

CÔNG NGHỆ DỰ BÁO QUÁ TRÌNH LŨ VÀ CẢNH BÁO NGẬP LỤT THÀNH PHỐ CAO BẰNG

Nguyễn Đình Thuật¹, Bùi Đình Lập², Nguyễn Thị Xuyên², Nguyễn Thị Thúy¹

Tóm tắt: Bài báo nghiên cứu xây dựng công nghệ dự báo quá trình lũ và cảnh báo ngập lụt cho thành phố Cao Bằng bằng cách ứng dụng kết hợp hệ thống các mô hình (IFS, GFS), Mike-NAM, Mike11-HD, Mike21, Mike11-GIS và Mike-Flood để dự báo quá trình lũ và tính toán ngập lụt cho thành phố Cao Bằng. Công nghệ có khả năng hỗ trợ cho các dự báo viên trong quá trình tác nghiệp dự báo lũ, từng bước nâng cao chất lượng bản tin để phục vụ hiệu quả hơn công tác phòng chống thiên tai cho tỉnh Cao Bằng, công nghệ đã được vận hành dự báo thử nghiệm tại Đài khí tượng thủy văn khu vực Đông Bắc trong mùa lũ 2017, kết quả dự báo thử tại trạm Thủy văn Bằng Giang đạt từ 70 - 75%.

Từ khóa: Công nghệ dự báo lũ, cảnh báo ngập lụt, hệ thống sông Bằng Giang.

Ban Biên tập nhận bài: 05/01/2018 Ngày phản biện xong: 12/02/2018 Ngày đăng bài: 25/02/2018

1. Mở đầu

Thành phố Cao Bằng là trung tâm chính trị hành chính của tỉnh Cao Bằng. Với diện tích 10.762,81ha đất tự nhiên, dân số 84.421 nhân khẩu (số 60/NQ-CP ngày 25/09/2012), là nơi nhập lưu của hai con sông Bằng và sông Hiến. Khí hậu Cao Bằng chịu ảnh hưởng chung của khí hậu miền Bắc Việt Nam, thời tiết chủ yếu có hai mùa là mùa mưa và mùa khô. Vào mùa mưa lũ nguyên nhân gây ngập lụt chủ yếu là do lũ trên sông Bằng và sông Hiến.

Trung bình hàng năm, thiệt hại do mưa lũ, lũ quét, sạt lở đất xảy ra tại các địa phương trong tỉnh gây thiệt hại về người, tài sản, hoa màu, cơ sở hạ tầng, lên tới hàng tỷ đồng. Tại thành phố Cao Bằng kể từ năm 1968 trở lại đây chịu ảnh hưởng của 3 trận lũ lớn điển hình vào các năm 1968, 1971 và năm 1986 với mực nước đỉnh lũ cao hơn báo động (BĐ) III từ 1,8 m đến 2,34 m, gây ngập lụt nghiêm trọng phần lớn diện tích ven sông Bằng, sông Hiến thuộc các phường xã như: Hợp Giang, sông Bằng, sông Hiến, Đề Thám....

Từ những năm 2000 Ban chỉ huy phòng

chống lụt bão tỉnh đã xây dựng bộ “Bản đồ chống lụt bão Thị xã Cao Bằng” tỉ lệ 1/2000 và một số cọc thủy trí, song bản đồ được lập chủ yếu phần diện tích khu vực ven sông Bằng, sông Hiến của Phường Hợp Giang, chưa thể hiện được mức độ ngập lụt, hệ thống các cọc thủy trí không so sánh được mức độ tương quan ngập lụt ứng với cấp mực nước tại trạm Thủy văn Bằng Giang, nên hầu như chưa đáp ứng được yêu cầu cho công tác phòng chống lũ lụt của Thành phố. Mặt khác với việc mở rộng thành phố Cao Bằng, hạ tầng cơ sở được phát triển mở rộng, nhiều công trình, nhiều khu vực được xây dựng mới trên các diện tích đã từng ngập của những năm xuất hiện lũ lớn trên sông Bằng, trong đó có nhiều công trình ảnh hưởng đến dòng chảy làm gia tăng mức độ ngập và diện tích ngập và thời gian ngập, đặc biệt là các công trình giao thông như đường cầu Nà Cạn, đường cầu Nà Cáp, đường cầu sông Máng. Sự phát triển hạ tầng nhà cửa dân cư có xu hướng lấn diện tích các bãi trũng, qua thực tế khảo sát về tình hình ngập lụt đã cho thấy mức độ ảnh hưởng các công trình này đã làm giảm khả năng thoát lũ khi xuất hiện lũ lớn (từ BĐ III trở lên), làm mở rộng gia tăng phạm vi và mức độ ứng phó thiên tai, làm tăng nguồn lực và kinh phí của nhà nước và xã hội.

¹ Đài khí tượng thủy văn khu vực Đông Bắc

² Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn Quốc gia

Email: nguyendinhthuat@gmail.com

Do đó, việc nghiên cứu xây dựng công nghệ dự báo quá trình lũ và cảnh báo ngập lụt cho thành phố Cao Bằng, đưa ra được các phương án dự báo lũ, xây dựng bản đồ ngập lụt, đưa ra các kịch bản cảnh báo ngập lụt theo cấp lũ. Đồng thời là cơ sở cho các cấp ngành bố trí quy hoạch phát triển đô thị, xây dựng các phương án phòng chống hiệu quả, chủ động phòng tránh, giảm nhẹ thiệt hại do lũ lụt đối với thành phố Cao Bằng và các vùng lân cận có ý nghĩa khoa học và thực tiễn cao.

2. Phương pháp nghiên cứu, kỹ thuật sử dụng

2.1 Phương pháp mô hình hóa

Bài báo sử dụng 3 mô hình dự báo mưa số trị IFS, GFS và mô hình bất thủy tĩnh WRF để có được kết quả dự báo mưa định lượng trước từ 5 đến 10 ngày trên lưu vực sông Bằng Giang; sử dụng mô hình Mike-NAM để tính toán chuyển đổi kết quả từ mưa sang dòng chảy trên các lưu vực bộ phận; sử dụng mô hình thủy lực Mike11-HD để gom nước từ mô hình Mike-Nam và diễn toán thủy lực một chiều trong sông; sử dụng mô hình Mike 21 để mô phỏng chuyển động của lưu lượng và vận tốc theo không gian và thời gian trong vùng ngập; sử dụng mô hình Mike 11-GIS và Mike-Flood để ghép nối mô hình MIKE 21 và mô hình MIKE 11, hỗ trợ kiểm định kết quả mô phỏng ngập, tạo các bản đồ ngập lụt và đưa ra các kịch bản cảnh báo ngập lụt theo cấp lũ.

2.2 Kỹ thuật sử dụng

Bài báo sử dụng kỹ thuật GIS, kết hợp với mô hình Mike-GIS để phân tích, xử lý bản đồ

DEM, tạo lưới thủy lực cho mô hình Mike 21, xây dựng bản đồ ngập lụt, các công cụ xử lý dữ liệu GIS gồm:

- Mô hình Mike 11-GIS của viện nghiên cứu thủy lực Đạn Mạch;
- Bộ các phần mềm xử lý GIS chuyên dụng bao gồm (ArcInfo WorkStation, ArcView, ArcEditor);
- Phần mềm MapInfo;
- Ngôn ngữ lập trình GIS Python 2.7 và các Macro tool trong ArcGIS.

Bài báo đã sử dụng kỹ thuật lập trình để xây dựng các mô đun tự động hóa số liệu đầu vào, xây dựng công nghệ để vận hành dự báo quá trình lũ trên sông Bằng Giang và cảnh báo ngập lụt cho thành phố Cao Bằng.

3. Nghiên cứu xây dựng công dự báo quá trình lũ và cảnh báo ngập lụt cho thành phố Cao Bằng

3.1 Nghiên cứu ứng dụng mô hình Mike-Nam

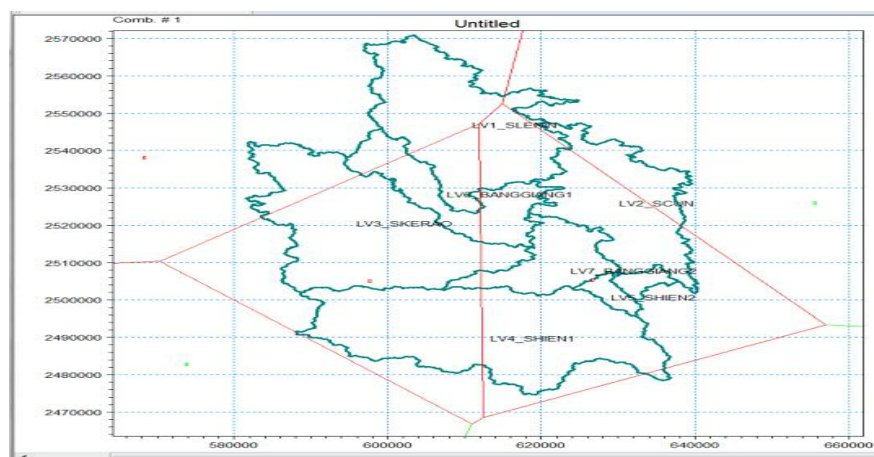
Dựa trên các lớp thông tin về bản đồ mạng lưới sông, bản đồ mạng lưới trạm KTTV, các lớp bản đồ được dẫn suất từ DEM như: hướng chảy, hội tụ, độ dốc..., kết hợp với nguyên tắc phân chia lưu vực. Bài báo đã sử dụng kỹ thuật GIS phân chia lưu vực sông Bằng Giang thành 5 tiểu lưu vực để tính toán dòng chảy từ mô hình Nam. Kết quả phân chia lưu vực thành 7 tiểu lưu vực nhỏ (Bảng 1).

Bảng 1. Danh sách các lưu vực bộ phận sử dụng trong mô hình Mike-Nam

TT	Tên lưu vực	Tỉnh	Diện tích (km ²)
1	LV1_SLENIN	Trung Quốc - Cao Bằng	672.3
2	LV2_SCUN	Cao Bằng	495.2
3	LV3_SKERAO	Cao Bằng	778.1
4	LV4_SHIEN1	Cao Bằng	888.7
5	LV5_SHIEN2	Cao Bằng	40.6
6	LV6_BANGGIANG1	Trung Quốc - Cao Bằng	285.1
7	LV7_BANGGIANG2	Cao Bằng	258.4
Tổng diện tích lưu vực			3418

Các lưu vực bộ phận và trạm mưa trên lưu vực được thiết lập vào mô hình Mike-Nam qua chức năng “Import Basin difintions” và chức

năng “Import Station Definitions” sử dụng thông tin trong mẫu file khai báo (*.csv) (Hình 1).

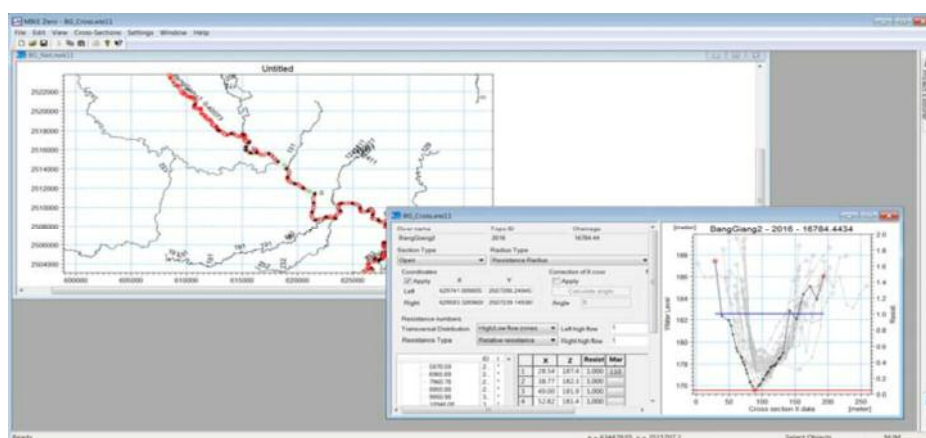


Hình 1. Kết quả ứng dụng mô hình Mike-Nam để chuyển đổi quá trình mưa sang quá trình dòng chảy trên lưu vực sông Bằng Giang

3.2 Nghiên cứu ứng dụng mô hình Mike11-HD

Bài báo sử dụng số liệu của 70 mặt cắt ngang sông Bằng và sông Hiến trong đó có 7 mặt cắt thực đo và 63 mặt cắt được tính toán nội suy từ bản đồ DEM tỷ lệ 1/10000 thông qua sự trợ giúp của phần mềm Mike-GIS. Mạng thủy lực phía

hạ lưu được tính toán kéo xa thành phố Cao Bằng 20 km để đảm bảo quá trình tính toán ngập lụt cho thành phố không bị ảnh hưởng quá trình tác động từ biên dưới. Kết quả thiết lập mô hình Mike11-HD để gom nước từ mô hình Mike-Nam và diễn toán thủy lực một chiều trong sông được thể hiện trên hình 2.



Hình 2. Kết quả ứng dụng mô hình Mike11-HD để gom nước và diễn toán thủy lực một chiều trong sông Bằng Giang

3.3 Nghiên cứu ứng dụng mô hình Mike21

Mô hình Mike 21 được sử dụng để tính toán mô phỏng quá trình lan truyền vận tốc và độ sâu ngập khu vực ngập thành phố Cao Bằng dựa trên lưới thủy lực và hệ 3 phương trình sau:

Phương trình liên tục:

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = \frac{\partial d}{\partial t} \quad (1)$$

Phương trình chuyển động:

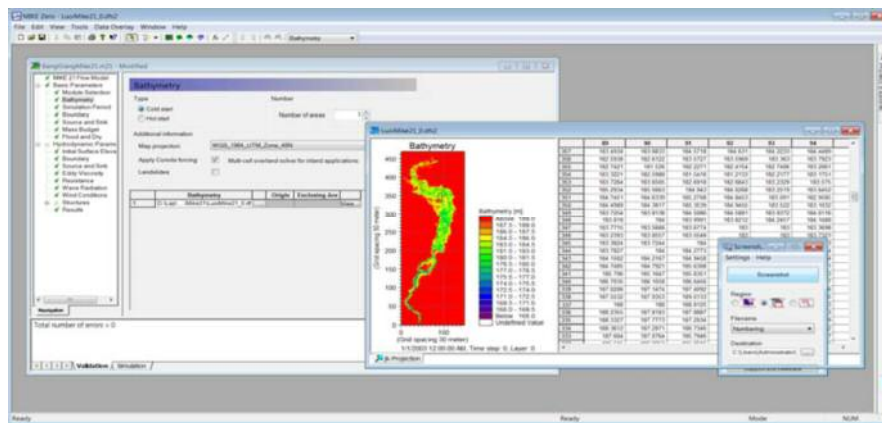
$$\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{q^2}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \frac{gp\sqrt{p^2 + q^2}}{2C^2 h^2} - \frac{1}{\rho_w} \left[\frac{\partial}{\partial x} (\tau_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (\tau_{xy}) \right] - \Omega_q - f W_x + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial x} (p_a) = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{q^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{q^2}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial y} + \frac{gp\sqrt{p^2 + q^2}}{2C^2 h^2} - \frac{1}{\rho_w} \left[\frac{\partial}{\partial y} (\tau_{yy}) + \frac{\partial}{\partial x} (\tau_{xy}) \right] - \Omega_p - f W_y + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial y} (p_a) = 0 \quad (3)$$

Trong đó: $\zeta(x, y)$ là mực nước (m); $h(x, y, t)$ là độ sâu dòng chảy (m); $d(x, y, t)$ là độ cao đáy (m); $p(x, y, t)$, $q(x, y, t)$ là lưu lượng đơn vị theo phương x và y ; $C(x, y)$ là hệ số Chezy ($m^{0.5}/s$); g là gia tốc trọng trường (m/s^2); $f(V)$ là hệ số sức cản của gió; $V, V_x, V_y(x, y, t)$ là vận tốc của gió theo phương x và y ; $\Omega(x, y)$ là hệ số Coriolit; $p_a(x, y, t)$ là áp suất khí quyển ($kg/m/s^2$); ρ_w là khối lượng riêng của nước; $\tau_{xx}, \tau_{xy}, \tau_{yy}$ là thành phần ma sát bên.

Lưới tính của mô hình Mike 21 được xây

dựng dựa trên các lớp thông tin về: 1) Bản đồ đo vẽ khảo sát đợt ngập lịch sử năm 1986 của thành phố Cao Bằng; 2) Bản đồ địa hình DEM tỷ lệ 1/10 000 do tỉnh Cao Bằng cung cấp; 3) 7 mặt cắt thực đo và 50 mặt cắt nội suy từ bản đồ địa hình. Kết hợp với sự trợ giúp của bộ phần mềm xử lý GIS chuyên dụng ArcGIS, ngôn ngữ lập trình GIS Pythoon 2.7 và sự hỗ trợ của phần mềm Mike-GIS. Kết quả thiết lập mô hình Mike 21 và lưới đo sâu cho vùng ngập lụt thành phố Cao Bằng (Hình 3).



Hình 3. Kết quả thiết lập mô hình Mike21 và lưới đo sâu cho vùng ngập lụt thành phố Cao Bằng

3.4 Nghiên cứu ứng dụng mô hình Mike-Flood

Mô hình Mike-Flood được sử dụng để ghép nối mô hình MIKE 21 với mô hình MIKE 11, tạo nên một công cụ hữu hiệu trong việc mô phỏng dòng ngập lụt thành phố Cao Bằng, kiểu kết nối sử dụng trong bài báo này là kiểu kết nối thành bên. Kết nối bên cho phép một chuỗi các ô lưới trong MIKE 21 có thể liên kết vào hai bên của một đoạn sông, một mặt cắt trong đoạn sông hoặc toàn bộ một nhánh sông trong MIKE 11.

Dòng chảy chảy qua kết nối bên được tính toán bằng cách sử dụng các phương trình của các công trình hoặc các bảng quan hệ Q-H (Hình 4).

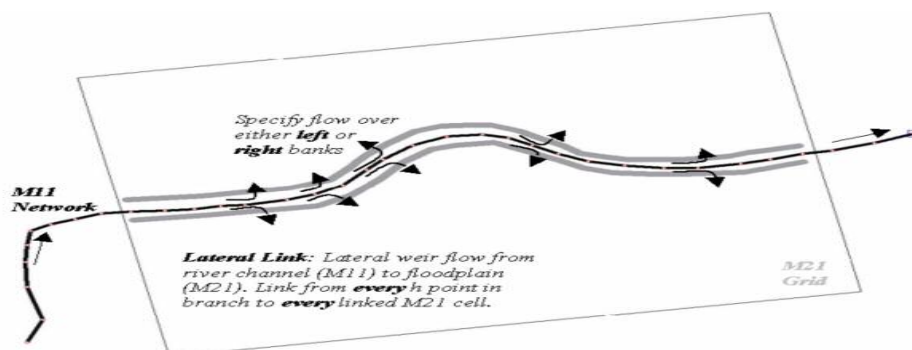
Kết quả cấu hình mô hình Mike-Flood, để tính toán vùng ngập thành phố Cao Bằng (Hình 5 và Bảng 2).

3.5 Một số kết quả nghiên cứu diễn hình

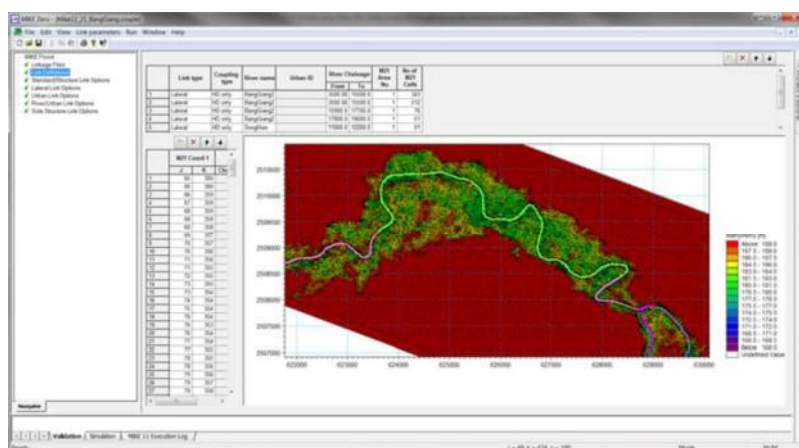
Bộ thông số tìm được của các mô hình đã được hiệu chỉnh và kiểm định trên tập số liệu mẫu 10 năm (từ năm 2006 - 2016), trong đó mẫu từ năm 2006 - 2013 được sử dụng cho mục đích

hiệu chỉnh tìm thông số, các năm 2014, 2015, 2016 được sử dụng để kiểm định đánh giá mức độ phù hợp của thông số tìm được, năm 2017 công nghệ đã được đưa vào tác nghiệp để dự báo thử nghiệm tại Đài KTTV Đông Bắc, kết quả dự báo thử tại trạm Thủy văn Bằng Giang đạt từ 70 - 75%, cho thấy công nghệ có khả năng triển

khai vào trong nghiệp vụ dự báo. Kết quả kiểm tra khả năng mô phỏng của mô hình tại trạm Bằng Giang cho đợt lũ điển hình năm 2012 (Hình 6) và kết quả kiểm định khả năng mô phỏng ngập lụt của công nghệ trận lũ lịch sử năm 1986 (Hình 7).



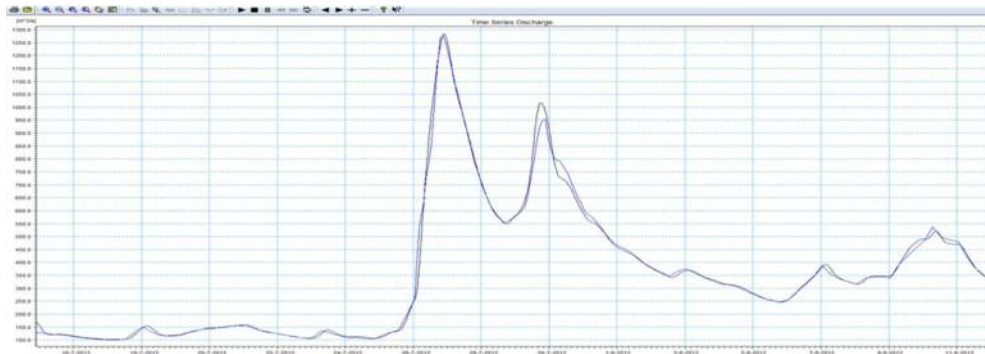
Hình 4. Kiểu kết nối sử dụng để ghép nối mô hình Mike21 với mô hình Mike11 tính toán ngập cho vùng ngập lụt thành phố Cao Bằng



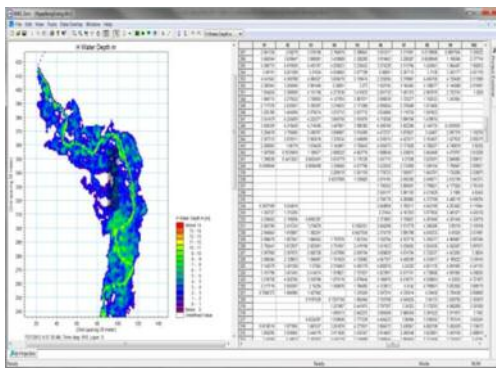
Hình 5. Kết quả ứng dụng mô hình Mike-Flood, kết nối mô hình Mike11 với mô hình Mike21 để tính toán ngập lụt

Bảng 2. Kết quả lựa chọn kiểu kết nối trong mô hình Mike-flood

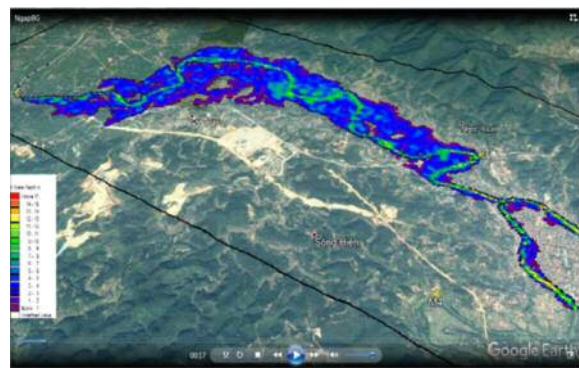
	Link type	Coupling type	River name	Urban ID	River Chainage		M21 Area No.	No of M21 Cells
					From	To		
1	Lateral	HD only	BangGiang2		3500.00	15500.0	1	343
2	Lateral	HD only	BangGiang2		3500.00	15500.0	1	512
3	Lateral	HD only	BangGiang2		15900.0	17700.0	1	76
4	Lateral	HD only	BangGiang2		17800.0	19000.0	1	51
5	Lateral	HD only	SongHien		11000.0	12200.0	1	51



Hình 6. Kết quả kiểm tra khả năng mô phỏng của mô hình Mike11 tại trạm Bàng Giang cho đợt lũ điển hình 2012



a)



b)

Hình 7. Kết quả kiểm định khả năng mô phỏng ngập lụt của công nghệ qua đợt ngập lụt lịch sử năm 1986: a) kết quả kiểm định độ sâu ngập; b) kết quả kiểm định diện ngập

4. Kết Luận

Nghiên cứu xây dựng được công nghệ dự báo quá trình lũ và cảnh báo ngập lụt cho thành phố Cao Bằng bằng cách ứng dụng liên hoàn hệ thống các mô hình (IFS,GFS), Mike-NAM, Mike11-HD, Mike 21, Mike11-GIS và Mike-Flood để dự báo quá trình lũ và tính toán ngập lụt cho thành phố Cao Bằng. Công nghệ có khả năng hỗ trợ cho các dự báo viên trong quá trình tác nghiệp dự báo lũ, từng bước nâng cao chất lượng bản tin để phục vụ hiệu quả hơn công tác

phòng chống thiên tai cho tỉnh Cao Bằng. Với kết quả dự báo thử tại trạm Thủy văn Bàng Giang đạt năm 2017 từ 70 - 75% cho thấy công nghệ có khả năng ứng dụng được vào trong nghiệp vụ dự báo tác nghiệp hàng ngày, tuy nhiên mức độ chính xác còn phụ thuộc nhiều vào các kết quả nghiên cứu về dự báo định lượng mưa và hiệu chỉnh bộ thông số, do bộ thông số của hệ thống các mô hình trong công nghệ cần phải được xem xét để hiệu chỉnh lại sau một hoặc vài năm vận hành.

Lời cảm ơn: Bài báo được hoàn thành nhờ sự giúp đỡ từ đề tài “Nghiên cứu xây dựng công nghệ dự báo lũ và cảnh báo ngập lụt cho hệ thống sông Bàng Giang - Kỳ Cùng”.

Tài liệu tham khảo

1. Verdin K and S. Jenson (1996), *Development of continental scale DEMs and extraction of hydrographic features*, proceedings of the Third Conference on GIS and Environmental Modeling, Santa Fe, New Mexico, NCGIA.
2. MIKE 21 Flow Model, Hydrodynamic Module, User Guide
3. MIKE 21 Flow Model, Hydrodynamic Module, Step-by-Step Training Guide
4. MIKE 21 Flow Model, Hydrodynamic Module, Scientific Documentation
5. MIKE FLOOD User Manual
6. MIKE FLOOD Step-by-step guide for River Flood Modelling
7. MIKE FLOOD Step-by-step guide for Urban Flood Modelling
8. MIKE FLOOD Toolbox, User Guide
9. MIKE 11 GIS, User Guide
10. MIKE to Google Earth, User Guide

FLOOD FORECASTING AND INUNDATION WARNING TECHNOLOGY FOR CAO BANG PROVINCE

Nguyen Dinh Thuat¹, Bui Dinh Lap², Nguyen Thi Xuyen², Nguyen Thi Thuy¹

¹The North East Regional Hydrometeorological Center

²The National center for Hydro-Meteorological Forecasting

Abstract: *The aim of the research is to develop the technology of the flood forecast and inundation warning for Cao Bang province by applying model systems of the (IFS, GFS), Mike-NAM, Mike11-HD, Mike21, Mike11-GIS, and Mike-Flood. The technology can support forecasters in producing flood forecasting and inundation warnings. Accordingly, the results at Bang Giang hydraulic station ranges from 70 to 75%, This means that the technology can be apply to daily forecasting, however, the accuracy of the results are dependent on input rainfall statistics of Numerical predict weather as well as suitable of parameters in model. We recommend that the parameters of models need recalibrating after one or servaral years.*

Keywords: *Flood forecasting technology, inundation warning, Bang Giang River system.*