

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG CÔNG NGHỆ CẢNH BÁO, DỰ BÁO LŨ LƯU VỰC SÔNG KÔN - HÀ THANH, TỈNH BÌNH ĐỊNH

Đặng Thanh Mai, Vũ Đức Long

Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn Trung ương

Bài báo trình bày các kết quả xây dựng công nghệ giám sát, cảnh báo, dự báo lũ, ngập lụt và điều tiết hồ chứa cho hệ thống sông Kôn-Hà Thanh dựa trên việc tích hợp các mô hình thủy văn, thủy lực và điều tiết hồ chứa. Các mô hình Mike NAM, Mike 11-GIS và mô hình điều tiết hồ được thiết lập, kiểm định và thử nghiệm cho kết quả tốt và cho phép sử dụng trong điều kiện tác nghiệp. Công nghệ dự báo được xây dựng như một khung liên kết các mô hình, cơ sở dữ liệu, số liệu dự báo mưa với các công cụ giám sát, cảnh báo và dự báo lũ, ngập lụt theo thời gian cho các vị trí chính trên hệ thống sông. Công nghệ được chạy thử nghiệm trong mùa lũ năm 2015 và kết quả thử nghiệm cho thấy công nghệ có khả năng đáp ứng được các yêu cầu nghiệp vụ.

Từ khóa: Lũ, lụt, công nghệ dự báo, lưu vực sông Kôn - Hà Thanh.

1. Mở đầu

Lưu vực sông Kôn - Hà Thanh là lưu vực sông lớn nhất tỉnh Bình Định với diện tích khoảng 3809 km², là vùng tập trung các hoạt động kinh tế, văn hóa, xã hội và chính trị của toàn tỉnh Bình Định. Trong những năm gần đây, các loại thiên tai như lũ, ngập lụt trên lưu vực sông Kôn tăng lên nhiều lần về tần số lẫn cường độ, điển hình là vào năm 2009, mưa lớn tập trung trong thời gian ngắn đã gây ra lũ đặc biệt lớn cho lưu vực sông Kôn. Hiện nay, trên lưu vực sông đã và đang xây dựng nhiều hồ chứa thủy lợi, thủy điện ảnh hưởng lớn đến dòng chảy hạ lưu sông.

Dự báo lũ đóng vai trò rất quan trọng trong công tác phòng tránh, giảm nhẹ thiệt hại gây ra do lũ cũng như công tác điều hành hiệu quả các hồ chứa, đây là nền tảng cho công tác vận hành hồ chứa, điều hành chống lũ, phát điện và giúp nâng cao hiệu quả sử dụng hồ chứa trên lưu vực sông. Trên thực tế, giám sát, cảnh báo, dự báo lũ cho lưu vực sông là một bài toán rất phức tạp, nhất là trong điều kiện có sự vận hành và điều tiết của các hồ chứa. Xây dựng công nghệ dự báo lũ theo quan điểm đồng bộ và hiện đại, đáp ứng các yêu cầu tác nghiệp, kết nối dữ liệu, công cụ, mô hình phục vụ giám sát, cảnh báo, và dự báo

lũ, điều hành hệ thống đa hồ chứa trên lưu vực sông là mục tiêu của nghiên cứu này.

2. Phương pháp xây dựng công nghệ

Để xây dựng được công nghệ giám sát, cảnh báo, dự báo lũ cho lưu vực sông Kôn - Hà Thanh tỉnh Bình Định, khung nội dung nghiên cứu được xây dựng bao gồm 4 khối công việc như hình 1. Các nội dung chính sẽ gồm: Xây dựng chỉ tiêu, công cụ dùng trong giám sát, mưa, lũ, ngập lụt; Xây dựng các công cụ cảnh báo lũ, ngập lụt; Thiết lập, tối ưu, kiểm nghiệm các mô hình dự báo lũ, điều tiết hồ chứa, ngập lụt; Xây dựng phần mềm kết nối số liệu, dữ liệu, vận hành mô hình, phân tích hiệu chỉnh kết quả và phát hành bản tin.

2.1. Phương pháp giám sát, nhận dạng và cảnh báo lũ, lụt

Để giám sát lũ, lụt, các chỉ số giám sát mưa gồm cường độ mưa và tổng lượng mưa trong 6-12 tiếng được xây dựng dựa trên việc phân tích đánh giá mối quan hệ mưa, lũ. Các chỉ số giám sát lũ bao gồm mức độ lũ và cường suất lũ lên, mực nước lũ tính toán trên cơ sở số liệu thực đo liên tục cập nhập được so sánh với các mức báo động của các trạm chính trên hệ thống sông.

Nhận dạng và cảnh báo lũ được xây dựng trên cơ sở bộ số liệu thống kê từ năm 1992 đến nay.

Số liệu thống kê gồm mưa, mực nước của các trận lũ lớn tại lưu vực sông; các đặc trưng hình thể thời tiết gây mưa lớn được thống kê liên quan đến đặc điểm hình thể, tương tác giữa các hình thể, đặc điểm mưa và đặc điểm lũ. Yếu tố nhận dạng là mức độ lũ, đặc trưng mưa, đặc trưng lũ. Các nhân tố nhận dạng là các đặc trưng của các loại hình thể thời tiết gây mưa. Các phương án cảnh báo mực nước đỉnh lũ tại trạm Thanh Hòa

dựa vào lượng mưa, lưu lượng xả dự kiến của các hồ chứa, mực nước, lưu lượng trạm thủy văn tuyến trên cũng được xây dựng để cảnh báo lũ.

Việc cảnh báo nguy cơ ngập lụt đối với vùng hạ lưu sông Kôn được thực hiện trên cơ sở tính toán, mô phỏng nguy cơ ngập lụt ứng với các mức báo động và các cấp mực nước lớn tại trạm thủy văn Thanh Hòa.



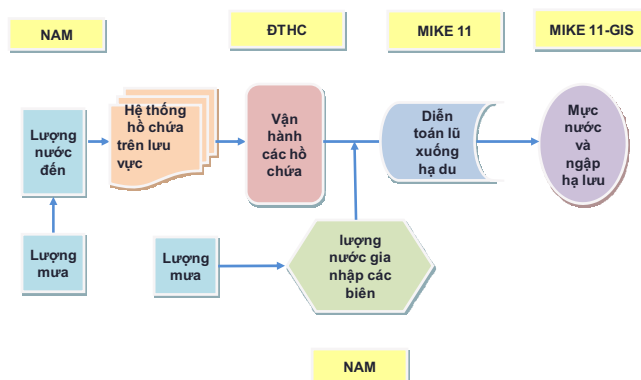
Hình 1. Khung nội dung nghiên cứu công nghệ giám sát, cảnh báo, dự báo lũ, ngập lụt

2.2. Dự báo mưa, lũ và ngập lụt

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 khí tượng thủy văn (KTTV) Trung ương. Các kết quả dự báo mưa từ mô hình được phân tích, đánh giá và so sánh với số liệu thực đo. Phương án hiệu chỉnh mưa được xây dựng trên cơ sở tương quan với lượng mưa quan

trắc thực tế và các phân tích đặc điểm mưa trên lưu vực.

Dựa trên khả năng ứng dụng của các mô hình, bộ mô hình Mike NAM, Mike11 GIS, điều tiết hồ kết hợp với các kết quả dự báo mưa tổ hợp (ECMWF) đã được thiết lập, tối ưu và thử nghiệm cho các mùa lũ và trận lũ điển hình. Sơ đồ kết nối các mô hình như hình 2.



Hình 2. Sơ đồ liên kết mô hình trên hệ thống sông Kôn

Mô hình NAM tính toán dòng chảy từ mưa, là đầu vào cho các mô hình điều tiết hồ chứa và gia nhập khu giữa. Quá trình tính toán điều tiết hồ chứa thực hiện trên cơ sở cân bằng hồ và so sánh lưu lượng đến hồ, mực nước hồ và mực nước hạ lưu để hiệu chỉnh lưu lượng xả dự kiến sao cho phù hợp với quy định của Quy trình vận hành liên hồ chứa. Phương án vận hành hồ chứa được xây dựng theo nguyên tắc ưu tiên và các điều kiện trong quy trình liên hồ chứa, chia thành các kịch bản cho người thực hiện lựa chọn: (1) Điều tiết tự động theo nguyên tắc của quy trình liên hồ; (2) Điều tiết khi nhận định các hình thể thời tiết gây mưa lũ không còn khả năng ảnh hưởng trực tiếp đến lưu vực sông; (3) Tích nước cuối mùa lũ. Các mô hình thủy lực Mike 11 và Mike 11 GIS được xây dựng để tính toán quá trình lũ và ngập lụt dưới hạ lưu sử dụng các kết quả tính từ mô hình NAM và điều tiết hồ chứa. Các chỉ tiêu đánh giá chất lượng mô phỏng và kiểm định của mô hình gồm (i) Mức độ phù hợp giữa các kết quả tính toán và thực đo (chỉ số NASH), (ii) Đánh giá chất lượng của phương án dự báo (chỉ số S/σ), sai số đỉnh lũ và thời gian xuất hiện đỉnh lũ.

2.3. Xây dựng công nghệ

Công nghệ được xây dựng nhằm kết nối cơ sở dữ liệu tác nghiệp gồm số liệu quan trắc, số liệu dự báo mưa với bộ mô hình Mike-NAM, điều tiết hồ chứa và mô hình thủy động lực Mike 11-GIS, đảm bảo tự động hoá số liệu đầu vào, hiệu chỉnh tức thời các thông số của mô hình, điều khiển các mô đun dự báo mưa, dự báo thủy văn, thủy lực với mô đun cập nhật sai số, hiển thị, in ấn kết quả đầu ra, đảm bảo dự báo tác nghiệp thuận tiện, nhanh chóng và chính xác. Công nghệ được xây dựng trên ngôn ngữ lập trình C#, visual 2010 với giao diện windows form, dùng hệ quản trị cơ sở dữ liệu MSSQL2008.

3. Các kết quả và thảo luận

3.1. Cảnh báo lũ và ngập lụt

a) Cảnh báo lũ:

Để làm cơ sở cho việc cảnh báo lũ từ hình thể thời tiết, 65 đợt mưa lũ trên lưu vực sông đã

được phân tích, đánh giá, phân loại. Mỗi tương quan giữa hình thể thời tiết, đặc điểm mưa và đặc điểm lũ được xây dựng thành cơ sở dữ liệu cho 5 loại HTTT gây mưa lũ lớn gồm: (i) Bão, ATNĐ, áp thấp ảnh hưởng trực tiếp; (ii) Tổ hợp của không khí lạnh (KKL) với xoáy thuận nhiệt đới (XTNĐ); (iii) Dải hội tụ nhiệt đới hoặc rãnh áp thấp kèm xoáy thuận; (iv) Dải hội tụ nhiệt đới hoặc rãnh áp thấp kèm xoáy thuận đi vào đất liền có tác động của không khí lạnh; (v) Không khí lạnh kết hợp với sóng đông.

Cảnh báo lũ từ hình thể thời tiết được thực hiện từ 3 nguồn thông tin phối hợp gồm tổ hợp các hình thể thời tiết, từ lượng mưa rơi trên lưu vực, và điều tiết, vận hành của các hồ chứa. Quá trình cảnh báo lũ qua 3 giai đoạn:

- Cảnh báo theo nhận dạng tổng quát với tổ hợp các hình thể thời tiết. Mức cảnh báo này biết trước, khả năng và qui mô lũ trước khoảng 24 - 36 giờ. Độ chính xác của nhận định tại thời điểm này ở mức 60 - 70%.

- Cảnh báo khi mưa đã bắt đầu rơi trên lưu vực và khi có thông tin về lượng mưa dự báo. Thông qua quan hệ tương quan mưa - đỉnh lũ xác định được mức độ của đỉnh lũ và chọn được các không gian lũ tương tự gần nhất với các điều kiện được chọn, từ đó cảnh báo được mức độ lũ. Có thể nhận định về qui mô lũ khá chính xác trước 12 - 24 giờ. Độ chính xác của cảnh báo tại thời điểm này ở mức 65 - 75%.

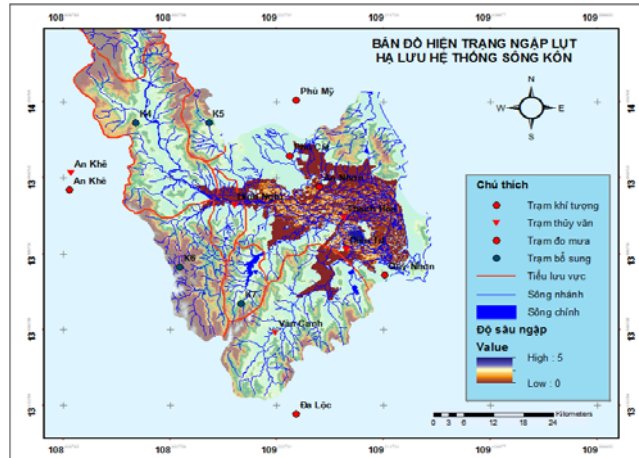
- Cảnh báo khi đã có hình thể thời tiết rõ ràng, mưa đã rơi trên lưu vực, có các thông tin về mưa dự báo chi tiết, có các thông tin điều tiết lũ của các hồ chứa theo quy trình. Thông qua các mô hình, phương án tính toán xác định quá trình, hình dạng lũ, mức độ và thời gian xuất hiện đỉnh lũ, từ đó cảnh báo mức độ lũ và ngập lụt ở hạ lưu hệ thống sông. Độ chính xác của cảnh báo tại thời điểm này ở mức 70 - 80%, có thể nhận định về quy mô lũ tại các vị trí trước 6 - 18 giờ.

b) Cảnh báo ngập lụt:

Từ số liệu điều tra vết lũ của các trận lũ lớn 2007 quá khứ, nghiên cứu đã thực hiện xây dựng bản đồ ngập lụt ứng với các cấp báo động và mực nước lũ tại trạm thủy văn Thanh Hòa. Bộ

bản đồ ngập lụt hạ lưu hệ thống sông được xây dựng trên nền GIS và sử dụng như là các kết quả

cảnh báo ngập lụt vùng hạ lưu, 2009, 2013 và các trận lũ đã xảy ra trong quá.

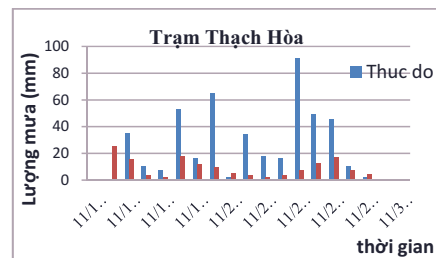
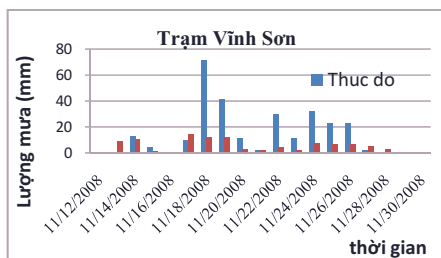


Hình 3. Bản đồ cảnh báo ngập lụt ứng với mực nước tại trạm Thạch Hòa ở mức 9,5 m

3.2. Ứng dụng mô hình toán trong dự báo lũ và ngập lụt

a) Đánh giá và hiệu chỉnh dự báo mưa số trị: Từ các kết quả đánh giá về lượng của dự báo mưa theo mô hình ECMWF có thể thấy một số đặc điểm sau: Mô hình nhận định khá tốt các đợt mưa lớn gây lũ, hầu như không bỏ sót các đợt mưa lớn. Mô hình mô phỏng được phân bố mưa theo không gian và thời gian, mô phỏng tương đối tốt tỷ lệ phân bố mưa theo không gian ở thượng lưu, trung lưu, hạ lưu lưu vực. Mô hình

có thể bắt được các đỉnh mưa và thời gian xuất hiện đỉnh mưa. Tuy nhiên, mô hình cho sai số dự báo lượng mưa khá lớn, lớn nhất lên tới 300 - 500% đối với các vị trí dự báo. Đối với lượng mưa tích lũy thời đoạn 6 giờ, xu hướng thấy rõ nhất là khi lượng mưa nhỏ, mô hình thường cho giá trị dự báo thiên lớn biến đổi từ 0 - 5 mm, khi mưa to mô hình cho các giá trị dự báo thiên nhỏ, biến đổi từ 10 - 20 mm, một số thời đoạn lên tới 70 mm, mô hình hầu như không bắt được các giá trị mưa lớn trên 100 mm/6h.



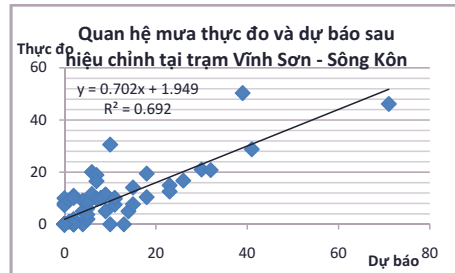
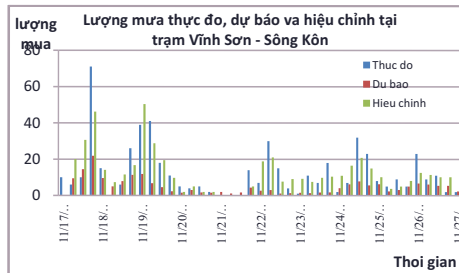
Hình 4. Biểu đồ so sánh lượng mưa thực đo và dự báo tại Trạm Vĩnh Sơn và Thạch Hòa của mô hình ECMWF trận lũ 12 - 30/11/2008.

Từ các đánh giá chất lượng dự báo mưa số trị và các kết quả dự báo trong nghiệp vụ, dự báo mưa số trị làm đầu vào cho mô hình thủy văn được hiệu chỉnh theo 2 phương pháp: (i) Hiệu chỉnh mưa số trị theo tương quan với mưa thực đo thời đoạn trước trên cơ sở mưa dự báo từ mô hình số trị có các sai số hệ thống, có thể loại bỏ hoặc làm giảm các sai số này dựa trên việc hiệu

chỉnh kết quả mô hình theo số liệu thực đo mưa thời đoạn trước. (ii) Hiệu chỉnh mưa số trị kết hợp dự báo mưa Synop trên cơ sở tổng lượng mưa dự báo theo phương pháp Synop có độ chính xác cao hơn so với mưa số trị nhưng chưa có phân bố cụ thể theo không gian và thời gian, trong khi, dự báo mưa số trị tuy dự báo lượng chưa chính xác nhưng đã đưa ra được phân bố

theo không gian và thời gian. Kết hợp hai loại mưa dự báo này có thể nâng cao chất lượng dự báo mưa trong đó lượng mưa dự báo tại các

điểm trên lưu vực có thể được hiệu chỉnh theo tỷ lệ giữa mưa trung bình lưu vực được dự báo với mưa thực đo theo phương pháp Synop và mô hình số trị.

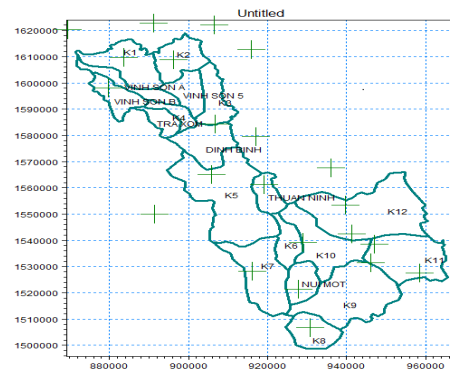


Hình 5. Quan hệ mưa thực đo và hiệu chỉnh sau dự báo trạm Vinh Sơn trận lũ 16 - 27/11/2008

Phương án hiệu chỉnh mưa dự báo cho lưu vực sông Kôn - Hà Thanh đối với mô hình số trị ECMWF được thử nghiệm cho các trận lũ năm 2008. Các kết quả cho thấy lượng mưa dự báo đã được cải thiện đáng kể với tổng lượng mưa chênh lệch không quá 10% và hệ số tương quan giữa thực đo và dự báo tăng từ 0,4 lên 0,69 (hình 5).

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 mô hình sử dụng số liệu mùa lũ 2005 - 2012 tại vị trí Bình Tường (sau năm 2009 là trạm Bình Nghi), kiểm định cho 2 mùa lũ 2013 và 2014.

Cần thiết phải nhấn mạnh rằng việc hiệu chỉnh mưa từ mô hình dự báo được đưa ra dựa trên việc phân tích chất lượng mô phỏng dự báo mưa cho sông Kôn - Hà Thanh của mô hình số trị ECMWF đang được sử dụng và thực tế sử dụng chúng trong dự báo nghiệp vụ. Các kết quả phân tích này mới ở mức tạm thời và còn nhiều hạn chế do các mẫu phân tích, đánh giá chưa đủ dài, các kinh nghiệm sử dụng mưa dự báo số trị trong dự báo nghiệp vụ thủy văn chưa nhiều và chưa được phân tích, tổng kết. Trong công nghệ dự báo, việc sử dụng kết quả dự báo mưa được xây dựng theo 3 lựa chọn:



Hình 6. Phân chia tiểu lưu vực trên hệ thống sông

+ Hiệu chỉnh mưa số trị kết hợp dự báo mưa Synop

Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định cho các mùa lũ 2005 - 2014 trên sông Kôn - Hà Thanh khá tốt cả về đỉnh lũ, tổng lượng và quá trình. Đường quá trình mực nước lũ tính toán và thực đo tại trạm Bình Nghi đồng dạng, có sự trễ pha ở vùng nước thấp.

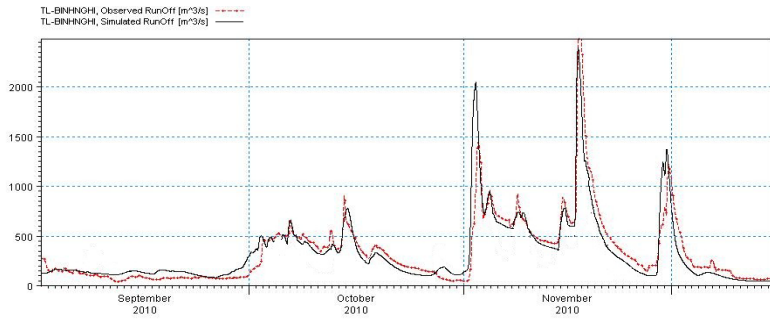
+ Hiệu chỉnh kết quả dự báo mưa số trị theo các số liệu thực đo thời đoạn trước, theo không gian và thời gian.

Hệ số Nash trung bình là 83 %, cao nhất là 90 % thấp nhất là 80 %, đều ở mức tốt. Hệ số S/σ biến đổi từ 0,4 - 0,55 thuộc loại đạt. Chênh lệch giữa đỉnh lũ tính toán và thực đo khá nhỏ từ 9 - 15 %. Thời gian xuất hiện đỉnh lũ tính toán và đỉnh lũ thực đo ít có sự chênh lệch (từ 1 - 3 giờ). Bộ thông số tìm được tương đối ổn định cho các vị trí kiểm định, có thể sử dụng để tính toán dòng chảy cho lưu vực sông Kôn - Hà Thanh.

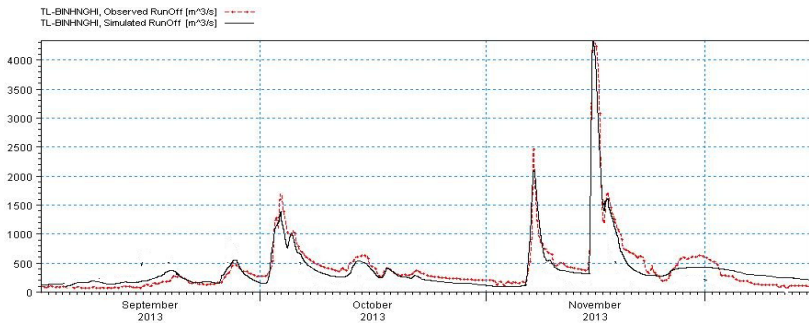
+ Sử dụng các mẫu phân bố mưa của các hình thể thời tiết gây mưa-lũ tương tự và số liệu dự báo mưa trung bình lưu vực từ phương pháp Synop.

b) Ứng dụng Mike Nam tính toán dòng chảy từ mưa:

Lưu vực sông Kôn - Hà Thanh được chia thành 19 lưu vực bộ phận. Số liệu của 16 trạm



Hình 7. Quá trình tính toán và thực đo tại trạm Bình Tường mùa lũ 2005

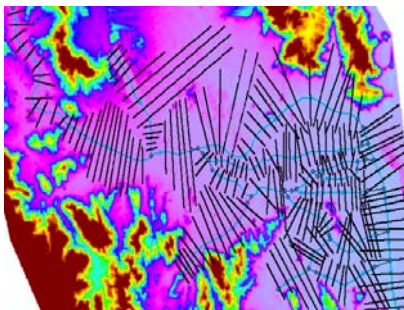


Hình 8. Quá trình tính toán và thực đo tại trạm Bình Nghi mùa lũ 2013

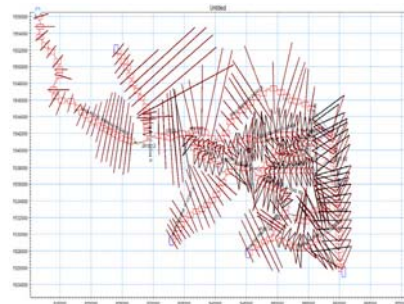
c) Ứng dụng mô hình Mike11 GIS tính toán lũ, ngập lụt:

Mạng lưới sông được mô phỏng bắt đầu từ Hồ Định Bình, Hồ Thuận Ninh, Hồ Núi Một, trạm thủy văn Vân Canh ra tới cửa biển. Sơ đồ thủy lực bao gồm sông Kôn dài 34,4 km, 32 mặt cắt, sông Quéo dài 12,3 km, 16 mặt cắt, sông Đập đá dài 24,5 km, 21 mặt cắt, sông Gò Chàm dài 23,4 km, 28 mặt cắt, sông Say dài 32 km, 21 mặt cắt, sông Tân An dài 11,1 km, 11 mặt cắt, sông Cà My dài 6,8 km, 6 mặt cắt, sông Hà Thanh dài 16,5 km, 19 mặt cắt, sông Hà Thanh 1 dài 7,7 km, 9 mặt cắt, kênh Núi Một dài 12,3

km, 14 mặt cắt, sông Nổi dài 7,6 km, 9 mặt cắt, đầm Thị Nại dài 17 km, 22 mặt cắt. Sơ đồ thủy lực sông Kôn - Hà Thanh được trình bày trong hình 10. Biên trên gồm Q xả tại hồ Định Bình trên nhánh chính sông Kôn, Q xả hồ Núi Một trên suối Quéo, Q xả hồ Thuận Ninh trên sông An Tượng, lưu lượng chạy máy của thủy điện An Khê trên sông Ba và lưu lượng tại trạm Vân Canh trên nhánh sông Hà Thanh, biên dưới sử dụng mực nước triều tại trạm Quy Nhơn. Ngoài ra, còn có sự đóng góp lưu lượng của các tiểu lưu vực dọc theo dòng chính các sông.



Hình 9. Nội suy và mở rộng mặt cắt từ DEM

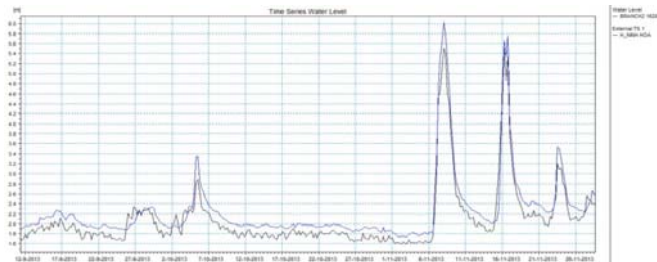


Hình 10. Sơ đồ thủy lực hệ thống sông

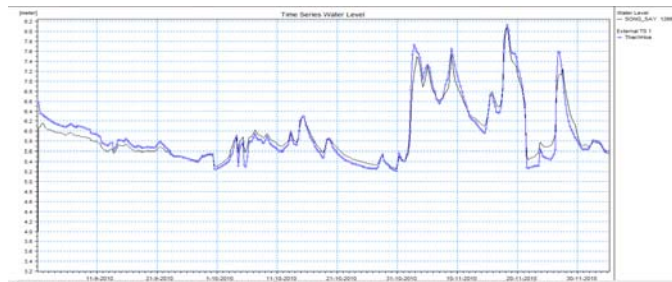
Mô hình Mike11 liên kết với GIS: Nghiên cứu đã xây dựng lại bản đồ số độ cao địa hình (DEM) lòng sông từ tổng số 136 mặt cắt, sau đó tích hợp vào bản đồ DEM vùng hạ lưu. Mô hình Mike11 liên kết với GIS thông qua chức năng Maps và mô đun HD của mô hình Mike11. Các thông số được thiết lập trong Mike11-GIS gồm tọa độ góc, kích cỡ ô lưới, tổng số ô, các đường dẫn liên kết với file địa hình. Mô hình được tối ưu bộ thông số sử dụng số liệu hai trạm thủy văn Thanh Hòa và Điều Trì cho các mùa lũ 2005 - 2012, kiểm định cho 2 mùa lũ 2013 và 2014.

Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình mô phỏng cho các mùa lũ 2005 - 2012 trên sông Kôn

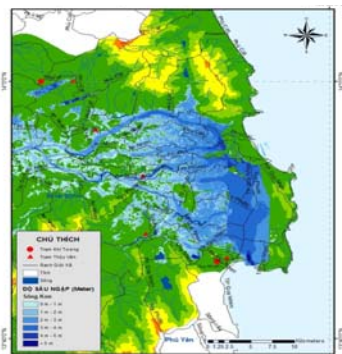
- Hà Thanh khá tốt. Đối với trạm Thanh Hòa, đường quá trình mực nước tính toán và thực đo tương đối sát nhau, không có sự trễ pha rõ rệt, đối với mô phỏng lũ, mô hình trễ pha hơn ở thời đoạn lũ bắt đầu lên (điểm chân lũ lên) khoảng 1-2 giờ, đỉnh thiên thấp và xuất hiện muộn hơn so với thực tế, chân lũ thường bị thiên thấp. Sai số đỉnh lũ lớn nhất là 66 cm, hệ số Nash cao nhất là 90 %, thấp nhất là 74 % đều ở mức đạt, tỷ số S/s đều nhỏ hơn 0,5. Đối với trạm Điều Trì, phần có lũ đường quá trình mực nước tính toán và thực đo tương đối đồng dạng và bám sát, không có sự trễ pha rõ rệt.



Hình 11. Quá trình tính toán và thực đo trạm Điều Trì mùa lũ 2013



Hình 12. Quá trình tính toán và thực đo trạm Thanh Hòa mùa lũ 2008



Hình 13. Kết quả tính toán ngập lụt hạ lưu sông Kôn năm 2013.

Đỉnh lũ phân lớn là thiên thấp, quá trình mô phỏng phần nước thấp còn chưa sát thực tế. Sai

số đỉnh lũ lớn nhất là 0,53 m, hệ số Nash đạt trên 83 %, tỷ số S/σ đều từ 0,34 - 0,5 ở mức đạt. Sau khi tính toán thủy văn thủy lực bằng mô hình MIKE11, các kết quả tính toán mực nước tại các mặt cắt trên hệ thống sông được xuất sang mô hình MIKE11-GIS để xây dựng bản đồ ngập lụt, sử dụng các công cụ sẵn có trong ArcGIS 10. Tương ứng với mỗi bản đồ ngập lụt các thông số về diện tích ngập lụt, độ sâu ngập lụt của từng xã theo từng cấp mực nước cũng được xác định để làm cơ sở cho việc cảnh báo ngập lụt.

So sánh các số liệu điều tra vết lũ thu thập được trong trận lũ lớn nhất 2013 tại Bình Định

với kết quả tính toán mực nước tại các vị trí có vết lũ ta thấy sai số độ lệch cao trình giữa vết lũ thực đo và mực nước tính toán trung bình là 0,35 cm, cao nhất là 0,92 cm. Kết quả mực nước tính toán khá phù hợp với giá trị thực đo tại các vùng xảy ra ngập lụt.

c) Mô hình điều tiết hồ chứa:

Các hồ chứa trên lưu vực sông đều không có dung tích phòng lũ. Theo quy định trong Quy trình vận hành liên hồ chứa sông Kôn - Hà Thanh khi có dự báo có lũ lớn xảy ra, tùy theo tình hình lũ mà các hồ xả bớt nước để dành dung tích cắt giảm lũ cho hạ du. Sau khi điều tiết lũ, đóng dần các cửa van để đưa mực nước hồ về mực nước cho phép. Do dung tích cắt giảm lũ nhỏ so với lượng lũ, nên mục tiêu của việc điều hành hệ thống hồ là cắt giảm đỉnh lũ cho hạ du và tránh gây lũ chồng lũ, cố gắng cắt lũ vừa dưới mức báo động 2 đối với lũ trung bình, giảm tối đa đối với lũ lớn và rất lớn.

Các mô hình điều tiết hồ chứa hồ chứa được xây dựng cho từng hồ chứa riêng biệt trên cơ sở

phương pháp cân bằng hồ. Việc tính toán điều tiết hồ trước tiên được tiến hành cho các hồ chứa Vĩnh Sơn A, Vĩnh Sơn B và Trà Xom. Từ lưu lượng xả của hồ Vĩnh Sơn và Trà Xom kết hợp với lưu lượng tính từ khu giữa tính toán điều tiết cho hồ Định Bình theo mực nước kiểm soát ở hạ lưu là Bình Nghi. Sau đó tính toán điều tiết hồ Núi Một, Thuận Ninh theo mực nước kiểm soát ở hạ lưu là trạm Thanh Hòa. Dựa trên quy trình vận hành liên hồ, có thể tóm tắt nguyên tắc vận hành của các hồ trên hệ thống sông Kôn - Hà Thanh như trong bảng 1. Trước tiên dựa vào điều kiện hiện tại của mực nước hồ và trạm kiểm soát để lựa chọn phương án vận hành thích hợp, tính toán lưu lượng xả ban đầu cho các thời đoạn tiếp theo, cân bằng hồ và tính toán mực nước tại điểm kiểm soát, so sánh mực nước hồ và mực nước trạm kiểm soát với các ngưỡng cho phép trong quy trình liên hồ, nếu thỏa mãn điều kiện thì tiếp tục tính cho thời đoạn tiếp theo, nếu không thỏa mãn sẽ quay lại chọn phương án vận hành khác phù hợp.

Hồ chứa	Mực nước hồ (m)	Trạng thái	H khống chế hạ lưu (m)	Vận hành	Ràng buộc
Trà Xom 1, Định Bình	Hh<CNTL	Điều kiện thời tiết bình thường		Tùy chủ hồ vận hành	Hh<CNTL
	Hh<DLTN	Đón lũ		Tùy chủ hồ vận hành	Hh<DLTN
	DLTN <Hh<CNTL	Đón lũ	Hbn<16.2	Q xa > Q den	Hh=DLTN
		Giảm lũ	6.2 ≤ Hbn ≤ 16.5	Q xa = Q den	Hh=Hhtai
	CNTL<Hh<MNDBT	Đưa Hồ về CNTL	Hh<15.5	Q xa > Q den	Đưa Hh về CNTL
		Giảm lũ	Hbn=16.2	Q xa = Q den	Hh=Hhtai
	Hh=MNDBT	Giảm lũ	Hbn>16.5	Q xa < Q den	Hh<MNDBT
Hh>=MNDBT	An toàn hồ		Q xa > Q den	Hh=MNDBT	
Thuận Ninh, Núi Một	Hh<CNTL	Điều kiện thời tiết bình thường		Tùy chủ hồ vận hành	Hh<CNTL
	Hh<DLTN	Đón lũ		Tùy chủ hồ vận hành	Hh<DLTN
	DLTN <Hh<CNTL	Đón lũ	Hth<7.0	Q xa > Q den	Hh=DLTN
		Đón lũ	7.0 ≤ Hth ≤ 7.5	Q xa = Q den	Hh=Hhtai
		Giảm lũ	Hth>7.5	Q xa < Q den	Hh<MNDBT
	CNTL<Hh<MNDBT	Đưa Hồ về CNTL	Hth<6.0	Q xa > Q den	Đưa Hh về CNTL
		Giảm lũ	Hth=7.0	Q xa = Q den	Hh=Hhtai
Hh=MNDBT	Giảm lũ	Hth>7.5	Q xa < Q den	Hh<MNDBT	
Hh>=MNDBT	An toàn hồ		Q xa > Q den	Hh=MNDBT	

Bảng 1. Các kịch bản vận hành hồ theo QTVHLH sông Kôn

Ghi chú: Hbn Mực nước trạm Bình Nghi, Hth: Mực nước trạm Thanh Hòa. CNTL, DLTN, MNDBT, Hhtai : Mực nước cao nhất trước lũ, thấp nhất đón lũ, dâng bình thường, mực nước hồ hiện tại.

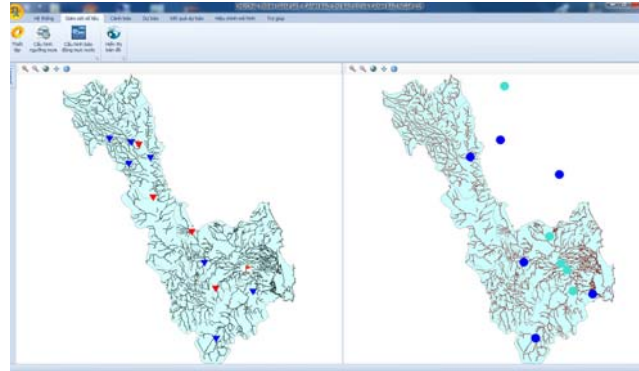
3.3. Kết quả xây dựng và thử nghiệm công nghệ

Phần mềm công nghệ phân tích, giám sát, dự

báo, cảnh báo và dự báo lũ, ngập lụt cho hệ thống sông Kôn - Hà Thanh được phát triển trên ngôn ngữ #, visual 2010 với giao diện windows,

dùng hệ quản trị cơ sở dữ liệu MSSQL2008, có giao diện đơn giản, dễ sử dụng. Hệ thống này được xây dựng như một khung liên kết các mô hình được xây dựng, tối ưu, kiểm nghiệm cho hệ thống sông Kôn - Hà Thanh được tích hợp các

chức năng phân tích số liệu, giám sát, đưa ra các thông báo về hiện trạng dòng chảy, lũ, ngập lụt trên lưu vực sông; cảnh báo các thiên tai nguy hiểm và đưa ra các trị số dự báo theo thời gian thực.

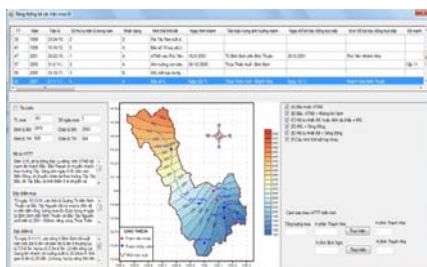


Hình 14. Giao diện chính của phần mềm

Công nghệ được xây dựng gồm thực đơn hệ thống, thực hiện các chức năng cho phép xác thực người dùng, xác nhận quyền truy cập của người dùng trong hệ thống, kiểm tra quyền hạn của người dùng để ẩn hiện các chức năng được phép truy cập đến. Cập nhật thông tin kết nối đến mô hình Nam, mô hình Mike, thông tin thư mục lưu dữ liệu, file kết quả đầu ra của mô hình dự báo.

giám sát mưa, lũ, ngập lụt trên lưu vực sông qua thu thập, phân tích và tính toán các chỉ số trạng thái mưa, lũ, ngập lụt và so sánh với các ngưỡng mưa lớn, lũ, ngập lụt. Các chức năng chính gồm tải dữ liệu bản đồ và các trạm, các hồ lên bản đồ giám sát, lựa chọn ngưỡng giám sát, thời gian giám sát, hiển thị ký hiệu trên bản đồ với màu sắc được cấu hình qua thông số cấu hình bảng màu về tình trạng số liệu tại các trạm.

Thực đơn giám sát thực hiện các chức năng



Hình 15. Chức năng cảnh báo

Thực đơn Cảnh báo thực hiện các chức năng phân tích đánh giá các số liệu thực đo, dự báo bằng các công cụ thích hợp và đưa ra các cảnh báo lũ, ngập lụt gồm:

+ Cảnh báo lũ lớn: Dựa vào các hình thể thời tiết gây mưa lũ lớn trên lưu vực sông cảnh báo trước 12 - 36 giờ khả năng xuất hiện mưa lũ lớn trên lưu vực.

+ Cảnh báo khả năng ngập úng: Khi xuất hiện mưa lũ lớn, hoặc có dự báo xuất hiện mưa lũ lớn, hệ thống dựa vào các thống kê phân tích môi



Hình 16. Chức năng điều tiết hồ

tương quan mưa - lũ - ngập lụt đưa ra tin cảnh báo tổng quan về khả năng úng ngập tại hạ lưu sông. Thực đơn này cho phép quản lý dữ liệu về lũ, dữ liệu về ngập lụt, nhập hàm quan hệ mưa, mực nước đỉnh lũ, cảnh báo lũ thông qua các loại hình thể thời tiết, cảnh báo ngập lụt.

Thực đơn Dự báo thực hiện chức năng Dự báo quá trình lũ tại các trạm chính trên hệ thống sông Kôn - Hà Thanh với thời gian dự kiến 24 giờ, vận hành các bộ mô hình dự báo dòng chảy lũ và ngập lụt theo bước thời gian giờ và 6 giờ,

phân tích các kết quả dự báo định lượng đưa ra, giúp cho các dự báo viên có cái nhìn tổng thể về khả năng trong tương lai của các yếu tố dự báo. Thực đơn này cho phép trích dữ liệu theo khoảng thời gian chạy mô hình dự báo, cập nhật mưa dự báo số trị, hiệu chỉnh mưa dự báo theo 3 lựa chọn, hiệu chỉnh dữ liệu, hiệu chỉnh thông số mô hình, kết nối vận hành các mô hình thủy văn, thủy lực và điều tiết hồ chứa, hiệu chỉnh các kết



Hình 17. Chức năng hiệu chỉnh số liệu mưa theo các hình thể thời tiết tương tự

+ Công nghệ được thử nghiệm trong nghiệp vụ dự báo mùa lũ 2015. Kết quả dự báo thử nghiệm được đánh giá thông qua việc so sánh với sai số cho phép tại các 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.

Kết quả thử nghiệm công nghệ cho thấy các mô hình mô phỏng tốt quá trình thực tế tại các trạm phát báo. Quá trình nước lên và nước xuống

quả dự báo sau mô hình.

Thực đơn kết quả: Cho phép người dùng có đánh giá, phân tích các kết quả dự báo thông qua đường quá trình của một trạm hoặc nhiều trạm theo một khoảng thời gian lựa chọn theo 3 số liệu mưa dự báo khác nhau, cho phép kết xuất dữ liệu sang các định dạng hình ảnh, excel hay in ấn trực tiếp và phát hành các bản tin khác nhau như dự báo hàng ngày, dự báo hồ, dự báo liên hồ.



Hình 18. Chức năng trình diễn kết quả

khá phù hợp. Đường nước lên có sai số lớn hơn đường nước xuống. Kết quả dự báo đỉnh lũ tương đối tốt nhưng thường lệch phải (xuất hiện muộn khoảng 1-3 giờ). Kết quả dự báo thử nghiệm tại các vị trí dự báo với thời gian dự kiến 12 giờ đạt từ 77% - 83%, 24 giờ đạt 76 - 80%, cơ bản đáp ứng được yêu cầu về chất lượng dự báo. Phần mềm 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 cho lưu vực sông.

Bảng 2. Kết quả thử nghiệm mùa lũ năm 2015 trên sông Kôn - Hà Thanh

Sông	Trạm	Sai số cho phép (cm)		P% (12h)	P% (24h)	P%TB	Sai số đỉnh lũ (cm)
		12h	24h				
Kôn	Vinh Sơn	25	30	80	76	78	40
-	Bình Nghi	35	45	83	80	81.5	25
-	Thanh Hòa	20	25	82	82	82	20
Hà Thanh	Vân Canh	50	60	77	80	78.5	42
-	Điều Trị	20	30	80	80	80	33



Hình 19. Kết quả thử nghiệm mùa lũ năm 2015 tại trạm Bình Nghi

4. Kết luận

Đối với hệ thống sông Kôn - Hà Thanh, nghiên cứu tích hợp các mô hình trong tính toán và dự báo lũ thành một công nghệ dự báo chính xác hiệu quả 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, thử nghiệm nhằm mô phỏng, dự báo dòng chảy từ mưa làm đầu vào cho mô hình thủy lực và mô hình điều tiết hồ chứa trên toàn lưu vực. Mô hình Mike 11-GIS được thiết lập tối ưu, thử nghiệm để mô phỏng dòng chảy lũ và ngập lụt vùng hạ lưu hệ thống sông. Công nghệ dự báo dòng chảy lũ cho hệ thống sông đã được thiết kế, xây dựng như một chương trình phần mềm tích hợp, các mô đun chuẩn bị, chuyển đổi các định dạng, kết

xuất số liệu, các mô đun dự báo mưa, mô phỏng, dự báo, đồng hoá số liệu và mô đun in ấn, hiển thị các kết quả đầu ra ở dạng bản tin, bảng biểu, đồ thị. Công nghệ này cho phép tiến hành dự báo tác nghiệp dòng chảy cho hệ thống sông Kôn - Hà Thanh khi sử dụng số liệu điện báo Khí tượng thủy văn hàng ngày cùng với 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.

Tài liệu tham khảo

1. ThS.Vũ Đức Long, TS.Đặng Thanh Mai, ThS.Phùng Tiến Dũng (2014). *Giới thiệu phần mềm hỗ trợ ra bản tin cảnh báo, dự báo lũ và cảnh báo ngập lụt cho sông Thạch Hãn*, tỉnh Quảng Trị, Tạp chí KTTV số 644 tháng 8/2014.
2. *Quy trình vận hành liên hồ chứa trên lưu vực sông Kôn- Hà Thanh*, Quyết định số 1841/QĐTTg ngày 29/10/2015 của Thủ tướng Chính phủ.
3. Nam reference Manual (2004), *Mike 11 Introduction and Tutorial (2007)*, *Mike11 User Manual (2007)*, *MikeView User manual (2007)*, DHI Water&Environment, Denmark.

CONSTRUCTION TECHNOLOGY RESEARCH ALERT, RIVER BASIN FLOOD FORECAST KON - HA THANH, BINH DINH PROVINCE

Dang Thanh Mai, Vu Duc Long

National Centre for Hydro - Meteorological Forecasting

This paper presents the results of development one technology for monitoring, warning, forecasting flood and reservoir regulation in Kon-Ha Thanh river basin based on the integration of hydrological, hydraulic and regulating reservoir models. The NAM, Mike 11, Mike 11-GIS models and reservoir regulation model is set up, calibrated and verified which give good results for use in operational conditions. The forecasting technology is built as a framework which integrates models, databases, rainfall forecasting data with tools of monitoring, warning and forecasting flood and inundation over time for key positions in the river system. The technology is running trials in 2015. The testing results show that the technology meets the requirements in operational conditions.

Key words: Flood, inundation, forecasting technology, Kon - Ha Thanh river basin.