

ÁP DỤNG TIẾP CẬN TỐI ƯU ĐỂ PHÂN TÍCH KINH TẾ PHÂN BỐ NƯỚC CHO TƯỚI VÀ PHÁT ĐIỆN

Đào Văn Khiêm¹

Tóm tắt: Ngày nay sử dụng tiếp cận tối ưu hóa (tĩnh và động) là một cách thức để mô phỏng và phân tích các bài toán kinh tế của các hệ thống tài nguyên nước, đặc biệt là bài toán phân bổ tối ưu tài nguyên nước. Bài viết đã trình bày một số kết quả nghiên cứu của tác giả trong việc mô hình hóa bài toán phân bổ tài nguyên nước cho các sử dụng nước khác nhau trong các tình huống khác nhau, cụ thể là phân bổ nước tối ưu cho tưới và phát điện với các tính toán minh họa cho Hệ thống Tài nguyên Nước Núi Cốc, tỉnh Thái Nguyên.

Từ khóa: Phân bổ tối ưu tài nguyên nước, Mô hình hóa phân bổ nước

Trong kinh tế học, tối ưu không phải đơn thuần chỉ là một kỹ thuật giải quyết vấn đề, mà ở một mức độ nào đó, tối ưu là một chuẩn mực (standards) hành vi của từng thành viên kinh tế cũng như của toàn bộ nền kinh tế. Nói như vậy không có nghĩa là nhất thiết phải áp đặt một cách máy móc các mô hình tối ưu cho các hoạt động kinh tế, tuy nhiên, đó là một chuẩn mực không thể thiếu khi bắt đầu các nghiên cứu kinh tế ứng dụng. Trong nội dung bài viết này, tác giả sẽ trình bày một số ví dụ sử dụng tiếp cận tối ưu kinh tế để xây dựng cũng như giải quyết một số vấn đề trong việc mô hình hóa và chạy chương trình mô tả hoạt động phân bổ hiệu quả tài nguyên nước cho các hoạt động kinh tế.¹

Xét một hệ thống thủy lợi bao gồm hồ chứa cung cấp nước cho tưới, phát điện, và một số mục đích khác như cung cấp nước sinh hoạt, nước công nghiệp, cung cấp dịch vụ phòng lũ, vãn vãn. Để đơn giản trong phân tích, bài toán sẽ tập trung chủ yếu vào hai mục tiêu là tưới và phát điện. Hơn nữa, khi cung cấp nước cho tưới, nước sinh hoạt, nước công nghiệp, ..., các dòng chảy cũng được sử dụng vào phát điện, mặc dù lưu lượng sẽ thấp hơn (ví dụ 12 m³/s) so với lưu lượng khi thuần túy phát điện (ví dụ 23 m³/s). Trong phần tiếp theo, chúng tôi sẽ mô tả từng bước để phát triển mô hình hóa bài toán từ những mô hình đơn giản ban đầu tới các mô hình hoàn chỉnh hơn. Chúng tôi đã áp dụng tiếp cận này cho một số hệ thống thủy lợi như Hệ

thống Núi Cốc (Thái Nguyên) và Hệ thống Lô-Gâm (Tuyên Quang, Phú Thọ, ...). Trong khuôn khổ bài viết này, các ví dụ số cho minh họa sẽ được lấy từ Hệ thống Núi Cốc (Thái Nguyên) cùng các thông số kỹ thuật của hồ chứa này.

1. MÔ HÌNH XÁP XỈ KHỞI ĐẦU

Chúng tôi cũng đã giới thiệu một số bài viết về mô tả phân bổ nước tối ưu riêng cho tưới, do vậy, trong bài viết này, chúng ta giả thiết mô hình phân bổ tối ưu cho tưới đã sẵn có. Giả sử quy tắc quản lý ví dụ tại hệ thống tài nguyên nước cụ thể nào đó là cung cấp đầy đủ nước cho tưới, có kết hợp phát điện kèm theo, và sau đó, nếu còn “thừa” nước sẽ cung cấp cho phát điện. Nói vắn tắt, mục tiêu tưới được quy định là có “thứ bậc ưu tiên” cao hơn so với phát điện. Tình huống này là tương đối phổ biến trong các hệ thống thủy lợi của chúng ta, trong đó có Hệ thống Núi Cốc.

Khi đó, mô hình có thể được xây dựng như sau. Bước đầu, chúng ta chạy mô hình phân bổ tối ưu nước cho tưới (ví dụ theo thời gian biểu tưới cho các vụ lúa Đông Xuân, vụ lúa Hè Thu, và vụ ngô Đông và theo các yêu cầu tưới của các khu tưới khác nhau trong hệ thống). Sau đó, kết quả phân bổ tối ưu theo thời gian và không gian thu được từ bài toán này sẽ được đưa vào các ràng buộc cho bài toán tối ưu hóa sử dụng nước cho phát điện, và chúng ta sẽ tiếp tục chạy bài toán tối ưu cho phát điện để nhận được kết quả phân bổ nước cho phát điện. Như vậy, bài toán tối ưu sử dụng nước cho cả tưới lẫn phát điện sẽ được tách thành hai bài toán: tối ưu cung cấp nước tưới, và dựa trên kết quả của bài toán

¹ Bộ môn Kinh tế, Đại học Thủy lợi

tối ưu thứ nhất để giải bài toán tối ưu thứ hai để tối ưu hóa phát điện.

Với các số liệu đầu vào đã cho (xem Bảng 1 dưới đây):

Bảng 1. Số liệu mưa, bốc hơi, dòng chảy đến của Hồ chứa Núi Cốc

	T1	T2	T3	T 4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Dòng chảy đến (inflows)	10.34	14.22	19.34	22.78	28.87	103.2	76.71	60.02	54.87	33.35	16.04	12.29
Lượng mưa	73.8	64	62.8	65.2	97.6	93.8	90.8	77.8	83.9	95.9	88.1	85.2
Lượng bốc hơi	88.6	76.8	75.4	78.2	117.1	112.6	109	93.4	100.7	115.1	105.7	102.2

(Nguồn số liệu: Thống kê của Hệ thống Núi Cốc, tỉnh Thái nguyên)

Cùng các số liệu về năng suất, lượng mưa hiệu quả, lượng bốc hơi mặt ruộng, và các tổn thất chuyển tải nước tới các khu tưới, kết quả phân bổ tối ưu tưới được cho trong Bảng 2:

Bảng 2. Kết quả phân bổ tưới tối ưu theo khu tưới và theo tháng

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Tưới Kênh Chính	0.233	2.1	1	1.5	0.5	0.358	0	0.65	0.975	1.087	0.466	0.621
Tưới Kênh Đông	0.484	4.365	2.079	3.118	0.704	0.696	0	1.35	2.026	2.257	0.967	1.29
Tưới Kênh Giữa	0.51	4.595	2.188	3.282	1.094	0.734	0	1.423	2.134	2.378	1.019	1.359
Tưới Kênh Tây	0.591	5.4	2.571	3.857	1.286	0.825	0	1.714	2.571	2.758	1.182	1.576
Tổng lượng tưới	1.817	16.46	7.838	11.757	3.584	2.612	0	5.138	7.706	8.48	3.634	4.846

(Đơn vị tưới cho từng khu tưới tính theo triệu m^3)

Các kết quả phân bổ tưới này được tính như là đầu vào của bài toán phát điện tối ưu. Với công suất 1.9 M, và lưu lượng nước qua tuốc bin là $23 m^3/s$, chương trình tối ưu phát điện cho kết quả trong Bảng 3 sau đây.

Bảng 3. Kết quả phân bổ nước tối ưu cho phát điện

	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12
Tổng phân phối nước cho tưới, nước sinh hoạt công nghiệp, ...	4.06	19.23	10.60	14.52	6.35	5.38	2.77	7.90	10.47	11.25	6.40	7.61
Lượng nước qua tuốc-bin	5.87	0.00	3.03	17.88	61.00	61.00	61.00	51.68	43.93	21.57	9.15	4.20
Giá bóng của nước phát điện	1.00	1.00	1.00	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	1.00	1.00

(Đơn vị phân phối nước tính theo triệu m^3 , đơn vị giá trị là nghìn VND/ m^3)

Tuy đây là mô hình tương đối đơn giản, nhưng là quy tắc vận hành trong nhiều Hệ thống Tài nguyên nước của chúng ta. Sau đây, chúng ta tiếp tục phát triển mô hình này.

2. MÔ HÌNH KẾT HỢP TỐI ƯU GIỮA TÚỚI VÀ PHÁT ĐIỆN

Kết hợp các mô hình phân bổ tối ưu phát triển riêng cho tưới và phát điện vào cùng một chỗ, chúng ta xây dựng mô hình cho phân bổ tối ưu tài nguyên nước của hệ thống cho hai sử dụng nước cạnh tranh nhau. Ngoài hai sử dụng nước cho tưới và phát điện, mô hình của chúng tôi trên thực tế còn bao gồm cả sử dụng nước cho cung cấp nước sinh hoạt, nước công nghiệp, vân vân, nhưng để phù hợp với các ưu tiên cho nước sinh hoạt, chúng tôi đã tạo ràng buộc ưu tiên cung cấp đầy đủ nước sinh hoạt, nước công

nh nghiệp, ..., để chỉ còn lại hai sử dụng cạnh tranh là nước tưới và nước cho phát điện. Với việc xây dựng mô hình như vậy, chúng ta có thể xem xét tình huống hiện đang diễn ra ở Thái Nguyên khi các nhà quản lý của tỉnh đang cân nhắc lựa chọn các chiến lược giảm độ ưu tiên của tưới.

Để kết hợp hai mô hình tưới tối ưu và phát điện tối ưu, chúng tôi vẫn dựa trên các tiếp cận xây dựng cầu hiện tại. Cụ thể, việc tính toán hàm lợi ích sử dụng nước tưới vẫn dựa trên hàm cầu đối với nước tưới của các vụ lúa Đông Xuân, Hè Thu và vụ ngô Đông. Đường cầu đối với nước cho phát điện vẫn được xây dựng dựa trên biểu giá điện của Tổng cục Điện của chính phủ. Các kết quả tối ưu sau khi chạy chương trình được trình bày thông qua các bảng biểu dưới đây.

Bảng 4. Kết quả phân bổ tối ưu tưới và điện

Giá tưới tại KÊNH CHÍNH	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00
Khối lượng tưới cho KÊNH CHÍNH	0.23	2.07	1.00	1.50	0.50	0.36	0.00	0.65	0.97	1.09	0.47	0.62
Giá tưới tại KÊNH GIỮA	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52	0.00	0.00
Khối lượng tưới cho KÊNH GIỮA	0.51	4.54	2.19	3.28	1.09	0.73	0.00	1.42	2.13	2.38	1.02	1.36
Giá tưới tại KÊNH ĐÔNG	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.46	0.00	0.00
Khối lượng tưới cho KÊNH ĐÔNG	0.48	4.31	2.08	3.12	0.70	0.70	0.00	1.35	2.03	2.26	0.97	1.29
Giá tưới tại KÊNH TÂY	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49	0.00	0.00
Khối lượng tưới cho KÊNH TÂY	0.60	5.33	2.57	3.86	1.29	0.82	0.00	1.71	2.57	2.79	1.20	1.60
Giá nước cho PHÁT ĐIỆN	0.65	0.65	0.65	0.63	0.55	0.55	0.55	0.56	0.57	0.60	0.64	0.65
Khối lượng nước cho PHÁT ĐIỆN	4.08	0.00	1.97	20.08	60.61	60.61	60.61	49.35	43.82	20.12	8.12	2.78
Giá trị Kinh tế của PHÁT ĐIỆN	0.21	0.00	0.10	1.00	2.96	3.31	2.58	2.47	2.29	1.02	0.42	0.14
Giá nước cho điện khi cung cấp nước	0.65	0.63	0.64	0.64	0.62	0.63	0.63	0.62	0.62	0.62	0.65	0.65
Khối lượng cung cấp nước	4.59	19.02	10.60	14.52	6.35	5.38	2.77	7.90	10.47	11.28	6.42	7.63
Tổng Giá trị Kinh tế của TỚI	3.36	7.77	2.60	4.20	0.54	0.48	0.00	0.25	1.20	17.74	6.73	8.97
Tổng khối lượng nước tưới	1.82	16.25	7.84	11.76	3.58	2.61	0.00	5.14	7.71	8.52	3.65	4.87

Trong lời giải phân bổ nước tối ưu cho tưới và phát điện với các điều kiện ban đầu như đã trình bày ở trên, chúng ta có thể có một số nhận xét như sau:

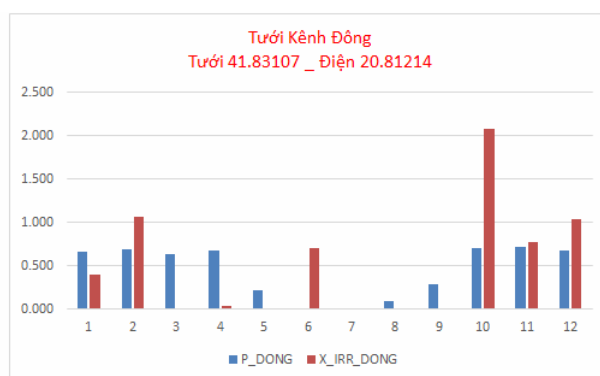
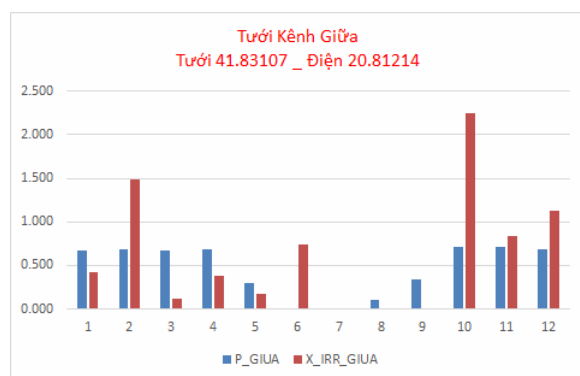
-Với mức giá hiện hành của năng lượng điện và sản phẩm nông nghiệp (lúa, ngô) hiện nay, Hệ thống Núi Cốc phân bổ nhiều nước cho tưới, và ít nước cho phát điện. Trong Bảng 4 ở trên, khối lượng nước tưới cho toàn bộ bốn khu tưới là khá đầy đủ theo yêu cầu tưới tối đa cho trồng trọt. Điều đó được biểu hiện bởi các mức giá bóng xấp xỉ bằng không.

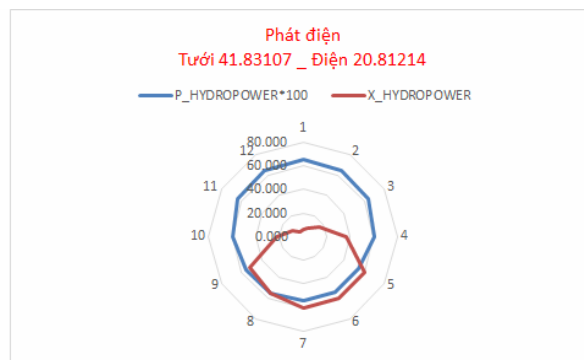
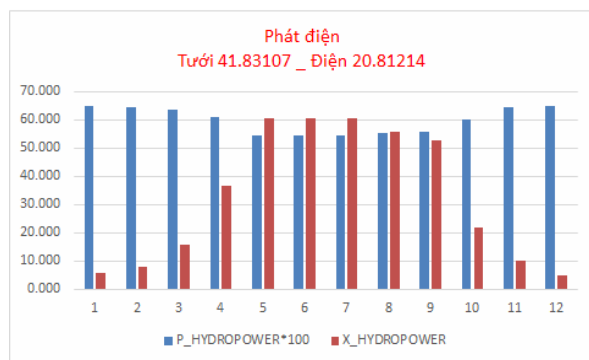
-Giá bóng của nước cho phát điện là khá cao (0.54-0.65 nghìn VNĐ/m³) so với giá của nước tưới. Điều này cho thấy lượng cung cấp nước còn thiếu nhiều so với yêu cầu nước cho phát điện, vì khi giá bóng còn lớn thì có nghĩa là hàm giá trị của phát điện vẫn còn có thể tăng lên bằng cách cung cấp thêm nước cho phát điện.

-Tại phân bổ nước tối ưu theo mô hình hiện tại, tổng giá trị kinh tế cho tưới là 56.83107 tỷ

VNĐ/năm, tổng giá trị kinh tế của phát điện là 19.49965 tỷ VNĐ/năm. Nhưng nếu chúng ta cắt giảm nước cho tưới để cung cấp nước cho phát điện, ví dụ, cắt giảm để tổng giá trị của nước tưới giảm xuống còn 51.83107 tỷ VNĐ/năm, tổng giá trị của nước cho phát điện có thể tăng lên 20.53177 tỷ VNĐ/năm, thì giá bóng của nước tưới sẽ tăng lên tới các mức vào khoảng 0.3 hoặc 0.5 nghìn VNĐ/m³. Được thỏa mãn hơn về cung cấp nước, giá của nước cho phát điện nói chung giảm nhẹ đôi chút, theo đúng quy luật cung-cầu của lý thuyết kinh tế thị trường.

-Nếu tiếp tục giảm nước giành cho tưới để tăng nước giành cho phát điện sao cho tới mức tổng giá trị kinh tế của tưới chỉ còn là 41.83107 tỷ VNĐ/năm, tổng giá trị kinh tế của phát điện sẽ tăng lên tới 20.81214 tỷ VNĐ/năm. Các diễn biến của giá bóng và khối lượng phân bổ cho các khu tưới và phát điện được thể hiện bởi các đồ thị sau:





Hình 1. Ví dụ để minh họa thay đổi phân bố nước theo tháng của một số khu tưới và của nhà máy điện cùng các mức giá bóng của mô hình khi cắt giảm nước tưới để giành cho phát điện.

-Vai trò của giá bóng (shadow prices) trong kinh tế học là rất quan trọng. Đó là mức giá để tối ưu hàm giá trị kinh tế của thị trường. Khi thị trường là cạnh tranh hoàn hảo, giá bóng là giá thị trường. Trong những trường hợp thất bại thị trường như trong hoàn cảnh chúng ta đang xem xét, giá bóng là giá ứng với mức phân bổ tối ưu. Mặc dù có thể tính toán mức giá bóng trong mô hình tối ưu hóa của chúng ta, xong giá bóng trong thực tế là khó có thể xác định. Tuy nhiên, việc tính toán giá bóng như được thực hiện trong mô hình sẽ tỏ ra hữu ích trong cung cấp những hiểu biết sâu sắc để xây dựng giá nước nói chung hoặc thủy lợi phí nói riêng.

-Một trong những đặc điểm của giá cả và giá bóng là phản ánh mức độ khan hiếm của hàng hóa và dịch vụ. Khi giá tăng, hàng hóa và dịch vụ sẽ tăng mức khan hiếm. Khi được cung cấp đầy đủ hơn, giá của thị trường hoặc giá bóng sẽ giảm. Trên Hình 1 ở trên, giá bóng tính được trong mô hình phản ánh khá rõ đặc điểm kinh tế này. Đối với đồ thị phân bổ nước cho phát điện theo từng tháng, các mức cung cấp nước lớn hơn đều ứng với các mức giá bóng nhỏ hơn. Đối với các đồ thị cho các khu tưới, phân bổ nước theo tháng cũng thể hiện đặc điểm này, xong cần lưu ý là nước tưới ở đây được cung cấp cho ba vụ mùa khác nhau, với ba hàm cầu khác nhau đối với nước tưới, trong đó cầu của vụ ngô Đông đối với nước tưới là cao nhất, do giá trị kinh tế của ngô là cao hơn so với lúa, và cầu tưới của vụ Đông Xuân cao hơn cầu tưới của vụ Hè Thu.

-Bài toán được mô tả trên đây cũng có thể được mô hình hóa bằng cách sửa đổi đôi chút so với tiếp cận đã được sử dụng. Cụ thể, thay vì sử dụng tổng số giá trị của nước tưới và nước giành cho phát điện như một hàm mục tiêu và tối đa

hàm mục tiêu này tùy thuộc các ràng buộc tình cũng như ràng buộc động của mô hình, chúng ta sử dụng chỉ riêng giá trị kinh tế của tổng lượng tưới như một hàm mục tiêu và giữ cho tổng giá trị phát điện tại một giá trị cố định cụ thể như một ràng buộc cùng với các ràng buộc khác, và tối đa hóa hàm mục tiêu. Chúng ta sẽ nhận được các kết quả tối ưu phân bổ tối ưu cho mục tiêu tưới với các ràng buộc thông thường ứng với các mức giá trị kinh tế đã cho trước của phát điện.

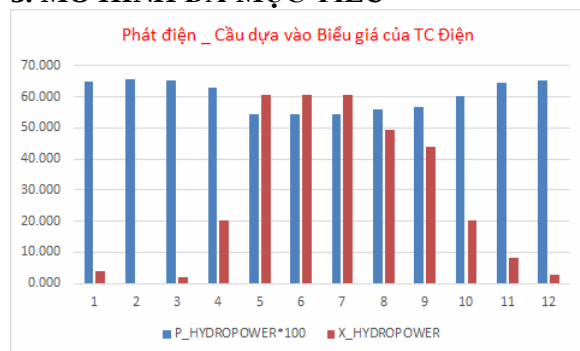
-Tiếp cận này cũng được sử dụng một cách bình đẳng cho mục tiêu cực đại hàm mục tiêu của tổng giá trị kinh tế của phát điện trong khi giữ cho tổng giá trị kinh tế của tưới cố định tại một mức đã cho trước trong khi thỏa mãn các ràng buộc thông thường khác.

Như vậy, chúng tôi đã trình bày các tiếp cận khác nhau có khả năng được sử dụng cho bài toán tối ưu hóa cho phân bổ tài nguyên nước cho các mục tiêu khác nhau. Cách làm này có thể được tổng quát hóa cho nhiều hơn hai mục tiêu sử dụng nước cho tưới và phát điện nói trên. Cụ thể, bài toán có thể được mở rộng cho bài toán đồng thời cung cấp nước cho tưới, phát điện, cung cấp nước công nghiệp, cung cấp dịch vụ du lịch, ... để xem xét các phân bổ tối ưu nước của Hệ thống Tài nguyên Nước. Tất nhiên, trong tình huống có nhiều mục tiêu, bài toán có thể được xây dựng theo các phiên bản khác nhau để phong phú thêm các góc nhìn đối với bài toán kinh tế nói chung.

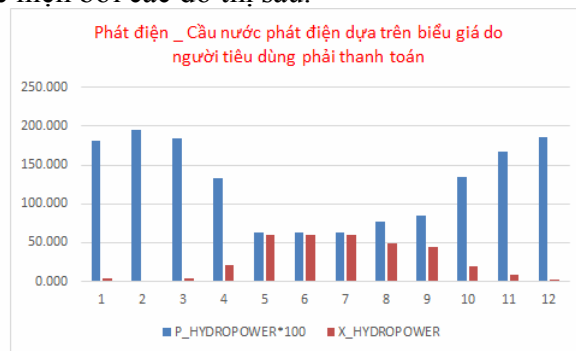
Trong phần 3 tiếp theo, chúng ta sẽ phát triển tiếp cận đa-mục tiêu đã nhắc tới ở trên để nghiên cứu tình huống khi giá cả tương đối không được bảo đảm. Ví dụ, chúng ta đã biết cầu nước cho phát điện trong mục này được xây dựng từ biểu giá điện của Tổng cục Điện. Tuy

nhiên, biểu giá này không phải là biểu giá mà người sử dụng điện cuối cùng phải thanh toán. Nói chung, người tiêu dùng phải trả một lượng tiền cao hơn nhiều. Vì thế, để tối đa lợi ích của toàn bộ nền kinh tế, chúng ta phải tính tới những lợi ích đầy đủ được thể hiện bởi mức giá mà người tiêu dùng cuối cùng phải trả. Do vậy, hàm cầu đối với sử dụng nước của hệ thống cho phát điện phải được dựa trên biểu giá mà người tiêu dùng thực sự phải trả khi tiêu dùng năng lượng điện tại các thời điểm khác nhau.

3. MÔ HÌNH ĐA-MỤC TIÊU



Như đã nói ở trên, hai hàm cầu đối với sử dụng nước cho phát điện ứng với hai biểu giá điện có ảnh hưởng rất khác nhau đối với mô hình tối ưu hóa phân bổ tài nguyên của chúng ta, và đặc biệt là ảnh hưởng tới các mức giá bóng của nước cho phát điện cũng như tới các phân bổ nước cho phát điện theo các tháng trong năm, tức là cuối cùng ảnh hưởng tới phân bổ nước tối ưu của Hệ thống. Các kết quả được phản ánh trong cùng một mô hình phân bổ tối ưu nhưng ứng với hai hàm cầu khác nhau được thể hiện bởi các đồ thị sau.

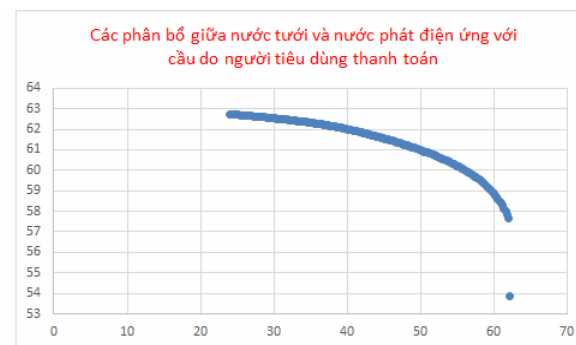
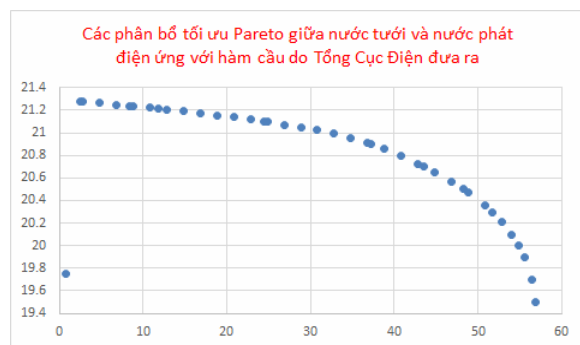


Hình 2 Khác biệt về các phân bổ nước cho phát điện và giá bóng theo tháng của mô hình phân bổ nước tối ưu cho tưới và phát điện ứng với hai hàm cầu khác nhau, trong đó một hàm cầu dựa trên biểu giá điện của Tổng cục Điện và một hàm cầu dựa trên biểu giá mà người tiêu dùng phải thanh toán.

Vì vậy, ứng với các tiếp cận xây dựng cầu khác nhau, chúng ta sẽ có các kết quả tối ưu khác nhau cho dù cấu trúc mô hình cũng như các ràng buộc khác vẫn giữ nguyên như cũ. Vì lẽ đó, chúng tôi sử dụng thêm tiếp cận hiệu quả trung tính (Neutral Economic Efficiency) (Xem Griffin, “Kinh tế Tài nguyên Nước”, 2006, Bản dịch của Đào Văn Khiêm, 2013), là khái niệm tương tự tối ưu Pareto trong Kinh tế học nói chung.

Theo tiếp cận này, chúng ta sẽ xây dựng các đánh đổi (trade-offs) giữa tưới và thủy điện bằng

cách chạy các chương trình tối ưu để tối ưu một trong hai mục tiêu (hoặc tưới, hoặc thủy điện) trong khi cố định mục tiêu còn lại. Sau đó chúng ta hoán đổi mục tiêu cần cực đại và cố định mục tiêu còn lại. Các kết quả thu được sẽ được sàng lọc theo tiêu chuẩn tối ưu Pareto, tức là chỉ giữ lại những lựa chọn không thể cải thiện hiệu quả phân bổ tối ưu Pareto. Các kết quả cho các trường hợp ứng với các hàm cầu khác nhau ứng với các trường hợp cầu được tính dựa vào biểu giá của Tổng cục Điện hay do người dân thanh toán:



Hình 3. Phân bổ tối ưu Pareto nước cho tưới và phát điện trong hai trường hợp cầu khác nhau: Đồ thị bên trái ứng với cầu dựa trên biểu giá của Tổng cục Điện và Đồ thị bên phải dựa trên biểu giá do người tiêu dùng thanh toán.

Trong các tình huống hiệu quả Pareto, việc xác định nghiệm tối ưu cuối cùng của bài toán được giải quyết thông qua các quá trình thương lượng hoặc mặc cả giữa các bên có liên quan. Vấn đề này sẽ là chủ đề thảo luận của các bài viết tiếp theo của chúng tôi.

4. KẾT LUẬN:

Bài viết trình bày các kết quả của quá trình mô hình hóa có sử dụng các kỹ thuật tối ưu để mô tả các bài toán kinh tế về phân bổ tối ưu tài nguyên nước của một hệ thống tài nguyên nước

và các minh họa được lấy từ việc áp dụng mô hình cho Hệ thống Tài nguyên Nước Núi Cốc, tỉnh Thái Nguyên. Tuy nhiên, trong thực tế, chúng tôi cũng đã áp dụng các tiếp cận trên cho các trường hợp khác nhau, cụ thể như cho Lưu vực Lô-Gâm. Nhưng do khuôn khổ bài viết có hạn, chúng tôi xin tạm thời hạn chế vào việc trình bày một số kết quả tính toán của Hệ thống Núi Cốc sẽ trình bày các kết quả tính toán cho Lô-Gâm cũng như các kết quả tính toán tối ưu hóa động trong một dịp khác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Griffins. Water Resources Economics: The Analysis of Scarcity, Policies, and Projects. MIT Press. 2006.
2. Perman. Natural Resources and Environmental Economics. Person Education Limited. 2003.
3. Tietenberg. Environmental and Natural Resources Economics. 9th Edition. Person Education Ins. 2012.

Abstract

APPLICATION OPTIMAL APPROACH TO ANALYZE WATER ALLOCATION FOR IRRIGATION AND HYDROPOWER GENERATION

Nowadays, using the optimization (static and dynamic) approach is a way to simulate and analyze the economic problems of water resources systems, especially in optimal water resources allocation. This article has presented some results in modeling of water resources allocation for various purposes in different situations, namely optimal water allocation for irrigation and hydropower generation which have been applied in Nui coc schemes, Thai Nguyen province.

Keywords: Optimal Water Allocation, Modeling Water Allocation

Người phản biện: TS. Ngô Minh Hải

BBT nhận bài: 20/5/2014

Phản biện xong: 11/7/2014