

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG BẢN ĐỒ NGẬP LỤT VÙNG HẠ LƯU SÔNG ĐẮK BLA

Đặng Đình Doan, Ngô Anh Quân

Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

Nguyễn Hoàng Sơn

Khoa Thủy văn và Tài nguyên nước

Nguyễn Ngọc Thế

Trường Cao đẳng Công nghệ Kinh tế và Thủy lợi miền Trung

Tóm tắt: Trong những năm gần đây, lũ lụt ở Việt Nam xảy ra thường xuyên với những diễn biến phức tạp. Lưu vực sông Sê San nằm trong vùng khí hậu phức tạp, mưa lũ lớn cùng với việc có nhiều hồ chứa thượng nguồn làm cho việc quản lý lũ và vận hành hệ thống hồ chứa trên lưu vực sông Sê San trở nên phức tạp hơn. Việc xây dựng các bộ bản đồ ngập lụt sẽ giúp cho các nhà quản lý, vận hành [...] trong việc quản lý lũ và vận hành hồ chứa. Bộ mô hình tính toán thủy văn thủy lực của viện thủy lực Đan Mạch DHI đã được nhiều đơn vị nghiên cứu ở Việt Nam sử dụng trong các nghiên cứu về tài nguyên nước và xây dựng bản đồ ngập lụt. Trong nghiên cứu này, bộ mô hình MIKE được ứng dụng để tính toán dòng chảy trên sông Đăk Bla[...] là một nhánh chính của sông Sê San chảy qua thành phố xã Kon Tum. Kết quả tính toán cho thấy mô hình MIKE phù hợp để tính toán thủy văn thủy lực trên sông Đăk Bla với chỉ tiêu Nash đạt từ 0.65 đến 0.92. Nghiên cứu cũng đã sử dụng trận lũ năm 2009 để mô phỏng ngập lụt vùng hạ lưu sông Đăk Bla và sử dụng ảnh vệ tinh năm 2009 để kiểm tra kết quả bản đồ ngập lụt. Nghiên cứu cũng đã xây dựng chuỗi bản đồ ngập lụt ứng với các cấp báo động 1, 2, 3 + 1m và 3+2 m tại trạm thủy văn Kon Tum.

Từ khóa: Mô hình toán, MIKE 11, bản đồ ngập lụt

Summary: In recent years, the big flood in central highlands of Viet Nam usually occurs with high intensity. The operation of reservoir systems in upstream of Se San together with the complex of climate conditions lead to the flood management and reservoir operation become more difficult. The inundation maps in Se San basin are useful to help decision maker carry out the suitable plans for management and operation the reservoir system. The DHI software package is useful tool in water resources applications and flood inundation map. In this paper, the MIKE NAM and MIKE 11 model are applied to simulate runoff on Dak Bla river. The results show that the MIKE NAM and MIKE 11 model are suitable for flood routing on Dak Bla river with NASH in ranges 0.65 to 0.92. The historical flood in 2009 and the satellite image are used for verification inundated area which simulated. The inundation areas due to floods are mapped in downstream of Dak Bla river corresponding with Alarm water level 1, 2, 3+1m and 3+2 m at Kom Tum station.

Keywords: rainfall-runoff model, MIKE 11, inundation map

I. GIỚI THIỆU CHUNG

Sông Đak BLa là nhánh trái của sông Sê San có diện tích lưu vực 3507 km², bắt nguồn từ

dãy núi Ngọc Cơ Rinh cao 2025m, phía Bắc giáp với hệ thống sông Thu Bồn, phía Đông giáp với hệ thống sông Ba, phía Nam là hạ lưu sông Sê San. Sông Đăk Bla chảy theo hướng Đông Bắc - Tây Nam và hợp với sông Sê San cách Ya Ly 16 km về phía hạ lưu. Từ phần trung lưu đến chỗ hợp lưu với Prông Pôkô sông chảy trên cao nguyên cổ Kon Tum với độ

Người phản biện: **PGS.TS Lê Văn Nghị**

Ngày nhận bài: 08/6/2015

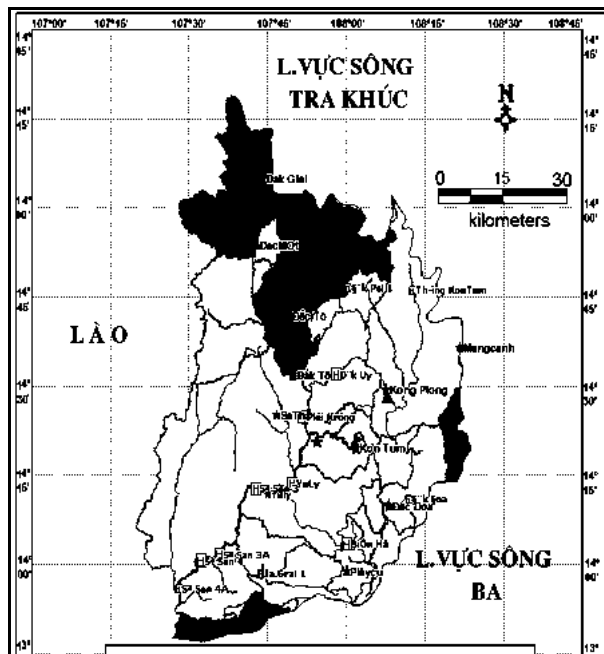
Ngày thông qua phản biện: 10/9/2015

Ngày duyệt đăng: 28/9/2015

đốc khoảng 1,3%, lòng sông uốn khúc, nhiều ghềnh, thung lũng có nhiều lòng cũ và bãi bồi, mang nét điển hình của sông đồng bằng. Tốc độ chảy trung bình của sông vào khoảng 0,2 - 0,5m/s với độ rộng lòng sông thay đổi từ 15 - 20m trong mùa kiệt và 1,5-3m/s với độ rộng lòng sông thay đổi từ 100 - 200m trong mùa lũ, với những năm lũ lớn mặt nước rộng đến trên 400m.

Độ cao nguồn sông là 1650m, tại vị trí nhập lưu vào Sê San có độ cao là 1100m. Đổ vào Đăk Bla có 18 nhánh sông suối chính, có độ dài đa số từ 10 - 70km. Những suối lớn nhất là Đăk Akol, Đak Pơ Ne, Ia Krom với tổng diện tích lưu vực chiếm 60% diện tích lưu vực sông Đăk Bla. Mật độ lưới sông Đăk Bla là 0,49km/km² với hệ số uốn khúc 2,03, độ dốc trung bình lòng sông chính là 4‰.

[...]



Hình 1: Bảng đồ lưới trạm KTTV lưu vực sông Sêsan

Trên sông Đăk Bla đoạn từ làng Kon ChDri đến giáp ngã ba sông Sê san - Sông Krông Pôkô, dòng sông Đăk Bla chảy theo hướng Tây trên cao nguyên cổ Kon Tum, sông có nhiều đoạn uốn khúc và thung lũng có nhiều

lòng cũ, bãi bồi mang nét điển hình của sông đồng bằng. Vì vậy hàng năm khi có lũ lớn, thường bị ngập lụt ở vùng bãi bồi ven sông Đăk Bla thuộc thành phố Kon Tum gây thiệt hại mùa màng, tính mạng và tài sản của nhân dân. Diện tích ngập hàng năm khoảng 1000 ha, thời gian ngập tương đối ngắn khoảng nửa ngày đến 1 ngày [...]

II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

II.1. Tổng quan về các nghiên cứu ứng dụng thủy văn thủy lực xây dựng bản đồ ngập lụt

Việc mô phỏng quá trình dòng chảy sông ngòi bằng mô hình toán được bắt đầu từ khi Saint - Venant (1871) công bố hệ phương trình mô phỏng quá trình thủy động lực trong hệ thống kênh hở một chiều nổi tiếng mang tên ông. Tiếp theo đó, việc mô phỏng dòng chảy bằng các phương trình thủy động lực đã tạo tiền đề giải bài toán truyền mặn khi kết hợp với phương trình khuếch tán. Cùng với phương trình bảo toàn và phương trình động lực của dòng chảy, còn có phương trình khuếch tán chất hoà tan trong dòng chảy cũng có thể cho phép - tuy ở mức độ kém tinh tế - mô phỏng cả sự diễn biến của vật chất hoà tan trôi theo dòng chảy như nước mặn xâm nhập vào vùng cửa sông, chất chua phèn lan truyền từ đất ra mạng lưới kênh sông và các loại chất thải sinh hoạt và công nghiệp xả vào dòng nước. Với thành tựu của khoa học và công nghệ được phát triển nhanh trong thời gian gần đây, công nghệ tin học, thủy lực học và thủy văn học hiện đại đã gặp nhau ở nhiều mặt, mặc dù chưa phải là hoàn toàn đồng nhất.

Ở nước ta, mô hình VRSAP do cô PGS.TS Nguyễn Như Khuê xây dựng và được sử dụng rộng rãi ở nước ta trong những năm trước đây. Đây là mô hình tính toán thủy văn - thủy lực của dòng chảy một chiều trên hệ thống sông ngòi có nối với đồng ruộng và các khu chứa khác. Dòng chảy trong các đoạn sông được mô tả bằng phương trình Saint-Venant đầy đủ. Các khu chứa nước và các ô ruộng trao đổi

nước với sông qua công điều tiết. Do đó, mô hình đã chia các khu chứa và ô ruộng thành hai loại chính. Loại kín trao đổi nước với sông qua công điều tiết, loại hở trao đổi nước với sông qua mặt tràn hay trực tiếp gắn với sông như các khu chứa thông thường. Ngoài ra mô hình KOD-01 và KOD-02 của GS.TSKH Nguyễn Ân Niên phát triển dựa trên kết quả giải hệ phương trình Saint-Venant dạng rút gọn, phục vụ tính toán thủy lực, dự báo lũ cũng đã được ứng dụng nhiều ở Việt Nam. Ngoài ra, một số nhà khoa học Việt Nam điển hình như: Nguyễn Tất Đắc, Nguyễn Văn Điệp, Nguyễn Minh Sơn, Trần Văn Phúc, Nguyễn Hữu Nhân đã xây dựng thành công các mô hình thủy lực mạng như MEKSAL, FWQ87, SAL, SALMOD, HYDROGIS. [11]

Các mô hình thủy lực do nước ngoài xây dựng như, mô hình WENDY do Viện thủy lực Hà Lan (DELFT) xây dựng. Mô hình HEC-RAS do Trung tâm Thủy văn kỹ thuật quân đội Hoa Kỳ xây dựng được áp dụng để tính toán thủy lực cho hệ thống sông. Phiên bản mới hiện nay đã được bổ sung thêm mô đun tính vận chuyển bùn cát và tải khuếch tán. Mô hình HEC-RAS được xây dựng để tính toán dòng chảy trong hệ thống sông có sự tương tác 2 chiều giữa dòng chảy trong sông và dòng chảy vùng đồng bằng lũ. Khi mực nước trong sông dâng cao, nước sẽ tràn qua bãi gây ngập vùng đồng bằng, khi mực nước trong sông hạ thấp nước sẽ chảy qua lại vào trong sông. Họ mô hình MIKE: do viện Thủy lực Đan Mạch (DHI) xây dựng được tích hợp rất nhiều công cụ mạnh, có thể giải quyết các bài toán cơ bản trong lĩnh vực tài nguyên nước. Tuy nhiên đây là mô hình thương mại, phí bản quyền rất cao nên không phải cơ quan nào cũng có điều kiện sử dụng.[11]

Các mô hình thủy lực thường được kết hợp với các mô hình thủy văn tính toán mưa dòng chảy làm biên đầu vào. Một số mô hình thủy văn hiện nay đang được áp dụng rộng rãi như mô

hình TANK, SSARR, NAM, HEC-HMS. Trong đó các mô hình như TANK, NAM là mô hình cấu trúc dạng bể chứa, mô hình SSARR tính toán phân chia dòng chảy dựa vào các quan hệ giữa lớp dòng chảy mặt, lớp dòng chảy mặt, lớp dòng chảy ngầm ...vv. Mô hình trong phần mềm HEC-HMS chủ yếu sử dụng các họ đường lũ đơn vị và các phương pháp tính toán tổn thất, tính toán dòng chảy ngầm để tính toán dòng chảy từ mưa.[11]

Hiện nay để kết nối giữa mô hình thủy văn và thủy lực thì mô hình HEC-RAS cho phép kết nối với kết quả tính toán thủy văn của mô hình HEC-HMS thông qua cơ sở dữ liệu DSS. Mô hình MIKE 11 cũng cho phép kết nối với mô hình thủy văn MIKE NAM thông qua kết nối các đoạn nhập lưu. Việc kết nối các khu giữa này làm tăng độ chính xác của mô hình tính toán đặc biệt là khi tính toán thủy lực cho các sông ở Miền Trung và Tây Nguyên khi lượng nhập khu giữa đóng góp đáng kể vào quá trình hình thành dòng chảy trên sông.

Trong nghiên cứu này mô hình toán mưa dòng chảy MIKE NAM được dùng để tính toán các biên đầu vào và các biên nhập lưu khu giữa trên lưu vực sông Đắk Bla. Mô hình thủy lực MIKE 11 được ứng dụng để tính toán lưu lượng và mực nước trên toàn tuyến sông Đắk Bla từ Mang Búk về đến đoạn nhập lưu vào hồ Ialy.

II.2 Mô hình thủy lực MIKE 11

MIKE 11 là một phần mềm kỹ thuật chuyên dụng mô phỏng lưu lượng, chất lượng nước và vận chuyển bùn cát ở cửa sông, sông, hệ thống tưới, kênh dẫn và các hệ thống dẫn nước khác. MIKE 11 là công cụ lập mô hình động lực một chiều nhằm phân tích chi tiết, thiết kế, quản lý và vận hành cho sông và hệ thống kênh dẫn đơn giản và phức tạp. Với môi trường thân thiện với người sử dụng, linh hoạt và dễ dùng, MIKE 11 cung cấp một môi trường tốt cho các ứng dụng về kỹ thuật công trình, tài nguyên nước, quản lý chất lượng nước và các ứng

dụng quy hoạch. Mô đun mô hình thủy động lực (HD) là một phần trung tâm của hệ thống lập mô hình MIKE 11 và hình thành cơ sở cho hầu hết các mô đun bao gồm: dự báo lũ, tải khuếch tán, chất lượng nước và các mô đun vận chuyển bùn cát. Mô đun MIKE 11 HD giải các phương trình tổng hợp theo phương đứng để đảm bảo tính liên tục và bảo toàn động lượng (phương trình Saint Venant).

Hệ phương trình cơ bản của MIKE 11 là hệ phương trình Saint Venant viết cho trường hợp dòng chảy một chiều trong lòng kênh dẫn hở, bao gồm [4]:

Trong đó:

Q: Lưu lượng qua mặt cắt (m^3/s)

A: Diện tích mặt cắt ướt (m^2)

R: Bán kính thủy lực

α : Hệ số sửa chữa động năng

g: Gia tốc trọng trường $g = 9.81 m/s^2$

Đặc trưng cơ bản của hệ thống lập mô hình MIKE 11 là cấu trúc mô đun tổng hợp với nhiều loại mô đun được thêm vào mô phỏng các hiện tượng liên quan đến hệ thống sông. Ngoài các mô đun thủy lực và tải khuếch tán đã mô tả ở trên, MIKE bao gồm các mô đun bổ sung đối với: thủy văn, các mô hình chất lượng nước, vận chuyển bùn cát có cấu kết, vận chuyển bùn cát không cấu kết.

III. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

III.1 Xây dựng sơ đồ thủy lực mạng lưới sông

Sơ đồ tính toán thủy lực mạng lưới sông Đăk Bla được xây dựng từ thượng nguồn sông Đăk Bla cho đến hồ Yaly bao gồm ba đoạn sông với tổng chiều dài 115.0 km (hình 3). Các đoạn sông được chia như sau:

Đoạn 1 thượng nguồn sông Đăk Bla từ Mang Búk đến trạm thủy văn KonPlong bao gồm 78 mặt cắt trên tổng chiều dài sông là 46,45 km;

+ Phương trình liên tục là:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q \quad (2.1)$$

+ Phương trình động lượng có dạng:

$$\alpha \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\beta \frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{Q|Q|}{gC^2RA} = 0 \quad (2.2)$$

x: Chiều dài theo dòng chảy (m)

q: Lưu lượng nhập lưu

β : Hệ số phân bố lưu tốc

C: Hệ số Sê-di

Đoạn 2 từ trạm thủy văn KonPlong đến trạm thủy văn Kon Tum có 9 mặt cắt với chiều dài sông là 42,95 km;

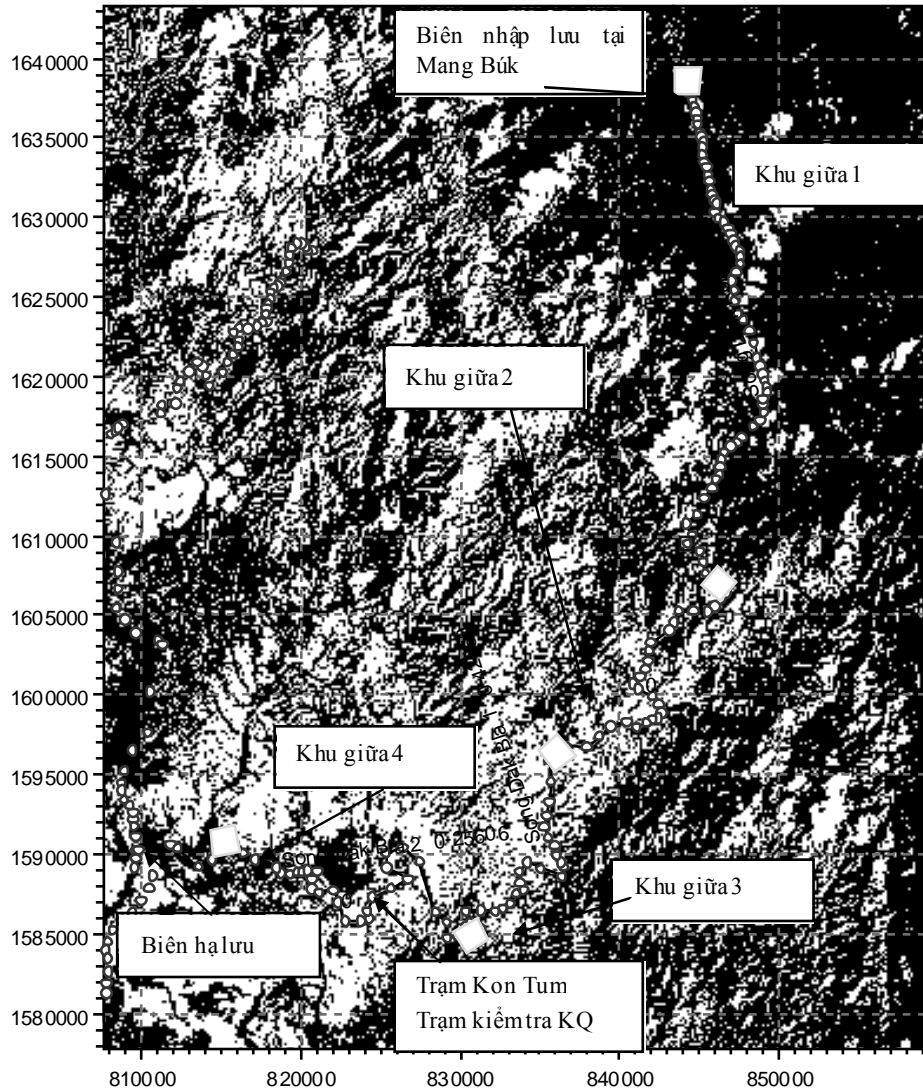
Đoạn 3 từ trạm thủy văn Kon Tum đến hồ Ialy có 6 mặt cắt với tổng chiều dài là 25,6 km;

Các vùng ngập lụt phía hạ lưu được mô phỏng bằng các ô chứa lũ, kết nối với mạng sông bằng các công trình đập tràn bên, phương pháp kết nối này được sử dụng nhiều trong các mô hình thủy lực một chiều.

Các biên đầu vào của mô hình:

- Sơ đồ tính toán thủy lực cho sông Đăk Bla bao gồm biên trên là biên dòng chảy được tính toán từ mô hình Nam tại Mang Búk, biên dưới là biên mực nước tại hồ Ialy.

- Ngoài ra còn có 4 biên nhập lưu khu giữa từ các nhánh sông Đăk A Koi, Đăk Powne, Ia Krom, Đăk Le- Đăk Kam- Đăk Loy chảy vào sông Đăk Bla (hình 2)



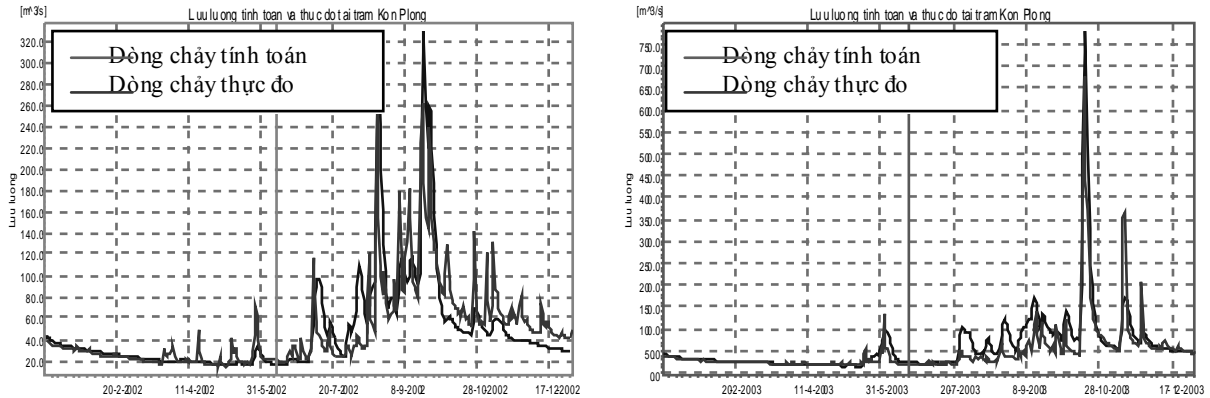
Hình 2: Sơ đồ tính toán thủy lực sông Đăk Bla

III.2. Kết quả tính toán mưa dòng chảy bằng mô hình NAM

Mô hình NAM được ứng dụng để tính toán dòng chảy trên lưu vực sông Đăk Bla cho các năm từ 2000 đến năm 2012. Trạm thủy văn Kon Plong nằm trên sông Đăk Bla được sử dụng để kiểm định mô hình cho các năm từ 2000 đến 2005. Chuỗi dòng chảy từ năm 2005 đến 2012 được sử dụng để kiểm định mô hình mưa dòng chảy MIKE NAM. Các trạm mưa Kon Plong và Kon Tum được sử dụng làm đầu vào của mô hình MIKE NAM. Trạm thủy văn Kon Plong có số liệu đo đạc từ năm 2000-2012 được sử dụng để hiệu chỉnh

và kiểm định mô hình mưa dòng chảy. Trạm Kon Plong có diện tích lưu vực tương đối phù hợp với các phụ lưu khu giữa (hình 3). Từ kết quả hiệu chỉnh kiểm định mô hình MIKE NAM, có thể sử dụng bộ thông số mô hình này để áp dụng tính toán dòng chảy tại các phụ lưu khu giữa (hình 3) làm biên đầu vào cho mô hình MIKE 11.

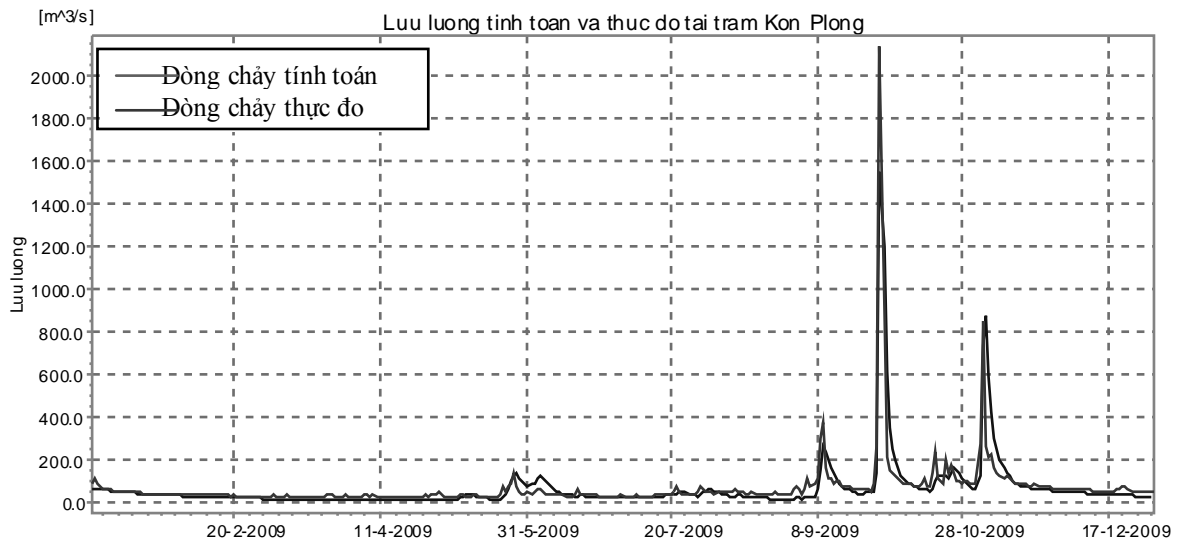
Kết quả hiệu chỉnh mô hình NAM cho thấy, quá trình dòng chảy tính toán có dạng phù hợp với quá trình dòng chảy thực đo. Các đỉnh lũ tính toán và thực đo phù hợp nhau. Thời gian xuất hiện đỉnh mưa và đỉnh lũ phù hợp nhau. Chỉ số Nash đạt từ 0,6-0,75 (hình 3)



Hình 3: Kết quả tính toán MIKE NAM năm 2002 và 2003

Kết quả kiểm định mô hình NAM cho chuỗi các năm từ 2006 đến 2010 cho thấy quá trình dòng chảy tính toán và thực đo phù hợp cả về đỉnh và

tổng lượng. Hệ số tương quan giữa dòng chảy tính toán và dòng chảy thực đo đạt 0.8 đến 0.9. Chỉ số Nash đạt từ 0,65 đến 0,77. (hình 4)



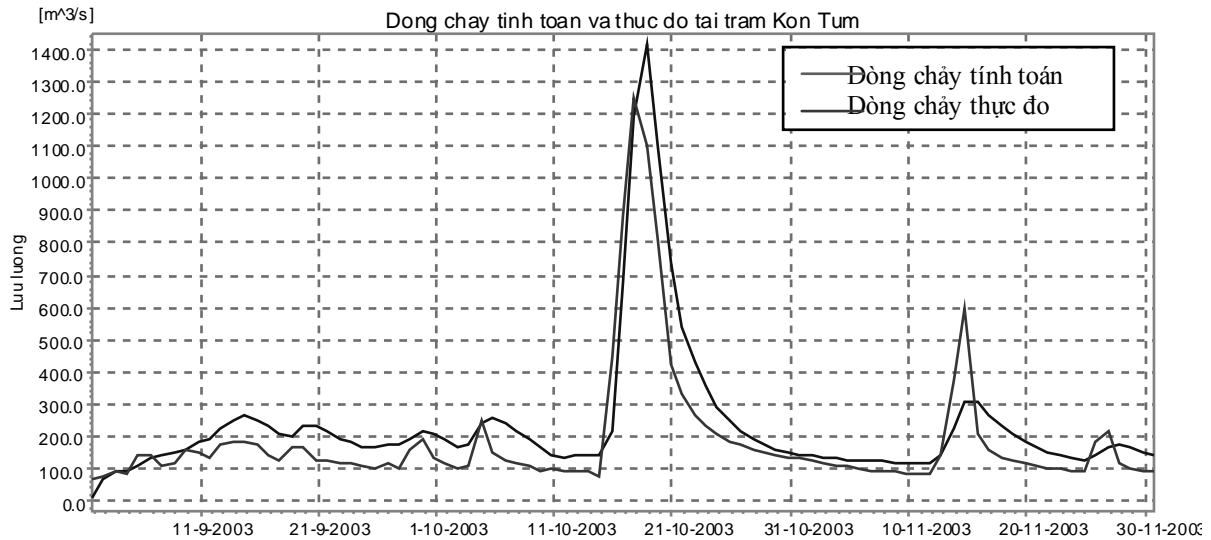
Hình 4: kết quả kiểm định MIKE NAM năm 2009

Từ kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình mưa dòng chảy MIKE NAM tại trạm thủy văn Kon Plong bộ thông số mô hình NAM được sử dụng để tính toán biên đầu vào và biên nhập lưu cho mô hình thủy lực MIKE 11 (như sơ đồ ở hình 3)

III.3. Kết quả tính toán thủy lực bằng mô hình MIKE 11

Mô hình MIKE 11 được sử dụng để tính toán dòng chảy từ năm 2000 đến năm 2012. Mô

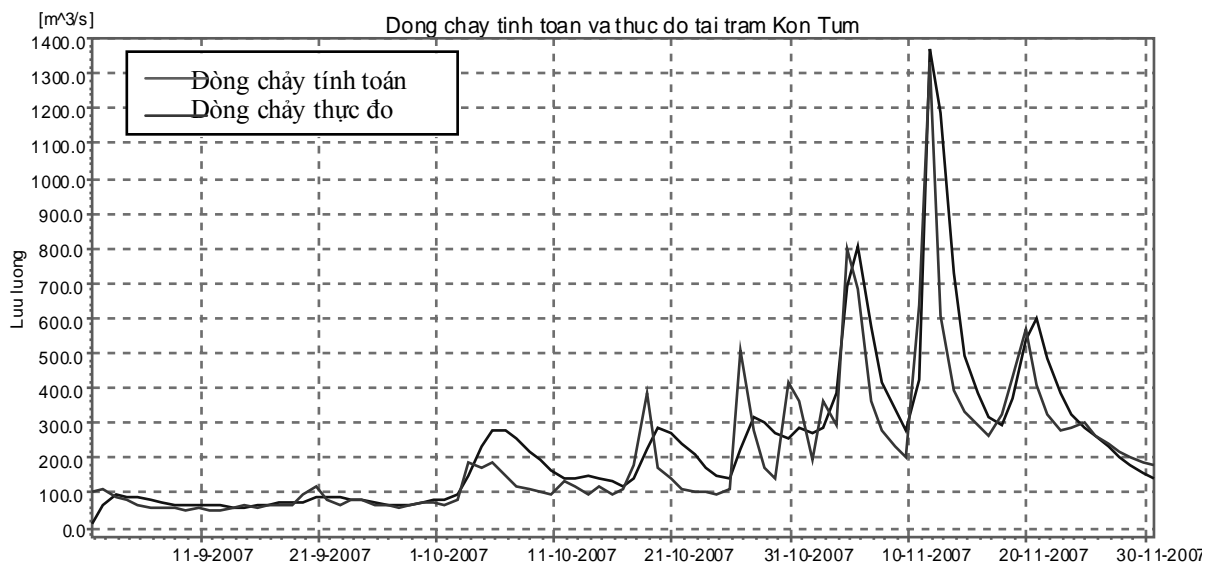
hình được hiệu chỉnh và kiểm định tại trạm thủy văn Kon Tum. Kết quả hiệu chỉnh mô hình MIKE 11 với hệ số nhám trong sông từ 0,03-0,033 cho thấy mô hình cho kết quả tính toán phù hợp với thực đo. Hình 5 là kết quả tính toán năm 2003 cho hệ số tương quan giữa dòng chảy tính toán và thực đo là 0,92. Chỉ số Nash đạt 0,76. Quá trình dòng chảy tính toán có dạng phù hợp với dòng chảy thực đo, sai số đỉnh và sai số tổng lượng nhỏ.



Hình 5: kết quả tính toán mô hình MIKE 11 năm 2003

Kết quả kiểm định mô hình cho năm 2007 cho thấy quá trình dòng chảy tính toán phù hợp với quá trình dòng chảy thực đo. Hệ số tương quan

giữa dòng chảy tính toán và dòng chảy thực đo là 0,89. Sai số Nash năm 2007 là 0,7. (hình 6). Sai số đỉnh và sai số tổng lượng nhỏ.



Hình 6: Kết quả kiểm định mô hình MIKE 11 năm 2007

Kết quả tính toán bộ mô hình thủy văn thủy lực MIKE NAM và MIKE 11 cho thấy mô hình có khả năng áp dụng để tính toán thủy văn thủy lực trên sông Đăk Bla. Hầu hết các năm hiệu chỉnh và kiểm định từ năm 2000 đến năm 2012 cho kết quả dạng đường quá trình dòng chảy tính toán phù hợp với dạng

đường quá trình dòng chảy thực đo. Đỉnh dòng chảy tính toán phù hợp với các đỉnh dòng chảy thực đo, quá trình mưa và quá trình dòng chảy phù hợp. Các năm có lũ lớn như năm 2009 thì kết quả tính toán tốt hơn các năm có lũ bé hoặc không có lũ như năm 2002, 2006.

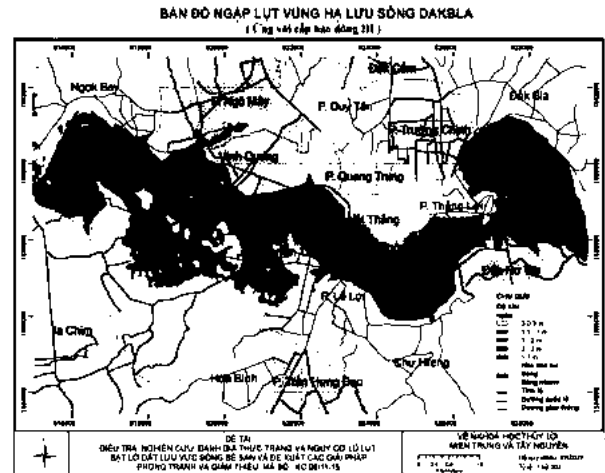
III.4. Kết quả xây dựng bản đồ ngập lụt

Từ các kết quả tính toán thủy văn thủy lực, nghiên cứu sử dụng các công cụ ArcGIS và MIKE GIS để xây dựng bản đồ ngập lụt ở vùng hạ lưu sông Đăk Bla. Nghiên cứu đã sử dụng trận lũ điển hình năm 2009 để tính toán mô phỏng ngập lụt. Từ đó nghiên cứu cũng đã kiểm tra với ảnh vệ tinh ngập lụt năm 2009 để kiểm tra bản đồ ngập lụt tính toán từ mô hình với ảnh ngập lụt thực tế. Kết quả tính toán cho thấy bản đồ ngập lụt tính toán từ mô hình phù hợp với diện ngập lụt từ ảnh vệ tinh chụp sau trận lũ năm 2009.

Bảng 1: Bảng thông kê mức độ ngập vùng hạ lưu sông Đăk Bla

TT	Xã/Thị trấn	Mức độ ngập sâu nhất (m)	Tổng diện tích ngập (ha)
1	P. Quyết Thắng	> 3 m	58.49
2	P. Trường Chinh	> 3 m	13.54
3	P. Thắng Lợi	> 3 m	213.42
4	P. Ngô Mây	> 3 m	42.41
5	P. Thống Nhất	> 3 m	370.72
6	P. Lê Lợi	> 3 m	152.34
7	P. Nguyễn Trãi	> 3 m	352.27
8	P. Trần Hưng Đạo	0	0.00
9	Kroong	> 3 m	210.50
10	Ngọc Bay	> 3 m	347.49
11	Vinh Quang	> 3 m	227.35
12	Đăk Blà	> 3 m	79.3
13	Ia Chim	> 3 m	181.62
14	Đoàn Kết	> 3 m	1305.55
15	Chu Hreng	> 3 m	10.35
16	Đăk Ro Wa	> 3 m	663.37
17	Hòa Bình	0	0
18	Sa Bình	> 3 m	18.91

Nghiên cứu đã xây dựng bản đồ ngập lụt cho các cấp báo động 1, báo động 2, báo động 3, báo động 3+1 m, báo động 3+2 m. Nghiên cứu cũng tính toán mức độ ngập lụt và diện tích ngập lụt của từng xã, phường ứng với các cấp báo động.



Hình 7. Bản đồ ngập lụt vùng hạ lưu sông Đăkbla

IV. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Nghiên cứu này đã xây dựng thành công bộ bản đồ ngập lụt vùng hạ lưu sông Đăk Bla bằng mô hình thủy văn thủy lực MIKE 11 và công cụ GIS. Chuỗi số liệu mưa và dòng chảy từ năm 2000 đến năm 2012 đã được sử dụng để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình mưa dòng chảy và mô hình thủy lực. Mô hình mưa dòng chảy MIKE NAM được sử dụng để tính toán dòng chảy làm đầu vào cho mô hình MIKE 11 và tính toán dòng chảy tại các nhập lưu khu giữa. Kết quả tính toán cho thấy bộ mô hình MIKE mô phỏng quá trình dòng chảy tính toán phù hợp với quá trình dòng chảy thực đo. Tuy nhiên, các năm có lũ lớn như năm 2009 thì kết quả tính toán tốt hơn các năm có lũ bé hoặc không có lũ.

Nghiên cứu đã xây dựng bản đồ ngập lụt cho các cấp báo động 1, báo động 2, báo động 3, báo động 3+1 m, báo động 3+2 m. Nghiên cứu cũng tính toán mức độ ngập lụt và diện tích ngập lụt của từng xã, phường ứng với các cấp báo động. Các bảng ngập lụt cho

từng xã cụ thể đã được thống kê chi tiết trong nghiên cứu này.

Kết quả xây dựng bản đồ ngập lụt sẽ giúp cho các nhà quản lý, vận hành trong việc

quản lý lũ vùng hạ lưu sông Sê San đặc biệt là khu vực thị xã Kon Tum nắm được các vùng ngập lụt có thể xảy ra khi có số liệu mực nước tại Kon Tum.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bull., J. L. (1997), Magnitude and variation in the contribution of bank erosion to the suspended sediment load of the River Severn. UK. Earth Surf. Process. Landforms, Vol 22., 1109-1123.
- [2] Chow, V.T, và nnk. (1998), Applied Hydrology, McGraw-Hill, ISBN 0-07-010810-2
- [3] Đặng Đình Đoàn, Nguyễn Hoàng Sơn, Ngô Anh Quân, (2013), Ứng dụng viễn thám và GIS nghiên cứu nguy cơ xói lở trên sông Sê San, tuyển tập Báo cáo khoa học công nghệ toàn quốc năm 2013, trang 114-121
- [4] DHI (2007), MIKE 11, A Modelling System for Rivers and Channels, Reference Manual, 516 pp
- [5] DHI (2007), MIKE 11 A modelling system for Rivers and Channels User Guide, 460 pp
- [6] Hà Văn Khối - Đỗ Cao Đàm và NNK (1993), Thủy văn công trình, NXB Nông nghiệp,.
- [7] Hoàng Thanh Tùng, L. V. Nghinh, (2006), Các giải pháp phòng chống lũ lụt giảm nhẹ thiên tai ở Miền Trung Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường số 14 - 2006.
- [8] Lê Văn Nghinh và nnk, (2006), Giáo trình cao học Thủy lợi Mô hình toán Thủy văn, do nhà xuất bản Xây dựng
- [9] Maidment D.R. (1993). Handbook of Hydrology. 1st Edition. NewYork. McGraw Hill, Inc. p3.19. Danish Hydraulic Institute (DHI). NAM Technical Reference and Model Documentation.
- [10] Nguyễn Sinh Huy, Nguyễn Lại, Phạm Phò, (1973)., Thủy văn công trình, NXB Nông thôn, Đại học thủy lợi, Hà nội
- [11] Vũ Minh Cát, và nnk, (2007). Hợp tác nghiên cứu xây dựng công nghệ dự báo lũ trung hạn kết nối với công nghệ điều hành hệ thống công trình phòng chống lũ cho đồng bằng sông Hồng – sông Thái Bình, Đề tài cấp nhà nước giai đoạn 2006-2007