

KHUNG HỖ TRỢ RA QUYẾT ĐỊNH TRONG QUẢN LÝ TÀI NGUYÊN NƯỚC LƯU VỰC SÔNG CẢ (CA DSF)

TS. Hoàng Minh Tuyên và các cộng tác viên
Viện khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường

Mở đầu

Để phục vụ cho công tác quy hoạch, quản lý TNN lưu vực sông, cần phải có một bộ công cụ mô phỏng và hỗ trợ quản lý tốt. Với sự phát triển của công nghệ máy tính, các phần mềm GIS, việc mô hình hoá và phân tích hệ thống phát triển nhanh chóng. Hệ thống hỗ trợ ra quyết định (Decision Support System- DSS) đã nhanh chóng thay thế hệ thống quản lý thông tin (Management Information System-MIS) cũ trước đây. Trong một mức độ nào đó, khi DSS chưa đạt đến một hệ chuyên gia, mềm dẻo và đủ độ “thông minh” cần thiết thì người ta xây dựng ở mức khung hỗ trợ ra quyết định (Decision Support Frame - DSF). Khung hỗ trợ ra quyết định ở đây được hiểu là: bộ phần mềm phục vụ cho việc ra quyết định trong việc quy hoạch, quản lý khai thác tài nguyên nước lưu vực sông. Đây là một vấn đề cần thiết và là vấn đề khoa học được thế giới, trong nước quan tâm vì tính thực tiễn phục vụ của nó cho việc phát triển và sử dụng tài nguyên nước một cách hợp lý trên lưu vực sông và trong toàn quốc.

Sông Cả, một con sông lớn của Bắc Trung bộ, là nguồn nước mặt quan trọng đối với khu vực Nghệ An - Hà Tĩnh. Trên lưu vực sông, mạng lưới trạm đo KTTV khá đầy đủ, có các hồ chứa lớn được quy hoạch và đang xây dựng như Bản Vẽ, Bản Mòng, Thác Muối, Đá Mòng, Ngàn Trươi làm nhiệm vụ phát điện, cắt lũ, cấp nước cho hạ du. Sông Cả là một lưu vực khá điển hình và thích hợp cho việc áp dụng các mô hình toán trong quản lý Tài nguyên nước. Trên cơ sở các nghiên cứu, quy hoạch về TNN sông Cả, khung hỗ trợ ra quyết định cho sông Cả (CA DSF) được xây dựng. Sản phẩm được kế thừa nhiều từ ý tưởng hay của khung hỗ trợ ra quyết định cho lưu vực sông Mê Kông do công ty Halcrow (Anh) thực hiện trong chung trình sử dụng nước (WUP) của Ủy hội Mê Kông Quốc tế.

1. Thành phần của CA DSF

Khung hỗ trợ ra quyết định của sông Cả (CA DSF) có các thành phần sau:

Mô-đun mô hình toán (Models),

Mô đun phân tích (Analysis), có thể có phân tích sơ cấp (Primary Analysis) và thứ cấp (Secondary Analysis),

Ngân hàng các kịch Bản tính toán (Scenarios),

Ngân hàng kết quả tính toán các phương án,

Ngân hàng dữ liệu số,

Ngân hàng Bản đồ.

1.1. Mô-đun mô hình toán (Models)

Mô-đun này quan trọng nhất và cũng là mô-đun đòi hỏi các nhà làm mô hình đầu tư thời gian cũng như công sức. Ba loại mô hình mô phỏng được lựa chọn làm nằm trong mô-đun này là:

SWAT: Mô phỏng mưa-dòng chảy

IQQM: Mô phỏng sử dụng nước trên lưu vực

ISIS: Mô phỏng thủy lực mạng sông

Trong CA DSF làm nhiệm vụ kết nối các mô hình, sơ đồ tính, ngân hàng dữ liệu số, các kịch bản tính...

1.2. Mô-đun phân tích

Hiện nay, giới hạn trong trong xây dựng khung hỗ trợ ra quyết định, việc phân tích mới chỉ là sơ cấp. CA DSF cho phép người dùng trích xuất thông tin ở các dạng khác nhau theo thời đoạn bất kỳ, đồng thời vẽ đồ thị chồng chập kết quả các kịch Bản khác nhau để xem xét, đánh giá. Những yêu cầu phân tích cao hơn đòi hỏi các chuyên gia có trình độ hiểu biết sâu về quản lý lưu vực sông và phần mềm phải mềm dẻo, “thông minh” hơn nữa.

1.3. Ngân hàng các kịch Bản tính toán (Scenarios),

Các kịch Bản tính là tổ hợp các mô phỏng từ bộ 3 mô hình nêu trên. Về nguyên tắc, CA DSF cho phép lưu trữ bất cứ kịch Bản và mô phỏng nào trong cơ sở tri thức của nó. Tuy nhiên, hiện nay chúng tôi mới xây dựng và lưu trữ một số kịch Bản sau:

Kịch Bản nền, phát triển dùng nước đến năm 2003 (SWAT+IQQM),

Kịch Bản phát triển dùng nước năm 2010 (SWAT+IQQM),

Kịch Bản phát triển dùng nước năm 2003 cộng với biến đổi khí hậu (SWAT+IQQM),

Kịch Bản phát triển dùng nước năm 2003 cộng thay đổi diện tích rừng trên lưu vực (SWAT+IQQM),

Mô phỏng lũ 10/1988,

Khôi phục lũ 9/1978,

Mô phỏng dòng chảy cạn và xâm nhập mặn tháng 4/1989,

Mô phỏng cắt lũ 1978, 1988 của hồ Bản Vẽ,

Cấp nước, đẩy mặn của hồ Bản Vẽ.

1.4. Ngân hàng dữ liệu số

Nền tảng của ngân hàng dữ liệu số là số liệu khí tượng thủy văn thời đoạn ngày và giờ để phục vụ cho các tính toán trong mô hình mô phỏng. DSF được xây dựng dạng mở, cho phép người quản lý thêm bớt bất cứ dạng, loại số liệu nào theo format quy ước chung.

1.5. Ngân hàng Bản đồ

Đây là bộ ngân hàng quan trọng thứ hai sau ngân hàng số. Ngân hàng này cũng được thiết kế cho phép thêm bớt không hạn chế số lượng Bản đồ lưu trữ trong DSF. Các Bản đồ chính được lưu trữ trong CA DSF như sau:

Bản đồ nền như hành chính Nghệ An, Hà Tĩnh, địa hình lưu vực sông Cả phần Việt Nam, hệ thống sông ngòi, mạng lưới trạm KTTV trên lưu vực sông,

Bản đồ chuyên đề như : các công trình thủy lợi lớn trên lưu vực sông Cả, đất (soil) lưu vực, sử dụng đất lưu vực (land use),

Bản đồ các tiểu lưu vực được phân chia trong mô hình SWAT, sơ đồ tính toán cân bằng nước mô hình IQQM, vị trí các mặt cắt sông dùng trong mô hình iSIS ...

1.6. Ngân hàng kết quả tính toán các kịch Bản.

Đây là dạng ngân hàng số theo thời gian (time series), lưu trữ tất cả các kết quả tính toán mô phỏng từ các mô hình của các kịch Bản khác nhau. Tùy theo yêu cầu của người dùng mà số liệu được xuất từ các kết quả tính toán các mô hình và lưu trữ vào DSF. Đây là ngân hàng dữ liệu phong phú nhất, giúp ích nhiều nhất cho các nhà quản lý cũng như quy hoạch để đưa ra các quyết định.

2. Sơ đồ khối của CA DSF

Sơ đồ tổng quát của CA DSF được trình bày trong hình 2, trong đó các khối khác đều lấy khối Cơ sở kiến thức (Knowledge Base) làm trung tâm để trao đổi thông tin. Một cơ sở tri thức càng đầy đủ, phong phú thì càng hỗ trợ cho việc tính toán cũng như ra quyết định thuận lợi hơn.

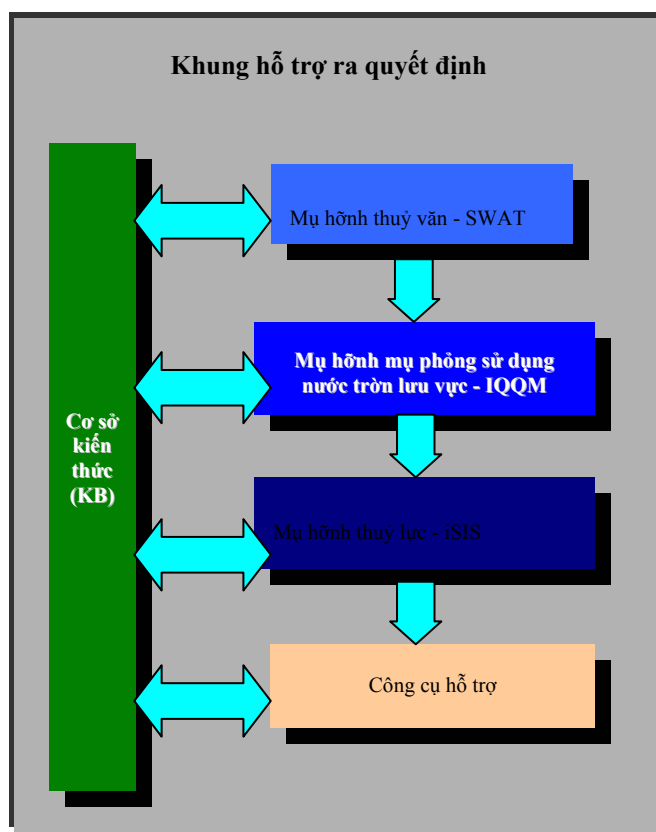
3. Nguyên lý hoạt động của CA DSF

3.1. Nguyên lý chung

Từ sơ đồ khối của CA DSF hình 1, nguyên lý chung hoạt động của nó từ điểm xuất phát là các quy hoạch, các vấn đề trong quản lý TNN lưu vực sông yêu cầu thu thập thông tin, số liệu, bản đồ... xây dựng nên một cơ sở tri thức (KB) phục vụ cho công tác quy hoạch, quản lý. Các nhà mô hình xây dựng sơ đồ tính, mô phỏng cho các kịch bản phát triển TNN lưu vực khai thác thông tin trong KB để thiết lập mô hình. Sau khi tính toán mô phỏng xong, lưu kết quả trở lại KB để phục vụ chung cho việc phân tích, trình diễn kết quả... Cũng từ KB, các nhà quy hoạch, quản lý lấy thông tin để xử lý, đưa ra quyết định lựa chọn các phương án, điều chỉnh quy hoạch, đề ra chiến lược quản lý lưu vực sông phù hợp.

3.2. Nguyên lý hoạt động chi tiết cho mô đun mô hình tính

Tuân thủ theo nguyên lý hoạt động chung của DSF, nhưng giữa các mô hình mô phỏng có mối liên hệ riêng. Đầu ra của mô hình này lại là đầu vào của mô hình khác. Có thể thấy, kết quả mô phỏng dòng chảy tại cửa ra các tiểu lưu vực của mô hình

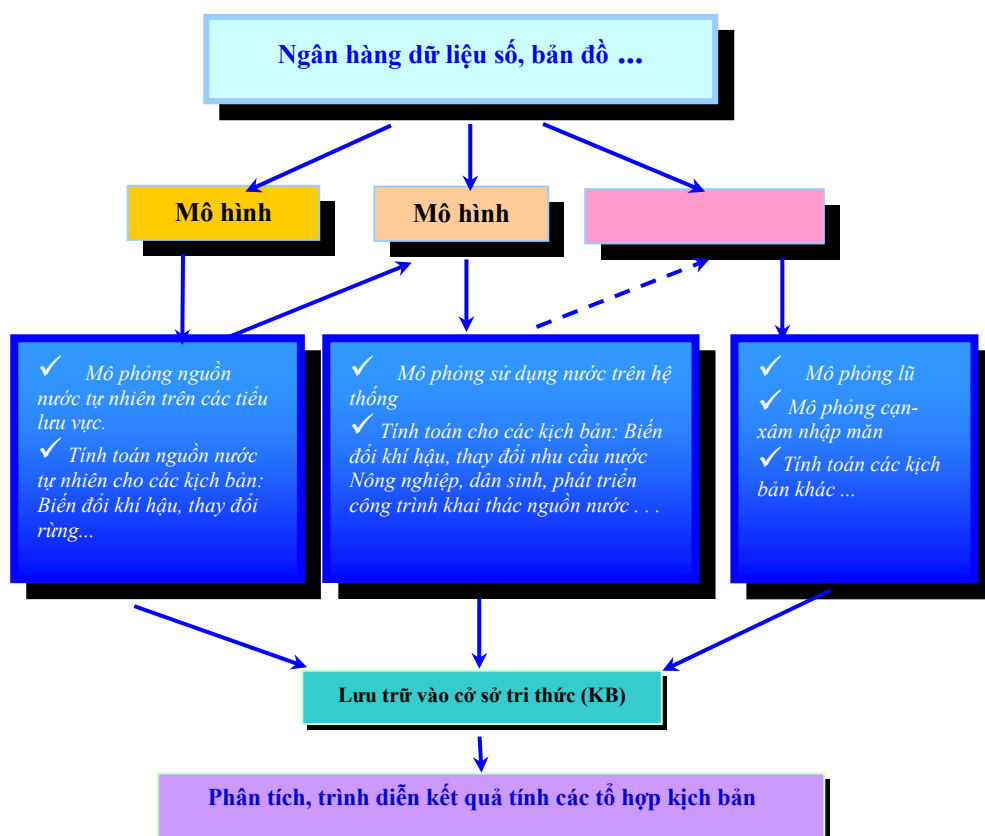


Hình 1. Sơ đồ khối của CA DSF

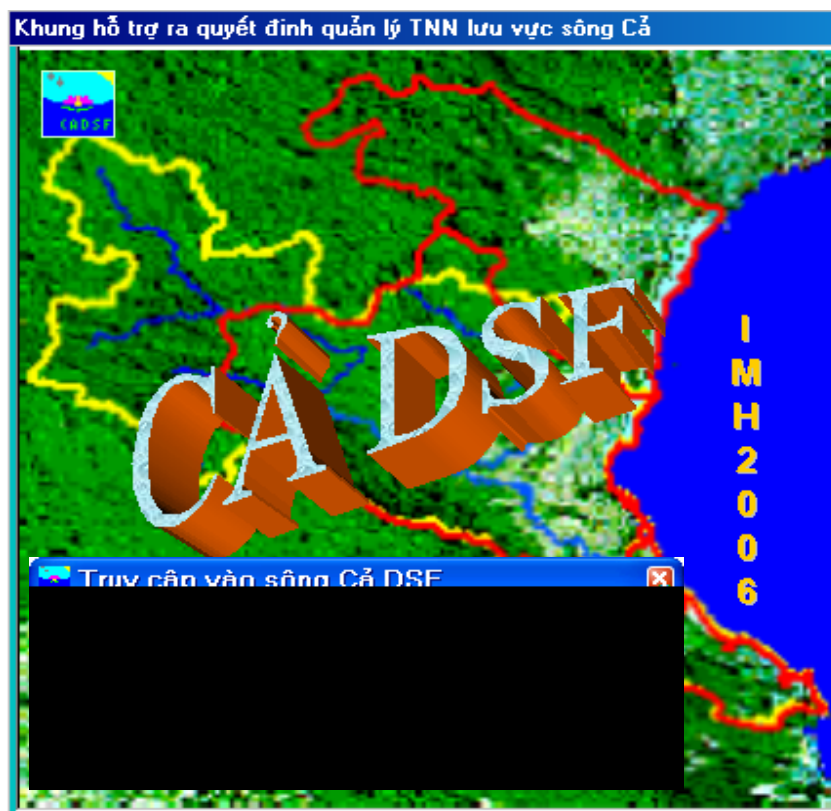
SWAT làm nguồn nước đầu vào cho các khu sử dụng nước trong mô hình IQQM. Quá trình lấy nước của các khu sử dụng nước từ sông chính tính toán từ IQQM lại là biên trích nước trong mô hình iSIS khi mô phỏng dòng chảy mùa cạn và đánh giá khả năng xâm nhập mặn. Hình 3 minh chứng cho mỗi ràng buộc này.

4. Giao diện CA DSF

Sau khi khởi động CA DSF, chương trình yêu cầu khai báo tên và mật khẩu người truy cập. Máy kiểm tra người truy cập thuộc nhóm làm việc nào sẽ đặt chế độ làm việc cho CA DSF tương ứng hình 2.



Hình 2. Nguyên lý hoạt động chi tiết cho mô đun mô hình tính



Hình 3. Màn hình truy cập vào CA DSE

4.1. Hệ thống menu chính

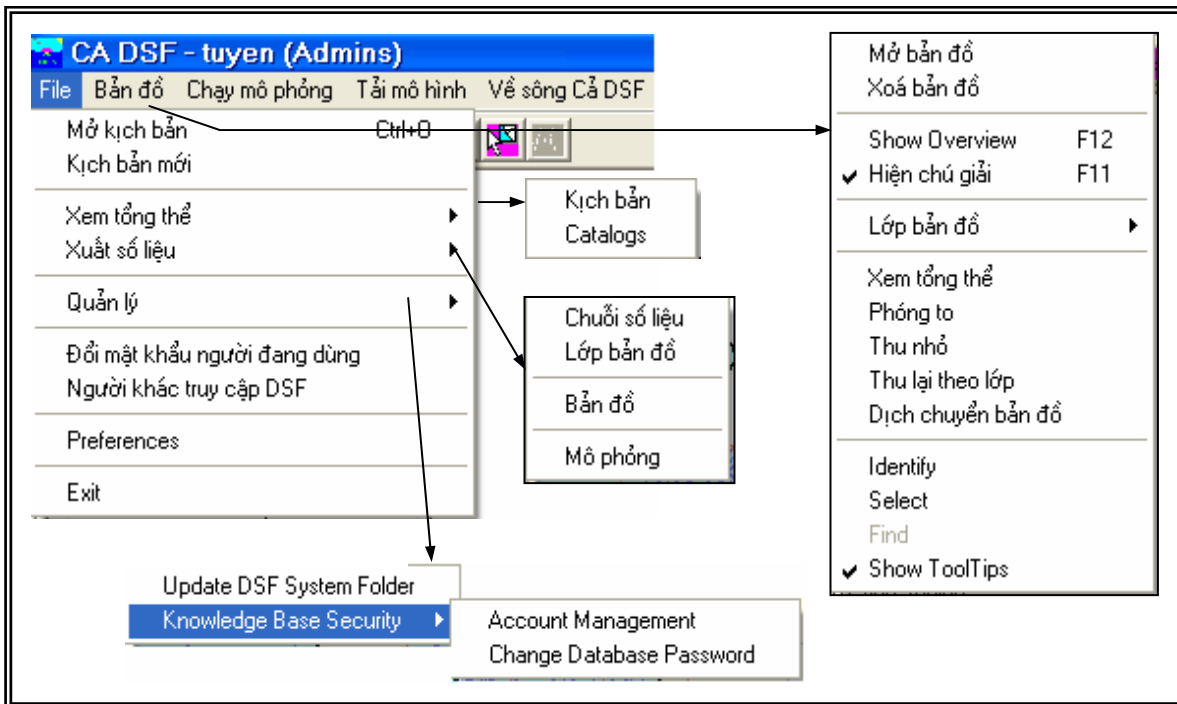
Trên hình 4 trình bày hệ thống menu chính.

4.2. Quản lý kịch bản

Một trong chức năng quan trọng của CA DSE là lưu trữ các kịch bản tính một cách mở và mềm dẻo, đồng thời cho phép thiết lập hệ thống kịch bản mới dựa trên cơ sở các mô hình mô phỏng thành phần được lưu trong DSE. Kịch bản trong CA DSE được xem như là tổ hợp các phương án tính của các mô hình. Vào menu File\Mở kịch bản để hiển thị toàn bộ các kịch bản để lựa chọn. Sau khi một kịch bản được lựa chọn, ta có thể xem chi tiết về tên kịch bản, mục đích của nó và các thành phần tham gia trong kịch bản như điều kiện KTTV, nhu cầu nước, các tác động dự kiến được xét đến.

4.3. Hỗ trợ người quản lý

Cập nhật hệ thống thư mục, quản lý mật khẩu ngân hàng dữ liệu và tài khoản người dùng. Chức năng này chỉ cho phép người quản lý CA DSE (Admin) thực hiện, nhằm thống nhất quản lý, tăng tính bảo mật hệ thống. Người nào muốn sử dụng CA DSE phải đăng ký qua người quản lý.



Hình 4. Hệ thống menu chính của CA DSF

4.4. Xuất thông tin

Đây là chức năng hay sử dụng nhất trong CA DSF, cho phép xuất các thông tin có trong cơ sở tri thức (KB) ra các dạng format khác nhau để phục vụ cho các công việc thiết lập mô hình toán, phân tích so sánh giữa các phương án... Có 3 loại thông tin được xuất ra:

4.4.1. Chuỗi số liệu thời gian

Tất cả các chuỗi số liệu theo thời gian lưu trữ trong KB sẽ được xuất ra dưới dạng format khác nhau phục vụ trực tiếp cho 3 mô hình toán trong CA DSF hoặc để so sánh giữa các phương án. Số liệu được thể dưới dạng bảng hoặc đồ thị để người phân tích có cái nhìn trực quan hơn.

4.4.2. Bản đồ và các lớp bản đồ

Hệ thống các bản đồ lưu trữ trong KB cũng được xuất ra cho người sử dụng. Có thể xuất ra là file dạng AEP của ArcExplorer hoặc cả Shape file.

4.4.3. Mô hình mô phỏng

Số liệu và kết quả tính toán từng phương án của 3 mô hình được lưu trữ trong KB dưới dạng nén (file *.ZIP). Xuất mô hình mô phỏng sẽ giải nén toàn bộ số liệu, sơ đồ và kết quả tính ra một thư mục riêng để các nhà mô hình sửa đổi hoặc tải lên từ ứng dụng gốc.

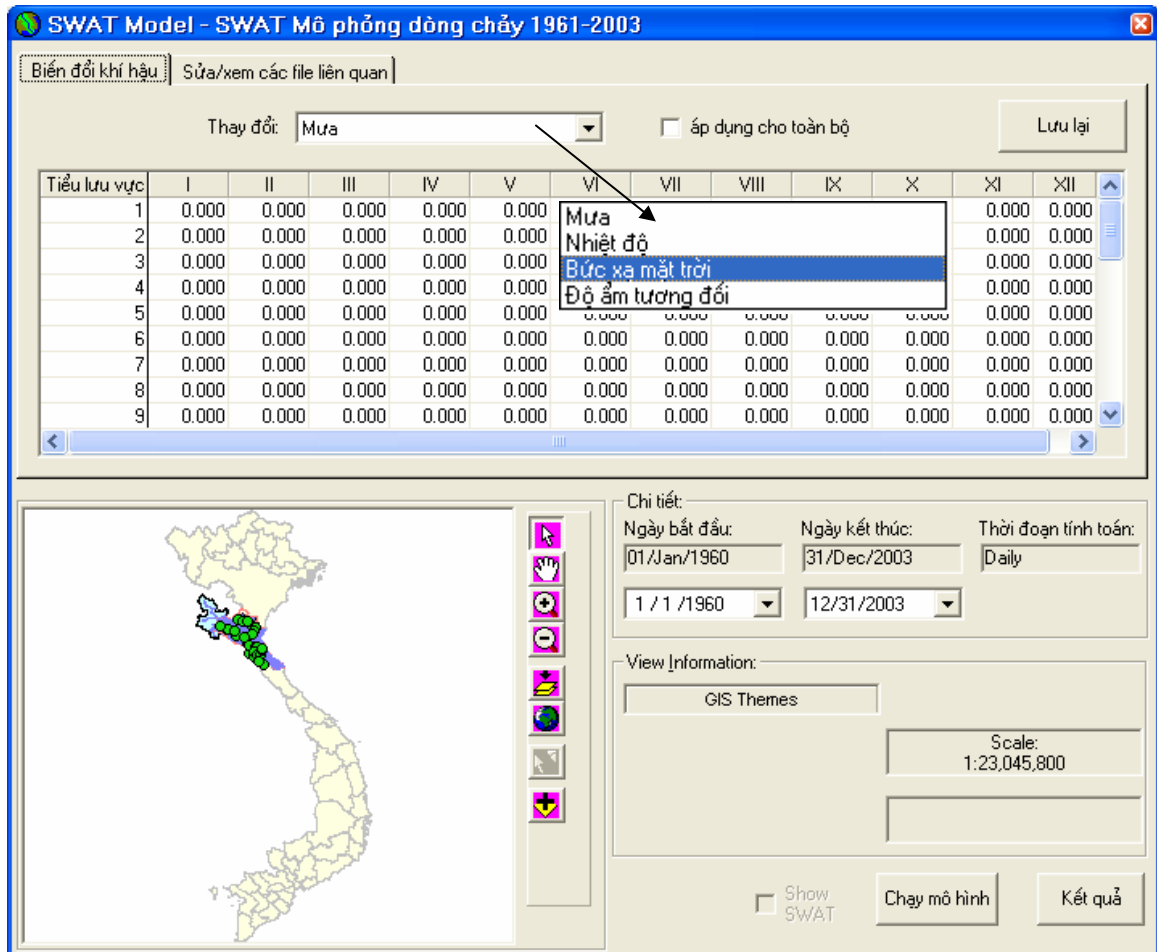
4.5. Chạy mô hình mô phỏng

Chức năng chạy mô phỏng chỉ được thực hiện khi có một kịch bản được lựa chọn. Do một kịch bản có thể là tổ hợp của nhiều mô phỏng khác nhau nên người dùng chọn các mô phỏng cần thiết để thực hiện việc tính toán lại theo một số tham số được thay đổi theo yêu cầu của người dùng. Đây là sự đơn giản hoá việc chạy mô hình, tạo điều kiện thuận lợi cho người dùng tiếp cận dễ dàng với mô hình.

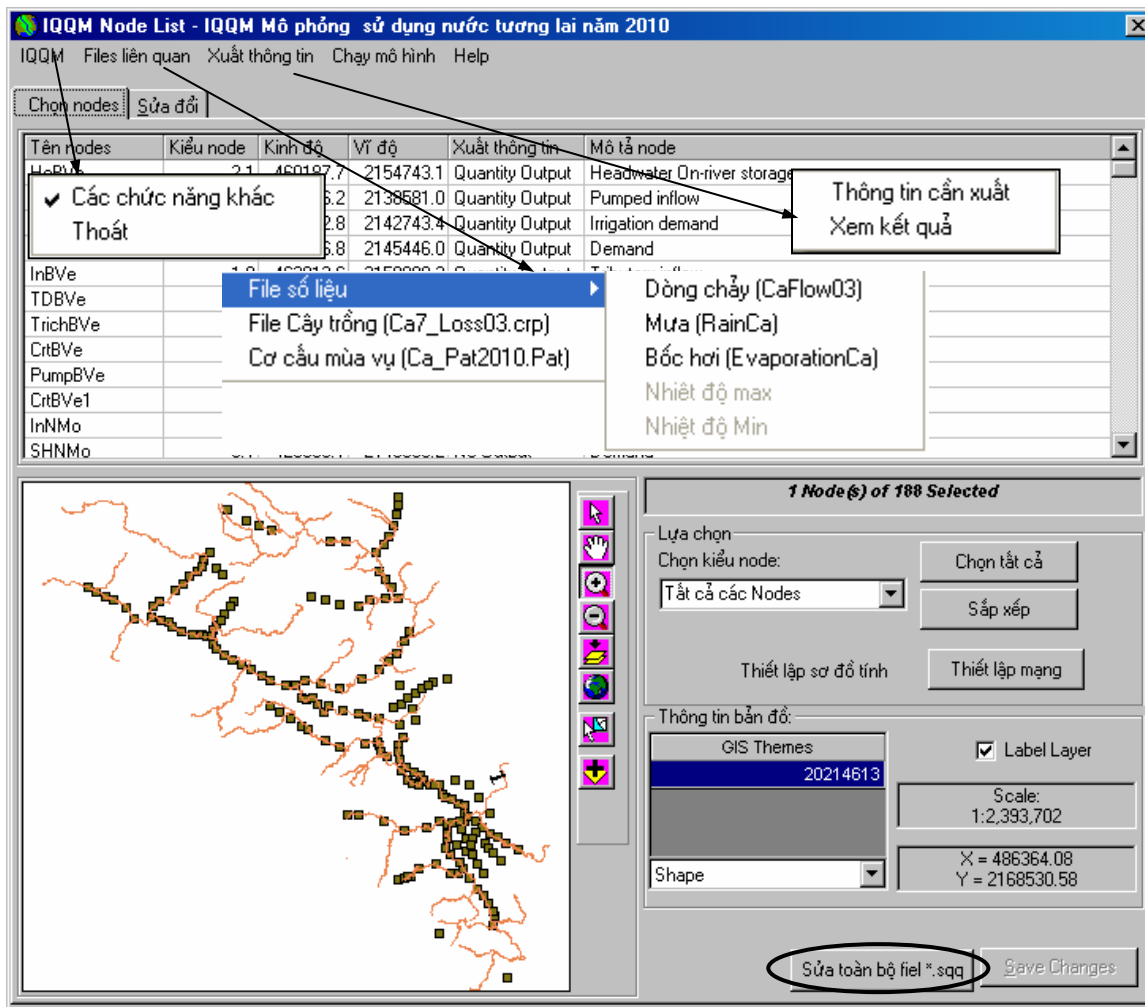
4.5.1. Giao diện chạy mô hình mô phỏng SWAT

Mô hình SWAT sau khi được thiết lập sơ đồ tính toán và hiệu chỉnh cho lưu vực sông Cả được lưu trữ trong KB. Khi một mô phỏng của SWAT trong kịch bản được lựa chọn để làm việc, CA DSF tự động giải file nén tương ứng với mô phỏng đó vào thư mục làm việc tạm thời

Từ giao diện, cho phép người dùng thay đổi các tham số mô hình. Sau khi thay đổi các thông số theo yêu cầu, để thực hiện việc mô phỏng lại mô hình SWAT theo bộ thông số mới. Giao diện còn cho phép xem kết quả mô phỏng từng lưu vực theo bảng và chồng chập đồ thị để so sánh.



4.5.2. Giao diện chạy mô phỏng mô hình IQQM



Đây là một giao diện khá phức tạp, phối hợp với lệnh macro trong IQQM để điều khiển việc truy cập vào hệ thống file và biến trong mô hình để thay đổi tham số. Ngoài ra, giao diện với IQQM còn có hệ thống menu chính thực hiện xuất số liệu trong file truy nhập trực tiếp (DA) ra file văn bản hoặc biên tập file số liệu chính *.sqq của mô hình, xem và sửa đổi, xuất các file liên quan trong IQQM, bao gồm các file số liệu khí tượng thủy văn đầu vào của mô hình, file cơ cấu mùa vụ (Crop Calendar), hệ số cây trồng (Kc), xuất thông tin từng nút và kết quả tính ...Cuối cùng thực hiện mô phỏng IQQM theo tham số mới.

4.5.3 Giao diện chạy mô phỏng mô hình iSIS

Mô hình iSIS được thiết kế và xây dựng khá hoàn chỉnh và những file đầu vào cho mô hình là những file dạng text có format rõ ràng. Các nút biên được lọc từ file DAT lưu toàn bộ thông tin của hệ thống sông mà iSIS mô phỏng được hiển thị lên bảng thông tin nút biên của giao diện. Sơ đồ tính toán cùng với các nút biên sẽ được thiết lập tên màn hình nhờ chức năng tạo sơ đồ. CA DSF đọc file GXY, thiết lập một shape file (format của ARC View) chồng với các lớp thông tin khác trên bản đồ.

Với mô hình iSIS, có hai loại mô phỏng chính đó là mô phỏng dòng chảy và chất lượng nước.

Một số chức năng chính của giao diện:

Biên tập sửa đổi điều kiện ban đầu *.ZZS

Biên tập sửa đổi điều kiện biên *.IED

Biên tập sửa đổi file số liệu mô hình *.DAT

Biên tập sửa đổi file điều khiển thực hiện mô hình *.IEF

Các chức năng này thông qua hệ soạn thảo văn bản Notepad rất thông dụng của WINDOWS để thực hiện.

Sau khi biên tập sửa đổi các thông tin file, bấm nút [Chạy iSIS] để thực hiện mô phỏng lại theo bộ tham số mới.

Bấm nút [Xem kết quả], để tải kết quả tính toán của các nút trên sơ đồ tính lên sẵn sàng cho người dùng xem ở dưới dạng đồ thị hay xuất ra file dạng text. Nếu xuất thông tin cho nhiều mặt cắt và ở các dạng khác nhau, CA DSF gọi chương trình Tabular CSV.EXE của iSIS để cho phép thực hiện. Nếu xuất kết quả cho một mặt cắt, CA DSF sẽ đọc trực tiếp từ file kết quả *.ZZN dạng binary xuất ra dạng *.csv.

| Tên node | Kiểu node | Vị trí | Tham số | Đơn vị | Kinh độ | Vĩ độ | Trạng thái | Mô tả |
|----------|-----------|-------------|-------------|------------------------|---------|-------|------------|-------------|
| 151 | QTBDY | Cau Cua Rao | Flow | gumess | 103.7 | 16.4 | | Cau Cua Rao |
| 177 | QTBDY | Nghia Khanh | Flow | | 103.6 | 16.6 | | Nghia Khanh |
| Q2 | F=130km2 | Q2 | QTBDY: Flow | | 103.6 | 16.6 | | Q2 |
| 120 | QTBDY | Thac Muoi | Flow | REBDY: Pan Evaporation | 103.7 | 16.1 | | Thac Muoi |
| 130 | QTBDY | Cau Om | Flow | REBDY: PET | 103.7 | 16.5 | | Cau Om |
| 79 | QTBDY | Son Diem | Flow | REBDY: Precipitation | 103.8 | 16.1 | | Son Diem |
| 104 | QTBDY | Hoa Duyet | Flow | HTBDY: Stage | 103.3 | 16.3 | | Hoa Duyet |

5. Kết luận

Để xây dựng khung hỗ trợ ra quyết định, nghiên cứu đã lựa chọn áp dụng các mô hình phù hợp với yêu cầu đặt ra: mô hình thủy văn SWAT, mô phỏng sử dụng nước IQQM, thủy lực iSIS cho hệ thống sông Cả.

Mô hình SWAT mô phỏng khá tốt dòng chảy ngày từ mưa cho các tiểu lưu vực làm đầu vào quan trọng cho việc mô phỏng sử dụng nước trên lưu vực. Đồng thời, các kịch bản tài nguyên nước đến bao gồm biến đổi khí hậu, thay đổi rừng trên lưu vực cũng được xem xét mô phỏng và đã đánh giá mức độ ảnh hưởng lên tài nguyên nước.

Mô phỏng sử dụng nước trên toàn lưu vực bằng mô hình IQQM với nhu cầu và công trình khai thác nguồn nước mặt đến 2003 làm kịch bản nền để đánh giá cho các phương án quy hoạch. Kịch bản phát triển sử dụng nước trên lưu vực đến năm 2010 và tổ hợp lượng với nguồn nước đến khác nhau của mô hình SWAT với kịch bản nền của IQQM cũng được mô phỏng. Đánh giá, cân bằng sử dụng nước cho các khu sử dụng nước ứng với các kịch bản khác nhau có xét đến việc duy trì dòng chảy môi trường.

Đề tài đã hiệu chỉnh trận lũ lớn 1988 và khôi phục trận lũ lịch sử 1978 theo địa hình mới bằng mô hình iSIS. Từ kết quả này cho phép mô phỏng khả năng cất lũ của hệ thống hồ chứa phòng lũ hạ du. Hiệu chỉnh, mô phỏng xâm nhập mặn cho thời kỳ kiệt 1989 làm cơ sở cho việc xem xét khả năng xâm nhập mặn với các phương án sử dụng nước và xây dựng các hồ chứa lớn thượng nguồn, trước mắt là hồ Bản vẽ.

Tổng hợp có 15 kịch bản, mô phỏng được thực hiện. Đây là cơ sở cho việc phân tích, đánh giá và ra quyết định trong quản lý TNN lưu vực sông Cả.

Từ các kết quả nghiên cứu trên, khung hỗ trợ ra quyết định trong quản lý TNN lưu vực sông Cả được xây dựng (CA DSF). Với phần mềm này, cơ sở tri thức (KB) làm hạt nhân cho các hoạt động. CA DSF đã tích hợp số liệu số, các bản đồ, bộ 3 mô hình mô phỏng, cho phép tính toán trình diễn, xuất kết quả, lưu trữ các kịch bản cùng với kết quả...Bộ công cụ này có thể được chuyển giao đến các cơ quan sử dụng.

Một số lưu ý và kiến nghị

Xây dựng một phần mềm tích hợp một số chức năng và các mô hình mô phỏng để hỗ trợ cho người ra quyết định, nhưng CA DSF không thể thỏa mãn hết được các yêu cầu đa dạng của công tác quy hoạch, quản lý tổng hợp lưu vực sông. Xin lưu ý rằng, Ca DSF là bộ công cụ mới dừng ở mức “khung” và bản thân nó không thay thế được người ra quyết định.

CA DSF mới tập trung vào phần nước mặt và mặn, chưa xét đến nước ngầm và chất lượng nước sông. Do đó, CA DSF cần được tích hợp thêm các mô hình mô phỏng nước ngầm, chất lượng nước, các công cụ phân tích hiệu ích kinh tế, đánh giá tác động...

Số kịch bản mô phỏng còn đang hạn chế, cần được bổ sung dần vào trong CA DSF theo yêu cầu của các nhà quy hoạch và quản lý.

Việc phân tích, trích xuất thông tin mới dừng ở mức sơ cấp chưa đạt mức cao hơn như thống kê, tính toán, phân tích, đánh giá tác động môi trường, phân tích hiệu ích kinh tế vv, do đó CA DSF cần phải mềm dẻo, mở và “thông minh” hơn. Việc này đòi hỏi xây dựng hệ thống hỗ trợ (DSS) thay thế cho DSF.