

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG MÔ HÌNH HEC - RAS MÔ PHỎNG DÒNG CHẢY LŨ LƯU VỰC SÔNG BẾN HẢI TỈNH QUẢNG TRỊ

Trần Thị Thu Thảo¹, Vũ Thị Hòa², Phạm Thị Minh¹, Bùi Thị Tuyết¹

Tóm tắt: Quảng Trị là một trong các tỉnh duyên hải miền Trung có đặc điểm khí hậu và địa hình phức tạp, là nơi chịu ảnh hưởng của hầu hết các loại thiên tai thường xảy ra ở Việt Nam nhưng với tần suất cao hơn, mức độ ác liệt hơn như: bão, lũ và ngập lụt. Do vậy, khi xảy ra lũ lớn thường gây ra ngập lụt trên diện tích đồng bằng rộng lớn. Bài báo này đưa ra một số kết quả hiệu chỉnh và kiểm định dòng chảy lũ lưu vực sông Bến Hải tỉnh Quảng Trị cho 2 trận lũ lớn năm 2005 và 2016. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình đều đạt chỉ số Nash cao trên 0,85. Dựa trên bộ thông số thủy lực xác định được trong quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình, tính toán mô phỏng cho trận lũ ứng với tần suất thiết kế 1% để mô phỏng khả năng thoát lũ cho lưu vực.

Từ khóa: Quảng Trị, sông Bến Hải, dòng chảy lũ, mô hình HEC-RAS.

Ban Biên tập nhận bài: 12/5/2018 Ngày phản biện xong: 20/6/2018 Ngày đăng bài: 25/07/2018

1. Mở đầu

Lũ lụt là một trong những thiên tai tự nhiên, thường xuyên đe dọa cuộc sống của người dân và sự phát triển kinh tế xã hội ở nước ta. Nó đã để lại hậu quả hết sức nặng nề cả về người và của. Hằng năm có hàng ngàn hộ dân bị ngập lụt, công trình bị tàn phá, các hoạt động kinh tế-xã hội bị gián đoạn. Đặc biệt quá trình đô thị hoá mạnh cùng với sự tác động của biến đổi khí hậu và tình trạng mưa lớn gây ra ngập úng với tần suất lớn dần.

Việt Nam là một trong những nước bị ảnh hưởng nghiêm trọng của biến đổi khí hậu và nước biển dâng. Đặc biệt, tỉnh Quảng Trị là nơi chịu ảnh hưởng nặng nề của lũ với tần suất và mức độ ngày càng cao. Tính từ năm 1989 đến nay, trung bình mỗi năm trên địa bàn tỉnh Quảng Trị có hơn 5.500 ha lúa và 4.200 ha hoa màu bị thiệt hại, hơn 10.000 tấn lương thực bị hư hỏng. Lũ cũng đã làm cho 233 người chết; 777 người bị thương; hơn 23.000 người bị dịch bệnh. Tổng thiệt hại hơn 6.270 tỷ đồng. [9, 10] Để tăng cường ứng phó với lũ lụt ngoài các biện pháp

¹Trường Đại học Tài Nguyên và Môi trường TP. Hồ Chí Minh

²Đài KTTV tỉnh Nam Định

Email: tttthao@hcmunre.edu.vn

công trình (đê kè, hồ chứa cắt lũ thượng lưu, ...) thì các biện pháp phi công trình đóng vai trò rất quan trọng, mà phần lớn trong số đó có tính dài hạn và bền vững như các biện pháp quy hoạch sử dụng đất và bố trí dân cư, nâng cao nhận thức của người dân. Mặt khác, ứng phó nhanh với lũ lụt bằng các biện pháp tức thời như: cảnh báo, dự báo vùng ngập, di dời và sơ tán dân cư đến khu vực an toàn đã rất hiệu quả trong việc hạn chế những thiệt hại về người và tài sản.

Lưu vực sông Bến Hải nằm trong giới hạn từ 106°38' đến 106°58' kinh độ Đông, từ 16°47' đến 16°59' vĩ độ Bắc, phía Bắc giáp với tỉnh Quảng Bình, phía Tây giáp với lưu vực sông Sê Păng Hiêng, phía Nam giáp với lưu vực sông Thạch Hãn và phía Đông giáp biển Đông. Lưu vực sông Bến Hải bắt nguồn từ dãy núi cao trên 1700m nằm ở phía Tây Bắc tỉnh Quảng Trị và đổ ra biển qua Cửa Tùng. Sông Bến Hải chảy dọc theo vĩ tuyến 17, với vị trí địa lý như vậy, lưu vực sông Bến Hải gần nguồn ẩm nên có khả năng tạo mưa sinh ra dòng chảy lớn

Sông Bến Hải có diện tích lưu vực 809km², chiều dài là 64,5km, độ dốc trung bình lưu vực là 8,6‰, mật độ lưới sông 1,15km/km². Trong đó phần lưu vực tính đến mặt cắt ngang sông tại trạm Gia Vòng là 267km² (hình 1).

giả cố gắng giải quyết một nội dung trong số đó là: “Nghiên cứu ứng dụng mô hình HEC- RAS mô phỏng dòng chảy lũ lưu vực sông Bến Hải tỉnh Quảng Trị” mô phỏng trận lũ ứng với tần suất thiết kế 1% để mô phỏng khả năng thoát lũ cho lưu vực.

2. Phương pháp nghiên cứu và thu thập tài liệu

Nghiên cứu sử dụng phương pháp mô hình thủy lực HEC-RAS do Trung tâm Kỹ Thuật Thủy Văn - Quân đội Mỹ (The US Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center) xây dựng và phát triển.

2.1 Giới thiệu mô hình HEC-RAS [4,11]

HEC RAS là mô hình thủy lực diễn toán dòng chảy một chiều, bùn cát, chất lượng nước. Mô hình mô phỏng chi tiết mạng lưới kênh sông, lòng sông, bãi sông, các ô ruộng; các kết cấu thủy lực trên sông như đập tràn, cống, cầu... có khả năng tự động hóa cao trong việc nhập số liệu, nội suy mặt cắt ngang. Mô hình này được dùng để tính toán thủy lực trên sông.

Hệ phương trình cơ bản gồm 2 phương trình liên tục và động lượng.

- Phương trình liên tục:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial S}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} - q_1 = 0 \quad (1)$$

Trong đó x là khoảng cách dọc theo kênh; t là thời gian; Q là lưu lượng; A là diện tích mặt cắt ngang; S là lượng trữ; q₁ là lưu lượng chảy vào từ bên, trên một đơn vị chiều dài

- Phương trình động lượng:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial (VQ)}{\partial x} + gQ \left(\frac{\partial z}{\partial x} + S_f \right) = 0 \quad (2)$$

Trong đó g là gia tốc trọng trường; S_f là độ

đốc thủy lực; V là vận tốc.

2.2 Thu thập tài liệu

Bài báo sử dụng số liệu đầu vào của mô hình thủy lực là lưu lượng và mực nước, được sử dụng từ kết quả đầu ra của mô hình thủy văn MIKE NAM [5, 6]. Tài liệu sử dụng Q của trạm Gia Vòng và H của trạm Cửa Việt.

• Số liệu đầu vào

Mạng lưới sông: các mặt cắt dọc và ngang sông

Số liệu biên trên là Q trạm Gia Vòng

Biên dưới là H trạm Cửa Việt

Số liệu mực nước tại trạm Hiền Lương để kiểm tra (dùng trong hiệu chỉnh và kiểm định mô hình)

• Số liệu mặt cắt

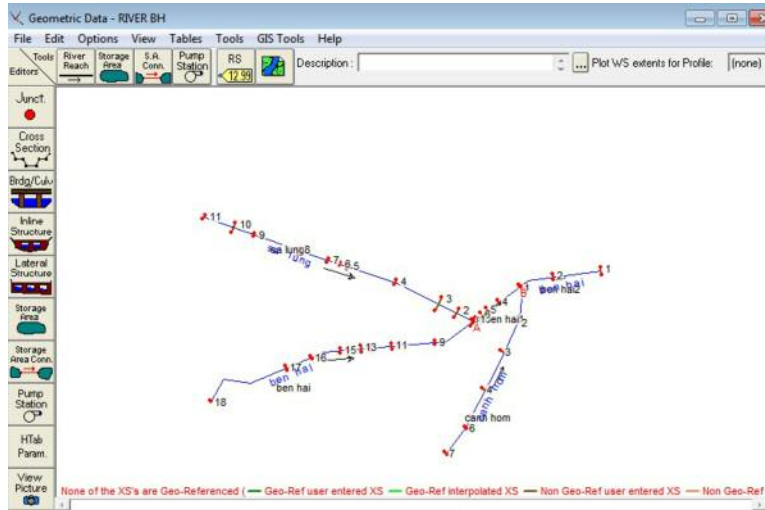
36 mặt cắt thuộc 3 nhánh: Nhánh Bến Hải 18 mặt cắt; Nhánh Cánh Hòm 7 mặt cắt; Nhánh Sa Lung 11 mặt cắt

• Thông số mô hình

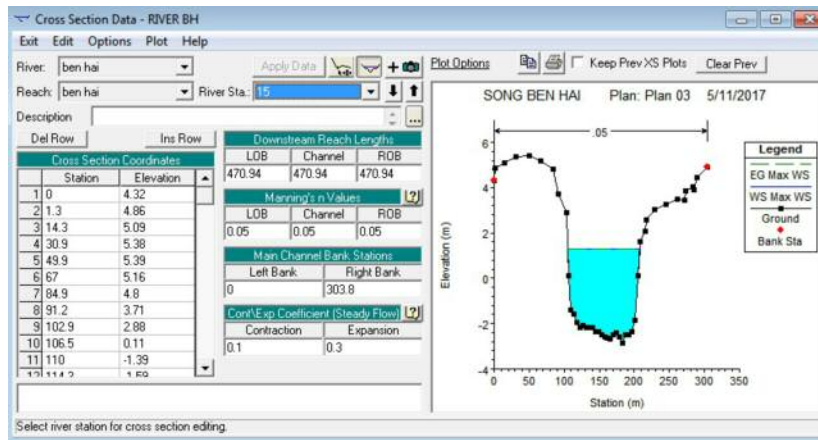
Thông số của mô hình là các thông số nhám của đoạn sông.

Mục đích chính của phần mềm HEC- RAS là tính toán cao độ đường mặt nước (là mực nước trong sông kí hiệu H) tại các vị trí cần quan tâm. Các dữ liệu cần thiết để thực hiện các tính toán này có thể được chia thành: số liệu hình học, điều kiện biên và điều kiện ban đầu, số liệu về lưu lượng.

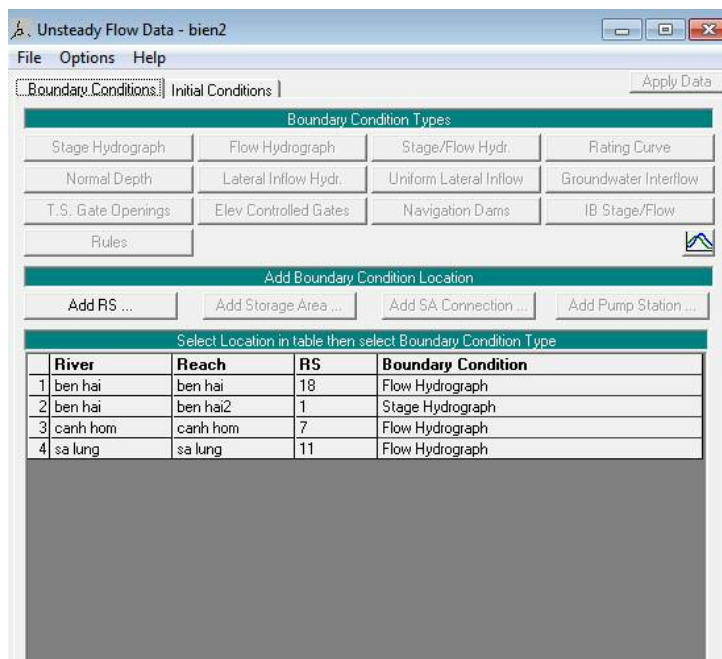
Dựa vào số liệu thủy văn đã đo đạc được của hệ thống sông Bến Hải, kết hợp với số liệu địa hình, địa chất, tình hình dân sinh, kinh tế xã hội của hệ thống sông để ứng dụng mô hình mô phỏng dòng chảy lũ trên hệ thống sông, trong bài báo sử dụng mô hình thủy lực HEC- RAS để mô phỏng dòng chảy lũ.



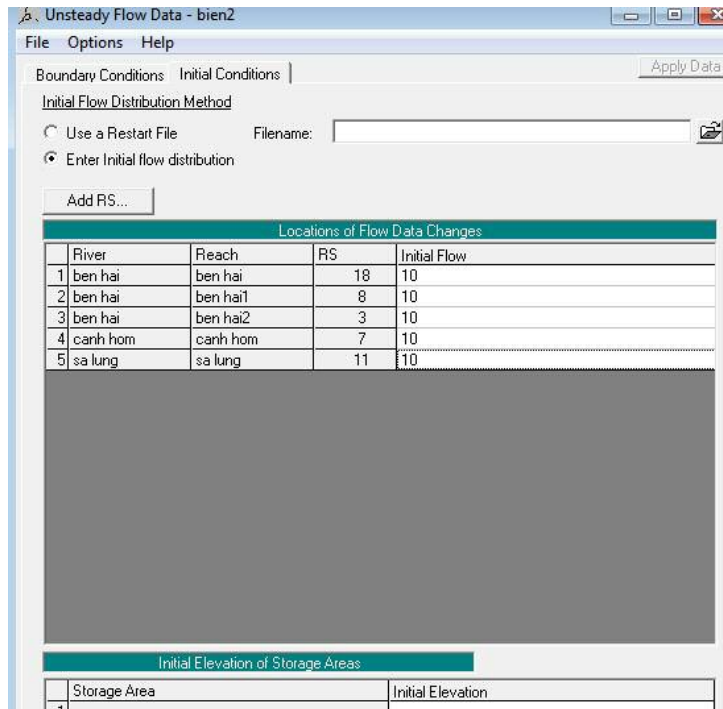
Hình 2. Hệ thống mạng lưới sông Bến Hải (giao diện nhập từ mô hình)



Hình 3. Số liệu mặt cắt



Hình 4. Các biên mạng lưới



Hình 5. Điều kiện ban đầu

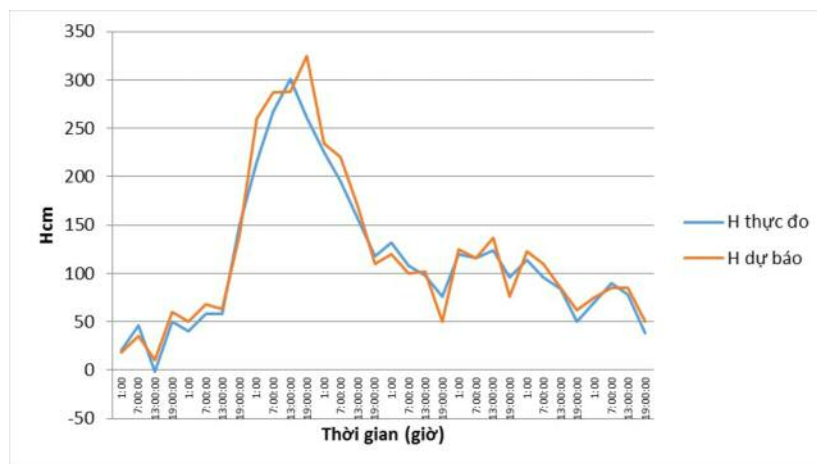
3. Kết quả và thảo luận

3.1 Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

Để làm nổi bật phương pháp mô phỏng lũ, tác giả chọn 1 số trận lũ điển hình đã xuất hiện trên khu vực để tính toán. Sử dụng trận lũ từ ngày 06

đến 13/X/2005 để hiệu chỉnh và trận lũ từ ngày 03 đến 06/IX/2016 để kiểm định mô hình.

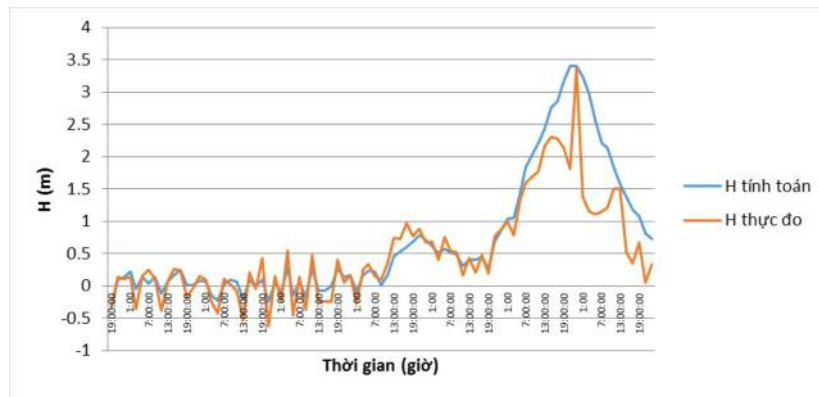
Kết quả hiệu chỉnh cho trận lũ từ ngày 06 đến 13/X/2005 được thể hiện cụ thể trong hình 6:



Hình 6. Kết quả hiệu chỉnh đường quá trình mực nước tại trạm Hiền Lương trong trận lũ từ ngày 06 đến 13/X/2005

Bảng 1. Kết quả hiệu chỉnh mô hình

Các yếu tố	Tính toán	Thực đo
H max (m)	3.24	3.01
ΔH (m)		0.23
Thời gian xuất hiện đỉnh (Peak time)	08/X/2005 13:00:00PM	08/X/2005 15:00:00 PM
Hệ số NASH (Efficiency index)		0.85



Hình 7. Kết quả kiểm định đường quá trình mực nước tại trạm Hiền Lương trong trận lũ ngày 03 đến 06/IX/2016

Bảng 2. Kết quả kiểm định mô hình

Các yếu tố	Tính toán	Thực đo
H max (m)	3.41	3.39
ΔH (m)		0.02
Thời gian xuất hiện đỉnh (Peak time)	06/IX/2016 1:00:00 AM	06/IX/2016 3:00:00 AM
Hệ số NASH (Efficiency index)		0.93

Bảng 3. Kết quả hệ số nhám của 36 mặt cắt

Nhánh Bến Hải	Hệ số nhám n	Nhánh Cánh Hòm	Hệ số nhám n
Mặt cắt 1	0.1	Mặt cắt 19	0.091
Mặt cắt 2	0.1	Mặt cắt 20	0.04
Mặt cắt 3	0.1	Mặt cắt 21	0.045
Mặt cắt 4	0.1	Mặt cắt 22	0.1
Mặt cắt 5	0.1	Mặt cắt 23	0.092
Mặt cắt 6	0.1	Mặt cắt 24	0.1
Mặt cắt 7	0.1	Mặt cắt 25	0.1
Mặt cắt 8	0.1	Nhánh Sa Lung	Hệ số nhám n
Mặt cắt 9	0.1	Mặt cắt 26	0.1
Mặt cắt 10	0.1	Mặt cắt 27	0.1
Mặt cắt 11	0.1	Mặt cắt 28	0.07
Mặt cắt 12	0.1	Mặt cắt 29	0.075
Mặt cắt 13	0.1	Mặt cắt 30	0.067
Mặt cắt 14	0.1	Mặt cắt 31	0.069
Mặt cắt 5	0.1	Mặt cắt 32	0.065
Mặt cắt 16	0.1	Mặt cắt 33	0.05
Mặt cắt 17	0.1	Mặt cắt 34	0.08
Mặt cắt 18	0.1	Mặt cắt 35	0.069
		Mặt cắt 36	0.053

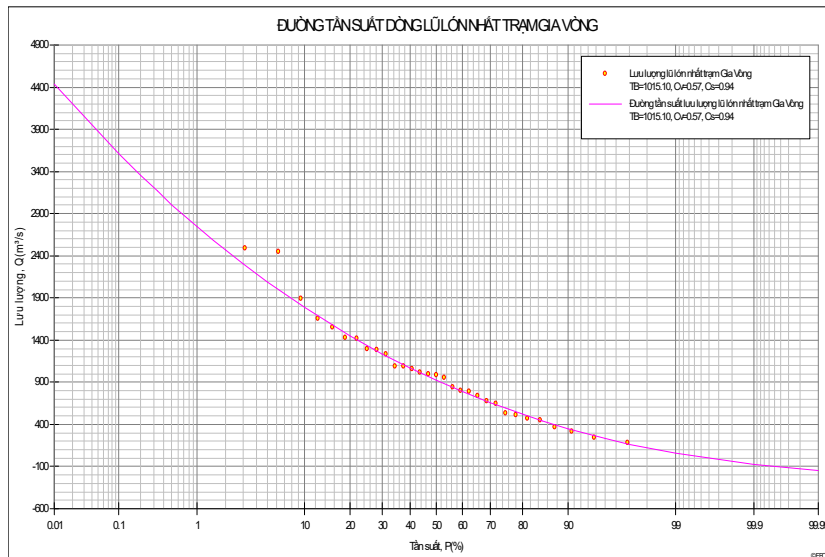
Đường quá trình mực nước tính toán và thực đo tương đối phù hợp về đỉnh và những pha dao động hai đỉnh tương đối trùng nhau về giá trị và thời gian xuất hiện. Trong đường hiệu chỉnh chênh lệch mực nước lớn nhất giữa tính toán và giá trị thực đo là 0.23m, chỉ số Nash: 0.85. Tuy nhiên đến đường dự báo thử thì chênh lệch giữa giá trị đỉnh lũ dự báo và thực đo là 0,02m, chỉ số Nash: 0.93, kết quả rất tốt để đưa vào dự báo. Trong nhánh sông hệ số nhám thay đổi dọc theo chiều dài của sông do đó mỗi nhánh sông được chia thành nhiều hệ số nhám, nó đặc trưng cho độ nhám lòng sông ở mỗi đoạn. Việc tăng giảm

hệ số nhám ở mỗi đoạn sông ảnh hưởng tới giá trị đỉnh lũ. Giảm hệ số nhám làm giảm mực nước đỉnh lũ và làm tăng lưu lượng tại đoạn đó.

3.3 Tính toán mô phỏng trận lũ với tần suất $P = 1\%$ (100 năm)

Bài báo sử dụng trận lũ từ 1h 07 - 19h00 10/X/2005 để thu phóng cho trận lũ ứng với tần suất 1%.

Để mô phỏng các trận lũ với các tần suất khác nhau khi có lũ trên sông Bến Hải. Sử dụng tài liệu đỉnh lũ lớn nhất các năm từ năm 1985 đến năm 2016 tại trạm thủy văn Gia Vòng để vẽ đường tần suất.



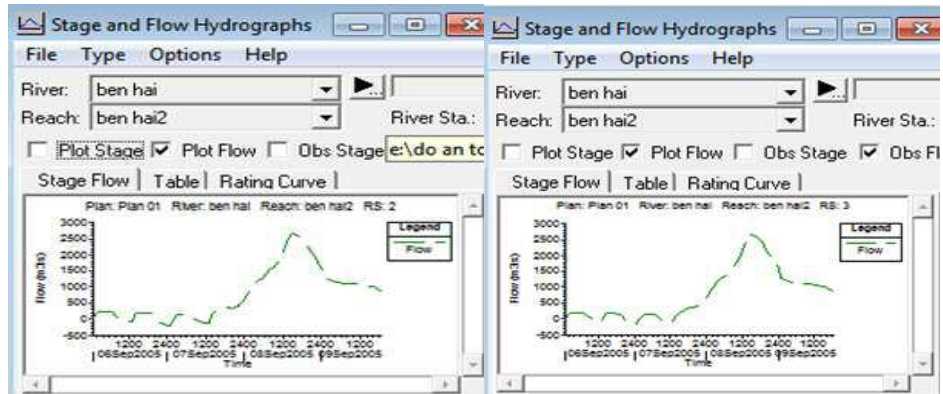
Hình 8. Đường tần suất lưu lượng lũ lớn nhất trạm Gia Vòng từ năm 1985 đến 2016

Qua kết quả tính toán ta xác định được đỉnh lưu lượng lũ tại trạm thủy văn Gia Vòng ứng với tần suất $P = 1\%$ là $Q = 2743 \text{ m}^3/\text{s}$.

Ta thấy $Q = 2743 \text{ m}^3/\text{s}$ tương đương với đỉnh lũ lớn nhất năm 2005 là $Q = 2450 \text{ m}^3/\text{s}$. Do đó ta lấy trận lũ năm 2005 làm năm điển hình để thu

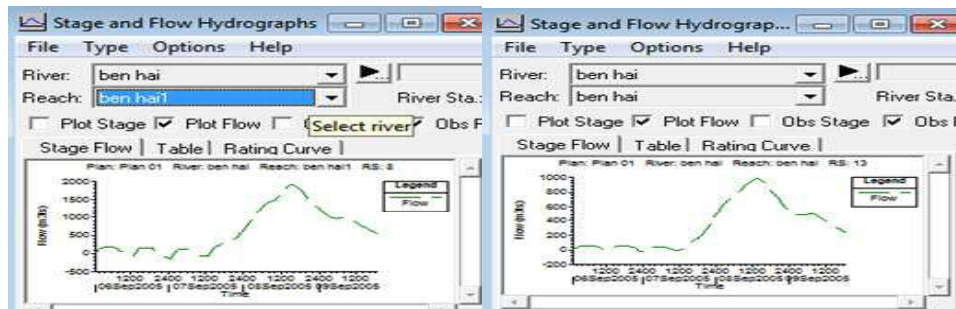
phóng cho con lũ ứng với tần suất thiết kế $P = 1\%$.

Sử dụng quá trình lưu lượng nước ứng với tần suất $P = 1\%$ tại trạm thủy văn Gia Vòng vừa tính được ở trên nhập vào mô hình HEC - RAS với bộ thông số đã được xác định để mô phỏng cho khả năng thoát lũ của lưu vực sông Bến Hải.



Sông Bến Hải - vị trí (24749.82)

Sông Bến Hải - vị trí (22745.85)



Sông Bến Hải - vị trí (18571.95)

Sông Bến Hải - vị trí (10921.46)

Hình 9. Các đường quá trình lưu lượng lũ thiết kế tại các vị trí trên sông Bến Hải với tần suất $P = 1\%$

Từ kết quả chạy mô hình lũ có chu kỳ lặp lại là 100 năm ($P = 1\%$) có kết quả như sau:

Bảng 4. Kết quả mô phỏng mực nước lưu lượng ứng với $P = 1\%$

Vị trí mặt cắt	Tên sông	Mực nước lũ H_{max} (m) với $P = 1\%$	Lưu lượng Q_{max} (m^3/s) với $P = 1\%$
27504.4	Bến Hải	2.24	2675.55
24749.82	Bến Hải	3.48	2431.96
22745.85	Bến Hải	3.56	1932.46
20845.43	Bến Hải	3.63	1923.19
19883.29	Bến Hải	3.71	1918.4
19326.98	Bến Hải	4.07	1915.24
18686.47	Bến Hải	4.23	1915.04
18571.95	Bến Hải	4.23	953.74
15692.3	Bến Hải	5.82	953.28
13311.57	Bến Hải	6.02	953.92
12893.57	Bến Hải	6.29	975.17
11524.23	Bến Hải	6.39	991.13
10921.46	Bến Hải	6.42	1006.38
10037.35	Bến Hải	4.91	1012.81

4. Kết luận

Bài báo đã thông qua các số liệu thu thập và tổng hợp từ hệ thống các trạm khí tượng thủy văn để tính toán và mô phỏng dòng chảy lũ từ đó mô phỏng khả năng thoát lũ cho lưu vực sông Bến Hải tỉnh Quảng Trị. Kết quả nghiên cứu ứng dụng mô hình HEC - RAS lưu vực sông Bến Hải cho thấy mô hình phù hợp mô phỏng dòng chảy lũ của lưu vực. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định

mô hình đạt hệ số NASH cao trên 0.80, mô phỏng khá tốt dòng chảy lũ và khả năng thoát lũ trên lưu vực. Nghiên cứu này đặt cơ sở cho việc nghiên cứu lập quy hoạch phòng chống lũ cho từng tuyến sông trên toàn hệ thống sông Bến Hải từ đó đề xuất các biện pháp ứng phó nhằm giảm thiểu thiệt hại do lũ gây ra phục vụ phát triển kinh tế xã hội bền vững.

Tài liệu tham khảo

1. Hà Văn Khôi và nnk, (2003), *Thủy văn công trình*, Nhà xuất bản Nông nghiệp.
2. Lê Văn Nghinh và nnk, (2005), *Mô hình toán thủy văn*, Nhà xuất bản Nông nghiệp.
3. Nguyễn Đình, Nguyễn hoàng Sơn, Ngô Đình Thành (2013), *Ứng dụng mô hình HEC - HMS và HEC - RAS nghiên cứu mô phỏng dòng chảy lũ lưu vực sông Hương*, Khoa học thủy lợi và môi trường số 42.
4. Phạm Trường Giang (2014), *Nghiên cứu đặc trưng lũ phục vụ cảnh báo ngập lụt hạ lưu lưu vực sông Lam*, Luận văn Thạc sỹ khoa học, Trường Đại học KHTN Hà Nội.
5. Trần Ngọc Anh (2011), *Xây dựng bản đồ ngập lụt các sông Bến Hải và Thạch Hãn tỉnh Quảng Trị*, tạp chí khoa học ĐHQGHN, số 15.
6. Vũ Đức Long, Trần Ngọc Anh, Hoàng Thái Bình, Đặng Đình Khả (2010), *Giới thiệu công nghệ dự báo lũ hệ thống sông Bến Hải và Thạch Hãn sử dụng mô hình MIKE 11*, Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và công nghệ 26.
7. Vũ Thị Hòa (2013), *Đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ đến kinh tế - xã hội lưu vực sông Bến Hải - Thạch Hãn trong bối cảnh BĐKH*, Luận văn Thạc sỹ khoa học, Trường Đại học KHTN Hà Nội.
8. Ủy ban nhân dân tỉnh Quảng Trị (2008), *Quyết định về việc ban hành Chương trình, kế hoạch hành động thực hiện chiến lược Quốc gia phòng chống và giảm nhẹ thiên tai đến năm 2020 của tỉnh Quảng Trị*.
9. <http://www.nhandan.com.vn/khoahoc/item/18881202-.html>
10. <http://cucthongke.quangtri.gov.vn/niengiam/ln.aspx>
11. US Army Corps of Engineers, HEC-RAS river Analysis system User's Manual Version 4.1, 2010.

APPLICATION RESEARCH OF MODEL HEC-RAS FOR FLOOD FLOW SIMULATION OF BEN HAI RIVER BASIN OF QUANG TRI PROVINCE

Tran Thi Thu Thao¹, VuThi Hoa², Pham Thi Minh¹, Bui Thi Tuyet¹

¹University of Natural Resources and Environment, Ho Chi Minh City, Vietnam

²Hydro-meteorological station of Nam Dinh province

Abstract: *Quang Tri is one in the coasts provinces central coast has a complex climate and terrain, which is most affected by natural disasters that occur in Viet Nam but with higher frequency and severity such as typhoons, floods and floods. As a result, large floods often cause flooding in large plains. This paper presents some results of calibration and verification of flood flow in Ben Hai river basin in Quang Tri province for two major floods in 2005 and 2016. The results of calibration and model testing all reached the high Nash above 0.85. Based on the set of hydraulic parameters determined during calibration and model testing, the simulation calculations for the floods correspond to a design frequency of 1% to simulate the flood drainage capability of the basin.*

Keywords: *Quang Tri, Ben Hai river, flood flow, HEC-RAS model.*