

Tích hợp bộ mô hình dự báo thủy văn lưu vực sông Trà Khúc

Bùi Văn Chanh^{1,*}, Trần Ngọc Anh^{2,3}

¹*Đài Khí tượng Thủy văn Khu vực Nam Trung Bộ, Trung tâm KTTV Quốc gia, Bộ TNMT,
22 Pasteur, Nha Trang, Khánh Hòa, Việt Nam*

²*Khoa Khí tượng Thủy văn và Hải dương học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN,
334 Nguyễn Trãi, Hà Nội, Việt Nam*

³*Trung tâm Động lực học Thủy khí Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN,
334 Nguyễn Trãi, Hà Nội, Việt Nam*

Nhận ngày 08 tháng 8 năm 2016

Chỉnh sửa ngày 26 tháng 8 năm 2016; Chấp nhận đăng ngày 16 tháng 12 năm 2016

Tóm tắt: Dòng chảy trên lưu vực sông là một quá trình liên tục từ khi mưa rơi đến khi nhập vào đại dương. Quá trình phức tạp của dòng chảy trên lưu vực được mô phỏng bằng các mô hình toán phục vụ tính toán tài nguyên nước, dự báo thủy văn. Tuy nhiên một mô hình chưa mô phỏng được tất cả các quá trình dòng chảy trên lưu vực sông. Do đó để mô phỏng được nhiều hơn quá trình dòng chảy trên lưu vực sông từ đó dự báo được chi tiết hơn, độ chính xác cao hơn cần phải tích hợp các mô hình toán.

Trà Khúc là con sông lớn nhất của tỉnh Quảng Ngãi, diễn biến thủy văn rất phức tạp. Việc nghiên cứu tích hợp các mô hình để mô phỏng tốt hơn quá trình dòng chảy trên lưu vực nhằm nâng cao chất lượng dự báo là rất cần thiết. Trong nghiên cứu này đã tích hợp mô hình mưa - dòng chảy thông số phân bố Marine, mô hình thủy lực Mike 11 và công cụ tính triều trong Mike 21 để dự báo mực nước tại trạm thủy văn Sơn Giang và Trà Khúc. Kết quả nghiên cứu dự báo thử của cuối tháng 11 năm 2013 cho kết quả tốt, là cơ sở nâng cao chất lượng dự báo thủy văn cho Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Trung Trung Bộ và Đài Khí tượng Thủy văn tỉnh Quảng Ngãi.

Từ khóa: Marine, Trà Khúc, tích hợp bộ mô hình.

1. Mở đầu

Tích hợp là sự kết hợp những hoạt động, chương trình hoặc các thành phần khác nhau thành một khối chức năng. Tích hợp có nghĩa là sự thống nhất, sự hòa hợp, sự kết hợp, là sự phối hợp các hoạt động khác nhau, các thành phần khác nhau của một hệ thống để bảo đảm sự hài hòa chức năng và mục tiêu hoạt động của hệ thống ấy. Các cấp độ tích hợp mô hình toán gồm: Kết nối (link), lai ghép (couple), hợp nhất (integrate). Trong đó: tích hợp kiểu kết nối là sử

dụng đầu ra của đối tượng này làm đầu vào của đối tượng kia và giữa chúng không có tác động gì với nhau; tích hợp kiểu lai ghép là sự liên kết giữa đầu vào, đầu ra của các đối tượng và đầu vào của đối tượng này có tác động ngược lại tới đầu ra của đối tượng kia; tích hợp kiểu hợp nhất là sự kết hợp, gắn kết giữa các đối tượng thành một thể thống nhất.

Trong nghiên cứu này sử dụng kiểu tích hợp kết nối để tích hợp mô hình Marine, Mike11 và công cụ triều của Mike21. Trong đó mô hình Marine là mô hình mưa - dòng chảy thông số phân bố được xây dựng và phát triển với Viện Cơ học Chất lỏng Pháp, mô hình Mike 11 là mô

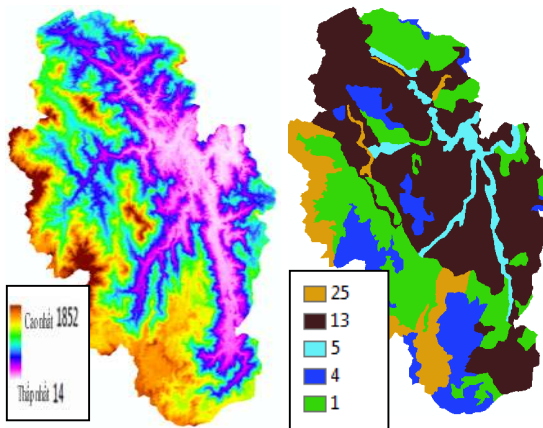
* Tác giả liên hệ. ĐT.: 84-915620289
Email: buivanhanh@gmail.com

hình thủy lực 1 chiều của Viện Thủy lực Đan Mạch (DHI), công cụ triều được tính từ Mike21 Toolbox. Mô hình Marine tính toán dòng chảy trên sườn dốc lưu vực làm đầu tại biên trên và gia nhập khu giữa cho mô hình Mike 11. Mike 21 Toolbox tính toán mức nước triều cho biên dưới của mô hình Mike 11. Cuối cùng là sử dụng mô hình Mike 11 để diễn toán dòng chảy trong sông và dự báo mực nước tại trạm thủy văn Sơn Giang và Trà Khúc.

2. Tích hợp mô hình toán

2.1. Thiết lập mô hình Marine [1]

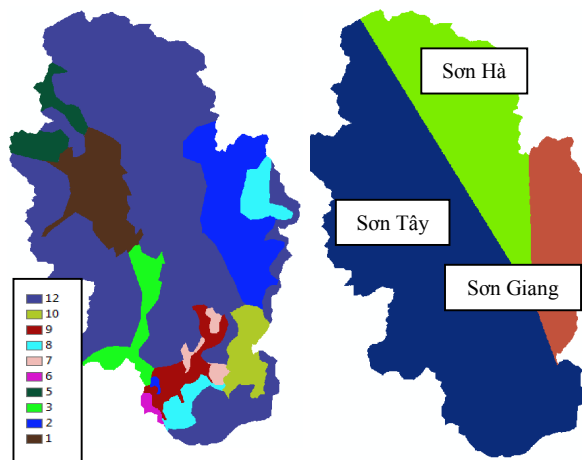
Dữ liệu đầu vào cho mô hình Marine gồm bản đồ mô hình số độ cao (DEM), bản đồ đất, bản đồ lớp phủ thực vật, mạng lưới sông suối, lượng mưa giờ phân bố theo không gian. Bản đồ DEM độ phân giải 90x90m lưu vực sông Trà Khúc được sử dụng để dẫn suất tạo 6 bản đồ làm đầu vào cho mô hình Marine gồm: (1) bản đồ độ dốc, (2) hướng chảy, (3) hội tụ nước, (4) mạng lưới sông, (5) đường phân nước, và (6) độ dài dòng chảy. Để thuận tiện cho việc xác định hệ số cản dòng chảy (hệ số nhám), toàn bộ bản đồ thám phủ các tỉnh được phân thành 13 nhóm thám phủ chính theo cách phân loại của tổ chức khoa học Mỹ (U.S. Geological Survey).



Hình 1. Bản đồ DEM lưu vực Sơn Giang.

Hình 2. Bản đồ đất lưu vực Sơn Giang.

Bản đồ thám phủ có tỷ lệ 1:50.000. Ban đầu bản đồ ở dạng Vector cấu tạo bởi các vùng khép kín - polygon, sau đó được đưa về dạng Raster. Để thuận tiện trong sử dụng, tên đất được phân loại theo FAO-UNESCO và được sử dụng để tính toán tổn thất do thấm theo phương pháp Green & Ampt. Dữ liệu mưa thời đoạn 1 giờ tại các trạm Sơn Tây, Sơn Hà, Sơn Giang và Trà Khúc được xử lý phân bố theo không gian theo phương pháp đa giác Thái Sơn.



Hình 3. Bản đồ lớp phủ lưu vực Sơn Giang.

Hình 4. Bản đồ phân chia đa giác Thái Sơn.

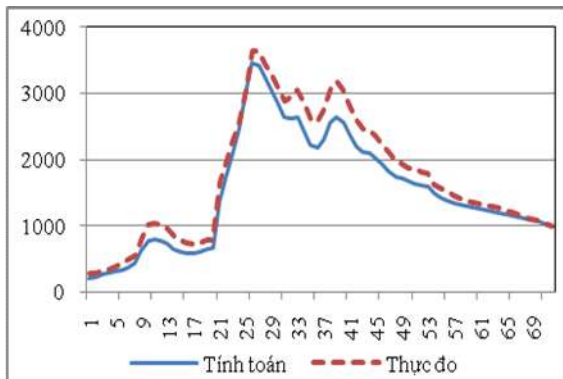
Bảng 1. Phân loại thám phủ

| Tên loại thám phủ | ID |
|--|----|
| Rừng ổn định: lá rộng, lá kim, tre nứa | 1 |
| Rừng non: lá rộng, lá kim, tre nứa | 2 |
| Rừng cây bụi | 3 |
| Rừng thưa | 4 |
| Cây bụi trồng thành rừng | 5 |
| Cây thân gỗ trồng không thành rừng | 6 |
| Cây bụi trồng không thành rừng | 7 |
| Cỏ | 8 |
| Lúa | 9 |
| Màu | 10 |
| Cây bụi rải rác | 11 |
| Rừng thưa xen lẫn rừng cây bụi, cỏ | 12 |
| Rừng cây bụi xen lẫn cỏ | 13 |

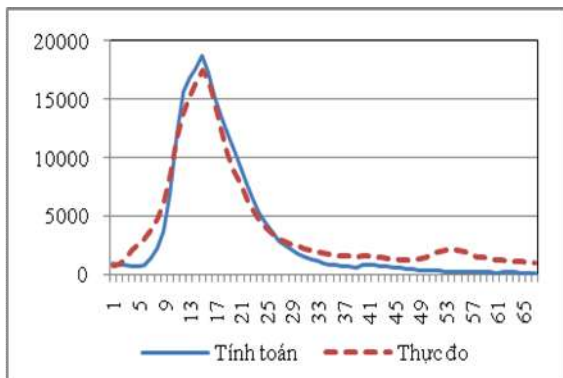
Bảng 2. Phân loại đất

| Tên loại đất | ID | Tên loại đất | ID |
|-----------------|----|----------------|----|
| Cát | 20 | Sét phù sa mùn | 40 |
| Mùn cát | 25 | Sét pha cát | 45 |
| Cát mùn | 3 | Sét phù sa | 50 |
| Mùn | 4 | Sét | 12 |
| Phù sa mùn | 5 | Núi đá | 13 |
| Sét pha cát mùn | 30 | Đất tro sỏi đá | 1 |
| Sét mùn | 35 | | |

Bộ thông số mô hình Marine được hiệu chỉnh bằng chuỗi số liệu thực đo và tính toán tại trạm thủy văn Sơn Giang. Đánh giá kết quả hiệu chỉnh từ 0h/6/11/2013 đến 23h/8/11/2013 bằng chỉ tiêu Nash đạt 93,8%; đạt loại tốt theo tiêu chuẩn của Tổ chức Khí tượng Thế giới (WMO). Đánh giá kết quả kiểm định từ 5h/15/11/2013 đến 23h/17/11/2013 bằng chỉ tiêu Nash đạt 89,3%; đạt loại tốt theo tiêu chuẩn của WMO.



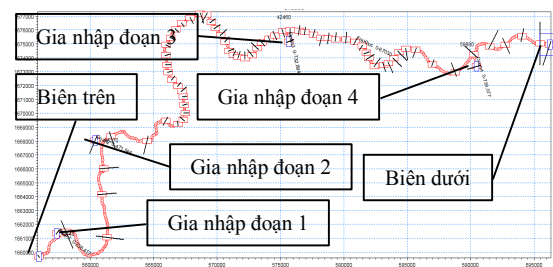
Hình 5. Đường quá trình hiệu chỉnh.



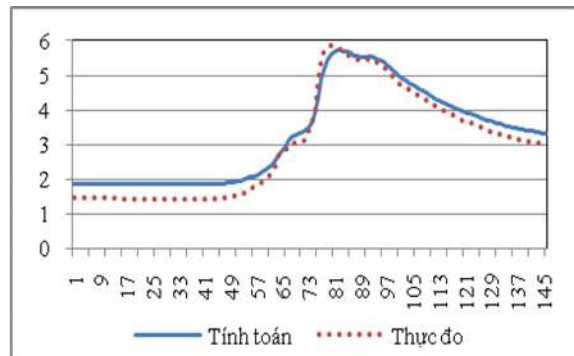
Hình 6. Đường quá trình kiểm định.

2.2. Thiết lập mô hình Mike11 [2]

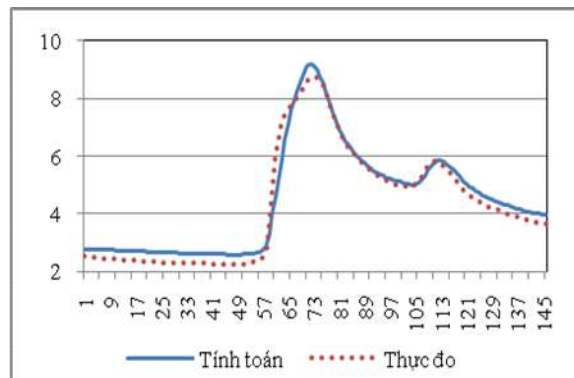
Mạng lưới sông được số hóa từ bản đồ tỷ lệ 1/10.000, sử dụng hệ quy chiếu Quảng Ngãi 108 độ múi 3 và cập nhật hệ quy chiếu này vào mô hình Mike. Cập nhật 68 mặt cắt ngang cao độ chuẩn Quốc gia từ trạm thủy văn Sơn Giang đến cửa biển. Biên trên là đường quá trình lưu lượng tại Sơn Giang, biên dưới là đường quá trình mực nước triều, gia nhập khu giữa được nhập vào 4 đoạn sông.



Hình 7. Sơ đồ thủy lực hạ lưu sông Trà Khúc.



Hình 8. Đường quá trình hiệu chỉnh.

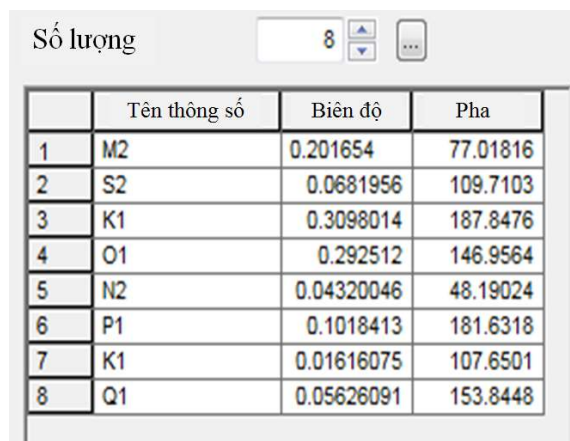


Hình 9. Đường quá trình kiểm định.

Bộ thông số mô hình Mike 11 được hiệu chỉnh bằng chuỗi số liệu thực đo và tính toán tại trạm thủy văn Trà Khúc. Đánh giá kết quả hiệu chỉnh từ 0h/4/11/2013 đến 23h/9/11/2013 bằng chỉ tiêu Nash đạt 94,5%; đạt loại tốt theo tiêu chuẩn của WMO. Đánh giá kết quả kiểm định từ 0h/13/11/2013 đến 23h/18/11/2013 bằng chỉ tiêu Nash đạt 94,8%; đạt loại tốt theo tiêu chuẩn của WMO.

2.3. Thiết lập mô hình tính triều [3]

Mực nước triều được sử dụng làm biên dưới cho mô hình Mike 11, tại khu vực cửa ra của sông Trà Khúc không có trạm đo triều, do đó biên triều được xác định bằng công cụ tính triều trong Mike21 Toolbox. Bộ thông số triều được khai thác từ bản đồ tham số của DHI độ phân giải 0,25° x 0,25°. Mực nước triều tại cửa ra sông Trà Khúc được tính ở vị trí 15.15°N và 108.94°E, bộ thông số được thể hiện ở hình dưới đây.



| | Tên thông số | Biên độ | Pha |
|---|--------------|------------|----------|
| 1 | M2 | 0.201654 | 77.01816 |
| 2 | S2 | 0.0681956 | 109.7103 |
| 3 | K1 | 0.3098014 | 187.8476 |
| 4 | O1 | 0.292512 | 146.9564 |
| 5 | N2 | 0.04320046 | 48.19024 |
| 6 | P1 | 0.1018413 | 181.6318 |
| 7 | K1 | 0.01616075 | 107.6501 |
| 8 | Q1 | 0.05626091 | 153.8448 |

Hình 10. Bộ thông số mô hình triều.

2.4. Kết nối mô hình toán [2]

Trung tâm của kết nối các mô hình toán là mô hình Mike 11, mô hình Marine và Mike 21 làm đầu vào cho mô hình Mike 11 và đầu ra là sản phẩm dự báo tại trạm Sơn Giang và Trà Khúc. Tuy nhiên Marine là mô hình có khối lượng dữ liệu tính nhiều, chi tiết và phức tạp nhất. Mô hình Marine tính toán dòng chảy sườn dốc cho các đoạn sông, sau đó kết nối với mô

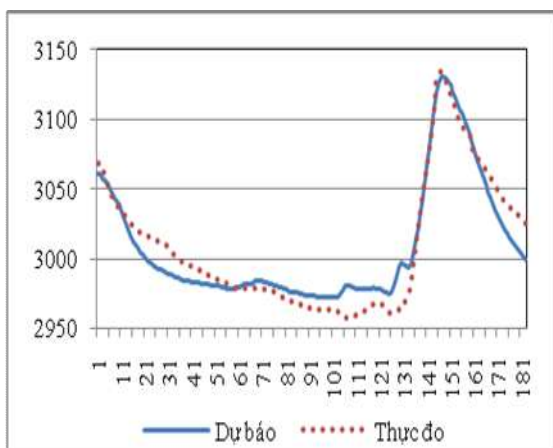
hình Mike 11 để diễn toán dòng chảy của các đoạn sông đến cửa ra. Với những đoạn sông phía thượng lưu trạm thủy văn Sơn Giang không có dữ liệu mặt cắt, dòng chảy ở những đoạn sông này được diễn toán bằng phương pháp Muskingum Cunge trong mô hình Mike11 với đầu vào được tính từ mô hình Marine. Đoạn sông từ trạm Sơn Giang đến cửa biển được diễn toán bằng mô hình thủy lực 1 chiều Mike 11 với đầu vào được kết nối với đầu ra của phương pháp Muskingum Cunge. Lượng gia nhập khu giữa mô phỏng trong mô hình Mike 11 được xác định từ 4 đoạn sông ở trên và được tính từ mô hình Marine. Dữ liệu triều sau khi tính từ Mike 21 Toolbox kết nối với biên dưới của mô hình Mike 11.

Các mô hình Marine, Mike 11 và Mike 21 sau khi thiết lập, tối ưu hóa thông số được tích hợp để mô phỏng quá trình dòng chảy lưu vực sông Trà Khúc đầy đủ, chi tiết hơn là cơ sở nâng cao chất lượng dự báo tại trạm Sơn Giang và Trà Khúc. Phương thức tích hợp chủ yếu là kết nối giữa mô hình Marine, Mike 11 và Mike 21, ngoài ra còn sử dụng phương thức tích hợp kiểu lai ghép giữa mô hình Muskingum Cunge và thủy lực 1 chiều trong Mike 11.

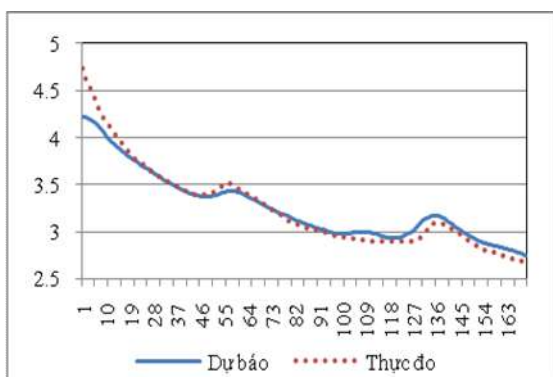
3. Dự báo thử lưu vực sông Trà Khúc

Ứng dụng bộ mô hình tích hợp dự báo thử tại trạm thủy văn Sơn Giang và Trà Khúc từ ngày 19 đến ngày 25 tháng 11 năm 2013. Đánh giá kết quả mô phỏng dự báo thử tại trạm Sơn Giang theo chỉ tiêu Nash là 92,6%, tại trạm Trà Khúc là 95,5%, đạt loại tốt theo tiêu chuẩn của WMO.

Trường hợp không tích hợp đường quá trình mực nước triều tại biên dưới và cài đặt bằng 0, đồng thời giữ lượng gia nhập khu giữa như trên, chất lượng mô phỏng tại trạm Trà Khúc đạt 90%. Trường hợp không tích hợp gia nhập khu giữa từ mô hình Marine và tích hợp đường mực nước triều từ Mike 21 Toolbox, chất lượng mô phỏng tại Trà Khúc đạt 92%. Trường hợp bỏ tất cả các tích hợp, chất lượng mô phỏng tại Trà Khúc là 89%.



Hình 11. Đường mực nước thực đo và dự báo trạm Sơn Giang.



Hình 12. Đường mực nước thực đo và dự báo trạm Trà Khúc.

4. Kết luận

- Dòng chảy trên lưu vực sông rất phức tạp và chưa có một mô hình nào mô phỏng được tất cả các quá trình dòng chảy trên. Do đó để mô phỏng được nhiều quá trình hơn, dự báo chi tiết và có độ chính xác cao hơn cần tích hợp các mô hình toán.

- Do hạn chế về số liệu, dữ liệu đầu vào cho mô hình toán dẫn đến yêu cầu tích hợp các mô hình. Trong nghiên cứu này đã tích hợp mô hình Muskingum Cunge của đoạn sông không có mặt cắt ngang và mô hình thủy lực 1 chiều trong Mike11, tích hợp Mike 21 Toolbox và Mike 11 đã giải quyết được vấn đề về thiếu số liệu, dữ liệu trên lưu vực sông Trà Khúc.

- Tích hợp bộ mô hình là giúp nâng cao chất lượng dự báo tại trạm thủy văn Sơn Giang và Trà Khúc.

Tài liệu tham khảo

- [1] Nguyễn Lan Châu, Đặng Thanh Mai, Trịnh Thu Phương. Các bài toán trong việc ứng dụng mô hình thủy văn Marine để mô phỏng và dự báo lũ sông Đà. Hội nghị Khoa học Công nghệ và phục vụ dự báo Khí tượng thủy văn lần thứ VI, 2005.
- [2] MKE 11 Reference Manual, DHI Software 2011.
- [3] MKE 21 Toolbox Reference Manual, DHI Software 2011.

Integration Models for Hydrology Forecasting on Tra Khuc Basin

Bui Van Chanh¹, Tran Ngoc Anh^{2,3}

¹South Center Regional Hydro - Meteorological Center, NHMS, MONRE,
22 Pasteur, Nha Trang, Khanh Hoa, Vietnam

²Faculty of Hydro-Meteorology & Oceanography, VNU University of Science, 334 Nguyen Trai, Hanoi, Vietnam

³Center for Environmental Fluid Dynamic, VNU University of Science, 334 Nguyen Trai, Hanoi, Vietnam

Abstract: Flow on river basin is continue process since rainfall until join ocean. Flow on river basin is a complicated process that is simulated by mathematical model to water resource calculating

and hydrology forecasting. However, a model can't simulate all flow processes on river basin. Therefore, for simulating more many flow processes on river basin to be more particular and more accurate forecasting then model need iterating.

Tra Khu is a biggest river of Quang Ngai province, hydrology process is very complicated. Researching for models iterating to be better simulating flow process on basin for advanced accurate forecasting that is very important. Some models, include: Marine distributive parameter rainfall runoff model, Mike 11 hydraulic model, tidal tool in Mike 21 model that are iterated to forecast water level at Son Giang and Tra Khuc hydrology station. Researching result of experiment forecasting in end 2013 November that is good result, it is basic to advance accurately hydrology forecasting for Central Center Regional Hydro - Meteorological Center and Quang Ngai province Hydro - Meteorological Center.

Keywords: Marine, Tra Khuc, iterating models.