

**TẠP CHÍ**

# **KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN**

**Vietnam Journal of Hydro - Meteorology**

**ISSN 2525 - 2208**



**TỔNG CỤC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN**  
**Viet Nam Meteorological and Hydrological Administration**

**Số 690**

**06-2018**

## MỤC LỤC

### Bài báo khoa học



**TỔNG BIÊN TẬP**  
PGS. TS. Trần Hồng Thái

**Thư ký - Biên tập**  
TS. Đoàn Quang Trí

**Trị sự và Phát hành**  
Đặng Quốc Khánh

- |                              |                         |
|------------------------------|-------------------------|
| 1. GS. TS. Phan Văn Tân      | 8. TS. Hoàng Đức Cường  |
| 2. PGS. TS. Nguyễn Văn Thắng | 9. TS. Đinh Thái Hưng   |
| 3. PGS. TS. Dương Hồng Sơn   | 10. TS. Dương Văn Khánh |
| 4. PGS. TS. Dương Văn Khảm   | 11. TS. Trần Quang Tiến |
| 5. PGS. TS. Nguyễn Thanh Sơn | 12. ThS. Nguyễn Văn Tuệ |
| 6. PGS. TS. Hoàng Minh Tuyền | 13. TS. Võ Văn Hòa      |
| 7. TS. Tống Ngọc Thanh       |                         |

### Giấy phép xuất bản

Số: 225/GP-BTTTT - Bộ Thông tin Truyền  
thông cấp ngày 08/6/2015

### Tòa soạn

Số 8 Pháo Đài Láng, Đống Đa, Hà Nội  
Điện thoại: 04.39364963; Fax: 04.39362711  
Email: tapchikttv@yahoo.com

### Chế bản và In tại:

Công ty TNHH Mỹ thuật Thiên Hà  
ĐT: 04.3990.3769 - 0912.565.222

Ảnh bìa: Trạm quan trắc khí tượng thủy văn

Giá bán: 25.000 đồng

- 1 Hoàng Thanh Sơn, Vũ Thị Thu Lan, Nguyễn Đại Trung:** Biến động lan truyền mặn vùng hạ lưu sông Vu Gia - Thu Bồn dưới tác động vận hành của các công trình thủy điện
- 12 Hồ Nguyễn Như Quỳnh, Đào Nguyên Khôi, Huỳnh Công Hoài, Nguyễn Thị Bầy:** Ứng dụng viễn thám và GIS đánh giá biến động đường bờ sông Tiền và sông Hậu
- 23 Phí Thị Ngà, Võ Văn Hòa:** Đặc điểm hoạt động của không khí lạnh trên khu vực Đồng bằng Bắc Bộ trong giai đoạn 1997 - 2017
- 33 Vũ Ngọc Dương:** So sánh các phương pháp phân phối mưa không gian cho lưu vực Vu Gia - Thu Bồn, Việt Nam
- 42 Lê Thị Thu Hằng, Phan Văn Tân, Bùi Thị Tuyết, Phạm Thị Minh:** Mô phỏng tác động của carbon đen đến nhiệt độ trên khu vực Việt Nam và lân cận Bằng mô hình REGCM
- 52 Nguyễn Công Minh, Phạm Thị Thủy:** Xác định các khu vực cần thiết lập hành lang bảo vệ bờ biển tại vùng bờ tỉnh Thái Bình và vai trò bảo vệ hệ sinh thái, Dịch vụ hệ sinh thái và cảnh quan tự nhiên vùng bờ của hành lang bảo vệ bờ biển
- 62 Cái Anh Tú:** Áp dụng mô hình WASP xác định khả năng tự làm sạch sông Nhuệ, sông Đáy

# BIẾN ĐỘNG LAN TRUYỀN MẶN VÙNG HẠ LƯU SÔNG VU GIA - THU BỒN DƯỚI TÁC ĐỘNG VẬN HÀNH CỦA CÁC CÔNG TRÌNH THỦY ĐIỆN

Hoàng Thanh Sơn<sup>1</sup>, Vũ Thị Thu Lan<sup>2</sup>, Nguyễn Đại Trung<sup>3</sup>

**Tóm tắt:** Nước trên lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn là nguồn chính phục vụ mọi nhu cầu trong xã hội như ăn uống sinh hoạt, tưới tiêu nông nghiệp, công nghiệp... cho thành phố Đà Nẵng và tỉnh Quảng Nam. Xâm nhập mặn ở khu vực ven biển là một điều kiện tự nhiên và đã được thích nghi trong tiến trình phát triển của xã hội. Tuy nhiên, việc phát triển thủy điện phía thượng nguồn mang lại những lợi ích không thể phủ nhận nhưng cũng đã tác động bất lợi đến chế độ thủy văn, tài nguyên nước ở vùng hạ du trong đó có xâm nhập mặn vào sông. Bài báo đã sử dụng bộ công cụ mô hình Mike 11 HD+AD nhằm xác định ranh giới lan truyền mặn trong sông vùng hạ du Vu Gia - Thu Bồn để đánh giá tác động của các công trình thủy điện qua chuỗi số liệu 2 thời kỳ tính toán (trước và sau khi có công trình). Kết quả cho thấy hoạt động của các công trình thủy điện đã gia tăng lan truyền mặn vào sâu hơn đối với sông Vu Gia (khoảng 5km) và phân lưu Vĩnh Điện nhưng giảm đối với sông Thu Bồn. Tác động này gây bất lợi rất lớn cho việc khai thác nguồn nước sông Vu Gia, Vĩnh Điện phục vụ các hoạt động phát triển kinh tế xã hội của thành phố Đà Nẵng và tỉnh Quảng Nam (gồm thành phố Hội An, Điện Bàn và Duy Xuyên).

**Từ khóa:** Độ mặn, ranh giới xâm nhập mặn, tác động công trình thủy điện, Vu Gia - Thu Bồn.

Ban Biên tập nhận bài: 24/04/2018 Ngày phản biện xong: 12/05/2018 Ngày đăng bài: 25/06/2018

## 1. Đặt vấn đề

Lan truyền mặn vào sông ở vùng hạ lưu các sông là kết quả của sự tương tác nhiều yếu tố [12], trong đó quan trọng nhất là dòng chảy trong sông, thủy triều và các yếu tố hình thái cửa sông (địa hình, trầm tích...). Ngoài ra còn một số các yếu tố khác như điều kiện khí hậu của khu vực cũng như tác động đến vấn đề lan truyền mặn trong sông. Trong quá trình phát triển kinh tế - xã hội của mình, con người đã tác động làm thay đổi các yếu tố vật lý nêu trên như các công trình khai thác nguồn nước phục vụ các ngành nông nghiệp, công nghiệp, đô thị... cải tạo vùng cửa sông phục vụ logistics... Sự tác động của con người đã dẫn đến sự thay đổi đáng kể dòng chảy hạ lưu và các công trình điều tiết dòng chảy (hồ

chứa, đập dâng, trạm bơm...) hiện nay là nguyên nhân chính làm giảm tới 30% của 1/3 số con sông lớn trên thế giới [10] và dẫn đến thay đổi cơ chế lan truyền mặn nước sông vùng hạ du [5].

Lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn là một trong những lưu vực sông lớn nhất miền Trung, có chiều dài dòng chính là 205km và diện tích là 10.350km<sup>2</sup>. Bắt nguồn từ dãy Trường Sơn ở phía Tây, sông chảy qua 4 tỉnh, thành phố (Quảng Ngãi, Kon Tum, Quảng Nam và thành phố Đà Nẵng) rồi đổ ra biển qua 2 cửa sông chính tại vịnh Đà Nẵng (cửa Hàn) thuộc thành phố Đà Nẵng và biển Đông (cửa Đại) tại tỉnh Quảng Nam [7, 8]. Có điều kiện tự nhiên thuận lợi cho phát triển thủy điện, nên hiện nay đây là lưu vực có mật độ các công trình thủy điện lớn nhất lãnh thổ Việt Nam. Nếu tính trung bình công suất lắp máy thủy điện trên địa bàn lưu vực là 0,33kw/đầu người, số liệu này lớn hơn rất nhiều so công suất lắp máy thủy điện với toàn quốc (0,16kw/người) [15]. Việc phát triển nhanh thủy

<sup>1</sup>Viện Địa lý - Viện Hàn lâm KH&CN VN

<sup>2</sup>Ban ứng dụng và triển khai công nghệ - Viện Hàn lâm KH&CN VN

<sup>3</sup>Trường Cao đẳng Công nghệ, Kinh tế và Thủy lợi Miền Trung - Bộ NN&PTNT

Email: hoangson97@gmail.com

điện ở Việt Nam nói chung và ở lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn nói riêng gây ra xung đột về chia sẻ nguồn nước. Theo đánh giá của Viện Năng lượng (Bộ Công thương) các công trình thủy điện lớn ở thượng nguồn thường có đa mục tiêu (gồm cả điện lượng, chống lũ, chống hạn hán, xâm nhập mặn...) nhưng khi xây dựng thường bị sửa thiết kế làm tăng khả năng phát điện (tăng cao mực nước chết) giảm dung tích hiệu ích của công trình. Điều này dẫn đến việc xả nước ngày càng tăng trong mùa mưa làm trầm trọng thêm tình trạng ngập lụt cũng như giảm nguồn nước trong mùa kiệt (do chế độ phát điện phủ đỉnh) tăng tình trạng hạn hán do mặn xâm nhập sâu ở hạ nguồn. Năm 2013, thành phố Đà Nẵng, đã phải đối mặt với tình trạng thiếu nước trầm trọng, ảnh hưởng đến 1,7 triệu người và 10.000ha đất nông nghiệp do Công ty Cổ phần Thủy điện Đăk Mi 4 đã từ chối xả nước mặc dù Thủ tướng Chính phủ đã ban hành chỉ thị yêu cầu các đơn vị điều hành xả nước cứu hạn [15]. Liên tục các năm 2016, 2017 và những tháng đầu năm 2018, các khu dân cư thuộc quận Ngũ Hành Sơn, Sơn Trà và huyện Hòa Vang luôn trong tình trạng thiếu nước dùng dài ngày do lượng nước khai thác tại Nhà máy nước Cầu Đỏ suy giảm nghiêm trọng vì độ mặn tăng cao [1]. Bên cạnh đó nước biển lan sâu vào trong sông từ cửa Hàn đã mặn hóa sông Vĩnh Điện - nguồn nước ngọt cung cấp chủ đạo cho trên 2.000ha lúa thuộc khu tưới của huyện Hòa Vang (Đà Nẵng) và thị xã Điện Bàn (Quảng Nam) cũng như cấp nước sinh hoạt cho thành phố Hội An [18]. Để đảm bảo nguồn nước vận hành hệ thống thủy lợi khai thác nước dọc sông Vĩnh Điện (các trạm bơm như Tứ Cầu, Cẩm Sa, Thanh Quýt, Vĩnh Điện...) Sở Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn Quảng Nam đã phải đắp đập tạm ngăn mặn tại Tứ Cầu (ngày 05/06/2013) và từ đó đến nay, hằng năm luôn phải đắp đập tạm để ngăn nước mặn xâm nhập từ cửa Hàn (Đà Nẵng) trong mùa kiệt từ tháng 01 đến tháng 8 [6]. Mười công trình thủy điện đã đi vào hoạt động ở thượng du từ năm 2012 đã làm thay đổi đáng kể dòng chảy ở hạ du, trung bình giảm khoảng 11% nhưng giảm rất lớn

trên sông Vu Gia (lưu lượng trung bình năm giai đoạn 2012 - 2017 tại trạm thủy văn Thành Mỹ chỉ đạt 48,8% so với trung bình nhiều năm) và có xu hướng tăng cho sông Thu Bồn (lưu lượng trung bình năm giai đoạn 2012 - 2017 tại trạm thủy văn Nông Sơn đạt 106,8% so với trung bình nhiều năm). Chính vì vậy mức độ lan truyền mặn vào các cửa sông cũng có xu hướng biến động bất lợi cho việc khai thác nguồn nước.

Mặc dù đã có rất nhiều các nghiên cứu cho lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn về các vấn đề liên quan đến thiên tai của tài nguyên nước như lũ lụt, hạn hán, sạt lở bờ sông, xâm nhập mặn... trong thời gian gần đây như dự án quốc tế như Lucci [9], World Bank [11], Jica [13], P1-08-VIE [4], Quỹ Rockefeller [17],... cũng như các dự án trong nước của Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam [9], Viện Địa lý [7],... nhưng chưa có một đánh giá cụ thể về biến động lan truyền mặn trong sông do tác động của các công trình khai thác nguồn lợi từ nước trên sông. Trên cơ sở số liệu quan trắc khí tượng, thủy văn, hải văn tại các trạm định kỳ do Bộ Tài nguyên môi trường quản lý cùng với các tài liệu quan trắc của đề tài “Nghiên cứu đề xuất giải pháp kiểm soát xâm nhập mặn cho thành phố Đà Nẵng”, mã số ĐTDLQG.36/16 trong thời kỳ mùa khô 2017, bài báo sử dụng phương pháp mô hình toán để xác định ranh giới lan truyền mặn trong những năm gần đây, so sánh với điều kiện của sông trước khi có các công trình thủy điện đi vào hoạt động nhằm đánh giá tác động của các công trình thủy điện đến dòng chảy và lan truyền mặn vào sông vùng hạ lưu Vu Gia - Thu Bồn.

## **2. Giới thiệu khu vực nghiên cứu**

Vùng nghiên cứu thuộc hạ du lưu vực sông Vu Gia Thu Bồn gồm các quận Hải Châu, Thanh Khê, Cẩm Lệ, Sơn Trà, Ngũ Hành Sơn, huyện Hòa Vang (thành phố Đà Nẵng) và các huyện Điện Bàn, Duy Xuyên, Thăng Bình và thành phố Hội an (thuộc tỉnh Quảng Nam) với diện tích khoảng 1800km<sup>2</sup>. Đây là khu vực sông Vu Gia - Thu Bồn đổ ra biển qua cửa Hàn, cửa Đại và hàng loạt các phân lưu của sông như Vĩnh Điện, Lạc Thành, Bàu Nít, Thanh Hà... mạng lưới

sông suối ở đây đạt tới 1km/km<sup>2</sup> (hình 1) [2]. Các sông ở đây có mối quan hệ thủy lực phức tạp, ngoài các yếu tố tự nhiên tác động (như địa hình, địa mạo, địa chất kiến tạo...) còn có sự tác động của các yếu tố nhân tác (kè bờ, nối sông...)

Sông Vu Gia dài 80,9km được tính từ Ai Nghĩa đến cửa sông Hàn và sông Thu Bồn dài 62,2km được tính từ Giao Thủy đến cửa Đại.

Các phân lưu như sông Vĩnh Điện chuyển nước từ Thu Bồn sang sông Vu Gia có chiều dài 22,8km, Các phân lưu từ sông Vu Gia như Lạc Thành, Bầu Nít (16,2km), Hà Thanh (16,5km), Thanh Quýt (10,7km) đổ vào sông Vĩnh Điện, Cổ Cò. Các phân lưu từ sông Thu Bồn như Bà Rén (9,8km), Ly ly (14,6km), Trường Giang (73km)...



Hình 1. Bản đồ khu vực nghiên cứu

Với mạng lưới sông dày có nguồn nước phong phú, sông Vu Gia - Thu Bồn là nguồn cấp nước chính cho các nhu cầu sử dụng trong khu vực bao gồm thành phố Đà Nẵng và phần lớn các huyện Điện Bàn, Duy Xuyên, Thăng Bình, thành phố Hội An của tỉnh Quảng Nam [18].

Về mạng lưới các công trình thủy điện vùng thượng du: được đánh giá là 1 trong 4 lưu vực có nguồn thủy năng lớn nhất toàn quốc, Quy hoạch bậc thang thủy điện hệ thống sông Vu Gia - Thu Bồn theo quyết định số 875/QĐ-KHĐT ngày 02/5/2003 của Bộ trưởng Bộ Công nghiệp gồm 42 dự án đã được phê duyệt, với tổng công suất 1.583,36MW; điện lượng bình quân năm

6.186,29 triệu kWh/năm. Cho đến nay, 07 công trình đã phát điện có tổng công suất 895MW (A Vương, Sông Côn 2, Sông Tranh 2, Đăk Mi 4, Sông Bung 5, Sông Bung 6 và Sông Bung 4) và 03 công trình đang xây dựng có tổng công suất 252MW gồm Sông Bung 2, Đăk Mi 2, Đăk Mi 3 (hình 3). Ngoài ra còn có rất nhiều các thủy điện vừa và nhỏ khác. Có thể thấy rằng, mật độ xây dựng thủy điện ở vùng thượng lưu sông Vu Gia - Thu Bồn rất lớn, nếu tính trung bình công suất lắp máy thủy điện trên địa bàn lưu vực là 0,33kw/đầu người, lớn hơn rất nhiều so với toàn quốc (0,16kw/người) [3]. Nhìn chung các hồ chứa trên đều có các đặc trưng sau:

Hầu như các hồ chứa không có khả năng lưu trữ lũ

- Chuyển hướng dòng chảy tự nhiên sang các sông nhánh để phát điện theo các kênh chuyển nước từ hồ chứa đến nhà máy thủy điện

- Thường được xây dựng theo dạng bậc thang: hồ cao nhất có công suất lớn, hồ thấp hơn là đập dâng hoặc đập dâng kết hợp với hồ chứa có công suất nhỏ

- Trong đó các hồ lớn có tác động lớn đến dòng chảy hạ du và đặc biệt là trong mùa kiệt gồm có 4 hồ: A Vương, Sông Tranh 2, Sông Bung 4 và Đăk Mi



Hình 3. Vị trí các công trình thủy điện lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn

Tính từ khi công trình thủy điện đầu tiên (A Vương) trên lưu vực đi vào hoạt động năm 2008, đã có rất nhiều các tác động đến dòng chảy khu vực hạ du như lũ chồng lũ gây ngập lụt vào năm 2009... Tuy nhiên, sau khi công trình thủy điện

ĐakMi 4 (năm 2012) chuyển dòng nước từ sông Vu Gia sang sông Thu Bồn, các tác động khi các công trình thủy điện hoạt động đã rất rõ nét mà điển hình là việc phải xây đập tạm trên sông Vĩnh Điện để ngăn mặn. Vì vậy để đánh giá tác động của hoạt động các công trình thủy điện đến xâm nhập mặn vào sông vùng hạ du, bài báo lấy 2 chuỗi thời gian so sánh: trước năm 2011 và thời kỳ 2012 - 2017

Khả năng và mức độ xâm nhập mặn vào các sông phụ thuộc phần lớn vào thủy triều và chế độ thủy lực dòng chảy trong sông cũng như các điều kiện địa mạo lòng sông.

Về thủy triều: Với đường bờ biển của lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn (tính từ cửa Hàn sang cửa Đại) chỉ kéo dài hơn 100km nhưng vùng biển ở đây có chế độ triều khá phức tạp với dạng bán nhật triều chiếm ưu thế (mỗi ngày có 2 chân và 2 đỉnh không đều nhau). Mỗi tháng đều có xuất hiện một số ngày nhật triều (mỗi ngày chỉ có 1 chân và 1 đỉnh triều), số lần xuất hiện nhật triều trong các tháng không đều nhau và tại mỗi cửa sông cũng khác nhau, nhìn chung số ngày nhật triều có xu thế tăng dần từ bắc vào nam. Tại trạm hải văn Sơn Trà (cửa Hàn), trung bình mỗi tháng có 3 ngày theo chế độ nhật triều, tháng nhiều nhất có 8 ngày, tháng ít nhất chỉ có 1 ngày. Còn đối với cửa Đại mỗi tháng trung bình có 12,2 ngày nhật triều, tháng ít nhất trung bình 5 ngày, dao động từ 3 - 7 ngày, và đôi khi có những tháng trên 20 ngày nhật triều. Biên độ triều ở đây nhìn chung thuộc loại triều yếu, trung bình khoảng 70 - 100cm, lớn nhất 140 - 160cm [14]. Sự chênh lệch số ngày nhật triều là nguyên nhân mặn từ cửa Hàn lấn sâu hơn vào sông Vĩnh Điện khi ở cửa Hàn là thời điểm đỉnh triều còn ở cửa Đại là thời điểm chân triều.

Về chế độ dòng chảy: Lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn có nguồn tài nguyên nước phong phú nhất Việt Nam với lượng dòng chảy trung bình hàng năm đạt 21,5 tỷ m<sup>3</sup> tương ứng với modun dòng chảy là 65,6l/s.km<sup>2</sup> (gấp 2,2 lần trung bình toàn Việt Nam) [2, 16]. Do vị trí địa lý và điều kiện địa hình nên sự phân mùa dòng chảy ở lưu vực này cũng rất sâu sắc, mùa lũ kéo dài trong 3

tháng (từ tháng 10 - 12) nhưng chiếm từ 60 - 70% dòng chảy cả năm còn trong 9 tháng mùa kiệt (từ tháng 1 - 9) chỉ chiếm 30 - 40% lượng dòng chảy cả năm.

Theo số liệu thực đo từ năm 1977 - 2016 [2, 16], lưu lượng nhỏ nhất năm thường xuất hiện vào tháng 6 trên nhánh sông Vu Gia và vào cuối tháng 8 trên sông Thu Bồn. Các trị số dòng chảy thực đo nhỏ nhất đã xuất hiện trong chuỗi quan trắc là:

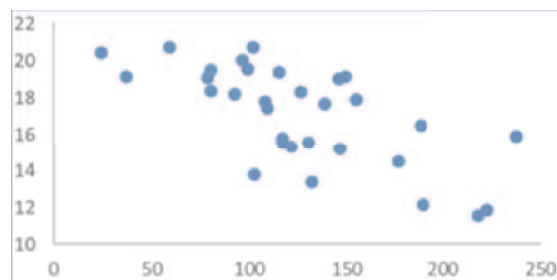
Trên sông Vu Gia, tại trạm Thành Mỹ, thời kỳ chưa ảnh hưởng thủy điện là 11,3m<sup>3</sup>/s (ngày 4/9/1988); Thời kỳ có ảnh hưởng thủy điện là 3,66m<sup>3</sup>/s (26/4/2014). Đối với trạm Ái Nghĩa là 15,4m<sup>3</sup>/s (8/4/2013).

Trên sông Thu Bồn, các trị số dòng chảy thực đo nhỏ nhất đã xuất hiện tại trạm Nông Sơn là 20,6m<sup>3</sup>/s (6/6/1983) và tại trạm Giao Thủy là 22,8 m<sup>3</sup>/s (26/8/2005).

Có thể thấy rằng trong thời gian từ năm 2011 đến nay, việc vận hành phát điện đã làm thay đổi hoàn toàn quy luật tự nhiên của dòng chảy. Tại các trạm Hội Khách, Ái Nghĩa, Giao Thủy mực nước vào mùa cạn (từ tháng 1 - 8) dao động dạng hình sin theo sự vận hành phát điện của các nhà máy thủy điện là chủ yếu.

Và thời kỳ kiệt nhất năm không còn tuân theo quy luật nhiều năm mà chủ yếu tuân theo sự vận hành phát điện của các nhà máy thủy điện.

Do chế độ triều yếu nên độ mặn nước sông phụ thuộc rất lớn vào dòng chảy của sông, điều này được thể hiện rõ nét qua tương quan tỷ lệ nghịch giữa lưu lượng trung bình năm của trạm thủy văn Thành Mỹ với độ mặn trung bình năm của trạm Sơn Trà (hình 4).



Hình 4. Tương quan STBN trạm Sơn Trà và QTBN Thành Mỹ

**3. Cơ sở dữ liệu và phương pháp nghiên cứu**

**3.1. Cơ sở dữ liệu**

*a) Số liệu quan trắc định kỳ*

Số liệu khí tượng, thủy văn: Trên lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn có 24 trạm đo mưa, trong đó có 02 trạm khí tượng và 09 trạm quan trắc thủy văn trong đó có 2 trạm thủy văn cấp 1, 2

trạm thủy văn cấp 2 và 5 trạm thủy văn cấp 3. Các trạm đi vào hoạt động ổn định từ năm 1980, số liệu liên tục, chất lượng tài liệu tốt, tin cậy có thể phục vụ cho tính toán.

Số liệu đo đạc độ mặn trong sông: Hiện nay, trên toàn lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn có 06 trạm đo độ mặn S (‰) có thời gian đo phổ biến từ năm 2003 đến nay (bảng 1).

*Bảng 1. Mạng lưới trạm đo mặn trên sông Vu Gia - Thu Bồn [16]*

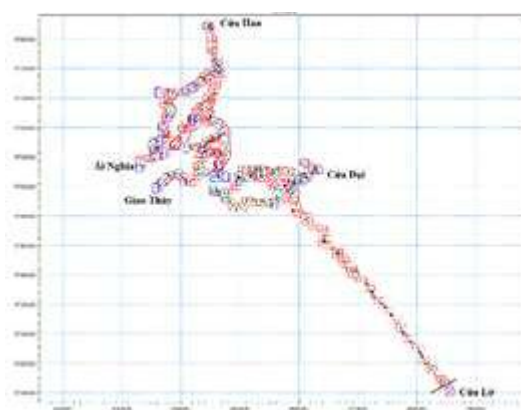
Điểm đo	C.N.V.Trỗi	Cẩm Lệ	Cổ Mân	Câu Lâu	Cẩm Hà	Nam Ngạn
Sông	Vu Gia-Hàn	Vu Gia-Hàn	Vĩnh Điện	Thu Bồn	Thu Bồn	Thu Bồn
Cách cửa sông (km)	Hàn 4,5	Hàn 11	Hàn 12,5	Cửa Đại 14	Cửa Đại 10	Cửa Đại 8

Số liệu quan trắc khí tượng hải văn: Trên bờ biển lưu vực Vu Gia - Thu Bồn có 1 trạm khí tượng hải văn Sơn Trà đo độ mặn và mực nước biển với chuỗi số liệu khá dài (1983 - 2017).

*b) Tài liệu địa hình:*

Bản đồ địa hình trên lưu vực tỷ lệ 1/10.000 do Cục Đo đạc bản đồ quốc gia cung cấp. Để chỉnh lý địa hình bề mặt khu vực hạ lưu sông Vu Gia - Thu Bồn, báo cáo sử dụng một số ảnh vệ tinh Landsat 8 thu thập trong thời kỳ 2015, 2016 và 2017.

- Qua các đợt khảo sát địa hình của Viện Địa lý từ năm 2009 - 2017, 477 mặt cắt ngang của các sông chính thuộc lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn đã được xây dựng (hình 5)



*Hình 5. Sơ đồ mạng lưới sông được thiết lập trong mô hình*

**3.2. Phương pháp nghiên cứu**

Sử dụng mô hình toán mô phỏng lan truyền mặn trong sông theo sơ đồ hình 6



Hình 6. Sơ đồ mô hình Mike xác định lan truyền mặn

#### 4. Kết quả và thảo luận

##### 4.1. Ứng dụng mô hình toán mô phỏng lan truyền mặn trong sông

Các số liệu đã trình bày ở trên ứng dụng mô hình Mike 11HD+AD nhằm mô phỏng diễn biến mặn trong sông

###### a) Điều kiện biên thủy lực:

Biên thượng lưu là lưu lượng đến các trạm thủy văn Ái Nghĩa (trên sông Vu Gia) và Giao Thủy (trên sông Thu Bồn).

Các biên nhập lưu khác được tính toán từ bộ thông số mô hình lưu vực tương tự được kiểm định bằng mực nước; toàn hệ thống có 9 điểm sông nhập lưu và 20 phần nhập lưu được chia đều dọc các đoạn sông. Các sông nhập lưu gồm có sông Bung, sông Kôn, sông Túy Loan, hồ Vĩnh Trinh, sông Ly Ly ....

###### b) Lựa chọn thời đoạn mô phỏng:

Để huấn luyện mô hình, các năm được lựa chọn là năm xuất hiện khô hạn nhất trước khi xây dựng các công trình thủy điện nhưng đồng thời phải có số liệu quan trắc độ mặn. Theo các tiêu

chí đó năm 2003 được chọn để hiệu chỉnh và năm 2004, 2005 dùng để kiểm định mô hình. Thời gian huấn luyện mô hình là mùa kiệt tính từ ngày 01/03 đến 31/08 hàng năm.

Các vị trí để hiệu chỉnh mô hình thủy lực là mực nước (H) tại các trạm thủy văn Ái Nghĩa, Cẩm Lệ (sông Vu Gia) và Giao Thủy, Câu Lâu, Hội An (sông Thu Bồn).

Các vị trí hiệu chỉnh mô hình mặn, dựa vào số liệu độ mặn (S) thực đo tại các trạm Cẩm Lệ, Cẩm Hà, Cổ Mân, Cẩm Nam.

###### c) Kết quả hiệu chỉnh, kiểm định bộ thông số mô hình.

Kết quả hiệu chỉnh đường mực nước tại các trạm kiểm tra Hội An, Cẩm Lệ, Câu Lâu, Ái Nghĩa, Giao Thủy giai đoạn từ tháng 2/2003 đến tháng 8/2003 khá sát với đường mực nước thực đo về độ lớn và thời gian (Bảng 2). Hệ số tương quan  $R^2$  giữa hai đường quá trình đều đạt từ 0,86 - 0,95.

Để đánh giá mức độ tin cậy của bộ thông số đã được hiệu chỉnh vào mùa kiệt 2003, báo cáo sử dụng bộ thông số này mô phỏng thủy lực mùa



kiệt với số liệu độc lập năm 2004 và 2005. Kết quả tương đối phù hợp giữa đường mô phỏng và

đường thực đo, hai đường bám tương đối gần nhau, giá trị  $R^2$  đạt từ 0,82 - 0,95 (Bảng 2).

Bảng 2. Giá trị tương quan  $R^2$  giữa giá trị mực nước tính toán và thực đo

Năm	Ái Nghĩa	Cẩm Lệ	Giao Thủy	Câu Lâu	Hội An
2003	0,90	0,86	0,95	0,95	0,95
2004	0,93	0,84	0,95	0,92	0,91
2005	0,86	0,85	0,95	0,90	0,82

Với kết quả này, báo cáo sử dụng bộ thông số mô đun HD đã thu được tiếp tục mô phỏng lan truyền mặn vùng cửa sông Vu Gia - Thu Bồn bằng việc sử dụng kết hợp model tải khuếch tán chất lượng nước mô phỏng lại quá trình lan truyền mặn từ cửa sông vào trong sông. Các thông số khuếch tán, biên mặn được thiết lập như sau:

+ Biên dưới: Vùng cửa sông độ mặn thay đổi tương đối phức tạp, theo từng vị trí và phụ thuộc vào sự tương tác của thủy triều và dòng chảy thượng nguồn. Độ mặn nước biển dao động trong khoảng 30 - 35‰, mặt cắt biên dưới là cửa sông, nên nghiên cứu này lấy độ mặn là 32‰.

+ Biên Trên: Lựa chọn tại Ái Nghĩa và Giao Thủy có độ mặn bằng 0

Việc hiệu chỉnh các thông số trong mô đun AD được thực hiện bằng phương pháp thử dần. So sánh kết quả thu được với giá trị thực đo tại các điểm kiểm tra cho thấy giá trị sai khác giữa tính toán và thực đo không lớn, phần lớn trong khoảng 10 - 15% ngoài một số điểm cá biệt. Kết quả này hoàn toàn chấp nhận được trong việc mô phỏng lan truyền mặn đảm bảo về hình dạng và xu thế, từ đó đánh giá được diễn biến mặn trước và sau khi có công trình thủy điện ở thượng nguồn. Kết quả đánh giá được các ranh giới độ mặn trên sông theo các yêu cầu sử dụng nước, cụ thể ở đây xác định ranh giới mặn 1‰ và 4‰ trong sông cho thời kỳ trung bình 2000 - 2010 và ranh giới mặn từ năm 2012 (khi các công trình thủy điện phía thượng nguồn đi vào hoạt động)

#### 4.2. Đặc điểm lan truyền mặn vùng hạ lưu sông Vu Gia - Thu Bồn

Mặc dù nằm trong hệ thống sông, dưới tác

động của điều kiện địa mạo lòng sông khác biệt nên lan truyền triều vào các cửa sông khác nhau vì vậy, ranh giới mặn vào sông cũng rất khác nhau. Ranh giới độ mặn theo dọc sông như sau:

- Trên dòng chính Vu Gia - Hàn Độ mặn 1‰ xâm nhập vào sâu trong sông trung bình 13,5km và lớn nhất ở khoảng cách 18,8km (tính từ cửa sông Hàn), vượt qua trạm lấy nước cầu Đò 4,5km về phía thượng lưu; độ mặn 4‰ trung bình ở cách cửa sông 12km, lớn nhất đạt tới 13,9km (vượt qua trạm thủy văn Cẩm Lệ). Độ mặn 18‰ vào sâu trong sông 3km

- Trên sông Vĩnh Điện: Do độ dốc lòng sông rất nhỏ có nhiệm vụ chuyển nước từ sông Thu Bồn sang sông Vu Gia nên mặn xâm nhập vào sông Vĩnh Điện từ Cửa Hàn rất sâu. Độ mặn trung bình 1‰ thường xuất hiện ở km thứ 15 (tính từ cửa sông Hàn) và lớn nhất ở km thứ 25. Độ mặn trung bình 4‰ xuất hiện ở km thứ 12 (tính từ cửa sông Hàn) nhưng lớn nhất đã quan trắc được tại km thứ 21.

- Trên dòng chính sông Thu Bồn: Độ mặn 1‰ xâm nhập sâu nhất vào sông ở km thứ 19,2km (cầu Kỳ Lam) tính từ Cửa Đại tuy nhiên trung bình chỉ dừng ở km thứ 12 - 13 (trước trạm thủy văn Câu Lâu). Độ mặn 4‰ xuất hiện ở đoạn sông cách Cửa Đại khoảng 8 - 9km nhưng lớn nhất đã quan trắc được điểm cách cửa Đại 17,7km. Các điểm gần cửa chịu tác động mạnh của dòng triều cường và gió từ biển thổi vào nên độ mặn ổn định hơn và khu vực từ Cẩm Hà đến cầu Câu Lâu (khoảng cách từ 8 - 16km so với cửa sông) độ mặn giảm nhanh và thường xuất hiện ranh giới mặn.

Bảng 3. Ranh giới độ mặn trên hệ thống sông Vu Gia - Thu Bồn (km)

Độ mặn S (‰)	Vu Gia - Hàn		Vĩnh Điện - Hàn		Thu Bồn - Cửa Đại	
	TB	Max	TB	Max	TB	Max
1	13,5	18,8	15	25	12	19,2
4	12	13,9	12	21	9	17,7

Theo chiều sâu, độ mặn nước cũng có sự biến động mạnh mẽ.

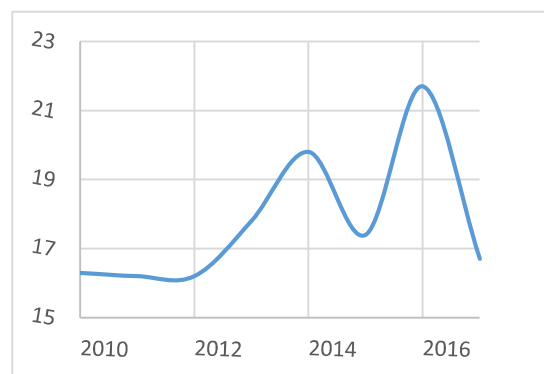
+ Đối với sông Vu Gia và sông Thu Bồn, lớp nước mặt (0 - 1,5m) có độ mặn nước sông rất thấp đối với cả 2 cửa sông và có xu hướng biến động ngược với chu kỳ triều thể hiện sự thông tri của nước trong sông. Lớp giữa (từ 1,5 - 3m), độ muối tăng nhanh theo độ sâu và có xu thế biến động của độ muối đồng pha với dao động triều, thể hiện sự ảnh hưởng mạnh của triều. Tuy nhiên, do điều kiện địa hình quy định nên biến động độ mặn tại tầng đáy (lớn hơn 3m) của 2 con sông có sự khác biệt rất lớn mặc dù độ mặn nước sông ở đây đạt tương đương với độ mặn nước biển 27 - 30‰, nhưng đối với sông Vu Gia - Hàn, độ mặn trong sông ít biến động thể hiện sự ổn định của khối nước mặn trong lòng sông nhưng đối với sông Thu Bồn - cửa Đại, độ mặn lớp đáy biến động rất lớn, xu thế biến động của độ mặn gần như đồng pha với dao động triều và trong pha triều rút, do dòng chảy sông mạnh nên độ mặn giảm mạnh theo độ sâu.

+ Đối với sông Vĩnh Điện: Độ mặn tăng đều từ mặt đến tầng 2,5m, biên độ dao động theo thời gian nhỏ. Tầng 2,5 - 3,5 là lớp đột biến độ mặn và tầng đáy dưới 3,5m độ muối gần như ổn định nhưng thấp hơn hẳn so với sông Vu Gia - Thu Bồn tuy nhiên tầng nước này ít có sự trao đổi, xáo trộn.

#### 4.3. Diễn biến lan truyền mặn trong sông sau khi có các công trình thủy điện

Trong những năm gần đây, các sông vùng hạ du Vu Gia - Thu Bồn thường xuyên xuất hiện tình trạng xâm nhập mặn vào sâu trong sông và đã phá vỡ các quy luật tự nhiên. Việc vận hành phát điện đã làm thay đổi hoàn toàn quá trình mực nước của các trạm quan trắc thủy văn. Tại các trạm Hội Khách, Ái Nghĩa, Giao Thủy đã

quan trắc được dao động mực nước ngày với biên độ từ 0,3 - 0,5m vào mùa kiệt (từ tháng 1 - 8). Việc xuất hiện biến động mực nước trong ngày trên sông Vu Gia biểu hiện rõ nét hơn sông Thu Bồn do diện tích không chế của các công trình thủy điện trên sông Vu Gia (10 công trình với công suất 752,5MW, sản lượng điện hàng năm khoảng 2,9 tỷ kWh) chiếm khoảng 65% diện tích lưu vực - tính đến trạm thủy văn Thành Mỹ, còn sông Thu Bồn, (8 công trình có công suất 228,2MW, điện lượng năm khoảng 819 triệu kWh) tỷ lệ này chỉ khoảng 23% tính đến trạm thủy văn Nông Sơn. Vì vậy biến động lan truyền mặn trong sông vùng hạ du cũng diễn biến khác biệt. Trên cơ sở số liệu quan trắc khí tượng, thủy văn, hải văn và sử dụng bộ thông số mô hình đã được xác lập ở trên, ranh giới lan truyền mặn vào sông được xác định như sau:



Hình 7. Diễn biến độ mặn lớn nhất năm tại trạm Cẩm Lệ

- Trên sông Vu Gia - Hàn:

Theo số liệu năm 2015, khoảng cách xâm nhập mặn vào trong sông ứng với độ mặn 1‰ trung bình là 18km và lớn nhất tới gần 23km; đối với độ mặn 4‰ tương ứng đạt 14,5km và trên 19km.

Tương tự như vậy, năm 2016, khoảng cách xâm nhập mặn lớn nhất đều đạt gần 23,2km ứng

với độ mặn lớn nhất  $1^0/00$  và đạt 19,3km ứng với độ mặn lớn nhất  $4^0/00$ .

Như vậy có thể thấy rằng mặn đã xâm nhập vào sâu hơn trong sông Vu Gia - Hàn rất cao vượt qua ranh giới trung bình tới 5km và năm sau cao hơn năm trước.

Vì vậy, trong những năm gần đây khu vực lấy nước của Nhà máy nước Cầu Đỏ (cách cửa sông Hàn 14,5km) đã bị mặn xâm nhập, trong thời kỳ 2012 - 2017 mặn xuất hiện cả trong mùa lũ (tháng 12/2012 mặn tại cửa lấy nước Nhà máy đạt tới  $6,5^0/00$ ) và cao nhất đạt  $11,7^0/00$  (ngày 13/8/2014) làm ảnh hưởng rất lớn đến hoạt động sản xuất của Nhà máy.

- *Trên sông Vĩnh Điện:* Do độ mặn trên sông Vĩnh Điện ảnh hưởng trực tiếp từ biển qua cửa sông Hàn nhưng bị tác động bởi lượng dòng chảy từ phía thượng nguồn sông Vu Gia và một phần lượng nước từ sông Thu Bồn chảy qua sông Vĩnh Điện. Vì vậy khi các công trình thủy điện đi vào hoạt động, nước sông Vĩnh Điện bị nhiễm mặn nặng nề. Năm 2012, độ mặn tại km thứ 24,5 trên sông Vĩnh Điện tính từ cửa sông Hàn đạt tới  $5,4^0/00$  ảnh hưởng đến toàn bộ hệ thống các công trình thủy lợi trên sông tưới cho hơn 2.150ha đất nông nghiệp và nhà máy nước Hội An. Ngày 06/05/2013 để đảm bảo nguồn nước ngọt, tỉnh Quảng Nam đã tiến hành đắp đập tạm ngăn mặn tại cầu Tứ Câu trên sông Vĩnh Điện (cách cửa sông Hàn 18,2km), và độ mặn trước đập lớn nhất trong những năm có đập dao động từ  $18,5 - 20,6^0/00$ . Trong mùa khô 2017 - 2018, do không đắp đập tạm, độ mặn nước trên toàn sông Vĩnh Điện đạt tới  $8 - 9^0/00$ .

- *Trên dòng chính Thu Bồn:* Độ mặn nước sông trên dòng chính Thu Bồn có xu hướng giảm rất lớn. Trung bình thời kỳ 2003 - 2011 tại trạm Cẩm Hà, độ mặn đạt tới  $9,68^0/00$  nhưng thời kỳ 2012 - 2017, độ mặn chỉ là  $3,82^0/00$ . Tài liệu tính

toán từ mô hình Mike 11HD+AD, ranh giới độ mặn trung bình  $1^0/00$  năm 2015 ở khoảng cách cửa sông là 10,3km và năm 2016 là 10,9km. Như vậy, có thể thấy rằng dưới tác động của các công trình thủy điện thượng lưu nên lưu lượng nước trên sông Thu Bồn được bổ sung một lượng đáng kể đã góp phần đẩy ranh giới mặn gần phía cửa sông. Nhiễm mặn trên sông Thu Bồn phụ thuộc nhiều vào mức độ điều tiết nước của các hồ thủy điện, ít ảnh hưởng quy luật tự nhiên.

### 5. Kết luận

Việc phát triển thủy điện vùng thượng lưu Vu Gia - Thu Bồn đã tác động rất lớn đến chế độ thủy văn, tài nguyên nước ở vùng hạ du lưu vực, trong đó có vấn đề lan truyền mặn vào trong sông thể hiện qua việc chuyển nước làm giảm nguồn trên sông Vu Gia và tăng lượng nước cho sông Thu Bồn cũng như hoạt động phát điện đã tạo nên dao động mực nước trong ngày, tuần trong mùa kiệt rất rõ nét. Các hoạt động này đã tác động trực tiếp đến quá trình lan truyền mặn vào sông. Hiện nay, mặn có xu thế xâm nhập vào sông Vu Gia và phân lưu Vĩnh Điện từ cửa Hàn sâu hơn (đến 5km) so với trước khi có các công trình thủy điện; ngược lại đối với sông Thu Bồn mặn có xu thế giảm, ranh giới độ mặn trung bình  $1^0/00$  dừng ở km thứ 10 - 11 tính từ cửa sông, giảm khoảng 2km so với ranh giới mặn trước khi có các công trình thủy điện.

Mô hình Mike 11HD+AD là một công cụ mô phỏng xác thực nhằm định lượng sự lan truyền mặn vào sông, qua đó cho thấy hoạt động của các công trình thủy điện đã thiết lập một hiện trạng mới về ranh giới mặn trên sông. Đây là cơ sở khoa học để xây dựng một chiến lược sử dụng tài nguyên nước thích ứng với sự biến động ranh giới mặn một cách chủ động để giải quyết các vấn đề đặt ra của lưu vực sông liên tỉnh.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu đã sử dụng các tài liệu của Đề tài độc lập cấp Quốc gia Nghiên cứu đề xuất giải pháp kiểm soát xâm nhập mặn cho Thành phố Đà Nẵng, mã số ĐLCN36/16 do TS. Hoàng Thanh Sơn (Viện Địa lý, VAST) làm chủ nhiệm.

### Tài liệu tham khảo

1. Ban chỉ huy phòng chống thiên tai và tìm kiếm cứu nạn thành phố Đà Nẵng, *Tổng kết công tác Phòng chống thiên tai - Tìm kiếm cứu nạn các năm từ 2000 - 2016*, Báo cáo lưu trữ Văn phòng UBND thành phố Đà Nẵng, Đà Nẵng
2. Đinh Phùng Bảo, (2013), *Nghiên cứu ứng dụng công nghệ GIS xây dựng bản đồ chỉ huy phòng chống lũ lụt lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn*, Báo cáo lưu trữ tại Đài Khí tượng thủy văn Trung Trung Bộ, Đà Nẵng.
3. Hoàng Thái Bình, (2017), *Xác định hành lang thoát lũ trên sông vùng hạ du Vu Gia - Thu Bồn (thuộc thành phố Đà Nẵng) khi hệ thống công trình thủy điện ở thượng du đi vào vận hành trong bối cảnh biến đổi khí hậu*, báo cáo tổng kết đề tài mã số VAST-NĐP.12/15-16, Hà Nội.
4. Bruun et al, (2013), *On the Frontiers of Climate and Environmental Change: Vulnerabilities and Adaptation in Central Vietnam*, Springer Verlag, Berlin, CHLB Đức
5. Georgenes Cavalcante, Luiz Bruner de Miranda and Paulo Ricardo Petter Medeiros, (2017), *Circulation and salt balance in the São Francisco River Estuary (NE/Brazil)*, Brazilian Journal of water resources, v.22, e31, 2017
6. Nguyễn Đình Hải, (2016), *Hiện trạng khai thác nguồn nước phục vụ ngành nông nghiệp vùng ven biển Quảng Nam*, báo cáo lưu trữ tại Sở Nông nghiệp và phát triển nông thôn Quảng Nam, Quảng Nam
7. Vũ Thị Thu Lan và nnk, (2012), *Tiến hành khảo sát thực địa và lập mô hình thủy lực lưu vực sông Thu Bồn, tỉnh Quảng Nam*, báo cáo dự án WB4, 2009 - 2012, báo cáo lưu trữ tại UBND Tỉnh Quảng Nam, Quảng Nam
8. Vũ Thị Thu Lan và nnk, (2013), *Nghiên cứu biến động của thiên tai (lũ lụt và hạn hán) ở tỉnh Quảng Nam trong bối cảnh biến đổi khí hậu*, Tạp chí Các khoa học về trái đất, 35 (1), Hà Nội
9. LUCI (Đức), *Nghiên cứu quan hệ tương tác giữa sử dụng đất và BĐKH tại miền Trung Việt Nam, 2010 - 2015*
10. Ngân hàng Thế giới, (2017), *Cơ sở Dữ liệu*. <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=world-development-indicators> review = ngày [8/5/2017]
11. Salomoni. S.E., Rocha. O, Leite. E. H, (2007), *Limnological characterization of Gravatai River, Rio Grande do Sul*. Acta Limnological Brasiliensia, v.19, p.1-14
12. Sở tài nguyên môi trường Quảng Nam, (2016), *Đánh giá đưa ra các biện pháp bảo vệ nguồn nước chống lại xâm nhập mặn tập trung vào nguồn nước mặt trong năm đầu tiên*, báo cáo lưu trữ tại UBND Tỉnh Quảng Nam, Quảng Nam.
13. Nguyễn Minh Sơn, (2010), *Nghiên cứu đề xuất giải pháp quản lý, sử dụng tổng hợp tài nguyên nước lưu vực sông Vu Gia - sông Hàn, đáp ứng nhu cầu phát triển bền vững thành phố Đà Nẵng*, Báo cáo lưu trữ tại Viện Công nghệ Môi trường, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Hà Nội
14. Thomas Sagris et al., (2016), *Việt Nam: Khuôn khổ kinh tế về nước để đánh giá các thách thức của ngành nước*,
15. Trương Tuyển, (2012), *Đặc điểm khí hậu - thủy văn tỉnh Quảng Nam*, Nxb. Tài nguyên môi trường, Hà Nội.
16. Hoàng Ngọc Tuấn, (2016), *Đánh giá toàn diện nhằm hướng đến khả năng chống chịu đối với BĐKH đối với nguồn tài nguyên nước mặt thành phố*, báo cáo lưu trữ Văn phòng Biến đổi khí hậu thành phố Đà Nẵng, Đà Nẵng
17. Viện Quy hoạch thủy lợi, (2017), *Quy hoạch thủy lợi tỉnh Quảng Nam đến năm 2020 và định hướng đến năm 2050*, báo cáo lưu trữ tại UBND Tỉnh Quảng Nam, Quảng Nam.

## SALINE INTRUSION OF THE RIVER IN DOWNSTREAM VU GIA - THU BON UNDER HYDROPOWER PROJECT

Hoang Thanh Son<sup>1</sup>, Vu Thi Thu Lan<sup>2</sup>, Nguyen Dai Chung<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institute of Geography

<sup>2</sup>Department of application & development of technology

<sup>3</sup>Central region college of technology – economics and water resources

**Abstract:** *Da Nang and Quang Nam use water from the Vu Gia - Thu Bon River for agricultural and industrial activities. In the process of development, the coastal zone has adapted to saline intrusion and is considered as a natural condition. However, upstream hydropower development brings undeniable benefits but also adversely affects the hydrological regime, including salt intrusion into the river. This article uses the model Mike 11 HD + AD to determine the salinity of the river in downstream Vu Gia - Thu Bon to assess the impact of hydropower projects through a series of two data calculation periods (before and after construction). The results show that the operation of hydropower plants has increased salinity intrusion into the Vu Gia River (about 5 km) and the distribution of Vinh Dien but reduced for the Thu Bon River. This impact is very detrimental to the exploitation of water in Vu Gia and Vinh Dien rivers for socio-economic development activities of Da Nang and Quang Nam (Hoi An, Dien Ban, Duy Xuyen).*

**Keywords:** *Salinity, salinity intrusion, hydropower plant, Vu Gia - Thu Bon.*

# ỨNG DỤNG VIỄN THÁM VÀ GIS ĐÁNH GIÁ BIẾN ĐỘNG ĐƯỜNG BỜ SÔNG TIỀN VÀ SÔNG HẬU

Hồ Nguyễn Như Quỳnh<sup>1</sup>, Đào Nguyên Khôi<sup>1</sup>, Huỳnh Công Hoài<sup>2</sup>, Nguyễn Thị Bảy<sup>2</sup>

**Tóm tắt:** Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá diễn biến đường bờ khu vực sông Tiền và sông Hậu giai đoạn 1989 - 2014 bằng phương pháp viễn thám. Trong nghiên cứu này, phương pháp tỷ lệ kênh ảnh MNDWI được sử dụng để phân loại đường bờ dựa vào ảnh Landsat đa thời gian giai đoạn 1989-2014 và công cụ DSAS để tính toán tốc độ biến động đường bờ trong giai đoạn này. Kết quả cho thấy diễn biến đường bờ 1989 đến 2014 ở khu vực nghiên cứu có cả xu thế bồi lắng và xói lở, trong đó sông Tiền xói lở nhiều hơn sông Hậu và bồi tụ mạnh ở khu vực cửa sông. Tốc độ thay đổi đường bờ trung bình hàng năm giai đoạn 1989 - 2014 là -0,2 m/năm cho khu vực sông Tiền, 0,5 m/năm cho sông Hậu, -0,4 m/năm cho sông Hàm Luông, -0,5 m/năm cho sông Cổ Chiên, và 0,3 m/năm cho Cửa Đại và 0,1/năm cho Cửa Tiểu.

**Từ khóa:** Đường bờ, sông Cửu Long, MNDWI, GIS, viễn thám.

Ban Biên tập nhận bài: 22/4/2018 Ngày phản biện xong: 14/5/2018 Ngày đăng bài: 25/6/2018

## 1. Đặt vấn đề

Sông Cửu Long (ĐBSCL) là tên gọi phần chảy qua lãnh thổ Việt Nam của sông Mê Kông. Đây là hệ thống sông lớn nhất Việt Nam. Với chiều dài khoảng 230 km tính từ biên giới Việt Nam - Campuchia tới Biển Đông, sông Cửu Long bao gồm hai nhánh chính: Sông Tiền và Sông Hậu. Với hệ thống sông và kênh rạch dày đặc đã tạo nên một lợi thế vô cùng lớn để phát triển kinh tế và xã hội cho các tỉnh ở ĐBSCL như sản xuất lúa, nuôi trồng thủy sản, cung cấp nước sinh hoạt, rửa phèn, cung cấp vật liệu xây dựng, nuôi trồng thủy hải sản, du lịch sinh thái,... Chính vì vậy sông Cửu Long có ý nghĩa rất quan trọng với toàn bộ Đồng bằng Nam Bộ. Bên cạnh những lợi thế to lớn mà sông Cửu Long mang lại thì còn tồn tại những vấn đề khó khăn đang xảy ra, điển hình là vấn đề bồi lắng xói lở. Theo khảo sát của Bộ NN&PTNT (2017) [1], ĐBSCL có 562 điểm với tổng số 786 km sạt lở bờ sông, bờ biển. Trong đó, có 55 điểm, với 173 km sạt lở đặc biệt nguy hiểm; 140 điểm với

97 km sạt lở nguy hiểm và 367 điểm với 516 km sạt lở bình thường. Sạt lở ở bờ sông, kênh rạch ở ĐBSCL diễn ra ngày một nghiêm trọng, gây thiệt hại không hề nhỏ cho người dân, đất đai, nhà cửa, tài sản,... Hiện tượng bồi lắng thường xảy ra ở đuôi các cù lao, cửa sông làm cản trở lớn đến vấn đề giao thông thủy - hình thức đi lại chính ở ĐBSCL, làm giảm khả năng thoát lũ, gây ra ô nhiễm môi trường... Còn hiện tượng xói lở xảy ra ở các khu dân cư, đường giao thông, công trình công cộng đe dọa đến tính mạng và tài sản của cộng đồng dân cư. Do đó, việc phân tích biến động (xói lở, bồi tụ) đường bờ là vấn đề rất quan trọng cả trong nghiên cứu khoa học cũng như trong thực tiễn nhằm phục vụ phát triển bền vững ĐBSCL.

Hiện nay có nhiều nghiên cứu trong và ngoài nước sử dụng công nghệ viễn thám bằng các phương pháp khác nhau như ảnh tổ hợp màu, phân ngưỡng, tỉ lệ kênh ảnh,... để nghiên cứu tách ranh giới nước - đất phục vụ đánh giá đường bờ. Trong các phương pháp trên, tỷ lệ kênh ảnh MNDVI cho thấy được tính hiệu quả trong trích xuất thông tin đường bờ [2]. Bên cạnh đó, có nhiều nghiên cứu về biến động đường bờ ở ĐBSCL đã được thực hiện trong thời gian gần

<sup>1</sup>Khoa Môi Trường, Trường Đại học Khoa học tự nhiên, ĐHQG TP.HCM

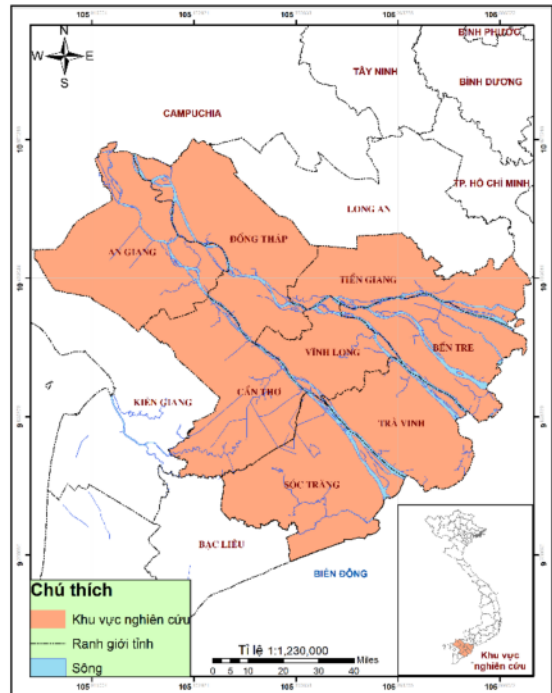
<sup>2</sup>Khoa Kỹ Thuật Xây Dựng, Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG TP.HCM

Email: dnkhoi@hcmus.edu.vn

đây bằng ứng dụng viễn thám như nghiên cứu của Anthony và cộng sự [3], Li và cộng sự [4], và Liu và cộng sự [5]. Tuy nhiên các nghiên cứu này chủ yếu thực hiện phân tích biến động đường bờ ở khu vực của sông và ven biển. Trong nghiên cứu này, tư liệu ảnh Landsat đa thời gian được sử dụng để tính toán mức độ biến động đường bờ theo phương pháp tỷ lệ kênh ảnh (MNDWI) kết hợp với công cụ DSAS trên phần mềm ArcGIS (Hình 2). Mục tiêu của nghiên cứu là đánh giá mức biến động đường bờ giai đoạn 1989 - 2014 cho sông Tiền và sông Hậu nhằm cung cấp thông tin cho công tác quản lý và quy hoạch bền vững ĐBSCL.

## 2. Giới thiệu khu vực nghiên cứu

Bắt đầu từ Phnom Penh, sông Mê Kông chia thành hai nhánh theo dòng chảy từ Bắc xuống Nam: bên phải (hữu ngạn) là sông Bassac (sang Việt Nam gọi là Hậu Giang hay sông Hậu) và bên trái (tả ngạn) là Mê Kông (sang Việt Nam gọi là Tiền Giang hay sông Tiền), cả hai đều chảy vào khu vực đồng bằng châu thổ rộng lớn ở Nam Bộ Việt Nam, dài chừng 220 - 250 km mỗi sông. Lưu lượng hai sông này rất lớn, khoảng 6.000 m<sup>3</sup>/s về mùa khô, lên đến 120.000 m<sup>3</sup>/s vào mùa mưa, và chuyên chở rất nhiều phù sa bồi đắp đồng bằng Nam Bộ [6]. Sông Tiền và sông Hậu chảy qua địa phận các tỉnh, thành: Đồng Tháp, Tiền Giang, Bến Tre, An Giang, Cần Thơ, Vĩnh Long, Trà Vinh, Hậu Giang, Sóc Trăng (Hình 1). Các tỉnh Tiền Giang, Bến Tre và phần lớn tỉnh Đồng Tháp ở phía bên tả sông Tiền. Các tỉnh Vĩnh Long, Trà Vinh, một phần lớn tỉnh Đồng Tháp và An Giang nằm giữa sông Tiền và sông Hậu. Phía hữu sông Hậu là vùng Tứ giác Long Xuyên và vùng bán đảo Cà Mau (ở phía Nam kênh Cái Sắn và hữu ngạn sông Hậu). Dòng chảy của sông Tiền được đổ ra Biển Đông qua sáu cửa: cửa Đại, cửa Tiểu, cửa Ba Lai, cửa Hàm Luông, cửa Cổ Chiên và cửa Cung Hầu. Dòng chảy sông Hậu đổ ra Biển Đông qua 3 cửa: cửa Định An, cửa Trần Đề và cửa Bassac (Cửa Bassac nay đã bị bồi lấp).



Hình 1. Vị trí khu vực nghiên cứu

## 3. Phương pháp nghiên cứu

### 3.1. Phương pháp chiết tách đường bờ

Phương pháp tỉ lệ ảnh MNDVI được sử dụng để chiết tách đường bờ cho khu vực nghiên cứu dựa vào ảnh viễn thám đa thời gian Landsat cho các năm ở giai đoạn 1989 - 2014 (Bảng 1). Các ảnh được lựa chọn là chọn các ảnh trong thời gian mùa khô (tháng 11 đến tháng 4) và ảnh có chất lượng tốt (ảnh không bị sọc, có độ che phủ của mây nhỏ hơn 10% độ che phủ trên toàn khu vực, và không có lỗi cảm biến (ở các khu vực gần bờ sông và bờ biển)). Phần mềm ENVI 5.2 và ArcGIS 10.5 được sử dụng trong nghiên cứu này. Các bước chiết tách đường bờ được mô tả trong hình 2, và được mô tả như sau:

– Bước 1: Xử lý ảnh

Ảnh Landsat sau khi được thu thập sẽ được hiệu chỉnh hình học và khí quyển. Sau đó ảnh được xử lý cắt và ghép ảnh cho phù hợp với khu vực nghiên cứu. Tiếp theo, để nhận dạng rõ đường bờ khu vực nghiên cứu thì nghiên cứu sử dụng dạng tổ hợp màu tự nhiên các kênh 3, 2, 1 đối với ảnh Landsat 7 và kênh 4, 3, 2 đối với Landsat 8.

– Bước 2: Tách lọc đường bờ bằng tỉ lệ kênh ảnh MNDWI.

Để tách lọc đường bờ, sử dụng phương pháp chỉ số khác biệt nước điều chỉnh MNDWI để làm rõ 2 đối tượng nước và đất liền. Theo Umit Duru (2017) [2], chỉ số MNDWI được tính theo công thức:

$$\text{MNDWI} = (\text{Green} - \text{MIR}) / (\text{Green} + \text{MIR})$$

Trong đó, Green là kênh lục (0.52 - 0.60  $\mu\text{m}$ ) và MIR là kênh hồng ngoại giữa (1.55 - 1.75  $\mu\text{m}$ ).

Đối với ảnh Landsat 5 TM và Landsat 7 ETM+:

$$\text{MNDWI} = (\text{Band 2} - \text{Band 5}) / (\text{Band 2} + \text{Band 5})$$

Đối với ảnh Landsat 8 OLI/TIRS:

$$\text{MNDWI} = (\text{Band 3} - \text{Band 6}) / (\text{Band 3} + \text{Band 6})$$

Sau khi tách lọc đường bờ bằng tỉ số MNDWI, công cụ Reclassify trong ArcGIS được sử dụng để phân ngưỡng thành 2 lớp, đất liền là đối tượng có giá trị 0 (màu đen) và nước có giá trị 1 (màu trắng). Do hạn chế về số liệu khảo sát thực tế nên kết quả phân loại được hiệu chỉnh với ảnh Google Earth. Kết quả trích xuất đường bờ được cho từng

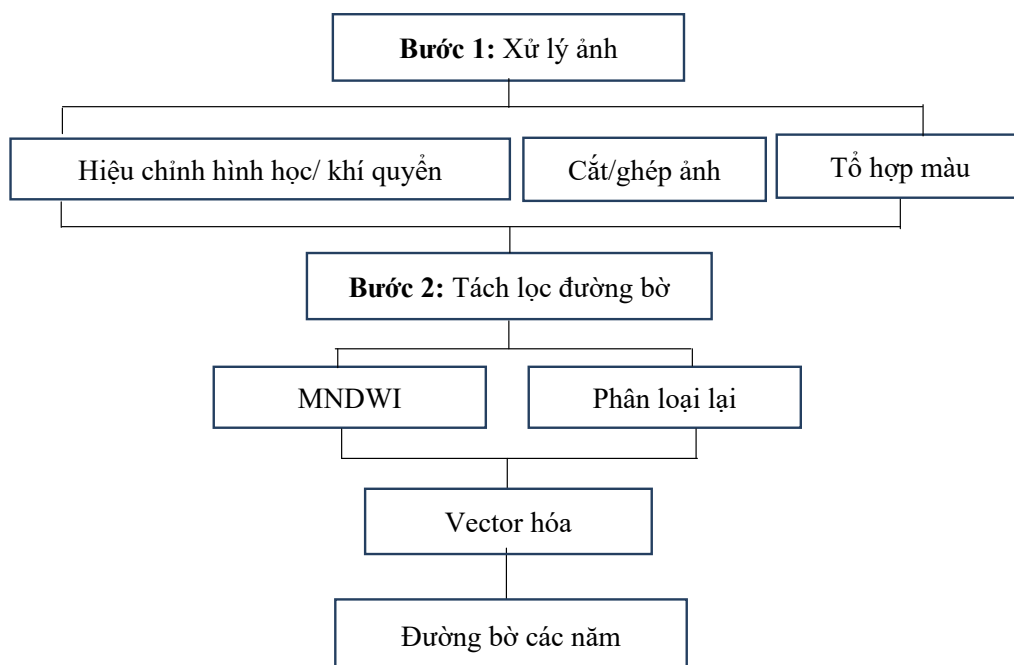
giai đoạn thời gian được chồng lớp với ảnh Google Earth của thời gian đó để kiểm tra kết quả phân loại đường bờ. Bên cạnh đó, hiệu chỉnh kết quả đường bờ sông với mực nước triều được bỏ qua vì các ảnh được lựa chọn trong mùa khô nên chênh lệch mực nước là không nhiều, và độ phân giải của ảnh Landsat là 30 m.

### 3.2. Công cụ DSAS

Công cụ DSAS tích hợp trong ArcGIS 10.5 được sử dụng để tính toán tốc độ bồi xói. Công việc tính toán và phân tích đường bờ được tiến hành như sau:

- Xác định đường chuẩn (baseline) và các đường bờ tính toán (shoreline).
- Tạo các tuyến cắt ngang vuông góc bờ (transect).
- Tính toán tốc độ thay đổi đường bờ.

Dựa vào dữ liệu đường bờ sau khi số hóa, nghiên cứu sử dụng phương pháp điểm đầu - điểm cuối (EPR) dùng để phân tích kết quả cho các giai đoạn 1989 - 1994, 1994 - 1999, 1999 - 2004, 2004 - 2009, 2009 - 2014; sử dụng phương pháp hồi quy tuyến tính (LRR) cho giai đoạn 1989 - 2014.



Hình 2. Các bước tách lọc đường bờ

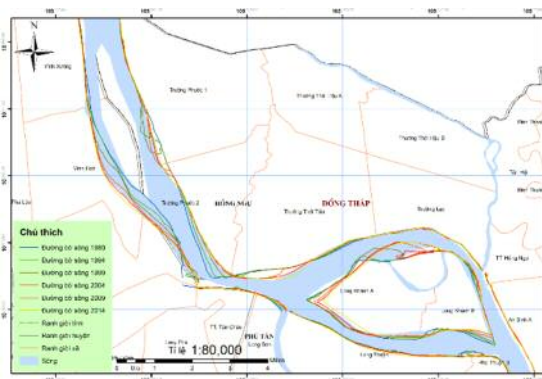


Bảng 1. Dữ liệu ảnh Landsat sử dụng trong nghiên cứu

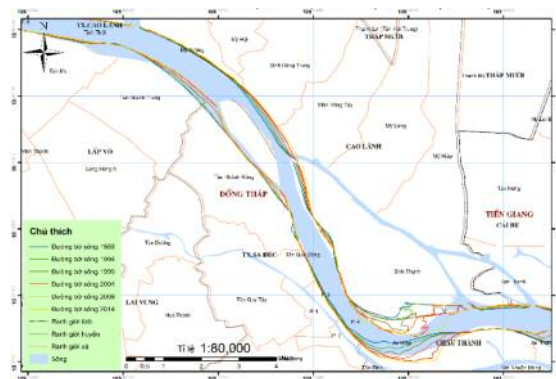
STT	Vệ tinh	Bộ cảm	Path/Row	Thời gian chụp	Độ phân giải (m)	Hệ tọa độ
1	Landsat 5	TM	125/53	01/02/1989	30 - 30	UTM
2	Landsat 5	TM	126/52	24/02/1989	30 - 30	UTM
3	Landsat 5	TM	125/53	03/03/1994	30 - 30	UTM
4	Landsat 5	TM	126/52	23/12/1994	30 - 30	UTM
5	Landsat 5	TM	125/53	21/06/1999	30 - 30	UTM
6	Landsat 5	TM	126/52	20/02/1999	30 - 30	UTM
7	Landsat 7	ETM+	125/53	18/01/2004	30 - 30	UTM
8	Landsat 5	TM	126/52	18/02/2004	30 - 30	UTM
9	Landsat 5	TM	125/53	09/12/2009	30 - 30	UTM
10	Landsat 5	TM	126/52	14/01/2009	30 - 30	UTM
11	Landsat 8	OLI/TIRS	125/53	22/02/2014	30 - 30	UTM
12	Landsat 8	OLI/TIRS	126/52	13/02/2014	30 - 30	UTM

#### 4. Kết quả và thảo luận

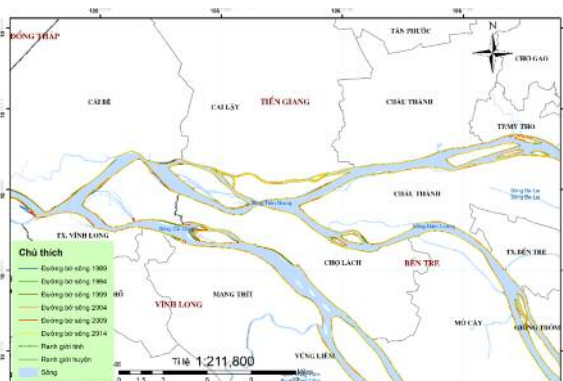
##### 4.1. Biến động đường bờ khu vực sông Tiền giai đoạn 1989 - 2014



Hình 3. Diễn biến đường bờ sông Tiền đoạn Tân Châu - Hồng Ngự



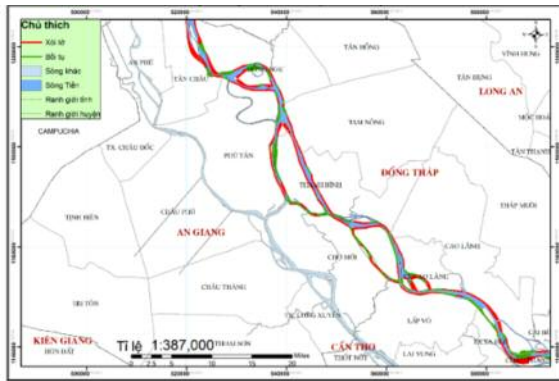
Hình 4. Diễn biến đường bờ sông Tiền đoạn Sa Đéc - Cao Lãnh



Hình 5. Diễn biến đường bờ sông Tiền đoạn Bến Tre - Tiền Giang - Vĩnh Long

Kết quả phân tích đường bờ giai đoạn từ năm 1989 - 2014 cho thấy khu vực xói lở nhiều nhất nằm ở phía đầu nguồn sông Tiền, bao gồm TX. Hồng Ngự, huyện Châu Thành, Tp. Sa Đéc, huyện Cao Lãnh (tỉnh Đồng Tháp), huyện Tân Châu (tỉnh An Giang); và xói lở xảy ra mạnh ở các điểm sông có sự phân nhánh do có cù lao giữa dòng chảy, bao gồm xã Long Khánh A, xã Long Thuận, xã Phú Thuận A (huyện Hồng Ngự), xã Tân Hòa, xã Tân Quới (huyện Thanh Bình), Phường Tân Thuận Đông (Tp. Cao Lãnh), khu vực nhập lưu của các nhánh sông (xã Long Khánh B), khu vực sông cong, đoạn sông có

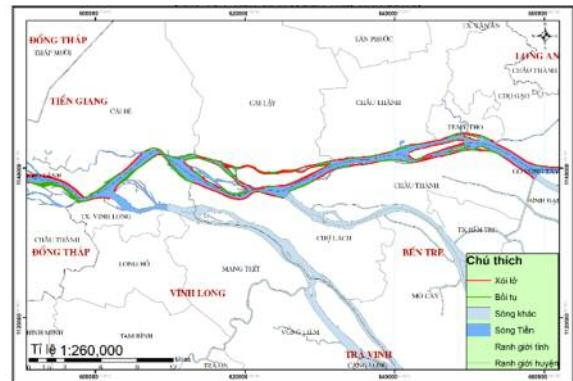
luồng lạch không ổn định (huyện Thanh Bình, Tp. Cao Lãnh, cù lao Long Khánh), huyện Cái Bè, Cai Lậy, Châu Thành (tỉnh Tiền Giang); huyện Chợ Lách, Châu Thành (tỉnh Bến Tre). Khu vực bồi tụ điển hình thuộc bờ trái sông Tiền đoạn chảy qua Tp. Sa Đéc, nhánh bắc xã Long Khánh (Hồng Ngự, Đồng Tháp), xã Tân Hòa (huyện Thành Bình, tỉnh Đồng Tháp), huyện Long Hồ (tỉnh Vĩnh Long), xã Tân Phong (tỉnh Bến Tre) (Hình 3, 4 và 5). Kết quả tính toán tốc độ xói lở - bồi tụ cho thấy đoạn bờ sông Tiền chủ yếu xảy ra quá trình xói lở với tốc độ trung bình khoảng 0,2 m/năm (Hình 6 và 7).



Hình 6. Biến động đường bờ sông Tiền đoạn qua khu vực Đồng Tháp, An Giang

Đoạn sông Tiền chảy qua 2 huyện Tân Châu (An Giang) - Hồng Ngự (Đồng Tháp), bờ trái xói lở với tốc độ trung bình khoảng 1,21 m/năm và bờ phải xói lở liên tục với tốc độ cao khoảng 3,33 m/năm với sự dịch chuyển đường bờ vào sâu trong đất liền phạm vi khoảng hơn 30 m trong giai đoạn 1989 - 2014, đặc biệt là khu vực Vĩnh Xương (Thị xã Tân Châu, An Giang) là đoạn sạt lở xảy ra mạnh nhất.

Cù lao Long Khánh thuộc tỉnh Đồng Tháp có quá trình xói lở bồi tụ luân phiên nhau theo thời gian. Giai đoạn 1989 - 1999 chủ yếu là xói lở ở nhánh bắc bờ trái (đoạn Thường Thới Tiền, Thường Lạc, thị trấn Hồng Ngự) với tốc độ khoảng 10 m/năm, tuy nhiên sau năm 2004, xói lở tại đây giảm và hoạt động bồi tụ diễn ra mạnh (do có sự hình thành cù lao Thường Thới Tiền đây năm sau 1995). Đầu cù lao thuộc nhánh bắc bờ



Hình 7. Biến động đường bờ sông Tiền đoạn qua khu vực Tiền Giang, Bến Tre, và Vĩnh Long

phải, đoạn đầu cù lao xảy ra xói lở với tốc độ khoảng 5 m/năm; đoạn tiếp theo xảy ra quá trình bồi tụ mạnh mẽ, hình thành nên các doi cát, mở rộng diện tích tại đây. Ở nhánh nam cù lao, trước năm 2004, hoạt động bồi tụ là chủ yếu, sau năm 2004 xảy ra xói lở với tốc độ khoảng 10 m/năm là do sự hình thành cù lao Thường Thới Tiền đây dòng chảy từ nhánh bắc chuyển sang nhánh nam.

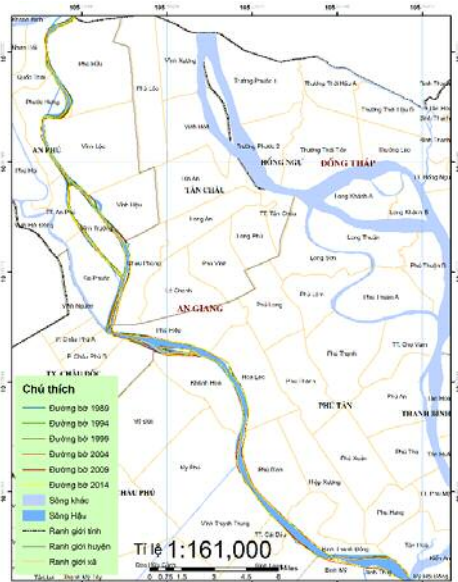
Đoạn sông Tiền chảy qua Tp. Sa Đéc. Bờ phải bị xói lở nghiêm trọng (Hình 6) với phạm vi dịch chuyển đường bờ khoảng 42 m, bờ trái bồi tụ mạnh với phạm vi dịch chuyển khoảng 45 m. Khúc uốn sông Tiền biến đổi nhiều lần hình thành nhiều doi cát kế tiếp nhau ở bờ trái. Quá trình bồi tụ xảy ra mạnh ở bờ trái, mở rộng cồn Bình Thạnh. Khu vực thị xã Sa Đéc mà đoạn sông Tiền chảy qua có địa hình là đoạn sông cong nên dẫn tới xói lở bờ lõm đoạn sông cong

có hố xoáy cục bộ, cộng với việc dòng chảy thượng nguồn vào mùa lũ có vận tốc lớn, sóng do tàu thuyền đi lại tác động liên tục vào bờ lởm làm xói lở mạnh, lượng bùn cát bị mất đi được di chuyển sang phía bờ lồi dẫn đến hiện tượng bồi lắng.

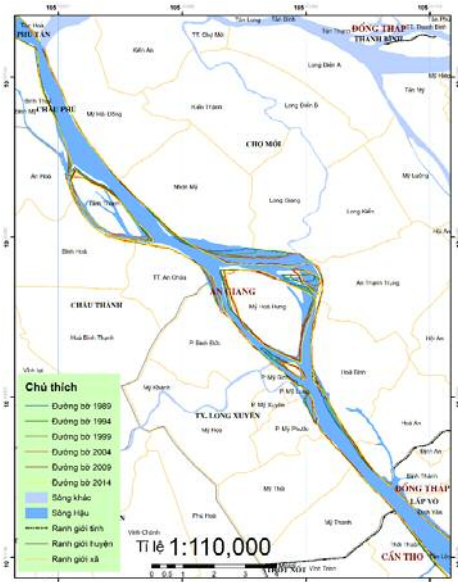
Sạt lở ở xã Mỹ Lương, xã Tân Phong, xã Ngũ Hiệp (tỉnh Tiền Giang) xảy ra liên tục với tốc độ trung bình khoảng 5 m/năm và ngày càng tăng. Đặc biệt là đầu cù lao Tân Phong và cù lao Thới Sơn, quá trình xói lở ngày càng gia tăng. Huyện Long Hồ (tỉnh Vĩnh Long) và xã Hòa Hưng (tỉnh Tiền Giang) xảy ra bồi tụ là chủ yếu với tốc độ

bồi khoảng 6 - 10 m/năm. Nguyên nhân sạt lở bờ sông, kênh, rạch tại Tiền Giang là do lượng phù sa, bùn cát từ thượng nguồn sông Mekong đổ về giảm mạnh, nền đất yếu, chịu ảnh hưởng mạnh mẽ của chế độ bán nhật triều biển Đông; mật độ sông, rạch dày đặc với nhiều đoạn sông cong, nhiều ngã ba, ngã tư là những vị trí dễ bị sạt lở do dòng chảy tác động trực tiếp vào bờ; việc khai thác cát, xây dựng nhiều công trình ven sông làm tăng độ dốc bờ sông làm bờ dễ bị sạt lở.

**4.2. Biến động đường bờ khu vực sông Hậu giai đoạn 1989 - 2014**



Hình 8. Diễn biến đường bờ sông Hậu đoạn qua huyện An Phú - TX. Châu Đốc (An Giang)

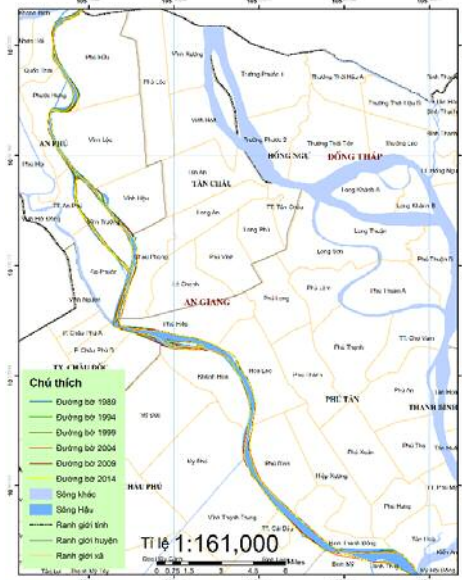


Hình 9. Diễn biến đường bờ sông Hậu đoạn qua huyện Châu Thành - Long Xuyên (An Giang)

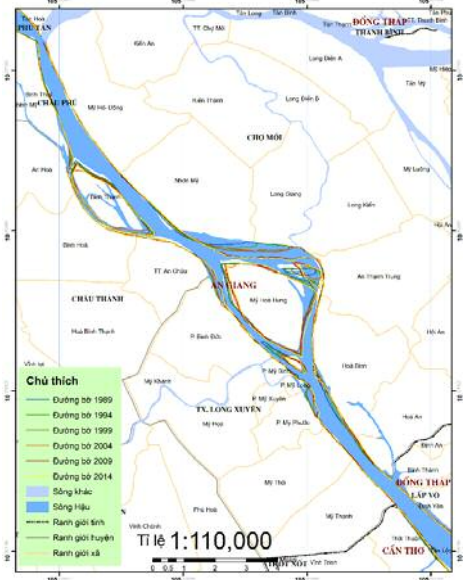
Kết quả phân tích đường bờ giai đoạn từ năm 1989 đến 2014 cho thấy khu vực xói lở điển hình thuộc xã Vĩnh Lộc, xã Vĩnh Trường (huyện An Phú), xã Châu Phong (TX. Tân Châu), xã Phú Hiệp, Hoà Lạc, Phú Bình (huyện Phú Tân), xã Bình Mỹ, Bình Thủy (huyện Châu Phú), xã Mỹ Hoà Hưng, Bình Đức (Tp. Long Xuyên), huyện Bình Minh (tỉnh Vĩnh Long), huyện Kế Sách - Long Phú (tỉnh Sóc Trăng), huyện Tiểu Cần - Duyên Hải (tỉnh Trà Vinh), đầu các cồn Tân Lộc, cồn Sơn, cồn Âu (Tp. Cần Thơ). Khu vực bồi tụ điển hình thuộc xã Hòa Bình (huyện Chợ Mới),

huyện Phú Tân và các đê đầu cồn như cồn Bình Thạnh, xã Mỹ Hòa Hưng (Hình 8, 9, 10, và 11). Kết quả tính toán cho thấy, giai đoạn từ năm 1989 đến 2014, đường bờ sông tiền chủ yếu xảy ra sạt lở, tốc độ sạt lở trung bình khoảng 0,8 m/năm và tốc độ bồi tụ khoảng 2 m/năm.

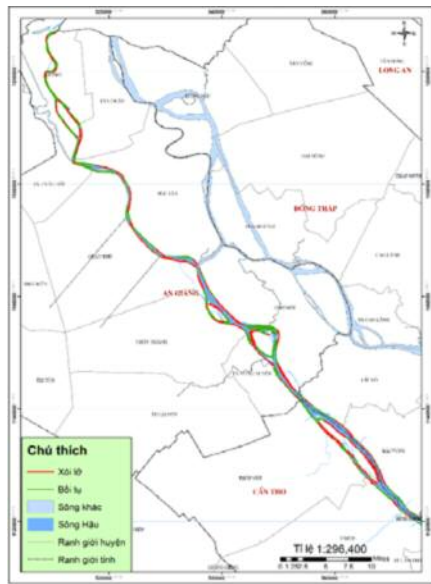
Khu vực phường Bình Mỹ, Bình Thủy (huyện Châu Phú) là bờ sông bên phải bị sạt lở với tốc độ khoảng 3 m/năm, bờ trái xảy ra quá trình bồi tụ với tốc độ 8 m/năm do đoạn sông thuộc bờ lồi uốn khúc và diện tích sông bị thu hẹp.



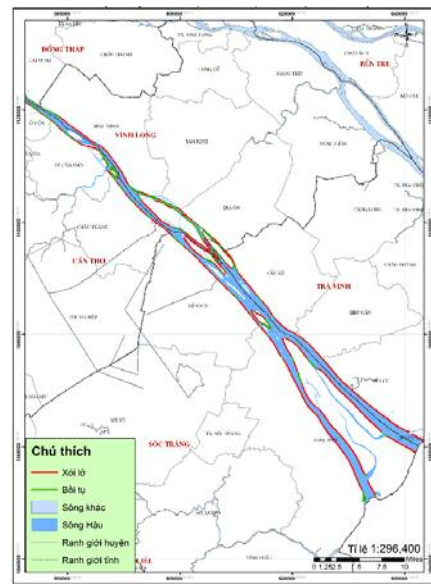
Hình 10. Diễn biến đường bờ sông Hậu đoạn qua Tp. Cần Thơ, tỉnh Vĩnh Long, và tỉnh Đồng Tháp



Hình 11. Diễn biến đường bờ sông Hậu đoạn qua tỉnh Sóc Trăng, tỉnh Vĩnh Long, và tỉnh Trà Vinh



Hình 12. Biến động đường bờ sông Hậu đoạn qua tỉnh An Giang



Hình 13. Biến động đường bờ sông Hậu đoạn qua Tp. Cần Thơ, tỉnh Vĩnh Long, Trà Vinh, và Sóc Trăng

Khu vực Thị xã Long Xuyên sụt lở với tốc độ xói lở khoảng 6m/năm giai đoạn 2009 - 2014 do đặc điểm hình thái của đoạn sông phân lạch An Châu - Long Xuyên, hoạt động nuôi các bè trên sông phát triển mạnh gây nhiều bất lợi cho bờ sông tại đây.

Khu vực đoạn xã Mỹ Hòa Hưng, TP. Long

Xuyên do dòng sông phía thượng nguồn nhánh trái sông Hậu chủ yếu là quá trình bồi lắng làm cho lượng nước tập trung về phía nhánh phải gây gia tăng quá trình xói lở. Đường bờ tại bờ trái ngày càng rộng ra, trong khi đó 2 bên bờ xã Mỹ Hòa Hưng bị sụt lở liên tục. Tốc độ bồi tụ tại bờ trái sông Hậu đoạn Nhơn Mỹ - An Phú lớn nhất

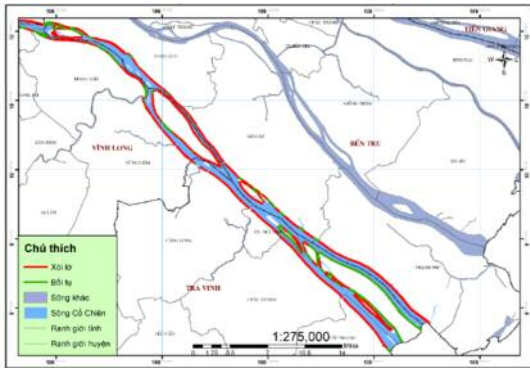
là 35 m/năm, tốc độ sạt lở bờ phải Mỹ Hòa Hưng lớn nhất là 11 m/năm. Khu vực xã Vĩnh Mỹ (Thị xã Châu Đốc) được bồi tụ mạnh với tốc độ khoảng 10 m/năm. Đoạn xã Đa Phước (huyện An Phú) cũng được bồi tụ mạnh do bờ trái thuộc xã Châu Phong (huyện Tân Châu) xảy ra sạt lở liên tục. Ngoài ra còn có đoạn xã Hòa Bình (huyện Chợ Mới) bị sạt lở nghiêm trọng, ở đoạn bờ đối diện lại xảy ra quá trình bồi tụ.

Giai đoạn 1989 - 2014, đầu cồn Tân Lộc bị sạt lở mạnh với tốc độ khoảng 10 m/năm. Cồn Sơn bị xói lở liên tục, nhất là khu vực đầu cồn, qua 25 năm, khoảng cách lớn nhất của đoạn bờ bị sạt lở là 245 m với tốc độ lớn nhất là 13 m/năm. Cồn Khương sạt lở diễn ra gần như trên toàn chu vi, đầu cồn sạt lở mạnh, tốc độ xói lở trung bình khoảng 3 m/năm. Ở các đoạn đường bờ từ huyện Kế Sách đến Long Phú (tỉnh Sóc Trăng), huyện Tiểu Cần đến Duyên Hải (tỉnh Trà

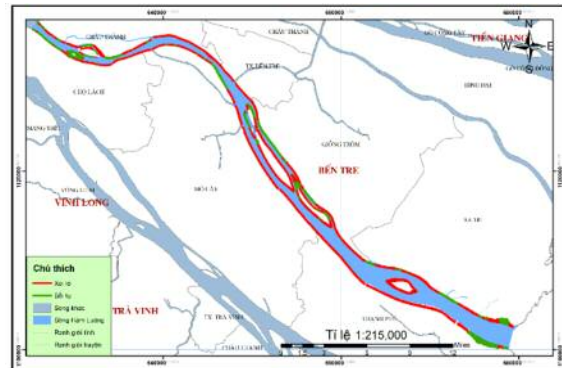
Vinh), hai bên bờ cù lao Dung bị sạt lở nhẹ làm cho cửa sông Định An và Trần Đề mở rộng ra. Huyện Trà Ôn tại cồn An Thạnh, xã Lục Sĩ Thành và huyện Bình Minh (tỉnh Vĩnh Long) thuộc bờ trái sông Hậu xảy ra sạt lở liên tục. Nguyên nhân là do sóng từ tàu thuyền đi lại nhiều với tải trọng lớn, xây dựng nhà cửa ven sông, khai thác cát ảnh hưởng tới đường bờ.

#### 4.3. Biến động đường bờ khu vực sông Hàm Luông, và Cổ Chiên giai đoạn 1989 - 2014

Nhìn chung, đường bờ sông trong khu vực này giai đoạn từ 1989 - 2014, xảy ra hoạt động xói lở là chủ yếu. Các đoạn đường bờ xói lở điển hình như huyện Mang Thít, Long Hồ, Vũng Liêm (tỉnh Vĩnh Long); huyện Chợ Lách, Châu Thành (tỉnh Bến Tre); huyện Châu Thành, Cầu Ngang (tỉnh Trà Vinh). Các đoạn bồi tụ điển hình như cửa sông Hàm Luông, huyện Thạnh Phú (tỉnh Bến Tre) (Hình 14 và 15).



Hình 14. Biến động đường bờ sông Cổ Chiên giai đoạn 1989 - 2014



Hình 15. Bản đồ biến động đường bờ sông Hàm Luông giai đoạn 1989 - 2014

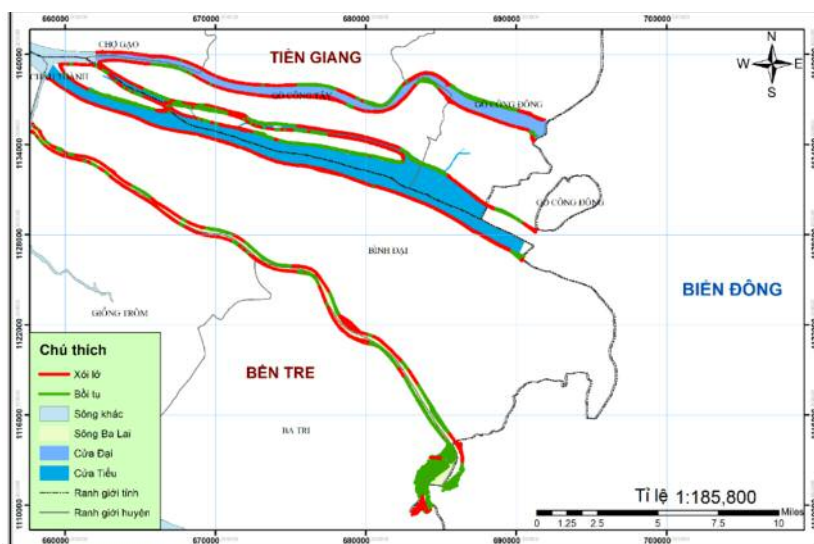
Huyện Long Hồ có tốc độ xói lở bờ trung bình từ 2 - 5 m/năm trong giai đoạn 1989 - 1994, điểm sạt lở sâu nhất là 29 m. Giai đoạn 1994 - 1999, điểm sạt lở sâu nhất là 36 m. Khu vực huyện Mang Thít sạt lở với tốc độ trung bình khoảng 2 m/năm trong giai đoạn 1989 - 1994, từ năm 1994 - 2014 sạt lở với tốc độ 8 - 10 m/năm. Huyện Vĩnh Liêm có tốc độ sạt lở trung bình khá đều là 3 m/năm. Nguyên nhân sạt lở là do đoạn sông thuộc khúc sông cong, vận tốc dòng chảy phía bờ lồi rất lớn, dòng chảy vòng ở sông cong đào xói đất phía bờ lõm vận chuyển qua phía bờ

bồi.

Đoạn đường bờ sông Hàm Luông qua khu vực huyện Chợ Lách và huyện Châu Thành sạt lở nhẹ từ 1 - 3 m/năm. Đoạn đường bờ sông Cổ Chiên từ huyện Châu Thành đến huyện Cầu Ngang cũng xảy ra sạt lở liên tục với tốc độ trung bình 2 - 3 m/năm. Ở khu vực cửa sông Hàm Luông, quá trình xói lở mạnh, đoạn bị xói lở sâu nhất là 500 m làm cửa sông mở rộng ra. Ở khu vực cửa sông Hàm Luông, giai đoạn 1994 - 1999 cửa sông xảy ra hiện tượng bồi tụ với phạm vi

lên đến 45 m. Từ năm 1999 đến 2014 quá trình xói bồi diễn ra xen kẽ nhau theo thời gian. Đường bờ sông Hàm Luông khu vực huyện Giồng Tôm, huyện Mỏ Cày có xu hướng xói lở trong giai đoạn 1989 - 1994 và có xu hướng bồi trong giai đoạn 1994 - 1999. Khu vực xã Hòa Minh, Minh Hòa (thuộc huyện Châu Thành, gần cửa sông Cổ Chiên) có xu hướng xói lở chiếm ưu thế.

#### 4.4. Biến động đường bờ Cửa Đại, Cửa Tiểu



Hình 16. Biến động đường bờ cửa Ba Lai, cửa Đại và cửa Tiểu giai đoạn 1989 - 2014

### 5. Kết luận

Hiện nay biến động đường bờ diễn ra mạnh mẽ trong những năm trở lại đây và gây ảnh hưởng lớn đến môi trường sinh thái cũng như đời sống người dân ở các khu vực ven sông. Kết quả nhận được cho thấy, trong giai đoạn 1989 - 2014, đường bờ sông khu vực sông Cửu Long có sự biến động lớn, trong đó có cả xói lở và bồi tụ. Hiện tượng xói lở xảy ra chủ yếu ở ven biển thuộc huyện Dân Thành (tỉnh Trà Vinh), huyện Gò Công (tỉnh Tiền Giang), huyện Vĩnh Châu (tỉnh Sóc Trăng). Hiện tượng bồi tụ diễn ra mạnh ở các đoạn ven biển thuộc xã Phú Tân (tỉnh Tiền Giang), cửa sông Ba Lai. Khu vực xói lở bờ sông Tiền điển hình thuộc Sa Đéc, Cao Lãnh (tỉnh Đồng Tháp), huyện Tân Châu (tỉnh An Giang)

#### và Ba Lai giai đoạn 1989 - 2014

Đoạn bờ sông Cửa Đại, Cửa Tiểu có xu hướng xói lở với tốc độ xói lở khoảng 1 - 3 m/năm, và xảy ra bồi tụ nhẹ ở các khu vực xã Tân Quới, xã Tân Quới, xã Tam Hiệp (huyện Gò Công Tây, tỉnh Tiền Giang) (Hình 16). Đoạn bờ sông Ba Lai xảy ra quá trình bồi tụ xen kẽ nhau, đặc biệt là hoạt động bồi tụ ở cửa sông Ba Lai.

và ở các điểm sông có sự phân nhánh do cù lao, đoạn sông cong. Khu vực bồi tụ điển hình ở sông Tiền thuộc Tp. Sa Đéc, nhánh bắc xã Long Khánh (tỉnh Đồng Tháp). Khu vực xói lở sông Hậu thuộc các huyện Châu Phú, Long Xuyên (tỉnh An Giang) và đầu các cồn thuộc Tp. Cần Thơ. Khu vực bồi tụ sông Hậu chủ yếu thuộc đuôi các cồn, cù lao. Kết quả tính toán từ công cụ DSAS cho thấy tốc độ thay đổi đường bờ trung bình hằng năm trong giai đoạn 1989 - 2014 như sau: khu vực sông Tiền có tốc độ xói khoảng 0,2 m/năm, sông Hậu có tốc độ bồi khoảng 0,5 m/năm, sông Hàm Luông có tốc độ xói khoảng 0,4 m/năm, sông Cổ Chiên có tốc độ xói khoảng 0,5 m/năm, sông Cửa Đại có tốc độ bồi khoảng 0,3 m/năm và sông Cửa Tiểu có tốc độ xói khoảng 0.1 m/năm (Bảng 2).

Bảng 2. Tốc độ thay đổi đường bờ giai đoạn 1989 - 2014 trên các đoạn sông chính

Đoạn sông	Tốc độ thay đổi đường bờ (m/năm)	
	Bờ trái	Bờ phải
Sông Tiền	-0.71	0.32
Sông Hậu	0.59	0.50
Sông Hàm Luông	-0.48	-0.32
Sông Cổ Chiên	-0.39	-0.64
Cửa Đại	0.46	0.26
Cửa Tiểu	-0.39	0.12

Nhìn chung, kết quả nghiên cứu cho thấy bức tranh tổng quát về xu thế sạt lở - bồi tụ trên sông Tiền và sông Hậu. Tuy nhiên, do nguồn ảnh tiếp cận là ảnh Landsat có độ phân giải lớn (30 m) nên kết quả tính toán chỉ mang tính tương đối,

để kết quả chính xác hơn nên có những nghiên cứu tiếp theo với nguồn ảnh viễn thám có độ phân giải tốt hơn như dữ liệu ảnh Sentinel 1 và 2.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được tài trợ bởi Chương trình Tây Nam Bộ trong khuôn khổ đề tài mã số 08/2017/HĐ-KHCN-TNB.ĐT/14-19/C10.

### Tài liệu tham khảo

1. Bộ nông nghiệp và phát triển nông thôn (2017), Báo cáo số 3655/BC-BNN-TCTL về Tình hình sạt lở bờ sông Vàm Nao, huyện Chợ Mới, tỉnh An Giang.
2. Umit Duru (2017), *Shoreline change assessment using multi-temporal satellite images: a case study of Lake Sapanca, NW Turkey*. Environmental Monitoring Assessment, 189(8), 189 - 385.
3. Anthony, E. J., Brunier, G., Besset, M., Goichot, M., Dussouillez, P., & Nguyen, V. L. (2015), *Linking rapid erosion of the Mekong River delta to human activities*. Scientific reports, 5, 14745.
4. Li, X., Liu, J. P., Saito, Y., & Nguyen, V. L. (2017), *Recent evolution of the Mekong Delta and the impacts of dams*. Earth-Science Reviews.
5. Liu, J. P., DeMaster, D. J., Nguyen, T. T., Saito, Y., Nguyen, V. L., Ta, T. K. O., & Li, X. (2017), *Stratigraphic formation of the Mekong River Delta and its recent shoreline changes*. Oceanography, 30(3), 72-83.
6. Website: [https://vi.wikipedia.org/wiki/S%C3%B4ng\\_C%E1%BB%ADu\\_Long](https://vi.wikipedia.org/wiki/S%C3%B4ng_C%E1%BB%ADu_Long) (truy cập tháng 09/2018)
7. Nguyễn Minh Nga, Nguyễn Quang Long (2011), *Giới thiệu và hướng dẫn sử dụng công cụ DSAS (Digital Shoreline Analysis System) version 4.2*. Đại Học Quốc Gia Thành Phố Hồ Chí Minh, Đại Học Khoa Học Tự Nhiên, Khoa Môi Trường, 43.

## APPLICATION OF REMOTE SENSING AND GIS FOR RIVERBANK ASSESSMENT IN THE BASSAC AND MEKONG RIVERS

Ho Nguyen Nhu Quynh<sup>1</sup>, Dao Nguyen Khoi<sup>1</sup>, Huynh Cong Hoai<sup>2</sup>, Nguyen Thi Bay<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Environment, VNU-HCM University of Science

<sup>2</sup>Faculty of Civil Engineering, VNU-HCM University of Technology

**Abstract:** *The study was conducted to evaluate the riverbank changes in the Bassac (Tien) and Mekong (Hau) Rivers in the period of 1989 - 2014 using the remote sensing method. In this study, the MNDWI index was used to classify the riverbanks based on the multi-temporal Landsat image in the period of 1989 - 2014 and the DSAS tool was used to calculate the change rates of riverbanks in this period. The results showed that the riverbank changes in the period of 1989 - 2014 in the study area had both sedimentation and erosion trends. Specifically, the Bassac and Mekong Rivers had mainly the erosion trend and the estuary area had mainly the deposition trend. The annual change rates in the period of 1989 - 2014 were -0.2 m/year for the Mekong River, 0.5 m/year for the Bassac River, -0.4 m/year for the Ham Luong River, -0.5 m/year for the Co Chien River, 0.3 m/year for the Cua Dai estuary and -0.2 m/year for the Cua Tieu estuary.*

**Keywords:** *Riverbanks, Mekong Delta, MNDWI, GIS, remote sensing.*



# ĐẶC ĐIỂM HOẠT ĐỘNG CỦA KHÔNG KHÍ LẠNH TRÊN KHU VỰC ĐỒNG BẰNG BẮC BỘ TRONG GIAI ĐOẠN 1997 - 2017

Phí Thị Ngà<sup>1</sup>, Võ Văn Hòa<sup>1</sup>

**Tóm tắt:** Dựa vào số liệu thống kê từ mùa đông năm 1997 - 1998 đến mùa đông năm 2016 - 2017, trung bình có khoảng 27 - 29 đợt không khí lạnh (KKL) ảnh hưởng đến khu vực đồng bằng Bắc Bộ (ĐBBB). Trong đó, mùa đông có số lượng đợt KKL ảnh hưởng nhiều nhất là mùa đông năm 2010 - 2011 với 37 đợt, nhiều hơn trung bình nhiều năm (TBNN) từ 9 - 10 đợt. Ngược lại, mùa đông năm 1998 - 1999 và 2015 - 2016 có số đợt KKL ảnh hưởng ít nhất với 23 đợt, ít hơn TBNN 5 đợt. Trong giai đoạn 1997 - 2017, số đợt KKL ảnh hưởng đến khu vực ĐBBB đang có xu hướng giảm dần, từ nhiều hơn TBNN là 9.3 đợt (mùa đông năm 2010 - 2011) xuống còn ít hơn TBNN là 4.7 đợt (mùa đông năm 2015 - 2016). Nếu xét trong giai đoạn 2010 - 2017, số lượng KKL ảnh hưởng đến khu vực ĐBBB đã và đang giảm dần, trong 5 năm gần đây thì giảm mạnh. Điều này thể hiện áp cao Siberia đang yếu dần đi, điển hình là trong 7 năm gần đây. Tuy nhiên, số đợt KKL mạnh kèm theo các hiện tượng thời tiết cực đoan như mưa đá, tuyết, gió giật mạnh lại đang có xu hướng gia tăng trong 10 năm trở lại đây.

**Từ khóa:** Không khí lạnh, khu vực đồng bằng Bắc Bộ.

Ban Biên tập nhận bài: 12/04/2018 Ngày phản biện xong: 20/05/2018 Ngày đăng bài: 25/06/2018

## 1. Mở đầu

Trong những năm trở lại đây do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu mà chế độ khí hậu trên hầu khắp các vùng miền của Việt Nam đã có sự thay đổi đáng kể trong đó có khu vực Đồng bằng Bắc Bộ. Trong đó, các đợt rét đậm, rét hại kéo dài trong điều kiện khí hậu đang nóng lên toàn cầu, các hiện tượng như mưa tuyết, băng giá, sương muối,... đã xảy ra trên diện rộng. Một số nơi chưa bao giờ xảy ra tuyết rơi lại quan trắc được trong những năm gần đây. Cụ thể, đợt rét đậm, rét hại từ 20/1/2018 đến hết ngày 20/2/2008 là đợt rét kéo dài nhất trong lịch sử quan trắc xảy ra trên lãnh thổ Việt Nam. Trong đợt rét đậm rét hại này xuất hiện nhiều ngày có rét hại (vùng đồng bằng trung du Bắc Bộ có 31 ngày rét hại) và nhiệt độ trung bình ngày xuống thấp nhất trong chuỗi số liệu lịch sử. Nhiệt độ trung bình ngày ở ngay giữa trung tâm Hà Nội là 7,3°C; Sa

Pa (Lào Cai) là -0,1°C. Đặc biệt, từ 23 - 28/2/2016, các tỉnh ở Bắc Bộ đã chịu ảnh hưởng của một đợt rét không quá dài nhưng lại tạo ra một nền nhiệt thấp kỷ lục trong chuỗi số liệu quan trắc được cho đến thời điểm hiện tại. Nhiệt độ thấp nhất tại Mẫu Sơn (Lạng Sơn) là -5,0°C; Sa Pa (Lào Cai) là -4,0°C. Mưa tuyết và băng giá đã xảy ra trên diện rộng trên hầu khắp các khu vực vùng núi Bắc Bộ. Thậm chí, ngay tại vườn quốc gia Ba Vì (Hà Nội) cũng quan sát thấy mưa tuyết là điều chưa từng xảy ra trong lịch sử.

Tại Việt Nam, cho đến nay đã có rất nhiều nghiên cứu về KKL được thực hiện như công trình nghiên cứu của Vũ Bội Kiếm (1967), Nguyễn Trọng Hiệu (1999), Trần Công Minh (2006), Phạm Vũ Anh và Nguyễn Viết Lành (2010), Phan Văn Tân và cộng sự (2010), Chu Thị Thu Hương (2015), Võ Văn Hòa và cộng sự (2015), ... Các nghiên cứu này đã tập trung vào giải thích các cơ chế và nguyên nhân gây ra các đợt KKL ảnh hưởng tới Việt Nam nói chung. Một số nghiên cứu đã chỉ ra được xu thế biến đổi của số ngày rét đậm, rét hại và các cực trị nhiệt

<sup>1</sup>Đài Khí tượng Thủy văn khu vực đồng bằng Bắc Bộ

Email: vovanhoa80@yahoo.com;  
nga1975.kttv@gmail.com

độ vào mùa đông cho giai đoạn 1971 - 2001. Có thể nói, các nghiên cứu về KKL được thực hiện cho đến nay không chỉ dừng lại ở việc nghiên cứu về các trung tâm khí áp quy mô lớn chi phối hoạt động của KKL, xu thế biến đổi trong quá khứ, mà còn hướng tới phát triển các phương pháp và mô hình dự báo (động lực và thống kê) cho hiện tượng này từ quy mô dự báo hạn ngắn cho đến hạn mùa. Trong vài năm trở lại, nhiều nghiên cứu về dự tính xu thế biến đổi của KKL trong tương lai cũng đã được thực hiện (Phan Văn Tân và cộng sự (2010)). Tuy nhiên, chưa có nhiều nghiên cứu tập trung xem xét đặc điểm hoạt động và xu thế biến đổi của KKL trong giai đoạn 20 năm gần đây (1997 - 2017), nhất là cho khu vực đồng bằng Bắc Bộ (ĐBBB), nơi hàng năm chịu nhiều thiệt hại gây ra bởi hoạt động của KKL.

Xuất phát từ thực tế nói trên, bài báo này sẽ trình bày kết quả nghiên cứu đặc điểm hoạt động của KKL trên khu vực ĐBBB trong giai đoạn 1997 - 2017 để qua đó tìm ra được xu thế biến đổi trong 20 năm qua (cả về số lượng và cường độ) và tần suất hoạt động của KKL theo thời gian trên khu vực nghiên cứu. Đồng thời, chỉ ra được các đặc trưng thời tiết đi kèm cũng như sự biến đổi của các đặc trưng thời tiết theo sự thay đổi trong hoạt động của KKL trên khu vực ĐBBB. Các phần tiếp theo sẽ mô tả về phương pháp nghiên cứu và tập số liệu sử dụng. Cuối cùng, là một số kết quả nghiên cứu để trả lời cho các câu hỏi nêu ra ở trên.

## 2. Mô tả phương pháp và tập số liệu nghiên cứu

Để có đủ cơ sở khoa học xác định số đợt KKL ảnh hưởng tới khu vực ĐBBB trong giai đoạn 1997 - 2017 cũng như phân loại cường độ của các đợt KKL này, số liệu quan trắc nhiệt độ trung bình ngày của 9 trạm quan trắc khí tượng bề mặt trên khu vực ĐBBB được thu thập trong giai đoạn nói trên (Bảng 1). Ngoài ra, số liệu gió tại trạm Bạch Long Vĩ cũng được thu thập tương ứng để xác định cường độ của KKL. Các số liệu được thu thập trong cả năm để đảm bảo bao phủ được hết các đợt KKL có thể xảy ra sớm vào đầu mùa đông hoặc kết thúc muộn vào cuối mùa đông. Chỉ tiêu xác định KKL sử dụng trong nghiên cứu này được dựa trên chỉ tiêu đã được sử dụng trong tổng kết đặc điểm KKL hàng năm của Trung tâm Dự báo KTTV quốc gia. Tuy nhiên, ở đây không xác định và phân loại theo diện rộng hay cục bộ. Việc phân chia cường độ của đợt KKL chủ yếu dựa trên tốc độ gió quan trắc được tại trạm Bạch Long Vĩ. Cụ thể:

- Đợt KKL mạnh là đợt có gió quan trắc tại Bạch Long vĩ từ cấp 7 trở lên (từ 13.9-17.1m/s và kéo dài trong 12 giờ trở lên;
- Đợt KKL trung bình là đợt có gió quan trắc tại Bạch Long vĩ từ cấp 6 trở lên (từ 10.8-13.8m/s) và kéo dài trên 6 giờ;
- Đợt KKL yếu là đợt có gió quan trắc tại Bạch Long vĩ từ dưới cấp 6 hoặc cấp 6 nhưng kéo dài không quá 6 giờ.

Bảng 1. Danh sách các trạm khí tượng được chọn

TT	Tỉnh/Thành phố	Tên trạm	Mã số	Kinh độ	Vĩ độ	Độ cao (m)
1	Hà Nội	Láng	48820	105°51'	21°01'	6
2	Hà Nội	Sơn Tây	48817	105°30'	21°08'	16
3	Hà Nội	Hà Đông	48/58	105°45'	20°58'	6
4	Hải Dương	Hải Dương	48827	106°18'	20°57'	2
5	Hung Yên	Hung Yên	48822	106°03'	20°40'	4
6	Nam Định	Nam Định	48823	106°10'	20°26'	2
7	Nam Định	Văn Lý	48829	106°18'	20°07'	2
8	Ninh Bình	Ninh Bình	48824	105°59'	20°15'	3
9	Thái Bình	Thái Bình	48835	106°21'	20°27'	2

Để phân tích xu thế biến đổi của KKL theo thời gian, chúng tôi sử dụng phương pháp xây dựng phương trình hồi qui đơn biến  $x = a_0 * t + a_1$ . Trong đó, xu thế tăng, giảm của x (số đợt KKL) được đánh giá trên cơ sở xét dấu và độ lớn của hệ số góc  $a_0$ . Độ tin cậy của xu thế được đánh giá qua kiểm nghiệm Mann-Kendall.

**3. Đặc điểm hoạt động của không khí lạnh trên khu vực đồng bằng Bắc Bộ trong giai đoạn 1997 - 2017**

**3.1. Tần suất của không khí lạnh**

Bảng 2 đưa ra kết quả xác định và thống kê số đợt KKL ảnh hưởng tới khu vực ĐBBB trong từng tháng của các mùa đông từ 1997-2017 cũng như so sánh với giá trị trung bình nhiều năm (theo giai đoạn 1981-2010). Dựa vào bảng 2, có thể thấy KKL xâm nhập xuống khu vực ĐBBB trung bình là 27 - 29 đợt trong một năm. Tuy nhiên, cũng có năm số lượng này tăng lên rất nhiều, đó là năm 2010 - 2011 với 37 đợt, nhiều hơn TBNN từ 9 - 10 đợt; năm 2003 - 2004 là 33 đợt. Ngược lại, có những năm KKL xâm nhập đến khu vực rất ít, như năm 1998 - 1999 và năm

2015 - 2016 với 23 đợt, ít hơn TBNN 5 đợt. Có thể thấy, trong 20 mùa đông có 11 năm có tổng số đợt KKL ảnh hưởng đến khu vực ít hơn TBNN. Hai năm giảm nhiều nhất là năm 1998 - 1999 và năm 2015 - 2016 là 4.7 đợt, đây cũng là năm có tổng số đợt không khí lạnh ảnh hưởng đến khu vực ít nhất. Tiếp đến là các năm 2001 - 2002, 2004 - 2005, 2006 - 2007, 2013 - 2014 và năm 2016 - 2017 ít hơn so với TBNN là 2.7 đợt. Những năm có số đợt ít hơn TBNN còn lại đó là các năm: 1999 - 2000, 2002 - 2003, 2009 - 2010 và năm 2014 - 2015 dao động từ 0.7 - 1.7 đợt. Các năm có số đợt KKL ảnh hưởng đến khu vực cao hơn TBNN, trong đó năm 2010 - 2011 là năm có nhiều đợt KKL ảnh hưởng đến khu vực nhất, nhiều hơn so với TBNN là 9.3 đợt. Tiếp đến là năm 2003 - 2004 nhiều hơn TBNN 5.3 đợt. Các năm còn lại có số đợt KKL cao hơn TBNN đó là các năm: 1997 - 1998, 2000 - 2001, 2005 - 2006, 2007 - 2008, 2008 - 2009, 2011 - 2012 và năm 2012 - 2013 dao động từ 1.3 - 3.3 đợt.

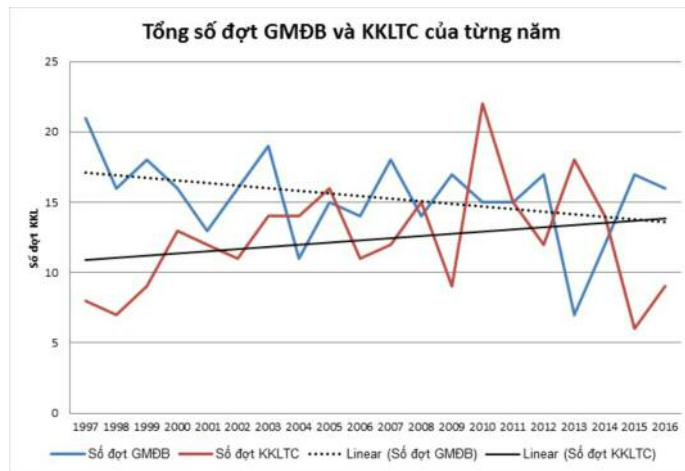
*Bảng 2. Tổng số đợt không khí lạnh trong các tháng giai đoạn 1997 - 2017*

Tháng/ Mùa đông	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	Tổng số	So với TBNN
1997 - 1998	2	3	2	4	7	4	3	1	3	29	1.3
1998 - 1999	2	1	4	1	3	3	3	2	4	23	-4.7
1999 - 2000	0	1	3	4	4	3	5	4	3	27	-0.7
2000 - 2001	0	2	4	4	4	4	5	4	2	29	1.3
2001 - 2002	0	4	4	4	3	3	2	3	2	25	-2.7
2002 - 2003	1	4	5	4	4	3	2	3	1	27	-0.7
2003 - 2004	1	2	4	5	6	3	5	3	4	33	5.3
2004 - 2005	1	3	2	5	5	4	4	1	0	25	-2.7
2005 - 2006	0	5	4	7	5	5	2	2	1	31	3.3
2006 - 2007	1	1	4	4	7	0	2	3	3	25	-2.7
2007 - 2008	3	2	3	5	4	6	2	1	4	30	2.3
2008 - 2009	0	1	5	5	6	2	5	3	2	29	1.3
2009 - 2010	1	1	5	3	5	2	4	5	0	26	-1.7
2010 - 2011	0	3	4	5	9	2	8	2	4	37	9.3
2011 - 2012	1	4	3	5	5	5	3	3	1	30	2.3
2012 - 2013	2	2	4	6	5	4	2	4	0	29	1.3
2013 - 2014	1	1	5	5	4	4	3	1	1	25	-2.7

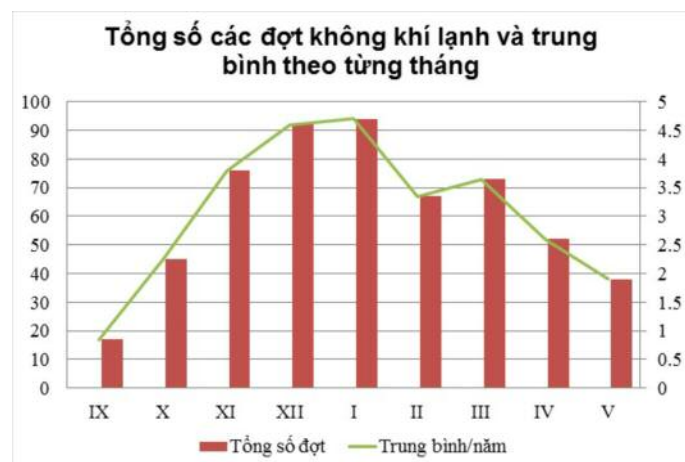
2014 - 2015	0	1	5	6	2	3	5	3	1	26	-1.7
2015 - 2016	1	2	2	5	4	4	3	1	1	23	-4.7
2016 - 2017	0	2	4	5	2	3	5	3	1	25	-2.7
<b>Tổng số</b>	<b>17</b>	<b>45</b>	<b>76</b>	<b>92</b>	<b>94</b>	<b>67</b>	<b>73</b>	<b>52</b>	<b>38</b>	<b>554</b>	
<b>Trung bình</b>	<b>0.85</b>	<b>2.25</b>	<b>3.8</b>	<b>4.6</b>	<b>4.7</b>	<b>3.35</b>	<b>3.65</b>	<b>2.6</b>	<b>1.9</b>	<b>27.7</b>	

Xét trong cả giai đoạn 1997 - 2017, số đợt KKL ảnh hưởng đến khu vực ĐBBB có xu hướng giảm nhẹ với hệ số góc  $a_0$  của phương trình hồi qui là -0.03. Tuy nhiên, trong vòng 7 năm gần đây (từ mùa đông năm 2010 - 2011 đến năm 2016 - 2017), số đợt KKL giảm dần và có tốc độ giảm khá nhanh (hệ số  $a_0$  là -1.89), từ nhiều hơn TBNN là 9.3 đợt (năm 2010 - 2011) xuống còn ít hơn TBNN là -4.7 đợt (năm 2015 - 2016). Điều này thể hiện áp cao Siberia đang vào chu kỳ hoạt động yếu đi. Hình 1 đưa ra kết quả tính toán xu thế biến đổi của số đợt GMĐB và KKLTC. Cụ thể, trong thời kì 1997 - 2017, số

đợt GMĐB ảnh hưởng đến khu vực có xu thế giảm nhẹ (hệ số  $a_0$  là -0.09). Tuy nhiên, số đợt KKLTC lại có xu thế tăng nhanh (hệ số  $a_0$  là 0.16). Về mặt trung bình, số đợt GMĐB có xu thế giảm 2.8 đợt/thập kỉ, trong khi xu thế tăng của KKLTC là 2.2 đợt/thập kỉ. Theo thời gian, KKL ảnh hưởng đến nước ta nói chung và ảnh hưởng đến các tỉnh thuộc khu vực ĐBBB nói riêng thường bắt đầu từ tháng IX đến tháng V năm tiếp theo, tập trung chủ yếu vào các tháng chính đông từ tháng XII đến tháng II năm sau (hình 2).



Hình 1. Xu thế biến đổi của GMĐB và KKLTC trong giai đoạn 1997-2017



Hình 2. Tổng số và trung bình số đợt KKL theo từng tháng trong giai đoạn 1997 - 2017

Từ bảng 2 và hình 2 có thể thấy trong vòng 20 năm, tháng I là tháng có nhiều đợt KKL nhất với 94 đợt trong tổng số 554 đợt, chiếm 17%. Tính trung bình mỗi năm, tháng I có khoảng 4.7 đợt xâm nhập lạnh xuống khu vực. Tiếp đến là tháng XII với 92 đợt, chiếm 16.6%, trung bình có 4.6 đợt mỗi năm. Tháng XI có tổng 76 đợt KKL ảnh hưởng đến khu vực chiếm 13.7%, trung bình có 3.8 đợt xâm nhập lạnh xuống khu vực. Ít nhất là tháng IX với 17 đợt, chiếm 3.1%, trung bình có 0.85 đợt mỗi năm. Theo bảng 3.1, có thể thấy nhiều năm trong tháng IX không có đợt KKL nào xâm nhập xuống khu vực trong vòng 20 năm (1997 - 2007), đó là các mùa đông từ năm 1999 đến năm 2002, mùa đông năm 2005 - 2006, mùa đông năm 2008 - 2009, năm 2014 - 2015 và năm 2016 - 2017. Năm 2010 - 2011 là năm có nhiều đợt KKL xâm nhập xuống khu vực nhất trong tháng I với 9 đợt. Ngược lại, năm 2014 - 2015 và năm 2016 - 2017 lại có ít nhất, chỉ có 2 đợt. Đối với các tháng cuối đông, trong 20 năm, tháng III và tháng IV lần lượt các tháng có 73 đợt, 52 đợt KKL xâm nhập xuống khu vực với tỉ lệ lần lượt là 13.2% và 9%. Tháng V có 38 đợt xâm nhập lạnh xuống khu vực và chiếm 6.9%.; đặc biệt, có 3 năm: 2004 - 2005, 2009 - 2010 và 2014 - 2015 không có đợt KKL nào ảnh hưởng đến khu vực trong tháng V. Trung bình có số đợt KKL của các tháng trong mỗi năm dao động trong khoảng từ 0.85 - 4.7 đợt. Tháng IX là tháng đầu mùa có trung bình số đợt ít nhất là 0.85 đợt. Ngược lại, tháng I và tháng XII là hai tháng có trung bình số đợt nhiều nhất, lần lượt là 4.7 và 4.6 đợt. Đối với các tháng cuối đông, trung bình số đợt giảm dần, với tháng III có 3.65 đợt, tháng IV có 2.6 đợt và tháng V có 1.9 đợt, ít hơn khá nhiều so với trung bình nhiều năm. Do vậy, có thể thấy số đợt KKL xâm nhập đến khu vực trong những năm gần đây có những biến động lớn theo thời gian.

### 3.2. Cường độ của không khí lạnh

Trong giai đoạn 1997-2017, khu vực ĐBBB

chịu ảnh hưởng nhiều nhất là những đợt GMĐB có cường độ mạnh và ít nhất là các đợt không khí lạnh tăng cường có cường độ yếu. Dựa vào số liệu bảng 3 có thể thấy những đợt GMĐB cường độ mạnh có 133 đợt chiếm khoảng 24% tổng số đợt xâm nhập lạnh xuống khu vực, trung bình một năm có khoảng 6.7 đợt. Tiếp đến là các đợt KKL tăng cường cường độ mạnh là 105 đợt, chiếm khoảng 19%, trung bình một năm là 5.3 đợt. Các đợt GMĐB cường độ trung bình, cường độ yếu và các đợt KKL tăng cường cường độ trung bình lần lượt là 72 đợt, 102 đợt và 91 đợt chiếm tỷ lệ tương ứng là 13%, 18.4% và 16.4%; trung bình số đợt một năm là 3.6 đợt, 5.1 đợt và 4.6 đợt. Các đợt KKL cường độ yếu ảnh hưởng đến khu vực ít nhất trong thời gian đang xét với tổng số đợt là 51 đợt chiếm 9.2%, trung bình một năm là 2.6 đợt. Mùa đông năm 1997 - 1998 có nhiều đợt GMĐB mạnh nhất với 13 đợt, năm 2000 - 2001 là 12 đợt, cao hơn so với trung bình nhiều năm từ 6 - 7 đợt. Năm có ít nhất các đợt GMĐB mạnh ảnh hưởng đến khu vực là năm 2013 - 2014 và năm 2014 - 2015 với 2 đợt, thấp hơn trung bình nhiều năm 4 - 5 đợt. Năm 2000 - 2001 và năm 2005 - 2006 có 10 đợt KKL tăng cường mạnh xuống khu vực, năm 2010 - 2011 là 9 đợt, cao hơn so với TBNN từ 4 - 5 đợt. Ngược lại, năm 1998 - 1999 chỉ có 2 đợt KKL tăng cường mạnh xuống khu vực. Năm 2002 - 2003 và năm 2015 - 2016 là những năm không có đợt KKL tăng cường cường độ yếu ảnh hưởng đến khu vực; nhưng các năm 2003 - 2004, 2010 - 2011 và năm 2013 - 2014 lại là các năm có nhiều đợt KKL tăng cường yếu nhất ảnh hưởng đến khu vực với 5 - 6 đợt.

Về mặt xu thế, trong giai đoạn 1997 - 2017, số đợt GMĐB mạnh đang có xu hướng giảm ( $a_0 = -0.22$ ), GMĐB trung bình có xu hướng tăng nhanh ( $a_0 = 0.13$ ), GMĐB yếu có xu hướng giảm nhẹ ( $a_0 = -0.08$ ), số đợt KKLTC có xu hướng giảm nhẹ ( $a_0 = -0.06$ ), số đợt KKLTC trung bình lại có xu hướng tăng nhanh ( $a_0 = 0.14$ ) và số đợt

KKLTC yếu có xu hướng tăng nhẹ ( $a_0 = 0.08$ ). Kết quả tính toán kiểm nghiệm giả thiết thống kê Mann-Kendall với xác suất phạm sai lầm là

0.1 đã cho thấy các xu thế tìm được ở trên là hoàn toàn phù hợp.

*Bảng 3. Tổng số các đợt GMĐB và KKLTC trong giai đoạn 1997 - 2017*

Mùa đông	GMĐB			KKLTC			Tổng số
	Mạnh	TB	Yếu	Mạnh	TB	Yếu	
1997 - 1998	13	1	7	5	2	1	29
1998 - 1999	9	3	4	2	4	1	23
1999 - 2000	5	4	9	4	4	1	27
2000 - 2001	12	3	1	10	1	2	29
2001 - 2002	6	1	6	6	3	3	25
2002 - 2003	9	4	3	8	3	0	27
2003 - 2004	4	4	11	4	5	5	33
2004 - 2005	4	4	3	3	7	4	25
2005 - 2006	10	2	3	10	4	2	31
2006 - 2007	5	3	6	3	6	2	25
2007 - 2008	5	5	8	4	4	4	30
2008 - 2009	4	3	7	7	7	1	29
2009 - 2010	9	6	2	5	2	2	26
2010 - 2011	5	2	8	9	7	6	37
2011 - 2012	6	4	5	7	5	3	30
2012 - 2013	8	5	4	4	5	3	29
2013 - 2014	2	4	1	3	10	5	25
2014 - 2015	2	4	6	5	5	4	26
2015 - 2016	9	4	4	3	3	0	23
2016 - 2017	6	6	4	3	4	2	25
<b>Tổng số</b>	<b>133</b>	<b>72</b>	<b>102</b>	<b>105</b>	<b>91</b>	<b>51</b>	<b>554</b>
<b>Trung bình</b>	<b>6.7</b>	<b>3.6</b>	<b>5.1</b>	<b>5.3</b>	<b>4.6</b>	<b>2.6</b>	<b>27.7</b>

Theo số liệu bảng 4 cho thấy số đợt KKL xâm nhập xuống khu vực theo từng tháng có sự phân chia rõ ràng qua các thời kỳ của mùa đông: đầu mùa đông, giữa mùa và cuối mùa đông. Các đợt KKL ảnh hưởng đến khu vực nhiều nhất vào các tháng XII và tháng I là các tháng giữa mùa đông, trong đó tháng I là nhiều nhất có 94 đợt xâm nhập lạnh, tháng XII là 92 đợt. Tiếp đến là các tháng XI, tháng III và tháng II có lần lượt các đợt KKL tương ứng là 76 đợt, 73 đợt và 67 đợt. Các tháng còn lại phổ biến từ 40 - 50 đợt KKL ảnh hưởng đến khu vực, riêng tháng IX chỉ có 17 đợt,

là tháng có tổng đợt KKL ít nhất trong các tháng mùa đông trong chuỗi số liệu 20 năm qua. Các đợt GMĐB mạnh được thống kê ảnh hưởng đến khu vực nhiều nhất là vào tháng III với 26 đợt, tiếp đến là tháng XI là 21 đợt; các tháng XII, tháng I, tháng II và tháng IV phổ biến từ 15 - 19 đợt; các tháng còn lại từ 4 - 9 đợt, trong đó tháng V có ít đợt GMĐB ảnh hưởng đến khu vực nhất là 4 đợt. Trong khi đó, các đợt GMĐB cường độ trung bình và yếu tập trung nhiều vào các tháng cuối đông từ tháng III đến tháng V hàng năm với các đợt GMĐB cường độ TB phổ biến từ 11 - 14

đợt, tương ứng các đợt GMĐB yếu từ 15 - 20 đợt. Các tháng khác trong mùa đông phổ biến từ 4-8 đợt. Các đợt KKL tăng cường cường độ mạnh ảnh hưởng đến khu vực cũng tập trung nhiều vào các tháng giữa mùa đông. Tháng XII là tháng có số đợt KKL tăng cường nhiều nhất trong vòng 20 năm là 31 đợt, tiếp đến là tháng I với 29 đợt. Tháng XI có 21 đợt KKL tăng cường mạnh, tháng X là 13 đợt. Tháng II và tháng III có tương ứng 7 và 4 đợt KKL tăng cường mạnh. Riêng tháng IX, IV và tháng V không thống kê được đợt KKL tăng cường mạnh nào xâm nhập xuống khu vực. Khác với phân bố các đợt

GMĐB cường độ trung bình và yếu, các đợt KKL tăng cường trung bình và yếu ảnh hưởng đến khu vực tập trung vào các tháng giữa mùa đông. Tháng I có nhiều đợt KKL tăng cường cường độ trung bình và yếu nhất với tương ứng là 24 và 10 đợt. Tháng XII có 22 đợt KKL tăng cường trung bình; các tháng XI, II và tháng III phổ biến từ 10 - 15 đợt; tháng X là 4 đợt và tháng IV là 2 đợt. Riêng tháng IX và tháng V không có đợt KKL tăng cường trung bình ảnh hưởng đến khu vực. Các đợt KKL tăng cường yếu từ tháng XI đến tháng III năm sau phổ biến từ 7 - 10 đợt, các tháng còn lại phổ biến từ 1 - 3 đợt.

*Bảng 4. Tổng số các đợt GMĐB và KKLTC theo từng tháng trong các mùa đông giai đoạn 1997 - 2017*

Tháng	GMĐB			KKLTC			Tổng số	Trung bình
	Mạnh	TB	Yếu	Mạnh	TB	Yếu		
IX	6	4	6	0	0	1	17	0.9
X	9	6	11	13	4	2	45	2.3
XI	21	5	4	21	15	10	76	3.8
XII	19	5	8	31	22	7	92	4.6
I	15	7	9	29	24	10	94	4.7
II	18	8	11	7	14	9	67	3.4
III	26	11	15	4	10	7	73	3.7
IV	15	14	18	0	2	3	52	2.6
V	4	12	20	0	0	2	38	1.9

Như vậy, theo thống kê tần suất và cường độ KKL xuống Việt Nam theo từng tháng trong 20 năm, từ mùa đông năm 1997 - 1998 đến năm 2016 - 2017 thì trong các tháng cuối đông, cụ thể là từ tháng III đến tháng V, số đợt xâm nhập của KKL giảm và cường độ xuất hiện KKL mạnh đang có xu hướng chung là giảm. Đồng thời, trong khoảng thời gian này, trung tâm áp cao lạnh cũng dịch chuyển lệch sang phía đông so với các tháng trong thời kì đầu đông và giữa đông. Sự dịch chuyển này khiến KKL xuống nước ta bị biến tính, không khí ẩm hơn, kèm theo nhiệt độ cũng không cao bằng các tháng ở hai thời kì trước. Đây là một trong những nguyên nhân ảnh hưởng đến sự xâm nhập lạnh ở tầng thấp trong các tháng cuối đông.

### **3.3. Các đặc trưng thời tiết của không khí**

#### ***lạnh ảnh hưởng đến khu vực***

KKL ảnh hưởng đến khu vực tập trung từ tháng IX đến tháng V năm sau với các đặc trưng thời tiết có thể được chia thành 3 thời kỳ sau: Thời kỳ đầu mùa; Thời kỳ chính mùa; Thời kỳ cuối mùa. Tuy nhiên, trong chuỗi số liệu từ năm 1997 - 2017 cũng đã ghi nhận được 8 đợt xâm nhập lạnh trái mùa vào tháng VI và tháng VIII.

#### ***a. Thời kỳ đầu mùa từ tháng IX đến tháng XI***

Trong thời kỳ này, các đợt KKL tràn xuống khu vực thường di chuyển theo hướng bắc - nam và biến tính khi đi qua lục địa Trung Quốc. Mặc dù nhiệt độ của nó đã tăng lên rất nhiều so với ban đầu, nhưng khi đến nước ta nó vẫn giữ được đặc tính cực đối lạnh. Do quá trình biến tính khi đi qua lục địa khối không khí trở nên khô, tạo thành mùa khô hanh đặc trưng ở khu vực trong

thời kỳ này. Do thời tiết khu vực trong thời kỳ này đặc trưng là ít đến quang mây, ban ngày có nắng, nhiệt độ ban ngày có thể lên khá cao, nhưng về ban đêm, mặt đất phát xạ sóng dài rất mạnh làm nhiệt độ giảm đi nhanh chóng và đạt trị số khá thấp. Vì vậy biên độ nhiệt ngày đêm ở khu vực là lớn nhất, thường đạt trên 100C, thậm chí có nơi 14 - 150C. Cũng do sự lạnh đi về ban đêm nên trong thời kỳ này thường xuất hiện những lớp sương mù vào buổi sáng gọi là sương mù bức xạ và chỉ tồn tại cho đến khi nắng lên. Vào tháng IX và X, khi mặt đệm còn tương đối nóng, KKL tràn về có thể gây ra những xáo trộn mạnh mẽ khiến các dòng khí ẩm chuyển động đối lưu lên cao, do đó có thể gây ra mưa rào và dông, đôi khi kèm theo tố lốc, mưa đá. Tháng XI, KKL tràn về chỉ gây mưa nhỏ hoặc ít mưa.

*b. Thời kỳ chính mùa từ tháng XII đến tháng II năm sau*

Thời kỳ này được gọi là thời kỳ chính đông, là những tháng có nhiệt độ thấp nhất trong năm và cũng là thời kỳ có nhiều đợt xâm nhập lạnh nhất trong năm. Vào thời kỳ này ở các vĩ độ trung bình dòng xiết gió tây phát triển rất mạnh. KKL tràn về di chuyển theo hướng đông bắc - tây nam bị biến tính qua biển nên ẩm hơn một chút và lượng ẩm tăng lên rõ rệt. Sự lạnh đi của bề mặt trong giai đoạn này khiến cho nhiệt độ lớp không khí tiếp giáp cũng giảm đi nhiều, làm cho độ ẩm nhanh chóng đạt trạng thái bão hoà. Ở khu vực vào tháng XII, KKL tràn về vẫn còn gây ra hanh khô và các đợt rét đậm đầu mùa. Các đợt rét đậm, rét hại đều tập trung vào thời kỳ này.

*c. Thời kỳ cuối mùa từ tháng III đến tháng V*

Thời kỳ này là thời kỳ chuyển tiếp và bắt đầu của mùa hạ. Áp thấp phía Tây bắt đầu phát triển và mở rộng về phía Đông gây nên những đợt nóng sớm. Bề mặt đất bị đốt nóng, nhiệt độ tăng và ở mức khá cao.

Khi áp cao lạnh lục địa di chuyển xuống phía nam sẽ nén áp thấp phía tây gây ra hiện tượng nắng bùng lên, nhiệt độ tăng cao và nắng nực thường thấy trước khi KKL tràn về. Quá trình nén động lực của hệ thống áp cao lạnh phía bắc trong quá trình di chuyển xuống phía nam đã làm

thay đổi cấu trúc của áp thấp nóng tạo thành các rãnh thấp với sự khác biệt của trường nhiệt, ẩm so với nguồn gốc của nhiệt lực ban đầu của nó, tạo nên thuận lợi cho sự phát triển dòng không khí đi lên của khối không khí nóng ẩm gây quá trình mưa bất ổn định, mưa rào và kèm theo dông. Tuỳ thuộc vào vị trí trục rãnh và mức độ nén của áp cao lạnh phía bắc mà lượng mưa sẽ khác nhau khi KKL xâm nhập.

Vào tháng III, là thời kỳ chuyển tiếp của gió mùa, do đó khi KKL tràn về có thể vẫn xuất hiện những đợt mưa nhỏ, mưa phùn và rét, đồng thời những cơn dông đầu mùa sớm nhất cũng thấy xuất hiện trong tháng này khi có KKL tràn về.

*d. Các đợt KKL trái mùa*

Trong giai đoạn từ năm 1997 - 2017, đã có 8 đợt xâm nhập lạnh trái mùa vào tháng VI và tháng VIII. Thời gian cụ thể như sau:

+ Có 5 đợt gió mùa đông bắc cường độ trung bình trong tháng VI vào ngày 09/VI/1997; ngày 04/VI/1998, ngày 12/VI/2000, ngày 01/VI/2010 và ngày 10/VI/2013.

+ Có 3 đợt GMĐB cường độ yếu trong tháng VIII vào ngày 29/VIII/1998; ngày 25/VIII/2001 và ngày 16/VIII/2003.

Đặc trưng thời tiết ở khu vực trong các đợt xâm nhập lạnh trái mùa là gây mưa rào và dông diện rộng. Lượng mưa đạt mức mưa vừa đến mưa to, có nơi mưa rất to.

#### **4. Kết luận**

Bài báo này đã trình bày kết quả nghiên cứu đặc điểm hoạt động của KKL trên khu vực ĐBBB trong giai đoạn 1997-2017 trong đó đã chỉ ra được xu thế biến đổi trong 20 năm qua (cả về số lượng và cường độ) và tần suất hoạt động của KKL theo thời gian trên khu vực nghiên cứu. Đồng thời, chỉ ra được các đặc trưng thời tiết đi kèm cũng như sự biến đổi của các đặc trưng thời tiết theo sự thay đổi trong hoạt động của KKL trên khu vực ĐBBB. Cụ thể, số liệu thống kê từ mùa đông năm 1997-1998 đến mùa đông năm 2016-2017 đã cho thấy trung bình có khoảng 27-29 đợt KKL ảnh hưởng đến khu vực ĐBBB. Trong đó, mùa đông có số lượng đợt KKL ảnh hưởng nhiều nhất là mùa đông năm 2010-2011



với 37 đợt, nhiều hơn trung bình nhiều năm (TBNN) từ 9 - 10 đợt. Ngược lại, mùa đông năm 1998 - 1999 và 2015 - 2016 có số đợt KKL ảnh hưởng ít nhất với 23 đợt, ít hơn TBNN 5 đợt. Trong vòng 7 năm gần đây (từ năm 2010 - 2017), số đợt KKL ảnh hưởng đến khu vực ĐBBB giảm nhanh, từ nhiều hơn TBNN là 9.3 đợt (mùa đông năm 2010-2011) xuống còn ít hơn TBNN là 4.7 đợt (mùa đông năm 2015 - 2016).

Nếu xét trong giai đoạn 1997 - 2017, số đợt KKL ảnh hưởng đến khu vực ĐBBB có xu thế chung là giảm nhưng chưa đáng kể, sự giảm nhanh được ghi nhận trong 7 năm gần đây và cho thấy xu thế tăng của hiện tượng mùa đông ấm. Nguyên nhân là do hoạt động của áp cao

Siberia có nhiều thay đổi bất thường trong giai đoạn những năm gần đây. Cũng chính do hoạt động bất thường của áp cao Siberia, số đợt KKL mạnh kèm theo các hiện tượng thời tiết cực đoan như mưa đá, tuyết, gió giật mạnh lại đang có xu hướng gia tăng trong 10 năm trở lại đây. Trong giai đoạn từ năm 1997 - 2017, đã có 8 đợt xâm nhập lạnh trái mùa vào tháng VI và tháng VIII. Để có thể cung cấp những cái nhìn chi tiết hơn về tác động của những biến đổi trong hoạt động của KKL, cần thiết phải nghiên cứu đánh giá sự thay đổi của các hình thái thời tiết cũng như biến đổi của các yếu tố khí quyển, nhất là các yếu tố khí tượng cực trị trong thời gian xảy ra các đợt KKL trong giai đoạn nói trên.

**Lời cảm ơn:** Nhóm tác giả xin gửi lời cảm ơn tới đề tài NCKH cấp Nhà nước “Nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu tới sự xâm nhập của các đợt lạnh và nóng ấm bất thường trong mùa đông ở khu vực miền núi phía Bắc phục vụ phát triển kinh tế - xã hội”, mã số BĐKH.25/16-20 đã cung cấp số liệu quan trắc khí tượng bề mặt thuộc khu vực đồng bằng Bắc Bộ để nhóm thực hiện nghiên cứu này. Bài báo này cũng là kết quả thực hiện của một nội dung trong đề tài nói trên.

### Tài liệu tham khảo

1. Chu Thị Thu Hường, (2015). Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến cường độ vi phạm hoạt động của áp cao Siberia, Tạp chí Khí tượng Thủy văn, Số 651, 15-21.
2. Nguyễn Trọng Hiệu, (1999). Khái quát về hoàn lưu trên khu vực Đông Á và Nam Á, Viện KTTV, Hà Nội.
3. Phạm Vũ Anh, Nguyễn Việt Lành, (2010). Giáo trình Khí tượng synop, Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội.
4. Phan Văn Tân và cộng sự, (2010). Nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu đến các yếu tố và hiện tượng khí hậu cực đoan ở Việt Nam, khả năng dự báo và giải pháp chiến lược ứng phó. Báo cáo Tổng kết Đề tài KHCN cấp Nhà nước, mã số KC08.29/06-10.
5. Trần Công Minh, (2006). Khí tượng nhiệt đới, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội.
6. Võ Văn Hòa và cộng sự, (2015), Nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu tới sự xâm nhập của các đợt lạnh và nóng ấm bất thường trong mùa đông ở khu vực miền núi phía Bắc phục vụ phát triển kinh tế - xã hội. Thuyết minh đề tài NCKH cấp Nhà nước thuộc chương trình Biến đổi khí hậu, mã số BĐKH.25/16-20.
7. Vũ Bội Kiếm, (1967). Các trung tâm tác động đến gió mùa Đông Á. Tạp chí KTTV.

## THE KEY CHARACTERISTICS OF COLD SURGE ACTIVITIES DURING PERIOD FROM 1997 TO 2017 IN THE NORTHERN DELTA REGION OF VIET NAM

Phi Thi Nga and Vo Van Hoa

Northern delta regional hydro-meteorology center

**Abstract:** *The statistical results based on the dataset of winters from 1997 to 2017 pointed out that there were 27 to 29 cold surges effecting to the northern delta region of Viet Nam. The winter of 2010 - 2011 was effected by largest number of cold surge with total of 37 cold surges. It is larger than 9 - 10 cold surges in comparison with the climatological average. In constrast, the effected cold surge number of 1998 - 1999 and 2015 - 2016 winter is smallest with 23 cold surges and smaller than 5 cold surges in comparison with the climatological average. The decreasing tendency of cold surge number was found in period from 1997 to 2017, specially in recent period of 2010 to 2017. The key reason is the weakness of Siberia cold high pressure center in this period. However, the abnormal cold surge number is lightly increasing in 10 recent years and caused by extreme weather phenomena such as strong wind, heavy rainfall, snow, hail, etc.*

**Keywords:** *Cold surge, northern delta region*

# SO SÁNH CÁC PHƯƠNG PHÁP PHÂN PHỐI MƯA KHÔNG GIAN CHO LƯU VỰC VU GIA THU BỒN - VIỆT NAM

Võ Ngọc Dương

**Tóm tắt:** Mưa được xem là dữ liệu đầu vào khá quan trọng khi mô phỏng chế độ thủy văn lưu vực. Nhưng việc đo đạc dữ liệu mưa trong thực tế còn nhiều khó khăn. Do đó, việc sử dụng dữ liệu mưa tập trung có thể dẫn tới sự không chính xác khi nghiên cứu chế độ thủy văn của lưu vực. Vì vậy, phân phối mưa theo không gian để nâng cao chất lượng mô phỏng thủy văn lưu vực là hết sức cần thiết. Tuy nhiên, việc lựa chọn một phương pháp phân phối mưa phù hợp phục vụ nghiên cứu chế độ thủy văn gặp không ít khó khăn. Với mục đích lựa chọn phương pháp phân bố mưa không gian phù hợp nhất cho lưu vực Vu Gia Thu Bồn, nghiên cứu này tiến hành so sánh hiệu năng của các phương pháp phân phối khác nhau, như Thiessen Polygon, IDW, Spline, Kriging, GWR. Kết quả cho thấy Kriging là phương pháp tốt nhất cho phân phối mưa không gian ở lưu vực Vu Gia Thu Bồn. Bên cạnh đó, nghiên cứu cũng chỉ ra sự không chắc chắn trong so sánh, lựa chọn phương pháp phân bố mưa.

**Từ khóa:** Phân phối không gian, mưa, Vu Gia Thu Bồn, Thiessen Polygon, IDW, Spline, Ordinary Kriging, GWR.

Ban Biên tập nhận bài: 22/04/2018 Ngày phản biện xong: 12/05/2018 Ngày đăng bài: 25/06/2018

## 1. Đặt vấn đề

Mưa được xem là yếu tố then chốt, ảnh hưởng lớn đến chế độ thủy văn của lưu vực. Điều này đã được khẳng định thông qua nhiều nghiên cứu trước đây [1, 2]. Do đó, việc phân phối mưa theo không gian có ảnh hưởng nhất định đến kết quả nghiên cứu, phân tích chế độ dòng chảy của lưu vực, đặc biệt là đối với các lưu vực lớn. Chất lượng dữ liệu mưa phân phối theo không gian phụ thuộc vào nhiều yếu tố, trong đó mật độ trạm đo được xem là yếu tố có ảnh hưởng lớn nhất đến quá trình hình thành dòng chảy. Mật độ trạm đo mưa càng dày, càng thể hiện được chi tiết quá trình mưa diễn ra trong lưu vực, từ đó cho kết quả chính xác hơn trong nghiên cứu chế độ thủy văn của lưu vực [3]. Mặc dù đã được nghiên cứu và phân tích nhiều nhưng tới nay các nhà khoa học vẫn chưa đưa ra một tiêu chí cụ thể về mật độ trạm hợp lý cho một lưu vực. Duy chỉ

một vài đề xuất dựa trên thực tế nghiên cứu của một vài lưu vực cụ thể. Ví dụ như, sau khi nghiên cứu cho lưu vực Lee ở Anh, nhóm tác giả [4] cho rằng đối với những lưu vực lớn hơn 1,000 km<sup>2</sup> thì số trạm đo tối thiểu phải là 16 trạm, còn đối với những lưu vực nhỏ dao động trong khoảng 80 km<sup>2</sup> đến 280 km<sup>2</sup> thì cần 4 trạm tới 7 trạm. Trong khi đó, tổ chức khí tượng thế giới (*World Meteorological Organization*, viết tắt tên tiếng Anh *WMO*) khuyến cáo rằng đối với khu vực vùng đồng bằng một trạm có thể bao phủ một phạm vi khoảng 600 km<sup>2</sup> đến 900 km<sup>2</sup>, ngược lại đối với khu vực miền núi thì con số này là 100 km<sup>2</sup> đến 250 km<sup>2</sup>. Nhưng do nhiều yếu tố khách quan cũng như chủ quan, việc đạt được một mật độ trạm hợp lý đủ để thể hiện đặc trưng mưa của một lưu vực là rất khó. Điều này phụ thuộc vào rất nhiều vấn đề, từ diện tích lưu vực, địa hình lưu vực, đặc điểm khí tượng thủy văn của lưu vực, cũng như vấn đề về kinh tế và vận hành các trạm đo, nhất là đối với các nước đang phát triển cũng như ở các lưu vực có diện tích lớn. Do đó,

<sup>1</sup>Khoa Xây dựng Thủy lợi-Thủy điện, Trường Đại học Bách Khoa - Đại học Đà Nẵng  
Email: duong.tltd.bk@gmail.com

để nâng cao chất lượng mô phỏng quá trình mưa dòng chảy cho một lưu vực việc phân phối lại lượng mưa theo không gian dựa trên số liệu của các trạm đo là hết sức cần thiết.

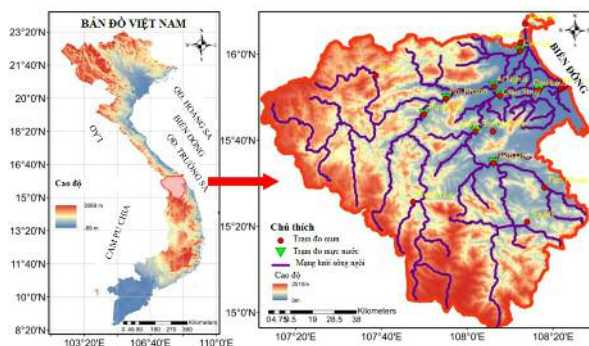
Với sự phát triển của toán học, hiện có rất nhiều phương pháp khác nhau để phân phối dữ liệu mưa theo không gian. Nhưng về cơ bản hai phương pháp sau được tập trung nhiều nhất, phương pháp tất định và phương pháp địa thống kê. Phương pháp đầu tiên cổ điển hơn, bao gồm phương pháp đa giác thái sơn (*Thiessen polygon*), phương pháp khoảng cách nghịch đảo có trọng số (*Inverse Distance Weighting-IDW*), phương pháp đường đẳng trị (*Spline*), phương pháp lân cận tự nhiên (*natural neighbor*). Những phương pháp phân phối này đã xuất hiện từ rất lâu, khá đơn giản, do đó được áp dụng nhiều trong thực tế và đã khẳng định giá trị nhất định trong việc phân bố lại lượng mưa trong không gian, giúp hạn chế được phần nào ảnh hưởng của mạng lưới trạm đo mưa lên kết quả phân phối lượng mưa theo không gian. Tuy nhiên, các phương pháp phân phối cổ điển này không có khả năng kể đến ảnh hưởng của các yếu tố khác (địa hình, độ dốc, gió, nhiệt độ, khoảng cách so với bờ biển ...) đến phân phối mưa theo không gian cho nên theo nhiều chuyên gia thì độ chính xác của các phương pháp này chưa thật cao. Những yếu điểm trên có thể khắc phục được với các đặc tính nổi trội của các phương pháp phân phối địa thống kê, như phân phối Kriging, phương pháp hồi quy theo trọng số địa lý (*GWR*). Với những phương pháp này thì việc kể đến ảnh hưởng của các yếu tố có thể ảnh hưởng đến lượng mưa trở nên dễ dàng hơn, qua đó nâng cao tính chính xác của số liệu mưa phân phối [5, 6].

Vu Gia Thu Bồn là một lưu vực lớn, có chế độ dòng chảy tương đối phức tạp ở khu vực miền Trung - Việt Nam. Với mạng lưới trạm đo mưa khá thưa thớt, phân bố không đồng đều, dẫn tới những khó khăn nhất định trong việc mô phỏng chế độ thủy văn lưu vực. Do đó, nhằm giảm thiểu những hạn chế trên, việc sử dụng dữ liệu mưa phân phối theo không gian trong mô phỏng chế độ thủy văn lưu vực là hết sức cần thiết.

Trong bài báo này, nhóm tác giả sẽ trình bày hiệu xuất của các phương pháp phân phối mưa khác nhau (*Thiessen Polygon, IDW, Spline, Ordinary Kriging, GWR*) đối với lưu vực Vu Gia Thu Bồn. Kết quả được phân tích một cách tổng thể, từ mật độ trạm, vị trí trạm, cũng như khoảng cách giữa các trạm để hy vọng cung cấp một cái nhìn tổng thể về việc phân phối mưa theo không gian, làm căn cứ để lựa chọn phương pháp phân phối mưa cho lưu vực Vu Gia - Thu Bồn.

## 2. Giới thiệu vùng nghiên cứu

Vu Gia - Thu Bồn là một hệ thống sông lớn ở miền Trung - Việt Nam bắt nguồn từ phía đông dãy núi Trường Sơn và chảy ra biển gần các thành phố Đà Nẵng và Hội An (hình 1). Lưu vực sông trải dài từ 14°90' tới 16°20'N và từ 107°20' tới 108°70'E. Lưu vực bao quanh bởi lưu vực sông Cu Đê ở phía Bắc; Lào về phía tây; lưu vực Trà Bồng (thuộc lưu vực Sê San) về phía Nam; Lưu vực Tam Kỳ về phía đông và biển phía Đông. Hệ thống này có hai con sông chính: sông Vu Gia và sông Thu Bồn chảy qua nhiều địa hình phức tạp, ở vùng núi tương đối hẹp với độ cao tối đa 2.600 m ở núi Ngọc Linh. Nơi có nhiều dốc đứng và vùng duyên hải phẳng ở hạ lưu dễ bị ngập lụt hàng năm, bao gồm hệ thống sông ven biển kết nối phức tạp với nhau [7]



Hình 1. Lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn và mạng lưới trạm khí tượng thủy văn.

Lưu vực này nằm trong khu vực nhiệt đới gió mùa, lượng mưa hàng năm lớn, trung bình từ 2000 mm tới 4000 mm. Lượng mưa này phân bố không đều theo không gian và theo thời gian. Xu hướng mưa tăng dần từ thấp lên cao và từ phía bắc tới phía nam của lưu vực, nơi tập trung các dãy núi cao. Và khoản 65% đến 80% phân bố

trong mùa mưa từ tháng 9 đến tháng 12 [8].

Mặc dù với hình thái khí hậu phức tạp, cơ sở hạ tầng quan trắc ở khu vực này còn khá thưa, chỉ có 15 trạm trên 10,350km<sup>2</sup>. Trung bình một trạm đại diện cho một diện tích lên tới 690 km<sup>2</sup>. Căn cứ trên nghiên cứu của Segond và cộng sự, Nicôtina và cộng sự [4], [9], thì mật độ trạm đo đặt ở khu vực Vu Gia - Thu Bồn là khá thưa. Điều này dẫn tới những hạn chế nhất định trong việc mô phỏng chế độ thủy văn lưu vực.

### 3. Công cụ và phương pháp nghiên cứu

Nhằm đánh giá hiệu năng của các phương pháp phân phối mưa đối với khu vực sông Vu Gia Thu Bồn, dữ liệu mưa ngày của 15 trạm quan trắc trong lưu vực (bảng 1), từ 2005-2010 được tiến hành phân phối và so sánh theo phương pháp trong hình 2, hình 3. Các phương pháp phân phối mưa theo không gian được sử dụng trong nghiên cứu là các phương pháp phân phối cơ bản hiện nay như: IDW, Kriging, SPLINE, Thiessen Polygon, GWR.

*Bảng 1. Số liệu mưa ngày lớn nhất và mưa trung bình ngày trong gian đoạn nghiên cứu*

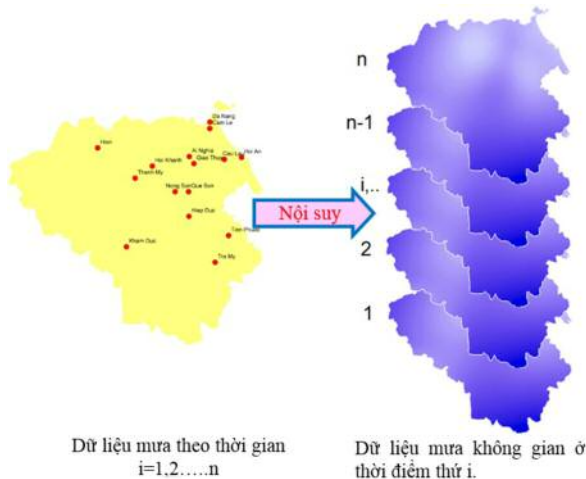
	Mưa ngày lớn nhất (mm)	Mưa trung bình ngày (mm)
Đà Nẵng	306.80	6.90
Cẩm Lệ	332.40	6.86
Hội An	425.00	6.44
Câu Lâu	290.00	7.21
Giao Thủy	297.60	7.61
Ái Nghĩa	329.10	8.22
Hội Khánh	366.50	6.71
Hiên	440.30	7.78
Thành Mỹ	426.10	6.63
Nông Sơn	317.70	9.23
Quế Sơn	292.10	8.07
Hiệp Đức	419.30	9.22
Tiên Phước	426.10	9.68
Khâm Đức	401.00	11.54
Trà My	504.00	12.24

Thiessen Polygon là phương pháp phân phối mưa khá phổ biến, phương pháp này xác định giá trị mưa tại một điểm trong lưu vực dựa trên nguyên tắc lượng mưa trung bình trên toàn lưu vực là trung bình có trọng số của các lượng mưa tại các trạm thành phần với trọng số tỉ lệ với diện tích của hình đa giác chứa trạm mưa đó. Phương pháp này được phát triển bởi Alfred H. Thiessen vào năm 1911. Phương pháp khoảng cách nghịch đảo có trọng số (IDW) là phương pháp nội suy xác định giá trị mưa tại vị trí chưa biết bằng cách tính trung bình trọng số khoảng cách giá trị mưa của các vị trí đã biết giá trị trong vùng lân cận. Những vị trí càng cách xa vị trí cần tính giá trị càng ít ảnh hưởng đến giá trị tính toán [10]. Trong khi đó, phương pháp nội suy Spline tính toán các giá trị mưa tại vị trí chưa biết thông qua một hàm toán học có thể biểu diễn một bề mặt đi qua các điểm có giá trị [11]. Phương pháp Kriging được phát triển bởi nhà toán học Georges Matheron. Theo phương pháp này các giá trị cần nội suy được xác định thông qua một thuật toán bình phương tối thiểu tuyến tính dựa trên các dữ liệu thực đo [12]. Phương pháp hồi quy theo trọng số địa lý (GWR) là phương pháp thống kê không gian dùng để xác định các giá trị mưa tại những vị trí chưa biết dựa vào sự thay đổi của các giá trị mưa theo vị trí quan trắc [13]. Trong nghiên cứu này, các phương pháp trên được ứng dụng để phân phối lại mưa theo không gian dựa trên sự hỗ trợ của phần mềm ARCGIS 10.5.

Một trong những khó khăn nhất của trong việc xác định hiệu quả của các phương pháp phân phối mưa đó là kiểm định kết quả phân phối. Trong phạm vi nghiên cứu này, tác giả đề xuất sử dụng phương pháp kiểm định chéo (cross validation) (hình 4) để xác định hiệu quả của các phương pháp phân phối [14, 15]. Nội dung cơ bản của phương pháp này là sử dụng dữ liệu thực đo tại một trạm bất kỳ để so sánh với kết quả phân phối đạt được tại vị trí đó.



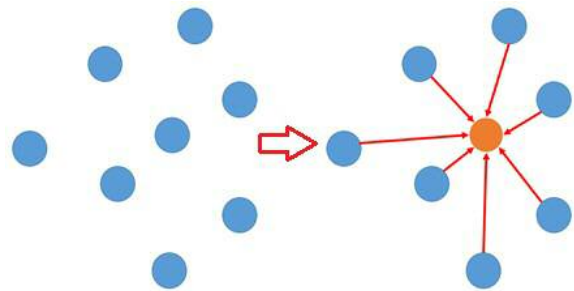
Hình 2. Quy trình so sánh lựa chọn phương pháp phân phối mưa không gian



Hình 3. Phương pháp phân phối mưa theo không gian

Hiệu suất của các phương pháp được thể hiện qua các chỉ số thống kê như Root mean squared error (RMSE), Hệ số tương quan (R) và hệ số Nash-Sutcliffe (E) - được dùng như các chỉ tiêu đánh giá mức độ hiệu quả của các phương pháp phân phối.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{obs,i} - X_{model,i})^2}{n}} \quad (2)$$



Hình 4. Sơ đồ phương pháp kiểm định chéo.

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{obs,i} - \bar{X}_{obs})(X_{model,i} - \bar{X}_{model})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_{obs,i} - \bar{X}_{obs})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (X_{model,i} - \bar{X}_{model})^2}} \quad (2)$$

$$E = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (X_{obs,i} - X_{model,i})^2}{\sum_{i=1}^n (X_{obs,i} - \bar{X}_{obs})^2} \quad (3)$$

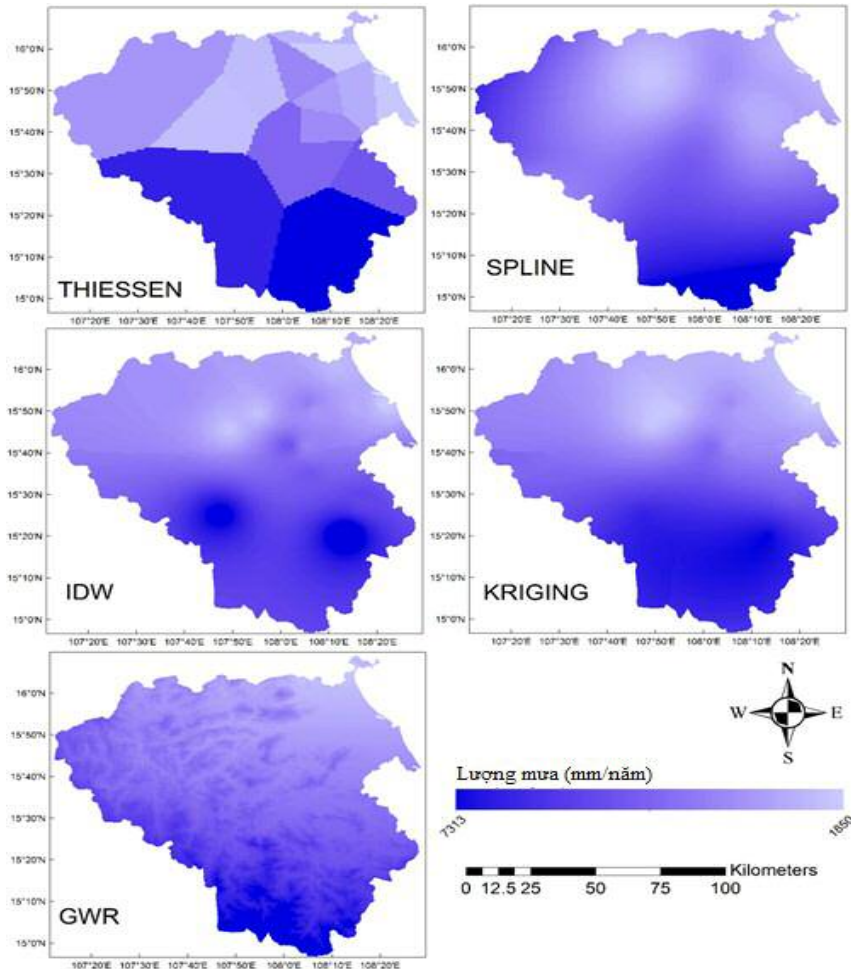
Trong đó  $X_{obs}$  là giá trị mưa thực đo;  $X_{model}$  là giá trị mưa phân phối / vị trí thứ  $i$ .

#### 4. Kết quả và thảo luận

Kết quả cho thấy có một sự khác biệt rất lớn

giữa các phương pháp phân phối mưa theo không gian (hình 5). Sự khác biệt này được nhận định xuất phát từ sự tương hợp giữa các phương pháp phân phối với phân bố trạm quan trắc mưa

trong khu vực. Trong so sánh này, những phương pháp tính đến yếu tố phân bố theo không gian của trạm mưa cho hiệu suất cao hơn những phương pháp phân phối thông thường.



Hình 5. Kết quả phân phối mưa trung bình năm tương ứng các phương pháp Thiessen Polygon, Spline, IDW, Kriging, GWR

Kết quả thống kê trong bảng 2 cho thấy, hầu hết các chỉ số thống kê của các phương pháp Kriging và IDW là tốt hơn các phương pháp còn lại. Xét chỉ số RMSE và E, thì hai phương pháp này cho kết quả cao nhất. Bên cạnh thể hiện thông qua các chỉ số, hiệu quả của các phương pháp này còn được thể hiện thông qua mức độ ổn định đối với các khu vực khác nhau, như vùng núi hay đồng bằng ven biển. Kriging và IDW đều có sai số RMSE khá nhỏ và chỉ số E lớn hơn 0.8 ở hầu hết các trạm ven biển như Hội An, Câu Lâu, Cẩm Lệ nơi có địa hình khá bằng phẳng, mật độ trạm đo tương đối dày hơn. Đối với khu

vực núi như ở trạm Trà My, Hiên thì các phương pháp này cho kết quả có thể chấp nhận được. Ứng với các trường hợp này sai số RMSE cũng khá nhỏ, trong khi chỉ số E có thể đạt tới 0.6. Ngược lại, các phương pháp còn lại được cho rằng là phụ thuộc lớn vào mật độ trạm, cũng như vị trí trạm. Điều đó thể hiện rõ trong các chỉ số thống kê ở bảng 1. Vấn đề này hoàn toàn phù hợp với nhiều nghiên cứu trước đây như nghiên cứu của Tao và cộng sự, Goovaerts và các cộng sự [11, 12].

Bảng 2. Chỉ số thống kê tương ứng các phương pháp phân phối mưa không gian.

		Thiessen	GWR	IDW	Kriging	Spline
Trà My	RMSE	22.93	20.9	22.15	20.37	28.68
	E	0.57	0.63	0.59	0.65	0.32
Thanh Mỹ	RMSE	10.11	12.47	10.43	10.59	16.96
	E	0.757	0.631	0.742	0.734	0.317
Nông Sơn	RMSE	15.64	11.63	12.60	11.88	15.57
	E	0.618	0.789	0.752	0.779	0.621
Hội An	RMSE	9.437	40.52	9.161	9.547	15.87
	E	0.841	-1.937	0.85	0.837	0.549
Hiên	RMSE	15.10	32.12	14.06	14.28	45.25
	E	0.551	-1.03	0.611	0.599	-3.029
Giao Thủy	RMSE	10.06	10.12	8.464	9.427	10.15
	E	0.826	0.824	0.877	0.848	0.823
Câu Lâu	RMSE	9.437	21.55	7.761	7.855	11.89
	E	0.853	0.235	0.901	0.898	0.767
Cẩm Lệ	RMSE	7.441	11.04	7.187	8.015	7.17
	E	0.903	0.786	0.909	0.887	0.91

Trong khi đó, phương pháp hồi quy trọng số địa lý GWR một phương pháp sử dụng khá nhiều hiện nay, được kỳ vọng cho hiệu suất cao. Nhưng GWR chưa thể hiện được tính ưu việt đối với lưu vực Vu Gia - Thu Bồn, dù cho phương pháp này đã kể đến sự ảnh hưởng của độ cao tới sự phân bố mưa. Các tham số thống kê trong

bảng 1 cho thấy, dường như phương pháp này không phù hợp với điều kiện cơ sở hạ tầng quan trắc hiện nay của Vu Gia - Thu Bồn. Ở một số trạm, nơi được bao phủ bởi các trạm khác thì phương pháp GWR cho kết quả khá tốt như Thành Mỹ (E=0.63), Nông Sơn (E=0.79), Giao Thủy (E=0.82).



Bảng 3. Lượng mưa trung bình ngày (mm) thực đo và mô phỏng thời đoạn 2005 - 2010

	Trà My	Hiên	Nông Sơn	Thành Mỹ	Cẩm Lệ	Câu Lâu
Thực đo	12.24	7.78	9.23	6.63	6.44	7.21
Thiessen	9.68	6.63	8.07	6.71	6.9	6.44
GWR	9.35	13.28	7.81	8.05	7.62	7.52
IDW	9.05	7.51	7.98	7.63	6.96	7.23
Kriging	10.25	7.64	7.73	8.06	7.53	7.42
Spline	14.48	15.88	8.21	9.22	7.26	7.14

Đối với các phương pháp phân phối mưa truyền thống khác, so sánh kết quả của các trạm, thì đường như hiệu quả của các phương pháp này phụ thuộc rất lớn vào mật độ trạm. Những nơi nào có mật độ trạm cao thì cho kết quả khá tốt. Phân bố Spline và Thiessen là điển hình cho nhận định trên. Và một điểm nữa là, ở các phương pháp truyền thống, kết quả chịu ảnh hưởng rất lớn từ các trạm bên cạnh. Cụ thể là khi xét tới trạm Cẩm Lệ, trạm Câu Lâu nơi gần với trạm Đà Nẵng, trạm Hội An thì các phương pháp truyền thống rất tốt như Thiessen ( $E=0.903$ ), Spline ( $E=0.91$ ).

Kết quả còn thể hiện ở sự khác nhau giữa các phương pháp qua lượng mưa trung bình ngày (bảng 3) cũng như lượng mưa trung bình năm (hình 5). Trong số các phương pháp phân phối thì, Spline cho kết quả mưa năm lớn nhất khi mà có thể đạt tới 7.313,71 mm, tiếp sau là GWR là 6.838,3 mm, Kriging là 4467,63 mm và IDW là 4.464,87 mm so với kết quả lớn nhất thực đo là 4.469,3 mm. Cũng tương tự theo chiều ngược lại, phương pháp Spline cũng cho kết quả sai lệch nhiều nhất so với thực đo (Spline 1.850,93 mm so với thực đo 2.303,48 mm). Phân tích lượng mưa trung bình ngày trong bảng 3, ta cũng dàng nhận thấy, các phương pháp như Thiessen, Spline, IDW dễ cho kết quả ít ổn định hơn. Các phương pháp này có thể cho kết quả sai khác lên tới 104,11% so với thực đo (Trạm Hiên), trong khi các phương pháp còn lại cho sự sai khác giao

động từ 0,2% đến 30%. Kết quả này cũng tương đồng với kết quả của Wagner và các cộng sự, Tao và các cộng sự [15], [11].

### 5. Kết luận

Với mục đích lựa chọn phương pháp phân phối mưa theo không gian phù hợp với lưu vực Vu Gia Thu Bồn. Nghiên cứu đã tiến hành phân phối mưa theo không gian tại lưu vực này bằng các phương pháp khác nhau. So sánh trên kết quả phân phối mưa từ 2005 đến 2010, nghiên cứu cho thấy rằng có một sự khác biệt rất lớn trong kết quả phân phối mưa theo không gian. Sự khác biệt trên chứng tỏ vai trò của phân phối mưa theo không gian đối với mô phỏng chế độ thủy văn lưu vực. Kết quả cũng cho thấy các phương pháp phân phối mưa truyền thống như Thiessen, Spline, cho kết quả kém hơn so với IDW, Kriging hay GWR. Phân tích cũng cho thấy, mật độ trạm và vị trí đặt trạm có ảnh hưởng rất lớn tới kết quả phân phối mưa theo không gian. Tùy phương pháp mà mật độ trạm và vị trí đặt trạm có vai trò khác nhau. Đối với các phương pháp truyền thống, mật độ trạm và khoảng cách trạm có ảnh hưởng lớn tới kết quả phân phối. Còn với các phương pháp Kriging, GWR thì bên cạnh yếu tố trên, vị trí trạm cũng có ảnh hưởng rất lớn. So sánh 5 phương pháp, Kriging là phương pháp phân phối mưa không gian phù hợp nhất với lưu vực Vu Gia Thu Bồn. Tuy nhiên, kết quả các tham số thống kê cũng còn khá thấp. Điều đó chứng tỏ mật độ trạm đo ở Vu Gia Thu Bồn khá

thưa. Để phản ánh được đặt trung mưa của lưu vực thì kiến nghị cần đặt thêm trạm quan trắc ở khu vực này, nhất là đối với các khu vực miền núi.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này nằm trong khuôn khổ đề tài B2016-DNA-26-TT được cấp kinh phí bởi Quỹ Phát Triển Khoa Học và Công Nghệ Đại Học Đà Nẵng. Tác giả xin chân thành cảm ơn Đài Khí Tượng Thủy Văn Trung Trung Bộ và Đại học Đà Nẵng đã hỗ trợ cho nghiên cứu này.

### Tài liệu tham khảo

1. Goldreich. Y, (1994), *The spatial distribution of annual rainfall in Israel a review*, *Theor. Appl. Climatol.*, 50 (1 - 2), 45 - 59.
2. Moon. J, Srinivasan. R, and Jacobs. J. H, (2004), *Stream flow estimation using spatially distributed rainfall in the Trinity River basin, Texas*, *Trans. ASAE*, 47 (5), 1445 - 1451.
3. Vaes. G, Willems. P, and Berlamont. J, (2001), *Rainfall input requirements for hydrological calculations*, *Urban Water*, 3 (1), 107 - 112.
4. Segond. M.-L, Wheater. H. S, and Onof. C, (2007), *The significance of spatial rainfall representation for flood runoff estimation: A numerical evaluation based on the Lee catchment, UK*, *J. Hydrol.*, 347 (1), 116 - 131.
5. Ly. S, Charles. C, and Degre. A, (2011), *Geostatistical interpolation of daily rainfall at catchment scale: the use of several variogram models in the Ourthe and Ambleve catchments, Belgium*, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 15 (7), 2259 - 2274.
6. Li. B. Q, Hou. B. D, Dong. X. Y, and Wang. H. J, (2017), *A multifactor analysis of the spatial distribution of annual mean extreme precipitation-Taking the Yellow River Basin as an example*, in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 82(1), 12025.
7. RETA 6470 (2011), *Investment, Managing water in Asia's river basins: Charting progress and facilitating - The Vu Gia-Thu Bon Basin*.
8. TO. T. N, (2005), *Strategic plan for integrated water resources management of the Vu Gia Thu Bon Basin Organization*.
9. Nicótina. L, Alessi Celegon. E, Rinaldo. A, and Marani. M, (2008), *On the impact of rainfall patterns on the hydrologic response*, *Water Resour. Res.*, 44 (12).
10. Goovaerts. P, (2000), *Geostatistical approaches for incorporating elevation into the spatial interpolation of rainfall*, *J. Hydrol.*, 228 (1), 113 - 129.
11. Tao. T, Chocat. B, Liu. S, and Xin. K, (2009), *Uncertainty Analysis of Interpolation Methods in Rainfall Spatial Distribution—A Case of Small Catchment in Lyon*, *J. Water Resour. Prot.*, vol. 1 (2), 136 - 144,.
12. Goovaerts. P, (1997), *Geostatistics for natural resources evaluation*. Oxford university press.
13. Fotheringham. A. S, Brunson. C, and Charlton. M, (2003), *Geographically weighted regression: The analysis of spatially varying relationships*. John Wiley & Sons.
14. Di Piazza. A, Lo Conti. F, Noto. L. V, Viola. F, and La Loggia. G, (2011), *Comparative analysis of different techniques for spatial interpolation of rainfall data to create a serially complete monthly time series of precipitation for Sicily, Italy*, *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.*, 13 (3), 396 - 408.
15. Wagner. P. D, Fiener. P, Wilken. F, Kumar. S and Schneider. K (2012), *Comparison and evaluation of spatial interpolation schemes for daily rainfall in data scarce regions*, *J. Hydrol.*, 464, 388 - 400.

## THE COMARISON OF RAINFALL SPATIAL DISTRIBUTION METHODS FOR VU GIA THU BON CATCHMENT

Vo Ngoc Duong

University of Science and Technology - The University of Da Nang

**Abstract:** *Rainfall is considered as major input data for hydrological modelling. Nevertheless, rainfall data collection in reality has faced many difficulties. Therefore, using the lumped rainfall data might reduce the accuracy in studying the catchment hydrological process. Accordingly, it is necessary to redistribute spatially the rainfall data for hydrological studies. However, it is not easy to select a suitable rainfall disributed method for an area. In order to find out the most suitable spatial distributed method for Vu Gia Thu Bon catchment, the performance of several different interpolation methods such as Thiessen polygons, Inverse-distance weight, Spline, Ordinary Kriging, geographically weighted regression is compared. The result demonstrates the advantage of geostatistical techniques in rainfall distribution, particularly, the Kriging methods and suggested to apply this interpolation for Vu Gia Thu Bon catchment. Aditionally, the analysis has shown the uncertainty of spatial distributed rainfall.*

**Keywords:** *Spatial interpolation, rainfall, Vu Gia Thu Bon, Thiessen Polygon, IDW, Spline, Ordinary Kriging, GWR.*

# MÔ PHỎNG TÁC ĐỘNG CỦA CARBON ĐEN ĐẾN NHIỆT ĐỘ TRÊN KHU VỰC VIỆT NAM VÀ LÂN CẬN BẰNG MÔ HÌNH REGCM

Lê Thị Thu Hằng<sup>1</sup>, Phan Văn Tân<sup>2</sup>, Bùi Thị Tuyết<sup>1</sup>, Phạm Thị Minh<sup>1</sup>

**Tóm tắt:** Trong nghiên cứu này, chúng tôi trình bày kết quả mô phỏng tác động của carbon đen lên nhiệt độ Việt Nam và lân cận bằng mô hình RegCM4.2. Thời gian mô phỏng gồm 10 năm từ 01/01/1991 đến 01/01/2001 trên miền tính từ 15°S đến 40°N và 75°E đến 135°E với độ phân giải 36 km trong hai trường hợp có carbon đen và không carbon đen. Kết quả cho thấy tác động của Carbon đen làm giảm nhiệt độ gần bề mặt ở những khu vực nồng độ Carbon đen lớn như Ấn Độ, Đông Nam Trung Quốc, Myanmar và phía Bắc Việt Nam với giá trị nhiệt giảm từ -0,2°C đến -0,8°C so với trường hợp không có carbon đen. Hệ số tương quan giữa nồng độ carbon đen và hiệu nhiệt độ T2m có giá trị từ -0,45 đến -0,55 vào các tháng mùa khô. Ngược lại, trong các tháng mùa mưa mối quan hệ tương quan của hai đại lượng này nhỏ bởi nồng độ carbon nhỏ trong khí quyển dẫn tới tác động của nó lên nhiệt độ không đáng kể.

**Từ khóa:** Carbon đen, RegCM, Việt Nam, Nhiệt độ.

Ban Biên tập nhận bài: 12/4/2018 Ngày phản biện xong: 20/5/2018 Ngày đăng bài: 25/6/2018

## 1. Mở đầu

Ngày nay, việc nghiên cứu biến đổi khí hậu (BĐKH), tác động của BĐKH và tìm các giải pháp, chiến lược ứng phó với BĐKH là một trong những vấn đề hết sức quan trọng và được quan tâm đặc biệt của toàn xã hội. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng thành phần hóa học của khí quyển đã thay đổi và chúng có mối quan hệ trực tiếp hoặc gián tiếp tới các điều kiện thời tiết, khí hậu ở quy mô toàn cầu cũng như quy mô khu vực. Xon khí là một trong những tác nhân quan trọng gây nên những thay đổi hóa học của khí quyển, thay đổi quá trình hình thành mây, phản xạ và hấp thụ năng lượng bức xạ mặt trời, gây nên những biến đổi trong hệ thống thời tiết - khí hậu. Tác động của xon khí trong hệ thống khí hậu cũng là một trong những nguyên nhân của biến đổi khí hậu [7]. Để đánh giá mức độ tác động của xon khí tới hệ thống khí hậu, các mô

hình toàn cầu hoặc khu vực thường được kết hợp với các mô đun hóa học - xon khí để mô phỏng các quá trình hóa học diễn ra trong khí quyển, mối liên hệ giữa chúng với điều kiện thời tiết, khí hậu. Có thể kể tới một số nghiên cứu trên thế giới sử dụng mô hình khí hậu khu vực để đánh giá tác động của xon khí như của Qian và cộng sự, 2001 [10] về mô phỏng xon khí sulfur trên khu vực Đông Á. Năm 2012, Zenis và cộng sự [14] nghiên cứu về tác động của xon khí lên khí hậu châu Âu sử dụng mô hình RegCM3. Zakey năm 2006 [13] nghiên cứu về phát triển và thử nghiệm mô đun bụi trong mô hình khí hậu khu vực, v.v. Ở Việt Nam có một số nghiên cứu nổi bật như của tác giả Hồ Thị Minh Hà và Phan Văn Tân, 2009 [1] đã sử dụng mô hình RegCM3 để mô phỏng ảnh hưởng của carbon đen (BC) lên khí hậu khu vực Đông Nam Á và Việt Nam. Kết quả cho thấy hệ số tương quan âm của carbon đen và lượng mưa trên bán đảo Đông Dương; ngược lại trên phía đông và Ấn độ, Trung Quốc, hệ số tương quan dương. Ngoài ra còn có nghiên cứu về khả năng ứng dụng mô hình WRF - Chem vào khu vực Việt Nam của Đào Thị Hồng

<sup>1</sup>Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP. Hồ Chí Minh

<sup>2</sup>Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội  
Email: hangthule123@gmail.com

Vân, 2013 [5] kết quả cho thấy mô phỏng các chất phát thải (bụi PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, dust<sub>01</sub>) cho kết quả khả dụng khi xem xét bên cạnh các trường khí tượng như gió hay độ ẩm. Các nghiên cứu này được mô phỏng trong thời gian ngắn, từ vài tháng cho đến một năm nên vẫn chưa đánh giá được toàn diện mức độ tác động của xon khí lên khí hậu. Bên cạnh các nghiên cứu về xon khí sử dụng các mô hình khí hậu khu vực còn có các nghiên cứu sử dụng số liệu quan trắc xon khí và số liệu vệ tinh. Có thể kể tới các nghiên cứu của Phạm Xuân Thành, Nguyễn Xuân Anh và cộng sự [2, 3, 4] về đặc điểm về độ dày quang học của xon khí ở các trạm AERONET Việt Nam. Ngoài ra còn có nghiên cứu của Cohen và cộng sự, 2010 [6] về đo đạc và vận chuyển đất và bụi than ô nhiễm vào Hà Nội thông qua số liệu quan trắc từ ba nhà máy nhiệt điện phía Bắc bao gồm Phả Lại, Uông Bí và Na Dương cùng với bốn nhà máy nhiệt điện ở phía Đông Trung Quốc.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng mô hình khí hậu khu vực RegCM4.2 để mô phỏng tác động của xon khí carbon đen đến nhiệt độ trên khu vực Việt Nam và một số nước lân cận từ năm 1991 đến 2000. Nghiên cứu tiến hành chạy mô phỏng hai thí nghiệm với xon khí carbon đen và không có xon khí carbon đen. Từ sự khác nhau giữa hai thí nghiệm sẽ cho thấy tác động của carbon đen lên nhiệt độ.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.1 Mô hình và số liệu

Phiên bản NCAR RegCM (*NCAR Regional Climate Model*) đầu tiên được xây dựng dựa trên MM4 (*Mesoscale Model Version 4*) của Trung tâm quốc gia nghiên cứu khí quyển (NCAR) và Trường đại học Tổng hợp Pennsylvania (PSU), Hoa Kỳ, vào cuối những năm 1980 sau đó mô hình được phát triển bởi Trung tâm Vật lý lý thuyết quốc tế Abdus Salm (ICTP) [8]. RegCM4.2 sử dụng sơ đồ truyền bức xạ của CCM3 (*Community Climate Model Version 3*), trong đó có tính đến ảnh hưởng của việc gia tăng các khí nhà kính (NO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CFC), aerosol khí quyển, và băng trong mây; sơ đồ trao đổi sinh -

khí quyển BATS (*Biosphere Atmosphere Transfer Scheme*); các tùy chọn đối với sơ đồ đối lưu như sơ đồ Kuo sửa đổi; sơ đồ Grell; sơ đồ Betts-Miller, ... Mô hình được sử dụng trong nghiên cứu này là phiên bản 4.2 (*RegCM4.2*) với những cải tiến bổ sung đáng kể so với các phiên bản trước. RegCM 4.2 có thể được sử dụng để tính toán phát thải carbon đen dựa trên tích hợp một mô đun hóa học - xon khí mô tả ba loại xon khí là carbon đen (BC), carbon hữu cơ (OC) và sulfate (SO<sub>4</sub>). Mô đun hóa học - xon khí được phát triển để mô phỏng tỉ lệ xáo trộn của 6 loại hóa học: khí SO<sub>2</sub>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, BC và OC (thấm nước và không thấm nước). Các xon khí carbon chủ yếu có nguồn gốc từ các quá trình đốt cháy nhiên liệu hóa thạch và đốt sinh khối [9].

Trong nghiên cứu này số liệu tái phân tích toàn cầu được sử dụng làm điều kiện ban đầu và điều kiện biên phụ thuộc thời gian cho mô hình là ERA Interim (EIN15) của Trung tâm dự báo thời tiết hạn vừa Châu Âu (ECMWF) với độ phân giải ngang 1,5 độ kinh vĩ. Các trường được sử dụng gồm nhiệt độ, độ cao địa thế vị, các thành phần vận tốc gió và độ ẩm trên các mực đẳng áp chuẩn.

Số liệu nhiệt độ bề mặt biển (SST) là bộ số liệu tái phân tích nhiệt độ mặt nước biển mở rộng (ERSST) của NOAA với độ phân giải 1,5 độ kinh vĩ. Bộ số liệu này được sử dụng làm điều kiện biên dưới phụ thuộc theo thời gian trên các vùng đại dương. Số liệu xon khí được cung cấp từ chương trình nghiên cứu khí quyển toàn cầu (EDGAR) tại [websitehttp://climate.dods.ictp.it/data/d4/AEROSOL/AEROSOL.dat](http://climate.dods.ictp.it/data/d4/AEROSOL/AEROSOL.dat)

### 2.2 Thiết kế thí nghiệm

Với mục đích khảo sát ảnh hưởng của carbon đen đến nhiệt độ trên khu vực Việt Nam và lân cận bằng mô hình RegCM4.2, miền tính của mô hình được lựa chọn dựa trên tham khảo nghiên cứu của Hồ Thị Minh Hà và Phan Văn Tân [1]. Miền tính có tâm đặt tại (13,6°N; 105°E) và bao phủ một vùng từ 15°S đến 40°N, 75°E đến 135°E, gồm 176 x 182 điểm lưới (Hình 1) với độ phân giải ngang 36 km và 18 mực theo chiều thẳng

đứng. Thời gian mô phỏng là giai đoạn từ 1991 đến 2001. Tham số hóa vật lý được sử dụng là sơ đồ đất BATS, sơ đồ đối lưu Grell - AS. Ngoài ra, các sơ đồ bức xạ, lớp biên hành tinh, mưa quy mô lưới ... được lấy ngầm định. Để xem xét tác động của carbon đen, miền phân tích kết quả

được chọn từ 0 đến 40°N, 75°E đến 135°E.

Nghiên cứu tiến hành hai thí nghiệm được tóm tắt trong bảng 1: Thí nghiệm 1 (CTRL) chạy mô hình RegCM4.2 không có carbon đen; thí nghiệm 2 (BC) chạy mô hình với carbon đen.

Bảng 1. Bảng tóm tắt các thí nghiệm

STT	Ký hiệu	Mô tả
1	CTRL	Chạy mô hình không có xon khí (AER00D0)
2	BC	Chạy mô hình với xon khí Carbon đen do con người và đốt sinh khối (AER11D0)

### 2.3. Phương pháp đánh giá

Ảnh hưởng của carbon đen lên nhiệt độ được đánh giá bằng cách so sánh nhiệt độ trong hai thí nghiệm. Hiệu nhiệt độ được xác định như sau:

$$\Delta T = T(BC) - T(CTRL) \quad (1)$$

Trong đó T(BC), T(CTRL) tương ứng là giá trị nhiệt độ không khí mực 2m (T2m), nhiệt độ không khí các mực khí quyển trong thí nghiệm 2 và thí nghiệm 1.

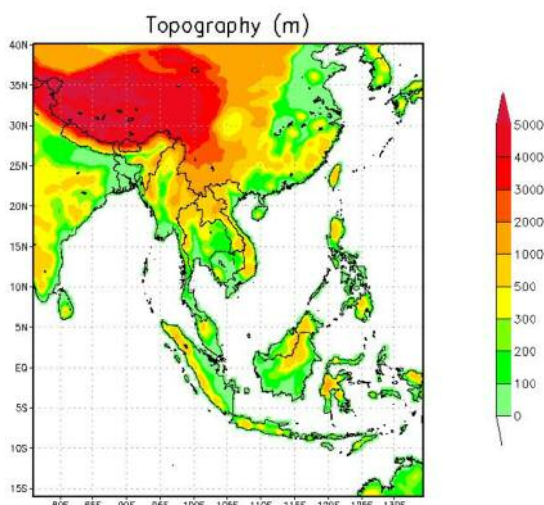
Ngoài ra, một số đặc trưng thống kê như trung bình số học (Công thức 2), hệ số tương quan (Công thức 3) cũng được sử dụng.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2)$$

Trong đó:  $x_i$  là ký hiệu để chỉ giá trị độ dày quang học khí quyển (AOD), hiệu nhiệt độ, nồng độ carbon đen;  $n$  là độ dài chuỗi số liệu hoặc số điểm lưới mô hình của miền phân tích kết quả.

$$r = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (3)$$

Trong đó:  $x_i, y_i$  tương ứng là nồng độ carbon đen và hiệu nhiệt độ T2m các tháng;  $n$  là số điểm lưới mô hình của miền phân tích kết quả.



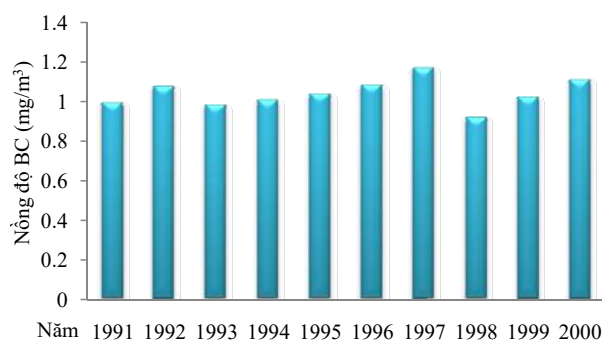
Hình 1. Miền tính và độ cao địa hình (m)

### 3. Kết quả

#### 3.1. Phân bố theo thời gian của nồng độ carbon đen

Hình 2 mô tả sự biến thiên của nồng độ carbon đen giai đoạn 1991 - 2000 được tính trung bình cho toàn miền. Có thể nhận thấy, nồng độ BC biến động không lớn qua các năm và dao động trong khoảng 0,92 - 1,17 mg/m<sup>3</sup>. Các năm có nồng độ BC lớn là năm 1992, 1996, 1997, 1999, 2000 với cực đại vào năm 1997 giá trị 1,17 mg/m<sup>3</sup>, cực tiểu vào 1998 với giá trị 0,92 mg/m<sup>3</sup>.

Hình 3 biểu diễn biến trình năm của nồng độ BC giai đoạn 1991 - 2000 được tính trung bình cho toàn miền. Qua đó nhận thấy nồng độ BC



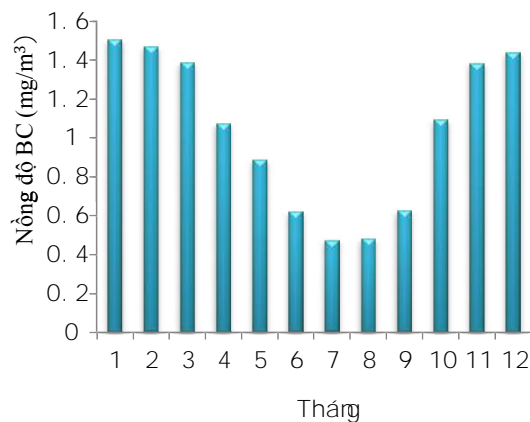
Hình 2. Nồng độ carbon đen trung bình năm giai đoạn 1991 - 2000 (mg/m<sup>3</sup>)

#### 3.2 Phân bố theo không gian nồng độ của BC

Để đánh giá chi tiết hơn về phân bố nồng độ BC, các tháng 4, 7, 10, 1 được lựa chọn để đại diện cho bốn mùa xuân hạ thu đông. Hình 4 là các bản đồ phân bố nồng độ carbon và độ dày quang học của các tháng tương ứng nói trên.

Trên toàn khu vực vào tháng 1, nồng độ BC lớn nhất trong năm, với cực đại trên lục địa Ấn Độ, khu vực Đông Nam Trung Quốc, đạt giá trị khoảng 5 - 8 mg/m<sup>3</sup>, đây là những khu vực công nghiệp phát triển, do vậy lượng BC phát thải vào khí quyển lớn (Zhang ccs., 2013 [11, 12]). Tại Việt Nam giá trị cực đại khoảng 2 - 2,5

lớn vào những tháng mùa khô từ tháng 11 đến tháng 3 năm sau với giá trị khoảng 1,3 - 1,5 mg/m<sup>3</sup>, và giảm dần vào các tháng mùa mưa từ tháng 6 - 9 với giá trị khoảng 0,47 - 0,62 mg/m<sup>3</sup>. Có thể lý giải hiện tượng này là do vào mùa hè nên mưa nhiều, do vậy các hạt carbon đen ngấm nước, nặng và rơi xuống bề mặt, đây là quá trình lắng đọng ẩm của BC dẫn đến nồng độ BC nhỏ. Ngược lại vào các tháng mùa đông thời tiết khô và ít mưa nên BC tồn tại lâu trong khí quyển nên nồng độ BC lớn hơn. Giá trị cực đại của nồng độ BC rơi vào tháng 1 và cực tiểu vào tháng 7. Tháng 4, 5, 10 là các tháng chuyển tiếp, giá trị nồng độ BC trung bình khoảng 0,8 - 1,1 mg/m<sup>3</sup>.



Hình 3. Nồng độ carbon đen trung bình tháng giai đoạn 1991 - 2000 (mg/m<sup>3</sup>)

mg/m<sup>3</sup> ở phía Bắc và giảm dần về phía Nam. Có thể nhận thấy phân bố BC bao phủ gần như hoàn toàn lãnh thổ Việt Nam. Điều này có thể được lý giải bởi đây là thời điểm hoạt động mạnh của gió mùa Đông Bắc, xon khí BC được vận chuyển xuống các vĩ độ thấp. Vào tháng 7 là mùa mưa trên khu vực, do vậy nồng độ BC nhỏ nhất trong năm. Giá trị cực đại trên lục địa Ấn Độ, Tứ Xuyên và Đông Trung Quốc khoảng 1,5 - 2 mg/m<sup>3</sup>. Ở miền Bắc Việt Nam giá trị BC khoảng 1 mg/m<sup>3</sup>, miền Trung và miền Nam khoảng 0,5 mg/m<sup>3</sup>.

Vào tháng 4 và tháng 10 là hai tháng chuyển tiếp từ mùa khô sang mùa mưa và từ mùa mưa sang mùa khô. Nồng độ BC ở hai tháng này gần

như tương đương nhau ở biển Đông Trung Hoa, bán đảo Triều Tiên với giá trị khoảng 2,5 - 3 mg/m<sup>3</sup>. Trong khi đó vùng trung tâm, Đông Nam Trung Quốc với giá trị BC nhỏ hơn khoảng 2 mg/m<sup>3</sup>. Trên Việt Nam, nồng độ BC khoảng 1 - 1,5 mg/m<sup>3</sup> ở miền Bắc, miền Trung và miền Nam giá trị khoảng 0,5 - 1 mg/m<sup>3</sup>. Phân bố của BC mở rộng hơn xuống phía Nam khu vực so với mùa hè, thu hẹp hơn so với mùa Đông, phân bố này phụ thuộc vào hướng gió trên khu vực, tháng 4 là tháng kết thúc gió mùa Đông, bắt đầu chuyển sang mùa gió mùa hè, còn tháng 10 thì ngược lại.

Độ dày quang học của xon khí (*AOD: Aerosol Optical depth*) là đại lượng đặc trưng cho mức độ suy giảm bức xạ do hấp thụ và tán xạ bức xạ mặt trời của xon khí [2]. Độ dày quang học của xon khí có giá trị từ 0 đến 1, AOD bằng 0 có nghĩa là khí quyển trong sạch, không có xon khí, giá trị tầm nhìn xa lớn và khí quyển không ô nhiễm. AOD bằng 1 có nghĩa độ dày quang học xon khí đạt giá trị tối đa trong điều kiện khí quyển vẫn đục, ô nhiễm nhiều hợp chất gây giảm tầm nhìn xa. Từ hình 4 cho thấy mối tương quan chặt chẽ giữa nồng độ BC và AOD, sự biến đổi theo mùa trong năm của nồng độ BC tương ứng với sự biến thiên năm của AOD với giá trị lớn vào mùa khô (Tháng 1), giá trị nhỏ vào mùa mưa (Tháng 7) trên khu vực. Tại những khu vực nồng độ BC lớn như Bắc Ấn Độ, Đông Nam và Tứ Xuyên Trung Quốc thì độ dày quang học của BC cũng lớn hơn các vùng khác, điều này cho thấy nồng độ BC tại các khu vực này lớn. Với giá trị cực đại vào tháng 1 khoảng 0,055 trên lục địa Ấn Độ, Đông Trung quốc, trên khu vực Việt Nam giá trị AOD khoảng 0,02 - 0,03 ở miền Bắc, và giá trị giảm dần ở miền Trung, miền Nam Việt Nam.

### 3.3 Mối liên hệ của nồng độ Carbon đen và T2m

Để xem xét mối liên hệ của xon khí BC và T2m, chúng tôi so sánh T2m được mô phỏng bởi RegCM trong các trường hợp có và không có BC thông qua hiệu giữa chúng. Hiệu nhiệt độ âm cho thấy trong thí nghiệm có BC, T2m giảm so với trường hợp không có BC, hiệu nhiệt độ dương thì ngược lại. Hình 5 mô tả hiệu nhiệt độ không khí mực 2m (T2m) trung bình các tháng đối với hai trường hợp nói trên. Nhìn chung,

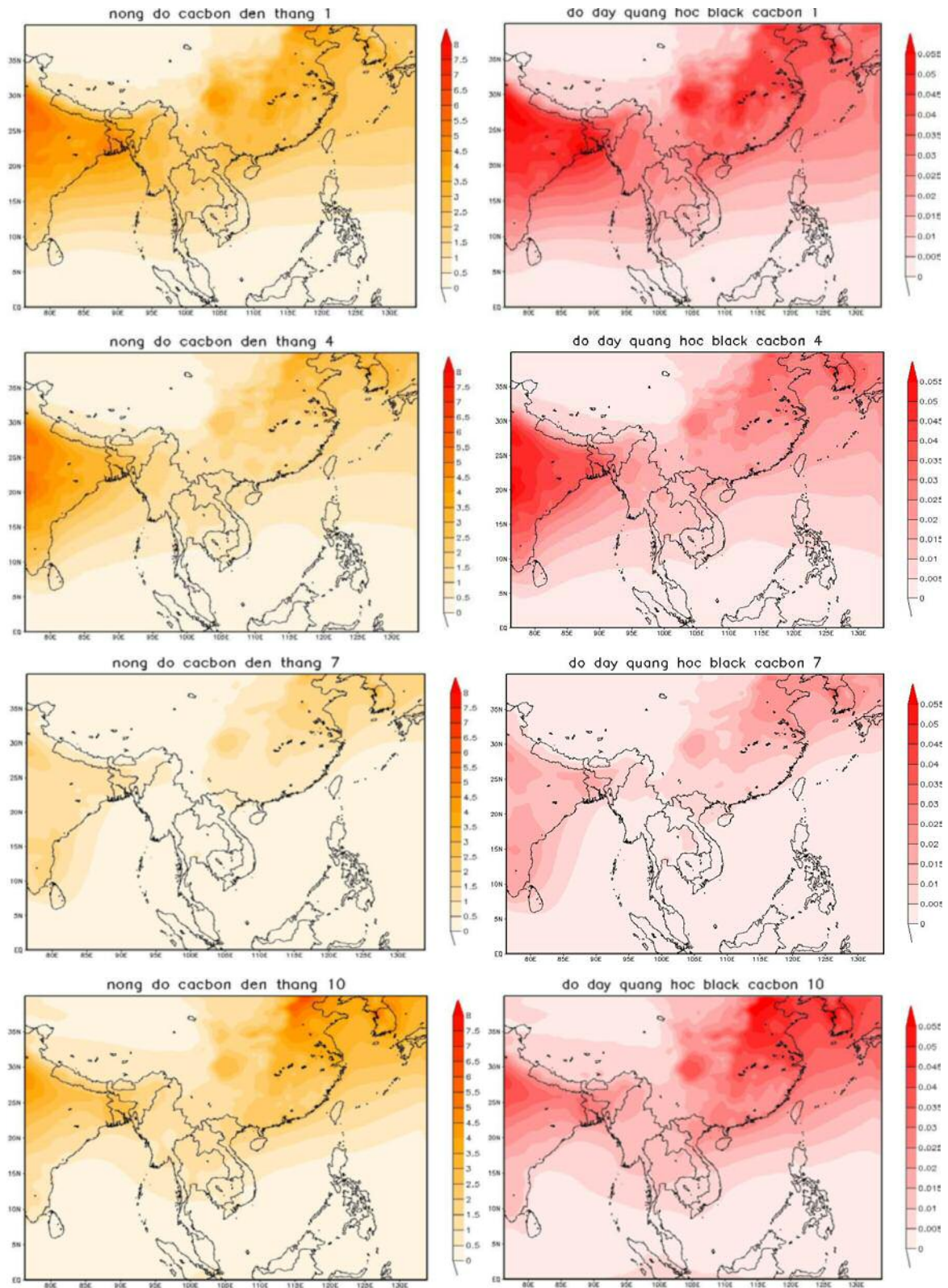
nhiệt độ giảm ở hầu hết các khu vực trên đất liền và tăng nhẹ trên đại dương so với trường hợp không có xon khí. Nhiệt độ giảm mạnh ở khu vực có nồng độ BC lớn. Nhiệt độ giảm trên các vùng lục địa có thể là hệ quả của việc BC ngăn cản bức xạ mặt trời xuống các lớp khí quyển bên dưới. Khi xem xét sự biến thiên của BC theo các tháng trong năm thì có thể nhận thấy nhiệt độ giảm mạnh vào những tháng có nồng độ BC lớn như các tháng mùa đông, ngược lại vào mùa hè nhiệt độ giảm nhỏ trên khu vực. Tác động của BC lên nhiệt độ không chỉ theo quy luật phân bố thời gian mà còn phụ thuộc vào không gian, cụ thể nhiệt độ giảm mạnh ở những khu vực nồng độ BC lớn như khu vực lục địa Ấn Độ, Đông Nam Trung Quốc, khu vực Myanmar, Lào, Bắc Việt Nam với giá trị nhiệt giảm từ - 0,2<sup>o</sup>C đến - 0,8<sup>o</sup>C. Những khu vực nồng độ BC nhỏ, tương ứng mức độ giảm nhiệt độ nhỏ như trên đại dương, vùng Tây Bắc Trung Quốc với giá trị từ - 0,1<sup>o</sup>C đến 0,1<sup>o</sup>C.

Hình 6 mô tả biến trình năm của nồng độ BC (Hình 6a) và hiệu T2m tháng (Hình 6b) giai đoạn 1991 - 2000 được tính trung bình cho toàn miền (75 - 135<sup>o</sup>E, 0 - 40<sup>o</sup>N), bên cạnh đó hệ số tương quan (HSTQ) theo thời gian giữa nồng độ BC và hiệu nhiệt độ T2m (Hình 6c) được tính với tập mẫu là số điểm lưới trong không gian của hai đại lượng.

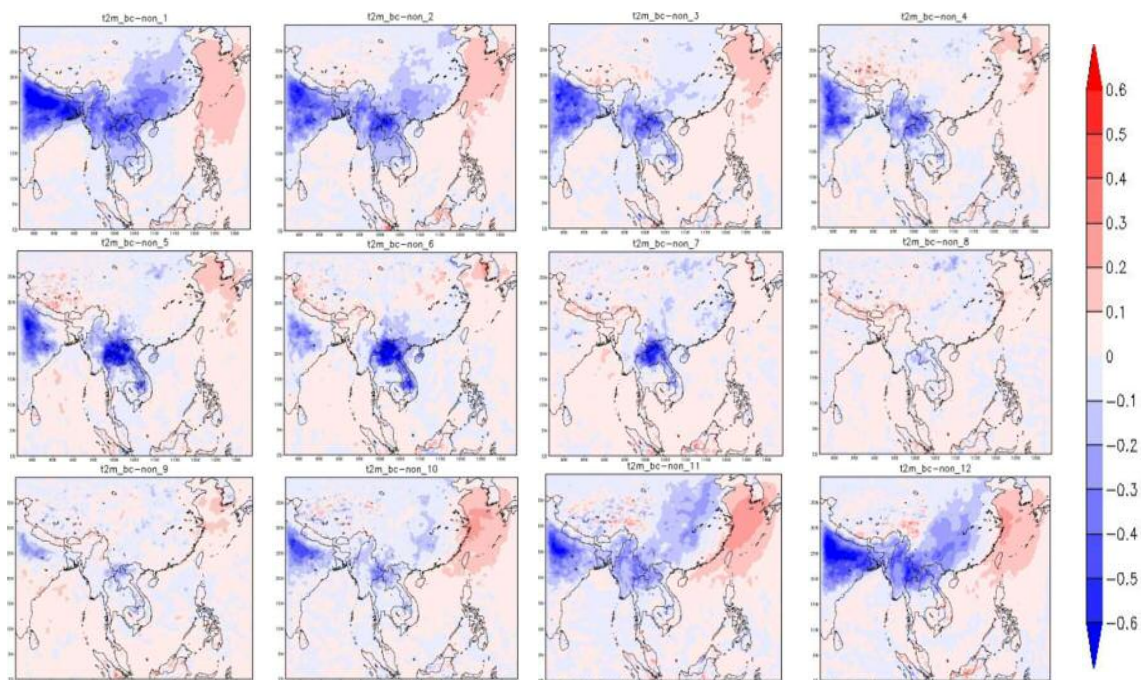
Từ hình 6a và 6b cho thấy vào mùa đông nồng độ BC lớn tương ứng với hiệu T2m có giá trị từ - 0.02 đến - 0.05<sup>o</sup>C. Ngược lại vào mùa hè, hiệu T2m dương. Do tính trung bình cho toàn miền nên giá trị hiệu nhiệt độ không lớn, tuy nhiên vẫn phản ánh được xu hướng tăng giảm nhiệt độ theo mùa và phụ thuộc của nhiệt độ vào nồng độ BC.

Mối quan hệ của nồng độ BC và hiệu T2m được thể hiện thông qua hệ số tương quan (Hình 6c). HSTQ âm xảy ra ở hầu hết các tháng trong năm, với giá trị âm lớn vào tháng mùa đông và tăng dần vào các tháng mùa hè. Từ tháng 12 đến tháng 3, HSTQ có giá trị - 0,45 đến - 0,55 tương ứng với các tháng có nồng độ BC lớn. Từ tháng 6 đến tháng 10, HSTQ có giá trị khoảng - 0,05 đến - 0,01. Từ các giá trị HSTQ cho thấy tương quan giữa nồng độ BC và hiệu T2m lớn hơn vào các tháng mùa đông và nhỏ vào các tháng mùa hè.

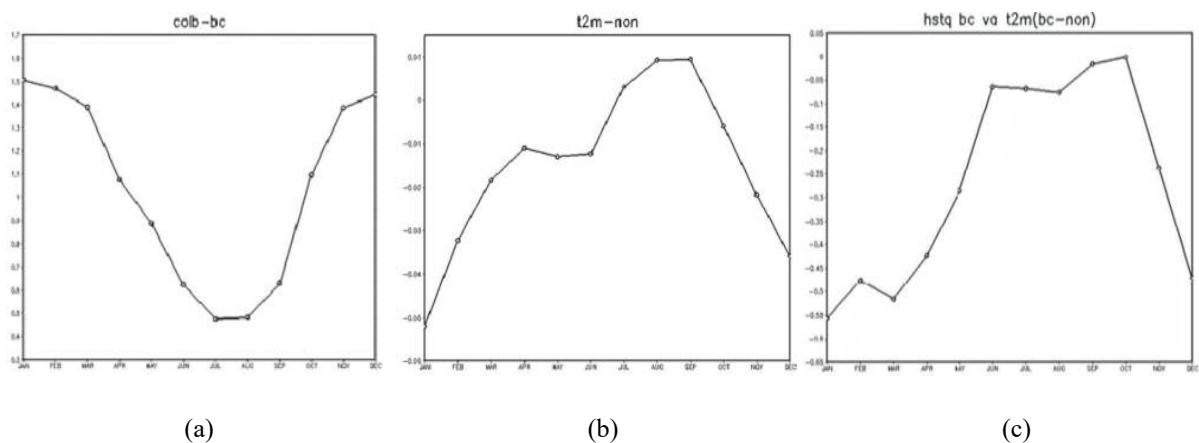




Hình 4. Nồng độ (bên trái -  $\text{mg/m}^3$ ), độ dày quang học (bên phải) của BC trung bình tháng 1, tháng 4, tháng 7, tháng 10 (tương ứng từ trên xuống dưới)



Hình 5. Hiệu nhiệt độ không khí mực 2m (T2m) từ tháng 1 đến tháng 12 (°C) giai đoạn 1991 - 2000 (Tuong ứng từ trái sang phải, từ trên xuống dưới)



(a)

(b)

(c)

Hình 6. (a) Biến trình năm nồng độ BC ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ),  
 (b) biến trình năm của hiệu nhiệt độ không khí mực 2m ( $^{\circ}\text{C}$ ),  
 (c) hệ số tương quan theo thời gian của nồng độ BC và hiệu nhiệt độ không khí mực 2m

### 3.4 Mối liên hệ của nồng độ carbon đen với nhiệt độ ở các mực khí quyển

Hình 7 mô tả mặt cắt thẳng đứng phân bố kinh hướng và vĩ hướng của hiệu nhiệt độ không khí ở các mực khí quyển. Nhìn chung, nhiệt độ giảm ở các lớp khí quyển gần bề mặt và tầng đối lưu trên. Ngược lại tăng trong lớp khí quyển ở tầng đối lưu giữa.

Khi xem xét mặt cắt thẳng đứng phân bố kinh

hướng (Hình 7a). Khi so sánh thí nghiệm 2 và thí nghiệm 1, ta thấy nhiệt độ giảm lớn nhất trong khoảng vĩ độ  $17 - 25^{\circ}\text{N}$  với giá trị từ  $-0,1^{\circ}\text{C}$  đến  $-0,15^{\circ}\text{C}$  vào tháng 1.

Vào các tháng 4, 7, 10, giá trị giảm nhiệt vùng vĩ độ này chỉ khoảng  $-0,02^{\circ}\text{C}$  đến  $-0,06^{\circ}\text{C}$ . So sánh với phân bố nồng độ BC (Hình 4) cho thấy đây cũng là vùng vĩ độ mà nồng độ BC lớn. Nhiệt độ tăng nhỏ ở vùng vĩ độ từ xích đạo đến

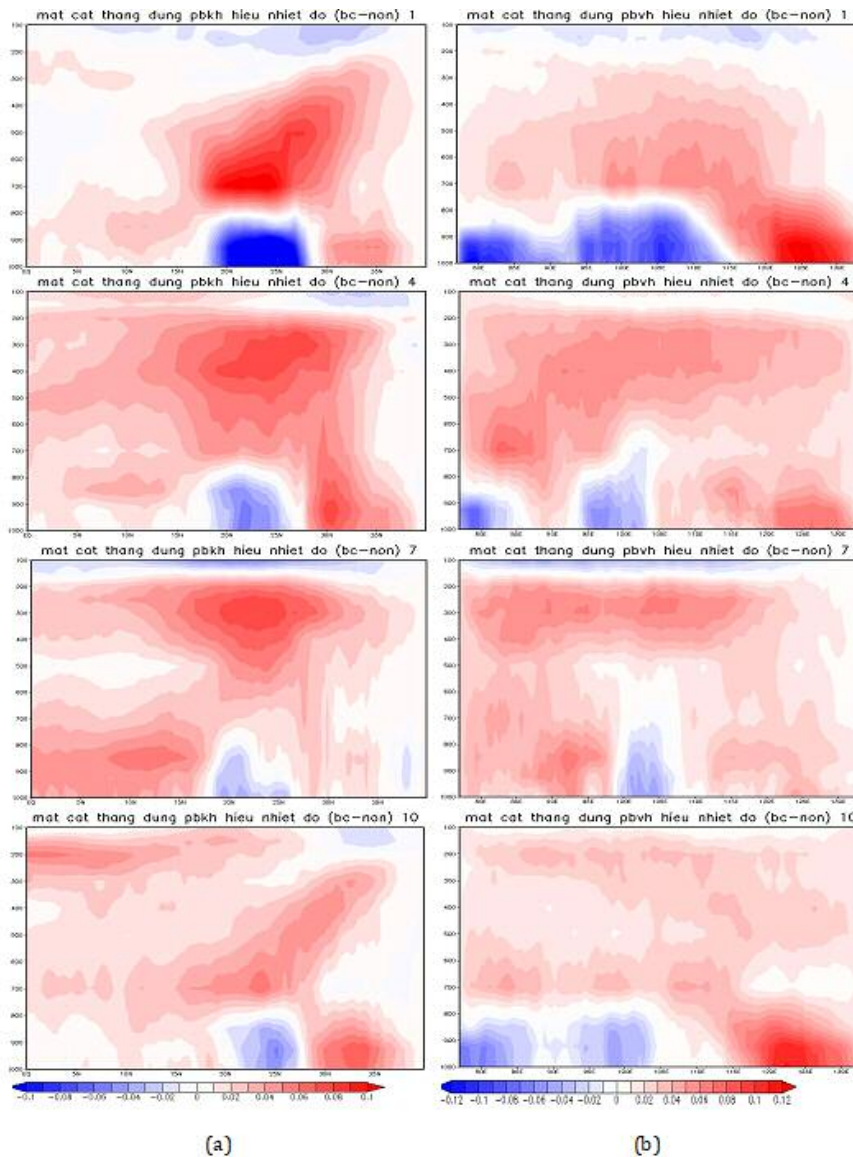
17°N, 28 - 40°N nơi nồng độ BC nhỏ. Nhiệt độ tăng ở các lớp khí quyển bên trên từ 800 - 200 mb ở hầu hết các vĩ độ. Giá trị tăng nhiệt lớn ở những vùng vĩ độ nồng độ BC lớn. Ở trên mực khí quyển 200 mb, nhiệt độ giảm nhẹ khoảng từ - 0,02°C đến - 0,04°C.

Hình 7b là mặt cắt thẳng đứng phân bố vĩ hướng của hiệu nhiệt độ các mực khí quyển. Vào tháng 1 nhiệt độ giảm nhiều nhất ở các dải kinh độ từ 75°E đến 115°E với giá trị từ - 0,06 đến -

0,12°C, đây cũng là khu vực nồng độ BC lớn trải dài từ Ấn Độ sang Đông Trung Quốc.

Vào các tháng 4, 7, 10 giá trị nhiệt giảm chỉ khoảng - 0,02°C đến - 0,04°C. Từ kinh độ 115°E đến 135°E, nhiệt độ tăng với giá trị khoảng 0,02°C đến 0,06°C.

Ở các lớp khí quyển bên trên từ 800 - 200 mb nhiệt độ tăng ở tất cả các tháng, nhiệt độ tăng nhỏ ở các vùng kinh độ có nồng độ BC cao với giá trị từ - 0,02°C đến - 0,1°C.



Hình 7. Mặt cắt thẳng đứng phân bố kinh hướng bên trái (a) - vĩ hướng bên phải (b) hiệu nhiệt độ không khí các mực khí quyển (°C) tháng 1, 4, 7, 10 ( tương ứng từ trên xuống dưới)

#### 4. Kết luận

Từ các phân tích kết quả có thể rút ra được một số kết luận sau:

Nồng độ BC biến động nhỏ qua các năm và dao động trong khoảng từ 0,92 đến 1,17 mg/m<sup>3</sup>. Biến trình năm của nồng độ BC lớn vào các tháng mùa khô với giá trị khoảng từ 1,3 đến 1,5 mg/m<sup>3</sup> và giảm dần vào các tháng mùa mưa với giá trị khoảng 0,47 mg/m<sup>3</sup> đến 0,62 mg/m<sup>3</sup>.

Phân bố không gian của nồng độ BC cho thấy khu vực Đông Nam Trung Quốc, Ấn Độ có nồng độ BC lớn đạt giá trị khoảng 5 - 8 mg/m<sup>3</sup> vào mùa đông. Ở Việt Nam nồng độ BC cực đại khoảng 2 đến 2,5 mg/m<sup>3</sup> ở miền Bắc và giảm dần về Nam. Vào mùa hè giá trị nồng độ BC nhỏ, các mùa chuyển tiếp nồng độ BC lớn hơn mùa hè và nhỏ hơn mùa đông. Độ dày quang học của xon khí BC đạt giá trị cực đại ở Ấn Độ và Đông

Trung Quốc với giá trị 0,05. Ở Việt Nam giá trị này chỉ khoảng 0,02 đến 0,03.

Nhiệt độ giảm mạnh ở những khu vực nồng độ BC lớn như Ấn Độ, Đông Nam Trung Quốc, khu vực Myanmar, Lào và Bắc Việt Nam với giá trị nhiệt giảm từ - 0,2°C đến - 0,8°C. Những khu vực nồng độ BC nhỏ, tương ứng nhiệt độ giảm nhỏ như trên đại dương, vùng Tây Bắc Trung Quốc với giá trị từ - 0,1°C đến 0,1°C.

Hệ số tương quan giữa nồng độ BC và hiệu T2m có giá trị âm hầu hết các tháng trong năm. Tương quan lớn hơn vào các tháng mùa khô và nhỏ vào các tháng mùa mưa.

Nhiệt độ giảm ở các lớp khí quyển gần bề mặt và tầng đối lưu trên, đồng thời tăng ở các lớp khí quyển ở giữa tầng đối lưu. Khu vực giảm nhiệt độ lớn nhất từ vĩ độ 17 - 25°N và từ dải kinh độ từ 75 - 115°E với giá trị cực đại - 0,12°C.

#### Tài liệu tham khảo

1. Hồ Thị Minh Hà, Phan Văn Tân (2009), *Mô phỏng số trị ảnh hưởng của xon khí cacbon đen lên khí hậu khu vực Đông Nam Á và Việt Nam*, Hội thảo gió mùa châu Á lần 2, tr.185 - 197.
2. Phạm Xuân Thành, Nguyễn Xuân Anh, Lê Việt Huy, Lê Như Quân, Hoàng Hải Sơn, Phạm Lê Khương (2011), *Ảnh hưởng của mưa đầu mùa tới độ dài quang học sol khí tại Bạc Liêu*, Tạp chí Các Khoa học về Trái Đất, số 33(1), tr.10 -17.
3. Phạm Xuân Thành, Nguyễn Xuân Anh, Đỗ Ngọc Thúy, Lê Việt Huy (2012), *Ảnh hưởng của hoàn lưu gió mùa mùa đông tới độ dày quang học sol khí tại Bạc Liêu và Bắc Giang*, Tạp chí Các Khoa học về Trái Đất, số 34(3), tr.266-274.
4. Phạm Xuân Thành, Nguyễn Xuân Anh, Phạm Lê Khương, Đỗ Ngọc Thúy, Hoàng Hải Sơn, Nguyễn Xuân Sơn, Âu Duy Tuấn (2015), *Đặc điểm độ dày quang học sol khí từ số liệu các trạm AERONET Việt Nam và so sánh chúng với số liệu MODIS*, Tạp chí Các Khoa học về Trái Đất, số 37(3), tr.252-263.
5. Đào Thị Hồng Vân, (2013), *Nghiên cứu khả năng ứng dụng mô hình WRF-Chem vào khu vực Việt Nam*. Luận văn thạc sĩ, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - ĐHQGHN.
6. Cohen D.D., Jagoda C., Eduard S., VuongThu Bac, (2010), *Long range transport of fineparticle windblown soils and coal fired powerstation emissions into Hanoi between 2001 to 2008*. Atmospheric Environment 44, 3761-3769.
7. IPCC, Working Group I (2001), *Climate change 2001: The Scientific Basis (far-wgI)*, 296.
8. Filippo G., Bates G.T. (1989), *The climatological skill of a regional model over complex terrain*, Mon. Wea. Rev., 117, 2325-2347.
9. Filippo G., Xungquiang B., Yun Q., (2002), *Direct radiative forcing and regional climatic effects of anthropogenic aerosols over East Asia: A regional coupled climate-chemistry/aerosol model study*, Journal of geophysical research 107, 4439.
10. Qian Y., Giorgi F., Huang Y., Chameides W., Luo C.,(2001), *Simulation of Anthropogenic-*

*Sulfur over East Asia with a Regional Coupled Chemistry-Climate Model*, Tellus 53B, pp. 171-191.

11. Zhang N., Qin Y., Xie S. D., (2013), *Spatial distribution of black carbon emissions in China*, Chinese Science Bulletin, Vol 58.

12. Zhang, D.F., (2009), *Simulation of dust aerosol and its regional feedbacks over East Asia using a regional climate model*, Atmos. Chem. Phys., 9, pp. 1095 -1110.

13. Zakey, A., Solmon, F., Girogi, F., (2006), *Development and testing of a desert dust module in a regional climate model*, Atmos. Chem. Phys. 6, pp. 4687-4704.

14. Zanis, P. et al. (2012), *Regional climate feedback of anthropogenic aerosols over Europe using RegCM3*, Climate research, Vol 52, pp. 267 -278.

## SIMULATING THE IMPACT OF BLACK CARBON ON TEMPERATURE IN VIETNAM AND NEIGHBORING REGIONS USING REGCM

Le Thi Thu Hang<sup>1</sup>, Phan Van Tan<sup>2</sup>, Bui Thi Tuyet<sup>1</sup>, Pham Thi Minh<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ho Chi Minh University of Natural Resources and Environment

<sup>2</sup>Hanoi University of Science – Viet Nam National University

**Abstract:** *We simulate the effect of black carbon on the temperature in Vietnam and neighboring regions by using the regional model called RegCM4.2. The model was integrated continuously from January 1st, 1991 to January 1st, 2001 over a large domain extending from 15°S to 40°N and from 75°E to 135°E with a resolution of 36 km. Two simulations were performed with and without black carbon prescribed, respectively. The results showed that black carbon decreases the near-surface air temperature in areas of high black carbon concentrations such as India, south-east China, Myanmar and northern Vietnam by 0.2°C to 0.8°C. In the dry season, the correlation between black carbon concentrations and near-surface air temperature ranges from -0.45 to -0.55. In the rainy seasons, no significant correlation exists between temperature and black carbon concentration because the black carbon concentrations are low and therefore do not have a strong effect on temperature.*

**Key words:** *Black Carbon, RegCM, Vietnam Temperature.*

# XÁC ĐỊNH CÁC KHU VỰC CẦN THIẾT LẬP HÀNH LANG BẢO VỆ BỜ BIỂN TẠI VÙNG BỜ TỈNH THÁI BÌNH VÀ VAI TRÒ BẢO VỆ HỆ SINH THÁI, DỊCH VỤ HỆ SINH THÁI VÀ CẢNH QUAN TỰ NHIÊN VÙNG BỜ CỦA HÀNH LANG BẢO VỆ BỜ BIỂN

Nguyễn Công Minh<sup>1</sup>, Phạm Thị Thủy<sup>1</sup>

**Tóm tắt:** Nỗ lực bảo vệ hệ sinh thái, dịch vụ hệ sinh thái và cảnh quan vùng bờ đã và đang được thực hiện tại Việt Nam. Bên cạnh các công cụ như thành lập khu bảo tồn, khu Ramsar.v.v., hành lang bảo vệ bờ biển, được quy định tại Luật tài nguyên, môi trường biển và hải đảo, là một cách tiếp cận khác để thực hiện nhiệm vụ này. Dựa trên kết quả xác định các khu vực cần thiết lập hành lang bảo vệ bờ biển tỉnh Thái Bình và hiện trạng hệ sinh thái và nhu cầu bảo tồn tại vùng bờ của tỉnh, bài báo cho thấy việc thiết lập hành lang bảo vệ bờ biển theo các quy định pháp luật hiện hành tại tỉnh Thái Bình chưa bảo vệ được hệ sinh thái, dịch vụ hệ sinh thái và cảnh quan vùng bờ của tỉnh. Việc bảo vệ các đối tượng này cần được tiến hành bằng các công cụ khác như thiết lập các khu bảo tồn, với các phương pháp tiếp cận và thực hiện khác.

**Từ khóa:** Hành lang bảo vệ bờ biển, Vùng bờ, Thái Bình, Hệ sinh thái, Cảnh quan tự nhiên, Dịch vụ hệ sinh thái.

Ban Biên tập nhận bài: 20/4/2018 Ngày phản biện xong: 16/5/2018 Ngày đăng bài: 25/6/2018

## 1. Mở đầu

Theo quy định của Luật tài nguyên, môi trường biển và hải đảo 2015, hành lang bảo vệ bờ biển được định nghĩa là: “dải đất ven biển được thiết lập ở những khu vực cần bảo vệ hệ sinh thái, duy trì giá trị dịch vụ của hệ sinh thái và cảnh quan tự nhiên ở vùng bờ; giảm thiểu sạt lở bờ biển, ứng phó với biến đổi khí hậu, nước biển dâng; đảm bảo quyền tiếp cận của người dân với biển” (Điều 23). Theo Luật này, hành lang bảo vệ bờ biển được thiết lập để phục vụ 3 mục tiêu (i) bảo vệ hệ sinh thái, duy trì giá trị dịch vụ của hệ sinh thái và cảnh quan tự nhiên ở vùng bờ; (ii) giảm thiểu sạt lở bờ biển, ứng phó với biến đổi khí hậu, nước biển dâng; và (iii) đảm bảo quyền tiếp cận của người dân với biển [4].

Vùng ven biển Việt Nam là nơi có nhiều hệ sinh thái quan trọng như rừng ngập mặn, rạn san

hồ, thảm cỏ biển, đầm phá, bãi bồi .v.v., đã và đang cung cấp các dịch vụ hệ sinh thái cho hoạt động kinh tế - xã hội tại vùng bờ nói riêng và cả nước nói chung. Việc bảo vệ các hệ sinh thái này đã và đang được tiến hành bằng nhiều công cụ như khu bảo tồn, khu dự trữ sinh quyển, khu bảo tồn đất ngập nước .v.v. và pháp luật về hành lang bảo vệ bờ biển đã cung cấp thêm một công cụ nhằm bảo vệ hệ sinh thái và dịch vụ hệ sinh thái vùng ven biển.

Sử dụng hành lang bảo vệ bờ biển như một công cụ độc lập hay kết hợp với các công cụ khác để bảo vệ hệ sinh thái ven biển và dịch vụ hệ sinh thái phụ thuộc vào đặc điểm cụ thể của từng vùng [1, 2, 3, 5, 6]. Bài báo này, dựa trên kết quả xác định các khu vực cần thiết lập hành lang bảo vệ bờ biển tỉnh Thái Bình, theo hướng dẫn tại Thông tư 29/2016/TT-BTNMT, ngày 12/10/2016 của Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường về việc quy định kỹ thuật thiết lập hành lang bảo vệ bờ biển, và hiện trạng hệ sinh

<sup>1</sup>Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên - môi trường biển khu vực phía Bắc  
Email: minh.nguyencong74@gmail.com

thái và nhu cầu bảo tồn tại vùng bờ của tỉnh, cung cấp một số cơ sở thực tiễn cho việc sử dụng hành lang bảo vệ bờ biển trong việc bảo vệ hệ sinh thái, duy trì giá trị dịch vụ hệ sinh thái và cảnh quan tự nhiên vùng bờ.

**2. Phương pháp nghiên cứu**

Bài báo dựa kết quả nghiên cứu xác định các khu vực cần thiết lập hành lang bảo vệ bờ biển tỉnh Thái Bình thuộc Nhiệm vụ khoa học công nghệ cấp Bộ Tài nguyên và Môi trường TNMT.2016.06.04 “Nghiên cứu cơ sở khoa học xây dựng quy định kỹ thuật hành lang bảo vệ bờ biển” và Nhiệm vụ “Điều tra, đánh giá hiện trạng tài nguyên, môi trường biển và xác định đường mực nước triều cao Thái Bình nhiều năm nhằm xác lập danh mục khu vực cần thành lập hành lang bảo vệ bờ biển” do Sở Tài nguyên và Môi trường Thái Bình chủ trì và Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên - môi trường biển khu vực phía Bắc (trước đây là Trung tâm Quy hoạch và Quản lý tổng hợp vùng duyên hải khu vực phía Bắc) thực hiện từ tháng 7 - 11/2017.

Việc xác định các khu vực cần thiết lập hành lang bảo vệ bờ biển tỉnh Thái Bình được tiến hành tại vùng bờ tỉnh Thái Bình bao gồm vùng đất ven biển có địa giới hành chính là diện tích đất tự nhiên thuộc 14 xã, thị trấn ven biển của các huyện Tiền Hải và Thái Thụy và phần biển ven bờ từ mép nước ra đến 6 hải lý tính theo mực nước triều thấp (Hình 1). Tọa độ địa lý vùng bờ tỉnh Thái Bình 20°13’27” đến 20°38’59” vĩ độ Bắc và 106°35’00” đến 106°40’27” kinh độ Đông [25].

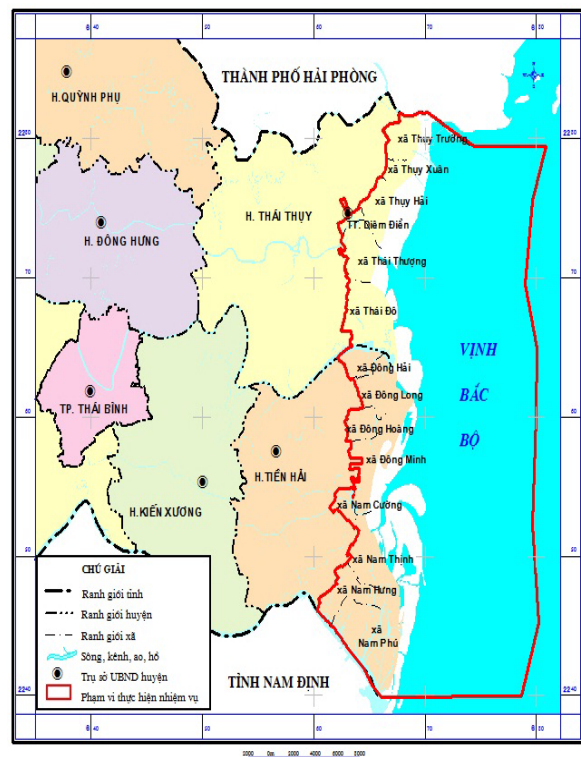
Các phương pháp đánh giá đặc điểm chế độ sóng, dao động mực nước, nước dâng do bão, xác định đường mực nước triều cao trung bình nhiều năm, đánh giá nhu cầu bảo vệ hệ sinh thái, đảm bảo quyền tiếp cận của người dân, tính dễ bị tổn thương, nguy cơ sạt lở bờ biển được tiến hành theo hướng dẫn tại Thông tư 29/2016/TT-BTNMT, ngày 12/10/2016 quy định kỹ thuật thiết lập hành lang bảo vệ bờ biển.

Số liệu, dữ liệu, bản đồ nền phục vụ cho việc

tính toán được thu thập từ Niên giám thống kê tỉnh Thái Bình, các báo cáo, quy hoạch, kế hoạch, số liệu thống kê do Sở Tài nguyên và Môi trường và các sở ngành, UBND các huyện ven biển cung cấp.

Các điểm có giá trị mực nước triều cao trung bình nhiều năm dùng để tính toán đường mực nước triều cao trung bình nhiều năm được căn cứ theo Quyết định số 2495/QĐ-BTNMT ngày 28/10/2016 của Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường về việc Công bố Danh mục các điểm có giá trị đặc trưng mực nước triều của vùng ven biển Việt Nam và ban hành Hướng dẫn kỹ thuật xác định đường mực nước triều cao nhất trung bình nhiều năm, đường mép nước biển thấp nhất trung bình trong nhiều năm.

Số liệu, dữ liệu về tài nguyên sinh vật, đa dạng sinh học, hệ sinh thái, cảnh quan tự nhiên được thu thập từ các báo cáo nghiên cứu liên quan trong khu vực, do Sở Tài nguyên và Môi trường Thái Bình cung cấp và một số tài liệu do các tổ chức, cơ quan nghiên cứu đã công bố.



Hình 1. Phạm vi vùng bờ tỉnh Thái Bình

### 3. Kết quả xác định các khu vực cần thiết lập hành lang bảo vệ bờ biển

#### 3.1. Chế độ sóng, dao động mực nước, nước dâng do bão

Theo số liệu sóng tái phân tích thu thập từ Trung tâm Dự báo thời tiết hạn vừa Châu Âu (ECMWF) trong khoảng thời gian 20 năm (1995 - 2014) cho thấy, độ cao sóng trung bình các tháng trong năm dao động từ 0,68 - 1,23 m. Tháng có độ cao sóng trung bình lớn nhất là tháng 12 với 1,23 m và tháng có độ cao sóng trung bình nhỏ nhất là tháng 8 với 0,68 m. Các tháng mùa đông (từ tháng 10 đến tháng 3 năm sau) với hướng sóng Đông Bắc và Đông Đông Bắc thịnh hành có độ cao sóng trung bình lớn hơn các tháng mùa hè (từ tháng 4 đến tháng 9) với hướng sóng Nam và Nam Tây Nam thịnh hành. Độ cao sóng cực đại của khu vực trong khoảng thời gian này được xác định là lớn nhất vào tháng 10 là 5,19 m [29, 32].

Đặc điểm chế độ sóng ven bờ khu vực Thái Bình được đánh giá theo số liệu sóng tại Ba Lạt trong khoảng thời gian 1990 - 2008. Kết quả phân tích hoa sóng và tần suất sóng cho thấy sóng vùng ven bờ tỉnh Thái Bình với độ cao chủ yếu trong khoảng từ 0,2 - 0,6 m chiếm 25,7%. Sóng có độ cao từ 0,6 - 1 m chiếm 22,7%, sóng có độ cao từ 1 - 1,5 m chiếm 12,9%, sóng có độ cao từ 1,5 - 2 m chiếm 2,2%. Riêng sóng có độ cao lớn hơn 2m chỉ chiếm 0,5%. Do vị trí và đặc điểm địa hình của khu vực nên hướng sóng thịnh hành là hướng Đông với 29,6%, hướng Đông Nam chiếm 14,8%. Trong khoảng thời gian thống kê, phần lớn là lặng sóng chiếm 35,84% [29, 32].

Dải ven bờ khu vực tỉnh Thái Bình có mực nước trung bình nhiều năm dao động trong khoảng từ -4 cm đến -7 cm với biên độ triều từ 272 cm đến 295 cm. Mực nước cực đại trung bình nhiều năm trong khoảng từ 139 cm đến 156 cm và mực nước cực tiểu trung bình nhiều năm trong khoảng từ -133 cm đến -139 cm [29, 32].

Nước dâng do bão là một hiện tượng tự nhiên

rất nguy hiểm đối với tính mạng và tài sản của các nước ven biển có bão đổ bộ. Theo Quyết định số 2901/QĐ-BTNMT ngày 16/12/2016 của Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường về việc công bố Kết quả phân vùng bão, xác định nguy cơ bão, nước dâng do bão và phân vùng gió cho các vùng sâu trong đất liền khi bão mạnh, siêu bão đổ bộ, các tỉnh từ Quảng Ninh đến Thanh Hóa, trong thời kỳ 1961 - 2014, có tổng số 116 cơn bão ảnh hưởng đến vùng này, trung bình từ 2,0 - 2,5 cơn/năm, ba tháng nhiều bão nhất là các tháng 7 - 8 - 9. Nước dâng do bão cao nhất đã xảy ra đến 3,5 mét, theo tính toán dự báo nguy cơ, khi có bão mạnh, siêu bão đổ bộ, nước dâng do bão có thể lên đến 4,9 m. Biên độ thủy triều dao động từ 1,7 - 2,0 m. Do vậy mực nước tổng cộng trong bão có thể xảy ra là từ 6,6 đến 6,9 mét.

#### 3.2. Xác định đường mực nước triều cao trung bình nhiều năm

Căn cứ theo Quyết định số 2495/QĐ-BTNMT ngày 28/10/2016 của Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường về việc Công bố Danh mục các điểm có giá trị đặc trưng mực nước triều của vùng ven biển Việt Nam và ban hành Hướng dẫn kỹ thuật xác định đường mực nước triều cao trung bình nhiều năm, đường mép nước biển thấp nhất trung bình trong nhiều năm; xác định các điểm có giá trị đặc trưng mực nước triều của vùng ven biển tỉnh Thái Bình. Trong phạm vi tỉnh Thái Bình có 15 điểm có giá trị mực nước triều cao trung bình nhiều năm là các điểm thứ tự từ 80 đến 94. Tuy nhiên, để nội suy dữ liệu cần lấy thêm 02 điểm kế cận với khu vực Thái Bình là các điểm có số thứ tự 79 (thuộc phạm vi Thành phố Hải Phòng) và 95 (thuộc phạm vi tỉnh Nam Định) [21, 29, 32].

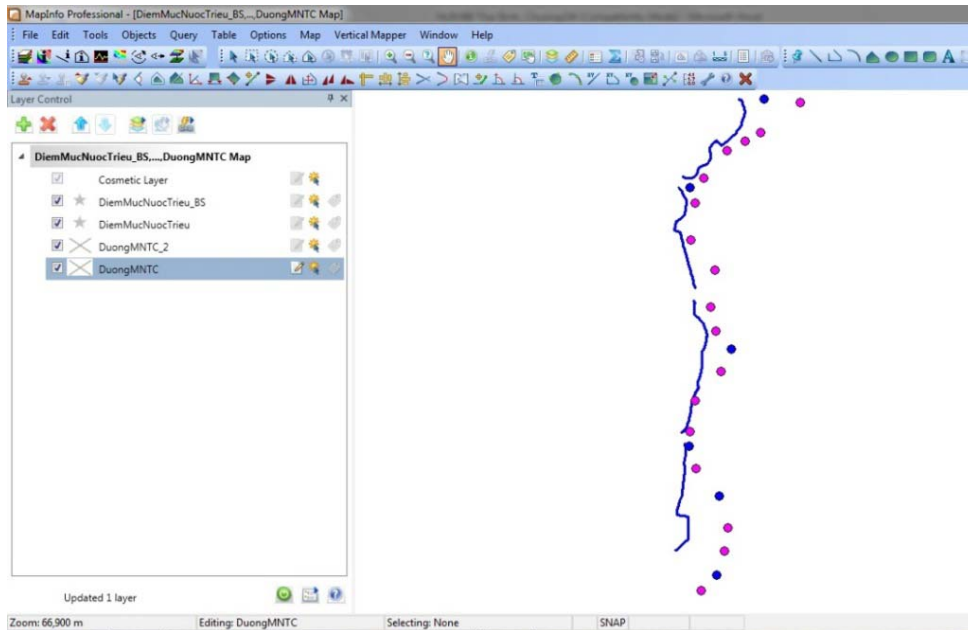
Căn cứ theo đặc điểm địa hình, hình thái khu vực để bổ sung thêm các điểm mực nước triều cao trung bình nhiều năm tại những khu vực có địa hình, địa mạo phức tạp. Áp dụng công thức nội suy được thực hiện phù hợp với đặc điểm vùng ven biển tỉnh Thái Bình tính được 06 điểm mực nước triều cao trung bình được nội suy bổ



sung [29, 32].

Từ các bước thực hiện theo Hướng dẫn kỹ thuật xác định đường mực nước triều cao trung

bình nhiều năm đã xác định được đường mực nước triều cao trung bình nhiều năm tại khu vực tỉnh Thái Bình (Hình 2) [29, 32].



Hình 2. Đường mực nước triều cao trung bình nhiều năm khu vực tỉnh Thái Bình

### 3.3. Đánh giá mức độ dễ bị tổn thương và nguy cơ sạt lở bờ biển

#### 3.3.1. Mức độ dễ bị tổn thương

Theo hướng dẫn đánh giá mức độ dễ bị tổn thương tại Thông tư 29/2016/TT-BTNMT, ngày 12/10/2016 quy định kỹ thuật thiết lập hành lang bảo vệ bờ biển, xác định được giá trị mức độ dễ bị tổn thương do ảnh hưởng của sạt lở bờ biển, biến đổi khí hậu, nước biển dâng khu vực tỉnh Thái Bình  $I_{tt} = 2.75 < 3$ . Giá trị này thể hiện khu vực ít bị tổn thương do ảnh hưởng của sạt lở bờ biển, biến đổi khí hậu, nước biển dâng [8, 29, 32].

#### 3.3.2. Nguy cơ sạt lở bờ biển

Nguy cơ sạt lở bờ biển được tính theo Công thức thực nghiệm của Sunamura và Horikawa, được hướng dẫn tại Thông tư 29/2016/TT-BTNMT, ngày 12/10/2016 quy định kỹ thuật thiết lập hành lang bảo vệ bờ biển.

Theo tính toán, chiều cao sóng có nghĩa ngoài khơi, ở vùng nước sâu  $H_0 = 1,53$  m, chu kỳ đỉnh

sóng là  $T = 7,23$ s.

Theo dữ liệu thu thập từ báo cáo “Rà soát điều chỉnh quy hoạch đê biển Quảng Ninh - Quảng Nam có tính tới biến đổi khí hậu và kết hợp giao thông”, khu vực Thái Bình có đường kính hạt trầm tích biển trong khoảng 0,05 - 0,15 mm. Để áp dụng cho công thức này, chọn giá trị  $D_{50} = 0,1$  mm [29, 32].

Từ những tham số đã được xác định, tính toán được nguy cơ sạt lở bờ biển là  $ER = 0,6 < 1$ , do đó bờ biển có xu thế được bồi tụ [29, 32].

Từ kết quả tính toán giá trị mức độ dễ bị tổn thương do ảnh hưởng của sạt lở bờ biển, biến đổi khí hậu, nước biển dâng và kết quả tính nguy cơ sạt lở bờ biển của khu vực với công thức thực nghiệm, cho thấy khu vực bờ biển tỉnh Thái Bình có xu thế được bồi tụ và ít bị tổn thương do ảnh hưởng của sạt lở bờ biển, biến đổi khí hậu, nước biển dâng [29, 32, 33].

### 3.4. Đánh giá nhu cầu bảo vệ hệ sinh thái

Vùng bờ tỉnh Thái Bình có các kiểu hệ sinh

thái đất ngập nước ven biển tiêu biểu cho vùng đồng bằng sông Hồng và nằm trong khu dự trữ sinh quyển châu thổ sông Hồng, được UNESCO công nhận là khu dự trữ sinh quyển thế giới từ năm 2004 với những giá trị nổi bật toàn cầu về đa dạng sinh học và có ảnh hưởng lớn đến sự sống của nhân loại. Khu dự trữ sinh quyển trong địa phận tỉnh Thái Bình bao gồm vùng rừng ngập mặn huyện Thái Thụy và Khu bảo tồn thiên nhiên Tiên Hải [11, 12, 24, 29, 32].

Tại vùng đất ngập nước ven biển Thái Thụy đã xác định được 1.389 loài thuộc các nhóm thực vật, sinh vật nổi, rong-cỏ biển, động vật đáy, cá, côn trùng, bò sát, ếch nhái, chim và thú. Số loài sinh vật đã xác định được trong các đợt khảo sát tháng 1, tháng 2 và tháng 3 năm 2016 tại vùng đất ngập nước ven biển Thái Thụy là 736 loài. Có 1 loài sam ba gai đuôi; 3 loài cá; 3 loài bò sát; 9 loài chim nguy cấp được ưu tiên bảo vệ, trong Danh lục đỏ IUCN (2016), Sách đỏ Việt Nam (2007), Nghị định 160, Nghị định 32 và Công ước CITES [29, 32].

Khu bảo tồn thiên nhiên Tiên Hải là nơi có tính đa dạng sinh học cao. Theo thống kê chưa đầy đủ, đã xác định được 652 loài thuộc các nhóm thực vật nổi, thực vật bậc cao, côn trùng, cá, bò sát lưỡng cư và chim. Nghiên cứu này cũng xác định được nhiều loài thuộc ưu tiên bảo tồn bao gồm 6 loài bò sát lưỡng cư và 7 loài chim. Trong 215 loài chim đã phát hiện tại khu bảo tồn thiên nhiên Tiên Hải, có 150 chim di cư. Nhiều loài chim có giá trị bảo tồn không những tại Việt Nam mà còn được cộng đồng thế giới quan tâm như Cò Thiệp mặt đen (*Platalea minor*) [29, 32].

Hệ sinh thái ven biển Thái Bình đã và đang cung cấp các dịch vụ hệ sinh thái quan trọng cho khu vực. Đây là nơi cung cấp nguồn lợi thủy sản tự nhiên và nuôi trồng cho địa phương cũng như toàn tỉnh. Hiện nay, các bãi triều đang là vùng nuôi ngao mang lại thu nhập cao cho người dân địa phương cũng như cho phát triển kinh tế của huyện, tỉnh [22].

Theo nghiên cứu lượng giá kinh tế đất ngập

nước dựa trên Bộ công cụ Đánh giá Dịch vụ hệ sinh thái trên thực địa (TESSA) do Tổ chức Bảo tồn Chim Quốc tế và Trung tâm Bảo tồn Thiên nhiên Việt thực hiện đối với vùng đất ngập nước Thái Thụy, giá trị kinh tế từ khai thác nguồn lợi tự nhiên trong vùng ước tính là 2,2 triệu USD/năm (từ đánh bắt cá và ngao sò) và từ nguồn lợi canh tác là 11,7 triệu USD/năm (từ nuôi ngao, nuôi trồng thủy sản bán tự nhiên và nuôi chuyên canh) [27].

Vùng bờ tỉnh Thái Bình với các hệ sinh thái rừng ngập mặn, bãi triều, vùng nước ven biển là những sinh cảnh điển hình của ven biển sông đồng bằng sông Hồng. Những giá trị về sinh cảnh cũng như về đa dạng loài này có ý nghĩa quan trọng về mặt giáo dục và có tiềm năng phục vụ phát triển du lịch sinh thái, ví dụ như du lịch xem chim [29, 32].

Hệ sinh thái rừng ngập mặn ven biển tỉnh Thái Bình có vai trò quan trọng trong điều hòa khí hậu, mở rộng diện tích đất bồi, hạn chế xói lở, xâm nhập mặn và tác hại của gió bão. Các dải rừng phòng hộ ven biển đã có tác dụng rất lớn trong việc làm giảm thiểu tác hại của sóng do bão gây nên, nhờ thế đã bảo vệ được các đê biển trong các cơn bão lớn, qua đó tài sản và sinh mạng của cộng đồng ven biển cũng được bảo vệ an toàn [28]. Giá trị chức năng điều hòa khí hậu (tính một lần) của rừng ngập mặn khu vực này là 60,3 triệu USD, giá trị giảm thiểu nguy cơ thiên tai là 1,1 triệu USD/năm [27].

### **3.5. Đánh giá nhu cầu tiếp cận vùng bờ của người dân**

Vùng bờ là nơi sinh sống và sản xuất, cung cấp sinh kế, thu nhập cho người dân địa phương và góp phần vào phát triển kinh tế - xã hội của khu vực và toàn tỉnh [9, 10, 13, 14, 15, 17, 20].

Nuôi trồng thủy sản nước mặn, lợ là ngành đang phát triển mạnh tại khu vực vùng bờ của tỉnh. Vùng nuôi trồng thủy sản bao gồm diện tích các đầm nuôi nước lợ trong, ngoài đê và kể cả diện tích nuôi nước ngọt và vùng bãi triều ven biển (nuôi nước mặn - ngao). Tiềm năng diện

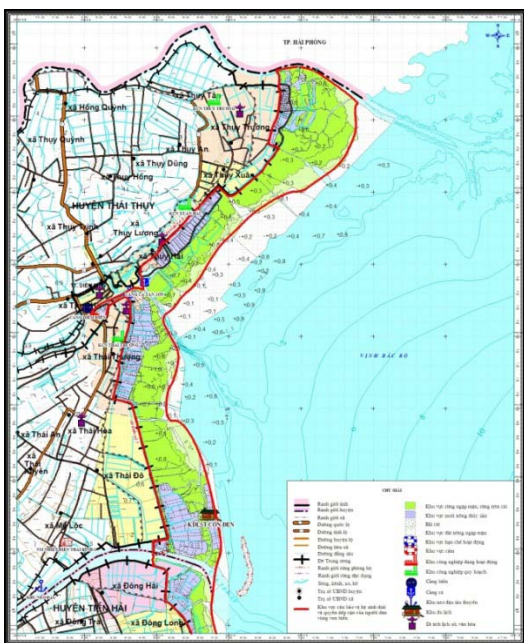
tích nuôi trồng thủy sản mặn, lợi tỉnh Thái Bình khoảng 17.000 ha, đến 2015 đã phát triển được 6.405 ha (nước mặn 2.920 ha; nước lợ 3.485 ha). Diện tích nuôi trồng thủy sản mặn, lợ có xu hướng tăng do khai thác các vùng bãi triều để nuôi nhuyễn thể hai mảnh vỏ, đặc biệt là ngao [22].

Đất nuôi trồng thủy sản toàn huyện Thái Thụy chiếm 2.731,19 ha, tập trung nhiều ở các xã ven biển (1.269,99 ha), nhất là các xã Thái Đô, Thái Thượng, Thủy Hải và Thủy Trường. Diện tích này bao gồm diện tích các đầm nuôi nước lợ trong và ngoài đê và kể cả diện tích nuôi nước ngọt. Vùng bãi triều ven biển của huyện Thái Thụy hiện được sử dụng để nuôi ngao [18, 22, 30].

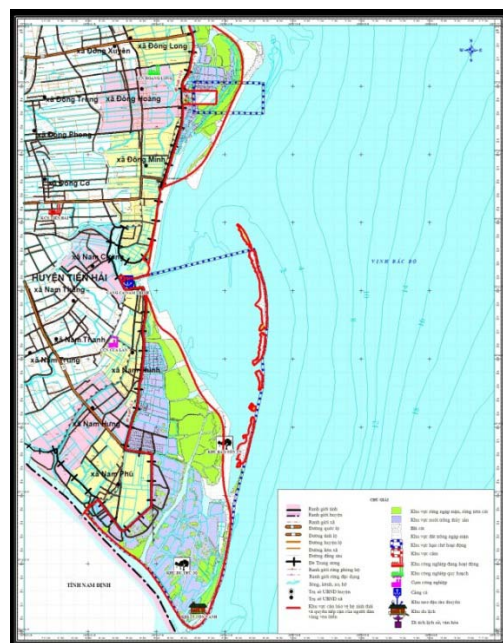
Đất nuôi trồng thủy sản toàn huyện Tiền Hải

chiếm 3.587,52 ha, tập trung chủ yếu tại các xã ven biển (2.816,39 ha), nhất là các xã Đông Minh, Nam Thịnh, Nam Hưng và Nam Phú. Diện tích này bao gồm diện tích các đầm nuôi nước lợ trong và ngoài đê và kể cả diện tích nuôi nước ngọt. Vùng bãi triều ven biển của huyện Thái Thụy hiện được sử dụng để nuôi ngao. Đất mặt nước ven biển nuôi trồng thủy sản (nuôi ngao) tập trung tại các xã Đông Long, Đông Minh, Nam Thịnh, đặc biệt tại xã Nam Thịnh [19, 22, 31].

Tàu thuyền khai thác thủy sản tỉnh tập trung tại Tiền Hải, Thái Thụy và Kiến Xương. Giai đoạn 2010 - 2015, tàu thuyền tại Tiền Hải có xu hướng giảm; các huyện Thái Thụy và Kiến Xương có sự tăng chậm. Các xã ven biển là nơi tập trung neo đậu tàu thuyền của toàn tỉnh [22].



Hình 3. Khu vực cần bảo vệ hệ sinh thái và quyền tiếp cận của người dân vùng ven biển huyện Thái Thụy



Hình 4. Khu vực cần bảo vệ hệ sinh thái và quyền tiếp cận của người dân vùng ven biển huyện Tiền Hải

**3.6. Xác định các khu vực cần thiết lập hành lang bảo vệ bờ biển**

Ranh giới ngoài hành lang bảo vệ bờ biển tỉnh Thái Bình được xác định dựa trên đường mực nước triều cao trung bình nhiều năm (xác định theo theo Quyết định số 2495/QĐ-BTNMT ngày

28/10/2016 của Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường về việc Công bố Danh mục các điểm có giá trị đặc trưng mực nước triều của vùng ven biển Việt Nam và ban hành Hướng dẫn kỹ thuật xác định đường mực nước triều cao trung bình nhiều năm, đường mép nước biển thấp nhất

trung bình trong nhiều năm; xác định các điểm có giá trị đặc trưng mực nước triều của vùng ven biển tỉnh Thái Bình)

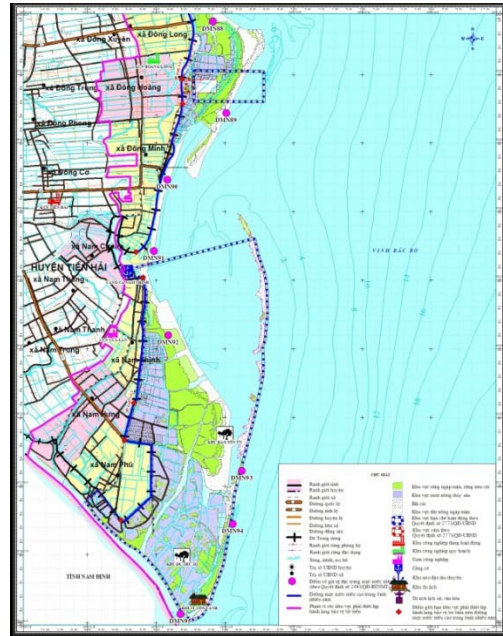
Dựa trên các quy định pháp luật về thiết lập hành lang bảo vệ bờ biển và xác định các khu vực cần thiết lập hành lang bảo vệ bờ biển [4, 7, 26], các đánh giá về nhu cầu bảo vệ hệ sinh thái, dịch vụ hệ sinh thái, quyền tiếp cận của người dân và mức độ dễ bị tổn thương và nguy cơ sạt lở bờ biển, có thể đề xuất khu vực cần thiết lập hành lang bảo vệ bờ biển thuộc địa giới hành chính các xã Thụy Trường, Thụy Xuân, Thụy Hải, Thái Thượng và Thái Đô thuộc huyện Thái Thụy và Đông Hải, Đông Long, Đông Hoàng, Đông Minh, Nam Thịnh, Nam Hưng, Nam Phú thuộc huyện Tiền Hải. Khu vực này đã có hệ

thống đê biển hoàn chỉnh. Phía ngoài đê bao gồm các khu vực đầm nuôi trồng thủy sản, rừng ngập mặn và khu vực bãi triều (Hình 5, 6) [29, 32].

Địa hình chung của tỉnh Thái Bình tương đối bằng phẳng, thấp dần từ Tây Bắc xuống Đông Nam với độ dốc <1%, có độ cao dao động trong khoảng 1 - 2 m so với mực nước biển. Dải địa hình ven biển của tỉnh có độ cao <0,5 m, tuy nhiên trên bộ dải ven biển đã có hệ thống đê biển với cao trình từ 4 - 5 m. Trong khi đó, mực nước triều cao trung bình nhiều năm của khu vực trong khoảng từ 1,38 m đến 1,55 m [23]. Do vậy, ranh giới ngoài hành lang bảo vệ bờ biển được xác định là phần lớn trùng với đê biển, trừ một số khu vực ngoài đê biển có địa hình cao hơn mực nước triều cao trung bình nhiều năm [29, 32].



Hình 5. Đề xuất các khu vực cần thiết lập hành lang bảo vệ bờ biển huyện Thái Thụy



Hình 6. Đề xuất các khu vực cần thiết lập hành lang bảo vệ bờ biển huyện Tiên Hải

#### 4. Kết luận

Qua thực tiễn xác định khu vực cần thiết lập hành lang bảo vệ bờ biển tại vùng bờ tỉnh Thái Bình có thể thấy rằng:

Khu vực cần thiết lập hành lang bảo vệ bờ biển thuộc địa giới hành chính các xã Thụy Trường, Thụy Xuân, Thụy Hải, Thái Thượng và Thái Đô thuộc huyện Thái Thụy và Đông Hải,

Đông Long, Đông Hoàng, Đông Minh, Nam Thịnh, Nam Hưng, Nam Phú thuộc huyện Tiên Hải. Ranh giới ngoài hành lang bảo vệ bờ biển được xác định là phần lớn trùng với đê biển, trừ một số khu vực ngoài đê biển có địa hình cao hơn mực nước triều cao trung bình nhiều năm.

Với pháp luật về hành lang bảo vệ bờ biển hiện nay sử dụng đường mực nước triều cao

trung bình nhiều năm làm ranh giới ngoài, các khu vực rừng ngập mặn, đất ngập nước, bãi bồi ven biển tỉnh Thái Bình không nằm trong phạm vi bảo vệ của hành lang. Do vậy, để bảo vệ hệ sinh thái, giá trị dịch vụ hệ sinh thái, cảnh quan tự nhiên vùng bờ tỉnh Thái Bình phải kết hợp sử dụng các công cụ khác bao gồm thành lập khu bảo tồn, khu dự trữ sinh quyển, khu Ramsar với các quy định quản lý riêng của mình như đã và đang được thực hiện.

Hành lang bảo vệ bờ biển là một công cụ trong quy hoạch bền vững vùng bờ, có thể được sử dụng riêng rẽ hoặc kết hợp với các công cụ quản lý khác để đạt được mục tiêu bảo vệ cơ sở hạ tầng vùng bờ khỏi các tác động bất lợi từ thiên tai, bảo vệ hệ sinh thái, dịch vụ hệ sinh thái, cảnh quan tự nhiên và quyền tiếp cận và sử dụng chung của vùng bờ.

Để bảo vệ hệ sinh thái, dịch vụ hệ sinh thái và cảnh quan tự nhiên vùng bờ có thể sử dụng công cụ hành lang bảo vệ bờ biển đơn lẻ hoặc kết hợp với các công cụ quản lý khác như khu bảo tồn

thiên nhiên, khu bảo vệ đa dạng sinh học, khu vực bãi biển công cộng .v.v.

Việc xác định điểm tham chiếu và phương pháp tính toán bề rộng hành lang bảo vệ bờ biển cần dựa vào mục tiêu bảo vệ và đặc điểm tự nhiên, kinh tế - xã hội và hiện trạng hạ tầng của từng vùng bờ cụ thể. Sử dụng một điểm tham chiếu chung cho các khu vực bờ biển khác nhau thường không phù hợp và không mang lại hiệu quả bảo vệ mong muốn của hành lang bảo vệ bờ biển.

Tính toán bề rộng hành lang bảo vệ bờ biển phục vụ mục đích bảo vệ hệ sinh thái, giá trị dịch vụ hệ sinh thái và cảnh quan tự nhiên cần được tiến hành dựa trên các phương pháp đánh giá hệ sinh thái và xác định nhu cầu bảo tồn. Phạm vi bảo vệ không chỉ bao gồm các khu vực có giá trị đa dạng sinh học cao mà còn cả các khu vực mang tính đệm đảm bảo cho sự tồn tại và phát triển tự nhiên của khu vực cần bảo vệ cũng như giảm thiểu hoặc ngăn chặn phát tán các chất ô nhiễm vào khu vực cần bảo vệ.

### Tài liệu tham khảo

1. Department of Environmental Affairs and Development Planning, (2010), *Development of a Methodology for Defining and Adopting Coastal Development Setback Lines*;
2. ConScience, (2010), *On the use of setback lines for coastal protection in Europe and the Mediterranean: Practice, problems and perspectives*;
3. Inter-American Development Bank (IDB), (2012), *Coastal Setback in Latin America and the Caribbean: A Study of Emerging Issues and Trends that Inform Guidelines for Coastal Planning and Development*;
4. Luật tài nguyên, môi trường biển và hải đảo;
5. M. Sanò, J.A. Jiménez, R. Medina, A. Stanica, A. Sanchez-Arcilla, I. Trumbic, (2011), *The role of coastal setbacks in the context of coastal erosion and climate change*. Ocean & Coastal Management. Elsevier 2011;
6. Marcello Sanò & Marcel Marchand & Raúl Medina, (2010), *Coastal setbacks for the Mediterranean: a challenge for ICZM*. Journal of Coastal Conservation 2010;
7. Nghị định 40/2016/NĐ-CP, ngày 15/5/2016 của Chính phủ quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật tài nguyên, môi trường biển và hải đảo;
8. Nguyễn Hải Hòa, Trần Thị Thanh Tâm, (2016), *Đánh giá nguy cơ tổn thương vùng ven biển dưới tác động biến đổi khí hậu tại huyện Thái Thụy, tỉnh Thái Bình*. Tạp chí KHLN 4/2016;
9. Quyết định số 36/2017/QĐ-TTg, ngày 29/7/2017 của Chính phủ về việc thành lập Khu kinh tế Thái Bình, tỉnh Thái Bình;
10. Quyết định 3946/QĐ-UBND, ngày 26/12/2016, của Ủy ban nhân dân tỉnh Thái Bình về việc phê duyệt điều chỉnh Quy hoạch phát triển các khu, cụm công nghiệp tỉnh Thái Bình đến năm 2020;
11. Quyết định số 3257/QĐ-UBND, ngày 25/12/2015 của Ủy ban nhân dân tỉnh Thái Bình về việc

phê duyệt Kết quả kiểm kê rừng tỉnh Thái Bình năm 2015;

12. Quyết định số 2159/QĐ-UBND, ngày 26/9/2014 của UBND tỉnh Thái Bình phê duyệt Đề án và Xác lập Khu rừng đặc dụng tại ba xã ven biển Nam Hưng, Nam Phú và Nam Thịnh, huyện Tiền Hải, tỉnh Thái Bình;

13. Quyết định số 3013/QĐ-UBND, ngày 15/12/2014 của UBND tỉnh Thái Bình phê duyệt Quy hoạch tổng thể phát triển bền vững kinh tế, xã hội tỉnh Thái Bình đến năm 2020, định hướng đến năm 2030;

14. Quyết định số 773/QĐ-TTg, ngày 17/5/2011 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Quy hoạch tổng thể phát triển kinh tế - xã hội tỉnh Thái Bình đến năm 2020;

15. Quyết định số 1573/QĐ-UBND, ngày 8/7/2014 của UBND tỉnh Thái Bình phê duyệt Đề án phát triển kinh tế biển và khu vực ven biển tỉnh Thái Bình giai đoạn đến năm 2020;

16. Quyết định số 1413/QĐ-UBND, ngày 26/6/2014 của UBND tỉnh Thái Bình phê duyệt Quy hoạch bảo vệ và phát triển rừng tỉnh Thái Bình giai đoạn 2012-2020;

17. Quyết định số 1594/QĐ-UBND, ngày 17/7/2015 của UBND tỉnh Thái Bình về việc bổ sung mỏ cát ven biển xã Thụy Trường huyện Thái Thụy vào quy hoạch thăm dò, khai thác và sử dụng cát lòng sông, ven biển trên địa bàn tỉnh Thái Bình giai đoạn 2011-2020;

18. Quyết định số 253/QĐ-UBND, ngày 20/01/2017 của UBND tỉnh Thái Bình về việc Phê duyệt kế hoạch sử dụng đất năm 2017 của huyện Thái Thụy, tỉnh Thái Bình;

19. Quyết định số 252/QĐ-UBND, ngày 20/01/2017 của UBND tỉnh Thái Bình về việc Phê duyệt kế hoạch sử dụng đất năm 2017 của huyện Tiền Hải, tỉnh Thái Bình;

20. Quyết định 2773/QĐ-UBND, ngày 25/10/2017 của UBND tỉnh Thái Bình về việc xác lập các khu vực Cấm hoạt động, hạn chế hoạt động

21. Quyết định số 2495/QĐ-BTNMT ngày 28/10/2016 của Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường về việc Công bố Danh mục các điểm có giá trị đặc trưng mực nước triều của vùng ven biển Việt Nam và ban hành Hướng dẫn kỹ thuật xác định đường mực nước triều cao trung bình nhiều năm, đường mấp nước biển thấp nhất trung bình trong nhiều năm.

22. Sở Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn Thái Bình, (2016), *Báo cáo tổng hợp “Quy hoạch tổng thể phát triển thủy sản tỉnh Thái Bình giai đoạn 2016-2020, tầm nhìn đến năm 2030”*;

23. Sở Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn Thái Bình, (2016), *Kế hoạch quai đê lấn biển, phát triển quỹ đất giai đoạn 2016-2020, tầm nhìn đến 2030*;

24. Sở Tài nguyên và Môi trường Thái Bình. Báo cáo hiện trạng môi trường tỉnh Thái Bình giai đoạn 2011 – 2015;

25. Sở Tài nguyên và Môi trường Thái Bình, (2016), *Báo cáo tổng hợp Nhiệm vụ “Điều chỉnh, bổ sung và xây dựng các tiêu chí, cơ chế giám sát đánh giá việc thực hiện Chương trình, kế hoạch quản lý tổng hợp tài nguyên và bảo vệ môi trường biển tỉnh Thái Bình đến năm 2015 và định hướng đến năm 2020” giai đoạn 2016 – 2020 và định hướng đến năm 2030*;

26. Thông tư số 29/2016/TT-BTNMT, ngày 12/10/2016 của Bộ Tài nguyên và Môi trường quy định kỹ thuật thiết lập hành lang bảo vệ bờ biển;

27. Tổ chức Bảo tồn Chim Quốc tế và Trung tâm Bảo tồn Thiên nhiên Việt. Lợi ích từ các dịch vụ hệ sinh thái tại khu đất ngập nước Thái Thụy, Việt Nam (Brochure);

28. Trần Văn Thụy và cộng sự, (2016), *Nghiên cứu ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến một số hệ sinh thái ven biển tỉnh Thái Bình và khả năng ứng phó*. Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các khoa học Trái đất và Môi trường, Tập 32, số 1S (2016) 392 – 399;

29. Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên – môi trường biển khu vực phía Bắc, (2018), *Nghiên cứu tổng kết và bài học kinh nghiệm trong thiết lập và quản lý hành lang bảo vệ bờ biển*. Báo cáo Nhiệm vụ khoa học công nghệ cấp bộ TNMT. 2016.06.04;

30. UBND Huyện Thái Thụy, (2016), *Báo cáo sử dụng đất huyện Thái Thụy*;

31. UBND Huyện Tiền Hải, (2015), *Báo cáo sử dụng đất huyện Tiền Hải*;

32. UBND Tỉnh Thái Bình, (2017), *Báo cáo tổng hợp Nhiệm vụ “Điều tra, đánh giá hiện trạng tài nguyên, môi trường biển và xác định đường mực nước triều cao Thái Bình nhiều năm nhằm xác lập danh mục khu vực cần thành lập hành lang bảo vệ bờ biển”*;

33. Viện Dầu khí Việt Nam, (2014), *Xây dựng bản đồ nhạy cảm môi trường và kế hoạch ứng phó sự cố tràn dầu cho tỉnh Thái Bình*.

## DETERMINATION OF COASTAL SETBACK IN THAI BINH COASTAL ZONE AND ROLES OF COASTAL SETBACK IN PROTECTION OF COASTAL ECOSYSTEMS, ECOSYSTEM SERVICES AND NATURAL LANDSCAPES

Nguyen Cong Minh<sup>1</sup>, Pham Thi Thuy<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Northern Center for Planning and Investigation of Marine resources - environment

**Abstract:** *Efforts on the protection of coastal ecosystems, ecosystem services and natural landscapes have been taken place for decades in Vietnam. In addition to the conventional tools such as delineation of protected areas, Ramsar Sites, etc, coastal setback, as regulated by the Law on Natural Resources and Environment of Seas and Islands, is another approach for fulfilling the protection objective. Based on the results of the exercise to determine coastal setback in Thai Binh Province and status of local coastal ecosystems and conservation needs, the article points out that the coastal setback determined pursuant to the guidelines provided by current legislation is not be able to protect the coastal ecosystems, ecosystem services and natural landscapes of the province. Therefore, for this protection objective to be fulfilled, other tools such as the establishment of protected areas, with different approach and implementation measures, should be applied.*

**Keywords:** *Coastal setback, Coastal zone, Thai Binh, Ecosystem, Natural landscape, Ecosystem services.*

# ÁP DỤNG MÔ HÌNH WASP XÁC ĐỊNH KHẢ NĂNG TỰ LÀM SẠCH SÔNG NHUỆ, SÔNG ĐÁY

Cái Anh Tú<sup>1</sup>

**Tóm tắt:** Khả năng tự làm sạch có ý nghĩa quan trọng đối với chất lượng nước tại dòng sông, đoạn sông. Từ đó kéo theo các ảnh hưởng khác có liên quan như quy hoạch phát triển kinh tế xã hội, quy hoạch bảo vệ môi trường lưu vực. Nghiên cứu đã sử dụng phần mềm WASP đã được phát triển bởi EPA 2016, để xác định khả năng tự làm sạch đối với sông Nhuệ và sông Đáy. Kết quả nghiên cứu cho thấy, khả năng tự làm sạch của sông Nhuệ khoảng 21.424 tấn/ngày, trung bình mỗi km khoảng 0,285 tấn BOD/ngày. Khả năng tự làm sạch của sông Đáy khoảng 2.023 tấn BOD/ngày, trung bình mỗi km khoảng 9,78 tấn BOD/ngày. Các đoạn thượng lưu sông Nhuệ, sông Đáy có khả năng tự làm sạch thấp hơn so với các đoạn ở trung và hạ lưu. Đây là mô hình có thể áp dụng nhân rộng cho các lưu vực tương tự do mô hình có tính linh hoạt cao trong cả hai lựa chọn không gian và thời gian, có thể được sử dụng cho cả điều kiện trạng thái ổn định và động, đồng thời có thể mô phỏng theo hệ thống một, hai hoặc ba chiều. Tuy nhiên, mô hình này cũng có hạn chế là không mô phỏng được các vật chất trôi nổi và tích tụ.

**Từ khóa:** Chất lượng nước sông, Khả năng tự làm sạch, mô hình WASP.

Ban Biên tập nhận bài: 22/04/2018 Ngày phản biện xong: 12/05/2018 Ngày đăng bài: 25/06/2018

## 1. Mở đầu

Chất lượng nước sông chịu ảnh hưởng các yếu tố nội tại (đặc điểm thủy văn, đặc điểm hệ sinh thái, ..) và các yếu tố bên ngoài (Hệ thống thoát nước và nguồn thải, khai thác và sử dụng nước sông..). Một trong những yếu tố nội tại gắn liền với chất lượng nước sông là khả năng tự làm sạch của nguồn nước. Chất lượng nước và quá trình tự làm sạch của sông có ý nghĩa quan trọng đối với sự phát triển kinh tế xã hội và hoạt động bảo vệ môi trường của khu vực.

Quá trình tự làm sạch của dòng sông là tổ hợp các quá trình tự nhiên như các quá trình thủy động lực, hóa học, sinh học diễn ra trong sông bị ô nhiễm nhằm phục hồi lại trạng thái gần với chất lượng nước ban đầu. Khả năng tự làm sạch của mỗi dòng sông, mỗi đoạn sông không giống nhau do phụ thuộc vào các yếu tố tác động cụ thể tại mỗi khu vực như mức độ ô nhiễm nước sông, tốc độ dòng chảy, hệ sinh thái thủy sinh tại nguồn nước.... Khả năng chịu tải của dòng sông

gắn liền chặt chẽ với khả năng tự làm sạch của nước sông. Khả năng tự làm sạch của nước sông càng lớn thì khả năng tiếp nhận nước của dòng sông, đoạn sông càng lớn và ngược lại. Vì thế để tính toán đánh giá khả năng chịu tải của một dòng sông phải đánh giá được hiện trạng và khả năng tự làm sạch của sông, đoạn sông đó.

Hiện nay có nhiều mô hình chất lượng nước được sử dụng trên thế giới như mô hình MIKE, QUAE 2K..., trong số đó có các mô hình được sử dụng miễn phí, có các mô hình mang tính thương mại phải mua bản quyền khi sử dụng. Mỗi mô hình đều có những điểm mạnh riêng.

Việc lựa chọn mô hình là khâu rất quan trọng trong quá trình tính toán, công việc này được tiến hành dựa trên các mục tiêu của vấn đề và cơ sở dữ liệu thu thập được. Mục đích nghiên cứu này là ứng dụng bộ phần mềm mô hình toán WASP cập nhật 2016 để xác định khả năng tự làm sạch đối với sông Nhuệ và sông Đáy. Mô hình WASP được lựa chọn bởi nó đáp ứng được những tiêu chí sau: (1) là bộ phần mềm tích hợp đa tính năng; mô hình có tính linh hoạt cao trong

<sup>1</sup> Đại học Khoa học Tự nhiên

Email: caianhtu1984@gmail.com



cả hai lựa chọn không gian và thời gian, có thể được sử dụng cho cả điều kiện trạng thái ổn định và động, đồng thời có thể mô phỏng theo hệ thống một, hai hoặc ba chiều; (2) là bộ phần mềm đã được kiểm nghiệm thực tế; (3) cho phép tính toán chất lượng nước chính xác; (4) có ứng dụng kỹ thuật GIS, một kỹ thuật mới với tính hiệu quả cao; (5) dễ sử dụng; miễn phí.

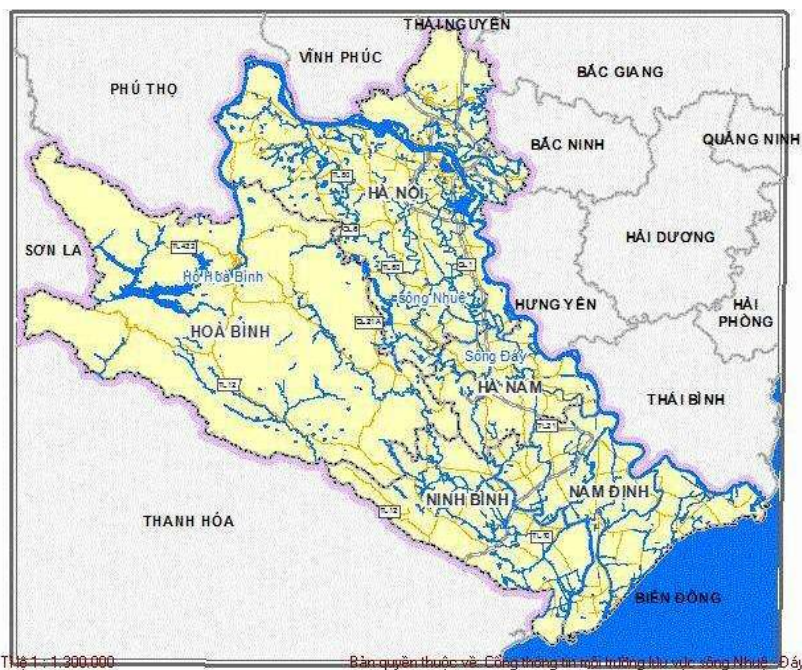
## 2. Phương pháp nghiên cứu và thu thập tài liệu

### 2.1. Giới thiệu khu vực nghiên cứu

Lưu vực sông Nhuệ - Đáy có tọa độ địa lý từ 20° đến 21°20' vĩ độ Bắc và 105° đến 106°30' kinh độ Đông. Lưu vực sông Nhuệ - sông Đáy có vai trò quan trọng trong sự phát triển kinh tế của đất nước nói chung và khu vực đồng bằng sông Hồng nói riêng. Lưu vực có diện tích 7.665 km<sup>2</sup>, chiếm 10% diện tích toàn lưu vực sông Hồng, bao gồm địa phận hành chính của 5 tỉnh/thành phố: Hòa Bình, Hà Nội, Hà Nam, Ninh Bình và Nam Định (Hình 1).

Chất lượng nước sông giữ vai trò quan trọng trong lĩnh vực quản lý tài nguyên nước. Để quản lý, kiểm soát ô nhiễm các lưu vực sông và sử dụng hợp lý nguồn nước sông phục vụ cho các mục đích khác nhau cần thiết phân vùng chất lượng nước theo mục đích sử dụng.

Mục đích chính của phân vùng chất lượng nước theo mục đích sử dụng là chia thành các đoạn (tiểu vùng) để sử dụng và bảo vệ nguồn nước một cách hợp lý. Việc sắp xếp các mục đích sử dụng nguồn nước theo thứ tự ưu tiên nhằm hỗ trợ để đạt được sự cân bằng hợp lý hơn cho các hoạt động quản lý môi trường nước sông đạt hiệu quả bền vững hơn. Các căn cứ của phân vùng chất lượng nước sông theo mục đích sử dụng là xác định lượng, tải lượng nước thải và khả năng tự làm sạch sông Nhuệ, sông Đáy. Để góp phần vào việc phân vùng chất lượng nước sông theo mục đích sử dụng “Nghiên cứu xác định lượng, tải lượng nước thải và khả năng tự làm sạch sông Nhuệ, sông Đáy” được thực hiện.



Hình 1. Bản đồ hệ thống thủy văn lưu vực sông Nhuệ - sông Đáy [5]

### 2.2. Thu thập tài liệu

Tài liệu phục vụ tính toán: Nghiên cứu được thực hiện trên cơ sở tài liệu “*Watershed & Water Quality Modeling Technical Support Center Website*”, <http://www.epagov/athens/wwqts/c/in->

[dexhtml](#) [6].

Bên cạnh đó nghiên cứu cũng sử dụng các tài liệu nghiên cứu sau để phục vụ việc nhận định so sánh các kết quả nghiên cứu thu được: Nghiên cứu áp dụng mô hình WASP mô phỏng chất

lượng nước hồ Dầu Tiếng, nghiên cứu đề xuất các giải pháp, công trình khơi thông dòng chảy, tăng khả năng chịu tải và tự làm sạch của các sông để bảo vệ môi trường sông Nhuệ - sông Đáy, nghiên cứu xác định ngưỡng chịu tải ô nhiễm hữu cơ của hệ thống sông Nhuệ, sông Đáy trong thủ đô Hà Nội làm cơ sở quy hoạch các điểm xả thải đô thị và công nghiệp, phân vùng môi trường phục vụ quản lý và cải thiện chất lượng các đoạn sông thuộc lưu vực hệ thống sông Nhuệ - sông Đáy [1, 2, 3].

Số liệu đầu vào cho mô hình chất lượng nước: (1) các điều kiện biên trên và biên dưới thủy lực trên hệ thống sông sau khi đã được thu gọn; (2) các điều kiện biên trên: Nồng độ các chất trong nước tại các vị trí được dùng biên trên; Nồng độ nồng độ các chất trong nước tại các vị trí được dùng làm biên dưới; (3) các nguồn ô nhiễm: Vị trí các nguồn gây ô nhiễm đổ xuống các dòng sông; Nồng độ các chất trong các nguồn gây ô nhiễm trên lưu vực sông; Lưu lượng nước thải của các nguồn gây ô nhiễm 2.3. Phương pháp nghiên cứu

a) Công cụ mô hình WASP

WASP là một mô hình ngăn đa năng có thể được sử dụng để phân tích các vấn đề về chất lượng nước ở các vùng nước khác nhau. Nó bao gồm hai chương trình máy tính độc lập, DYN-

HYD5 và WASP6, có thể chạy cùng nhau hoặc riêng biệt. Chương trình thủy động học, DYN-HYD5, mô phỏng sự di chuyển của nước trong khi chương trình chất lượng nước, WASP 6, mô phỏng sự di chuyển và tương tác của các chất gây ô nhiễm trong nước.

WASP được cung cấp bốn modules động học để mô phỏng một số vấn đề chất lượng nước [6]. Để tạo ra một mô hình chất lượng nước trong WASP, phải xác định 12 nhóm dữ liệu nhập. Chúng là mô hình xác định và điều khiển mô phỏng, hệ thống, phân đoạn, các yếu tố tỷ lệ tham số, trao đổi, dòng chảy, ranh giới, bước thời gian, khoảng thời gian, chức năng thời gian, và hằng số. Những dữ liệu đầu vào này, cùng với các phương trình tổng quát WASP và các phương trình động học hóa học cụ thể, xác định duy nhất một tập đặc biệt của phương trình chất lượng nước. Đây là số được tích hợp bởi WASP như là mô phỏng tiến hành trong thời gian. Tại các khoảng in dấu thời gian do người dùng chỉ định, WASP lưu lại các giá trị của tất cả các biến hiển thị cho lần truy xuất sau bởi một chương trình hậu xử lý.

Trên nguyên tắc cân bằng khối lượng cho mô hình một chiều, mô hình WASP tính theo phương trình sau [6]:

$$\frac{\partial}{\partial t}(AC) = \frac{\partial}{\partial x}(-U_x AC + E_x A \frac{\partial C}{\partial x}) + A(S_L + S_a) + AS_K \quad (1)$$

Trong đó C là nồng độ thành phần chất lượng nước, mg/l hoặc g/m<sup>3</sup>; t là thời gian, ngày; U<sub>x</sub> là vận tốc theo chiều dọc, m/ngày; E<sub>x</sub> là hệ số khuếch tán theo chiều dọc, m<sup>2</sup>/ngày; S<sub>L</sub> là tốc độ tải trực tiếp và khuếch tán, g/m<sup>3</sup> - ngày; S<sub>B</sub> là tốc

độ tải biên, g/m<sup>3</sup> - ngày; S<sub>K</sub> là tổng tốc độ chuyển hóa động học g/m<sup>3</sup> - ngày; A là diện tích mặt cắt ngang (m<sup>2</sup>).

Đối với BOD:

$$\frac{\partial C_s}{\partial t} = a_{oc} K_{ID} C_4 - K_d \theta_d^{T-20} \left( \frac{C_6}{K_{BOD} + C_6} \right) C_5 - \frac{V_{s3}(1-f_{D5})}{D} C_5 - \frac{5.32}{4.14} K_{2D} \theta_{2D}^{T-20} \left( \frac{K_{NO3}}{K_{NO3} + C_6} \right) C_2 \quad (2)$$

Đối với DO:

$$\begin{aligned} \frac{\partial C_6}{\partial t} = & k_2(C_8 - C_6) - k_d \theta_d^{T-20} \left( \frac{C_6}{K_{BOD} + C_6} \right) C_5 - \frac{64}{14} k_{12} \theta_{12}^{T-20} \left( \frac{C_6}{K_{NIT} + C_6} \right) C_1 \\ & - \frac{SOD}{D} \theta_s^{T-20} + G_{p1} \left( \frac{32}{12} + \frac{48.14}{14.12} (1 - P_{NH3}) \right) C_4 - \frac{32}{12} k_{1R} \theta_{1R}^{T-20} C_4 \end{aligned} \quad (3)$$

Trong đó  $\alpha$  là tỷ lệ  $O_{xy}$  trên Cacbon;  $K_{NC}$  là tỷ lệ Nitơ trên Carbon;  $K_{ID}$  là hằng số tốc độ chết của Phytoplankton;  $K_d$  là hằng số tốc độ khử oxy ở 20°C;  $\Theta_d$  là hệ số tương quan nhiệt độ tốc độ khử oxy;  $K_{BOD}$  là hằng số bán bão hòa đối với giới hạn oxy;  $k_{12}$  là hằng số tốc độ nitrat hóa ở 20°C;  $\Theta_{12}$  là hệ số tương quan nhiệt độ tốc độ nitrat hóa;  $K_{NIT}$  là hằng số bán bão hòa đối với giới hạn oxy trong quá trình nitrat hóa;  $k_{1R}$  là hằng số tốc độ hô hấp của Phytoplankton ở 20°C;  $\Theta_{1R}$  là hệ số tương quan nhiệt độ tốc độ hô hấp của phytoplankton; SOD là nhu cầu oxy trầm tích ở 20°C;  $\Theta_s$  là hệ số tương quan nhiệt độ của nhu cầu oxy trầm tích.

b) Phương pháp lấy mẫu và phân tích nước sông Nhuệ, sông Đáy:

Phương pháp lấy mẫu theo TCVN 5999:1995 (ISO 5667-10:1992), Chất lượng nước - lấy mẫu. Hướng dẫn lấy mẫu nước thải và phân tích theo TCVN 6001-1:2008 (ISO 5815-1:2003). Thời gian thu thập và phân tích mẫu: Từ tháng 1 đến

tháng 7/2016; các thông số quan trắc xác định mẫu nước sông Nhuệ, sông Đáy: DO, BOD; địa điểm: Phòng thí nghiệm khoa Môi trường, Đại học Khoa học Tự Nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội.

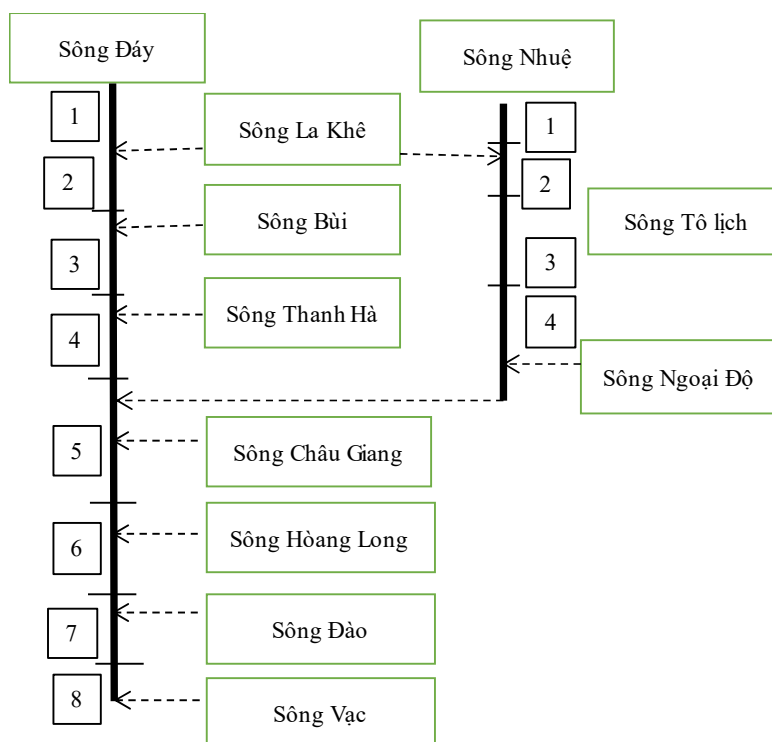
#### 2.4. Phân đoạn sông dựa theo vị trí của các hợp lưu

Phân chia dòng sông thành các đoạn khác nhau nhằm mục đích tạo điều kiện thuận lợi để quản lý chất lượng nước sông. Một trong những cơ sở thường được áp dụng nhất là dựa theo vị trí các hợp lưu đổ vào dòng sông chính. Áp dụng cách phân chia này đối với sông Nhuệ và sông Đáy cho thấy: Sông Nhuệ có các hợp lưu chính là sông La Khê, Tô Lịch, Ngoại độ. Sông Đáy có các hợp lưu chính là sông La Khê, Bùi, Thanh Hà, Nhuệ, Châu Giang, Hoàng Long, Đào, Âu, Vạc. Kết quả nhận diện xác định cho thấy, có 4 đoạn sông tại sông Nhuệ và 7 đoạn tại sông Đáy (Bảng 1, hình 2).

Bảng 1. Phân đoạn sông Nhuệ, sông Đáy

TT	Tiểu vùng (Đoạn sông)	Khoảng cách (km)	Hợp lưu
<b>Sông Nhuệ (75,1 km)</b>			
1	N1- N2 (Cổng Liên Mạc, Bắc Từ Liêm) - Phúc La, quận Hà Đông)	15,3	Hợp lưu sông Hồng – trước hợp lưu sông La Khê (tại Hà Đông - Hà Nội).
2	N2 - N5 (Phúc La, quận Hà Đông - Cầu Chiếu, huyện Thường Tín, Hà Nội)	13,8	Hợp lưu sông La Khê - trước hợp lưu sông Tô lịch, Thanh Trì, Hà Nội.
3	N5 - N7 (Cầu Chiếu, huyện Thường Tín, Hà Nội - Cổng Thần, huyện Phú Xuyên - Ứng Hòa, Hà Nội)	26,2	Hợp lưu sông Tô Lịch, (Thanh Trì - Hà Nội) – trước hợp lưu sông Ngoại Độ.
4	N7 - N10 (Cổng Thần, huyện Phú Xuyên - Ứng Hòa, Hà Nội - Cầu Hồng Phú, Tp. Phú Lý)	19,8	Hợp lưu sông Ngoại Độ (huyện Phú Xuyên, Hà Nội) - trước hợp lưu sông Châu Giang, sông Đáy (Phủ Lý - Hà Nam).
<b>Sông Đáy (206,9 km)</b>			
1	D1 - D2 (Cầu Mai Lĩnh, Quận Hà Đông - Ba Thá, huyện Ứng Hòa)	25,2	Hợp lưu sông La Khê tại Hoài Đức – trước hợp lưu sông Bùi (Chương Mỹ - Hà Nội).
2	D2 - D3 (Ba Thá, huyện Ứng Hòa) - Cầu Tế Tiêu, huyện Mỹ Đức)	29	Hợp lưu sông Bùi tại Chương Mỹ - trước hợp lưu sông Thanh Hà (Mỹ Đức, Hà Nội)

3	D3 - D5 (Cầu Tế Tiêu, huyện Mỹ Đức) - Cầu Quế, huyện Kim Bảng)	35,7	Hợp lưu sông Thanh Hà tại Mỹ Đức - trước hợp lưu sông Nhuệ (Phủ Lý - Hà Nam)
4	D5 - D12 Cầu Quế (huyện Kim Bảng) - Cầu Gián Khẩu, huyện Gia Viễn)	33	Hợp lưu sông Nhuệ (Phủ Lý - Hà Nam) - trước hợp lưu sông Hoàng Long (Gia Viễn, Ninh Bình)
5	D12 - D15 (Cầu Gián Khẩu, huyện Gia Viễn) - Yên Trị, huyện Ý Yên)	22	Hợp lưu sông Hoàng Long (Gia Viễn - Ninh Bình) - trước hợp lưu sông Đào (Hoa Lư, Ninh Bình)
6	D15 - D18 (Yên Trị, huyện Ý Yên) - Thượng Kiệm, huyện Kim Sơn)	48	Hợp lưu sông Đào - trước hợp lưu sông Ân, sông Vạc (Kim Sơn, Ninh Bình)
7	D18 - 19 (Thượng Kiệm, huyện Kim Sơn) - Cửa Đáy)	14	Hợp lưu sông Vạc (Kim Sơn, Ninh Bình) - Biển Đông



Hình 2. Các hợp lưu và phân đoạn sông Nhuệ, sông Đáy

**2.5. Thiết kế đầu vào cho mô hình WASP**

*Thiết kế mạng sông mô phỏng dòng chảy*

Phạm vi nghiên cứu của mô hình WASP: Xác định khả năng tự làm sạch tính toán theo mô hình WASP được xác định tập trung vào mô hình thể hiện quá trình phân hủy chất ô nhiễm.

Phạm vi này được đưa ra trên cơ sở 2 quá trình chính thường được thể hiện trong các mô hình phần mềm là quá trình phân hủy và khuếch tán (truyền tải, pha loãng). Quá trình

khuyến tán chỉ có vai trò chủ yếu là pha loãng các chất ô nhiễm để tạo điều kiện thuận lợi hơn cho quá trình tự làm sạch. Trong nhiều trường hợp, chất ô nhiễm dạng khó phân hủy (Kim loại nặng ...) sẽ bị tích đọng và lưu tồn tại thủy vực trong một khoảng thời gian nhất định, do vậy việc sử dụng mô hình toán học để đưa khả năng tự làm sạch đối với dạng ô nhiễm khó phân hủy bằng con đường khuếch tán là chưa hoàn toàn phù hợp. Do vậy, khả năng tự làm sạch của

nguồn nước chủ yếu thể hiện qua khả năng tự phân hủy mà thể hiện rõ nhất là các chất ô nhiễm thuộc nhóm chất dễ phân hủy sinh học. Đây chính là một trong những vấn đề cần làm rõ khi áp dụng công cụ mô hình để xác định diễn biến và khả năng tự làm sạch của sông.

Phạm vi xây dựng mô hình thủy động lực học một chiều là toàn bộ lưu vực sông Nhuệ - sông Đáy bao gồm 13 sông: sông Đáy, sông Nhuệ, kênh La Khê, sông Tô Lịch, sông Tích, sông Bùi, sông Đào, sông Hoàng Long. Trong đó: (1) sông Đáy bắt đầu từ cống Cẩm Đình, kết thúc tại cửa Đáy, chiều dài khoảng 245 km; (2) sông Nhuệ

bắt đầu tại cống Liên Mạc, kết thúc tại Phủ Lý, dài 74 km; (3) sông Tô Lịch bắt nguồn từ hồ Tây, đổ vào sông Nhuệ qua cống Thanh Liệt, dài 13,5 km; (4) kênh La Khê nối liền sông Nhuệ với sông Đáy. Kênh La Khê bắt nguồn ở Hà Đông chảy ra sông Đáy qua cống La Khê, kênh dài 6,6 km; (5) sông Tích bắt nguồn từ Tân Viên thuộc dãy núi Ba Vì đổ vào sông Đáy tại Ba Thá với chiều dài 91 km; (6) sông Hoàng Long được mô phỏng từ trạm thủy văn Bến Đẽ, chảy đến sông Đáy tại Gián Khẩu, dài 23km; (7) sông Đào Nam Định được bắt đầu ở trạm thủy văn Nam Định, đổ vào sông Đáy tại Độc Bộ, dài 30,2 km.

Bảng 2. Tổng hợp mạng sông được mô phỏng [5]

Tên sông, kênh	Địa hình đo năm	Chiều dài (km)	Bắt đầu từ sông	Kết thúc tại sông
Sông Nhuệ	2007	74		Đáy
Kênh La Khê	1990	6,6	Đáy	Nhuệ
Sông Tích	2000	69		Sông Bùi
Sông Bùi	2000	24,13		Đáy
Sông Đào	1999	30,2		Đáy
Sông Hoàng Long	1993	22.958		Đáy
Sông Châu Giang	2006	27,2		Nhuệ
Sông Đáy	1999	224		Đáy
Sông Tô Lịch	2007	13,5		Nhuệ

*Mặt cắt sông*

Số liệu mặt cắt các sông được thu thập và đo đạc từ thực địa, chủ yếu do Viện Quy hoạch Thủy lợi cung cấp, một số mặt cắt cục bộ được Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam đo năm các sông chính như sông Nhuệ, sông Đáy (hình 3). Mặt cắt các sông được đưa vào mô hình dưới dạng cơ sở dữ liệu độ rộng đáy tại các phân đoạn nhỏ. Cụ thể một số sông chính như sau: (1) sông Đáy từ cuối kênh Ngọc Tảo đến cửa Đáy dài 226,1 km, gồm 19 mặt cắt; (2) sông Nhuệ từ cống Liên Mạc đến Phủ Lý dài 75,1 km, gồm 16 mặt cắt.

*Các công trình trên hệ thống*

Công trình trong nghiên cứu này bao gồm các cống, đập. Trên mô hình đã thiết lập tổng số 14 công trình các loại, trong đó có: (1) 10 cống, đập điều tiết trên dòng chính sông Nhuệ là Liên Mạc, Cổ Nhuế, cống La Khê trên kênh La Khê, cống Hà Đông, đập Thanh Liệt trên sông Tô Lịch, cống Đồng Quan, cống Thanh Trì, Phú Xuyên, Cống Thần, Phủ Lý; (2) sông Đáy ngoài cống La Khê trên kênh La Khê nối với sông Nhuệ, còn có các cống thải của các huyện Ứng Hòa, Đan Phượng, Chương Mỹ, Yên Khánh, Ý Yên.

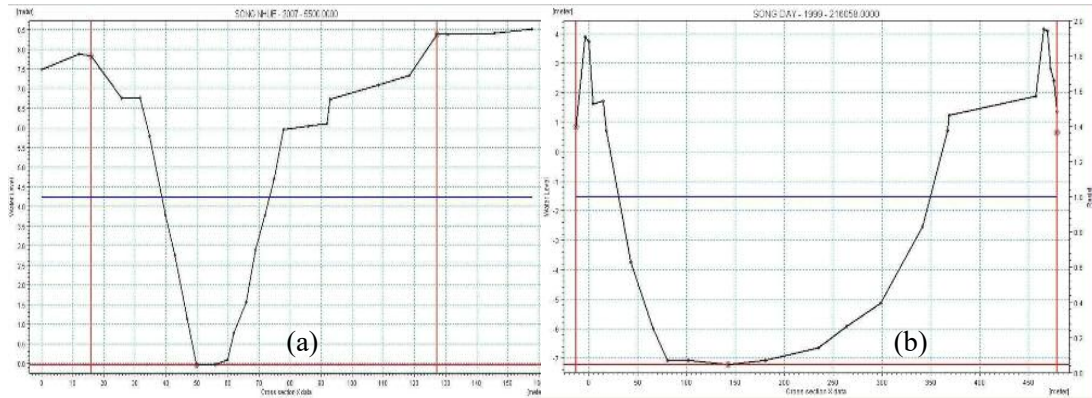
Bảng 3. Các công trình trên sông Nhuệ [2]

TT	Tên công trình	Trên sông	Vị trí	Cao trình đáy	Số cửa
1	Cổng Liên Mạc 1	Sông Nhuệ	300	0,81	5
2	Cổng Hà Đông	Sông Nhuệ	16182	-1	2
3	Cổng Đồng Quan	Sông Nhuệ	43750	-2,44	6
4	Cổng La Khê	Sông La Khê	200	1,2	2
5	Cổng Phủ Lý	Sông Nhuệ	71800	-2,35	2
6	Đập Thanh Liệt	Sông Tô Lịch	11200	1,5	1

Điều kiện biên: Lưu lượng thực đo lấy tại thượng lưu cổng Liên Mạc trên sông Nhuệ; lưu lượng thực đo tại thượng lưu sông Tích; lưu lượng tại Bến Đẽ trên sông Hoàng Long; lưu lượng tại Nam Định trên sông Đào; Lưu lượng sông Tô Lịch tại đập Thanh Liệt;

Các số liệu biên đầu vào được sử dụng cho

công tác hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy lực hầu hết có nguồn gốc từ nghiên cứu đề xuất các giải pháp, công trình khơi thông dòng chảy, tăng khả năng chịu tải và tự làm sạch của các sông để bảo vệ môi trường sông Nhuệ - sông Đáy [2]. Vì vậy, các số liệu có được hoàn toàn đáng tin cậy và có độ chính xác.



Hình 3. Mặt cắt đại diện: (a) sông Nhuệ; (b) sông Đáy

3. Kết quả và thảo luận

3.1 Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

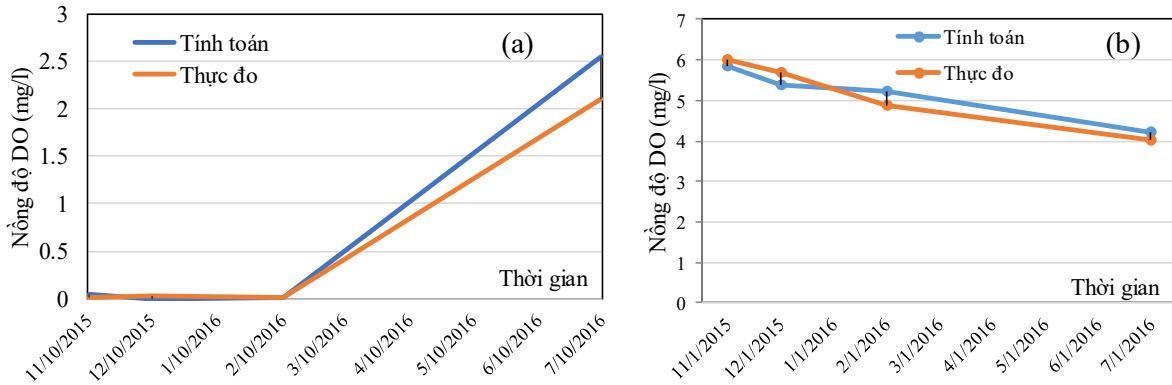
Để hiệu chỉnh các thông số của mô hình chất lượng nước, số liệu quan trắc chất lượng nước tại

một số điểm quan trắc dọc sông được sử dụng. Các số liệu này được đo đạc đồng bộ với số liệu dùng làm biên trên và biên dưới trong mô hình thủy lực và mô hình chất lượng nước (hình 4).

Segment	Description	Volume	Velocity Multiplier	Velocity Exponent	Depth Multiplier	Depth Exponent	Segment Type	Bottom Segment	Length	Width	Minimum Depth	Slope	Bottom Roughness
1	Cong Lien-Mac N1	3.395E+4	0.1000	0.0000	0.5369	0.0000	Surface	None	700.0000	7.9200	0.0100	0.0001	0.0400
2	Song Phao	5E+4	0.1000	0.0000	0.9815	0.0000	Surface	None	2600.0000	15.0000	0.0100	0.0001	0.0400
3	Mai Dich	4.488E+5	0.1000	0.0000	0.7333	0.0000	Surface	None	6800.0000	24.1600	0.0100	0.0001	0.0400
4	CoThue	2.2575E+5	0.1000	0.0000	0.7167	0.0000	Surface	None	3500.0000	28.8200	0.0100	0.0001	0.0400
5	Phu La N2	2.96E+5	0.1000	0.0000	0.8222	0.0000	Surface	None	4000.0000	27.6300	0.0100	0.0001	0.0400
6	Khai La Khê	2.04E+5	0.1000	0.0000	0.8397	0.0000	Surface	None	6000.0000	15.0000	0.0100	0.0001	0.0400
7	Ha Dong	1.1132E+5	0.1000	0.0000	0.8323	0.0000	Surface	None	1727.0000	29.0000	0.0100	0.0001	0.0400
8	Thach Tr	6.3051E+5	0.1000	0.0000	0.9822	0.0000	Surface	None	6362.0000	29.0000	0.0100	0.0001	0.0400
9	Dong Quan N6	6.4992E+5	0.1000	0.0000	0.6120	0.0000	Surface	None	11111.0000	31.8900	0.0100	0.0001	0.0400
10	Phu Ngen	9.95E+5	0.1000	0.0000	0.7640	0.0000	Surface	None	10000.0000	32.5600	0.0100	0.0001	0.0400
11	ToLich 1	5E+5	0.1000	0.0000	0.9321	0.0000	Surface	None	14400.0000	27.0000	0.0100	0.0001	0.0400
12	ToLich 2	5E+4	0.1000	0.0000	1.0000	0.0000	Surface	None	2000.0000	22.0000	0.0100	0.0001	0.0400
13	Cong Than N7	1.0013E+6	0.1000	0.0000	0.7890	0.0000	Surface	None	10745.0000	38.9600	0.0100	0.0001	0.0400
14	H Day Tien N8	2.8403E+5	0.1000	0.0000	0.8950	0.0000	Surface	None	3593.0000	38.4200	0.0100	0.0001	0.0400
15	H Day Tien N9	4.2151E+5	0.1000	0.0000	0.9000	0.0000	Surface	None	3230.0000	39.4100	0.0100	0.0001	0.0400
16	Tp Phuly N10	7.8861E+5	0.1000	0.0000	0.7897	0.0000	Surface	None	6870.0000	39.4700	0.0100	0.0001	0.0400

Hình 4. Các thông số truyền tải sử dụng trong mô hình WASP: (a) sông Nhuệ; (b) sông Đáy

Kết quả kiểm định mô hình bằng so sánh giá trị DO giữa số liệu tính toán và đo đạc (hình 5).



Hình 5. So sánh giá trị DO (mg/l) tính toán và thực đo tại: (a) Đồng Quan - sông Nhuê; (b) Ba Thá - sông Đáy

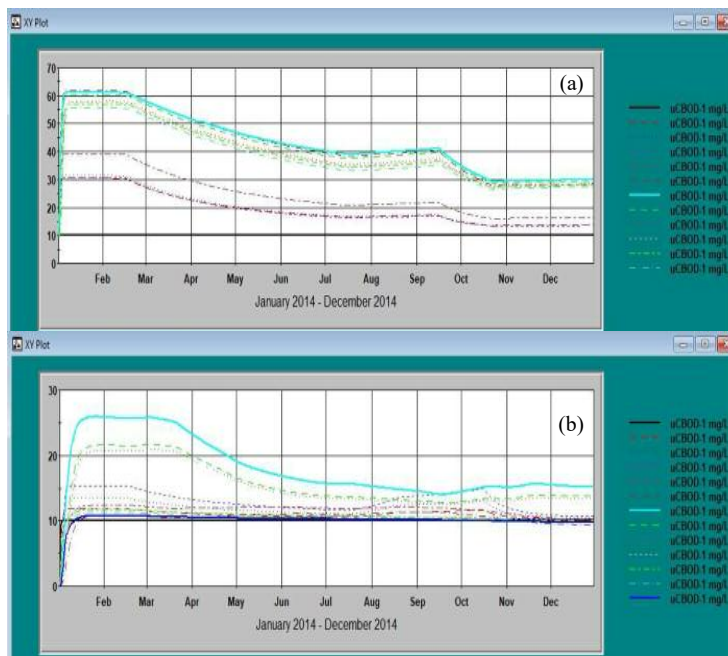
Bảng 4. Các thông số và thông số hiệu chỉnh được sử dụng WASP [6]

Thông số	Dãy giá trị	Giá trị sử dụng
Tốc độ nạp khí	0,00001-0,5d <sup>-1</sup>	0,2
Hệ số tương quan nhiệt độ nạp khí Theta	1,026	1,026
Hằng số tốc độ phân rã CBOD	0,02-0,3d <sup>-1</sup>	0,103
Hệ số tương quan giữa nhiệt độ và tốc độ phân rã	1,02-1,06	1,05
<b>Truyền tải</b>		
Độ sâu phân vùng		
Thể tích phân vùng		
Diện tích bề mặt giữa các phân vùng		Theo từng đoạn
Độ dài phân vùng		
Khoảng cách giữa các phân vùng		
<b>Chiếu sáng, nhiệt độ</b>		
Bức xạ mặt trời		
Tỉ lệ chiếu sáng trong ngày		Theo số liệu thời tiết
Nhiệt độ		
<b>Nồng độ biên</b>		
DO		Theo vị trí
BOD		

Kết quả xác định khả năng tự làm sạch theo mô hình WASP cho sông Nhuê và sông Đáy cho thấy:

- Tổng khả năng tự làm sạch của sông Nhuê khoảng 21,424 tấn BOD/ngày, trung bình KNTLS mỗi km khoảng 0,285 tấn BOD/ngày.

Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy, khả năng tự làm sạch của sông Đáy cao hơn so với sông Nhuê, cụ thể là tổng KNTLS khoảng 2.023 tấn BOD/ngày, trung bình mỗi km trong sông có KNTLS khoảng 9,78 tấn BOD/ ngày (bảng 5, hình 6).



Hình 6. Khả năng tự làm sạch giá trị BOD (mg/l) tại: (a) sông Nhuệ; (b) sông Đáy

- Điểm đáng lưu ý ở đây là khả năng tự làm sạch của các đoạn sông thượng nguồn cả sông Nhuệ và sông Đáy đều thấp hơn các đoạn ở hạ lưu. Một phần nguyên nhân là ngay ở thượng lưu sông đã phải tiếp nhận các nguồn thải từ 2 bên bờ đổ ra như:

Đoạn 1 sông Nhuệ: Tiếp nhận nước thải sinh hoạt, làng nghề, KCN từ 2 bên bờ qua sông Pheo, kênh Cổ Nhuế.

Đoạn 1 sông Đáy: Tiếp nhận nước thải sinh hoạt, làng nghề, KCN từ Tp.Hà Đông, huyện Ứng Hòa.

Trong quá trình xác định khả năng tự làm sạch sông Nhuệ, sông Đáy theo WASP, nghiên cứu nhận thấy có một số ưu điểm và hạn chế như sau: (1) mô hình có tính linh hoạt trong lựa chọn không gian và thời gian; (2) mô hình có thể sử dụng cho cả điều kiện trạng thái ổn định và động, đồng thời có thể mô phỏng theo hệ thống một, hai hoặc ba chiều; (3) mô hình có thể mô phỏng hầu hết các thành phần chất lượng nước tại các loại thủy vực; (4) là mô hình miễn phí và có sẵn trên mạng. Hạn chế của mô hình là không mô phỏng được các vật chất trôi nổi và tích tụ.

Bảng 5. Kết quả xác định khả năng tự làm sạch sông Nhuệ, sông Đáy theo WASP(kg BOD/ngày)

Đoạn sông	Khả năng tự làm sạch của sông	Khả năng tự làm sạch/km	Chênh lệch so với giá trị trung bình
<b>Sông Nhuệ (75,1 km)</b>			
Đoạn 1 (Cổng Liên Mạc, Bắc Từ Liêm) - Phúc La, quận Hà Đông), 15,3 km	7.166,5	468,4	1,6
Đoạn 2 (Phúc La, quận Hà Đông - Cầu Chiếu, Thường Tín, Hà Nội), 13,8 km	4.471,2	324	1,1
Đoạn 3 (Cầu Chiếu, Thường Tín, Hà Nội - Cổng Thần, Phú Xuyên - Ứng Hòa, Hà Nội), 26,2 km	5.515,1	210,5	0,74
Đoạn 4 (Cổng Thần, Phú Xuyên - Ứng Hòa, Hà Nội - Cầu Hồng Phú, Tp. Phú Lý), 19,8 km	4.280,8	216,2	0,76
Tổng KNTLS cả dòng sông	21.433,6		
Trung bình KNTLS/ 1 km	285,4		



<i>Sông Đáy (Từ Cầu Mai Lĩnh đến Cửa Đáy 206,9 km)</i>			
Đoạn 1 (Cầu Mai Lĩnh, Quận Hà Đông - Ba Thá, Ứng Hòa), 25,2 km	56.826	2.255	0,23
Đoạn 2 (Ba Thá, Ứng Hòa) - Cầu Tê Tiêu, Mỹ Đức), 29 km	283.475	9.775	0,99
Đoạn 3 (Cầu Tê Tiêu, Mỹ Đức) - Cầu Quế, Kim Bảng), 35,7 km.	335.402	9.395	0,96
Đoạn 4 (Cầu Quế, Kim Bảng - Cầu Gián Khẩu, Gia Viễn), 33 km	346.071	10.487	1,07
Đoạn 5(Cầu Gián Khẩu, Gia Viễn) - Yên Trị, hY Yên), 22 km.	255.992	11.636	1,2
Đoạn 6 (Yên Trị, Ý Yên) - Thượng Kiệm, Kim Sơn), 48 km.	587.136	12.232	1,25
Đoạn 7 (Thượng Kiệm, Kim Sơn) - Cửa Đáy), 14 km.	158.130	11.295	1,16
<i>Tổng KNTLS 206,9 km dòng sông (226.1 km - 19.2 km)</i>	<i>2.023.032</i>		
<i>Trung bình KNTLS/ 1 km</i>	<i>9777,8</i>		

#### 4. Kết luận

1. Mô hình WASP sử dụng để xác định khả năng tự làm sạch của sông có một số ưu điểm như: Mô hình có tính linh hoạt trong lựa chọn không gian và thời gian, có thể sử dụng cho cả điều kiện trạng thái ổn định và động, đồng thời có thể mô phỏng theo hệ thống một, hai hoặc ba chiều, có thể mô phỏng hầu hết các thành phần chất lượng nước tại các loại thủy vực và là mô hình miễn phí và có sẵn trên mạng. Bên cạnh đó mô hình có hạn chế: Không mô phỏng được các

vật liệu trôi nổi và tích tụ.

2. Mô hình WASP xác định khả năng tự làm sạch của sông của sông Nhuệ khoảng 21,424 tấn/ngày, trung bình mỗi km khoảng 0,285 tấn BOD/ngày. Khả năng tự làm sạch của sông Đáy khoảng 2.023 tấn BOD/ngày, trung bình mỗi km khoảng 9,78 tấn BOD/ ngày.

3. Các đoạn thượng lưu sông Nhuệ, sông Đáy có khả năng tự làm sạch thấp hơn so với các đoạn ở trung và hạ lưu.

#### Tài liệu tham khảo

1. Dương Hồng Sơn, Lê ngọc Cầu và cs, (2016), *Kết quả sang lọc và xác định phân đoạn sơ bộ chất lượng nước sông theo mục đích sử dụng tại sông*, Tạp chí Khí tượng thủy văn. 2016.
2. Lê Hưng (2012), *Nghiên cứu xác định ngưỡng chịu tải ô nhiễm hữu cơ của hệ thống sông Nhuệ, sông Đáy trong thủ đô Hà Nội làm cơ sở quy hoạch các điểm xả thải đô thị và công nghiệp*, Luận án tiến sỹ, Đại học Xây dựng, Hà Nội.
3. Nguyễn Thị Vân Hà, Trần Vũ Như Quỳnh, Satoshi Takizawa, (2011), *Nghiên cứu áp dụng mô hình WASP mô phỏng chất lượng nước hồ Dầu Tiếng*, Tạp chí Phát triển Khoa học & Công nghệ Kỹ thuật Môi trường 2009, số 2 tr.5-16. – 2011.
4. Trần Đình Hợi và cộng sự (2010), *Báo cáo tổng hợp kết quả khoa học công nghệ, Nghiên cứu đề xuất các giải pháp, công trình khơi thông dòng chảy, tăng khả năng chịu tải và tự làm sạch của các sông để bảo vệ môi trường sông Nhuệ - sông Đáy*, Đề tài KC0812/06-10.
5. Trung tâm Quan trắc môi trường, Tổng cục Môi trường (2016), *Phân vùng môi trường phục vụ quản lý và cải thiện chất lượng các đoạn sông thuộc lưu vực hệ thống sông Nhuệ - sông Đáy 2013-2016*.

6. Watershed & Water Quality Modeling Technical Support Center Website, Di Toro (1983), *The Water Quality Analysis Simulation Program (WASP7) is an enhancement of the original WASP*. <http://www.epa.gov/athens/wwqtsc/index.html>, (Accessed 10 June 2016).

## THE APPLICATION OF WASP MODEL TO DETERMINE THE SELF-PURIFICATION CAPABILITY OF NHUE RIVER AND DAY RIVER

Cai Anh Tu

Ha Noi University of Science

**Abstract:** *Self-purification capacity plays an important role for water quality of the river, and results in other related issues such as socio-economic development planning and basin environmental protection planning. The study used the WASP software which was developed and published by EPA in 2016 to determine the self-purification capacity of Nhue river and Day river. The results showed that Nhue river's self-purification capacity was 21,424 tons per day on average, 0.285 tons BOD per day per km and this capacity of Day river was 2,023 tons of BOD per day on average, with an average of 9.78 tons of BOD per day per km. The upper sections of Nhue and Day rivers have lower self-purification capacity than their middle and lower sections. Research results showed that the model is entirely responsive in the study field. This is a widely applicable model thanks to its advantages such as the highly flexible model in both options of space and time and both conditions of stable and dynamic state. It can be simulated on one, two or three dimensional systems. In addition this model also has the limitation of not simulating floating and accumulating materials.*

**Keywords:** *River water quality, Self-purification capacity, WASP modeling.*

# Table of content

- 1 **Hoang Thanh Son, Vu Thi Thu Lan, Nguyen Dai Chung** (2018), *Saline intrusion of the river in downstream Vu Gia - Thu Bon under hydropower project*, Vietnam Journal of Hydro - Meteorology, Volume 690, 1- 11.
- 12 **Ho Nguyen Nhu Quynh, Dao Nguyen Khoi, Huynh Cong Hoai, Nguyen Thi Bay** (2018), *Application of remote sensing and Gis for riverbank assessment in The bassac and Mekong rivers*, Vietnam Journal of Hydro - Meteorology, Volume 690, 12 - 22.
- 23 **Phi Thi Nga, Vo Van Hoa** (2018), *The key characteristics of cold surge activities During period from 1997 to 2017 in the northern delta Region of Viet Nam*, Vietnam Journal of Hydro - Meteorology, Volume 690, 23 - 32.
- 33 **Vo Ngoc Duong** (2018), *The comarison of rainfall spatial distribution Methods for Vu Gia - Thu Bon catchment*, Vietnam Journal of Hydro - Meteorology, Volume 690, 33 - 41
- 42 **Le Thi Thu Hang, Phan Van Tan, Bui Thi Tuyet, Pham Thi Minh** (2018), *Simulating the impact of black carbon on temperature in Vietnam And neighboring regions using REGCM* , Vietnam Journal of Hydro - Meteorology, Volume 690, 42 - 51.
- 52 **Nguyen Cong Minh, Pham Thi Thuy** (2018), *Determination of coastal setback in Thai Binh coastal zone and Roles of coastal setback in protection of coastal ecosystems, Ecosystem services and natural landscapes*, Vietnam Journal of Hydro - Meteorology, Volume 690, 52 - 61.
- 62 **Cái Anh Tu** (2018), *TThe application of wasp model to determine the Self-purification capability of Nhue river and day river*, Vietnam Journal of Hydro - Meteorology, Volume 690, 62 - 71.