

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA SỰ BIẾN THIÊN DÒNG CHẢY ĐẾN TỈ LỆ PHÂN BỐ NGUỒN NƯỚC LƯU VỰC SÔNG BA

Nguyễn Thị Thu Nga¹, Hà Văn Khôi²

Tóm tắt: Trong hệ thống tài nguyên nước thì dòng chảy sông ngòi là yếu tố có tính biến động rất cao theo cả không gian và thời gian. Thêm vào đó, các nhu cầu khai thác sử dụng nước của con người cũng biến đổi. Điều này sẽ dẫn đến tình trạng thừa thiếu khác nhau giữa các năm, giữa thượng lưu và hạ lưu, giữa các đối tượng sử dụng nước. Nghiên cứu áp dụng một công cụ mô hình toán xây dựng trên cơ sở ngôn ngữ GAMS (General Algebraic Modeling System) để tìm hiểu về tỉ lệ phân bố nguồn nước cho lưu vực sông Ba khi dòng chảy thay đổi. Mô hình lấy định hướng tối ưu hóa về kinh tế để làm tiêu chí phân bổ lại nguồn nước cho lưu vực sông, trên cơ sở xem xét một số ràng buộc về điều kiện tự nhiên, môi trường và xã hội.

Từ khoá: Phân bổ nguồn nước, mô hình thủy văn kinh tế, GAMS.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hệ thống tài nguyên nước là một hệ thống phức tạp bao gồm nguồn nước, các công trình khai thác tài nguyên nước, các yêu cầu về nước cùng với mối quan hệ tương tác giữa chúng cùng với sự tác động của của môi trường lên nó (Hà Văn Khôi và nnk, 2007).

Khi đưa ra quyết định thiết kế và quản lý về hệ thống tài nguyên nước và môi trường, các nhà hoạch định chính sách luôn phải dựa theo một cơ sở nào đó. Kết quả tính toán từ các mô hình hệ thống chính là cơ sở có tính định lượng hóa, giúp dự báo tác động của các công trình hoặc chính sách quản lý dự kiến đối với hệ thống lưu vực sông. Trong nhiều năm qua, đã có sự tiến bộ về mô hình hóa trong kỹ thuật, kinh tế, sinh thái, thủy văn, và đôi khi trong các tác động chính trị và thể chế của các hệ thống tài nguyên nước lớn, phức tạp và đa mục tiêu. Việc áp dụng các mô hình hệ thống trong thực tế đã được chứng minh là nâng cao hiệu quả trong thiết kế, quản lý và vận hành hệ thống tài nguyên nước (Loucks và Beeks, 2005).

Nghiên cứu này áp dụng một mô hình tối ưu hóa hệ thống tài nguyên nước để đánh giá ảnh hưởng của sự thay đổi dòng chảy đối với việc khai thác sử dụng nước trên lưu vực sông Ba. Sự tương quan giữa dòng chảy và tổng lợi nhuận

trên toàn lưu vực sẽ được định lượng hóa, để từ đó đề xuất được tỉ lệ phân bổ nước hợp lý giữa các vùng và giữa các đối tượng sử dụng nước sao cho vừa có lợi về kinh tế, vừa thỏa mãn một số yêu cầu về môi trường và xã hội.

2. GIỚI THIỆU VỀ VÙNG NGHIÊN CỨU

2.1. Đặc điểm tài nguyên nước

Lưu vực sông Ba là một trong những lưu vực nội địa lớn nhất Việt Nam. Lưu vực sông Ba rộng khoảng 13.900km² thuộc các tỉnh Gia Lai, Đăk Lăk, Phú Yên và một phần nhỏ thuộc tỉnh Kon Tum. Đặc điểm khí hậu và địa hình ở lưu vực sông Ba rất đặc biệt. Địa hình chia cắt mạnh do ảnh hưởng của dãy Trường Sơn, tạo ra các thung lũng độc lập kéo dài từ An Khê đến Phú Túc. Ngoài ra về phía hạ lưu có núi non bao bọc ba phía Bắc, Tây, Nam, ôm lấy vùng đồng bằng Tuy Hòa rộng trên 24.000ha có xu thế mở rộng ra phía Biển. Do ảnh hưởng của địa hình kết hợp với gió mùa Tây Nam và gió mùa Đông Bắc, lưu vực sông Ba được chia ra ba miền có khí hậu khác biệt là các khu vực Tây Trường Sơn, Đông Trường Sơn, và khu vực trung gian. Trong khi các vùng thượng nguồn sông Ba và sông Hinh có lượng mưa hàng năm trên dưới 3000mm thì các vùng Cheo Reo, Phú Túc chỉ đón được lượng mưa không quá 1300mm. Cũng vì thế, chế độ dòng chảy ở lưu vực sông Ba cũng có sự khác biệt cho từng vùng. Đặc biệt, mùa lũ khu vực thượng lưu và trung lưu đến sớm và kéo dài hơn so với khu vực hạ lưu (Viện QHTL, 2007).

¹ Khoa Thủy văn và tài nguyên nước, Trường Đại học Thủy Lợi.

² Hội Thủy Lợi.

2.2. Nhu cầu khai thác sử dụng nước

Nhu cầu nước bao gồm ba loại: nhu cầu dùng nước (có tiêu hao), nhu cầu sử dụng nước (không tiêu hao), và nhu cầu bảo vệ. Nhu cầu dùng nước chủ yếu trên lưu vực sông Ba là dành cho nông nghiệp. Nhu cầu cấp nước cho sinh hoạt, công nghiệp và thủy sản chiếm tỉ trọng rất nhỏ. Ví dụ, năm 2010, nhu cầu nước trồng trọt chiếm 93,38%, chăn nuôi 0,58%, sinh hoạt 2%, công nghiệp 2,14%, và thủy sản 1,9% (trong tổng số 2212.3 triệu m³) (nguồn: Viện QHTL, 2007). Nhu cầu sử dụng nước trên lưu vực chủ yếu là dành cho thủy điện. Tuy nhiên, do đặc điểm một số công trình thủy điện chuyển nước hoặc kiểu đường dẫn, làm cho đoạn sông hạ lưu bị suy thoái dòng chảy, ảnh hưởng đến các nhu cầu nước khác ở hạ lưu.

2.3. Các biện pháp công trình

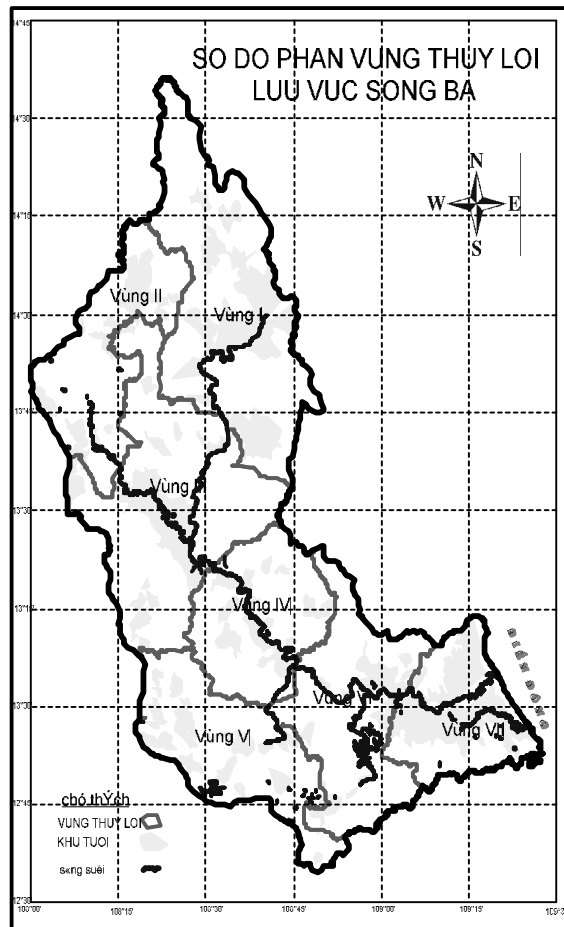
Để đáp ứng nhu cầu nước của con người với bản chất thường mâu thuẫn với dòng chảy tự nhiên về không gian và thời gian, nên chúng ta thường phải sử dụng các biện pháp công trình. Trong những năm qua, hệ thống các công trình thủy lợi trên lưu vực sông Ba đã được xây dựng và phát huy tác dụng trong việc cung cấp nước tưới cho diện tích tương đối lớn. Điển hình có hồ Ayun Hạ năng lực thiết kế 13.500ha và hệ thống thủy nông Đồng Cam năng lực tưới thiết kế 19.800ha. Tính đến 2010, trên hệ thống lưu vực sông Ba đã có 4 cụm hồ chứa thủy điện lớn với tổng công suất 530MW là An Khê- Ka Nak, Krông Hnăng, Sông Hinh và Sông Ba Hạ. Ngoài ra còn rất nhiều các công trình thủy lợi, thủy điện khác đã và sẽ được xây dựng. Tuy nhiên, tình trạng không đủ, thậm chí cạn kiệt nguồn nước vẫn xảy ra ở một số khu vực trên lưu vực sông. Ví dụ như các đoạn sông ở hạ lưu thủy điện An Khê, thủy điện sông Ba Hạ và đập dâng Đồng Cam thường xuyên bị rơi vào tình trạng suy thoái dòng chảy.

Như vậy, có thể mặc dù nguồn nước trên lưu vực sông Ba tương đối dồi dào, hệ thống các công trình cũng khá dày đặc, nhưng để nâng cao hiệu quả khai thác sử dụng nước cần thiết phải xem xét lại phương thức phân bổ nước hiện nay.

3. CÔNG CỤ VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Bài báo trình bày các kết quả áp dụng một mô hình toán tối ưu hệ thống được xây dựng

trên cơ sở ngôn ngữ GAMS. Trong đó, GAMS là một ngôn ngữ lập trình bậc cao ban đầu được nghiên cứu và phát triển trong một dự án của tổ chức Ngân hàng thế giới (WORLDBANK). Sau đó, chương trình này được thương mại hóa và ứng dụng trong nhiều lĩnh vực kỹ thuật và kinh tế, bao gồm cả lĩnh vực quản lý tài nguyên nước. Một số ứng dụng điển hình của GAMS trong lĩnh vực này cho các lưu vực sông Maipo, Chi Lê (Cai và nnk, 2006), Đồng Nai (Ringler và nnk, 2006) và sông Hồng (Tô Trung Nghĩa và nnk, 2006). Chương trình tính cho lưu vực sông Ba gồm 3927 phương trình (hàng), 3233 biến (cột) và 8187 hệ số không âm, được giải bằng công cụ solver CONOPT3 của ARKI Consulting and Development A/S, Đan Mạch. Cấu trúc của mô hình và phương pháp tính toán đã được trình bày trong các nghiên cứu trước đây của tác giả (Nguyễn Thị Thu Nga và nnk, 2015).



Hình 1. Sơ đồ phân vùng khai thác sử dụng nước lưu vực sông Ba

Để phục vụ nghiên cứu, tác giả đã kế thừa một số kết quả trước đây của Trường Đại học Thủy lợi và Viện Quy hoạch Thủy lợi. Theo đó, sơ đồ khai thác sử dụng nước trên toàn lưu vực sông Ba được chia thành bảy vùng như trình bày ở Hình 1. Trong đó, vùng I là vùng Nam Bắc An Khê, vùng II là vùng Thượng Ayun, vùng III là vùng Ayun Pa, vùng IV là vùng Krông Pa, vùng V là vùng Krông Hnăng, vùng VI là vùng Thượng Đồng Cam, và vùng VII là vùng Hạ lưu. Mỗi vùng yêu cầu dữ liệu dòng chảy giai đoạn 1979-2010, dữ liệu về nhu cầu nước, và các quan hệ đặc trưng của hệ thống hồ chứa thủy lợi, thủy điện. Ngoài ra, với hàm mục tiêu là tổng lợi nhuận thuần thu được từ các ngành kinh tế, mô hình cũng cần các thông tin về khối lượng và chi phí sản xuất, giá bán sản phẩm và năng suất một số loại nông sản. Những thông tin này được kế thừa từ các nghiên cứu trước đây hoặc tham khảo từ một số văn bản và niên giám thống kê các tỉnh thuộc lưu vực.

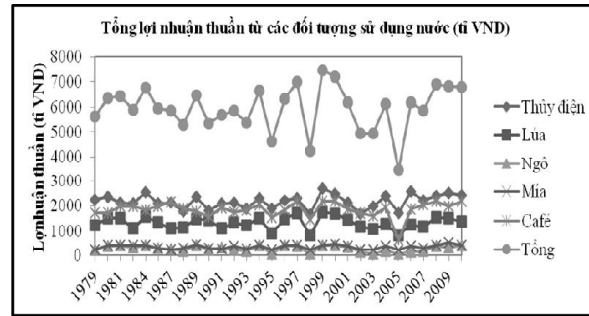
4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Với chuỗi số liệu dòng chảy từ 1979 đến 2010, mô hình xem xét lợi ích kinh tế từ việc khai thác sử dụng nước dành cho hai đối tượng chính là thủy điện và trồng trọt. Trong đó, đối với thủy điện chỉ xem xét các hồ chứa lớn trong hệ thống. Đối với trồng trọt, chỉ xem xét các cây trồng chính ở lưu vực là: lúa (2 vụ), ngô (2 vụ), mía và café. Các nhu cầu nước dành cho sinh hoạt, công nghiệp, thủy sản, chăn nuôi và môi trường được coi là các ràng buộc.

4.1. Đánh giá ảnh hưởng của biến thiên dòng chảy đến hiệu quả kinh tế

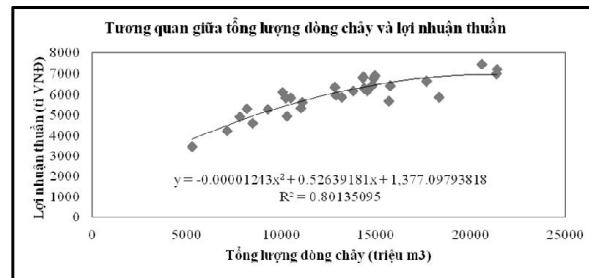
Cả thủy điện và trồng trọt đều là những ngành sử dụng nguồn nước nhiều nên đương nhiên chịu ảnh hưởng của sự thay đổi dòng chảy. Theo kết quả tính toán, lợi nhuận thuần thu được nhiều nhất trên toàn lưu vực xảy ra vào các năm 1998-1999, 1999-2000 là những năm có lượng nước đến dồi dào. Những năm có lợi nhuận thuần nhỏ nhất là các năm 2004-2005, 1997-1998 mà theo một số nghiên cứu trước đây, đều có lượng nước đến thuộc loại thấp,

trương ứng với tần suất 90% và 95% (Nguyễn Hữu Khải, 2011).



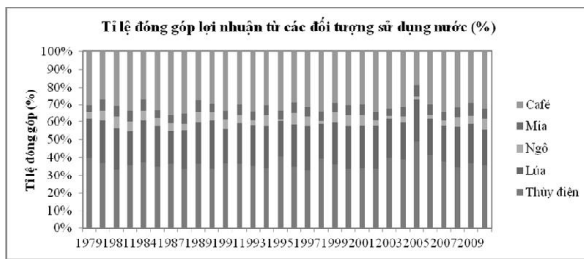
Hình 2. Tổng lợi nhuận thuần trên lưu vực sông Ba theo thời gian

Quan hệ tương quan giữa tổng lượng dòng chảy hàng năm và tổng lợi nhuận thuần trên lưu vực sông Ba được trình bày trong Hình 3. Có thể thấy đây là một mối quan hệ tương đối chặt chẽ với hệ số tương quan vượt 0,8. Tuy nhiên quan hệ này không phải tuyến tính. Khi tổng lượng dòng chảy càng lớn (ví dụ trên 15 tỉ m³) thì mức gia tăng lợi nhuận sẽ giảm đi (độ dốc giảm). Điều này cũng phù hợp với thực tế là lúc này nhu cầu nước của các ngành đều đã được đáp ứng tương đối đầy đủ.



Hình 3. Quan hệ tương quan giữa tổng lượng dòng chảy và tổng lợi nhuận thuần

Trong số các đối tượng sử dụng nước thì thủy điện có đóng góp lợi ích nhiều nhất với mức dao động từ 32 đến 49% tổng lợi nhuận thuần. Tiếp đến lần lượt là café, lúa, mía và ngô với mức đóng góp trung bình tương ứng là 31,1%, 22,1%, 5,8% và 4,3%. Tỷ lệ đóng góp lợi nhuận của các đối tượng sử dụng nước cho từng năm được trình bày trong Hình 4.



Hình 4. Tỉ lệ đóng góp lợi nhuận thuần từ các đối tượng sử dụng nước (%)

Vào những năm kiệt, do nguồn nước bị hạn chế nên mâu thuẫn trong các đối tượng sử dụng nước cũng trở nên gay gắt hơn. Để lợi ích thuần trên toàn lưu vực là lớn nhất, mô hình đã ưu tiên phân bổ nước cho những đối tượng có

giá trị gia tăng cao. Điển hình như năm 2004-2005, theo kết quả tính toán thì tỉ lệ đóng góp của thủy điện là 49,1%, đối nghịch với ngô chỉ đạt 1,8%.

4.2. Đánh giá ảnh hưởng của biến thiên dòng chảy đến phân bổ nước theo không gian

Chuỗi dòng chảy đến các phân vùng khai thác sử dụng nước giai đoạn 1979-2010 được chia thành ba nhóm năm: nhóm năm nhiều nước (tương ứng với tần suất <33,33%), nhóm năm nước trung bình (từ 33,33 đến 66,7%) và nhóm năm ít nước (trên 66,7%). Khi đó, tỉ lệ phân bổ tổng lượng nước cho từng vùng trung bình trong mỗi nhóm năm được tập hợp ở Bảng 1 dưới đây:

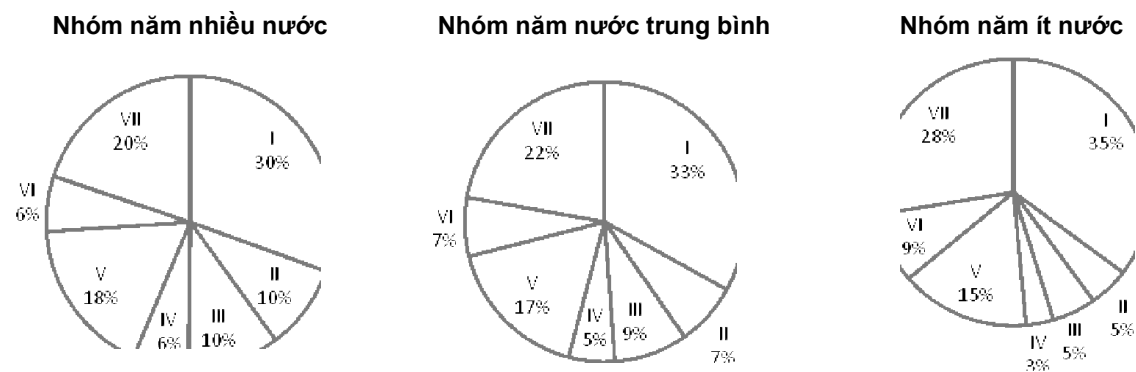
Bảng 1. Lượng nước trung bình phân bổ cho mỗi vùng theo từng nhóm năm

Đơn vị: triệu m³

Nhóm năm	Nam Bắc An Khê	Thượng Ayun	Ayun Pa	Krông Pa	Krông Năng	Thượng Đồng cam	Hạ lưu	Tổng
Nhiều nước	1047.14	325.54	353.42	215.11	603.14	210.72	683.82	3438.88
Trung bình	1021.41	224.58	261.80	163.92	521.47	210.72	683.82	3087.71
Ít nước	872.60	119.21	127.51	79.62	376.97	210.72	683.82	2470.45

Qua đó, có thể thấy cho dù trong nhiều năm thì các phân vùng Thượng Đồng Cam và Hạ lưu đều được đáp ứng đầy đủ nhu cầu nước. Điều này một mặt do nguồn nước trên lưu vực sông

Hình tương đối dồi dào, mặt khác thể hiện lợi ích thu được khi có sự tham gia của hệ thống các hồ chứa phía thượng nguồn, đảm bảo cung cấp nước cho hạ lưu.



Hình 5. Tỉ lệ phân bổ nước cho mỗi vùng theo từng nhóm năm (%)

Trong số tổng lượng nước được sử dụng thì vùng I chiếm tỉ lệ nhiều nhất (Hình 5). Nguyên nhân do vùng này có thủy điện An Khê đưa nước qua lưu vực sông Kone. Những vùng khác tuy cũng có thủy điện nhưng do nước được tái

sử dụng nên không bị coi là tiêu hao.

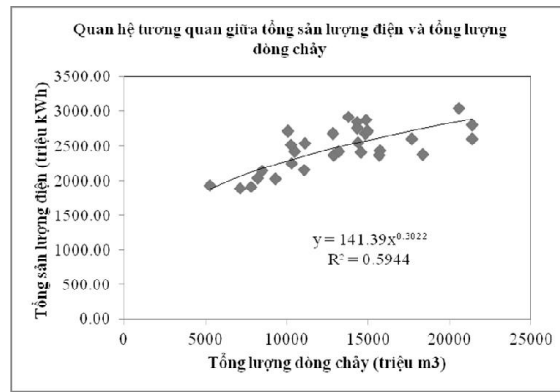
Khi tổng lượng dòng chảy thay đổi, tức là khi chuyển từ nhóm năm nhiều nước sang nhóm năm nước trung bình và nhóm năm ít nước, có thể thấy xu thế tăng dần tỉ lệ sử dụng nước ở các

vùng I, vùng VI, vùng VII. Ngược lại các vùng II, III, IV và V có xu thế giảm dần. Điều này phản ánh hiệu quả kinh tế từ việc sử dụng nước của khu vực thượng Ayun, và vùng trung lưu trung gian lưu vực sông Ba là thấp hơn so với khu vực thượng nguồn sông Ba và vùng hạ lưu.

4.3.Đánh giá ảnh hưởng của biến thiên dòng chảy đến tỉ lệ phân bổ nước cho các đối tượng dùng nước

Trong số các đối tượng dùng nước (có tiêu hao) thì lượng nước dành cho trồng trọt vẫn chiếm tỉ lệ cao nhất (trung bình nhiều năm là 65,9%). Lượng nước chuyển sang sông Kone để phát điện xấp xỉ 30% nhu cầu dùng nước trên lưu vực. Các nhu cầu nước cho sinh hoạt, công nghiệp, thủy sản và chăn nuôi chỉ chiếm tỉ lệ rất nhỏ.

Đối với thủy điện thì sự biến thiên của dòng chảy ảnh hưởng đến tổng sản lượng điện của các hồ chứa. Kết quả tính toán trung bình trong 30 năm thì tổng sản lượng điện từ hệ thống hồ chứa thấp nhất là 1893,11 triệu kwh (1997-1998) và cao nhất là 3045,27 triệu kwh (1998-1999). Mối quan hệ tương quan giữa tổng sản lượng điện và tổng lượng dòng chảy trong nhiều năm được thể hiện dưới dạng hàm mũ (Hình 6) tuy nhiên không được chặt chẽ.



Hình 6. Quan hệ tương quan giữa tổng sản lượng điện và tổng lượng dòng chảy

Trung bình nhiều năm, tổng sản lượng điện của hệ thống hồ theo tính toán đạt 2467 triệu kwh, tăng 13,4% so với giá trị theo thiết kế. Trong đó, cụm hồ An Khê – Ka Nak, hồ Krông Hăng và hồ Sông Hình có sản lượng tăng lên, trong khi hồ Sông Ba Hạ sản lượng điện giảm khá nhiều (Bảng 2). Điều này có thể lý giải do mô hình tối ưu phân bổ sử dụng nước theo giá trị kinh tế và chưa xem xét ràng buộc diện tích tưới. Chính vì thế, nước được ưu tiên dành cho phát điện. Riêng đối với hồ Sông Ba Hạ có ràng buộc về dòng chảy tối thiểu tương đối lớn theo Quy trình vận hành liên hồ mới ban hành năm 2014 nên đã làm giảm sản lượng điện.

Bảng 2. Tổng sản lượng điện các hồ chứa trung bình nhiều năm

Đơn vị: triệu kwh

Trung bình nhiều năm	An Khê-Kanak	Ayun Hạ	Krông Hăng	Sông Hình	Sông Ba Hạ	Tổng
Tính toán	901.8	20.1	287.7	489.9	767.4	2467.0
Thiết kế	694		247	370	825	2136.0

Đối với trồng trọt thì ảnh hưởng của dòng chảy đến việc đáp ứng diện tích tưới tại các vùng là rất lớn. Theo kết quả tính toán trung bình trong nhiều năm, tỉ lệ đáp ứng diện tích tưới của của từng vùng như sau: Thượng Đồng Cam 100%, Hạ lưu 100%, Krông Pa 77,58%, Krông Hăng 68,26%, Ayun Pa 56,91%, Thượng Ayun 46,01%, và Nam Bắc An Khê 35,21%. Trong đó phần lớn các vùng đều có diện tích tưới dưới mức đảm bảo cấp nước theo quy định hiện hành. Vào những năm ít nước, một số vùng không có nước dành cho tưới. Điển hình năm 1997-1998 là hai vùng Nam Bắc An Khê và

Krông Pa, năm 2004-2005 là các vùng Nam Bắc An Khê, Ayun Pa và Krông Pa. Tất nhiên kết quả tính toán này chưa có tính thực tế cao do bài toán mới chỉ xem xét về điều kiện kinh tế, mà chưa xem xét thêm các ràng buộc khác, ví dụ như vấn đề an sinh lương thực, ổn định xã hội.

5. KẾT LUẬN

Bài báo tập trung đánh giá ảnh hưởng của sự biến thiên dòng chảy đến việc khai thác, sử dụng nước trên lưu vực sông Ba cho từng vùng và từng đối tượng. Thông qua hàm mục tiêu là tối đa hóa lợi ích kinh tế từ các đối tượng sử dụng nước, nghiên cứu đã bước đầu xây dựng

được mối tương quan khá chặt chẽ giữa dòng chảy và tổng lợi nhuận trên toàn lưu vực. Kết quả của mô hình cũng đã thể hiện được tỉ lệ phân bổ nước giữa các vùng và giữa các đối tượng dùng nước sao cho mang lại lợi ích lớn

nhất cho lưu vực. Tuy nhiên, mô hình còn một số hạn chế do chỉ xem xét được một số loại cây trồng chủ yếu và bước thời gian tính toán là một tháng nên chưa làm rõ được mâu thuẫn thực tế giữa thủy điện và trồng trọt.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Hà Văn Khôi và nnk, (2007), *Giáo trình Quy hoạch và Phân tích hệ thống tài nguyên nước*, Hà Nội.
- Loucks và Beeks, (2005), *Water Resources Systems Planning and Management: An Introduction to Methods, Models and Applications*, UNESCO Publishing.
- 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*, Hà Nội.
- Trường Đại học Thủy lợi, (2007), *Báo cáo tổng hợp - Quy hoạch tài nguyên nước lưu vực sông Ba*, Hà Nội.
- Ximing Cai và nnk, (2006), *Modeling Water Resources Management at the Basin Level: Methodology and Application to the Maipo River Basin*, Washington, D.C.
- Claudia Ringler và nnk, (2006), *Water allocation policy modeling for the Dong Nai river basin: an integrated perspective*, Journal of The American Water Resources Association, Vol. 42(6).
- Tô Trung Nghĩa và nnk, (2006), *Ứng dụng công nghệ GAMS vận hành phân bổ tối ưu nguồn nước vùng Thượng du sông Thái Bình*, Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, Số 1.
- Nguyễn Thị Thu Nga và nnk, (2015), *Nghiên cứu xây dựng mô hình thủy văn kinh tế lưu vực sông Ba trên cơ sở ngôn ngữ GAMS*, Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường, Số 49.
- Nguyễn Hữu Khải và Trần Thiết Hùng, (2011), *Tổ hợp kiệt và điều tiết mùa kiệt liên hồ chứa sông Ba*, Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Số 27.
- Niên giám thống kê tỉnh Đắk Lắk, (2014), Đắk Lắk.*
- Niên giám thống kê tỉnh Gia Lai, (2014), Gia Lai.*
- Niên giám thống kê tỉnh Phú Yên, (2014), Phú Yên.*
- Quyết định 1077/QĐ-TTg về việc ban hành Quy trình vận hành liên hồ chứa trên lưu vực sông Ba*

Abstract:

RESEARCH ON EFFECTS OF FLOW VARIATION TO WATER ALLOCATION IN THE BA RIVER BASIN

In a water resources system, river flow is a factor with very high variation in both space and time. In addition, human demands for exploitation of water also change. This will lead to water surpluses or deficits vary between years, between upstream and downstream, and between water users. A mathematical model which was constructed in GAMS (General Algebraic Modeling System), has been applied for better understanding on water allocation ratio as effected by flow variation. Water allocated for users in the basin based on economic optimization criteria, also considering a number of constraints of natural, environmental and social conditions.

Keywords: Water allocation, hydroeconomic model, GAMS.

BBT nhận bài: 08/3/2016

Phản biện xong: 18/3/2016