

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH HEC - RAS TÍNH TOÁN LŨ CHO HỆ THỐNG SÔNG THU BỒN - VU GIA

TS. Hoàng Ngọc Quang

Trường Cao đẳng Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Lưu vực sông Thu Bồn - Vu Gia có diện tích $F = 10,350\text{km}^2$, nằm trên địa phận tỉnh Quảng Nam và Tp. Đà Nẵng, do hai sông lớn Thu Bồn ($F = 4750\text{km}^2$) và Vu Gia (5434km^2) hợp thành. Mùa lũ trên lưu vực có 3 tháng (10-12), chậm hơn mùa mưa 1 tháng, chiếm tới 65-70% tổng lượng nước năm với cường độ lũ rất lớn: 20-25cm/giờ, có khi lên tới 100-140cm/giờ và biên độ 5-14m như lũ năm 1999. So với lũ 1964, lũ 1999 còn bé hơn nhiều (lũ 1964 gấp 1,7 lần lũ 1999) nhưng mức độ ngập lụt do lũ gây ra không kém phần nghiêm trọng và tại nhiều nơi quá trình lũ đã không đo được. Do vậy, việc tính toán lại quá trình mực nước lũ là cần thiết và việc áp dụng mô hình HEC-RAS để tính toán nước lũ là có ưu thế hơn với kết quả là: quá trình mực nước lũ tính toán rất phù hợp với lũ thực đo. Từ đó có thể kết luận rằng mô hình đã chọn có thể mô phỏng tốt quá trình nước lũ trên sông và có thể áp dụng mô hình đó tính toán dự báo lũ.

1. Tổng quan về hệ thống sông

Hệ thống sông Thu Bồn - Vu Gia là một trong 9 hệ thống sông lớn ở Việt Nam và là một trong những sông lớn nhất Miền Trung, trải trên diện tích $10,350\text{ km}^2$, chiếm 90% diện tích tự nhiên của tỉnh Quảng Nam và Thành phố Đà Nẵng, trên địa phận của 13 huyện, thị: Trà My, Tiên Phước, Phước Sơn, Hiệp Đức, Nam Giang, Quế Sơn, Duy Xuyên, Hiên, Đại Lộc, Điện Bàn, Hội An, Hoà Vang, Thăng Bình, tỉnh Quảng Nam và Tp. Đà Nẵng.

Hệ thống sông Thu Bồn - Vu Gia gồm 18 sông lớn nhỏ hợp thành, trong đó sông Thu Bồn là sông chính dài 205 km (tính đến Cửa Đại), diện tích lưu vực : 4750km^2 (tính đến Cầu Lâu) và sông Vu Gia có chiều dài 130km, có diện tích lưu vực là 5434km^2 (tính đến Ai Nghĩa).

Thượng lưu sông Thu Bồn gọi là sông Tranh hay sông Tinh Gia, bắt nguồn từ sườn Đông của dãy Ngọc Linh, ở độ cao 2000m, chảy theo hướng Bắc Nam qua các huyện Trà My, Tiên Phước, Hiệp Đức và Quế Sơn. Từ

Gia Thủy trở lên, sông Thu Bồn có nhiều nhánh lớn như sông Trường, sông Tiên, sông Diên, sông Khe Le, Khe Cống, Khe Cầu... Đến Gia Thủy, Thu Bồn tiếp nhận thêm nước từ phân lưu Quảng Huế của sông Vu Gia đổ vào. Tại vùng hạ du, sông Thu Bồn có một số phân lưu ngoài dòng chính chảy ra Cửa Đại: Vĩnh Diên chảy ra sông Hàn đổ ra cửa Đà Nẵng, Chiêm Sơn - Bà Rén đổ ra cửa Hội An, Trường Giang đổ ra sông Tam Kỳ. Các phân lưu đó đã chia cắt vùng đồng bằng thành nhiều khu vực.

Lưu vực sông Vu Gia nằm bên trái dòng chính Thu Bồn thuộc địa phận huyện Hiên, Giàng, Đại Lộc, Điện Bàn, Hoà Vang của Quảng Nam và Tp. Đà Nẵng. Sông Cái được coi là dòng chính của sông Vu Gia bắt nguồn từ sườn Tây Nam của dãy núi Ngọc Linh, thuộc địa phận của tỉnh Kon Tum, chảy theo hướng gần Bắc Nam đến gần thượng lưu Hội Khánh thì nhận thêm nước sông Bung rồi sông Kôn. Khi đến Ai Nghĩa, một phần nước sông Vu Gia chảy vào sông Thu Bồn qua phân lưu Quảng Huế. Từ Ai Nghĩa trở xuống, ngoài dòng chính Ai Nghĩa, Vu Gia chảy ra biển theo các phân lưu: Yên, La Thọ, Quá Giang, Thanh Quít...,

Lưu vực sông Thu Bồn - Vu Gia có lượng mưa bình quân năm khá dồi dào, khoảng 1960mm đến hơn 4000mm và được chia làm hai mùa rõ rệt: mùa mưa kéo dài 4 tháng (9 - 12), có lượng mưa chiếm khoảng 60 - 80% tổng lượng mưa năm, mùa khô kéo dài 8 tháng (1 - 8), dài hơn mùa mưa rất nhiều và lượng mưa chỉ chiếm 20 - 40% tổng lượng mưa năm.

Do mưa phân phối không đều trên lưu vực nên dòng chảy cũng phân bố không đều: mô đun dòng chảy biến đổi từ dưới 30 l/s/km² ở vùng ven biển đến hơn 60 l/s/km² ở

vùng đồi núi, có nơi lên tới 80 l/s/km² như ở sườn Nam của dãy Bạch Mã. Tương đương với các mùa mưa trên lưu vực là các mùa dòng chảy trong năm: mùa lũ rất ngắn, chỉ có 3 tháng (10-12) nhưng lượng nước lũ chiếm tới 65-70% tổng lượng dòng chảy trong năm, còn mùa cạn dài tới 9 tháng (1-9) nhưng chỉ chiếm có 30-35% tổng lượng nước trong năm.

Lũ lớn trên sông Thu Bồn - Vu Gia thường xảy ra trong các tháng 9, 10 đến tháng 12 và thường mỗi năm có tới 2-3 trận lũ trở lên. Các trận lũ xảy ra ở đây thường rất ngắn và dạng lũ nhấp nhô nhiều đỉnh. Trong những năm gần đây, lũ trên sông thường là lũ lớn, có nhiều trận rất lớn vượt báo động cấp III như lũ 1998 (19-24/11), vượt 0,81 - 1,57m và đặc biệt là các trận lũ năm 1999. Đó là các trận lũ kép (11/1999) có 4 đỉnh vượt báo động cấp III từ 80-258cm tại Cẩm Lệ và trận lũ 12/1999 với 2 đỉnh vượt báo động III từ 0,8-1m. Lưu lượng lũ lớn nhất trong thời kỳ quan trắc đạt tới 1060m³/s tại Nông Sơn và 7000 m³/s tại Thành Mỹ tương ứng với mô đun đỉnh lũ là 3,35m³/s/km² và 3,78 m³/s/km².

Trong thời gian lũ lên, tại vùng cửa sông thường xuất hiện triều cường làm cho mực nước lũ tăng lên, có khi lên

tới 15 - 25cm như ở Cầu Lâu nên mức độ ngập lụt vùng hạ du vì thế càng nghiêm trọng hơn.

Lũ 1999 đã lớn, nhưng lũ 11/1964 còn lớn hơn nhiều: tại Nông Sơn Q_{max} năm 1964 đạt tới lần 1820m³/s tương ứng với mô đun 5,76 m³/s/km², lớn hơn lũ 11/1988 và 11/1999 là 1,7. Mực nước đỉnh lũ 1999 cũng thấp hơn nhiều so với lũ 1964: tại Ai Nghĩa thấp hơn 0,29m, tại Cẩm Lệ (Vu Gia) thấp hơn 0,12m và tại Cầu Lâu thấp hơn 0,25m và tại Hội An (Thu Bồn) là 0,19m [2].

Nguyên nhân chính gây lũ lớn trên sông là do mưa lớn mà mưa lớn lại thường do hoạt động của các hình thế thời tiết như bão, áp thấp nhiệt đới kết hợp với không khí lạnh, dải hội tụ nhiệt đới, gió sóng đông gây ra. Theo thống kê, trung bình mỗi năm trên lưu vực thường có tới 4 cơn bão, áp thấp nhiệt đới gây mưa lớn và thường trong tháng các 9, 10, 12 bão xảy ra nhiều nhất (70%). Bão đổ bộ vào miền Trung thường gây mưa lớn trên diện rộng. Tổng lượng mưa ngày thường đạt tới 120 - 200mm, tổng lượng mưa trận có thể đạt tới 300-400mm ở đồng bằng và 500-600mm ở miền núi [4].

Không khí lạnh khi tràn từ phía Bắc vào cũng gây mưa rất lớn: thường đạt 100-

200mm, có khi lên tới 300mm, nhất là khi không khí lạnh gặp bão hay hội tụ nhiệt đới, gió sóng đông sẽ gây mưa trên diện rất rộng như trận mưa 10/10/1992 đã gây mưa lớn từ 500 - 800mm từ Nghệ An đến Quảng Nam, có nơi lên tới 900 - 1000mm.

Số liệu quan trắc được cho thấy: mưa gây lũ năm 1999 là trận mưa lớn trên diện rất rộng chưa từng thấy trong 50-70 năm qua [4]. Đây là trận mưa do sự kết hợp giữa không khí lạnh và dải hội tụ nhiệt đới.

- Ngày 1/11 lượng mưa đo được tại vùng Thừa Thiên - Huế đạt từ 1500 - 2300mm, tại vùng Quảng Nam - Đà Nẵng đạt từ 750 - 1450mm.

- Từ 1-6/11/1999 lượng mưa đạt 828mm tại Hiên, 1450mm tại Tiên Phước...

- Đây là những trận mưa

đạt kỷ lục về lượng mưa và cường độ mưa không những ở nước ta mà còn thuộc loại lớn trên thế giới: Lượng mưa 24 giờ tại Tiên Phước đạt tới 822mm, tại Tiên Bình đạt 844mm...

Trận lũ 11/1999 là trận lũ rất lớn, làm chìm ngập khoảng 10% diện tích tỉnh Quảng Nam [2]. Tại thị xã Hội An và thị xã Tam Kỳ nước lũ đã làm ngập sâu từ 2-4m. Nhiều công trình, cơ sở hạ tầng bị thiệt hại nặng nề, nhất là các công trình giao thông, thủy lợi, trường học, trạm xá, kho tàng, nhà cửa của nhân dân. Tuyến đường sắt Bắc Nam bị ách tắc nhiều ngày.

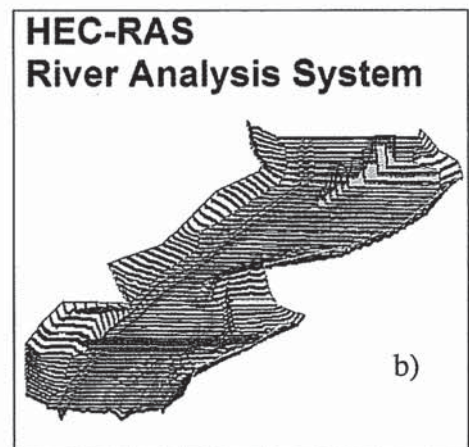
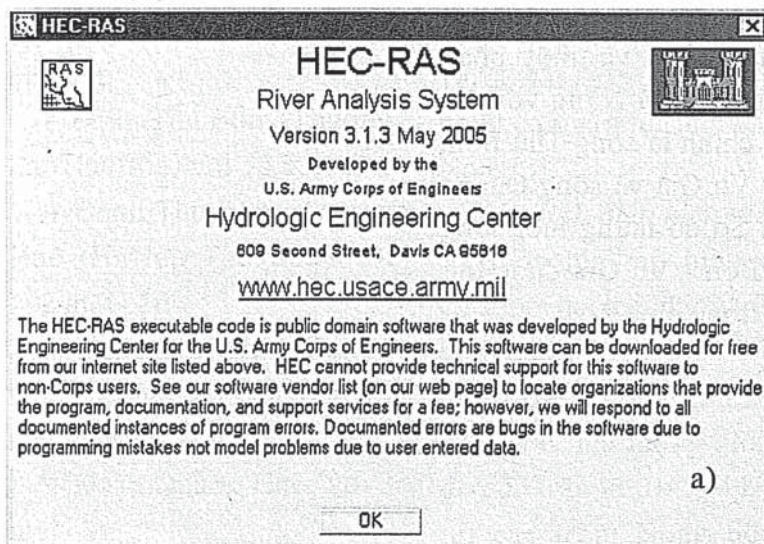
Mưa lũ gây ngập lụt, vì thế tại nhiều nơi dòng chảy trên sông không đo được và việc nghiên cứu tính toán lũ trên sông là cần thiết. Có nhiều

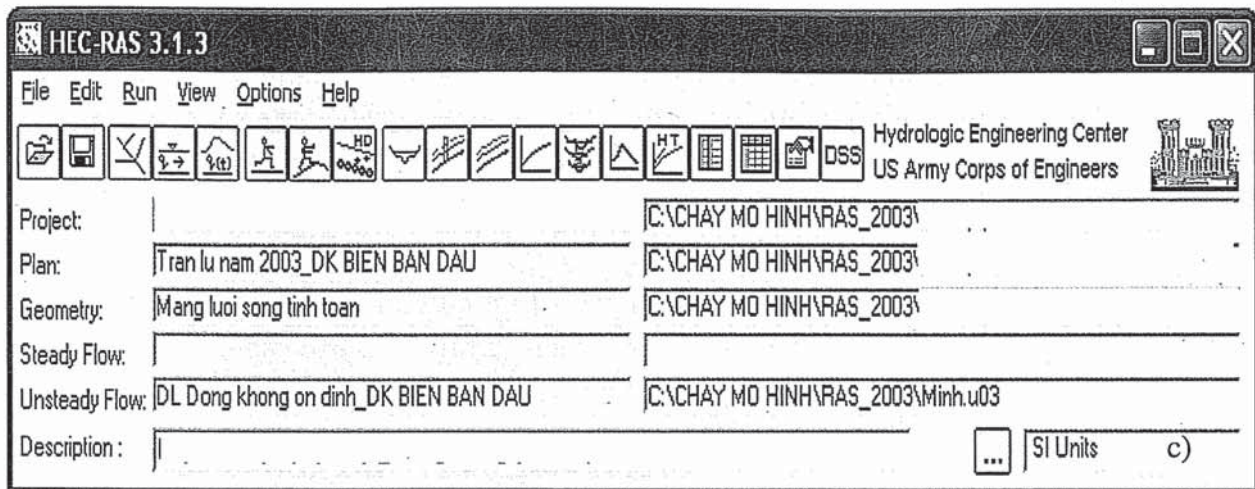
cách nghiên cứu tính toán lũ, trong những cách đó, việc ứng dụng các mô hình toán thủy văn thủy lực như mô hình HEC-RAS có nhiều ưu thế hơn.

2. Giới thiệu Mô hình toán thủy lực HEC - RAS

Mô hình toán thủy lực HEC - RAS (RAS - River Analysis System) [1] của Hiệp hội các Kỹ sư quân sự Hoa Kỳ là thế hệ phần mềm kế tiếp về mô hình phân tích hệ thống sông được phát triển bằng giao diện trong Windows

Cơ sở khoa học của mô hình thủy lực HEC-RAS là tạo ra một công cụ có khả năng mô phỏng sự vận chuyển nước và diễn biến mực nước trong sông trên cơ sở giải hệ phương trình Saint-Venant 1 chiều.





Hình 1(a, b, c). Cửa sổ giao diện chính của chương trình HEC - RAS

Hệ phương trình Saint-Venant trong mô hình HEC-RAS bao gồm hệ hai phương trình: phương trình liên tục và phương trình động lượng. Dựa trên định luật bảo toàn khối lượng và định luật bảo toàn động lượng của chất lỏng chuyển động qua một đơn vị thể tích.

Hệ phương trình thủy động lực được thiết lập dựa trên các giả thiết sau:

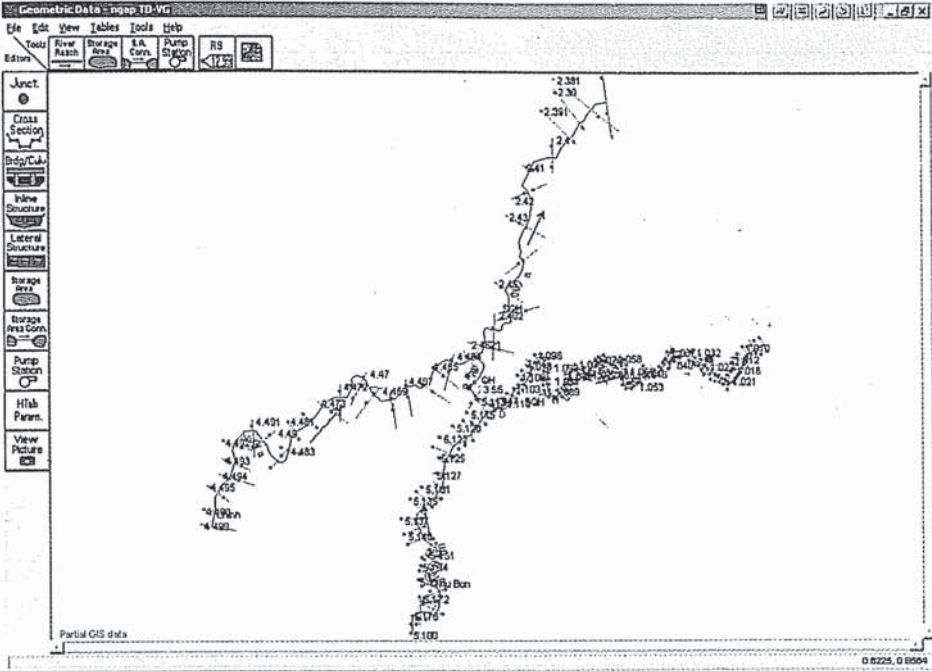
- 1- Dòng chảy một chiều, độ sâu và vận tốc chỉ biến đổi theo một phương dọc dòng chảy;
- 2- Dòng chảy biến đổi đều;
- 3- Đáy sông giả thiết là một đường thẳng;
- 4- Độ dốc đáy sông nhỏ, cao trình đáy sông không đổi;
- 5- Chất lỏng không giãn nở, khối lượng riêng của chất lỏng không đổi.

3. Áp dụng mô hình hec-ras cho hệ thống sông thu bồn - vu gia

Việc tính toán lũ trên lưu vực Thu Bồn-Vu Gia bằng mô hình toán thủy lực HEC-RAS được thực hiện theo các bước như sau:

a. Sơ đồ hoá mạng lưới sông

Việc sơ đồ hoá mạng lưới sông được thực hiện trên toàn bộ lưu vực sông Thu Bồn Vu Gia, bao trùm gần hết cả tỉnh Quảng Nam và một phần thành phố Đà Nẵng với các sông chính là sông Thu Bồn, sông Vu Gia và sông Quảng Huế. Sơ đồ mạng lưới sông Thu Bồn - Vu Gia được thể hiện trong hình 2.



Hình 2. Sơ đồ hoá hình thái hệ thống sông

b. Phân chia các đoạn sông và thiết lập các nút (mặt cắt) tính toán

Hệ thống Thu Bồn - Vu Gia được phân thành 5 đoạn sông với 177 mắt cắt:

- + Đoạn Vu Gia - Vu Gia (Thượng lưu Vu Gia) với 23 mặt cắt;
- + Đoạn Thu Bồn (Thượng lưu Thu Bồn) với 36 mặt cắt;
- + Đoạn Thu Bồn - Quảng Huế (Hạ lưu Thu Bồn) với 102 mặt cắt;
- + Đoạn Vu Gia - Quảng Huế (hạ lưu Vu Gia) với 13 mặt cắt;
- + Đoạn Quảng Huế: với 3 mặt cắt.

Với số liệu được thu thập

từ Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Trung Trung Bộ (Trung tâm Khí tượng Thủy văn Quốc gia), Trung tâm Thủy văn ứng dụng và Kỹ thuật Môi trường (Đại học Thủy lợi), Công ty Khảo sát thiết kế Thủy lợi Thủy điện và đề tài Xây dựng bản đồ nguy cơ ngập lụt tỉnh Quảng Nam [3].

c. Xác định điều kiện biên

Biên của mô hình được chia làm hai loại: biên trên và biên dưới.

- + Biên trên (biên lưu lượng) là lưu lượng giờ thực đo của trận lũ 01-15/11/1999 tại các trạm Nông Sơn và Thành Mỹ.

+ Biên dưới (biên mực nước) là mực nước giờ tại các trạm mực nước triều Hội An (sông Thu Bồn), Cẩm Lệ (sông Vu Gia) của trận lũ tương ứng trên.

d. Điều kiện ban đầu

Điều kiện ban đầu là lưu lượng ban đầu tại các nút sông tại thời điểm bắt đầu tính toán gồm các nhánh sau:

- + Vu Gia - Vu Gia;
- + Thu Bồn - Thu Bồn;
- + Vu Gia - Quảng Huế;
- + Thu Bồn - Quảng Huế.
- + Quảng Huế - Quảng Huế

từ số liệu lũ thực đo của các trạm trên các nhánh sông trên, lưu lượng ban đầu được chọn trong bảng 1.

Bảng 1. Kết quả lựa chọn lưu lượng ban đầu

TT	Tên sông	Thuộc nhánh (đoạn tính toán)	Lưu lượng dòng chảy ban đầu m^3/s
1	Quảng Huế	Quảng Huế	10
2	Thu Bồn	Thu Bồn	80
3	Thu Bồn	Quảng Huế	80
4	Vu Gia	Vu Gia - Vu Gia	70
5	Vu Gia	Quảng Huế	60

e. Xác định hệ số nhám Manning

Có hai hệ số nhám phải lựa chọn: hệ số nhám bãi sông (phải, trái) và hệ số nhám lòng chính. Quá trình hiệu chỉnh được thực hiện theo phương pháp lặp, thử sai. Theo kinh nghiệm: hệ số

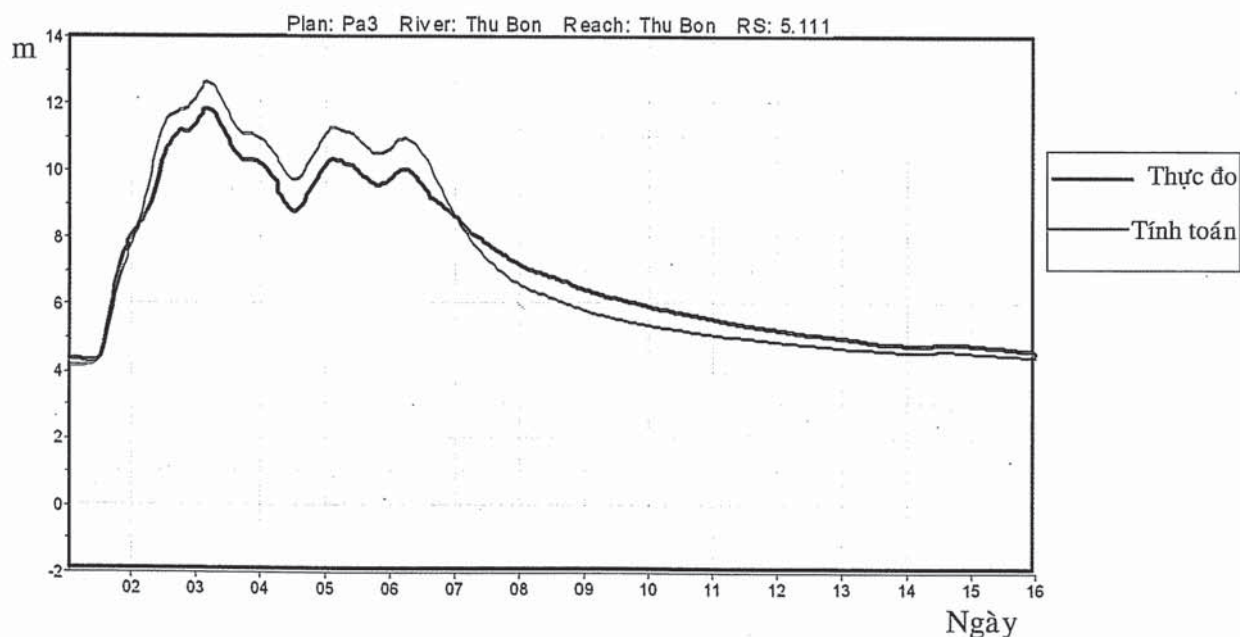
nhám biến đổi từ 0,05 đến 0,01 đối với bãi sông và từ 0,014 đến 0,022 đối với lòng dẫn nên sau nhiều lần thử sai, một bộ hệ số nhám tối ưu được chọn là:

- 0,03 đối với bãi

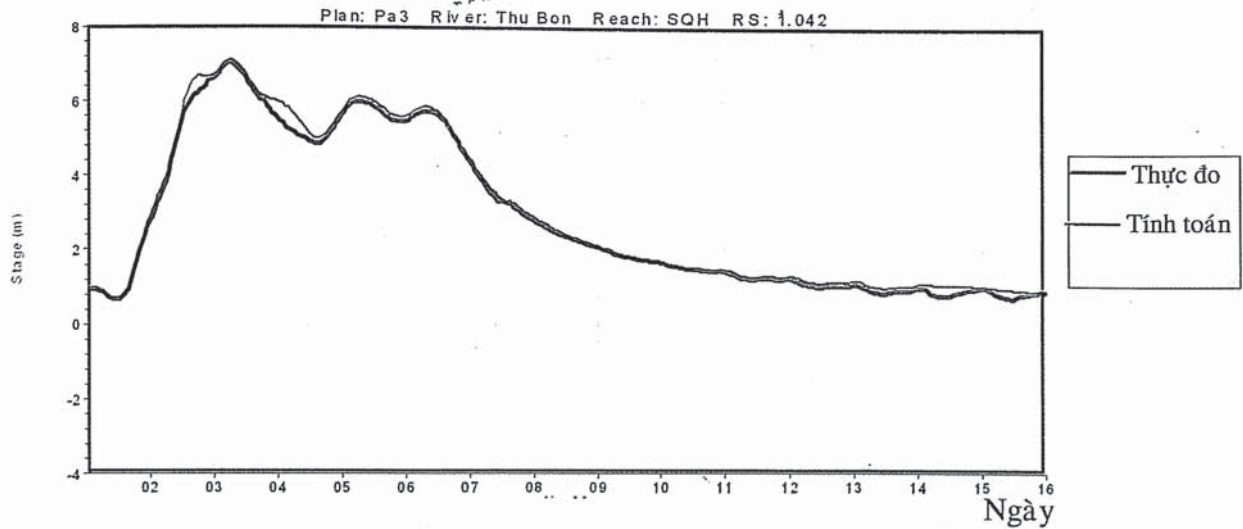
- 0,018 đối với lòng dẫn.

4. Kết quả chạy mô hình

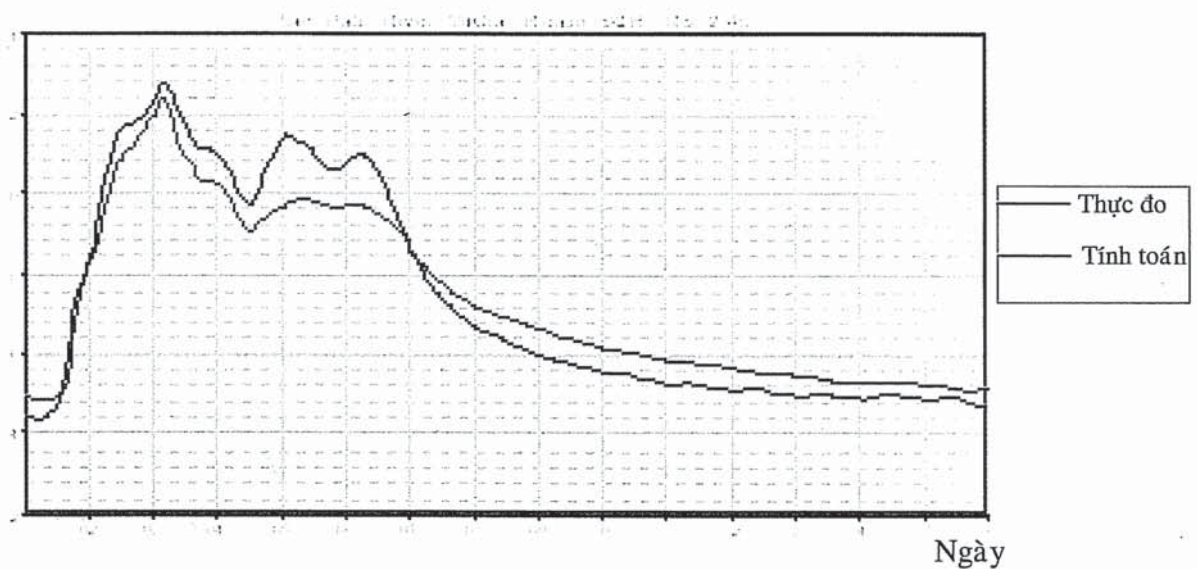
Mô hình HEC-RAS đã chạy ổn định với thời đoạn mô phỏng là 1h, kết quả đường quá trình mực nước tính toán và thực đo của các trạm Giao Thủy, Cầu Lâu và Ái Nghĩa trận lũ năm 1999 được thể hiện trên hình 3, 4, 5.



Hình 3. Đường quá trình mực nước thực đo và tính toán tại trạm Giao Thủy (trận lũ tháng 11 năm 1999)



Hình 4. Đường quá trình mực nước thực đo và tính toán tại trạm Cầu Lâu (trận lũ tháng 11 năm 1999)



Hình 5. Đường quá trình mực nước thực đo và tính toán tại trạm Ái Nghĩa (trận lũ tháng 11 năm 1999)

Kết quả so sánh quá trình tính toán và thực đo cho một số vị trí xem bảng 2.

Bảng 2. Kết quả kiểm nghiệm mực nước tính toán và thực đo tại các trạm

STT	Tên trạm kiểm nghiệm	H thực đo (m)	H tính toán (m)	Sai số	
				Tuyệt đối (m)	Tương đối (%)
1	Giao Thủy	11,80	12,61	1,11	9,65
2	Cầu Lâu	7,1	7,12	0,02	0,28
3	Ái Nghĩa	12,42	12,7	0,29	2,39

Nhận xét kết quả tính toán

- Như vậy, trừ trạm Giao Thủy sai số tương đối giữa mực nước lũ tính toán và thực đo tương đối cao (9,65%), còn tại các trạm khác sai số rất nhỏ (0,28-2,39%) và đều trong phạm vi cho phép (<10%). Điều đó sẽ cho phép ta sử dụng bộ thông số của mô hình để tính toán mực nước lũ trên sông.

- Quá trình mực nước tính từ mô hình phù hợp với quá trình mực nước thực đo tại 3 trạm Giao Thủy, Cầu Lâu và

Ái Nghĩa từ đó có thể kết luận rằng: mô hình HEC - RAS đã mô phỏng tốt điều kiện thủy lực của hệ thống sông cũng như diễn biến mực nước tại các mặt cắt thủy lực được nghiên cứu.

- Kết quả tính toán thử nghiệm cho trận lũ 1999 cho thấy, quá trình diễn toán lũ phù hợp với những diễn biến lũ thường thấy trên sông Thu Bồn - Vu Gia như tỷ lệ dòng chảy giữa các nhánh sông, độ dốc đường mực nước trên từng đoạn sông.

Như vậy, có thể sử dụng

mô hình HEC - RAS để tính toán dòng chảy lũ, tính ngập lụt hệ thống sông cũng như tính toán cho các phương án quy hoạch quản lý lũ. Tuy kết quả tính toán trên chỉ mới là bước đầu nhưng nhờ đó có thể mở rộng để tính toán ngập lụt cho hệ thống sông, tốc độ bồi xói và lắng đọng bùn cát trong hệ thống sông Thu Bồn - Vu Gia khả năng tính toán của mô hình.

Tài liệu tham khảo

1. Hydrologic Engineering Center, HEC - RAS Users Manual, River Analysis System Version 3.1.3.
2. Lê Bắc Huỳnh, Nguyễn Viết Thi : Đánh giá tình hình dự báo lũ lụt khu vực các sông Bồ và sông Thu Bồn - Vu Gia, (2000).
3. Trần Thực và nnk. Xây dựng bản đồ nguy cơ ngập lụt tỉnh Quảng Nam(2001). Lê Bắc Huỳnh và nnk. Đặc điểm mưa lũ đầu tháng 11,12 năm 1999 ở miền Trung, (2000).