nguồn nước ở khu vực này. Điều này vẫn còn cần nghiên cứu thêm, nhưng biết được các con số định lượng cụ thể của khu vực và loại thảm phủ thay đổi sẽ hỗ trợ rất nhiều trong quá trình đánh giá tác động của thảm phủ đối với các yếu tố tự nhiên khác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Agarwal, C., Green, G. M., Grove, J. M., Evans, T. P., & Schweik, C. M. (2002). A review and assessment of land-use change models: dynamics of space, time, and human choice. *Gen. Tech. Rep. NE-297*. Newton Square, PA: US Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Research Station. 61 p., 297.
2. Ahmed, B., Ahmed, R., & Zhu, X. (2013). Evaluation of model validation techniques in land cover dynamics. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 2(3), 577-597.
3. Al-shalabi, M., Billa, L., Pradhan, B., Mansor, S., & Al-Sharif, A. A. (2013). Modelling urban growth evolution and land-use changes using GIS based cellular automata and SLEUTH models: the case of Sana'a metropolitan city, Yemen. *Environmental earth sciences*, 70(1), 425-437.
4. Al-sharif, A. A., & Pradhan, B. (2014). Monitoring and predicting land use change in Tripoli Metropolitan City using an integrated Markov chain and cellular automata models in GIS. *Arabian journal of geosciences*, 7(10), 4291-4301.

5. An, P., Moon, W., & Rencz, A. (1991). Integration of geological, geophysical, and remote sensing data using fuzzy set theory. *Canadian Journal of Exploration Geophysics*, 27(1), 1-11.
6. Anderson, J. R. (1976). *A land use and land cover classification system for use with remote sensor data* (Vol. 964): US Government Printing Office.
7. Araya, Y. H., & Cabral, P. (2010). Analysis and modeling of urban land cover change in Setúbal and Sesimbra, Portugal. *Remote Sensing*, 2(6), 1549-1563.
8. Aronoff, S. (1982). Classification accuracy: a user approach. *Photogrammetric engineering and remote sensing*, 48(8), 1299-1307.
9. Aronoff, S. (1985). The minimum accuracy value as an index of classification accuracy. *Photogrammetric engineering and remote sensing*, 51(1), 99-111.
10. Arsanjani, J. J., Kainz, W., & Mousivand, A. J. (2011). Tracking dynamic land-use change using spatially explicit Markov Chain based on cellular automata: the case of Tehran. *International Journal of Image and Data Fusion*, 2(4), 329-345. doi:10.1080/19479832.2011.605397
11. ASTER-GDEM. (October 2011). *ASTER GDEM 2 README*.
12. Balzter, H., Braun, P. W., & Köhler, W. (1998). Cellular automata models for vegetation dynamics. *Ecological modelling*, 107(2-3), 113-125.
13. Barsi, J. A., Lee, K., Kvaran, G., Markham, B. L., & Pedelty, J. A. (2014). The spectral response of the Landsat-8 operational land imager. *Remote Sensing*, 6(10), 10232-10251.
14. Campbell, J. B., & Wynne, R. H. (2011). *Introduction to remote sensing*: Guilford Press.
15. Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and psychological measurement*, 20(1), 37-46.
16. Corner, R. J., Dewan, A. M., & Chakma, S. (2014). Monitoring and prediction of land-use and land-cover (LULC) change. In *Dhaka megacity* (pp. 75-97): Springer.
17. D BEHERA, M., Borate, S. N., Panda, S. N., Behera, P. R., & Roy, P. S. (2012). Modelling and analyzing the watershed dynamics using Cellular Automata (CA)–Markov model–A geo-information based approach. *Journal of earth system science*, 121(4), 1011-1024.
18. Eastman, J. R. (2015). TerrSet manual. Accessed in TerrSet version, 18, 1-390.
19. Foody, G. M. (2002). Status of land cover classification accuracy assessment. *Remote sensing of Environment*, 80(1), 185-201.
20. Foody, G. M., Campbell, N., Trodd, N., & Wood, T. (1992). Derivation and applications of probabilistic measures of class membership from the maximum-likelihood classification. *Photogrammetric engineering and remote sensing*, 58(9), 1335-1341.
21. Giang, P. T. (2014). *Nghiên cứu đặc trưng lũ phục vụ cảnh báo ngập lụt hạ lưu lưu vực sông Lam*. (Master Thesis), Hanoi University of Science - Viet Nam National University, Hanoi University of Science - Viet Nam National University.
22. Guan, D., Li, H., Inohae, T., Su, W., Nagaie, T., & Hokao, K. (2011). Modeling urban land use change by the integration of cellular automaton and Markov model. *Ecological modelling*, 222(20-22), 3761-3772.

23. Hadi Memarian, S. K. B., Jamal Bin Talib, Christopher Teh Boon Sung, Alias Mohd Sood, Karim Abbaspour. (2012). Validation of CA-Markov for Simulation of Land Use and Cover change in the Langat Basin, Malaysia. *Journal of Geographic Information System*, 4, 13. doi:10.4236/jgis.2012.46059
24. Halmy, M. W. A., Gessler, P. E., Hicke, J. A., & Salem, B. B. (2015). Land use/land cover change detection and prediction in the north-western coastal desert of Egypt using Markov-CA. *Applied geography*, 63, 101-112.
25. Houet, T., & Hubert-Moy, L. (2006). Modeling and projecting land-use and land-cover changes with Cellular Automaton in considering landscape trajectories. *EARSeL eProceedings*, 5(1), 63-76.
26. Jayawardena, A., Takahasi, Y., Tachikawa, Y., & Takeuchi, K. (2012). *Catalogue of Rivers for Southeast Asia and the Pacific - Volume 6: UNESCO-IHP Regional Steering Committee for Southeast Asia and the Pacific*.
27. Kabat, P. (1999). The role of biospheric feedbacks in the hydrological cycle; the IGBP-BAHC special issue. *Global Change Newsletter*, 39, 1-3.
28. Kalkhan, M. A., Reich, R. M., & Czaplewski, R. L. (1995). *Statistical properties of five indices in assessing the accuracy of remotely sensed data using simple random sampling*. Paper presented at the Proceedings ACSM/ASPRS Annual Convention and Exposition.
29. Kirppendorff, K. (1989). Content analysis: An introduction to its methodology. *Beverly Hills: Sage*.
30. Koukoulas, S., & Blackburn, G. A. (2001). Introducing new indices for accuracy evaluation of classified images representing semi-natural woodland environments. *Photogrammetric engineering and remote sensing*, 67(4), 499-510.
31. Lambin, E. F. (1997). Modelling and monitoring land-cover change processes in tropical regions. *Progress in physical geography*, 21(3), 375-393.
32. López, G. G. I., Hermanns, H., & Katoen, J.-P. (2001). Beyond memoryless distributions: Model checking semi-Markov chains. In *Process Algebra and Probabilistic Methods. Performance Modelling and Verification* (pp. 57-70): Springer.
33. Lu, Q., Chang, N.-B., Joyce, J., Chen, A. S., Savic, D. A., Djordjevic, S., & Fu, G. (2018). Exploring the potential climate change impact on urban growth in London by a cellular automata-based Markov chain model. *Computers, Environment and Urban Systems*, 68, 121-132. doi:10.1016/j.compenvurbsys.2017.11.006
34. Lucas, I., Janssen, F., & van der Wel, F. J. (1994). Accuracy assessment of satellite derived landcover data: A review. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 60(4), 479-426.
35. Luo, X., & Dimitrakopoulos, R. (2003). Data-driven fuzzy analysis in quantitative mineral resource assessment. *Computers & Geosciences*, 29(1), 3-13.
36. Ly, N. T. K. (2017). *Đặc điểm lũ lụt lưu vực sông Lam*. Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội,
37. Manandhar, R., Odeh, I. O., & Ancev, T. (2009). Improving the accuracy of land use and land cover classification of Landsat data using post-classification enhancement. *Remote Sensing*, 1(3), 330-344.

38. Moreno, N., Wang, F., & Marceau, D. J. (2009). Implementation of a dynamic neighborhood in a land-use vector-based cellular automata model. *Computers, Environment and Urban Systems*, 33(1), 44-54.
39. Olivera, F., Valenzuela, M., Srinivasan, R., Choi, J., Cho, H., Koka, S., & Agrawal, A. (2006). ARCGIS-SWAT: A GEODATA MODEL AND GIS INTERFACE FOR SWAT 1. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 42(2), 295-309.
40. Overmars, K. d., De Koning, G., & Veldkamp, A. (2003). Spatial autocorrelation in multi-scale land use models. *Ecological modelling*, 164(2-3), 257-270.
41. Ozturk, D. (2015). Urban growth simulation of Atakum (Samsun, Turkey) using cellular automata-Markov chain and multi-layer perceptron-Markov chain models. *Remote Sensing*, 7(5), 5918-5950.
42. Pontius Jr, R. G. (2002). Statistical methods to partition effects of quantity and location during comparison of categorical maps at multiple resolutions. *Photogrammetric engineering and remote sensing*, 68(10), 1041-1050.
43. Pontius, R. G. (2000). Quantification error versus location error in comparison of categorical maps. *Photogrammetric engineering and remote sensing*, 66(8), 1011-1016.
44. Ranjbar, H., & Honarmand, M. (2004). Integration and analysis of airborne geophysical and ETM+ data for exploration of porphyry type deposits in the Central Iranian Volcanic Belt using fuzzy classification. *International journal of remote sensing*, 25(21), 4729-4741.
45. Rogan, J., & Chen, D. (2004). Remote sensing technology for mapping and monitoring land-cover and land-use change. *Progress in planning*, 61(4), 301-325.
46. Saaty, T. L. (1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of mathematical psychology*, 15(3), 234-281.
47. Saaty, T. L. (2013). Analytic hierarchy process. In *Encyclopedia of operations research and management science* (pp. 52-64): Springer.
48. Sciences, N. R. C. C. o. G. C. i. E. (2001). *Grand challenges in environmental sciences*: National Academy Press.
49. Shafizadeh Moghadam, H., & Helbich, M. (2013). Spatiotemporal urbanization processes in the megacity of Mumbai, India: A Markov chains-cellular automata urban growth model. *Applied geography*, 40, 140-149. doi:10.1016/j.apgeog.2013.01.009
50. Smits, P., Dellepiane, S., & Schowengerdt, R. (1999). Quality assessment of image classification algorithms for land-cover mapping: a review and a proposal for a cost-based approach. *International journal of remote sensing*, 20(8), 1461-1486.
51. Story, M., & Congalton, R. G. (1986). Accuracy assessment: a user's perspective. *Photogrammetric engineering and remote sensing*, 52(3), 397-399.
52. Strahler, A. H. (1980). The use of prior probabilities in maximum likelihood classification of remotely sensed data. *Remote sensing of Environment*, 10(2), 135-163.
53. Tùng, H. T., Cát, V. M., Ranzi, R., & Hoa, T. T. (2010). Nghiên cứu dự báo lũ trung hạn lưu vực sông Cả. *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường*, 28.
54. Turner, B. L., Lambin, E. F., & Reenberg, A. (2007). The emergence of land change science for global environmental change and sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(52), 20666-20671.

55. USGS. (2018). Landsat Data Archive. Retrieved from <https://earthexplorer.usgs.gov/>
56. Veldkamp, A., & Lambin, E. F. (2001). Predicting land-use change. In: Elsevier.
57. Yang, Y., Zhang, S., Liu, Y., Xing, X., & de Sherbinin, A. (2017). Analyzing historical land use changes using a Historical Land Use Reconstruction Model: a case study in Zhenlai County, northeastern China. *Sci Rep*, 7, 41275. doi:10.1038/srep41275
58. Zabihi, H., Ahmad, A., Vogeler, I., Said, M. N., Golmohammadi, M., Golein, B., & Nilashi, M. (2015). Land suitability procedure for sustainable citrus planning using the application of the analytical network process approach and GIS. *Computers and Electronics in Agriculture*, 117, 114-126.

SPATIAL AND TEMPORAL MODELING OF LAND USE/LAND COVER CHANGE AT THE CA RIVER BASIN USING MARKOV CHAIN AND CELLULAR AUTOMATA APPROACH

Nguyen Thanh Bang¹, Bui Tien Dieu², Tran Dang Hung¹

⁽¹⁾ Vietnam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate change

⁽²⁾ University College of Southeast Norway

Abstract

Simulation of Land use/Land cover (LULC) change has been conducted extensively in the past with varying techniques and methodologies with Markov Chain incorporating Cellular Automata approach among those. The Markov-Cellular Automata (Markov_CA) model has been applied worldwide, however, model parameter calibration is site specific. In Viet Nam, research on LULC change a pressing issue given the rapid socio-economic development. Research on LULC change is a necessary starting point for impact assessment on water resources, land resources, ecosystems, environment, etc. However, what we lack is a method for modeling our insights to simulate LULC fluctuations and to project future LULC. Therefore, this article offers a way to combine known problems to produce a new result. The change of LULC for the period 2005-2015 will be simulated and will result in a prediction of the LULC of 2030. In addition, the calibrated Markov_CA model adapted to the study area will also be a valuable reference for employ in similar areas. Finally, the expected results and the calibrated model are validated by Kappa coefficient and provide a good level of agreement.

GIỚI THIỆU MỘT SỐ CÔNG CỤ KINH TẾ ỨNG DỤNG TRONG QUẢN LÝ PHÁT THẢI KHÍ NHÀ KÍNH TẠI VIỆT NAM

**Lê Ánh Ngọc, Nguyễn Văn Hồng, Trần Diệu Trang,
Nghiêm Thị Huyền Trang**

Phân viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Tóm tắt:

Bài báo giới thiệu một số công cụ kinh tế quản lý phát thải khí nhà kính bao gồm công cụ tạo nguồn thu, công cụ tạo lập thị trường. Áp dụng phương pháp SWOT để phân tích các công cụ kinh tế ứng dụng trong quản lý phát thải khí nhà kính tại Việt Nam. Đối với công cụ tạo nguồn thu, thuế bảo vệ môi trường hiện áp dụng đối với việc sản xuất và nhập khẩu một số hàng hóa được xem có hại với môi trường, đặc biệt là dầu hỏa và than đá. Dự thảo Luật thuế Bảo vệ môi trường đang đề xuất tăng mức thuế của xăng, dầu, mỡ nhờn và HCFC, túi nylon thuộc diện chịu thuế. Đối với phí bảo vệ môi trường, Việt Nam đã có phí đối với nước thải, khai thác khoáng sản nhưng phí đối với khí thải chưa có quy định cụ thể hướng dẫn chi tiết về các thủ tục, phương thức đăng ký và kiểm kê khí thải. Đối với công cụ tạo lập thị trường bao gồm cơ chế Phát triển sạch (CDM), cơ chế tín chỉ chung (JCM). Đến tháng 7/2017, Việt Nam có 255 dự án CDM và 10 chương trình hoạt động CDM (PoA) được đăng ký với ước tính tổng lượng giảm phát thải KNK là 19.653.872 tấn CO₂. Bên cạnh đó, 14 dự án JCM được đăng ký với tiềm năng giảm phát thải khí nhà kính đạt 15.996 tCO₂ tương đương/năm.

Từ khóa: Phát thải khí nhà kính, công cụ kinh tế

1. Giới thiệu

Các công cụ kinh tế trong quản lý bảo vệ môi trường là cách tiếp cận chính sách được xây dựng dựa trên nền tảng các quy luật kinh tế thị trường, tác động đến chi phí và lợi ích trong hoạt động của tổ chức kinh tế nhằm tạo ra hành vi ứng xử của nhà sản xuất có lợi cho môi trường.

Công cụ kinh tế được sử dụng nhằm hai mục đích chính: (1) điều chỉnh hành vi của các nhà sản xuất và người tiêu dùng; (2) tạo nguồn tài chính cho ngân sách và/hoặc cho việc cung cấp các hàng hoá/ dịch vụ môi trường

Công cụ kinh tế gồm ba nhóm chính:

- Nhóm công cụ tạo nguồn thu như thuế, phí môi trường, quỹ môi trường...
- Nhóm công cụ tạo lập thị trường: giấy phép xả thải có thể chuyển nhượng (cota ô nhiễm), chi trả dịch vụ môi trường...
- Nhóm công cụ nhằm nâng cao trách nhiệm xã hội: ký quỹ môi trường, nhãn sinh thái...

Các nhóm công cụ kinh tế đã được áp dụng hiệu quả nhằm quản lý phát thải khí nhà kính ở một số nước phát triển và đang phát triển trên thế giới:

a. Đối với nhóm công cụ tạo nguồn thu

- Thuế carbon

Tại châu Âu, một số quốc gia như: Đan Mạch, Phần Lan, Đức, Ý, Hà Lan, Na Uy, Thụy Điển, Thụy Sĩ và Vương quốc Anh đã áp dụng thuế năng lượng, hoặc thuế năng lượng một phần dựa trên hàm lượng carbon.

Năm 2010, Ủy ban châu Âu đã cân nhắc áp dụng thuế tối thiểu đối với các giấy phép ô nhiễm được mua theo “Chương trình giao dịch GHG của Liên minh châu Âu (EU ETS)”, trong đó đề xuất thuế mới được tính theo hàm lượng carbon thay vì khối lượng CO₂. Theo đề xuất mới này, mức thuế tối thiểu cho mỗi tấn khí thải CO₂ dao động từ 4 đến 30€.

Năm 2019 đã mang lại những tín hiệu tích cực về quá trình chuyển dịch năng lượng tại EU. Sản lượng điện than trong khối đã giảm 24% năm 2019. Điều này dẫn đến lượng khí CO₂ của ngành điện giảm kỷ lục 120 Mt, tương đương với -12% so với phát thải năm 2018. Sản lượng điện từ năng lượng tái tạo đạt kỷ lục mới, chiếm 35% tổng sản lượng điện toàn khối, trong đó năm 2019 sản lượng điện gió và mặt trời nhiều hơn điện than, đóng góp 18% tổng sản lượng điện [10].

Tại Pháp, Thuế carbon có hiệu lực vào ngày 01/4/2014, với mức thuế suất là 7 EUR (8 USD)/tấn CO₂, tăng lên 24 EUR (27 USD)/tấn vào năm 2016. Ngày 22/7/2015, Pháp chính thức thông qua Luật Năng lượng hướng tới tăng trưởng xanh, bổ sung mức thuế carbon cho năm 2020 và 2030 lần lượt là 56 EUR (62 USD)/tấn vào và 100 EUR/tấn (110 USD/tấn) [18], [20].

Đối với các quốc gia tại Châu Á như Hàn Quốc, quy định 8% lượng khí thải carbon từ sử dụng năng lượng không phải nộp thuế, còn 92% phải đối mặt với mức thuế bằng hoặc trên 5.55USD/tấn CO₂, trong đó 16% phải đối mặt với mức giá bằng, hoặc trên 33 USD/tấn CO₂ [13].

- Thuế và phí Bảo vệ môi trường

Theo Cục Bảo vệ môi trường tại Thụy Điển, hàng năm có khoảng 7 tỷ euro từ thuế, phí liên quan đến môi trường trong đó 95% từ ngành Vận tải và ngành Năng lượng, thuế nguồn năng lượng...Thuế môi trường chiếm khoảng 3% GDP của Thụy Điển [5].

Tại Singapore, giá phí ô nhiễm đánh vào nhu cầu oxi sinh hóa (BOD) và tổng chất rắn lơ lửng (TSS) áp dụng với tất cả các cơ sở công nghiệp. Lượng BOD và TSS cho phép được thải vào hệ thống công cộng là 400mg/lít [5].

Riêng tại Trung Quốc 100 mức phí đánh vào các nguồn gây ô nhiễm đối với nước thải, khí thải, phế thải, tiếng ồn và các loại khác. Mức phí ô nhiễm được căn cứ vào lượng và nồng độ của các chất thải ra môi trường [5].

- b. Đối với nhóm công cụ tạo lập thị trường*

- Hệ thống giao dịch phát thải

Từ tháng 10/2011-7/2015, sau thời gian tham gia vào CDM, Trung Quốc thực hiện thí điểm hệ thống giao dịch phát thải riêng. 57 triệu tấn carbon đã được mua bán. Địa phương tự thiết kế dựa trên một khung hợp tác ba bên: Ủy ban Phát triển và Cải cách địa phương, các đơn vị mua bán phát thải địa phương, và các chuyên gia có uy tín trong giới học thuật [14].

Tại thị trường Châu Âu, Lượng khí thải CO₂ trong ngành điện đã giảm 12%, tương đương 120 triệu tấn, vào năm 2019. Tổng phát thải của EU ETS đã giảm 8%, từ 1682 Mt CO₂ năm 2018 xuống còn 1554 Mt CO₂ vào năm 2019 và hiện thấp hơn 16% so với hạn mức phát thải. Hệ thống giao dịch phát thải ở EU đóng vai trò quan trọng

trong việc thúc đẩy quá trình giảm thuế trong các ngành như điện, EU ETS có mức phát thải giảm 1.7% mỗi năm áp dụng cho đến năm 2020 [10].

- Cơ chế phát triển sạch CDM

Brazil là quốc gia đầu tiên đưa ra ý tưởng quỹ phát triển sạch ở các cuộc đàm phán ở Kyoto và tham gia sớm trong việc xây dựng CDM. Hiện nay, Brazil là quốc gia có thị trường CDM đứng thứ 3 thế giới, tuy nhiên do chính sách năng lượng của họ thì 77% sản lượng điện của quốc gia này từ thủy điện. Cơ quan thẩm định quốc gia về CDM (DNA) của Brazil chỉ xem xét vấn đề bảo vệ môi trường của các dự án CDM mà không tập trung vào quảng cáo về CDM. Cho dù CDM không ảnh hưởng nhiều tới chính sách năng lượng chung, nhưng CDM có thể có vai trò quan trọng đối với một ngành như công nghiệp mía đường. Đối với ngành này, CDM đã hỗ trợ đưa vào công nghệ đồng phát nhiệt - điện sử dụng bã mía và buôn bán lượng điện dư xếp hạng thứ 3 về doanh thu sau các sản phẩm đường và ethanol [15].

Trung Quốc đã trở thành quốc gia hàng đầu về thị trường CDM. Các dự án CDM đã đăng ký và các chứng chỉ đã cấp ở Trung Quốc chiếm lần lượt 39,3% và 55,5% trên thế giới (Chương trình môi trường của Liên Hiệp Quốc – UNEP, 2009). Quốc gia này thu hút các nhà đầu tư và những người mua Chứng chỉ giảm phát thải nhà kính được chứng nhận (CER) với các điều kiện ưu đãi cho nhà đầu tư nước ngoài và quản lý công tốt.

- Chi trả dịch vụ môi trường

Costa Rica chi trả hàng năm cho bảo tồn rừng đạt trung bình 64 USD/ha vào năm 2006. Trồng rừng khoảng 816 USD/ha được chi cho giai đoạn 10 năm [12].

Tại Mexico, Chương trình Scolel Té được thành lập, nhằm mục đích tạo ra một thị trường cho ngoại cảnh tích cực của các đồn điền trồng cà phê có bóng râm. Nông dân đồng ý thực hiện các hoạt động canh tác và trồng rừng có trách nhiệm để đổi lấy khoản tiền bù đắp carbon. Nguồn vốn cho Fondo BioClimatico đến từ việc bán Giảm phát thải tự nguyện (VERs) cho các nhóm tư nhân với mức giá \$13/tấn carbon [12].

- c. *Nhóm công cụ nhằm nâng cao trách nhiệm xã hội*

- Nhân sinh thái

Tại Liên minh Châu Âu có khoảng 21 mặt hàng tiêu dùng sử dụng nhãn hiệu sinh thái: máy tính, ti vi, du lịch...

Nhãn sinh thái được phát triển rộng rãi ở Mỹ, Green Seal đã cấp nhãn sinh thái cho khoảng 234 sản phẩm thuộc trên 50 loại nhóm sản phẩm: sơn, mực in...

Việc sử dụng các công cụ kinh tế trên ở các nước cho thấy một số tác động tích cực như các hành vi môi trường được điều chỉnh một cách tự giác, các chi phí của xã hội cho công tác bảo vệ môi trường có hiệu quả hơn, khuyến khích việc nghiên cứu triển khai kỹ thuật công nghệ có lợi cho bảo vệ môi trường, gia tăng nguồn thu nhập phục vụ cho công tác bảo vệ môi trường và cho ngân sách nhà nước, duy trì tốt giá trị môi trường của quốc gia.

Việc giảm phát thải khí nhà kính vào khí quyển được thực hiện thông qua biện pháp trực tiếp (định mức đối với lượng phát thải khí nhà kính) hoặc biện pháp gián tiếp như chính sách, quy định, biện pháp kinh tế trong đó công cụ kinh tế có vai trò

quan trọng trong điều chỉnh theo hướng tích cực, có tác dụng bắt buộc người gây ô nhiễm phải thực hiện các mục tiêu giảm phát thải bằng các phương tiện và chi phí hiệu quả, kích thích sự phát triển công nghệ mới. Mục tiêu của nghiên cứu này là giới thiệu các công cụ kinh tế trong quản lý phát thải khí nhà kính đang được áp dụng tại Việt Nam, phân tích được ưu điểm, hạn chế, tính phù hợp của từng nhóm công cụ, từ đó có những đề xuất nhằm phát huy điểm mạnh, khai thác tốt các cơ hội đồng thời khắc phục tốt những điểm yếu trong việc áp dụng công cụ kinh tế tại Việt Nam.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Khu vực nghiên cứu

Việt Nam là nước có tổng lượng phát thải thấp trên toàn cầu, cụ thể là năm 2014 chỉ phát thải khoảng 284 triệu tấn CO₂. Trong đó, năng lượng là lĩnh vực phát thải lớn nhất với 171,62 triệu tấn CO₂ tương đương. Nông nghiệp xếp thứ 2 với 89,75 triệu tấn CO₂ tương đương. Ngành công nghiệp phát thải 38,61 triệu tấn CO₂ tương đương. Riêng lĩnh vực sử dụng đất, thay đổi sử dụng đất và lâm nghiệp không phát thải đã hấp thụ được 37,54 triệu tấn CO₂ tương đương [9].

Tuy mức phát thải bình quân đầu người của Việt Nam thấp hơn Trung Quốc, Hàn Quốc và Thái Lan, song đang tăng với tốc độ nhanh hơn so với các quốc gia này. Cụ thể, mức phát thải bình quân đầu người đã tăng gần 6 lần, từ 0,3 tấn CO₂/người năm 1990 lên 1,71 tấn CO₂/người năm 2010, trong khi Trung Quốc tăng 3 lần, Hàn Quốc tăng 2,5 lần và Thái Lan tăng 2 lần [6] [17].

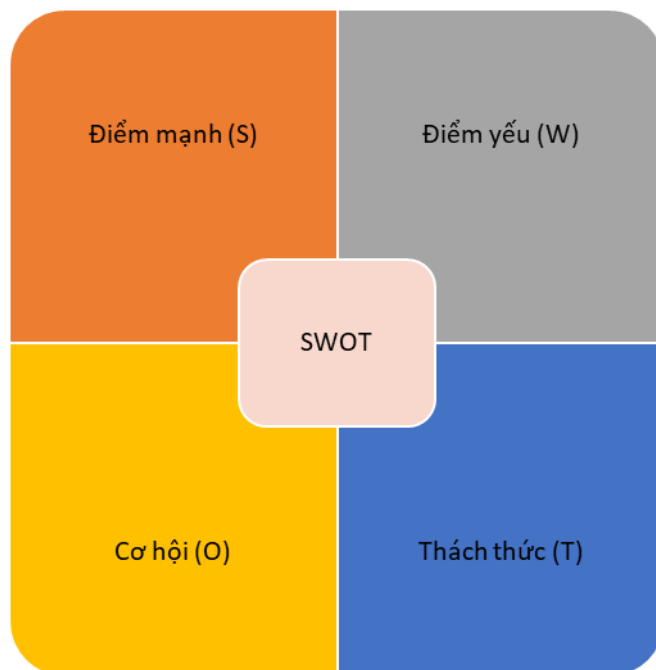
Trong nỗ lực chung toàn cầu nhằm giảm phát thải khí nhà kính, Việt Nam đã đề trình Đóng góp do quốc gia tự quyết định (NDC) cập nhật lên Ban Thư ký của Công ước khung Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu. Theo đó, bằng nguồn lực trong nước, đến năm 2030, Việt Nam sẽ giảm 9% tổng lượng phát thải khí nhà kính so với Kịch bản phát triển thông thường (BAU) quốc gia, tương đương 83,9 triệu tấn CO₂ tương đương; mức đóng góp 9% này có thể được tăng lên thành 27% so với BAU quốc gia (tương đương 250,8 triệu tấn CO₂ tương đương) khi nhận được hỗ trợ quốc tế thông qua hợp tác song phương, đa phương và các cơ chế trong khuôn khổ Thỏa thuận Paris về biến đổi khí hậu [19].

2.2. Phương pháp phân tích SWOT

Phân tích SWOT (Hình 1) được viết tắt của 4 chữ: Strengths (Điểm mạnh, ưu thế); Weaknesses (Điểm yếu, điểm khiếm khuyết); Opportunities (Cơ hội, thời cơ); Threat (Thách thức, mối đe dọa).

Mô hình phân tích SWOT do Albert Humphrey phát triển vào những năm 1960-1970. Đây là kết quả của một dự án nghiên cứu do đại học Stanford, Mỹ thực hiện. Dự án này sử dụng dữ liệu từ 500 công ty có doanh thu lớn nhất nước Mỹ (Fortune 500) nhằm tìm ra nguyên nhân thất bại trong việc lập kế hoạch của các doanh nghiệp này. Albert cùng các cộng sự của mình ban đầu đã cho ra mô hình phân tích có tên gọi SOFT: Thỏa mãn (Satisfactory) - Điều tốt trong hiện tại, Cơ hội (Opportunity) - Điều tốt trong tương lai, Lỗi (Fault) - Điều xấu trong hiện tại; Nguy cơ (Threat) - Điều xấu trong tương lai. Đến năm 1964, sau khi mô hình này được giới thiệu cho Urlick và Orr tại Zurich Thụy Sĩ, họ đã đổi F (Fault) thành W (Weakness) và SWOT ra đời từ đó. Phiên bản đầu tiên được thử nghiệm và giới thiệu đến công chúng vào năm 1966 dựa

trên công trình nghiên cứu tại tập đoàn Erie Technological. Năm 1973, SWOT được sử dụng tại J W French Ltd và thực sự phát triển từ đây. Đầu năm 2004, SWOT đã được hoàn thiện và cho thấy khả năng hữu hiệu trong việc đưa ra cũng như thống nhất các mục tiêu của tổ chức mà không cần phụ thuộc vào tư vấn hay các nguồn lực tốn kém khác.



Hình 1. Mô hình SWOT

Trong bài báo này, phương pháp SWOT được ứng dụng phân tích nhóm công cụ tạo nguồn thu và nhóm công cụ tạo lập thị trường tại Việt Nam nhằm hiểu rõ Điểm mạnh, Điểm yếu, Cơ hội và Thách thức của từng công cụ. Thông qua phân tích SWOT, chúng ta sẽ nhìn rõ mục tiêu cũng như các yếu tố trong và ngoài của thị trường có thể ảnh hưởng tích cực hoặc tiêu cực tới mục tiêu mà Việt Nam đề ra.

Áp dụng mô hình phân tích SWOT vào đối tượng công cụ kinh tế sẽ bao gồm các bước chính: (1) Xác định các nghiên cứu trên thế giới đã có các kết quả về quản lý phát thải khí nhà kính bằng công cụ kinh tế; (2) Thu thập, thống kê số liệu, phân tích tình hình áp dụng các nhóm công cụ kinh tế tại Việt Nam; (3) Phân tích các góc độ và khả năng ứng dụng các nhóm công cụ kinh tế trong điều kiện của Việt Nam.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Phân tích nhóm công cụ tạo nguồn thu tại Việt Nam

3.1.1 Thuế bảo vệ môi trường

Luật Thuế bảo vệ môi trường (2010) (BVMT) quy định khung thuế bảo vệ môi trường với mức tối thiểu tuyệt đối và mức tối đa tuyệt đối. Mức thuế suất tối thiểu tuyệt đối và mức thuế suất tối đa tuyệt đối được xác định dựa trên cơ sở mức độ ảnh hưởng có hại đến môi trường hoặc chi phí xử lý các hậu quả tiêu cực do việc sử dụng/tiêu thụ các hàng hóa được lựa chọn gây ra. Thuế bảo vệ môi trường có thể áp dụng đối với việc sản xuất và nhập khẩu một số hàng hóa được xem như là có hại với

môi trường, đặc biệt là dầu hỏa và than đá. Sản phẩm xuất khẩu được miễn trừ khỏi thuế này.

Thu ngân sách thuế bảo vệ môi trường tăng qua các năm như năm 2015: 27.616 tỉ đồng, 2016: 44.326 tỉ đồng, 2017: 45.101 tỉ đồng, 2018: 43.067 tỉ đồng. Tỷ lệ % so với tổng thu ngân sách tăng dần: 2015 (2,8%), 2016 (4,03%), 2017 (3,26%), 2018 (3,08%) [8].

Bảng 1. Biểu khung thuế [7][8].

TT	Hàng hóa	Đơn vị	Mức thuế (đồng/1 đơn vị hàng hóa) theo Luật thuế BVMT 2010	Mức thuế (đề xuất) theo dự thảo Luật thuế BVMT
I	Xăng, dầu, mỡ nhờn			
1	Xăng, trừ ethanol	Lít	1.000-4.000	3.000-8.000
2	Nhiên liệu bay	Lít	1.000-3.000	3.000-6.000
3	Dầu diesel	Lít	500-2.000	1.500-4.000
4	Dầu hỏa	Lít	300-2.000	300-2.000
5	Dầu mazut	Lít	300-2.000	900-4.000
6	Dầu nhờn	Lít	300-2.000	900-4.000
7	Mỡ nhờn	g	300-2.000	900-4.000
II.	Than đá			
1	Than nâu	Tấn	10.000-30.000	Không thay đổi
2	Than an-tra-xit (antraxit)	Tấn	20.000-50.000	Không thay đổi
3	Than mỡ	Tấn	10.000-30.000	Không thay đổi
4	Than đá khác	Tấn	10.000-30.000	Không thay đổi
III.	HCFC	Tấn	1.000-5.000	4.000-20.000
IV.	Túi nylon thuộc diện chịu thuế	Kg	30.000-50.000	40.000-200.000
V.	Thuốc diệt cỏ thuộc loại hạn chế sử dụng	Kg	500-2.000	Không thay đổi
VI.	Thuốc trừ mối thuộc loại hạn chế sử dụng	Kg	1.000-3.000	Không thay đổi
VII.	Thuốc bảo quản lâm sản thuộc loại hạn chế	Kg	1.000-3.000	Không thay đổi
VIII.	Chất khử trùng kho thuộc loại hạn chế sử dụng	Kg	1.000-3.000	Không thay đổi

Dự thảo Luật sửa đổi, bổ sung một số điều của Luật Bảo vệ môi trường đang được trình Quốc hội. Trong đó, đề xuất tăng mức thuế của mục I. Xăng, dầu, mỡ nhờn, mục III và mục IV của biểu khung thuế (Bảng 1). Theo đó, mức thuế đối với xăng trừ ethanol đề xuất ở mức 3.000-8.000 đồng (mức cũ: 1.000-4000đ), dầu diesel 1.500-4.000 đồng (mức cũ: 500-2000 đồng). Nhiều quan ngại về ảnh hưởng của ban hành thuế mới cũng như việc tăng thuế lên các hoạt động kinh tế. Vì vậy cần phải đánh giá toàn diện những tác động của tăng thuế bảo vệ môi trường đến các mặt kinh tế xã hội.

3.1.2. Phí và lệ phí môi trường

Phí là khoản thu được sử dụng để bù đắp một phần các chi phí cho công tác bảo vệ và quản lý môi trường, đồng thời đảm bảo cung cấp dịch vụ trực tiếp cho người nộp phí. Chính sách phí môi trường hiện nay ở Việt Nam bao gồm:

Phí bảo vệ môi trường đối với nước thải (Nghị định số 154/NĐ-CP ngày 16/11/2016 của Chính phủ) mục tiêu giảm thiểu ô nhiễm môi trường do nước thải gây ra, sử dụng nguồn nước sạch một cách tiết kiệm và hiệu quả đã được áp dụng từ năm 2003. Trong năm thông số ô nhiễm tính phí (Bảng 2), thủy ngân (Hg) có mức phí cao nhất (20.000.000 đồng), tiếp theo là Asen (As), Cadmium (Cd) cùng mức phí 2.000.000 đồng và Chì (Pb) ở mức 1.000.000 đồng. Hai thông số nhu cầu ô xi hóa học và tổng chất rắn lơ lửng có mức phí 2.000 đồng và 2.400 đồng tương ứng.

Bảng 2. Mức phí bảo vệ môi trường cho nước thải [3]

STT	Các thông số ô nhiễm tính phí	Mức phí (VND)
1	Nhu cầu Ô xi hóa học (COD)	2.000
2	Tổng chất rắn lơ lửng (TSS)	2.400
3	Thủy ngân (Hg)	20.000.000
4	Chì (Pb)	1.000.000
5	Asen (As)	2.000.000
6	Cadmium (Cd)	2.000.000

Số tiền phí bảo vệ môi trường đối với nước thải sau khi trừ số tiền phí được trích để lại theo quy định được nộp vào ngân sách địa phương để sử dụng cho công tác bảo vệ môi trường; bổ sung nguồn vốn hoạt động cho Quỹ bảo vệ môi trường của địa phương để sử dụng cho việc phòng ngừa, hạn chế, kiểm soát ô nhiễm môi trường do nước thải; tổ chức thực hiện các giải pháp, phương án công nghệ, kỹ thuật xử lý. Số thu phí bảo vệ môi trường đối với nước thải bao gồm nước thải sinh hoạt và nước thải công nghiệp (Bảng 3) tăng theo các năm: 1.082,1 tỉ đồng (2015), 1.287,5 (2016), 2.102,4 (2017).

Bảng 3. Số thu phí bảo vệ môi trường đối với nước thải [3]

Đơn vị: tỉ đồng

TT	Phí bảo vệ môi trường	Năm 2015	Năm 2016	Năm 2017
1	Nước thải sinh hoạt	1.016,8	1.216,1	2.016,9
2	Nước thải công nghiệp	65,3	71,4	85,5
	Tổng cộng	1.082,1	1.287,5	2.102,4

Phí bảo vệ môi trường đối với khai thác khoáng sản (Nghị định số 164/2016/NĐ-CP ngày 24/12/2016): Đây là một loại phí được thu từ các hoạt động khai thác khoáng sản. Phí áp dụng cho các loại khoáng sản: Đá, fenspat, sỏi, cát, đất, than, nước khoáng thiên nhiên, sa khoáng ti tan, các loại khoáng sản kim loại, quặng apatit, dầu thô và khí thiên nhiên... Số thu phí bảo vệ môi trường tăng theo các năm, cụ thể: 1.923,6 tỉ đồng (2015), 2.188,6 tỉ đồng (2016), 2.452,9 tỉ đồng (2017) (Bảng 4).

Nguồn thu từ phí bảo vệ môi trường đối với khai thác khoáng sản được dùng để chi cho mục đích hỗ trợ trong công tác bảo vệ, khai thác nguồn tài nguyên thiên nhiên.

Bảng 4. Số thu phí bảo vệ môi trường đối với khai thác khoáng sản [4]

Đơn vị: tỉ đồng

Phí bảo vệ môi trường	Năm 2015	Năm 2016	Năm 2017
Khai thác khoáng sản	1.923,6	2.188,6	2.452,9

Phí bảo vệ môi trường đối với khí thải: Phí bảo vệ môi trường đối với khí thải chưa có hướng dẫn chi tiết về các thủ tục, phương thức đăng ký và kiểm kê khí thải cũng như cấp Giấy phép xả khí thải.

Theo Luật số 97/2015/QH13 về phí và lệ phí, Chính phủ chịu trách nhiệm ban hành phí bảo vệ môi trường đối với khí thải. Nhiệm vụ, hoạt động bao gồm: (1) đánh giá tác động trong hoạt động giảm nhẹ phát thải khí nhà kính; (2) đánh giá tác động đến các đối tượng liên quan; đối tượng chịu phí; NSNN và tác động đến kinh tế – xã hội; (3) đánh giá tác động, mối quan hệ giữa phí và các cơ chế định giá carbon khác; (4) rà soát hệ thống thuế, phí hiện hành để tránh chồng chéo, trùng lặp các loại phí; (5) quản lý và sử dụng nguồn thu theo hướng trao thêm quyền cho chính quyền địa phương để sử dụng trực tiếp các khoản phí này.

3.1.3. Phân tích SWOT đối với nhóm công cụ tạo nguồn thu

Công cụ SWOT được áp dụng để phân tích điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội, thách thức đối với nhóm công cụ tạo nguồn thu được trình bày chi tiết tại Bảng 5 sau đây.

Bảng 5. Áp dụng SWOT phân tích nhóm công cụ tạo nguồn thu

ĐIỂM MẠNH (S-STRENGTH) - Việt Nam có mục tiêu rõ ràng trong NDC. - Khuyến khích người sản xuất thay đổi công nghệ, sản phẩm, quy trình sản xuất để giảm mức thuế phải đóng. - Việt Nam đã có kinh nghiệm thu thuế BVMT trên nhiên liệu hóa thạch như dầu, than,... - Đối với Phí BVMT, mức phí và lệ phí đưa ra thấp nên tạo được sự đồng tình của người dân và doanh nghiệp. - Tạo khoản thu để bù đắp chi phí bảo vệ môi trường.	ĐIỂM YẾU (W- WEAKNESSES) - Chưa có biện pháp mạnh mẽ đối với hành vi vi phạm. - Đầu tư hệ thống thiết bị và hệ thống quản lý giám sát, kiểm soát việc đánh thuế vào các hành vi gây ô nhiễm môi trường đòi hỏi chi phí lớn. - Phân bổ và sử dụng nguồn thu thuế chưa rõ ràng minh bạch - Đối với công cụ phí, với mức phí quá thấp nhà sản xuất sẵn sàng chấp nhận đóng phí để thải vào môi trường
CƠ HỘI (O - OPPORTUNITIES) - Khuyến khích đầu tư, khuyến khích xuất khẩu, thúc đẩy chuyển dịch cơ cấu kinh tế, phát triển sản xuất kinh doanh và chủ động hội nhập kinh tế quốc tế. - Cải tạo thuế BVMT theo hướng giảm phát thải khí nhà kính.	THÁCH THỨC (T- THREATS) - Đối tượng chịu thuế còn hạn hẹp. Luật Thuế BVMT quy định chỉ có 8 nhóm chịu thuế. - Về mức thu thuế BVMT: Mức thuế chưa hợp lý giữa các đối tượng: mức độ gây tác động xấu đến môi trường của than gầy, than mỡ, than nâu rất khác nhau nhưng lại chịu

- Đối với công cụ Phí, tạo khoản thu bù đắp các chi phí quản lý, bảo vệ, đầu tư cho môi trường và ngăn ngừa người gây ô nhiễm xả thải các chất ô nhiễm có thể xử lý được vào môi trường. - Phí BVMT là công cụ giúp các nước trên thế giới và Việt Nam thu hồi vốn trong thời gian hợp lý	cùng một mức thuế và tuy sử dụng than gây hại cho môi trường hơn xăng dầu nhưng lại chịu mức thuế thấp hơn xăng dầu (thuế đánh trên 1 lít xăng từ 1.000 - 4.000 đồng) và cao hơn thuế đánh vào dầu diesel (thuế đánh trên 1 lít dầu diesel từ 500 - 2.000 đồng). - Nhiều loại sản phẩm đang chịu quá nhiều loại thuế, vì một sản phẩm có thể đã phải chịu rất nhiều loại thuế như thuế tiêu thụ đặc biệt, thuế xuất khẩu, thuế nhập khẩu... nay lại thêm thuế bảo vệ môi trường. - Quy định về phí BVMT chưa có sự gắn kết chặt chẽ giữa phát triển kinh tế với bảo vệ môi trường. - Phí và lệ phí môi trường mới chỉ bước đầu tạo nguồn thu cho ngân sách mà chưa phát huy được vai trò công cụ kinh tế điều tiết vĩ mô, hạn chế các hoạt động gây ô nhiễm môi trường.
--	--

3.2. Phân tích nhóm công cụ kinh tế tạo lập thị trường

3.2.1. Tín chỉ của các dự án Cơ chế phát triển sạch (CDM), cơ chế tín chỉ chung (JCM)

Cơ chế CDM là cơ chế hợp tác giữa nước phát triển và nước đang phát triển nhằm giúp nước đang phát triển đạt được sự phát triển bền vững và đóng góp vào mục tiêu cuối cùng của Công ước, và giúp các nước phát triển đạt được sự tuân thủ các cam kết của mình về giảm và hạn chế phát thải định lượng quy định của Nghị định thư Kyoto.

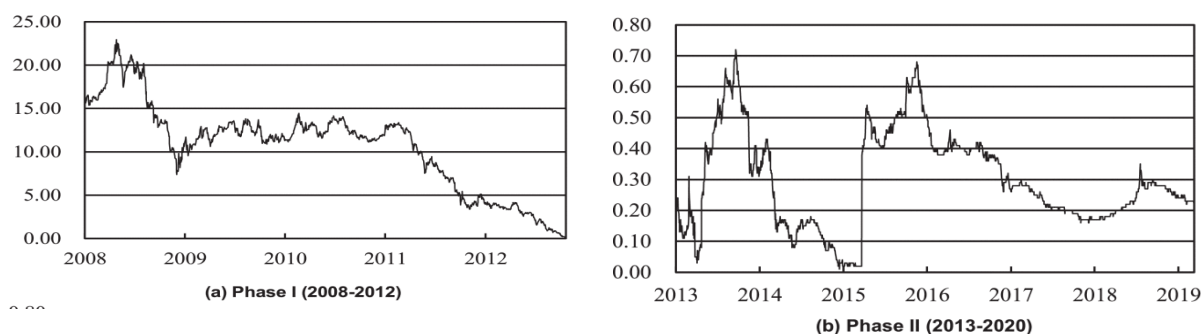
Việt Nam đã phát triển nhiều dự án CDM và thiết lập khung quản lý nhà nước đi vào hoạt động từ rất sớm. Đến 31 tháng 3 năm 2017, Việt Nam đã có 255 dự án cơ chế phát triển sạch (CDM) và 10 chương trình hoạt động CDM (PoA) được đăng ký với ước tính tổng lượng giảm phát thải KNK là 19.653.872 tấn CO₂. Trong những dự án này, 69 dự án (bao gồm 68 dự án CDM và một CDM PoA) đã nhận được 17.793.032 chứng chỉ CER, trong đó có 59 dự án trong lĩnh vực năng lượng và 10 dự án trong lĩnh vực chất thải [1].

Tính đến thời điểm 30/6/2019, tổng số tiền lệ phí bán/chuyển tín chỉ được xác nhận (CERs) của dự án CDM đã được thu nộp vào Quỹ Bảo vệ Môi trường Việt Nam là 45,52 tỷ đồng, của hơn 56 dự án CDM. Lệ phí thu được từ việc bán/chuyển CERs được quản lý và sử dụng đúng theo quy định của pháp luật hiện hành. Khoản thu từ lệ phí bán CERs được sử dụng cho việc trợ giá cho giá bán điện của dự án điện gió; hỗ trợ tài chính cho xây dựng văn kiện dự án CDM, cho các hoạt động phổ biến, tuyên truyền nâng cao nhận thức về biến đổi khí hậu và CDM; hỗ trợ các hoạt động của Ban chỉ đạo thực hiện UNFCCC và Nghị định thư Kyoto.

Về giá CER (Hình 2), giai đoạn cam kết đầu tiên (2008-2012), giá CER theo chiều hướng giảm, có những lúc giá đạt gần 25 USD/tấn CO₂ (2008) và dao động trong khoảng 13-14 USD trong năm 2009-2011, thấp nhất là năm 2012 có thời điểm

giảm xấp xỉ 0 USD. Giai đoạn thực hiện 2 (2013-2020): giá CER biến động mạnh, cao nhất là hơn 0,7USD/tấn CO₂. Năm 2018-2019, giá khoảng 0,15-0,2 USD/tấn CO₂.

Hiện nay, CER của các dự án CDM còn được giao dịch tại thị trường tự nguyện. Đây là thị trường cung cấp cho các doanh nghiệp, tổ chức phi chính phủ và cá nhân khả năng tự bù đắp lượng khí thải của họ trên cơ sở tự nguyện bằng cách mua tín chỉ carbon. Các khoản tín dụng được tạo ra theo CDM hoặc theo các tiêu chuẩn khác hoạt động trên thị trường tự nguyện. Thị trường tự nguyện này hoạt động không phải vì nghĩa vụ của chính phủ mà là vấn đề trách nhiệm xã hội (CSR) của riêng (doanh nghiệp) hoặc phản ứng với áp lực thị trường và dư luận.



Hình 2. Biến động của giá CER [1]

Sự khác biệt giữa thị trường tuân thủ và thị trường tự nguyện là thực tế là các bên tham gia không thể sử dụng tín dụng carbon tự nguyện (VER) để đáp ứng các nghĩa vụ theo chương trình tuân thủ của Nghị định thư Kyoto nhưng tín chỉ carbon tuân thủ, CER có thể được chấp nhận bởi các bên tham gia muốn tự nguyện bù lượng phát thải của họ.

JCM: là cơ chế Nhật Bản đề xuất đối với các quốc gia đang phát triển nhằm thúc đẩy việc chuyển giao và phổ biến các công nghệ phát thải carbon thấp để hướng tới tăng trưởng xanh ở nước sở tại và hỗ trợ thực hiện cam kết quốc tế về giảm nhẹ phát thải khí nhà kính của Nhật Bản.

Mục đích của Cơ chế JCM: (1) Phổ biến công nghệ, sản phẩm, hệ thống, dịch vụ, cơ sở hạ tầng carbon thấp của Nhật Bản, góp phần phát triển bền vững tại các nước đang phát triển; (2) Đóng góp giảm phát thải khí nhà kính định lượng thông qua hành động giảm thiểu ở các nước đang phát triển và đạt được các mục tiêu giảm phát thải của các nước phát triển (Nhật Bản); (3) Đóng góp vào mục tiêu của UNFCCC về giảm phát thải toàn cầu;

14 quốc gia tham gia vào Cơ chế JCM trên thế giới. Việt Nam là quốc gia thứ 6 ký Bản ghi nhớ hợp tác về Tăng trưởng carbon thấp giữa Việt Nam và Nhật Bản (ngày 02 tháng 7 năm 2013) nhằm triển khai thực hiện Cơ chế JCM.

Tính đến năm 2020, đã có 14 dự án được đăng ký với tiềm năng giảm phát thải khí nhà kính đạt 15.996 tCO₂ tương đương/năm. Việt Nam có số dự án được đăng ký nhiều thứ 2 sau In-đô-nê-xia với 19 dự án. Danh mục các dự án được đăng ký tại Bảng 1. Trong số 14 dự án được đăng ký, có 11 dự án nhận được tài trợ từ Bộ Môi trường Nhật Bản và 03 dự án nhận được tài trợ từ Bộ Kinh tế, Thương mại và Công nghiệp Nhật Bản. Tổng kinh phí được nhận là gần 35 triệu USD, chiếm 38% tổng kinh phí thực hiện các dự án [2].

Đến nay, đã có 6 dự án đi vào hoạt động và được giám sát, thẩm tra số liệu hoạt động, cấp tín chỉ các-bon. Ủy ban hỗn hợp hai nước đã xem xét và cấp tổng cộng đã có 4.415 tín chỉ carbon, tương đương với 4.415 tấn CO₂ tđ cắt giảm được so với lượng phát thải khí nhà kính khi chưa có dự án. Lượng tín chỉ các-bon được phân bổ cho Chính phủ Nhật Bản, Chính phủ Việt Nam và các đơn vị tham gia dự án.

Tuy nhiên, quá trình tham vấn các đơn vị liên quan cũng chỉ ra rằng việc thực hiện Cơ chế JCM trong thời gian qua vẫn còn một số tồn tại và thách thức nhất định. Về phương diện quản lý, chính sách, Việt Nam vẫn chưa có quy định cụ thể về chế độ báo cáo tình hình thực hiện dự án đối với các bên tham gia dự án, chế tài xử lý vi phạm đối với hoạt động thực hiện dự án JCM.

3.2.2. Hệ thống tạo tín chỉ

Với sự hỗ trợ của Ngân hàng thế giới, Việt Nam tham gia dự án *Sáng kiến sẵn sàng thị trường carbon toàn cầu (Partnership for Market readiness – PMR)*. Chương trình PMR là một trong những công cụ được quốc tế xem là hữu hiệu để tạo động lực cho tất cả các bên tham gia các hành động giảm nhẹ phát thải KNK từ các hành động tự nguyện như NAMA, chuyển thành các cơ chế bắt buộc khi các chính sách thuế, phí, cơ chế hạn ngạch phát thải, các điều kiện về nhãn carbon, dấu vết carbon sẽ hình thành ở nhiều nơi trên thế giới.

Chương trình PMR toàn cầu đến 2018 đã có trên 30 quốc gia, vùng lãnh thổ được hỗ trợ kỹ thuật và tài chính để nghiên cứu từ tiềm năng áp dụng đến việc thử nghiệm, thí điểm các công cụ thị trường như thuế, phí, thiết lập thị trường mua bán hạn ngạch phát thải carbon [11].

Hai nghiên cứu thí điểm chuẩn bị sẵn sàng cho thị trường các-bon trong (1) lĩnh vực quản lý chất thải rắn ở Việt Nam do Bộ Xây dựng thực hiện; (2) lĩnh vực sản xuất thép do Bộ Công Thương thực hiện.

Các nghiên cứu thí điểm sẽ tạo tín chỉ trong lĩnh vực quản lý chất thải, sản xuất thép và đánh giá tiềm năng phát thải KNK. Các nội dung chính gồm: (1) xây dựng đường phát thải thông thường (BAU) nghĩa là phát thải khi chưa có hoạt động giảm nhẹ; (2) xây dựng đường cơ sở cấp tín chỉ; (3) xây dựng kịch bản giảm phát thải khí nhà kính.

3.2.3. Phân tích SWOT đối với công cụ tạo lập thị trường

Chi tiết phân tích điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội, thách thức đối với nhóm công cụ tạo lập thị trường được trình bày tại Bảng 6.

Bảng 6. Áp dụng SWOT phân tích nhóm công cụ tạo nguồn thu

ĐIỂM MẠNH (S-STRENGTH)	ĐIỂM YẾU (W-WEAKNESSES)
Hệ thống quản lý thể chế, chính sách đã có và hoạt động hiệu quả: Chính phủ đã ban hành nhiều chính sách về sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả như Chương trình mục tiêu quốc gia về sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu	- Việt Nam còn gặp nhiều khó khăn trong việc tính toán phát triển nền để xác định mức giảm phát thải KNK khi xây dựng các dự án CDM cho nhiều lĩnh vực - Các dự án CDM ở Việt Nam thường có quy mô nhỏ hơn so với các nước trong khu vực nên tiềm năng thu được số lượng CERs là không lớn nên ít được các

quả,... - Việt Nam cũng đã ban hành các chính sách ưu tiên về phát triển năng lượng tái tạo phù hợp với tiềm năng, điều kiện quốc gia đảm bảo an ninh năng lượng, bảo vệ môi trường. Các chính sách này khuyến khích người dân sử dụng tiết kiệm, hiệu quả trong sản xuất, sinh hoạt thông qua các hoạt động tiết kiệm năng lượng và sử dụng năng lượng tái tạo. - Cơ chế JCM đã giúp Việt Nam tạo ra một kênh đầu tư mới cho các hoạt động giảm nhẹ phát thải khí nhà kính; các doanh nghiệp được tiếp cận và áp dụng các công nghệ, sản phẩm, hệ thống, dịch vụ các-bon thấp	nước trong Phụ lục I của UNFCCC quan tâm đầu tư - Các tổ chức ở Việt Nam vẫn chưa rành về các cơ chế và thủ tục pháp lý nên các dự án thường rất chậm được thông qua - CDM vẫn chưa được lồng ghép thích đáng vào quy hoạch ngành (năng lượng, rừng, rác thải...) hoặc trong chiến lược của các tổ chức chủ chốt. - Công tác giáo dục, tuyên truyền trong cán bộ Nhà nước và quần chúng chưa được phổ biến nên gặp rất nhiều khó khăn trong việc triển khai dự án ở địa phương. - Về phương diện quản lý, chính sách, Việt Nam vẫn chưa có quy định cụ thể về chế độ báo cáo tình hình thực hiện dự án đối với các bên tham gia dự án, chế tài xử lý vi phạm đối với hoạt động thực hiện dự án JCM.
CƠ HỘI (O-OPPORTUNITIES) - Việt nam cũng được sự hỗ trợ về tài chính và kỹ thuật của các tổ chức Quốc tế. Việt Nam có nhiều lĩnh vực rất có tiềm năng phát triển dự án CDM: Năng lượng, thu hồi và sử dụng khí đốt đồng hành, thu hồi và sử dụng CH₄ từ các bãi xử lý rác thải và các mỏ khai thác than, tạo các bể chứa và bể tiêu thụ khí nhà kính: trồng rừng, chuyển đổi và sử dụng nhiên liệu hóa thạch. - Đối với các dự án JCM: Thúc đẩy việc chuyển giao và phổ biến các công nghệ phát thải carbon thấp để hướng tới tăng trưởng xanh. - Hệ thống tạo tín chỉ là công hiệu quả tạo động lực cho tất cả các bên tham gia các hành động giảm nhẹ phát thải KNK từ các hành động tự nguyện.	THÁCH THỨC (T-THREATS) - Một số nước phát triển còn e ngại đầu tư vào các dự án CDM do mức độ rủi ro của các dự án. - Giảm quá trình chuyển giao công nghệ, làm chậm quá trình tài chính, các nước chủ nhà sẽ phải chịu toàn bộ chi phí cho việc thực thi dự án giảm khí thải. - Đối với dự án JCM: về triển khai thực hiện dự án, các dự án thực hiện đòi hỏi phải áp dụng công nghệ tiên tiến của Nhật Bản, chi phí lớn. Khi mở rộng quy mô thực hiện sẽ là gánh nặng chi phí cho doanh nghiệp Việt Nam vì chỉ được hỗ trợ nhiều trong giai đoạn đầu tư ban đầu hoặc thí điểm.

4. Kết luận

Công cụ kinh tế trong quản lý phát thải khí nhà kính có tác động trực tiếp tới thu nhập hoặc hiệu quả kinh tế của hoạt động sản xuất kinh doanh, nhằm ngăn ngừa tác động tiêu cực tới môi trường. Sử dụng công cụ kinh tế sẽ đảm bảo yêu cầu tiết kiệm tài nguyên, giảm thiểu ô nhiễm và nâng cao khả năng tái chế, tái sử dụng chất thải. Điều

đó dẫn đến kết quả là chất lượng môi trường ngày càng được cải thiện hơn. Mặt khác, những lĩnh vực cần ưu tiên đầu tư và khôi phục thì việc sử dụng công cụ kinh tế cũng sẽ thực thi dễ dàng.

Việt Nam cần hướng đến việc đề xuất hệ thống các công cụ kinh tế, cơ chế dựa vào thị trường cho bảo vệ môi trường và tìm ra những biện pháp để khắc phục hậu quả. Những thông tin mới nhất về các chính sách, cơ chế, chương trình có liên quan như ETS, thị trường carbon trong nước và thế giới, các dự án giảm phát thải cấp quốc gia và quốc tế cần tiếp tục được cập nhật và nghiên cứu. Đồng thời, đề xuất lộ trình tái cấu trúc, giải pháp để phát huy vai trò của hệ thống các công cụ kinh tế, phát triển nguồn nhân lực chất lượng cao để sẵn sàng đáp ứng các yêu cầu của thị trường trong tình hình mới, đặc biệt là trong giai đoạn thực hiện các cam kết quốc tế về biến đổi khí hậu. Chủ động tham gia các chương trình đào tạo, nâng cao năng lực triển khai các nhiệm vụ, giải pháp ứng phó với biến đổi khí hậu, giảm phát thải KNK, thực hiện tăng trưởng xanh, phát triển bền vững.

Tài liệu tham khảo

Tiếng việt

Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2019. Hoạt động hỗ trợ dự án đầu tư theo Cơ chế phát triển sạch (CDM).

Bản ghi nhớ hợp tác về Tăng trưởng các-bon thấp giữa Việt Nam và Nhật Bản, 2017.

Chính phủ, 2016. Nghị định số 154/NĐ-CP ngày 16/11/2016 về phí bảo vệ môi trường đối với nước thải.

Chính phủ, 2016. Nghị định số 164/2016/NĐ-CP ngày 24/12/2016 về phí bảo vệ môi trường đối với khai thác khoáng sản.

Chu Thị Thu, Phạm Thanh Quế (2013), “Quản lý nhà nước đối với ngành Tài nguyên thiên nhiên và môi trường bằng các công cụ kinh tế (EIS): Kinh nghiệm thế giới và Việt Nam”, *Tạp chí khoa học và công nghệ lâm nghiệp* (số 3), Trường Đại học Lâm nghiệp.

Hà Linh, 2019. Thực trạng phát thải khí nhà kính ở Việt Nam.

Quốc hội, 2010, Luật Thuế Bảo vệ Môi trường.

Quốc hội, 2018. Dự thảo Luật Thuế Bảo vệ môi trường.

Thông báo quốc gia thứ ba của Việt Nam gửi Ban thư ký Công ước, Bộ TNMT, 2018.

Trương An Ha, Nguyễn Huy Danh (2020), “ Bức tranh chuyển dịch năng lượng của EU trong năm 2019”

Vụ Pháp chế, Bộ Tài chính, 2020. Định hướng công cụ tài chính đối với các hoạt động giảm nhẹ phát thải khí nhà kính ở Việt Nam.

Tiếng Anh

"Carbon taxes raised to tackle climate change". *The Local* (Sweden's news in English). 17 September 2007. Retrieved 5 May 2011.

- Hyun-cheol, Kim (22 August 2008). "Carbon Tax to Be Introduced in 2010". *The Korea Times*. Retrieved 4 August 2010.
- Han, G., Olsson, M., Hallding, K., & Lunsford, D., 2012. "China's Carbon Emission Trading: An Overview of current development".
- Harald Fuhr and Markus Lederer, 2009, "Varieties of Carbon Governance in Newly Industrializing Countries" *The Journal of Environment Development*.
- Ministry of natural resources and environment (MONRE), 2017, "The second biennial updated report of Viet Nam to the united nations framework convention on climate change", Viet Nam publishing house of natural resources, environment and cartography, Ha Noi.
- Profeta, T. & Daniels, B., 2005, "Design principles of a cap and trade system for greenhouse gases", Nicholas Institute for Environmental Policy Solutions, Duke University.
- Saltmarsh, Matthew (23 March 2010). "France Abandons Plan for Carbon Tax". *The New York Times*. Retrieved 5 January 2011
- The Socialist Republic of Viet Nam, 2020, Updated Nationally Determined Contribution (NDC).

INTRODUCTION TO BASIC ECONOMIC TOOLS FOR MANAGING GREENHOUSE GASES IN VIET NAM

**Le Anh Ngoc¹, Nguyen Van Hong¹, Tran Dieu Trang¹,
Nghiem Thi Huyen Trang¹**

¹*Sub – Institute of Hydrometeorology and Climate Change*

Abstract:

The paper introduces some economic tools to manage greenhouse gas emissions including tools for generating revenue and tools for market creation. For revenue generating instruments, environmental protection taxes currently apply to the production and importation of certain goods considered harmful to the environment, especially oil and coal. The draft Law on Environmental Protection Tax is proposing to increase the tax rates on gasoline, oil, grease and HCFCs and taxable nylon bags. For environmental protection fees, Vietnam already has fees for wastewater and extraction of assets, but fees for emissions have not detailed guidance on procedures and methods of emissions registration and inventory. For market creation tools, in July 2017, Vietnam had 255 clean development mechanism (CDM) projects registered with the total GHG emissions reduction of 19,653,872 tons of CO₂. In addition, 14 JCM projects are registered with the potential to reduce greenhouse gas emissions of 15,996 tCO₂ equivalent per year.

Key words: Greenhouse gas emissions, economic tools to mitigate GHG emissions

PHÂN TÍCH CHI PHÍ TÀI CHÍNH DÀNH CHO ỨNG PHÓ VỚI BĐKH CỦA CHÍNH PHỦ Ở CẤP TRUNG ƯƠNG

Nguyễn Văn Đại, Đặng Quang Thịnh, Huỳnh Thị Lan Hương, Phạm Thị Thiện

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

Tóm tắt

Trong thời gian qua, biến đổi khí hậu (BĐKH) đã tác động tiêu cực tới nền kinh tế - xã hội (KT-XH) Việt Nam. BĐKH là nguy cơ hiện hữu đối với mục tiêu xóa đói giảm nghèo, mục tiêu thiên niên kỷ và sự phát triển bền vững. Vì thế ứng phó với BĐKH trở nên ngày càng quan trọng, ngày càng được quan tâm nhiều hơn trong các nghiên cứu và trong cả tiến trình thương lượng của Công ước khung của Liên hợp quốc về BĐKH (UNFCCC). Tuy vậy, một trong những vấn đề quan trọng trong ứng phó BĐKH hiện nay ở Việt Nam là tìm kiếm, thu hút các nguồn tài chính. Nguồn tài chính cho ứng phó với BĐKH được khai thác chủ yếu từ nguồn ngân sách, các khoản vay hỗ trợ của Chính phủ, các dự án và chương trình ODA, các nghiên cứu, hỗ trợ kỹ thuật và các quỹ toàn cầu. Báo cáo này sẽ phân tích chi phí tài chính dành cho ứng phó với BĐKH của Chính phủ ở cấp Trung ương.

1. Mở đầu

Hiện nay chưa có dòng ngân sách riêng cho ứng phó với BĐKH mà được hòa chung với ngân sách về môi trường. Từ 2005, ngân sách sự nghiệp môi trường (trong đó bao gồm cả BĐKH) được quy định không dưới 1% tổng chi ngân sách. Tuy nhiên, theo Bộ Tài chính, việc phân bổ, giải ngân kinh phí đã được bố trí trong dự toán giao còn chậm, phải hủy dự toán, do trong tổ chức thực hiện việc phê duyệt và triển khai thực hiện nhiệm vụ còn chậm, còn bố trí cho một số nội dung chưa đúng theo nhiệm vụ chi từ nguồn sự nghiệp BVMT theo quy định hiện hành [1]. Thêm vào đó, hiện nay việc phân định tổng chi phí cho thực hiện nhiệm vụ thích ứng và giảm nhẹ còn tương đối hạn chế. Các số liệu thống kê và báo cáo chủ yếu là số liệu tổng chi phí cho ứng phó với BĐKH nói chung. Báo cáo này sử dụng các dữ liệu về chi phí tài chính dành cho ứng phó với BĐKH ở cấp Trung ương trong “Báo cáo Rà soát Đầu tư và Chi tiêu công cho Biến đổi khí hậu của Việt Nam (CPEIR)” của Bộ Kế hoạch và Đầu tư, World Bank, and UNDP.

Có 4 nguồn tài chính có thể huy động cho giảm nhẹ và thích ứng với BĐKH ở Việt Nam, bao gồm: (i) Nguồn tài chính từ ngân sách nhà nước trung ương và địa phương, ODA; (ii) Các quỹ có liên quan hỗ trợ ứng phó với BĐKH trong nước và quốc tế; (iii) Vốn đầu tư từ doanh nghiệp trong nước và FDI; (iv) Đầu tư của các cá nhân, hộ gia đình.

Ngân sách nhà nước trung ương và địa phương, bao gồm cả ODA, cho thích ứng với BĐKH và giảm nhẹ phát thải khí nhà kính được phân bổ theo hai nhóm hạng mục ngân sách là chi đầu tư và chi thường xuyên. Chi đầu tư được phân bổ cho các dự án đầu tư, các chương trình mục tiêu liên quan đến thích ứng với BĐKH. Chi thường xuyên cho thích ứng với BĐKH và giảm nhẹ phát thải khí nhà kính được lấy từ hai dòng ngân sách chính là: (i) Chi cho sự nghiệp môi trường và BĐKH; và (ii) Chi cho khắc phục hậu quả thiên tai. Ngoài nguồn tài chính từ ngân sách nhà nước trung ương và địa phương, ODA, còn có một loạt các quỹ có liên quan trong nước và quốc tế có

thể huy động cho thích ứng với BĐKH như Quỹ Khí hậu xanh, Quỹ Môi trường toàn cầu, Quỹ thích ứng, Quỹ Bảo vệ môi trường Việt Nam. Các doanh nghiệp trong nước, FDI và các cá nhân, cộng đồng cũng là một nguồn tài chính quan trọng cho thích ứng với BĐKH, giúp nâng cao hiệu quả của các giải pháp thích ứng với BĐKH.

- Chi ngân sách nhà nước bao gồm cả ODA

Chi ngân sách nhà nước cho các hoạt động ứng phó với BĐKH của 05 Bộ (Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (NN&PTNT), Tài nguyên và Môi trường (TN&MT), Giao thông vận tải (GTVT), Công Thương và Xây dựng) giai đoạn 2011-2016 vào khoảng 0,2% GDP theo giá cố định 2010. Đầu tư công cho thích ứng với BĐKH chủ yếu là ở hai ngành nông nghiệp và giao thông.

Chi cho các hoạt động ứng phó với BĐKH được tài trợ bởi nguồn vốn từ các đối tác phát triển lên tới 31% tổng chi cho ứng phó với BĐKH của 05 Bộ gồm: NN&PTNT, Bộ TN&MT, Bộ GTVT, Bộ Công Thương, Bộ Xây dựng. Phần lớn vốn ODA được cung cấp dưới hình thức vốn vay cho các dự án đầu tư và hỗ trợ kỹ thuật với mục tiêu trọng tâm là đầu tư cho ứng phó với BĐKH. Trong giai đoạn 2014 - 2016, tỷ lệ chi cho thích ứng với BĐKH và giảm phát thải khí nhà kính được tài trợ bởi nguồn vốn từ các đối tác phát triển trong tổng chi ngân sách nhà nước cho BĐKH của 05 Bộ nêu trên cũng vẫn duy trì ở mức khoảng 30%.

Trong giai đoạn 2013-2019, chi ngân sách cho sự nghiệp BVMT luôn được bố trí đảm bảo tăng dần qua các năm từ 9.772 tỷ đồng năm 2013 (tương đương 0.898% chi ngân sách và 0.273% GDP) lên 20.442 tỷ đồng năm 2019 (tương đương 1.252% tổng chi ngân sách). Tuy nhiên, theo Bộ Tài chính, việc phân bổ, giải ngân kinh phí đã được bố trí trong dự toán giao còn chậm, phải hủy dự toán, do trong tổ chức thực hiện việc phê duyệt và triển khai thực hiện nhiệm vụ còn chậm, còn bố trí cho một số nội dung chưa đúng theo nhiệm vụ chi từ nguồn sự nghiệp BVMT theo quy định hiện hành [1].

- Chi từ các Quỹ hỗ trợ trong nước và quốc tế

Quỹ Khí hậu xanh (GCF) đã hỗ trợ 115,8 triệu USD cho các dự án thích ứng và giảm nhẹ phát thải khí nhà kính ở Việt Nam. Quỹ Môi trường toàn cầu (GEF) đã hỗ trợ 457,18 triệu USD để thực hiện 107 dự án môi trường ở nhiều ngành và địa phương, góp phần quan trọng giải quyết các vấn đề môi trường ở Việt Nam nói riêng và toàn cầu nói chung. Trong số 107 dự án môi trường do GEF tài trợ, có 56 dự án quốc gia với 153 triệu USD và 46 dự án vùng/toàn cầu với 294 triệu USD. Ngoài ra, có 4 dự án được tài trợ từ Quỹ BĐKH quy mô (SCCF), trong đó có 2 dự án quốc gia với 8 triệu USD và 2 dự án vùng/toàn cầu với 0,92 triệu USD. Thông qua IFC (International Finance Cooperation), Quỹ Khí hậu xanh đã hỗ trợ 24 triệu USD để thực hiện Chương trình Tiết kiệm năng lượng và sản xuất sạch hơn cho Việt Nam (VEECPF) trong giai đoạn 2010 - 2015, giúp các doanh nghiệp được tiếp cận nguồn vốn vay của các ngân hàng thương mại.

Ngoài ra, còn có một số Quỹ toàn cầu khác đã và đang cung cấp hỗ trợ kỹ thuật và tài chính cho các cơ quan Chính phủ và các doanh nghiệp, như Quỹ Đối tác về khí hậu toàn cầu (cung cấp 26 triệu EUR hỗ trợ các doanh nghiệp Việt Nam thực hiện các dự án hiệu quả năng lượng và năng lượng tái tạo trong giai đoạn từ 2010 đến nay). Riêng Ngân hàng Vietinbank đã được vay 23,5 triệu USD để tài trợ cho các dự án hiệu quả năng lượng trong công nghiệp (GCPF 2012). Chính phủ Na Uy đã hỗ trợ 180 triệu

NOK (tương đương 30 triệu USD) để thực hiện Chương trình UN-REDD Việt Nam giai đoạn 2. Quỹ Đối tác các-bon lâm nghiệp (FCPF) tài trợ 5 triệu USD để thực hiện Dự án Hỗ trợ chuẩn bị sẵn sàng thực hiện REDD+ (sáng kiến giảm phát thải thông qua nỗ lực hạn chế mất rừng và suy thoái rừng, quản lý bền vững tài nguyên rừng, bảo tồn và nâng cao trữ lượng các-bon của rừng) ở Việt Nam giai đoạn 2 (FCPF-2). Như vậy, có thể tổng hợp sơ bộ số liệu về các khoản tài trợ từ một số Quỹ hỗ trợ cho ứng phó với BĐKH và tăng trưởng xanh là khoảng 350 triệu USD [2].

Bộ KHĐT đã thành lập Tổ công tác về BĐKH (Quyết định 505/QĐ-BKHĐT, 2012) để xây dựng các cơ chế huy động nguồn lực tài chính. Trong giai đoạn 2016-2020, Bộ Tài chính đã đàm phán với nhiều nhà tài trợ song phương, đa phương để huy động nguồn vốn ODA. Từ 2010-2019, đã có gần 600 dự án ứng phó BĐKH nhận được hỗ trợ quốc tế triển khai trên toàn quốc với số vốn ước tính đạt 18,5 tỷ USD, trong đó không hoàn lại khoảng 1,1 tỷ USD, còn lại là vay ưu đãi. Riêng năm 2016, Việt Nam đã ký 11 Chương trình, dự án sử dụng vốn ODA và vốn vay ưu đãi về BVMT và thích ứng với BĐKH, tổng kinh phí là 1.080,21 triệu USD, cả ở Trung ương và địa phương [1].

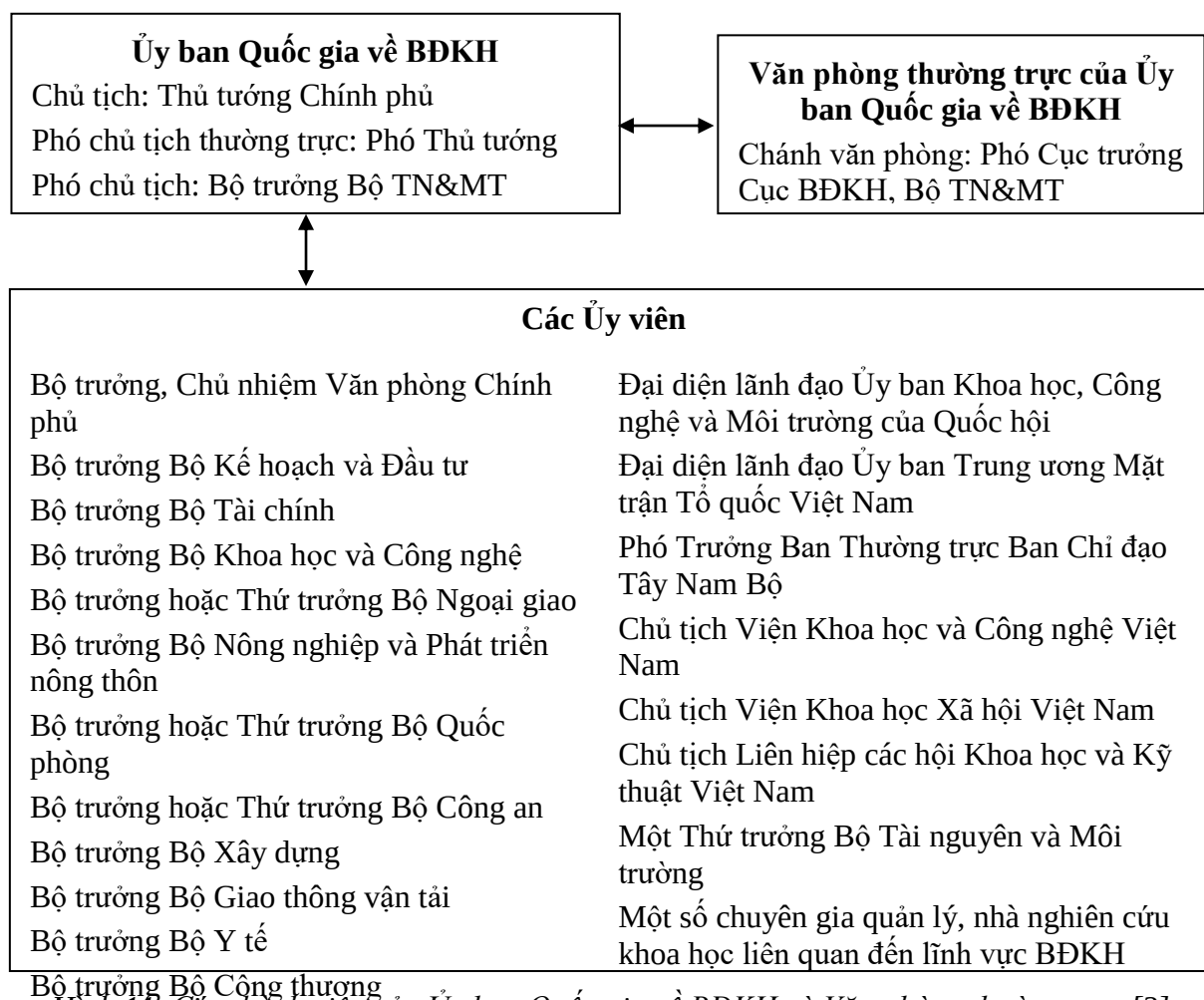
2. Khung thể chế ứng phó với biến đổi khí hậu ở Việt Nam

Ủy ban Quốc gia về BĐKH được thành lập theo Quyết định số 43/QĐ-TTg ngày 09 tháng 01 năm 2012 của Thủ tướng Chính phủ. Đây là cơ quan liên bộ cao nhất của Chính phủ về BĐKH. Ủy Ban Quốc gia về BĐKH (Ủy ban BĐKH) đã được thành lập nhằm chủ trì, điều phối, hài hòa và giám sát việc thực hiện các chương trình BĐKH và tăng trưởng xanh, kể cả hợp tác quốc tế.

Ngày 13/03/2017, Thủ tướng Chính phủ ban hành Quyết định số 321/QĐ-TTg sửa đổi Điều 3 Quyết định số 43/QĐ-TTg ngày 9/1/2012 về việc thành lập Ủy ban Quốc gia về BĐKH, trong đó có bổ sung: Đối với các Bộ: Ngoại giao, Quốc phòng, Công an có thể cử một Thứ trưởng thay mặt Bộ trưởng làm Ủy viên Ủy ban (Hình 11).

Các thành viên của Ủy ban BĐKH được phân công trách nhiệm rõ ràng quy định trong Quyết định số 25/QĐ-Ủy ban BĐKH (năm 2012) về Quy chế làm việc của Ủy ban này. Các bộ ngành, tỉnh và các tổ chức thực hiện phải báo cáo sáu tháng một lần để phân tích, đánh giá và tổng hợp việc quản lý và thực hiện các chiến lược, và phân tích các mục tiêu và nguyên nhân chính tác động tới việc thực hiện các chiến lược này. Các báo cáo này được Văn phòng thường trực tổng hợp thành các báo cáo sáu tháng và báo cáo năm để trình lên Ủy ban BĐKH. Văn phòng thường trực của Ủy ban BĐKH được đặt tại Bộ TN&MT có nhiệm vụ xây dựng và thực hiện các chương trình để chủ trì và phối hợp với các bộ ngành và các hoạt động về BĐKH, và để đánh giá, theo dõi việc thực hiện chiến lược và kế hoạch hành động quốc gia về BĐKH, Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với BĐKH, cũng như các chiến lược, chương trình, dự án khác liên quan đến BĐKH. Ngoài ra, Chiến lược quốc gia về tăng trưởng xanh sẽ được điều phối bởi Ban điều phối tăng trưởng xanh trực thuộc Ủy ban BĐKH, mặc dù bản chất thực sự của mối liên kết này chưa được xác định rõ. Ban điều phối tăng trưởng xanh có cơ quan giúp việc do Bộ KH&ĐT quản lý (Quyết định số 1393/QĐ-TTg, 2012). Hành động đầu tiên của Kế hoạch tăng trưởng xanh là xây dựng và phê duyệt quy chế và kế hoạch hoạt động của Ban điều phối tăng trưởng xanh. Chiến lược quốc gia về BĐKH, Ban điều phối tăng trưởng xanh và các đơn vị hỗ trợ cần cân nhắc sử dụng các mẫu báo cáo thống nhất dùng cho Chiến lược quốc gia về BĐKH và

Chiến lược quốc gia về tăng trưởng xanh, cũng như theo đuổi cơ chế báo cáo chung về các mục tiêu chính sách của Chiến lược BDKH, Chiến lược tăng trưởng xanh và các chương trình cũng như hành động liên quan.



Bộ trưởng Bộ Công thương

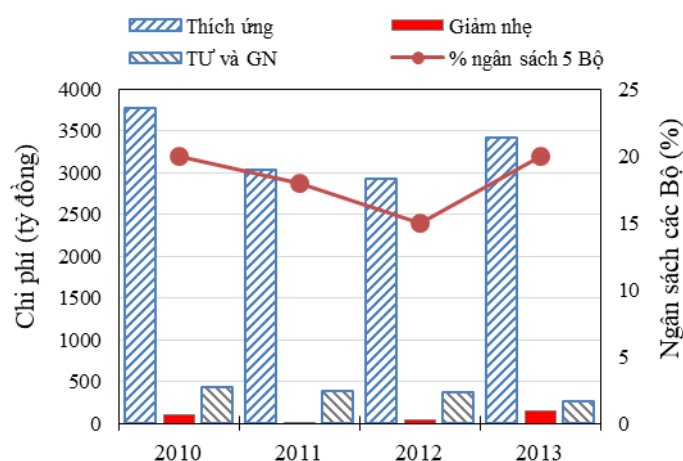
Hình 11. Các thành viên của Ủy ban Quốc gia về BDKH và Văn phòng thường trực [3]

3. Phân tích chi phí tài chính cho ứng phó với BDKH của Chính phủ ở cấp Trung ương [4]

Bài báo sẽ phân tích chi phí đầu tư và chi thường xuyên cho ứng phó với BDKH ở cấp Trung ương của 5 Bộ trọng điểm điểm là Bộ TN&MT, Bộ NN&PTNT, Bộ Công thương, Bộ Xây dựng và Bộ GTVT (thể hiện tổng chi của ngân sách Trung ương), bao gồm cả Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với BDKH và Chương trình mục tiêu quốc gia về sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả.

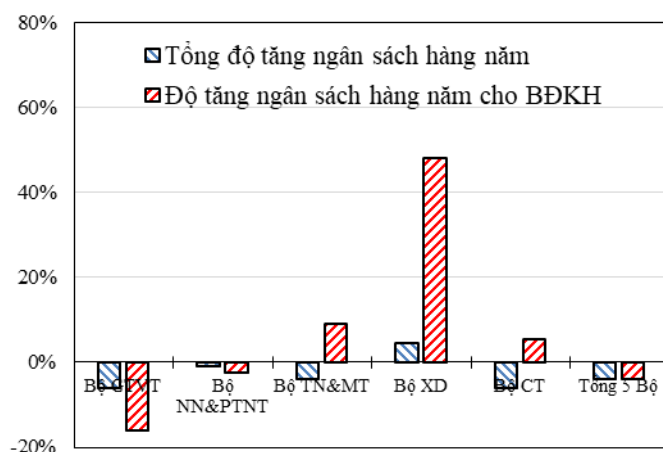
Chi cho ứng phó với BDKH của 5 Bộ chiếm tỷ lệ đáng kể (18%) trong ngân sách của các bộ và giữ mức độ khá ổn định, mặc dù cả tổng chi và tỷ lệ chi cho BDKH trong tổng ngân sách của bộ đã giảm nhẹ trong giai đoạn 2010-2013 (mức giảm theo giá trị thực là 11%).

Ngân sách phân bổ cho BDKH đã giảm trong giai đoạn 2010-2013, từ khoảng 4.300 tỷ đồng năm 2010 xuống còn khoảng 3.800 tỷ đồng năm 2013 (theo giá cố định 2010) (Hình 12). Sự sụt giảm này chủ yếu là do chính sách của Chính phủ (Chỉ thị số 1792/CT-TTg ngày 5/10/2011) yêu cầu thắt chặt đầu tư công và tăng cường tập trung vào các dự án được ưu tiên nhằm nâng cao hiệu quả đầu tư công.



Hình 12. Tổng phân bổ ngân sách cho BDKH của 5 Bộ giai đoạn 2010-2013

Chi cho BDKH hoặc các hoạt động mang lại đồng lợi ích về BDKH chiếm tỷ lệ khá ổn định so với tổng ngân sách của 5 Bộ, dao động ở mức 19,9% năm 2010 và 19,6% năm 2013. Tuy nhiên, tổng ngân sách và tỷ lệ cho BDKH dao động trong bốn năm, có sự giảm trong giai đoạn 2010-2012, tăng trở lại trong năm 2013 và gần đạt tới mức của năm 2010. Tốc độ giảm chi cho BDKH của 5 Bộ cũng tương đương so với tốc độ giảm tổng ngân sách của các bộ trong giai đoạn 2010-2013 (tỷ lệ trung bình hàng năm ở mức 3–4%/năm) (Hình 13). Những kết quả này cho thấy Chính phủ tiếp tục thực hiện cam kết củng cố chính sách ứng phó với BDKH kể cả trong bối cảnh thắt chặt tài khóa. Tuy nhiên, chi cho ứng phó BDKH trong giai đoạn này của 5 Bộ tương đương khoảng 0,1% GDP Việt Nam. Mức tăng chi phí đầu tư để Việt Nam chuyển từ kịch bản phát triển như bình thường sang con đường phát triển ít phát thải cacbon sẽ ở mức 1% GDP hàng năm trong giai đoạn 2010-2030 (chưa tính chi phí tăng thêm dành cho thích ứng).

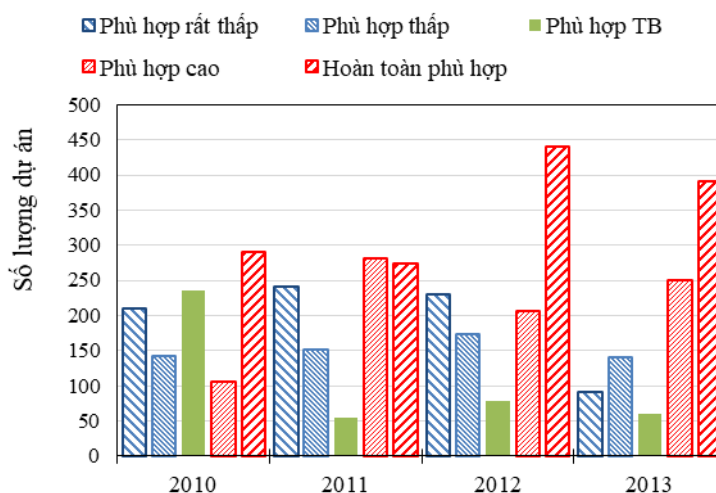


Hình 13. Tốc độ tăng của ngân sách cho ứng phó với BDKH và tổng ngân sách của 5 Bộ từ năm 2010-2013

Ngân sách phân bổ cho ứng phó với BDKH ở 5 Bộ ngành chủ yếu là các dự án đầu tư chỉ có lợi ích gián tiếp cho thích ứng hoặc giảm nhẹ hoặc cả hai.

Đa số các dự án đang thực hiện (58% các dự án ứng phó BDKH đang thực hiện và 42% phân bổ ngân sách cho ứng phó BDKH hàng năm của 5 Bộ ngành bao gồm cả Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với BDKH và Chương trình mục tiêu quốc gia về sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả) có thể được phân loại là ít hoặc rất ít

liên quan đến ứng phó với BĐKH, theo phân loại của tiêu chí phân loại chi tiêu (Hình 14).



Hình 14. Số lượng các dự án ứng phó BĐKH đang thực hiện ở 5 Bộ ngành, CTMT quốc gia ứng phó với BĐKH và CTMT quốc gia về sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả theo phân loại mức độ liên quan đến BĐKH

Những dự án này được phân loại như vậy vì chúng có các hoạt động thể hiện các lợi ích gián tiếp về thích ứng và giảm nhẹ nhưng lại không được nêu trong mục tiêu hay sản phẩm/kết quả đầu ra của dự án. Chỉ có lượng nhỏ các dự án ở Trung ương (trung bình 34% các dự án ứng phó BĐKH đang thực hiện và 20% phân bổ ngân sách) được đánh giá là “rất liên quan đến BĐKH” hoặc “hoàn toàn liên quan đến BĐKH”. Tuy nhiên, tổng phân bổ trực tiếp cho các loại dự án này lại tăng lên trong năm 2013 (so với mức 2011-2012) ở mức 22% tổng phân bổ, cho thấy Chính phủ đã nỗ lực xây dựng các dự án chủ yếu phục vụ mục tiêu cho ứng phó với BĐKH.

Đa số phân bổ ngân sách cho ứng phó BĐKH của Trung ương nằm ở dạng các dự án thủy lợi của Bộ NN&PTNT và các dự án đường bộ của Bộ GTVT.

Theo mức phân bổ chi cho ứng phó với BĐKH của các bộ từng năm, Bộ NN&PTNT chiếm tỷ lệ lớn nhất trong tổng chi cho BĐKH, chiếm 79% tổng vốn thực chi cho ứng phó với BĐKH, tiếp theo là Bộ GTVT, chiếm 13% tổng chi tiêu cho ứng phó với BĐKH. Cả hai bộ này đều đầu tư chủ yếu vào các dự án hạ tầng có đồng lợi ích về ứng phó BĐKH. Tổng vốn lên tới khoảng 12.800 tỷ đồng đã được chi cho các hoạt động ứng phó với BĐKH của Bộ NN&PTNT, chủ yếu cho các dự án ứng phó BĐKH quy mô lớn.

Điều này nhấn mạnh vai trò chủ đạo quan trọng của Bộ NN&PTNT trong ứng phó với BĐKH. Đồng thời, cũng cần phải đánh giá tình hình phân bổ chi vốn của Bộ NN&PTNT, đối chiếu với những vấn đề ưu tiên trong kế hoạch hành động ứng phó với BĐKH của Bộ NN&PTNT nhằm đảm bảo rằng các nguồn vốn của Chính phủ chi cho ứng phó với BĐKH thực sự có hiệu quả. Gần một nửa các dự án đầu tư liên quan đến BĐKH của Bộ NN&PTNT và đa số các dự án của Bộ GTVT được đánh giá là “rất ít liên quan đến BĐKH”, cho thấy sự cần thiết phải lồng ghép ứng phó BĐKH trong quá trình lập kế hoạch và thẩm định dự án để đảm bảo các dự án hạ tầng phải được xem xét dưới góc độ BĐKH. Bộ TN&MT, Bộ Xây dựng và Bộ Công Thương chiếm khoảng 8% còn lại trong tổng chi cho BĐKH. Mặc dù ngân sách cho ứng phó với

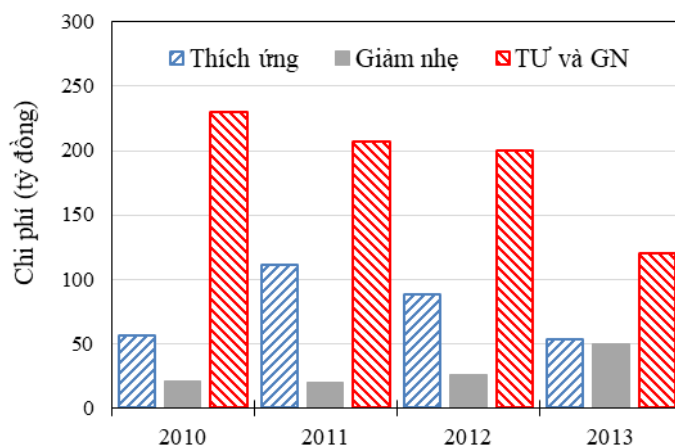
BĐKH của Bộ TN&MT khá khiêm tốn so với Bộ NN&PTNT và Bộ GTVT, Bộ TN&MT là đơn vị chủ trì thực hiện Chiến lược quốc gia về BĐKH và Kế hoạch hành động cũng như Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với BĐKH. Cần tạo điều kiện để hỗ trợ Bộ TN&MT điều phối chặt chẽ giữa các bộ trong quá trình xây dựng chính sách BĐKH và tăng cường năng lực. Bộ Xây dựng và Bộ Công Thương đóng vai trò quan trọng trong hoạt động lồng ghép, đặc biệt là công tác phổ biến chính sách, quy định và tiêu chuẩn để thúc đẩy các hoạt động ứng phó với BĐKH trong ngành.

Tỷ lệ thay đổi trong phân bổ của mỗi bộ ngành cho ứng phó BĐKH khác nhau ở mỗi bộ.

Từ năm 2010-2013, ngân sách cho ứng phó BĐKH của Bộ TN&MT và Bộ Công Thương tăng (tương ứng 8% và 5%) mặc dù tổng ngân sách của hai bộ này giảm trong cùng kỳ (Hình 13). Bộ GTVT là Bộ duy nhất có ngân sách cho khí hậu giảm ở tỷ lệ khá cao hơn so với tổng ngân sách. Ngân sách cho khí hậu ở Bộ NN&PTNT năm 2013 đạt gần mức năm 2010 với tỷ lệ giảm nhẹ tăng trung bình hàng năm (-2,5%) so với tổng ngân sách (-0,9%). Tổng ngân sách khí hậu của 5 Bộ ngành giảm ở mức tương đương so với mức giảm tổng ngân sách chung.

Chi tiêu cho ứng phó BĐKH chủ yếu tập trung vào ứng phó BĐKH nhưng chi cho giảm nhẹ cũng đang tăng lên.

Từ 2010-2013, Chính phủ Việt Nam đã phân bổ ngân sách lớn cho các dự án có đồng lợi ích về giảm nhẹ (88% ngân sách cho ứng phó BĐKH). Bộ NN&PTNT chiếm phần lớn nguồn ngân sách cho thích ứng này (tới 81% tổng chi cho thích ứng BĐKH). Điều này thống nhất với quan điểm chiến lược của Chiến lược BĐKH. Tỷ lệ các nhiệm vụ giảm nhẹ tăng nhẹ từ 2,6% năm 2010 lên 3,9% năm 2013. Chi thường xuyên cho giảm nhẹ (trong Chương trình mục tiêu quốc gia về sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả) là động lực chính để tăng chi tiêu cho ứng phó BĐKH (Hình 15).



Hình 15. Chi thường xuyên cho ứng phó với BĐKH của 5 Bộ, CTMT quốc gia ứng phó với BĐKH và CTMT quốc gia về sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả, phân theo các hoạt động thích ứng/giảm nhẹ

Phân bổ ngân sách cho các hoạt động giảm nhẹ nhìn chung được gắn với thích ứng (chiếm khoảng 10% phân bổ cho ứng phó BĐKH ở năm bộ ngành, Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với BĐKH và Chương trình mục tiêu quốc gia về sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả), mặc dù số lượng các dự án và chương trình hiện tại chỉ hoàn toàn về giảm nhẹ.

Các dự án giảm nhẹ được tài trợ rất đa dạng, ví dụ các dự án sản xuất năng lượng mặt trời và gió kết hợp tại các ga đường sắt và việc xây dựng và thực hiện các mô hình thí điểm giảm phát thải KNK trong sản xuất xi-măng. Bộ Công Thương và Bộ NN&PTNT chiếm phần lớn chi tiêu cho giảm nhẹ (45%), nhấn mạnh vai trò quan trọng của các bộ này trong chi tiêu cho ứng phó BĐKH của Chính phủ Việt Nam. Chi thường xuyên cho ứng phó với BĐKH cũng chủ yếu tài trợ cho các dự án vừa thích ứng vừa giảm nhẹ. Những khoản chi này chủ yếu cho các dự án lâm nghiệp, với chi phí bổ sung trực tiếp cho các tỉnh và các kế hoạch hành động cấp tỉnh để ứng phó với BĐKH. Bộ NN&PTNT chiếm tỷ lệ lớn nhất của khoản chi này (55%), phần còn lại chia chủ yếu cho Bộ TN&MT (30%) và Bộ GTVT (9%). Về tổng thể, 57% tổng chi tiêu cho ứng phó BĐKH của Bộ TN&MT dành trực tiếp cho giảm nhẹ, nhưng cũng có một tỷ lệ lớn tăng thêm (39%) dành cho các dự án có lợi ích vừa thích ứng và vừa giảm nhẹ.

4. Kết luận

Các hoạt động hỗ trợ nâng cao năng lực thực hiện ứng phó với BĐKH chiếm tỷ lệ tương đối khiêm tốn trong tổng chi cho ứng phó với BĐKH, trong đó, tỷ lệ chi cho Khoa học, Công nghệ và Xã hội chỉ chiếm 9%, và Chính sách và quản trị chỉ chiếm 2%.

Chi cho ứng phó với BĐKH của Chính phủ Việt Nam còn hạn chế khi dành cho các hoạt động cần thiết để đưa Việt Nam trở thành một nền kinh tế phát thải cacbon thấp có khả năng chống chịu với BĐKH.

Chi cho ứng phó với BĐKH của Bộ NN&PTNT chủ yếu dành cho các dự án đầu tư vào cho hệ thống thủy lợi có khả năng chống chịu với BĐKH, chiếm 73% tổng chi tiêu cho ứng phó với BĐKH của Bộ. Nguồn vốn từ Bộ GTVT chủ yếu dành cho phát triển cơ sở hạ tầng giao thông đường bộ (chiếm 85% tổng ngân sách đầu tư cho ứng phó với BĐKH) để hỗ trợ xây dựng nhiều tuyến đường bộ, cao tốc và cầu chống chịu với BĐKH hơn. Chi cho ứng phó với BĐKH của Bộ TN&MT rất rộng vì nguồn vốn này chiếm tỷ lệ lớn (61%) tổng chi của Chính phủ cho phát triển khoa học và công nghệ liên quan đến BĐKH. Vốn dành cho ứng phó với BĐKH của Bộ Công thương không lớn, nhưng ngày càng chú trọng tới vấn đề sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả (chủ yếu thông qua CTMT quốc gia về sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả). Nếu không tính ngân sách chi thường xuyên, mức chi cho ứng phó với BĐKH của Bộ Xây dựng thấp nhất trong 5 Bộ được nghiên cứu.

Vốn đầu tư chiếm tỷ lệ lớn trong tổng chi cho ứng phó với BĐKH (Chiếm 92%), nhưng chi thường xuyên cho BĐKH cũng có vai trò quan trọng trong việc khuyến khích triển khai các hoạt động hỗ trợ kỹ thuật và hành chính trong công tác quản lý đầu tư cho BĐKH.

Mục tiêu an ninh lương thực và nước chiếm tỷ lệ đáng kể, chiếm 63% tổng chi cho ứng phó với BĐKH của Trung ương.

74% tổng chi cho ứng phó với BĐKH được phân bổ cho phát triển cơ sở hạ tầng bền vững trong giao thông, năng lượng, thủy lợi, hoặc các công trình đô thị.

Phần lớn vốn ODA được cung cấp dưới hình thức vốn vay cho các dự án đầu tư và hỗ trợ kỹ thuật.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Cục Biến đổi khí hậu, “Đánh giá tình hình thực hiện chiến lược và kế hoạch hành động quốc gia về BĐKH, đề xuất các giải pháp đẩy mạnh thực hiện chiến lược trong giai đoạn 2021-2030.” 2020.
2. The socialist Republic of Vietnam, “Updated nationally determined contribution (NDC).” 2020.
3. Priambodo et al., “Hiện trạng về Tài chính khí hậu ở Việt Nam: Báo cáo đánh giá quốc gia,” 2013.
4. Bộ Kế hoạch và Đầu tư, World Bank, and UNDP, “Báo cáo Rà soát Đầu tư và Chi tiêu công cho Biến đổi khí hậu của Việt Nam (CPEIR)”. Hà Nội, Việt Nam, 2015.

ANALYSIS GOVERNMENT'S FINANCIAL COSTS TO RESPOND TO CLIMATE AT CENTRAL LEVEL

Nguyen Van Dai, Dang Quang Thinh, Huynh Thi Lan Huong, Pham Thi Thien

Vietnam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change

Abstract

In recent years, climate change has had a negative impact on the socio-economic of Vietnam. Climate change is an existing threat to the goal of poverty reduction, the millennium goal and sustainable development. Therefore, climate change response becomes more and more important, more and more attention is paid to research and in the negotiation process of the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). However, one of the most important issues in responding to climate change in Vietnam today is finding and attracting financial resources. Financing for climate change response is mainly exploited from the state budget, government loans, ODA projects and programs, research, technical assistance and global funds. This article analyzes the financial costs of the Government to respond to climate change at the central level.