

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;
nguyenlengocthuy@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

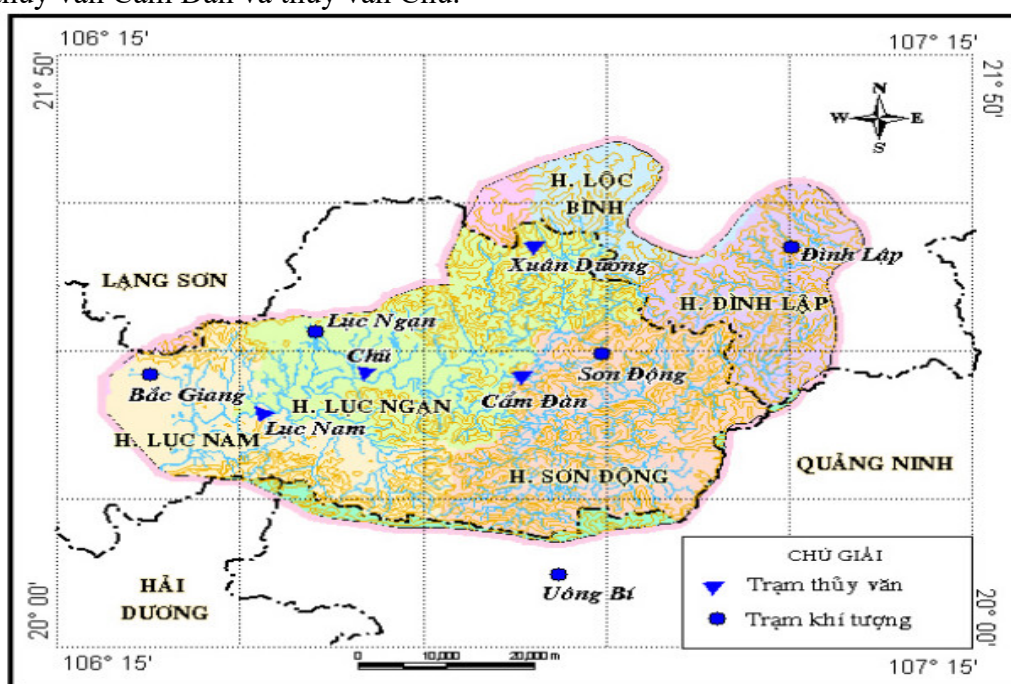
của sông Lục Nam khá lớn, vào khoảng 3.050 km², độ cao bình quân lưu vực là 207 m, độ dốc bình quân lưu vực là 16,5%. Phân phối diện tích lưu vực đến trạm thủy văn Cẩm Đàn là 670 km², trạm thủy văn Chũ là 2090 km².

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). Điện 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.

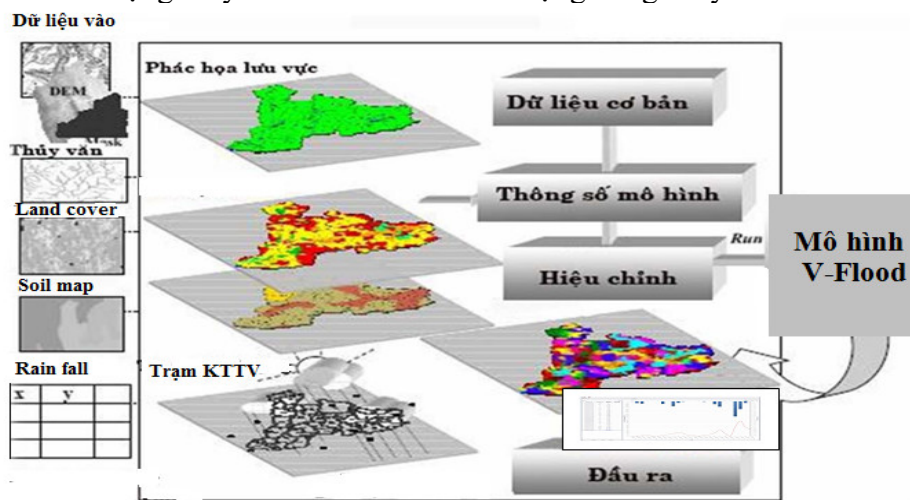
Các số liệu được lấy từ tổ lưu trữ Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Đông Bắc và đã được thu thập và xử lý được cấp có thẩm quyền phê duyệt.

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 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:

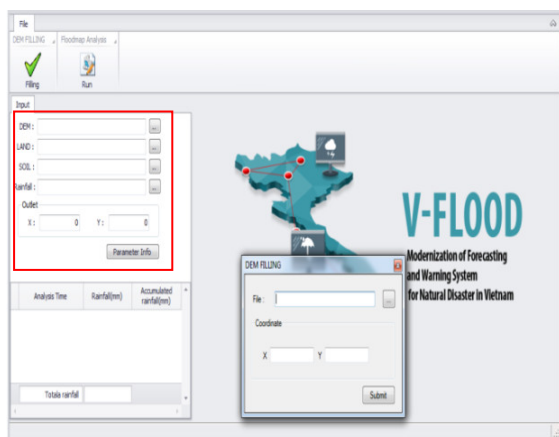
Bảng 1. Bộ thông số mô hình V-Flood.

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

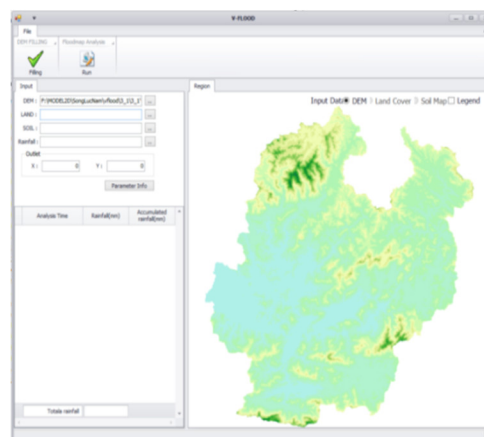
2.4. Thiết lập mô hình

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

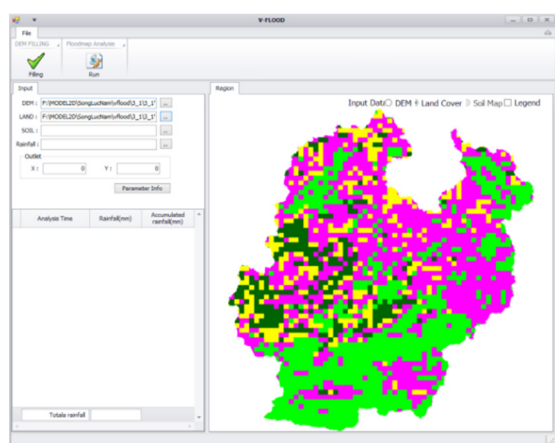
Để chạy được mô hình V-Flood cần thiết lập các số liệu đầu vào bao gồm dữ liệu bản đồ DEM, bản đồ thổ nhưỡng (Landuse), bản đồ đất (soil), lượng mưa bình quân lưu vực Rainfall, tọa độ cửa ra lưu vực sông sông Lục Nam và cuối cùng là các sông số mô hình Prarameter, các dữ liệu lần lượt như trong khung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



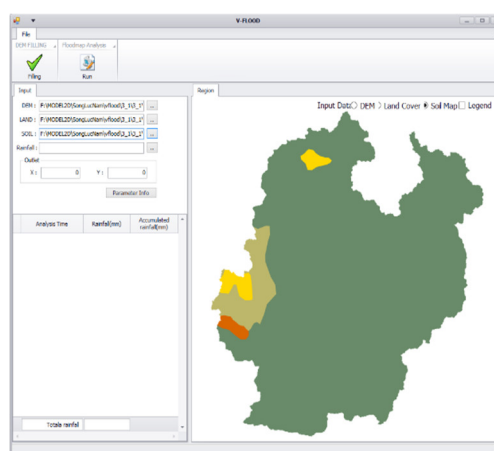
a. Giao diện Mô hình V-Flood.



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.

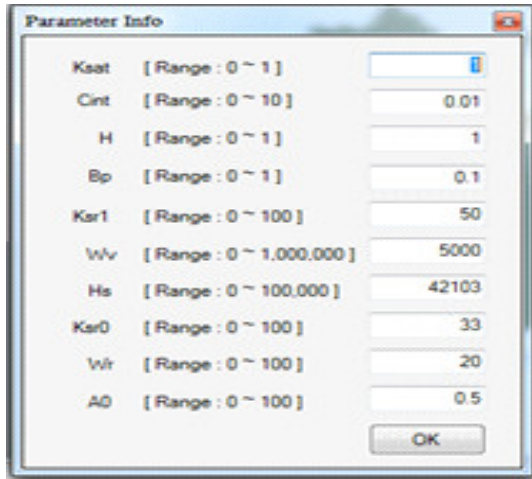


d. Giao diện thiết lập bản đồ đất lưu vực sông Lục Nam bằng mô hình V-Flood.

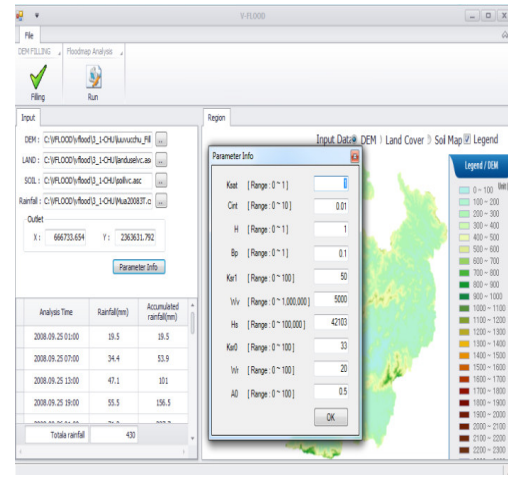
Hình 3. Bản đồ địa hình, thổ nhưỡng, sử dụng đất lưu vực sông Lục Nam.

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

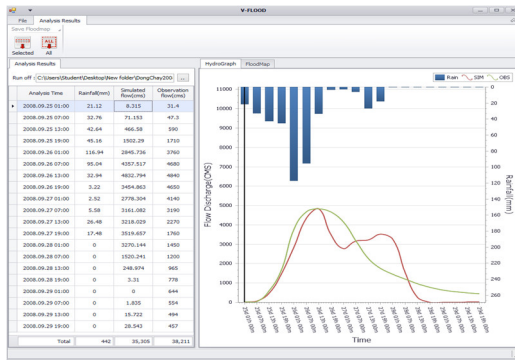
Các kết quả sau khi thiết lập số liệu mô hình như mục f. Hình 4, sau đó tiến hành chạy mô hình nút Run, sau khoảng 3–10 phút tùy theo cấu hình máy tính, được kết quả mô phỏng đường quá trình lưu lượng dòng chảy tại trạm thủy văn Chũ và độ ngập sâu tại thời mỗi thời điểm như các Hình 4c, 4d.



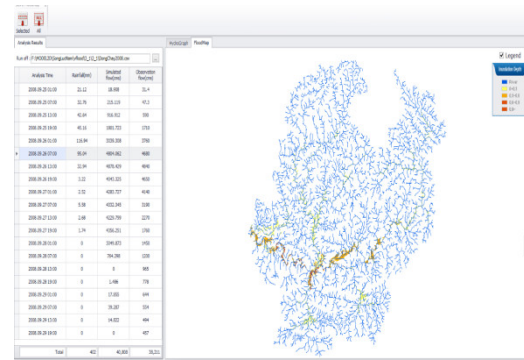
a. Bộ thông số của mô hình V-Flood.



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 Efffficient (*NSE*) [12]. Các chỉ tiêu sai số kể trên được xác định cụ thể theo các công thức sau:

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

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

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

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

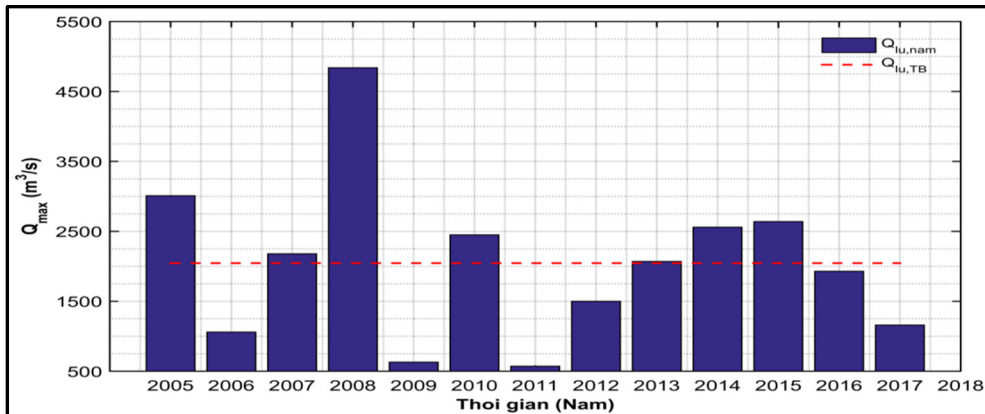
$$\Delta Q = Q_{\max,d} - Q_{\max,m} \quad (5)$$

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 , \overline{Q}_m và \overline{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.

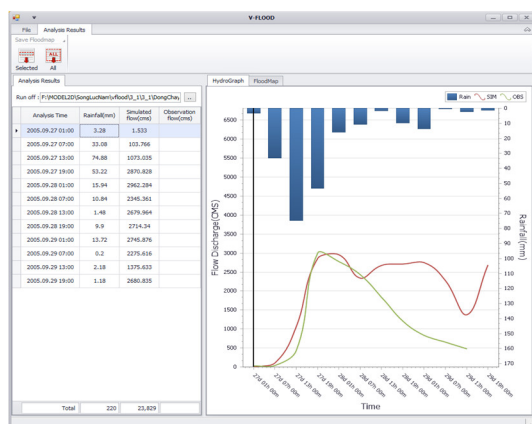


Hình 5. Lưu lượng đỉnh lũ các năm giai đoạn 2005–2017 tại trạm thủy văn Chũ.

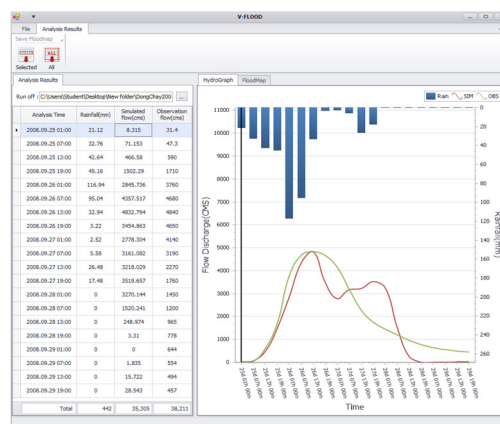
Bảng 2. Số liệu trận lũ hiệu chỉnh và kiểm định bộ thông số mô hình V-Flood.

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)

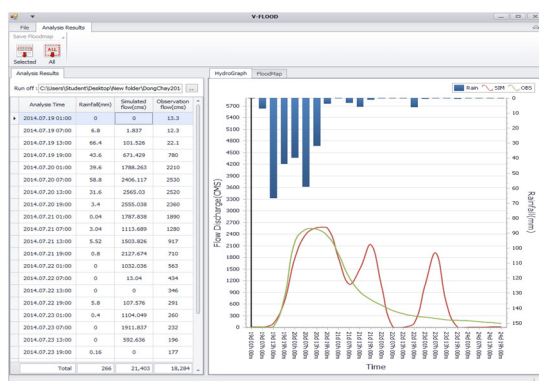
Kết quả hiệu chỉnh các trận lũ nhỏ, trung bình, lớn và lũ lịch sử từ năm 2005–2014 được thể hiện trên các hình 6a–6f.



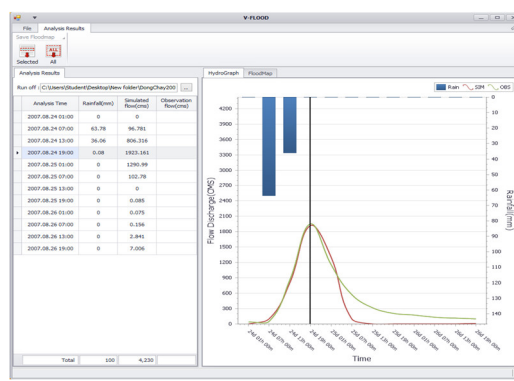
a. Đường quá trình lũ tính toán và thực đo từ ngày 27–29/IX/2005.



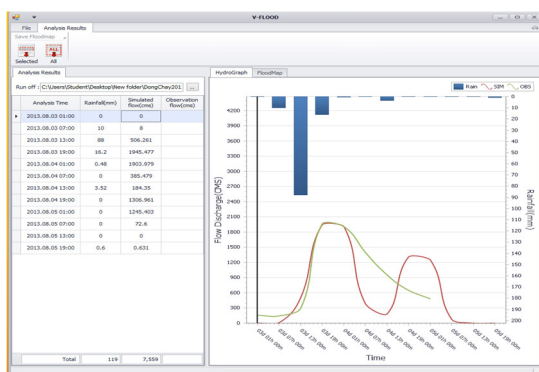
b. Đường quá trình lũ tính toán và thực đo hiệu chỉnh trận lũ từ ngày 25–29/IX/2008.



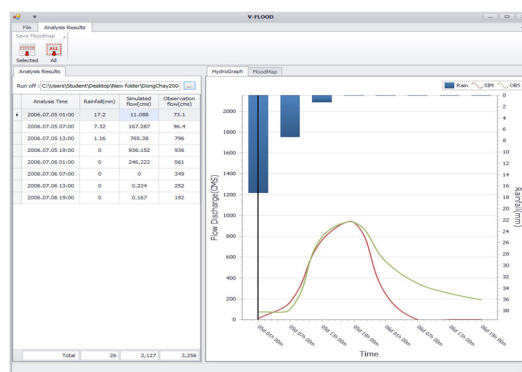
c. Đường quá trình lũ tính toán và thực đo từ ngày 19–24/VII/2014.



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.

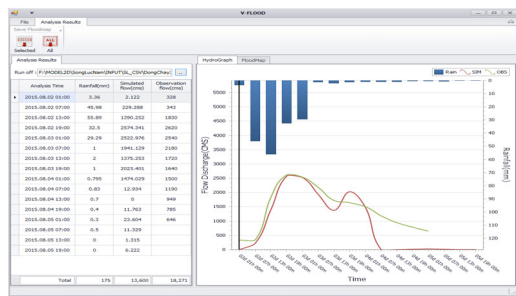
Năm	RMSE		MAE		r	NSE	Q _{max} (m ³ /s)	
	m ³ /s	%	m ³ /s	%			Tính toán	Thực đo
2005	951,2	31,6	705,7	23,4	0,705	0,340	2962,28	3010
2006	219,04	20,7	193,69	18,3	0,875	0,521	936,15	1060
2007	611,1	28,0	365,8	16,8	0,748	0,300	1923,16	2180
2008	860,1	17,8	706,0	14,6	0,856	0,707	4832,79	4840
2012	285,174	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].

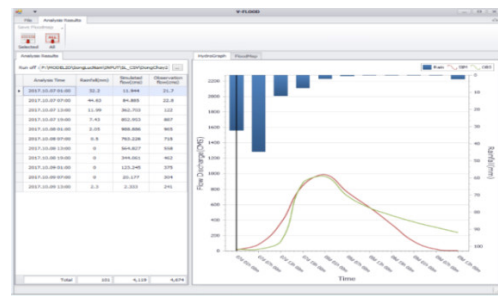
Bảng 5. Bộ thông số tìm được quá trình hiệu chỉnh như sau.

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

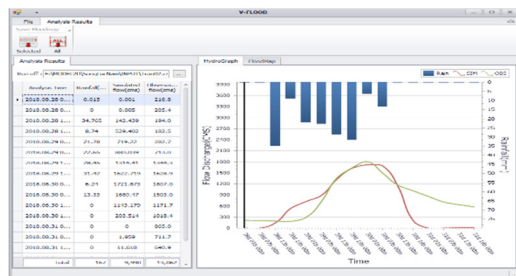
Sử dụng bộ thông số quá trình hiệu chỉnh kiểm định các trận lũ từ năm 2015–2019 được kết quả như sau:



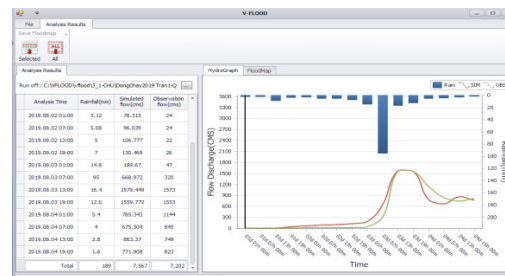
a. Đường quá trình lũ tính toán và thực đo từ ngày 2–5/VIII/2015.



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

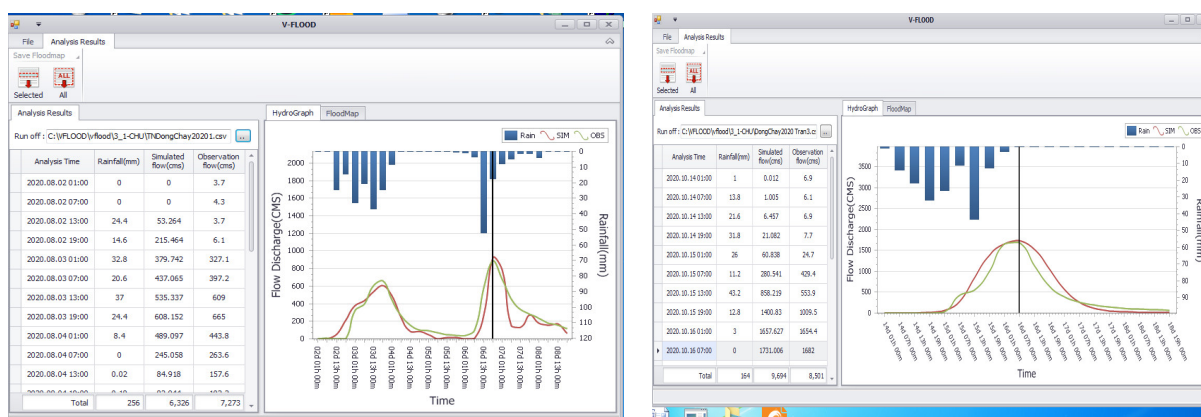
Tiến hành dự báo thử nghiệm cho các trận lũ năm 2020 cụ thể như sau:

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.; Chính 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. *Tạp 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; nguyenglengocthuy@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.