

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH HEC-RAS MÔ PHỎNG NGẬP LỤT CHO LƯU VỰC SÔNG LA TRÊN CƠ SỞ KẾT NỐI THỦY ĐỘNG LỰC 1-2 CHIỀU

Nguyễn Anh Ngọc, Hoàng Văn Đại
Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Ngày nhận bài 20/2/2018; ngày chuyển phản biện 21/2/2018; ngày chấp nhận đăng 20/3/2018

Tóm tắt: Bài báo giới thiệu một số kết quả tính toán, mô phỏng ngập lụt trên lưu vực sông La sử dụng mô hình Hec-Ras trên cơ sở kết thủy động lực 1-2 chiều. Vùng 1 chiều được kết nối với vùng 2 chiều thông qua dạng kết nối bên. Số liệu đầu vào cho mô hình là số liệu về mực nước tại trạm Chợ Trảng và lưu lượng dòng chảy tại trạm Sơn Diệm, trạm Hòa Duyệt. Bộ thông số mô hình được hiệu chỉnh và kiểm định với số liệu thực đo mực nước trong hai trận lũ lớn tháng 10 năm 2010 và 2011 tại trạm Linh Cảm. Kết quả đánh giá sai số bằng chỉ số Nash đều cho giá trị lớn hơn 0,9 chứng tỏ khả năng ứng dụng của mô hình trong mô phỏng ngập lụt. Kết quả tính toán bằng mô hình cũng chỉ ra rằng, khu vực ngập nặng nhất là khu vực bờ phải sông La với mức độ ngập trung bình là 2m, khu vực ngập ít nhất là khu vực bờ trái sông Ngàn Phố với mức độ ngập là 0,5m.

Từ khóa: Ngập lụt, kết nối thủy động lực 1-2 chiều, mô hình Hec-Ras, lưu vực sông La.

1. Đặt vấn đề

Lũ lụt là một trong những thiên tai gây ảnh hưởng nặng nề nhất đối với con người cũng như môi trường tự nhiên, là kết quả của quá trình tập trung nước với khối lượng lớn và tràn vào các vùng địa hình thấp gây ngập lụt trên diện rộng gây thiệt hại về cả người, tài sản và tác động tiêu cực đến môi trường sinh thái, ảnh hưởng trực tiếp tới đời sống và hoạt động kinh tế - xã hội. Vì vậy, mô phỏng và dự báo ngập lụt là công việc cần thiết, đặc biệt trong bối cảnh biến đổi khí hậu hiện nay, góp phần làm giảm thiểu thiệt hại do thiên tai lũ lụt gây ra, làm cơ sở cho quy hoạch phát triển kinh tế các khu vực thường xuyên bị tác động.

Để mô phỏng và dự báo ngập lụt có nhiều phương pháp, trong đó phương pháp mô hình hóa luôn được đánh giá cao với những ưu thế nhất định như: tiết kiệm thời gian, chi phí, dễ dàng xây dựng, kết quả tính toán có giá trị thực tiễn cao. Thông thường, có 3 loại mô hình mô phỏng và dự báo ngập lụt: Mô hình 1 chiều, mô hình 2 chiều và mô hình kết nối 1-2 chiều. Đối

với mô hình 1 chiều, với những vùng không có sự chênh lệch nhiều về cao độ, chỉ cần số lượng mặt cắt địa hình tương đối, mô hình có thể mô phỏng tốt diện ngập và mức độ ngập. Tuy nhiên, với những vùng có sự biến động lớn về địa hình, đầu vào cần phải có nhiều mặt cắt địa hình hơn mới có thể mô phỏng tốt khu vực ngập. Tuy vậy, kèm theo đó chi phí đo đạc rất lớn, gây khó khăn đối với những cơ quan, cá nhân hạn hẹp về kinh tế. Một số mô hình 1 chiều thông dụng hiện nay như: Mô hình Mike 11, Mike 11 GIS, DELTA-P... Các mô hình này được sử dụng linh hoạt để mô phỏng ngập lụt cho các lưu vực sông như trong một số nghiên cứu [3,4,5,8,9,10]. Với mô hình 2 chiều, ngoài phần địa hình trên cao, địa hình lòng sông cũng cần được chi tiết hóa để mô phỏng chế độ thủy động lực trong sông, điều này phụ thuộc rất nhiều vào chất lượng bản đồ số DEM. Hơn nữa, với cách thức tính toán của mô hình này, dữ liệu địa hình được chia thành từng pixel, giá trị cao độ được tính trung bình theo từng ô nên để mô phỏng tốt quá trình ngập lụt trong điều kiện địa hình biến đổi phức tạp thì cần phải sử dụng lưới với độ phân giải cao, đặc biệt là khu vực lòng sông, dẫn tới tốn nhiều thời gian tính toán. Một số mô hình 2 chiều được sử

*Liên hệ tác giả: Nguyễn Anh Ngọc
Email: henry150986@gmail.com

dụng rộng rãi như mô hình TELEMAC 2D [14], SOBEK [16], HEC-RAS 2D [15].

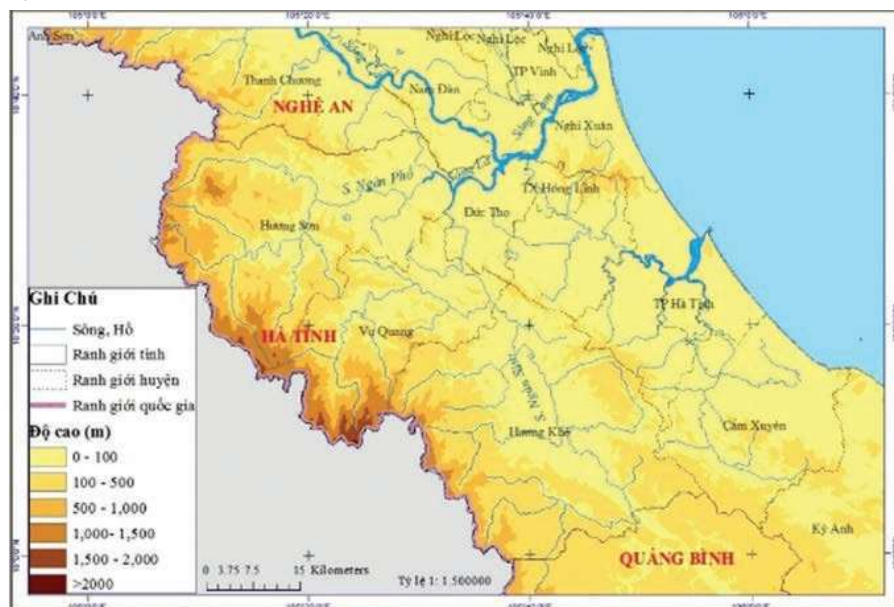
Đối với mô hình kết nối 1-2 chiều, đây là mô hình có nhiều ưu điểm, khắc phục được nhược điểm của mô hình 1 chiều, 2 chiều. Địa hình lòng sông được chi tiết hóa bằng các mặt cắt đo đạc trong vùng 1 chiều, các pixel được chia riêng rẽ cho vùng 2 chiều, giúp giảm thiểu thời gian tính toán. Hơn nữa, loại mô hình này còn thể hiện được đầy đủ các dạng kết nối khác nhau như kết nối trực tiếp vùng 1 chiều với vùng 2 chiều, kết nối bên, kết nối công trình, kết nối khô. Một số mô hình sử dụng kết nối 1-2 chiều thường được sử dụng hiện nay trong các nghiên cứu như mô hình Mike Flood [1,2,6,7], Hec-Ras 1-2D [11], Hec-Ras 1D kết hợp với mô hình IBER 2D [17]. Mô hình Hec-Ras 1-2D, ngoài những ưu điểm kể trên, đây còn là mô hình hoàn toàn miễn phí, rất hữu ích trong việc nghiên cứu mô phỏng, dự báo ngập lụt đối với các cơ quan, cá nhân hạn hện về kinh phí.

Bài báo này giới thiệu một số kết quả ứng dụng mô hình Hec-Ras mô phỏng ngập lụt cho lưu vực sông La, tỉnh Hà Tĩnh trên cơ sở kết nối

thủy động lực 1-2 chiều thông qua việc hiệu chỉnh và kiểm định với trận lũ năm 2010 và 2011.

2. Giới thiệu khu vực nghiên cứu

Lưu vực sông La nằm trong khoảng kinh độ từ $105^{\circ}20'-105^{\circ}37'$, vĩ độ từ $18^{\circ}23'-18^{\circ}33'$. Sông La là một phụ lưu của sông Lam, dài khoảng 12,5km chảy qua huyện Đức Thọ, tỉnh Hà Tĩnh. Sông La là hợp lưu của hai sông Ngàn Phố (từ Hương Sơn) và sông Ngàn Sâu (từ Hương Khê và Vũ Quang) tại bến Tam Soa (Linh Cẩm, Đức Thọ). Sau đó, sông La hợp lưu với Sông Cả (từ Nghệ An) đổ ra biển tại Cửa Hội. Khu vực sông La có các dạng địa hình đồi núi, gò đồi ven trà sơn, thung lũng và đồng bằng với không gian hẹp. Địa hình thấp dần từ Tây sang Đông và bị chia cắt mạnh, phía Tây Nam của huyện Đức Thọ chủ yếu là núi thoải chạy dọc ven Trà Sơn, còn vùng núi dốc là ở những vùng giáp các huyện lân cận, xen giữa địa hình đồi núi là thung lũng nhỏ hẹp. Do vậy, hàng năm khu vực luôn chịu ảnh hưởng nặng nề của các trận lũ gây ngập úng.



Hình 1. Bản đồ mạng lưới dòng chính lưu vực sông La

3. Phương pháp nghiên cứu và số liệu đầu vào

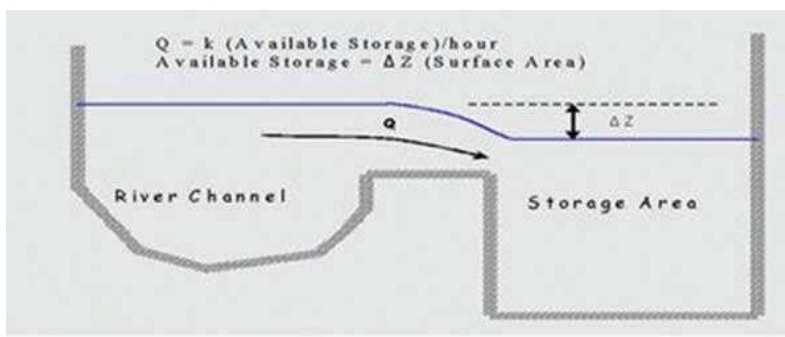
Đối với vùng 1 chiều, chế độ thủy động lực vẫn được diễn toán thông qua việc giải hệ phương trình Saint Venant. Với vùng 2 chiều, quá trình này được biểu diễn thông qua hệ phương trình Navier-Stokes bao gồm các phương trình

bảo toàn động lượng và bảo toàn khối lượng. Do phạm vi nghiên cứu chỉ áp dụng mô phỏng ngập dạng kết nối bên nên trong phần này sẽ trình bày lý thuyết cơ sở kết nối thủy động lực 1-2 chiều trong điều kiện chảy tràn.

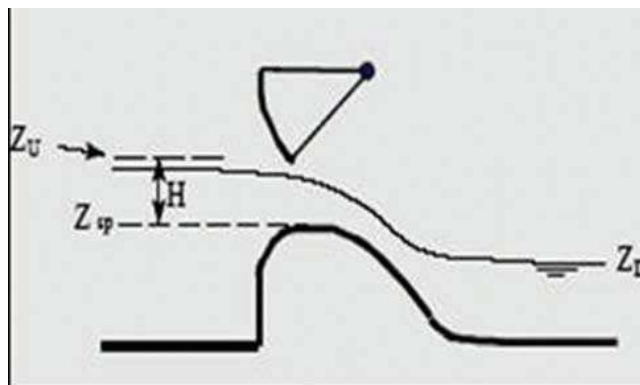
Mô hình Hec-Ras có khả năng mô phỏng qua

các cửa đập, cửa nâng thẳng đứng (cửa cống) và cửa tràn. Phương trình được dùng để mô hình hóa các cống có thể xử lý cả điều kiện ngập nước và không bị ngập nước ở cửa vào và cửa ra của cửa. Khi các cửa được mở ra độ cao lớn hơn độ cao mặt nước thượng lưu, chương trình sẽ tự động chuyển sang mô hình dòng chảy qua các cửa như là dòng chảy trôi. Khi mặt nước thượng lưu lớn hơn hoặc bằng 1,25 lần chiều cao của cửa (đối với đỉnh tràn của cửa) thì phương trình dòng chảy qua cửa được áp dụng. Khi mực nước thượng lưu trong khoảng 1,0 đến 1,25 lần so với

cửa mở, dòng chảy sẽ di chuyển từ đầu cửa vào và cuối cửa vào. Chương trình tính toán đầu thượng lưu với cả hai phương trình và sau đó tính toán một trọng số trung bình tuyến tính của hai giá trị. Bên cạnh đó, mô hình cũng cho phép mô phỏng vùng 2 chiều dưới dạng hệ thống các ô ruộng. Các ô này liên kết với sông-kênh thông qua các hệ thống công trình như: Cống điều tiết, đập tràn đáy, đập tràn tự do, đập tràn có cửa điều khiển. Nước có thể chảy ra hoặc vào tùy theo tương quan mực nước giữa sông và ô ruộng (Hình 2) [12].



Hình 2. Mô phỏng quá trình trao đổi nước giữa sông, kênh và ruộng



Hình 3. Dòng chảy qua đập tràn không ngập

(Nguồn: U.S. Army Corps of Engineers Institute for Water Resources Hydrologic Engineering Center, 2016)

Công thức tính toán như sau:

$$Q = CLH^{2/3} \quad (2.1)$$

Trong đó:

C: Hệ số lưu lượng qua đập;

(C nhận giá trị từ 2,6 đến 4,0 phụ thuộc vào hình dạng đỉnh đập).

L: Chiều dài của đập;

H: Cột nước ở thượng lưu đập.

Để mô phỏng ngập lụt, với bài toán thủy lực 1 chiều, mô hình sử dụng dữ liệu đầu vào là các giá trị lưu lượng phía thượng lưu, các giá trị mực nước tại phía hạ lưu, dữ liệu địa hình là các mặt

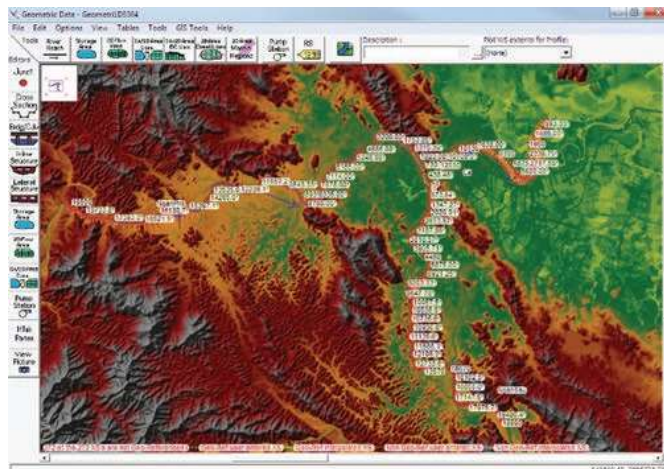
cắt ngang đại diện cho từng đoạn sông. Với bài toán kết nối thủy động lực 1-2 chiều, ngoài các dữ liệu như trong bài toán 1 chiều, yêu cầu bản đồ số DEM cho lưu vực tính toán để diễn toán vùng ngập. Hơn nữa, do diện ngập và mức độ ngập thực tế là tổng hòa của lượng nước tràn vào từ sông và lượng mưa rơi xuống nên yêu cầu phải có dữ liệu mưa.

4. Thiết lập mô hình

Lựa chọn và thiết lập mạng sông cho lưu vực tính toán là một trong các bước quan trọng để mô phỏng ngập lụt. Trong nghiên cứu này, do

đặc điểm địa hình phức tạp, nhiều đồi núi, thung lũng dốc và hẹp, xung quanh có nhiều hồ thủy điện nên lưu vực sông La thường xuyên chịu ảnh hưởng của lũ lụt. Do vậy, lưu vực sông La được chọn thí điểm để mô phỏng ngập lụt. Hệ thống thủy lực của sông La trong nghiên cứu này được

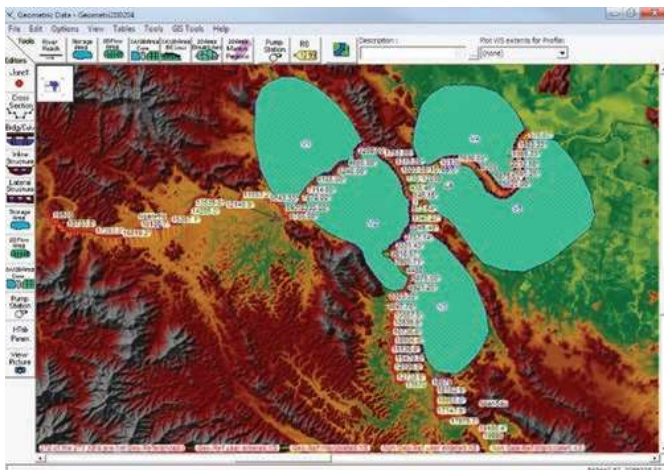
giới hạn biên trên sông Ngàn Phố, tính từ trạm thủy văn Sơn Diêm đến ngã ba Linh Cảm với 12 mặt cắt, biên trên sông Ngàn Sâu, tính từ trạm thủy văn Hòa Duyệt đến ngã ba Linh Cảm với 11 mặt cắt, biên dưới trên sông La, tính từ trạm Linh Cảm đến trạm Chợ Trảng với 12 mặt cắt (Hình 4).



Hình 4. Mạng thủy lực 1 chiều khu vực tính toán

Kế tiếp bước thiết lập hệ thống mạng thủy lực 1 chiều là xây dựng hệ thống lưới tính 2 chiều cho vùng ngập. Để đảm bảo mô phỏng được diễn biến cũng như phạm vi ngập lụt, căn cứ vào các khu vực ngập dựa trên ảnh vệ tinh, căn cứ vào địa hình (những nơi địa hình thấp có nhiều khả năng bị ngập úng) từ bản đồ số độ cao DEM đã đưa ra cơ sở để khoanh các vùng 2 chiều. Trong khuôn khổ nghiên cứu này, đã tạo ra 5 vùng 2 chiều để thực hiện kết nối với các sông thông qua dạng kết bên. Cụ thể, vùng 1 là khu vực bờ trái sông Ngàn Phố, vùng 2 là khu vực bờ phải sông Ngàn Phố, vùng 3 là khu vực

bờ phải sông Ngàn Sâu, vùng 4 là khu vực bờ trái sông La, vùng 5 là khu vực bờ phải sông La. Sau khi các vùng 2 chiều được khoanh vùng, đã tiến hành chia lưới cho 5 vùng. Việc chia lưới được tính toán dựa trên mức độ biến đổi địa hình của từng vùng 2 chiều, những khu vực ít có sự thay đổi về địa hình sẽ được chia lưới với độ phân giải thấp hơn, những vùng có biến động mạnh về địa hình sẽ được chia lưới với độ phân giải cao hơn. Trong nghiên cứu này, 5 vùng 2 chiều được chia lưới với độ phân giải 30x30m (Hình 5), những thông tin chi tiết về lưới tính cho từng vùng cụ thể được trình bày trong Bảng 1.



Hình 5. Lưới tính vùng 2 chiều

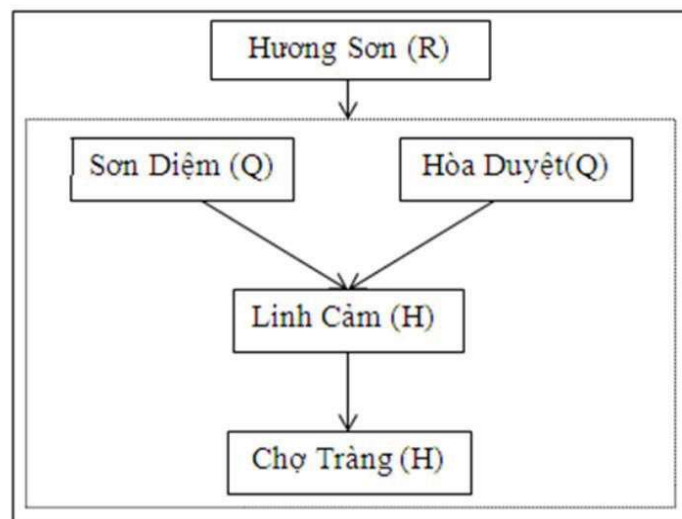
Bảng 1. Hệ thống lưới tính từ vùng V1 đến vùng V5

TT	Tên vùng	Số ô lưới	Diện tích (m ²)		
			Nhỏ nhất	Trung bình	Lớn nhất
1	V1	37.158	503,09	903,22	1.706,75
2	V2	32.359	511,92	902,6	1.617,57
3	V3	34.477	519,99	902,75	1.590,15
4	V4	31.027	475,61	900,76	1.621,61
5	V5	53.788	530,42	902,67	1.638,62

Sau khi mạng thủy lực sông và lưới tính chi tiết được thiết lập, để diễn toán được quá trình tràn qua bờ khi có lũ, đã tiến hành thiết lập các đoạn kết nối giữa vùng 1 chiều với vùng 2 chiều. Cơ sở thiết lập các kết nối này dựa vào quan hệ giữa diện tích lưu vực và cao độ (quan hệ F-Z). Quá trình kết nối giữa vùng 2 chiều với sông được kết nối tại các bờ sông thông qua kiểu kết nối bên, cụ thể: Vùng V1 kết nối với bờ trái của sông Ngàn Phố từ mặt cắt 2.680 đến mặt cắt 5.980, vùng V2 kết nối với bờ phải sông Ngàn Phố từ mặt cắt 146 đến mặt cắt 2.680 và kết nối với bờ trái sông Ngàn Sâu từ mặt cắt 244 đến mặt cắt 3.475, vùng V3 kết nối trực tiếp với bờ phải sông Ngàn Sâu từ

mặt cắt 1.796 đến mặt cắt 7.614, vùng V4 kết nối trực tiếp với bờ trái sông La từ mặt cắt 576 đến 10.280, vùng V5 kết nối với bờ phải sông La từ mặt cắt 160 đến mặt cắt 6.130.

Nghiên cứu được thiết lập tính toán cho 2 trận lũ từ ngày 10/10/2010 đến ngày 31/10/2010 và từ ngày 05/10/2011 đến ngày 30/10/2011. Sơ đồ thủy lực được trình bày trong Hình 6. Đối với hệ thống thủy lực này, số liệu lưu lượng thực đo tại các trạm thủy văn Sơn Diệm, Hòa Duyệt sẽ được sử dụng làm biên trên, số liệu mực nước thực đo tại trạm thủy văn Chợ Trảng sẽ được sử dụng làm biên dưới. Với vùng 2 chiều, sử dụng số liệu mưa giờ thực đo tại trạm Hương Sơn.



Hình 6. Sơ đồ thủy lực tính toán mô phỏng ngập cho sông La

5. Kết quả tính toán

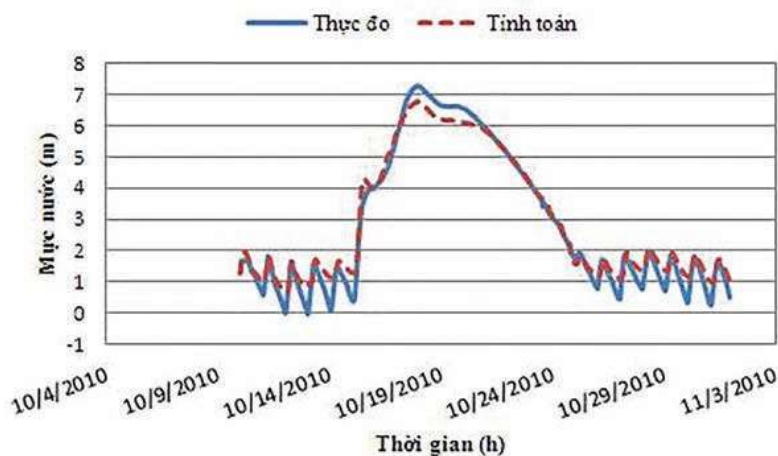
5.1. Hiệu chỉnh và kiểm nghiệm

Sau các bước thiết lập tính toán, nhằm đánh giá khả năng mô phỏng ngập lụt của mô hình Hec-Ras trên cơ sở kết nối thủy động lực 1-2 chiều, đã sử dụng chuỗi số liệu mực nước thực đo tại

trạm Linh Cảm trong thời gian từ 10/10/2010 đến 31/10/2010 để so sánh với kết quả tính toán. Việc hiệu chỉnh được thực hiện thông qua thay đổi hệ số nhám tại các mặt cắt. Kết quả tính toán (Hình 7) cho thấy, có sự đồng nhất về pha và biên độ, giá trị mực nước cực đại tính toán là 6,78m, trong khi giá trị thực đo cực đại là 7,28m, chênh

lệch 0,5m. Chuỗi số liệu thực đo và tính toán được đánh giá sai số thông qua chỉ số Nash, kết quả tính toán thu được chỉ số Nash = 0,94 phần

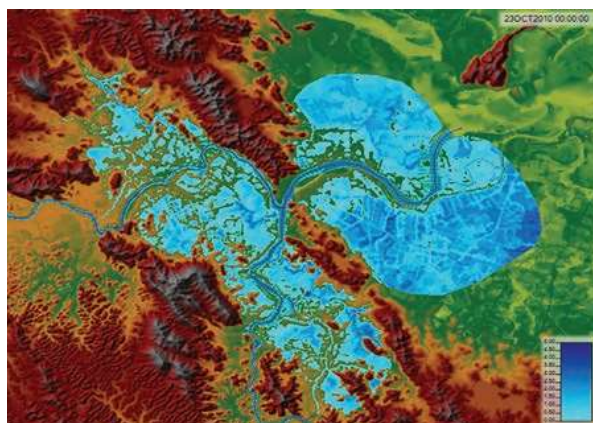
ánh mức độ tương quan của 2 chuỗi số liệu này. Với kết quả đánh giá này, có thể sử dụng bộ hệ số nhám (Bảng 2) để kiểm định mô hình.



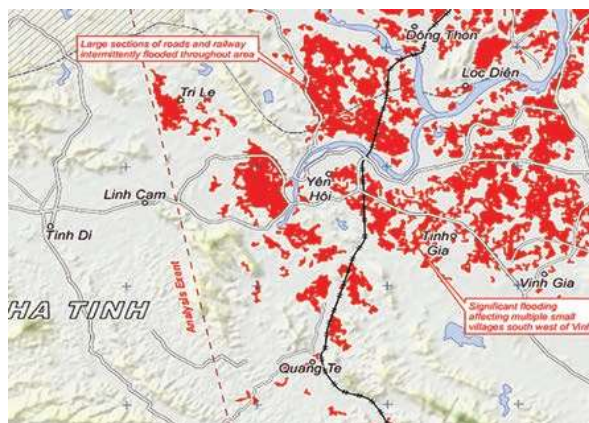
Hình 7. So sánh mực nước tính toán và thực đo tại trạm Linh Cẩm từ ngày 10/10/2010 đến ngày 31/10/2010

Để đánh giá toàn diện mức độ mô phỏng ngập trên cơ sở kết nối thủy động lực 1-2 chiều của mô hình Hec-Ras, bên cạnh hiệu chỉnh thủy lực đối với vùng 1 chiều, việc kiểm nghiệm phạm vi và mức độ ngập cho khu vực 2 chiều là rất cần thiết. Về phạm vi ngập, so sánh kết quả tính toán ngập lụt trên lưu vực với dữ liệu ảnh vệ tinh của UNOSAT vào ngày 22/10/2010 (Hình 8) có độ phân giải 100m cho thấy, mô hình đã mô phỏng được diện ngập tại một số khu vực ngập sâu như các xã: Sơn Tiến, Sơn Trà, Sơn Mỹ thuộc huyện Hương Sơn và gần như toàn bộ khu vực huyện Đức Thọ. Tuy vậy, tại một số vị trí như tại xã Sơn Bình huyện Hương Sơn, có tới

517ha diện tích bị ngập theo kết quả mô hình (Hình 8a), trong khi đó dữ liệu từ ảnh vệ tinh gần như không bị ngập (Hình 8b). Tại hầu hết các xã thuộc huyện Đức Thọ, theo ảnh vệ tinh, các khu vực ngập và không ngập xuất hiện đan xen, trong khi đó, theo kết quả tính toán từ mô hình gần như toàn bộ khu vực huyện đều bị ngập. Do dữ liệu ảnh vệ tinh có độ phân giải thấp (100m) nên chưa thể hiện được hầu hết các vùng ngập, mới chỉ thể hiện được những khu vực ngập sâu, đây có thể là một trong số những nguyên nhân gây ra sự chênh lệch với kết quả tính toán từ mô hình. Kết quả so sánh diện tích ngập tại một số khu vực được trình bày trong Bảng 2.



a. Kết quả diện ngập từ mô hình Hec-Ras



b. Diện ngập từ ảnh vệ tinh UNOSAT [2]

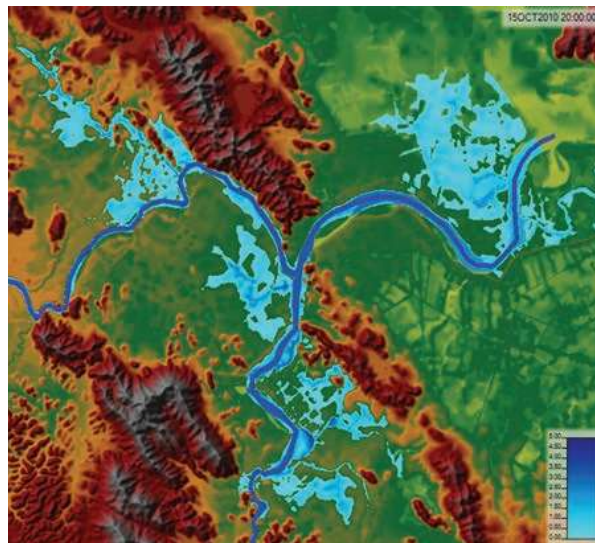
Hình 8. So sánh diện ngập giữa kết quả tính toán và ảnh vệ tinh ngày 22/10/2010

Bảng 2. Diện tích ngập tính toán và vệ tinh sau ngày 22/10/2010

TT	Khu vực	Diện ngập (ha)		
		Tính toán	Vệ tinh	Sai số
1	Bờ trái sông Ngàn Phố	723,6	464,9	258,7
2	Bờ phải sông Ngàn Phố	1.696,3	1.019	667,3
3	Bờ phải sông Ngàn Sâu	1.332,5	1.049	283,5
4	Bờ trái sông La	1.329,2	1.206	123,2
5	Bờ phải sông La	2.531,8	2.325	206,8

Về mức độ ngập, như đã biết, trận lũ từ ngày 10/10/2010 đến ngày 22/10/2010 là trận lũ lịch sử với lưu lượng đỉnh lũ đạt trên 3.500m³/s tại trạm thủy văn Hòa Duyệt gây thiệt hại nặng nề tới đời sống của người dân. Kết quả tính toán cho thấy, vào ngày 15/10 tại một số xã: Sơn Tân, Sơn Hà, Sơn Thịnh thuộc huyện Hương Sơn mức

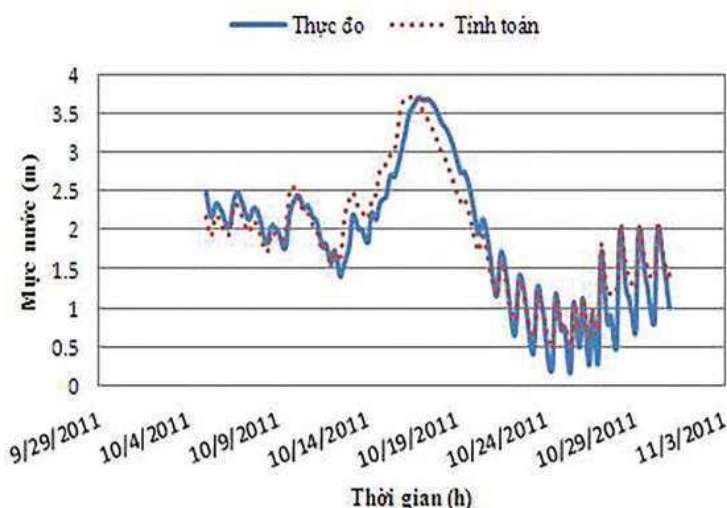
độ ngập sâu dao động từ 0,8 - 2m (Hình 9), kết quả này phù hợp với dữ liệu thực tế thu thập được (mức độ ngập thực tế khoảng 1,2 - 2m). Qua các lần hiệu chỉnh, bộ thông số hệ số nhám của các sông được giữ nguyên sẽ được kiểm định trong các trận lũ từ ngày 05/10/2011 đến ngày 30/10/2011.



Hình 9. Mức độ ngập ngày 15/10/2010

Để làm tăng thêm tính phù hợp của mô hình trong mô phỏng ngập lụt, sau khi hiệu chỉnh, mô hình được kiểm định lại tại trạm Linh Cảm cho trận lũ vào năm 2011 với chuỗi thời gian từ ngày 05/10/2011 đến ngày 30/10/2011. So sánh kết quả tính toán mực nước từ mô hình và chuỗi số liệu thực đo tại trạm Linh Cảm (Hình 10) cho thấy, giá trị thực đo và tính toán có sự tương đồng cao về pha và độ lớn, mực nước lớn nhất trong thời điểm xuất hiện đỉnh lũ tính toán được

là 3,74m, với số liệu thực đo giá trị cực đại này là 3,7m, mức độ chênh lệch không đáng kể. Đánh giá sai số giữa chuỗi số liệu thực đo và tính toán thông qua chỉ số Nash thu được giá trị 0,91, kết quả đánh giá này cho thấy bộ thông số sử dụng trong mô hình thủy lực đã phản ánh được chế độ thủy lực của mạng sông trong hệ thống sông La. Với kết quả này, bộ thông số mô hình có đủ độ tin cậy để tiến hành các tính toán thủy lực tiếp theo.



Hình 10. So sánh mực nước trạm thực đo và tính toán tại trạm Linh Cảm (10/2011)

5.2. Kết quả mô phỏng

Sau 1 ngày lũ, nước bắt đầu tràn qua những khu vực bờ có địa hình thấp, sau đó lan rộng ra các khu vực xung quanh với khu vực ngập nhiều nhất theo tính toán là khu vực bờ trái sông La với diện tích ngập trên 1.000ha, mức độ ngập trung bình 0,5m, tại một số vùng có địa hình là những rãnh sâu mức ngập lên tới 1,6m. Tiếp đến, lần lượt là các khu vực bờ phải sông Ngàn Sâu, bờ trái sông Ngàn Phố, bờ phải sông Ngàn Phố và bờ phải sông La.

Sau 3 ngày lũ, thời điểm này vẫn đang trong giai đoạn lũ phát triển, diện tích ngập mở rộng, lớn nhất là khu vực bờ trái sông La có khoảng

2.210ha bị ngập với mức độ ngập trung bình sâu 3m. Khu vực bờ trái sông Ngàn Phố có diện tích ngập lớn với 1.524ha, mức độ ngập trung bình 1m.

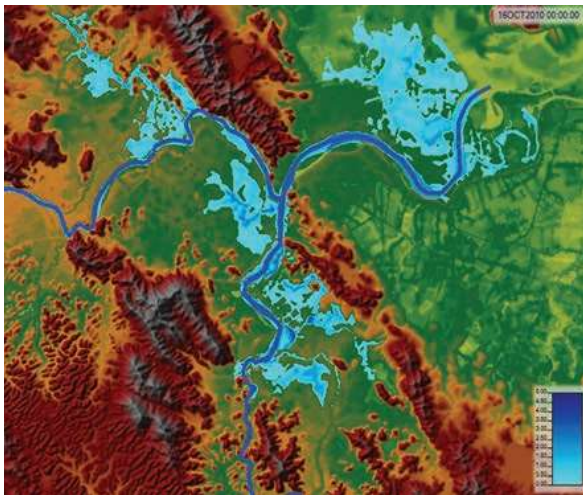
Sau 5 ngày lũ, lưu lượng lũ tiếp tục gia tăng do các hồ thủy điện xả lũ kết hợp với mưa lớn gây ngập lụt cục bộ, phạm vi ngập tăng mạnh, rộng nhất là khu vực bờ phải sông La với diện tích ngập 4.000ha, khu vực bờ trái sông La diện tích ngập tăng lên 2.356,6ha. Sau thời kỳ đỉnh lũ, lưu lượng giảm, diện tích ngập giảm. Dưới đây là diện tích ngập chi tiết của từng khu vực (Bảng 3) và mức độ ngập của lưu vực sông La (Hình 11, Hình 12, Hình 13, Hình 14).

Bảng 3. Diện tích ngập sau ngày 15/10/2010

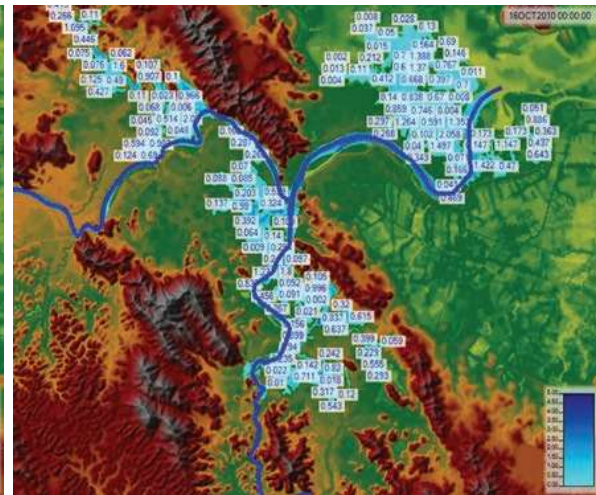
TT	Khu vực	Diện ngập tính toán (ha)				
		Sau 1 ngày	Sau 3 ngày	Sau 5 ngày	Sau 7 ngày	Sau 9 ngày
1	Bờ trái sông Ngàn Phố	409,7	1.524,9	1.501,3	632,5	508,3
2	Bờ phải sông Ngàn Phố	289,3	1.752	1.635,2	1.613,1	1.264,2
3	Bờ phải sông Ngàn Sâu	453	1.782	1.696,9	1.840,8	954,4
4	Bờ trái sông La	1.017	2.210,8	2.356,6	2.022,1	1.530,1
5	Bờ phải sông La	91,1	1.438,3	3.926,6	4.053,3	4.546,8

Trên cơ sở kết nối thủy động lực 1-2 chiều, hệ thống mạng sông 1 chiều được kết nối với các vùng 2 chiều thông qua kết nối dạng đập tràn tự do, khi lưu lượng lũ đủ lớn, dòng nước tràn qua bờ gây ngập cho vùng 2 chiều. Qua phân tích, đánh giá kết quả các trận lũ với ảnh vệ tinh, số liệu thực đo thấy rằng, mô hình đã mô phỏng được phạm vi, mức độ ngập cho lưu vực sông La

tương đối phù hợp. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm nghiệm thủy lực đều cho chỉ số Nash lớn hơn 0,9, kết hợp so sánh diện ngập, mức độ ngập với số liệu thực tế đã chứng tỏ khả năng ứng dụng của mô hình mô phỏng ngập lụt cho lưu vực sông La. Kết quả tính toán cho thấy, sau 2 trận lũ, với cường độ khác nhau, khu vực ngập nhiều nhất là khu vực bờ phải sông La với mức độ ngập trung

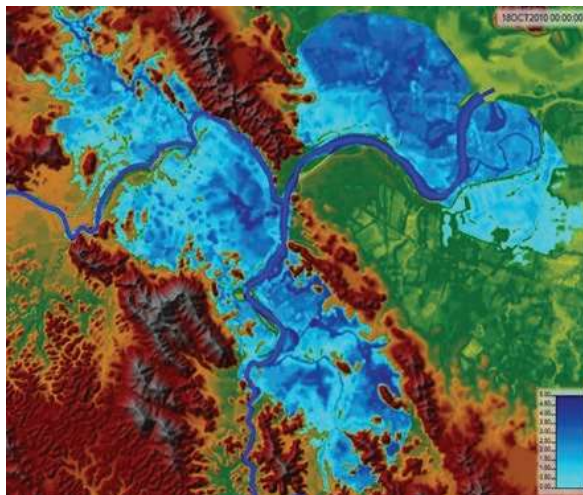


Diện ngập

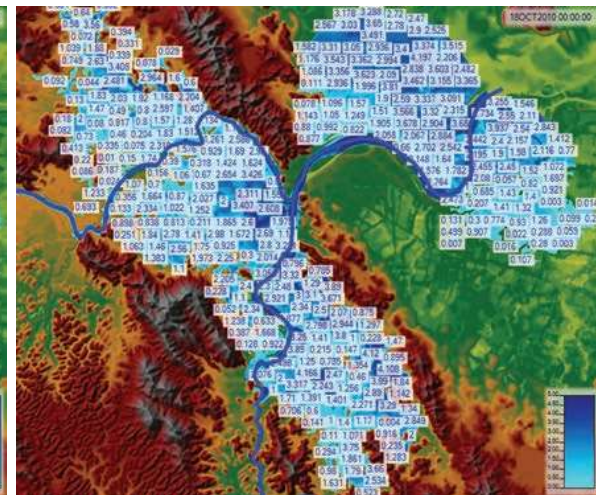


Mức độ ngập

Hình 11. Diện ngập và mức độ ngập sau ngày 15/10/2010

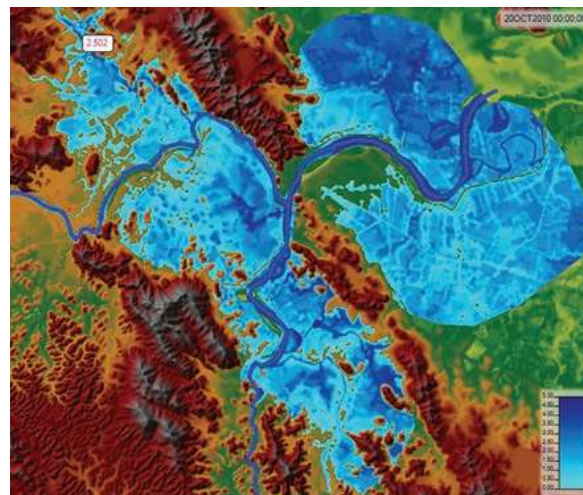


Diện ngập

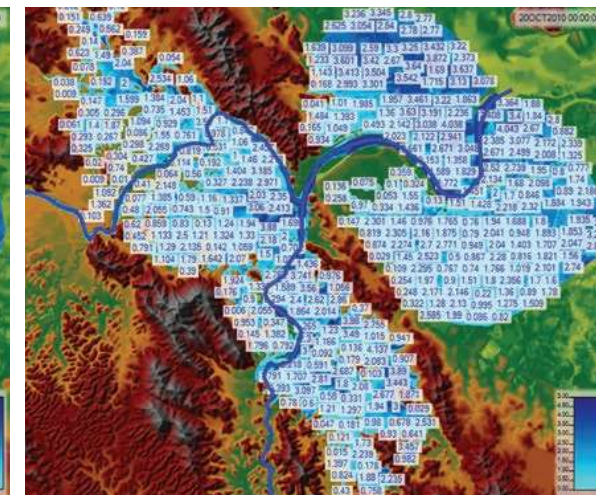


Mức độ ngập

Hình 12. Diện ngập và mức độ ngập sau ngày 17/10/2010

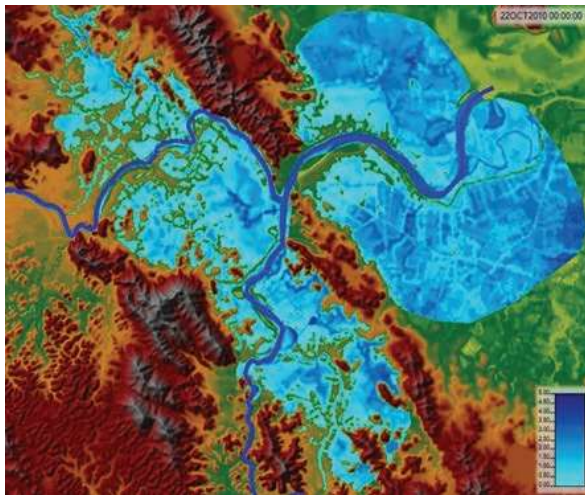


Diện ngập

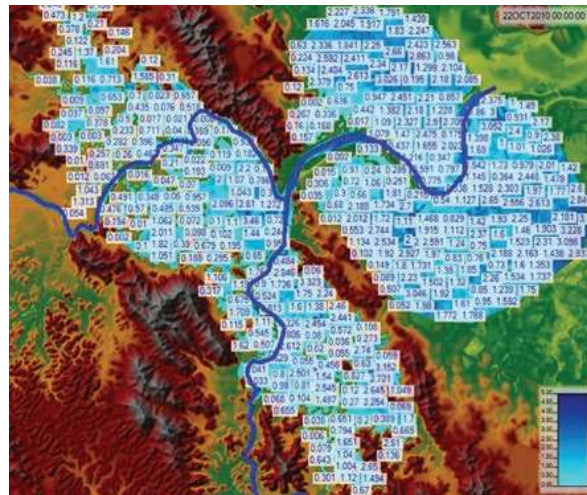


Mức độ ngập

Hình 13. Diện ngập và mức độ ngập sau ngày 19/10/2010



Diện ngập



Mức độ ngập

Hình 14. Diện ngập và mức độ ngập sau ngày 21/10/2010

bình là 2m, khu vực ngập ít nhất là khu vực bờ trái sông Ngàn Phố với mức độ ngập là 0,5m.

6. Kết luận

Qua việc phân tích và đánh giá cơ sở khoa học mô hình Hec-Ras thấy rằng, đối với mô hình 1 chiều, để mô phỏng tốt ngập lụt cần phải có số liệu mặt cắt dày đặc, do vậy, chi phí đầu tư sẽ rất lớn. Đối với mô hình 2 chiều, đầu vào cần dữ liệu địa hình chi tiết, ít sai số, đặc biệt là địa hình lòng sông. Nhưng chất lượng bản đồ DEM hiện nay ở nước ta mới chỉ thể hiện được địa hình phía trên chứ chưa thể hiện được địa hình lòng sông nên việc sử dụng mô hình 2 chiều trong điều kiện này không phù hợp. Ngoài ra, đối với vùng cần mô tả chi tiết hệ thống công trình như cầu, cống, đập..., mô hình 2 chiều chưa thể mô phỏng được. Mô hình Hec-Ras trên cơ sở kết nối thủy động lực 1-2 chiều đã khắc phục được những nhược điểm trên, do vậy sẽ được lựa chọn để mô phỏng ngập lụt cho lưu vực sông La.

Đã áp dụng thành công mô hình Hec-Ras mô phỏng ngập lụt cho lưu vực sông La trên cơ sở kết nối thủy động lực 1-2 chiều. Kết quả tính toán thủy lực được hiệu chỉnh với số liệu mực nước thực đo tại trạm Linh Cảm từ ngày 10/10/2010 đến ngày 30/10/2010 và kiểm định với số liệu mực nước thực đo tại trạm Linh Cảm từ ngày 05/10/2011 đến ngày 30/10/2011 đều

cho chỉ số Nash trên 0,9. Bên cạnh đó, do khó khăn về điều kiện số liệu cũng như giới hạn về mặt kinh phí và thời gian, nghiên cứu vẫn tồn tại một số hạn chế, cụ thể:

- Nghiên cứu mới chỉ hiệu chỉnh và kiểm định trong một trận lũ nên không tránh khỏi những sai số trong mô phỏng ngập lụt.

- Việc hiệu chỉnh và kiểm định mô hình theo diện ngập và mức độ ngập rất khó khăn do yêu cầu cao về quy mô cũng như đòi hỏi mức độ chi tiết của số liệu. Diện ngập và mức độ ngập phải chi tiết và thể hiện được sự phân bố theo không gian và thời gian.

- Do thiếu số liệu mưa nên trong, nhóm thực hiện đã sử dụng số liệu mưa tại trạm Hương Sơn đại diện cho cả lưu vực. Điều này dẫn tới sai số trong kết quả mô phỏng ngập lụt của mô hình.

- Trong quá trình thiết lập mô hình, nghiên cứu đã sử dụng một số giả định để thiết lập các hệ số nhám cho các mặt cắt, điều kiện biên cũng như điều kiện ban đầu. Kết hợp với các yếu tố gây sai số khác trong quá trình thiết lập và hiệu chỉnh thông số mô hình, điều này gây ra sai số trong kết quả mô phỏng. Đây là các sai số thường xảy ra khi áp dụng mô hình hóa.

Nhìn chung, nghiên cứu đã áp dụng thành công mô hình Hec-Ras để mô phỏng ngập lụt cho lưu vực sông La trên cơ sở kết nối thủy động lực.

Tài liệu tham khảo

1. Trần Ngọc Anh và các cộng sự (2012), "Đánh giá nguy cơ ngập lụt các khu vực trũng tỉnh Hưng Yên", *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, 28(3S), 1-8.
2. Thái Bình Hoàng, Ngọc Anh Trần và Đình Khả Đặng (2010), "Ứng dụng mô hình MIKE FLOOD tính toán ngập lụt hệ thống sông Nhật Lệ tỉnh Quảng Bình", *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, 26,(3S), 285-294.
3. Hoàng Văn Đại (2011), *Nghiên cứu, hoàn thiện công nghệ dự báo lũ hệ thống sông Hồng - Thái Bình*, Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học cấp cơ sở, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu, Hà Nội.
4. Đặng Thanh Lâm (2015), *Xây dựng mô hình thích hợp cho tính toán hệ thống công trình tổng hợp tiêu thoát nước đô thị vùng ảnh hưởng triều*, Luận án Tiến sĩ, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, TP. Hồ Chí Minh.
5. Vũ Thị Thu Lan và Hoàng Thanh Sơn (2013), "Nghiên cứu biến động của thiên tai (lũ lụt và hạn hán) ở tỉnh Quảng Nam trong bối cảnh biến đổi khí hậu", *Viet Nam Journal of Earth Sciences*, 35(1), 66-74.
6. Phạm Văn Song, Đặng Đức Thanh, Lê Xuân Bảo (2013), "Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của việc xả lũ hồ chứa Dầu Tiếng lên hạ lưu sông Sài Gòn", *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, 19, 59-70.
7. Đặng Đức Thanh, Lê Trung Thành, Nguyễn Thái Quyết (2015), "Xác định mức độ ngập lụt hạ du do xả lũ hồ chứa nước lòng Sông tỉnh Bình Thuận", *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường*, 42, 46-51.
8. Nguyễn Viết Thi (1994), *Dự báo tổng lượng dòng chảy và đỉnh lũ thời kỳ 21/VIII – 31/X đến hồ Hòa Bình*.
9. Trần Thực (2004), *Xây dựng công nghệ tính toán dự báo lũ lớn hệ thống sông Hồng – Thái Bình*.
10. Đặng Ngọc Tĩnh (2008), *Nghiên cứu hoàn thiện công nghệ dự báo lũ hạ du sông Hồng – Thái Bình bằng phần mềm Mike 11*.
11. Mitch Blum (2015), *Application of new tool for 1D/2D Hec-Ras modelling of the Truckee river and tributaries*.
12. U.S. Army Corps of Engineers Institute for Water Resources Hydrologic Engineering Center (2016), *HEC-RAS 5.0 Reference Manual*.
13. <http://unitar.org> (2010), *Flood waters in Ha Tinh and Nghe An provinces, Viet Nam*.
14. National Hydraulics and Environment Laboratory of the Research and Development Directorate of và the French Electricity Board (EDF-R&D) (2017), *TELEMAC-2D User Manual*.
15. Moya, V.M., Kure, S., Udo, K., Mano, A. (2016), "Application of 2D numerical simulation for the analysis of the February 2014 Bolivian Amazonia flood: Application of the new HEC-RAS version 5", *RIBAGUA-Revista Iberoamericana del Agua*, 3(1), tr. 25-33.
16. Edna, M.R (2007), *Floodplain Inundation Simulation Using 2D Hydrodynamic Modelling Approach*, ITC.
17. Leonardo, T. (2014), "Simulation of Floods with 1d and 2d Hydraulic Models in the GUAPI-AÃ# U River Basin, Based on GIS Integration", *Global Journal of Research In Engineering*.

APPLICATION OF HEC-RAS MODEL SIMULATING FLOOD IN LA RIVER BASIN BASING ON THE CONNECTION OF HYDRONAMIC 1-2D

Nguyen Anh Ngoc, Hoang Van Dai

Centre for HydroMet and Climate change Consultancy

Received: 20 February 2018; Accepted: 20 March 2018

Abstract: *This article presents some results of calculations, simulation of flooding in the La river basin using the Hec-Ras model on the basis of hydrodynamics. 1D area are connected to 2D area through the side connection. Input data for the model are data on water levels and flow rates collected from hydro-meteorological stations in the basin. Parameters of model was calibrated and verified with observation water level data in two major floods in October 2010 and 2011 at Linh Cam station. The results of the error estimation using the Nash index for values greater than 0.9 indicate the applicability of the model to flood simulation. The model results also show that the heaviest flooded area is the right bank of the La river with an average flood level of 2m, flooded areas are at least the left bank of the Ngan Pho river with inundation is 0.5m.*

Keywords: *Flood, connect hydrodynamic 1-2D, Hec-Ras model, La river basin.*