

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG MÔ HÌNH HÓA XÂY DỰNG PHẦN MỀM DỰ BÁO LŨ, XÂM NHẬP MẶN SÔNG CỬU LONG HIỂN THỊ KẾT QUẢ DỰ BÁO MẶN LÊN GOOGLE EARTH

Đoàn Văn Hải¹, Lê Thị Huệ¹, Đoàn Quang Trí^{2*}

Tóm tắt: Công tác dự báo, cảnh báo lũ, xâm nhập mặn sông Cửu Long đóng một vai trò hết sức quan trọng tại Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn (KTTV) quốc gia. Nghiên cứu đã ứng dụng mô hình hóa (MIKE 11-MIKE11- GIS-Google Earth) tính toán dòng chảy lũ hạ lưu và hiển thị kết quả dự báo mặn cho đồng bằng sông Cửu Long trên nền Google Earth. Kết quả mô phỏng và thử nghiệm chỉ ra rằng công cụ phần mềm có khả năng dự báo tương đối tốt về mặt xu thế, đường thực đo và tính toán. Kết quả phân bố nê mặn trong sông tương đối phù hợp với kết quả thực đo tại các trạm. Kết quả dự báo mực nước lớn nhất và thực đo dao động từ 7-14 cm. Mức đảm bảo tại các trạm Tân Châu và Châu Đốc khá cao hầu hết là đạt trên 75-78%. Bộ công cụ dự báo được xây dựng trên nền cơ sở ngôn ngữ lập trình hiện đại, có tính mở, có khả năng tích hợp bổ sung và nâng cấp các modul khi cần thiết. Chất lượng thử nghiệm công cụ cho thấy, công cụ dự báo có thể đáp ứng được yêu cầu nghiệp vụ dự báo tại Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn quốc gia.

Từ khóa: MIKE 11, MIKE 11-GIS, Googel Earth.

Ban Biên tập nhận bài: 08/11/2019 Ngày phản biện xong: 27/12/2019 Ngày đăng bài: 25/02/2019

1. Đặt vấn đề

Dòng chảy sông Mê Công có ý nghĩa sống còn đối với sự phát triển của khu vực đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) nói riêng và Việt Nam nói chung. ĐBSCL chịu tác động mạnh mẽ từ nguồn nước sông Mê Công, trong đó lũ là yếu tố quan trọng nhất. Mỗi năm, khu vực này có từ 1,3-1,5 triệu hecta bị ngập lũ. Dưới tác động của dòng chảy và chế độ lũ, các hoạt động kinh tế - xã hội bị ảnh hưởng, đất nông nghiệp bị xâm nhập mặn và chua phèn, các hoạt động sản xuất nông nghiệp bị cản trở. Bên cạnh đó, lũ cũng có nhiều mặt tích cực đối với sự hình thành và phát triển của ĐBSCL. Sông Mê Công mang về cho đồng bằng nguồn phù sa màu mỡ và nguồn thủy sản tự nhiên giàu có. Mô hình hóa là một công cụ được khai thác và sử dụng hiệu quả trong công

tác dự báo, cảnh báo lũ, xâm nhập mặn trong những năm gần đây. Đã có rất nhiều công trình nghiên cứu xây dựng đưa ra những phương án, kết quả góp phần giảm nhẹ những hậu quả do lũ, thiên tai gây ra trong công tác dự báo, cảnh báo lũ, xâm nhập mặn trong sông và những khu vực cửa sông ven biển[1-9]. Hiện nay, bên cạnh công tác dự báo lũ, công tác dự báo, cảnh báo tình hình xâm nhập mặn sông Cửu Long đang được thực hiện tại Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn (KTTV) quốc gia và đạt được nhiều kết quả nhất định [10]. Công tác dự báo, cảnh báo sớm tình hình lũ, xâm nhập mặn cho khu vực đồng bằng sông Cửu Long ngày càng được chú trọng hơn trong những năm gần đây. Nghiên cứu đã ứng dụng kết hợp bộ mô hình MIKE 11-MIKE 11 GIS-Google Earth xây dựng thành phần mềm

¹Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn quốc gia

²Tạp chí Khí tượng Thủy văn

Email: doanquangtrikttv@gmail.com

khai thác dự báo lũ, xâm nhập mặn cho khu vực đồng bằng sông Cửu Long. Trong đó, dữ liệu mưa dự báo từ NOAA được sử dụng để tính toán dự báo lưu lượng làm đầu vào cho mô hình thủy lực MIKE 11 thông qua mô hình thủy văn URBS (Unified River Basin Simulator) [11-12]. Kết quả đường quá trình lũ thực đo và dự báo được hiển thị thông qua các module được thiết lập sẵn trong phần mềm. Kết quả dự báo mặn được hiển thị trên nền Google Earth cho kết quả trực quan, kịp thời và hỗ trợ cho công tác cảnh báo lũ, xâm nhập mặn cho khu vực Đồng bằng sông Cửu Long trên các bản tin dự báo, cảnh báo hạn mặn tại Trung tâm Dự báo KTTV quốc gia.

2. Phương pháp nghiên cứu và thu thập tài liệu

2.1 Giới thiệu khu vực nghiên cứu

Đồng bằng sông Cửu Long là bộ phận của châu thổ sông Mê Kông có diện tích 40,6 nghìn km². Đồng bằng sông Cửu Long có vị trí nằm liền kề vùng Đông Nam Bộ, phía Bắc giáp Campuchia, phía Tây Nam là Vịnh Thái Lan, phía

Đông Nam là Biển Đông. Các điểm cực của đồng bằng trên đất liền, điểm cực Tây ở phường Mỹ Đức, thành phố Hà Tiên, tỉnh Kiên Giang; cực Đông ở xã Thừa Đức, huyện Bình Đại, tỉnh Bến Tre; cực Bắc ở xã Hưng Điền A, huyện Vĩnh Hưng, tỉnh Long An; cực Nam ở xã Đất Mũi, huyện Ngọc Hiển, tỉnh Cà Mau. Ngoài ra, còn có các đảo xa bờ của Việt Nam như Đảo Phú Quốc, quần đảo Thổ Chu, Hòn Khoai (Hình 1). Về phía tây, Đồng bằng sông Cửu Long được giới hạn bởi sông Châu Đốc và kênh Vĩnh Tế một dòng kênh nhân tạo chảy dọc theo biên giới Việt Nam-Campuchia, nhận nước sông Hậu Giang qua sông Châu Đốc tại Thành phố Châu Đốc đổ nước ra Vịnh Thái Lan, giới hạn một vùng đất thấp ngập nước theo mùa gọi là tứ giác Long Xuyên. Ở khu vực giữa hai dòng sông Hậu và sông Tiền, Đồng bằng sông Cửu Long được giới hạn đầu nguồn bởi các dòng kênh nối ngang tại 2 huyện thị đầu nguồn Tân Châu và An Phú của tỉnh An Giang như kênh Vĩnh An.



Hình 1. Bản đồ vị trí khu vực nghiên cứu

2.2 Số liệu thu thập

- Nghiên cứu đã tiến hành thu thập số liệu mực nước trạm Tân Châu và Châu Đốc từ năm 2013-2019, số liệu triều trạm Vũng Tàu năm

2013-2019.

- Tính toán, xử lý số liệu lưu lượng ngày tại trạm Kratie thông qua đường quan hệ mực nước ~ lưu lượng (H~Q) đã được xây dựng tại trạm (từ

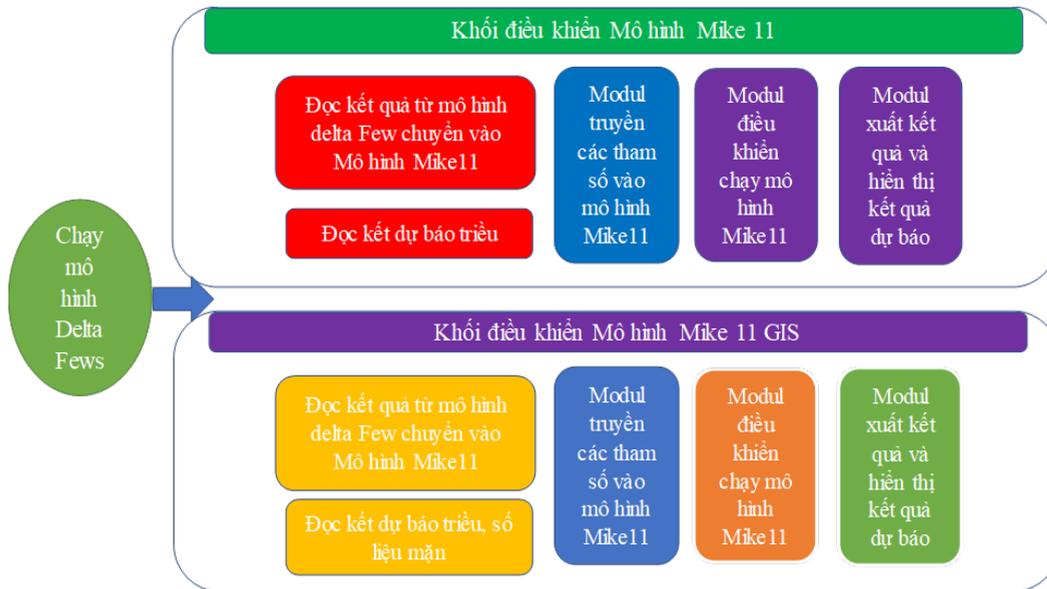
2013-2019).

- Thu thập số liệu mặt lớn nhất từ 32 trạm quan trắc đo mực nước đồng bằng sông Cửu Long từ 2014 -2019.

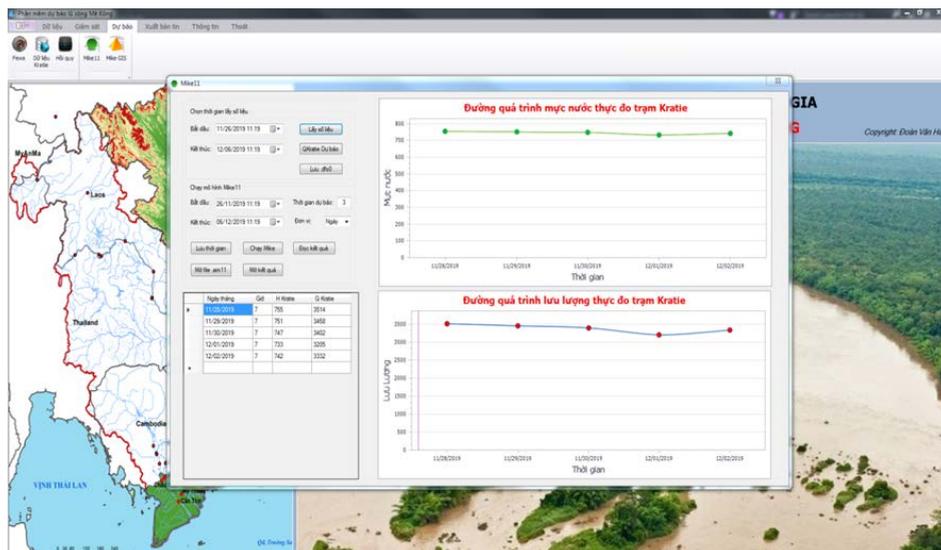
2.3 Giới thiệu mô hình MIKE 11 và MIKE11-GIS

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, thân thiện với người sử dụng 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 đặc biệt thân thiện với người sử dụng, linh hoạt và tốc độ, MIKE 11 cung cấp một môi trường thiết kế hữu hiệu 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).



Hình 2. Sơ đồ phần mềm điều khiển mô hình MIKE11 và MIKE11- GIS

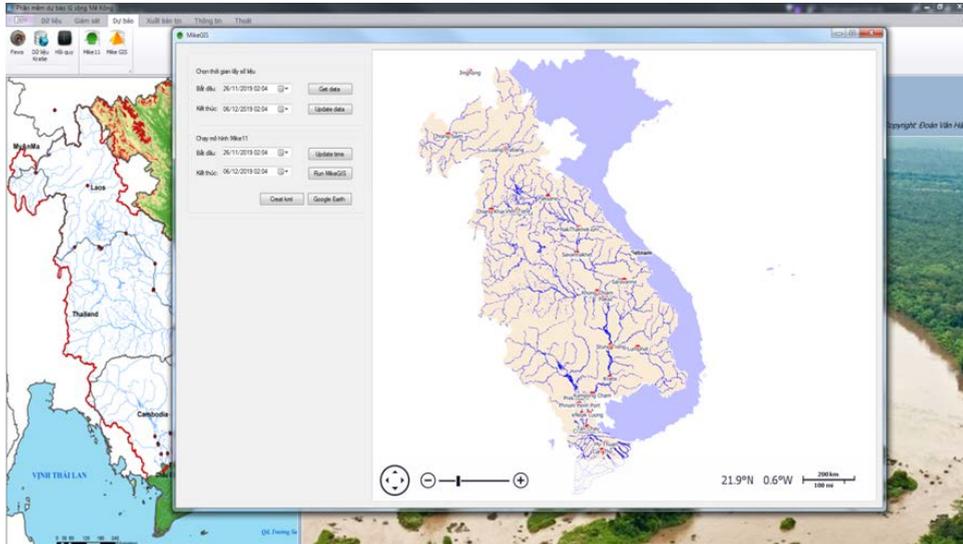


Hình 3. Giao diện điều khiển modul MIKE 11

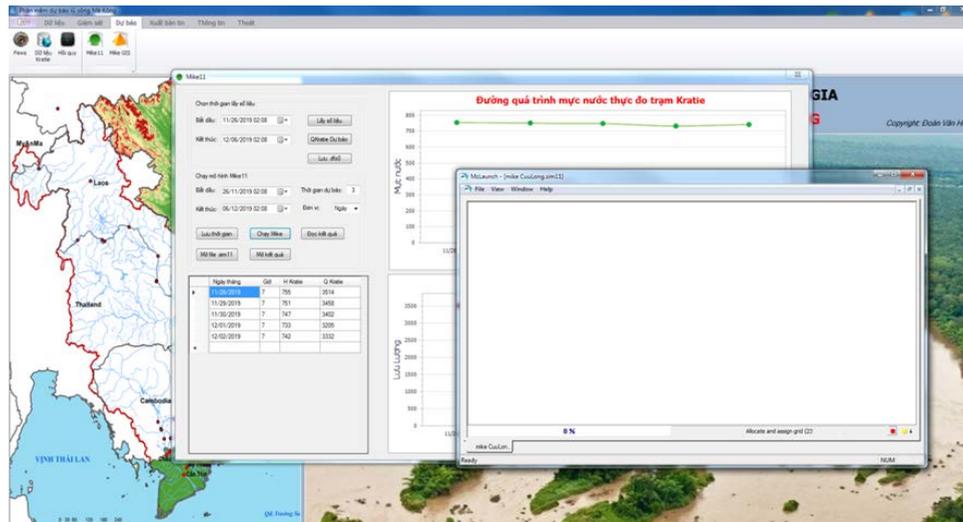
2.4 Xây dựng phần mềm phục vụ dự báo

Nghiên cứu xây dựng được phần mềm dự báo lũ, xâm nhập mặn sông Cửu Long sử dụng bộ mô hình MIKE 11 và MIKE 11-GIS xuất kết quả dự báo độ mặn lên Google Earth gồm: (1) Khối Dữ liệu; (2) Khối Giám sát; (3) Khối Dự báo; (4)

Khối Xuất bản tin; trong đó khối dự báo sẽ bao gồm 2 modul điều khiển và chạy mô hình MIKE 11 và MIKE 11-GIS (Hình 2). Giao diện điều khiển, modul chạy mô hình MIKE 11 và MIKE 11-GIS được thể hiện trên hình 3-hình 5.



Hình 4. Giao diện điều khiển modul MIKE 11-GIS



Hình 5. Giao diện chạy mô hình MIKE 11

3. Phân tích kết quả và đánh giá

3.1 Kết quả dự báo lũ

Kết quả dự báo được đánh giá bằng sai số được tính theo khoản 1 điều 11 thông tư 42/2017/TT-BTNMT ngày 23 tháng 10 năm 2017 của Bộ Tài nguyên và Môi trường “Quy

định kỹ thuật đánh giá chất lượng dự báo, cảnh báo thủy văn”. Theo đó sai số cho phép các trạm được tính theo công thức $S_{cf} = 0,674\sigma_1$. Kết quả tính sai số cho phép được làm tròn và thể hiện trong bảng 1.

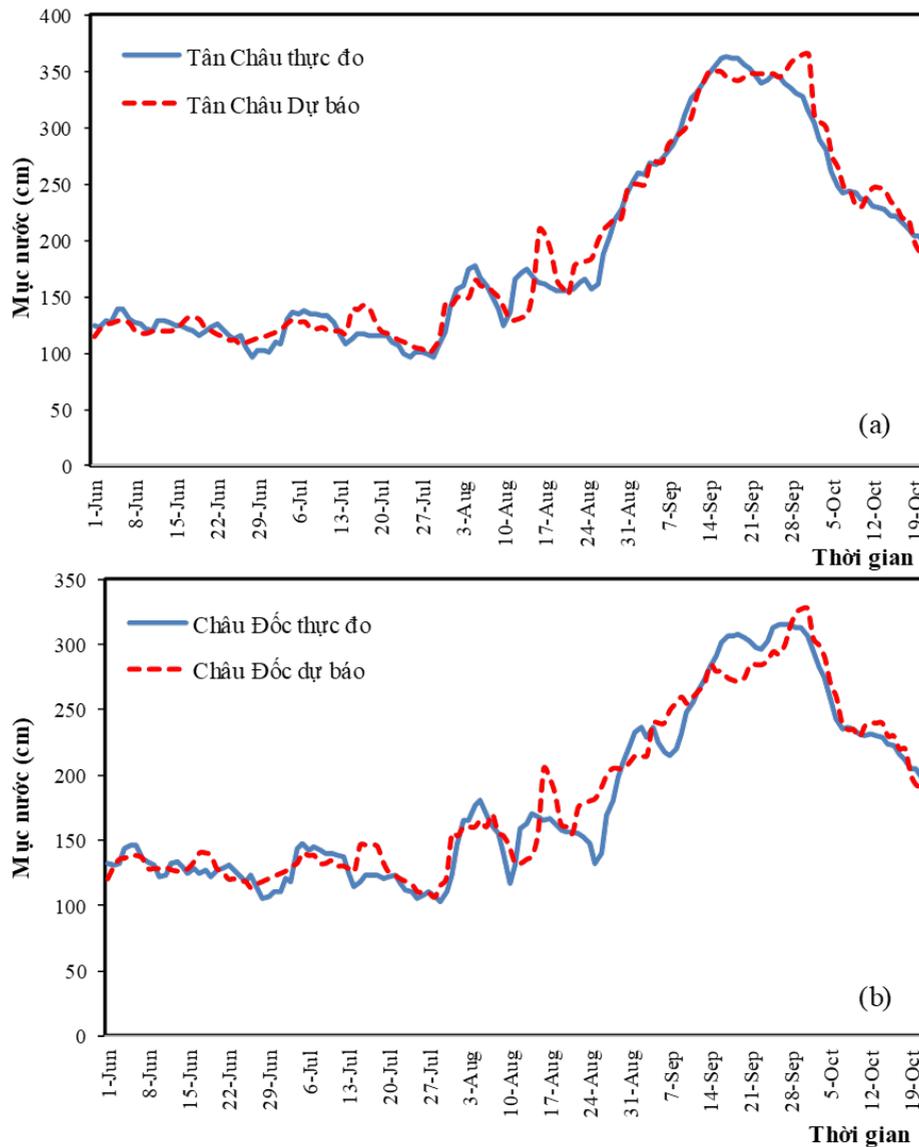
Bảng 1. Sai số cho phép các trạm hạ lưu sông Mê Kông

STT	Trạm	Sai số cho phép (cm)
1	Tân Châu	16
2	Châu Đốc	16

Kết quả dự báo cho thấy, sai số lớn nhất trong dự báo mực nước trạm Tân Châu là 50 cm; trạm Châu Đốc là 48 cm; trạm Mỹ Thuận là: 43 cm; trạm Cần Thơ là 52 cm. Với sai số cho phép như trên, kết quả dự báo thử nghiệm các trạm được thể hiện trong bảng 2.

Bảng 2. Chất lượng dự báo mực nước lớn nhất ngày trong mùa lũ năm 2019

STT	Trạm	Chất lượng dự báo đạt (%)
1	Tân Châu	78
2	Châu Đốc	75

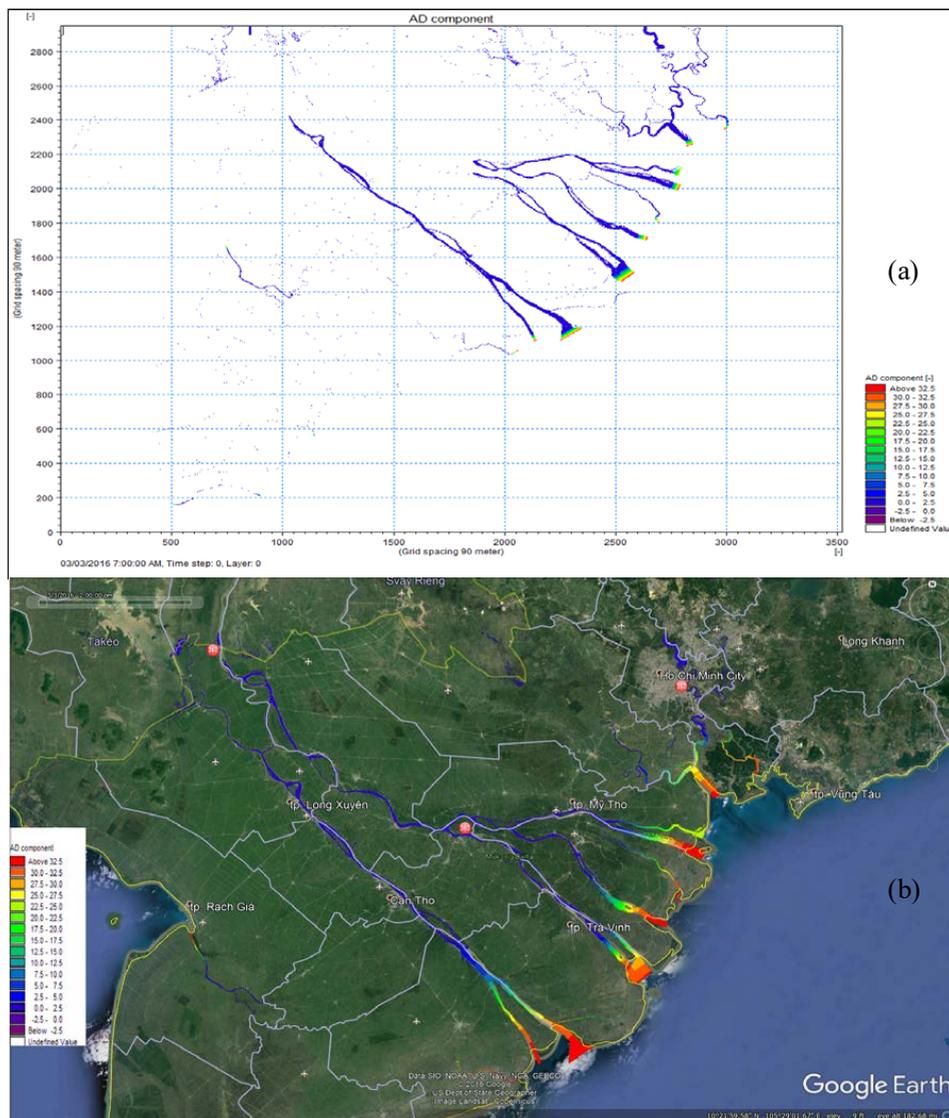


Hình 6. Quá trình mực nước thực đo, dự báo tại 02 trạm Tân Châu, Châu Đốc mùa lũ năm 2019

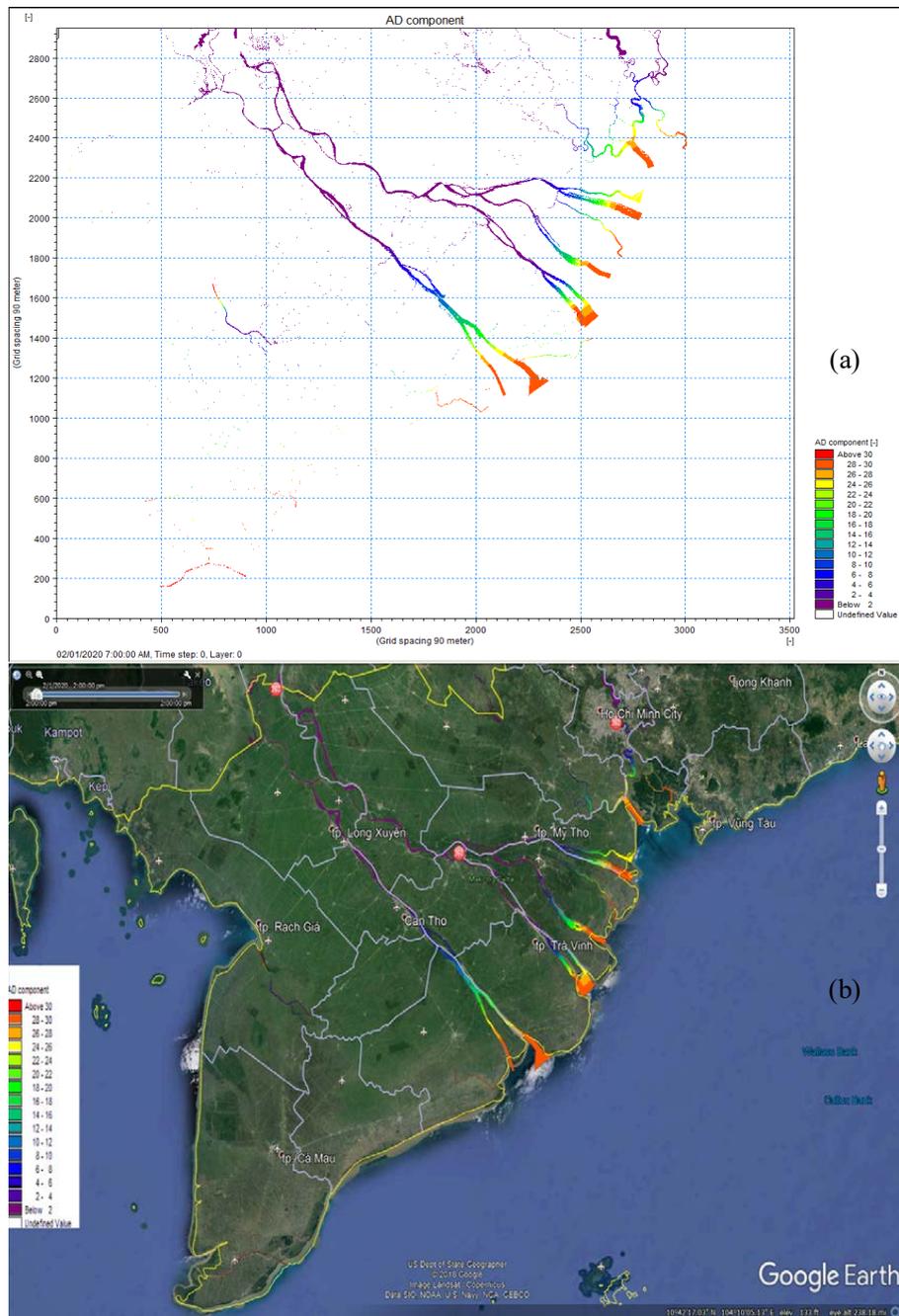
Công cụ dự báo mô phỏng được diễn biến xu thế mực nước lớn nhất ngày các trạm hạ lưu sông Mê Kông. Trong một vài con triều, do diễn biến triều dự báo không diễn biến phù hợp với triều thực đo, do đó, đường quá trình mực nước dự báo, thực đo các trạm xuất hiện một số điểm sai lệch lớn. Kết quả dự báo thử nghiệm cho kết quả đạt xấp xỉ 75-78%. Đường quá trình mực nước thực đo và dự báo tại 02 trạm: Tân Châu, Châu Đốc cho mùa lũ năm 2019 được thể hiện trên hình 6.

3.2 Kết quả dự báo mặn

Đối với dự báo mặn, khi chạy thử nghiệm cho mùa khô năm 2016 (đây là mùa có xâm nhập mặn cao nhất). Kết quả chạy thử nghiệm cho thấy sự phân bố mặn trong sông tương đối khớp với số liệu đo mặn (Hình 7). Dự trên kết quả mô hình MIKE11-GIS mô phỏng lại quá trình xâm nhập mặn năm 2016, nghiên cứu đưa ra kết quả dự báo thử nghiệm cho mùa khô năm 2019-2020 (Hình 8) và bản đồ phân bố nê m mặn khu vực đồng bằng sông Cửu Long năm 2016 và dự báo năm 2020 (Hình 9).



Hình 7. (a) Kết quả phân bố nê m mặn trong sông từ mô hình MIKE 11 thời kỳ 10-3-2016; (b) Kết quả phân bố nê m mặn trong sông trên Google Earth



Hình 8. (a) Kết quả dự báo phân bố nê mặn trong sông từ mô hình MIKE 11 thời kỳ tháng 2/2020; (b) Kết quả phân bố nê mặn trong sông trên Google Earth

4. Kết luận

Nghiên cứu đã ứng dụng được kết quả mô hình FEWS để xây dựng thành công phần mềm dự báo lũ, xâm nhập mặn sông Cửu Long sử dụng bộ mô hình MIKE11 và MIKE11- GIS xuất kết quả dự báo độ mặn lên Google Earth. Phần mềm được xây dựng với 04 khối chức năng

có 08 modul chính: Modul kết nối đầu ra của chương trình trao đổi số liệu Hydmet thành đầu vào cho hệ thống FEWS, tích hợp trong chương trình dự báo; Modul lưu trữ dữ liệu lượng mưa, mực nước, lưu lượng, mực nước triều; Modul quản trị hệ thống giám sát lượng mưa, mực nước, lưu lượng, mực nước triều; Modul vận hành

phần mềm Hydmet; Modul đọc kết quả dự báo thủy văn từ phần mềm FEWS để làm đầu vào cho mô hình MIKE11; Modul điều khiển mô hình MIKE11 và MIKE11- GIS. Bộ công cụ dự báo được xây dựng trên nền cơ sở ngôn ngữ lập trình hiện đại, có tính mở, có khả năng tích hợp bổ sung và nâng cấp các modul khi cần thiết. Với 7 năm số liệu mực nước 2013-2019, 6 năm số liệu mặn 2014-2019. Chất lượng dự báo mực

nước lớn nhất của 2 trạm Tân Châu và Châu Đốc thử nghiệm cho năm 2019 đạt từ 75-78%, đánh giá phân bố nê-m mặn trong sông năm 2016 tương đối phù hợp với số liệu thực đo, phần mềm cho thấy có thể được áp dụng hàng ngày trong mùa lũ, và dự báo xâm nhập mặn trong mùa khô hỗ trợ các dự báo viên tác nghiệp tại Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn quốc gia.



Hình 9. Bản đồ phân bố nê-m mặn khu vực đồng bằng sông Cửu Long năm 2016 và dự báo năm 2020

Lời cảm ơn: Bài báo hoàn thành trong khuôn khổ là kết quả nghiên cứu xây dựng phần mềm phục vụ tác nghiệp tại Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn quốc gia “Nghiên cứu xây dựng phần mềm dự báo lũ, xâm nhập mặn sông Cửu Long sử dụng bộ mô hình MIKE11 và MIKE11- GIS xuất kết quả dự báo độ mặn lên Google Earth”.

Tài liệu tham khảo

1. Doan Quang Tri, Nguyen Cao Don, Chen Yi Ching, Pawan Kumar Mishra (2014), *Modeling the Influence of River Flow and Salinity Intrusion Processing in the Mekong River Estuary, Vietnam*. Lowland Technology International, 16 (1), 14-25.
2. Đoàn Quang Trí, Lê Thị Huệ (2016), *Mô hình hóa dự báo dòng chảy lưu vực sông Mê Công, Việt Nam*. Hội nghị khoa học - Khí tượng thủy văn và hải dương học, Khoa khí tượng thủy văn phát triển và hội nhập, 1-9.
3. Nguyen Thi Mai Linh, Doan Quang Tri, Tran Hong Thai, Nguyen Cao Don (2018), *Applica-*

tion of a two-dimensional model for flooding and floodplain simulation: Case study in Tra Khuc-Song Ve river in Viet Nam. *Lowland Technology International*, 20 (3), 367-378.

4. Nguyễn Thị Tuyết Nhung, Đoàn Quang Trí, Đoàn Văn Hải (2018), *Nghiên cứu ứng dụng bộ mô hình FEWS xây dựng công cụ dự báo lũ các trạm hạ lưu sông Mê Kông*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 688, 24-35.

5. Tran Hong Thai, Doan Quang Tri (2019), *Combination of hydrologic and hydraulic modeling on flood and inundation warning: case study at Tra Khuc-Ve river basin in Vietnam*. *Vietnam Journal of Earth Sciences*, 41(3), 240-251. Doi: 10.15625/0866-7187/41/3/13866.

6. MRCS (2011), *Flood Management and Mitigation Programme (FMMP), Regional Flood Management and Mitigation Centre (RFMMC), URBS and FEWS and evaluation of pilot system development of URBS and FEWS for selected catchment for each national line agencies, Phnom Penh, Cambodia*, June, 2011, Regional Advance Training Course, OSP: MRCS.

7. Doan Quang Tri, Quach Thi Thanh Tuyet (2016), *Effect of Climate change on the Salinity Intrusion: Case Study Ca River Basin, Vietnam*. *Journal of Climate Change*, 2 (1), 91-101. Doi: 10.3233/JCC-160010.

8. Doan Quang Tri, Tran Hong Thai (2017), *Adaptation to Climate Change on the Saltwater Intrusion in Estuaries*. LAP LAMBERT Academic Publishing, OmniScriptum GmbH & Co. KG, BahnhofstraBe 28, 66111 Saarbrücken Germany, pp. 60.

9. Tran Hong Thai, Hoang Van Dai, Doan Quang Tri (2017), *Application Couple Model in Saltwater Intrusion Forecasting in Estuary*. LAP LAMBERT Academic Publishing, OmniScriptum GmbH & Co. KG, BahnhofstraBe 28, 66111 Saarbrücken Germany, pp. 124.

10. Đoàn Quang Trí (2016), *Ứng dụng mô hình MIKE 11 mô phỏng và tính toán xâm nhập mặn cho khu vực Nam Bộ*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 671, 39-46.

11. Nguyễn Quốc Anh (2012), *Khai thác sử dụng số liệu mưa vệ tinh trong dự báo lũ lưu vực sông Mê Kông (từ Chiang Saen đến Stung Treng)*. Luận văn thạc sỹ khoa học.

12. URBS, *A rainfall runoff routing Model for Flood forecasting & design*, version 4.00 by D.G. Carroll.

THE APPLICATION OF NUMERICAL MODELLING TO ESTABLISH THE FORECASTING SOFTWARE FOR FLOOD AND SALINE INTRUSION AND DISPLAY THE RESULTS ON GOOGLE EARTH

Doan Van Hai¹, Le Thi Hue¹, Doan Quang Tri^{2*}

¹National Centre for Hydro Meteorological Forecasting

²Vietnam Journal of Hydrometeorology

Abstract: Flood and saltwater intrusion warning play an integral part at the National Center for Hydrometeorological Forecasting (NCHMF). The study has applied modeling (including MIKE 11-MIKE11-GIS-Google Earth) to simulate and estimate downstream flood and display the forecasting results of salinity for the Mekong Delta based on Google Earth platform. The simulation results show that the software is capable of predicting the incidence and displaying the real lines and calculations. The results of salinity distribution on the river are relatively compatible with the actual

results measured at the stations. The forecasting results of the projected and actual maximum water level range from 7-14 cm. The safety water levels at Tan Chau and Chau Doc stations are relatively high, most of them reaching 75-78%. The software is developed on modern programming language, which could be integrated and upgraded if necessary. The testing of the software shows that the forecasting modelling can support the forecasting requirements at NCHMF.

Keywords: MIKE11, MIKE11-GIS, Googel Earth.