

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH GAMS TRONG TÍNH NHU CẦU NƯỚC VÀ LỢI NHUẬN CỦA VIỆC DÙNG NƯỚC TRÊN LƯU VỰC SÔNG BÉ

ThS. Nguyễn Thị Phương

Phân viện Khí tượng Thủy văn & Môi trường phía Nam

Nhu cầu nước trên lưu vực sông Bé ngày càng cao với nhiều mục tiêu như tưới tiêu, phát điện, sinh hoạt, sản xuất công nghiệp, du lịch, thủy sản..., nên thường xảy ra thiếu nước và cạnh tranh giữa các ngành, giữa vùng thượng và hạ lưu, phục vụ phát triển kinh tế xã hội. Bài báo này, xem xét việc khai thác- sử dụng tài nguyên nước trên lưu vực sông Bé và ứng dụng mô hình GAMS (General Algebraic Modelling System) để tính nhu cầu nước vì lợi nhuận nhằm làm cơ sở cho việc quản lý tổng hợp lưu vực cho mục đích phát triển bền vững.

1. Giới thiệu mô hình GAMS

Trước đây, đã có nhiều mô hình thủy văn, mô hình thủy lực để mô phỏng các quá trình thành phần dòng chảy như: quá trình hình thành, chảy truyền, bồi lắng... Các mô hình này đưa ra những thay đổi về các đặc trưng thủy văn theo các kịch bản, chưa xem xét các thông số về kinh tế hay môi trường

Mô hình GAMS là mô hình gắn với bài toán kinh tế, được thể hiện qua một số ràng buộc (constraints) nhằm tạo ra những phương án khác nhau trong quy hoạch, phân bổ và quản lý tài nguyên nước giúp các nhà quản lý chọn phương án hợp lý.

Bài báo này giới thiệu, ứng dụng mô hình GAMS để mô phỏng bài toán quản lý tài nguyên nước trên lưu vực sông Bé. Mô hình GAMS là một công nghệ tiên tiến có thể giải các bài toán kinh tế (tối ưu tuyến tính, tối ưu phi tuyến hoặc hỗn hợp) trong quy hoạch và quản lý. Công nghệ này được tổ chức Ngân hàng Thế giới và Liên Hợp Quốc xây dựng và khuyến cáo sử dụng trong thập niên gần đây. Mô hình GAMS có thể:

- Thay đổi công thức nhanh và dễ dàng.

- Chuyển giải pháp từ tuyến tính sang phi tuyến.

- Khả năng mở rộng, thay đổi ngữ cảnh và bổ sung mô hình.

GAMS mang tính hệ thống: người xây dựng chương trình có thể dùng những biến, công thức và tên chỉ mục, chú thích... cho phép người dùng có thể mô tả vấn đề một cách hệ thống, thiết lập các bài toán quy hoạch mà thực tế đặt ra.

GAMS đã ứng dụng thành công ở một số nước trên thế giới. Ở Việt Nam, GAMS đã được ứng dụng phục vụ quy hoạch, quản lý và khai thác lưu vực sông Đồng Nai, sông Cửu Long và thượng lưu sông Thái Bình... Mô hình GAMS được lập trên cơ sở lý thuyết kinh tế và lý thuyết tối ưu hóa. Các biến kinh tế như lợi nhuận, thặng dư, sản lượng... được biểu diễn dưới dạng các hàm số toán học. GAMS thực hiện việc tìm cực trị cho các hàm số này.

Các thành phần chính trong mô hình gồm:

(1) Thành phần thủy văn: xem xét đến mối quan hệ của các thành phần dòng chảy trong sông;

(2) Thành phần kinh tế: xem xét các yếu tố

Người phản biện: TS. **Lã Thanh Hà**

liên quan đến việc tính lợi nhuận ròng, lợi ích từ việc sử dụng nước theo các ngành hay các tiểu vùng;

(3) Thành phần thể chế bao gồm các qui định có liên quan đến chính sách phân phối tài nguyên nước và các nhân tố kinh tế tác động, vận hành, bảo dưỡng nguồn nước và công trình...

Các thành phần được kết hợp với nhau trong quá trình mô phỏng việc phân phối và sử dụng nguồn nước trong lưu vực.

2. Ứng dụng mô hình GAMS cho lưu vực sông Bé

Mô hình GAMS thực hiện bài toán theo hướng tối ưu về cân bằng dòng chảy đến và nhu cầu dùng nước, tối ưu lợi nhuận (theo thời gian) và lợi nhuận tối đa của các ngành dùng nước.

a. Đặc điểm lưu vực sông Bé

Lưu vực sông Bé với tổng lượng nước xấp xỉ 8 tỷ m³ hàng năm, có tiềm năng lớn về thủy điện được ưu tiên hàng đầu nhằm phục vụ vùng kinh tế trọng điểm phía Nam.

Dân số trên lưu vực sông Bé xấp xỉ 1 triệu dân (năm 2004). Hiện nay, các tỉnh trên lưu vực có nền kinh tế khá năng động. Tốc độ đô

thị hoá cao do di dân “tự do” để đáp ứng nhu cầu phát triển các khu, cụm công nghiệp. Sản xuất công nghiệp hiện đang tăng trưởng với tốc độ khá nhanh, chủ yếu là hạt điều, nhãn, tinh bột, dứa tre, bột giấy, vật liệu xây dựng, mộc dân dụng... Giá trị sản xuất nông nghiệp liên tục tăng, hình thành nên các vùng chuyên canh lớn có tỷ suất hàng hoá cao như cao su, điều, hồ tiêu, cà phê và cây ăn quả. Mọi hoạt động đều gắn chặt với việc khai thác và sử dụng tài nguyên nước với nhiều mục đích khác nhau như thủy điện, cấp nước cho công nghiệp và sinh hoạt, giao thông, du lịch, thủy sản...

b. Các kịch bản tính toán

Ứng dụng mô hình GAMS để tính nhu cầu dùng nước và lợi nhuận cho các theo ngành các kịch bản trong các giai đoạn sau:

- Chọn năm 2004 là năm cơ bản: tính nhu cầu nước và lợi nhuận cho nông nghiệp, sinh hoạt và phát điện.

- Kịch bản cho giai đoạn 2010 và 2020: tính nhu cầu nước cần thiết và lợi nhuận cho nông nghiệp, sinh hoạt, công nghiệp và phát điện (xem bảng 1).

- Tính với các tần suất khác nhau (50, 75, 90 và 95%) của nguồn nước cho các khu sử dụng nước sau:

Bảng1. Nhu cầu nước cần thiết cho các khu sử dụng nước trên lưu vực sông Bé

	Công nghiệp	Khu dân cư	Nông nghiệp	Thủy điện
Hiện nay	0	7	4	3
2010	7	7	5	3
2020	Tăng diện tích	9	5	3

1) Tính cho sản xuất nông nghiệp

Do điều kiện thời tiết trên lưu vực, lịch gieo trồng của các loại cây khá phức tạp. Sản xuất nông nghiệp đa dạng về các loại cây trồng (cây hàng năm, cây lâu năm, cây công nghiệp

lâu năm và ngắn ngày) và phân bố mùa vụ khác biệt.

- Nhu cầu nước cho nông nghiệp trên lưu vực xu thế ngày càng tăng. Lượng nước cần tưới cho giai đoạn 2010 tăng xấp xỉ 1,5 lần và

2020 tăng gấp 2 lần năm 2004.

- Mặc dù lượng nước trong sông dồi dào, nhưng do sự phân phối không đồng đều theo mùa nên một số vùng thường xuyên thiếu nước vào các tháng mùa khô. Chủ yếu tập trung ở một số loại cây hàng năm như mía, cà phê trồng quanh năm và các cây có nhu cầu nước nhiều như lúa Hè Thu... Tùy năm nhiều hay ít nước, mà mức thiệt hại nhiều hay ít.

Mức thiệt hại chiếm tỉ lệ từ 0,5 – 1,7% tổng lợi nhuận.

Lượng tổn thất trong hoạt động nông nghiệp chiếm tỉ lệ lớn, do hiệu suất tưới ruộng rất thấp. Nếu như kể đến lượng nước tổn thất dọc đường trong quá trình cung cấp và sử dụng thì lượng nước cần thiết và lợi nhuận như sau: (xem bảng 2).

Bảng 2. Ước lượng nước cần dùng cho nông nghiệp trong giai đoạn 2010 - 2020

Giai đoạn	Nhu cầu nước và lợi nhuận	Tần suất 50%	Tần suất 75%	Tần suất 90%	Tần suất 95%
2004	Cần tưới ($10^6 m^3$)	354.72	343.35	334.19	329.42
	Cung cấp ($10^6 m^3$)	1182.38	1144.49	1113.95	1098.06
	Lợi nhuận ($10^6 USD$)	204.03	202.02	200.40	199.56
2010	Cần tưới ($10^6 m^3$)	500.29	488.92	479.98	475.56
	Cung cấp ($10^6 m^3$)	1667.62	1629.74	1599.94	1585.20
	Lợi nhuận $10^6 USD$	288.12	286.11	284.54	283.76
2020	Cần tưới ($10^6 m^3$)	735.16	723.80	715.08	710.65
	Cung cấp ($10^6 m^3$)	2450.53	2412.65	2383.58	2368.85
	Lợi nhuận ($10^6 USD$)	450.12	448.11	446.57	445.79

2) Tính cho hoạt động công nghiệp

Bài toán tính cho hoạt động công nghiệp trên lưu vực trong các trường hợp sau:

+ Giai đoạn trước 2010 chưa cấp nước mặt cho công nghiệp.

+ Giai đoạn 2010 có một số khu cụm công nghiệp hình thành và sử dụng nguồn nước từ sông Bé và các hồ chứa thủy điện.

+ Giai đoạn 2020, khi có hồ Phước Hòa diện tích khu cụm công nghiệp tăng lên và sử dụng nguồn nước của hồ Phước Hòa.

Số liệu điều tra về nhu cầu sử dụng nước cho hoạt động sản xuất công nghiệp hiện chưa đầy đủ, định mức dùng nước chủ yếu tính một cách tương đối theo định mức trên 1 đơn vị diện tích sản xuất.

Bảng 3. Ước lượng nước cần dùng và lợi nhuận cho công nghiệp trong giai đoạn 2010 - 2020

Lượng nước và lợi nhuận	2010	2020	2020
	$60m^3/ha/ngày$	$60m^3/ha/ngày$	$80m^3/ha/ngày$
Cần dùng ($10^6 m^3$)	39.84	51.33	70.63
Cung cấp ($10^6 m^3$)	42.37	58.54	82.27
Lợi nhuận ($10^6 USD$)	160.45	127.14	109.94

Hoạt động về công nghiệp chưa nhiều, nếu kể cả lượng nước tổn thất trong quá trình cung

cấp và sử dụng thì đến giai đoạn 2010 nhu cầu nước là 42 triệu $m^3/năm$ và năm 2020 thì cần

đến 58.5 triệu m³ với định mức 60m³/ngày/ha. Với định mức 80m³/ngày /ha thì trong năm 2020 lượng nước cần cung cấp lên đến 82 triệu m³ nước. Lượng nước cần dùng cho công nghiệp trong giai đoạn 2020 có thể tăng lên xấp xỉ 2 lần so với giai đoạn năm 2010 (xem bảng 3).

Tính cho trường hợp giá nước tăng lên, thì chi phí sẽ tăng, người dùng nước có thái độ sử dụng tích cực hơn. Nhu cầu nước giảm còn 90%, lợi nhuận cũng giảm còn 95% khi tăng giá 1 đơn vị m³ nước từ 0,3 lên 0,4 USD.

3. *Tính cho hoạt động dân sinh*

Khi dân số và tăng trưởng về kinh tế - xã hội tăng cao thì đòi hỏi nhu cầu nước ngày

càng nhiều, tập trung chính ở các trung tâm huyện thị, thị trấn và các khu công nghiệp. Bài toán tính nước cấp cho sinh hoạt cho các khu dân cư, khu đô thị có mạng lưới cung cấp nước tập trung sử dụng nguồn nước mặt. Nhu cầu nước (có xét đến nước ngầm), dự kiến đến giai đoạn 2010 là 48 triệu m³/ năm và 2020 là 52 triệu m³/ năm (bảng 6).

Theo quan điểm nước là hàng hóa, khi giá nước tăng lên thì lượng nước dùng sẽ có xu hướng giảm. Điều này nói lên khi giá nước sinh hoạt thể hiện đúng giá trị của nó thì sự cung cầu sẽ ổn định hơn. Giá nước hợp lý theo qui luật cung cầu là một trong những công cụ cho việc quản lý tài nguyên nước tích cực ở giai đoạn khủng hoảng như hiện nay.

Bảng 4. Ước lượng nước cần dùng và lợi nhuận từ cấp nước sinh hoạt trong giai đoạn 2010 và 2020

Lượng nước và lợi nhuận	2004	2010	2020
Cần dùng (10 ⁶ m ³ /năm)	27.02	38.27	41.52
Cung cấp (10 ⁶ m ³ /năm)	33.79	47.84	51.90
Lợi nhuận (10 ⁶ USD)	21.04	27.70	29.92

4. *Tính cho hoạt động thủy điện*

Nhu cầu điện lượng trong xã hội gia tăng hàng năm. Dòng chảy sông Bé có tiềm năng thủy điện rất lớn. Trên sông đã xây dựng 3 công trình thủy điện: Thác Mơ, Cần Đơn, Srok Phu Miêng với tổng điện lượng trên 1 tỷ KWh/năm góp phần tích cực cho lưới điện quốc gia

và đáp ứng nhu cầu của vùng. Dự kiến điện lượng sẽ tăng lên do nâng cấp nhà máy Thác Mơ và các thủy điện nhỏ trên các suối. Trong bài toán này, ước lượng điện phát ra trên cơ sở khống chế lưu lượng qua turbin lớn nhất và thấp nhất của nhà máy.

Bảng 5. Ước lượng điện phát ra trong giai đoạn 2010 - 2020

Tần suất		2004	2010	2020
50%	Điện năng 10 ⁶ Kwh	1124	1064	1234
	Lợi nhuận 10 ⁶ USD	40.0	39.0	42.2
75%	Điện năng 10 ⁶ Kwh	948	913	977
	Lợi nhuận 10 ⁶ USD	33.6	33.0	33.5
90%	Điện năng 10 ⁶ Kwh	829	796	857
	Lợi nhuận 10 ⁶ USD	29.2	27.9	29.44
95%	Điện năng 10 ⁶ Kwh	726	721	706
	Lợi nhuận 10 ⁶ USD	26.45	25.64	24.25

Lợi nhuận từ việc phát điện trong các giai đoạn biến thiên theo điện lượng phát ra của các nhà máy. Khi lượng nước trong sông được sử dụng cho các hoạt động khác thì điện năng ắt sẽ giảm và lợi nhuận cũng giảm. Giai đoạn 2020 lợi nhuận từ phát điện thấp hơn các giai đoạn trước (2010 và 2004) do nhu cầu nước ngày càng tăng. Những năm nước ít, điện năng ít hơn năm nhiều nước nên lợi nhuận cũng thấp hơn (bảng 5).

Các kịch bản cho lưu vực sông Bé, có ý nghĩa đối với việc đưa ra những giải pháp thích hợp, góp phần vào việc sử dụng một cách hợp lý và đạt hiệu quả cao nhất. Bài toán được tính cho các kịch bản khi thay đổi để chạy mô hình gồm:

- Thay đổi giá bán nước dùng cho công

nh nghiệp;

- Thay đổi thủy lợi phí;
- Phương án không trồng lúa Đông Xuân;
- Phương án không trồng lúa Hè Thu;
- Phương án không trồng cây ăn quả;
- Phương án thay đổi việc lấy nước từ sông hay hồ chứa;
- Tính lượng nước hồi qui của việc dùng nước;
- Thay đổi một số tham số hệ số tổn thất....

c. Kết quả các phương án trên tính

a) Nhu cầu nước

Các kết quả tính cho thấy một bức tranh về nhu cầu nước và lợi nhuận của các khu dân cư, khu cụm công nghiệp, vùng sản xuất...và nhu cầu nước theo từng tháng và mùa vụ (bảng 6).

Bảng 6. Nhu cầu nước cho các hoạt động và điện lượng hàng năm đối với các tần suất đảm bảo nguồn nước

Lượng nước cần cấp (10 ⁶ m ³ /năm)	50%	75%	90%	95%
2004	1220.12	1182.23	1151.69	1135.80
2010	1764.05	1726.17	1696.37	1681.64
2020	2609.66	2571.77	2542.70	2527.97

Mô hình GAMS có xét đến vị trí lấy nước trên lưu vực (từ nguồn nước trong sông và hồ cung cấp cho các hoạt động). Kết quả cho biết

cân bằng nước tại các nút sông và tại hồ chứa trên lưu vực.

Bảng 7. Lượng nước lấy từ hồ, sông và lượng nước hồi qui

Lượng nước lấy từ sông hồ (10 ⁶ m ³ /năm)	2004	2010	2020
Nước lấy từ hồ	678.71	968.17	1869.27
Nước lấy từ sông	548.90	768.87	692.76
Nước hồi qui	368.90	622.92	818.93

Xét về lượng, lượng nước khai thác cho mục đích sử dụng ngoài dòng sông hiện tại và trong giai đoạn 2020 xấp xỉ 30% tổng dòng chảy trung bình năm. Trong đó, sản xuất nông nghiệp sử dụng lượng nước lớn nhất. Mặc dù kết quả tính xét đến việc sử dụng nguồn nước

ngầm, nguồn nước trong sông khá dồi dào nên có thể dùng cho các hoạt động kinh tế hiện tại và trong kế hoạch 2010 và 202 (bảng 7).

Thực tế nguồn nước chưa đáp ứng nhu cầu cho toàn lưu vực trong năm. Sự thiếu hụt nước tưới thường xảy ra vào các tháng mùa khô

(nhất là tháng 4) cho các loại cây trồng lâu năm và cần nhiều nước đã gây thiệt hại về kinh tế. Điều này do nhiều nguyên nhân, do nguồn nước phân bố không đều theo thời gian và kể cả hệ thống công trình khai thác và phân phối nguồn nước chưa đáp ứng hay chưa hợp lý. Vì vậy biện pháp công trình thủy lợi tốt là nhu cầu cấp thiết để điều tiết lại nguồn nước.

b) Lợi nhuận

Bài toán đã được tính với các trường hợp khác nhau của cơ chế quản lý, nhu cầu phát triển xã hội và việc khai thác nguồn nước nhằm phân tích các tác động của việc sử dụng nước. Các chính sách về kinh tế thông qua giá bán nước (cho công nghiệp, sinh hoạt) giá bán điện, thủy lợi phí, thuế tài nguyên...

Bài toán cho thấy khi tăng giá bán nước và thủy lợi phí thì người dân có thay đổi về thái độ sử dụng nguồn nước. Vì vậy, một chính sách về giá nước hợp lý cần được thực hiện nhằm nâng cao nhận thức về việc dùng nước và tiết kiệm nguồn tài nguyên hữu hạn này.

Xét về lợi nhuận (tính bằng tiền) theo các kịch bản tính được cho các hoạt động trên lưu vực như sau:

Lợi nhuận do sản xuất nông nghiệp lớn nhất từ 60-80%

Lợi nhuận từ cấp nước cho sinh hoạt từ 4 - 8%

Lợi nhuận từ phát điện chiếm từ 6-14% tổng lợi nhuận của toàn lưu vực.

Bảng 8. Tổng hợp lợi nhuận từ cung cấp nước cho các hoạt động

Lợi nhuận (10 ⁶ USD)	2004	2010	2020
Sinh hoạt	21.04	27.70	29.92
Công nghiệp		160.45	183.44
Nông nghiệp	204.03	288.121	450.117
Điện lượng	40.00	39.02	42.22
Tổng	265.07	515.29	629.20

Phương án giảm diện tích trồng cây ăn quả hay không tưới cho cây ăn quả thì lợi nhuận của toàn lưu vực giảm còn 77%. Điện lượng sẽ tăng thêm và lợi nhuận được tăng 5-10%, vậy tổng lợi nhuận trên toàn lưu vực giảm. Trồng cây ăn quả là biện pháp hợp lý cho lợi nhuận cao.

Phương án giảm diện tích trồng lúa Đông Xuân hay Hè Thu cho thấy giảm một lượng nước cần tưới, nhưng lợi nhuận cho toàn lưu vực giảm không đáng kể. Lợi nhuận tăng thêm cho điện năng nhỏ hơn 1%. Bài toán cho thấy hiệu suất sử dụng nước trồng lúa thấp và lợi nhuận thấp nhất. Vì vậy, cần có một biện pháp thay đổi cơ cấu cây trồng hợp lý hơn mang lại hiệu quả cao hơn, chẳng hạn chuyển vùng trồng lúa có năng suất thấp thành trồng cây

khác cần nước ít và cho lợi nhuận cao hơn, như đậu lạc, rau cải... hay cây lâu năm như cây điều, cây ăn quả trên vùng đất thích hợp. Điều quan trọng là nếu xét theo tháng hay mùa cần có giải pháp phù hợp bổ sung nguồn trữ nước cho các tháng này để giải quyết những căng thẳng hay thiếu nước sẽ xảy ra.

Tổn thất trong quá trình cung cấp nước khá lớn. Điều này do nhiều nguyên nhân, trong đó một số công trình còn mang tính tạm thời hay hiệu suất thấp. Hệ số tổn thất giảm thì lượng nước cần cung cấp cho các nhu cầu sẽ giảm. Điều này đòi hỏi một hệ thống công trình thủy lợi đảm bảo tốt và hiệu quả. Đó là một biện pháp tiết kiệm nước tốt nhất.

Thay đổi các phương án lấy nước tại các vị

trí khác nhau của nguồn nước trong sông hồ sẽ làm thay đổi lượng nước ở hạ lưu và điện lượng phát ra của các nhà máy. Các công trình trên sông chính xây dựng với mục đích điều tiết lại dòng chảy để phát điện và tăng lưu lượng dòng chảy mùa khô. Cho đến nay thì các phương án đã khai thác đã đáp ứng cơ bản về nhu cầu phát điện. Đó cũng chính là nhiệm vụ mang tính chiến lược của lưu vực.

3. Kết luận và kiến nghị

* Kết luận

- Thông số đầu vào của mô hình GAMS đòi hỏi khá chi tiết, kết quả sẽ tốt hơn nếu như bộ số liệu đầu vào đầy đủ, chính xác và cập nhật.

- Mô hình có khả năng phân tích trên qui mô rộng và dễ dàng thay đổi thông số, nên có thể phục vụ như một công cụ trong quy hoạch cho các lưu vực lớn, liên lưu vực và tiểu lưu vực.

- Bài toán tính căn cứ trên số liệu quy hoạch và dự kiến của các tỉnh nằm trên lưu vực, trong khi ranh giới lưu vực không trùng (một cách tuyệt đối) với ranh giới tỉnh. Các quy hoạch mang tầm vĩ mô chưa có tính thống nhất và ổn định nên kết quả mang tính học thuật là chính.

- Bài toán chưa xét đến đóng góp của các công trình thủy lợi nhỏ và nguồn nước ngầm cung cấp cho các hoạt động sản xuất.

* Kiến nghị

Trong tương lai nhu cầu dùng nước ngày càng tăng và đa dạng do gia tăng dân số và công, nông nghiệp tăng mạnh... Dù đã phát triển nhiều nguồn nước bằng các hệ thống thủy lợi, nhưng xu thế thiếu nước luôn có thể xảy ra. Vì vậy, việc thiết lập một qui trình điều phối hệ thống liên hồ trên sông, nhằm bảo đảm cấp nước cho các hoạt động trên lưu vực là rất cần thiết.

Tài liệu tham khảo

1. Claudia Ringler . *Optimal Water Allocation in the Mekong River Basin, Number 38, ZEF- Discussion Papers on Development Policy pp.50, Center for Development Research, University of Bonn, Đức, 5/2001.*
2. Claudia Ringler and Nguyễn Vũ Huy. *Water Allocation Policies for the Dong Nai River Basin in Vietnam: An Integrated perspective, Hội thảo "Xây dựng cơ sở phân bổ tài nguyên nước cho các mục đích sử dụng trong lưu vực sông" Đề Sơn 8/2005 (Reference documents, "Procedures to support decisions about water resource allocation and management within river basins" – Expert panel meeting), 2004.*
3. *Phân viện khảo sát quy hoạch Thủy lợi Nam bộ. Báo cáo tổng hợp Rà soát quy hoạch thủy lợi tỉnh Bình Phước đến năm 2010, Sở nông nghiệp và phát triển nông thôn tỉnh Bình Phước, Thành phố Hồ Chí Minh. tháng 12/ 2004.*