

TẠP CHÍ

KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

Vietnam Journal of Hydro - Meteorology

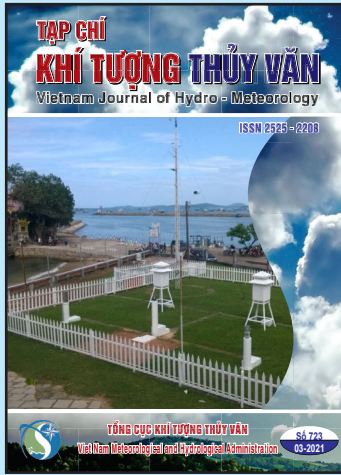
ISSN 2525 - 2208



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

Số 723

03-2021



Q. TỔNG BIÊN TẬP
TS. Bạch Quang Dũng

Thư ký - Biên tập
TS. Đoàn Quang Trí

Trị sự và Phát hành
Đặng Quốc Khánh

- | | |
|------------------------------|-----------------------------|
| 1. GS. TS. Trần Hồng Thái | 14. TS. Đoàn Quang Trí |
| 2. GS. TS. Trần Thục | 15. PGS. TS. Mai Văn Khiêm |
| 3. GS. TS. Mai Trọng Nhuận | 16. PGS. TS. Nguyễn Bá Thủy |
| 4. GS. TS. Phan Văn Tân | 17. TS. Tống Ngọc Thanh |
| 5. GS. TS. Nguyễn Kỳ Phùng | 18. TS. Đinh Thái Hưng |
| 6. GS. TS. Phan Đình Tuấn | 19. TS. Võ Văn Hòa |
| 7. GS. TS. Nguyễn Kim Lợi | 20. TS. Nguyễn Đắc Đồng |
| 8. PGS. TS. Nguyễn Thanh Sơn | 21. GS. TS. Kazuo Saito |
| 9. PGS. TS. Nguyễn Văn Thắng | 22. GS. TS. Jun Matsumoto |
| 10. PGS. TS. Dương Văn Khảm | 23. GS. TS. Jaecheol Nam |
| 11. PGS. TS. Dương Hồng Sơn | 24. TS. Keunyong Song |
| 12. TS. Hoàng Đức Cường | 25. TS.. Lars Robert Hole |
| 13. TS. Bạch Quang Dũng | 26. TS. Sooyoul Kim |

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: 024.39364963
Email: tapchikttv@gmail.com

Chế bản và In tại:

Công ty TNHH Đầu tư Nông nghiệp Việt Nam
ĐT: 0243.562.4399

Ảnh bìa: Trạm Quan trắc Khí tượng bề mặt Phú Quốc

Giá bán: 25.000 đồng

TẠP CHÍ KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN
SỐ 723 - 3/2021

MỤC LỤC

Bài báo khoa học

- 1 Vũ Văn Quân, Nguyễn Thị Thúy, Hà Việt Hùng, Vũ Thị Thu, Nguyễn Lê Ngọc Thủy, Đặng Hồng Nguyên, Vũ Duy Sáu:** Nghiên cứu ứng dụng mô hình V-flood dự báo lũ trên lưu vực sông Lục Nam, Bắc Giang
- 13 Huỳnh Phú, Nguyễn Lý Ngọc Thảo, Huỳnh Thị Ngọc Hân:** Nghiên cứu đánh giá chất lượng nước vùng tứ giác Long Xuyên và đề xuất các giải pháp quản lý bảo vệ nguồn nước
- 23 Nguyễn Hữu Tài, Đào Văn Sản, Nguyễn Hồng Hạnh:** Nghiên cứu cải tiến hệ thống truyền tin và tự động hóa cho các thiết bị đo mưa, gió thủ công trên khu vực đồng bằng Bắc bộ
- 38 Nguyễn Văn Đào, Lê Quang Hải, Nguyễn Đình Kỳ, Phạm Hồng Phong, Đào Văn Đạt, Nguyễn Văn Phụng, Lê Quang Chiến:** Nghiên cứu xây dựng mối tương quan mực nước và lưu lượng tại trạm thủy văn Hà Bằng trong giai đoạn 2013–2020
- 47 Bùi Đình Lập, Trần Hồng Thái, Phạm Thị Hương Lan:** Phát triển mô hình thủy văn tham số phân bố MARINE trong bài toán dự báo lũ, áp dụng thí điểm cho lưu vực sông Nậm Mu
- 58 Phùng Thị Mỹ Diễm, Ngô Nam Thịnh, Nguyễn Kỳ Phùng:** Nghiên cứu chế độ dòng chảy khu vực bãi biển Đồi Dương, tỉnh Bình Thuận
- 75 Đoàn Quang Trí, Đinh Việt Hoàng:** Nghiên cứu xây dựng hoàn thiện quy trình xuất bản điện tử và công cụ quản lý Tạp chí Khí tượng Thủy văn
- 88 Phùng Kiến Quốc, Trần Tùng Lâm, Đỗ Thị Ánh Huyền:** Thử nghiệm cảnh báo dông cho khu vực Việt Nam bằng phương pháp kết hợp sản phẩm ra đa thời tiết và dữ liệu sét

Bài báo khoa học

Nghiên cứu ứng dụng mô hình V-flood dự báo lũ trên lưu vực sông Lục Nam, Bắc Giang

Vũ Văn Quân^{1*}, Nguyễn Thị Thúy², Hà Việt Hùng³, Vũ Thị Thu⁴, Nguyễn Lê Ngọc Thủy⁵, Đặng Hồng Nguyên⁶, Vũ Duy Sáu⁷

¹ Phòng Dự báo KTTV–Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Đông Bắc;
vanquan@kttvdb.net.

² Phòng Dự báo KTTV–Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Đông Bắc;
nguyenthuy50v@gmail.com.

³ Đài Khí tượng Thủy văn tỉnh Bắc Giang–Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Đông Bắc;
haviethung@kttvdb.net.

⁴ Phòng Mạng lưới trạm và Thông tin KTTV–Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Đông Bắc;
vuthithu@kttvdb.net.

⁵ Phòng Mạng lưới trạm và Thông tin KTTV–Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Đông Bắc;
nguyenlengothuy@kttvdb.net.

⁶ Phòng Mạng lưới trạm và Thông tin KTTV–Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Đông Bắc;
danghongnguyen@kttvdb.net.

⁷ Phòng Mạng lưới trạm và Thông tin KTTV–Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Đông Bắc;
vuduysau@kttvdb.net.

*Tác giả liên hệ: vanquan@kttvdb.net; Tel.: +84–0986728223

Ban Biên tập nhận bài: 10/11/2020; Ngày phản biện xong: 29/12/2020; Ngày đăng bài: 25/3/2021

Tóm tắt: Trong những năm gần đây khu vực tỉnh Bắc Giang chịu ảnh hưởng của mưa lũ ngày một trầm trọng, đặc biệt vào các năm 2001, 2008, 2010 và 2015 diễn biến về mưa Bắc Giang có biến đổi khác thường đã gây ngập lụt nghiêm trọng và kéo dài tại huyện Lục Nam, Lục Ngạn, Sơn Động làm thiệt hại đáng kể về kinh tế dân sinh, cho địa phương. Năm 2008 xảy ra lũ lịch sử trên sông Lục Nam gây ngập lụt nghiêm trọng trên lưu vực. Để đáp ứng yêu cầu ngày càng cao công tác dự báo, cảnh báo lũ cần áp dụng mô hình, công cụ hiện đại phục vụ công tác dự báo của địa phương là cần thiết. Kết quả nghiên cứu ứng dụng mô hình V-Flood dự báo lũ trên lưu vực sông Lục Nam cho thấy lưu lượng dòng chảy được mô phỏng tốt với các chỉ số Sai số quân phương (RMSE), sai số tuyệt đối trung bình (MAE), hệ số tương quan (r) và hệ số Nash-Sufficient Efficient (NSE) được đánh giá ở mức đạt trong quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình. Bộ thông số tìm được của mô hình đã được áp dụng thử nghiệm cho dự báo lũ năm 2020 để đánh giá khả năng ứng dụng của mô hình vào dự báo tác nghiệp. Phương pháp nghiên cứu đã giúp dự báo viên có thêm công cụ hữu ích trong quá trình dự báo lũ phục vụ địa phương.

Từ khóa: V-Flood; Dự báo lũ.

1. Mở đầu

Trên thế giới hiện nay, rất nhiều công nghệ dự báo nghiệp vụ đã và đang được phát triển dựa trên sự kết hợp các mô hình thủy văn, thủy lực. Các mô hình thường được sử dụng trong các công nghệ dự báo nghiệp vụ: Mô hình mô phỏng dòng chảy từ mưa: Các mô

hình thông số tập trung HEC–HMS (Mỹ), SSARR (Mỹ), TANK (Nhật), NAM (Đan Mạch), STANFORD (Mỹ), SACRAMENTO (Mỹ); các mô hình thông số phân phối như VIC (Mỹ), TOPMODEL, BTOPMODEL, MARINE (Pháp), Flood Watch (Đan Mạch), WETSPA (Bi), DIMOSOP (Ý) [1].

Các mô hình mô phỏng tính toán dòng chảy trong sông chính: các mô hình thủy lực 1 chiều, 2 chiều như họ mô hình HEC (HEC3, HEC–RAS), các mô hình họ Mike (Mô hình MIKE BASIN, MIKE11, MIKE FLOODWATCH) [2]... Tại Hàn Quốc sử dụng mô hình phân tích lũ (sử dụng nguyên lý mưa, lý luận K–Flood gọi tắt là mô hình K–Flood là chương trình phân tích ngập lụt, thực hiện phân tích dựa trên tài liệu địa hình (DEM, bản đồ sử dụng đất, bản đồ thổ nhưỡng) và thông tin lượng mưa qua đó phân tích lũ [3].

Tại Việt Nam ngoài các mô hình thủy văn thông số tập trung như TANK (Nhật Bản), NAM (Đan Mạch), FIRR (Viện Cơ), Trung tâm đã triển khai nghiên cứu và bước đầu ứng dụng mô hình thủy văn thông số phân bố MARINE (Pháp), WETSPA (Bi) và các mô hình thủy lực tiên tiến như HECRAS, bộ mô hình Mike [4]. Đối với lưu vực sông thuộc khu vực Đông Bắc nói chung và lưu vực sông Lục Nam (tại trạm thủy văn Chũ), các phương pháp công cụ dự báo cảnh báo hiện đang dùng chủ yếu được xây dựng từ lâu và chưa được đầu tư nghiên cứu đúng mức, không còn phù hợp với điều kiện thực tế và yêu cầu hiện nay. Phần lớn những công cụ kỹ thuật hiện nay đều ở dạng biểu đồ, thống kê [5]. Hiện chưa có mô hình hoặc công nghệ nào được sử dụng trong nghiệp vụ cảnh báo, dự báo lũ. Mặt khác do trạm khí tượng thủy văn trên lưu vực sông ít và thưa, thời gian chảy truyền ngắn chỉ từ 6 đến 12 giờ nên kết quả dự báo, cảnh báo lũ còn hạn chế, đa phần phụ thuộc nhiều vào kinh nghiệm của các dự báo viên. Trong số đó Đề tài cấp Bộ “Nghiên cứu đánh giá, lựa chọn và hoàn thiện các phương án cảnh báo, dự báo lũ phù hợp cho các địa phương ở miền bắc” do Ths. Nguyễn Tiến Kiên chủ nhiệm đã nghiên cứu bổ sung hoàn thiện phương án cảnh báo, dự báo cho lưu vực sông Lục Nam. Tuy nhiên các phương pháp công cụ đang dùng cảnh báo là thống kê từ hình thể thời tiết và cảnh báo lũ từ mưa. các phương pháp dùng để dự báo chủ yếu là phương pháp dự báo mực nước tương ứng, phương pháp tương quan hồi quy, phương pháp biểu đồ quan hệ [6].

Hiện nay công tác cảnh báo, dự báo lũ tại lưu vực sông Lục Nam chủ yếu dựa vào các phương pháp truyền thống như (quan hệ mưa rào–dòng chảy; thống kê; hồi quy) do vậy việc cảnh báo, dự báo lũ chưa tính toán được hết các yếu tố khác bị ảnh hưởng như mặt đệm, thảm phủ, thổ nhưỡng của lưu vực... Với những lý do trên, việc ứng dụng các phần mềm hiện đại để tính toán cảnh báo và dự báo lũ trên lưu vực sông Lục Nam là việc làm hết sức cần thiết, dự báo lũ kịp thời và chính xác sẽ góp phần mang lại hiệu quả trong việc phòng tránh và giảm nhẹ thiệt hại do thiên tai gây ra.

Trong đó mô hình V–Flood là chương trình thuộc dự án ODA do Hàn Quốc chuyển giao tại Đài Khí tượng thủy văn khu vực Đông Bắc, tuy nhiên mô hình mới được nghiên cứu thiết lập cho một lưu vực sông Bằng Giang (Cao Bằng), các lưu vực khác tại khu vực Đông Bắc như lưu vực sông Lục Nam (Bắc Giang), Kỳ Cùng (Lạng Sơn), Tiên Yên (Quảng Ninh)... Chưa được thiết lập cũng như nghiên cứu, trong khi đó công tác dự báo lũ hiện nay việc áp dụng các mô hình hay phần mềm thủy văn phục vụ dự báo cảnh báo hết sức cần thiết. Kết quả nghiên cứu giúp đơn vị làm công tác dự báo có thêm công cụ, phương pháp dự báo lũ sử dụng và tác nghiệp trên lưu vực sông Lục Nam, góp phần phòng tránh và giảm nhẹ thiệt hại thiên tai cho địa phương [7].

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Giới thiệu khu vực nghiên cứu

Sông Lục Nam là một phụ lưu lớn của hệ thống sông Thái Bình, chảy qua hai tỉnh Lạng Sơn và Bắc Giang. Tổng chiều dài của sông gần 178 km, đoạn trên địa phận Lạng Sơn dài 15 km, đoạn trên địa phận Bắc Giang dài khoảng 150 km. Tổng diện tích lưu vực

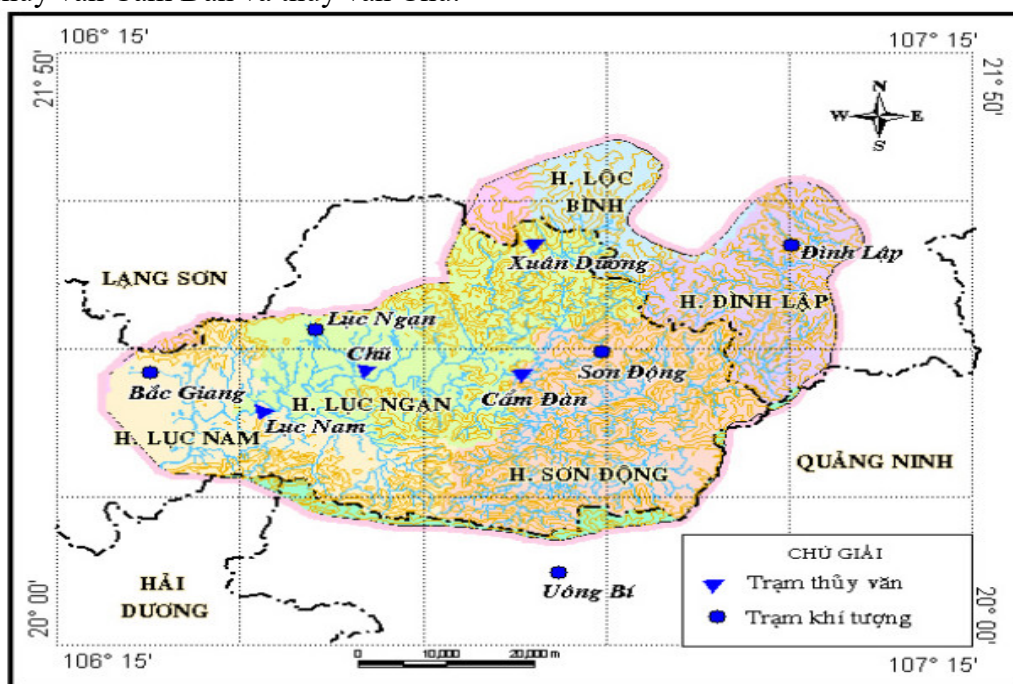
của sông Lục Nam khá lớn, vào khoảng 3.050 km², độ cao bình quân lưu vực là 207 m, độ dốc bình quân lưu vực là 16,5%. Phân phối diện tích lưu vực đến trạm thủy văn Cẩm Đàn là 670 km², trạm thủy văn Chũ là 2090 km².

Sông Lục Nam có trên một nửa chiều dài nằm ở vùng có diện tích rừng cây thưa thớt và đồi trọc nên nước tập trung khá nhanh, độ dốc lưu vực lớn cho nên cứ có lượng mưa trung bình lưu vực từ: 30–50 mm chỉ sau 2–3 h là đã sinh ra lũ trên thượng nguồn, cường suất lũ ở thượng nguồn khá lớn từ: 1–2 m/h, biên độ lũ từ: 9–10 m. Thời gian truyền lũ từ thượng nguồn về hạ lưu ngắn, chỉ sau: 5–7 giờ và từ 12–15 h kể từ khi bắt đầu có mưa là có thể đã xuất hiện lũ tại trạm Chũ và trạm Lục Nam.

Mùa lũ trên lưu vực sông kéo dài khoảng 5 tháng. Bắt đầu vào tháng 6 và kết thúc vào tháng 10, phân phối dòng chảy năm không đều. Lũ thượng nguồn đổ về, nước lũ thường tập trung tương đối nhanh. Lượng nước mùa lũ thường chiếm từ 70–80% lượng nước cả năm. Còn lượng nước mùa cạn chỉ chiếm từ 20–30%. Tháng 7, tháng 8 thường có lượng nước rất lớn, chiếm khoảng 25–35% lượng nước cả năm. Dòng chảy mùa lũ phân bố cũng không đồng đều. Các tháng đầu và cuối mùa lũ có tổng lượng dòng chảy chiếm khoảng 10–15%. Tháng 8, thường có tổng lượng lũ lớn nhất.

Hàng năm trên lưu vực sông thường xảy ra từ 5–7 đợt lũ. Năm nhiều lũ nhất là những năm 1971, 1986, 1990, 2001, 2008. Năm xuất hiện nhiều nhất 7 trận (năm 2001, 2008); năm xuất hiện ít 1 trận (năm 2007, 2009). Điển hình có năm không xuất hiện trận lũ nào (2011). Số trận lũ lớn hơn báo động số II (5,3m) trung bình 2–3 trận và có khoảng từ 1–2 trận trên báo động số III (6,3 m).

Dạng lũ phổ biến của sông chủ yếu là lũ đơn tồn tại trong thời gian từ 2–3 ngày. Tuy nhiên cũng có lũ kép hoặc lũ đơn không rõ ràng do mưa dài ngày. Trên lưu vực nghiên cứu có các trạm khí tượng, thủy văn bao gồm: trạm khí tượng Đình Lập, Sơn Động, Lục Ngạn, trạm thủy văn Cẩm Đàn và thủy văn Chũ.



Hình 1. Sơ đồ mạng lưới trạm khí tượng thủy văn lưu vực sông Lục Nam.

2.2. Thu thập tài liệu

Số liệu khí tượng thủy văn: Chuỗi số liệu mưa thời đoạn 6h các trạm khí tượng thủy văn gồm Sơn Động, Lục Ngạn, Đình Lập, Cẩm Đàn, Chũ từ năm 2005–2019. Số liệu H-Q trạm thủy văn Chũ từ năm 2005–2019. Đảm bảo các trận lũ nhỏ, trung bình, lớn và lịch sử.

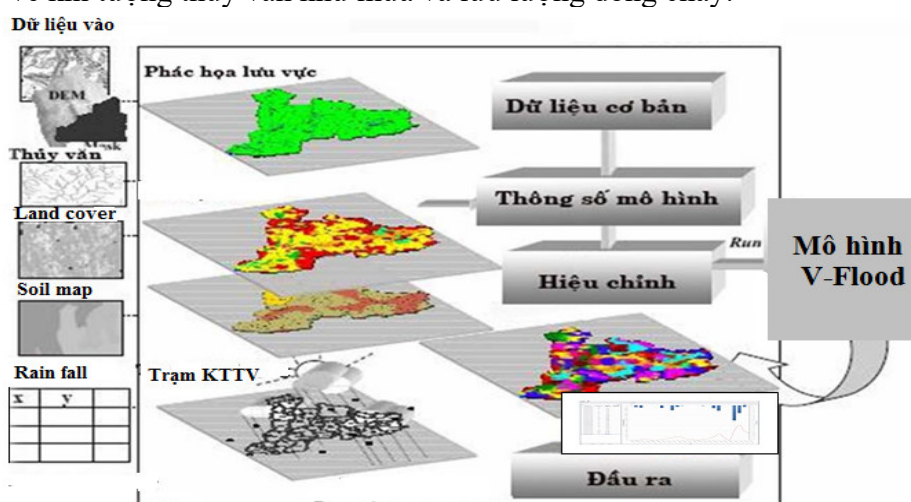
Các số liệu được lấy từ tổ lưu trữ Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Đông Bắc và đã được thu thập và xử lý được cấp có thẩm quyền phê duyệt.

Số liệu về địa hình: Bản đồ số địa hình (DEM), bản đồ thổ nhưỡng (*Landuser*), Bản đồ đất (Soil) độ phân giải 30m x 30m giá trị độ cao thay đổi từ 10m đến 1000 m [8]. Được dự án (ODA) Hàn Quốc chuyển giao cho Đài Khí tượng thủy văn khu vực Đông Bắc năm 2016.

2.3. Giới thiệu mô hình V-Flood

2.3.1. Sơ đồ mô hình

Mô hình V-Flood là mô hình thủy văn mới thuộc dự án (ODA) Hàn Quốc xây dựng và chuyển giao cho Đài Khí tượng Khí tượng Thủy văn khu vực Đông Bắc, mặc dù đã được chuyển giao xong chưa có nhiều nghiên cứu. Hình 2 thể hiện sơ đồ cấu trúc của mô hình, bao gồm các dữ liệu đầu vào như địa hình DEM, bản đồ sử dụng đất và thổ nhưỡng cũng như các số liệu về khí tượng thủy văn như mưa và lưu lượng dòng chảy.



Hình 2. Sơ đồ cấu trúc mô hình V-Flood [9].

2.3.2. Các thông số mô hình

Thông số trong mô hình V-FLOOD gồm 10 thông số sau [10]: (1) diện tích ngưỡng đỉnhAo, (2) so sánh mặt nghiêng của sườn dốc, (3) so sánh mặt cắt nghiêng của tuyến kênh, (4) hệ số nhám tối đa, (5) hệ số nhám tối thiểu, (6) hệ số thấm nước bão hoà, (7) độ rộng của vuông góc của dòng chảy dưới bề mặt, (8) tầng thấm nước tối đa của dòng ngầm và (9) vùng trữ nước của tầng thấm thấu và (10) tầng cản nước của tầng trữ nước. Thông tin cơ bản về 10 thông số như sau:

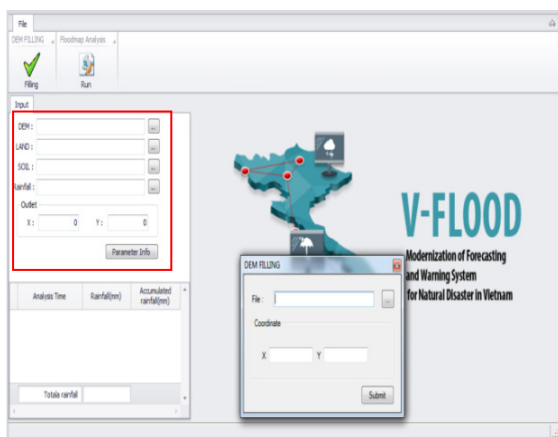
Bảng 1. Bộ thông số mô hình V-Flood.

TT	Tên thông số	Ký hiệu	Giới hạn thông số
1	Hệ số thấm nước bão hoà	Ksat	0-1
2	Tầng cản nước của tầng trữ nước	Cint	0-10
3	Vùng trữ nước của tầng thấm thấu	H	0-1
4	Độ rộng của vuông góc của dòng chảy dưới bề mặt	Bp	0-1
5	Hệ số nhám tuyến kênh tối thiểu	Ksr1	0-100
6	So sánh mặt cắt nghiêng của sườn dốc	Wv	0-1000.000
7	Tầng thấm nước tối đa của dòng ngầm	Hs	0-100.000
8	Hệ số nhám tối đa	Ksr0	0-100
9	Mặt cắt nghiêng của tuyến kênh	Wr	0-100
10	Diện tích ngưỡng đỉnh	A0	0-100

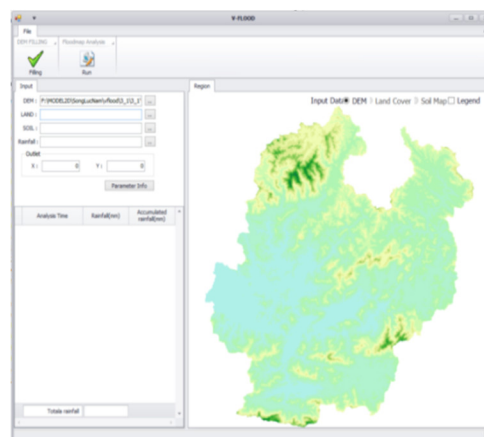
2.4. Thiết lập mô hình

2.4.1. Nghiên cứu thiết lập mô hình đối với lưu vực sông Lục Nam tại Chũ

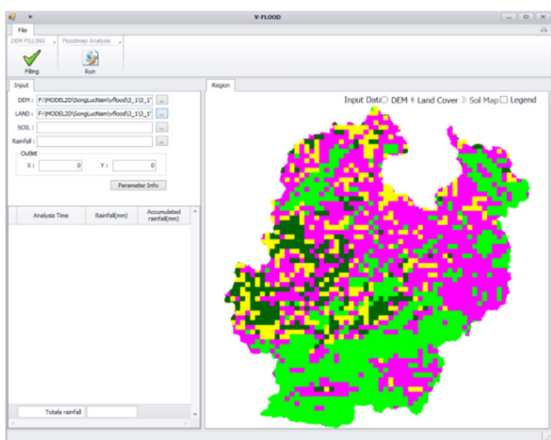
Để chạy được mô hình V-Flood cần thiết lập các số liệu đầu vào bao gồm dữ bản đồ DEM, bản đồ thổ nhưỡng (Landuse), bản đồ đất (soil), lượng mưa bình quân lưu vực Rainfall, tọa độ cửa ra lưu vực sông sông Lục Nam và cuối cùng là các sông số mô hình Prarameter, các dữ liệu lần lượt như trong khung màu đỏ Hình 3a.



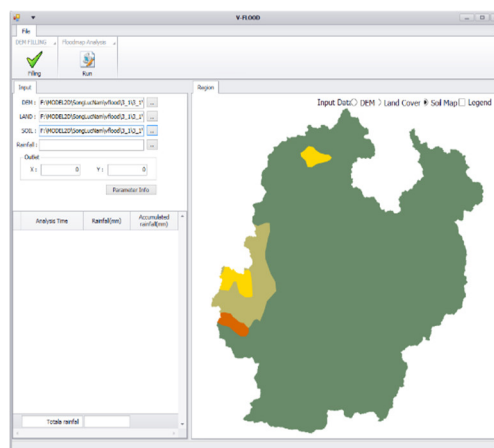
a. Giao diện Mô hình V-Flood.



b. Giao diện thiết lập bản đồ DEM lưu vực sông Lục Nam bằng mô hình V-Flood.



c. Giao diện thiết lập bản đồ thổ nhưỡng lưu vực sông Lục Nam bằng mô hình.

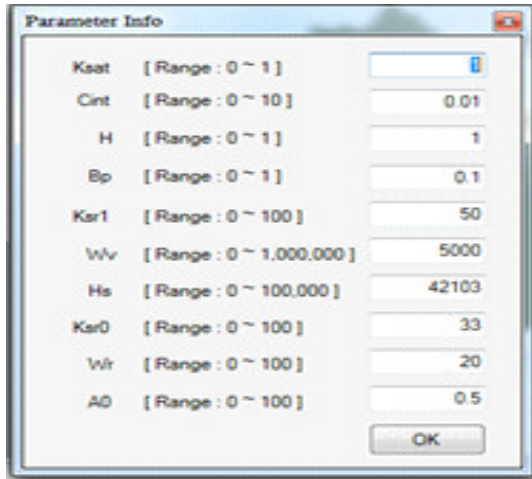


d. Giao diện thiết lập bản đồ đất lưu vực sông Lục Nam bằng mô hình V-Flood.

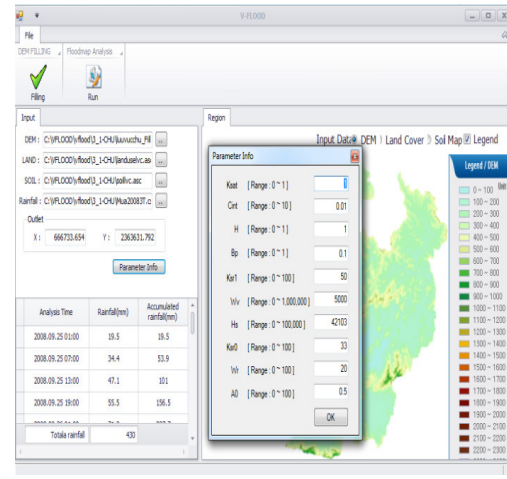
Hình 3. Bản đồ địa hình, thổ nhưỡng, sử dụng đất lưu vực sông Lục Nam.

2.4.2. Hoàn thiện thiết lập và kết quả vận hành mô hình V-Flood

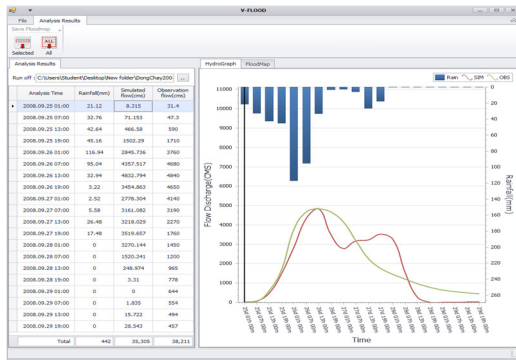
Các kết quả sau khi thiết lập số liệu mô hình như mục f. Hình 4, sau đó tiến hành chạy mô hình nút Run, sau khoảng 3-10 phút tùy theo cấu hình máy tính, được kết quả mô phỏng đường quá trình lưu lượng dòng chảy tại trạm thủy văn Chũ và độ ngập sâu tại thời mỗi thời điểm như các Hình 4c, 4d.



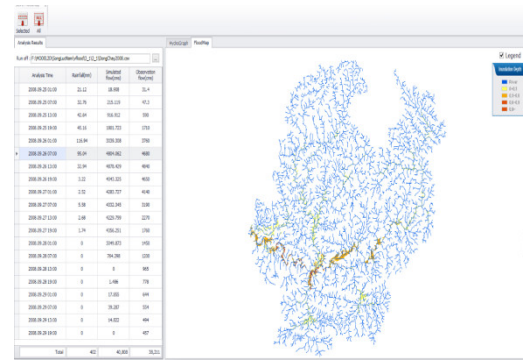
a. Bộ thông số của mô hình V-Flood.



b. Giao diện mô hình khi hoàn thiện các các số liệu đầu vào.



c. Kết quả mô phỏng đường quá trình thực đo và tính toán bằng mô hình V-Flood.



d. Kết quả mô phỏng độ ngập sâu tại một thời điểm mô hình V-Flood.

Hình 4. Giao diện mô hình V-Flood kết quả thiết lập và vận hành.

Để đánh giá định lượng sự phù hợp giữa kết quả tính toán bằng mô hình và giá trị thực đo tại cửa ra của lưu vực nghiên cứu (trạm thủy văn Chũ), các chỉ tiêu sai số khác nhau đã được sử dụng. Các chỉ tiêu sai số đó là sai số quân phương (*RMSE*), sai số tuyệt đối trung bình (*MAE*) [11], hệ số tương quan (*r*) và hệ số Nash-Sufficient Efficient (*NSE*) [12]. Các chỉ tiêu sai số kể trên được xác định cụ thể theo các công thức sau:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \times \sum_{j=1}^N (Q_{m,j} - Q_{d,j})^2} \quad (1)$$

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N |Q_{m,j} - Q_{d,j}| \quad (2)$$

$$r = \frac{\sum_{j=1}^N (Q_{m,j} - \bar{Q}_m) \times (Q_{d,j} - \bar{Q}_d)}{\sqrt{\sum_{j=1}^N (Q_{m,j} - \bar{Q}_m)^2} \times \sqrt{\sum_{j=1}^N (Q_{d,j} - \bar{Q}_d)^2}} \quad (3)$$

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{j=1}^N (Q_{m,j} - Q_{d,j})^2}{\sum_{j=1}^N (Q_{d,j} - \bar{Q}_d)^2} \quad (4)$$

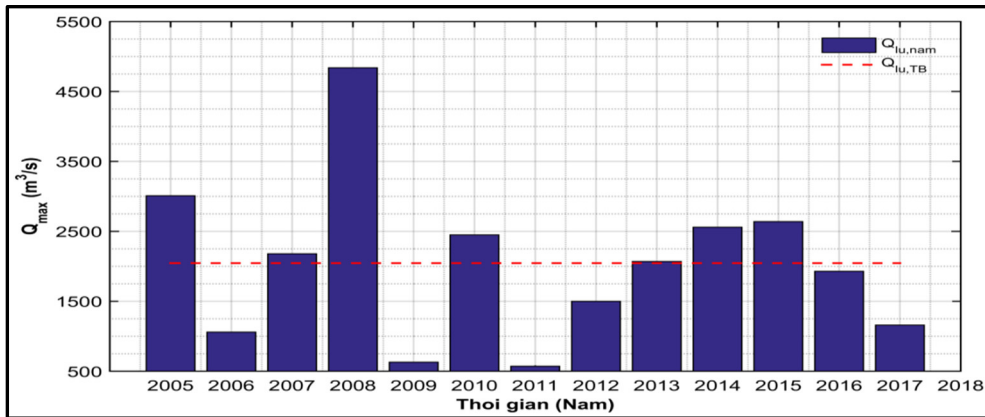
$$\Delta Q = Q_{\max,d} - Q_{\max,m} \quad (5)$$

Trong đó $Q_{m,j}$ và $Q_{d,j}$ lần lượt là mực nước (hoặc lưu lượng) tính toán và thực đo tại thời điểm thứ j , \bar{Q}_m và \bar{Q}_d lần lượt là mực nước (hoặc lưu lượng) tính toán và thực đo trung bình của chuỗi số, $Q_{max,d}$ và $Q_{max,m}$ lần lượt là giá trị mực nước thực đo lớn nhất và mực nước tính toán lớn nhất và N là chiều dài của chuỗi số liệu.

3. Kết quả và thảo luận

3.1 Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định bộ thông số mô hình V-Flood trên lưu vực sông Lục Nam

Nghiên cứu sử dụng số trận lũ để hiệu chỉnh và kiểm định được thể hiện trên hình 5.

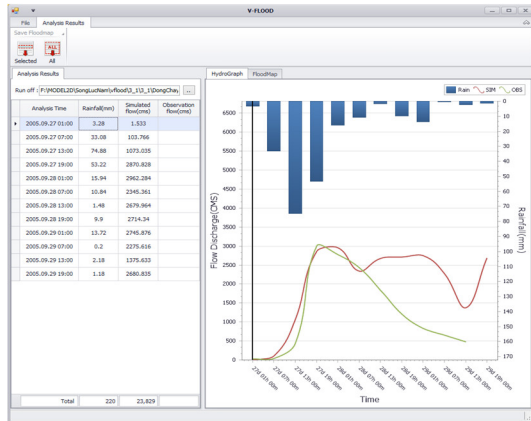


Hình 5. Lưu lượng đỉnh lũ các năm giai đoạn 2005–2017 tại trạm thủy văn Chũ.

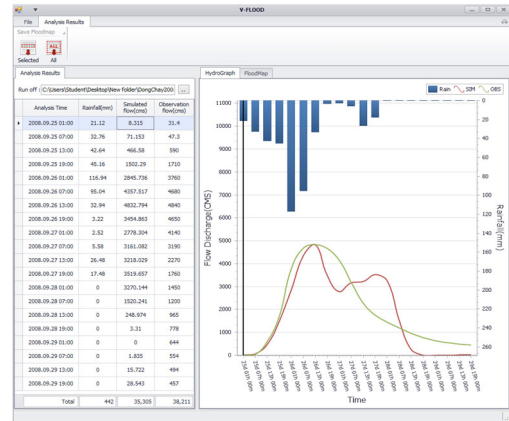
Bảng 2. Số liệu trận lũ hiệu chỉnh và kiểm định bộ thông số mô hình V-Flood.

STT	Năm	Qmax (m³/s)	Ghi Chú
1	2005	3010	Lũ lớn (hiệu chỉnh)
2	2006	1060	Lũ nhỏ (hiệu chỉnh)
3	2007	2180	Lũ trung bình (hiệu chỉnh)
4	2008	4840	Lũ lịch sử (hiệu chỉnh)
5	2009	630	
6	2010	2450	
7	2011	572	
8	2012	1500	Lũ nhỏ (hiệu chỉnh)
9	2013	2070	Lũ trung bình (hiệu chỉnh)
10	2014	2560	Lũ lớn (hiệu chỉnh)
11	2015	2640	Lũ lớn (kiểm định)
12	2016	1930	Lũ trung bình (kiểm định)
13	2017	1160	Lũ nhỏ (kiểm định)
14	2018	1560	Lũ nhỏ (kiểm định)
15	2019	1573	Lũ nhỏ (kiểm định)

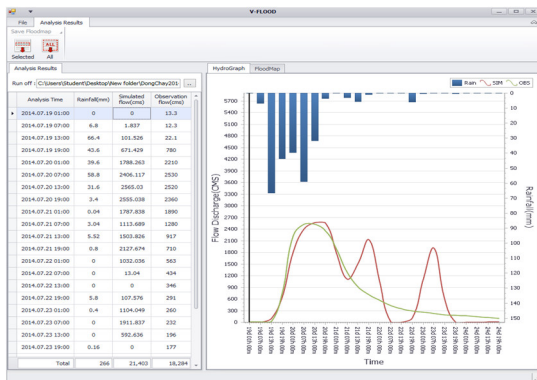
Kết quả hiệu chỉnh các trận lũ nhỏ, trung bình, lớn và lũ lịch sử từ năm 2005–2014 được thể hiện trên các hình 6a–6f.



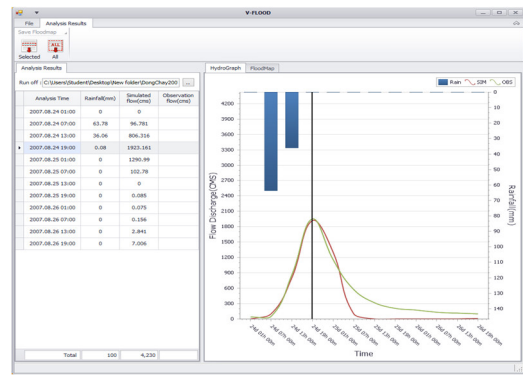
a. Đường quá trình lũ tính toán và thực đo từ ngày 27–29/IX/2005.



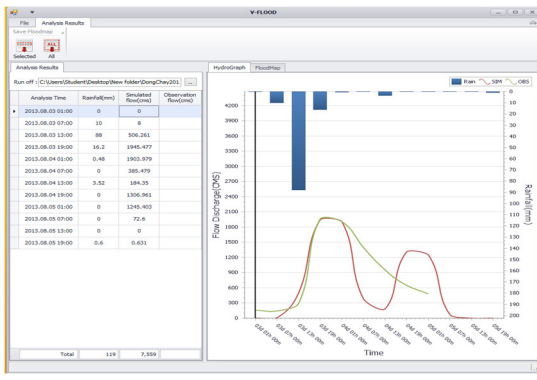
b. Đường quá trình lũ tính toán và thực đo hiệu chỉnh trận lũ từ ngày 25–29/IX/2008.



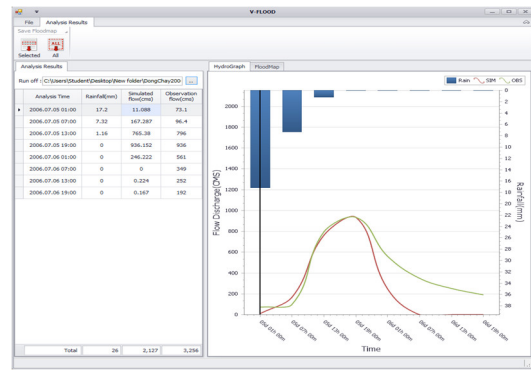
c. Đường quá trình lũ tính toán và thực đo từ ngày 19–24/VII/2014.



d. Đường quá trình lũ tính toán và thực đo từ ngày 6–8/VII/2007.



e. Đường quá trình lũ tính toán và thực đo từ ngày 3–5/VIII/2013.



f. Đường quá trình lũ tính toán và thực đo từ ngày 5–6/VII/2006.

Hình 6. Kết quả hiệu chỉnh đường quá trình mô phỏng và thực đo các trận lũ.

Bảng 3. Kết quả đánh giá các chỉ số trận lũ hiệu chỉnh từ 2005–2014.

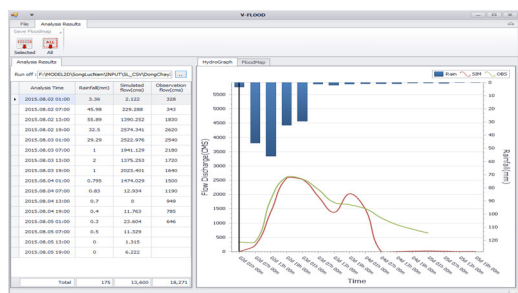
Năm	RMSE		MAE		r	NSE	Q _{max} (m ³ /s)	
	m ³ /s	%	m ³ /s	%			Tính toán	Thực đo
2005	951,2	31,6	705,7	23,4	0,705	0,340	2962,28	3010
2006	219,04	20,7	193,69	18,3	0,875	0,521	936,15	1060
2007	611,1	28,0	365,8	16,8	0,748	0,300	1923,16	2180
2008	860,1	17,8	706,0	14,6	0,856	0,707	4832,79	4840
2012	285,174	19,8	238,97	16,6	0,800	0,601	1428,18	1440
2013	508,8	24,6	396,6	19,2	0,685	0,337	1945,48	2070
2014	476,3	18,6	319,0	12,5	0,883	0,765	2565,03	2560

Đối với trận lũ lớn và lịch sử gồm các năm 2005, 2008, 2014 chỉ số NSE dao động từ 0,34–0,76. Các trận lũ trung bình gồm các năm 2007–2013 chỉ số NSE dao động từ 0,30–0,34. Các trận lũ nhỏ chỉ số NSE dao động từ 0,52–0,60. Sai số đỉnh lũ các trận hiệu chỉnh dao động từ 0,12–0,15%, sai số thời gian xuất hiện đỉnh từ 0–3h [13].

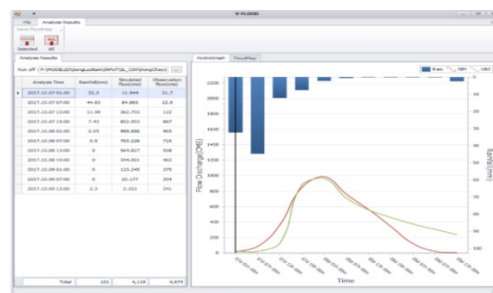
Bảng 5. Bộ thông số tìm được quá trình hiệu chỉnh như sau.

STT	Thông số	Giá trị	Khoảng giá trị mặc định của mô hình
1	Ksat	0.50	0–1.0
2	Cint	0.01	0–10
3	H	0.40	0–1.0
4	Bp	0.50	0–1.0
5	Ksr1	42.86	0–100
6	Wv	5000	0–1000000
7	Hs	2017.86	0–100000
8	Ksro	10.00	0–100
9	Wr	42.86	0–100
10	Ao	0.18	0–100

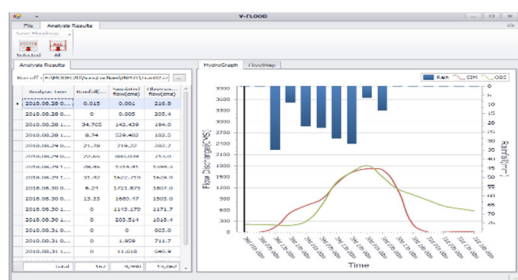
Sử dụng bộ thông số quá trình hiệu chỉnh kiểm định các trận lũ từ năm 2015–2019 được kết quả như sau:



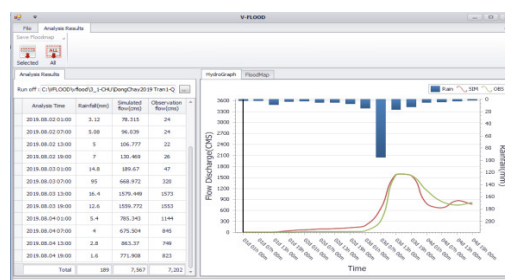
a. Đường quá trình lũ tính toán và thực đo từ ngày 2–5/VIII/2015.



b. Đường quá trình lũ tính toán và thực đo từ ngày 7–9/X/2017.



c. Đường quá trình lũ tính toán và thực đo từ ngày 28–30/VIII/2018.



d. Đường quá trình lũ tính toán và thực đo từ ngày 01–04/VIII/2019.

Hình 7. Đường quá trình mô phỏng và thực đo các trận lũ kiểm định 2015–2019.

Bảng 6. Kết quả đánh giá các chỉ số trận lũ kiểm định 2015–2019.

Năm	RMSE		MAE		r	NSE	Q _{max} (m ³ /s)	
	m ³ /s	%	m ³ /s	%			Tính toán	Thực đo
2015	53,33	20,36	409,8	15,64	0,93	0,50	2574	2620
2016	368,76	19,20	285,8	14,90	0,97	0,50	1941	1920
2017	159,86	15,60	119,7	12,40	0,90	0,74	988	965
2018	318,80	17,64	234,08	13,12	0,87	0,75	1722	1807
2019	146,40	9,30	98,125	6,23	0,97	0,93	1579	1573

Kết quả kiểm định các trận lũ cho thấy chỉ số NSE dao động từ 0,50–0,93 thuộc loại trung bình đến tốt, đối với trận lũ nhỏ chỉ số NSE ở mức khá và tốt, Đường quá trình lưu lượng mô phỏng và thực đo khá phù hợp về xu thế, sai số đỉnh lũ dao động từ 0,38–4,7%, Sai số đỉnh lũ giữa mô phỏng và thực đo là 0h, Các chỉ số quá trình kiểm định bộ thông số đều ở mức đạt.

3.2. Kết quả dự báo thử nghiệm trận lũ năm 2020

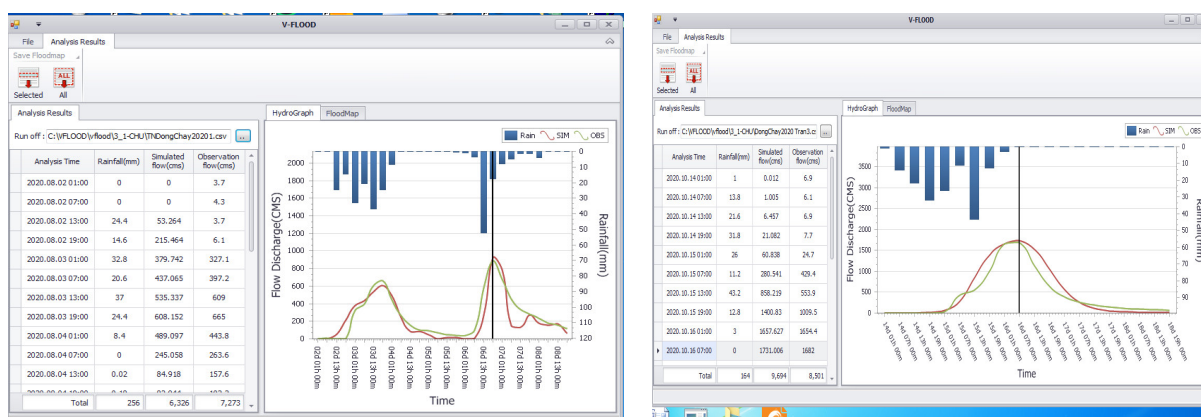
Tiến hành dự báo thử nghiệm cho các trận lũ năm 2020 cụ thể như sau:

a) Trận lũ từ ngày 02 đến 08 tháng 08 năm 2020

Từ ngày 02/08/2020–08/08/2020 chịu ảnh hưởng của dải hội tụ nhiệt đới, sau suy yếu thành rãnh áp thấp, từ ngày 05 hoạt động yếu dần, Riêng từ ngày 1 đến ngày 3 ảnh hưởng hoàn lưu bão số 2, Khoảng 2–3 ngày cuối, hội tụ gió trên cao được thiết lập và ảnh hưởng tới khu vực vùng núi, Thời tiết: Có nhiều ngày có mưa rào và dông, riêng các ngày từ 2–5 có mưa vừa, mưa to đến rất to, Các nơi trong tỉnh Bắc Giang, Lạng Sơn có mưa to đến rất to, lượng mưa phổ biến có từ 50–100 mm.

b) Trận lũ từ ngày 14 đến 18 tháng 10 năm 2020

Từ ngày 14/10/2020–18/10/2020 chịu ảnh hưởng áp cao lục địa có cường độ suy yếu; khoảng ngày 14/10 được tăng cường trở lại, sau có cường độ ổn định và suy yếu dần, Thời tiết: các ngày từ 14–16 có mưa vừa, mưa to, có nơi mưa rất to, Các nơi trong tỉnh Bắc Giang, Lạng Sơn có mưa to đến rất to, lượng mưa phổ biến có từ 50–100 mm.



a. Đường quá trình lũ tính toán và thực đo từ ngày 02–08/VIII/2020.

b. Đường quá trình lũ tính toán và thực đo từ ngày 14–18/X/2020.

Hình 8. Đường quá trình mô phỏng và thực đo các trận lũ dự báo thử nghiệm.

Bảng 7. Kết quả đánh giá các chỉ số trận lũ thử nghiệm 2020.

Năm	RMSE		MAE		r	NSE	Q _{max} (m ³ /s)	
	m ³ /s	%	m ³ /s	%			Tính toán	Thực đo
02–8/8/2020	108,954	12,31	73,725	8,33	0,909	0,79	926	885
14–18/10/2020	182,037	10,82	119,60	7,11	0,968	0,87	1731	1726

Kết quả dự báo thử nghiệm cho chỉ số NSE dao động từ 0,79–0,87 đạt loại khá, đường quá trình mô phỏng và thực đo khá phù hợp, Sai số đỉnh lũ dao động từ 0,30–4,6%, Sai số thời gian xuất hiện đỉnh lũ từ 0–3h, Các chỉ số đánh giá độ chính xác mô hình đều đạt.

Qua quá trình dự báo thử nghiệm các trận lũ năm 2020 cho thấy mô hình V-Flood mô phỏng khá tốt đường quá trình các trận lũ về xu thế, đỉnh lũ và thời gian xuất hiện đỉnh. Các chỉ số đánh giá độ chính xác mô hình đều đạt. Các kết quả nghiên cứu cho thấy mô hình V-Flood có khả năng ứng dụng vào dự báo lũ cho lưu vực sông Lục Nam, giúp các dự báo viên có thể sử dụng mô hình dùng làm công cụ dự báo lũ phục vụ địa phương [14].

4. Kết luận

Qua các kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình V-Flood và dự báo thử nghiệm cho thấy mô hình mô phỏng khá tốt xu thế đường quá trình thực đo. Chỉ số NSE thuộc loại khá và tốt, sai số đỉnh lũ nhỏ, sai số thời gian xuất hiện đỉnh mô phỏng và thực đo thuộc loại nhỏ, Các chỉ số đánh giá mô hình đều đạt. Nghiên cứu cũng chỉ ra việc ứng dụng mô hình dự báo đối với lưu vực sông Lục Nam hoàn toàn khả thi, có thể sử dụng trong dự báo tác nghiệp củng cố thêm cho các dự báo viên có độ tin cậy trong quá trình thực hiện nhiệm vụ chuyên môn. Tuy nhiên quá trình dự báo thử nghiệm chưa đánh giá được mô hình với các trận lũ trung bình và lũ lớn do năm 2020 trên lưu vực sông Lục Nam không xuất hiện lũ trung bình và lớn, vì vậy cần có những đánh giá thử nghiệm trong thời gian tới [15].

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: V.V.Q., V.T.T.; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: V.V.Q.; Xử lý số liệu: V.T.T., N.T.T., Đ.H.N., N.L.N.T.; Thiết lập mô hình: V.V.Q., V.T.T., H.V.H., N.T.T., Đ.H.N.; Ứng dụng thử nghiệm: V.V.Q., H.V.H., N.T.T., N.L.N.T., V.D.S.; Viết bản thảo luận bài báo: V.V.Q.; N.T.T.; Chỉnh sửa bài báo: V.V.Q.; N.T.T.

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Tài liệu tham khảo

1. Thuật, N.Đ. Nghiên cứu công nghệ dự báo và cảnh báo ngập lụt cho hệ thống sông Kỳ Cùng–Bằng Giang. Báo cáo tổng kết đề tài, 2018.
2. Công, T.N.; Anh, T.N.; Mai, Đ.T. Nghiên cứu xây dựng mô hình dự báo lũ sông Hoàng Long. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2019**, 698, 22–30.
3. Phần mềm K-Flood của cơ quan dự báo Hàn Quốc.
4. Mai, Đ.T. Nghiên cứu ứng dụng mô hình Wetspa và Hecras mô phỏng dự báo quá trình lũ trên sông Thu Bồn–Vu Gia. Báo cáo tổng kết đề tài, 2009.
5. Hồ sơ dự báo Đài Khí tượng Thủy văn khu vực tỉnh Bắc Giang.
6. Kiên, N.T. Nghiên cứu đánh giá, lựa chọn và hoàn thiện các phương án cảnh báo, dự báo lũ phù hợp cho các đơn vị dự báo địa phương ở miền Bắc. Báo cáo tổng kết đề tài, 2016.
7. Quân, V.V. Nghiên cứu ứng dụng mô hình V-Flood phục vụ dự báo lũ cho khu vực Đông Bắc. Áp dụng thí điểm cho lưu vực sông Lục Nam. Báo cáo tổng hợp đề tài, 2020.
8. Hoa, N.N.; An, N.L.; Trí, Đ.Q.; Đạt, T.T.; Mai, Đ.T.; Trường, Đ.Đ. Nghiên cứu phương pháp dự báo và cảnh báo hạn khí tượng thủy văn áp dụng cho khu vực Đắc Lắc, Tây Nguyên. *Tạp chí Khí tượng thủy văn* **2019**, 699, 30–41.
9. Ngọc, T.M. Ứng dụng mô hình SWAT tính toán kéo dài số liệu dòng chảy lưu vực sông Lục Nam. *Tạp chí Khoa học ĐHQG Hà Nội, Khoa học tự nhiên và công nghệ* **2009**, 25, 484–491.
10. Thái, T.H.; Trí, Đ.Q.; Tuyên, T.Đ.T.; Tâm, N.T.; Dịu, B.T. Áp dụng mô hình mike she kết hợp sản phẩm mưa dự báo ifs dự báo lưu lượng đến hồ lưu vực sông Trà Khúc–Sông Vệ. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2019**, 697, 1–12.
11. Phương, Đ.T.L. Nghiên cứu ứng dụng mô hình MIKE từng bước hoàn thiện công nghệ dự báo lũ sông Hồng–Thái bình. Luận văn Thạc sĩ khoa học, ĐH Khoa học Tự nhiên– ĐH Quốc gia Hà Nội, 2012.
12. Nash, J.E.; Sutcliffe, J.V. River flow forecasting through conceptual models part I–adiscussion of principles. *J. Hydrol.* **1970**, 10, 282–290.

13. Tiến, N.X.; Huân, L.H.; Ba, T.T. Ứng dụng hệ thống phân tích lũ tích hợp IFAS cảnh báo lũ thượng nguồn sông Nậm Non và Nậm Mộ, tỉnh Nghệ An. *Tap chí Khí tượng Thủy văn* **2018**, 688, 52–58.
14. Mai, Đ.T. Xây dựng hệ thống phân tích, giám sát cảnh báo, dự báo lũ, ngập lụt và hạn hán cho hệ thống sông Ba. Báo cáo tổng kết đề tài, 2013.
15. Thục, T. Xây dựng công nghệ tính toán dự báo lũ lớn hệ thống sông Hồng–Thái Bình. Đề tài cấp Bộ, 2011.

Study on application of V–flood flood forecast model in Luc Nam River basin, Bac Giang

Vu Van Quan^{1*}, Nguyen Thi Thuy², Ha Viet Hung³, Vu Thi Thu⁴, Nguyen Le Ngoc Thuy⁵, Dang Hong Nguyen⁶, Vu Duy Sau⁷

¹ Hydrometeorology Forecast Department–Northeast Hydrometeorological Station; vanquan@kttvdb.net

² Hydrometeorology Forecast Department–Northeast Hydrometeorological Station; nguyenthuy50v@gmail.com

³ Bac Giang Provincial Hydrometeorology Station–Northeastern Regional Hydrometeorological Station; haviethung@kttvdb.net

⁴ Department of Station Network Information and Hydrometeorology–Northeast Hydrometeorology Station; vuthithu@kttvdb.net

⁵ Department of Station Network Information and Hydrometeorology–Northeast Hydrometeorology Station; nguyenglengothuy@kttvdb.net

⁶ Department of Station Network Information and Hydrometeorology–Northeast Hydrometeorology Station; danghongnguyen@kttvdb.net

⁷ Department of Station Network Information and Hydrometeorology–Northeast Hydrometeorology Station; vuduysau@kttvdb.net

Abstract: In recent years, the area of Bac Giang province has been more and more seriously affected by floods, especially in the years 2001, 2008, 2010, and 2015 changes in the rainfall in Bac Giang province have caused serious flooding. And prolonged in Luc Nam, Luc Ngan, Son Dong districts, causing significant economic losses for the local people, Especially, the flood in 2008 on the Luc Nam river happened historic flood causing serious flooding in the basin. To meet the increasing requirements of flood forecasting and warning, it is necessary to apply modern models and tools to serve the forecasting work of the locality. The research results of the application of the V–Flood model to forecast floods in the Luc Nam river basin show that the flow is well simulated with the index of the Square Error (RMSE), the average absolute error (MAE), correlation coefficient (r) and Nash–Sufficient Efficient coefficient (NSE) are evaluated at the pass level during model calibration and testing. The found parameters of the model have been tested for flood forecast in 2020 to evaluate the applicability of the model to operational forecasting, Research methodology has helped forecasters have more useful tools in flood forecasting for local service.

Keywords: V–Flood; Flood analysis.

Bài báo khoa học

Nghiên cứu đánh giá chất lượng nước vùng tứ giác Long Xuyên và đề xuất các giải pháp quản lý bảo vệ nguồn nước

Huỳnh Phú^{1*}, Nguyễn Lý Ngọc Thảo², Huỳnh Thị Ngọc Hân³

¹ Trường Đại học Công nghệ TP Hồ Chí Minh, Hutech; h.phu@hutech.edu.vn;

² Viện Phát triển Công nghệ Môi trường và Tài nguyên nước Phú Mỹ; sandyngocthao1393@gmail.com;

³ Trường Đại học Tài Nguyên Và Môi Trường TP. Hồ Chí Minh; htnhan_ctn@hcmunre.edu.vn

*Tác giả liên hệ: h.phu@hutech.edu.vn; Tel.: +84-966687548

Ban Biên tập nhận bài: 2/12/2020; Ngày phản biện xong: 28/1/2021 Ngày đăng bài: 25/3/2021

Tóm tắt: Nghiên cứu này sử dụng chỉ số WQI để đánh giá diễn biến chất lượng nước mặt vùng Tứ giác Long Xuyên. Kết quả nghiên cứu đánh giá chất lượng nước mặt phía Tây Bắc khu vực Đồng bằng sông Cửu Long (An Giang, Kiên Giang và thành phố Cần Thơ), tập trung ở tỉnh Kiên Giang. Tính toán chỉ số WQI được thực hiện tại 15 vị trí trong vùng, với 12 đợt lấy mẫu, kết quả biểu diễn qua các thang màu theo Quyết định số 1460/QĐ-TCMT ngày 12 tháng 11 năm 2019 đã đưa ra những đánh giá hiện trạng, diễn biến chất lượng nước và các biện pháp bảo vệ môi trường nước, đóng góp vào phát triển nông nghiệp, thủy sản, dịch vụ và du lịch, khả năng sử dụng nước và các biện pháp kiểm soát ô nhiễm với từng đoạn sông trong từng lưu vực nhằm phát triển kinh tế-xã hội vùng Tứ giác Long Xuyên theo hướng hiệu quả, bền vững và tiết kiệm tài nguyên.

Từ khóa: Chỉ số WQI; Đồng Bằng Sông Cửu Long; Nguồn nước mặt; Quan trắc nguồn nước; Tứ Giác Long Xuyên.

1. Giới thiệu chung

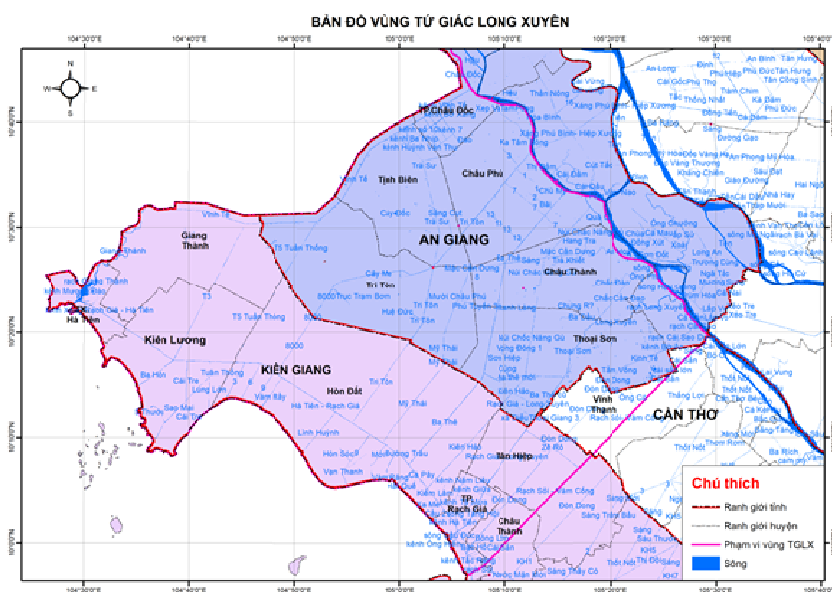
Tứ giác Long Xuyên (TGLX), một vùng đất hình tứ giác ở phía Tây vùng Đồng bằng sông Cửu Long nằm trên địa phận ba tỉnh thành Kiên Giang, An Giang và Cần Thơ. Bốn cạnh của tứ giác này là biên giới Việt Nam và Campuchia, vịnh Thái Lan, kênh Cái Sắn và sông Bassac (sông Hậu). Với tổng diện tích hơn 498.000 ha, TGLX là vùng trọng điểm sản xuất lúa, nuôi trồng thủy sản nước ngọt, nước lợ [1-4]. Là một vùng phát triển nông nghiệp quan trọng, sự gắn kết chặt chẽ với nguồn nước của vùng TGLX là không thể tránh khỏi những tác động đến chất lượng nước. Thực tế hiện nay, các công trình quản lý nước nơi đây gồm: Hệ thống kiểm soát lũ Tha La, Trà Sư và các công trình kiểm soát lũ dọc tuyến Quốc lộ N1 từ Châu Đốc đến Hà Tiên; hệ thống kiểm soát lũ ven sông Hậu; đê và hệ thống cống tiêu nước mưa, thoát lũ và kiểm soát mặn ven biển Tây; hệ thống quan trắc tài nguyên nước gồm: các trạm khí tượng, thủy văn; các trạm đo chất lượng nước, phù sa và điểm đo chất lượng nước theo đợt [5-8]. Tuy nhiên, công tác quản lý chủ yếu về nội dung kiểm soát lũ và mặn, việc đánh giá chất lượng môi trường nước của vùng còn nhiều bỏ ngỏ [9-12]. Để đóng góp vào công tác quản lý môi trường, kiểm soát ô nhiễm và sử dụng hợp lý nguồn nước phục vụ cho các mục đích khác nhau của vùng, mục đích của nghiên cứu là đánh giá chất lượng nước mặt phía Tây Bắc khu vực Đồng bằng sông Cửu Long (An Giang, Kiên Giang và thành phố Cần Thơ), tập trung ở tỉnh Kiên Giang thông qua việc sử dụng kết quả tính toán chỉ số WQI tổng, từ đó đề xuất các giải pháp bảo vệ môi trường nước hiệu quả và phù hợp.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Khu vực nghiên cứu

Tứ giác Long Xuyên nằm ở phía Tây vùng đồng bằng sông Cửu Long nằm trên địa phận ba tỉnh thành Kiên Giang, An Giang và Cần Thơ. Bốn cạnh của tứ giác này là biên giới Việt Nam và Campuchia, vịnh Thái Lan, kênh Cái Sắn và sông Bassac (sông Hậu). Tọa độ giới hạn của vùng là từ 9°57' N–10°12' N và từ 104°40' E–105°35' E (Hình 1). Phía Bắc và Tây Bắc là biên giới Việt Nam và Campuchia; phía Đông là sông Hậu; phía Nam và Đông Nam là QL 80 (kênh Cái Sắn) từ ngã ba Lộ Tẻ đến TP. Rạch Giá; phía Tây và Tây Bắc giáp với Vịnh Thái Lan.

TGLX có thể xem là “túi nước” khổng lồ của ĐBSCL, có khả năng hấp thu, tạm trữ một khối lượng nước khổng lồ để điều hòa dòng chảy, giảm ngập lụt cho vùng giữa trong mùa lũ và bổ sung dòng chảy nước ngọt vào mùa khô, cân bằng mặn và ngọt cho vùng ven biển. Với những đặc thù này, 2 tiểu vùng có lợi thế cực lớn để phát triển nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản nước ngọt. Tổng diện tích tự nhiên của vùng TGLX là 498.141 ha với dân số khoảng 1,6 triệu người, trong đó: tỉnh An Giang 245.084 ha (chiếm 49,20%), tỉnh Kiên Giang 237.879 ha (chiếm 47,75%) và TP. Cần Thơ 15.178 ha (chiếm 3,05%) [4,13]. Để khai thác tiềm năng TGLX, Chính phủ và các địa phương đã triển khai nhiều chương trình lớn. Trong cuộc khai hoang, vỡ đất ấy, hàng loạt kênh đào để rửa phèn, thoát lũ ra biển Tây kết hợp xây công ngăn mặn; di dân cấp đất, hỗ trợ tài chính phát triển sản xuất... đã tạo nên sức sống mới cho vùng TGLX.



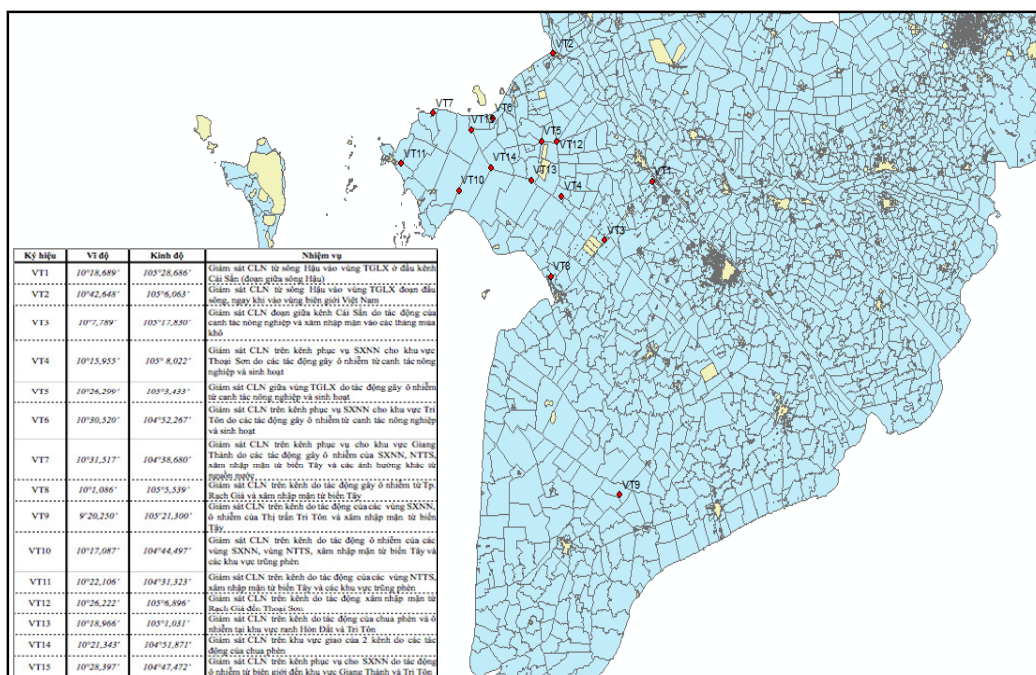
Hình 1. Minh họa ranh giới hành chính vùng TGLX.

2.1. Phương pháp quan trắc, đo đạc và phân tích

Đo đạc, theo dõi và phân tích có chọn lọc theo hệ thống cho 15 vị trí đại diện trong hình 2, phân bố đều trên các kênh, rạch chính của đối tượng nghiên cứu cho các thông số hóa lý toàn phần qua 12 đợt quan trắc trong hệ thống thủy lợi Tứ Giác Long Xuyên năm 2018.

2.2. Phương pháp kế thừa thu thập số liệu

Kế thừa các số liệu quan trắc môi trường nước trên địa bàn, tìm hiểu lịch sử về diễn biến môi trường nước, thông tin các sông, hồ trên địa bàn nhằm sàng lọc, chọn ra các thông số quan trọng phục vụ cho quá trình tính toán thông số WQI.



Hình 2. Bản đồ thể hiện 15 vị trí quan trắc năm 2018.

2.3. Phương pháp thống kê, tổng hợp số liệu và xử lý số liệu

Thống kê, tập hợp số liệu qua “Báo cáo hiện trạng môi trường” qua các năm hay “Báo cáo quan trắc môi trường” để đánh giá chất lượng nước (CLN) trong thời gian tính toán. Xử lý số liệu bằng cách chọn lọc các thông số chính cần tính toán WQI, đổi các chỉ số ra đơn vị cần tính toán.

2.4. Phương pháp phân tích và so sánh

Đánh giá tải lượng ô nhiễm theo Thông tư 76/2017/BTNMT và so sánh với Quyết định 1460/QĐ-TCMT của Tổng cục Môi trường và QCVN 08:2015/TNMT.

2.5. Phương pháp tính toán chỉ số WQI

Theo Quyết định số 1460/QĐ-TCMT ngày 12 tháng 11 năm 2019: chỉ số chất lượng nước của Việt Nam (viết tắt là VN-WQI) là chỉ số được tính toán từ các thông số quan trắc chất lượng nước mặt ở Việt Nam, dùng để mô tả định lượng về chất lượng nước và khả năng sử dụng của nguồn nước đó, được biểu diễn qua một thang điểm. Chỉ số chất lượng nước được tính theo thang điểm (khoảng giá trị WQI) tương ứng với biểu tượng và các màu sắc để đánh giá chất lượng nước đáp ứng cho nhu cầu sử dụng (Bảng 1).

Bảng 1. Bảng đánh giá chỉ số chất lượng nước.

Khoảng giá trị WQI	Chất lượng nước	Màu sắc	Mã màu RGB
91–100	Rất tốt	Xanh nước biển	51;51;255
76–90	Tốt	Xanh lá cây	0;228;0
51–75	Trung bình	Vàng	255;255;0
26–50	Xấu	Da cam	255;126;0
10–25	Kém	Đỏ	255;0;0
< 10	Ô nhiễm rất nặng	Nâu	126;0;35

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Thông số pH

pH là một trong các thông số hóa lý, kết quả giá trị pH qua 12 đợt quan trắc trong năm 2018 tại 15 vị trí dao động từ 5,12–8,38 và từ đợt 1 (01/01/2018) đến đợt 11 (01/06/2018) các giá trị đều trong ngưỡng pH trung tính và đạt giới hạn cho phép (GHCP) của QCVN 08–MT:2015/BTNMT (cột A1 và B1). Riêng trong đợt 12 (15/06/2018) có 3 vị trí VT10, VT13 và VT14 giá trị pH đã giảm dưới ngưỡng cột B1 ($< 5,5$) (Hình 3). Thông số pH nước mặt trong hệ thống thủy lợi TGLX khá ổn định tại các vị trí quan trắc theo thời gian và giữa các vị trí quan trắc, hầu hết đều trong giới hạn cho phép của QCVN 08–MT:2015/BTNMT (cột A1 và B1); tình hình chua phèn được kiểm soát cả trong mùa khô và đầu mùa mưa, đảm bảo phục vụ tốt đa mục tiêu nói chung, bảo tồn động thực vật thủy sinh.

Tuy nhiên, từ giữa đến cuối tháng 6 do những cơn mưa lớn đầu mùa đã hòa tan muối phèn từ các cánh đồng, khu vực đào ao NTTS có đất phèn ở tầng nông, tầng sâu và rửa trôi xuống kênh (kênh T5, kênh Tri Tôn, kênh Mỹ Thái và kênh Tám Ngàn) nên vẫn xảy ra tình trạng nguồn nước bị chua phèn cục bộ tại một số khu vực thuộc huyện Kiên Lương, Hòn Đất và Tri Tôn.

3.2. Thông số chất rắn lơ lửng TSS

Hàm lượng TSS tại vùng TGLX dao động từ 18,6–91,3mg/l, hầu hết các giá trị vượt GHCP so với cột A1 và B1 của QCVN 08–MT:2015/BTNMT về chất lượng nước mặt. Qua đó chứng tỏ nguồn nước trong vùng đã bị ảnh hưởng của hàm lượng cặn không tan (Hình 4). Giá trị TSS khu vực thu mẫu hầu hết có giá trị $> 50\text{mg/l}$, có xu hướng cao hơn so với năm 2017. Nguyên nhân hàm lượng cặn lơ lửng trong khu vực cao là do các hoạt động giao thông thủy, các chất thải từ SXNN và NTTS. Ngoài ra, tình trạng sạt lở bờ kênh cũng là một nguyên nhân làm tăng hàm lượng cặn không tan trong nước.

3.3. Thông số oxy hoà tan DO

Kết quả quan trắc DO của 12 đợt quan trắc năm 2018 tại 15 vị trí hầu hết đều nằm trong giới hạn QCVN 08–MT:2015/BTNMT (Cột A1 và B1), chỉ 1 vài thời điểm không đảm bảo Quy chuẩn; giá trị DO trong vùng là tương đối tốt và dao động từ 1,76–6,90 mgO₂/l (Hình 5). Tại các vị trí VT3, VT5, VT8, VT12 và VT14 có những thời điểm thu mẫu hàm lượng oxy hòa tan trong nước thấp hơn 3 mgO₂/l. Đặc biệt tại vị trí VT14 tại đây các hộ dân xả chất thải sản xuất tiểu thủ công nghiệp ra kênh dẫn ngay tại khu vực nên tình trạng ô nhiễm hữu cơ lớn. Kết quả DO trong toàn vùng không cao vì toàn bộ hệ thống kênh rạch đều đóng vai trò “chịu tải” từ chất thải sinh hoạt và sản xuất của người dân.

3.4. Thông số BOD₅

Hàm lượng BOD₅ tại khu vực có giá trị dao động thấp từ 2,05–7,03 mgO₂/l vượt so với giới hạn cho phép của Quy chuẩn từ 1–1,76 lần so với cột A1 nhưng vẫn nằm trong giới hạn cho phép cột B1 của QCVN 08–MT:2015/BTNMT (Hình 6). Các kết quả phân tích cho thấy giá trị BOD₅ tương đối thấp và không có sự khác biệt nhiều giữa các vị trí quan trắc cũng như thời điểm quan trắc. Đồng thời, giá trị BOD₅ có xu thế cao trong tháng 4 và tháng 5. Nhìn chung, chất lượng nguồn nước đảm bảo cung cấp cho tưới tiêu, thủy lợi,... nhưng không đảm bảo cấp nước cho sinh hoạt của người dân.

3.5. Thông số COD

Kết quả quan trắc COD của 12 đợt quan trắc năm 2018 tại 15 vị trí hầu hết đều nằm trong giới hạn QCVN 08–MT:2015/BTNMT (Cột A1 và B1), chỉ 1 vài thời điểm quan trắc tại vị trí VT7 và VT11 vượt GHCP A1 (Hình 7).

Giá trị COD trong vùng thực hiện dao động từ 4,57–17,39 mg/l. Các kết quả phân tích cho thấy khá tương đồng với các giá trị BOD₅ đều tương đối thấp và không có sự khác biệt nhiều giữa các vị trí quan trắc cũng như thời điểm quan trắc, chỉ có 1 vài thời điểm vượt GHCP của cột A1. Nhìn chung, chất lượng nguồn nước đảm bảo cung cấp cho sinh hoạt, sản xuất nông nghiệp, nuôi trồng thủy sản...

3.6. Thông số Amoni

Hàm lượng Amoni thu được trong vùng dao động từ 0,005–0,266mg/l. Nhìn chung NH₄⁺ khá thấp đều nằm dưới ngưỡng cột A1 của QCVN 08–MT:2015/BTNMT. Với hàm lượng Amoni còn khá thấp như trên chứng tỏ nguồn nước trong khu vực chưa có dấu hiệu của hiện tượng phú dưỡng hóa kênh, rạch (Hình 8).

3.7. Thông số Phosphat

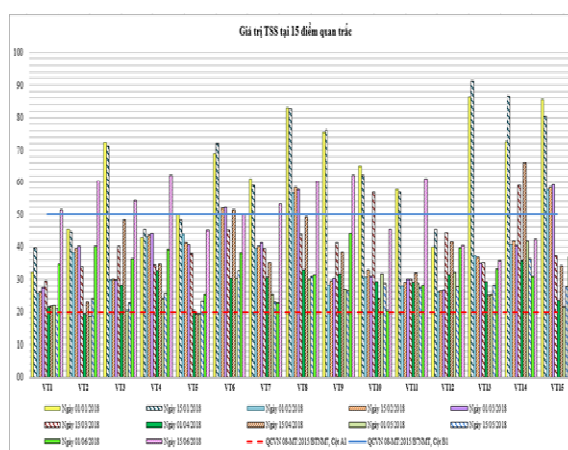
Kết quả quan trắc PO₄³⁻ của 12 đợt quan trắc tại 15 vị trí nhìn chung ít có sự sai khác nhau về giá trị và vị trí và thời điểm quan trắc; các giá trị đều trong GHCP của QCVN 08–MT:2015/BTNMT (Cột A1). Hàm lượng PO₄³⁻ trong vùng dao động từ 0,002–0,061 mg/l (Hình 9).

3.8. Thông số Fe tổng

Trong nước, sắt có thể tồn tại dưới dạng Fe²⁺, Fe³⁺ và trong các hợp chất hữu cơ hòa tan hay không hòa tan. Hàm lượng các muối sắt hòa tan trong nước tỷ lệ nghịch với pH, khi pH càng cao các muối hòa tan của sắt (II) càng thấp. Do đó, khi quá trình quang hợp của thực vật phù du trong nước xảy ra mạnh làm pH của nước tăng, sắt trong nước hầu như không có (Hình 10). Nhìn chung, giá trị Fe_{TS} có xu hướng tăng dần từ tháng 1 đến cuối tháng 5 và từ đầu đến giữa tháng 6 giá trị Fe_{TS} có xu hướng giảm mạnh. Giá trị sắt tổng biến đổi phức tạp theo thời gian và có xu hướng cao vào thời gian 15/4; 1/5 và 15/5. Nguyên nhân là do các cơn mưa lớn trái mùa phèn được rửa trôi từ trong đất ra nguồn nước làm cho hàm lượng sắt tổng trong nước tăng lên; riêng trong tháng 6 kết quả quan trắc Fe_{TS} hầu hết đều đạt QCVN 08–MT:2015/BTNMT (Cột A1 và B1).



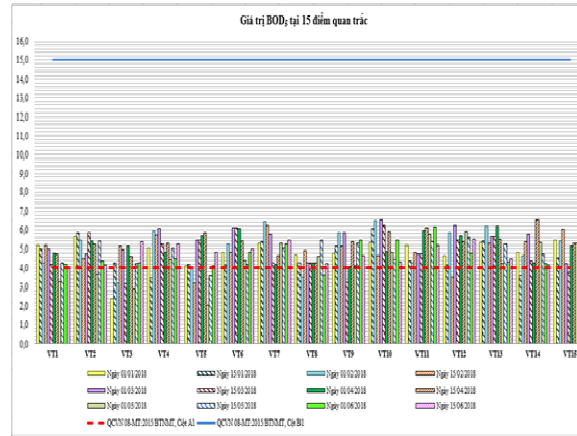
Hình 3. Giá trị pH.



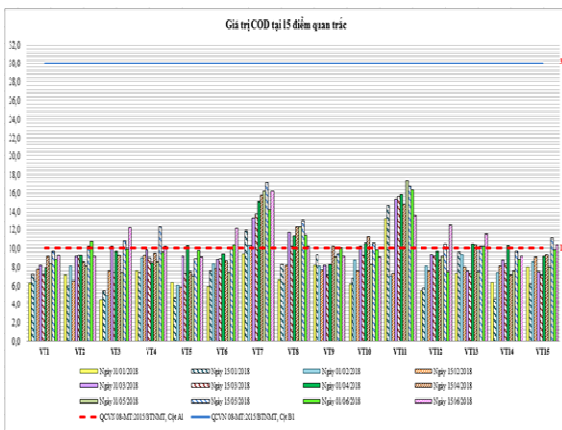
Hình 4. Tổng số chất rắn TSS (mg/l).



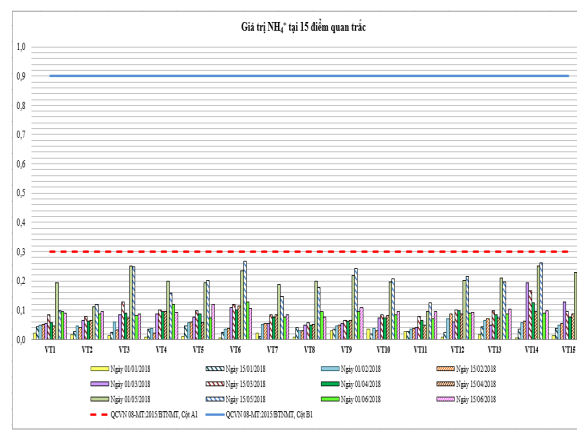
Hình 5. Hàm lượng Oxy hòa tan (mg/l).



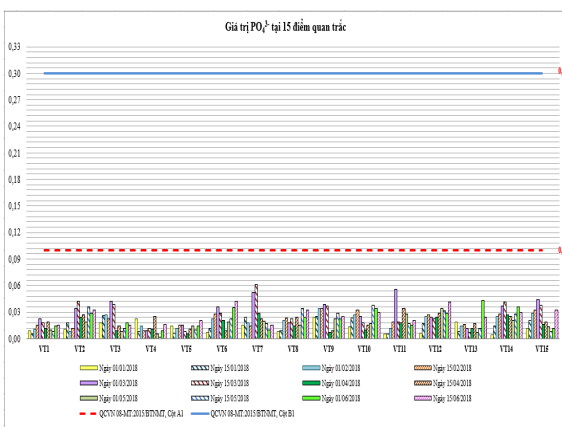
Hình 6. Hàm lượng BOD₅ (mg/l).



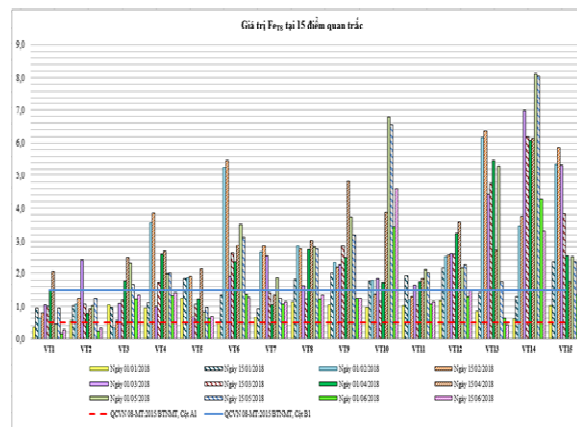
Hình 7. Hàm lượng COD (mg/l).



Hình 8. Hàm lượng NH₄⁺ (mg/l).



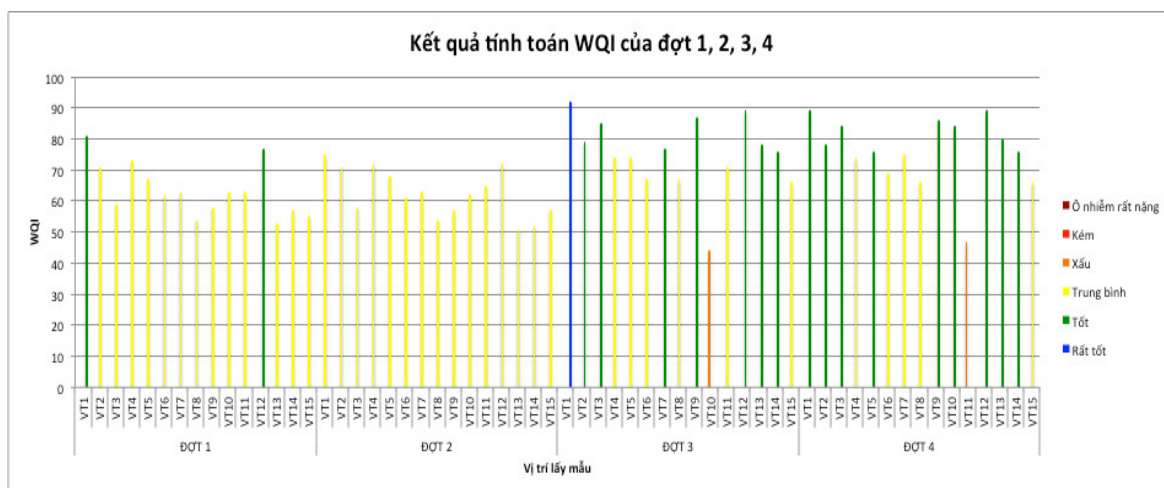
Hình 9. Hàm lượng Phốtphat (mg/l).



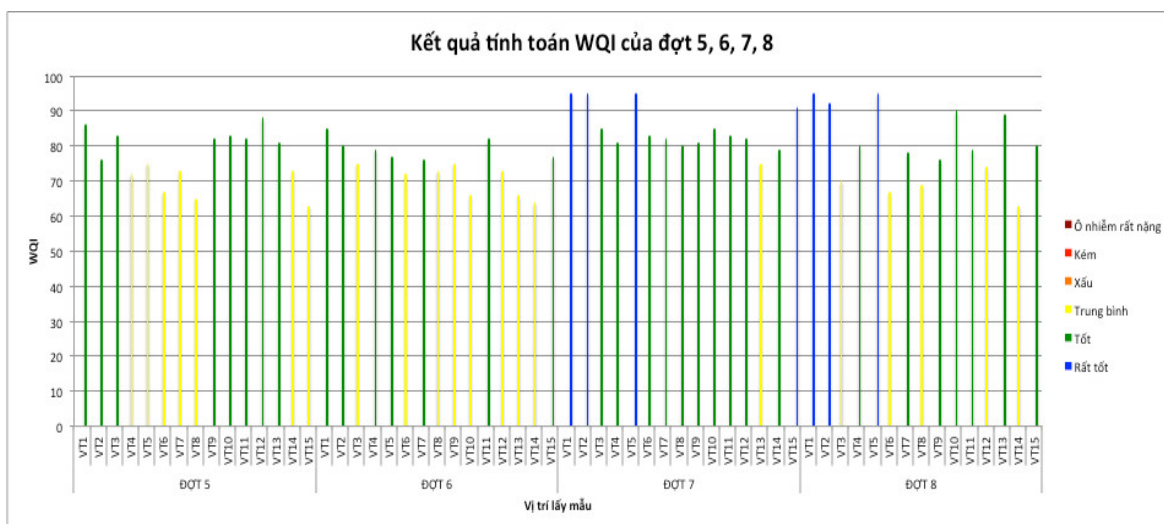
Hình 10. Biểu đồ hàm lượng Fe.

3.9. Kết quả tính WQI từ các số liệu thu thập phân tích chất lượng nước vùng TGLX trong năm 2018

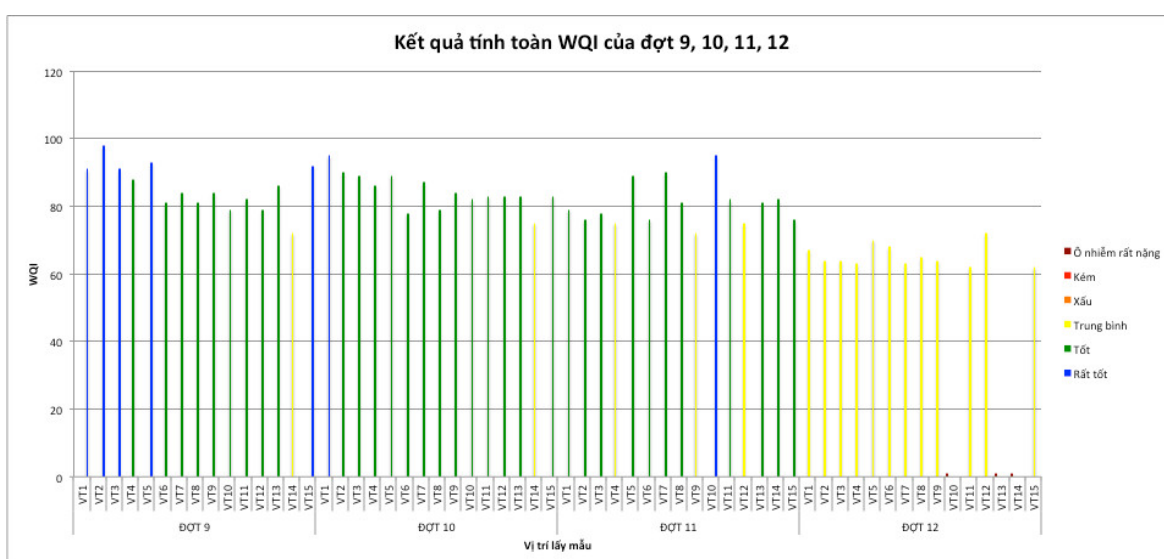
Kết quả tính toán WQI được thể hiện trên các hình 11 đến hình 13.



Hình 11. Biểu đồ kết quả màu của chỉ tiêu WQI tổng trong đợt 1, 2, 3, 4.



Hình 12. Biểu đồ kết quả màu của chỉ tiêu WQI tổng trong đợt 5, 6, 7, 8.



Hình 13. Biểu đồ kết quả màu của chỉ tiêu WQI tổng trong đợt 9, 10, 11, 12.

Từ giá trị WQI tính toán được dựa trên các kết quả phân tích mẫu quan trắc cho thấy, CLN tại vùng TGLX có xu hướng thay đổi theo chiều hướng tích cực, các giá trị WQI-tổng

tại các vị trí cao. Giá trị chỉ số WQI-tổng thu được ở mức phù hợp sử dụng cho mục đích tưới tiêu, thủy lợi,... và cấp nước cho mục đích sinh hoạt có cần các biện pháp xử lý. Tuy nhiên, chỉ tại một số vị trí vào giữa tháng 06/2018 có giá trị WQI-tổng khá thấp (ở mức độ ô nhiễm nặng) là do ảnh hưởng của chỉ tiêu WQI-TSS và nhất là WQI-pH = 1 (do pH thấp dưới 5,5). Vào thời điểm này nguồn nước cần có biện pháp xử lý phù hợp để đưa vào mục đích cấp cho sinh hoạt, tưới tiêu hay cấp nước cho nuôi trồng thủy sản.

Theo các số liệu phân tích từ thu mẫu quan trắc thì nguồn nước diễn biến xấu đi do nhiễm phèn (vị trí VT10, VT13, VT14), ô nhiễm chất rắn lơ lửng (VT10, VT11) và DO một vài thời điểm quan trắc khá thấp (tuy nhiên trọng số trong công thức tính toán WQI-DO nhỏ nên ảnh hưởng không đáng kể đến chỉ số WQI-tổng). Đây là cảnh báo đối với các nhà quản lý phải có biện pháp thực hiện thau chua rửa phèn và có biện pháp tiêu thoát hợp lý để đảm bảo chất lượng nguồn nước cung cấp.

3.10. Đề xuất các giải pháp bảo vệ nguồn nước hiệu quả

Từ kết quả tính toán WQI tổng cho thấy nguồn nước cần chú ý ở các vị trí VT10, VT 11, VT13, VT14 của vùng có diễn biến xấu do ô nhiễm phèn, chất rắn lơ lửng. Bài báo đề xuất một số giải pháp bảo vệ nguồn nước cụ thể phù hợp như sau:

Tăng cường công tác quan trắc môi trường, đặc biệt là quan trắc nước mặt. Đối với nhiệm vụ đánh giá và bảo vệ môi trường nước sông, kênh mương, thì áp dụng quy chuẩn chất lượng nước mặt (QCVN 08:2015), áp dụng tính chỉ số đánh giá chất lượng nước WQI theo Quyết định số 1460/QĐ-TCMT ngày 12/11/2019 của Tổng cục Môi trường.

Chuyển đổi cơ cấu nông nghiệp trong cây trồng, thay cây trồng sử dụng nhiều nước sang đối tượng cây trồng cạn sử dụng ít nước nhưng vẫn mang lại hiệu quả kinh tế cao. Ứng dụng công nghệ tưới tiêu tiết kiệm nước, xây dựng mô hình trữ nước ngọt với vi mô khác nhau. Cần đầu tư xây dựng kênh, mương rửa phèn, thoát lũ ra biển kết hợp xây công ngăn mặn.

Thống nhất cơ chế về thu thập và chia sẻ thông tin cơ sở dữ liệu về tài nguyên nước mặt, nước ngầm và khai thác sử dụng nguồn nước phục vụ sinh hoạt, sản xuất. Đồng thời, xây dựng kế hoạch sử dụng nước và phương án sử dụng nước luân phiên khi xảy ra hạn hán, thiếu nước. Giám sát thường xuyên và đưa ra giải pháp kịp thời việc sử dụng và xử lý kịp thời chất lượng nước tại các vị trí VT12, VT13, VT 14. Phối hợp quản lý, vận hành hệ thống các công trình thủy lợi trong vùng đồng bộ, hiệu quả, tuyên truyền vận động cộng đồng tham gia quản lý, sử dụng tài nguyên nước tiết kiệm, hợp lý, không gây ô nhiễm nguồn nước. Việc thỏa thuận hợp tác quản lý nước vùng TGLX của các địa phương sẽ giúp vừa quản lý tốt nguồn nước, bảo vệ môi trường, vừa đáp ứng đa mục tiêu và thích ứng với biến đổi khí hậu, phát triển bền vững vùng sản xuất trọng điểm này trong điều kiện biến đổi khí hậu hiện nay.

Rà soát nhu cầu về nước ngọt, mặn và lợ theo nhu cầu canh tác của từng vùng, từng loại hệ sinh thái tự nhiên ở từng tiểu vùng. Từ đó, bổ sung quy hoạch hệ thống thủy lợi toàn vùng phù hợp để đáp ứng nhu cầu sử dụng tài nguyên nước của từng tiểu vùng sản xuất. Quy hoạch không gian hấp thu, trữ lũ, thoát lũ, kiểm soát mặn của vùng TGLX. Công tác xây dựng hệ thống các công trình thủy lợi cần tôn trọng quy luật thủy văn, không gây cản trở dòng chảy để dòng chảy, phù sa, nguồn lợi thủy sản liên thông. Liên kết kiểm soát ô nhiễm, bảo vệ môi trường đáp ứng các yêu cầu tiêu chuẩn xanh trong phát triển các ngành sản xuất. Xây dựng kế hoạch quản lý, khai thác, sử dụng nguồn nước trên cơ sở tích hợp các nội dung quy hoạch tài nguyên nước của từng tỉnh trong quy hoạch tài nguyên nước vùng.

Công tác quản lý môi trường, từ chủ trương đến thực hiện phải thống nhất, cụ thể theo kế hoạch, lộ trình hàng năm. Thành lập các tổ thu gom rác các hộ sống ven sông, kênh, mương, nghiêm cấm mọi hành vi xả rác xuống sông, kênh, mương. Tuyên truyền, vận động và phổ biến, quán triệt Luật Tài nguyên nước và tăng cường công tác nâng cao nhận thức về BVMT và phát triển bền vững cho cộng đồng. Bên cạnh việc thu phí, thuế, xử phạt cũng cần phải hỗ trợ bằng việc thành lập quỹ hỗ trợ môi trường với mục đích hỗ trợ vốn cho các cơ sở, doanh nghiệp chủ đủ kinh phí xây dựng, cải thiện và nâng cấp hệ thống xử lý nước thải.

4. Kết luận

Bài báo trình bày tính cấp thiết nghiên cứu chất lượng nước vùng Tứ giác Long Xuyên, từ công tác phân tích đo đạc, quan trắc và phân tích các chỉ tiêu hóa lý. Tính toán WQI, vẽ các biểu đồ thể hiện kết quả màu của chỉ tiêu WQI tổng trên 15 vị trí là những vùng trọng tâm của sản xuất nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản trong vùng. Qua 12 đợt cho thấy phần lớn đạt dãy xanh lá cây và vàng (CLN tốt và trung bình), một số vị trí ở đợt 7, 8, 9 đạt đến dãy màu xanh nước biển (CLN rất tốt). Tuy nhiên, các vị trí VT10, VT11, VT13, VT14 có nguy cơ ô nhiễm và tích lũy ô nhiễm gây ảnh hưởng xấu đến chất lượng nước.

Trong vùng nghiên cứu, đề cải thiện chất lượng nước tại các kênh Cái Sắn, cuối đoạn kênh Rạch Giá–Long Xuyên và khu vực giao kênh 10 Châu Phú, kênh ranh An Giang–Kiên Giang cần có lịch trình vận hành các công trình thủy lợi hợp lý, theo điều kiện thực tế để dòng nước kênh thoát khỏi tình trạng tù đọng, không tạo dòng chảy và tích lũy ô nhiễm trong thời gian mùa khô (nhất là các tháng 2, tháng 3 và tháng 4).

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: H.P., N.L.N.T.; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: H.P., N.L.N.T.; Xử lý số liệu: H.P., N.L.N.T., H.T.N.H.; Phân tích mẫu: H.P., N.L.N.T.; Lấy mẫu: H.P., N.L.N.T.; Viết bản thảo bài báo: H.P., H.T.N.H.; Chỉnh sửa bài báo: H.P., H.T.N.H., N.L.N.T.

Lời cảm ơn: Bài báo được hoàn thành từ kết quả thực hiện đề tài “Nghiên cứu đánh giá chất lượng nước Tứ giác Long Xuyên theo WQI và đề xuất các biện pháp bảo vệ môi trường nước”. Viện Phát triển Công nghệ Môi trường và Tài nguyên nước Phú Mỹ.

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Tài liệu tham khảo

1. Cục thống kê tỉnh An Giang. Niên giám thống kê tỉnh An Giang năm 2016.
2. Cục thống kê Thành phố Cần Thơ. Niên giám thống kê Thành phố Cần Thơ năm 2017.
3. Cục thống kê tỉnh Kiên Giang. Niên giám thống kê tỉnh Kiên Giang năm 2017.
4. Một số thông tin về vùng Tứ giác Long Xuyên. https://vi.wikipedia.org/wiki/Tứ_giác_Long_Xuyên
5. Lài, H. Trên 1.000ha lúa Hè Thu bị thiệt hại do nước lũ và sâu bệnh, Kiên Giang, 2018. <https://www.kiengiang.gov.vn/trang/TinTuc/18/3657/Tren-1.000ha-lua-he-thu-bi-thiet-hai-do-nuoc-lu-va-sau-benh.html%20%5b9>
6. Kỳ, N.M. Quan trắc và đánh giá xu hướng biến động chất lượng nước hạ lưu sông Cu Đê, Thành phố Đà Nẵng. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ* 2014, 03, 7. <https://sj.ctu.edu.vn/ql/docgia/tacgia-11810/baibao-4323.html>
7. Phát triển đa mục tiêu vùng Tứ giác Long Xuyên. <https://baocantho.com.vn/phat-trien-da-muc-tieu-tu-giac-long-xuyen-a95349.html>
8. Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh Kiên Giang. Báo cáo sơ kết tình hình sản xuất lúa Đông Xuân 2017–2018 của tỉnh Kiên Giang, 2018.
9. Thanh, T.V. 2015. Nghiên cứu đánh giá các tác động tích cực và những tồn tại, đề xuất các giải pháp để nâng cao hiệu quả kinh tế-xã hội và môi trường của hệ thống công trình kiểm soát lũ vùng Tứ Giác Long Xuyên. Đề tài cấp Nhà nước KC08.20/11–15, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, Việt Nam, 2015.
10. Thông tấn xã Việt Nam. Kiên Giang chủ động đối phó với xâm nhập mặn vào nội đồng, Kiên Giang, 2018.

<https://www.mard.gov.vn/Pages/kien-giang-chu-dong-doi-pho-voi-man-xam-nhap-vao-noi-dong.aspx>.

11. Tổng cục Thủy lợi. ĐBSCL Khô hạn và xâm nhập mặn diễn biến bất thường. Đồng bằng sông Cửu Long, 2018. <http://www.tongcucthuyloi.gov.vn/Tin-tuc-Su-kien/catid/12/item/3518/dbscl-kh-o-han-va-xam-nhap-man-dien-bien-bat-thuong>.
12. Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam. Báo cáo nguồn nước, dự báo xâm nhập mặn vùng Đồng bằng sông Cửu Long và đề xuất giải pháp chống hạn, 2018.
13. Một số thông tin về địa lí Việt Nam. <https://www.asean2020.vn/>.

Assessment of water quality in Long Xuyen quadrangle and measures for the protection of local water resources

Huynh Phu^{1*}, Nguyen Ly Ngoc Thao², Huynh Thi Ngoc Han³

¹ Ho Chi Minh City University of Technology (HUTECH); h.phu@hutech.edu.vn;

² Institute of Environmental Technology Development & Water Resources Phumy; sandyngocthao1393@gmail.com;

³ Ho Chi Minh City University of Natural Resources and Environment; hahnhan_ctn@hcmunre.edu.vn;

Abstract: This study uses WQI index to evaluate the changes of surface water quality in the Long Xuyen Quadrangle. The paper presents the results of surface water quality assessment in the Northwest Mekong Delta region (An Giang, Kien Giang and Can Tho city), focusing on Kien Giang region based on the WQI index calculation. WQI index calculation was performed on 15 locations in the region, with 12 sampling sessions. WQI index calculation results are represented through the color scales according to Decision No. 1460/QĐ-TCMT dated 12 November 2019, which help us to make an assessment of the current state and evolution of water quality; from there, we build measures that effectively protect the water environment, contribute to the development of agriculture, fisheries, services and tourism, water availability and pollution control measures for each river section in each basin in order to develop socio-economic condition of Long Xuyen Quadrangle in the direction of efficiency, sustainability and saving resources.

Keywords: Long Xuyen Quadrangle; Mekong Delta; Surface water sources; WQI index; Water source monitoring.

Nghiên cứu cải tiến hệ thống truyền tin và tự động hóa cho các thiết bị đo mưa, gió thủ công trên khu vực đồng bằng Bắc bộ

Nguyễn Hữu Tài^{1*}, Đào Văn Sản², Nguyễn Hồng Hạnh³

¹ Trung tâm Quan trắc khí tượng thủy văn; taikttv@gmail.com

² Đài khí tượng Thủy văn khu vực đồng bằng Bắc Bộ; sandaovankttv@gmail.com

³ Đài khí tượng Thủy văn khu vực đồng bằng Bắc Bộ; hanh1983hn@yahoo.com

* Tác giả liên hệ: taikttv@gmail.com; Tel: +84-915595773

Ban Biên tập nhận bài: 16/11/2020; Ngày phản biện xong: 17/01/2021; Ngày đăng: 25/02/2021

Tóm tắt: Thời gian qua, những hiện tượng thời tiết bất thường và khắc nghiệt ở Việt Nam diễn biến ngày càng phức tạp. Trước tình hình này, yêu cầu về số liệu quan trắc đòi hỏi phải chính xác, kịp thời. Theo Chiến lược phát triển ngành Khí tượng Thủy văn (KTTV) đến năm 2020, quan điểm nhà nước ta đối với ngành là: phát triển đồng bộ theo hướng hiện đại hoá; lấy việc đầu tư cho khoa học, công nghệ và đào tạo nguồn nhân lực làm giải pháp chủ yếu để phát triển trên cơ sở kế thừa và phát huy tối đa nguồn lực hiện có; khai thác triệt để thành tựu khoa học, công nghệ trong nước, đồng thời ứng dụng chọn lọc những thành tựu khoa học công nghệ tiên tiến trên thế giới. Triển khai thực hiện Chiến lược trên, mạng lưới quan trắc và công nghệ quan trắc đo đạc đã và đang từng bước được hiện đại hóa. Đã và đang mạnh dạn tiến hành một số nghiên cứu nhằm nâng cao chất lượng phục vụ của mạng lưới trạm quan trắc khí tượng, thủy văn, môi trường. Trong số những nghiên cứu đó có Nghiên cứu cải tiến hệ thống truyền tin và tự động hóa cho các thiết bị đo mưa, gió thủ công.

Từ khóa: Tích hợp thiết bị thủ công; Bán tự động thiết bị đo mưa; Đo gió.

1. Mở đầu

Hiện nay, đa phần các nước có hệ thống các trạm khí tượng tự động với độ chính xác cao và cấu hình linh hoạt giúp các cơ quan khí tượng thu thập số liệu kịp thời cho các mô hình dự báo. Việc ứng dụng các công nghệ và thiết bị tiên tiến trong đo đạc thu thập số liệu đo gió, đo mưa hiện đại, thu thập số liệu theo thời gian thực đã nâng cao chất lượng dự báo và phòng tránh, giảm nhẹ thiên tai mang lại phát triển kinh tế xã hội bền vững.

Công nghệ thông tin liên lạc với những tiến bộ vượt bậc đã được sử dụng rộng rãi trong Ngành KTTV trên thế giới. Mạng viễn thông toàn cầu (GTS) của Tổ chức Khí tượng thế giới đã được cải tổ và ứng dụng những công nghệ mới bảo đảm liên lạc tối ưu giữa các trung tâm KTTV trên thế giới. Các trung tâm khí tượng thế giới và khu vực đều có nhiều đường truyền băng thông rộng và tốc độ cao. Những công nghệ viễn thông mới như Internet, vi ba và vệ tinh thu thập được số liệu tức thời từ trạm KTTV ở bất kỳ địa điểm nào. Công nghệ thông tin liên lạc mới cũng cho phép cung cấp thông tin KTTV cho nhiều đối tượng kịp thời với nhiều dạng thức khác nhau từ truyền thống đến dạng số hoá.

Đến năm 2020, mạng lưới quan trắc khí tượng thủy văn có mật độ trạm tương đương với các nước phát triển và tự động hóa trên 90% số trạm quan trắc, đồng thời tăng cường các hệ thống đo đạc từ xa, bảo đảm theo dõi liên tục các biến động về thời tiết, khí hậu, tài nguyên nước, đáp ứng đầy đủ dữ liệu cho dự báo khí tượng thủy văn theo phương pháp tiên tiến và các nhu cầu khác. Hiện đại hóa và tự động hóa hệ thống thông tin truyền dẫn số liệu

khí tượng thủy văn, nâng cao tốc độ và mở rộng băng thông, đáp ứng yêu cầu phát triển công nghệ dự báo và trao đổi số liệu trong và ngoài ngành. Điều này là cơ sở để việc đầu tư cho nghiên cứu khoa học được đẩy mạnh [1].

Nghiên cứu Modem truyền tin hệ thống đo gió từ loại máy đo gió Young 26700 và 26800 của Mỹ được sử dụng cho các trạm Khí tượng; với tính năng ban đầu là ghi số liệu vào Datalogger. Hàng tháng cán bộ rút số liệu và dùng phần mềm khai thác số liệu, nghiên cứu đã truyền tin và khai thác số liệu từ xa. Kết quả thật đáng khích lệ, làm tiền đề cho những nghiên cứu tiếp theo và là một bước phát triển mới trong ngành Khí tượng Thủy văn. Tuy nhiên với hạ tầng công nghệ lúc bấy giờ còn hạn chế, việc truyền tin bằng SMS với giá thành khá cao, tần suất truyền tin thưa; chưa đáp ứng được nhu cầu thông tin nhanh, chính xác phục vụ cho công tác phòng chống thiên tai [2].

Như vậy, với khoảng thời gian truyền tin 1 giờ một lần cho đến nay là chưa phù hợp theo Quyết định số 357/QĐ-KTTVQG ngày 21 tháng 7 năm 2014 về việc “Ban hành quy định dạng file số liệu, tần suất đo và truyền số liệu trạm khí tượng thủy văn tự động” [3]. Giá thành của gói tin nhắn quá cao, theo thông kê của Kế hoạch tài chính, bình quân phải chi trả cho một sim là 280.000đ/ tháng. Cũng như qua quá trình theo dõi giám sát, thiết bị đầu cuối trước khi vào Sever là Modul nhận, thường xuyên bị mất kết nối do chủ quan người dùng. Mặt khác với nghiên cứu này, thiết bị Sensor và Datalogger máy đo mưa SL3-1 hoàn toàn độc lập, không thể dùng chung với bất cứ thiết bị nào khác. Chính vì vậy cũng cần nghiên cứu theo phương thức truyền mới; phù hợp với sự phát triển của hạ tầng công nghệ mới.

Hiện nay 184 trạm Khí tượng, mỗi trạm có thiết bị đo mưa theo nguyên lý chao lật cả sử dụng và dự phòng bình quân mỗi Trạm có hai thiết bị. Như vậy khoảng 372 máy đo mưa trên mạng lưới, hàng năm việc thay thế linh kiện như đồng hồ máy mưa, vi mạch đo mưa, dây cuzoa là khá tốn kém. Đặc biệt phụ thuộc vào thời tiết của từng địa phương do đó dây cuzoa rất hay bị hỏng, đặc biệt dây cuzoa lại không dễ lâu được (tự mục ai). Trong khi đó thiết bị vẫn chỉ là dùng thủ công, không thể cung cấp thông tin nhanh phục vụ công tác dự báo, cảnh báo sớm. Đối với máy gió Young cũng vậy, loại máy này tương đối đắt, do đó bình quân mỗi Trạm có 01 máy. Thường dùng khai thác số liệu tại chỗ, dùng phần mềm kết xuất số liệu báo cáo. Với cơ cấu cấp quản lý hiện nay, các máy dự phòng tại Trạm là không thể trang bị đầy đủ; ngay cả Đài KTTV tỉnh, Đài khu vực cũng vậy. Do vậy việc khi máy hỏng việc cán bộ kỹ thuật của Đài khu vực đi thay thế là vô cùng vất vả. Đặc biệt các Đài có khu vực quản lý rộng lớn.

Việc tận dụng tối đa máy thiết bị đang có trên mạng lưới trạm là hết sức cần thiết, có thể tiết kiệm được đáng kể một nguồn ngân sách đầu tư thiết bị hàng năm. Nghiên cứu sử dụng phương pháp thu thập thông tin, phương pháp kế thừa, phương pháp phân tích, tổng hợp, phương pháp chuyên gia, phương pháp xử lý số liệu. Mục tiêu của nghiên cứu nhằm cải tiến và tích hợp được hệ thống truyền tin cho thiết bị đo gió Young và mưa SL-1, SL3-1 theo phương thức GPRS/3G. Áp dụng thử nghiệm tại 02 trạm khí tượng Nam Định và Ninh Bình.

2. Phương pháp nghiên cứu và tài liệu thu thập

Trong bối cảnh kinh phí hàng năm giảm, nhưng nhu cầu truyền số liệu phải nhanh chóng kịp thời, do đó cần khai thác tối đa thiết bị đang có như máy gió Young được trang bị trước đây, máy đo mưa SL-1, SL3-1 hiện đang được các Trạm sử dụng, phương thức truyền tin theo phương pháp thủ công. Cùng với sự phát triển của công nghệ thông tin với rất nhiều phương thức truyền tin nhanh chóng và phổ biến như GPRS, 3G, việc cải tiến phương thức truyền tin theo thủ công sang tự động giúp thu thập số liệu được nhanh, chính xác góp phần phòng, chống thiên tai hiệu quả là cần thiết. Vì vậy, nghiên cứu đặt ra mục tiêu “Cải tiến và tích hợp được hệ thống truyền tin cho thiết bị đo gió Young và mưa SL-1,

SL-3 theo phương thức GPRS/3G; đồng thời sẽ thử nghiệm tại trạm khí tượng Nam Định và Ninh Bình để hoàn thiện thiết bị.

2.1. Phương pháp thu thập thông tin

Định dạng file số liệu ra sao là một phần quan trọng trong công tác truyền tin và tiếp nhận thông tin; chính vì vậy số liệu truyền về được lựa chọn dựa trên Quyết định số 357/QĐ-KTTVQG ngày 21 tháng 7 năm 2014 của Trung tâm Khí tượng Thủy văn quốc gia (nay là Tổng cục Khí tượng Thủy văn) về việc Ban hành quy định định dạng file số liệu, tần suất đo và truyền số liệu trạm khí tượng thủy văn tự động. Cấu trúc file số liệu đo chi tiết tại phụ lục kèm theo và được thể hiện tại bảng 1.

Bảng 1. Cấu trúc file số liệu đo khí tượng tự động.

Trong đó RR là tổng lượng mưa trong 10 phút (mm); dd là hướng gió giờ tròn 10 phút (độ); ddx2m là hướng gió của vận tốc Max 2 phút trong 10 phút (độ); ffx2m là vận tốc gió lớn nhất 2 phút trong 10 phút (m/s); TGXH 2m là thời gian xuất hiện vận tốc gió Max 2 phút trong 10 phút (phút); ddx2s là hướng gió của vận tốc Max 2 giây trong 10 phút (độ); ffx2s là vận tốc gió lớn nhất 2 giây trong 10 phút (m/s); TGXH 2s Thời gian xuất hiện vận tốc gió Max 2 giây trong 10 phút (giây).

2.2. Phương pháp kế thừa

Mục tiêu của nghiên cứu nhằm cải tiến và tích hợp được hệ thống truyền tin cho thiết bị đo gió Young và mưa SL-1, SL3-1 theo phương thức GPRS/3G. Hệ thống truyền tin sau cải tiến sẽ được áp dụng thử nghiệm tại 02 trạm khí tượng Nam Định và Ninh Bình.

Để phục vụ công tác điều tra cơ bản và dự báo KTTV, Đài ĐBBB đang quản lý và vận hành mạng lưới điều tra cơ bản gồm 14 trạm khí tượng, 53 điểm đo mưa nhân dân (năm 2018 53 điểm này đã được tự động hóa do đơn vị bên ngoài đầu tư), 21 điểm đo mưa tự động do Dự án 1000 năm Thăng Long Hà Nội và Dự án Phát triển mạng lưới Trạm. Trong đó Đài ĐBBB có 17 máy đo gió Young thì vẫn có 06 máy truyền tự động bằng tin nhắn

SMS đó là: KT Văn Lý (2), TV Phú Lễ, KT Ninh Bình, TV Như Tân, KT Nho Quan và 02 máy truyền bằng GPRS: KT Thái Bình, TV Ba Lạt, Hà Đông, KT Nam Định là do đầu tư về sau này. Đồng thời có 21 điểm đo mưa tự động truyền bằng tin nhắn SMS (năm 2018 đã thay bộ chuyển đổi thành truyền GPRS. Ngoài ra còn có 3 trạm thời tiết tự động: Ba Vì, Chí Linh, Văn Lý.

Đặc biệt trạm KT Nam Định được đầu tư mới trạm tự động đo gió, xong đang sử dụng Datalogger Cambeo C1000, không có màn hình hiển thị số liệu tại Trạm, bộ truyền tin được lắp tại cột đo gió, mà chỉ truyền về máy chủ. Điều này rất khó khăn cho các sự cố, cán bộ không thể theo dõi số liệu được. Đối với trạm Ninh Bình, máy đo gió vẫn truyền bằng SMS số liệu gió, còn số liệu mưa của Trạm vẫn là băng giấy tự ghi. Mặc dù đã được đầu tư 01 máy mưa tích hợp nhiệt mới, xong số liệu truyền về phục vụ Dự báo, còn đối với địa phương chưa khai thác được.

Với yêu cầu hiện đại hóa ngành khí tượng thủy văn theo Quyết định Số: 929/QĐ-TTg ngày 22 tháng 06 năm 2010 của Thủ tướng Chính phủ. Đến năm 2020, mạng lưới quan trắc khí tượng thủy văn có mật độ trạm tương đương với các nước phát triển và tự động hóa trên 90% số trạm quan trắc, đồng thời tăng cường các hệ thống đo đạc từ xa, bảo đảm theo dõi liên tục các biến động về thời tiết, khí hậu, tài nguyên nước, đáp ứng đầy đủ dữ liệu cho dự báo khí tượng thủy văn theo phương pháp tiên tiến và các nhu cầu khác. Hiện đại hóa và tự động hóa hệ thống thông tin truyền dẫn số liệu khí tượng thủy văn, nâng cao tốc độ và mở rộng băng thông, đáp ứng yêu cầu phát triển công nghệ dự báo và trao đổi số liệu trong và ngoài ngành.

Việc tận dụng tối đa máy thiết bị đang có trên mạng lưới trạm là hết sức cần thiết, có thể nói sẽ tiết kiệm được đáng kể một nguồn ngân sách đầu tư thiết bị hàng năm, mà số liệu vẫn đảm bảo theo Quyết định số 357/QĐ-KTTVQG ngày 21 tháng 7 năm 2014 về việc “Ban hành quy định dạng file số liệu, tần suất đo và truyền số liệu trạm khí tượng thủy văn tự động”.

Chính vì vậy, nghiên cứu này đã kế thừa thành tựu nghiên cứu truyền tin bằng SMS để cải tiến phương pháp truyền tin thành GPRS/3G.

2.3. Phương pháp phân tích, tổng hợp

Thiết bị đo mưa: bao gồm hai bộ phận chính đó là sensor chao lật SL-1; SL3-1 của Trung Quốc sản xuất và bộ hiển thị số hoặc ghi trên băng giấy (giản đồ mưa). Sensor sử dụng cốc đo, khi lượng mưa đủ theo tỷ lệ 0,1mm theo độ phân giải, khi đó chao lật sẽ đếm số lần chao lật tương ứng theo tính toán và được vi mạch tại bộ hiển thị hay ghi trên giản đồ để ghi giá trị mưa. Với nguyên lý trên các nghiên cứu trước đây đã lấy sensor SL3-1 để tích hợp, tính và truyền số liệu bằng SMS về Sever (Hình 1). Để nguyên lý này hoạt động được, cần một nguồn điện nuôi để thực hiện phép đo.

Vậy tín hiệu thực hiện phép đo là gì? Thì đây là tín hiệu xung vuông, điều này chúng ta có thể tích hợp để dùng tính và truyền số liệu theo phương pháp GPRS/3G thay cho phương thức truyền SMS mà nghiên cứu trước thực hiện? Liệu rằng, vừa sử dụng lấy tín hiệu để truyền đồng thời lấy tín hiệu để ghi trên giản đồ được hay không?

Về nguyên lý điện, hoàn toàn thực hiện được; xong liệu có xuất hiện sự xung điện trong khi lấy tín hiệu không? Điều này hoàn toàn có thể xảy ra. Từ đó cần những bước tính kỹ lưỡng để khi kết nối, không có sự xung điện xảy ra. Vậy khi hệ thống ghi trên giản đồ nhạy sẽ xuất hiện điện từ, liệu có làm hệ thống xung nhảy đúp hoặc nhiễu tín hiệu?

Bài toán cần tính là nghiên cứu cần có chống nhiễu tín hiệu, từ đó có thể khẳng định, hoàn toàn thực hiện được.

Tổng hợp phân tích trên để thiết kế tính toán, lựa chọn linh kiện và thực hiện nghiên cứu bộ truyền tin, từ đó dễ dàng thay thế nâng cấp theo yêu cầu và ứng dụng thực tế. Giá thành chỉ bằng 30% giá thành nhập ngoại.



Hình 1. Bộ đo mưa SL3-1.

Thiết bị đo gió: bao gồm hai bộ phận chính là sensor đo gió Young 05103 (trạm Ninh Bình, Nam Định) (Hình 2) và Datalogger 26700 kết hợp với bộ xử lý truyền tin theo phương thức SMS. Điều này cho thấy số liệu đã được truyền tin, vậy với sự phát triển của mạng viễn thông, công nghệ; chúng ta hoàn toàn có thể cải tiến nâng cấp truyền tin theo phương thức GPRS/3G được.

Như phân tích ở trên, liệu rằng có sự gây nhiễu tín hiệu khi thực hiện sử dụng cả hai phương pháp cùng lúc hay không? Theo nghiên cứu tín hiệu ra của sensor thì đối với máy gió Young tín hiệu ra là tín hiệu điện, nhà sản xuất tùy theo nhu cầu sử dụng đã thiết kế bộ chuyển đổi tín hiệu điện thành nhiều dạng khác nhau như: tín hiệu sin vuông, sin sung, điện 0-5v; 4-20map... Vậy xác định tốc độ thuộc dòng tín hiệu gì, hướng thuộc dòng tín hiệu gì để nghiên cứu tính toán các bài toán tương ứng.

Theo nguyên lý điện, hoàn toàn lấy tín hiệu để phân chia theo các đường đi khác nhau và liệu rằng có tính đến suy hao tín hiệu hay không?



Hình 2. Sensor gió Young.

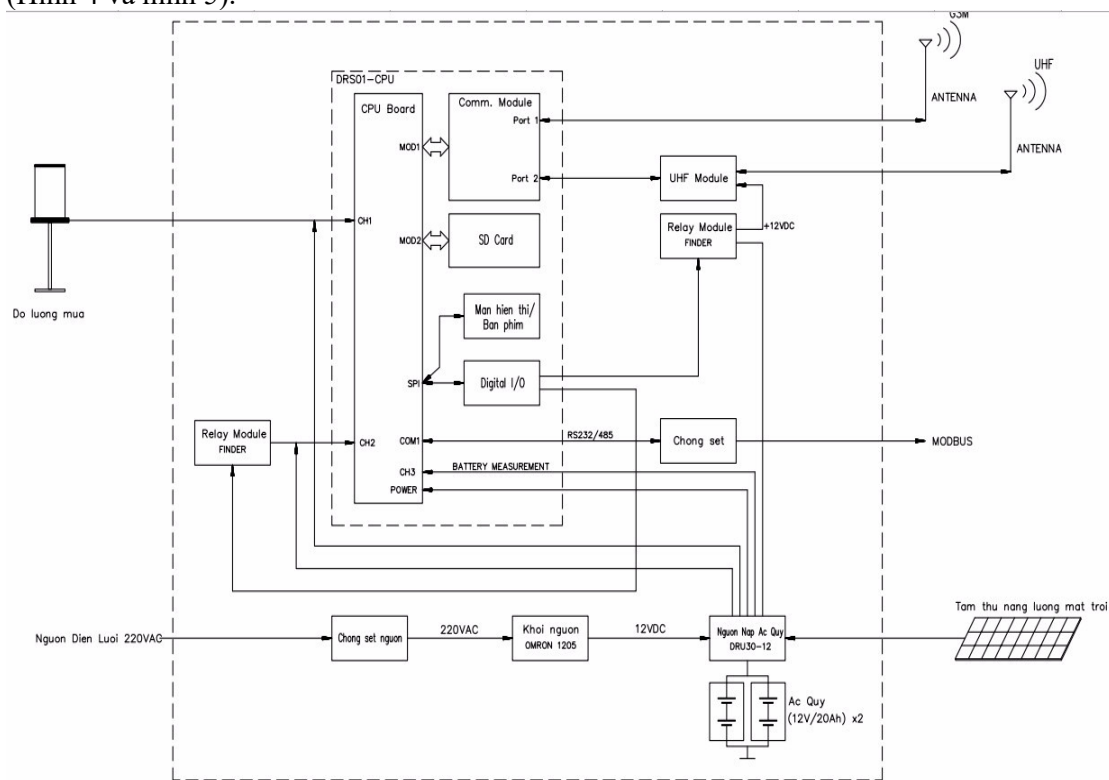
Tổng hợp phân tích ở trên, nghiên cứu cần có các bước tính toán, thiết kế, lựa chọn linh kiện phù hợp và thực hiện nghiên cứu (Hình 3).



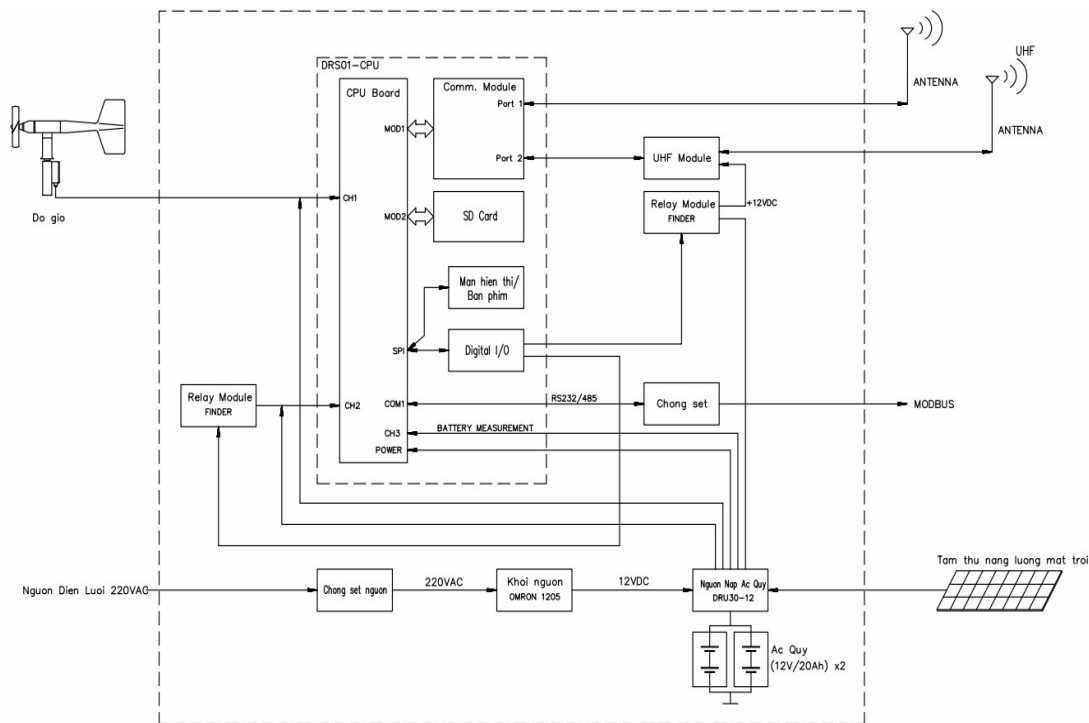
Hình 3. Bộ đo gió.

2.4. Phương pháp chuyên gia

Nghiên cứu có liên quan đến kỹ thuật điện tử, tín hiệu, các thiết bị điện ngoại vi khác làm nhiễu tín hiệu... Ngoài ra các trạm và thiết bị phải hoạt động trong các môi trường nhiệt đới khắc nghiệt như độ ẩm cao, mưa, sét, ngập nước,... Chính vì vậy, các thiết bị chế tạo phải rất bền, ổn định, có tính dự phòng cao và ít đòi hỏi bảo trì. Thiết bị được chế tạo cần có những chuyên gia có trình độ chuyên môn cao để thực hiện thiết kế bản vẽ về ghép nối (Hình 4 và hình 5).

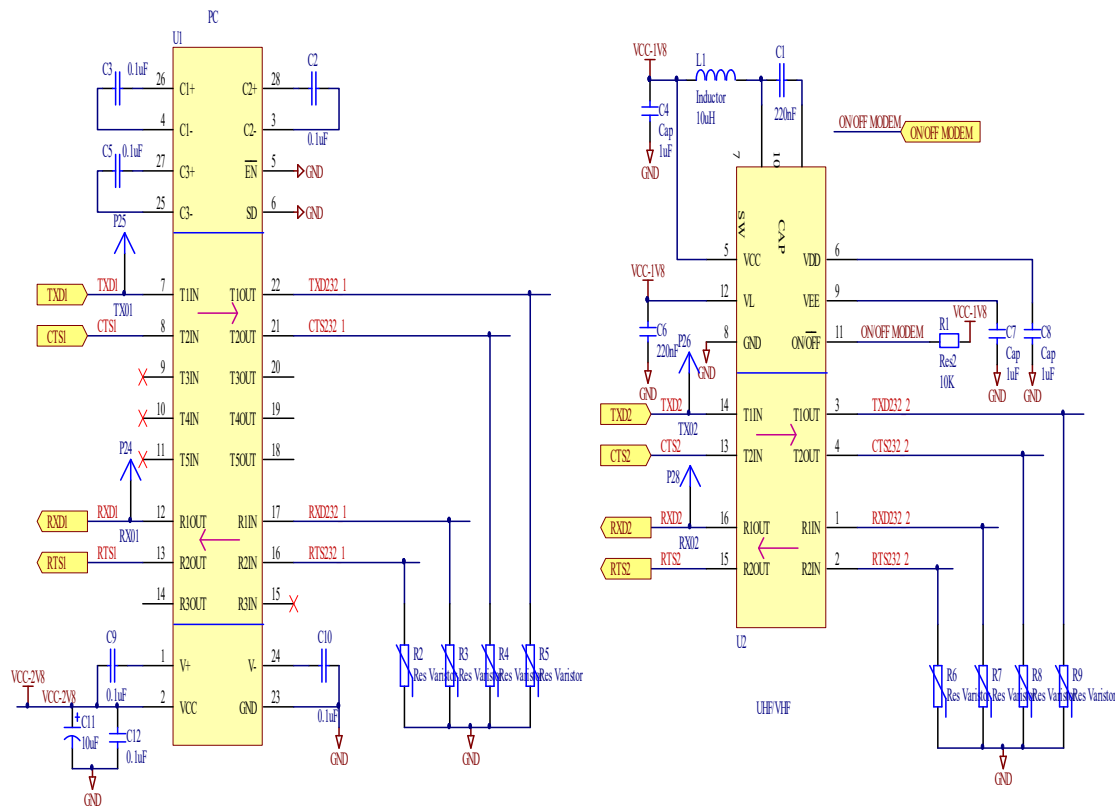


Hình 4. Sơ đồ thiết kế tổng thể các thành phần của trạm đo mưa.

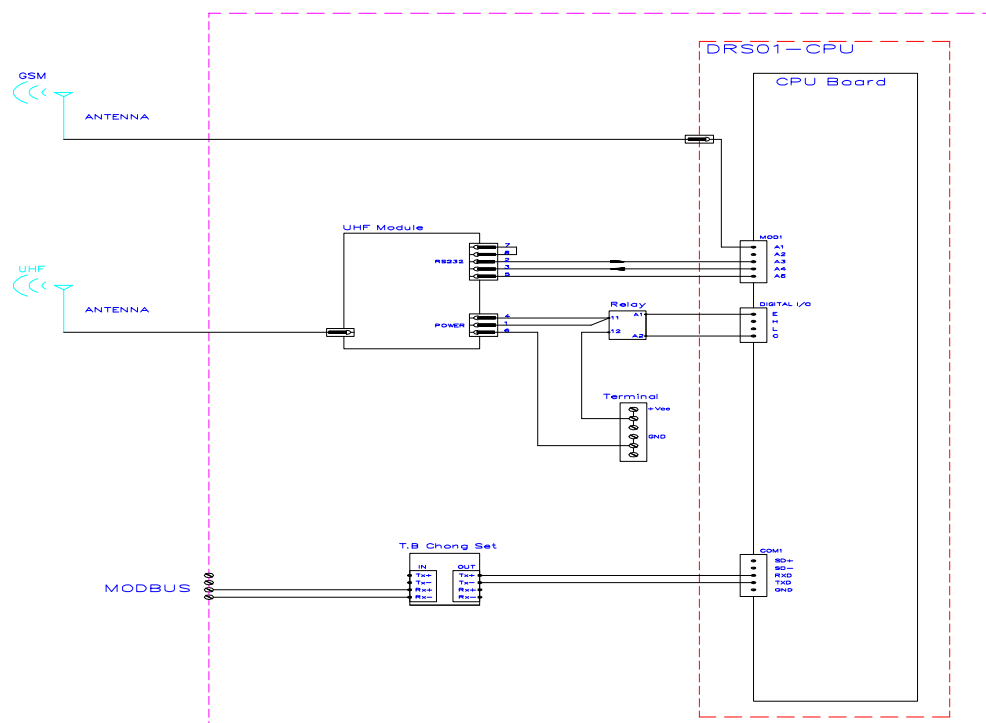


Hình 5. Sơ đồ thiết kế tổng thể các thành phần của trạm đo gió.

Hình 6 và hình 7 là sơ đồ ghép nối của trạm đo DRS01 với các module truyền thông và sơ đồ nguyên lý của mạch truyền thông.



Hình 6. Sơ đồ nguyên lý mạch truyền thông.



Hình 7. Sơ đồ thiết kế đầu nối khối CPU và khối truyền thông.

2.5. Phương pháp xử lý số liệu

Đối với thiết bị thủ công như máy mưa SL3-1, tín hiệu được đầu nối song song với bộ hiển thị, giản đồ tự ghi có sẵn. Trong nghiên cứu có tính tới việc sung tín hiệu bằng phương pháp cách ly tín hiệu bởi hoạt động của bản mạch điện tử máy mưa SL3-1. Tín hiệu máy mưa là tín hiệu xung, do vậy việc tính toán số liệu mưa phù hợp với giá trị ghi trên giản đồ.

Đối với máy gió Young Đầu vào tương tự của trạm đo là tín hiệu 4-20mA từ đầu đo gió. Để thực hiện đo các tín hiệu 4-20mA, các thiết bị đi hiện nay thường sử dụng ADC ≥ 16 bit, nhiễu thấp, tiết kiệm năng lượng, ít chịu ảnh hưởng của nhiệt độ... Đồng thời ADC được sử dụng cần tương thích với các giao tiếp sẵn có của CPU.

Dựa trên những yêu cầu này, nghiên cứu sử dụng IC chuyển đổi ADC là ADC7793. Các đặc điểm kỹ thuật của ADC7793 như sau: độ phân giải 24 bit, công suất nhỏ, mức nhiễu thấp, nó là một ADC $\Sigma - \Delta$ với 3 đầu vào vi sai, phù hợp với các thiết kế đa kênh, dùng trong các phép đo tín hiệu analog cần độ chính xác cao. Trong IC có chứa một bộ khuếch đại dụng cụ, do đó IC vẫn có thể đo được tín hiệu biên độ nhỏ. Tốc độ xuất dữ liệu từ mỗi kênh biến thiên từ 4.17Hz đến 500Hz.



Hình 8. Thực hiện đo các chân tín hiệu.

Cấu trúc số liệu trạm thử nghiệm nghiên cứu bởi 02 yếu tố, do đó bảng cấu trúc được rút gọn trong hình 10. Vì vậy, số liệu hiển thị tại màn hình trạm Ninh Bình, Nam Định được hiểu ý nghĩa theo đúng quy định và được thông qua các phím chức năng để chuyển đổi chức năng đọc số liệu. Số liệu được truyền về Sever lưu dữ phục vụ công tác giám sát, khai thác số liệu thuận tiện, dễ sử dụng. Số liệu đã được chuẩn hóa (QA/QC) trước khi truyền về theo cấu trúc Quyết định số 357/QĐ-KTTVQG ngày 21 tháng 7 năm 2014 [3].

```
[{"Timestamp": 1562221421,
  "Battery": 11.8,
  "CPU Temp": 40.5,
  "RSSI": 63,
  "MCC": 1106,
  "MNC": 4,
  "LAC": 12185,
  "CELLID": 26419,
  "OPT": 10,
  "ff": 3.1,
  "dd": 198,
  "Raining": 0,
  "R6H": 8.1,
  "R1H": 1.0,
  "R7H": 8.1,
  "R13H": 0.0,
  "R19H": 0.2,
  "RT": 8.3,
  "RA": 1.7,
  "RSTART": 1562215866,
  "RSTOP": 1562219887}]
352421040510978/status
```

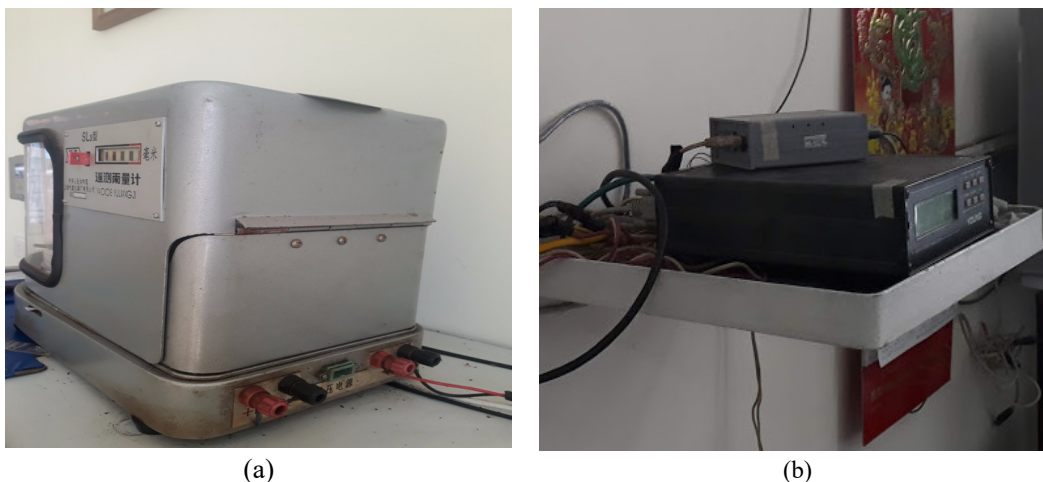
Hình 9. Phân tích ký hiệu truyền thông.

Trong đó Timestamp: Thời gian; Battery: Ác quy; CPU Temp: Nhiệt độ vi mạch; RSSI: Chất lượng sóng; MCC: Mã cột phát sóng của nhà mạng; MNC: Mức sóng tại vị trí truyền tin; CELLID: Mã quy ước trạm; OPT: obs 10 phút; ff: Tốc độ gió trung bình trong 2 phút; dd: Hướng gió tương ứng ff; Raining: Mưa 24 giờ; R6H: mưa 6 giờ; R1H: mưa tích lũy obs 1h; R7H: mưa tích lũy obs 7h; R13H: mưa tích lũy obs 13h; R19H: mưa tích lũy obs 19h; RSTART: Xác định thời gian bắt đầu mưa; RSTOP: Xác định thời gian kết thúc mưa; ffx2m: Gió obs 10 phút; dxdx2m: Hướng tương ứng; TGXH2m: Thời gian xuất hiện; ffx2s: Gió max trong 10 phút; dxdx2s: Hướng tương ứng; TGXH2s: Thời gian xuất hiện.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Kết quả kiểm định số liệu quan trắc tại trạm thử nghiệm

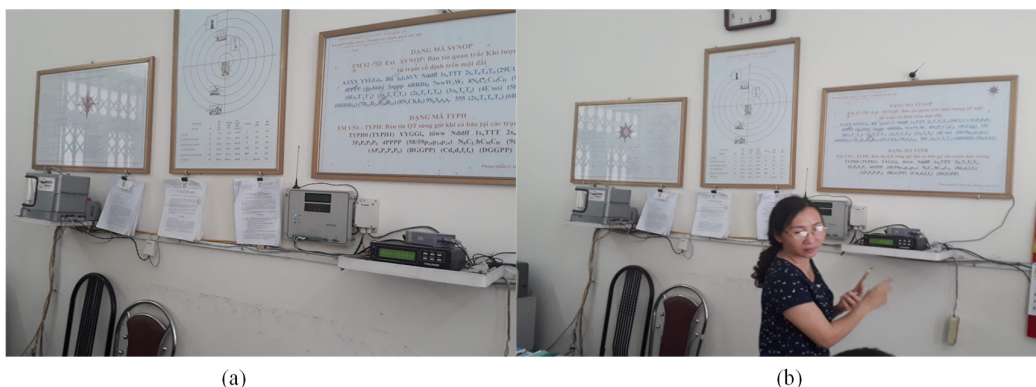
Đánh giá kết quả kiểm định số liệu quan trắc tại 02 trạm khí tượng Ninh Bình và Nam Định cho kết quả khá tốt. Số liệu được hiển thị trên màn hình rõ nét, thuận tiện cho quan trắc viên theo dõi số liệu. Máy đo mưa SL3-1 trạm Khí tượng Ninh Bình chạy song song giữa truyền tự động và hiển thị trên màn hình, chạy trên gián đồ tự ghi bình thường. Đây là cơ sở để đánh giá sản phẩm và là tiền đề phục vụ đánh giá chất lượng hoạt động, số liệu tự động. Máy gió Young sử dụng Datalogger 26700 và Modem truyền tin cũ vẫn hoạt động bình thường, số liệu được truyền tin theo phương thức 3G/4G và có khả năng nâng cấp lên 5G. Đây là cơ sở so sánh số liệu giữa 2 phương thức cũ và mới. Máy đo mưa SL3-1 trạm Khí tượng Nam Định chạy song song giữa truyền tự động và hiển thị trên màn hình, chạy trên gián đồ tự ghi bình thường. Đây là cơ sở để đánh giá sản phẩm và là tiền đề phục vụ đánh giá chất lượng hoạt động, số liệu tự động. Máy gió Young 05103 trạm Nam Định sử dụng Datalogger CR1000 lắp tại vườn khí tượng vẫn hoạt động bình thường, được kết nối truyền dữ liệu vào Trạm để theo dõi và truyền về Sever ổn định. Kết quả kiểm định tại trạm Khí tượng Ninh Bình được thể hiện trên các hình 10 đến hình 12.



Hình 10. Hiện trạng trạm Khí tượng Ninh Bình: (a) Bộ hiển thị, ghi gián đồ mưa SL3-1 Ninh Bình; (b) Datalogger 26700 và modem truyền tin SMS.



Hình 11. Kết quả hiển thị trạm Khí tượng Ninh Bình: (a) Bộ chuyển đổi sau khi hoàn thành; (b) Bộ chuyển đổi được kết nối với hệ thống gió cũ.



Hình 12. (a) Tổng thể đầu nối trạm Khí tượng Ninh Bình; (b) Kiểm tra số liệu trạm Khí tượng Ninh Bình.

Kết quả kiểm định tại trạm Khí tượng Nam Định được thể hiện trên các hình 15.

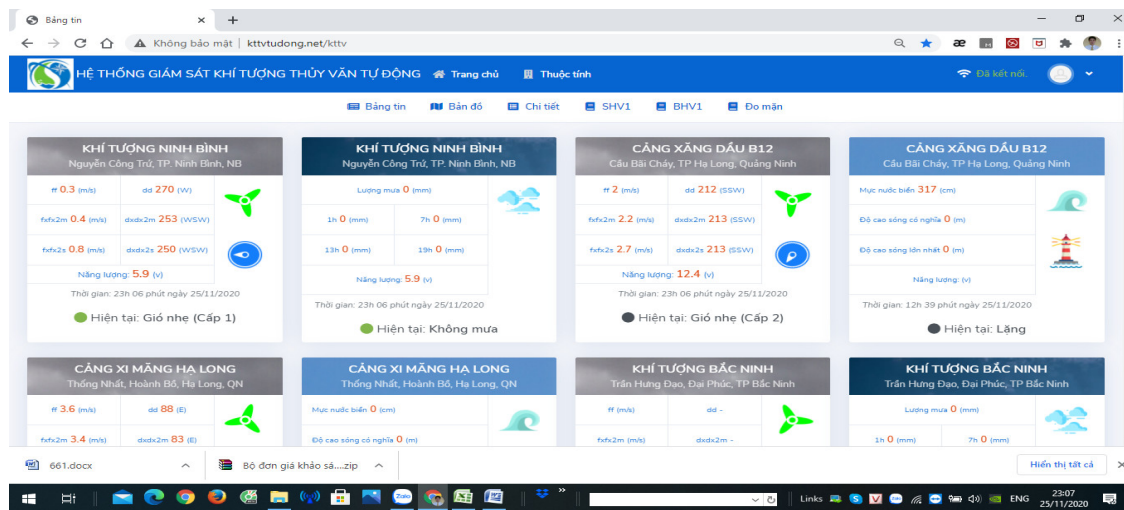


Hình 15. (a) Bộ hiển thị, ghi gián đồ mưa SL3-1; (b) Hệ thống đo gió cũ; (c) Đầu nối máy gió; (d) Kết quả đầu nối máy gió; (e) Đầu nối máy gió, mưa trạm KT; (f) So sánh kết quả tại Trạm Khí tượng Nam Định.

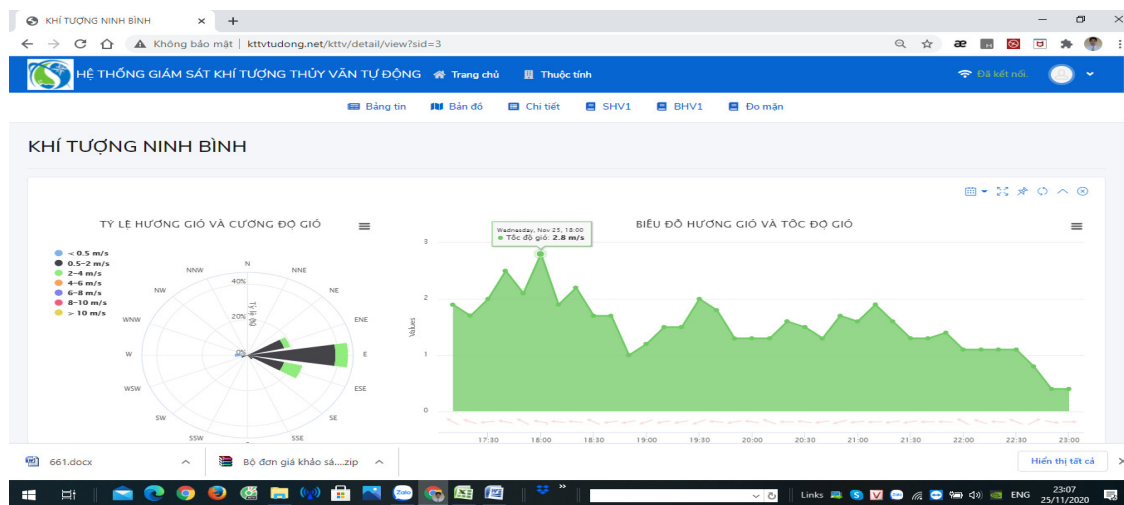
3.2. Kết quả kiểm định số liệu quan trắc tại Trung tâm quản lý

Đánh giá số liệu được quan trắc tại Trung tâm quản lý cho một số nhận định như sau: (1) Số liệu được lưu trữ một cách khoa học, đường truyền ổn định; (2) Số liệu được đưa lên Web giám sát hoạt động: kttvtudong.net giao diện thân thiện, dễ giám sát số liệu, kịp thời có những thông tin cảnh báo khoa học, khai thác số liệu thuận tiện, phục vụ tốt công tác Dự

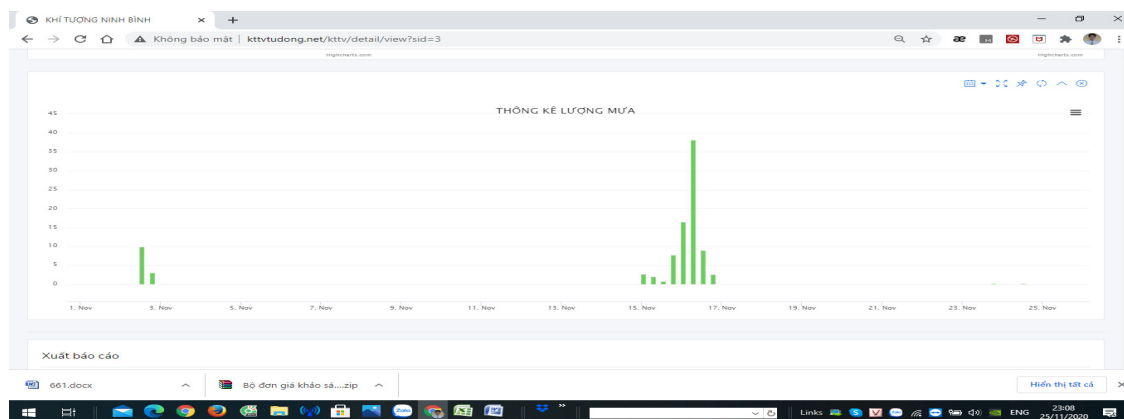
báo và lưu dữ đánh giá chất lượng tài liệu; (3) Số liệu được giám sát trực quan trên nền web: <http://kttvtudong.net/kttv>. Một số kết quả hiện thị trên trang web được thể hiện trên hình 16 đến hình 18 và bảng 4, 5.



Hình 16. Giao diện Web giám sát.



Hình 17. Hiện thị hoa gió, tốc độ, hướng gió.



Hình 18. Biểu đồ mưa.

Bảng 4. Bảng số liệu theo QĐ 357 theo dõi và khai thác.

Thời gian		KHÍ TƯỢNG NINH BÌNH (DG60004)									KHÍ TƯỢNG NINH BÌNH (DM60004)				
Ngày	Giờ	Ac	dd	ff	dxdx2m	fffx2m	TGXH2m	dxdx2s	fffx2s	TGXH2s	Ac	obs10'	obs6h	RSTART	RSTOP
	23:00	5.9	271	0.3	253	0.4	22:53	250	0.8	22:51	5.9	0	0	5:32	5:32
	22:50	5.9	239	0.4	238	0.4	22:49	236	0.5	22:47	5.9	0	0	5:32	5:32
	22:40	5.9	131	0.3	116	0.8	22:32	102	1.2	22:31	5.9	0	0	5:32	5:32
	22:30	5.9	92	0.8	118	1.1	22:20	97	1.5	22:29	5.9	0	0	5:32	5:32
	22:20	5.9	116	1.1	116	1.1	22:20	112	1.4	22:18	5.9	0	0	5:32	5:32
	22:10	5.9	123	0.9	104	1.1	22:05	86	1.5	22:06	5.9	0	0	5:32	5:32
	22:00	5.9	95	1	94	1.1	21:53	65	1.7	21:51	5.9	0	0	5:32	5:32
	21:50	5.8	86	0.8	89	1.4	21:46	99	2	21:44	5.8	0	0	5:32	5:32

Bảng 5. Bảng số liệu khai thác từ kết quả trạm.

Thời gian	Thiết bị đo gió									Thiết bị đo mưa	
	Ac	dd	ff	dxdx2m	fffx2m	TGXH2m	dxdx2s	fffx2s	TGXH2s	obs10'	obs6h
01-11-2020 00:00	8.8	274	0.8	289	2	23:50:00	280	2.7	23:52:33	0	0
01-11-2020 00:10	8.8	178	0.4	290	1.6	00:00:00	288	1.7	00:00:01	0	0
01-11-2020 00:20	8.8	200	0.3	287	1.3	00:12:09	282	1.7	00:10:36	0	0
01-11-2020 00:30	8.8	204	0.3	178	0.4	00:20:02	200	0.4	00:27:44	0	0
01-11-2020 00:40	8.8	178	0.8	214	0.4	00:40:00	239	1.1	00:39:44	0	0
01-11-2020 00:50	8.8	198	0.5	254	1.1	00:40:00	281	1.1	00:43:37	0	0
01-11-2020 01:00	8.8	261	0.4	195	0.9	00:56:05	193	1.2	00:54:49	0	0
01-11-2020 01:10	8.8	176	1	265	0.7	01:07:31	259	0.9	01:07:12	0	0
01-11-2020 01:20	8.8	184	0.5	176	1.1	01:19:04	175	1.2	01:17:48	0	0
01-11-2020 01:30	8.8	285	0.6	169	1.1	01:20:00	161	1.2	01:22:09	0	0
01-11-2020 01:40	8.8	275	0.7	280	0.8	01:38:00	268	1.2	01:39:52	0	0
01-11-2020 01:50	8.8	271	1.3	283	0.9	01:42:43	277	1.2	01:42:10	0	0
01-11-2020 02:00	8.8	291	1.8	271	1.3	01:59:51	282	1.8	01:59:07	0	0
01-11-2020 02:10	8.8	293	1.9	292	2	02:09:01	282	2.5	02:07:13	0	0
01-11-2020 02:20	8.8	301	1.5	292	2.1	02:14:37	295	3.2	02:13:45	0	0
01-11-2020 02:30	8.8	292	2.4	297	2.5	02:27:04	290	3.4	02:26:20	0	0
01-11-2020 02:40	8.8	286	1.4	292	2.4	02:39:40	263	3.6	02:38:43	0	0
01-11-2020 02:50	8.7	299	1.6	295	2.6	02:45:31	290	3.8	02:43:59	0	0
01-11-2020 03:00	8.8	293	1.6	279	2	02:50:00	290	2.7	02:57:38	0	0

4. Kết luận

– Nghiên cứu cải tiến hệ thống truyền tin và tự động hóa cho các thiết bị đo mưa thủ công, gió bán tự động, gió tự động truyền tin bằng SMS trên khu vực đồng bằng Bắc Bộ phù hợp với sự phát triển và nhu cầu phát triển ngành.

– Việc Nghiên cứu cải tiến hệ thống truyền tin và tự động hóa cho các thiết bị đo mưa, gió thủ công trên khu vực đồng bằng Bắc Bộ được thực hiện theo đúng các quy định Thông tư hướng dẫn của Bộ Tài nguyên và Môi trường đã ban hành.

– Trong quá trình thực hiện đã tuân thủ các bước trong quy trình Nghiên cứu cải tiến hệ thống truyền tin và tự động hóa cho các thiết bị đo mưa, gió thủ công.

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: N.H.T.; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: N.H.T., D.V.S.; Xử lý số liệu: N.H.T.; Phân tích mẫu: N.H.H., N.H.T., D.V.S.; Lấy mẫu: N.H.H., N.H.T., D.V.S.; Viết bản thảo bài báo: N.H.T.; Chỉnh sửa bài báo: N.H.T.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được thực hiện dưới sự tài trợ của đề tài nghiên cứu khoa học cấp cơ sở “Nghiên cứu cải tiến hệ thống truyền tin và tự động hóa cho các thiết bị đo mưa thủ công, gió bán tự động, gió tự động truyền tin bằng SMS trên khu vực đồng bằng Bắc Bộ”, Mã số: CS.2020.05.11.

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Tài liệu tham khảo

1. Quyết định Số: 929/QĐ–TTg ngày 22 tháng 06 năm 2010 của Thủ tướng Chính phủ. Đến năm 2020, mạng lưới quan trắc khí tượng thủy văn có mật độ trạm tương đương với các nước phát triển và tự động hóa trên 90% số trạm quan trắc, 2010.
2. Hân, N.V. và cộng sự. Nghiên cứu hệ thống đo mưa tự động Với việc kết hợp cảm biến đo theo nguyên lý chao lật tích hợp với mạch vi điện tử hình thành mạng lưới quan trắc mưa tự động, 2010.
3. Quyết định số 357/QĐ–KTTVQG ngày 21 tháng 7 năm 2014 về việc “Ban hành quy định dạng file số liệu, tần suất đo và truyền số liệu trạm khí tượng thủy văn tự động, 2014.
4. Thắng, T.V. và cộng sự. Triển khai đề tài NCKH cấp Bộ “Nghiên cứu xây dựng hệ thống tự động quản lý, truyền và nhận số liệu KTTV và hải văn ứng dụng mạng riêng ảo VPN tại Trung tâm KTTV quốc gia”, 2010.
5. Dũng, N.K. và cộng sự. Thực hiện nghiên cứu xây dựng giải pháp quản lý mạng lưới các trạm KTTV và hải văn tự động để tăng cường công tác quản lý và giám sát từ xa, 2015.
6. Hân, N.V. và cộng sự. Nghiên cứu Modem truyền tin hệ thống đo gió từ loại máy đo gió Young 26700 và 26800 của Mỹ được sử dụng cho các trạm Khí tượng, 2013.
7. WMO. <https://public.wmo.int/en>.

Research to improve the information transmission and automation system for manual rain and wind measuring equipment in the Northern Delta

Nguyen Huu Tai^{1*}, Dao Van San², Nguyen Hong Hanh³

¹ Center for Hydrometeorological Observation; taikttv@gmail.com

² Hydrometeorology Station of the Northern Delta region; sandaovankttv@gmail.com

³ Hydrometeorology Station of the Northern Delta region; hanh1983hn@yahoo.com

Abstract: Over the past time, the unusual and extreme weather events in Vietnam have become more and more complicated. To tackle this situation, the requirement for monitoring data requires accuracy and timeliness. According to the Development Strategy of Meteorology and Hydrology sector up to 2020, our state's view of the industry is: synchronous development towards modernization; Using investment in science, technology and human resource training as the main solution for development on the basis of inheriting and maximizing existing resources; to fully exploit domestic scientific and technological achievements, at the same time to selectively apply advanced scientific and technological achievements in the world. Implementing the above strategy, the monitoring network and measurement monitoring technology have been gradually modernized. The station has been boldly carrying out a number of studies to improve the service quality of the network of meteorological, hydrological and environmental monitoring stations. Among those studies is the Research on improving communication system and automation for manual wind and rain measuring equipment.

Keywords: Manual equipment integration; Semi-automatic rain measuring equipment; Wind measurement.

Bài báo khoa học

Nghiên cứu xây dựng mối tương quan mực nước và lưu lượng tại trạm thủy văn Hà Bằng trong giai đoạn 2013–2020

Nguyễn Văn Đào¹, Lê Quang Hải¹, Nguyễn Đình Kỳ¹, Phạm Hồng Phong¹, Đào Văn Đạt¹, Nguyễn Văn Phụng¹, Lê Quang Chiến^{1*}

¹ Liên đoàn Khảo sát Khí tượng thủy văn, Bộ Tài nguyên và Môi trường; daotvmt@gmail.com; lehaihieukttv@gmail.com; kykttvqg@gmail.com; hongphongkttv@gmail.com; datldks@gmail.com; lqchien.hd@gmail.com.

* Tác giả liên hệ: lehaihieukttv@gmail.com; Tel.: +84–912279677

Ban Biên tập nhận bài: 12/11/2020; Ngày phản biện xong: 18/12/2020; Ngày đăng bài: 25/03/2021

Tóm tắt: Trong bối cảnh biến đổi khí hậu, việc nắm bắt được diễn biến của chế độ thủy văn (lưu lượng, mực nước) từ đó đưa ra biện pháp phòng, chống lũ, hạn và khai thác hợp lý là rất cần thiết. Nghiên cứu xây dựng quan hệ mực nước, lưu lượng (H~Q) tại các trạm thủy văn cấp 3 (Hà Bằng) trên sông Kỳ Lộ tỉnh Phú Yên, nằm trong khu vực canh tác nông nghiệp, thủy sản quan trọng của tỉnh và thường xuyên chịu ảnh hưởng của thiên tai, lũ lụt nên rất cần số liệu thủy văn để phục vụ sản xuất, phòng chống thiên tai. Nghiên cứu sử dụng số liệu đo khảo sát lưu lượng tại tuyến trạm từ 2013–2020, xây dựng mối tương quan mực nước và lưu lượng của trạm phục vụ cho mục đích tính toán, quy hoạch và phòng chống thiên tai của lưu vực. Nghiên cứu sử dụng hai phương pháp thống kê và phương pháp phân tích, chuyên gia để xây dựng quan hệ H~Q, đánh giá tính phù hợp của các quy định kỹ thuật hiện tại trong việc áp dụng thực hiện tại tuyến đo, đề xuất quy định kỹ thuật phù hợp với các tuyến đo khảo sát thủy văn. Kết quả phân tích tương quan mực nước, lưu lượng của trạm Hà Bằng chỉ ra những bất cập của việc áp dụng các quy định kỹ thuật hiện hành đối với công tác đo khảo sát thủy văn, từ đó đề xuất quy định kỹ thuật đặc thù phù hợp với các tuyến đo khảo sát thủy văn.

Từ khóa: Khảo sát thủy văn; Tương quan; Mực nước; Lưu lượng nước; Hà Bằng.

1. Mở đầu

Trong điều kiện biến đổi khí hậu (BĐKH) như nước biển dâng [1], xâm nhập mặn, xói lở [2], ngập lụt và bão đe dọa rất lớn tới sự phát triển nông nghiệp, đời sống người dân và gây ra nhiều thiệt hại tới kinh tế xã hội. Lưu vực sông Kỳ Lộ nằm trên địa bàn huyện Đồng Xuân, Tuy An hàng năm xảy ra lũ lụt gây thiệt hại về người và tài sản trong lưu vực. Để phòng, chống giảm nhẹ thiệt hại do lũ lụt, hạn hán và ảnh hưởng của các công trình khai thác, điều tiết nước [3–7] gây ra một mạng lưới khí tượng đã được thiết lập nhằm cung cấp thông tin cho công tác dự báo, cảnh báo nhằm sớm có phương án phòng, chống và giảm nhẹ các thiệt hại. Bên cạnh việc đầu tư xây dựng hệ thống quan trắc một số nghiên cứu về dự báo, đặc điểm khí tượng thủy văn, khí hậu và bản đồ ngập lụt của lưu vực đã được triển khai [8–14] nhằm tăng cường cung cấp thông tin cho công tác phòng, chống thiên tai, lũ lụt. Để khai thác hiệu quả kết quả quan trắc mực nước của trạm thủy văn Hà Bằng và kết quả khảo sát lưu lượng nước tại tuyến trạm qua việc xây dựng tương quan mực nước và lưu lượng [15] để cung cấp số liệu đầu vào cho công tác dự báo từ số liệu quan trắc tại trạm. Đây là phương pháp đơn giản, hiệu quả và cho kết quả trực quan, chính xác do sử dụng số

liệu thực đo và đáp ứng được mục đích nghiên cứu đặt ra: kéo dài số liệu lưu lượng từ số liệu quan trắc mực nước thực đo tại trạm Hà Bằng và đánh giá những bất cập, đề xuất quy định kỹ thuật cho công tác đo khảo sát thủy văn.

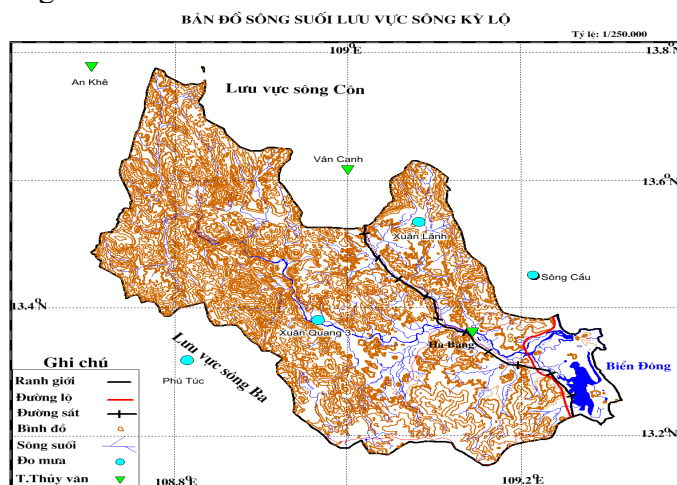
2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Giới thiệu lưu vực nghiên cứu

Hệ thống sông Kỳ Lộ là sông lớn thứ 2 ở tỉnh Phú Yên có diện tích lưu vực là 2.058 km², chiều dài sông chính 103 km, chiều rộng bình quân lưu vực 15,8 km, mật độ sông suối 0,14 km/km² (Hình 1). Phần thượng lưu có tên là sông La Hiêng, bắt nguồn từ núi To Net (1.030 m) ở xã Dã Song huyện Krong Chro tỉnh Gia Lai, chảy theo hướng Bắc Tây Bắc vào địa phận tỉnh Phú Yên ở xã Phú Mỹ huyện Đồng Xuân rồi chuyển hướng Tây Bắc–Đông Nam qua thôn Phú Mỹ, xã An Dân chia làm hai nhánh (sông Cái và sông Nhân Mỹ), nhánh sông Cái sau khi chảy qua quốc lộ 1A tiếp tục chia làm hai nhánh (sông Cái và sông Hà Yên), sông Cái và sông Nhân Mỹ đổ ra cửa Bình Bá, còn sông Hà Yên đổ ra đầm Ô Loan.

Hệ thống sông Kỳ Lộ là nguồn nước chi phối mọi hoạt động dân sinh kinh tế vùng các huyện Đồng Xuân, Tuy An. Quy luật hình thành và những biến đổi về nguồn nước sông Kỳ Lộ chịu ảnh hưởng của khí hậu và những hồ chứa, hệ thống thủy lợi đã được xây dựng trên lưu vực. Nguồn nước lưu vực sông Kỳ Lộ phân bố không đều theo thời gian, bốn tháng mùa mưa dòng chảy chiếm 70–75% lượng dòng chảy năm, tám tháng mùa cạn lượng nước sông giảm thấp, chỉ chiếm 25–30%. Hàng năm sông thường xuất hiện 3–4 trận lũ lớn. Lưu vực sông Kỳ Lộ ngắn và có độ dốc lớn, thời gian tập trung nước rất nhanh nên các trận lũ lớn gây ra nước chảy xiết, làm xói lở bờ sông và ngập lụt nghiêm trọng, gây thiệt hại lớn về cơ sở vật chất, phá hủy nhà cửa, ruộng đồng, tác động lâu dài đến môi trường sinh thái, ảnh hưởng trực tiếp đến đời sống xã hội và phát triển kinh tế cho các xã ven sông huyện Đồng Xuân, huyện Tuy An.

Trên lưu vực sông Kỳ Lộ hiện có 01 trạm thủy văn duy nhất là trạm thủy văn Hà Bằng chỉ đo đặc yếu tố mực nước, mưa và không đo đặc yếu tố dòng chảy nên việc dùng số liệu vào phục vụ cho công tác phát triển kinh tế–xã hội và dự báo thủy văn gặp rất nhiều khó khăn. Do vậy, việc nghiên cứu xây dựng tương quan mực nước và lưu lượng tại trạm thủy văn Hà Bằng dựa trên số liệu khảo sát giai đoạn 2013 đến 2020 từ đó khai thác, sử dụng hiệu quả số liệu quan trắc mực nước của trạm nhằm đánh giá mức độ thay đổi của nguồn nước và đề xuất các giải pháp sử dụng nguồn nước hợp lý, quy hoạch dân sinh kinh tế, giảm thiểu tác hại do lũ gây ra. Qua kết quả xây dựng tương quan xem xét tính phù hợp của công tác khảo sát khi áp dụng các quy định hiện hành, đề xuất kiến nghị những quy định kỹ thuật phù hợp cho công tác khảo sát.



Hình 1. Bản đồ mạng lưới trạm lưu vực sông Kỳ Lộ.

2.2. Phương pháp xây dựng dựng quan hệ lưu lượng và mực nước

Xây dựng tương quan giữa mực nước và lưu lượng sử dụng một phương pháp toán học vào việc phân tích thống kê nhằm biểu hiện và nghiên cứu mối liên hệ tương quan giữa các yếu tố này.

Quá trình phân tích tương quan gồm các công việc cụ thể sau:

– Phân tích định tính về bản chất của mối quan hệ, đồng thời dùng phương pháp phân tổ hoặc đồ thị để xác định tính chất và xu thế của mối quan hệ đó.

– Biểu hiện cụ thể mối liên hệ tương quan bằng phương trình hồi quy tuyến tính hoặc phi tuyến tính và tính các tham số của các phương trình.

– Đánh giá mức độ chặt chẽ của mối liên hệ tương quan bằng các hệ số tương quan hoặc tỷ số tương quan.

Việc nghiên cứu mối liên hệ tương quan giữa các chỉ tiêu biến đổi theo không gian, thường nghiên cứu 3 trường hợp: Liên hệ tương quan tuyến tính giữa hai chỉ tiêu, liên hệ tương quan phi tuyến tính giữa 2 chỉ tiêu và liên hệ tương quan tuyến tính giữa nhiều chỉ tiêu.

2.2.1. Liên hệ tương quan tuyến tính giữa 2 chỉ tiêu

a. Phương trình hồi quy tuyến tính (đường thẳng)

Nếu gọi y và x là các trị số thực tế của chỉ tiêu kết quả và chỉ tiêu nguyên nhân có thể xây dựng được phương trình hồi quy đường thẳng như sau:

$$\tilde{y}_x = a + bx \quad (1)$$

Trong đó \tilde{y}_x là trị số lý thuyết (điều chỉnh) của chỉ tiêu kết quả; a và b là các hệ số của phương trình.

b. Hệ số tương quan tuyến tính giữa hai chỉ tiêu (ký hiệu là r)

Công thức tính hệ số tương quan theo công thức 2:

$$r = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\delta_x \cdot \delta_y}; \quad \text{hoặc} \quad r = b \cdot \frac{\delta_x}{\delta_y}; \quad (2)$$

$$\text{Trong đó: } \overline{xy} = \frac{\sum xy}{n}; \quad \bar{x} = \frac{\sum x}{n}; \quad \bar{y} = \frac{\sum y}{n}; \quad \delta_x = \sqrt{\frac{(x-\bar{x})^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n} - \left(\frac{\sum x}{n}\right)^2}; \quad \delta_y = \sqrt{\frac{(y-\bar{y})^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum y^2}{n} - \left(\frac{\sum y}{n}\right)^2}$$

Hệ số tương quan lấy giá trị trong khoảng từ -1 đến 1 ($-1 \leq r \leq 1$). Khi r càng gần 0 thì quan hệ càng lỏng lẻo, ngược lại khi r càng gần 1 hoặc -1 thì quan hệ càng chặt chẽ ($r > 0$ có quan hệ thuận và $r < 0$ có quan hệ nghịch). Trường hợp $r = 0$ thì giữa x và y không có quan hệ.

2.2.2. Liên hệ tương quan phi tuyến tính giữa 2 chỉ tiêu

Phương trình hồi quy phi tuyến tính thường được sử dụng:

a. Phương trình parabol bậc 2

$$\tilde{y}_x = a + bx + cx^2 \quad (3)$$

Phương trình parabol bậc 2 thường được áp dụng trong trường hợp các trị số của chỉ tiêu nguyên nhân tăng lên thì trị số của chỉ tiêu kết quả tăng (hoặc giảm), việc tăng (hoặc giảm) đạt đến trị số cực đại (hoặc cực tiểu) rồi sau đó lại giảm (hoặc tăng).

b. Phương trình hyperbol

$$\tilde{y}_x = a + \frac{b}{x} \quad (4)$$

Phương trình hybecbol được áp dụng trong trường hợp các trị số của chỉ tiêu nguyên nhân tăng lên thì trị số của chỉ tiêu kết quả giảm nhưng mức độ giảm nhỏ dần và đến một giới hạn nào đó ($\tilde{y}_x = a$) thì hầu như không giảm.

c. Phương trình hàm số mũ

$$\tilde{y}_x = a.b^x \tag{5}$$

Phương trình hàm số mũ được áp dụng trong trường hợp cùng với sự tăng lên của chỉ tiêu nguyên nhân thì trị số của các chỉ tiêu kết quả thay đổi theo cấp số nhân, nghĩa là có tốc độ tăng xấp xỉ nhau. Bằng phương pháp bình phương nhỏ nhất ta xây dựng được các hệ phương trình chuẩn tắc phù hợp để xác định các hệ số của các phương trình tương ứng (3, 4 và 5).

2.2.3. Liên hệ tương quan tuyến tính giữa nhiều chỉ tiêu

a. Phương trình hồi quy tuyến tính giữa 3 chỉ tiêu

Nếu gọi y là chỉ tiêu kết quả và x_1, x_2 là các chỉ tiêu nguyên nhân, ta có phương trình hồi quy tuyến tính giữa 3 chỉ tiêu như sau:

$$\tilde{y}_{x_1, x_2} = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 \tag{6}$$

Bằng phương pháp bình phương nhỏ nhất, xây dựng được hệ phương trình chuẩn tắc để tính các tham số a_0, a_1 và a_2 của phương trình hồi quy 6.

b. Hệ số tương quan

Để đánh giá trình độ chặt chẽ mối liên hệ tương quan tuyến tính nhiều chỉ tiêu, người ta thường tính toán hệ số tương quan: hệ số tương quan bội và hệ số tương quan riêng. Hệ số tương quan bội (Ký hiệu là R) được dùng để đánh giá độ chặt chẽ giữa chỉ tiêu kết quả với tất cả các chỉ tiêu nguyên nhân được nghiên cứu. Công thức tính 7 như sau:

$$R = \sqrt{\frac{r_{yx_1}^2 + r_{yx_2}^2 - 2r_{yx_1} r_{yx_2} r_{x_1 x_2}}{1 - r_{x_1 x_2}^2}} \tag{7}$$

Trong đó r_{yx_1}, r_{yx_2} và $r_{x_1 x_2}$ là các hệ số tương quan tuyến tính giữa các cặp chỉ tiêu y với x_1, y với x_2 và x_1 với x_2 và được tính như công thức 2.

Hệ số tương quan bội nhận giá trị trong khoảng [0;1], tức là $0 \leq R \leq 1$. Như vậy, R càng gần 0 thì quan hệ tương quan càng lỏng lẻo và R càng gần 1 thì quan hệ càng chặt chẽ. Nếu R = 0 thì không có quan hệ tương quan và nếu R = 1 thì quan hệ tương quan trở thành quan hệ hàm số.

Để xây dựng mối quan hệ lưu lượng và mực nước tại trạm Hà Bằng trên sông Kỳ Lộ nhóm tác giả đã sử dụng số liệu đo đạc tại trạm thủy văn Hà Bằng. Đây là các trạm có số liệu đo mực nước liên tục trong 50 năm qua, có độ tin cậy cao và số liệu đo khảo sát lưu lượng các tháng mùa lũ từ năm 2013 đến năm 2020. Sử dụng phương pháp thống kê, nhóm tác giả đã xây dựng quan hệ diễn biến lưu lượng và mực nước theo thời gian (Q~t) và (H~t) theo các tháng mùa lũ và quan hệ mực nước-lưu lượng lũ tại trạm đo.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Diễn biến mực nước và lưu lượng sông Kỳ Lộ mùa lũ

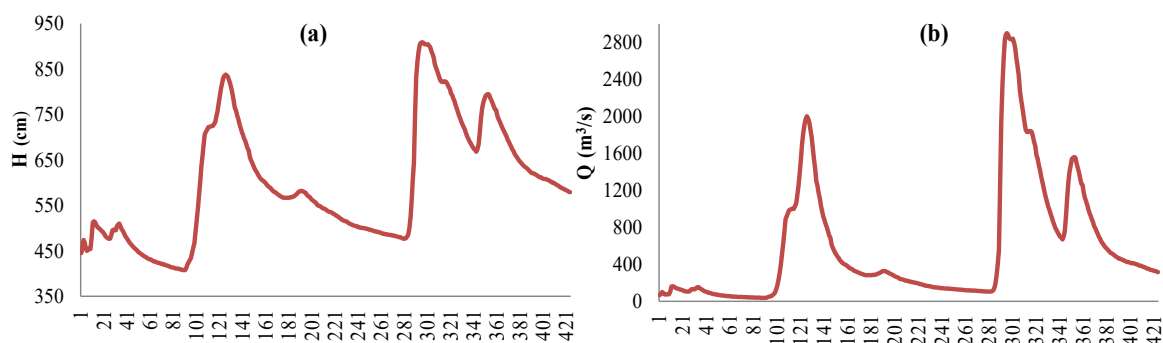
Các kết quả phân tích chuỗi số liệu mực nước và lưu lượng trong thời gian khảo sát mùa lũ các năm 2013, 2015, 2018 và năm 2020 tại tuyến khảo sát Hà Bằng cho thấy diễn biến lưu lượng và mực nước có xu hướng khá đồng nhất (hình 2 đến hình 5). Diễn biến lưu lượng và mực nước trong thời gian mùa lũ có những đặc điểm:

– Thời gian đầu mùa lũ dòng chảy trong sông ít dao động, tính chất chuyển mùa không thể hiện rõ. Dòng chảy trong sông được cung cấp chủ yếu nhờ dòng chảy ngầm và một

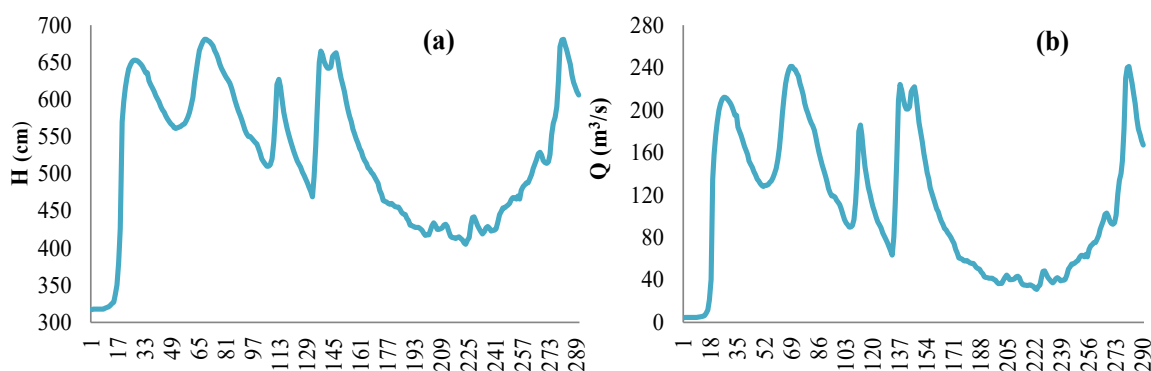
phần là lượng nước trữ trong sông. Các kết quả phân tích cho thấy lưu lượng và mực nước thời gian này tại tuyến trạm đo có xu hướng ổn định.

– Thời gian giữa mùa lũ là thời kỳ lượng nước trong sông không ổn định nhất, dòng chảy sông suối hoàn toàn nuôi dưỡng bằng nước mặt. Trong giai đoạn này, lưu lượng tại trạm Hà Bằng có xu hướng tăng khá mạnh; mực nước tại trạm có xu hướng tăng mạnh so với thời gian bắt đầu mùa lũ.

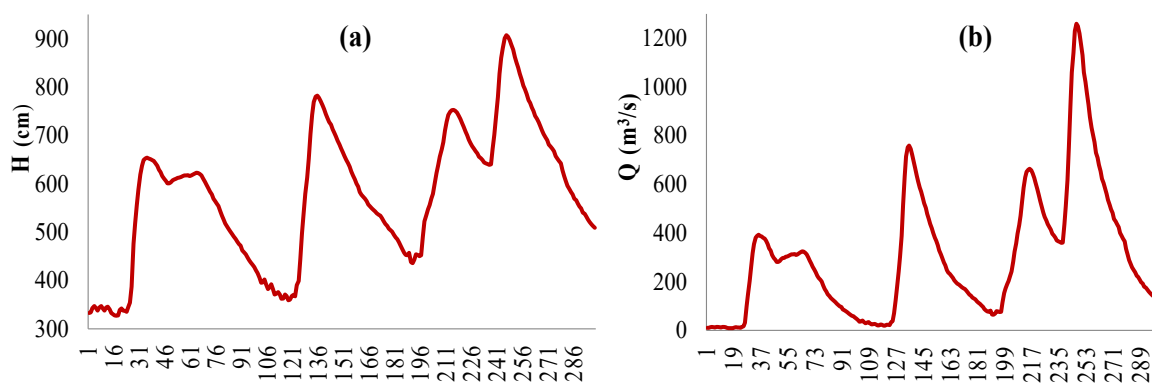
– Thời gian xảy ra các trận lũ tương đối ngắn, sườn lũ lên dốc đứng, sườn lũ xuống thoải hơn tuy nhiên độ dốc tương đối lớn. Xu thế mực nước và lưu lượng tại tuyến đo khá đồng nhất, có mức độ tương quan cao.



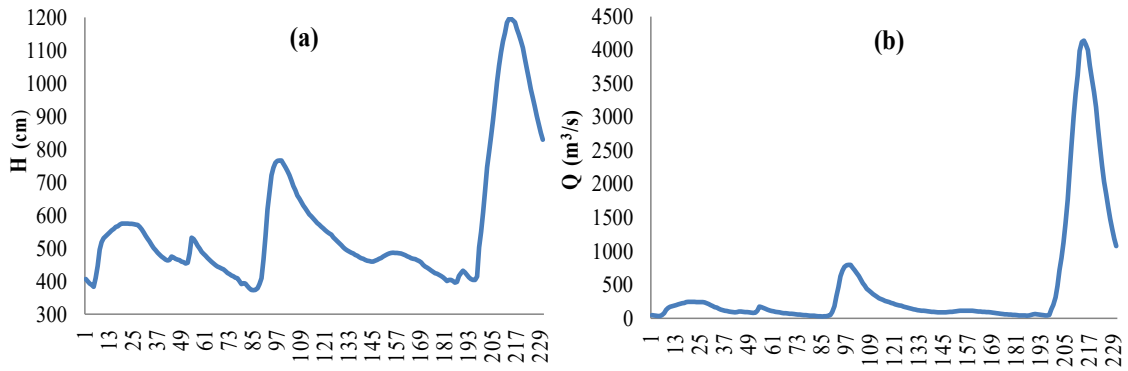
Hình 2. Đường quá trình: (a) $H \sim t$; (b) $Q \sim t$ từ ngày 16/10–20/11 năm 2013.



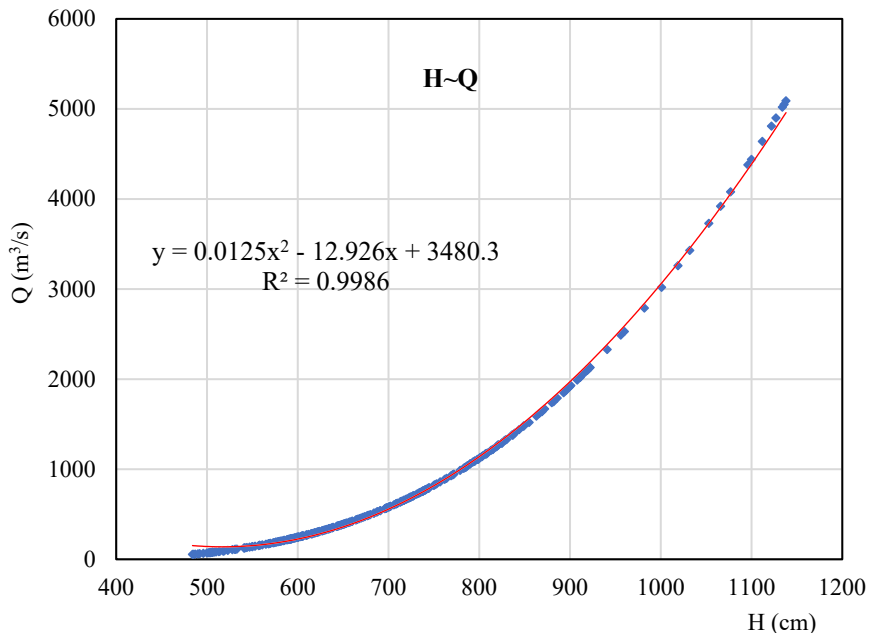
Hình 3. Đường quá trình: (a) $H \sim t$; (b) $Q \sim t$ từ ngày 01–30/11 năm 2015.



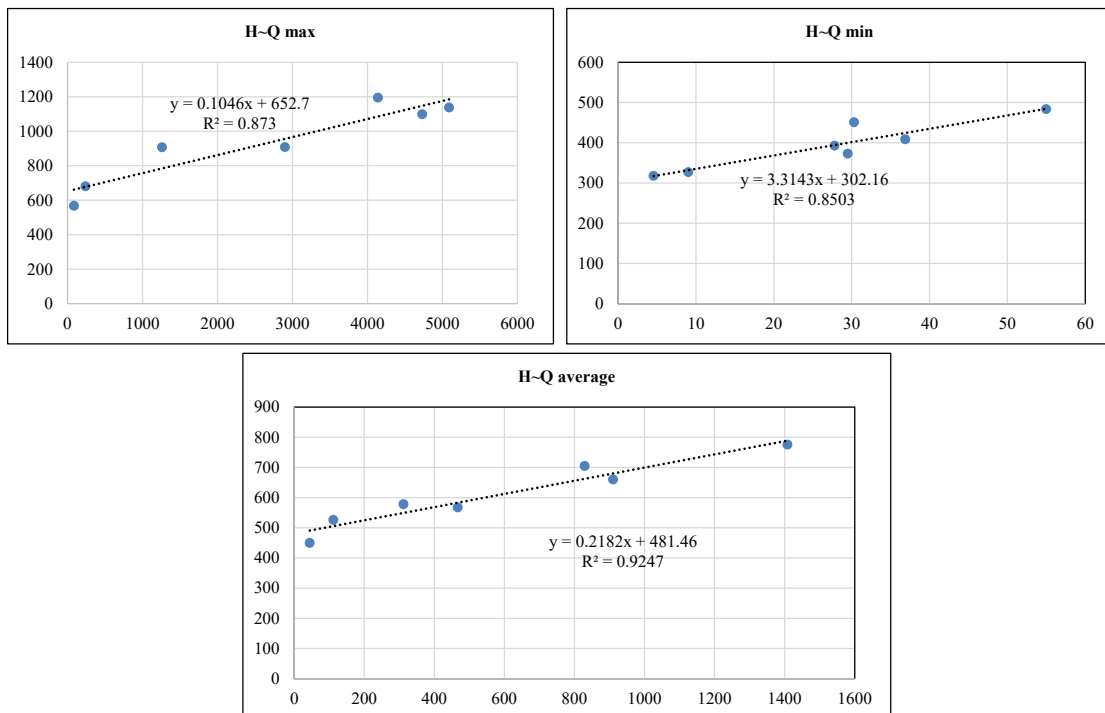
Hình 4. Đường quá trình H, Q giờ từ ngày 02–30/11 năm 2018.



Hình 5. Đường quá trình H, Q giờ từ ngày 15/10–12/11 năm 2020.



Hình 6. Đường trung bình H~Q từ 2013–2020.



Hình 7. Quan hệ mực nước và lưu lượng giá trị đặc trưng 2013–2020.

Các hình 2 đến hình 5 cho thấy xu thế diễn biến mực nước và lưu lượng tại tuyến khảo sát Hà Bằng tương đồng với nhau trong thời gian khảo sát mùa lũ. Mực nước trong các tháng mùa lũ có biên độ dao động khá lớn từ 300 đến 1200 cm và biến đổi lên xuống nhanh. Lưu lượng nước thời gian mùa lũ biến đổi nhanh và dao động từ 4 đến 5100 m³/s.

Đặc tính lũ tại tuyến Hà Bằng có sườn lên và sườn xuống dốc đứng, thể hiện lũ lên và xuống nhanh. Đỉnh lũ nhọn thể hiện lũ trong lưu vực không bị ảnh hưởng của công trình điều tiết lũ trong lưu vực.

Hình 6 cho thấy tương quan mực nước và lưu lượng trong mùa lũ giai đoạn 2013 đến 2020 có tương quan khá tốt, hệ số tương quan tới 0,99. Bên cạnh đó hình 6 cũng cho thấy quan hệ giữa mực nước và lưu lượng nước giữa các đặc trưng đỉnh lũ, chân lũ và giá trị trung bình có mức độ tương quan khá tốt.

Qua số liệu khảo sát lưu lượng nước các năm và phân tích tương quan mực nước, lưu lượng tại tuyến trạm có thể thấy:

– Về lựa chọn vị trí tuyến đo: Việc lựa chọn vị trí quan trắc lưu lượng nước tại vị trí Hà Bằng được áp dụng theo phần lớn nội dung quy định kỹ thuật của Thông tư 26/2012/TT-BTNMT ngày 28 tháng 12 năm 2012 về lựa chọn tuyến đo.

– Về chế độ đo: Tuyến đo Hà Bằng là tuyến đo lũ vùng sông không ảnh hưởng thủy triều với đặc điểm là tần suất và biên độ lũ lên rất nhanh, trong quá trình đo đạc tại tuyến đo Hà Bằng đơn vị gặp khó khăn trong việc vận dụng, áp dụng các chế độ đo được quy định tại Thông tư 26/2012/TT-BTNMT.

– Về tính toán chỉnh biên: Việc tính toán chỉnh lý, chỉnh biên tài liệu đo với tuyến đo khảo sát Hà Bằng gặp nhiều khó khăn do trong việc tuân thủ theo đúng các quy định của khi áp dụng các tiêu chuẩn ngành trong việc chỉnh biên tài liệu.

4. Kết luận

Diễn biến lưu lượng và mực nước trong mùa lũ có sự khác nhau giữa các tháng trong mùa lũ. Các trận lũ xảy ra trong lưu vực có thời gian tương đối ngắn, lũ lên nhanh, xuống nhanh. Các con lũ trong lưu vực không bị ảnh hưởng điều tiết của các công trình hồ chứa trong lưu vực.

Trong thời đoạn khảo sát có năm xuất hiện lũ lớn và lũ nhỏ khác nhau, lũ năm 2016, 2017 là năm xuất hiện lũ lớn, lưu lượng qua mặt cắt trạm Hà Bằng từ 4500 đến trên 5000 m³/s. Lũ các năm xuất hiện lớn nhỏ khác nhau tại Hà Bằng, tuy vậy về diễn biến mực nước, lưu lượng nước lũ tại đây khá đồng dạng (quan hệ Q~t, H~t).

Quan hệ giữa mực nước và lưu lượng tại tuyến đo Hà Bằng có mối tương quan khá chặt chẽ cả về các trị số đặc trưng và các trị số theo thứ tự thời gian.

Cần xây dựng quy định kỹ thuật đối với công tác đo khảo sát thủy văn đối với các trạm đo khảo sát để tuân thủ các quy định của Luật Khí tượng thủy văn.

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: NVD, LQH, NDK, PHP; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: NVD, LQH, DVD, PHP, DVD; Xử lý số liệu: NVP, LQC, DVD; Viết bản thảo bài báo: NVD, LQH, PHP, DVD; Chỉnh sửa bài báo: NVD, PHP, DVD.

Lời cảm ơn: Nhóm nghiên cứu xin chân thành cảm ơn sự hỗ trợ của đề tài khoa học “Nghiên cứu cơ sở khoa học phục vụ xây dựng quy định kỹ thuật khảo sát thủy văn và bão”, mã số: CS.2020.05.02 trong việc thực hiện và công bố nghiên cứu này.

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Tài liệu tham khảo

1. Bộ Tài nguyên và môi trường. Tóm tắt kịch bản Biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam. Hà Nội, 2016. <https://vihema.gov.vn/wp->

- content/uploads/2015/12/03.-Tom-tat-Kich-ban-BDKH-va-NBD-cho-VN_2016_Tieng-Viet.pdf
2. Hùng, L.V.; Thăng, P.T. Phân tích diễn biến lưu lượng và mực nước sông Hồng mùa kiệt, năm 2013. http://www.vncold.vn/Modules/CMS/Upload/10/PhatTrienNuoc/130121/PT_DienBienLuuLuongMucNuoc.pdf
 3. Truyền, L.K. và cs. Nghiên cứu cơ sở khoa học thực tiễn điều hành cấp nước mùa cạn đồng bằng Sông Hồng. Đề tài NCKH độc lập cấp Nhà nước, 2006.
 4. Lại, N. Lý thuyết tương tác đối lưu sâu và giải mã Elnino-Lanina, 2011.
 5. Strengthening Water Management and Irrigation Systems Rehabilitation Project TA No 7107-VIE, Interim Report-Annex E: Preliminary Design Water Management Infrastructure, Haskoning Nederland B.V., August 2009.
 6. Hùng, N.T.; Huyền, N.T.T.; Cường, V.Đ. Nghiên cứu ảnh hưởng của hồ chứa thượng nguồn đến các đặc trưng thủy văn trên hệ thống sông Mã. *Tap chí Khí tượng thủy văn* 2015, 657, 36-42.
 7. Quỳnh, N.N.; Thái, T.X.; Hồ Việt Cường, H.V. Kết quả nghiên cứu diễn biến lòng dẫn và chế độ thủy văn hạ du sông Lô-Gâm do ảnh hưởng của thủy điện Tuyên Quang. *Tap chí Khoa học công nghệ thủy lợi* 2013, 16, 1-9.
 8. Khiên, T.V. Phương pháp xây dựng tương quan, năm 2013. https://www.google.com/search?q=1_Phuong_phap_phan_tich_tuong_quan&oq=1_Phuong_phap_phan_tich_tuong_quan&aqs=chrome..69i57j69i60.1287j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8
 9. Danh, T.C. Bổ sung đặc điểm Khí hậu Thủy văn tỉnh Phú Yên và lập bản đồ ngập lụt hạ lưu sông Kỳ Lộ. Báo cáo tổng kết đề tài cấp tỉnh. Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Phú Yên, 2013.
 10. Danh, T.C. Bổ sung đặc điểm KTTV tỉnh Phú Yên và xây dựng bản đồ ngập lụt sông Kỳ Lộ, đoạn từ Phú Mỹ đến hạ lưu. Đề tài NCKH cấp tỉnh, 2011-2012.
 11. Lý, N.V. Nghiên cứu xây dựng bộ công cụ cảnh báo, dự báo lũ lưu vực sông Kỳ Lộ tỉnh Phú Yên. Đề tài NCKH cơ sở, 12-2015.
 12. Lý, N.V. Xây dựng phương án cảnh báo, dự báo đỉnh lũ các sông chính tỉnh Bình Định, Phú Yên, Khánh Hòa. Đề tài NCKH cơ sở, 2004.
 13. Kiệt, V.A. Nghiên cứu ứng dụng mô hình Marine và Muskingum dự báo thủy văn lưu vực sông Kỳ Lộ tỉnh Phú Yên. *Tap chí Khoa học Tài nguyên và Môi trường* 2018, 20, 66-72.
 14. Bảo, T.Q.; Đoàn N.V. Quan hệ giữa đặc điểm lưu vực với chế độ dòng chảy của một số lưu vực điển hình ở Việt Nam. *Tap chí Khoa học Lâm nghiệp* 2017, 02, 1-10.
 15. Dung, N.T.K. Nghiên cứu đề xuất nội dung, phương pháp, bộ thông số đánh giá tài nguyên nước mặt phục vụ công tác quản lý, khai thác bền vững tài nguyên nước lưu vực sông. Đề tài cấp cơ sở Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, 2009.

Study on building correlation of water level and discharge at Ha Bang hydrological station in the period 2013-2020

Le Quang Hai¹, Nguyen Dinh Ky¹, Pham Hong Phong¹, Dao Van Dat¹, Nguyen Van Phung¹, Le Quang Chien¹ *

¹ Hydrometeorological Survey, Ministry of Natural Resources and Environment; lehaihieukttv@gmail.com; kykttvqg@gmail.com; hongphongkttv@gmail.com; datldks@gmail.com; lqchien.hd@gmail.com.

Abstract: In the condition of climate change, it is essential to understand the changes of the hydrological regime (flow, water level), and then take measures to prevent and combat

floods, droughts and rational exploitation. . Research on building the relationship of water level and discharge (H~Q) at level 3 hydrological stations (Ha Bang) on Ky Lo river, Phu Yen province, located in important agricultural and aquatic farming areas of the province. and often affected by natural disasters and floods, so it is very necessary to have hydrological data to serve production and disaster prevention. The study uses the flow survey measurement data at the station line from 2013–2020, building a correlation between the water level and the discharge of the station for the purpose of calculating, planning and preventing natural disasters in the basin. The study uses two statistical methods and analytical methods, experts to build H~Q relations, to evaluate the suitability of current technical regulations in the implementation of the measuring line, to publish technical regulations suitable for hydrographic survey measurement routes. The results of correlation analysis of water level and discharge of Ha Bang station indicate shortcomings of the application of current technical regulations to hydrological survey measurement. From there, proposing specific technical regulations suitable for the metrological routes of hydrological survey.

Keywords: Hydrological survey; Correlate; Water level; Water flow; Ha Bang.

Bài báo khoa học

Phát triển mô hình thủy văn tham số phân bố MARINE trong bài toán dự báo lũ, áp dụng thí điểm cho lưu vực sông Nậm Mu

Bùi Đình Lập^{1*}, Trần Hồng Thái², Phạm Thị Hương Lan³

¹ Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn quốc gia; Nghiên cứu sinh của Trường Đại học Thủy Lợi; lapbuidinh@gmail.com

² Tổng cục Khí tượng Thủy văn; tranthai.vkttv@gmail.com

³ Trường Đại học Thủy Lợi; lanpth@wru.vn

*Tác giả liên hệ: lapbuidinh@gmail.com; Tel.: +84-904356641

Ban Biên tập nhận bài: 25/12/2020; Ngày phản biện xong: 9/2/2021; Ngày đăng bài: 25/3/2021

Tóm tắt: Bài toán dự báo lũ phục vụ công tác giảm nhẹ thiên tai và quản lý rủi ro nguồn nước là nhiệm vụ đang ngày càng trở lên cấp thiết do tài nguyên nước Việt Nam đang ngày càng khan hiếm, trong khi các công cụ, mô hình tính toán và công nghệ dự báo lũ ở nước ta còn nhiều hạn chế. Nghiên cứu này sẽ trình bày các kết quả đạt được trong phát triển công cụ mô hình toán thủy văn thông số phân bố hiện đại Marine để giải bài toán dự báo lũ. Các kết quả đạt được khi triển khai áp dụng thí điểm cho lưu vực sông Nậm Mu, với tập số liệu 19 năm đã cho thấy, mô hình Marine sau khi được phát triển mới đã cho kết quả mô phỏng khá tốt, hệ thống đã mô phỏng đường quá trình lũ, sai số đỉnh lũ và thời gian xuất hiện đỉnh là khá hợp lý. Kỹ thuật điều khiển tham số tối ưu đa mục tiêu MSCE-UA đã giúp cải thiện đáng kể chất lượng mô phỏng hệ thống của mô hình Marine, chỉ số NASH kiểm định trung bình các năm đạt mức 67%. Sự thành công của công trình nghiên cứu này đã cải thiện đáng kể tính khả thi của mô hình Marine khi triển khai ứng dụng trên diện rộng cho nhiều lưu vực khác nhau trên lãnh thổ Việt Nam.

Từ khóa: Tối ưu đa mục tiêu; Mô hình thủy văn phân bố; Ước tính tham số.

1. Mở đầu

Bài toán dự báo lũ phục vụ công tác giảm nhẹ thiên tai và quản lý rủi ro nguồn nước là nhiệm vụ đang ngày càng trở lên cấp thiết do tài nguyên nước Việt Nam đang ngày càng khan hiếm, suy giảm cả về số lượng và chất lượng, kèm theo đó hạn hán và lũ lụt xảy ra gay gắt ở cả quy mô, mức độ và thời gian trong khi nhu cầu sử dụng nước ngày càng tăng và đó chính là nguyên nhân gây ra khủng hoảng về nước. Nhu cầu phát triển kinh tế, xã hội đòi hỏi về chất lượng dự đoán các hiểm họa liên quan đến nước ngày càng cao, trong khi các công cụ, mô hình tính toán và công nghệ dự báo lũ ở nước ta còn nhiều hạn chế.

Các mô hình thủy văn thông số phân bố đang được phát triển và ứng dụng trong thực tế để giải bài toán dự báo lũ ngày càng nhiều, đặc biệt là ở các nước phát triển có chất lượng dữ liệu đầu vào tốt hơn. Hầu hết các trường đại học lớn trên thế giới đều nghiên cứu và phát triển mô hình thủy văn thông số phân bố nhằm phục vụ công tác nghiên cứu và giảng dạy, một vài mô hình có cấu trúc và thuật toán tốt đã được triển khai vào ứng dụng trong thực tế để giải bài toán dự báo lũ. Các mô hình mưa-dòng chảy thông số phân bố được đánh giá cao về tính ứng dụng có thể kể đến như: TOPMODEL [1]; MIKE SHE models [2]; GBHM model [3]; WEB-DHM model [4]; MARINE model [5]; IFAS model [6]; DIMOSOP [7];

WETSPA [8]; KsEdgeFC2D [9]; SWAT [10], ... Mô hình TOP (*Topography Model*): do giáo sư Mike Kirkby thuộc trường Đại học Địa lý Leeds phát triển vào năm 1974 dưới sự bảo trợ của Hội đồng nghiên cứu môi trường thiên nhiên Vương quốc Anh. Năm 1975, Keith Beven bắt đầu xây dựng chương trình TOPMODEL bằng ngôn ngữ Fortran IV. Mô hình thông số phân bố TOP là mô hình nhận thức mưa–dòng chảy. Mô hình hoạt động dựa trên các mô tả gần đúng về thủy văn, thủy lực.

Mô hình DIMOSOP (*Distributed hydrological MOdel for the Special Observing Period*) là mô hình thủy văn thông số phân bố tham số (khái niệm) được sử dụng nhiều ở các nước châu Âu như Ý, Pháp, Thụy Sĩ. Đầu vào của mô hình ngoài mưa phân bố theo không gian còn có bản đồ mô hình số độ cao, bản đồ hiện trạng sử dụng đất, bản đồ đất dưới dạng ô lưới. Các phần tử ô lưới có thể là thành phần của sườn dốc lưu vực, sông hoặc công trình hồ chứa.

Mô hình IFAS (*Integrate Flood Analysis System*) là một phần mềm tích hợp hệ thống phân tích lũ của Nhật Bản. Cốt lõi của phần mềm là mô hình thủy văn thông số phân bố tham số mô phỏng dòng chảy sườn dốc thông qua các lưới DEM dưới tác động của lớp phủ thực vật, lớp đất của bề mặt lưu vực. Mỗi lưới gồm một hệ thống các bể chứa phi tuyến sắp xếp theo chiều thẳng đứng, mỗi bể chứa có 1 hoặc 2 cửa bên, 1 cửa đáy (trừ bể chứa dưới cùng) cho phép mô phỏng các thành phần dòng chảy mặt, sát mặt và dòng ngầm.

Mô hình SWAT được xây dựng bởi Trung tâm phục vụ nghiên cứu nông nghiệp (*Agricultural Research Service*) thuộc Bộ Nông nghiệp Hoa Kỳ (*United States Department of Agriculture*) và Trung tâm nghiên cứu nông nghiệp (*Texas A&M AgriLife Research*) thuộc Đại học Texas A&M, Hoa Kỳ vào đầu những năm 1990 với mục đích dự báo những ảnh hưởng của thực hành quản lý sử dụng đất đến nước, sự bồi lắng và lượng hóa chất sinh ra từ hoạt động nông nghiệp trên những lưu vực rộng lớn và phức tạp trong khoảng thời gian dài. Một trong những module chính của mô hình này là mô phỏng dòng chảy từ mưa và các đặc trưng vật lý trên lưu vực. Điểm hạn chế lớn nhất khi triển khai ứng dụng mô hình thủy văn thông số phân bố vào thực tiễn để giải bài toán dự báo lũ phục vụ công tác giảm nhẹ thiên tai và quản lý rủi ro nguồn nước là vấn đề xác định bộ thông số tối ưu cho mô hình, bởi lẽ đây là vấn đề khó và có liên quan chặt chẽ tới chất lượng lời giải của bài toán.

Ở Việt Nam, công cụ mô hình toán thủy văn được sử dụng để giải bài toán dự báo lũ trong thực tiễn là không nhiều và không đa dạng, phổ biến sử dụng hiện nay là 2 mô hình thủy văn thông số tập trung (mô hình TANK và mô hình NAM). Mô hình Tank và mô hình Nam (Mike–Nam) khi triển khai ứng dụng trong thực tế đã đóng góp một phần không nhỏ trong công tác phòng chống, giảm nhẹ thiên tai, phục vụ lợi ích kinh tế xã hội, tuy nhiên chúng vẫn còn một số hạn chế có thể nghiên cứu khắc phục giúp nâng cao hơn nữa năng lực theo dõi và dự báo của các hệ thống theo dõi và dự báo lũ đang sử dụng hiện nay ở Việt Nam, các hạn chế của hai mô hình này có thể kể đến như: (1) Khai thác không hiệu quả số liệu mưa mặt đất và mưa vệ tinh dẫn đến lãng phí về tài nguyên, mạng lưới quan trắc mưa mặt đất ở nước ta hiện đang có trên 1000 trạm trong khi số liệu vào 2 mô hình chuỗi số liệu mưa trung bình lưu vực; (2) Cả hai mô hình đang được sử dụng phổ biến ở nước ta hiện nay đều là các mô hình có tham số tập trung, chưa xét đến vai trò điều tiết dòng chảy của mặt đệm lưu vực và sự phân bố của mưa theo không gian, 2 nhân tố có ảnh hưởng rất lớn đến quá trình hình thành dòng chảy trên lưu vực dẫn đến chất lượng còn nhiều hạn chế; (3) Mô hình MIKE–NAM phổ biến sử dụng trong các công nghệ dự báo lũ hiện nay là mô hình có bản quyền, việc can thiệp vào các cài đặt trong phần mềm để chỉnh sửa, thay đổi một số thuộc tính, thông số cho phù hợp với khu vực ứng dụng là điều không thể, hoặc nếu có thể thì cũng phải mất một khoản tiền khá lớn để mua lại bản quyền; (4) Mô hình thương mại không có mã nguồn mở, nên phương pháp tính và cơ sở khoa học của mô hình không được tường minh.

Với các điều kiện thuận lợi về tốc độ máy tính. Chất lượng dữ liệu phân bố theo không gian như: dữ liệu vệ tinh, địa hình, thảm phủ, radar, ... ngày một tốt lên, mật độ trạm đo mưa tự động và mạng lưới trạm radar ngày càng dày hơn, với tần suất truyền số liệu tiệm cận thời gian thực. Việc lựa chọn mô hình thủy văn thông số phân bố hiện đại để giải bài toán dự báo

lũ phục vụ công tác giảm nhẹ thiên tai và quản lý rủi ro nguồn nước là một hướng đi phù hợp với xu thế phát triển của các nước tiên tiến trên thế giới. Tổng cục KTTV hiện đang có 3 mô hình tham số phân bố hiện đại, thông qua quá trình hợp tác và chuyển giao công nghệ: mô hình WEB-DHM (Nhật Bản); mô hình MARINE (Pháp) và mô hình WETSPA (Bi). Tuy nhiên chưa có mô hình nào được phát triển và tích hợp tính năng điều khiển tối ưu thông số, nên việc nâng cao chất lượng dự đoán và mở rộng phạm vi ứng dụng sang các lưu vực khác đang còn gặp nhiều khó khăn.

Trong quá trình nghiên cứu ứng dụng và dựng mô hình MARINE trong thực tế cho thấy, mô hình có nhiều ưu điểm và dễ triển khai rộng rãi hơn so với các mô hình thủy văn thông số phân bố khác, do cấu trúc mô hình không quá đơn giản và cũng không quá phức tạp, mô hình đòi hỏi số liệu đầu vào và năng lực tính toán phù hợp với bối cảnh và điều kiện hiện nay ở nước ta.

Năm 2005, mô hình thủy văn thông số phân bố MARINE đã được Viện Cơ học Việt Nam và Trung tâm Dự báo KTTV Trung ương nghiên cứu ứng dụng để dự báo lũ cho lưu vực sông Đà. Kết quả dự báo tác nghiệp đến nay cho thấy mô hình MARINE có nhiều ưu điểm vượt trội hơn nhiều về khả năng mô phỏng lũ so với các mô hình khác, mô hình lại được chuyển giao có mã nguồn mở, tạo điều kiện thuận lợi để có thể lựa chọn và phát triển mở rộng thêm các tính năng mới phù hợp hơn với điều kiện cơ sở hạ tầng dự báo tại Việt Nam, nâng cao chất lượng dự báo và mở rộng ứng dụng cho nhiều lưu vực khác.

Năm 2014, mô hình MARINE tiếp tục được nghiên cứu, ứng dụng và trở thành một thành phần cốt lõi trong hệ thống theo dõi và dự báo lũ cho 6 hồ chứa lớn trên lưu vực sông Hồng. Tuy nhiên, ở Việt Nam việc nâng cao chất lượng dự báo lũ của mô hình và mở rộng phạm vi ứng dụng sang các lưu vực khác đang còn gặp nhiều khó khăn do mô hình MARINE không có chức năng ước tính tối ưu thông số. Công việc dò tìm thông số theo phương pháp thử sai (thủ công) trên một tập lớn các tham số theo không gian của mô hình sẽ tiêu tốn một lượng lớn thời gian và công sức. Hơn nữa mức độ thành công của bộ thông số tìm được lại bị phụ thuộc lớn vào yếu tố chủ quan của người hiệu chỉnh, phụ thuộc vào mức độ hiểu biết sâu về hệ thống của người thiết lập mô hình (điều mà rất ít dự báo viên có thể đạt được).

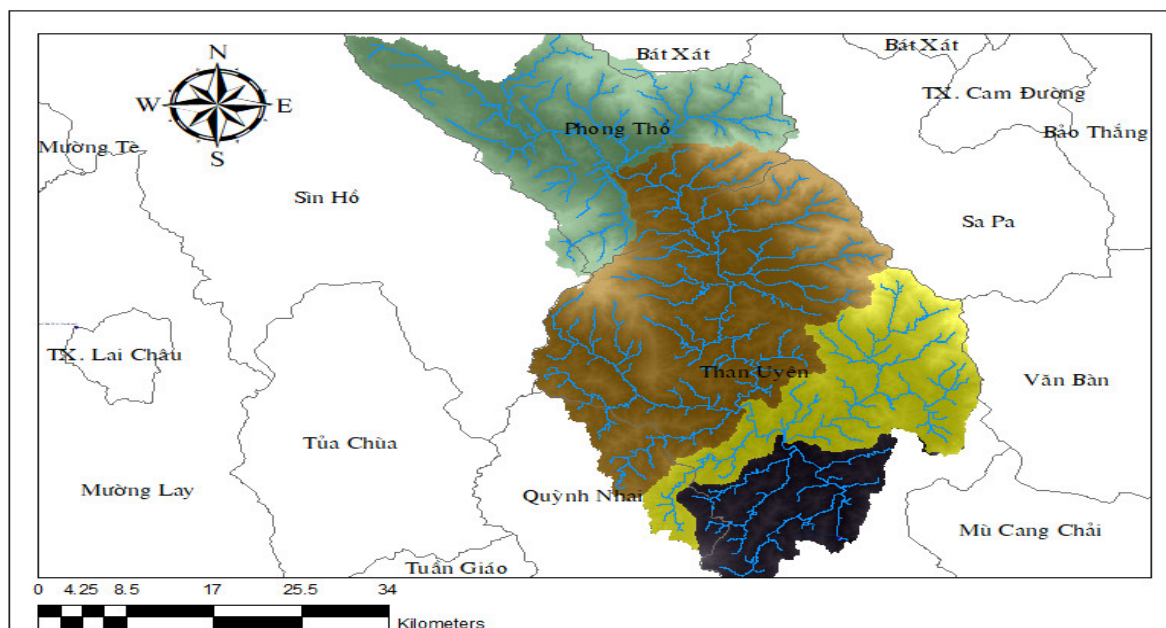
Nghiên cứu này sẽ trình bày các kết quả đạt được trong phát triển công cụ mô hình toán thủy văn hiện đại MARINE để giải bài toán dự báo lũ nhằm khắc phục được các tồn tại, hạn chế nêu trên.

2. Phương pháp nghiên cứu và số liệu thu thập

2.1. Giới thiệu về khu vực nghiên cứu

Để thử nghiệm mô hình Marine sau khi phát triển mới, nghiên cứu lựa chọn lưu vực sông Nậm Mu (đến hồ Bản Chát) trên sông Đà làm lưu vực thử nghiệm. Sơ lược về lưu vực thử nghiệm được mô tả như sau:

Lưu vực hồ Bản Chát bao phủ gần như toàn bộ lưu vực sông Nậm Mu, bắt nguồn từ các dãy núi cao 1.500–3.300 m ở phía Bắc huyện Tam Đường giáp với ranh giới tỉnh Lào Cai chảy xuyên suốt qua hai huyện Tân Uyên, Thuận Uyên và thoát khỏi ranh giới Lai Châu tại bản Tàng Khé, xã Khoen On, huyện Thuận Uyên, với tổng chiều dài 150 km. Diện tích lưu vực khoảng 2.300 km². Chiều rộng lòng sông chủ yếu 30–50 m, lưu lượng đạt mức trung bình và thường thường thay đổi lớn trong mùa mưa. Công trình thủy điện Bản Chát đã được xây dựng hoàn thành vào năm 2011, đây là một trong bốn công trình thủy điện lớn trên hệ thống thủy điện bậc thang trên lưu vực sông Đà. Với dung tích chứa 1,702 tỷ m³, công trình thủy điện Bản Chát đóng vai trò quan trọng trong việc tham gia cắt lũ và điều tiết dòng chảy cho hệ thống sông Đà và hạ lưu sông Hồng. Chính vì vậy việc dự báo lũ đến hồ Bản Chát rất quan trọng. Hình 1 là bản đồ mạng sông trên lưu vực nghiên cứu.



Hình 1. Bản đồ mạng lưới sông đến hồ Bản Chát trên lưu vực sông Nậm Mu.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phát triển kỹ thuật tối ưu tham số đa mục tiêu cho mô hình MARINE

Trong nội dung này nghiên cứu đã lựa chọn phương pháp tích hợp trực tiếp giải thuật ước tính thông số tối ưu đa mục tiêu MSCE-UA được phát triển bởi [11] để phát triển mô hình Marine.

Kỹ thuật tối ưu đa mục tiêu MSCE-UA được xây dựng trên nền tảng kết hợp các thành tựu đã đạt được của thuật toán tối ưu đơn mục tiêu trong lĩnh vực thủy văn và tài nguyên nước SCE-UA [12–13] và thuật toán tối ưu đa mục tiêu SPEA/R [14]. Cụ thể giải thuật tối ưu được xây dựng trên nền tảng ứng dụng các khái niệm sau: (1) Tiếp cận kết hợp tất định, ngẫu nhiên; (2) Tiến hóa phức hợp; (3) Tiến hóa cạnh tranh; (4) Xáo trộn phức hợp; (5) Phân rã không gian dựa trên hướng tham chiếu; (6) Đánh giá cá thể dựa trên hướng tham chiếu.

Hai khái niệm cuối được kế thừa từ giải thuật SPEA/R: Giải thuật SPEA/R được đề xuất năm 2017 có năng lực khắc phục được các tồn tại của các giải thuật tối ưu sử dụng trong lĩnh vực thủy văn và tài nguyên nước đang sử dụng hiện nay. Giải thuật SPEA/R được phát triển trên nền tảng thuật toán gốc SPEA [15], được kiểm định và so sánh với các thuật toán như HypE [16], PICEA-g [17], MOEA/D [18], NSGA-III [19], SPEA2+SDE [20] trên nhiều bài toán test khác nhau. Kết quả thực nghiệm đã cho thấy SPEA/R rất hiệu quả đối với các bài toán kiểm định, đặc biệt thuật toán có khả năng tối ưu lên tới 40 mục tiêu đồng thời.

Ngôn ngữ lập trình Fortran và C++ đã được sử dụng để thực hiện phương pháp này. Chương trình được thiết kế và mã hóa dựa trên nền tảng và ý tưởng của thuật toán gốc SCE-UA, được phát triển bởi [12] tại trường đại học Arizona, Tucson, USA.

Nghiên cứu đã bổ sung 4 mô đun chức năng chính vào mô hình Marine nhằm mục đích tích hợp thuật toán vào mô hình, cụ thể:

a) Mô đun Control_SCEUA làm nhiệm vụ khởi động và kiểm soát các biến

Trong đó var1_ETA; var2_SF; var3_KGA và var4_ODS là các tham số chuẩn hóa var1opt; var2opt; var3opt; var4opt là các biến logic giúp chương trình nhận biết thông số cần tối ưu; MAXN là số lớn nhất của phép thử được cho phép trước khi dừng tiến trình tối ưu; KSTOP là số vòng lặp xáo trộn tối đa để giá trị mục tiêu phải thay đổi nhỏ hơn hoặc bằng PECNTO trước khi kết thúc tối ưu hóa; PECNTO là tỷ lệ phần trăm theo đó giá trị mục tiêu phải thay đổi trong vòng lặp xáo trộn KSTOP; NGS là số phức trong một quần thể mẫu; NPG là số điểm trong mỗi phức hợp; NPT là số điểm trong toàn bộ mẫu tiến hóa, NPT = NGS *

NPG; NPS là số điểm trong mỗi phức hợp con; NSPL là số bước tiến hóa được phép cho mỗi phức hợp trước khi thủ tục xáo trộn phức hợp được thực hiện.

b) Mô đun MSCEUA(a) làm nhiệm vụ tiến hóa mẫu hướng tới vùng tối ưu toàn cục

Trong đó các biến: Xobjs(2000,30) là các điểm trong không gian mục tiêu của toàn bộ mẫu tiến hóa; xf(2000) là giá trị của hàm véc tơ Fitness của toàn bộ mẫu; sobjs(2000,30) là các điểm trong không gian mục tiêu của mỗi phức hợp; sf(2000) là giá trị của hàm véc tơ Fitness trong mỗi phức hợp; Cobjs(2000,30) là các điểm trong không gian mục tiêu của mỗi phức hợp con; cf(2000) là giá trị của hàm véc tơ Fitness trong mỗi phức hợp con.

c) Mô đun RunMODEL(xvar,xvarmin,xvarmax,PointObj,idObj) làm nhiệm vụ vận hành mô hình Marine ứng với điểm tham số tiến hóa và trả về véc tơ hàm mục tiêu tương ứng

Trong đó các biến Nash là chỉ số thống kê “Nash–Sutcliffe Measure” tương ứng với điểm tham số tiến hóa; RMSE là chỉ số thống kê (*Root Mean Squared Error*) tương ứng với điểm tham số tiến hóa; APD là chỉ số thống kê (*Absolute Peak Difference*) tương ứng với điểm tham số tiến hóa; PointObj(2000,30) là giá trị của véc tơ hàm mục tiêu ứng với điểm tham số tiến hóa.

d) Mô đun SetPara() làm nhiệm vụ ánh xạ điểm véc tơ trong không gian véc tơ thông số thành bản đồ thông số dựa theo thành phần đất và thành phần thảm phủ, làm đầu vào cho mô hình Marine.

2.2.2. Phát triển kỹ thuật gom nước và diễn toán lũ trong sông cho mô hình MARINE

Hiện nay, trên thế giới các nước tiên tiến như Anh, Mỹ, Pháp, Thụy Điển và Nhật Bản đều đang ứng dụng các mô hình thủy văn thông số phân bố để tính toán, dự báo dòng chảy lũ trên lưu vực phục vụ công tác phòng chống thiên tai, đặc biệt là trong công tác theo dõi và cảnh báo nguy cơ lũ quét có thể xảy ra trên các sông suối nhỏ. Ở Việt Nam, trước sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ thông tin và hệ thống thông tin địa lý GIS, các mô hình thủy văn thông số phân bố cũng ngày càng được nghiên cứu và triển khai ứng dụng nhiều trong thực tế.

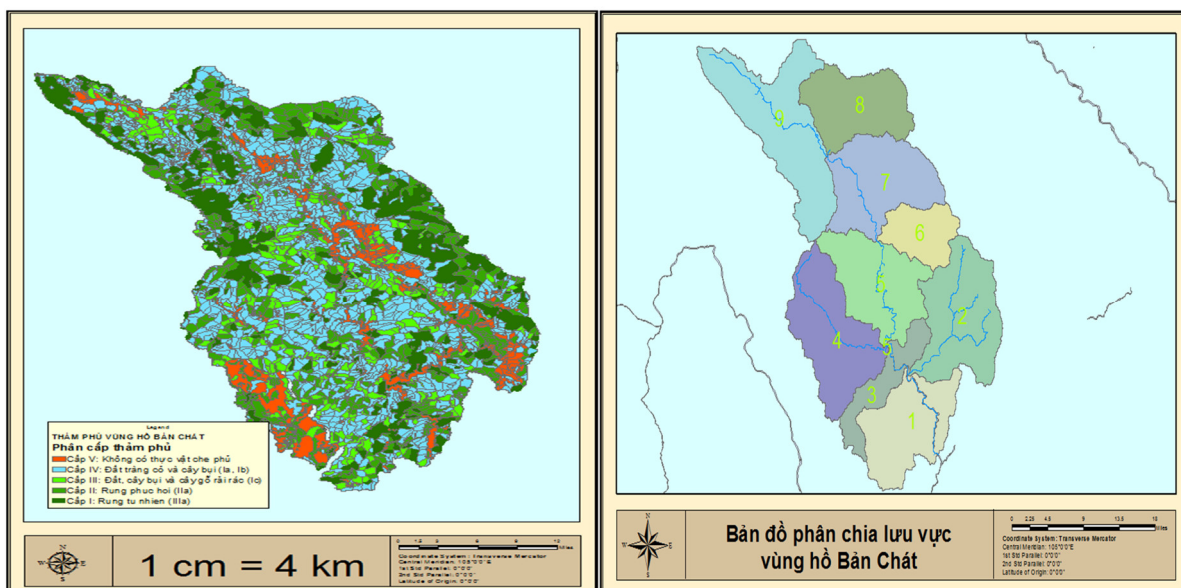
Trong quá trình triển khai ứng dụng mô hình, để giảm thiểu tác động theo không gian của các yếu tố đầu vào như thành phần đất, thành phần thảm phủ và sự biến động của phân bố mưa theo không gian..., hầu hết các mô hình toán thủy văn hiện đại hiện nay, đều đòi hỏi phải chia nhỏ lưu vực lớn thành các tiểu lưu vực nhỏ hơn, trước khi có thể thực hiện được các mô phỏng thủy văn. Việc phân chia lưu vực không theo quy luật (phụ thuộc vào yếu tố chủ quan của người thiết lập mô hình) đã gây ra những khó khăn, thách thức không nhỏ trong quá trình phát triển kỹ thuật gom nước cho mô hình toán. Rất nhiều mô hình toán thủy văn trong quá trình thiết kế, xây dựng đã không phát triển tính năng này trong hệ thống (trong đó có mô hình Marine), điều này đã gây ảnh hưởng lớn và là một cản trở không nhỏ đến khả năng mở rộng ứng dụng diện rộng trên nhiều lưu vực khác nhau. Để khắc phục vấn đề này, chúng tôi đã nghiên cứu và phát triển thành công kỹ thuật gom nước và diễn toán lũ trong sông cho mô hình Marine dựa trên kỹ thuật đánh số lưu vực Pfafstetter kết hợp với kỹ thuật diễn toán lũ theo phương pháp sóng động học. Kỹ thuật này đã được triển khai trên lưu vực sông Nậm Mu nhằm thử nghiệm mô hình Marine sau khi đã được tích hợp bổ sung kỹ thuật tối ưu tham số đa mục tiêu MSCE-UA cho mô hình.

Ngôn ngữ AML (*ARC/INFO Macro Language*) và ngôn ngữ lập trình Fortran là hai công cụ chính được sử dụng để hiện thực hóa phương pháp đánh số lưu vực Pfafstetter và ứng dụng cho hồ chứa Bản Chát trên lưu vực sông Nậm Mu. Theo đó công tác phân tách lưu vực bộ phận được thực hiện tuần tự theo tiến trình dưới đây:

Trong tiến trình phân tách, đầu tiên các hàm chức năng thủy văn trong môi trường ARC/INFO được sử dụng để xác định lưu vực phân nước từ bản đồ DEM và cắt tách thành lưu vực độc lập để chuyển bị đánh số lưu vực theo phương pháp Pfafstetter. Tiếp theo các bản đồ hội tụ dòng chảy và bản đồ xác định khoảng cách dòng chảy tại các ô lưới đến mặt cắt cửa ra của lưu vực lần lượt được tạo ra thông qua 2 hàm chức năng *Flowaccumulation* và

Flowlength trong môi trường ARC/INFO. Các kết quả đạt được trong môi trường ARC/INFO sẽ được chuyển đổi sang định dạng ASCII thông qua lệnh UNGENERATION.

Một chương trình mã hóa bằng ngôn ngữ lập trình Fortran được sử dụng để làm nhiệm vụ xác định tọa độ xuất nước của 9 lưu vực theo phương pháp Pfafstetter từ các thông tin thu được trong môi trường ARC/INFO dưới định dạng ASCII. Cuối cùng 9 tiểu lưu vực mức 1 sẽ được tạo ra thông qua các lệnh phân tách lưu vực trong môi trường ARC/INFO dựa trên các kết quả về tọa độ xuất nước thu được. Tiến trình trên có thể được thực hiện lặp lại cho các tiểu lưu vực mức 2 hoặc mức 3, cho đến khi các tiểu lưu vực được phân chia có diện tích lưu vực nhỏ hơn diện tích lớn nhất cho phép để có thể đáp ứng được điều kiện ứng dụng trong mô hình thủy văn (lưu vực nghiên cứu diện tích cho phép là < 3000 km²). Hình 2 là kết quả ứng dụng hệ thống đánh số lưu vực Pfafstetter cho lưu vực hồ Bản Chát, theo đó 9 lưu vực từ lưu vực lớn đã được đánh số và tách rời để có thể sẵn sàng ứng dụng mô hình Marine vào tính toán dòng chảy từ mưa.



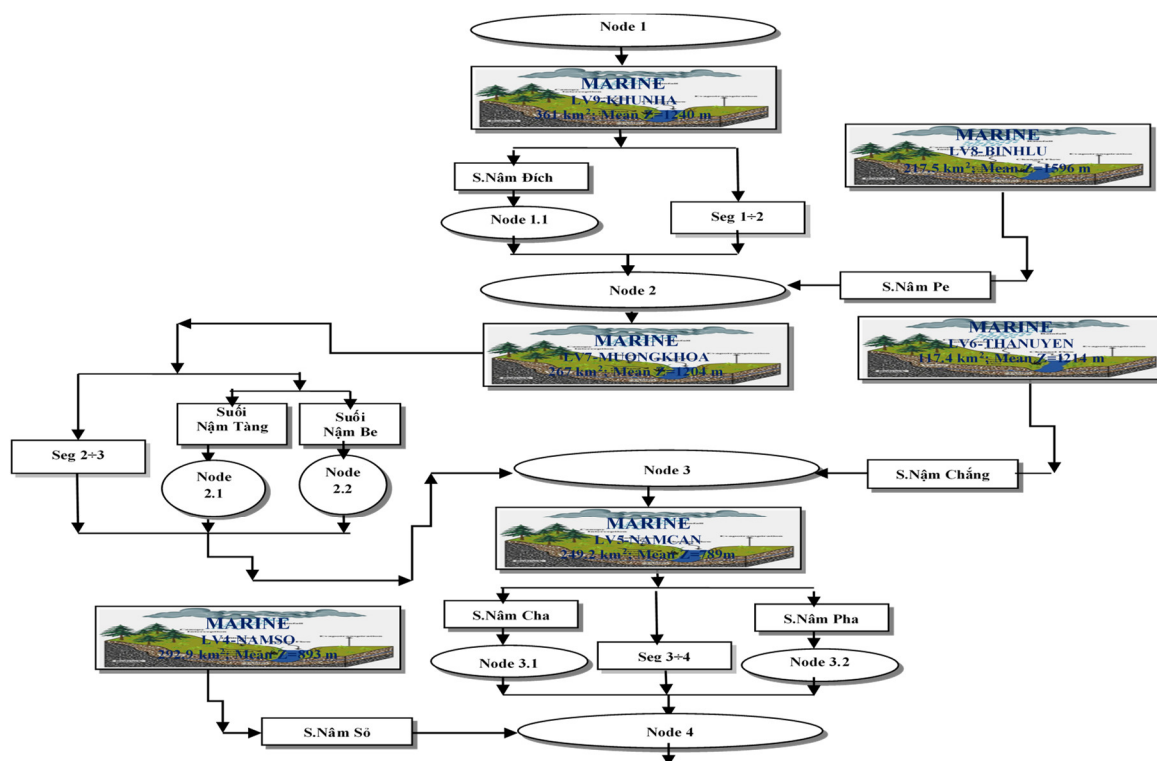
Hình 2. Bản đồ thâm phủ và kết quả ứng dụng kỹ thuật Pfafstetter phục vụ bài toán gom nước và diễn toán lũ trong sông cho mô hình thử nghiệm.

Sơ đồ gom nước và diễn toán lũ trong sông được xây dựng dựa trên quá trình phân tích hiện trạng về tình hình: mạng lưới sông suối; hệ thống hồ chứa thủy điện vừa và nhỏ; sự phân bố địa hình; và cơ sở hạ tầng hệ thống trạm quan trắc mưa, lũ hiện có trên lưu vực.

Hình 3 là kết quả thiết lập sơ đồ tính mưa~dòng chảy cho lưu vực phục vụ gom nước trên hệ thống từ mô hình Marine, có tổng số 12 node gom nước và 4 segment tham gia trực tiếp vào quá trình tính toán dòng chảy đến hồ Bản Chát.

+ Bốn nhánh sông lớn đổ trực tiếp vào lưu vực sông Nậm Mu bao gồm sông Nậm Pe, sông Nậm Chảng, sông Nậm Sỏ và sông Nậm Mít được hệ thống phân ra thành bốn lưu vực kín và được tính toán trực tiếp từ 4 mô hình Marine tương ứng là mô hình Marine–BinhLu, Marine–ThanUyen, Marine–NamSo và Marine–MuongThan.

+ Phần nhập lưu khu giữa từ thượng lưu về hạ lưu được chia ra làm 5 đoạn, các quá trình nhập lưu trong 5 đoạn được thực hiện thông qua 5 mô hình Marine tương ứng bao gồm mô hình Marine–KhunHa, Marine–MuongKhoa, Marine–NamCan, Marine–PhaMu và Marine–MuongKim, trong các đoạn nhập lưu các suối nhỏ sẽ được xem xét tính toán lượng nhập lưu thông qua tỷ lệ diện tích giữa diện tích gom nước thực tế của suối trên tổng diện tích lưới tính của mô hình của khu giữa đó.



Hình 3. Sơ đồ gom nước và diễn toán lũ trong sông cho mô hình thử nghiệm.

2.3. Số liệu và hàm mục tiêu thử nghiệm

2.3.1. Số liệu thử nghiệm

Để thử nghiệm mô hình Marine sau khi tích hợp thuật toán đề xuất MSCE-UA, chúng tôi sử dụng 19 năm (2001–2019) số liệu quan trắc để đánh giá khả năng mô phỏng của mô hình phát triển mới, trong đó số liệu mưa được thu thập từ 8 trạm đo mưa và phân phối tới lưới tính theo phương pháp đa giác Thiessen, riêng năm 2018, 2019 sử dụng số liệu mưa vệ tinh GsMap sau khi hiệu chỉnh với số liệu mưa mặt đất. Sử dụng số liệu lũ ứng với mùa lũ các năm điển hình lũ lớn, lũ trung bình và lũ nhỏ trên lưu vực để hiệu chỉnh thông số mô hình, bao gồm các năm 1969, 1971, 1999, 2001–2009, 2012–2019 (15/6–15/10). Các năm trước 2009 lấy số liệu lưu lượng tại trạm Bản Củng để kiểm định hiệu chỉnh thông số. Các năm sau 2012 sử dụng trực tiếp số liệu lưu lượng đền hồ Bản Chát để kiểm định, hiệu chỉnh thông số. Đường quan hệ H-Q nhiều năm của các trạm Bản Củng (Tà Gia).

2.3.2. Hàm mục tiêu thử nghiệm

Nghiên cứu lựa chọn 04 tham số để thử nghiệm thuật toán đề xuất tối ưu MSCE-UA cho mô hình Marine bao gồm: tham số sức cản bề mặt K_m ; η độ rỗng đất; Ψ Cột nước mao dẫn của mặt ướt (mm); K Độ dẫn thủy lực (mm/hr). Các tham số khác được cố định hoặc tính toán nội suy từ dữ liệu bản đồ DEM, giới hạn biên và ký hiệu biến của các tham số ước tính được chỉ ra trong Bảng 1.

Bảng 1. Các tham số tối ưu và giới hạn biên của chúng trong mô hình Marine.

Các tham số tối ưu	Ký hiệu biến	Biên dưới	Biên trên
K_m	var4_ODS	0,01	0,3
η	var1_ETA	0,05	0,5
Ψ (mm)	var2_SF	20	320
K (mm/hr)	var3_KGA	0,3	120

Nghiên cứu này lựa chọn 03 hàm mục tiêu có tính xung đột cao tham gia đồng thời vào bài toán tối ưu, các hàm mục tiêu được chỉ ra trong bảng 2.

Bảng 2. Danh sách các hàm mục tiêu tham gia vào bài toán thử nghiệm.

Tên hàm mục tiêu	Ký hiệu biến	Công thức toán
Nash–Sutcliffe Measure	NASH	$1 - \frac{\sum_{t=1}^n (O_t - S_t(\theta))^2}{\sum_{t=1}^n (O_t - \bar{O})^2}$
Root Mean Squared Error	RMSE	$\frac{1}{M_l} \sum_{j=1}^{M_l} \sqrt{\frac{1}{n_j} \sum_{i=1}^{n_j} (O_i - S_i(\theta))^2}$
Absolute Peak Difference	APD	$ \max_{1 \leq t \leq n} \{O_t\} - \max_{1 \leq t \leq n} \{S_t(\theta)\} $

Trong đó O_t là lưu lượng thực đo tại thời điểm quan trắc t (t=1, ..., n); M_l là số sự kiện dòng chảy thấp, n_j là số bước trong mỗi sự kiện; $S_t(\theta)$ giá trị lưu lượng mô phỏng đạt được của mô hình Marine tại thời điểm t; \bar{O} là giá trị trung bình lưu lượng thực đo của chuỗi quan trắc.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Kết quả đánh giá khả năng mô phỏng dòng chảy lũ của hệ thống thông qua các chuỗi số liệu hiệu chỉnh, lưu lượng đến hồ Bản Chát

Bảng 3 tính trong điều kiện lưu lượng đến hồ Bản Chát được nội suy từ trạm Bản Củng theo tỷ lệ diện tích. Các kết quả đạt được trong Bảng 3 cho thấy mô hình Marine sau khi được phát triển tích hợp thuật toán đề xuất MSCE-UA cho kết quả khá tốt, các chỉ tiêu đánh giá chất lượng S/σ và Nash qua các năm đều đạt chỉ tiêu cho phép theo quy phạm số 94 TCN 7–91, điều đó cho thấy giải thuật đề xuất mới có thể ứng dụng để tối ưu thông số cho mô hình Marine. Đối với quá trình lũ, sai số về đỉnh lũ và thời gian xuất hiện đỉnh là hợp lý, tuy nhiên vẫn còn một số đợt lũ nhỏ hệ thống chưa mô phỏng được, nguyên nhân có thể là do mạng lưới quan trắc mưa chưa đủ để phản ánh không gian mưa trên lưu vực, một số đợt mưa số liệu quan trắc thu được từ các trạm có mưa vừa, nhưng thực tế dữ liệu quan trắc trên lưu vực lại không có lũ dẫn đến mô hình không thể mô phỏng được trong những trường hợp này.

Bảng 3. Kết quả đánh giá chỉ tiêu mô phỏng mùa lũ các năm thông qua lưu lượng đến hồ Bản Chát.

Năm	Q đến Bản Chát	
	S/σ	Nash
2001	0,65	0,58
2002	0,56	0,69
2003	0,57	0,68
2004	0,57	0,68
2005	0,67	0,55
2006	0,54	0,71
2007	0,51	0,74
2008	0,64	0,59
2009	0,54	0,71
Trung bình	0,58	0,66
Max	0,67	0,74
Min	0,51	0,55

3.2. Kết quả đánh giá khả năng ứng dụng trong thực tế của hệ thống thông qua các chuỗi số liệu kiểm định

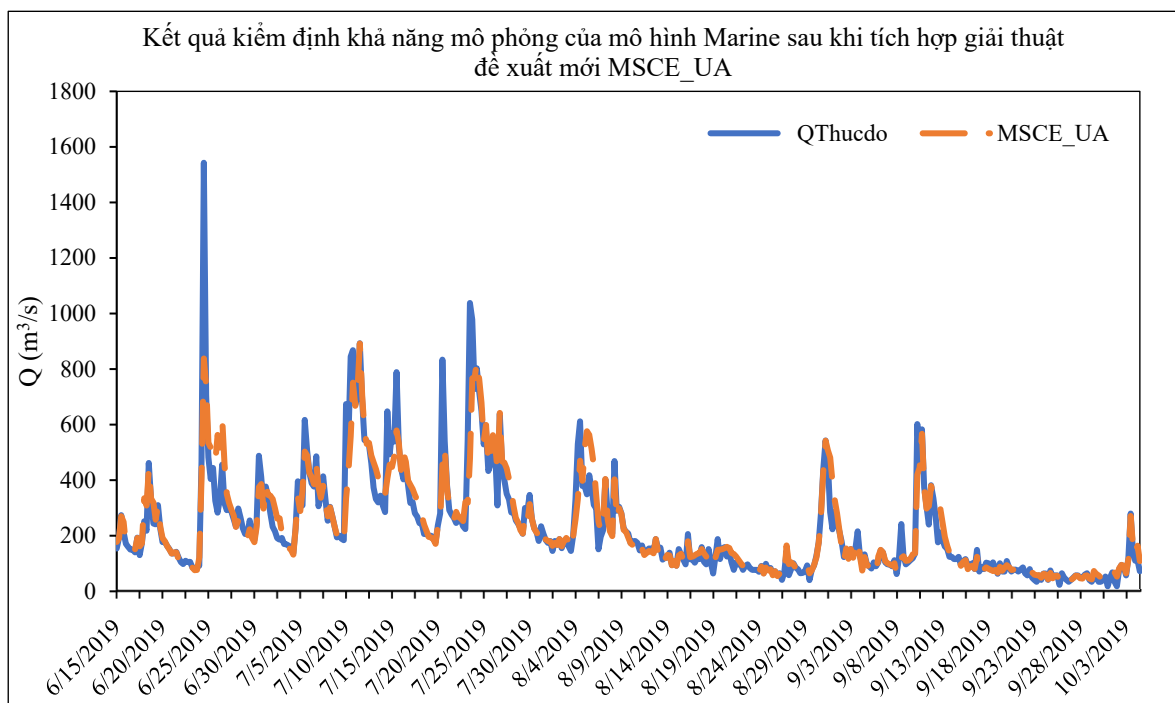
Trong hệ thống thủy văn (mô phỏng mưa~dòng chảy), việc kiểm định năng lực mô phỏng của hệ thống trên tập số liệu độc lập là chìa khóa quan trọng nhằm đánh giá tính ứng dụng

của bộ tham số tìm được trong thực tế. Để đánh giá khả năng ứng dụng trong thực tế của hệ thống trên tập tham số tối ưu tìm được. Nghiên cứu này đã sử dụng số liệu của 4 năm mùa lũ 2016 đến 2019 để tiến hành kiểm định. Kết quả đạt được cho thấy chất lượng mô phỏng của hệ thống trên tập số liệu kiểm định độc lập là khá ổn định qua các năm, chỉ tiêu Nash trung bình đạt mức 0,67 và không biến động nhiều qua các năm kiểm định (Bảng 4). Như vậy, có thể thấy bộ véctor tham số tìm được bằng kỹ thuật tối ưu tham số đa mục tiêu MSCE-UA đã tiệm cận vùng tối ưu toàn cục.

Bảng 4. Kết quả kiểm định dòng chảy đến hồ Bản Chát mùa lũ các năm đối với hệ thống dự báo dòng chảy lũ đến hồ Bản Chát.

Năm	Q đến hồ	
	S/ σ	Nash
2016	0,58	0,66
2017	0,61	0,63
2018	0,62	0,62
2019	0,49	0,76
Trung bình	0,58	0,67
Max	0,62	0,76
Min	0,49	0,62

Cuối cùng, đường quá trình mô phỏng đạt được từ hệ thống (đường gạch dài) so sánh với quá trình thực đo (đường liền đậm) cho thấy đường mô phỏng MSCE-UA cũng khá phù hợp với thực đo (Hình 4). Các đặc trưng trên đường quá trình như đỉnh lũ, quá trình lên, xuống và dòng ngầm khá phù hợp với thực tế. Đợt lũ kiểm định từ ngày 22/7–01/8/2019 hệ thống mô phỏng đỉnh lũ đạt mức 826 m³/s (sai số 20% so với đỉnh lũ thực tế), đợt từ ngày 29/8 đến 8/9/2019 đỉnh lũ sai số 1% so với thực tế.



Hình 4. Đường quá trình giữa lưu lượng đến hồ Bản Chát tính toán và thực tế năm 2019.

4. Kết luận

Các kết quả thử nghiệm đạt được trên lưu vực thử nghiệm đã cho thấy: mô hình Marine sau khi được phát triển mới đã cho kết quả mô phỏng khá tốt, hệ thống mô phỏng đường quá trình lũ, sai số đỉnh lũ và thời gian xuất hiện đỉnh là khá hợp lý; kỹ thuật điều khiển tham số

tối ưu đa mục tiêu MSCE-UA đã giúp cải thiện đáng kể chất lượng mô phỏng hệ thống của mô hình Marine, chỉ số NASH kiểm định trung bình qua các năm hiệu đạt mức 67% (mức có thể triển khai được trong nghiệp vụ dự báo theo tiêu chuẩn ngành).

Sự thành công của công trình nghiên cứu này đã giúp nâng cao chất lượng dự báo lũ cho mô hình Marine và cải thiện đáng kể tính khả thi khi triển khai ứng dụng trên diện rộng cho nhiều lưu vực khác nhau trên lãnh thổ Việt Nam.

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: B.Đ.L., T.H.T., P.T.H.L.; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: B.Đ.L., T.H.T., P.T.H.L.; Xử lý số liệu: B.Đ.L.; Lấy mẫu: B.Đ.L., T.H.T., P.T.H.L.; Viết bản thảo bài báo: B.Đ.L., T.H.T., P.T.H.L.; Chỉnh sửa bài báo: B.Đ.L., T.H.T., P.T.H.L.

Lời cảm ơn: Nhóm nghiên cứu xin chân thành cảm ơn sự hỗ trợ của đề tài khoa học “Nghiên cứu phát triển mô hình thủy văn thông số phân bố trong dự báo lũ cho các lưu vực sông ở Việt Nam”, mã số: TNMT.2021.562.06 trong việc thực hiện và công bố nghiên cứu này.

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Tài liệu tham khảo

1. Nystrom, E.; Burns, D. TOPMODEL Simulations of Streamflow and Depth to Water Table in Fishing Brook Watershed. U.S. Geological Survey, 2007.
2. Graham, D.N.; Butts, M. Flexible, integrated watershed modelling with MIKE SHE in Watershed Models. DHI Water & Environment, 2005.
3. Yang, D.; Herath, S.; Musiaka, K. Comparison of different distributed hydrological models for characterization of catchment spatial variability. *Hydrol. Processes* **2000**, *14*, 403–416.
4. Wang, L. Development of a Distributed Runoff Model coupled with a Land Surface Scheme, 2007.
5. Garambois, P.; Roux, H.; Larnier, K.; Labat, D.; Dartus, D. Characterization of catchment behaviour and rainfall selection for flash flood hydrological model calibration. *Hydrol. Sci. J.* **2015**, *60*, 424–447.
6. Tsuda, M.; Iwami, Y. Application of Flood Forecasting and Analysis Model (IFAS) for Wadi Flash Flood. Proceedings of the Second International Symposium on FlashFloods in Wadi Systems, 2016.
7. Ranzi, R.; Bacchi, B.; Grossi, G. Runoff measurements and hydrological modelling for the estimation of rainfall volumes in an alpine basin. *J. Royal Meteorol.* **2003**, *129*, 653–672.
8. Liu, Y.B.; De Smedt, F. WetSpa Extension, A GIS-based Hydrologic Model for Flood Prediction and Watershed Management, Department of Hydrology and Hydraulic Engineering Vrije Universiteit Brussel, 2004.
9. Tachikawa, Y.; Shiiba, M. Development of a Basin Runoff Simulation System Based on a New Digital Topographic Model. *Doboku Gakkai Ronbunshu* **2001**, *691/II-57*, 43–52.
10. Neitsch, S.; Arnold, J.; Kiniry, J.; Williams, J.; King, K. Soil Water Assessment Tool Theoretical Documentation. Texas Water Resources Institute, 2002.
11. Lập, B.Đ. Nghiên cứu phát triển mô hình thủy văn thông số phân bố trong dự báo lũ cho các lưu vực sông ở Việt Nam.
12. Duan, Q.; Sorooshian, S.; Gupta, V.K. Optimal use of the SCE-UA global optimization method for calibrating watershed models. *J. Hydrol.* **1994**, *158*, 265–284.

13. Duan, Q. A Global Optimization Strategy for Efficient and Effective Calibration of Hydrologic Models, The University of Arizona, 1991.
14. Jiang, S.; Yang, S. A Strength Pareto Evolutionary Algorithm Based on Reference Direction for Multiobjective and Many-Objective Optimization. *IEEE Trans. Evol. Comput.* **2017**, *21*, 329–346. <https://doi.org/10.1109/TEVC.2016.2592479>.
15. Zitzler, E.; Laumanns, M.; Thiele, L. SPEA2: Improving the Strength Pareto Evolutionary Algorithm for multiobjective optimization. Proceedings of the EUROGEN'2001. Athens. Greece, September 19–21, 2001.
16. Bader, J.; Zitzler, E. HypE: An Algorithm for Fast Hypervolume-Based Many-Objective Optimization. *Evol. Comput.* **2011**, *19*, 45–76. https://doi.org/10.1162/EVCO_a_00009.
17. Wang, R. Preference-inspired Co-evolutionary Algorithms. University of Sheffield, 2013.
18. Zhang, Q.; Li, H. MOEA/D: A Multiobjective Evolutionary Algorithm Based on Decomposition. *IEEE Trans. Evol. Comput.* **2008**, *11*, 712–731. <https://doi.org/10.1109/TEVC.2007.892759>.
19. Deb, K.; Jain, H. An Evolutionary Many-Objective Optimization Algorithm Using Reference-Point-Based Nondominated Sorting Approach, Part I: Solving Problems With Box Constraints. *IEEE Trans. Evol. Comput.* **2014**, *18*, 577–601.
20. Li, M.; Liu, X.; Yang, S. Shift-Based Density Estimation for Pareto-Based Algorithms in Many-Objective Optimization. *IEEE Trans. Evol. Comput.* **2014**, *18*, 348–365.

Development of the distributed hydrological model MARINE in flood forecasting problem, pilot application for Nam Mu river basin

Bui Dinh Lap^{1*}, Tran Hong Thai², Pham Thi Huong Lan³

¹ National Centre for Hydro-Meteorological Forecasting; PhD student of Thuyloi University; lapbuidinh@gmail.com

² Viet Nam Meteorological and Hydrological Administration; tranthai.vkttv@gmail.com

³ Thuyloi University; lanpth@wru.vn

Abstract: The problem of flood forecasting for disaster mitigation and water risk management is an increasingly urgent task due to the increasingly scarce water resources in Vietnam, while tools, calculation models, and flood forecasting technologies in our country are still limited. This paper will present the results achieved in the research and development of a modern distributed hydrological a mathematical model tool (MARINE) to solve the flood forecasting problem. The results achieved when implementing the pilot application to the Nam Mu River basin, with a 19-year data set, showed that the MARINE model after being developed has produced quite good simulation results, the system has simulated the hydrograph of flood, the error of flood peaks and the time of peak appearance is quite reasonable. The optimal parameters control technique (MSCE-UA) has significantly improved the system simulation quality of the MARINE model, with the NASH index is 0.67. The success of this research has significantly improved the feasibility of the MARINE model when deploying large-scale applications to various basins in the territory of Vietnam.

Keywords: Multiobjective optimization; Distributed hydrological model; Parameter estimation.

Bài báo khoa học

Nghiên cứu chế độ dòng chảy khu vực bãi biển Đồi Dương, tỉnh Bình Thuận

Phùng Thị Mỹ Diễm^{1,2*}, Ngô Nam Thịnh^{1,2}, Nguyễn Kỳ Phùng³

¹ Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP. HCM; diemptm@hcmunre.edu.vn; nntinh@hcmunre.edu.vn

² Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hồ Chí Minh;

³ Sở Khoa học và Công nghệ Tp. HCM; kyphungng@gmail.com

* Tác giả liên hệ: diemptm@hcmunre.edu.vn; Tel.: +84-902804525

Ban Biên tập nhận bài: 7/1/2021; Ngày phản biện xong: 23/2/2021; Ngày đăng bài: 25/3/2021

Tóm tắt: Mô hình phổ sóng Mike 21 SW (Spectral Waves) và mô hình thủy lực Mike 21 HD FM (Hydro Dynamic Flow Model) được sử dụng trong bài báo để tính toán trường sóng và dòng chảy ven bờ khu vực bãi biển Đồi Dương, Phan Thiết, tỉnh Bình Thuận. Mô hình sóng Mike 21 SW và Mike 21 HD FM đều được hiệu chỉnh và kiểm định với số liệu thực đo với hệ số tương quan khá tốt. Kết quả tính toán trường sóng là điều kiện đầu vào cho mô hình tính dòng chảy tổng hợp Mike 21 HD FM. Kết quả tính toán trường sóng khu vực bãi biển Đồi Dương cho thấy độ cao sóng có nghĩa vào mùa gió Đông Bắc khoảng 0,9–1,3 m, với hướng sóng là hướng Đông Bắc, vào mùa gió Tây Nam khoảng 0,4–0,7 m với hướng sóng là hướng Tây Nam. Đối với vận tốc dòng chảy, kết quả tính toán cho thấy vận tốc dòng chảy ven biển Đồi Dương khá nhỏ, đạt khoảng 0,025–0,35 m/s vào mùa gió Tây Nam và 0,02–0,3 m/s đối với mùa gió Đông Bắc. Qua kết quả phân tích thấy được dòng chảy khu vực bãi biển Đồi Dương chịu ảnh hưởng mạnh bởi triều. Nghiên cứu cũng làm cơ sở đưa ra các giải pháp nhằm giảm thiểu các quá trình tác động tiêu cực đến vùng bờ biển do ảnh hưởng của dòng chảy gây ra, góp phần định hướng phát triển kinh tế xã hội trong khu vực nghiên cứu.

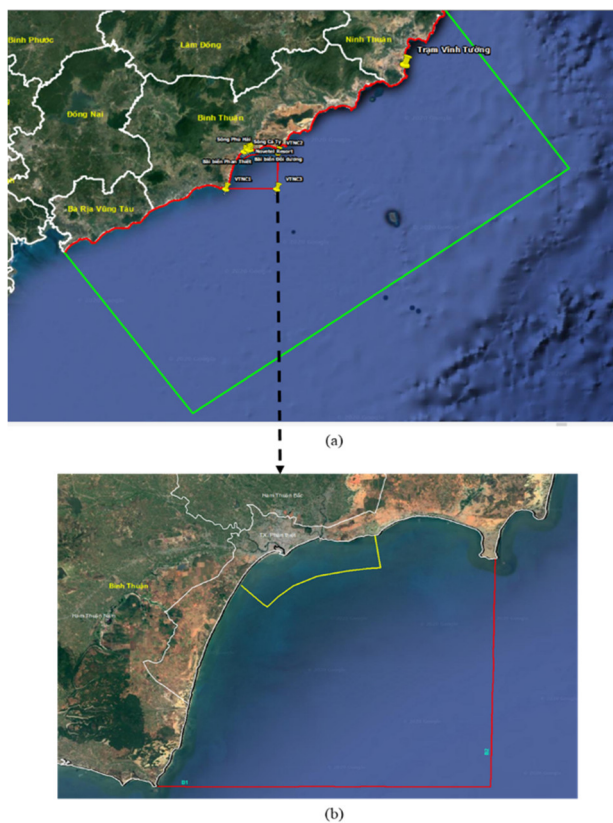
Từ khóa: Mike 21 SW; Mike 21 HD FM; Dòng chảy tổng hợp; Sóng; Bãi biển Đồi Dương.

1. Mở đầu

Với đường bờ biển dài 192 km, tỉnh Bình Thuận có nguồn tài nguyên du lịch phong phú gắn với biển, rừng và đảo [1]; nhiều bãi biển đẹp, nhiều khu bảo tồn thiên nhiên cấp quốc gia như Núi Ông, núi Tà Cú, khu bảo tồn biển đảo Phú Quý, Cù Lao Cau đa dạng sinh học; có cảnh quan đặc trưng nổi tiếng như đồi cát bay Mũi Né, Bàu Trắng, Mũi Kê Gà, các hồ thác thủy điện, suối khoáng nóng Vĩnh Hảo, Đa Kai..., hệ thống đường giao thông, khu neo đậu tàu thuyền, các công trình hạ tầng cơ sở của ngành du lịch, thủy sản, sản xuất muối... nằm tiếp giáp với bờ biển, thậm chí giáp với mép nước biển. Song, đó cũng là gánh nặng trong việc đối phó với thiên tai, các tai biến môi trường, trong đó xói lở đường bờ là một trong những tai biến phổ biến nhất, ảnh hưởng mạnh mẽ tới việc phát triển đời sống kinh tế xã hội và nhu cầu phát triển du lịch. Trong vài thập niên trở lại đây, bãi biển Đồi Dương bị xói lở mạnh mẽ, các hoạt động du lịch bị ảnh hưởng nặng nề, các hoạt động kinh tế xã hội của người dân tại khu vực gần như bị tê liệt. Có rất nhiều nguyên nhân tác động đến diễn biến cửa sông, nhưng nguyên nhân chủ yếu là do tác động của sóng và dòng chảy.

Chế độ thủy động lực ở đây có vai trò rất quan trọng trong việc vận chuyển bùn cát, biến động địa hình cũng như khả năng phát tán các chất gây ô nhiễm từ vùng ven bờ ra phía ngoài biển. Dòng chảy trong khu vực ven bờ rất phức tạp và có vai trò rất lớn trong việc vận chuyển vật chất đáy, quyết định đến xu thế vận chuyển bùn cát ven bờ gây xói lở hay bồi tụ bãi biển, vùng bờ. Chính vì vậy, đặc điểm biến động dòng chảy ở khu vực này đã được quan tâm nghiên cứu ở nhiều khía cạnh khác nhau như phân tích từ số liệu đo đạc khảo sát và mô hình toán [2–6]. Các thành phần dòng chảy chủ yếu trong đới ven bờ bao gồm dòng chảy phát sinh do sóng, dòng thủy triều, dòng chảy gió và chảy ra từ các cửa sông. Những thành phần dòng chảy tương tác với địa hình tạo ra các dạng hoàn lưu phức tạp. Các phương pháp thường dùng để mô phỏng chế độ thủy động lực ven biển dưới tác động tự nhiên và con người gồm đo đạc, khảo sát, mô hình vật lý; mô hình toán; công nghệ viễn thám và GIS.

Mô hình toán là một phương pháp hiện đại được phát triển mạnh trong mấy chục năm trở lại đây, đã được ứng dụng khá hiệu quả trong thực tế tại nước ta cũng như trên thế giới [7–10]. Việc áp dụng phương pháp này đòi hỏi phải qua nhiều bước như lựa chọn, xây dựng mô hình, hiệu chỉnh xác định thông số của mô hình và cuối cùng là ứng dụng mô hình để đánh giá, dự báo. Các mô hình toán ngày càng chứng tỏ là một công cụ mạnh và đặc lực bởi khả năng cho kết quả tính toán nhanh, phạm vi ứng dụng rộng, dễ dàng thay đổi các kịch bản bài toán, nhất là trong việc tính toán, mô phỏng các hệ thống lớn. Trong nghiên cứu này, bộ mô hình MIKE 21 của Viện Thủy Lợi Đan Mạch là công cụ chính được sử dụng để mô phỏng chế độ dòng chảy tại khu vực bãi biển Đồi Dương. Sử dụng mô đun Mike 21 HD FM để tính toán dòng chảy do gió, dòng chảy do sóng, dòng chảy do triều và dòng chảy tổng hợp, từ đó xem xét được mức độ ảnh hưởng của các yếu tố đến chế độ dòng chảy trong khu vực. Kết quả nghiên cứu có thể làm cơ sở cho việc tính toán thiết kế công trình đề chắn sóng cho cảng cũng như một số công trình phục vụ quy hoạch phát triển du lịch bãi biển Đồi Dương. Bài báo nghiên cứu chế độ dòng chảy trong phạm vi khu vực bãi biển Đồi Dương được thể hiện như Hình 1.



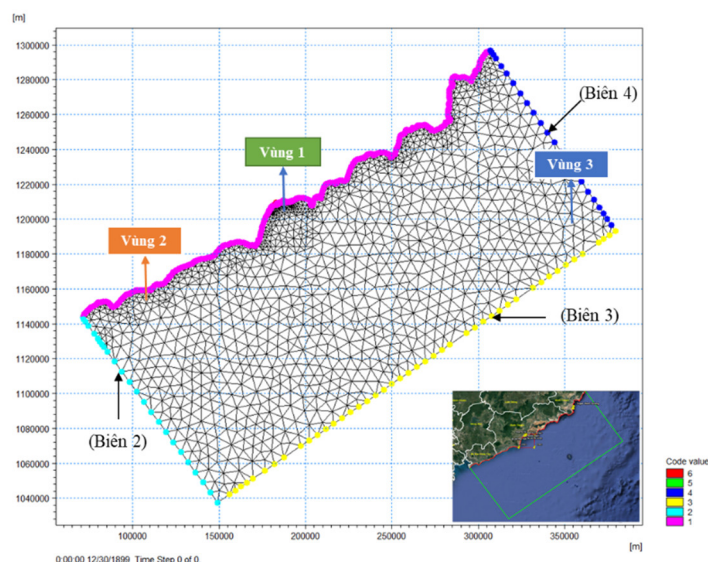
Hình 1. Phạm vi nghiên cứu (a); Toàn bộ vịnh Phan thiết và khu vực bãi biển Đồi Dương được giới hạn bởi đường màu vàng (b).

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1 Dữ liệu tính toán

2.1.1. Vùng tính và lưới tính

Để giảm thiểu sai số khi mô phỏng tính toán từ các biên mở cho khu vực nghiên cứu, theo đó, vùng tính được mở rộng bao gồm: từ vị trí bãi Vọng Nguyệt (Bà Rịa–Vũng Tàu) đến vùng ven biển tỉnh Bình Thuận và Ninh Thuận với chiều dài bờ biển là 330 km và khoảng cách từ bờ ra ngoài khơi là 130 km. Phạm vi không gian miền tính trên Hình 2.



Hình 2. Vùng tính và lưới tính.

Lưới tính được thiết lập bằng công cụ Mesh Generator trong MIKE ZERO. Để mô phỏng tương đối chính xác địa hình đáy vùng ven biển, lựa chọn lưới phi cấu trúc phù hợp với địa hình đường bờ phức tạp, bao gồm 3850 ô lưới tính toán với 2246 nút lưới, diện tích ô lưới nhỏ nhất 168 m². Lưới tính chia thành 3 vùng có diện tích: Khu vực bãi biển Đồi Dương 500000 m² (Vùng 1), dọc đường bờ 3000000 m² (Vùng 2) và ngoài biển khơi 32000000 m² (Vùng 3).

2.1.2. Dữ liệu đường bờ và địa hình đáy

Đối với đường bờ, số liệu được thiết lập vào năm 2017 trên phần mềm Google Earth và được số hóa bằng phần mềm ARCGIS. Đối với địa hình đáy được thu thập từ:

- + Số liệu địa hình khu vực biển đông thu thập năm 2013, 2017: kế thừa từ kết quả nghiên cứu của Lê Đình Mậu và cộng sự “Đặc điểm khí tượng hải văn và động lực biển tỉnh Khánh Hoà” được thực hiện từ 2016–2018.

- + Dữ liệu địa hình vùng biển Bình Thuận thu thập năm 2013 và 2017, được cung cấp bởi Phòng vật lý biển, viện Hải Dương Học.

- + Số liệu địa hình chi tiết khu vực bãi biển Đồi Dương được đo năm 2020: kế thừa từ số liệu đo đạc từ đề tài “Nghiên cứu tính toán sự xuất hiện dòng Rip vùng ven biển Nam Trung Bộ, áp dụng cho bãi biển Đồi Dương tỉnh Bình Thuận”.

2.1.3. Dữ liệu cho mô hình tính toán sóng và dòng chảy

Số liệu gió toàn cầu có độ phân giải 0,5 độ kinh vĩ, bước thời gian đo 3 tiếng (năm 2013 và 2017) thu thập từ Cơ quan Quản lý Khí quyển Đại dương Quốc gia Mỹ (NOAA).

Số liệu sóng, dòng chảy năm 2013 phục vụ hiệu chỉnh và kiểm định: Số liệu sóng và dòng chảy thực đo tại trạm Vĩnh Trường thu thập của Công ty Tư vấn Xây dựng điện 2, Tập đoàn Điện lực Việt Nam (EVN).

2.2. Cơ sở lý thuyết mô đun Mike 21 SW

MIKE 21 SW [11] là mô đun tính phổ sóng được tính toán dựa trên lưới phi cấu trúc. Mô đun này tính toán sự phát triển, suy giảm và truyền sóng tạo ra bởi gió và sóng lừng ở ngoài khơi và khu vực ven bờ.

Trong MIKE 21 SW, sóng gió được biểu diễn thông qua đại lượng phổ mật độ tác động $N(\sigma, \theta)$.

Mật độ tác động $N(\sigma, \theta)$ quan hệ với mật độ năng lượng $E(\sigma, \theta)$ theo biểu thức:

$$N = \frac{E}{\sigma} \quad (1)$$

Đối với sóng lan truyền trên độ sâu và dòng chảy biến đổi nhỏ thì quan hệ giữa tần số góc tương đối và tần số góc tuyệt đối ω được xác định theo biểu thức tán xạ tuyến tính sau:

$$\sigma = \sqrt{gk \tanh(kd)} = \omega - \vec{k} \cdot \vec{U} \quad (2)$$

Trong đó g (m/s^2) là gia tốc trọng trường; d (m) là độ sâu nước; \vec{U} là véc tơ vận tốc dòng chảy và k là số sóng có độ lớn k và hướng θ .

Phương trình chủ đạo trong MIKE 21 SW là phương trình cân bằng tác động của sóng trong toạ độ Đề Các hoặc là toạ độ cầu. Trong toạ độ Đề Các:

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \nabla \cdot (\vec{v} \cdot N) = \frac{S}{\sigma} \quad (3)$$

Trong đó $N(\vec{x}, \sigma, \theta, t)$ là mật độ tác động; $\vec{x}(x, y)$ là toạ độ Đề Các; σ là tần số góc tương đối ($\sigma = 2\pi f$); θ (độ) là hướng sóng; t (s) là thời gian; ∇ là toán tử đạo hàm riêng trong không gian (\vec{x}, σ, θ), $\vec{v}(c_x, c_y, c_\sigma, c_\theta)$ là tốc độ lan truyền của nhóm sóng trong không gian 4 chiều và S là số hạng nguồn trong phương trình cân bằng năng lượng.

$$S = S_{in} + S_{nl} + S_{ds} + S_{bot} + S_{surf} \quad (4)$$

Trong đó S_{in} là sự chuyển tải động lượng năng lượng gió vào sự phát sinh ra sóng; S_{nl} là năng lượng chuyển tải do tương tác phi tuyến sóng-sóng; S_{ds} là sự tiêu tán năng lượng sóng do sóng bạc đầu; S_{bot} là sự tiêu tán do ma sát đáy; S_{surf} là sự tiêu tán năng lượng do sự vỡ sóng do độ sâu.

Hàm mặc định của số hạng nguồn S_{in} , S_{nl} và S_{ds} trong MIKE 21 SW tương tự như hàm nguồn trong mô hình WAM Cycle 4 [12].

2.3. Cơ sở lý thuyết mô đun MIKE 21 FM HD

Mô đun MIKE 21 FM HD [13] mô phỏng sự biến thiên lưu lượng và mực nước dựa trên phương trình liên tục và phương trình động lượng theo hai hướng:

Phương trình liên tục:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}}{\partial y} = hS \quad (5)$$

Phương trình động lượng theo phương x và y tương ứng:

+ Theo phương x :

$$\begin{aligned} & \frac{\partial h\bar{u}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}^2}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{u}\bar{v}}{\partial y} \\ & = f\bar{v}h - gh \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{h}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial x} - \frac{gh^2}{2\rho_0} \frac{\partial \rho}{\partial x} + \frac{\tau_{sx}}{\rho_0} - \frac{\tau_{bx}}{\rho_0} - \frac{1}{\rho_0} \left(\frac{\partial S_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial S_{xy}}{\partial y} \right) \\ & + \frac{\partial}{\partial x} (hT_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (hT_{xy}) + hu_s S \end{aligned} \quad (6)$$

+ Theo phương y:

$$\begin{aligned} \frac{\partial h\bar{v}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}\bar{v}}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}^2}{\partial y} \\ = -f\bar{u}h - gh \frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{h}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial y} - \frac{gh^2}{2\rho_0} \frac{\partial \rho}{\partial y} + \frac{\tau_{sy}}{\rho_0} - \frac{\tau_{by}}{\rho_0} \\ - \frac{1}{\rho_0} \left(\frac{\partial S_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial S_{yy}}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial x} (hT_{xy}) + \frac{\partial}{\partial y} (hT_{yy}) + hv_s S \end{aligned} \quad (7)$$

Trong đó t là thời gian (s); x, y là tọa độ Đề Các (m); η là dao động mực nước (m); d là độ sâu của mực nước; h là tổng độ sâu mực nước (m); g là gia tốc trọng trường (m/s^2); $f = 2 \Omega \sin \phi$: tham số Coriolis (s^{-1}); ρ_0 là khối lượng riêng của nước (kg/m^3); p_a là áp suất khí quyển (Pa/m); S là lưu lượng nguồn (m^3/s); u_s, v_s là vận tốc của nước đi vào miền tính theo phương x và phương y (m/s); \bar{u}, \bar{v} là vận tốc trung bình theo độ sâu (m/s); T_{xx}, T_{xy}, T_{yy} là các thành phần nội ứng suất, được xác định theo công thức độ nhớt xoáy dựa trên vận tốc trung bình theo độ sâu; τ_{sx}, τ_{sy} là ứng suất ma sát bề mặt theo phương x và y (N/m^2); τ_{bx}, τ_{by} là ứng suất ma sát đáy theo phương x và y (N/m^2); A là hệ số nhớt rối theo phương ngang (m^2/s); $S_{xx}, S_{xy}, S_{yx}, S_{yy}$ là các thành phần của ứng suất tán xạ sóng lên đơn vị thể tích nước theo các phương x và y (N/m^2). Ứng suất tán xạ sóng được tính theo công thức:

$$S_{xx} = E \left(\left(\frac{kh}{\sinh 2kh} + \frac{1}{2} \right) \cos^2 \theta + \frac{kh}{\sinh 2kh} \right) \quad (8)$$

$$S_{yy} = E \left(\left(\frac{kh}{\sinh 2kh} + \frac{1}{2} \right) \sin^2 \theta + \frac{kh}{\sinh 2kh} \right) \quad (9)$$

$$S_{xy} = S_{yx} = E \left(\left(\frac{kh}{\sinh 2kh} + \frac{1}{2} \right) \sin \theta \cos \theta \right) \quad (10)$$

Trong đó θ là góc sóng tới; E là năng lượng sóng; k là số sóng.

2.4. Thiết lập mô hình

Bài báo áp dụng MIKE 21 với hai mô đun, cụ thể là mô đun sóng (SW) và mô đun thủy động lực học (HD), tác giả thực hiện các bước tính toán chính như trình bày trong khung phương pháp luận ở Hình 3.

2.4.1. Mô hình tính sóng (MIKE 21 SW)

Thời gian tính: Từ 8h00 ngày 07/01/2013 đến 22h00 ngày 11/01/2013 cho quá trình hiệu chỉnh và 11:12 ngày 01/07/2013 đến 23:12 ngày 07/07/2013 cho quá trình kiểm định.

Bước thời gian: 3600 giây

Điều kiện ban đầu được thiết lập là không có sự biến thiên của mực nước và dòng chảy tại khu vực nghiên cứu. Hiểu cách khác là trường hợp của bài toán đặt điều kiện biên ban đầu cho khu vực nghiên cứu như một khối nước tĩnh, các dao động sóng hình thành từ nguồn dữ liệu gió toàn cầu trên toàn miền tính và không xét đến sự dao động của thủy triều.

Điều kiện biên bao gồm các biên Bắc, Đông, Nam đều được thiết lập là mực nước tĩnh (độ cao sóng $h = 0$).

Điều kiện gió: Số liệu gió toàn cầu của cơ quan Quản lý Khí quyển đại dương Quốc gia Mỹ (NOAA) với độ phân giải 0,5 độ kinh vĩ, bước thời gian đo 3 tiếng.

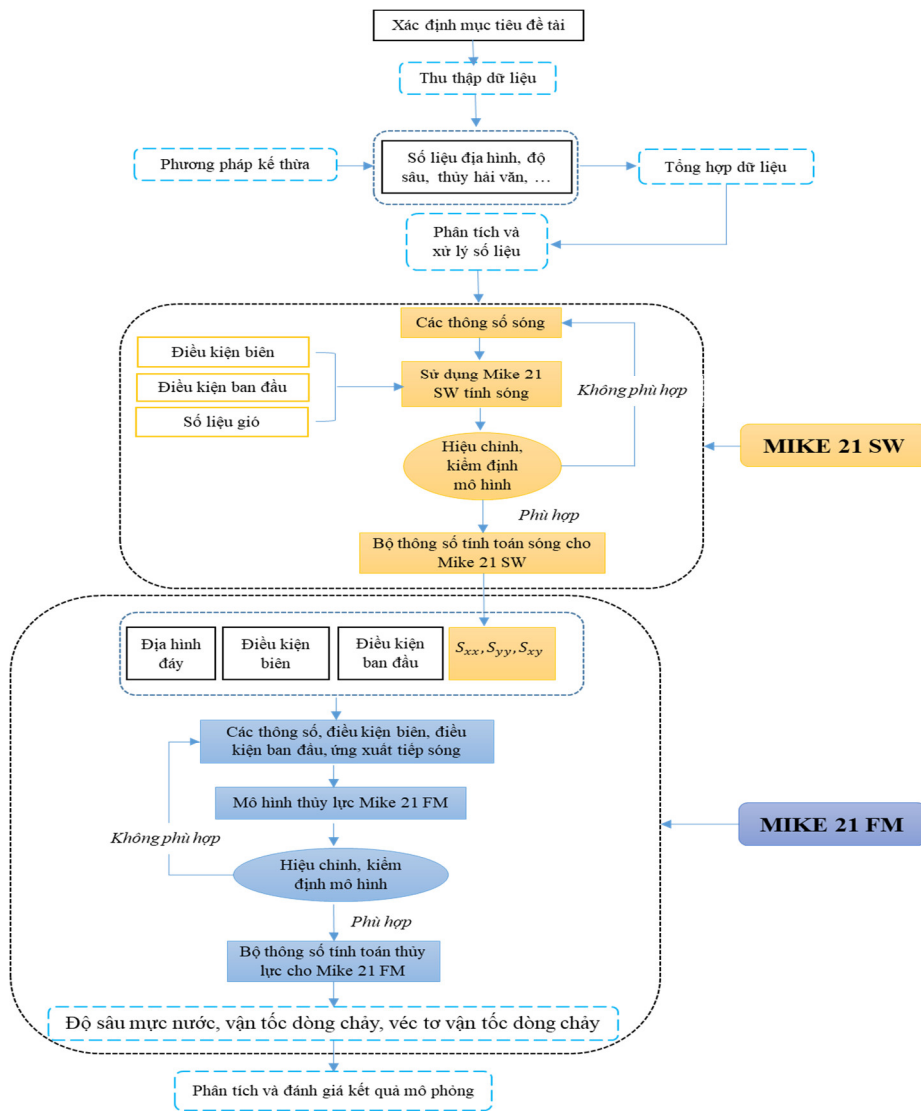
Thông số dùng để hiệu chỉnh là hệ số sóng vỡ, hệ số ma sát đáy, hệ số phân tán là C_{dis} và $DELTA_{dis}$.

2.4.2. Mô hình dòng chảy (MIKE 21 HD FM)

Thời gian tính:

+ Thời gian hiệu chỉnh: Từ 7h00 ngày 01/07/2013 đến 23h00 ngày 15/07/2013

- + Thời gian kiểm định: 00h00 ngày 16/07/2013 đến 16h00 ngày 27/07/2013.
- Điều kiện ban đầu: Mực nước = 0 m, vận tốc trên toàn miền tính = 0 m/s.
- Điều kiện biên:
 - + Chuỗi giá trị mực nước (Z) thay đổi theo thời gian và không gian, từ phân tích điều hòa (Tide Predictions of Heights) tích hợp sẵn trong MIKE 21; Sử dụng số liệu mực nước triều tính toán từ bộ hằng số điều hòa thủy triều toàn cầu [14] tại 3 biên lòng ngoài khơi.
 - + Điều kiện sóng: Kết quả S_{xx} , S_{xy} , S_{yy} (m^3/s^2) sau khi tính toán từ mô đun Mike 21 SW sẽ là đầu vào cho mô đun MIKE 21 FM HD để tính toán dòng chảy, và mô hình Mike 21 tính toán coupled.
- Thông số dùng để hiệu chỉnh là hệ số Manning's M.

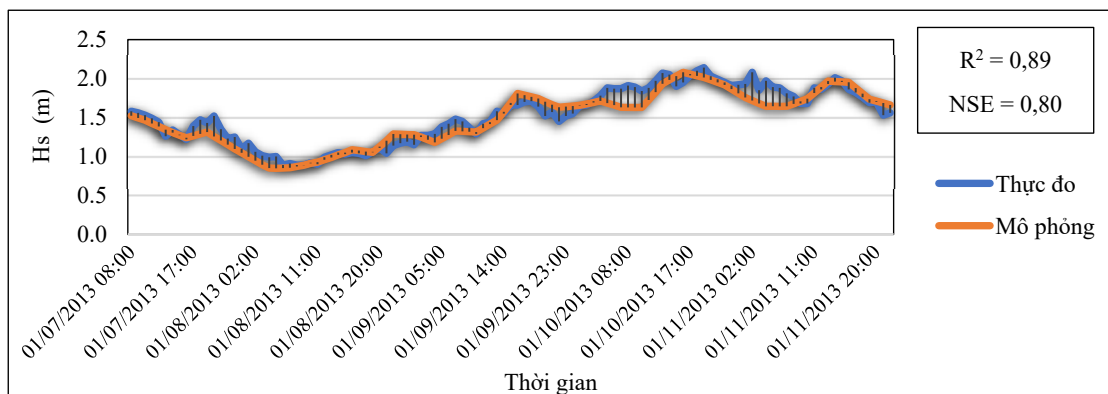


Hình 3. Khung định hướng nghiên cứu.

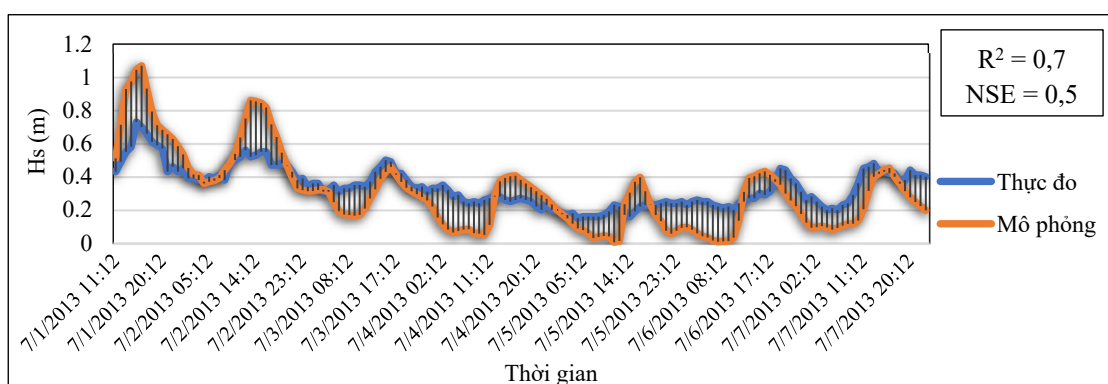
3. Kết quả và thảo luận

3.1. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình sóng

Nghiên cứu sử dụng chuỗi số liệu thực đo sóng tại trạm Vĩnh Trường (11°26'13.00"N, 109°1'9.98"E) trong thời gian từ 8h00 ngày 07/01/2013 đến 22h00 ngày 11/01/2013 để hiệu chỉnh mô hình và từ 11:12 ngày 01/07/2013 đến 23:12 ngày 07/07/2013 để kiểm định mô hình. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình sóng được trình bày trên Hình 4 và Hình 5.



Hình 4. Đồ thị so sánh độ cao sóng có nghĩa (Hs) thực đo và tính toán tại trạm hiệu chỉnh từ 8h00 ngày 07/01/2013 đến 22h00 ngày 11/01/2013.



Hình 5. Đồ thị so sánh độ cao sóng có nghĩa (Hs) thực đo và tính toán từ 11:12 ngày 01/07/2013 đến 23:12 ngày 07/07/2013.

Hiệu chỉnh (Hình 4) và kiểm định (Hình 5) mô hình cho thấy kết quả tính toán tương đối phù hợp với kết quả thực đo, chỉ số NSE và R^2 giữa kết quả đo đạc và tính toán đạt ở mức khá tốt [15], qua đó khẳng định kết quả mô phỏng đảm bảo độ tin cậy, có thể sử dụng bộ thông số của mô hình (Bảng 1) phục vụ tính toán các kịch bản tiếp theo.

Bảng 1. Bộ tham số hiệu chỉnh.

Tham số	Giá trị , đơn vị
Hệ số sóng vỡ	0,8
Hệ số ma sát đáy	0,002 (m)
Hệ số phân tán là C_{dis}	3
DELTA dis	0,0125

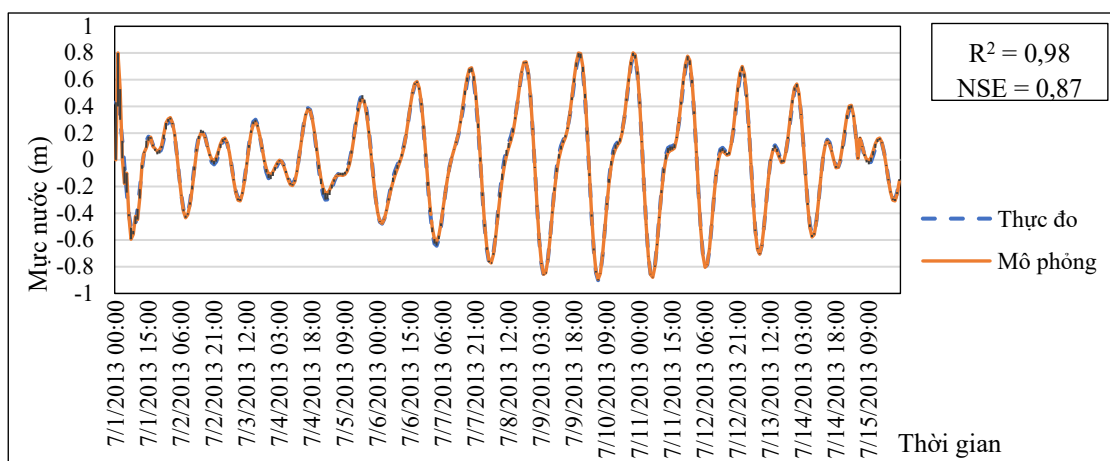
3.2. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình dòng chảy

Quá trình hiệu chỉnh dòng chảy được thực hiện bằng cách thay đổi hệ số Manning’s M theo độ sâu địa hình. Kết quả tính toán dòng chảy được hiệu chỉnh và kiểm định với chuỗi số liệu thực đo tại trạm Vĩnh Trường.

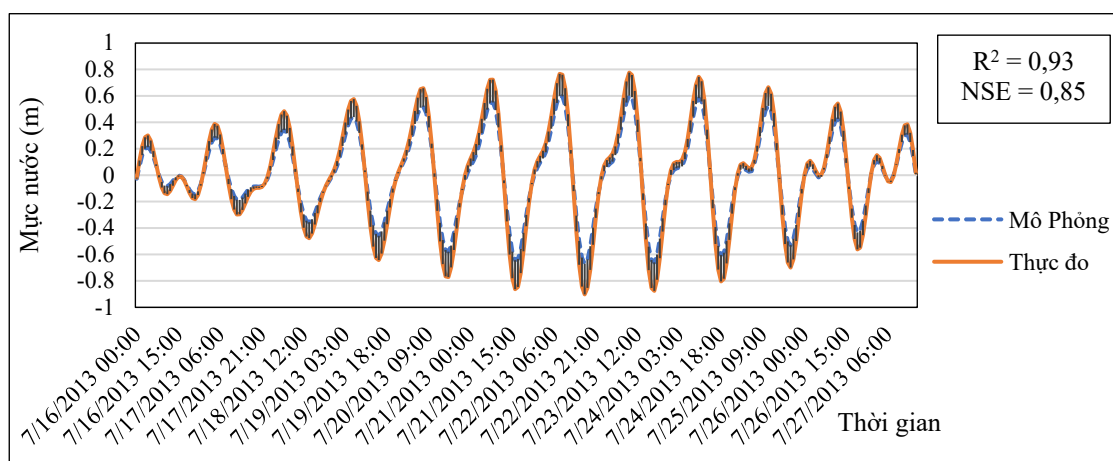
Thời gian hiệu chỉnh: 7h00 ngày 01/07/2013 đến 23h00 ngày 15/07/2013.

Thời gian kiểm định: 00h00 ngày 16/07/2013 đến 16h00 ngày 27/07/2013.

Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định dòng chảy được thể hiện như Hình 6 và Hình 7.



Hình 6. Đồ thị so sánh độ mực nước thực đo và tính toán tại trạm hiệu chỉnh từ 7h00 ngày 01/07/2013 đến 23h00 ngày 15/07/2013.



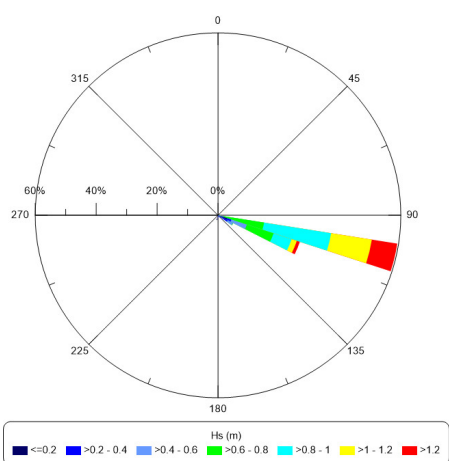
Hình 7. Đồ thị so sánh độ mực nước thực đo và tính toán tại trạm hiệu chỉnh từ 00h00 ngày 16/07/2013 đến 16h00 ngày 27/07/2013.

Kết quả hiệu chỉnh ($NSE = 0,87$ và $R^2 = 0,98$) và kiểm định ($NSE = 0,85$ và $R^2 = 0,93$) cho thấy mức độ phù hợp giữa số liệu thực đo và tính toán đối với mực nước đạt loại tốt và hướng dòng chảy đạt loại khá.

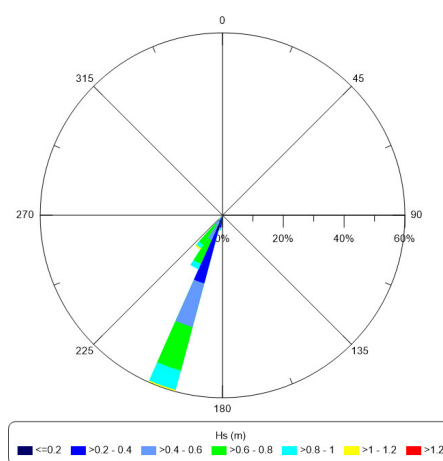
3.3. Kết quả mô phỏng sóng khu vực nghiên cứu

Kết quả tính toán trường sóng trong tháng 1 cho thấy khu vực nghiên cứu khi chịu tác động chủ yếu bởi gió mùa Đông Bắc thì trường sóng ngoài khơi có hướng chủ yếu là hướng Đông Bắc, hướng của sóng biển khơi trùng với hướng gió. Khi vào đến cửa sông Phú Hải và Cà Ty hướng sóng bị tác động của hình thái cửa sông và khúc xạ do sự nông dần của địa hình nên có sự chuyển sang hướng Đông Đông Nam (Hình 8). Độ cao sóng vào tháng 1 từ 0,5–3 m, chu kỳ sóng khu vực cửa sông khoảng 3 giây.

Đến tháng 7, khu vực nghiên cứu chịu tác động trực tiếp của chế độ gió mùa Tây Nam, hướng sóng khoảng 225 độ, hướng Tây Nam chủ đạo, khi vào gần bờ thì chuyển sang hướng nam Tây Nam (Hình 9).



Hình 8. Biểu đồ Hoa sóng tháng 1 tại điểm có tọa độ (184513.500878, 1208397.703794).



Hình 9. Biểu đồ Hoa sóng tháng 7 tại điểm có tọa độ (184513.500878, 1208397.703794).

3.4. Kết quả mô phỏng dòng chảy

Dòng chảy khu vực bãi biển Đồi Dương có đặc trưng của dòng chảy vịnh Phan Thiết, do đó, bài báo tiến hành phân tích chế độ dòng chảy tại khu vực Vịnh Phan Thiết và từ đó làm rõ chế độ dòng chảy tại bãi biển Đồi Dương.

3.4.1. Mô phỏng dòng chảy trong trường hợp gió mùa Đông Bắc

- Dòng chảy dưới ảnh hưởng của gió Đông Bắc:

Dưới ảnh hưởng của gió Đông Bắc (Hình 10), dòng chảy sinh ra do gió trong khu vực nghiên cứu có vận tốc dao động khoảng 0,04–0,44 m/s; vận tốc dòng chảy ở khu vực sát bờ nhỏ hơn vì chịu ảnh hưởng bởi địa hình và ma sát đáy lớn. Gió Đông Bắc ảnh hưởng rất ít trong khu vực cửa sông Cà Ty và Phú Hải (bãi biển Đồi Dương), vận tốc dòng chảy trong khu vực này nhỏ khoảng 0,008–0,096 m/s vì đặc điểm địa hình khu vực này là nhỏ và hẹp, chính điều này làm giảm ảnh hưởng của gió lên dòng chảy.

- Dòng chảy dưới ảnh hưởng của sóng Đông Bắc:

Từ Hình 11 ta thấy vận tốc dòng chảy khu tại khu vực bãi biển Đồi Dương rất nhỏ, dao động khoảng 0,002–0,04 m/s, nên sóng truyền theo hướng Đông không ảnh hưởng nhiều lên khu vực này.

- Dòng chảy dưới ảnh hưởng của triều trong mùa gió Đông Bắc:

Khi không xét tới sự tác động của sóng và gió, kết quả dòng chảy triều được mô phỏng như Hình 12. Thời gian triều lên ngắn hơn thời gian triều xuống, vận tốc dòng trung bình trong toàn miền tính dao động trong khoảng 0,05–1,2 m/s. Tốc độ dòng chảy tại các vị trí gần cửa sông tại bãi biển Đồi Dương khi triều dâng và rút có giá trị gần như tương đương nhau (khoảng <math>< 1</math> m/s).

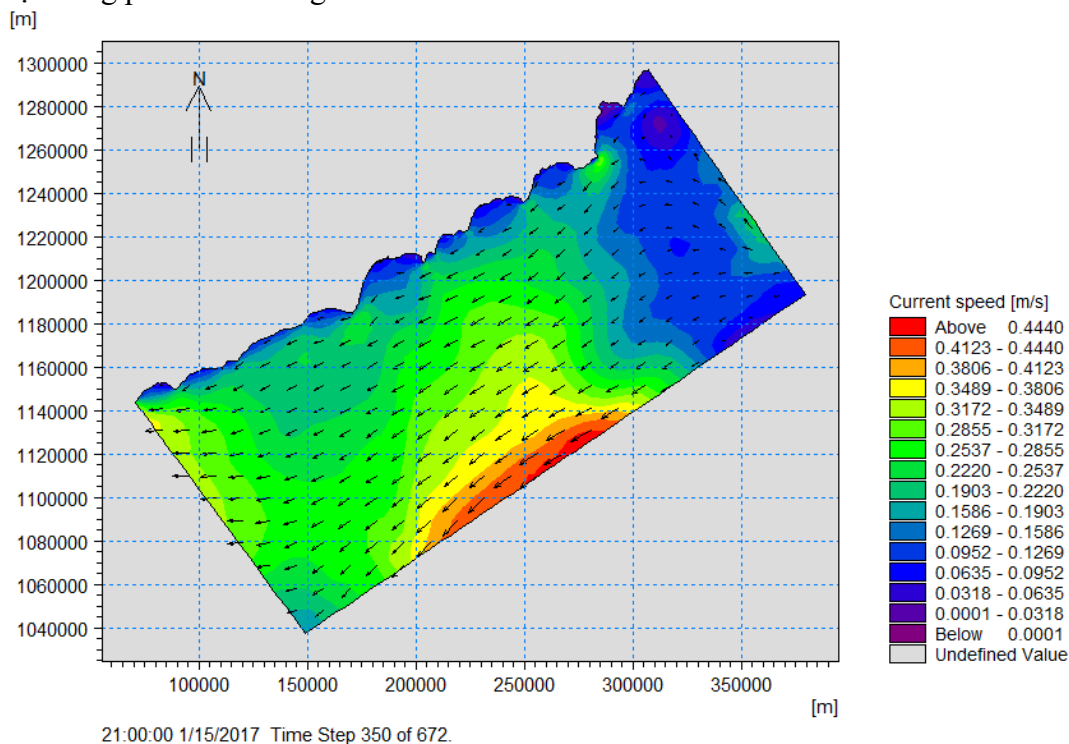
- Dòng chảy tổng cộng (ảnh hưởng của triều, sóng Đông và gió Đông Bắc kết hợp).

Để xem xét rõ hơn về ảnh hưởng của các dòng chảy thành phần lên dòng chảy tổng hợp tại khu vực nghiên cứu. Bài báo đã tiến hành trích xuất đặc trưng dòng chảy vào 7 giờ ngày 22 tháng 1 năm 2017 tại khu vực quanh đảo Phú Quý (Hình 13) và khu vực ven bờ thuộc Vịnh Phan Thiết – bãi biển Đồi Dương (Hình 14).

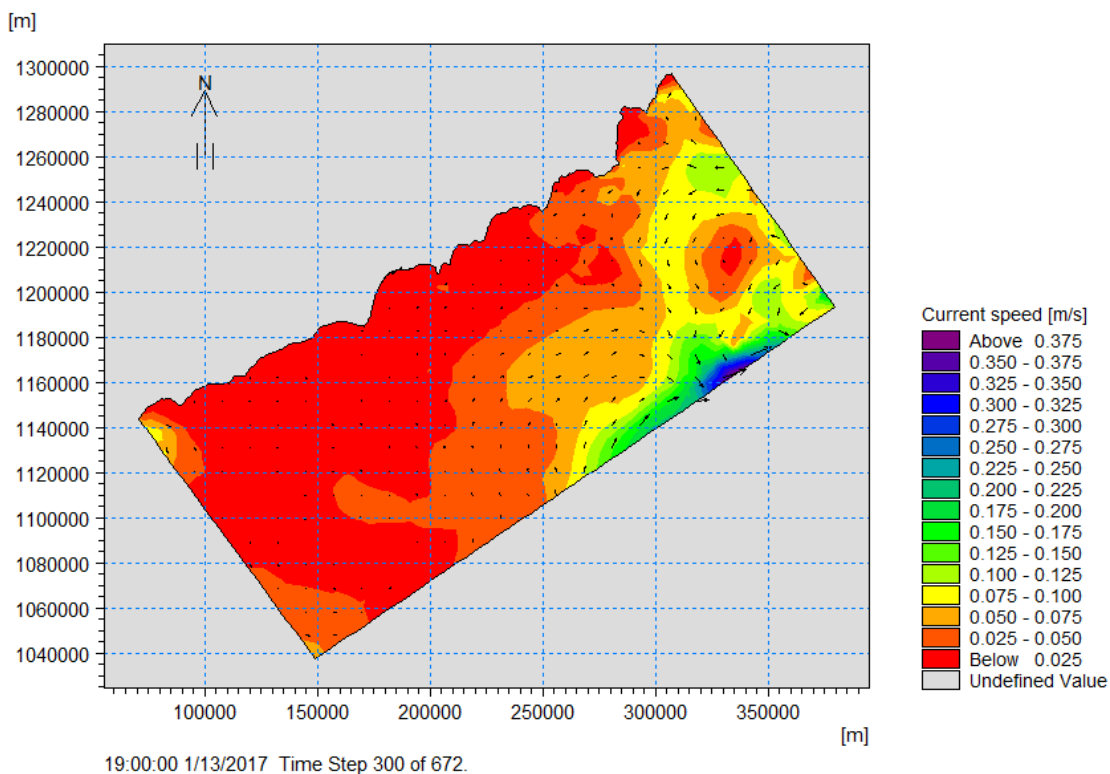
Kết quả hình 13 cho thấy: Dòng chảy tại đây không bị ảnh hưởng nhiều bởi sóng Đông, vận tốc chỉ đạt khoảng 0–0,08 m/s. Phần lớn dòng chảy dịch chuyển từ hướng Tây Tây Nam lên hướng Đông Đông Bắc; Dòng chảy sinh ra do gió Đông Bắc có vận tốc dao động khoảng 0,15–0,29 m/s. Dòng chảy dịch chuyển từ hướng Đông Bắc về hướng Tây Nam là chủ yếu;

Dưới ảnh hưởng của Triều, vận tốc dòng chảy tại đây đạt khoảng 0,26–0,33 m/s. Dòng chảy dịch chuyển theo nhiều hướng nhưng chủ yếu chảy từ hướng Đông Bắc về hướng Tây Nam.

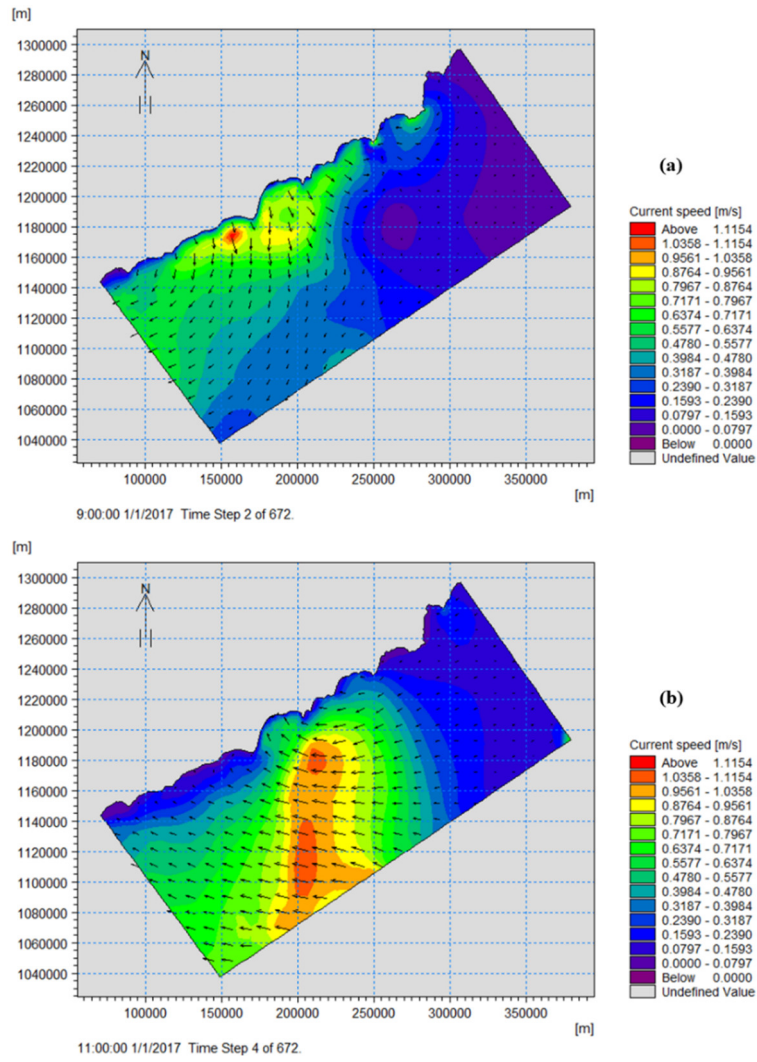
Khi tiến vào gần bờ, dòng chảy tại khu vực này chảy theo 2 hướng chính là Tây Bắc và Đông Nam. Dòng chảy biến động theo pha dao động của mực nước với hai hướng chủ đạo: trong pha triều lên dòng chảy có hướng chủ đạo là từ phía ngoài biển vào trong các cửa sông; ngược lại trong pha triều xuống.



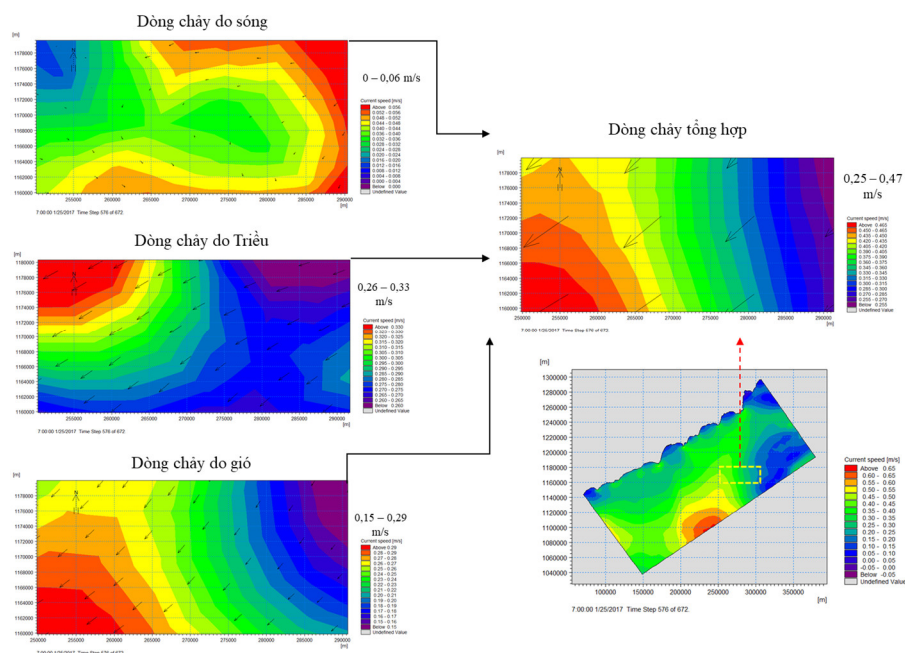
Hình 10. Trường vận tốc dòng chảy dưới ảnh hưởng của gió Đông Bắc.



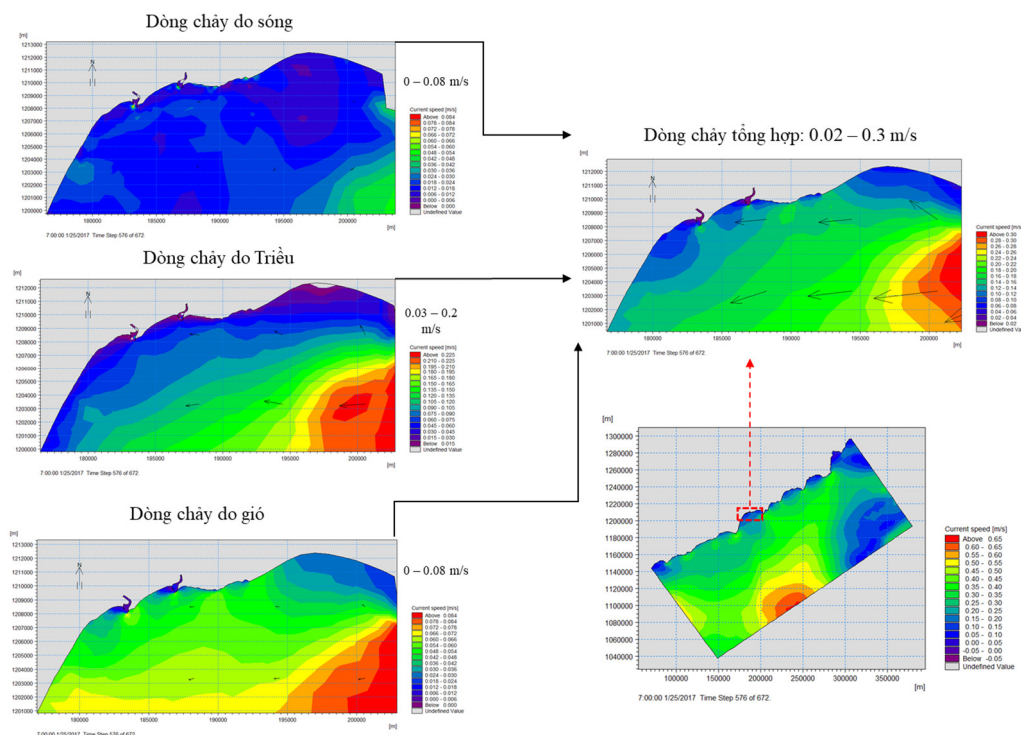
Hình 11. Trường vận tốc dòng chảy dưới ảnh hưởng của sóng vào mùa Đông Bắc.



Hình 12. Trường vận tốc dòng chảy lúc triều xuống (a) và triều lên (b).



Hình 13. Ảnh hưởng của dòng chảy thành phần tại khu vực ngoài khơi vào gió mùa Đông Bắc.

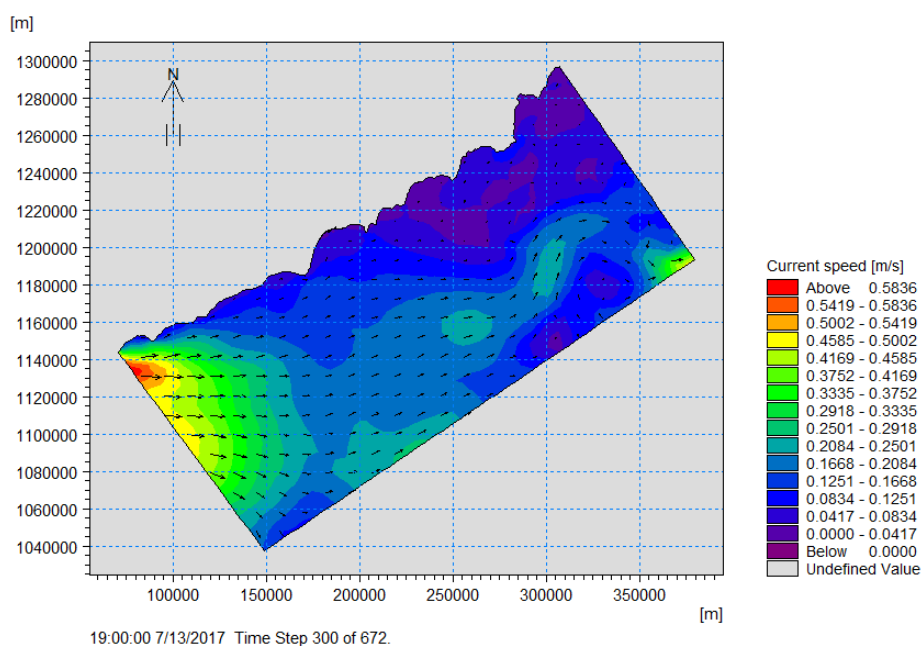


Hình 14. Ảnh hưởng của dòng chảy thành phần tại khu vực ven bờ vào gió mùa Đông Bắc.

Theo phân tích cho thấy, chế độ dòng chảy khu vực vịnh Phan Thiết nói chung và bãi biển Đồi Dương nói riêng chịu ảnh hưởng mạnh bởi dòng triều, ảnh hưởng do sóng và ảnh hưởng của gió lên dòng chảy là ít hơn.

3.4.2. Mô phỏng dòng chảy trong trường hợp gió mùa Tây Nam

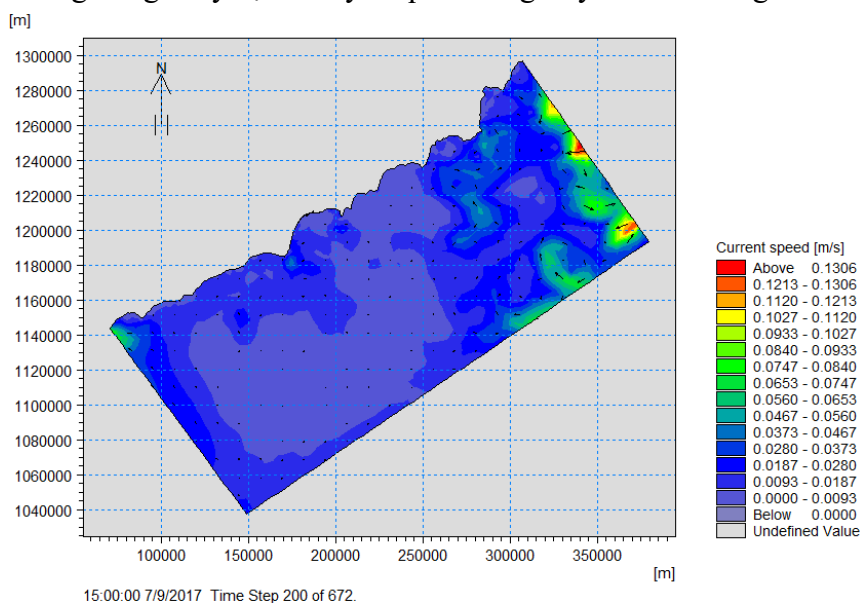
▪ Dòng chảy dưới ảnh hưởng của gió Tây Nam: Dưới ảnh hưởng của gió Tây Nam, dòng chảy sinh ra do gió trong khu vực nghiên cứu có vận tốc dao động khoảng 0,08–0,6 m/s (Hình 15), khi vào đến bãi biển Đồi Dương, vận tốc dòng chảy nhỏ dần, chỉ đạt khoảng 0,04 m/s.



Hình 15. Trường vận tốc dòng chảy dưới ảnh hưởng của gió Tây Nam.

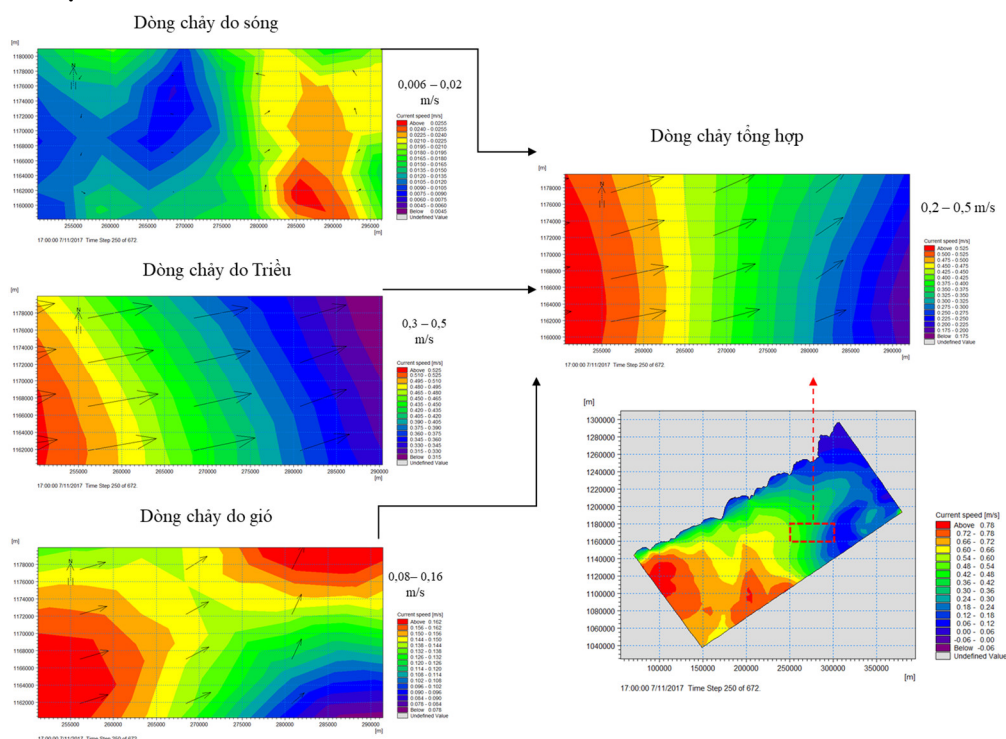
▪ Dòng chảy dưới ảnh hưởng của sóng Tây Nam: Trong trường hợp này (Hình 16), ta thấy dưới ảnh hưởng của sóng truyền theo hướng Tây sinh ra dòng chảy dịch chuyển nhiều về hướng Đông Bắc, vận tốc dòng chảy khu tại khu vực nghiên cứu rất nhỏ, dao động khoảng 0,015–0,18 m/s, khi vào gần bờ biển Đồi Dương, dòng chảy có sự đổi hướng, dịch chuyển đến Tây Bắc.

▪ Dòng chảy dưới ảnh hưởng của triều trong mùa gió Tây Nam: Khi chỉ xét đến ảnh hưởng của thủy triều, kết quả dòng chảy vào mùa gió Tây Nam cho thấy ở khi vực ngoài khơi, dòng chảy có xu hướng dịch chuyển về 2 hướng chính là Đông Bắc và Tây Nam. Khi tiến vào bờ, hướng dòng chảy dịch chuyển qua hướng Tây Bắc và Đông Nam.

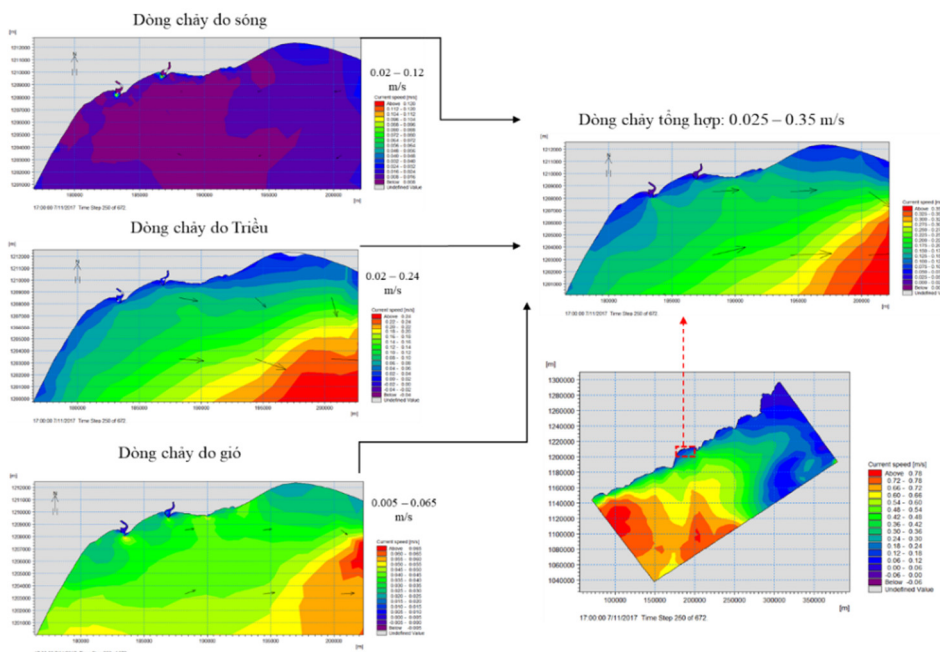


Hình 16. Trường vận tốc dòng chảy dưới ảnh hưởng của sóng vào mùa Tây Nam.

▪ Dòng chảy tổng hợp trong mùa gió Tây Nam: Kết quả mô phỏng dòng chảy tổng cộng được thể hiện trên Hình 17–18.



Hình 17. Ảnh hưởng của dòng chảy thành phần tại khu vực ngoài khơi vào gió mùa Tây Nam.



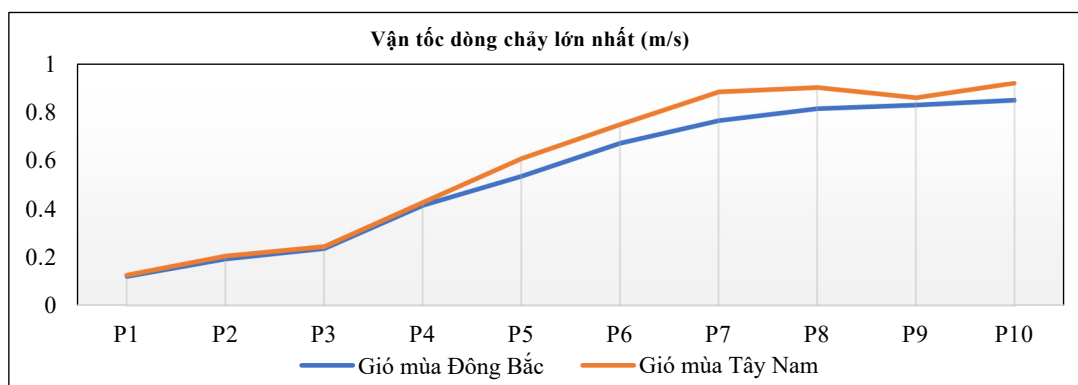
Hình 18. Ảnh hưởng của dòng chảy thành phần tại khu vực ven bờ vào gió mùa Tây Nam.

Tương tự vào mùa gió Đông Bắc, dòng chảy tại khu vực nghiên cứu vào mùa gió Tây Nam chịu ảnh hưởng nhiều nhất bởi dòng triều. Dưới ảnh hưởng của sóng truyền theo hướng Tây sinh ra dòng chảy rất nhỏ, vận tốc chỉ khoảng 0,006–0,02 m/s ở khu vực ngoài khơi, vận tốc dòng chảy sóng ở khu vực ven bãi biển Đồi Dương cao hơn, đạt khoảng 0,02–0,12 m/s. Dòng chảy sinh ra do gió đạt vận tốc 0,08 đến 0,16 m/s ở ngoài khơi, vô bờ giảm dần 0,005–0,065 m/s. Thủy triều gây nên vận tốc dòng chảy khá lớn, đạt 0,3–0,5 m/s ở ngoài biển, và 0,02–0,24 m/s ở khu vực gần bờ. Dòng chảy tổng hợp có xu hướng dịch chuyển từ phía Tây Tây Nam lên hướng Đông Đông Bắc với vận tốc 0,2–0,5 m/s.

Để so sánh chi tiết hơn tốc độ dòng chảy vào mùa gió Đông Bắc và mùa gió Tây Nam, bài báo lựa chọn 10 vị trí nằm theo hướng thẳng góc với đường bờ, đại diện cho cả 3 vùng của lưới tính (từ phía bãi biển Đồi Dương ra ngoài khơi) như Hình 19 để trích xuất kết quả từ mô hình.



Hình 19. Vị trí các điểm trích xuất giá trị vận tốc dòng chảy nằm theo hướng thẳng góc với đường bờ, đại diện cho cả 3 vùng của lưới tính.



Hình 20. Biểu đồ so sánh giá trị vận tốc dòng chảy lớn nhất tại các vị trí.

Hình 20 thể hiện giá trị vận tốc lớn nhất của dòng chảy tại các vị trí trích xuất vào gió mùa Đông Bắc và Tây Nam. Ở cả 2 mùa, vận tốc dòng chảy có xu hướng lớn dần khi dịch chuyển từ bờ ra ngoài khơi.

4. Kết luận

Bằng việc sử dụng phương pháp mô hình toán, cụ thể là mô hình MIKE 21 với mô đun SW và HD, nghiên cứu đã tính toán được sóng và dòng chảy tại khu vực bãi biển Đồi Dương.

Mô hình MIKE cùng với việc xác định các điều kiện biên cho mô hình để nghiên cứu động lực sóng và dòng chảy trong hai mùa gió Đông Bắc và Tây Nam tại khu vực bãi biển Đồi Dương đạt kết quả khả quan thông qua các kết quả hiệu chỉnh và kiểm định với số liệu thực đo tại trạm Vĩnh Tường (NSE và $R^2 > 0,8$). Từ những kết quả đó, nghiên cứu này có thể đưa ra những kết luận sau:

- + Chế độ sóng khu vực nghiên cứu chịu ảnh hưởng nhiều vào chế độ gió tại khu vực. Sóng gió trong vùng cửa sông không lớn do đặc điểm địa hình. Vào tháng 1, gió chủ yếu theo hướng Đông Bắc, vì thế sóng tới từ ngoài khơi truyền vào cũng theo hướng Đông Bắc là chủ yếu, tuy nhiên hướng sóng không tác động vào khu vực ven bờ nên độ cao sóng khu vực ven bờ vùng nghiên cứu khá nhỏ. Vào tháng 7, sóng chủ yếu theo hướng Tây Nam với độ cao sóng có nghĩa nhỏ hơn so với tháng 1.

- + Trường dòng chảy tại khu vực nghiên cứu cũng khá phức tạp, vận tốc và hướng dòng chảy phụ thuộc vào nhiều yếu tố như gió, sóng, thủy triều, địa hình,... Dòng chảy tại bãi biển Đồi Dương là tổng hợp của dòng chảy gió, dòng triều và dòng chảy sóng. Kết quả tính toán cho thấy, dòng triều tuần hoàn có vai trò quan trọng quyết định đến tính chất chung của dòng chảy tổng hợp. Dòng chảy tại khu vực bãi biển Đồi Dương (Vùng 1) có xu hướng tương tự chế độ dòng chảy vịnh Phan Thiết (Vùng 2), tuy nhiên vận tốc dòng chảy khi vào gần bờ nhỏ hơn so với phía ngoài biển.

Chế độ dòng chảy mô phỏng được trong khu vực này phần nào phản ánh phù hợp với quy luật động lực học của bãi biển Đồi Dương. Các kết quả nghiên cứu trên góp phần làm rõ chế độ dòng chảy khu vực này và phục vụ cho bài toán xói lở cũng như bài toán lan truyền ô nhiễm ven biển.

Kết quả tính toán dòng chảy tổng hợp tại khu vực nghiên cứu có những sai số nhất định, đó là sai số tổ hợp của mô hình sóng, sai số của mô hình tính toán dòng chảy và có cả những sai số trong quá trình quan trắc dữ liệu thực đo. Mặc dù có những sai số tổ hợp nhưng kết quả tính toán dòng chảy tổng hợp từ mô hình Mike 21 khá phù hợp với đặc trưng chế độ thủy động lực tại khu vực.

Nghiên cứu mới chỉ dừng ở việc ứng dụng mô đun thủy động lực học và mô đun phổ sóng ven bờ trong phân tích tính toán dòng chảy và sóng mà chưa sử dụng mô đun hình thái học tính toán diễn biến lòng dẫn nên kết quả mới dừng ở mức đánh giá chung mang tính định hướng và sẽ được bổ sung trong các nghiên cứu tiếp theo.

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: N.K.P., P.T.M.D., N.N.T.; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: N.K.P., P.T.M.D., N.N.T.; Xử lý số liệu: P.T.M.D.; Mô hình hóa: P.T.M.D.; Phân tích kết quả: P.T.M.D.; Chỉnh sửa bài báo: P.T.M.D., N.K.P.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được thực hiện dưới sự hỗ trợ của đề tài “Nghiên cứu tính toán sự xuất hiện dòng Rip vùng ven biển Nam Trung Bộ, áp dụng cho bãi biển Đồi Dương tỉnh Bình Thuận” mã số TNMT.2018.06.10.

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Tài liệu tham khảo

1. Sở Văn hóa, Thể thao và Du lịch Bình Thuận. Đề án phát triển du lịch sinh thái tỉnh Bình Thuận.
2. Manh, D.; Yanagi, T. A study on the residual flow in the gulf of tonkin. *J. Oceanogr.* **2000**, 56, 59-68. <https://doi.org/10.1023/A:1011162524466>.
3. Phùng, N.K.; Nga, D.T. Nghiên cứu sự thay đổi chế độ dòng chảy và khả năng bồi xói khi tiến hành nạo-vét luồng tàu ở cảng Dung Quất, Tỉnh Quảng Ngãi. *Tap chí Khí tượng Thủy văn* **2010**, 598, 39-44.
4. Bảy, N.T.; Phùng, N.K. Nghiên cứu chế độ dòng chảy khu vực ven biển Cửa Lấp – Vũng Tàu. *Tap chí Khí tượng Thủy văn* **2009**, 609, 7-13.
5. Vĩnh, V.D.; Cự, N.Đ.; Thanh, T.Đ. Ảnh hưởng của đập Hòa Bình đến phân bố trầm tích lơ lửng vùng ven bờ châu thổ sông Hồng. Kỷ yếu Hội nghị Khoa học và Công nghệ biển lần thứ 5, Địa chất, Địa lý- Địa vật lý **2011**, 3, 465-475.
6. Vĩnh, V.D.; Lân, T.Đ.; Tú, T.A.; Anh, N.T.K. Mô phỏng ảnh hưởng của mực nước biển dâng đến biến động địa hình đáy vùng ven bờ cửa sông Mê Kông. *Tap chí Khoa học và Công nghệ Biển* **2015**, 15, 139-149.
7. Bay, N.T.; Kien, C.L. Studying of riverbank erosion model to calculate the river morphology under the effect of bed erosion. Proceedings of 80 the 9th National Conference in Mechanics, Ha Noi University of Technology, Vietnam, 8-9/12/2012.
8. Phùng, N.K.; Khôi, Đ.N. Đánh giá biến đổi đáy ven bờ biển Rạch Giá. *Tap chí Phát triển Khoa học & Công nghệ* **2009**, 12, 15-25.
9. Sáo, N.T.; Anh, T.N.; Sơn, N.T.; Giang, Đ.V. Đánh giá tác động công trình đến bức tranh thủy động lực khu vực cửa sông ven bờ Bến Hải, Quảng Trị. *Tap chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ* **2010**, 26, 435-442.
10. Việt, N.T. Nghiên cứu chế độ thủy động lực học và vận chuyển bùn cát vùng cửa sông và bờ biển Vịnh Nha Trang, tỉnh Khánh Hòa, 2013-2014.
11. DHI. MIKE 21, Spectral Wave mô đun, Scientific Documentation, 2012.
12. Komen, G.L.; Cavaleri, L.; Doneland, M.; Hansselmann, K.; Hansselmann, S.; Janssen, P.A.E.M. Dynamics and modelling of ocean waves. Cambridge University Press, UK, **1994**, 560. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511628955>.
13. DHI. MIKE 21 & MIKE 3 Flow Model FM. Hydrodynamic Mô đun. Scientific documentation, 2012.
14. Ikeda, S.; Parker, G.; Sawai, K. Bend theory of river meanders. Part 1. Linear development. *J. Fluid Mech.* **1981**, 112, 363-377.
15. Moriasi, D.N.; Gitau, M.W.; Pai, N.; Daggupati, P. Hydrologic and water quality models: Performance measures and evaluation criteria. *Trans. ASABE* **2015**, 58, 1763-1785.

Research on flow regime at Doi Duong beach, Binh Thuan Province

Phung Thi My Diem^{1,2*}, Ngo Nam Thinh^{1,2}, Nguyen Ky Phung³

¹ Ho Chi Minh City University of Natural Resources and Environment; diemptm@hcmunre.edu.vn; nnthinh@hcmunre.edu.vn

² VNUHCM–University of Science; diemptm@hcmunre.edu.vn; nnthinh@hcmunre.edu.vn

³ Ho Chi Minh City Department of Science and Technology; kyphungng@gmail.com

Abstract: The Mike 21 SW wave model (Spectral Waves) and the hydraulic model Mike 21 HD FM (Hydro Dynamic Flow Model) were used in the paper to calculate the coastal current and wave fields in Doi Duong beach, Phan Thiet, Binh Thuan Province. Mike 21 SW wave model and Mike 21 HD FM are calibration and accreditation with real measured data with quite good correlation coefficient. The results of the wave field calculation are input conditions for the Mike 21 HD FM synthetic current model. The results of wave field calculation in Doi Duong beach area show that the significant wave height in northeast monsoon season is about 0.9–1.3 m, with the wave direction in the Northeast direction, in the southwest monsoon about 0.4–0.7 m with the wave direction in the southwest direction. As for the flow velocity, the calculation results show that the current velocity at the coast of Doi Duong is quite small, reaching about 0.025–0.35 m/s in the southwest monsoon season and 0.02–0.3 m/s for northeast monsoon season. Hydrodynamic calculation results show that flow in Doi Duong beach area is strongly influenced by tides. The study also serves as the basis for solutions to minimize negative impacts on the coastal areas caused by the flow, contributing to the orientation of socioeconomic development in the study area.

Keywords: Mike 21 SW; Mike 21 HD FM; Aggregate flow; Waves; Doi Duong beach.

Bài báo khoa học

Nghiên cứu xây dựng hoàn thiện quy trình xuất bản điện tử và công cụ quản lý Tạp chí Khí tượng Thủy văn

Đoàn Quang Trí¹, Đinh Việt Hoàng^{1*}

¹ Tạp chí Khí tượng Thủy văn, Tổng cục Khí tượng Thủy văn;
doanquangtrikttv@gmail.com; hoang.ceid@gmail.com;

* Tác giả liên hệ: hoang.ceid@gmail.com; Tel.: +84-931769823

Ban Biên tập nhận bài: 23/11/2020; Ngày phản biện xong: 02/03/2021; Ngày đăng bài: 25/03/2021

Tóm tắt: Quá trình phát triển công nghệ số và hội nhập quốc tế đặt ra những yêu cầu cần hoàn thiện công cụ khai thác quản lý và quy trình xuất bản điện tử Tạp chí Khí tượng Thủy văn (KTTV). Quy trình xuất bản điện tử được mô hình hóa bằng ngôn ngữ lập trình PHP và lưu trữ dữ liệu người dùng, bản thảo bài báo, quá trình phản biện của người dùng thông qua hệ quản trị cơ sở dữ liệu MySQL. Các công cụ quản lý với những thao tác và giao diện hiển thị sử dụng HTML kết hợp với CSS và Javascript. Kết quả nghiên cứu đã xây dựng thành công quy trình xuất bản điện tử cùng với các công cụ quản lý hỗ trợ cho tác giả, Ban biên tập nhà phản biện, Tổng biên tập và biên tập viên trong công tác xuất bản điện tử Tạp chí KTTV. Các công cụ quản lý và quy trình xuất bản điện tử cho thấy sự phù hợp, hiệu quả trong công tác xuất bản điện tử Tạp chí KTTV.

Từ khóa: Công cụ quản lý; Quy trình xuất bản điện tử; Tạp chí Khí tượng Thủy văn.

1. Mở đầu

Thế kỷ 21 nổi lên như thời đại của khoa học, công nghệ và những đột phá mạnh mẽ trong hành trình đào sâu hơn về những bí ẩn thế giới của con người. Chính vì vậy, các tin tức được cập nhật thường xuyên sẽ giúp cho chúng ta không bỏ lỡ những thành tựu tuyệt vời nhất và trau dồi kiến thức của mình. Các trang thông tin điện tử của các tạp chí khoa học cũng ngày càng phát triển và đáp ứng được nhu cầu tìm kiếm thông tin cũng như gửi bài, đăng tải bài báo khoa học trực tuyến của tác giả trên toàn thế giới. Những thông tin khoa học cung cấp cho các độc giả, phải kể đến sự đóng góp của những hệ thống nhà xuất bản quốc tế uy tín như: Springer [1], Elsevier [2], Wiley-Blackwell [3], Taylor&Francis [4], Sage [5], Oxford University Press [6], Cambridge University Press [7],... Viện Thông tin khoa học (*Institute for Scientific Information, ISI*) của Mỹ đã đề xuất sự phân loại các tạp chí khoa học trên thế giới theo chất lượng và được thừa nhận rộng rãi. Chỉ số ISI đang được dùng như một thước đo quan trọng để đánh giá chất lượng nghiên cứu tại một số nước đang phát triển, trong đó có Việt Nam [8]. ISI bao gồm tập hợp các tạp chí trong lĩnh vực khoa học tự nhiên và công nghệ (SCI, SCIE), khoa học xã hội (SSCI) và khoa học nhân văn và nghệ thuật (AHCI). Đối với những nhà xuất bản quốc tế uy tín, những Tạp chí quốc tế uy tín cũng đều xây dựng cho mình những quy trình xuất bản điện tử riêng với những hệ thống quản lý ưu việt cho người sử dụng, độc giả, nhà phản biện, biên tập viên, hội đồng biên tập, tổng biên tập,... Trong nước hiện nay cũng có rất nhiều tạp chí khoa học đã xây dựng quy trình xuất bản điện tử cho các bài báo khoa học với mục tiêu đơn giản hóa quy trình xuất bản, chuyển từ phương thức xuất bản tạp chí ở dạng bản giấy sang bản điện tử nhằm cung cấp các sản phẩm khoa học là các số xuất bản, các bài báo khoa học một cách nhanh chóng và tiện lợi [9-12]. Tạp chí Khí tượng Thủy

văn (KTTV) là một tạp chí khoa học chuyên ngành uy tín và lâu đời với số đầu tiên xuất bản vào ngày 20/4/1956 do Giám đốc Nhà Khí tượng GS. Nguyễn Xiển làm chủ biên. Trải qua 65 năm xuất bản với hơn 723 số xuất bản tới nay, Tạp chí KTTV duy trì xuất bản định kỳ 12 số tiếng Việt hàng tháng. Tháng 12 năm 2018, Tạp chí Khí tượng Thủy văn xuất bản số tiếng Anh đầu tiên, đến nay, tạp chí đã duy trì xuất bản 03 số định kỳ Tiếng Anh và số lượng tăng dần theo từng năm. Tạp chí KTTV với mục tiêu nâng cao chất lượng xuất bản uy tín cả về chất lượng và số lượng đồng thời chuyển dần từ xuất bản dạng in sang xuất bản điện tử toàn bộ các số định kỳ tiếng Việt và tiếng Anh [13–14]. Tạp chí KTTV đã không ngừng nghiên cứu, hoàn thiện, trao đổi và làm việc với các tạp chí uy tín trong và ngoài nước để chuẩn hóa và hoàn thiện các form mẫu, quy trình xuất bản, trang thông tin điện tử của Tạp chí nhằm bắt kịp xu thế hội nhập quốc tế trong thời kỳ cách mạng công nghệ 4.0. Việc không ngừng phát triển và nâng cao chất lượng xuất bản, trong năm 2020 Tạp chí KTTV đã được Hội đồng Giáo sư liên ngành Khoa học Trái đất – Mỏ công nhận nâng điểm từ 0–0,5 lên 0–0,75 điểm từ năm 2020 [15]. Tạp chí KTTV đang tiếp tục cố gắng phát triển hoàn thiện hơn nữa và đặt ra mục tiêu được Hội đồng Giáo sư liên ngành Khoa học Trái đất – Mỏ công nhận 1,0 điểm trong năm 2022. Bên cạnh đó, Hội đồng Giáo sư ngành Thủy Lợi vẫn đánh giá và duy trì điểm của Tạp chí KTTV từ 0–1,0 điểm. Để đạt được mục tiêu trên, Tạp chí đã xây dựng và hoàn thiện quy trình xuất bản điện tử với các công cụ hỗ trợ cho các tác giả, nhà phản biện, Ban biên tập có thể gửi bài, nhận bài, phản biện online trên hệ thống thay việc gửi bài, nhận bài, mời chuyên gia phản biện, trao đổi, liên hệ... tại Tạp chí KTTV hoàn toàn thông qua hòm thư điện tử. Trong bối cảnh nhu cầu đăng bài trên tạp chí ngày càng tăng, trong khi công tác gửi bài, nhận bài, phản biện... thông qua hòm thư điện tử đã không còn phù hợp và cần có một giải pháp để giải quyết triệt để những vấn đề: lưu trữ quá trình xuất bản; tìm kiếm, khai thác thông tin; thống kê bài báo; theo dõi quá trình xử lý bài báo; không bị ảnh hưởng bởi chính sách của nhà cung cấp dịch vụ là yêu cầu hết sức cấp thiết. Mục đích của nghiên cứu cần xây dựng một công cụ quản lý và quy trình xuất bản điện tử để nâng cao hiệu quả công tác xuất bản Tạp chí đáp ứng được nhu cầu phát triển trong thời kỳ cách mạng công nghệ 4.0.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Phương pháp xây dựng cơ sở dữ liệu

Thiết kế cấu trúc dữ liệu là một thành phần rất quan trọng trong quy trình xuất bản điện tử, việc thiết kế cơ sở dữ liệu mạch lạc, toàn vẹn sẽ giúp tối ưu được việc xử lý quy trình trên các bản làm việc của tác giả, nhà phản biện và Ban Biên tập. Với yêu cầu liên kết dữ liệu chặt chẽ, bảo đảm tính thống nhất, toàn vẹn thì hệ cơ sở dữ liệu quan hệ có cấu trúc theo chuẩn SQL là lựa chọn tốt nhất. Vì vậy, trong nghiên cứu này đã lựa chọn hệ quản trị cơ sở dữ liệu MySQL [16–17] là hệ cơ sở dữ liệu quan hệ tương thích với ngôn ngữ lập trình PHP cả về tốc độ lẫn việc triển khai xây dựng ứng dụng Web.



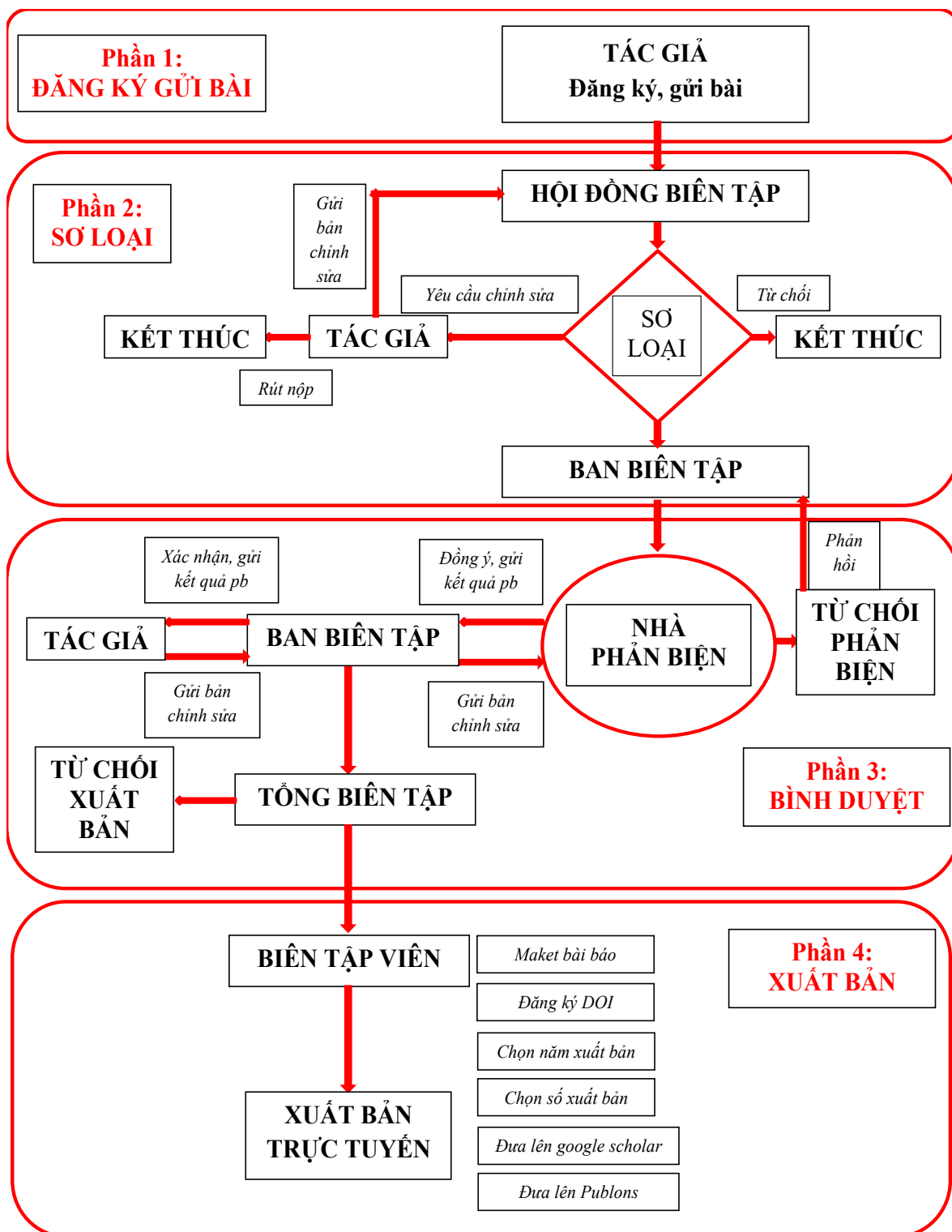
Hình 1. Cấu trúc bảng cơ sở dữ liệu.

- Nhóm bảng dữ liệu liên quan đến việc quản trị website và Ban biên tập như: *tbl_admin_users*, *tbl_magazines_articles*, *tbl_magazines*, *tbl_year_codes*, *tbl_month_codes*, *tbl_magazine_authors...*;
- Nhóm bảng dữ liệu liên quan đến tài khoản tác giả, nhà phản biện: *tbl_common_users*, *tbl_common_user_groups*, *tbl_research_area*, *tbl_research_area_relation*;
- Nhóm bảng dữ liệu liên quan đến quy trình sơ loại: *tbl_magazine_draft_documents*, *tbl_magazine_documents*;
- Nhóm bảng dữ liệu liên quan đến quy trình phản biện: *tbl_review_reports*, *tbl_review_requets*.

2.2. Phương pháp xây dựng công cụ quản lý và quy trình xuất bản điện tử

Quy trình xuất bản điện tử gồm 4 phần chính: Phần thứ nhất là Đăng ký, gửi bài dành cho tác giả đăng ký tài khoản và gửi bài đến tòa soạn; Phần thứ 2 là Sơ loại dành cho hội đồng biên tập sơ loại bài báo; Phần thứ 3 là Bình duyệt dành cho công tác phản biện bài báo và duyệt xuất bản; Phần thứ 4 là Xuất bản dành cho các biên tập viên của tòa soạn tiến hành biên tập chỉnh sửa và xuất bản bài báo. Quy trình xuất bản điện tử được mô hình hóa bằng ngôn ngữ lập trình PHP [18] và lưu trữ dữ liệu người dùng, bản thảo bài báo, quá trình phản biện của người dùng thông qua hệ quản trị cơ sở dữ liệu MySQL. Các công cụ quản lý với những thao tác và giao diện hiển thị sử dụng HTML kết hợp với CSS [19] và Javascript [20]. Đây là những ngôn ngữ cơ bản và cốt lõi của các ứng dụng Web phù hợp với mục tiêu của đề tài đặt

ra, dễ dàng cho việc sử dụng, bảo trì và đảm bảo tính toàn vẹn, bảo mật của hệ thống. Sơ đồ Quy trình xuất bản điện tử được thực hiện cụ thể như (Hình 2).



Hình 2. Sơ đồ quy trình xuất bản điện tử Tạp chí KTTV.

Các công cụ quản lý đáp ứng các yêu cầu chính sau: (1) Giao diện hiển thị trực quan, dễ sử dụng; (2) Đảm bảo vận hành đầy đủ theo các bước của quy trình xuất bản điện tử Tạp chí KTTV; (3) Lưu trữ toàn bộ các bài báo, tác giả, nhà phản biện và quá trình phản biện trong cơ sở dữ liệu; (4) Tự động thống kê được số lượng lượt tải, lượt xem, lượt trích dẫn, tỉ lệ từ chối đăng, tỉ lệ rút nộp.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Công cụ quản lý dành cho tác giả

Quy trình xuất bản điện tử được xây dựng, sau khi đăng ký tài khoản và đăng nhập hệ thống, tác giả sẽ đăng nhập vào bàn làm việc với nhiều chức năng để quản lý tài khoản. Công cụ quản lý dành cho tác giả với giao diện trực quan, dễ hiểu, tiện cho việc gửi bài và theo dõi quá trình xử lý bài báo cho đến khi bài báo được xuất bản online. Tác giả có thể gửi bài báo đến tòa soạn với chức năng Đăng bài mới. Sau khi điền đầy đủ các trường thông tin, đính kèm file bài báo, tác giả có thể gửi bài báo ngay hoặc lưu thông tin và rà soát lại trước khi gửi tòa soạn. Như vậy, tác giả có thể gửi bài mới, theo dõi quá trình sơ loại, quá trình phản biện, quá trình biên tập và xuất bản bài báo đồng thời có thể nhận thông tin phản hồi, chỉnh sửa bài báo và gửi lại cho tòa soạn thông qua bàn làm việc trên (Hình 3).

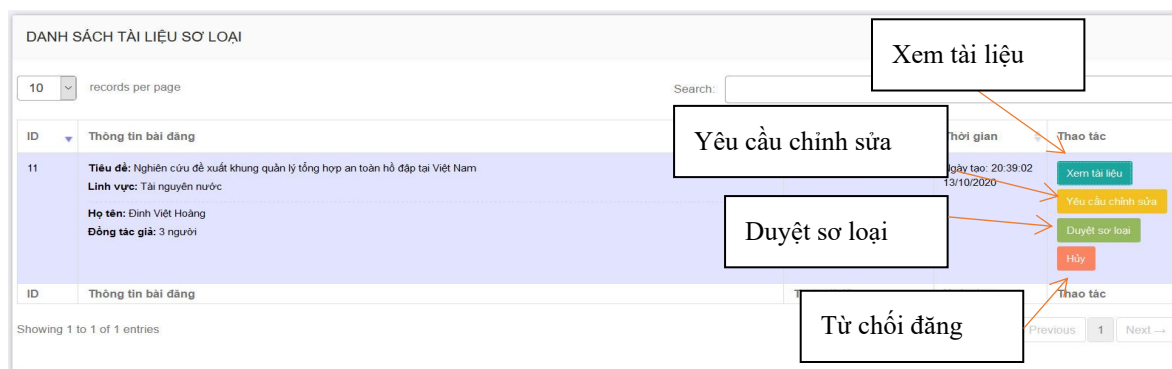
The image shows a web interface for submitting an article. On the left is a sidebar menu with 'BÀN LÀM VIỆC' (Workbench) and 'TÀI KHOẢN' (Account) sections. The main area is titled 'ĐĂNG BÀI BÁO' (Submit Article) and contains the following fields:

- Thông tin cơ bản** (Basic Information):
 - Tiêu đề (*) (Title): Text input field.
 - Lĩnh vực nghiên cứu (*) (Research Area): Text input field.
 - Tóm tắt bài báo (*) (Abstract): Text area.
 - Từ khóa (Keywords): Text input field.
 - Tài liệu tham khảo (References): Text area.
- Thông tin tác giả** (Author Information):
 - Xin vui lòng chọn số lượng tác giả (Bao gồm cả bạn) (Please select the number of authors, including yourself): Dropdown menu with '1' selected.
 - Form with fields: Họ và tên (Full name), Email, Đơn vị công tác (Work unit), Quốc gia (Country), Tác giả chính (Corresponding author).
- File Upload**:
 - File Bài Báo (Article File): 'Chọn tập tin...' (Choose file) button.
 - File Cover Letter: 'Chọn tập tin...' (Choose file) button.
 - File khác (Other files): 'Chọn tập tin...' (Choose file) button.
- Buttons: 'Lưu nhập' (Save) and 'Gửi ngay' (Submit).

Hình 3. Công cụ quản lý dành cho tác giả.

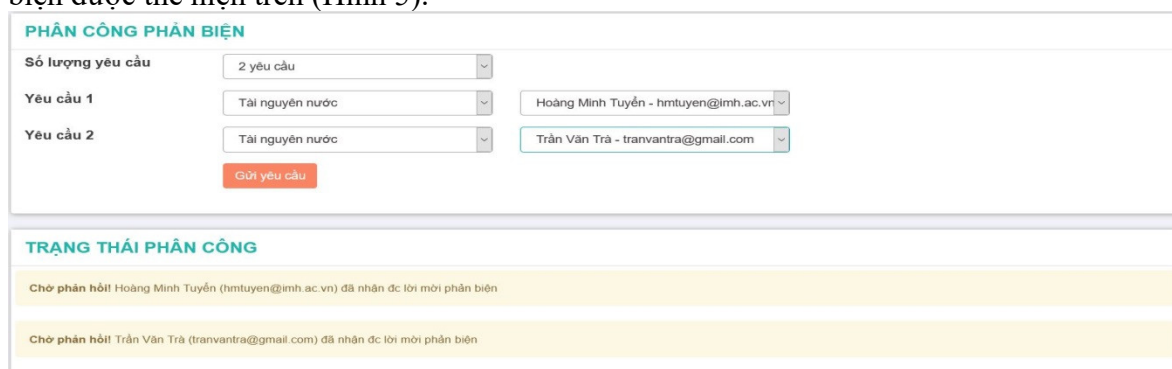
3.2. Công cụ quản lý dành cho Ban biên tập

Để nhận được bài báo của tác giả, tiến hành công tác sơ loại, mời phản biện, nhận kết quả phản biện, yêu cầu tác giả chỉnh sửa, phân công biên tập, biên tập chỉnh sửa và xuất bản online, Ban biên tập cần có một giao diện được gọi là Bàn làm việc với nhiều chức năng để thực hiện các công việc đó. Trong quy trình xuất bản điện tử, sau khi tác giả gửi bài, thành viên Hội đồng biên tập sẽ nhận được bài báo và tiến hành sơ loại bài báo (Hình 4).



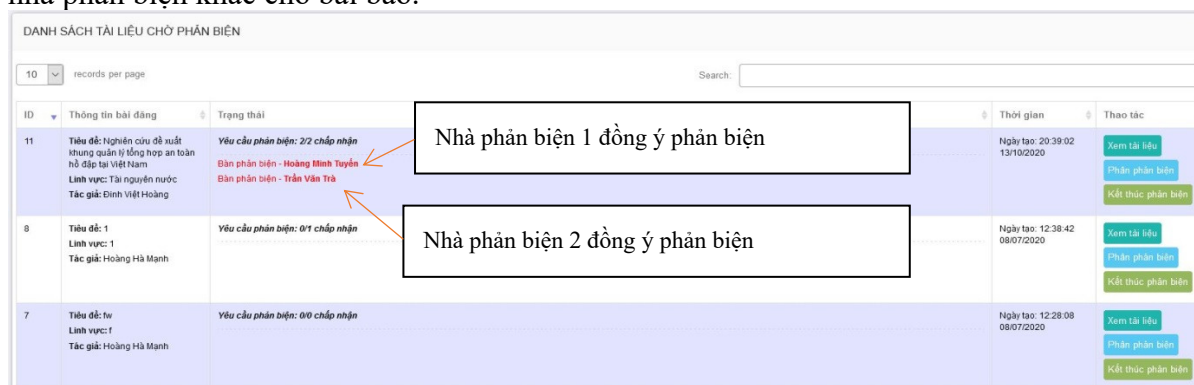
Hình 4. Công tác sơ loại bài báo.

Tại bàn làm việc, Hội đồng biên tập có thể xem toàn bộ các tài liệu của tác giả gửi đến và tiến hành sơ loại bài báo như sau: Trường hợp thứ nhất, bài báo có nhiều lỗi, chưa đúng Form xuất bản, Hội đồng biên tập yêu cầu tác giả chỉnh sửa. Tác giả có thể chỉnh sửa theo yêu cầu và gửi lại bài báo đã chỉnh sửa kèm với bản giải trình hoặc rút nộp bài báo nếu không chỉnh sửa được. Trường hợp thứ hai, đối với các bài báo đã đảm bảo chất lượng, Hội đồng biên tập sẽ duyệt sơ loại để gửi Ban biên tập mời phản biện cho bài báo. Trường hợp thứ ba, các bài báo không đạt tiêu chuẩn, không phù hợp với các lĩnh vực nghiên cứu của Tạp chí, Hội đồng biên tập sau khi xem xét, trình Tổng Biên tập và ra thông báo từ chối đăng bài. Sau khi duyệt sơ loại, bài báo được chuyển cho người phụ trách Ban biên tập để tiến hành mời nhà phản biện được thể hiện trên (Hình 5).



Hình 5. Ban biên tập mời phản biện.

Ban biên tập sẽ mời hai nhà phản biện đối với mỗi bài báo khoa học theo đúng với lĩnh vực chuyên ngành. Sau khi gửi yêu cầu, ban biên tập sẽ đợi phản hồi từ nhà phản biện, nếu 2 nhà phản biện đồng ý, trạng thái phân công sẽ chuyển sang trạng thái đồng ý phản biện. Nếu nhà phản biện từ chối, trạng thái phân công chuyển sang từ chối, lúc này Ban biên tập sẽ mời nhà phản biện khác cho bài báo.



Hình 6. Nhà phản biện đồng ý phản biện bài báo.

Bàn làm việc của Ban biên tập cập nhật trạng thái đồng ý phản biện và đợi nhà phản biện trả kết quả phản biện.

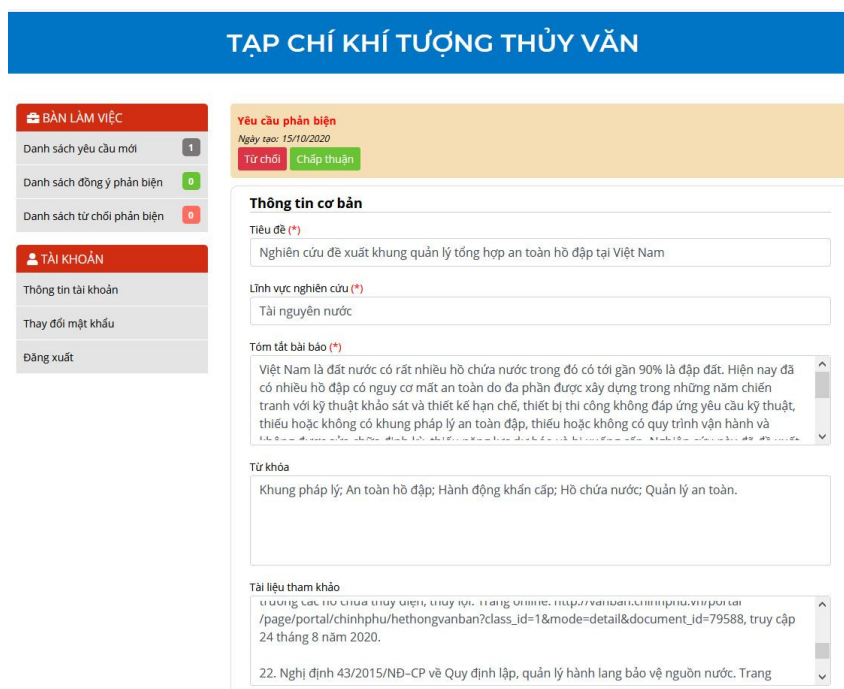


Hình 7. Nội dung chi tiết quá trình phản biện.

Đối với mỗi nhà phản biện, sau khi gửi kết quả phản biện và file yêu cầu chỉnh sửa, Ban biên tập sẽ xác nhận và gửi thông báo đến tác giả. Tác giả nhận được yêu cầu chỉnh sửa sẽ tiến hành chỉnh sửa bài báo rồi gửi lại kết quả cho Ban biên tập và nhà phản biện. Quá trình phản biện sẽ lặp lại cho đến khi hai nhà phản biện đồng ý với kết quả chỉnh sửa cuối cùng của tác giả và kết thúc quy trình phản biện. Tiếp theo bài báo sẽ được chuyển tới Tổng biên tập để duyệt xuất bản và phân công cho các biên tập viên chỉnh sửa và xuất bản online.

3.3. Công cụ quản lý dành cho nhà phản biện

Nhà phản biện cần đăng nhập tài khoản trên hệ thống và vào bàn làm việc của mình. Bàn làm việc của nhà phản biện với giao diện đơn giản, đầy đủ các chức năng giúp cho nhà phản biện dễ dàng nhận yêu cầu phản biện từ Ban Biên tập, xem các thông tin cơ bản của bài báo và file đính kèm bài báo hoàn chỉnh, trả kết quả phản biện, duyệt kết quả chỉnh sửa, kết thúc phản biện.



Hình 8. Công cụ quản lý dành cho nhà phản biện.

Nhà phản biện nhận được yêu cầu phản biện từ Ban biên tập, nhà phản biện có thể từ chối hoặc đồng ý phản biện. Nếu từ chối, bài báo sẽ chuyển sang danh sách từ chối phản biện và có thông báo cho Ban biên tập. Nếu chấp thuận, bài báo sẽ chuyển tới danh sách đồng ý phản

biện và nhà phản biện có 15 ngày để phản biện bài báo (Hình 8). Sau khi phản biện xong, nhà phản biện sẽ gửi lại phiếu nhận xét và yêu cầu chỉnh sửa cho Ban biên tập và tác giả (Hình 9).

Hình 9. Nhà phản biện gửi kết quả phản biện.

Sau khi nhận được kết quả phản biện, Ban biên tập xác nhận để gửi yêu cầu chỉnh sửa cho tác giả. Tác giả sẽ chỉnh sửa và gửi lại, lúc này nhà phản biện có thể xem bản chỉnh sửa của tác giả (Hình 10).

Hình 10. Nhà phản biện nhận bài báo đã chỉnh sửa.

Nếu nhà phản biện chưa đồng ý với kết quả chỉnh sửa có thể tiếp tục gửi yêu cầu chỉnh sửa cho tác giả. Nhà phản biện đồng ý với kết quả chỉnh sửa sẽ kết thúc quá trình phản biện.

3.4. Các công cụ hỗ trợ quản lý lưu trữ, tìm kiếm, thống kê

Tất cả các bài báo, tác giả, nhà phản biện và quá trình phản biện đều được lưu lại và phân tích cụ thể giúp Ban biên tập dễ dàng quản lý, khai thác, tìm kiếm và sử dụng một cách hiệu quả.

Tiêu đề bài báo: Tạp chí: Số năm:

Số tháng: Sắp xếp theo: Ngày tạo:

DANH SÁCH BÀI BÁO KHOA HỌC (1733 BÀI)

Đã chọn: 0 dữ liệu

ID	Thông tin bài báo	Thông tin tạp chí	Ngày tạo	Thao tác
1777	Tên: Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu lên dòng chảy lưu vực sông Đồng Nai Mã: 656 <input type="button" value="View: 1"/> <input type="button" value="Download: 2"/> <input type="button" value="Cite: 0"/>	Tạp chí: Tạp chí Khí tượng Thủy văn Số năm: 2015 Số tháng: 8	Ngày tạo: 10:55 20/01/2021 Xuất bản: 06:25 01/08/2015	<input type="button" value="View"/> <input type="button" value="Edit"/> <input type="button" value="Delete"/>
1776	Tên: Ảnh hưởng của ENSO đến dòng chảy sông suối Việt Nam Mã: 655 <input type="button" value="View: 1"/> <input type="button" value="Download: 2"/> <input type="button" value="Cite: 0"/>	Tạp chí: Tạp chí Khí tượng Thủy văn Số năm: 2015 Số tháng: 7	Ngày tạo: 10:42 20/01/2021 Xuất bản: 10:50 12/07/2015	<input type="button" value="View"/> <input type="button" value="Edit"/> <input type="button" value="Delete"/>
1775	Tên: Rãnh Đông á và sự biến đổi nhiệt độ trong thời kỳ mùa đông ở Việt Nam Mã: 655 <input type="button" value="View: 1"/> <input type="button" value="Download: 2"/> <input type="button" value="Cite: 0"/>	Tạp chí: Tạp chí Khí tượng Thủy văn Số năm: 2015 Số tháng: 7	Ngày tạo: 10:33 20/01/2021 Xuất bản: 09:05 12/07/2015	<input type="button" value="View"/> <input type="button" value="Edit"/> <input type="button" value="Delete"/>
1774	Tên: Nghiên cứu thử nghiệm dự báo khí hậu từ mô hình CFSv2 bằng phương pháp DOWNSCALING Thống kê... Mã: 655 <input type="button" value="View: 1"/> <input type="button" value="Download: 2"/> <input type="button" value="Cite: 0"/>	Tạp chí: Tạp chí Khí tượng Thủy văn Số năm: 2015 Số tháng: 7	Ngày tạo: 10:22 20/01/2021 Xuất bản: 06:10 06/07/2015	<input type="button" value="View"/> <input type="button" value="Edit"/> <input type="button" value="Delete"/>

Hình 11. Giao diện danh sách các bài báo đã xuất bản.

Tạp chí KTTV đã tiến hành cập nhật các bài báo từ năm 2000 đến nay với khoảng 1.733 bài báo và lưu trữ trong danh sách các bài báo đã xuất bản. Tại đây, các Biên tập viên và thành viên Ban biên tập có thể tìm kiếm các bài báo một cách nhanh chóng theo tiêu đề, theo số năm xuất bản, số tháng xuất bản,... với kết quả được thể hiện trên (Hình 11).

Họ và tên: Email: SĐT: Trang thái: Loại tài khoản:

Ngày tạo: Sắp xếp theo:

DANH SÁCH NGƯỜI DÙNG (190 DỮ LIỆU)

Đã chọn: 0 dữ liệu

ID	Thông tin	Lĩnh vực nghiên cứu	Loại tài khoản	Trang thái	Thời gian	Thao tác
352	Họ và tên: Ngô Đức Thành Email: ngoducthanh@gmail.com SĐT: 032545655	<input type="button" value="Biến đổi khí hậu"/> <input type="button" value="Khoa học trái đất"/>	Tài khoản phản biện	Kích hoạt	Ngày tạo: 10:02:36 24/11/2020 Đăng nhập gần nhất:	<input type="button" value="View"/> <input type="button" value="Edit"/> <input type="button" value="Delete"/>
351	Họ và tên: Nguyễn Văn Hiệp Email: hiepvork@gmail.com SĐT: 0963297457	<input type="button" value="Khí tượng"/>	Tài khoản phản biện	Kích hoạt	Ngày tạo: 10:01:12 24/11/2020 Đăng nhập gần nhất:	<input type="button" value="View"/> <input type="button" value="Edit"/> <input type="button" value="Delete"/>
350	Họ và tên: Nguyễn Kim Cương Email: cuongkim@vnu.edu.vn SĐT: 032455545	<input type="button" value="Hải dương"/>	Tài khoản phản biện	Kích hoạt	Ngày tạo: 09:59:57 24/11/2020 Đăng nhập gần nhất:	<input type="button" value="View"/> <input type="button" value="Edit"/> <input type="button" value="Delete"/>
349	Họ và tên: Đoàn Văn Bô Email: bodv@vnu.edu.vn SĐT: 03216565	<input type="button" value="Hải dương"/>	Tài khoản phản biện	Kích hoạt	Ngày tạo: 09:59:01 24/11/2020 Đăng nhập gần nhất:	<input type="button" value="View"/> <input type="button" value="Edit"/> <input type="button" value="Delete"/>
348	Họ và tên: Trần Quang Hưng Email: nguyenguanghung@gmail.com SĐT: 012354455	<input type="button" value="Thủy văn"/> <input type="button" value="Thủy hóa"/> <input type="button" value="Đá th"/>	Tài khoản phản biện	Kích hoạt	Ngày tạo: 09:57:36 24/11/2020 Đăng nhập gần nhất:	<input type="button" value="View"/> <input type="button" value="Edit"/> <input type="button" value="Delete"/>

Hình 12. Giao diện danh sách người dùng.

Các tài khoản của tác giả và nhà phản biện đều được lưu trữ trong danh sách người dùng. Ban biên tập có thể quản lý, tìm kiếm người dùng theo họ tên, email, số điện thoại ... Đồng thời có thể tạo lại mật khẩu, chỉnh sửa và vô hiệu hóa tài khoản nếu nhận được yêu cầu từ phía người dùng (Hình 12).

ID	Thông tin bài đăng	Trạng thái	Thời gian	Thao tác
20	Tiêu đề: Nghiên cứu cảnh báo rủi ro do bão Siniaku năm 2020 cho khu vực Trung Trung Bộ Lĩnh vực: Khí tượng Tác giả: Đinh Việt Hoàng	Yêu cầu phản biện: 2/2 chấp nhận Bản phản biện - Võ Văn Hòa [đã duyệt] Bản phản biện - Nguyễn Bá Thủy [đã duyệt]	Ngày tạo: 09:04:45 25/11/2020	Phản phản biện
18	Tiêu đề: Nghiên cứu phân bố front nhiệt độ nước biển tầng mặt ở biển Việt Nam phục vụ dự báo ngư trường khai thác hải sản Lĩnh vực: Hải văn Tác giả: Đinh Việt Hoàng	Yêu cầu phản biện: 2/2 chấp nhận Bản phản biện - Trần Quang Tiến [đã duyệt] Bản phản biện - Nguyễn Bá Thủy [đã duyệt]	Ngày tạo: 22:33:38 23/11/2020	Phản phản biện
15	Tiêu đề: Bài báo mới - chỉnh sửa 1 Lĩnh vực: Khí tượng thủy văn Tác giả:	Yêu cầu phản biện: 1/2 chấp nhận Bản phản biện - Hà Phan Biện [đã duyệt]	Ngày tạo: 11:39:54 16/11/2020	Phản phản biện
14	Tiêu đề: đồng tâm Lĩnh vực: e Tác giả:	Yêu cầu phản biện: 1/1 chấp nhận Bản phản biện - Hà Phan Biện [đã duyệt]	Ngày tạo: 23:59:50 03/11/2020	Phản phản biện
13	Tiêu đề: Bài Xây dựng bộ tiêu chí đánh giá các hệ thống nuôi trồng thủy sản ven biển thông minh thích ứng với biến đổi khí hậu cho vùng ven biển Bắc Bộ-	Yêu cầu phản biện: 1/1 chấp nhận Bản phản biện - Hà Phan Biện [đã duyệt]	Ngày tạo: 17:40:55 02/11/2020	Phản phản biện

Hình 13. Giao diện danh sách bài báo đã phản biện.

Tất cả các bài báo trải qua quy trình xuất bản điện tử, sau khi kết thúc phản biện đều được lưu trữ tại danh sách các bài báo đã phản biện. Tại đây, Ban biên tập có thể dễ dàng theo dõi lại quá trình phản biện của từng bài báo, các yêu cầu chỉnh sửa của nhà phản biện, các bản chỉnh sửa và giải trình của tác giả (Hình 13). Kết quả của việc hoàn thiện quy trình xuất bản điện tử là minh chứng rõ ràng cho quá trình phản biện minh bạch trong công tác xuất bản điện tử của Tạp chí KTTV.

Các bài báo được xuất bản online đều xuất hiện trong mục bài báo trên trang chủ. Với giao diện thân thiện, rõ ràng, dễ theo dõi giúp các độc giả quan tâm dễ dàng tra cứu các thông tin về bài báo như là tiêu đề bài báo, thông tin tác giả, ngày xuất bản, chỉ số DOI, lượt tải, lượt xem và lượt trích dẫn (Hình 14). Độc giả có thể nhấn để xem các thông tin chi tiết hơn của bài báo như là nơi công tác của tác giả, tóm tắt, từ khóa, hướng dẫn trích dẫn và tài liệu tham khảo hoặc tải về bài báo đầy đủ.

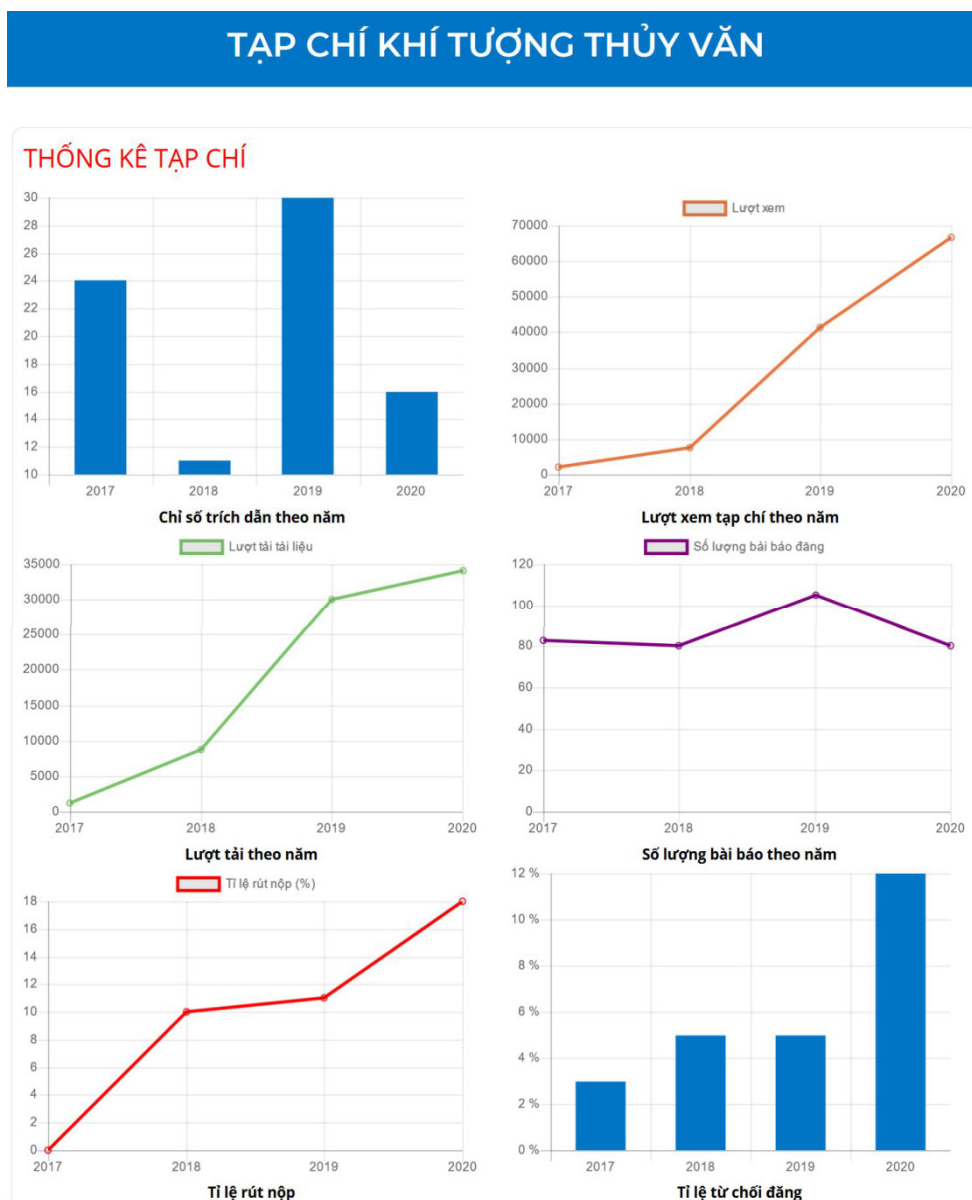
Bài báo	Xuất bản	Trích dẫn	Hội đồng biên tập	Thông tin tác giả	Quy chế hoạt động	Giới thiệu	Thông báo	Thống kê
Đánh giá biến động cửa sông Tiên Châu, tỉnh Phú Yên bằng công nghệ viễn thám Phạm Duy Huy Bình , Hoàng Thu Thảo , Nguyễn Thanh Bình Tải về Ngày xuất bản: 14/01/2021 DOI: 10.36335/VNJHM.2021(722).77-88 15 Lượt tải 27 Lượt xem 0 Trích dẫn								
Nghiên cứu, xây dựng bộ công cụ lưu trữ, xử lý số liệu điện báo khí tượng, thủy văn, hải văn phục vụ công tác dự báo Trịnh Thế Thành , Trần Tuấn Hiệp , Lê Hữu Huân , Đào Anh Công Tải về Ngày xuất bản: 31/12/2020 DOI: 10.36335/VNJHM.2021(722).49-57 37 Lượt tải 62 Lượt xem 0 Trích dẫn								
Phân tích và đánh giá quá trình xói lở và bồi tụ ở khu vực Cà Mau bằng ảnh viễn thám và GIS Nguyễn Tiến Thành Tải về Ngày xuất bản: 31/12/2020 DOI: 10.36335/VNJHM.2021(721).66-79 25 Lượt tải 44 Lượt xem 0 Trích dẫn								
Nghiên cứu xu thế biến đổi và dự tính khí hậu trong tương lai cho tỉnh Ninh Thuận Nguyễn Hoàng Tuấn , Trương Thanh Cảnh Tải về Ngày xuất bản: 31/12/2020 DOI: 10.36335/VNJHM.2020(722).23-37 28 Lượt tải 61 Lượt xem 0 Trích dẫn								
Đánh giá sự phân bố nồng độ bụi PM2.5 tại khu vực TP. HCM bằng công nghệ viễn thám-một số kết quả ban đầu Trần Quang Trà , Nguyễn Phúc Hiếu , Đào Nguyễn Khôi Tải về Ngày xuất bản: 30/12/2020 DOI: doi:10.36335/VNJHM.2021(721).80-91 44 Lượt tải 52 Lượt xem 0 Trích dẫn								
Đánh giá sơ bộ tiềm năng năng lượng thủy triều tại khu vực biển Cần Giờ-Tp. Hồ Chí Minh Đinh Ngọc Huy , Nguyễn Quốc Trình Tải về Ngày xuất bản: 30/12/2020 DOI: 10.36335/VNJHM.2021(721).54-65 38 Lượt tải 58 Lượt xem 0 Trích dẫn								

Hình 14. Giao diện bài báo trên trang chủ.

Hiện nay, Tạp chí KTTV đã đăng kí gia nhập thành công các hệ thống trích dẫn quốc tế: Google scholar [21], Scilit [22], CiteFactor [23], Publons [24] và hệ thống Tư liệu Khoa học Việt Nam CitationGate [25] của Đại học Quốc gia Hà Nội. Đây là những kênh thông tin rất

quan trọng để độc giả, những nhà nghiên cứu, nhà quản lý trong và ngoài nước có thể tiếp cận và tìm đọc các bài báo khoa học của Tạp chí KTTV một cách dễ dàng và thuận tiện hơn. Đây là bước khởi đầu rất quan trọng và từng bước khẳng định vị trí của Tạp chí KTTV trong quá trình hội nhập quốc tế.

Nhằm phục vụ tốt cho công tác thống kê, theo dõi số lượng bài báo xuất bản hàng năm, số lượng lượt tải, lượt xem và tổng số trích dẫn hàng năm, tỉ lệ rút nộp, tỉ lệ từ chối đăng, Tạp chí đã xây dựng một cơ sở dữ liệu thống kê dưới dạng biểu đồ cột và đường được thể hiện trên (Hình 15). Biểu đồ thống kê chỉ số trích dẫn theo năm thể hiện tổng số trích dẫn của các bài báo trong cùng một năm. Biểu đồ thống kê lượt xem tạp chí theo năm thể hiện tổng lượt xem của các bài báo trong cùng một năm. Biểu đồ thống kê lượt tải theo năm thể hiện tổng lượt tải của các bài báo trong cùng một năm. Biểu đồ thống kê số lượng bài báo theo năm thể hiện tổng số bài báo xuất bản trong một năm. Biểu đồ thống kê tỉ lệ rút nộp thể hiện tỉ lệ phần trăm số bài báo tác giả tự động rút nộp trong một năm. Biểu đồ thống kê tỉ lệ từ chối đăng thể hiện tỉ lệ phần trăm số bài báo bị từ chối đăng trong một năm. Dựa vào biểu đồ thống kê chỉ số trích dẫn theo năm và biểu đồ số lượng bài báo theo năm, tạp chí KTTV có thể dễ dàng tính được Impact Factor (chỉ số ảnh hưởng của tạp chí) theo từng năm.



Hình 15. Giao diện số liệu thống kê Tạp chí.

4. Kết luận

Công cụ quản lý và Quy trình xuất bản điện tử tại Tạp chí KTTV sau khi đi vào hoạt động, các Công cụ quản lý và Quy trình xuất bản điện tử đã thể hiện tính chuyên nghiệp, hiệu quả của mình so với công tác gửi bài, nhận bài và phản biện thông qua hòm thư điện tử trước đây. Công cụ quản lý dành cho tác giả, Ban biên tập và nhà phản biện với giao diện trực quan, dễ sử dụng thực hiện công tác xuất bản theo đúng quy trình khép kín và đảm bảo rõ ràng, minh bạch trong toàn bộ quy trình xuất bản. Toàn bộ các bài báo, tài khoản tác giả, độc giả, tài khoản nhà phản biện, quá trình phản biện đều được lưu trữ đầy đủ, tách biệt trong phần quản trị giúp Ban biên tập dễ quản lý và khai thác. Quá trình xuất bản online, các bài báo khoa học đã được phân tách thành từng bài riêng biệt và cập nhật trên trang chủ giúp cho các tác giả, độc giả dễ dàng theo dõi, tìm kiếm và sử dụng một cách hiệu quả hơn. Các số liệu về trích dẫn, lượt tải, lượt xem, tổng số bài báo, tỉ lệ rút nộp, tỉ lệ từ chối đăng cũng được thống kê chi tiết và đầy đủ theo từng năm dưới dạng biểu đồ để thuận tiện cho việc theo dõi quá trình xuất bản của Tạp chí KTTV.

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: Đ.Q.T., Đ.V.H.; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: Đ.V.H.; Viết bản thảo bài báo: Đ.V.H.; Chỉnh sửa bài báo: Đ.Q.T., Đ.V.H.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này là kết quả của đề tài nghiên cứu khoa học cấp cơ sở: “Nghiên cứu xây dựng công cụ quản lý, khai thác thông tin, dữ liệu phục vụ công tác truyền thông và xuất bản ấn phẩm điện tử”, mã số CS.2020.05.05.

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Tài liệu tham khảo

1. Nhà xuất bản Springer: Truy cập <https://www.springernature.com>
2. Nhà xuất bản Elsevier: Truy cập <https://www.elsevier.com>
3. Nhà xuất bản Wiley–Blackwell: Truy cập <https://onlinelibrary.wiley.com>
4. Nhà xuất bản Taylor&Francis: Truy cập <https://www.tandfonline.com>
5. Nhà xuất bản Sage: truy cập <https://journals.sagepub.com>
6. Nhà xuất bản Oxford University Press: Truy cập <https://academic.oup.com>
7. Nhà xuất bản Cambridge University Press: Truy cập <https://www.cambridge.org>
8. <http://thuvien.uit.edu.vn/News/NewDetail/danh-sach-tap-chi-quoc-te-thuoc-danh-muc-sci-scie-ssci-a-hci-isi>
9. Tạp chí Nghiên cứu Kinh tế và Kinh doanh Châu Á: <http://jabes.ueh.edu.vn/?lang=vi>
10. Hệ thống Tạp chí của Đại học quốc gia Hà Nội: <https://js.vnu.edu.vn/>
11. Tạp chí điện tử Khoa học và công nghệ: <http://tapchikhcn.udn.vn/home>
12. Vietnam Journal of Earth Sciences: <http://vjs.ac.vn/index.php/jse>
13. Tạp chí Khí tượng Thủy văn: <http://tapchikttv.vn/>
14. Vietnam Journal of Hydrometeorology: <http://vnjhm.vn/>
15. Hội đồng Giáo sư nhà nước, Quyết định số 18/QĐ-HĐGSNN ngày 30 tháng 6 năm 2020 về việc Phê duyệt Danh mục tạp chí khoa học được tính điểm năm 2020 của Hội đồng Giáo sư liên ngành Khoa học Trái đất – Mỏ. <http://tapchikttv.vn/public/upload/files/motraidat.pdf>
16. Tỵ, N.Đ.; Phúc, Đ. Giáo Trình Cơ Sở Dữ Liệu. NXB Đại Học Quốc Gia, 2010.
17. Schwartz, B.; Zaitsev, P.; Tkachenko, V.; Zawodny, J.D.; Lentz, A.; Balling, D.J. High Performance MySQL: Optimization, Backups, Replication, and More. Pub O'Reilly Media, 2008, pp. 710.
18. Schlossnagle, G. Advanced PHP Programming, Pub Sams Publishing, 2004.

19. Duckett, J. HTML & CSS: Design and Build Websites. Pub John Wiley & Sons, Inc., Indianapolis, Indiana, 2011, pp. 514.
20. Elliott, E. Programming JavaScript Applications: Robust Web Architecture with Node, HTML5, and Modern JS Libraries. Pub O'Reilly Media, 2014, pp. 254.
21. Cơ sở dữ liệu Google scholar Tạp chí Khí tượng Thủy văn: https://scholar.google.com.vn/citations?view_op=list_works&hl=vi&authuser=4&ser=JapFyGYAAAAJ&gmla=AJsN-F7O31No53Rsf93bM_06hB9mMBF9W0pbBi9qVc7LoJmAvVJNqRo1vs-WfzStGWqkkK4MpBhrefUUf2ylTc9iRWEWTf4MtLNg_uX9kSV0tYN0i7Vh0jvJdaR3Ocl7frP3UpMCvARe
22. Cơ sở dữ liệu Scilit Tạp chí Khí tượng Thủy văn: <https://www.scilit.net/article/468a9cf9f7aa948617f397f6dc0d06b2>
23. Cơ sở dữ liệu CiteFactor: <https://www.citefactor.org/journal/index/26081#.YDsgJ2gzaiO>
24. Cơ sở dữ liệu Publons: <https://publons.com/researcher/3823695/vietnam-journal-of-hydrometeorology/>
25. Tư liệu Khoa học Việt Nam: <https://vcgate.vnu.edu.vn/statistics/journals/tap-chi-khi-tuong-thuy-van>

Research on a toolkit on information management and retrieval for electronic publication of Vietnam Journal of Hydrometeorology

Doan Quang Tri¹, Dinh Viet Hoang^{2*}

¹ Vietnam Journal of Hydrometeorology, Viet Nam Meteorological and Hydrological Administration; doanquangtrikttv@gmail.com; hoang.ceid@gmail.com

Abstract: Technological development and international integration have put forwards the requirements to improve the management and electronic publishing process of the Journal of Meteorology and Hydrology (KTTV). The electronic publishing process is modeled with PHP programming language, which store users' profile, article drafts, users' appraisal through MySQL database management system. Management tools with manuals and interface using HTML in combination with CSS and Javascript. The research results have successfully built an e-publishing process with supportive management tools for authors, the editorial board, reviewers, the editor-in-chief in e-publishing of Vietnam Journal of Hydrometeorology. Management tools and electronic publishing process show the suitability and efficiency in electronic publishing of the Journal.

Keywords: Management tools; Electronic publishing; Vietnam Journal of Hydrometeorology.

Bài báo khoa học

Thử nghiệm cảnh báo dông cho khu vực Việt Nam bằng phương pháp kết hợp sản phẩm ra đa thời tiết và dữ liệu sét

Phùng Kiến Quốc^{1*}, Trần Tùng Lâm¹, Đỗ Thị Ánh Huyền¹

¹ Đài Khí tượng cao không; kienquocamo@gmail.com; lamtrant61@gmail.com; anhhuyn1998.n@gmail.com

* Tác giả liên hệ: kienquocamo@gmail.com; Tel.: +84-989123047

Ban Biên tập nhận bài: 1/2/2021; Ngày phản biện xong: 8/3/2021; Ngày đăng bài: 25/3/2021

Tóm tắt: Dông là nguyên nhân dẫn đến sự hình thành và phát triển nhiều hiện tượng thời tiết nguy hiểm và có thể gây thiệt hại nghiêm trọng về tài sản và tính mạng con người. Nghiên cứu này trình bày phương pháp cảnh báo dông dựa trên dữ liệu ra đa thời tiết kết hợp với dữ liệu của các trạm định vị sét tại Việt Nam. Kết quả nghiên cứu cho thấy các chỉ tiêu được xem xét khả năng có dông đối với các sản phẩm của ra đa là: HMAX \geq 10 km, ETOPS \geq 7 km, CMAX \geq 35 dBZ và CAPPI2 \geq 40 dBZ. Nếu chỉ sử dụng một trong bốn điều kiện trên trong trường hợp không có sét thì đó là chỉ số chưa tốt và chưa thể sử dụng để xác định dông. Nếu sử dụng hai trong bốn điều kiện đó và không có sét thì đây cũng có thể là một chỉ số để xác định dông nhưng độ chính xác khoảng 72,08%. Kết quả cũng chỉ ra rằng việc kết hợp các tiêu chí trên (HMAX \geq 10 km, ETOPS \geq 7 km, CMAX \geq 35 dBZ, CAPPI2 \geq 40 dBZ) cùng dữ liệu sét có thể là một chỉ số để xác định dông đạt độ chính xác cao lên đến 86,25%.

Từ khóa: Dông; Ra đa thời tiết; Cảnh báo; Định vị sét.

1. Mở đầu

Dông được hiểu là hiện tượng khí tượng phức hợp gồm chớp và kèm theo sấm do đối lưu rất mạnh trong khí quyển gây ra. Trong cơn dông cũng thường kèm theo gió mạnh, mưa rào, sấm sét dữ dội, thậm chí cả mưa đá, vòi rồng (ở vùng vĩ độ cao có khi còn có cả tuyết rơi). Nghiên cứu về sét trở nên phổ biến rộng rãi vào cuối thế kỷ 19. [1] giải thích rằng sét đã được quan sát thấy trong không khí, các đám mây đối lưu, các đám mây tầng, các đám mây không tạo ra mưa và phần lớn sét thường xảy ra trong các cơn dông.

Trong lĩnh vực khí tượng thủy văn, dông là một trong những hiện tượng thời tiết nguy hiểm được đặc biệt quan tâm do có tác động không nhỏ đến đời sống con người. Theo thống kê của các tổ chức hàng không dân dụng, các vụ tai nạn trực tiếp và gián tiếp do dông sét chiếm hơn 50% tổng số các vụ tai nạn bay do các nguyên nhân khí tượng khác [2]. Nâng cao khả năng nhận biết mưa dông có ý nghĩa quan trọng đối với công tác dự báo, cảnh báo sớm và giảm thiểu rủi ro, thiệt hại do thiên tai gây ra. Bên cạnh vệ tinh khí tượng và thiết bị định vị sét, ra đa thời tiết hiện đại với độ phân giải cao cả về không gian và thời gian chính là phương tiện hữu ích để phát hiện và cảnh báo dông theo thời gian thực hiệu quả.

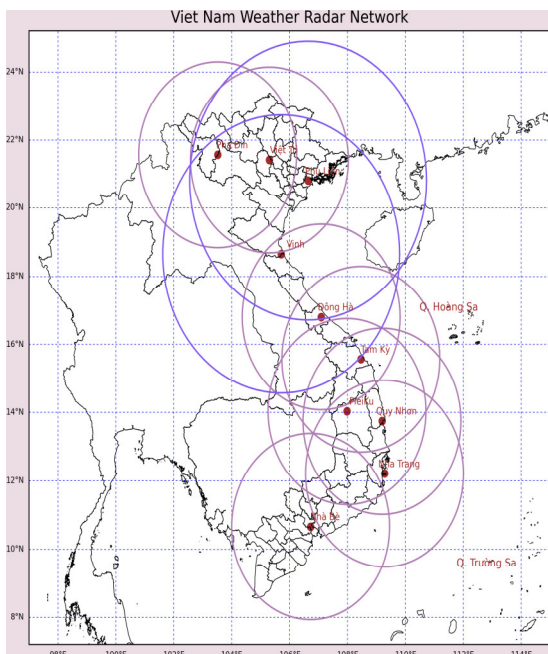
Trên thế giới đã có nhiều công trình nghiên cứu sử dụng số liệu ra đa trong việc giám sát, phát hiện dông, sét [3-7]. Có nhiều loại chỉ tiêu phát hiện dông bằng phản hồi vô tuyến ra đa (PHVT). Các chỉ tiêu này được xây dựng dựa trên những quan điểm khác nhau về bản chất vật lý của hiện tượng dông. Trong vài thập kỷ trước đây, nhiều nghiên cứu về dông được phát triển dựa trên phân ngưỡng PHVT, ví dụ, [3] đã đề xuất thuật toán TITAN (*Thunderstorm*

Identification, Tracking, Analysis and Nowcasting) để phát hiện các cơn dông bão đối lưu với ngưỡng PHVT duy nhất là 30 dBZ. Năm 2009, thuật toán TITAN đã được cải tiến với tên gọi ETITAN sử dụng đa ngưỡng để phát hiện bão đối lưu [4]. Cũng vào thời gian đó, trong nghiên cứu của mình, [5] đã lấy ngưỡng 44 dBZ để phát hiện các ổ mây đối lưu. Theo các nghiên cứu [6–7], hoạt động của sét có liên quan chặt chẽ với các quá trình động lực học và vi vật lý của các đám mây dông và sét được coi là một chỉ số tuyệt vời để nghiên cứu cường độ của các đám mây dông mạnh. Thêm vào đó, các mối liên hệ giữa sét và đặc điểm cấu trúc PHVT của đám mây dông chẳng hạn như độ cao đỉnh PHVT (ETOPS) và PHVT cực đại (CMAX) ở các độ cao khác nhau cũng được đề cập [8–10]. [11] đã chỉ ra mối quan hệ xác thực giữa PHVT ra đa và sét trong hệ thống đối lưu quy mô vừa như dông đa ổ, dông siêu ổ, đường tố và mưa đá. Một số nghiên cứu khác cũng được thực hiện về ứng dụng mối quan hệ giữa các tham số ra đa và sét từ mây xuống đất (CG). [12] cho rằng tương quan giữa các thông số ra đa và sét CG có thể được sử dụng để dự báo các đặc tính động lực học, vi vật lý và điện của các cơn dông. [13] nhận thấy trong cơn dông, tần số sét CG có tương quan âm với vùng phản hồi khi PHVT trên 65 dBZ. [14–15] lại cho rằng PHVT khối trên 40 dBZ có tương quan tốt với sét CG. Khi nghiên cứu về đường tố ở khu vực Tây Phi, [16] đã phát hiện ra các hoạt động của sét tương ứng tốt với cường độ PHVT ra đa. Trong khi đó, [17] lại tập trung vào mối quan hệ giữa tần số sét của một hệ thống đối lưu nhỏ và độ cao PHVT của ra đa và nhận thấy rằng hầu hết các tia chớp xảy ra ở độ cao 3–6 km hoặc 7–10 km. Những năm gần đây, dữ liệu sét đã trở thành nguồn dữ liệu bổ sung quan trọng trong các nghiên cứu về các sự kiện đối lưu nguy hiểm [18–19]. Sự kết hợp giữa sét và các thông số thu được từ ra đa có thể đem lại những hiểu biết mới, quan trọng trong việc xác định đặc điểm của cơn dông và cảnh báo mọi người về các hiện tượng thời tiết khắc nghiệt sắp xảy ra [20]. Khi được kết hợp lại, hai bộ dữ liệu này đã tạo thành một cơ sở vững chắc cho việc dự báo thời tiết đối lưu thời hạn ngắn.

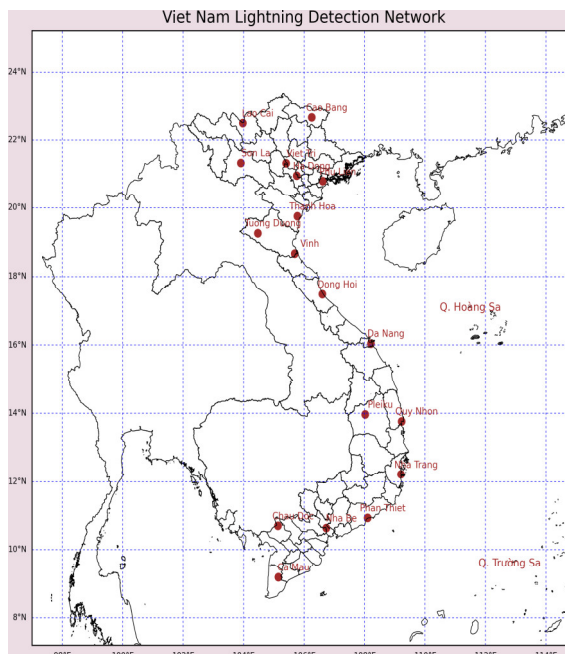
Việc ứng dụng dữ liệu ra đa thời tiết để đưa ra các chỉ tiêu cảnh báo mưa dông trong các nghiên cứu ở Việt Nam đã được một số tác giả trong nước thực hiện và đạt được những kết quả nhất định. [21] đã nghiên cứu sử dụng thông tin ra đa thời tiết DWSR-2500C của ra đa Nhà Bè phục vụ cảnh báo và theo dõi mưa, dông. Ngoài kết quả phân loại được các loại hình thể gây mưa, công trình trên còn xây dựng được các chỉ tiêu cảnh báo mưa và dông cho khu vực thành phố Hồ Chí Minh và vùng lân cận. [22–23] đã nghiên cứu sử dụng thông tin ra đa thời tiết phục vụ theo dõi, cảnh báo mưa, dông và bão và nghiên cứu xây dựng quy trình theo dõi các hiện tượng thời tiết nguy hiểm: tố, lốc, mưa đá, mưa lớn cục bộ bằng hệ thống ra đa thời tiết TRS-2730. Bên cạnh việc xác định được các đặc điểm PHVT liên quan đến các hiện tượng thời tiết nguy hiểm cục bộ để làm cơ sở cho việc phát hiện và theo dõi các hiện tượng này bằng ra đa TRS-2730, tác giả còn xây dựng được các chỉ tiêu nhận biết dông thông qua giá trị PHVT và một số kết quả khác. Các chỉ tiêu xây dựng cho 03 ra đa TRS-2730 đã giúp cho các quan trắc viên và dự báo viên có được công cụ hiệu quả để xác định các hiện tượng thời tiết nguy hiểm như dông, tố lốc, mưa đá và đưa ra các cảnh báo, dự báo mưa trong vùng hoạt động của ra đa. Tuy nhiên hiện nay, các ra đa thế hệ cũ trên đã không còn hoạt động và được thay thế bằng các hệ thống ra đa tiên tiến khác. Tính đến thời điểm tháng 4 năm 2020, mạng lưới ra đa thời tiết ở Việt Nam (Hình 1) đã được nâng cấp và xây dựng mới bao gồm 10 trạm với các hệ thống ra đa phân cực đơn và phân cực đôi hiện đại nhằm cải thiện chất lượng dự báo các hiện tượng thời tiết nguy hiểm cũng như dự báo định lượng mưa. Cùng với hệ thống trạm ra đa thời tiết, mạng lưới 18 trạm định vị sét (Hình 2) có độ phân giải không gian cao từ 150–200 km và thời gian quan trắc liên tục sẽ là những thành phần thiết yếu của hệ thống dự báo hiện đại, là những kênh thông tin dữ liệu tin cậy cần thiết cho dự báo thời gian thực và cảnh báo sớm các hiện tượng thời tiết khắc nghiệt.

Nghiên cứu này sẽ trình bày phương pháp cảnh báo dông bằng cách sử dụng dữ liệu ra đa thời tiết kết hợp với số liệu định vị sét cho khu vực Việt Nam. Khác với các công trình nghiên cứu trong nước trước đó, phương pháp cảnh báo dông kết hợp này có ưu điểm là sử dụng hầu

hết các sản phẩm thứ cấp đặc trưng của hệ thống ra đa thời tiết để cảnh báo dông. Hơn nữa, việc kết hợp với dữ liệu sét để khẳng định xác suất, mức độ chính xác của việc cảnh báo dông đã làm rõ hơn nữa vai trò của hệ thống quan trắc ra đa thời tiết, định vị sét trong công tác dự báo, cảnh báo các hiện tượng thời tiết liên quan đến dông sét tại Việt Nam. Đây cũng có thể xem như là một tiêu chí tham khảo cho các dự báo viên khi thực hiện công tác dự báo, cảnh báo dông sử dụng các nguồn dữ liệu quan trắc trên cao.



Hình 1. Mạng lưới trạm ra đa thời tiết tại Việt Nam (màu xanh: ra đa phân cực đơn; màu tím: ra đa phân cực đôi).



Hình 2. Mạng lưới trạm định vị sét tại Việt Nam.

2. Phương pháp nghiên cứu và số liệu

2.1. Các nguồn số liệu

Nguồn dữ liệu sử dụng trong nghiên cứu này bao gồm các nguồn dữ liệu chính là dữ liệu của các trạm ra đa thời tiết và dữ liệu của 18 trạm định vị sét của Việt Nam. Các dữ liệu này đều được kiểm tra chất lượng và lưu trữ tại máy chủ của Đài Khí tượng cao không. Tập dữ liệu ra đa gốc sẽ dùng để tạo ra các sản phẩm thứ cấp: ETOPS (Độ cao đỉnh PHVT), HMAX (độ cao PHVT cực đại), CMAX (PHVT cực đại), CAPPI2 (PHVT ở độ cao 2 km) để đưa vào tính toán.

Để xác minh được thời điểm xảy ra dông, số liệu sẽ được tham chiếu từ các trạm quan trắc khí tượng bề mặt. Dựa trên tương quan về khoảng cách, danh sách các trạm khí tượng bề mặt và trạm ra đa thời tiết tương ứng được lựa chọn trong Bảng 1. Toàn bộ chuỗi số liệu được thu thập để tính toán trong 5 tháng đầu năm 2020 (từ 1/1/2020 đến 20/5/2020).

Bảng 1. Danh sách các trạm ra đa thời tiết và trạm quan trắc khí tượng bề mặt.

STT	Trạm ra đa thời tiết	Trạm khí tượng bề	Khoảng cách
1	Pha Đin	Son La	
2	Phù Liễn	Phù Liễn	≤ 40 km
3	Vinh	Vinh	

STT	Trạm ra đa thời tiết	Trạm khí tượng bề	Khoảng cách
4	Tam Kỳ	Đà Nẵng	
5	Đông Hà	Đồng Hới	
6	Quy Nhơn	Quy Nhơn	
7	Pleiku	Pleiku	
8	Nhà Bè	Nhà Bè	
9	Việt Trì	Việt Trì	
10	Nha Trang	Nha Trang	

2.2. Cách xác định ngưỡng xuất hiện dông

Nếu chỉ căn cứ vào một sản phẩm ETOPS hoặc CMAX hoặc HMAX hoặc CAPPI thì chưa thể kết luận được là có dông hay không, hay mức độ nguy hiểm của cơn dông này mang lại. Vì vậy để tăng độ chính xác phát hiện dông cần phải kết hợp thêm các yếu tố khác. Trong nghiên cứu này, yếu tố sét sẽ được đưa vào để tìm ra được ngưỡng tốt nhất đối với các sản phẩm kể trên.

Cách xác định ngưỡng xuất hiện dông được thực hiện theo các bước sau: (1) Xác định thời điểm xảy ra dông dựa vào quan trắc tại các trạm khí tượng bề mặt; (2) Trích xuất các sản phẩm ETOPS, CMAX, HMAX, CAPPI2 tại thời điểm có dông; (3) Trích xuất dữ liệu sét trong vòng bán kính 40 km tính từ trạm khí tượng bề mặt; (4) Xác định tương quan giữa sét và các dữ liệu ở bước 2.

Với bộ số liệu 5 tháng đầu năm 2020, tổng số các đợt dông thu thập được trong vòng bán kính quét của các ra đa là 278 đợt. Trong đó trạm ra đa Nhà Bè là nơi quan trắc được nhiều dông nhất trong giai đoạn này (61 đợt). Dựa vào bộ số liệu này đã đưa ra được bộ chỉ tiêu về các loại sản phẩm ra đa như ETOPS, CMAX, HMAX, CAPPI2 với các giá trị ngưỡng cụ thể được sử dụng kết hợp với số liệu định vị sét để đưa ra phương pháp cảnh báo dông kết hợp được trình bày trong phần 3. Kết quả phân loại ngưỡng xuất hiện dông theo cách xác định trên được đưa ra sơ bộ như sau:

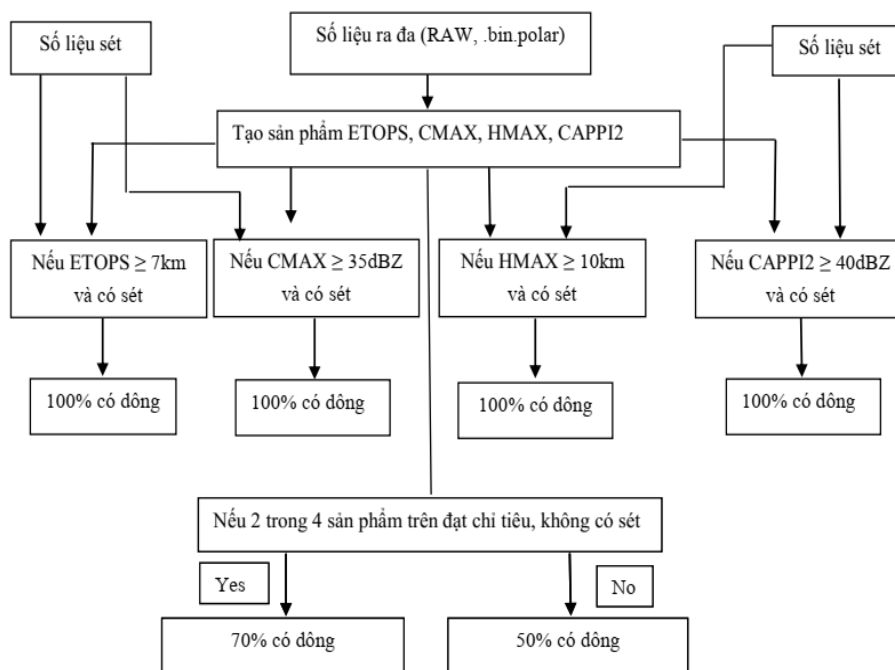
Bảng 2. Ngưỡng của các chỉ số xuất hiện dông.

Chỉ số	Ngưỡng	Xác suất có dông (%)	
		Có sét	Không có sét
ETOPS	7 km	100	50
CMAX	35 dBZ	85–100	50–70
HMAX	10 km	100	50–70
CAPPI2	40 dBZ	100	50–70

Bảng 2 cho thấy các chỉ tiêu được xem xét khả năng có dông đối với các sản phẩm của ra đa là: HMAX \geq 10 km, ETOPS \geq 7 km, CMAX \geq 35 dBZ và CAPPI2 \geq 40 dBZ nếu các chỉ số đạt ngưỡng mà kèm theo sét thì xác suất xuất hiện dông có thể lên tới 100%, trong khi nếu không có sét thì xác suất xuất hiện dông vào khoảng 50–70%.

3. Kết quả thử nghiệm phương pháp cảnh báo dông kết hợp

Nội dung phần này sẽ trình bày phương pháp cảnh báo dông kết hợp giữa dữ liệu ra đa và dữ liệu định vị sét dựa trên các chỉ tiêu đã xác định được ở phần trên. Sơ đồ thuật toán được thể hiện trong Hình 3.



Hình 3. Sơ đồ thuật toán phương pháp cảnh báo dông kết hợp.

Dưới đây là các bước thực hiện: Bước 1: Trích xuất các sản phẩm ETOPS, CMAX, HMAX, CAPPI2 từ dữ liệu ra đa gốc; Bước 2: Trích xuất dữ liệu định vị sét trong vòng bán kính 40 km, tâm vòng tròn là điểm lưới ra đa ứng với các sản phẩm ETOPS, CMAX, HMAX và CAPPI2; Bước 3: Xác định khả năng xuất hiện dông và biểu diễn trên bản đồ phân loại màu.

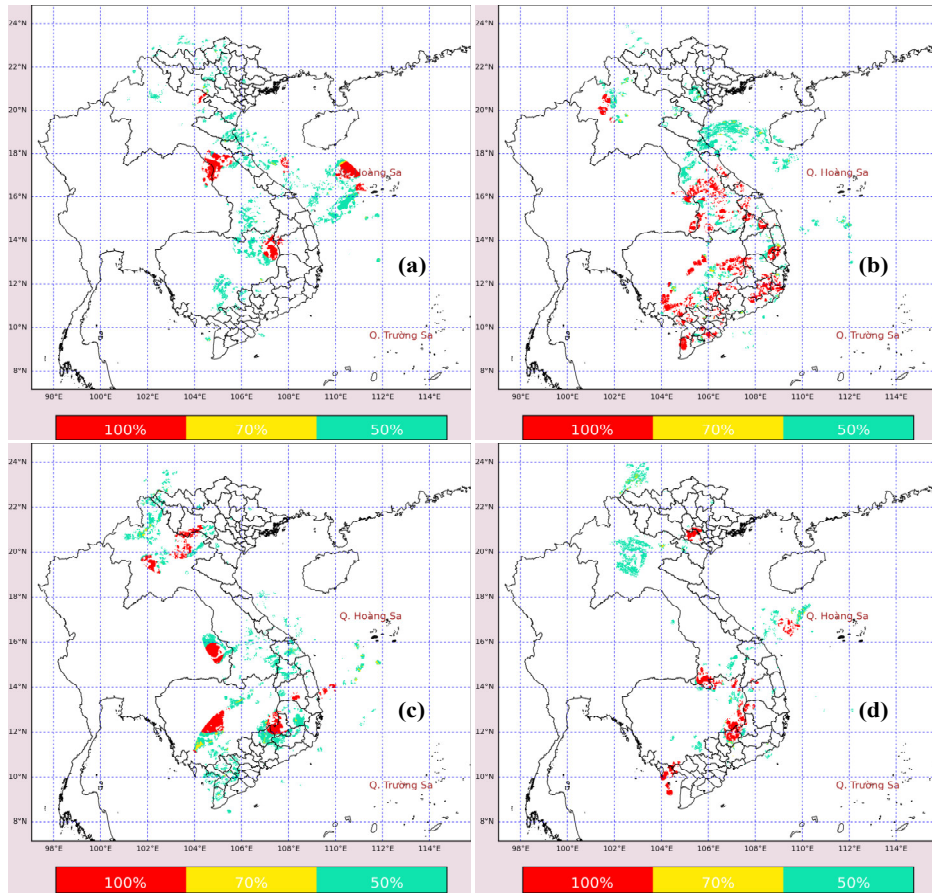
Thuật toán được áp dụng thử nghiệm cảnh báo dông cho ngày 28/5 và ngày 29/5 năm 2020. Kết quả thử nghiệm được thể hiện qua bản đồ phân loại màu trong Hình 4 và Hình 5 tại các thời điểm 00Z, 06Z, 12Z và 18Z. Trong đó, những vùng có màu xanh biểu thị khả năng xuất hiện dông là 50%, màu vàng biểu thị khả năng xuất hiện dông là 70% và màu đỏ biểu thị khả năng xuất hiện dông là 100%.

Để đánh giá độ chính xác khả năng xuất hiện dông, chúng tôi đã kiểm chứng kết quả trên bản đồ phân loại màu với số liệu dông từ các trạm quan trắc khí tượng bề mặt trong 2 ngày liên tiếp từ lúc 00Z ngày 28/5/2020 đến lúc 18Z ngày 29/5/2020, với mỗi ôp quan trắc cách nhau 6 giờ. Dưới đây là kết quả của việc đánh giá:

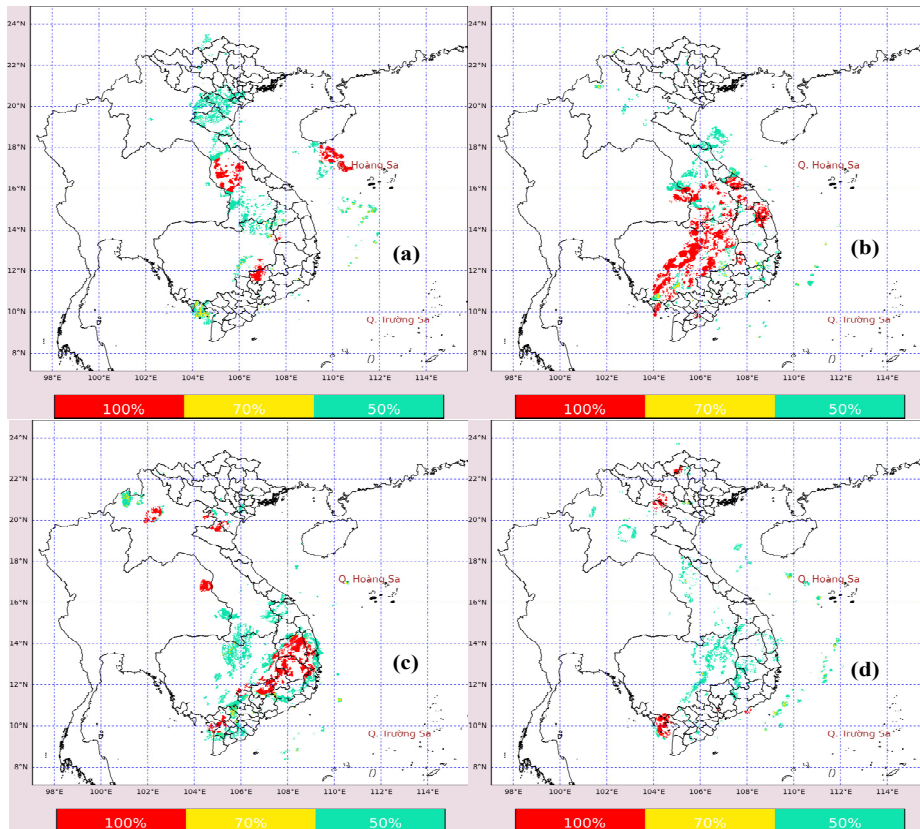
Bảng 3. Độ chính xác của phương pháp cảnh báo dông kết hợp trong ngày 28/5/2020 và ngày 29/5/2020.

Xác suất	Ngày	Độ chính xác (%)				Trung bình
		00Z	06Z	12Z	18Z	
50% có dông	28/5/2020	45,45	29,41	60,6	40	48,81
	29/5/2020	40	40	75	60	
70% có dông	28/5/2020	66,67	60	100	100	72,08
	29/5/2020	50	50	100	50	
100% có dông	28/5/2020	50	40	100	100	86,25
	29/5/2020	100	100	100	100	

Như vậy, trong trường hợp thử nghiệm này có thể cho thấy xác suất xảy ra dông 50% có độ chính xác thấp nhất; xác suất xảy ra dông 70% có độ chính xác vào khoảng 72,08%; trong khi xác suất xảy ra dông 100% có độ chính xác cao nhất là 86,25%.



Hình 4. Bản đồ cảnh báo dông bằng phương pháp kết hợp lúc: (a) 00Z, (b) 06Z, (c) 12Z và (d) 18Z ngày 28/5/2020.



Hình 5. Bản đồ cảnh báo dông bằng phương pháp kết hợp lúc: (a) 00Z, (b) 06Z, (c) 12Z và (d) 18Z ngày 29/5/2020.

4. Kết luận

Bài báo đã giới thiệu phương pháp cảnh báo dông kết hợp dựa trên số liệu ra đa thời tiết và định vị sét. Các kết quả ban đầu cho thấy các ngưỡng sản phẩm ra đa HMAX ≥ 10 km, ETOPS ≥ 7 km, CMAX ≥ 35 dBZ, CAPPI2 ≥ 40 dBZ kết hợp với dữ liệu sét có thể là một chỉ số để xác định dông đạt độ chính xác cao đến 86,25%. Với trường hợp sử dụng hai trong bốn điều kiện HMAX ≥ 10 km, ETOPS ≥ 7 km, CMAX ≥ 35 dBZ, CAPPI2 ≥ 40 dBZ và không có sét cũng có thể là một chỉ số để cảnh báo dông nhưng độ chính xác thấp hơn. Trường hợp chỉ sử dụng một trong bốn điều kiện HMAX ≥ 10 km, ETOPS ≥ 7 km, CMAX ≥ 35 dBZ, CAPPI2 ≥ 40 dBZ và không có sét là chỉ số chưa tốt và chưa thể sử dụng để cảnh báo dông.

Để phương pháp đề cập trong bài báo này có thể ứng dụng vào nghiệp vụ dự báo, cảnh báo dông cần phải có thêm nhiều nghiên cứu chuyên sâu và với chuỗi số liệu dài hơn trong tương lai.

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: P.K.Q.; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: P.K.Q. Xử lý số liệu: T.T.L.; Phân tích mẫu: P.K.Q., D.T.A.H.; Lấy mẫu: T.T.L., D.T.A.H. Viết bản thảo bài báo: P.K.Q. Chính sửa bài báo: P.K.Q.

Lời cảm ơn: Tập thể tác giả trân trọng cảm ơn sự hỗ trợ của đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ “Nghiên cứu xây dựng công cụ cảnh báo dông và định lượng mưa cho các khu vực ở Việt Nam trên cơ sở sử dụng số liệu ra đa thời tiết, định vị sét, ảnh mây vệ tinh Himawari và mưa bề mặt”, mã số TNMT.2018.05.18.

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Tài liệu tham khảo

1. Uman, M.A. The Lightning Discharge. Dover Publications, Inc., Mineola, New York, 1987.
2. Wang, X.; Liao, R.; Li, J.; He, J.; Wang, G.; Xu, Z.; Wang, H. Thunderstorm identification algorithm research based on simulated airborne weather radar reflectivity data. *J. Wirel. Commun. Networking* **2020**, *37*. <https://doi.org/10.1186/s13638-020-1651-6>.
3. Dixon, M.; Wiener, G. TITAN: Thunderstorm identification, tracking, analysis, and nowcasting – A radar-based methodology. *J. Atmos. Ocean. Technol.* **1993**, *10*, 785–797.
4. Han, L.; Fu, S.; Zhao, L.; Zheng, Y.; Wang, H.; Lin, Y. 3D convective storm identification, tracking, and forecasting – An enhanced TITAN algorithm. *J. Atmos. Ocean. Technol.* **2009**, *26*, 719–732.
5. Kyznarová, H.; Novák, P. CELLTRACK – Convective cell tracking algorithm and its use for deriving life cycle characteristics. *Atmos. Res.* **2009**, *93*, 317–327.
6. Deierling, W.; Petersen, W.A. Total lightning activity as an indicator of updraft characteristics. *J. Geophys. Res.* **2008**, *113*, 280–288.
7. Qie, X.; Zhang, Y.; Yuan, T.; Zhang, Q.; Zhang, T.; Zhu, B.; Lü, W.; Ma, M.; Yang, J.; Zhou, Y.; Feng, G. A review of atmospheric electricity research in China. *Adv. Atmos. Sci.* **2015**, *32*, 169–191.
8. Cecil, D.J.; Goodman, S.J.; Boccippio, D.J.; Zipser, E.J.; Nesbitt, S.W. Three years of TRMM precipitation features. Part I: Radar, radiometric, and lightning characteristics. *Mon. Weather Rev.* **2005**, *133*, 543–566.
9. Pessi, A.T.; Businger, S. Relationships among lightning, precipitation, and hydrometeor characteristics over the North Pacific Ocean. *J. Appl. Meteorol. Climatol.* **2009**, *48*, 833–848.

10. Ushio, T.; Heckman, S.J.; Boccippio, D.J.; Christian, H.J.; Kawasaki, Z.I. A survey of thunderstorm flash rates compared to cloud top height using TRMM satellite data. *J. Geophys. Res.* **2001**, *106*, 24089–24095. <https://doi.org/10.1029/2001jd900233>.
11. Carey, L.D.; Murphy, M.J.; McCormick, T.L.; Demetriades, N. Lightning location relative to storm structure in a leading-line, trailing-stratiform mesoscale convective system. *J. Geophys. Res.* **2005**, *110*, 1–23.
12. Steiger, S.M.; Orville, R.E.; Carey, L.D. Total lightning signatures of thunderstorm intensity over North Texas, Part II: Mesoscale convective systems. *Mon. Weather Rev.* **2007**, *135*, 3303–3324.
13. Knupp, K.R.; Peach, S.; Goodman, S. Variations in cloud-to-ground lightning characteristics among three adjacent tornadic supercell storms over the Tennessee valley region. *Mon. Weather Rev.* **2003**, *131*, 172–188.
14. Williams, E.R.; Boldi, B.; Matlin, A.; Weber, M.; Hodanish, S.; Sharp, D.; Goodman, S.; Raghavan, R.; Buechler, D. The behavior of total lightning activity in severe Florida thunderstorms. *Atmos. Res.* **1999**, *51*, 245–265.
15. Gilmore, M.S.; Wicker, L.J. Influences of the local environment on supercell cloud-to-ground lightning, radar characteristics, and severe weather on 2 June 1995. *Mon. Weather Rev.* **2002**, *130*, 2349–2472.
16. Cetrone, J.; Houze, R.A. Leading and trailing anvil clouds of West African squall lines. *J. Atmos. Sci.* **2011**, *68*, 1114–1123.
17. Lund, N.R.; MacGorman, D.R.; Schuur, T.J.; Krehbiel, W.R.; Hamlin, T.; Straka, J.M.; Biggerstaff, M.I. Relationships between lightning location and polarimetric radar signatures in a small mesoscale convective system. *Mon. Weather Rev.* **2009**, *137*, 4151–4170.
18. Shi, Z.; Tan, Y.; Liu, Y.; Liu, J.; Lin, X.T.; Wang, M.Y.; Luan, J. Effects of relative humidity on electrification and lightning discharges in thunderstorms. *Terr. Atmos. Ocean. Sci.* **2018**, *29*, 695–708.
19. Wu, F.; Cui, X.P.; Zhang, D.L.; Qiao, L. The relationship of lightning activity and short-duration rainfall events during warm seasons over the Beijing metropolitan region. *Atmos. Res.* **2017**, *195*, 31–43.
20. Steiger, S.M.; Orville, R.E.; Carey, L.D. Total lightning signatures of thunderstorm intensity over north Texas. Part I: Supercells. *Mon. Wea. Rev.* **2007**, *135*, 3281–3302.
21. Hào, N.T. Nghiên cứu sử dụng thông tin ra đa thời tiết DWSR–2500C trạm Nhà Bè phục vụ cảnh báo và theo dõi mưa. Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ, Bộ Tài nguyên và Môi Trường, 2011.
22. Sơn, T.D. Nghiên cứu sử dụng thông tin ra đa thời tiết phục vụ theo dõi, cảnh báo mưa, dông và bão. Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ, Bộ Tài nguyên và Môi Trường, 2007.
23. Sơn, T.D. Nghiên cứu xây dựng quy trình phát hiện theo dõi các hiện tượng thời tiết nguy hiểm: tố, lốc, mưa đá, mưa lớn cục bộ bằng hệ thống ra đa thời tiết TRS–2730. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ, Bộ Tài nguyên và Môi Trường, 2009.

An experiment on thunderstorm warning by combining weather radar and lightning data in Vietnam

Phung Kien Quoc^{1*}, Tran Tung Lam¹, Do Thi Anh Huyen¹

¹ Aero Meteorological Observatory; kienquocamo@gmail.com; lamtrant61@gmail.com; anhhuyen1998.n@gmail.com

Abstract: Thunderstorms are responsible for the development and formation of many severe weather phenomena and can cause serious damage to property and people. This study presents a thunderstorm warning method based on weather radar data combined with data of lightning detection stations in Vietnam. The results show that the considered thresholds that thunderstorms can occur for the weather radar products are: HMAX \geq 10 km, ETOPS \geq 7 km, CMAX \geq 35 dBZ, and CAPPI2 \geq 40 dBZ. If only one of the four conditions above is used but no lightning is found, it is a not good index and should not be used to detect thunderstorms. In case, lightning is not found and two of the four conditions above are used and then this can use as an indicator to detect thunderstorms with the accuracy is about 72.08%. The results also show that combining the above conditions (HMAX \geq 10 km, ETOPS \geq 7 km, CMAX \geq 35 dBZ, CAPPI2 \geq 40 dBZ) with lightning data can be a good indicator to detect thunderstorms with high accuracy up to 86.25%.

Keywords: Thunderstorms; Weather radar; Warnings; Lightning.

Table of content

- 1** Quan, V.V.; Thuy, N.T; Hung, H.V.; Thu, V.T.; Thuy, N.L.N.; Nguyen, D.H.; Sau, V.D. Study on application of V–flood flood forecast model in Luc Nam River basin, Bac Giang. *VN J. Hydrometeorol.* **2021**, 723, 1–12.
- 13** Phu, H.; Thao, N.L.N.; Han, H.T.N. Assessment of water quality in Long Xuyen quadrangle and measures for the protection of local water resources. *VN J. Hydrometeorol.* **2021**, 723, 13–22.
- 23** Tai, N.H.; San, D.V.; Hanh, N.H. Research to improve the information transmission and automation system for manual rain and wind measuring equipment in the Northern Delta. *VN J. Hydrometeorol.* **2021**, 723, 23–37.
- 38** Hai, L.Q.; Ky, N.D.; Phong, P.H.; Dat, D.V.; Phung, N.V.; Chien, L.Q. Study on building correlation of water level and discharge at Ha Bang hydrological station in the period 2013–2020. *VN J. Hydrometeorol.* **2021**, 723, 38–46.
- 47** Lap, B.D.; Thai, T.H.; Lan, P.T.H. Development of the distributed hydrological model MARINE in flood forecasting problem, pilot application for Nam Mu River basin. *VN J. Hydrometeorol.* **2021**, 723, 47–57.
- 58** Diem, P.T.M.; Thinh, N.N.; Phung, N.K. Research on flow regime at Doi Duong beach, Binh Thuan Province. *VN J. Hydrometeorol.* **2021**, 723, 58–74.
- 75** Tri, D.Q.; Hoang, D.V. Research on a toolkit on information management and retrieval for electronic publication of Vietnam Journal of Hydrometeorology. *VN J. Hydrometeorol.* **2021**, 723, 75–87.
- 88** Quoc, P.K.; Lam, T.T.; Huyen, D.T.A. An experiment on thunderstorm warning by combining weather radar and lightning data in Vietnam. *VN J. Hydrometeorol.* **2021**, 723, 88–96.