

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

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

Trong quy hoạch và quản lý tài nguyên nước (TNN), đòi hỏi phải có một bộ công cụ để mô phỏng và hỗ trợ ra quyết định. Bộ công cụ này tích hợp các mô hình mô phỏng, cơ sở tri thức, bản đồ, số liệu... và chạy trên nền GIS. Khung hỗ trợ ra quyết định là công cụ để chia sẻ thông tin quan trắc, kết quả tính toán từ mô hình trên lưu vực sông. Tập số liệu lưu trữ trong cơ sở tri thức (KB) của Khung hỗ trợ ra quyết định. Thông qua cơ sở tri thức này mà có thể đánh giá được tác động lên TNN trên lưu vực và hỗ trợ ra quyết định ứng với các phương án quy hoạch, phát triển TNN trong tương lai.

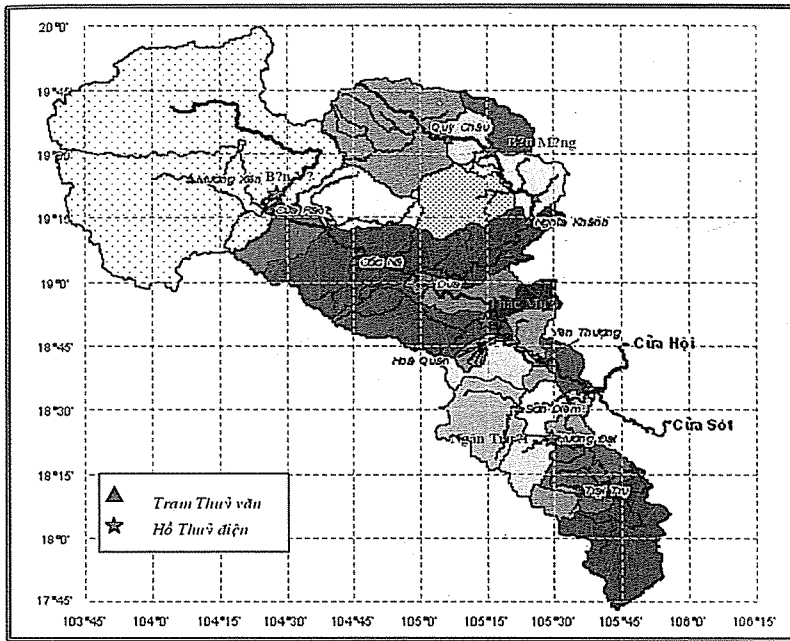
Khung hỗ trợ ra quyết định Decision Support Frame - DSF (DSF) cho sông Cả có thể đánh giá được tác động khác nhau của các kịch bản sử dụng nước trên lưu vực. Mỗi kịch bản là một tổ hợp mô phỏng giữa các mô hình được lưu trữ trong KB. DSF giao diện với các mô hình mô phỏng để thực hiện việc sửa đổi một số tham số theo yêu cầu và lưu trữ ngược lại KB để cho phép phân tích, đánh giá so sánh giữa các kịch bản.

1. Mở đầu

Để phục vụ cho công tác quy hoạch, quản lý tài nguyên nước (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 thông tin, 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 đấy, khi DSS chưa đạt đến một hệ chuyên gia, mềm dẻo và đủ độ "thông minh" cần thiết thì người ta xây dựng một khung hỗ trợ ra quyết định DSF. Khung hỗ trợ ra quyết định được hiểu là: bộ phần mềm phục vụ ra quyết định trong việc quy hoạch, quản lý khai thác TNN lưu vực sông. Đây 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 TNN

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 Khí tượng Thủy văn (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, cất 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 TNN. 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 ý tưởng hay của khung hỗ trợ ra quyết định cho lưu vực sông Mê Kông do công ty Halcrow (Anh) thực hiện trong chương trình sử dụng nước (WUP) của Ủy hội Mê Công Quốc tế.



Hình 1. Sơ đồ lưu vực sông Cả

2. 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 dữ liệu số, ngân hàng Bản đồ, ngân hàng kết quả tính toán các phương án.

* 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 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

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

* Mô đun phân tích

Hiện nay, trong xây dựng khung hỗ trợ ra quyết định, việc phân tích mới chỉ giới hạn ở

mức 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.

* 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 tháng 10 năm 1988;
 Khôi phục lũ tháng 9 năm 1978;
 Mô phỏng dòng chảy cạn và xâm nhập mặn
 tháng 4 năm 1989,
 Mô phỏng cắt lũ năm 1978, 1988 của hồ
 Bản vẽ;
 Cấp nước, đầy mặn của hồ bản vẽ.

*** 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.

*** 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 trên 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 ...

*** Ngân hàng kết quả tính toán các kịch bản**

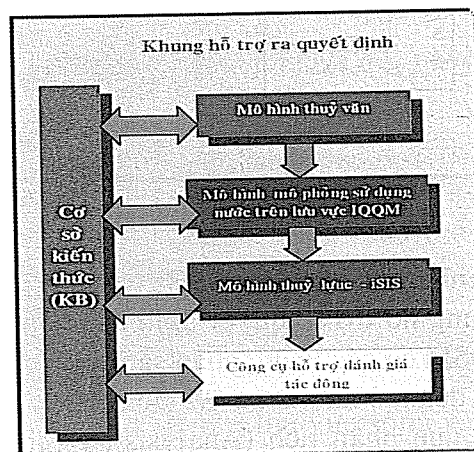
Đây là dạng ngân hàng số theo thời gian
 (time series), lưu trữ tất cả các kết quả tính
 toán mô phỏng từ các mô hình của các kịch bản
 khác nhau. Tùy theo yêu cầu của người dùng
 mà số liệu được xuất từ các kết quả tính toán
 các mô hình và lưu trữ vào DSF. Đây là ngân
 hàng dữ liệu phong phú nhất,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

3. 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.

4. Nguyên lý hoạt động của CA DSF

a. Nguyên lý chung



Hình 2. Sơ đồ khối của CA DSF

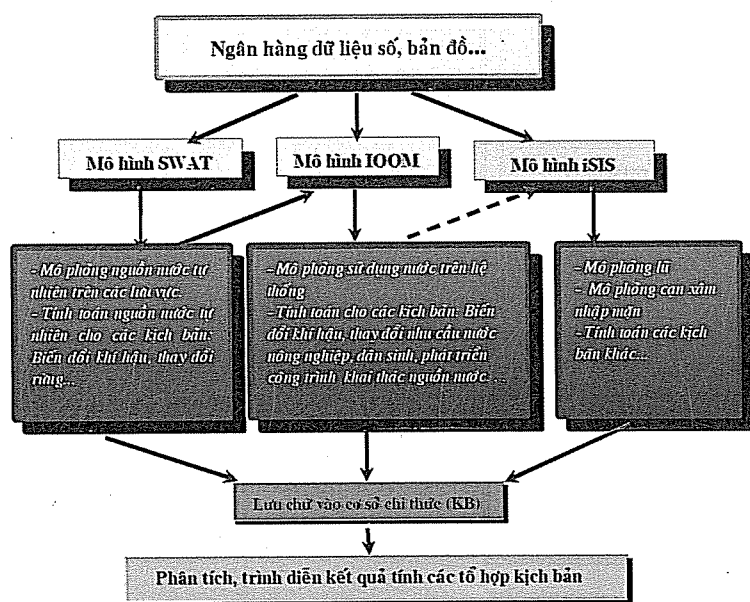
Từ sơ đồ khối của CA DSF (hình 2), nguyên
 lý chung hoạt động của nó từ điểm xuất phát là
 các quy hoạch, các vấn đề trong quản lý TNN
 lưu vực sông yêu cầu thu thập thông tin, số
 liệu, bản đồ... xây dựng nên một cơ sở tri thức
 (KB) phục vụ cho công tác quy hoạch, quản lý.
 Các nhà mô hình xây dựng 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.

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

Tuân thủ theo nguyên lý hoạt động chung

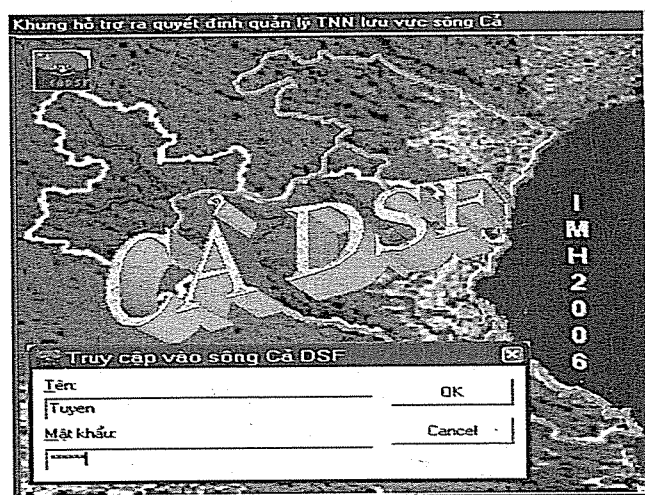
của DSF, nhưng giữa các mô hình mô phỏng có mối liên hệ riêng. Đầu ra của mô hình này lại là đầu vào của mô hình khác. Có thể thấy, kết quả mô phỏng dòng chảy tại cửa ra các tiểu lưu vực của mô hình SWAT làm nguồn nước đầu vào cho các khu sử dụng nước trong mô hình IQQM. Quá trình lấy nước của các khu sử dụng nước từ sông chính tính toán từ IQQM lại là biên trong mô hình ISIS khi mô phỏng dòng chảy mùa cạn và đánh giá khả năng xâm nhập mặn. Hình 3 minh chứng cho mối ràng buộc này.

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 định dạng 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 (hình 8). Sơ đồ tính toán cùng với các nút biên sẽ được thiết lập trên màn hình nhờ chức năng tạo sơ đồ. CA DSF đọc file GXYY, thiết lập một shape file (định dạng của ARC View) chồng với các lớp thông tin khác trên bản đồ.



Hình 3. Nguyên lý hoạt động chi tiết cho mô đun mô hình tính

5. 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 4).

a. Hệ thống menu chính

Trên hình 5 trình bày hệ thống menu chính.

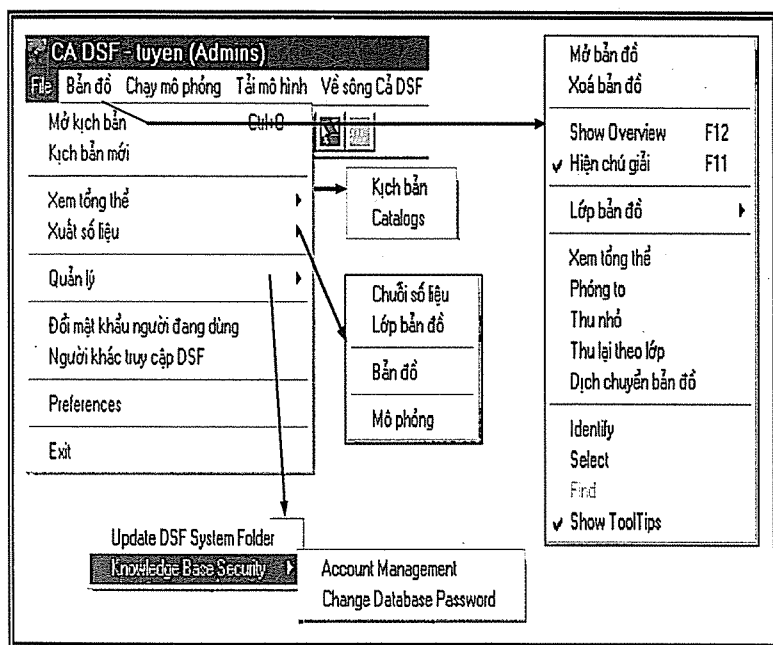
b. Quản lý kịch bản

Một trong các chức năng quan trọng của CA DSF 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 DSF. Kịch bản trong CA DSF 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.

c. 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 DSF (Admin) thực hiện, nhằm thống nhất quản lý, tăng tính bảo mật hệ thống. Người nào muốn sử dụng CA DSF phải đăng ký qua người quản lý.



Hình 5. Hệ thống menu chính của CA DSF

d. 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:

* 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 hiện dưới dạng bảng hoặc đồ thị để người phân tích có cái nhìn trực quan hơn.

* 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.

* 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 kết quả 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.

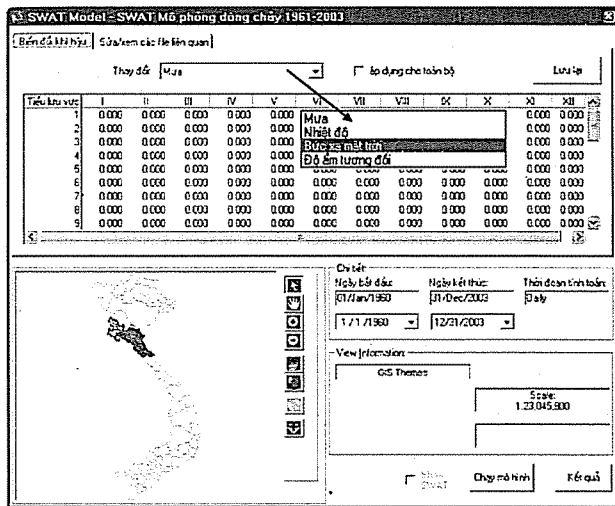
* Chạy mô hình mô phỏng

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

phồng 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.

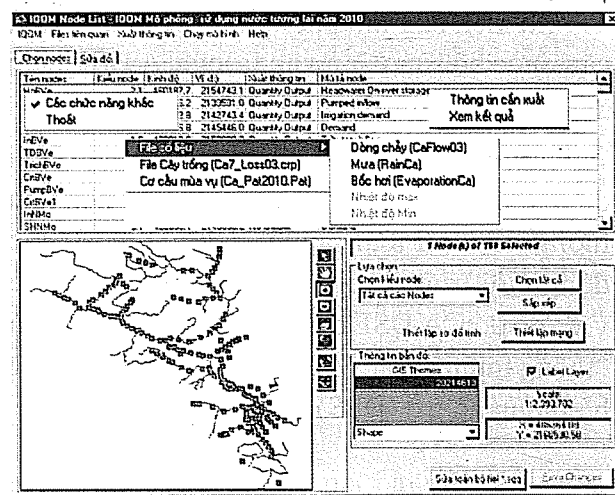
*** Giao diện chạy mô phỏng mô hình SWAT**

Mô hình SWAT sau khi được thiết lập sơ



Hình 6: Giao diện chạy mô hình SWAT trong DSF

Hình 6. Giao diện chạy mô hình SWAT trong DSF



Hình 7. Giao diện chạy mô hình IQQM trong DSF

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 (hình 6), cho phép người dùng thay đổi các tham số mô hình. Sau khi thay đổi các thông số theo yêu cầu, có thể 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 chấp đồ thị để so sánh.

*** 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 (hình 7). 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 KTTV 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. Nhu cầu và công trình khai thác nguồn nước mặt đến 2003 được tính toán làm kịch bản nền và kịch bản phát triển sử dụng nước trên lưu vực đến năm 2010 với tổ hợp nguồn nước đến khác nhau cũng được mô phỏng.

Với mô hình ISIS, có hai loại mô phỏng chính 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 [ChạyISIS] 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 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.

Trận lũ lớn 1988 được lấy để hiệu chỉnh mô hình, từ đó 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 cắt 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.

6. 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.

- 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 v.v., 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.