

# NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG MÔ HÌNH THỦY VĂN KINH TẾ LƯU VỰC SÔNG BA TRÊN CƠ SỞ NGÔN NGỮ GAMS

Nguyễn Thị Thu Nga<sup>1</sup>, Hoàng Thanh Tùng<sup>1</sup>, Kiều Trung Hiếu<sup>1</sup>

**Tóm tắt:** Lưu vực sông Ba là một trong những lưu vực sông lớn ở Việt Nam hiện đang gặp nhiều vấn đề trong quản lý tài nguyên nước. Bài báo này tóm tắt các kết quả nghiên cứu xây dựng mô hình phân bổ tài nguyên nước trên lưu vực sông Ba theo hướng tối ưu về kinh tế bằng việc ứng dụng ngôn ngữ GAMS (General Algebraic Modeling System). Các kết quả ban đầu cho thấy khả năng ứng dụng các phần mềm tối ưu vào bài toán phân bổ tài nguyên nước là khá tốt, cần được phát triển và mở rộng trong tương lai.

**Từ khóa:** mô hình thủy văn kinh tế, GAMS, phân bổ tài nguyên nước, tối ưu hóa

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Quản lý tài nguyên nước theo lưu vực sông đã được cả thế giới thừa nhận từ vài thập kỷ gần đây. Trong Điều 3 Luật Tài nguyên nước của Việt Nam ban hành năm 2012 cũng nêu rõ nguyên tắc quản lý tài nguyên nước phải bảo đảm tính thống nhất theo lưu vực sông. Tuy nhiên, thực tế trên lưu vực sông luôn tồn tại nhiều mâu thuẫn trong việc khai thác, sử dụng nước giữa các ngành, địa phương cũng như bảo vệ môi trường. Ở những lưu vực sông thiếu nước hoặc khan hiếm nước, các mâu thuẫn càng gia tăng, dẫn đến vấn đề quản lý phân bổ tài nguyên nước càng trở nên khó khăn.

Để hỗ trợ cho các nhà quản lý trong việc ra các quyết định liên quan đến quản lý tổng hợp lưu vực sông, các nhà nghiên cứu có thể ứng dụng các mô hình thủy văn lưu vực rất mạnh như mô hình MIKE BASIN, WEAP, REALM... trong nghiên cứu các kịch bản phân bổ nước. Trong khi đó, nghiên cứu bài toán chia sẻ phân bổ nguồn nước theo hướng tiếp cận tối ưu vẫn chưa phổ biến tại Việt Nam do việc hệ thống hóa cả lưu vực sông là rất phức tạp. Mặc dù vậy, nghiên cứu phân bổ và quản lý nước theo định hướng bởi giá trị kinh tế nước cho phép hiểu rõ về hiệu quả của các chính sách dự kiến hay các biện pháp quản lý nước trên lưu vực.

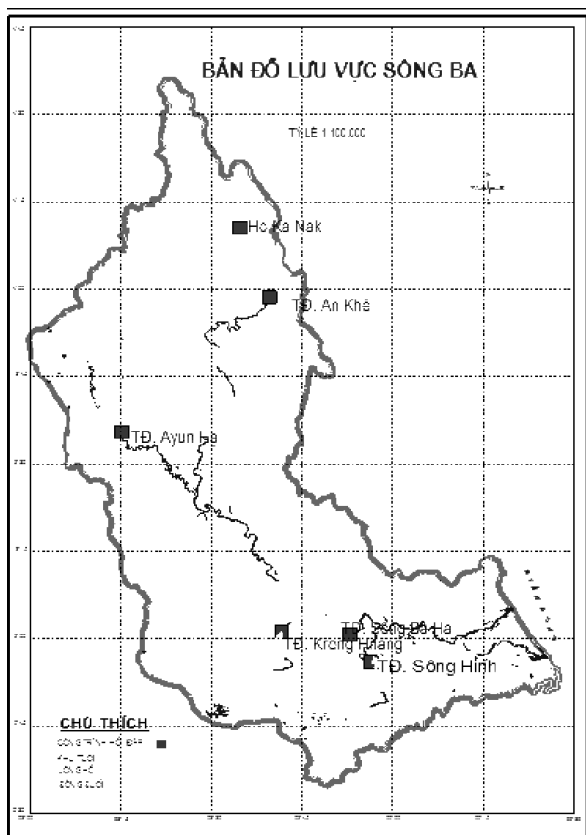
Nhằm đánh giá khả năng ứng dụng mô hình tối ưu vào bài toán chia sẻ, phân bổ tài nguyên nước dưới góc nhìn về lợi ích kinh tế, nhóm nghiên cứu đã lựa chọn ứng dụng ngôn ngữ GAMS để xây dựng một mô hình chia sẻ, phân bổ tài nguyên nước cho lưu vực sông Ba.

## 2. GIỚI THIỆU CHUNG VỀ LƯU VỰC SÔNG BA

Sông Ba là một trong những hệ thống sông lớn ở Việt Nam, có diện tích lưu vực là 13.900 km<sup>2</sup>, chiếm 4,3% diện tích của cả nước. Lưu vực sông Ba thuộc 3 tỉnh Gia Lai, Đắk Lắk, Phú Yên và một phần rất nhỏ thuộc tỉnh Kon Tum.

Lưu vực sông Ba có tiềm năng rất lớn về tài nguyên đất với khoảng 425.334 ha đất nông nghiệp và gần 1 triệu ha đất lâm nghiệp. Tài nguyên nước trên lưu vực cũng khá dồi dào với lượng mưa trung bình hàng năm khoảng 1740mm, tổng lượng nước khoảng trên 10 tỷ m<sup>3</sup>. Tuy nhiên, do địa hình bị chia cắt mạnh, khí hậu thời tiết bất lợi với mùa khô kéo dài, lượng dòng chảy trên các sông suối phân phối không đều, dẫn đến tình trạng hạn hán thường xuyên xảy ra. Bên cạnh đó, lưu vực sông Ba có tiềm năng phát triển khá lớn về thủy điện, với tổng công suất lắp máy khoảng 737MW, điện lượng hàng năm xấp xỉ 3,22 tỷ KWh. Hiện nay có rất nhiều công trình thủy điện đã đưa vào sử dụng (Hình 1), làm gia tăng mâu thuẫn trong phân bổ nguồn nước, đặc biệt vào mùa cạn.

<sup>1</sup> Trường Đại học Thủy Lợi.



Hình 1: Vị trí các thủy điện và khu tưới trên lưu vực sông Ba

### 3. MÔ HÌNH TỔNG HỢP THỦY VĂN KINH TẾ

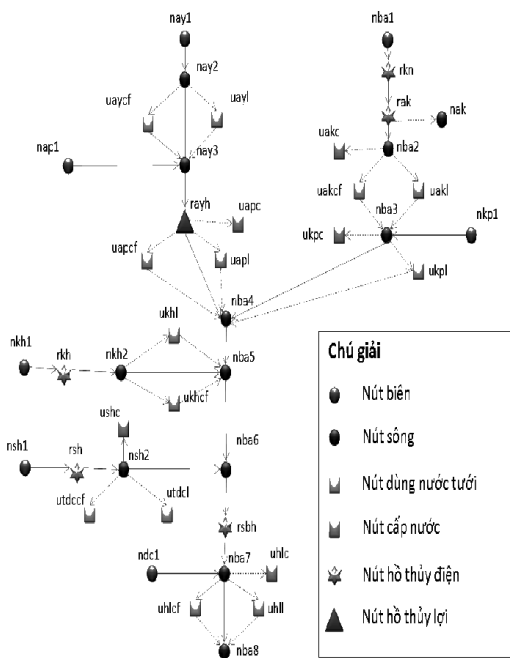
Mô hình tổng hợp thủy văn kinh tế là mô hình kết hợp giữa mô hình mô phỏng lưu vực (mô hình thủy văn tính toán cân bằng nước) với mô hình tính toán lợi ích kinh tế đã được nhóm nghiên cứu áp dụng cho lưu vực sông Ba. Mô hình này được thiết lập trên cơ sở ngôn ngữ lập trình cao cấp GAMS. Bên cạnh chức năng tính toán cân bằng nước lưu vực, mô hình sẽ tập trung vào khía cạnh kinh tế, với hàm mục tiêu là cực đại hóa lợi ích kinh tế từ việc sử dụng nước. Các yêu cầu về dòng chảy tối thiểu được coi là các ràng buộc trong tính toán. Mô hình hệ thống lưu vực sông Ba được xây dựng dưới hình thức một mạng lưới các nút – liên kết, mô phỏng một cách giản lược các quan hệ vật lý theo không gian và thời gian diễn ra trong lưu vực. Các nút biểu diễn các vị trí trên sông, hồ chứa, các vùng sử dụng nước, trong khi đó các liên kết có nhiệm vụ kết nối chúng lại với nhau. Dòng chảy

đến một nút tính toán bao gồm dòng chảy từ đầu nguồn và các dòng nhập lưu. Cân bằng nước sẽ được tính toán cho từng nút trong từng bước thời gian để đảm bảo các quá trình vật lý diễn ra trong lưu vực được thỏa mãn.

Nghiên cứu kế thừa một số kết quả của Dự án Quy hoạch sử dụng tài nguyên nước lưu vực sông Ba của Viện Quy hoạch Thủy lợi. Theo đó toàn bộ lưu vực sông Ba được chia thành 7 phân vùng sử dụng nước. Vùng Nam Bắc An Khê tính từ thượng nguồn dòng chính sông Ba đến vị trí dự định xây dựng hồ thủy điện sông Ba Thượng không chế diện tích lưu vực 3.149 km<sup>2</sup>. Vùng thượng Ayun tính từ thượng nguồn sông Ayun đến vị trí hồ Ayun Hạ với diện tích lưu vực 1.670 km<sup>2</sup>. Vùng Ayun Pa gồm khu vực trung lưu dòng chính sông Ba và hạ lưu sông Ayun. Vùng Krông Pa gồm khu vực trung lưu dòng chính sông Ba trong ranh giới hành chính huyện Krông Pa. Vùng Krông Năng là toàn bộ lưu vực sông nhánh Krông Năng với diện tích 1.840 km<sup>2</sup>. Vùng thượng Đồng Cam bao gồm toàn bộ lưu vực sông Hinh và hai bên tả hữu sông Ba đến đập Đồng Cam. Vùng hạ lưu tính từ đập Đồng Cam ra đến biển và toàn bộ lưu vực sông Bàn Thạch.

Ngoài ra, nghiên cứu cũng kế thừa kết quả tính toán lượng dòng chảy đến tại các biên và nhập lưu khu giữa ứng với tần suất 75%, lượng nước yêu cầu cho sinh hoạt và ngành công nghiệp giai đoạn 2010-2020, mức tưới từng tháng cho lúa và cà phê. Riêng thông số về các hồ chứa thủy lợi, thủy điện và các nút kiểm soát lưu lượng tối thiểu được cập nhật từ tài liệu Quy trình vận hành liên hồ chứa trên lưu vực sông Ba. Trên lưu vực sông Ba hiện có 6 hồ chứa thủy lợi, thủy điện lớn được đưa vào xem xét trong mô hình, đó là các hồ chứa: Ayun Hạ, Kanak, An Khê, Krông Năng, Sông Ba Hạ và Sông Hinh (Hình 1). Sơ đồ mạng lưới các nút tính toán và liên kết giữa các nút được trình bày trong Hình 2.

Mô hình được xây dựng trên ngôn ngữ GAMS, sử dụng chương trình tính (solver) CONOPT3 – chương trình chuyên dùng cho các bài toán quy hoạch phi tuyến.



Hình 2: Sơ đồ mạng lưới tính toán mô hình

### 3.1. Các thành phần lưu vực sông

Các quá trình thủy văn diễn ra trên lưu vực tính theo nguyên tắc cân bằng nước giữa các nút, bao gồm dòng chảy nút trên – nút dưới, dòng chảy từ các nút sông/hồ chứa cung cấp cho các khu tưới và khu dân sinh, dòng chảy hồi quy từ các khu tưới và lượng xả của các hồ chứa thủy lợi/thủy điện. Trong phạm vi nghiên cứu, mô hình không tính toán đến ảnh hưởng của nước ngầm trên lưu vực.

Phương trình cân bằng nước tại nút có dạng:

$$r_i = \sum Q_i - \sum d_i \quad (1)$$

Trong đó:  $r_i$  là dòng chảy ra khỏi nút tại bước thời gian  $i$  ( $m^3/s$ );  $Q_i$  là dòng chảy ra từ các nút trên ( $m^3/s$ );  $d_i$  là nhu cầu nước ở các nút sử dụng liên kết với nút ( $m^3/s$ ).

Phương trình cân bằng nước viết cho nút hồ chứa như sau:

$$V_{i+1} = V_i + (Q_i - r_i) \times T \times 10^{-6} - L_i \quad (2)$$

Trong đó:  $V_i, V_{i+1}$  là dung tích hồ chứa tại bước thời gian thứ  $i$  và  $i+1$  (triệu  $m^3$ );  $Q_i, r_i$  là lưu lượng đến và ra khỏi hồ bình quân trong thời đoạn ( $m^3/s$ );  $T$  là số giây trong một thời đoạn tính toán (1 tháng);  $L_i$  là tổn thất hồ chứa

(thấm + bốc hơi) tháng thứ  $i$ .

Phương trình tính công suất phát điện của hồ chứa thủy điện:

$$N_i = K \times p_i \times H_i \quad (3)$$

Trong đó:  $N_i$  là công suất phát của nhà máy tháng thứ  $i$  (KW);  $K$ : Hệ số phụ thuộc vào hiệu suất của nhà máy;  $p_i$  là lưu lượng qua tua bin nhà máy tháng thứ  $i$  ( $m^3/s$ );  $H_i$  là cột nước tính toán (m).

### 3.2. Thành phần về kinh tế

Mục tiêu của mô hình là tối đa lợi nhuận ròng hàng năm từ việc sử dụng nước cho sản xuất nông nghiệp, cây công nghiệp và phát điện. Hàm mục tiêu của mô hình được tính theo công thức:

$$Max Obj = \sum_i VAL_i + \sum_i VACf_i + \sum_i VP_i \quad (4)$$

Trong đó  $VAL_i$  là lợi nhuận ròng từ các nút cấp nước tưới lúa 2 vụ;  $VACf_i$  là lợi nhuận ròng từ các nút cấp nước tưới cà phê;  $VP_i$  là lợi nhuận từ sản xuất điện.

Lợi ích kinh tế từ cấp nước tưới được tính toán theo công thức:

$$VA_i = Pr_i \times N_i - A_i \times C_i - W_i \times Cw_i \quad (5)$$

Trong đó:  $Pr_i$  là giá sản phẩm trên thị trường (VND/kg);  $N_i$  là tổng sản lượng thu hoạch (kg);  $A_i$  là tổng diện tích gieo trồng (ha);  $C_i$  là chi phí sản xuất (lao động, phân bón, máy móc, thuốc sâu...) (VND/ha);  $W_i$  là tổng lượng nước tưới yêu cầu ( $m^3$ );  $Cw_i$  là giá nước (VND/ $m^3$ ).

Thông tin về chi phí sản xuất (giá công lao động, giá phân bón, chi phí máy móc, giá thuốc sâu...) được tham khảo trong niên giám thống kê của các tỉnh lưu vực sông Ba.

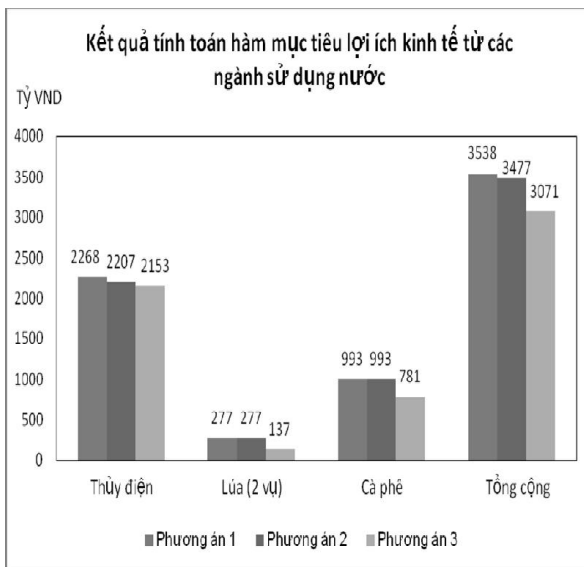
Lợi ích kinh tế từ phát điện được tính theo công thức:

$$VP_i = \sum_t P_{i,t} \times T \times (pp_i - cp_i) \quad (6)$$

Trong đó:  $VP_i$  là lợi ích kinh tế từ sản xuất điện;  $P_{i,t}$  là công suất phát điện thời đoạn  $i$  của nhà máy thủy điện thứ  $t$  (KW);  $T$  là số giờ trong một tháng;  $pp_i$  là giá bán điện (VND/KWh);  $cp_i$  là chi phí sản xuất (VND/KWh). Các mức giá điện qua các tháng được tham khảo trong Quyết định 2014/QĐ-BCN ngày 13/6/2007.

### 3.3. Các phương án tính toán và kết quả

Mô hình được áp dụng tính cho các phương án sau: Phương án 1 (PA1) là phương án không xem xét ràng buộc về dòng chảy tối thiểu. Phương án 2 (PA2) là phương án có ràng buộc dòng chảy tối thiểu theo như Quy trình vận hành liên hồ chứa. Phương án 3 (PA3) giống phương án 2, cộng với xem xét cả vấn đề bảo đảm an ninh lương thực, với ràng buộc ít nhất 50% diện tích đất trồng lúa phải được gieo trồng ở các nút tưới. Trong nghiên cứu này, biến điều khiển là lưu lượng nước cấp cho các nút tưới lúa và cà phê và lưu lượng phát điện bình quân mỗi thời đoạn tính toán.



Hình 3: Kết quả hàm mục tiêu lợi ích kinh tế các ngành theo 3 phương án

Kết quả tính toán lợi ích kinh tế từ việc sử dụng nước cho 3 phương án được thể hiện trong hình 3.

Lợi ích kinh tế hàng năm của cả ba phương án đều đạt hơn 3 nghìn tỷ đồng. Phương án 1 cho giá trị cao nhất, đạt hơn 3,5 nghìn tỷ đồng. Khi xem xét đến dòng chảy tối thiểu ở hạ lưu (phương án 2) thì lợi ích thu được giảm 60,8 tỷ đồng. Còn khi có xét đến điều kiện ràng buộc về diện tích tưới cho lúa (phương án 3) thì lợi ích giảm 467,4 tỷ đồng.

Lợi ích từ sản xuất điện có giá trị cao nhất trong cả ba phương án tính toán, chiếm khoảng trên 60% tổng lợi ích. Ngược lại, lợi ích từ trồng lúa là ít nhất, dao động từ 3,8 đến 7,8% tổng lợi ích. Lợi ích từ việc trồng cà phê ở hai phương án 1 và 2 là như nhau. Điều đó chứng tỏ cà phê là loại cây trồng có hiệu quả kinh tế cao, và thường được ưu tiên phân bổ nước trước. Chỉ khi xem xét không chế diện tích tưới lúa thì lợi ích kinh tế từ cà phê bị giảm đáng kể (212,1 tỷ đồng). Mức giảm này nhiều hơn so với ngành điện (53,7 tỷ đồng) trong cùng một phương án tính toán. Điều này là hợp lý vì ngoại trừ thủy điện An Khê dẫn nước qua sông Kone thì lượng nước từ các hồ thủy điện đều có thể tái sử dụng cho các đối tượng dùng nước khác.

Kết quả thống kê cho ba phương án được trình bày trong các Bảng 1 và 2. Trong đó, Bảng 1 tổng hợp tỉ lệ diện tích tưới được cấp nước cho từng vùng, còn Bảng 2 tổng hợp công suất phát của các nhà máy trong hệ thống.

Bảng 1: Mức đáp ứng diện tích gieo trồng nông nghiệp ứng với các phương án tính toán (%)

Cây trồng	Lúa Đông Xuân			Lúa mùa			Cà phê		
	PA1	PA2	PA3	PA1	PA2	PA3	PA1	PA2	PA3
Nam-Bắc An Khê	0	0	50	0	0	50	100	100	100
Thượng Ia Yun	0	0	50	0	0	50	74	74	15
Ayun Pa	78	78	79	100	100	100	100	100	100
Krong Pa	0	0	50	0	0	50	100	100	100
Krông Hnăng	0	0	50	0	0	50	100	100	100
Thượng Đồng Cam	0	0	50	0	0	50	100	100	100
Hạ lưu	100	100	100	0	0	50	100	100	100

**Bảng 2: Công suất phát của các nút thủy điện qua các tháng của 3 phương án (MW)**

	Kanak	An Khê			Krông Hnăng			Sông Ba Hạ			Sông Hinh			Ayun Hạ		
Tháng	PA1 PA2 PA3	PA1	PA2	PA3	PA1	PA2	PA3	PA1	PA2	PA3	PA1	PA2	PA3	PA1	PA2	PA3
1	13.0	87.2	74.3	65.7	23.2	23.2	23.2	47.7	50.0	47.6	69.3	69.3	69.3	0.7	0.7	0.7
2	13.0	90.4	77.5	68.8	24.6	26.9	23.2	47.5	51.1	46.5	68.6	68.6	68.6	0.7	0.7	0.7
3	13.0	97.7	84.8	74.9	12.4	12.4	14.8	36.1	41.0	37.7	61.3	66.6	62.6	0.7	0.7	0.7
4	9.4	79.7	66.8	60.4	14.2	12.1	13.4	33.3	33.3	33.3	51.1	48.7	51.3	0.7	0.7	0.7
5	6.5	61.5	48.7	48.7	12.4	12.1	12.1	33.3	33.3	33.3	33.3	29.1	31.5	2.0	2.1	2.8
6	6.5	61.7	48.8	40.5	23.8	18.7	23.8	33.3	33.3	33.3	22.9	24.3	23.3	0.7	0.7	0.7
7	6.5	61.8	48.9	40.7	15.0	20.5	14.9	33.3	33.3	33.3	22.9	22.9	22.9	0.7	0.7	0.7
8	12.4	134	120	112	31.4	31.0	31.4	42.1	50.3	41.7	24.2	25.2	24.1	2.0	2.1	2.8
9	10.9	160	148	142	64.0	64.0	64.0	146	148	148	47.3	46.2	47.3	2.0	1.3	3.0
10	13.0	160	160	160	32.9	32.9	32.9	219	219	219	63.8	63.8	63.8	1.9	2.7	3.0
11	13.0	160	160	160	64.0	64.0	64.0	220	220	220	67.1	67.1	67.1	1.8	3.0	3.0
12	13.0	160	160	160	64.0	64.0	64.0	220	220	220	68.6	68.6	68.6	2.1	3.0	3.0

Với kết quả tính toán như trên, nếu không có sự khống chế về diện tích lúa thì toàn bộ lượng nước trong vùng sẽ được ưu tiên cho cà phê và thủy điện. Trong các vùng tưới thì vùng Ayun Pa và vùng hạ lưu là có tỉ lệ diện tích tưới được đáp ứng lớn hơn cả. Một phần vì các vùng này có diện tích trồng cà phê nhỏ, lượng nước sử dụng ít hơn. Mâu thuẫn sử dụng nước giữa cà phê và lúa ở vùng thượng Ia Yun là rõ nhất. Khi tăng diện tích tưới lúa (đông xuân và mùa) từ 0% lên 50%, diện tích tưới cà phê giảm từ 74% xuống 15%.

Khi xem xét đến dòng chảy tối thiểu thì thủy điện An Khê chịu thiệt hại nhiều nhất, ngược lại thủy điện sông Ba Hạ lại được hưởng lợi do nằm ở hạ lưu của lưu vực sông Ba. Khi xem xét ràng buộc diện tích tưới thì thủy điện An Khê và

thủy điện sông Ba Hạ đều bị ảnh hưởng do nằm ở thượng lưu của các khu tưới. Các hồ này phải cung cấp nước cho các khu tưới hạ lưu, làm giảm dung tích trữ nước dành cho phát điện. Theo kết quả tính toán, các thủy điện khác trong lưu vực ít bị ảnh hưởng.

Tổng hợp kết quả lượng nước phân bổ cho từng vùng được trình bày trong Bảng 3. Tổng lượng nước ở phương án 2 ít hơn phương án 1 do yêu cầu dòng chảy tối thiểu làm giảm lưu lượng chuyển nước qua lưu vực sông Kone. Còn phương án 3 có yêu cầu về nước nhiều nhất do ràng buộc về diện tích tưới lúa, mà nhu cầu nước cho một hecta lúa thì cao hơn nhiều so với nhu cầu nước dành cho một hecta cà phê. Vùng hạ lưu là vùng có diện tích trồng lúa nhiều nhất nên lượng nước sử dụng cũng tăng nhiều nhất.

**Bảng 3: Tổng lượng nước sử dụng cho ba phương án***Đơn vị: triệu m<sup>3</sup>*

Vùng	Phương án 1	Phương án 2	Phương án 3
Nam – Bắc An Khê	1080.98	987.65	984.42
Thượng IaYun	76.97	76.97	79.92
Ayun Pa	314.22	314.22	316.03
Krong Pa	5.40	5.40	33.03
Krong Hnăng	149.06	149.06	182.47
Thượng Đồng Cam	27.42	27.42	67.27
Hạ lưu	232.11	232.11	326.07
<b>Tổng</b>	<b>1886.16</b>	<b>1792.83</b>	<b>1989.21</b>

#### 4. KẾT LUẬN – KIẾN NGHỊ

Bài toán quy hoạch phân bổ tài nguyên nước lưu vực sông là một bài toán phức tạp, đòi hỏi phải xem xét một cách tổng hợp rất nhiều khía cạnh kinh tế, xã hội, môi trường... do vậy cần phải có các công cụ mô hình mạnh, có thể mô phỏng một cách toàn diện hệ thống lưu vực sông cùng với các thành phần có liên quan trong bài toán. Ngôn ngữ GAMS cho khả năng ứng dụng khá tốt vào việc xây dựng một mô hình thủy văn kinh tế lưu vực sông, với các điều kiện về vật lý và kinh tế - xã hội của lưu vực được thể hiện trong các mối liên hệ và các phương trình tính toán của các nút. Kết quả của mô hình cho phép người sử dụng

nguyên cứu vấn đề phân bổ sử dụng tài nguyên nước một cách tổng hợp, trong quy mô cả lưu vực sông dưới một góc nhìn hiệu quả về kinh tế. Mô hình phân bổ hiệu quả tài nguyên nước lưu vực sông Ba trên ngôn ngữ GAMS nói riêng và các mô hình phân bổ tài nguyên nước dựa trên hướng tiếp cận tối ưu nói chung có thể được tiếp tục mở rộng, phát triển, chi tiết hóa để đáp ứng nhu cầu tính toán các phương án phân bổ cụ thể và toàn diện hơn. Đây là một hướng nghiên cứu mới và hiệu quả, do vậy nhóm nghiên cứu chúng tôi kiến nghị cần tiếp tục đi sâu và phát triển các mô hình tối ưu trong các bài toán về phân bổ nguồn nước trong tương lai.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Viện Quy hoạch Thủy lợi (2007). Báo cáo tổng hợp - *Quy hoạch sử dụng tổng hợp và bảo vệ tài nguyên nước lưu vực sông Ba*.
- [2]. Quy trình vận hành liên hồ chứa trên lưu vực sông Ba. (Ban hành kèm theo Quyết định 1077/QĐ-TTg ngày 7/7/2014 của Thủ tướng chính phủ).
- [3]. Quyết định 2014/QĐ-BCN ngày 13/6/2007
- [4]. Bộ Tài nguyên Môi trường (2013). *Thuyết minh báo cáo tính toán và xây dựng quy trình vận hành liên hồ chứa các hồ Sông Ba Hạ, Sông Hinh, Krông Năng, Ayun Hạ và An Khê – Kanak*.
- [5]. Nguyễn Vũ Huy và Đỗ Đức Dũng. *Ứng dụng mô hình phân tích kinh tế GAMS trong đánh giá tài nguyên nước – trường hợp điển hình lưu vực sông Lá Buông*. Viện Quy hoạch Thủy Lợi Miền Nam (2009).
- [6]. Claudia Ringler, Nguyen Vu Huy and Siwa Msangi. *Water allocation policy modeling for the Dong Nai river basin: an integrated perspective*, Journal of the American Water Resources Association (2006).
- [7]. N.K.Tyagi. *Application of Hydraulic and Economic Optimization for Planning Conjunctive Use of Surface and Saline Ground Water: A Case Study*, Central Soil Salinity Research Institute, Karnal, India.
- [8]. Anthony Brooke, David Kendrick, Alexander Meeraus and Ramesh Raman. *GAMS – A User Guide*, GAMS Development Corporation (1998).

#### Abstracts

#### RESEARCH ON HYDRO-ECONOMIC MODEL APPLIED FOR BA RIVER BASIN USING GAMS LANGUAGE

*Ba river basin is one of the largest river basins in Vietnam, is currently facing with many problems in water resources management. A hydro-economic model was developed in GAMS (General Algebraic Modeling System) language focus on economic objective. The initial results showed the applicability of the model to find the optimum solution of the water allocation problems. The model should be more researched and developed in the future.*

**Từ khóa:** hydro-economic model, GAMS, water allocation, optimization.

---

*BBT nhận bài:* 07/5/2015

*Phản biện xong:* 22/5/2015