

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH SWAP VÀ IQQM TRONG QUẢN LÝ TỔNG HỢP LƯU VỰC SÔNG BA

NGUYỄN VĂN CƯ, NGUYỄN THÁI SƠN

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Quản lý tổng hợp lưu vực sông nhằm đảm bảo sự cân bằng giữa khả năng có thể khai thác các dạng tài nguyên và nhu cầu phục vụ phát triển bền vững kinh tế xã hội. Có thể xem việc quản lý tổng hợp lưu vực như là một bài toán đa chiều nhằm giải quyết tổng thể những vấn đề nảy sinh trong sự phát triển kinh tế xã hội và tác động của chúng đến môi trường.

Mô hình hoá là một công cụ rất quan trọng để giải quyết những bài toán đặt ra trong quản lý tổng hợp theo lưu vực; là sự mô phỏng các quá trình xảy ra trên bề mặt lưu vực và trên cơ sở đó tính toán, dự báo và đưa ra những định hướng quy hoạch tổng thể lưu vực sông theo các nhu cầu phát triển khác nhau. Bài báo giới thiệu một số kết quả ứng dụng của mô hình SWAP (Soil and Water Assessment Tool) và IQQM (Integrated Quantity Quality Model) trong quản lý lưu vực sông Ba, một lưu vực lớn và quan trọng ở miền Trung và Tây Nguyên.

II. MÔ HÌNH SWAP VÀ IQQM TRONG QUẢN LÝ TỔNG HỢP LƯU VỰC

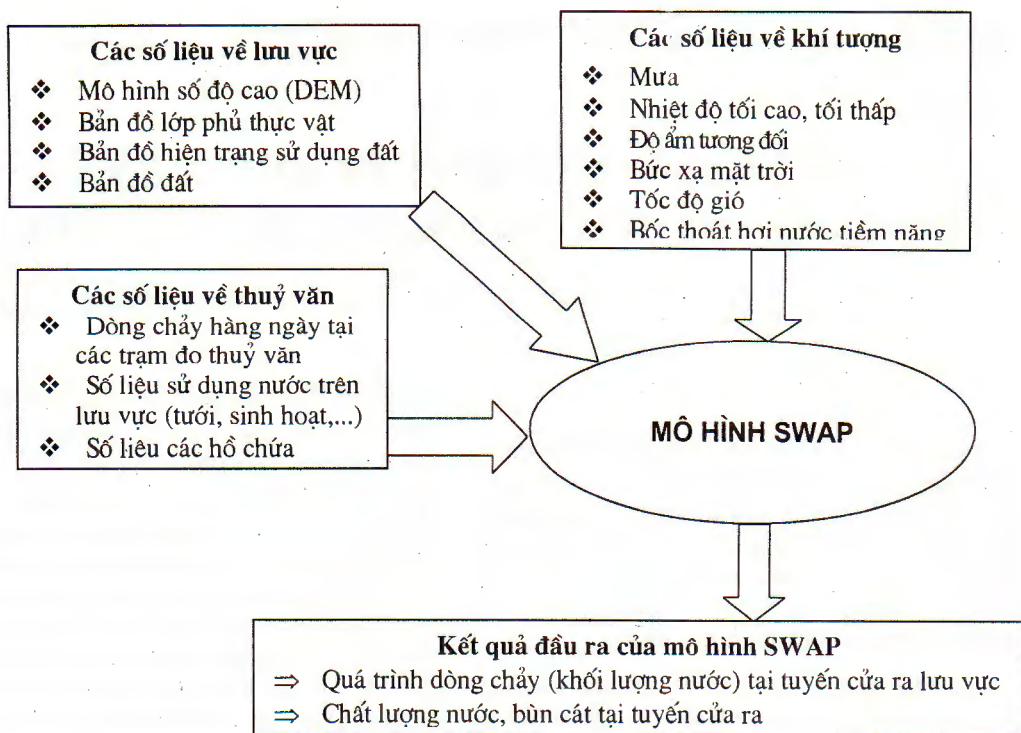
Mô hình SWAP và IQQM do cơ quan Nghiên cứu Môi trường của Mỹ (Environmental Research Laboratory, USA) xây dựng. Mô hình SWAP được xem là công cụ đánh giá tài nguyên đất và nước với chức năng đánh giá ảnh hưởng của sự thay đổi khí hậu, thảm thực vật, sử dụng đất và nước trên lưu vực tới dòng chảy sông ngòi (cả khối lượng và chất lượng), đồng thời xác định biên dòng chảy vào cho mô hình IQQM. Mô hình IQQM là mô hình tổng hợp khối lượng - chất lượng nước, mô phỏng quá trình dòng chảy, bùn cát và lan truyền các chất ô nhiễm trong sông nhằm quy hoạch quản lý tổng hợp lưu vực sông.

Mô hình SWAP biểu thị quá trình liên tục với bước thời gian là ngày, tuần, tháng hay năm; đồng

thời mô phỏng các quá trình trên lưu vực và không hạn chế số lưu vực bộ phận. Các quá trình trên lưu vực phụ thuộc vào các yếu tố như: khí hậu, thủy văn, bồi lắng bùn cát, sinh trưởng thực vật, chu kỳ dinh dưỡng, ô nhiễm thuốc trừ sâu, vi khuẩn và các vấn đề về quản lý được xem xét toàn diện và đánh giá theo sự tương tác của chúng. Đối với các quá trình trong sông, mô hình SWAP thể hiện được các thể mạnh trong nghiên cứu sự chuyển nước, nước tưới, sự bồi lắng - xói lở trên sông, chuyển tải các chất dinh dưỡng - thuốc trừ sâu, đánh giá các tác động của hồ ao, đất ngập nước và các hồ chứa. Đối với toàn lưu vực, mô hình SWAP đưa ra các kết quả nghiên cứu dựa trên cơ sở vật lý với các thể mạnh trong nghiên cứu là sự mô phỏng tính toán cân bằng nước một cách toàn diện, tính toán sinh trưởng và sản lượng cây trồng, mô phỏng chu trình dinh dưỡng trong đất, đặc biệt mô hình này cho phép đánh giá và quản lý đất đai trong các lĩnh vực sử dụng đất, nước tưới, phân bón, thuốc trừ sâu, hoá chất trong sản xuất nông nghiệp,... (hình 1).

IQQM là bộ mô hình tổng quát mô phỏng tác động của các chính sách và thực hiện quản lý nước khác nhau trên lưu vực; được xây dựng như một công cụ cho quy hoạch và đánh giá các chính sách quản lý tài nguyên nước ở phạm vi lưu vực sông. Mô hình này có thể áp dụng cho các sông có điều tiết và không có điều tiết, nó có khả năng xem xét các khía cạnh về chất lượng nước, môi trường cũng như tiềm năng các nguồn nước. IQQM được xây dựng để mô hình hoá các chiến lược quản lý nước với các quá trình chủ yếu được mô phỏng như: dòng chảy trong sông, các hồ chứa và quá trình tưới.

Các quá trình thủy văn được kết hợp trong mô hình IQQM bao gồm: diện toán dòng chảy sông, vận hành các hồ chứa và đập dâng, tổn thất nước từ hệ thống (như bốc hơi, thấm,...), dòng chảy bổ sung và hồi quy từ các sông nhánh,



Hình 1. Dữ liệu đầu vào và kết quả đầu ra trong mô hình SWAP

nhu cầu tưới, trữ lượng ra khỏi sông, các yêu cầu dòng chảy nhỏ nhất, nhu cầu nước cố định như cấp nước đô thị, chăn nuôi, sinh hoạt và công nghiệp, các vùng đất ngập nước và lượng trữ ở các vùng ngập lũ (hình 2).

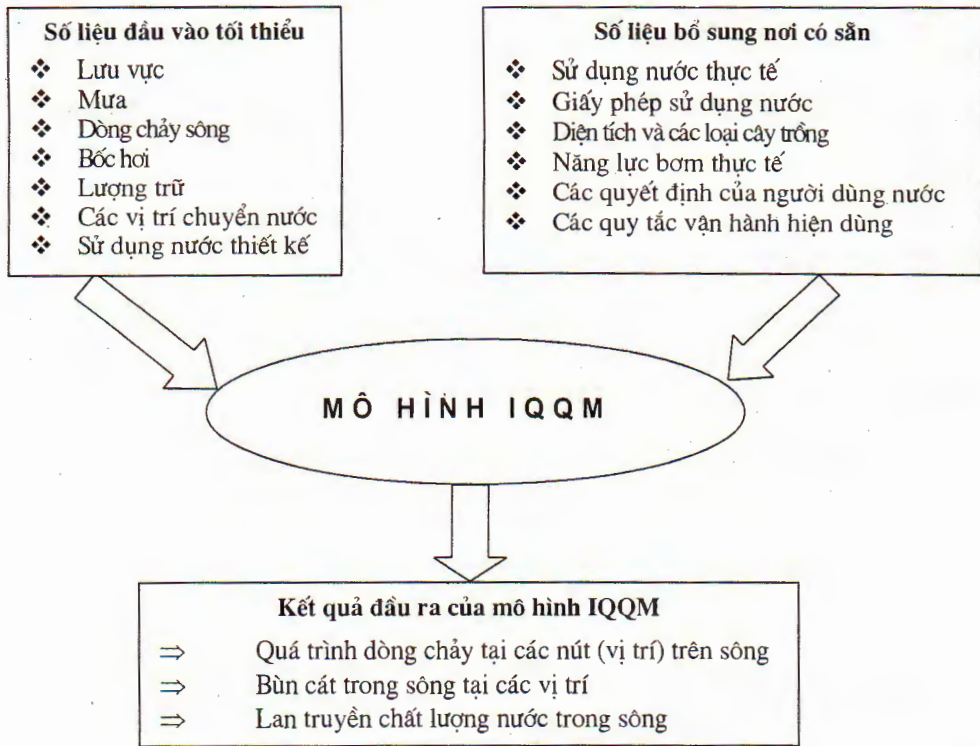
Sự kết hợp giữa hai mô hình SWAP và IQQM là rất cần thiết trong nghiên cứu về quy hoạch và quản lý tổng hợp lưu vực, đặc biệt đối với các sông có nhiều nhánh và tạo ra một mạng lưới rất phức tạp. Dưới đây là một số kết quả ứng dụng mô hình SWAP và IQQM trong quản lý tổng hợp lưu vực sông Ba.

III. ỨNG DỤNG SWAP VÀ IQQM TRONG QUẢN LÝ LƯU VỰC SÔNG BA

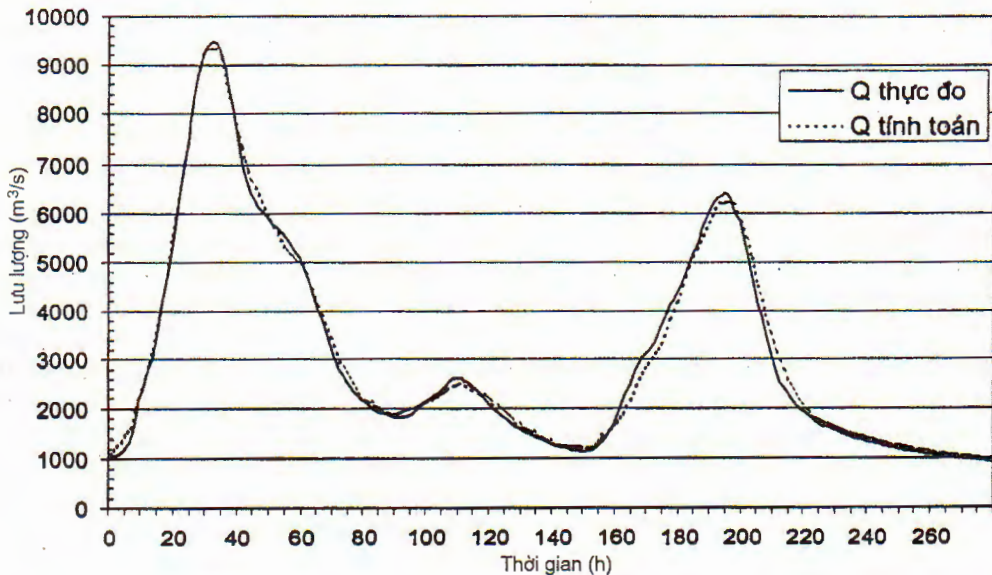
Để tiến hành nghiên cứu quản lý tổng hợp lưu vực sông Ba bằng mô hình SWAP và IQQM, ngoài các tài liệu, số liệu về thủy văn - khí tượng được thu thập tại các trạm quan trắc trên lưu vực như : mưa, nhiệt độ, gió, bốc hơi nước, dòng chảy,... còn phải tiến hành xây dựng các bản đồ chuyên đề về lớp phủ thực vật, hiện trạng sử dụng đất, bản đồ đất,... Tuy nhiên, công việc đầu tiên và rất quan trọng, là đầu vào không thể thiếu trong mô hình SWAP là xây

dựng mô hình số độ cao (DEM) cho toàn lưu vực. Ở bất kỳ vị trí nào (ô vuông có diện tích khác nhau) mô hình số độ cao được đặc trưng bởi z (độ cao địa hình) và tọa độ x, y trên mặt phẳng.

Để phục vụ quản lý tổng hợp lưu vực, mô hình số độ cao đã được xây dựng từ việc số hoá và tiếp biên một cách có hệ thống các bản đồ tỷ lệ 1:10.000 và tỷ lệ 1: 25.000, sau đó xây dựng DEM bằng phần mềm ArcInfo 8.01. Các bước tiến hành tiếp theo là xây dựng cơ sở dữ liệu trên toàn lưu vực dưới dạng bản đồ về hiện trạng sử dụng đất, thảm thực vật, bản đồ đất... như là các lớp thông tin riêng biệt được chồng ghép hoàn chỉnh với nhau và với mô hình DEM. Từ các kết quả trên, các yếu tố về khí tượng - thủy văn được thu thập và chỉnh lý để đưa vào mô hình SWAP với cơ sở tọa độ tương ứng. Sau khi xây dựng cơ sở dữ liệu mạng lưới tính toán thủy văn - thủy lực cho lưu vực về các điểm hợp lưu, các nút, các phụ lưu,... Chúng tôi sử dụng module Basin trong phần mềm SWAP và IQQM để tính toán mô phỏng quá trình dòng chảy và tính cân bằng nước cho lưu vực theo các phương án khác nhau. Dưới đây là một số kết quả mô phỏng tính toán mưa - dòng chảy lũ tại trạm Củng Sơn trên lưu vực được trình bày ở hình 3 và 4.



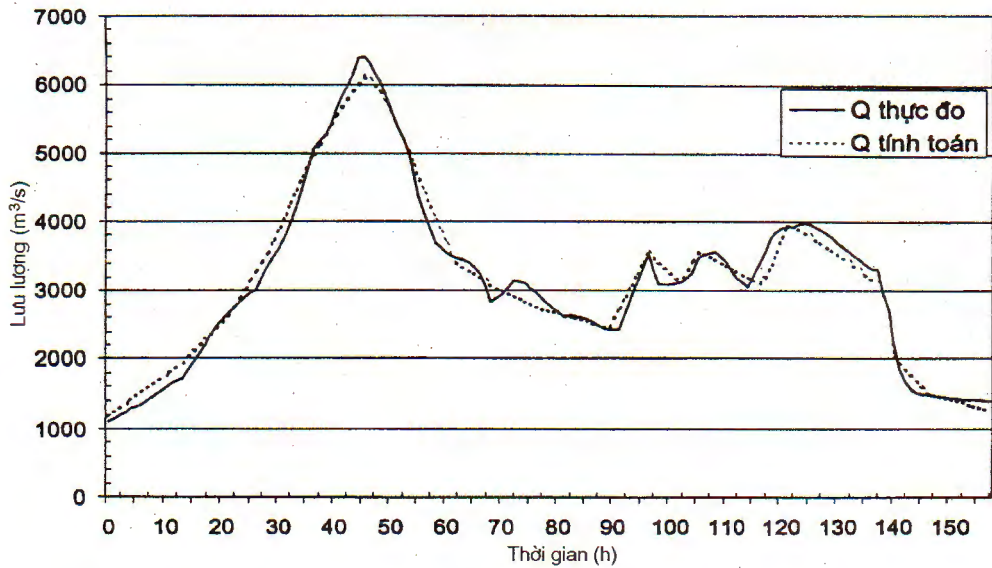
Hình 2. Dữ liệu đầu vào và kết quả đầu ra trong mô hình IQQM



Hình 3. Đường quá trình thực đo và tính toán mưa - dòng chảy lũ trạm Củng Sơn - sông Ba từ 7h ngày 19-XI-1998 đến 22h ngày 30-XI-1998

Kết quả tính quá trình dòng chảy tại tuyến cửa ra cùng cơ sở dữ liệu đầu vào của mô hình SWAP được chuyển sang module Basin và IQQM để tính toán cân bằng nước theo các phương án cho lưu vực

sông Ba. Hiện nay trên lưu vực sông Ba đã xây dựng hàng trăm công trình thủy lợi, thủy điện bao gồm hồ, đập dâng, trạm bơm, hệ thống kênh mương để đảm bảo nước cho 10 khu tưới (bảng 1).



Hình 4. Đường quá trình thực đo và tính toán mưa - dòng chảy lũ trạm Củng Sơn - sông Ba từ 15h ngày 1-XII-1999 đến 4h ngày 10-XII-1999

Bảng 1. Nhu cầu nước cho các khu vực trên lưu vực sông Ba (tính theo năm) [2]

Khu tưới	Diện tích tưới (ha)	Nhu cầu nước (triệu m ³)
Thượng nguồn sông Ba	58.910	475,408
Thượng nguồn Ea - Ayun	84.660	278,933
Ea - Ayun	37.380	418,222
Krong Pa	46.500	456,262
Krong H'nh	73.050	353,521
Hoà Đa	1.600	22,75
Trung lưu tả sông Ba	4.740	61,23
Trung lưu sông Ba	2.890	34,82
Sau thủy điện sông Hinh	5.500	53,14
Đồng Cam	20.000	381,36

Trong đó, đáng chú ý nhất là 4 công trình đã và đang xây dựng có ảnh hưởng lớn đến sự diễn biến dòng chảy trên lưu vực sông Ba là: đập dâng Đồng Cam đã hoạt động 60 năm nay, hồ Ayun hạ, hồ thủy điện sông Hinh và hồ sông Ba Hạ với các đặc trưng thiết kế của 3 hồ lớn như sau [2]:

Hồ Ayun Hạ được xây dựng với diện tích lưu vực 1.670 km², mực nước gia cố (MNGC) = 210 m, mực nước dâng bình thường (MNDBT) = 204 m, mực nước chết (MNC) = 192 m, $W_c = 52.10^6$ m³, $W_{hd} = 201.10^6$ m³. Đập cao 36 m, dài 366 m. Năng lực tưới thiết kế 13.500 ha. Dung tích phòng chống lũ 250,5.10⁶ m³, cao trình ngưỡng tràn 199 m, B

tràn = 3 cửa × 6 m. Tuy nhiên hồ Ayun Hạ xây dựng với mục đích tưới là chính.

Hồ sông Hinh không chế lưu vực 722 km² (đã xây dựng) với MNDBT = 209 m, MNC = 196 m, W_{ib} : 357 triệu m³, công suất lắp máy 70 MW.

Hồ sông Ba Hạ không chế diện tích lưu vực 10.249 km², mực nước đến cao trình MNDBT = 112,5 m, MNC = 103 m tạo ra dung tích toàn bộ 1.011,1 triệu m³, dung tích chết 265,2 triệu m³, phát điện với công suất lắp máy 250 MW.

Có 3 phương án tính toán cân bằng nước trên lưu vực sông Ba: phương án thứ nhất sử dụng hồ Ayun Hạ và hồ Sông Hinh trữ nước, phương án 2 sử dụng hồ Ayun Hạ, hồ Sông Hinh và hồ sông Ba Hạ trữ nước, phương án 3 sử dụng hồ sông Ba hạ trữ nước. Từ nhu cầu hiện tại về tài nguyên nước phục vụ cho nông nghiệp, công nghiệp và sinh hoạt của các khu vực trên lưu vực sông Ba kết hợp với kết quả tính toán lưu lượng nguồn tại các nút trên mạng lưới sông ngòi của lưu vực được chạy trên mô hình SWAP, chúng tôi tiến hành tính toán cân bằng nước và dự báo nhu cầu nước trong giai đoạn từ 2000 - 2005 và 2006 - 2010 với trường hợp tần suất năm là 75%. Kết quả trình bày ở bảng 2 và 3.

Từ những kết quả ở các bảng trên cho thấy khả năng cung cấp nước cho nông nghiệp, công nghiệp và sinh hoạt của mạng lưới sông ngòi lưu vực sông Ba cho vùng hạ lưu (trong đó có thị xã Tuy Hoà)

Bảng 2. Lưu lượng nguồn và nhu cầu nước (m³/s) giai đoạn 2000 - 2005

	Phương án 1		Phương án 2		Phương án 3	
	NN	SH+CN	NN	SH+CN	NN	SH+CN
Lưu lượng nguồn						
Thượng nguồn An Khê		56,2		56,2		56,2
Điểm hợp lưu tại huyện Krông Cheo		91,4		87,5		93,6
Điểm hợp lưu tại huyện Ayun Pa		195,9		178,2		203,7
Điểm hợp lưu tại huyện Krông Pa		310,3		286,6		334,8
Điểm hợp lưu tại huyện Sơn Hoà		525,8		498,7		542,6
Tổng lưu lượng xuống hạ lưu		748,4		705,8		761,4
Nhu cầu nước hạ lưu (lấy từ sông)						
Sông Ba	208,4	18,2	202,2	17,5	216,6	20,5
Sông Hinh	64,7	7,1	58,6	7,7	61,4	8,3
Tổng		298,4		286		306,8

Ghi chú (bảng 2 và 3) : NN, CN, SH - nhu cầu nước cho các ngành nông nghiệp, công nghiệp và sinh hoạt

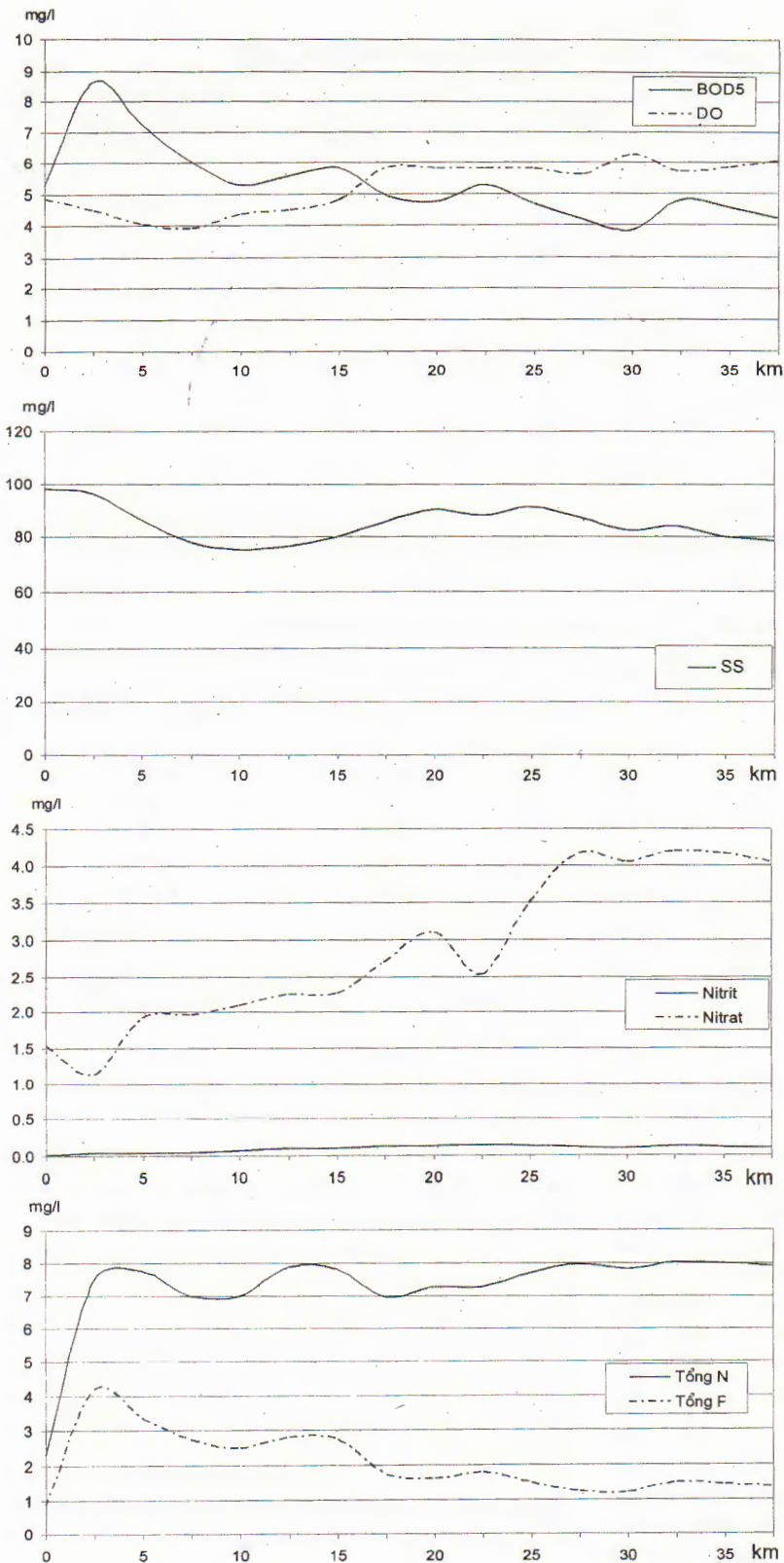
Bảng 3. Lưu lượng nguồn và nhu cầu nước (m³/s) giai đoạn 2006 - 2010

	Phương án 1		Phương án 2		Phương án 3	
	NN	SH+CN	NN	SH+CN	NN	SH+CN
Lưu lượng nguồn						
Thượng nguồn An Khê		49,7		49,7		49,7
Điểm hợp lưu tại huyện Krông Cheo		86,5		79,3		91,4
Điểm hợp lưu tại huyện Ayun Pa		184,5		169,7		197,3
Điểm hợp lưu tại huyện Krông Pa		298,6		276,8		313,4
Điểm hợp lưu tại huyện Sơn Hoà		497,6		468,9		522,6
Tổng lưu lượng xuống hạ lưu		708,1		684,6		732,9
Nhu cầu nước hạ lưu (lấy từ sông)						
Sông Ba	214,8	19,1	206,2	18,5	220,9	24,6
Sông Hinh	69,2	8,4	64,4	9,3	72,4	7,6
Tổng		312,2		298,5		325,5

đều đáp ứng được yêu cầu dùng nước đến năm 2010. Tuy nhiên, để giải quyết vấn đề đặt ra là đánh giá chất lượng nước cung cấp cho vùng hạ lưu, chúng tôi tiếp tục tiến hành tính toán lan truyền các chất gây ô nhiễm trong nước trên module Win HSPF (Hydrological Simulation Program - Fortran) với cơ sở dữ liệu đầu vào là các số liệu của mạng lưới trạm quan trắc, phân tích chất lượng nước trên lưu vực sông Ba. Với thuật toán tính toán lan truyền các chất ô nhiễm trong nước tương tự như mô hình QUAL2, mô hình Basin có thể mô phỏng đến 15 yếu tố chất lượng nước theo các tổ hợp khác nhau. Mô hình này có thể áp dụng cho các sông hình cây, giả thiết có sự hoà trộn đều. Các thành phần lan truyền vật chất chính là lưu lượng vận chuyển (Q,c) và khuếch tán

(AD_L) theo chiều dòng chảy. Mô hình có khả năng mô phỏng nhiều điểm thải, dòng phụ lưu cũng như dòng thải vào hoặc ra theo bậc (incremental). Mô hình có thể xác định được lượng dòng chảy cần thiết để pha loãng nhằm đạt được một mức DO ấn định. Mô hình được nghiên cứu áp dụng nhằm tính toán lan truyền các chất ô nhiễm trong nước trên đoạn sông từ đập Đồng Cam ra tới cửa sông Ba có chiều dài là 37,5 km với các yếu tố là DO, BOD, độ đục (SS), nitrit, nitrat, tổng nitơ và tổng photpho. Kết quả tính toán lan truyền các chất ô nhiễm trong nước từ đập Đồng Cam đến cửa sông Ba được thể hiện trên các đồ thị sau :

Qua kết quả tính toán lan truyền chất ô nhiễm trong nước được thể hiện trên hình 5, có thể đưa ra



Hình 5. Sự biến đổi của các chất gây ô nhiễm : DO, BOD, SS, nitrit, nitrat, tổng N và tổng P từ đập Đồng Cam tới cửa sông Ba

một số nhận xét về chất lượng nước cung cấp cho khu vực hạ lưu sông Ba như sau : hàm lượng DO, BOD, nitơ và photpho trong đoạn sông nghiên cứu đạt mức tiêu chuẩn cho phép do Bộ Khoa học Công nghệ và Môi trường ban hành năm 1999 dùng cho nước phục vụ cho sản xuất nông nghiệp và công nghiệp. Ở khu vực thị xã Tuy Hoà, hàm lượng DO giảm, hàm lượng các chất BOD, nitơ và photpho tăng lên nhưng không nhiều và vẫn nằm trong tiêu chuẩn cho phép B. Ngoài ra, trên cả đoạn sông này, qua đô thị tương quan giữa tổng N và P, ta có thể thấy tỷ lệ $N : P \approx 7$, tức là có khả năng gây ra hiện tượng phú dưỡng trong nước mà ở đây N là nhân tố giới hạn vì vậy cần phải có sự kiểm soát N để không xảy ra hiện tượng phú dưỡng.

KẾT LUẬN

Quản lý tổng hợp lưu vực là một trong những vấn đề còn khá mới mẻ ở Việt Nam, tuy nhiên đây lại là một việc làm rất cần thiết trong chiến lược phát triển kinh tế xã hội bền vững của đất nước. Quản lý tổng hợp lưu vực có thể xem như là bài toán đa chiều rất phức tạp, trong đó cần làm sáng tỏ các mối quan hệ không chỉ giữa các hợp phần tự nhiên với nhau mà còn có sự tham gia của xã hội như các chính sách của Nhà nước, sự tác động của con người đến tự nhiên... Chính vì vậy, việc sử dụng mô hình hoá nhằm tính toán và mô phỏng các quá trình trên lưu vực là yêu cầu cấp thiết để giải quyết các bài toán đặt ra cho việc quản lý tổng hợp lưu vực.

Đã ứng dụng thành công mô hình SWAP và IQQM trong lĩnh vực quản lý tổng hợp lưu vực sông Ba với các thông số đầu vào đã được địa phương hoá nhằm mang lại sự chính xác trong tính toán. Từ việc phân tích tổng hợp các yếu tố tự nhiên như lớp phủ thực vật, hiện trạng sử dụng đất, khí tượng - thủy văn,... bằng mô hình SWAP và IQQM đã cho thấy rõ quá trình dòng chảy, tính toán cân bằng nước dựa trên nhu cầu nước của con người trong sinh hoạt và sản xuất, đánh giá chất lượng nước đồng thời sẽ góp phần đưa ra các giải pháp thiết thực trong quản lý tài nguyên trên toàn lưu vực.

Trong tương lai, việc nghiên cứu áp dụng thêm một số mô hình nhằm quản lý tổng hợp các nguồn tài nguyên thiên nhiên và môi trường theo lưu vực như Mike (Denmark), CanalCAD (USA), CASCADE (French), TiCAD (Germany), SOBEK (Holland), HYDROGIS (Việt Nam),... đồng thời cập nhật thêm những mô hình mới nhất sẽ cho phép so sánh, đối chiếu và hiệu chỉnh giữa các mô hình và giúp cho công việc quản lý tổng hợp lưu vực được tốt hơn.

Bài báo được hoàn thành với sự hỗ trợ của Chương trình Khoa học Cơ bản trong lĩnh vực các Khoa học về Trái Đất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] NGUYỄN VĂN CƯ và nnk, 2002 : Môi trường lưu vực sông Cầu. Báo cáo tổng kết đề án cấp Nhà nước, Hà Nội.

[2] NGUYỄN VĂN CƯ và nnk, 2003 : Nghiên cứu các luận cứ khoa học cho các giải pháp phòng

tránh, hạn chế hậu quả lũ lụt lưu vực sông Ba. Báo cáo tổng kết đề tài độc lập cấp Nhà nước, Hà Nội.

[3] P. SIMONOVIC, 2000 : Tools for Water management - One View of the future. Internation Water resources Association, V. 25, 1, 76 - 88.

[4] NGÔ ĐÌNH TUẤN, 1999 : Quản lý tổng hợp tài nguyên nước. Trường Đại học Thủy lợi, Hà Nội.

[5] W.W. YEH, 1985 : G. Reservoir management and operations Models : A state of the Art review. Water resources research 21, 12, 1797 - 1818p.

SUMMARY

The Application of SWAP and IQQM models for intergrated catchment management in Ba river

Intergrated catchment management is a regional and international issue with natural concern, especially in Vietnam, for socio - economic development and stable enviroment protection. Along with the comprehensive information technology development, modelization is the strong and necessary in river basin researching and management. The authors have applied 2 models: SWAP and IQQM in searching and general managing the Ba river basin because of their strong caculation ability and useful functions. Base on the input information of DEM, weather, vegetation cover and landuse, the results of application of SWAP and IQQM modes in Ba river allowed to estimate the quality and imitation of water according to many different solutions.

Ngày nhận bài : 11-8-2004

Viện Địa lý,

Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam