

CÔNG CỤ TÍCH HỢP CÁC MÔ HÌNH PHỤC VỤ DỰ BÁO THỦY VĂN LƯU VỰC SÔNG ĐỒNG NAI

Trần Thành Công⁽¹⁾, Bảo Thanh⁽²⁾, Trương Hoài Thanh⁽²⁾, Nguyễn Văn Tín⁽²⁾

⁽¹⁾ Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Bộ

⁽²⁾ Phân viện Khí tượng Thủy văn và Môi trường phía Nam

Diến biến thủy văn phụ thuộc rất nhiều vào diễn biến của thời tiết trong lưu vực, và điều kiện hải văn vùng cửa sông ven biển. Quản lý và thực thi các mô hình dự báo số trị một cách hiệu quả sẽ góp phần nâng cao chất lượng dự báo thủy văn trong lưu vực. Bài viết giới thiệu một hệ thống công cụ phần mềm máy tính quản lý cơ sở dữ liệu thủy văn, tích hợp thông tin thời tiết, tạo công cụ quản lý sự kết nối giữa các mô hình dự báo thời tiết, mô hình thủy văn - thủy lực và hải văn, trợ giúp dự báo viên nâng cao chất lượng và hiệu quả trong công tác dự báo thủy văn trên lưu vực sông Đồng Nai.

1. Giới thiệu

Diễn biến thủy văn phụ thuộc rất nhiều vào diễn biến của thời tiết trong lưu vực và điều kiện hải văn vùng cửa sông ven biển. Nhằm nâng cao năng lực và hiệu quả của công tác dự báo thủy văn trên lưu vực sông Sài Gòn-Đồng Nai, đáp ứng ngày càng tốt hơn các yêu cầu của kinh tế - xã hội trong điều kiện diễn biến phức tạp của thời tiết, thủy văn và biến đổi khí hậu, cần phải xây dựng một hệ thống công cụ phần mềm máy tính quản lý cơ sở dữ liệu thủy văn, tích hợp thông tin thời tiết, tạo sự kết nối với các mô hình dự báo thời tiết với mô hình thủy văn - thủy lực và hải văn, trợ giúp dự báo viên trong công tác xây dựng CSDL đầu vào, phân tích thông tin và ra quyết định dự báo..

2. Phương pháp

Hệ thống tích hợp các mô hình phục vụ dự báo thủy văn gồm có các mô hình:

- Mô hình dự báo thời tiết WRF: thực thi các tính toán dự báo mưa, nhiệt độ, gió, bốc hơi, thấm làm số liệu nhập cho các mô hình thủy văn và hải văn

- Mô hình dự báo mực nước cửa sông Delft3D: Tiếp nhận biên đầu vào là các trường dự báo gió, nhiệt từ mô hình WRF, thực thi các tính toán dự báo mực nước cửa sông, làm biên mực nước cửa sông cho mô hình thủy lực dự báo mực nước.

- Mô hình dự báo lưu lượng hồ chứa NAM: Tiếp nhận biên đầu vào là các trường dự báo mưa từ mô hình WRF, thực thi các tính toán dự báo dòng chảy của các lưu vực bộ phận, làm biên lưu lượng thượng nguồn cho mô hình thủy lực dự báo mực nước trong sông.

- Mô hình thủy lực dự báo mực nước trong mạng lưới sông vùng hạ lưu MIKE11: Tiếp nhận biên lưu lượng thượng nguồn từ mô hình mưa-dòng chảy NAM, biên cửa sông từ mô hình Delft3D, mưa tại chỗ, thấm, bốc hơi từ mô hình WRF, thực thi các tính toán dự báo mực nước và ngập lụt cho vùng hạ lưu lưu vực sông.

Hệ thống tích hợp các mô hình phục vụ dự báo thủy văn được xây dựng gồm có các chức năng chính sau:

- Quản lý và biên tập các thông số của các mô hình trong hệ thống: Xây dựng công cụ biên tập các thông số cấu hình của các mô hình trên một giao diện thống nhất của hệ thống.

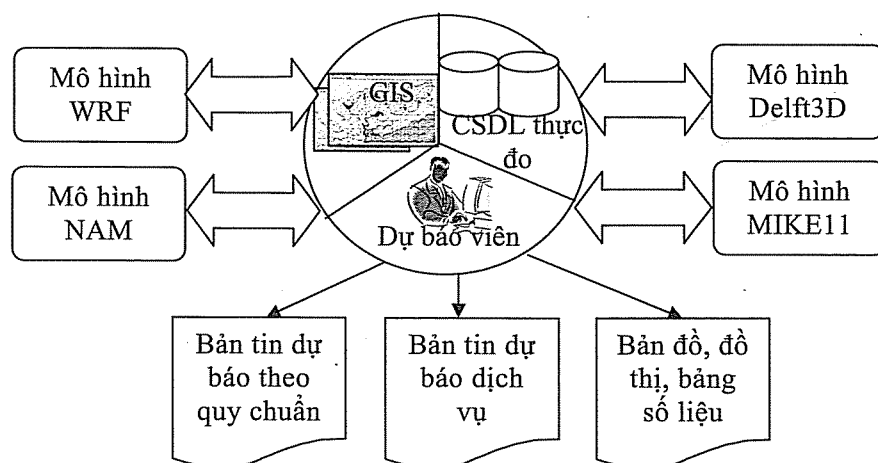
- Hiện thị, biên tập kết quả tính toán của các mô hình, số liệu thực đo của các trạm KTTV trong hệ thống: Xây dựng công cụ hiện thị trực quan kết quả tính toán của các mô hình và số liệu thực đo trong hệ thống. Các kết quả tính toán của mô hình và số liệu thực đo được hiện thị trực quan trên nền bản đồ GIS, bằng đồ thị, bảng số liệu, trợ giúp dự báo viên theo dõi diễn biến thực đo và số liệu dự báo của các mô hình, phát hiện sai sót và chỉnh sửa kết quả theo kinh nghiệm chuyên môn.

- Tạo các kết nối giữa các mô hình trong hệ thống: Xây dựng công cụ đọc, nhận dạng, chuyển đổi định dạng số liệu giữa các mô hình. Tự động tạo các biên đầu vào cho các mô hình từ kết quả tính toán của mô hình khác để tạo thành một mối liên kết thống nhất giữa các mô hình trong hệ thống.

- Trợ giúp phân tích số liệu và tạo các sản phẩm dự báo: Xây dựng công cụ trợ giúp phân tích số liệu,

trợ giúp dự báo viên ra quyết định và tạo các sản phẩm dự báo theo quy chuẩn ngành cũng như

theo đặc thù của từng đối tượng phục vụ thông tin dự báo thủy văn.



Hình 1. Sơ đồ khái quát hệ thống tích hợp các mô hình dự báo

Để thực hiện mục tiêu nêu trên, cần thực hiện các nghiên cứu và thiết kế các công cụ phần mềm như sau:

- Nghiên cứu các chức năng, các thông số mô hình chủ yếu của các mô hình dự báo thời tiết WRF, mô hình thủy văn NAM, mô hình dự báo mực nước Delft3D, mô hình thủy lực MIKE 11.

- Nghiên cứu cấu trúc dữ liệu đầu ra của các phần mềm dự báo thời tiết: WRF để xây dựng các công cụ truy xuất trực tiếp dữ liệu và chiết xuất thông tin.

- Nghiên cứu cấu trúc dữ liệu đầu vào của các phần mềm thủy văn: MIKE NAM, mô hình hải văn: Delft3D, mô hình MIKE 11 để xây dựng các công cụ chuyển dữ liệu khí tượng thành dữ liệu đầu vào cho các mô hình này.

- Nghiên cứu quy trình, quy chuẩn kỹ thuật dự

báo mực nước của ngành KTTV. Tìm hiểu các mẫu biểu dự báo hiện hành.

- Tiến hành xây dựng quy trình dự báo mực nước bằng hệ thống tích hợp.

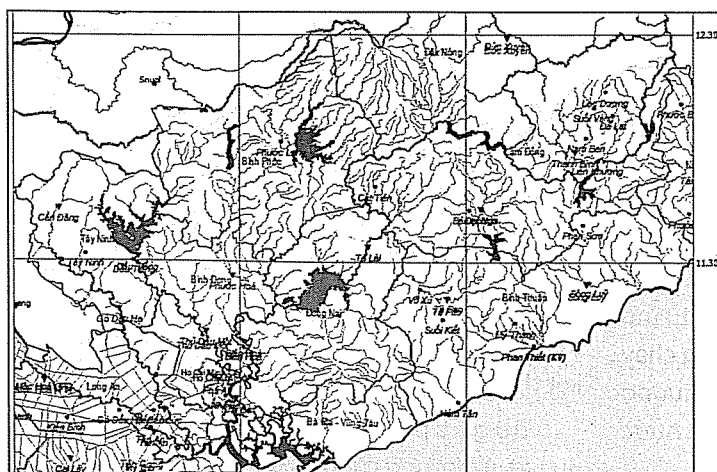
3. Kết quả đạt được

a. Giao diện phần mềm tích hợp

Đã nghiên cứu và xây dựng phần mềm tích hợp các mô hình số trị để dự báo mực nước vùng hạ lưu lưu vực sông Đồng Nai với các chức năng chính sau:

1) Quản lý, kết nối, hiện thị và truy vấn CSL GIS của lưu vực.

Thiết kế bộ công cụ kết nối, quản lý dữ liệu GIS từ các nguồn ARCMAP và MAPINFO. Đối với lưu vực sông Đồng Nai, CSDL GIS về lưu vực được thu thập từ nguồn bộ TNMT, từ các nguồn CSDL GIS của các tỉnh: Bình Dương, Đồng Nai, TP HCM, Lâm Đồng, gồm có: Ranh giới hành chính (quốc gia, tỉnh, huyện, xã), mạng lưới sông, các tiểu lưu vực, mạng lưới trạm KTTV, địa hình.

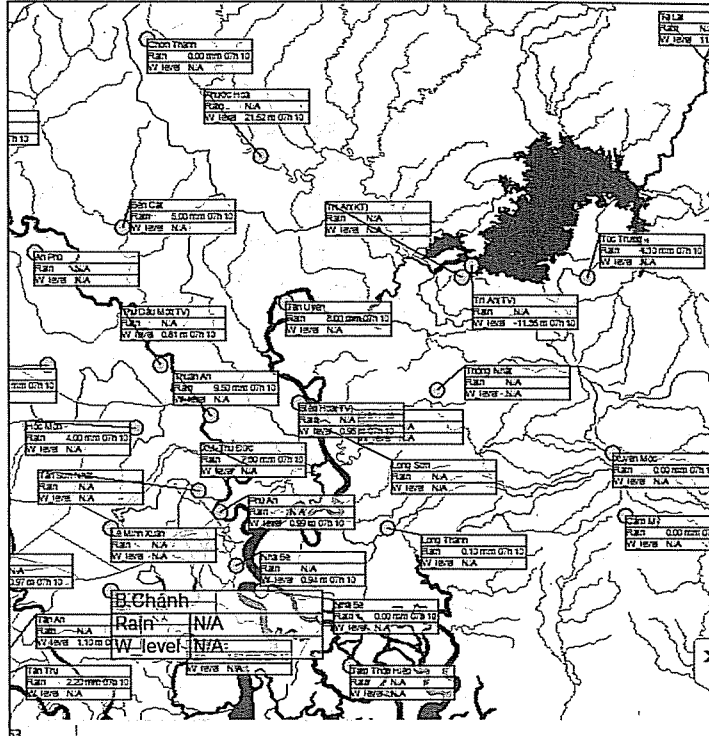


Hình 2. CSDL GIS lưu vực sông Đồng Nai

2) Quản lý số liệu các trạm quan trắc trên lưu vực sông Đồng Nai

Việc quản lý, truy vấn và hiện thị số liệu quan trắc sẽ giúp dự báo viên phân tích được diễn biến

mưa đã qua trong lưu vực, có số liệu để so sánh hiệu chỉnh số liệu mô hình thời tiết dự báo mưa, dự báo gió, đồng thời là cơ sở để lập biên đầu vào số liệu mưa, gió hiện trạng cho mô hình thủy văn - thủy lực và hải văn.



Hình 3. Hiện thị số liệu quan trắc trực quan trên bản đồ GIS

b. Công cụ kết nối dữ liệu giữa các mô hình

• Định dạng NetCDF:

Để thuận tiện cho việc lưu trữ và sử dụng sản phẩm, các mô hình dự báo thời tiết số trị sử dụng định dạng NetCDF (Network Common Data Form) để lưu trữ kết quả tính toán. NetCDF là thư viện phần mềm tự mô tả, độc lập với các định dạng của bản thân máy tính và hệ điều hành, cho phép tạo, truy cập và chia sẻ dữ liệu dạng mảng nhiều chiều.

• Định dạng GRIB:

GRIB (GRIddded binary) là một công cụ hữu ích trong việc truyền dữ liệu dạng lưới với dung lượng lớn qua mạng viễn thông thông tin tốc độ cao sử dụng giao thức mới (Modern protocols). Bằng việc đóng gói thông tin vào mã GRIB, các thông điệp - messages (hoặc bản ghi) có thể được tạo ra một cách ngắn gọn hơn nhiều so với đối tượng bản tin thông thường. Định dạng mã GRIB theo một quy ước chung, được tổ chức Khí tượng Thế giới phê

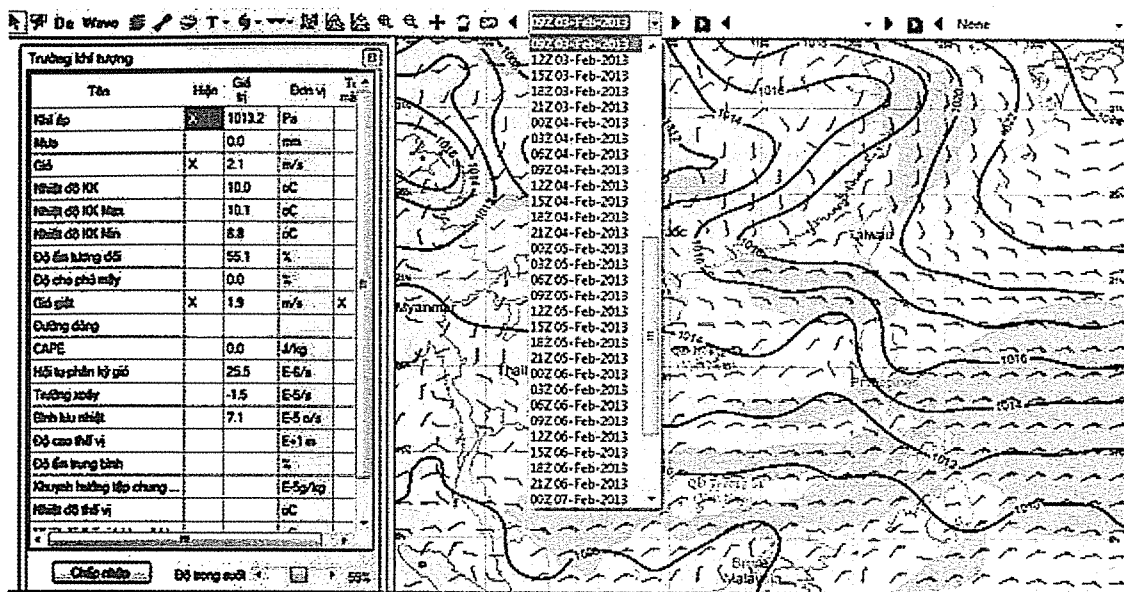
chuẩn đưa vào sử dụng từ 1985, phiên bản đầu tiên là GRIB1.

• Giải mã, lưu trữ số liệu mô hình dự báo số trị

Công cụ này được tích hợp với 2 chức năng: giải mã số liệu GRIB, NetCDF và đồng thời tạo số liệu lưới các trường khí tượng. Phần mềm có hai chế độ thu nhận và giải mã số liệu mô hình số trị: Chế độ tự động và chế độ thủ công. Kết quả giải mã số liệu các mô hình số trị được tính toán và lưu trữ trong các tập tin lưới số liệu dạng GRID.

• Hiện thị các trường dự báo

Kết quả dự báo thời tiết được hiển thị trực quan trên máy tính và được chồng lớp với các bản đồ định vị GIS khác, giúp dự báo viên nhận định diễn biến các hình thế thời tiết sẽ ảnh hưởng đến kết quả dự báo thủy văn. Bản đồ các trường khí tượng được hiện thị theo thời điểm, hoặc hiện thị bằng hoạt hình.



Hình 4. Công cụ hiển thị trường khí tượng phân tích

• Kết xuất số liệu biên trạm mưa cho mô hình thủy văn NAM và mô hình MIKE 11

Để thực thi mô hình MIKE NAM cho lưu vực sông Đông Nai một cách hiệu quả, hệ thống tích hợp

thực hiện đồng thời 2 tác vụ:

- Truy vấn số liệu mưa thực đo trên lưu vực.

- Kết xuất số liệu dự báo mưa cho các trạm KTTV từ mô hình dự báo thời tiết WRF.

Forecast Rain for Dong Nai Basin							
Forecast Rain		Sum Forecast rain					
Date/Time	Hồ Dầu Tiếng	Phạm Văn Cội	Gò Dầu Hạ	Đồi 95	Dầu Tiếng	Củ Chi	
09/10/2013 19:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
09/10/2013 22:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
10/10/2013 01:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
10/10/2013 04:00	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1
10/10/2013 07:00	0.4	0.3	1.0	0.2	0.3	0.1	1
10/10/2013 10:00	2.5	3.1	3.7	1.1	2.0	2.0	5
10/10/2013 13:00	3.7	6.9	8.0	1.5	3.0	4.6	1
10/10/2013 16:00	6.6	9.9	11.5	2.2	5.4	10.9	1
10/10/2013 19:00	6.9	10.7	12.1	2.8	5.7	12.3	1
10/10/2013 22:00	7.7	11.7	12.1	3.9	8.5	13.3	1
11/10/2013 01:00	9.5	13.5	12.1	5.3	9.8	13.5	1
11/10/2013 04:00	9.7	13.6	12.1	6.1	9.8	13.5	1
11/10/2013 07:00	9.7	13.6	12.1	6.1	9.8	13.5	1
11/10/2013 10:00	11.8	15.2	12.6	8.5	11.1	14.3	1
11/10/2013 13:00	14.6	21.0	16.2	9.4	13.4	14.7	2
11/10/2013 16:00	18.0	23.1	20.1	10.3	15.0	15.2	2
11/10/2013 19:00	18.4	23.6	21.1	10.4	15.9	16.3	2
11/10/2013 22:00	18.5	24.5	21.1	10.4	16.4	16.7	2
12/10/2013 01:00	21.2	25.7	21.1	11.2	18.9	17.4	2
12/10/2013 04:00	23.6	26.9	21.5	12.4	21.6	17.8	2

Hình 5. Công cụ chiết xuất mưa từ mô hình dự báo thời tiết số trị

• Kết xuất trường gió đầu vào cho mô hình Delft3D.

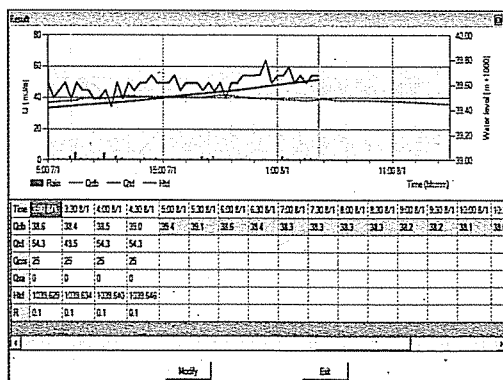
Để dự báo mực nước của sông làm biên cho mô

hình thủy lực MIKE 11, mô hình Delft3D yêu cầu biên đầu vào là trường vector gió (u,v) dự báo cho lưới tính xác định. Cấu trúc của trường vector gió của mô hình được mô tả như sau:

FileVersion	Phiên bản tập tin
Filetype	Loại tập tin
NODATA_value	Ký hiệu không có số liệu
n_cols	Số cột của lưới tính
n_rows	Số dòng của lưới tính
grid_unit	Đơn vị đo của lưới số liệu
x_llcorner	Tọa độ góc trái
y_llcorner	Tọa độ góc dưới
dx	Kích thước ô lưới theo trục X
dy	Kích thước ô lưới theo trục Y
n_quantity	Số lượng tham số
quantity1	Tên tham số
unit1	Đơn vị tham số
TIME	Thời gian của lưới số liệu hiện hành
Data	Số liệu lưu trữ theo N_col x N_row

Hệ thống tích hợp xác định kích thước và tọa độ lưới số liệu của mô hình Delft3D, trong quá trình giải mã, chuyển số liệu từ dạng GRIB và NetCDF của mô hình WRF, hệ thống tự động kết xuất số liệu gió ra hai tập tin xwind.wnd và ywind.wnd theo đúng định dạng của Delft3D.

c. Hiện thị trực quan các kết quả mô hình và kết xuất theo các mẫu biểu dự báo

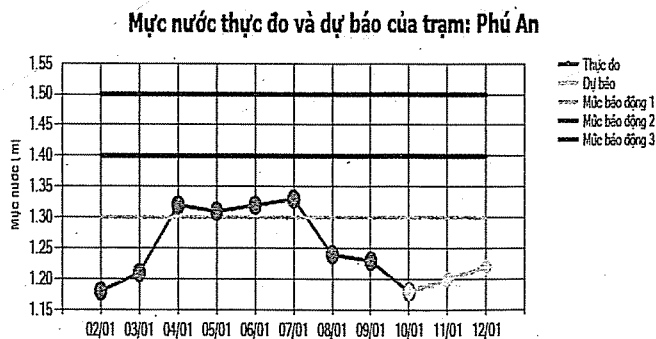


Hình 6. Hiện thị kết quả dự báo lưu lượng

Kết quả dự báo lưu lượng, mực nước của mô hình MIKE11 còn được hiện thị bản đồ phân bố

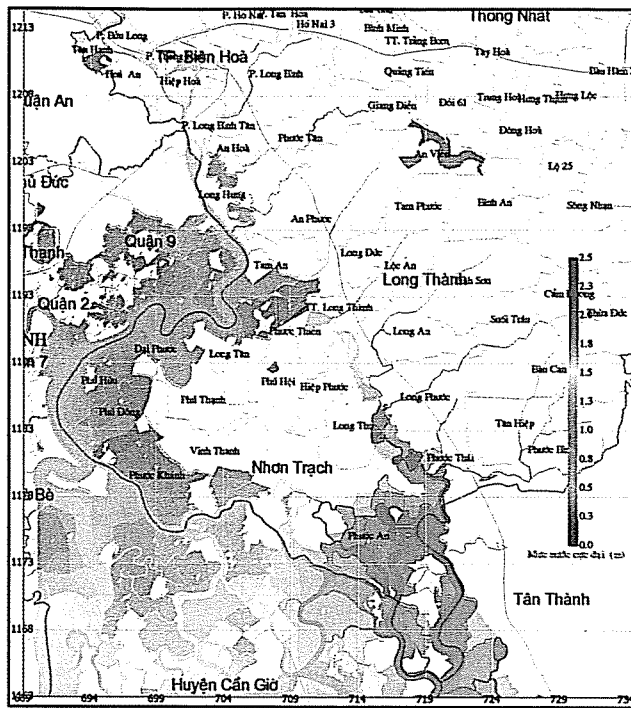
• Hiện thị kết quả dự báo mực nước tại các điểm đăng ký và trên bản đồ.

Kết quả dự báo lưu lượng, mưa, mực nước của các mô hình được kết xuất tại các điểm đăng ký. Kết quả tại điểm thường được kết xuất dưới dạng đồ thị và bảng số liệu tương ứng, giúp dự báo viên phân tích, hiệu chỉnh kết quả trước khi đưa vào sử dụng cho các mô hình kế tiếp hoặc kết xuất ra bản tin dự báo cuối cùng.



Hình 7. Hiện thị kết quả dự báo mực nước

chồng lớp với bản đồ GIS, giúp dự báo viên phân tích, đánh giá diễn biến thủy văn theo không gian

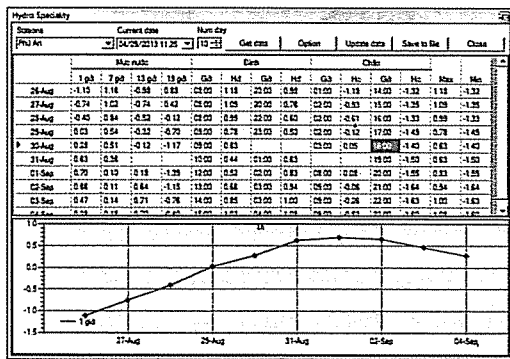


Hình 6 . Kết quả mô hình MIKE 11 chồng lớp trên bản đồ GIS

- Kết xuất kết quả dự báo theo các mẫu biểu dự báo theo quy định

Xây dựng công cụ tự động kết xuất kết quả dự

báo của mô hình sau khi đã được chỉnh sửa theo đúng các mẫu biểu dự báo theo quy định của ngành và đặc thù của Đài KTTV khu vực Nam Bộ



Hình 8 . Bảng đặc trưng thủy văn cho các điểm dư báo

4. Kết luận

Đã xây dựng được phần mềm tích hợp các mô hình dự báo và trợ giúp dự báo mực nước ở hạ lưu lưu vực sông Đồng Nai, nhằm nâng chất lượng trong công tác dự báo thủy văn ở Đài KTTV Nam Bộ. Hệ thống tích hợp đã xây dựng thực hiện được các công việc chính sau:

1) Quản lý và thực thi các kết nối dữ liệu giữa các mô hình WRF, Delft3D, NAM và MIKE 11.



Hình 9. Thực đo và dự báo mực nước tại điểm dự báo

2) Quản lý và hiện thị trực quan số liệu dự báo từ các mô hình và số liệu quan trắc thực đo trên nền bản đồ GIS.

3) Quản lý và kết xuất các kết quả dự báo theo các mẫu biểu được quy định.

Ưu điểm của hệ thống là:

- Quản lý các thông số đầu vào và kết quả đầu ra của các mô hình bằng một giao diện người dùng duy nhất, nâng cao tính hiệu quả và tiết kiệm thời

gian trong khâu chuẩn bị số liệu đầu vào và thực thi các mô hình.

- Công cụ hiện thị trực quan giúp người dùng đánh giá được chất lượng của các mô hình dự báo.
- Kết nối với số liệu thực đo và các CSDL GIS trên

lưu vực với các mô hình nhằm trợ giúp đánh giá sai số của các mô hình, hiệu chỉnh kịp thời cho các phiên dự báo tiếp theo.

- Trợ giúp hình thành các sản phẩm dự báo thủy văn nhanh chóng, hiệu quả.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Hữu Nhân, Trần Thành Công, Hồ Ngọc Điệp (2004). Báo cáo chuyên đề: Xây dựng phần mềm dự báo ngập lụt, xâm nhập mặn, lan truyền chất và sự cố tràn dầu. Đề tài cấp tp HCM: Xây dựng chỉ số chất lượng nước và mô hình quản lý, dự báo chất lượng nước mặt TP Hồ Chí Minh. TT công Nghệ MT chủ trì. ThS Tôn Thất Lành chủ nhiệm. Giai đoạn 1.
2. Nguyễn Hữu Nhân, Phạm Văn Đức, Trần Thành Công (1999). Về mô hình trợ giúp dự báo mực nước tổng hợp trong bão trên dải ven biển khu vực Nam bộ. Tạp chí Khí tượng Thủy văn số 9 (465), 4-10.
3. Trần Nguyên Phong, Giáo trình ngôn ngữ SQL, Đại Học Huế.
4. Xây dựng phần mềm DonaFlood và mô hình dòng chảy cho dự báo lũ tỉnh Đồng Nai. Đề tài cấp tỉnh. 2005-2007.
5. T. N. Krishnamurti, L. Bounoua, Giáo trình "Kỹ thuật nhập môn Dự báo thời tiết số", Người dịch: Kiều Thị Xin, Đại học KHTN Hà Nội, năm 2002.
6. Mgr. Miroslav Dressler, Ph.D, Art of Surface Interpolation, KUNŠTÁT, 2009
7. A. Dewi Hartkamp, Kirsten De Beurs, Alfred Stein, Jeffrey W. White, Interpolation Techniques for Climate Variables, Natural Resources Group, Geographic Information Systems - Series 90-91.
8. Stanley L. Barnes, A Technique for Maximizing Detail in Numerical Weather Map Analysis, 1964, Journal of Applied Meteorology.