

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH MIKE TRONG TÍNH TOÁN THỦY VĂN, THỦY LỰC MÙA LŨ LƯU VỰC SÔNG SÊ SAN KHI XÉT ĐẾN QUY TRÌNH VẬN HÀNH LIÊN HỒ CHỨA

Hoàng Ngọc Tuấn, Võ Thị Tuyết

Viện Khoa học Thủy lợi miền Trung và Tây Nguyên

Tóm tắt: Lưu vực sông Sê San là một trong những lưu vực sông lớn của nước ta, trong thời gian qua thiên tai do lũ lụt xảy ra với ngày càng nghiêm trọng đặc biệt là tại tỉnh Kon Tum, ảnh hưởng nghiêm trọng đối với đời sống cũng như tài sản của người dân khu vực hạ lưu. Vì vậy, cần nghiên cứu, tính toán đánh giá dòng chảy lũ trên lưu vực sông Sê San theo Quy trình vận hành liên hồ chứa (QĐ 215/QĐ-TTg 2018 của Thủ Tướng Chính phủ) cho 8 hồ chứa: Thượng Kon Tum, Đăk Bla 1, Plei Krong, Ialy, Sê San 3, Sê San 3A, Sê San 4, Sê San 4A để chủ động ứng phó, giảm thiểu thiệt hại cho hạ du khi lũ lụt xảy ra. Trong bài báo này, chúng tôi giới thiệu ứng dụng mô hình MIKE để tính toán thủy văn, thủy lực mùa lũ và mô phỏng dòng chảy lũ khi các hồ xả lũ theo các kịch bản đã xây dựng trên lưu vực sông Sê San

Từ khóa: mô hình MIKE NAM, MIKE 11, hiệu chỉnh, kiểm định, hồ chứa.

Summary: basin of Se San River is one of large river basin of our country. Recently, disaster due to flooding has happened more and more serious, especially in Kon Tum Province. It has affected seriously to lives as well as property of people in downstream. Therefore, it is necessary to research, calculate evaluation of flooding stream on basin of Se San River under inter-reservoir operation procedure (Decision No.215/QĐ-TTg 2018 of the Prime Minister) for 8 reservoir: Thuong Kon Tum, Dak Bla 1, Plei Krong, Ialy, Se San 3, Se San 3A, Se San 4, Se San 4A to respond actively, reducing damages for downstream in case of flooding. In this article, we introduce MIKE model to calculate hydrologic, hydraulic power in flooding season and to simulate flooding stream when lakes open floodgates under scenarios built on basin of Se San River.

Keyword: MIKE NAM, MIKE 11 models, adjustment, accreditation, reservoir.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hệ thống Sông Sê San là một trong 4 hệ thống sông lớn nằm ở phía Bắc vùng Tây Nguyên. Đây cũng là lưu vực có tiềm năng thủy điện lớn trong cả nước. Sản lượng thủy điện khai thác được chiếm 14% tổng sản lượng thủy điện quốc gia. Hiện nay, trên lưu vực sông này có các hồ chứa thủy điện quy mô lớn đang và sắp hoạt động như Thượng Kon Tum, Đak Bla 1, PleiKrong, Ialy, Sê San 3, Se San 3A, Sê San 4, Sê San 4A và việc điều tiết các hồ thượng lưu không những ảnh hưởng trực tiếp đến nhiệm vụ

phát điện của hồ hạ lưu mà còn tác động đến khả năng chống lũ, cấp nước, duy trì môi trường phía hạ du lưu vực sông... Trong đó vấn đề phối hợp vận hành xả lũ trong mùa mưa lũ của hệ thống hồ chứa này để vừa đảm bảo an toàn cho bản thân công trình, vừa giảm thiểu mức độ ngập lụt cho vùng hạ du là hết sức cần thiết. Để giải quyết vấn đề này, một trong số những nhiệm vụ quan trọng cần phải thực hiện ngay việc xây dựng bộ công cụ tính toán thủy văn, thủy lực hạ du các hồ chứa trên lưu vực để làm cơ sở cho các cơ quan quản lý ở Trung ương và

Ngày nhận bài: 09/10/2018
Ngày thông qua phản biện: 16/11/2018

Ngày duyệt đăng: 04/12/2018

địa phương xây dựng các phương án ứng phó với lũ ở vùng hạ du và hỗ trợ công tác chỉ đạo điều hành trong phòng chống thiên tai do ngập lụt đảm bảo nhanh và chính xác khi xảy ra các tình huống khẩn cấp.

Việc mô phỏng, tính toán thủy lực vùng hạ du các hồ chứa có thể được thực hiện với nhiều mô hình khác nhau như: KOD, VRSAP, WENDY, HEC - RAS, MIKE 11... Mỗi mô hình thủy lực được xây dựng có một số chức năng nhất định, phục vụ cho từng đối tượng nghiên cứu, tùy thuộc vào số liệu nghiên cứu, đặc điểm lưu vực, điểm mạnh, điểm yếu để lựa chọn mô hình thủy lực thích hợp cho lưu vực. Đối với lưu vực Sê San đòi hỏi phải mô phỏng một hệ thống tương đối phức tạp, đòi hỏi có sự kết nối giữa hai mô hình thủy văn và thủy lực. Trong nghiên cứu này, chúng tôi xin trình bày việc áp dụng bộ mô hình MIKE để xây dựng mô hình thủy văn, thủy lực cho lưu vực sông Sê San.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU VÀ THU THẬP TÀI LIỆU

2.1 Phương pháp nghiên cứu

Các phương pháp được sử dụng trong bài báo:

+ *Phương pháp phân tích, thống kê, kế thừa có chọn lọc các tài liệu đã có;*

+ *Phương pháp mô hình:* Sử dụng bộ mô hình MIKE của DHI để mô phỏng, diễn toán dòng chảy lũ trên sông;

+ *Phương pháp điều tra, phỏng vấn, khảo sát thực địa:* để hiệu chỉnh và kiểm định kết quả tính toán.

2.2 Dữ liệu và trình tự tính toán

2.2.2. Dữ liệu tính toán

- Dữ liệu tính toán mô hình thủy văn MIKE NAM:

+ Bản đồ DEM 10x10 m toàn bộ lưu vực Sê San và DEM 5x5 m đối với khu vực thành phố Kon Tum và Plei Ku;

+ Các số liệu về điều kiện lưu vực như: diện tích,

địa hình, thổ nhưỡng và thảm phủ thực vật;

+ Số liệu bốc hơi tại trạm Đăk Tô, Kon Tum;

+ Số liệu mưa - dòng chảy phục vụ hiệu chỉnh, kiểm định mô hình;

+ Số liệu lượng mưa và lượng mưa tương ứng tần suất 10% tại các trạm khí tượng: Kon Tum, Đăk Tô, Pleiku, KonPlong, Đăk Glei, Sa Thầy, Đăk Mót, Đăk Đoa.

- Dữ liệu phục vụ tính toán mô hình thủy lực MIKE 11 (HD):

Tài liệu địa hình lòng sông

Qua nghiên cứu cụ thể các nguồn tài liệu cơ bản hiện có về khảo sát đo đạc địa hình lòng dẫn hệ thống sông trong lưu vực sông Sê San, sử dụng tài liệu trắc dọc và ngang sông từ các dự án, đề tài đã thực hiện trên lưu vực, kết hợp với khảo sát địa hình bổ sung để mô phỏng hệ thống sông trong mô hình thủy lực mới nhất năm 2018 từ dự án “*Xây dựng bản đồ ngập lụt hạ du các hồ chứa trên lưu vực sông Sê San*”

Tài liệu khí tượng thủy văn

+ Quá trình lưu lượng xả thực đo (Q~t) năm 2009, 2013 tại thủy điện Pleikrông làm biên trên.

+ Quá trình lưu lượng (Q~t) năm 2009, 2013 tại thủy điện Thượng Kon Tum, lưu lượng nhập lưu khu giữa được khôi phục bằng mô hình MIKE NAM làm biên trên.

+ Quá trình lưu lượng (Q~t) và mực nước thực đo (H~t) năm 2009, 2013 tại các trạm Kon Tum và Kon Plong để hiệu chỉnh, kiểm định bộ thông số cho mô hình thủy lực.

- Tài liệu KTTV phục vụ diễn toán dòng chảy lũ trên sông tương ứng với các kịch bản:

+ Quá trình lưu lượng xả của các hồ chứa (Qxa~t) tương ứng với các kịch bản tính toán.

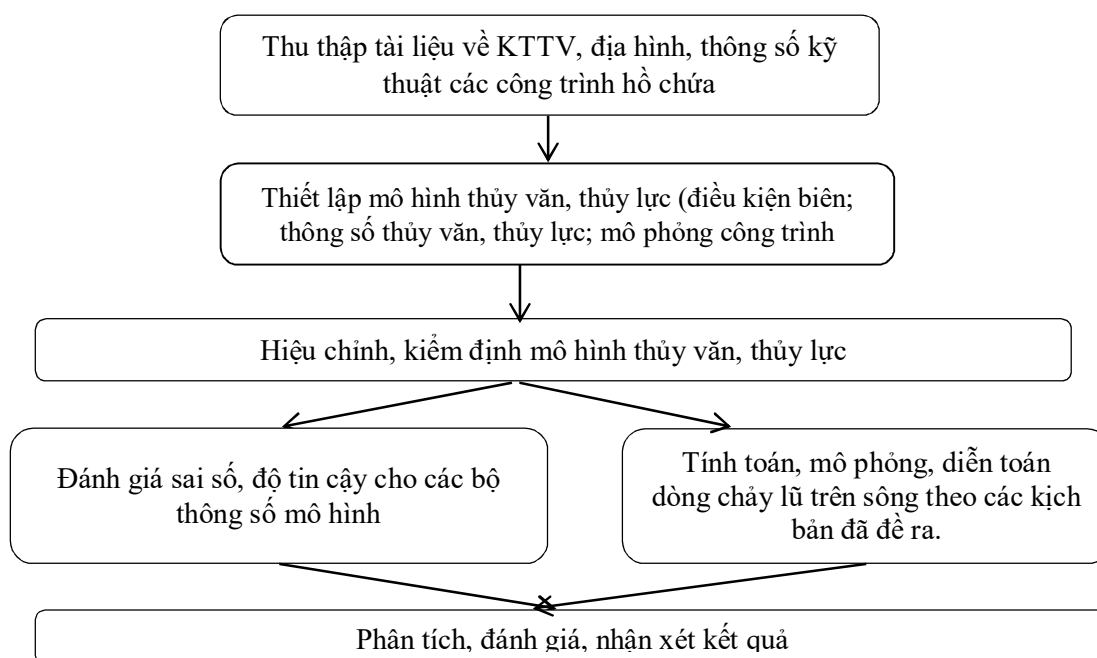
+ Quá trình dòng chảy nhập lưu khu giữa được tính toán bằng mô hình MIKE NAM tương ứng với tần suất mưa 10%.

+ Quá trình mực nước tại hồ chứa Sê San 4

(H~t) tương ứng với các kịch bản.

Trình tự tính toán được thể hiện như hình 1

2.2.3. Trình tự tính toán



Hình 1. Sơ đồ quy trình tính toán

3. PHÂN TÍCH KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

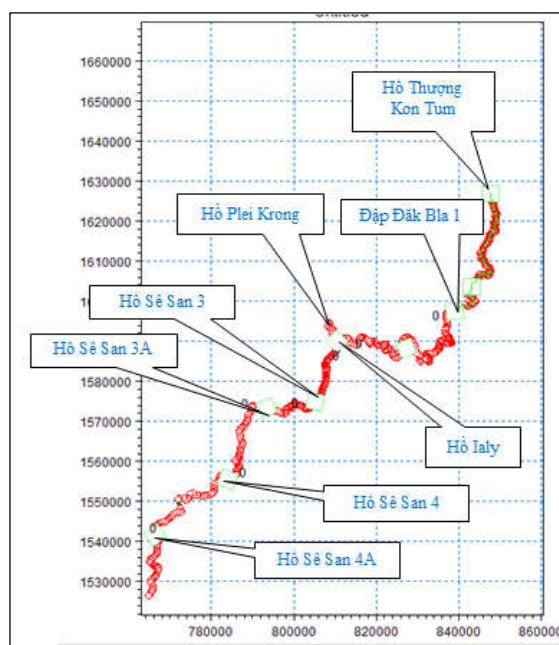
3.1. Tính toán Dự báo dòng chảy lũ đến hồ chứa và các tiểu lưu vực trên sông

3.1.1. Các phương án tính toán

Theo quy trình vận hành liên hồ chứa lưu vực sông Sê San 215/QĐ-TTg 2018, có 08 công trình thủy điện bậc thang gồm : Thượng Kon Tum, Đăk Bla 1, Plei Krong, Ialy, Sê San 3, Sê San 3A, Sê San 4, Sê San 4A. Trong phạm vi nghiên cứu, cùng với các quy chuẩn, tiêu chuẩn hiện hành, nghiên cứu cho các trường hợp sau :

- KB1 : Tất cả các hồ xả lũ theo tần suất thiết kế, mưa 10% trên toàn bộ lưu vực;
- KB2 : Tất cả các hồ xả lũ theo tần suất lũ 1%, mưa 10% trên toàn bộ lưu vực;
- KB3 : Tất cả các hồ xả lũ theo tần suất 2%, mưa 10% trên toàn bộ lưu vực;
- KB4 : Tất cả các hồ xả lũ theo tần suất 5%, mưa 10% trên toàn bộ lưu vực;

- KB5 : Tất cả các hồ xả lũ theo tần suất 10%, mưa 10% trên toàn bộ lưu vực.



Hình 2: Hệ thống các hồ chứa thủy điện trên lưu vực sông Sê San

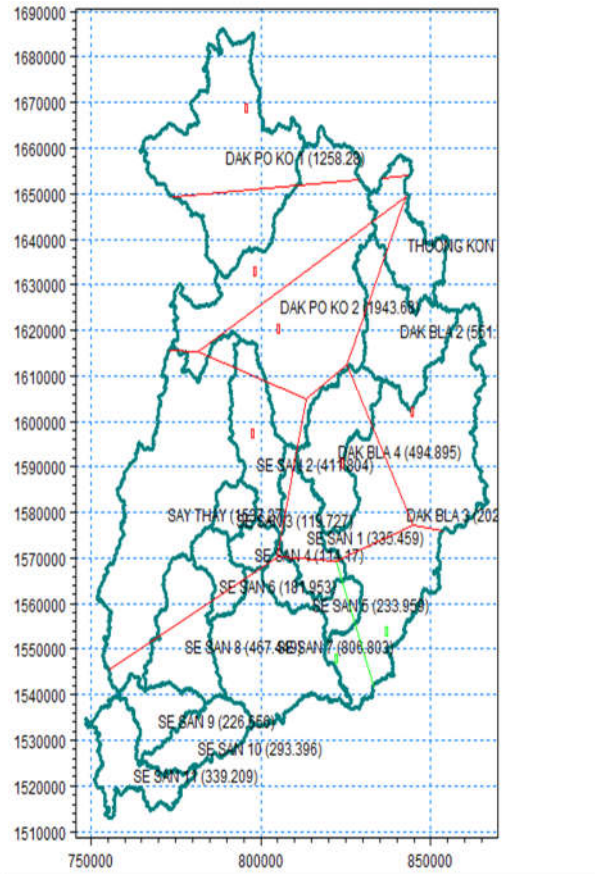
3.1.2. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

a. Mô hình thủy văn MIKE NAM

Trong mô hình MIKE-NAM, việc tối ưu bộ thông số của mô hình được thực hiện bằng phương pháp thử sai. Kết quả mô hình được so sánh với kết quả thực đo tại trạm đo và được đánh giá bằng các tiêu chuẩn. Dựa trên sự so sánh giữa quá trình thực đo, tính toán và kết quả đánh giá, sự hiệu chỉnh thông số được thực hiện để nâng cao kết quả tính toán.

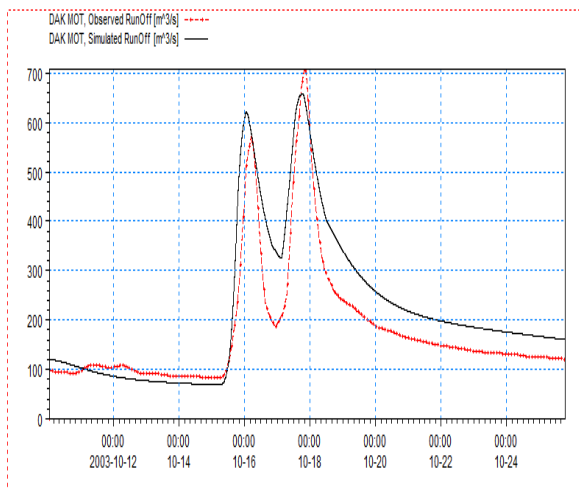


Hình 3: Phân chia các tiểu lưu vực sông Sê San

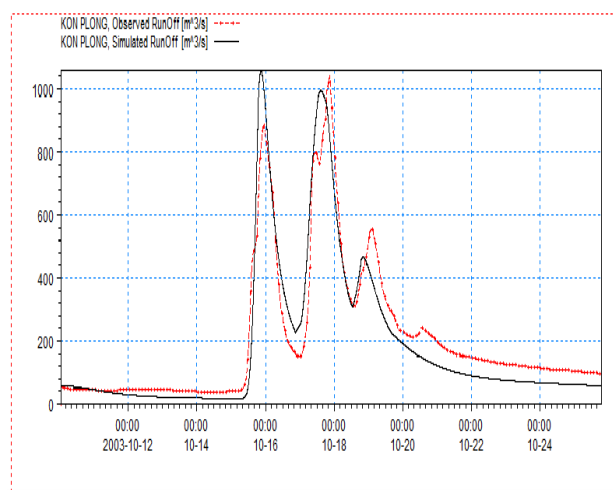


Hình 4 : Tính trọng số mưa các tiểu lưu vực trong MIKE NAM

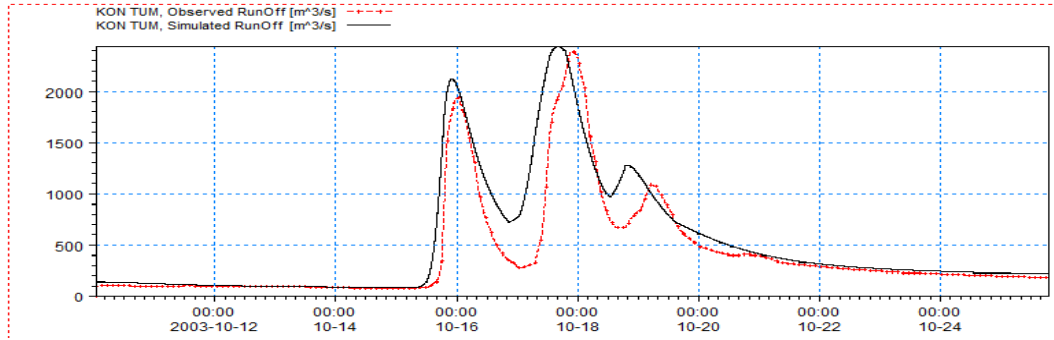
Kết quả mô phỏng các trận lũ lớn tại các trạm Kon Plong, Đăk Mốt, Kon Tum như sau :



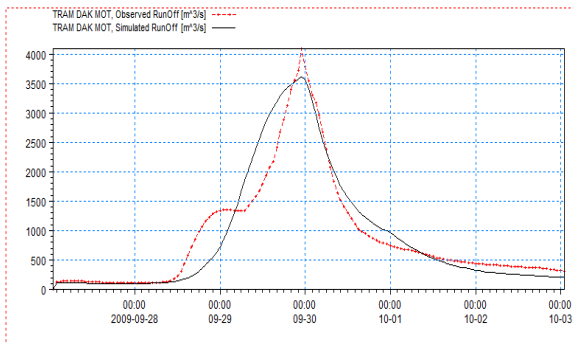
Hình 5: KQ HC trạm Đăk Mốt năm 2003 (NASH = 0,732)



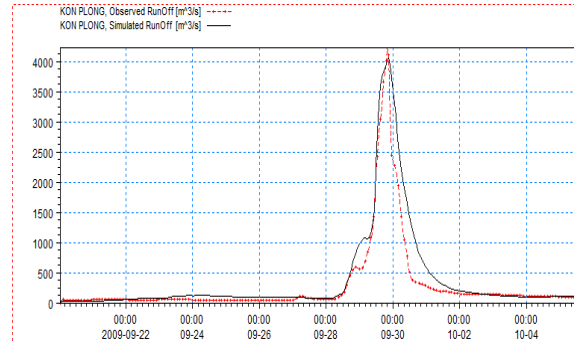
Hình 6: KQ HC trạm Kon Plong năm 2003 (NASH = 0,898)



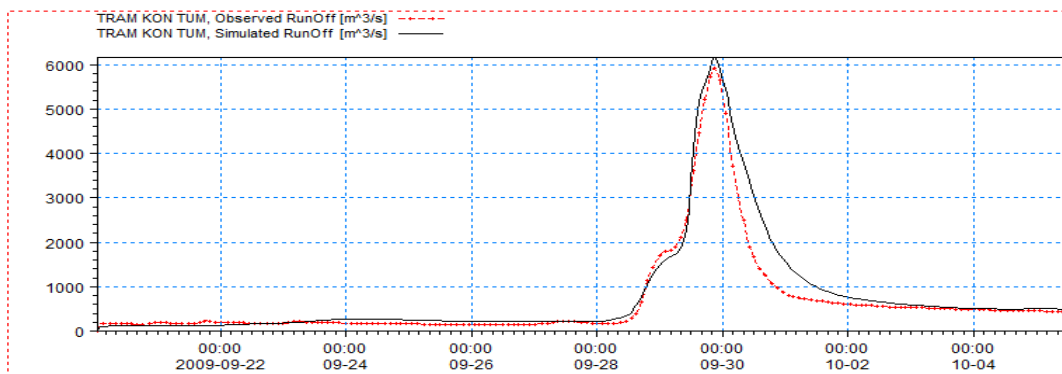
Hình 7: KQ HC trạm Kon Tum năm 2003 (NASH = 0,737)



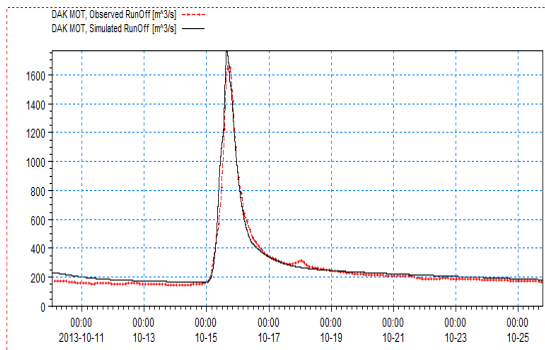
Hình 8: KQ HC trạm Đăk Môt năm 2009 (NASH = 0,885)



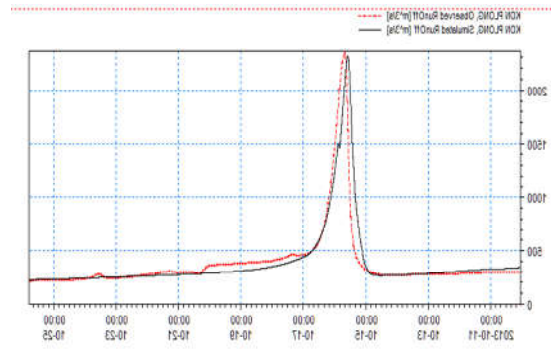
Hình 9: KQ HC trạm Kon Plong năm 2009 (NASH = 0,873)



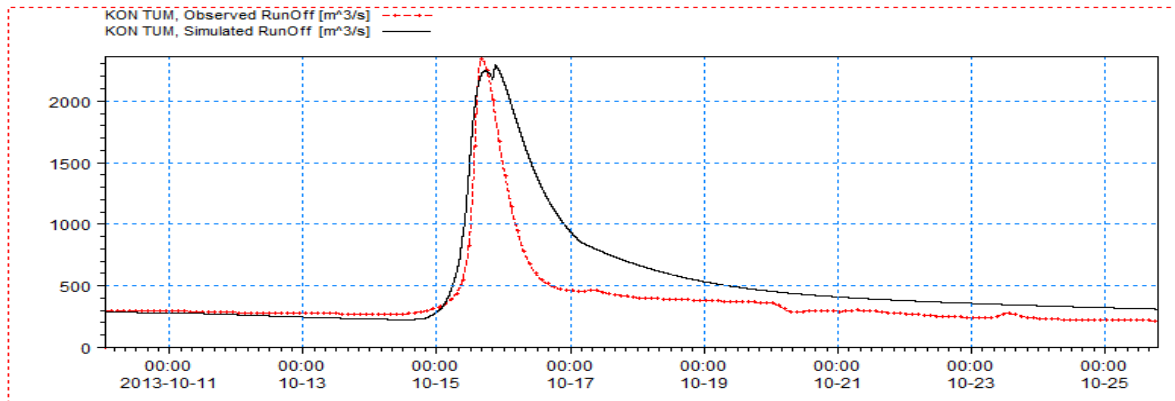
Hình 10: KQ HC trạm Kon Tum năm 2009 (NASH = 0,913)



Hình 11: KQ KĐ trạm Đăk Môt năm 2013 (NASH = 0,971)



Hình 12: KQ KĐ trạm Kon Plong năm 2013 (NASH = 0,813)



Hình 13: QK KĐ trạm Kon Tum năm 2013 (NASH = 0,781)

Kết quả tính toán hiệu chỉnh mô hình cho các trận lũ trên hệ thống sông Sê San tại các trạm Đăk Môt, Kon Plông và Kon Tum tương đối tốt về tổng lượng lũ và quá trình lũ. Hệ số NASH

tương đối cao (từ 0,73-0,97), thời gian xuất hiện đỉnh lũ tính toán và thực đo chênh lệch từ 0,5-1h.

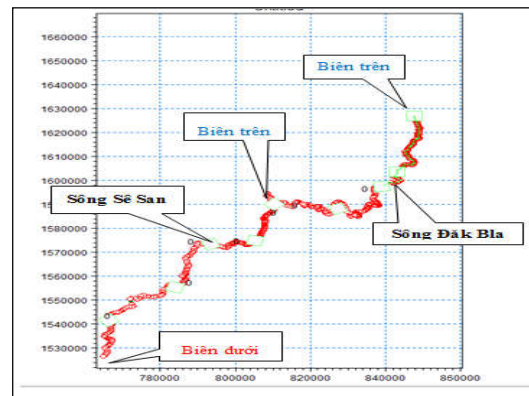
Bảng 1. Bộ thông số các tiêu lưu vực trên lưu vực sông Sê San

TT	Tiểu LV	Thượng Kon Tum	Đăk Bla 2	Đăk Bla 3	Đăk Bla 4	Sê San 1	Sê San 2	Sa Thầy	Đăk Poko 2
	Thông số								
1	Umax (mm)	17	17	17	17	15	15	15	12
2	Lmax (mm)	150	150	150	150	150	150	150	130
3	CQOF	0,75	0,75	0,55	0,576	0,76	0,76	0,76	0,876
4	CKIF	600	600	600	600	600	600	600	600
5	CK1.2	25	25	27	25	25	25	25	28
6	TOF	0,042	0,045	0,045	0,045	0,05	0,05	0,05	0,05
7	TIF	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
8	TG	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
9	CKBF	800	800	800	800	800	800	800	800

Với bộ thông số chung tìm được cho quá trình mô phỏng các trận lũ tại các trạm đã được hiệu chỉnh cho kết quả tương đối tốt với các chỉ số NASH, sai số tổng lượng và sai số đỉnh lũ đều đạt giới hạn cho phép, vì vậy có thể ứng dụng để mô phỏng dòng chảy lũ trên lưu vực sông Sê San phục vụ tính toán mô hình thủy lực 1 chiều.

b. Mô hình thủy lực MIKE 11 HD

Sơ đồ tính toán dòng chảy lũ lưu vực sông Sê San như hình:



Hình 14: Sơ đồ mô phỏng mạng lưới lưu vực sông Sê San

Biên trên: (1) Quá trình lưu lượng xả lũ hồ Thượng Kon Tum ứng với các tần suất; (2) Quá trình lưu lượng xả lũ hồ Plêi Krông ứng với các tần suất.

Biên dưới: Mực nước tại vị trí ranh giới Việt Nam và CampuChia.

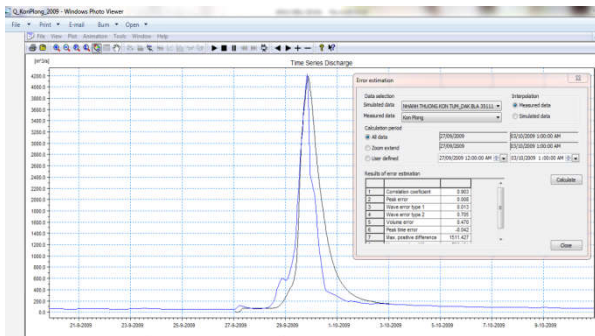
Ngoài ra, còn có các biên nhập lưu khu giữa đổ vào các nhánh sông Đăk Bla và Sê San được tính từ mô hình MIKE NAM.

Sau khi xem xét, phân tích số liệu, tiến hành mô

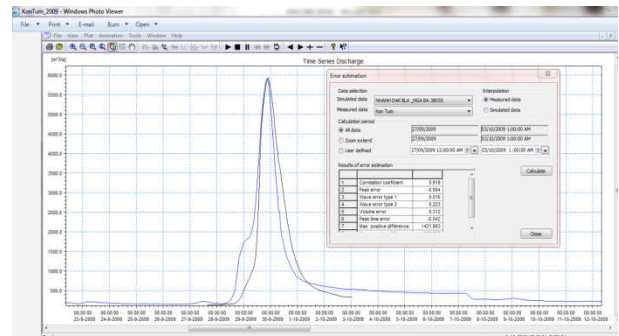
phỏng lại các trận lũ lớn trong quá khứ gồm: trận lũ từ ngày 25/IX - 5/X/2009 và trận lũ từ ngày 10/X - 25/X/2013 để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình MIKE 11.

Hồ thủy điện Thượng Kon Tum do chưa đưa vào vận hành nên được khôi phục dòng chảy lũ tại vị trí đập bằng mô hình MIKE NAM đã được hiệu chỉnh, kiểm định ở trên.

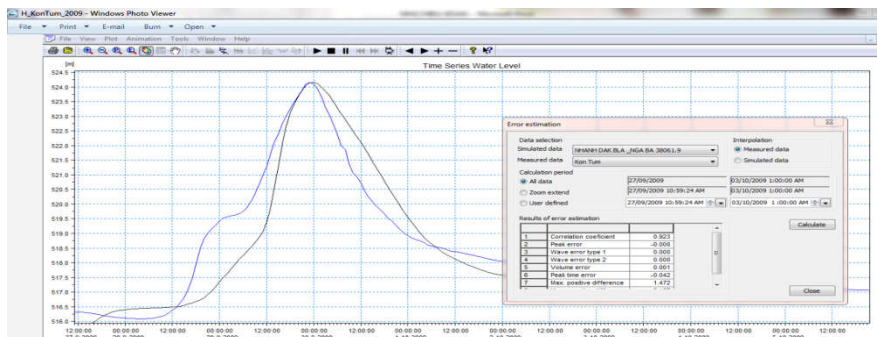
Kết quả mô phỏng các trận lũ như sau:



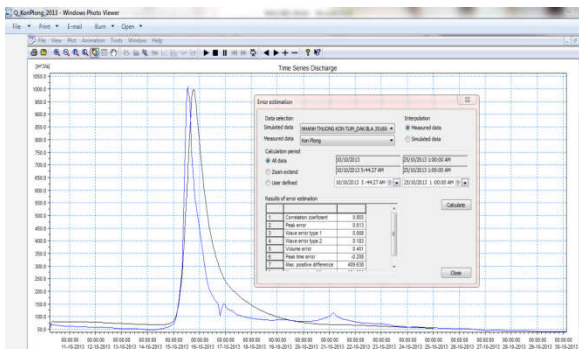
Hình 15. Kết quả HC lưu lượng trận lũ năm 2009 tại trạm Kon Plong (NASH = 0,903)



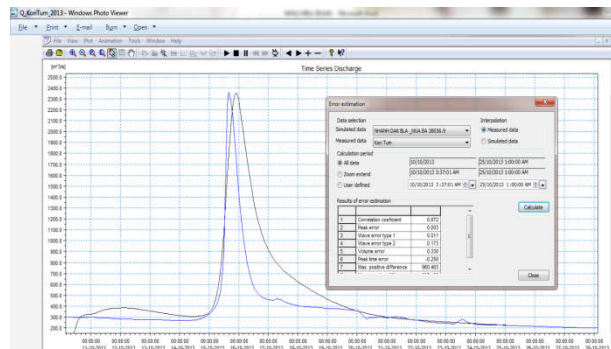
Hình 16. Kết quả HC lưu lượng trận lũ năm 2009 tại trạm Kon Tum (NASH = 0,918)



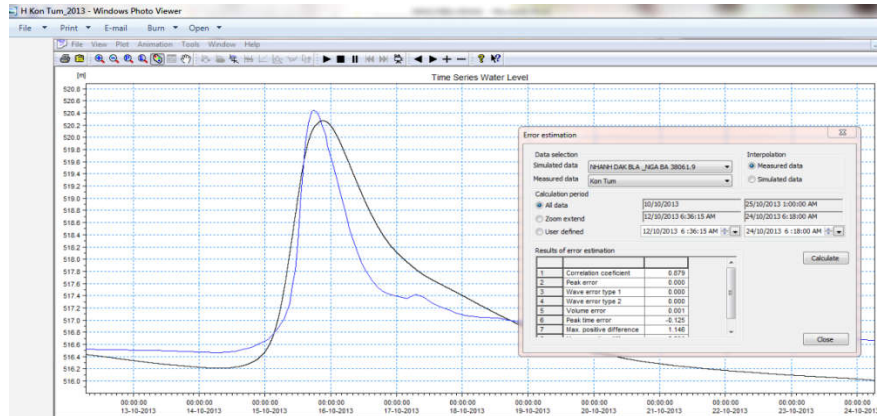
Hình 17. Kết quả HC mực nước trận lũ năm 2009 tại trạm Kon Tum (NASH = 0,923)



Hình 18. Kết quả KD lưu lượng trận lũ năm 2013 tại trạm Kon Plong (NASH = 0,855)



Hình 19. Kết quả KD lưu lượng trận lũ năm 2013 tại trạm Kon Tum (NASH = 0,872)



Hình 20. Kết quả KĐ mực nước trận lũ năm 2013 tại trạm Kon Tum (NASH = 0,879)

Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình cho thấy hình dạng đường quá trình lưu lượng, mực nước tính toán và thực đo tại trạm thủy văn Kon Tum và trạm Kon Plong khá phù hợp với nhau, sự chênh lệch có thể chấp nhận được. Hệ số tương quan NASH khá tốt từ 0,85 đến 0,88. Do đó có thể sử dụng bộ thông số này để mô phỏng tính toán dòng chảy lũ tương ứng với các kịch bản, làm biên đầu vào cho mô hình MIKE 21. Hệ số nhám trên toàn lưu vực từ 0,03 - 0,035.

Sau khi tìm được bộ thông số cho mỗi tiểu lưu vực, sử dụng bộ thông số đó tính toán dòng chảy lũ đến các hồ tương ứng với các cấp độ mưa. Kết quả dự báo lưu lượng lũ đến cho các hồ khác.

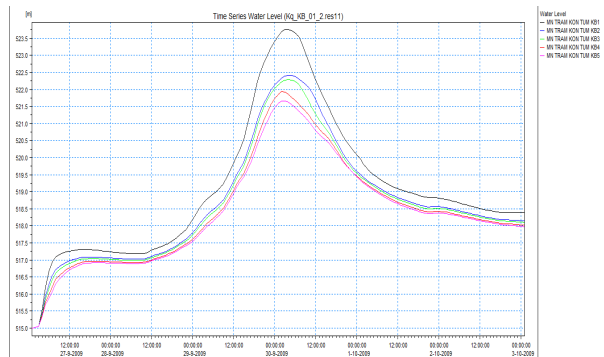
3.2. Kết quả tính toán

Mô phỏng, trích xuất kết quả đường mực nước theo các kịch bản cho thấy, mực nước lớn nhất tại vị trí trạm thủy văn Kon Tum đều vượt mức báo động 3 (520,5 m) dao động từ 1,17÷3,26 m và tăng dần theo mức độ bất lợi của các kịch bản tính toán. Cụ thể:

- Kịch bản 1: Khi tắt cả các hồ xả lũ theo tần suất thiết kế, mưa trên toàn lưu vực với tần suất 10% thì mực nước lớn nhất tại trạm TV Kon Tum đạt 523,76m cao hơn mức BĐ3 3,26m.
- Kịch bản 2, 3, 4, 5: tương tự như KB1 nhưng hồ xả lũ với tần suất lần lượt là 1%, 2%, 5%, 10% thì MNLN tương ứng đều vượt quá MBĐ 3. Kết quả chi tiết ở bảng 2:

Bảng 2: Kết quả MNLN tại trạm TV Kon Tum theo các kịch bản

Kịch bản	Mực nước (m)	Chênh lệch so với MBĐ 3 (m)
KB1	523,76	+3,26
KB2	522,41	+1,91
KB3	522,29	+1,79
KB4	521,93	+1,43
KB5	521,67	+1,17



Hình 21: Mực nước tại trạm TV Kon Tum ứng với các kịch bản

4. KẾT LUẬN

- Nghiên cứu đã xây dựng được bộ cơ sở dữ liệu tương đối đầy đủ về hệ thống thông tin liên quan đến lưu vực sông Sê San như: địa hình, địa mạo, khí tượng – thủy văn, hệ thống hồ chứa, tài liệu kinh tế - xã hội, các vết lũ lịch sử ... Bộ cơ sở dữ liệu này được xây dựng dựa trên kết quả của quá trình thu thập, khảo sát tại 2 địa phương

thuộc lưu vực là tỉnh Kon Tum và Gia Lai; nguồn dữ liệu bản đồ chính thống và cập nhật mới nhất do Cục đo đạc và Bản đồ cung cấp cùng với đó là các tài liệu được kế thừa từ các đề tài, dự án đã thực hiện. Qua quá trình rà soát, xử lý, tổng hợp để đảm bảo tính đầy đủ, liên tục và độ tin cậy trước khi được hệ thống hóa cho phù hợp với các chương trình, phần mềm tính toán sẽ sử dụng.

- Việc thiết lập, tính toán thủy văn, điều tiết lũ, thủy lực 1 chiều và 2 chiều cũng như xây dựng bản đồ ngập lụt đều được thực hiện dựa trên kết quả phân tích, lựa chọn phương pháp và công cụ tính toán phù hợp và hiện đại như: Mike Nam; Mike 11; Mike 21; Mike Flood; Arc Gis ... Kết quả tính toán được hiệu chỉnh, kiểm định với các số liệu đo đạc thực tế với sai số nhỏ nằm trong phạm vi cho phép do đó đảm bảo được tính chính xác cao. Kết quả tính toán cụ thể cho các nội dung như sau:

+ *Mô hình thủy văn MIKE NAM*: được thành lập phục vụ tính toán dòng chảy đến hồ Thượng

Kon Tum và dòng chảy nhập lưu cho các tiểu lưu vực trong hệ thống sông Sê San. Sử dụng các tài liệu địa hình, số liệu khí tượng thủy văn thực đo của các trạm khí tượng thủy văn trên toàn bộ lưu vực để hiệu chỉnh và kiểm định và tìm ra bộ thông số tối ưu cho các tiểu lưu vực trong hệ thống Sông. Kết quả hệ số NASH đạt từ 0,73 - 0,97 là tương đối tốt do vậy có thể ứng dụng tốt bộ thông số mô hình này để tính toán mô phỏng dòng chảy nhập lưu phục vụ diễn toán lũ trong sông.

+ *Mô hình thủy lực 1 chiều*: Đã xác định được bộ thông số cho mô hình MIKE 11 thông qua việc hiệu chỉnh, kiểm định mực nước và lưu lượng tại trạm thủy văn Kon Plong và Kon Tum với các trận lũ năm 2009, 2013. Kết quả mô phỏng đường quá trình mực nước và lưu lượng tính toán khá phù hợp với thực tế, sai số tổng lượng không lớn; chỉ số NASH dao động từ 0,85 - 0,93. Do đó việc sử dụng bộ thông số này để diễn toán quá trình mực nước lũ trên sông tương ứng với các kịch bản đảm bảo độ tin cậy cao.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Hà Văn Khôi và nnk (2005), *Mô hình toán thủy văn*, NXB Nông nghiệp.
- [2] Hoàng Ngọc Tuấn (2018), *Dự án: Xây dựng bản đồ ngập lụt hạ du các hồ chứa nước trên lưu vực sông Sê San*, Viện KHTL miền Trung và Tây Nguyên.
- [3] DHI Water & Environment (2000), *MIKE 11 A Modelling System for River and Channels, Reference Manual and User Guide*.