

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG MÔ HÌNH DỰ BÁO LŨ LƯU VỰC SÔNG HOÀNG LONG

Tổng Ngọc Công¹, Trần Ngọc Anh², Đặng Thanh Mai³

Tóm tắt: Bài báo trình bày các kết quả xây dựng mô hình dự báo lũ cho hệ thống sông Hoàng Long dựa trên việc tích hợp các mô hình thủy văn, thủy lực và khai thác sản phẩm mưa số trị từ mô hình hạn vừa Châu Âu. Các mô hình NAM (MIKE NAM), MIKE 11 được thiết lập, kiểm định và thử nghiệm với kết quả đạt được khá tốt cho phép sử dụng bộ mô hình để tính toán dự báo lũ cho lưu vực sông Hoàng Long trong điều kiện tác nghiệp. Mô hình dự báo được thử nghiệm với số liệu mưa sản phẩm mưa số trị từ mô hình hạn vừa Châu Âu trong trận lũ tháng 7 năm 2018 cho kết quả dự báo đáp ứng được các yêu cầu nghiệp vụ.

Từ khóa: MIKE NAM, MIKE 11, Hoàng Long, Dự báo lũ.

Ban Biên tập nhận bài: 08/12/2018 Ngày phản biện xong: 15/02/2019 Ngày đăng bài: 25/02/2019

1. Mở đầu

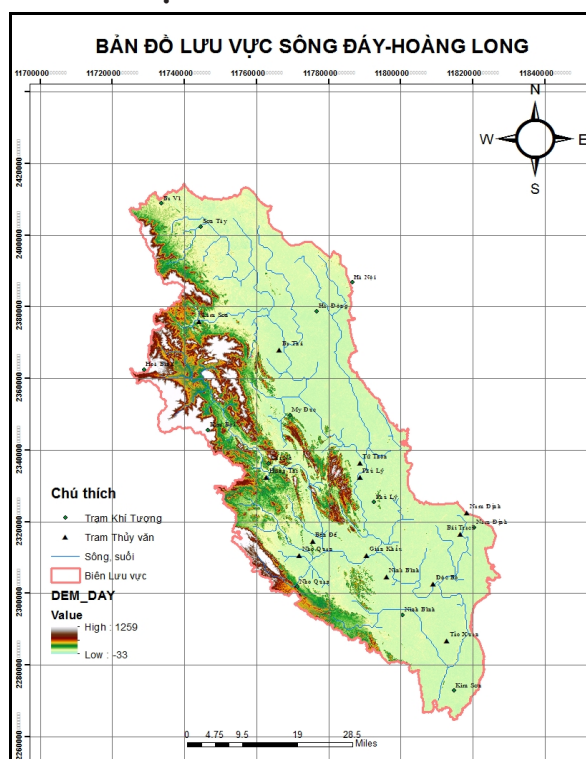
Lưu vực sông Hoàng Long thuộc địa giới của 2 tỉnh Hòa Bình và Ninh Bình. Trong đó phần diện tích thuộc tỉnh Hòa Bình khoảng 1.000 km² (chiếm 66% diện tích toàn lưu vực), phần còn lại khoảng 515 km² thuộc địa phận tỉnh Ninh Bình. Trong những năm gần đây, các loại thiên tai như lũ, ngập lụt trên lưu vực sông Hoàng Long tăng lên nhiều lần về tần số lẫn cường độ. Điển hình là vào năm 2017, mưa lớn tập trung trong thời gian ngắn đã gây ra lũ lớn, đặc biệt lớn trên lưu vực sông Hoàng Long. Dự báo lũ đóng vai trò rất quan trọng trong công tác phòng tránh, giảm nhẹ thiệt hại gây ra do lũ. Đặc biệt là lũ trên lưu vực sông Hoàng Long luôn có diễn biến phức tạp, khó lường đòi hỏi công tác dự báo ngày càng phải được chú trọng hơn.

Theo phân cấp trách nhiệm ban hành bản tin dự báo, cảnh báo Đài KTTV tỉnh Ninh Bình có trách nhiệm dự báo lũ trên sông Hoàng Long tại trạm Bến Đẽ và trạm Gián Khẩu. Xây dựng mô hình dự báo lũ trên sông Hoàng Long theo quan điểm đồng

bộ và ứng dụng các mô hình hiện đại, đáp ứng các yêu cầu trong quá trình tác nghiệp cảnh báo, dự báo lũ là mục tiêu của nghiên cứu này.

2. Số liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Số liệu



Hình 1. Sơ đồ lưu vực hệ thống sông Đáy-Hoàng Long

Các số liệu được sử dụng trong thiết lập và hiệu chỉnh/kiểm định mô hình gồm:

- Số liệu mưa (thời đoạn 6 giờ), số liệu bốc

¹Đài Khí tượng Thủy văn tỉnh Hà Nam

²Khoa Khí tượng Thủy văn Hải dương học,
Trường Đại học Khoa Học Tự nhiên

³Vụ quản lý dự báo Khí tượng Thủy văn, Tổng
cục Khí tượng Thủy văn

Email: tongocong@gmail.com; thanhmaid-
ang1973@gmail.com

hời của các trạm khí tượng trên lưu vực nghiên cứu.

- Số liệu dòng chảy tại Trạm Hưng Thi, Ba Thá đo khảo sát trong quá khứ.

- Số liệu mực nước mùa lũ của 4 trạm trong lưu vực trạm thủy Ba Thá, Phủ Lý, Hưng Thi, Gián Khẩu.

- Số liệu mặt cắt ngang, trắc dọc toàn tuyến hệ thống sông Đáy, Hoàng Long Các tài liệu có độ tin cậy cao và đã được các cơ quan sử dụng trong các dự án thuộc đồng bằng sông Hồng.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Dựa trên khả năng ứng dụng của các mô hình trong dự báo lũ, bộ mô hình Mike NAM, Mike11 kết hợp với các kết quả dự báo mưa tổ hợp (ECMWF) đã được lựa chọn trong xây dựng mô hình dự báo.

Để làm đầu vào cho mô hình dự báo lũ, kết quả dự báo mưa được lấy từ hệ thống dự báo tổ hợp ECMWF đang được vận hành nghiệp vụ tại trung tâm Dự báo KTTV quốc gia. Các kết quả dự báo mưa từ mô hình được phân tích, đánh giá so sánh với thực đo. Các kết quả này được hiệu chỉnh đảm bảo sát với thực tế trên cơ sở xây dựng tương quan với lượng mưa quan trắc thực tế và các phân tích đặc điểm mưa trên lưu vực.

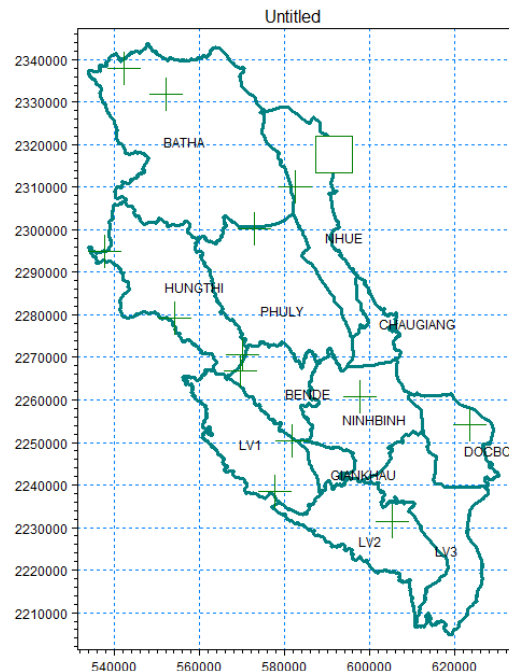
Mô hình NAM tính toán dòng chảy từ mưa, là đầu vào cho các mô hình thủy lực và gia nhập khu giữa. Mô hình thủy lực Mike 11 được xây dựng để tính toán quá trình lũ các trạm dưới hạ lưu sử dụng các kết quả tính từ mô hình NAM. Các chỉ tiêu đánh giá chất lượng mô phỏng và kiểm định của mô hình gồm: Mức độ phù hợp giữa các kết quả tính toán và thực đo, chỉ số NASH, sai số đỉnh lũ và thời gian xuất hiện đỉnh lũ.

2.2.1 Thiết lập mô hình MIKE NAM tính toán dòng chảy từ mưa

Lưu vực sông Đáy- Hoàng Long được chia thành 12 lưu vực bộ phận gồm có các tiểu lưu vực BATHA, NHUE, CHAUGIANG, PHULY, NINHBINH, HUNGTHI, BENDE, GI-ANKHAU, LV1, LV2, LV3, DOCBO (Hình 2). Trong các tiểu lưu vực này chỉ có BATHA và HUNGTHI là các tiểu lưu vực có đo lưu lượng

trong quá khứ, các tiểu lưu vực còn lại đều không có trạm đo lưu lượng.

Số liệu của 12 trạm mưa trong và lân cận lưu vực được sử dụng tính toán dòng chảy từ mưa theo phương pháp đa giác Thiesson. Tối ưu bộ thông số và hiệu chỉnh mô hình sử dụng số liệu 2 trận lũ lớn nhất năm 2000 và 2017, kiểm định cho 2 trận lũ 2001 và 2010. Trạm thủy văn dùng để hiệu chỉnh/ kiểm định là Hưng Thi và Ba Thá.



Hình 2. Các tiểu lưu vực và vị trí các trạm đo mưa trong mô hình NAM

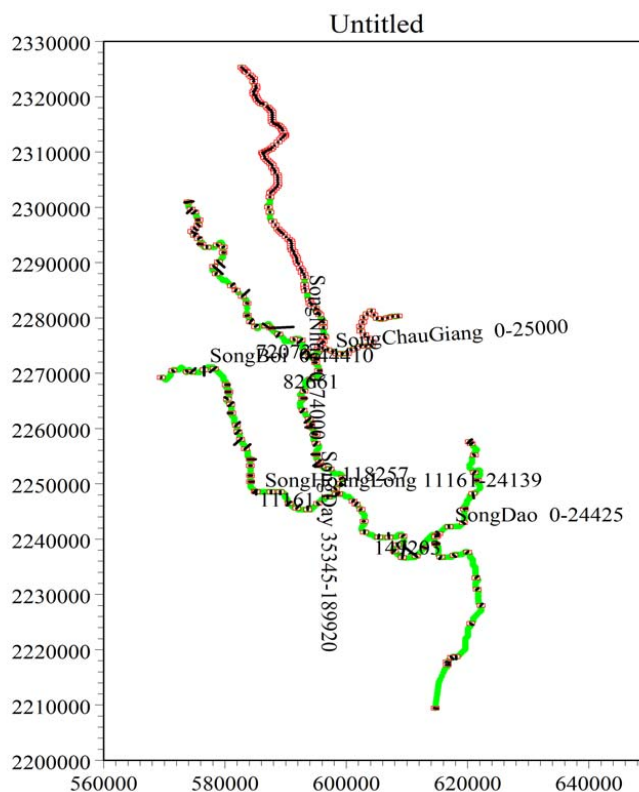
2.2.2 Thiết lập mô hình MIKE11

Mạng lưới sông được mô phỏng bắt đầu từ trạm thủy văn Ba Thá, trạm Hưng Thi, cống Liên Mạc, cống Tắc Giang ra tới cửa biển. Trên cơ sở bản đồ DEM 30mx30m và bản đồ số mạng lưới sông đã xác định các sông chính trên lưu vực sông Đáy-Hoàng Long. Bản đồ số sau khi chuyển đổi về định dạng shape file với hệ tọa độ VN2000 được nhập vào môi trường MIKE 11. Sử dụng bộ biên tập mạng lưới sông thiết lập các mặt cắt ngang từ số liệu mặt cắt thu thập được. Sơ đồ thủy lực sông Đáy - Hoàng Long được trình bày trong hình 3.

Biên trên gồm quá trình dòng chảy tại trạm không chế phía thượng lưu là Ba Thá, Hưng Thi và cống Liên Mạc, cống Tắc Giang. Biên dưới là quá trình mực nước triều tại cửa Đáy với bước

thời gian là 01 giờ, được tính toán dựa trên mô hình dự báo triều toàn cầu, có sẵn trong bộ MIKE11. Biên khu giữa gồm lưu lượng của 10 tiểu lưu vực dọc theo dòng chính các sông được tính toán từ mô hình NAM. Trong các biên gia

nhập khu giữa có lưu vực DOCBO bị ảnh hưởng bởi dòng chảy sông Hồng qua trạm thủy văn Nam Định, quá trình lưu lượng nhập lưu được lấy cố định bằng $600\text{m}^3/\text{s}$ là lưu lượng trung bình trong mùa lũ.



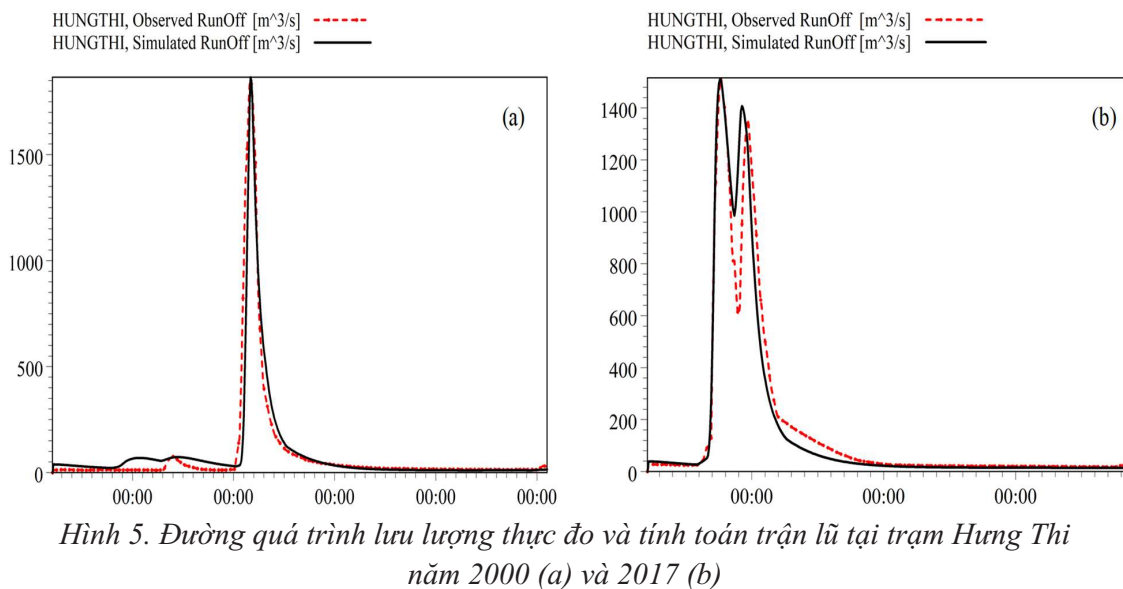
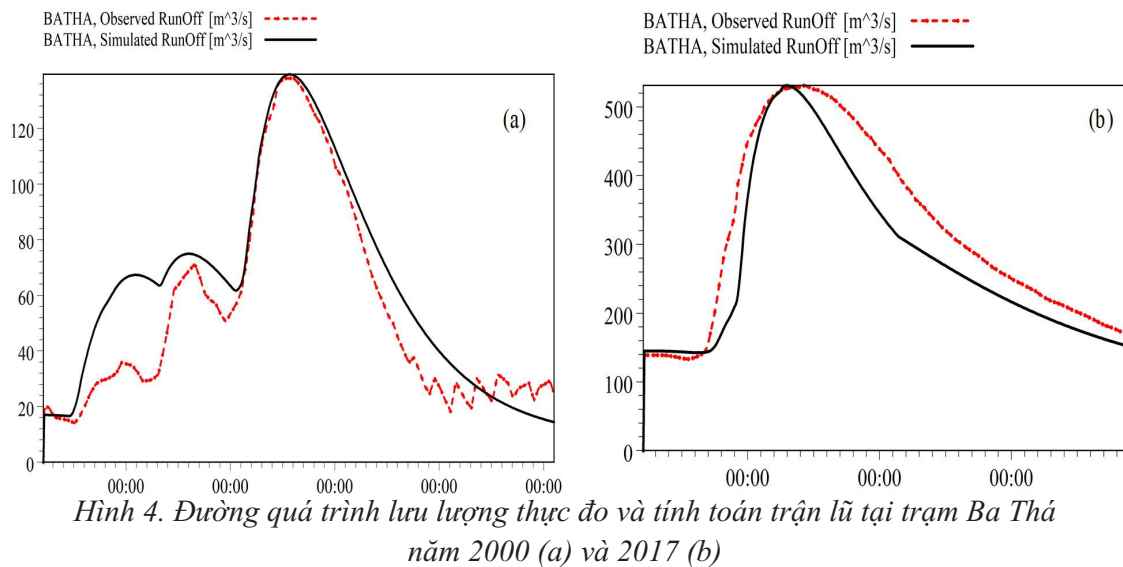
Hình 3. Sơ đồ thủy lực sông Đáy - Hoàng Long trong MIKE 11

3. Các kết quả và thảo luận

3.1. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình NAM

Kết quả hiệu chỉnh mô hình NAM cho các trận lũ lưu vực sông Đáy-Hoàng Long khá tốt cả về đỉnh lũ, tổng lượng và quá trình. Đường quá trình mực nước lũ tính toán và thực đo tại trạm Hưng Thi và Ba Thá tương đối đồng dạng. Xu thế đường nước lên, đường nước xuống các trận lũ tính toán đều khá phù hợp với thực đo. Chênh lệch giữa đỉnh lũ tính toán và thực đo nhỏ dưới 5%. Thời gian xuất hiện đỉnh lũ tính toán và đỉnh

lũ thực đo ít có sự chênh lệch (từ 1 đến 3 giờ), riêng thời gian xuất hiện đỉnh lũ năm 2017 tại trạm Ba Thá xuất hiện sớm hơn so với thực đo. Nguyên nhân có thể do các trạm đo mưa trên lưu vực chưa phản ánh đầy đủ diễn biến mưa thực tế. Sai số tổng lượng tương đối nhỏ, chỉ số Nash đạt từ 0.838 đến 0.932 đều ở mức tốt. Tuy nhiên quá trình tính toán cho thấy có sự trễ pha ở vùng nước thấp và mô hình chưa mô phỏng được ảnh hưởng thủy triều.



Bảng 1. Chỉ tiêu đánh giá chất lượng hiệu chỉnh mô hình NAM

Trạm	Trận lũ	Nash	Qmax td (m³/s)	Qmax tt (m³/s)	ΔQ (%)	Δt (giờ)	W_{td} (10 ⁶ m³)	W_{tt} (10 ⁶ m³)	ΔW (10 ⁶ m³)
Ba	2000	0,838	138	139	0,72	0	116	135	19
Thá	2017	0,84	531	530	0,19	9	508	443	65
Hưng	2000	0,906	1858	1861	0,16	0	184	190	6
Thi	2017	0,932	1516	1512	0,26	1	251	239	12

Quá trình kiểm định bộ thông số mô hình cho thấy đường quá trình lưu lượng tính toán với đường quá trình lưu lượng thực đo tại các trạm Ba Thá và Hưng Thi cho kết quả khá tốt về trị số đỉnh lũ và thời gian xuất hiện đỉnh, riêng thời

gian xuất hiện trận lũ năm 2010 tại trạm Ba Thá sớm hơn so với thực đo 3-4 giờ. Xu thế quá trình lũ lên, lũ xuống giữa tính toán với thực đo đều phù hợp. Trong trận lũ kép năm 2001 tại Ba Thá đã có sự sai khác lớn ở đỉnh lũ nhỏ. Nguyên nhân

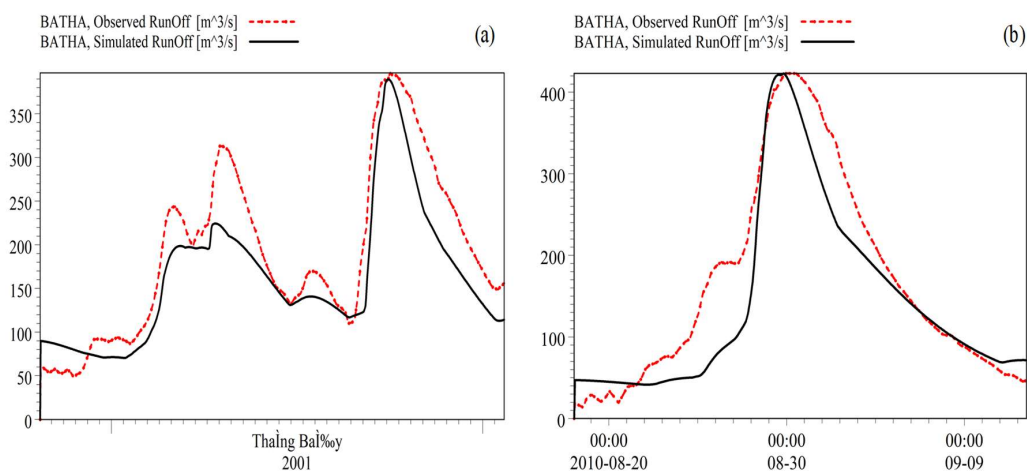
chủ yếu là do số liệu mưa thực đo chưa phản ánh đúng lượng mưa và phân bố mưa trên lưu vực.

Chỉ số Nash đạt được tương đối tốt từ 0.794 đến 0.852, sai số tổng lượng nhỏ từ 10% đến

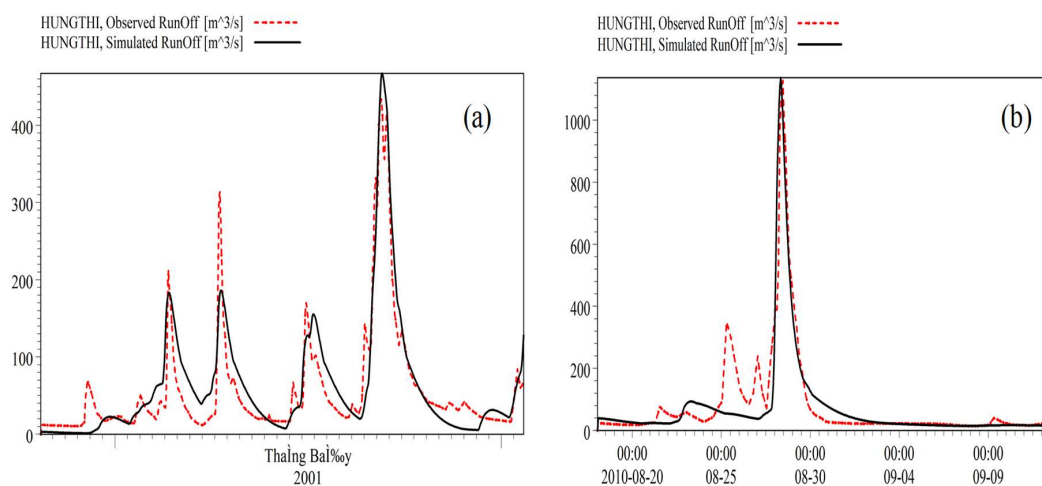
15%. Bộ thông số tìm được sau quá trình hiệu chỉnh và kiểm định tương đối ổn định cho các vị trí kiểm định, có thể sử dụng để tính toán dòng chảy cho lưu vực trong dự báo tác nghiệp.

Bảng 2. Bộ thông số của mô hình NAM

Lưu vực	U_{\max}	L_{\max}	CQ_{OF}	CK_{IF}	$CK_{1,2}$	T_{OF}	T_{IF}
BATHA	10,2	52,5	0,879	636,4	85	0,0476	0,2065
HUNGTHI	10,1	81,5	0,878	203,4	25,4	0,0755	0,556



Hình 6. Đường quá trình lưu lượng thực đo và tính toán trận lũ tại trạm Ba Thá năm 2001 (a) và năm 2010 (b)



Hình 7. Đường quá trình lưu lượng thực đo và tính toán tại trạm Hưng Thi trận lũ năm 2001 (a) và năm 2010 (b)

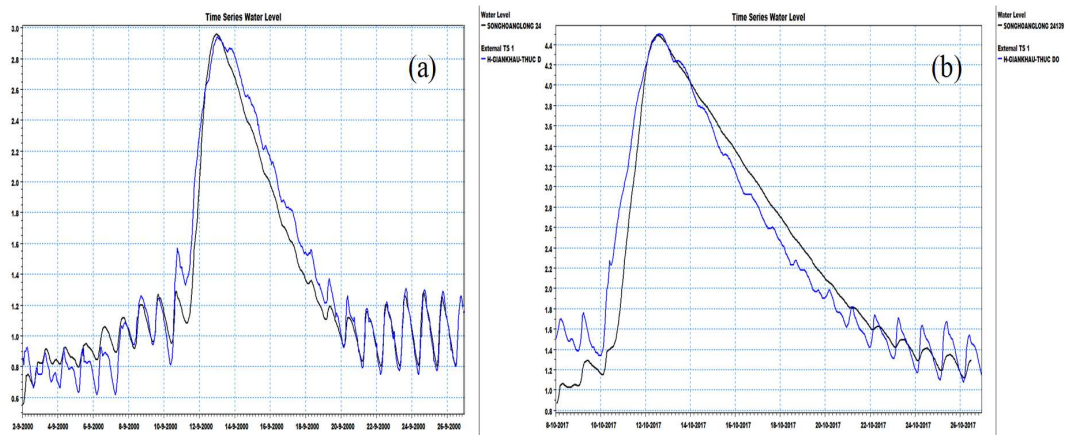
Bảng 3. Chỉ tiêu đánh giá chất lượng kiểm định mô hình NAM

Trạm	Trận lũ	Nash	Qmax tđ (m ³ /s)	Qmax tt (m ³ /s)	ΔQ (%)	Δt (giờ)	W _{td} (10 ⁶ m ³)	W _{tt} (10 ⁶ m ³)	ΔW (10 ⁶ m ³)
Ba	2001	0.794	397	390	1.76	3	642	543	99
Thá	2010	0.852	423	419	0.95	4	366	311	55
Hưng	2001	0.839	434	467	7.6	1	192	210	18
Thi	2010	0.82	1124	1139	1.33	3	176	155	21

3.2. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình MIKE11

Mô hình MIKE-NAM được hiệu chỉnh trước tại các tiểu lưu vực, bộ thông số đối với các tiểu lưu vực được mượn từ bộ thông số thu được

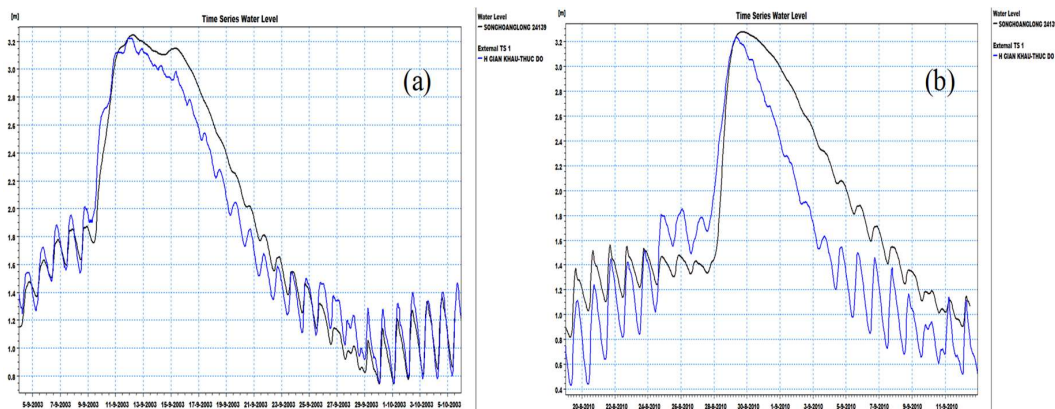
thông qua quá trình hiệu chỉnh và kiểm định đối với lưu vực BATHA, HUNGTHI. Kết quả tính toán sẽ đưa vào mô hình MIKE11 qua các biên gia nhập khu giữa.



Hình 8. Đường quá trình mực nước trận lũ năm 2000 (a) và năm 2017 (b) tại trạm Gián Khẩu

Bảng 4. Kết quả hiệu chỉnh mô hình MIKE11

Trạm	Trận lũ	Nash	Hmax tđ (m)	Hmax tt (m)	ΔH (m)	Δt (giờ)
Gián Khẩu	2000	0,962	2,94	2,96	+0,02	1
	2017	0,925	4,50	4,49	-0,01	0



Hình 9. Đường quá trình mực nước trận lũ năm 2003 (a) và năm 2010 (b) tại trạm Gián Khẩu

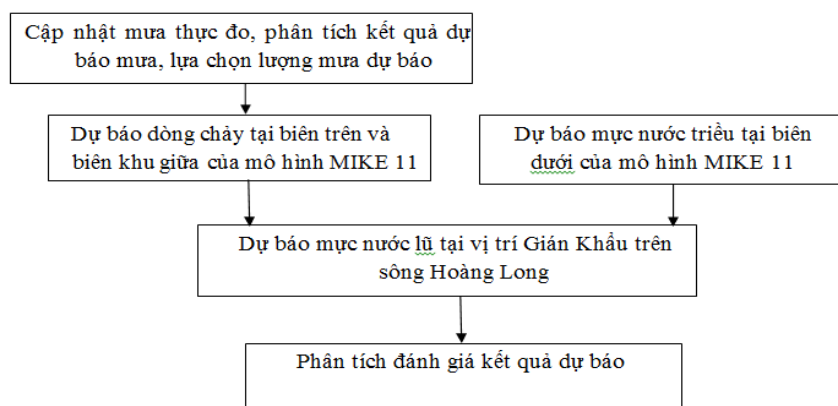
Bảng 5. Kết quả kiểm định mô hình MIKE 11

Trạm	Trận lũ	Nash	Hmax tđ (m)	Hmax tt (m)	ΔH (m)	Δt (giờ)
Gián Khẩu	2003	0.943	3.22	3.25	+0.03	0
Gián Khẩu	2010	0.774	3.23	3.29	+0.06	4

3.3. Thử nghiệm bộ mô hình trong dự báo nghiệp vụ

Việc dự báo thử nghiệm nhằm mục tiêu đánh giá khả năng ứng dụng của mô hình trong điều kiện nghiệp vụ. Bộ mô hình được thử nghiệm cho trận lũ tháng 7 năm 2018 sử dụng quy trình dự báo thử nghiệm được trình bày trong hình 10. Qua đó số liệu mưa dự báo trong 24 giờ của mô hình hạn vừa Châu Âu đã được sử dụng làm đầu vào cho mô hình NAM nhằm dự báo quá trình lưu lượng tại trạm Ba Thá và Hưng Thi và quá trình lưu lượng tại các tiểu lưu vực gia nhập khu giữa. Kết quả tính toán này cùng với kết quả dự

tính biên triều được sử dụng làm đầu vào mô hình MIKE 11 dự báo quá trình lũ tại Gián Khẩu với thời gian dự kiến là 24 giờ. Kết quả dự báo thử nghiệm được đánh giá thông qua việc so sánh với sai số cho phép tại vị trí dự báo, sau đó tính phần trăm giữa số lần dự báo đúng với tổng số lần dự báo theo công thức $P = (n/N) \cdot 100\%$ với P là mức bảo đảm dự báo (%), n số lần dự báo đúng, N là tổng số lần dự báo. Theo quy định của Tổng cục Khí tượng thủy văn, sai số cho phép của trạm Gián Khẩu là 17cm đối với thời gian dự kiến 12h; 27 cm đối với thời gian dự kiến 24h và 40 cm đối với dự báo đỉnh lũ.



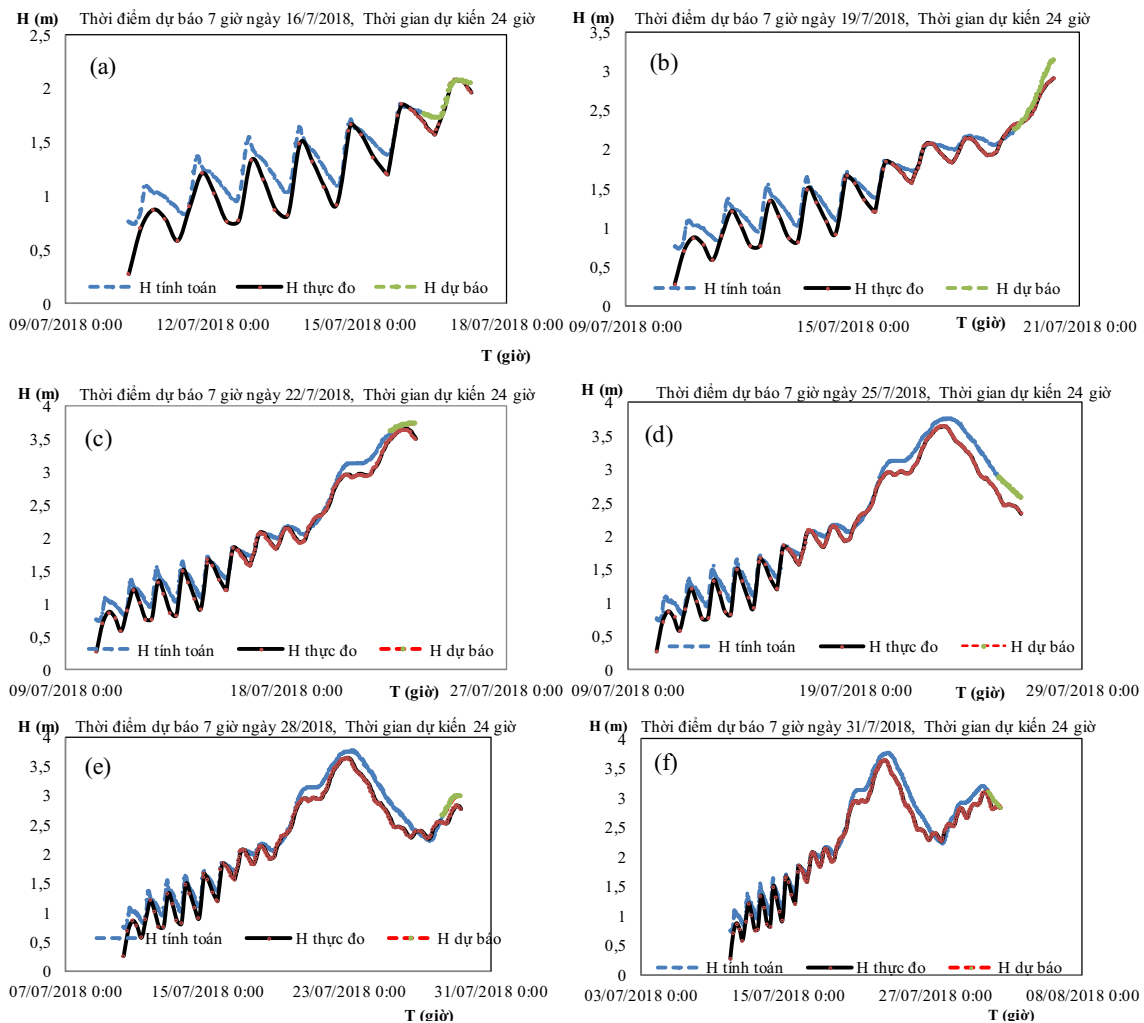
Hình 10. Quy trình dự báo thử nghiệm

Kết quả thử nghiệm cho thấy các mô hình mô phỏng tốt quá trình thực tế tại các trạm phát báo. Quá trình nước lên và nước xuống khá phù hợp. Đường nước xuống có sai số lớn hơn đường nước lên. Kết quả dự báo đỉnh lũ tương đối tốt nhưng lệch phải (xuất hiện muộn khoảng 3-6 giờ). Dự báo đỉnh lũ kép cho kết quả tốt, mực nước dự báo và thời gian xuất hiện nằm trong sai

số cho phép. Kết quả dự báo thử nghiệm tại các vị trí dự báo với thời gian dự kiến 12 giờ đạt 70%, 24 giờ đạt 78%, cơ bản đáp ứng được yêu cầu về chất lượng dự báo. Các mô hình là một công cụ hiệu quả giúp dự báo viên trong việc phân tích và dự báo lũ, từng bước nâng cao chất lượng dự báo lũ cho lưu vực sông Hoàng Long.

Bảng 6. Kết quả dự báo thử nghiệm

Sông	Trạm	Thời gian dự kiến	Tổng số lần dự báo	Số lần dự báo đúng	P (%)
Hoàng Long	Gián Khẩu	12h	40	28	70
		24h	40	31	78



Hình 11. Quá trình mực nước dự báo và thực đo tại Gian Khẩu

Bảng 7. Kết quả Đánh giá dự báo đỉnh lũ

Sông	Trạm	Hmax tđ (m)	Hmax db (m)	ΔH (m)	Δt (giờ)	Đánh giá
Hoàng Long	Gian Khẩu	3.64	3.78	+ 0.14	-6	Đúng

4. Kết luận

Đối với hệ thống sông Hoàng Long, nghiên cứu tích hợp các mô hình trong tính toán và dự báo lũ đảm bảo hiệu quả và đạt độ tin cậy có vai trò quan trọng trong công tác dự báo giảm nhẹ thiên tai lũ, lụt. Trong nghiên cứu này, mô hình NAM được thiết lập tối ưu, kiểm nghiệm nhằm mô phỏng, dự báo dòng chảy từ mưa làm đầu vào cho mô hình thủy lực. Mô hình MIKE 11 được thiết lập tối ưu, kiểm nghiệm để mô phỏng dòng

chảy lũ vùng hạ lưu hệ thống sông. Bộ mô hình đã được thử nghiệm trong điều kiện tác nghiệp cho trận lũ tháng 7/2018 sử dụng số liệu mưa từ mô hình hạn vừa châu Âu. Kết quả kiểm nghiệm và thử nghiệm cho thấy bộ mô hình đáp ứng được các yêu cầu dự báo và cho phép dự báo tác nghiệp dòng chảy lũ cho hệ thống sông Hoàng Long khi sử dụng số liệu các dự báo mưa số trị hoặc từ các nguồn dự báo mưa khác.

Đây là một công cụ hỗ trợ tốt cho các dự báo

viên trong việc đưa ra kết quả dự báo nhanh chóng, tuy nhiên, tính chính xác còn phụ thuộc nhiều vào các kết quả dự báo định lượng mưa và

hiệu chỉnh bộ thông số, các yếu tố này cần được cập nhật và hiệu chỉnh thường xuyên trong quá trình tác nghiệp.

Lời cảm ơn: Kết quả nghiên cứu là một phần nội dung luận văn của học viên Tống Ngọc Công. Nhóm nghiên cứu xin chân thành cảm ơn sự hỗ trợ của đề tài BĐKH.24/16-20 trong việc thực hiện và công bố nghiên cứu này.

Tài liệu tham khảo

1. Bùi Văn Chanh và Trần Ngọc Anh (2016), *Tích hợp bộ mô hình dự báo thủy văn lưu vực sông Trà Khúc*, Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội.
2. Đặng Đình Đức (2012), *Nghiên cứu xây dựng bản đồ tính dễ bị tổn thương cho lưu vực sông Nhuệ Đáy trên địa bàn thành phố Hà Nội*, Luận văn Thạc sỹ, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội.
3. Nguyễn Ý Như (2011), *Nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu đến cực trị dòng chảy trên lưu vực sông Nhuệ Đáy thuộc địa bàn thành phố Hà Nội*. Luận văn Thạc sỹ, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội.
4. Đặng Thị Lan Phương (2012), *Nghiên cứu ứng dụng mô hình MIKE từng bước hoàn thiện công nghệ dự báo lũ sông Hồng - Thái bình*. Luận văn Thạc sỹ khoa học, ĐH Khoa học Tự nhiên - ĐH Quốc gia Hà Nội.
5. Lại Thị Thanh (2014), *Nghiên cứu quy hoạch phòng chống lũ sông Hoàng Long trong điều kiện không xây dựng hồ chứa nước Hưng Thi*, Luận văn Thạc sỹ, Trường Đại học Thủy lợi.
6. Trần Thục (2011), *Xây dựng công nghệ tính toán dự báo lũ lớn hệ thống sông Hồng - Thái Bình*, Đề tài cấp Bộ.
7. DHI (2007), *MIKE ZERO Software Package, Rainfall-Runoff Parametters*.

APPLICATION MODELS TO FLOOD FORECASTING IN HOANG LONG RIVER BASIN

Tong Ngoc Cong¹, Tran Ngoc Anh², Dang Thanh Mai³

¹Ha Nam province Hydrometeorological centre

²Faculty of Hydro-meteorology & Oceanography

³Department of Meteorological and Hydrological Forecasting Management

Abstract: The paper presents the results of application the models for flood forecasting in the Hoang Long river basin which based on the integration of hydrological and hydrolic models and rainfall forecasting data from the European medium model. NAM and Mike 11 models were established, calibrated and verified which give good results for use in flood forecasting for the Hoang Long river basin in operational conditions. The forecast models is tested with rainfall forecasting data in the flood events in July 2018. The testing results show that the technology meets the requirements in operational conditions.

Keyword: MIKE NAM, MIKE 11, Hoang Long, Flood forecasting.